

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

Sevgi İŞBİLİR

TÜRKİYE'DE PETROL BAZLI YAKIT FİYATLARININ MOTOR HACİMLERİNE
GÖRE BİNEK ARAÇ TALEBİNE ETKİSİ: PANEL VERİ YAKLAŞIMI

Ekonometri Ana Bilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Antalya, 2014

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

Sevgi İŞBİLİR

TÜRKİYE'DE PETROL BAZLI YAKIT FİYATLARININ MOTOR HACİMLERİNE
GÖRE BİNEK ARAÇ TALEBİNE ETKİSİ: PANEL VERİ YAKLAŞIMI

Danışman

Prof. Dr. Murat KARAÖZ

Ekonometri Ana Bilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Antalya, 2014

Akdeniz Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğüne,

Sevgi İŞBİLİR'in bu çalışması, jürimiz tarafından Ekonometri Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Programı tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Yrd. Doç. Dr. Hakan DEMİRGİL (imza)
Üye (Danışmanı) : Prof. Dr. Murat KARAOZ (imza)
Üye : Yrd. Doç. Dr. Mehmet MERT (imza)

Tez Başlığı: "Türkiye'de petrol bazlı yakıt fiyatlarının motor hacimlerine göre binek araç talebine etkisi; Panel veri yaklaşımı."

Onay : Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Tez Savunma Tarihi 03/01/2014

Mezuniyet Tarihi 10/01/2014

Prof. Dr. Zekeriya KARADAVUT
Müdür

İÇİNDEKİLER

TABLolar LİSTESİ	iii
ŞEKİLLER LİSTESİ	v
KISALTMALAR LİSTESİ	vi
ÖZET	vii
SUMMARY	viii
ÖNSÖZ	ix
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM DÜNYA'DA ve TÜRKİYE'DE PETROL

1.1 Petrolün Tanımı ve Tarihçesi	3
1.2 Dünya'da Petrol	5
1.2.1 Dünya'da Petrol Ticareti	5
1.2.2 Dünya'da Petrol Üretim ve Tüketimi	6
1.3 Türkiye'de Petrol	6
1.3.1 Türkiye'de Petrol Üretimi, Tüketimi ve Petrol Fiyatları	8

İKİNCİ BÖLÜM PANEL VERİLER ve PANEL VERİ REGRESYON ANALİZİ

2.1 Giriş	10
2.2 Panel Veri	10
2.2.1 Panel Veri Analizinin Avantajları	11
2.2.2 Panel Verinin Dezavantajları	12
2.3 Doğrusal Panel Veri Modelleri	12
2.3.1 Klasik Model	14
2.3.2 Sabit Etkili Modeller	15
2.3.2.1 Tek Faktörlü Sabit Etkiler Modeli	15
2.3.2.2 Çift Faktörlü Sabit Etkiler Modeli	23
2.3.3 Rassal Etkiler Modeli	26
2.3.3.1 Tek Faktörlü Rassal Etkiler Modeli	27
2.3.3.2 Çift Faktörlü Rassal Etkiler Modeli	30
2.4 Panel Veri Modelleri İçin Testler	31
2.4.1. Sabit, Rassal Etkili Modeller ve Klasik Model Arasında Seçim Yapmak İçin Kullanılan Testler	31
2.4.1.1. Tesadüfi Etkiler Testi (Lagrange Çarpanı (LM) Testi)	31
2.4.1.2. Olabilirlik Oranı (LR) Testi	32
2.4.1.3 Hausman Testi	32
2.4.1.4 Spesifikasyon İçin Genelleştirilmiş Wald ve Score Testleri	33
2.5 Panel Veri Modellerinde Varsayımdan Sapmalar ve Testleri	34
2.5.1 Heteroskedasite (Değişken Varyans)	34
2.5.2 Otokorelasyon	35
2.5.3 Normal Dağılımın Testi	36
2.6 Heteroskedasite, Otokorelasyon Ve Birimler Arası Korelasyon Varlığında Dirençli Tahminciler Üreten Yöntemler	37
2.6.1 Huber, Eicker ve White Tahmincisi	37

2.6.2 Newey - West Tahmincisi	38
2.6.3 Beck ve Katz Tahmincisi.....	39
2.6.4 Parks - Kmenta Tahmincisi	40
2.6.5 Driscoll ve Kraay Tahmincisi.....	41

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TÜRKİYE'DE PETROL BAZLI YAKIT FİYATLARININ MOTOR HACİMLERİNE GÖRE BİNEK ARAÇ TALEBİNE ETKİSİNİN MODELLENMESİ

3.1 Araştırmanın Amacı	42
3.2 Araştırmada Kullanılan Veriler	42
3.2.1 Araştırmada Kullanılan Açıklayıcı Değişkenlerin Seçilmesi	43
3.2.1.1 Yakıt Tipi ve Motor Hacmi	43
3.2.1.2 Kişi başına düşen GSMH	43
3.3 Araştırmanın Yöntemi	44
3.3.1 Değişkenler Arasındaki Betimsel İstatistik ve Frekans Dağılımı.....	45
3.3.1.1 Silindir Hacmine Göre 2011 Yılı Araç Talebinin Frekans Dağılımı.....	45
3.3.1.2 Yakıt Tipine Göre 2011 Yılı Araç Talebinin Frekans Dağılımı.....	46
3.3.1.3 Silindir Hacmi ve Yakıt Tipine Göre 2011 Yılı Araç Talebinin Frekans Dağılımı	47
3.3.1.4 Silindir Hacmine Göre Otomobil Ortalama Fiyatları Betimsel İstatistikleri.....	48
3.3.1.5 Ortalama Yakıt Fiyatları Betimsel İstatistikleri.....	49
3.3.1.6 Ortalama Yakıt Fiyatlarına Göre Betimsel İstatistikler	50
3.3.1.7 Aylık Faiz, Kur ve GSMH 'nın Betimsel İstatistikleri.....	50
3.3.2 Yakıt Tipi Benzine Göre Birinci Modelin Analizi	51
3.3.2.1 Modellerin Tahmin Edilmesi.....	52
3.3.2.1.1 Modellerin Tahmin Sonuçları ve Değerlendirilmesi	53
3.3.2.1.2 Modellerin Karşılaştırılması ve Uygun Modelin Belirlenmesi	57
3.3.2.2 Temel Varsayımları Testi	58
3.3.2.3 Tutarlı Standart Hataların Elde Edilmesi.....	60
3.3.3 Yakıt Tipi Mazota Göre İkinci Modelin Analizi	62
3.3.3.1 Temel Varsayımların Testi	67
3.3.3.2 Tutarlı Standart Hataların Elde Edilmesi.....	69
3.3.4 Yakıt Tipi LPG 'ye Göre Üçüncü Modelin Analizi	70
3.3.4.1 Temel Varsayımların Testi	75
3.3.4.2 Tutarlı Standart Hataların Elde Edilmesi.....	77
SONUÇ	79
KAYNAKÇA.....	81
ÖZGEÇMİŞ	85

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 3.1 2011 Yılı Araç Talebinin Frekans Dağılımı.....	45
Tablo 3.2 2011 Yılı Araç Talebinin Frekans Dağılımı.....	46
Tablo 3.3 2011 Yılı Araç Talebinin Frekans Dağılımı.....	47
Tablo 3.4 Betimsel İstatistik Tablo Sonuçları	48
Tablo 3.5 Kruskal - Wallis Test Sonucu	49
Tablo 3.6 Betimsel İstatistik Tablo Sonuçları	49
Tablo 3.7 Kruskal - Wallis Test Sonucu	50
Tablo 3.8 Betimsel İstatistik Tablo Sonuçları	50
Tablo 3.9 Betimsel İstatistik Tablo Sonuçları	51
Tablo 3.10 Model 1 için Havuzlanmış EKK Tahmincileri	53
Tablo 3.11 Model 2 için Kukla Değişkenli EKK Tahmincileri	54
Tablo 3.12 Model 2 için Grup içi Tahmincileri.....	55
Tablo 3.13 Model 3 için En Çok Olabilirlik Yöntemi Tahmincileri.....	56
Tablo 3.14 Model 3 için Genelleştirilmiş EKK Yöntemi Tahmincileri.....	57
Tablo 3.15 Hausman testi sonuçları	58
Tablo 3.16 Wald Testi Sonuçları.....	58
Tablo 3.17 Durbin-Watson ve Baltagi Wu LBI Test Sonuçları	59
Tablo 3.18 Pesaran Testi Sonuçları	59
Tablo 3.19 Hataların Birimler Arası Korelasyon Tablosu	60
Tablo 3.20 Breusch - Pagan Lagrange Testi Sonuçları	60
Tablo 3.21 Beck - Katz Tahmin Sonuçları.....	61
Tablo 3.22 Normal Dağılım Testi	61
Tablo 3.23 Model 4 için Havuzlanmış EKK Tahmincileri	62
Tablo 3.24 Model 5 için Grup içi Tahmincileri.....	63
Tablo 3.25 Model 5 için Kukla Değişkenli EKK Tahminciler.....	64
Tablo 3.26 Model 6 için En Çok Olabilirlik Yöntemi Tahmincileri.....	65
Tablo 3.27 Model 6 için Genelleştirilmiş EKK Yöntemi Tahmincileri.....	66
Tablo 3.28 Hausman testi sonuçları	66
Tablo 3.29 Wald Testi Sonuçları.....	67
Tablo 3.30 Durbin-Watson ve Baltagi Wu LBI Test Sonuçları	67
Tablo 3.31 Pesaran Testi Sonuçları	68
Tablo 3.32 Hataların Birimler Arası Korelasyon Tablosu	68
Tablo 3.33 Breusch - Pagan Lagrange Testi Sonuçları	69
Tablo 3.34 Beck - Katz Tahmin Sonuçları.....	69
Tablo 3.35 Normal Dağılım Testi	70
Tablo 3.36 Model 7 için Havuzlanmış EKK Tahmincileri	71
Tablo 3.37 Model 8 için Kukla Değişkenli EKK Tahmincileri	72
Tablo 3.38 Model 8 için Grup içi Tahmincileri.....	73
Tablo 3.39 Model 9 için En Çok Olabilirlik Yöntemi Tahmincileri.....	74
Tablo 3.40 Model 9 için Genelleştirilmiş EKK Yöntemi Tahmincileri.....	74
Tablo 3.41 Hausman testi sonuçları	75
Tablo 3.42 Wald Testi Sonuçları.....	75
Tablo 3.43 Durbin-Watson ve Baltagi Wu LBI Test Sonuçları	76
Tablo 3.44 Pesaran Testi Sonuçları	76
Tablo 3.45 Hataların Birimler Arası Korelasyon Tablosu	77
Tablo 3.46 Breusch - Pagan Lagrange Testi Sonuçları	77
Tablo 3.47 Beck - Katz Tahmin Sonuçları.....	78

Tablo 3.48 Normal Dağılım Testi	78
---------------------------------------	----

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1 2011 Motor Hacmine Göre Satış Yüzdeleri.....	46
Şekil 3.2 2011 Yakıt Tipine Göre Satış Adetleri.....	47
Şekil 3.3 2011 Yakıt Tipi ve Silindir Hacmine Göre Satış Yüzdeleri.....	48

KISALTMALAR LİSTESİ

- AS:** Araç Sayıları
BF: Benzin litre fiyatı
DESTE: Doğrusal En İyi Sapmasız Tahmin Edici
EKK: En Küçük Kareler
GEKK: Genelleştirilmiş En Küçük Kareler
GSMH: Kişi başına düşen gayri safi milli hasıla
KDEKK (LSDV): Kukla Değişkenli En Küçük Kareler
LF: LPG litre fiyatı
MF: Mazot litre fiyatı
OLS: Klasik En Küçük Kareler
ORTEF: Araçların ortalama satış fiyatı

ÖZET

Petrol fiyatları Türkiye’ de büyük bir öneme sahiptir. Ülkemizde petrol üretimi oldukça düşük olduğu için petrolün büyük bir kısmı ithal edilmektedir. Bu çalışmamızda da petrol fiyatlarının Türkiye’de otomobil satışlarını nasıl etkilediği araştırılmıştır. Otomobil satışlarına talebinin modellenmesinde, motor hacimleri göz önünde bulundurularak, talebin üzerinde etkili olduğu değişkenler, panel veri yöntemiyle incelenmiştir. 2011 yılında ay bazında motor hacmi göz önünde bulundurularak satılan araç sayıları, otomobil ortalama satış fiyatları, kişi başına düşen milli gelir, petrol fiyatları, reel döviz kur endeksi, gecikmeli araç sayıları ile açıklanmaya çalışılmıştır. Petrol fiyatlarının otomobil satışlarına talebini belirlemek için üç farklı yakıt tipine göre aynı değişkenler kullanılarak üç farklı model incelenmiştir. İkinci adımda ise verilere uygun modeller belirlenip varsayımların testi yapıldıktan sonra dirençli standart hata elde edilmiştir. Araştırmanın son bölümünde ise benzin fiyatları, mazot ve lpg fiyatlarının araç satışlarına talebini nasıl etkilediği tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Satın alınan araç sayıları, petrol fiyatları, panel veri regresyonu, Türkiye

SUMMARY

THE EFFECT OF OIL PRICES ON AUTOMOBILE SALES ON ACCOUNT OF ENGINE VOLUMES IN TURKEY

The oil prices have a crucial importance in Turkey. The large part of oil demand is satisfied by importation in Turkey, as a result of low oil production of the country. In this present study, we have researched the effect of oil prices on automobile sales in Turkey. In the model of demand of car sales, the variables that have an impact on demand, has been analyzed within panel data analysis method by taking engine volumes into consideration. The number of car sold in 2011 has been analyzed and explained within the scope of average automobile sale prices, per capita income, oil prices, real exchange rate index, and the amount of lagged cars. Three different models had been analyzed using the same variables for three different fuel types in purpose of determining the effect of oil prices on automobile sales. On the second step, the models, which are suitable with data, were decided, after assumptions has been tested and by this way we have reached the resistant standard deviation. At the last chapter of the research, the individually effects of gasoline, diesel and liquid petroleum gas prices on car demand in Turkey are discovered.

Keywords: The number of cars sold, oil prices, panel data regression, Turkey

ÖNSÖZ

Tez konusunu seçmemde bana yardımcı olan ve çalışma süresince, bilgi ve tecrübeleriyle bana destek veren İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dekanımız ve danışman hocam Prof. Dr. Murat KARAÖZ'e sonsuz teşekkür ederim. Ayrıca araştırma süresince beni cesaretlendiren ve engin bilgileriyle çalışmama katkıda bulunan tez izleme komite üyesi hocam Yrd. Doç. Dr. Mehmet Mert'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam süresince benden maddi ve manevi desteğini esirgemeyen annem Nergis İşbilir'e, babam Ahmet İşbilir'e ve biricik kardeşlerim Sevda, Selda, Seda ve canım yeğenim Beren Naz'a sonsuz sevgiyi ve teşekkürü borç bilirim.

GİRİŞ

Günümüzde petrol, yalnızca bir ekonomik girdi olmaktan çıkmış, aynı zamanda uluslararası politikanın temel uğraşı alanlarından biri haline gelmiştir. Özellikle, yirminci yüzyılın ikinci yarısından itibaren petrol kaynaklarına sahip olma savaşı kendini iyiden iyiye hissettirir olmuştur. Diğer enerji kaynaklarının hiç birinde görünmeyen bu kazanım savaşı, petrolde yoğun olarak devam etmektedir (İsmayilov, 2006).

Fosil yakıt olarak nitelendirilen petrol, yapısı gereği yenilenemeyen enerji kaynakları sınıflandırması içerisinde yer almaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının henüz tam olarak gelişmemiş olması ve diğer yenilenemeyen enerji kaynaklarının, petrol kadar yoğun kullanım alanı bulmaması nedeniyle bu enerji çeşidi ilgi çekmeye devam etmektedir (İsmayilov, 2006).

Makro ekonomik dengesi tam olarak yerine oturmamış, çoğu kez kriz ortamında bulunan Türkiye ekonomisi içerisinde de petrol, önemli bir enerji kaynağıdır. Türkiye’de petrol rezervleri sınırlı miktarda olduğu için, ülke ekonomisi dışarıya bağlı bir görünüm arz etmektedir. Dolayısıyla, petrol fiyatlarında yaşanacak değişiklikler Türkiye ekonomisini de yakından etkileyecektir. Bu çalışmanın amacı da petrol fiyatlarının otomobil talebine etkisini belirlemektir.

Çalışmanın ilk bölümünde petrolün tarihçesinden bahsedilmiştir. Daha sonra dünyadaki petrol üretimi, tüketimi değerleri incelenmiştir. Türkiye’de petrolün önemi, petrol üretim ve tüketim değerleri karşılaştırılmış, daha önceki yıllarla günümüzdeki petrol fiyatları karşılaştırılmıştır.

İkinci bölümde ise konuyu incelemek için kullanılacak yöntem tanıtılmıştır. Bu amaçla, veri türleri içerisinde panel verilerin yerinden bahsedilmiştir. Panel veri modelleri sınıflandırılıp bu modellerin çözüm yöntemleri anlatılmıştır. Daha sonra ise modellerin temel varsayımlarından ve bu varsayımların sağlanması durumunda kullanılan yöntemlerden bahsedilmiştir.

Üçüncü bölümde ise 2011 yılında ay bazında yakıt tiplerine göre otomobil satış adetleri ve bu rakamların motor hacimleri ile olan ilişkisi incelenmiştir. Modelde kullanılan değişkenlerin seçilmesi hakkında bilgi verilmiş, analize konu olabilecek farklı modeller kurulmuş ve bu modeller farklı tahmin yöntemleri ile tahmin edilmiştir. Daha sonrasında ise

tahmin sonuçları karşılaştırılıp uygun modeller belirlenmiştir. Uygun olan modellerin temel varsayımları sağlayıp sağlamadığına bakıldıktan sonra dirençli standart hatalar elde edilip nihai modellere ulaşılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

DÜNYA'DA ve TÜRKİYE'DE PETROL

Çalışmanın bu ilk bölümünde petrolün tanımı ve tarihçesi, petrolün önemi üzerinde durulacaktır. Bunun yanında dünyada ve ülkemizdeki petrol üretimi ve tüketimi hakkında bilgi verilecektir.

1.1 Petrolün Tanımı ve Tarihçesi

Ulaştırma, sanayi, enerji, konut ve tarım alanlarında yoğun olarak kullanılan petrol, adını Yunanca-Latince' de taş anlamına gelen "petra" ile yağ anlamına gelen "oleum" sözcüklerinden almaktadır. Petrol yeraltında rezervuar denen kumtaşları veya kireçtaşları içerisinde bulunduğu için bu şekilde adlandırılmıştır (Yıldırım, 2003:8).

Petrol; benzin, motorin, fueloil vb. belirli bir yakıtı anlatmak için değil, doğal halde bulunan ve yeraltından çıkarılan ham petrolü ifade etmek için kullanılan bir sözcüktür (Bayraç, 2005:2).

M.Ö yaklaşık 3200 yıllarında, Mezopotamya'da bir petrol ürünü olan asfaltın harç ve çimento olarak kullanıldığı, gemi ve kayıkların asfaltla izole edildiği arkeologlar tarafından ortaya çıkarılmıştır. Yani petrol, asfalt halinde bile olsa ilk medeniyet çağında ticari bir ürün olarak kullanılmaktaydı (Göksu, 1966, s. 32)

M.Ö 300 yıllarında Mısırlılar mumyalarını asfalt yardımıyla yaparlardı. Aynı dönemlerde Çinliler tuz çıkarmak amacıyla nehir kıyılarında açtıkları kuyularda petrol çıktığı ve bunu ısıtma ve aydınlatmada kullandıkları anlaşılmaktadır. Bizanslılar, eski Araplar ve Amerikan yerlileri petrolün yanıcı özelliklerini fark ederek bir savaş silahı olarak kullanmışlardır.

Petrolün sıvı halinde olan ve ham petrol olarak bilinen türünün asırlar öncesi bilindiğini, önceleri ilkel şekilde aydınlatma aracı olarak kullanılan petrolün, Çinliler tarafından bambu ağacının dalları ucu ucuna eklenerek, çıktığı yerden kullanıldığı yere kadar taşındığı tarihsel belgeler nakletmektedirler (Kocaoğlu, 1966, s. 5).

1300 yılında Marco Polo, Bakü'deki sıvı asfalttan bahsederek, bunun ilaç olarak ve aynı zamanda da lambalarda yakılan bir yağ olarak kullanıldığını bildirmektedir. 1498 yılında Kristof Kolomb Trinidad adasındaki ünlü asfalt oluşumunu bulmuştur(Göksu, 1966, s. 32).

Bu tarihsel süreç içerisinde petrolün ticari amaç için kullanılması 19. yüzyılın sonlarından itibaren başlamıştır. Bu bağlamda, petrolün ticari anlamda ilk kullanılışı Rusya'da olmuş ve 1820'de Bakü yakınlarında ilk rafineri sayılabilecek petrol işleme tesisi kurulmuştur. Daha sonra 1857'de Romanya'da ve 1859'da ABD'de ticari amaçla petrol işleyen rafineriler kurulmuştur(Yorulmaz, 1983, s.2).

İlk petrol sondajı 1859 yılında Pensilvanya'da gerçekleştirilmiş, başarılı olunması sonucu dünyanın birçok yerinde petrol sondajları yapılmıştır. Petrolün tankerler yardımıyla denizlerde ilk taşınması 1877 yılında Hazar denizinde olmuş, petrol nakli için kullanılan ilk demiryolu ise Batum - Bakü arasında inşa edilmiştir. Okyanusu geçebilecek ilk tanker 1886 yılında Almanlar tarafından yaptırılarak işletilmeye alınmıştır(Göksu, a.g.e s. 35).

Petrolün tarihi, yirminci yüzyıl başında ateşleme ile çalışan motorun icadı ile değişmiştir. Bu önemli keşif, otomobil endüstrisinin hızla gelişmesine neden olmuş, kısa sürede ABD, İngiltere, Fransa ve Almanya'da taşıt sayısı milyonlara ulaşmıştır. Petrolün kömürden daha pahalı olmasına karşın daha önemli avantajlara sahip olması, kolay depo edilişi ve en önemlisi fazla enerji vermesi petrolü daha ön plana çıkarmıştır.

19. yüzyıl sonlarında ve 20. yüzyıl başlarında özellikle aydınlanma amacıyla gaz yağı ve parafinli mum şeklinde kullanılan, motor sanayinin gelişmesi ve petrolün fiziksel ve kimyasal özelliklerinden kaynaklanan birçok ürüne hammadde olarak giren ve bütün dünyada gittikçe artan bir önem taşımaya başlamasıyla petrol, yüzyılımızın özellikle ikinci yarısından itibaren dünya enerji tüketimi içinde giderek artan bir öneme sahip olmuştur. Bu öneminden dolayı, bu döneme 'Petrol Çağı' adı verilmektedir.

Petrol endüstrisinin doğumu, insanlığa kömür çağında gerçekleştirilemediği pek çok fikir ve amacı gerçekleştirmek olanağını da sunmuştur. Petrol maddesinin bünyesinde bulunan dinamizm ve değer, Birinci Dünya Savaşı ile açıkça ortaya çıkmış ve insanlığın kafasına vazgeçilmez bir madde olduğu imajını yerleştirmiştir (Kocaoğlu, a.g.e s. 47).

Daha sonra, özellikle İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra katalizörler yardımıyla rafinaj ve petrokimya sanayi doğmuştur. Bu tarihten itibaren, dünya petrol üretimi 600 milyon ton civarına yükselmiş, petrole dayalı enerji tüketiminin hızla artmasıyla petrolün öneminin artması engellenemez hale gelmiştir (Kocaoğlu, a.g. e s. 7).

Günümüzde petrol, ülke ihracatlarını ve ithalatlarını olumlu veya olumsuz yönde etkileyen etkin ekonomik bir güce sahiptir. Bu etkinin yakın gelecekte de devam edeceği ve artık yerine

ikame edilebilecek alternatif enerji kaynakları aranır hale gelen, stratejik öneme sahip bir enerji kaynağı olacağı uzmanlar tarafından belirtilmektedir.

Petrol, kullanımı kolay ve güvenli bir enerji kaynağı olmakla birlikte, sıvı oluşu ve boru hatları ile nakledilebilmesi, birim enerji başına taşıma maliyetini kömüre göre yarıya indirmiştir. Görece ucuzluğu yanında daha temiz ve kül bırakmayan bir yakıt oluşu avantajlarını arttırmış ve kullanım alanını genişletmiştir.

1.2 Dünya’da Petrol

Petrol, yakın tarihte Ortadoğu bölgesinde ulusal sınırları aşan ve bölge devletlerinin gerek birbirleri ile olan ilişkilerinin, gerek kendi iç gelişmelerinin yanında uluslar arası askeri ve siyasi gerilimlerin de merkezinde olan bir olgudur. İnsanlık tarihindeki gelişmelerin hiçbiri petrol ve petrole dayalı sorunların etkilediği ölçüde büyük kitleleri etkilememiştir (İlseven, Nebil, 1991 s. 77).

Petrolün tarihsel gelişimi 19. yüzyılın ikinci yarısında başlamasına rağmen, 20. yüzyılın başından itibaren toplumların yaşamında önemli bir konuma sahip olmuştur. Bu nedenle 20. yüzyıldaki uluslararası mücadelenin ana hedeflerinden birisi stratejik öneme sahip petrole sahip olmak ve petrolün bulunduğu bölgelerin üzerinde nüfus sahibi olmaktır.

Özellikle sanayileşmiş ülkeler, petrol bölgelerini nüfus altına almak ve bu yolla dünya ekonomik sisteminde egemen güç olmak adına çaba sarf etmektedirler. Çünkü petrol, doğrudan üç bin, dolaylı olarak da bir o kadar ürünün temel girdisini veya katkı maddesini oluşturmaktadır.

