

T. C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI
EKONOMETRİ BİLİM DALI

İŞLEM SIKLIĞI VE HACMİ İLE FİYAT VOLATİLİTESİ
İLİŞKİSİ : İMKB ÖRNEĞİ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

Selim TÜZÜNTÜRK

BURSA 2005

**T. C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI
EKONOMETRİ BİLİM DALI**

**İŞLEM SIKLIĞI VE HACMİ İLE FİYAT VOLATİLİTESİ
İLİŞKİSİ : İMKB ÖRNEĞİ**

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**Danışman
Prof. Dr. Ebru ERTAŞ**

Selim TÜZÜNTÜRK

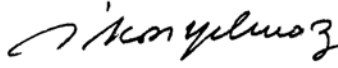
BURSA 2005

TC.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

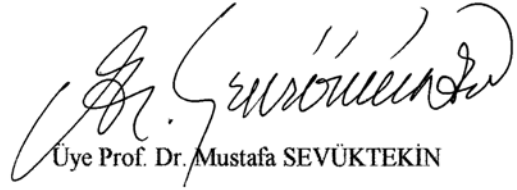
Selim TÜZÜNTÜRK'e ait İŞLEM SIKLIĞI VE HACMİ İLE FİYAT VOLATİLİTESİ İLİŞKİSİ : İMKB ÖRNEĞİ adlı çalışma, 21 Temmuz 2005 tarihinde jürimiz tarafından Ekonometri Anabilim Ekonometri Bilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



Başkan (Danışman) Prof. Dr. Ebru ERTAŞ



Üye Prof. Dr. İbrahim KANYILMAZ



Üye Prof. Dr. Mustafa SEVÜKTEKİN

EKONOMETRİ ANA BİLİM DALI
EKONOMETRİ BİLİM DALI

İŞLEM SIKLIĞI VE HACMİ İLE FİYAT VOLATİLİTESİ İLİŞKİSİ :
İMKB ÖRNEĞİ
Selim TÜZÜNTÜRK
(Yüksek Lisans Tezi)

Bu çalışma, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda hisse senedi fiyat volatilitesi ve işlem hacmi bileşenleri arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Nasdaq ve Londra Borsalarında önceki analizler hisse senedi fiyat volatilitésinin ortalama işlem hacmi ile değil işlem sıklığı ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu çalışma İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda 2003 yılındaki Ulusal 30 ve 100 endekslerini içeren hisse senetlerinin günlük alım satım verisine dayanmaktadır. Kullanılan doğrusal modelin bağımlı değişkeni hisse senedi fiyat volatilitesi, bağımsız değişkenleri işlem sıklığı ve ortalama işlem hacmidir. Bu denklem panel veri regresyon modelleri kullanılarak tahmin edilmiştir. Nasdaq ve Londra Borsaları'nda belgelenmiş günlük volatilité bulgularına benzer olarak, kapanıştan kapanışa volatilité işlem sıklığı ve ortalama işlem hacminin her ikisi üzerine regres edildiği zaman, sadece işlem sıklığının parametresinin işareti pozitifdir. Ortalama işlem hacminin parametresinin işareti negatifdir. Bu bulgu İstanbul Menkul Kıymetler Borsası sonuçlarının işlemcilerin ters seçim etkisine maruz kaldığı, bilgili işlemin yapıldığı stratejik modeller ve likidite işlemleri olarak açıklanabileceğini ima etmektedir. Böylece, bu bulgular 2003 yılında İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda içeridekiler tarafından içeriden öğrenenler ticaretinin yapıldığına işaret etmektedir .

**ECONOMETRICS MAIN DISCIPLINE
ECONOMETRICS DISCIPLINE**

**THE RELATION OF TRADE FREQUENCY AND VOLUME WITH PRICE
VOLATILITY :
IMKB VERSION
Selim TÜZÜNTÜRK
(Master Thesis)**

This study examines the relation between stock price volatility and determinants of trade size on the İstanbul Stock Exchange. Prior analyses of Nasdaq and London Stock Exchange show that stock price volatility is associated with the trade frequency but is not with average trade size. This study is based on daily transactions data for stocks comprising the National 30 and 100 index on the İstanbul Stock Exchange in the year of 2003. Stock price volatility is the dependent variable, trade frequency and average trade size are independent variables of the linear model which we use. We estimate this equation using Panel Data Regression models. Similar to daily volatility evidence documented for Nasdaq and London Stocks, when close to close volatility is regressed against both the trade frequency and average trade size, only the trade frequency's parameter's sign is positive. The average trade size's parameter's sign is negative. This evidence suggests that İstanbul Stock Exchange results can be explained in terms of liquidity trading and strategic models of informed trading, which subject traders to adverse selection effects. Thus, these evidence indicates that insiders trading are being done by the insiders on the İstanbul Stock Exchange in the year of 2003.

Önsöz

Bu çalışmanın iki amacı vardır. Birincisi, hisse senedi fiyat dalgalanmaları ile işlem hacmi arasındaki ilişkinin modellenmesi ve işlem hacminin mikro yapı teorisi çerçevesinde finansal anlamının irdelenmesidir. İkinci amacı, son yıllarda ekonometri biliminde ön plana çıkan panel verinin kullanılması ve işlem hacmi bileşenleri katsayılarının panel veri regresyon modelleri ile tahmin edilmesidir.

Akademik açıdan çalışmada üç enteresan taraf olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmanın ilk enteresan tarafı panel veri kullanılması ve panel veri regresyon modelleri ile tahminlerin yapılmasıdır. Deneysel çalışmalarda çoğunlukla zaman serileri veya yatay kesit verileri kullanılmaktadır. Bu çalışmada panel veri kullanılması hem yatay kesitsel değişimin hem de zaman dönemlerindeki değişimin her ikisinin birlikte incelenme olanağını sağlamaktadır. Bu çalışmanın ikinci enteresan tarafı açıklayıcı değişken olarak işlem sıklığı değişkeninin kullanılmasıdır. Finansal piyasalarda yapılan çalışmalarda 1991 yılına kadar işlem sıklığı değişkeninin açıklayıcı değişken olarak kullanılmadığı görülmektedir. İşlem sıklığı değişkeni ilk olarak, Charles M. Jones, Gautham Kaul, Marc L. Lipson'ın Nasdaq Borsası'ndaki çalışmalarında 1986-1991 yıllarına ait verilerin analizinde kullanmıştır. Daha sonra, Roger D. Huang ve Ronald W. Masulis Londra Borsası'nda 1995 yılı verilerini analiz ederken kullanmıştır. Bu çalışmanın üçüncü enteresan tarafı ise, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda 2003 yılında içeriden öğrenenler ticaretinin var olduğunun bir kanıtı olmasıdır. Çünkü, mikro yapı teorisinde işlem hacminin bilgili bir alım satım ve ters seçimi belirlemesi anlamında rolü vardır. Uygulamada, işlem hacmi bileşenlerinden işlem sıklığının katsayısının pozitif elde edilmesi bir bilgili alım satım ve ters seçimin yapıldığını göstermektedir. Bu bulgu, içeriden öğrenenler ticaretinin varlığına işaret etmektedir.

Bu çalışmadaki bulgular İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda Ulusal 100 ve Ulusal 30 hisse senetlerinin 2003 yılındaki günlük verileri kullanılarak elde edilmiştir. İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda hisse senetlerinin gün içindeki ilk işlem fiyatı henüz verilmediğinden kullanılmamıştır. Bunun yanında, modellerin tahmin aşamasında birim ve zaman etkilerin birlikte tahmin edildiği rastsal etkili panel veri modeli verinin dengesiz panel veri olması sebebi ile tahmin edilememiştir.

Öncelikle, bana her zaman destek olan annem Veyser Beltir, babam Kadri Osman ve kız kardeşim Seda'ya teşekkürlerimi sunarım. Daha sonra, lisans ve yüksek lisans derslerindeki ders anlatma üslubu ile Ekonometri Bilim dalını bana sevdiren Ekonometri Bölüm başkanımız sayın Prof. Dr. Sacit ERTAŞ'a, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım danışmanım Ekonometri Ana Bilim Dalı Başkanı sayın Prof. Dr. Ebru ERTAŞ'a, İktisat Bölüm Başkanı sayın Prof. Dr. İbrahim KANYILMAZ'a ve Ekonometri Bölüm Başkan Yardımcısı ve İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dekan Yardımcısı sayın Prof. Dr. Mustafa SEVÜKTEKİN'e, bana destek olan fakat burada adı geçmeyen bütün öğretim üyelerine, asistan arkadaşlarıma ve tüm arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TABLolar	ix
ŞEKİLLER	x
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM PİYASANIN MİKRO YAPISI

1.1. TEMEL KAVRAMLAR	5
1.1.1. BİLGİ	5
1.1.1.1. SİSTEMATİK BİLGİ	6
1.1.1.2. SİSTEMATİK OLMAYAN BİLGİ.....	6
1.1.1.2.1. İÇERİDEKİ BİLGİ.....	7
1.1.1.2.2. ASİMETRİK BİLGİ	8
1.1.2. BİLGİLİ YATIRIMCI.....	8
1.1.3. LİKİDİTE İŞLEMCİSİ.....	10
1.1.4. TERS SEÇİM	10
1.2. DEĞİŞKENLER.....	11
1.2.1. BAĞIMLI DEĞİŞKEN VOLATİLİTE.....	11
1.2.2. BAĞIMSIZ DEĞİŞKEN İŞLEM HACMİ.....	13
1.2.2.1. İŞLEM HACMİ ÖLÇÜLERİ	13
1.2.2.1.1. İŞLEM SIKLIĞI	15
1.2.2.1.2. ORTALAMA İŞLEM HACMİ	16
1.3. LİTERATÜRÜN GÖZDEN GEÇİRİLMESİ.....	16
1.4. PİYASANIN MİKRO YAPISI.....	20
1.4.1. PİYASA ETKİNLİĞİ	20
1.4.2. FİYAT-HACİM İLİŞKİSİ.....	22
1.4.3. MİKRO YAPI MODELLERİ.....	23

İKİNCİ BÖLÜM PANEL VERİ ANALİZİ

2.1. GİRİŞ	25
2.2. PANEL VERİ	25
2.2.1. PANEL VERİLERİN DİĞER VERİ TÜRLERİNE GÖRE AVANTAJLARI.....	27
2.2.2. PANEL VERİLERİN SINIRLARI.....	29
2.3. PANEL VERİ REGRESYON MODELLERİ	29
2.3.1. PARAMETRE HETEROJENLİĞİ.....	30
2.3.2. KOVARYANS ANALİZİ	34
2.3.2.1. YATAY KESİTİN KOVARYANS ANALİZİ.....	35
2.3.2.1.1. MODELLERİN TAHMİNİ	36
2.3.2.1.2. KOVARYANS TESTLERİ	41
2.3.2.2. ZAMAN SERİLERİNİN KOVARYANS ANALİZİ	44
2.3.2.2.1. MODELLERİN TAHMİNİ	45
2.3.2.2.2. KOVARYANS TESTLERİ	48
2.3.3. SABİT EĞİM DEĞİŞKEN KESME MODELLERİ	52
2.3.3.1. KOVARYANS ANALİZİ (SABİT ETKİLER) MODELLERİ	52
2.3.3.1.1. BİRİM ETKİSİ	53
2.3.3.1.2. BİRİM VE ZAMAN ETKİSİ	65
2.3.3.1.2.1. ZAMAN ETKİSİ	65
2.3.3.1.2.2. BİRİM VE ZAMAN ETKİSİ	73
2.3.3.1.3. KOVARYANS ANALİZİ MODELLERİNDE DENGESİZ PANELLER	80
2.3.3.2. RASTSAL ETKİLER MODELLERİ	82
2.3.3.2.1. BİRİM ETKİSİ	82
2.3.3.2.2. BİRİM VE ZAMAN ETKİSİ	91

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM İSTANBUL MENKUL KIYMETLER BORSASI'NDA HİSSE SENEDİ FİYAT VE GETİRİ VOLATİLİTESİ

3.1. UYGULAMANIN KONUSU VE AMACI.....	95
3.2. METODOLOJİ	97
3.3. UYGULAMADA KULLANILACAK VERİLER.....	104
3.4. İSTANBUL MENKUL KIYMETLER BORSASI'NDA HİSSE SENEDİ FİYAT VOLATİLİTESİ İLİŞKİSİ	106
SONUÇ	117

Sayfa

KAYNAKÇA	120
EKLER	129
ÖZGEÇMİŞ	160

Sayfa

TABLolar

Tablo 1: HİSSE SENEDİ FİYAT VOLATİLİTESİ, İŞLEM SIKLIĞI VE ORTALAMA İŞLEM HACMİ VERİLERİ	26
Tablo 2: VOLATİLİTENİN BETİMSEL İSTATİSTİKLERİ	105
Tablo 3: İŞLEM HACMİ BİLEŞENLERİNİN BETİMSEL İSTATİSTİKLERİ	105

ŞEKİLLER

Şekil 1: RİSK KARŞISINDA YATIRIMCI DAVRANIŞ EĞRİLERİ 9

Şekil 2: HETEROJEN KESMELER ($\alpha_i^* \neq \alpha_j^*$), HOMOJEN EĞİMLER
($\beta_i = \beta_j$) 32

Şekil 3: HETEROJEN KESMELER VE EĞİMLER ($\alpha_i^* \neq \alpha_j^*$), ($\beta_i \neq \beta_j$) 33

GİRİŞ

Günümüzde bilgi büyük önem taşımaktadır. Bilgi sahibi olmak üstünlük ve başarı sembolü olmanın yanında kişilere büyük avantajlar sağlamaktadır. Bu bakımdan hisse senetleri alım satımı ile ilgilenen yatırımcıların, ülkenin makro ekonomik durumu, ilgilendikleri şirketlerin içinde bulunduğu sektörün genel durumu, piyasa performans bilgileri ve şirket hakkındaki gelişmeler hakkında bilgi sahibi olması önem kazanmaktadır. Bütün bu faktörler birlikte değerlendirildikten sonra, hisse senedi alım satım işlemlerine karar verilir. Makro ekonomik gelişmeler, sektör hakkındaki bilgiler ve hisse senetlerinin piyasa bilgileri kamuya sistematik bir biçimde açıklanmaktadır. Bunlardan başka, borsada işlem gören şirketlerin durumları önem kazanmaktadır. Borsada işlem gören şirketler, faaliyetlerine ve gelişimlerine ilişkin yeni bilgileri yatırımcılara açıklamakla yükümlüdür. Şirket hakkındaki bilgiler şirketlerin borsadaki hisse senetlerinin piyasa fiyatlarını olumlu ya da olumsuz yönde etkileme gücüne sahip olan bilgilerdir. Böyle bir bilgi kamuya açıklanmadan önce bazı yatırımcılar tarafından öğrenildiği zaman, bilgiyi öğrenen kişiler diğer yatırımcılara göre avantaj sağlamaktadır. Şirket hakkında henüz kamuya açıklanmamış bilgilerden habersiz olan diğer yatırımcılar bilgiler kamuya açıklanana kadar olağan işlemlerini yapmaya devam edecektir. Bu durumda, şirket hakkındaki bilgi kamuya açıklanana kadar geçen zaman sürecinde piyasada bilgi eşit dağılmamış olmaktadır. Bu piyasada bazı yatırımcılar özel bilgilerine dayalı işlemlerle kazanç sağlarken, bazı yatırımcılar ise özel bilgiden habersiz kayba uğrayacaktır ya da bu durumdan hiç etkilenmeyecektir.

Finans piyasasında yatırımcılar arasındaki bu tip etkileşimlerin incelendiği, ve piyasadaki yatırımcı davranışlarının kısa dönemde hisse senedi fiyatları üzerindeki etkilerinin araştırıldığı “*Piyasanın Mikro Yapı Teorisi*” konuyu bilimsel olarak ele almaktadır. Bu konuda bir çok uygulamalı model geliştirilmiştir. Genel olarak mikro yapı modelleri “*Rekabetçi Modeller*” ve “*Stratejik Modeller*” olmak üzere iki grupta toplanmaktadır. Bu modellerin farklılığı, yatırımcı davranışları üzerine yapılan varsayımlardaki farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Her iki grup modelde de hisse senetlerinin piyasa fiyatlarının, kamuya açıklanmış bilgiler ile henüz kamuya

açıklanmamış özel bilgilerin anında yansımaları olduğu varsayılmaktadır. Bir başka ifade ile, bir hisse senedinin piyasa fiyatı piyasaya aktarılmış *bütün bilgiler* sonucu belirlenmektedir.

Bu teoride, hisse senedi fiyatlarındaki dalgalanmaların işlem hacmi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Bu görüş, günümüze kadar yapılan bir çok uygulamalı araştırma ile desteklenmektedir. Bu nedenle, hisse senedi fiyatlarındaki dalgalanmalar işlem hacminin fonksiyonu olarak ele alınmaktadır. İşlem hacmi bağımsız değişkeninin, işlemlerin bilgi içeriğine sahip bir biçimde yapılıp yapılmadığının tespit edilmesi anlamında rolü vardır. Böylece, bu çalışmanın birinci amacını, hisse senedi fiyat dalgalanmaları ile işlem hacmi arasındaki ilişkinin modellenmesi ve işlem hacminin mikro yapı teorisi çerçevesinde finansal anlamının irdelenmesi oluşturmaktadır.

Bu çalışma, hisse senetleri fiyatlarındaki dalgalanmalar ve hisse senetlerinin işlem hacmi ile ilgilidir. Tezin başlangıç noktası, Charles M. Jones, Gautam Kaul, Marc L. Lipson'ın Nasdaq Borsası'ndaki ve Roger D. Huang, Ronald W. Masulis'in Londra Borsası'ndaki bulgularıdır. Bu makalelerde, hisse senedi fiyatlarındaki dalgalanmalar ile işlem hacmi bağımsız değişkeni arasındaki ilişki modellenmiştir. İşlem hacmi, ortalama işlem hacmi ve işlem sıklığı olarak iki bileşene ayrılmıştır. Piyasa değeri yüksek olan hisse senetleri ile tahmin edilen regresyonlarda, ortalama işlem hacminin katsayısı negatif, işlem sıklığının katsayısı ise pozitif olarak elde edilmiştir. Bu bulgular ortalama işlem hacminin hisse senedi fiyat dalgalanmalarını belirlemede önemli bir değişken olduğunu düşünen daha önceki çalışmalarla çelişki göstermektedir. Dolayısıyla, bu çalışmanın konusu, Charles M. Jones, Gautham Kaul ve Marc L. Lipson'ın ve Roger D. Huang ve Ronald W. Masulis'in elde ettiği bulguların İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda da geçerli olup olmadığının araştırılması olarak ortaya çıkmaktadır.

Deneyisel analizlerde çoğunlukla, zaman serileri veya yatay kesit ile çalışılmaktadır. Zaman ve kesit boyutlarının birlikte ele alınması ile ortaya panel veri kavramı çıkmıştır. Bu çalışmanın ikinci amacı, panel verinin kullanılması ve işlem hacmi bileşenleri

katsayılarının panel veri regresyon modelleri ile tahmin edilmesidir. Panel veri regresyon modelleri yatay kesitsel değişim ve zaman dönemlerindeki değişimlerin birlikte incelenmesi olanağını sağlayan modellerdir. Bunun yanında, kalitatif(niteliksel) ve kantitatif(nicel) faktörlerin aynı model üzerinde belirlenmesi olanağı sağlanmaktadır.

Bu çalışmanın birinci bölümünde; bilgi, bilgili yatırımcı, likidite işlemcisi, ters seçim kavramları açıklanmaktadır. Modelin bağımlı değişkeni hisse senedi fiyatlarındaki dalgalanmaları temsil eden volatilité, bağımsız değişken işlem hacmi ve çeşitli işlem hacmi ölçüleri tanımlanmaktadır. Finans literatüründe hisse senedi fiyatlarındaki dalgalanmalar ile işlem hacmi arasındaki ilişkiyi inceleyen literatür taraması yapılmaktadır. Son olarak, piyasanın mikro yapısı ve hisse senedi fiyatları ile hacim arasındaki ilişkiye değinilmektedir.

İkinci bölümde, hisse senedi fiyat dalgalanmaları ile işlem hacmi arasındaki ilişkinin modellenmesinde kullanılacak analiz metodu açıklanmaktadır. Panel verinin tanımı, panel veri kullanmanın faydaları ve panel veri kullanımında karşılaşılan sorunlar üzerinde durulmaktadır. Panel veri yatay kesit ve zaman boyutunda birlikte değişen bir yapıya sahip olduğu için, modelin katsayılarında her iki boyuta göre farklılaşma olabilmektedir. Böylece, panel veride parametre heterojenliği kavramı ortaya çıkmaktadır. Parametre heterojenliği dikkate alınmadığı zaman yanlış tahminler elde edilmektedir. Ortaya çıkabilecek olası durumlar grafiksel olarak incelenmektedir. Parametre heterojenliğinin özünde, verinin yapısına bağlı yatay kesitte ve/veya zaman boyutunda farklı parametrelerin tahmin edilmesi yatmaktadır. Dolayısıyla, örneklem değişikliği meydana geldiği zaman verinin yapısına bağlı parametrelerin hangi boyutta (yatay kesit ve/veya zaman serisi) farklılaşacağıının araştırılması önem kazanmaktadır. Bunun için, örneklem değişikliğinin kaynağının belirlenmesinde kullanılan kovaryans analiz testleri üzerinde durulmaktadır. Yatay kesitin ve zaman serilerinin tek yönlü kovaryans analiz testleri ayrı ayrı irdelenmektedir. Daha sonra, katsayıların farklılaşmasına izin veren panel veri regresyon modellerinin çeşitleri gösterilmektedir. Bu modeller *Sabit Eğim Değişken Kesme Modelleri* ve *Değişken Katsayı Modelleri* adı altında iki kısma ayrılmaktadır. Değişken katsayı modelleri hesaplama karışıklıkları

nedeniyle, deneysel çalışmalarda sabit eğim değişken kesme modelleri kadar kabul görmemektedir. Bu nedenle, sadece sabit eğim değişken kesme modellerinin teorik yapısı açıklanmış ve tahmin yöntemleri tartışılmıştır. Panel veri kullanımı sırasında çok sık karşılaşılan bir durum da, gözlem sayısının panel üyeleri arasında farklılık göstermesidir. Böyle bir durumda, veri kümesi dengesiz panel veri kümesi olarak adlandırılmaktadır. Bu çalışmada kullanılan veri kümesi, dengesiz bir panel veri kümesi olması nedeniyle, model hesaplamalarındaki farklılıklar ayrıca açıklanmaktadır.

Üçüncü bölümde, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda Ulusal 30 ve Ulusal 100 hisse senetlerinin 2003 yılı günlük verileri kullanılarak bir uygulama yapılmıştır. Bu bölümde, öncelikle uygulamanın konusu ve amacı açıklanmaktadır. Daha sonra, tahmin edilecek modelin spesifikasyonu üzerinde durulmaktadır. Uygulamada kullanılacak veriler ve bu verilerin özellikleri tartışılmaktadır. Son olarak çeşitli model tahminleri yapılmış ve uygun model yapılan testler sonucunda belirlenmiştir.

Son bölümde varılan sonuçlar yer almaktadır. Charles M. Jones, Gautham Kaul ve Marc L. Lipson'ın ve Roger D. Huang ve Ronald W. Masulis'in elde ettiği bulguların İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda Ulusal 30 ve Ulusal 100 hisse senetleri için geçerli olup olmadığı çeşitli model denemeleri ve testler sonucunda belirlenecektir.

BİRİNCİ BÖLÜM

PİYASANIN MİKRO YAPISI

1.1. TEMEL KAVRAMLAR

Hisse senedi fiyat volatilitesi ile işlem hacmi arasındaki ilişkinin deneysel olarak incelenmesinden önce, bu bölümde konu ile ilgili temel kavramlar üzerinde durulmaktadır. Bu kavramlar; bilgi, bilgili yatırımcı, likidite işlemcisi, ters seçim olarak sıralanabilir.

