

**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**SOSYO-EKONOMİK VE DEMOGRAFİK PARAMETRELERE  
BAĞLI OLARAK OTOMOBİL SAHİPLİĞİNİN  
MODELLENMESİ: DENİZLİ ÖRNEĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**FATİH GÜREL**

**DENİZLİ, TEMMUZ - 2019**

**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**SOSYO-EKONOMİK VE DEMOGRAFİK PARAMETRELERE  
BAĞLI OLARAK OTOMOBİL SAHİPLİĞİNİN  
MODELLENMESİ: DENİZLİ ÖRNEĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**FATİH GÜREL**

**DENİZLİ, TEMMUZ - 2019**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

Fatih GÜREL tarafından hazırlanan “Sosyo-Ekonomik ve Demografik Parametrelere Bağlı Olarak Otomobil Sahipliğinin Modellenmesi : Denizli Örneği” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 26.07.2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.


Jüri Üyeleri

İmza


Danışman  
Doç. Dr. Özgür BAŞKAN




Üye  
Prof. Dr. Ülker GÜNER BACANLI



Üye  
Doç. Dr. Süheyla Pelin ÇALIŞKANELLİ




Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun  
08/08/2019 tarih ve ...32/17... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

  
Prof. Dr. Uğur YÜCEL V.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.**



**Fatih GÜREL**

## ÖZET

### SOSYO-EKONOMİK VE DEMOGRAFİK PARAMETRELERE BAĞLI OLARAK OTOMOBİL SAHİPLİĞİNİN MODELLENMESİ: DENİZLİ ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FATİH GÜREL

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. ÖZGÜR BAŞKAN)

DENİZLİ, TEMMUZ - 2019

Günümüzde sıklıkla tercih edilen ulaşım araçlarından olan otomobil, kullanıcıların günlük seyahat şekillerini belirlemede önemli rol oynamaktadır. Otomobil sahipliği 1000 kişiye düşen otomobil sayısı olarak tanımlanmakta ve hızlı kentleşme, nüfus, gelir artışı sebebiyle ülkemizde son yıllarda artış göstermektedir. Otomobil sahipliğindeki artış toplu taşıma sistemlerinin yetersiz olduğu kentlerde otomobil kullanımının artmasına sebep olmaktadır. Otomobil kullanımındaki artış, kullanıcılara ulaşımında zaman ve konfor açısından avantaj sağlarken, birçok konuda ise olumsuz etkiler yaratmaktadır. Artan otomobil kullanımı trafik sıkışıklığına neden olmakta ve trafik kazaları ihtimalini artırmaktadır. Ayrıca bu durum kent içinde park yeri problemini de beraberinde getirmektedir. Daha fazla otomobil kullanımı, enerji talebini artırmakta ve oluşan emisyon ile insan ve çevre sağlığı üzerinde ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Otomobil sahipliği parametresinin kent ve ulaşım planlamalarının önemli parçalarından biri olması ve belirtilen sorunlarla yakından ilişkisi nedeniyle, otomobil sahipliğini etkileyen faktörlerin belirlenmesi oldukça önemlidir.

Bu çalışmada, Denizli’de otomobil sahipliğini modellemek amacıyla hane düzeyinde anket çalışması yapılmış, sosyo-ekonomik ve demografik veriler elde edilmiştir. Elde edilen ayrıntılı verilerle, ikili lojistik regresyon analizi kullanılarak SPSS paket programı ile modelleme çalışması yapılmış ve otomobil sahipliğini etkileyen faktörler belirlenmiştir. Model çalışmasında, bağımlı değişken hanenin otomobil sahibi olma ve olmama durumuna göre iki kategoride ele alınmıştır. Analiz sonucunda hanenin aylık toplam geliri, hanede sürücü belgesine sahip kişi sayısı, hane reisinin eğitim durumu, hane reisinin yaşı, hanede toplu taşıma kartına sahip kişi sayısı ve hanenin ev sahipliği durumu değişkenleri anlamlı bulunmuştur. Çalışmanın, gelecekte otomobil kullanımındaki artışın yaratacağı olumsuz etkilerin önlenmesi açısından ulaşım planlaması çalışmalarına katkı yapması beklenmektedir.

**ANAHTAR KELİMELELER:** Otomobil Sahipliği, İkili Lojistik Regresyon Analizi, Sosyo-Ekonomik ve Demografik Parametreler, SPSS

## **ABSTRACT**

### **MODELING CAR OWNERSHIP BASED ON SOCIO-ECONOMIC AND DEMOGRAPHIC PARAMETERS: THE CASE OF DENİZLİ**

**MSC THESIS  
FATİH GÜREL**

**PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE  
CIVIL ENGINEERING  
(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. ÖZGÜR BAŞKAN)**

**DENİZLİ, JULY 2019**

Car plays a vital role in determining users' daily travel pattern and is known as one of the most preferred transportation modes. Car ownership is defined as the number of cars per 1000 people and has been increasing due to urbanization, population and income growth in recent years. Increase in car ownership increases also the use of cars depending on quality of public transport systems in cities. Increase in the use of car provides some advantages for road users in terms of time and comfort while it produces negative effects in many cases. It may cause traffic congestion and increase the probability of traffic accidents. In addition, this issue leads to parking problems especially in city centers and to increase energy demand. Transportation related emissions pose a threat to human health. Since the car ownership ratio is one of the most important parameters being used in transportation master plans, the parameters affecting the car ownership should be determined.

In this study, household surveys were conducted in Denizli in order to determine the parameters affecting the car ownership. Socio-economic and demographic data was obtained from these surveys. The binomial logistic regression analysis was carried out with the disaggregated data by using SPSS software and the parameters affecting the car ownership were determined. The dependent variable was considered in two categories depending on car ownership in the household. It has been found that the household income, the number of people with a driver's license, the educational status of household head, the age of household head, the number of people with a public transport card and home ownership status are significant parameters on car ownership. It is expected that results of this study will contribute to transportation master plans and corresponding results may prevent the negative effects due to car use.

**KEYWORDS:** Car Ownership, Binomial Logistic Regression Analysis, Socio-Economic and Demographic Parameters, SPSS

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>v</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>SEMBOL LİSTESİ</b> .....	<b>viii</b>
<b>KISALTMA LİSTESİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>x</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1 Problem .....	1
1.2 Amaç .....	2
1.3 Tezin Düzenlenmesi .....	3
<b>2. OTOMOBİL SAHİPLİĞİ</b> .....	<b>4</b>
2.1 Giriş .....	4
2.2 Otomobil Sahipliğinin Ülke ve İl Düzeyinde İncelenmesi.....	5
2.2.1 Türkiye’de Otomobil Sahipliğinin İncelenmesi .....	5
2.2.2 Türkiye’nin Otomobil Sahipliğinin Diğer Ülkeler ile Karşılaştırılması .....	9
2.2.3 Denizli’de Otomobil Sahipliği ve Diğer İller ile Karşılaştırılması.....	15
2.3 Veri Türüne Göre Otomobil Sahipliğinin Modellenmesi.....	17
2.4 Literatür Taraması .....	19
2.5 Sonuçlar .....	26
<b>3. LOJİSTİK REGRESYON ANALİZİ</b> .....	<b>27</b>
3.1 Lojistik Regresyon Analizi Kullanım Nedenleri ve Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemlerle Karşılaştırılması .....	28
3.2 Lojistik Regresyon Analizi Türleri.....	29
3.2.1 İkili Lojistik Regresyon Analizi .....	29
3.2.2 Çoklu Lojistik Regresyon Analizi .....	30
3.2.3 Sıralı Lojistik Regresyon Analizi .....	30
3.3 Lojistik Regresyon Analizi Varsayım ve Gereklilikleri .....	31
3.4 Lojistik Regresyon Modeli .....	33
3.5 Parametrelerin Anlamlılığının Test Edilmesi .....	38
3.5.1 Olabilirlik Oran Testi.....	38
3.5.2 Wald Testi.....	40
3.5.3 Skor (Score) Testi .....	40
3.6 Değişken Seçim Yöntemleri.....	41
3.6.1 Standart Seçim Yöntemi .....	41
3.6.2 İleriye Doğru Seçim Yöntemi.....	41
3.6.3 Geriye Doğru Seçim Yöntemi .....	42
3.6.4 Adım-Adım Seçim Yöntemi .....	42
3.7 Lojistik Regresyon Analizinde İlişki Ölçütü.....	42
3.8 Lojistik Regresyon Analizinde Model Uyumunun Değerlendirilmesi .....	44
3.8.1 Ki-Kare İstatistiği .....	44

3.8.2	Hosmer-Lemeshow Testi .....	45
3.8.3	Sınıflandırma Tablosu.....	45
3.8.4	ROC Eğrisi.....	46
3.9	Lojistik Regresyon Analizinde Parametrelerin Yorumu .....	47
3.9.1	İki Kategoriye Sahip Bağımsız Değişken .....	47
3.9.2	İkiden Fazla Kategoriye Sahip Bağımsız Değişken .....	47
3.9.3	Sürekli Bağımsız Değişken.....	48
3.10	Sonuçlar.....	49
<b>4.</b>	<b>OTOMOBİL SAHİPLİĞİNİN MODELLENMESİ .....</b>	<b>50</b>
4.1	Giriş .....	50
4.2	Çalışma Alanı .....	50
4.3	Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi .....	52
4.4	Anket Çalışması ile Verilerin Toplanması .....	53
4.5	Değişkenlerin Tanımlanması.....	55
4.6	Değişkenlerin Kodlanması .....	76
4.7	Değişkenler Arasında Çoklu Bağlantı (Multicollenarity) Sorunu.....	78
4.8	İkili Lojistik Regresyon Analizi .....	79
4.9	Tek Değişkenli Lojistik Regresyon Analizi .....	81
4.10	Uygulama .....	83
<b>5.</b>	<b>SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>103</b>
5.1	Öneriler.....	106
<b>6.</b>	<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>107</b>
<b>7.</b>	<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>111</b>



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 2.1: Türkiye’de 1980-2018 yılları arasında otomobil sahipliği.....	5
Şekil 2.2: Türkiye’de otomobil sahipliğinin yıllar içindeki değişim oranı (%)..	6
Şekil 2.3: Türkiye’de yıllar içinde kişi başına düşen gelir (\$).....	7
Şekil 2.4: Türkiye’de yıllara göre kentsel nüfus oranı (%) .....	8
Şekil 2.5: Türkiye’de yıllara göre çalışabilir yaştaki (15-64 yaş) nüfus oranı (%).....	9
Şekil 2.6: Avrupa ve bazı ülkelerde 1000 kişiye düşen otomobil sayısı .....	10
Şekil 2.7: Ülkelerin kişi başına düşen gelir (\$) ve otomobil sahipliği karşılaştırması.....	11
Şekil 2.8: Ülkelerin kentsel nüfus oranı (%) ve otomobil sahipliği karşılaştırması.....	12
Şekil 2.9: Ülkelerin genç nüfus oranı (%) ve otomobil sahipliği karşılaştırması.....	13
Şekil 2.10: Ülkelerin çalışabilir yaştaki (15-64 yaş) nüfus oranı (%) ve otomobil sahipliği karşılaştırması .....	14
Şekil 2.11: Denizli’de otomobil sahipliği.....	15
Şekil 2.12: İllere göre kişi başına düşen gelir (\$) .....	16
Şekil 2.13: İllere göre 1000 kişiye düşen otomobil sayısı .....	16
Şekil 3.1: Lojistik regresyon fonksiyon eğrisi.....	36
Şekil 4.1: Çalışma alanı .....	51
Şekil 4.2: Otomobil sahipliği frekans dağılımı.....	55
Şekil 4.3: Hanenin aylık toplam geliri ve otomobil sahipliği ilişkisi .....	56
Şekil 4.4: Hanedeki birey sayısı ve otomobil sahipliği ilişkisi.....	58
Şekil 4.5: Hanedeki yetişkin erkek sayısı ve otomobil sahipliği ilişkisi .....	59
Şekil 4.6: Hanedeki yetişkin kadın sayısı ve otomobil sahipliği ilişkisi .....	60
Şekil 4.7: Hanedeki toplam yetişkin sayısı ve otomobil sahipliği ilişkisi .....	61
Şekil 4.8: Hanedeki çalışan kişi sayısı ve otomobil sahipliği ilişkisi .....	62
Şekil 4.9: Hanedeki çocuk sayısı ve otomobil sahipliği ilişkisi .....	64
Şekil 4.10: Hanede sürücü belgesine sahip kişi sayısı ve otomobil sahipliği ilişkisi .....	65
Şekil 4.11: Hane reisi yaşı ve otomobil sahipliği ilişkisi.....	66
Şekil 4.12: Hane reisi eğitim durumu ve otomobil sahipliği ilişkisi .....	68
Şekil 4.13: Hanenin ev sahipliği durumu ve otomobil sahipliği ilişkisi.....	69
Şekil 4.14: Hanenin oturduğu ev büyüklüğü ve otomobil sahipliği ilişkisi .....	70
Şekil 4.15: Hanede toplu taşıma kartına sahip kişi sayısı ve otomobil sahipliği ilişkisi .....	72
Şekil 4.16: Hane halkı toplu taşıma memnuniyeti ve otomobil sahipliği ilişkisi .....	73
Şekil 4.17: Hanede 5 km veya daha uzakta çalışan kişi sayısı ve otomobil sahipliği ilişkisi .....	74
Şekil 4.18: Hanenin bulunduğu bölge ve otomobil sahipliği ilişkisi.....	75
Şekil 4.19: İkili lojistik regresyon analizi penceresi.....	79
Şekil 4.20: Kategorik değişkenleri tanımlama penceresi .....	80
Şekil 4.21: İkili lojistik regresyon analizi kaydet penceresi .....	80
Şekil 4.22: İkili lojistik regresyon analizi ayarlar penceresi.....	81

<b>Şekil 4.23:</b> ROC eğrisi analiz penceresi .....	100
<b>Şekil 4.24:</b> ROC eğrisi.....	101



## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

<b>Tablo 3.1:</b> Kukla değişkenlerin oluşturulması .....	48
<b>Tablo 4.1:</b> Bölgelere göre mahallelerin dağılımı .....	52
<b>Tablo 4.2:</b> Bölgelerin nüfusu ve yapılan anket sayısı .....	53
<b>Tablo 4.3:</b> Anket Formu .....	54
<b>Tablo 4.4:</b> Hanenin aylık toplam geliri frekans dağılımı .....	56
<b>Tablo 4.5:</b> Hanedeki birey sayısı frekans dağılımı.....	57
<b>Tablo 4.6:</b> Hanedeki yetişkin erkek sayısı frekans dağılımı .....	59
<b>Tablo 4.7:</b> Hanedeki yetişkin kadın sayısı frekans dağılımı .....	60
<b>Tablo 4.8:</b> Hanedeki toplam yetişkin sayısı frekans dağılımı .....	61
<b>Tablo 4.9:</b> Hanedeki çalışan kişi sayısı frekans dağılımı .....	62
<b>Tablo 4.10:</b> Hanedeki çocuk sayısı frekans dağılımı .....	63
<b>Tablo 4.11:</b> Hanede sürücü belgesine sahip kişi sayısı frekans dağılımı .....	65
<b>Tablo 4.12:</b> Hane reisinin yaşı frekans dağılımı .....	66
<b>Tablo 4.13:</b> Hane reisi eğitim durumu frekans dağılımı .....	67
<b>Tablo 4.14:</b> Hanenin ev sahipliği durumu frekans dağılımı.....	68
<b>Tablo 4.15:</b> Hanenin oturduğu ev büyüklüğü frekans dağılımı .....	70
<b>Tablo 4.16:</b> Hanede toplu taşıma kartına sahip kişi sayısı frekans dağılımı ....	71
<b>Tablo 4.17:</b> Hanehalkı toplu taşıma memnuniyeti frekans dağılımı .....	73
<b>Tablo 4.18:</b> Hanede 5 km veya daha uzakta çalışan kişi sayısı frekans dağılımı.....	74
<b>Tablo 4.19:</b> Hanenin bulunduğu bölge frekans dağılımı.....	75
<b>Tablo 4.20:</b> Kategorik değişkenler ve değişkenlere ait kodlamalar .....	77
<b>Tablo 4.21:</b> Sürekli değişkenler .....	78
<b>Tablo 4.22:</b> Çoklu bağlantı tespit tablosu .....	78
<b>Tablo 4.23:</b> Tek değişkenli lojistik regresyon analizi sonuçları.....	82
<b>Tablo 4.24:</b> İkili lojistik regresyon analizine dahil edilen bağımsız değişkenler .....	83
<b>Tablo 4.25:</b> Gözlemlerin özet tablosu .....	84
<b>Tablo 4.26:</b> Bağımlı değişken kodlanma şekli tablosu .....	84
<b>Tablo 4.27:</b> Kategorik bağımsız değişkenlerin kodlanma şekli tablosu.....	85
<b>Tablo 4.28:</b> Başlangıç modeli sonuçları.....	86
<b>Tablo 4.29:</b> Başlangıç modeli sınıflandırma tablosu.....	86
<b>Tablo 4.30:</b> Başlangıç modeli denklem sonuçları .....	87
<b>Tablo 4.31:</b> Analize girmeye aday değişkenler .....	88
<b>Tablo 4.32:</b> Omnibus test sonuçları.....	89
<b>Tablo 4.33:</b> Model özeti tablosu.....	90
<b>Tablo 4.34:</b> Hosmer-Lemeshow test sonuçları.....	91
<b>Tablo 4.35:</b> Sınıflandırma tablosu .....	92
<b>Tablo 4.36:</b> Modeldeki değişkenler tablosu .....	94
<b>Tablo 4.37:</b> ROC eğrisi altında kalan alan .....	101

## SEMBOL LİSTESİ

$Y$	: Doğrusal Regresyon Bağımlı Değişken Değeri
$X_i$	: Bağımsız Değişken Değerleri
$B_0$	: Sabit Terim
$B_i$	: Bağımsız Değişken Regresyon Katsayıları
$P_i (\pi_i)$	: Bir Olayın Gerçekleşme İhtimali
$Z_i$	: Lojistik Regresyon Dönüşümü
$e$	: Euler Sayısı
$\infty$	: Sonsuz Değeri
$Exp(B)$	: Odds oranı
$(L_i)$	: Logit Değeri
$l(B)$	: Olabilirlik Fonksiyonu
$L(B)$	: Log-olabilirlik
$D$	: Sapma Değeri
$G$	: Olabilirlik Oran Testi
$\chi^2$	: Ki-kare Test İstatistiği
$W$	: Wald Test İstatistiği Değeri
$R_{MCF}^2$	: Mc Fadden $R^2$
$R_{CS}^2$	: Cox-Snell $R^2$
$R_{NAG}^2$	: Nagelgerke $R^2$
$n$	: Gözlem Sayısı
$-2LL$	: -2Log-Olabilirlik
$c$	: Sürekli Değişken Artış Katsayısı
$p$	: Anlamlılık Değeri
$\$$	: Amerikan Doları
$(LL)_0$	: Sadece Sabit Terim İçeren Modelin Olabilirliği
$(LL)_1$	: Tüm Değişkenleri İçeren Modelin Olabilirliği
$\hat{C}$	: Hosmer- Lemeshow Test Değeri
$k$	: Hosmer- Lemeshow Testi Alt Grup Sayısı
$ST$	: Skor Test İstatistiği Değeri
$ln$	: Doğal Logaritma

## KISALTMA LİSTESİ

<b>TÜİK</b>	:	Türkiye İstatistik Kurumu
<b>VİF</b>	:	Varyans Artış Faktörü
<b>SPSS</b>	:	Statistical Package for Social Sciences
<b>OECD</b>	:	Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
<b>EUROSTAT</b>	:	Avrupa İstatistik Ofisi
<b>TTK</b>	:	Toplu Taşıma Kartı
<b>ROC</b>	:	İşlem Karakteristik Eğrisi
<b>SD</b>	:	Serbestlik Derecesi
<b>SH</b>	:	Standart Hata



## ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim boyunca yol gösterici olan, tez çalışmamın planlama ve yürütülme sürecinin her anında zamanını esirgemeyerek deneyim ve değerli bilgilerini benimle paylaşan danışman hocam Doç. Dr. Özgür BAŞKAN'a sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Çalışma süresince tecrübelerinden yararlandığım ve bana kattıkları bilgiler için tüm hocalarıma, özellikle yaptığım anket çalışması süresi boyunca zamanını ayırıp fedakârlık göstererek bana yardımcı olan, beraber güzel zamanlar geçirdiğim tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Beni bugünlere getiren, hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyerek beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan, varlıklarına şükrettiğim aileme sonsuz teşekkürler...

# 1. GİRİŞ

Ulaşımın önemli öğelerinden biri olan otomobil, insanların günlük seyahat davranışlarını belirlemede önemli bir faktör olarak yer almaktadır. Otomobil, hem özel yaşantıda hem de ticari amaçla kullanılmasıyla hayatımızın bir parçası haline gelmiştir. Günümüzde otomobil yalnızca bir gereklilik değil, birçok kullanıcı için güç ve özgürlük sembolü olarak algılanmaktadır (Yamamoto, 2009). Bu nedenle otomobil üreticileri de kullanıcıların düşünce ve zevklerini göz önünde bulundurup, çeşitli özelliklerde otomobiller üreterek piyasaya sunmaktadırlar.

Otomobil sahipliği 1000 kişiye düşen otomobil sayısı olarak tanımlanmaktadır. Kentleşme, çalışma yaşındaki nüfus oranının artışı, kişi başına düşen gelirin artması ve otomotiv sektöründeki teknolojik gelişmelere paralel olarak, otomobil sahipliğinde artış görülmektedir. Bu artış kullanıcıların ulaşım tercihlerinde değişimlere neden olarak, günlük yaşamlarını etkilemektedir.

## 1.1 Problem

Otomobil kullanımındaki artış, kullanıcılara ulaşım açısından kolaylıklar sağlarken, enerji, ulaşım, çevre ve insan sağlığı açısından bazı problemleri de beraberinde getirmektedir. Artan otomobil sahipliğiyle beraber insanların seyahat talebi de artmakta ve bu durum kentsel ulaşım ağı üzerinde yoğunluğa yol açmaktadır. Bu yoğunluk ve altyapıdaki yetersizlikler birleşince, kentlerde trafik sıkışıklığı meydana gelmektedir. Trafik sıkışıklığı, hem trafik kazalarının oluşma ihtimalini artırarak maddi ve manevi kayıpların oluşmasına hem de artan emisyon ile birlikte çevre ve insan sağlığı üzerinde ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Daha fazla otomobil kullanımı, daha fazla enerji gerektirdiğinden bu durum enerji tüketimini artırmakta ayrıca park yeri problemlerini de beraberinde getirmektedir. Ulaşım ve arazi kullanım planları arasındaki uyumsuzluk, kent içinde kullanıcıların birbirlerinden uzaklaşmasına sebep olarak yeni bir yerleşim düzeninin oluşmasına neden olmaktadır. Bu durum toplu taşıma sistemlerinin yerel yönetimler tarafından

ekonomik olarak uygulanabilme olanağını da azaltmaktadır (Tekeli ve diğ., 1974). Otomobil sahipliğinin hem bu sorunlarla ciddi şekilde ilişkili olması hem de yapılan ulaşım planlamaları açısından otomobil sahipliğini etkileyen faktörlerin belirlenmesi amacıyla modellenmesi, ulaştırma alanında önemli bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır.

## 1.2 Amaç

Bireylerin veya hanelerin otomobil sahibi olmasını etkileyen birçok faktör olmasına rağmen, bunların en önemlisi sosyo-ekonomik faktörlerdir. Dünyadaki otomobil sahipliği incelendiğinde yüksek gelir seviyesine sahip olan ülkelerde, genellikle otomobil sahipliğinin de yüksek olduğu görülmektedir. Ülkemizde de otomobil sayısı son 20 yılda kişi başına gelirin de artışıyla birlikte, 4,42 milyondan yaklaşık 12 milyona yükselmiş ve otomobil sahipliğinde ciddi bir artış yaşanmıştır.

Hanelerin otomobil sahibi olmasını etkileyen hane geliri, hanede sürücü belgesine sahip kişi sayısı, hane reisinin yaşı, eğitim durumu, hanedeki çocuk sayısı, çalışan sayısı, yetişkin sayısı, toplu taşımadan memnun olma durumu gibi birçok faktör bulunmaktadır. Otomobil sahipliğini etkileyen faktörlerin belirlenmesi amacıyla, istatistiksel analiz yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca birçok faktör tek başına etkili olsa bile, diğer faktörlerle beraber modele dahil olduğunda etkisiz olabilmektedir. Hanelerin otomobil sahipliğini etkileyen faktörlerin belirlenmesi amacıyla veri türüne göre toplu ve ayrık verilerle olmak üzere iki tür modelleme yapılmaktadır. Toplu veriler genel veriler olup, bölge ya da ülke düzeyinde hanehalkı özelliklerinin genel görünümünü yansıtmaktadır. Ayrık veriler ise hane bazında veriler içermektedir. Otomobil sahipliğiyle ilgili literatürde birçok çalışma olmasına rağmen, ülkemizde yapılan çalışmalarda genelde toplu veriler ile çalışma yapılmış olması, ayrık veriler ile yapılan çalışma eksikliğini ortaya koymaktadır.

Türkiye'nin önemli sanayi şehirlerinden olan Denizli ilinin önemli bir ticaret hacmine sahip olması, son yıllarda artan kişi başına düşen gelir ve nüfus ile birlikte otomobil sahipliğinde de önemli bir artış gözlenmiştir. Otomobil sahipliği parametresinin kent ve ulaşım planlamalarının önemli parçalarından biri olması, çevre ve insan sağlığı ile yakın ilişkili olması açısından, otomobil sahipliğini



etkileyen faktörlerin detaylıca incelenmesini gerektirmektedir. Bu nedenle çalışmada Denizli ili Merkezefendi ve Pamukkale merkez ilçelerinde hanehalkı bazında yüz yüze anket çalışması yapılmış olup, hanelerin sosyo-ekonomik ve demografik özellikleri ile ilgili detaylı veriler elde edilmiştir. Elde edilen ayrıklı verilerle Denizli’de otomobil sahipliği lojistik regresyon analizi ile modellenerek, hanelerin otomobil sahipliğini etkileyen faktörleri belirlemek bu tezin amacını oluşturmaktadır.

### **1.3 Tezin Düzenlenmesi**

Tezin ilk bölümünde, otomobil sahipliğinin tanımı yapılmış, otomobil sahipliğini etkileyen faktörler belirtilmiş ve otomobil sahipliğinin modellenmesinin önemi belirtilerek, tezin amacı anlatılmıştır.

Tezin ikinci bölümünde, Türkiye’de otomobil sahipliği incelenmiş ve otomobil sahipliğini etkileyen faktörler bakımından diğer ülkeler ile karşılaştırılması yapılmıştır. Ayrıca çalışma alanı olarak seçilen Denizli’de otomobil sahipliği incelenerek, Türkiye’deki diğer illerle karşılaştırılmasına yer verilmiştir. Ek olarak, otomobil sahipliği modellenmesinde kullanılan veri türlerinden bahsedilerek, ayrıklı verilerle modelleme yapılmasının öneminden bahsedilmiştir.

Tezin üçüncü bölümünde otomobil sahipliğinin modellenmesi amacıyla kullanılan lojistik regresyon analizinden detaylıca bahsedilmiştir. Lojistik regresyon analizinin tercih nedenleri, varsayımları, çeşitleri, parametre tahmin yöntemleri, değişken seçim yöntemleri ve uyum iyiliği ölçütleri anlatılarak modelleme yönteminden bahsedilmiştir.

Tezin dördüncü bölümünde ise Denizli ilinde Pamukkale ve Merkezefendi ilçelerinde, yüz yüze yapılan anket sonuçları değerlendirilmiştir. Elde edilen hanehalkı anket verilerine göre Denizli’deki otomobil sahipliği, ikili lojistik regresyon kullanılarak modellenmiş ve anlamlı olan değişkenler bulunarak, bu değişkenlerin otomobil sahipliği üzerindeki etkisi belirlenmiştir.

Son bölümde ise yapılan çalışmanın genel bir değerlendirilmesi yapılarak, çalışmanın gelecekte yapılacak çalışmalara katkısına ve önerilere yer verilmiştir.

## 2. OTOMOBİL SAHİPLİĞİ

### 2.1 Giriş

Otomobil, ulaşım ihtiyacının sağlanması yönüyle hem bireylerin hem de ticari işletmelerin hayatını kolaylaştıran, bazen sosyal statü göstergesi olarak edinilen, pahalı ve sık satın alınamayan bir dayanıklı tüketim malı olarak tanımlanabilmektedir (Aydın ve Arı, 2016). Günümüzde otomobil kullanımı, insanların çalışma hayatının yoğunluğuyla zaman kavramına verdikleri önemin artması, kentleşmenin etkisiyle mesafelerin uzaması ve bunun yanında toplu taşımadaki yetersizlik ve memnuniyetsizlikler sebebiyle talep görmektedir. Artan bu taleple birlikte otomobil kullanımı kullanıcılara günlük yaşamda kolaylık sağlarken, diğer yandan enerji tasarrufu hedeflerine, ulaşım altyapısına, hava kalitesine ve insan sağlığına olumsuz etki yapmaktadır (Pucher ve diğ., 2007). Bu sorunlara çözüm bulmak amacıyla, öncelikle otomobil sahipliğini etkileyen faktörler üzerinde durulması önem arz etmektedir. Otomobil sahipliğini etkileyen faktörleri belirlemek amacıyla çeşitli istatistiksel analizler yapılarak ülke, şehir ya da herhangi bir bölge özelinde otomobil sahipliği modellenabilmektedir. Bu çalışmalar, hem ulaşım planlamaları hem de çevre ve insan sağlığı açısından önem arz etmektedir.

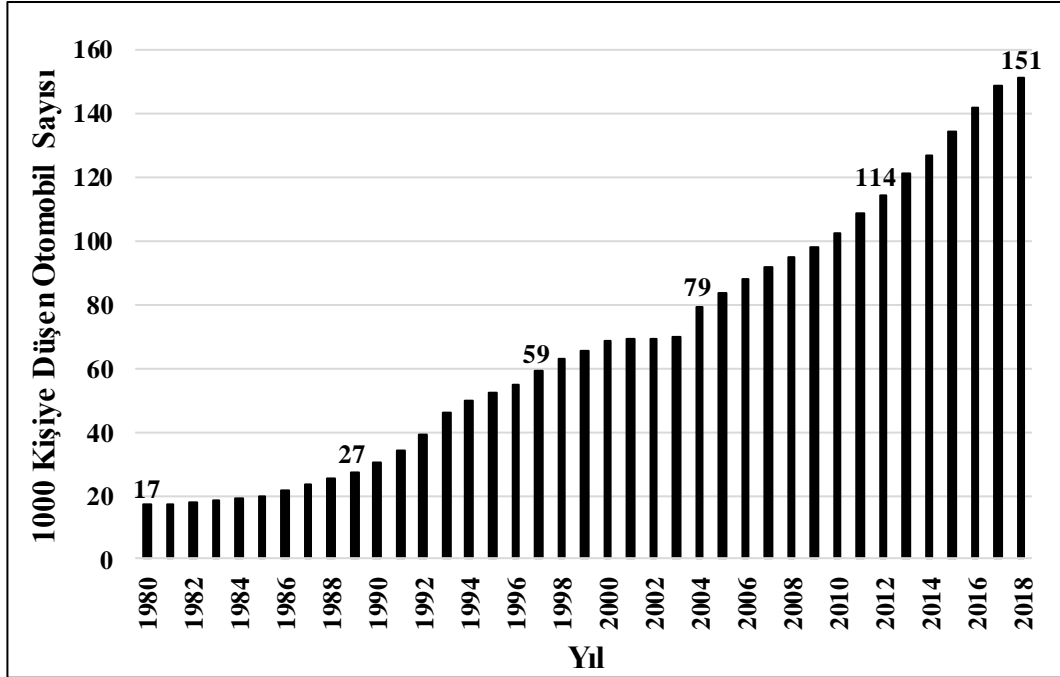
Bölüm 2.2 de, öncelikle Türkiye'deki otomobil sahipliğinin tarihsel gelişimi incelenerek, otomobil sahipliğini etkileyen faktörler değerlendirilip karşılaştırılmalar yapılmıştır. Daha sonra Denizli'deki otomobil sahipliği incelenmiş ve diğer iller ile karşılaştırması yapılmıştır. Bölüm 2.3'te, otomobil sahipliği modellenirken kullanılan veri türlerinden bahsedilerek, ayırık veriler ile yapılan modellemelerin öneminden bahsedilmiştir. Bölüm 2.4'te, çalışmaya ışık tutması amacıyla otomobil sahipliğinin modellenmesi ile ilgili önceki çalışmalar incelenerek, bir literatür çalışması verildikten sonra son bölümde ise sonuçlar verilmiştir.

## 2.2 Otomobil Sahipliğinin Ülke ve İl Düzeyinde İncelenmesi

### 2.2.1 Türkiye’de Otomobil Sahipliğinin İncelenmesi

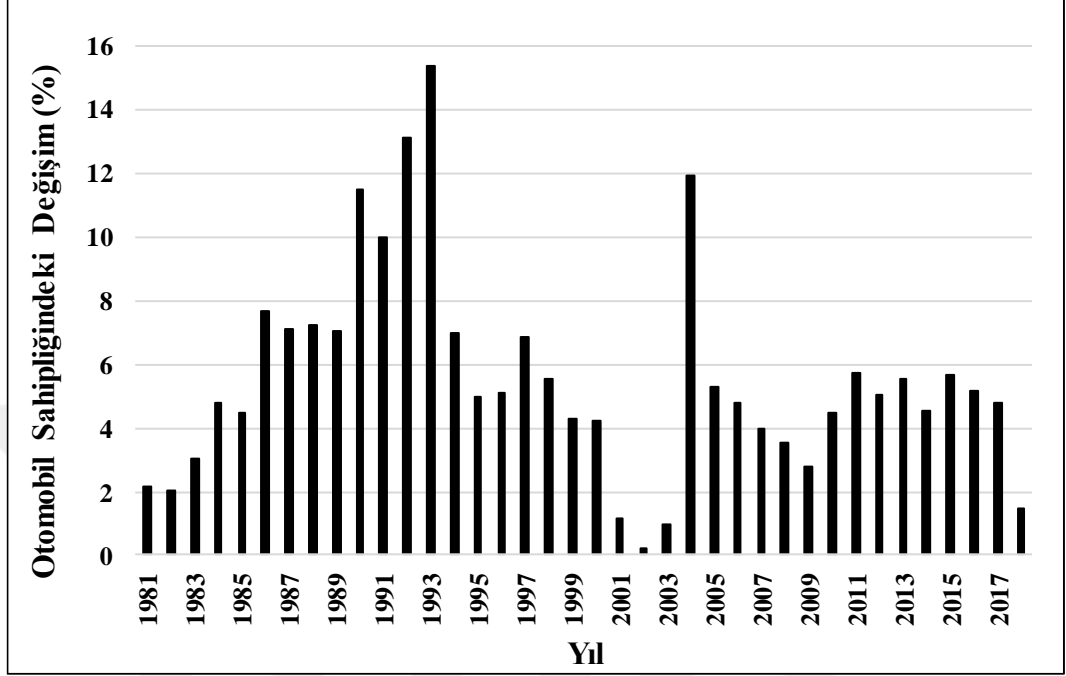
Ülkemizde otomobil sahipliği özellikle son 40 yılda ithal otomobil satışlarının serbest bırakılması, yeni otomobil fabrikalarının açılmasıyla bir ivme kazanmış olup karşımıza önemli bir ulaştırma konusu olarak çıkmaktadır (Öğüt, 2001). 1980 yılında 1000 kişiye yaklaşık 17 otomobil düşerken, 2000 yılında bu rakam 65, 2018 yılına geldiğimizde ise 151’e yükselmiştir. Çalışabilir yaştaki nüfus oranının artışı, gelirdeki iyileşme ve kırsaldan kente göç ile Türkiye’nin tarım ülkesi olmaktan sanayi ülkesi olma yoluna doğru bir yönelim göstermesi otomobil sahipliğini etkilemiştir.

TÜİK verilerine göre Aralık 2018 sonu itibariyle, ülkemizde trafiğe kayıtlı toplam 22,9 milyon adet taşıtın %54,2’sini otomobil, %16,4’ünü kamyonet, %14’ünü motosiklet, %8,3’ünü traktör, %3,8’ini kamyon, %2,1’ini minibüs, %1’ini otobüs ve %0,3’ünü ise özel amaçlı taşıtlar oluşturmaktadır. Şekil 2.1’de, Türkiye’deki otomobil sahipliğinin yıllar itibariyle değişimi gösterilmiştir (TÜİK, 2019).



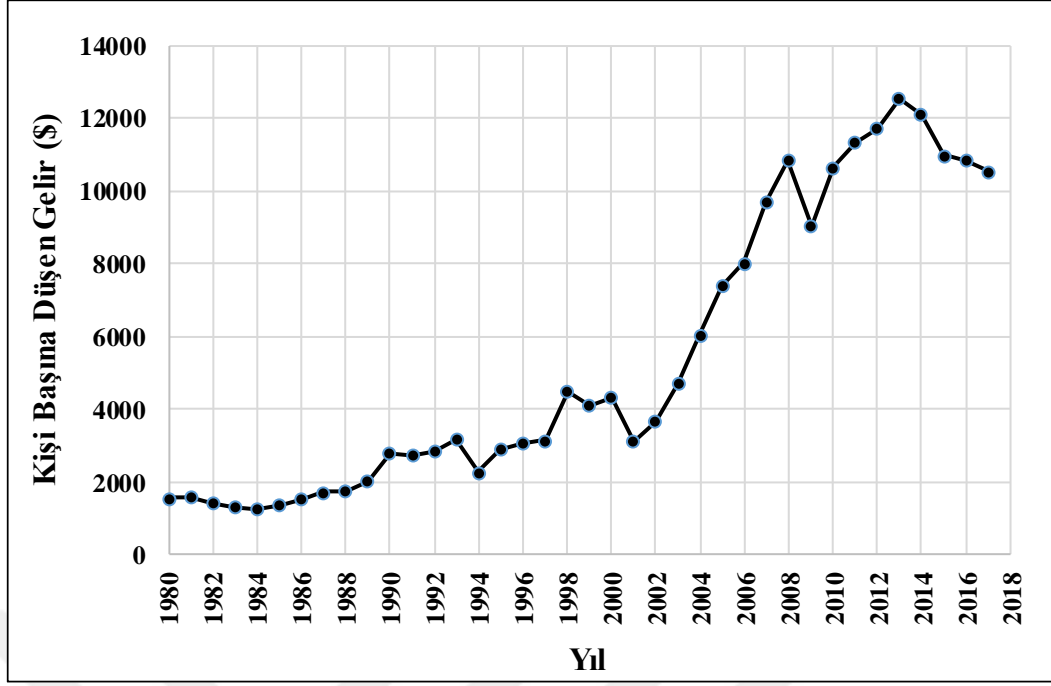
Şekil 2.1: Türkiye’de 1980-2018 yılları arasında otomobil sahipliği

Ülkemizdeki otomobil sahipliğinin artış hızı her ne kadar bazı dönemlerde yavaşlasa da, genel olarak sürekli bir artış eğilimi göstermektedir. Şekil 2.2’de, ülkemizdeki otomobil sahipliğinin yıllar içindeki değişim oranı gösterilmiştir.



Şekil 2.2: Türkiye’de otomobil sahipliğinin yıllar içindeki değişim oranı (%)

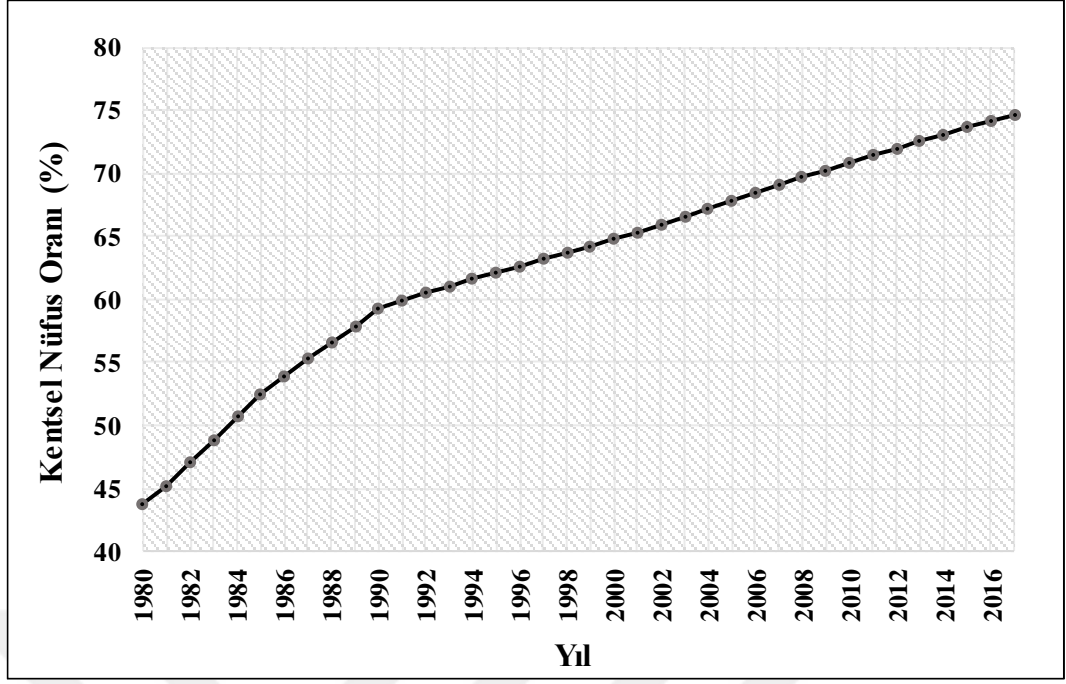
Şekil 2.2’de görüldüğü gibi, özellikle Türkiye’nin ekonomik açıdan sıkıntı yaşadığı yıllarda otomobil sahipliğindeki artış hızı azalmıştır. Özellikle 2001 ekonomik krizinin etkisi ile otomobil sahipliğinde ciddi bir durgunluk yaşanmış, bu durum 2004 yılına kadar devam etmiş ve 2004 yılından sonra tekrar hızlı bir artış göstermiştir. Otomobil sahipliğinin yıllar içindeki değişimini etkileyen birçok parametre bulunsa da, ülke ekonomisinin otomobil sahipliğini etkileyen ciddi bir etken olduğu açıktır. Ülke ekonomilerindeki iyileşme, doğal olarak kişi başı gelirde artışa neden olmaktadır. Gelirdeki artış otomobil sahipliğinde yükselmeye yol açarken, gelirdeki azalma otomobil sahipliğinde aynı oranda azalma olacağı anlamına gelmemektedir (Dargay, 2001). Şekil 2.3’te, Türkiye’de kişi başına düşen gelirin yıllar içindeki değişimi verilmiştir (Dünya Bankası, 2018a).



