

**TÜRKİYE'DE OTOMOBİL SAHİPLİĞİNİN
MODELLENMESİ**

100789

**DOKTORA TEZİ
Y. Müh. Kemal Selçuk ÖĞÜT
501950020012**

100789

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 9 Mart 2000

Tezin Savunulduğu Tarih : 29 Mayıs 2000

Tez Danışmanı :

Prof. Dr. Haluk GERÇEK

Diğer Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Güngör EVREN (İ.T.Ü.)

Prof. Dr. Nadir YAYLA (İ.T.Ü.)

Prof. Dr. Zerrin BAYRAKTAR (Y.T.Ü.)

Prof. Dr. Sadettin ÖZEN (İ.Ü.)

MAYIS 2000

ÖNSÖZ

Doktora tezim sırasında manevi desteklerini her zaman yanımda hissettiğim anne ve babama, 1997 yılında hayatımı birleştirdiğim ve o günden beri beni her konuda destekleyen eşime, tezimdeki bilimsel katkıları olan ve bana zor durumda odasını açan hocam Güngör Evren'e, Tinçel Vakfı bursu ile İngiltere'ye gitmem için büyük çaba harcayan hocam Ergün Gedizlioğlu'na ve akademik hayatta örnek almak istediğim hocam Zekai Şen'e teşekkürlerimi sunarım.

Kemal Selçuk ÖĞÜT

1 Mart 2000

İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ.....	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xii
ÖZET.....	xv
SUMMARY.....	xvii

1. GİRİŞ.....	1
2. OTOMOBİL SAHİPLİĞİ VE KULLANIMI MODELLERİ.....	6
2.1. Otomobil Sahipliği Modelleri.....	6
2.1.1. S eğrisi modelleri.....	8
2.1.1.1. Lojistik eğri modeli	9
2.1.1.2. Üssel büyüme eğrisi modeli	19
2.1.1.3. Gompertz eğrisi modeli	22
2.1.1.4. S eğrilerinin karşılaştırılması.....	24
2.1.1.5. İkili lojit model.....	25
2.1.1.6. Çoklu lojit model	34
2.1.1.7. Eşik gelir yaklaşımı.....	38
2.1.1.8. S eğrisi modellerinin değerlendirilmesi.....	40
2.1.2. Otomobil sahipliği doygunluk düzeyi.....	40
2.1.2.1. Gelir seviyesi yöntemi.....	41
2.1.2.2. Ulusal zaman serisi yöntemi.....	42
2.1.2.3. Kesişim yöntemi.....	44
2.1.2.4. Nüfusun yaş dağılımı yöntemi.....	46
2.1.3. Çok değişkenli regresyon modelleri.....	47
2.1.3.1. Çok değişkenli regreyon modellerinin değerlendirilmesi.....	59
2.2. Otomobil Sahipliği Toplu Taşıma İlişkisi.....	60
2.2.1. İngiltere'de otomobil sahipliği-otobüs kullanımı ilişkisi.....	61
2.2.2. ABD'de otomobil sahipliği otobüs kullanımı ilişkisi.....	67
2.2.3. Fransa otomobil sahipliği-toplu taşıma ilişkisi.....	67
2.2.4. Danimarka otomobil sahipliği-toplu taşıma ilişkisi	68
2.2.5. Kuramsal yolculuk talebi.....	70
2.2.6. Otomobil sahipliği-toplu taşıma ilişkisinin değerlendirilmesi.....	71
2.3. Otomobil Kullanımı.....	71
2.3.1. Otomobil Kullanımı Modelleri.....	72
2.3.1.1. İngiltere'de otomobil kullanımı modelleri.....	72
2.3.1.2. ABD'de otomobil kullanımı modelleri.....	76
2.3.1.3. OECD ülkelerinde otomobil kullanımı modelleri.....	79
2.3.1.4. Gelişmekte olan ülkelerde otomobil kullanımı modelleri.....	80
2.3.1.5. Avustralya'da otomobil kullanımı modeli.....	82
2.3.1.6. Hollanda'da otomobil kullanımı modeli.....	83

2.3.2. Otomobil Kullanımı ve Türel Ayrım.....	85
2.3.2.1. Fransa'da otomobil kullanımı ve türel ayrım.....	85
2.3.2.2. SanPaulo'da otomobil kullanımı ve türel ayrım.....	87
2.3.2.3. İstanbul'da otomobil kullanımı ve türel ayrım.....	88
2.3.3. Otomobil Kullanımının Sınırlandırılması.....	89
3. TÜRKİYE'DE OTOMOBİL SAHİPLİĞİ MODELLERİ.....	93
3.1. Türkiye'de Otomotiv Sanayii.....	93
3.1.1. Türkiye'de Otomotiv Sanayii'nin Tarihçesi.....	94
3.1.2. Türkiye'de Otomotiv Sanayii'nin Bugünü.....	98
3.2. Türkiye'de Otomobil Sahipliği Modelleri.....	104
3.2.1. Otomobil Sahipliği Modellerinde Kullanılan Veriler.....	109
3.2.1.1. "Otomobil Sahipliği" Verisi.....	110
3.2.1.2. "Otomobil Fiyatı" Verileri.....	113
3.2.1.3. Otomobil sahipliği doygunluk düzeyi.....	116
3.2.2. "Zaman" değişkenine göre otomobil sahipliği modelleri.....	117
3.2.2.1. Lojistik eğri modeli.....	117
3.2.2.2. Üssel büyüme eğrisi modeli.....	119
3.2.2.3. Gompert eğrisi modeli.....	123
3.2.3. "Kişi başına gayri safi milli hasıla" değişkenine göre otomobil sahipliği modelleri.....	125
3.2.3.1. Lojistik eğri modeli.....	128
3.2.3.2. Üssel büyüme eğrisi modeli.....	132
3.2.3.3. Gompert eğrisi modeli.....	132
3.2.4. "Zaman" ve "kişi başına gayri safi milli hasıla" değişkenlerine göre otomobil sahipliği modelleri.....	139
3.2.4.1. Lojistik eğri modeli.....	139
3.2.4.2. Üssel büyüme eğrisi modeli.....	142
3.2.4.3. Gompert eğrisi modeli.....	142
3.2.5. "Kişi başına gayri safi milli hasılanın ortalama otomobil fiyatına oranı" değişkenine göre otomobil sahipliği modelleri.....	147
3.2.5.1. Lojistik eğri modeli.....	148
3.2.5.2. Üssel büyüme eğrisi modeli.....	150
3.2.5.3. Gompert eğrisi modeli.....	155
3.2.6. "Zaman" ve "kişi başına gayri safi milli hasılanın ortalama otomobil fiyatına oranı" değişkenine göre otomobil sahipliği modelleri.....	157
3.2.6.1. Lojistik eğri modeli.....	158
3.2.6.2. Üssel büyüme eğrisi modeli.....	159
3.2.6.3. Gompert eğrisi modeli.....	159
3.2.7. Kesit analizi modellemesi.....	160
3.2.8. Regresyon modeli.....	175
3.2.9. Bölgesel regresyon modeli.....	191
3.2.10. Türkiye'de Otomobil Sahipliği Modellerinin Değerlendirilmesi.....	199
3.3. Türkiye'de 2000-2025 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği Öngörülleri.....	202
3.3.1. "Zaman" değişkeninin içeren otomobil sahipliği modelleri ile öngörüler.....	202
3.3.1.1. Lojistik eğri modeli öngörülleri.....	202

3.3.1.2. Üssel büyüme eğrisi modeli öngörülleri.....	204
3.3.1.3. Gompertz eğrisi modeli öngörülleri.....	207
3.3.2. "Kişi başına gayri safi milli hasıla" değişkeninin içeren otomobil sahipliği modelleri ile öngörüller.....	207
3.3.2.1. Lojistik eğri modeli öngörülleri.....	211
3.3.2.2. Üssel büyüme eğrisi modeli öngörülleri.....	214
3.3.2.3. Gompertz eğrisi modeli öngörülleri.....	214
3.3.3. "Zaman" ve "kişi başına gayri safi milli hasıla" değişkenlerinin içeren otomobil sahipliği modelleri ile öngörüller.....	214
3.3.3.1. Lojistik eğri modeli öngörülleri.....	218
3.3.3.2. Üssel büyüme eğrisi modeli öngörülleri.....	218
3.3.3.3. Gompertz eğrisi modeli öngörülleri.....	219
3.3.4. Regresyon modelleri öngörülleri.....	221
3.4. İstanbul'da Otomobil Sahipliği Modelleri.....	225
3.4.1. "Zaman" değişkenine göre otomobil sahipliği modelleri.....	227
3.4.1.1. Lojik eğri modeli.....	227
3.4.1.2. Üssel büyüme eğrisi.....	228
3.4.1.3. Gompertz eğrisi modeli.....	229
3.4.2. "Kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla" değişkenine göre otomobil sahipliği modelleri.....	231
3.4.2.1. Lojistik eğri modeli	231
3.4.2.2. Üssel büyüme eğrisi.....	232
3.4.2.3. Gompertz eğrisi modeli.....	234
3.4.3. "Zaman" ve "kişi başına gayri safi milli hasıla" değişkenlerine göre otomobil sahipliği modelleri.....	238
3.4.3.1. Lojistik eğri modeli.....	238
3.4.3.2. Üssel büyüme eğrisi modeli.....	238
3.4.3.3. Gompertz eğrisi modeli.....	239
3.4.4. Regresyon modelleri.....	239
3.4.5. İki aşamalı regresyon modeli.....	241
3.5. İstanbul'da Otomobil Sahipliği Öngörülleri.....	244
4. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	248
KAYNAKLAR.....	255

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 1.1	: Avrupa Birliği Ülkelerinde 1996 Yılında 1000 Kişi Başına Otomobil Sayısı.....	3
Tablo 1.2	: Dünyada Çeşitli Şehirlerde 1997 Yılında 1000 Kişi Başına Otomobil Sayısı.....	4
Tablo 2.1	: İngiltere'de 1952-1974 Yılları Arasında Kişi Başına Otomobil Sahipliği, Gelir ve Genelleştirilmiş Otomobil Maliyeti Endeksleri Modeli ve Gözlem Otomobil Sahipliği Değerleri.....	12
Tablo 2.2	: Kullanıcı Geliri ve Otomobil Sahipliğine Göre Ülkelerin Gruplanması.....	16
Tablo 2.3	: Log Doğrusal Regresyon ve Yarı Lojistik Modellerin R^2 Değerleri.....	18
Tablo 2.4	: Gompertz Modelinde Ülkeler İçin β Katsayıları	24
Tablo 2.5	: İkili Lojit Modelde Hesaplanan Katsayılar.....	29
Tablo 2.6	: Çoklu Lojit Model ile Çeşitli Durumlar İçin Öngörüler.....	35
Tablo 2.7	: Adelaide Kentinde Ailede Çalışan Sayısına Göre Otomobili Olan ve Olmayan Aile Sayılarının Model ve Gözlem Değerleri.....	38
Tablo 2.8	: Çeşitli Ülkeler İçin Otomobil Sahipliği Doygunluk Düzeyi.....	41
Tablo 2.9	: Gelişmekte Olan Ülkelerde Kişi Başına Otomobil Sahipliği Değerleri.....	53
Tablo 2.10	: Bağımsız Değişkenlerin İçsel Bağımlılıkları.....	54
Tablo 2.11	: Türkiye ve İstanbul'da 2005 Yılı için 1000 Kişi Başına Otomobil Sayısı Öngörülleri.....	55
Tablo 2.12	: Çeşitli Ülkelerde Zaman Serisi Regresyonu ile Otomobil Sahipliği Modelleri.....	58
Tablo 2.13	: 1981-1984 Yılları Arasında İngiltere'de Otomobil Sahipliği Değişimini-Otobüs Yolculuğu İlişkisi	65
Tablo 2.14	: Yaş Gruplarına Göre 1972-1991 Yılları Arasında Otobüs Kullanımındaki Değişiklikler.....	66
Tablo 2.15	: Otomobil Sahipliğinin Değişimi ile Otobüs Kullanımı	66
Tablo 2.16	: Grenoble Kenti Toplu Taşıma-Otomobil Sahipliği İlişkisi.....	67
Tablo 2.17	: Golob ve Wissen Modeli Değişken Tanımlamaları.....	68
Tablo 2.18	: İngiltere'de 1978-1979 Yılları Arasında Otomobil Yolculukları.....	74
Tablo 2.19	: Otomobil Kullanımı Modeli Değişken Katsayıları.....	75
Tablo 2.20	: 1 ve 2 Otomobil Sahipliği İçin Otomobil Kullanımı Modeli Katsayıları	75
Tablo 2.21	: Otomobil ile Katedilen Yıllık Uzunlukların (mil/oto) Gerçekleşen ve Öngörülen Değerleri	78
Tablo 2.22	: 1970-1980 Yılları Arasında Çeşitli Ülkelerde Yıllık Km/Otomobil Değerleri.....	79
Tablo 2.23	: Otomobil Kullanımı Çok Değişkenli Regresyon Model Katsayıları.....	84

Tablo 2.24	: Otomobil Kullanımının Çeşitli Durumlara Göre Değişimi.....	84
Tablo 2.25	: Toplu Taşıma-Otomobil Kullanımı İlişkisi.....	85
Tablo 2.26	: Yerleşim Yerinin Otomobil Kullanımına Etkisi.....	85
Tablo 2.27	: San Paulo Metropolitan Bölgesi 1967-1987 Yılları Arası Türel Ayrım Değişimi.....	87
Tablo 2.28	: San Paulo Metropolitan Bölgesinde 1987 Yılında Aile Gelirine Göre Türel Ayrım.....	87
Tablo 2.29	: İstanbul'da Araç ile Yapılan Yolculukların Türel Dağılımı.....	88
Tablo 2.30	: İstanbul'da 1996 Yılında Yapılan Yolculuk Amacına Göre Türel Ayrım Yüzdeleri.....	89
Tablo 2.31	: Otomobilin Gerekliliğine Göre Otomobil Kullanımı.....	90
Tablo 2.32	: Çeşitli Durumlar Karşısında Otomobil Kullanımında Değişiklik	90
Tablo 2.33	: Trafik Tıkanıklığının Önlenmesi İçin Çeşitli Önlemlerin Değerlendirilmesi	91
Tablo 2.34	: Trafik Tıkanıklığını Giderici Önlemlerin Ortalama Ağırlıklar	91
Tablo 3.1	: Türkiye'de 1973-1998 Yılları Arasında Yerli ve Yabancı Otomobil Satışları	97
Tablo 3.2	: Türkiye'de 1998 Yılı İtibariyle Otomotiv Sanayi Üretici Firmaları ve Ürünleri.....	98
Tablo 3.3	: Türkiye'de 1998 Yılı İtibariyle Otomotiv Sanayi Üretici Firmaları Üretime Başlanma Tarihleri ve Yabancı Sermaye Payları	99
Tablo 3.4	: Otomotiv Sektöründe 1992-1998 Yılları Arasında Araç Tipi Bazında Üretim Adetleri	99
Tablo 3.5	: Toplam Araç Üretimi ve Kapasite Kullanımı	100
Tablo 3.6	: 1992-1997 Yılları Arasında Otomotiv Sektöründe Çalışan Kişi Sayısı.....	101
Tablo 3.7	: Otomotiv Sanayii Firmalarının 1994-1998 Yılları Arasında Ciroları.....	102
Tablo 3.8	: 1996-1998 yılları Arasında Dünya'da Otomobil Üretimi.....	103
Tablo 3.9	: Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında Ülke Nüfusu ve Nüfus Artış Oranı	111
Tablo 3.10	: Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında Özel Otomobil Sayısı.....	111
Tablo 3.11	: Türkiye'de 1971-1998 Yılları Arasında Üretilen Ortalama Otomobil Fiyatı.....	114
Tablo 3.12	: Türkiye'de Otomobil Sahipliğinin "Zaman" Değişkenli Lojistik Eğri ile Modellenmesinde Kullanılan Veriler	118
Tablo 3.13	: Türkiye'de "Zaman" Değişkenine Göre Lojistik Eğri Modeli Katsayıları.....	118
Tablo 3.14	: Türkiye'de, 1970-1998 Yılları Arasında, "Zaman" Değişkenine Göre Otomobil Sahipliği Lojistik Eğri Model Kestirimleri.....	119
Tablo 3.15	: Türkiye'de "Zaman" Değişkenine Göre Üssel Büyüme Eğrisi Modeli Katsayıları.....	121
Tablo 3.16	: Türkiye'de, 1970-1998 Yılları Arasında, "Zaman" Değişkenine Göre Otomobil Sahipliği Üssel Büyüme Eğrisi Model Kestirimleri.....	121
Tablo 3.17	: Türkiye'de "Zaman" Değişkenine Göre Gompertz Eğrisi Modeli Katsayıları.....	123
Tablo 3.18	: Türkiye'de, 1970-1998 Yılları Arasında, "Zaman" Değişkenine Göre Otomobil Sahipliği Gompertz Eğrisi Model Kestirimleri.....	125
Tablo 3.19	: Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında Kişi Başına	

	Gayri Safi Milli Hasıla.....	126
Tablo 3.20	: Türkiye'de "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkenine Göre Lojistik Eğri Modeli Katsayıları.....	128
Tablo 3.21	: Türkiye'de, 1970-1998 Yılları Arasında, "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkenine Göre Otomobil Sahipliği Lojistik Eğri Model Kestirimleri.....	129
Tablo 3.22	: Türkiye'de "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkenine Göre Üssel Büyüme Eğrisi Modeli Katsayıları.....	132
Tablo 3.23	: Türkiye'de, 1970-1998 Yılları Arasında, "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkenine Göre Üssel Büyüme Eğrisi Model Kestirimleri.....	135
Tablo 3.24	: Türkiye'de Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla Değişkenine Göre Gompertz Eğrisi Modeli Katsayıları.....	136
Tablo 3.25	: Türkiye'de, 1970-1998 Yılları Arasında, "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkenine Göre Otomobil Sahipliği Gompertz Eğrisi Model Kestirimleri.....	136
Tablo 3.26	: Türkiye'de "Zaman" ve "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkenlerine Göre Lojistik Eğri Modeli Katsayıları.....	140
Tablo 3.27	: Türkiye'de, 1970-1998 Yılları Arasında, "Zaman" ve "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkenlerine Göre Otomobil Sahipliği Lojistik Eğri Model Kestirimleri.....	140
Tablo 3.28	: Türkiye'de "Zaman" ve "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkenlerine Göre Üssel Büyüme Eğrisi Modeli Katsayıları.....	142
Tablo 3.29	: Türkiye'de, 1970-1998 Yılları Arasında, "Zaman" ve "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkenlerine Göre Otomobil Sahipliği Üssel Büyüme Eğrisi Model Kestirimleri.....	144
Tablo 3.30	: Türkiye'de Zaman ve Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla Değişkenlerine Göre Gompertz Eğrisi Modeli Katsayıları.....	145
Tablo 3.31	: Türkiye'de, 1970-1998 Yılları Arasında, "Zaman" ve "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkenlerine Göre Otomobil Sahipliği Gompertz Eğrisi Model Kestirimleri.....	145
Tablo 3.32	: Türkiye'de 1981-1998 Yılları Arasında Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasılanın Ortalama Otomobil Fiyatına Oranı	148
Tablo 3.33	: Türkiye'de, "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasılanın Ortalama Otomobil Fiyatına Oranı" Değişkenine Göre Lojistik Eğri Modeli Katsayıları.....	150
Tablo 3.34	: Türkiye'de, 1971-1998 Yılları Arasında, "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasılanın Ortalama Otomobil Fiyatına Oranı" Değişkenine Göre Otomobil Sahipliği Lojistik Eğri Model Kestirimleri.....	152
Tablo 3.35	: Türkiye'de, "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasılanın Ortalama Otomobil Fiyatına Oranı" Değişkenine Göre Üssel Büyüme Eğrisi Modeli Katsayıları.....	153
Tablo 3.36	: Türkiye'de, 1981-1998 Yılları Arasında, "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasılanın Ortalama Otomobil Fiyatına Oranı" Değişkenine Göre Otomobil Sahipliği Üssel Büyüme Eğrisi Model Kestirimleri.....	153
Tablo 3.37	: Türkiye'de "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasılanın Ortalama Otomobil Fiyatına Oranı" Değişkenine Göre Gompertz Eğrisi Model Katsayıları.....	155
Tablo 3.38	: Türkiye'de, 1971-1998 Yılları Arasında, "Kişi Başına Gayri Safi	

Milli Hasılanın Ortalama Otomobil Fiyatına Oranı" Değişkenine
Göre Otomobil Sahipliği Gompertz Eğrisi Model Kestirimleri....157

Tablo 3.39	: Türkiye'de, "Zaman" ve "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasılanın Ortalama Otomobil Fiyatına Oranı" Değişkenlerine Göre Lojistik Eğri Modeli Katsayıları.....	158
Tablo 3.40	: Türkiye'de, "Zaman" ve "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasılanın Ortalama Otomobil Fiyatına Oranı" Değişkenlerine Göre Üssel Büyüme Eğrisi Modeli Katsayıları.....	159
Tablo 3.41	: Türkiye'de "Zaman" ve "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasılanın Ortalama Otomobil Fiyatına Oranı" Değişkenine Göre Gompertz Eğrisi Model Katsayıları.....	160
Tablo 3.42	: Türkiye'de 1997 Yılında 80 İlde Şehirleşme Oranı, Nüfus Yoğunluğu , Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla ve Otomobil Sahipliği.....	161
Tablo 3.43	: Kesit Analizinde, 1997 yılında 80 İlde Değişkenler Arasındaki Korelasyon Katsayıları.....	162
Tablo 3.44	: Kesit Analizinde, 1997 Yılında 75 İlde Değişkenler Arasındaki Korelasyon Katsayıları	163
Tablo 3.45	: Türkiye'de Otomobil Sahipliğinin Belirlenmesi için Oluşturulan "Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla" Değişkenine Göre Kesit Analizi Modeli Kestirimleri.....	169
Tablo 3.46	: "Şehirleşme Oranı" ve "Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla" Değişkenlerine Göre Otomobil Sahipliği Doğrusal Regresyon Denklemi	171
Tablo 3.47	: "Nüfus Yoğunluğu" ve "Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla" Değişkenlerine Göre Otomobil Sahipliği Doğrusal Regresyon Denklemi	171
Tablo 3.48	: "Şehirleşme Oranı", "Nüfus Yoğunluğu" ve "Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla" Değişkenlerine Göre Otomobil Sahipliği Doğrusal Çok Değişkenli Regresyon Denklemi	171
Tablo 3.49	: "Nüfus Yoğunluğu" ve "Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla" Değişkenlerine Göre Otomobil Sahipliği Doğrusal Olmayan Çok Değişkenli Regresyon Denklemi	173
Tablo 3.50	: Türkiye'de Otomobil Sahipliğinin Belirlenmesi için Oluşturulan "Nüfus Yoğunluğu" ve "Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla" Değişkenlerine Göre Kesit Analizi Modeli Kestirimleri.....	173
Tablo 3.51	: Türkiye'de Otomobil Sahipliğini Etkileyen Değişkenler.....	176
Tablo 3.52	: Otomobil Sahipliğini Etkileyen Değişkenlerin İçsel Korelasyon Matrisi	177
Tablo 3.53	: "Regresyon Modeli 1" in Değerlendirmesi.....	184
Tablo 3.54	: Türkiye'de 1981-1994 Yılları Arasında Otomobil Sahipliğinin Gerçekleşen Değerleri ve Regresyon Modeli 1" in Kestirimleri.....	184
Tablo 3.55	: Dört Değişkene ait Korelasyon Katsayıları Matrisi.....	186
Tablo 3.56	: Türkiye'de Otomobil Sahipliği için Geliştirilen Çok Değişkenli Regresyon Denklem Değerlendirmeleri.....	188
Tablo 3.57	: Türkiye'de 1970-1997 Yılları Arasında Otomobil Sahipliğinin Gerçekleşen Değerleri ve "Regresyon Modeli 2" in Kestirimleri...	189
Tablo 3.58	: "Regresyon Modeli 3" ün Değerlendirmesi.....	189
Tablo 3.59	: Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında Otomobil Sahipliğinin	

	Gerçekleşen Değerleri ve "Regresyon Modeli 3"ün Kestirimleri...	191
Tablo 3.60	: Türkiye'de Otomobil Sahipliği Modellemesinde Kullanılmak Üzere İllerin Gruplandırılması.....	193
Tablo 3.61	: Türkiye'de Otomobil Sahipliği Modellemesi İçin Geliştirilen Tüm Modelin Kestirimleri.....	200
Tablo 3.62	: Türkiye'de Zaman Değişkenli Lojistik Eğri Modeli Otomobil Sahipliği Öngörülleri.....	202
Tablo 3.63	: Türkiye'de Zaman Değişkenli Üssel Büyüme Eğrisi Modeli Otomobil Sahipliği Öngörülleri.....	204
Tablo 3.64	: Türkiye'de Zaman Değişkenli Gompertz Eğrisi Modeli Otomobil Sahipliği Öngörülleri.....	207
Tablo 3.65	: Türkiye'de Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla Öngörülleri.....	209
Tablo 3.66	: Türkiye'de Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla Değişkenli Lojistik Eğri Modeli Otomobil Sahipliği Öngörülleri	211
Tablo 3.67	: Türkiye'de Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla Değişkenli Üssel Büyüme Eğrisi Modeli Otomobil Sahipliği Öngörülleri	211
Tablo 3.68	: Türkiye'de Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla Değişkenli Gompertz Eğrisi Modeli Otomobil Sahipliği Öngörülleri.....	214
Tablo 3.69	: Türkiye'de Zaman ve Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla Değişkenli Lojistik Eğri Modeli Otomobil Sahipliği Öngörülleri	216
Tablo 3.70	: Türkiye'de Zaman ve Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla Değişkenli Üssel Büyüme Eğrisi Modeli Otomobil Sahipliği Öngörülleri.....	219
Tablo 3.71	: Türkiye'de Zaman ve Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla Değişkenli Gompertz Eğrisi Modeli Otomobil Sahipliği Öngörülleri	219
Tablo 3.72	: 1983-1993 Yılları Arasında 11 Ülkede Şehirleşme Oranı Değişimi.....	222
Tablo 3.73	: Türkiye'de 2000-2025 Yılları Arasında Şehir Nüfusu Öngörülleri.....	224
Tablo 3.74	: "Regresyon Modeli 2" ile Otomobil Sahipliği Öngörülleri.....	224
Tablo 3.75	: "Regresyon Modeli 3" ile Otomobil Sahipliği Öngörülleri.....	225
Tablo 3.76	: İstanbul'da "Zaman" Değişkenine Göre Lojistik Eğri Modeli Katsayıları.....	227
Tablo 3.77	: İstanbul'da, 1980-1998 Yılları Arasında, "Zaman" Değişkenine Göre Otomobil Sahipliği Lojistik Eğri Model Kestirimleri.....	227
Tablo 3.78	: İstanbul'da "Zaman" Değişkenine Göre Üssel Büyüme Eğrisi Modeli Katsayıları.....	228
Tablo 3.79	: İstanbul'da, 1980-1998 Yılları Arasında, "Zaman" Değişkenine Göre Otomobil Sahipliği Üssel Büyüme Eğrisi Model Kestirimleri.....	228
Tablo 3.80	: İstanbul'da "Zaman" Değişkenine Göre Gompertz Eğrisi Modeli Katsayıları.....	229
Tablo 3.81	: İstanbul'da, 1980-1998 Yılları Arasında, "Zaman" Değişkenine Göre Otomobil Sahipliği Gompertz Eğrisi Model Kestirimleri.....	229
Tablo 3.82	: İstanbul'da 1980-1998 Yılları Arasında Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla.....	231
Tablo 3.83	: İstanbul'da "Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla" Değişkenine Göre Lojistik Eğri Modeli Katsayıları.....	231

Tablo 3.84	: İstanbul'da, 1980-1998 Yılları Arasında, "Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla" Değişkenine Göre Otomobil Sahipliği Lojistik Eğri Model Kestirimleri.....	232
Tablo 3.85	: İstanbul'da " Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla " Değişkenine Göre Gompertz Eğrisi Modeli Katsayıları.....	234
Tablo 3.86	: İstanbul'da, 1980-1998 Yılları Arasında, " Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla " Değişkenine Göre Otomobil Sahipliği Gompertz Eğrisi Model Kestirimleri.....	234
Tablo 3.87	: İstanbul'da 1980-1998 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği-Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla Artış Yüzdeleri	236
Tablo 3.88	: İstanbul'da Çok Değişkenli Regresyon Çalışmasında Kullanılacak Değişkenlerin İçsel Bağımlılıkları	240
Tablo 3.89	: İstanbul'da Otomobil Sahipliği Modellemesi İçin Geliştirilen Çok Değişkenli Regresyon Model Değerlendirmeleri.....	241
Tablo 3.90	: İstanbul'da 1980-1998 Yılları arasında İki Aşamalı Regresyon Modeli Kestirimleri	243
Tablo 3.91	: İstanbul'da Zaman Değişkenli S Eğrisi Modelleri ile 2000-2025 Yılları arasında Otomobil Sahipliği Öngörülleri.....	244
Tablo 3.92	: İstanbul'da İki aşamalı Regresyon Modeli ile 2000-2025 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği Öngörülleri.....	246
Tablo 4.1	: Türkiye'de 2025 Yılında Otomobil Sahipliği Model Öngörülleri..	248
Tablo 4.2	: Üssel Büyüme Eğrisi ve Regresyon Modeli 3'ün Türkiye'de 2000-2025 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği Öngörülleri.....	250

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1	: S Eğrisinin Genel Görünümü.....	8
Şekil 2.2	: İngiltere'de 1952-1972 Yılları Arasında Geliştirilmiş Lojistik Eğri.....	13
Şekil 2.3	: İngiltere'de 1952-1973 Yılları Arasında Gerçekleşen ve 1975-2010 Yılları Arasında Geliştirilmiş Lojistik Eğri ile Öngörülen Otomobil Sahipliği.....	14
Şekil 2.4	: Otomobil Sahipliği Modelinin "Kendini Doğuran Yapısı".....	15
Şekil 2.5	: Lojistik Eğri ve Üssel Büyüme Eğrisi.....	19
Şekil 2.6	: İngiltere'de Üssel Büyüme Modeline Göre Otomobil Sahipliği Öngörüsü.....	21
Şekil 2.7	: İngiltere'de Gecikmeli Üssel Büyüme Modeline Göre Otomobil Sahipliği Öngörüsü	21
Şekil 2.8	: Araç Sahipliği için Gompertz Eğrisi Modeli.....	23
Şekil 2.9	: Lojistik Eğri, Üssel Büyüme Eğrisi ve Gompertz Eğrisi	25
Şekli 2.10	: Yarı Lojistik Eğri Modeli için Aile Geliri-Otomobil Sahipliği İlişkisi	27
Şekil 2.11	: İngiltere'de En Az Bir Otomobil Sahipliği Değerinin (P_{1+}) 1969-1975 Yılları Arasında Değişimi.....	28
Şekil 2.12	: İngiltere'de 1969-1975 Yılları Arasında $P_{2+/1+}$ 'nın Değişimi	29
Şekil 2.13	: İngiltere'de 1969-1975 Yılları Arasında Ulaşılabilirlik Düzeyine Göre Haftalık Aile Geliri-Otomobil Sahipliğinin Değişimi	30
Şekil 2.14	: İngiltere'de 1969-1975 Yılları Arasında Aile Büyüklüğünü Göre Haftalık Aile Geliri-Otomobil Sahipliğinin Değişimi.....	31
Şekil 2.15	: Harrison'ın Otomobil Sahipliği-Gelir İlişkisi.....	39
Şekil 2.16	: Ailelerin Yıllık Otomobil Satın Alma Harcaması.....	42
Şekil 2.17	: Doğrusal Olmayan Regresyon Yaklaşımı ile İngiltere'de 1952-1973 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği Doygunluk Düzeyi.....	44
Şekil 2.18	: İngiltere'de 1965-1970 Yılları Arasında Kesişim Yöntemi'ne Göre Otomobil Sahipliği Doygunluk Düzeyi.....	45
Şekil 2.19	: ABD'de 1967-1970 Yılları Arasında Kesişim Yöntemi'ne Göre Otomobil Sahipliği Doygunluk Düzeyi.....	45
Şekil 2.20	: İngiltere'de 1975/76 "Ulusal Yolculuk Gözlemlerine" Göre Otobüs Yolculuğu-Gelir-Otomobil Sahipliği İlişkisi.....	62
Şekil 2.21	: Otobüs Yolculuklarının Aile Büyüklüğü ve Otomobil Sahipliği ile Etkileşimi.....	63
Şekil 2.22	: T_2 Zamanında Otomobil Sahipliğini Etkileyen Değişkenler ve Katsayılar.....	69
Şekil 2.23	: Bates'in (1981) Kuramsal Yolculuk Talep Modeli.....	70
Şekil 2.24	: İngiltere'de 1951-1967 Yılları Arasında Km/Otomobil	73
Şekil 2.25	: 1967 Yılında ABD'de Araç Sahipliği ve Araç Kullanımı.....	77

Şekil 2.26	: Hafta İçinde ve Hafta Sonunda, Ailelerin Katedikleri Yol Uzunluğunun Oranları.....	86
Şekil 3.1	: Otomotiv Sanayiinin Diğer Sanayiler ile Olan İlişkisi.....	93
Şekil 3.2	: 1998 Yılında Otomobil Üretim Kapasitesinin Firmalara Dağılımı.....	100
Şekil 3.3	: 1998 Yılında Dünya Otomobil Üretiminin %85'ini Gerçekleştiren 12 Ülke.....	103
Şekil 3.4	: Türkiye'de Otomobil Sahipliğinin Belirlenmesinde Kullanılan Modelleri.....	106
Şekil 3.5	: Türkiye'de 1935-1998 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği.....	107
Şekil 3.6	: Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği Dönemleri.....	108
Şekil 3.7	: Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında Özel Otomobil Sahipliği.....	112
Şekil 3.8	: Türkiye'de 1971-1998 Yılları Arasında Ortalama Otomobil Fiyatı.....	115
Şekil 3.9	: Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında Zaman Değişkenine Göre Lojistik Eğri Modeli.....	120
Şekil 3.10	: Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında "Zaman" Değişkenine Göre Üssel Büyüme Eğrisi Modeli.....	122
Şekil 3.11	: Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında "Zaman" Değişkenine Göre Gompert Eğrisi Modeli.....	124
Şekil 3.12	: Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkenine Göre Lojistik Eğri Modeli.....	130
Şekil 3.13	: Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkenine Göre Lojistik Eğri Modeli Kestirimlerinin Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla ile Değişimi..	131
Şekil 3.14	: Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkenine Göre Üssel Büyüme Eğrisi Modeli.....	133
Şekil 3.15	: Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkenine Göre Üssel Büyüme Eğrisi Modeli Kestirimlerinin Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla ile Değişimi.....	134
Şekil 3.16	: Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkenine Göre Gompertz Eğrisi Modeli.....	137
Şekil 3.17	: Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkenine Göre Gompertz Eğrisi Modeli Kestirimlerinin Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla ile Değişimi..	138
Şekil 3.18	: Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında "Zaman" ve "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkelerine Göre Lojistik Eğri Modeli.....	141
Şekil 3.19	: Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında "Zaman" ve "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkelerine Göre Üssel Büyüme Eğrisi Modeli.....	143
Şekil 3.20	: Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında "Zaman" ve "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkelerine Göre Gompert Eğrisi Modeli.....	146
Şekil 3.21	: Türkiye'de 1971-1998 Yılları Arasında Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasılanın Ortalama Otomobil Fiyatına Oranı.....	149
Şekil 3.22	: Türkiye'de 1971-1998 Yılları Arasında "Kişi Başına Gayri Safi	

	Milli Hasılanın Ortalama Otomobil Fiyatına Oranı" Değişkenine Göre Lojistik Eğri Modeli.....	151
Şekil 3.23	: Türkiye'de 1971-1998 Yılları Arasında "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasılanın Ortalama Otomobil Fiyatına Oranı" Değişkenine Göre Üssel Büyüme Eğrisi Modeli.....	154
Şekil 3.24	: Türkiye'de 1971-1998 Yılları Arasında "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasılanın Ortalama Otomobil Fiyatına Oranı" Değişkenine Göre Gompertz Eğrisi Modeli.....	156
Şekil 3.25	: Türkiye'de 1997 Yılında 80 İlde "Şehirleşme Oranı Otomobil Sahipliği" İlişkisi.....	163
Şekil 3.26	: Türkiye'de 1997 Yılında 80 İlde "Nüfus Yoğunluğu Otomobil Sahipliği" İlişkisi.....	164
Şekil 3.27	: Türkiye'de 1997 Yılında 80 İlde "Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla -Otomobil Sahipliği" İlişkisi.....	165
Şekil 3.28	: Türkiye'de 1997 Yılında 75 İlde Otomobil Sahipliği Şehirleşme Oranı İlişkisi.....	167
Şekil 3.29	: Türkiye'de 1997 Yılında 75 İlde Otomobil Sahipliği Nüfus Yoğunluğu İlişkisi	168
Şekil 3.30	: Türkiye'de 1997 Yılında 75 İlde Otomobil Sahipliği Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla İlişkisi.....	168
Şekil 3.31	: Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında "Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla" Değişkenine Göre Otomobil Sahipliği Kesit Analizi Modeli Kestirimleri.....	170
Şekil 3.32	: Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında "Nüfus Yoğunluğu" ve "Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla" Değişkenlerine Göre Otomobil Sahipliği Kesit Analizi Modeli Kestirimleri.....	174
Şekil 3.33	: Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği Zaman İlişkisi.....	179
Şekil 3.34	: Türkiye'de 1970-1997 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği Nüfus İlişkisi.....	179
Şekil 3.35	: Türkiye'de 1970-1997 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği Şehirleşme Oranı İlişkisi.....	179
Şekil 3.36	: Türkiye'de 1970-1997 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği Şehir Nüfusu İlişkisi.....	180
Şekil 3.37	: Türkiye'de 1970-1994 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği Ortalama Aile Büyüklüğü İlişkisi.....	180
Şekil 3.38	: Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla İlişkisi.....	180
Şekil 3.39	: Türkiye'de 1971-1998 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği Ortalama Otomobil Fiyatı İlişkisi.....	181
Şekil 3.40	: Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği Normal Benzin Fiyatı İlişkisi.....	181
Şekil 3.41	: Türkiye'de 1971-1998 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasılanın Ortalama Otomobil Fiyatına Oranı İlişkisi.....	181
Şekil 3.42	: Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği Kişi Başına Gayri Safi Milli HasılaNormal Benzin Fiyatına Oranı İlişkisi.....	182
Şekil 3.43	: Türkiye'de 1971-1998 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği Enflasyon İlişkisi.....	182

Şekil 3.44	: Türkiye'de 1970-1996 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği Yol Uzunluğu İlişkisi.....	182
Şekil 3.45	: Türkiye'de 1970-1997 Yılları Arasında, Gerçekleşen ve "Regresyon Modeli 2"ye Göre, Otomobil Sahipliği Değerleri.....	187
Şekil 3.46	: Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında, Gerçekleşen ve "Regresyon Modeli 3"e Göre, Otomobil Sahipliği Değerleri.....	190
Şekil 3.47	: I ve II. Gruptaki İllerde 1993-1997 yılları arasında Otomobil Sahipliği-Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla İlişkisi.....	194
Şekil 3.48	: III. Gruptaki İllerde 1993-1997 yılları arasında Otomobil Sahipliği-Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla İlişkisi.....	195
Şekil 3.49	: IV. Gruptaki İllerde 1993-1997 yılları arasında Otomobil Sahipliği-Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla İlişkisi.....	196
Şekil 3.50	: Türkiye'de 1993-1997 Yılları Arasında İl Bazında Otomobil Sahipliği-Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla İlişkisi.....	198
Şekil 3.51	: "Zaman" Değişkenini İçeren Lojistik Eğri Modelinin, Türkiye'de 2000-2025 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği Öngörülleri.....	203
Şekil 3.52	: Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği Büyüme Oranı.....	205
Şekil 3.53	: "Zaman" Değişkenini İçeren Üssel Büyüme Eğrisi, Modelinin Türkiye'de 2000-2025 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği Öngörülleri.....	206
Şekil 3.54	: "Zaman" Değişkenini İçeren Gompertz Eğrisi Modelinin, Türkiye'de 2000-2025 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği Öngörülleri.....	208
Şekil 3.55	: Türkiye'de 2000-2025 Yılları Arasında Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla Öngörülleri.....	210
Şekil 3.56	: Türkiye'de 2000-2025 Yılları Arasında "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkenine Göre Lojistik Eğri Modeliyle Otomobil Sahipliği Öngörülleri.....	212
Şekil 3.57	: Türkiye'de 2000-2025 Yılları Arasında "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkenine Göre Üssel Büyüme Eğrisi Modeliyle Otomobil Sahipliği Öngörülleri.....	213
Şekil 3.58	: Türkiye'de 2000-2025 Yılları Arasında "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkenine Göre Gompertz Eğrisi Modeliyle Otomobil Sahipliği Öngörülleri.....	215
Şekil 3.59	: Türkiye'de 2000-2025 Yılları Arasında "Zaman" ve "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkenlerine Göre Lojistik Eğri Modeliyle Otomobil Sahipliği Öngörülleri.....	217
Şekil 3.60	: Türkiye'de 2000-2025 Yılları Arasında "Zaman" ve "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkenlerine Göre Üssel Büyüme Eğrisi Modeliyle Otomobil Sahipliği Öngörülleri.....	218
Şekil 3.61	: Türkiye'de 2000-2025 Yılları Arasında "Zaman" ve "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkenlerine Göre Gompertz Eğrisi Modeliyle Otomobil Sahipliği Öngörülleri.....	220
Şekil 3.62	: Türkiye'de Gerçekleşen ve Öngörülen Şehirleşme Oranları.....	222
Şekil 3.63	: Türkiye'de 1999-2025 Yılları Arasında "Regresyon Modeli 2" ile Yapılan Otomobil Sahipliği Öngörülleri.....	223
Şekil 3.64	: Türkiye'de 1999-2025 Yılları Arasında "Regresyon Modeli 3" ile Yapılan Otomobil Sahipliği Öngörülleri.....	226
Şekil 3.65	: İstanbul'da 1980-1998 Yılları Arasında "Zaman" Değişkenine	

	Göre Lojistik, Üssel Büyüme ve Gompertz Eğrisi Modelleri.....	230
Şekil 3.66	: İstanbul'da 1980-1998 Yılları Arasında "Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla" Değişkenine göre Lojistik Eğri Modelleri.....	233
Şekil 3.67	: İstanbul'da 1980-1998 Yılları Arasında "Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla" Değişkenine göre Gompertz Eğrisi Modelleri.....	235
Şekil 3.68	: İstanbul'da 1980-1998 Yılları arasında Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla -Otomobil Sahipliği Artış Yüzdeleri İlişkisi.....	237
Şekil 3.69	: 1980-1998 Yılları Arasında Türkiye'de ve İstanbul'da Otomobil Sahipliğinin Gelişimi.....	242
Şekil 3.70	: 1980-1998 Yılları Arasında Türkiye'de ve İstanbul'da Otomobil Sahipliği İlişkisi.....	243
Şekil 3.71	: İstanbul'da Zaman Değişkenli S Eğrisi Modelleri ile Otomobil Sahipliği Öngörülleri.....	245
Şekil 3.72	: İstanbul'da 2000-2025 Yılları Arasında, İki Aşamalı Regresyon Modeli ile Otomobil Sahipliği Öngörülleri.....	247



TÜRKİYE'DE OTOMOBİL SAHİPLİĞİNİN MODELLENMESİ

ÖZET

Otomobil insanların aşam tarzında çeşitli değişikliklere yol açmaktadır. Bunlar; aile düzeni, ev-iş yaşamı, aile modeli, kültürel ve sosyal faaliyetler olarak sıralanabilir.

Gelişmiş ülkelerin ekonomilerinde otomobil, çeşitli alanlarda önemli roller oynamaktadır. Bu alanlar :

- Otomobil üretimi, otomotiv yan sanayi, üretim için gerekli hammadde sanayi.
- Akaryakıt satışları, bakım onarım hizmetleri, sigorta, kullanılan maddelerin geri dönüşümü.
- Yolların bakım ve onarımı.
- İlk yardım ve sağlık hizmetleri.

Otomobil sahipliği, kişi başına, yetişkin başına ya da aile başına düşen otomobil sayısı olarak tanımlanabilir. Bu duruma ulusal ve uluslararası karşılaştırmalarda dikkat edilmelidir.

Basit ve alışılmış olan yaklaşım, otomobil sahipliğinin 1000 kişi başına düşen otomobil sayısını göstermesidir.

Otomobil sahipliği ve kullanımı olgusunu anlayabilmek için zaman içindeki gelişimin incelenmesi gereklidir. Kesit analiz çalışması da otomobil sahipliğini etkileyen sosyo ekonomik ve diğer unsurların değerlendirilmesinde yararlıdır.

Otomobil sahipliği öngörülleri geleneksel ve yeni planlama çalışmalarıda önemli bir rol oynar. Bir kentte ya da bir ülkede otomobil sahipliği düzeyi, yollara, park yerlerine olan ulaşım istemini gösterir. Otomobil yolculuklarındaki artış trafik tıkanıklıklarına neden olmakta, bu durum ise yeni yolların yapımı ve toplu taşıma sistemlerinde gelişmeleri zorunlu kılmaktadır.

Tarihsel süreç içinde geliştirilen ilk öngörü modelleri, geçmişteki ekonomik büyümenin gelecekte aynı şekilde süreceği yaklaşımı ile araç filosunun öngörülmesi esasına dayanmaktadır. Bu modellerde geçmişteki eğilimlere dayanarak basit çıkarımlar yapılmaktadır. 1960'lardan sonra otomobil sahipliğini etkileyen değişkenleri bünyesinde bulunduran ve uzun dönemde otomobil sahipliği doygunluk düzeyini içeren modeller geliştirilmeye başlanmıştır.

Bu açıklayıcı ya da öngörü modelleri, değişkenlerin (kesit analizi ve çoğunlukla zaman serileri) otomobil sahipliğine etkilerini belirleyebilmek için çeşitli istatistik yöntemlere dayanmaktadır.

Otomobil sahipliği eğiliminin S eğrisi şeklinde olduğu bilenen bir gerçektir. Bugün için kullanılan bazı modeller bu yapıdadır.

Otomobil sahipliğini etkileyen değişkenler bellidir. Ancak bu değişkenler arasındaki içsel bağımlılıktan dolayı bu değişkenlerin otomobil sahipliğine etkilerini tam olarak belirlemek zordur. Otomobil pahalı bir mal olduğu için otomobil sahipliğini etkileyen en önemli değişken gelir düzeyidir. Bu değişken dışında otomobil sahipliğine etki eden değişkenler de bulunmaktadır. Örneğin mesleki konum, aile reisinin yaşı, aile büyüklüğü oturulan bölge, toplu taşıma olanakları gibi değişkenler otomobil sahipliğini etkilemektedir. Ancak bu değişkenler arasında güçlü içsel bağımlılıklar vardır.

Bu çalışmada ilk olarak otomobil sahipliği modellerinin tarihsel gelişimi incelenmiştir. Otomobil sahipliğine yönelik ilk model çalışmaları 1960'ların sonlarında İngiltere'de başlamıştır. Tez kapsamında çeşitli ülkelerde farklı zamanlarda kullanılan S eğrisi ve regresyon modelleri incelenmiştir. Kaynaklarda otomobil sahipliği ile yakın ilişkisi olan otomobil kullanımı da araştırılmıştır. Ulaştırma bağlamında otomobil kullanımı otomobil sahipliğinden daha önemli olsa da modellenmesi çok daha zordur. Otomobil kullanımı modellerinden kullanılabilecek ayrı veriler ancak gelişmiş ülkelerde mevcuttur.

Üçüncü bölümde, otomobil sahipliği modellemesinden önce Türkiye'deki otomotiv sektörünün dün ve bugün incelenmiştir.

Türkiye'de otomobil sahipliği modellemesinde kullanılabilecek ayrı veriler bulunmamaktadır. Bu nedenle modellerde toplulaştırılmış veriler kullanılmıştır. Toplulaştırma üç açıdan yapılmıştır:

1. Kullanıcı geliri açısından.
2. Coğrafik (bölgesel) açıdan.
3. Otomobil fiyatı açısından.

Çalışmada tüm kullanıcıların geliri kişi başına gayri safi milli hasıla (KBGSMH) değeri ile verilmiştir. Kullanıcı geliri kişiden kişiye değiştiği için KBGSMH tam olarak kullanıcı gelirini yansıtmamaktadır. Öte yandan kullanıcı geliri için ayrıntılı verilerin olmaması ve KBGSMH'nın belli bir düzeyi yansıtmaması yüzünden bu değişken kullanıcı geliri olarak kullanılmıştır.

Çalışma alanları (Türkiye ve İstanbul) bir bütün olarak ele alınmıştır. Bunun nedeni bölgesel bazda verilerin olmayışı ve bölge sınırlarını belirlemedeki zorluktur. Türkiye için bir bölgeleme çalışması yapıldıysa da başarılı olamamıştır.

Otomobil sahipliğinde önemli bir değişken olan otomobil fiyatı, veri eksikliğinden dolayı yalnızca yerli üretilen otomobiller için yıllık ortalama fiyat ile verilmiştir.

Türkiye'de otomobil sahipliğini modellenmesi için 3 tip S eğrisi (lojistik, üssel büyüme ve Gompertz eğrileri), kesit analizi ve çok değişkenli regresyon modelleri geliştirilmiştir.

S eğrisi modellerinde "zaman", "KBGSMH" ve "KBGSMH/ortalama otomobil fiyatı" değişkenleri kullanılmıştır. Kesit analizi modelleri "KBGSYİH" "nüfus yoğunluğu" ve "kentleşme oranı" değişkenleri ile oluşturulmuştur. Çok değişkenli regresyon modellerinde otomobil sahipliğine etki eden tüm değişkenlerin model bünyesinde yer alması düşünülmüştür.

Türkiye'deki otomobil sahipliği modelleri için, 1970-1998, İstanbul'daki otomobil sahipliği modelleri için 1980-1998 yılları arasındaki veriler kullanılmıştır.

Otomobil sahipliği öngörülerini yapabilmek için GSMH için üç farklı gelişim "Durum"u geliştirilmiştir. Geliştirilen tüm modellerde öngörüler 2000-2025 yılları arasında yapılmıştır.

Türkiye için kullanılan model yaklaşımı İstanbul için de yapılmıştır.

Son bölümde, geliştirilen modeller karşılaştırılmış, 2025 yılı öngörülerini değerlendirilmiş ve daha isabetli öngörüler yapabilmek için ayrı verilerin önemi belirtilmiştir.

MODELLING OF CAR OWNERSHIP IN TURKEY

SUMMARY

Automobile has played a part in changing lifestyles : family organisation, commuting patterns, linking home and working life, patterns of family, cultural and recreational activities.

The car plays a very important role in the economies of the industrialised countries impinging on a whole range of activities :

- Automobile construction, sub-contracting, upstream activities connected with the supply of raw materials and machine tools in countries with a highly developed automobile industry.
- Sale of fuels; car distribution, maintenance and repair; insurance, scrapping and recycling of useable materials.
- Construction, maintenance and management of road networks.
- Hospitals and medical services.

Car ownership can be expressed per person, per adult or per household and this must be taken into account when making intra- or inter-country comparisons. One simple and traditional way of assessing the general trend and level of car ownership is to take the number of cars per thousand of population.

In order to understand car ownership and use and associated phenomena, it is useful to look at the past development on the basis of time series data. Analysis of cross-sectional data also reveals the major relevant socio-economic and other factors.

Car ownership forecasting plays an important role in both traditional and innovates planning. It is often recognised that the level of car ownership in a city or in a country is one of the key factors influencing the level of demand for transport facilities including roads, junctions and parking spaces. An increase in car travel contributes more to congestion, and hence to demand for additional roadspace, than the same increase in demand for public transport.

The early forecasting models were designed merely to give a reasonable idea of future fleet trends on an assumption of continuing economic growth. They were often simple extrapolations of past trends. However, from 1960 on, model-builders attempted to elucidate the role of the different variables involved with a view to explaining anticipated long-term trends in car ownership (saturation levels) and the form of the corresponding development curve in the light of rising incomes.

The explanatory or forecasting models are based on both types of statistics (detailed cross-sectional data and more general time series data) in order to facilitate a better understanding of the respective roles of the various explanatory variables.

It is well known that car ownership trends have the appearance of S curve function and some forecasting models are still based on this form.

The factors affecting car ownership would seem quite clear and evident but the true relationships do not always emerge because of the correlations between the variables. Since the passenger car is a relatively expensive commodity the major factor affecting car ownership is income level. There are also other factors but it is often difficult to measure them directly because of the correlation between the variables or their trends. If car ownership is classified according to eg. household income, occupational status, age of head of household, household size, place of residence, and standard of public transport, these characteristics are clearly correlated.

In this study first, historical development of car ownership models are listed. First studies about car ownership were started in England in late 1960s'. Different S curve and multi regression models for developed and developing countries are examined. In the literature study, car use which is very related with car ownership is searched. Car use is more important for transport studies but its procedure is more complex than car ownership models. As car use requires disaggregate data, all studies examined are from developed countries.

In the third section, before calibrating car ownership models, historical development and current situation of automotive sector in Turkey are examined.

In Turkey, there are no disaggregate data which can be used for car ownership modelling. Therefore aggregated data are used for all models. Aggregation can be made from three point of view :

1. User income point of view.
2. Geometrical (zonal) point of view.
3. Automobile cost point of view.

Incomes of all users in the study area are expressed as the average GNP per capita. As the income is different for each user, average of GNP per capita does not represent the real income of each user. On the other hand, there is no data available for each user's income and average GNP per capita is assumed to give an idea of the level of income.

The study areas (Turkey and Istanbul) are assumed as a whole. The reason of this assumption is the lack of zonal data and the difficulty of defining the boundary of zones. A zoning study in Turkey for car ownership modelling is tried, but results are not satisfactory.

Because of the absence of data, car cost which is an important variable for car ownership, is expressed with a single average value calculated from domestic product car price.

To calibrate a model for car ownership in Turkey, 3 types of S curve (logistic, power growth and Gompertz), cross-section and multi regression models are developed.

In the S curve models, "time", "GNP per capita" and "GNP per capita/average cost of car" are used as variables. In cross section models, "GDP per capita", "population density" and "urbanisation rate" are used as explanatory variables. In multi regression models and all variables that can effect car ownership are used.

The data between 1970 and 1998 are used to calibrate car ownership models in Turkey. For Istanbul, the period of database for modelling is 1980-1998.

In order to make forecasts, three scenarios which involve different growth rates of GNP are developed. For all calibrated models forecasts are made for a period of 2000-2025.

The same car ownership modelling procedure is used for Istanbul.

In the last section, calibrated models are compared and forecasts for 2025 are discussed. The need for disaggregated data is noted to make more powerful forecasts.



BÖLÜM 1

GİRİŞ

Gelişmiş ülkelerde 1960'lı yılların başlarında gündeme gelen ve kişi başına otomobil sayısı olarak tanımlanan otomobil sahipliği, ülkemizde de özellikle ithal otomobillerin satışının serbest bırakılması ve yeni otomobil fabrikalarının açılmasıyla önemli bir ulaştırma konusu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Otomobil sahipliği konusunda Fransız filozof Roland Barthes "otomobil modern çağın gotik katedralidir" demiş ve nasıl katedral yalnızca bir sığınak değilse, otomobilin de yalnızca bir ulaşım türü olmadığını, toplumdaki önemi düşünüldüğünde otomobilin farklı algılanışları olduğunu belirtmiştir. Bu algılanışlar dört grupta toplanabilir:

1. *Antropolojik algılanış* : Otomobil statü, zenginlik ve gücün bir sembolüdür.
2. *Politik algılanış* : Otomobil özgürlüğün ve özelliğin sembolüdür.
3. *Psikolojik algılanış* : Otomobil genç görünmeyi, kendine güveni sağlar.
4. *Ekonomik algılanış* : Otomobilin kullanımı ile rahat ve hızlı bir yolculuk olanağı elde edilir. (Vasconcellos, 1997).

Bu algılanışlar incelendiğinde, otomobil sahibi olmayan kişilerin otomobil satın almasına neden olan en önemli etken; kullanımı ile özel, konforlu ve hızlı bir ulaşım

olanağı sağlamasıdır. Antropolojik algılanış ise, otomobili olan insanların otomobillerini yenilemelerinde etkili olmaktadır.

1950-1960 yılları arasında II. Dünya Savaşı'nın etkilerinin ortadan kalkması, buna bağlı olarak kişi başına gelirin artması ve ulaştırma altyapısının gelişmesiyle otomobil sayısında önemli bir artış gözlemlenmiştir. Bu durum otomobil sahipliği kavramını ve otomobil sahipliği modellerini gündeme getirmiştir. 1960'lı yılların sonlarında enerji sorununun yaşanması ve 1973 yılında petrol krizinden sonra toplu taşıma sistemleri yeniden gündeme gelmiş, otomobil sahipliği-toplu taşıma ilişkisi incelenmeye başlanmıştır. Önceleri toplu taşıma sistemlerinde yapılan iyileştirmelerin otomobil sahipliğini önemli ölçüde etkilediği düşünülmüşse de 1980'li yılların ortalarında bu etkinin sanıldığı kadar büyük olmadığı görülmüştür. 1980'li yıllarda çevre sorunlarına duyarlılığın artması üzerine otomobil sahipliği konusu yeniden gündeme gelmiştir.

Otomobil sahipliği yalnızca insanların yaşam tarzlarında bir değişikliğe neden olmakla kalmayıp, ekonomik ve sosyal hayatı, arazi kullanımını ve kentsel dokuyu da önemli derecede etkilemektedir. Otomobil sahipliğinin artmasıyla;

- banliyölerde yerleşimler hızlanmış,
- insanların aile ve arkadaşlarına daha fazla zaman ayırmaları sağlanmış,
- kültürel ve eğlence faaliyetlerine olanak yaratılmıştır.

Otomobilin sağladığı büyük özgürlüğün yanında, yalnızca kullanıcıların değil, diğer insanların da etkilendiği zararları vardır. Bunlar;

- trafik kazalarındaki ölüm ve yaralanmalar,
- trafik tıkanıklığı nedeniyle kaybedilen zaman,
- gürültü,
- egzoz emisyonlarından dolayı meydana gelen çevre kirliliğidir.

Bütün bu değerlendirmelerin yanında ulaştırmada yaygın inanış, özel otomobil kullanımının, enerji kaynaklarını israf ettiği'dir.(Allanson, 1982).

Otomobil sahipliğinin çok çeşitli etkilerinin olması, bu konu ile ilgilenen kurum ve kuruluşların da fazla olmasına neden olmaktadır. Otomobil sahipliği ile ilgilenen kurum ve kuruluşlar:

- Otomobil üreticileri ve bağlı endüstriler.
- Merkezi hükümet.
- Yerel planlama kuruluşlarıdır.

Otomobil üreticileri, yeni ve ikinci el otomobil piyasasının ne şekilde davrandığını özellikle beş-on yıllık dönemde belirlemeye çalışırlar. Ayrıca otomobil tipi seçimini etkileyen sosyo-ekonomik etkenler de araştırma konuları arasındadır.

Merkezi hükümetlerin otomobil sahipliğini incelemesinde iki önemli neden vardır. Birinci neden, ulusal ulaştırma plan ve politikalarında otomobil sahipliğinin önemli bir rol oynamasıdır. Hareketliliğin artmasına neden olan otomobil sahipliği, talep analizlerinde önemli bir değişkendir. İkinci neden, bütçenin içinde bir gelir kalemi olan motorlu araç vergilerinin (alım satım vergileri, akaryakıt vergileri) belirlenmesidir. Özellikle ulaştırma plan ve politikalarının belirlenmesinde otomobil sahipliğinin uzun dönemli öngörülerini gerektirmektedir.

Yerel planlama kuruluşlarınca yapılan kentsel ya da kentler arası ulaştırma planları, ayrıca karayolu geometrik standartlarının belirlenmesinde otomobil sahipliği önemli bir veri olmaktadır.

Gelişmiş ülkelerde otomobil sahipliği incelendiğinde, bu ülkelerde otomobil sahipliğinin doygunluk düzeyine yaklaştığı görülmektedir. 1996 yılında Avrupa Birliği ülkelerinde otomobil sahipliği değerleri Tablo 1.1'de görülmektedir. Bu ülkelerde son yıllarda otomobil sahipliği yerine otomobil kullanımı ve bu kullanımın azalmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır.

Tablo 1.1 : Avrupa Birliği Ülkelerinde 1996 Yılında 1000 Kişi Başına

Otomobil Sayısı

Ülke	Otomobil Sahipliği	Ülke	Otomobil Sahipliği	Ülke	Otomobil Sahipliği
Lüksemburg	559	Hollanda	363	Portekiz	277
Almanya	501	Danimarka	329	İspanya	367
Belçika	424	İrlanda	272	Finlandiya	379
Fransa	477	İngiltere	369	İsveç	415
İtalya	571	Yunanistan	223	Avusturya	458

Tablo 1.1.'de gelişmiş ülkelerde 1000 kişi başına 560'a varan otomobil sahipliği kent ölçeğinde incelendiğinde çok daha yüksek değerlere ulaşmaktadır. Örneğin Adelaide'de (Avustralya) 1000 kişi başına otomobil sayısı 653'dür. Çeşitli şehirlerdeki otomobil sahipliği değerleri Tablo 1.2'de görülmektedir. Gelir seviyesine bağlı olarak artan otomobil sahipliğinin Türkiye'de de gelecekte bu değerlere ulaşacağı beklenmektedir.

Tablo 1.2 : Dünyada Çeşitli Şehirlerde 1997 Yılında 1000 Kişi Başına Otomobil Sayısı (May ve diğ., 1997), (www.piar.org)

Ülke	Kent	Otomobil Sahipliği	Ülke	Kent	Otomobil Sahipliği
İngiltere	Edinburg	320	İtalya	Torino	630
	Merseyside	270		Salerno	400
Avusturya	Viyana	320	Finlandiya	Helsinki	320
	Eisenstadt	660	Avusturalya	Sydney	496
İsveç	Stokholm	374		Perth	601
	Gothenburg	223		Adelaide	653
Norveç	Tromso	380		Melbourne	533
	Oslo	440		Darwin	361

Türkiye'de otomobil sahipliği konusunda ayrıntılı çalışmaların yapılmış olduğu söylenemez. Bu konuda önemli sayılabilecek çalışmaların yapılmamasının nedeni, otomobil sahipliği değerinin gelişmiş ülkelere oranla çok küçük olması ve her tür model için gerekli ve yeterli verinin mevcut olmamasıdır. 1970 yılında Türkiye'de 1000 kişiye 4 otomobil düşerken 1997 yılında bu rakam % 1367 artarak 1000 kişiye 57 otomobil olarak gerçekleşmiştir.

Türkiye'de gelir artışına paralel olarak gelecekte otomobil sahipliğinin hızla artması beklenmektedir. Son yıllarda Türkiye'de kurulan ve kurulması planlanan otomobil fabrikaları bunun bir göstergesidir.

Bu tezin amacı, Türkiye'de otomobil sahipliğinin modellenmesi ve bu modellerle 2025 yılı sonuna kadar öngörülerin yapılmasıdır.

Giriş bölümünden sonraki ikinci bölümde ilk olarak, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde otomobil sahipliğine yönelik çeşitli model çalışmaları incelenmiş bu modellerin olumlu ve olumsuz yanları belirtilmiştir. Bu bölümde, otomobil sahipliğini ve özellikle otomobil kullanımını etkileyen en önemli değişken olan toplu taşıma sistemleri ile otomobil sahipliği ilişkisi de incelenmiştir. Çeşitli yıllarda gelişmiş ülkelerde yapılan çalışmalarda toplu taşıma sistemlerindeki gelişmelerin otomobil sahipliğini ne şekilde etkilediği belirtilmiştir.

Özellikle gelişmiş ülkelerde yeterli veri tabanının sağlanması ile gündeme gelen ve ulaştırma açısından otomobil sahipliğinden daha önemli bir konu olan otomobil kullanımına yönelik yapılmış çeşitli çalışmalar da bu bölümde değerlendirilmiştir.

Üçüncü bölümde, Türkiye'de gıda ve tekstil sektörlerinden sonra üçüncü sırada yer alan otomotiv sektörünün tarihsel gelişimi ve bugünkü durumu açıklandıktan sonra, Türkiye'de otomobil sahipliğinin belirlenmesi amacıyla çeşitli modeller geliştirilmiş ve bu modellerle, kullanıcı gelirinin gelecekte çeşitli durumları için öngörüler yapılmıştır. Türkiye'de otomobil sahipliği modellemesi için 3 farklı S eğrisi modeli (lojistik eğri, üssel büyüme eğrisi ve Gompertz eğrisi), kesit analizi ve çok değişkenli regresyon modelleri kurulmuştur.

Üçüncü bölümde son olarak Türkiye'de en fazla otomobilin bulunduğu ve Türkiye'deki otomobil sahipliğini önemli derecede etkileyen il olan İstanbul için otomobil sahipliğinin modellenme ve öngörü çalışması yapılmıştır.

Dördüncü ve son bölümde, Türkiye ve İstanbul için geliştirilen otomobil sahipliği modelleri değerlendirilerek öngörüler karşılaştırılmıştır. Otomobil sahipliği modellemesi konusunda gelecekte yapılması gereken çalışmalar öneri olarak verilmiştir. Gelişmiş ülkelerde özellikle bugün incelenen otomobil kullanımı modelleri, gelecekte üzerinde durulması gereken önemli ulaştırma konularındandır. Çalışmaların bu yönde geliştirilmesi yararlı olacaktır.

BÖLÜM 2

OTOMOBİL SAHİPLİĞİ VE OTOMOBİL KULLANIMI MODELLERİ

2.1. Otomobil Sahipliği Modelleri

Otomobil sahipliği modelleri 1960'lı yılların başlarında ilk olarak İngiltere'de geliştirilmeye başlamıştır. Ancak model çalışmalarında esas gelişme ve modellerde çeşitlilik 1980 yılından sonra görülmektedir. Bunun nedeni otomobil sahipliği model çalışmasında yararlanılacak sayım ve gözlemlerin bu tarihten sonra istenilen düzeye ulaşmasıdır. İngiltere'de otomobil sahipliği model çalışmalarında kullanılan verilerin sağlandığı gözlem ve sayımlar şu şekilde sıralanabilir;

- nüfus sayımı (1971 ve 1981 yıllarında),
- ulusal aile gözlemleri(1977/78 yılında),
- ulusal seyahat gözlemleri, (11.000 aile ile 1975/76 ve 1978/79 yıllarında),
- aile harcaması gözlemleri, (7.000 aile ile, her yıl),
- genel aile gözlemleri, (11.000 aile ile, her yıl)'dir.

Otomobil sahipliğinin belirlenmesi için yapılan model çalışmalarının temeli, yeterli ve güvenilir veri tabanıdır. Bu durum ilk yıllarda geliştirilen modellerin az veri ile kestirim yapabilecek nitelikte olmasına, daha sonraki yıllarda ise veri tabanının genişletilmesi ile, geliştirilen modellerin giderek karmaşık yapılara ulaşmasına neden olmuştur.

Gelişmekte olan ülkelerde otomobil sahipliği modellerinde karşılaşılan en önemli sorun, veri teminidir. Modelleme için gerekli olan veriler, istenilen boyut (geçmiş yıllara ait veriler) ve güvenilirlik açısından yetersizlik gösterebilmektedir. İstenilen boyut ve güvenilirlikte veriler toplansa bile, gelişmekte olan ülkelerdeki sosyo-ekonomik yapının dinamikliği ve otomobil sahipliğinin çok küçük değerlerde olması yüzünden, gelecek için yapılan öngörüler farklılık gösterebilmektedir.

Bugüne kadar yapılan çalışmalar incelendiğinde, otomobil sahipliği modellerinde, "otomobil sahipliği" kavramı iki şekilde algılanmaktadır. Bunlar;

- kişi başına otomobil sayısı,
- aile başına otomobil sayısı.

Örneğin İrlanda'da kişi başına otomobil sahipliği Avrupa ortalamasının altında, aile başına otomobil sahipliği Avrupa ortalamasının üstündedir(OECD, 1982).

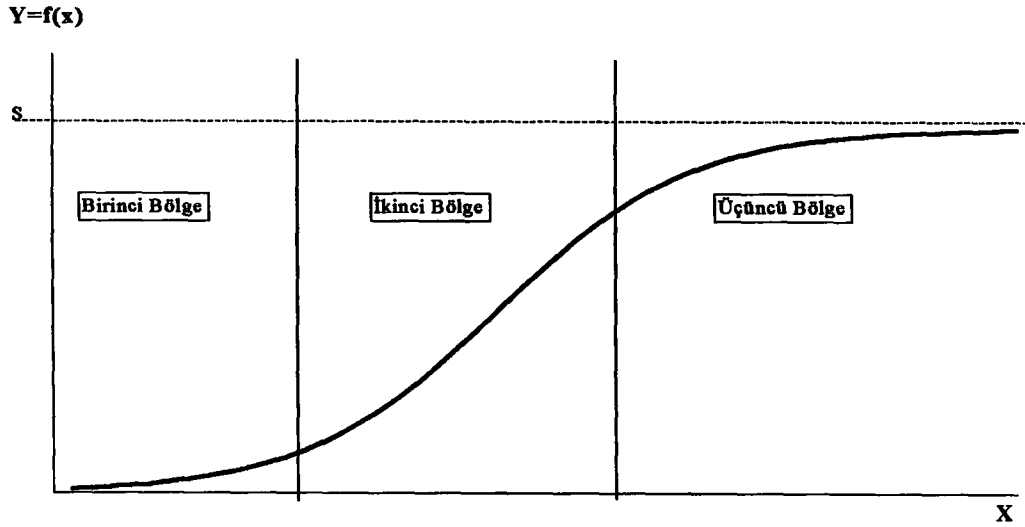
Aile başına otomobil sayısı kavramının gelişmesinin temelinde, İngiltere'de aile yapısına yönelik anket ve sayım çalışmalarının yapılması bulunmaktadır. Aile başına otomobil sahipliği modellerinde en önemli sorun, aile yapısının gelecekte ne şekilde değişeceğinin öngörülmesidir.

Gelişmiş ülkeler için geliştirilen otomobil sahipliği modelleri iki ana başlık altında toplanabilir. Bunlar;

- S eğrisi modelleri,
- çok değişkenli regresyon modelleridir.

S eğrisinin temel yapısı üç bölgeden oluşmaktadır. İlk bölge artış eğiliminin yavaş olduğu, ikinci bölge artış eğiliminin hızlandığı, üçüncü bölge ise artış eğiliminin yine yavaşladığı ve belli bir doygunluk değerine (s) doğru asimtotik olarak yaklaştığı bölgedir (Şekil 2.1). S eğrisi modellerinin en önemli özelliği, "doygunluk düzeyi"dir.

Çok değişkenli regresyon modelleri otomobil sahipliğinin hangi değişkenlere bağlı olarak ne şekilde değişeceğini göstermektedir. Regresyon modellerinde en önemli konu, bağımlı değişken öngörüsü yapabilmek için öncelikle bağımsız değişkenlerin değerlerinin öngörülme gereksinimidir.



Şekil 2.1 : S Eğrisinin Genel Görünümü

2.1.1. S eğrisi modelleri

Otomobil sahipliği için geliştirilen S eğrisi modelleri şu şekilde sıralanabilir:

1. Lojistik eğri modeli.

- J. C. Tanner (1960).
- Güney Galler uygulaması (1970).
- Finlandiya uygulaması (1970).
- A.B.D. uygulaması (1973).
- Geliştirilmiş lojistik eğri modeli (1974).
- Gelişmekte olan ülkelerde yarı lojistik eğri modeli (1993).

2. Üssel büyüme eğrisi modeli.

- J. C. Tanner (1977).
- Gecikmeli (lagged) üssel büyüme eğrisi modeli (1983).

3. Gompertz eğrisi modeli (1999).

4. İkili lojit model.

- Yarı-lojistik eğri modeli (1970).

- Bates (1978).
- İngiltere Ulaştırma İdaresi uygulaması (1980).
- Probit fonksiyon modeli (1978).

5. Çoklu lojit model.

- Lerman ve B.Akiva (1976).
- K. Tain (1978).
- Ayrık lojistik eğriler (1976).
- Çok boyutlu seçim modeli (1979).

6. Eşik gelir yaklaşımı (1973).

2.1.1.1. Lojistik eğri modeli

❖ J. C. Tanner(1960)

Lojistik eğri modeli, İngiltere'de J. C. Tanner tarafından "Transport and Road Research Laboratory (TRRL)"da 1960'lı yıllar başında geliştirilmiştir(Tanner, 1974). Bu modelin özelliği otomobil sahipliğinin yalnızca zamanın bir fonksiyonu olarak belirlenmesidir. Basit durumlarda ya da modelleme için yeterli verinin mevcut olmadığı durumlarda kullanılabilir. Otomobil sahipliğini, zamanın bir fonksiyonu olarak kabul eden lojistik eğrinin diferansiyel deklemleri (2.1)'de verilmiştir.

$$\frac{dy}{dt} = \alpha \cdot y \cdot (s - y) \quad (2.1)$$

Burada :

- y : t yılında kişi başına otomobil sayısı.
s : Otomobil sahipliğinin doygunluk düzeyi.
 α : Katsayı'dır.

(2.1) diferansiyel denklemi çözüldüğünde (2.2) denklemi elde edilir.

$$y = \frac{s}{1 + b \cdot \exp[-\alpha \cdot s \cdot t]} \quad (2.2)$$

Burada, b katsayıdır(Tanner, 1974).

(2.2)'de α ve s 'in çarpımı sabit olduğundan otomobil sahipliği modeli daha sade bir şekilde denklem (2.3)'de verilmiştir.

$$y = \frac{s}{1 + b \cdot \exp[-a \cdot t]} \quad (2.3)$$

Burada; a ve b katsayılarıdır.

(2.3) denkleminde; $t = +\infty$ iken otomobil sahipliği $y = s$ olmaktadır.

Lojistik eğri modelinde kilit noktayı, otomobil sahipliği doygunluk düzeyi (s) oynamaktadır. Bu kavram daha sonraki yıllarda da üzerinde çok tartışılacak bir konu olmuştur. Otomobil sahipliği doygunluk düzeyi Bölüm 2.1.2.'de ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

❖ Güney Galler Uygulaması (1970)

Tanner'in lojistik eğri modeli 1970 yılında Brain tarafından Yeni Güney Galler'de otomobil sahipliğinin belirlenmesi için uygulanmıştır. 1950-1968 yılları arasındaki verilerin kullanıldığı modelde doygunluk düzeyi $s=0,55$ otomobil/kişi olarak kabul edilmiştir. Çalışma sonunda elde edilen model, denklem (2.4)'de verilmiştir(OECD, 1982).

$$y = \frac{0,55}{1 + 0,98198 \cdot \exp(-0,0855 \cdot t)} \quad (2.4)$$

Burada :

y : t yılında kişi başına otomobil sayısı.

t : "Yıl-1968" (1975 yılı için 1975-1968=7).

❖ Finlandiya Uygulaması (1970)

1970 yılında Finlandiya'da, otomobil sahipliğinin öngörülmesi için Tanner tarafından 1960 yılında geliştirilen lojistik eğri modeline sosyo-ekonomik değişkenler de dahil edilmiştir. Elde edilen model denklem (2.5)'de görülmektedir(OECD, 1982).

$$y = \frac{s}{1 + h \cdot \exp(a \cdot x_1 + b \cdot x_2 + c \cdot x_3)} \quad (2.5)$$

Burada :

- y : Kişi başına otomobil sahipliği.
s : Otomobil sahipliği doygunluk düzeyi.
x₁ : Kişi başına gelir.
x₂ : Nüfus yoğunluğu (kişi/km²).
x₃ : Çalışan nüfusun toplam nüfusa oranı.
a,b,c,h : Katsayılar'dır(OECD, 1982).

❖ A.B.D. Uygulaması (1973)

1973 yılında Whorf tarafından ABD’de otomobil sahipliğinin belirlenmesi için bir lojistik model geliştirilmiştir. Model, Tanner’ın 1960 yılındaki lojistik eğri modelindeki kişi başına otomobil sahipliği yerine aile başına otomobil sahipliğini belirlemeye yöneliktir. Model denklem (2.6)’da verilmiştir(OECD, 1982).

$$F_i = k_i \cdot [1 + \exp(A_i + B_i \cdot t)] \quad (2.6)$$

Burada :

- i : Sahiplik sınıfı 1, 2, 3 (aile başına otomobil sayısı).
k_i : "i" sahiplik düzeyi için doygunluk değerleri, 0 < k_i < 1
A_i ve B_i : "i" sahiplik sınıfı değişkenleri.
t : Yıl.

Whorf, üç farklı sahiplik sınıfı için farklı doygunluk değerleri kullanarak aile başına otomobil sahipliğini modellemiştir.

❖ Geliştirilmiş lojistik eğri modeli (1974)

Otomobil sahipliğinin yalnızca zamanın değil, kullanıcı gelirinin ve otomobil maliyetlerinin de bir fonksiyonu olduğu gerçeği, lojistik eğrinin geliştirilmesine neden olmuştur. Böylelikle 1960 yılında Tanner tarafından geliştirilen lojistik eğri modeli ekonomik değişikliklere duyarlı hale getirilmeye çalışılmıştır.

Geliştirilmiş lojistik eğri modeli, denklem (2.7)’de görülmektedir.

$$y = \frac{s}{1 + a \cdot \exp[-(b \cdot t + c \cdot \ln(i) + d \cdot \ln(p))]} \quad (2.7)$$

Burada :

y : Kişi başına otomobil sayısı.

i : Kişi başına gelir.

p : Genelleştirilmiş otomobil maliyeti.

t : Yıl.

a,b,c,d : Katsayılar'dır.

Tanner, İngiltere'de 1952-1972 yılları arasındaki verileri kullanarak otomobil sahipliğini geliştirilmiş lojistik eğri ile modellemiştir. Modelde kullanılan otomobil sahipliği, kişi başına milli gelir ve genelleştirilmiş otomobil maliyetleri Tablo 2.1'de görülmektedir. Otomobil maliyeti olarak, satın alma maliyeti, işletme maliyeti ve zaman maliyeti hesaba katılmak suretiyle genelleştirilmiş otomobil maliyeti kullanılmıştır(Tanner, 1974).

Tablo 2.1'deki kişi başına milli gelir ve P_1 genelleştirilmiş otomobil maliyeti verileri kullanılarak otomobil sahipliği doygunluk düzeyi $s=0,45$ alındığında model katsayıları; $a=1,51187 \times 10^{57}$; $b=0,0665$; $c=1,6832$; $d=-1,5511$ olarak hesaplanmıştır.

1952-1972 yılları arasında İngiltere'de otomobil sahipliğinin gerçekleşen ve model sonuçlarının karşılaştırılması Şekil 2.2'de verilmiştir.

Tablo 2.1 : İngiltere'de 1952-1974 Yılları Arasında Kişi Başına Otomobil Sahipliği, Gelir ve Genelleştirilmiş Otomobil Maliyeti Endeksleri (Tanner, 1974)

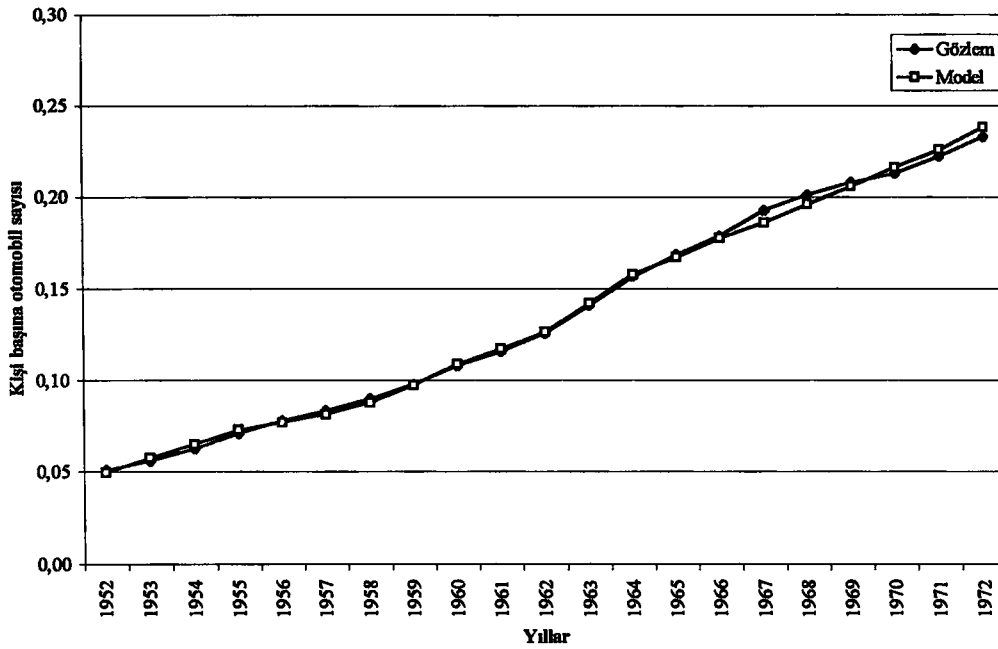
Yıl	OS	KBMG	P_1	Yıl	OS	KBMG	P_1
1952	0,0509	64,7	109,9	1963	0,1410	83,1	98,8
1953	0,0558	67,0	106,8	1964	0,1567	87,4	98,4
1954	0,0625	69,5	105,9	1965	0,1685	89,3	99,2
1955	0,0708	71,9	105,0	1966	0,1790	90,5	98,6
1956	0,0778	72,3	105,8	1967	0,1928	91,6	99,1
1957	0,0833	73,3	107,2	1968	0,2013	95,0	101,4
1958	0,0900	72,7	104,5	1969	0,2081	96,1	101,3
1959	0,0978	75,2	103,9	1970	0,2130	97,3	101,1
1960	0,1079	78,9	104,2	1971	0,2224	98,3	100,9
1961	0,1158	80,2	103,9	1972	0,2330	100,0	100,0
1962	0,1259	80,4	101,7				

OS : Kişi Başına Otomobil Sahipliği

KBMG : Kişi başına milli gelir(1972 Yılında =100)

P_1 : Genelleştirilmiş otomobil maliyeti(1972 Yılında =100)

İngiltere'de 1952-1972 yılları arasında otomobil sahipliği



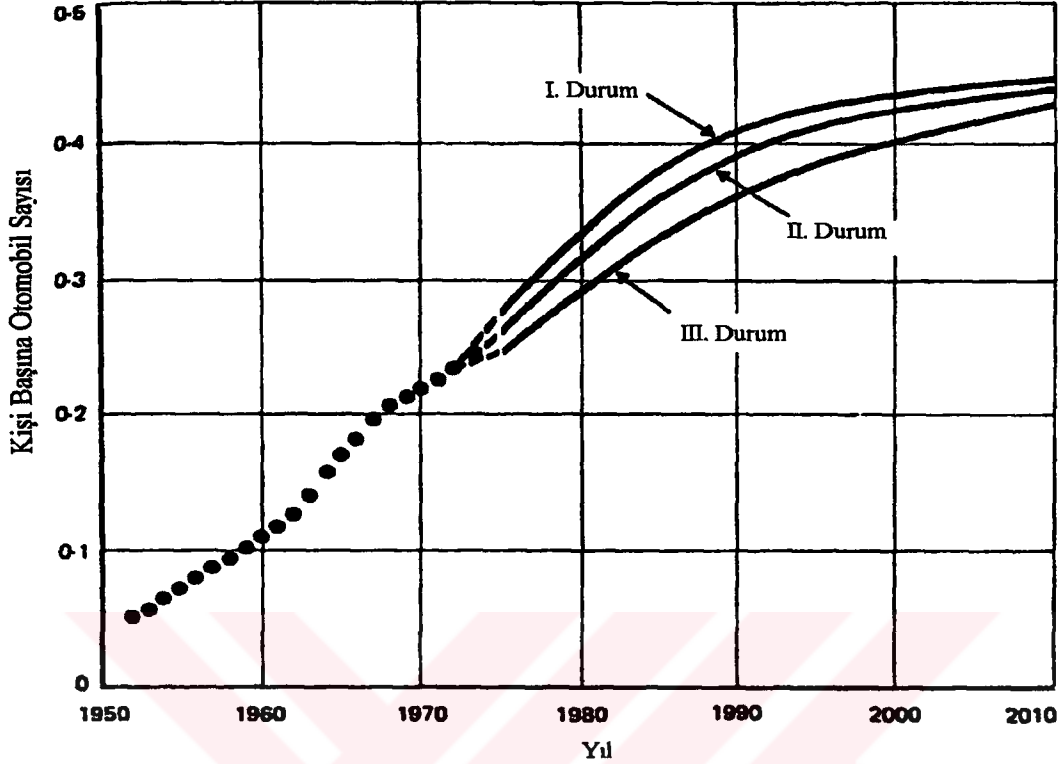
Şekil 2.2 : İngiltere'de 1952-1972 Yılları Arasında Geliştirilmiş Lojistik Eğri Modeli ve Gözlem Otomobil Sahipliği Değerleri

Geliştirilmiş lojistik eğri modeli kullanılarak öngörüler yapılırken modelde yer alan kullanıcı geliri ve otomobil maliyetinin de gelecekteki değerlerinin önögrülmesi gerekmektedir. Bu nedenle Tanner, geliştirilmiş lojistik eğri modelini kullanarak gelecekteki otomobil sahipliği değerini öngörmek için 3 "durum" geliştirmiştir. Bu durumlar, kullanıcı gelirinin ve otomobil maliyetinin değişik değerlerine karşılık gelmektedir. Öngörü dönemi sonu olan 2010 yılına kadar bu durumlara göre otomobil sahipliği öngörülmesi Şekil 2.3'de görülmektedir. 2010 yılında otomobil sahipliği doygunluk düzeyine yaklaştığı için üç farklı duruma göre otomobil sahipliği sırasıyla 0,43, 0,44 ve 0,45 olarak öngörülmüştür.

1973 yılında ortaya çıkan petrol darboğazdan sonra, petrol fiyatlarındaki öngörülemeyen değişme nedeniyle, otomobil sahipliği modelleri yeniden gündeme gelmiştir. 1973 yılına kadar kabul gören geliştirilmiş lojistik eğri modeli, özellikle;

- otomobil sahipliği doygunluk düzeyinin çok yüksek olduğu,
- modelin, gelecekteki ekonomik değişikliklere duyarlı olmadığı,

- modelin "kendini doğuran bir yapıda" olması konularında eleştiriler almıştır (Allanson, 1982).

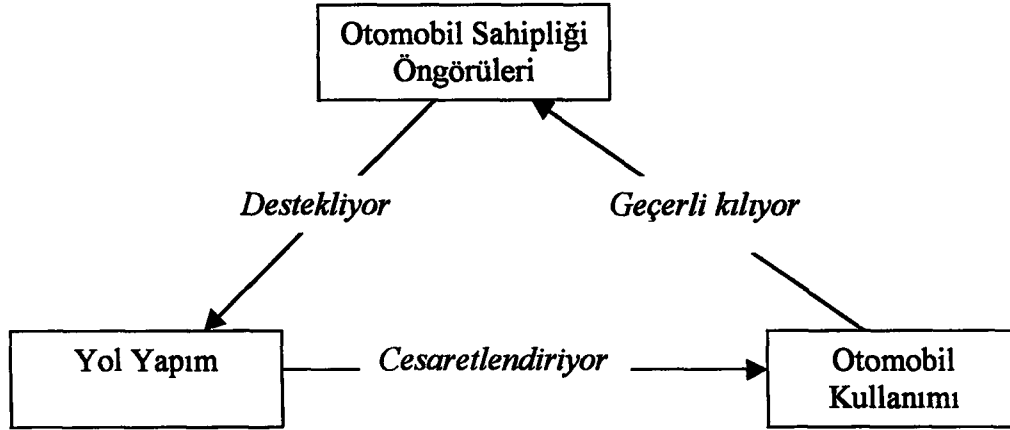


Şekil 2.3: İngiltere'de 1952-1973 Yılları Arasında Gerçekleşen ve 1975-2010 Yılları Arasında Geliştirilmiş Lojistik Eğri ile Öngörülen Otomobil Sahipliği (Tanner, 1974).

Modelin "kendini doğuran yapıda olması" Şekil 2.4'de görülen ilişkilerden dolayı ortaya çıkmaktadır. Otomobil sahipliğindeki öngörüler doğrultusunda yeni yolların yapımı söz konusu olmaktadır. Yapılan yeni yollar trafikte bir rahatlamaya neden olacağından otomobil kullanımı artacaktır. Otomobil kullanımının artması sonucunda otomobil çekici bir ulaşım türü olarak ortaya çıkacak ve daha fazla kullanıcı otomobil sahibi olmak isteyecektir (Button ve diğ., 1982). Dolayısıyla model bir kısır döngüyü içermektedir.

Geliştirilmiş lojistik eğri modelinin gelecekteki ekonomik gelişmelere duyarlı olamamasının sebebi; modelin kısa sayılabilecek bir zaman içinde doygunluk düzeyine ulaşıyor olmasıdır. Ayrıca modelde yer alan kullanıcı geliri ve otomobil maliyeti değişkenlerinin gelecekte alabilecekleri çok farklı değerlere karşılık,

modelle yapılan öngörülerde otomobil sahipliği değerlerinde çok az değişiklikler olduğu görülmektedir.



Şekil 2.4 : Otomobil Sahipliği Modelinin "Kendini Doğuran Yapısı"

(Button ve diğ., 1982)

❖ Gelişmekte Olan Ülkelerde Yarı Lojistik Eğri Modeli (1993)

K. Button, N.Ngoe ve J. Hine 1993 yılında, yarı-lojistik eğri (quasi-logistic) modelini kullanarak düşük gelir grubundaki ülkelerde otomobil sahipliğini modellemeye çalışmışlardır.

Çalışma kapsamında kişi başına yıllık milli geliri 3.000 \$'ın altında olan 57 ülke, gelir ve otomobil sahipliğine göre beş gruba ayırmıştır. Ülkelerin gruplandırılması aşağıda görülmektedir :

- A Grubu : Otomobil sahipliği 0,002'den az olan ülkeler.
- B Grubu : Otomobil sahipliği 0,002-0,010 arasında ve kişi başına milli geliri 450 \$'dan az olan ülkeler.
- C Grubu : Otomobil sahipliği 0,002-0,010 arasında ve kişi başına milli geliri 450 \$'dan fazla olan ülkeler.
- D Grubu : Otomobil sahipliği 0,010-0,020 arasında olan ülkeler.
- E Grubu : Otomobil sahipliği 0,020'den fazla olan ülkeler (Button ve diğ., 1992).

Her grupta yer alan ülkeler Tablo 2.2’de görülmektedir.

Tablo 2.2 : Kullanıcı Geliri ve Otomobil Sahipliğine Göre Ülkelerin Gruplanması
(Button ve diğ., 1992).

A Grubu (6 ülke)	B Grubu (15 ülke)	C Grubu (10 ülke)	D Grubu (11 ülke)	E Grubu (15 ülke)
Etyopya	Malavi	Liberya	Zambia	Fas
Volta	Zaire	Endonezya	Dominik Cum.	Zimbabve
Bangladeş	Madagaskar	Filipinler	Fildişi Sahilleri	Mauritius
Burundi	Uganda	Papua Y. Gine	El Salvador	Şili
Burma	Tanzanya	Honduras	Peru	Kosta Rika
Hindistan	Togo	Tayland	Türkiye	Brezilya
	Nijer	Botsvana	Tunus	Malezya
	Benin	Kamerun	Kolombiya	Güney Afrika
	Kenya	Paraguay	Ürdün	Meksika
	Sierra Leone	Suriye	Cezayir	Uruguay
	Haiti		Gabon	Macaristan
	Pakistan			Portekiz
	Gana			Yugoslavya
	Sri Lanka			Panama
	Senegal			Arjantin

Çalışmada, otomobil sahipliğinin belirlenmesinde her grup için farklı bir yarı lojistik eğri ve log doğrusal regresyon modeli geliştirilmiştir. Yarı lojistik eğrinin denklemi (2.8)’de görülmektedir(Button ve diğ., 1993).

$$P = \frac{S}{1 + \exp(-a) \cdot X_1^{-b_1} \cdot X_2^{-b_2} \dots \cdot X_n^{-b_n}} \quad (2.8)$$

Burada :

- P : Kişi başına otomobil sayısı.
S : Otomobil sahipliği doygunluk düzeyi.
X₁, X₂, X_n : Sosyo-ekonomik değişkenler.
a, b₁, b₂, b_n : Katsayılar’dır.

Sosyo-ekonomik değişken olarak modelde, sabit fiyatlarla yurtiçi milli hasıla değeri (Y), ülkelere has kukla değişkenler (c_k) ve zaman (T) kullanılmıştır. Kukla değişkenler (2.8) denkleminde yer alan “a” katsayısı ile toplanmış ve bu toplam yeni

bir katsayı olarak değerlendirilmiştir. Modelde kullanılan değişkenlere göre otomobil sahipliği, denklem (2.9)'da görülmektedir (Buttonve diğ., 1992).

$$P = \frac{S}{1 + \exp[-(a + \sum \delta_k \cdot c_k)] \cdot Y^{-b} \cdot T^{-t}} \quad (2.9)$$

Yarı lojistik modelde kullanılan en önemli değişken, lojistik eğri modelleri bölümünde de belirtildiği gibi, otomobil sahipliği doygunluk düzeyi “S”dir. Bu değer, A grubu ülkeler için 0,30; B ve C grubu ülkeler için 0,35; D grubu ülkeler için 0,40; E grubu ülkeler için 0,45 olarak kabul edilmiştir.

Buna göre Türkiye için öngörülen otomobil sahipliği doygunluk düzeyi 0,40’dır.

Çalışmada, yarı lojistik model ile karşılaştırılmak için log doğrusal regresyon modeli de kurulmuştur. Bu model denklem (2.10)’da verilmiştir.

$$P = \exp[a + \sum \delta_k \cdot c_k] \cdot Y^b \cdot \exp(T_i) \quad (2.10)$$

Yarı lojistik eğri ve log doğrusal regresyon model sonuçları istatistiksel güvenilirlik bakımından birbirine çok yakındır. Tablo 2.3’de log doğrusal regresyon ve yarı lojistik modeller için hesaplanan belirlilik katsayısı değerleri görülmektedir (Buttonve diğ., 1992).

Button, bu çalışmada, yarı lojistik eğri ile log doğrusal regresyon denklemlerinin çok yakın sonuçlar vermesini, kabul edilen otomobil sahipliği doygunluk düzeyinin başarılı olduğu şeklinde değerlendirmektedir.

Gelir seviyesi düşük ülkelerde yarı lojistik modeli ile gerçekleştirilen çalışmada, gelir ve otomobil sahipliği arttıkça, otomobil sahipliğinin gelire olan duyarlılığının arttığı görülmektedir. Bu, Tanner’in (1983) gelişmiş ülkeler için yaptığı model çalışmalarında vardığı sonuçlar ile çelişmektedir. Bunun sebebi, gelişmiş ülkelerdeki otomobil sahipliğinin lojistik eğrinin doygunluk düzeyine yaklaştığı bir bölgede bulunmasıdır. Gelişmiş ülkelerde gelirin artış oranı otomobil sahipliğine daha az bir oranda yansımakta ve otomobil sahipliğinin gelir esnekliği az olmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde ise otomobil sahipliği lojistik eğrinin artış oranının hızlandığı bölgede bulunduğu için otomobil sahipliğinin gelir esnekliği fazladır.