1.2.1 Dünya’da Petrol Ticareti

2008 - 2010 döneminde daralan dünya petrol ticareti, 2010 yılından itibaren artış trendi göstermektedir. 2012 yılında dünya petrol üretimi 90,9 milyon v/g’e ulaşırken 2030 yılında dünyanın en büyük petrol ithalatçılarının Çin ve Avrupa olması öngörülmektedir. Halen dünyanın en büyük petrol ithalatçısı olan Amerika’nın 2017 yılında liderliği Çin’e bırakması beklenmekte, Çin’in ekonomik büyümeyle desteklenen petrol ithalatının, ülkeyi Avrupa’ya göre daha az petrol bağımlısı yapacağı öngörülmektedir (BP Energy Outlook 2030, Ocak 2013).

Petrol ticaretinin büyük bir bölümü tankerlerle belirli limanlardan gerçekleştirilmekte olup, Hürmüz ve Malakka Boğazı, 2011 yılında 32 milyon v/g civarı taşınan petrol miktarı ile

dünyanın iki önemli stratejik geçidi olarak öne çıkmaktadır. İstanbul ve Çanakkale boğazlarından 2009 yılında gerçekleşen, Rusya ve Eski Sovyet Birliği ülkeleri için önem arz eden 2,9 milyon v/g'luk petrol ticaretinin 2,5 milyon v/g'luk kısmı ham petrol olarak taşınmıştır. Türk boğazlarından petrol ticareti 2004 yılında 3,4 milyon v/g ile en yüksek seviyeye ulaşırken, Rusya'nın ticareti Baltık limanlarına kaydırmasıyla birlikte 2006 yılında 2,6 milyon v/g'a kadar gerilemiş, ancak Azerbaycan ve Kazakistan'da üretim ve ihracatın artması petrol ticaret trafiğini tekrar hareketlendirmiştir. Halen Hazar Denizi ve Karadeniz'i batıya bağlayan alternatif bir rota bulunmazken, yeni boru hatları proje çalışmaları devam etmektedir.

1.2.2 Dünya'da Petrol Üretim ve Tüketimi

Kömür ve doğal gaz ile başlıca fosil yakıt grubunun içerisinde yer alan petrol dünyanın enerji tüketiminde %38'lik pay ile ilk sırayı almaktadır. 2008 yılı sonu itibariyle dünyada ispatlanmış petrol rezervleri toplamda 170,8 milyar ton olarak belirlenmiştir. Ülke bazında incelendiğinde toplam petrol rezervinin %60'ının Ortadoğu ülkelerinde bulunduğu tespit edilmiştir. Ortadoğu ülkelerini Avrupa kıtası, eski S.S.C.B. ülkeleri ve Orta ve Güney Amerika ülkeleri takip etmektedir.

2011 yılında 88,9 milyon v/g olan petrol tüketimi 2012 yılında 0,9milyon v/g artmış ve 89,8 milyon v/g olarak gerçekleşmiştir. 2012 yılında Çin, Brezilya, Kore ve Kanada'da güçlü bir talep artışı yaşanmış, kasırganın vurduğu ABD'nin yanı sıra Suudi Arabistan'da ise talep artışı azalmıştır (TPAO, 2013).

Dünya genelinde ham petrol üretimi ise 2000 yılından itibaren düzenli olarak artış göstermiştir. 2000 yılındaki üretim değerleri dikkate alındığında dünya üzerindeki ham petrol üretimi 2008 yılında %8 oranında artmıştır. Dünya üzerinde gerçekleştirilen ham petrol üretiminin %31'inin Ortadoğu ülkeleri tarafından gerçekleştirilmektedir. Ortadoğu ülkelerini Avrupa ve Avrupa - Asya ülkeleri ve Kuzey Amerika ülkeleri takip etmektedir.

2011 yılına baktığımızda ise 88,7 milyon v/g olan dünya petrol üretimi 2012 yılında %2,5 artarak 90,9 milyon v/g olarak gerçekleşmiştir. Petrol üretiminde yaşanan 2,2 milyon v/g'luk artış, talep artışını karşılamış olup, arz talep dengesinde sorun yaşanmamıştır (TPAO, 2003).

1.3 Türkiye'de Petrol

1945 yılında Raman petrol sahasının keşfinden bugüne kadar yapılan çalışmalar Türkiye'de petrolün varlığını kanıtlamıştır. Bu çalışmalar sonucunda Kilis'ten Siirt'e kadar uzanan ve

Adıyaman-Diyarbakır-Batman'ı kapsayan Güneydoğu Anadolu bölgesinde ve Trakya bölgesinde yaklaşık 120 tane petrol sahası keşfedilmiştir. Dolayısıyla Türkiye'de petrol rezervlerinin bulunduğu kanıtlanmıştır. 1954 yılındaki petrol yasası sonrasında T.P.A.O'nun ve özellikle Shell ve Mobil gibi uluslararası şirketlerin arama ve sondaj çalışmaları neticesinde 1969 yılında ve 1973 yılındaki ilk petrol krizi ve şoku sonrasında petrol fiyatları 10 kat artmıştır. Daha sonraki yıllardan günümüze kadar, değişik nedenlerle, petrol aramacılığına ve sondajına ayrılan bütçe azalmış ve halen yıldan yıla da azalmaktadır. 1954 sonrası dönemde aramaya verilen önem neticesinde 1965 yılında 150 000 m'lik maksimum metraja ulaşılmıştır. Arama etkisini 4 yıl sonra 1969'da yıllık üretimi 3,6 milyon tona ulaştırarak göstermiştir. 1973 sonrasında arama çalışmaları 1985 yılında 260 000 m'lik maksimum metraja ulaşmıştır. 6 yıl sonra ise 1991'de üretim rekor sayılan 4,5 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Aramaya yapılan yatırım, etkisini 4-6 yıl sonrasında üretimde göstermektedir. 1991 yılında 4,5 milyon ton olan yıllık yerli üretimimiz şu anda 2,5 milyon tona kadar gerilemiştir. Söz konusu azalmanın önümüzdeki yıllarda da devam edeceği kesindir. Ancak kanıtlanmış bir ilişki var ki; Türkiye'de petrol aramacılığına ve sondajına bütçe ayrılırsa petrol rezervi bulunabilmektedir.

Petrole, Türkiye'nin değişik bölgelerinde rastlanmıştır ve varlığı kanıtlanmıştır. Ağırlıklı olarak Güneydoğu Anadolu bölgesindeki sahalardan üretim yapılmaktadır. Güneydoğu Anadolu bölgesinde Batman, Mardin, Siirt, Diyarbakır, Adıyaman ve Kilis illeri içinde bulunan sahalardan ve ayrıca Trakya bölgesinde küçük sayılabilir 1-2 sahadan petrol üretimi yapılmaktadır. Karadeniz ve Akdeniz bölgesinde ise petrol aramaları bütçe elverdiğince sürdürülmektedir.

Türkiye'de son yıllarda yapılan en önemli keşif, 2 yıl önce Ege bölgesinde Manisa Alaşehir'de delinen bir kuyuda petrolün bulunması olmuştur. Önemli olmasının başlıca sebebi ise Ege bölgesinde ilk defa petrol bulunmuştur ve arama çalışmaları sürdürülürse yeni kuyuların bulunabileceğidir.

Bu araştırmaların yanı sıra Orta Anadolu bölgesi Tuz Gölü çevresinde petrol potansiyelinin olabileceği düşünülmektedir. Görüldüğü üzere; Türkiye'nin birçok bölgesinde petrolün varlığı bilinmektedir.

İstatistiksel olarak bilinen bir gerçek ise; Türkiye'de bulunan petrol sahalarının Orta Doğu ülkelerinde bulunan petrol sahaları kadar büyük olmadığı ve çoğunlukla ağır petrol içerdiğidir. Türkiye'de bugüne kadar yaklaşık 1 milyar ton petrol keşfi yapılmıştır. Ancak

bunun %15'i olan 150-160 milyon ton petrol, üretilebilir olarak tahmin edilmektedir. 2000 yılı itibari ile bu petrolün 112 milyon tonu bugüne kadar üretilmiş olup, geriye kalan 40-50 milyon ton petrol Türkiye'nin üretilebilir petrol rezervidir. Bir başka deyişle, Türkiye'nin petrol rezervi çok yüksek değildir ve ancak Türkiye'nin 1,5 yıllık petrol tüketimini karşılamaya yetecek kadardır.

1.3.1 Türkiye'de Petrol Üretimi, Tüketimi ve Petrol Fiyatları

Türkiye, petrol ihtiyacının %90'ın üzerinde kısmını ithalatla karşılamak zorunda olduğundan ekonomisi fiyat artışlarından önemli ölçüde etkilenmektedir. Dışa bağımlı olduğu petrolde fiyatların artması ile dış ticaret açığı büyük miktarda artmaktadır. Ham petrolde meydana gelen 1 dolarlık artışın Türkiye'nin ithalat faturasına getirdiği ek yük ise ortalama 175 milyon doların üzerindedir.

Türkiye'de 2012 yılında toplam 2,3 milyon ton petrol üretilmiş olup, günümüze kadar toplam 140,2 milyon ton petrol üretimi gerçekleştirilmiştir. 2012 yılında, 55,50 adam/ay jeolojik saha çalışması (tamamı TPAO tarafından), 44,66 ekip/ay jeofizik saha çalışması (tamamı TPAO tarafından) gerçekleştirilmiş, 82 adet arama kuyusu, 24 adet tespit kuyusu, 51 adet üretim kuyusu, 1 adet istikşaf kuyusu olmak üzere toplam 158 adet kuyu açmış olup, 298442 metre sondaj yapılmıştır. Türkiye'de yeni petrol sahalarının keşfedilmesi ve ikincil üretim yöntemlerinin geliştirilmesi ile üretim düşüşü kısmen engellenebilmiş, 2012 yılında 2011 yılına kıyasla %4'lük bir düşüş gerçekleşmiştir. 2012 yurtiçi üretilebilir petrol rezervi 294,8 milyon varil (43,2 milyon ton) olup, yeni keşifler yapılmadığı takdirde, bugünkü üretim seviyesi ile yurtiçi toplam ham petrol rezervinin 18,5 yıllık bir ömrü bulunmaktadır. Türkiye'de Türkiye Petrol Rafinerileri A.Ş. (TÜPRAŞ)'a ait İzmit, İzmir, Kırıkkale ve Batman olmak üzere toplam dört adet rafineri faaliyet göstermektedir. Tüpraş 2012 yılı toplam yatırımı 974 milyon ABD dolarıdır. Ülkemizde 2012 yılında 22,1 milyon ton ham petrol işlenmiş ve 21,9 milyon ton petrol ürünü üretilmiştir (TPAO, 2012).

Üretimlerin yanı sıra 2012 yılı Petrol Piyasası Raporu'na göre, rafinericilerin ham petrol ithalatı 19,4 milyon ton olurken, ham petrol yurtiçi temin rakamları 2,2 milyon ton oldu. İşlenen ham petrol ise 22,1 milyon ton olarak belirlenirken, akaryakıt ithalatı 1,6 milyon ton, ara ürün ithalatı 2,7 milyon ton oldu. Böylece 2012 yılında akaryakıt, ara ürün ve ham petrol olmak üzere toplam 26,4 milyon tonluk petrol tüketimi gerçekleşti.

Petrol üretimimizin düşük olmasından dolayı, petrol ihtiyacımız ithal edilmektedir. Bu sebepten dolayı diğer ülkelerle kıyasla petrol fiyatları daha da yüksektir. Ülkemizdeki petrol

fiyatlarını 2012 ve 2013 yılına göre kıyaslırsak, 2012 Aralık'ta kurşunsuz benzin 4.65 TL/litre, motorin 4.11 TL/litre, LPG 2.77 TL/litre pompa fiyatlarından satılmakta idi. 2013 yılı Aralık ayına baktığımızda ise benzin 4.94 TL/litre, motorin 4.45 TL/litre, LPG 3.17 TL/litre pompa fiyatlarından satılmaktadır (TPPD, 2013).

İKİNCİ BÖLÜM

PANEL VERİLER ve PANEL VERİ REGRESYON ANALİZİ

2.1 Giriş

Ekonometrik çalışmalarda yatay kesit verisi ve zaman serileri yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Fakat son zamanlarda, ekonometrik analizlerde panel verinin kullanılması oldukça artmıştır. Bu bölümde de panel verinin avantajları, panel veri modellemeleri ve bu modellerin analiz yöntemleri ele alınacaktır.

2.2 Panel Veri

Değişkenlere ait verilerin toplanması ekonometrik araştırmanın en önemli adımlarından biridir. Kullanılacak modele uygun şekilde veri toplanması da ekonometrik tahminlerin güvenilirliğini büyük ölçüde etkilemektedir. Bu nedenle analizlerde üç çeşit veri kullanılabilir (Gujarati, 2003, s. 25):

- Zaman serisi verisi
- Yatay kesit verisi
- Panel veri

Zaman serisi verisi, bir zaman süreci boyunca bağımlı ve bağımsız değişkenlerin değerlerinin değişimini içermektedir. Bir zaman serisi günlük, haftalık, aylık ve yıllık gibi zaman dilimi içerebilir. Örneğin, haftalık para arzı rakamları, Türkiye'nin 1980 – 2000 yılları arasındaki işsizlik oranları zaman serisi verileridir. Zaman serisi verileri genellikle " $y_t, t = 1, 2, \dots, T$ " şeklinde belirtilir. Burada T , zaman serisi örneklem boyutunu belirtir.

Yatay kesit verisi, her birey, hane halkı, şirket, ülke gibi birim için ilgilenilen değişkenin değerlerini sadece bir kez gözleyen ve birçok birim üzerinde yapılan gözlemlerden oluşan veriler olarak tanımlanır (İşyar, 1997, s. 38). OECD ülkelerinin 2008 yılındaki işsizlik oranı verileri yatay kesit veriye örnek olarak gösterilmektedir. Yatay kesit verileri, genellikle, " $y_t, i = 1, 2, \dots, N$ " şeklinde gösterilir.

Panel (longitudinal) veri ise ülkeler, firmalar, hane halkları ya da bireylere ait yatay ve dikey (zaman) kesitlerdeki çeşitli gözlemlerin bir araya getirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Baltagi, 2005, s. 1). Bir başka deyişle, panel veri analizinde zaman serileri ile kesit serileri

bir araya getirilerek hem zaman hem de kesit boyutuna sahip veri seti oluşturulmaktadır (Pazarlıoğlu, 2001, s. 6). 1980 – 2010 döneminde otomotiv sanayi firmalarında çalışan işçi sayıları panel veriye örnektir.

2.2.1 Panel Veri Analizinin Avantajları

Panel veri analiz yöntemiyle yapılan ekonometrik tahminler daha etkin olmaktadır. Çünkü zaman serisi ve yatay kesit verileri ile yapılan çalışmalara göre, panel veri analizi değişkenler arasındaki etkileşimi azaltmaktadır (Hsiao, 1999).

Bunun dışında panel verinin, zaman ve yatay kesit verilerine göre diğer faydalarını aşağıdaki gibi sıralayabiliriz (Baltagi, 2005, s. 4-7):

1. Birey, aile, ülke gibi birimler arasındaki heterojenliğin kontrol edilmesine olanak sağlamaktadır. Zaman serisi ve kesit veri analizlerinde birimler arasındaki bu tür farklılıklar modele dahil edilerek hesaba katılabilmektedir.
2. Panel veri, yatay kesit gözlemleri ile zaman serilerini birleştirerek, daha bilgilendirici veri daha fazla değişkenlik vermektedir. Gözlem sayısının daha çok olması serbestlik derecesini artırarak etkinliğin artmasını sağlamaktadır (Baltagi, 2005, s. 5-6).
3. Panel veriler, zaman serisi ve yatay kesit verilerine göre daha kolay karmaşık model kurmaya ve modeli test etmeye imkan vermektedir (Baltagi, a.g.e., s. 6).
4. Panel veriler ile yatay kesitler arasındaki heterojenlik açıklanabildiği gibi bireylerin dinamik değişimleri izlenebilir (Frees, 2004, s. 1).
5. Panel veri, ekonomideki dinamikleri çalışmakta daha uygundur. Kesit veri dağılımları, kısmen durağan görünse de içinde birçok değişkenlik saklar. Panel veri aynı zamanda ekonomik durumların sürekliliğini çalışmakta (işsizlik, yoksulluk gibi) daha iyidir ve eğer bu veri setleri yeterince uzun ise ekonomik politikaların düzenlenmesine hız katabilirler (Kök ve Şimşek, 2006).
6. Bireyler, firmalar ve hane hakları üzerinden toplanarak ölçülen mikro ölçekli panel veriler, makro ölçekte toplanarak ölçülen panel verilere göre daha doğru sonuçlar verebilir (Baltagi, a.g.e., s. 7).

2.2.2 Panel Verinin Dezavantajları

Panel veri analizinin faydalarının yanı sıra kullanımı üzerine bazı dezavantajları ve kısıtlamaları vardır. Bunları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz (Baltağı, 2005, s. 7-8):

1. Veriyi toplama ve düzenleme problemine sahip olması
2. Ölçüm hatalarının ortaya çıkması (Açık olmayan sorular, hafıza hataları, yanıtların kaydedilmemesi, ölçme hatalarını meydana getirebilir.)
3. Zaman boyutunun sınırlı olması (asimptotik özellikler)
4. Uzun zaman boyutuna sahip, ülkelere veya bölgelere ait büyük panellerin hesaplanmasında yatay kesit bağımlılığı yaşanabilmektedir. Birim kök testleri bu sorunu ortadan kaldırmak için kullanılmaktadır.

2.3 Doğrusal Panel Veri Modelleri

Panel veri kullanılarak oluşturulan regresyon modelleri, panel veri regresyon modeli olarak adlandırılmaktadır (Gujarati a.g.e., s. 6). Genel olarak doğrusal bir panel veri modeli;

$$y_{it} = \beta_{0it} + \beta_{1it}X_{1it} + \beta_{2it}X_{2it} + \dots + \beta_{kit}X_{kit} + u_{it} \quad (2.1)$$

$$i = 1, \dots, N; \quad t = 1, \dots, T$$

ya da;

$$y_{it} = \beta_{0it} + \sum_{k=1}^K \beta_{kit}X_{kit} + u_{it} \quad (2.2)$$

$$i = 1, \dots, N; \quad t = 1, \dots, T$$

şeklinde ifade edilebilir.

Burada alt indislerden i hane halkı, birey, firma gibi birimleri, t ise zaman boyutunu ifade etmektedir. β_{0it} i birim t zaman için sabit terimi; β_{kit} i birim t zaman için $K \times 1$ boyutlu parametreler vektörünü; X_{kit} k açıklayıcı değişkenin t zamanında i birim için değerini göstermektedir (Tatoğlu, 2012, s. 37).

Panel veri modelleri, parametrelerin birim ve / veya zamana göre değer almasına bağlı olarak aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir (Tatoğlu, 2012, s. 38-39):

1. Hem sabit, hem de eğim parametrelerinin birimlere ve zamana göre sabit olduğu modeller;

$$y_{it} = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{kit} + u_{it} \quad (2.3)$$

Bu tür modellere “klasik model” denilmektedir. Bu modeldeki hata teriminin, klasik regresyon modelindeki gibi, sıfır ortalama ve σ_u^2 varyansla normal dağıldığı varsayılır. Verilen her bir birim için gözlemler korelasyonsuz, birimlere ve zamana karşı hatalar homoskedastiktir (Johnson, Dinardo, 1997, s. 390).

2. Eğim katsayısının sabit, sabit katsayısının birimlere göre değişken olduğu modeller;

$$y_{it} = \beta_{0i} + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{kit} + u_{it} \quad (2.4)$$

$$i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T$$

Bu tür modellere “birim etkili modeller” denilir.

3. Eğim katsayısının sabit, sabit katsayısının birimlere ve zamana göre değişken olduğu modeller;

$$y_{it} = \beta_{0it} + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{kit} + u_{it} \quad (2.5)$$

$$i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T$$

Bu tür modeller hem birim hem de zaman etkisi içermesi nedeniyle “birim ve zaman etkili modeller“ olarak bilinir.

4. Tüm katsayıların birimlere göre değişken, zamana göre sabit olduğu modeller;

$$y_{it} = \beta_{0i} + \sum_{k=1}^K \beta_{ki} X_{kit} + u_{it} \quad (2.6)$$

$$i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T$$

5. Tüm katsayıların hem birimlere hem de zamana göre değişken olduğu modeller ise;

$$y_{it} = \beta_{0it} + \sum_{k=1}^K \beta_{kit} X_{kit} + u_{it} \quad (2.7)$$

$$i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T$$

şeklindedir.

(2.4) ve (2.5) modellerinde eğim sabitken, sabit katsayı değişkendir. Bu modeller, panel veri analizinde en çok kullanılan modeller olup “değişken sabit katsayılı modeller“ ya da “sabit katsayısı değişken modeller” olarak adlandırılırlar. Birimlere ve zamana göre farklılıkları değişik şekillerde hesaba katmak için en kolay yol, sabit katsayısı değişken olan modelleri kullanmaktır (Tatoğlu, 2012, s. 37-38).

Sabit parametresi değişken modellerin temel varsayımı; modelden dışlanan değişkenlerin etkilerinin modelde, sabit terim ve hata terimi yardımıyla ifade edilmesidir.

(2.4) modeli sadece birimlere göre değişkenlik içerdiği için “Tek Yönlü Model”, (2.5) modeli ise hem birimlere hem de zamana göre değişkenlik içerdiği için “İki Yönlü Model” olarak adlandırılmaktadır.

2.3.1 Klasik Model

Klasik modelde, hem sabit hem de eğim katsayılarının birimlere ve zamana göre sabit olduğu yani bütün gözlemlerin homojen olduğu varsayılmaktadır. Bu modelde genel olarak;

$$y_{it} = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{kit} + u_{it} \quad (2.3)$$

ya da;

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{u} \quad (2.8)$$

şeklinde yazılabilir. Bu model en küçük kareler (EKK) ya da genelleştirilmiş en küçük kareler (GEKK) yöntemleriyle tahmin edilebilir. Hata teriminin heterodastik ve otokorelasyonlu olması nedeniyle; GEKK tahmincileri, EKK tahmincilerinden daha etkindir (Tatoğlu, 2005, s. 21).

2.3.2 Sabit Etkili Modeller

Panel veri kullanılarak yapılan çalışmalarda birimler arasındaki farklılıklardan veya birimler ve zaman içinde meydana gelen farklılıklardan kaynaklanan değişmeyi, modele dahil etmenin bir yolu; bu değişimin regresyon modelinin katsayılarının bazılarında veya tümünde değişmeye yol açtığını varsaymaktadır. Katsayıların birimlere veya birimlere ve zamana göre değiştiğinin varsayıldığı modellere “sabit etkili modeller“ denir (Sayyan, 2000, s. 20). Panel veri analizinde zamanın meydana getirdiği farklılıktan ziyade kesitler arası farklılık daha belirgin olduğu için sabit etkiler modelinin genel gösterimi şöyledir (Hsiao, Ching, 2002, s. 30);

$$y_{it} = \beta_{0it} + \beta_{1it} X_{1it} + \dots + \beta_{kit} X_{kit} + u_{it} \quad (2.9)$$

Sabit etkili modellerde katsayılar sadece birimler arasındaki farklılıkları yansıtıyorsa “Tek Faktörlü Sabit Etkili Modeller”, birimlere ve zamana göre oluşan farklılıkları yansıtıyorsa “İki Faktörlü Sabit Etkili Modeller” adını almaktadır.

2.3.2.1 Tek Faktörlü Sabit Etkiler Modeli

Klasik regresyondan farklı olarak panel verilerde gösterimler farklıdır. Genel olarak bir tek faktörlü model aşağıdaki gibi ifade edilmektedir;

$$y_{it} = \beta_{0i} + \beta_k X_{kit} + u_{it} \quad (2.10)$$

$$i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T$$

Burada i alt indis birimleri (firmaları, ülkeleri, bölgeleri,...) gösterirken t alt indisi ise zaman dönemlerini gösterir. Modeldeki β_0 bir skalerdir. y_{it} ve u_{it} (NTx1) boyutlu rastgele vektörlerdir. β vektörü (Kx1) boyutlu eğim parametreleri vektörüdür. X_{kit} ise t zamanında i birim için (1xK+1) boyutlu gözlem vektörüdür. (Baltagi, 2005, s. 11).

Bu matris ve vektörler aşağıda açık biçimleri ile gösterilmektedir.

$$y_i = \begin{bmatrix} y_{i1} \\ y_{i2} \\ \vdots \\ y_{iT} \end{bmatrix} \quad (2.11)$$

$$\mathbf{x}_i = \begin{bmatrix} X_{1i1} & X_{2i1} & \cdots & X_{Ki1} \\ X_{1i2} & X_{2i2} & \cdots & X_{Ki2} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ X_{1iT} & X_{2iT} & \cdots & X_{KiT} \end{bmatrix} \quad (2.12)$$

$$\mathbf{u}_i = \begin{bmatrix} u_{i1} \\ u_{i2} \\ \vdots \\ u_{iT} \end{bmatrix} \quad (2.13)$$

$$\begin{bmatrix} y_{i1} \\ y_{i2} \\ \vdots \\ y_{iT} \\ y_{iN} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I_T & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & I_T & 0 & \vdots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I_T & \cdots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & I_T & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & I_T \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \vdots \\ \mu_N \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_N \end{bmatrix}_{NT \times K} \boldsymbol{\beta} + \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_N \end{bmatrix} \quad (2.14)$$

Burada X_i ' ler (1xK) boyutlu satır vektörler ve I_t 'ler (Tx1) elemanları "1" sayılarından oluşmuş sütun vektörleridir.

Tek faktörlü sabit etkiler modelinin temel amacı ise veri setindeki her bir gruba ait spesifik etkiyi ifade eden bilinmeyen sabit terimi (β_0) tahmin etmektir.