Şekil 2.3: Türkiye’de yıllar içinde kişi başına düşen gelir (\$)

Şekil 2.3 incelendiğinde, Türkiye’de genel olarak kişi başına düşen gelirin artış eğilimi gösterdiği görülmektedir. 2001 ve 2008 yıllarındaki ekonomik krizlerin etkisiyle kişi başına düşen gelirden düşüş yaşanmıştır. Ayrıca 2013 yılında kişi başına gelir 12543 \$ ile en üst değerine ulaşmış, daha sonraki yıllarda ise azalmaya başlamıştır. Şekil 2.3 ile Şekil 2.2 karşılaştırıldığında, kişi başına düşen gelirden artışı yaşanan zaman dilimlerinde otomobil sahipliği artarken, düşüş olan yıllarda ise otomobil sahipliği azalmamaktadır. Bu durum Dargay (2001) tarafından yapılan çalışmanın sonuçları ile uyumlu görünmektedir.

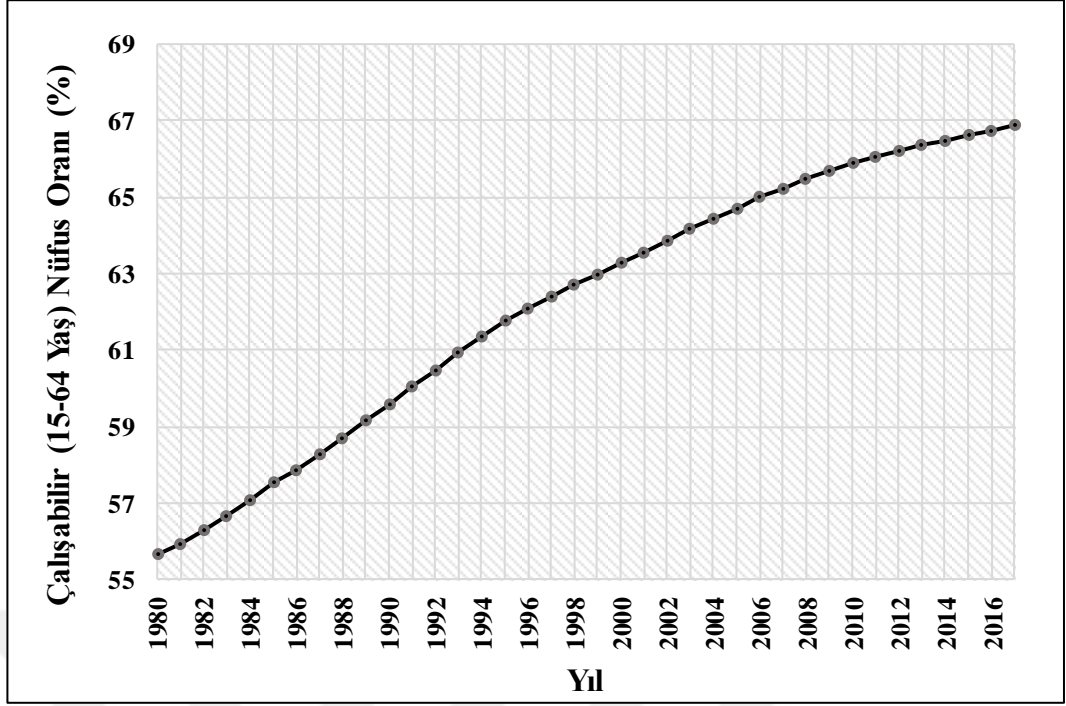
Otomobil sahipliğini etkileyen faktörlerden bir diğeri ise kentleşmedir. Ülkemizde son yarım yüzyılda kentsel nüfus oranı, sanayileşme ile birlikte hızlı bir artış göstermiş ve yaklaşık iki katına çıkmıştır. 1970 yılında yaklaşık %38 olan kentsel nüfus oranı 2017 yılında yaklaşık %75’e yükselmiştir. Kent nüfusunun artışı kentlerin fiziksel olarak büyümesine, insanların seyahat mesafelerinin artmasına sebep olmaktadır. Seyahat mesafelerinin artması, insanların otomobile olan talebini artırmaktadır. Şekil 2.4’te 1980-2017 yılları arasında Türkiye’deki kentsel nüfus oranının değişimi verilmiştir (Dünya Bankası, 2018b).



Şekil 2.4: Türkiye’de yıllara göre kentsel nüfus oranı (%)

Şekil 2.4 incelendiğinde, Türkiye’de kentsel nüfus oranının yıllar içinde sürekli artış gösterdiği görülmektedir. Gelecek yıllarda kentsel nüfustaki artışın devam etmesi ile kullanıcıların otomobile olan talebindeki artışın otomobil sahipliğini de etkileyeceği açıktır.

Türkiye’de sürücü belgesine sahip olma asgari yaşı 18’dir. Hanenin otomobil sahibi olması genç nüfusun otomobil kullanma istekleri ile birleşince, 18 yaşına gelen birçok genç sürücü belgesi sahibi olmak istemektedir. Ayrıca otomobilin birçok sektörde aktif kullanım gerektirmesi, çalışabilir yaştaki (15-64 yaş) insanları sürücü belgesi sahibi olmaya teşvik etmektedir. Çalışabilir nüfus oranının artışı, hem istihdama pozitif etki yaparak hane gelirinin artışına hem de sürücü belgesi sahibi olan kişi sayısında da artışa yol açmaktadır. Bu artışlar sonuç olarak, otomobil sahipliğini de doğrudan etkilemektedir. Sahip olduğu genç nüfusun etkisiyle, ülkemizde çalışabilir yaştaki nüfus oranı artmaya devam etmektedir. Şekil 2.5’te, yıllara göre Türkiye’de çalışabilir yaştaki nüfus oranı verilmiştir (Dünya Bankası, 2018c).



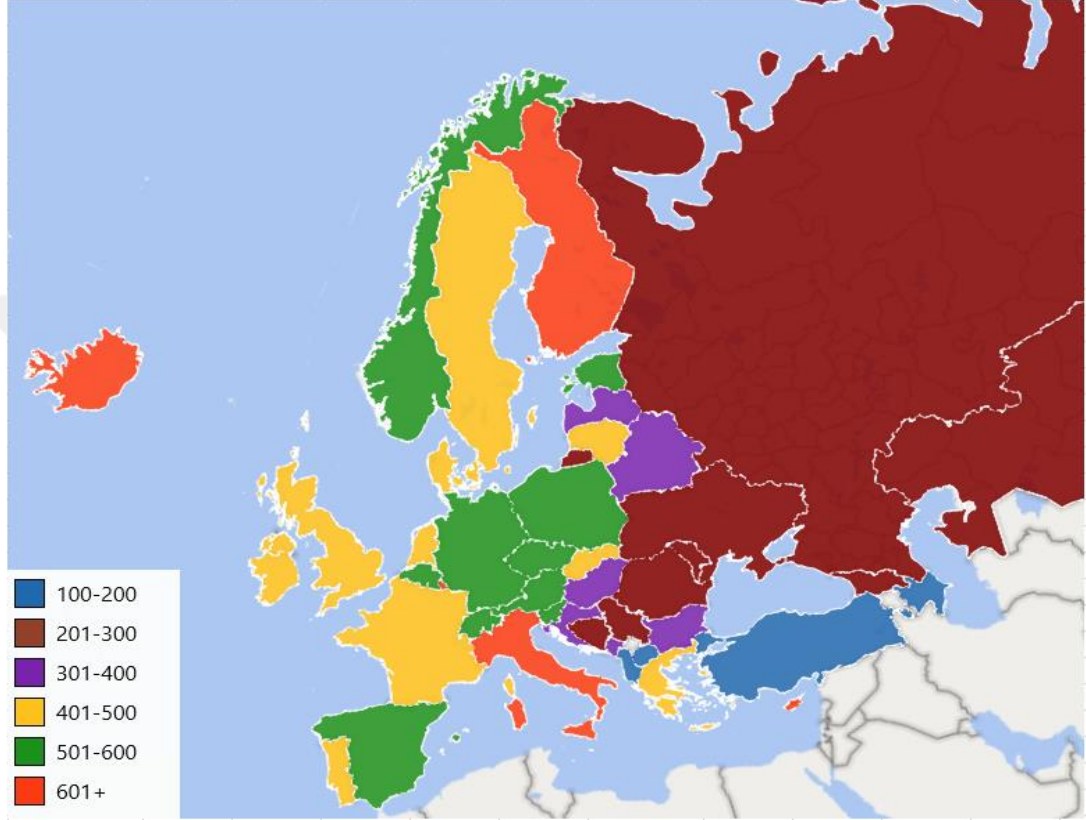
Şekil 2.5: Türkiye’de yıllara göre çalışabilir yaştaki (15-64 yaş) nüfus oranı (%)

Şekil 2.5 incelendiğinde, Türkiye’de çalışabilir yaştaki (15-64 yaş) nüfus oranının yıllar içinde sürekli artış gösterdiği görülmektedir. Türkiye’de 2017 yılı itibariyle çalışabilir nüfusun oranı yaklaşık %67’dir. Dünya’da çalışabilir yaştaki nüfusun oranı azalmasına rağmen, Türkiye’de nüfus artışı ve genç nüfusun etkisiyle artmaya devam etmektedir. Çalışabilir yaştaki nüfusun istihdam edilmesi durumunda, otomobil sahipliğinin de artış göstermesi beklenmektedir.

### 2.2.2 Türkiye’nin Otomobil Sahipliğinin Diğer Ülkeler ile Karşılaştırılması

Sürdürülebilir ulaşımın sağlanması ve otomobil kullanımını azaltma isteği, özellikle gelişmekte olan ülkelerde kentsel planlamanın önemli parçalarından biridir (Shaygan, 2017). Hızlı kentleşme, ulaşım planlamacıları ve yerel yönetimler için beraberinde birtakım zorluklar getirmektedir. Hızla artan nüfus, giderek artan seyahat mesafeleriyle birlikte mevcut ulaşım altyapısının karşılayamadığı ve trafik sıkışıklığını artıran bir seyahat talebi ile sonuçlanmaktadır (Shen ve diğ., 2016). Bu amaçla öncelikle otomobil sahipliğini etkileyen faktörlerin belirlenmesi önem taşımaktadır. Nüfus, çalışabilir yaştaki nüfus, kentleşme gibi birçok faktör otomobil

sahipliğini etkilemesine rağmen, gelirin bu etkide payı oldukça fazladır. Gelişmiş ülkelerin birçoğunda otomobil sahipliği doygunluğa ulaştığından, karar vericiler otomobil sahipliğini azaltmak için planlamalar yapmaktadırlar. Şekil 2.6'da, 2017 yılı verilerine göre Avrupa ve bazı ülkelerde 1000 kişiye düşen otomobil sayısı gösterilmiştir (Eurostat, 2018a).

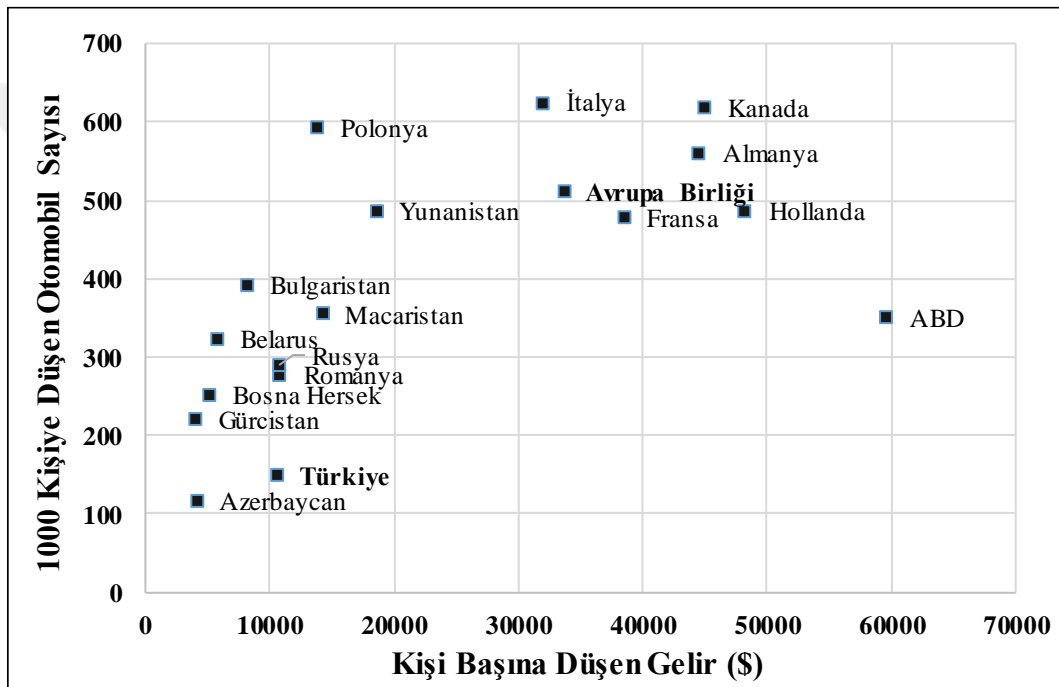


Şekil 2.6: Avrupa ve bazı ülkelerde 1000 kişiye düşen otomobil sayısı

Şekil 2.6'da görüldüğü gibi, her ne kadar ülkemizde otomobil sahipliği sürekli bir artış gösterse de, Avrupa ülkeleri ile karşılaştırıldığı zaman oldukça düşük kalmaktadır. Otomobil sahipliğinin en düşük olduğu ülkeler, 1000 kişiye düşen 117 otomobille Azerbaycan ve 140 otomobil ile Arnavutluk'tur. Verilere göre, bu ülkelerden sonra 149 otomobille Türkiye gelmektedir. Otomobil sahipliğinin en yüksek olduğu ülke ise 701 otomobille İzlanda'dır. İzlanda'yı 670 otomobille Lüksemburg ve 625 otomobille İtalya izlemektedir. Ayrıca Avrupa Birliği ülkelerinde ortalama otomobil sahipliği 511 olup, ülkemize göre oldukça yüksek olduğu dikkat çekmektedir.



Otomobil sahipliğinde etkili olan parametrelerden biri olan kişi başına düşen gelir ile otomobil sahipliği arasında yüksek bir ilişki vardır. 20. yüzyılın ikinci yarısında artmaya başlayan gelir, tüm endüstrileşmiş ülkelerde ve gelişmekte olan ülkelerin birçoğunda otomobil sahipliğinin gelişmesine katkı sağlamıştır (Dargay ve Gately, 1997). Gelirdeki iyileşme otomobil sahipliğinin artışıyla etkilemekle beraber, otomobil sahipliğinin doygunluğa ulaşmasıyla zaman içinde etkisi azalmaktadır (Dargay, 2001). Şekil 2.7’de, 2017 verilerine göre Türkiye ve bazı ülkeler için kişi başına düşen gelir ile otomobil sahipliği arasındaki ilişki gösterilmiştir (Dünya Bankası, 2018a)

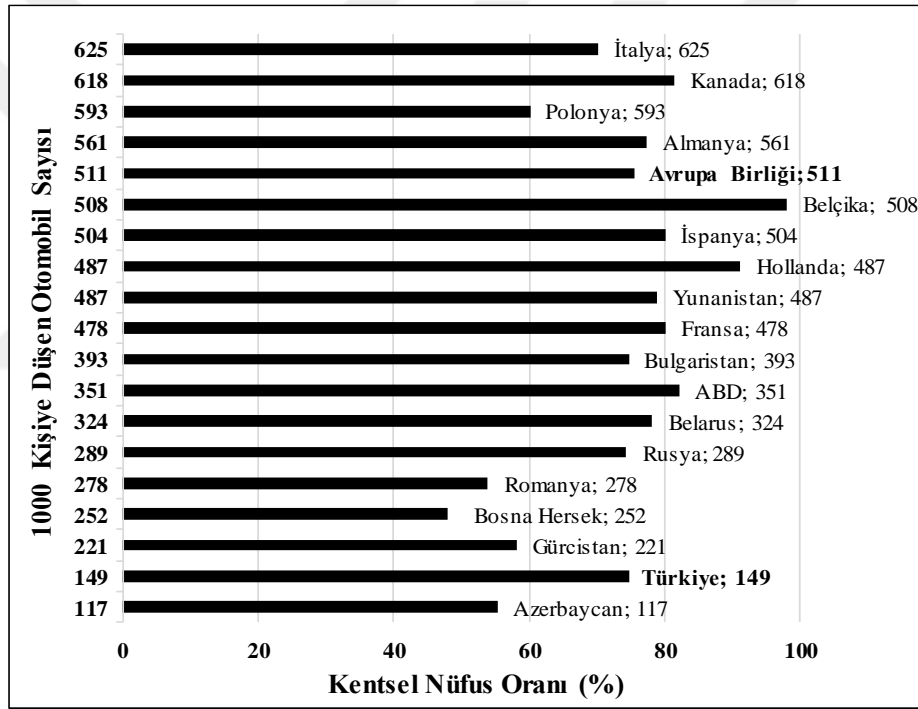


Şekil 2.7: Ülkelerin kişi başına düşen gelir (\$) ve otomobil sahipliği karşılaştırması

Şekil 2.7’den görüldüğü gibi kişi başı gelirin yüksek olduğu ülkelerde genellikle otomobil sahipliğinin de yüksek olduğu gözlemlenebilir. Kişi başına düşen gelir açısından Türkiye ile benzerlik gösteren ülkeler karşılaştırıldığında, ülkemizdeki otomobil sahipliğinin düşük olduğu görülebilmektedir. 2017 verilerine göre, kişi başına düşen gelirin 10546 \$ olduğu ülkemizde otomobil sahipliği 149 iken, kişi başına düşen gelirin 10818 \$ olduğu Romanya’da otomobil sahipliği 278, kişi başına düşen gelirin 10743 \$ olduğu Rusya’da ise 289’dur. Ayrıca Belarus ve Bulgaristan’da, kişi başına düşen gelir ülkemizden düşük olmasına rağmen otomobil sahipliği ülkemize göre oldukça yüksektir. Gelir otomobil sahipliğini etkileyen

önemli parametrelerden biri olmasına rağmen bu durum, gelir ile otomobil sahipliği arasında her zaman doğru orantı olmadığını göstermektedir.

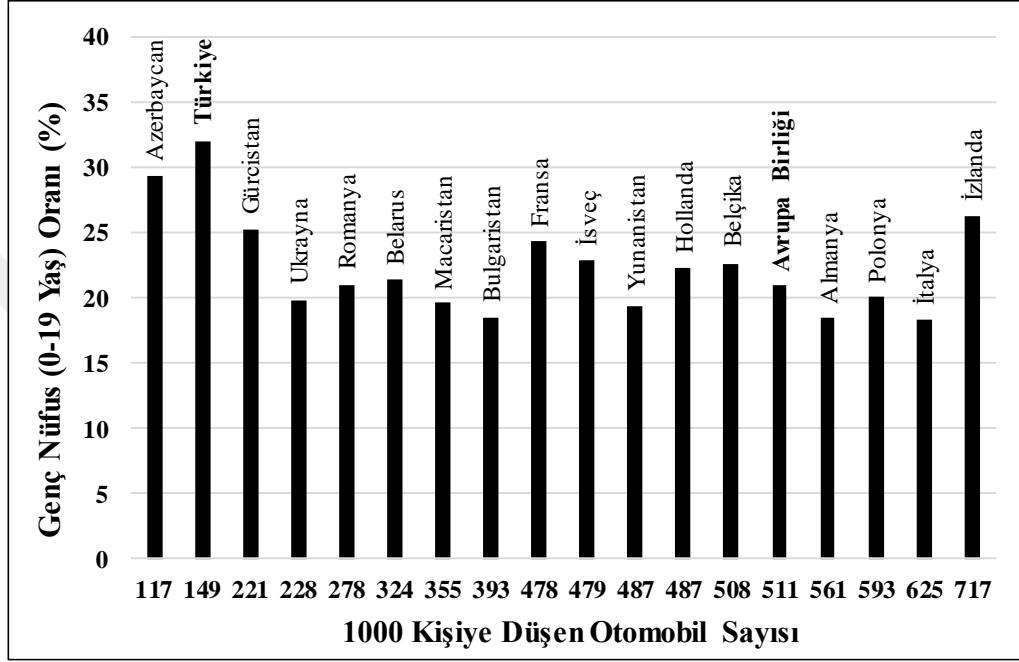
Otomobil sahipliği ile ilişkili olan bir diğer faktör ise kentleşmedir. Aynı kentsel nüfus oranına sahip ülkelerde otomobil sahipliğinde önemli farklar olsa da, düşük otomobil sahipliğinin olduğu ülkelerde kentleşme oranı genellikle düşüktür. Bazı ülkelerde düşük kentleşmeye rağmen yüksek otomobil sahipliğinin olması ülkenin coğrafi özellikleri, kırsaldaki refah düzeyi, ülkenin demografik yapısı gibi çeşitli faktörlerle açıklanabilmektedir. Şekil 2.8’de 2017 yılı verilerine göre ülkelerin kentsel nüfus oranı ile otomobil sahipliği arasındaki ilişki gösterilmiştir (Dünya Bankası, 2018b).



Şekil 2.8: Ülkelerin kentsel nüfus oranı (%) ve otomobil sahipliği karşılaştırması

Yüksek otomobil sahipliğine sahip olan Avrupa Birliği ülkelerinde, kentsel nüfus oranının yaklaşık %76 olduğu görülmektedir. Son 50 yılda sanayinin gelişmesiyle birlikte, Türkiye’de kentsel nüfus oranı 2 kat artarak 2017 yılında yaklaşık %75’e ulaşmasıyla Avrupa Birliği ortalamalarını yakalamış olsa da, ülkemizdeki otomobil sahipliği Avrupa Birliği ülkelerine göre oldukça düşüktür. 2017 yılı verilerine göre Türkiye’de 1000 kişiye düşen otomobil sayısı 149 iken, benzer kentsel nüfus oranına sahip Rusya’da otomobil sahipliği 289, Almanya’da ise 561’dir.

Türkiye’de otomobil sahipliğinin düşük olmasının nedenlerinden birisi, gelişmiş ülkelere göre genç (0-19 yaş) nüfusunun yüksek olmasıdır (Ceylan ve diğ., 2018). Genç nüfus oranı genellikle gelir sahibi olmayan kişilerden oluştuğundan, otomobil sahipliği üzerinde olumsuz bir etki yaratmaktadır. Şekil 2.9’da, 2017 yılı için ülkelere göre genç nüfus oranları ile otomobil sahipliği arasındaki ilişki gösterilmiştir (Eurostat, 2018b).

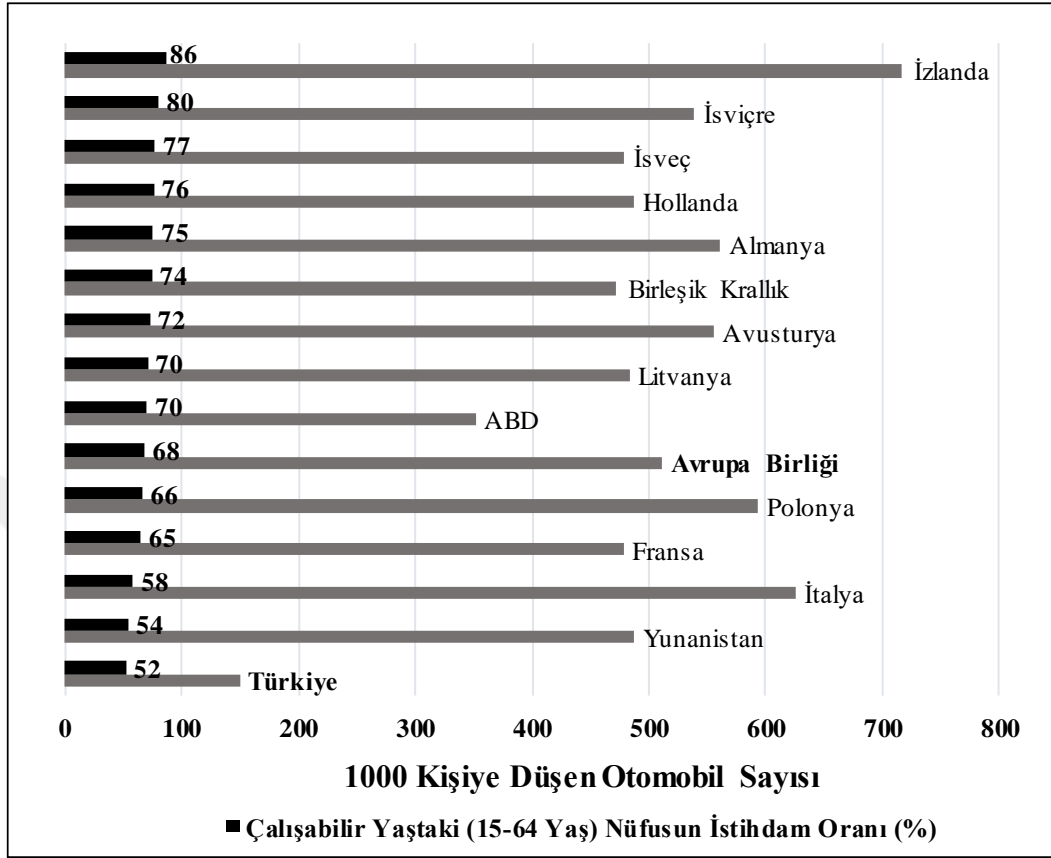


Şekil 2.9: Ülkelerin genç nüfus oranı (%) ve otomobil sahipliği karşılaştırması

Şekil 2.9’da görüldüğü gibi, %32 genç nüfus oranına sahip olan Türkiye, Avrupa ülkeleri içinde en fazla genç nüfus oranına sahip ülkedir. Otomobil sahipliğinin doyumuna ulaştığı Avrupa ülkelerinde bu oran ortalama olarak %20’lerde seyretmektedir. Son yıllarda Türkiye’nin nüfus artış hızında azalma görülmektedir. Bu azalmayla birlikte, gelecek yıllarda ülkemizdeki çalışabilir yaştaki nüfus oranının artmasıyla otomobil sahipliğinde de artış görülmesi beklenmektedir.

Ülkemizde otomobil sahipliğinin düşük olmasının sebeplerinden bir diğeri ise çalışabilir yaştaki (15-64 yaş) nüfusun istihdam oranıdır. İstihdam hane gelirine doğrudan katkı yaptığından, otomobil sahipliğini de etkilemektedir. 30 üyesinden birisinin Türkiye olduğu, Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) den alınan 2017 verilerine göre, Türkiye’de çalışabilir yaştaki nüfusun istihdam oranı yaklaşık %52’dir. Türkiye bu oranla, OECD ve Avrupa Birliği ülkeleri arasında en düşük istihdam oranına sahip ülkedir. Şekil 2.10’da, 2017 yılı verilerine göre

ülkelerin çalışabilir yaştaki nüfusun istihdam oranları ve otomobil sahipliği arasındaki ilişki gösterilmiştir (OECD, 2018).

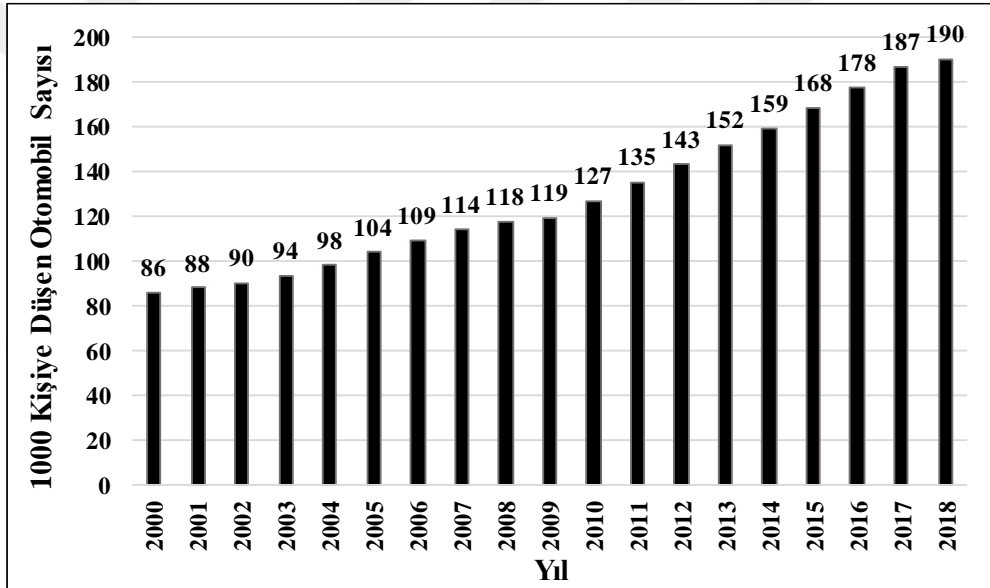


Şekil 2.10: Ülkelerin çalışabilir yaştaki (15-64 yaş) nüfus oranı (%) ve otomobil sahipliği karşılaştırması

Gelişmiş olan ülkelerde, çalışma yaştaki nüfusun istihdam oranının yüksek olduğu ve aynı zamanda bu ülkelerin yüksek otomobil sahipliği değerine sahip olduğu görülmektedir. Bu ülkeler arasında istihdam oranının en düşük olduğu ülke olan Türkiye ise 149 otomobille otomobil sahipliğinin en düşük olduğu ülkedir. Türkiye’de çalışabilir yaştaki erkek nüfusun istihdam oranı yaklaşık %71 olmasına rağmen, kadın nüfusunda bu oran yaklaşık %32 ile Avrupa ortalamasına göre oldukça düşüktür. Özellikle istihdam edilen kadın nüfus oranının artırılması hane gelirlerine doğrudan katkı yapacağından, ülkemizdeki otomobil sahipliğinin artışı doğrudan etkileyeceği düşünülmektedir.

### 2.2.3 Denizli’de Otomobil Sahipliği ve Diğer İller ile Karşılaştırılması

Sanayi ve ticaret hacmiyle Türkiye’nin kalkınmış kentlerinden biri olan Denizli, tekstil sektöründe de Dünya’nın önemli merkezlerinden birisidir. Özellikle son 20 yılda sanayi ve ihracattaki gelişmeyle birlikte, 2017 yılı verilerine göre kişi başına düşen 9797 \$ gelir ile Türkiye’deki şehirler arasında 16. sırada yer almıştır. Stratejik konumu, gelişen ekonomisi, artan nüfus ve kentleşmeyle birlikte Denizli’deki otomobil sayısında da ciddi bir artış görülmüştür. 2018 yılı TÜİK verilerine göre, Denizli’deki toplam araç sayısı 404.979 olup, araçların 195.411 tanesini otomobiller oluşturmaktadır. Şekil 2.11’de, Denizli’deki otomobil sahipliğinin yıllar içindeki değişimi gösterilmektedir (TÜİK, 2019)



Şekil 2.11: Denizli’de otomobil sahipliği

Denizli’de otomobil sahipliği, son 20 yılda hızlı bir artış göstermiştir. 2000 yılında 1000 kişiye 86 otomobil düşerken, bu değer 2018 yılında 190’a yükselerek yaklaşık 2 kat artmıştır ki, bu değer 2018 yılı verilerine göre Türkiye’deki otomobil sahipliği değeri olan 151’den oldukça yüksektir.

Otomobil sahipliğini etkileyen en önemli faktörlerden olan kişi başına düşen gelirin yüksek olduğu ülkelerde genellikle otomobil sahipliği yüksek olduğu gibi, Türkiye’deki şehirler arasında da benzer bir durum gözlenmektedir. Şekil 2.12’de, Türkiye’de illere göre kişi başına düşen gelir (\$) ve Şekil 2.13’te illere göre otomobil sahipliği gösterilmiştir (TÜİK, 2018).



Şekil 2.12: İllere göre kişi başına düşen gelir (\$)

Şekil 2.12’de görüldüğü gibi, 2017 yılı verilerine göre İstanbul 17827 \$ ile kişi başına düşen gelirin en yüksek olduğu il olurken, 3489 \$ ile Ağrı son sırada yer almıştır. Ülkemizde kişi başına düşen gelirin ortalama 10602 \$ olduğu 2017 yılında, Denizli ili kişi başına düşen 9797 \$ ile Türkiye’de 16. sıradadır.



Şekil 2.13: İllere göre 1000 kişiye düşen otomobil sayısı

2017 yılı TÜİK verilerine göre Türkiye’de, 1000 kişiye düşen otomobil sayısı 149’dur. Otomobil sahipliğinin 253 ile en yüksek olduğu il olan Ankara’da, neredeyse 4 kişiye 1 otomobil düşmektedir. Hakkâri ve Şırnak 1000 kişiye düşen 8 otomobille, otomobil sahipliğinin en düşük olduğu illerdir. Denizli ilinde ise 1000 kişiye düşen 187 otomobille, otomobil sahipliğinin en fazla olduğu 6. il olarak karşımıza çıkmaktadır.

Şekil 2.12 ve Şekil 2.13 dikkate alındığında, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki illerde otomobil sahipliği düşük iken, özellikle sanayi ve hizmet sektörünün gelişmiş olduğu illerde kişi başına düşen gelirin yüksek olmasına paralel olarak, otomobil sahipliğinin de yüksek olduğu dikkat çekmektedir. Bu sonuçlar kişi başına düşen gelirin, Türkiye'deki iller arasında otomobil sahipliğini etkileyen önemli parametrelerden biri olduğunu göstermektedir.

### 2.3 Veri Türüne Göre Otomobil Sahipliğinin Modellenmesi

Otomobil sahipliği, insanların günlük seyahat davranışlarını belirlemede önemli bir rol oynadığından, kentlerin planlama aşamasında yerel yöneticiler için önemli bir parametredir. Otomobil kullanıcılarına seyahatlerinde konfor ve kolaylık sağlasa da, otomobil sayısındaki artış enerji talebi artışı, çevre ve gürültü kirliliği, park yeri ve trafik sıkışıklığı gibi problemleri de beraberinde getirmektedir. Bu problemlere yoğunlaşmadan önce otomobil sahipliğini etkileyen faktörlerin belirlenmesi amacıyla, çeşitli istatistiksel analizler yapıp otomobil sahipliğinin modellenmesi gerekmektedir.

1930'lardan beri, otomobil sahipliğiyle ilgili çeşitli matematiksel modeller geliştirilmiştir (Whelan, 2007). Söz konusu modeller otomobil sahipliği ve kullanımının belirlenmesi, gelecekteki kullanım oranlarının tahmin edilmesi amacıyla geliştirilmiş olsa da, modellerin büyük bir çoğunluğunda otomobil sahipliğini etkileyen faktörlerin belirlenmesi amaçlanmıştır (Kumar ve Krishna Rao, 2006). Geçmişten günümüze birçok ülkede otomobil sahipliğiyle ilgili çeşitli modelleme çalışmaları yapılmıştır. Hanelerin ya da bireylerin otomobil sahipliğini etkileyen birçok temel faktör olmasına rağmen, faktörlerin belirlenmesi için detaylı istatistiksel analizlere ihtiyaç vardır. Otomobil sahipliği modellenirken çoklu regresyon analizi, lojistik regresyon analizi, probit regresyon analizi, coğrafi ağırlıklı regresyon analizi, yapay sinir ağları ve bulanık mantık gibi istatistiksel analiz ve modelleme tekniklerinden faydalanılmaktadır.

Otomobil sahipliği modellenirken, kullanılan veri türüne bağlı olarak, toplu ve ayırık veriler olmak üzere iki tür modelleme yapılmaktadır. Gelişmiş ülkelerde yapılan çalışmalarda, genellikle daha detaylı olan hane bazında veriler kullanılarak

ayrık veriler ile otomobil sahipliği modellenmektedir. Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde ise yapılan çalışmalar genelde toplu veriler kullanılarak yapılmakta ve daha detaylı veriler ile yapılan çalışmalar konusunda eksiklik bulunmaktadır.

Ülke çapında veya büyük bir bölgede otomobil sahipliği modellenirken genellikle toplu veriler kullanılmaktadır. Toplu veriler hanelerin veya bireylerin genel görünümü yansıttığından, daha genel sonuçlar sunmaktadır. Toplu veriler ile yapılan modellemelerde ortalama gelir, ortalama hane büyüklüğü, kentleşme oranı, nüfus, ortalama seyahat süresi, ortalama yakıt fiyatları gibi genel veriler kullanılmaktadır. Ayrıca toplu verilerin genel veriler olması sebebiyle, verilere ulaşılması daha kolay olmaktadır. Otomobil sahipliğinde yapılan ilk çalışmalarda kullanılan toplu veriler, gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkelerde ayrık verilere ulaşılması zor olduğundan yapılan çalışmalarda halen kullanılmaktadır.

Toplu verilere göre daha detaylı bilgi içeren ayrık veriler, hanehalkı özelliklerini daha kapsamlı yansıtmaktadırlar. Ayrık verilerin elde edilmesi toplu verilere göre daha zor olmaktadır. Hane ya da birey bazında anket çalışması yapılarak, otomobil sahipliğini etkileyen parametreler ile ilgili veriler elde edilebilmektedir. Ayrıca ülke ya da bölgelerde otomobil sahipliğinin ayrık verilerle modellenmesi için çok fazla sayıda veriye ihtiyaç duyulduğundan, genelde şehir ya da şehrin belli bir bölgesinde otomobil sahipliği modellenirken ayrık veriler ile modelleme yapılmaktadır.

Ayrık veriler ile otomobil sahipliği modellenirken hanenin aylık geliri, hanedeki birey sayısı, çocuk sayısı, çalışan sayısı, yetişkin sayısı, sürücü belgesine sahip kişi sayısı, hane bireylerinin eğitim durumu gibi hanenin sosyo-ekonomik ve demografik özellikleri gibi verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Hane bazında yapılan modellemede bağımlı değişken olan otomobil sayısı ise hanedeki otomobil sayısının 0,1 ve 2 veya daha fazla olması durumuna göre modele dahil edilmektedir. Ayrık veriler ile yapılan modellemeler, otomobil sahipliği ve etkili parametreler arasındaki nedensel ilişkileri daha iyi temsil edebildiğinden, otomobil sahipliği modellemesinde tercih edilen bir yaklaşım haline gelmiştir (Kumar ve Krishna Rao, 2006).

Ayrık verilerle otomobil sahipliği modellenirken, literatürde özellikle lojistik regresyon ve probit regresyon analizinden sıkça yararlandığı görülmektedir. Ülkemizde ve çalışma alanımız olan Denizli ilinde, ayrık veriler ile otomobil



sahipliğinin modellenmesi konusunda yeterli çalışma yapılmamış olmasından dolayı, otomobil sahipliği ve ilişkili faktörler arasındaki nedensellik ilişkisinin daha iyi kurulabilmesi amacıyla, bu tezde ayırık veriler kullanılarak Denizli'deki otomobil sahipliğinin lojistik regresyon analizi ile modellenmesi amaçlanmıştır.

## 2.4 Literatür Taraması

Otomobil sahipliğinin modellenmesi, farklı senaryolar ile gelecekteki otomobil sahipliğinin tahmin edilmesi uzun zamandır ulaştırma alanında sıklıkla incelenen konulardan birisidir. Fakat otomobil sahipliği modellerindeki önemli çeşitlilik ve gelişme, gözlem ve verilerin istenilen düzeye ulaştığı 1980'li yıllardan sonra görülmeye başlanmıştır (Whelan, 2007). İlk çalışmalarda genelde toplu veriler kullanılıp daha genel değerlendirilmeler yapılırken, son zamanlarda yapılan çalışmalarda hanehalkı verileri kullanılarak bölgesel ve yerel düzeyde detaylı çalışmalar ortaya çıkmaktadır.

Whelan (2007) yaptığı çalışmada, toplu taşıma erişilebilirliği ve otomobil sahibi olma ihtiyacına göre Büyük Britanya'da 5 bölge oluşturmuş, hanehalkı verileri ve ulusal seyahat anketi verilerini kullanmıştır. Verilerde bağımlı değişken olan hanedeki otomobil sayısı kategorik olarak ele alınırken, bağımsız değişkenler hane geliri, hanehalkı tipi, çalışan kişi sayısı, otomobil maliyetleri, şirket otomobiline sahip olma durumu, sürücü belgesi sahipliği olarak ele alınmıştır. Otomobil sahipliği bir doyumluk düzeyi belirlenerek modellenmiş ve 5 bölgeye göre otomobil sahipliği tahmini 2031'e kadar farklı zaman dilimleri için yapılmıştır. Sonuç olarak, Büyük Britanya'da otomobil sahibi olmayan haneler %20,6, tek otomobil sahibi haneler %44,8, iki otomobile sahip haneler %26,7, üç veya daha fazla otomobile sahip haneler ise tüm hanelerin %7,9'unu oluşturacağı belirlenmiştir.

Potoglu ve Kanaroglu (2008), 774 haneden elde edilen verilerle hanenin sahip olduğu otomobil sayısında aile yapısının, sosyo-ekonomik özelliklerin ve ikamet yerinin önemini incelemişlerdir. Hane büyüklüğü, hane geliri, hane tipi, hanedeki araç sayısı, hanede sürücü belgesi sayısı, tam ve yarı zamanlı çalışan kişi sayısı, konuta 500 metre yakındaki durak sayısı, 6 km veya daha uzakta çalışan kişi sayısı gibi verilerle, otomobil sahipliğini etkileyen faktörler çoklu lojit model (multinomial

logit model) ile analiz edilmiştir. Model sonuçlarına göre çalışan yetişkin sayısı ve sürücü belgesine sahip kişi sayısı hanelerin bir veya daha fazla otomobile sahip olma ihtimalini artırmaktadır. İki çocuğa sahip haneler, iki otomobile sahip olma ihtimalini artırırken, geniş aileler ve bağımsız yaşayan bireyler, hanenin üç veya daha fazla otomobile sahip olma ihtimalini artırmıştır. Gelir değişkeni ise hanelerin iki otomobil sahibi olma ihtimalini daha çok etkilemiştir. Çünkü yüksek gelirli ailelerde, gelir artışı daha fazla otomobil yerine daha pahalı otomobiller edinme ihtimalini artırdığını belirlenmiştir. Durak sayısı arttıkça toplu taşıma hizmeti daha iyi olacağından, üç veya daha fazla otomobile sahip olma ihtimalinin azaldığı belirlenmiştir. 6 km veya daha uzakta çalışan kişi sayısının artışı ise hanehalkının bir veya daha fazla otomobile sahip olma ihtimalini artırdığı sonucuna varılmıştır.

Çodur ve Tortum (2009) yaptıkları çalışmada, Türkiye’de otomobil sahipliği tahmini yapmak amacıyla 1971-1996 yılları arasındaki sosyo-ekonomik ve ulaştırma ile ilgili toplu verilere dayanarak, yapay sinir ağları ile modelleme çalışması yapmıştır. Modelde nüfus, kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıla, benzin fiyatları, otomobil fiyatları ve yol uzunlukları parametreleri kullanılmıştır. Öncelikle tahmin için çoklu regresyon analizi yapılmış fakat çoklu regresyonda değişkenlerin içsel bağımlılığından dolayı, çoklu regresyonun otomobil sahipliği tahmini için kullanılmasının yanlış olduğu belirtilerek, yapay sinir ağları ile modelleme yapılmıştır. Modelleme sonuçlarına göre otomobil sahipliğinde, en etkili parametre nüfus olarak belirlenmiş, ek olarak Türkiye’de araç sahipliği 2015 yılı için 147, 2020 yılı için ise 164 olarak tahmin edilmiştir.