Tablo 2.3: Log Doğrusal Regresyon ve Yarı Lojistik Modellerin R^2 Değerleri
(Buttonve diğ., 1992).

Ülke Grubu	R^2	
	Log doğrusal	Yarı lojistik
A Grubu	0,84	0,84
B Grubu	0,89	0,90
C Grubu	0,83	0,82
D Grubu	0,79	0,67
E Grubu	0,92	0,90

Log doğrusal regresyon modeli ile yarı lojistik model arasındaki fark gelir esnekliği noktasında ortaya çıkmaktadır. Log doğrusal regresyonda gelir esnekliği sabittir. Gerçekte doygunluk düzeyine yaklaşıldıkça gelir esnekliğinin azalması gerekmektedir(Button ve diğ., 1993).

Gelişmekte olan ülkelerde otomobil sahipliği doygunluk değerinin 0,30-0,45 arasındaki kabul edilmesinin nedeni konusunda bir bilgi yoktur. Dargay ve Gately, (1998) çalışmalarında otomobil sahipliği doygunluk düzeyinin gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için ayrı ayrı düşünülmemeyeceğini belirterek Button'un doygunluk düzeyi yaklaşımını eleştirmektedirler. Otomobil sahipliğinin en önemli değişkeni gelir olduğuna göre, gelişmekte olan ülkelerde gelir, gelişmiş ülkeler düzeyine geldiğinde otomobil sahipliğinin de aynı düzeye gelmesi beklenmektedir(Dargay ve Gately, 1998). Doygunluk düzeyi, varılabilecek son değeri gösterdiğine göre bu değer gelişmekte olan ülkelerde 0,30-0,45 arasında alınması gerçekçi görülmemektedir.

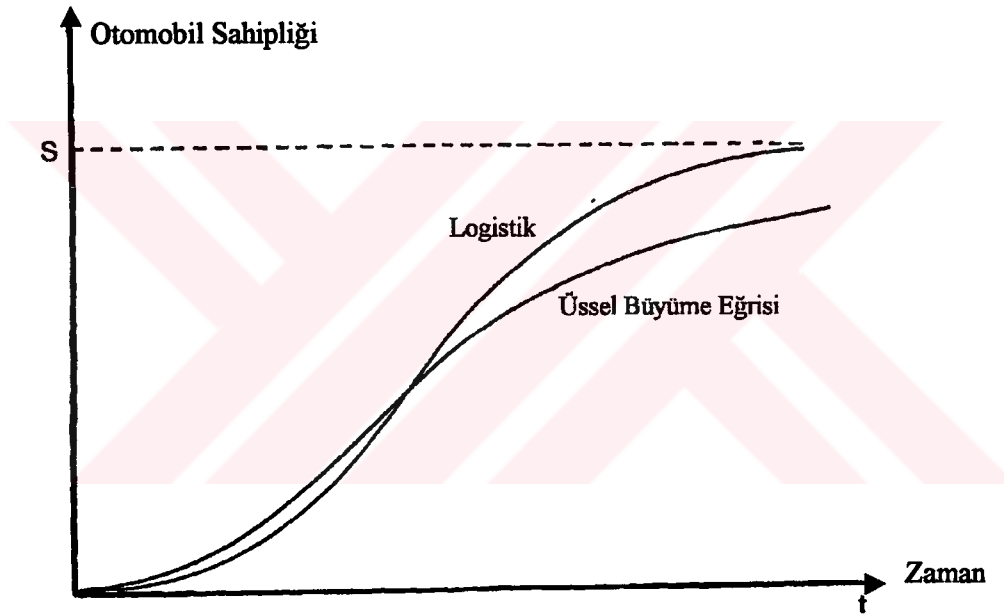
Yarı lojistik ve log doğrusal regresyon modellerinde R^2 değerlerinin birbirlerine çok yakın olmaları, iki modelin öngörülerin yakınlığını göstermektedir. Ancak burada önemli bir nokta gözden kaçırılmamalıdır; çok değişkenli regresyon modellerinde çoğunlukla, bağımsız değişken sayısının artırılması, model ile açıklanan varyans oranını (yani R^2 değerini) arttırmaktadır. Bu yaklaşımla, log doğrusal regresyon modelinde daha fazla bağımsız değişken kullanılması halinde yarı lojistik modelle arasındaki fark (istatistiksel tutarlılık bağlamında) artabilecektir. Nitekim Khan ve

Willumsen (1986), gelişmekte olan ülkeler için gerçekleştirdikleri çok değişkenli regresyon çalışmasında 0,98 gibi çok yüksek bir R^2 değerine ulaşmışlardır.

2.1.1.2. Üssel büyüme eğrisi modeli

❖ J. C. Tanner (1977)

Tanner, 1977 yılında yapılan olumsuz eleştiriler üzerine , 1960'lardan beri sürdürdüğü "lojistik eğri" yaklaşımını terk ederek, "üssel büyüme eğrisi" (power growth curve) modelini geliştirmiştir(Allanson, 1982). Bunun sebebi, lojistik model ile öngörülerin fazla büyük olmasıdır(Button ve diğ., 1980). Lojistik eğri ve üssel büyüme eğrisinin karşılaştırılması Şekil 2.5'de görülmektedir.



Şekil 2.5: Lojistik Eğri ve Üssel Büyüme Eğrisi.

Üssel büyüme eğrisi modeli, denklem (2.11)'de görülmektedir.

$$y = \frac{s}{1 + [a \cdot (t - T) + b \cdot \ln(i) + c \cdot \ln(p)]^n} = \frac{s}{1 + [d + a \cdot t + b \cdot \ln(i) + c \cdot \ln(p)]^n} \quad (2.11)$$

Burada :

- y : Kişi başına otomobil sayısı.
- s : Otomobil sahipliği doygunluk düzeyi.
- p : Sabit fiyatlarla otomobil maliyeti.

i : Sabit fiyatlarla kişi başına gayri safi milli hasıla.

a,b,c,d,T ve n : Katsayılar'dır (Tanner, 1983).

Üssel büyüme modelinde eğri şeklini etkileyen en önemli katsayı "n"dir. $n=\infty$ olduğunda üssel büyüme eğrisi, lojistik eğriye dönüşmektedir. "n"nin değişik değerler alması sonucu üssel büyüme modelinde doyumluk düzeyine yaklaşım süresi değişmektedir.

Tanner, 1977 yılında üssel büyüme eğrisi modelini geliştirdiğinde, modelde doyumluk düzeyinin hesabı için, yıllık otomobil sahipliği büyüme yüzdesi ile otomobil sahipliği arasında doğrusal olmayan bir regresyon denklemi kullanmış ve böylece İngiltere için o zamana kadar 0,40 olarak kabul edilen otomobil sahipliği doyumluk düzeyi, 0,50-0,60 olarak değiştirilmiştir.

❖ Gecikmeli üssel büyüme modeli (lagged power growth curve)(1983)

Tanner, 1977 yılında geliştirdiği üssel büyüme modeline, otomobil sahipliğinin geçmiş yıllardaki değerlerini de hesaba katarak gecikmeli üssel büyüme modelini geliştirmiştir(Tanner, 1983).

Gecikmeli üssel büyüme modeli, "t" yılındaki otomobil sahipliğinin hesaplanmasında, "t-1" yılındaki otomobil stoklarının belli bir oranda (j) hesaba katılması ilkesine dayanmaktadır. Model denklem (2.12)'de verilmiştir.

$$y_t = y_{t-1} + j \cdot (y_t^* - y_{t-1}) \quad (2.12)$$

Burada :

y_t : t yılındaki otomobil sahipliği.

y_t^* : Otomobil stokları denge durumu.

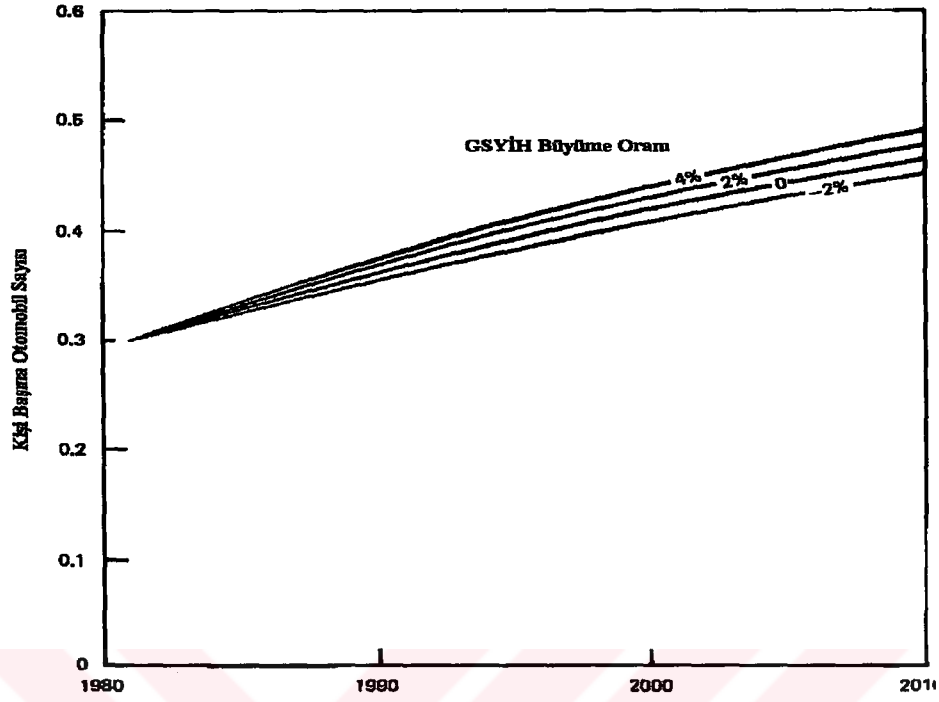
y_{t-1} : t-1 yılındaki otomobil sahipliği'dir.

(2.11) ve (2.12) denklemleri birleştirildiği zaman t yılında gecikmeli üssel büyüme eğrisi modeline göre otomobil sahipliği;

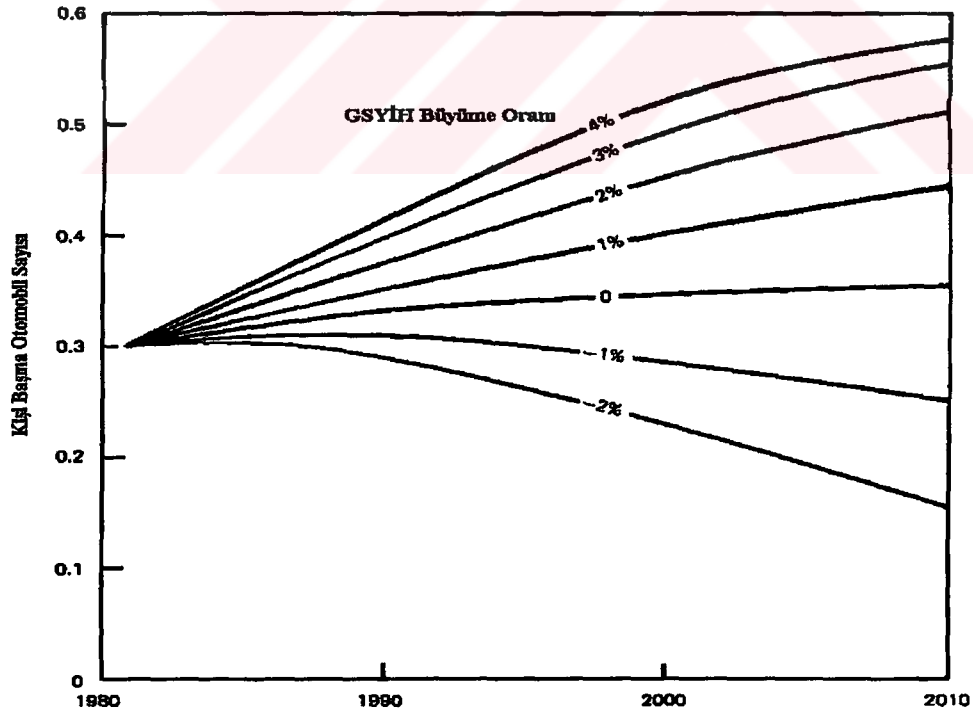
$$y_t = \frac{s}{1 + [a + b \cdot \ln(i_t) + c \cdot \ln(p_t)]^n} + (1 - j) \cdot k \cdot y_{t-1} \quad (2.18)$$

şeklindedir (Tanner, 1983).

Şekil 2.6 ve 2.7'de İngiltere'de, gayri safi yutici hasılanın büyüme oranına göre üssel büyüme ve gecikmeli üssel büyüme model öngörülleri görölmektedir (Tanner, 1983).



Şekil 2.6 : İngiltere'de Üssel Büyüme Modeline Göre Otomobil Sahipliği Öngörüsü



Şekil 2.7 : İngiltere'de Gecikmeli Üssel Büyüme Modeline Göre Otomobil Sahipliği Öngörüsü

Tanner tarafından geliştirilen lojistik eğri ve üssel büyüme eğrisi modelleri ile 1996 yılı için otomobil sahipliğinin 400 olacağını öngörülmüştür. 1996 yılında İngiltere'de gerçekleşen otomobil sahipliği ise 369'dur. Buna göre, 1996 yılı öngörülerinde %10 mertebesinde bir hatanın yapıldığı söylenebilir.

2.1.1.3. Gompertz eğrisi modeli

1999 yılında J. Dargay ve D. Gately, 26 ülke için otomobil sahipliği modellemesinde Gompertz eğrisinininden yararlanmışlardır.

Çalışma kapsamında incelenen 26 ülke Tablo 2.4'de verilmektedir.

Gompertz eğrisinin denklemi (2.14)'de, grafiği Şekil (2.8)'de verilmiştir(Dargay ve Gately, 1999).

$$y_t^* = \gamma \cdot \exp [\alpha \cdot \exp (\beta \cdot x_t)] \quad (2.14)$$

Burada :

y_t^* : t yılında otomobil sahipliği.

γ : Otomobil sahipliği doygunluk düzeyi.

x_t : t yılında otomobil sahipliğini etkileyen değişken.

α ve β : Katsayılar'dır.

Modelde, otomobil sahipliğini etkileyen değişken (x), kişi başına milli gelir olarak alınmış ve bu değer tüm ülkelerde 1985 yılı fiyatlarıyla ABD doları olarak hesaplarda kullanılmıştır.

Kurulan modele dinamik bir yapı kazandırabilmek için, bir yıl önceki otomobil sahipliği değeri de modele dahil edilmiştir. Bu durumda model, denklem (2.15)'de görülmektedir.

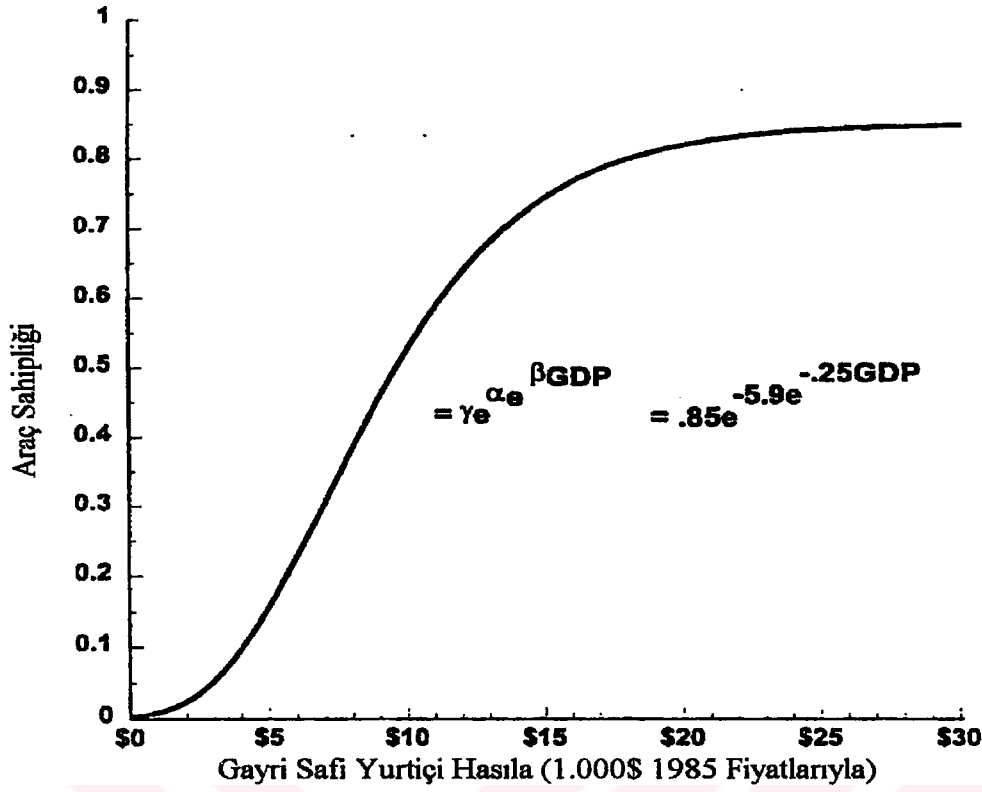
$$y_t = y_{t-1} + \Theta \cdot (y_t^* - y_{t-1}) = \gamma \cdot \Theta \cdot \exp[\alpha \cdot \exp(\beta \cdot I_t)] + (1 - \Theta) \cdot y_{t-1} \quad (2.15)$$

Burada :

y_t : t yılındaki otomobil sahipliği.

Θ : Ayarlama katsayısı ($0 < \Theta < 1$).

I_t : t yılında kişi başına milli hasıla (\$ olarak).



Şekil 2.8 : Motorlu Araç Sahipliği için Gompertz Eğrisi Modeli

(Dargay ve Gately, 1999)

Modelde, otomobil sahipliği doygunluk düzeyi, ayarlama katsayısı (θ) ve α katsayısı tüm ülkeler için aynı değerler olmak üzere sırasıyla "0,62" otomobil/kişi, "0,09" ve "-6,42" olarak kabul edilmiştir. Modelde yer alan β katsayıları her ülke için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Her ülkeye ait β katsayıları ve t istatistikleri Tablo 2.4'de görülmektedir.

Dargay ve Gately, her ülke için 2015 yılındaki otomobil sahipliği değerlerini, kişi başına milli hasılanın bu yıla kadar sabit bir büyüme hızı ile büyüyeceği yaklaşımı ile öngörmüşlerdir.

Çalışmada, Türkiye için 1992-2015 arasında yıllık kişi başına milli gelir artışı %1,95, yıllık nüfus artışını %1,48 olarak öngörülmüş ve buna göre 2015 yılında Türkiye'de otomobil sahipliğinin 0,07 olacağı hesaplanmıştır. 1992-1997 yılları arasında Türkiye'de kişi başına milli hasıla %3,30, nüfus ise %1,54 artış hızı ile gerçekleşerek otomobil sahipliği 0,057 olmuştur. Buna göre, Türkiye için yapılan otomobil sahipliği öngörüsü bağımsız değişkenlerin doğru öngörülememesi yüzünden doğru değildir.

Tablo 2.4 : Gompertz Modelinde Ülkeler İçin β Katsayıları ve t istatistikleri
(Dargay ve Gately, 1999)

Ülkeler	β	t	Ülkeler	β	t
Kanada	-0,26	-12,97	İtalya	-0,33	-21,66
Japonya	-0,21	-32,23	Hollanda	-0,23	-9,16
ABD	-0,30	-26,91	Norveç	-0,23	-2,60
Avusturya	-0,27	-4,71	Portekiz	-0,30	-4,33
Danimarka	-0,20	-3,54	İspanya	-0,30	-20,18
Finlandiya	-0,24	-3,40	Tayvan	-0,22	-5,08
Fransa	-0,26	-26,60	İsveç	-0,23	-5,55
İngiltere	-0,25	-29,66	İsrail	-0,20	-1,83
Almanya	-0,26	-26,94	Avustralya	-0,25	-9,06
Yunanistan	-0,28	-4,52	LOW*	-0,21	-15,45
İrlanda	-0,25	-1,63			

LOW : Türkiye, Meksika, Güney Kore, Pakistan, Hindistan ve Çin

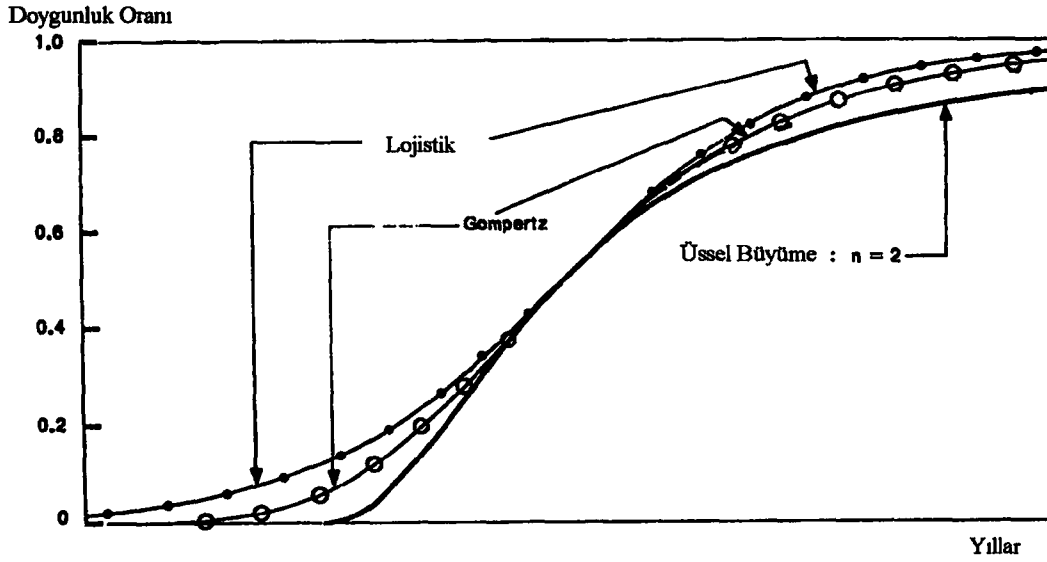
2.1.1.4. S eğrilerinin yapıları

Otomobil sahipliği modellemesinde kullanılan S eğrileri; lojistik eğri, üssel büyüme eğrisi ve Gompertz eğrisidir. Bu eğriler Şekil 2.9'da görülmektedir.

Lojistik eğrinin özelliği kısa sürede doygunluk değerine yaklaşmasıdır. Otomobil sahipliği modellemesinin ilk yıllarında kullanılan bu eğri yerine daha sonraları daha uzun sürede doygunluk değerine yaklaşan eğriler kullanılmaya başlanmıştır.

Üssel büyüme eğrisi "n" katsayısının değerine göre diğer eğrilere dönüşmektedir. "n" sonsuza giderken üssel büyüme eğrisi lojistik eğriye dönüşmektedir.

Gompertz eğrisinin özelliği üst boyunun alt boyuna göre daha uzun olmasıdır. Başka bir deyimle eğrinin 2/4'ünden 3/4'üne kadarki bölüm, 1/4'ünden 2/4'üne kadarki bölümünden daha uzundur (OECD, 1982).



Şekil 2.9 : Lojistik Eğri, Üssel Büyüme Eğrisi ve Gompertz Eğrisi (OECD, 1982)

2.1.1.5. İkili lojit model

❖ Yarı(quasi)-lojistik eğri modeli (1970)

1970 yılında Bates, İngiltere’de, otomobil sahipliği için Tanner tarafından geliştirilen otomobil sahipliği modelinin ekonomik ve bölgesel değişiklikleri içermediği gerekçesiyle, bu değişiklikleri de model bünyesinde bulunduran yeni bir model geliştirmiştir. "Yarı-lojistik eğri modeli" olarak tanımlanan model, aile başına otomobil sahipliğini, farklı gelir grupları için hesaplamaktadır. Model 1965 yılında yapılan "Ulusal Yolculuk Gözlemleri" verilerine dayanılarak oluşturulmuştur.

Yarı lojistik eğri modeli, hiç otomobili olmayan (P_0), tek otomobili olan (P_1) ve birden çok otomobili olan (P_2) aileler için üç farklı denklemden oluşmaktadır. Model denklemi (2.16)-(2.18)'de verilmiştir(Ortuzar ve Willumsen, 1990).

$$\frac{P_0}{1 - P_0} = a_0 \cdot I^{-b_0} \cdot D^{c_0} \quad (2.16)$$

$$\frac{P_2}{P_1} = a_1 \cdot \exp(b_1 \cdot I) \cdot D^{-c_1} \quad (2.17)$$

$$P_0 + P_1 + P_2 = 1 \quad (2.18)$$

Burada :

- P_0 : Otomobili olmayan ailelerin yüzdesi.
 P_1 : Tek otomobili olan ailelerin yüzdesi.
 P_2 : Birden fazla otomobili olan ailelerin yüzdesi.
 I : Yıllık aile geliri (bin £ olarak).
 D : Nüfus yoğunluğu (acre=0,404 hektar başına nüfus).
 $a_0, a_1, b_0, b_1, c_0, c_1$: Katsayılar'dır.

(2.17) denklemindeki P_1 yerine (2.18) denklemi yazılırsa;

$$\ln \left[\frac{P_2}{(1 - P_0 - P_2)} \right] = \ln(a_1) + b_1 \cdot I - c_1 \cdot \ln(D) \quad (2.19)$$

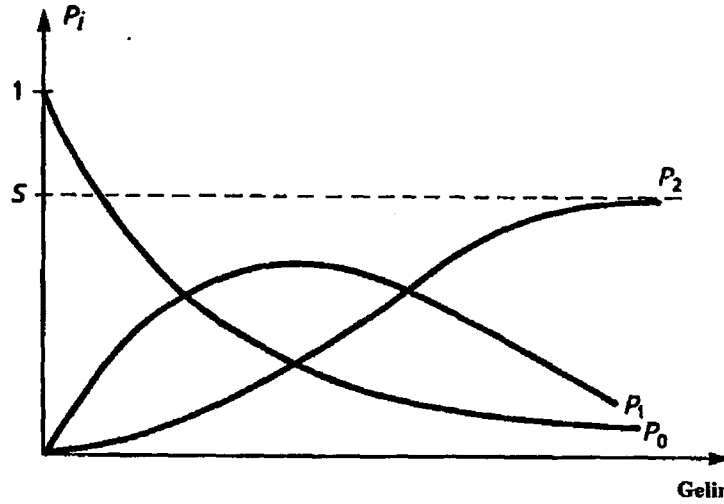
denklemi elde edilir. Aile gelirinin artması sonucu, otomobili olmayan ve tek otomobili olan ailelerin yüzdesi, $P_0=P_1=0$ olacağından birden fazla otomobili olan ailelerin yüzdesi, P_2 , "1" değerini alacaktır. Çok yüksek gelir düzeylerinde bile tüm ailelerin birden fazla otomobile sahip olmama olasılığı, P_2 'nin üst sınırının "1" değil "S" gibi daha küçük bir değer olmasını gerektirmektedir. Bu durumda (2.19) denklemi (2.20) denkleme dönüşmektedir

$$\ln \left[\frac{P_2}{(S \cdot [1 - P_0] - P_2)} \right] = \ln(a_1) + b_1 \cdot I - c_1 \cdot \ln(D) \quad (2.20)$$

Şekil 2.10'da otomobili olmayan, tek otomobili olan ve birden fazla otomobili olan ailelerin yüzdesinin aile geliri ile değişimi görülmektedir.

Yarı lojistik eğri modeli başlıca iki konuda eleştirilmiştir :

- Otomobil sahipliğini etkilemesine rağmen, nüfus yoğunluğunun gelecekteki değerinin belirsizliği ve bu değeri belirleme çalışmalarının güçlüğü nedeniyle otomobil sahipliği belirlenirken bağımsız bir değişken olarak alınması.
- nüfus yoğunluğunun gelir ile yakın ilişkisinin olması (içsel bağımlılık) (Allanson, 1982).



Şekli 2.10: Yarı Lojistik Eğri Modeli için Aile Geliri-Otomobil Sahipliği İlişkisi
(Ortuzar ve Willumsen, 1990).

❖ İkili lojit model (1978)

İngiltere’de 1978 yılında, otomobil sahipliğinin belirlenmesi için, Bates tarafından 18 aylık bir çalışma sonunda "ikili lojit model" geliştirilmiştir (Allanson, 1982). Modelde otomobil sahipliği aile başına çeşitli gelir grupları için hesaplanmaktadır. Model denklem (2.21) ve (2.22)'de verilmiştir.

$$P_{1+}(I) = \frac{s_1}{1 + \exp[-(a_1 + b_1 \cdot \ln(I))]} \quad (2.21)$$

$$P_{2+/1+}(I) = \frac{s_2}{1 + \exp[-(a_2 + b_2 \cdot I)]} \quad (2.22)$$

Burada :

P_{1+} : (I) gelir düzeyinde en az 1 otomobile sahip olan aile yüzdesi.

$P_{2+/1+}$: (I) gelir düzeyinde en az 2 otomobile sahip olan aile yüzdesinin en az bir otomobile sahip olan aile yüzdesine oranı.

s_1 : Tek otomobil sahipliği için doygunluk düzeyi.

s_2 : Birden fazla otomobil sahipliği için doygunluk düzeyi.

I : Ortalama haftalık aile geliri (£).

a_1, a_2, b_1, b_2 : Katsayılar'dır.

Hiç otomobili olmayan aile yüzdesi;

$$P_0 = 1 - P_{1+} \quad (2.23)$$

Yalnızca bir otomobile sabit olan aile yüzdesi;

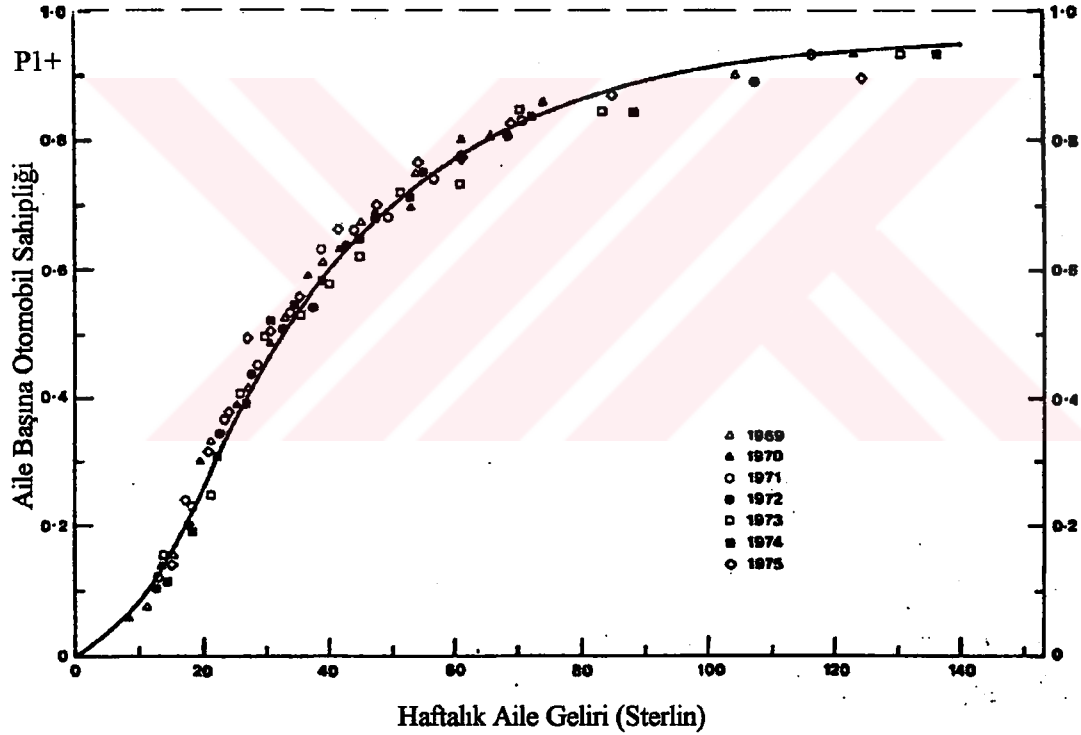
$$P_1 = P_{1+} - P_{2+} \quad (2.24)$$

En az iki otomobile sahip olan aile yüzdesi

$$P_{2+} = (P_{2+/1+}) \cdot (P_{1+}) \quad (2.25)$$

bağıntıları ile hesaplanmaktadır.

P_{1+} ve $P_{2+/1+}$ 'nın İngiltere'de 1969-1975 yılları arasındaki değişimi sırasıyla Şekil 2.11 ve Şekil 2.12'de görülmektedir.



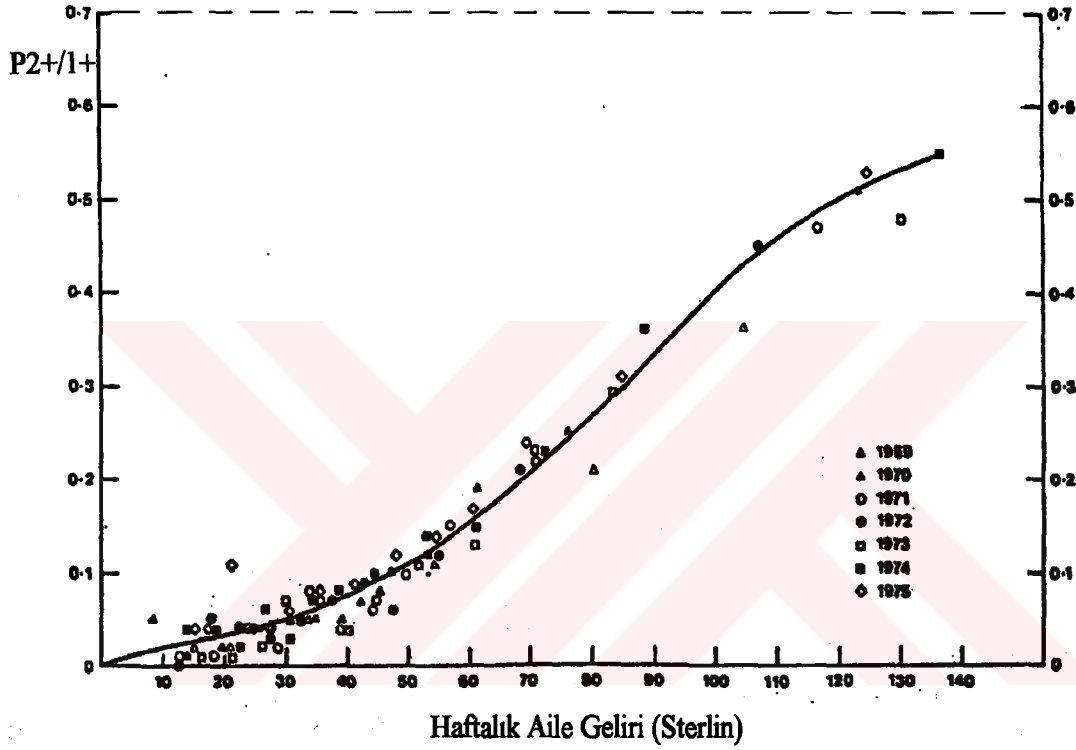
Şekil 2.11 : İngiltere'de En Az Bir Otomobil Sahipliği Değerinin (P_{1+})
1969-1975 Yılları Arasında Değişimi(Bates ve diğ., 1978).

Bates, (2.21) ve (2.22) denklemlerindeki "I" gelir değişkeni yerine "gelirin otomobil maliyetine oranı" değişkenini de kullanmıştır. Bu durumda (2.21) ve (2.22) denklemleri (2.26) ve (2.27) denklemlerine dönüşmektedirler.

$$P_{1+}(I) = \frac{s_1}{1 + \exp\left\{-\left[a_1 + b_1 \cdot \ln\left(\frac{I}{PC}\right)\right]\right\}} \quad (2.26)$$

$$P_{2+/1+}(I) = \frac{s_2}{1 + \exp\left[-\left(a_2 + b_2 \cdot \frac{I}{PC}\right)\right]} \quad (2.27)$$

Burada PC, otomobil fiyatı endeksi'dir.



Şekil 2.12 : İngiltere'de 1969-1975 Yılları Arasında $P_{2+/1+}$ 'nin Değişimi
(Bates ve diğ., 1978)

İngiltere'de, 1969-1975 yılları arasındaki veriler kullanılarak, denklem (2.26) ve (2.27)'in katsayıları Tablo 2.5'de görüldüğü şekilde hesaplanmıştır ($s_1=0,95$ ve $s_2=0,60$ kabul edilmiştir).

Tablo 2.5: İkili Lojit Modelde Hesaplanan Katsayılar (Bates, 1981)

$s_1 = 0,95$	$a_1 = -7,757$	$b_1 = 2,260$
$s_2 = 0,60$	$a_2 = -3,764$	$b_2 = 0,04492$

Bates model çalışmasında, bölgesel etkileri ve aile büyüklüğünü de hesaba katmıştır.

Otomobil sahipliği modeli içinde bölgesel etkileri de hesaba katabilmek için "ulaşılabilirlik düzeyi" tanımlamıştır. Çalışma alanı olan İngiltere'de ulaşılabilirlik düzeyi, A_i , 6 bölge tanımlamaktadır. A_i 'nin denklemi (2.28)'de verilmiştir.

$$A_i = \sum_j E_j \cdot f(t_{ij}) \quad (2.39)$$

Burada;

A_i : Ulaşılabilirlik düzeyi.

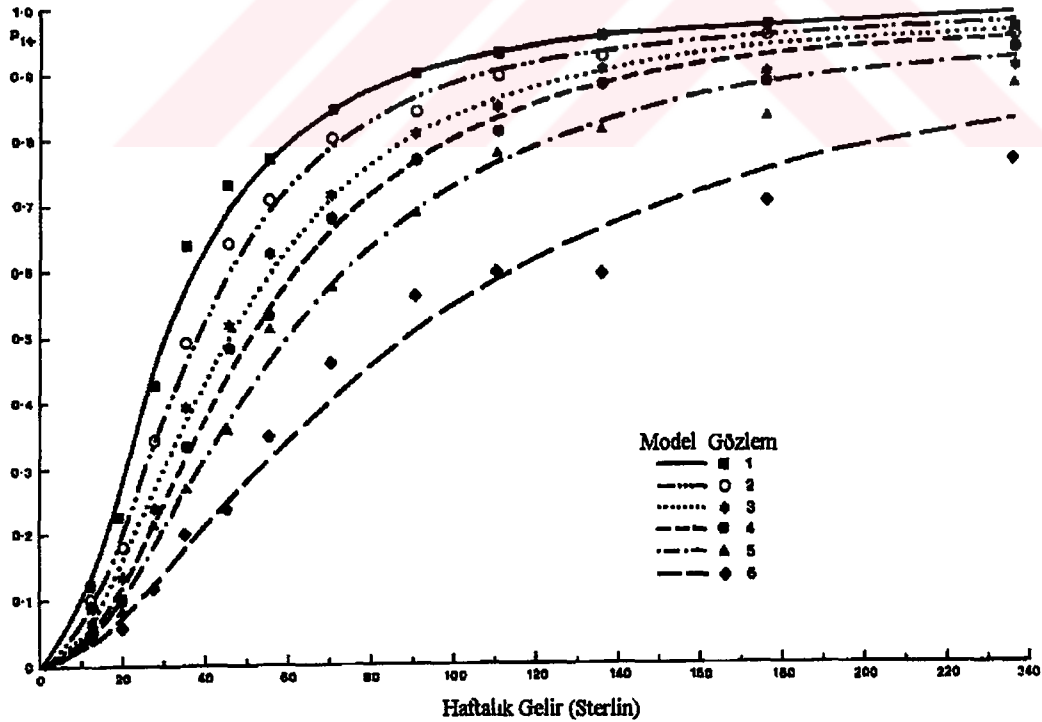
E_j : j bölgesinde çalışan sayısı.

t_{ij} : i-j arasında yolculuk süresi.

f : Negatif ekspronansiyel fonksiyon'dur.

Bates, denklem (2.21) ve (2.22)'de yer alan katsayıları 6 bölge için ayrı ayrı hesaplamıştır (Bates, 1981).

Ulaşılabilirlik düzeyinde otomobil sahipliğinin ne şekilde değiştiği P_{+1} (en az bir otomobili olan ailelerin yüzdesi) için Şekil 2.13'de verilmiştir.

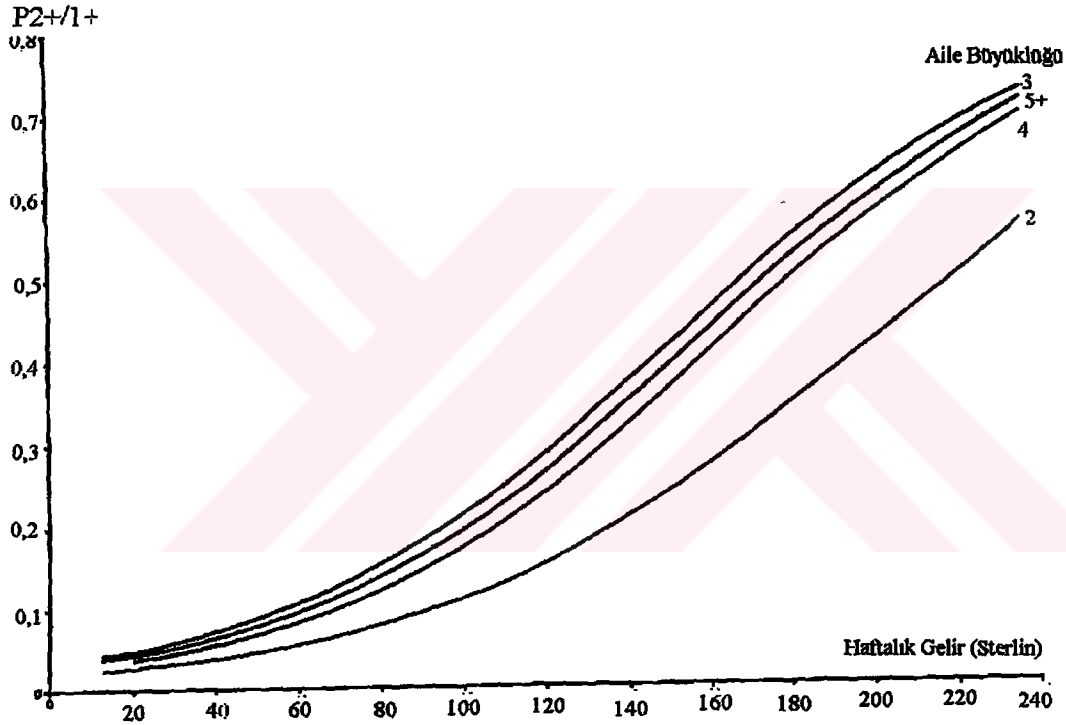


Şekil 2.13 : İngiltere'de 1969-1975 Yılları Arasında Ulaşılabilirlik Düzeyine Göre Haftalık Aile Geliri-Otomobil Sahipliğinin Değişimi (Bates, 1981)

Ulaşılabilirlik düzeyi yüksek olduğu yerlerde otomobil sahipliği değerlerinin düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bunun sebebi, bu bölgelerde;

- yolculukların daha kısa olması,
- yolculuklar için, diğer bölgelere göre daha fazla olan toplu taşıma olanaklarından yararlanılmasıdır(Bates, 1981).

Otomobil sahipliği modellerinde aile büyüklüğünün de bir değişken olarak yer alabilmesi için, aile nüfusunun 1'den 5'e kadar olan 5 durumu ele alınmıştır. Aile büyüklüğünün otomobil sahipliğini ne şekilde etkilediği $P_{2+/1+}$ için Şekil 2.14'de görülmektedir.



Şekil 2.14 : İngiltere'de 1969-1975 Yılları Arasında Aile Büyüklüğünü Göre Haftalık Aile Geliri-Otomobil Sahipliğinin Değişimi (Bates, 1981)

Bates, bölge farklılığı için 6, aile büyüklüğü için 5 olmak üzere toplam $6 \times 5 = 30$ durum için denklem (2.21) ve (2.22)'deki katsayıları ayrı ayrı hesaplanmıştır (Bates, 1981).

İngiltere'de otomobil sahipliği modeli 1969-1975 yılları arasında yapılan "Aile Harcaması Gözlemi" (Family Expenditure Survey) verileri ile test edilmiş ve istatistik açıdan uygun sonuçlar alındığı görülmüştür (Bates, 1981).

Ancak bu model;

- doyumluk düzeyindeki kabuller,
- birden fazla otomobil sahipliği,
- nüfus dağılımının geleceği,

konularında tartışmalara neden olmuştur.

Bates, tek otomobil sahipliği doyumluk düzeyini, ailelerin %95'inin en az bir otomobilin olacağı ve ailelerin %60'ının birden fazla otomobilin olacağı varsayımları ile hesaplamıştır. Ancak Ben-Akiva'nın ABD'deki verilerle yaptığı çalışmada, birden fazla otomobil sahipliği için yapılan bu varsayımın değişebileceğini vurgulamıştır (Allanson, 1982).

Veri eksikliği nedeniyle aile yapısının gelecekteki değişiminin belirsizliği, otomobil sahipliği doyumluk düzeyi belirlenirken bir sorun oluşturmaktadır.

Bates, ikili lojit modelde kullandığı gelir dağılımının gama dağılımına uyduğunu kabul etmiştir. Bu dağılımın denklemi (2.29)'da verilmiştir.

$$p(x) = \frac{a^{n+1}}{\Gamma(n+1)} \cdot e^{-a \cdot x} \cdot x^n \quad (2.29)$$

Burada :

x : Aile geliri.

n : Fonksiyonun şeklini belirleyen katsayı.

a : Fonksiyonun ölçeğini belirleyen katsayı(Allanson, 1982).

Gama fonksiyonunun yapısını belirleyen "n" katsayısı, 1969-1975 döneminde yıllar ve bölgeler arasında değişiklikler göstermiştir. Ancak öngörü dönemi için "n" katsayısının tek bir değer alması bu modelin, 1978 yılında Tanner tarafından "gelir dağılımının doğru olarak öngörülemeyeceği" gerekçesiyle eleştirilmesine neden olmuştur(Allanson, 1982).

❖ İngiltere'de Ulaştırma İdaresi Uygulaması

Bates'in ikili lojit modeli 1980 yılında, İngiltere'de Ulaştırma İdaresi (Department of Transportation) tarafından kullanılmıştır.

Model denklemleri (2.30) ve (2.31)'de verilmiştir(Allanson, 1982).

$$P_{1+}(I) = \frac{s_1}{(1 + \exp \left[a_1 + b_1 \cdot \ln \left(\frac{I}{RPI} \right) + c_1 \cdot \ln(LPA) \right])} \quad (2.30)$$

$$P_{2+/1+}(I) = \frac{s_2}{(1 + \exp \left[a_2 + b_2 \cdot \left(\frac{I}{RPI} \right) + c_2 \cdot (LPA) \right])} \quad (2.31)$$

Burada :

P_{1+} : "T" gelir düzeyinde en az 1 otomobile sahip olan aile yüzdesi.

$P_{2+/1+}$: "T" gelir düzeyinde en az 2 otomobile sahip olan ailelerin en az bir otomobile sahip olan ailelere oranı.

s_1 : Tek otomobil sahipliği için doygunluk düzeyi (0,95 olarak kabul edilmiştir).

s_2 : Birden fazla otomobil sahipliği için doygunluk düzeyi (0,60 olarak kabul edilmiştir).

I : Aile geliri.

RPI : Perakende fiyat endeksi (1970 yılında = 100).

LPA : Yetişkin başına sürücü belgesi sayısı.

$a_1, a_2, b_1, b_2, c_1, c_2$: Katsayılar'dır.

Bu modelde de, gelir dağılımı için, Bates'in (1978) kullandığı gama dağılımı kabul edilmiştir.

Otomobil ehliyeti olanların sayısı, denklem (2.32)'de verilen lojistik büyüme eğrisi ile modellenmiştir (Allanson, 1982).

$$LPA = \frac{s_{LPA}}{(1 + A \cdot e^{B \cdot t})} \quad (2.32)$$

Burada :

t : Zaman (1952 yılında =0).

s_{LPA} : Doygunluk düzeyi (0,80 olarak kabul edilmiştir).

A ve B : Kalibrasyon katsayıları'dır.

❖ Probit fonksiyon modeli (1978)

M. Moutardier ve M. Galude 1978 yılında Fransa'da otomobil sahipliğini belirlemek için probit model yaklaşımını kullanılmıştır. Veri tabanı 1960-1975 yılları arasındaki gözlemler ve istatistiklerden oluşmaktadır. Geliştirilen modelde aile başına otomobil sahipliği, tek otomobil ve birden fazla otomobil için iki probit fonksiyon kullanılarak hesaplanmaktadır. Probit fonksiyon denklemi (2.33)'de verilmiştir.

$$\int_{-\infty}^{U_T \text{ veya } MU_T} \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \Pi}} \cdot \exp\left(-\frac{1}{2} \cdot x^2\right) \cdot dx \quad (2.33)$$

Burada :

U_T : Tek otomobili olan ailerin probit fonksiyonu.

MU_T : İki ve daha fazla otomobili olan ailelerin probit fonksiyonu'dur.

U_T ve MU_T 'nin hesaplanması için Moutardier ve Galude çok değişkenli regresyon çözümlemesinden yararlanmışlardır. Çok değişkenli regresyon modelleri, denklem (2.34) ve (2.35)'de verilmiştir.

$$U_T = -9,7518 + 2,4194 \cdot r - 0,1917 \cdot t + 0,0546 \cdot r \cdot t - 1,335 \cdot \log_{10} P_r \quad (2.34)$$

$$MU_T = -10,3438 + 0,03987 \cdot t + 1,9981 \cdot r - 2,0893 \cdot \log_{10} P_r \quad (2.35)$$

Burada :

r : Gerçek aile gelirinin log 10 tabanına göre değeri (1959 fiyatları ile).

t : Zaman (1960 yılında $t=0$).

P_r : Yeni (0 km) otomobil fiyatı (1959 yılında $P_r=1$)'dir.

Yapılan çok değişkenli regresyon çalışması sonunda, U_T ve MU_T için R^2 sırasıyla 0,988 ve 0,825 olarak hesaplanmıştır(OECD, 1982).

2.1.1.6. Çoklu lojit model

❖ Lerman ve Ben-Akiva (1976)

Lerman ve Ben-Akiva 1976 yılında ABD'de otomobil sahipliğini belirlemek için çoklu lojit model kullanmışlardır. Model denklemi (2.36)'da verilmiştir.

$$P(a, m) = \frac{\exp(V_{am})}{\sum_j \sum_k \exp(V_{jk})} \quad (2.36)$$

Burada :

V_{am} : Otomobile sahip olup iş yolculuğunda “m” türünün kullanılmasının faydası.

a ve j : Alternatif otomobil sahipliği düzeyleri.

m ve k : Alternatif ulaşım türleri.

$P(a,m)$: Olasılık’tır(Allanson, 1982).

Modelde veri olarak 1968 yılında Washington metropolitan bölgesinde yapılan hanehalkı anket çalışması kullanılmıştır.

Model sonuçlarının güvenilirliği, öngörü süresi ve bölgesinde, ulaşım türleri arasındaki durumun aynı kalması ile mümkün olacaktır. Ancak öngörü döneminde bu durumun aynı kalmayacağı gerçeği, Lerman ve Ben-Akiva’nın çeşitli durumlar geliştirerek bu durumlara göre öngörü yapılmasını zorunlu kılmıştır. Bu durumlar ve sonuçları Tablo 2.6’da verilmiştir (Allanson, 1982).

Tablo 2.6 : Çoklu Lojit Model ile Çeşitli Durumlar İçin Öngörüler (Allanson, 1982)

Durum	Tanım	Aile başına öngörülen otomobil sahipliği	İlk duruma göre % fark
Temel durum	Toplu taşıma yok	1,825	-
Durum 1	Düşük toplu taşıma	1,710	6,3
Durum 2	İyi toplu taşıma	1,660	9,0
Durum 3	Çok iyi toplu taşıma	1,622	11,1

❖ Train (1977)

1977 yılında Train, Lerman ve Ben-Akiva’nın (1976) lojit olasılık yöntemini geliştirmiştir.

Train’in geliştirdiği çoklu lojit model denklemi (2.37)’de görülmektedir.

$$P_i = \frac{\exp(\beta \cdot X_i)}{\sum_j \exp(\beta \cdot X_j)} \quad (2.37)$$

Burada :

P_i : i otomobile sahip olma olasılığı (0, 1, 2 ya da 3+ olabilir).

X_i : i otomobile sahip olmayı etkileyen değişkenler vektörü.

β : Katsayılar vektörü'dür.

Kaynaklarda bu modelin uygulaması ile ilgili bir bilgi bulunmamaktadır.

❖ Ayrık lojistik eğriler (1976)

Downes 1976 yılında, otomobil sahipliğinin belirlemek için lojistik eğri modeli ile hesaplanan "ortalama otomobil sahipliği" değerini kullanarak, aile başına 0, 1, 2 ve daha fazla otomobil sahipliğini belirlemek için "ayrık lojit eğriler" kullanmıştır. Downes'in model denklemi (2.38)'de görülmektedir (Button ve diğ., 1982).

$$\left. \begin{aligned} P(0) &= 1 - C + \gamma \cdot C^2 \\ P(1) &= C - 2 \cdot \gamma \cdot C^2 \\ P(2+) &= \gamma \cdot C^2 \end{aligned} \right\} \quad (2.38)$$

Burada :

C : Ortalama otomobil sahipliği.

γ : Katsayı'dır.

Downes'in uyguladığı ayrık lojistik eğriler modelinde iki noktaya dikkat etmek gerekmektedir, bunlar :

- Gelecekteki aile büyüklüğünün belirlenmesi,
- kullanılan iki aşamalı yaklaşımda yapılabilecek hatalardır. Bu aşamalar;
 - ortalama otomobil sahipliği hesabı,
 - otomobil sahipliğinin ailelere dağılımıdır.

❖ Çok boyutlu seçim modeli (multidimensional choice model) (1979)

M. J. Hutchinson 1979 yılında Avustralya'da otomobil sahipliğini çok boyutlu seçim modeli kullanarak belirlemeye çalışmıştır(Hutchinson, 1979).

Hutchinson çalışmasında, Avusturalya'daki Canberra ve Adelaide kentlerini incelemiştir. Canberra'da 1975 yılında, Adelaide'de 1977 yılında yapılan gözlem ve verilerden yararlanılmıştır.

Çok boyutlu seçim modelinde üç sıralama kullanılmıştır :

- I. otomobili olmayan aileler/otomobili olan aileler (0/1+)
- II. tek otomobili olan aileler/birden çok otomobili olan aileler (1/2+)
- III. iki otomobili olan aileler/ikiden çok otomobili olan aileler (2/3+)

Çok boyutlu seçim modeli denklem (2.39)'da verilmiştir.

$$P(\text{seçim}) = \frac{e^U}{1 + e^U} \quad (2.39)$$

Burada;

P(seçim) : Bir üst sıraya geçme olasılığı(yalnızca 1 ya da 0 değerini alabilir).

U : Dolaylı göreceli fayda(indirect relative utility)'dır.

Hutchinson, dolaylı göreceli faydayı (U) hesaplamak için çok değişkenli regresyon denklemini kullanılmıştır. Regresyon modeli denklem (2.40)'da verilmiştir.

$$U = \text{BIAS} + A * \text{GELİR} + B * \text{AİLE YAPISI} + C * \text{ÇALIŞANLAR} \quad (2.40)$$

Burada :

BIAS, A, B ve C : Katsayılar.

GELİR : Yıllık aile geliri (1000\$).

AİLE YAPISI : Aile büyüklüğü.

ÇALIŞANLAR : Ailede tüm gün çalışanların sayısı'dır(Hutchinson, 1979).

Adelaide kentinde dolaylı göreceli faydayı hesaplamak için (2.40) denkleminde yer alan bağımsız değişkenlerden başka 3 bağımsız değişken kullanılmıştır. Bunlar:

1. "Gelir-3000\$" (eşik gelir) (eksi ise sıfır kabul edilmiştir).
2. Ailede tam gün çalışanların sayısı.
3. Ailede yarım gün çalışanların sayısı.

Canberra kentinde ise yine dolaylı göreceli faydanın hesabında denklem (2.40)'da kullanılan bağımsız değişkenlere ek olarak aşağıdaki değişkenler kullanılmıştır.

1. Aile reisinin cinsiyeti (Erkek ise1, kadın ise0)
2. Faaliyet : Aile reisinin işi (işçi ise1, diğerse 0)
3. Otobüs yürümesi 1: Evden otobüs durağına yürüme süresi.

4. Otobüs yürümesi 2: Otobüs durağından iş yerine yürüme süresi.
5. Otobüsler: Aile reisinin toplu taşıma ile yaptığı yolculuk sayısı.
6. Statim : Aile reisinin işyerinde esnek-zaman durumu (evet ise 1, hayır ise 0).

Adelaide ve Canberra kentleri için dolaylı göreceli fayda (U) denklemlerinde bağımsız değişken katsayıları 3 sıralama için ($P(0/1+)$, $P(1/2+)$, $P(2/3+)$) ayrı ayrı hesaplanmıştır. Böylece toplam $2(\text{şehir}) \times 3(\text{durum}) = 6$ farklı dolaylı göreceli fayda (U) denklemi oluşturulmuştur.

Modelden ailede çalışan sayısına göre otomobil sahipliği kestirimleri Adelaide kenti için Tablo 2.7’de görülmektedir.

Tablo 2.7: Adelaide Kentinde Ailede Çalışan Sayısına Göre Otomobili Olan ve Olmayan Aile Sayılarının Model ve Gözlem Değerleri (Hutchinson, 1979)

Otomobil Sahipliğine Göre Aile Sayısı		Ailede Çalışan Sayısı					
		0	1	2	3	4	5+
Otomobil Yok	Gözlem	503	153	34	3	-	-
	Model	545	154	11	-	-	-
Tek Otomobil	Gözlem	451	909	437	41	8	2
	Model	38	813	451	50	6	-
İki ve üstü Otomobil	Gözlem	44	408	529	168	53	10
	Model	74	503	537	162	55	12

2.1.1.7. Eşik gelir yaklaşımı (1973)

Eşik gelir yaklaşımı 1973 yılında Harrison tarafından geliştirilmiştir. Harrison, otomobil sahipliğini etkileyen kullanıcı gelirinin iki bölümden oluştuğunu belirlemiştir :

- Temel ihtiyaçların karşılandığı gelir.
- Temel ihtiyaçların karşılanmasından sonra arta kalan gelir (Button ve diğ., 1982).

Harrison, "eşik geliri" olarak tanımladığı, temel ihtiyaçların karşılanmasıyla sonra geri kalan gelirin otomobil sahipliğini etkilediğini, eşik gelirden daha az gelirin otomobil sahipliğine bir etkisi olamayacağını belirtmiştir. Şekil 2.15'de, Harrison'un eşik gelir yaklaşımı ile "otomobil sahipliği-gelir" ilişkisi görülmektedir.

Eşik gelir yaklaşımı ile Harrison, otomobil sahipliği için denklem (2.41)'de görülen modeli geliştirmiştir.

$$P(1+) = 1 - \frac{1}{\exp\left(\frac{(Y - Y_m)}{K}\right)} \quad (2.41)$$

Burada :

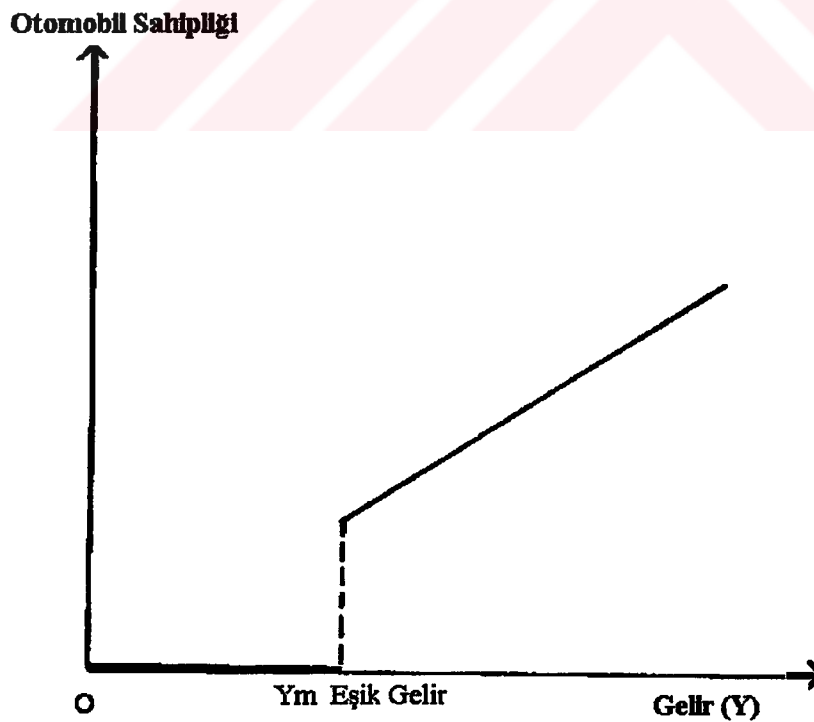
$P(1+)$: Ailenin bir otomobile sahip olma olasılığı.

Y : Gerçek gelir.

Y_m : Gelirin eşik seviyesi (bu değerin altında otomobil sahipliği sıfıra eşit).

K : Ortalama otomobil maliyeti'dir(Button ve diğ., 1982).

Eşik gelir yaklaşımının en zor tarafı "eşik gelirin" belirlenmesidir. Zira eşik gelir kişiden kişiye farklılık göstermektedir.



Şekil 2.15 : Harrison'ın Otomobil Sahipliği-Gelir İlişkisi (Button ve diğ., 1982).

2.1.1.8. S eğrisi modellerinin değerlendirilmesi

Otomobil sahipliği modellenmesinde S eğrisi modelleri, belli bir doygunluk düzeyi içermesi ve zamanla bu noktaya azalan bir artış hızıyla yaklaşması bakımından literatürde önemli yer tutmaktadır.

S eğrisi modellerinin çeşitliliğinin bir nedeni de veri tipidir. Toplulaştırılmış ve ayrık veriler için farklı S eğrisi modelleri geliştirilmiştir.

Toplulaştırılmış verilerin kullanılması durumunda, lojistik eğrinin diğer S eğrilerine (üssel büyüme ve Gompertz) göre çok daha çabuk doygunluk düzeyine yaklaşıyor olması otomobil sahipliğinin davranışına pek uymamaktadır. Bunun en önemli sebebi otomobilin yüksek satın alma maliyetidir. Kullanıcılar böylesi bir malı almak için çok daha zor karar verebilmektedirler.

Ayrık verilerle çalışıldığı zaman, kullanılan S eğrisi modelleri başka birçok alt modeli gereksinim duymakta ve modelleme süreci karmaşık bir yapı almaktadır.

İki tip veri için de geliştirilen S eğrisi modelleri bünyelerindeki bağımsız değişken sayısı 2-3 arasında değişmekte yani bu modellerde çok fazla bağımsız değişken kullanılmamaktadır. Bunun nedeni S eğrisi modellerinde yeni değişkenlerin eklenmesiyle kestirimlerin fazla farklılık göstermemesidir.

S eğrisi modelleri, belli bir doygunluk düzeyi içermesi bakımından özellikle uzun vadeli öngörü çalışmalarında kullanılmaktadır.

2.1.2. Otomobil sahipliği doygunluk düzeyi

1960'lı yılların başında, otomobil sahipliğini modellemek için S eğrilerinin kullanılması ve bu eğrilerde doygunluk düzeyinin önemli bir değişken olması, bu değerin belirlenebilmesi için çeşitli yöntemlerin geliştirilmesine neden olmuştur. Bu yöntemlerden bir kısmı belli bir hesap esasına dayanmakta, bir kısmı ise yalnızca kabullerden oluşmaktadır.

Özellikle uzun dönemli çalışmalarda önemli olan otomobil sahipliği doygunluk düzeyi, çeşitli ülkeler için Tablo 2.8.'de görülmektedir.

Tablo 2.8 : Çeşitli Ülkeler İçin Otomobil Sahipliği Doygunluk Düzeyi (OECD, 1982)

Ülke	S (kişi/otomobil)
Finlandiya	0,70-0,75
Fransa	0,50
Batı Almanya	0,40-0,60
Hollanda	0,65-0,85
İsviçre	0,40-0,50
İngiltere	0,40-0,60
Gelişmekte olan 57 ülke için*	0,30-0,45

*(K. Button, N.Ngoe ve J. Hine 1993)

Otomobil sahipliği doygunluk düzeyinin belirlenmesi için kullanılan çeşitli yöntemlerden bazıları :

1. Gelir seviyesi yöntemi.
2. Ulusal zaman serisi yöntemi.
 - Doğrusal regresyon yaklaşımı.
 - Doğrusal olmayan regresyon yaklaşımı.
3. Kesişim yöntemi.
4. Nüfusun yaş dağılımı yöntemi.

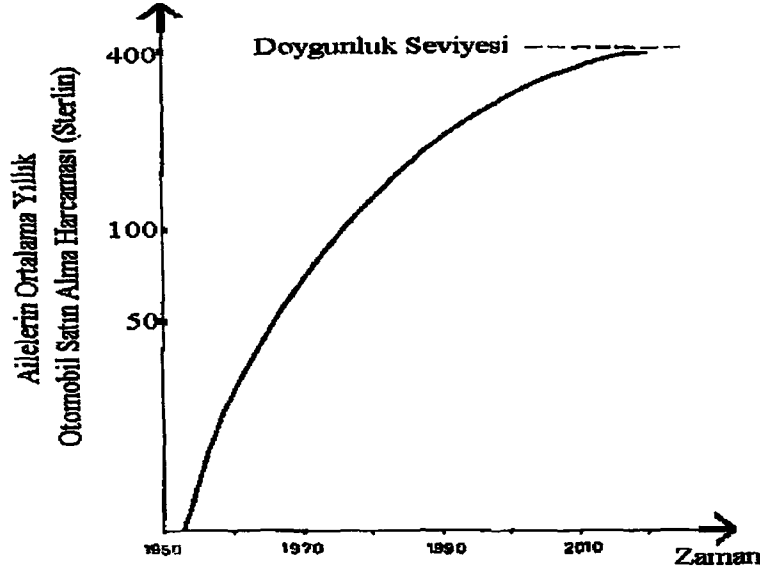
Bu bölümde bu yöntemlerin özellikleri incelenecektir.

2.1.2.1. Gelir seviyesi yöntemi

1967 yılında Mogridge otomobil sahipliğini belirleyebilmek için bir kabul yapmıştır. Bu kabul, "Belli bir gelir grubuna sahip olan insanlar, otomobil satın almak için aynı miktarda para harcarlar. Böylece her gelir grubu için ortalama bir otomobil satın alma bedeli vardır" şeklinde özetlenebilir.

Mogridge, herbir gelir grubundaki ailelerin otomobil satın almak için harcadığı paradan yola çıkarak, yıllar itibariyle, tüm gelir grupları için tek bir otomobil satın alma bedelini hesaplamıştır. Yıllar itibariyle bu değerleri inceleyen Mogridge, belli

bir yıldan sonra otomobil satın alma bedelinin sabit kalacağını varsayarak bir model geliştirmiştir. Bu model Şekil 2.16'da görülmektedir.



Şekil 2.16 : Ailelerin Yıllık Otomobil Satın Alma Harcaması(Allanson, 1982).

Mogridge otomobil sahipliği doygunluk düzeyini 0,66 olarak hesaplanmıştır (Allanson, 1982).

Mogridge'nin modeli, "aynı gelir grubundaki insanların, harcamalarında değişik özellikler gösterecekleri" ve hesaplanan otomobil sahipliği doygunluk düzeyinin çok yüksek olduğu gerekçeleri ile eleştirilmiştir(Allanson, 1982).

2.1.2.2. Ulusal zaman serisi yöntemi

Bu yöntem; ülke genelinde, yıllar itibariyle, otomobil sahipliği ile otomobil sahipliğinin yıllık artış yüzdesi arasındaki ilişki temeline dayanmaktadır. Otomobil sahipliği ve otomobil sahipliğinin yıllık artış yüzdesi arasındaki ilişkiyi veren regresyon denkleminin artış yüzdesini sıfırlayan değeri, doygunluk düzeyi olarak belirlenmektedir.

❖ Doğrusal regresyon yaklaşımı

Tanner 1960 yılında otomobil sahipliğinin belirlenmesi için geliştirdiği lojistik eğri denkleminde yararlanarak, otomobil sahipliğinin yıllık artış oranını G olarak tanımlamıştır (Button ve diğ., 1980).

$$G = \frac{1}{y} \cdot \frac{dy}{dt} = a \cdot (s - y) = a \cdot s - a \cdot y \quad (2.42)$$

Burada :

G : Otomobil sahipliği yıllık artış yüzdesi.

y : Otomobil sahipliği.

s : Otomobil sahipliği doygunluk düzeyi.

t : Yıl.

a : Katsayı'dır.

s, otomobil sahipliği doygunluk düzeyinin belirlenmesi için “G” ve “y” arasında doğrusal bir regresyon denklemi kullanılmıştır.

$$G = \alpha + \beta \cdot y \quad (2.43)$$

(2.43) denkleminde yıllık artış oranını (G) sıfırlayan y değeri ($y = -\alpha/\beta$) doygunluk düzeyi olarak değerlendirilmiştir.

Doğrusal regresyon yaklaşımı ile İngiltere’de 1952-1973 yılları arasındaki veriler kullanılarak otomobil sahipliği doygunluk düzeyi 0,34 olarak hesaplanmıştır.

❖ Doğrusal olmayan regresyon yaklaşımı

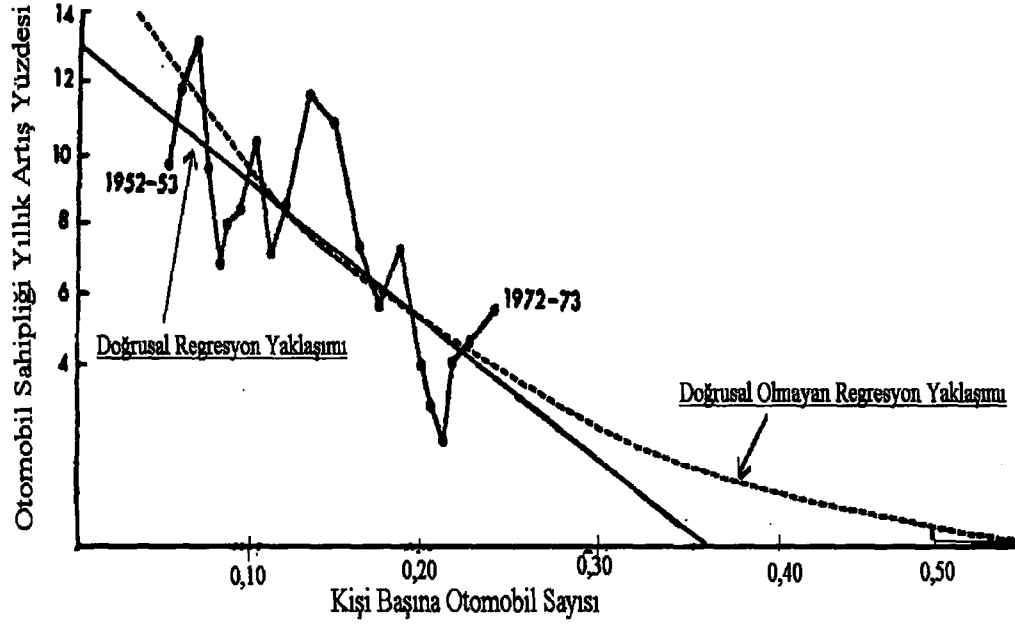
Bu yaklaşımda otomobil sahipliği yıllık artış oranı, iki farklı doğrusal olmayan regresyon denklemi kullanılarak modellenmiştir. Bu denklemler (2.44) ve (2.45)’de görülmektedir. (Button ve diğ., 1980)

$$G = \alpha - \beta \cdot y^2 \quad (2.44)$$

$$G = \alpha + \beta \cdot \ln(y) \quad (2.45)$$

İki denklemde de otomobil sahipliği yıllık artış oranını (G) sıfırlayan y değerleri otomobil sahipliği doygunluk düzeyini vermektedir.

Doğrusal olmayan regresyon yaklaşımı ile İngiltere’de 1952-1973 yılları arasındaki veriler kullanılarak otomobil sahipliği doygunluk düzeyi 0,55 olarak hesaplanmıştır(Allanson, 1982). Doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon yaklaşımı aynı dönem için Şekil 2.17’de görülmektedir.

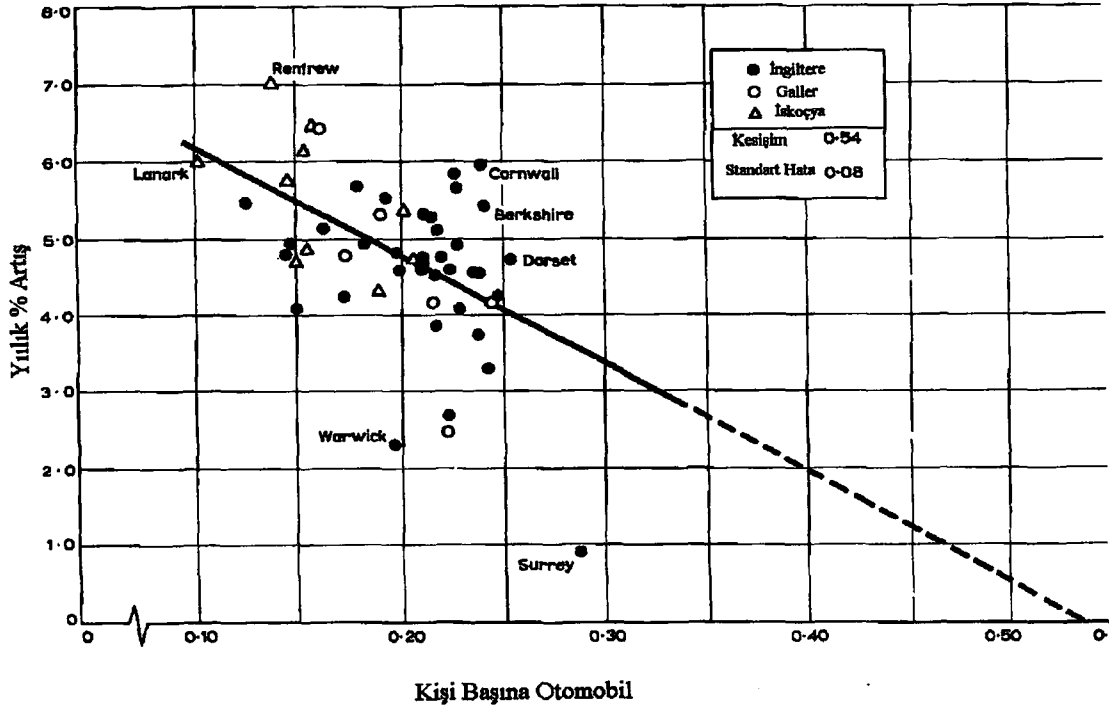


Şekil 2.17 : Doğrusal Olmayan Regresyon Yaklaşımı ile İngiltere'de 1952-1973 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği Doygunluk Düzeyi (Mullen ve White, 1977a)

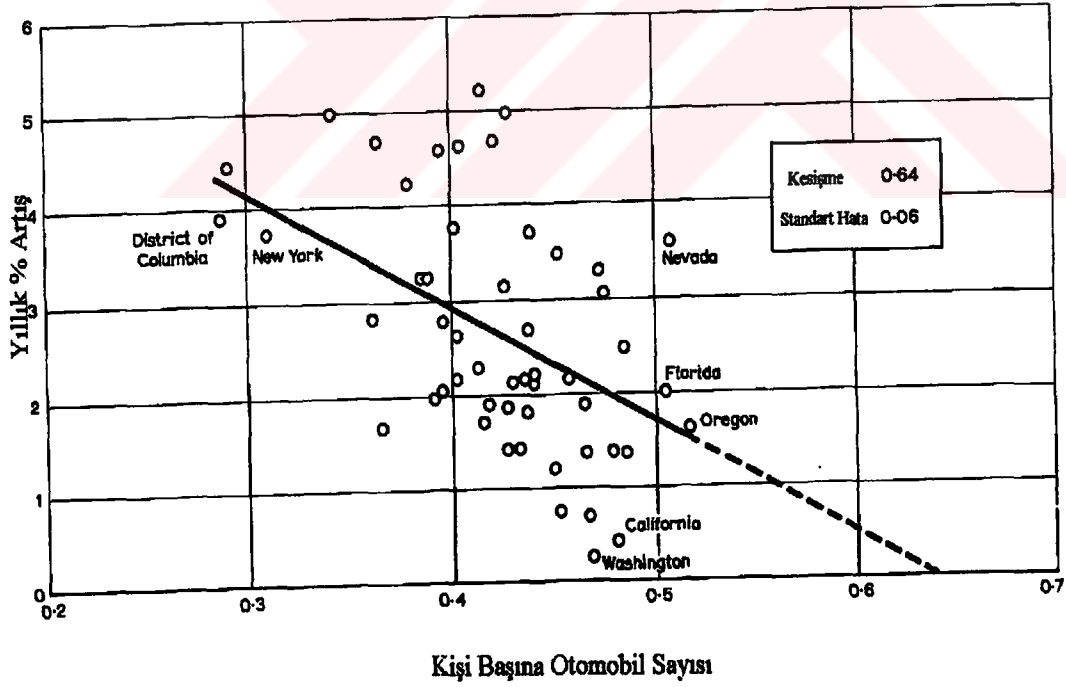
2.1.2.3. Kesişim yöntemi

Bu yöntem; belli bir dönemde, çeşitli bölgelere ayrılmış çalışma alanı içinde, "otomobil sahipliği" ile "otomobil sahipliğinin o dönem içindeki artış yüzdesi" ilişkisinden yararlanılarak otomobil sahipliği doyumluk düzeyi hesaplanır. Ulusal zaman serisi yönteminde olduğu gibi, incelenen dönem içindeki otomobil sahipliği ve otomobil sahipliğinin artış yüzdesi arasındaki ilişkiyi veren regresyon denkleminin artış yüzdesini sıfırlayan değeri, doyumluk düzeyi olarak belirlenmektedir.

İngiltere'de 1965-1970 ve 1970-1972 yılları arasındaki dönemlerde incelemede otomobil sahipliği doyumluk değerleri sırasıyla 0,56 ve 0,51 olarak hesaplanmıştır. ABD'de 1960-1965 ve 1967-1970 yılları arasındaki dönemde ise otomobil sahipliği doyumluk değeri sırasıyla 0,67 ve 0,64 olarak hesaplanmıştır(Tulpule, 1973, Tanner, 1974) . Şekil 2.18 ve 2.19'de İngiltere ve ABD için Kesişim Yöntemi görülmektedir.



Şekil 2.18 : İngiltere'de 1965-1970 Yılları Arasında Kesişim Yöntemi'ne Göre Otomobil Sahipliği Doygunluk Düzeyi (Tulpule, 1973)



Şekil 2.19 : ABD'de 1967-1970 Yılları Arasında Kesişim Yöntemi'ne Göre Otomobil Sahipliği Doygunluk Düzeyi(Tulpule, 1973)

2.1.2.4. Nüfusun yaş dağılımı yöntemi

Nüfusun yaş dağılımı yöntemi kabullerden oluşmaktadır. Mogridge(Mullen ve White, 1977a), Tanner (Tanner, 1974) ve Telford (Mullen ve White, 1977b) farklı kabuller yaparak, otomobil sahipliği doygunluk düzeyini belirlemeye çalışmışlardır. Bu yöntem ile hesaplanan doygunluk değeri; yaşlı nüfusun toplam nüfus içindeki payının artması gibi demografik yapıda meydana gelecek bir farklılaşmada, değişiklik gösterecektir.

❖ Mogridge'nin nüfusun yaş dağılımı yaklaşımı(Mullen ve White, 1977a)

Mogridge, otomobil sahipliği doygunluk düzeyine;

- yetişkin erkeklerin %95'inin,
- yetişkin kadınların %80'inin

otomobil sahibi olması ile varılacağını kabul etmiştir.

17 yaşından küçükler ve otomobil kullanamayacak derecede yaşlı olan insanlar da hesaba katılarak 1970 yılında İngiltere için otomobil sahipliği doygunluk değeri 0,60 olarak hesaplanmıştır.

❖ Tanner'ın nüfusun yaş dağılımı yaklaşımı(Tanner, 1974)

Tanner'in yaklaşımına göre otomobil sahipliği doygunluk düzeyine;

- yaşları 17-64 arasında olanların %90'ı
- yaşları 65'in üzerinde olanları ise %50'si

otomobil sahibi olunca erişilecektir.

1972'de İngiltere'de; 17-64 yaş arasındaki nüfusun toplam nüfusa oranı %59,8; 65 yaş üstü nüfusun toplam nüfusa oranı ise %13,2 idi. Buna göre otomobil sahipliği doygunluk değeri,

$$0,90*0,598+0,50*0,132 = 0,604 \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

❖ Telford'un nüfusun yaş dağılımı yaklaşımı(Mullen ve White, 1977b)

Telford'un yaklaşımına göre otomobil sahipliği doygunluk düzeyine;

- yaşları 16-64 arasındaki erkeklerin %90'ı,

- yaşları 16-59 arasındaki kadınların %70'i
- emeklilik yaşı üstündekilerin %50'si

otomobil sahibi olunca erişilecektir.

2.1.3. Çok değişkenli regresyon modelleri

Otomobil sahipliği ile ilgili olarak geliştirilen çok değişkenli regresyon modelleri şu şekilde sıralanabilir :

- ABD (1964), (1966), (1966), (1975)
- Kaliforniya Motorlu Araçlar İdaresi (1979)
- İngiltere ve ABD (1979)
- Türkiye (1981)
- Gelişmekte olan ülkeler (1986)
- Türkiye ve İstanbul (1992)
- Bir yıl gecikmeli (lagged) (1990)
- Bir ve iki yıl gecikmeli (1998)

❖ ABD'de çok değişkenli regresyon uygulaması

Beesley ve Kain 1964 yılında ABD şehirlerinde otomobil sahipliğini belirlemek için geliştirdikleri çok değişkenli regresyon modelinde 1960 yılına ait “nüfus yoğunluğu” ve “aile gelirinin medyanı” verilerini kullanılmışlardır.

O tarihe kadar İngiltere’de yapılan otomobil sahipliği model çalışmalarında hesaplanan modellerin geçerliliği, hem İngiltere hem de ABD için doğru sonuçlar vermesine bağlı olduğu halde Beesley ve Kain geliştirdikleri regresyon denkleminin İngiltere’deki şehirlere uygulanarak doğruluğunun test edilmesinin gerekmediğini belirtmişlerdir. Bunun nedeni, geliştirilen regresyon modelinin, yalnızca ABD'deki otomobil sahipliğini etkileyen değişkenleri içermesidir.

ABD’de 1966 yılında Botting tarafından otomobil sahipliğinin belirlenmesi için farklı bir çok değişkenli regresyon çalışması yapılmış ve bu çalışmada bağımsız

değişken olarak “gelir” ve doygunluk düzeyini de belli ölçüde hesaba katan “sürücü belgesi sayısı” kullanılmıştır (Allanson, 1982).

Ekonomik yapının giderek karmaşık bir hale gelmesi, ekonomik yapı ile ilgili modellerin de gelişmesine neden olmuştur. Bu bağlamda, otomobil sahipliği için kullanılan çok değişkenli regresyon modellerinin de, daha çok bağımsız değişkeni içermesi gündeme gelmiştir.

1966 yılında Dyckman, ABD’de 1959-1962 yılları “gelir”, “yeni otomobil satışları”, “otomobil stokları”, “kredi terimi” kullanarak çok değişkenli yeni bir regresyon modeli geliştirmiştir.

Kulash tarafından 1975 yılında ABD için, “otomobil sahipliği/aile gelir dağılımı eğrilerini”nden yararlanılarak çok değişkenli bir regresyon modeli kurulmuştur. Bu modelde otomobil sahipliği, gelir dağılımının bir fonksiyonu olarak hesaplanmaktadır. Model denklemi (2.46)’da verilmiştir (Allanson, 1982).

$$O_t = \sum_I H_I \cdot P_{It} \cdot R_t = \ln(O_t) = \sum_I \ln(H_I \cdot P_{It} \cdot R_t) = \sum_I [\ln(H_I) + \ln(P_{It}) + \ln(R_t)] \quad (2.46)$$

Burada :

- O_t : t yılında otomobil sahipliği.
 H_I : I gelirindeki aile başına otomobil sahipliği.
 P_{It} : t yılında I gelirine sahip ailelerin oranı.
 R_t : t yılında ABD’deki toplam aile sayısı.
 I : Aile geliri’dir.

1970 yılındaki verileri kullanarak Kulash, H_I ’yı gelir cinsinden denklem (2.47)’de görüldüğü şekilde hesaplanmıştır.

$$H_I = 0,01786 \cdot I^{0,4743} \quad (2.47)$$

Burada I 1967 yılı sabit fiyatlarla dolar cinsinden gelirdir(Allanson, 1982).

❖ Kalifornia Motorlu Taşıtlar İdaresi

ABD’de, “Kalifornia Motorlu Taşıtlar İdaresi” tarafından otomobil sahipliğinin belirlenmesi için 1979 yılında, 1960-1977 yılları arasındaki veriler kullanılarak çok değişkenli bir regresyon modeli kullanılmıştır. Model denklemi (2.48)’de verilmiştir.

$$Y = -5873,0000 + 1,4633 \cdot X_1 - 1217,6700 \cdot X_2 \quad (2.48)$$

Burada :

Y : Otomobil sayısı.

X₁ : Kalifornia’da 16-64 yaş arasındaki nüfus.

X₂ : Gayri safi milli hasıla (milyar \$)’dır.

Modelde iki bağımsız değişken kullanılarak $R^2 = 0,9906$ gibi çok yüksek bir belirlilik katsayısı değerine ulaşılmıştır (Allanson, 1982).

Yalnızca R^2 ’ye bakılırsa modelin çok başarılı olduğu söylenebilir. Ancak model katsayıları incelenirse, GSMH’nın (X₂) katsayısının eksi olduğu görülür. Otomobil sahipliğini belirlemek için yapılan bütün çalışmalarda gelirin katsayısı pozitif olduğu yani otomobil sahipliğinin gelir ile doğru orantılı olduğu açıktır. GSMH’nın artması hiçbir zaman kullanıcı gelirlerinin azalması anlamına gelemmez. Bu durumda, oluşturulan çok değişkenli regresyon modelinin mantığa aykırı olduğu ve bu modelle yapılan öngörülerin güvenilir olmadığı söylenebilir.

Otomobil sahipliği ile tek tek ilişkilerine bakılan 2 değişkenin de otomobil sahipliği ile doğru orantılı olması gerektiği açıktır. Ancak çok değişkenli regresyon modeli uygulandığında, bağımsız değişkenlerin katsayılarının değişmesinin sebebi, bağımsız değişkenler arasında "içsel bağımlılık" olarak tanımlanan ilişkidir. Çok değişkenli regresyon çözümlemesinde en önemli ilkelerden bir tanesi de bağımsız değişkenler arasında ilişkinin olmamasıdır. Eğer bu değişkenler arasında ilişki söz konusu ise, regresyon modelinin güvenilir sonuçlar vermesi beklenemez.

Sonuç olarak, çok değişkenli regresyon modellerinde dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, oluşturulan modeldeki değişkenlerin ve bu değişkenlere karşı gelen katsayıların mantıksal bir çelişki içinde olmamasıdır.

❖ İngiltere ve ABD'de çok değişkenli regresyon uygulaması (1979)

S.R. Jones ve J.C. Tanner İngiltere’de, 1979 yılında, 1971 yılındaki nüfus ve bölge verilerini kullanarak, otomobil sahipliği için bir çok değişkenli regresyon çalışması yapmışlardır. Şehir bazında otomobil sahipliği verilerine dayanan model, İngiltere’de 6 bağımsız değişken, Amerika Birleşik Devletleri’nde ise 9 bağımsız değişken kullanılarak oluşturulmuştur (Jones ve Tanner, 1979).

İngiltere için geliştirilen otomobil sahipliği modelinde kullanılan bağımsız değişkenler;

- x_1 : 1971 yılında hektar başına insan nüfusunun e tabanında logaritması.
- x_2 : 1970-1972 yılları arasında net gelir.
- x_3 : 1961-1971 yılları arasında nüfus artışının yüzdesi.
- x_4 : 1971’de 0-14 yaş arasındaki nüfusun toplam nüfusa oranı.
- x_5 : 1971’de 65 yaşın üzerindeki nüfusun toplam nüfusa oranı.
- x_6 : Ekonomik olarak aktif olan erkeklerin 3.(profesyonel işi olan, iş sahibi) ve 12.(profesyonellerden başka kendi hesabına çalışan) sosyo-ekonomik grupta olanların oranı.

İngiltere için oluşturulan çok değişkenli regresyon modeli, "y" otomobil sahipliği olmak üzere, denklem (2.49)’da verilmiştir.

$$y = 0,360 - 0,0151 \cdot x_1 + 0,000101 \cdot x_2 + 0,0175 \cdot x_3 - 1,13 \cdot x_4 - 0,730 \cdot x_5 + 1,37 \cdot x_6 \quad (2.49)$$

Bu model için hesaplanan $R^2 = 0,89$ ’dir(Jones ve Tanner, 1979).

ABD için yapılan otomobil sahipliği model çalışmasında 225 şehirdeki verilerden yararlanılmış, burada otomobil sahipliğinin 25 değişken ile ilişkili olduğu görülmüş, çok değişkenli regresyon modeli ise bu değişkenlerden dokuzu kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Jones ve Tanner, 1979).

A.B.D için geliştirilen otomobil sahipliği modelinde kullanılan bağımsız değişkenler;

- x_1 : Nüfus yoğunluğu (hektar başına).
- x_2 : Kişi başına net gelir(100 dolar).
- x_3 : Nüfusun yaş medyanı.

- x_4 : Aile büyüklüğü.
- x_5 : Şehir nüfusu (1000).
- x_7 : Tek binadan oluşan evlerin yüzdesi.
- x_8 : 1950'den önce inşaa edilen ev yüzdesi.
- x_9 : 1960'dan sonra inşaa edilen ev yüzdesi.
- x_{10} : 1960-1970 arasında nüfus artış yüzdesi'dir.

ABD için oluşturulan çok değişkenli regresyon modeli, "y" otomobil sahipliği olmak üzere denklem (2.50)'de verilmiştir.

$$\begin{aligned}
 y = & -0,062 - 0,000608 \cdot x_1 + 0,06871 \cdot \ln(x_1) - 0,00222 \cdot x_2 \cdot \ln(x_1) \\
 & + 0,00567 \cdot x_2 + 0,199 \cdot \ln(x_2) + 0,00654 \cdot x_3 - 0,000122 \cdot (x_3)^2 \\
 & - 0,119 \cdot x_4 + 0,0000379 \cdot x_5 - 0,00370 \cdot (x_5)^{1/2} + 0,00255 \cdot x_7 \\
 & - 0,0000159 \cdot (x_7)^2 - 0,00244 \cdot (x_8) - 0,00204 \cdot x_9 + 0,000666 \cdot x_{10}
 \end{aligned} \tag{2.50}$$

Bu model için hesaplanan $R^2 = 0,88$ 'dir(Jones ve Tanner, 1979).

Hesaplanan regresyon modelinde, bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiler hakkında bir bilgi bulunmamaktadır. Modeldeki değişken sayısı, gereğinden fazla bağımsız değişkenin modele dahil edildiği düşüncesini doğurmaktadır. Bu bağımsız değişkenler arasında içsel bağımlılığın olabileceği düşünülmektedir. Örneğin yıllık bazda gözlenen nüfus yoğunluğu (x_1) ve şehir nüfusu (x_5) arasında çok yüksek bir ilişkinin olduğu açıktır.

❖ Türkiye'de çok değişkenli regresyon uygulaması (1981)

Türkiye Sınai Kalkınma Bankası tarafından, 1981 yılında "Karayolları Yolcu ve Yük Taşıtları Arz ve Talebi" başlıklı bir araştırma raporu yayınmıştır.

Bu raporda, 1967-1980 yılları arasındaki veriler kullanılarak, yurtiçi otomobil satışları için çok değişkenli regresyon modeli geliştirilmiştir. Model denklemini (2.51)'de verilmektedir.

$$Y = -346,951 - 10,568 \cdot X_1 - 17 \cdot X_2 + 36,835 \cdot X_3 - 281 \cdot X_4 \tag{2.51}$$

Burada :

Y : Yurtiçi otomobil satışları (adet/yıl).

- X_1 : Otomobil fiyatı / kişi başına milli gelir (cari fiyatlarla).
 X_2 : Kişi başına milli gelir/benzin fiyatı (cari fiyatlarla).
 X_3 : Çimento ve bitümlü yolların uzunluğu (1.000 km.).
 X_4 : Konut adeti (1000 adet)'dir.

Regresyon çalışması sonunda $R^2=0,96$ olarak hesaplanmış ve istatistik açıdan %99 güven aralığında anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür(Demirci B., 1981).

Ancak modeldeki X_2 bağımsız değişkeninin (kişi başına milli gelir/benzin fiyatı) katsayısının eksi olması modelin tutarsızlığını göstermektedir. Bu katsayı eksi işaretli olması, KBMG'nin benzin fiyatına göre daha fazla artması durumunda, otomobil satışlarının azalacağı anlamına gelmektedir. Modelde bu katsayının eksi olmasının nedeni, modele esas alınan dönem içinde X_2 değişkeninin değerinin önce artması, 1976 yılından sonra ise azalmasıdır. Bu durumda yapılması gereken modelde katsayıları mantığa aykırı olan değişkenlerin değiştirilmesidir.

Türkiye Sınai Kalkınma Bankası tarafından geliştirilen bu model çok yüksek bir R^2 değerini sahip olsa bile, yukarıda açıklanan nedenle tutarlı bir model değildir.

❖ Gelişmekte olan ülkeler için otomobil sahipliği modellemesi

M. A. Khan ve L.G. Willumsen 1986 yılında gelişmekte olan 18 ülke için otomobil sahipliğini incelemişlerdir. Bu ülkelerde, verilerin elde edilebildiği yıl ve otomobil sahipliği değerleri Tablo 2.9'da verilmiştir(Khan ve Willamsen, 1986).

Khan ve Willumsen gelişmekte olan ülkelerde otomobil sahipliğini modellemek için çok değişkenli regresyon modelini kullanmışlardır. Otomobil sahipliği için geliştirdikleri üç farklı model denklem (2.52), (2.53), ve (2.54)'de verilmektedir. (2.52) denklemi doğrusal, (2.53) denklemi yarı-doğrusal (2.54) denklemi logaritmiktir.

$$CO = 67,4 + 0,0953 \cdot GNPH + 0,0826 \cdot PURTAX - 0,308 \cdot OWNTAX + 0,0007 \cdot IMPDUTY - 667 \cdot FUEL + 0,232 \cdot POPDEN \quad (2.52)$$

$$CO = 361 + 75,5 \cdot \ln(GNPH) - 0,373 \cdot \ln(PURTAX) - 2,65 \cdot \ln(OWNTAX) - 0,682 \cdot \ln(IMPDUTY) - 29,4 \cdot \ln(FUEL) + 2,04 \cdot \ln(POPDEN) \quad (2.53)$$

$$\begin{aligned}\ln(\text{CO}) = & 5,77 + 1,32 \cdot \ln(\text{GNPH}) + 0,061 \cdot \ln(\text{PURTAX}) \\ & - 0,0511 \cdot \ln(\text{OWNTAX}) - 0,0278 \cdot \ln(\text{IMPDUTY}) \\ & - 0,368 \cdot \ln(\text{FUEL}) + 0,0134 \cdot \ln(\text{POPDEN})\end{aligned}\quad (2.54)$$

Burada :

- CO : Bin kişi başına otomobil sayısı.
GNPH : Kişi başına milli gelir.
PURTAX : Otomobil başına satın alma ve tescil vergisi.
OWNTAX : Otomobil başına sahip olma vergisi (yıllık).
IMPDUTY : Otomobil başına gümrük vergisi.
FUEL : Normal benzin fiyatı.
POPDEN : Nüfus yoğunluğu(km² başına)'dur.