Bu modellerde hata teriminin bileşenleri aşağıdaki iki durumdan biri olabilir.

$$u_{it} = \mu_i + v_{it} \quad i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T \quad (2.15)$$

$$u_{it} = \lambda_t + v_{it} \quad i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T \quad (2.16)$$

Buna göre (2.10) modelinin u_{it} hata terimi içerisinde yer alan hata bileşenlerinden kurulan modele göre (2.15) modeli için μ_i 'lerin ya da (2.16) modeli için ise λ_t 'lerin sabit etkili olduğu varsayılır. Yani modelde yer alan μ_i 'ler ya da λ_t 'ler tahmin edilecek sabit parametrelerdir ve u_{it} terimleri ise bağımsız özdeş dağılımlı rassal birer değişkendir.

Modeli tahmin edebilmek için modeli vektör formunda aşağıdaki gibi yazarız (Baltagi, 2005, s. 12).

$$\mathbf{y} = \beta_0 \mathbf{1}_{NT} + \mathbf{X}'\boldsymbol{\beta} + \mathbf{u} = \mathbf{Z}\boldsymbol{\delta} + \mathbf{u} \quad (2.17)$$

Buraya \mathbf{y} ($NT \times 1$) boyutlu vektör, \mathbf{X} ($NT \times K$) boyutlu açıklayıcı değişkenler matrisi $\mathbf{Z} = [\mathbf{1}_{NT}, \mathbf{X}]$, $\boldsymbol{\delta} = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \boldsymbol{\beta} \end{bmatrix}$ ve $\mathbf{1}_{NT}$ ' de NT boyutlu elemanları bir sayılarından oluşmuş vektördür.

Bunun yanı sıra birimlerin heterojen olduğunu varsayan (2.15) matris gösterimi ile de aşağıdaki gibi yazılabilir (Baltagi, 2005, s. 11);

$$\mathbf{u} = \mathbf{Z}_{\boldsymbol{\mu}}\boldsymbol{\mu} + \mathbf{v} \quad (2.18)$$

Burada \mathbf{u} hata terimi vektörü aşağıdaki gibi gösterilir.

$$\mathbf{u} = \begin{bmatrix} u_{11} \\ u_{12} \\ \vdots \\ u_{1T} \\ u_{21} \\ \vdots \\ u_{2T} \\ \vdots \\ u_{NT} \end{bmatrix} \quad (2.19)$$

$$\mathbf{Z}_{\boldsymbol{\mu}} = \mathbf{I}_N \otimes \mathbf{1}_T \quad (2.20)$$

Burada \mathbf{I}_N , N boyutlu bir birim matrisi gösterirken, $\mathbf{1}_T$ ise T boyutlu ve elemanları bir sayılarından oluşmuş vektördür. \otimes kronicker çarpımı göstermektedir.

Buna göre $\mathbf{Z}_{\boldsymbol{\mu}}$, \mathbf{X} açıklayıcı değişkenler matrisi için kukla değişkenler matrisini (birim kuklalar) oluşturmaktadır.

Birim etkileri gösteren matris aşağıdaki gibidir:

$$\boldsymbol{\mu} = \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \vdots \\ \mu_N \end{bmatrix} \quad (2.21)$$

Diğer dışsal faktörler aşağıdaki hata bileşeni ile gösterilir.

$$\mathbf{v} = \begin{bmatrix} v_{11} \\ v_{12} \\ \vdots \\ v_{1T} \\ v_{21} \\ \vdots \\ v_{2T} \\ \vdots \\ v_{N1} \\ \vdots \\ v_{NT} \end{bmatrix} \quad (2.22)$$

$\mathbf{Z}_\mu \mathbf{Z}_\mu' = \mathbf{I}_N \otimes \mathbf{j}_T$ olduğuna dikkat edilmelidir. Burada \mathbf{j}_T matrisi T boyutlu ve elemanları bir sayılardan oluşmuş bir kare matristir.

\mathbf{Z}_μ ile ilgili yansımaya (projeksiyon) matrisi, aşağıdaki şekildedir (Baltagi, 2005, s. 12).

$$\mathbf{P} = \mathbf{Z}_\mu (\mathbf{Z}_\mu' \mathbf{Z}_\mu)^{-1} \mathbf{Z}_\mu' \quad (2.23)$$

$\bar{\mathbf{j}}_T = \frac{\mathbf{j}_T}{T}$ alındığında yansımaya (projeksiyon) matrisi için aşağıdaki eşitliğin var olduğu gösterilebilir.

$$\mathbf{P} = \mathbf{Z}_\mu (\mathbf{Z}_\mu' \mathbf{Z}_\mu)^{-1} \mathbf{Z}_\mu' = \mathbf{I}_N \otimes \bar{\mathbf{j}}_T \quad (2.24)$$

Ayrıca \mathbf{Q} matrisi aşağıdaki gibi olsun.

$$\mathbf{Q} = \mathbf{I}_{NT} - \mathbf{P} \quad (2.25)$$

Burada \mathbf{P} matrisi birimler için zaman boyunca gözlemlerin ortalamasını alan bir matristir. \mathbf{Q} matrisi ise gözlemlerin birim ortalamalarından farklarını oluşturan birer dönüşüm matrisidir (Aydın, 2007 s.59).

Örneğin \mathbf{P} matrisi ile dönüştürülmüş \mathbf{y} matrisi aşağıdaki gibi $\bar{\mathbf{y}}_i = \sum_{t=1}^T y_{it}$ elemanlarından oluşmaktadır.

$$\mathbf{Py} = \begin{bmatrix} \bar{y}_{1.} \\ \vdots \\ \bar{y}_{1.} \\ \bar{y}_{2.} \\ \vdots \\ \bar{y}_{2.} \\ \vdots \\ \bar{y}_{N.} \\ \vdots \\ \bar{y}_{N.} \end{bmatrix} \quad (2.26)$$

\mathbf{P} matrisi idempotent matristir. Bu nedenle,

$$\begin{aligned} \mathbf{P}' &= \mathbf{P} \\ \mathbf{P}^2 &= \mathbf{P} \end{aligned} \quad (2.27)$$

\mathbf{P} idempotent bir matris olduğu için $\mathbf{Q} = \mathbf{I} - \mathbf{P}$ matrisi de idempotenttir . Bu nedenle

$\text{rank}(\mathbf{P}) = \text{tr}(\mathbf{P})$ ve $\text{rank}(\mathbf{Q}) = \text{tr}(\mathbf{Q})$ eşitliği vardır.

$\mathbf{PQ} = 0$ olduğu için \mathbf{P} ve \mathbf{Q} matrisleri ortogonaldır.

$\mathbf{Q} = \mathbf{I} - \mathbf{P}$ olduğu için $\mathbf{Q} + \mathbf{P} = \mathbf{I}$ 'dir (Baltagi, 2005, s. 12).

Sabit etki modelinin varsayımlarını aşağıdaki gibi belirtebiliriz.

- v_{it} değerleri 0 ortalama ve δ_v^2 varyansı ile özdeş bağımsız dağılımlıdır.
 $v_{it} \square IID(0, \delta_v^2)$
- X_{it} ve v_{it} 'ler bağımsızdır. $E(X_{it}v_{it}) = 0$
- Sabit etki modeli doğru spesifikasyonludur.

Yukarıda ifade edilen son varsayım oldukça önemlidir. Çünkü burada belirtilen bütün modeller önerilen kalıbın doğru olduğunu varsaymaktadır (Aydın, 2007 s.60). Bu varsayımlar altında (2.17) model aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$\mathbf{y} = \mathbf{Z}\boldsymbol{\delta} + \mathbf{u} = \mathbf{Z}\boldsymbol{\delta} + \mathbf{Z}_\mu\boldsymbol{\mu} + \mathbf{v} \quad (2.28)$$

Burada \mathbf{Z} , $NT \times (K+1)$ boyutlu bir matrisi, \mathbf{Z}_μ ise $(NT \times N)$ boyutlu birim kukla matrisini ifade etmektedir.

Eğer birim sayısı (N) çok büyük değilse β_0 , β ve μ 'nün tahminleri Klasik En Küçük Kareler (OLS) yöntemi kullanılarak da elde edilebilir. OLS modelinin varsayımları şunlardır.

$$\begin{aligned} E[e_{it}] &= 0, \\ \text{Var}[e_{it}] &= \sigma^2, \\ \text{Cov}[e_{it}, e_{js}] &= 0, \quad (t \neq s) \text{ ya da } (i \neq j) \text{ iken.} \end{aligned} \quad (2.29)$$

Fakat bu modellerde tahmin aşamasında karşılaşılan önemli bir sorun, farklı birimler için farklı gözlemler söz konusu olması nedeniyle parametre sayısının çok fazla olmasıdır (Aydın, 2007 s.61).

Eğer birim sayısı (N) oldukça büyük ise bu durum çok fazla sayıda kukla değişkenin ortaya çıkmasına neden olacaktır. Çok fazla (N-1) sayıda kukla değişkenin modele eklenmesi çoklu bağlantı problemini daha fazla etkilemektedir. (Baltagi, 2005, s. 12). Söz konusu kukla değişkenlerin modele girmesi ile tahmin sürecinde, tersi alınacak matrisin boyutu $[(N+K) \times (N+K)]$ oldukça büyüyecek ve hatalara neden olacaktır. Bu hataların giderilebilmesi için, modelin her iki tarafı, sol taraftan, \mathbf{Q} matrisi ile çarpılarak dönüştürülür. İkinci adımda, dönüştürülmüş modele OLS tahmin yöntemi uygulanır. Böylece serbestlik derecesi ile ilgili hatalar çözülmüş olur. Bu sürece “Kukla Değişkenli En Küçük Kareler (KDEKK, LSDV) Tahmin Yöntemi” denir. (Baltagi, 2005, s. 12).

$$\mathbf{Qy} = \mathbf{QX}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Qv} \quad (2.30)$$

Dönüştürülmüş modelde aşağıdaki eşitlikler nedeni ile birim etkiler kaybolur:

$$\begin{aligned} \mathbf{PZ}\boldsymbol{\mu} &= \mathbf{Z}\boldsymbol{\mu} \\ \mathbf{QZ}\boldsymbol{\mu} &= \mathbf{0} \\ \mathbf{QI}_{NT} &= \mathbf{0} \end{aligned} \quad (2.31)$$

Yukarıda belirtilen dönüşümler ile sabit etkili model, birim ortalamalardan farkları alınmış veriler ile panel veri regresyon modeline dönüşür.

Buradan β 'nın tahmin edicisi ve tahmin edicinin varyansı aşağıdaki gibi bulunur (Baltagi, 2005, s12).

$$\hat{\beta} = (X'QX)^{-1} X'Qy \quad (2.32)$$

$$\text{Var}(\hat{\beta}) = \delta_v^2 (X'QX)^{-1} = \delta_v^2 (\tilde{X}'\tilde{X})^{-1} \quad (2.33)$$

Burada $\tilde{X} = QX$ ve $\tilde{y} = Qy$ 'dir.

$\hat{\beta}$ tahmin edicisine aynı zamanda “Kovaryans Tahmin Edicisi (β_{cv})” denir (Hsiao, 2002, s. 33). β matrisi, β_0 skaleri ve birim etki parametreleri aşağıda gösterildiği gibi elde edilir. Fakat bunu elde edebilmek için μ_i birim etkilerinin toplam etkisinin 0 olduğunu varsaymak gerekmektedir.

$$y_{it} = \beta_0 + \beta x_{it} + \mu_i + v_{it} \quad (2.34)$$

Yukarıdaki sabit etki modeli, zaman dönemi denklemi ve birim üzerindeki etki modeli aşağıda belirtilmiştir.

$$\bar{y}_i = \beta_0 + \beta \bar{x}_i + \mu_i + \bar{v}_i \quad (2.35)$$

$$\bar{y} = \beta_0 + \beta \bar{x} + \bar{v} \quad (2.36)$$

$$y_{it} - \bar{y}_i = \beta(x_{it} - \bar{x}_i) + (v_{it} - v_i) \quad (2.37)$$

(2.37) modeli, (2.34) ve (2.35) modelleri birbirinden çıkarılarak elde edilmiştir ve modele uygulanan Q matrisi ile dönüştürme işlemine paralel bir uygulamadır.

(2.34) modeli ile yalnızca β matrisi ile $(\beta_0 + \mu_i)$ ifadesi bir bütün olarak tahmin edilebilir. β_0 ve μ_i parametrelerinin ayrı ayrı tahmin edilebilmesi için modele (2.38) kısıtı eklenir.

$$\sum_{i=1}^N \mu_i = 0 \quad (2.38)$$

Böylece $\hat{\beta}$ 'nin tahmininin ardından β_0 ve μ_i parametreleri (2.34) ve (2.35)'den türetilen aşağıdaki eşitlikler ile ayrı ayrı tahmin edilebilir.

$$\hat{\beta}_0 = \bar{y} + \hat{\beta}\bar{x} \quad (2.39)$$

$$\hat{\mu}_i = \bar{y}_i - \hat{\beta} - \hat{\beta}\bar{x}_i \quad (2.40)$$

(2.28) modelinin doğru kurulduğu varsayımı altında LSDV tahmin edicileri, v_{it} değişkeninin dağıldığı varsayımı altında Doğrusal En İyi Sapmasız Tahmin Edicilerdir (DESTE, BLUE).

Yukarıda gösterilen bütün tahmin yöntemleri model kurma hatalarına karşı oldukça duyarlıdır. Fakat burada dikkat edilmesi gerekli bir nokta vardır. LSDV tahmin edicileri birim ortalamalardan sapmalar biçiminde dönüştürülmüş bir model olduğu için modelde yer alabilecek birim ve gözlemlenebilir etkileri tahmin etmek konusunda yetersizdir (Baltagi, 2005, s. 13). Çünkü tüm bu birim değişkenler, dönüştürme işlemi ile modelden ayıklanmaktadır. Ayrıca (2.28) ile belirtilen sabit etki modeline EKK uygulanması da, yukarıda söz edilen çoklu bağlantı ve serbestlik derecesi sorunları nedeni ile etkin tahminler vermeyecektir.

Tahminlerin özellikleri incelendiğinde, $T \longrightarrow \infty$ olması durumunda sabit etkili model tahmin edicileri tutarlıdır. Ancak T sabit iken N sayısının oldukça büyük olduğu panel veri regresyon analizlerinde, parametrelerin tahminleri için yalnızca β parametresinin tahmini tutarlıdır. $(\beta_0 + \mu_i)$ ifadesi ise tutarlı olmayacaktır. Çünkü N arttıkça, birim etkileri simgeleyen kukla değişken sayısı da artmaktadır (Baltagi, 2005, s. 13).

Sabit etki modelinin anlamlılığı F testi ile yapılır. Bu amaçla, sınırlanmamış model için SEK yöntemi kullanılarak yapılan tahmin sonucunda bulunan sınırlandırılmamış hata kareler toplamı ile sınırlandırılmış model için KDEKK yöntemi kullanılarak yapılan tahmin sonucunda bulunan sınırlandırılmış hata kareler toplamı kullanılır. Modelin anlamlılığının testi için kullanılan hipotez ve test istatistiği aşağıda belirtilmiştir (Baltagi, 2005, s.13). Kukla değişken tuzağı göz önüne alınarak test işlemleri aşağıdaki gibi yürütülür.

$$\begin{aligned} H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_{N-1} \\ H_1 : \text{En az bir } \mu_i = \mu_j, \quad i \neq j, \quad i, j = 1, 2, \dots, N-1 \end{aligned} \quad (2.41)$$

$$F_H = \frac{(\text{Sınırlandırılmış RSS}) - (\text{Sınırlandırılmamış RSS}) / (N-1)}{\text{Sınırlandırılmamış RSS} / (NT - N - K)} \quad (2.42)$$

$$F_H \square F_{N-1, N(T-1)-K} \quad (2.43)$$

Bu test sonucunda F_H önemli çıkarsa kurulan model anlamlıdır. Bu test aynı zamanda basit bir Chow Testi'dir (Aydın, 2007 s.64).

2.3.2.2 Çift Faktörlü Sabit Etkiler Modeli

Tek faktörlü modellerde birim etkisi ve zaman etkisi ayrı ayrı ele alınmaktadır. Çift faktörlü modellerde birlikte ele alınmaktadır. Bunun için birim kuklası \mathbf{Z}_μ ve zaman kuklası \mathbf{Z}_λ aşağıda yer alan $\mathbf{Z}_{\mu\lambda}$ vektörü yardımı ile birlikte ele alınır. Ancak bu durumda farklı problemler ortaya çıkmaktadır.

$$\mathbf{Z}_{\mu\lambda} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix}_{NT \times 1} \quad (2.44)$$

Burada $\mathbf{Z}_{\mu\lambda}$ vektörü aşağıda belirtildiği gibi hesaplanır:

$$\mathbf{Z}_{\mu\lambda} = \mathbf{Z}_\mu \mathbf{1}_T = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \cdot & \cdot & 0 \\ 1 & 0 & \cdot & \cdot & 0 \\ \cdot & \cdot & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & & \cdot \\ 1 & \cdot & & & 0 \\ 0 & 1 & & & 0 \\ 0 & 1 & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & & \cdot \\ 0 & 1 & & & 0 \\ \cdot & 0 & \cdot & \cdot & 1 \\ \cdot & 0 & \cdot & \cdot & 1 \\ \cdot & \cdot & & & 1 \\ \cdot & \cdot & & & 1 \\ 0 & 0 & \cdot & \cdot & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ 1 \end{bmatrix} \quad (2.45)$$

Yukarıda ortaya çıkan sorunu giderebilmek için $(NT \times 1)$ boyutlu $\mathbf{Z}_{\mu\lambda}$ vektörü değiştirilir. $\mathbf{Z}_{\lambda}\mathbf{1}_N$ çarpımı da yukarıdaki eşitliği sağlar.

$$\mathbf{Z}_{\mu\lambda} = \mathbf{Z}_{\mu}\mathbf{1}_T = \mathbf{Z}_{\lambda}\mathbf{1}_N = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ 1 \end{bmatrix} \quad (2.46)$$

Bu durumda doğrusal bağımlılık aşağıdaki şekilde ortaya çıkar.

$$\begin{bmatrix} \mathbf{Z}_{\mu} & \mathbf{Z}_{\lambda} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} l_T \\ -l_T \end{bmatrix} = \mathbf{Z}_{\mu\lambda} - \mathbf{Z}_{\mu\lambda} = 0 \quad (2.47)$$

Yukarıda belirtilen doğrusal bağlantı tahmin sürecinde sorun çıkarmaktadır (Tüzüntürk, 2005, s. 74). Bu sorunu aşmak için son birim ve son zaman dönemi temel olarak alınır ve birim kukla matrisi ile zaman kukla matrisinden ihmal edilerek aşağıda belirtilen yeni kukla matrisler oluşturulur.

- \mathbf{Z}_{μ}^* : son sütunu ihmal edilmiş \mathbf{Z}_{μ}
- \mathbf{Z}_{λ}^* : son sütunu ihmal edilmiş \mathbf{Z}_{λ}
- $\boldsymbol{\mu}_i^*$: son satırı ihmal edilmiş $\boldsymbol{\mu}_i$
- λ_t^* : son satırı ihmal edilmiş λ_t

Böylece model aşağıdaki biçimi alır.

$$\mathbf{y}_{it} = \mathbf{Z}_{\mu\lambda}\beta_0 + \mathbf{Z}_{\mu}^*\boldsymbol{\mu}_i^* + \mathbf{Z}_{\lambda}^*\lambda_t^* + \mathbf{u}_{it} \quad i = 1, \dots, N-1; t = 1, \dots, T-1 \quad (2.48)$$

Kukla vektör ve kukla matrisler aşağıdaki $\boldsymbol{\theta}$ birleştirilmiş kukla matrisi biçiminde ve katsayı vektör ve matrisleri de $\boldsymbol{\gamma}'$ matrisinde bir araya getirilir.

$$\theta = [Z_{\mu\lambda} \quad Z_{\mu} \quad * \quad Z_{\lambda} \quad *] \quad (2.49)$$

$$\gamma' = [\beta_0 \mu_i \quad * \quad \lambda_t \quad *] \quad (2.50)$$

Model bu son değişikliklerden sonra aşağıdaki biçimi alır.

$$y = \theta\gamma + X\beta + u \quad (2.51)$$

u_{it} terimlerinin 0 ortalama ve sabit varyans ile bağımsız özdeğ dağılımlı olduğu varsayımı altında SEK tahmin edicileri parametrelerin DESTE (Doğrusal En İyi Sapmasız Tahmin Edici) tahminlerini verecektir.

N ve T 'nin küçük olması durumunda modelde y ve x değişkenlerine Kovaryans dönüştürmesi uygulanır ve model SEK ile tahmin edilir (Tüzüntürk, 2005, s. 76). Birim etkili modele zaman dönemlerinin etkisi dahil edilerek model aşağıdaki biçime sokulur.

$$y_{it} = \mu_i + \lambda_t + \beta x_{it} + u_{it} \quad (2.52)$$

$$i = 1, \dots, N; \quad t = 1, \dots, T-1$$

Genişletilen bu modelde tam doğrusal bağıntı sorununu ortadan kaldırmak için T-1 zaman periyodu alınmıştır. Modelde yer alan çarpıklığın giderilmesi için ihmal edilen zaman periyodu modele sabit terim olarak eklenir ve temel dönem olarak yorumlanır. Böylece modelin yeni biçimi aşağıdaki gibi olur (Aydın, 2007 s.61) :

$$y_{it} = \beta_0 + \mu_i + \lambda_t + \beta x_{it} + u_{it} \quad (2.53)$$

$$i = 1, \dots, N; \quad t = 1, \dots, T$$

Bu son model için eğim parametre tahmini aşağıdaki gibidir.

$$\hat{B}_{cv} = \frac{[\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i - \bar{x}_t + \bar{x})(y_{it} - \bar{y}_i - \bar{y}_t + \bar{y})]}{[\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i - \bar{x}_t + \bar{x})(x_{it} - \bar{x}_i - \bar{x}_t + \bar{x})]} \quad (2.54)$$

Bu sonuçtan faydalanarak diğer parametreler daha önce anlatılanlara benzer olarak aşağıdaki gibi çıkarılabilir:

$$\hat{\mu}_i = (\bar{y}_i - \bar{y}) - \hat{\beta}(\bar{x}_i - \bar{x}) \quad (2.55)$$

$$\hat{\mu}_t = (\bar{y}_t - \bar{y}) - \hat{\beta}(\bar{x}_t - \bar{x}) \quad (2.56)$$

$$\hat{\mu} = \bar{y} - \hat{\beta}\bar{x} \quad (2.57)$$

Burada dikkat edilmesi gereken yukarıdaki çıkarsamayı yapabilmek için aşağıda belirtilen eşitliklerin doğru olduğunun varsayılması gerektirir. Bu varsayım anlamı μ_i , μ_t ve μ değerlerinin bilinen sabitler (parametreler) olduğunun belirtilmesidir (Aydın, 2007 s.49).

N ya da T 'den biri küçük diğerinin ise büyük olduğu durumda aşağıdaki matrisle model soldan çarpılarak dönüştürme işlemi uygulanır ve dönüştürülmüş modelin tahmini SEK tahmin yöntemi ile yapılır.

$$\kappa = \mathbf{I}_{NT} - \mathbf{\theta}(\mathbf{\theta}'\mathbf{\theta})^{-1}\mathbf{\theta}' \quad (2.58)$$

Böylece model için KDEKK tahmin edicisi aşağıdaki gibidir.

$$\hat{\beta} = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}(\mathbf{X}'\bar{y}) \quad (2.59)$$

Modelin varyansı aşağıda belirtildiği formül biçimi ile bulunur:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (y_{it} - \hat{y}_{it})^2}{NT - N - T - K + 1} \quad (2.60)$$

$$\text{Var}(\hat{\beta}) = s^2 (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \quad (2.61)$$

$$\text{Var}(\hat{\mu}_i) = \frac{s^2}{T} + \bar{x}_i \text{var}(\hat{\beta}) \bar{x}_i'$$

2.3.3 Rassal Etkiler Modeli

Rastgele etkili modellerin en büyük özelliği, sabit etkili modellerin serbestlik derecesi sorununu çözmesidir. Rassal etkili modeller, yatay kesit birimlerinin büyük bir ana kütlede rassal olarak seçilmesi varsayımında geçerli olmaktadır. Yatay kesit birimleri rassal olarak seçildiği için, örneklem dışındaki ek bir yatay kesit birimine ilişkin de çıkarımlar

yapılabilmektedir. Sabit etkili modellerde ise yatay kesit birimlerinin dışına çıkıldığında herhangi bir çıkarımdan söz edilememektedir (Zurnacı, 2013 s.50). Sabit etkili modellerde de açıklandığı gibi, verideki farklılıklar tek veya iki faktörlü modellerin hata terimine sadece sabit katsayısının tahmininde değişmeye yol açacak şekilde dahil edilebileceği gibi, tüm katsayılarının tahmininde değişmeye yol açacak şekilde de dahil edilebilir (Sayyan, 2000, s.44).

2.3.3.1 Tek Faktörlü Rassal Etkiler Modeli

Birim etkilerin gözlemlenemeyen heterojenlikleri yansıttığı rastgele etkili modellerin varsayımları aşağıda belirtilmiştir. Bu modellemede birimler (ya da zaman dönemleri) arasındaki heterojenlik modelin açıklanamayan değişim kısmında, diğer bir deyişle modelin hata teriminde ortaya çıkmaktadır.

Rassal etkili modellerin varsayımları aşağıda belirtildiği gibidir:

- Hata terimi birim bileşeni 0 ortalama ve sabit varyans ile bağımsız özdeş dağılımlıdır.

$$\mu_i \square IID(0, \sigma_\mu^2)$$
- Hata terimi u_{it} bileşeni 0 ortalama ve sabit varyans ile bağımsız özdeş dağılımlıdır.

$$u_{it} \square IID(0, \sigma_\mu^2)$$
- X_{it} değerleri ile u_{it} değerleri bağımsızdır.
- X_{it} değerleri ile μ_i değerleri bağımsızdır
- $\mu_i E(\mu_i, u_{it}) = 0$

Bu model birimlerin kitleden rastgele seçildiği durumda kullanılır. Uygulanabilirlik açısından örnek uygulama alanı, hane halkı panelleridir (Baltagi, 2005, s13). Bu tarz çalışmalarda, kitlenin iyi bir temsilcisi olması için seçilen örnekleme gözlem (N) yüksek tutulur. Böyle büyük gözlemlili bir örneklemede, çok sayıda kukla değişken kullanımı yukarıda söz edilen sorunlara neden olacaktır(Aydın, 2007 s.54).