Mintesnot ve diğerleri (2009) yaptıkları çalışmada, 3175 hanede yapılan 8174 gözlem sonucuna göre hanehalkının sosyo-ekonomik durumu, toplu ulaşım ve alışveriş, eğlence merkezlerinin kullanılabilirliği, park problemi algısı, toplu taşıma hizmetlerinden memnuniyet gibi faktörlerin otomobil sahipliğine etkisini incelemiştir. Analiz sonuçlarına göre toplu taşıma kalitesinden dolayı, kent merkezinde yaşayan hane halklarının otomobil sahibi olma ihtimalleri kırsal hanede yaşayanlara göre daha düşüktür. Ayrıca hane büyüklüğü arttıkça, otomobil sahibi olma ihtimalinin arttığı belirlenmiştir. Çocuklu aileler ve üç veya daha fazla yetişkinin olduğu hanelerin, otomobil sahibi olma ihtimallerinin daha yüksek olduğu bulunmuştur. Hanehalklarının geliri ile otomobil sahipliği arasında pozitif bir ilişki

olduğu sonucuna varılmıştır. Toplu taşıma erişilebilirliğinin otomobil sahipliği üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Haneye yurume mesafesinde sinema, tiyatro, kamu tesislerinin bulunması otomobil sahibi olma ihtimalini azaltırken, bar, kafe veya spor aktivitelerinin bulunması otomobil sahipliği üzerinde etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Son olarak ise toplu taşıma erişilebilirliğine olan memnuniyet arttığı zaman, hanenin otomobil sahibi olma ihtimalinin azaldığı sonucuna varılmışlardır.

Ritter ve Vance (2013) yaptıkları çalışmada, gelecekte nufustaki azalmanın otomobil sahipliğine etkisini olmek amacıyla, 5161 haneye ait kişi sayısı, hanede farklı yaş gruplarındaki kişilerin oranı, aylık hane geliri, hanenin konumuna göre son 3 yıldıki ortalama yakıt fiyatı, ayrıca tüm hanehalklarının işe gidip gelme mesafesi, en yakın toplu taşıma durağına yurume mesafesi, şirket otomobiline sahip olma durumu gibi verileri kullanmışlardır. Çoklu lojit model kullanılarak yapılan modelleme çalışmasında, bağımlı değişken hanedeki otomobil sayısının 0, 1, 2 ve 3 veya daha fazla olması durumuna göre kategorik olarak ele alınmıştır. Yapılan modellemeye göre hanedeki kişi sayısı, hanenin daha yaşlı bireylerden oluşması ve gelirin otomobil sahipliği ile pozitif bir ilişkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Hanede 65 yaş üzerindeki kişilerin oranının, diğer yaş gruplarına göre otomobil sahipliği üzerindeki pozitif etkisinin daha az olduğu saptanmıştır. şirket otomobiline sahip olma, akaryakıt fiyatları, kentsel ikamet, yüksek otomobil maliyetleri, demiryolu hizmetinin olması otomobil sahipliğini olumsuz etkilemektedir. Çalışmada son olarak 2009 yılı referans yılı alınarak, 2030 yılı için hane gelir ve demografik değişkenlerinin değişimi ile ilgili farklı senaryolar ile otomobil sayısı tahmin edilmiştir.

Erden (2015) alışmasında, Kocaeli'nde hanelerin otomobil sahipliğini etkileyen faktörleri belirlemek amacıyla, Kocaeli Hanehalkı Ulaşım Anketi verilerinden elde edilen 7829 haneye ait veriler ve çoklu lojit model kullanılarak modelleme çalışması yapılmıştır. Modelde hanedeki otomobil sayısı 0, 1 ve 2 veya daha fazla olması durumuna göre, bağımlı değişken olarak ele alınmıştır. Model sonuçlarına göre ortalama hanehalkı aylık gelirinin artışı, hanedeki ğrenci sayısındaki artış, hanenin ev sahibi olması ve hanedeki ehliyet sayısındaki artış, hanenin otomobil sahibi olma ihtimalini artırdığı belirlenmiştir. Hanedeki en büyük yaş ile otomobil sahipliği arasında negatif bir ilişki olduğu bulunmuştur. Hane

reisinin yüksekokul veya üniversite mezunu olması, hiç otomobil olmamasına göre bir adet otomobil sahibi olma ihtimalini artırırken, iki veya daha fazla otomobile sahip olma olasılığına bir etki yapmadığı sonucuna varılmıştır.

Guerra (2015) tarafından yapılan ve 42913 adet hane verisinin kullanıldığı çalışmada hanenin bulunduğu bölge, hanenin aylık geliri, hanedeki birey sayısı, 10 yaş ve altındaki çocuk sayısı, hanedeki 18-59 yaş aralığındaki yetişkinlerin ortalama yaşı, hanedeki 60 yaş ve üzerindeki yetişkin sayısı, hanedeki çalışan sayısı, hanedeki maksimum eğitim düzeyi değişkenleri ile modelleme çalışması yapmıştır. Bağımlı değişken olarak hanedeki taşıt sayısı kategorik olarak modele dahil edilmiştir. Hanenin yerleşim yeri ve taşıt sahipliği arasında karışık lojit model ile yapılan çalışmaya göre, hanenin taşıt sahibi olma olasılığının gelir ile sistematik bir şekilde yükseldiği, daha iyi eğitim düzeyine sahip olan hanelerin, taşıt sahibi olma ihtimallerin daha yüksek, daha düşük eğitim düzeyine sahip hanelere göre toplu taşıma araçları kullanma olasılıklarının daha az olduğu sonucuna varmıştır. Ayrıca gelir ve eğitim düzeyinin, hanehalkının yaşamayı tercih ettiği yer ile önemli bir ilişki içinde olduğu tahmin edilmiştir. Gelir düzeyi yüksek ve iyi eğitilmiş hanehalkının, merkezi konumdaki konutları tercih ettiği belirlenmiştir. Ayrıca Guerra, tüm hanehalklarının gelirinde %10'luk artışın, tek taşıta sahip hane sayısında %1,8, iki veya daha fazla taşıta sahip hane sayısında %8,4 artış yaratacağını belirlemiştir. Model, gelirdeki artışın merkezi konumlardaki konut talebini artıracak olduğunu öngörmekte ve hane büyüklüğündeki düşüşün merkezdeki konut talebini artıracak olduğunu tahmin etmektedir. Merkez bölge en iyi toplu taşıma imkânına sahip olsa bile iş, okul ve kültürel olanaklara sahip olmasından dolayı taşıt sahibi olma ihtimali daha yüksektir. Model hanenin geliri iki katına çıkarsa ek bir taşıt sahibi olma ihtimalini %44, şehir merkezinde yaşama ihtimalini ise %29 artıracak olduğunu tahmin etmektedir.

Çağlayan ve Tümsel (2015) yaptıkları çalışmada, hanehalkının otomobil sahibi olmasını etkileyen faktörleri belirlemek amacıyla 3733 haneye ait verilerden yararlanmıştır. Hanehalkının otomobile sahip olma durumu, şirket otomobiline sahip olma durumu, kendisine ait bir veya birden fazla otomobile sahip olma durumunu etkileyen faktörleri incelemek amacıyla, ardışık lojit model (sequential logit model) kullanılmıştır. Modelde kullanılan değişkenler hane reisinin cinsiyeti, mesleği, yaşı, çalıştığı süre, hanehalkının yıllık geliri ve aylık harcamalarıdır. Model sonuçlarına göre, hanehalkının kendisine ait otomobil sahibi olma durumunu etkileyen faktörler,

hanehalkı reisinin cinsiyeti, mesleği, çalıştığı süre, yıllık hanehalkının kullanılabilir geliri ve aylık harcamaları olduğu belirlenmiştir. İşverenini verdiği otomobile sahip olma durumunu etkileyen faktörler, hanehalkı reisinin yaşı, mesleği, çalıştığı süre, yıllık geliri ve aylık harcamalar olarak bulunmuştur. Hanehalkının kendine ait bir veya daha fazla otomobile sahip olma durumunu etkileyen faktörlerin ise hanehalkı reisinin yaşı, mesleği, çalıştığı süre, yıllık hanehalkının kullanılabilir geliri ve aylık harcamaları olduğu sonucuna varılmıştır.

Yayar ve diğerleri (2015) Tokat ilinde yaptıkları çalışmada, 438 birey ile yapılan anket çalışmasıyla hanehalkı ile ilgili sosyo-ekonomik ve demografik verileri elde etmişlerdir. İkili lojit model kullanılarak, hanehalkının otomobil sahibi olmasını etkileyen faktörler belirlenmiştir. Ayrık verilerin kullanıldığı çalışmada, hanenin otomobil sahibi olup olmaması bağımlı değişken iken, bağımsız değişkenler hane reisinin yaşı, hane reisinin eğitim durumu, hane reisinin mesleği, hanenin aylık geliri, ev sahibi ve kredi kartına sahip olma durumudur. Model sonuçlarına göre, hane reisinin kadın yerine erkek olması otomobil sahibi olma ihtimalini yaklaşık 1,8 kat artırırken, aile reisinin esnaf olması diğer mesleklere göre otomobil sahibi olma ihtimalini yaklaşık 2,8 kat artırmaktadır. Hane reisinin yaşının fazla, eğitim düzeyinin daha yüksek olması, hanenin daha yüksek gelire sahip olması, ailenin ev sahibi veya kredi kartına sahip olması, otomobil sahipliğini pozitif yönde etkilediği sonucuna varmışlardır.

Aydın ve Arı (2016) yaptıkları çalışmada, Türkiye’de otomobil sahipliğini etkileyen faktörleri belirlemek amacıyla yaptığı modelleme çalışmasında, TÜİK 2014 yılı Hanehalkı Bütçe Anketi’nde yer alan 13248 hanehalkına ait hane, kişi ve tkretim harcaması ile ilgili değişkenlere ait verilerden faydalanmıştır. Faktörleri belirlemek amacıyla geriye doğru elemeli ikili lojit modelin kullanıldığı çalışmada, bağımlı değişken hanenin otomobil sahibi olma durumu olup 2 kategoriden oluşurken, 46 kategorik değişken ise bağımsız değişken olarak modelde yer almaktadır. Model sonuçlarına göre, gelir ile otomobil sahipliği arasında pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Hane reisinin eğitim durumunun yüksek lisans veya doktora olması, diğer eğitim durumlarına göre otomobil sahibi olma ihtimalini artırdığı bulunmuştur. Hane reisinin banka veya vakıf sağlık güvencesine sahip olması, otomobil sahibi olma ihtimaliyle pozitif ilişki göstermektedir. Hanehalkının şirket otomobiline sahip olmaması, hanenin evinde klima, derin dondurucu, otomobil

garajı veya kişisel bilgisayar bulunması, yazlığa sahip olması, ev sahibi olması, konut borcunun bulunmaması ve hanehalkının yaşadığı evin ulaşımına uzak olması, hanenin otomobil sahibi olma ihtimalini artıran diğer anlamlı değişkenler olduğu belirlenmiştir.

Shen ve diğerleri (2016) yaptıkları çalışmada, taşıt sahipliğini etkileyen faktörler ve hanehalkının işe gidiş-geliş için tür seçimini etkileyen faktörleri incelemiştir. Veriler 823 hane ve 1436 kişiye yapılan anket sonuçlarından elde edilmiştir. Taşıt sahipliğini etkileyen faktörler belirlenirken ikili lojit model kullanılırken, tür seçimini etkileyen faktörlerin belirlenmesi için iç içe lojit model (nested logit model) kullanılmıştır. Taşıt sahipliği modellenirken kullanılan veriler hane büyüklüğü, hanedeki çalışan sayısı, hanedeki çocuk sayısı, hanedeki emekli kişi sayısı, katılımcı yaşı, yıllık gelir, çalışanın iş türü, hanehalkının işe gidiş geliş için kullanılan ulaşım türünün güvenli, konforlu, hızlı ve ekonomik olma durumu, ayrıca evden işe en kısa mesafe, iş yerinin bulunduğu bölgedeki nüfus yoğunluğu, en yakın metro istasyonuna uzaklık gibi yapısal çevre özellikleridir. İkili lojit model sonuçlarına göre, gelirin taşıt sahipliği ile pozitif ilişki içinde olduğu sonucuna varılmıştır. Esnek çalışma programına sahip işletme sahibi, girişimci, kamu görevlisi olarak çalışmak taşıt sahipliğine olumlu katkı yapmaktadır. Hanede çocuk ve çalışan sayısının fazla olması, taşıt sahibi olma ihtimalini artırmaktadır. İşe gidiş mesafesinin daha uzun olması taşıt sahipliğine katkı yaparken, diğer yapısal çevre faktörlerinin etkisinin önemli olmadığı belirlenmiştir. İşe gidiş geliş için kullanılan ulaşım türünün zaman, rahatlık, güvenlik gibi konularda önemi taşıt sahipliğini pozitif etkilerken, gelir ile ilgili endişeler taşıt sahipliğine negatif etki yapmaktadır. Ayrıca metronun öncelikli olarak tercih edilmesi, taşıt sahipliğine negatif etki yaptığı saptanmıştır.

Yang ve diğerleri (2017) yaptıkları çalışmada, Çin'deki şehirlerde otomobil sahipliğini etkileyen faktörleri belirlemek, kentsel gelişim ve otomobil sahipliği arasındaki ilişkiyi değerlendirmek amacıyla, 1994-2012 yılları arasındaki yıllık panel verilerini kullanmıştır. Bölgelere göre otomobil sahipliğini incelemek için, şehirlerin coğrafi konumlarına göre Çin'i 3 bölgeye ayırmış, nüfuslarına göre incelemek için ise nüfus büyüklüklerine göre şehirleri 4 grup halinde ele almışlardır. Çalışmada kullanılan değişkenler, 1000 kişiye düşen otomobil sayısı, kişi başına düşen ortalama yıllık gelir, nüfus, kişi başına düşen yol alanı, kentsel nüfus yoğunluğu, taksilerin sayısı, otobüs yolcu sayıları gibi toplu verilerdir. Otomobil sahipliği ile etkileyen

faktörler arasındaki ilişkiyi araştırmak amacıyla logaritmik formda olan, sabit etki modeli (fixed effects model) kullanılmıştır. Bu model, zamana bağlı faktörlerin otomobil sahipliği üzerindeki net etkisinin değerlendirilmesini sağlamaktadır. Ulusal düzeyde otomobil sahipliği ile gelir, kişi başına düşen yol alanı, kentsel nüfus yoğunluğu ve taksi sayısı arasında ilişki olduğu tespit edilmiştir. Ulusal düzeyde gelirdeki %1’lik artış, araç sahipliğinde %1,13 artışa, taksi sayısındaki %1’lik artış araç sahipliğinde %0,17’lik artışa neden olacağı sonucuna varmışlardır. Ayrıca bu ilişkili değişkenlerin, bölgelere göre ve nüfus büyüklüklerine göre etkisi incelenmiştir. Ulusal düzeyde etkileri belirtilen bu değişkenlerin, bölge ve nüfus büyüklüklerine göre ayrılmış şehir gruplarında farklı etkiler gösterdiği belirlenmiştir.

Çınar (2018) yaptığı çalışmada, Bursa ilinde çalışan bireylerin otomobil sahipliğini etkileyen faktörleri belirlemek amacıyla, çalışan 2000 kişiyle yapılan anket sonucunda çalışan kişilerin sosyo-ekonomik ve demografik verilerinden faydalanmıştır. Çalışmada bağımlı değişken otomobil sahipliği durumu, bağımsız değişkenler ise cinsiyet, medeni durum, ev sahipliği, çalıştığı firmanın servis durumu, yaş, eğitim yılı, gelir ve çalışma yılıdır. Faktörler ve etki derecelerini belirlemek amacıyla, ikili lojistik regresyon analizi ile modelleme yapılmıştır. Modelleme sonuçlarına göre otomobil sahipliğini etkileyen en önemli faktör, bireyin kendi evi olup olmadığıdır. Bireyin kendi evi olması, otomobil sahibi olma ihtimalini yaklaşık 2,3 kat artırmaktadır. Çalışan bireyin erkek olması kadın olmasına durumuna göre yaklaşık 2 kat, evli olması ise bekâr olması duruma göre yaklaşık 2 kat otomobil sahibi olma ihtimalini artırmaktadır. Etki derecesine göre diğer faktörler ise bireyin eğitim yılı, bireyin geliri ve yaşı olarak sıralanmıştır.

Ceylan ve diğerleri (2018) yaptıkları çalışmada, Türkiye’de otomobil sahipliğini modellemek ve geleceğe yönelik tahmin yapmak amacıyla, sosyo-ekonomik ve demografik verilerden faydalanmışlardır. Otomobil sahipliğinin bağımlı değişken olduğu çalışmada, kişi başına düşen gelir, araç fiyatları, yakıt fiyatları, çalışan sayısı ise bağımsız değişkenlerdir. Çalışmada yıllık veriler yerine bazı değişkenlerin kararsız yapısından dolayı, Haziran 1997-Haziran 2015 tarihleri arasındaki aylık toplu veriler kullanılarak, üstel ve polinom olmak üzere iki farklı çoklu doğrusal olmayan regresyon ile modelleme yapılmıştır. Kolmogorov-Smirnov testinin sonuçlarına göre, otomobil sahipliği tahmini için polinom formdaki regresyon modelini analiz için kullanılmışlardır. Bağımsız değişkenlerle 4 farklı

senaryo üretilerek, 2035 yılı için Türkiye’de otomobil sahipliğinin tahmini yapılmıştır. Ekonomik durum, vergi politikaları ve petrol fiyatlarına bağlı olarak, 2035 yılında Türkiye’de otomobil sahipliğinin 220 ile 235 arasında değişebileceği öngörülmüştür. 2035 yılında en iyi ihtimalle Türkiye’de 1000 kişiye 235 otomobil olacağı öngörülse de, bu değer Avrupa Birliği ülkelerinden oldukça düşük bir seviyede olacağı belirtilmiştir. Ayrıca çalışmada, daha güvenilir sonuçlar için, elde edilmesi daha zor olan ayırık verilerle otomobil sahipliğinin modellenmesinin gerekliliği vurgulanmıştır.

## **2.5 Sonuçlar**

Bu bölümde otomobil sahipliğinin modellenmesinin önemine değinilmiş, Türkiye’de ve Denizli’de otomobil sahipliğinin değerlendirilmesi yapılmış, otomobil sahipliğinin modellenmesinde kullanılan veri türleri açıklanarak otomobil sahipliğinin farklı istatistiksel metotlarla modellenmesi ile ilgili literatür çalışması verilmiştir. Gelecek bölümde, modelleme aşamasında kullanacağımız istatistiksel yöntem olan lojistik regresyon analizi detaylı olarak anlatılacaktır.



### 3. LOJİSTİK REGRESYON ANALİZİ

Doğrusal regresyon analizi, bir değişkeni açıklayan faktörlerin belirlenmesi için kullanılan popüler istatistiksel yöntemlerden birisidir. Doğrusal regresyon analizinde bir bağımlı değişken ile bir veya daha fazla bağımsız değişken arasındaki ilişki belirlenirken, bağımlı değişken nicel ve sürekli formdadır. Ancak birçok bilim alanında yapılan çalışmalarda, bağımlı değişken nitel ve kategorik halde olduğundan doğrusal regresyon analizi kullanılamamaktadır. Bağımlı değişkenin, kategorik olması durumunda lojistik regresyon analizi kullanılması tercih edilmektedir.

Lojistik regresyon analizi genel olarak bir regresyon denklemi oluşturup bağımlı değişkenin olasılığını değerlendirerek, değişkeni ait olduğu kategoriye atamak olarak tanımlanmaktadır. Lojistik regresyon analizinin amacı ise tüm analizlerde olduğu gibi en az değişken ile en iyi uyuma sahip modeli oluşturmaktır. Lojistik regresyon analizi ile doğrusal regresyon analizi arasındaki farklar aşağıda belirtilmiştir (Özdamar, 2004).

- Doğrusal regresyon analizinde bağımlı değişken sürekli ve nicel bir değişken iken, lojistik regresyon analizinde bağımlı değişken kategorik ve nitel yapıdadır.
- Doğrusal regresyon analizinde bağımsız değişkenler sürekli ve nicel bir değişken olmak zorunda iken, lojistik regresyon analizinde bağımsız değişkenlerin kategorik veya sürekli olmasına yönelik bir şart yoktur.
- Doğrusal regresyon analizinde bağımlı değişkenin alacağı değer hesaplanırken, lojistik regresyon analizinde bağımlı değişkenin alabileceği değerlerden birinin, gerçekleşme olasılığı hesaplanmaktadır.
- Doğrusal regresyon analizinde değişkenlerin normal dağılıma uyması gerekliliği varken, lojistik regresyonda analizinde böyle bir kısıt bulunmamaktadır.
- Lojistik regresyon analizinde bağımlı değişken negatif olasılık değeri almamakta, olasılık değeri her zaman 0 ile 1 arasında olmak zorundadır.

- Lojistik regresyonda bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin doğrusal olma zorunluluğu yoktur.

Sonuç olarak iki teknik arasındaki en temel fark, doğrusal regresyon analizinde bağımlı değişkenin değeri tahmin edilirken, lojistik regresyon analizinde bağımlı değişkenin alabileceği değerlerden birinin gerçekteşme olasılığının tahmin edilmesidir (Bircan, 2004). Lojistik regresyon analizi, logaritmik bir dönüşüm ile bağımlı değişken ve bağımsız değişkenler arasındaki doğrusal olmayan ilişkiyi, doğrusal bir şekilde dönüştürmektedir. Lojistik regresyon analizinde amaç kategorik bağımlı değişkenin olasılığını hesaplayarak, belli bir olasılık kesim değerine göre bağımlı değişkenin kategorilerine atama yapmaktır. Aslında burada yapılmaya çalışılan iki ya da daha fazla kategoriye ilişkin “üyelik” tahminidir. Buna göre analizin amaçlarından birinin sınıflandırma, diğerinin ise bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkileri araştırmak olduğu ifade edilebilmektedir (Mertler ve Vannatta, 2005).

### **3.1 Lojistik Regresyon Analizi Kullanım Nedenleri ve Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemlerle Karşılaştırılması**

Kategorik verilerin analizi, istatistiksel analiz yapabilen programların da gelişmesiyle son yıllarda oldukça sıklıkla kullanılmaya başlamıştır. Sosyal bilimlerde, meteorolojide, mühendislik ve eğitim bilimlerinde kullanımı artsa da, en çok kullanıldığı alan sağlık bilimleridir. Kurulan modeller yardımıyla herhangi bir tümörün kanser olup olmadığını belirlemek, hastalığın tedaviye verdiği cevabı ölçmek gibi farklı amaçlarla bu analizler sıkça kullanılmaktadır (Field, 2005).

İstatistikte, lojistik regresyon analizi gibi değişkenleri farklı gruplara atamak için kullanılan benzer istatistiksel yöntemler olsa da, birbirleri arasında birtakım farklılıklar bulunmaktadır. Basit ve çoklu doğrusal regresyonda, bağımlı ve bağımsız değişkenlerin normal dağılım göstermesi ve hata terimlerinin varyansının normal dağılım göstermesi şartı aranırken, lojistik regresyon analizinde bağımlı değişkenin kategorik olması nedeniyle böyle bir varsayım bulunmamaktadır.

Lojistik regresyon analizi, çoklu doğrusal regresyon analizinden farklı olarak bağımsız değişkenlerin dağılımına ilişkin birtakım varsayımlar yapılmasını zorunlu

kılmamaktadır (Tabachnick ve Fidell, 1996). Lojistik regresyon analizinde, çoklu regresyon analizinin şartlarından olan, bağımsız değişkenlerin normal dağılması, doğrusallık ve varyans-kovaryans matrislerinin eşitliği gibi şartların karşılanması gerekmediğinden bu analize göre daha esnek olmaktadır. Ayrıca lojistik regresyonun ortaya koyduğu matematiksel modelin yorumlanması daha kolay olduğundan kategorik veri analizinde önemli bir yere sahip olmaktadır.

Lojistik regresyon analizine benzer kullanım amacına sahip diğer analizler ise kümeleme analizi, log-lineer analiz ve probit analizidir. Kümeleme analizini lojistik regresyon analizinden ayıran yönü, grup sayıları ve gruplardaki üyeliklerin bilinmemesidir. Log-lineer analizinde ise tüm değişkenlerin kategorik olma zorunluluğu bulunurken, lojistik regresyonda bağımsız değişkenler sürekli ya da kategorik olabilmektedir. Probit analizi ile lojistik regresyon analizi oldukça benzer olmakla birlikte, lojistik regresyon analizinde lojistik dağılım fonksiyonu kullanılırken, probit analizinde kümülatif normal dağılım fonksiyonu kullanılmaktadır (Kalaycı, 2005).

### **3.2 Lojistik Regresyon Analizi Türleri**

Lojistik regresyon analizi, bağımlı değişkenin kategori sayısı ve özelliğine göre üçe ayrılmaktadır:

- İkili (Binomial) Lojistik Regresyon Analizi
- Çoklu (Multinomial) Lojistik Regresyon Analizi
- Sıralı (Ordinal) Lojistik Regresyon Analizi

#### **3.2.1 İkili Lojistik Regresyon Analizi**

Bağımlı değişkenin iki kategoriden oluştuğu lojistik regresyon analizi türüdür. Bağımlı değişken iki şıklı ve nitel olarak modele dahil edilmektedir. Analizde, bir veya daha fazla bağımsız değişken ile iki kategoriden oluşan bağımlı değişkenin her bir kategorisi arasındaki ilişki incelenmektedir. Bağımlı değişken kodlanırken, genellikle riskin olmadığı durum 0, riskin olduğu durum ise 1 olarak

kodlanmaktadır. Bağımlı değişkenin olasılık değeri ise 0 ile 1 arasında değişmektedir. Ayrıca ikili lojistik regresyonda bağımsız değişkenlerin sürekli, kesikli veya nitel değişken şeklinde analize dâhil edilmesi konusunda bir kısıtlama bulunmamaktadır. Bu tez çalışmasında da, modelleme amacıyla ikili lojistik regresyon analizi kullanılmıştır. İkili lojistik regresyon analizi kullanılarak oluşturulan modellere ikili lojit model adı verilmektedir.

### **3.2.2 Çoklu Lojistik Regresyon Analizi**

Aralarında herhangi bir sıralama bulunmayan en az üç kategoriden oluşan bağımlı değişkenin olduğu, lojistik regresyon analizidir. Örneğin, hanelerin otomobil sahibi olmasını etkileyen faktörler incelenirken, bağımlı değişkenin hane otomobil sahibi değil, hane tek otomobile sahip ve hane iki veya daha fazla otomobile sahip şeklinde sırasız olarak, üç kategori olarak analize dâhil edilmesi için çoklu lojistik regresyon analizi kullanılmalıdır. Bu modelde ikiden fazla kategori olduğu için ilk veya son kategori referans kategori olarak belirlenmektedir (Özdamar, 1999). Daha sonra kalan iki kategoriden her biri, referans kategori ile karşılaştırılarak yorum yapılmaktadır. Bu analiz türü ile oluşturulan modellere çoklu lojit model adı verilmektedir.

### **3.2.3 Sıralı Lojistik Regresyon Analizi**

Bağımlı değişkenin ikiden fazla kategoriye sahip olduğu ve bu kategoriler arasında bir sıralama durumunun olduğu lojistik regresyon analizi çeşididir. Sıralı lojistik regresyonda gelirin düşük, orta ve yüksek olarak sıralı bir şekilde kategorik bağımlı değişken olarak analize dahil edilmesi örnek olarak gösterilebilir. Sıralı ve çoklu lojistik regresyon analizi, ikili lojistik regresyon analizinin geliştirilmiş şeklidir. Bu analiz türünün kullanıldığı modeller sıralı lojit model olarak tanımlanmaktadır.

### 3.3 Lojistik Regresyon Analizi Varsayım ve Gereklilikleri

Lojistik regresyon analizi diğer çok değişkenli analiz yöntemlerine göre daha esnek olmasına rağmen, modelleme yapılmadan önce iyi bir model uyumunun sağlanması amacıyla birtakım varsayım ve gereklilikleri beraberinde getirmektedir. Lojistik regresyon analizine başlamadan önce eldeki veriler incelenerek, kayıp ve uç değerlerin belirlenmesi gerekmektedir. Kayıp veriler gerekli dönüşümlerle hesaplanmalı ya da verilerden çıkarılarak analiz yapılmalıdır. Uç değerlerin belirlenmesi amacıyla, doğrusal regresyonda olduğu gibi istatistiksel yazılımlarla mahalanobis uzaklıkları hesaplanarak uç değerler belirlenebilmektedir. Uç değerler belirlendikten sonra, bu değerlerin analizden çıkarılması konusunda literatürde farklı görüşler bulunmaktadır. Uç değerlerin modelden çıkarılması ile daha iyi bir model uyumu yakalansa da, uç değerlerin modeldeki gerçek gözlemlerden oluşmasından dolayı bu tez çalışmasında modele dahil edilmiştir.

Bu analizde dikkat edilmesi gereken en önemli noktalardan birisi de, bağımsız değişkenler arasındaki yüksek korelasyon sebebiyle, değişkenler arasında oluşan çoklu bağlantı (multicollinearity) sorununun incelenmesidir. Çoklu bağlantı problemi modelde tutarsız sonuçlara ve yanlış yorumlamalara neden olmaktadır. Çoklu bağlantı sorununu aşabilmek amacıyla bir ya da daha fazla değişkenin modelden çıkartılması gerekmektedir (Tabachnick ve Fidell, 1996). Bağımsız değişkenler arasındaki bu sorunu incelemek amacıyla, korelasyon analizi yapılmakta ya da çoklu bağlantı tespit tablosu (collinearity diagnostics) incelenmektedir. Bu tabloda her değişken için özdeğerler, durum indeksleri ve varyans oranları yer almaktadır (Çokluk, 2010). Tabloda her değişken için özdeğerlerin birbirine benzerlik göstermesi istenmektedir. Bu benzerlik oluşturulan modelde parametrelere ilişkin çözümlerin, bağımlı ve bağımsız değişkenlerdeki küçük değişikliklerden etkilenmeyeceği anlamına gelmektedir (Field, 2005).

Çoklu bağlantı tespit tablosunda, tolerans ve varyans artış faktörleri (Variance Inflation Factor-VIF) de incelenerek çoklu bağlantı sorunu incelenebilmektedir. 1 değerinin VIF değerine bölünmesiyle tolerans değeri elde edildiğinden, daha büyük VIF değeri daha küçük tolerans değerini verir. VIF değerleri içinde 10'dan büyük bir değer bulunması ya da tolerans değerinin 0,1'den küçük olması, çoklu bağlantı

sorununa işaret etmektedir. Ayrıca tüm değişkenler için VIF değerleri toplanıp, değişken sayısına bölünerek bulunan ortalama VIF değeri 1'e yakınsa, çoklu bağlantı sorunu olmadığı anlamına gelmektedir (Field, 2005).

Lojistik regresyon analizi ile modelleme yapılmadan önce, incelenmesi gereken bir diğer durum ise her bir bağımsız değişkenin bağımlı değişkenle olan ilişkisinin incelenmesi ve ilgisiz olanların modele alınmamasıdır. Bunun için veri türüne göre bağımlı değişkenle ilgili bağımsız değişkenler arasında Ki-kare testi, Mann-Whitney U testi, Kruskal-Wallis testi gibi testlerden yararlanarak, bağımlı değişken ile ilgili olan bağımsız değişkenler belirlenebilmektedir. Başka bir yaklaşım ise her bir bağımsız değişkenle tek değişkenli lojistik regresyon analizi yaparak değişkenlerin anlamlılık ( $p$ ) değerlerini incelemektir. Analizler sonucunda  $p$  değeri 0,25'in altında olan değişkenlerin analize dahil edilmesi önerilmektedir (Alpar, 2013). Böylece modelleme aşamasında daha az değişkenle ilgilenilmektedir. Önemli olan en az değişkenle en iyi uyumu yakalamak olsa da, modele tek başına girdiğinde etkisiz olan değişkenlerin modele başka bir değişkenle beraber girdiğinde modele katkı yapacağı göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle modelleme aşamasının geniş çerçevede incelenmesi gerekmektedir.

Lojistik regresyonda dikkat edilmesi gereken bir diğer konu ise daha iyi bir model oluşturarak tarafsız sonuçlar elde etmek amacıyla, analizde kullanılacak olan örneklem büyüklüğüdür. Lojistik regresyon analizinde, bağımlı değişkenin ikiden fazla olduğu durumlarda, geçerli bir hipotez testi için her bağımsız değişken için 50 kişilik bir grup büyüklüğüne ihtiyaç vardır (Çokluk, 2010). Örneklem büyüklüğü sonsuza yaklaştıkça, en çok olabilirlik tahminleri tutarlı, yeterli ve asimptotik olarak normal dağılmakla birlikte, örneklem büyüklüğü küçük olduğunda da en çok olabilirlik kestirimlerinin kötü sonuç vermediği belirtilmekte ve bağımsız değişken sayısının en az 10 katı kadar gözlem olması önerilmektedir (Alpar, 2013). Değişkenler arasındaki çoklu bağlantı sorunuyla karşılaşmamak ve modelin güvenilirliğini artırmak amacıyla, daha büyük örneklerle çalışılması önem arz etmektedir.

### 3.4 Lojistik Regresyon Modeli

İki ya da daha fazla değişken arasındaki doğrusal ilişki fonksiyonel olarak, regresyon denklemi ile ifade edilebilmektedir. Regresyon denklemi yardımı ile bağımsız değişkene verilen herhangi bir değere karşı bağımlı değişkenin alacağı değer hesaplanabilmektedir (Sümbüloğlu ve Akdağ, 2007). Doğrusal regresyon analizi ile kurulan modelde, bağımsız değişkenlerin değerleri katsayılarıyla çarpılarak toplam sonuç ile bağımlı değişkenin değeri (3.1)'deki eşitlik yardımıyla hesaplanabilmektedir.

$$Y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + \dots + B_iX_i \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (3.1)$$

Burada;  $Y$  bağımlı değişkenin değerini,  $B_0$  sabit katsayı değerini,  $B_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) bağımsız değişkenlerin katsayı değerlerinin ve  $X_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) ise bağımsız değişkenlerin değerlerini ifade etmektedir. Lojistik regresyonda bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin doğrusal olma zorunluluğu olmadığından oluşturulan model de doğrusal olmayabilmektedir. Ayrıca bağımlı değişkenle en az bir bağımsız değişken arasındaki ilişkinin doğrusal olmaması gerekmektedir. Bu nedenle bağımsız değişkenler aracılığıyla bağımlı değişkenin değeri tahmin edilmesi yerine, bağımlı değişkenin meydana gelme ihtimali hesaplanmaktadır (Fields, 2005).

Lojistik regresyon analizinde, bağımlı değişkenle bağımsız değişkenler arasındaki ilişki polinom veya üstel olarak ifade edilebildiğinden, değişkenler arasında logit bir ilişki olduğu varsayılmaktadır. Başka bir deyişle lojistik regresyon, bağımlı değişkenle bağımsız değişkenler arasındaki doğrusal olmayan ilişkiyi koruyarak, ilişkinin formunu doğrusal hale getiren logaritmik dönüştürmeler yaparak doğrusal olmayan modeller üretmektedir (Çokluk, 2010). Bu dönüşümün sağlanması ve bağımlı değişkenin olasılığının tahmin edilmesi için, tek değişkenli olasılık fonksiyonu (3.2)'de verilmiştir.

$$P_i = P(Y = 1/X_i) = \frac{1}{1 + e^{-(B_0 + B_iX_i)}} \quad (3.2)$$

Burada;  $P_i$  bir olayın gerçekleşme ihtimali olarak ifade edilmektedir.  $P(Y = 1/X_i)$  ise  $X$  bağımsız değişkenine göre  $Y$  bağımlı değişkeninin 1 olma ihtimalidir.  $B_0$  sabit terimi,  $B_1$  bağımsız değişkenin katsayısını,  $X_i$  ise bağımsız değişkenin değerinin ifade etmektedir. Lojistik regresyon analizinde bağımlı değişken kodlanırken, genellikle bir olayın gerçekleşme durumuna “1” değeri atanırken, gerçekleşmeme durumuna ise “0” değeri atanmaktadır. Daha sonra hesaplanan bağımlı değişkenin olasılık değerine göre, bağımlı değişkenin kategorilerine atama yapılmaktadır. Bu tez çalışmasında bağımlı değişkenin kategorilerinden hanenin otomobil sahibi olması “1” olarak kodlanırken, otomobil sahibi olmaması “0” olarak kodlanmıştır. Bu noktadan sonra  $B$  katsayıları hesaplanıp, bir olayın gerçekleşme ya da gerçekleşmeme ihtimali bulunmaktadır. (3.3)’teki dönüşüm yapılarak tek değişkenli olasılık fonksiyonu (3.4)’teki gibi yazılabilmektedir.

$$Z_i = B_0 + B_i X_i \quad (3.3)$$

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{-Z_i}} \quad (3.4)$$

(3.4)’te verilen eşitlik lojistik dağılım fonksiyonu olarak adlandırılmaktadır.  $Z_i$ ,  $-\infty$  ile  $+\infty$  arasında değerler alabilirken,  $P_i$  ise 0 ile 1 arasında değer alabilmektedir. (3.4)’teki eşitlikte  $Z_i$  ile  $P_i$  arasında doğrusal bir ilişki olmadığı görülmektedir. Bir olayın gerçekleşme olasılığını  $P_i$  ile ifade edilirse, gerçekleşmeme olasılığı ise  $(1 - P_i)$  olarak ifade edilebilmekte ve (3.5)’teki gibi gösterilebilmektedir.

$$(1 - P_i) = \frac{1}{1 + e^{Z_i}} \quad (3.5)$$

Lojistik regresyonda bir olayın gerçekleşme olasılığının, gerçekleşmeme olasılığına oranına, odds ya da odds oranı (üstünlük oranı) adı verilmekte ve  $Exp(B)$  (Exponentiated logistic coefficients) ile gösterilmektedir. Odds oranı (3.6)’daki gibi hesaplanmaktadır.

$$\frac{P_i}{1 - P_i} = \frac{\pi_i}{1 - \pi_i} = \frac{1 + e^{Z_i}}{1 + e^{-Z_i}} = e^{Z_i} \quad (3.6)$$



Burada;  $\pi_i$ ,  $P_i$  ile aynı anlama gelmekte ve bir olayın gerçekleşme olasılığını ifade etmektedir. Örneğin bir zar atıldığında 2 gelme olasılığı 1/6 yani 0,167 olarak ifade edilebilmektedir. 2 gelmeme olasılığı ise 5/6 yani 0,833'tür. Dolayısıyla bir zar atıldığında 2 gelmesine ilişkin odds oranı (3.7)'deki gibi hesaplanabilmektedir.

$$Exp(B) = \frac{p(2)}{1 - p(2)} = \frac{0,167}{0,833} = 0,2 \quad (3.7)$$

Bir olayın gerçekleşme ve gerçekleşmeme olasılığı eşit yani olasılık 0,5 ise bu olayın odds oranı 1 olarak bulunmaktadır. Olasılıklar her zaman 0-1 değerleri arasında bir değer alırken, odds oranı 0 ile  $+\infty$  arasında değer alabilmektedir. Lojistik regresyondaki "logit" kavramı ise odds oranının doğal logaritmasının alınmış halidir ve  $Logit(L_i)$  olarak ifade edilmektedir.  $Logit(L_i)$  (3.8)'de gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$Logit(L_i) = \ln\left(\frac{\pi_i}{1 - \pi_i}\right) = \ln e^{Z_i} = Z_i \quad (3.8)$$

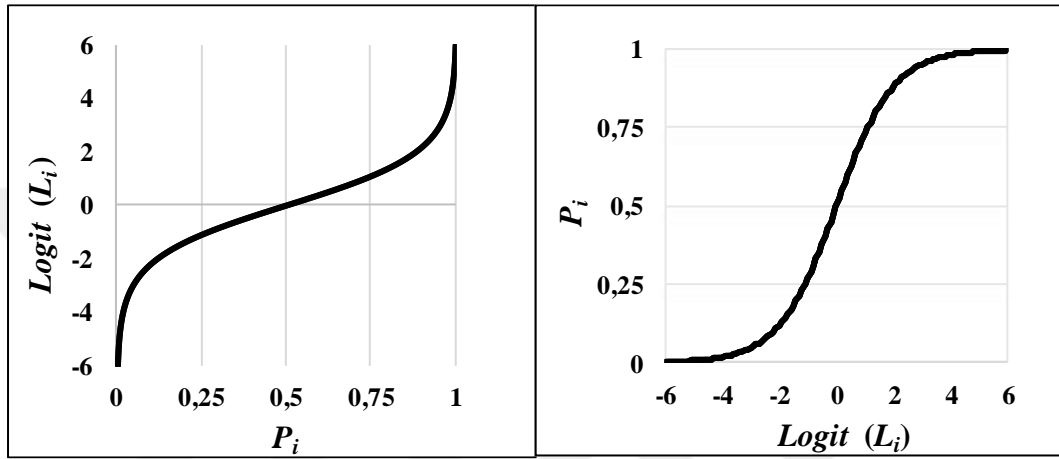
Odds oranının doğal logaritması alınmış şekli olan logit, lojistik model ya da logit model olarak da ifade edilmektedir. Logit dönüşüm ile birlikte, odds oranının sıfır altında değer alması engellenmiş olmaktadır. Odds oranı 1'den küçük (olasılık 0,5'den küçük) ise logit eksi değer almaktadır. Odds 1 değerini aldığı anda (olasılık 0,5'e eşit), logit 0 olmaktadır. Odds oranının 1'den büyük olması durumunda (olasılık 0,5'den büyük) ise logit pozitif değer almaktadır.

Örnek olarak, (3.7)'de verilen odds oranının logiti  $\ln(0,2) = -1,609$  olarak bulunmaktadır.

Odds oranı her zaman pozitif değerler alırken, (3.8)'deki eşitlik dikkate alındığında incelenen bir olasılığın  $Logit(L_i)$  değeri  $-\infty$  ile  $+\infty$  arasında değerler alabilmektedir. (3.3)'te yapılan dönüşüm (3.8)'de gösterilen eşitlikte yerine yazılırsa,  $Logit(L_i)$  değeri (3.9)'daki bağıntı ile hesaplanabilmektedir.

$$Logit(L_i) = \ln e^{(B_0 + B_i X_i)} = B_0 + B_i X_i \quad (3.9)$$

Görüldüğü gibi odds oranının logiti klasik doğrusal regresyon denklemini vermektedir. Odds oranının doğal logaritması olan  $Logit(L_i)$  modeldeki hem bağımsız değişken  $X_i$  değeri ile hem de bağımsız değişken katsayısı olan  $B_i$  ile arasındaki ilişki doğrusaldır. Paket programlar aracılığıyla  $B$  katsayıları, katsayıların standart hataları ve anlamlılık için Wald istatistiği değerleri hesaplanabilmektedir. Logit dönüşüm sonrası elde edilen, lojistik regresyona ait fonksiyon eğrisi ise Şekil 3.1'deki gibi gösterilmektedir.