Tablo 2.9 : Gelişmekte Olan Ülkelerde Kişi Başına Otomobil Sahipliği Değerleri
(Khan ve Willamsen, 1986)

Ülke	Yıl	Oto. sahipliği	Ülke	Yıl	Oto. sahipliği
Belçika	1971	0,220	Kıbrıs	1971	0,098
Fransa	1971	0,255	Yunanistan	1971	0,030
Batı Almanya	1971	0,250	Meksika	1973	0,029
İngiltere	1971	0,224	Kenya	1975	0,006
İzlanda	1971	0,223	Sierra Leone	1975	0,004
Hollanda	1972	0,229	Mali	1973	0,003
İsviçre	1971	0,232	Sri Lanka	1971	0,007
Norveç	1971	0,189	Madagaskar	1971	0,006
Finlandiya	1971	0,163	Hindistan	1971	0,001

(2.52), (2.53) ve (2.54) denklemleri için hesaplanan R² değerleri sırasıyla 0,95; 0,86 ve 0,98'dir. Modelde kullanılan bağımsız değişkenler arasında içsel bağımlılıklar Tablo 2.10'da verilmiştir.

Khan ve Willumsen'in geliştirdikleri modellerde elde edilen regresyon katsayıları çok yüksek bile olsa, modeller aşağıda belirtilen konularda sakıncalar taşımaktadır.

Tablo 2.10 : Bağımsız Değişkenlerin İçsel Bağımlılıkları (r değerleri).

	GNPH	PURTAX	OWNTAX	FUEL	IMPDUTY
GNPH	1,000	0,020	0,043	0,039	0,123
PURTAX		1,000	0,040	0,033	0,025
OWNTAX			1,000	0,012	0,028
FUEL				1,000	0,007
IMPDUTY					1,000

- Veri olarak alınan ülkeler arasında ciddi farklar bulunmaktadır. Fransa, B. Almanya, İngiltere gibi ülkeleri, gelişmekte olan ülkeler olarak değerlendirmek yanlıştır.
- Modelin oluşturulması için kullanılan ülke sayısı 18’dir. Bu değer regresyon çözümlemesi için az olarak nitelendirilebilecek bir değerdir.
- Modellerde çok yüksek regresyon katsayılarının elde edilmesinin bir nedeni de; örnek
- sayısının az (18), bağımsız değişken sayısının çok (6) olmasıdır.
- Bağımsız değişkenler arasında içsel bağımlılığın olmayışı regresyonun zamansal değil mekansal veriler (kesit analizi verileri) kullanılarak yapılmış olmasından kaynaklanmaktadır. Mekansal verilerde bile, çalışma kapsamında incelenen ülkeler birbirlerine daha yakın özellikte olsalar idi (örneğin yalnızca Avrupa ülkeleri), içsel bağımlılıklar ortaya çıkabilecektir.
- Çok değişkenli regresyon çözümlemesinin mekansal veriler ile gerçekleştirilmiş olması, bu modeller ile yapılacak öngörülerin güvenilirliğini azaltmaktadır.

❖ Türkiye’de ve İstanbul’da otomobil sahipliği modellemesi

İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Ulaştırma Anabilim Dalı’nda 1992 yılında Murat ÖZGE tarafından Prof. Dr. Haluk GERÇEK’in danışmanlığında “Otomobil Sahipliğinin Modellenmesi” isimli bir yüksek lisans tez çalışması yapılmıştır(Özge, 1992).

Bu çalışmada, Türkiye ve İstanbul'da otomobil sahipliğini belirlemek için 1980-1989 yılları arasındaki yıllık veriler kullanılarak çok değişkenli regresyon modeli kurulmuştur. Türkiye ve İstanbul için geliştirilen modeller sırasıyla (2.55) ve (2.56) denklemlerinde görülmektedir.

$$\ln Y = -7,98020 - 0,5118 \cdot \ln X_1 - 0,01776 \cdot \ln X_2 + 0,989012 \cdot \ln X_3 \quad (2.55)$$

$$\ln Y = -0,264141 - 0,48499 \cdot \ln X_1 - 0,05984 \cdot \ln X_2 + 0,514093 \cdot \ln X_3 \quad (2.56)$$

Burada :

Y : 1000 kişi başına otomobil sayısı.

X₁ : Ortalama benzin fiyatı(1990 yılı sabit fiyatları ile TL. olarak).

X₂ : Yerli otomobil fiyatı(1990 yılı sabit fiyatları ile TL. olarak).

X₃ : Kişi başına gayri safi milli hasıla(1990 yılı sabit fiyatları ile TL. olarak).’dır.

Türkiye için geliştirilen modelde R²=0,97; İstanbul için geliştirilen modelde R²=0,95 olarak hesaplanmıştır(Özge, 1992).

Çalışmada Türkiye ve İstanbul'da 2005 yılındaki otomobil sahipliği, benzin fiyatı ve kişi başına gayri safi milli hasılanın çeşitli durumları için hesaplanmıştır. Buna göre 2005 yılı için modelden elde edilen otomobil sahipliği öngörülleri Tablo 2.11'de görülmektedir(Özge, 1992).

Tablo 2.11 : Türkiye ve İstanbul'da 2005 Yılı için 1000 Kişi Başına Otomobil Sayısı Öngörülleri(Özge, 1992)

	KBGSMH TL.	Benzin Fiyatı TL.	
		2.215	1.745
Türkiye	5.000.000	20,7	23,3
	6.544.347	26,9	30,4
	10.874.435	44,5	59,8
İstanbul	9.000.000	41,6	46,7
	16.311.574	56,5	63,4
	17.000.000	57,7	64,8

Kişi başına gayri safi milli hasıla (KBGSMH) ve benzin fiyatı, 1990 sabit TL fiyatları ile verilmiştir.

Model çalışması aşağıda belirtilen konularda eleştirilere açıktır.

- Öngörülerde yer alan "yerli otomobil fiyatının" ne şekilde değişeceği hakkında bir bilgi bulunmamaktadır. Bu nedenle geliştirilen modeller kullanılarak, gelecek için hesaplanan otomobil sahipliği değerleri tam olarak anlaşılamamaktadır.
- Çalışmada parasal değerler 1990 yılı sabit fiyatlarına çevrilmiştir. Türkiye'de yayınlanan istatistiklerde ekonomik değerlendirmeler, cari ya da 1987 yılı sabit fiyatlarıdır. Bu durumda model ile öngörülerde bulunabilmek için yeni endekslerin oluşturularak 1987 yılı sabit fiyatlarının 1990 yılı sabit fiyatlarına çevrilmesi gerekmektedir. Bu ise modelin kullanımını güçleştirmektedir.
- Tüm parasal değişkenleri ABD Doları cinsine çevirerek bir kestirim yapıldığında; 1990 yılında $1\$ = 2.635 \text{ TL.}$, 1997 yılında benzin fiyatı 0,70 \$, Türkiye'de kişi başına gayri safi milli hasıla 3.000\$, İstanbul'da kişi başına gayri safi milli hasıla 4.750\$ olduğuna göre modeller ile 1000 kişi için otomobil sahipliği değerleri Türkiye için 40, İstanbul için 55 olarak hesaplanmaktadır. 1997 yılında Türkiye'de 1000 kişi başına otomobil sahipliği 57, İstanbul'da ise bu rakam 98'dir. Buna göre model ile hesaplanan otomobil sahipliği değerlerinde Türkiye için %42, İstanbul için %72'lik bir hata söz konusudur.
- Çalışmada gelecek için öngörülen otomobil sahipliği değerlerinin düşük olmasının nedeni, modelde yer alan KMGSMH değişkeninin gelecekteki değerleri için, doğrusal olmayan ikinci dereceden bir eğrinin kabul edilmesidir. İkinci derece eğrinin, en büyük değerinden sonra (türevi sıfıra eşitlenerek bulunan değer) azalması nedeniyle, azalmanın başladığı yıldan sonra bu değer sabit kalacağı kabul edilmiştir. Dolayısıyla her ne kadar kullanıcı geliri değişkeni modelde yer alsada modelin bu değişkene duyarlılığı söz konusu değildir.
- Yapılan model çalışmalarında çok yüksek belirlilik katsayılarının elde edilmesinin nedeni kullanılan verilerin sadece 10 yıllık olmasından kaynaklanmaktadır. Üç bağımsız değişken kullanıldığında regresyon denkleminde serbestlik derecesi 6 olmaktadır. Bu ise modelde kullanılan verinin yeterince uzun olmadığını göstermektedir.

❖ Bir yıl gecikmeli (lagged) çok değişkenli regresyon modeli (1990)

1990 yılında Phang ve Chin, Singapur'da otomobil sahipliğini belirleyebilmek için gecikmeli çok değişkenli regresyon modeli kullanmışlardır. Modelde; "t" yılındaki otomobil sahipliği; bir önceki yıllara ait otomobil sahipliği, kullanıcı geliri ve otomobil maliyetinin o yıl ve bir önceki yılki değerleri yardımıyla hesaplanmaktadır. Model denklemi (2.57)'de görülmektedir (Olszawski ve Turner, 1993).

$$\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right) = 1,93 \cdot \ln\left(\frac{Y_2}{Y_1}\right) - 0,48 \cdot \ln\left(\frac{C_2}{C_1}\right) \quad (2.57)$$

Burada :

R_2 : t yılında kişi başına otomobil sayısı.

R_1 : t-1 yılında kişi başına otomobil sayısı.

Y_2 : t yılında kişi başına gelir.

Y_1 : t-1 yılında kişi başına gelir.

C_2 : t yılında otomobil sahipliği maliyeti(taşıt vergisi, tescil vergisi, yol vergisi dahil).

C_1 : t-1 yılında otomobil sahipliği maliyeti(taşıt vergisi, tescil vergisi, yol vergisi dahil)'dir.

Kaynaklarda bu modelin uygulanması ile ilgili başka bir bilgi bulunamamaktadır.

❖ Bir ve iki yıl gecikmeli çok değişkenli regresyon modeli (1998)

D. P. Prevedouros ve Ping An (1998) Asya ülkelerinde otomobil sahipliğini incelemişlerdir.

Asya ülkelerinde, gelişmiş ülkelerden farklı olarak otomobil sahipliğinin modellenmesi için kullanılabilecek türden anket ve gözlem çalışmalarının yetersizliği bu çalışmada zaman serileri regresyon çözümlemesinin kullanılmasında neden olan etkenlerdendir. Çok değişkenli regresyon modelinde, çeşitli bağımsız değişkenlerin yanı sıra otomobil sahipliğinin bir ve iki yıl önceki değerleri de birer bağımsız değişken olarak yer almaktadır.

Çalışmada; gelişmekte olan Asya ülkelerinden "Çin, Hindistan, Tayland ve Malezya", gelişmiş Asya ülkelerinden "Japonya, Singapur, Güney Kore ve Hong

Kong" ve gelişmiş batı ülkelerinden "ABD, Kanada, Hollanda ve İngiltere" incelenmiştir.

Modellemede 1963-1990 yılları arasındaki veriler kullanılırken, Çin'de ve Hong Kong'da veriler sırasıyla 1978 ve 1970 yıllarından 1990 yılına kadardır.

Tablo 2.12'de her ülke için zaman serileri regresyonu ile oluşturulan modeller ve bu modellerin Durbin-Watson istatistikleri görülmektedir.

Tablo 2.12: Çeşitli Ülkelerde Zaman Serisi Regresyonu ile
Otomobil Sahipliği Modelleri(Prevedouros ve An, 1998)

Ülke	Model	Durbin-Watson
Çin	$OS_n = -0,32 + 0,59 \cdot OS_{n-1} + 0,70 \cdot OS_{n-2} + 0,017 \cdot LGDP_C$	1,3
Hindistan	$OS_n = 0,745 + 0,81 \cdot OS_{n-1} + 0,00017 \cdot LGDP_C$	1,2
Tayland	$OS_n = -1,96 + 0,72 \cdot OS_{n-1} + 0,015 \cdot LGDP_C - 0,002 \cdot RPL$	1,6
Malezya	$OS_n = -12,50 + 0,27 \cdot OS_{n-1} + 0,0016 \cdot GDP_C - 0,25 \cdot RPL$	1,6
Japonya	$OS_n = -48,92 + 0,815 \cdot OS_{n-1} + 0,0089 \cdot LGDP_C$	1,5
Singapur	$OS_n = -8,38 + 0,678 \cdot OS_{n-1} + 0,006 \cdot GDP_P$ $+ 57,1 \cdot ROADS - 0,947 \cdot DEFLATOR$	1,5
G. Kore	$OS_n = -5,43 + 0,91 \cdot OS_{n-1} + 1,45 \cdot OS_{n-2} + 0,00067 \cdot GDP_C$ $- 0,0014 \cdot RPL$	1,1
Hong Kong	$OS_n = 0,996 \cdot OS_{n-1} + 0,28 \cdot LGDP_C - 0,0087 \cdot RPL$	1,5
ABD	$OS_n = 255,81 + 0,93 \cdot OS_{n-1} + 0,0618 \cdot GDP - 0,0094 \cdot RPL$	1,1
Kanada	$OS_n = 219,90 + 0,95 \cdot OS_{n-1} + 0,36 \cdot GDP - 0,0031 \cdot RPL$	2,3
Hollanda	$OS_n = -57,31 + 0,97 \cdot OS_{n-1} + 0,87 \cdot LGDP_C - 0,011 \cdot RPL$	1,6
İngiltere	$OS_n = 7,33 + 0,97 \cdot OS_{n-1} + 0,59 \cdot GDP_C - 0,00097 \cdot RPL$	1,1

Burada :

OS_n : n yılında 1000 kişi başına otomobil sayısı.

OS_{n-1} : n-1 yılında 1000 kişi başına otomobil sayısı.

OS_{n-2} : n-2 yılında 1000 kişi başına otomobil sayısı.

GDP_C : Sabit fiyatlarla gayri safi milli hasıla.
LGDP_C : Sabit fiyatlarla bir yıl önceki gayri safi milli hasıla.
GDP_P : Şimdiki değerle gayri safi milli hasıla.
ROADS : Karayolu uzunluğu (mil).
RPL : Demiryolu yolcu-mil.
DEFLATOR : Tüketici fiyat endeksi'dir.

Tablo 2.12'den de görüldüğü gibi, incelenen ülkelerde otomobil sahipliği; bir, iki yıl önceki otomobil sahipliği, gelir ve karayolu uzunluğu ile doğru, demiryolu yolcu mil ile ters orantılıdır(Prevedouros ve An, 1998).

2.1.3.1. Çok değişkenli regreyon modellerinin değerlendirilmesi

Çok değişkenli regresyon modelleri, otomobil sahipliğini etkileyen değişkenlerin zaman içerisindeki değişiminin otomobil sahipliğini ne şekilde etkilediğini göstermektedirler.

Klasik yaklaşımla çok değişkenli regresyon modellerinde kullanılan değişken sayısı arttıkça model kestirimleri gerçeğe yaklaşmaktadır. Çok değişkenli regresyonda en önemli sorun, bağımsız değişkenler arasındaki içsel bağımlılıktır. Özellikle otomobil sahipliğine etki eden değişkenlerin zaman içinde birbirlerine göre yakın eğilimler göstermeleri, model çalışmasında önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Bu yaklaşımla çok değişkenli regresyon modellerinde çok fazla sayıda bağımsız değişkenin kullanılması doğru sonuçlar vermemektedir.

Literatürde incelenen çalışmalarda, çoğunlukla bağımsız değişkenlerin içsel bağımlılıkları konusunda yeterli bilgi verilmemektedir.

Regresyon modellerinin bir zayıflığı, öngörülerdeki otomobil sahipliği değerlerinin zaman içinde bir değere yakınsamayıp sürekli artmasıdır. Bu durum özellikle otomobil sahipliğinin yüksek olduğu yerlerde yapılan çalışmalarda sorun yaratmaktadır. Bu nedenle gelişmiş ülkelerde, çok değişkenli regresyon modelleri S eğrisi modelleri kadar yaygın olarak kullanılmamaktadır. Bununla birlikte çok değişkenli regresyon modellerinin kısa dönemli öngörülerde daha başarılı sonuçlar verdiği görülmektedir.

2.2. Otomobil Sahipliği Toplu Taşıma İlişkisi

1970'li yıllarda gelişmiş ülkelerde otomobil sahipliğinin hızla artması, bu artış hızını yavaşlatıcı öğelerin ve bu öğelerden biri olan toplu taşıma ile otomobil sahipliğinin ilişkisinin incelenmesini gündeme getirmiştir.

1970'lerin başında yapılan gözlemlerde toplu taşıma sistemlerindeki gelişmelerin otomobil sahipliğini azalttığı görülmüşse de daha sonraki yıllarda yapılan gözlemler bu azalmanın sanıldığı kadar büyük olmadığını hatta bazı durumlarda toplu taşıma sistemlerindeki gelişmenin otomobil sahipliğine bir etkisinin olmadığını göstermiştir.

Gerçekte, toplu taşıma sistemlerindeki gelişme, otomobil sahipliğinden çok otomobil kullanımında bir azalmaya sebep olmaktadır. Ancak otomobil kullanımının belirlenmesi otomobil sahipliğinden daha zor olduğundan toplu taşıma ile otomobil sahipliği ilişkisi de literatürde yer almaktadır.

Toplu taşıma sistemlerindeki gelişmenin otomobil sahipliği ya da otomobil kullanımını azaltması ancak yaygın bir toplu taşıma sisteminin kurulması ile mümkündür. Toplu taşıma sistemlerindeki iyileştirme (yeni bir hattın açılması, ek seferlerin konulması, toplu taşıma filosunun büyümesi gibi) oransal olarak küçük olursa, bunun otomobil sahipliğine ya da otomobil kullanımına bir etkisi olacağını söylemek pek mümkün değildir. Bu yaklaşımla iyileştirmede bir "eşik değer"den söz etmek gereklidir. Toplu taşıma sistemlerinde bu eşik değerinin üstünde yapılacak iyileştirmeler otomobil sahipliğinden çok otomobil kullanımını azaltacaktır.

Otomobil sahipliği ile toplu taşımanın birbirine karşıt iki sistem olması yerine birbirini destekleyen iki sistem olması durumunda olumlu sonuçların alınacağı açıktır. Bu nedenle iyileştirmelerin bu çerçevede yapılması yararlı olacaktır.

Otomobil sahipliği-toplu taşıma ilişkisinin incelendiği bu bölümde, İngiltere, ABD, Fransa ve Danimarka'da çeşitli dönemlerdeki gözlem sonuçları yer almaktadır.

2.2.1. İngiltere'de otomobil sahipliği-otobüs kullanımı ilişkisi

❖ 1971 yılı

1979 yılında Jones ve Tanner, 1971 yılı verilerini kullanarak İngiltere'nin tamamını kapsayan çalışma alanında otomobil sahipliği-otobüs kullanımı arasındaki karşılıklı ilişkiyi, denklem (2.58)'de görüldüğü şekilde hesaplamışlardır:

$$\left. \begin{aligned} y &= 0,299 - 0,00307 \cdot p \\ p &= 71,3 - 209 \cdot y \end{aligned} \right\} \quad (R^2 = 0,64) \quad (2.58)$$

Burada :

y : Otomobil sahipliği.

p : İş yolculuklarında otobüsü kullanan çalışanların yüzdesi

Jones ve Tanner (1979) tarafından otomobil sahipliğinin belirlenmesi için oluşturulan çok değişkenli regresyon modelinde kullanılan aynı bağımsız değişkenler kullanılarak otobüs kullanımı modellenmiştir. Model denklemi (2.59)'da verilmiştir. Modelden hesaplanan R^2 değeri 0,83'tür.

$$p = -28,7 + 7,30 \cdot x_1 - 4,93 \cdot x_3 + 184 \cdot x_4 + 154 \cdot x_5 - 279 \cdot x_6 \quad (2.59)$$

Burada :

x_1 : 1971 yılında hektar başına insan nüfusunun "e" tabanına göre logaritması.

x_3 : 1961-1971 yılları arasında nüfus artışının yüzdesi.

x_4 : 1971'de 0-14 yaş arasındaki nüfusun toplam nüfusa oranı.

x_5 : 1971'de 65 yaşın üzerindeki nüfusun toplam nüfusa oranı.

x_6 : Ekonomik olarak aktif olan erkeklerin 3.(profesyonel işi, iş sahibi) ve 12.(profesyonellerden başka kendi hesabına çalışan) sosyo-ekonomik grupta olanların oranıdır.

Burada dikkati çeken husus, otomobil sahipliği ve otobüs kullanımı için geliştirilen çok değişkenli regresyon modellerinde aynı bağımsız değişkenlere karşı gelen katsayıların farklı işarete olmasıdır. Bunun anlamı şudur; otomobil sahipliğini arttıran bütün değişkenler otobüs kullanımını azaltmakta, otomobil sahipliğini azaltan bütün değişkenler ise otobüs kullanımını arttırmaktadır. Ancak bu, her çalışma alanında görülen bir özellik değildir. Bağımsız değişkenler arasında içsel bağımlılık, değişken katsayılarının değişiklik göstermesine neden olmaktadır.

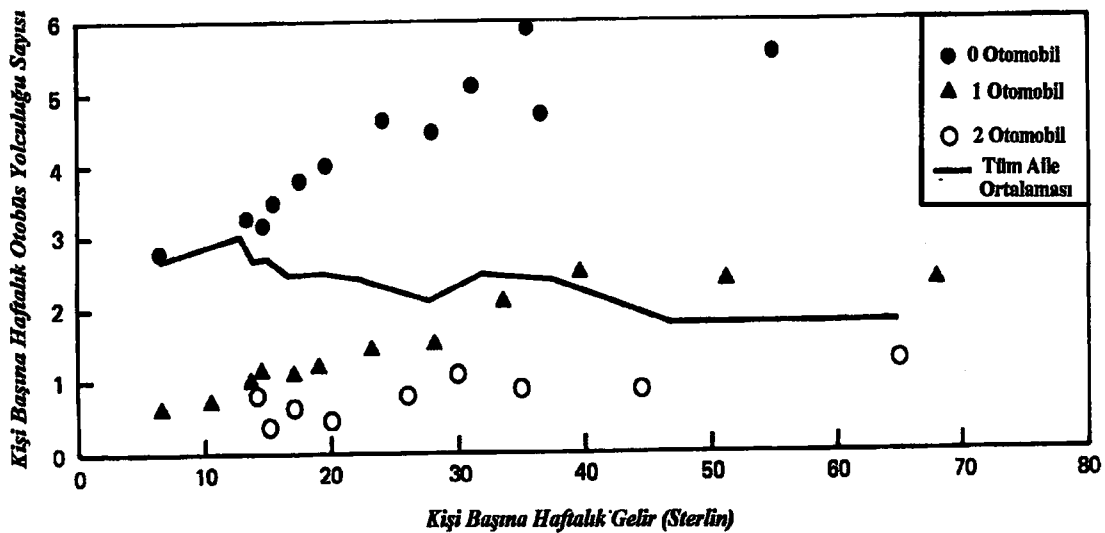
Otomobil sahipliği için denklem (2.49)'da verilen çok değişkenli regresyon denkleminde "otobüs kullanımı" da bağımsız değişken olarak katıldığında, modelin açıkladığı varyansın %89'dan %94'e yükseldiği ve diğer tüm bağımsız değişken katsayılarının azaldığı görülmüştür (Bu, modelde yer alan bağımsız değişkenlerin otomobil sahipliğine olan etkilerinin azaldığı anlamına gelmektedir). Yeni elde edilen çok değişkenli regresyon modeli, denklem (2.60)'da verilmektedir ($R^2=0,94$) (Jones ve Tanner, 1979).

$$y = 0,281 - 0,00214 \cdot p + 0,000111 \cdot x_2 + 0,00654 \cdot x_3 - 0,716 \cdot x_4 - 0,380 \cdot x_5 + 0,753 \cdot x_6 \quad (2.60)$$

1979 yılında Jones ve Tanner, 1975/76 yılında yapılan "Ulusal Yolculuk Gözlemlerine"nden yararlanarak otomobil sahipliği ve otobüs kullanımı ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada, otomobil sahipliği-toplu taşıma arasındaki ilişkinin aşağıda belirtilen değişkenlere göre değiştiği sonucuna varılmıştır:

- Banliyö-şehir merkezi uzaklığı.
- Otomobil kullanımına getirilen kısıtlamalar.
- Toplu taşımanın banliyöye gitmesi. (Jones ve Tanner, 1979).

Bu nedenle her bölgede, otobüs kullanımındaki azalmayla otomobil sahipliğindeki artış, doğrudan ilişkili değildir. İngiltere'de kişi geliri, otobüs yolculuğu sayısı ve otomobil sahipliği arasındaki ilişki Şekil 2.20'de görülmektedir.



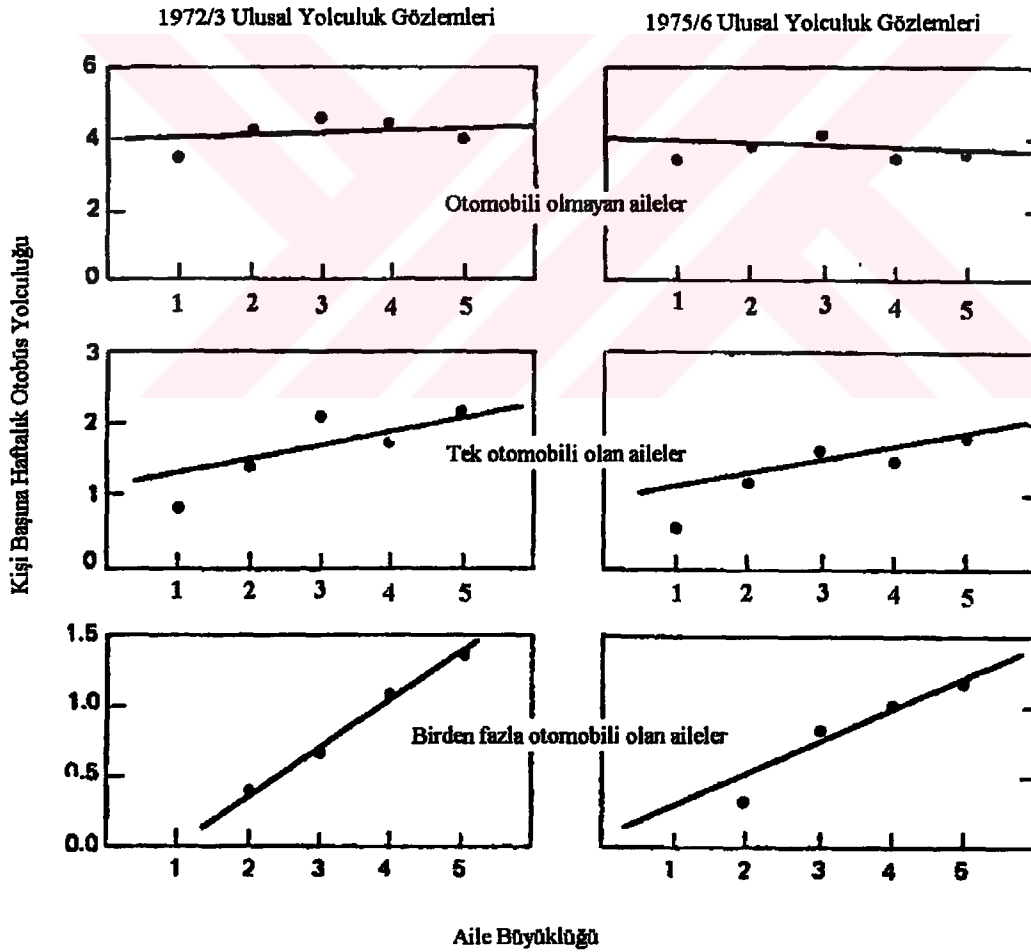
Şekil 2.20 : İngiltere'de 1975/76 "Ulusal Yolculuk Gözlemlerine" Göre Otobüs Yolculuğu-Gelir-Otomobil Sahipliği İlişkisi (Jones ve Tanner, 1979).

❖ 1972-1976 yılları arası

İngiltere’de 1950’li yıllarda araçla yapılan yolculuklar arasında birinci sırada yer alan otobüs yolculukları, daha sonraki yıllarda giderek azalma göstermiştir. Otobüs kullanımındaki bu azalma, otomobil sahipliği-toplu taşıma ilişkisi konusundaki çalışmaların başlamasına neden olan en önemli etkidir.

Bly ve Oldfield, 1978 yılında, 1972/73 ve 1975/76 yıllarında yapılan “Ulusal Yolculuk Gözlemleri”nden yararlanarak, otomobil sahipliği-kentiçi otobüs yolculuklarının ilişkisi incelemiştir (Bly ve Oldfield, 1978).

Şekil 2.21’de, 1972/73 ve 1975/76 “Ulusal Seyahat Gözlemleri”nde otomobil sahipliği ile otobüs yolculuklarının değişimi aile boyutu dikkate alınarak verilmiştir.



Şekil 2.20 : Otobüs Yolculuklarının Aile Büyüklüğü ve Otomobil Sahipliği ile Etkileşimi(Bly ve Oldfield, 1978)

Bly ve Oldfield'in Ulusal Seyahat Gözlemleri'nden elde ettikleri sonuçlar şu şekilde sıralanabilir:

- Aileler otomobil sahibi oldukları anda otobüs kullanımı farkedilir bir oranda düşmektedir.
- Otomobil sahibi olan ailelerde, aile büyüklüğünün artması ile otobüs kullanım oranı artmaktadır. Bu nedenle aile büyüklüğünün değişimini hesaplayan modellerin geliştirilmesi gereklidir.
- 1964 ve 1976 arasında otomobil sahipliği %70 artarken otobüs yolculuklarında %45 azalma görülmüştür.
- 1964 yılında satın alınan her yeni otomobil, şehirde yılda 380 otobüs yolculuğunun azalmasına neden olurken, bu rakam 1976 yılında 300'e düşmüştür. Ailede ilk otomobilin satın alınması, ikinci otomobil satın alınmasına göre, otobüs yolculuklarında üç ila dört katı bir azalmaya neden olmaktadır.

❖ 1981-1984 yılları arası

İngiltere'de 1981 ve 1984 yılında yapılan gözlemlerden yararlanarak Goodwin, otomobil sahipliği ve otobüs kullanımı ile ilgili bazı çıkarımlarda bulunmuştur. Bu çıkarımlar şu şekilde özetlenebilir :

- Gelir düzeyi düştükçe otobüs kullanımında küçük, otomobil sahipliğinde büyük oranda azalma görülmektedir.
- Gelir düzeyi yükselen kullanıcılarda, otobüs kullanımında büyük, otomobil sahipliğinde küçük artış gözlemlenmektedir.
- 1981-1984 yılları arasındaki dönemde işsiz kalan ve bu dönemde yeniden işe giren kişilerin otobüs kullanımı artmıştır.
- 1981-1984 yılları arasındaki dönemde hem kadınlarda, hem de erkeklerde otobüs kullanımında artış vardır. Ancak kadınların otobüs kullanımı erkeklere göre daha hızlı artmaktadır. Otomobil sahipliğinde ise erkeklerde bir düşüş yaşanırken,

kadınlarda bir artış söz konusudur. Böylelikle otomobil sahipliğinde erkek-kadın arasındaki fark azalmaktadır.

- Aile başına otomobil sahipliğinde bir düşüş, kişi başına otomobil sahipliğinde bir artış vardır (Goodwin, 1986).

Otomobil sahipliğinin değişimi ile otobüs yolculuklarında gözlenen durum Tablo 2.13'de verilmiştir. Tablodaki değerler kişi başına otobüs yolculuğu değişimini göstermektedir.

Tablo 2.13 : 1981-1984 Yılları Arasında İngiltere'de Otomobil Sahipliği- Otobüs Yolculuğu İlişkisi (Goodwin, 1986)

	Otobüs yolculuklarındaki değişim			
	1984 Yılı			
1981 Yılı	0 otomobil	1 otomobil	2 otomobil	3+ otomobil
0 otomobil	+0,05	-0,06	-0,44	-0,20
1 otomobil	+0,62	+0,13	-0,17	-0,45
2 otomobil	+1,00	+0,09	+0,09	-0,29
3+ otomobil	+1,75	-0,33	+0,93	-0,50

Tablo 2.13'ün daha iyi anlaşılması için bir örnek vermek gerekirse; 1981 yılında otomobili olmayan bir aile 1984 yılında bir otomobile sahip olmuş ise örneğin 1,20 olan kişi başına günlük otobüs yolculuğu 0,06 azalarak 1,14 olmuştur.

❖ 1984-1991 yılları arası

Goodwin, 1993 yılında, 1972-1991 yılları arasında Yorkshire'da yapılan çeşitli gözlemler ve anketlerden yararlanarak, otomobil sahipliği ile otobüs kullanımı arasındaki ilişkiyi incelemiştir. 1986 yılında yaptığı çalışmaya ek olarak Goodwin bu çalışmasında, 1988 ve 1991 yılında yapılan gözlemleri de değerlendirmeye dahil etmiş, 1972-1986 yılları arasındaki otobüs kullanımı ve otomobil sahipliği arasındaki mevcut eğilimin değiştiğini gözlemlemiştir. Yaş gruplarına göre bu değişim Tablo 2.14'de verilmektedir (Goodwin, 1993).

Tablo 2.14'den de görüldüğü gibi 1972-1984 yılları arasında genel olarak artan otobüs kullanımı, 1984-1991 yılları arasında her yaş grubu için azalma göstermiştir.

Tablo 2.14: Yaş Gruplarına Göre 1972-1991 Yılları Arasında Otobüs Kullanımındaki Değişiklikler(Goodwin, 1993)

Yaş grubu	1972-1984 arası		1984-1991 arası	
	Kişi başına günlük otobüs yolculuğu sayısı	%	Kişi başına günlük otobüs yolculuğu sayısı	%
5-14	+0,27	+96	-0,19	-35
15-24	+0,07	+6	-0,59	-50
25-34	+0,18	+44	-0,34	-58
35-44	-0,07	-11	-0,23	-41
45-54	-0,10	-14	-0,30	-48
55-64	-0,12	-37	-0,24	-36
65+	-0,12	-17	-0,12	-21

Otobüs yolculuklarında, 1986 yılına kadar bir artış izlenirken bu yıldan sonra ister otomobili olanlarda isterse otomobili olmayanlarda bir düşüş görülmektedir. Otomobil sahipliğinin değişimine göre günlük otobüs yolculukları ise Tablo 2.15’de verilmektedir.

Tablo 2.15: Otomobil Sahipliğinin Değişimi ile Otobüs Kullanımı (Goodwin, 1993)

Otomobil sahipliğindeki değişim	Günlük otobüs yolculuklarındaki değişim			
	1981-1984	1984-1986	1986-1988	1988-1991
-1	+0,43	+0,17	+0,24	+0,13
0	+0,09	-0,52	-0,05	-0,10
+1	-0,18	-0,19	-0,19	-0,49

1981-1984 yılları arasında otomobil sahipliği değişmeyen ailelerde otobüs kullanımı artarken, bu yıldan sonra otobüs kullanımında sürekli bir azalma görülmektedir. Bu da Goodwin’in 1986 yılında otobüs kullanımının, otomobil sahipliğindeki artışa rağmen artmakta olduğu görüşünün zamanla tersine dönerek daha az otobüs kullanılmaya başlandığını göstermektedir.

Ancak bu çalışmada, 1981-1991 yılları arasında toplu taşıma sistemlerinde meydana gelen gelişmelerden söz edilmediği için, otomobil sahipliği toplu taşıma ilişkisi tam olarak belirlenmiş değildir.

2.2.2. ABD'de otomobil sahipliği otobüs kullanımı ilişkisi

Jones ve Tanner 1979 yılında , ABD'de 225 şehirde 1970 yılındaki verilerden yararlanılarak otomobil sahipliği ve otobüs kullanımı arasındaki karşılıklı ilişkiyi incelemişlerdir. İki değişken arasındaki ilişki (2.61)'de verilmiştir.

$$\left. \begin{array}{l} y = 0,458 - 0,00508 \cdot p \\ p = 49,8 - 93,0 \cdot y \end{array} \right\} (R^2 = 0,47) \quad (2.61)$$

ABD'de otomobil sahipliği-otobüs kullanımı denklemlerinden hesaplanan R^2 değeri (0,47) İngiltere'de aynı dönem için hesaplanan R^2 değerinden (0,64) daha düşüktür. Bu, otomobil sahipliği ve otobüs kullanımı arasındaki ilişkinin İngiltere'deki kadar güçlü olmadığı anlamına gelmektedir. ABD'de otomobil sahipliğini belirlemek için geliştirilen çok değişkenli regresyon modelinde kullanılan bağımsız değişkenlerin çokluğu (Bölüm 2.1.3), otomobil sahipliğinin bu ülke için daha karmaşık bir yapıda olduğunu göstermektedir.

2.2.3. Fransa'da otomobil sahipliği-toplu taşıma ilişkisi

J. L. Madre, Fransa'da 1966-1986 yılları arasındaki verileri kullanarak otomobil sahipliğinin toplu taşıma üzerindeki etkilerini incelemiştir (Madre, 1988). Bu ilişki Grenoble kenti için Tablo 2.16'da görülmektedir.

Tablo 2.16 : Grenoble Kenti Toplu Taşıma-Otomobil Sahipliği İlişkisi(Madre, 1988)

Aile başına otomobil	Dönem	Günlük yolculuklarda toplu taşımanın payı (%)			
		İş	Okul	Diğer	Toplam
Otomobili Yok	1966	36	19	13	28
	1973	47	14	19	37
	1978	52	49	43	71
	1985	56	41	51	73
Tek Otomobil	1966	14	25	7	20
	1973	18	19	10	24
	1978	20	27	22	39
	1985	21	42	20	40
İki ve üstü Otomobil	1966	3	27	4	12
	1973	10	27	9	22
	1978	6	32	14	27
	1985	18	50	18	42

Tablo 2.16'da da görüldüğü gibi, Grenoble'da 1966-1986 yılları arasında toplu taşıma ile yapılan yolculuklar yıllar itibariyle artmaktadır. Burada dikkati çeken; iki ve daha fazla otomobili olan ailelerde bile toplu taşıma kullanım oranlarının çok yüksek olmasıdır.

2.2.4. Danimarka'da otomobil sahipliği-toplu taşıma ilişkisi

Golob ve Wissen 1989 yılında Danimarka'da otomobil sahipliği ve toplu taşıma arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmada, Danimarka'da 1984 yılında 1.800 aile ile yapılan anket ve 1984, 1985, 1986, 1987 yıllarında yapılan panel verileri kullanılmıştır(Golob ve Wissen, 1988).

Birer yıl aralıklı iki durum için(T_1 , T_2) 6 değişken arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu değişkenler Tablo 2.17'de verilmiştir.

Tablo 2.17 : Golob ve Wissen Modeli Değişken Tanımlamaları

Değişken	Zaman	Tanım
Aile geliri	T_1 , T_2	Aile geliri
Aile otomobil sahipliği	T_1 , T_2	Sahip olunan otomobil sayısı (0, 1, 2+)
Otomobil kullanıcısı uzaklığı	T_1 , T_2	Otomobil kullanıcısının 7 günde katettiği uzaklık
Tren ile uzaklık	T_1 , T_2	7 günde tren ile katedilen uzaklık
Otobüs-tramvay ile uzaklık	T_1 , T_2	7 günde otobüs-tramvay ile katedilen uzaklık
Otomobil yolcusu uzaklığı	T_1 , T_2	Otomobil yolcusunun 7 günde katettiği uzaklık

Toplam 12 değişken arasındaki ilişkilerin araştırılmasında aşağıdaki bağıntı kullanılmıştır(Golob ve Wissen, 1988).

$$y^* = B \cdot y^* + \zeta \quad (2.62)$$

Burada;

y^* : 12 değişkene ait 12x1 boyutunda vektör matris.

B : 12x12 boyutunda katsayılar matrisi.

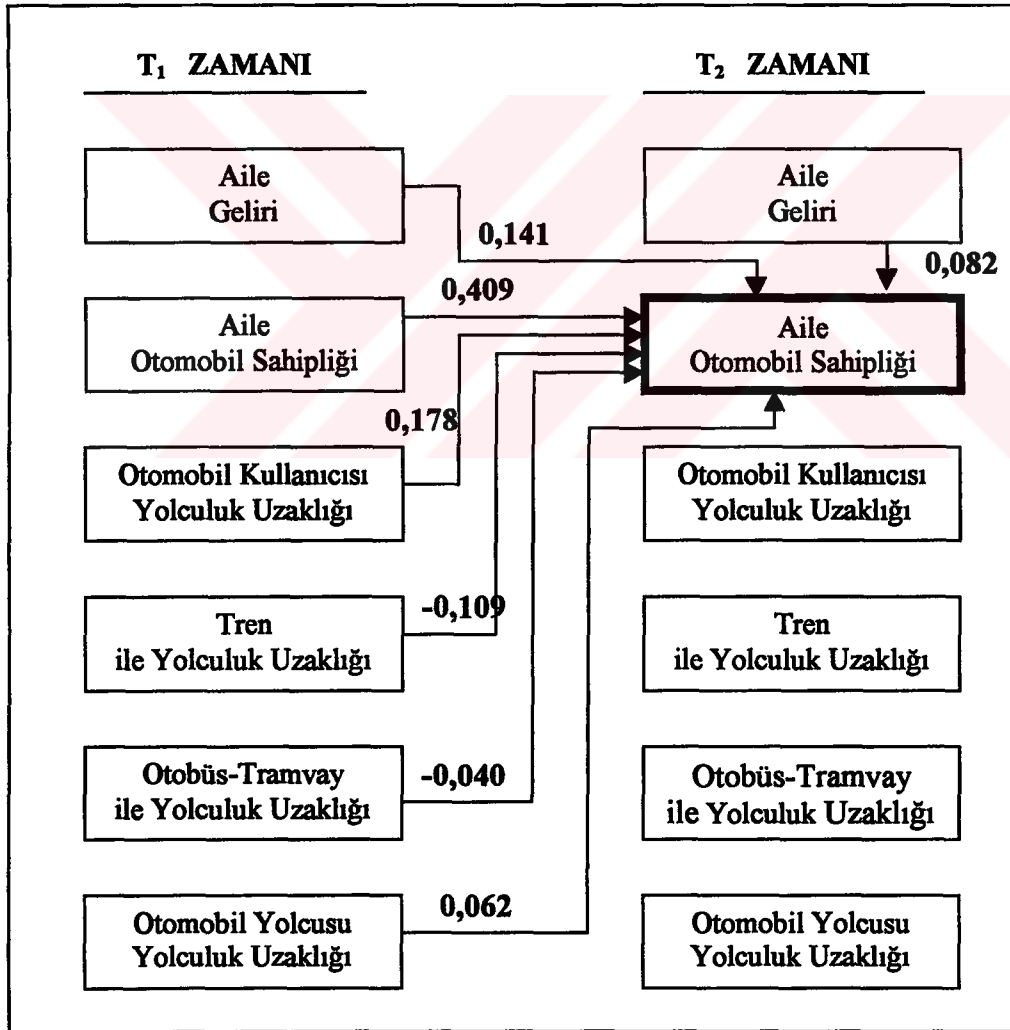
ζ : 12x1 boyutunda hata terimleri matrisidir.

B katsayılar matrisi 4 alt matrise bölünmüştür.

$$B = \begin{vmatrix} B_{11} & B_{12} \\ B_{21} & B_{22} \end{vmatrix} \quad (2.63)$$

Burada, B_{ij} , i zamanındaki 6 değişken ile j zamanındaki 6 değişken arasındaki ilişkiyi göstermektedir ($i, j=1,2$).

Toplam 12 değişkenin birbirleri ile aralarındaki ilişkiler incelendiğinde T_2 zamanındaki otomobil sahipliğinin T_1 zamanındaki aile geliri, aile otomobil sahipliği, otomobil kullanıcısı uzaklığı, tren ile uzaklık, otobüs-tramvay ile uzaklık, otomobil yolcusu uzaklığı ve T_2 zamanındaki aile geliri ile orantılı olduğu görülmüştür. Bu ilişkilerin şekli ve sayısal değerleri (B katsayıları) Şekil 2.22'de verilmektedir (Golob ve Wissen, 1988).



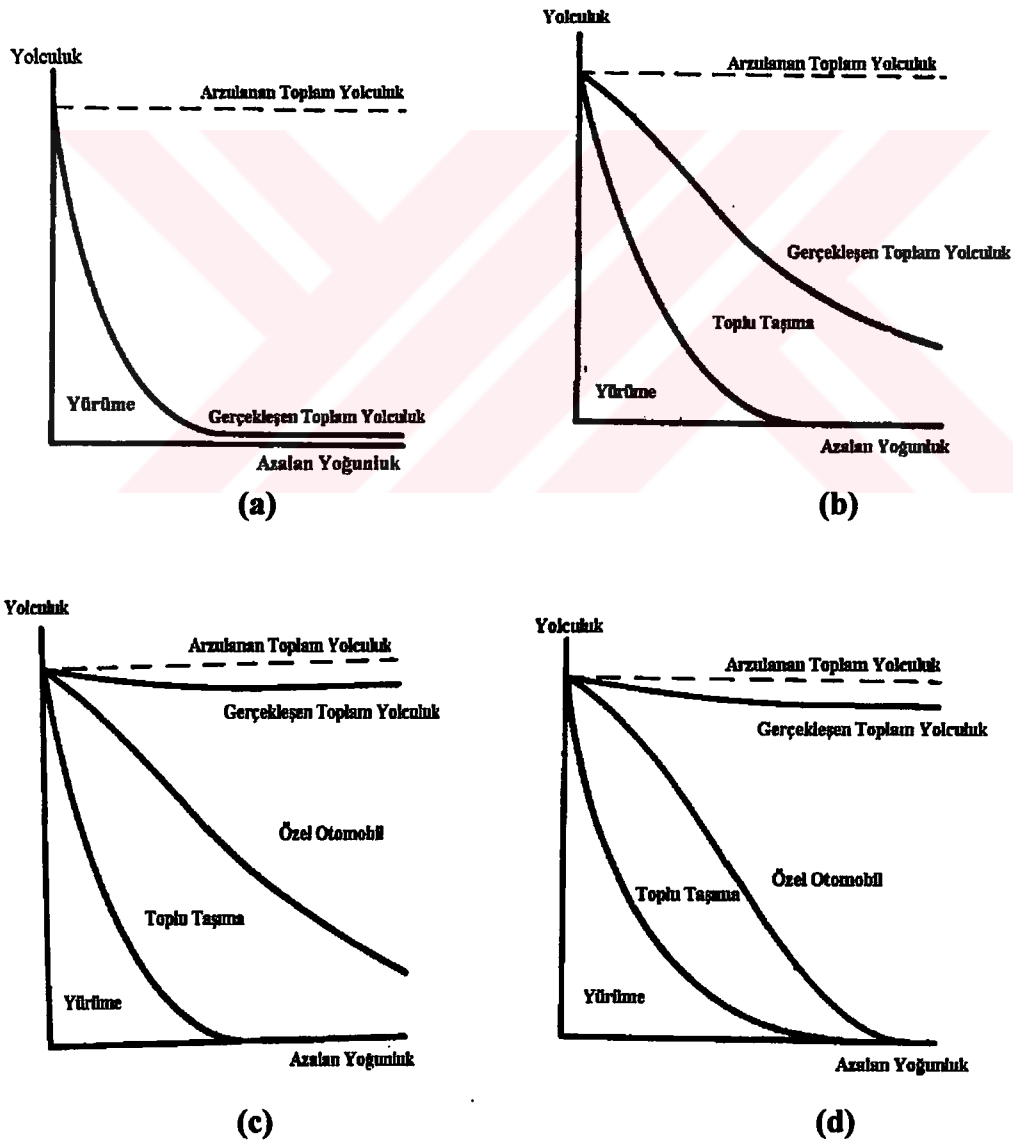
Şekil 2.22 : T_2 Zamanında Otomobil Sahipliğini Etkileyen Değişkenler ve Katsayılar (Golob ve Wissen, 1988).

2.2.5. Kuramsal yolculuk talebi

Bates, otomobil ve otobüs kullanımı için kuramsal bir yolculuk talep modeli geliştirmiştir. Bu model Şekil 2.23'de görülmektedir.

Bates ilk olarak, tüm yolculukların yalnızca yürüme ile yapıldığı bir durum düşünmüştür(Şekil 2.23-a). Ulaşım yalnızca yürüme ile yapıldığından, istenilen toplam yolculuk ve gerçekleşen toplam yolculuk, çok farklıdır. Buna göre nüfus yoğunluğu azaldıkça yürüme ile yapılan yolculuklar azalmaktadır.

İkinci durumda (Şekil 2.23-b) ulaşım türlerine toplu taşıma da eklenmiştir. Bu durumda gerçekleşen toplam yolculuklar artmıştır.



Şekil 2.23 : Bates'in (1981) Kuramsal Yolculuk Talep Modeli(Bates, 1981).

Üçüncü durumda (Şekil 2.23-c) özel otomobil ilk olarak devreye girmiştir. Özellikle yoğunluğu az olan yerlere yapılan yolculuklar özel otomobile kaymıştır. Gerçekleşen toplam yolculuk son derece artmış ve nereyse istenilen toplam yolculuk seviyesine gelmiştir.

Dördüncü durumda (Şekil 2.23-d) özel otomobil kullanımı yaygınlaşmaya başlamış ve çeşitli nedenlerden dolayı toplu taşıma ile yapılan yolculukların bir kısmı özel otomobillerle yapılır durumu gelmiştir. Özellikle nüfus yoğunluğunun azaldığı bölgelerde neredeyse tüm yolculuklar özel otomobil ile yapılmaktadır (Bates, 1981).

2.2.6. Otomobil sahipliği-toplu taşıma ilişkisinin değerlendirilmesi

İngiltere, ABD, Fransa ve Danimarka'da çeşitli yıllarda yapılmış çalışmalarda otomobil sahipliği toplu taşıma ilişkisi incelendiğinde o dönemde toplu taşımada en etkin tür olan otobüs kullanımındaki artışın otomobil sahipliğini azalttığı sonucu ortaya çıkmaktadır. Ancak bu azalma önemli ölçüde değildir. Çalışma kapsamında incelenen ve toplu taşıma altyapısının oldukça iyi düzeyde olduğu gelişmiş ülkelerde, toplu taşıma sistemlerindeki gelişmeler, otomobil sahipliğinde önemli sayılabilecek azalmalar saptanamamıştır. Gelişmekte olan ülkelerde ise toplu taşıma altyapısı gelişmiş ülkeler düzeyinde olmadığından toplu taşıma sistemlerindeki gelişmelerin otomobil sahipliğini aynı oranda değiştireceğini söylemek olası değildir.

Gelecekte, kullanıcı gelirinin artması ile otomobil sahipliğinin artacağı, toplu taşıma sistemlerinde yapılacak gelişmelerin ise otomobil kullanımında bir azalmaya yol açacağı düşünülmektedir.

2.3. Otomobil Kullanımı

Otomobil sahipliği model çalışmalarının başladığı yıllarda "otomobil kullanımı" kavramı da gündeme gelmiştir. Bu konu ile ilgili ilk çalışmalar İngiltere'de 1970 yılında RRL'de (Road Research Laboratory) yapılmıştır(Tulpule, 1970).

Otomobil kullanımı için geliştirilen modellerde en önemli sorun otomobil kullanımının göstergesi olan, otomobilin belli dönem içinde katettiği yol uzunluğu anlamına gelen "km/otomobil" değerlerinin belirlenmesidir. Otomobil başına katedilen yol uzunluğunun belirlenmesinde 4 yöntem kullanılır. Bu yöntemler:

1. Yeterli sayıda yapılmış olan trafik sayımının kayıtlı araç sayısına oranlanması yöntemi.
2. Otomobile sahip ailelerle yapılacak detaylı ve yeterli sayıda anket çalışması yöntemi.
3. Araçlardaki katedilen yol uzunluğunu gösteren "km göstergeleri"nin denetlenmesi yöntemi.
4. Bir dönemde tüketilen yakıtın, incelenen bölgedeki araçların "km başına ortalama yakıt tüketimi"ne oranlanması yöntemi.

Trafik sayımları yöntemi ile km/otomobil değerinin belirlenmesinde en büyük sakınca yabancı araç olarak nitelendirilebilecek araçların (kent ölçeğinde km/otomobil değeri belirlenirken, diğer kentlerde kayıtlı ancak çeşitli sebeplerden dolayı sayım sırasında bu kentte bulunan araçlar) da sayıma katılıyor olmasıdır(Tanner, 1983).

Tüketilen yakıtın, km başına ortalama yakıt tüketimine oranlanmasındaki sakıncalar ise; benzinin yalnızca otomobiller değil, motorsiklet ve hafif ticari araçlarca kullanılması, bazı otomobillerin ise mazot ve doğal gaz ile çalışmasıdır(Tanner, 1983).

2.3.1. Otomobil Kullanımı Modelleri

Otomobil kullanımı ile ilgili ilk model çalışmaları, otomobil sahipliğinde olduğu gibi, İngiltere'de başlamıştır.

2.3.1.1. İngiltere'de otomobil kullanımı modelleri

Bu bölümde İngiltere'de Tulpule (1970), Mogridge (1989), ve T. Samson, H. Fox, G. Dawe (1996) tarafından, otomobil kullanımına yönelik gözlem ve model çalışmaları incelenmiştir.

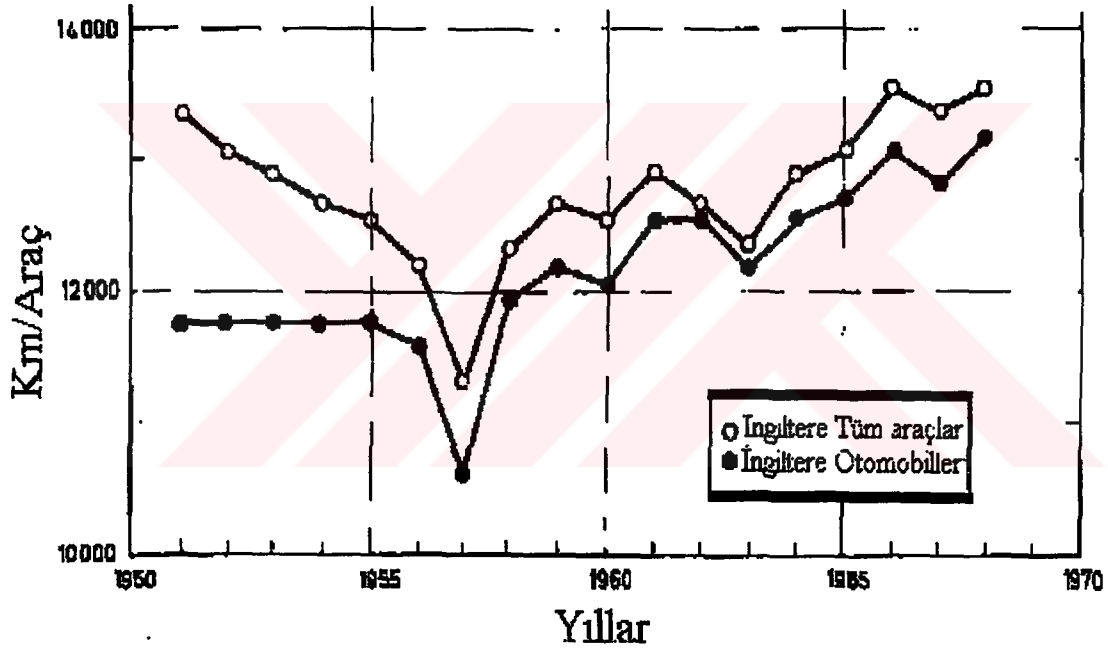
❖ Tulpule (1970)

Tulpule, 1970 yılında, İngiltere'de 1956-1967 yılları arasında otomobil kullanımını incelemiştir(Tulpule, 1970). Otomobil kullanımının göstergesi olarak "km/otomobil"

oranının kullanıldığı bu modelde bu değeri etkileyen değişkenler şu şekilde sıralanabilir:

1. Araç kullanımının maliyeti.
2. Nüfus yoğunluğu.
3. Yol sisteminin kalitesi.
4. İki otomobili olan aileler.
5. Toplu taşıma olanakları.

İngiltere'de 1951-1967 yılları arasında km/otomobil değerleri Şekil 2.24'de görülmektedir.



Şekil 2.24 : İngiltere'de 1951-1967 Yılları Arasında Km/Otomobil (Tulpule, 1970)

❖ Mogridge (1989)

Mogridge, 1978-1979 yıllarında İngiltere'de yapılan "Ulusal Ulaştırma Gözlemleri"nden yararlanarak bu döneme ait otomobil yolculuklarını incelemiştir. İnceleme sonuçları Tablo 2.18'de görülmektedir(Mogridge, 1989).

Tablo 2.18 : İngiltere'de 1978-1979 Yılları Arasında Otomobil Yolculukları
(Mogridge, 1989)

Yolculuk Uzunluğu (Mil)	Yolculuk %'si	Uzunluk %'si	Ortalama Yolculuk Uzunluğu
0-1	5	-	0,3
1-2	18	3	1,2
2-3	16	5	2,2
3-5	21	11	3,6
5-10	23	21	6,3
10-15	8	13	11,3
15-25	5	14	19,4
25+	4	33	57,2
Toplam	133.600 yolculuk	926.400 mil	6,93 mil

❖ T. Samson, H. Fox ve G. Dawe (1996)

T. Samson, H. Fox ve G. Dawe, 1996 yılında İngiltere'de otomobil kullanımı için G. Jong'un (1995) yaklaşımına benzer şekilde bir çok değişkenli regresyon modeli geliştirmişlerdir. Çalışmada kullanılan veri 1991-1993 yılları arasında 10.413 aile ile yapılan "Ulusal Seyahat Gözlemleri"dir. Model denklemi (2.64)'de görülmektedir.

$$\ln(miles) = \alpha \cdot \ln(Y - C) - \beta \cdot V + \delta \quad (2.64)$$

Burada :

miles : Otomobillerin yılda katettikleri uzunluk (mil cinsinden).

Y : Gelir.

C : Sabit otomobil maliyeti.

V : Otomobil işletme maliyeti.

δ : Sosyo-ekonomik değişkenler vektörü ve sabit terim'dir.

Model katsayıları, ailelerin birinci ve ikinci otomobilleri için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Modelde kullanılan bağımsız değişkenler ve model katsayıları Tablo 2.19'da görülmektedir(Samson ve diğ., 1996).

Tablo 2.19 : Otomobil Kullanımı Modeli Değişken Katsayıları
(Samson ve diğ., 1996)

Değişkenler	Birinci Otomobil	İkinci Otomobil
α	0,30086	0,30086
β	4,8001	4,4505
Sabit	2,8333	0,9797
Ailede çalışmayan kişi sayısı	-0,0775	-0,5108
Ailede bayan sayısı	-0,1186	0,2973
Ailede çocuk sayısı	0,1014	-0,04348
<i>Kukla alan değişkenleri</i>		
Londra dışı	0,1963	0,3043
Metropolitan alanlar	0,2789	0,4462
Kentsel alanlar	0,2512	0,5042
Nüf. yoğ. <25 kişi/hektar	0,3266	0,5772
Otobüs erişilebilirliği	-0,1776	-0,1285

Model sonucunda, otomobillerin yılda katettikleri uzunluk (mil) için öngörülen ve gerçekleşen değerler Tablo 2.20'de görülmektedir(Samson ve diğ., 1996).

Tablo 2.20 : Otomobil ile Katedilen Yıllık Uzunlukların (mil/otomobil)
Gerçekleşen ve Öngörülen Değerleri (Samson ve diğ., 1996)

Kategori	Gerçekleşen	Önögörü	Öngörü/ Gerçekleşen
1 Otomobil (1 ehliyet)	8.149	9.413	+ % 12,0
1 Otomobil (2 ehliyet)	9.800	9.826	+ %0,3
2 Otomobilin ilki (2+ ehliyet)	14.428	12.350	- % 14,0
2 Otomobilin ikincisi (2+ ehliyet)	6.135	15.556	+ %154,0

Tablo 2.20'de de görüldüğü gibi model sonucunda iki otomobili olan ailelerde ikinci otomobilin kullanımı için yapılan öngörü, gerçek değerden oldukça büyük bir sapma (%154) göstermektedir.

2.3.1.2. ABD'de otomobil kullanımı modelleri

❖ Tulpule (1970)

Tulpule, 1970 yılında ABD'de 1962-1967 yılları arasında araç başına km'deki artışı için çok değişkenli regresyon modeli geliştirmiştir. Model denklemi (2.65)'de görülmektedir.

$$Y = 2 - 0,48 \cdot X + 0,23 \cdot Z \quad (2.65)$$

Burada :

- Y : 1962-1967 yılları arasında km/araç'daki artış yüzdesi.
X : 1962-1967 yılları arasında araç sahipliğindeki artış yüzdesi.
Z : 1962-1967 yılları arasında kişi başına düşen gelirdeki artış yüzdesi'dir.

Çok değişkenli regresyon çözümlemesinde, araç sahipliğindeki artışın araç kullanımını düşürdüğü görülmektedir. Bunun nedenleri şu şekilde sıralanabilir:

- İkinci otomobile sahip olan ailelerde ikinci otomobilin daha az kullanılması.
- Otomobil sahipliğinin artmasıyla ortaya çıkan tıkanıklığın otomobil kullanımını caydırıcı etkisi.

Şekil 2.25'de 1967 yılında ABD'de kişi başına araç sahipliği ve araç kullanımı ilişkisi görülmektedir(Tulpule, 1970). Ancak araç sahipliği ve araç kullanımı arasındaki ilişki her ülkede ABD'deki kadar güçlü değildir.

❖ Mannering (1983)

1983 yılında F. L. Mannering, ABD'de ailelerin %80'inin birden fazla otomobile sahip olmaları nedeniyle, birden fazla otomobili olan ailelerde otomobil kullanımı modellemeye çalışmıştır. Çok değişkenli modelin denklemi (2.66)'da görülmektedir (Mannering, 1983).

$$\left. \begin{array}{l} \mu_1 = \alpha_1 + \delta_1 \cdot \phi_1 + \lambda_1 \cdot \mu_2 + \beta_1 \cdot \psi_1 + \varepsilon_1 \\ \mu_2 = \alpha_2 + \delta_2 \cdot \phi_2 + \lambda_2 \cdot \mu_1 + \beta_2 \cdot \psi_2 + \varepsilon_2 \\ \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \\ \mu_n = \alpha_n + \delta_n \cdot \phi_n + \lambda_n \cdot \mu_n + \beta_n \cdot \psi_n + \varepsilon_n \end{array} \right\} \quad (2.66)$$

Burada :

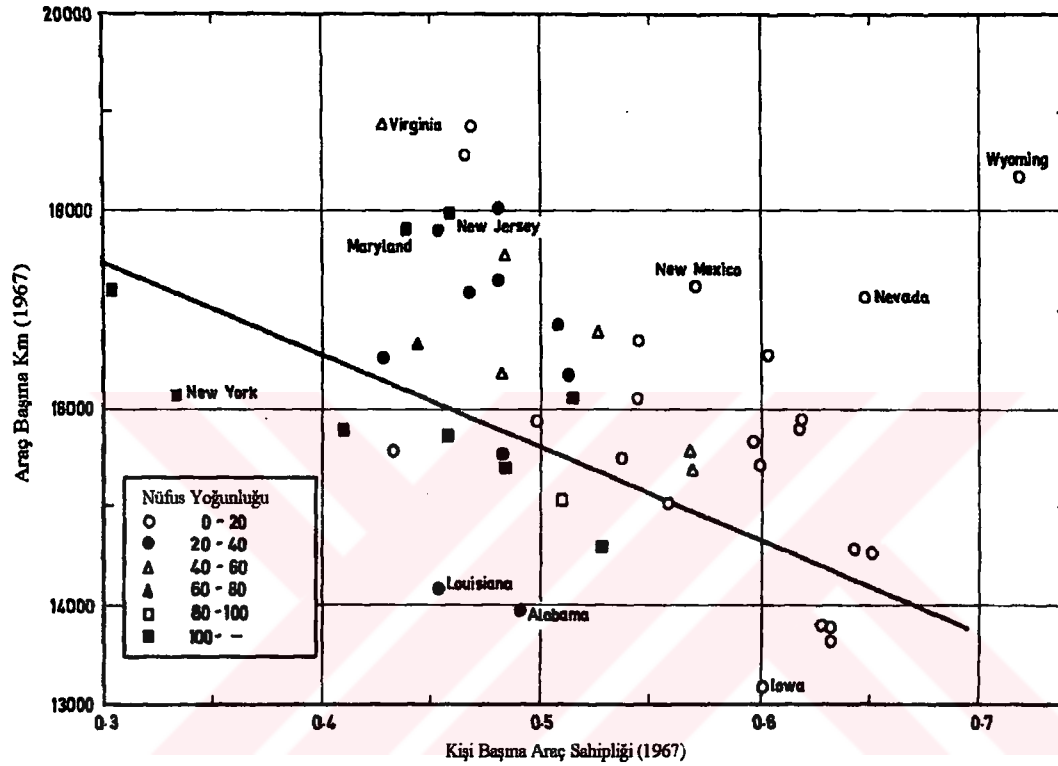
μ_n : n aracı ile katedilen mil.

ϕ_n : n aracı özellikleri vektörü.

ψ_n : Aile sosyo-ekonomik özellikleri vektörü.

ε_n : Hata terimi.

$\alpha_n, \delta_n, \lambda_n, \beta_n$: Katsayılar'dır.



Şekil 2.25 : 1967 Yılında ABD'de Araç Sahipliği ve Araç Kullanımı(Tulpule, 1970)

Mannering, denklem (2.66)'da görülen modeli yalnızca bir ve iki otomobile sahip olan aileler için geliştirmiştir. Bir ve iki otomobil sahipliği için, otomobil kullanım modelindeki katsayıların birbirlerine eşit oldukları kabul edilmiştir($\alpha_1=\alpha_2$, $\delta_1=\delta_2$, $\lambda_1=\lambda_2$, $\beta_1=\beta_2$).

Modelde yararlanılan veri tabanı, Haziran 1979-Mayıs 1980 yılları arasında ABD'de yapılan "Aile Ulaşım Paneli"dir. Ancak mevsimsel değişikliklerin ve 1979 yılı yaz aylarında görülen petrol sıkıntısının etkilerini azaltmak amacıyla Eylül-Ekim 1979 döneminde 272 aileden (544 araç) elde edilen veriler kullanılmıştır(Mannering, 1983).

Geliştirilen model denklemi (2.67)'da görülmektedir. Denklemden 1 indisi ailede tek otomobili, 2 indisi ailede iki otomobili göstermektedir.

$$\left. \begin{aligned} USE_1 &= \sigma_0 + \sigma_1 \cdot SCRAPROB_1 + \sigma_2 \cdot COST_1 + \sigma_3 \cdot PDAGE_1 \\ &\quad + \sigma_4 \cdot PDSEX_1 + \sigma_5 \cdot URBUR_1 + \sigma_6 \cdot USE_2 \\ USE_2 &= \sigma_0 + \sigma_1 \cdot SCRAPROB_2 + \sigma_2 \cdot COST_2 + \sigma_3 \cdot PDAGE_2 \\ &\quad + \sigma_4 \cdot PDSEX_2 + \sigma_5 \cdot URBUR_2 + \sigma_6 \cdot USE_1 \end{aligned} \right\} \quad (2.67)$$

Burada :

- USE : Araç ile katedilen aylık yol uzunluğu (mil).
 SCAPROB : Aracın hurdaya çıkma olasılığı.
 COST : Mil başına yakıt maliyeti.
 PDAGE : Kukla değişken (araç sürücüsü 50 yaşından küçük ise 1, değilse 0).
 PDSEX : Kukla değişken (araç sürücüsü kadın ise 1, değilse 0).
 URBUR : Kukla değişken (aile kent içinde oturuyorsa 1, değilse 0).
 $\sigma_0, \sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \sigma_4, \sigma_5, \sigma_6$: Katsayılar'dır.

Araçın hurdaya çıkma olasılığı aşağıda verilen denklem kullanılarak hesaplanmıştır.

$$SCRAPROB = \frac{250}{\text{Araç Güncel Değeri (Dolar)}} \quad (2.68)$$

(2.67) denkleminin hesaplanan model katsayıları Tablo 2.21'de görülmektedir.

Tablo 2.21: 1 ve 2 Otomobil Sahipliği İçin Otomobil Kullanımı Modeli Katsayıları
 (Manning, 1983)

Değişken	Katsayı	t istatistiği
σ_0 SABİT	1205,14	10,28
σ_1 SCAPROB	-1150,63	-5,82
σ_2 COST	-102,23	-2,21
σ_3 PDAGE	123,51	1,62
σ_4 PDSEX	-130,93	-1,87
σ_5 URBUR	-154,44	-2,89
σ_6 USE	-0,172	-1,18

2.3.1.3. OECD ülkelerinde otomobil kullanımı modelleri

Tanner 1983 yılında, 19 ülke için, 1958-1980 yılları arasındaki verileri kullanarak km/otomobil değerini modellemeye çalışmıştır. Modelleme kapsamında incelenen ülkeler şunlardır: 1.ABD, 2.Avusturya, 3.Avustralya, 4.Batı Almanya, 5.Belçika, 6.Danimarka, 7.Finlandiya, 8.Fransa, 9.Hollanda, 10.İngiltere, 11.İrlanda, 12.İspanya, 13.İsveç, 14.İsviçre, 15.İtalya, 16.Japonya, 17.Kanada, 18.Norveç, 19.Yeni Zelanda.

Tablo 2.22'de 1970-1980 yılları arasında bu ülkelerden bazılarına ait yıllık km/otomobil değerleri görülmektedir(Tanner, 1983).

Tablo 2.22 : 1970-1980 Yılları Arasında Çeşitli Ülkelerde Yıllık Km/Otomobil Değerleri (1.000 km) (Tanner, 1983)

Yıllar	Finlan.	Fransa	B. Alm.	İngilte.	İtalya	İspanya	Kanada	A.B.D.	Japon.
1970	20,4	12,3	15,7	14,0	15,0	18,7	16,6	16,1	13,7
1971	19,8	12,8	15,6	14,4	16,0	18,9	15,5	16,3	12,9
1972	20,6	13,3	15,4	14,5	16,0	18,3	15,8	16,4	11,6
1973	20,7	14,0	15,0	14,4	15,0	17,9	16,6	16,0	11,3
1974	18,8	13,5	14,6	13,9	13,0	16,5	16,1	15,2	10,2
1975	19,7	13,6	15,2	14,0	12,9	16,1	16,1	15,5	10,2
1976	19,3	13,7	15,0	14,3	12,0	15,5	16,1	15,7	10,1
1977	18,8	13,87	14,7	14,4	11,9	15,2	15,6	15,8	10,4
1978	18,5	13,8	14,7	14,7	12,6	14,9	14,7	16,2	10,4
1979	17,9	13,8	14,4	14,1	12,0	14,7	16,0	15,3	10,4
1980	17,3	13,4	14,3	14,2	11,4	14,5	16,4	14,7	10,2

Tanner'in km/otomobil değerini hesaplamak için geliştirdiği model, denklem (2.69)'da görülmektedir(Tanner, 1983).

$$y = K \cdot \exp[a \cdot t + b \cdot t^2] \cdot [x]^c \cdot [z]^d \quad (2.69)$$

Burada :

y : Otomobil başına katedilen km.

t : Yıl.

x : Kişi başına gayri safi milli hasıla.

z : Petrol fiyatı.

K,a,b,c,d : Katsayılar'dır.

Model sonucunda belirlilik katsayısı 0,96, c ve d katsayıları sırasıyla 0,04 ve -0,29 olarak hesaplanmıştır.

2.3.1.4. Gelişmekte olan ülkelerde otomobil kullanımı modelleri

❖ M.A. Khan ve L.G. Willumsen

M.A. Khan ve L.G. Willumsen, 1986 yılında gelişmekte olan ülkelerde (Tablo 2.9) otomobil kullanımı için çok değişkenli regresyon çözümlemesini kullanarak modelleme yapmışlardır(Khan ve Willamsen, 1986). Doğrusal ve logaritmik olarak geliştirilen otomobil kullanımı modelleri sırasıyla denklem (2.70) ve (2.71)'de görülmektedir.

$$\frac{km}{otomobil} = 12.214 - 2,12 \cdot GNPH - 20.630 \cdot FUEL \quad (2.70)$$

$$\ln\left(\frac{km}{otomobil}\right) = 5,76 + 2,12 \cdot \ln(GNPH) - 0,368 \cdot \ln(FUEL) - 0,67 \cdot \ln(ROADPOP) \quad (2.71)$$

Burada :

GNPH : Kişi başına gayri safi milli hasıla (\$ cinsinden).

FUEL : Normal benzinin litre fiyatı(\$ cinsinden).

ROADPOP : Nüfus başına yol ağı uzunluğu'dur.

Modellerde hesaplanan belirlilik katsayıları sırasıyla 0,24 ve 0,43'tür.

Benzin fiyatındaki artışın otomobil kullanımında bir azalmaya neden olacağı, iki değişken arasında ters orantı olduğu açıktır. (2.70) denkleminde kişi başına milli gelir değişkeninin katsayısının eksi olması, yani otomobil kullanımı ile kişi başına milli gelirin ters ilişkide olması, yüksek gelir düzeyinde ailelerde birden fazla otomobil sahipliğinin daha yüksek değerlerde olduğu, bunun da km/otomobil değerini azalttığı şeklinde açıklanmıştır(Khan ve Willamsen, 1986). Denklem (2.71)'de yer alan "kişi başına yol uzunluğu" değişkeninin katsayısının eksi olması yol uzunluğunun artması ile otomobil kullanımının azalacağı anlamına gelmektedir. Bir bölgede yeni yollar yapılması durumunda bu yollar mevcut trafiğin bir kısmını

alacağından o bölgede trafikte bir rahatlama yaratılacaktır. Bu rahatlama daha fazla otomobil kullanımına olanak verecektir. Sonuç olarak kişi başına yol uzunluğunun artması otomobil kullanımının azalacağını görüşü doğru değildir.

Khan ve Willumsen bu çalışmada kişi başına gerekli yol ağı uzunluğu için (2.72)'de verilen modeli öngörmüşlerdir(Khan ve Willamsen, 1986).

$$\ln(\text{ROADPOP}) = -3,35 + 0,758 \cdot \ln(\text{CO}) + 0,13 \cdot \ln\left(\frac{\text{km}}{\text{otomobil}}\right) \quad (2.72)$$

Denklem (2.72)'de, kişi başına gerekli yol ağı uzunluğunun otomobil sahipliği ve otomobil kullanımı ile doğru orantılı olduğu görülmektedir.

❖ K. Button, N. Ngoe ve J. Hine

K. Button, N. Ngoe ve J. Hine, 1993 yılında gelişmekte olan ülkeler için otomobil sahipliğini inceledikleri çalışmada bu ülkelerde otomobil kullanımını da incelemişler ve Tanner'in(Tanner, 1983) çok değişkenli regresyon modelini uygulamışlardır. Model denklemi (2.73)'de görülmektedir.

$$\frac{\text{km}}{\text{V}} = \exp\left[4,144 + \sum \delta_k \cdot c_k + 0,010 \cdot T + 0,002 \cdot T^2\right] \cdot \text{GDP}^{0,713} \cdot \text{PP}^{-0,261} \cdot \text{DP}^{-0,074} \cdot \text{CP}^{-0,290} \quad (2.73)$$

Burada :

km/V : Araç başına katedilen km uzunluğu.

T : Yıl (1967 yılında T=1)

GDP : 1980 fiyatlarıyla kişi başına gayri safi milli hasıla.

PP : 100 litre başına benzin fiyatı.

DP : 100 litre başına mazot fiyatı.

CP : Kişi başına otomobil sahipliği.

c_k : k ülkesi için kukla değişken.

δ_k : Kukla değişken katsayısı'dır.

(2.73) denkleminde görülen çok değişkenli regresyon modelinde $R^2=0,879$ olarak hesaplanmıştır(Button ve diğ., 1993).

Button'un bu çalışmasında, otomobil kullanımı modelinde kullanılan veriler ya da bu verilerin ne şekilde elde edildiği hakkında bir bilgi bulunmamaktadır.

2.3.1.5. Avustralya'da otomobil kullanımı modeli

D. A. Hensher, 1985 yılında Avustralya'da otomobil kullanımını modellemek için Eylül 1981 ve Nisan 1982 yılları arasında 2.756 araça sahip 1436 aile ile yapılan anket çalışmasından yararlanarak çok değişkenli regresyon modeli geliştirmiştir. Bu dönem içinde ailelerin otomobil ile katettikleri yıllık ortalama yol uzunluğu 12.600 km'dir. Ancak otomobilin modeline göre bu değer büyük değişiklik göstermektedir (Hensher, 1985, Hensher ve diğ., 1990).

Çok değişkenli regresyon modelinde Hensher, Mannering (1983)'in yaklaşımını kullanmış, ancak bağımsız değişken sayısını çok daha fazla seçmiştir. Hensher'in çok değişkenli regresyon çalışmasında kullandığı bağımsız değişkenler şunlardır (Hensher, 1985):

- Km başına yakıt fiyatı (km/cent).
- Otomobillerin yakıt tüketimi (litre/100 km).
- Durum değişkenleri.
 - Aileye ya da iş yerine ait araç, kukla değişken(1,0).
 - İşe ait başka araç, kukla değişken (1,0).
 - Diğer araç, kukla değişken(aileye ait ikinci bir araç varsa 1, yoksa 0).
 - Son 12 ay içinde aracın aileye ait olduğu ay sayısı.
 - Araç değiştirilmesi (araç herhangi bir nedenle değiştirilmiş ise 1, değiştirilmemişse 0).
- Araç özellikleri değişkenleri.
 - Araç ağırlığı (kg).
 - Araç yaşı (yıl).
 - Silindir sayısı.
 - panel van ise 1, değil ise 0.
 - hafif ticari araç ise 1, değil ise 0.
- Otomobilin finansal durum değişkenleri.
 - Km başına araç sabit giderleri(bakım, onarım, lastik giderleri)(cent/km).
 - Ortalama araç doluluğu.
 - Araç sürücüsünün yaşı.
- Aile faaliyet değişkenleri.

- Ailede, iş yolculukları işinin bir parçası olan kişilerin sayısı.
- Ailede, iş yolculukları işinin bir parçası olmayan kişilerin sayısı.
- Ailede çalışan kişi sayısı.
- Aile kompozisyonu değişkenleri.
 - Yıllık net aile geliri(yıllık gelir ile yıllık otomobil maliyeti farkı).
 - Ailede karar verici sayısı.
- Bölgesel değişkenler.

Hensher çalışmasında 21 bağımsız değişken kullanarak 1, 2 ve 3 otomobili olan aileler için ayrı ayrı olmak üzere otomobil kullanımını (km/otomobil) modellemiştir. 17 bağımsız değişkenin kullanıldığı tek otomobili olan aileler için otomobil kullanım modelinde belirlilik katsayısı 0,315 olarak hesaplanmıştır. Çok sayıda değişken ile ancak bu oranda bir belirlilik katsayısının elde edilmesinin nedeni, otomobil kullanımının çok karmaşık bir yapıya sahip olmasından kaynaklanmaktadır(Hensher, 1985).

2.3.1.6. Hollanda'da otomobil kullanımı modeli

G. Jong 1995 yılında Hollanda'da, Ekim 1992 tarihinde yapılan anket çalışmasını kullanarak otomobil kullanımını incelemiştir. Hollanda'da otomobil kullanımını için geliştirilen çok değişkenli regresyon modeli denklem (2.74)'de görülmektedir(Jong ve Pommer, 1996).

$$\ln(k_i) = \alpha \cdot \ln(y_i - c_i) + \beta \cdot v_i + \gamma \cdot Z_i + e_i \quad (2.74)$$

Burada :

- i : Kullanıcı.
- k_i : Yıllık katedilen km değeri.
- y_i : Ailenin yıllık geliri(guilders).
- c_i : Otomobilin yıllık sabit maliyeti(guilders).
- v_i : Km başına otomobilin değişken maliyeti(cent).
- Z_i : Kullanıcı etkileyen diğer değişkenler.
- e_i : Hata terimleri.
- α, β, γ : Katsayılar'dır.

Tablo 2.23'de 2.909 anketten yararlanılarak hesaplanan çok değişkenli regresyon katsayıları görülmektedir(Jong ve Pommer, 1996).

Tablo 2.23 : Otomobil Kullanımı Çok Değişkenli Regresyon Model Katsayıları.

Değişkenler	Katsayı (t istatistiği)
Sabit	8,328 (44,8)
$\ln(y_i - c_i)$	0,155 (8,9)
v_i	-1,616 (-55,3)
Yaş (yıl)	-0,003 (-4,6)
Cinsiyet(1 kadın, 0 erkek)	-0,233 (-10,6)
Çalışma (1 evet, 0 hayır)	0,145 (6,8)
Yüksek öğretim(1 evet, 0 hayır)	0,091 (6,8)

Modelede $R^2=0,57$ olarak hesaplanmıştır(Jong ve Pommer, 1996).

Hollanda'da otomobil ile katedilen yıllık ortalama yol uzunluğu 1992 yılında 16.360 km, 1993 yılında 16.066 km'dir. Model ile 1993 yılı için, km/araç değeri 15.741 km olarak hesaplanmıştır. Çalışmada çeşitli durumlar geliştirilerek otomobil kullanımındaki değişim incelenmiştir. Bu değişim Tablo 2.24'de verilmektedir.

Tablo 2.24 : Otomobil Kullanımının Çeşitli Durumlara Göre Değişimi
(Jong ve Pommer, 1996)

Durumlar	km/araç değişimi
Benzin fiyatının %10 artması	- % 3,2
Yol vergisinin %50 artması	- % 0,06
Petrol fiyatının %10 artması	- % 3,0
Mazot fiyatının %10 artması	- % 0,21
Gelirin %10 artması	% 1,5
Yol vergisinin %50 artması (>1200cc için)	- % 0,05

2.3.2. Otomobil Kullanımı ve Türel Ayrım

2.3.2.1. Fransa'da otomobil kullanımı ve türel ayrım

L. Hivert, J.P. Orfeuill ve P. Troulay Fransa'da 1983 ve 1984 yılında 15.980 aile ile yapılan anket verilerini kullanarak otomobil kullanımı ile ilgili bir çalışma gerçekleştirmişlerdir(Hivert ve diğ., 1988).

Çalışmada toplu taşımanın otomobil kullanımına etkisi nüfusu 100.000'in üzerindeki kentlerde (Paris hariç) Tablo 2.25'de görülmektedir.

Tablo 2.25 : Toplu Taşıma-Otomobil Kullanımı İlişkisi (Hivert ve diğ., 1988)

	Toplu taşıma olanağı	Aile başına otomobil sahipliği	Çalışan nüfusun iş yolculuğu (%)		
			Yürüme ve bisiklet	Toplu taşıma	Otomobil
Şehir	Düşük	0,83	31	16	52
Merkezi	Yüksek	0,85	31	19	50
Kalabalık	Düşük	0,82	21	10	69
Banliyö	Yüksek	1,02	18	19	62
Tenha	Düşük	1.04	22	12	64
Banliyö	Yüksek	1.13	21	14	64

Tablo 2.25'de görülen en önemli özellik iş yolculuklarında otomobil kullanım oranının banliyölerde, özellikle yerleşim yerlerinin birbirinden uzak olduğu yerlerde daha fazla olduğudur. İş yolculuklarının %20-%30'unun yürüme ya da bisiklet ile yapılıyor olması da dikkati çeken bir diğer özelliktir.

Çalışma kapsamında otomobil kullanımının kent merkezi ve kırsal alanlardaki değişimi de incelenmiş, otomobil kullanımının bölgesel değişimi nüfusu 100.000-200.000 arasındaki yerleşim yerleri için Tablo 2.26'da verilmiştir.

Tablo 2.26 : Yerleşim Yerinin Otomobil Kullanımına Etkisi (Hivert ve diğ., 1988)

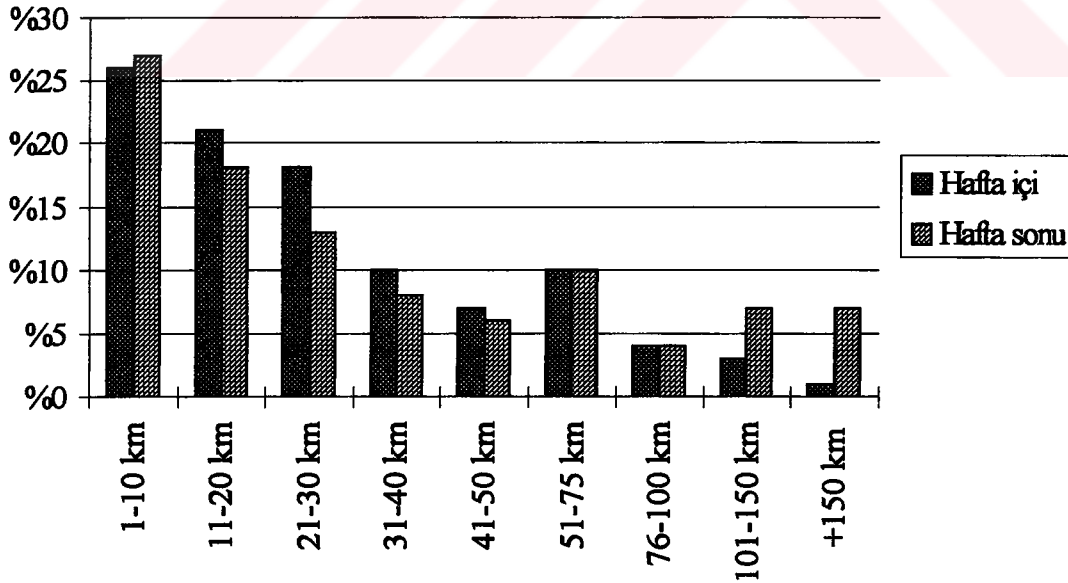
	Aile otomobil sahipliği	Günlük km/otomobil	Yıllık km/aile	Yıllık aile geliri (Fra.Frangı. 1981)
Şehir merkezi	0,8	14	10.400	104.000
Banliyö	1,0	24	12.400	102.000
Kırsal bölge	1,2	30	14.500	96.000

Tablo 2.26 incelendiğinde kırsal bölgelerde gelirin düşük olmasına karşın otomobil sahipliğinin ve kullanımının şehir merkezlerine ve banliyölere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun nedenleri, toplu taşıma olanakları ve nüfus yoğunluğunun kırsal bölgelerde daha düşük olmasıdır.

İnceleme sonunda Fransa genelinde otomobillerin yılda 12.700-13.100 km yol katettikleri görülmüştür. Katedilen bu yolun;

- %55'i hafta içinde 10 km civarındaki yolculuklarda,
- %28'i hafta sonu ev yakınındaki yolculuklarda,
- %4-6'sı hafta sonu en az bir gecenin dışarıda geçirildiği yolculuklarda,
- %6'sı Fransa'daki tatil yolculuklarında,
- %2-3'ü Fransa dışındaki tatil yolculuklarında yapılmaktadır(Hivert ve diğ., 1988).

Şekil 2.26'da tek otomobil sahip ailelerin hafta içinde ve hafta sonunda katedikleri yol uzunluğunun oranları görülmektedir.



Şekil 2.26 : Hafta İçinde ve Hafta Sonunda, Ailelerin Katedikleri Yol Uzunluğunun Oranları (Hivert ve diğ., 1988)

2.3.2.2. San Paulo'da(Brezilya) otomobil kullanımı ve türel ayrım

E. D. Vanconcellos 1997 yılında, Brezilya'da San Paulo kentinde günlük yolculuklar içinde otomobil kullanımının yerini incelemiştir(Vasconcellos, 1997). San Paulo kentinde 1967, 1977 ve 1987 yıllarında araç ile yapılan yolculuklar içinde otomobilin payı Tablo 2.27'de görülmektedir.

Tablo 2.27 : San Paulo Metropolitan Bölgesi 1967-1987 Yılları Arası Türel Ayrım Değişimi(Vasconcellos, 1997)

Ulaşım Türü	Günlük Motorlu Yolculuklar (1.000)					
	1967	%	1977	%	1987	%
Toplu Taşıma	4.894	68,1	9.759	61,0	10.343	55,0
Özel Oto	2.293	31,9	6.240	39,0	8.473	45,0
Toplam	7.187	100,0	15.999	100,0	18.816	100,0

Vanconcellos, San Paulo kentinde, 1967 yılında araç ile yapılan günlük toplam yolculuklardaki otomobil payının %31,9'dan 1987 yılında %45,0'a çıktığını gözlemlemiştir. San Paulo kentinde 1987 yılında türel ayrımın gelir gruplarına göre değişimi Tablo 2.28'de görülmektedir(Vasconcellos, 1997).

Tablo 2.28 : San Paulo Metropolitan Bölgesinde 1987 Yılında Aile Gelirine Göre Türel Ayrım (Vasconcellos, 1997)

Aylık Aile Geliri (\$)	Nüfus içindeki yüzdesi	Türel Ayrım(%)		
		Toplu Taş.	Özel Oto.	Yürüme
<240	20,8	37,3	8,8	53,9
240-480	28,1	40,1	13,3	46,6
480-900	26,0	39,6	24,6	35,8
900-1800	17,2	33,3	41,4	25,3
>1800	7,9	19,6	66,0	14,4

Tablo 2.28 incelendiğinde San Paulo'da 1987 yılında tüm gelir grupları için yürüme ile yapılan yolculukların oranındaki fazlalık dikkat çekicidir. Yalnızca nüfus içindeki payının %7,9 olan yüksek gelir grubu için otomobil ile yapılan yolculukların, toplu taşıma yolculuklarına bir üstünlüğü söz konusudur.

2.3.2.3. İstanbul'da otomobil kullanımı ve türel ayırım

İstanbul'da, İstanbul Ulaşım Ana Planı çalışması kapsamında 1987 yılında 2.400 aileden 9.450 kişi ile ve 1996 yılında 11.795 aileden 37.843 kişi ile (geçerli anket sayısı) iki kere kapsamlı anket çalışması yapılmıştır. Bu çalışmalardan ilki Temel Mühendislik A.Ş., ikincisi ise İ.T.Ü. tarafından İstanbul Büyükşehir Belediyesi için gerçekleştirilmiştir. 1997 yılında yapılan anket çalışması İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından yaptırılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda İstanbul'da araçla yapılan yolculukların türel dağılımı Tablo 2.29'da görülmektedir.

Tablo 2.29 : İstanbul'da Araç ile Yapılan Yolculukların Türel Dağılımı
(İstanbul Ulaşım Ana Planı, 1997)

Ulaşım Türü	1987 Yılı %	1996 Yılı %
Özel Oto	19,3	19,2
Taksi+Dolmuş	10,2	9,4
Servis Araçları	10,4	11,5
Otobüs	35,2	34,1
Minibüs	19,0	19,6
Raylı Sistemler	3,8	3,6
Deniz	2,1	2,6

İstanbul'da 1987 yılı ve 1996 yıllarında otomobil ile yapılan yolculuklarının oranının pek değişmediği görülmektedir. 1987 yılında İstanbul'da 1000 kişi başına otomobil sahipliği 53 iken bu rakam 1996 yılında %75'lik artışla 93'e çıkmıştır. Otomobil sahipliğindeki bu artışın türel ayırma yansımaması düşündürücüdür.

İstanbul'da 1996 yılındaki anketler sonuçlarına göre yapılan tüm yolculuklar (yaya yolculukları dahil) için türel ayırım, yolculuk amacına göre, otomobil olan ailelerdeki kişiler, otomobili olmayan ailelerdeki kişiler ve toplam için ayrı ayrı olmak üzere Tablo 2.30'da verilmektedir.

Tablo 2.30'da görülen bir özellik İstanbul'da yapılan tüm yolculukların üçte birinden fazlasının yaya olarak yapılmasıdır. Otomobilin en fazla kullanıldığı yolculuk amacı "diğer yolculuklar"dır.

Tablo 2.30: İstanbul'da 1996 Yılında Yapılan Yolculuk Amacına Göre

Türel Ayrım Yüzdeleri (İstanbul Ulaşım Ana Planı, 1997)

Yolculuk Amacı	Yaya	Özel Oto	Taksi Dolmuş	Servis	Toplu Taşıma	Toplam
<i>Otomobili Olan Ailelerdeki Kişiler</i>						
Ev-İş	16,7	60,2	4,7	7,8	26,9	100,0
Ev-Okul	58,1	7,8	5,9	39,9	46,7	10,0
Ev-Diğer	17,8	32,1	18,4	0,3	47,0	100,0
Diğer	5,2	62,7	5,3	2,4	34,1	100,0
Toplam	28,2	46,7	7,5	11,1	34,8	100,0
<i>Otomobili Olmayan Ailelerdeki Kişiler</i>						
Ev-İş	29,4	8,8	9,9	12,4	69,1	100,0
Ev-Okul	69,7	2,1	4,9	28,0	64,7	100,0
Ev-Diğer	19,6	4,9	15,3	0,6	80,1	100,0
Diğer	6,0	12,2	10,1	6,7	69,0	100,0
Toplam	36,6	7,6	10,3	11,5	70,5	100,0
<i>Tüm Ailelerdeki Kişiler</i>						
Ev-İş	26,1	23,3	8,5	11,1	57,2	100,0
Ev-Okul	66,1	4,1	5,3	32,2	58,4	100,0
Ev-Diğer	19,1	12,8	16,2	0,5	70,5	100,0
Diğer	5,7	27,8	8,7	5,4	58,2	100,0
Toplam	34,3	19,2	9,4	11,4	59,9	100,0

2.3.3. Otomobil Kullanımının Sınırlandırılması

İngiltere'de 1989 yılında "Ulaştırma Çalışma Birimi"nce yapılan araştırmada 2025 yılında yollardaki trafiğin %82 ile %142 oranında artacağı öngörülmüştür. Bu gelişme üzerine ileride ortaya çıkabilecek trafik tıkanıklıklarını önlemek için çeşitli önlemlerin alınmasının gereklidir. Bu amaçla Ekim 1989 tarihinde İngiltere'de 2428 aile ile (İngiltere'deki aile nüfusunun %1,1'i) anket çalışması yapılmıştır. Anket çalışması sonucu ailelerin otomobil kullanımları Tablo 2.31'de görülmektedir(Culinane, 1992).

Tablo 2.31 : Otomobilin Gerekliliğine Göre Otomobil Kullanımı(Culinane, 1992)

Yıllık Mil	Gerekli	Yararlı	Vazgeçilebilir
< 5.000	% 60	% 30	% 10
5.000-14.999	% 69	% 23	% 8
15.000-29.999	% 81	% 11	% 7
> 30.000	% 89	% 9	% 2

Anket çalışmasında, otomobil kullanımının çeşitli durumlar karşısında değişimi incelenmiş, bu durumlar ve sonuçları Tablo 2.32'de verilmiştir.