1.1.1. BİLGİ

Menkul kıymetlerin piyasa fiyatını¹ belirleyen temel faktör, yatırımcıların bu menkul kıymetlere olan arz ve talepleridir. Genel ekonomik durum, şirketin içinde yer aldığı sektörün durumu, piyasa performans bilgileri, menkul kıymetin ait olduğu şirket hakkındaki bilgiler yatırımcıların arz ve taleplerinin oluşmasını etkileyen belli başlı unsurlardır.

Menkul kıymet piyasalarında, yatırımcıların eşit koşullarda ve aynı zamanda bilgilendirilmesi, piyasanın düzgün bir biçimde işleyebilmesini sağlamaktadır. Piyasaya ulaşan yeni bilgiler, yatırımcıların yaklaşımlarını değiştirmekte ve kararlarını yeniden gözden geçirip yatırım yapmalarına neden olmaktadır. Kamuya açıklanan bu bilgilerin yanında, yatırımcılar kendi düşünceleri ve tercihlerini de göz önünde bulundurarak hisse senedi alım satımına karar vermek durumundadırlar. Menkul kıymet piyasalarına ilişkin yukarıda bahsedilen bilgi kaynakları temel olarak *sistemik bilgi* ve *sistemik olmayan bilgi* olarak iki ana başlık altında toplanmaktadır².

¹ Piyasa fiyatı hisse senedinin arz ve talebinin karşılaşması sonucu piyasada o anda oluşan fiyattır.

² Meral Varış Tezcanlı, İçeriden Öğrenenlerin Ticareti ve Manipülasyonlar, Ufuk Reklamcılık ve Matbaacılık, İstanbul, 1996, s. 13 .

1.1.1.1. SİSTEMATİK BİLGİ

Menkul kıymetlerin piyasa işleyişi sürecinde piyasa değerini etkileyebilecek makro ekonomik gelişmeler, şirketin içinde bulunduğu sektörün ekonomik durumu ve piyasa performans bilgileri sistematik bilgi kapsamındadır.

Büyüme hızı, enflasyon oranı, işsizlik oranı, faiz oranları, dış ticaret açığı, ihracat ve ithalat rakamları, devlet harcamalarının düzeyi makro ekonomik göstergelere ilişkin bilgileri temsil eder. Örneğin, büyüme hızındaki bir artış hisse senedi fiyatlarının yükselmesine yol açarken, enflasyon oranındaki beklenmedik bir artış hisse senedi fiyatlarının düşmesine neden olmaktadır.

Hisse senedinin piyasa değerini etkileyebilecek piyasa endeksi, işlem hacmi, piyasa açılış-kapanış fiyatları, emirler, blok satışlar, işlem sayısı gibi bilgiler piyasa performans bilgileri olarak adlandırılmaktadır.

1.1.1.2. SİSTEMATİK OLMAYAN BİLGİ

Şirketlerin durum ve gelişmelerine ilişkin bilgiler sistematik olmayan bilgilerdir. Borsadaki şirketlerin faaliyetleri ve finansal yapılarına ilişkin ortaya çıkan yeni gelişmeler o şirketlerin borsadaki hisse senedi fiyatlarını değiştirecek niteliğe sahiptir. Menkul kıymetin piyasa fiyatı, menkul kıymete ilişkin bilginin etki gücü nispetinde değişmekte ve menkul kıymete yeni bir fiyat düzeyi kazandırmaktadır.

Borsa'da işlem gören şirketlerin yıl sonu bilançoları, gelir tabloları gibi bilgilerin yer aldığı yıllık faaliyet raporları şirketlerin durumlarına ilişkin bilgilerin yer aldığı raporlardır.

1.1.1.2.1. İÇERİDEKİ BİLGİ

Menkul kıymet borsalarında işlem gören şirketler, faaliyetlerine ve gelişimlerine ilişkin yeni bilgileri belirli süreler içinde yatırımcılara açıklamak durumundadır. Bir şirketin iç ve dış gelişmelerine ilişkin özel bilgilerin kamuya resmen açıklanma öncesindeki şekli *içerideki bilgi* olarak tanımlanır³.

İçerideki bilginin kamuya açıklanması, menkul kıymetin fiyatını önemli ölçüde etkileme gücüne sahiptir. Söz konusu bilginin menkul kıymet işlemlerinde kullanımı, yatırımcıların kararlarını etkilemekte ve menkul kıymetin piyasa fiyatını belirgin bir şekilde değiştirmektedir. İçerideki bilgi sermaye piyasası kurumlarının veya bunlara bağlı işletmelerin yönetim kurulu başkan ve üyeleri, yöneticileri, denetçileri, diğer personeli ve bunların dışında meslekleri veya görevlerini kurallara uygun olarak yapanların sağladığı bir bilgidir.

İçeridekiler, henüz kamuya açıklanmamış bu değerli bilgiyi her hangi bir bedel ödmeden alan ve bundan yarar sağlayan kişilerdir. Şirketteki görevliler, şirket yöneticileri ve direkt veya dolaylı olarak şirketin hisse senetlerinin % 10'u veya daha fazlasına sahip olup fayda sağlayanlar *içeridekiler* olarak tanımlanır⁴. Bu şekilde sağlanan bilginin menfaat sağlayıcı menkul kıymet işlemi yapılması için kullanılması ise, *içeriden öğrenenlerin ticareti* olarak adlandırılmaktadır.

İçeriden öğrenenlerin ticareti, piyasada işlem gören tüm menkul kıymetlerin fiyatlarını aynı anda etkileyen faktörlerin sebep olduğu sistematik risk kapsamı içerisinde değerlendirilmektedir. Bu piyasada, yatırımcılar içeriden öğrenenlerin ticaretinin olabileceğini göz önünde bulundurarak kazanç beklentilerini ayarlamaktadırlar. Bir başka ifade ile, yatırımcılar sistematik riskten kendilerini koruyamamaktadırlar. Yatırımcılar sadece bir firmayı veya bir endüstri dalını alâkadar eden riskten (sistematik olmayan riskten) kendilerini koruyabilmektedir.

³ Meral Varış Tezcanlı, a.g.e., s. 12.

⁴ Dale Morse, "Asymmetrical Information in Securities Markets and Trading Volume", The Journal of Financial and Quantitative Analysis, vol. 15, 1980, s.1129.

1.1.1.2.2. ASİMETRİK BİLGİ

Borsadaki şirketlere ve menkul kıymetlere ilişkin bütün bilgilerin ve değişikliklerin eksiksiz, doğru ve yatırımcıları yanıltmayacak şekilde açıklanması bütün yatırımcıların tam bilgiye sahip olduklarını ifade eder. Ancak, bazı yatırımcılar (içeridekiler) diğerlerine göre daha fazla bilgiye sahip olmaktadır. Şirket hakkındaki özel bilgileri kamuya açıklanmadan önce elde eden “içeridekiler” piyasada bilginin asimetrik dağılmasına sebep olmaktadır. Bilginin asimetrik dağılması, bu özel bilgiden habersiz olan yatırımcılar aleyhine bir durum oluşturmaktadır. Özel bilgi kamuya açıklanana kadar, içeridekiler menkul kıymet işlemleri yapar ve yüksek kazançlar elde eder. Böyle bir durumun mevcudiyeti ile, özel bilgiden haberdar olan ve olmayan yatırımcılar arasında farklı fikirler oluşmaktadır. Bu fikir farklılıkları alım satım işlemlerini harekete geçiren *asimetrik bilgi* olarak tanımlanır⁵.

1.1.2. BİLGİLİ YATIRIMCI

Bilgili yatırımcı menkul kıymet alım satımı yapılırken diğer bütün yatırımcılar tarafından bilinmeyen *özel bilgi* (içerideki bilgi) ışığında işlem yapan yatırımcı olarak tanımlanır⁶. Bu yatırımcı kısaca “içeridekiler” olarak adlandırılan yatırımcıdır.

Yatırımcıların riske⁷ karşı olan tutumları fayda fonksiyonu aracılığı ile açıklanabilmektedir⁸. Fayda kazancın⁹ yatırımcıya sağladığı subjektif tatmin olarak tanımlanmaktadır¹⁰. Fayda fonksiyonu ise, çeşitli parasal sonuçlar ile (servet) ilgili olarak fayda ölçülerini gösterir. Fayda u , servet w ile gösterildiğinde, fayda fonksiyonunun fonksiyonel ilişkisi aşağıdaki gibi yazılabilir :

⁵ Charles M. Jones ; Gautham Kaul ; Marc L. Lipson, “Transactions, volume and volatility”, The Review of Financial Studies, vol. 7, 1994, s. 632.

⁶ Anat R. Admati ; Paul Pfleiderer, “A Theory of Intraday Trading Patterns : Volume and Price Variability”, Review of Financial Studies”, vol. 1., 1988, s. 4.

⁷ Risk kazançların değişkenliği olarak tanımlanır ve kazançların standart sapması ile ölçülmektedir.

⁸ Arman T. Tevfik, Risk Analizine Giriş, Alfa Basım Yayın Dağıtım, İstanbul, 1997, s. 127.

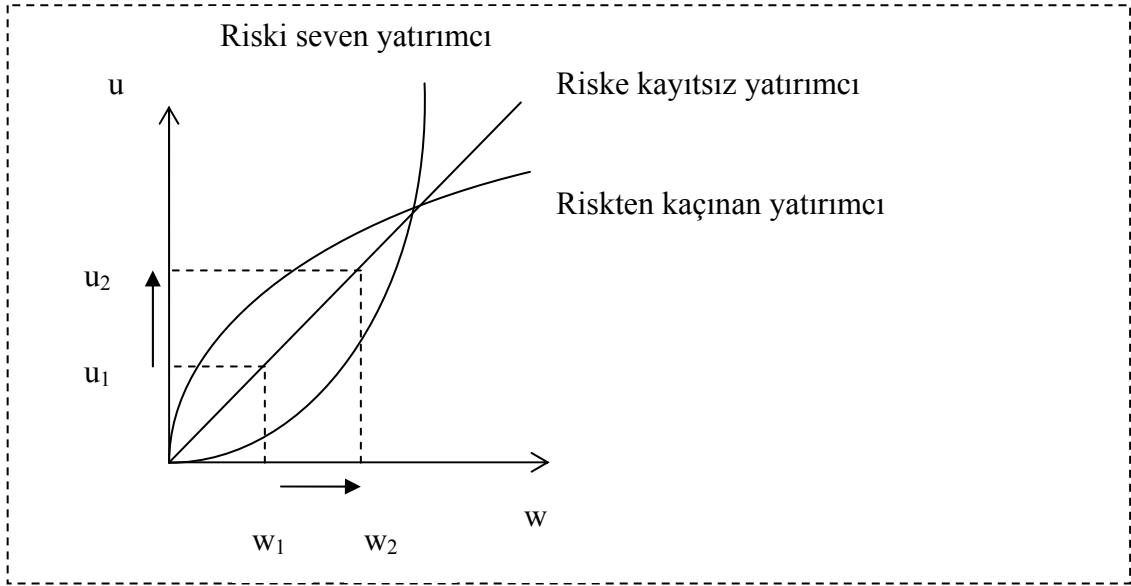
⁹ Kazanç hisse senedinin alış fiyatı ile satış fiyatı arasındaki farkını ifade etmektedir. Kâr payları da kazancın bir parçasıdır. Ancak, bu çalışmada kazançlar kısa vadeli işlemler olduğu için temettü kazancı bu tanım içine alınmamıştır.

¹⁰ İbrahim Kanyılmaz, Menkul Kıymet Yatırım Tahlilleri Ders Notları, Alfa, s. 34.

$$u = f(w)$$

Bu fonksiyon ile, riskten kaçınan, riske kayıtsız ve riski seven yatırımcı olmak üzere üç tip yatırımcı davranışı incelenir. Bu davranış tipleri aşağıda grafiksel olarak gösterilmektedir.

Şekil 1: RİSK KARŞISINDA YATIRIMCI DAVRANIŞ EĞRİLERİ



Riskten kaçınan yatırımcı davranışı olarak ifade edilen eğri, rasyonel davranan bir yatırımcı tipini göstermektedir¹¹. Böyle bir yatırımcı kazançları belli olan yatırım seçenekleri arasından daha az riskli olan yatırımı tercih eder.

Riski seven bir yatırımcı davranışının fayda eğrisi artan marjinal fayda eğrisine benzemektedir. Böyle bir yatırımcının serveti arttıkça sağladığı fayda da artmaktadır.

Riske kayıtsız kalan yatırımcı davranışında, yatırımcı rasyonel davranmamaktadır. Şekil 1'de bu yatırımcının fayda eğrisinin doğrusal olduğu görülmektedir. Yatırımcının serveti w_1 'den w_2 'ye arttığında, sağladığı faydanın u_1 'den u_2 'ye çıktığı, diğer bir ifade

¹¹ Hülya Kanahcı, Hisse Senedi Fiyatlarının Tesbiti ve Tesir Eden Faktörler, Sermaye Piyasası Kurulu, 1997, s. 14.

ile servetinin arttığı oranda fayda sağladığı görülmektedir. Bilgili bir yatırımcının risk karşısındaki davranışı riske karşı kayıtsız (risk neutral) olan yatırımcı davranışı olarak açıklanır¹².

1.1.3. LİKİDİTE İŞLEMCİSİ

Likidite elde yatırıma tahsis edilecek meblağı ifade etmektedir. Likidite işlemcisi bilgisiz bir yatırımcıdır¹³. Böyle bir yatırımcı, kısa vadede borsaya yatırdığı tasarruflar ile bilinçsizce yatırım yapar¹⁴. Likidite işlemcisi veya söylenti işlemi yapan yatırımcı (noise traders) işlemlerini rasgele yapar¹⁵. Çoğu zaman aldığı asılsız tüyolarla, bazen de rasgele yaptığı senet seçimlerine göre hareket eder.

1.1.4. TERS SEÇİM

Bilgili yatırımcı hisse senedinin gerçek değerini¹⁶ bilen yatırımcıdır. Bu yatırımcı hisse senedinin gerçek değeri ile piyasadaki fiyatları karşılaştırarak alım satım işlemini gerçekleştirmektedir. Örneğin, hisse senedinin gerçek değeri \tilde{v} , satmak isteyen yatırımcının istediği fiyat A_t , satın almak isteyen yatırımcının verdiği fiyat B_t olduğunda, bilgili yatırımcının davranışı şöyle gerçekleşmektedir :

1. Gerçek değer istenen fiyattan büyük olduğunda ($\tilde{v} > A_t$) bilgili yatırımcı hisseyi satın almak ister.
2. Gerçek değer verilen fiyattan küçük olduğunda ($\tilde{v} < B_t$) bilgili yatırımcı hisseyi satmak ister.

Böyle bir piyasada, bilgili yatırımcının kim olduğu bilinmemektedir. Dolayısıyla, bu durum işlem yapan yatırımcıların bilgili yatırımcı karşısında kaybettiğini ya da ters bir

¹² Albert S. Kyle, "Continuous Auction and Insider Trading", *Econometrica*, vol. 53., 1985, s. 1316.

¹³ Anat R. Admati ; Paul Pfleiderer, a.g.m., s. 4.

¹⁴ Adnan Kurtosmanoğlu, Finansal Simya, Altın Kitaplar Yayınevi, İstanbul, 2002, s. 20.

¹⁵ Albert S. Kyle, a.g.m., s. 1315.

¹⁶ Gerçek değer hisse senedinin gelecekteki kazancı ile bugünkü değerinin toplamı olarak ifade edilir.

seçime maruz kaldığını gösterir¹⁷. Ters seçimin daha önce bahsedilen piyasadaki asimetrik bilgi sonucu ortaya çıktığı açıktır. Bu ters seçim, piyasada büyük miktarlarda ise, piyasa iflasın eşiğine yaklaşmış olacaktır. Böyle bir piyasada, bilgisiz yatırımcıların bilgili yatırımcılar karşısındaki kayıpları, bilgisiz yatırımcıların bilgili yatırımcılar karşısında elde edecekleri kârlar ile telafi edilmelidir.

1.2. DEĞİŞKENLER

Bu bölümde, volatilité ile işlem hacmi değişkenlerinin tanımları yapılmaktadır. Hisse senedi fiyat volatilitesi ve işlem hacmi sırasıyla, bağımlı ve bağımsız değişkenler olarak ele alınmaktadır.

1.2.1. BAĞIMLI DEĞİŞKEN VOLATİLİTE

Volatilité bir menkul kıymetin fiyatının veya piyasanın genelinin kısa bir zaman aralığı içerisinde dalgalanma özelliği olarak tanımlanır¹⁸. Bir başka ifade ile hisse senedi fiyatındaki iniş çıkışlara volatilité yani fiyattaki değişkenlik denir.

Fiyatlardaki değişimler veya dalgalanmalar iki türlü ifade edilebilir¹⁹. Birincisi, doğrudan doğruya gerçekleşen fiyatlar arasındaki farkların belirlenmesidir. İkincisi ise, fiyat farklılaşmalarının yüzde değişimler olarak hesaplanmasıdır.

Bir hisse senedinin volatilitésinin hesaplanması, fiyatın muhtemelen nasıl ve hangi büyüklükte değişeceği hakkında ipucu verir²⁰. Roger D. Huang ve Ronald W. Masulis²¹ hisse senedi fiyat volatilitesi ile menkul kıymet alım satım faaliyeti arasındaki ilişkiyi incelerken volatilité ölçüsü olarak beş farklı ölçü önermiştir. Bu ölçüler şöyledir :

¹⁷ Hans R. Stoll, "Market Microstructure", Financial Markets Research Center Working Paper, 2003, s.14.

¹⁸ Borsa Terimleri Sözlüğü, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Yayınları, İstanbul, 2003, s. 34.

¹⁹ Mehmet Bolak, Finans Mühendisliği Kavramlar ve Araçlar, Beta Basım Yayın, İstanbul, 1998, s. 30.

²⁰ Pınar Evrim Mandacı ; Halit Soydan, Capital Markets, Literatür Yayıncılık, İstanbul, 2002, s. 162.

²¹ Roger D. Huang ; Ronald W. Masulis, "Trading Activity and Stock Price Volatility: evidence from the London Stock Exchange", Journal of Empirical Finance, vol.10, 2003, s. 258.

1. Açılıştan kapanışa fark

Kapanış fiyatları ile açılış fiyatları²² arasındaki farkın mutlak değeridir. Örneğin, kapanış fiyatı P_t ve açılış fiyatı P_0 olarak alındığında, açılıştan kapanışa fark V şöyle hesaplanır : $V = |P_t - P_0|$.

2. Getiri

Bu ölçü *mutlak getiri* olarak ta adlandırılır. Getiri kapanış ve açılış fiyatlarının doğal logaritmaları farkının mutlak değeridir. Benzer simgeleri kullanarak getiri şöyle hesaplanır : $V = |\ln P_t - \ln P_0|$.

3. Filtrelenmiş (Mevsimsizleştirilmiş) Getiri

Getirilerin çeşitli mevsimsel göstergeler üzerine regres edilmesiyle elde edilen regresyonun hata teriminin mutlak değer olarak ifadesidir.

4. Kapanıştan kapanışa fark

Kapanış fiyatları ile bir önceki günün kapanış fiyatları arasındaki farkın mutlak değeridir. Örneğin, kapanış fiyatı P_t , bir önceki günün kapanış fiyatı P_{t-1} olarak alındığında, kapanıştan kapanışa fark V şöyle hesaplanır : $V = |P_t - P_{t-1}|$.

5. Kapanıştan kapanışa getiri

Kapanış fiyatları ile bir önceki günün kapanış fiyatlarının doğal logaritmaları farkının mutlak değeridir. Örneğin, kapanış fiyatının logaritması $\ln P_t$, bir önceki günün kapanış fiyatının logaritması $\ln P_{t-1}$ alındığında, kapanıştan kapanışa getiri V şöyle hesaplanır : $V = |\ln P_t - \ln P_{t-1}|$.

²² Açılış fiyatı bir hisse senedinin gün içinde satıldığı ilk fiyatı ifade eder.

1.2.2. BAĞIMSIZ DEĞİŞKEN İŞLEM HACMİ

İşlem hacmi alınıp satılan toplam senet sayısını gösterir²³. Diğer bir ifade ile, işlem hacmi gün içinde kaç adet hissenin alınıp satıldığını ifade eder. İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Hisse Senetleri Piyasasında işlem birimi olarak *lot* kullanılmaktadır²⁴. 1 lot 1.000 adet hisse senedi veya hisse senedinin üzerinde yazılı olan 1.000.000 TL itibari değerli hisse senedine denktir. Örneğin belli bir günde bir hisse senedi için gerçekleşen işlem hacmi 100.000 adet hisse ise, o gün borsada 100.000 adet (100 lot) senedin alıcı bulduğu anlaşılır.

1.2.2.1. İŞLEM HACMİ ÖLÇÜLERİ

Menkul kıymetlerin alım satımında işlem hacmi ölçüsü olarak çeşitli ölçüler ileri sürülmektedir. Bu ölçüler ile bu güne kadar farklı birçok uygulama yapılmıştır. Finansal piyasalardaki uygulamalarda kullanılan işlem hacmi ölçüleri aşağıdaki gibi sıralanmaktadır²⁵ :

1. *İşlem Hacmi*

İşlem hacmi bir günde alınıp satılan toplam senet sayısını gösterir ve her bir hisse senedi için ayrı ayrı hesaplanır.

2. *Kümülatif işlem hacmi*

Kümülatif işlem hacmi kullanılacak verinin yapısına göre haftalık, aylık veya yıllık olarak değişmektedir. Örneğin, haftalık veriler ile çalışıldığında, hisse senedinin günlük işlem hacimlerinin toplamı alınır ve haftalık verilere ulaşılır.

²³ Yaşar Erdinç, Yatırımcı ve Teknik Analiz Sorguluyor, BRC Basım Matbaacılık, Ankara, 2004, s. 540.

²⁴ Sorularla Borsa ve Sermaye Piyasası, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Yayınları, İstanbul, 2003, s. 37.

²⁵ Andrew W. Lo ; Jiang Wang, "Trading Volume: Definitions, Data Analysis, and Implications of Portfolio Theory", The Review of Financial Studies", vol.13, 2000, s. 259.

3. *Devir hızı*

Devir hızı, her bir hisse senedi için işlem görme oranını ifade eder. Devir hızı aşağıdaki formül ile hesaplanır:

Devir hızı = Hisse senedinin işlem hacmi / Hisse senedinin piyasadaki toplam hisse sayısı.

4. *Kümülatif devir hızı*

Günlük devir hızı değerlerinin toplanması ile haftalık, aylık veya yıllık veri yapıları kümülatif devir hızı olarak elde edilir.

5. *Toplam işlem hacmi*

Toplam işlem hacmi, hisse senetleri için gerçekleşen işlemlerdeki her emrin içerdiği her bir hisse sayısı ile her bir işlem fiyatının çarpılmasıyla elde edilen sonuçların toplamıdır. Toplam işlem hacmi

$$\sum_{i=1}^N E_i P_i$$

ile hesaplanır. Burada, N bir günde gerçekleşen emir sayısını, E i. emrin içerdiği hisse sayısını, P ise i. emrin işlem fiyatını göstermektedir.

6. *İşlem sıklığı*

Hisse senedinin bir gün içinde yapılan alım satım işlemleri sayısıdır.

7. *İşlem yapılan gün sayısı*

Borsada bir yıl içinde resmi olarak işlem yapılan toplam gün sayısıdır.

Bu çalışmanın ilgi alanı, hisse senedi fiyat volatilitesi ile ortalama işlem hacmi ve işlem sıklığı arasındaki ilişkidir. Dolayısıyla, bu çalışmada işlem hacmi ölçüsü olarak yukarıdaki ölçülerden ortalama işlem hacmi ile işlem sıklığı kullanılmaktadır.