Şekil 3.1: Lojistik regresyon fonksiyon eğrisi

Şekil 3.1'de soldaki grafik incelendiğinde, bir olayın gerçekleşme olasılığı olan  $P_i$ , 0 ile 1 arasında değer almaktadır. Bir olayın gerçekleşme olasılığının gerçekleşmeme olasılığına oranı olan odds oranının doğal logaritması  $Logit(L_i)$ ,  $-\infty$  ile  $+\infty$  arasında değer almaktadır. Bir olayın gerçekleşme olasılığı ile gerçekleşmeme olasılığı eşit olunca odds oranı 1'e eşit olduğundan, doğal logaritması alınınca  $Logit(L_i)$  0 değerini almaktadır. Sağdaki grafikte ise olasılık fonksiyonu olarak da adlandırılan lojistik regresyonun fonksiyon eğrisi gösterilmektedir. Bu eğrinin S şeklinde bir görünümü vardır. Görüldüğü gibi  $Logit(L_i)$   $-\infty$  ile  $+\infty$  arasında değerler alırken, bir olayın gerçekleşme olasılığı 0 ile 1 arasında değer almaktadır. Başka bir deyişle, sabit terim ve bağımsız değişkenlerin değerleri ile katsayılarının çarpımının toplamından oluşan doğrusal regresyon denkleminin alacağı değer  $-\infty$  ile  $+\infty$  arasında olsa da, bağımlı değişkenin meydana gelme olasılığı her zaman 0 ile 1 arasında olmaktadır. Lojistik regresyon modelinin önemi ve doğrusal regresyonla ilişkisi bu şekilde açıklanabilmektedir.

Doğrusal regresyon analizinde, parametreleri tahmin etmek amacıyla en küçük kareler yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemde gözlenen değerlerin, gerçek değerlerden sapmalarının kareleri toplamının minimum yapılması amaçlanmaktadır. Fakat lojistik regresyon analizinde bağımlı değişkenin kategorik yapıya sahip olmasında dolayı, hata terimleri normal dağılım göstermeyeceğinden en küçük kareler yöntemi kullanılamamaktadır. Bu nedenle bağımlı değişkenin olasılığını hesaplamak amacıyla, En Çok Olabilirlik Yönteminden faydalanılmaktadır. İteratif bir yöntem olan En Çok Olabilirlik Yönteminde, bağımsız değişkenler aracılığıyla bağımlı değişkenin gözlenen değerlerinin ne kadar olabilirlikte tahmin edildiğinin göstergesi olan log-olabilirlik değerinin maksimum yapılması gerekmektedir. Başka bir deyişle, lojistik regresyonda sapmaların karesini en az yapmak yerine, bir olayın gerçekleşme olasılığının en çok yapılması gerekmektedir (Hair ve diğ., 2006). Yöntem bu sayede parametre değerlerini tahmin ederek, gözlenen değerlere yakınsamayı amaçlamaktadır. Lojistik regresyon analizinde, parametrelerin tahmini için kullanılan en popüler yöntem olan En çok Olabilirlik Yöntemi dışında, Yeniden Ağırlıklandırılmış İteratif En Küçük Kareler Tekniği, Minimum Logit Ki-Kare Tekniği de kullanılmaktadır.

Bağımlı değişken iki kategoriye sahip olduğunda;  $(x_i, y_i)$  ikilisi için,  $y_i = 1$  ise olabilirlik fonksiyonunun dağılımı  $\pi(x_i)$ ,  $y_i = 0$  olduğunda ise olabilirlik fonksiyonunun dağılımı  $1 - \pi(x_i)$  olmaktadır.  $(x_i, y_i)$  ikilisi için olabilirlik fonksiyonunun dağılımı (3.10)'daki gibi gösterilmektedir (Hosmer ve Lemeshow, 2000).

$$\pi(x_i)^{y_i} [1 - \pi(x_i)]^{1-y_i} \quad (3.10)$$

Gözlem sayısı  $n$  olduğunda, (3.10)'da verilen fonksiyondan yararlanılarak olabilirlik fonksiyonu ise (3.11)'de gösterilen şekilde elde edilmektedir.

$$l(B) = \prod_{i=1}^n \pi(x_i)^{y_i} [1 - \pi(x_i)]^{1-y_i} \quad (3.11)$$

Maksimum olabilirlik ilkesinin amacı, (3.11)'deki ifadeyi en büyük yaparak,  $B$  katsayısının değerini tahmin etmektir. Bu denklemin doğal logaritması alınmakta ve log-olabilirlik ( $LL$ ) ifadesi (3.12)'deki gibi gösterilmektedir.

$$L(B) = \ln[l(B)] = \sum_{i=1}^n \{y_i \ln[\pi(x_i)] + (1 - y_i) \ln[1 - \pi(x_i)]\} \quad (3.12)$$

$L(B)$  fonksiyonun  $B_0$  ve  $B_1$  göre kısmi türevleri alınır ve sıfıra eşitlenerek,  $L(B)$  değerini maksimize eden  $B$  değerini bulunur.  $\pi(x_i)$  ile  $B$  arasında doğrusal ilişki olmadığından iteratif bir çözüm yöntemi kullanılmaktadır.

### 3.5 Parametrelerin Anlamlılığının Test Edilmesi

Lojistik regresyon analizinde, bağımlı değişkeni tahmin edebilmek amacıyla, bağımsız değişkenlerin katsayı tahminleri yapıldıktan sonra bir takım testlerle parametrelerinin anlamlılığının test edilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bağımsız değişkenin katsayısının anlamlılığı test edilerek, bağımsız değişkenin modelde olduğu ve olmadığı durum karşılaştırılarak, değişkenin modele katkısı belirlenmektedir. Değişkenin modelde olması bağımlı değişkenin tahmin edilme ihtimalini artırıyorsa, o değişkenin anlamlı bir değişken olduğu sonucuna varılmaktadır. Olabilirlik oran testi, Wald testi ve Skor testi olmak üzere üç farklı test ile parametrelerin anlamlılığı sınanmaktadır.

#### 3.5.1 Olabilirlik Oran Testi

Bağımsız değişkenin olduğu modelle, olmadığı model karşılaştırılarak parametrelerin anlamlılığının test edilmesi, olabilirlik oran testinin temel mantığıdır. Olabilirlik oran fonksiyonu kullanılarak bu karşılaştırma (3.13)'teki gibi yapılmaktadır.

$$D = -2 \ln \left[ \frac{\text{Mevcut Modelin Olabilirliği}}{\text{Doymuş Modelin Olabilirliği}} \right] \quad (3.13)$$

$D$  istatistiği sapma (deviance) olarak tanımlanmaktadır. Doymuş model en iyi uyumunun olduğu modeli temsil ederken, mevcut model ise oluşturulan modeli temsil etmektedir. Parantez içindeki ifade, olabilirlik oranı (likelihood-ratio) olarak adlandırılmaktadır. “ $-2 \ln$ ” ile çarpılmasının sebebi dağılımı bilinen bir değer elde

ederek hipotez testi için kullanılmaktadır. Bu test, olabilirlik oran testi olarak adlandırılmaktadır. Log-olabilirlik fonksiyonu ile (3.13)'teki eşitlik birlikte kullanılırsa, (3.14)'te gösterilen ifade elde edilmektedir.

$$D = -2 \sum_{i=1}^n \left[ y_i \ln \left( \frac{\pi_i}{y_i} \right) + (1 - y_i) \ln \left( \frac{1 - \pi_i}{1 - y_i} \right) \right] \quad (3.14)$$

Burada;  $y_i$  bağımlı değişkenin gözlenen gerçekleşme olasılığını,  $(1 - y_i)$  bağımlı değişkenin gözlenen gerçekleşmeme olasılığını,  $\left( \frac{\pi_i}{y_i} \right)$  bağımlı değişkenin beklenen gerçekleşme olasılığını,  $\left( \frac{1 - \pi_i}{1 - y_i} \right)$  ise bağımlı değişkenin beklenen gerçekleşmeme olasılığını ifade etmektedir. Lojistik regresyondaki  $D$  istatistiği yani sapma, doğrusal regresyondaki artık karelerin toplamı ile benzer rolü oynamaktadır.  $D$  istatistiği sonucunda elde edilen değer,  $-2LL$  ( $-2\log$ -olabilirlik) olarak da ifade edilmektedir. Bir bağımsız değişkenin önemini belirlemek amacıyla, bağımsız değişkenin olduğu ve bağımsız değişkenin olmadığı,  $D$  değerleri karşılaştırılmaktadır. Bu değişim ise  $G$  istatistiği olarak ifade edilmekte ve (3.15)'teki gibi gösterilmektedir.

$$G = D (\text{Değişkensiz Model için}) - D (\text{Değişkenli Model İçin}) \quad (3.15)$$

Her iki model içinde doymuş modelin olabilirlikleri ortak olduğundan,  $G$  istatistiği (3.16)'da gösterildiği gibi ifade edilmektedir.

$$G = -2 \ln \left[ \frac{\text{Değişkensiz Modelin Olabilirliği}}{\text{Değişkenli Modelin Olabilirliği}} \right] \quad (3.16)$$

$B_i = 0$  hipotezi varsayımı altında  $G$  istatistiği 1 serbestlik derecesiyle ki-kare ( $\chi^2$ ) dağılım göstermektedir. Doymuş model ile tahmin edilen modelin log-olabilirlik farkına dayanan ölçütlerin ki-kare dağılacığından hareketle kurulan modelin geçerliliği test edilmektedir. Test değerinin  $\chi^2$  tablo değerinden küçük olması, modele eklenen değişkenlerin modele katkı sağlamadığı ve modelde bulunmasının gerekli olmadığına işaret etmektedir. Olabilirlik oran testinde, modellerin karşılaştırılması amacıyla veri setinde eksik ya da hatalı veri

bulunmamalı ve tüm modeller aynı veri seti üzerinden karşılaştırılması gerekmektedir.

### 3.5.2 Wald Testi

Wald testi, bağımsız değişken katsayılarının istatistiksel anlamlılığını ölçen bir testtir. Wald testi ile her bağımsız değişkenin modele olan katkısı belirlenmektedir. Test sonucu olumsuz çıkan, değişkenler modele katkı yapmamaktadır. Wald testi,  $B_i$  katsayısının en çok olabilirlik tahmininin, bu tahminin standart hatasına oranından elde edilmektedir. Wald testi (3.17)'de gösterilen eşitlik yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$W_i^2 = \left( \frac{B_i}{SH(B_i)} \right)^2 \quad (3.17)$$

Burada;  $W_i^2$  bağımsız değişken için wald testi değerini,  $B_i$  bağımsız değişken katsayısını,  $SH(B_i)$  ise bağımsız değişken katsayısının standart hatasını ifade etmektedir. Wald istatistiğinin anlamlılığını kontrol etmek için, bağımsız değişkenlerin anlamlılık değerleri kullanılmaktadır. Wald testi değeri ne kadar büyükse, değişken modelde o kadar büyük etkiye sahip olmaktadır.

### 3.5.3 Skor (Score) Testi

Katsayıların anlamlılık testinde kullanılan bir diğer test olan skor testinde, en çok olabilirlik kestiriminin hesaplanmasına gerek yoktur. Skor testi hesaplama işlemlerini azaltsa da, birçok paket programda kullanılmamasından dolayı pek tercih edilmemektedir. Skor testi (3.18)'de gösterildiği gibi ifade edilmektedir.

$$ST = \frac{\sum_{i=1}^n x_i (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\bar{y}(1-\bar{y}) \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}} \quad (3.18)$$

### 3.6 Değişken Seçim Yöntemleri

Bilindiği gibi model oluşturma aşamasında önemli olan nokta, en az değişken ile en iyi uyumu sağlamak olmaktadır. Lojistik regresyon analizi ile yapılan modellemelerde eldeki tüm bağımsız değişkenler, bağımlı değişkene olumlu katkı yapmayabilmektedir. Olumlu katkı yapmayan değişkenler modelin tahmin gücünü düşürmektedir. Bu nedenle modele katkı yapan değişkenleri belirlemek amacıyla, çeşitli değişken seçme yöntemleri bulunmaktadır. Bu yöntemler standart, ileriye doğru seçim yöntemi, geriye doğru seçim yöntemi ve adım-adım seçim yöntemi olmak üzere dört farklı şekilde uygulanmaktadır.

#### 3.6.1 Standart Seçim Yöntemi

Bağımsız değişkenlerin tümünün, bir blok halinde modele dahil edildiği yöntem standart yöntem adı verilmektedir. Genellikle teori test etme amacıyla kullanılmaktadır. Bu yöntemde bağımsız değişkenlerin sayısı az olduğunda, değişkenlerin birbirlerine üstünlük sağlamadığı düşünüldüğünden, hepsi beraber modele dahil edilmektedir. Fakat bu yöntemde modele katkı yapmayan değişkenler de modele dahil olduğundan, bağımlı değişkenin tahmin gücünü düşürdüğü unutulmamalıdır. Bu nedenle adımsal yöntemlerin uygulanması, standart yöntem göre daha avantajlı olduğundan, modelleme aşamasında daha çok kullanılmaktadır.

#### 3.6.2 İleriye Doğru Seçim Yöntemi

Bu yöntemde, sadece sabit terimin olduğu model ile işleme başlanmakta ve  $-2LL$  değerinde en fazla değişime neden olan değişken belirlenerek, modele dahil edilmektedir. Eklenen bağımsız değişkenin modele katkısı önemsiz bulunana kadar, değişkenler modele dahil edilmektedir. Gözlem ve değişken sayısı fazla olduğunda, bu yöntemin kullanılması tercih edilmektedir. İleriye ve geriye doğru seçimlerde, en iyi model uyumunun elde edileceğinin garantisi bulunmamaktadır. Bu nedenle farklı değişken seçim yöntemleri kullanılarak, en iyi model sonucuna ulaşılması gerekmektedir. İleriye ve geriye doğru seçim yöntemleri olabilirlik oran, wald ve durum indeksi istatistiğinden faydalanarak 3 farklı şekilde yapılabilmektedir.

### 3.6.3 Geriye Doğru Seçim Yöntemi

İleriye doğru seçim yönteminin tersi olan bu yöntemde, ilk olarak model tüm bağımsız değişkenlerle kurulmakta ve daha sonra her adımda sapmada en az artışa neden olan değişken modelden çıkartılarak model kurulmaya devam edilmektedir. Sapmada önemli değişime neden olan değişken bulunana kadar seçime devam edilmektedir.

### 3.6.4 Adım-Adım Seçim Yöntemi

Adım-adım yöntemi ileriye doğru seçim yöntemine benzer şekilde çalışmakta fakat önceki adımlarda modele dahil edilen değişken, daha sonraki adımlarda modele eklenen değişkenler incelenerek modelden çıkartılabilmektedir.

## 3.7 Lojistik Regresyon Analizinde İlişki Ölçütü

Doğrusal regresyon analizinde model uyumunun bir ölçüsü olan  $R^2$ , bağımlı değişkendeki değişimin bağımsız değişkenler tarafından ne kadar açıklanabildiğini gösteren bir ilişki ölçütüdür. Fakat lojistik regresyonda bağımlı değişken kategorik yapıya sahip olduğundan, uyum iyiliğini değerlendirmek amacıyla yalancı (pseudo)  $R^2$  istatistikleri geliştirilmiştir. Lojistik regresyon analizindeki  $R^2$  değerleri, doğrusal regresyondaki  $R^2$  değerlerinden farklı yorumlanmaktadır. Mcfadden  $R^2$ , Cox-Snell  $R^2$ , Nagelgerke  $R^2$  istatistikleri, sık kullanılan ölçütlerdir. Bu ölçütler paket programlar aracılığıyla kolayca hesaplanabilmektedir. Lojistik regresyondaki  $R^2$  değerleri, doğrusal regresyondaki  $R^2$  değerlerine göre daha küçük çıkma eğilimine sahip olduğundan, model uyumunu değerlendirmek yerine daha çok farklı modellerin performansını karşılaştırmak için kullanılması tavsiye edilmektedir. Hatta bazı yazarlara göre  $R^2$  istatistiklerinin, sonuçlar sunulurken verilmemesi önerilmektedir (Alpar, 2013). Bu çok kullanılan ölçütler sırasıyla aşağıda verilmiştir.



- **Mcfadden R<sup>2</sup>:** Mcfadden (1974) tarafından önerilen bu R<sup>2</sup> istatistiği, “olabilirlik-oran istatistiği” olarak da adlandırılmaktadır. Log-olabilirlik değerleri aracılığıyla tahmin edilen Mcfadden R<sup>2</sup> ölçütü, (3.19)’daki eşitlik yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$R_{MCF}^2 = 1 - \frac{\ln[(LL)_1]}{\ln[(LL)_0]} \quad (3.19)$$

Burada; (LL)<sub>0</sub> bağımsız değişkenlerin olmadığı sadece sabitin bulunduğu modelin log-olabilirliği, (LL)<sub>1</sub> bağımsız değişken ya da değişkenlerin olduğu modelin log-olabilirliğini ifade etmektedir. (LL)<sub>0</sub> = (LL)<sub>1</sub> olması durumunda Mcfadden R<sup>2</sup> değeri 0 olurken, 1 değerini hiçbir zaman alamamaktadır. Mcfadden R<sup>2</sup> değerinin 0,2-0,4 arasında bulunması oldukça iyi olarak yorumlanmaktadır. Yüksek R<sup>2</sup> değeri, modellerin karşılaştırılmasında daha iyi model performansı anlamına gelmektedir.

- **Cox-Snell R<sup>2</sup>:** En çok olabilirlik R<sup>2</sup> olarak da bilinen bu ölçüt en küçük 0 değerini alırken, 1 değerini alamamaktadır. Toplam gözlem sayısı n göz önünde bulundurularak, (3.20)’de gösterilen şekilde hesaplanmaktadır.

$$R_{CS}^2 = 1 - \left\{ \frac{(LL)_0}{(LL)_1} \right\}^{2/n} \quad (3.20)$$

- **Nagelgerke R<sup>2</sup>:** Cox-Snell R<sup>2</sup> değeri 1 değerini alamadığından, Nagelgerke’nin önerdiği düzeltme ile 1 değerini alabilmektedir. Bundan dolayı Nagelgerke R<sup>2</sup> değeri, her zaman Cox-Snell R<sup>2</sup> değerinden yüksek çıkmaktadır. Nagelgerke R<sup>2</sup> değeri (3.21)’de gösterilen bağıntı yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$R_{NAG}^2 = \frac{1 - \left\{ \frac{(LL)_0}{(LL)_1} \right\}^{2/n}}{1 - \{(LL)_0\}^{2/n}} \quad (3.21)$$

### 3.8 Lojistik Regresyon Analizinde Model Uyumunun Değerlendirilmesi

Lojistik regresyon analizinde parametre tahmin yöntemleri farklı olduğundan, modelin uyumunun değerlendirilmesinde de farklı yöntemler kullanılmaktadır. Uyum iyiliği, modele gerekli bağımsız değişkenler dahil edildikten sonra modelin bağımlı değişkeni tanımlamakta ne kadar başarılı olduğunu incelemek olarak tanımlanmaktadır. Bu yöntemlerden bazıları ki-kare istatistiği, Hosmer-Lemeshow testi, sınıflandırma tablosu ve ROC eğrisidir.

#### 3.8.1 Ki-Kare İstatistiği

Lojistik regresyonda, gözlenen değerler ile tahmin edilen değerlerin karşılaştırılması,  $LL$  fonksiyonu aracılığıyla yapılmaktadır (Akgül ve Çevik, 2005). Model parametreleri tahmini sonucunda elde edilen  $LL$  değerinin,  $-2\ln$  ile çarpıldığında yaklaşık olarak ki-kare dağılımı göstermesi nedeniyle, modelin veriye uygunluğunun test etmek amacıyla  $-2LL$  kullanılmaktadır. İyi bir model gözlenen sonuçları daha iyi tahmin edeceğinden,  $-2LL$  değeri ne kadar küçük olursa model o kadar iyi uyum göstermektedir.  $LL$  değeri 1 olduğunda,  $-2LL$  değeri 0 değerini alacağından bu durum en iyi model uyumunu temsil etmektedir.

$-2LL$  istatistiği, doğrusal regresyon analizindeki hataların kareleri toplamına benzemektedir. Büyük  $-2LL$  değeri, sapmadaki artışın fazla olduğunu, dolayısıyla açıklanamayan gözlem sayısının fazla olduğunu ifade etmektedir.

Ki-kare testi ile modelin tümünün anlamlılığı test edilir. Bunun için, tüm değişkenleri içeren model ile sadece sabit terimi içeren modelin  $-2LL$  değerleri farkı incelenmektedir. Bu istatistik ki-kare dağılımı göstermekte ve doğrusal regresyon analizindeki  $F$  testine benzemektedir. “Sabit hariç mevcut modeldeki tüm bağımsız değişken katsayıları 0’a eşittir”  $H_0$  hipotezi test edilmektedir.

$H_0$  hipotezinin reddedilmesi, en az bir bağımsız değişkenin katsayısının sıfırdan farklı olduğu ve bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkeni açıklamada yeterli olduğu anlamına gelmektedir. Bu nedenle hesaplanan ki-kare değerinin,  $\chi^2$  tablo

değerinden büyük olması gerekmektedir. İstatistiksel yazılımlarda bu istatistik ki-kare değerlerinin hesaplandığı omnibus testi yardımıyla elde edilmektedir.

### 3.8.2 Hosmer-Lemeshow Testi

Hosmer ve Lemeshow (1980) tarafından model uyum iyiliğini incelemek amacıyla geliştirilen bu test, lojistik regresyon analizinde tahmin edilen olasılıklardan yararlanılarak kullanılmaktadır. Tahmin edilen olasılıklar küçükten büyüğe doğru sıralanarak, genellikle 10 olarak alınan  $k$  alt gruba bölünmektedir. Her alt gruptaki, gözlenen ve beklenen değerler hesaplanarak yapılan bu test ki-kare dağılım göstermektedir. Hosmer-Lemeshow test değeri (3.22)'te gösterilen ifade kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$\hat{C} = \sum_{i=1}^k \frac{(G_i - B_i)^2}{B_i} \quad (3.22)$$

Burada;  $\hat{C}$  Hosmer-Lemeshow test değerini,  $k$  tahmin edilen olasılıklara göre bölünen alt grup sayısını,  $G_i$  her bir alt grupta gözlenen bağımlı değişken değerini,  $B_i$  her bir alt grupta beklenen bağımlı değişken değerini ifade etmektedir. Bu test büyük örneklerde daha iyi sonuçlar vermektedir. Hesaplanan test değeri ki-kare dağılım göstermekte ve bu değer, tablo ki-kare değerinden küçük olması gerekmektedir. İstatistiksel yazılımlar ile kolayca hesaplanabilen Hosmer-Lemeshow test istatistiği değerinin anlamlılık değeri, modelleme aşamasında belirlenen anlamlılık değerinden büyük ise modelin uyumunun iyi olduğuna ve modelin verileri iyi temsil ettiğine karar verilmektedir (Pallant, 2007).

### 3.8.3 Sınıflandırma Tablosu

Sınıflandırma tablosu oluşturulurken, lojistik regresyon analizi aracılığıyla tahmin edilen ve gözlenen olasılıklar kullanılmaktadır. İki kategoriden oluşan bağımlı değişkenin kategorileri 0 ve 1 olarak kodlanmakta ve bağımlı değişken tahmin edilen olasılıklara göre kategorilere atanmaktadır. Model aracılığıyla tahmin edilen olasılıklar kategorilere atanırken, belirlenen olasılık kesim noktası değeri

dikkate alınmaktadır. Genellikle olasılık kesim noktası değeri 0,50 olarak alınmakta ve lojistik regresyon analizi ile tahmin edilen olasılıklar 0,50 altında ise 0 olarak kodlanan gruba, 0,50 üstündeki olasılıklar ise 1 olarak kodlanan gruba atanmaktadır. Daha sonra gözlenen olasılık değerlerinden 1 olarak kodlanan grupta olanların model aracılığıyla ne kadar doğru tahmin edildiği duyarlılık, 0 grubunda olanların ne kadar doğru tahmin edildiği ise seçicilik olarak ifade edilmektedir. Duyarlılık ve seçicilik değerlerinin ortalaması, sınıflandırma tablosunda genel doğru sınıflandırma oranını vermektedir. Daha yüksek değere sahip genel doğru sınıflandırma oranı, daha iyi bir model uyumu anlamına gelmektedir.

Sınıflandırma tablosunun dezavantajlarından birisi, olasılık kesim noktası değeri 0,50 alındığında, 0,49 ve 0,51 birbirine yakın olasılıklar olmasına rağmen iki olasılık farklı gruplara atanmaktadır. Bu nedenle farklı olasılık kesim noktası değerleri seçilerek, daha yüksek doğru sınıflandırma oranı yakalanabilmektedir.

#### **3.8.4 ROC Eğrisi**

Sınıflandırma tablosu yardımıyla model uyumu incelendiğinde, seçilen kesim noktasına bağlı olarak, doğru sınıflandırma oranları değişmektedir. Bu nedenle bazı çalışmalarda, model yardımıyla tahmin edilen olasılıklar sınıflara ayrılmadan, ROC (Receiver Operating Characteristic) eğrisi çizilerek, modelin performansı değerlendirilmektedir. ROC eğrisi çizilirken, tahmin edilen verideki her bir değer olasılık kesim noktası alınarak, dikey ekseninde “duyarlılık” yatay ekseninde “1-Seçicilik” değeri olacak biçimde ROC eğrisi çizilir. Daha sonra ROC eğrisi altında kalan alan belirlenir. Bu alan oluşturulan modelin bağımlı değişkendeki grupları ne kadar iyi ayırabildiğinin göstergesidir. Bu alanın değeri 1’e ne kadar yakınsa model uyumun o kadar iyi olduğunu, 0,5’e yakınsa uyumun kötü olduğunu gösterir. Genellikle bu alanın 0,8-0,9 arasında bir değer alması, model tarafından gruplara ayırmada iyi bir ayırım yakalandığını, 0,9’dan büyük olması ise mükemmel bir ayırım olduğunu göstermektedir.

### **3.9 Lojistik Regresyon Analizinde Parametrelerin Yorumu**

Doğrusal regresyon analizinde, doğrusallık nedeniyle parametrelerin yorumu daha kolay olmaktadır. Bağımsız değişkendeki bir birimlik değişiminin, bağımlı değişkende meydana getireceği etki yorumlanmaktadır. Fakat lojistik regresyon analizinde, bağımlı değişken ile bağımsız değişken arasındaki ilişki doğrusal olmadığından, modelin yorumlanması farklı olmaktadır. Lojistik regresyonda, logit dönüşüm sebebiyle parametre yorumları odds oranı üzerinde yapılmaktadır. Başka bir deyişle lojistik regresyon analizinde bağımsız değişkenlerdeki değişim, bağımlı değişkenin değerindeki değişimi değil, bağımlı değişkenin olasılık değerinde meydana gelebilecek artış veya azalışı ifade etmektedir. Parametrelerin yorumu yapılırken, bağımsız değişkenin kategorik ya da sürekli oluşuna göre yorum farklılık göstermektedir.

#### **3.9.1 İki Kategoriye Sahip Bağımsız Değişken**

Lojistik Regresyon Analizinde, bağımsız değişkenin iki kategoriden oluşması halinde, öncelikle kategorilerden biri referans kategori olarak seçilmektedir. Daha sonra yorum yapılırken, referans kategori üzerinden yapılmaktadır. Yorumlamanın kolay olması açısından riskin az olduğu gruba küçük kod verilirken, riskin fazla olduğu gruba büyük kod verilmektedir.

#### **3.9.2 İkidenden Fazla Kategoriye Sahip Bağımsız Değişken**

Lojistik regresyonda bağımsız değişken ikiden fazla kategoriye sahip ise modelde kullanabilmek amacıyla kukla (dizayn) değişkenlerin oluşturulması gerekir. Seçilen kontrast tipine bağlı olarak, istatistiksel yazılımlar “kategori sayısı-1” tane kukla değişkeni kendisi oluşturmaktadır. Seçilen kontrast çeşidine göre, parametrelerin yorumu yapılmaktadır.

Indicator ve simple olarak adlandırılan kontrast tipleri, yorum ve hesaplama mantığı daha kolay olduğundan daha fazla tercih edilmektedir. Örneğin, hanenin aylık toplam gelirinin hanenin otomobil sahipliğine etkisi incelenirken, kategorik

bağımsız değişken hanenin aylık toplam geliri değişkeninin kategorileri olan kukla değişkenler, indicator kontrast tipine göre Tablo 3.1’de gösterildiği gibi oluşmaktadır.

**Tablo 3.1:** Kukla değişkenlerin oluşturulması

Aylık Gelir	D1	D2	D3	D4
0-2000 TL (1)	0	0	0	0
2001-4000 TL (2)	1	0	0	0
4001-6000 TL (3)	0	1	0	0
6001-8000 TL (4)	0	0	1	0
8000 TL üzeri (5)	0	0	0	1

5 farklı gelir seviyesi için D1, D2, D3 ve D4 olmak üzere 4 farklı kukla değişken oluşturulmuştur. Kontrast tipi olarak indicator seçildiği zaman, sadece ilk ya da son kategori referans kategori olarak seçilebilmektedir. Referans kategoride tüm matris 0 değerlerinden oluşmaktadır. Tablo 3.1’de görüldüğü gibi, 0-2000 TL olan kategori, referans kategori olarak alınmış ve diğer kategorilerin yorumları bu kategoriye göre yapılacaktır.

Lojistik regresyon analizinde parametrelerinin yorumu odds oranına göre yapılmaktadır. Yukarıdaki örnekte, 8000 TL üzeri kategorisinin odds oranının 8 olması, diğer şartlar sabit olmak üzere 8000 TL üzeri aylık gelire sahip olan hanelerin, 0-2000 TL arası aylık gelire sahip hanelere göre otomobil sahibi olma ihtimallerinin 8 kat daha fazla olduğu yorumuyla açıklanabilmektedir.

### 3.9.3 Sürekli Bağımsız Değişken

Lojistik regresyon analizinde modelde sürekli bir bağımsız değişken olduğu zaman, değişken katsayısının yorumu farklı yapılmaktadır. Değişkenin modele nasıl alındığı ve değişkenin birimi (yıl, kg, mm vb.) parametrenin yorumunda etkili rol oynamaktadır. Katsayının yorumlanabilmesi için oluşturulacak modelde sürekli değişkenin *Logit* ( $L_i$ ) ile doğrusal olduğu varsayılmaktadır (Hosmer ve Lemeshow, 2000). *Logit* ( $L_i$ ) ile sürekli değişken  $X_i$ ’nin doğrusallık varsayımı (3.23)’teki gibi gösterilmektedir.

$$L_i(x) = B_0 + B_i X_i \quad (3.23)$$

$B_i$  katsayısı bağımsız değişken  $X_i$ 'deki 1 birimlik değişime karşılık, logitte oluşan değişimi gösterir. Bağımsız değişken  $X_i$ 'deki  $c$  birimlik artış için logitte oluşan fark (3.24)'teki gibi hesaplanmaktadır.

$$L_i(x + c) - L_i(x) = cB_i \quad (3.24)$$

(3.24)'te gösterilen eşitlik ile elde edilen logitteki bu fark, e üssü alınarak ilgili odds oranı ( $e^{cB_i}$ ) elde edilmektedir. Bunun sebebi odds oranının  $e^{B_0+B_i X_i}$  eşitliği ile hesaplanmasıdır. Sürekli değişkenin yorumu ise elde edilen odds oranına göre yapılmaktadır. Başka bir deyişle sürekli değişkendeki  $c$  birimlik artış, olayın gerçekleşme olasılığını  $e^{cB_i}$  kat artırmakta şeklinde yorumlanabilmektedir. Bazen bağımsız değişkendeki 1 birimlik artış önemli olmadığında, 10 birimlik artışı incelemek yararlı olabilmektedir. İstatistiksel yazılımlar odds oranını hesaplamakta ve odds oranındaki  $c$  katsayısını 1 olarak almaktadır. Eğer 1 birimden farklı bir artışın yarattığı etki ölçülmek isteniyorsa  $e^{cB_i}$  değerindeki,  $c$  katsayısı istenen değer alınmalıdır.

### 3.10 Sonuçlar

Bu bölümde, çok değişkenli istatistiksel yöntemlerden olan lojistik regresyon analizi detaylıca anlatılmıştır. Lojistik regresyon analizinin diğer yöntemlerle karşılaştırılması yapılarak, tercih nedenleri belirtilmiştir. Lojistik regresyon modelinin yapısı incelenmiş, değişken seçim yöntemleri, parametre tahmin yöntemleri, uyum iyiliği ölçütleri gibi konularda bilgi verilmiştir. Sonraki bölümde hanehalkı düzeyinde yapılan anket çalışmasıyla elde edilen ayırık veriler kullanılarak, ikili lojistik regresyon ile Denizli'de otomobil sahipliğini etkileyen faktörleri belirlemek amacıyla modelleme çalışması yapılacaktır.

## 4. OTOMOBİL SAHİPLİĞİNİN MODELLENMESİ

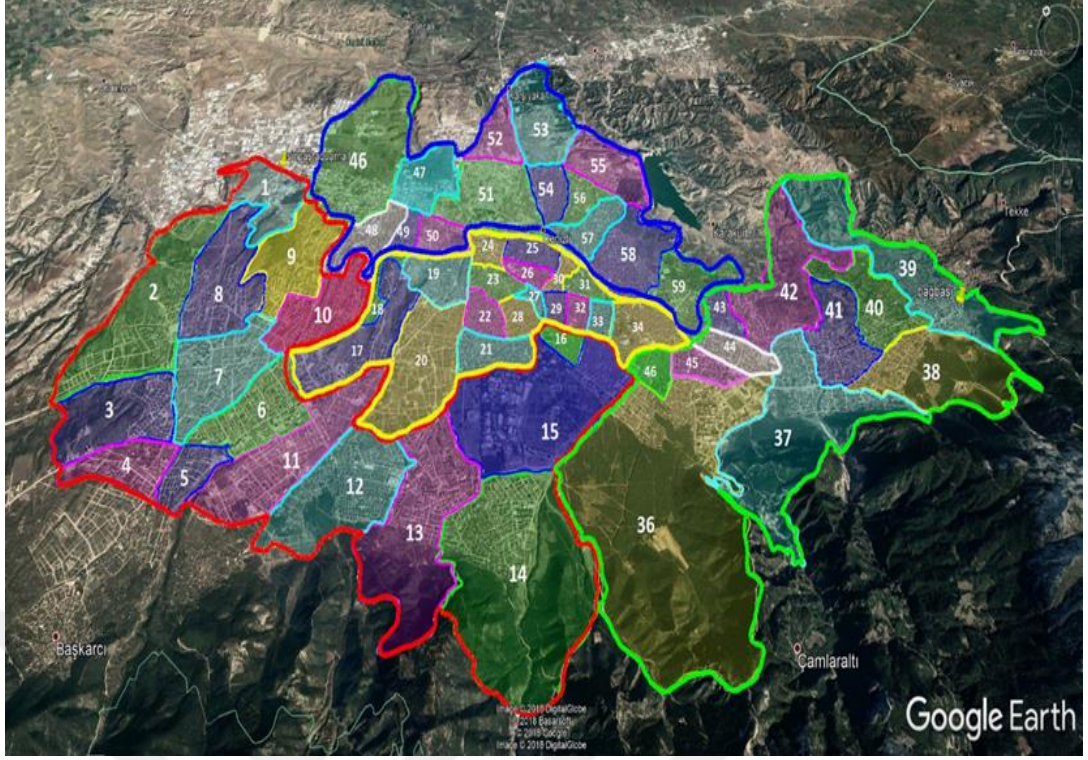
### 4.1 Giriş

Bu bölümde, ilk olarak yüz yüze anket uygulamasının yapıldığı çalışma alanı hakkında bilgi verilip yapılan anket çalışması sonuçlarının değerlendirilmesi yapılacaktır. Anket sonuçlarından elde edilen veriler ile Denizli’de otomobil sahipliğini etkileyen değişkenlerin belirlenmesi amacıyla, SPSS programında yapılan ikili lojistik regresyon analizinin aşamaları detaylı olarak anlatılacaktır.

### 4.2 Çalışma Alanı

Denizli ilinde, Merkezefendi ve Pamukkale ilçeleri olmak üzere iki merkez ilçe bulunmaktadır. Anket çalışması, iki merkez ilçede bulunan 59 mahalleyi kapsayacak şekilde yapılmıştır. Merkez ilçelere bağlı köy statüsündeki mahalleler çalışmaya dahil edilmemiştir. Bölgesel farklılıkları homojen bir hale getirmek amacıyla öncelikle gayrimenkul fiyatları ve mahallelerin konumları göz önünde bulundurularak çalışma alanındaki 59 mahalle, 4 bölgede toplanmıştır. Emlak verilerine dayalı olarak bölgelere ayrılmasının sebebi, bu verilerin hanelerin ekonomik durumlarını yansıttığı ve hanelerin otomobil sahibi olmasını etkileyen en önemli faktörlerden birinin gelir olmasıdır. Google Earth programında, bölgelerin ve mahallelerin sınırları çizilerek mahalleler numaralandırılmıştır. Şekil 4.1’de bölgelerin sınırları ve numaralandırılan mahallelerin bulunduğu çalışma alanı gösterilmektedir.





Şekil 4.1: Çalışma alanı

Şekil 4.1’de, kırmızı renk ile sınırlandırılan alan 1. bölgeyi, sarı renk 2. bölgeyi, yeşil renk 3. bölgeyi, mavi renk ise 4. bölgeyi göstermektedir. 1. bölge, yaşam standartlarının en yüksek olduğu bölge iken, 4. bölge diğer bölgelere göre daha alt seviye gelir grubunda olan ailelerin ikamet ettiği bölgedir. 2. ve 3. bölge birbirine benzerlik gösterirken, Pamukkale Üniversitesi 3. bölge sınırları içerisinde bulunduğu için, 3. bölge öğrenci kesiminin yoğun olarak bulunduğu bölgedir. Şekil 4.1’de sınırları belirtilerek numaralandırılan mahallelerin, Tablo 4.1’de bölgelere göre dağılımı gösterilmiştir.

**Tablo 4.1:** Bölgelere göre mahallelerin dağılımı

No	1. Bölge	No	2. Bölge
1	Kayalar Mahallesi	17	Mehmet Akif Ersoy Mahallesi
2	Karahasanlı Mahallesi	18	Alpaslan Mahallesi
3	Çakmak Mahallesi	19	Muratdede Mahallesi
4	1200 Evler Mahallesi	20	Merkez Efendi Mahallesi
5	Bereketler Mahallesi	21	Karaman Mahallesi
6	Adalet Mahallesi	22	Akkonak Mahallesi
7	Selçuk Bey Mahallesi	23	Sırapapılar Mahallesi
8	Yenişafak Mahallesi	24	Saraylar Mahallesi
9	Şemikler Mahallesi	25	Topraklık Mahallesi
10	Gültepe Mahallesi	26	15 Mayıs Mahallesi
11	Bahçelievler Mahallesi	27	Altıntop Mahallesi
12	Yenişehir Mahallesi	28	Değirmenönü Mahallesi
13	Servegazi Mahallesi	29	Atalar Mahallesi
14	Gerzele Mahallesi	30	Hacıkaplanlar Mahallesi
15	Mehmetçik Mahallesi	31	Pelitlibağ Mahallesi
16	Kuşpınar Mahallesi	32	Fesleğen Mahallesi
		33	İstiklal Mahallesi
		34	İncilipınar Mahallesi
No	3. Bölge	No	4. Bölge
35	Siteler Mahallesi	46	Akçeşme Mahallesi
36	Kınıklı Mahallesi	47	Zafer Mahallesi
37	Zeytinköy Mahallesi	48	Gümüşçay Mahallesi
38	Kervansaray Mahallesi	49	Yeni Mahallesi
39	Gökpınar Mahallesi	50	İlbade Mahallesi
40	Zümrüt Mahallesi	51	Sümer Mahallesi
41	Bağbaşı Mahallesi	52	Sevindik Mahallesi
42	Kayıhan Mahallesi	53	Karşıyaka Mahallesi
43	Hürriyet Mahallesi	54	Dokuzkavaklar Mahallesi
44	Asmahevler Mahallesi	55	Aktepe Mahallesi
45	Yunusemre Mahallesi	56	Anafartalar Mahallesi
		57	Deliktaş Mahallesi
		58	Fatih Mahallesi
		59	Cumhuriyet Mahallesi

### 4.3 Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi

Gelişmiş ülkelerde, otomobil sahipliğini modellemek amacıyla yapılan çalışmalarda, resmi kurumlar aracılığıyla her yıl yapılan hanehalkı anketlerinin sonuçlarının bulunduğu veri seti kullanılmaktadır. Fakat gelişmekte olan ve gelişmemiş ülkelerde böyle bir veri setine ulaşılması oldukça zor olduğundan, anket

çalışması yapılması gerekli olmaktadır. Bu durum hem zaman hem de ekonomik açıdan zorluklara yol açmaktadır.

Otomobil sahipliğini modellemek amacıyla yapılan çalışmalar incelendiğinde, tutarlı sonuçlar elde edilebilmesi amacıyla örneklem büyüklüğü genellikle toplum büyüklüğünün %1 - %2'si aralığında tercih edildiği görülmektedir (Guerra 2015, Pan ve diğ. 2013, Gómez-Gélvez ve Obando 2013). Bu tez çalışmasında ise toplum büyüklüğü 59 mahallenin bulunduğu 4 bölgenin toplam nüfusu olan 575099'dur. Anket çalışması hane bazında yapıldığından, Denizli ilinde hanede yaşayan ortalama kişi sayısı 3 olduğundan dolayı toplum büyüklüğü yaklaşık olarak 190000 hane olarak alınmıştır. Yapılan anket çalışmasında örneklem büyüklüğü, %1,5 ile 2700 hane olarak seçilmiştir. Bölgelerin nüfusları dikkate alınarak toplam anket sayısı, bölgelere göre orantılı olarak dağıtılmıştır. Eksik ve tutarsız verilerin olduğu anketler çıkarılarak, 2575 hane ile ilgili sosyo-ekonomik ve demografik veriler elde edilmiştir. Tablo 4.2'de bölgelerin nüfusları ve yapılan anket sayısı gösterilmektedir.

**Tablo 4.2:** Bölgelerin nüfusu ve yapılan anket sayısı

<b>Bölge Numarası</b>	<b>Nüfus</b>	<b>Anket Sayısı</b>
1	153219	675
2	205005	925
3	91300	425
4	125575	550
<b>Toplam</b>	<b>575099</b>	<b>2575</b>

#### **4.4 Anket Çalışması ile Verilerin Toplanması**

Verilerin elde edilmesi amacıyla, Pamukkale ve Merkezefendi ilçelerinde belirlenen 4 bölgede, yüz yüze anket çalışması yapılarak her bir hane ile ilgili sosyo-ekonomik ve demografik veriler elde edilmiştir. Tez kapsamında kullanılan anket formu 16 sorudan oluşmakta olup Tablo 4.3'te gösterilmiştir.