Tablo 2.32'de görüldüğü gibi otomobil kullanımını azaltacak en etkili durum benzin fiyatının litre başına 1,06 £ artması, etkisi en az olan durum ise park ücretlerinin iki katına çıkarılmasıdır. Park ücretlerine olan duyarsızlık paralı parkların her yerde uygulanmamasından kaynaklanabilmektedir. Toplu taşıma sistemlerinde sıklığı ve güvenilirliğin artması da otomobil kullanımında caydırıcılığı olabilecek etkili bir unsur olarak görülmemektedir.

Tablo 2.32 : Çeşitli Durumlar Karşısında Otomobil Kullanımında Değişiklik
(Culinane, 1992)

Durumlar	Otomobil kullanımında değişiklik olmayacaklar	
	Hergün oto kullanan	Haftada en az bir kez oto kullanan
Yolculuk süresinin iki katına çıkması	% 61	% 40
Benzin fiyatının litre başına 1,06 £ artması	% 40	% 27
Toplu taşıma taşıma ücretinin düşmesi	% 71	% 56
Toplu taşıma sıklığının ve güvenilirliğin artması	% 61	% 47
Egzos gazlarının çevreyi ciddi kirletmesi	% 60	% 49
Park ücretinin iki katına çıkması	% 73	% 58

Otomobil kullanımı sonucunda ortaya çıkan trafik tıkanıklığının giderilmesi için 6 önlem düşünülmüş ve kullanıcıların bu önlemlere tepkileri değerlendirilmiştir. Bu önlemler ve sonuçları Tablo 2.33'de görülmektedir.

Tablo 2.33 : Trafik Tıkanıklığının Önlenmesi İçin Çeşitli Önlemlerin Değerlendirilmesi (Culinane, 1992)

Önlemler	Kesinlikle Olumlu	Olumlu	Tarafsız	Olumsuz	Kesinlikle Olumsuz
Yürümeyi desteklemek	% 27	% 50	% 13	% 9	% 1
Merkezde otomobili yasaklamak	% 23	% 46	% 12	% 16	% 2
Toplu taşımayı iyileştirmek	% 36	% 48	% 9	% 5	% 1
Girişi paralı bölgeler	% 9	% 29	% 16	% 35	% 10
Yeni yollar yapmak	% 19	% 45	% 14	% 16	% 3
Park yeri kontrolü yapmak	% 20	% 46	% 18	% 12	% 2

Tablo 2.33'de görülen önlemlerin etkinliklerinin belirlenmesi için otomobil kullanan ve kullanmayanların bu önlemlere yaklaşımları puanlandırılmış ve bu puanlar Tablo 2.34'de verilmiştir(Culinane, 1992).

Ortalama puanlar incelendiğinde trafik tıkanıklarının önlenmesi konusunda en etkili önlemin toplu taşıma sistemlerinde iyileştirme yapılması ve yeni yolların hizmete açılması olarak görülmektedir. Girişi paralı bölgelerin oluşturulması ise bütün kullanıcı grupları tarafından tıkanıklığı giderici bir önlem olarak görülmemektedir (Culinane, 1992).

Tablo 2.34 : Trafik Tıkanıklığını Giderici Önlemlerin Ortalama Ağırlıkları (Culinane, 1992)

Önlemler	Ortalama Puan		
	Hergün oto. kullanan	Haftada bir gün oto kull.	Hiç kullanmayan
Yürümeyi desteklemek	0,83	1,12	1,00
Merkezde otomobili yasaklamak	0,64	0,88	0,72
Toplu taşımayı iyileştirmek	1,10	1,21	1,20
Girişi paralı bölgeler	-0,21	-0,02	-0,02
Yeni yollar yapmak	1,06	1,15	1,08
Park yeri kontrolü yapmak	0,64	0,68	0,76

Toplu taşıma sistemlerinin iyileştirilmesi, tüm önlemler içinde hayata geçirilmesi belki de en zor olanıdır. Toplu taşıma sistemlerinin sıklıklarının ve hizmet alanlarının artırılması ayrıntılı "yolculuk başlangıç-son" çalışmalarının yapılmasını gerektirmektedir. Toplu taşıma sistemlerinde tüm istenilen iyileştirmeler yapıldıktan sonra bile "bu sistemi kullanacaklarını" söyleyen otomobil kullanıcılarının tümünün aynı davranışı sergilemedikleri bilinen bir gerçektir.

Trafik tıkanıklıklarının önlenmesinde etkili bir yöntem olduğu bilinen, kentin kalabalık bölgelerine girişlerin ücretlendirilmesi anket sonucunda olumlu bir önlem olarak görülmemiştir. Böyle bir sonucun ortaya çıkmasının nedeni bu önlemin uygulanması ile kullanıcılara ek bir maliyet yüklemektedir. Ek maliyeti hiçbir kullanıcı karşılamak istememektedir.

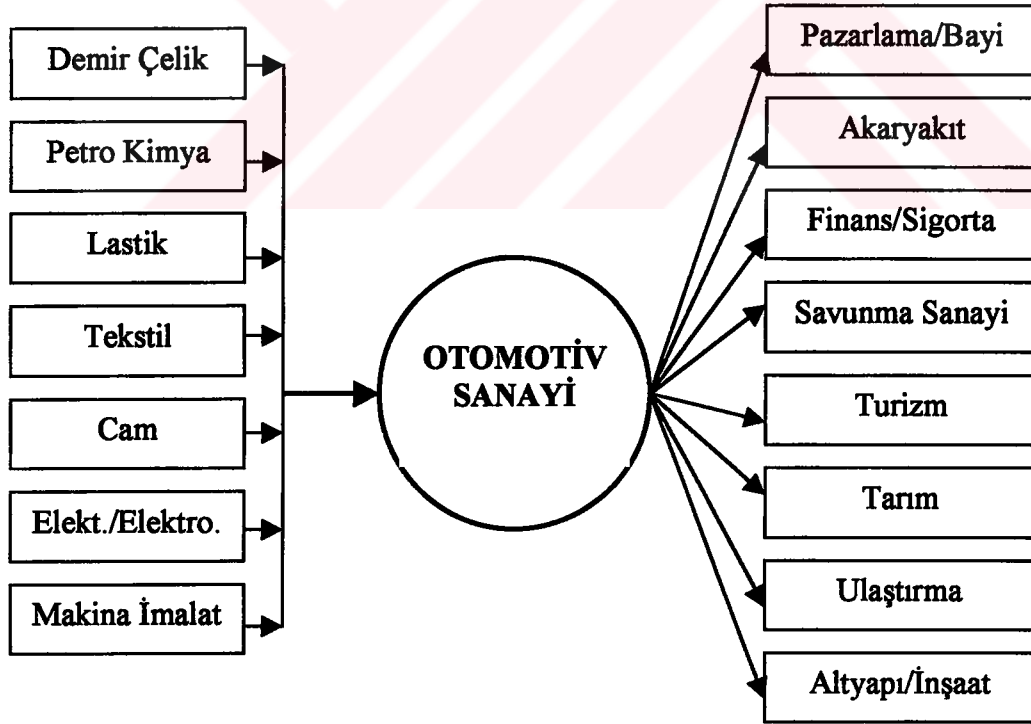
Anket sonunda, ailelerin %49'unun otomobili bir hayat tarzı olarak algıladıkları hatta %13'ünün otomobilden hiçbir şekilde vazgeçmeyecekleri görülmüştür. Bunun yanında ailelerin %25'inin bir otomobile sahip olmadığı ve sahip olmayı da düşünmediği ortaya çıkmıştır(Culinane, 1992).

BÖLÜM 3

TÜRKİYE'DE OTOMOBİL SAHİPLİĞİNİN MODELLENMESİ

3.1. Türkiye'de Otomotiv Sanayii

Otomotiv sanayi, tüm sanayileşmiş ülkelerde ekonominin lokomotifi olarak kabul edilen bir sektördür. Sektörün ekonomideki yürütücü etkisinin nedeni, diğer sektörler ile olan yakın ilgisidir. Bu ilişki Şekil 3.1'de görülmektedir(Tezer, 1998).



Şekil 3.1 : Otomotiv Sanayiinin Diğer Sanayiler ile Olan İlişkisi(Tezer, 1998)

3.1.1. Türkiye’de Otomotiv Sanayii’nin Tarihçesi

Bugün Türkiye’de gıda ve tekstil sektöründen sonra üçüncü sırada yer alan otomotiv sektörünün temeli 1954 yılında kurulan Türk Traktör Fabrikası ile atılmıştır. Ortaklığın %30 hissesi Amerikan Mineapolis Moline ve kalan %70 hissesi M.K.E. Kurumu, Türkiye Ziraat Donanım Kurumu, Ziraat Bankası ve Pamuk Tarım Satış Kooperatifleri tarafından paylaşılmıştır. Otomotiv sektöründe bir traktör fabrikasının öncülük etmesinin en önemli sebebi, 1950’li yıllarda önemli ölçüde tarıma dayalı bir ekonomisi olan Türkiye’de o zamana kadar ithal edilen traktörlerin 173 ayrı marka ve tipte oluşudur. Bu durum; kullanımda, bakımda, onarımda ve yedek parça sağlanmasında büyük zorluklar yaşanmasına neden olmuştur.

Türkiye’de otomotiv sanayini gelişmesinde en önemli rolü, ABD’nin, II. Dünya Savaşı sonunda ekonomileri bozulan Avrupa ülkelerine 1948-1952 yılları arasında yaptığı "Marshall Yardımı" oynamıştır. Marshall Yardımı’nın bir maddesi de "ulaşım sisteminin islahı"dır. 1950’li yıllara kadar Türkiye ulaştırmasında demiryollarının etkin olduğu bir dönem yaşanmış, ancak Marshall Yardımı gereği ulaştırma sistemlerinin geliştirilmesi için 1950 yılında Bayındırlık Bakanlığı’na bağlı olarak Karayolları Genel Müdürlüğü kurulmuş ve ülkedeki karayolu uzunluğu hızla arttırılmaya başlanmıştır. Bu bağlamda, 1950 yılında 1.111 km olan sathı kaplama yol uzunluğu 1955 yılında %125 arttırılarak 2.497 km’ye ve 1960 yılında ise %170 arttırılarak 6.741 km’ye çıkartılmıştır.

Türkiye’nin ilk otomobil firması, 1959 yılında Ford Motor Co. ve Koç Ticaret A.Ş. tarafından kurulan Ford Otosan’dır. Fabrikanın üretim kapasitesi günde 8 saat çalışılacağı varsayılarak günlük 8 adet kamyon ve 4 adet binek otomobili montajı olarak belirlenmiştir(Azcanlı, 1993).

27 Mayıs Hareketi Milli Birlik Komitesi Başkanı Cemal Gürsel’in daha göreve başlar başlamaz otomobil üretimi konusuna el atması üzerine 1961 yılında otomotiv sektörü büyük bir hareketlilik yaşamıştır.

1963-1967 yılları arasında taşıt ithalatının yasaklanmasının desteğiyle 1963 yılında 7 olan firma sayısı 1968 yılında 15’e yükselmiştir. 1968 yılından sonra Montaj Sanayi Talimatı’nda hedeflenen yerli girdi oranlarına ulaşamayan firmaların montaj

izinleri iptal edilmiştir. Bu durumda üretim gücü zayıflayan firmalar sektörden çekilmek zorunda kalmışlardır (Azcanlı. 1993).

1966 yılına kadar montaj sanayiinden öteye gidemeyen otomotiv sanayinde ilk Türk otomobili olan “Anadol” 1966 yılında Ford Otosan tarafından üretilerek piyasaya sunulmuştur. Fiber glasstan üretilen Anadol, yıllardır Türkiye’de egemenliği elinde bulunduran Amerikan ve İngiliz otomobillerinin egemenliği sona erdirmiştir. Çok büyük bir talep ile karşılaşan Anadol saç otomobil yapımını gündeme getirmiştir. 1967 yılında Koç grubu İtalyan Fiat S.p.A. Torino grubuyla anlaşarak Tofaş firmasını ve yine aynı yıl Ordu Yardımlaşma Kurumu Fransız Renault ile ortak OYAK Renault firmasını kurmuşlardır. İki firma da 1967-1971 yılları arasında Bursa Organize Sanayi Bölgesi’nde fabrikalarını kurmak için uğraşmışlardır.

1968 yılında ağır taşıt üretiminde önemli bir firma olan Otomarsan Otobüs ve Motorlu Araçlar Sanayi A.Ş. İş Bankası ve Mercedens Benz ortaklığı olarak kurulmuştur. Böylece Türkiye’de 0302 serisi otobüsleri üretilmeye başlanmıştır.

1968’lerden itibaren giderek bozulan ülke istikrarı, sanayiye dolayısıyla otomotiv sektörünü önemli ölçüde etkilemiştir. 1973 yılında Arap-İsrail Savaşı’nın çıkmasıyla dünyada bir petrol darboğazı yaşanmıştır ve aynı yıl petrol üreticisi ülkeler birleşerek OPEC adı verilen bir örgüt yapısı oluşturarak petrol fiyatına %70 oranında zam yapmışlardır.

Türkiye’de 12 Mart 1971 muhtırasıyla biraz durulan terör olayları 1974’e doğru tekrar yoğunlaşmaya başlamıştır. Genelde işçi ve öğrenci kesimi üzerinden gerçekleşen gösteri yürüyüşü, miting ve grev gibi ideolojik amaçlı anarşi ortamı yaratmaya dönük olaylar fabrika işgallerine kadar varmıştır. 1974 yılında Kıbrıs Harekatı’nda sonra ABD kaynaklı ambargo da üretimde büyük kayıplar yaratmıştır. Ancak bütün bu gelişmelere rağmen otomobil sahipliğinde, 1974-1977 yılları arasındaki dönemde 1970-1974 yılları arasındaki döneme göre daha büyük bir artış oranı kaydedilmiştir. Bunun nedeni 1000 kişi başına 5 olan otomobil sahipliğinin, ekonomik dalgalanmalardan pek etkilenmeyen en üst gelir düzeyindeki kullanıcılardan oluşmasıdır.

1977-1981 döneminde sürekli yükselen ve 1979 yılında %100’ü aşan enflasyon nedeniyle özellikle ücretli ve maaşlı kesimin gerçek gelirlerinin iyice düşmesi,

otomotiv sektöründe önemli bir talep azalmasına neden olmuştur. Bu dönemde görülen talep düşüşünün diğer nedenleri şu şekilde sıralanabilir:

- Petrol fiyatlarının artışı ve 1980’den sonra benzin fiyatına uygulanan devlet sübvansiyonunun kaldırılması.
- Taksitli satışlarının sınırlandırılması.
- Taşıt alım vergileri ile motorlu taşıt vergilerine büyük oranda zam yapılması.
- Faiz oranlarının 1980’den başlayarak serbest bırakılmasıyla birikimlerin banka ve bankerlere kayması.

1981 yılında otomotiv sanayi kuruluşları çok büyük bir talep yetersizliği yaşamışlardır. Bunun sonucu olarak kapasite kullanım oranları ve üretimde, talep düşüşü ile karşı karşıya kalınmıştır. Durgunluğu biraz olsun azaltıp talepte hareketliliği sağlamak amacıyla taksitli satışlarda vade süresi kısaltması kaldırılmıştır. İstihsal vergi oranları azaltılmıştır.

Ekim 1983 yılında yapılan seçimlerden sonra kurulan Özal hükümetinin ulaştırma konusunda önemli bir icraatı, “1983-1993 Ulaştırma Ana Planı”nı askıya alarak Türkiye’de otoyol inşaatlarını başlatması olmuştur. Özellikle yük taşımalarında demiryollarının ve denizyollarının etkinliklerinin artırılmasına yönelik bu planın uygulamadan kaldırılması, ulaştırmada bugün yaşanan pek çok olumsuzluğun ve ekonomik kayıpların doğmasına neden olmuştur.

1984 yılından itibaren ithalatın serbest bırakılmasıyla otomobil sayısı ülkede hızla artmaya başlamıştır. Kullanılmış araçların serbest dolaşımına izin verilmesi sonucu 1984 yılında Türkiye’de 54.832 otomobil üretilirken 16.873 kullanılmış otomobil ithal edilmiştir(OSD, 1996). Kullanılmış otomobillerin tüketiciler tarafından tercih edilmesi sonucunda ülkede yedek parça sorunu yaşanmaya başlamıştır. Yedek parça sorununu önlemek ve otomobil üreticilerini korumak amacıyla kullanılmış otomobil serbest dolaşımı uygulamasından 1985 yılı ortalarında vazgeçilmiştir.

1985 yılından sonra otomotiv sektörüne kararlı dönem başlamıştır. 1987-1993 yılları arasında sektör %12,5’lik bir büyüme hızına ulaşmıştır. Toplam araç talebi 1989-1993 yılları arasında her yıl ortalama %30 artarak 147.000’den 544.000’e

yükselmiştir (OSD, 1997). 1993 yılı sonunda 2000 yılında Türkiye'de yıllık araç talebinin 1.000.000'a ulaşacağı öngörülmüştü.

1994 yılındaki ekonomik darboğaz, otomotiv sektörünü de önemli derecede etkilemiştir. 1993 yılında 544.000 olarak gerçekleşen toplam araç talebi 1994 yılında 262.000, 1995 yılında 274.000 ve 1996 yılında 326.000 olmuştur (OSD, 1997).

1.1.1996 yılında Gümrük Birliği Ortaklık Komisyonu Kararı uyarınca Avrupa Birliği ülkelerden ithal edilen otomobillere gümrük vergileri kaldırılmıştır. Bu karardan sonra Türkiye'de ithal otomobillerin pazar payı 1996 yılında %24, 1997 ve 1998 yıllarında %36 olarak gerçekleşmiştir. Tablo 3.1'de 1973-1998 yılları arasında yerli ve ithal otomobil satışları görülmektedir. Sektörde toplam otomobil satışları incelendiğinde, 1993 yılında ulaşılan satış rakamına, 1994 yılındaki ekonomik krizi nedeniyle, 1998 yılında bile ulaşılammıştır. 1996-1998 yılları arasında dikkati çeken en önemli nokta, ithal otomobil oranının hızla artmasıdır. Kullanıcıların, fiyatları daha pahalı olan ithal otomobillere yönelmeleri düşündürücüdür.

Tablo 3.1 : Türkiye'de 1973-1998 Yılları Arasında Yerli ve Yabancı Otomobil Satışları (Azcanlı, 1993), (İOTMD, 1998)

Yıllar	Yerli	Yabancı	İthalatın Pazar Payı (%)	Yıllar	Yerli	Yabancı	İthalatın Pazar Payı (%)
1973	46.856	7.087	13	1986	77.463	6.974	8
1974	59.908	9.058	13	1987	102.039	5.115	5
1975	67.291	13.676	17	1988	113.312	4.665	4
1976	62.822	19.062	23	1989	110.714	6.948	6
1977	58.245	8.641	12	1990	162.023	65.391	29
1978	54.084	13.511	20	1991	189.783	33.651	15
1979	43.808	12.705	22	1992	258.526	60.134	19
1980	29.114	3.339	10	1993	340.063	101.299	23
1981	25.302	5.400	18	1994	200.947	25.643	12
1982	29.330	2.795	9	1995	194.960	21.805	10
1983	39.261	3.219	8	1996	182.237	57.067	24
1984	51.290	8.849	15	1997	219.810	124.973	36
1985	55.439	12.806	19	1998	204.054	111.322	36

3.1.2. Türkiye’de Otomotiv Sanayii’nin Bugünü

1998 yılında Türkiye’de çeşitli tiplerde araç üreten 19 firma bulunmaktadır. Bu firmaların ürettikleri araç çeşitleri Tablo 3.2’de, üretime başlama yılları ve toplam sermaye içindeki yabancı sermaye oranları Tablo 3.3’de görülmektedir.

Tablo 3.2 : Türkiye’de 1998 Yılında Otomotiv Sanayi Üretici Firmaları
ve Ürünleri (Power Dergisi, Eylül 1998)

Firma	Ürün	Firma	Ürün
Türk Traktör	Traktör	Mercedes	Midibüs, Otobüs, Çekici, Kamyon
Ford Otosan	Otomobil, Minibüs, Kamyon, Kamyonet	Tofaş	Otomobil
Uzel	Traktör	Renault	Otomobil
Otokar	Minibüs, Midibüs, Kamyonet.	Temsa	Midibüs, Otobüs, Kamyon, Kamyonet
Chrysler	Çekici, Kamyon, Kamyonet	Opel	Otomobil
Isuzu	Midibüs, Kamyon, Kamyonet	Toyotosa	Otomobil
BMC	Minibüs, Midibüs, Otobüs, Kamyon, Kamyonet	Traksan	Traktör
Karsan	Minibüs, Midibüs, Kamyonet.	Hyundai	Otomobil, Kamyonet, Minibüs
MAN	Otobüs, Çekici, Kamyon	Honda	Otomobil
Otoyol	Midibüs, Çekici, Kamyon, Kamyonet		

Türkiye’de otomotiv sektöründe yıllık üretimin önemli kısmını otomobil üretimi oluşturmaktadır. 1959 yılında kurulan Ford Otosan’ın 1966 yılında gerçekleştirdiği ilk otomobil üretimini bugün 34 yılı geride bırakmıştır. 1998 yılında otomotiv sanayindeki üretilen 405.002 araçların 204.054’ü, yani toplam üretimin %59’u otomobil üretimidir. Firmaların 1992-1998 yılları arasında araç tipine göre üretim sayıları Tablo 3.4’de görülmektedir.

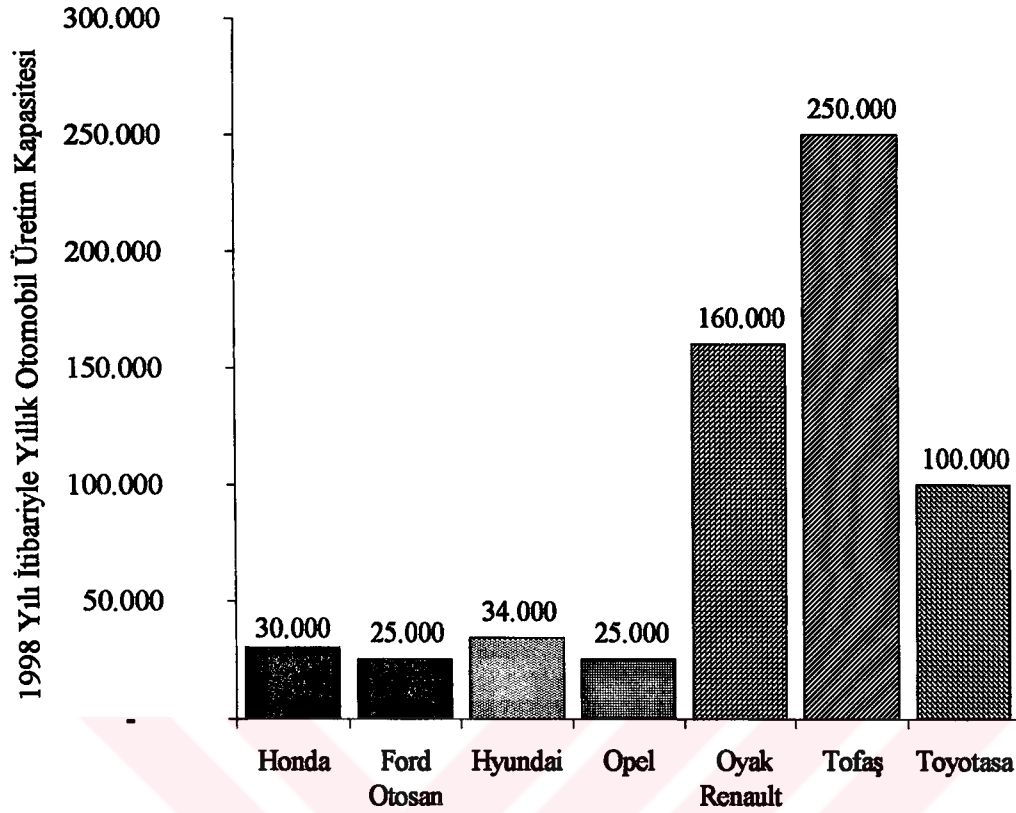
1998 yılında Türkiye’de toplam üretim kapasitesi 594.000 olan 7 firma bulunmaktadır. Bu firmalar ve üretim kapasiteleri Şekil 3.2’de görülmektedir.

Tablo 3.3: Türkiye'de 1998 Yılında Otomotiv Sanayi Üretici Firmalarının Üretime Başlama Tarihleri ve Yabancı Sermaye Payları (Power Dergisi, Eylül 1998)

Firma	Üretime Başlangıç Tarihi	Yabancı Sermaye (%)	Firma	Üretime Başlangıç Tarihi	Yabancı Sermaye (%)
Türk Traktör	1954	25	Mercedes	1968	70,69
Ford Otosan	1959	41	Tofaş	1971	37,8
Uzel	1962	0	Renault	1971	51
Otokar	1963	0	Temsa	1987	0
Chrysler	1964	0	Opel	1990	100
Isuzu	1966	50	Toyotosa	1994	50
BMC	1966	0,01	Traksan	1994	0
Karsan	1966	0	Hyundai	1997	50
MAN	1966	90,98	Honda	1997	50
Otoyol	1966	27			

Tablo 3.4 : Otomotiv Sektöründe 1992-1998 Yılları Arasında Araç Tipi Bazında Üretim Adetleri (www.osd.org.tr)

Yıllar	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Otomobil	265.245	348.095	212.651	233.412	207.757	242.780	239.937
Çekici	254	547	181	433	374	648	618
Kamyon	21.012	30.796	11.927	19.326	29.058	43.045	31.205
Kamyonet	16.984	19.766	9.602	16.808	21.032	32.435	45.517
Otobüs	1.415	1.933	1.034	1.279	2.499	3.449	3.040
Minibüs	11.450	12.084	4.924	7.645	10.171	12.935	13.910
Midibüs	6.399	7.435	2.855	3.537	5.856	9.060	10.275
Traktör	21.723	32.809	25.169	44.068	52.590	55.565	60.500
Toplam	344.482	453.465	268.343	326.508	329.337	399.917	405.002



Şekil 3.2 : 1998 Yılında Otomobil Üretim Kapasitesinin Firmalara Dağılımı
(www.osd.org.tr)

Türkiye’de 1998 yılında toplam otomobil üretim kapasitesi 594.000 otomobil iken 239.937 otomobil üretilmiştir. Buradan ortaya çıkan sonuç kapasite kullanım oranının %40 dolayında olduğudur. Kapasite kullanımındaki bu sorun yalnızca 1998 yılında yaşanan bir sorun değildir. Tablo 3.5’de son on yıla ait araç üretimi ve kapasite kullanımı incelendiğinde sektörün hiçbir zaman %80’e varan bir kapasite ile çalışmadığı görülmektedir.

Tablo 3.5 : Toplam Araç Üretimi (1.000 adet) ve Kapasite Kullanımı (Power Dergisi, Eylül 1998)

Yıllar	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Toplam Araç Üretimi	164	239	263	344	453	268	327	329	400	405
Kapasite Kullanımı	%48	%55	%64	%77	%77	%46	%46	%49	%49	%50

1992-1993 yılında görülen %77’lik kapasite kullanım oranı iki nedenden dolayı düşüş göstermiştir. Bu nedenler:

1. 1994 yılında görülen ekonomik kriz.
2. Otomobil üreticisi olan Toyotosa'nın 1994, Honda ve Hyundai'nin 1997 yıllarında sektöre girmeleridir.

Buna karşılık toplam otomobil satışları içinde ithal otomobillerin payının giderek artması, kapasite kullanımı konusunda ileride de sorunları devam edeceği anlamına gelmektedir.

Otomotiv sektöründe 19 firmada 1998 yılında 29.651 kişi çalışmaktadır. Çalışan kişilerin meslek gruplarına ve yıllara göre dağılımı Tablo 3.6'da görülmektedir.

Tablo 3.6 : 1992-1997 Yılları Arasında Otomotiv Sektöründe Çalışan Kişi Sayıları
(www.osd.org.tr)

Yıllar	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
İşçi	22.384	24.599	16.929	18.800	20.238	23.249	22.879
Memur	2.901	2.859	2.666	2.807	3.404	4.053	4.019
İdareci	518	640	499	661	678	900	612
Mühendis	750	876	974	1.069	986	1.361	1402
İdareci Mühendis	414	459	547	508	534	604	739
Toplam	26.967	29.433	21.615	23.845	25.840	30.167	29.651

Gıda ve tekstil sektörlerinden sonra Türkiye'de üçüncü büyük sektördür. Otomotiv sektörü, motorlu araç üreten firmalar 1998 yılında 1.307 trilyon TL ciro yapmışlardır. Motorlu araç üreten firmaların 1994-1998 yılları arasındaki yıllık ciroları Tablo 3.7'de görülmektedir.

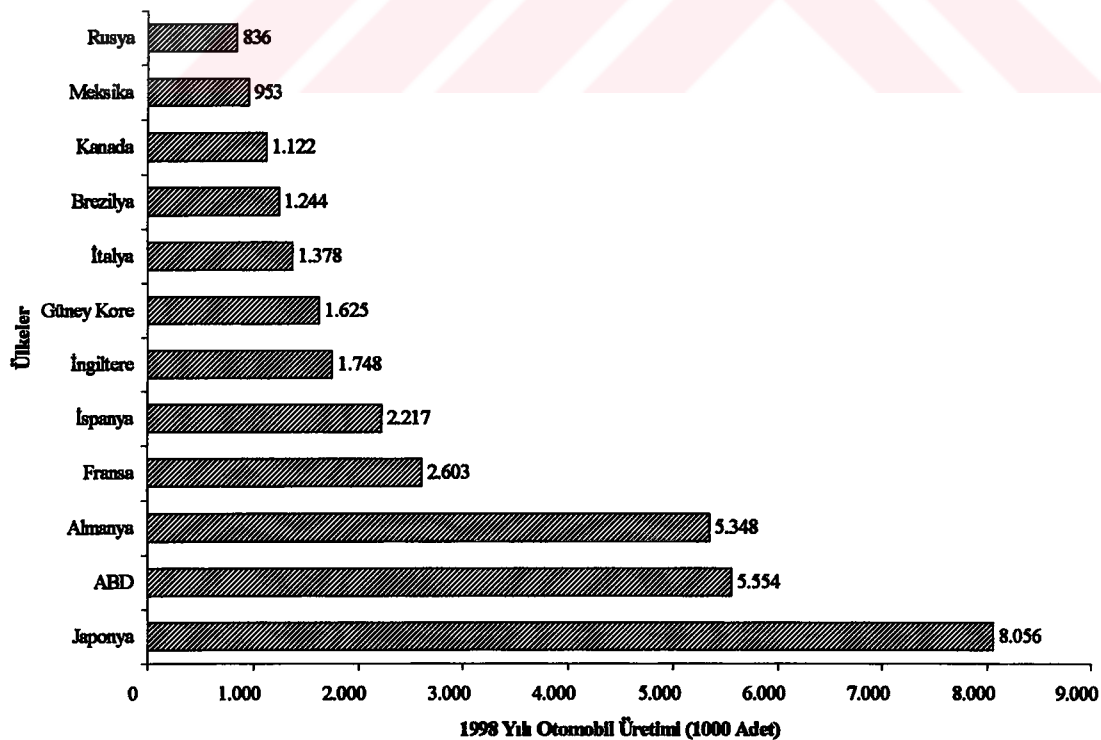
Türkiye'deki otomotiv sektörü dünyadaki otomotiv sektörleri yanında son derece küçük kalmaktadır. 1995-1998 yılları arasında dünyada ve Türkiye'de otomobil üreten ülke ve üretim adetleri Tablo 3.8'de, 1998 yılı verilerine göre dünya otomobil üretiminin %85'ini elinde bulunduran ülkeler ve üretim adetleri Şekil 3.3'de görülmektedir.

Tablo 3.7 : Otomotiv Sanayii Firmalarının1994-1998 Yılları Arasında Ciroları
(Milyar TL)(www.osd.org.tr)

FİRMALAR	1994	1995	1996	1997	1998
A.HONDA	0	0	0	0	45.814
A.I.O.S.	1.432	3.620	8.158	19.232	35.492
B.M.C.	2.776	8.599	21.347	50.027	60.878
CHRYSLER	1.276	5.070	11.325	39.271	43.955
FORD OTOSAN	4.766	16.008	45.205	121.837	158.562
HYUNDAI	0	0	0	0	62.078
KARSAN	992	2.249	5.063	12.942	27.262
M.A.N.	775	2.506	9.166	17.848	29.362
M. BENZ	4.966	18.699	45.232	109.579	131.167
OPEL	3.875	5.694	12.509	77.616	89.529
OTOKAR	1.834	5.318	7.695	8.901	24.812
OTOYOL	2.041	6.010	12.269	31.625	35.173
O. RENAULT	14.748	29.266	45.587	109.000	170.000
TEMSA	1.135	3.174	9.825	25.870	48.883
TOFAŞ	19.504	41.507	59.767	112.264	167.300
TOYOTASA	604	13.000	24.225	38.406	34.931
TRAKSAN	103	1.516	2.588	2.715	0
T. TRAKTÖR	2.879	11.065	19.401	38.420	65.224
UZEL	2.883	9.481	20.836	43.409	76.650
TOPLAM	66.593	182.789	360.204	858.970	1.307.078

Tablo 3.8 : 1996-1998 yılları Arasında Dünyada Otomobil Üretimi (1.000 Adet)

Ülke	1996	1997	1998	Ülke	1996	1997	1998
Belçika	1.144	1.005	951	Ozbekistan	0	60	65
Fransa	2.088	2.259	2.603	Türkiye	208	243	240
Almanya	4.540	4.678	5.348	Kanada	974	1.036	1.122
İtalya	1.318	1.563	1.378	Meksika	800	856	953
Hollanda	145	197	243	ABD	6.083	5.934	5.554
Portekiz	157	186	181	Arjantin	269	366	353
İspanya	1.942	2.010	2.217	Brezilya	1.458	1.678	1.244
İngiltere	1.686	1.698	1.748	Avustralya	303	320	350
Avusturya	97	98	91	Çin	388	482	507
Finlandiya	29	34	34	Hindistan	396	410	399
İsveç	368	368	370	Endonezya	53	55	11
Çek Cumhuriyeti	240	321	321	Japonya	7.865	8.492	8.056
Macaristan	63	76	368	Malezya	254	255	126
Polonya	389	353	460	Yeni Zelanda	30	17	8
Romanya	98	109	104	Güney Kore	2.265	2.308	1.625
Sırbistan	8	8	13	Tayvan	265	270	293
Slovak Cumh.	30	41	45	Tayland	141	112	32
Rusya	867	985	836	Güney Afrika	250	218	177
Ukranya	7	1	25	Toplam	37.218	39.102	38.451



Şekil 3.3 : 1998 Yılında Dünya Otomobil Üretiminin %85'ini Gerçekleştiren 12 Ülke

3.2. Türkiye’de Otomobil Sahipliği Modelleri

Bu bölümde Türkiye’de otomobil sahipliğinin belirlenmesi için geliştirilen modeller yer almaktadır.

Bu modeller temel olarak "S eğrisi" modelleri ve regresyon modelleri olmak üzere 2 ana başlık altında toplanabilir. "S eğrisi" modelleri belli bir doygunluk düzeyi içeren modellerdir. Bu modellerde kullanılan bağımsız değişken sayısı azdır, bunun sebebi bu modellerde önemli olan eğri şeklinin genel yapısıdır, değişken sayısı arttıkça eğri yapısında büyük değişiklikler gözlenmemektedir. Regresyon eğrisi modelleri ise belli bir doygunluk düzeyi içermeyen ve "S eğrisi" modellerine göre daha fazla bağımsız değişkenin kullanıldığı modellerdir. Bu iki başlık altında toplanan ve çalışma sırasında geliştirilen modeller şunlardır:

1. Lojistik Eğri Modelleri.
2. Üssel Büyüme Eğrisi Modelleri.
3. Gompert Eğrisi Modelleri.
4. Kesit Modelleri.
5. Regresyon Modelleri.

Türkiye’de otomobil sahipliğinin belirlenmesinde kullanılan ilk üç model grubunun herbiri için (lojistik eğri, üssel büyüme eğrisi ve Gompert eğrisi grupları) beş ayrı model oluşturulmuştur. Bu beş modelde kullanılan bağımsız değişkenler sırasıyla şu şekildedir:

1. “Zaman”.
2. “Kişi başına gayri safi milli hasıla”.
3. “Zaman” ve “kişi başına gayri safi milli hasıla”.
4. “Kişi başına gayri safi milli hasılanın ortalama otomobil fiyatına oranı”.
5. “Zaman” ve “kişi başına gayri safi milli hasılanın ortalama otomobil fiyatına oranı”.

Çalışmanın ileriki bölümlerinde, "S eğrisi" modelleri içerdikleri bu değişkenlere göre sıralanmışlardır.

Kesit modellerinde, 1997 yılında il bazında "nüfus yoğunluğu", şehirleşme oranı" ve "kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla" değişkenleri kullanılmıştır.

Regresyon modellerinde ise otomobil sahipliği ile ilişkili olduğu düşünülen tüm değişkenler gözönüne alınmıştır.

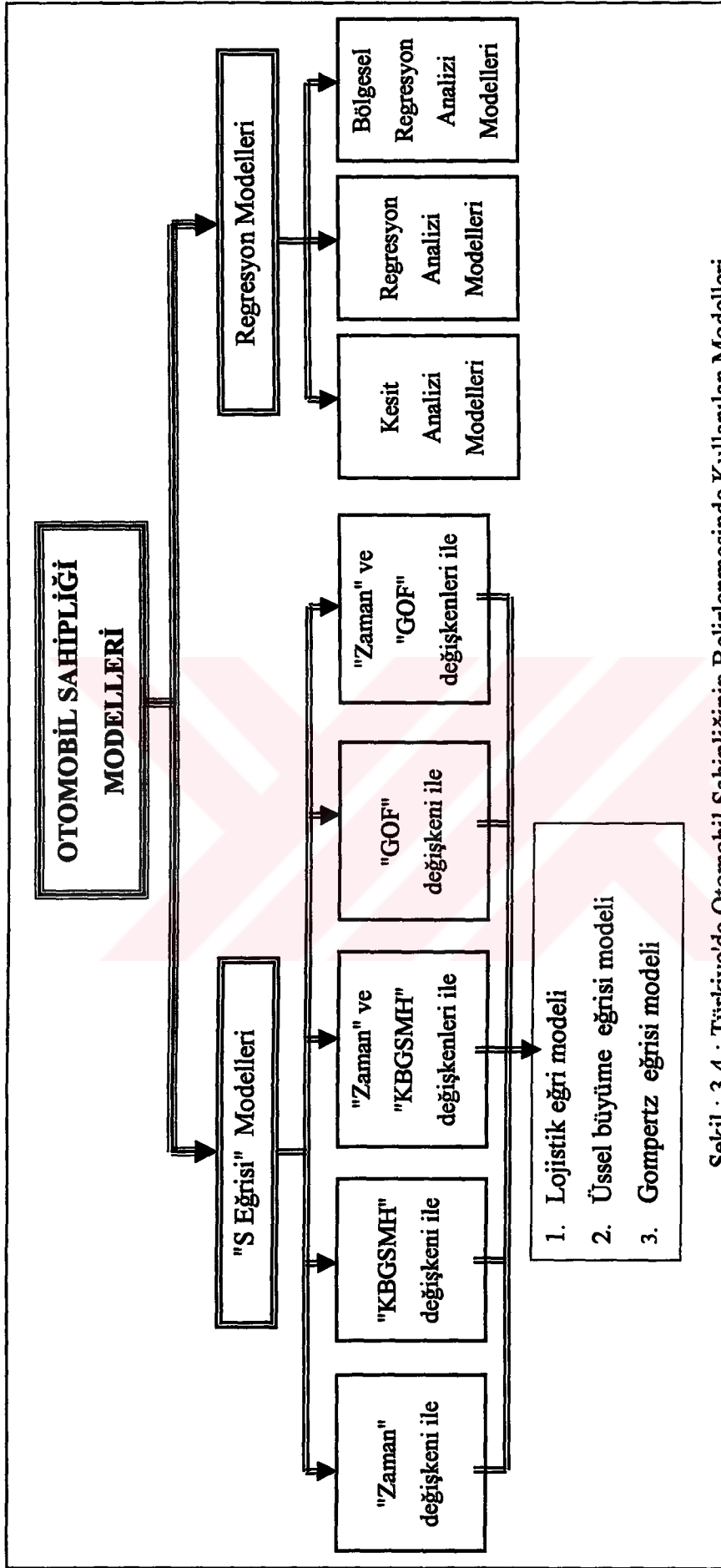
Türkiye için geliştirilen "S eğrisi"(lojistik, üssel büyüme ve Gompertz eğrileri) otomobil sahipliği modellerinden "zaman" ve "kişi başına gayri safi milli hasıla" değişkenlerini içeren modellerde 1970-1998 yılları arasındaki 29 yıla ait, kişi başına gayri safi milli hasılanın ortalama otomobil fiyatına oranı" değişkenini içeren modellerde ise, 1971-1998 yılları arasındaki 28 yıla ait yıllık bazdaki veriler kullanılmıştır. Kesit analizi modellerinde sırasıyla Türkiye'deki 80 ve 75 il için 1997 yılı verileri kullanılarak modeller oluşturulmuştur. Regresyon modellerinde oluşturulan iki modelden ilkinde 1981-1994 yılları arasındaki 14 yıllık veri, ikincisinde ise 1970-1998 yılları arasındaki 29 yıllık veri kullanılmıştır.

Türkiye'de otomobil sahipliğini belirleyebilmek için yıllık bazdaki il verilerinden hareketle Türkiye için grupların oluşturulmasına yönelik bir çalışma ve ayrıca 1994 yılında hanehalkı gelir dağılımını esas alan bir çalışma yapılmış, ancak buradan elde edilen sonuçlar ile bir model yapısı oluşturulamamıştır. Türkiye'de otomobil sahipliği modellemesinde kullanılan modeller Şekil3.4'de görülmektedir.

Otomobil sahipliği modellerinde veri tabanının 1970 yılından başlatılmasının iki nedeni vardır:

1. Şekil 3.5'de de görüldüğü gibi 1970 yılı öncesi ve sonrasında otomobil sahipliği değerleri farklı artış süreçleri izlemektedirler. 1970 yılından önce 1000 kişi başına 4 otomobilden az ve çok yavaş bir artış hızına sahip olan otomobil sahipliği değerlerinin model kapsamında incelenmesi bir anlam taşımamaktadır.
2. Otomobil sahipliği modellemesinde kullanılabilecek 1970 yılından önceki yıllara ait istatistikler istenilen düzeyde değildir.

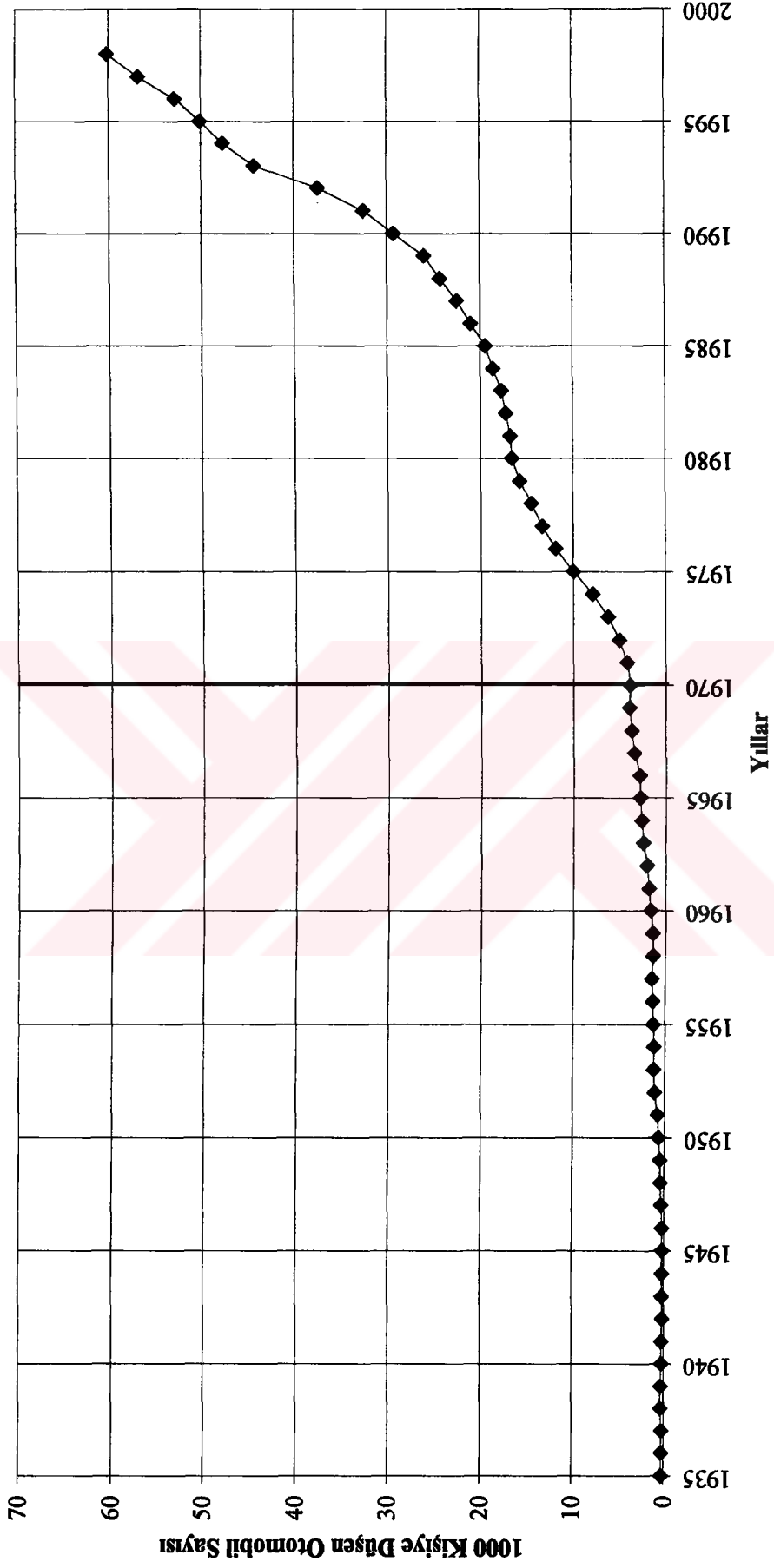
Türkiye'de 1970-1998 yılları arasında otomobil sahipliği incelendiğinde özellikle Türkiye'de istikrarlı bir ekonomik yapının olmamasından dolayı zaman içinde farklı dönemlerin varlığı görülmektedir. Şekil 3.6'da bu dönemler ve nedenleri açıklanmaktadır.



Şekil : 3.4 : Türkiye'de Otomobil Sahipliğinin Belirlenmesinde Kullanılan Modelleri

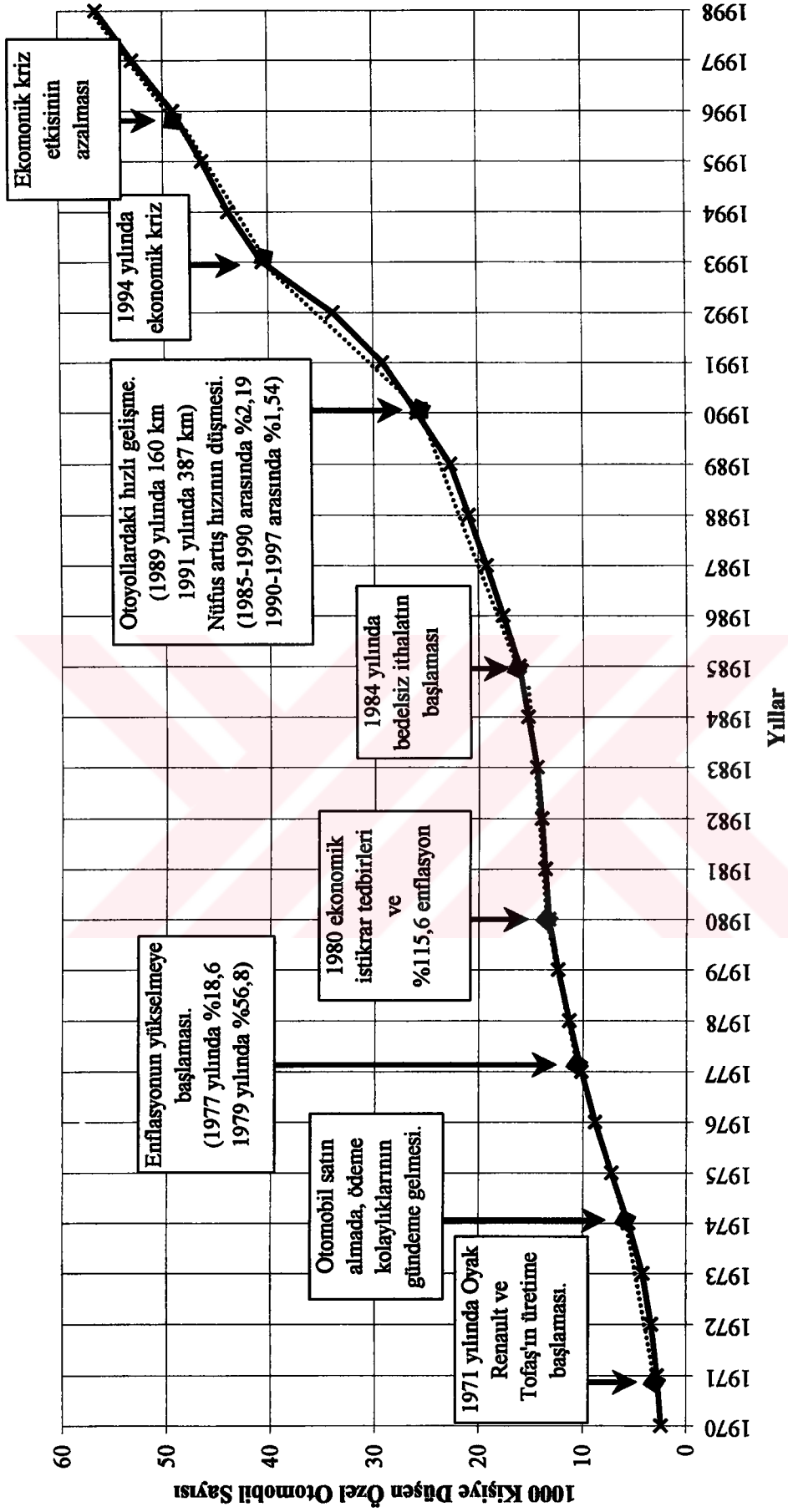
KBGSMH :Kişi başına gayri safi milli hasıla
 GOF :Kişi başına gayri safi milli hasılının
 ortalama otomobil fiyatına oranı

Türkiye'de 1935-1998 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği



Şekil 3.5 : Türkiye'de 1935-1998 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği

Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında Özel Otomobil Sahipliği



Şekil 3.6 : Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği ve Bunu Etkileyen Nedenler

3.2.1. Otomobil Sahipliği Modellerinde Kullanılan Veriler

Türkiye'de otomobil sahipliği model çalışmasında kullanılan tüm veriler toplulaştırılmış verilerdir. Toplulaştırma üç açıdan yapılmıştır. Bunlar :

1. Tüketici (kullanıcı) açısından.
2. Coğrafi yapı açısından.
3. Otomobil (mal) açısından.

Otomobil sahipliği modellemesinde tüm kullanıcılar gelirlerine göre ayrılmaksızın tek bir kullanıcı tipi olarak incelenmişlerdir. Bu nedenle otomobil sahipliği modellerinde farklı gelir grubundaki kullanıcıların davranışları görülmemekte yalnızca çalışma alanındaki tüm kullanıcıların bir ortalaması model kapsamında incelenmektedir.

1994 yılında yapılan DİE tarafından yaptırılan "Hanehalkı Gelir Dağılımı" anketinden yararlanılarak çeşitli gelir grupları için farklı değerlendirmeler yapılmaya çalışılmışsa da ileriki bölümlerde görüleceği gibi, bu veriler böyle bir model yapısı oluşturmaya yeterli olmamıştır.

Coğrafi açıdan tüm ülke bir bütün olarak kabul edilmiş ve bu yaklaşımla otomobil sahipliği modelleri geliştirilmiştir. Kesit analizi bölümünde ve illerin gruplandırılarak Türkiye'de otomobil sahipliği için alt modellerin kullanılması çalışmaları uygun sonuçlar vermemiştir.

Otomobil fiyatlarının marka ve model bazında çok çeşitlilik göstermesine karşılık otomobil sahipliği modelinde "ortalama otomobil fiyatı" kavramı geliştirilerek bu değişken kullanılmıştır. Çok geniş bir fiyat yelpazesine sahip olan otomobilin, tek bir fiyat ile tanımlanması tam doğru olmamakla birlikte bu şekilde yapılan bir toplulaştırmaya bu konu ile ilgili çeşitli çalışmada rastlanmaktadır.

Otomobil sahipliğinin modellenmesinde böyle bir toplulaştırmaya gidilmesinin nedeni çalışmada kullanılabilecek verinin yetersizliğidir. Bir bakıma ortalamaların kullanılması olarak nitelenen toplulaştırma ile, gelecekteki otomobil sahipliğinin ortalama değerinin öngörüleceği düşünülmektedir.

3.2.1.1. "Otomobil Sahipliği" Verisi

1000 kişi başına düşen otomobil sayısı olarak tanımlanan otomobil sahipliği değerleri, istatistiklerde ham veri olarak bulunmamaktadır. Bu veri, yıllık kayıtlı otomobil sayısının ülke nüfusuna oranlanması ile elde edilebilmektedir.

Türkiye’de 1970-1998 yılları arasında her yıla ait kayıtlı otomobil sayısı istatistiklerde bulunmakta, ancak nüfus sayımları 5 yılda bir yapıldığı için yalnızca 1970, 1975, 1980, 1985, 1990 ve 1997 yıllarına ait sayım verileri elde edilebilmektedir. Ara yıllara ait nüfus değerleri istatistik kaynaklarda yer almamaktadır. Bu nedenle 1970-1997 yılları arasında sayım yapılmayan yıllardaki nüfus değerlerinin belirlenmesi için sabit artış oranı kullanılmıştır. 1998 yılına ait ülke nüfusu ise, DİE tarafından yayınlanan “1923-1994 Demografik Yapısı ve Gelişimi” (1995) adlı kaynaktan “göçün içerildiği 2M numaralı seçenek”ten alınmıştır. DİE tarafında yayınlanan bu eserde 1995-2050 yılları arasındaki dönem için 4 farklı nüfus öngörüsü bulunmaktadır. 1997 yılı nüfus sayımında 62.865.574 olarak belirlenen ülke nüfusu, adı geçen eserde “göçün içerildiği 2M numaralı seçenek”te %0,02 hata ile 62.853.000 olarak öngörülmüştür. Bu derece başarılı bir öngörü yapılması nedeniyle, 1998 yılı ve gelecekteki ülke nüfusu için “göçün içerildiği 2M numaralı seçenek”teki nüfus değerleri kullanılmıştır. Buna göre Türkiye’de 1970-1997 yılları arasında nüfus ve nüfus artış oranları Tablo 3.9’da görülmektedir.

Otomobil sahipliği değerleri belirlenirken toplam otomobil sayılarından, "resmi" ve "ticari otomobil" sayıları çıkartılmış ve böylece yalnızca özel otomobil sahipliği değerleri elde edilerek modellerde kullanılmıştır. Türkiye için geliştirilen otomobil sahipliği modellerinde yer alan tüm "otomobil sahipliği" terimi aslında "özel otomobil sahipliği" anlamına gelmektedir.

Türkiye’de 1970 –1998 yılları arasında özel otomobil sayıları Tablo 3.10’da, özel otomobil sahipliği Şekil 3.7’de görülmektedir.

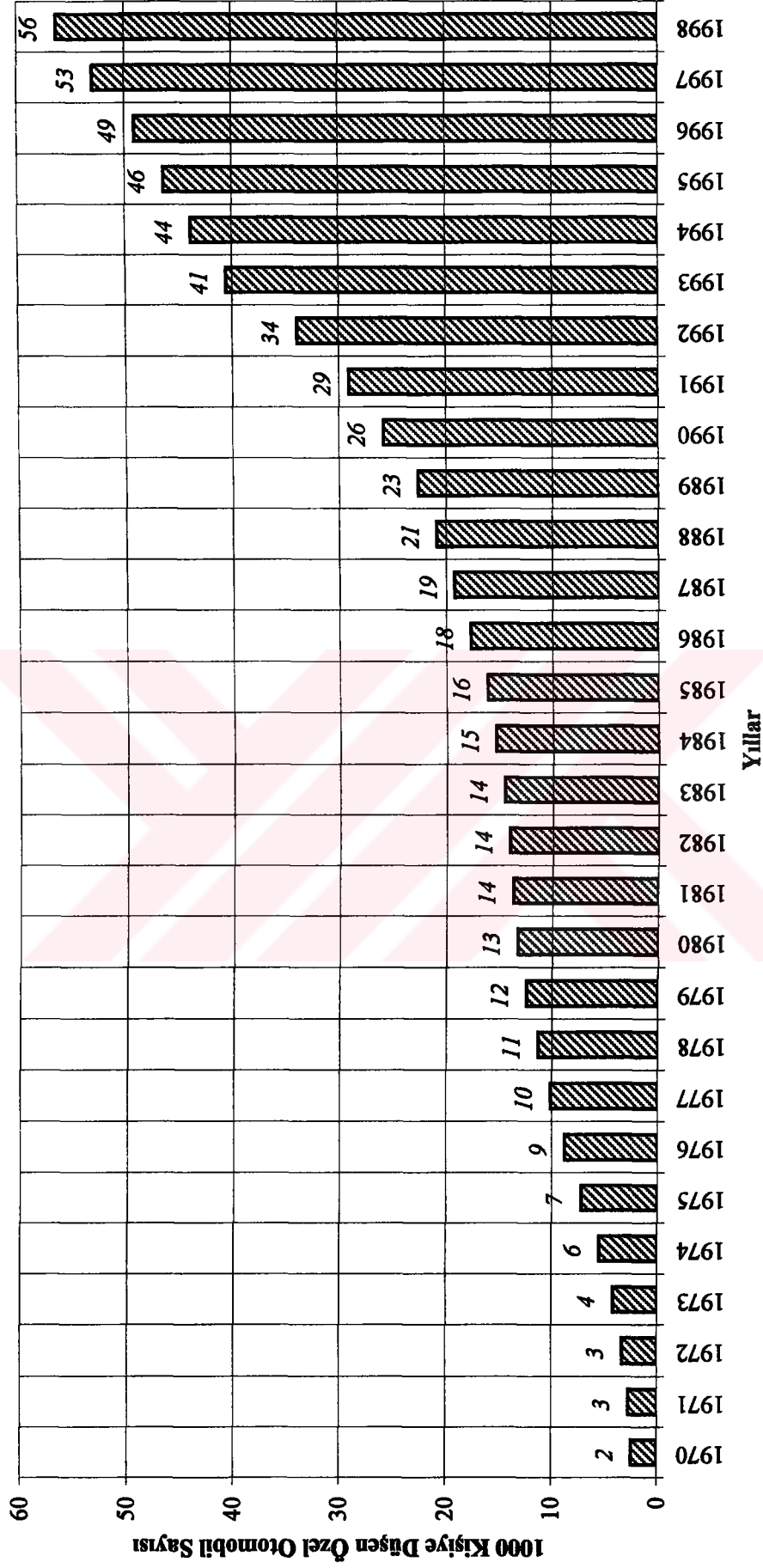
Tablo 3.9 : Türkiye’de 1970-1998 Yılları Arasında Ülke Nüfusu ve Nüfus Artış Oranı (www.die.gov.tr)

Yıllar	Türkiye Nüfusu	Artış Oranı (%)	Yıllar	Türkiye Nüfusu	Artış Oranı (%)
1970	35.605.176	2,532	1986	51.776.292	2,195
1971	36.506.845		1987	52.912.526	
1972	37.431.349		1988	54.073.694	
1973	38.379.264		1989	55.260.344	
1974	39.351.185		1990	56.473.035	
1975	40.347.719		1991	57.344.826	1,544
1976	41.189.686	2,087	1992	58.230.074	
1977	42.049.222		1993	59.128.989	
1978	42.926.696		1994	60.041.780	
1979	43.822.480		1995	60.968.663	
1980	44.736.957		1996	61.909.854	
1981	45.864.201	2,520	1997	62.865.574	1,400
1982	47.019.848		1998	63.746.000	
1983	48.204.615				
1984	49.419.234				
1985	50.664.458				

Tablo 3.10 : Türkiye’de 1970-1998 Yılları Arasında Özel Otomobil Sayısı

Yıllar	Özel Oto Sayısı	Yıllar	Özel Oto Sayısı	Yıllar	Özel Oto Sayısı
1970	87.122	1980	593.060	1990	1.459.191
1971	101.071	1981	626.105	1991	1.667.035
1972	125.089	1982	657.818	1992	1.972.115
1973	161.225	1983	697.784	1993	2.400.249
1974	217.189	1984	755.981	1994	2.630.614
1975	290.457	1985	815.928	1995	2.824.298
1976	361.782	1986	915.017	1996	3.036.742
1977	426.375	1987	1.016.329	1997	3.328.404
1978	485.035	1988	1.128.207	1998	3.593.061
1979	543.944	1989	1.250.719		

Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında Özel Otomobil Sahipliği



Şekil 3.7 : Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında Özel Otomobil Sahipliği

3.2.1.2. "Otomobil Fiyatı" Verileri

Otomobil sahipliği modellerinde en önemli değişkenlerden biri olan "otomobil fiyatı", resmi ya da özel kuruluşlarca yayınlanan istatistiklerde bulunmamaktadır.

Bir ülkede satılan otomobiller için ortalama bir fiyatın belirlenmesi oldukça zordur. Bu fiyatın belirlenebilmesi için, bir yıl içinde satılan bütün sıfır km ve ikinci el otomobillerin marka, model ve fiyatlarının bilinmesi gerekmektedir. Türkiye'de satılan sıfır km yerli ve ithal otomobil marka ve modelleri DİE tarafından "kayıtlı yapılan otomobiller" olarak 1992 yılından sonra yayınlanmaktadır. Daha önceki yıllar için ise ayırım yapılmaksızın marka bazında motorlu araç sayıları tek bir kalemde istatistiklerde yer almıştır.

Türkiye'de 1971-1998 yılları arasında satılan yerli üretim otomobil sayıları; marka ve model bazında, Otosan, Tofaş, Oyak-Renault ve Toyotasa firmalarından, ithal otomobil sayıları ise 1988 yılından sonraki yıllar için İthal Otomobilleri Türkiye MüMESSİLLERİ Derneği'nden elde edilmiştir.

Türkiye'de 1971-1980 yılları arasında üretilen (yerli) "0 km" otomobillerin ortalama fiyatları, Türkiye Sınai Kalkınma Bankası A.Ş. tarafından 1981 yılında yayınlanan "Otomotiv Sektör Araştırması, Karayolları Yolcu ve Yük Taşıtları Arz ve Talebi" (Demirci B., 1981) adlı eserden alınmıştır. Burada ortalama otomobil fiyatı cari fiyatlar cinsinden verilmiştir. 1981-1998 yılları arasındaki dönem için ise, Türkiye'de üretilen (yerli) "0 km otomobillerin" herbirinin ayrı ayrı satış fiyatları, Otomobil Sanayicileri Derneği'nden sağlanmıştır.

1981-1998 yılları arasında ortalama otomobil fiyatının belirlenmesi için öncelikle Otomobil Sanayicileri Derneği'nden 1981-1998 yılları arasında üretilen tüm otomobillerin modellerine göre aylık cari satış fiyatları elde edilmiş, daha sonra bu fiyatlardan her model için yıllık satış fiyatları hesaplanmıştır. Her yıl için satılan otomobil sayıları, yıllık fiyatlarıyla çarpılarak ağırlıklı ortalamaya göre, cari fiyatlar bazında "ortalama otomobil fiyatı" belirlenmiştir. Hesaplama kullanılan ağırlıklı ortalama yöntemi, denklem (3.1)'de görülmektedir.

$$OF = \frac{\sum_{i=1}^n F_i \cdot S_i}{\sum_{i=1}^n S_i} \quad (3.1)$$

Burada:

OF : Yıllık ortalama otomobil fiyatı(cari fiyatlarla TL olarak).

F_i : i model otomobilin yıllık satış fiyatı (cari fiyatlarla TL olarak).

S_i : i model otomobilin yıllık satış rakamı.

n : Otomobil üreten tüm firmaların bir yıl içinde sattıkları otomobil modeli sayısı.

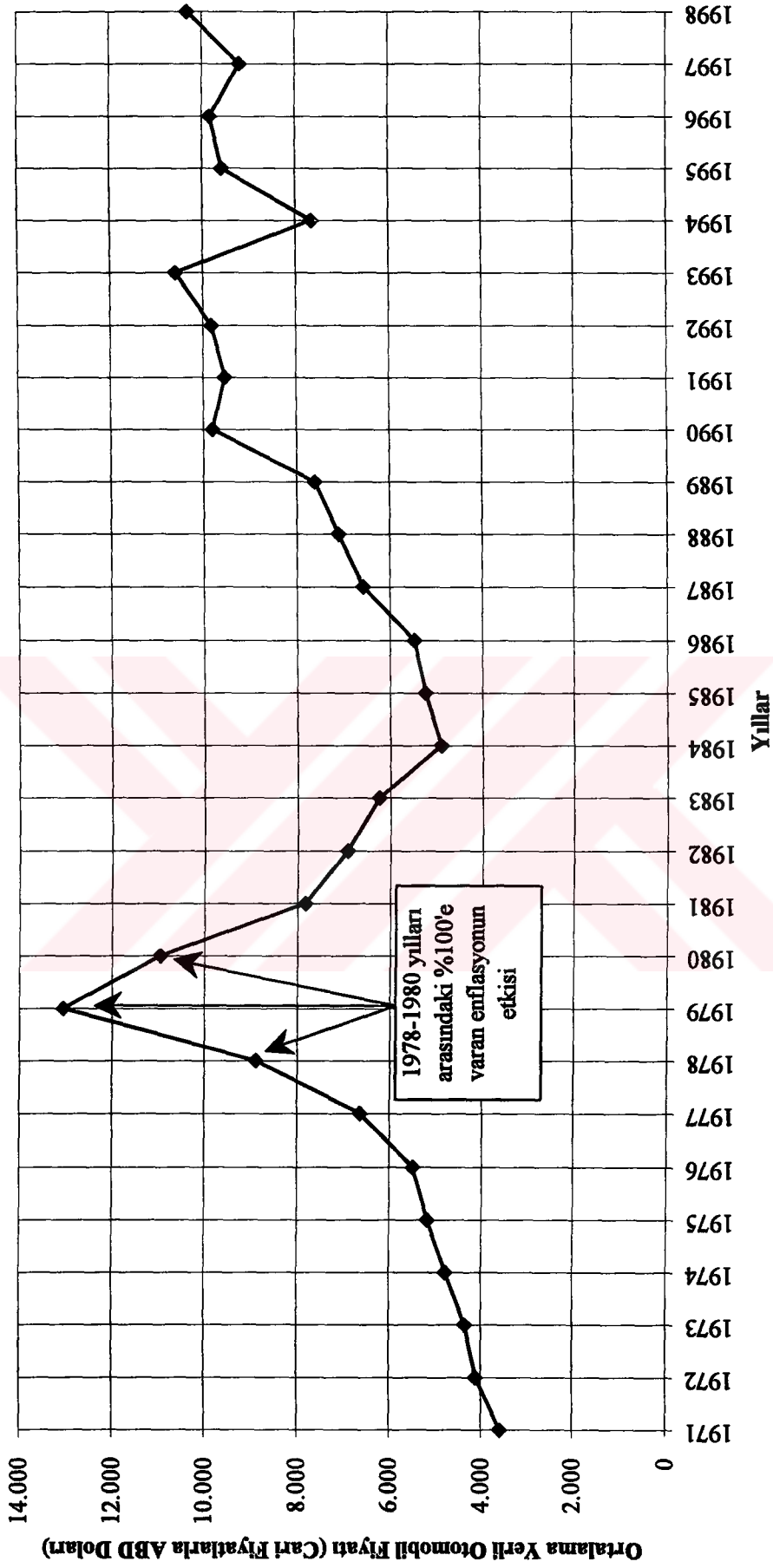
Tablo 3.11’de 1971-1998 yılları arasında satılan yerli otomobilin ortalama fiyatı cari fiyatlar cinsinden görülmektedir. Enflasyon etkisini önemli ölçüde ortadan kaldırarak ortalama otomobil fiyatındaki yıllık değişimi gösterebilmek için, TL cinsinden verilen ortalama otomobil fiyatı ABD doları cinsine çevrilmiş ve Şekil 3.8’de gösterilmiştir.

Tablo 3.11 : Türkiye’de 1971-1998 Yılları Arasında Üretilen (Yerli)

Ortalama Otomobil Fiyatları

Yıllar	Ortalama Fiyat (Cari Fiyatlarla) 1.000 TL	Yıllar	Ortalama Fiyat (Cari Fiyatlarla) 1.000 TL
1971	53	1985	2.735
1972	57	1986	3.701
1973	61	1987	5.695
1974	66	1988	10.294
1975	74	1989	16.293
1976	87	1990	25.843
1977	119	1991	40.680
1978	214	1992	68.744
1979	498	1993	118.037
1980	854	1994	231.814
1981	875	1995	446.389
1982	1.128	1996	817.200
1983	1.423	1997	1.430.748
1984	1.806	1998	2.725.287

Türkiye'de 1971-1998 Yılları Arasında Ortalama Yerli Otomobil Fiyatı



Şekil 3.8 : Türkiye'de 1971-1998 Yılları Arasında Ortalama Otomobil Fiyatı (Cari Fiyatlarla ABD Doları olarak)

İthal otomobillerin fiyatları yalnızca 1998 yılı için mevcuttur. Daha önceki yıllara ait ithal otomobil fiyatları, İthal Otomobilleri Türkiye Mümessilleri Derneği ile yapılan görüşmede *“ithal otomobil marka ve modellerinin çok çeşitlilik gösterdiği, fiyatları döviz kuruna göre ayarlandığı için sürekli değiştiği ve bu nedenlerden dolayı da bu konuda bir istatistiğin mevcut olmadığı”* belirtilmiştir. Otomobil ithal eden firmaların, otomobil üreticileri kadar büyük kuruluşlar olmamaları nedeniyle bu firmalarla yapılan görüşmelerde ithal otomobil fiyatları hakkında bir bilgi alınamamıştır. İthal otomobil fiyatlarının otomobil dergilerinden elde edinilebileceği düşünülmüş, ancak bu dergilerde yer alan otomobil fiyatlarının ayrı bir fasikül halinde verilmesi ve bu fasiküllerin mevcut dergilerin yayıncılarında bile saklanmıyor olması, bu dergilerin çalışanlarıyla yapılan görüşmeler sonucunda ortaya çıkmıştır. Kısacası, harcanan tüm çabalara karşın ithal otomobillerin fiyatları konusunda bir bilgi elde edilememiştir.

Türkiye’de satılan tüm otomobiller için yıllık bir ortalama fiyat belirlenmesinde ikinci el otomobil piyasasının da dikkate alınması gerekmektedir. İkinci el olarak satılan otomobillerin ne sayı ne de fiyatları konusunda hiçbir kurum ya da kuruluş tarafından toplanan istatistik mevcut değildir. İkinci el otomobil piyasasının çok karışık bir yapıya sahip olması ve özellikle de fiyatların çok geniş bir yelpaze içinde yer alması nedeniyle bu konuda herhangi bir veri elde edilememiştir.

Sonuç olarak Türkiye’de satılan otomobiller için yıllık bir ortalama fiyat belirlenmesi 1971-1998 yılları arasındaki dönemde yalnızca Türkiye’de üretilen otomobiller için mümkün olmuştur.

3.2.1.3. Otomobil sahipliği doygunluk düzeyi

Türkiye için geliştirilen otomobil sahipliği modellerinde otomobil sahipliği doygunluk düzeyi, 1000 kişiye 500 otomobil olarak öngörülmüştür. Bununla birlikte bazı modellerde, doygunluk düzeyi değişiminin otomobil sahipliğine etkisinin görülebilmesi için doygunluk düzeyinin 1000 kişiye 450, 500 ve 550 otomobil olacağı varsayılarak üç farklı durum için model katsayıları belirlenmiştir.

Otomobil sahipliği doygunluk düzeyi, gelişmiş ülkelerde kullanılan modellerde çok önemli bir veri olsa da Türkiye için geliştirilen modellerde bu değişken aynı

derecede önemli değildir, çünkü Türkiye’de otomobil sahipliği “S eğrisi”nin çok başındadır ve 25 yıl olan öngörü dönemi içinde de bu değere yaklaşacağı düşünülmemektedir.

3.2.2. "Zaman" değişkenine göre otomobil sahipliği modelleri

Otomobil sahipliği modellerinin gelişimi incelendiğinde ilk sırada “zaman” değişkenli modeller görülmektedir. Yalnızca zaman değişkeninin kullanıldığı modellerin iki üstünlüğü vardır. Bu üstünlükler :

1. Modellemede kullanılacak bağımsız değişkenin gelecekteki sayısal değerini belirlemek için ek bir işleme gerek yoktur.
2. Zaman değişkeni, otomobil sahipliğine zaman içinde etki eden diğer bütün değişkenleri belli bir ölçüde temsil etmektedir. Bunun sebebi, otomobil sahipliğini etkileyen bütün diğer değişkenlerin zaman içerisinde değerlerindeki değişikliklerdir.

Yalnızca "zaman" değişkeni kullanılarak geliştirilen modellerin zayıf tarafı ise; öngörülerde, otomobil sahipliğine etki ettiği düşünülen diğer değişkenlerin değerlerinde görülebilecek farklı bir değişikliğe karşı modelin duyarsız olmasıdır.

Türkiye’de otomobil sahipliğini belirlemek amacıyla ilk aşamada, model bünyesinde yalnızca zamanı bağımsız değişken olarak alan lojistik eğri, üssel büyüme eğrisi ve Gompertz eğrisi modelleri geliştirilmiştir.

3.2.2.1. Lojistik eğri modeli

"Zaman" değişkenine göre lojistik eğri modelinin denklemi aşağıda görülmektedir :

$$OS = \frac{s}{1 + a \cdot \exp[-b \cdot t]} \quad (3.2)$$

Burada, "OS" otomobil sahipliğini (1000 kişi başına düşen otomobil sayısı), "t" yılları, "s" otomobil sahipliğinin doygunluk düzeyini, "a" ve "b" katsayıları göstermektedir.

Model çalışmasında 1970-1998 yılları arasındaki 29 yıla ait yıllık bazda kullanılan veriler Tablo 3.12’de verilmiştir.

Tablo 3.12 : Türkiye’de Otomobil Sahipliğinin "Zaman" Değişkenli Lojistik Eğri ile Modellenmesinde Kullanılan Veriler

Yıllar	Otomobil Sahipliği	Yıllar	Otomobil Sahipliği	Yıllar	Otomobil Sahipliği
1970	2	1980	13	1990	26
1971	3	1981	14	1991	29
1972	3	1982	14	1992	34
1973	4	1983	14	1993	41
1974	6	1984	15	1994	44
1975	7	1985	16	1995	46
1976	9	1986	18	1996	49
1977	10	1987	19	1997	53
1978	11	1988	21	1998	56
1979	12	1989	23		

Çalışmada otomobil sahipliği doygunluk düzeyi 450, 500 ve 550 alınarak üç farklı model kurulmuştur. Bu modeller için hesaplanan "a" ve "b" katsayıları Tablo 3.13’de, 1970-1998 yılları arasındaki model kestirimleri Tablo 3.14’de verilmektedir. Şekil 3.9’de Türkiye’de gerçekleşen otomobil sahipliği ve model kestirimleri grafiksel olarak görülmektedir. Üç modelden elde edilen sonuçlar birbirlerine çok yakın olduğu için bu değerler Şekil 3.8’de "Modeller" ismiyle tek bir eğri ile gösterilmişlerdir.

Tablo 3.13 : Türkiye’de "Zaman" Değişkenine Göre Lojistik Eğri Modeli Katsayıları

Katsayılar	s = 450	s = 500	s = 550
a	$e^{213,773827}$	$e^{213,000402}$	$e^{212,384914}$
b	0,106068	0,105622	0,105262

Tablo 3.14 : Türkiye'de, 1970-1998 Yılları Arasında, "Zaman" Değişkenine Göre
Otomobil Sahipliği Lojistik Eğri Model Kestirimleri

Yıllar	Gerçek- leşen	Model Kestirimleri			Yıllar	Gerçek- leşen	Model Kestirimleri		
		s=450	s=500	s=550			s=450	s=500	s=550
1970	2	4	4	4	1985	16	17	17	17
1971	3	4	4	4	1986	18	19	19	19
1972	3	4	4	4	1987	19	21	21	21
1973	4	5	5	5	1988	21	23	23	23
1974	6	5	5	5	1989	23	26	26	26
1975	7	6	6	6	1990	26	28	28	28
1976	9	7	7	7	1991	29	31	31	31
1977	10	7	7	7	1992	34	35	35	35
1978	11	8	8	8	1993	41	38	38	38
1979	12	9	9	9	1994	44	42	42	42
1980	13	10	10	10	1995	46	46	46	46
1981	14	11	11	11	1996	49	51	51	51
1982	14	13	13	13	1997	53	56	56	56
1983	14	14	14	14	1998	56	61	61	62
1984	15	15	15	15	HTKT*		128	131	134

*HTKT : Hata Terimleri Kareleri Toplamı

3.2.2.2. Üssel büyüme eğrisi modeli

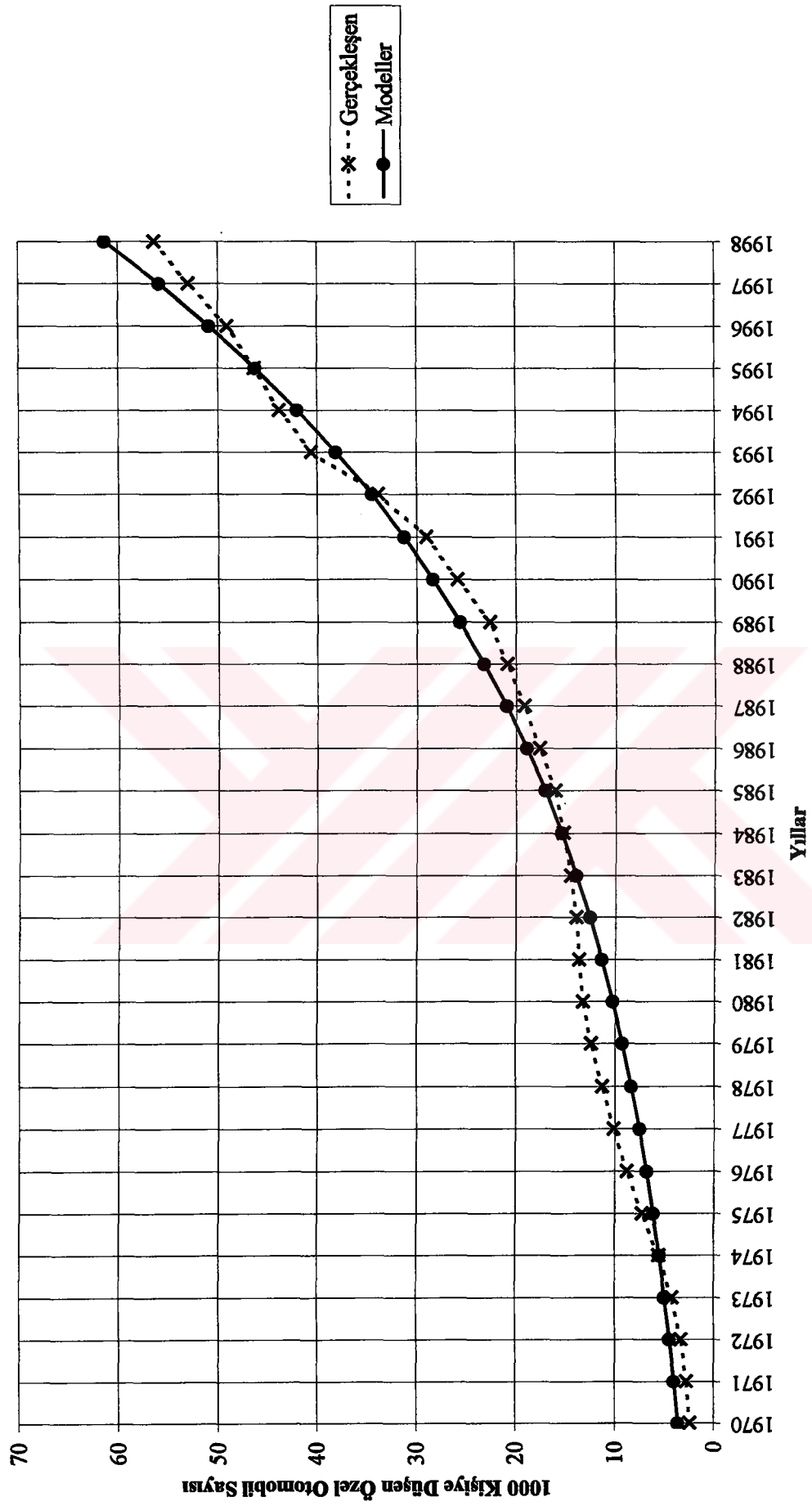
Zaman değişkenine göre üssel büyüme eğrisi model denklemi aşağıda görülmektedir:

$$OS = y = \frac{s}{1 + [a \cdot (t - T)]^n} \quad (3.3)$$

Burada, "OS" otomobil sahipliğini (1000 kişi başına düşen otomobil sayısı), "t" yılları, "s" otomobil sahipliğinin doyumluk düzeyini, "a", "T" ve "n" katsayıları göstermektedir.

Model çalışmasında, 1970-1998 yılları arasındaki 29 yıla ait yıllık bazdaki veriler kullanılmıştır.

Çalışmada otomobil sahipliği doyumluk düzeyi 450, 500 ve 550 alınarak üç farklı model kurulmuş, bu modeller için hesaplanan "a", "T" ve "n" katsayıları Tablo



Şekil 3.9 : Türkiye’de 1970-1998 Yılları Arasında "Zaman" Değişkenine Göre Otomobil Sahipliği Lojistik Eğri Modeli

3.15'de, 1970-1998 yılları arasında model kestirimleri Tablo 3.16'da verilmektedir. Şekil 3.10'da 1970-1998 yılları arasındaki Türkiye'de otomobil sahipliğinin gerçekleşen ve model kestirimleri görülmektedir. Üç modelden elde edilen sonuçlar birbirlerine çok yakın olduğu için bu değerler Şekil 3.9'da "Modeller" ismiyle tek bir eğri ile gösterilmişlerdir.

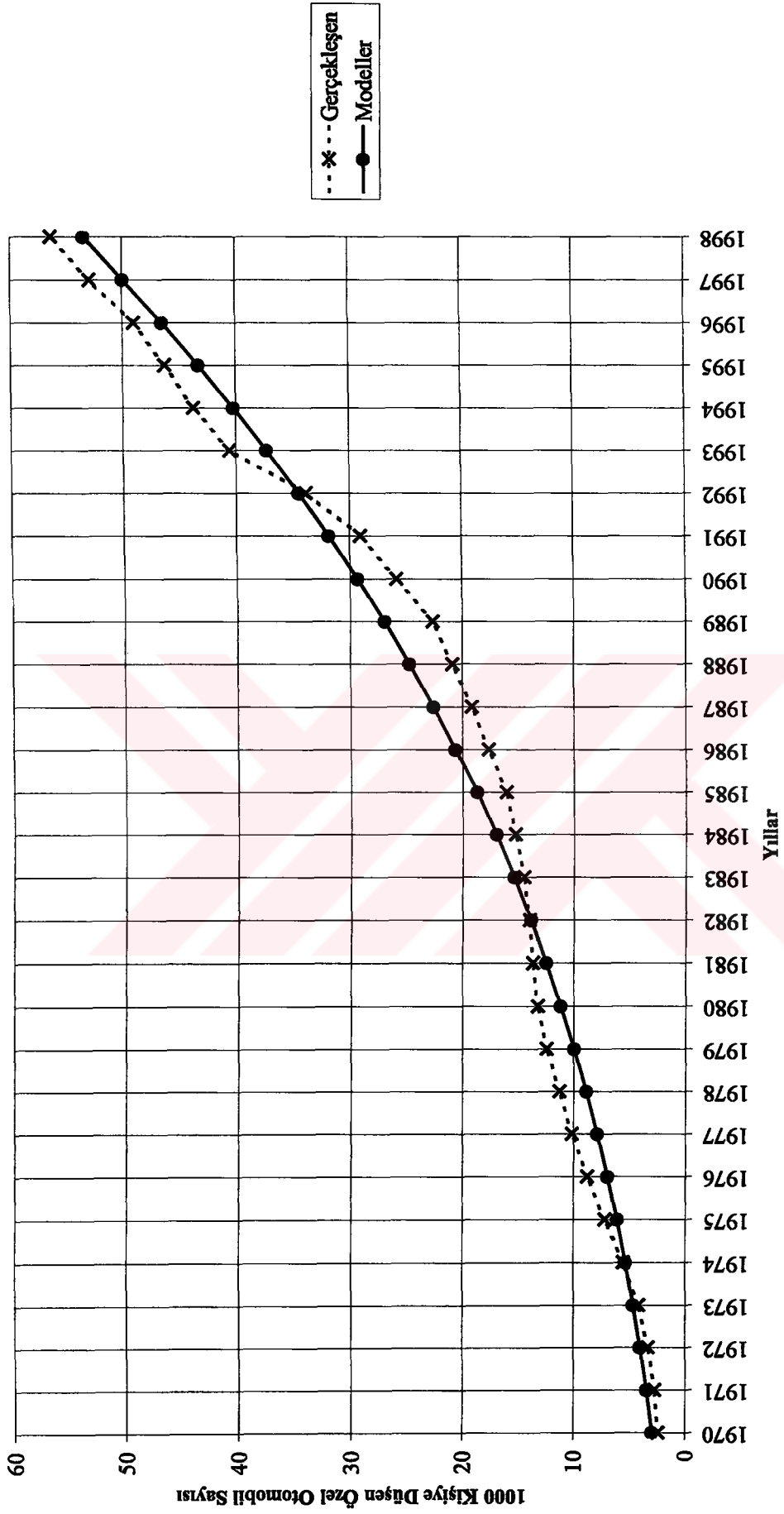
Tablo 3.15 : Türkiye'de "Zaman" Değişkenine Göre Üssel Büyüme Eğrisi
Modeli Katsayıları

Katsayılar	s = 450	s = 500	s = 550
a	0,011390	0,011080	0,010798
T	1944,15	1944,91	1945,71
n	4,1	4,0	3,9

Tablo 3.16: Türkiye'de, 1970-1998 Yılları Arasında, "Zaman" Değişkenine Göre
Otomobil Sahipliği Üssel Büyüme Eğrisi Model Kestirimleri

Yıllar	Gerçek- leşen	Model Kestirimleri			Yıllar	Gerçek- leşen	Model Kestirimleri		
		s=450	s=500	s=550			s=450	s=500	s=550
1970	2	3	3	3	1985	16	19	19	19
1971	3	3	3	3	1986	18	21	21	21
1972	3	4	4	4	1987	19	23	23	23
1973	4	5	5	5	1988	21	25	25	25
1974	6	5	5	5	1989	23	27	27	27
1975	7	6	6	6	1990	26	29	29	29
1976	9	7	7	7	1991	29	32	32	32
1977	10	8	8	8	1992	34	35	34	34
1978	11	9	9	9	1993	41	37	37	37
1979	12	10	10	10	1994	44	40	40	40
1980	13	11	11	11	1995	46	43	43	43
1981	14	12	12	12	1996	49	47	47	47
1982	14	14	14	14	1997	53	50	50	50
1983	14	15	15	15	1998	56	53	53	53
1984	15	17	17	17	HTKT*		169	169	170

*HTKT : Hata Terimleri Kareleri Toplamı



Şekil 3.10 : Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında "Zaman" Değişkenine Göre Otomobil Sahipliği Üssel Büyüme Eğrisi Modeli

3.2.2.3. Gompertz eğrisi modeli

"Zaman" değişkenine göre Gompertz eğrisi model denklemi aşağıda görülmektedir :

$$OS = s \cdot \exp[-a \cdot \exp(-b \cdot t)] \quad (3.4)$$

Burada, "OS" otomobil sahipliğini (1000 kişi başına düşen otomobil sayısı), "t" yılları, "s" otomobil sahipliğinin doygunluk düzeyini, "a" ve "b" katsayıları göstermektedir.

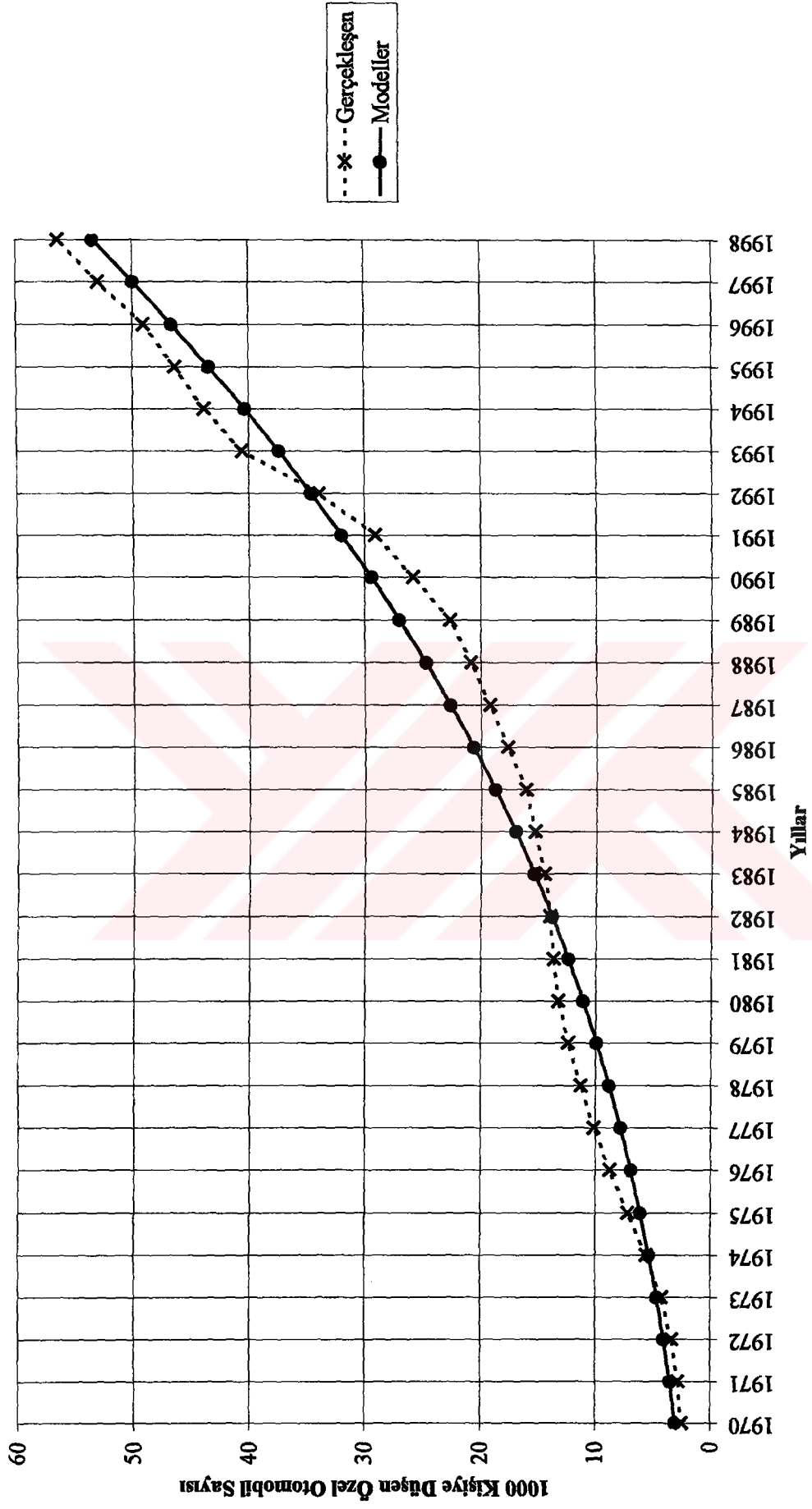
Model girdisi olarak 1970-1998 yılları arasındaki 29 yıla ait yıllık bazdaki veriler kullanılmıştır.

Çalışmada otomobil sahipliği doygunluk düzeyi 450, 500 ve 550 alınarak üç farklı model kurulmuştur. Bu modeller için hesaplanan "a", ve "b" katsayıları Tablo 3.17'de, 1970-1998 yılları arasındaki model kestirimleri Tablo 3.18'de verilmektedir. Şekil 3.11'da 1970-1998 yılları arasında Türkiye'de otomobil sahipliğinin gerçekleşen ve model kestirimleri görülmektedir. Üç modelden elde edilen sonuçlar birbirlerine çok yakın olduğu için bu değerler Şekil 3.10'da "Modeller" ismiyle tek bir eğri ile gösterilmişlerdir.

Tablo 3.17 : Türkiye'de "Zaman" Değişkenine Göre Gompertz Eğrisi
Modeli Katsayıları

Katsayılar	s = 450	s = 500	s = 550
a	$e^{61,7325}$	$e^{59,8298}$	$e^{58,2154}$
b	0,030517	0,029542	0,028714

Yalnızca "zaman" değişkenini içeren "S eğrisi" modelleri incelendiğinde üssel büyüme eğrisi ve Gompertz eğrisi modellerinin birbirlerine çok yakın sonuçlar verdiği görülmektedir. Lojistik eğri modeli ise bu iki eğriye göre son yıllarda biraz daha yüksek kestirimlerde bulunmaktadır. Üç S eğrisi modelinin ortak özelliği ise, hesaplanan model kestirimlerinin, Türkiye'de 1970-1998 yılları arasındaki dönemde gerçekleşen otomobil sahipliği değerlerine çok yakın olmasıdır.



Şekil 3.11 : Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında "Zaman" Değişkenine Göre Otomobil Sahipliği Gompertz Eğrisi Modeli

Tablo 3.18 : Türkiye'de, 1970-1998 Yılları Arasında, "Zaman" Değişkenine Göre
Otomobil Sahipliği Gompertz Eğrisi Model Kestirimleri

Yıllar	Gerçek- leşen	Model Kestirimleri			Yıllar	Gerçek- leşen	Model Kestirimleri		
		s=450	s=500	s=550			s=450	s=500	s=550
1970	2	3	3	3	1985	16	19	19	19
1971	3	3	3	4	1986	18	21	21	21
1972	3	4	4	4	1987	19	23	23	23
1973	4	5	5	5	1988	21	25	25	25
1974	6	5	5	5	1989	23	27	27	27
1975	7	6	6	6	1990	26	29	29	29
1976	9	7	7	7	1991	29	32	32	32
1977	10	8	8	8	1992	34	35	35	35
1978	11	9	9	9	1993	41	37	37	37
1979	12	10	10	10	1994	44	40	40	40
1980	13	11	11	11	1995	46	43	43	43
1981	14	12	12	12	1996	49	47	47	47
1982	14	14	14	14	1997	53	50	50	50
1983	14	15	15	15	1998	56	53	53	54
1984	15	17	17	17	HTKT*		178	172	167

*HTKT : Hata Terimleri Kareleri Toplamı

3.2.3. "Kişi başına gayri safi milli hasıla" değişkenine göre otomobil sahipliği modelleri

Otomobil sahipliği ilgili yapılan tüm model çalışmalarında otomobil sahipliğini etkileyen en önemli değişkenin "kullanıcı geliri" olduğu belirtilmektedir.