Birim etkilerin olduğu tek faktörlü bir rastgele etki modeli aşağıdaki gibi gösterilebilir.

$$\mathbf{y} = \mathbf{Z}\boldsymbol{\delta} + \mathbf{u} \quad (2.62)$$

$$\mathbf{u} = \mathbf{Z}_\mu \boldsymbol{\mu} + \mathbf{v} \quad (2.63)$$

Bu durumda Varyans - Kovaryans matrisi aşağıdaki gibi yazılır.

$$\begin{aligned}\Omega &= E(\mathbf{uu}') = \mathbf{Z}_\mu E(\boldsymbol{\mu}\boldsymbol{\mu}')\mathbf{Z}_\mu' + E(\mathbf{vv}') \\ \Omega &= \delta_\mu^2 (\mathbf{I}_N \otimes \mathbf{J}_T) + \delta_v^2 (\mathbf{I}_N \otimes \mathbf{J}_T)\end{aligned}\quad (2.64)$$

Bu durumda hata teriminin varyansı aşağıdaki gibi olacaktır (Baltagi, 2005, s16).

$$\text{Var}(u_{it}) = \delta_\mu^2 + \delta_v^2, \quad i = j \text{ ve } t = s \text{ iken} \quad (2.65)$$

$$\text{cov}(u_{it}, u_{js}) = \delta_\mu^2, \quad i = j \text{ ve } t \neq s \text{ iken} \quad (2.66)$$

Bu durumda SEK yöntemi doğru sonuçlar vermeyecektir. Sorunun çözümü için Genelleştirilmiş EKK yöntemi uygulanır.

Hata teriminin Varyans - Kovaryans matrisi aşağıdaki gibidir (Hsiao, 2002, s. 5).

$$\mathbf{E}(\mathbf{u}_i \mathbf{u}_i') = \delta_v^2 \mathbf{I}_T + \delta_\mu^2 \mathbf{J}_T = (\text{Var})_i \quad (2.67)$$

$(\text{Var})_i$ matrisinin pozitif tanımlı olduğu varsayılmaktadır (Wooldrige, 2001, s. 260). Bu durumda birim rassal etkili Varyans - Kovaryans matrisinin tersi aşağıda gösterildiği gibidir.

$$\Omega^{-1} = \frac{1}{\delta_v^2} \left[\mathbf{I}_T - \frac{\delta_\mu^2}{\delta_v^2 + T\delta_\mu^2} \mathbf{J}_T \right] \quad (2.68)$$

Böylece aşağıdaki gibi $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ 'nın etkin tahminleri bulunabilecektir.

$$\hat{\boldsymbol{\beta}}_{\text{RE}} = \hat{\boldsymbol{\beta}}_{\text{GEKK}} = [\mathbf{W}_{xx} + \delta \mathbf{B}_{xx}]^{-1} [\mathbf{W}_{xy} + \delta^2 \mathbf{B}_{xy}] \quad (2.69)$$

Burada,

$$\mathbf{W}_{xx} = \mathbf{X}'\mathbf{Q}\mathbf{X} \quad (2.70)$$

$$\mathbf{B}_{xx} = \mathbf{X}'(\mathbf{P} - \bar{\mathbf{J}}_{NT})\mathbf{X} \quad (2.71)$$

$$\mathbf{\Omega} = \frac{\delta_v^2}{\delta_v^2 + \delta_\mu^2} \quad (2.72)$$

Görüldüğü gibi rastgele etki tahmin edicisi grup içi ve gruplar arası tahmin edicilerin matrissel ağırlıklı bir ortalamasıdır (Judge, 1998, s. 483). β_b gruplar arası ve β_w grup içi tahmini göstermek üzere söz konusu ağırlıklı ortalama aşağıdaki gibidir.

$$\hat{\beta}_{GEKK} = W_1 \hat{\beta}_w + W_2 \hat{\beta}_b \quad (2.73)$$

$$W_1 = [W_{ww} + \mathbf{\Omega} \mathbf{B}_{xx}]^{-1} W_{xx} \quad (2.74)$$

$$W_2 = [W_{ww} + \mathbf{\Omega} \mathbf{B}_{xx}]^{-1} (\mathbf{\Omega} \mathbf{B}_{xx}) = 1 - W_1 \quad (2.75)$$

$$\hat{\beta}_b = \left[\sum_{i=1}^N (\bar{x}_i - \bar{x})(\bar{x}_i - \bar{x})' \right]^{-1} \left[\sum_{i=1}^N (\bar{x}_i - \bar{x})(\bar{y}_i - \bar{y}) \right] \quad (2.76)$$

$$\hat{\beta}_w = \left[\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i)^2 \right]^{-1} \left[\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i)(y_{it} - \bar{y}_i) \right] \quad (2.77)$$

β_w aynı zamanda KDEKK ya da Kovaryans tahmincisidir (β_{cv}). Bu ağırlıklı ortalama formülünde, $T \rightarrow \infty$ iken $\mathbf{\Omega} \rightarrow 0$ olur ve böylece $\hat{\beta}_{GEKK} \rightarrow \hat{\beta}_w$ yakınsaması gerçekleşir. Eğer $\mathbf{\Omega} \rightarrow \infty$ olursa, $\hat{\beta}_{GEKK} \rightarrow \hat{\beta}_b$ yakınsaması gerçekleşir (Baltagi, 2005, s17).

Genelleştirilmiş EKK yönteminin gerçekleştirilebilmesi için, yukarıdaki Varyans - Kovaryans matrisi ile soldan çarpılacak modele EKK yöntemi uygulanmalıdır. Bunun için ise önce varyans bileşenleri tahmin edilmelidir. Bu amaçla pek çok yaklaşım vardır (Maddala ve Mount 1973).

Söz konusu model için Maksimum Olabilirlik Yöntemi ise her hesaplama açısından çoğu zaman zorluklar getirmektedir. Hataların normal dağıldığı varsayımı altında en çok olabilirlik fonksiyonunun aşağıdaki tahmin edilecek değerler vektörünün satır elemanlarına göre kısmi türevlerinin 0' a eşitlenmesi ile oluşan dört denklemin ortak çözümü kolay olmamaktadır (Hsiao, 2002. s 40). Bu yüzden alternatif yöntemlere başvurulmaktadır. Newton - Raphson Yöntemi bu amaçla kullanılan bir yöntemdir.

$$\hat{\delta}_i = \begin{bmatrix} \mu \\ \beta \\ \delta_v^2 \\ \delta_\mu^2 \end{bmatrix} \quad (2.78)$$

2.3.3.2 Çift Faktörlü Rassal Etkiler Modeli

Hem birimlerinin hem de zaman dönemleri etkilerinin modele rastgele etki ettiği varsayılırsa iki yönlü hata bileşenlerinde rastgele etkili modeller söz konusu olur. Bu modellerde hata teriminin üç ayrı bileşeni vardır.

$$u_{it} = \mu_i + \lambda_t + v_{it} \quad (2.79)$$

Modelin varsayımları aşağıda belirtildiği gibidir.

- u_{it} bileşenleri stokastiktir.
- μ_i terimleri 0 ortalama ve sabit σ_μ^2 varyansı ile bağımsız özdeş dağılımlıdır.
- λ_t terimleri 0 ortalama ve sabit σ_λ^2 varyansı ile bağımsız özdeş dağılımlıdır.
- v_{it} terimleri 0 ortalama ve sabit σ_v^2 varyansı ile bağımsız özdeş dağılımlıdır.

Bu model için varyans aşağıdaki gibi yazılır (Baltagi, 2005, s.49).

$$\text{Var} = E(uu') = z_\mu E(\mu\mu')z_\mu' + z_\lambda E(\lambda\lambda')z_\lambda' + \delta_v^2 I_{NT} \quad (2.80)$$

$$= \delta_\mu^2 (I_N \otimes J_T) + \delta_\lambda^2 (J_T \otimes I_N) + \delta_v^2 I_{NT} \quad (2.81)$$

Yukarıda belirtilen matrisin tersinin modele dönüşüm amacı ile eklenmesi gerekmektedir. Böylece u_{it} için söz konusu değişen varyans sorunu ortadan kaldırılabilir. Belirtilen modelin Varyans - Kovaryans matrisinin tersi aşağıdaki gibidir (Wallace ve Hussain, 1969).

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1} (X'y) \quad (2.82)$$

$$\Omega^{-1} = \left[\frac{1}{\delta_v^2} [I_{NT} - \frac{\delta_\mu^2}{\delta_v^2 + T\delta_\mu^2} Z_\mu Z_\mu' - \frac{\delta_\lambda^2}{\delta_v^2 + N\delta_\lambda^2} Z_\lambda Z_\lambda'] + \frac{\delta_\mu^2 \delta_\lambda^2}{(\delta_v^2 + T\delta_\mu^2)(\delta_v^2 + N\delta_\lambda^2)} \left[\frac{N\delta_\mu^2 + T\delta_\lambda^2 + 2\delta_v^2}{N\delta_\mu^2 + T\delta_\lambda^2 + \delta_v^2} \right] I_{NT} \right] \quad (2.83)$$

2.4 Panel Veri Modelleri İçin Testler

Bu bölümde, panel veri modellerinde sabit etkili, tesadüfi etkili, klasik model arasında seçim yapmak için kullanılan testler, spesifikasyon testleri, varsayımdan sapmalar (heteroskedasite ve otokorelasyon) için testler ve normal dağılım testleri ele alınacaktır.

2.4.1. Sabit, Rassal Etkili Modeller ve Klasik Model Arasında Seçim Yapmak İçin Kullanılan Testler

Eğer bütün gözlemlerin homojen olduğu düşünülüyorsa, klasik model; birim ve/veya zaman etkilerinin olduğu düşünülüyorsa sabit ya da rassal etkili modelleri kullanmak daha uygundur. Çoğunlukla sabit etkili model rassal etkili modele göre daha çok tercih edilmektedir. Bunun sebebi ise sabit etkili modelin varsayımı olan “birim etkilerin modeldeki açıklayıcı değişkenlerle ilişkisiz olması mümkün değildir” düşüncesinden kaynaklanmaktadır. Eğer birim etkiler açıklayıcı değişkenlerle ilişkisiz ise; rassal etkiler tahmincisi tutarlı ve etkindir, sabit etkiler tahmincisi tutarlı fakat etkin değildir. Eğer birim etkiler açıklayıcı değişkenlerle ilişkili ise; sabit etkiler tahmincisi tutarlı ve etkindir, rassal etkiler tahmincisi tutarsızdır.

Sabit ya da rassal etkili modeller arasında seçim, modelin tahmin edilmesindeki amaca bağlı olarak da yapılabilir. Örneğin veri seti geniş bir ana kütleli gözlemlerinden oluşuyorsa rassal etkili modelin kullanılması daha avantajlıdır. Ancak modelin tahmininden belli bir birim için çıkarsama yapılacaksa, sabit etkili modeli kullanmak daha uygun olacaktır. Sabit etkili, rassal etkili ve klasik modelden hangisinin kullanılacağı yapılacak bazı testler sonucunda karar verilir. Bu testlerin içinde önemli olanlarından bazıları diğer bölümlerde incelenecektir.

2.4.1.1. Tesadüfi Etkiler Testi (Lagrange Çarpanı (LM) Testi)

Breusch-Pagan, tesadüfi etkiler varsayımının geçerli olup olmadığını sınamak için EKK'in hata terimlerine dayanan, Lagrange Çarpanı (LM) testini geliştirmişlerdir. Bu testte, tesadüfi etkilerin sıfır olduğu hipotezi (H_0) araştırılmaktadır. LM test istatistiği şu şekildedir;

$$LM = \frac{nT}{2(T-1)} \left[\frac{\sum_{i=1}^n \left(\sum_{t=1}^T u_{it} \right)^2}{\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T u_{it}^2} - 1 \right]^2 \quad (2.84)$$

Bu test istatistiği χ^2 dağılımına uyar. LM test istatistiğinin χ^2 tablosu ile karşılaştırılması sonucu; eğer H_0 hipotezi reddedilemezse, birim ögelerin varlığı kabul edilmeyecektir. Ters durumda yani H_0 hipotezi reddedilirse, tesadüfi etkili modelin geçerli olduğu sonucuna varılacaktır. Bu testin yardımıyla sadece tesadüfi etkili modelin geçerli olup olmadığına karar verilir. Eğer tesadüfi etkili model geçerli değilse, hangi modelin kullanılacağına karar vermek için ek testlere ihtiyaç vardır (Tatoğlu, 2012, s. 173).

2.4.1.2. Olabilirlik Oranı (LR) Testi

Bu test, LM testi sonucunda tesadüfi etkili modelin geçerli olmadığına karar verilirse, sabit etkili modelin mi yoksa klasik modelin mi kullanılmasının uygun olacağını tespit etmek için yapılan bir testtir. H_0 hipotezi, klasik model doğrudur şeklinde kurulur. Test istatistiği hesaplanırken sabit etkili ve klasik modelden elde edilen log-olabilirlik değerleri kullanılmaktadır ve test istatistiği şu şekildedir;

$$LR = 2[l(\text{kısıtlı}) - l(\text{kısıtsız})]$$

Bu eşitlikteki $l(\text{kısıtlı})$ klasik modele ait olabilirlik fonksiyonunu, $l(\text{kısıtsız})$ sabit etkili modele ait olabilirlik fonksiyonunu göstermektedir. LR test istatistiği q (kısıtlama sayısı) serbestlik dereceli χ^2 dağılımına uymaktadır. H_0 hipotezi reddedilirse, sabit etkili modelin geçerli olduğuna karar verilir.

2.4.1.3 Hausman Testi

Birim veya birim ve zaman farklılıklarını temsil eden katsayıların yani rassal etkili modelin hata terimi bileşenlerinin modeldeki bağımsız değişkenlerden ilişkisiz olduğu hipotezinin geçerliliği, Hausman tarafından önerilen test istatistiği ile incelenebilmektedir. Bu durumda, sabit etkili model parametre tahmincileri ile tesadüfi etkili modelin parametre tahmincileri arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığının incelenmesi gerekmektedir. İki model arasında tercih yapabilmek için Hausman test istatistiği kullanılmaktadır. Hausman test istatistiği “tesadüfi etkiler tahmincisi doğrudur” sıfır hipotezi

altında k serbestlik dereceli kıkare dağılımı göstermektedir. Gerçekleşmesi durumunda tesadüfi etkili modelin hata terimleri bileşenlerinin bağımsız değişkenler ile ilişkili olmadığı kararı verilebilir. Bu durumda sabit etkili model tercih edilir (Pazarlıoğlu, Kiren, 2003, s. 5).

Sabit ve rassal etkiler modellerinden hangisinin seçileceği Hausman testi çerçevesinde belirlenen bir sorundur. Rassal etkiler modeli μ_i rassal değişkeni ile bağımsız değişkenler arasındaki korelasyonun sıfır olduğunu varsaymaktadır. Başka bir ifadeyle $cor(\mu_i, x_{it}) = 0$ ise rassal etkiler modeli kullanılmaktadır. Diğer taraftan, sıfır aritmetik ortalamaya sahip μ_i ile bağımsız değişkenler arasındaki korelasyon sıfıra eşit değil ise, sabit etkiler modelinin seçilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla sabit etkiler modeli $cor(\mu_i, x_{it}) \neq 0$ durumunda geçerli olmaktadır. Bu anlamda Hausman testi $k - 1$ serbestlik derecesinde bir tür Wald χ^2 testidir (Yaffee, 2003, s. 8).

$$H = (\hat{\beta}_{FE} - \hat{\beta}_{RE}) \left(Var(\hat{\beta}_{FE}) - Var(\hat{\beta}_{RE}) \right)^{-1} (\hat{\beta}_{FE} - \hat{\beta}_{RE}) \quad (2.85)$$

$$H_0: cor(\mu_i, x_{it}) = 0 \quad \text{Rassal etkiler modeli geçerli}$$

$$H_1: cor(\mu_i, x_{it}) \neq 0 \quad \text{Sabit etkiler modeli geçerli}$$

Yukarıdaki eşitlik kısaca aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$H = (b_{within} - b_{FGLS})' (Vb_{within} - Vb_{FGLS})^{-1} (b_{within} - b_{FGLS}) \quad (2.86)$$

Bu ifadede, b_{within} grup içi tahminciyi (sabit etkiler tahmincilerini), $FGLS$ genelleştirilmiş en küçük kareler tahmincisini, Vb_{within} ve Vb_{FGLS} varyans ve kovaryans matrislerini temsil etmektedir.

$H \geq \chi^2(k_{within})$ ise, etkilerin sabit olduğu, tersi durumda ise etkilerin rassal olduğu kabul edilir.

2.4.1.4 Spesifikasyon İçin Genelleştirilmiş Wald ve Score Testleri

Spesifikasyon için genelleştirilmiş Wald ve Score testleri kullanılabilir. Testler için kısıtlamalar çok boyutlu fonksiyon, $h(\gamma^0) = 0$ ile verilir. $\frac{\partial h(\gamma)}{\partial \gamma}$, 'nin rankı r olsun, $\tilde{\gamma}$ sabit

ve $\hat{\gamma}$ ise γ^0 , in kısıtsız tahminini gösterebilir. Genelleştirilmiş Wald (W) ve Score (S) istatistikleri şu şekildedir.

$$W = Nh(\hat{\gamma})' \left[\frac{\partial h}{\partial \gamma'}(\hat{\gamma}) \hat{J}^{-1} \frac{\partial h'}{\partial \gamma}(\hat{\gamma}) \right]^{-1} h(\hat{\gamma})$$

$$S = \frac{1}{N} \frac{\partial L_N}{\partial \gamma'}(\tilde{\gamma}) \hat{J}^{-1} \frac{\partial h}{\partial \gamma'}(\tilde{\gamma}) \left[\frac{\partial h}{\partial \gamma'}(\tilde{\gamma}) \tilde{J}^{-1} \tilde{J}^{-1} \frac{\partial h'}{\partial \gamma}(\tilde{\gamma}) \right]^{-1} \frac{\partial h'}{\partial \gamma}(\tilde{\gamma}) \tilde{J}^{-1} \frac{\partial L_N}{\partial \gamma}(\tilde{\gamma})$$
(2.87)

W ve S asimptotik olarak eşittir ve r serbestlik dereceli χ^2 dağılımına uyar. Sıfır hipotezi reddediliyorsa, H_0 hipotezinde öngörülen spesifikasyonla tutarsız tahminler elde edilir. Her iki istatistik de N arttıkça sonsuza gider.

2.5 Panel Veri Modellerinde Varsayımdan Sapmalar ve Testleri

Bu bölümde varsayımdan sapmalardan heteroskedasite ve otokorelasyonun panel veri modellerinde varlıklarını araştırılacak ve varlıklarını halinde tahmin yöntemleri ele alınacaktır.

2.5.1 Heteroskedasite (Değişen Varyans)

Tesadüfi etkili modelde hata teriminin ($u_{it} = v_{it} + \mu_i$), zamana ve birimlere göre eşit varyanslı yani homoskedastik olduğu varsayılmakla birlikte bu varsayım, panel veri ile kurulacak modeller için kısıtlayıcı bir varsayımdır. Modelde heteroskedasite varken homoskedastikmiş gibi kabul edilip tahminler yapmak, tahmincilerin etkinliğini engellediği gibi standart hatalar da sapmalı olur. Bu nedenle önce heteroskedasitenin varlığı test edilmeli ve eğer varsa ona göre tahmin yöntemi belirlenmelidir.

Panel veri ile çalışıldığında önemli bir konu, regresyon katsayılarının birimlere göre değerlendirilip değerlendirilmediğidir. Eğer birimlere göre değerlendiriliyorsa, bu durum her bir gözlemde bağımlı değişken için farklı bir varyansa (heteroskedasiteye) neden olur. Breusch-Pagan panel veri modellerinde heteroskedasitenin saptanması için, bir LM test önermişlerdir. Bu test için istatistik EKK regresyonu yardımı ile kolayca hesaplanabilir.

Zamana göre birim ortalamalar, standart hataya (σ_i) bölünerek;

$$\frac{1}{\sigma_i} \bar{Y}_i = \frac{1}{\sigma_i} \bar{X}'_i \beta + \omega_i$$
(2.88)

elde edilir. Burada,

$$\omega_i = \frac{1}{\sigma_i} \bar{X}'_i \mu_i + \frac{1}{\sigma_i} u_i \quad (2.89)$$

'dir ve (2.88) heteroskedastik varyanslı bir modeldir;

$$Var(\omega_i) = \frac{1}{T} + \frac{1}{\sigma_i^2} \bar{X}'_i \Delta \bar{X}_i \quad i=1, \dots, N \quad (2.90)$$

H_0 hipotezi; model, homoskedastik bir varyansa sahiptir şeklinde kurulur ($H_0: \Delta=0$). Homoskedastik varyans ($\Delta = 0$) durumunda $Var(\omega_i)$;

$$Var(\omega_i) = \frac{1}{T} \quad i=1, \dots, N \quad (2.91)$$

haline gelir. Bu test istatistiği $[K(K+1)/2]$ serbestlik dereceli χ^2 dağılımına uyar. H_0 hipotezi reddedilirse modelde heteroskedasite olduğuna karar verilir. Bu durumda, genelleştirilmiş hata ögeleri modelinde μ_i 'nin heteroskedastik olduğu varsayılarak $[\mu_i \sim (0, w_i^2)]$ esnek GEKK metodu ile çözüm yapılabilir ve N 'in sonlu olduğu T 'nin sonsuza gittiği varsayımı altında tutarlı tahminçiler elde edilebilir.

2.5.2 Otokorelasyon

Tesadüfi etkili modelin hata ögelerinde ($u_{it} = v_{it} + \mu_i$) sadece zamana göre korelasyona izin verilir. Bu da,

$$corr(u_{it}, u_{is}) = \sigma_\mu^2 / (\sigma_\mu^2 + \sigma_v^2) \quad (2.92)$$

şeklinde ifade edilebilir. Fakat bu varsayım, özellikle iktisadi çalışmalarda çok kısıtlayıcı bir varsayımdır. Örneğin tüketim ya da yatırım modelinde, şoklar en az birkaç dönemin davranışsal eşitliğini etkileyecektir, bu da hata terimleri arasında korelasyona neden olacaktır. Hata ögeleri modelinde, bu tür korelasyona izin verilmez. Otokorelasyon ihmal edilerek tahmin yapılırsa, katsayılar tutarlı fakat etkin olmaz, standart hatalar sapmalı olur. Bu nedenle otokorelasyon test edilmeli ve varlığı halinde ona göre tahmin yöntemi belirlenmelidir.

Tesadüfi etkili modelde otokorelasyonu test etmek için Bhargava, Franzini ve Narendranathan genelleştirilmiş Durbin-Watson istatistiğini önermişlerdir. Hipotezler $H_0 : \rho = 0$ (otokorelasyon yoktur) ve alternatif hipotez $|\rho| < 1$ şeklinde kurulur. Test istatistiği şöyledir:

$$d = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T (\hat{u}_{it} - \hat{u}_{i,t-1})^2}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{u}_{it}^2} \quad (2.93)$$

H_0 hipotezi kabul edilirse otokorelasyonun varlığı kabul edilir. Birinci mertebeden otokorelasyon AR(1) olduğu düşünülürse;

$$(u_{it} = \rho u_{i,t-1} + \varepsilon_{it}), \quad |\rho| < 1 \quad (2.94)$$

μ_i, u_{it} 'den bağımsız kabul edilir ve,

$$u_{it} \square \left(0, \frac{\sigma_\varepsilon^2}{(1-\rho^2)} \right) \quad (2.95)$$

'dir. Bu şekilde yeniden kurulan model esnek GEKK metodu ile tahmin edilebilir.

2.5.3 Normal Dağılımın Testi

Hata terimlerinin normal dağılmaması, tutarsız tahminlere neden olabileceği için normal dağılımın test edilmesi gereklidir. İki genelleştirilmiş score test önerilir: semi nonparametrik (SNP) alternatifine karşı test ve reset benzeri test. Gallant ve Pahlmeier, tarafından önerilen semi nonparametrik alternatifine karşı test de, hata terimlerinin yoğunluğu için esnek bir fonksiyonel form kullanır. Lainsey, Lechner ve Pahlmeier, SNP yoğunluğu kullanılarak yapılan panel veri modelleri tahminlerini tartışmışlardır. t döneminde hata teriminin yoğunluğu;

$$f(\omega_1) = \frac{\alpha_t' M(\omega_t) \alpha_t}{\int_{-\infty}^{+\infty} \alpha_t' M(\omega) \alpha_t d\omega} \quad (2.96)$$

şeklinde ifade edilir. Burada $\alpha_t = \left[(2\pi)^{-1/4}, \alpha_{1,t}, \dots, \alpha_{H,t} \right]'$ bir katsayı vektörüdür.

$M(\omega), j, i$. eleman $\left[\omega^{i+j} \exp(\omega^2 / 2) \right]$ ile matrisi gösterir ve H bir sabittir.