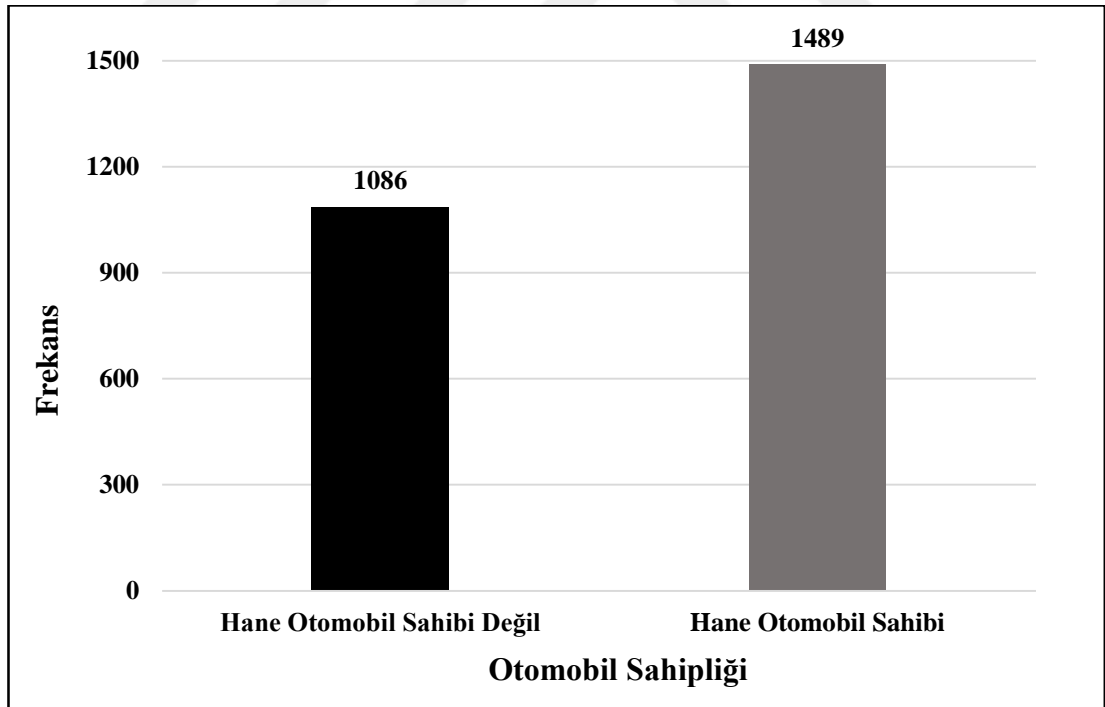
**Tablo 4.3:** Anket Formu

<b>1. Hanenin Sahip Olduğu Araç Sayısı</b> (Araç veya Araçların, Model ve Markasını Belirtiniz. Örneğin; <u>Marka</u> = Fiat, <u>Model</u> = Doblo)	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1		<b>Marka</b>	<b>Model</b>
	<input type="checkbox"/> 2 veya daha fazla		1		
			2		
			3		
<b>2. Hanenin Aylık Toplam Geliri</b>	<input type="checkbox"/> 0-2000 TL	<input type="checkbox"/> 2001-4000 TL	<input type="checkbox"/> 4001-6000 TL		
	<input type="checkbox"/> 6001-8000 TL	<input type="checkbox"/> 8000 TL üzeri			
<b>3. Hanedeki Birey Sayısı</b>	( )				
<b>4. Hanedeki Yetişkin Sayısı</b> (18 yaş ve üzeri)	Erkek ( ) Kadın ( ) Toplam ( )				
<b>5. Hanedeki Çalışan Sayısı</b> (18 yaş ve üzeri)	( )				
<b>6. Hanedeki Çocuk Sayısı</b> (18 yaş altı)	( )				
<b>7. Hanede Sürücü Belgesine (Ehliyet) Sahip Kişi Sayısı</b>	( )				
<b>8. Hane Reisinin Yaşı</b>	<input type="checkbox"/> < 25 <input type="checkbox"/> 25-34 <input type="checkbox"/> 35-44 <input type="checkbox"/> 45-54 <input type="checkbox"/> 55-64 <input type="checkbox"/> > 64				
<b>9. Hane Reisinin Eğitim Durumu</b>	<input type="checkbox"/> Hiç Okumamış <input type="checkbox"/> İlköğretim veya Dengi Mezunu <input type="checkbox"/> Ortaöğretim veya Dengi Mezunu <input type="checkbox"/> Önlisans Mezunu <input type="checkbox"/> Lisans Mezunu <input type="checkbox"/> Yüksek Lisans veya Doktora Mezunu				
<b>10. Ev Sahipliği Durumu</b> (Oturduğunuz Ev Kendinize mi ait?)	<input type="checkbox"/> Hayır (Kira veya Akraba Evi) <input type="checkbox"/> Evet				
<b>11. Konut Büyüklüğü</b>	<input type="checkbox"/> 60 m2 den küçük <input type="checkbox"/> 60-100 m2 <input type="checkbox"/> 100-140 m2 <input type="checkbox"/> 140-180 m2 <input type="checkbox"/> 180 m2 den büyük				
<b>12. Hanedeki Bireyler Günlük Seyahatlerini Genelde Hangi Ulaşım Türü ile Yaparlar?</b>	<input type="checkbox"/> Yürüme <input type="checkbox"/> Toplu Taşıma <input type="checkbox"/> Özel Araç				
<b>13. Hanede Toplu Taşıma Kartına Sahip Kişi Sayısı</b>	( )				
<b>14. Hane Bireyelerinin Genel Olarak Toplu Taşımadan Memnuniyet Derecesi</b>	<input type="checkbox"/> Hiç Memnun Degil <input type="checkbox"/> Memnun Degil <input type="checkbox"/> Kararsız <input type="checkbox"/> Memnun <input type="checkbox"/> Çok Memnun				
<b>15. Hanede 5 km veya Daha Uzakta Çalışan Kişi Sayısı</b>	( )				
<b>16. Hanenin Bulunduğu Bölge</b>	<input type="checkbox"/> 1.Bölge <input type="checkbox"/> 2.Bölge <input type="checkbox"/> 3.Bölge <input type="checkbox"/> 4.Bölge				

Anket çalışması 6 kişilik bir ekiple 10.01.2019 – 10.04.2019 tarihleri arasında yapılmış olup, bir anketin uygulama süresi yaklaşık 4 dakika sürmektedir. Hanedeki otomobil sayısı, yapılan analizde bağımlı değişkeni temsil etmektedir.

#### 4.5 Değişkenlerin Tanımlanması

Çalışmada bağımlı değişken olan hanedeki otomobil sayısı ilk olarak, hane otomobil sahibi değil, hane bir otomobile sahip ve hane iki veya daha fazla otomobile sahip olmak üzere üç kategoride ele alınmıştır. İki veya daha fazla otomobile sahip hanelerin toplam veriler içinde oranının düşük olmasından dolayı kategori birleştirilmesi yapılarak, hane otomobil sahibi değil ve hane otomobil sahibi olmak üzere iki kategoriye indirgenmiştir. Ülkemizde hafif ticari araçlar da genellikle hanede yaşayan kişiler tarafından günlük seyahatlerini gerçekleştirmek amacıyla kullanıldığından otomobil olarak değerlendirilmiştir. Şekil 4.2’de bağımlı değişken olan otomobil sahipliğinin frekans dağılımı gösterilmiştir.



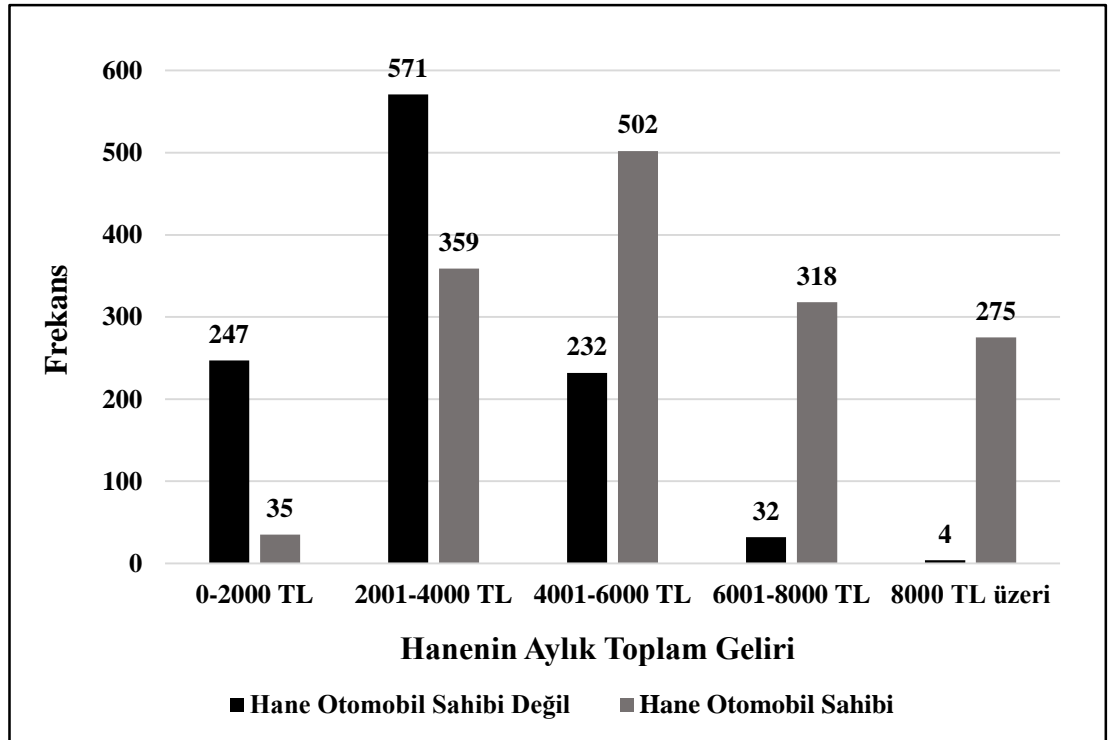
Şekil 4.2: Otomobil sahipliği frekans dağılımı

Şekil 4.2 incelendiğinde yapılan anket çalışması sonuçlarına göre, 2575 haneden 1086’sı otomobile sahip değilken, 1489 hanenin otomobil sahibi olduğu görülmektedir. Anket çalışmasında katılımcılara yöneltilen sorulardan birisi ise

hanelerin otomobil sahibi olmalarını etkileyen önemli faktörlerden biri olan, hanenin aylık toplam geliridir. Katılımcıların hanelerinin aylık toplam net gelirini belirtmede çekinmelerinden dolayı, gelir kategorik değişken olarak ankete dahil edilmiştir. 5 kategoride ele alınan bağımsız değişken hanenin aylık toplam gelirinin Tablo 4.4'te frekans dağılımı ve Şekil 4.3'te bağımlı değişken olan otomobil sahipliği ile ilişkisi gösterilmiştir.

**Tablo 4.4:** Hanenin aylık toplam geliri frekans dağılımı

Hanenin Aylık Toplam Geliri		Hane Otomobil Sahibi Değil	Hane Otomobil Sahibi	Toplam
0-2000 TL	Frekans	247	35	282
	Oran (%)	87,6	12,4	100,0
2001-4000 TL	Frekans	571	359	930
	Oran (%)	61,4	38,6	100,0
4001-6000 TL	Frekans	232	502	734
	Oran (%)	31,6	68,4	100,0
6001-8000 TL	Frekans	32	318	350
	Oran (%)	9,1	90,9	100,0
8000 TL üzeri	Frekans	4	275	279
	Oran (%)	1,4	98,6	100,0
Toplam	Frekans	1086	1489	2575
	Oran (%)	42,2	57,8	100,0



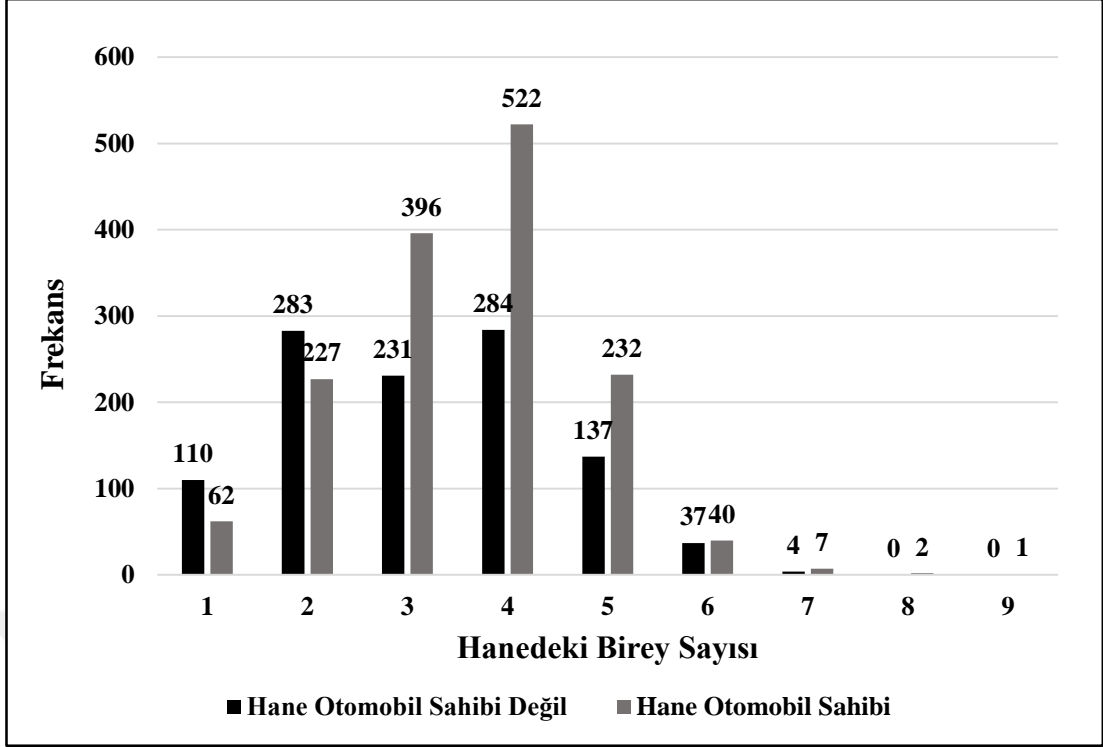
**Şekil 4.3:** Hanenin aylık toplam geliri ve otomobil sahipliği ilişkisi

Hanenin aylık toplam geliri arttıkça hanelerin otomobil sahibi olma ihtimalinin de arttığı açıkça görülmektedir. 8000 TL üzeri aylık gelire sahip hanelerin yaklaşık %99'unun en az bir otomobile sahip olması, gelirin otomobil sahipliği üzerindeki önemli etkisini göstermektedir.

Ankette yöneltilen sorulardan bir diğeri ise hanedeki birey sayısıdır. Hanedeki birey sayısının fazla olmasının, hanenin otomobil sahipliğine olumlu katkı yapıp yapmadığını net olarak söylenememektedir. Çünkü birey sayısındaki artış hanedeki çalışan sayısını etkileyerek otomobil sahipliğini olumlu etkileyeceği gibi, artan giderlerle beraber olumsuz bir etki de yapabilir. Tablo 4.5'te anket sonuçlarına göre hanedeki birey sayısı ile ilgili frekans dağılımı ve Şekil 4.4'te otomobil sahipliği ile ilişkisi gösterilmiştir.

**Tablo 4.5:** Hanedeki birey sayısı frekans dağılımı

Hanedeki Birey Sayısı		Hane Otomobil Sahibi Değil	Hane Otomobil Sahibi	Toplam
1	<b>Frekans</b>	<b>110</b>	<b>62</b>	<b>172</b>
	Oran (%)	64,0	36,0	100,0
2	<b>Frekans</b>	<b>283</b>	<b>227</b>	<b>510</b>
	Oran (%)	55,5	44,5	100,0
3	<b>Frekans</b>	<b>231</b>	<b>396</b>	<b>627</b>
	Oran (%)	36,8	63,2	100,0
4	<b>Frekans</b>	<b>284</b>	<b>522</b>	<b>806</b>
	Oran (%)	35,2	64,8	100,0
5	<b>Frekans</b>	<b>137</b>	<b>232</b>	<b>369</b>
	Oran (%)	37,1	62,9	100,0
6	<b>Frekans</b>	<b>37</b>	<b>40</b>	<b>77</b>
	Oran (%)	48,1	51,9	100,0
7	<b>Frekans</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>11</b>
	Oran (%)	36,4	63,6	100,0
8	<b>Frekans</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
	Oran (%)	0,0	100,0	100,0
9	<b>Frekans</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	Oran (%)	0,0	100,0	100,0
<b>Toplam</b>	<b>Frekans</b>	<b>1086</b>	<b>1489</b>	<b>2575</b>
	Oran (%)	42,2	57,8	100,0



Şekil 4.4: Hanedeki birey sayısı ve otomobil sahipliği ilişkisi

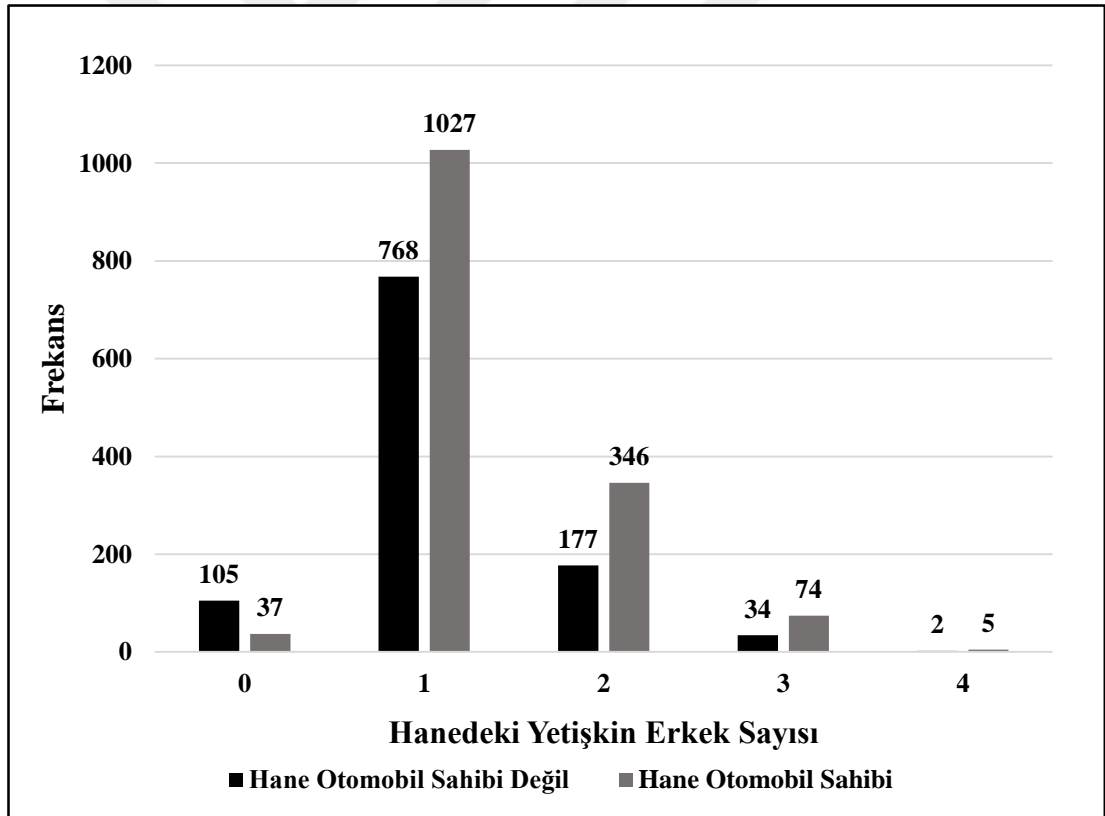
8 ve 9 bireyden oluşan hanelerin tümü otomobile sahip olmasına rağmen, bu özelliğe sahip çok sayıda hane olmamasından dolayı, kişi sayısı fazla hanelerin otomobil sahibi olma ihtimallerinin fazla olduğu yönünde bir yorum yapmak sağlıklı olmamaktadır. Fakat tek ve iki kişiden oluşan hanelerin otomobil sahibi olma ihtimallerinin, diğer hanelere göre düşük olduğu açıkça görülmektedir. Bunun nedeni tek başına yaşayan bireylerin genellikle öğrenci, bekâr ve genç yaşta olan kişiler olmasından dolayı iyi bir gelir seviyesine sahip olmamasıyla açıklanabilmektedir.

Ülkemizde yetişkin yaştaki erkeklerin istihdam oranı, yetişkin yaştaki kadınlara göre oldukça yüksektir. Bu nedenle hanedeki yetişkin erkek sayısındaki artış hane gelirine doğrudan katkı yaparak, otomobil sahipliğine olumlu bir etki yapabilmektedir. Anket çalışmasında da katılımcılara hanedeki yetişkin erkek, yetişkin kadın ve toplam yetişkin sayısı soruları yöneltilerek cevaplar alınmıştır. 18 yaş ve üzerindeki kişiler yetişkin olarak kabul edilmiştir. Verilen yanıtlara göre değişkenler, sürekli değişken olarak analize dahil edilmiştir. Tablo 4.6 - 4.8'de hanedeki yetişkin erkek sayısı, yetişkin kadın sayısı ve toplam yetişkin sayısı değişkenlerinin frekans dağılımı ve Şekil 4.5 - 4.7'de ise bağımlı değişken otomobil sahipliği ile ilişkisi gösterilmiştir.



**Tablo 4.6:** Hanedeki yetişkin erkek sayısı frekans dağılımı

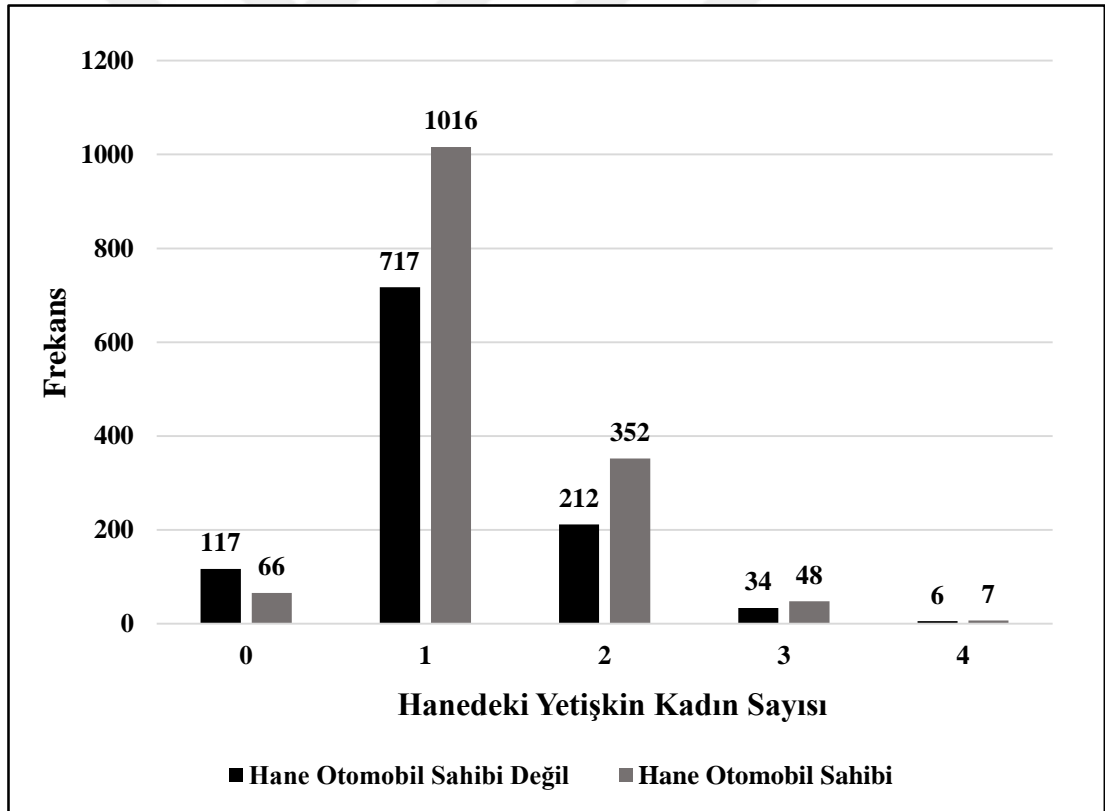
Hanedeki Yetişkin Erkek Sayısı (18 Yaş ve Üzeri)		Hane Otomobil Sahibi Değil	Hane Otomobil Sahibi	Toplam
0	Frekans	105	37	142
	Oran (%)	73,9	26,1	100,0
1	Frekans	768	1027	1795
	Oran (%)	42,8	57,2	100,0
2	Frekans	177	346	523
	Oran (%)	33,8	66,2	100,0
3	Frekans	34	74	108
	Oran (%)	31,5	68,5	100,0
4	Frekans	2	5	7
	Oran (%)	28,6	71,4	100,0
Toplam	Frekans	1086	1489	2575
	Oran (%)	42,2	57,8	100,0



**Şekil 4.5:** Hanedeki yetişkin erkek sayısı ve otomobil sahipliği ilişkisi

**Tablo 4.7:** Hanedeki yetişkin kadın sayısı frekans dağılımı

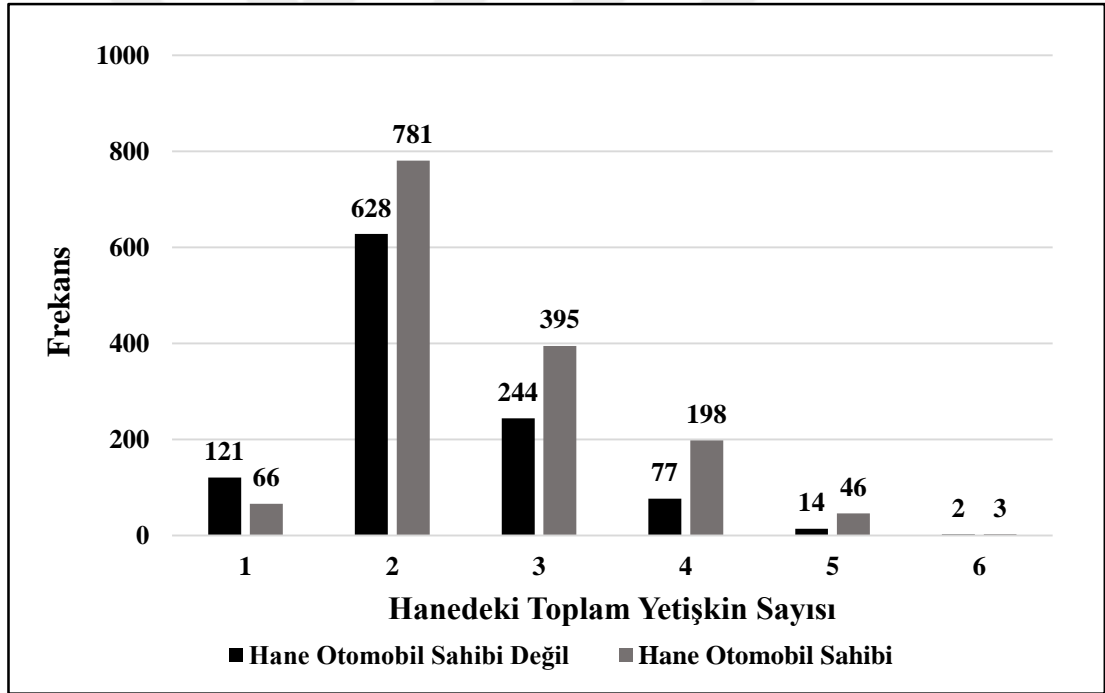
Hanedeki Yetişkin Kadın Sayısı (18 Yaş ve Üzeri)		Hane Otomobil Sahibi Değil	Hane Otomobil Sahibi	Toplam
0	Frekans	117	66	183
	Oran (%)	63,9	36,1	100,0
1	Frekans	717	1016	1733
	Oran (%)	41,4	58,6	100,0
2	Frekans	212	352	564
	Oran (%)	37,6	62,4	100,0
3	Frekans	34	48	82
	Oran (%)	41,5	58,5	100,0
4	Frekans	6	7	13
	Oran (%)	46,2	53,8	100,0
Toplam	Frekans	1086	1489	2575
	Oran (%)	42,2	57,8	100,0



**Şekil 4.6:** Hanedeki yetişkin kadın sayısı ve otomobil sahipliği ilişkisi

**Tablo 4.8:** Hanedeki toplam yetişkin sayısı frekans dağılımı

Hanedeki Toplam Yetişkin Sayısı (18 Yaş ve Üzeri)		Hane Otomobil Sahibi Değil	Hane Otomobil Sahibi	Toplam
1	Frekans	121	66	187
	Oran (%)	64,7	35,3	100,0
2	Frekans	628	781	1409
	Oran (%)	44,6	55,4	100,0
3	Frekans	244	395	639
	Oran (%)	38,2	61,8	100,0
4	Frekans	77	198	275
	Oran (%)	28,0	72,0	100,0
5	Frekans	14	46	60
	Oran (%)	23,3	76,7	100,0
6	Frekans	2	3	5
	Oran (%)	40,0	60,0	100,0
Toplam	Frekans	1086	1489	2575
	Oran (%)	42,2	57,8	100,0



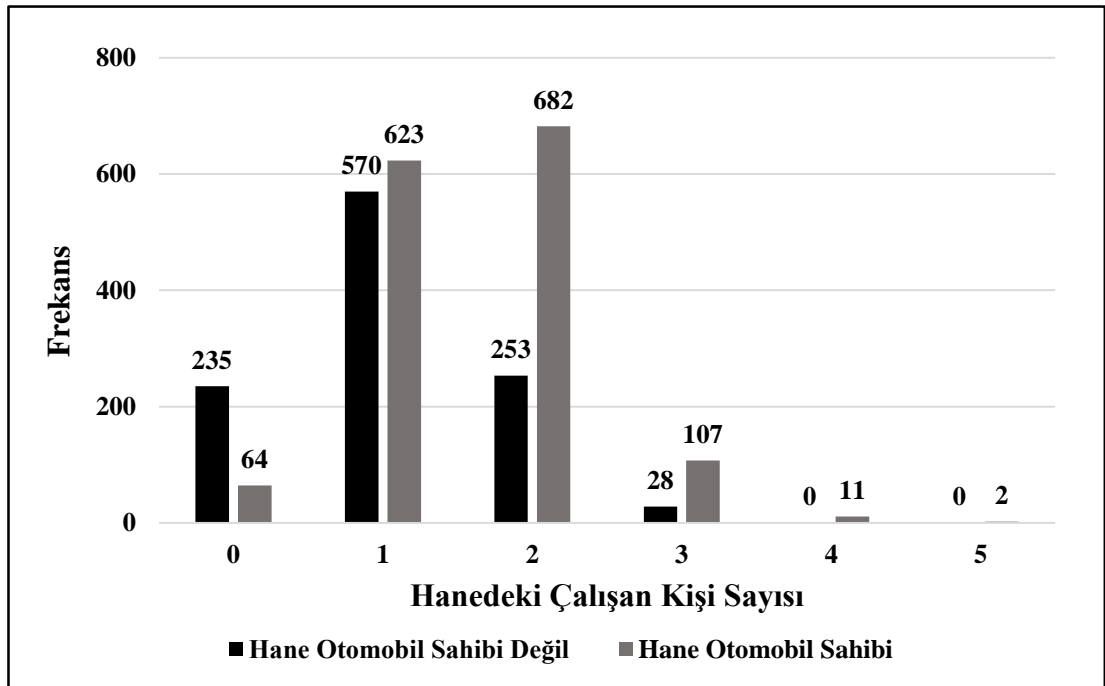
**Şekil 4.7:** Hanedeki toplam yetişkin sayısı ve otomobil sahipliği ilişkisi

Hanedeki yetişkin erkek sayısının artışı hanenin otomobil sahibi olma ihtimalini pozitif yönde etkilediği görülmektedir. Tek yetişkin erkek ya da kadının bulunduğu hanelerin diğer hanelere göre, otomobil sahibi olma ihtimallerinin düşük olduğu söylenebilmektedir. Hanedeki toplam yetişkin sayısı ile otomobil sahipliği arasında ilişki incelendiğinde ise daha fazla yetişkinin olduğu hanelerin otomobil sahibi olma ihtimallerinin genel olarak daha yüksek olduğu görülmektedir.

Ankette katılımcılara yöneltilen bir diğer soru ise hanedeki çalışan sayısıdır. Hanedeki çalışan sayısının fazla olması hane gelirine pozitif bir etki yapacağından, hanelerin otomobil sahibi olma ihtimalini artırsa da çalışan kişilerin meslek grubu ve gelirinin rolü önemli olmaktadır. Anket sonuçlarına göre, analize sürekli bir değişken olarak alınan hanedeki çalışan kişi sayısı değişkeninin Tablo 4.9’da frekans dağılımı ve Şekil 4.8’de ise otomobil sahipliği ile ilişkisi gösterilmiştir.

**Tablo 4.9:** Hanedeki çalışan kişi sayısı frekans dağılımı

Hanedeki Çalışan Kişi Sayısı		Hane Otomobil Sahibi Değil	Hane Otomobil Sahibi	Toplam
0	Frekans	235	64	299
	Oran (%)	78,6	21,4	100,0
1	Frekans	570	623	1193
	Oran (%)	47,8	52,2	100,0
2	Frekans	253	682	935
	Oran (%)	27,1	72,9	100,0
3	Frekans	28	107	135
	Oran (%)	20,7	79,3	100,0
4	Frekans	0	11	11
	Oran (%)	0,0	100,0	100,0
5	Frekans	0	2	2
	Oran (%)	0,0	100,0	100,0
Toplam	Frekans	1086	1489	2575
	Oran (%)	42,2	57,8	100,0



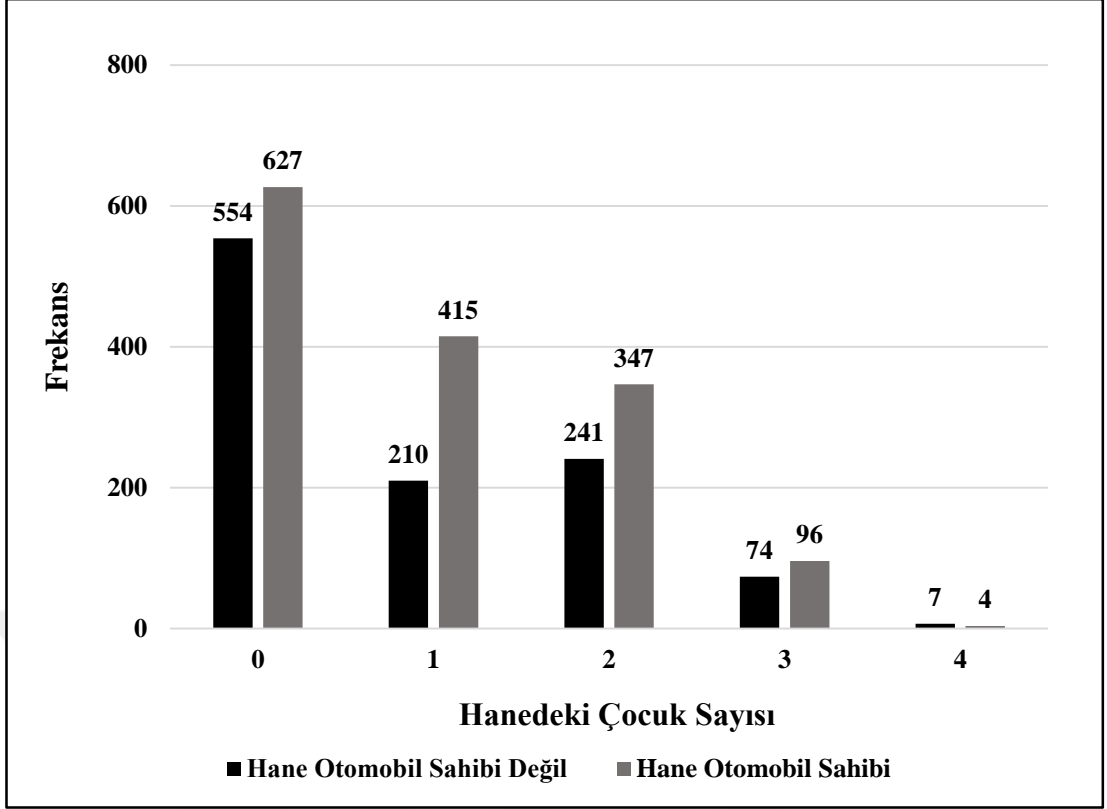
**Şekil 4.8:** Hanedeki çalışan kişi sayısı ve otomobil sahipliği ilişkisi

Hanedeki çalışan kişi sayısının artışı, hanelerin otomobil sahibi olma ihtimallerini de artırdığı açıkça görülmektedir. Çalışan kişinin olmadığı haneler, genellikle öğrenci ve emekli kişilerin yaşadığı haneler olduğundan otomobil sahipliğinin oldukça düşük olduğu görülmektedir.

Hanedeki çocuk sayısı, hanelerin otomobil sahipliğini etkilediği düşünülen demografik bir faktördür. Fakat her ne kadar hanedeki çocuk sayısı, aileleri daha rahat bir ulaşım açısından otomobil sahibi olmaya teşvik etse de, bir yandan da çocuk sayısı haneler üzerinde maddi bir yük oluşturarak hanelerin otomobil sahipliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Anket çalışmasında, hanede 18 yaş altındaki çocuk sayısı dikkate alınmıştır. Tablo 4.10’da analize sürekli değişken olarak dahil edilen hanedeki çocuk sayısı değişkeninin anket sonuçlarına göre frekans dağılımı ve Şekil 4.9’da ise bağımlı değişken otomobil sahipliği ile ilişkisi gösterilmiştir

**Tablo 4.10:** Hanedeki çocuk sayısı frekans dağılımı

Hanedeki Çocuk Sayısı (18 Yaş Altı)		Hane Otomobil Sahibi Değil	Hane Otomobil Sahibi	Toplam
0	Frekans	554	627	1181
	Oran (%)	46,9	53,1	100,0
1	Frekans	210	415	625
	Oran (%)	33,6	66,4	100,0
2	Frekans	241	347	588
	Oran (%)	41,0	59,0	100,0
3	Frekans	74	96	170
	Oran (%)	43,5	56,5	100,0
4	Frekans	7	4	11
	Oran (%)	63,6	36,4	100,0
Toplam	Frekans	1086	1489	2575
	Oran (%)	42,2	57,8	100,0



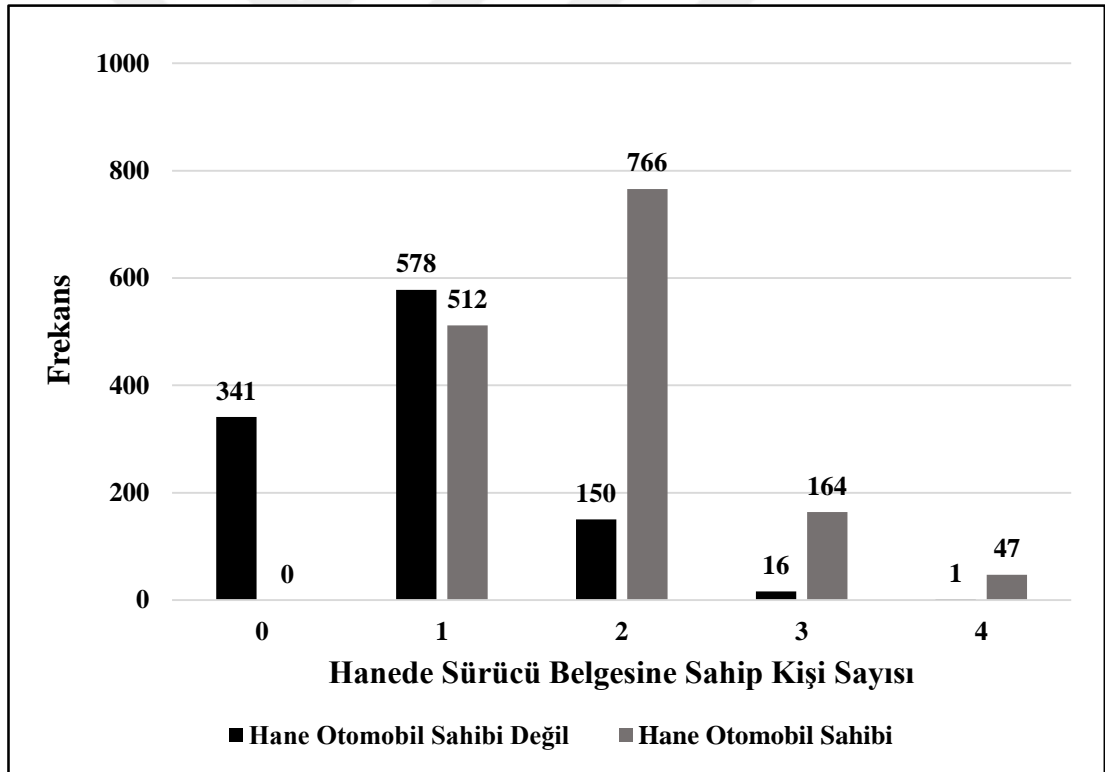
Şekil 4.9: Hanedeki çocuk sayısı ve otomobil sahipliği ilişkisi

Çocuk sayısının 4 olduğu hanelerin otomobil sahibi olma ihtimalleri diğer hanelere göre oldukça düşük olduğu görülmekle beraber bu özelliğe sahip çok sayıda hane bulunmamaktadır. Tek çocuğun olduğu hanelerin ise otomobil sahibi olma ihtimalleri daha yüksek olmasına rağmen, hanedeki çocuk sayısı ile otomobil sahipliği arasında doğrusal bir ilişki olmadığı görülmektedir.

Diğer taraftan hanede sürücü belgesine sahip kişi sayısı ile otomobil sahipliği arasında önemli bir ilişki vardır. Sürücü belgesine sahip kişi sayısının fazla olması haneleri otomobil sahibi olmaya teşvik ederken, tam tersi olarak hanelerin otomobil sahibi olması hanedeki bireyleri sürücü belgesi sahibi olmaya sevk etmektedir. Bu nedenle anket çalışmasında katılımcılara hanede sürücü belgesine sahip kişi sayısı sorularak, verilen yanıtlara göre sürekli bağımsız değişken olarak analize dahil edilmiştir. Tablo 4.11’de değişkenin frekans dağılımı ve Şekil 4.10’da otomobil sahipliği ile ilişkisi gösterilmiştir.