Türkiye için geliştirilen modellerde kullanıcı gelirini yansıtmak üzere kişi başına gayri safi milli hasıla değerleri kullanılmıştır. Türkiye'de enflasyonun çok yüksek olması nedeniyle kişi başına gayri safi milli hasılayı cari fiyatlar cinsinden kullanmanın doğru olmayacağı düşünülmüş, bu nedenle istatistiklerde de kolaylıkla bulunabilen, 1987 yılı sabit fiyatlarıyla TL cinsinden kişi başına gayri safi milli hasıla değerleri model bünyesinde girdi olarak kullanılmıştır. Modellerde kullanılan 1970-1998 yılları arasında 29 yıla ait yıllık bazda kişi başına gayri safi milli hasıla değerleri Tablo 3.19'da görülmektedir.

Tablo 3.19 : Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla (1987 Yılı Fiyatlarıyla TL olarak) (DPT, 1998)

<i>Yıllar</i>	<i>KBGSMH</i>	<i>Yıllar</i>	<i>KBGSNH</i>
1970	968.079	1985	1.262.998
1971	1.010.697	1986	1.319.424
1972	1.076.083	1987	1.417.800
1973	1.100.985	1988	1.407.489
1974	1.108.815	1989	1.399.689
1975	1.146.915	1990	1.497.913
1976	1.224.529	1991	1.480.292
1977	1.235.322	1992	1.551.132
1978	1.224.929	1993	1.651.924
1979	1.194.003	1994	1.527.820
1980	1.137.089	1995	1.624.248
1981	1.162.494	1996	1.713.456
1982	1.168.936	1997	1.827.299
1983	1.188.247	1998	1.870.064
1984	1.241.416		

Türkiye'de gelir dağılımının çok çarpık olması nedeniyle kullanıcı gelirini yansıtmak için kişi başına gayri safi milli hasılanın dışında ya da ona yardımcı olabilecek bir gelir göstergesinin kullanılması düşünülmüştür. Türkiye'de gelir dağılımının incelenmesine yönelik 1987 ve 1994 yıllarında Devlet İstatistik Enstitüsü tarafından yapılan ve "Hanehalkı Gelir Dağılım Anketi" ismiyle yayınlanan iki adet anket çalışması bulunmaktadır.

1987 yılında yapılan ankette, hanehalkları %20'lik 5 dilime ayrılarak çeşitli değerlendirmeler yapılmıştır. Diğer bir deyişle, nüfusun yaklaşık %20'lik dilimlere göre ayrılan kısımları arasında gelir dağılımı karşılaştırılmaktadır. Nüfusun %20'sini otomobil sahibi olması, 1000 kişi başına otomobil sahipliğinin 200 olması anlamına gelmektedir. Türkiye'de otomobil sahipliği 1987 yılında 19 olarak gerçekleşmiştir. Dolayısıyla gelir dağılımının hanehalklarının %20'şerlik dilimlere ayrılmasına göre yapılan bir değerlendirme, otomobil sahipliği söz konusu olunca bir anlam taşımamaktadır.

1994 yılında yapılan hanehalkı gelir dağılımı anket çalışması daha ayrıntılıdır. Burada hanehalkları %1'lik dilimlere ayrılarak çeşitli değerlendirmelerde bulunmaktadır. Bu anket çalışması otomobil sahipliği modellerinde kullanılacak niteliktedir, ancak tek bir yıla ait veri ile geçmiş ve gelecek yıllardaki gelir dağılımının, özellikle Türkiye gibi sosyo-ekonomik yapısı oturmamış bir ülkede, belirlenmesi mümkün değildir. Bu durumda gelir dağılımını geçmiş ve gelecekteki değerleri ile ilgili yapılacak bir kestirim, bir temele oturtulamayacağı için çok tartışmalıdır. Bununla birlikte ileriki bölümlerde gelir dağılımı anketini kullanarak otomobil sahipliği için bir eşik gelir arayışına gidilmiştir. Ancak verilerin toplulaştırılmış olması nedeniyle başarı sağlanamamıştır.

Gelir dağılımındaki çarpıklığın düzelmesi durumunda kişi başına gayri safi milli hasılanın kullanıcı gelirini doğru olarak yansıtacağı açıktır. Çok iyimser bir yaklaşımla; gelecekte Türkiye'deki gelir dağılımındaki dengenin düzeleceği düşünülürse, gelir dağılımı ile ilgili bir değişkenin model bünyesinde bulunmasının gereksizliği de kendiliğinden ortaya çıkmaktadır.

Türkiye'de 1970-1998 yılları arasında sabit fiyatlarla kişi başına gayri safi milli hasıla değeri incelendiğinde bazı yıllarda önceki yıllara göre düşüşlerin yaşandığı görülmektedir. Yalnızca "kişi başına gayri safi milli hasıla"nın değişken olarak kullanıldığı otomobil sahipliği modellerinde de, bu nedenle bazı yıllarda düşüşler görülmektedir. Gerçekte Türkiye'de kişi başına gayri safi milli hasılda (sabit fiyatlarla) bazı yıllarda düşüşler yaşansa bile, otomobil sahipliği değerlerinde bir düşüş görülmemektedir. Bu durum iki nedenden kaynaklanmaktadır:

1. Zaman içinde kişi başına gayri safi milli hasılda görülen düşüş geçicidir ve 2-3 yıl içerisinde eski yükseliş eğilimine geri dönmektedir. Bu dönemde geliri azalan kullanıcıların bir kısmı otomobillerini satsa bile bu durum, Türkiye'de kayıtlı otomobil sayısını değiştirmeyeceği için otomobil sahipliğini etkilemeyecektir.
2. Kişi başına gayri safi milli hasılda bir düşüş görülse bile gelir dağılımındaki çarpıklıktan dolayı bu düşüş daha çok belli bir gelir düzeyinin altındaki insanları etkilemektedir. Kişi başına gayri safi milli hasılda düşüşün yaşandığı yıllarda bile, toplumda gelirini gerçek anlamda arttıran bir grup vardır.

Otomobil sahipliğinin Türkiye'de düşük olmasından dolayı ülke genelinde görülen bir darboğaz, otomobil sahipliğini aynı oranda etkilememektedir.

Türkiye'de otomobil sahipliği model çalışmasında, "zaman" değişkeninde olduğu gibi "kişi başına gayri safi milli hasıla" değişkeni için de lojistik, üssel büyüme ve Gompertz eğrileri modelleri geliştirilmiştir.

3.2.3.1. Lojistik eğri modeli

Kişi başına gayri safi milli hasıla değişkenine göre lojistik eğri model denklemini aşağıda görülmektedir :

$$OS = \frac{s}{1 + a \cdot \exp[-b \cdot KBGSMH]} \quad (3.5)$$

Burada, "OS" otomobil sahipliğini (1000 kişi başına düşen otomobil sayısı), "KBGSMH" kişi başına gayri safi milli hasılayı, "s" otomobil sahipliğinin doygunluk düzeyini, "a" ve "b" katsayıları göstermektedir.

Model çalışmasında 1970-1998 yılları arasındaki 29 yıla ait yıllık bazdaki veriler kullanılmıştır.

Çalışmada otomobil sahipliği doygunluk düzeyi 450, 500 ve 550 alınarak üç farklı model kurulmuştur. Bu modeller için hesaplanan "a" ve "b" katsayıları Tablo 3.20'de, 1970-1998 yılları arasındaki model kestirimleri Tablo 3.21'de verilmektedir. 1970-1998 yılları arasında Türkiye'de gerçekleşen otomobil sahipliği ve model kestirimleri yıllar itibariyle Şekil 3.12'de, kişi başına gayri safi milli hasıla itibariyle Şekil 3.13'de görülmektedir. Üç modelden elde edilen sonuçlar birbirlerine çok yakın olduğu için bu değerler Şekil 3.12 ve Şekil 3.13'de "Modeller" ismiyle tek bir eğri ile gösterilmişlerdir.

Tablo 3.20 : Türkiye'de "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkenine Göre Lojistik Eğri Modeli Katsayıları

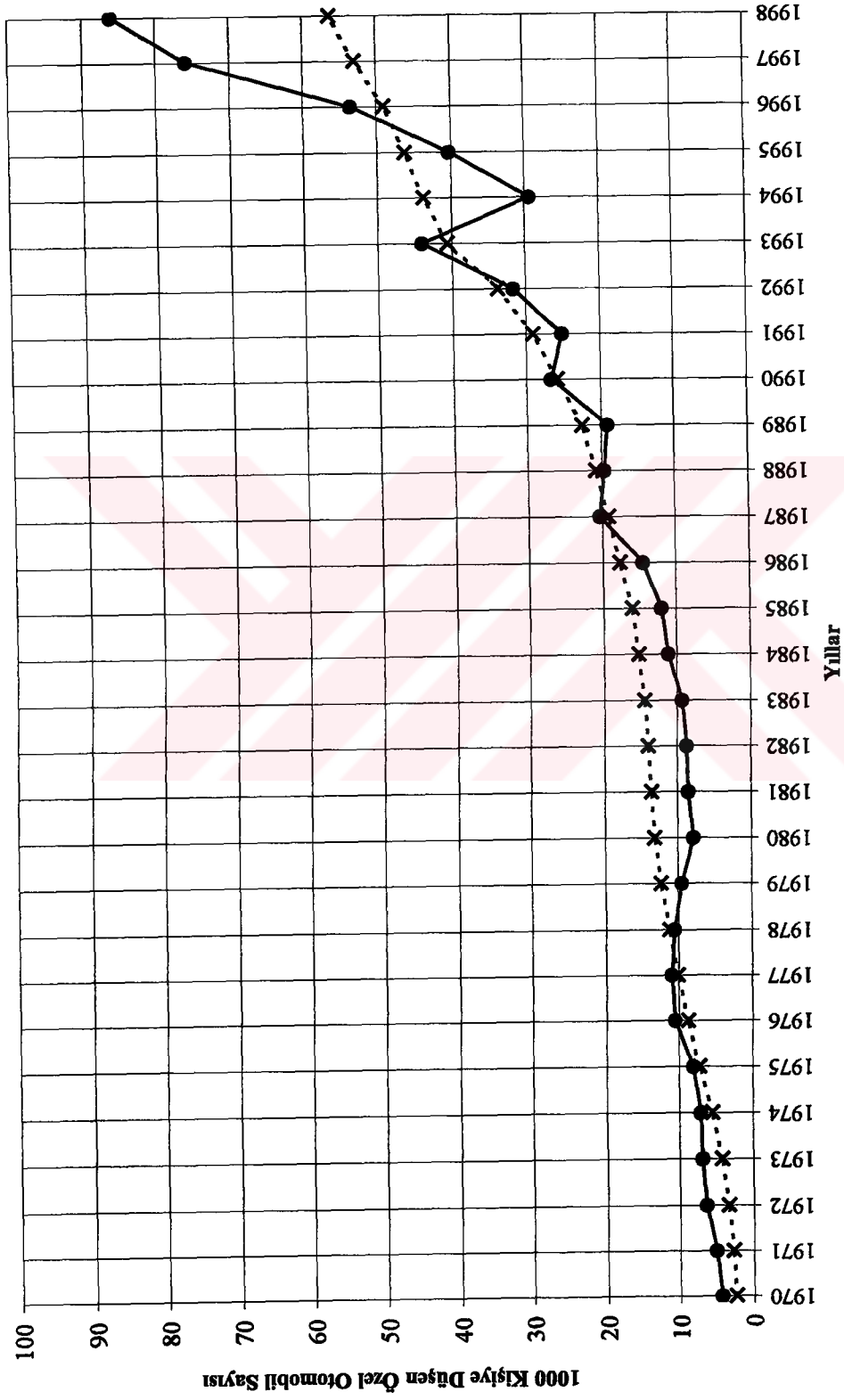
Katsayılar	s = 450	s = 500	s = 550
a	3118,368	3407,834	3698,752
b	$3,526 \times 10^{-6}$	$3,509 \times 10^{-6}$	$3,496 \times 10^{-6}$

1970-1998 yılları arasında Türkiye'de gerçekleşen otomobil sahipliği değerleri, "kişi başına gayri safi milli hasıla" değişkenine göre lojistik eğri model kestirimleriyle karşılaştırıldığında 1970-1996 yılları arasındaki dönemde değerler arasında büyük farklar olmamakla birlikte (1994 yılındaki ekonomik darboğazdan kaynaklanan kişi başına gayri safi milli hasıladaki değişimdeki fark dışında) özellikle 1996-1998 yılları arasındaki üç yıla ait model kestirimleri ile gerçekleşen otomobil sahipliği değerleri arasında önemli sayılabilecek bir fark görülmektedir. Burada önemli olan nokta, model kestirimleri ile gerçekleşen otomobil sahipliği değerleri arasındaki farkın giderek büyüğüdür. Bu durumda en azından yakın gelecek için, yalnızca kişi başına gayri safi milli hasıla değişkenini model bünyesinde bulunduran lojistik eğri modeli ile öngörüler yapmak sakıncalı olacaktır.

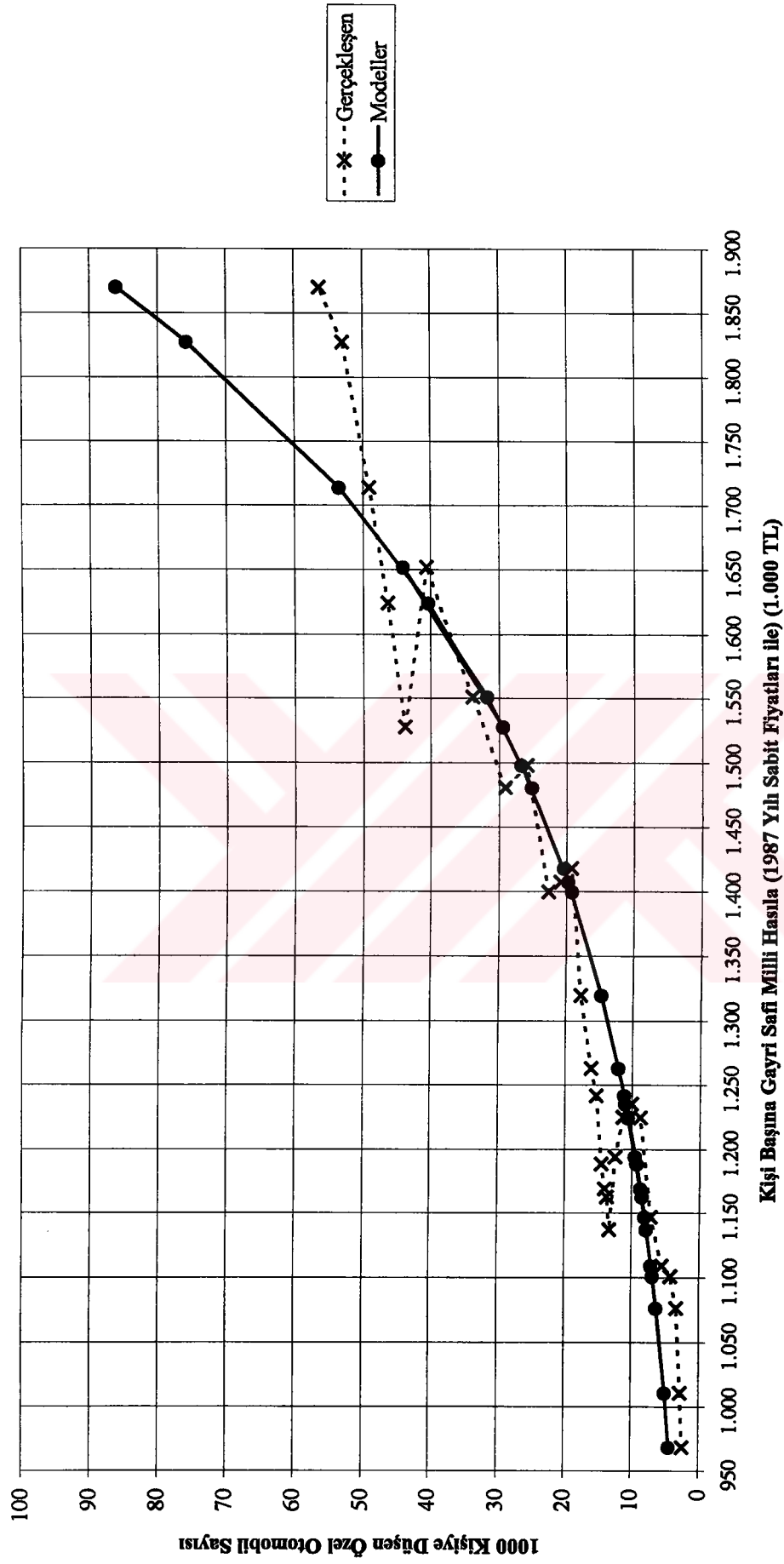
Tablo 3.21 : Türkiye'de, 1970-1998 Yılları Arasında, "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkenine Göre Otomobil Sahipliği Lojistik Eğri Model Kestirimleri

Yıllar	Gerçek- leşen	Model Kestirimleri			Yıllar	Gerçek- leşen	Model Kestirimleri		
		s=450	s=500	s=550			s=450	s=500	s=550
1970	2	4	4	4	1985	16	12	12	12
1971	3	5	5	5	1986	18	15	15	15
1972	3	6	6	6	1987	19	20	20	20
1973	4	7	7	7	1988	21	20	20	20
1974	6	7	7	7	1989	23	19	19	19
1975	7	8	8	8	1990	26	27	27	27
1976	9	11	11	11	1991	29	25	25	25
1977	10	11	11	11	1992	34	32	32	32
1978	11	11	11	11	1993	41	44	44	44
1979	12	10	10	10	1994	44	29	29	29
1980	13	8	8	8	1995	46	40	40	40
1981	14	9	9	9	1996	49	53	54	54
1982	14	9	9	9	1997	53	75	76	76
1983	14	9	9	9	1998	56	85	86	87
1984	15	11	11	11	HTKT*		1848	1910	1963

*HTKT : Hata Terimleri Kareleri Toplamı



Şekil 3.12 : Türkiye’de "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkenli
Otomobil Sahipliği Lojistik Eğri Modelinin 1970-1998 Yılları Arasındaki Değişimi



Şekil 3.13 : Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" (1987 yılı sabit fiyatlarıyla) Değişkenine Göre Otomobil Sahipliği Lojistik Eğri Model Sonuçlarının Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla ile Değişimi

3.2.3.2. Üssel büyüme eğrisi modeli

"Kişi başına gayri safi milli hasıla" değişkenine göre üssel büyüme eğrisi modeli aşağıda görülmektedir :

$$OS = \frac{s}{1 + [a \cdot (KBGSMH - T)]^{-n}} \quad (3.6)$$

Burada, "OS" otomobil sahipliğini (1000 kişi başına düşen otomobil sayısı), "KBGSMH" kişi başına gayri safi milli hasılayı, "s" otomobil sahipliğinin doygunluk düzeyini, "a", "T" ve "n" katsayıları göstermektedir.

Modelde, 1970-1998 yılları arasındaki 29 yıla ait yıllık otomobil sahipliği ve kişi başına gayri safi milli hasıla verileri kullanılmıştır.

Çalışmada otomobil sahipliği doygunluk düzeyi 450, 500 ve 550 alınarak üç farklı model kurulmuştur. Bu modeller için hesaplanan "a", "T" ve "n" katsayıları Tablo 3.22'de, 1970-1998 yılları arasındaki model kestirimleri Tablo 3.23'de verilmektedir. 1970-1998 yılları arasında Türkiye'de gerçekleşen otomobil sahipliği ve model kestirimleri yıllar itibariyle Şekil 3.14'de, kişi başına gayri safi milli hasıla itibariyle Şekil 3.15'de görülmektedir. Üç modelden elde edilen sonuçlar birbirlerine çok yakın olduğu için bu değerler Şekil 3.14 ve Şekil 3.15'de, "Modeller" ismiyle tek bir eğri ile gösterilmişlerdir.

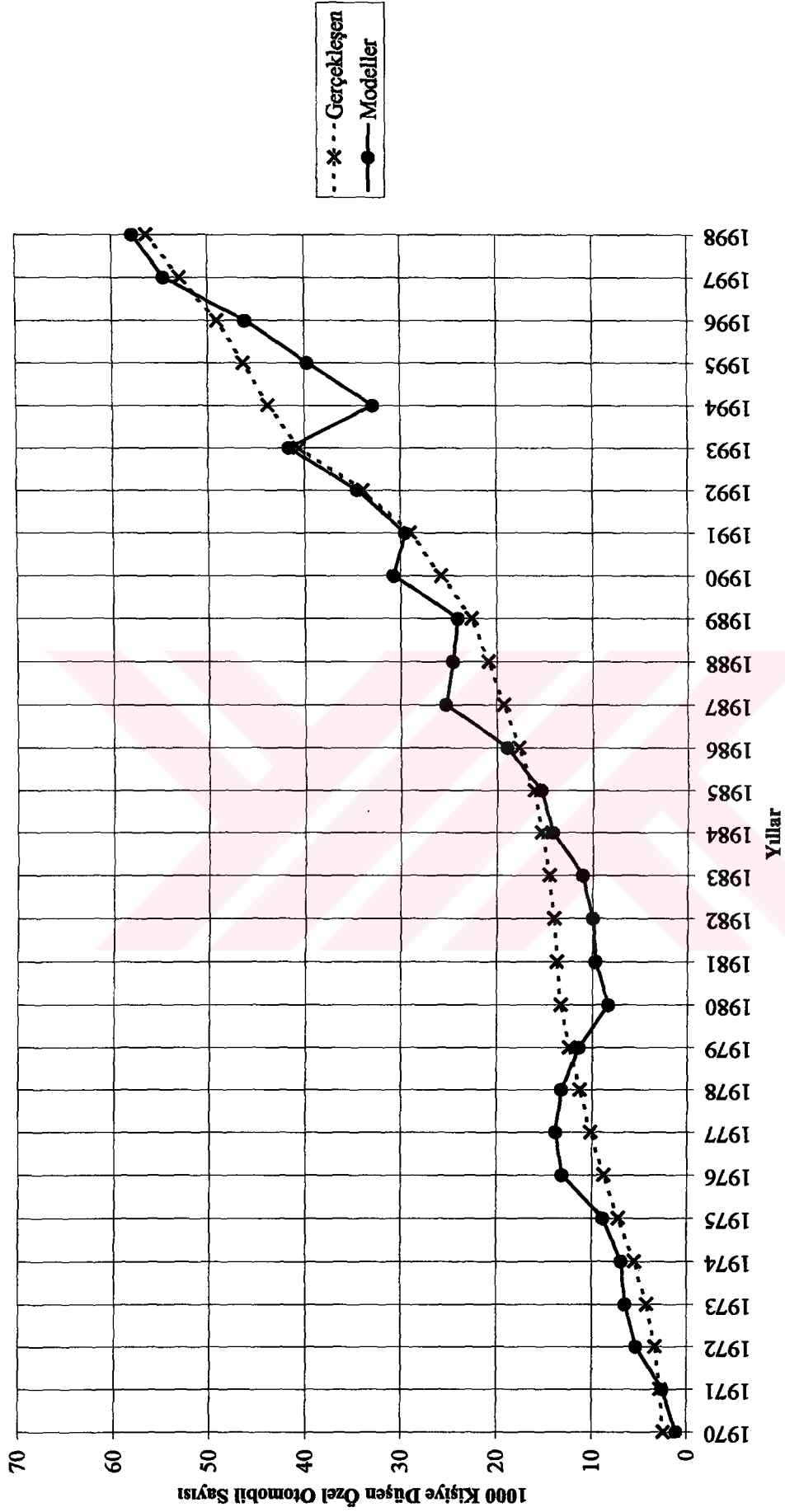
Tablo 3.22 : Türkiye'de "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkenine Göre Üssel Büyüme Eğrisi Modeli Katsayıları

Katsayılar	s = 450	s = 500	s = 550
a	$2,87 \times 10^{-7}$	$2,45 \times 10^{-7}$	$2,27 \times 10^{-7}$
T	890572,45	915546,02	913720,44
n	1,5	1,4	1,4

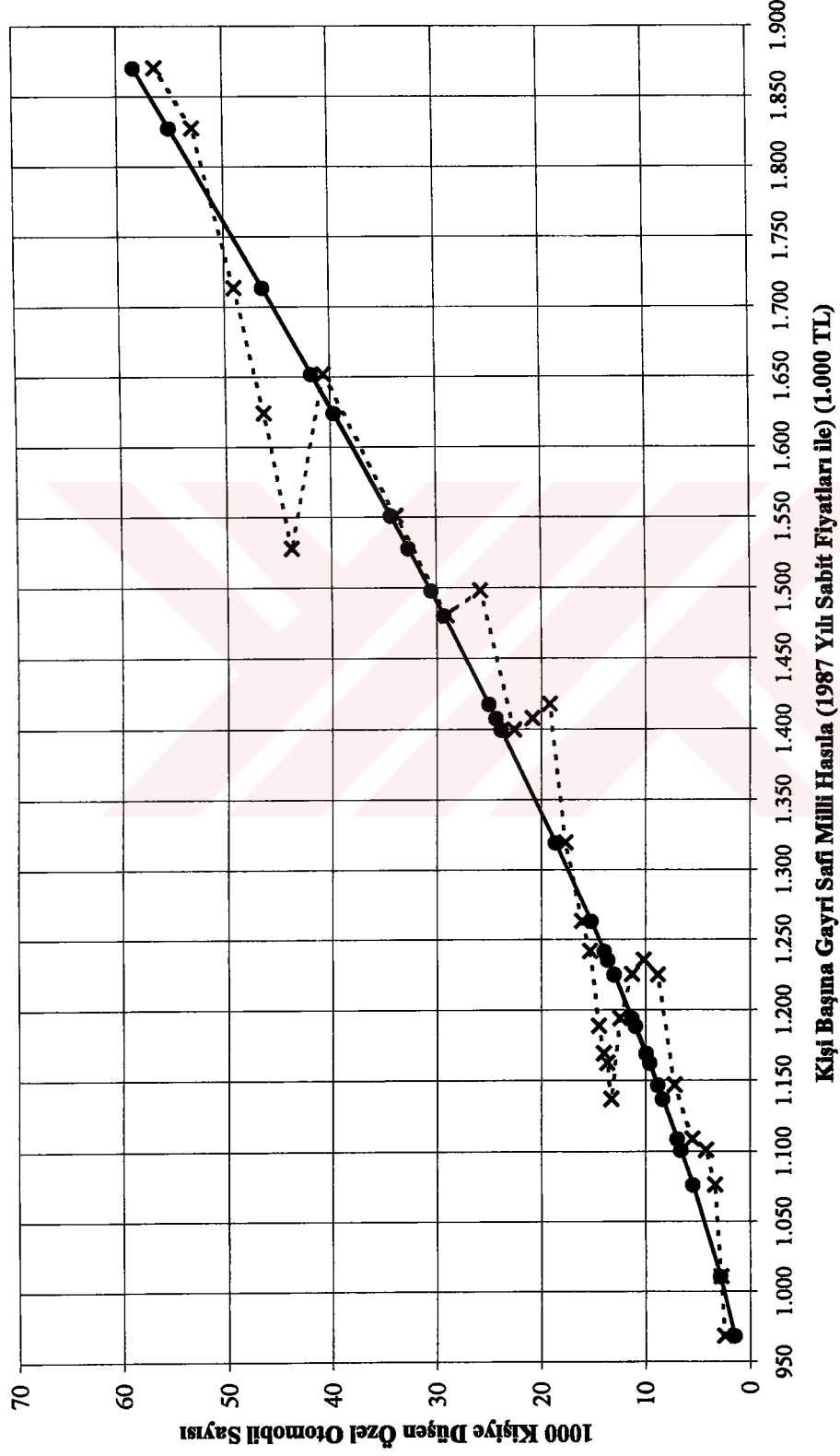
3.2.3.3. Gompertz eğrisi modeli

"Kişi başına gayri safi milli hasıla" değişkenine göre Gompertz eğrisi model denklemini aşağıda görülmektedir :

$$OS = s \cdot \exp[-a \cdot \exp(-b \cdot KBGSMH)] \quad (3.7)$$



Şekil 3.14 : Türkiye'de "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkenli Otomobil Sahipliği Üssel Büyüme Eğrisi Modelinin 1970-1998 Yılları Arasındaki Değişimi



Şekil 3.15 : Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" (1987 yılı sabit fiyatlarıyla) Değişkenine Göre Otomobil Sahipliği Üssel Büyüme Eğrisi Modeli Sonuçlarının Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla ile Değişimi

Tablo 3.23 : Türkiye'de, 1970-1998 Yılları Arasında, "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkenine Göre Üssel Büyüme Eğrisi Model Kestirimleri

Yıllar	Gerçek- leşen	Model Kestirimleri			Yıllar	Gerçek- leşen	Model Kestirimleri		
		s=450	s=500	s=550			s=450	s=500	s=550
1970	2	1	1	1	1985	16	15	15	15
1971	3	3	3	3	1986	18	19	19	19
1972	3	5	5	5	1987	19	25	25	25
1973	4	7	7	7	1988	21	24	25	25
1974	6	7	7	7	1989	23	24	24	24
1975	7	9	9	9	1990	26	31	31	31
1976	9	13	13	13	1991	29	29	30	29
1977	10	14	14	14	1992	34	34	34	34
1978	11	13	13	13	1993	41	42	42	42
1979	12	11	11	11	1994	44	33	33	33
1980	13	8	8	8	1995	46	40	40	40
1981	14	10	10	10	1996	49	46	46	46
1982	14	10	10	10	1997	53	55	55	55
1983	14	11	11	11	1998	56	58	58	58
1984	15	14	14	14	HTKT*		378	380	380

*HTKT : Hata Terimleri Kareleri Toplamı

Denklem (3.7)'de, "OS" otomobil sahipliğini (1000 kişi başına düşen otomobil sayısı), "KBGSMH" kişi başına gayri safi milli hasıla, "s" otomobil sahipliğinin doygunluk düzeyini, "a" ve "b" katsayıları göstermektedir.

Model girdisi olarak 1970-1998 yılları arasındaki 29 yıla ait yıllık veriler kullanılmıştır. Modelde kullanılan veriler Tablo 3.13 ve 3.20'de görülmektedir.

Çalışmada otomobil sahipliği doygunluk düzeyi 450, 500 ve 550 alınarak üç farklı model kurulmuştur. Bu modeller için hesaplanan "a" ve "b" katsayıları Tablo 3.24'de, 1970-1998 yılları arasındaki model kestirimleri Tablo 3.25'de verilmektedir. 1970-1998 yılları arasında Türkiye'de gerçekleşen otomobil sahipliği ve model kestirimleri yıllar itibariyle Şekil 3.16'da, kişi başına gayri safi milli hasıla itibariyle Şekil 3.17'de görülmektedir. Üç modelden elde edilen sonuçlar birbirlerine çok yakın

olduğu için bu değerler Şekil 3.16 ve Şekil 3.17'de, "Modeller" ismiyle tek bir eğri ile gösterilmişlerdir.

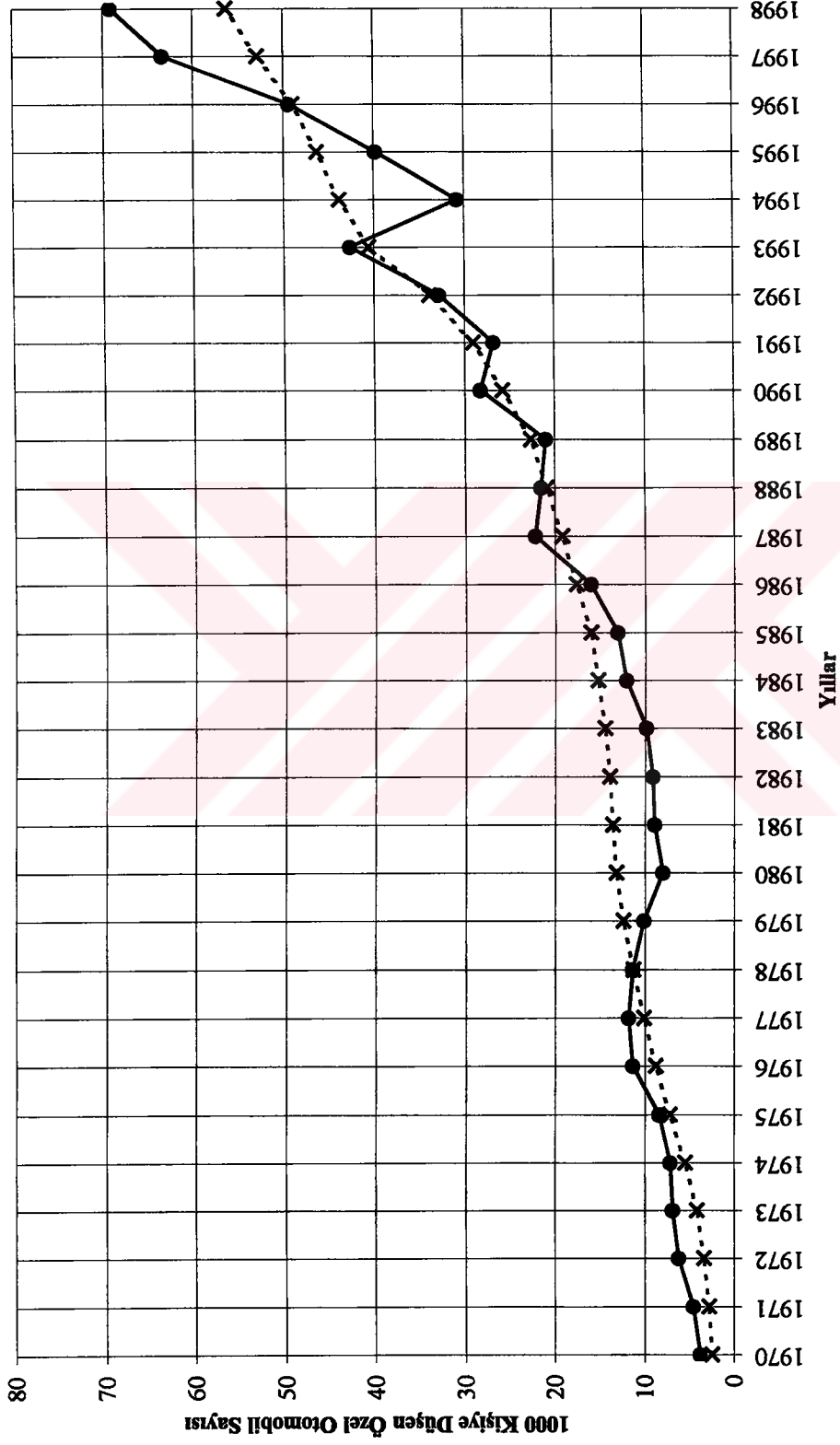
Tablo 3.24 : Türkiye'de Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla Değişkenine Göre Gompertz Eğrisi Modeli Katsayıları

Katsayılar	s = 450	s = 500	s = 550
a	13,1163	12,9480	12,8189
b	$10,39 \times 10^{-7}$	$10,05 \times 10^{-7}$	$9,76 \times 10^{-7}$

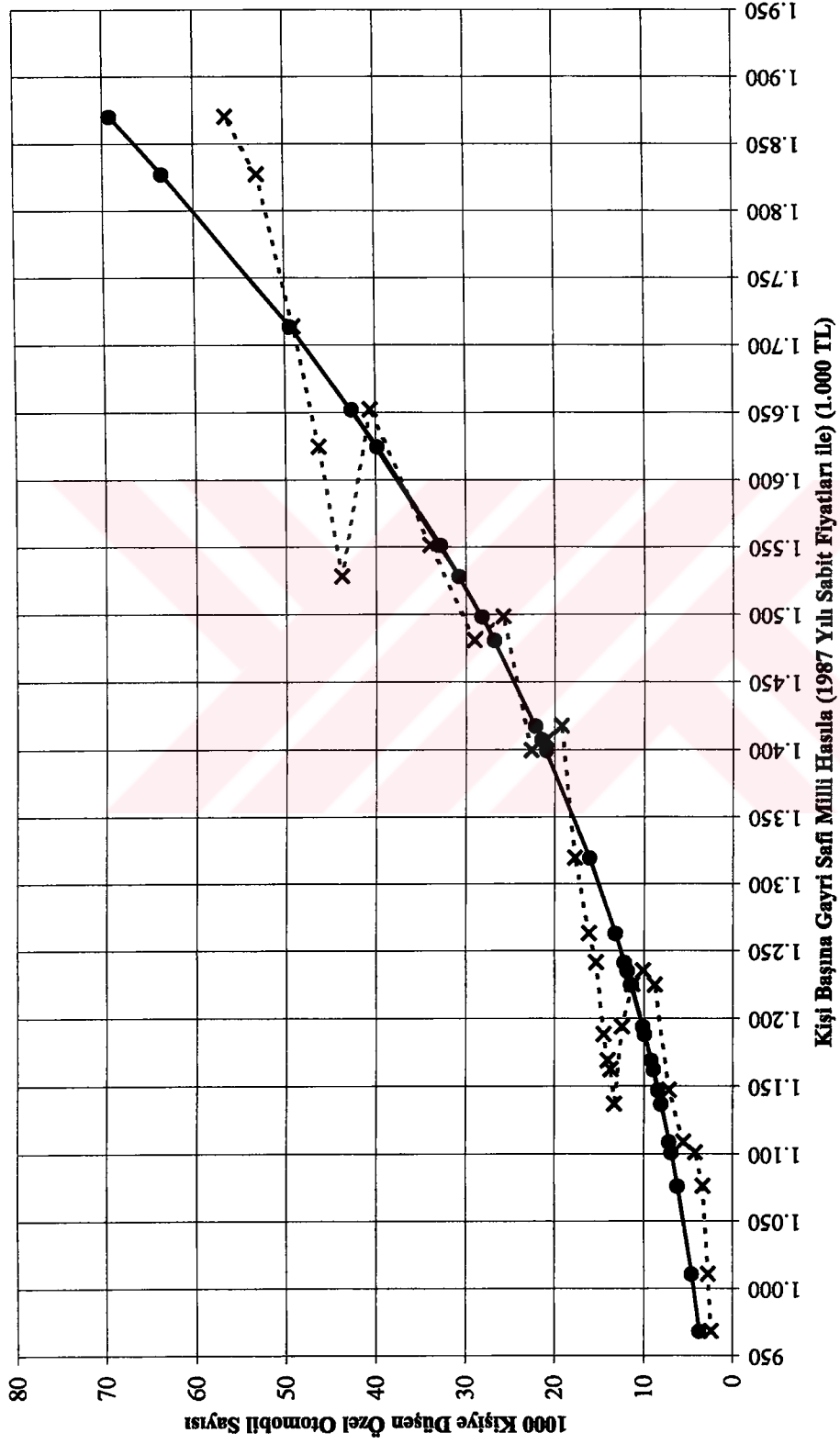
Tablo 3.25 : Türkiye'de, 1970-1998 Yılları Arasında, "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkenine Göre Otomobil Sahipliği Gompertz Eğrisi Model Kestirimleri

Yıllar	Gerçek- leşen	Model Kestirimleri			Yıllar	Gerçek- leşen	Model Kestirimleri		
		s=450	s=500	s=550			s=450	s=500	s=550
1970	2	4	4	4	1985	16	13	13	13
1971	3	5	5	5	1986	18	16	16	16
1972	3	6	6	6	1987	19	22	22	22
1973	4	7	7	7	1988	21	22	21	21
1974	6	7	7	7	1989	23	21	21	21
1975	7	8	8	8	1990	26	28	28	28
1976	9	11	11	11	1991	29	27	27	27
1977	10	12	12	12	1992	34	33	33	33
1978	11	11	11	11	1993	41	43	43	43
1979	12	10	10	10	1994	44	31	31	31
1980	13	8	8	8	1995	46	40	40	40
1981	14	9	9	9	1996	49	49	49	50
1982	14	9	9	9	1997	53	63	63	64
1983	14	10	10	10	1998	56	69	69	70
1984	15	12	12	12	HTKT*		650	673	693

*HTKT : Hata Terimleri Kareleri Toplamı



Şekil 3.16 : Türkiye'de "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkenli
Otomobil Sahipliği Gompertz Eğrisi Modelinin 1970-1998 Yılları Arasındaki Değişimi



Şekil 3.17 : Türkiye’de 1970-1998 Yılları Arasında "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" (1987 yılı sabit fiyatlarıyla) Değişkenine Göre Otomobil Sahipliği Gompertz Eğrisi Modeli Sonuçlarının Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla ile Değişimi

3.2.4. "Zaman" ve "kişi başına gayri safi milli hasıla" değişkenlerine göre otomobil sahipliği modelleri

Otomobil sahipliği modellerinin üçüncü aşamasında ilk iki aşamada modellemede kullanılan "zaman" ve "kişi başına gayri safi milli hasıla" değişkenlerinin bir arada model bünyesinde yer alması düşünülmüştür.

Model girdileri olarak kullanılan 1970-1998 yılları arasında 29 yıla ait yıllık bazdaki otomobil sahipliği ve kişi başına gayri safi milli hasıla değerleri Tablo 3.12 ve Tablo 3.19'da görülmektedir.

Bu değişkenler için ilk iki model grubunda belirlenen lojistik eğri, üssel büyüme eğrisi ve Gompertz eğrisi modelleri geliştirilmiştir.

3.2.4.1. Lojistik eğri modeli

"Zaman" ve "kişi başına gayri safi milli hasıla" değişkenlerine göre lojistik eğri modeli denklemi aşağıda görülmektedir :

$$OS = \frac{s}{1 + a \cdot \exp[-(b \cdot t + c \cdot \ln KBGSMH)]} \quad (3.8)$$

Burada, "OS" otomobil sahipliğini (1000 kişi başına düşen otomobil sayısı), "t" yılları, "KBGSMH" kişi başına gayri safi milli hasılayı, "s" otomobil sahipliğinin doygunluk düzeyini, "a", "b" ve "c" katsayıları göstermektedir.

Modelde 1970-1998 yılları arasındaki 29 yıla ait yıllık bazdaki veriler kullanılmıştır.

Çalışmada otomobil sahipliği doygunluk düzeyi 450, 500 ve 550 alınarak üç farklı model kurulmuştur. Bu modellerin "a", "b" ve "c" katsayıları Tablo 3.26'da, 1970-1998 yılları arasındaki Türkiye'de otomobil sahipliği model kestirimleri Tablo 3.27'de verilmektedir. Şekil 3.18'de gerçekleşen otomobil sahipliği ve model kestirimleri grafiksel olarak görülmektedir. Üç modelden elde edilen sonuçlar birbirlerine çok yakın olduğu için bu değerler Şekil 3.18'de "Modeller" ismiyle tek bir eğri ile gösterilmişlerdir.

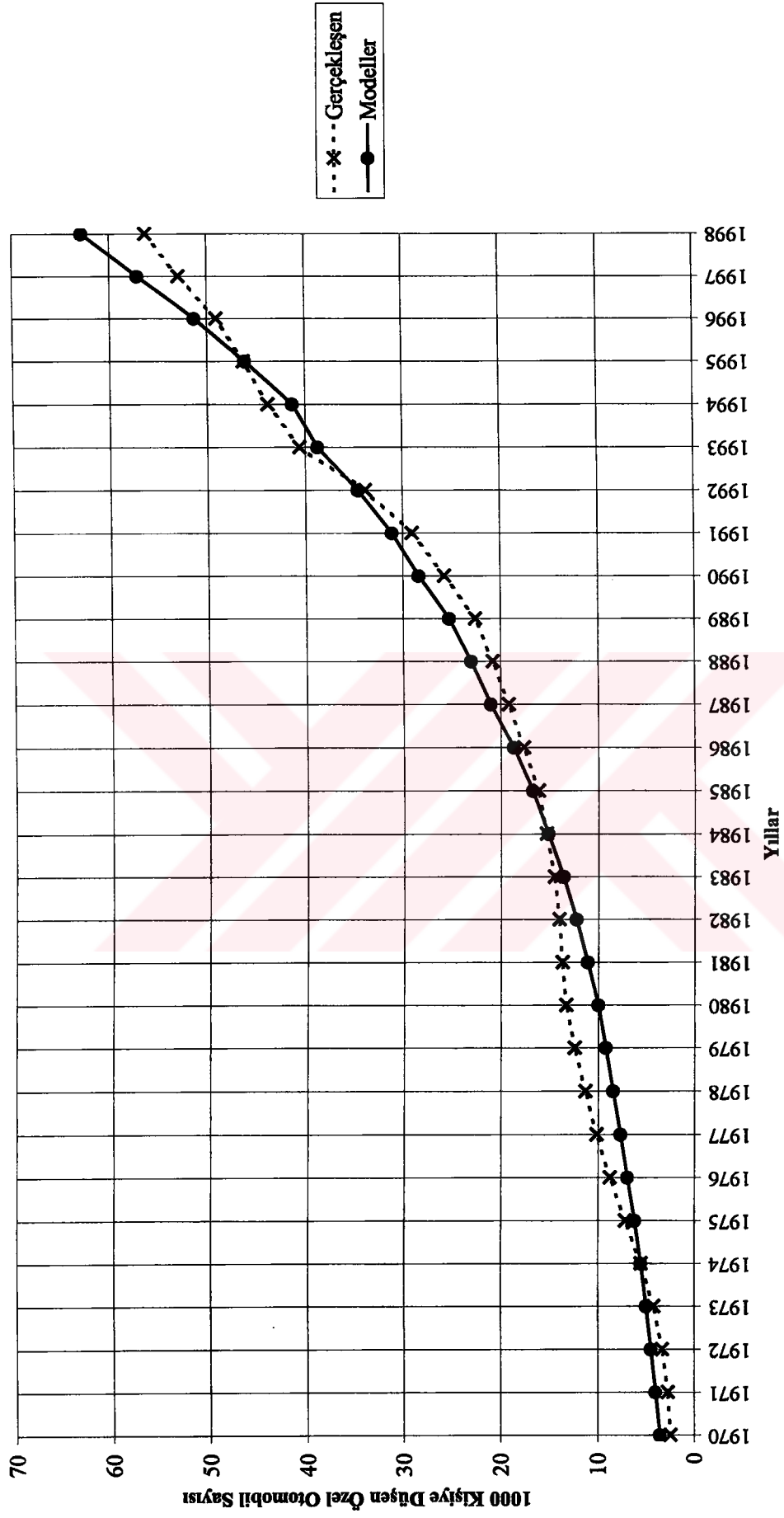
**Tablo 3.26 : Türkiye'de "Zaman" ve "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla"
Değişiklerine Göre Lojistik Eğri Modeli Katsayıları**

Katsayılar	s = 450	s = 500	s = 550
a	$e^{204,413}$	$e^{204,039}$	$e^{203,744}$
b	0,098709	0,098577	0,098469
c	0,371789	0,355925	0,343205

**Tablo 3.27 : Türkiye'de, 1970-1998 Yılları Arasında, "Zaman" ve "Kişi Başına Gayri
Safi Milli Hasıla" Değişiklerine Göre Otomobil Sahipliği
Lojistik Eğri Model Kestirimleri**

Yıllar	Gerçek- leşen	Model Kestirimleri			Yıllar	Gerçek- leşen	Model Kestirimleri		
		s=450	s=500	s=550			s=450	s=500	s=550
1970	2	4	4	4	1985	16	17	17	17
1971	3	4	4	4	1986	18	19	19	19
1972	3	5	5	5	1987	19	21	21	21
1973	4	5	5	5	1988	21	23	23	23
1974	6	6	6	6	1989	23	25	25	25
1975	7	6	6	6	1990	26	28	28	28
1976	9	7	7	7	1991	29	31	31	31
1977	10	8	8	8	1992	34	35	35	35
1978	11	8	8	8	1993	41	39	39	39
1979	12	9	9	9	1994	44	41	41	41
1980	13	10	10	10	1995	46	46	46	46
1981	14	11	11	11	1996	49	51	51	51
1982	14	12	12	12	1997	53	57	57	57
1983	14	14	14	14	1998	56	63	63	63
1984	15	15	15	15	HTKT*		154	157	160

**HTKT : Hata Terimleri Kareleri Toplamı*



Şekil 3.18 : Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında "Zaman" ve "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişiklerine Göre Otomobil Sahipliği Lojistik Eğri Modeli

3.2.4.2. Üssel büyüme eğrisi modeli

"Zaman" ve "kişi başına gayri safi milli hasıla" değişkenlerine göre üssel büyüme eğrisi model denklemi aşağıda görülmektedir :

$$OS = \frac{s}{1 + [a \cdot (t - T) + b \cdot KBGSMH]^n} \quad (3.9)$$

Burada, "OS" otomobil sahipliğini (1000 kişi başına düşen otomobil sayısı), "t" yılları, "KBGSMH" kişi başına gayri safi milli hasılayı, "s" otomobil sahipliğinin doygunluk düzeyini, "a", "b", "T" ve "n" katsayıları göstermektedir.

Modelde 1970-1998 yılları arasındaki 29 yıla ait yıllık bazdaki veriler kullanılmıştır.

Otomobil sahipliği doygunluk düzeyi 450, 500 ve 550 alınarak üç farklı model kurulmuştur. Bu modeller için hesaplanan "a", "b", "T" ve "n" katsayıları Tablo 3.28'de, 1970-1998 yılları arasındaki model Tablo 3.29'da verilmektedir. Şekil 3.19'da Türkiye'de otomobil sahipliğinin 1970-1998 yılları arasında gerçekleşen ve model kestirimleri değerleri görülmektedir. Üç modelden elde edilen sonuçlar birbirlerine çok yakın olduğu için bu değerler Şekil 3.19'da "Modeller" ismiyle tek bir eğri ile gösterilmişlerdir.

Tablo 3.28 : Türkiye'de "Zaman" ve "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla"

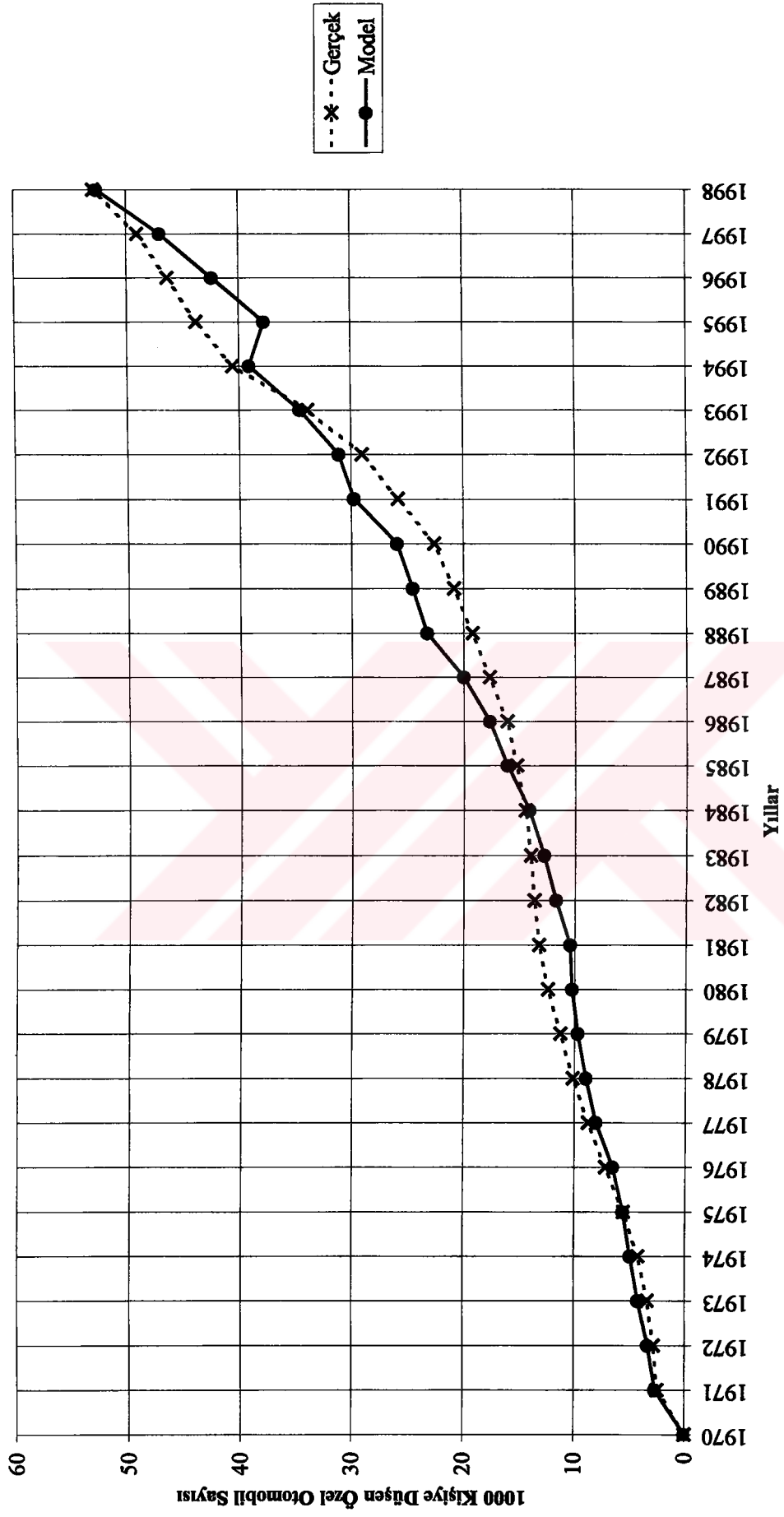
Değişkenlerine Göre Üssel Büyüme Eğrisi Modeli Katsayıları

Katsayılar	s = 450	s = 500	s = 550
a	$85,50 \times 10^{-4}$	$80,84 \times 10^{-4}$	$78,15 \times 10^{-4}$
b	$1,13 \times 10^{-7}$	$1,09 \times 10^{-7}$	$1,04 \times 10^{-7}$
T	1962,81	1964,11	1963,80
n	2,9	2,8	2,9

3.2.4.3. Gompertz eğrisi modeli

"Zaman" ve "kişi başına gayri safi milli hasıla" değişkenlerine göre Gompertz eğrisi model denklemi aşağıda görülmektedir :

$$OS = s \cdot \exp \left\{ -a \cdot \exp \left[-b \cdot t + c \cdot \ln(KBGSMH) \right] \right\} \quad (3.10)$$



Şekil 3.19 : Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında "Zaman" ve "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişiklerine Göre Otomobil Sahipliği Üssel Büyüme Eğrisi Modeli

Tablo 3.29: Türkiye'de, 1970-1998 Yılları Arasında, "Zaman" ve "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişiklerine Göre Otomobil Sahipliği Üssel Büyüme Eğrisi Model Kestirimleri

Yıllar	Gerçek- leşen	Model Kestirimleri			Yıllar	Gerçek- leşen	Model Kestirimleri		
		s=450	s=500	s=550			s=450	s=500	s=550
1970	2	3	3	3	1985	16	18	18	18
1971	3	3	3	3	1986	18	20	20	20
1972	3	4	4	4	1987	19	23	23	23
1973	4	5	5	5	1988	21	25	25	25
1974	6	6	6	6	1989	23	26	26	26
1975	7	7	7	7	1990	26	30	30	30
1976	9	8	8	8	1991	29	31	31	31
1977	10	9	9	9	1992	34	35	35	35
1978	11	10	10	10	1993	41	39	39	39
1979	12	10	10	10	1994	44	38	38	38
1980	13	10	10	10	1995	46	42	42	42
1981	14	12	12	12	1996	49	47	47	47
1982	14	13	13	13	1997	53	53	53	53
1983	14	14	14	14	1998	56	56	56	56
1984	15	16	16	16	HTKT*		152	153	152

*HTKT : Hata Terimleri Kareleri Toplamı

Denklem (3.10)'da, "OS" otomobil sahipliğini (1000 kişi başına düşen otomobil sayısı), "t" yılları, "KBGSMH" kişi başına gayri safi milli hasılayı "s" otomobil sahipliğinin doygunluk düzeyini, "a", "b", "c" model katsayılarını göstermektedir.

Modelde 1970-1998 yılları arasındaki 29 yıla ait yıllık bazdaki veriler kullanılmıştır.

Çalışmada otomobil sahipliği doygunluk düzeyi 450, 500 ve 550 alınarak üç farklı model kurulmuştur. Bu modeller için hesaplanan "a", "b" ve "c" katsayıları Tablo 3.30'da, 1970-1998 yılları arasındaki model kestirimleri Tablo 3.31'de verilmektedir. Şekil 3.20'de Türkiye'de otomobil sahipliğinin 1970-1998 yılları arasında gerçekleşen ve model kestirimleri değerleri görülmektedir. Üç modelden elde edilen sonuçlar birbirlerine çok yakın olduğu için bu değerler Şekil 3.20'de "Modeller" ismiyle tek bir eğri ile gösterilmişlerdir.

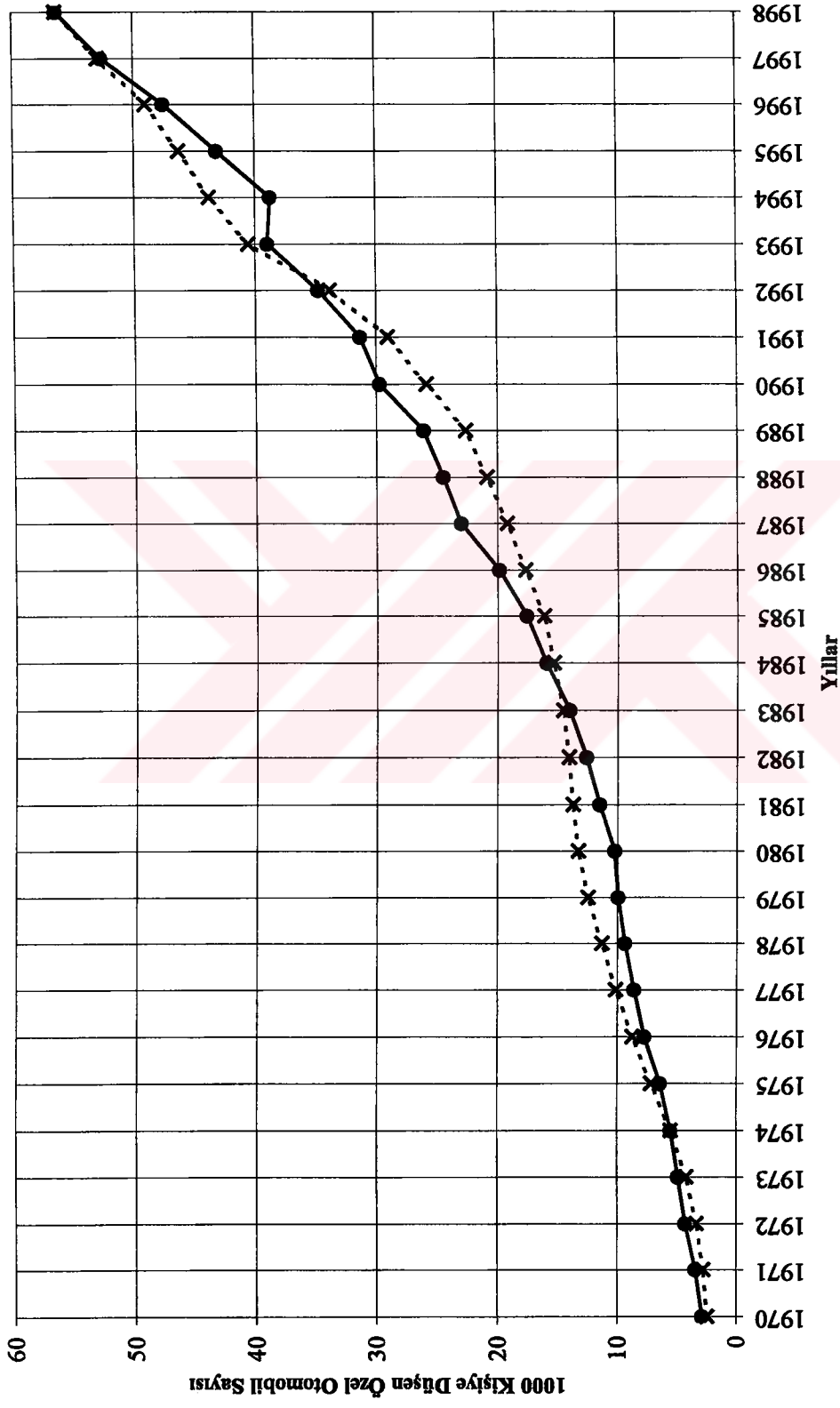
Tablo 3.30 : Türkiye'de Zaman ve Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla Değişiklerine
Göre Gompertz Eğrisi Modeli Katsayıları

Katsayılar	s = 450	s = 500	s = 550
a	$e^{53,0016}$	$e^{51,6188}$	$e^{50,4324}$
b	0,023654	0,023087	0,022596
c	0,346788	0,326133	0,309135

Tablo 3.31 : Türkiye'de, 1970-1998 Yılları Arasında, "Zaman" ve "Kişi Başına Gayri
Safi Milli Hasıla" Değişiklerine Göre Otomobil Sahipliği
Gompertz Eğrisi Model Kestirimleri

Yıllar	Gerçek- leşen	Model Kestirimleri			Yıllar	Gerçek- leşen	Model Kestirimleri		
		s=450	s=500	s=550			s=450	s=500	s=550
1970	2	3	3	3	1985	16	18	18	18
1971	3	3	3	3	1986	18	20	20	20
1972	3	4	4	4	1987	19	23	23	23
1973	4	5	5	5	1988	21	25	24	24
1974	6	6	6	6	1989	23	26	26	26
1975	7	6	6	6	1990	26	30	30	30
1976	9	8	8	8	1991	29	31	31	31
1977	10	9	9	9	1992	34	35	35	35
1978	11	9	9	9	1993	41	39	39	39
1979	12	10	10	10	1994	44	39	39	39
1980	13	10	10	10	1995	46	43	43	43
1981	14	11	11	11	1996	49	47	48	48
1982	14	13	13	13	1997	53	53	53	53
1983	14	14	14	14	1998	56	56	56	57
1984	15	16	16	16	HTKT*		143	140	137

*Hata Terimlerinin Karelerinin Toplamı



Şekil 3.20 : Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında "Zaman" ve "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişikliklerine Göre Otomobil Sahipliği Gompertz Eğrisi Modeli

3.2.5. "Kişi başına gayri safi milli hasılanın ortalama otomobil fiyatına oranı"

değişkenine göre otomobil sahipliği modelleri

Otomobil sahipliğini modellerinde "kullanıcı geliri" kadar etkili olan bir değişken de ortalama otomobil fiyatıdır. Kullanıcı gelirinin sabit kaldığı bir dönemde, ortalama otomobil fiyatının azalması otomobil sahipliğini artıracaktır. Türkiye’de 1971-1998 yılları arasında ortalama otomobil fiyatları incelendiğinde fiyatlarda bir azalma gözlenmemektedir. Bölüm 3.2.1.2.’de açıklandığı gibi ithal otomobil fiyatları dikkate alınmadığı halde Türkiye’de satılan yerli üretim otomobillerin, enflasyon etkisini önemli ölçüde ortadan kaldıran ABD Doları cinsinden bile ortalama fiyatında bir artış gözlenmektedir. 1978-1980 yılları arasındaki sıçrama dışında 1970’lerde 5.000 ABD Doları civarında olan ortalama otomobil fiyatı 1990’larda 10.000 ABD Doları yükselmiştir. Otomobil fiyatlarının zamanla değişimi Şekil 3.8’de görülmektedir.

Otomobil sahipliği modelinde kullanılacak iki parasal değişkenin (kullanıcı geliri ve ortalama otomobil fiyatı) ayrı birimlerle kullanılması doğru bir yaklaşım olmayacaktır. Bu nedenle cari fiyatlarla hesaplanan ortalama otomobil fiyatının sabit fiyatlara çevrilmesi gerekmektedir. Ancak Türkiye’de ortalama otomobil fiyatı ile ilgili bir çalışma yapılmadığı için bu değerleri sabit fiyatlar cinsine çevirebilecek bir fiyat endeksi de mevcut değildir. Öte yandan kişi başına gayri safi milli hasılanın cari fiyatlar cinsinden alınması durumunda gelecek ile bugün arasında, enflasyon etkisi nedeniyle, çok büyük bir fark oluşacaktır.

Bu nedenlerden dolayı cari fiyatlar cinsinden hesaplanan ortalama otomobil fiyatı ile kişi başına gayri safi milli hasıla değerleri oranlanarak iki değişkeni de içeren yeni bir değişken elde edilmiştir. "Kişi başına gayri safi milli hasılanın ortalama otomobil fiyatına oranı" olarak tanımlanan bu değişken birimsizdir.

1971-1998 yılları arasında kişi başına gayri safi milli hasılanın ortalama otomobil fiyatına oranları Tablo 3.32 ve Şekil 3.21’de görülmektedir. Şekil 3.21 incelendiğinde 1988’e kadar bu değişkenin zaman içindeki davranışının düzenli olmadığı, özellikle 1976 ve 1979 yıllarında büyük farklılıklar gösterdiği görülmektedir. 1988 yılından sonra ise bu değişkenin zaman içinde belli bir eğilimi izlemeye başladığı gözlenmektedir. Bu durum, bu değişkenin değerinin öngörülmesi durumunda öngörüye güveni artırıcı bir unsur olacaktır.

Tablo 3.32 : Türkiye’de 1981-1998 Yılları Arasında Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasılanın Ortalama Otomobil Fiyatına Oranı

<i>Yıllar</i>	<i>GOF</i>	<i>Yıllar</i>	<i>GOF</i>
1971	0,1359	1985	0,2569
1972	0,1473	1986	0,2689
1973	0,1724	1987	0,2506
1974	0,2096	1988	0,2336
1975	0,2325	1989	0,2576
1976	0,2431	1990	0,2740
1977	0,2231	1991	0,2721
1978	0,1806	1992	0,2749
1979	0,1327	1993	0,2844
1980	0,1397	1994	0,2769
1981	0,2014	1995	0,2855
1982	0,2016	1996	0,2923
1983	0,2045	1997	0,3186
1984	0,2501	1998	0,2780

Bu bölümde de ilk üç bölümde olduğu gibi otomobil sahipliği modellemesi için lojistik eğri, üssel büyüme eğrisi ve Gompertz eğrisi modelleri geliştirilmiştir. Modellerde kişi başına gayri safi milli hasılanın ortalama otomobil fiyatına oranı "GOF" olarak tanımlanmaktadır.

3.2.5.1. Lojistik eğri modeli

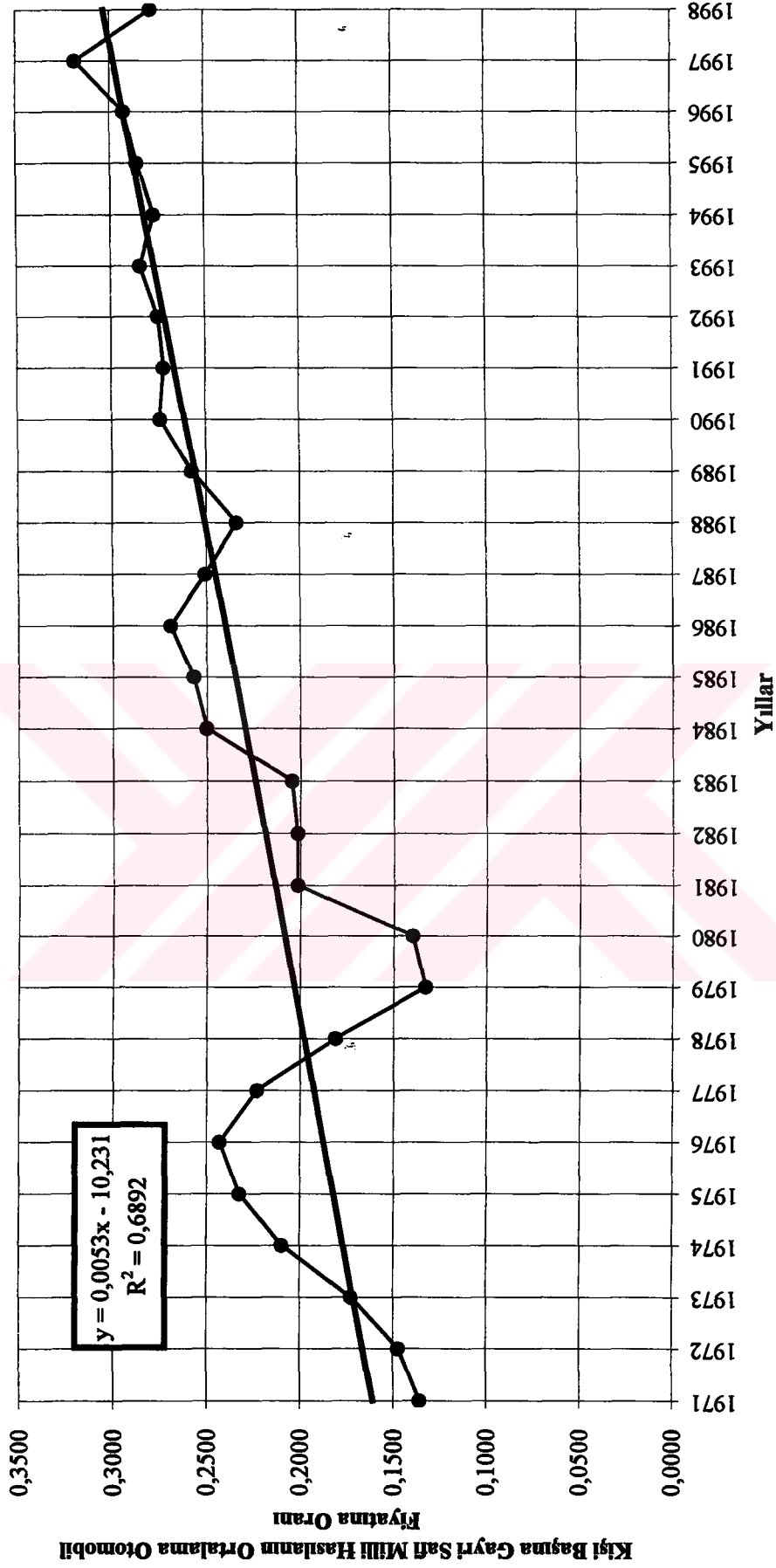
Kişi başına gayri safi milli hasılanın ortalama otomobil fiyatına oranı değişkenine göre lojistik eğri modeli denklemi aşağıda görülmektedir :

$$OS = \frac{s}{1 + a \cdot \exp[-b \cdot GOF]} \quad (3.11)$$

Burada, "OS" otomobil sahipliğini (1000 kişi başına düşen otomobil sayısı), "GOF" kişi başına gayri safi milli hasılanın ortalama otomobil fiyatına oranını, "s" otomobil sahipliğinin doygunluk düzeyini, "a" ve "b" katsayıları göstermektedir.

Model çalışmasında 1971-1998 yılları arasındaki 28 yıla ait yıllık bazdaki veriler kullanılmıştır.

Türkiye'de 1971-1998 Yılları Arasında GOF'un Değişimi



Şekil 3.21 : Türkiye'de 1971-1998 Yılları Arasında Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasılabın Ortalama Otomobil Fiyatına Oranı

Çalışmada otomobil sahipliği doygunluk düzeyi 450, 500 ve 550 alınarak üç farklı model kurulmuştur. Bu modeller için hesaplanan "a" ve "b" katsayıları Tablo 3.33'de, 1971-1998 yılları arasındaki model Tablo 3.34'de verilmektedir. 1971-1998 yılları arasında Türkiye'de gerçekleşen otomobil sahipliği ve model kestirimleri yıllar itibariyle Şekil 3.22'de, görülmektedir. Üç modelden elde edilen sonuçlar birbirlerine çok yakın olduğu için bu değerler Şekil 3.22'de "Modeller" ismiyle tek bir eğri ile gösterilmişlerdir.

Tablo 3.33 : Türkiye'de, "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasılanın Ortalama Otomobil Fiyatına Oranı" Değişkenine Göre Lojistik Eğri Modeli Katsayıları

Katsayılar	s = 450	s = 500	s = 550
a	588,128	647,941	707,863
b	13,393	13,334	13,286

Şekil 3.22 incelendiğinde 1991 yılından sonra, gerçekleşen ve model kestirimi otomobil sahipliği değerlerini birbirlerinden giderek farklılaştığı bu farklılaşmanın 1997 yılında azalsa da 1998 yılında, önceki yıllara göre daha da artarak devam ettiği görülmektedir. Ayrıca model kullanılarak 1991 yılı öncesi için de iyi kestirimlerin alınamadığı yine Şekil 3.22'den görülmektedir. Bu durumda, geçmişi bu oranda başarısız temsil eden bir model kullanılarak öngörüler yapmak doğru olmayacaktır.

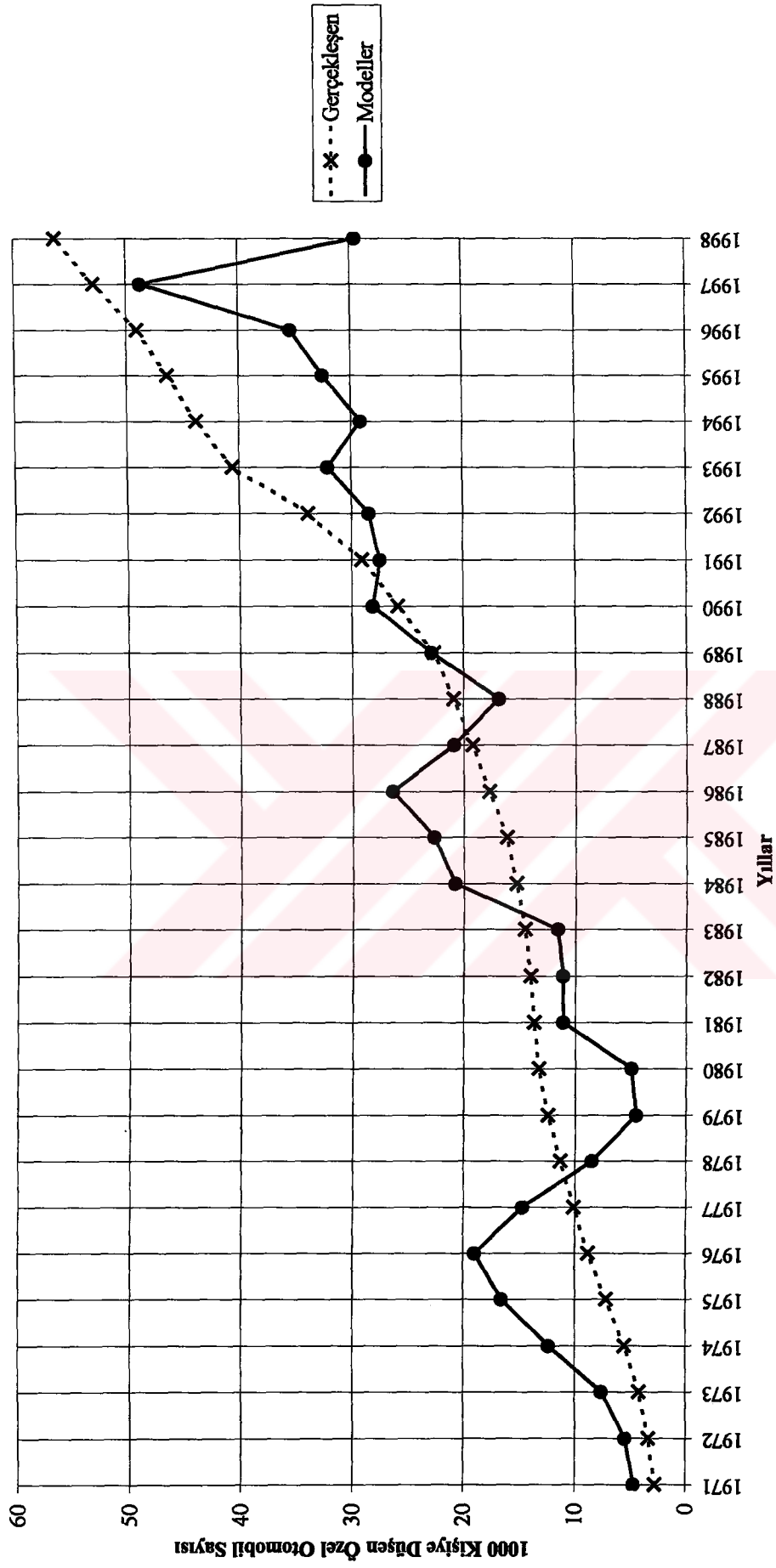
3.2.5.2. Üssel büyüme eğrisi modeli

"Kişi başına gayri safi milli hasılanın ortalama otomobil fiyatına oranı" değişkenine göre üssel büyüme eğrisi model denklemi aşağıda görülmektedir :

$$OS = \frac{s}{1 + [a \cdot (GOF - T)]^{-n}} \quad (3.12)$$

Denklem (3.12)'de, "OS" otomobil sahipliğini (1000 kişi başına düşen otomobil sayısı), "GOF" kişi başına gayri safi milli hasılanın ortalama otomobil fiyatına oranını, "s" otomobil sahipliğinin doygunluk düzeyini, "a", "T" ve "n" katsayıları göstermektedir.

Model çalışmasında 1971-1998 yılları arasındaki 28 yıla ait yıllık bazdaki veriler kullanılmıştır.



Şekil 3.22 : Türkiye'de 1971-1998 Yılları Arasında "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıların Ortalama Otomobil Fiyatına Oranı" Değişkenine Göre Otomobil Sahipliği Lojistik Eğri Modeli

Tablo 3.34 : Türkiye'de, 1971-1998 Yılları Arasında, "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasılanın Ortalama Otomobil Fiyatına Oranı" Değişkenine Göre Otomobil Sahipliği Lojistik Eğri Model Kestirimleri

Yıllar	Gerçek- leşen	Model Kestirimleri			Yıllar	Gerçek- leşen	Model Kestirimleri		
		s=450	s=500	s=550			s=450	s=500	s=550
1971	3	5	5	5	1985	16	23	23	23
1972	3	5	5	5	1986	18	26	26	26
1973	4	8	8	8	1987	19	21	21	21
1974	6	12	12	12	1988	21	17	17	17
1975	7	17	17	17	1989	23	23	23	23
1976	9	19	19	19	1990	26	28	28	28
1977	10	15	15	15	1991	29	27	27	27
1978	11	8	8	8	1992	34	28	28	28
1979	12	4	4	4	1993	41	32	32	32
1980	13	5	5	5	1994	44	29	29	29
1981	14	11	11	11	1995	46	32	32	32
1982	14	11	11	11	1996	49	35	35	35
1983	14	12	12	12	1997	53	49	49	49
1984	15	21	21	21	1998	56	30	30	30
					HTKT*		2052	2052	2052

**Hata Terimlerinin Karelerinin Toplamı*

Çalışmada otomobil sahipliği doygunluk düzeyi 450, 500 ve 550 alınarak üç farklı model kurulmuştur. Bu modeller için hesaplanan "a", "T" ve "n" katsayıları Tablo 3.35'de, 1971-1998 yılları arasındaki model kestirimleri Tablo 3.36'da verilmektedir. 1971-1998 yılları arasında Türkiye'de gerçekleşen otomobil sahipliği ve model kestirimleri yıllar itibariyle Şekil 3.21'de görülmektedir. Üç modelden elde edilen sonuçlar birbirlerine çok yakın olduğu için bu değerler Şekil 3.23'de, "Modeller" ismiyle tek bir eğri ile gösterilmiştir.

Şekil 3.23'de de, lojistik eğri modelinde olduğu gibi gerçekleşen ve modelle hesaplanan otomobil sahipliği değerleri birbirlerinden farklıdır. Bu nedenle bu model ile öngörü yapılmayacaktır.

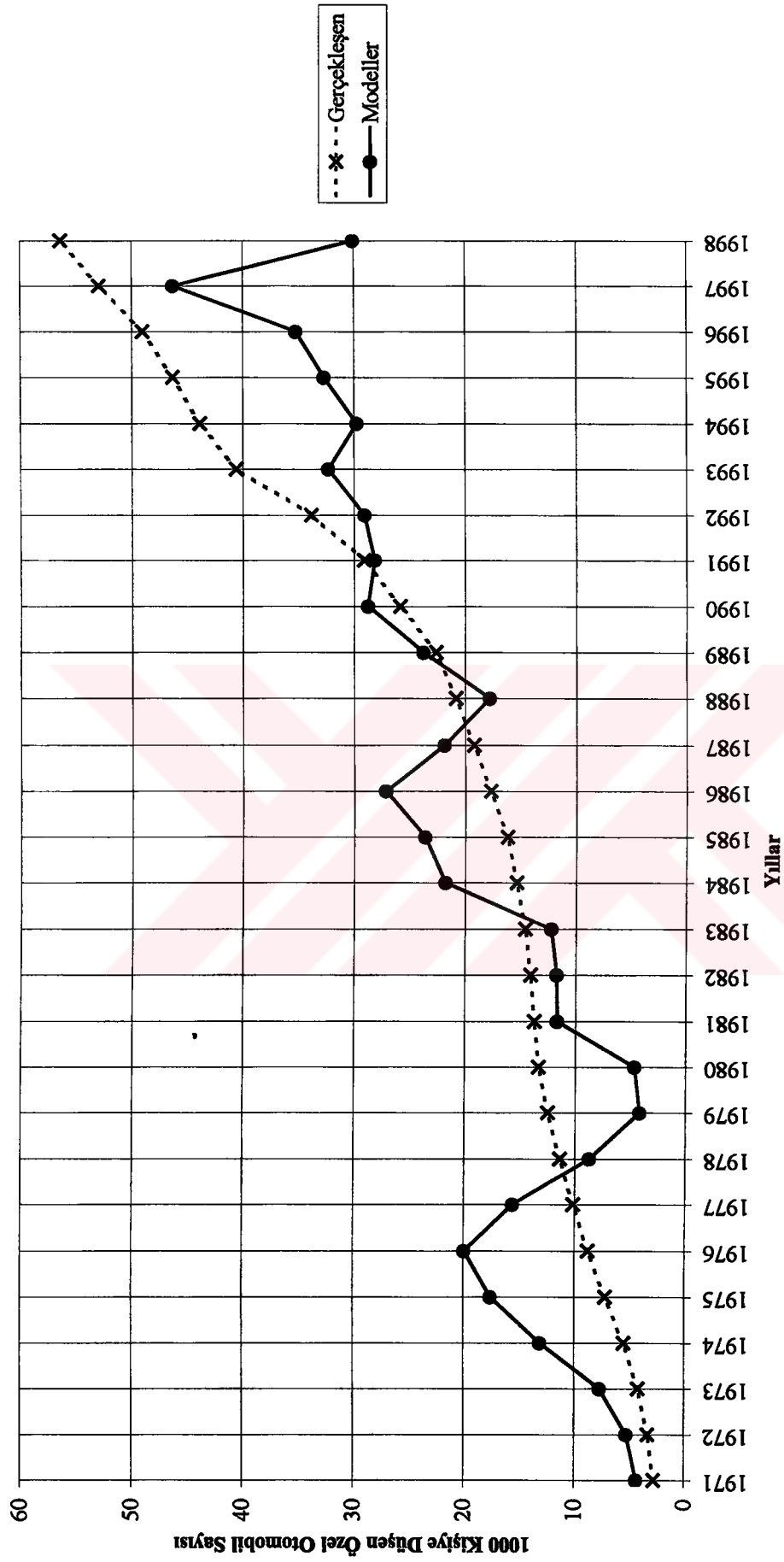
Tablo 3.35 : Türkiye'de, "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasılanın Ortalama Otomobil Fiyatına Oranı" Değişkenine Göre Üssel Büyüme Eğrisi Modeli Katsayıları

Katsayılar	s = 450	s = 500	s = 550
a	1,254	1,245	1,237
T	-0,247	-0,234	-0,221
n	6,3	6,1	6,9

Tablo 3.36 : Türkiye'de, 1981-1998 Yılları Arasında, "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasılanın Ortalama Otomobil Fiyatına Oranı" Değişkenine Göre Otomobil Sahipliği Üssel Büyüme Eğrisi Model Kestirimleri

Yıllar	Gerçek- leşen	Model Kestirimleri			Yıllar	Gerçek- leşen	Model Kestirimleri		
		s=450	s=500	s=550			s=450	s=500	s=550
1971	3	4	4	4	1985	16	24	24	24
1972	3	5	5	5	1986	18	27	27	27
1973	4	8	8	8	1987	19	22	22	22
1974	6	13	13	13	1988	21	18	18	18
1975	7	18	18	18	1989	23	24	24	24
1976	9	20	20	20	1990	26	29	29	29
1977	10	16	16	16	1991	29	28	28	28
1978	11	9	9	9	1992	34	29	29	29
1979	12	4	4	4	1993	41	32	32	32
1980	13	5	5	5	1994	44	30	30	30
1981	14	12	12	12	1995	46	33	33	33
1982	14	12	12	12	1996	49	35	35	35
1983	14	12	12	12	1997	53	46	46	46
1984	15	22	22	22	1998	56	30	30	30
					HTKT*		2116	2118	2120

**Hata Terimlerinin Karelerinin Toplamı*



Şekil 3.23 : Türkiye’de 1971-1998 Yılları Arasında "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasılabın Ortalama Otomobil Fiyatına Oranı" Değişkenine Göre Otomobil Sahipliği Üssel Büyüme Eğrisi Modeli

3.2.5.3. Gompert eğrisi modeli

"Kişi başına gayri safi milli hasılanın ortalama otomobil fiyatına oranı" değişkenine göre Gompertz eğrisi modeli denklemi aşağıda görülmektedir :

$$OS = s \cdot \exp[-a \cdot \exp(-b \cdot GOF)] \quad (3.13)$$

Burada, "OS" otomobil sahipliğini (1000 kişi başına düşen otomobil sayısı), "GOF" kişi başına gayri safi milli hasılanın ortalama otomobil fiyatına oranını, "s" otomobil sahipliğinin doygunluk düzeyini, "a", ve "b" katsayıları göstermektedir.

Model çalışmasında 1971-1998 yılları arasındaki 28 yıllık veri kullanılmıştır.

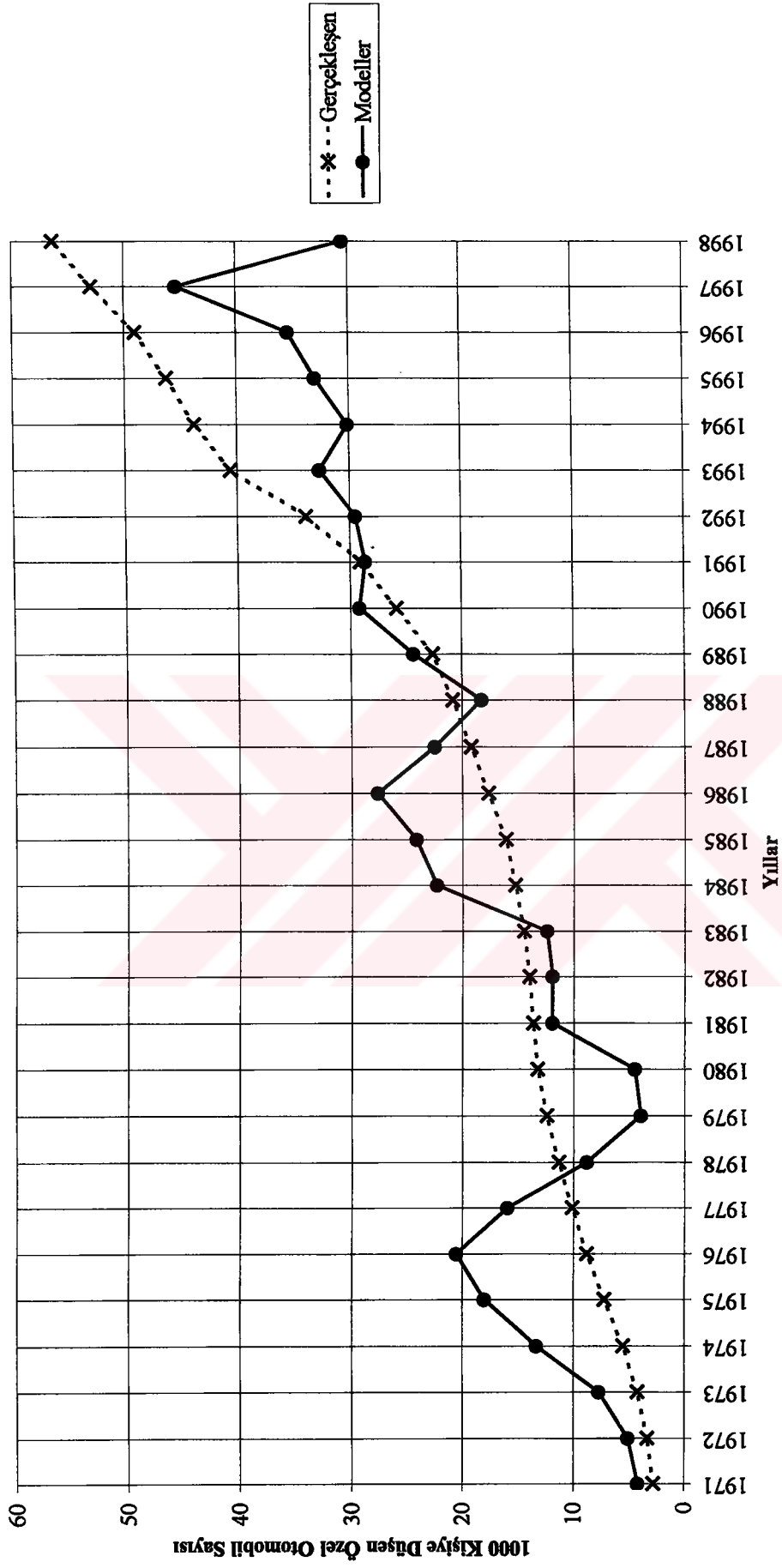
Çalışmada otomobil sahipliği doygunluk düzeyi 450, 500 ve 550 alınarak üç farklı model kurulmuştur. Bu modeller için hesaplanan "a", ve "b" katsayıları Tablo 3.37'de, 1981-1998 yılları arasındaki model kestirimleri Tablo 3.38'de verilmektedir.

Tablo 3.37 : Türkiye'de "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasılanın Ortalama Otomobil Fiyatına Oranı" Değişkenine Göre Gompertz Eğrisi Model Katsayıları

Katsayılar	s = 450	s = 500	s = 550
a	7,986	8,015	8,047
b	3,914	3,787	3,679

1981-1998 yılları arasında Türkiye'de gerçekleşen otomobil sahipliği ve model kestirimleri yıllar itibariyle Şekil 3.24'de görülmektedir. Üç modelden elde edilen sonuçlar birbirlerine çok yakın olduğu için bu değerler Şekil 3.24'de, "Modeller" ismiyle tek bir eğri ile gösterilmişlerdir.

Şekil 3.24 incelendiğinde, lojistik eğri ve üssel büyüme eğrisi modellerinde olduğu gibi Gompertz eğrisi modelinde de 1971-1998 yılları arasında gerçekleşen ve model kestirimi otomobil sahipliği değerleri arasında ciddi farklar görülmektedir. Bu nedenle bu model kullanılarak öngörü yapılmayacaktır.



Şekil 3.24 : Türkiye'de 1971-1998 Yılları Arasında "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasılanın Ortalama Otomobil Fiyatına Oranı" Değişkenine Göre Otomobil Sahipliği Gompertz Eğrisi Modeli

Tablo 3.38 : Türkiye'de, 1971-1998 Yılları Arasında, "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasılanın Ortalama Otomobil Fiyatına Oranı" Değişkenine Göre Otomobil Sahipliği Gompertz Eğrisi Model Kestirimleri

Yıllar	Gerçek- leşen	Model Kestirimleri			Yıllar	Gerçek- leşen	Model Kestirimleri		
		s=450	s=500	s=550			s=450	s=500	s=550
1971	3	4	4	4	1985	16	24	24	24
1972	3	5	5	5	1986	18	28	28	28
1973	4	8	8	8	1987	19	23	22	22
1974	6	13	13	13	1988	21	18	18	18
1975	7	18	18	18	1989	23	24	24	24
1976	9	21	21	20	1990	26	29	29	29
1977	10	16	16	16	1991	29	29	29	29
1978	11	9	9	9	1992	34	30	29	29
1979	12	4	4	4	1993	41	33	33	33
1980	13	4	4	4	1994	44	30	30	30
1981	14	12	12	12	1995	46	33	33	33
1982	14	12	12	12	1996	49	35	35	35
1983	14	12	12	12	1997	53	45	45	45
1984	15	22	22	22	1998	56	31	30	30
					HTKT*		1619	1621	1622

*Hata Terimlerinin Karelerinin Toplamı

3.2.6. "Zaman" ve "kişi başına gayri safi milli hasılanın ortalama otomobil fiyatına oranı" değişkenine göre otomobil sahipliği modelleri

Yalnızca "kişi başına gayri safi milli hasılanın ortalama otomobil fiyatına oranı" değişkeni kullanılarak geliştirilen modeller Türkiye'de 1971-1998 yılları arasında otomobil sahipliğini belirlemede doğru sonuçlar vermemiştir. Böyle bir durum ile karşılaşılmasının bir nedeni de, "kişi başına gayri safi milli hasılanın ortalama otomobil fiyatına oranı" değişkeninin bazı yıllarda azalma göstermesidir. Öte yandan otomobil sahipliğinde yıllar itibariyle bir azalma yerine yalnızca artış hızının yavaşladığı gözlemlenmiştir. Bu durumda model bünyesine sürekli artış eğilimini yansıtacak "zaman" değişkeni de eklenerek, iki değişkenli bir modelin geliştirilmesi düşünülmüştür.

Bu grup içerisinde de diğer bölümlerde olduğu gibi otomobil sahipliği modellemesi için lojistik eğri, üssel büyüme eğrisi ve Gompertz eğrisi modelleri geliştirilmiştir.

3.2.6.1. Lojistik eğri modeli

"Zaman" ve "kişi başına gayri safi milli hasılanın ortalama otomobil fiyatına oranı" değişkenlerine göre lojistik eğri model denklemi aşağıda görülmektedir :

$$OS = \frac{s}{1 + a \cdot \exp[-(b \cdot t + c \cdot GOF)]} \quad (3.14)$$

Burada, "OS" otomobil sahipliğini (1000 kişi başına düşen otomobil sayısı), "t" yılları, "GOF" kişi başına gayri safi milli hasılanın ortalama otomobil fiyatına oranını, "s" otomobil sahipliğinin doygunluk düzeyini, "a" ve "b" katsayıları göstermektedir.

Modelde, 1971-1998 yılları arasındaki 28 yıla ait yıllık bazdaki veriler kullanılmıştır.

Çalışmada otomobil sahipliği doygunluk düzeyi 450, 500 ve 550 alınarak üç farklı model kurulmuştur. Bu modeller için hesaplanan "a", "b" ve "c" katsayıları Tablo 3.39'da görülmektedir.