1.2.2.1.1. İŞLEM SIKLIĞI

İşlem sıklığının diğer bir adı da işlem sayısıdır. Hisse senedinin bir gün içinde yapılan alım satım işlemlerinin sayısı *işlem sıklığı* olarak tanımlanır. Roger D. Huang, Ronald W. Masulis işlem sıklığını, işlem raporlarının sayısı veya işlem tutanaklarının sayısı olarak ifade tanımlamaktadır²⁶. İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda ise, işlem sıklığı *sözleşme sayısı* kavramı ile ifade edilmektedir. Bundan dolayı, bu çalışmada bağımsız değişken olarak sözleşme sayısı kullanılmaktadır.

İşlem sıklığı değişkeni bir örnek yardımı ile açıklandığında, örneğin A ve B gibi sadece iki menkul değerden oluşan bir hisse senedi piyasasında, A ve B menkul değerlerine ait aşağıdaki bilgiler verilmiş olsun.

	Hisse senedi A	Hisse senedi B
Piyasadaki toplam hisse sayısı	10 hisse	30 hisse
Hisse başına fiyatı	10 milyon TL.	5 milyon TL.

Bu bilgiler ışığında hisse senedi A'nın ve B'nin piyasa fiyatları sırasıyla 100 milyon TL (10 hisse \times 10 milyon TL.) ve 150 milyon TL (30 hisse \times 5 milyon TL.)'dir. Bu piyasada iki yatırımcı olduğu ve bunların Yatırımcı 1 ve Yatırımcı 2 olduğu varsayıldığında; Yatırımcı 1 hisse senedi A'dan 1, B'den 3 hisseye sahip olsun. Yatırımcı 2 ise hisse senedi A'dan 9, B'den 27 hisseye sahip olsun. Dolayısıyla, her iki hisse senedine ait bütün hisseler iki yatırımcının elinde tutulmaktadır.

Örneğin, Yatırımcı 2 toplam piyasa fiyatı 75 milyon TL olarak hesaplanan A hisselerinden 3 hisse ile B hisselerinden 9 hisseyi paraya çevirmek veya diğer bir ifade ile likit hale getirmek istesin. Bu hisseleri doğal olarak Yatırımcı 1 satın alır.

İşlem hacmi ölçüsü	A	B	Toplam
--------------------	---	---	--------

²⁶ Roger D. Huang ; Ronald W. Masulis, a.g.m., s. 253.

İşlem sıklığı	1	1	2
İşlem hacmi	3	9	12

Son durumda Yatırımcı 1 hisse senedi A'dan 4, B'den 12 hisseye sahiptir. Yatırımcı 2 ise hisse senedi A'dan 6, B'den 18 hisseye sahiptir.

Bu iki yatırımcı arasındaki alım satım işlemleri sonucu ilgilenilen işlem hacmi ölçüleri yukarıdaki gibi oluşur. Bu durumda hisse senedi A için bir defada işlem gören 3 hissenin işlem sıklığı 1'dir. Hisse senedi B için ise bir defada işlem gören 9 hissenin işlem sıklığı da 1'dir. Bir gün içinde hisse senedi A için yapılan alım satım işlemlerinin sayıları toplandığında, hisse senedi A'nın o gün içindeki işlem sıklığı elde edilir.

1.2.2.1.2. ORTALAMA İŞLEM HACMI

İşlem hacmi her bir hisse senedi için ayrı ayrı hesaplanan, gün içinde alınıp satılan toplam senet sayılarını gösterir. Ortalama işlem hacmi ise, bir hisse senedine ait gün içindeki işlem hacminin o hisse senedinin işlem sıklığı değişkenine (sözleşme sayısına) bölünmesi ile elde edilir²⁷.

1.3. LİTERATÜRÜN GÖZDEN GEÇİRİLMESİ

1.1.'de bilgi, bilgili yatırımcı, likidite işlemcisi, ters seçim kavramları açıklanmıştır. Bu kavramlara volatilité ile işlem hacmi arasındaki ilişkinin modeli üzerinde yapılacak bazı varsayımlar ve işlem hacmi bileşenlerinin finansal anlamlarının izahı için gereksinim duyulmaktadır. 1.2.'de, modelin bağımlı değişkeni volatilité ve bağımsız değişkeni işlem hacminin bileşenleri olan ortalama işlem hacmi ve işlem sıklığı değişkenleri tanımlanmıştır. Bu bölümde ise, fiyat-hacim ilişkisi ve volatilité-işlem hacmi ilişkisi ile ilgili literatürdeki çalışmalar sunulmaktadır.

²⁷ Charles M. Jones ; Gautham Kaul ; Marc L. Lipson, a.g.e., s. 633.

Finans literatürü incelendiğinde, fiyat-hacim ilişkisinin bir çok araştırmaya konu olduğu görülmektedir. Jonathan M. Karpoff²⁸ bu sayıca fazla olan araştırmaları detaylı bir şekilde incelemiştir. Karpoff menkul kıymetler piyasalarında, fiyat ile işlem hacmi arasındaki ilk akademik araştırmayı 1959 yılında Osborne M. F.'nin , ilk deneysel incelemeyi 1963 yılında Granger C. W. J. ve O. Morgenstern'in ve iki değişken arasındaki korelasyonu bulan ilk çalışmayı 1968 yılında Ying C. C.'in yaptığını tespit etmiştir. Karpoff 1963 ile 1987 yılları arasında yapılmış araştırmaların tamamında, fiyat değişimleri ile işlem hacmi arasında bir pozitif korelasyon olduğunu saptamıştır²⁹.

A. Admati ve P. Pffleiderer³⁰ işlem hacmi ve getiri değişkenliğinin seyrini incelemiştir. Bu seyirler bilgili yatırımcı ile bilgisiz yatırımcının fiyat oluşumları üzerindeki rolleri ile açıklanmıştır. Likidite işlemlerinin yoğun olduğu zamanlarda, bilgili yatırımcıların daha faal işlem yaptıkları bulunmuştur. Bu bulguya dayanarak, A. Admati ve P. Pffleiderer her iki yatırımcının birlikte hareket ettiğini ileri sürmektedir.

F. Douglas Foster ve S. Viswanathan³¹ bilgili ve bilgisiz yatırımcıların davranış stratejilerini incelemiştir. Çalışmalarında, haftalık verileri kullanarak alım satım seyirleri araştırılmıştır. Araştırmacılar, bilgili yatırımcının bir günde elde ettiği kâr miktarının, özel bilginin kalitesi ile ilişkili olduğunu bulmuştur. Bilgili yatırımcının özel bilgiye her gün ulaştığı varsayıldığında, özel bilginin özellikle Pazartesi günlerinde yatırımcıya önemli bir avantaj sağladığını tespit etmişlerdir. A. Admati ve P. Pffleiderer'in görüşünün aksine, bilgili yatırımcı ile bilgisiz yatırımcının farklı davranış biçimlerinde olduklarını ileri sürmektedirler.

Jain ve Joh³² New York Borsası'nda hisse senetlerinin saatlik verilerini kullanarak işlem hacmi ve getiriler arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Yazarlar işlem hacmi ile

²⁸ Jonathan M. Karpoff, "The Relation Between Price Changes and Trading Volume: A Survey", The Journal of Financial and Quantitative Analysis, vol.22, 1987, s. 109-126.

²⁹ Bkz. Jonathan M. Karpoff, a.g.m., s. 109-119.

³⁰ Anat R. Admati ; Paul Pffleiderer, a.g.m., s. 3-40.

³¹ F. Douglas Foster ; S. Viswanathan, "A Theory of the Interday Variations in Volume, Variance, and Trading Costs in Securities Markets", The Review of Financial Studies, vol. 3., 1990, s. 563-624.

³² Prem C. Jain ; Gun-Ho Joh, "The Dependence between Hourly Prices and Trading Volume", The Journal of Financial and Quantitative Analysis, vol. 23, 1988, s. 269-270.

getiriler arasında güçlü bir ilişki bulmuştur. Daha sonra, işlem hacmi ile getirilerin mutlak değerleri arasındaki ilişki incelenmiş ve burada da güçlü bir pozitif korelasyon olduğu saptanmıştır. Bu bulgulara ilave olarak, ortalama işlem hacminin haftanın günleri arasında (işlem yapılan günlerde) ve işlem saatleri arasında önemli farklılıklar gösterdiği bulunmuştur. Ayrıca, ortalama getirilerin de, haftanın günleri ve günün farklı saatleri arasında farklılık gösterdiği saptanmıştır.

Hakan Berument, Ali İnamlık ve Halil Kaymaz³³ 1986-2003 yılları arasında İstanbul Menkul Kıymetler Borsası 100 endeksinin günlük getirileri ile yaptıkları hesaplamalarda Pazartesi gününün en dalgalı gün olduğunu, Cuma gününün ise en az dalgalı gün olduğunu bulmuştur.

Schwert³⁴ hisse senedi volatilitesi ile alım satım faaliyeti arasındaki ilişkiyi incelemiştir. 1957-1987 yılları arasındaki aylık verileri analiz eden Schwert, alım satım faaliyetinin ölçüsü olarak işlem yapılan gün sayısını kullanmıştır. Hisse senedi fiyat volatilitesi ile işlem yapılan gün sayısının birbiri ile pozitif ilişki içerisinde olduğunu bulmuştur. Böylece, hisse senedi volatilitesi ile alım satım faaliyeti arasında bir ilişki olduğu sonucuna varmıştır.

Gallant, Rossi ve Tauchen³⁵ New York Borsası'nda 1928-1987 yılları arasındaki günlük verileri kullanarak volatilité ile işlem hacmi arasındaki ilişkiyi incelemiştir. 16127 gözlem kullanılarak yapılan çalışmada, volatilité ile işlem hacmi arasında pozitif bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir.

Yukarıda ifade edilen araştırmalardan da anlaşılacağı üzere, volatilité ile işlem hacmi arasında pozitif bir korelasyon mevcuttur. Ancak, bu araştırmalarda işlem hacmi ölçüsü olarak işlem sıklığı değişkeninin kullanılmadığı görülmektedir. Jones, Kaul,

³³ Hakan Berument ; Ali İnamlık ; Halil Kıymaz, "Borsa Değişkenliğinde haftanın gün etkisi: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası", İktisat İşletme ve Finans Mali ve Ekonomik Sorunlara Yönelik Aylık Yayın, Bilkamat Basım San., Ankara, 2004, s. 91-102.

³⁴ G. William Schwert, "Why does Stock Market Volatility Change Over Time", The Journal of Finance, vol.44, 1989, s. 1115-1153.

³⁵ A. Ronald Gallant ; Peter E. Rossi ; George Tauchen, "Stock Prices an Volume", The Review of Financial Studies, vol.5, 1992, s. 200.

Lipson³⁶ Nasdaq Borsası'nda 1986-1991 yılları arasındaki 853 adet menkul kıymetin günlük kapanış fiyatlarını kullanarak volatilité ile işlem hacmi arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Araştırmacılar 853 menkul değeri piyasa değerlerine göre, her biri yaklaşık 170 adet olan beş portföye ayırmıştır. Çalışmalarında, volatilité ile işlem hacmi ilişkisinin piyasa değerlerine göre farklılık gösterip göstermediği araştırılmaktadır. İşlem hacmi ortalama işlem hacmi ve işlem sıklığı olarak iki bileşene ayrılmıştır ve bu çalışma ile işlem sıklığı değişkeni finans literatüründe ilk defa kullanılmıştır. Piyasa değerine göre sıralanan küçük ve orta büyüklükteki 1, 2 ve 3 numaralı portföylerde ortalama işlem hacmi ve işlem sıklığının katsayısı pozitif bulunmuştur. Piyasa değeri büyük olan 4 ve 5 numaralı portföylerde işlem sıklığının katsayısı yine pozitifdir. Ancak, ortalama işlem hacminin katsayısı negatif olarak bulunmuştur. Sonuç olarak, işlem hacmi bileşenleri ile volatilitenin küçük ve orta büyüklükteki firmalar ile yapılan regresyonlarda pozitif ilişkili olduğu, büyük firmalar ile yapılan regresyonlarda ise sadece işlem sıklığının pozitif ilişkili, ortalama işlem hacminin ise negatif ilişkili olduğu saptanmıştır.

Roger D. Huang ve Ronald W. Masulis³⁷ hisse senedi fiyat volatilitesi ile işlem hacmi ilişkisini Londra Borsası'nda incelemiştir. Araştırmacılar FTSE-100 endeksinin 1995 yılındaki günlük ve saatlik verileri kullanılmıştır. Günlük ve saatlik veriler ile yapılan regresyonlarda ortalama işlem hacmi istatistiki olarak anlamsız, işlem sıklığı ise anlamlı bulunmuştur. Her iki katsayının işareti pozitif olarak elde edilmiştir. Daha sonra, araştırmacılar işlemleri küçük, orta ve büyük olarak üç kategoriye ayırmıştır. Günlük verilerin kullanıldığı regresyonlarda küçük ve orta büyüklükteki işlem kategorilerinde her iki katsayı pozitif olarak elde edilmiştir. Büyük işlem kategorisi ile yapılan regresyonda ise sadece işlem sıklığı pozitif olarak elde edilmiştir. Ortalama işlem hacminin katsayısı negatiftir. Bu bulgular, işlem hacminin volatilité ile daha önce pozitif ilişkili olduğunu gösteren bulgular ile çelişki göstermektedir.

³⁶ Charles M. Jones ; Gautham Kaul ; Marc L. Lipson, a.g.m., s. 631-635.

³⁷ Roger D. Huang ; Ronald W. Masulis, a.g.m., s. 253.

Bu çalışmada, Nasdaq ve Londra Borsalarında volatilité bağımlı değişkeni ile ortalama işlem hacmi ve işlem sıklığı bağımsız değişkenleri arasındaki bahsedilen ilişki, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda araştırılacaktır. Piyasanın mikro yapı teorisi ise, elde edilen bulguların iktisadi olarak açıklanmasına yardımcı olmaktadır.

1.4. PİYASANIN MİKRO YAPISI

Piyasanın mikro yapı teorisi hisse senedi veya bono gibi finansal varlıkların alım satımı ve bu piyasaların işleyişi ile ilgilenmektedir. Mikro yapıda hisse senetleri piyasasındaki işlemlerin kısa dönemde fiyatlar üzerindeki etkileri araştırılmaktadır. Arz eden ve talepte bulunan yatırımcılar, işlemleri gerçekleştiren aracılar (dealerlar, brokerlar) ve borsa işlemlerinin yapıldığı kurum (borsa) piyasayı oluşturan unsurlardır.

Mikro yapı için bilgi piyasanın etkinliğini sağlayan önemli bir unsurdur. Piyasa etkinliği, menkul kıymetlerle ilgili tüm yatırımcıların bildiği bilgilerden başka, özel bilgilerin de bulunduğunu ve yatırımcıların her iki bilgiyi kullanarak yatırım yaptığını ima eder³⁸. Mikro yapı ilişkilerini inceleyen bu literatürün amacı ise, piyasa etkinliğini sağlayan bilginin fiyatlar içine katılma şeklini daha iyi anlayabilmektir³⁹.

1.4.1. PİYASA ETKİNLİĞİ

Piyasa etkinliği, menkul kıymet fiyatlarının menkul kıymetlerle ilgili her türlü bilgiyi yansıttığını ifade etmektedir. Böyle bir piyasada hisse senedinin fiyatı, *piyasaya aktarılmış bilgiler* ışığında belirlenmektedir. Piyasanın etkinliği, fiyatların bütün yatırımcılar tarafından bilinen bilgi ve bilgili yatırımcıların sahip olduğu bütün özel bilgiyi yansıttığını ifade eder⁴⁰. Bir başka ifade ile, piyasa fiyatlarının hem kamuya açık

³⁸ Fama, Eugene F., "Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work.", *Journal of Finance*, vol. 25, 1970, s. 383-417.

³⁹ F. Douglas Foster ; S. Viswanathan, "Can Speculative Trading Explain the Volume-Volatility Relation ?", *Journal of Business and Economic Statistics*, vol. 13, 1995, s. 379.

⁴⁰ Lary H. P. Lang ; Robert H. Litzenberger ; Vicente Madrigal, "Testing Financial Market Equilibrium Under Asymmetric Information." *Journal of Political Economy*, vol. 100, 1992, s. 319.

hem de özel haberlerin anında yansması olduğu varsayılır⁴¹. Etkin bir piyasanın menkul kıymetlerle ilgili her türlü bilgiyi yansıtabilmesi için üç koşulun gerçekleşmesi gerekir⁴².

- Menkul kıymetlerle ilgili bilgilere bütün yatırımcılar hiçbir mali külfete katlanmaksızın sahip olmalıdır.
- Tüm yatırımcılar, bilgileri aynı şekilde yorumlamalıdır. Farklı yorumlamalar olması durumunda, bazı yatırımcılar piyasadan çekilir.
- İşlem maliyeti sıfır olmalıdır. Komisyon vb. giderler fiyat değişmelerinden büyük olursa fiyatlar sabit kalır.

Mikro iktisat teorisinin büyük bir kısmı bir seri varsayım üzerine kurulmuştur. Bu varsayımlar sadece iktisadi birimlerin optimal davranışlarını izah etmez, aynı zamanda bu davranışların mükemmel tahmin, mükemmel piyasalar veya işlem maliyetinin mevcut olmadığı ideal şartlar altında nasıl cereyan ettiğini de izah ederler⁴³. Finans piyasalarına gelen her türlü bilgi uygulamadaki yatırım kararları aşamasına bir temel oluşturur ve yatırım kararlarının verilmesini sağlar. Böylece, piyasaya yeni bilgiler geldikçe, fiyatlar bu yeni bilgiler ışığında değişir. Bilgi etkinliğine sahip bir piyasa oluşumunda bilgi dağılımındaki hız ile bilginin doğruluğu etkinliği arttırıcı etki yapmaktadır. Yatırımcılar, içeriden öğrenenler ile ilgili faaliyetlerin olma ihtimali ile hareket ettiklerinden, içeridekileri takip etme eğilimindedirler. Bu durum da, piyasanın etkinliğini arttırıcı bir ivme kazandırmaktadır.

Etkin bir piyasada birbirini takip eden fiyat ve kazançlardaki değişmelerin birbirinden bağımsız olduğu kabul edilir. Fiyatların bağımsızlığı, herhangi bir anda o hisse senedinin ortalama piyasa fiyatının gerçek değerine eşit veya yakın olduğu anlamını taşımaktadır. Gerçek değerden sapmalar, yatırımcıların aynı bilgileri farklı değerlendirmeleri nedeniyle gerçekleşmektedir. Bilgilerin farklı değerlendirilmesi

⁴¹ Meral Varış Tezcanlı, a.g.e., s. 39.

⁴² Hülya Kanalıcı, a.g.e., s. 25.

⁴³ Emil-M. Claasen, "Likiditeler ve Portföy Teorisi", çev. İbrahim Kanyılmaz, Alfa Basım Yayım, İstanbul-Bursa, 2000, s. 89.

zaman içinde denge durumuna gelir ve piyasanın etkinliği sağlanır⁴⁴. Piyasalar etkin faaliyet işlemleri gerçekleştirdiği için yatırımcıların anormal kazançlar elde etmesi de böylelikle mümkün olmaz⁴⁵.

1.4.2. FİYAT-HACİM İLİŞKİSİ

Fiyat ile hacim ilişkisinin önemli olmasının en az dört nedeni vardır⁴⁶ :

Birincisi, fiyat-hacim ilişkisi finansal piyasaların yapısının veya iç yüzünün kavranmasını sağlar. Piyasadaki bilgi akışı, işleyiş şekli ve piyasaya ulaşan bilgilere fiyatların nasıl uyum sağladığı açıklanabilir. Fiyat ile hacim arasındaki deneysel ilişkilerin incelenmesi piyasanın yapısı hakkında varsayılan çeşitli hipotezler arasındaki farkları görmeye yardımcı olabilir.

İkincisi, fiyat ile işlem hacmi verilerinin bir kombinasyonunu kullanan çalışmalar için bu ilişkiden çıkarılacak anlam önemlidir. Örneğin, fiyat değişimleri ve işlem hacmi arasındaki bağımlılığın yapısı belirlenerek daha etkin öngörüler yapılabilir.

Üçüncüsü, fiyat-hacim ilişkisi spekülasyon fiyatlarının dağılımının belirlenmesi için önemlidir.

Dördüncüsü, fiyat-hacim ilişkisi gelecekteki piyasa yapısını etkilemektedir. Fiyatlardaki değişimler işlem hacmini etkilemektedir. Fiyat değişimleri yeni bilginin piyasadaki değerlendirilmesi olarak ele alınmaktadır. Fiyat hareketleri işlem sayılarını ve işlem hacmini etkilemektedir. Kısaca, fiyatlardaki hareketlilik işlem sıklığına ve işlem hacmine sebep olmaktadır. Fiyatlar ile hacim arasındaki ilişki böyle olmakla birlikte, daha sonra artan işlem hacmi fiyat üstünde bir baskı oluşturur ve fiyatın artmasına sebep olur. İşlem hacminin artması veya azalması ise alıcıların ve satıcıların işlem yapmak için ne kadar istekli olduklarını yansıtır. İşlem hacmi bir hissenin değeri

⁴⁴ Hülya Kanalı, a.g.e., s. 25.

⁴⁵ Nuray Ergül, Herkes için Finans, Literatür Yayıncılık, İstanbul, 2004, s. 197.

⁴⁶ Jonathan M. Karpoff, a.g.m., s. 109.

hakkında yatırımcılar arasındaki anlaşmazlığın boyutunu göstermektedir. İşlem hacmi menkul kıymet alım satımının bilgi içeriğine sahip olup olmadığının ve yatırımcıların bilgiyi yorumlamalarının benzer veya farklı olup olmadığının anlaşılması için kullanılmaktadır⁴⁷. Bir başka ifade ile, işlem hacminin olası bir bilgili alım satımı ve ters seçimi belirlemesi anlamında rolü vardır⁴⁸. Bu çalışmadaki, işlem hacmi bileşenleri (ortalama işlem hacmi ve işlem sıklığı)'nin de menkul kıymet alım satımının bilgi içeriğine sahip olup olmadığının ve yatırımcıların bilgiyi yorumlamalarının benzer veya farklı olup olmadığının belirlenmesi anlamında rolü vardır. Fiyat-hacim ilişkisi de sistematik ve sistematik olmayan bilgi akışına bağlı olarak yatırım kararlarının belirlenmesinde önem taşımaktadır. Yatırımcıların taleplerinin belirlenmesinde genel bilgiye karşı özel bilginin önemini göstermektedir.

1.4.3. MİKRO YAPI MODELLERİ

Piyasanın mikro yapı teorisi, *işlem hacmi ve işlem sıklığı* değişkenlerinin getiri volatilitesi süreci ile doğrudan ilgili olduğunu ileri sürmektedir⁴⁹. Finans literatüründe, işlem hacmi ve hisse senedi fiyatlarını oluşturan dinamikler arasındaki ilişkiyi incelemek için mikro yapıda bir çok teorik model geliştirilmiştir. Bu modellerin hemen hemen hepsinde menkul kıymetlerin alım satımı *asimetrik bilgiye* göre meydana gelmektedir. Şirket hakkındaki özel bilgileri kamuya açıklanmadan önce elde eden içeridekiler piyasada bilginin asimetrik dağılmasına yol açmaktadır ve yatırımcıların bilgilerine bağlı fikir farklılıkları ile alım satım işlemleri gerçekleşmektedir. Böyle bir piyasada, bilgili yatırımcıların özel bilgilerini fiyatlar içine yavaş yavaş dahil ederek işlem yaptığı varsayılır⁵⁰. Böylece, bilgili yatırımcılar kârlarını zaman içinde maksimize etmiş olur. Volatilitenin sabit olması, özel bilginin fiyatlar içine sabit bir oranda dahil edildiğini işaret edecektir. Mikro yapı modelleri rekabetçi ve stratejik modeller olarak iki gruba ayrılmaktadır⁵¹.

⁴⁷ Jonathan M. Karpoff, a.g.m., s. 109.

⁴⁸ Roger D. Huang ; Ronald W. Masulis, a.g.m., s. 249.

⁴⁹ Torben G. Andersen, "Return Volatility and Trading Volume: An Information Flow Interpretation of Stochastic Volatility", The Journal of Finance, vol. 51, 1996, s. 170.