2.6 Heteroskedasite, Otokorelasyon Ve Birimler Arası Korelasyon Varlığında Dirençli Tahminler Üreten Yöntemler

Daha önce bahsedildiği gibi, heteroskedasite, otokorelasyon ve birimler arası eşzamanlı korelasyon durumlarında hata teriminin varyans kovaryans matrisi (Ω) birim matrise eşit değildir, bir başka ifade ile $E(u_{it}u_{it})=\sigma_u^2 I_T$ eşitliği yerine $E(u_{it}u_{it})=\sigma_u^2 \Omega_T$ eşitliği geçerlidir. Bu durumda heteroskedasite, otokorelasyon ve birimler arası korelasyon yokken,

$$\begin{aligned} \text{Var}(\hat{\beta}) &= E \left[\left(\mathbf{X}'\mathbf{X} \right)^{-1} \mathbf{X}'\mathbf{u}\mathbf{u}'\mathbf{X} \left(\mathbf{X}'\mathbf{X} \right)^{-1} \right] \\ &= \sigma_u^2 \left(\mathbf{X}'\mathbf{X} \right)^{-1} \mathbf{X}'\mathbf{X} \left(\mathbf{X}'\mathbf{X} \right)^{-1} \\ &= \sigma_u^2 \left(\mathbf{X}'\mathbf{X} \right)^{-1} \end{aligned} \quad (2.97)$$

şeklinde ifade edilebilen parametrelerin varyans kovaryans matrisi, heteroskedasite, otokorelasyon veya birimler arası korelasyonun en az bir tanesinin varlığında,

$$\begin{aligned} \text{Var}(\hat{\beta}) &= E \left[\left(\mathbf{X}'\mathbf{X} \right)^{-1} \mathbf{X}'\mathbf{u}\mathbf{u}'\mathbf{X} \left(\mathbf{X}'\mathbf{X} \right)^{-1} \right] \\ &= \sigma_u^2 \left(\mathbf{X}'\mathbf{X} \right)^{-1} \mathbf{X}'\Omega\mathbf{X} \left(\mathbf{X}'\mathbf{X} \right)^{-1} \quad V=\sigma_u^2\Omega \\ &= \sigma_u^2 \left(\mathbf{X}'\mathbf{X} \right)^{-1} \end{aligned} \quad (2.98)$$

halini almaktadır. Bu durum, büyük örneklerle çalışıldığı zaman tutarsızlığa neden olmamakta, fakat etkinliği etkilemektedir. Bir başka ifade ile, varyanslar ve dolayısıyla standart hataların t ve F istatistiklerinin, R^2 'nin ve güven aralıklarının geçerliliği etkilenmektedir. Bu nedenlerle modelde heteroskedasite, otokorelasyon veya birimler arası korelasyondan en az biri varsa, ya parametre tahminlerine dokunmadan standart hatalar düzeltilmeli (dirençli standart hatalar elde edilmeli) ya da varlıkları halinde uygun yöntemlerle tahminler yapılmalıdır.

2.6.1 Huber, Eicker ve White Tahmincisi

Dirençli standart hatalar için ilk çalışmalar Huber (1967), Eicker (1967) ve White (1980) tarafından yapılmıştır. Kalıntıların bağımsız dağılımlı olması durumunda, Ω matrisinin

bilindiği ve diagonal olduğu fakat diagonal elemanların birbirlerine eşit olmadığı varsayımı altında, bir başka ifade ile sadece heteroskedasite olduğu durumda varyansların tahmini için aşağıdaki tahminciyi önermişlerdir:

$$\text{Var}(\hat{\beta}) = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}'\mathbf{V}\mathbf{X}(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \quad (2.99)$$

$$\text{Var}(\hat{\beta}) = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}' \text{diag}(\hat{u}_i^2) \mathbf{X}(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}$$

Burada anlaşılacağı üzere, $\mathbf{V} = \sigma_u^2 \mathbf{\Omega} = \text{diag}(\hat{u}_i^2)$ 'dir. Bu, “*Heteroskedastik Dirençli Varyans Tahmincisi*”dir, “*Huber Tahmincisi*”, “*White Tahmincisi*” ya da “*Eicker Tahmincisi*” olarak da bilinmektedir. MacKinnon ve White (1985) ve Kinkley (1977), bu tahminciye serbestlik derecesi düzeltmesi yaparak küçük örneklerde de kullanılabilir hale getirmişlerdir:

$$\begin{aligned} \text{Var}(\hat{\beta}) &= \frac{N}{N-k} (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \left[\sum_{i=1}^N \hat{u}_i^2 \mathbf{x}_i' \mathbf{x}_i \right] (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \\ &= \frac{N}{N-k} (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}' \text{diag}(u_i^2) \mathbf{X} (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \end{aligned} \quad (2.100)$$

Yine aynı araştırmacılar tarafından önerilen başka bir yaklaşımda, küçük örnek düzeltmesi $(N/N-k)$ yerine $(1/1-h_i)$ ($h_i = H_{ii}$ tahmin matrisinin diagonal elemanlarıdır) ile yapılmaktadır. Long ve Ervin (2000), küçük örnek özelliklerini iyileştirmek ve sapan gözlemlere daha az ağırlık vermek için $(1/(1-h_i)^2)$ düzeltmesini, Cribari-Neto (2004) ise, yine özellikle sapan değerlerin varlığında küçük örnek özelliklerini iyileştirmek için, $(1/(1/h_i)^{\delta_i})$ düzeltmesini önermiştir (burada $\delta_i = \min\{4, h_i/\bar{h}\}$ 'dir).

Tahmin edilen parametrelerin varyans kovaryans matrisi için önerilen bu tahminciler, homoskedastik standart hatalar üretmektedir.

2.6.2 Newey - West Tahmincisi

Newey-West (1987,1994) tarafından önerilen başka bir yaklaşımda da, heteroskedasite ve otokorelasyon varlığında tutarlı tahminciler üretilmektedir. Newey-West'in geliştirilmiş momentler temelli kovaryans matrisi, White'in tahmincisinin genişletilmiş halidir ve otokorelasyon için gecikme uzunluğu sıfır seçildiğinde (otokorelasyon olmadığında), Newey-West tahmincisi White tahmincisine eşittir. Otokorelasyonda, kalıntının ağırlıklı çapraz

çarpımlarını da hesaba katmaktadır. Newey-West standart hataları, temel olarak zaman serisi verileri için türetilmiş olsa da panel veri versiyonu da bulunmaktadır.

$$\text{Var}(\boldsymbol{\beta}) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \hat{u}_t^2 \mathbf{X}_t \mathbf{X}_t' + \frac{1}{T} \sum_{\tau=1}^{T-1} W_{m(T)(\tau)} \sum_{t=\tau+1}^T \left(\mathbf{X}_{t-\tau} \hat{u}_{t-\tau} \hat{u}_t \mathbf{X}_t' + \mathbf{X}_t \hat{u}_{t-\tau} \hat{u}_t \mathbf{X}_{t-\tau}' \right) \quad (2.101)$$

Burada, $W_{m(T)}$ Bartlett Kernel fonksiyonunu ifade etmektedir;

$$W_{m(T)(\tau)} = \begin{cases} 1 - \frac{\tau}{m(T)} & , \quad 0 \leq \frac{\tau}{m(T)} \leq 1 \text{ ise} \\ 0 & , \quad \text{diğer hallerde} \end{cases}$$

$m(T)$, T ile birlikte artan budama gecikmesidir.

2.6.3 Beck ve Katz Tahmincisi

Beck ve Katz (1995) dirençli standart hataları elde etmek için “Panel Düzeltilmiş Standart Hatalar(PCSE)” yöntemini önermiştir. Birimler arası korelasyonu düzeltmek için kullanılan ve büyük T asimptotik temelli standart hatalar üreten bu metodun küçük panellerde kullanımının uygun olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, PSCE tahmincisinin yatay kesit boyutu N’in zaman boyutu T’den çok büyük olduğu durumlarda zayıftır. Çünkü T/N oranı küçük ise, Beck ve Katz’ın PSCE metodunun tahminleri, NxN boyutlu yatay kesit kovaryans matrisinin tahminin doğru olmayacağı sebebiyle sapmalıdır (Hoeckl, 2007, s.5).

Beck-Katz ’ın panel düzeltilmiş standart hatalarını elde etmek için, uygun modelden birimlere göre hatalar düzenlenmektedir.

$$U = \left[\hat{u}_1 \hat{u}_2 \dots \hat{u}_{N-1} \hat{u}_N \right] \quad (2.102)$$

Bunların her biri T elemanlı vektörlerdir ve U, TxN boyutlu bir matristir. $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ ’nın panel düzeltilmiş varyans kovaryans matrisi aşağıda gösterildiği gibidir:

$$\text{Var}(\hat{\boldsymbol{\beta}})^{\text{PCSE}} = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}'\hat{\mathbf{V}}\mathbf{X}(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \quad (2.103)$$

Yukarıdaki son tahminci Huber White dirençli tahmincisine benzemektedir, tek farkı $\hat{V} = (\hat{\sigma}_u^2 \Omega)$ 'nin farklı şekilde tahmin edilmiş olmasıdır. Beck – Katz 'ın kullandığı Ω matrisi aşağıdaki şekilde olduğu gibidir:

$$\hat{\Omega} = \frac{(EE)}{T} \otimes I$$

Birinci küme için hata varyansının tahmincisi aşağıdaki gibi elde edilmektedir:

$$\hat{\sigma}_1^2 = \frac{1}{T} \{ \hat{e}_{11}^2 + \hat{e}_{12}^2 + \dots + \hat{e}_{1T}^2 \}$$

Yukarıdaki varyans tahmincisi, birinci birim için ortalama hata karesini vermektedir. Her bir birim için, kendi hatasının varyansı, hatasının ortalama hata karesidir. Dolayısıyla PCSE, birim için varyansın her bir küme için sabit olduğu sadece kümeler arasında varyansın değiştiği varsayımıyla tahmin yapmaktadır. Küme 1 için PCSE tahmini:

$$\hat{V}_1^{PCSE} = \begin{bmatrix} \hat{\sigma}_1^2 & 0 & 0 \\ 0 & \hat{\sigma}_2^2 & 0 \\ 0 & 0 & \hat{\sigma}_3^2 \end{bmatrix} \quad (2.104)$$

şeklindedir.

2.6.4 Parks - Kmenta Tahmincisi

Heteroskedasite, otokorelasyon ve birimler arası korelasyonun varlığında dirençli standart hatalar üreten yöntem Parks tarafından önerilmiştir. Parks, Kmenta (1986) tarafından tanıtilan Esnek GEKK yöntemi temelli bir algoritma önermiştir.

Bu yaklaşımda önce incelenen model EKK yöntemi ile tahmin edilmekte, sonra elde edilen kalıntılar otokorelasyon ve heteroskedasiteyi hesaplamak için kullanılmaktadır ve tekrar GEKK yöntemi ile tahmin yapmaktadır. Bu süreç β ' lar sabit bir sayıya yaklaşıncaya kadar devam etmektedir (Tatoğlu, 2012, s.253).

2.6.5 Driscoll ve Kraay Tahmincisi

Zaman boyutunun büyük olduğu düşünülürken, Driscoll ve Kraay standart parametrik olmayan zaman serisi kovaryans matris tahmincilerinin uzamsal ve dönemsel korelasyonunun tüm genel formları için dirençli olabilecek şekilde geliştirilebildiğini göstermiştir. Bu şekilde düzeltilmiş standart hata tahminleri, yatay kesit boyutu N 'den bağımsız olarak ($N \rightarrow \infty$) kovaryans matris tahmincilerinin tutarlılığını garantilemektedir. Böylece Driscoll ve Kraay'ın yaklaşımı, özellikle mikro ekonometrik panellerde karşılaşılan yatay kesit boyutunun büyüklüğü durumunda zayıf olan sadece büyük T olduğu durumda tutarlı kovaryans matris tahmincileri üreten Parks-Kmenta ya da Beck ve Katz yöntemlerine alternatif olarak türetilmiştir. Driscoll ve Kraay tahmincisi, büyük T ve N durumunda bile heteroskedasite varlığında tutarlı, uzamsal ve dönemsel korelasyonun genel formlarında dirençli standart hatalar üretmektedir (Hoeckl, 2007, s.5).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TÜRKİYE’DE PETROL BAZLI YAKIT FİYATLARININ MOTOR HACİMLERİNE GÖRE BİNEK ARAÇ TALEBİNE ETKİSİNİN MODELLENMESİ

Bu bölümde modelde kullanılan değişkenlerin seçilmesi hakkında bilgi verilmiş, bu değişkenlerin frekans dağılım ve betimsel istatistik tablo değerleri incelenmiştir. Bir sonraki adımda ise üç farklı yakıt tipine göre analize konu olabilecek üç model kurulmuş ve bu modeller farklı tahmin yöntemleri ile tahmin edilmiştir. Daha sonrasında ise tahmin sonuçları karşılaştırılıp uygun modeller belirlenmiştir. Uygun olan modellerin temel varsayımları sağlayıp sağlamadığına bakıldıktan sonra dirençli standart hatalar elde edilip nihai modellere ulaşılmıştır.

3.1 Araştırmanın Amacı

Araştırmada 2011 yılında ay bazında yakıt tipine göre araç satış adetleri ve bu rakamların motor hacimleri ile olan ilişkisi bazı veriler yardımıyla incelenmiştir. Bu veriler Türkiye’deki yakıt tipine göre petrol fiyatları, araçların motor hacimleri, araçların ortalama satış fiyatları, reel döviz kur endeksi ve kişi başına düşen GSMH ile ilişkilendirilmeye çalışılmış, Türkiye’de satılan otomobil sayılarında etkisinin olup olmadığı araştırılmıştır.

3.2 Araştırmada Kullanılan Veriler

Bu çalışmada bağımlı değişken olarak 2011 yılında aylara göre satılan otomobil sayıları veri olarak kullanılmıştır. Bu otomobil sayılarının, motor hacimleri ve yakıt tipleri verileri Türkiye İstatistik Kurumu’ndan talep edilerek derlenmiştir.

Açıklayıcı değişken olarak yer alan araçların ortalama satış fiyatları ise, Antalya’da bulunan araç satış bayilerinden alınan verilerle derlenmiştir.

Bir diğer açıklayıcı değişken olan kişi başına düşen milli gelir verileri Türkiye İstatistik Kurumu internet sayfasından elde edilmiştir. Yakıt tipine göre petrol fiyatları ise Türkiye Enerji Kurumu internet sayfasından derlenmiştir.

3.2.1 Araştırmada Kullanılan Açıklayıcı Değişkenlerin Seçilmesi

Yapılan araştırmalarda, tüketicilerin araç satın alırken yakıt tipi ve motor hacmi karar vermelerini etkileyen önemli faktörlerdendir. Bunun dışında petrol fiyatları, ortalama araç fiyatları, kişi başına düşen GSMH da araç talebini etkileyen değişkenlerdendir.

3.2.1.1 Yakıt Tipi ve Motor Hacmi

2011 yılında ay bazında dizel (mazot), benzin, LPG olarak üç ayrı yakıt tipi mevcuttur. Her yakıt tipine göre de altı farklı motor hacmi bulunmaktadır. Modelimizde bu değişkenleri *yakıt id* ve *silindir id* diye isimlendirmiş bulunmaktayız.

Yakıt id değişkeninde, dizel “0”, benzin “1” ve LPG “2” ile numaralandırılmaktadır. *Silindir id* değişkeninde;

- 1299 ve altı motor hacmi → 0
- 1300–1399 motor hacmi → 1
- 1400–1499 motor hacmi → 2
- 1500–1599 motor hacmi → 3
- 1600–1699 motor hacmi → 4
- 2000 ve üstü motor hacmi → 5

rakamıyla numaralandırılmaktadır. Buna göre yakıt tipine göre 6 tane birim değişkenimiz bulunmaktadır.

3.2.1.2 Kişi başına düşen GSMH

Türkiye gibi enflasyonun yüksek ve değişken olduğu bir ekonomide, faizlerdeki dalgalanmalar talepte değişikliklere neden olabilir. Otomobil düşük gelir seviyelerinde normal bir mal özelliği göstermediği için gelir arttıkça otomobil talebi artar. Düşük gelir düzeylerinde, gelirin artması otomobil talebini etkilemeyebilir; çünkü otomobil zaruri ihtiyaç malı değildir. Gelir arttıkça, toplam nüfus içinde otomobil satın alabilecek kişi sayısı artacağından, otomobil talebinde bir artış olması beklenmektedir. Daha yüksek gelir düzeylerinde ise tüketiciler kaliteye daha çok önem verdiklerinden, gelir artışı toplam otomobil satış artışı yerine daha lüks otomobillere doğru ikameye yol açabilmektedir (Berry, 1995). Bu nedenle tüketicinin kişi başına düşen geliri ile araç talepleri arasındaki ilişkiyi ele alabilmek için geliri açıklayıcı değişken olarak modele ekleyebiliriz.

3.2.1.3 Aylık Ortalama Otomobil Kredi Faizi, Otomobil Ortalama Fiyatları

Araştırmanın amacı doğrultusunda otomobil ortalama fiyatları, aylık ortalama kredi faizi, açıklayıcı değişken olarak kullanılmıştır. Her mal gibi otomobil talebi de sadece kendi fiyatı değil rekabet içinde bulunduğu ikame edilebilir malların fiyatlarından da etkilenecektir. Her farklı modelin fiyatının ayrı bir açıklayıcı değişken olarak regresyona eklenmesi, hesaplanması gereken çapraz fiyat esnekliği sayısını çok fazla arttıracığından, bunun yerine otomobil ortalama fiyatları açıklayıcı değişken olarak kullanılmıştır (Levinsohn, 1988 s.7). Böylece aylık ortalama otomobil kredi faizi, reel döviz kuru ve otomobil fiyatları analize dahil edilerek otomobil talebine etkisi üzerinde anlamlı etkisi olup olmadığı araştırılmıştır.

3.2.1.4 Bağımlı Gecikmeli Değişkenin Modele Dahil Edilmesi

Bağımlı gecikmeli değişken olan araç sayısını modele dahil ettiğimizde, bir önceki değişkenin, bir sonraki dönemde değişkenleri olumlu yönde etkileyip etkilemediğini görmek için modele gecikmeli değişken olarak dahil edilmiştir.

3.3 Araştırmanın Yöntemi

Petrol fiyatlarının Türkiye’de araç talebine etkisini açıklamak için modele benzin, LPG, mazot fiyatları, aylık ortalama otomobil kredi faizi, reel döviz kur endeksi, kişi başına düşen GSMH, otomobil ortalama fiyatları ve bir dönem gecikmeli araç sayısı açıklayıcı değişken olarak eklenmiştir.

Türkiye’de petrol fiyatlarının araç talebi üzerinde nasıl bir etkiye sahip olup olmadığını belirlemek için her yakıt tipine göre üç ana model ön görülmüştür.

Yakıt tipi benzine göre;

$AS = f(\text{ortalama otomobil fiyatları, benzin fiyatı, mazot fiyatı, LPG fiyatı, faiz, kur, GSMH, gecikmeli araç sayısı})$

Yakıt tipi dizele göre;

$AS = f(\text{ortalama otomobil fiyatları, benzin fiyatı, mazot fiyatı, LPG fiyatı, faiz, kur, GSMH, gecikmeli araç sayısı})$

Yakıt tipi LPG'ye göre;

AS = f(ortalama otomobil fiyatları, benzin fiyatı, mazot fiyatı, LPG fiyatı, faiz, kur, GSMH, gecikmeli araç sayısı)

İlk olarak değişkenler arasındaki betimsel istatistik ve frekans dağılım tabloları incelenecektir. Daha sonra yakıt tipine göre modellerin analizi yapılacaktır.

3.3.1 Değişkenler Arasındaki Betimsel İstatistik ve Frekans Dağılımı

Bu kısımda silindir hacimleri, yakıt tipleri, araç sayıları ve otomobil ortalama fiyatları arasındaki ilişkiye bakılacak, değişkenlerin nasıl dağıldığı hakkında bilgi verilecek, yüzdelik değerler yorumlanacaktır.

3.3.1.1 Silindir Hacmine Göre 2011 Yılı Araç Talebinin Frekans Dağılımı

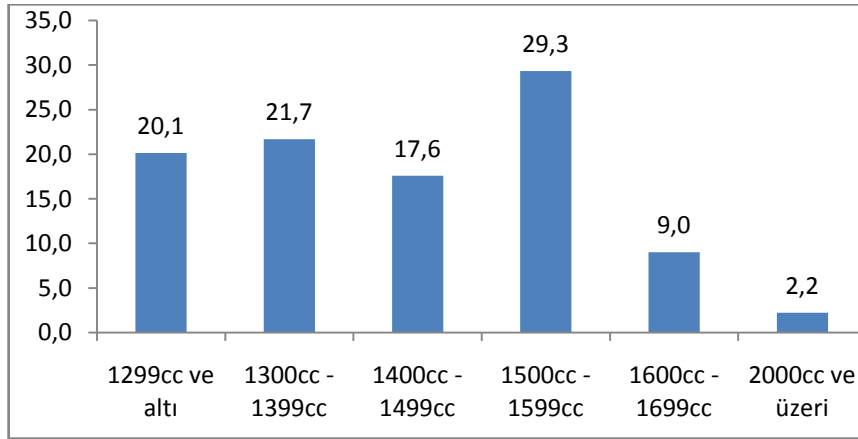
Silindir hacimlerine göre 2011 yılında satılan araç sayıları ve yüzdeleri arasındaki ilişki aşağıdaki tabloda ve grafikte yer almaktadır.

Tablo 3.1 2011 Yılı Araç Talebinin Frekans Dağılımı

Silindir Hacmi	Araç Sayıları	Yüzde (%)
1299cc ve altı	119.252	20.1
1300cc-1399cc	128.512	21.7
1400cc-1499cc	104.292	17.6
1500cc-1599cc	173.806	29.3
1600cc-1699cc	53.403	9.0
2000cc ve üzeri	13.131	2.2
Toplam	592.396	100.0

Tabloya baktığımızda 2011 yılı içerisinde toplam 592.396 araç satışı gerçekleşmiştir. En fazla araç satışı 173.806 adet ile 1500cc – 1599cc silindir hacminde görülmekte, % 29.3 ile en büyük payı almaktadır. İkinci sırayı 1300cc – 1399cc silindir hacimli araçlar takip etmektedir, buna göre satış adeti 128.512 iken genele oranı % 21.7 'dir. En düşük araç satışı ise 13.131 adet ile 2000cc ve üzeri silindir hacminde görülmektedir. Bunun oranı ise % 2.2'dir.

Şekil 3.1 2011 Motor Hacmine Göre Satış Yüzdeleri



3.3.1.2 Yakıt Tipine Göre 2011 Yılı Araç Talebinin Frekans Dağılımı

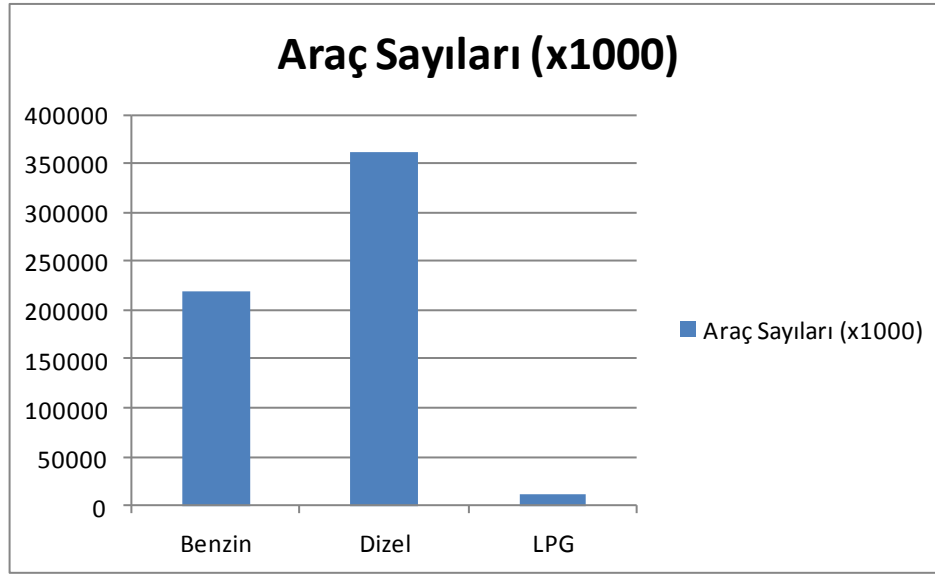
Aşağıdaki tabloda 2011 yılında benzin, dizel ve LPG yakıt tiplerine göre satılan araç sayıları ve yüzdeleri yer almaktadır.

Tablo 3.2 2011 Yılı Araç Talebinin Frekans Dağılımı

Yakıt tipi	Araç Sayıları (x1000)	Yüzde (%)
Benzin	218.710	36.9
Dizel	362.465	61.2
LPG	11.221	1.9
Toplam	592.396	100

Tablo 3.2 'ye baktığımız zaman 2011 yılında satılan toplam araç sayısının % 61.2 'lik kısmını dizel araçlar oluşturmaktadır. İkinci sırayı % 36.9 ile benzinli araçlar, en son sırayı ise %1.9'luk pay ile LPG 'li araçlar almaktadır.