Tablo 3.39 : Türkiye'de, "Zaman" ve "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasılanın Ortalama Otomobil Fiyatına Oranı" Değişkenlerine Göre Lojistik Eğri Modeli Katsayıları

Katsayılar	s = 450	s = 500	s = 550
a	e ^{209,2336}	e ^{209,0933}	e ^{208,4321}
b	0,1042	0,1037	0,1033
c	-0,2234	-0,2205	-0,2182

Modelde, "kişi başına gayri safi milli hasılanın ortalama otomobil fiyatına oranı" değişkeninin önündeki "c" katsayısı eksi işaretli olarak hesaplanmıştır. Bu durum, "kişi başına gayri safi milli hasılanın ortalama otomobil fiyatına oranı"nın artması ile otomobil sahipliğinin azalması anlamına gelmektedir. Gerçek ile çelişen böylesi bir durumun ortaya çıkması, bu model kullanılarak bir öngörü yapmayı engellemektedir.

3.2.6.2. Üssel büyüme eğrisi modeli

"Zaman" ve "kişi başına gayri safi milli hasılanın ortalama otomobil fiyatına oranı" değişkenlerine göre üssel büyüme eğrisi model denklemi aşağıda görülmektedir :

$$OS = \frac{s}{1 + [a \cdot (t - T) + b \cdot GOF]^{-n}} \quad (3.15)$$

Burada, "OS" otomobil sahipliğini (1000 kişi başına düşen otomobil sayısı), "t" yılları, "GOF" kişi başına gayri safi milli hasılanın ortalama otomobil fiyatına oranını, "s" otomobil sahipliğinin doygunluk düzeyini, "a", "T" ve "n" katsayıları göstermektedir.

Modelde, 1971-1998 yılları arasındaki 28 yıla ait yıllık bazdaki veriler kullanılmıştır.

Çalışmada otomobil sahipliği doygunluk düzeyi 450, 500 ve 550 alınarak üç farklı model kurulmuştur. Bu modeller için hesaplanan "a", "b", "T" ve "n" katsayıları Tablo 3.40'da görülmektedir.

Tablo 3.40 : Türkiye'de, "Zaman" ve "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasılanın Ortalama Otomobil Fiyatına Oranı" Değişkenlerine Göre Üssel Büyüme Eğrisi Modeli Katsayıları

Katsayılar	s = 450	s = 500	s = 550
a	0,0113	0,0110	0,0108
b	-0,0431	-0,0422	-0,0415
T	1940	1942	1942
n	4,4	4,3	4,2

Üssel büyüme modelinde de lojistik eğri modelinde olduğu gibi "kişi başına gayri safi milli hasılanın ortalama otomobil fiyatına oranı" değişkeninin önündeki katsayı "b" eksi işaretlidir. Gerçek ile çelişen böylesi bir durumun ortaya çıkması, bu model kullanılarak bir öngörü yapmayı engellemektedir.

3.2.6.3. Gompert eğrisi modeli

"Zaman" ve "kişi başına gayri safi milli hasılanın ortalama otomobil fiyatına oranı" değişkenlerine göre Gompertz eğrisi model denklemi aşağıda görülmektedir :

$$OS = s \cdot \exp\{-a \cdot \exp[-b \cdot t + c \cdot (GOF)]\} \quad (3.16)$$

Burada, "OS" otomobil sahipliğini (1000 kişi başına düşen otomobil sayısı), "t" yılları, "GOF" kişi başına gayri safi milli hasılanın ortalama otomobil fiyatına oranını, "s" otomobil sahipliğinin doygunluk düzeyini, "a", "b" ve "c" katsayıları göstermektedir.

Modelde, 1971-1998 yılları arasındaki 28 yıla ait yıllık bazdaki veriler kullanılmıştır.

Çalışmada otomobil sahipliği doygunluk düzeyi 450, 500 ve 550 alınarak üç farklı model kurulmuştur. Bu modeller için hesaplanan "a", "b" ve "c" katsayıları Tablo 3.41'de görülmektedir.

Tablo 3.41 : Türkiye'de "Zaman" ve "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasılanın Ortalama Otomobil Fiyatına Oranı" Değişkenine Göre Gompertz Eğrisi Model Katsayıları

Katsayılar	s = 450	s = 500	s = 550
a	$e^{62,3124}$	$e^{60,3437}$	$e^{58,6755}$
b	0,0308	0,0298	0,0290
c	-0,1158	-0,1108	-0,1066

Gompertz eğrisi modelinde de üssel büyüme eğrisi ve lojistik eğri modellerinde olduğu gibi "kişi başına gayri safi milli hasılanın ortalama otomobil fiyatına oranı" değişkeninin önündeki katsayı "c" eksi işaretlidir. Gerçek ile çelişen böylesi bir durumun ortaya çıkması, bu model kullanılarak bir öngörü yapmayı engellemektedir.

3.2.7. Kesit modelleri

Türkiye'de otomobil sahipliği model çalışmasında uygulanan bir diğer yöntem kesit analizidir. Kesit analizi, belli bir yılda bölgeler itibariyle toplanan verilerin regresyon analizi ile değerlendirilmesidir. Kesit analizinde, regresyon denklemi oluşturulurken kullanılan veriler zamansal değil mekansal verilerdir.

Türkiye'de otomobil sahipliği modellemesinde kesit analizi yöntemi için 1997 yılındaki 80 ila ait veriler kullanılmıştır. 1997 yılındaki verilerin kullanılmasının

nedeni, model için gerekli veri tabanının, bu yıl yapılan nüfus sayımı yardımı ile belli ölçüde sağlanabilmesidir.

Kesit analizinde, bağımsız değişken olarak otomobil sahipliğini etkileyeceği düşünülen ve illere göre farklılık gösteren verilerin kullanılması düşünülmüştür. Bu yaklaşımla kullanılan bağımsız değişkenler şunlardır :

1. Şehirleşme oranı.
2. Nüfus yoğunluğu.
3. Kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla (1987 yılı sabit fiyatlarıyla).

Şehirleşme oranı, il sınırları içindeki şehir nüfusunun toplam il nüfusa, nüfus yoğunluğu ise toplam il nüfusunun ilin alanına oranlanması ile elde edilmektedir.

Modelde kullanılan, üç bağımsız değişken ve otomobil sahipliği değerleri 1997 yılında Türkiye'deki 80 il için Tablo 3.42'de görülmektedir.

Kesit modellerinde, ilk adım olarak tüm değişkenlerin aralarındaki ilişkilerin belirlenmesi amacıyla, ikili ilişkileri gösteren korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Bu katsayılar Tablo 3.43'de görülmektedir. Ancak yalnızca katsayılar ile değişkenler arasındaki ilişkiler tam yansıtamayacağı için, her üç bağımsız değişken ile otomobil sahipliği arasındaki ilişkiler grafiksel olarak Şekil 2.25-3.27'de verilmiştir. Şekillerde ayrıca her bağımsız değişken ile otomobil sahipliği arasındaki regresyon denklemleri de yer almaktadır.

Tablo 3.43 : Kesit Analizinde, 1997 yılında 80 İle Ait Değişkenler Arasındaki Korelasyon Katsayıları

Değişkenler	Şehirleşme Oranı	Nüfus Yoğunluğu	KBGSYİH	Otomobil Sahipliği
Şehirleşme Oranı	1,000			
Nüfus Yoğunluğu	0,403	1,000		
KBGSYİH	0,352	0,318	1,000	
Otomobil Sahipliği	0,349	0,361	0,589	1,000

Tablo 3.42 : Türkiye'de 1997 Yılı'n'da 80 İlde Şehirleşme Oranı(D₁), Nüfus Yoğunluğu (D₂), Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (D₃) ve Otomobil Sahipliği(OS)

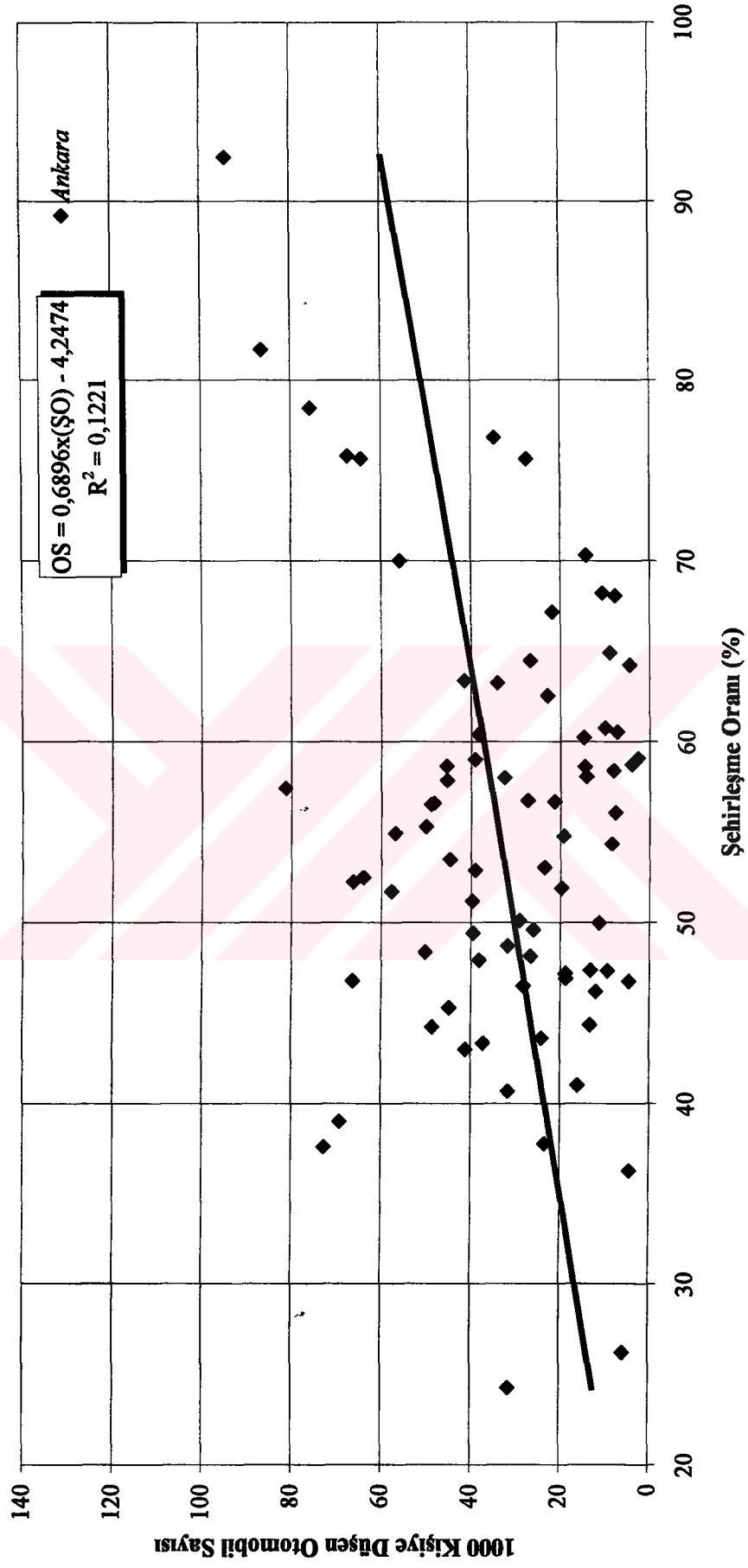
İller	D ₁	D ₂	D ₃	OS	İller	D ₁	D ₂	D ₃	OS
Adana	76	114	2.057.308	64	Kocaeli	53	329	4.500.494	45
Adıyaman	58	86	800.526	14	Konya	59	47	1.241.942	39
Afyon	47	54	964.645	28	Kütahya	48	53	1.394.995	50
Ağrı	47	41	323.155	5	Malatya	63	66	1.122.384	23
Amasya	53	60	1.112.723	39	Manisa	56	89	2.474.913	49
Ankara	89	139	2.286.296	131	K.Maraş	55	65	1.045.767	19
Antalya	57	68	1.982.264	81	Mardin	56	73	771.939	8
Artvin	44	22	2.077.312	24	Muğla	38	48	2.581.362	73
Aydın	52	108	1.927.458	58	Muş	36	48	368.702	4
Balıkesir	52	68	1.612.072	66	Nevşehir	43	51	1.992.469	41
Bilecik	60	42	3.159.796	38	Niğde	38	39	1.382.463	23
Bingöl	54	26	449.547	8	Ordu	47	128	873.092	19
Bitlis	58	40	453.746	8	Rize	53	75	1.312.373	24
Bolu	48	49	1.700.058	38	Sakarya	45	146	1.719.866	45
Burdur	52	34	1.571.312	64	Samsun	51	112	1.387.016	40
Bursa	76	174	2.264.591	67	Siirt	61	40	671.441	7
Çanakkale	44	43	2.236.270	49	Sinop	41	35	1.091.991	32
Çankırı	47	31	854.430	13	Sivas	57	24	971.856	21
Corum	50	44	1.394.222	29	Tekirdağ	63	88	2.437.157	34
Denizli	47	66	2.053.464	66	Tokat	48	66	1.058.083	27
Diyarbakır	65	83	960.002	9	Trabzon	50	172	1.050.213	26
Edirne	57	63	1.603.474	48	Tunceli	64	10	686.258	5
Elazığ	64	52	1.246.087	27	S.Urfa	60	66	885.638	15
Erzincan	57	23	864.854	27	Uşak	55	56	1.296.052	57
Erzurum	59	33	605.430	15	Van	50	35	496.136	11
Eskisehir	78	48	1.920.886	76	Yozgat	44	43	693.930	13
Gaziantep	77	168	1.486.354	35	Zonguldak	39	159	1.637.136	69
Giresun	52	60	968.160	20	Aksaray	49	44	958.957	32
Gümüşhane	41	21	694.723	16	Bayburt	47	25	547.650	19
Hakkari	59	30	304.046	4	Karaman	59	24	1.923.103	45
Hatay	49	204	1.561.659	39	Kırıkkale	76	79	1.764.171	27
Isparta	58	50	1.273.828	45	Batman	68	81	1.081.151	11
İçel	63	93	1.958.756	41	Şırnak	59	42	475.775	3
İstanbul	92	1743	2.792.142	94	Bartın	24	87	733.995	31
İzmir	82	244	2.830.959	86	Ardahan	26	22	470.664	6
Kars	46	33	519.000	12	Iğdır	47	39	532.041	9
Kastamonu	43	27	1.362.723	37	Yalova	67	39	3.634.154	22
Kayseri	70	57	1.295.779	56	Karabük	70	149	3.400.201	14
Kırklareli	55	49	2.862.623	50	Kilis	61	130	1.640.315	10
Kırşehir	58	36	1.144.428	32	Osmaniye	68	116	1.010.922	8

D₁ : Şehirleşme oranı(%)

D₂ : Nüfus yoğunluğu (Kişi/km²)

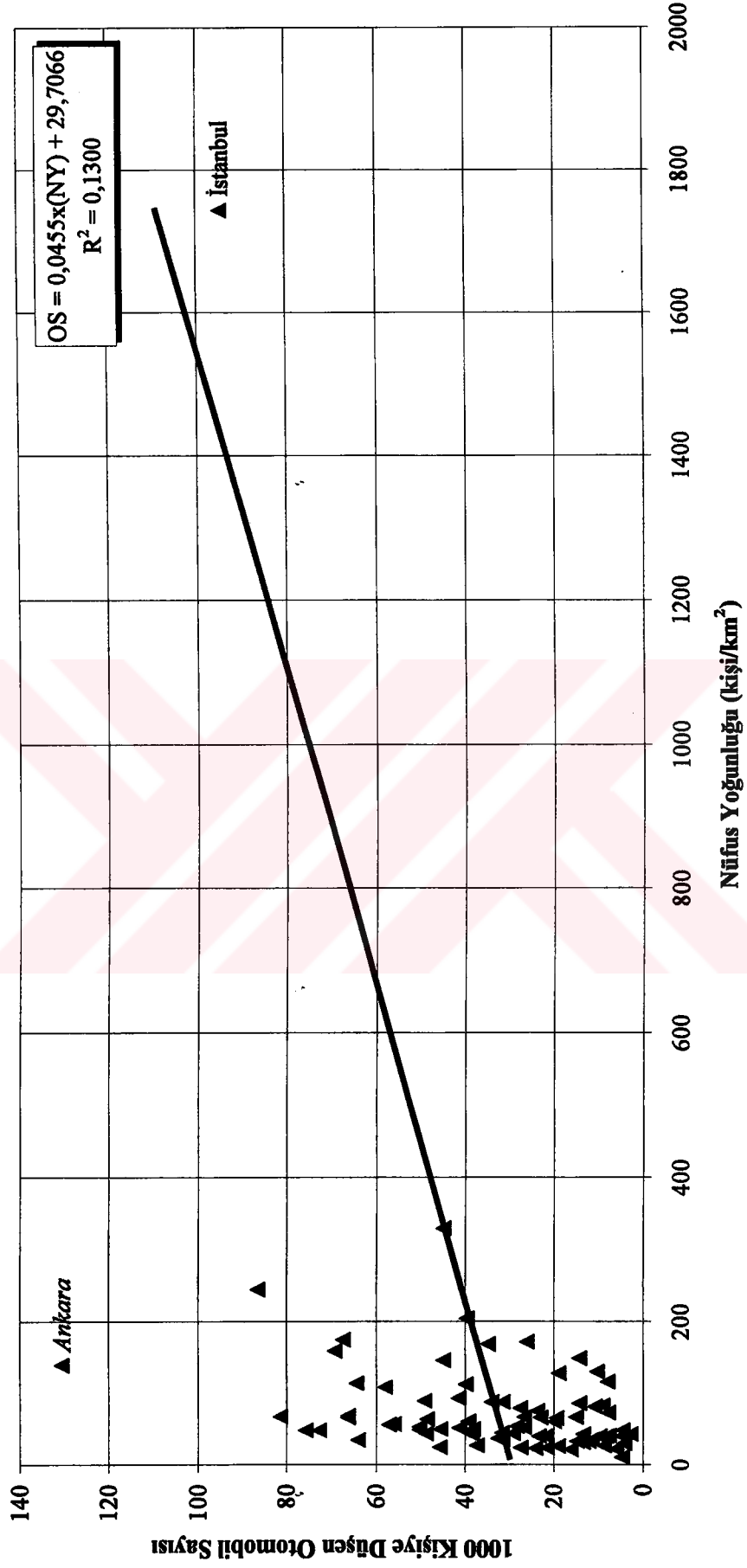
D₃ : Kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla (1987 yılı sabit fiyatlarıyla)

Özel Otomobil Sahipliği-Şehirleşme Oranı İlişkisi
(1997 Yılı 80 İl Verileri)



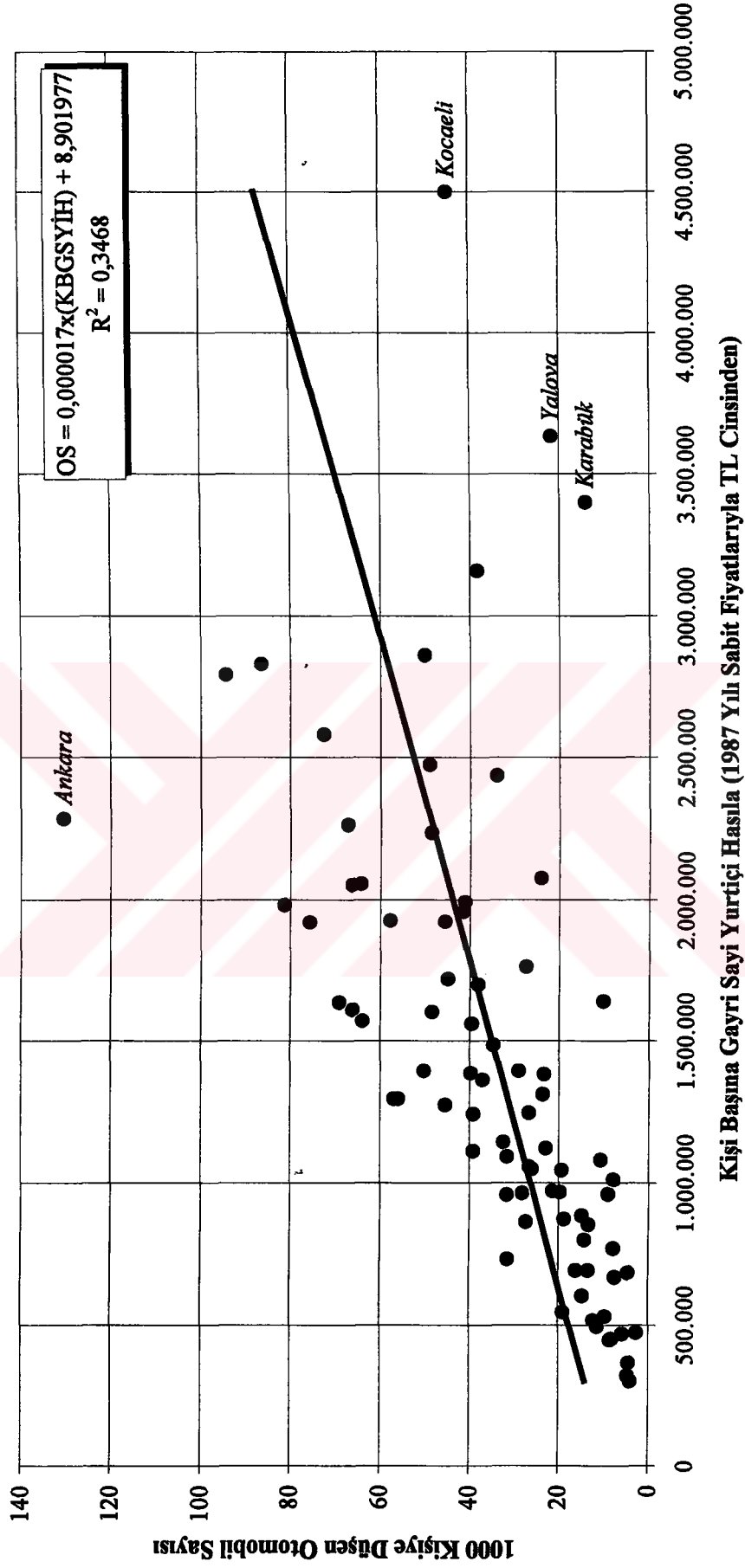
Şekil 3.25 : Türkiye'de 1997 Yılında 80 İlde "Şehirleşme Oranı-Otomobil Sahipliği" İlişkisi

Özel Otomobil Sahipliği-Nüfus Yoğunluğu İlişkisi
(1997 Yılı 80 İl Verileri)



Şekil 3.26 : Türkiye'de 1997 Yılında 80 İlde "Nüfus Yoğunluğu-Otomobil Sahipliği" İlişkisi

Özel Otomobil Sahipliği-Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla İlişkisi
(1997 Yılı 80 İl Verileri)



Şekil 3.27 : Türkiye'de 1997 Yılında 80 İle "Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla -Otomobil Sahipliği" İlişkisi

Şehirleşme oranı-otomobil sahipliği ilişkisi incelendiğinde, şehirleşme oranı arttıkça otomobil sahipliğinin de arttığı, ancak bu ilişkinin çok zayıf olduğu görülmektedir. Nüfus yoğunluğu-otomobil sahipliği ilişkisi incelendiğinde, Ankara ve İstanbul illerine ait değerlerin, diğer il değerleri yanında aykırı değerler oldukları ve iki değişken arasındaki ilişkinin bu nedenle tam olarak belirlenemediği görülmektedir. Kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla-otomobil sahipliği ilişkisi incelendiğinde, Ankara, Kocaeli, Yalova ve Karabük illerindeki verilerin diğer illerdekinden farklı olduğu görülmektedir. Bağımsız değişkenlerle otomobil sahipliği arasındaki ilişkinin, bazı iller kapsam dışı bırakılırsa daha belirginleşeceği düşünülmüş ve bu amaçla Ankara, İstanbul, Kocaeli, Yalova ve Karabük illeri dışındaki 75 il için korelasyon matrisi ve şekiller yeniden hazırlanmıştır. 75 il için korelasyon matrisi Tablo 3.44'de, otomobil sahipliği ile ikili ilişkileri gösteren grafikler Şekil 3.28-3.30'da görülmektedir.

Tablo 3.44 incelendiğinde yeni durumda (75 il verilerinin kullanılması durumu) otomobil sahipliği ile şehirleşme oranı değişkenleri arasındaki korelasyon katsayısında 80 il verilerine göre bir azalma, otomobil sahipliği ile kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla değişkenleri arasındaki korelasyon katsayısında 80 il verilerine göre bir artış görülmektedir. Otomobil sahipliği-nüfus yoğunluğu arasındaki 80 il verilerine göre korelasyon katsayısı değişmemiştir.

Şekil 3.30'da, otomobil sahipliği ile kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla arasında doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon denklemleri hesaplanmıştır. Doğrusal olmayan regresyon denkleminde 0,84 gibi yüksek bir korelasyon katsayısı bulunduğu için ilk olarak kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla değişkeninin doğrusal olmayan regresyon modeli kullanılarak kurulmaya çalışılmıştır.

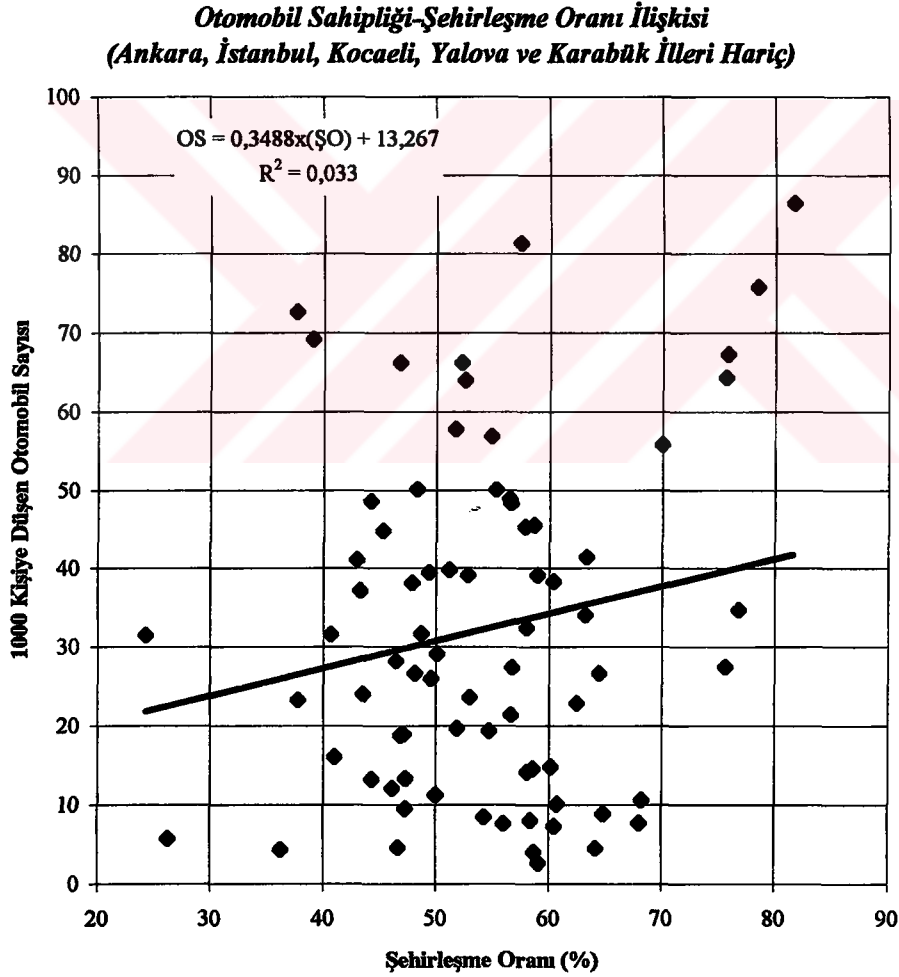
1997 yılında 75 il verileri kullanılarak, otomobil sahipliği ile kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla (1987 yılı sabit fiyatlarıyla TL olarak) değişkenleri arasında hesaplanan doğrusal olmayan regresyon denklemi aşağıda görülmektedir :

$$OS = a (KBGSYİH)^b \quad (3.17)$$

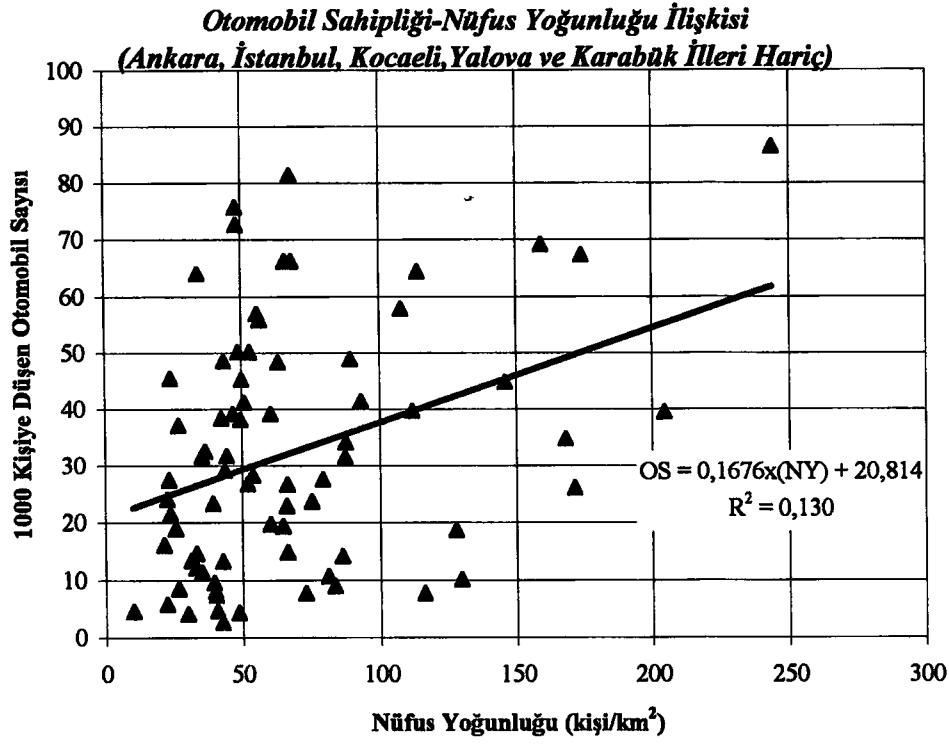
Denklem (3.17)'deki "a" ve "b" katsayıları sırasıyla $e^{-14,491}$ ve 1,268 olarak belirlenmiştir.

Tablo 3.44 : Kesit Analizinde, 1997 Yılında 75 İlde Değişkenler Arasındaki Korelasyon Katsayıları (Ankara, İstanbul, Kocaeli, Yalova ve Karabük İlleri Hariç)

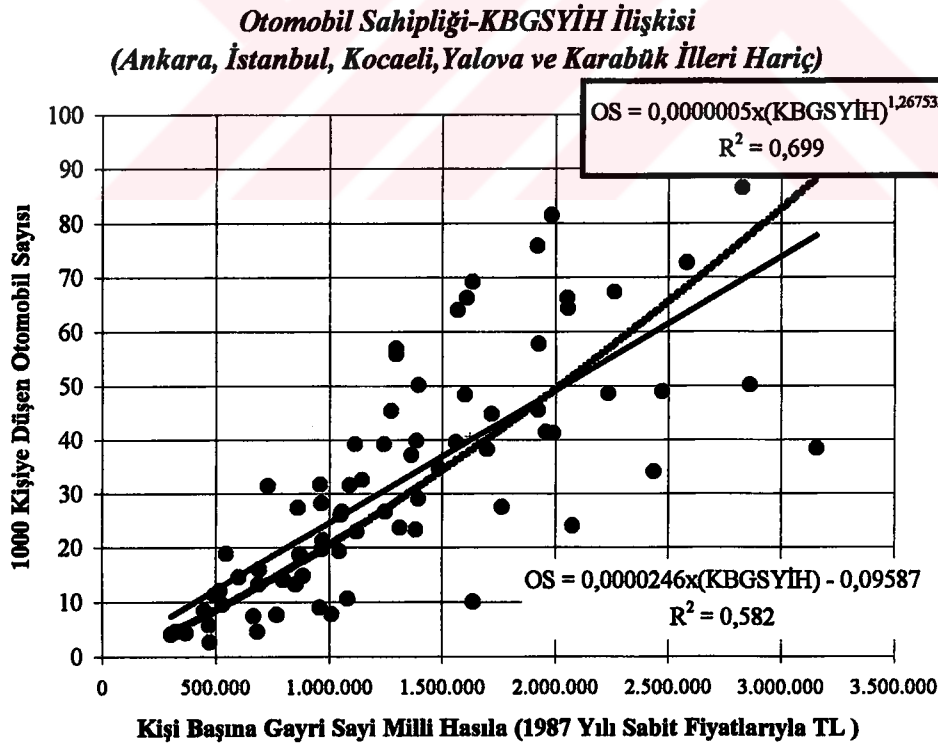
Değişkenler	Şehirleşme Oranı	Nüfus Yoğunluğu	KBGSYİH	Otomobil Sahipliği
Şehirleşme Oranı	1,000			
Nüfus Yoğunluğu	0,320	1,000		
KBGSYİH	0,268	0,364	1,000	
Otomobil Sahipliği	0,182	0,361	0,763	1,000



Şekil 3.28 : Türkiye'de 1997 Yılında 75 İlde Otomobil Sahipliği-Şehirleşme Oranı İlişkisi



Şekil 3.29 : Türkiye'de 1997 Yılında 75 İlde
Otomobil Sahipliği-Nüfus Yoğunluğu İlişkisi



Şekil 3.30 : Türkiye'de 1997 Yılında 75 İlde
Otomobil Sahipliği-Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla İlişkisi

1997 yılında kesit analizi verileri kullanılarak geliştirilen model ile Türkiye'de 1970-1998 yılları arasındaki dönem için otomobil sahipliği kestirimleri yapılmıştır. Buna göre 1970-1998 yılları arasında gerçekleşen ve model kestirimi otomobil sahipliği değerleri Tablo 3.45 ve Şekil 3.31'de görülmektedir.

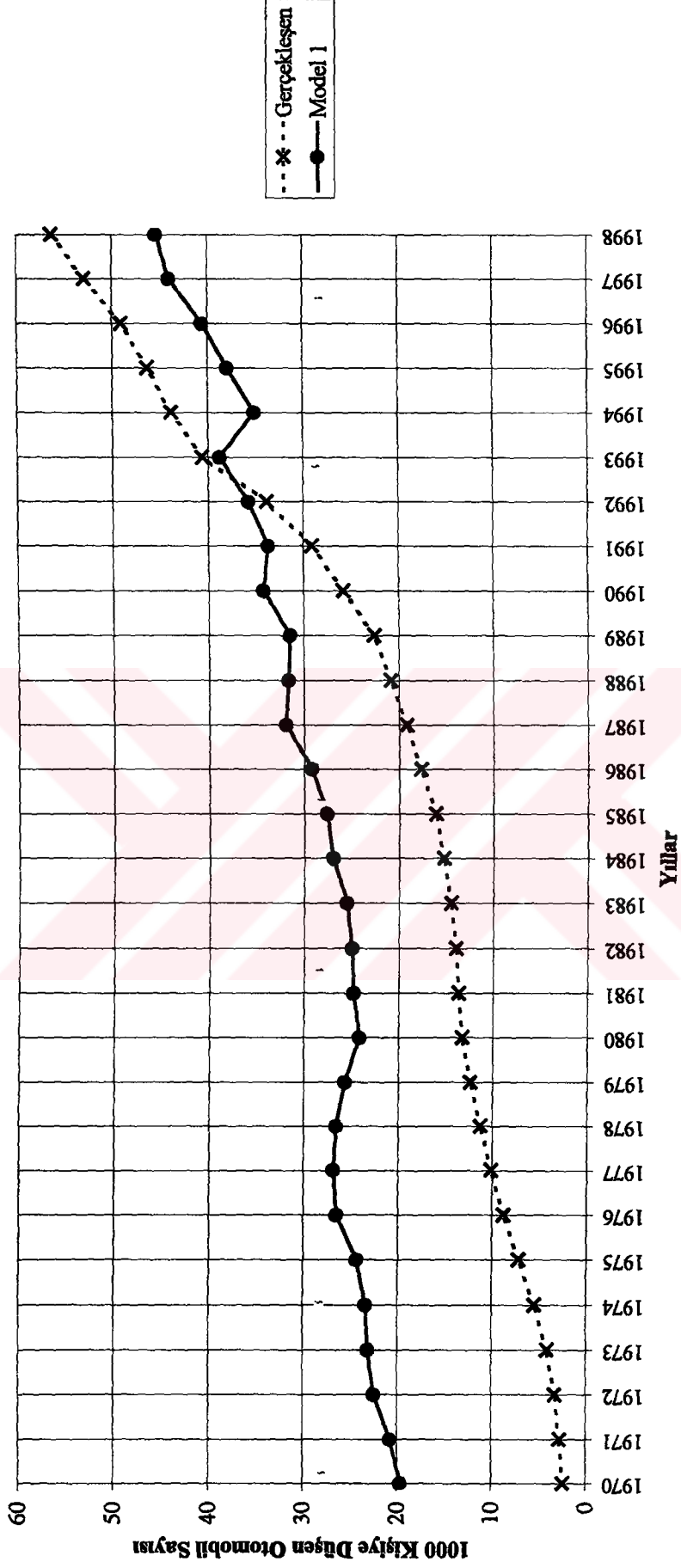
Tablo 3.45 : Türkiye'de Otomobil Sahipliğinin Belirlenmesi için Oluşturulan "Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla" Değişkenine Göre Kesit Modeli Kestirimleri

Yıllar	Gerçek- leşen	Model	Yıllar	Gerçek- leşen	Model
1970	2	20	1985	16	28
1971	3	21	1986	18	29
1972	3	23	1987	19	32
1973	4	23	1988	21	32
1974	6	23	1989	23	31
1975	7	24	1990	26	34
1976	9	27	1991	29	34
1977	10	27	1992	34	36
1978	11	27	1993	41	39
1979	12	26	1994	44	35
1980	13	24	1995	46	38
1981	14	25	1996	49	41
1982	14	25	1997	53	44
1983	14	26	1998	56	45
1984	15	27	HTKT*		4719

*HTKT : Hata Terimlerinin Kareleri Toplamı

Tablo 3.45 ve Şekil 3.31'den de görüldüğü gibi model kestirimleri ile gerçekleşen otomobil sahipliği değerleri birbirlerinden çok farklıdır. Bu durumda yalnızca "kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla" değişkenini kullanarak doğrusal olmayan regresyon denklemi ile oluşturulan kesit analizi modelinin Türkiye'de otomobil sahipliği öngörülerinde kullanılamayacağı açıktır.

**Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında
Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla Değişkenine Göre Otomobil Sahipliği Kesit Analizi Modeli**



**Şekil 3.31 : Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında "Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla" (1987 yılı sabit fiyatları ile)
Değişkenine Göre Otomobil Sahipliği Kesit Analizi Modeli Sonuçları**

Kesit analizi modellemesinin ikinci aşamasında 75 il verilerinden yararlanarak otomobil sahipliği ile en güçlü ilişkiye sahip kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla değişkeni sırasıyla şehirleşme oranı ve nüfus yoğunluğu değişkenlerini içeren çok değişkenli doğrusal regresyon modelleri kurulmuştur. Regresyon çalışmaları kestirimleri Tablo 3.46-3.48'de görülmektedir.

Tablo 3.46 : "Şehirleşme Oranı" ve "Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla"

Değişkenlerine Göre Otomobil Sahipliği Doğrusal Regresyon Denklemi

Korelasyon katsayısı (r)	0,763397	Standart Hata	13,99171	
Belirlilik katsayısı (R ²)	0,582775	Gözlem sayısı	75	
Değişkenler	Katsayılar	Standart Hata	t istatistiği	P Değeri
Sabit Terim	2,070013	8,12294	0,254835	0,799577
Şehirleşme Oranı	-0,04492	0,151035	-0,29744	0,766991
KBGSYİH	2,48x10 ⁻⁵	2,55x10 ⁻⁶	9,737758	8,97x10 ⁻¹⁵

Tablo 3.47 : "Nüfus Yoğunluğu" ve "Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla"

Değişkenlerine Göre Otomobil Sahipliği Doğrusal Regresyon Denklemi

Korelasyon katsayısı (r)	0,768223	Standart Hata	13,86723	
Belirlilik katsayısı (R ²)	0,590166	Gözlem sayısı	75	
Değişkenler	Katsayılar	Standart Hata	t istatistiği	P Değeri
Sabit Terim	-1,62325	3,795693	-0,42766	0,670178
Nüfus Yoğunluğu	0,044325	0,037616	1,17835	0,242537
KBGSYİH	2,35x10 ⁻⁵	2,61x10 ⁻⁶	8,988678	2,19x10 ⁻¹³

Tablo 3.48 : "Şehirleşme Oranı", "Nüfus Yoğunluğu" ve "Kişi Başına Gayri Safi

Yurtiçi Hasıla" Değişkenlerine Göre Otomobil Sahipliği Doğrusal

Çok Değişkenli Regresyon Denklemi

Korelasyon katsayısı (r)	0,769605	Standart Hata	13,92829	
Belirlilik katsayısı (R ²)	0,592291	Gözlem sayısı	75	
Değişkenler	Katsayılar	Standart Hata	t istatistiği	P Değeri
Sabit Terim	2,726375	8,102176	0,336499	0,737487
Şehirleşme Oranı	-0,09442	0,155188	-0,60841	0,544858
Nüfus Yoğunluğu	0,050203	0,038997	1,287341	0,202156
KBGSYİH	2,38x10 ⁻⁵	2,66x10 ⁻⁶	8,92124	3,28x10 ⁻¹³

Tablo 3.46-3.48 incelendiğinde her üç modelde de "kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla" değişkeni dışındaki değişkenlerin, %10 anlamlılık düzeyinde model bünyesinde bulunmasının gerekmediği, t istatistikleri ve P değerlerinden anlaşılmaktadır. Bu durumda "kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla" değişkeni dışında başka bir değişken ile çok değişkenli doğrusal regresyon modeli istatistik bir anlam taşımaktadır.

Kesit analizinin üçüncü aşamasında otomobil sahipliği ile en güçlü ilişkisi olan 2 değişken ("kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla" ve "nüfus yoğunluğu") arasında kurulan doğrusal olmayan çok değişkenli regresyon denklemi (3.18)'de görülmektedir.

$$OS = a + b \cdot NY^n + c \cdot KBGSYİH^m \quad (3.18)$$

Burada;

OS : Otomobil sahipliği (1000 kişi başına düşen otomobil sayısı).

NY : Nüfus yoğunluğu (kişi/km²).

KBGSYİH : Kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla(1987 yılı sabit fiyatlarıyla TL).

a,b,c,m, ve n : Katsayılar'dır.

Regresyon çalışması sonuçları Tablo 3.49'da görülmektedir. Model kullanılarak 1970-1997 yılları arasında Türkiye için hesaplanan otomobil sahipliği değerleri Tablo 4.50 ve Şekil 3.32'de verilmiştir.

Tablo 3.49 : "Nüfus Yoğunluğu" ve "Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla"

Değişkenlerine Göre Otomobil Sahipliği Doğrusal

Olmayan Çok Değişkenli Regresyon Denklemi

Korelasyon katsayısı (r)	0,795323	Standart Hata	13,13081	
Belirlilik katsayısı (R ²)	0,632539	Gözlem sayısı	75	
Değişkenler	Katsayılar	Standart Hata	t istatistiği	P Değeri
Sabit Terim	-103,493	13,28719	-7,78896	3,8x10 ⁻¹¹
(Nüfus Yoğunluğu) ^{7,19}	1,72x10 ⁻¹⁶	8,94x10 ⁻¹⁷	1,921059	0,058684
(KBGSYİH) ^{0,22}	6,235995	0,612362	10,18352	1,36x10 ⁻¹⁵

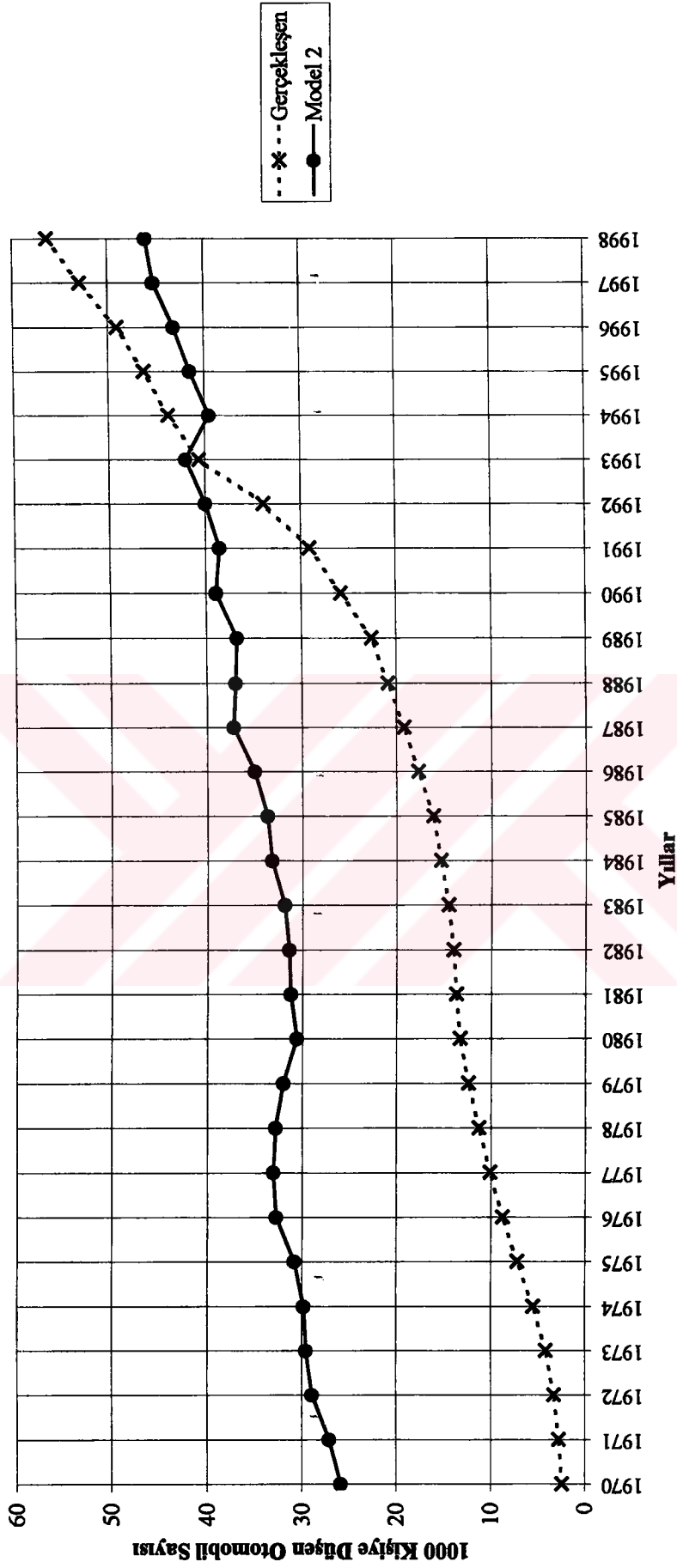
**Tablo 3.50 : Türkiye'de Otomobil Sahipliğinin Belirlenmesi için Oluşturulan
"Nüfus Yoğunluğu" ve "Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla"
Değişkenlerine Göre Kesit Modeli Kestirimleri**

Yıllar	Gerçek- leşen	Model	Yıllar	Gerçek- leşen	Model
1970	2	26	1985	16	34
1971	3	27	1986	18	35
1972	3	29	1987	19	37
1973	4	30	1988	21	37
1974	6	30	1989	23	37
1975	7	31	1990	26	39
1976	9	33	1991	29	39
1977	10	33	1992	34	40
1978	11	33	1993	41	42
1979	12	32	1994	44	40
1980	13	31	1995	46	41
1981	14	31	1996	49	43
1982	14	31	1997	53	45
1983	14	32	1998	56	46
1984	15	33	HTKT*		8984

**HTKT : Hata Terimlerinin Kareleri Toplamı*

Tablo 3.50 ve Şekil 3.32'de görüldüğü gibi 1970-1998 yılları arasında Türkiye'de "nüfus yoğunluğu" ve "kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla" değişkenleri kullanılarak geliştirilen doğrusal olmayan çok değişkenli regresyon model kestirimleri ile gerçekleşen otomobil sahipliği değerleri arasında çok büyük fark vardır. Bundan dolayı, bu modelin de yalnızca "kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla" değişkenini içeren kesit analizi modeli gibi, otomobil sahipliği öngörülerini için kullanılması uygun değildir.

Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında Nüfus Yoğunluğu ve Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla Değişkenlerine Göre Otomobil Sahipliği Kesit Analizi Modeli



Şekil 3.32 : Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında "Nüfus Yoğunluğu" ve "Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla" (1987 yılı sabit Fiyatları ile) Değişkenlerine Göre Otomobil Sahipliği Kesit Analizi Modeli Sonuçları

3.2.8. Regresyon modelleri

Türkiye'de otomobil sahipliğinin modellenmesinde kullanılan bir diğer yöntem regresyon analizidir. Regresyon analizinde yıllık bazda Türkiye'de otomobil sahipliğine etki eden tüm değişkenler bir arada değerlendirilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla otomobil sahipliğini etkilediği düşünülen oniki değişken değerlendirilmiştir. Bu değişkenler şunlardır :

1. Yıllar.
2. Ülke nüfusu.
3. Şehirleşme oranı (toplam ülke nüfusunun şehir nüfusuna oranı).
4. Şehir nüfusu.
5. Ortalama aile büyüklüğü.
6. Kişi başına gayri safi mili hasıla (1987 yılı sabit fiyatlarıyla TL olarak).
7. OOF : Ortalama otomobil fiyatı (cari fiyatlarla ABD Doları olarak).
8. NBF : Normal benzin fiyatı (cari fiyatlarla ABD Doları olarak).
9. GOF : Kişi başına gayri safi mili hasılanın ortalama otomobil fiyatına oranı.
10. KBGSMH/NBF : Kişi başına gayri safi mili hasılanın normal benzin fiyatına oranı.
11. Enflasyon oranı (Tüketici fiyatlarıyla).
12. Otoyol, il yolu, devlet yolu ve köy yolu uzunlukları toplamı (km).

Bu değişkenlerin sayısal değerleri Tablo 3.51'de görülmektedir. Tüm değişkenlerin sayısal değerlerinin bulunduğu 1971-1994 yılları arasındaki 24 yıllık dönemde değişkenlerin birbirleriyle ve otomobil sahipliğiyle olan ilişkileri görebilmek için korelasyon katsayıları matrisi oluşturulmuş ve bu matris Tablo 3.52'de verilmiştir. Herbir değişkenin otomobil sahipliği ile olan ilişkisinin daha iyi görülebilmesi için aynı zaman aralığında bu değişkenlerle otomobil sahipliği arasındaki ilişkiler grafiksel olarak Şekil 3.33-3.44'de verilmektedir.

Tablo 3.51 : Türkiye'de Otomobil Sahipliğini Etkileyen Değişkenler

Yıllar	Nüfus	Şehirleşme Oranı	Şehir Nüfusu	Ortalama Aile Büyüklüğü	KBGSMH	OOF ¹	NBF ¹	GOF	KMGSMH/NBF	Enflasyon (%)	Otoyol, İl, Devlet, Köy Yolu	Otomobil Sahipliği
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1970	35.605.176	38,5	13.691.101	5,69	968.079		0,11		4.662		221.508	2
1971	36.506.845	39,1	14.282.898	5,70	1.010.697	3.588	0,10	0,136	4.794	8,1	221.524	3
1972	37.431.349	39,8	14.895.889	5,72	1.076.083	4.103	0,10	0,147	5.862	16,5	221.503	3
1973	38.379.264	40,5	15.530.767	5,74	1.100.985	4.343	0,10	0,172	7.270	13,7	229.482	4
1974	39.351.185	41,1	16.188.247	5,76	1.108.815	4.767	0,19	0,210	5.405	16,0	231.629	6
1975	40.347.719	41,8	16.869.068	5,78	1.146.915	5.163	0,19	0,233	6.248	18,6	231.199	7
1976	41.189.686	42,2	17.394.334	5,67	1.224.529	5.484	0,19	0,243	6.935	19,8	231.745	9
1977	42.049.222	42,7	17.934.177	5,56	1.235.322	6.638	0,22	0,223	6.716	16,4	231.537	10
1978	42.926.696	43,1	18.488.975	5,45	1.224.929	11.101	0,34	0,181	4.753	28,0	231.848	11
1979	43.822.480	43,5	19.059.119	5,35	1.194.003	16.793	0,65	0,133	2.690	47,2	232.189	12
1980	44.736.957	43,9	19.645.007	5,25	1.137.089	10.961	0,53	0,140	2.966	56,8	232.891	13
1981	45.864.201	45,7	20.976.071	5,24	1.162.494	7.832	0,57	0,204	2.800	115,6	329.556	14
1982	47.019.848	47,6	22.361.740	5,23	1.168.936	6.928	0,53	0,204	2.677	33,9	295.126	14
1983	48.204.615	49,4	23.803.922	5,22	1.188.247	6.239	0,51	0,208	2.549	21,9	303.708	14
1984	49.419.234	51,2	25.304.583	5,22	1.241.416	4.884	0,44	0,254	2.831	31,4	310.402	15

¹ : Cari fiyatlarla ABD Doları olarak

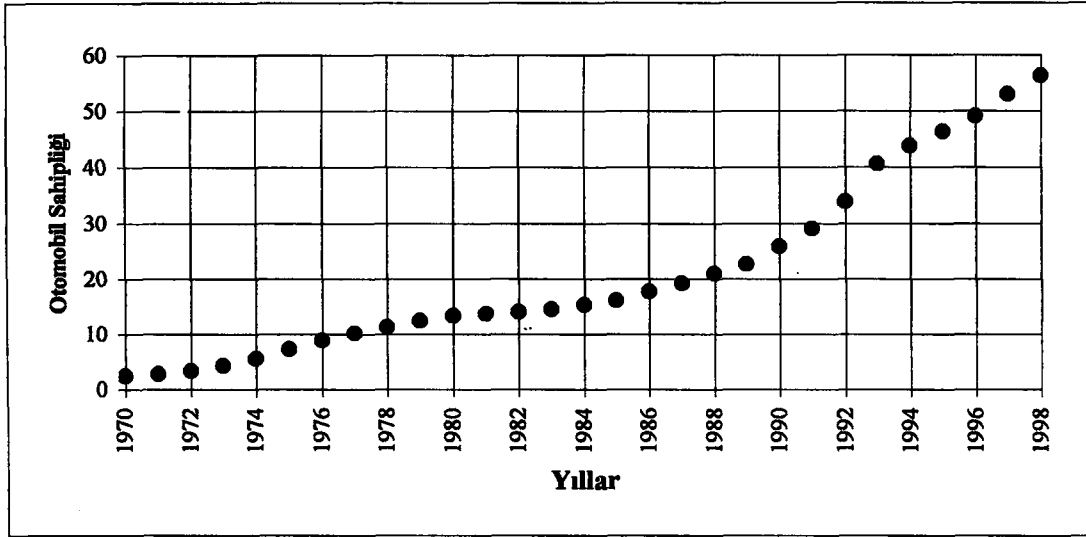
Tablo 3.51 Devamı

Yıllar	Nüfus	Şehirleşme Oranı	Şehir Nüfusu	Ortalama Aile Büyüklüğü	KBGSMH	OOF ¹	NBF ¹	KMGSMH / OOF	KMGSMH/ NBF	Enflasyon (%)	Otoyol, İl, Devlet, Köy Yolu	Otomobil Sahipliği
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1985	50.664.458	53,0	26.865.757	5,21	1.262.998	5.230	0,46	0,259	2.938	48,4	316.891	16
1986	51.776.292	54,2	28.075.196	4,99	1.319.424	5.470	0,47	0,272	3.139	45,0	320.792	18
1987	52.912.526	55,4	29.324.779	4,79	1.417.800	6.575	0,33	0,254	5.058	34,6	328.184	19
1988	54.073.694	56,6	30.615.685	4,87	1.407.489	7.107	0,36	0,238	4.693	38,9	330.500	21
1989	55.260.344	57,8	31.949.128	4,96	1.399.689	7.621	0,44	0,260	4.509	73,7	356.291	23
1990	56.473.035	59,0	33.326.351	5,05	1.497.913	9.809	0,62	0,277	4.365	64,3	368.006	26
1991	57.344.826	59,9	34.333.865	4,90	1.480.292	9.539	0,69	0,278	3.830	60,5	368.210	29
1992	58.230.074	60,7	35.364.544	4,76	1.551.132	9.828	0,68	0,279	4.027	71,6	387.121	34
1993	59.128.989	61,6	36.418.862	4,62	1.651.924	10.598	0,60	0,288	5.075	66,0	388.093	41
1994	60.041.780	62,5	37.497.304	4,49	1.527.820	7.660	0,51	0,282	4.224	71,1	381.028	44
1995	60.968.663	63,3	38.600.364		1.624.248	9.588	0,62	0,291	4.514	125,5	381.300	46
1996	61.909.854	64,2	39.728.544		1.713.456	9.841	0,66	0,299	4.472	76,0	381.740	49
1997	62.865.574	65,0	40.882.357		1.827.299	9.201	0,71	0,326	4.215	79,8		53
1998					1.870.064	10.317	0,73	0,306	4.305	99,1		56

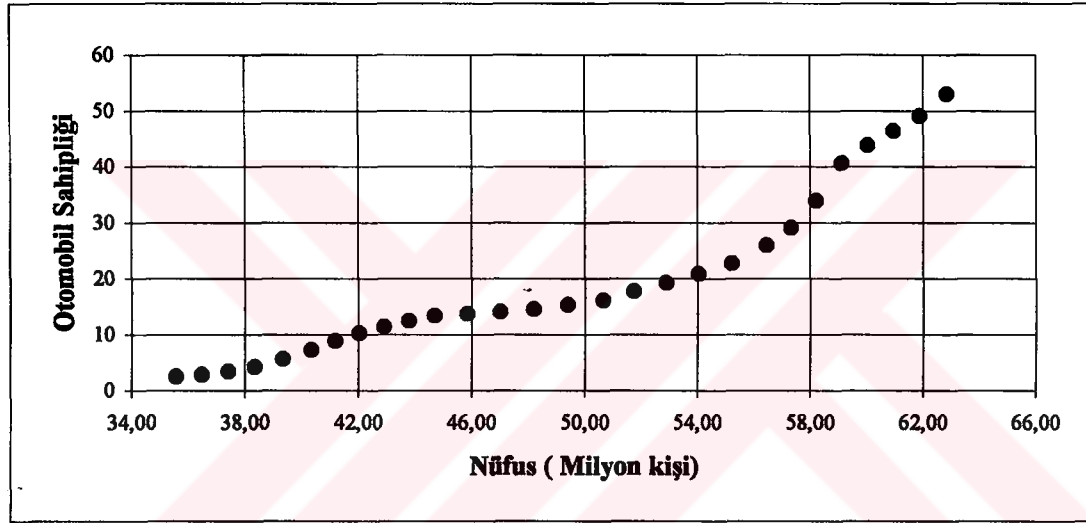
¹ : Cari fiyatlarla ABD Doları olarak

Tablo 3.52 : Otomobil Sahipliğini Etkileyen Değişkenlerin İçsel Korelasyon Matrisi

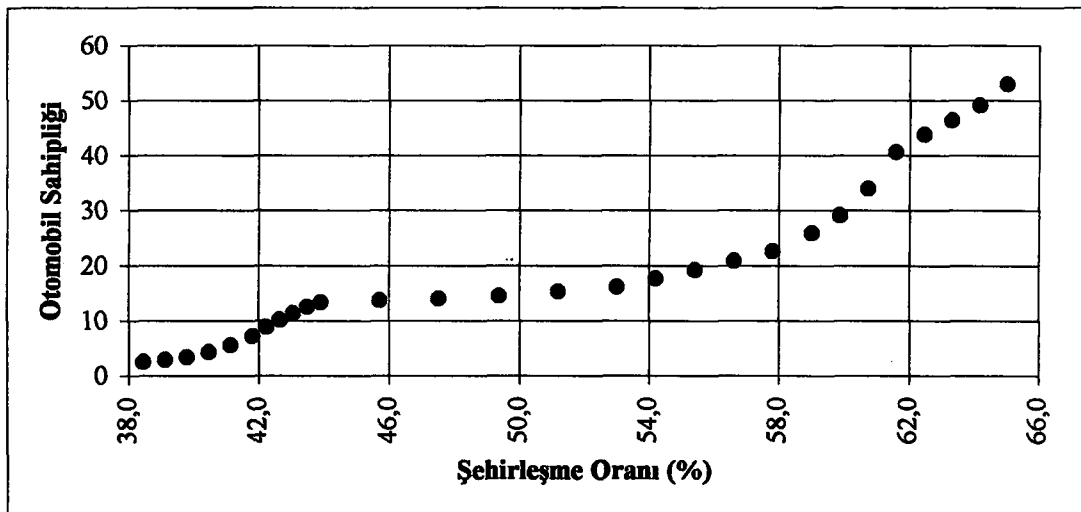
Değişkenler	Yıllar	Nüfus	Şehirleşme Oranı	Şehir Nüfusu	Aile Büyüklüğü	KBGSMH	OOF	NBF	KBGSMH/OOF	KBGSMH/NBF	Enflasyon (%)	Otoyol, İl, Devlet Köy Yolu
Yıllar	1,00											
Nüfus	1,00	1,00										
Şehirleşme Oranı	0,99	0,99	1,00									
Şehir Nüfusu	0,99	0,99	1,00	1,00								
Aile Büyüklüğü	-0,96	-0,96	-0,94	-0,95	1,00							
KBGSMH	0,93	0,94	0,94	0,95	-0,88	1,00						
OOF	0,37	0,34	0,26	0,30	-0,38	0,38	1,00					
NBF	0,77	0,75	0,69	0,71	-0,74	0,62	0,70	1,00				
GOF	0,79	0,80	0,83	0,81	-0,67	0,82	-0,07	0,41	1,00			
KBGSMH/NBF	-0,41	-0,38	-0,33	-0,32	0,44	-0,09	-0,37	-0,74	-0,02	1,00		
Enflasyon (%)	0,67	0,66	0,61	0,63	-0,67	0,55	0,48	0,76	0,40	-0,49	1,00	
Otoyol, İl, Devlet, Köy Yolu	0,95	0,96	0,96	0,96	-0,91	0,88	0,21	0,72	0,81	-0,39	0,72	1,00
Otomobil Sahipliği	0,94	0,94	0,93	0,95	-0,93	0,94	0,40	0,71	0,73	-0,27	0,65	0,90



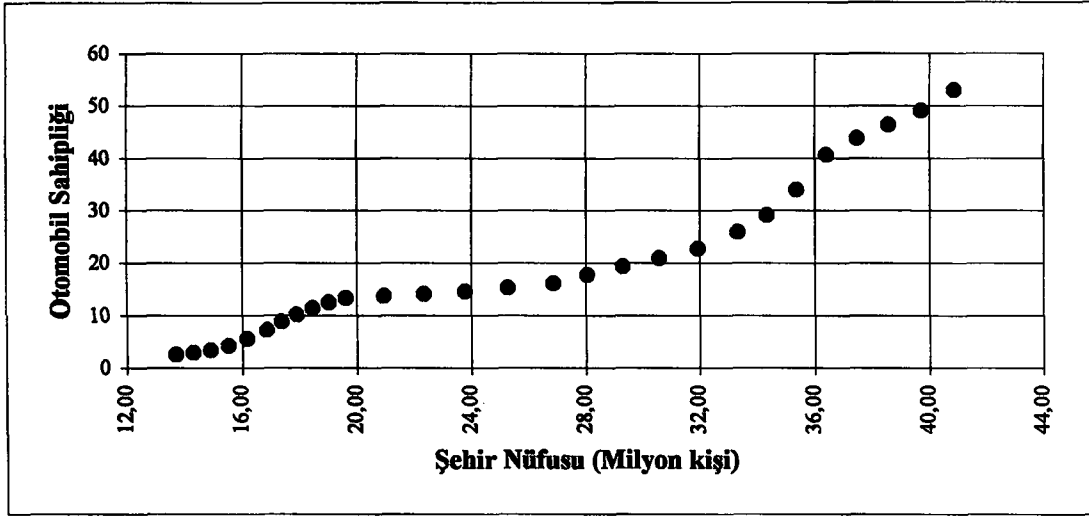
Şekil 3.33 : Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği-Zaman İlişkisi



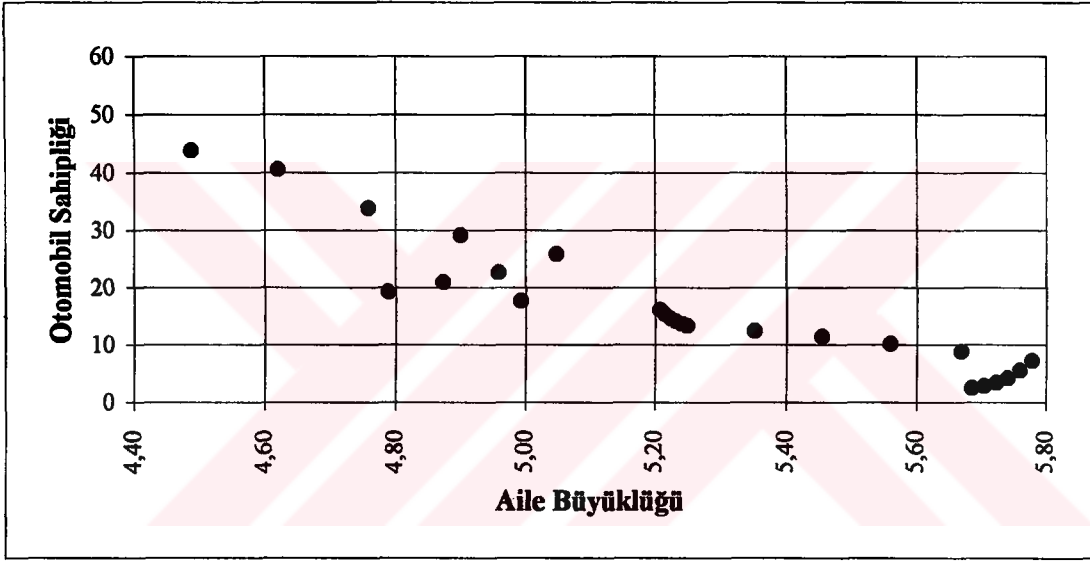
Şekil 3.34 : Türkiye'de 1970-1997 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği-Nüfus İlişkisi



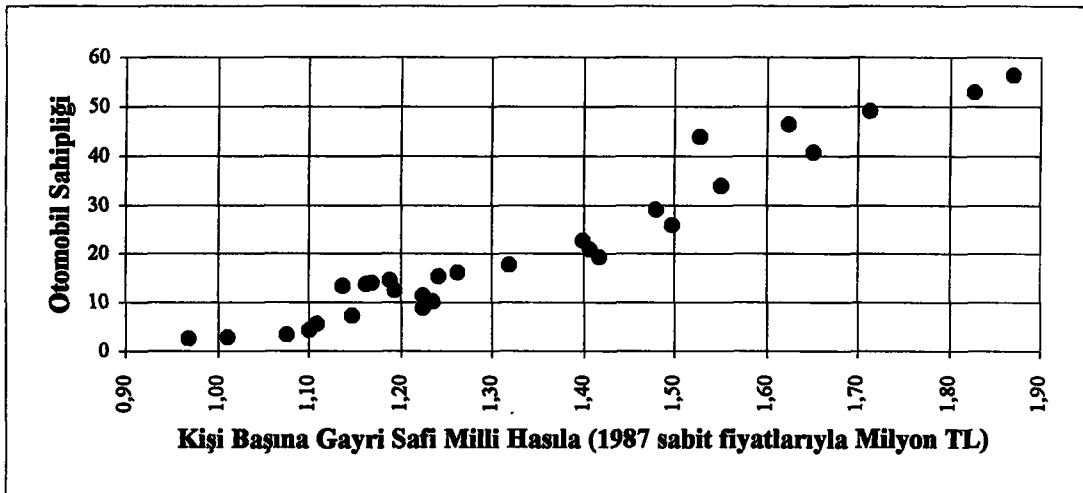
Şekil 3.35 : Türkiye'de 1970-1997 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği-Şehirleşme Oranı İliş



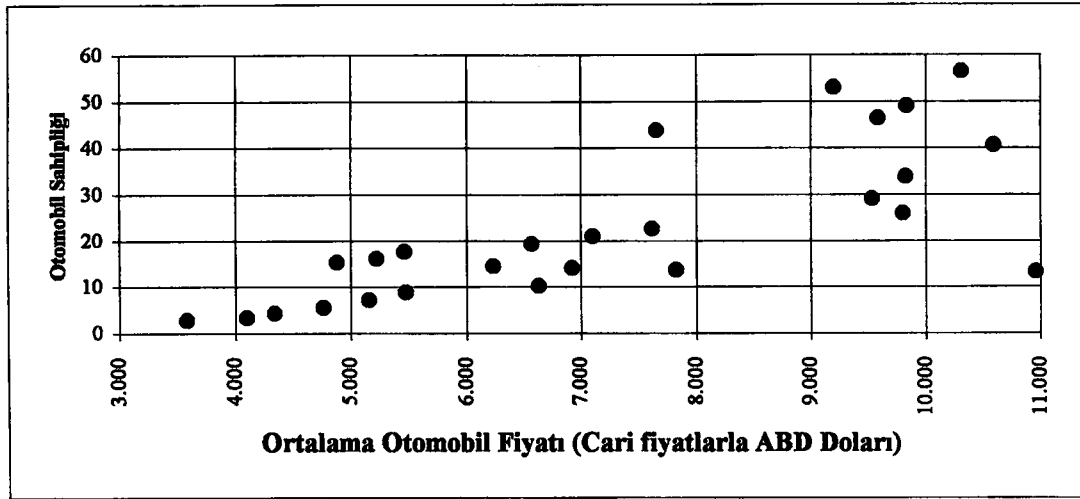
Şekil 3.36 : Türkiye'de 1970-1997 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği-Şehir Nüfusu İlişkisi



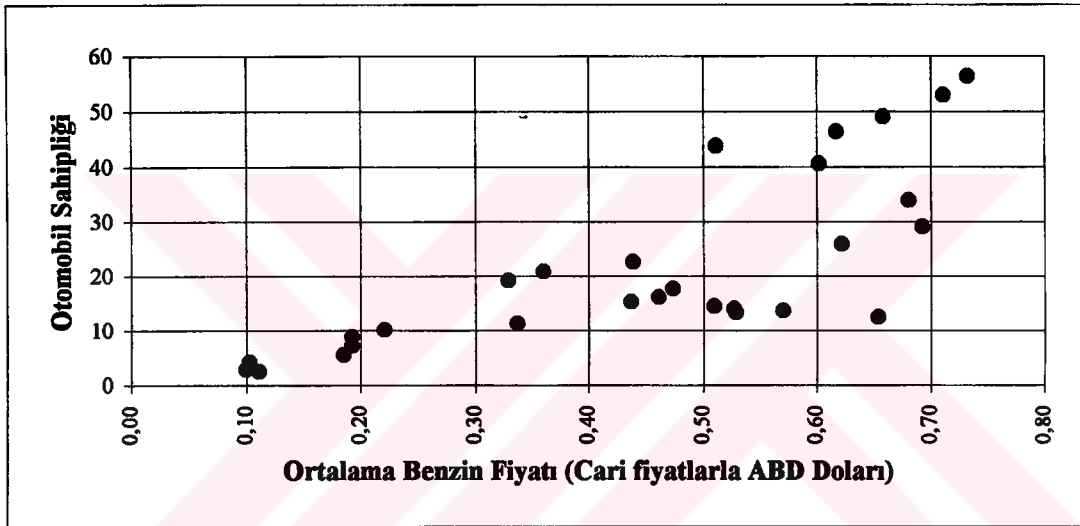
Şekil 3.37 : Türkiye'de 1970-1994 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği-Ortalama Aile Büyüklüğü İlişkisi



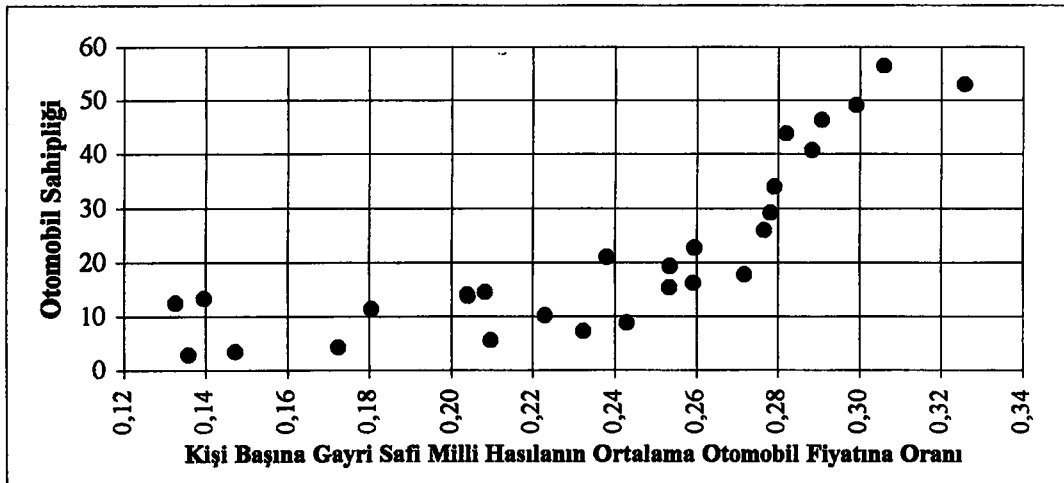
Şekil 3.38 : Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği-Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla İlişkisi



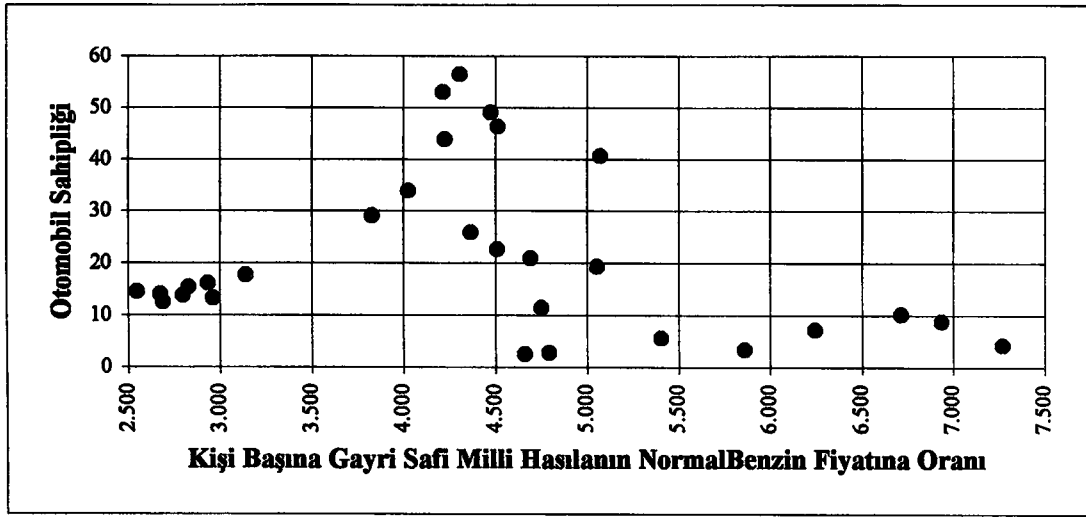
Şekil 3.39 : Türkiye'de 1971-1998 Yılları Arasında
Otomobil Sahipliği-Ortalama Otomobil Fiyatı İlişkisi



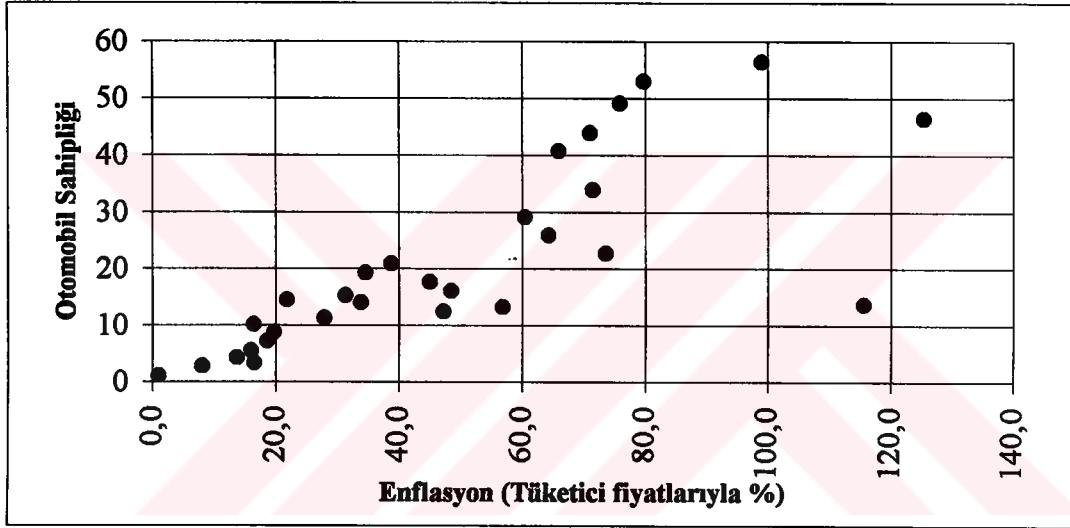
Şekil 3.40 : Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında
Otomobil Sahipliği-Normal Benzin Fiyatı İlişkisi



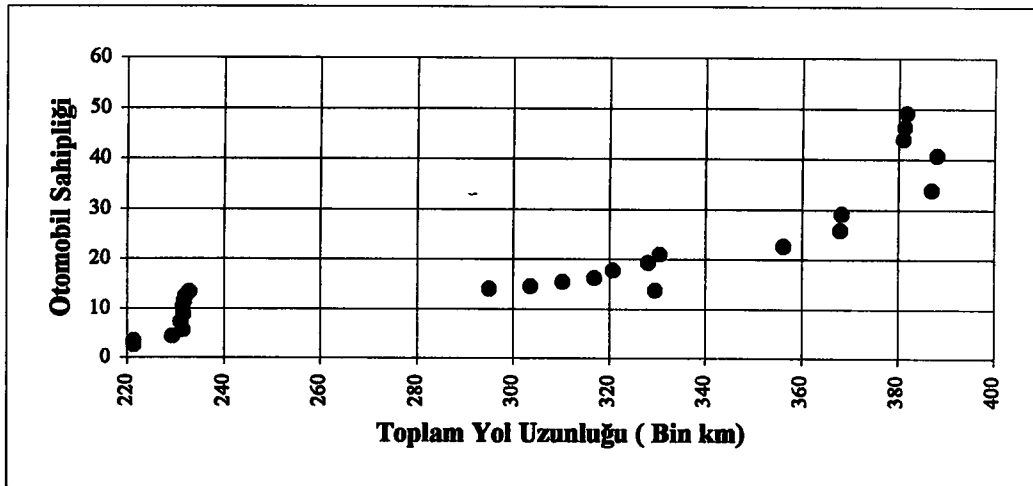
Şekil 3.41 : Türkiye'de 1971-1998 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği
Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasılanın Ortalama Otomobil Fiyatına Oranı İlişkisi



Şekil 3.42 : Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği
Kişi Başına Gayri Safi Milli HasılaNormal Benzin Fiyatına Oranı İlişkisi



Şekil 3.43 : Türkiye'de 1971-1998 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği-Enflasyon İlişkisi



Şekil 3.44 : Türkiye'de 1970-1996 Yılları Arasında
Otomobil Sahipliği-Toplam Yol Uzunluğu (Bin km) İlişkisi

Şekil 3.33-3.44 ve Tablo 3.52'de, otomobil sahipliğini ile ikili ilişkileri incelenen bazı değişkenlerin, otomobil sahipliği ile aralarında olması gerektiği düşünülen ilişkinin tam tersi bir ilişkinin var olduğu görülmektedir.

Otomobil sahipliği ile aralarında ters orantı olduğu düşünülen "ortalama otomobil fiyatı", "normal benzin fiyatı" ve "enflasyon" değişkenlerinin Tablo 3.52'de otomobil sahipliği ile aralarında doğru orantı olduğu görülmektedir. Otomobil ve benzin fiyatları değişkenleriyle ilgili olarak böyle bir ilişkinin görülmesinin sebebi, aynı dönemler içinde kişi başına gayri safi milli hasılanın otomobil ve benzin fiyatlardan daha hızlı artmasıdır, dolayısıyla 1971-1994 döneminde otomobil sahipliğinin otomobil fiyatı ve benzin fiyatıyla doğru orantılı olduğu gibi bir durum ortaya çıkmaktadır. Enflasyon değişkeni ile otomobil sahipliği arasındaki doğru orantı ise, iki değişkenin de çeşitli değişkenden etkilenecek zaman içerisinde artış göstermelerinden kaynaklanmaktadır.

Regresyon çalışmasının ilk aşamasında otomobil sahipliğini etkileyen tüm değişkenleri içeren bir model kurulması düşünülmüştür. Bunun için, tüm değişkenlerin sayısal değerlerinin mevcut olduğu 1971-1994 yılları arasındaki 24 yıllık dönem seçilmiştir. Çok değişkenli regresyon denklemi kurulurken bağımsız değişkenler arasındaki bağımlılığın olmaması gerekmektedir. Ancak yıllar itibarıyla bağımsız değişkenler ikili gruplar halinde incelendiğinde, birçok değişken arasında çok güçlü bağımlılıkların olduğu görülmektedir. Bu bağımlılıkların bazıları anlamlı (örneğin arz-talep dengesi bağlamında, nüfus ile ortalama otomobil fiyatının doğru orantılı olarak artması) bazıları ise anlamsızdır (örneğin aile büyüklüğü ile enflasyon arasındaki doğru orantı).

Bağımsız değişkenler arasındaki içsel bağımlılıklara karşın, otomobil sahipliğini etkileyen tüm değişkenlerin model bünyesinde bulunmaları durumunda nasıl bir sonuç ortaya çıkacağının görülebilmesi için, 1971-1994 yılları arasındaki 24 yıllık dönemde, 12 değişkeni de içeren çok değişkenli regresyon modeli kurulmuş ve bu model "Regresyon Modeli 1" olarak adlandırılmıştır. "Regresyon Modeli 1" in değerlendirmesi Tablo 3.53'de, aynı yıllar arasında gerçekleşen ve model kestirimi otomobil sahipliği değerleri Tablo 3,54'de verilmiştir.

Tablo 3.53 : “Regresyon Modeli 1”in Değerlendirmesi

Korelasyon katsayısı (r)	0,999535	Standart hata	0,488791	
Belirlilik katsayısı (R ²)	0,999071	Gözlem sayısı	24	
Değişkenler	Katsayılar	Standart Hata	t İstatistiği	P Değeri
Sabit Terim	-22108,6	2839,88	-7,785	0,550
Yıllar	11,51	1,46	7,880	0,532
Nüfus	-1,5x10 ⁻⁵	1,85x10 ⁻⁶	-8,318	0,607
Şehirleşme Oranı	-4,70	0,68	-6,877	0,844
Şehir Nüfusu	1,06x10 ⁻⁵	4,19x10 ⁻⁷	25,339	0,843
Aile Büyüklüğü	2,27	2,24	1,016	0,748
KBGSMH	6,48x10 ⁻⁶	6,75x10 ⁻⁶	0,960	0,898
Ortalama Otomobil Fiyatı	1,3x10 ⁻⁴	1,71x10 ⁻⁴	0,763	0,824
Normal Benzin Fiyatı	-4,25	3,21	-1,325	0,666
KBGSMH/OOF	19,57	10,76	1,820	0,864
KBGSMH/NBF	-3,5x10 ⁻⁴	3,21x10 ⁻⁴	-1,095	0,812
Enflasyon	-5,44x10 ⁻³	0,01	-0,484	0,978
Otoyol, İl ve Devlet Yolu	3,53x10 ⁻⁶	1,33x10 ⁻⁵	0,266	0,885

Tablo 3.54 : Türkiye’de 1981-1994 Yılları Arasında Otomobil Sahipliğinin Gerçekleşen Değerleri ve Regresyon Modeli 1”in Kestirimleri

Yıllar	Gerçekleşen	Model	Yıllar	Gerçekleşen	Model
1971	2,8	2,6	1983	14,5	14,2
1972	3,3	3,5	1984	15,3	15,6
1973	4,2	4,3	1985	16,1	16,0
1974	5,5	5,8	1986	17,7	17,6
1975	7,2	6,4	1987	19,2	19,2
1976	8,8	8,8	1988	20,9	20,8
1977	10,1	10,4	1989	22,6	22,8
1978	11,3	11,8	1990	25,8	25,4
1979	12,4	12,3	1991	29,1	29,6
1980	13,3	13,1	1992	33,9	34,5
1981	13,7	13,7	1993	40,6	39,9
1982	14,0	13,9	1994	43,8	43,8
Hata Terimlerinin Kareleri Toplamı					2,0

Tablo 3.53 ve 3.54 incelendiğinde otomobil sahipliğini belirlemek için kurulan “Regresyon Modeli 1”in çok yüksek bir korelasyon katsayısına (0,9995) sahip olduğunu ve 1971-1994 yılları arasında otomobil sahipliği kestirimlerinin çok başarılı olduğu görülmektedir. Yalnızca bu sonuçlara bakılarak modelin mükemmel bir model olduğu ve öngörülerde kullanılabileceği düşünülebilir. Ancak Tablo 3.53’de tüm değişkenlerin t istatistiği ve P değerleri incelenirse istatistiksel olarak bu değişkenlerin model bünyesine bulunmalarının bir anlam taşımadığı görülmektedir. Böyle bir durumda modelin bu derece yüksek bir korelasyon katsayısına sahip olmasının sebebi, 24 olan gözlem sayısı ile 12 olan bağımsız değişken sayısının birbirlerine yakın olmasıdır. Ayrıca modeldeki değişken katsayıları incelendiğinde, gerçekte otomobil sahipliğini arttırması gereken bazı değişkenlerin katsayılarının eksi olduğu (nüfus, şehirleşme oranı ve KBGSMH/NBF); otomobil sahipliğini azaltması gereken bazı değişkenlerin katsayılarının da artı olduğu (ortalama aile büyüklüğü ve ortalama otomobil fiyatı) görülmektedir. Bu durum değişkenler arasındaki içsel bağımlılıktan kaynaklanmaktadır. Kısacası, 12 bağımsız değişken kullanılarak belirlenen “Regresyon Modeli 1”in öngörülerde kullanılması istatistiksel olarak doğru değildir.

Regresyon analizin ikinci aşamasında, 24 yıldan daha uzun bir veri tabanı ile regresyon modeli kurabilmek için otomobil sahipliği ile yakın ilişkisi olan her veri grubundan bir değişken seçilerek bir model arayışına gidilmiştir. Bu değişkenler; şehirleşme oranı ve nüfusu yansıtacak “şehir nüfusu”, kullanıcı gelirini yansıtacak, “kişi başına gayri safi milli hasıla”, otomobil işletme maliyetine yansıtacak “normal benzin fiyatı(NBF)” ve aile yapısını yansıtacak “ortalama aile büyüklüğü”dür.

1971-1994 yılları arasında dört değişkenin kendi aralarında ve otomobil sahipliği ile olan ilişkileri Tablo 3.55’deki korelasyon katsayıları matrisinden görülmektedir.

Tablo 3.55’de tüm bağımsız değişkenlerin istatistiksel olarak birbirleriyle ilişkili oldukları görülmektedir. Ancak dört bağımsız değişken arasında görülen bu istatistiksel ilişkinin gerçekte bu derece güçlü olduğu tartışmalıdır. Tablo 3.55’de görülen korelasyon katsayılarından böyle bir sonucun çıkmasının nedeni dinamik bir toplum yapısına sahip olan Türkiye’de sosyo-ekonomik tüm değişkenlerin yıllar itibarıyla belli bir eğilim göstermeleridir. Örneğin, her zaman şehir nüfusunun artması halinde kişi başına gayri safi milli hasılanın yükseleceğini söylemek doğru

değildir. Başka bir yaklaşımla şehir nüfusunun azalması demek kişi başına gayri safi milli hasılanın azalması anlamına gelmemektedir. Aynı şekilde aile büyüklüğünün azalması ile kişi başına gayri safi milli hasılanın artması çok yakın ilişkili değildir. Kişi başına gayri safi milli hasıla nüfus ve üretimle ilgili olurken aile büyüklüğü sosyal bir değişkendir. Bu nedenlerden dolayı aralarındaki ilişki ne oranda olursa olsun bu değişkenleri kullanılarak çok değişkenli regresyon modeller geliştirilmiştir.

Tablo 3.55 : Dört Değişkene ait Korelasyon Katsayıları Matrisi

Değişkenler	KBGSMH	Şehir Nüfusu	NBF	Aile Büyüklüğü	Otomobil Sahipliği
KBGSMH	1,00				
Şehir Nüfusu	0,94	1,00			
NBF	0,75	0,75	1,00		
Aile Büyüklüğü	-0,88	-0,95	-0,75	1,00	
Otomobil Sahipliği	0,97	0,94	0,78	-0,93	1,00

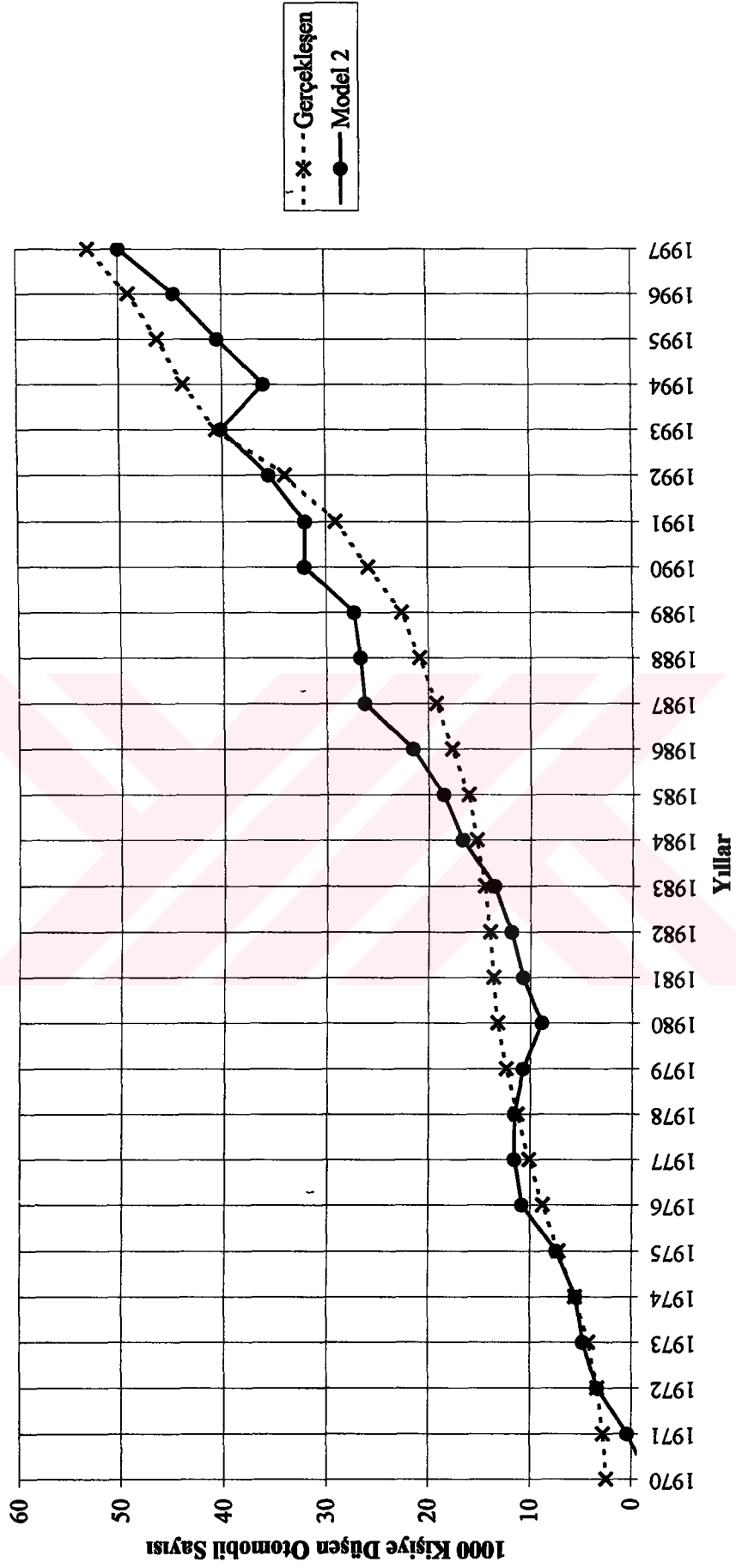
Tablo 3.55’de görülen otomobil sahipliği ile en büyük ilişkisi olan “kişi başına gayri safi milli hasıla” ile; sırasıyla “şehir nüfusu” ve “aile büyüklüğü” değişkenleriyle önce ikili daha sonra üçlü regresyon denklemleri kurulmuştur. “Normal benzin fiyatı” değişkeni Tablo 3.55’de otomobil sahipliği ile doğru orantılı görüldüğünden, bu değişken modellerde yer almamaktadır. Çok değişkenli regresyon model denklemlerinin değerlendirmeleri Tablo 3.56’da görülmektedir. Ortalama ile büyüklüğü değişkeninin kullanıldığı denklemler 1970-1994 yılları arasındaki 25 yıllık; kişi başına gayri safi milli hasıla ve şehir nüfusu değişkenlerinin kullandığı denklem ise 1970-1997 yılları arasındaki 27 yıllık verilerle geliştirilmişlerdir.

Tablo 3.56’daki regresyon denklemlerinden en büyük korelasyon katsayısını veren “kişi başına gayri safi milli hasıla” ve “şehir nüfusu”nu içeren çok değişkenli regresyon modeli “Regresyon Modeli 2” olarak adlandırılmıştır. Model 2’nin denklemi aşağıda görülmektedir.

$$OS = 3,93 \times 10^{-5} \cdot (KBGSMH) + 6,55 \times 10^{-7} \cdot (\$N) - 48,728 \quad (3.19)$$

Türkiye’de 1970-1997 yılları arasında model kestirimleri ve gerçekleşen otomobil sahipliği değerleri Tablo 3.57 ve Şekil 3.45’de görülmektedir.