⁵⁰ Albert S. Kyle, a.g.m., s. 1316.

⁵¹ Charles M. Jones ; Gautham Kaul ; Marc L. Lipson, a.g.m., s. 632.

Rekabetçi modellerde, asimetrik bilgi menkul kıymet alım satımını yönlendirmektedir. Bu tip modellerde, işlem hacmi bilgili yatırımcının sahip olduğu bilginin kalitesiyle pozitif ilişkilidir. Bilgili yatırımcı hisse senedinin gerçek değerini bildiği için bu özel bilgiyi piyasa fiyatları ile karşılaştırır ve işlem yapar. Bilgili yatırımcının elde ettiği özel bilgi şirketin hisse senedinde büyük fiyat değişikliklerine neden olacak bir bilgi mahiyetinde ise, bilgili yatırımcı büyük hacimli bir hisse senedi alım veya satım işlemi gerçekleştirir. Bu nedenle işlem hacmi menkul kıymet işlemlerinde *ters seçim sorununu* ortaya çıkarır. Çünkü bilgili yatırımcılar herhangi bir fiyattan büyük hacimli işlem yapmayı tercih ederken, bazı yatırımcılar da bilgileri farklı yorumlayıp piyasadan çekilmeyi veya alım satım işlemi yapmamayı tercih eder.

Stratejik modellerde de menkul kıymet alım satımı asimetrik bilgiye göre yapılmaktadır. Fakat, stratejik modellerde bilgili bir yatırımcı büyük hacimli bir adet işlem yapmak yerine, küçük hacimli bir çok sayıda işlem yapar. Küçük hacimli çok sayıda işlemle, yatırımcı özel bilgisine dayanan yaptığı işlemi piyasadaki diğer yatırımcılardan gizlemeye çalışır. Böylece işlem hacmi yerine işlem sıklığı piyasa katılımcılarına daha fazla bilgi ifade etmektedir.

İKİNCİ BÖLÜM

PANEL VERİ ANALİZİ

2.1. GİRİŞ

Hisse senedi fiyat volatilitesi ile ortalama işlem hacmi ve işlem sıklığı arasındaki ilişki panel veri kullanılarak incelenecektir. Bu bölümde panel verinin tanımı yapılmaktadır. Panel veri kullanımının sağladığı faydalar, panel verinin sınırları ve panel veride parametre heterojenliği kavramı açıklanmaktadır. Bundan sonra, öncelikle verilere bağlı katsayılardaki farklılığın kaynağının belirlenmesi için çok yaygın olarak kullanılan kovaryans analiz testleri üzerinde durulacaktır. Daha sonra, panel veri ile düzenlenebilecek regresyon modelleri ve bu modellerin tahmin yöntemleri tartışılacaktır.

2.2. PANEL VERİ

Deneysel analizler için üç çeşit veri kullanılabilir⁵². Bunlar : Zaman serileri, yatay kesit ve pooled⁵³ (Örneğin zaman serileri ve yatay kesitin bileşimi) verisidir.

Zaman serisi verisi, bir zaman süreci boyunca yapılan gözlemleri içermektedir⁵⁴. Bir zaman serisi, günlük, haftalık, aylık, çeyrek yıllık, yıllık olabilir. Örneğin; günlük hisse senedi fiyatları, haftalık para arzı rakamları, aylık, çeyrek yıllık ve yıllık ithalat, ihracat verileri, zaman serisi verileridir. Zaman serilerinde genellikle alt im t tanımlayıcı indeks olarak kullanılır. Zaman serisi verileri, genellikle, “ $y_t, t = 1, \dots, T$ ” şeklinde belirtilir. Burada, T zaman serisi örneklem boyutunu belirtir.

Yatay kesit verileri, her bir birim⁵⁵ için ilgilenilen değişkenin değerini sadece bir kez gözleyen ve birçok birim üzerinde yapılan gözlemlerden oluşan veriler olarak

⁵² Damodar N. Gujarati, Basic Econometrics, McGraw-Hill Companies, Inc., 2003, s. 25.

⁵³ Pooled: Bir araya getirilmiş, birleştirilmiş.

⁵⁴ Sacit Ertaş, Teorik Notlar ve Çözümlü Ekonometri Problemleri, Basılmamış Ders Notu, Bursa, 2001, s 8.

⁵⁵ Birim : Birey, aile, hane halkı, şirket, ülke, vb.

tanımlanır⁵⁶. Örneğin aynı zaman noktasında toplanan ailelerin gelirleri ve giyim eşyası üzerine yaptıkları harcamalar, hisse senetlerinin fiyatları ile ilgili veriler yatay kesit verileridir. Belirli bir zaman noktasında derlenen yatay kesit verileri, genellikle, “ y_i , $i = 1, \dots, N$ ” şeklinde gösterilir. Buradaki alt im, i birimin tanımını (birey, aile, hane halkı, ülke) belirtmektedir. Burada, N yatay kesit verisi örneklem boyutunu göstermektedir.

Pooled veya birleştirilmiş veriler, zaman serileri ve yatay kesit verilerinin her ikisinin de ögesidir. Birleştirilmiş veri hem zaman hem de yatay kesite göre değişimi göstermektedir. Tablo 1’deki veriler birleştirilmiş veriye örnek olarak verilebilir.

Tablo 1⁵⁷ : HİSSE SENEDİ FİYAT VOLATİLİTESİ, İŞLEM SIKLIĞI VE ORTALAMA İŞLEM HACMİ VERİLERİ.

Hisse Senedi	Değişkenler				N_1	N_2
	V_1	V_2	AV_1	AV_2		
ADNAC	20	30	1396616	1097476	159	116
AEFES	500	1000	166995.7	75768.42	233	95
AGYO	10	30	2073697	1454864	240	258
AKBNK	300	400	1974104	1209271	488	406
AKCNS	900	150	127334.8	169397.1	138	68
AKENR	100	400	357912.1	315764.5	398	310
AKGRT	200	100	1389084	1396740	174	262
AKSA	0	1000	3790138	198616.4	135	98

Bu tabloda V ile volatilité, AV ile ortalama işlem hacmi ve N ile işlem sıklığı değişkenleri gösterilmektedir. Volatilité (V) kapanış fiyatları ile bir önceki günün kapanış fiyatları arasındaki farkın mutlak değeridir. İşlem sıklığı (N) işlem raporlarının veya işlem tutanaklarının sayısıdır. Ortalama işlem hacmi (AV) gün içindeki işlem hacminin işlem sıklığı değişkenine bölünmesidir. 1 alt imi ilgili değişkenin 3 Ocak 2003

⁵⁶ Yüksel İşyar, Model Kurma Teknikleri, Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Bursa, 1997, s. 38.

⁵⁷ Bu tabloda, ADNAC=ADANA ÇİMENTO, AEFES = ANADOLU EFES, AGYO= ATAKULE GMYO , AKBNK=AKBANK, AKCNS=AKÇANSA, AKENR = AK ENERJİ, AKGRT = AKSİGORTA, AKSA=AKSA.

günü aldığı değeri göstermektedir. 2 alt imi ise, ilgili değişkenin 6 Ocak 2003 günü aldığı değeri göstermektedir. Bu tabloda, her bir gün için 8 yatay kesit (hisse senedinin) ve her bir hisse senedi için 2 zaman serisi gözlemi volatilité, ortalama işlem hacmi ve işlem sıklığı değişkenleri için gözlenmektedir. 8 hisse senedi için 2 günlük gözlemler halinde, toplam $(8 \times 2) = 16$ birleştirilmiş gözlem vardır.

Panel veri birleştirilmiş verinin özel bir çeşididir. Aynı yatay kesit biriminin (bir firma veya bir hisse senedi) zamana göre değişimi *panel veri* olarak adlandırılmaktadır⁵⁸. Panel veri serisi iki alt im kullanılarak, “ y_{it} , $i = 1, \dots, N$ $t = 1, \dots, T$ ” şeklinde ifade edilir. N yatay kesit birimlerini, T zaman dönemini göstermektedir. $N \times T$ panel veri örneklem boyutunu göstermektedir. Panel veri her bir birim için kısa bir zaman aralığı süresinde gözlenen veri olarak elde ediliyor ise, *mikro panel veri* olarak adlandırılmaktadır.

Her bir yatay kesit biriminin aynı sayıda zaman serisi gözlemine sahip olması durumunda, böyle bir panel⁵⁹ *dengeli panel* adını alır. Eğer, gözlemlerin sayısı panel üyeleri (her bir yatay kesit birimi) arasında farklılık gösteriyorsa, böyle bir panel *dengesiz panel* olarak adlandırılır⁶⁰.

2.2.1. PANEL VERİLERİN DİĞER VERİ TÜRLERİNE GÖRE AVANTAJLARI

Panel veri, zaman serisi veya yatay kesit verilerine göre daha fazla gözlem sayısına sahiptir. Bir zaman serisi T adet ($t = 1, \dots, T$) gözlem sayısına sahip , bir yatay kesit N adet ($i = 1, \dots, N$) gözlem sayısına sahip iken, panel veri $N \times T$ adet ($i = 1, \dots, N$) ($t = 1, \dots, T$) ile sayıca daha çok gözleme sahiptir. Panel veri daha çok bilginin kullanılmasını olanaklı kılmakta ve serbestlik derecesini arttırmaktadır. Böylece, daha güvenilir parametre tahminleri vermektedir.

⁵⁸ Damodar N. Gujarati, a.g.e., s. 28.

⁵⁹ Panel, bir grup birimi ifade etmektedir.

⁶⁰ Damodar N. Gujarati, a.g.e., s. 640.

Uygulamalı araştırmalar yapanlara, daha az sınırlayıcı varsayımlar içeren, daha çok bilginin kullanıldığı modelleri belirleme ve test etme olanağı sağlamaktadır. Örneğın, zaman serilerinin eş-anlı modellenmesi, oldukça karışık bazı stokastik tanımlamaları gerektirmektedir⁶¹. Panel veri ile düzenlenen modellerde ise, daha sonra ifade edilecek olan bazı basit varsayımlar ile tahmin kolaylığı sağlanmaktadır.

Gözlem sayısının çok olmasına bağlı olarak, panel veri kümesi çoklu doğrusal bağlantı problemini azaltmaktadır. Panel veri hem yatay kesit hem de zaman boyutunda değiştiği için, gözlem sayısının artmasıyla birlikte daha çok değişkenlik sağlanmakta ve böylece açıklayıcı değişkenler arasındaki korelasyon azalmaktadır⁶². Panel veri ile, açıklayıcı değişkenler arasındaki doğrusal bağlantıyı azaltan ve serbestlik derecesini arttıran çok sayıda veri noktasının sağlanması, ekonometrik tahminlerin etkinliğini arttırmaktadır⁶³.

Zaman serisi veya yatay kesit verileri ile yapılan model tahminlerinde birimlerin heterojenlikleri modele dahil edilmemektedir. Örneğın, bir şirketin büyüklüğü, yaşı, yapısı gibi bireysel farklılıklar veya teknolojik değişmeler, dışsal etkiler (savaş), hükümet değişiklikleri gibi zamana bağlı farklılıklar o şirketin performansını etkileyebilir. Birimler arasındaki böyle farklılıkların hesap edilmediği zaman serisi ve yatay kesit modellerinde yanlı sonuçların elde edilme riski olmaktadır. Panel veri kümesi kullanılarak tahmin edilen regresyon modellerinde birimlerin heterojenliği ve zamana bağlı heterojenlik, modelin yapısında tanımlanarak hesap edilmektedir⁶⁴. Böylece, hem yanlı tahminlerden kaçınma olanağı doğmaktadır, hem de salt yatay kesit veya salt zaman serisi verileri ile tamamen yakalanamayan etkileri panel veri daha iyi belirleyebilmekte ve ölçebilmektedir⁶⁵.

⁶¹ William H. Greene, *Econometric Analysis*, Prentice-Hall International, Inc., Third Edition, 1997, s. 612.

⁶² László Mátyás, Patrick Sevestre, *The Econometrics of Panel Data*, Kluwer Academic Publisher, 1996, s. 26.

⁶³ Cheng Hsiao, *Analysis of Panel Data*, Cambridge University Press, 1989, s. 1-2.

⁶⁴ Badi H. Baltagi, *Econometric Analysis of Panel Data*, John Wiley & Sons, Ltd., 2001, s. 5-6.

⁶⁵ Badi H. Baltagi, a.g.e., s. 7.

2.2.2. PANEL VERİLERİN SINIRLARI

Verinin toplanması ve düzenlenmesi sırasında bazı sorunlar meydana gelmektedir. Bunların yanında, verinin mevcut yapısından kaynaklanan sorunlar da vardır. Bütün bunlar şöyle sıralanabilir:

- Panel anketlerinin düzenleme problemleri ve veri toplama problemleri :
İlgilenilen ana kütlenin eksik sayılması, anketi cevaplayacak kişinin işbirliği yapmaması veya anketörün hatası nedeniyle anketin cevaplanmaması, anketi cevaplayacak kişinin cevabı doğru hatırlayamaması, anketin düzenlenme sıklığı gibi durumlar karşılaşılan problemlerdir.
- Ölçme hatalarının çarpıtılması :
Açık olmayan sorular, hafıza hataları, yanıtların çarpıtılması, yanıtların kaydedilmemesi ve anketörlerin etkileri gibi ölçme hataları meydana gelebilir.
- Kısa zaman serisi boyutu :
Tipik paneller yıllık mikro panel veri kümesinden meydana gelmektedir. Mikro panel veri ile yapılan çalışmalarda, zaman boyutu az olduğu için tahmincilerin asimptotik özellikleri ancak birim sayısı sonsuza giderken ($N \rightarrow \infty$) geçerli olmaktadır.

2.3. PANEL VERİ REGRESYON MODELLERİ

Panel veri kullanılarak uydurulan regresyon modelleri, *panel veri regresyon modelleri* olarak adlandırılmaktadır⁶⁶. Basit bir doğrusal panel veri regresyon modeli en genel biçimde şöyle ifade edilmektedir :

⁶⁶ Damodar N. Gujarati, a.g.e., s. 636.

$$y_{it} = \alpha_{it} + \beta_{1it}x_{1it} + \dots + \beta_{kit}x_{kit} + u_{it} \quad i = 1, \dots, N \quad (2-1)$$

$$t = 1, \dots, T$$

Bu modelde y bağımlı değişkeni, x açıklayıcı değişkeni (k adet) ve u sıfır ortalama ve sabit bir varyansa sahip olan hata terimini göstermektedir. i birim indeksini ($i = 1, \dots, N$), t zaman indeksini ($t = 1, \dots, T$) göstermektedir.

Model, her bir birimin her bir zaman dönemine özgü kendi tepki katsayısına sahip olduğunu ifade etmektedir⁶⁷. Dolayısıyla, tahmin edilmesi gereken parametre sayısı gözlem sayısından fazladır. Model bu halde tahmin edilememektedir. Modelin tahmin edilebilmesi için yeniden yapılandırılması gerekmektedir. Bunun için ;

- Açıklayıcı değişkenler
- Hata terimi
- Regresyon katsayıları

ile ilgili bazı varsayımlar yapıldığında, (2-1) tahmin edilebilir.

Panel veri ile uydurulan regresyon modellerinde, özellikle regresyon katsayıları ile ilgili varsayımlar önemlidir. Çünkü, eldeki mevcut verinin yapısından kaynaklanan farklılıklar modelin katsayılarında veya parametrelerinde önemli değişikliklere sebep olabilmektedir. Böylece, modelin katsayıları birimler arasında ve/veya zaman boyunca değişiklik gösterebilmektedir.

2.3.1. PARAMETRE HETEROJENLİĞİ

Parametre heterojenliği verinin yapısına bağlı olarak, modelin bazı katsayılarının veya parametrelerinin (kesme ve/veya eğim) her bir birim için veya her bir zaman

⁶⁷ László Mátyás, Patrick Sevestre, a.g.e., s. 27.

dönemi için veya hem her bir birim için hem de her bir zaman dönemi için farklılık göstermesi olarak tanımlanabilir.

Örneğin, katsayıların zaman üzerinde sabit, fakat birimler arasında değişken olduğu varsayıldığında, panel veri regresyon modeli aşağıdaki biçimde yazılır :

$$y_{it} = \alpha_i^* + \beta_i' x_{it} + u_{it} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad (2-2)$$

Bu modelde, x_{it} 'nin panel veri regresyon modelinin en genel biçimi (2-1)'de gösterilen x_{it} gibi bir skaler olmadığına dikkat edilmelidir. Burada, x_{it} k sayıda açıklayıcı değişkeni gösteren bir vektör $x_{it}' = (x_{1it}, \dots, x_{kit})$ 'dür⁶⁸. α^* ve β katsayılarının alt imleri i , her iki katsayının da zaman boyunca sabit, fakat yatay kesit birimleri arasında farklı olduğunu göstermektedir.

Yatay kesit birimleri arasında parametrelerin farklı olması, açıklayıcı değişken (x_{it}) 'lerin gözlem değerlerinin özelliklerine göre ortaya çıkan örnekleme dağılımının sonucudur. Böyle bir dağılım ile, (2-2)'deki modelin tahmin edilmesi uygundur. Ancak, (2-2) modeli yerine, α^* ve β katsayılarının birimler arasında ve zaman üzerinde farklılık göstermediğini ifade eden

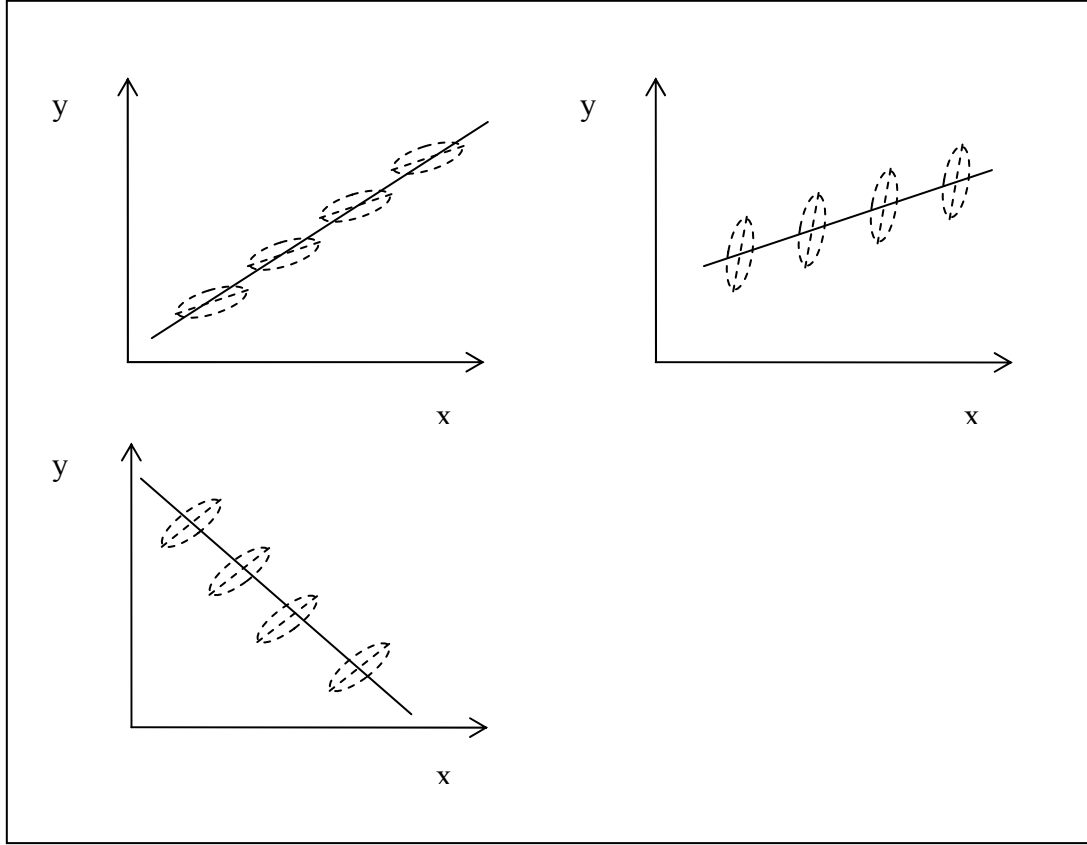
$$y_{it} = \alpha^* + \beta' x_{it} + u_{it} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad (2-3)$$

(2-3) tahmin edildiğinde, anlamsız katsayı tahminleri elde edilir.

⁶⁸ Bundan sonraki kısımlarda X_{it} ile karşılaştığı zaman; k sayıda açıklayıcı değişkeni gösteren bir vektör $X_{it}' = (x_{1it}, \dots, x_{kit})$ olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

Grafiksel olarak, ortaya çıkabilecek durumlar daha açık görülebilir. Bu durumlar verinin yapısında, kesmelerin heterojen ($\alpha_i^* \neq \alpha_j^*$), eğimin homojen ($\beta_i = \beta_j$) olduğu, veya kesmelerin ($\alpha_i^* \neq \alpha_j^*$) ve eğimin ($\beta_i \neq \beta_j$) ikisinin birlikte heterojen olduğu varsayımı altındaki iki farklı örnekleme dağılımı için ortaya koyulabilir.

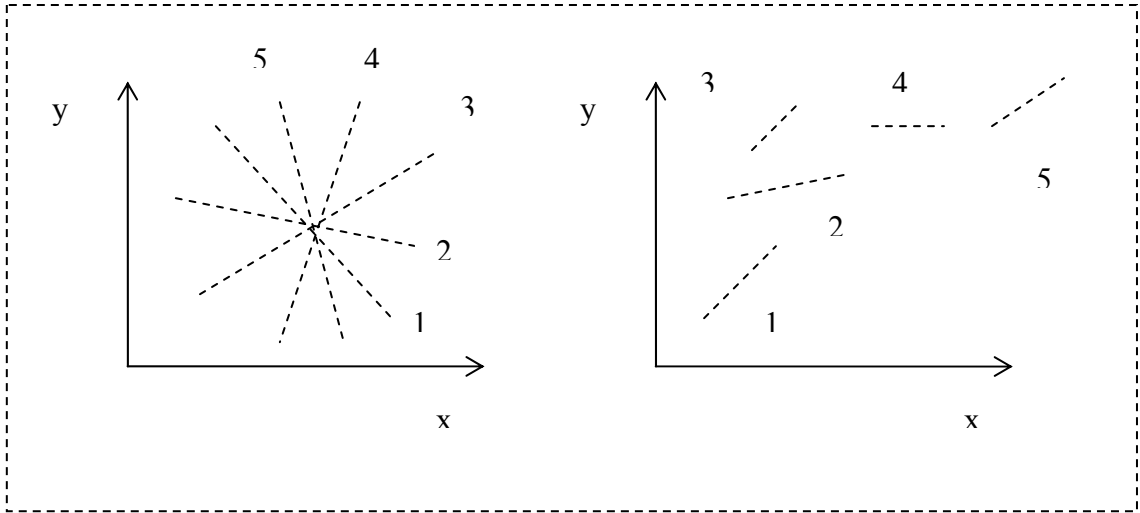
Şekil 2 : HETEROJEN KESMELER ($\alpha_i^* \neq \alpha_j^*$), HOMOJEN EĞİMLER ($\beta_i = \beta_j$).



Şekil 2’de düz çizgiler katsayıların birimler arasında ve zaman üzerinde farklılık göstermediğini ifade eden model (2-3) ile tahmin edilen regresyon doğrularının ortaya çıkabilecek olası durumlarını göstermektedir. Kesik çizgili daireler birimlerin saçılım noktalarını ve kesik düz çizgiler ise kesmeleri farklı, eğimleri aynı olduğu varsayılan birim regresyonları göstermektedir.

Verinin yapısına bağılı olarak kesmelerin heterojen ($\alpha_i^* \neq \alpha_j^*$), eğimin homojen ($\beta_i = \beta_j$) olduğu bir örnekleme dağılımına göre tahmin edilen model (2-3)'ün eğim parametresinin, birim regresyonların eğimlerine kıyasla daha dik olduğu görülmektedir. Bir başka ifade ile, parametre tahminleri yanlıdır. Bununla birlikte, Şekil 2'deki olası durumlarda, model (2-3)'ün tahmin edilmesi sonucu, eğim katsayısının yönünün önceden kestirilemediği ve herhangi bir yönde ortaya çıkabileceği de görülmektedir.