Şekil 3.2 2011 Yakıt Tipine Göre Satış Adetleri



3.3.1.3 Silindir Hacmi ve Yakıt Tipine Göre 2011 Yılı Araç Talebinin Frekans Dağılımı

Silindir hacmi ve yakıt tipine göre araç talebinin frekans dağılımı aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

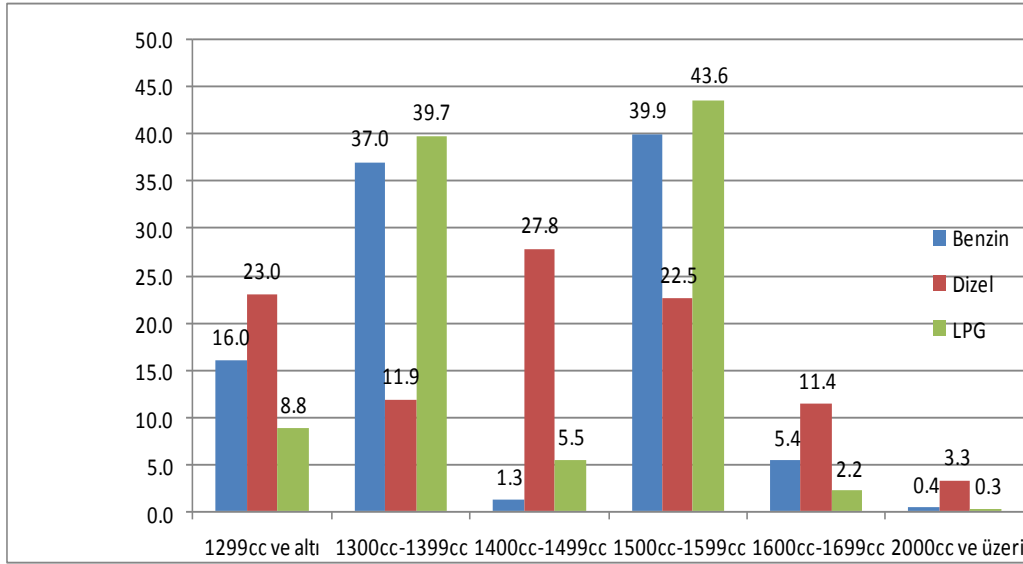
Tablo 3.3 2011 Yılı Araç Talebinin Frekans Dağılımı

Silindir Hacmi	Benzin		Dizel		LPG	
	Araç Sayıları	Yüzde (%)	Araç Sayıları	Yüzde (%)	Araç Sayıları	Yüzde (%)
1299cc ve altı	35.055	16.0	83.207	23.0	990	8.8
1300cc-1399cc	80.936	37.0	43.122	11.9	4.454	39.7
1400cc-1499cc	2.759	1.3	100.921	27.8	612	5.5
1500cc-1599cc	87.274	39.9	81.642	22.5	4.890	43.6
1600cc-1699cc	11.714	5.4	41.447	11.4	242	2.2
2000cc ve üzeri	972	0.4	12.126	3.3	33	0.3
Toplam	218.710	100.0	362.465	100.0	11.221	100.0

Yukarıdaki tablo değerlerine göre 2011 yılında 1500cc – 1599cc 87.274 adet benzinli araç satılmıştır. Bu sayıya göre % 39.9 'luk dilimle benzinli araçlar en üst sırada yer almaktadır. Benzinli araçlarda en düşük rakam ise 972 adet ile 2000cc ve üzeri silindir hacimli araçlardır. Yüzdeler payda en düşük orana sahiptir. Dizel araçlarda ise en yüksek araç satışı 1400cc – 1499cc silindir hacimli araçlarda görülmektedir. Buna göre 100.921 adet araç satılmış ve bu rakama göre % 27.8 'lik yüzdeye sahiptir. Benzinli araçlarda olduğu gibi dizel araçlarda da en düşük oran 2000cc ve üzeri araçlarda görülmektedir. LPG 'li araçlarda en fazla araç satışı 4.890 adettir. Buna göre tüketiciler, LPG 'li araçlarda 1500cc – 1599cc silindir hacimli

araçları talep etmektedir. % 43.6 'lık dilimle en yüksek sıradadır. Tablonun geneline baktığımız zaman ise 2011 yılında satılan en yüksek araç sayısı 362.465 adet ile benzinlerde, en az satış rakamı ise 11.221 adet ile LPG 'li araçlarda görülmektedir.

Şekil 3.3 2011 Yakıt Tipi ve Silindir Hacmine Göre Satış Yüzdeleri



3.3.1.4 Silindir Hacmine Göre Otomobil Ortalama Fiyatları Betimsel İstatistikleri

Silindir hacmine göre otomobil ortalama fiyatlarının betimsel istatistik tablosu aşağıda verilmiştir.

Tablo 3.4 Betimsel İstatistik Tablo Sonuçları

Silindir Hacmi	Ortalama	Medyan	Standart Sapma	Minimum	Maximum
1299cc ve altı	28.010	28.25	1.154	26.59	29.35
1300cc-1399cc	32.315	33.15	1.474	30.5	34.4
1400cc-1499cc	38.704	38.625	3.343	34.72	43
1500cc-1599cc	45.917	45.49	5.187	39.85	52.36
1600cc-1699cc	55.884	57.73	8.366	44.994	64.95
2000cc ve üzeri	70.758	77.55	12.894	51.22	81.8
Toplam	45.026	39.85	15.901	26.59	81.8

Analiz sonucunda otomobil ortalama fiyatlarının tanımlayıcı istatistikleri belirlenmiştir. Çıkan sonuçlara göre otomobil ortalama fiyatlarının ortalaması 2000cc ve üzerinde 70.758 ile en yüksek çıkarken, en az 1299cc ve altında 28.010 değeri çıkmıştır. Bunun dışında otomobil ortalama fiyatlarının minimum değeri 26.59 iken maksimum değeri 81.8 'dir.

Silindir hacmine göre ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığına bakmak için H_0 ve alternatif hipotez kurulmuş, Kruskal – Wallis Testi ile hipotez test edilmiştir.

Tablo 3.5 Kruskal - Wallis Test Sonucu

Kruskal-Wallis Testi	χ^2	Prob > χ^2
	192.067	0.0000

H_0 : Silindir hacmine göre ortalamalar arasında istatistiksel olarak bir fark yoktur.

H_1 : Silindir hacmine göre ortalamalar arasında istatistiksel olarak bir fark vardır.

Test sonucuna göre H_0 hipotezi reddedilmiş, silindir hacmine göre ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur.

3.3.1.5 Ortalama Yakıt Fiyatları Betimsel İstatistikleri

Yakıt tipine göre ortalama yakıt fiyatlarının betimsel istatistik tablosu aşağıda verilmiştir.

Tablo 3.6 Betimsel İstatistik Tablo Sonuçları

Yakıt	Ortalama	Medyan	Standart Sapma	Minimum	Maximum
Dizel	46.750	42.122	16.695	27.3	78.05
Benzin	50.523	47.68	18.032	29.15	81.8
LPG	37.601	34.72	8.280	26.59	51.22
Toplam	45.026	39.85	15.901	26.59	81.8

Tablo 3.6 'da analiz sonucunda otomobil ortalama fiyatlarının tanımlayıcı istatistikleri belirlenmiştir. Çıkan sonuçlara göre otomobil ortalama fiyatlarının ortalaması 45.026 çıkmıştır. Otomobil ortalama fiyatlarının minimum değeri LPG 'li araçlarda 26.59 iken maksimum değeri benzinli araçta değeri 81.8 'dir.

Yakıt fiyatlarına göre ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığına bakmak için H_0 ve alternatif hipotez kurulmuş, Kruskal – Wallis Testi ile hipotez test edilmiştir.

Tablo 3.7 Kruskal - Wallis Test Sonucu

Kruskal-Wallis Testi	χ^2	Prob > χ^2
	18.691	0.0000

H₀: Ortalamalar arasında istatistiksel olarak bir fark yoktur.

H₁: Ortalamalar arasında istatistiksel olarak bir fark vardır.

Test sonucuna göre H₀ hipotezi reddedilmiştir. Buna göre ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur.

3.3.1.6 Ortalama Yakıt Fiyatlarına Göre Betimsel İstatistikler

Tablo 3.8 'de ortalama yakıt fiyatlarına göre betimsel istatistik sonuçları verilmiştir.

Tablo 3.8 Betimsel İstatistik Tablo Sonuçları

		Mazot Fiyatı	Benzin Fiyatı	LPG Fiyatı
N	Valid	12	12	12
Ortalama		3.734	4.247	2.366
Medyan		3.760	4.258	2.370
Standart Sapma		0.173	0.129	0.078
Minimum		3.392	3.975	2.251
Maximum		3.923	4.379	2.485

Tabloya göre benzin fiyatının ortalama değeri 4.247 ile en yüksek çıkmıştır. En düşük ortalama değer ise 2.366 ile LPG fiyatında görülmektedir. Mazot fiyatının medyanı 3.760 iken benzin fiyatının medyanı 4.258 'dir. En düşük medyan 2.370 ile LPG fiyatında görülmektedir.

3.3.1.7 Aylık Faiz, Kur ve GSMH 'nin Betimsel İstatistikleri

Aylık ortalama kredi faizi, reel döviz kur endeksi ve GSMH 'nin betimsel istatistik değerleri aşağıdaki tabloda verildiği gibidir.

Tablo 3.9 Betimsel İstatistik Tablo Sonuçları

		Aylık Faiz	Kur	GSMH (x1000)
N	Valid	12	12	12
Ortalama		11.744	-1.105	28.793
Medyan		11.693	-1.095	28.808
Standart Sapma		1.163	2.786	18.498
Minimum		10.275	-5.372	26.382
Maximum		13.423	3.513	31.177

Kişi başına düşen gelirin ortalama değeri 28.793 çıkmıştır, medyan değeri ise 28.808 'dir. Aylık ortalama kredi faizinin ortalama değeri 11.744, medyan değeri de 11.693 çıkmıştır. Reel döviz kurunun ortalama değeri -1.105, medyanı ise -1.095 çıkmıştır. Kişi başına düşen gelirin maximum değeri 31.177, minimum değeri 26.382 'dir. Aylık faizin en düşük değeri 10.275, en yüksek değeri 13.423 'tür. Kurun minimum değeri ise -5.372 iken maksimum değeri 3.513 çıkmıştır.

3.3.2 Yakıt Tipi Benzine Göre Birinci Modelin Analizi

İlk olarak yakıt tipi benzine göre model analiz edilmiştir.

AS = f(otomobil ortalama fiyatları, benzin fiyatı, mazot fiyatı, LPG fiyatı, faiz, kur, GSMH, gecikmeli araç sayısı)

Model 1. Klasik Model

Logaritması alınmış doğrusal model aşağıdaki gibi elde edilir:

$$\ln(AS_{it}) = \beta_1 + \beta_2 \ln(ORTF_{it}) + \beta_3 \ln(BF_{it}) + \beta_4 \ln(MF_{it}) + \beta_5 \ln(LF_{it}) + \beta_6 (\text{Faiz}_{it}) + \beta_7 (\text{KUR}_{it}) \\ + \beta_8 \ln(\text{GSMH}_{it}) + \beta_9 \text{lag} \ln(AS_{it-1}) + u_{it}$$

$i = 1, \dots, N \quad t = 1, \dots, T$

Model 2. Sabit Birim Etkili Model

$$\ln(AS_{it}) = \beta_1 + \mu_i + \beta_2 (\text{ORTF}_{it}) + \beta_3 \ln(\text{BF}_{it}) + \beta_4 \ln(\text{MF}_{it}) + \beta_5 \ln(\text{LF}_{it}) + \beta_6 (\text{Faiz}_{it}) + \beta_7 (\text{KUR}_{it}) \\ + \beta_8 \ln(\text{GSMH}_{it}) + \beta_9 \text{lag} \ln(AS_{it-1}) + u_{it}$$

$i = 1, \dots, N \quad t = 1, \dots, T$

Model 3. Rassal Birim Etkili Model

$$\ln(AS_{it}) = \beta_1 + \mu_i + \beta_2(ORTF_{it}) + \beta_3 \ln(BF_{it}) + \beta_4 \ln(MF_{it}) + \beta_5 \ln(LF_{it}) + \beta_6(\text{Faiz}_{it}) + \beta_7(\text{KUR}_{it}) \\ + \beta_8 \ln(\text{GSMH}_{it}) + \beta_9 \text{lag} \ln(AS_{it-1}) + u_{it}$$

$i = 1, \dots, N \quad t = 1, \dots, T$

Yukarıda belirtilen modellerde;

AS_{it} : Türkiye’de i ‘inci motor hacmine göre t ayında satılan araç sayısı

$ORTF$: Araçların ortalama satış fiyatı

BF : Benzin litre fiyatı

MF : Mazot litre fiyatı

LF : LPG litre fiyatı

$FAİZ$: Aylık ortalama kredi faizi

KUR : Reel döviz kur endeksi

$GSMH$: Kişi başına düşen gayri safi milli hasıla

3.3.2.1 Modellerin Tahmin Edilmesi

Yukarıdaki modellerin hepsi denenip en uygun model belirlenmeye çalışılmıştır. İlk önce klasik model denenecektir. İkinci adımda sabit etkiler modeli, üçüncü adımda ise rassal etkiler modeli denenecektir. Daha sonraki adımda ise modellerin analiz sonuçları değerlendirip uygun olan belirlenecektir. Uygun olan sabit etkiler modeli ile rassal etkiler modelinin hangisinin etkin ve tutarlı olduğu Hausman testi yardımıyla tespit edilecektir.

En uygun modelin belirlenmesinden sonra ise panel veri analizinde temel varsayımların sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilecektir.

Birimler arası korelasyonun varlığını test etmek için Pesaran ve Breusch Pagan Lagrange testi kullanılacaktır. Değişen varyansın testi için Wald testi kullanılacaktır. Otokorelasyonun testi için Baltagi Wu ve Durbin – Watson testi kullanılacaktır. Son adımda ise varsayımların

sağlanıp sağlanmadığı dikkate alınarak dirençli standart hatalar üreten tahmin yöntemlerinden uygun olan kullanılacaktır.

3.3.2.1.1 Modellerin Tahmin Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Belirlenen modeller tahmin edildiğinde aşağıdaki bulgular elde edilmiştir.

Model 1. Klasik Model

Klasik modelde, hem sabit hem de eğim parametrelerinin birimlere ve zaman göre sabit olduğu yani bütün gözlemlerin homojen olduğu varsayımına dayanmaktadır. Havuzlanmış En Küçük Kareler Yöntemi ile modelin çözümü yapılmıştır.

Tablo 3.10 Model 1 İçin Havuzlanmış EKK Tahmincileri

Değişkenler	Katsayı	t-istatistiği	Olasılık değeri
lnlagAS	0.971	30.74	0.000***
lnMF	26.723	4.34	0.000***
lnLF	-6.796	-2.46	0.017**
lnBF	3.904	0.80	0.425
lnORTF	-0.126	-0.84	0.404
FAİZ	-0.003	0.00	0.998
KUR	-0.027	-1.24	0.218
lnGSMH	-7.045	-2.53	0.014**
_sabit	83.542	2.03	0.047
N	R ²	F (8,57)	prob > F
66	0.964	192.38	0.0000

Modelin çözüm sonuçlarına bakıldığında, gecikmeli araç sayıları ve mazot fiyatları değişkenlerinin %1 anlamlılık düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Bunun dışında LPG fiyatları ve kişi başına düşen gelir %5 anlamlılık seviyesinde anlamlı çıkmıştır. Buna göre LPG fiyatlarındaki % 1 birimlik artış araç sayısını yaklaşık % 7 azaltmaktadır. Bunun dışındaki değişkenlerin olasılık değerleri % 10 anlamlılık düzeyinde bile anlamsızdır. Otomobil ortalama fiyatları, faiz, kur ve LPG fiyatının katsayı değişkenleri beklenildiği yönde çıkmıştır. R² değerinin 0,964 olması, modeldeki açıklayıcı değişkenlerin, araç sayılarını yaklaşık %97 düzeyde açıkladığı bilgisini vermektedir.

Model 2. Sabit Birim Etkiler Modeli

Sabit etkiler modeli iki yöntem ile çözülmüştür. Birinci yöntem “Kukla Değişkenli EKK”, ikincisi ise “Grup içi Tahmin Yöntemi”dir. Kukla değişkenli EKK yönteminden her bir birim etkinin katsayılarının anlamlı olup olmadığına bakılmıştır.

Kukla değişkenli EKK yöntemi ile elde edilen R^2 değerlerinin olması gerektiğinden büyük çıkması nedeniyle Grup içi Tahmin Yöntemi tercih edilmektedir.

Tablo 3.11 Model 2 İçin Kukla Değişkenli EKK Tahmincileri

Değişkenler	Katsayı	t-istatistiği	Olasılık değeri
lnlagAS	-0.186	-1.38	0.174
lnMF	6.993	1.51	0.138
lnLF	-3.571	-1.91	0.062*
lnBF	-4.611	-1.37	0.178
lnORTF	-5.929	-0.78	0.440
FAİZ	0.018	0.18	0.858
KUR	0.018	1.20	0.234
lnGSMH	1.705	0.82	0.418
Dsilindir 1	1.650	1.70	0.096*
Dsilindir 2	-0.848	-0.29	0.775
Dsilindir 3	4.454	1.01	0.319
Dsilindir 4	3.391	0.56	0.581
Dsilindir 5	1.668	0.21	0.832
sabit	-1.019	-0.03	0.979
N	R^2	F (13,52)	prob > F
66	0.985	277.11	0.0000

Kukla değişkenli en küçük kareler yönteminde kukla değişken sayısı fazla ise, ilave bir kukla değişken kullanımı zor olmaktadır, çoğu zaman çoklu doğrusal bağlantı sebebiyle modelden düşebilmektedir. Bu nedenle silindir hacmi 1299 ve altını ifade eden Dsilindir0 kukla değişkeni kullanılamamıştır.

Model sonuçlarına baktığımızda LPG fiyatı ve Dsilindir1 değişkeni % 10 seviyesinde anlamlı çıkmıştır. Bunun dışındaki değişkenler anlamsız çıkmıştır. Modele gölge değişken ilave edilmesi R^2 'yi arttırmaktadır. R^2 değerinin 0,985 olması, modelin Türkiye’de satılan araç sayılarının %98’ini açıkladığını göstermektedir.

Tablo 3.12 Model 2 İçin Grup İçi Tahmincileri

Değişkenler	Katsayı	t-istatistiği	Olasılık değeri
lnlagAS	-0.186	-1.38	0.174
lnMF	6.993	1.51	0.138
lnLF	-3.571	-1.91	0.062*
lnBF	-4.611	-1.37	0.178
lnORTF	-5.929	-0.78	0.440
FAİZ	0.018	0.18	0.858
KUR	0.018	1.20	0.234
lnGSMH	1.705	0.82	0.418
sabit	0.700	0.02	0.986
N	R ²	F (8,52)	prob > F
66	0.266	2.36	0.0000

Grup içi tahmin sonuçlarına bakıldığında kukla değişkenli EKK yöntemi ile elde edilen katsayı değerleri ve katsayıların *t*-istatistik değerleri ile aynı çıktıkları görülmektedir. Bu nedenle kukla değişkenli EKK yönteminde yaptığımız katsayı yorumları, grup içi tahmincileri için de geçerlidir. Aralarındaki fark R² değerinin olması gerektiğinden daha da düşük çıkmasıdır. Bu da Model 2'nin Türkiye'de satılan araç sayılarının yaklaşık % 27 'ini açıkladığı anlamına gelmektedir.

Model 3. Rassal Birim Etkiler Modeli

Rassal etkiler modeli En Çok Olabilirlik yöntemi ve Genelleştirilmiş EKK yöntemi ile tahmin edilmiştir. En Çok Olabilirlik yönteminin kullanılmasının sebebi rassal birim etkilerinin varlığının analiz edilmesidir. Analiz olarak birbirlerine yakın sonuçlar verse de modelin esas çözümü olarak Genelleştirilmiş EKK yöntemi kullanılmıştır.

Tablo 3.13 Model 3 İçin En Çok Olabilirlik Yöntemi Tahmincileri

Değişkenler	Katsayı	z-istatistiği	Olasılık değeri
lnlagAS	0.971	33.08	0.000***
lnMF	26.723	4.67	0.000***
lnLF	-6.796	-2.65	0.008***
lnBF	3.904	0.86	0.388
lnORTF	-0.126	-0.90	0.366
FAİZ	-0.003	0.00	0.998
KUR	-0.027	-1.34	0.181
lnGSMH	-7.045	-2.72	0.006***
sabit	83.542	2.18	0.029
N		Wald chi(8)	prob > χ^2
66		219.93	0.0000
Olabilirlik Oran Testi		chibar2(1)	prob >chibar2
		360.02	0.000

EÇO yöntemi tahmin sonuçlarına bakıldığında gecikmeli araç sayısı, mazot fiyatı, kişi başına düşen gelir ve LPG fiyat değişkenleri %1 anlamlılık seviyesinde anlamlı çıkmıştır. Bunun dışındaki değişkenlerin olasılık değerleri anlamsız çıkmıştır. Bunun dışında LPG fiyatı, otomobil ortalama fiyatları, reel döviz kur endeksi ve faiz değişkenlerinin katsayıları beklenildiği yönde çıkmıştır. Buna göre LPG fiyatlarındaki % 1 birimlik artış araç sayılarını yaklaşık % 7 seviyesinde düşürmektedir. Mazot, benzin fiyatları ve kişi başına düşen gelir değişkenlerinin katsayıları beklenildiğinin tersi yönünde çıkmıştır. Ayrıca Wald testi modelin genelini anlamlı olduğunu ve olabilirlik oran testi modelde birim etkilerin var olduğunu göstermektedir.

Tablo 3.14 Model 3 İçin Genelleştirilmiş EKK Yöntemi Tahmincileri

Değişkenler	Katsayı	z-istatistiği	Olasılık değeri
lnlagAS	0.971	30.74	0.000***
lnMF	26.723	4.34	0.000***
lnLF	-6.796	-2.46	0.014**
lnBF	3.904	0.80	0.422
lnORTF	-0.126	-0.84	0.401
FAİZ	-0.003	0.00	0.998
KUR	-0.027	-1.24	0.213
lnGSMH	-7.045	-2.53	0.011**
sabit	83.542	2.03	0.043
N	R ²	Wald chi(8)	prob >χ ²
66	0.964	1539.03	0.0000

Genelleşmiş EKK tahmin yöntemi de En Çok Olabilirlik tahmin yöntemi ile benzer bulgular vermiştir. Bunun yanında R² değerinden, modelin araç talebinin % 96 'sını açıkladığı görülmektedir.

3.3.2.1.2 Modellerin Karşılaştırılması ve Uygun Modelin Belirlenmesi

Bu bölümde ilk olarak yukarıda elde edilen bulgular değerlendirilmiş ve uygun olmayan model elimine edilmiştir. İkinci adımda kalan modeller Hausman testi ile karşılaştırılmış ve en iyi model seçilmiştir.

Klasik Model olan model 1 R² değeri çok düşük çıkmamıştır. Fakat benzin fiyatları, otomobil araç fiyatları, reel döviz kur endeksi ve aylık ortalama kredi faizi değişkenlerinin anlamsız çıkmasından dolayı elenmiştir.

Sabit etkiler modelinde Kukla Değişkenli EKK yöntemi ile birim etkilerin var olduğu tespit edilmiştir. Grup İçi Tahmin yöntemiyle R² değeri gerçeğe daha yakındır. Bu nedenle sabit etkiler modelinden Grup İçi Tahmin yöntemi tercih edilmiştir.

Rassal etkiler modelinde EÇO ve Genelleştirilmiş EKK yöntemi kullanılmıştır. Modelin analiz kısmında belirtildiği gibi Genelleştirilmiş EKK yöntemi tercih edilmiştir.

Sabit etkiler modelinden Grup İçi Tahmincileri ve rassal etkiler modelinden Genelleştirilmiş EKK tahmincileri seçildikten sonra aralarında fark olup olmadığı yaygın olarak kullanılan Hausman testi ile belirlenmiştir.

Tablo 3.15 Hausman Testi Sonuçları

Hausman Testi	χ^2	Prob > χ^2
	80.65	0.0000

H_0 : Katsayılar arasındaki fark sistematik değildir.

H_1 : Katsayılar arasındaki fark sistematiktir.

Sabit etkiler modeli H_0 ve H_1 hipotezleri altında tutarlı, rassal etkiler modeli H_1 hipotezi altında tutarsız ve H_0 hipotezi altında etkindir, temel ve alternatif hipotezleri altında Hausman testi yapılmıştır. Hausman test istatistiğine bakıldığında H_0 hipotezinin %1 anlamlılık derecesinde reddedildiği görülmektedir. H_1 hipotezi kabul edildiği için rassal etkiler tahmincilerinin tutarsız olduğuna ve sabit etkiler tahmincilerinin geçerli olduğuna karar verilmiştir.

3.3.2.2 Temel Varsayımları Testi

Araştırmanın modelinin Sabit Etkiler Modeli olduğuna karar verildikten sonra temel varsayımların sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmiştir. Değişen varyans sorununun olup olmadığını tespit etmek için Wald testi sonuçlarına bakılmıştır.

Tablo 3.16 Wald Testi Sonuçları

Wald Testi	$\chi^2 (6)$	Prob > χ^2
	123.21	0.0000

$H_0: \sigma_i = \sigma \quad i = 1, \dots, N$ (varyans birimlere göre değişmez.)

$H_1: \sigma_i \neq \sigma \quad i = 1, \dots, N$ (varyans en az bir birime göre değişir.)

Wald testi sonucuna göre H_0 hipotezinin reddedildiği görülmektedir. Yani varyans birimlere göre değişmektedir. Wald testi sonuçlarına göre modelimizde değişen varyans (heteroskedasite) sorunu olduğu tespit edilmiştir.

Otokorelasyonun varlığını tespit etmek için Durbin-Watson ve Baltagi Wu LBI test sonuçları aşağıdaki gibi çıkmıştır.

Tablo 3.17 Durbin-Watson ve Baltagi Wu LBI Test Sonuçları

Durbin-Watson Testi	1.6300
Baltagi Wu LBI Testi	1.9372

Durbin-Watson ve Baltagi Wu LBI testi için temel hipotezi ve alternatif hipotez aşağıdaki şekilde olmaktadır.

H_0 : Otokorelasyon yoktur.

H_1 : Otokorelasyon vardır.

Test sonuçlarına bakıldığında Durbin-Watson ve Baltagi Wu LBI test sonuçlarının 2 'den uzak olması otokorelasyon sorunu olduğunu göstermektedir. Bu nedenle H_0 hipotezinin reddedildiği görülmüştür ve otokorelasyon sorunu varlığı tespit edilmiştir.

Pesaran ve Breusch - Pagan Lagrange testi sonuçları ise birimler arası korelasyonun var olduğunu işaret etmektedir.

Tablo 3.18 Pesaran Testi Sonuçları

Pesaran CD Testi	CD	Prob
	5.795	0.0000

Pesaran birimler arası bağımlılık testi (H_0 : Birimler arası korelasyon yoktur) temel hipotezi altında test edilmiş ve hesaplanan test istatistiği $N(N-1) / 2$ serbestlik derecesi ile χ^2 dağılımına uygunluğu kontrol edilmiştir. Olasılık değerinin sıfır olması temel hipotezinin red edildiği ve alternatif hipotezin (H_1 : En az iki birim arası korelasyon vardır) kabul edildiğini işaret etmektedir.

Hataların birimler arası korelasyonları ve Breusch - Pagan Lagrange testi sonuçları aşağıdaki tablolarda yer almaktadır.