**Türkiye'de 1970-1997 Yılları Arasında Otomobil Sahipliğinin
Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla ve Şehir Nüfusu Değişkenlerine Göre Çok Değişkenli Regresyon Modeli**



Şekil 3.45 : Türkiye'de 1970-1997 Yılları Arasında, Gerçekleşen ve "Regresyon Modeli 2"ye Göre, Otomobil Sahipliği Değerleri

Tablo 3.56 : Türkiye'de Otomobil Sahipliği için Geliştirilen Çok Değişkenli Regresyon Denklem Değerlendirmeleri

<i>"Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" ve "Ortalama Aile Büyüklüğü" Değişkenleri</i>				
Korelasyon katsayısı (r)	0,964	Standart hata		3,140
Belirlilik katsayısı (R ²)	0,928	Gözlem sayısı		25
Değişkenler	Katsayılar	Standart Hata	t istatistiği	P Değeri
Sabit Terim	44,124	27,58	1,60	0,123611
KBGSMH	3,33x10 ⁻⁵	7,66x10 ⁻⁶	4,35	2,58x10 ⁻⁴
Aile Büyüklüğü	-13,344	3,54	-3,77	1,05x10 ⁻³
<i>"Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" ve "Şehir Nüfusu" Değişkenleri</i>				
Korelasyon katsayısı (r)	0,969	Standart hata		3,834
Belirlilik katsayısı (R ²)	0,939	Gözlem sayısı		28
Değişkenler	Katsayılar	Standart Hata	t istatistiği	P Değeri
Sabit Terim	-48,728	8,360	-5,83	4,45x10 ⁻⁶
KBGSMH	3,93x10 ⁻⁵	1,15x10 ⁻⁵	3,41	2,0x10 ⁻³
Şehir Nüfusu	6,55x10 ⁻⁷	2,91x10 ⁻⁷	2,26	3,30x10 ⁻²
<i>"Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla", "Şehir Nüfusu" ve "Ortalama Aile Büyüklüğü" Değişkenleri</i>				
Korelasyon katsayısı (r)	0,964	Standart hata		3,178
Belirlilik katsayısı (R ²)	0,930	Gözlem sayısı		25
Değişkenler	Katsayılar	Standart Hata	t istatistiği	P Değeri
Sabit Terim	29,77	34,854	0,85	0,403
KBGSMH	2,73x10 ⁻⁵	1,17x10 ⁻⁵	2,35	0,029
Şehir Nüfusu	2,8x10 ⁻⁷	4,07x10 ⁻⁷	0,69	0,500
Aile Büyüklüğü	-10,45	5,536	-1,89	0,073

Regresyon çalışmasının son aşamasında bir önceki yıldaki otomobil sahipliğini de model bünyesinde bulunduran çok değişkenli bir regresyon modeli kurulmaya çalışılmıştır. Burada ikinci değişken olarak otomobil sahipliği ile en güçlü ilişkisi olan "kişi başına gayri safi milli hasıla" değişkeni kullanılmıştır. Model denklemi (3.20)'de görülmektedir. Bu denklem "Regresyon Modeli 3" olarak adlandırılmıştır.

Tablo 3.57 : Türkiye’de 1970-1997 Yılları Arasında Otomobil Sahipliğinin Gerçekleşen Değerleri ve "Regresyon Modeli 2"’in Kestirimleri

Yıllar	Gerçek- leşen	Model	Yıllar	Gerçek- leşen	Model
1970	2	-2	1984	15	17
1971	3	0	1985	16	19
1972	3	3	1986	18	22
1973	4	5	1987	19	26
1974	6	5	1988	21	27
1975	7	7	1989	23	27
1976	9	11	1990	26	32
1977	10	12	1991	29	32
1978	11	12	1992	34	35
1979	12	11	1993	41	40
1980	13	9	1994	44	36
1981	14	11	1995	46	40
1982	14	12	1996	49	45
1983	14	14	1997	53	50
Hata Terimlerinin Kareleri Toplamı					367

Regresyon modeli 3’ün denklemi (3.20)’de görülmektedir.

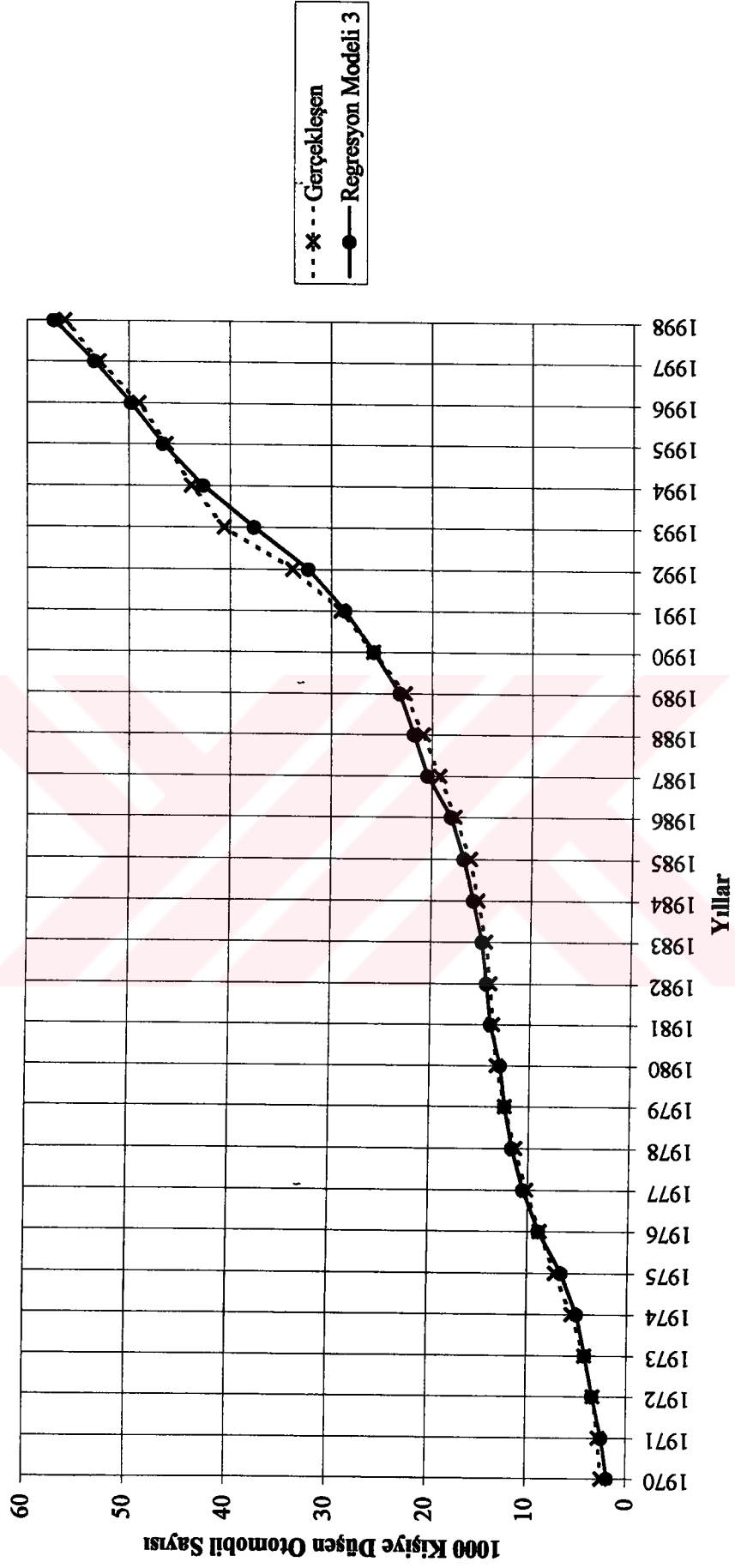
$$OS_t = a \cdot (OS)_{t-1} + b \cdot (KBGSMH)_t \quad (3.20)$$

Regresyon Modeli 3’de 1970-1998 yılları arasındaki 29 yıla ait yıllık veriler kullanılmıştır. Regresyon değerlendirmesi Tablo 3.58’de, model kestirimleri ve gerçekleşen otomobil sahipliği değerleri Tablo 3.59 ve Şekil 3.46’da görülmektedir.

Tablo 3.58 : “Regresyon Modeli 3”ün Değerlendirmesi

Korelasyon katsayısı (r)	0,99864	Standart hata		0,872039
Belirlilik katsayısı (R ²)	0,997281	Gözlem sayısı		29
Değişkenler	Katsayılar	Standart Hata	t istatistiği	P Değeri
Sabit Terim	-9,331	2,539	-3,67537	0,001084
KBGSMH	9,44x10 ⁻⁶	2,43x10 ⁻⁶	3,878256	0,000642
(OS) _{t-1}	0,927	0,039	23,58704	4,43x10 ⁻¹⁹

Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında, "Bir Önceki Yıllaki Otomobil Sahipliği" ve "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkenlerine Göre Çok Değişkenli Regresyon Modeli



Şekil 3.46 : Türkiye'de 1970-1997 Yılları Arasında, Gerçekleşen ve "Regresyon Modeli 3"e Göre, Otomobil Sahipliği Değerleri

Tablo 3.59 : Türkiye’de 1970-1998 Yılları Arasında Otomobil Sahipliğinin Gerçekleşen Değerleri ve "Regresyon Modeli 3"ün Kestirimleri

Yıllar	Gerçekleşen	Model	Yıllar	Gerçekleşen	Model
1970	2	2	1985	16	17
1971	3	2	1986	18	18
1972	3	3	1987	19	20
1973	4	4	1988	21	22
1974	6	5	1989	23	23
1975	7	7	1990	26	26
1976	9	9	1991	29	29
1977	10	10	1992	34	32
1978	11	12	1993	41	38
1979	12	12	1994	44	43
1980	13	13	1995	46	47
1981	14	14	1996	49	50
1982	14	14	1997	53	53
1983	14	15	1998	56	57
1984	15	16	HTKT*		20

*HTKT : Hata Terimlerinin Kareleri Toplamı

3.2.9. Bölgesel regresyon modeli

Bu bölümde, bir bakıma kesit analizi ve regresyon analizi bölümlerinde kurulan modellerin birleştirilmesi düşünülmüştür. Bu yaklaşımla otomobil sahipliğini modellemek için, Türkiye’yi bölgelere ayırarak gruplar oluşturmak ve her grup için farklı otomobil sahipliği modelleri geliştirmek amaçlanmıştır.

Bölgelendirme çalışması il ölçeğinde olup, otomobil sahipliğini en çok etkileyen değişken olan kullanıcı gelirine göre yapılması düşünülmüştür.

İlk aşamada, 1997 yılında Türkiye’de kişi başına gayri safi yurtiçi hasılası Türkiye ortalamasının altında ve üstünde olan iller iki gruba ayrılmışlardır. Kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla 1987 yılı sabit fiyatlarıyla TL cinsinden alınmıştır.

İkinci aşamada, illerin ekonomik gelişmelerine göre bir gruplama yapılması düşünülmüştür. Bunun için 1990-1996 yılları arasında, her ilin gayri safi yurtiçi hasılasının Türkiye gayri safi yurtiçi hasılası içindeki oranı hesaplanmış ve aynı dönemde bu değerin değişimi incelenmiştir. Her ilde 7 yıl için hesaplanan bu değerler eğer 4 yıl ya da daha fazla artış gösteriyorsa bir gruba, 4 yıl ya da daha fazla azalış gösteriyorsa başka bir gruba ayrılmışlardır.

Sonuç olarak iki gruplama sonucunda $2 \times 2 = 4$ grup elde edilmiştir. Bu gruplar:

- **I. Grup :** 1997 yılında kişi başına gayri safi yurtiçi hasılası Türkiye ortalamasının üstünde ve 1990-1996 yılları arasında gayri safi yurtiçi hasılasının Türkiye gayri safi yurtiçi içindeki payı en az 4 kere artmış olan iller.
- **II. Grup :** 1997 yılında kişi başına gayri safi yurtiçi hasılası Türkiye ortalamasının üstünde ve 1990-1996 yılları arasında gayri safi yurtiçi hasılasının Türkiye gayri safi yurtiçi içindeki payı en az 4 kere azalmış olan iller.
- **III. Grup :** 1997 yılında kişi başına gayri safi yurtiçi hasılası Türkiye ortalamasının altında ve 1990-1996 yılları arasında gayri safi yurtiçi hasılasının Türkiye gayri safi yurtiçi içindeki payı en az 4 kere artmış olan iller.
- **IV. Grup :** 1997 yılında kişi başına gayri safi yurtiçi hasılası Türkiye ortalamasının altında ve 1990-1996 yılları arasında gayri safi yurtiçi hasılasının Türkiye gayri safi yurtiçi içindeki payı en az 4 kere azalmış olan iller.

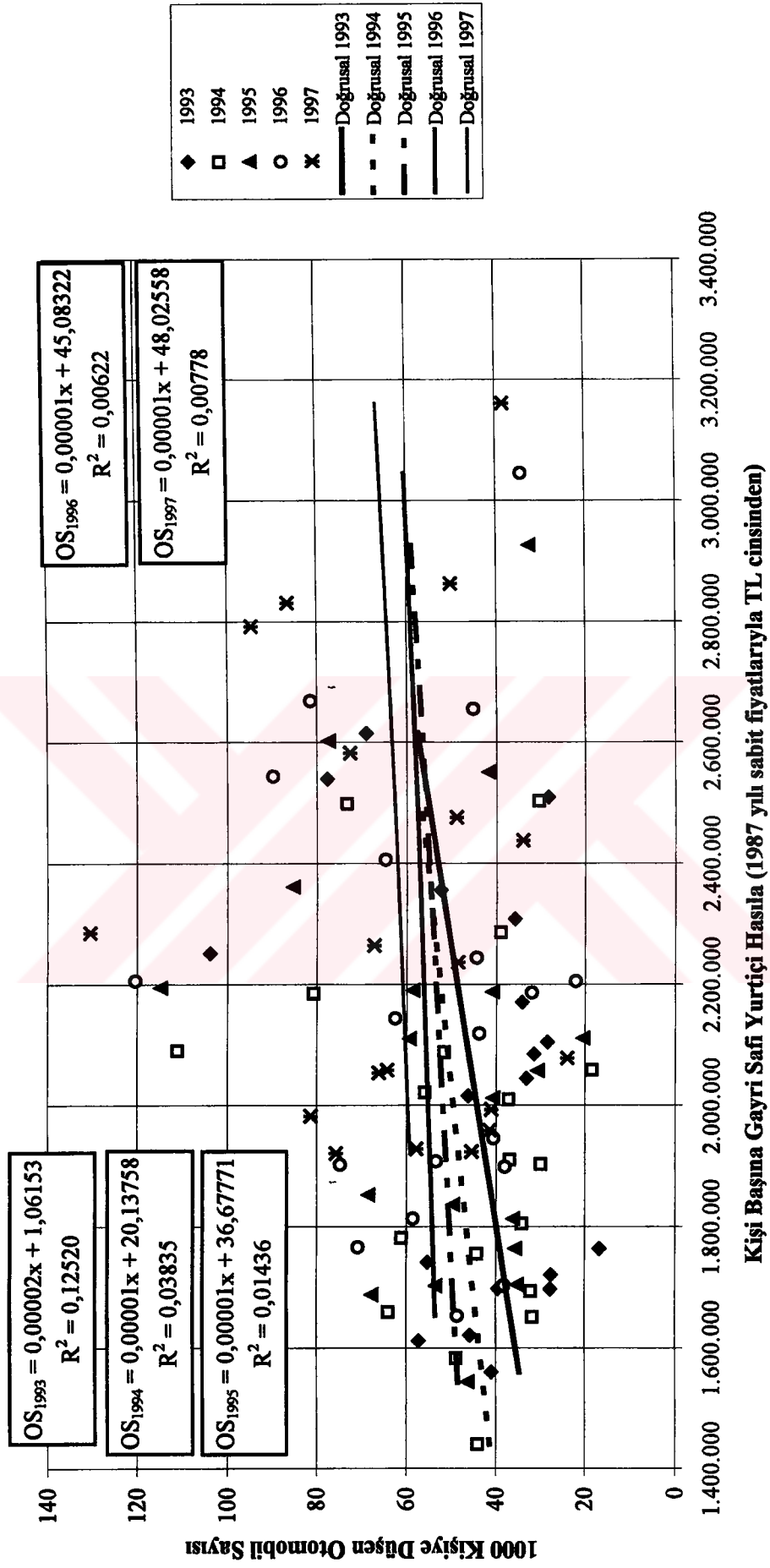
4 gruptaki toplam 76 il Tablo 3.60'da görülmektedir. Her gruba ait otomobil sahipliğinin modellenmesi aşamasında I. Grup'ta bulunan Kocaeli ili çok yüksek bir kullanıcı gelirine karşılık düşük otomobil sahipliği içerdiğinden aykırı değer olarak ortaya çıkmış ve bu il değerlendirme dışında bırakılmıştır. Bu ilin grup dışında bırakılması sonucu I. Grup'ta 3 il kalmış, bu iller ile kurulacak bir regresyon modeli bir anlam taşımayacağı için I. ve II. Gruplar birleştirilmiştir.

Gruplandırma işleminden sonra her grup ve 1993-1997 yılları arasındaki her yıl için otomobil sahipliği-kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla değişkeni arasındaki regresyon denklemleri hesaplanarak Şekil 3.47-3.49'da verilmiştir.

Tablo 3.60 : Türkiye'de Otomobil Sahipliği Modellemesinde Kullanılmak
Üzere İllerin Gruplandırılması

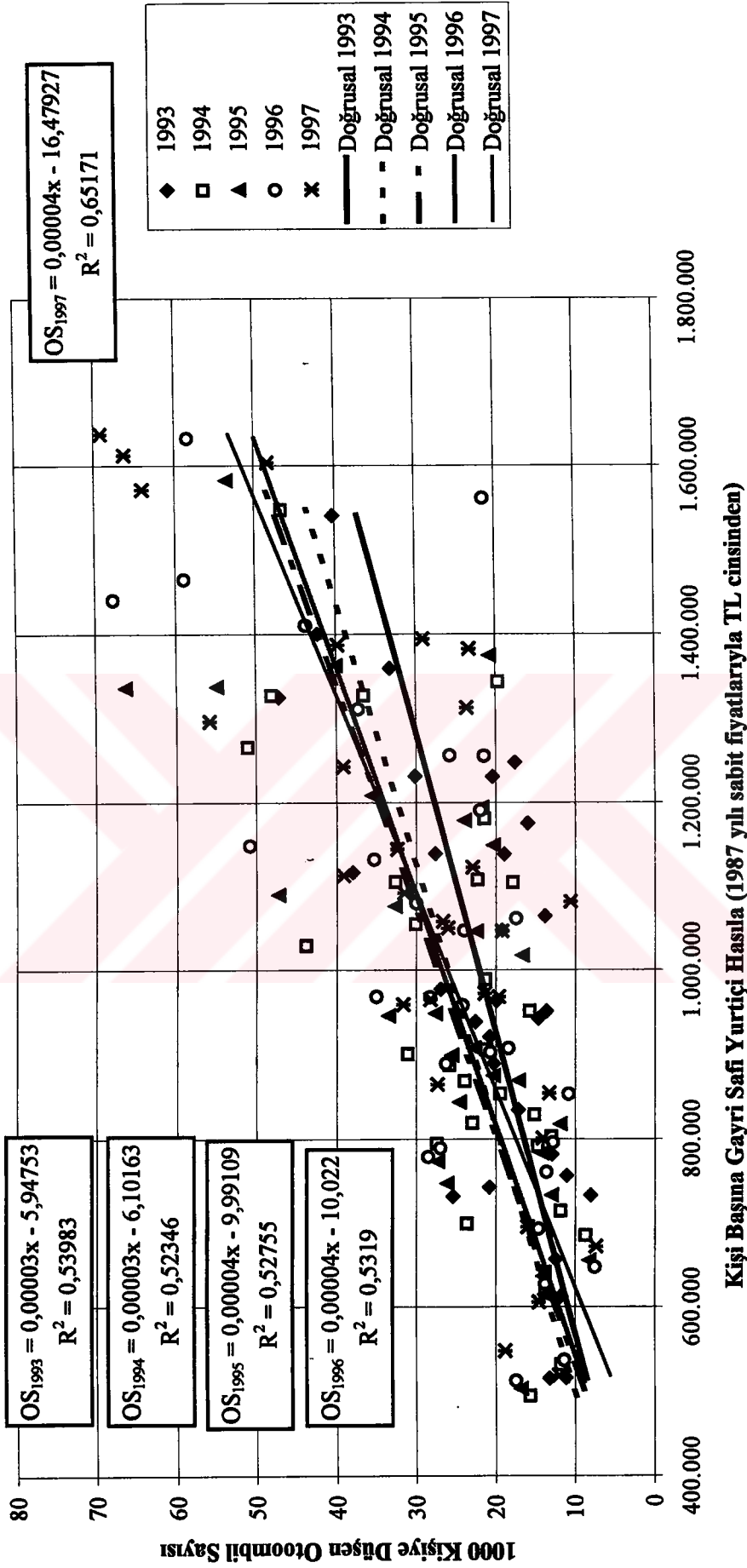
I. Grup	II. Grup	III. Grup	IV. Grup
4 İl	16 İl	26 İl	30 İl
Karaman	Adana	Sakarya	Balıkesir
Antalya	Ankara	Şanlıurfa	Burdur
Bursa	Aydın	Mardin	Çankırı
Kocaeli	Bilecik	Van	Çorum
	Çanakkale	Yozgat	Giresun
	Denizli	Şırnak	Kayseri
	Eskişehir	Iğdır	Konya
	İstanbul	Ağrı	Samsun
	Muğla	Bingöl	Trabzon
	Nevşehir	Bitlis	Aksaray
	İçel	Bolu	Bayburt
	İzmir	Diyarbakır	Batman
	Kırklareli	Elazığ	Afyon
	Manisa	Gaziantep	Amasya
	Tekirdağ	Hakkari	Erzurum
	Artvin	Hatay	Kırşehir
		Isparta	Malatya
		Kastamonu	K.Maraş
		Kütahya	Rize
		Muş	Sinop
		Ordu	Sivas
		Tunceli	Adıyaman
		Uşak	Edirne
		Kırıkkale	Erzincan
		Bartın	Kars
		Ardahan	Niğde
			Siirt
			Tokat
			Zonguldak
			Gümüşhane

I. ve II Gruplar İçin Otomobil Sahipliği



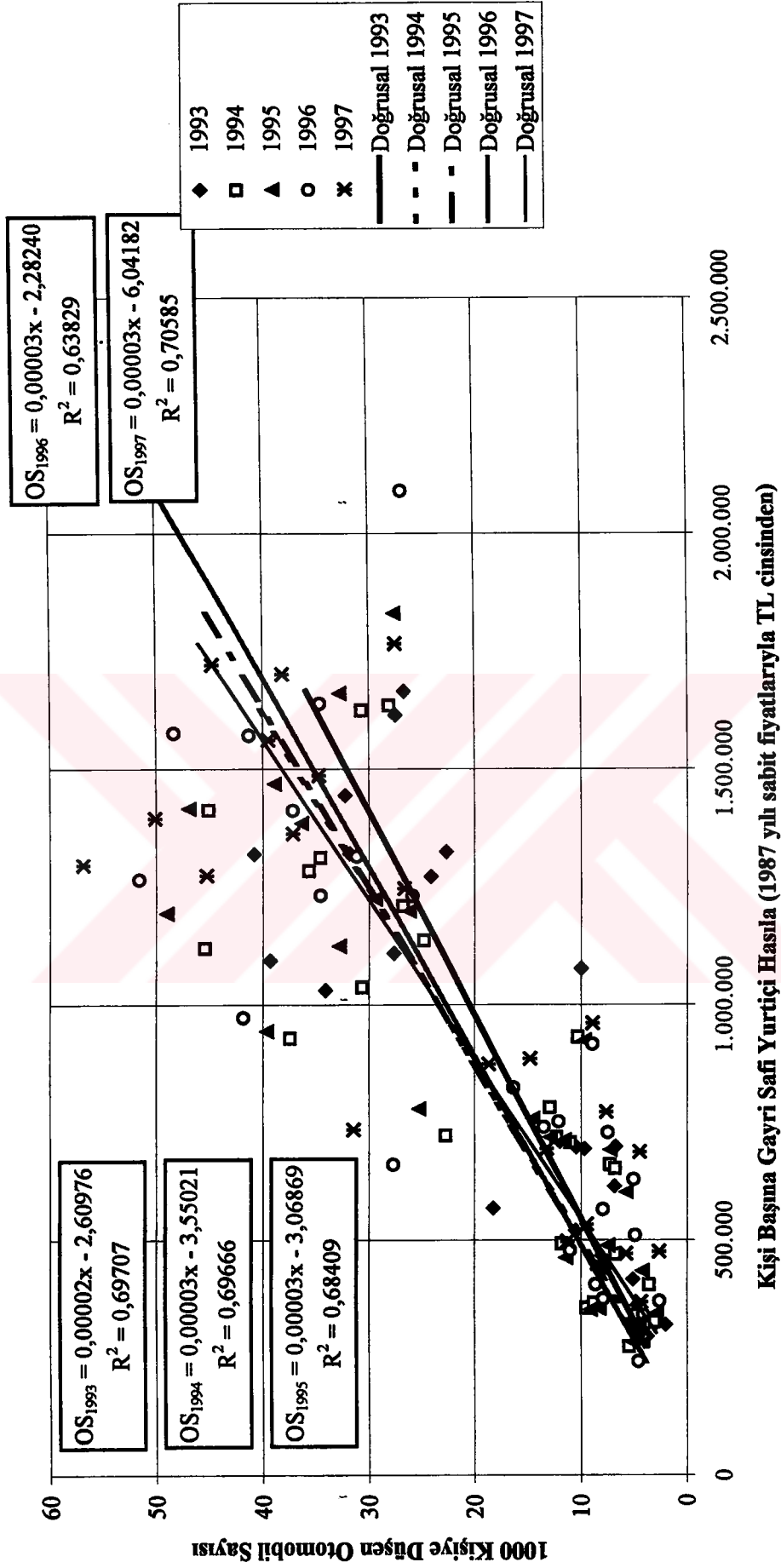
Şekil 3.47 : I ve II. Gruptaki İllerde 1993-1997 yılları arasında Otomobil Sahipliği-Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla İlişkisi

III. Grup İçin Otomobil Sahipliği



Şekil 3.48 : III. Gruptaki İllerde 1993-1997 yılları arasında Otomobil Sahipliği-Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla İlişkisi

IV. Grup İçin Otomobil Sahipliği



Şekil 3.49 : IV. Gruptaki İllerde 1993-1997 yılları arasında Otomobil Sahipliği-Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla İlişkisi

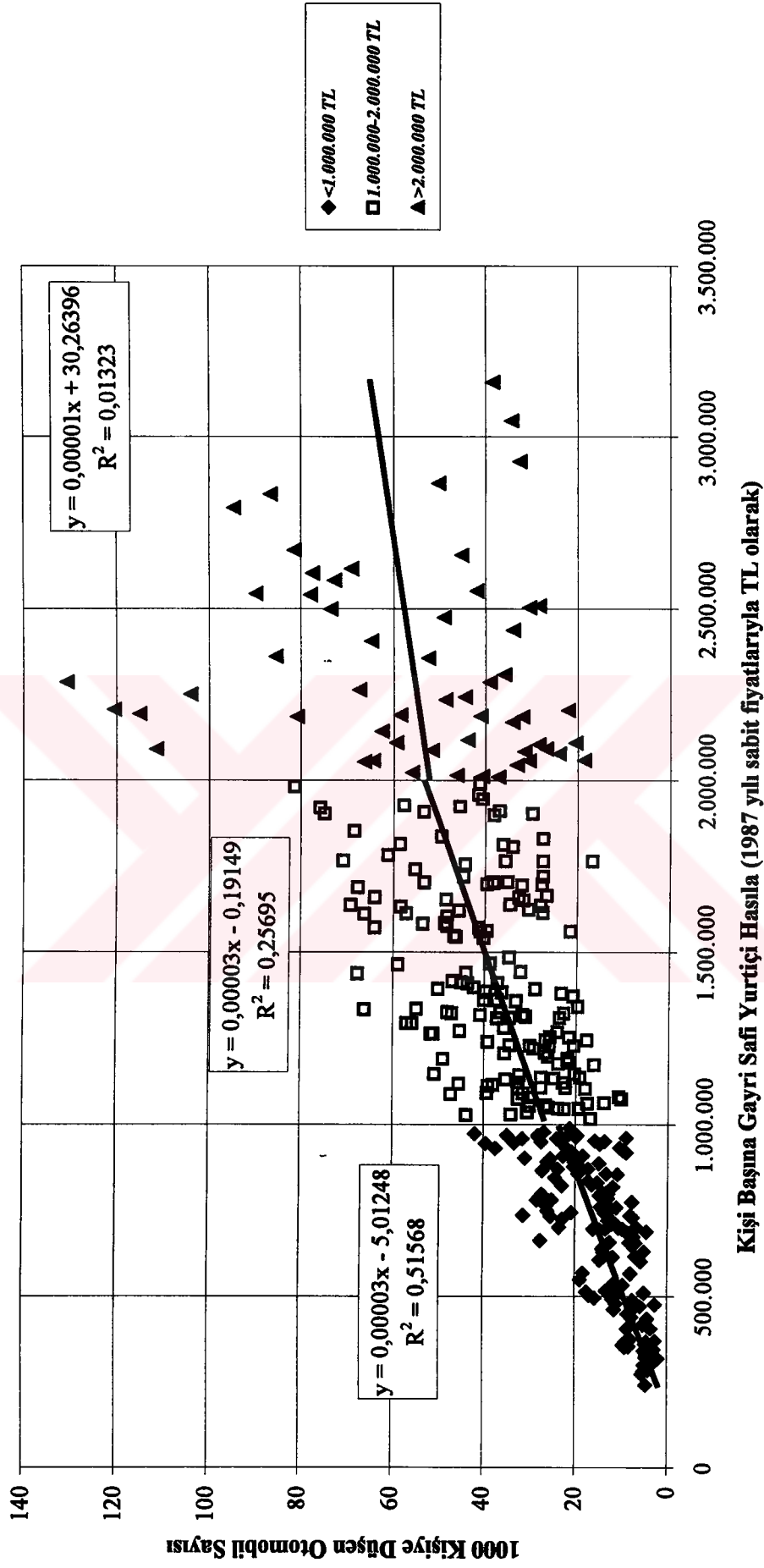
Birleştirilmiş I. ve II. Gruplardaki toplam 20 il için otomobil sahipliği ile kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla arasında bir ilişki olmadığı belirlilik katsayıları incelendiğinde görülmektedir. III. ve IV. Gruplardaki iller için aynı ilişki incelendiğinde istatistiksel bakımdan anlamlı ilişkilerin varolduğu görülmektedir. Birleştirilmiş I ve II. Grup'taki illerde kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla Türkiye ortalamasının üstünde olduğundan bu iller, III. ve IV. Gruptaki illerden daha zengin ve otomobil sahipliği daha yüksek illerdir.

Burada karşılaşılan sorunu daha iyi görebilmek için, tüm gruptaki illerde 1993-1997 döneminde otomobil sahipliği-kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla ilişkisi Şekil 3.50'de verilmiştir. Şekilde, kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla, 1 Milyon TL'den az, 1 Milyon-2 Milyon TL ve 2 Milyon TL'den fazla olan illerde otomobil sahipliği-kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla ilişkisi 3 ayrı regresyon denklemi ile verilmiştir.

Her grupta otomobil sahipliği-kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla arasında güçlü bir ilişkinin olması gereklidir. Şekil 3.47'de otomobil sahipliği-kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla arasında bir ilişkinin olmamasının nedeni iyi bir gruplamanın yapılamamış olmasıdır. Ancak aynı yaklaşım ile kişi başına gayri safi yurtiçi hasılası Türkiye ortalamasının altında olan iller gruplandırıldığında, böylesi bir sorunla karşılaşmamaktadır. Kullanıcı geliri arttıkça otomobil sahipliği bağlamında bu illerin gruplandırılması güçleşmektedir. Kullanıcı geliri ve otomobil sahipliğini yüksek olduğu bu iller için çok daha fazla sayıda alt grubun gerekliliği Şekil 3.50 incelendiğinde görülmektedir. Kullanıcı gelirinin yüksek olduğu bu illerin daha fazla gruba ayrılabilmesi için bu illeri birbirlerinden ayıracak, grup sınırlarını belirleyecek daha çok değişkene ihtiyaç duyulmaktadır. Bu aşamada üç sorunla karşılaşmaktadır

1. Türkiye'de istenilen ayrıntıda istatistiksel verilerin toplanması sıkıntılara neden olabilmekte, bazı durumlarda ise olumlu sonuçlar alınamamaktadır.
2. İstenilen veriler toplansa bile bu değişkenlerin gelecekte alacakları değerlerin belirlenmesi gerekmektedir. Otomobil sahipliği modeli ne kadar çok değişkene bağlı olursa, bu değişken öngörülerinde yapılacak hatalar otomobil sahipliği öngörülerinin de hatalı olmasına neden olacaktır. Ayrıca değişken sayısı arttıkça model yapısı daha karmaşık ve kullanışsız bir hal almaktadır.

Türkiye'de (Kocaeli hariç) 1993-1997 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği



Şekil 3.50 : Türkiye'de 1993-1997 Yılları Arasında İl Bazında Otomobil Sahipliği-Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla İlişkisi

3. Grup sayısı arttıkça, gelecekte illerin gruplar arası geçişleri de gündeme gelecek, bu durumda bu illerin belirlenerek, model yapısının buna göre düzenlenmesi gerekecektir. Bu ise öngörülmesi zor bir durumdur.

Kısacası, grupta ile uygun sonuçların alınabilmesi için ayrık verilerin kullanılması gereklidir. Toplaştırılmış veriler ile gruplamama çalışması otomobil sahipliği bağlamında uygun sonuçlar vermemektedir.

3.2.10. Türkiye'de Otomobil Sahipliği Modellerinin Değerlendirilmesi

Türkiye'de otomobil sahipliği modellemesinde kullanılan tüm model kestirimleri Tablo 3.61'de görülmektedir. Her modelle hesaplanan otomobil sahipliği kestirimleri ile gerçekleşen otomobil sahipliği değerleri arasındaki fark olan hata terimleri, karelerinin toplamı olarak aynı tabloda yer almaktadır.

Model kestirimleri ile gerçekleşen otomobil sahipliği arasındaki farkın büyümesi, hata terimlerinin karaları toplamının artmasına neden olacağından bu değer modellerin değerlendirilmesinde bir araç olarak kullanılabilir. Ancak yalnızca bu değerlere bakarak model hakkında karar vermek doğru değildir. Öngörü bölümünde de belirtileceği gibi bazı modellerin öngörülleri de, bu modeller hakkında bir yargıya varılmasında yardımcı olacaktır.

Tablo 3.61'de kullanılan modellerin isimleri ve değişkenleri aşağıda verilmiştir.

- M_1 : Zaman Değişkenli Lojistik Eğri Modeli.
- M_2 : Zaman Değişkenli Üssel Büyüme Eğrisi Modeli.
- M_3 : Zaman Değişkenli Gompertz Eğrisi Modeli.
- M_4 : Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla Değişkenli Lojistik Eğri Modeli.
- M_5 : Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla Değişkenli Üssel Büyüme Eğrisi Modeli.
- M_6 : Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla Değişkenli Gompertz Eğrisi Modeli.
- M_7 : Zaman ve Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla Değişkenli Lojistik Eğri Modeli.
- M_8 : Zaman ve Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla Değişkenli Üssel Büyüme Eğrisi Modeli.
- M_9 : Zaman ve Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla Değişkenli Gompertz Eğrisi Modeli.
- M_{10} : Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasılanın Ortalama Otomobil Fiyatına Oranı Değişkenli Lojistik Eğri Modeli.
- M_{11} : Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasılanın Ortalama Otomobil Fiyatına Oranı Değişkenli Üssel Büyüme Eğrisi Modeli.
- M_{12} : Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasılanın Ortalama Otomobil Fiyatına Oranı Değişkenli Gompertz Eğrisi Modeli.
- M_{13} : Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla Değişkenli Kesit Analizi Modeli.
- M_{14} : Nüfus Yoğunluğu ve Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla Değişkenli Kesit Analizi Modeli.
- M_{15} : Çok Değişkenli Regresyon Modeli 2.
- M_{16} : Çok Değişkenli Regresyon Modeli 3.

Tablo 3.61 : Türkiye'de Otomobil Sahipliği Modellemesi İçin Geliştirilen Tüm Modelin Kestirimleri

Yıllar	G	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	M ₆	M ₇	M ₈
1970	2	4	3	3	4	1	4	4	3
1971	3	4	3	3	5	3	5	4	3
1972	3	4	4	4	6	5	6	5	4
1973	4	5	5	5	7	7	7	5	5
1974	6	5	5	5	7	7	7	6	6
1975	7	6	6	6	8	9	8	6	7
1976	9	7	7	7	11	13	11	7	8
1977	10	7	8	8	11	14	12	8	9
1978	11	8	9	9	11	13	11	8	10
1979	12	9	10	10	10	11	10	9	10
1980	13	10	11	11	8	8	8	10	10
1981	14	11	12	12	9	10	9	11	12
1982	14	13	14	14	9	10	9	12	13
1983	14	14	15	15	9	11	10	14	14
1984	15	15	17	17	11	14	12	15	16
1985	16	17	19	19	12	15	13	17	18
1986	18	19	21	21	15	19	16	19	20
1987	19	21	23	23	20	25	22	21	23
1988	21	23	25	25	20	25	21	23	25
1989	23	26	27	27	19	24	21	25	26
1990	26	28	29	29	27	31	28	28	30
1991	29	31	32	32	25	30	27	31	31
1992	34	35	34	35	32	34	33	35	35
1993	41	38	37	37	44	42	43	39	39
1994	44	42	40	40	29	33	31	41	38
1995	46	46	43	43	40	40	40	46	42
1996	49	51	47	47	54	46	49	51	47
1997	53	56	50	50	76	55	63	57	53
1998	56	61	53	53	86	58	69	63	56
HTKT		131	169	172	1910	380	673	157	153

Tablo 3.61 Devamı.

Yıllar	G	M ₉	M ₁₀	M ₁₁	M ₁₂	M ₁₃	M ₁₄	M ₁₅	M ₁₆
1970	2	3				20	26	-2	2
1971	3	3	5	4	4	21	27	0	2
1972	3	4	5	5	5	23	29	3	3
1973	4	5	8	8	8	23	30	5	4
1974	6	6	12	13	13	23	30	5	5
1975	7	6	17	18	18	24	31	7	7
1976	9	8	19	20	21	27	33	11	9
1977	10	9	15	16	16	27	33	12	10
1978	11	9	8	9	9	27	33	12	12
1979	12	10	4	4	4	26	32	11	12
1980	13	10	5	5	4	24	31	9	13
1981	14	11	11	12	12	25	31	11	14
1982	14	13	11	12	12	25	31	12	14
1983	14	14	12	12	12	26	32	14	15
1984	15	16	21	22	22	27	33	17	16
1985	16	18	23	24	24	28	34	19	17
1986	18	20	26	27	28	29	35	22	18
1987	19	23	21	22	22	32	37	26	20
1988	21	24	17	18	18	32	37	27	22
1989	23	26	23	24	24	31	37	27	23
1990	26	30	28	29	29	34	39	32	26
1991	29	31	27	28	29	34	39	32	29
1992	34	35	28	29	29	36	40	35	32
1993	41	39	32	32	33	39	42	40	38
1994	44	39	29	30	30	35	40	36	43
1995	46	43	32	33	33	38	41	40	47
1996	49	48	35	35	35	41	43	45	50
1997	53	53	49	46	45	44	45	50	53
1998	56	56	30	30	30	45	46		57
HTKT		140	2052	2120	1620	4719	8984	367	20

3.3. Türkiye'de 2000-2025 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği Öngörülleri

Türkiye'de otomobil sahipliği için geliştirilen modellerle 2000-2025 yılları arasında 25 yıllık dönemde öngörüler yapılmıştır. Bununla birlikte, Türkiye'nin çok değişken bir sosyo-ekonomik yapıya sahip olması nedeniyle öngörülen tüm model sonuçlarının mutlaka düzenli aralıklarla güncellenmesi gerekmektedir.

Bu bölümde, Bölüm 3.2'de yer alan model sıralaması izlenerek, otomobil sahipliği öngörülleri her model için ayrı ayrı verilecektir.

3.3.1. "Zaman" değişkeninin içeren otomobil sahipliği modelleri ile öngörüler

Yalnızca "zaman" değişkenini içeren modellerle yapılacak öngörülerin en büyük kolaylığı, daha önceki bölümlerde de açıklandığı gibi, bu değişkenin gelecekteki değerini belirlemek için ek bir çabanın gerekmemesidir.

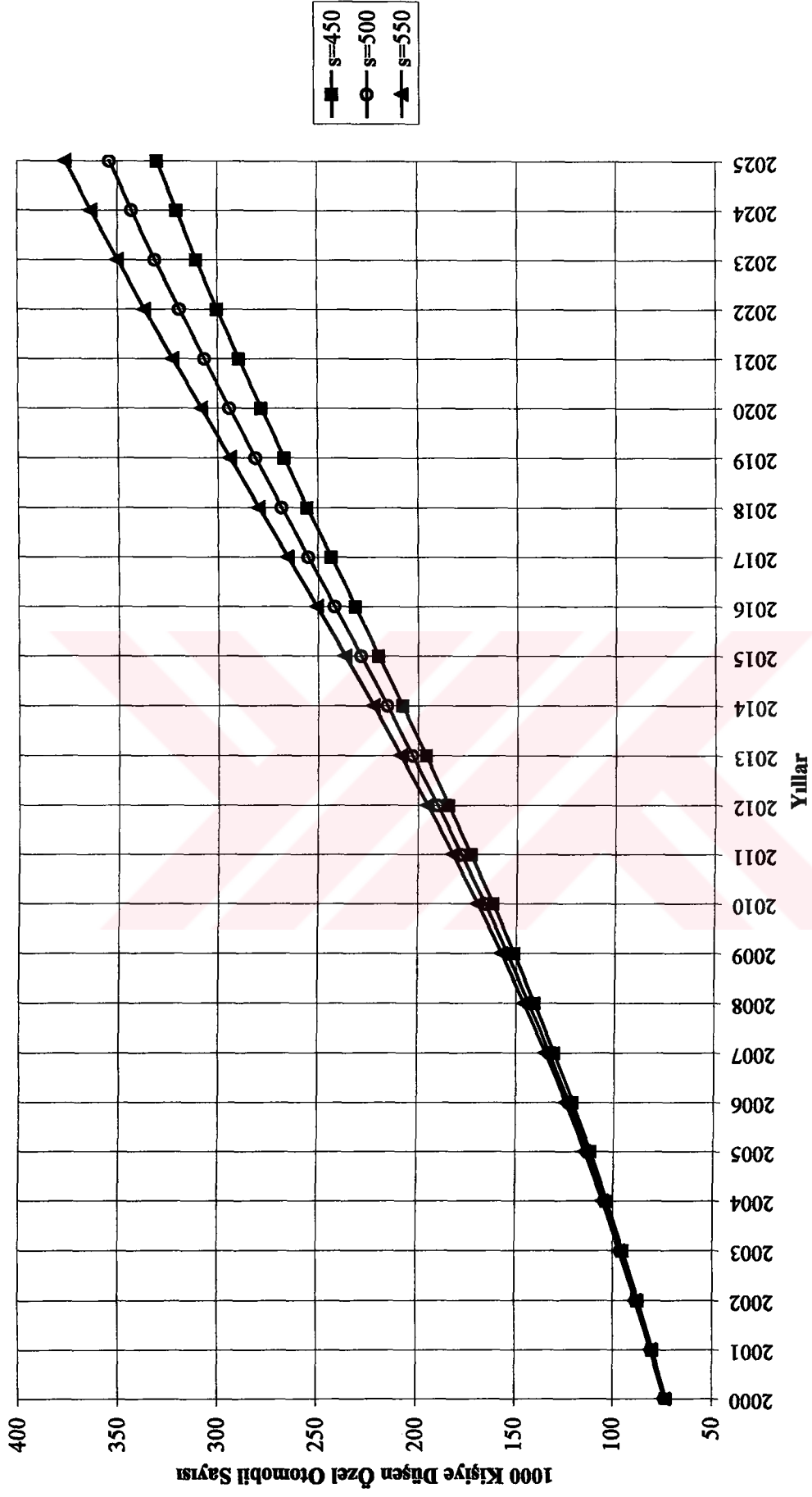
3.3.1.1. Lojistik eğri modeli öngörülleri

Bölüm 3.2.2.1'de geliştirilen "zaman" değişkenine göre lojistik eğri modeli kullanılarak 2000-2025 yılları için Türkiye'de otomobil sahipliği öngörülleri doygunluk düzeyi 450, 500 ve 550 için Tablo 3.62 ve Şekil 3.51'de görülmektedir.

Tablo 3.62 : Türkiye'de Zaman Değişkenli Lojistik Eğri Modeli

Otomobil Sahipliği Öngörülleri

Yıllar	s=450	s=500	s=550
2000	73	74	74
2005	112	113	115
2010	162	166	170
2015	220	229	236
2020	278	294	308
2025	330	354	376



Şekil 3.51 : "Zaman" Değişkenini İçeren Lojistik Eğri Modelinin, Türkiye'de 2000-2025 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği Öngörütleri

Türkiye'de otomobil sahipliği büyüme oranı 1970-1998 yılları arasında ortalama %12,8, 1985-1998 yılları arasında ortalama %10,2'dir. Şekil 3.52'de 1970-1998 yılları arasında otomobil sahipliği büyüme oranı incelendiğinde büyüme oranında bir azalmanın olduğu görülmektedir. Otomobil sahipliğindeki büyüme oranının %10,2 değerinde sabit kalması durumunda, 2005 yılında otomobil sahipliği 111, 2010 yılındanda 180, ve 2025 yılında 775 değerine ulaşacaktır. Bu durumda, zaman değişkenine göre lojistik eğri modeli ile otomobil sahipliğinin 2005 yılında 112 ve 2010 yılında 165 olarak öngörülmesi ancak sabit bir büyüme oranı ile gerçekleşebilecektir. Ancak aynı yaklaşımın 2025 yılında kadar sürdürülmesi mümkün değildir(bu yaklaşımın 2025 yılı otomobil sahipliği öngörüsü 775'tir).

Otomobil sahipliği modellenemesinin tarihsel gelişimi incelendiğinde ilk yıllarda kullanılan lojistik eğri modellerine karşı çeşitli modellerin geliştirilmesinin en önemli nedeni de lojistik eğrinin çok kısa zamanda doygunluk düzeyine yaklaşmasıdır.

Sonuç olarak, tüm dünyada toplulaştırılmış verilerle hesaplanan otomobil sahipliği modellerinde kullanılan "otomobil sahipliğinin azalan bir büyüme oranı gelişeceği" yaklaşımının Türkiye için de aynı şekilde gerçekleşeceği düşünüldüğünden otomobil sahipliğinin, 2005 yılında 112 ve 2010 yılında 165 olarak öngörülmesi gerçekleşmesi çok düşük bir olasılık olarak görülmektedir.

3.3.1.2. Üssel büyüme eğrisi modeli öngörülleri

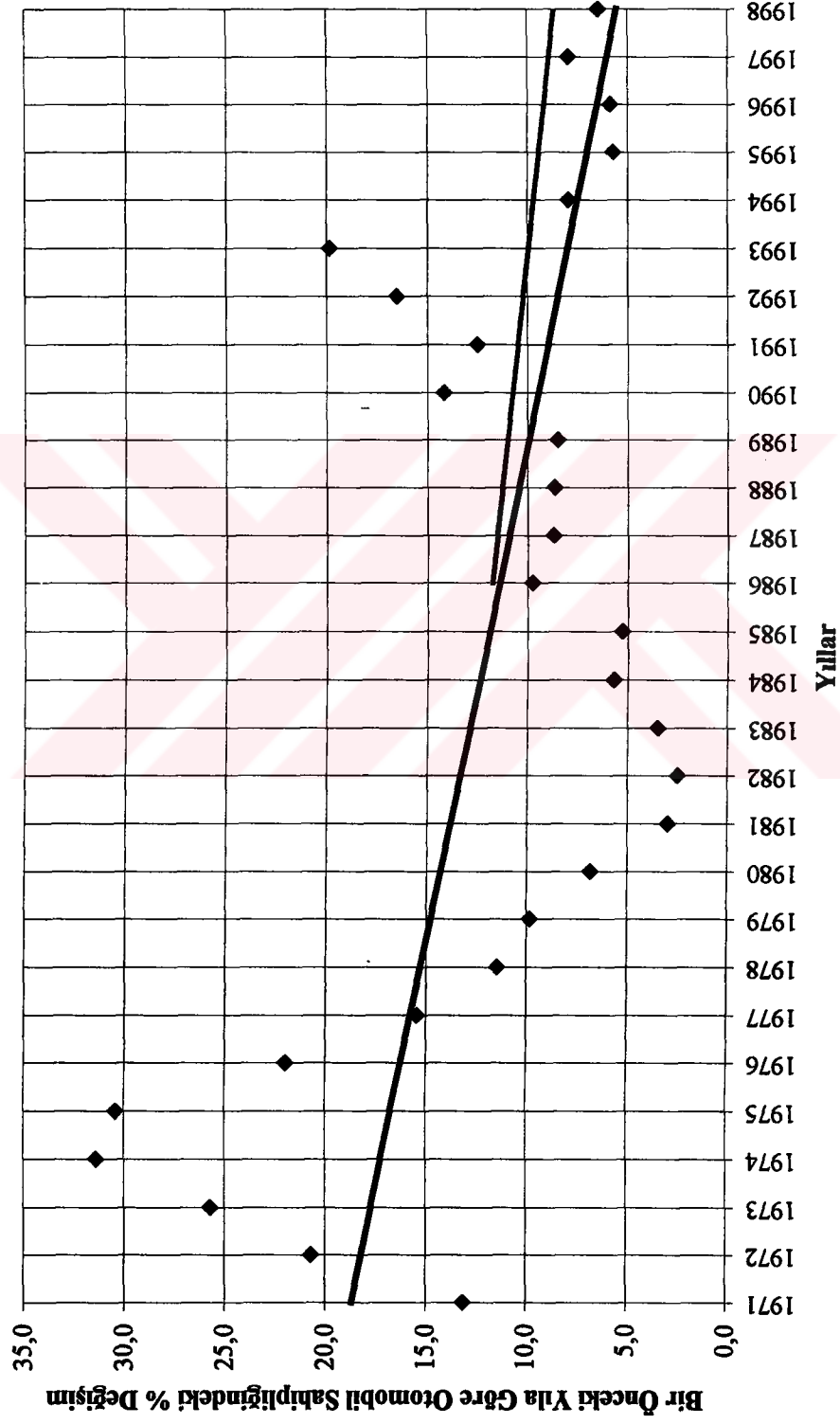
Bölüm 3.2.2.2'de geliştirilen "zaman" değişkenine göre üssel büyüme eğrisi modeli kullanılarak 2000-2025 yılları için Türkiye'de otomobil sahipliği öngörülleri doygunluk düzeyi 450, 500 ve 550 için Tablo 3.63 ve Şekil 3.53'de görülmektedir.

Tablo 3.63 : Türkiye’de Zaman Değişkenli Üssel Büyüme Eğrisi Modeli

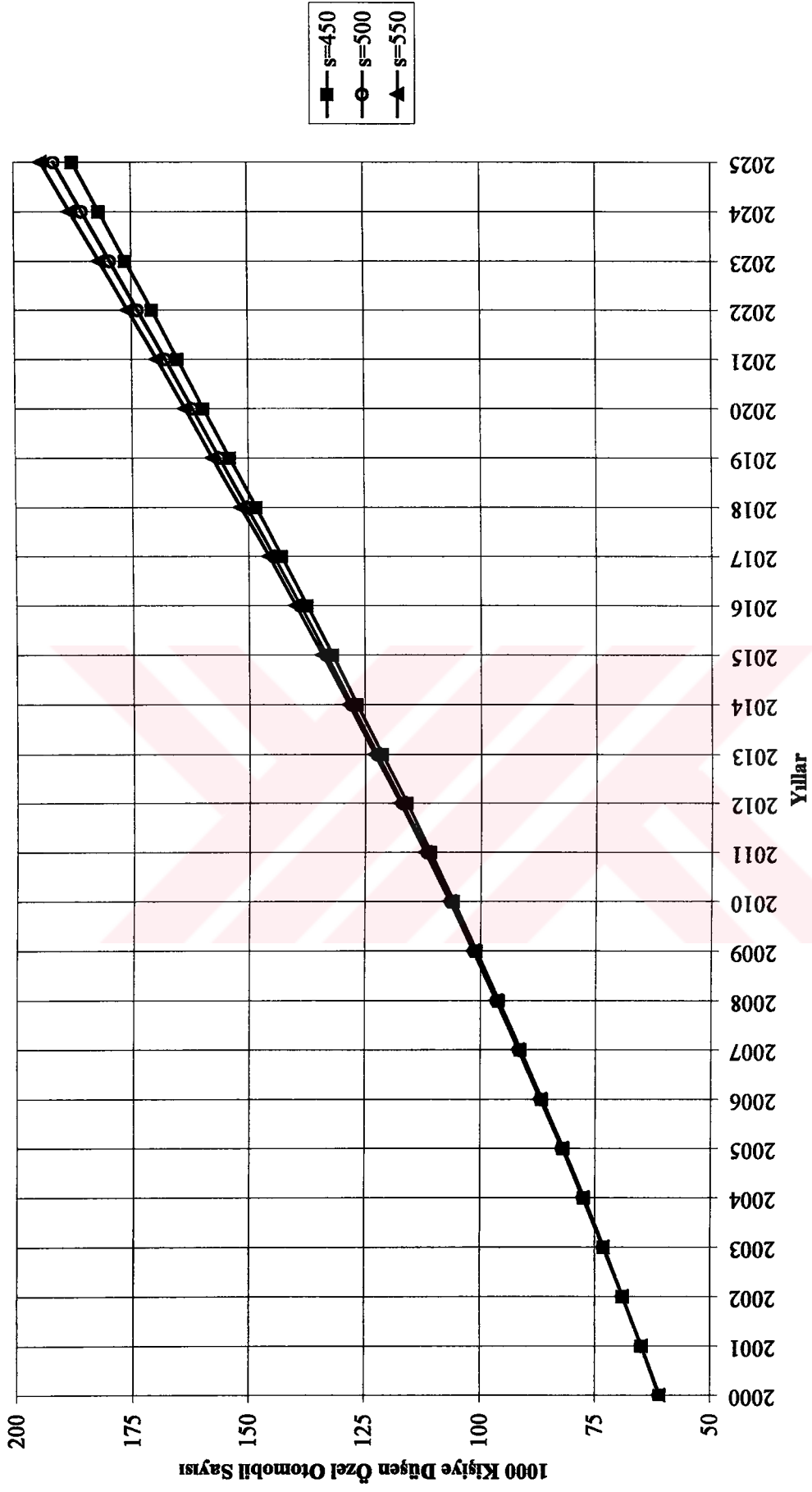
Otomobil Sahipliği Öngörülleri

Yıllar	s=450	s=500	s=550
2000	61	61	61
2005	82	82	82
2010	106	106	107
2015	132	133	134
2020	160	162	164
2025	187	191	194

Türkiye'de Otomobil Sahipliği Büyüme Oranı (%)



Şekil 3.52 : Türkiye'de 1970-1998 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği Büyüme Oranı



Şekil 3.53 : "Zaman" Değişkenini İçeren Üssel Büyüme Eğrisi Modelinin, Türkiye'de 2000-2025 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği Öngörülmesi

3.3.1.3. Gompertz eğrisi modeli öngörülleri

Bölüm 3.2.2.3'de geliştirilen "zaman" değişkenine göre Gompertz eğrisi modeli kullanılarak 2000-2025 yılları için Türkiye'de otomobil sahipliği öngörülleri doygunluk düzeyi 450, 500 ve 550 için Tablo 3.64 ve Şekil 3.54'de görülmektedir.

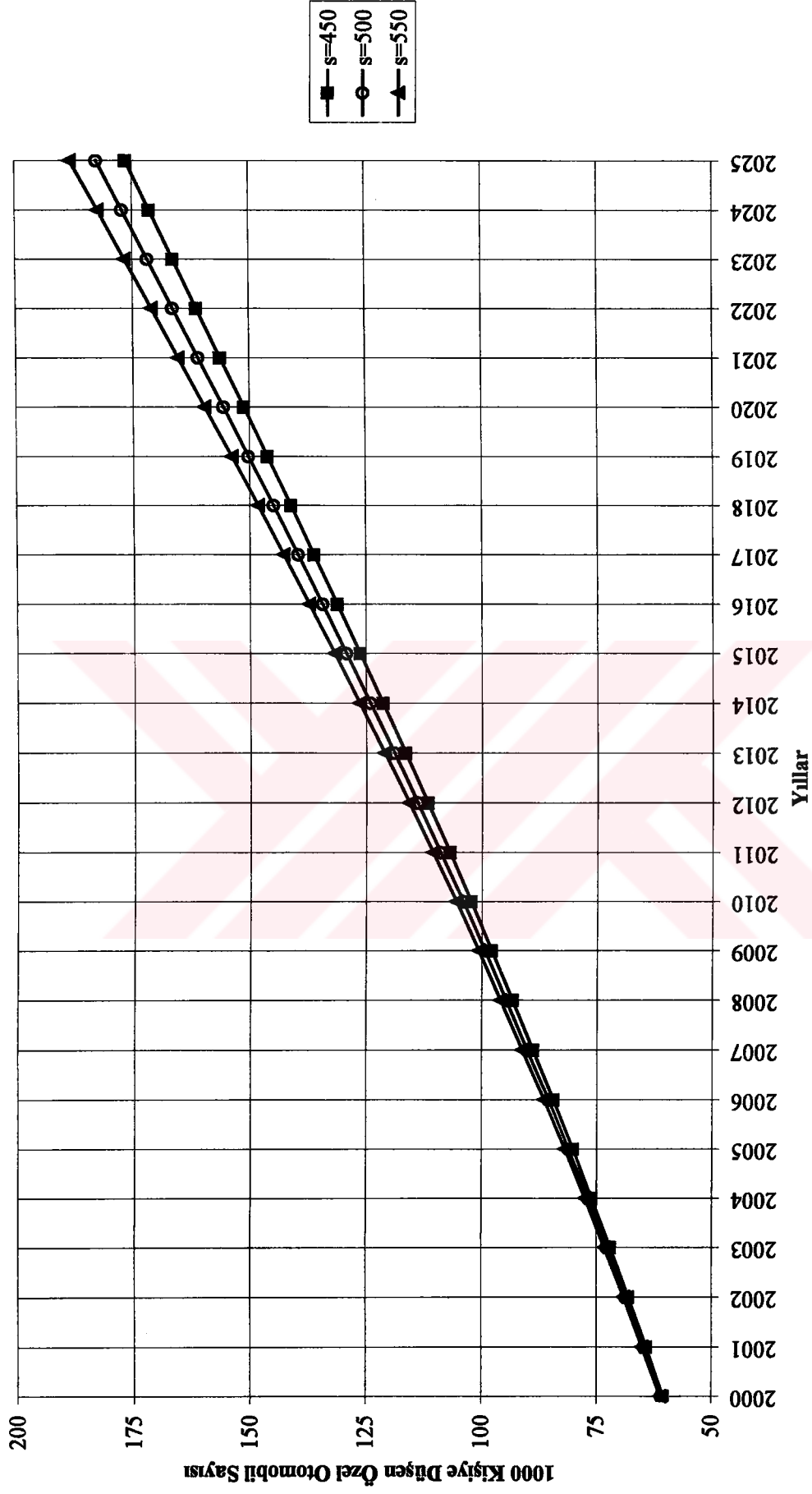
Tablo 3.64 : Türkiye’de Zaman Değişkenli Gompertz Eğrisi Modeli
Otomobil Sahipliği Öngörülleri

Yıllar	$s=450$	$s=500$	$s=550$
2000	60	61	61
2005	80	81	82
2010	102	104	106
2015	126	129	132
2020	151	156	159
2025	176	183	188

Üssel büyüme ve Gompertz eğrisi modellerinin otomobil sahipliği öngörülleri birbirine oldukça yakın ve 2025 yılı için 180 mertebesinde. Yalnızca zaman değişkeni ile kurulan modeller, otomobil sahipliğini etkileyen tüm değişkenlerin geçmişte eğilimlerinin gelecekte de aynı şekilde süreceği varsayımını içermektedirler. Özellikle kullanıcı gelirindeki değişikliklerin otomobil sahipliğine etkisinin model sonuçlarında görülememesi, bu modellerin en büyük sakıncasıdır.

3.3.2. "Kişi başına gayri safi milli hasıla" değişkeninin içeren otomobil sahipliği modelleri ile öngörüler

"Kişi başına gayri safi milli hasıla" değişkenini içeren otomobil sahipliği modelleriyle öngörüler yapabilmek için öncelikle bu değişkenin gelecekteki değerlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Kişi başına gayri safi milli hasıla için öngörüler, gayri safi milli hasılanın artışı için üç farklı "Durum" geliştirilerek yapılmıştır. Öngörülen gayri safi milli hasıla değerleri daha sonra, DİE tarafından yayınlanan "1923-1994 Demografik Yapısı ve Gelişimi", (1995) kaynaktan "göçün içerildiği 2M numaralı seçenek"teki nüfus değerlerine bölünerek "kişi başına gayri safi milli hasıla" öngörülleri yapılmıştır. Çalışmada, gayri safi milli hasıla ve kişi başına gayri safi milli hasıla 1987 yılı sabit fiyatlarıyla TL cinsinden verilmektedir.



Şekil 3.54 : "Zaman" Değişkenini İçeren Gompertz Eğrisi Modelinin, Türkiye'de 2000-2025 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği Öngörülmesi

Gayri safi milli hasıla öngörülerinde kullanılan üç farklı durum :

I. Durum : Gayri safi milli hasılanın 1970-1998 yılları arasındaki ortalama artış hızı olan %4,60'ın 2025 yılına kadar aynı kalacağı.

II. Durum : Gayri safi milli hasılanın 2000-2005 yılları arasında %4,50; 2006-2015 yılları arasında %4,00 ve 2016-2025 yılları arasında %3,50 artış hızı ile büyüyeceği.

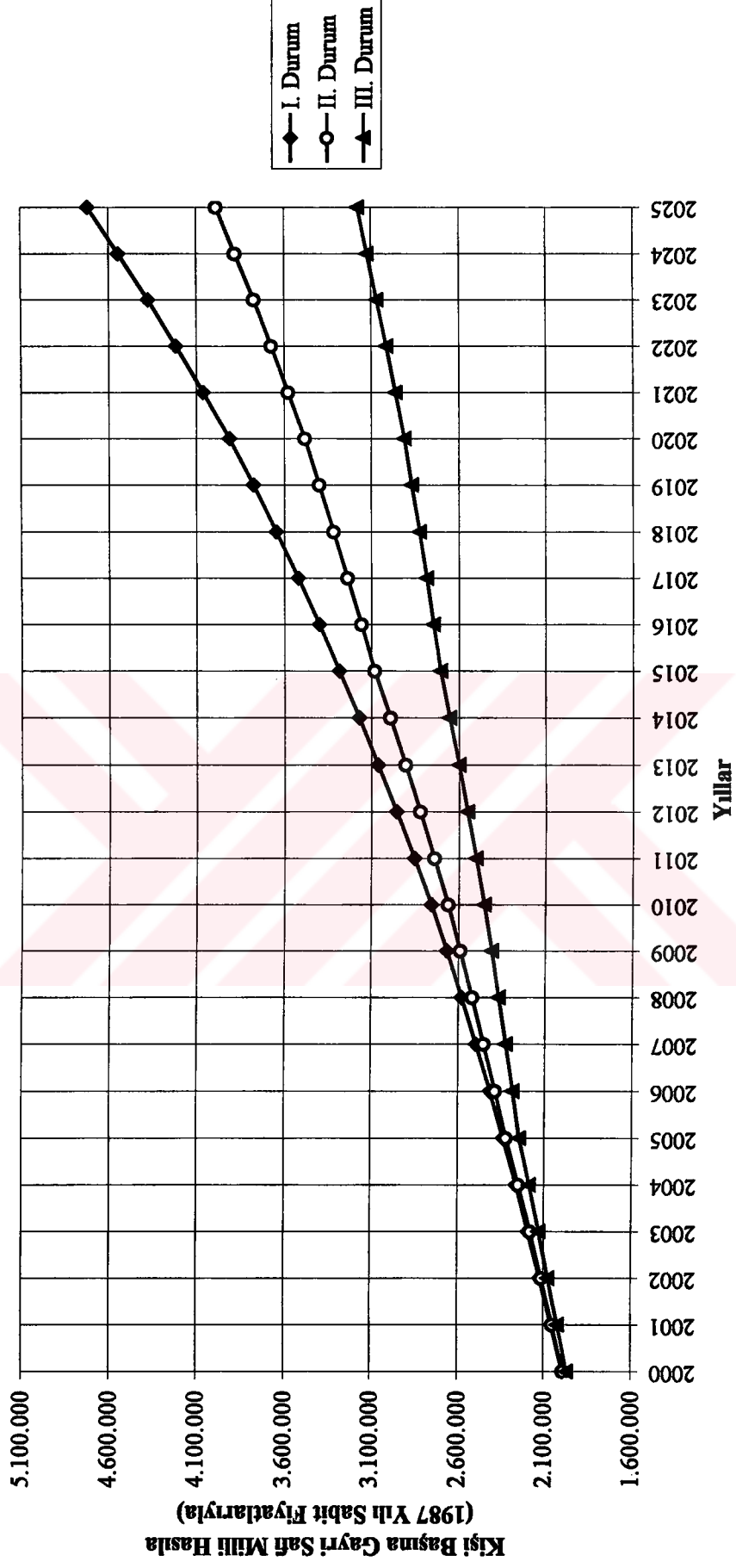
III. Durum : Gayri safi milli hasılanın 2000-2005 yılları arasında %4,00; 2006-2015 yılları arasında %3,00 ve 2016-2025 yılları arasında %2,00 artış hızı ile büyüyeceği.

Bu üç durum için 2000-2025 yılları arasında öngörülen kişi başına gayri safi milli hasıla değerleri Tablo 3.65 ve Şekil 3.55'de görülmektedir. Tablo 3.65'de ayrıca "göçün içerildiği 2M numaralı seçenek"teki nüfus değerleri verilmiştir.

Tablo 3.65 : Türkiye'de Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla Öngörülleri

Yıllar	Nüfus	I. Durum	II. Durum	III. Durum
2000	65.510.000	1.990.845	1.987.167	1.968.197
2001	66.386.000	2.054.879	2.049.188	2.019.914
2002	67.257.000	2.121.501	2.113.669	2.073.506
2003	68.123.000	2.190.810	2.180.706	2.129.033
2004	68.987.000	2.262.815	2.250.297	2.186.463
2005	69.849.000	2.337.620	2.322.540	2.245.860
2006	70.687.429	2.416.071	2.386.792	2.285.798
2007	71.535.922	2.497.155	2.452.821	2.326.446
2008	72.394.600	2.580.960	2.520.678	2.367.818
2009	73.263.584	2.667.578	2.590.411	2.409.925
2010	74.143.000	2.757.103	2.662.073	2.452.781
2011	74.885.527	2.855.243	2.741.104	2.501.314
2012	75.635.491	2.956.876	2.822.482	2.550.808
2013	76.392.965	3.062.127	2.906.276	2.601.281
2014	77.158.025	3.171.124	2.992.557	2.652.752
2015	77.930.748	3.284.002	3.081.399	2.705.242
2016	78.711.208	3.400.897	3.157.625	2.745.379
2017	79.499.485	3.521.953	3.235.737	2.786.111
2018	80.295.657	3.647.318	3.315.781	2.827.448
2019	81.099.802	3.777.145	3.397.805	2.869.397
2020	81.912.000	3.911.594	3.481.858	2.911.970
2021	82.518.956	4.061.302	3.577.216	2.962.815
2022	83.130.410	4.216.741	3.675.186	3.014.548
2023	83.746.395	4.378.129	3.775.839	3.067.184
2024	84.366.943	4.545.694	3.879.249	3.120.739
2025	84.992.091	4.719.672	3.985.491	3.175.230

**Türkiye’de, 2000-2025 Yılları Arasında
Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla Öngörülleri**



Şekil 3.55 : Türkiye’de 2000-2025 Yılları Arasında Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla Öngörülleri

3.3.2.1. Lojistik eğri modeli öngörülleri

Bölüm 3.2.3.1'de geliştirilen "kişi başına gayri safi milli hasıla" değişkenine göre lojistik eğri modeli kullanılarak, 2000-2025 yılları arasında Türkiye'de otomobil sahipliği öngörülleri doygunluk düzeyi 500 ve "kişi başına gayri safi milli hasıla"nın 3 farklı durumu için hesaplanmış, Tablo 3.66 ve Şekil 3.56'da verilmiştir.

Tablo 3.66 : Türkiye’de Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla Değişkenli Lojistik Eğri Modeli Otomobil Sahipliği Öngörülleri

Yıllar	I. Durum	II. Durum	III. Durum
2000	121	119	113
2005	259	252	219
2010	412	385	308
2015	484	468	398
2020	498	492	445
2025	500	499	476

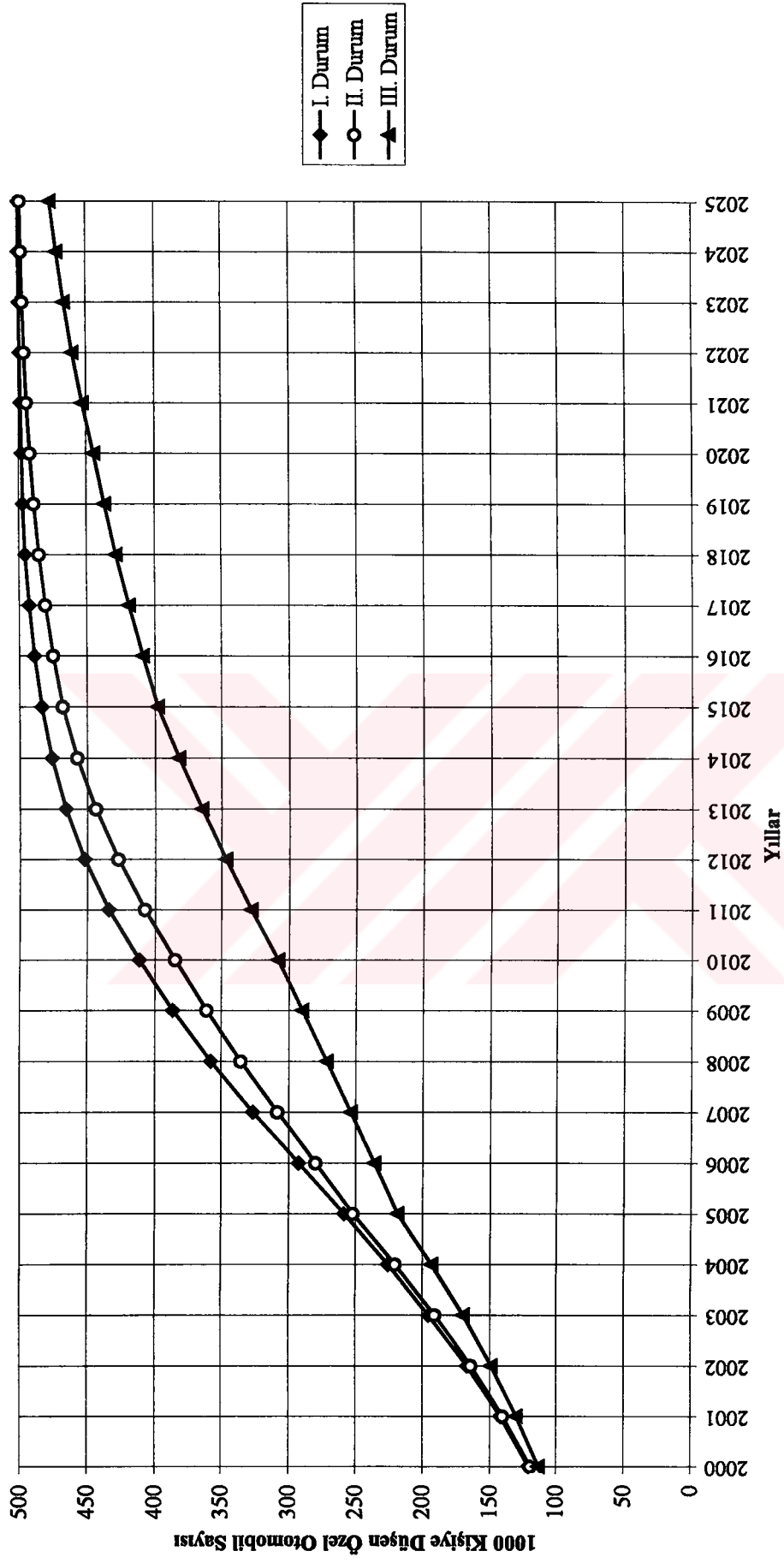
Tablo 3.66 incelendiğinde modelin en düşük kullanıcı geliri öngörü için bile 2000 yılında 113 ve 2005 yılında 219 otomobil sahipliği değerleri öngörüyor olması gerçekçi değildir.

3.3.2.2. Üssel büyüme eğrisi modeli öngörülleri

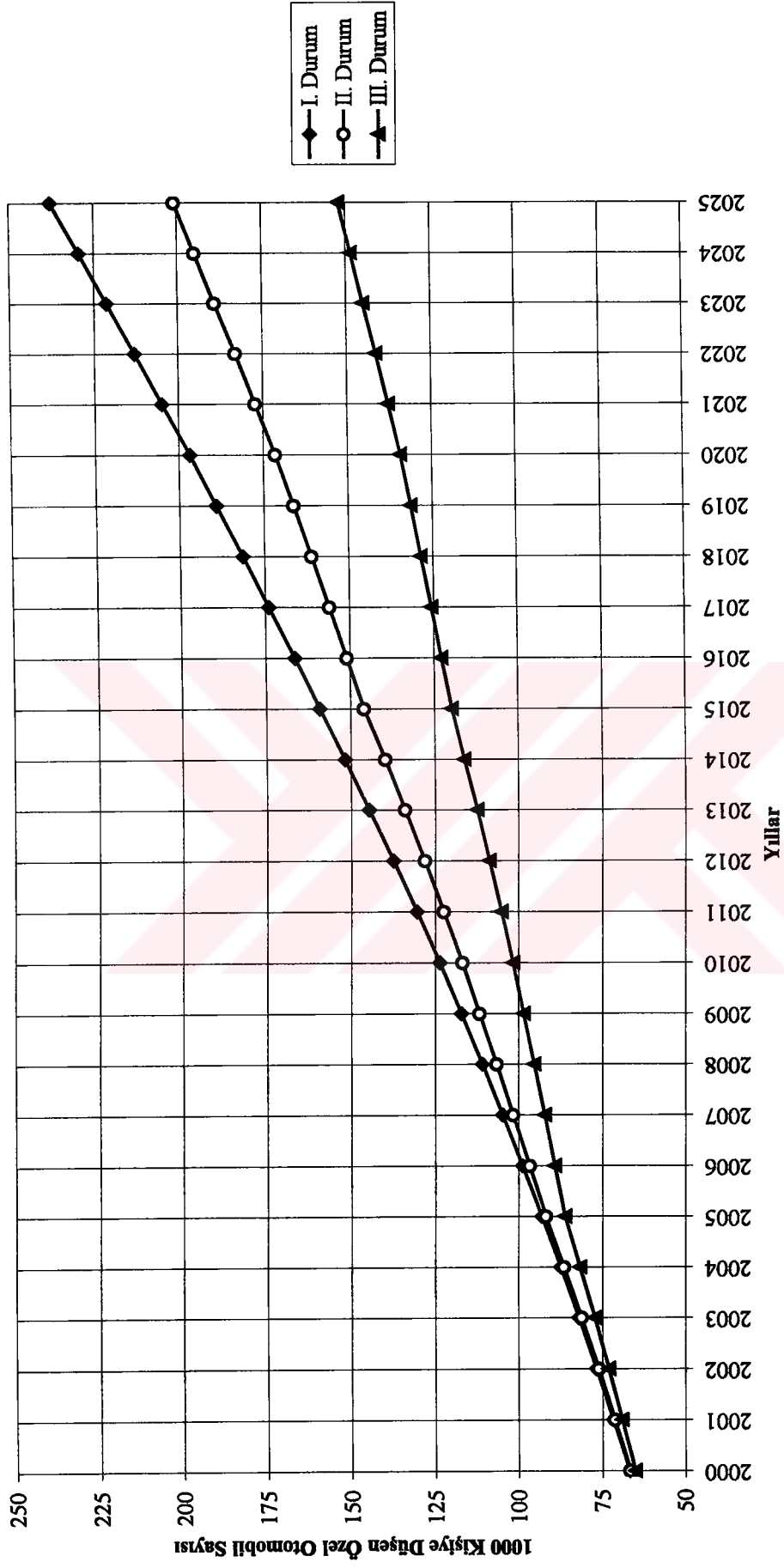
Bölüm 3.2.3.2'de geliştirilen "kişi başına gayri safi milli hasıla" değişkenine göre üssel büyüme eğrisi modeli kullanılarak, 2000-2025 yılları arasında Türkiye'de otomobil sahipliği öngörülleri doygunluk düzeyi 500 ve "kişi başına gayri safi milli hasıla"nın 3 farklı durumu için hesaplanmış, Tablo 3.67 ve Şekil 3.57'de verilmiştir.

Tablo 3.67 : Türkiye’de Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla Değişkenli Üssel Büyüme Eğrisi Modeli Otomobil Sahipliği Öngörülleri

Yıllar	I. Durum	II. Durum	III. Durum
2000	67	67	65
2005	93	92	86
2010	124	117	102
2015	159	146	120
2020	197	172	134
2025	238	201	152



Şekil 3.56 : Türkiye'de 2000-2025 Yılları Arasında "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkenine Göre Lojistik Eğri Modeliyle Otomobil Sahipliği Öngörülleri



Şekil 3.57 : Türkiye'de 2000-2025 Yılları Arasında "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkenine Göre Üssel Büyüme Eğrisi Modeliyle Otomobil Sahipliği Öngörülleri

3.3.2.3. Gompertz eğrisi modeli öngörülleri

Bölüm 3.2.3.3'de geliştirilen "kişi başına gayri safi milli hasıla" değişkenine göre Gompertz eğrisi modeli kullanılarak, 2000-2025 yılları arasında Türkiye'de otomobil sahipliği öngörülleri doygunluk düzeyi 500 ve "kişi başına gayri safi milli hasıla"nın 3 farklı durumu için hesaplanmıştır. Model öngörülleri Tablo 3.68 ve Şekil 3.58'de görülmektedir.

Tablo 3.68 : Türkiye’de Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla Değişkenli Gompertz Eğrisi Modeli Otomobil Sahipliği Öngörülleri

Yıllar	I. Durum	II. Durum	III. Durum
2000	87	86	83
2005	145	143	129
2010	222	205	166
2015	310	278	213
2020	388	338	250
2025	447	395	293

Tablo 3.68'de otomobil sahipliğinin 2005 yılında en düşük kişi başına gayri safi milli hasıla artış durumuna göre 130 olacağı öngörülmektedir. Zaman değişkenli lojistik eğri modeli bölümünde belirtildiği üzere 1988-1998 yılları arasındaki otomobil sahipliğindeki büyüme oranının %10,2 değerinde sabit kalması durumunda bile 2005 yılında otomobil sahipliği 111 olarak öngörülmektedir. Kişi başına gayri safi milli hasılanın geçmişe göre daha da düşük bir hızla büyüyeceği kabul edildiğinde (III. Durum), otomobil sahipliğinin 111 değerinin altında olması beklenmektedir. Sonuç olarak bu model kullanılarak yapılan otomobil sahipliği öngörülerinin çok yüksek olduğu düşünülmektedir.

3.3.3. "Zaman" ve "kişi başına gayri safi milli hasıla" değişkenlerinin içeren otomobil sahipliği modelleri ile öngörüler

"Zaman ve "kişi başına gayri safi milli hasıla" değişkenlerini içeren otomobil sahipliği modeller öngörülleri Bölüm 3.3.1 ve 3.3.2'deki veriler kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.58 : Türkiye'de 2000-2025 Yılları Arasında "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkenine Göre Gompertz Eğrisi Modeliyle Otomobil Sahipliği Öngörülleri

3.3.3.1. Lojistik eğri modeli öngörülleri

Bölüm 3.2.4.1'de geliştirilen "zaman" ve "kişi başına gayri safi milli hasıla" değişkenlerine göre lojistik eğri modeli kullanılarak, 2000-2025 yılları arasında Türkiye'de otomobil sahipliği öngörülleri doygunluk düzeyi 500 ve "kişi başına gayri safi milli hasıla"nın 3 farklı durumu için hesaplanmıştır. Model öngörülleri Tablo 3.69 ve Şekil 3.59'da görülmektedir.

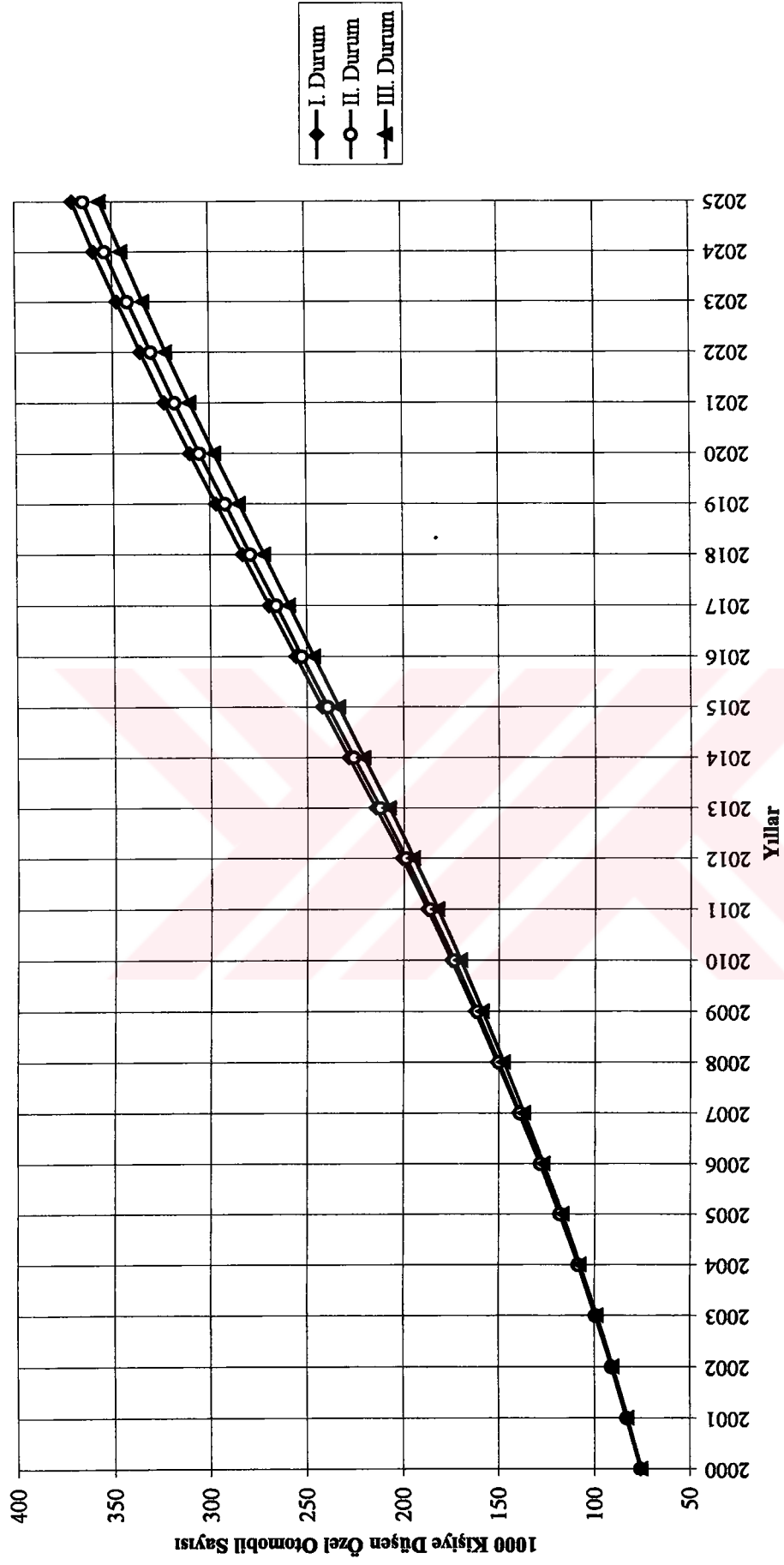
Tablo 3.69 : Türkiye’de Zaman ve Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla Değişkenli
Lojistik Eğri Modeli Otomobil Sahipliği Öngörülleri

Yıllar	I. Durum	II. Durum	III. Durum
2000	76	76	76
2005	118	118	117
2010	175	174	170
2015	242	239	233
2020	310	305	298
2025	370	365	356

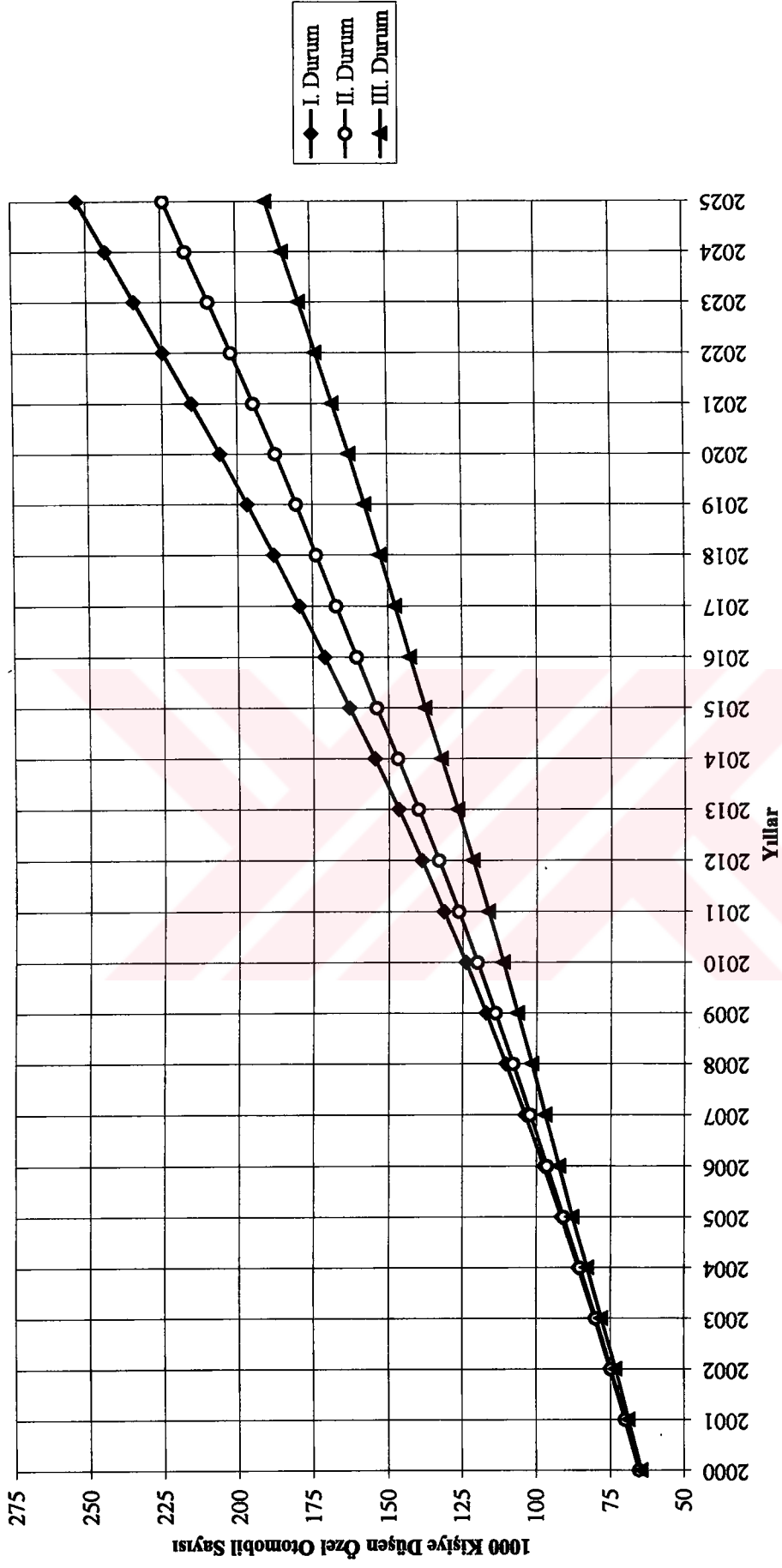
Tablo 3.69 incelendiğinde model ile 2025 yılı için I. Durum'da 370, III. Durum'da 356, otomobil sahipliği öngörülmektedir. 2025 yılında kişi başına gayri safi milli hasıla I. Durum'da göre 4.719.672 TL, III. Durum'da 3.175.230 TL olarak öngörülmüştür. Kişi başına gayri safi milli hasılda % 50 varan bu farkın otomobil sahipliğinde yalnızca %5'lik bir etkiye neden olması gerçekçi görünmemektedir. Aynı yaklaşımla Şekil 3.59 incelendiğinde model ile, 3 farklı gelir durumu için yapılan öngörülerin birbirlerine çok yakın olması bu kestirimlerine duyulan güveni azaltmaktadır.

3.3.3.2. Üssel büyüme eğrisi modeli öngörülleri

Bölüm 3.2.4.2'de geliştirilen "zaman" ve "kişi başına gayri safi milli hasıla" değişkenlerine göre üssel büyüme eğrisi modeli kullanılarak, 2000-2025 yılları arasında Türkiye'de otomobil sahipliği öngörülleri doygunluk düzeyi 500 ve "kişi başına gayri safi milli hasıla"nın 3 farklı durumu için hesaplanmıştır. Model öngörülleri Tablo 3.70 ve Şekil 3.60'da görülmektedir.



Şekil 3.59 : Türkiye'de 2000-2025 Yılları Arasında "Zaman" ve "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkenlerine Göre Lojistik Eğri Modeliyle Otomobil Sahipliği Öngörütleri



Şekil 3.60 : Türkiye'de 2000-2025 Yılları Arasında "Zaman" ve "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkenlerine Göre Üssel Büyüme Eğrisi Modeliyle Otomobil Sahipliği Öngörülleri

**Tablo 3.70 : Türkiye’de Zaman ve Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla Değişkenli
Üssel Büyüme Eğrisi Modeli Otomobil Sahipliği Öngörülleri**

Yıllar	I. Durum	II. Durum	III. Durum
2000	65	65	64
2005	92	91	88
2010	124	120	111
2015	163	154	138
2020	206	187	163
2025	253	224	190

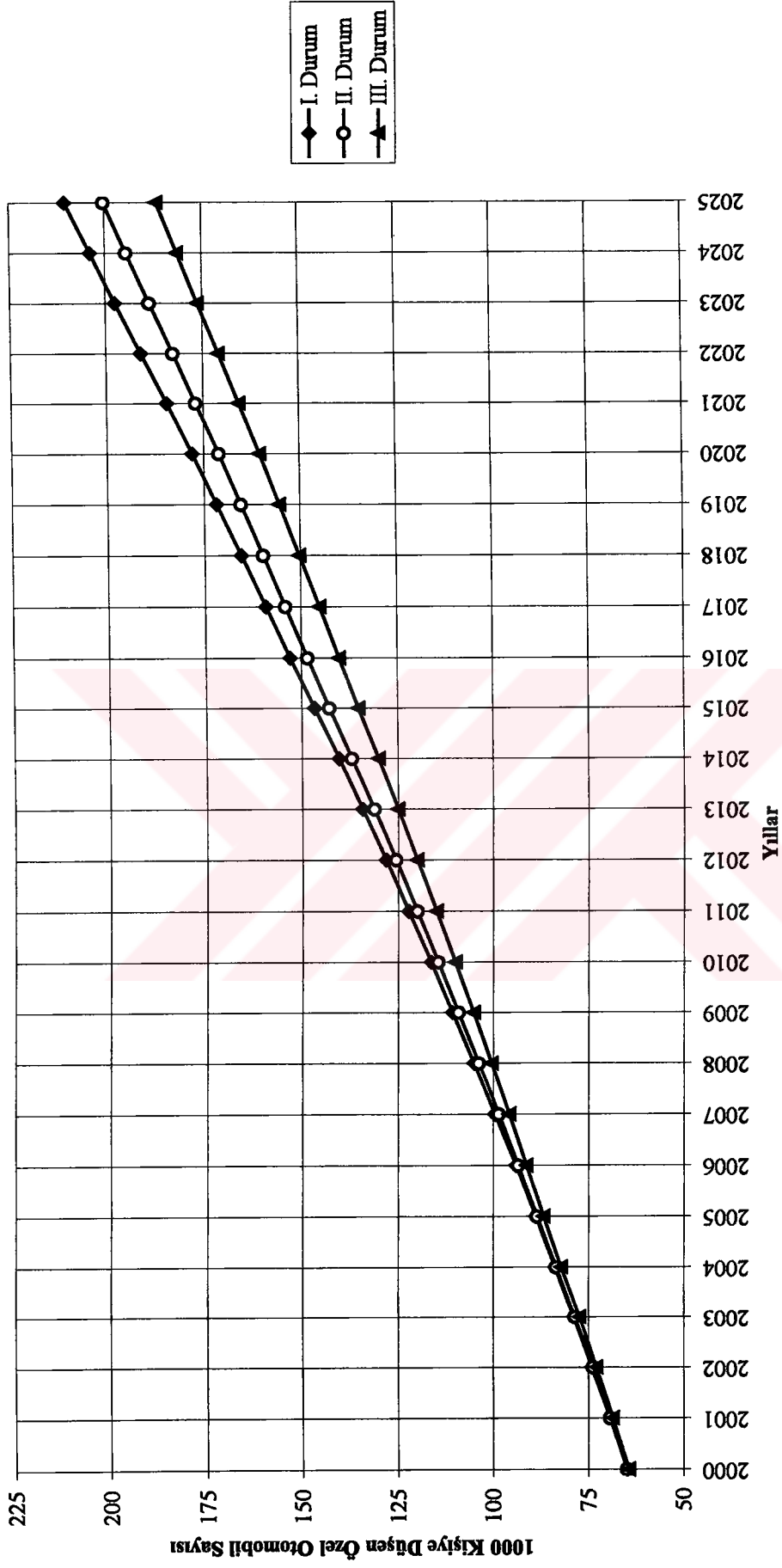
3.3.3.3. Gompertz eğrisi modeli öngörülleri

Bölüm 3.2.4.3’de geliştirilen "zaman" ve "kişi başına gayri safi milli hasıla" değişkenlerine göre Gompertz eğrisi modeli kullanılarak, 2000-2025 yılları arasında Türkiye’de otomobil sahipliği öngörülleri doygunluk düzeyi 500 ve 3 farklı “kişi başına gayri safi milli hasıla” durumu için hesaplanmıştır. Model öngörülleri Tablo 3.71 ve Şekil 3.61’de görülmektedir.

**Tablo 3.71 : Türkiye’de Zaman ve Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla Değişkenli
Gompertz Eğrisi Modeli Otomobil Sahipliği Öngörülleri**

Yıllar	I. Durum	II. Durum	III. Durum
2000	65	65	64
2005	89	89	87
2010	116	114	110
2015	147	143	135
2020	178	171	160
2025	210	200	187

2025 yılında I. ve III. Durumlar arasında kişi başına gayri safi milli hasılda %50’lik değişikliğe karşılık otomobil sahipliğinde yalnızca %11’lik bir farklılaşmanın ortaya çıkması kişi başına gayri safi milli hasılanın model içindeki etkisini zayıflığını göstermekte, bu durum ise model öngörülleri güveni azaltmaktadır.