Şekil 3 : HETEROJEN KESMELER VE EĞİMLER ($\alpha_i^* \neq \alpha_j^*$), ($\beta_i \neq \beta_j$).



Şekil 3'te, rakamlar ile gösterilen kesik çizgili her bir doğru her bir birime ait regresyon doğrusunu göstermektedir. Bu iki grafik verinin yapısına bağılı olarak ortaya çıkan kesmelerin ve eğimlerin ikisinin birlikte heterojen ($\alpha_i^* \neq \alpha_j^*$), ($\beta_i \neq \beta_j$) olduğu bir örnekleme dağılımını temsil etmektedir.

Soldaki grafik incelendiğinde, örnekleme dağılımının doğasında olması gereken farklı birim regresyon doğruları görülmektedir. Genel olarak, model (2-3)'ün regresyon doğrusu birim regresyon doğrularının bir ortalamasını göstermektedir. Dolayısıyla,

böyle bir dağılım gösteren verinin model (2-3) ile tahmin edilmesi sonucu anlamsız katsayı tahminleri elde edilir.

Sağdaki grafikte de aynı anlamsız katsayı tahminleri ortaya çıkacaktır. Çünkü, birleştirilmiş regresyon modeli bu doğruların kabaca ortalaması olan eğrisel bir regresyon doğrusunu gösterecektir. Yukarıda Şekil 1 ve Şekil 2 ile gösterilen durumlar, katsayıların birimler arasında sabit, zaman üzerinde farklı olması durumu için de aynı şekilde gösterilebilir.

2.3.2. KOVARYANS ANALİZİ

Kovaryans analiz testi örneklem değişikliğinin kaynağının belirlenmesi için yapılan bir testtir. (2-1) ile ifade edilen model aşağıdaki formda yeniden yazıldığında,

$$y_{it} = \alpha_{it}^* + \beta_{it}' x_{it} + u_{it} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad (2-4)$$

elde edilir. Bu modelde,

$$\beta_{it}' : \quad 1 \times K \text{ boyutlu bir vektör} \quad \beta_{it}' = (\beta_{1it}, \beta_{2it}, \dots, \beta_{Kit})$$

$$x_{it} : \quad K \times 1 \text{ boyutlu açıklayıcı değişken vektörü} \quad x_{it}' = (x_{1it}, \dots, x_{Kit})$$

olmak üzere, kesme katsayılarının homojenliği ve eğim katsayılarının homojenliği F testleri ile test edilebilir.

Homojenlik testi üç adımdan oluşmaktadır. İlk adımda, kesme ve eğim katsayıları eş-anlı olarak test edilir. Eş-anlı homojenlik hipotezi kabul edildiğinde test sona erer. Eş-anlı homojenlik hipotezinin ret edilmesi durumunda, homojen dışılığın kaynağının araştırılması için ikinci adıma geçilir. İkinci adımda, eğim katsayılarının homojen olup

olmadığı test edilir. Eğim katsayılarının homojenliği kabul edildiğinde testin üçüncü adımı uygulanır. Üçüncü adımda ise, kesme katsayılarının homojenliği test edilir.

Katsayılar birimler arasında değişken olabileceği gibi, zaman dönemlerinde de değişkenlik gösterebilmektedir. Bu nedenle, kovaryans testleri her iki durum için ayrı ayrı incelenecektir.

2.3.2.1. YATAY KESİTİN KOVARYANS ANALİZİ

Katsayıların zaman üzerinde sabit, birimler arasında değişken olduğu varsayımı ile, her bir birim için ayrı bir regresyon kabul edilebilir. Kısıtlanmamış model olarak adlandırılan bu model, aşağıdaki biçimde yazılır :

$$y_{it} = \alpha_i^* + \beta_i' x_{it} + u_{it} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad (2-2)$$

(2-2) ile ifade edilen model üzerine üç çeşit kısıtlama getirilerek, üç farklı model yazılabilir. Bunlar :

- Eğim katsayılarının özdeş, kesme katsayılarının özdeş olmaması kısıtı

$$y_{it} = \alpha_i^* + \beta' x_{it} + u_{it} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad (2-5)$$

- Kesme katsayılarının aynı, eğim katsayılarının farklı olması kısıtı

$$y_{it} = \alpha^* + \beta_i' x_{it} + u_{it} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad (2-6)$$

- Eğim ve kesme katsayılarının her ikisinin de aynı olması kısıtı

$$y_{it} = \alpha^* + \beta' x_{it} + u_{it} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad (2-3)$$

Testin ikinci adımında eğimlerin eşit olmadığı kabul edildiği zaman, kesmelerin aynı olup olmadığının test edilmesi nadiren anlam ifade eden bir durumdur. Dolayısıyla, bu kısıt (2-6) üzerinde durulmayacaktır. (2-5) ile ifade edilen model düzeltilmiş birim ortalama veya hücre ortalama modeli olarak adlandırılır. Bütün katsayıların aynı olduğu varsayımı altındaki panel veri regresyon modeli (2-3) *birleştirilmiş regresyon* olarak adlandırılır.

Kısıtlanmamış model ve kısıtlanmış modeller (düzeltilmiş birim ortalama modeli ve birleştirilmiş regresyon) F testleri ile test edilerek, verinin yapısına uygun model seçimi yapılmış olacaktır.

2.3.2.1.1. MODELLERİN TAHMİNİ

Kısıtlanmamış modelin tahmini, Olağan En Küçük Kareler (OLS) Tahmin Yöntemi ile tahmin edilebilir. Kısıtlanmamış model

$$y_{it} = \alpha_i^* + \beta_i' x_{it} + u_{it} \quad \begin{matrix} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{matrix} \quad (2-2)$$

(2-2)'nin katsayılarının tahmini için, öncelikle i . birimin zaman üzerindeki değerleri toplanır ve (T) zaman boyutuna bölünerek, i . birim için bağımlı değişken ve bağımsız değişken ortalamaları sırasıyla, \bar{y}_i ve \bar{x}_i aşağıdaki biçimde bulunur :

$$\bar{y}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T y_{it} \quad i = 1, \dots, N \quad (2-7)$$

$$\bar{x}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T x_{it} \quad i = 1, \dots, N \quad (2-8)$$

Kısıtlanmamış modelin i . birimi için Olağan En Küçük Kareler (OLS) α_i^* ve β_i tahminleri aşağıdaki biçimde elde edilir :

$$\hat{\beta}_i = \frac{\sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i)(y_{it} - \bar{y}_i)}{\sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i)(x_{it} - \bar{x}_i)'} \quad i = 1, \dots, N \quad (2-9)$$

Daha sonra, i . birim için tahmin edilen $\hat{\beta}_i$ (2-10)'da yerine koyulur ve i . birimin kesmesi $\hat{\alpha}_i$

$$\hat{\alpha}_i = \bar{y}_i - \hat{\beta}_i' \bar{x}_i \quad i = 1, \dots, N \quad (2-10)$$

elde edilir. Böylece, modeldeki birim sayısı kadar kesme ve eğim katsayısı tahmin edilmiş olacaktır. Bu model birimlerin farklılıklarını, farklı kesmeler ile ortaya koymaktadır. Aynı zamanda, her bir birimin her bir açıklayıcı değişkenden ne kadar etkilendiğini de açık bir biçimde göstermektedir.

Kovaryans analiz terminolojisinde (2-9) ve (2-10) denklemleri *grup-içi tahminler* olarak adlandırılır⁶⁹. Bu modelde, i . grubun kalıntı kareleri toplamı olan RSS_i ,

$$RSS_i = \sum_{t=1}^T (y_{it} - \bar{y}_i)^2 - \frac{\sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i)(y_{it} - \bar{y}_i)}{\sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i)(x_{it} - \bar{x}_i)'} \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i)(y_{it} - \bar{y}_i) \quad i = 1, \dots, N \quad (2-11)$$

(2-11) ile elde edilir. Kısıtlanmamış kalıntı kareler toplamı olan S_1 ise,

⁶⁹ Cheng Hsiao, a.g.e., s. 13.

$$S_1 = \sum_{i=1}^N RSS_i \quad (2-12)$$

bütün birimlerin kalıntı kareleri toplamını ifade eden (2-12) ile elde edilir.

Düzeltilmiş birim ortalama veya hücre ortalama modelinin tahmini, yine grup içi tahmin yöntemi kullanılarak elde edilebilir. Düzeltilmiş birim ortalama modelin

$$y_{it} = \alpha_i^* + \beta' x_{it} + u_{it} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad (2-5)$$

ortak eğim katsayısı β 'nin Olağan En Küçük Kareler (OLS) tahmini aşağıdaki biçimde elde edilir⁷⁰:

$$\hat{\beta} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i)(y_{it} - \bar{y}_i)}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i)(x_{it} - \bar{x}_i)'} \quad (2-13)$$

Daha sonra, $\hat{\beta}$ (2-14)'te yerine koyulur ve i . birimin kesmesi olan $\hat{\alpha}_i$

$$\hat{\alpha}_i = \bar{y}_i - \hat{\beta}' \bar{x}_i \quad i = 1, \dots, N \quad (2-14)$$

elde edilir.

⁷⁰ Kovaryans analizinde $\hat{\beta}$ grup içi tahmin yönteminin yanında, gruplar arası tahmin yöntemi ile de tahmin edilebilmektedir. Gruplar arası tahmin yönteminde, her bir birimin zaman üzerindeki ortalaması bütün

birimlerin genel ortalamasından çıkartılarak hesaplanan $\hat{\beta} = \frac{\sum_{i=1}^N (\bar{x}_i - \bar{x})(\bar{y}_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^N (\bar{x}_i - \bar{x})(\bar{x}_i - \bar{x})}$ ile elde edilir.

Düzeltilmiş birim ortalama modelde, bir ortak eğim katsayısı ve birim sayısı kadar kesme katsayısı tahmin edilir. Bu modelin kalıntı kareler toplamı olan S_2

$$S_2 = \sum_{i=1}^N \left[\sum_{t=1}^T (y_{it} - \bar{y}_i)^2 \right] - \frac{\sum_{i=1}^N \left[\sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i)(y_{it} - \bar{y}_i) \right]}{\sum_{i=1}^N \left[\sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i)(x_{it} - \bar{x}_i)' \right]} \sum_{i=1}^N \left[\sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i)(y_{it} - \bar{y}_i) \right] \quad (2-15)$$

(2-15)'deki formülasyon ile hesaplanır.

Eğim ve kesme katsayılarının her ikisinin de aynı olması kısıtı altında ifade edilen birleştirilmiş regresyonun tahmini için yine grup içi tahmin yöntemi kullanılabilir. Birleştirilmiş regresyonun

$$y_{it} = \alpha^* + \beta' x_{it} + u_{it} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad (2-3)$$

Olağan En Küçük Kareler (OLS) Tahmin Yöntemi ile tahmini için, bütün birimlerin zaman üzerindeki değerleri toplanır ve gözlem sayısına (NT) bölünerek bağımlı değişken ve bağımsız değişken için ortalamalar sırasıyla, \bar{y} ve \bar{x} aşağıdaki biçimde bulunur :

$$\bar{y} = \frac{1}{NT} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T y_{it} \quad (2-16)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{NT} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T x_{it} \quad (2-17)$$

Öncelikle, eğim parametresi (β) tahmin edilir. (2-16) ve (2-17) ile hesaplanan ortalamalar (2-18)'deki formülde yazılır ve β 'nın Olağan En Küçük Kareler Tahmini

$$\hat{\beta} = \frac{\left[\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x})(y_{it} - \bar{y}) \right]}{\left[\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x})(x_{it} - \bar{x})' \right]} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \tilde{x}_{it} \tilde{y}_{it}}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \tilde{x}_{it}^2} \quad (2-18)$$

$\hat{\beta}$ elde edilir. Burada, \tilde{x}_{it} , \tilde{y}_{it} ve \tilde{x}_{it}^2 sırasıyla,

$$\tilde{x}_{it} = x_{it} - \bar{x} \quad (2-19)$$

$$\tilde{y}_{it} = y_{it} - \bar{y}$$

$$\tilde{x}_{it}^2 = (x_{it} - \bar{x})(x_{it} - \bar{x})'$$

olarak kısaltılmıştır. Bu modelde önemli olan ; \bar{y} ve \bar{x} değerleri tüm gözlemlerden çıkarılarak, α 'nın etkisinin ortadan kaldırılması ve daha sonra $\hat{\beta}$ 'nin elde edilmesidir. Bu işlemler yapıldıktan sonra, $\hat{\beta}$ (2-20)'de yerine koyulur ve ortak kesme olan $\hat{\alpha}$

$$\hat{\alpha} = \bar{y} - \hat{\beta} \bar{x} \quad (2-20)$$

elde edilir. Birleştirilmiş regresyon modelinin kalıntı kareler toplamı olan S_3

$$S_3 = \sum_{i=1}^N \left[\sum_{t=1}^T (y_{it} - \bar{y})^2 \right] - \frac{\sum_{i=1}^N \left[\sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x})(y_{it} - \bar{y}) \right]}{\sum_{i=1}^N \left[\sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x})(x_{it} - \bar{x})' \right]} \sum_{i=1}^N \left[\sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x})(y_{it} - \bar{y}) \right] \quad (2-21)$$

(2-21)'deki formülasyon ile hesaplanır.

2.3.2.1.2. KOVARYANS TESTLERİ

Hata terimi ile ilgili bazı varsayımlar altında F testleri ile kısıtlanmamış, düzeltilmiş birim ortalama ve birleştirilmiş regresyon modelleri test edilebilir⁷¹. Hata terimi u_{it} 'nin varsayımları aşağıdaki gibidir :

$$1. \quad E(u_{it}) = 0 \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad \text{Hata teriminin ortalaması sıfırdır.}$$

$$2. \quad E(u_{it})^2 = \sigma_u^2 \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad \text{Hata teriminin varyansı sabittir.}$$

$$3. \quad E(u_{i,t} u_{i,t-s}) = 0 \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad \text{Hata terimleri bağımsızdır.}$$

$$4. \quad u_{it} \sim N(0, \sigma_u^2) \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad \text{Hata terimi yaklaşık olarak sıfır ortalama, sabit varyans ile normal dağılmaktadır.}$$

Bu varsayımlara ilave olarak, açıklayıcı değişkenlerin stokastik olmadığı ve hata terimlerinden bağımsız oldukları varsayılmaktadır. Homojenlik testinin ilk adımı, kesme ve eğim katsayılarının eş-anlı olarak test edilmesidir. Eş-anlı testin hipotezi aşağıdaki biçimde yazılır :

$$H_0 : \alpha_1^* = \alpha_2^* = \dots = \alpha_N^* \\ \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_N$$

⁷¹ Cheng Hsiao, a.g.e., s. 15.

$$H_1 : \alpha_1^* \neq \alpha_2^* \neq \dots \neq \alpha_N^* \\ \beta_1 \neq \beta_2 \neq \dots \neq \beta_N \quad (2-22)$$

Burada, H_0 ile gösterilen sıfır hipotezi kesme ve eğim katsayılarının eş-anlı olarak aynı olduğunu, H_1 ile gösterilen karşıt hipotez ise, kesme ve eğim katsayılarının eş-anlı olarak aynı olmadığını ifade etmektedir. Bu hipotezleri test etmek için, (2-23)'deki F_3 istatistiği hesaplanır.

$$F_3 = \frac{(S_3 - S_1) / [(N-1)(K+1)]}{S_1 / [NT - N(K+1)]} \quad (2-23)$$

Bu istatistikte, S_1 kısıtlanmamış modelin kalıntı kareler toplamını, S_3 birleştirilmiş regresyon modelinin kalıntı kareler toplamını, N birim sayısını, NT gözlem sayısını, K ise açıklayıcı değişken sayısını göstermektedir. $\frac{S_1}{\sigma_u^2} \sim \chi_{NT-N(K+1)}^2$ ve

$\frac{S_3}{\sigma_u^2} \sim \chi_{NT-(K+1)}^2$ ile dağılmaktadır. $\frac{S_1}{\sigma_u^2}$ ile $\frac{S_3}{\sigma_u^2}$ birbirinden bağımsız olduğu için

$\frac{S_3 - S_1}{\sigma_u^2} \sim \chi_{NT-(K+1)}^2$ ile dağılmaktadır⁷².

Eğer H_0 red edilemiyorsa, birleştirilmiş regresyonun tahmin edilmesine karar verilir. H_0 red, H_1 kabul ediliyorsa, homojen dışılığın kaynağının araştırılması için testin ikinci adımına geçilir. İkinci adımda, eğim katsayılarının homojen olup olmadığı test edilir. Bunun için hipotezler aşağıdaki biçimde yazılır :

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_N$$

$$H_1 : \beta_1 \neq \beta_2 \neq \dots \neq \beta_N \quad (2-24)$$

⁷² Cheng Hsiao, a.g.e., s. 15.

H_0 ile gösterilen sıfır hipotezi eğim katsayılarının aynı olduğunu, H_1 ile gösterilen karşıt hipotez ise, eğim katsayılarının aynı olmadığını ifade etmektedir. Bu hipotezleri test etmek için, (2-25)'deki F_1 istatistiği hesaplanır.

$$F_1 = \frac{(S_2 - S_1) / [(N-1)K]}{S_1 / [NT - N(K+1)]} \quad (2-25)$$

Bu istatistikte, S_2 düzeltilmiş birim ortalama modelin kalıntı kareler toplamını göstermektedir. $\frac{S_2}{\sigma_u^2} \sim \chi_{N(T-1)-K}^2$ ile dağılmaktadır⁷³.

H_0 red ediliyor ise, test doğal olarak sona erer. Kısıtlanmamış modelin tahmin edilmesine karar verilir. H_0 red edilemiyorsa, eğim katsayılarının homojenliği kabul edilir ve testin üçüncü adımı uygulanır. Üçüncü adımda, kesme katsayılarının homojenliği test edilir. $\beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_N$ koşulu altındaki alternatif bir F testi yapılır. Hipotezler aşağıdaki biçimde yazılır :

$$H_0 : \alpha_1^* = \alpha_2^* = \dots = \alpha_N^*$$

$$H_1 : \alpha_1^* \neq \alpha_2^* \neq \dots \neq \alpha_N^* \quad (2-26)$$

H_0 ile gösterilen sıfır hipotezi eğim katsayılarının homojenliği koşulu altında kesme katsayılarının aynı olduğunu, H_1 ile gösterilen karşıt hipotez ise, eğim katsayılarının homojenliği koşulu altında kesme katsayılarının aynı olmadığını ifade etmektedir. Bu hipotezleri test etmek için, (2-27)'deki F_4 istatistiği hesaplanır.

$$F_4 = \frac{(S_3 - S_2) / (N-1)}{S_2 / N(T-1) - K} \quad (2-27)$$

⁷³ Cheng Hsiao, a.g.e., s. 15.

Bu istatistikte, $\frac{S_2}{\sigma_u^2}$ ile $\frac{S_3}{\sigma_u^2}$ birbirinden bağımsız olduğu için $\frac{S_3 - S_2}{\sigma_u^2} \sim \chi_{N-1}^2$ ile dağılmaktadır⁷⁴.

H_0 red edilemiyorsa, düzeltilmiş birim ortalama modelin tahmin edilmesine karar verilir.

2.3.2.2. ZAMAN SERİLERİNİN KOVARYANS ANALİZİ

Katsayıların birimler arasında sabit, zaman üzerinde değişken olduğu varsayımı ile, her bir zaman dönemi için ayrı bir regresyon kabul edilebilir. Kısıtlanmamış model aşağıdaki biçimde yazılabilir :

$$y_{it} = \alpha_t^* + \beta_t' x_{it} + u_{it} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad (2-28)$$

(2-28) ile ifade edilen model üzerine yatay kesitin kovaryans analizinde ifade edilen üç çeşit kısıtlama getirilebilir. Bunlar :

- Eğim katsayılarının özdeş, kesme katsayılarının özdeş olmaması kısıtı

$$y_{it} = \alpha_t^* + \beta' x_{it} + u_{it} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad (2-29)$$

- Kesme katsayıları aynı, eğim katsayılarının farklı olması kısıtı

$$y_{it} = \alpha^* + \beta_t' x_{it} + u_{it} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad (2-30)$$

⁷⁴ Cheng Hsiao, a.g.e., s. 16.

- Eğim ve kesme katsayılarının her ikisinin de aynı olması kısıtı

$$y_{it} = \alpha^* + \beta' x_{it} + u_{it} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad (2-3)$$

Testin ikinci adımında eğimlerin eşit olmadığı kabul edildiği zaman, kesmelerin aynı olup olmadığının test edilmesi nadiren anlam ifade eden bir durumdur. Dolayısıyla, bu kısıt üzerinde (2-30) durulmayacaktır. Kısıtlanmamış modeli (2-28) ve düzeltilmiş zaman ortalama modeli (2-29)'ün tahmini için grup içi tahmin yöntemi kullanılabilir. Birleştirilmiş regresyon modeli (2-3)'ün tahmini daha önce gösterildiği için burada yer verilmeyecek, bu bölümde sadece hipotez testleri yapılırken, kalıntı kareler toplamı olan S_3 kullanılacaktır.

2.3.2.2.1. MODELLERİN TAHMİNİ

Kısıtlanmamış modelin tahmini, Olağan En Küçük Kareler (OLS) Tahmin Yöntemi ile tahmin edilebilir. Kısıtlanmamış model

$$y_{it} = \alpha_t^* + \beta_t' x_{it} + u_{it} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad (2-28)$$

(2-28)'in katsayılarının tahmini için, öncelikle t . zaman döneminde birimlerin değerleri toplanır ve birim sayısı (N)'na bölünerek, t . zaman dönemi için bağımlı değişken ve bağımsız değişken ortalamaları sırasıyla, \bar{y}_t ve \bar{x}_t aşağıdaki biçimde bulunur :

$$\bar{y}_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_{it} \quad t = 1, \dots, T \quad (2-31)$$

$$\bar{x}_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_{it} \quad t = 1, \dots, T \quad (2-32)$$

Kısıtlanmamış modelin t . zaman dönemi için Olağan En Küçük Kareler (OLS) α_t^* ve β_t tahminleri aşağıdaki biçimde elde edilir:

$$\hat{\beta}_t = \frac{\sum_{i=1}^N (x_{it} - \bar{x}_t)(y_{it} - \bar{y}_t)}{\sum_{i=1}^N (x_{it} - \bar{x}_t)(x_{it} - \bar{x}_t)'} \quad t = 1, \dots, T \quad (2-33)$$

t . zaman dönemi için tahmin edilen $\hat{\beta}_t$ (2-34)'te yerine koyulur ve t . zaman dönemi için kesme $\hat{\alpha}_t$

$$\hat{\alpha}_t = \bar{y}_t - \hat{\beta}_t' \bar{x}_t \quad t = 1, \dots, T \quad (2-34)$$

elde edilir. Böylece, modeldeki zaman dönemi kadar kesme ve eğim katsayısı tahmin edilmiş olacaktır.