**Tablo 4.11:** Hanede sürücü belgesine sahip kişi sayısı frekans dağılımı

Hanede Sürücü Belgesine Sahip Kişi Sayısı		Hane Otomobil Sahibi Değil	Hane Otomobil Sahibi	Toplam
0	Frekans	341	0	341
	Oran (%)	100,0	0,0	100,0
1	Frekans	578	512	1090
	Oran (%)	53,0	47,0	100,0
2	Frekans	150	766	916
	Oran (%)	16,4	83,6	100,0
3	Frekans	16	164	180
	Oran (%)	8,9	91,1	100,0
4	Frekans	1	47	48
	Oran (%)	2,1	97,9	100,0
Toplam	Frekans	1086	1489	2575
	Oran (%)	42,2	57,8	100,0



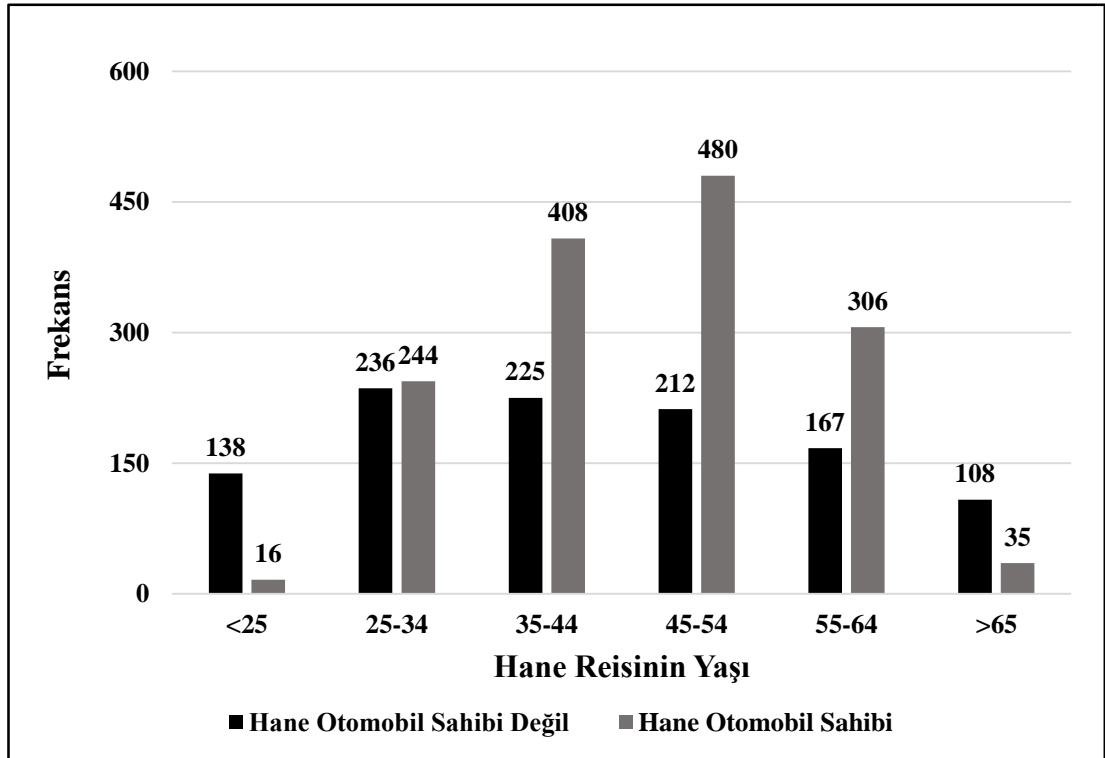
**Şekil 4.10:** Hanede sürücü belgesine sahip kişi sayısı ve otomobil sahipliği ilişkisi

Doğal olarak sürücü belgesine sahip kişinin olmadığı hanelerin, otomobil sahibi olmadığı görülmektedir. Hanede sürücü belgesine sahip kişi sayısındaki artışın, hanelerin otomobil sahibi olma ihtimalini artırdığı gözlemlenmektedir.

Anket çalışmasında katılımcılara yöneltilen bir diğer soru ise hane reisinin yaşıdır. Hane reisinin yaşı 6 kategoriye ayrılmış olup, kategorik bir bağımsız değişken olarak analize dahil edilmiştir. Tablo 4.12’de bu bağımsız değişkenin frekans dağılımı ve Şekil 4.11’de bağımlı değişken ile ilişkisi gösterilmiştir.

**Tablo 4.12:** Hane reisinin yaşı frekans dağılımı

Hane Reisinin Yaşı		Hane Otomobil Sahibi Değil	Hane Otomobil Sahibi	Toplam
<25	<b>Frekans</b>	<b>138</b>	<b>16</b>	<b>154</b>
	Oran (%)	89,6	10,4	100,0
25-34	<b>Frekans</b>	<b>236</b>	<b>244</b>	<b>480</b>
	Oran (%)	49,2	50,8	100,0
35-44	<b>Frekans</b>	<b>225</b>	<b>408</b>	<b>633</b>
	Oran (%)	35,5	64,5	100,0
45-54	<b>Frekans</b>	<b>212</b>	<b>480</b>	<b>692</b>
	Oran (%)	30,6	69,4	100,0
55-64	<b>Frekans</b>	<b>167</b>	<b>306</b>	<b>473</b>
	Oran (%)	35,3	64,7	100,0
>65	<b>Frekans</b>	<b>108</b>	<b>35</b>	<b>143</b>
	Oran (%)	75,5	24,5	100,0
<b>Toplam</b>	<b>Frekans</b>	<b>1086</b>	<b>1489</b>	<b>2575</b>
	Oran (%)	42,2	57,8	100,0



**Şekil 4.11:** Hane reisi yaşı ve otomobil sahipliği ilişkisi

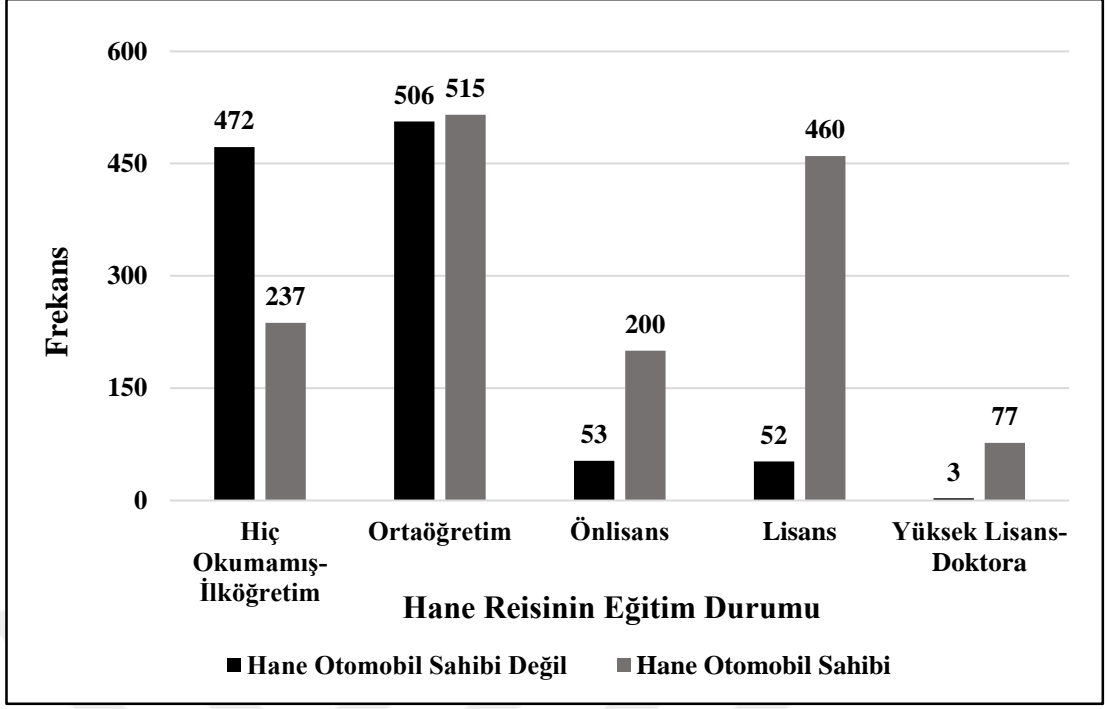


Hane reisinin 25 yaşından küçük olduğu haneler, genellikle üniversite öğrencilerin yaşadığı haneler olduğundan otomobil sahibi olma ihtimali düşüktür. Hane reisinin 65 yaşından büyük olduğu hanelerde ise hane reisinin yaş itibarıyla sürüş yeteneğini zamanla kaybetmesi ve ücretsiz toplu taşımadan faydalanabilmesi nedeniyle hanelerin otomobil sahibi olma ihtimalleri düşüktür. Diğer kategoriler incelendiğinde ise hane reisinin 35-64 yaş aralığında olduğu hanelerin, otomobil sahibi olma ihtimalleri benzerlik göstermektedir.

Analize dahil edilen diğer bağımsız değişken ise hane reisinin eğitim durumudur. Eğitim durumu ile gelir arasında doğrudan bir ilişki olduğundan, hane reisinin eğitim durumu hanelerin otomobil sahipliğini etkilediği düşünülen önemli bir faktördür. Nitel bir değişken olan hane reisinin eğitim durumu, kategorik bir değişken olarak analize dahil edilmiştir. Anket çalışmasında 6 kategoriden oluşan bu değişken, hiç okumamış kategorisinde gözlem sayısının az olması nedeniyle daha sonra hiç okumamış ile ilköğretim ve dengi mezunu kategorileri birleştirilip tek kategori haline getirilerek, 5 kategoride ele alınmıştır. Anket sonuçlarına göre Tablo 4.13'te bu değişkenin frekans dağılımı ve Şekil 4.12'de bağımlı değişken olan hane reisinin otomobil sahipliği ile ilişkisi gösterilmiştir.

**Tablo 4.13:** Hane reisi eğitim durumu frekans dağılımı

Hane Reisinin Eğitim Durumu		Hane Otomobil Sahibi Değil	Hane Otomobil Sahibi	Toplam
Hiç Okumamış-İlköğretim	<b>Frekans</b>	<b>472</b>	<b>237</b>	<b>709</b>
	Oran (%)	66,6	33,4	100,0
Ortaöğretim	<b>Frekans</b>	<b>506</b>	<b>515</b>	<b>1021</b>
	Oran (%)	49,6	50,4	100,0
Önlisans	<b>Frekans</b>	<b>53</b>	<b>200</b>	<b>253</b>
	Oran (%)	20,9	79,1	100,0
Lisans	<b>Frekans</b>	<b>52</b>	<b>460</b>	<b>512</b>
	Oran (%)	10,2	89,8	100,0
Yüksek Lisans-Doktora	<b>Frekans</b>	<b>3</b>	<b>77</b>	<b>80</b>
	Oran (%)	3,8	96,3	100,0
Toplam	<b>Frekans</b>	<b>1086</b>	<b>1489</b>	<b>2575</b>
	Oran (%)	42,2	57,8	100,0



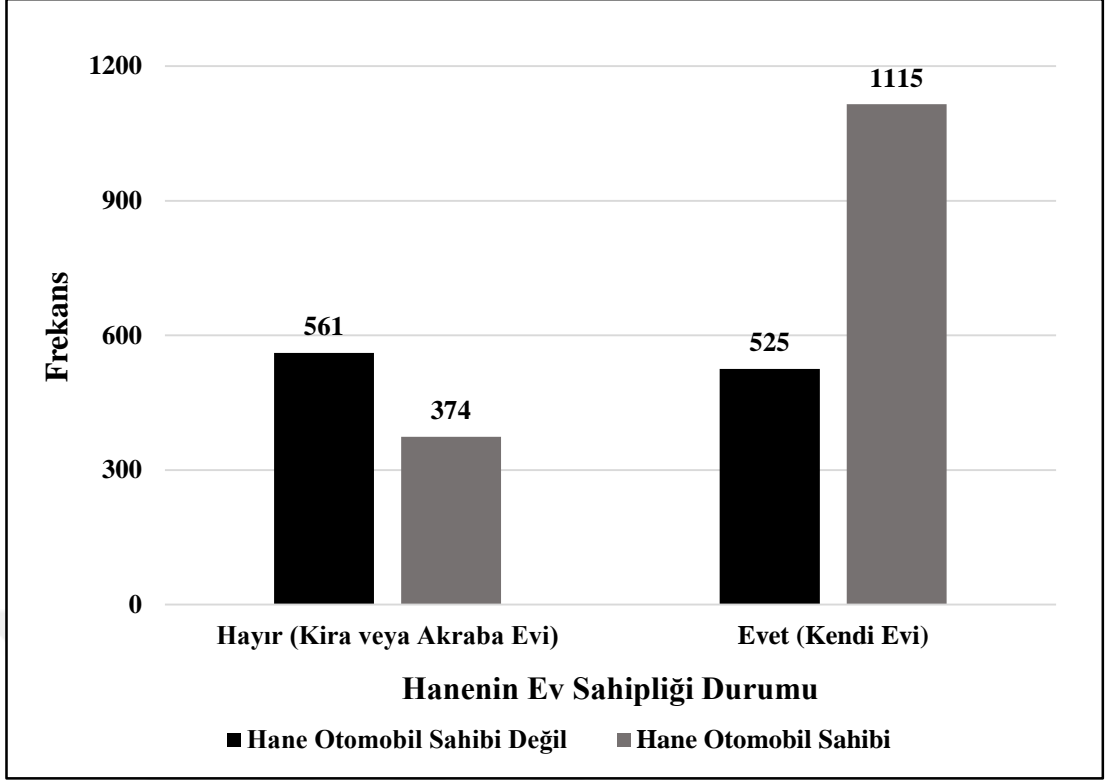
Şekil 4.12: Hane reisi eğitim durumu ve otomobil sahipliği ilişkisi

Hane reisinin daha iyi eğitim durumuna sahip olduğu hanelerin, otomobil sahibi olma ihtimali de fazladır. Özellikle hane reisinin yüksek lisans veya doktora mezunu olduğu hanelerde, otomobil sahibi olma ihtimalinin oldukça yüksek olduğu dikkat çekmektedir.

Ankette katılımcılara yöneltilen bir başka soru ise hanenin ev sahipliği durumudur. Sonuçlara göre hanelerin yaklaşık %36'sı kira veya akraba evinde otururken, kendine ait bir evde oturan hanelerin oranı yaklaşık %64'tür. Hanenin ev sahipliği durumu kategorik bir bağımsız değişken olarak analize dahil edilmiştir. Tablo 4.14'te bu bağımsız değişkenin frekans tablosu ve Şekil 4.13'te bağımlı değişken otomobil sahipliği ile ilişkisi gösterilmektedir.

Tablo 4.14: Hanenin ev sahipliği durumu frekans dağılımı

Hanenin Ev Sahipliği Durumu		Hane Otomobil Sahibi Değil	Hane Otomobil Sahibi	Toplam
Hayır (Kira veya Akraba Evi)	Frekans	561	374	935
	Oran (%)	60,0	40,0	100,0
Evet (Kendi Evi)	Frekans	525	1115	1640
	Oran (%)	32,0	68,0	100,0
Toplam	Frekans	1086	1489	2575
	Oran (%)	42,2	57,8	100,0



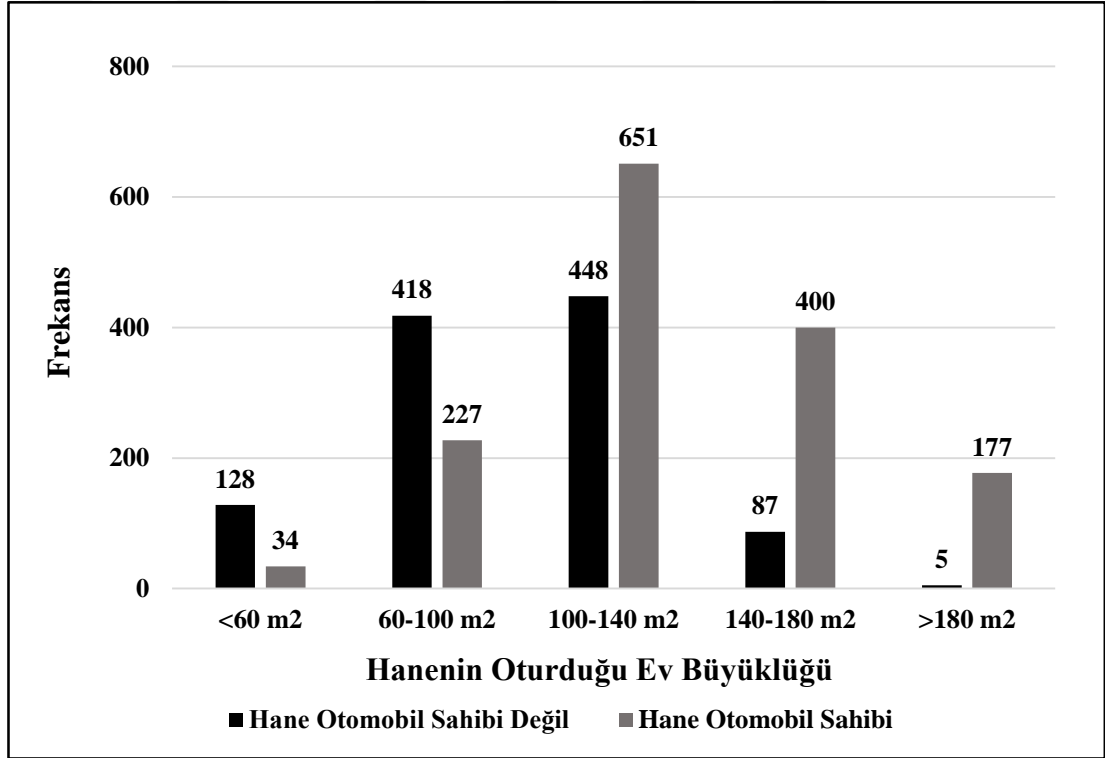
Şekil 4.13: Hanenin ev sahipliği durumu ve otomobil sahipliği ilişkisi

Anket sonuçlarına göre kendine ait bir evde yaşayan hanelerin yaklaşık %68'i otomobil sahibi iken, kira veya akraba evinde yaşayan hanelerin %40'ı otomobil sahibidir. Bu sonuçlar, kendine ait bir evde yaşayan hanelerin otomobil sahibi olma ihtimallerinin daha fazla olduğunu göstermektedir.

Analizde kullanılan bağımsız değişkenlerden bir diğeri ise hane bireylerinin oturduğu konutun büyüklüğüdür. Her ne kadar hanede yaşayan kişi sayısı önemli olsa da, genellikle daha yüksek aylık gelire sahip aileler daha büyük konutlarda oturmayı tercih etmektedirler. Aylık gelir ile hanelerin otomobil sahipliği arasında bir ilişki olduğu düşünüldüğünden, anket çalışmasında hane bireylerinin oturduğu konut büyüklüğü 5 kategoriden oluşan bir soru olarak katılımcılara sorulmuştur. Tablo 4.15'te konut büyüklüğü değişkeninin frekans dağılımı, Şekil 4.14'te ise bu değişkenin otomobil sahipliği ile ilişkisi gösterilmiştir.

**Tablo 4.15:** Hanenin oturduğu ev büyüklüğü frekans dağılımı

Hanenin Oturduğu Ev Büyüklüğü		Hane Otomobil Sahibi Değil	Hane Otomobil Sahibi	Toplam
<60 m <sup>2</sup>	Frekans	128	34	162
	Oran (%)	79,0	21,0	100,0
60-100 m <sup>2</sup>	Frekans	418	227	645
	Oran (%)	64,8	35,2	100,0
100-140 m <sup>2</sup>	Frekans	448	651	1099
	Oran (%)	40,8	59,2	100,0
140-180 m <sup>2</sup>	Frekans	87	400	487
	Oran (%)	17,9	82,1	100,0
>180 m <sup>2</sup>	Frekans	5	177	182
	Oran (%)	2,7	97,3	100,0
Toplam	Frekans	1086	1489	2575
	Oran (%)	42,2	57,8	100,0



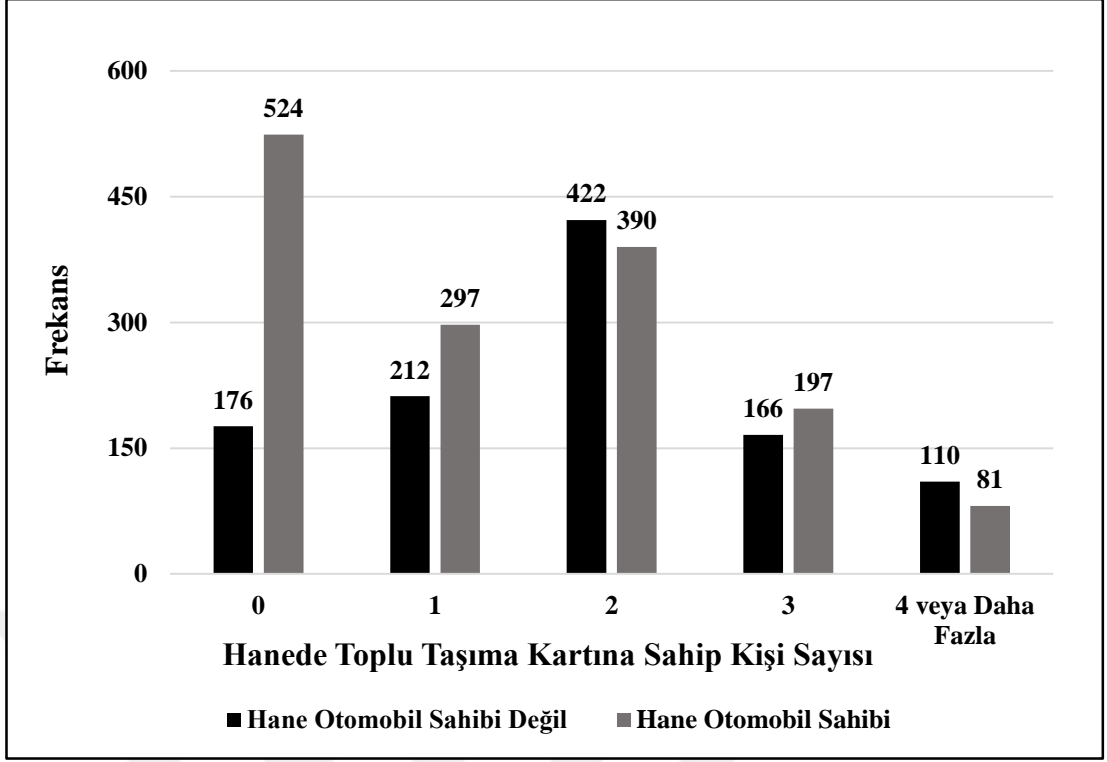
**Şekil 4.14:** Hanenin oturduğu ev büyüklüğü ve otomobil sahipliği ilişkisi

Hane bireylerinin oturduğu ev büyüklüğü arttıkça hanelerin otomobil sahibi olma ihtimallerinin de arttığı görülmektedir. 60 m<sup>2</sup>'den daha küçük konutlarda oturan bireyler genellikle öğrenci veya bekâr bireyler olduğundan, bu hanelerin otomobil sahipliği oranı oldukça düşüktür. 180 m<sup>2</sup>'den büyük bir konutta oturan bireylerin bulunduğu hanelerde ise hanelerin otomobil sahibi olma ihtimali yaklaşık %97 olup oldukça yüksektir.

Hane bireylerin toplu taşımaya erişilebilirliğinin artması ve yaşadığı bölgede kaliteli toplu taşıma hizmetinin sunulması, hane bireylerini toplu taşıma araçlarını kullanmaya teşvik etmekte ve hanelerin otomobil sahibi olma ihtimalini azaltmaktadır. Bireylerin Denizli ilinde toplu taşımadaki otobüslerden yararlanabilmesi için, toplu taşıma kartı (TTK) olan Denizlikart sahibi olması gerekmektedir. Anket çalışmasında, otomobil sahipliği ile ilişkisi olduğu düşünülen hanede toplu taşıma kartına sahip kişi sayısı katılımcılara sorularak yanıtlar alınmıştır. Ankete verilen yanıtlara göre hanede toplu taşıma kartına sahip kişi sayısı değişkeni kategorik değişkene dönüştürülerek, 5 kategori halinde analize dahil edilmiştir. Tablo 4.16’da bu bağımsız değişkenin frekans dağılımı ve bağımlı değişken ile ilişkisi Şekil 4.15’te gösterilmiştir.

**Tablo 4.16:** Hanede toplu taşıma kartına sahip kişi sayısı frekans dağılımı

Hanede Toplu Taşıma Kartına Sahip Kişi Sayısı		Hane Otomobil Sahibi Değil	Hane Otomobil Sahibi	Toplam
<b>0</b>	<b>Frekans</b>	<b>176</b>	<b>524</b>	<b>700</b>
	Oran (%)	25,1	74,9	100,0
<b>1</b>	<b>Frekans</b>	<b>212</b>	<b>297</b>	<b>509</b>
	Oran (%)	41,7	58,3	100,0
<b>2</b>	<b>Frekans</b>	<b>422</b>	<b>390</b>	<b>812</b>
	Oran (%)	52,0	48,0	100,0
<b>3</b>	<b>Frekans</b>	<b>166</b>	<b>197</b>	<b>363</b>
	Oran (%)	45,7	54,3	100,0
<b>4 veya Daha Fazla</b>	<b>Frekans</b>	<b>110</b>	<b>81</b>	<b>191</b>
	Oran (%)	57,6	45,4	100,0
<b>Toplam</b>	<b>Frekans</b>	<b>1086</b>	<b>1489</b>	<b>2575</b>
	Oran (%)	42,2	57,8	100,0



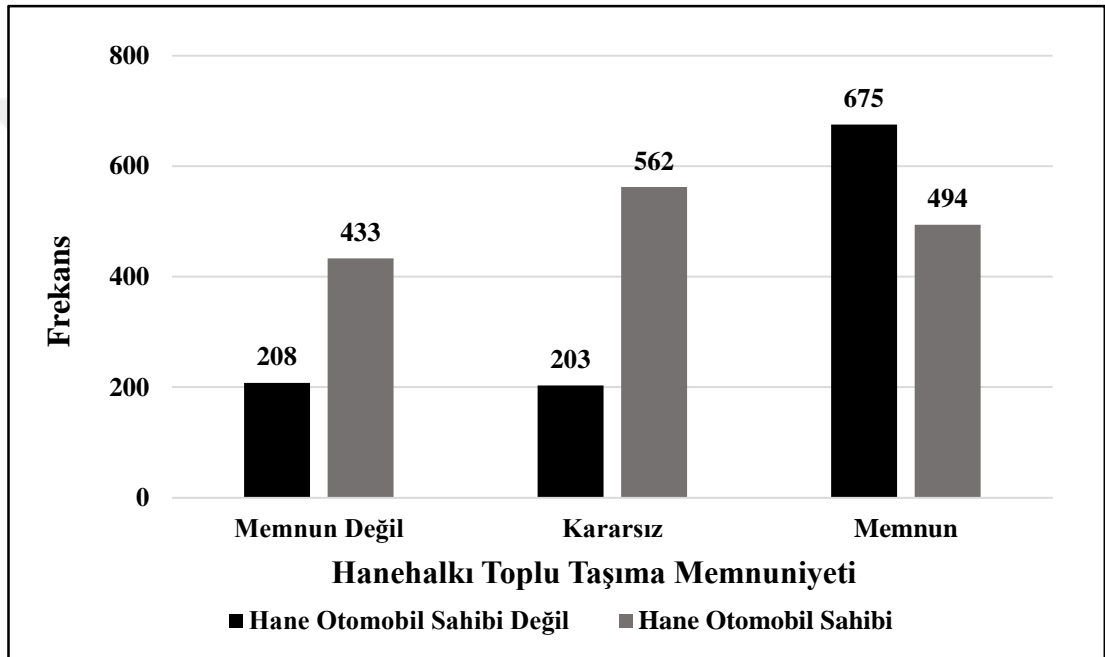
Şekil 4.15: Hanede toplu taşıma kartına sahip kişi sayısı ve otomobil sahipliği ilişkisi

Genellikle hanede toplu taşıma kartına sahip kişi sayısı arttıkça, hanelerin otomobil sahibi olma ihtimalinin düştüğü görülmektedir. Hanede toplu taşıma kartı sahibi bireyin olmadığı haneler yüksek oranda otomobil sahibiyken, otomobil sahibi olmayan hanelerde ise hane bireylerinin toplu taşımada kart sahibi olmayı gerektirmeyen minibüsü tercih ettikleri katılımcılar tarafından belirtilmiştir. Ayrıca bazı hane bireylerinin toplu taşıma kartına sahip olsa da, aktif olarak sürekli toplu taşıma kullanmadığı katılımcılar tarafından belirtilen diğer bir görüştür.

Anket çalışmasında katılımcılara yöneltilen bir diğer soru ise hanehalkının genel olarak toplu taşımadan memnuniyet derecesidir. 5’li likert ölçeği formunda anket çalışmasında yer alan bu bağımsız değişken, kategori birleşimi yapılarak memnun değil, kararsız ve memnun olmak üzere 3 kategoriden oluşan bir değişken olarak analize dahil edilmiştir. Toplu taşımanın aktif olarak kullanılmadığı hanelerde, bazı katılımcılar toplu taşımadan memnuniyet derecesi sorusuna kararsız cevabını vermiştir. Bu soruya verilen yanıtların frekans dağılımı Tablo 4.17’de ve bağımlı değişken otomobil sahipliği ile ilişkisi Şekil 4.16’da gösterilmiştir.

**Tablo 4.17:** Hanehalkı toplu taşıma memnuniyeti frekans dağılımı

Hanehalkı Toplu Taşıma Memnuniyeti		Hane Otomobil Sahibi Değil	Hane Otomobil Sahibi	Toplam
Memnun Değil	Frekans	208	433	641
	Oran (%)	32,4	67,6	100,0
Kararsız	Frekans	203	562	765
	Oran (%)	26,5	73,5	100,0
Memnun	Frekans	675	494	1169
	Oran (%)	57,7	42,3	100,0
Toplam	Frekans	1086	1489	2575
	Oran (%)	42,2	57,8	100,0



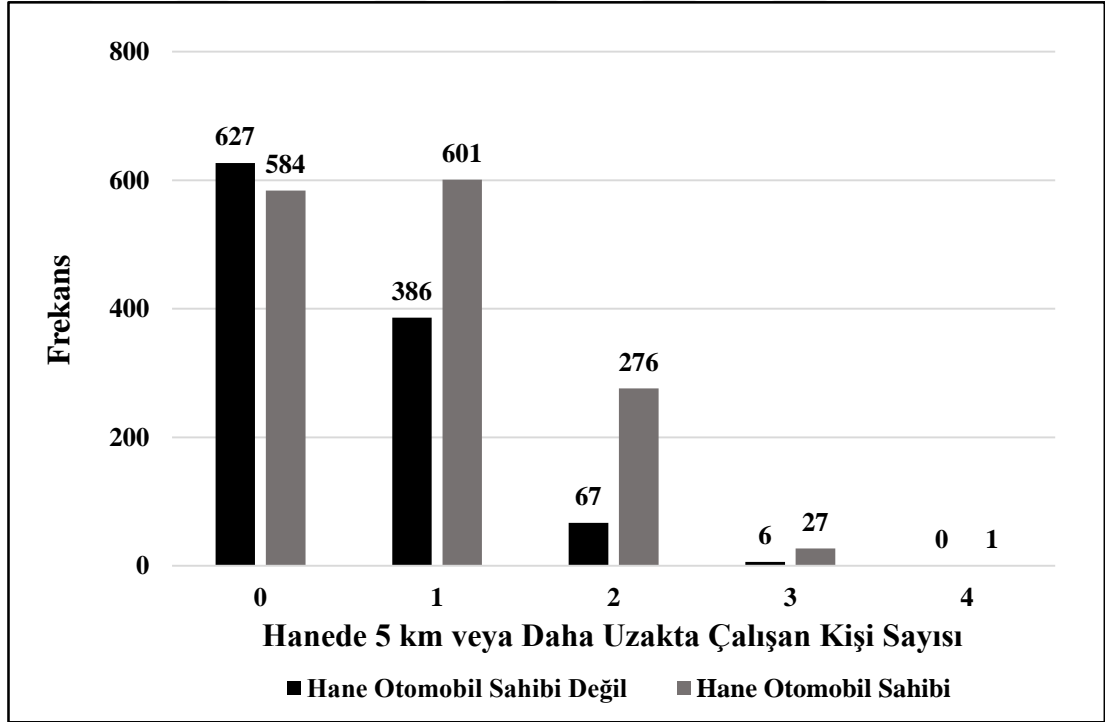
**Şekil 4.16:** Hanehalkı toplu taşıma memnuniyeti ve otomobil sahipliği ilişkisi

Sonuçlara göre katılımcıların kararsız yanıtı verdiği ve toplu taşımadan memnun olmayan hanelerin otomobil sahibi olma oranı yüksektir. Toplu taşımadan memnun olan hanelerin ise otomobil sahibi olma ihtimali daha düşüktür. Bu durum hane bireylerinin toplu taşımadan memnuniyetin, bireyleri otomobil sahibi olmak yerine toplu taşıma kullanmaya teşvik etmesiyle açıklanabilmektedir.

Hanede çalışan bireylerin işyerine uzaklığı ile hanenin otomobil sahipliği arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla, anket çalışmasında hanede 5 km veya daha uzakta çalışan kişi sayısı sorusu katılımcılara yöneltilmiştir. Verilen yanıtlara göre sürekli bir değişken olarak analize dahil edilen bu değişkenin frekans dağılımı Tablo 4.18’de ve hanelerin otomobil sahipliği ile ilişkisi Şekil 4.17’de gösterilmiştir.

**Tablo 4.18:** Hanede 5 km veya daha uzakta çalışan kişi sayısı frekans dağılımı

Hanede 5 km veya Daha Uzakta Çalışan Kişi Sayısı	Hane Otomobil Sahibi Değil		Hane Otomobil Sahibi		Toplam
	Frekans	Oran (%)	Frekans	Oran (%)	
0	627	51,8	584	48,2	1211
	Oran (%)				100,0
1	386	39,1	601	60,9	987
	Oran (%)				100,0
2	67	19,5	276	80,5	343
	Oran (%)				100,0
3	6	18,2	27	81,8	33
	Oran (%)				100,0
4	0	0,0	1	100,0	1
	Oran (%)				100,0
Toplam	1086	42,2	1489	57,8	2575
	Oran (%)				100,0



**Şekil 4.17:** Hanede 5 km veya daha uzakta çalışan kişi sayısı ve otomobil sahipliği ilişkisi

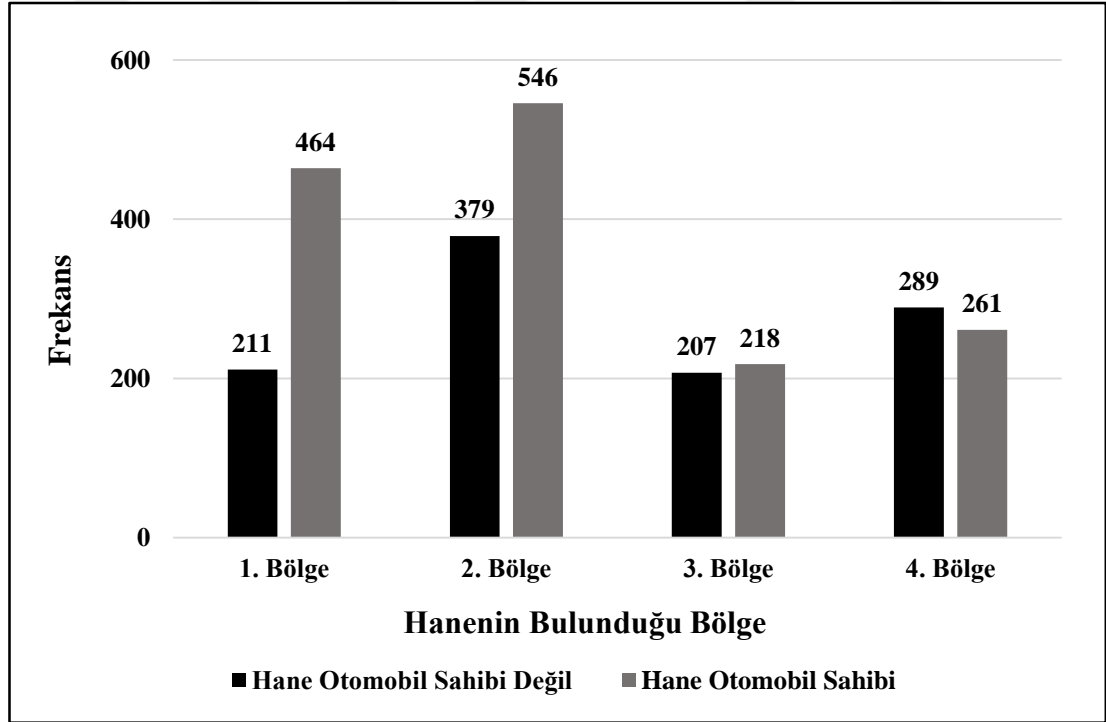
5 km veya daha fazla uzakta çalışan kişi sayısının daha fazla olduğu hanelerin otomobil sahibi olma ihtimalinin daha fazla olduğu görülmektedir. Hanede çalışan kişilerin oturduğu hanelerin işyerine yakın olması durumunda, bireyler işyerine toplu taşıma kullanarak veya yürüyerek gitmeyi tercih ettiği söylenebilmektedir. Hanede iki veya daha fazla kişinin 5 km veya daha uzakta çalıştığı hanelerin %80'i otomobil sahibi olup, yüksek otomobil sahipliği oranına sahip olduğu görülmektedir.



Hanelerin bulunduğu bölge ile otomobil sahipliği arasındaki ilişkiyi incelemek için, hanenin bulunduğu bölge sorusuna anket çalışmasında yer verilmiştir. Bölge sayısından dolayı 4 kategoriden oluşan kategorik bir değişken olarak analize dahil edilen hanenin bulunduğu bölge bağımsız değişkeninin frekans dağılımı Tablo 4.19’da ve bağımlı değişken olan otomobil sahipliği ile ilişkisi Şekil 4.18’de gösterilmiştir.

**Tablo 4.19:** Hanenin bulunduğu bölge frekans dağılımı

Hanenin Bulunduğu Bölge		Hane Otomobil Sahibi Değil	Hane Otomobil Sahibi	Toplam
1. Bölge	Frekans	211	464	675
	Oran (%)	31,3	68,7	100,0
2. Bölge	Frekans	379	546	925
	Oran (%)	41,0	59,0	100,0
3. Bölge	Frekans	207	218	425
	Oran (%)	48,7	51,3	100,0
4. Bölge	Frekans	289	261	550
	Oran (%)	52,5	47,5	100,0
Toplam	Frekans	1086	1489	2575
	Oran (%)	42,2	57,8	100,0



**Şekil 4.18:** Hanenin bulunduğu bölge ve otomobil sahipliği ilişkisi

Ekonomik olarak üst seviye gelir grubundan oluşan hanelerin bulunduğu 1. bölgede, hanelerin otomobil sahibi olma ihtimali daha yüksektir. 4.bölge ise satılık ve kiralık ev fiyatlarının diğer bölgelere daha düşük olduğu bölge olduğundan, daha düşük gelire sahip haneler bu bölgede bulunmaktadır. Bu bölgede otomobil sahipliği incelendiğinde, hanelerin otomobil sahibi olma ihtimalinin en düşük olduğu bölge olduğu görülmektedir. 2. ve 3. bölge gayrimenkul fiyatları açısından benzerlik göstermesine rağmen, 3. bölge Pamukkale Üniversitesi sınırlarını da içerisinde barındırdığından öğrencilerin yaşadığı haneler yoğunlukla bu bölgede bulunmaktadır. Bundan dolayı 3. bölgede bulunan hanelerin, 2. bölgeye göre otomobil sahibi olma ihtimali daha düşüktür. Hanelerin bulunduğu bölge ve hanelerin otomobil sahipliği arasındaki ilişki incelendiğinde, hanelerin bölgelere ayrılmasında doğru bir yaklaşım izlendiği anket sonuçlarıyla desteklendiği görülmektedir.

#### **4.6 Değişkenlerin Kodlanması**

Çalışma kapsamında ikili lojistik regresyon analizi SPSS paket programı versiyon 23 kullanılarak yapılmıştır. Anket çalışması sonucunda elde edilen veriler SPSS programına girilirken, kategorik değişkenlerin her bir kategorisi kodlanarak programa tanıtılmalıdır. Evet-hayır, var-yok gibi iki kategoriden oluşan değişkenlerde kategoriler genellikle 0 ve 1 olarak kodlanırken, üç veya daha fazla kategoriye sahip değişkenlerde ise 1 rakamında başlayarak değişkenin kategori sayısı kadar kod verilmektedir. Kodlamada kategorilere verilen rakamlar sembolik olup, lojistik regresyon analiz sonuçlarını etkilememektedir. Analizde yer alan kategorik değişkenlere ilişkin kodlamalar Tablo 4.20'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.20:** Kategorik değişkenler ve değişkenlere ait kodlamalar

Kategorik Değişken	Değişkene Ait Kodlama
Hanenin Otomobil Sahipliği Durumu	0→Hane Otomobil Sahibi Değil 1→ Hane Otomobil Sahibi
Hanenin Aylık Toplam Geliri	1→ 0-2000 TL 2→ 2001-4000 TL 3→ 4001-6000 TL 4→ 6001-8000 5→ 8000 TL ve üzeri
Hanenin Reisinin Yaşı	1→ < 25 ; 2→25-34 3→ 35-44 ; 4→45-54 5→ 55-64 ; 6→ >65
Hane Reisinin Eğitim Durumu	1→ Hiç Okumamış-İlköğretim Mezunu 2→ Ortaöğretim Mezunu 3→ Önlisans Mezunu 4→ Lisans Mezunu 5→ Yüksek Lisans veya Doktora Mezunu
Hanenin Ev Sahipliği Durumu	0→ Hayır (Kira veya Akraba Evi) 1→Evet (Kendi Evi)
Hanenin Oturduğu Konut Büyüklüğü	1→ < 60 m <sup>2</sup> ; 2→ 60-100 m <sup>2</sup> 3→ 100-140 m <sup>2</sup> ; 4→ 140-180 m <sup>2</sup> 5→ >180 m <sup>2</sup>
Hanehalkı Toplu Taşıma Memnuniyeti	1→Memnun Değil 2→ Kararsız 3→ Memnun
Hanede Toplu Taşıma Kartına Sahip Kişi Sayısı	1→ Toplu Taşıma Kartına Sahip Kişi Yok 2→ Tek Kişi Toplu Taşıma Kartına Sahip 3→ İki Kişi Toplu Taşıma Kartına Sahip 4→ Üç Toplu Taşıma Kartına Sahip 5→Dört veya Daha Fazla Toplu Taşıma Kartına Sahip
Hanenin Bulunduğu Bölge	1→ 1.Bölge ; 2→ 2.Bölge 3→ 3.Bölge ; 4→ 4.Bölge

Diğer taraftan sürekli değişkenler analize dahil edildiğinde ise herhangi bir kodlama işlemine gerek duyulmamaktadır. Otomobil sahipliğini etkileyen faktörleri belirlemek amacıyla, lojistik regresyon analizinde kullanılan sürekli değişkenler Tablo 4.21’de gösterilmiştir.