Şekil 3.61 : Türkiye'de 2000-2025 Yılları Arasında "Zaman" ve "Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla" Değişkenlerine Göre Gompertz Eğrisi Modeliyle Otomobil Sahipliği Öngörülleri

3.3.4. Regresyon modelleri öngörülleri

Türkiye’de 2000-2025 yılları arasında otomobil sahipliği öngörülleri “Regresyon Modeli 2” ve “Regresyon Modeli 3” ile yapılmıştır.

“Regresyon Modeli 2”, “kişi başına gayri safi milli hasıla” ve “şehir nüfusu” değişkenlerinden oluşmaktadır.

Türkiye’de şehirleşme oranının öngörülmesi için 1983-1993 yılları arasında 11 gelişmiş ülkedeki şehirleşme oranları incelenmiştir. Bu kapsamda incelenen ülkeler ve şehirleşme oranları Tablo 3.72’de verilmiştir. 11 gelişmiş ülkeye ait şehirleşme oranlarından yararlanarak Türkiye için şehirleşme oranı doygunluk düzeyi %77 olarak kabul edilmiştir.

Şehirleşme oranının bu doygunluk düzeyine erişinceye kadar “S eğrisi” yapısını izleyeceği düşünülmüş ve bu nedenle yalnızca “zaman” değişkeni içeren bir lojistik eğri modeli geliştirilmiştir. 1970-1997 yılları arasında yapılan nüfus sayım verileri kullanılarak geliştirilen lojistik eğri model denklemi (3,21)’de, kestirimler Şekil 3.62’de görülmektedir.

“Şehir nüfusu” değişkeninin gelecekteki değerleri, şehirleşme oranları ile DİE tarafından yapılan Türkiye nüfus öngörülleri çarpılarak elde edilmiştir. Model ile hesaplanan şehir nüfusu öngörülleri Tablo 3.73’de verilmiştir.

$$\text{ŞO} = \frac{77}{1 + \exp[-128,95813 - 0,06538 \cdot t]} \quad (3.21)$$

Burada :

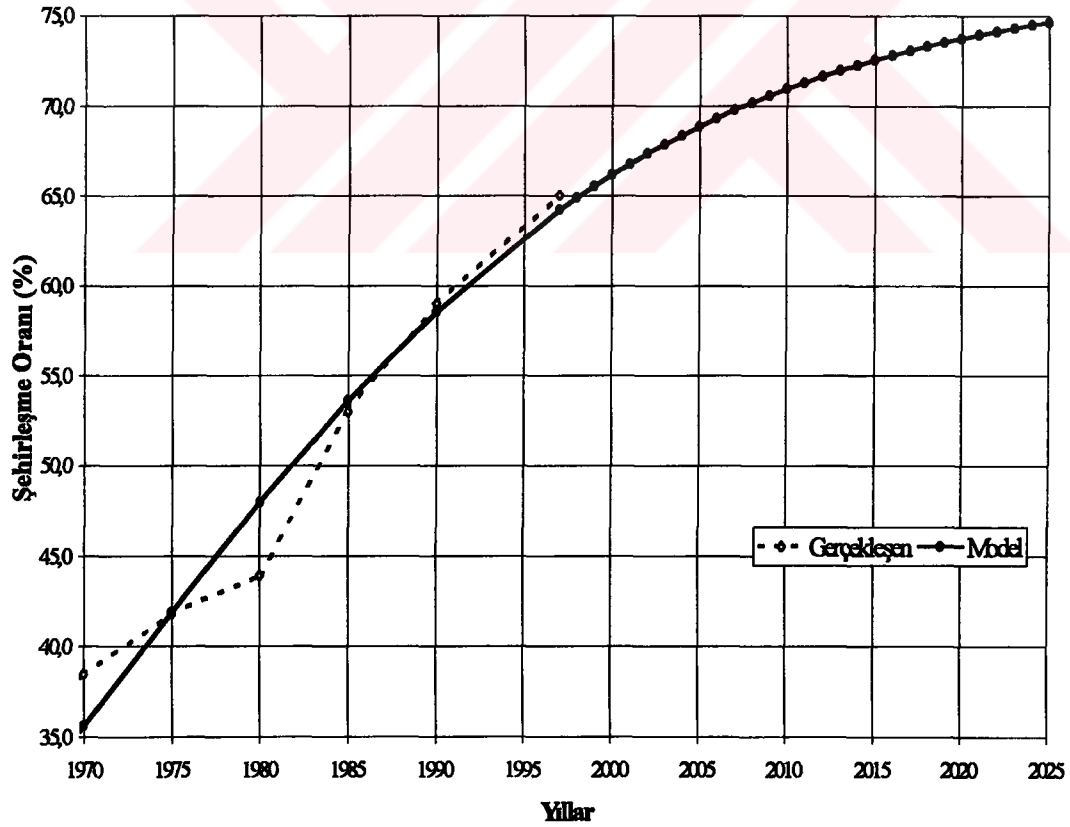
ŞO : Şehirleşme oranı (%)

t : Yıllar’dır.

“Regresyon Modeli 2” ile Türkiye’de 2000-2025 yılları arasında otomobil sahipliği öngörülleri Tablo 3.74 ve Şekil 3.63’de görülmektedir.

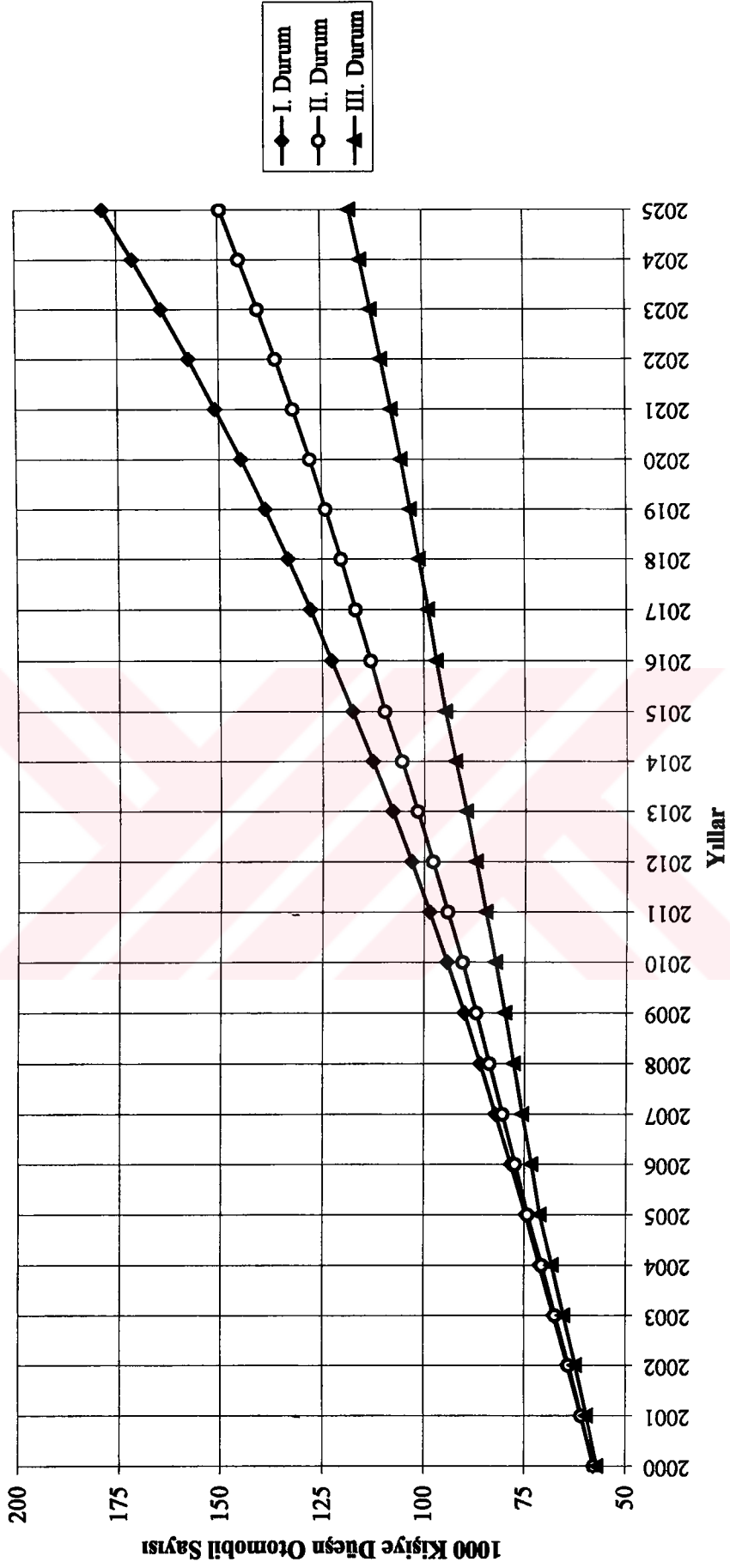
Tablo 3.72 : 1983-1993 Yılları Arasında 11 Ülkede Şehirleşme Oranı Değişimi
(Çubukçu ve diğ., 1996)

	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
İspanya	76	77	77	77	77	77	78	78	79	79	76
İngiltere	91	92	92	92	92	89	89	89	89	89	89
İtalya	71	71	67	68	68	68	69	69	69	70	67
Kanada	75	75	77	77	76	76	77	77	77	78	77
Fransa	80	81	73	74	74	74	74	74	74	73	73
Avusturya	56	56	56	57	57	57	58	58	59	59	55
Almanya	86	86	86	86	86	86	86	84	85	86	86
A.B.D.	74	74	74	74	74	74	75	75	75	76	76
Norveç	55	77	73	74	74	74	75	75	75	76	73
İsveç	84	86	86	85	84	84	84	84	84	84	73
Japonya	76	76	76	77	77	77	77	77	77	77	77
Ortalama	75	77	76	76	76	76	77	76	76	77	75



Şekil 3.62 : Türkiye’de Gerçekleşen ve Öngörülen Şehirleşme Oranları

Türkiye'de 2000-2025 Yılları Arasında Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla ve Şehir Nüfusu Değişkenlerini İçeren Regresyon Modeli 2'ye göre Otomobil Sahipliği Öngörülleri



Şekil 3.63 : Türkiye'de 1999-2025 Yılları Arasında "Regresyon Modeli 2" ile Yapılan Otomobil Sahipliği Öngörülleri

Tablo 3.73 : Türkiye'de 2000-2025 Yılları Arasında Şehir Nüfusu Öngörülleri

Yıllar	Şehir Nüfusu	Yıllar	Şehir Nüfusu
2000	43.350.584	2013	54.978.228
2001	44.324.704	2014	55.759.473
2002	45.287.136	2015	56.537.869
2003	46.237.605	2016	57.313.781
2004	47.177.946	2017	58.087.575
2005	48.108.042	2018	58.859.614
2006	49.012.868	2019	59.630.259
2007	49.915.583	2020	60.399.870
2008	50.816.450	2021	61.011.038
2009	51.715.754	2022	61.618.320
2010	52.613.797	2023	62.222.075
2011	53.405.747	2024	62.822.650
2012	54.193.773	2025	63.420.381

Tablo 3.74 : Türkiye'de "Regresyon Modeli 2" ile Otomobil Sahipliği Öngörülleri

Yıllar	I. Durum	II. Durum	III. Durum
2000	58	58	57
2005	75	74	71
2010	94	90	82
2015	117	109	95
2020	145	128	105
2025	178	150	118

"Regresyon Modeli 2" ile yapılan öngörüler, "kişi başına gayri safi milli hasıla" değişkenini içeren tüm diğer modellerden daha düşük otomobil sahipliği değerleri vermektedir.

"Regresyon Modeli 3", "kişi başına gayri safi milli hasıla" ve "bir önceki yıla ait otomobil sahipliği" değişkenlerini içermektedir. Model ile öngörülerin yapılması için, herhangi bir yılda öngörülen otomobil sahipliği değeri, bir sonraki yıl için

modelde girdi olarak kullanılmaktadır. Bu model ile Türkiye’de 2000-2025 yılları arasında otomobil sahipliği öngörüler Tablo 3.75 ve Şekil 3.64’de görülmektedir.

Tablo 3.75 : Türkiye’de "Regresyon Modeli 3" ile Otomobil Sahipliği Öngörülleri

Yıllar	I. Durum	II. Durum	III. Durum
2000	66	66	66
2005	95	94	92
2010	130	127	119
2015	174	166	148
2020	229	209	176
2025	296	257	206

3.4. İstanbul’da Otomobil Sahipliği Modelleri

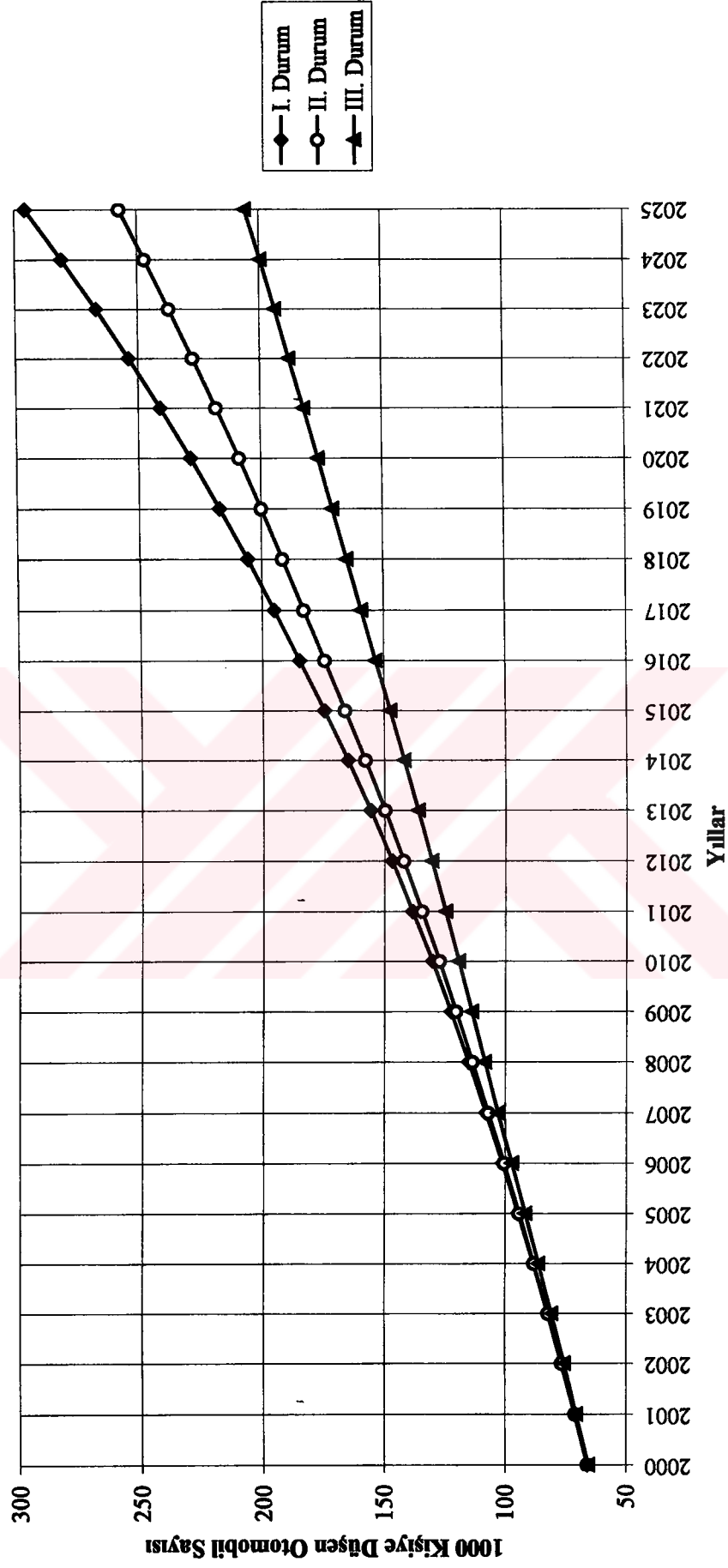
Otomobil sahipliğinin Ankara’dan sonra en büyük olduğu İstanbul’da, Türkiye’deki otomobillerin %24’ü bulunmaktadır(1999 Kasım ayında Türkiye’de toplam otomobil sayısı 4.040.768, İstanbul’da toplam otomobil sayısı 972.358’dir). Çalışmanın bu aşamasında İstanbul’da otomobil sahipliği modellenmeye çalışılmıştır.

Modellemede Türkiye’de otomobil sahipliği için kullanılan modeller kullanılmıştır. Ancak GOF (kişi başına gayri safi milli hasılanın ortalama otomobil fiyatına oranı) değişkeni, hesaplamasında yalnızca yerli otomobiller için bir ortalama fiyat belirlendiğinden ve İstanbul’da satılan otomobiller içinde ithal otomobillerin payının yüksek olmasından dolayı modellerde kullanılmamıştır.

İstanbul’da otomobil sahipliği için S eğrisi ve regresyon modelleri geliştirilmiş ancak bölgesel regresyon modeli, bölge bazında uygun veri sağlanamayacağından (ilçe bazında bölgeleme yapılmak istendiğinde, kullanıcı gelirini yansıtacak ve öngörüler yapılabilecek bir değişken bulunamamıştır) İstanbul’da otomobil sahipliği modellemesinde kullanılmamıştır.

İstanbul için geliştirilen otobomil sahipliği modelleri 1980-1998 yılları arasındaki verilerle gerçekleştirilmiştir.

Türkiye’de 1999-2025 Yılları Arasında Bir Önceki Yıldaki Otomobil Sahipliği ve Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla Değişkenlerini İçeren Regresyon Modeli 3’e Göre Otomobil Sahipliği Öngörülleri



Şekil 3.64 : Türkiye’de 1999-2025 Yılları Arasında “Regresyon Modeli 3” ile Yapılan Otomobil Sahipliği Öngörülleri

3.4.1. "Zaman" değişkenine göre otomobil sahipliği modelleri

Türkiye'deki otomobil sahipliği modellemesinde olduğu gibi burada da ilk sırada yalnızca zaman değişkeni içeren S eğrisi modelleri yer almaktadır.

3.4.1.1. Lojik eğri modeli

İstanbul'da otomobil sahipliği için kullanılan zaman değişkenli lojistik eğri model denklemini Bölüm 3.2.2.1'de verilmiştir. 1980-1998 yılları arasındaki veriler kullanılarak ve doygunluk düzeyleri 450, 500 ve 550 için hesaplanan model katsayıları Tablo 3.76'da verilmektedir.

Tablo 3.76 : İstanbul'da "Zaman" Değişkenine Göre Lojistik Eğri Modeli Katsayıları

Katsayılar	s = 450	s = 500	s = 550
a	$e^{127,65}$	$e^{125,76}$	$e^{124,28}$
b	$63,228 \times 10^{-3}$	$62,217 \times 10^{-3}$	$61,415 \times 10^{-3}$

Yalnızca zaman değişkenini içeren lojistik eğri modeli ile İstanbul'da 1980-1998 yılları arasında otomobil sahipliği kestirimleri doygunluk düzeyi 450, 500 ve 550 için Tablo 3.77'de görülmektedir.

Tablo 3.77 : İstanbul'da, 1980-1998 Yılları Arasında, "Zaman" Değişkenine Göre Otomobil Sahipliği Lojistik Eğri Model Kestirimleri

Yıllar	Gerçek- leşen	Model Kestirimleri			Yıllar	Gerçek- leşen	Model Kestirimleri		
		s=450	s=500	s=550			s=450	s=500	s=550
1980	40	35	35	35	1990	59	62	62	62
1981	41	37	37	38	1991	63	66	66	66
1982	41	40	40	40	1992	68	69	69	69
1983	42	42	42	42	1993	78	73	73	73
1984	44	45	45	45	1994	81	77	77	77
1985	44	47	47	47	1995	85	81	81	81
1986	46	50	50	50	1996	90	85	85	85
1987	48	53	53	53	1997	94	90	90	90
1988	52	56	56	56	1998	96	95	95	95
1989	55	59	59	59	HTKT*		185	182	180

*HTKT : Hata Terimleri Kareleri Toplamı

3.4.1.2. Üssel büyüme eğrisi

İstanbul'da otomobil sahipliği için kullanılan zaman değişkenli üssel büyüme eğrisi model denklemi Bölüm 3.2.2.2'de verilmiştir. 1980-1998 yılları arasındaki veriler kullanılarak ve doygunluk düzeyleri 450, 500 ve 550 için hesaplanan model katsayıları Tablo 3.78'de verilmektedir.

Tablo 3.78 : İstanbul'da "Zaman" Değişkenine Göre Üssel Büyüme Eğrisi Modeli Katsayıları

Katsayılar	s = 450	s = 500	s = 550
a	$52,57 \times 10^{-4}$	$51,10 \times 10^{-4}$	$49,89 \times 10^{-4}$
T	1831,49	1828,92	1826,81
n	10	10	10

Yalnızca zaman değişkenini içeren üssel büyüme eğrisi modeli ile İstanbul'da 1980-1998 yılları arasında otomobil sahipliği kestirimleri doygunluk düzeyi 450, 500 ve 550 için Tablo 3.79'da görülmektedir.

Tablo 3.79 : İstanbul'da, 1980-1998 Yılları Arasında, "Zaman" Değişkenine Göre Otomobil Sahipliği Üssel Büyüme Eğrisi Model Kestirimleri

Yıllar	Gerçek- leşen	Model Kestirimleri			Yıllar	Gerçek- leşen	Model Kestirimleri		
		s=450	s=500	s=550			s=450	s=500	s=550
1980	40	35	35	35	1990	59	63	62	62
1981	41	37	37	37	1991	63	66	66	66
1982	41	39	40	40	1992	68	70	70	69
1983	42	42	42	42	1993	78	73	73	73
1984	44	44	44	45	1994	81	77	77	77
1985	44	47	47	47	1995	85	81	81	81
1986	46	50	50	50	1996	90	85	85	85
1987	48	53	53	53	1997	94	90	90	90
1988	52	56	56	56	1998	96	94	94	94
1989	55	59	59	59	HTKT*		207	203	200

*HTKT : Hata Terimleri Kareleri Toplamı

3.4.1.3. Gompertz eğrisi modeli

İstanbul'da otomobil sahipliği için kullanılan zaman değişkenli Gompertz eğrisi model denklemi Bölüm 3.2.2.3'de verilmiştir. 1980-1998 yılları arasındaki veriler kullanılarak ve doygunluk düzeyleri 450, 500 ve 550 için hesaplanan model katsayıları Tablo 3.80'de verilmektedir.

Tablo 3.80 : İstanbul'da "Zaman" Değişkenine Göre Gompertz Eğrisi

Modeli Katsayıları

Katsayılar	s = 450	s = 500	s = 550
a	$e^{55,34}$	$e^{52,60}$	$e^{50,36}$
b	$27,469 \times 10^{-3}$	$26,066 \times 10^{-3}$	$24,917 \times 10^{-3}$

Yalnızca zaman değişkenini içeren Gompertz eğrisi modeli ile İstanbul'da 1980-1998 yılları arasında otomobil sahipliği kestirimleri doygunluk düzeyi 450, 500 ve 550 için Tablo 3.81'de görülmektedir. Lojistik eğri, üssel büyüme eğrisi ve Gompertz eğrisi modelleri otomobil sahipliği kestirimleri toplu olarak Şekil 3.65'de görülmektedir. Tüm model kestirimleri birbirlerine çok yakın olduğu için, Şekil 3.65'de yalnızca "Modeller" isminde tek bir eğri ile gösterilmişlerdir.

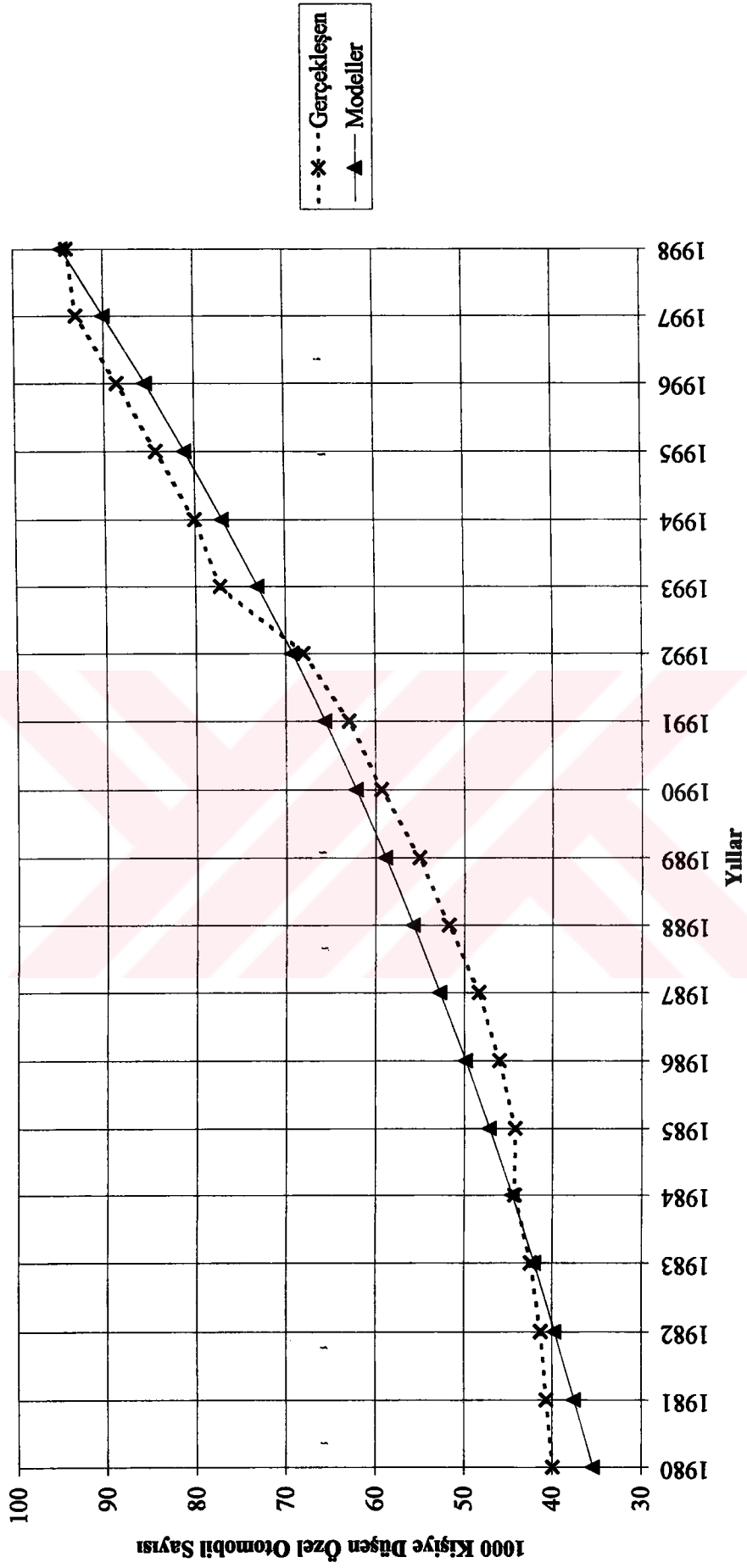
Tablo 3.81 : İstanbul'da, 1980-1998 Yılları Arasında, "Zaman" Değişkenine Göre

Otomobil Sahipliği Gompertz Eğrisi Model Kestirimleri

Yıllar	Gerçek- leşen	Model Kestirimleri			Yıllar	Gerçek- leşen	Model Kestirimleri		
		s=450	s=500	s=550			s=450	s=500	s=550
1980	40	34	34	34	1990	59	63	63	63
1981	41	36	37	37	1991	63	67	67	67
1982	41	39	39	39	1992	68	70	70	70
1983	42	42	42	42	1993	78	74	74	74
1984	44	44	44	44	1994	81	78	77	77
1985	44	47	47	47	1995	85	81	81	81
1986	46	50	50	50	1996	90	85	85	85
1987	48	53	53	53	1997	94	89	89	89
1988	52	57	57	56	1998	96	93	93	93
1989	55	60	60	60	HTKT*		259	253	248

*HTKT : Hata Terimleri Kareleri Toplamı

İstanbul'da 1980-1998 Yılları Arasında "Zaman" Değişkenine Göre Otomobil Sahipliği
Lojistik, Üssel Büyüme ve Gompertz Eğrisi Modelleri (s=500)



Şekil 3.65 : İstanbul'da 1980-1998 Yılları Arasında "Zaman" Değişkenine göre Lojistik, Üssel Büyüme ve Gompertz Eğrisi Modelleri

3.4.2. "Kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla" değişkenine göre otomobil sahipliği modelleri

İstanbul'da kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla, 1980-1986 yılları arasında İstanbul Sanayi Odası tarafından yayınlanan "Türkiye Gayri Safi Yurtiçi Hasılasının İller İtibariyle Dağılımı" (1988) isimli kaynaktan, 1987-1998 yılları arasında Devlet İstatistik Enstitüsü Web sayfasından elde edilmiş ve Tablo 3.82'de verilmiştir.

Tablo 3.82 : İstanbul'da 1980-1998 Yılları Arasında Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (1987 Yılı Sabit fiyatlarıyla TL).

Yıllar	KBGSYİH	Yıllar	KBGSYİH
1980	2.093.986	1990	2.387.422
1981	2.165.169	1991	2.368.142
1982	2.324.123	1992	2.364.419
1983	2.318.996	1993	2.450.701
1984	2.462.768	1994	2.167.822
1985	2.495.712	1995	2.411.007
1986	2.599.846	1996	2.503.884
1987	2.419.965	1997	2.753.651
1988	2.406.535	1998	2.714.334
1989	2.313.963		

İstanbul'da otomobil sahipliği için gayri safi yurtiçi hasıla değişkeni kullanılarak lojistik, üssel büyüme ve Gompertz eğrisi modelleri kurulmuştur.

3.4.2.1. Lojistik eğri modeli

İstanbul'da otomobil sahipliği için kullanılan kişi başına gayri safi milli hasıla değişkenli lojistik eğri model denklemi Bölüm 3.2.3.1'de verilmiştir. 1980-1998 yılları arasındaki veriler kullanılarak ve doygunluk düzeyleri 450, 500 ve 550 için hesaplanan model katsayıları Tablo 3.83'de verilmektedir.

Tablo 3.83 : İstanbul'da "Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla" Değişkenine Göre Lojistik Eğri Modeli Katsayıları

Katsayılar	s = 450	s = 500	s = 550
a	86,717	93,658	100,760
b	$10,69 \times 10^{-7}$	$10,51 \times 10^{-7}$	$10,36 \times 10^{-7}$

Kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla değişkenini içeren lojistik eğri modeli ile İstanbul'da 1980-1998 yılları arasında otomobil sahipliği kestirimleri doygunluk düzeyi 450, 500 ve 550 için Tablo 3.84 ve Şekil 3.66'da görülmektedir. Şekil 3.66'da doygunluk düzeyi 450, 500 ve 550 için 1980-1998 yılları arasındaki kestirimler birbirlerine çok yakın olduğu için tek bir "modeller" eğrisi ile gösterilmiştir.

Tablo 3.84 : İstanbul'da, 1980-1998 Yılları Arasında, "Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla" Değişkenine Göre Otomobil Sahipliği Lojistik Eğri Model Kestirimleri

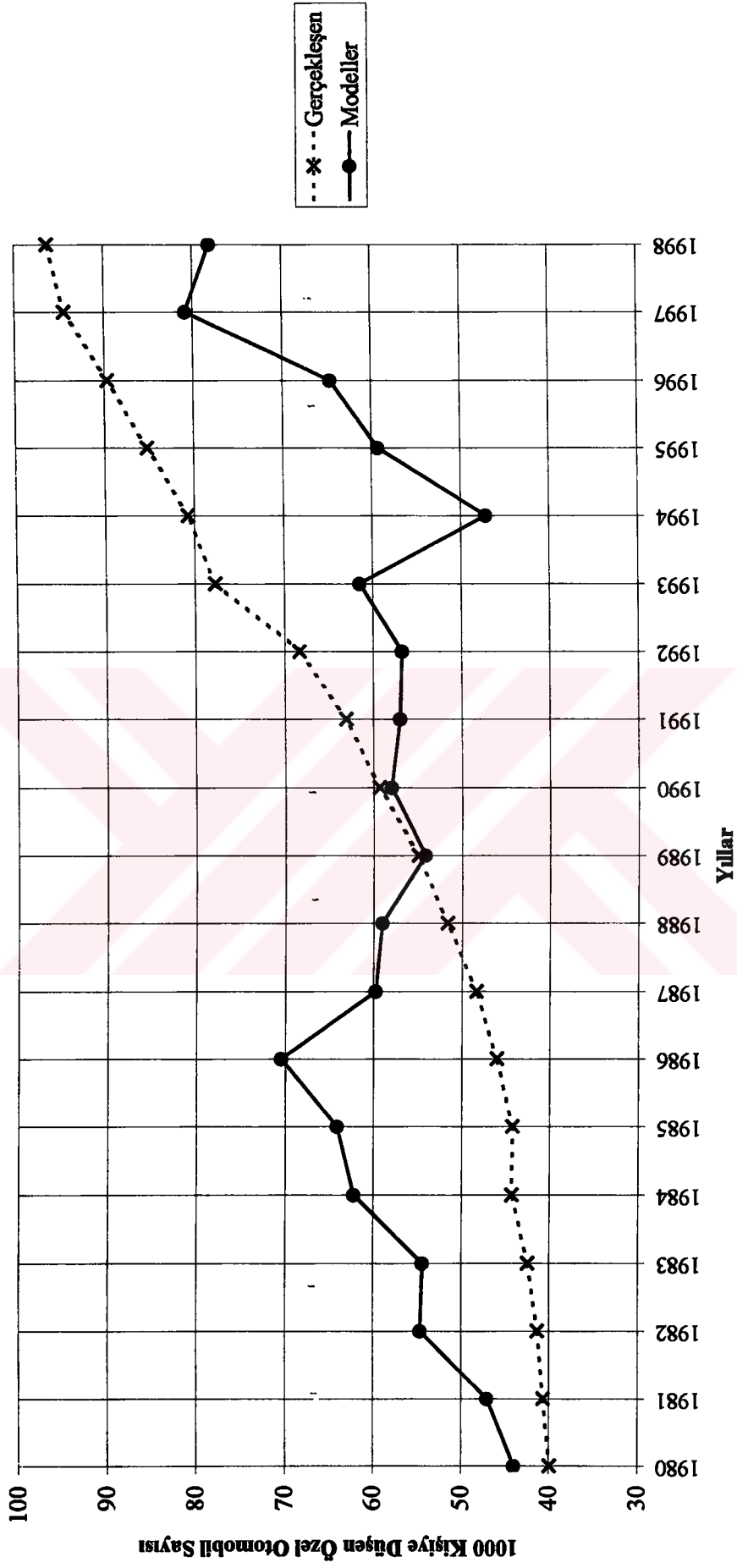
Yıllar	Gerçek- leşen	Model Kestirimleri			Yıllar	Gerçek- leşen	Model Kestirimleri		
		s=450	s=500	s=550			s=450	s=500	s=550
1980	40	44	44	44	1990	59	58	58	58
1981	41	47	47	47	1991	63	57	57	57
1982	41	55	55	55	1992	68	57	57	57
1983	42	54	54	54	1993	78	62	62	61
1984	44	62	62	62	1994	81	47	47	47
1985	44	64	64	64	1995	85	59	59	59
1986	46	71	70	70	1996	90	65	65	65
1987	48	60	60	60	1997	94	81	81	81
1988	52	59	59	59	1998	96	78	78	78
1989	55	54	54	54	HTKT*		5269	5270	5271

*HTKT : Hata Terimleri Kareleri Toplamı

3.4.2.2. Üssel büyüme eğrisi

İstanbul'da otomobil sahipliği için kullanılan kişi başına gayri safi milli hasıla değişkenli üssel büyüme eğrisi model denklemi Bölüm 3.2.3.2'de verilmiştir. 1980-1998 yılları arasındaki veriler kullanılarak ve doygunluk düzeyleri 450, 500 ve 550 için model katsayıları hesaplanmaya çalışılmıştır. "n" katsayısı değeri küçüldükçe model ile açıklanan varyans (R^2) büyümektedir. Ancak "n" katsayısının küçülmesi (örneğin $n=0,1$) durumda bazı yıllarda otomobil sahipliği kestirimleri eksi değerleri almaktadır. Gerçekçi olmayan böyle bir durumun ortaya çıkması nedeniyle bu model İstanbul'da otomobil sahipliği modellemesinde kullanılmayacaktır.

İstanbul'da 1980-1998 Yılları Arasında " Kişi Başına Gayri Safi Yurt İçi Hasıla " Değişkenine Göre Otomobil Sahipliği Lojistik Eğri Modelleri (s=450, 500, 550)



Şekil 3.66 : İstanbul'da 1980-1998 Yılları Arasında "Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla" Değişkenine göre Lojistik Eğri Modelleri

3.4.2.3. Gompertz eğrisi modeli

İstanbul'da otomobil sahipliği için kullanılan kişi başına gayri safi milli hasıla değişkenli Gompertz eğrisi model denklemi Bölüm 3.2.3.3'de verilmiştir. 1980-1998 yılları arasındaki veriler kullanılarak ve doygunluk düzeyleri 450, 500 ve 550 için hesaplanan model katsayıları Tablo 3.85'de verilmektedir.

Tablo 3.85 : İstanbul'da " Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla " Değişkenine Göre Gompertz Eğrisi Modeli Katsayıları

Katsayılar	s = 450	s = 500	s = 550
a	6,303	6,249	6,219
b	$4,74 \times 10^{-7}$	$4,49 \times 10^{-7}$	$4,29 \times 10^{-7}$

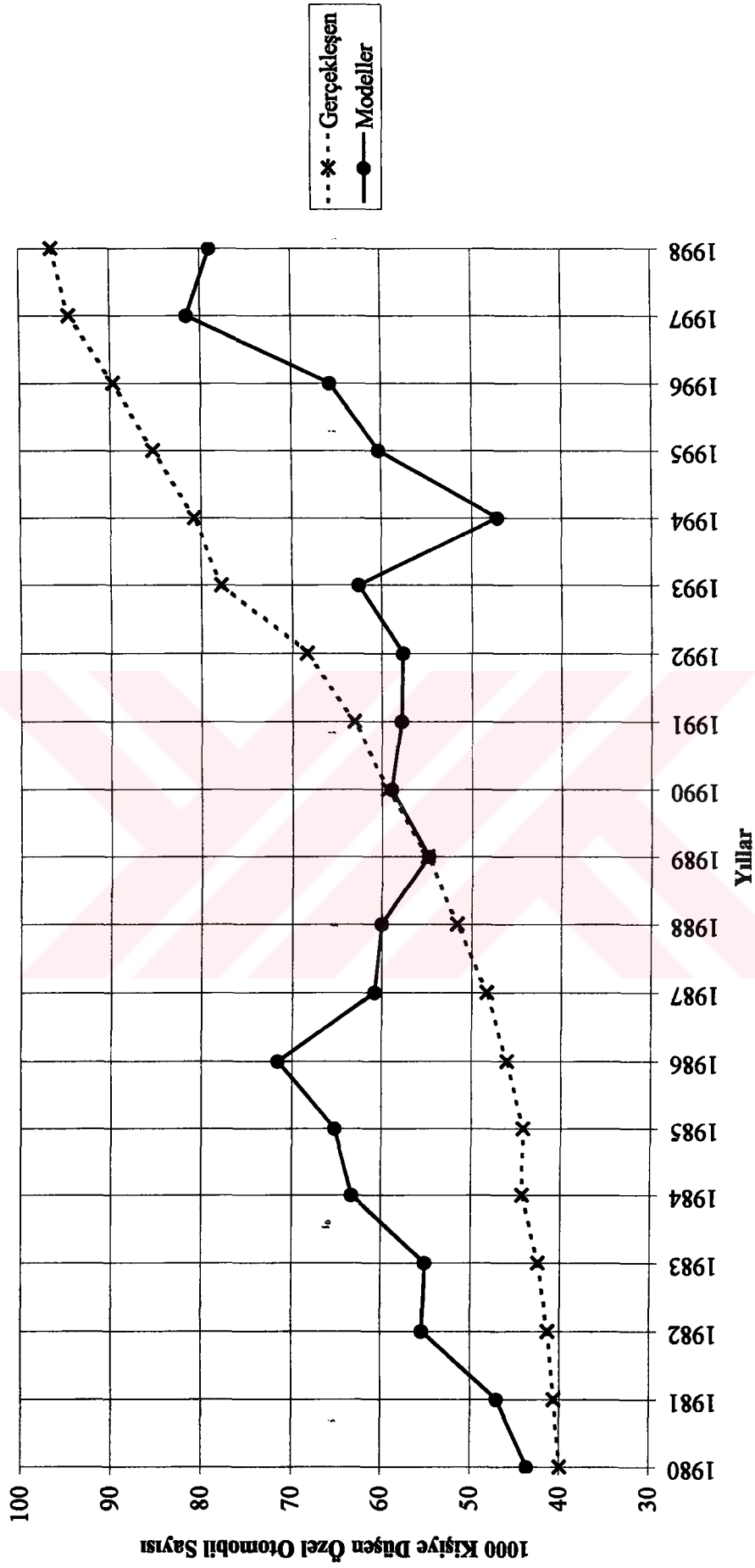
Kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla değişkenini içeren Gompertz eğrisi modeli ile İstanbul'da 1980-1998 yılları arasında otomobil sahipliği kestirimleri doygunluk düzeyi 450, 500 ve 550 için Tablo 3.86 ve Şekil 3.67'de görülmektedir. Şekil 3.67'de doygunluk düzeyi 450, 500 ve 550 için 1980-1998 yılları arasındaki kestirimler birbirlerine çok yakın olduğu için tek bir "modeller" eğrisi ile gösterilmiştir.

Tablo 3.86 : İstanbul'da, 1980-1998 Yılları Arasında, " Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla " Değişkenine Göre Otomobil Sahipliği Gompertz Eğrisi Model Kestirimleri

Yıllar	Gerçek- leşen	Model Kestirimleri			Yıllar	Gerçek- leşen	Model Kestirimleri		
		s=450	s=500	s=550			s=450	s=500	s=550
1980	40	44	44	44	1990	59	59	59	59
1981	41	47	47	47	1991	63	58	58	58
1982	41	55	55	55	1992	68	58	58	58
1983	42	55	55	55	1993	78	63	63	62
1984	44	63	63	63	1994	81	47	47	47
1985	44	65	65	65	1995	85	60	60	60
1986	46	72	72	72	1996	90	66	66	66
1987	48	61	61	61	1997	94	82	81	81
1988	52	60	60	60	1998	96	79	79	79
1989	55	55	55	55	HTKT*		5266	5265	5265

*HTKT : Hata Terimleri Kareleri Toplamı

İstanbul'da 1980-1998 Yılları Arasında "Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla" Değişkenine Göre Otomobil Sahipliği Gompertz Eğrisi Modelleri (s=450, 500 ve 550)



Şekil 3.67 : İstanbul'da 1980-1998 Yılları Arasında "Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla" Değişkenine göre Gompertz Eğrisi Modelleri

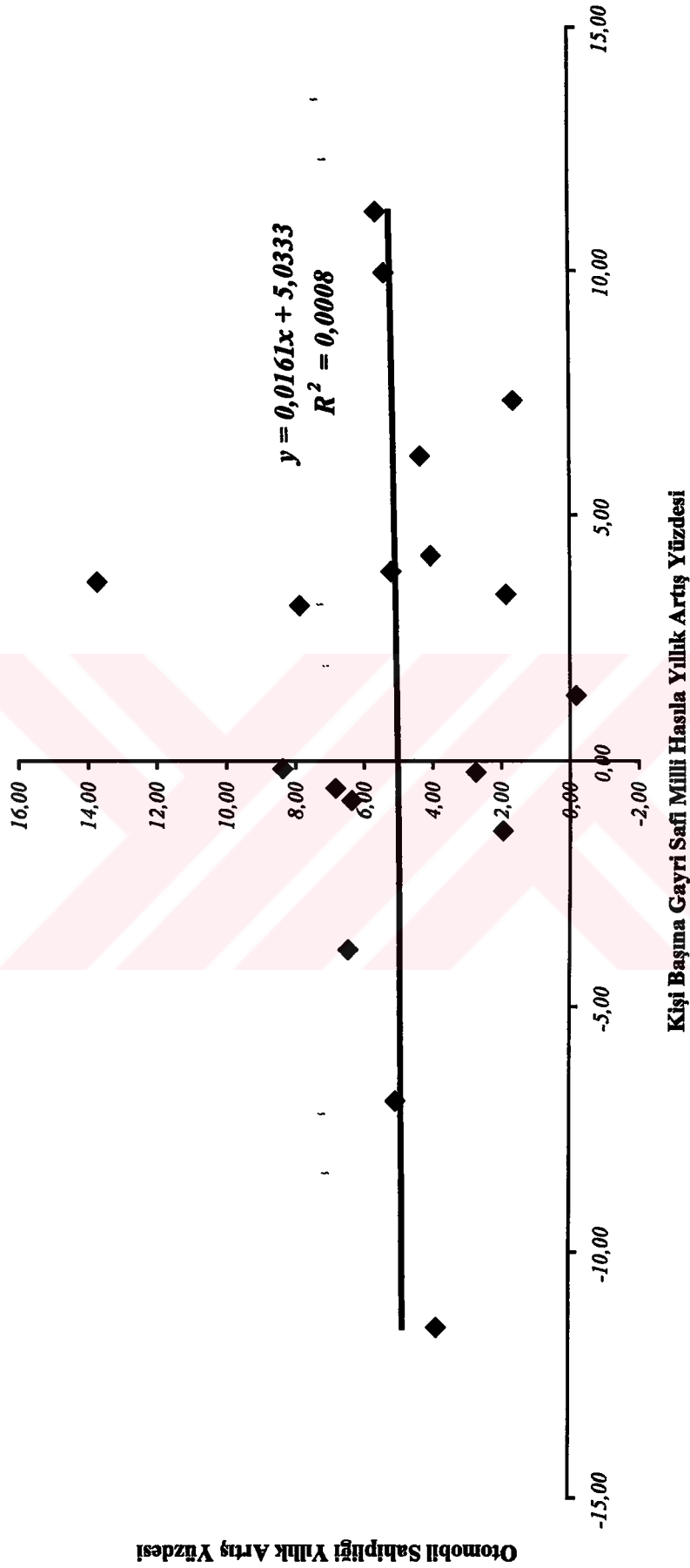
İstanbul'da otomobil sahipliği modellemesinde kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla değişkeni içeren modellerden üssel büyüme eğrisi modeli katsayıları uygun olmadığı için başarısız olmuş, diğer iki model ile (lojistik eğri ve Gompertz eğrisi modelleri) 1980-1998 yılları arasında yapılan kestirimlerin ise gerçekleşen değerlerden çok farklı olduğu görülmüştür (Şekil 3.66-3.67).

Bu durum karşısında, İstanbul'da otomobil sahipliği ve kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla ilişkisinin yerine iki değişkenin artış yüzdeleri incelenerek bir model yapısının oluşturulması düşünülmüştür. 1980-1998 yılları arasında iki değişkenin artış yüzdeleri arasındaki ilişki Tablo 3.87 ve Şekil 3.68'de görülmektedir.

Tablo 3.87 : İstanbul'da 1980-1998 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği-Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla Artış Yüzdeleri

Dönem	KBGSYİH Artış Yüzdesi	Otomobil Sahipliği Artış Yüzdesi
1980-1981	3,40	1,85
1981-1982	7,34	1,62
1982-1983	-0,22	2,73
1983-1984	6,20	4,34
1984-1985	1,34	-0,17
1985-1986	4,17	4,05
1986-1987	-6,92	5,08
1987-1988	-0,55	6,84
1988-1989	-3,85	6,45
1989-1990	3,17	7,86
1990-1991	-0,81	6,36
1991-1992	-0,16	8,37
1992-1993	3,65	13,73
1993-1994	-11,54	3,86
1994-1995	11,22	5,58
1995-1996	3,85	5,20
1996-1997	9,98	5,35
1997-1998	-1,43	1,95

**İstanbul'da, 1980-1998 Yılları Arasında
Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla-Otomobil Sahipliği Artış Yüzdeleri İlişkisi**



**Şekil 3.68 : İstanbul'da, 1980-1998 Yılları Arasında
Kişi Başına Gayri Safi Milli Hasıla-Otomobil Sahipliği Artış Yüzdeleri İlişkisi**

Tablo 3.87 ve Şekil 3.68 incelendiğinde, otomobil sahipliği ve kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla değişkenleri artış yüzdeleri arasında istatistiksel bir ilişki yoktur. Böyle bir sonuca varılmasının nedeni İstanbul'da otomobil sahipliği ile kişi başına gayri safi yurtiçi hasılanın incelenen dönemde çok da yakın ilişkili olmamasıdır. Kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla, gelir dağılımındaki dengesizlikten dolayı, kullanıcı gelirini tam olarak yansıtmamaktadır. DİE tarafından 1994 yılında yapılan Hanehalkı Gelir Dağılımı Anketi'nde İstanbul'da toplam gayri safi hasılanın %24'ünü hanehalklarının %1'i almaktadır. Bu durum, Türkiye'deki gelir dağılımı bakımından en kötü durumda olan ilin İstanbul olduğunu göstermektedir.

3.4.3. "Zaman" ve "kişi başına gayri safi milli hasıla" değişkenlerine göre otomobil sahipliği modelleri

İstanbul'da otomobil sahipliği için "zaman" ve "kişi başına gayri safi milli hasıla" değişkenleri ile lojistik eğri, üssel büyüme eğrisi ve Gompertz eğrisi modelleri geliştirilmiştir.

3.4.3.1. Lojistik eğri modeli

İstanbul'da otomobil sahipliği için kullanılan zaman ve kişi başına gayri safi milli hasıla değişkenli lojistik eğri model denklemi Bölüm 3.2.4.1'de verilmiştir. 1980-1998 yılları arasındaki veriler kullanılarak ve doygunluk düzeyleri 450, 500 ve 550 için model katsayılarından kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla değişiminin katsayısı (c) eksi işaretli olarak hesaplandığından bu model İstanbul'da otomobil sahipliği modellemesinde kullanılmayacaktır.

3.4.3.2. Üssel büyüme eğrisi modeli

İstanbul'da otomobil sahipliği için kullanılan zaman ve kişi başına gayri safi milli hasıla değişkenli üssel büyüme eğrisi model denklemi Bölüm 3.2.4.2'de verilmiştir. Modelde "n" katsayısı arttıkça model daha uygun sonuçlar vermekte, ancak "n" katsayısı büyük değerleri için ise eğri, lojistik eğriye dönüşmektedir. Ayrıca kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla değişkeninin katsayısı (b) eksi işaretli olarak hesaplanmıştır. Gerçekle çelişen bu durumdan dolayı model, İstanbul'da otomobil sahipliği modellemesinde kullanılmayacaktır.

3.4.3.3. Gompertz eğrisi modeli

İstanbul'da otomobil sahipliği için kullanılan zaman ve kişi başına gayri safi milli hasıla değişkenli Gompertz eğrisi model denklemi Bölüm 3.2.4.3'de verilmiştir. 1980-1998 yılları arasındaki veriler kullanılarak ve doygunluk düzeyleri 450, 500 ve 550 için hesaplanan model katsayılarından kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla değişiminin katsayısı (c) eksi işaretli olarak hesaplandığından bu model İstanbul'da otomobil sahipliği modellenmesinde kullanılmayacaktır.

3.4.4. Regresyon modelleri

İstanbul'da otomobil sahipliğinin belirlenmesi amacıyla; çok değişkenli regresyon modelinde bağımsız değişken olarak, zaman, nüfus ve kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla değişkenleri kullanılmıştır.

Otomobil sahipliği modellerinde özellikle kent ölçeğinde, toplu taşımanın bağımsız bir değişken olarak model bünyesine katılması düşünülmüştür. Bu amaçla, bir kentte toplu taşıma sistemini temsil edebilecek; toplu taşıma ağı uzunluğu, araç filosu, araç-km, yolcu-km gibi çeşitli değişkenler kullanılabilir. Ancak burada önemli olan model bünyesinde yer alacak bu değişkenlerin davranışdır. Çok değişkenli regresyon denkleminde, bağımsız değişken olarak yer alacak toplu taşıma değişkeninin eksi işaretli olması, yani toplu taşıma sistemlerindeki iyileştirmelerin otomobil sahipliğini düşürücü etkisinin olması beklenmektedir. Bununla birlikte, otomobil sahipliğini etkileyen diğer değişkenlerin sabit kalması ve toplu taşıma değişkeninin değerinin artması durumunda otomobil sahipliğinin azalacağını söyleyebilmek o kadar kolay değildir. Örneğin İstanbul'da toplu taşıma filosunun %10 oranında güçlenmesi ya da %10 oranında ek seferlerin hizmete konması ile otomobil sahipliğinin azalması mümkün görünmemektedir. Hatta böyle bir uygulamanın otomobil kullanımını bile azaltacağı şüphelidir.

Toplu taşıma sistemlerinde yapılacak iyileştirmelerin ancak belli bir düzeyin üzerine çıkması ile otomobil kullanımı azaltılabileceği, bu düzeyin çok daha yukarılara çekilebilmesi durumunda ise otomobil sahipliğinde bir azalma ortaya çıkacağı düşünülmektedir. Bu aşamada toplu taşıma sistemlerindeki iyileştirmeler için bir eşik değerden söz etmek gerekir. Türkiye'de bu eşik değerin belirlenmesine yönelik daha

önceden yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır. Bunun nedeni, eşik düzeyinin kullanıcılar tarafından farklı şekilde değerlendirilmesi ve bu düzeyin tek bir değer ile temsil edilmesindeki zorluktur. Sonuç olarak, toplu taşımanın otomobil sahipliği üzerindeki etkisinin basit bir şekilde tanımlanamaması nedeniyle, bu değişken otomobil sahipliği modellerinde kullanılmamıştır.

Türkiye için otomobil sahipliği bölümünde görüldüğü gibi, otomobil sahipliğine etki eden değişkenlerin zaman içinde artış ya da azalış eğilimleri olduğunda, çok sayıda değişken kullanılması durumunda içsel bağımlılıklar ortaya çıkmakta, bu durum ise istatistiksel olarak tutarlı modeller oluşturulamamaktadır.

İstanbul'da çok değişkenli regresyon denkleminde kullanılması düşünülen, zaman, nüfus ve kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla değişkenleri arasındaki içsel bağımlılıklar Tablo 3.88'de verilmiştir.

Tablo 3.88 : İstanbul'da Çok Değişkenli Regresyon Çalışmasında Kullanılacak Değişkenlerin İçsel Bağımlılıkları

Değişkenler	Zaman	Nüfus	KBGSYİH	Otomobil Sahipliği
Zaman	1,00			
Nüfus	1,00	1,00		
KBGSYİH	0,56	0,54	1,00	
Otomobil Sahipliği	0,97	0,97	0,51	1,00

Tablo 3.88'de nüfus ile zaman değişkenleri arasında istatistiksel olarak çok güçlü, bir ilişkinin görülmesinden dolayı, bu iki değişkenin aynı anda model içinde yer alacağı çok değişkenli regresyon denklemlerigeliştirilmemiştir.

İstanbul'da otomobil sahipliği modellemesi için geliştirilen ikili regresyon model değerlendirmeleri Tablo 3.89'da görülmektedir. Tüm regresyon modelleri 1980-1998 yılları arasındaki veriler kullanılarak oluşturulmuşlardır.

Tablo 3.89'da, KBGSYİH değişkeninin kullanıldığı iki denklemde de bu değişkenin katsayıları eksi işaretli ve t istatistiği çok düşüktür. Bu nedenlerden dolayı bu modeller otomobil sahipliği modellemesi için uygun değildir.

Tablo 3.89 : İstanbul’da Otomobil Sahipliği Modellemesi İçin Geliştirilen Çok Değişkenli Regresyon Model Değerlendirmeleri

Zaman ve KBGSYİH Değişkenleri				
Korelasyon katsayısı (r)	0,968	Standart hata	5,324	
Belirlilik katsayısı (R ²)	0,937	Gözlem sayısı	19	
Değişkenler	Katsayılar	Standart Hata	t istatistiği	P Değeri
Sabit Terim	-6945,34	524,16	-13,25	4,83x10 ⁻¹⁰
Zaman	3,530	0,27	13,10	5,72x10 ⁻¹⁰
KBGSYİH	-5,99x10 ⁻⁶	8,97x10 ⁻⁶	-0,67	0,5138
Nüfus ve KBGSYİH Değişkenleri				
Korelasyon katsayısı (r)	0,973	Standart hata	4,883	
Belirlilik katsayısı (R ²)	0,947	Gözlem sayısı	19	
Değişkenler	Katsayılar	Standart Hata	t istatistiği	P Değeri
Sabit Terim	-22,90	16,93	-1,35	0,1950
Nüfus	1,298x10 ⁻⁵	9,02x10 ⁻⁷	14,39	1,42x10 ⁻¹⁰
KBGSYİH	-2,75x10 ⁻⁶	8,08x10 ⁻⁶	-0,34	0,7379

Sonuç olarak, İstanbul’da otomobil sahipliği için geliştirilen çok değişkenli regresyon modellerinden hiçbirinin öngörüler için uygun olmadığı görülmektedir.

3.4.5. İki aşamalı regresyon modeli

İstanbul için kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla değişkenini içeren otomobil sahipliği modellerinin başarısız olması ve otomobil sahipliğini önmlı derecede etkileyen bu değişkenin model içerisinde yer almasının isenmesi iki aşamalı bir regresyon modelinin geliştirilmesine neden olmuştur.

İki aşamalı regresyon modeli, birbirini tamamlayan iki modelden oluşmaktadır. İlk modeldeki bağımsız değişken, ikinci modelde bağımlı değişken olarak kullanılmaktadır.

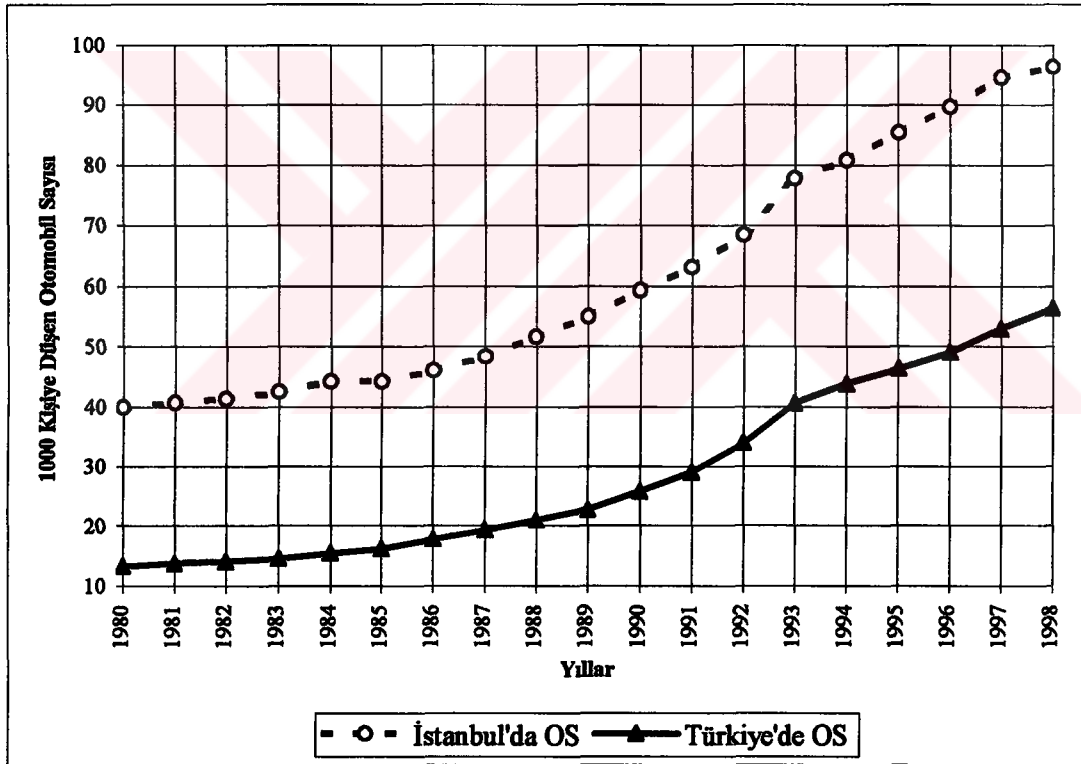
Bu yaklaşımla ilk modelde Türkiye’deki otomobil sahipliğinin kişi başına gayri safi milli hasıla değerine,, ikinci modelde ise İstanbul’daki otomobil sahipliğinin Türkiye’deki otomobil sahipliğine bağlı olarak hesaplanması düşünülmüştür. Bu amaçla; Türkiye’deki otomobil sahipliği ve kişi başına gayri safi milli hasıla

değişkenleri arasında kurulan modelde bağımlı değişken olan Türkiye'deki otomobil sahipliği, İstanbul'daki ve Türkiye'deki otomobil sahiplikleri arasında kurulan modelde bağımsız değişken olarak yer almaktadır.

Türkiye'deki otomobil sahipliği modellemesi için, Türkiye'deki otomobil sahipliği modellerinden "zaman" ve "kişi başına gayri safi milli hasıla" değişkenlerini içeren üssel büyüme eğrisi modeli kullanılmıştır. Doygunluk düzeyinin 500 olarak kabul edildiği model denklem (3.22)'de görülmektedir.

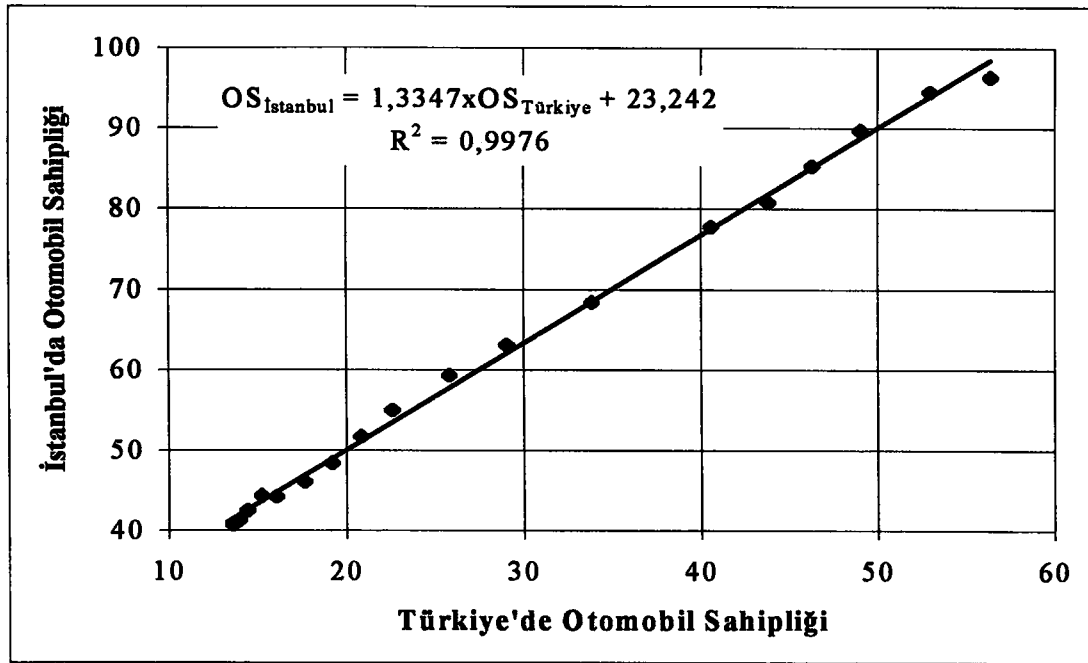
$$OS_{Türkiye} = \frac{500}{1 + [80,84 \cdot 10^{-4} \cdot (t - 1964,11) + 1,09 \cdot 10^{-7} \cdot KBGSMH]^{-2,9}} \quad (3.22)$$

1980-1998 yılları arasında Türkiye'de ve İstanbul'daki otomobil sahipliği değişimi Şekil 3.69'da görülmektedir.



Şekil 3.69 : 1980-1998 Yılları Arasında Türkiye'de ve İstanbul'da Otomobil Sahipliğinin Gelişimi

Türkiye'deki otomobil sahipliğini bağımsız değişken alınarak İstanbul'daki otomobil sahipliği için geliştirilen regresyon modeli denklemi (3.23)'de, iki veri arasındaki ilişki grafiksel olarak Şekil 3.70'de görülmektedir



Şekil 3.70 : 1980-1998 Yılları Arasında Türkiye’de ve İstanbul’da Otomobil Sahipliği İlişkisi.

$$OS_{İstanbul} = 1,3347xOS_{Türkiye} + 23,242 \quad (3.23)$$

Türkiye’de otomobil sahipliği modeli kestirimleri ve İstanbul’daki otomobil sahipliği arasında kurulan iki aşamalı regresyon modeli denklemi (3.24)’de, 1980-1998 yılları arasında model kestirimleri Tablo 3.90’da görülmektedir.

$$OS_{İstanbul} = \frac{696}{1 + [80,84 \cdot 10^{-4} \cdot (t - 1964,11) + 1,09 \cdot 10^{-7} \cdot KBGSMH_{Türkiye}]^{2,9}} + 21,4 \quad (3.24)$$

Tablo 3.90 : İstanbul’da 1980-1998 Yılları arasında İki Aşamalı Regresyon Modeli Kestirimleri

Yıllar	Gerçekleşen	Model	Yıllar	Gerçekleşen	Model
1980	40	36	1990	59	63
1981	41	38	1991	63	65
1982	41	39	1992	68	70
1983	42	41	1993	78	76
1984	44	44	1994	81	74
1985	44	46	1995	85	80
1986	46	49	1996	90	87
1987	48	54	1997	94	95
1988	52	56	1998	96	100
1989	55	58	HTKT		208

3.5. İstanbul'da Otomobil Sahipliği Öngörülleri

İstanbul için geliştirilen S eğrisi ve çok değişkenli regresyon modellerinden istenilen başarı sağlanamamıştır. S eğrisi modellerinden yalnızca zaman değişkenini içeren S eğrisi modelleri öngörü yapmaya uygundur. Diğer değişkenlerin kullanıldığı S eğrileri, her eğriye ait bölümde açıklanan sebeplerden dolayı uygun sonuçlar vermemektedir.

İstanbul'da otomobil sahipliği için zaman değişkenli S eğrisi modelleri öngörülleri, doygunluk düzeyi 500 için Tablo 3.91 ve Şekil 3.71'de görülmektedir.

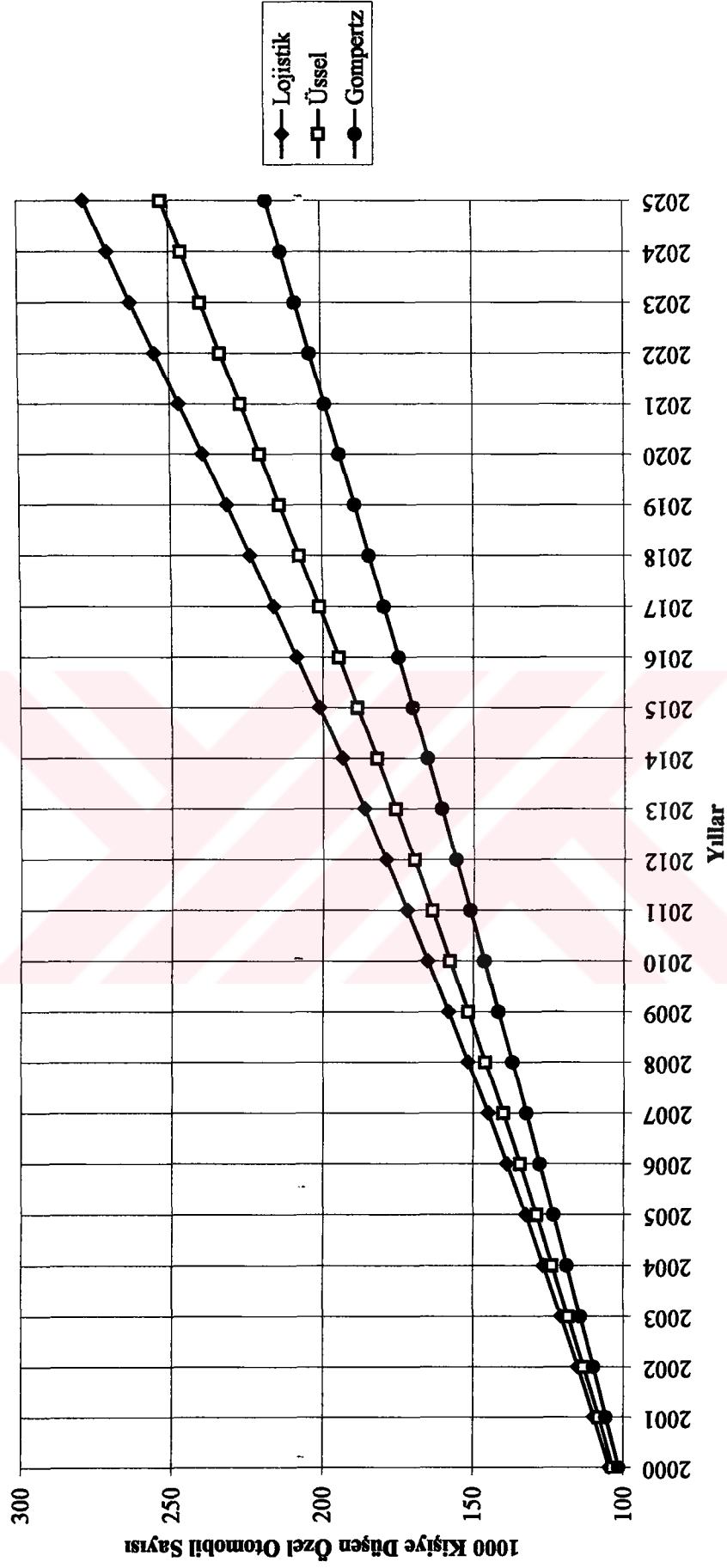
Tablo 3.91 : İstanbul'da Zaman Değişkenli S Eğrisi Modelleri ile
2000-2025 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği Öngörülleri

Yıllar	Lojistik Eğri	Üssel Büyüme Eğrisi	Gompertz Eğrisi
2000	105	103	102
2005	133	129	123
2010	165	158	146
2015	201	188	170
2020	239	220	194
2025	278	252	218

Yalnızca zaman değişkeninin kullandığı S eğrisi modellerine göre İstanbul'da otomobil sahipliği 2025 yılında 250 mertebesinde öngörülmektedir. Türkiye için geliştirilen modellerle yapılan öngörülerde Türkiye için de 2025 yılında otomobil sahipliğinin 250 mertebesinde olacağı öngörülmüştür. Gelecekte de bugün olduğu gibi İstanbul'daki otomobil sahipliğinin Türkiye'dekinden yüksek olacağı beklenmektedir. Buna göre iki öngörüden birinin güvenilirliği tartışmalıdır.

Yalnızca zaman değişkenine bağlı modellerle yapılan öngörülerde, otomobil sahipliğine etki eden tüm değişkenlerin gelecekteki eğilimlerinin geçmişteki gibi olacağı varsayımı bulunmaktadır. İstanbul'da artış eğiliminin hızlandığı otomobil sahipliğini gelecekte geçmiştekinden daha hızlı artacağı düşünüldüğünden, yalnızca zaman değişkenini içeren model öngörülerinin güvenilirliği azdır.

İstanbul'da 2000-2025 Yılları Arasında "Zaman" Değişkenine Göre Otomobil Sahipliği
Lojistik, Üssel Büyüme ve Gompertz Eğrisi Modelleri (s=500)



Şekil 3.71 : "Zaman" Değişkenini İçeren S Eğrisi Modellerinin, İstanbul'da 2000-2025 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği Öngörülleri

İstanbul'da iki aşamalı regresyon modeli ile yapılan otomobil sahipliği öngörülleri Tablo 3.92 ve Şekil 3.72'de görölmektedir.

Tablo 3.92 : İstanbul'da İki aşamalı Regresyon Modeli ile 2000-2025 Yılları Arasında Otomobil Sahipliği Öngörülleri

Yıllar	I. Durum	II. Durum	III. Durum
2000	112	112	111
2005	149	148	144
2010	194	188	176
2015	248	236	213
2020	308	282	248
2025	374	333	286

Tablo 3.92 incelendiğinde 2010 yılı için İstanbul'da otomobil sahipliğinin 185 mertebesinde öngöröldüğü görölmektedir. 2025 yılında 3 farklı kişi başına gayri safi milli hasıla Durumlar'ı için otomobil sahipliği 286-374 arasında değişmektedir. Bu durumda 2025 yılı için otomobil sahipliğinin bir mertebesinden söz etmek mümkün değildir.

İstanbul için otomobil sahipliği modellemesinde daha uygun sonuçların alınabilmesi ancak ayrık verilere dayalı modellerin geliştirilmesiyle olasıdır.

BÖLÜM 4

SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Otomobil sahipliği modelleri iki farklı veri grubu kullanılarak geliştirilmiştir. Bu veriler; modelleme çalışmalarının başladığı ilk yıllarda kullanılan toplulaştırılmış veriler ve ileriki yıllarda yapılan anket çalışmalarından elde edilen ayrık verilerdir.

Türkiye'de otomobil sahipliği modellemesinde kullanılabilecek ayrık verilerin bulunmaması model çalışmalarında toplulaştırılmış verilerinin kullanılmasını zorunlu kılmaktadır.

Türkiye'de otomobil sahipliği modellemesinde toplulaştırılmış veriler ile S eğrisi olarak tanımlanan lojistik eğri, üssel büyüme eğrisi, Gompertz eğrisi modelleri ve regresyon modelleri kullanılmıştır.

S eğrisi modellerinde "zaman", "kişi başına gayri sayı milli hasıla" ve "ortalama otomobil fiyatının kişi başına gayri safi milli hasılaya oranı" değişkenleri kullanılmış ancak "ortalama otomobil fiyatının kişi başına gayri safi milli hasılaya oranı" değişkeninin kullanıldığı modellerde anlamlı sonuçlar elde edilememiştir.

Kişi başına gayri sayı milli hasılanın kullanıldığı modellerle öngörüler yapabilmek amacıyla bu değişkenin gelişimi için üç farklı "Durum" geliştirilmiştir. Bu durumlar:

I. Durum : Gayri safi milli hasılanın 1970-1998 yılları arasındaki ortalama artış hızı olan %4,60'ın 2025 yılına kadar aynı kalacağı.

II. Durum : Gayri safi milli hasılanın 2000-2005 yılları arasında %4,50; 2006-2015

yılları arasında %4,00 ve 2016-2025 yılları arasında %3,50 artış hızı ile büyüyeceği.

III. Durum : Gayri safi milli hasılanın 2000-2005 yılları arasında %4,00; 2006-2015 yılları arasında %3,00 ve 2016-2025 yılları arasında %2,00 artış hızı ile büyüyeceği.

Tez kapsamında otomobil sahipliği için geliştirilen regresyon modelleri; "kesit analizi", "regresyon analizi" ve "bölgesel regresyon analizi" modelleridir.

Kesit analizi, 1994 yılında 80 ile ait "şehirleşme oranı", "nüfus yoğunluğu" ve "kişi başına gayri safi milli hasıla" değişkenleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. 1994 yılındaki veriler kullanılarak geliştirilen model ile 1970-1998 yılları arasında Türkiye'deki otomobil sahipliği hesaplandığında, gerçekleşenden çok farklı değerler elde edilmiş ve dolayısıyla istatistik bakımdan anlamlı olmayan bu model öngörü bölümünde yer almamıştır.

Regresyon analizi modellerinde 1970-1998 yılları arasında otomobil sahipliğine etki eden 12 değişken incelenmiştir. Tüm değişkenlerin kullanıldığı "Regresyon Modeli 1'de, değişkenler arasındaki içsel bağımlılıktan dolayı gerçekte çelişen sonuçlar ortaya çıkmıştır. Bu durum karşısında adım adım regresyon yaklaşımıyla "kişi başına gayri safi milli hasıla" ile "şehirleşme oranı"nın kullanıldığı doğrusal olmayan çok değişkenli regresyon modeli (Regresyon Modeli 2) ve "bir önceki yıldaki otomobil sahipliği" ile "kişi başına gayri safi milli hasıla"nın kullanıldığı doğrusal regresyon modeli (Regresyon Modeli 3) geliştirilmiştir.

Bölgesel regresyon analizinde, bir bakıma kesit analizi ve regresyon analizi modelleri birleştirilmeye çalışılmıştır. Bu bağlamda 1993-1997 yılları arasında 80 ile ait "kişi başına gayri safi milli hasıla" değerleri kullanılarak belli bölgeler oluşturulması ve bu bölgeler için farklı otomobil sahipliği modelleri geliştirilmesi amaçlanmıştır. Ancak kişi başına gayri safi milli hasılanın Türkiye ortalamasının üstünde olduğu illerde, bölgelemenin otomobil sahipliği bağlamında uygun sonuçlar vermemiştir. Öte yandan bölgeleri oluşturan illerde gelecekte bölgeler arasında geçişlerin oluşacağı ve bu durumun tesbitinin zorluğu, otomobil sahipliğini belirlemek için kullanılan bölgesel regresyon analizini başarısız kılmıştır.

Sonuç olarak Türkiye otomobil sahipliği modellemesi için geliştirilen tüm modellerin doygunluk düzeyi 500 için 2025 yılı otomobil öngörülerini Tablo 4.1’de görülmektedir.

Tablo 4.1 : Türkiye’de 2025 Yılında Otomobil Sahipliği Model Öngörülerini

Değişkenler	<i>KBGSMH Durumları</i>	Lojistik Eğri	Üssel Büyüme Eğrisi	Gompertz Eğrisi	Regresyon
“Zaman”	-	354	191	183	
“KBGSMH”	<i>I. Durum</i>	499	238	447	
	<i>II. Durum</i>	499	201	395	
	<i>III. Durum</i>	475	152	293	
“Zaman” ve “KBGSMH”	<i>I. Durum</i>	370	253	210	
	<i>II. Durum</i>	365	224	200	
	<i>III. Durum</i>	356	190	187	
“Regresyon Modeli 2”	<i>I. Durum</i>				178
	<i>II. Durum</i>				150
	<i>III. Durum</i>				118
“Regresyon Modeli 3”	<i>I. Durum</i>				196
	<i>II. Durum</i>				257
	<i>III. Durum</i>				206

Model öngörülerine ilişkin görüşler aşağıda belirtilmiştir.

- Otomobil sahipliği modellemesinde yalnızca “zaman” değişkenini içeren modeller, ekonomik değişikliklere duyarlı olamadıkları için öngörülerde kullanılmaları tartışmalıdır. Bu modeller, otomobil sahipliği etkileyen diğer değişkenlerin geçmişteki eğilimlerin, gelecekte de aynı şekilde sürmesi durumunda uygun sonuçlar vermektedirler.
- Otomobil sahipliği modellerinin yalnızca 2025 yılı öngörülerine bakarak bu modeller hakkında yorum yapmak zordur. S eğrisi modellerinin özelliği, daha önceki bölümlerde belirtildiği gibi, artış eğiliminin ilk bölgede yavaş, ikinci bölgede hızlı ve üçüncü bölgede yeniden yavaş olmasıdır. 2025 yılı

öngörülerinin, S eğrisinin üçüncü bölgesinde yer alacağı düşünüldüğünde, bu yıldan önceki dönemlerde ikinci bölgedeki artış hızıyla bir gelişmenin öngörüldüğü unutulmamalıdır. Örneğin zaman değişkenli lojistik eğri modeli ile 2025 yılında 354 olarak öngörülen otomobil sahipliği, 2005 yılı için 113 olarak öngörülmektedir. Bu model öngörüsü değerlendirilirken, 2025 yılında otomobil sahipliğinin 354 olacağından önce, 1999 yılında 63 olan otomobil sahipliğinin 5 yıl sonra 113 olup olamayacağının değerlendirilmesi daha anlamlı olacak ve karar vermeyi kolaylaştıracaktır.

- Kişi başına gayri safi milli hasılanın kullanıldığı modellerde, bu değişkenin farklı artış hızlarına karşı gelen I. ve III. durumları arasında 2025 yılında %50'ye varan bir fark söz konusudur. Model öngörülerinde kişi başına gayri safi milli hasılanın böylesi bir farklılığının otomobil sahipliğine çok az bir oranda yansması gerçekçi görülmemektedir. Bunun nedeni, tüm dünyada yapılan çalışmalarda otomobil sahipliğini etkileyen en önemli değişkenin kullanıcı gelirinin olduğunun belirlenmesidir. Model öngörülerinin değerlendirilmesinde bu konunun da dikkate alınması gereklidir.

Yukarıda belirtilen noktalar gözönüne alınarak yapılan değerlendirme sonucunda Türkiye için geliştirilen otomobil sahipliği modellerinden ikisinin, diğer modellere göre daha uygun sonuçlar verdikleri görülmüştür. Bu modeller:

1. "Zaman" ve "kişi başına gayri safi milli hasıla" değişkenlerini içeren üssel büyüme eğrisi modeli.
2. "Bir önceki yılki otomobil sahipliği" ve "kişi başına gayri safi milli hasıla" değişkenlerini içeren Regresyon Modeli 3

Bu iki model ile Türkiye'de 2000-2025 yılları arasında kişi başına gayri safi milli hasılanın 3 farklı durumu için otomobil sahipliği öngörülleri Tablo 4.2'de görülmektedir.

Tablo 4.2 : Üssel Büyüme Eğrisi ve Regresyon Modeli 3'ün Türkiye'de 2000-2025

Yılları Arasında Otomobil Sahipliği Öngörülleri

Yıllar	Üssel Büyüme Eğrisi Modeli			Regresyon Modeli 3		
	I. Durum	II. Durum	III. Durum	I. Durum	II. Durum	III. Durum
2000	65	65	64	66	66	66
2001	70	70	69	71	71	71
2002	75	75	73	77	77	76
2003	80	80	78	83	82	81
2004	86	85	83	89	88	86
2005	92	91	88	95	94	92
2006	98	96	92	101	101	97
2007	104	102	97	108	107	103
2008	110	108	102	115	114	108
2009	117	114	106	123	120	114
2010	124	120	111	130	127	119
2011	131	126	116	138	135	125
2012	139	133	121	147	142	130
2013	147	140	127	156	150	136
2014	155	147	132	165	158	142
2015	163	154	138	174	166	148
2016	171	160	142	184	174	153
2017	179	167	147	195	183	159
2018	188	174	152	206	191	165
2019	197	181	158	217	200	171
2020	206	187	163	229	209	176
2021	215	195	168	241	218	182
2022	224	202	173	254	227	188
2023	234	209	179	267	237	194
2024	244	217	185	281	247	200
2025	253	224	190	296	257	206

İki model incelendiğinde 2010 yılı öngörülerinde %5'lik bir fark olduğu görülmektedir. Ancak daha ileriki yıllarda iki model öngörülerindeki fark artmaktadır. Bununla birlikte iki model arasında, kişi başına gayri safi milli hasılanın III. Durum'u için %8'lik, II. Durum'u için %15'lik ve I. Durum'u için %17'lik bir fark söz konusudur. Burada önemli olan belli bir mertebenin yakalanmasıdır. Bu yaklaşımla Türkiye'de 2025 yılında otomobil sahipliğinin 250 mertebesinde öngörüldüğü söylenebilir.

Türkiye'dekine benzer yaklaşım burada olumlu sonuç vermemiştir. İstanbul'daki otomobil sahipliği Türkiye'deki otomobil sahipliğine bağlı olarak öngörülmüştür. Bu yaklaşım "iki aşamalı regresyon modelleri"ne benzemektedir. 1980-1998 yılları arasındaki dönem için model kestirimlerinin doğruluğu bu modele duyulan güveni arttırmaktadır. Türkiye'deki otomobil sahipliği için "zaman" ve "kişi başına gayri safi milli hasıla" değişkenlerini içeren üssel büyüme eğrisi modelinin kullanılması durumunda, İstanbul'da kişi başına gayri safi milli hasılanın 3 farklı durumu için otomobil sahipliği sırasıyla 2010 yılında 189, 183, 172, 2025 yılında 361, 322 ve 277 olarak öngörülmektedir.

İstanbul için geliştirilen modelde 2010 yılı için otomobil sahipliğinin 180 mertebesinde öngörüldüğünü söylemek mümkünken, 2025 yılı için öngörüler 361-277 gibi 2010 yılına göre daha geniş bir aralığa dağılmaktadır.

İstanbul'da otomobil sahipliğinin belirlenmesi için gerçekleştirilen model çalışması Türkiye için yapılan model çalışmalarına göre daha az başarılı olduğu yukarıda belirtilmiştir. Bu başarısızlığın nedenleri şu şekilde sıralanabilir :

- Veri tabanının daha kısa olması(Türkiye için 1970-1998 yılları; İstanbul için 1980-1998 yılları arasındaki veriler kullanılmıştır).
- İstanbul'da gelir dağılımının dengesizliği Türkiye'dekinden çok daha fazla olduğu ve bu nedenle kişi başına gayri safi milli hasılanın kullanıcı gelirini tam olarak yansıtamaması.

Türkiye ve İstanbul'da otomobil sahipliği modellemesinde toplulaştırılmış veriler kullanılmıştır.

Ayrık verilerle yapılacak bir model çalışmasında toplumdan %1~%3 arasında bir örnekleme yapılmalıdır. Türkiye ölçeği bir yana bırakılıp yalnızca İstanbul ölçeğinde bile böylesi bir örnekleme için, 20.000-60.000 haneyi kapsayan bir anket yapılmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Böyle bir çalışmanın kişisel çabalarla yapılması son derece güç ve pahalı, tez kapsamında kişisel çabalarla gerçekleştirilmesi ise amacı aşan kapsamdadır.

Otomobil sahipliği modellemesinde kullanılabilecek ayrık verilerin ancak resmi istatistik ya da planlama kuruluşlarınca (DİE, DPT) toplanması mümkündür. Bu verilerin toplanması; ayrı anket çalışmalarının yapılmasıyla olabileceği gibi, daha kolay ve ucuz olması bakımından, yapılan çeşitli anket çalışmalarına otomobil sahipliği ile ilgili soruların eklenmesiyle de olabilir. Bu anket çalışmalarında örneklem sayısı kadar, anketin belli dönemlerde yenilenmesi de önemlidir.

Türkiye'de otomobil sahipliği bugün S eğrisinin ikinci bölgesi olarak tanımlanan bölgenin başında olduğu için otomobil sahipliği değerleri küçüktür. Bu durumda ayrık verilerin kullanılmasıyla geliştirilecek modellerin, gerekli veriler sağlansa bile, toplulaştırılmış verilerle oluşturulan modellerden çok farklı sonuçlar vermesi kuşkuludur. Ancak çalışma kapsamının daraltılması durumunda örneğin İstanbul ölçeğinde ayrık verilerin kullanılması ile daha uygun modellerin geliştirilebileceği düşünülebilir.

Ayrık verilerin toplanmasında göz önüne alınması gerekli diğer bir konu da, bu verilerin otomobil kullanımı modelleri için de bir veri tabanı oluşturabilecek nitelikte olmasıdır.

Son yıllarda dünyada, toplulaştırılmış ve ayrık verilerin bir arada modelde yer alabileceği yeni otomobil sahipliği model arayışları gündemdedir. Türkiye'de de bu konuda çalışmaların başlatılabilmesi için gerekli verilerin toplanması zorunludur.

Otomobil sahipliği yanında ulaştırma planlaması açısından çok daha önemli bir konu otomobil kullanımıdır. Ancak bu konuda çalışma yapabilmek için gerekli veri tabanı ülkemizde mevcut değildir. Otomobil sahipliğine yönelik yapılacak anket çalışmalarında bu konu için gerekli veri tabanı oluşturacak bilgiler de toplanması unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

- Allanson E.W.**, 1982, Car Ownership Forecasting, Gordon & Breach.
- Azcanlı A.**, 1993. Türk Otomotiv Sanayinin Tarihsel Gelişimi, Otomotiv Sanayii Derneği.
- Bates J., Gunn H. and Roberts M.**, 1978, A Model of Household Car Ownership: Part 1, Traffic Engineering & Control, November, pg:486-491.
- Bates J., Gunn H. and Roberts M.**, 1978, A Model of Household Car Ownership: Part 2, Traffic Engineering & Control, December, pg:562-566.
- Bates J.**, 1981, The Factors Affecting Household Car Ownership, Gower.
- Bly P.H. and Oldfield R.H.**, 1978, The Effect of Car Ownership and Income on Bus Travel, September Traffic Engineering & Control, September, pg:392-396.
- Button K.J., Pearman A.D. and A.S. Fowkes**, 1982, Car Ownership Modelling and Forecasting, Gower.
- Button K.J., Fowkes A.S. and Pearman A.D.**, 1980, Disaggregate and Aggregate Car Ownership Forecasting in Great Britain, Transportation Research A, Vol 14A, pg: 263-273.
- Button K., Hine J. and Ngoe N.**, 1992, Car Ownership Forecasts for Low Income Countries, Traffic Engineering & Control, December, pg: 666-671.
- Cullinane S.**, 1992, Attitudes Towards the Car in the U.K, Transportation Research A, Vol 26A, No:4, pg: 291-301.
- Çubukçu T., Şahinöz A., Erdeml C., Işık S., Çağatay S.**, 1996, Sayıların Diliyle Türkiye, TESAV, Ankara.
- Dargay J. and Gately D.**, 1999, Income's effect on car and vehicle ownership, worldwide: 1960-2015, Transportation Research A, No : 33, pg: 101-138.
- Demirci B.**, 1981 Otomotiv Sektör Araştırması, Karayolları Yolcu ve Yük Taşıtları Arz ve Talebi, Türkiye Sınai Kalkınma Bankası Yayın No : 39, İstanbul.
- DPT**, 1998, Devlet Planlama Teşkilatı Ekonomik ve Sosyal Göstergeler (1950-1998), Ankara.

- Golob T. F. and Wissen L. V.**, 1989, A Joint Household Travel Distance Generation and Car Ownership Model, Transportation Research B, Vol23 B, No:6, pg: 471-491.
- Goodwin P.B.**, 1986, A Panel Analysis of Changes in Car Ownership and Bus Use, Traffic Engineering & Control, Octobre, pg: 519-525.
- Hensher D. A.**, 1985, An Econometric Model of Vehicle Use in the Household Sector, Transportation Research B, Vol 19B, No: 4, pg: 303-313.
- Hensher D. A., Milthorpe F. W. and Nariida C.S.**, 1990, The Demand for Vehicle Use in the Urban Household Sector, Journal of Transport Economics and Policy, May, pg: 119-137.
- Hivert L., Orfueil J. P. and Troulay P.**, 1988, Mobility and Car Ownership, Recherche Transport Sécurité, No:2, pg: 3-10.
- Hutchinson M.J.**, 1979, Multi-variable Models of Car Ownership, Traffic Engineering & Control, September, pg: 399-402
- İOTMD**, 1998. İthal Otomobilleri Türkiye Mümessilleri Derneği, 1998 Yıllık İstatistik Bülteni
- İSO**, 1988, Türkiye Gayri Safi Yurtiçi Hasılasının İller İtibariyle Dağılımı, 1979-1986, Mayıs, İstanbul Sanayi Odası, Yayın No : 1988/8
- İstanbul Ulaşım Ana Planı**, 1997, İstanbul Ulaşım Ana Planı Sonuç Raporu, İTÜ Ulaştırma ve Ulaşım Araçları UYG-Ar Merkezi, Aralık.
- Jones S. R. and Tanner J. C.**, 1979, Car Ownership and Public Transport, TRRL Sup. Rep. 464.
- Jong G. and Pommer J.**, 1996, A Dissagregate Model System of Vehicle Holding Duration, Type Choice and Use, Transportation Research B, Vol: 30, No: 4, pg: 263-276.
- Khan A. and Willamsen L.G.**, 1986, Modelling Car Ownership and Use in Developing Countries, Traffic Engineering & Control, November, pg: 554-560.
- Madre J. L.**, 1988, Passenger Car or Public Transport, Recherche Transport Sécurité, No: 3, pg: 2-10.
- Mannering F. L.**, 1983, An Econometric Analysis of Vehicle Use in Multivehicle Households, Transportation Research A, Vol: 17A, No: 3, pg: 183-189.
- May A.D., Rand L, Timms P. M. Toffolo S.**, 1997, OPTIMA, Opimisation of Policy for Transport Integration in Metropolitan Area : a review of the results for nine European cities, Transportation Planning Methods Volume I, PTRC, 25 European Transport Form, Semtember pg: 161-186

- Mogridge M. J. H.**, 1989, The Prediction of Car Ownership and Use Revisited, Journal of Transport Economics and Policy, January, pg:55-74.
- Mullen P. and White M.**, 1977, Forecasting Car Ownership: A New Approach-Part 1, Traffic Engineering & Control, July, pg: 354-361.
- Mullen P. and White M.**, 1977, Forecasting Car Ownership: A New Approach-Part 2, Traffic Engineering & Control, September, pg: 422-426.
- OECD**, 1982, Forecasting Car Ownership and Use, Road Research, May, France.
- Olszawski P. and Turner D. J.**, 1993, New Methods of Controlling Vehicle Ownership and Usage in Singapore, Transportation, No: 20, pg: 355-371.
- Ortuzar J. D. and Willumsen L.G.**, 1990, Modelling Transport, John Wiley ve Sons.
- OSD**, 1996, Otomotiv Sanayii Derneği, Gümrük Birliği Kapsamında Türkiye'deki Otomotiv Sanayi, Rapor 1996/8, Nisan
- OSD**, 1997, Otomotiv Sanayii Derneği, Türk Otomotiv Sanayii, Rapor 1997/7
- Özge M.**, 1992, Otomobil Sahipliğinin Modellenmesi, Y. Lisans Tezi İTÜ, Ekim.
- Prevedouros P. D., An Ping**, 1998, Automobile Ownership in Asia Countries : Historical Trends and Forecasts, ITE Journal, April, pg: 24-29.
- Sansom T., Fox H. and Dawe G.**, 1996, Developing Car Ownership and Use Models from Disaggregate Data, PTRC Transportation Planning Methods, Proceeding of Seminar D&E Part-1, September.
- Tanner J. C.**, 1974, Forecasts of Vehicles and Traffic in Great Britain : 1974 Revision, TRRL – 650.
- Tanner J. C.**, 1983, International Comparisons of Cars and Car Usage, TRRL-1070.
- Tanner J. C.**, 1983, A Lagged Model for Car Ownership Forecasting TRRL-1072.
- Tezer E.**, 1998. Dünya Otomotiv Sanayiine Bir Bakış Türkiye Pazarında Otomotiv İthalatının Değerlendirilmesi, Rapor 1998/8, Otomotiv Sanayii Derneği.
- Tulpule A. H.**, 1970, Recent Trends in Vehicle Use in the United States and in Britain, TRRL – 354.
- Vasconcellos E. A.**, 1997, The Demand for Cars in Developing Countries, Transportation Research A Vol: 31, No: 3, pg: 245-258.

ÖZGEÇMİŞ

Kemal Selçuk ÖĞÜT 1969 yılında İstanbul’da doğdu. Orta ve lise öğrenimini Saint-Michel Lisesi’nde tamamladı. 1987 yılında girdiği İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi’ni 1992 yılında tamamladı. Aynı yıl İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Ulaştırma Anabilim Dalı’nda başladığı yüksek lisans programını Şubat 1995 tarihinde tamamlayarak Ulaştırma Anabilim Dalı’nda doktora programına başladı. Halen, Kasım 1995 tarihinde İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Ulaştırma Anabilim Dalı’nda başladığı Araştırma Görevliliğini sürdürmektedir.