Bu model zaman dönemi farklılıklarını, farklı kesmeler ile ortaya koymaktadır. Aynı zamanda, her bir zaman döneminin her bir açıklayıcı değişkenden ne kadar etkilendiğini de açık bir biçimde göstermektedir. t . zaman döneminin kalıntı kareleri toplamı olan RSS_t ,

$$RSS_t = \sum_{i=1}^N (y_{it} - \bar{y}_t)^2 - \frac{\sum_{i=1}^N (x_{it} - \bar{x}_t)(y_{it} - \bar{y}_t)}{\sum_{i=1}^N (x_{it} - \bar{x}_t)(x_{it} - \bar{x}_t)'} \sum_{i=1}^N (x_{it} - \bar{x}_t)(y_{it} - \bar{y}_t) \quad t = 1, \dots, T \quad (2-35)$$

(2-35) ile elde edilir. Kısıtlanmamış kalıntı kareler toplamı olan S_1' ise,

$$S_1' = \sum_{t=1}^T RSS_t \quad (2-36)$$

bütün zaman dönemlerinin kalıntı kareleri toplamını ifade eden (2-36) ile elde edilir. Düzeltilmiş zaman ortalama modelinin tahmini, grup içi tahmin yöntemi kullanılarak elde edilebilir. Düzeltilmiş zaman ortalama modelin

$$y_{it} = \alpha_t^* + \beta' x_{it} + u_{it} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad (2-29)$$

ortak eğim katsayısının Olağan En Küçük Kareler tahmini aşağıdaki biçimde elde edilir:

$$\hat{\beta} = \frac{\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^N (x_{it} - \bar{x}_t)(y_{it} - \bar{y}_t)}{\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^N (x_{it} - \bar{x}_t)(x_{it} - \bar{x}_t)'} \quad (2-37)$$

Daha sonra, tahmin edilen $\hat{\beta}$ (2-38)'de yerine koyulur ve t . zaman döneminin kesmesi olan $\hat{\alpha}_t$

$$\hat{\alpha}_t = \bar{y}_t - \hat{\beta}' \bar{x}_t \quad t = 1, \dots, T \quad (2-38)$$

elde edilir. Düzeltilmiş zaman ortalama modelde, ortak bir eğim katsayısı ve zaman dönemi kadar kesme katsayısı tahmin edilir. Bu modelin kalıntı kareler toplamı olan S_2'

$$S_2' = \sum_{t=1}^T \left[\sum_{i=1}^N (y_{it} - \bar{y}_t)^2 \right] - \frac{\sum_{t=1}^T \left[\sum_{i=1}^N (x_{it} - \bar{x}_t)(y_{it} - \bar{y}_t) \right]}{\sum_{t=1}^T \left[\sum_{i=1}^N (x_{it} - \bar{x}_t)(x_{it} - \bar{x}_t)' \right]} \sum_{t=1}^T \left[\sum_{i=1}^N (x_{it} - \bar{x}_t)(y_{it} - \bar{y}_t) \right] \quad (2-39)$$

(2-39)'daki formülasyon ile hesaplanır.

2.3.2.2.2. KOVARYANS TESTLERİ

Hata terimi ile ilgili daha öncede ifade edilen aşağıdaki varsayımlar altında F testleri ile kısıtlanmamış, düzeltilmiş zaman ortalama ve birleştirilmiş regresyon modelleri test edilebilir. Hata terimi u_{it} 'nin varsayımları aşağıdaki gibidir :

$$1. \quad E(u_{it}) = 0 \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad \text{Hata teriminin ortalaması sıfırdır.}$$

$$2. \quad E(u_{it})^2 = \sigma_u^2 \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad \text{Hata teriminin varyansı sabittir.}$$

$$3. \quad E(u_{i,t} u_{i,t-s}) = 0 \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad \text{Hata terimleri bağımsızdır.}$$

$$4. \quad u_{it} \sim N(0, \sigma_u^2) \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad \text{Hata terimi yaklaşık olarak sıfır ortalama, sabit varyans ile normal dağılmaktadır.}$$

Bu varsayımlara ilave olarak, açıklayıcı değişkenlerin stokastik olmadığı ve hata terimlerinden bağımsız oldukları varsayılmaktadır. Homojenlik testinin ilk adımı, kesme ve eğim katsayılarının eş-anlı olarak test edilmesidir. Eş-anlı testin hipotezi aşağıdaki biçimde yazılır :

$$H_0 : \alpha_1^* = \alpha_2^* = \dots = \alpha_T^* \\ \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_T$$

$$H_1 : \alpha_1^* \neq \alpha_2^* \neq \dots \neq \alpha_T^* \\ \beta_1 \neq \beta_2 \neq \dots \neq \beta_T$$

(2-40)

Burada, H_0 ile gösterilen sıfır hipotezi kesme ve eğim katsayılarının eş-anlı olarak aynı olduğunu, H_1 ile gösterilen karşıt hipotez ise, kesme ve eğim katsayılarının eş-anlı olarak aynı olmadığını ifade etmektedir. Bu hipotezleri test etmek için, (2-41)'deki F_3' istatistiği hesaplanır.

$$F_3' = \frac{(S_3 - S_1') / [(T-1)(K+1)]}{S_1' / [NT - T(K+1)]} \quad (2-41)$$

Bu istatistikte, S_1' kısıtlanmamış modelin kalıntı kareler toplamını, S_3 birleştirilmiş regresyon modelinin kalıntı kareler toplamını, T zaman dönemini, NT gözlem sayısını, K ise açıklayıcı değişken sayısını göstermektedir.

Eğer H_0 red edilemiyorsa, birleştirilmiş regresyonun tahmin edilmesine karar verilir. H_0 red, H_1 kabul ediliyorsa, homojen dışılığın kaynağının araştırılması için ikinci adıma geçilir. İkinci adımda, eğim katsayılarının homojen olup olmadığı test edilir. Bunun için hipotezler aşağıdaki biçimde yazılır :

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_T$$

$$H_1 : \beta_1 \neq \beta_2 \neq \dots \neq \beta_T$$

(2-42)

H_0 ile gösterilen sıfır hipotezi eğim katsayılarının aynı olduğunu, H_1 ile gösterilen karşıt hipotez ise, eğim katsayılarının aynı olmadığını ifade etmektedir. Bu hipotezleri test etmek için, (2-43)'deki F_1' istatistiği hesaplanır.

$$F_1' = \frac{(S_2' - S_1') / [(T-1)K]}{S_1' / [NT - T(K+1)]} \quad (2-43)$$

Bu istatistikte, S_2' düzeltilmiş zaman ortalama modelin kalıntı kareler toplamını göstermektedir.

H_0 red ediliyorsa, test sona erer ve kısıtlanmamış model tahmin edilir. H_0 red edilemiyorsa, eğim katsayılarının homojenliği kabul edilir ve testin üçüncü adımı uygulanır. Üçüncü adımda, kesme katsayılarının homojenliği test edilir. Kesme katsayılarının homojenliği, $\beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_T$ koşulu altında alternatif bir F testi ile test edilir. Bu testin hipotezleri aşağıdaki biçimde yazılır :

$$H_0 : \alpha_1^* = \alpha_2^* = \dots = \alpha_T^*$$

$$H_1 : \alpha_1^* \neq \alpha_2^* \neq \dots \neq \alpha_T^* \quad (2-44)$$

H_0 ile gösterilen sıfır hipotezi eğim katsayılarının homojenliği koşulu altında kesme katsayılarının aynı olduğunu, H_1 ile gösterilen karşıt hipotez ise, eğim katsayılarının homojenliği koşulu altında kesme katsayılarının aynı olmadığını ifade etmektedir. Bu hipotezleri test etmek için, (2-45)'deki F_4' istatistiği hesaplanır.

$$F_4' = \frac{(S_3 - S_2') / (T - 1)}{S_2' / T(N - 1) - K} \quad (2-45)$$

H_0 red edilemiyorsa, düzeltilmiş zaman ortalama modelin tahmin edilmesine karar verilir.

Yatay kesit ve zaman serileri kovaryans analizlerinin her ikisinin de regresyon katsayılarının homojen olduğunu göstermesi durumunda, birleştirilmiş regresyon uygun spesifikasyon olmaktadır. Aksi halde, birleştirilmiş regresyonun geçerli spesifikasyon olarak kullanılması, bir başka ifade ile parametre heterojenliğinin hesap edilmemesi

ciddi bir spesifikasyon hatasına yol açmaktadır⁷⁵. Parametre heterojenliğinin dikkate alınması ile tahminlerin daha güvenilir olması sağlanmaktadır.

Birim ve/veya zaman davranış farklılıklarını hesap etmenin en basit yolu, bazı regresyon katsayılarının birimler arasında ve/veya zaman boyunca değişmesine izin verilmesidir⁷⁶. Katsayıların birimler arasında ve/veya zaman boyunca değişmesine izin veren panel veri regresyon modelleri aşağıdaki biçimde yazılabilir :

1. *Eğim katsayıları sabit, fakat kesme birimden birime değişmektedir.*

$$y_{it} = \alpha_i^* + \beta' x_{it} + u_{it} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad (2-5)$$

2. *Eğim katsayıları sabit, fakat kesme birimden birime ve zaman boyunca değişmektedir.*

$$y_{it} = \alpha_{it}^* + \beta' x_{it} + u_{it} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad (2-46)$$

3. *Bütün katsayılar birimden birime değişmektedir.*

$$y_{it} = \alpha_i^* + \beta_i' x_{it} + u_{it} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad (2-2)$$

4. *Bütün katsayılar birimden birime ve zaman boyunca değişmektedir.*

$$y_{it} = \alpha_{it}^* + \beta_{it}' x_{it} + u_{it} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad (2-4)$$

Bu dört farklı durumun her birinde, model katsayılarının rastsal veya sabit varsayılmasına bağlı olarak sınıflandırılabilir. Bu sınıflandırmaya göre panel veriler ile

⁷⁵ Badi H. Baltagi, a.g.e., s. 6.

⁷⁶ László Mátyás, Patrick Sevestre, a.g.e., s. 34.

ilgili ekonometri literatüründe, “*Sabit Etkili*” ve “*Rastсал Etkili*” panel veri regresyon modellerinden söz edilmektedir.

Sadece sabit katsayı (kesme)’nin birimlere ve/veya zamana göre değişken olduğunu varsayan (2-5) ve (2-46) modelleri “*Sabit Eğim Değişken Kesme Modelleri*” olarak adlandırılmaktadır. Sabit Eğim Değişken Kesme modelleri uygulamalı araştırmalarda çok sık olarak kullanılmaktadır⁷⁷. Sabit katsayının ve açıklayıcı değişkenlerin tepki katsayılarının birimlere ve/veya zamana göre değişken olduğunu varsayan (2-2) ve (2-4) modelleri ise, “*Değişken Katsayı Modelleri*” olarak adlandırılmaktadır. Değişken katsayı modelleri hesaplama karışıklıkları nedeniyle, deneysel çalışmalarda sabit eğim değişken kesme modelleri kadar kabul görmemektedir⁷⁸. Bundan sonraki bölümlerde, sabit eğim değişken kesme modelleri için, etkinin sabit veya rastсал olduğu varsayımına dayanan durumlar ayrı ayrı incelenecektir.

2.3.3. SABİT EĞİM DEĞİŞKEN KESME MODELLERİ

Sabit eğim, değişken kesme modelleri birimlere ve/veya zamana göre sadece sabit katsayı (kesme katsayısı)’nın değiştiği modellerdir. Bu modellerde, kesmenin birimlere ve/veya zamana göre değiştiği varsayımı altında, kesme katsayıları sabit olarak varsayıldığında model *Kovaryans Modeli*, kesme katsayıları rastсал olarak varsayıldığında ise, model *Varyans Bileşenleri Modeli* veya *Hata Bileşenleri Modeli* olarak adlandırılmaktadır. Bu modeller sırasıyla, Kovaryans Analizi (Sabit Etkiler) Modelleri ve Rastсал Etkiler Modelleri başlığı altında irdelenecektir.

2.3.3.1. KOVARYANS ANALİZİ (SABİT ETKİLER) MODELLERİ

Regresyon modelleri kantitatif (nicel) faktörlerin, varyans analizi modelleri kalitatif (niteliksel) faktörlerin, kovaryans analizi modelleri ise, hem kantitatif hem de kalitatif

⁷⁷ Yair Mundlak, “On the Pooling of Time Series and Cross Section Data”, *Econometrica*, vol. 46., No. 1. 1978, s. 69-85.

⁷⁸ Cheng Hsiao, a.g.e., s. 130.

faktörlerin etkilerinin belirlenmesine olanak tanıyan modellerdir⁷⁹. Bu bölümde, birimlerin, zaman dönemlerinin veya hem birimlerin hem de zaman dönemlerinin sadece kesme teriminde davranış farklılıkları gösterdiği kovaryans analizi modelleri üzerinde durulacaktır.

2.3.3.1.1. BİRİM ETKİSİ

Modelin genel formülasyonunda, birimler arasındaki farklılıkların, sabit terimdeki farklılıklarda yakalanabildiği varsayılmaktadır⁸⁰. Modelde her bir birim için kesme ayrı ayrı tahmin edilirken, ilgili açıklayıcı değişkene ait eğim parametresi ortak bir parametre olarak tahmin edilir. Böyle bir panel veri regresyon modeli aşağıdaki biçimde yazılır:

$$y_{it} = \alpha_i^* + \beta' x_{it} + u_{it} \quad \begin{matrix} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{matrix} \quad (2-5)$$

Bu modelde, bağımsız değişkenlerin stokastik olmadığı ve hata teriminden bağımsız olduğu varsayılmaktadır. Hata terimi u_{it} için $u_{it} \sim i.i.d.(0, \sigma^2)$ varsayımı yapılmaktadır⁸¹. Burada hata terimi u_{it} 'nin sıfır ortalama $\{E(u_{it}) = 0\}$, ve sabit bir varyans $\{E(u_{it})^2 = \sigma_u^2\}$ ile bağımsızca $\{E(u_{it}u_{i,t-1}) = 0\}$ yaklaşık olarak özdeş dağılan bir rastsal değişken olduğu ifade edilmektedir.

Bu model birim etkisinin, sadece kesme teriminde dikkate alındığı kovaryans modelidir⁸². Birimler arasındaki kalitatif faktörlerin etki farklılıkları, modele bağımsız değişken olarak dahil edilen kukla değişkenler (birim kuklaları) tanımlanarak

⁷⁹ Cheng Hsiao, a.g.e., s. 30.

⁸⁰ William H. Greene, a.g.e., s. 615.

⁸¹ Burada, i.i.d (independently identically distributed) bağımsızca özdeş olarak dağılmış anlamına gelmektedir.

⁸² László Mátyás, Patrick Sevestre, a.g.e., s. 35.

ölçülmektedir. Kantitatif faktörlerin etki farklılıkları ise, açıklayıcı değişkenlerin tepki katsayıları ile ölçülür.

Modeldeki N sayıda birim arasındaki farklılık, modele N sayıda kukla değişkenin tanımlanması ile yakalanmaktadır. (2-5)'te kapalı olarak gösterilen kukla değişkenler ve açıklayıcı değişken x'ler açık olarak yazıldığında;

$$y_{it} = \alpha_1 e_{1t} + \dots + \alpha_N e_{Nt} + \beta_1 x_{1it} + \dots + \beta_k x_{kit} + u_{it} \quad \begin{matrix} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{matrix} \quad (2-47)$$

(2-47) elde edilir. e'ler her bir birim için ($i = 1, \dots, N$) kukla değişkenleri ifade etmektedir. i. birim için model vektör ve matris formunda,

$$y_i = e_i \alpha_i + X_i \beta + u_i \quad i = 1, \dots, N \quad (2-48)$$

(2-48) ile ifade edilebilir. Bu modelde y_i ,

$$y_i = \begin{bmatrix} y_{i1} \\ y_{i2} \\ \cdot \\ \cdot \\ y_{iT} \end{bmatrix}_{T \times 1} \quad (2-49)$$

y_{it} 'nin $T \times 1$ boyutlu bir bağımlı değişken vektörüdür. Her bir birimin T zaman dönemine ait gözleme sahip olduğunu ifade etmektedir. X_i bağımsız değişkenler vektörüdür. X_i açık olarak yazıldığında,

$$X_i = \begin{bmatrix} x_{1i1} & x_{2i1} & \cdot & \cdot & x_{Ki1} \\ x_{1i2} & x_{2i2} & \cdot & \cdot & x_{Ki2} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ x_{1iT} & x_{2iT} & \cdot & \cdot & x_{KiT} \end{bmatrix}_{T \times K} \quad (2-50)$$

$T \times K$ boyutlu bir matrisi ifade ettiği görülmektedir. Burada, x_{1i1} birinci açıklayıcı değişkenin i . biriminin birinci gözlemini, x_{1iT} birinci açıklayıcı değişkenin i . biriminin T . gözlemini ; x_{Ki1} K . açıklayıcı değişkenin i . biriminin birinci gözlemini, x_{KiT} K . açıklayıcı değişkenin i . biriminin T . gözlemini göstermektedir. Kukla değişken e_t ,

$$e_t = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}_{T \times 1} \quad (2-51)$$

$T \times 1$ boyutlu bir birim vektördür. Hata terimi u_i ise,

$$u_i = \begin{bmatrix} u_{i1} \\ u_{i2} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ u_{iT} \end{bmatrix}_{T \times 1} \quad (2-52)$$

$T \times 1$ boyutlu bir vektördür. i . birimi gösteren model (2-48)'de bağımsız değişkenlerin stokastik olmadığı ve hata teriminden bağımsız oldukları varsayılmaktadır. i . birimi ifade eden hata terimi u_i 'nin varsayımları aşağıdaki gibidir :

- $E(u_i) = 0$ Hata teriminin ortalaması sıfırdır.
- $E(u_i)^2 = \sigma_u^2 I_T$ Hata teriminin varyansı sabittir⁸³.
- $E(u_i u_j) = 0$ Hata terimleri bağımsızdır.

i sayıda birim ($i = 1, \dots, N$) birbiri ardınca üst üste yığılarak yazıldığında, bütün örnekleme ait model elde edilir. Bu model matris formunda aşağıdaki biçimde yazılır⁸⁴:

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ y_N \end{bmatrix}_{NT \times 1} = \begin{bmatrix} e_t & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & e_t & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & e_t & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e_t & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_t & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_t \end{bmatrix}_{NT \times N} \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \alpha_N \end{bmatrix}_{N \times 1} + \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ X_N \end{bmatrix}_{NT \times K} \beta + \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ u_N \end{bmatrix}_{NT \times 1} \quad (2-53)$$

Bütün örnekleme ait model matris notasyonu ile, basit bir formda yazıldığında,

$$y = e_N \alpha + X \beta + u \quad (2-54)$$

(2-54) elde edilmektedir. Burada, e_N ile N sayıda birimin kukla değişkenler matrisi ifade edilmektedir. E_N ile e_t 'nin kronecker çarpımı

$$e_N = E_N \otimes e_t \quad (2-55)$$

e_N 'e eşittir⁸⁵. Burada, \otimes kronecker çarpım sembolünü, E_N ise $N \times N$ boyutlu bir birim matrisi,

⁸³ Burada, I_T , $T \times T$ boyutlu bir birim matrisi ifade etmektedir.

⁸⁴ Sağ alt köşede matris ve vektörlerin boyutları belirtilmektedir.

⁸⁵ László Mátyás, Patrick Sevestre, a.g.e., s. 35.

$$E_N = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & \dots & 0 \\ 0 & 1 & & & \dots \\ \dots & & 1 & & \dots \\ \dots & & & 1 & 0 \\ 0 & \dots & \dots & 0 & 1 \end{bmatrix}_{N \times N} \quad (2-56)$$

e_t ise, daha önce (2-51)'de ifade edildiği gibi $T \times 1$ boyutlu bir birim vektörü göstermektedir. E_N matrisi ile e_t vektörünün birbiri ile çarpım işleminin yapılabilmesi için, E_N matrisinin sütun sayısı ile e_t vektörünün satır sayısının eşit olması gereklidir. Ancak, E_N matrisinin sütun sayısı N , e_t vektörünün satır sayısı T olduğu için bu çarpım işlemi gerçekleştirilemez.

Kronecker çarpım işlemi, $N \times N$ boyutlu E_N matrisi ile $T \times 1$ boyutlu e_t vektörünün çarpım işleminin yapılabilmesi için kolaylık sağlamaktadır. Kronecker çarpım işleminde, E_N matrisinin her elemanı e_t vektörü ile çarpılır. $N \times N$ boyutlu bir matris ile $T \times 1$ boyutlu bir vektörün çarpılması ile $NT \times N$ boyutlu bir matris (kukla değişkenler matrisi) elde edilir. Bu çarpım işlemi açık olarak aşağıdaki biçimdeki gibi yazılır :

$$\begin{bmatrix}
1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & . & . & . & . \\
1 & . & . & . & . \\
1 & . & . & . & . \\
1 & 0 & . & . & . \\
0 & 1 & . & . & . \\
. & 1 & . & . & . \\
. & 1 & . & . & . \\
. & 1 & . & . & . \\
. & 1 & 0 & . & . \\
. & 0 & 1 & . & . \\
. & . & 1 & . & . \\
. & . & 1 & . & . \\
. & . & 1 & . & . \\
. & . & 1 & 0 & . \\
. & . & 0 & 1 & . \\
. & . & . & 1 & . \\
. & . & . & 1 & . \\
. & . & . & 1 & . \\
. & . & . & 1 & 0 \\
. & . & . & 0 & 1 \\
. & . & . & . & 1 \\
. & . & . & . & 1 \\
. & . & . & . & 1 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1
\end{bmatrix}_{NT \times N} = \begin{bmatrix}
1 & 0 & . & . & 0 \\
0 & 1 & . & . & . \\
. & . & 1 & . & . \\
. & . & . & 1 & 0 \\
0 & . & . & 0 & 1
\end{bmatrix}_{N \times N} \otimes \begin{bmatrix}
1 \\
1 \\
1 \\
1 \\
1
\end{bmatrix}_{T \times 1} \quad (2-57)$$

(2-54)'te kapalı formdaki model, bütün gözlemler ve kukla değişkenler kullanılarak,

$$\begin{bmatrix} y_{11} \\ y_{12} \\ \cdot \\ \cdot \\ y_{1T} \\ y_{21} \\ y_{22} \\ \cdot \\ \cdot \\ y_{2T} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ y_{N1} \\ y_{N2} \\ \cdot \\ \cdot \\ y_{NT} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & & 0 \\ 1 & 0 & & 0 \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ 1 & 0 & & 0 \\ 0 & 1 & & 0 \\ 0 & 1 & & 0 \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ 0 & 1 & & 0 \\ \cdot & 0 & & 1 \\ \cdot & \cdot & & 1 \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & 1 \\ 0 & 0 & & 1 \\ 0 & 0 & & 1 \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ 0 & 0 & & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \alpha_N \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x_{111} & x_{211} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & x_{K11} \\ x_{112} & x_{212} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & x_{K12} \\ \cdot & \cdot & & & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & & & & & \cdot \\ x_{11T} & x_{21T} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & x_{K1T} \\ x_{121} & x_{221} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & x_{K11} \\ x_{122} & x_{222} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & x_{K11} \\ \cdot & \cdot & & & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & & & & & \cdot \\ x_{12T} & x_{22T} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & x_{K2T} \\ \cdot & \cdot & & & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & & & & & \cdot \\ x_{1N1} & x_{2N1} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & x_{KN1} \\ x_{1N2} & x_{2N2} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & x_{KN2} \\ \cdot & \cdot & & & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & & & & & \cdot \\ x_{1NT} & x_{2NT} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & x_{KNT} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \beta_N \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} u_{11} \\ u_{12} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ u_{1T} \\ u_{21} \\ u_{22} \\ \cdot \\ \cdot \\ u_{2T} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ u_{N1} \\ u_{N2} \\ \cdot \\ \cdot \\ u_{NT} \end{bmatrix}$$

(2-58)

(2-58)'deki biçimde yazılır. Birim etkili model (2-5) alternatif olarak,

$$y_{it} = \mu + \beta' x_{it} + \alpha_i + u_{it} \quad \begin{matrix} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{matrix} \quad (2-59)$$

model (2-59) gibi yazılabilir. Bu modelin (2-5)'den yegâne farkı, μ 'nün model spesifikasyonunda yer almasıdır. μ , α_i gibi bir sabit sayıdır ve birimlerin ortak kesmesini ifade etmektedir. Bu modelde α_i , i. birimin ortak kesme (μ)'den sapmasını temsil etmektedir⁸⁶.

Bağımsız değişkenler ve hata terimi ile ilgili varsayımların geçerliliği altında birim etki modeli (2-5) veya alternatif spesifikasyonu (2-59) Olağan En Küçük Kareler (OLS) Tahmin Yöntemi ile tahmin edildiğinde, α ve β 'nin en iyi doğrusal sapmasız tahmincileri (BLUE) elde edilir.