**Tablo 4.21:** Sürekli değişkenler

<b>Değişken Türü</b>	<b>Değişken Adı</b>
Sürekli	Hanede Yaşayan Kişi Sayısı
Sürekli	Hanedeki Yetişkin Erkek Sayısı
Sürekli	Hanedeki Yetişkin Kadın Sayısı
Sürekli	Hanedeki Toplam Yetişkin Sayısı
Sürekli	Hanedeki Çalışan Kişi Sayısı
Sürekli	Hanedeki Çocuk Sayısı
Sürekli	Hanede Sürücü Belgesine Sahip Kişi Sayısı
Sürekli	Hanede 5 km veya Daha Uzakta Çalışan Kişi Sayısı

#### 4.7 Değişkenler Arasında Çoklu Bağlantı (Multicollenarity) Sorunu

Lojistik regresyon analizi yapılmadan önce değişkenler arasındaki çoklu bağlantı sorununun incelenmesi gerekmektedir. Çoklu bağlantı sorunu olması halinde, bazı değişken ya da değişkenlerin analize dahil edilmemesi gerekmektedir. Çoklu bağlantı sorununu incelemek amacıyla, SPSS programında analiz yapılmalıdır. Tablo 4.22’de analiz sonucunun çıktısı olan çoklu bağlantı tespit tablosu verilmiştir.

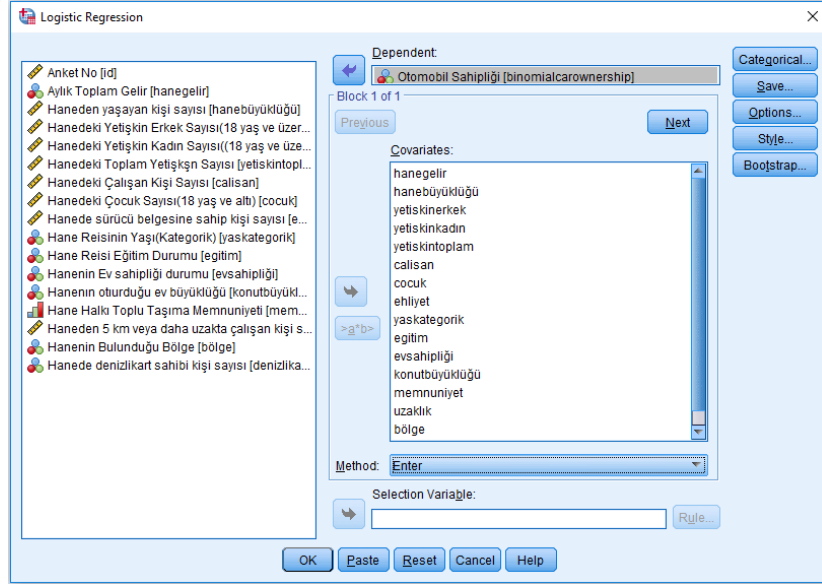
**Tablo 4.22:** Çoklu bağlantı tespit tablosu

<b>Bağımsız Değişken</b>	<b>Tolerans</b>	<b>VIF</b>
Aylık Toplam Gelir	0,281	3,562
Hanedeki Birey Sayısı	0,000	4078,452
Hanedeki Yetişkin Erkek Sayısı	0,001	1018,895
Hanedeki Yetişkin Kadın Sayısı	0,001	1065,143
Hanedeki Toplam Yetişkin Sayısı	0,000	4345,526
Hanedeki Çalışan Kişi Sayısı	0,372	2,688
Hanedeki Çocuk Sayısı	0,000	2541,903
Hanede Sürücü Belgesine Sahip Kişi Sayısı	0,421	2,378
Hane Reisinin Yaşı	0,450	2,220
Hane Reisi Eğitim Durumu	0,478	2,090
Hanenin Ev sahipliği durumu	0,533	1,876
Hanenin Oturduğu Ev Büyüklüğü	0,438	2,284
Hane Halkı Toplu Taşıma Memnuniyeti	0,865	1,156
Haneden 5 km veya Daha Uzakta Çalışan Kişi Sayısı	0,692	1,445
Hanenin Bulunduğu Bölge	0,846	1,181
Hanede Toplu Taşıma Kartına Sahip Kişi Sayısı	0,605	1,652

Çoklu bağlantı tespit tablosunda, değişkenlerin tolerans ve VIF değerleri incelenerek, değişkenler arasındaki çoklu bağlantı sorunu değerlendirilebilmektedir. Tolerans değeri 1 değerinin VIF değerine bölünmesiyle elde edildiğinden, iki değerden birinin incelenmesi yeterli olmaktadır. VIF değeri 10'dan büyük ya da tolerans değeri 0,1'den küçük olan değişkenlerin bulunması, çoklu bağlantı sorununa işaret etmektedir. Çoklu bağlantı sorununun aşılabilmesi amacıyla, bu değişkenlerin analize dahil edilmemesi gerekmektedir. Tablo 4.22 incelendiğinde, VIF değeri 10'dan büyük olan, hanedeki birey sayısı, yetişkin erkek sayısı, yetişkin kadın sayısı, toplam yetişkin sayısı, çocuk sayısı değişkenleri lojistik regresyon analizine dahil edilmemiştir. Bu değişkenlerden herhangi birinin analize dahil edilmesi yine çoklu bağlantı problemine neden olduğundan tümü analize dahil edilmemiştir.

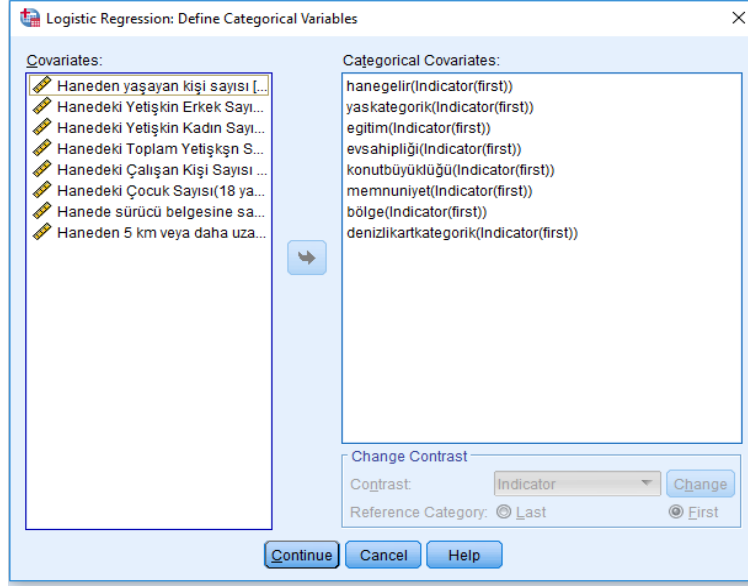
#### 4.8 İkili Lojistik Regresyon Analizi

SPSS programında ikili lojistik regresyon analizi yapmak için Şekil 4.19'da gösterilen analiz penceresi açılmalıdır.



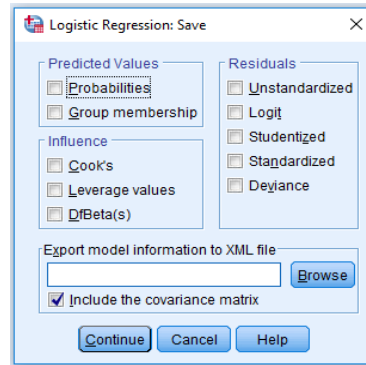
Şekil 4.19: İkili lojistik regresyon analizi penceresi

İkili lojistik regresyon analizi penceresinde bağımlı değişken ve bağımsız değişkenler ilgili kısma eklendikten sonra Şekil 4.20'de gösterilen kategorik değişkenlerin tanımlandığı pencere açılmalıdır.



Şekil 4.20: Kategorik değişkenleri tanımlama penceresi

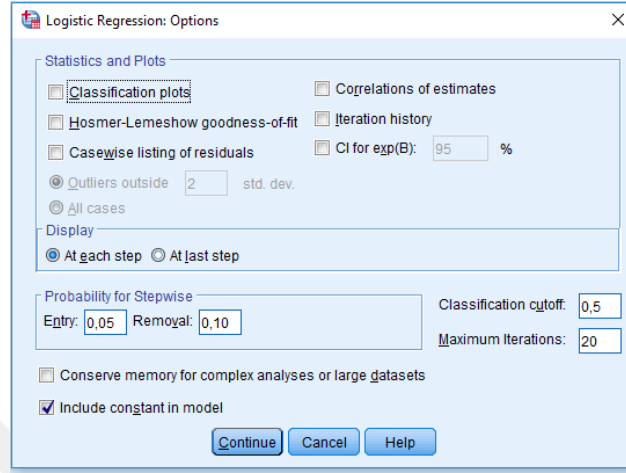
Bu aşamadan sonra kategorik değişkenlerin referans kategorisi ve kontrast tipi belirlenmelidir. Değişkenlerin yapılan kodlamaya göre, ilk ya da son kategorisi referans kategori olarak seçilebilmektedir. Referans kategori ve kontrast tipinin seçimi, analizin yorumlanmasında büyük önem arz etmektedir. Şekil 4.19'da gösterilen pencerede değişken seçme yöntemleri olan standart, ileriye ve geriye doğru seçim yöntemlerinden biri belirlenerek analiz yapılabilmektedir. Sonrasında Şekil 4.21'de verilen pencerede olasılıklar ve grup üyelikleri işaretlenerek, analiz sonucunda bağımlı değişkenin beklenen olasılıkları ve olasılıklara göre bağımlı değişkenin hangi kategorisine atama yapıldığı gözlemlenebilmektedir.



Şekil 4.21: İkili lojistik regresyon analizi kaydet penceresi

Ayrıca artıklar sekmesinde incelenmek istenen artık çeşitleri işaretlenip, analiz sonucunda artık değerlerine göre veriler analizden çıkarılıp, tekrar analiz yapılarak daha iyi bir model uyumu yakalanabilir. Analizde etkili değerleri

belirlemek için ise influence sekmesinde bulunan seçenekler işaretlenerek, analizde etkili değerler belirlenerek isteğe göre analizden çıkarılabilmektedir. İkili lojistik regresyon analizi penceresinde, analiz aşamasındaki bazı ayarlar Şekil 4.22’de gösterilen pencere açılarak yapılmalıdır.



Şekil 4.22: İkili lojistik regresyon analizi ayarlar penceresi

Şekil 4.22’de gösterilen ayarlar penceresinde, uyum iyiliği testlerinden olan Hosmer-Lemeshow testi işaretlenerek analiz sonucunda yorumlanması gerekmektedir. Sınıflandırma tablosu ve çizimi için yine bu sekme kullanılmaktadır. Adımsal yöntemlerde değişken modele dahil edilirken ya da çıkarılırken hangi anlamlılık değerine göre işlem yapılacağı bu pencerede belirlenebilmektedir. İki kategoriden oluşan bağımlı değişkenin, beklenen olasılıklara göre hangi kategorisine atanacağını belirlediği olasılık kesim noktası da bu pencerede belirlenebilmektedir.

#### 4.9 Tek Değişkenli Lojistik Regresyon Analizi

Çoklu bağlantı tespit tablosu incelenerek, çoklu bağlantı sorununa neden olan değişkenler analize dahil edilmemiştir. Diğer taraftan her bir bağımsız değişkenin bağımlı değişkenle ilişkisi incelenip, ilgisiz değişkenler analize dahil edilmeyerek daha az değişkenle çalışılması gerekmektedir. Her bir bağımsız değişkenle bağımlı değişken arasında tek değişkenli lojistik regresyon yapılarak, anlamlılık ( $p$ ) değeri 0,25’in altında olan değişkenler analize dahil edilmemiştir. Bağımlı değişken olan otomobil sahipliği ile her bir bağımsız değişken arasında yapılan tek değişkenli lojistik regresyon analizi sonuçları Tablo 4.23’te gösterilmiştir.

**Tablo 4.23:** Tek değişkenli lojistik regresyon analizi sonuçları

Değişken	B	SH	Wald Değeri	SD	p	Exp(B)	%95 Exp(B) Güven Aralığı	
							Alt Sınır	Üst Sınır
<b>0-2000 TL (referans kategori)</b>			478,608	4	0,000			
<b>2001-4000 TL</b>	1,49	0,193	59,747	1	0,000	4,437	3,041	6,474
<b>4001-6000 TL</b>	2,726	0,197	190,907	1	0,000	15,27	10,373	22,479
<b>6001-8000 TL</b>	4,25	0,259	269,576	1	0,000	70,13	42,223	116,482
<b>8000 TL Üzeri</b>	6,185	0,535	133,615	1	0,000	485,179	170,014	1384,58
<b>Sabit</b>	-1,954	0,181	117,053	1	0,000	0,142		
<b>Çalışan Kişi Sayısı</b>	0,975	0,061	252,239	1	0,000	2,652	2,352	2,992
<b>Sabit</b>	-0,974	0,089	118,699	1	0,000	0,378		
<b>Sürücü Belgesi</b>	1,984	0,083	567,371	1	0,000	7,27	6,175	8,559
<b>Sabit</b>	-2,289	0,114	400,249	1	0,000	0,101		
<b>&lt;25 (referans kategori)</b>			206,857	5	0,000			
<b>25-34</b>	2,188	0,279	61,312	1	0,000	8,917	5,157	15,42
<b>35-44</b>	2,75	0,277	98,661	1	0,000	15,64	9,091	26,908
<b>45-54</b>	2,972	0,277	115,38	1	0,000	19,528	11,354	33,587
<b>55-64</b>	2,76	0,281	96,44	1	0,000	15,804	9,11	27,417
<b>&gt;65</b>	1,028	0,328	9,821	1	0,002	2,795	1,47	5,316
<b>Sabit</b>	-2,155	0,264	66,564	1	0,000	0,116		
<b>Hiç Okumamış- İlköğretim (referans kategori)</b>			393,503	4	0,000			
<b>Ortaöğretim</b>	0,707	0,101	48,675	1	0,000	2,027	1,662	2,472
<b>Önlisans</b>	2,017	0,174	134,677	1	0,000	7,515	5,346	10,565
<b>Lisans</b>	2,869	0,167	296,676	1	0,000	17,618	12,711	24,419
<b>Yüksek Lisans-Doktora</b>	3,934	0,594	43,887	1	0,000	51,117	15,962	163,7
<b>Sabit</b>	-0,689	0,08	74,882	1	0,000	0,502		
<b>Kendi Evi</b>	1,159	0,085	184,974	1	0,000	3,186	2,696	3,765
<b>Sabit</b>	-0,405	0,067	36,892	1	0,000	0,667		
<b>&lt;60 m2 (referans kategori)</b>			347,843	4	0,000			
<b>60-100 m2</b>	0,715	0,21	11,617	1	0,001	2,044	1,355	3,084
<b>100-140 m2</b>	1,699	0,202	70,45	1	0,000	5,471	3,679	8,135
<b>140-180 m2</b>	2,851	0,226	158,722	1	0,000	17,309	11,108	26,972
<b>&gt;180 m2</b>	4,892	0,493	98,551	1	0,000	133,271	50,727	350,127
<b>Sabit</b>	-1,326	0,193	47,211	1	0,000	0,266		
<b>Memnun Değil (referans kategori)</b>			210,134	2	0,000			
<b>Kararsız</b>	0,285	0,118	5,88	1	0,015	1,33	1,056	1,675
<b>Memnun</b>	-1,045	0,103	102,873	1	0,000	0,352	0,287	0,43
<b>Sabit</b>	0,733	0,084	75,533	1	0,000	2,082		
<b>&gt;5 km Uzakta Çalışan Kişi Sayısı</b>	0,646	0,059	120,701	1	0,000	1,908	1,7	2,141
<b>Sabit</b>	-0,106	0,054	3,804	1	0,051	0,899		
<b>1. Bölge (referans kategori)</b>			64,163	3	0,000			
<b>2. Bölge</b>	-0,423	0,107	15,74	1	0,000	0,655	0,532	0,807
<b>3. Bölge</b>	-0,736	0,128	33,23	1	0,000	0,479	0,373	0,615
<b>4. Bölge</b>	-0,89	0,119	55,828	1	0,000	0,411	0,325	0,519
<b>Sabit</b>	0,788	0,083	90,07	1	0,000	2,199		
<b>Toplu Taşıma Kartı Yok (referans kategori)</b>			130,221	4	0,000			
<b>Tek Kişi TTK Sahibi</b>	-0,754	0,125	36,258	1	0,000	0,471	0,368	0,601
<b>İki Kişi TTK Sahibi</b>	-1,17	0,112	109,277	1	0,000	0,31	0,249	0,387
<b>Üç Kişi TTK Sahibi</b>	-0,92	0,137	45,265	1	0,000	0,399	0,305	0,521
<b>Dört veya Daha fazla Kişi TTK Sahibi</b>	-1,397	0,17	67,238	1	0,000	0,247	0,177	0,345
<b>Sabit</b>	1,091	0,087	156,82	1	0,000	2,977		



Her bir bağımsız değişkenle bağımlı değişken arasında yapılan tek değişkenli lojistik regresyon analizi sonuçlarına göre, tüm bağımsız değişkenlerin  $p$  değeri 0,25'in altında olduğundan her bağımsız değişkenin bağımlı değişkenle ilişkisi olduğu görülmektedir. Bu nedenle tüm bağımsız değişkenler analize girmeye aday değişkenlerdir. Her ne kadar bağımsız değişkenler tek başına bağımlı değişkenle ilişki içinde olsa da, beraber analize dahil edildiğinde bağımlı değişkenle ilişki içinde olmayabilmektedir.

#### 4.10 Uygulama

Çoklu bağlantı sorununun çözülebilmesi amacıyla bazı değişkenler analize dahil edilmemiş ve her bir bağımsız değişkenle tek değişkenli lojistik regresyon analizi yapıldıktan sonra, otomobil sahipliğini modellemek amacıyla yapılacak ikili lojistik regresyon analizinde bağımlı değişken otomobil sahipliği olup, analize dahil edilen bağımsız değişkenler Tablo 4.24'te gösterilmiştir.

**Tablo 4.24:** İkili lojistik regresyon analizine dahil edilen bağımsız değişkenler

<b>Değişken Türü</b>	<b>Analize Dahil Edilen Bağımsız Değişkenler</b>
Kategorik	Hanenin Aylık Toplam Geliri
Kategorik	Hane Reisinin Yaşı
Kategorik	Hane Reisinin Eğitim Durumu
Kategorik	Hanenin Ev Sahipliği Durumu
Kategorik	Hanenin Oturduğu Konut Büyüklüğü
Kategorik	Hanehalkı Toplu Taşıma Memnuniyeti
Kategorik	Hanenin Bulunduğu Bölge
Kategorik	Hanede Toplu Taşıma Kartına Sahip Kişi Sayısı
Sürekli	Hanede Çalışan Kişi Sayısı
Sürekli	Hanede Sürücü Belgesine Sahip Kişi Sayısı
Sürekli	Hanede 5 km veya Daha Fazla Uzakta Çalışan Kişi Sayısı

Modelleme çalışmasında Tablo 4.24'te gösterilen, 11 adet bağımsız değişken analize dahil edilmiş olup bağımsız değişkenlerin 8'i kategorik, 3 tanesi ise sürekli değişken formundadır. İkili lojistik regresyon analizinde tüm değişken seçme yöntemleri ile analizler yapılmış, en iyi model uyumunun yakalandığı ileriye doğru olabilirlik oran istatistiği modelleme aşamasında değişken seçim yöntemi olarak

kullanılmıştır. Kategorik değişkenlerin ilk kategorisi referans kategori olarak seçilmiş olup, kontrast tipi olarak ise indicator seçilmiştir. Otomobil sahipliğini modellenmesi amacıyla yapılan lojistik regresyon analizi sonucunda Tablo 4.25'te analize giren gözlemlerin özeti verilmiştir.

**Tablo 4.25:** Gözlemlerin özet tablosu

		<b>Sayı</b>	<b>Yüzde (%)</b>
<b>Seçilen Gözlemler</b>	<b>Analize Dahil Edilen Gözlem</b>	2575	100
	<b>Eksik Gözlem</b>	0	0
	<b>Toplam</b>	2575	100

Analize giren gözlem sayısının 2575 olduğu tabloda görülmektedir. Analiz yapılmadan önce eksik veri bulunan gözlemler analize dahil edilmediğinden, herhangi bir eksik gözleme rastlanmadığı görülmektedir. Tablo 4.26'da iki kategoriden oluşan otomobil sahipliği bağımlı değişkeninin, kodlanma şekli gösterilmektedir.

**Tablo 4.26:** Bağımlı değişken kodlanma şekli tablosu

<b>Bağımlı Değişken Kategorisi</b>	<b>Atanan Kod</b>
Hane Otomobil Sahibi Değil	0
Hane Otomobil Sahibi	1

Otomobil sahibi olmayan haneler 0, otomobil sahibi haneler ise 1 olarak kodlanmıştır. Kategorik bağımsız değişkenlerin kodlanma şekli ise Tablo 4.27'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.27:** Kategorik bağımsız değişkenlerin kodlanma şekli tablosu

Bağımsız Değişken	Kategori	Frekans	Parametre Kodlaması				
			(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Hane Reisinin Yaşı	<25	154	0	0	0	0	0
	25-34	480	1	0	0	0	0
	35-44	633	0	1	0	0	0
	45-54	692	0	0	1	0	0
	55-64	473	0	0	0	1	0
	>65	143	0	0	0	0	1
Hanede Toplu Taşıma Kartına Sahip Kişi Sayısı	Toplu Taşıma Kartı Yok	700	0	0	0	0	
	Tek Kişi TTK Sahibi	509	1	0	0	0	
	İki Kişi TTK Sahibi	812	0	1	0	0	
	Üç Kişi TTK Sahibi	363	0	0	1	0	
	Dört veya Daha Fazla Kişi TTK Sahibi	191	0	0	0	1	
Hane Reisi Eğitim Durumu	Hiç Okumamış- İlköğretim	709	0	0	0	0	
	Ortaöğretim	1021	1	0	0	0	
	Önlisans	253	0	1	0	0	
	Lisans	512	0	0	1	0	
	Yüksek Lisans ve Doktora	80	0	0	0	1	
Hanenin Aylık Toplam Geliri	0-2000 TL	282	0	0	0	0	
	2001-4000 TL	930	1	0	0	0	
	4001-6000 TL	734	0	1	0	0	
	6001-8000 TL	350	0	0	1	0	
	8000 TL üzeri	279	0	0	0	1	
Hanenin Otuurduğu Ev Büyüklüğü	<60 m2	162	0	0	0	0	
	60-100 m2	645	1	0	0	0	
	100-140 m2	1099	0	1	0	0	
	140-180 m2	487	0	0	1	0	
	>180 m2	182	0	0	0	1	
Hanenin Bulunduğu Bölge	1. Bölge	675	0	0	0		
	2. Bölge	925	1	0	0		
	3. Bölge	425	0	1	0		
	4. Bölge	550	0	0	1		
Hane Halkı Toplu Taşıma Memnuniyeti	Memnun Değil	641	0	0			
	Kararsız	765	1	0			
	Memnun	1169	0	1			
Hanenin Ev Sahipliği Durumu	Hayır (Kira veya Akraba Evi)	935	0				
	Evet (Kendi Evi)	1640	1				

Her bir kategorik bağımsız değişken için, indicator kontrast tipi seçildiğinden tüm matrisin sıfırlardan oluştuğu kategori referans kategoridir. Kategorik değişkenlerde analiz sonuçları yorumlanırken, diğer kategorilerin yorumu referans kategoriye göre yapılmaktadır.

Tablo 4.28’de gösterilen analiz sonuçlarında, başlangıç modeli modelde sadece sabit terimin bulunduğu ve modele henüz herhangi bir bağımsız değişkenin eklenmediği bölümü temsil etmektedir.

**Tablo 4.28:** Başlangıç modeli sonuçları

<b>Başlangıç Modeli</b>		
<b>İterasyon</b>	<b>-2LL</b>	<b>Katsayılar</b>
		<b>Sabit Terim</b>
1	3506,381	0,313
2	3506,376	0,316
3	3506,376	0,316

Tabloda yer alan  $-2LL$  değeri, sadece sabit terimin yer aldığı modele ait olup 3506,376 olarak hesaplanmıştır. Sabit teriminin katsayı değerinde 3 iterasyon sonunda 0,001’den daha az değişim olduğundan, bu değer 0,316 olarak tahmin edilmiştir. Tablo 4.29’da gösterilen başlangıç modeli sınıflandırma tablosunda, sadece sabit terimin yer aldığı modele göre bağımlı değişkenlerin olasılıkları hesaplanmakta ve kesim noktası 0,50 alınarak kategorilere atama yapılmaktadır.

**Tablo 4.29:** Başlangıç modeli sınıflandırma tablosu

	<b>Otomobil Sahipliği</b>		<b>Doğru Sınıflandırma (%)</b>
	<b>Gözlenen</b>	<b>Beklenen</b>	
<b>Hane Otomobil Sahibi Değil</b>	1086	0	0
<b>Hane Otomobil Sahibi</b>	1489	1489	100
	<b>Genel Doğru Sınıflandırma (%)</b>		57,8

Sabit terimin katsayısı 0,316 olarak bulunduğundan bağımlı değişkenin olasılığı (4.1)'deki gibi hesaplanmaktadır.

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{-B_0}} = \frac{1}{1 + e^{-0,316}} = 0,578 \quad (4.1)$$

Sadece sabit terimin olduğu model bağımlı değişkenin olasılığını 0,578 olarak hesapladığından ve bu değer kesim noktası değeri 0,50'den yüksek olduğundan, başlangıç modelinde tüm gözlemler hane otomobil sahibi kategorisine atanmaktadır. Bu yüzden gözlenen olasılıklarda hanenin otomobil sahibi olduğu kategorideki tüm gözlemler doğru tahmin edilmiş, hanenin otomobil sahibi olmadığı kategorideki tüm gözlemler ise yanlış tahmin edilmiştir. Sonuç olarak genel doğru sınıflandırma oranının %57,8 hesaplandığı görülmektedir.

İleriye doğru seçim yöntemlerinde model ilk önce sabit terimle başlamakta, daha sonra -2LL değerinde en çok değişime neden olacak değişkenler sırayla modele dahil edilmektedir. Tablo 4.30'da değişkenlerin modele dahil edilmediği, sadece sabit terim ile ilgili değerlerin bulunduğu başlangıç modeli denklem sonuçları verilmiştir.

**Tablo 4.30:** Başlangıç modeli denklem sonuçları

	<i>B</i>	<i>SH</i>	<b>Wald Değeri</b>	<i>SD</i>	<i>p</i>	<i>Exp(B)</i>
<b>Sabit Terim</b>	0,316	0,04	62,551	1	0,000	1,371

Katsayısı 0,316 olarak bulunan sabit terimin Wald istatistiği değeri 62,551 olup anlamlılık (*p*) değeri  $0,000 < 0,05$  olduğundan, 0,05 seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Sabit terimin odds oranı değeri ise  $e^{0,316} = 1,371$  olarak bulunmuştur. Sadece sabit terimin yer aldığı başlangıç modeli denkleminde yer almayan, analize girmeye aday değişkenlere ait skor puanları, serbestlik dereceleri ve anlamlılık değerleri Tablo 4.31'de gösterilmektedir.

**Tablo 4.31:** Analize girmeye aday değişkenler

	<b>Skor Puanı</b>	<b>SD</b>	<b>p</b>
0-2000 TL	759,485	4	0,000
2001-4000 TL	220,582	1	0,000
4001-6000 TL	47,007	1	0,000
6001-8000 TL	181,223	1	0,000
8000 TL üzeri	212,963	1	0,000
Sürücü Belgesi	782,428	1	0,000
<25	275,264	5	0,000
25-34	11,826	1	0,001
35-44	15,127	1	0,000
45-54	51,665	1	0,000
55-64	11,208	1	0,001
>65	69,05	1	0,000
Hiç Okumamış- İlköğretim	506,286	4	0,000
Ortaöğretim	37,829	1	0,000
Önlisans	51,833	1	0,000
Lisans	268,646	1	0,000
Yüksek Lisans ve Doktora	49,986	1	0,000
Kendi Evi	191,27	1	0,000
<60 m2	460,526	4	0,000
60-100 m2	180,732	1	0,000
100-140 m2	1,564	1	0,211
140-180 m2	145,541	1	0,000
>180 m2	124,834	1	0,000
Memnun Değil	217,737	2	0,000
Kararsız	109,143	1	0,000
Memnun	212,736	1	0,000
>5 km Uzakta Çalışan Kişi Sayısı	126,183	1	0,000
1. Bölge	65,214	3	0,000
2. Bölge	0,855	1	0,355
3. Bölge	8,903	1	0,003
4. Bölge	30,843	1	0,000
Toplu Taşıma Kartı Yok	135,766	4	0,000
Tek Kişi TTK Sahibi	0,072	1	0,789
İki Kişi TTK Sahibi	46,664	1	0,000
Üç Kişi TTK Sahibi	2,19	1	0,139
Dört veya Daha Fazla Kişi TTK Sahibi	20,106	1	0,000
Çalışan Kişi Sayısı	278,894	1	0,000
<b>Genel İstatistik</b>	1231,512	30	0,000

Analizde kullanılan değişken seçim yöntemi olan ileriye doğru olabilirlik oran istatistiğinde,  $-2LL$  değerinde en çok anlamlı değişime neden olan değişken modele ilk olarak eklenmektedir. Tablo 4.31’de skor puanı en yüksek olan değişken olan sürücü belgesi değişkeni modele alınacak ilk değişkendir. En yüksek skor puanına sahip değişken modele alınırken, anlamlılık değerinin de analizde seçilen anlamlılık değerinden küçük olması gerekmektedir. Ayrıca genel istatistik  $p$  değerininin 0,05’ten küçük olup anlamlı bulunması, modele girmesi gereken

değişkenler olduğunu ve bu değişkenlerin bağımlı değişkenin açıklanmasına olumlu katkı yapacağını belirtmektedir. Analizde seçilen anlamlılık değerinden daha yüksek anlamlılık değerine sahip değişken kalıncaya kadar, modele değişken eklenmeye devam edilmektedir. Skor puanları her adımda aday değişkenler için yeniden hesaplanmaktadır.

Başlangıç modeli sadece sabit terimin olduğu bölümü temsil ederken, geliştirilmiş model ise bağımsız değişkenlerin eklendiği, model anlamlılığı ve uyumunun incelendiği bölümü temsil etmektedir. Lojistik regresyon analizi sonuçlarında model anlamlılığı ki-kare dağılımına uyan Omnibus Testi ile incelenebilir. Bu testin sonuçları Tablo 4.32’de verilmiştir.

**Tablo 4.32:** Omnibus test sonuçları

		<b>ki-kare</b>	<b>SD</b>	<b>p</b>
<b>Adım 1</b>	Aşama	969,298	1	0,000
	Model	969,298	1	0,000
<b>Adım 2</b>	Aşama	225,679	4	0,000
	Model	1194,977	5	0,000
<b>Adım 3</b>	Aşama	131,96	4	0,000
	Model	1326,937	9	0,000
<b>Adım 4</b>	Aşama	98,296	5	0,000
	Model	1425,233	14	0,000
<b>Adım 5</b>	Aşama	97,537	4	0,000
	Model	1522,771	18	0,000
<b>Adım 6</b>	Aşama	22,317	1	0,000
	Model	1545,088	19	0,000

Tablo 4.32 incelendiğinde, modeldeki adım sayısı gösterilmekte ve modele altı adet bağımsız değişken eklendiği görülmektedir. Her adımda aşama kısmında verilen ki-kare değeri o adımda eklenen bağımsız değişkenin  $-2LL$  değerinde yaptığı azalmayı ifade etmektedir. Omnibus test sonuçları incelendiğinde, analizde  $-2LL$  değerine en çok anlamlı katkıyı yapan değişken daha önce modele alındığından, her adımdaki ki-kare değeri bir önceki adıma göre daha düşüktür. Model ki-kare değeri ise her adımda  $-2LL$  değerindeki toplam değişmeyi göstermektedir. Omnibus test sonuçlarında tüm katsayıların sıfır olduğu  $H_0$  ve en az bir bağımsız değişken katsayısının sıfırdan farklı olduğu  $H_1$  hipotezleri test edilir. Bu amaçla model ki-kare

değeri ile tablo ki-kare değeri karşılaştırılmaktadır. Model ki-kare değeri tablo ki-kare değerinden büyükse  $H_0$  hipotezi reddedilmekte ve  $H_1$  hipotezi kabul edilmektedir. Model ki-kare değeri anlamlılığına da bakılarak hipotezler kontrol edilebilmektedir. Anlamlılığın 0,05'ten küçük olması durumunda  $H_0$  hipotezi reddedilmektedir.  $H_0$  hipotezinin reddedilmesi, bağımsız değişken katsayılarının hepsinin sıfıra eşit olmayıp en az birinin sıfırdan farklı olduğu anlamına gelmektedir. Diğer bir deyişle, model katsayılarının anlamlı olduğu ve bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenin tahminine katkı yaptığı anlamına gelmektedir. Modele tüm anlamlı değişkenler eklendikten sonra, model ki-kare değeri 19 serbestlik derecesi (SD) ile 1545,008'dir. Bu değer  $\chi^2(0,05; 19) = 30,144$  değerinden büyük olduğundan,  $H_0$  hipotezi reddedilmiştir.  $p$  değeri açısından incelendiğinde ise  $0,000 < 0,05$  olduğundan,  $H_0$  hipotezi reddedilmektedir. Her adımda  $p$  değeri 0,05'ten küçük olduğundan, bağımsız değişkenler bağımlı değişkenin tahminine olumlu katkı sağladığı görülmektedir.

Analiz sonucundaki model özeti tablosunda, her adımdaki  $-2LL$  değeri ve ilişki ölçütleri Cox-Snell  $R^2$  ve Nagelkerke  $R^2$  değerleri yer almaktadır.  $-2LL$  değeri modelin veriye uygunluğunu test etmek amacıyla kullanılmakta ve değer ne kadar küçük olursa modelin o kadar iyi uyum gösterdiğini belirtmektedir.  $-2LL$  değerinin 0 olması, en iyi model uyumu anlamına gelmektedir. Analiz sonucuna ilişkin model özeti tablosu Tablo 4.33'te gösterilmiştir.

**Tablo 4.33:** Model özeti tablosu

<b>Model Özeti Tablosu</b>			
	<b><math>-2LL</math></b>	<b>Cox-Snell <math>R^2</math></b>	<b>Nagelkerke <math>R^2</math></b>
<b>Adım 1</b>	2537,079	0,314	0,422
<b>Adım 2</b>	2311,399	0,371	0,499
<b>Adım 3</b>	2179,439	0,403	0,541
<b>Adım 4</b>	2081,143	0,425	0,571
<b>Adım 5</b>	1983,606	0,446	0,600
<b>Adım 6</b>	1961,288	0,451	0,607

Modele her adımda yeni bir bağımsız değişken eklendiğinde,  $-2LL$  değerinin azaldığı görülmektedir. Modele değişkenler eklenirken,  $-2LL$  değerinde daha çok azalmaya neden olacak değişken modele daha önce eklendiğinden, her adımda  $-2LL$



değerindeki değişim miktarı azalmaktadır. Bilindiği gibi sadece sabit terimin bulunduğu başlangıç modelinin  $-2LL$  değeri 3506,376'dır. Tablo 4.32 incelendiğinde ilk adımda eklenen değişkenin  $-2LL$  değerine katkısı olan model ki-kare değeri 969,298'dir. Tablo 4.33'te ise ilk adımda  $-2LL$  değerinin 2537,079 olarak hesaplandığı görülmektedir. Modele tüm anlamlı değişkenlerin eklendiği son adımda ise tüm bağımsız değişkenlerin  $-2LL$  değerine yaptığı katkı olan model ki-kare değeri 1545,088'tir. Son adımda  $-2LL$  değeri ise 1961,288 olarak hesaplanmıştır.

Lojistik regresyondaki yalancı  $R^2$  değerleri, küçük çıkma eğiliminde olduğundan model uyumunu değerlendirmek yerine, daha çok farklı model performanslarını karşılaştırmak için kullanılması önerilmektedir. Cox-Snell  $R^2$  hiçbir zaman 1 değerini alamazken, Cox-Snell  $R^2$  1 değerini alabilmektedir. Bu sebeple Nagelgerke  $R^2$  değeri her zaman, Cox-Snell  $R^2$  değerinden daha büyük çıkmaktadır. Tablo 4.33 incelendiğinde anlamlı tüm bağımsız değişkenler modele eklendikten sonra, Cox-Snell  $R^2$  değeri 0,451 olduğundan modelin iyi bir performans gösterdiği söylenebilir. Her adımda modele eklenen değişkenler modelin performansına olumlu etki yaptığından, Cox-Snell  $R^2$  ve Nagelgerke  $R^2$  değerlerinde her adımda artış görülmektedir.

Lojistik regresyon analizinde, model uyum iyiliğinin incelendiği bir diğer test ise ki-kare dağılımı gösteren Hosmer-Lemeshow testidir. Bu test adimsal yöntemlerde her adımda model uyumundaki gelişimi göstererek, değişkenlerin model üzerindeki etkisini ölçmeye yardımcı olmaktadır. Analiz sonucundaki test sonuçları Tablo 4.34'te verilmiştir.

**Tablo 4.34:** Hosmer-Lemeshow test sonuçları

<b>Hosmer - Lemeshow Testi</b>			
	<b>ki-kare</b>	<b>SD</b>	<b>p</b>
<b>Adım 1</b>	77,254	2	0,000
<b>Adım 2</b>	51,767	6	0,000
<b>Adım 3</b>	24,525	8	0,002
<b>Adım 4</b>	22,535	8	0,004
<b>Adım 5</b>	17,712	8	0,023
<b>Adım 6</b>	14,223	8	0,076

Hosmer-Lemeshow testinde modelin verileri iyi temsil ettiği belirten  $H_0$  ve modelin verileri iyi temsil etmediği belirten  $H_1$  hipotezleri test edilir. Hosmer-Lemeshow testi sonucunda bulunan ki-kare değerinin, tablo ki-kare değerinden küçük olması gerekmektedir. Bu durumda, anlamlılık da 0,05'ten büyük olmakta ve  $H_0$  hipotezi kabul edilmektedir. Anlamlı bağımsız değişkenlerin tümü modele eklendikten sonra ki-kare değeri 14,223 olarak bulunmuştur. Bu değer  $\chi^2(0,05; 8) = 15,507$  değerinden küçük olduğundan  $H_0$  hipotezi kabul edilmektedir. Ya da anlamlılık değeri  $0,076 > 0,05$  olduğundan  $H_0$  hipotezinin kabul edildiği söylenebilmektedir.  $H_0$  hipotezinin kabul edilmesi modelin verileri iyi temsil ettiği, model ve veri uyumunun yeterli olduğunu göstermektedir. Başka bir deyişle, model tarafından tahmin edilen değerler ile gözlenen değerler arasında anlamlı bir fark olmadığı söylenebilmektedir.

Oluşturulan model ile her gözlemde bağımlı değişkenin olasılığı hesaplanarak, seçilen olasılık kesim noktasına göre bağımlı değişkenin kategorilerine atama yapılmaktadır. Yapılan atama sonuçlarına göre, oluşturulan sınıflandırma tablosu bağımlı değişkenin gözlenen grup üyeliklerinin hangi oranda tahmin edildiğini göstermektedir. Model sonuçlarına göre, her adımdaki doğru sınıflandırma oranının bulunduğu sınıflandırma tablosu Tablo 4.35'te gösterilmektedir.

**Tablo 4.35:** Sınıflandırma tablosu

		Otomobil Sahipliği		Doğru Sınıflandırma (%)
		Gözlenen	Beklenen	
Adım 1	Hane Otomobil Sahibi Değil	1086	919	84,6
	Hane Otomobil Sahibi	1489	977	65,6
		Genel Doğru Sınıflandırma (%)		73,6
		Otomobil Sahipliği		Doğru Sınıflandırma (%)
		Gözlenen	Beklenen	
Adım 2	Hane Otomobil Sahibi Değil	1086	775	71,4
	Hane Otomobil Sahibi	1489	1228	82,5
		Genel Doğru Sınıflandırma (%)		77,8

**Tablo 4.35 (devam):** Sınıflandırma tablosu

		Otomobil Sahipliği		Doğru Sınıflandırma (%)
		Gözlenen	Beklenen	
Adım 3	Hane Otomobil Sahibi Değil	1086	785	72,3
	Hane Otomobil Sahibi	1489	1256	84,4
	Genel Doğru Sınıflandırma (%)			79,3
		Otomobil Sahipliği		Doğru Sınıflandırma (%)
		Gözlenen	Beklenen	
Adım 4	Hane Otomobil Sahibi Değil	1086	843	77,6
	Hane Otomobil Sahibi	1489	1228	82,5
	Genel Doğru Sınıflandırma (%)			80,4
		Otomobil Sahipliği		Doğru Sınıflandırma (%)
		Gözlenen	Beklenen	
Adım 5	Hane Otomobil Sahibi Değil	1086	846	77,9
	Hane Otomobil Sahibi	1489	1264	84,9
	Genel Doğru Sınıflandırma (%)			81,9
		Otomobil Sahipliği		Doğru Sınıflandırma (%)
		Gözlenen	Beklenen	
Adım 6	Hane Otomobil Sahibi Değil	1086	871	80,2
	Hane Otomobil Sahibi	1489	1247	83,7
	Genel Doğru Sınıflandırma (%)			82,3

Her adımda yeni bir bağımsız değişken eklendiğinde modelin genel doğru sınıflandırma oranının arttığı görülmektedir. Bağımlı değişkenin kategorilerine atama yapılırken olasılık kesim noktası 0,5 olarak alınmıştır. Bilindiği gibi sabit terimin yer aldığı başlangıç modelinde, hanelerin tümü otomobil sahibi kabul edilmiş ve genel doğru sınıflandırma oranı %57,8 olarak bulunmuştu. Modele tüm anlamlı değişkenler eklendikten sonra, model otomobil sahibi olmayan 1086 haneden 871 tanesini doğru, 215'ini ise yanlış sınıflandırmış ve genel doğru sınıflandırma oranı %80,2 olarak elde edilmiştir. Otomobil sahibi olan 1489 haneden ise 1247 tanesini doğru sınıflandırırken, 242 tanesinin yanlış sınıflandırmış ve genel doğru sınıflandırma oranı %83,7'dir. Modele ilişkin genel doğru sınıflandırma oranı %82,3 olup, modelin yüksek bir oranla doğru bir atama yaptığı ve model performansının oldukça iyi

olduğu söylenebilmektedir. Modele hangi adımda hangi değişkenin eklendiği, değişkenlerin anlamlılığı, değişkenler eklendikten sonra modeldeki sabit terim ve bağımsız değişkenlerin katsayı değerleri Tablo 4.36’da gösterilmiştir.