Tablo 3.19 Hataların Birimler Arası Korelasyon Tablosu

	e0	e1	e2	e3	e4	e5
e0	1.0000					
e1	0.7941	1.0000				
e2	0.7242	0.6703	1.0000			
e3	0.3785	0.3737	0.6960	1.0000		
e4	0.2634	-0.0748	0.2985	0.4798	1.0000	
e5	0.2661	0.3791	0.6649	0.5781	0.3761	1.0000

Hataların birimler arasındaki korelasyonlarını görebilmek, iktisadi açıdan önemli bilgiler vermektedir. Korelasyon matrisine göre silindir hacmi 0 ile silindir hacmi 1 ve silindir hacmi 0 ile silindir hacmi 2 arasında yüksek korelasyon mevcuttur.

Tablo 3.20 Breusch - Pagan Lagrange Testi Sonuçları

Breusch - Pagan Lagrange Testi	$\chi^2(15)$	Prob
	42.879	0.0002

Test sonucuna bakıldığında birimler arası korelasyonsuzluğu işaret eden H_0 hipotezi reddedilmektedir ve birimler arasında korelasyon olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Sonuç olarak modelimizde değişen varyans, otokorelasyon ve birimler arası korelasyon sorunları olduğu anlaşılmıştır.

3.3.2.3 Tutarlı Standart Hataların Elde Edilmesi

Modelimizde temel varsayımların sağlanmadığı belirlendikten sonra bu üç varsayımın sağlanmaması halinde tutarlı standart hataları elde edilen Beck – Katz tahmincileri kullanılmıştır.

Tablo 3.21 Beck - Katz Tahmin Sonuçları

Değişkenler	Katsayı	z-istatistiği	Olasılık değeri
lnlagAS	0.989	104.24	0.000***
lnMF	33.610	3.34	0.001***
lnLF	-7.921	-2.00	0.045**
lnBF	1.016	0.15	0.877
lnORTF	-0.065	-1.16	0.246
FAİZ	-0.011	-0.05	0.961
KUR	-0.009	-0.34	0.737
lnGSMH	-7.711	-1.89	0.058*
sabit	89.579	1.51	0.131
N	R ²	Wald χ^2 (8)	prob > χ^2
66	0.990	13698.12	0.0000

Tahmin sonuçlarında değişen varyans, birimler arası korelasyonun olduğu ve hata yapısının genel bir AR(1) sürecinde sahip olduğu durumda tahmin yer almaktadır. Bu modelde otomobil ortalama fiyatı, benzin fiyatı, faiz ve kur değişkenleri anlamsız çıkmıştır. Grup içi tahmin sonuçlarında sadece LPG fiyatı anlamlı çıkmış, bunun dışındaki değişkenler anlamsız çıkmıştır. Standart hatalar düzeltildikten sonra gecikmeli araç sayısı, mazot fiyatı değişkenleri % 1 anlamlılık seviyesinde, kişi başına düşen gelir ve LPG fiyatı % 10 anlamlılık seviyesinde anlamlı çıkmıştır. Grup içi tahmin sonucunda R² değeri % 27 iken standart hatalar düzeltildikten sonra R² değeri % 99 'a yükselmiştir. Buna göre açıklayıcı değişkenler, araç sayısını açıklamakta anlamlıdır. Temel varsayımlar dikkate alınmadan yapılan çözümde anlamsız olarak görülen bazı değişkenlerin gerçekte anlamlı olduğu ortaya çıkmıştır. Bu da temel varsayımları dikkate almadan yapılan çözümlerin, yanlış bulgular vermesine neden olabilir.

Tablo 3.22 Normal Dağılım Testi

Shapiro - Wilk W Testi	Z	Prob > Z
	0.070	0.4722

Burada Shapiro – Wilk W Testi ile, H₀: hatalar normal dağılır, temel hipotezi altında çalışmaktadır ve H₀ temel hipotezinin red edilemediği görülmektedir. Buradan da hataların normal dağılıma uyduğu sonucu çıkarılmaktadır.

3.3.3 Yakıt Tipi Mazota Göre İkinci Modelin Analizi

Bu modelde yakıt tipi mazot için silindir hacimlerine göre binek araç talebine etkisi incelenecektir. Bir önceki modelde yapılan analiz yöntemlerinin aynısı bu modelde de geçerli olacaktır.

AS = f(otomobil ortalama fiyatları, benzin fiyatı, mazot fiyatı, LPG fiyatı, faiz, kur, GSMH, gecikmeli araç sayısı)

Model 4. Klasik Model

Logaritması alınmış doğrusal model aşağıdaki gibi elde edilir:

$$\ln(AS_{it}) = \beta_1 + \beta_2 \ln(ORTE_{it}) + \beta_3 \ln(BF_{it}) + \beta_4 \ln(MF_{it}) + \beta_5 \ln(LF_{it}) + \beta_6 (Faiz_{it}) + \beta_7 (KUR_{it}) \\ + \beta_8 \ln(GSMH_{it}) + \beta_9 \text{lag} \ln(AS_{it-1}) + u_{it}$$

$i = 1, \dots, N \quad t = 1, \dots, T$

Buna göre Havuzlanmış EKK yöntemiyle yapılan analiz sonucu aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 3.23 Model 4 İçin Havuzlanmış EKK Tahmincileri

Değişkenler	Katsayı	t-istatistiği	Olasılık değeri
lnlagAS	0.850	11.71	0.000***
lnMF	22.772	4.30	0.000***
lnLF	-6.472	-2.79	0.007***
lnBF	-1.212	-0.30	0.767
lnORTE	-0.299	-1.91	0.062*
FAİZ	0.149	1.12	0.267
KUR	-0.011	-0.61	0.544
lnGSMH	-5.826	-2.44	0.018**
_sabit	74.750	2.13	0.037
N	R ²	F (8,57)	prob > F
66	0.871	48.04	0.0000

Modelin çözüm sonuçlarına bakıldığında, gecikmeli araç sayıları, LPG ve mazot fiyatları değişkenlerinin %1 anlamlılık düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Bunun dışında kişi başına düşen gelir %5 anlamlılık seviyesinde, otomobil ortalama fiyatları % 10 anlamlılık seviyesinde anlamlı çıkmıştır. Buna göre LPG fiyatlarındaki % 1 birimlik artış araç sayısını yaklaşık % 7 azaltmaktadır. Bunun dışındaki değişkenlerin olasılık değerleri % 10 anlamlılık düzeyinde bile anlamsızdır. Otomobil ortalama fiyatları, benzin fiyatları, kur ve LPG fiyatının katsayı değişkenleri beklenildiği yönde çıkmıştır. R² değerinin 0,871 olması, modeldeki açıklayıcı değişkenlerin, araç sayılarını yaklaşık % 88 düzeyde açıkladığı bilgisini vermektedir.

Model 5. Sabit Birim Etkili Model

$$\ln(AS_{it}) = \beta_1 + \mu_i + \beta_2(ORF_{it}) + \beta_3 \ln(BF_{it}) + \beta_4 \ln(MF_{it}) + \beta_5 \ln(LF_{it}) + \beta_6(\text{Faiz}_{it}) + \beta_7(\text{KUR}_{it}) \\ + \beta_8 \ln(\text{GSMH}_{it}) + \beta_9 \text{lag} \ln(AS_{it-1}) + u_{it}$$

$i = 1, \dots, N \quad t = 1, \dots, T$

Sabit birim etkiler modelinde Grup içi tahmincileri ve Kukla değişkenli EKK yöntemi sonuçları aşağıdaki tabloda yer almaktadır

Tablo 3.24 Model 5 İçin Grup İçi Tahmincileri

Değişkenler	Katsayı	t-istatistiği	Olasılık değeri
lnlagAS	-0.355	-2.86	0.006***
lnMF	1.843	0.49	0.625
lnLF	-4.660	-3.33	0.002***
lnBF	-4.408	-1.80	0.078*
lnORF	-3.850	-2.20	0.032**
FAİZ	0.039	0.49	0.628
KUR	0.026	2.22	0.031**
lnGSMH	3.373	2.00	0.050**
sabit	-25.425	-1.09	0.282
N	R ²	F (8,52)	prob > F
66	0.366	3.75	0.0016

Grup içi tahmin sonuçlarına göre gecikmeli araç sayısı ve LPG fiyat değişkenleri % 1 anlamlılık seviyesinde anlamlı çıkmıştır. Bununla birlikte benzin fiyatı, LPG fiyatı, kişi başına düşen gelir ve otomobil ortalama fiyatları değişkenlerinin katsayılarının işaretleri beklenildiği yönde çıkmıştır. Reel döviz kuru, otomobil ortalama fiyatları ve kişi başına düşen gelir % 5 anlamlılık seviyesinde, benzin fiyatları % 10 anlamlılık seviyesinde anlamlı

çıkmiştir. Buna göre kişi başına gelirden % 1 birimlik artış, araç sayılarını % 3.5 artmaktadır. Araç sayısındaki değişkenliğin yaklaşık olarak % 37'si açıklanmaktadır.

Tablo 3.25 Model 5 İçin Kukla Değişkenli EKK Tahminciler

Değişkenler	Katsayı	t-istatistiği	Olasılık değeri
lnlagAS	-0.355	-2.86	0.006***
lnMF	1.843	0.49	0.625
lnLF	-4.660	-3.33	0.002***
lnBF	-4.408	-1.80	0.078*
lnORTF	-3.850	-2.20	0.032**
FAİZ	0.039	0.49	0.628
KUR	0.026	2.22	0.031**
lnGSMH	3.373	2.00	0.050**
Dsilindir 1	-0.282	-0.96	0.339
Dsilindir 2	1.463	2.62	0.011**
Dsilindir 3	1.847	2.20	0.032**
Dsilindir 4	1.793	1.45	0.153
Dsilindir 5	1.244	0.72	0.475
sabit	-26.435	-1.13	0.262
N	R ²	F (13,52)	prob > F
66	0.958	91.18	0.0000

Grup içi tahmin sonuçlarındaki gibi değişkenlerin değerleri aynı çıkmıştır. Bunun dışında kukla değişkenlerden Dsilindir2 ve Dsilindir3 kuklaları % 5 anlamlılık seviyesinde anlamlı çıkmıştır. Daha önce de belirttiğimiz gibi kukla değişkenlerde R² değeri olması gerektiğinden daha yüksek çıkmaktadır. Bu nedenle testlerde grup içi tahmin yöntemi kullanılmaktadır.

Model 6. Rassal Birim Etkili Model

$$\ln(AS_{it}) = \beta_1 + \mu_i + \beta_2(ORTF_{it}) + \beta_3 \ln(BF_{it}) + \beta_4 \ln(MF_{it}) + \beta_5 \ln(LF_{it}) + \beta_6(\text{Faiz}_{it}) + \beta_7(KUR_{it}) + \beta_8 \ln(GSMH_{it}) + \beta_9 \ln(AS_{it-1}) + u_{it}$$

$$i = 1, \dots, N \quad t = 1, \dots, T$$

Rassal etkiler modeli En Çok Olabilirlik yöntemi ve Genelleştirilmiş EKK yöntemi ile tahmin edilmiştir. En Çok Olabilirlik yönteminin kullanılmasının sebebi daha önceden de belirttiğimiz gibi rassal birim etkilerinin varlığının analiz edilmesidir. Analiz olarak birbirlerine yakın sonuçlar verse de modelin esas çözümü olarak Genelleştirilmiş EKK yöntemi kullanılmıştır.

Tablo 3.26 Model 6 İçin En Çok Olabilirlik Yöntemi Tahmincileri

Değişkenler	Katsayı	z-istatistiği	Olasılık değeri
lnlagAS	0.850	12.60	0.000***
lnMF	22.772	4.63	0.000***
lnLF	-6.472	-3.00	0.003***
lnBF	-1.212	-0.32	0.749
lnORTF	-0.299	-2.05	0.040**
FAİZ	0.149	1.21	0.228
KUR	-0.011	-0.66	0.511
lnGSMH	-5.826	-2.62	0.009***
sabit	74.750	2.29	0.022
N		Wald chi(8)	prob > χ^2
66		135.09	0.0000
Olabilirlik Oran Testi		chibar2(1)	prob >chibar2
		397.84	0.000

EÇO yöntemi tahmin sonuçlarına bakıldığında gecikmeli araç sayısı, mazot fiyatı, kişi başına düşen gelir ve LPG fiyat değişkenleri %1 anlamlılık seviyesinde, otomobil ortalama fiyatları % 5 anlamlılık seviyesinde anlamlı çıkmıştır. Bunun dışındaki değişkenlerin olasılık değerleri anlamsız çıkmıştır. LPG fiyatı, otomobil ortalama fiyatları, reel döviz kur endeksi ve benzin fiyatı değişkenlerinin katsayıları beklenildiği yönde çıkmıştır. Buna göre LPG fiyatlarındaki % 1 birimlik artış araç sayılarını yaklaşık % 7 seviyesinde düşürmektedir. Mazot, faiz ve kişi başına düşen gelir değişkenlerinin katsayıları beklenildiğinin tersi yönünde çıkmıştır. Ayrıca Wald testi modelin genelinin anlamlı olduğunu ve olabilirlik oran testi modelde birim etkilerin var olduğunu göstermektedir.

Tablo 3.27 Model 6 İçin Genelleştirilmiş EKK Yöntemi Tahmincileri

Değişkenler	Katsayı	z-istatistiği	Olasılık değeri
lnlagAS	0.849	11.71	0.000***
lnMF	22.771	4.30	0.000***
lnLF	-6.472	-2.79	0.005***
lnBF	-1.211	-0.30	0.766
lnORTF	-0.298	-1.91	0.057*
FAİZ	0.149	1.12	0.262
KUR	-0.011	-0.61	0.542
lnGSMH	-5.825	-2.44	0.015**
sabit	74.750	2.13	0.033
N	R ²	Wald chi(8)	Prob> χ^2
66	0.870	384.33	0.0000

Genelleşmiş EKK tahmin yöntemi de En Çok Olabilirlik tahmin yöntemi ile benzer bulgular vermiştir. Bunun yanında R² değerinden, modelin araç talebinin % 96 'sını açıkladığı görülmektedir.

Benzin fiyatlarında açıklandığı gibi modelimize sabit etkiyle mi rassal etkiyle mi devam edeceğimize karar vermek için Hausman testi uygulanmaktadır. Bunun için sabit etkiler modelinde Grup içi tahmincileri, rassal etkiler modelinde Genelleştirilmiş EKK yöntemi kullanılmıştır.

Tablo 3.28 Hausman Testi Sonuçları

Hausman Testi	χ^2	Prob > χ^2
	143.90	0.0000

H₀: Katsayılar arasındaki fark sistematik değildir.

H₁: Katsayılar arasındaki fark sistematiktir.

Test sonucuna göre H₀ hipotezinin %1 anlamlılık derecesinde reddedildiği görülmektedir. Buna göre rassal etkiler tahmincilerinin tutarsız olduğuna ve sabit etkiler tahmincilerinin geçerli olduğuna karar verilmiştir.

3.3.3.1 Temel Varsayımların Testi

Modelde sabit etkiler yönteminin geçerli olduğuna karar verildikten sonra temel varsayım testleri yapılacaktır. Modelin temel varsayımları sağlayıp sağlamadıkları diğer modelde olduğu gibi aynı sistematiğe test edilmiştir.

Değişen varyans sorununun olup olmadığını tespit etmek için Wald testi sonuçlarına bakılmıştır.

Tablo 3.29 Wald Testi Sonuçları

Wald Testi	$\chi^2 (6)$	Prob > χ^2
		363.20

$H_0: \sigma_i = \sigma \quad i = 1, \dots, N$ (varyans birimlere göre değişmez.)

$H_1: \sigma_i \neq \sigma \quad i = 1, \dots, N$ (varyans en az bir birime göre değişir.)

Wald testi sonucuna göre H_0 hipotezinin reddedildiği görülmektedir. Yani varyans birimlere göre değişmektedir. Wald testi sonuçlarına göre modelimizde değişen varyans (heteroskedasite) sorunu olduğu tespit edilmiştir.

Otokorelasyonun varlığını tespit etmek için Durbin-Watson ve Baltagi Wu LBI test sonuçları aşağıdaki gibi çıkmıştır.

Tablo 3.30 Durbin-Watson ve Baltagi Wu LBI Test Sonuçları

Durbin-Watson Testi	1.6006
Baltagi Wu LBI Testi	1.9419

Durbin-Watson ve Baltagi Wu LBI testi için temel hipotezi ve alternatif hipotez aşağıdaki şekilde olmaktadır.

H_0 : Otokorelasyon yoktur.

H_1 : Otokorelasyon vardır.

Test sonuçlarına bakıldığında Durbin-Watson ve Baltagi Wu LBI test sonuçlarının 2 'den uzak olması otokorelasyon sorunu olduğunu göstermektedir. Bu nedenle H_0 hipotezinin reddedildiği görülmüştür ve otokorelasyon sorunu varlığı tespit edilmiştir.

Pesaran ve Breusch - Pagan Lagrange testi sonuçları ise birimler arası korelasyonun var olduğunu işaret etmektedir.

Tablo 3.31 Pesaran Testi Sonuçları

Pesaran CD Testi	CD	Prob
	2.373	0.0176

H_0 : Birimler arası korelasyon yoktur.

H_1 : En az iki birim arası korelasyon vardır.

Pesaran birimler arası bağımlılık testi temel hipotezi altında test edilmiş ve % 5 seviyesinde temel hipotez red edilmektedir. Buna göre birimler arası korelasyon vardır.

Hataların birimler arası korelasyonları ve Breusch - Pagan Lagrange testi sonuçları aşağıdaki tablolarda yer almaktadır.

Tablo 3.32 Hataların Birimler Arası Korelasyon Tablosu

	e0	e1	e2	e3	e4	e5
e0	1.0000					
e1	-0.3349	1.0000				
e2	0.0821	-0.0020	1.0000			
e3	0.6528	-0.1946	0.1911	1.0000		
e4	0.0265	0.4184	0.3489	0.3554	1.0000	
e5	-0.2207	0.2806	0.5067	0.2416	0.8427	1.0000

Hataların birimlerarası korelasyonlarına baktığımız zaman, silindir hacmi 4 ile silindir hacmi 5 arasında yüksek korelasyon görülmektedir. Bunun dışında silindir hacmi 0 ile silindir hacmi 5 arasında negatif yönlü korelasyon bulunmaktadır.

Tablo 3.33 Breusch - Pagan Lagrange Testi Sonuçları

Breusch - Pagan Lagrange Testi	$\chi^2 (15)$	Prob
	24.156	0.0625

Test sonucuna bakıldığında birimler arası korelasyonsuzluğu işaret eden H_0 hipotezi reddedilmektedir ve birimler arasında korelasyon olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Sonuç olarak modelimizde değişen varyans, otokorelasyon ve birimler arası korelasyon sorunları olduğu anlaşılmıştır.

3.3.3.2 Tutarlı Standart Hataların Elde Edilmesi

Modelimizde temel varsayımların sağlanmadığı belirlendikten sonra bu üç varsayımın sağlanmaması halinde tutarlı standart hataları elde edilen Beck – Katz tahmincileri kullanılmıştır.

Tablo 3.34 Beck - Katz Tahmin Sonuçları

Değişkenler	Katsayı	z-istatistiği	Olasılık değeri
lnlagAS	0.948	29.08	0.000***
lnMF	28.925	3.34	0.001***
lnLF	-7.613	-2.19	0.028**
lnBF	-3.587	-0.62	0.536
lnORTF	-0.121	-1.82	0.069*
FAİZ	0.158	0.78	0.437
KUR	0.002	0.08	0.939
lnGSMH	-6.625	-1.86	0.063*
sabit	82.130	1.58	0.115
N	R^2	Wald $\chi^2 (8)$	prob > χ^2
66	0.977	1326.31	0.0000

Tahmin sonuçlarında değişen varyans, birimler arası korelasyonun olduğu ve hata yapısının genel bir AR(1) sürecinde sahip olduğu durumda tahmin yer almaktadır. Bu modelde benzin fiyatı, faiz ve kur değişkenleri anlamsız çıkmıştır. Bunun dışında gecikmeli araç sayısı % 1 anlamlılık seviyesinde, LPG fiyat değişkeni % 5 anlamlılık seviyesinde, otomobil ortalama fiyatı ve kişi başına düşen gelir % 10 anlamlılık seviyesinde anlamlı çıkmıştır. Buna göre LPG fiyatlarındaki % 1 birimlik artış araç sayısını yaklaşık % 4 azaltmaktadır. Grup içi tahmin sonuçlarında mazot fiyatı anlamlı çıkmamışken, standart hatalar düzeltildikten sonra % 1 anlamlılık seviyesinde anlamlı çıkmıştır. Grup içi tahmin

sonucunda R^2 değeri % 36 iken standart hatalar düzeltildikten sonra R^2 değeri % 97 'ye yükselmiştir. Buna göre açıklayıcı değişkenler, araç sayısını açıklamakta anlamlıdır. Temel varsayımlar dikkate alınmadan yapılan çözümde anlamsız olarak görülen bazı değişkenlerin gerçekte anlamlı olduğu bir kere daha ortaya çıkmıştır.

Tablo 3.35 Normal Dağılım Testi

Shapiro - Wilk W Testi	Z	Prob > Z
	0.859	0.1952

Burada Shapiro – Wilk W Testi ile, H_0 : hatalar normal dağılır, temel hipotezi altında çalışmaktadır ve H_0 temel hipotezinin red edilemediği görülmektedir. Buradan da hataların normal dağılıma uyduğu sonucu çıkarılmaktadır.

3.3.4 Yakıt Tipi LPG 'ye Göre Üçüncü Modelin Analizi

Bu modelde yakıt tipi LPG için silindir hacimlerine göre binek araç talebine etkisi incelenecektir. Bir önceki modelde yapılan analiz yöntemlerinin aynısı bu modelde de geçerli olacaktır.

AS = f(otomobil ortalama fiyatları, benzin fiyatı, mazot fiyatı, LPG fiyatı, faiz, kur, GSMH, gecikmeli araç sayısı)

Model 7. Klasik Model

Logaritması alınmış doğrusal model aşağıdaki gibi elde edilir:

$$\ln(AS_{it}) = \beta_1 + \beta_2 \ln(ORF_{it}) + \beta_3 \ln(BF_{it}) + \beta_4 \ln(MF_{it}) + \beta_5 \ln(LF_{it}) + \beta_6 (Faiz_{it}) + \beta_7 (KUR_{it}) + \beta_8 \ln(GSMH_{it}) + \beta_9 \text{lag} \ln(AS_{it-1}) + u_{it}$$

$i = 1, \dots, N \quad t = 1, \dots, T$

Buna göre Havuzlanmış EKK yöntemiyle yapılan analiz sonucu aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 3.36 Model 7 İçin Havuzlanmış EKK Tahmincileri

Değişkenler	Katsayı	t-istatistiği	Olasılık değeri
lnlagAS	0.900	22.99	0.000***
lnMF	21.251	2.82	0.007***
lnLF	-8.787	-2.56	0.013**
lnBF	6.384	1.04	0.303
lnORTF	-0.367	-1.26	0.214
FAİZ	-0.028	-0.14	0.889
KUR	-0.035	-1.30	0.200
lnGSMH	-5.028	-1.48	0.144
_sabit	56.653	1.12	0.266
N	R ²	F (8,53)	prob > F
62	0.940	103.99	0.0000

Model 7 için Havuzlanmış EKK sonuçlarına baktığımızda gecikmeli araç sayısının ve mazot fiyat değişkenlerinin % 1 anlamlılık seviyesinde anlamlı olduğunu görmekteyiz. Ayrıca LPG fiyat değişkeni % 5 anlamlılık seviyesinde anlamlı çıkmıştır. Diğer değişkenler % 10 anlamlılık seviyesinde bile anlamsız çıkmıştır. LPG fiyatlarındaki % 1 birimlik artış araç sayılarını yaklaşık % 9 azaltmaktadır. Bunun dışında otomobil ortalama fiyatları, reel döviz kur endeksi ve faiz değişkenlerinin katsayıları beklenen yönde çıkmıştır. Analiz sonucuna göre modelin % 94 'ü açıklanmaktadır.

Model 8. Sabit Birim Etkili Model

$$\ln(AS_{it}) = \beta_1 + \mu_i + \beta_2(ORTF_{it}) + \beta_3 \ln(BF_{it}) + \beta_4 \ln(MF_{it}) + \beta_5 \ln(LF_{it}) + \beta_6(\text{Faiz}_{it}) + \beta_7(KUR_{it}) + \beta_8 \ln(GSMH_{it}) + \beta_9 \text{lag} \ln(AS_{it-1}) + u_{it}$$

$$i = 1, \dots, N \quad t = 1, \dots, T$$

Sabit birim etkiler modelinde Grup içi tahmincileri ve Kukla değişkenli EKK yöntemi sonuçları aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 3.37 Model 8 İçin Kukla Değişkenli EKK Tahmincileri

Değişkenler	Katsayı	t-istatistiği	Olasılık değeri
lnlagAS	0.396	3.13	0.003***
lnMF	13.151	1.88	0.066*
lnLF	-4.592	-1.42	0.161
lnBF	5.578	1.02	0.313
FAİZ	-0.063	-0.35	0.726
KUR	-0.018	-0.74	0.461
lnGSMH	-3.116	-1.02	0.314
Dsilindir 1	0.730	2.95	0.005***
Dsilindir 2	-0.295	-1.75	0.087*
Dsilindir 3	0.864	3.28	0.002***
Dsilindir 4	-0.867	-3.79	0.000***
Dsilindir 5	-1.918	-4.29	0.000***
sabit	34.363	0.76	0.452
N	R ²	F (12,49)	prob > F
62	0.956	88.98	0.0000

Kukla değişkenli EKK tahmincileri sonucuna göre gecikmeli araç sayısı, D1, D3, D4ve D5 kukla değişkenleri % 1 anlamlılık seviyesinde, mazot fiyatı ve D2 kukla değişkenleri % 10 anlamlılık seviyesinde anlamlı çıkmıştır. R² değeri araç sayısındaki değişkenliğin yaklaşık olarak % 96'sını açıklanmaktadır. Daha önce de belirttiğimiz gibi kukla değişkenlerde R² değeri olması gerektiğinden daha yüksek çıkmaktadır. Bu nedenle testlerde grup içi tahmin yöntemi kullanılmaktadır.