Modeldeki birim sayısı (N)'nin sayıca az olması durumunda, tahmin edilecek N+K adet parametre çoklu regresyon olarak Olağan En Küçük Kareler Tahmini ile tahmin edilebilir⁸⁷. Bunun için,

$$\sum_{i=1}^N (u_i)^2 = \sum_{i=1}^N (y_i - \alpha_i - X_i \beta)^2 \quad (2-60)$$

(2-60) minimize edilmelidir. α_i ve β 'ya göre $\sum_{i=1}^N (u_i)^2$ 'nin kısmi türevleri alınıp, sıfıra eşitlendiğinde, N sayıda kesme

$$\hat{\alpha}_i^* = \bar{y}_i - \hat{\beta}_{CV} \bar{x}_i \quad i = 1, \dots, N \quad (2-61)$$

formülü ile, K sayıda bağımsız değişkene ait eğim parametresi ise,

$$\hat{\beta}_{CV} = \left[\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i)(x_{it} - \bar{x}_i)' \right]^{-1} \left[\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i)(y_{it} - \bar{y}_i) \right] \quad (2-62)$$

⁸⁶ Cheng Hsiao, a.g.e., s. 32.

⁸⁷ William H. Greene, a.g.e., s. 616.

formülü ile hesaplanır. Bu formüldeki her bir birimin zaman üzerindeki ortalaması (\bar{y}_i ve \bar{x}_i) sırasıyla,

$$\bar{y}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T y_{it} \quad i = 1, \dots, N \quad (2-7)$$

$$\bar{x}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T x_{it} \quad i = 1, \dots, N \quad (2-8)$$

8)

(2-7) ve (2-8)'deki formülasyonlar ile hesaplanır. Eğim parametreleri hesaplanırken kukla değişkenler kullanılmamaktadır. Her bir yatay kesit birimi için elde edilen zaman serisi ortalamaları ilgili yatay kesit biriminin gözlemlerinden çıkartılarak dönüştürülür. Daha sonra dönüştürülen verilere Olağan En Küçük Kareler Tahmin Metodu uygulanır.

Eğer, modeldeki birim sayısı (N), sayıca çok ise, y ve x 'ler kukla değişkenler kullanılarak dönüştürülme işlemine tabi tutulur⁸⁸. Elde edilen yeni y ve x değerleri kullanılarak, bağımlı değişken bağımsız değişkenler üzerine regres edilir ve Olağan En Küçük Kareler Metodu ile parametreler tahmin edilir. Bunun için, bütün örnekleme ait matris formundaki modelin

$$y = e_N \alpha + X\beta + u \quad (2-54)$$

kukla değişkenler matrisi (e_N) kullanılır. e_N 'den yararlanılarak,

$$\begin{aligned} M_n &= I_{NT} - e_N (e_N' e_N)^{-1} e_N' \\ &= I_{NT} - \frac{1}{T} e_N e_N' \end{aligned} \quad (2-63)$$

⁸⁸ N ne kadar çok ise, doğal olarak tahmin edilecek parametre sayısı da o kadar fazla olacaktır. Bu durumda tahmin yöntemi, Kukla Değişkenli En Küçük Kareler Tahmini olarak adlandırılmaktadır.

bir dönüştürme matrisi (M_n) elde edilir. Burada, I_{NT} NT×NT boyutlu bir birim matristir. e_N NT×N boyutlu kukla değişkenler matrisidir. Model (2-54) dönüştürme matrisi ile boydan boya

$$M_n y = M_n e_N \alpha + M_n X \beta + M_n u \quad (2-65)$$

çarpıldığında,

$$M_n y = M_n X \beta + M_n u \quad (2-66)$$

$M_n e_N \alpha$ çarpımı α 'nın etkisini ortadan kaldırır ve β 'nin Olağan En Küçük Kareler Kukla Değişken Tahmincisi $\hat{\beta}$,

$$\hat{\beta} = (X' M_n X)^{-1} (X' M_n y) \quad (2-67)$$

(2-67) ile elde edilir. Bu tahminci, (2-62)'deki kovaryans tahmincisi ile aynıdır. Çünkü, $M_n y$ ve $M_n X$ çarpım işlemi, yatay kesitin kovaryans analizindeki y ve x değişkenlerine ait her bir birimin zaman üzerindeki ortalamasının ilgili birimin gözlemlerinden çıkarılması ($(y_{it} - \bar{y}_i)$ ve $(x_{it} - \bar{x}_i)$) işlemi ile aynı işlevdedir⁸⁹. Modeldeki N sayıda kesme $\hat{\beta}$ 'nin (2-68)'de

$$\hat{\alpha}_i = \bar{y}_i - \hat{\beta} \bar{x}_i \quad i = 1, \dots, N \quad (2-68)$$

yerine koyulması ile elde edilir. Hata teriminin varyans tahmincisi s^2 ,

⁸⁹ Her iki yöntemde de, öncelikle α_i^* 'nin etkisi ortadan kaldırılmaktadır. Böylece, önce β , daha sonra da α_i^* tahmin edilmektedir.

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (y - \hat{y})^2}{NT - N - K} \quad (2-69)$$

formülü ile hesaplanır⁹⁰. Kesme ve eğim tahmincilerinin varyansları sırasıyla, aşağıdaki biçimde elde edilir:

$$Var(\hat{\alpha}_i) = \frac{s^2}{T} + \bar{x}_i' Var(\hat{\beta}) \bar{x}_i \quad (2-70)$$

$$Var(\hat{\beta}) = s^2 (X' M_n X)^{-1} \quad (2-71)$$

Model (2-5)'in alternatifi olarak bahsedilen,

$$y_{it} = \mu + \beta' x_{it} + \alpha_i + u_{it} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad (2-59)$$

(2-59)'un eğim tahmincisi $\hat{\beta}$ ile (2-5)'in tahmincisi $\hat{\beta}_{CV}$ aynıdır. Bundan başka, ortalama kesme (μ) ve ortalama kesmeden birimlerin sapmaları (α_i)

$$\hat{\mu} = \bar{y} - \beta' \bar{x} \quad (2-72)$$

$$\hat{\alpha}_i = \bar{y}_i - \hat{\beta}' \bar{x}_i \quad i = 1, \dots, N \quad (2-73)$$

formüller ile elde edilmektedir.

\bar{y} ve \bar{x} değerleri, bütün birimlerin ($i = 1, \dots, N$) gözlemleri toplamının gözlem sayısı (NT)'na bölünmesi ile aşağıdaki biçimde elde edilir :

⁹⁰ William H. Greene, a.g.e., s. 617.

$$\bar{y} = \frac{1}{NT} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T y_{it} \quad (2-16)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{NT} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T x_{it} \quad (2-17)$$

Modelin tahmin edilmesinden sonra, kesme katsayılarının homojen olup olmadığı normallik varsayımı altında F testleri ile belirlenebilir. Bunun için, yatay kesit birimlerinin kovaryans analizinde kullanılan hipotezler **(2-26)**

$$H_0 : \alpha_1^* = \alpha_2^* = \dots = \alpha_N^*$$

$$H_1 : \alpha_1^* \neq \alpha_2^* \neq \dots \neq \alpha_N^* \quad (2-26)$$

test edilir. Sıfır hipotezi kesmelerin homojen olduğunu, karşıt hipotez ise, kesmelerin birbirinden farklı olduğunu göstermektedir. Bu hipotezleri test etmek için kullanılacak F istatistiği :

$$F(N-1, NT-N-K) = \frac{(R_U^2 - R_p^2)/(N-1)}{(1 - R_U^2)/(NT-N-K)} \quad (2-74)$$

(2-74)'tür⁹¹. Burada R_U^2 kısıtlanmamış model **(2-5)**'in, R_p^2 birleştirilmiş regresyon **(2-3)**'ün determinasyon katsayılarını göstermektedir. Bu istatistik aynı zamanda,

$$F_4 = \frac{(S_3 - S_2)/(N-1)}{S_2 / N(T-1) - K} \quad (2-27)$$

(2-27)'deki F_4 istatistiği ile de hesaplanabilir. Hesaplanan F istatistiği $N-1$ ve $NT-N-K$ serbestlik dereceleri ile F tablo değerinden büyük ise sıfır hipotezi ret edilir. Kesmelerin birbirinden farklı olduğuna karar verilir ve model **(2-5)** tahmin edilir.

⁹¹ William H. Greene, a.g.e., s. 617.

2.3.3.1.2. BİRİM VE ZAMAN ETKİSİ

Bu bölümde öncelikle zaman etkisi üzerinde durulacaktır. Kovaryans analizi modellerinin zaman etkili versiyonu, birim etkili modelin spesifikasyonuna benzer biçimde uydurulabilir.

2.3.3.1.2.1. ZAMAN ETKİSİ

Zaman dönemleri arasındaki farklılıkların sabit terimdeki farklılıklarda yakalanması varsayımı ile her bir zaman döneminin kesme terimi ($t = 1, \dots, T$) tahmin edilir. Böyle bir model aşağıdaki biçimde yazılır :

$$y_{it} = \alpha_t^* + \beta' x_{it} + u_{it} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad (2-29)$$

Bu modelde, bağımsız değişkenlerin stokastik olmadığı ve hata teriminden bağımsız olduğu varsayılmaktadır. Birim etkili modelin hata terimi ile ilgili varsayımları ($u_{it} \sim i.i.d.(0, \sigma^2)$) zaman etkili model için de geçerlidir. Bağımsız değişkenler ve hata terimi ile ilgili varsayımların geçerliliği altında Olağan En Küçük Kareler (OLS) Tahmin Yöntemi ile tahmin edildiğinde, α ve β 'nın Olağan En Küçük Kareler Tahmincileri en iyi doğrusal sapmasız tahmincilerdir (BLUE).

Bu modelde, zaman dönemleri arasındaki kalitatif faktörlerin etki farklılıkları, modele bağımsız değişken olarak dahil edilen kukla değişkenler (zaman kuklaları) tanımlanarak ölçülmektedir. Böylece, modelde T zaman dönemi için T sayıda zaman kuklası tanımlanmaktadır. Kapalı formdaki model (2-29)'da kukla değişkenler ve açıklayıcı değişken x 'ler açık olarak yazıldığında;

$$y_{it} = \alpha_1 e_{1t} + \dots + \alpha_T e_{Tt} + \beta_1 x_{1it} + \dots + \beta_k x_{kit} + u_{it} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad (2-75)$$

(2-75) elde edilir. Burada, e 'ler her bir zaman dönemi için ($t = 1, \dots, T$) kukla değişkenleri göstermektedir. t . zaman dönemi için model vektör ve matris formunda,

$$y_t = e_n \alpha_t + X_t \beta + u_t \quad t = 1, \dots, T \quad (2-76)$$

(2-76) ile ifade edilebilir. Birim etkili modelden farklı olarak, zaman etkili modelde matris ve vektörler önce zaman ve daha sonra birim gözlemleri ile sıralanmaktadır⁹². Dolayısıyla, bu modelde y_t

$$y_t = \begin{bmatrix} y_{1t} \\ y_{2t} \\ \cdot \\ \cdot \\ y_{Nt} \end{bmatrix}_{N \times 1} \quad (2-77)$$

y_{it} 'nin $N \times 1$ boyutlu bir bağımlı değişken vektörüdür. Her bir zaman döneminin N birim gözleme sahip olduğunu ifade etmektedir. X_t bağımsız değişkenler vektörüdür. X_t açık olarak yazıldığında,

$$X_t = \begin{bmatrix} x_{11t} & x_{21t} & \cdot & \cdot & x_{K1t} \\ x_{12t} & x_{22t} & \cdot & \cdot & x_{K2t} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ x_{1Nt} & x_{2Nt} & \cdot & \cdot & x_{KNt} \end{bmatrix}_{N \times K} \quad (2-78)$$

$N \times K$ boyutlu bir matrisi ifade ettiği görülmektedir. Burada, x_{11t} birinci açıklayıcı değişkenin birinci biriminin t . gözlemini, x_{1Nt} birinci açıklayıcı değişkenin N . biriminin

⁹² László Mátyás, Patrick Sevestre, a.g.e., s. 38.

t. gözlemini ; x_{K1t} K. açıklayıcı değişkenin birinci biriminin t. gözlemini, x_{KNt} K. açıklayıcı değişkenin N. biriminin t. gözlemini göstermektedir. Kukla değişken e_n ,

$$e_n = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}_{N \times 1} \quad (2-79)$$

$N \times 1$ boyutlu bir birim vektördür. Hata terimi u_t ise,

$$u_t = \begin{bmatrix} u_{1t} \\ u_{2t} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ u_{Nt} \end{bmatrix}_{N \times 1} \quad (2-80)$$

$N \times 1$ boyutlu bir vektördür. Model (2-76)'da bağımsız değişkenlerin stokastik olmadığı ve hata teriminden bağımsız oldukları varsayılmaktadır. t. zaman dönemi ifade eden hata terimi u_t 'nin varsayımları aşağıdaki gibidir :

- $E(u_t) = 0$ Hata teriminin ortalaması sıfırdır.
- $E(u_t)^2 = \sigma_u^2 I_N$ Hata teriminin varyansı sabittir.
- $E(u_t u_s) = 0$ Hata terimleri bağımsızdır.

Burada, I_N , $N \times N$ boyutlu bir birim matrisidir. Zaman dönemi ($t = 1, \dots, T$) birbiri ardınca üst üste yığılarak yazıldığında, bütün örnekleme ait model

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ y_T \end{bmatrix}_{NT \times 1} = \begin{bmatrix} e_n & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & e_n & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & e_n & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e_n & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_n & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_n \end{bmatrix}_{NT \times T} \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \alpha_T \end{bmatrix}_{T \times 1} + \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ X_T \end{bmatrix}_{NT \times K} \beta + \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ u_T \end{bmatrix}_{NT \times 1} \quad (2-81)$$

(2-81) elde edilir⁹³. Bu model matris notasyonu ile, basit bir formda yazıldığında ise,

$$y = e_T \alpha + X\beta + u \quad (2-82)$$

(2-82) elde edilmektedir. Bu modelde, e_T T sayıda zaman döneminin kukla değişkenler matrisini ifade etmektedir. E_T ile e_n kronecker çarpımı ($e_T = E_T \otimes e_n$) sonucu e_T elde edilir. Burada, E_T

$$E_T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \cdot & \cdot & 0 \\ 0 & 1 & & & \cdot \\ \cdot & & 1 & & \cdot \\ \cdot & & & 1 & 0 \\ 0 & \cdot & \cdot & 0 & 1 \end{bmatrix}_{T \times T} \quad (2-83)$$

$T \times T$ boyutlu bir birim matrisi, e_n ise

$$e_n = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}_{N \times 1} \quad (2-84)$$

$N \times 1$ boyutlu bir birim vektörü göstermektedir. Bu çarpım açık olarak yazıldığında,

⁹³ Sağ alt köşede matris ve vektörlerin boyutları belirtilmektedir.

$$\begin{bmatrix}
1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
1 & . & . & . & . \\
1 & . & . & . & . \\
1 & . & . & . & . \\
1 & 0 & . & . & . \\
0 & 1 & . & . & . \\
. & 1 & . & . & . \\
. & 1 & . & . & . \\
. & 1 & . & . & . \\
. & 1 & 0 & . & . \\
. & 0 & 1 & . & . \\
. & . & 1 & . & . \\
. & . & 1 & . & . \\
. & . & 1 & . & . \\
. & . & 1 & 0 & . \\
. & . & 0 & 1 & . \\
. & . & . & 1 & . \\
. & . & . & 1 & . \\
. & . & . & 1 & . \\
. & . & . & 1 & 0 \\
. & . & . & 0 & 1 \\
. & . & . & . & 1 \\
. & . & . & . & 1 \\
. & . & . & . & 1 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 1
\end{bmatrix}_{NT \times T} = \begin{bmatrix}
1 & 0 & . & . & 0 \\
0 & 1 & . & . & . \\
. & . & 1 & . & . \\
. & . & . & 1 & 0 \\
0 & . & . & 0 & 1
\end{bmatrix}_{T \times T} \otimes \begin{bmatrix}
1 \\
1 \\
1 \\
1 \\
1
\end{bmatrix}_{N \times 1} \quad (2-85)$$

(2-85) elde edilir. E_T matrisinin her elemanı e_n vektörü ile çarpılır ve $NT \times T$ boyutlu e_T kukla değişkenler matrisi elde edilir. Bütün gözlemler ve zaman kuklaları açıkça yazıldığında,

Zaman etkili modelde dönem sayısı çok sayıda olduğunda ise, birim etkili modele benzer olarak Kukla Değişkenli En Küçük Kareler Tahmin Yöntemi kullanılır. Bunun için, bütün örnekleme ait matris formundaki modelin

$$y = e_T \alpha + X\beta + u \quad (2-87)$$

kukla değişkenler matrisi e_T kullanılır. e_T 'den yararlanarak,

$$\begin{aligned} M_t &= I_{NT} - e_T (e_T' e_T)^{-1} e_T' \\ &= I_{NT} - \frac{1}{N} e_T e_T' \end{aligned} \quad (2-88)$$

birim etkili modeldekine benzer bir dönüştürme matrisi (M_t) elde edilir ve model M_t ile boydan boya

$$M_t y = M_t e_T \alpha + M_t X\beta + M_t u \quad (2-89)$$

çarpıldığında,

$$M_t y = M_t X\beta + M_t u \quad (2-90)$$

$M_t e_T \alpha$ çarpımı α 'nın etkisini ortadan kaldırır. β 'nın Olağan En Küçük Kareler Kukla Değişken Tahmincisi $\hat{\beta}$,

$$\hat{\beta} = (X' M_t X)^{-1} (X' M_t y) \quad (2-91)$$

formülü ile elde edilir. Bu tahminci, (2-37)'deki kovaryans tahmincisi ile aynıdır. Çünkü, $M_t y$ ve $M_t X$ çarpım işlemi, zaman serilerinin kovaryans analizindeki y ve x değişkenlerine ait her bir zaman döneminin yatay kesit ortalamalarının ilgili dönem

gözlemlerinden çıkarılması $(y_{it} - \bar{y}_t)$ ve $(x_{it} - \bar{x}_t)$ işlemi ile aynı işlevedir⁹⁵.
Modeldeki T sayıda kesme,

$$\hat{\alpha}_t = \bar{y}_t - \hat{\beta} \bar{x}_t \quad t = 1, \dots, T \quad (2-92)$$

(2-92) ile elde edilir. Zaman etkili modelin hata teriminin varyans tahmincisi s^2 ,

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (y - \hat{y})^2}{NT - T - K} \quad (2-93)$$

formülü ile hesaplanır. $\hat{\alpha}_t$ ve $\hat{\beta}$ parametrelerinin varyansları sırasıyla,

$$Var(\hat{\alpha}_t) = \frac{s^2}{N} + \bar{x}_t Var(\hat{\beta}) \bar{x}_t \quad (2-94)$$

$$Var(\hat{\beta}) = s^2 (X' M_T X)^{-1} \quad (2-95)$$

(2-94) ve (2-95) ile elde edilir.

Kesme katsayılarının zaman dönemlerinde homojen olup olmadığı normallik varsayımı altında F testleri ile belirlenebilir. Zaman serilerinin kovaryans analizinde kullanılan hipotezler (2-44) ile

$$H_0 : \alpha_1^* = \alpha_2^* = \dots = \alpha_T^*$$

$$H_1 : \alpha_1^* \neq \alpha_2^* \neq \dots \neq \alpha_T^* \quad (2-44)$$

⁹⁵ Her iki yöntemde de, öncelikle α_t^* 'nin etkisi ortadan kaldırılmaktadır. Böylece, önce β , daha sonra da α_t^* tahmin edilmektedir.

test edilir. Sıfır hipotezi kesmelerin zaman dönemlerinde homojen olduğunu, karşıt hipotez ise, kesmelerin zaman dönemlerinde birbirinden farklı olduğunu ifade eder. Bu hipotezleri test etmek için kullanılacak F istatistiği :

$$F(T-1, NT-T-K) = \frac{(R_U^2 - R_P^2)/(T-1)}{(1 - R_U^2)/(NT-T-K)} \quad (2-96)$$

(2-96)'dır. Burada R_U^2 kısıtlanmamış model (2-29)'un, R_P^2 birleştirilmiş regresyon (2-3)'ün determinasyon katsayılarını göstermektedir. Bu istatistik aynı zamanda,

$$F_4' = \frac{(S_3 - S_2')/(T-1)}{S_2' / T(N-1) - K} \quad (2-45)$$

(2-45)'deki F_4' istatistiği ile de hesaplanabilir.

Hesaplanan F istatistiği $T-1$ ve $NT-T-K$ serbestlik dereceleri ile F tablo değerinden büyük ise, sıfır hipotezi ret edilir ve kesmelerin birbirinden farklı olduğu model (2-29)'un tahmin edilmesine karar verilir.

2.3.3.1.2.2. BİRİM VE ZAMAN ETKİSİ

Birim ve zaman etkilerin birlikte belirlenmesinin en doğal yolu, birim kuklası e_N ve zaman kuklası e_T 'nin her ikisinin birlikte regresyon denkleminde yer almasıdır⁹⁶. Bununla beraber, işlemlerin bu yol ile yapılması ortaya bir belirlenme problemi çıkarır. e_N ve e_T matrislerinin sütunları tam doğrusal bağımlı olduğu sürece, N sayıda α_i ve T sayıda α_i katsayısı belirlenemez. e_N ile e_n çarpımı ile,

⁹⁶ László Mátyás, Patrick Sevestre, a.g.e., s. 39.

$$e_{NT} = \begin{bmatrix} 1 \\ \cdot \\ \cdot \\ 1 \\ \cdot \\ \cdot \\ 1 \\ \cdot \\ \cdot \\ 1 \end{bmatrix}_{NT \times 1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \cdot & \cdot & 0 \\ 1 & 0 & \cdot & \cdot & 0 \\ \cdot & \cdot & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & & \cdot \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \cdot & 0 \\ 0 & 1 & & & 0 \\ \cdot & \cdot & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & & \cdot \\ 0 & 1 & & & 0 \\ \cdot & 0 & \cdot & & 1 \\ \cdot & \cdot & & & 1 \\ \cdot & \cdot & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}_{NT \times N} \times \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}_{N \times 1} \quad (2-97)$$

e_{NT} elde edilir. e_T ile e_t çarpımının da e_{NT} 'ye eşit olduğu aynı biçimde gösterilebilir. Buradan,

$$[e_N e_T] \begin{bmatrix} e_n \\ -e_t \end{bmatrix} = e_{NT} - e_{NT} = 0 \quad (2-98)$$

matrislerin çarpımı sifıra eşit olur. Bu çarpımın sıfır olması, e_N ve e_T matrislerinin sütunlarının tam doğrusal bağıntılı olduğunu gösterir. Bu durumda, birim etki ve zaman etkilerin belirlenebilmesi için bir sütun e_N , bir sütunda e_T matrisinden çıkartılır ve modele toplam sabit terim (μ) eklenir⁹⁷. Böylece, $N-1$ ve $T-1$ sayıda kukla değişken matris formunda e_{N^*} ve e_{T^*} ile gösterilir ve bu değişkenlerin katsayıları

⁹⁷ Burada, N. birim kuklası ile T. zaman kuklası ihmal edilmiştir. Dolayısıyla, birim kukla matrisi e_N i. birim için 1 diğer durumlarda sıfır değerini alır ($i = 1, \dots, N-1$). Zaman kuklası e_T ise, t. zaman dönemi için 1 diğer durumlarda ise yine sıfır değerini alır ($t = 1, \dots, T-1$).

sırasıyla, α_{i^*} ve α_{t^*} olarak belirlenir. Birim ve zaman etkilerin birlikte ele alan, bütün örnekleme temsil eden model matrislerle aşağıdaki biçimde gösterilir :

$$y = e_{NT}\mu + e_{N^*}\alpha_{i^*} + e_{T^*}\alpha_{t^*} + X\beta + u \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N-1 \\ t = 1, \dots, T-1 \end{array} \quad (2-99)$$

Modeldeki matris ve vektörler,

- e_{NT} : $NT \times 1$ boyutlu bir rakamlarından oluşan bir matris,
- e_{N^*} : $NT \times (N-1)$ boyutlu birim kukla matrisi,
- α_{i^*} : $(N-1) \times 1$ boyutlu katsayı vektörü,
- e_{T^*} : $NT \times (T-1)$ boyutlu zaman kukla matrisi,
- α_{t^*} : $(T-1) \times 1$ boyutlu katsayı vektörü,

olarak ifade edilmektedir. Sabit terim ve kukla değişkenler D matrisinde bir araya getirildiğinde,

$$D = [e_{NT} \quad e_{N^*} \quad e_{T^*}] \quad (2-100)$$

(2-98) elde edilir. Bunların parametreleri γ' vektöründe bir araya getirildiğinde ise,

$$\gamma' = [\mu \quad \alpha_{i^*}' \quad \alpha_{t^*}'] \quad (2-101)$$

(2-101) elde edilir. Böylece, (2-99) denklemi basit bir biçimde yazılabilir :

$$y = D\gamma + X\beta + u \quad (2-102)$$

Bu modelde, bağımsız değişkenlerin stokastik olmadığı ve hata teriminden bağımsız olduğu varsayılmaktadır. Birim ve zaman etki modellerindeki hata terimi ile ilgili aynı

varsayımlar $(u_{it} \sim i.i.d.(0, \sigma^2))$ burada da geçerlidir. Bağımsız değişkenler ve hata terimi ile ilgili varsayımların geçerliliği altında Olağan En Küçük Kareler (OLS) Tahmin Yöntemi ile tahmin edildiğinde, parametrelerin bütün Kovaryans Tahmincileri en iyi doğrusal sapmasız tahmincilerdir (BLUE)⁹⁸.