**Tablo 4.36:** Modeldeki değişkenler tablosu

	Değişken	B	SH	Wald Değeri	SD	p	Exp(B)	%95 Exp(B) Güven Aralığı	
								Alt Sınır	Üst Sınır
Adım 1	Sürücü Belgesi	1,984	0,083	567,371	1	0,000	7,270	6,175	8,559
	Sabit	-2,289	0,114	400,249	1	0,000	0,101		
Adım 2	0-2000 TL (referans )			181,919	4	0,000			
	2001-4000 TL	0,945	0,205	21,260	1	0,000	2,572	1,721	3,843
	4001-6000 TL	1,857	0,211	77,523	1	0,000	6,403	4,235	9,680
	6001-8000 TL	2,707	0,279	94,391	1	0,000	14,977	8,676	25,855
	8000 TL Üzeri	4,188	0,549	58,203	1	0,000	65,876	22,464	193,184
	Sürücü Belgesi	1,379	0,089	242,401	1	0,000	3,969	3,337	4,721
	Sabit	-2,974	0,206	208,473	1	0,000	0,051		
Adım 3	0-2000 TL (referans )			200,547	4	0,000			
	2001-4000 TL	1,167	0,212	30,416	1	0,000	3,211	2,121	4,861
	4001-6000 TL	2,229	0,222	101,127	1	0,000	9,288	6,015	14,340
	6001-8000 TL	3,050	0,290	110,461	1	0,000	21,110	11,953	37,280
	8000 TL Üzeri	4,039	0,553	53,353	1	0,000	56,773	19,207	167,815
	Sürücü Belgesi	1,438	0,092	246,457	1	0,000	4,214	3,521	5,043
	Toplu Taşma Kartı Yok (referans )			120,820	4	0,000			
	Tek Kişi TTK Sahibi	-0,713	0,165	18,633	1	0,000	0,490	0,354	0,677
	İki Kişi TTK Sahibi	-1,242	0,147	71,216	1	0,000	0,289	0,216	0,385
	Üç Kişi TTK Sahibi	-1,312	0,176	55,604	1	0,000	0,269	0,191	0,380
	Dört veya Daha fazla Kişi TTK Sahibi	-2,094	0,223	88,024	1	0,000	0,123	0,080	0,191
Sabit	-2,383	0,221	116,371	1	0,000	0,092			
Adım 4	0-2000 TL (referans )			151,136	4	0,000			
	2001-4000 TL	0,962	0,230	17,556	1	0,000	2,616	1,668	4,103
	4001-6000 TL	1,912	0,239	63,766	1	0,000	6,768	4,233	10,822
	6001-8000 TL	2,791	0,306	83,227	1	0,000	16,299	8,948	29,688
	8000 TL Üzeri	3,551	0,564	39,688	1	0,000	34,831	11,541	105,123
	Sürücü Belgesi	1,407	0,095	217,797	1	0,000	4,083	3,387	4,922
	<25 (referans )			83,097	5	0,000			
	25-34	1,341	0,328	16,723	1	0,000	3,821	2,010	7,265
	35-44	2,258	0,327	47,562	1	0,000	9,565	5,035	18,171
	45-54	2,487	0,336	54,788	1	0,000	12,023	6,224	23,228
	55-64	2,090	0,335	38,856	1	0,000	8,083	4,190	15,592
	>65	1,922	0,413	21,631	1	0,000	6,838	3,041	15,372
	Toplu Taşma Kartı Yok (referans )			162,685	4	0,000			
	Tek Kişi TTK Sahibi	-0,879	0,175	25,344	1	0,000	0,415	0,295	0,584
	İki Kişi TTK Sahibi	-1,602	0,161	99,033	1	0,000	0,201	0,147	0,276
	Üç Kişi TTK Sahibi	-1,902	0,199	91,454	1	0,000	0,149	0,101	0,220
	Dört veya Daha fazla Kişi TTK Sahibi	-2,732	0,243	126,649	1	0,000	0,065	0,040	0,105
Sabit	-3,767	0,356	111,960	1	0,000	0,023			

**Tablo 4.36 (devam):** Modeldeki değişkenler tablosu

Adım 5	0-2000 TL (referans )			96,092	4	0,000			
	2001-4000 TL	0,855	0,233	13,481	1	0,000	2,352	1,490	3,713
	4001-6000 TL	1,642	0,244	45,291	1	0,000	5,165	3,202	8,332
	6001-8000 TL	2,407	0,312	59,394	1	0,000	11,100	6,018	20,472
	8000 TL Üzeri	2,700	0,578	21,829	1	0,000	14,887	4,795	46,216
	Sürücü Belgesi	1,218	0,098	154,803	1	0,000	3,382	2,791	4,098
	<25 (referans )			117,206	5	0,000			
	25-34	1,187	0,330	12,906	1	0,000	3,277	1,715	6,261
	35-44	2,451	0,330	55,078	1	0,000	11,600	6,072	22,159
	45-54	2,811	0,341	67,896	1	0,000	16,626	8,519	32,446
	55-64	2,584	0,344	56,489	1	0,000	13,250	6,754	25,993
	>65	2,346	0,423	30,745	1	0,000	10,446	4,558	23,940
	Hiç Okumamış- İlköğretim (referans )			90,266	4	0,000			
	Ortaöğretim	0,742	0,136	29,903	1	0,000	2,100	1,610	2,740
	Önlisans	1,409	0,224	39,556	1	0,000	4,092	2,638	6,348
	Lisans	1,955	0,230	72,448	1	0,000	7,063	4,503	11,079
	Yüksek Lisans-Doktora	2,247	0,666	11,387	1	0,001	9,456	2,564	34,866
	Toplu Taşıma Kartı Yok (referans )			117,457	4	0,000			
	Tek Kişi TTK Sahibi	-0,802	0,181	19,724	1	0,000	0,448	0,315	0,639
	İki Kişi TTK Sahibi	-1,440	0,168	73,867	1	0,000	0,237	0,171	0,329
Üç Kişi TTK Sahibi	-1,660	0,205	65,539	1	0,000	0,190	0,127	0,284	
Dört veya Daha fazla Kişi TTK Sahibi	-2,387	0,249	92,205	1	0,000	0,092	0,056	0,150	
Sabit	-4,429	0,368	144,896	1	0,000	0,012			
Adım 6	0-2000 TL (referans )			77,497	4	0,000			
	2001-4000 TL	0,830	0,233	12,629	1	0,000	2,292	1,451	3,622
	4001-6000 TL	1,521	0,246	38,341	1	0,000	4,576	2,827	7,405
	6001-8000 TL	2,246	0,314	51,050	1	0,000	9,447	5,102	17,491
	8000 TL Üzeri	2,495	0,579	18,534	1	0,000	12,117	3,892	37,726
	Sürücü Belgesi	1,218	0,098	155,395	1	0,000	3,382	2,792	4,096
	<25 (referans )			62,085	5	0,000			
	25-34	1,129	0,332	11,556	1	0,001	3,092	1,613	5,927
	35-44	2,137	0,338	39,897	1	0,000	8,476	4,367	16,451
	45-54	2,306	0,358	41,399	1	0,000	10,038	4,972	20,266
	55-64	2,018	0,364	30,669	1	0,000	7,524	3,683	15,367
	>65	1,703	0,443	14,782	1	0,000	5,490	2,304	13,081
	Hiç Okumamış- İlköğretim (referans )			89,778	4	0,000			
	Ortaöğretim	0,719	0,136	27,852	1	0,000	2,053	1,572	2,681
	Önlisans	1,382	0,226	37,303	1	0,000	3,982	2,556	6,204
	Lisans	1,970	0,231	72,707	1	0,000	7,174	4,561	11,284
	Yüksek Lisans-Doktora	2,321	0,667	12,112	1	0,001	10,190	2,757	37,666
	Kendi Evi	0,726	0,155	22,007	1	0,000	2,067	1,526	2,800
	Toplu Taşıma Kartı Yok (referans )			124,226	4	0,000			
	Tek Kişi TTK Sahibi	-0,826	0,182	20,495	1	0,000	0,438	0,306	0,626
İki Kişi TTK Sahibi	-1,505	0,170	78,164	1	0,000	0,222	0,159	0,310	
Üç Kişi TTK Sahibi	-1,755	0,208	71,343	1	0,000	0,173	0,115	0,260	
Dört veya Daha fazla Kişi TTK Sahibi	-2,483	0,251	97,895	1	0,000	0,084	0,051	0,137	
Sabit	-4,368	0,368	140,840	1	0,000	0,013			

Tablo 4.36 incelendiğinde, sadece sabit terime sahip başlangıç modelinden sonra modele sırasıyla hanede sürücü belgesine sahip kişi sayısı, hanenin aylık toplam geliri, hanede toplu taşıma kartına sahip kişi sayısı, hane reisinin yaşı, hane reisinin eğitim durumu ve hanenin ev sahipliği değişkenleri eklenmiş olup altı adım sonunda en iyi uyuma sahip model oluşturulmuştur. Bu tablo lojistik regresyon analizinin yorumlanması aşamasında büyük önem taşımaktadır. Yorumlar yapılırken, tüm anlamlı değişkenlerin modele eklendiği Tablo 4.36'daki Adım 6 bölümü dikkate alınacaktır. Modeli oluşturan değişkenlerin anlamlılığı incelendiğinde, sabit terim ve tüm bağımsız değişkenlerin  $p$  değeri 0,05'ten küçük olduğundan anlamlı bulunmuş olup, bu bağımsız değişkenlerin hanelerin otomobil sahipliği üzerinde etkili faktörler olduğu belirlenmiştir. Analizde kategorik değişkenlerin ilk kategorileri referans kategori olarak alındığından, diğer kategorilerin yorumu referans kategoriye yapılacak olup, oluşturan model sonuçları şu şekilde yorumlanabilmektedir;

Hanenin aylık toplam geliri değişkeni:

- Hanenin aylık toplam geliri bağımsız değişkeninde referans kategori 0-2000 TL kategorisi seçilmiştir.
- Aylık toplam geliri 2001-4000 TL olan hanelerin otomobil sahibi olma olasılığı, aylık toplam geliri 0-2000 TL olan hanelere göre yaklaşık 2,3 kat fazladır.
- Aylık toplam geliri 4001-6000 TL olan hanelerin otomobil sahibi olma olasılığı, aylık toplam geliri 0-2000 TL olan hanelere göre yaklaşık 4,6 kat fazladır.
- Aylık toplam geliri 6001-8000 TL olan hanelerin otomobil sahibi olma olasılığı, aylık toplam geliri 0-2000 TL olan hanelere göre yaklaşık 9,5 kat fazladır.
- Aylık toplam geliri 8000 TL üzerinde olan hanelerin otomobil sahibi olma olasılığı, aylık toplam geliri 0-2000 TL olan hanelere göre yaklaşık 12 kat fazladır.

Hanede sürücü belgesine sahip kişi sayısı değişkeni:

- Hanede sürücü belgesine sahip kişi sayısının 1 birim (kişi) artması, hanenin otomobil sahibi olma olasılığını yaklaşık 3,4 kat artırmaktadır.

Hane reisinin yaşı değişkeni:

- Hane reisinin yaşı bağımsız değişkeninde referans kategori, hane reisinin yaşının 25'ten küçük olduğu kategoridir.
- Hane reisinin yaşı 25-34 yaş aralığında olan hanelerin otomobil sahibi olma olasılığı, hane reisinin yaşının 25'ten küçük olduğu hanelere göre yaklaşık 3 kat fazladır.
- Hane reisinin yaşı 35-44 yaş aralığında olan hanelerin otomobil sahibi olma olasılığı, hane reisinin yaşının 25'ten küçük olduğu hanelere göre yaklaşık 8,5 kat fazladır.
- Hane reisinin yaşı 45-54 yaş aralığında olan hanelerin otomobil sahibi olma olasılığı, hane reisinin yaşının 25'ten küçük olduğu hanelere göre yaklaşık 10 kat fazladır.
- Hane reisinin yaşı 55-64 yaş aralığında olan hanelerin otomobil sahibi olma olasılığı, hane reisinin yaşının 25'ten küçük olduğu hanelere göre yaklaşık 7,5 kat fazladır.
- Hane reisinin yaşı 65 yaşın üzerinde olan hanelerin otomobil sahibi olma olasılığı, hane reisinin yaşının 25'ten küçük olduğu hanelere göre yaklaşık 5,5 kat fazladır.

Hane reisinin eğitim durumu değişkeni:

- Hane reisinin eğitim durumu bağımsız değişkeninde referans kategori, hane reisinin eğitim durumunun hiç okumamı-ilköğretim olduğu kategoridir.
- Hane reisinin eğitim durumunun ortaöğretim olduğu hanelerin otomobil sahibi olma olasılığı, hane reisinin eğitim durumunun hiç okumamış-ilköğretim olan hanelere göre yaklaşık 2 kat fazladır.
- Hane reisinin eğitim durumunun ön lisans olduğu hanelerin otomobil sahibi olma olasılığı, hane reisinin eğitim durumunun hiç okumamış-ilköğretim olan hanelere göre yaklaşık 4 kat fazladır.
- Hane reisinin eğitim durumunun lisans olduğu hanelerin otomobil sahibi olma olasılığı, hane reisinin eğitim durumunun hiç okumamış-ilköğretim olan hanelere göre yaklaşık 7 kat fazladır.

- Hane reisinin eğitim durumunun yüksek lisans veya doktora olduğu hanelerin otomobil sahibi olma olasılığı, hane reisinin eğitim durumunun hiç okumamış-ilköğretim olan hanelere göre yaklaşık 10 kat fazladır.

Hanenin ev sahipliği durumu değişkeni:

- Hanenin ev sahipliği durumu bağımsız değişkeninde referans kategori, kendine ait bir evde oturmayan (kira veya akraba evi) hanelerin bulunduğu kategoridir.
- Kendine ait bir evde oturan hanelerin otomobil sahibi olma olasılığı, kendine ait bir evde oturmayan (kira veya akraba evi) hanelere göre yaklaşık 2 kat fazladır.

Hanede toplu taşıma kartına sahip kişi sayısı değişkeni:

- Kategorik bir değişken olan, hanede toplu taşıma kartına sahip kişi sayısı bağımsız değişkeninde referans kategori, hanede toplu taşıma kartına sahip kişinin bulunmadığı hanelerin olduğu kategoridir.
- Hanede tek kişinin toplu taşıma kartına sahibi olduğu hanelerin, hanede toplu taşıma kartına sahip kişinin bulunmadığı hanelere göre otomobil sahibi olma olasılığı yaklaşık 2,3 kat düşüktür.
- Hanede iki kişinin toplu taşıma kartına sahibi olduğu hanelerin, hanede toplu taşıma kartına sahip kişinin bulunmadığı hanelere göre otomobil sahibi olma olasılığı yaklaşık 4,5 kat düşüktür.
- Hanede üç kişinin toplu taşıma kartına sahibi olduğu hanelerin, hanede toplu taşıma kartına sahip kişinin bulunmadığı hanelere göre otomobil sahibi olma olasılığı yaklaşık 5,8 kat düşüktür.
- Hanede dört veya daha fazla kişinin toplu taşıma kartına sahibi olduğu hanelerin, hanede toplu taşıma kartına sahip kişinin bulunmadığı hanelere göre otomobil sahibi olma olasılığı yaklaşık 12 kat düşüktür.

Lojistik regresyon analizinde bağımlı değişkenin olasılığı hesaplanarak, belirlenen olasılık kesim noktasına göre bağımlı değişkenin kategorilerine atama yapılmaktadır. Oluşturulan lojistik regresyon modeli ile hane özelliklerine göre, hanenin otomobil sahibi olma ihtimali hesaplanabilmektedir. Anket çalışmasındaki ilk gözlemde hanenin aylık toplam geliri 4001-6000 TL, hanede iki kişi sürücü



belgesine sahip, hane reisinin yaşı 45-54 yaş aralığında, hane reisinin eğitim durumu lisans, hane kendine ait bir evde oturmakta ve hanede üç kişi toplu taşıma kartına sahiptir. Analiz sonucunda elde edilen modeldeki bağımsız değişkenlerin katsayıları kullanılarak, hanenin otomobil sahibi olma ihtimali (4.2) ve (4.3)'te gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$Z_i = -4,368 + (1,521 * 1) + (1,218 * 2) + (2,306 * 1) + (1,970 * 1) + (0,726 * 1) + (-1,755 * 1) = 2,836 \quad (4.2)$$

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{-Z_i}} = \frac{1}{1 + e^{-2,836}} = 0,945 \quad (4.3)$$

$P_i$  değeri 0,945 olarak hesaplanmıştır. Bu değer hanenin otomobil sahibi olma ihtimalinin %94,5 olduğunu ifade etmektedir.  $Z_i$  değeri hesaplanırken, kategorik bağımsız değişkenlerde gözlemdeki kategorinin  $B$  katsayısı değeri 1 sayısı ile çarpılmaktadır. Kategorinin referans kategori olması durumunda 0 olarak hesaplanmaktadır. Bunun sebebi analiz yapılmadan önce indicator kontrast tipi seçildiğinden, bağımsız değişkenlerin kodlanmasında referans kategorideki tüm matrisin sıfırlardan oluşmasıdır. Bağımsız sürekli değişkende ise  $B$  katsayısı bağımsız değişkenin miktarı ile çarpılmaktadır. Analizde olasılık kesim noktası 0.50 olduğundan, oluşturulan model sonucunda olasılığı ( $P_i$ ) 0,50'nin üzerinde hesaplanan haneler 1 olarak kodlanan hane otomobil sahibi kategorisine atanırken, olasılığın 0.50'den küçük olması durumunda haneler 0 olarak kodlanan hane otomobil sahibi değil kategorisine atanmaktadır. Sınıflandırma tablosunda hesaplanan genel doğru sınıflandırma oranı da, bağımlı değişkenin kategorilerinde gözlenen değerlerin, oluşturulan model ile hesaplanan olasılıkların sonucunda kesim noktasına göre kategorilere yapılan atamanın ne kadar doğru yapıldığının göstergesidir. İlk gözlemin olasılık ( $P_i$ ) değeri 0,945 olarak hesaplanmış, bu değer kesim noktası olan 0,50'nin üzerinde olduğundan hane otomobil sahibi kategorisine atama yapılmıştır. İlk gözlemdeki hane gerçekte de otomobil sahibi olduğundan modelin doğru bir atama yaptığı görülmektedir.

Başka bir gözlemden ise hanenin aylık toplam geliri 0-2000 TL, hanede sürücü belgesi sahibi kişi bulunmamakta, hane reisinin yaşı 65 yaş üzerinde, hane reisinin eğitim durumu hiç okumamış-ilköğretim, hane kendine ait bir evde oturmakta ve

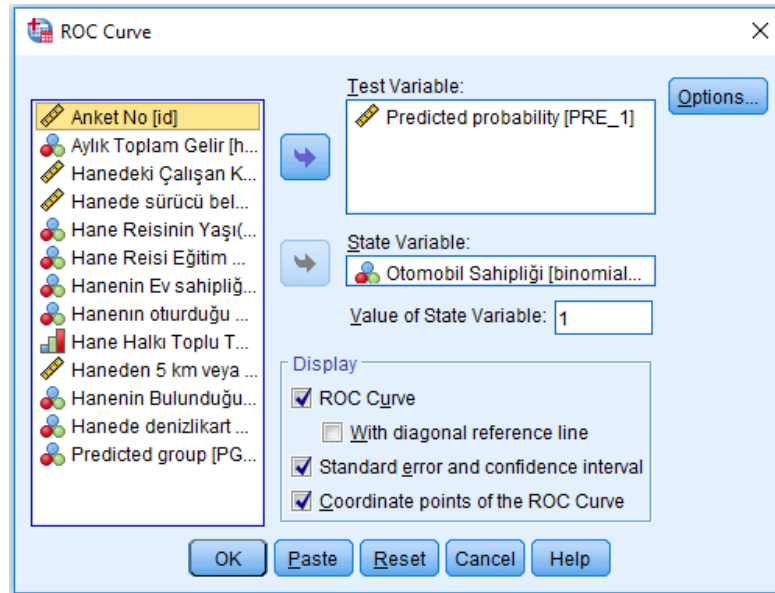
hanede tek kişi toplu taşıma kartına sahiptir. Hanenin otomobil sahibi olma ihtimali (4.4) ve (4.5)'te gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$Z_i = -4.368 + 0 + (1,218 * 0) + (1,703 * 1) + 0 + (0,726 * 1) + (-0,826 * 1) = -2,765 \quad (4.4)$$

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{-Z_i}} = \frac{1}{1 + e^{2,765}} = 0,059 \quad (4.5)$$

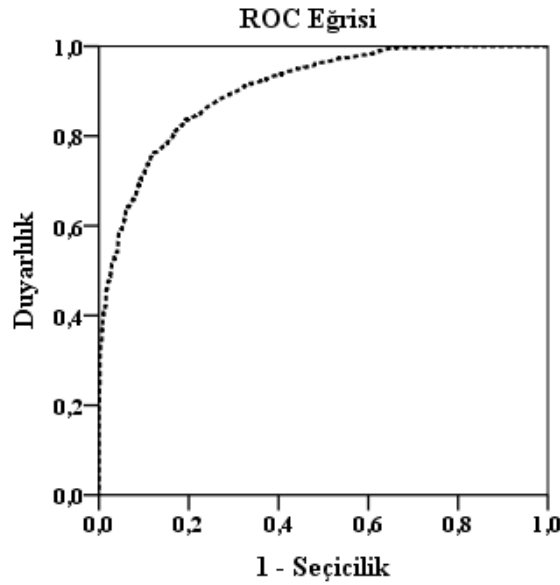
$P_i$  değeri 0,059 hesaplandığından, bu hanenin otomobil sahibi olma ihtimali %5,9, otomobil sahibi olmama ihtimali ise %94,1'dir. Olasılık değeri, kesim noktası olan 0,50 değerinin altından olduğundan, bu hane 0 olarak kodlanan hane otomobil sahibi değil kategorisine atanmıştır. Hane gerçekte de otomobil sahibi olmadığından, modelin doğru bir atama yaptığı söylenebilmektedir.

Lojistik regresyon analizinde hesaplanan olasılıklar sonucunda belirlenen kesim noktasına göre kategorilere atama yapılmaktadır. Modelin bağımlı değişkendeki grupları ayırmadaki başarımı ölçmek ve farklı kesim noktalarının sečilmesi halinde doğru sınıflandırma oranını tahmin etmek için ROC eğrisinin çizilmesine ihtiyaç vardır. SPSS programında bulunan ROC eğrisi analiz penceresi şekil 4.23'te gösterilmiştir.



şekil 4.23: ROC eğrisi analiz penceresi

ROC eğrisinde farklı kesim noktası değerleri dikkate alınarak, dikey ekseninde “duyarlılık” ve yatay ekseninde ise “1-seçicilik” değeri olacak şekilde ROC eğrisi çizilmektedir. Duyarlılık 1 olarak kodlanan hane otomobil sahibi kategorisindeki doğru sınıflandırma oranını temsil ederken, seçicilik ise 0 olarak kodlanan hane otomobil sahibi değil kategorisindeki doğru sınıflandırma oranını temsil etmektedir. ROC eğrisi altında kalan alan ise modelin bağımlı değişkeni gruplara ayırmadaki başarısını göstermektedir. Alan değerinin 1’e yakın olması modelin iyi bir ayırım yaptığını, 0,5’e yakın olması ise kötü bir ayırım yaptığı anlamına gelmektedir. Alan değerinin 0,5 olması gruplara atamanın şans eseri yapıldığı anlamına gelmektedir. Alanın 0,8-0,9 aralığında değer alması iyi bir ayırım yakalandığını, 0,9’dan büyük olması ise mükemmel bir ayırım olduğunu göstermektedir. Yapılan analize göre ROC eğrisi Şekil 4.24’te ve altında kalan alan ise Tablo 4.37’de gösterilmiştir.



Şekil 4.24: ROC eğrisi

Tablo 4.37: ROC eğrisi altında kalan alan

Eğri Altında Kalan Alan				
Alan	SH	Asimptotik ( <i>p</i> )	Asimptotik %95 Güven Aralığı	
			Alt Sınır	Üst Sınır
0,905	0,006	0,000	0,894	0,916

Tablo 4.37 incelendiğinde, eğri altında kalan 0,905 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, modelin bağımlı değişkeni gruplara ayırmada çok iyi performans gösterdiğini belirtmektedir. Olasılık kesim noktası 0,50 seçildiğinde, modelin duyarlılık değeri 0,837 (%83,7), seçicilik değeri 0,802 (%80,2) olarak bulunmuş, modelin genel doğru sınıflandırma oranı 0,823 (%82,3) olarak belirlenmiştir. SPSS programı çıktılarında, Şekil 4.24'te gösterilen ROC eğrisindeki farklı kesim noktaları için “duyarlılık” ve “1-seçicilik” değerleri verilmektedir. Olasılık kesim noktası değeri 0,52 olarak seçildiğinde, modelin duyarlılık değeri 0,835 (%83,5), “1-seçicilik” değeri 0,192 (%19,2), modelin genel doğru sınıflandırma oranı ise 0,824 (%82,4) olarak bulunmuştur. Görüldüğü gibi kesim noktasının 0,52 seçilmesi doğru sınıflandırma oranında artışa yol açsa da, bu artış çok küçük olduğundan olasılık kesim noktası değeri değiştirilmemiş ve analizde 0,50 değeri seçilmiştir. Farklı olasılık kesim noktası değerinin seçilmesi, doğru sınıflandırma oranında önemli bir artışa neden olması durumunda, seçilen kesim noktası değeriyle yeniden analiz yapılması önerilmektedir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Otomobil sahipliği son yıllarda ülkemizde ve Denizli ilinde çeşitli faktörler nedeniyle artış göstermektedir. Otomobil sektöründeki gelişme ve yenilikler bu artışta pay sahibi olsa da, hanelerin sosyo-ekonomik ve demografik özellikleri otomobil sahipliğini önemli ölçüde etkilemektedir. Otomobil sahipliğindeki artış enerji talebini artırmakta, çevre ve insan sağlığına ciddi zararlar vermekte ve kentsel ulaşım ağı üzerinde yoğunluğa sebebiyet vermektedir. Ulaşımdaki yoğunluk altyapıdaki yetersizliklerle birleşince, park yeri problemleri ve trafik sıkışıklığına neden olmakla birlikte trafik kazaları ihtimalini de artırarak maddi ve manevi kayıplara yol açabilmektedir. Otomobil sahipliğinin hem bu sorunlarla önemli bir ilişki içinde bulunması, hem de ulaşım planlamalarının önemli bir parçası olması nedeniyle, otomobil sahipliğini etkileyen faktörlerin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır.

Otomobil sahipliğini etkileyen faktörler ve bu faktörlerin etki derecelerinin belirlenmesi amacıyla, çeşitli istatistiksel analiz yöntemleri kullanılarak modelleme çalışmaları yapılmaktadır. Modelleme çalışmalarında, hane ve bireylerin özelliklerinin genel görünümünü yansıtan toplu veriler yerine hane özelliklerini daha kapsamlı yansıtan ayrıık verilerin kullanılması, daha sağlıklı sonuçlar elde edilmesi açısından önem taşımaktadır. Bu tez çalışmasında ise hem daha sağlıklı sonuçlar elde edebilmek hem de Denizli ilinde ayrıık veriler ile yapılan çalışma bulunmaması nedeniyle, otomobil sahipliği modelleme çalışması ayrıık veriler kullanılarak yapılmıştır. Modelleme yapılırken istatistiksel analiz yöntemlerinden, lojistik regresyon analizinden faydalanılmıştır.

Modelleme çalışmasında, Denizli ilindeki merkez ilçeler olan Merkezefendi ve Pamukkale ilçelerinde bulunan 2575 haneye ait çeşitli sosyo-ekonomik ve demografik veriler, 16 sorudan oluşan yüz yüze anket çalışması yapılarak elde edilmiştir. Anket çalışmasında bağımlı değişken olan hanenin otomobil sahipliği durumunun iki kategoriden oluşan kategorik bir değişken olmasından dolayı, lojistik regresyon analizi çeşitlerinden biri olan ikili lojistik regresyon analizi kullanılarak otomobil sahipliğini etkileyen faktörler belirlenmiştir.

İkili lojistik regresyon analizi, SPSS paket programı kullanılarak yapılmıştır. Öncelikle çoklu bağlantı sorununa neden olan değişkenler belirlenerek analize dahil edilmemiş, daha sonra farklı değişken seçme yöntemleri kullanılarak analizler yapılmış ve en iyi model performansının yakalandığı ileriye doğru olabilirlik oran istatistiği (forward-LR) değişken seçme yöntemi kullanılarak analiz sonuçları detaylı bir şekilde incelenmiştir. Analiz sonucunda otomobil sahipliğini etkileyen 6 adet bağımsız değişken anlamlı bulunmuştur. Bu değişkenler; hanenin aylık toplam geliri, hanede sürücü belgesine sahip kişi sayısı, hane reisinin yaşı, hane reisinin eğitim durumu, hanenin ev sahipliği durumu ve hanede toplu taşıma kartına sahip kişi sayısıdır.

Gelir, hanelerin otomobil sahipliğini etkileyen en önemli parametrelerden birisi olarak değerlendirilebilmektedir. Gelirdeki artış düşük ve orta gelirli hanelerde hanelerin otomobil sahibi olmasına neden olurken, yüksek gelirli hanelerde ise haneler genellikle otomobile sahip olduğundan hanenin ek otomobil sahibi olma ihtimalini artırmakta ya da sahip olunan otomobillerin daha yüksek modelleri ile değiştirmeye teşvik etmektedir. Analiz sonucunda hanenin aylık toplam geliri arttıkça, hanenin otomobil sahibi olma ihtimalinin de arttığı görülmüştür. Diğer taraftan analiz sonucunda anlamlı bir bağımsız değişken olarak bulunan hanede sürücü belgesine sahip kişi sayısı, hanelerin otomobil sahipliğini pozitif yönde etkilemektedir. Hanede sürücü belgesine sahip kişi sayısı arttıkça, hanelerin otomobil sahibi olma ihtimali de artmaktadır.

Analiz sonucunda anlamlı bulunan bir diğer değişken ise hane reisinin yaşıdır. Hane reisinin yaşının 35-64 yaş aralığında bulunduğu hanelerin, otomobil sahibi olma ihtimali daha yüksektir. Hane reisinin daha genç yaşta olduğu hanelerde, hanelerin genellikle bekâr ya da öğrenci gibi gelir sahibi olmayan veya düşük gelirli kişilerden oluştuğundan, otomobil sahibi olma ihtimali daha düşüktür. Hane reisi yaşının 65 yaş üzerinde olduğu hanelerde ise yaş itibarıyla hem otomobil kullanma yeteneklerinin azalması hem de 65 yaş üzerindeki kişilerin Denizli ilinde ücretsiz toplu taşımadan yararlanabilmesi nedeniyle otomobil sahibi olma ihtimallerinin düşük olduğu sonucuna varılmıştır.

Analizde kullanılan bir diğer değişken ise hane reisinin eğitim durumudur. Hane reisinin daha iyi bir eğitim durumuna sahip olduğu hanelerin, otomobil sahibi

olma ihtimali de diğer hanelere göre daha yüksektir. Daha iyi bir eğitim durumuna sahip kişiler, genellikle profesyonel meslek gruplarından bir mesleğe sahip olduklarından daha yüksek bir gelire sahiptir. Özellikle hane reisinin eğitim durumunun lisans, yüksek lisans veya doktora derecesine sahip olması hanelerin otomobil sahibi olma ihtimallerini oldukça artırdığı saptanmıştır.

Hanelerin otomobil sahipliğini etkileyen bir diğer değişken ise hanelerin ev sahipliği durumudur. Anket çalışmasındaki gözlemlere göre ebeveynlerin orta yaş ve üzerinde olduğu haneler, öncelikle ev sahibi daha sonra otomobil sahibi olmayı tercih etmektedirler. Fakat daha genç ebeveynlerin bulunduğu haneler ise öncelikle otomobil sahibi olmayı tercih etmektedirler. Analiz sonuçlarına göre, kendine ait bir evde oturan hanelerin otomobil sahibi olma ihtimali, kendine ait bir evde oturmayan (kira veya akraba evi) hanelere göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Kişilerin toplu taşımaya erişilebilirliğinin iyi bir düzeyde olması ve kaliteli toplu taşıma sistemi, otomobil sahipliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Kişilerin toplu taşımayı tercih etmesi, hem trafik sıkışıklığının engellemekte hem de otomobillerin çevre ve insan sağlığına verdiği olumsuz etkileri azaltmaktadır. Analiz sonucunda hanede toplu taşıma kartına sahip kişi sayısı arttıkça, hanelerin otomobil sahibi olma ihtimalinin de azaldığı görülmektedir. Her ne kadar ülkemizde ve Denizli ilinde otomobil sahipliği, Avrupa ülkeleri ve şehirlerine göre oldukça düşük olsa da, otomobil sahipliğinin doygunluk seviyesine ulaştığı birçok Avrupa şehrinde otomobil sahipliğini azaltmak için, insanların toplu taşıma kullanmaya teşvik edilmesi için çalışmalar yapılmaktadır.

## 5.1 Öneriler

Tez çalışmasında verileri elde etmek amacıyla yapılan anket çalışmasında, otomobil sahipliğini pozitif yönde etkileyen hane aylık geliri parametresini doğru olarak elde etmek zor olduğundan, bu değişken kategorik olarak ele alınmıştır. Bu parametrenin hane bazında daha net bir şekilde elde edilmesi ile daha iyi performans gösteren modeller oluşturularak otomobil sahipliği üzerindeki etkisi daha detaylı incelenebilir. Otomobil benzin fiyatları, vergi ve bakım giderleri verileri de çalışmaya dahil edilerek bu parametrelerin otomobil sahipliği üzerindeki etkileri değerlendirilebilir. Çalışmada yapılan analizde otomobil sahipliği üzerinde negatif etkiye sahip olan tek değişken olan hanede toplu taşıma kartına sahip kişi sayısıdır. Bundan dolayı toplu taşıma parametreleri ile otomobil sahipliği arasındaki ilişki daha detaylı ele alınması gerekmektedir. Ayrıca otomobil sahipliği üzerinde etkili olduğu düşünülen psikolojik, sosyal ve çevresel faktörler ile ilgili veriler elde edilerek otomobil sahipliğine etkisi ölçülebilir. Ek olarak çalışmada dikkate alınmayan otomobillerin marka ve modelleri gelecekte yapılacak modelleme çalışmalarında analize dahil edilebilir. Yapılan anket çalışması ve elde edilen verilerin detaylandırılması, gelecekte yapılacak otomobil sahipliği modellerinin kalitesi üzerinde etkili olacağı düşünülmektedir. Çalışma sonuçlarının yerel yöneticilere ulaşım planlamalarının bir parçası olması açısından katkı yapması beklenmektedir.



## 6. KAYNAKLAR

Akgül, A. ve Çevik, O., *İstatistiksel Analiz Teknikleri SPSS’de İşletme Yönetimi Uygulamaları*, Ankara: Emek Ofset Ltd. Şti., (2005).

Alpar, R., *Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemler*, Ankara: Detay Yayıncılık, (2013).

Aydın, A. ve Arı, E., “Hanehalkı Otomobil Talebini Belirleyen Etkenlerin İkili Lojistik Regresyon Yöntemiyle Analizi: Türkiye Örneği”, *Kastamonu Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 12 (1), 1-22, (2016),

Bircan, H., “Lojistik regresyon analizi: Tıp verileri üzerine bir uygulama”, *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2, 185-208, (2004).

Ceylan, H., Baskan, O. and Ozan, C., “Modeling and forecasting car ownership based on socio-economic and demographic indicators in Turkey”, *Tema Journal of Land Use, Mobility and Environment*, 47-66, (2018).

Çağlayan, A. E. ve Tümsel, B., “Hanehalkı Otomobil Sahipliğinin İncelenmesi: Ardışık Logit Modeli”, *Social Sciences Research Journal*, 4 (4), 35-45, (2015).

Çınar, M., “Çalışan Bireylerin Otomobil Sahipliğini Etkileyen Faktörler: Bursa Örneği”, *Yalova Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(16), 1-19, (2018),

Çodur, M. Y. and Tortum, A., “Modelling car ownership in Turkey using neural networks”, *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Transport*, 162 (2), 97-106, (2009).

Çokluk, Ö., “Lojistik regresyon analizi: kavram ve uygulama”, *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 10 (3), 1357-1407, (2010),

Dargay, J. M., “The effect of income on car ownership: evidence of asymmetry”, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 35 (9), 807-821, (2001).

Dargay, J. and Gately, D., “The demand for transportation fuels: Imperfect price-reversibility?”, *Transportation Research B*, 31 (1), 71-82, (1997).

Dünya Bankası, “Ülkeler için kişi başına düşen gelir (\$)”, (15 Eylül 2018), <https://data.worldbank.org/indicator/ny.gdp.pcap.cd>, (2018a).

Dünya Bankası, “Ülkeler için kentsel nüfus oranı (%)”, (15 Eylül 2018), <https://data.worldbank.org/indicator/sp.urb.totl.in.zs?end=2018&start=1960>, (2018b).

Dünya Bankası, “Ülkeler için çalışabilir yaştaki (15-64 yaş) nüfus oranı (%)”, (24 Ekim 2018), <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.1564.TO.ZS>, (2018c).

Erden Ö. E., “Kocaeli’de Otomobil Sahipliğinin Lojit Model ile İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı*, İstanbul, (2015).

Eurostat, “ Ülkeler için 1000 kişiye düşen otomobil sayısı”, (15 Eylül 2018), [http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=road\\_eqs\\_carhab&lang=en](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=road_eqs_carhab&lang=en), (2018a).

Eurostat, “Ülkelere göre 0-19 yaş arası nüfus oranı (%) ”, (24 Ekim 2018), <http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do>, (2018b).

Field, A., *Discovering statistics using SPSS (2nd ed.)*, London: Sage Publications Ltd, (2005).

Gómez-Gélvez, J. A. and Obando, C., “Modeling Car Ownership in Urban Areas of Developing Countries” *Transportation Research Record*, 2394 (1), 111-118, (2013).

Guerra, E., “The geography of car ownership in Mexico City: a joint model of households’ residential location and car ownership decisions”, *Journal of Transport Geography*, 43, 171-180, (2015).

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B., Anderson, R. E., and Tatham, R. L., *Multivariate data analysis (6th ed)*, Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, (2006).

Hosmer, D.W. and Lemeshow, S., “A Goodness-of-Fit Tests for the Multiple Logistic Regression Model”, *Communications in Statistics*, 9 (10), 1043-1069, (1980).

Hosmer, D.W. and Lemeshow, S., *Applied Logistic Regression (2. Baskı)*, New York: John Wiley and Sons, (2000).

Kalaycı, Ş., *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri*. Ankara: Asil Yayın Dağıtım, (2005).

Kumar, M. and Krishna Rao, K.V., “A stated preference study for a car ownership model in the context of developing countries”, *Transportation Planning and Technology*, 29 (5), 409-425, (2006).

McFadden, D., “Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior”, (ed: Zarembka, P.), *Frontiers in Econometrics*, New York: Academic Press, 105-142, (1974).

Mertler, C. A., and Vannatta, R. A., *Advanced and multivariate statistical methods: Practical application and interpretation (3rd ed.)*, Glendale, CA: Pyrczak Publishing, (2005).

Meryam S., “Car Ownership Models in Iran: A Review of Methods and Determinants”, *Transport and Telecommunication*, 18 (1), 45–59, (2017).

OECD, “Ülkeler için çalışabilir yaştaki (15-64 yaş) nüfusun istihdam oranı (%)”, (27 Ekim 2018), <https://data.oecd.org/emp/employment-rate.htm#indicator-chart>, (2018).

Öğüt, K. S., “Türkiye’de Otomobil Sahipliğinin Modellenmesi”, *5. Ulaştırma Kongresi*, İstanbul, (2001).

Öğüt, K. S., “Modelling car ownership in Turkey using fuzzy regression”, *Transportation planning and technology*, 29 (3), 233-248, (2006).

Özdamar, K., *Paket programlar ile istatistiksel veri analizi*, Eskişehir: Kaan Kitabevi, (1999).

Özdamar, K., *Paket programlar ile istatistiksel veri analizi 2*, Eskişehir: Kaan Kitabevi, (2004).

Pallant, J., *SPSS Survival manual: A step by step guide to data analysis using SPSS for Windows (3. Baskı)*, Berkshire: Open University Press, (2007).

Pan, H., Shen, Q., and Zhao, T., “Travel and Car Ownership of Residents near New Suburban Metro Stations in Shanghai”, *Transportation Research Record*, 2394, 63-69, (2013).

Potoglou, D. and Kanaroglou, P. S., “Modelling car ownership in urban areas: a case study of Hamilton, Canada”, *Journal of Transport Geography*, 16 (1), 42-54, (2008).

Pucher, J., Peng, Z. R., Mittal, N., Zhu, Y. and Korattyswaroopam, N., “Urban transport trends and policies in China and India: Impacts of rapid economic growth”, *Transport Reviews*, 27 (4), 379-410, (2007).

Ritter, N. and Vance, C., “Do fewer people mean fewer cars? Population decline and car ownership in Germany”, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 50, 74-85, (2013).

Shen, Q., Chen, P. and Pan, H., “Factors affecting car ownership and mode choice in rail transit-supported suburbs of a large Chinese city”, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 94, 31-44, (2016).

SPSS Version 23.0, (2016).

Sümbüloğlu, K. ve Akdağ, B., *Regresyon Yöntemleri ve Korelasyon Analizi*, Ankara: Hatiboğlu Yayınları, (2007).

Tabachnick, B. G. and Fidell, L. S., *Using multivariate statistics (3rd ed.)*. New York, USA: Harper Collins College Publishers, (1996).

Tekeli, İ., Okyay, T. ve Gülöksüz, Y., “Özel Araba Sahipliği ve Üretim, Trafik” , *Elektrik Mühendisliği Odası*, 210, 314-316, (1974).

TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu), “1000 kişiye düşen otomobil sayısı”, (25 Nisan 2019), <https://biruni.tuik.gov.tr/ilgosterge/?locale=tr>, (2019).

TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu), “İllere göre kişi başına düşen gelir (\$)”, (15 Ekim 2018), <https://biruni.tuik.gov.tr/ilgosterge/?locale=tr>, (2018).

Whelan, G., “Modelling car ownership in Great Britain”, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41 (3), 205-219, (2007).

Woldeamanuel, M.G., Cyganski, R., Schulz, A. and Justen, A., "Variation of Households' Car Ownership across Time: Application of a Panel Data Model" *Transportation*, 36 (4), 371-87, (2009),

Yang, Z., Jia, P., Liu, W. and Yin, H., “Car ownership and urban development in Chinese cities: A panel data analysis”, *Journal of Transport Geography*, 58, 127-134, (2017).

Yamamoto, T., “Comparative analysis of household car, motorcycle and bicycle ownership between Osaka metropolitan area, Japan and Kuala Lumpur, Malaysia”, *Transportation*, 36 (3), 351–366, (2009).

Yayar, R., Çoban, M. N. ve Tekin, B., “Otomobil Sahipliğini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi: Tokat İli Kentsel Alanda Bir Uygulama”, *Yönetim ve Ekonomi*, 22 (2), 603-617, (2015).

## 7. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Fatih GÜREL

Doğum Yeri ve Tarihi : Erzurum, 25/04/1993

Lisans Üniversite : Pamukkale Üniversitesi

Elektronik posta : fatihgurel25@hotmail.com

İletişim Adresi : Mehmetçik Mah. 2582.Sokak. No:21 D:3  
Pamukkale/DENİZLİ