Tablo 3.38 Model 8 İçin Grup İçi Tahmincileri

Değişkenler	Katsayı	t-istatistiği	Olasılık değeri
lnlagAS	0.396	3.13	0.003***
lnMF	13.151	1.88	0.066**
lnLF	-4.592	-1.42	0.161
lnBF	5.578	1.02	0.313
FAİZ	-0.063	-0.35	0.726
KUR	-0.018	-0.74	0.461
lnGSMH	-3.116	-1.02	0.314
sabit	34.223	0.76	0.453
N	R ²	F (7,49)	prob > F
62	0.273	2.63	0.0218

Grup içi tahmin sonuçlarına bakıldığında kukla değişkenli EKK yöntemi ile elde edilen katsayı değerleri ve katsayıların *t*-istatistik değerleri ile aynı çıktıkları görülmektedir. Bu nedenle kukla değişkenli EKK yönteminde yaptığımız katsayı yorumları, grup içi tahmincileri için de geçerlidir. Aralarındaki fark R² değerinin olması gerektiğinden daha da düşük çıkmasıdır. Bu da Model 2'nin Türkiye'de satılan araç sayılarının % 27 'ni açıkladığı anlamına gelmektedir.

Model 9. Rassal Birim Etkili Model

$$\ln(AS_{it}) = \beta_1 + \mu_i + \beta_2(ORTF_{it}) + \beta_3 \ln(BF_{it}) + \beta_4 \ln(MF_{it}) + \beta_5 \ln(LF_{it}) + \beta_6(\text{Faiz}_{it}) + \beta_7(KUR_{it}) + \beta_8 \ln(GSMH_{it}) + \beta_9 \ln(AS_{it-1}) + u_{it}$$

$i = 1, \dots, N \quad t = 1, \dots, T$

Bu modelde de rassal etkiler modeli En Çok Olabilirlik yöntemi ve Genelleştirilmiş EKK yöntemi ile tahmin edilmiştir. En Çok Olabilirlik yönteminin kullanılmasının sebebi daha önceden de belirttiğimiz gibi rassal birim etkilerinin varlığının analiz edilmesidir. Analiz olarak birbirlerine yakın sonuçlar verse de modelin esas çözümü olarak Genelleştirilmiş EKK yöntemi kullanılmıştır.

Tablo 3.39 Model 9 İçin En Çok Olabilirlik Yöntemi Tahmincileri

Değişkenler	Katsayı	z-istatistiği	Olasılık değeri
lnlagAS	0.900	24.87	0.000***
lnMF	21.251	3.05	0.002***
lnLF	-8.787	-2.77	0.006***
lnBF	6.384	1.12	0.261
lnORTF	-0.367	-1.36	0.174
FAİZ	-0.028	-0.15	0.880
KUR	-0.035	-1.40	0.160
lnGSMH	-5.028	-1.61	0.108
sabit	56.653	1.22	0.224
N		Wald chi(8)	prob > χ^2
62		174.54	0.0000
Olabilirlik Oran Testi		chibar2(1)	prob >chibar2
		387.69	0.000

Modelin tahmin sonuçlarına bakıldığında gecikmeli araç sayısı, mazot fiyatı ve LPG fiyat değişkenleri % 1 anlamlılık seviyesinde anlamlı çıkmıştır. Bunun dışındaki değişkenler modelde anlamsızdır. LPG fiyatı, faiz, kur ve otomobil ortalama fiyatları değişkenlerinin katsayıları beklenilenin tersi yönünde çıkmıştır. Ayrıca Wald testi modelin genelini anlamlı olduğunu ve olabilirlik oran testi modelde birim etkilerin var olduğunu göstermektedir.

Tablo 3.40 Model 9 İçin Genelleştirilmiş EKK Yöntemi Tahmincileri

Değişkenler	Katsayı	z-istatistiği	Olasılık değeri
lnlagAS	0.900	22.99	0.000***
lnMF	21.251	2.82	0.005***
lnLF	-8.787	-2.56	0.011**
lnBF	6.384	1.04	0.299
lnORTF	-0.367	-1.26	0.209
FAİZ	-0.028	-0.14	0.889
KUR	-0.035	-1.30	0.194
lnGSMH	-5.028	-1.48	0.138
sabit	56.653	1.12	0.261
N	R ²	Wald chi(8)	prob > χ^2
62	0.940	831.92	0.0000

Genelleşmiş EKK tahmin yöntemi de En Çok Olabilirlik tahmin yöntemi ile benzer bulgular vermiştir. Bunun yanında R^2 değerinden, modelin araç talebinin % 94 'nü açıkladığı görülmektedir.

LPG fiyatlarında açıklandığı gibi modelimize sabit etkiyle mi rassal etkiyle mi devam edeceğimize karar vermek için Hausman testi uygulanmaktadır. Bunun için sabit etkiler modelinde Grup içi tahmincileri, rassal etkiler modelinde Genelleştirilmiş EKK yöntemi kullanılmıştır.

Tablo 3.41 Hausman Testi Sonuçları

Hausman Testi	χ^2	Prob > χ^2
	17.55	0.0142

H_0 : Katsayılar arasındaki fark sistematik değildir.

H_1 : Katsayılar arasındaki fark sistematiktir.

Test sonucuna göre H_0 hipotezinin % 5 anlamlılık derecesinde reddedildiği görülmektedir. Buna göre rassal etkiler tahmincilerinin tutarsız olduğuna ve sabit etkiler tahmincilerinin geçerli olduğuna karar verilmiştir.

3.3.4.1 Temel Varsayımların Testi

Modelde sabit etkiler yönteminin geçerli olduğuna karar verdikten sonra temel varsayım testleri yapılacaktır. Modelin temel varsayımları sağlayıp sağlamadıkları diğer modelde olduğu gibi aynı sistematiğe test edilmiştir.

Değişen varyans sorununun olup olmadığını tespit etmek için Wald testi sonuçlarına bakılmıştır.

Tablo 3.42 Wald Testi Sonuçları

Wald Testi	$\chi^2 (6)$	Prob > χ^2
	12.38	0.0540

$H_0: \sigma_i = \sigma \quad i = 1, \dots, N$ (varyans birimlere göre değişmez.)

$H_1: \sigma_i \neq \sigma \quad i = 1, \dots, N$ (varyans en az bir birime göre değişir.)

Wald testi sonucuna göre H_0 hipotezinin reddedildiği görülmektedir. Yani varyans birimlere göre değişmektedir. Wald testi sonuçlarına göre modelimizde değişen varyans (heteroskedasite) sorunu olduğu tespit edilmiştir.

Otokorelasyonun varlığını tespit etmek için Durbin-Watson ve Baltagi Wu LBI test sonuçları aşağıdaki gibi çıkmıştır.

Tablo 3.43 Durbin-Watson ve Baltagi Wu LBI Test Sonuçları

Durbin-Watson Testi	1.8719
Baltagi Wu LBI Testi	1.9678

Durbin-Watson ve Baltagi Wu LBI testi için temel hipotezi ve alternatif hipotez aşağıdaki şekilde olmaktadır.

H_0 : Otokorelasyon yoktur.

H_1 : Otokorelasyon vardır.

Test sonuçlarına bakıldığında Durbin-Watson ve Baltagi Wu LBI test sonuçlarının 2 'den uzak olması otokorelasyon sorunu olduğunu göstermektedir. Bu nedenle H_0 hipotezinin reddedildiği görülmüştür ve otokorelasyon sorunu varlığı tespit edilmiştir.

Pesaran ve Breusch - Pagan Lagrange testi sonuçları ise birimler arası korelasyonun var olduğunu işaret etmektedir.

Tablo 3.44 Pesaran Testi Sonuçları

Pesaran CD Testi	CD	Prob
	3.225	0.0013

H_0 : Birimler arası korelasyon yoktur.

H_1 : En az iki birim arası korelasyon vardır.

Pesaran birimler arası bağımlılık testi temel hipotezi altında test edilmiş ve % 1 seviyesinde temel hipotez red edilmektedir. Buna göre birimler arası korelasyon vardır.

Hataların birimler arası korelasyonları ve Breusch - Pagan Lagrange testi sonuçları aşağıdaki tablolarda yer almaktadır.

Tablo 3.45 Hataların Birimler Arası Korelasyon Tablosu

	e0	e1	e2	e3	e4	e5
e0	1.0000					
e1	0.2307	1.0000				
e2	-0.3279	-0.4998	1.0000			
e3	0.2730	0.8808	-0.6841	1.0000		
e4	-0.4309	0.5457	-0.4730	0.7256	1.0000	
e5	-0.4216	0.3611	0.2963	0.4072	0.6297	1.0000

Tablo 3.46 Breusch - Pagan Lagrange Testi Sonuçları

Breusch - Pagan Lagrange Testi	$\chi^2 (15)$	Prob
	27.445	0.0253

Test sonucuna bakıldığında birimler arası korelasyonsuzluğu işaret eden H_0 hipotezi reddedilmektedir ve birimler arasında korelasyon olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Sonuç olarak modelimizde değişen varyans, otokorelasyon ve birimler arası korelasyon sorunları olduğu anlaşılmıştır.

3.3.4.2 Tutarlı Standart Hataların Elde Edilmesi

Modelimizde temel varsayımların sağlanmadığı belirlendikten sonra bu üç varsayımın sağlanmaması halinde tutarlı standart hataları elde edilen Beck – Katz tahmincileri kullanılmıştır.

Tablo 3.47 Beck - Katz Tahmin Sonuçları

Değişkenler	Katsayı	z-istatistiği	Olasılık değeri
lnlagAS	0.920	47.67	0.000***
lnMF	26.087	2.73	0.006***
lnLF	-9.984	-2.72	0.006***
lnBF	4.523	0.78	0.434
lnORTF	-0.229	-1.38	0.168
FAİZ	-0.030	-0.14	0.887
KUR	-0.021	-0.8	0.423
lnGSMH	-5.468	-1.39	0.164
sabit	60.167	1.05	0.293
N	R ²	Wald χ^2 (8)	prob > χ^2
62	0.973	3032.01	0.0000

Tahmin sonuçlarında değişen varyans, birimler arası korelasyonun olduğu ve hata yapısının genel bir AR(1) sürecinde sahip olduğu durumda tahmin yer almaktadır. Çözüm sonucuna göre gecikmeli araç sayısı, mazot fiyatı ve LPG fiyat değişkenlerinin % 1 anlamlılık seviyesinde anlamlı çıktığı görülmüştür. Ayrıca grup içi tahminlerinde LPG fiyatı anlamsız çıkmışken, tutarlı standart hataları ile elde edilen modelde anlamlı çıkmıştır. Bunun dışındaki değişkenler % 10 anlamlılık seviyesinde bile anlamsız çıkmıştır. Modeldeki açıklayıcı değişkenler araç sayılarını açıklamakta anlamlıdır ve araç sayısındaki değişkenliğin % 97 'sini açıklamaktadır.

Tablo 3.48 Normal Dağılım Testi

Shapiro - Wilk W Testi	Z	Prob > Z
	0.383	0.3510

Burada Shapiro – Wilk W Testi ile, H₀: hatalar normal dağılır, temel hipotezi altında çalışmaktadır ve H₀ temel hipotezinin red edilemediği görülmektedir. Buradan da hataların normal dağılıma uyduğu sonucu çıkarılmaktadır.

SONUÇ

Bu çalışmada, 2011 yılı aylara göre, üç farklı yakıt tipi baz alınarak motor hacmine göre satılan araç sayıları incelenmiştir. İncelenen bu veriler benzin fiyatları, mazot fiyatları, LPG fiyatları, aylık ortalama kredi faizi, reel döviz kur endeksi, kişi başına düşen gayri safi milli hasıla, otomobil ortalama fiyatları, gecikmeli araç sayıları ile ilişkilendirilmiştir. Petrol fiyatlarının etkisini analiz etmek amacıyla üç model oluşturulmuştur. Birinci model yakıt tipi benzine göre, ikinci model yakıt tipi mazota göre ve üçüncü model yakıt tipi LPG 'ye göre kurulmuştur. Her yakıt tipine göre kurulan ayrı modelde, aynı değişkenler modele dahil edilmiş ve her model için aynı analizler yapılmıştır. Yapılan analiz sonucunda her üç modelde de sabit etkiler modeli, en iyi model olarak belirlenmiştir.

Modellerin tahmininde ilk olarak klasik model denenmiştir. Belirtme katsayı klasik modelde çok yüksek çıkmasına rağmen, açıklayıcı değişkenler diğer modellere göre fazla anlamlı çıkmamış, daha sonraki modellerde daha anlamlı değerler elde edilmiştir.

Sabit etkiler modeli, grup içi tahmin yöntemi ve kukla değişkeni yöntemi ile incelenmiştir. Kukla değişkenli EKK yöntemi ile elde edilen R^2 değeri olması gerektiğinden yüksek çıktığı için, grup içi tahmin yöntemiyle de analiz yapılmıştır. Buna göre yakıt tipi benzin için sadece LPG fiyat değişkeni anlamlı çıkmıştır. İkinci modelde ise açıklayıcı değişkenler daha anlamlı çıkmıştır. Modelin analizine göre gecikmeli araç sayısı, LPG fiyatı, benzin fiyatı, kişi başına düşen gelir, reel döviz kur endeksi ve otomobil ortalama fiyatları değişkenlerinin araç talebi üzerinde anlamlı ilişkisi olduğu görülmüştür. Yakıt tipi LPG 'ye göre olan sabit etkiler modelinde sadece gecikmeli araç sayısı ve mazot fiyat değişkenleri anlamlı çıkmıştır. Rassal etkiler modeli analizinde ise her üç model için En çok olabilirlik yöntemi ve Genelleştirilmiş EKK tahmin yöntemleri kullanılmıştır. Birinci modelde gecikmeli araç sayısı, mazot fiyatı, LPG fiyatı ve kişi başına düşen gelir değişkenleri anlamlı çıkmıştır. İkinci modelde benzin fiyatı, faiz ve kur değişkenleri dışındaki diğer değişkenlerin araç talebi üzerinde anlamlı bir etkisi çıkmıştır. Son modelde ise gecikmeli araç sayısı, LPG ve benzin fiyat değişkenleri anlamlı çıkmıştır. Daha sonra rassal etkiler modeli Hausman spesifikasyon testi ile karşılaştırılarak sabit etkiler tahmincilerinin tutarlı olduğuna karar verilmiştir.

Sabit etkiler modelinin en iyi açıklayan değişken olduğunu belirledikten sonra temel varsayımların sağlanıp sağlanmadığı test edilmiştir. Her üç modelde de Pesaran ve Breusch

Pagan Lagrange testi ile modelde birimler arası bağımlılığın varlığı belirlenmiştir . Değişen varyansın testi için Wald testi yapılmış, çıkan sonuçlara göre değişen varyans sorunu olduğu ortaya çıkmıştır. Otokorelasyonun testi için Baltagi Wu ve Durbin – Watson testi kullanılmış ve modelde otokorelasyon sorunu olduğu tespit edilmiştir. Son olarak değişen varyans, otokorelasyon ve birimler arası korelasyon sorunu olduğu için dirençli standart hatalara üreten Beck–Katz’in hata düzeltme yöntemi kullanarak dirençli standart hatalar elde edilmiştir.

Bu sonuçlara göre, birinci modelle değişkenlerin, otomobil talebine etkisi %99 ile açıklanmıştır. Gecikmeli araç sayısı, mazot fiyat değişkenlerinin % 1 anlamlılık seviyesinde, LPG fiyat değişkeninin % 5 anlamlılık seviyesinde, kişi başına düşen gelirin % 10 anlamlılık seviyesinde anlamlı çıktığı görülmüştür. İkinci modelde de birinci modelde olduğu gibi aynı açıklayıcı değişkenler, aynı anlamlılık seviyesinde anlamlı çıkmıştır Bu değişkenlerin dışında diğer değişkenlerin otomobil satış adetlerine etkisinin olmadığı görülmüştür. Modelin % 97’si açıklanmaktadır. Son olarak yakıt tipi LPG ’ye göre dirençli standart hatalar üreten tahminci kullanılmıştır. Çıkan sonuçlara göre gecikmeli araç sayısı, mazot ve LPG fiyat değişkenlerinin % 1 anlamlılık seviyesinde anlamlı çıktığı görülmüştür. Modelin % 97’ si açıklayıcı değişkenler tarafından açıklanmaktadır. Sonuç olarak her üç modelde de LPG ve mazot fiyatlarının araç talebine etkisi varken, benzin fiyatlarının araç talebi üzerinde etkisi gözükmemektedir.

KAYNAKÇA

Altuğ, Fevzi, “Petrol Sorununun Tarihsel Gelişimi Ve Türkiye”, Bursa 1983.

Alper, E.; Mumcu A., “Türkiye’de Otomobil Talebinin Tahmini”, İstanbul 2000.

Aydın Orçun,” Seçilmiş Ülkelerden Türkiye’ye Turizm Talebi: Panel Veri Yaklaşımı”, 2007.

Aygaz A.Ş. Web Sitesi, “LPG fiyatları”, www.aygaz.com.tr , 2013.

Aytemiz Akaryakıt Dağıtım A.Ş. Web Sitesi, “Yakıt - Litre Fiyatları”
www.aytemiz.com.tr/price.asp , 2013.

Balesta P. ve Nerlove M., “Pooling Cross-Section Data and Time Series Data in the Estimation of a Dynamic Model: The Demand for Natural Gas”, *Econometrica* No:34, 1966.

Baltagi, Badi H., “*Econometric Analysis Of Panel Data*”, John Wiley & Sons Ltd, 2005.

Beck, N. ve Katz, J. N., “What to Do (and not to do) with Time Series Cross-Section Data”
American Political Science Review No:89, 1995.

Beck, N. ve Katz, J. N., “Modeling Dynamics In Time-Series–Cross-Section Political Economy Data”, 2009.

Berry, S. J. Levinsohn and A. Pakes, “Automobile Prices in Market Equilibrium,”
Econometri, 1995.

Bhargava A., Franzini L. ve Narendranathan W., “Serial Corelation and Fixed Effects Model”, *Rewiev of Econometric Studies* No.49, 1982.

BP Energy Outlook 2030, Ocak 2013.

Darnell, Adrian A., “A Dictionary Of Econometrics”, England, Edward Elgar Publishing, 1994.

Enerji Günlüğü Web Sitesi, “Türkiye 2012`de 26,4 milyon ton petrol tüketti”, 2012,
http://enerjigunlugu.net/turkiye-2012de-264-milyon-ton-petrol-tuketti_3954.html .

Frees, Edward W., “Longitudinal And Panel Data, Analysis And Applications In The Social Sciences”, Cambridge University Press, 2004.

Gerald, Foley; Charlotte, Nassım, “The Energy Question’, Harmondsworth”, 1981.

Göksu, Ekrem, “Türkiye’de Petrol’, İTÜ Maden Fakültesi Yayınları”, İstanbul 1966.

Gujarati, Damodar N., “*Basic Econometrics*, McGraw-Hill Companies”, 2003.

Honore, Bo E. & Kyriazidou, E., “Panel Data Discrete Choice Models With Lagged Dependent Variables”, *Econometrica*, Vol: 68, No: 4, 2000.

Hsiao, Cheng, “Benefits And Limitations Of Panel Data”, *Econometric Reviews*, Vol. 4, 1985.

Hsiao, Cheng, “*Analysis Of Panel Data*”, West Nyack, Ny, USA: Cambridge University Pres, 2002.

Hübler, O., “Panel Data Econometrics: Modelling and Estimation”, University of Hannover, *Discussion Paper*, 2005.

IEA Oil Market Report - OECD/IEA 2013, 13 Şubat 2013.

Intriligator, Michael D., “*Econometric Models Techniques And Application*”, Prentice-Hall, New Jersey, 1978.

İlseven, Nebil, “Petrol Sorunu: Ortadoğu Sorunları ve Türkiye, Derleyen: Haluk Ülman, Türkiye Sosyal, Ekonomik ve Siyasal Araştırmalar Vakfı”, Aralık 1991.

İsmayılov, Ramin, “Türkiye’nin Petrol Politikası”, 2006.

İşyar, Yüksel, “*Model Kurma Teknikleri*”, Uludağ Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi, Bursa, 1997.

Jonston, Jack & Dinardo, John, “*Econometric Analysis*”, 4th Edition, Singapore, McGraw-Hill, 1997.

Judge, George G., “*The Theory And Practice Of Econometrics*”, 2nd Edition, Singapore, John Wiley&Sons, 1988.

- Kennedy, P., “A Guide To Econometrics”, Oxford, Blackwell Publishers, 1998.
- Kmenta J., “Elements of Econometrics”, 2. Basım, New York: Macmillan, 1986.
- Kocaoğlu, Mehmet, “Petro-Strateji”, Harp Akademileri Komutanlığı Yayınları, Mart 1996.
- Maddala G., S., “Introduction to Econometrics”, Wiley, 3.Baskı, İngiltere, 2001.
- Maddala G., S., “The Use of Variance Components Model in Pooling Cross Section and Time Series Data”, *Econometrica*, 1971.
- Maddala G.S., Trost R.,P., li, H., Joutz, F., “Estimation of Short Run And Long Run Elasticities of Energy Demand from Panel Data using Shrinkage Estimators”, *Journal of Bussines and Economic Statistics*, 1997.
- Motorlu Taşıtlar Vergisi Sorgulama Sayfası, www.motorlutasitlarvergisi.com/2011-motorlu-tasitlar-vergisi-sorgulama , 2013.
- Newey W.K. ve West K.D., “A Simple, Positive Semi-Definite, Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistant Covariance Matrix”, *Ekonometrica* No:55, 1987.
- Newey W.K. ve West K.D., “Automatic Lag Selection in Covariance Matrix Estimation”, *Rewiev of Econometric Studies*, No:61, 1994.
- OMV Petrol Ofisi A.S. Web Sitesi, “Yakıt - Litre Fiyatları”, www.poas.com.tr , 2013.
- Pesaran M. H., “General diagnostic tests for cross section dependence in panels”, University of Cambridge, Faculty of Economics, Cambridge Working Papers in Economics No: 0435, 2004.
- Satman, Abdurrahman, “Türkiye'de Petrol”, İTÜ Petrol ve Doğalgaz Mühendisliği Bölümü, 2013, <http://web.itu.edu.tr/~pdgmb/documents/turkiyedepetrol.html> .
- Sayyan H., “Dinamik Panel Veri Modelleri ve OECD Ülkeleri Para Talebi Uygulaması”, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul, 2000.
- Şükrüoğlu D., “Eşanlı Panel Veri Modelleri ve Bir Uygulama”, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul, 2008.

Tatoğlu, Ferda Yerdelen, “Sermaye Piyasası’nda Riskin Sınırlı Bağımlı Değişkenli Panel Veri Modelleri ile Analizi”, 2005.

Tatoğlu, Ferda Yerdelen, “Panel Veri Ekonometrisi”, 2012.

T.C. Gelir İdaresi Başkanlığı, İnternet Vergi Dairesi Web Sitesi,
https://intvd.gib.gov.tr/internetvd/template.jsp?page=IVD_MENU_MTV , 2013.

TP Petrol Dağıtım A.ř. Web Sitesi, “Yakıt - Litre Fiyatları”,
www.tppd.com.tr/Sayfalar/Fiyatlar.aspx , 2013.

Türkiye İstatistik Kurumu Web Sitesi, www.tuik.gov.tr , 2013.

Türkiye Petrolleri A.O. Genel Müdürlüğü, “Ham petrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu”,
www.tpao.gov.tr/tpfiles/userfiles/files/2012-sektor-rapor-mayis-tr.pdf , 2013.

Türkiye Petrol Rezervleri, Petrol Üretimi ve Tüketimi,
www.ekodialog.com/Konular/turkiyede-petrol-rezervleri-petrol-uretimi-tuketimi.html , 2012.

Tüzüntürk, S., İşlem Sıklığı Ve Hacmi İle Fiyat Volatilitesi İlişkisi, 2005.

Wallace, T. D. ; Hussain, Ashiq “The Use of Error Components Models in Combining Cross Section with Time Series Data”, *Econometrica*, 1969.

Yorulmaz Yavuz, “Petrol işleme teknolojisi ve rafineri üniteleri”, ODTÜ Mühendislik Fakültesi Yayınları, Ankara, 1983.

Yücel F., “Türkiye ve Seçilmiş AB Üyesi Ülkeler Arasındaki Dış Ticaret Akımları Üzerine Analitik Bir Yaklaşım: Gümrük Birliği Öncesi ve Sonrası”, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi, Adana, 2006.

Zurnacı C, ‘İkili Vize Serbestliği Anlaşması Yapılan Ülkelerden Türkiye’ye Yönelen Turizm Talebinin Modellenmesi ve Bu Anlaşmaların Gelen Turist Sayılarına Etkisi: Panel Veri Yaklaşımı’, 2013.

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve SOYADI : Sevgi İŞBİLİR

Doğum Tarihi ve Yeri : 05.08.1985, Ankara

Medeni Durumu : Bekar

Eğitim Durumu

Mezun Olduğu Lise : Bahçelievler Deneme Süper Lisesi, 2003, Ankara

Lisans Diploması : Akdeniz Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi İktisat Bölümü, 2009, Antalya

Yüksek Lisans Diploması : Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Ana Bilim Dalı Başkanlığı, 2014, Antalya

Tez Konusu : Türkiye’de Petrol Bazlı Yakıt Fiyatlarının Motor Hacimlerine Göre Binek Araç Talebine Etkisi: Panel Veri Yaklaşımı

Yabancı Dil / Diller : İngilizce

İş Denevimi

Çalıştığı Kurumlar : Çelebi Hava Servisi A.Ş.

E-Posta : sevgiisbilir@gmail.com