N ve T 'nin küçük olması durumunda, y ve x değişkenlerine kovaryans dönüştürmesi uygulanır ve model Olağan En Küçük Kareler (OLS) Tahmin Yöntemi ile tahmin edilir. Birim etkili model (2-5)'e zaman etkisinin (α_t) ilave edilmesi ile model genişletilir ve aşağıdaki biçimde yazılır :

$$y_{it} = \alpha_i + \alpha_t + \beta' x_{it} + u_{it} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T - 1 \end{array} \quad (2-103)$$

Birim etkili modele $T - 1$ kukla değişkenin ilave edilmesi ile model (2-103) elde edilir. Tam doğrusal bağıntıdan kurtulmak için zaman etkilerden bir tanesi ihmal edilmiştir. Bu formülasyonda bir asimetri mevcuttur. Modelden dışlanan kukla dönem baz olarak ele alınır ve modele bir sabit olarak dahil edilir. Böylece, model simetrik bir formda,

$$y_{it} = \mu + \alpha_i + \alpha_t + \beta' x_{it} + u_{it} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad (2-104)$$

(2-104)'deki gibi ifade edilir ve $\sum_{i=1}^N \alpha_i = \sum_{t=1}^T \alpha_t = 0$ kısıtlamaları empoze edilerek, N ve

T etkilerin tamamı modele dahil edilmiş olur⁹⁹. Bu kısıtlamalar α_i ve α_t 'nin sabit birer parametre olduğunu ima etmektedir¹⁰⁰. Modelin katsayılarının Olağan En Küçük Kareler Tahmini için, öncelikle ortalamalar hesaplanır. İlk olarak, i .birimin zaman

⁹⁸ László Mátyás, Patrick Sevestre, a.g.e., s. 41.

⁹⁹ William H. Greene, a.g.e., s. 621.

¹⁰⁰ P. A. V. B. Swamy ; S. S. Arora, "The Exact Finite Sample Properties of the Estimators of Coefficients in the Error Components Regression Models", *Econometrica*, Vol. 40, 1972, s. 262.

üzerindeki değerleri toplanır ve (T) zaman boyutuna bölünerek, i . birim için bağımlı değişken ve bağımsız değişken ortalamaları sırasıyla, \bar{y}_i ve \bar{x}_i aşağıdaki biçimde bulunur :

$$\bar{y}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T y_{it} \quad i = 1, \dots, N \quad (2-7)$$

$$\bar{x}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T x_{it} \quad i = 1, \dots, N \quad (2-8)$$

İkinci olarak, t . zaman döneminde birimlerin değerleri toplanır ve (N) birim sayısına bölünerek, t . zaman dönemi için bağımlı değişken ve bağımsız değişken ortalamaları sırasıyla, \bar{y}_t ve \bar{x}_t aşağıdaki biçimde bulunur :

$$\bar{y}_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_{it} \quad t = 1, \dots, T \quad (2-31)$$

$$\bar{x}_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_{it} \quad t = 1, \dots, T \quad (2-32)$$

Son olarak, bütün birimlerin zaman üzerindeki değerleri toplanır ve gözlem sayısına (NT) bölünerek bağımlı değişken ve bağımsız değişken için ortalamalar sırasıyla, \bar{y} ve \bar{x} aşağıdaki biçimde bulunur :

$$\bar{y} = \frac{1}{NT} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T y_{it} \quad (2-16)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{NT} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T x_{it} \quad (2-17)$$

Elde edilen bu ortalamalardan yararlanıldığında, β parametresinin kovaryans tahmini

$$\hat{\beta}_{CV} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i - \bar{x}_t + \bar{x})(y_{it} - \bar{y}_i - \bar{y}_t + \bar{y})}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i - \bar{x}_t + \bar{x})(x_{it} - \bar{x}_i - \bar{x}_t + \bar{x})'} \quad (2-105)$$

(2-105) elde edilir. Burada, birim ortalamasının ve zaman ortalamasının bütün gözlemlerden çıkarılıp ortak ortalamanın eklenme işlemi ile (2-105)'deki formülasyon hesaplanmaktadır. Tahmin edilen $\hat{\beta}$ (2-106)'da yerine koyulur ve

$$\hat{\alpha}_i = (\bar{y}_i - \bar{y}) - \hat{\beta}' (\bar{x}_i - \bar{x}) \quad i = 1, \dots, N \quad (2-106)$$

i . birimin kesmesi $\hat{\alpha}_i$ elde edilir. T . zaman dönemin kesmesi $\hat{\alpha}_t$ için $\hat{\beta}$

$$\hat{\alpha}_t = (\bar{y}_t - \bar{y}) - \hat{\beta}' (\bar{x}_t - \bar{x}) \quad t = 1, \dots, T \quad (2-107)$$

(2-107)'de ikâme edilir ve ortak kesme $\hat{\mu}$

$$\hat{\mu} = \bar{y} - \hat{\beta}' \bar{x} \quad (2-108)$$

formülasyonu ile elde edilir. N veya T 'den bir tanesi küçük ve diğeri büyük ise, Kukla Değişkenli Olağan En Küçük Kareler Tahmin Metoduna başvurulur¹⁰¹. Kukla değişkenler matrisi D kullanılarak,

$$M = I_{NT} - D(D'D)^{-1}D' \quad (2-109)$$

dönüştürme matrisi (M) elde edilir ve model (2-102) M ile boydan boy

¹⁰¹ William H. Greene, a.g.e., s. 622.

$$M y = M D\gamma + MX\beta + Mu \quad (2-110)$$

çarpıldığında,

$$M y = M X\beta + M u \quad (2-111)$$

$MD\gamma$ çarpımı γ 'nın etkisini ortadan kaldırır. Buradan, β 'nin Olağan En Küçük Kareler Kukla Değişken Tahmincisi $\hat{\beta}$,

$$\hat{\beta} = (X' M X)^{-1} (X' M y) \quad (2-112)$$

formülü ile elde edilir. Buradan elde edilen $\hat{\beta}$ parametresi, (2-106), (2-107), (2-108) formülasyonlarında yerlerine koyularak $\hat{\alpha}_i, \hat{\alpha}_t, \hat{\mu}$ elde edilir. Modelin hata teriminin varyans tahmincisi s^2 ,

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (y - \hat{y})^2}{NT - (N - 1) - (T - 1) - K} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (y - \hat{y})^2}{NT - N - T - K + 1} \quad (2-113)$$

formülü ile hesaplanır¹⁰². $\hat{\alpha}_i, \hat{\alpha}_t$ ve $\hat{\beta}$ parametrelerinin varyansları aşağıdaki biçimde elde edilir :

$$Var(\hat{\alpha}_i) = \frac{s^2}{T} + \bar{x}_i Var(\hat{\beta}) \bar{x}_i \quad (2-70)$$

$$Var(\hat{\alpha}_t) = \frac{s^2}{N} + \bar{x}_t Var(\hat{\beta}) \bar{x}_t \quad (2-94)$$

¹⁰² William H. Greene, a.g.e., s. 622.

$$Var(\hat{\beta}) = s^2(X' M_T X)^{-1} \quad (2-114)$$

Kesme katsayılarının birimler ve zaman dönemlerinde homojen olup olmadığı normallik varsayımı altında F testleri ile belirlenebilir. Test edilecek hipotezler aşağıdaki biçimde yazılır :

$$H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_{N-1} = 0 \quad \text{ve} \quad \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_{T-1} = 0$$

$$H_1 : \alpha_1 \neq \alpha_2 \neq \dots \neq \alpha_{N-1} = 0 \quad \text{ve} \quad \alpha_1 \neq \alpha_2 \neq \dots \neq \alpha_{T-1} = 0 \quad (2-115)$$

Burada, sıfır hipotezi N-1 birim ve T-1 zaman dönemi kesme katsayılarının sıfıra eşit (anlamsız) olduğunu göstermektedir. Karşıt hipotez ise, kesme katsayılarının sıfırdan farklı olduğunu göstermektedir. Bu hipotezleri test etmek için kullanılacak F istatistiği aşağıdaki biçimdedir :

$$F_5 = \frac{(S_3 - S_4) / (N + T - 2)}{S_4 / NT - N - T - K + 1} \quad (2-116)$$

Hesaplanan F istatistiği $N + T - 2$ ve $NT - N - T - K + 1$ serbestlik dereceleri ile F tablo değerinden büyük ise, sıfır hipotezi ret edilir. Birimlerin ve zaman dönemlerinin sıfırdan farklı olduğu sonucuna varılır. Birim ve zaman kesmelerinin anlamlı olarak bulunması ile, model (2-99)'un tahmin edilmesine karar verilir.

2.3.3.1.3. KOVARYANS ANALİZİ MODELLERİNDE DENGESİZ PANELLER

Bu bölüme kadar kovaryans analizi modellerinde yapılan analizler her bir yatay kesit biriminin aynı sayıda zaman serisi gözlemine sahip olması (*dengeli bir panel*) için geçerlidir. Ancak, gözlemlerin sayısı panel üyeleri arasında (her bir yatay kesit

biriminde) farklılık gösterebilir. Böyle bir panel *dengesiz panel* olarak adlandırılır. Eşit olmayan grup büyüklüklerinin (yatay kesit birimleri) modifikasyonu oldukça basittir¹⁰³.

Bunun için ilk önce, örneklem hacmi NT yerine $\sum_{i=1}^N T_i$ alınır. Bu örneklem hacmi s^2 ,

$Var(\alpha)$, $Var(\beta)$ ve F istatistiklerinin hesaplamalarında küçük bir modifikasyon için kullanılır. İkinci olarak, regresörlerin toplam ortalamaları,

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^{T_i} X_{it}}{\sum_{i=1}^N T_i} \quad (2-117)$$

(2-117) ile elde edilir. Örneğin, sadece birim etkinin dikkate alındığı β 'nin tahmini

$$\hat{\beta} = (X' M_t X)^{-1} (X' M_t y) \quad (2-91)$$

(2-91)'deki $(X' M_t X)$ ifadesi i. birim için dengesiz panel ile yazıldığında,

$$\sum_{i=1}^N (X_i' M_i X_i) = \sum_{i=1}^N \left(\sum_{t=1}^{T_i} (x_{it} - \bar{x}_i)(x_{it} - \bar{x}_i) \right) \quad (2-118)$$

(2-118) elde edilir.

Birim etkili En Küçük Kareler Kukla Değişken Tahmincisi için bu modifikasyonlar dışında diğer hesaplamalar aynıdır. Birim ve zaman etkilerin birlikte ele alındığı kovaryans analizi modelinde ise, hem birim hem de zaman yönündeki eşitsizlikler dikkate alınarak benzer biçimde model tahmin edilir¹⁰⁴.

¹⁰³ Rastsal etkiler modellerinin dengesiz paneller ile tahmini kovaryans modellerine göre daha güçtür.
¹⁰⁴ William H. Greene, a.g.e., s. 622-623.

2.3.3.2. RASTSAL ETKİLER MODELLERİ

Sabit eğim değişken kesme modellerinde, kesmenin birimlere ve/veya zamana göre farklılaştığı varsayımı altında, birimlere ve/veya zamana göre farklılaşmanın rastsal varsayıldığı modeller *varyans bileşenleri modeli* veya *hata bileşenleri modeli* olarak adlandırılır. Bu modeller rastsal etkiler modelleri başlığı altında incelenecektir. Bu modellerde, birim ve zaman belirtiler modelin hata terimi içinde tanımlanır. Bu tanım, parametre heterojenliğinin bağımlı değişkenin beklenen değeri ile değil (sabit etkili modellerdeki durumda olduğu gibi), parametre heterojenliğinin bağımlı değişkenin varyansı ile modele katıldığı anlamındadır¹⁰⁵. Bundan sonraki bölümlerde, rastsal etkiler modelleri sırasıyla, kesmenin sadece birimler arasında veya birimler arasında ve zaman dönemleri arasında değiştiği varsayımları altında incelenecektir.

2.3.3.2.1. BİRİM ETKİSİ

Birim etkili model (2-5)'e alternatif olarak belirtilen model (2-59)'da

$$y_{it} = \mu + \beta' x_{it} + \alpha_i + u_{it} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad (2-59)$$

birimlere göre meydana gelen farklılıklar (α_i 'ler) sabit varsayılmaktadır. Böylece, α_i 'ler hata terimlerinden bağımsız olarak tahmin edilmektedir. Rastsal etkiler modellerin de ise, α_i 'lerin u_{it} gibi rastsal oldukları varsayılır ve α_i 'ler modelin hata terimi içinde tanımlanır. Böyle bir model aşağıdaki biçimde yazılır :

$$y_{it} = \mu + \beta' x_{it} + v_{it} \quad (2-119)$$

Bu modeldeki hata terimi v_{it} 'nin

¹⁰⁵ László Mátyás, Patrick Sevestre, a.g.e., s. 51.

$$v_{it} = \alpha_i + u_{it} \quad (2-120)$$

birimler arasındaki farklılıklar (α_i 'ler) ve her zamanki hata terimlerin (u_{it} 'ler)'den oluştuğu varsayılmaktadır. v_{it} 'nin bileşenleri ile ilgili aşağıdaki varsayımlar geçerlidir :

- $E(\alpha_i u_{it}) = 0$ birbiri ile ilişkisi yoktur,
- $E(\alpha_i) = E(u_{it}) = 0$ ortalamaları sıfırdır,
- $E(\alpha_i x'_{it}) = E(u_{it} x'_{it}) = 0$ x'lerden bağımsızdır,
- $E(\alpha_i \alpha_j) = \begin{cases} \sigma_\alpha^2 & i = j \text{ ise} \\ 0 & i \neq j \text{ ise} \end{cases}$ α_i 'lerin varyansı (σ_α^2) sabittir,
- $E(u_{it} u_{js}) = \begin{cases} \sigma_u^2 & i = j, t = s \text{ ise} \\ 0 & d.d. \end{cases}$ u_{it} 'lerin varyansı (σ_u^2) sabittir.

(2-119)'da y_{it} 'nin x_{it} 'ye koşullu varyansı $\sigma_y^2 = \sigma_\alpha^2 + \sigma_u^2$ ile ifade edilebilir. Bu varyanslar (σ_α^2 ve σ_u^2) *varyans bileşenleri* olarak adlandırılır. Böylece, (2-119) *varyans bileşenleri modeli* veya *hata bileşenleri modeli* adını alır. Modelde, μ ana kütleinin ortalama kesmesi, α_i her birimin ortalama kesmeden sapması (gözlenemeyen rastsal hataları) olarak ifade edilir. v_{it} ile ilgili varsayımlar aşağıdaki biçimdedir :

- $E(v_{it}) = 0$ ortalaması sıfırdır,
- $E(v_{it}^2) = E(\alpha_i^2) + 2 E(\alpha_i u_{it}) + E(u_{it}^2)$
 $= \sigma_\alpha^2 + \sigma_u^2$ varyansı α_i 'lerin varyansı (σ_α^2) ile u_{it} 'lerin varyansı (σ_u^2)'nin toplamına eşittir,

- $$\begin{aligned}
E(v_{it}v_{is}) &= E[(\alpha_i + u_{it})(\alpha_i + u_{is})] \\
&= E[\alpha_i^2] \\
&= \sigma_\alpha^2 \quad \text{ardışık değerleri ilişkilidir}^{106}.
\end{aligned}$$

(2-119)'daki modelin hata terimi (v_{it})'nin bileşenleri, model üzerinde açık bir biçimde yazıldığında,

$$\begin{aligned}
y_{it} &= \mu + \beta' x_{it} + \alpha_i + u_{it} & i &= 1, \dots, N \\
& & t &= 1, \dots, T
\end{aligned} \tag{2-121}$$

(2-121) elde edilir. Bu model i. birim için,

$$y_i = e_i \mu + X_i \beta + e_i \alpha_i + u_i \quad i = 1, \dots, N \tag{2-122}$$

vektör ve matris formunda (2-122)'deki gibi yazılır. Buradan, i sayıda birim ($i = 1, \dots, N$) birbiri ardınca üst üste yığılarak,

$$y = e_{NT} \mu + X \beta + e_N \alpha_i + u \tag{2-123}$$

bütün örnekleme ait matris formundaki model (2-123) elde edilir. Bu modelde, α_i 'lerin sabit veya rastsal olduğu varsayımı dikkate alınmadan dönüştürme matrisi M_n ile boydan boya

$$M_n y = M_n e_{NT} \mu + M_n X \beta + M_n e_N \alpha_i + M_n u \tag{2-124}$$

çarpım işlemi yapıldığında,

¹⁰⁶ v_{it} ve v_{is} 'nin her ikisi içinde α_i yer aldığı için v_{it} 'ler arasındaki korelasyon sıfır değildir.

$$M_n y = M_n X \beta + M_n u \quad (2-125)$$

dönüştürme matrisi M_n ile α_i 'lerin etkisi yok edilir¹⁰⁷. Bundan başka orta kesme de ortadan kalkar. (2-125)'den $\hat{\beta}$ 'nin Olağan En Küçük Kareler Tahmincisi (2-67) elde edilir¹⁰⁸. $\hat{\beta}$ parametresi (2-72) ve (2-73)'deki formülasyonlarda yerine koyulduğunda ve α_i ve μ parametreleri tahmin edilir.

Birim etkisi α_i 'nin sabit veya rastsal varsayıldığı her iki durumda da kovaryans tahmincisi $\hat{\beta}$ yansız ve tutarlıdır. α_i 'nin sabit varsayıldığı durumda, bu parametrenin kovaryans tahmincisi en iyi doğrusal yansız (BLUE) tahmincidir. Ancak, α_i rastsal varsayıldığında, sonlu örneklerde bu parametrenin kovaryans tahmincisi en iyi doğrusal yansız (BLUE) tahminci değildir. Çünkü, v_{it} 'nin zamana göre ardışık değerleri ilişkili olduğu için rastsal etkiler modelinin (2-119) Olağan En Küçük Kareler Tahmincileri etkin değildir.

Bu durumda genelleştirilmiş en küçük kareler tahmincisi (GLS) en iyi doğrusal yansız (BLUE) tahmincidir. Etkinliğin sağlanması için, model M_n yerine, v_{it} 'nin varyans kovaryans matrisi (V)'nin tersi ile boydan boya çarpılır. Model (2-119) i. birim için yazıldığında,

$$y_i = e_i \mu + X_i \beta + v_i \quad (2-126)$$

i. hata terimi v_i 'nin varyans kovaryans matrisi (V_i),

$$V_i = E(v_i v_i') = \sigma_\alpha^2 E_T + \sigma_u^2 I_T \quad (2-127)$$

¹⁰⁷ Cheng Hsiao, a.g.e., s. 34.

¹⁰⁸ Bu tahminci aynı zamanda (2-62)'deki kovaryans tahmincisidir.

(2-127)'deki biçimde elde edilir. Burada, E_T boyutu $T \times T$ olan bir rakamlarından oluşan matris, I_T boyutu $T \times T$ olan birim matristir. (2-127) açık olarak yazıldığında,

$$\begin{aligned}
 V_i &= \sigma_\alpha^2 \begin{bmatrix} 1 & . & . & . & 1 \\ . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . \\ 1 & . & . & . & 1 \end{bmatrix}_{T \times T} + \sigma_u^2 \begin{bmatrix} 1 & 0 & . & . & 0 \\ 0 & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & 0 \\ 0 & . & . & 0 & 1 \end{bmatrix}_{T \times T} \\
 &= \begin{bmatrix} \sigma_\alpha^2 & . & . & . & \sigma_\alpha^2 \\ . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . \\ \sigma_\alpha^2 & . & . & . & \sigma_\alpha^2 \end{bmatrix}_{T \times T} + \begin{bmatrix} \sigma_u^2 & 0 & . & . & 0 \\ 0 & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & 0 \\ 0 & . & . & 0 & \sigma_u^2 \end{bmatrix}_{T \times T} \\
 &= \begin{bmatrix} \sigma_\alpha^2 + \sigma_u^2 & \sigma_\alpha^2 & . & . & \sigma_\alpha^2 \\ \sigma_\alpha^2 & \sigma_\alpha^2 + \sigma_u^2 & . & . & . \\ . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & \sigma_\alpha^2 \\ \sigma_\alpha^2 & . & . & \sigma_\alpha^2 & \sigma_\alpha^2 + \sigma_u^2 \end{bmatrix}_{T \times T}
 \end{aligned}$$

(2-128)

(2-128) elde edilir. v_i 'nin varyans kovaryans matrisi (V_i)'nin pozitif belirli olduğu varsayılmaktadır¹⁰⁹. Varyans kovaryans matrisinin tersi (V_i^{-1}) aşağıdaki biçimdedir :

$$V_i^{-1} = \frac{1}{\sigma_u^2} \left[I_T - \frac{\sigma_\alpha^2}{\sigma_u^2 + T\sigma_\alpha^2} E_T \right] \tag{2-129}$$

¹⁰⁹ Jeffrey M. Wooldrige, *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, The MIT Pres, 2001, s. 260.

Böylece, i. eşitlik için, rastsal etki $\hat{\beta}$ tahmincisi

$$\hat{\beta}_{RE} = \left(\sum_{i=1}^N X_i' V_i^{-1} X_i \right)^{-1} \left(\sum_{i=1}^N X_i' V_i^{-1} y_i \right) \quad (2-130)$$

(2-130) fomülasyonu ile elde edilir. i sayıda eşitlik üst üste yığılarak yazıldığında, bütün örneklerin matris notasyonu ile gösterilen model

$$y = e_{NT} \mu + X\beta + v \quad (2-131)$$

elde edilir. Bu modelin hata terimi v 'nin varyans kovaryans matrisi (V),

$$V = E(vv') = \sigma_\alpha^2 E_{NT} + \sigma_u^2 I_{NT} \quad (2-132)$$

(2-132)'daki biçimde elde edilir. Burada, E_{NT} boyutu $NT \times NT$ olan bir rakamlarından oluşan matris, I_{NT} ana köşegeninde I_T birim matrisleri yer alan $NT \times NT$ boyutlu bir matristir. (2-132) açık olarak yazıldığında,

$$V = \sigma_\alpha^2 \left[\begin{array}{c} \left[\begin{array}{ccc} 1 & . & 1 \\ . & . & . \\ 1 & . & 1 \end{array} \right]_{T \times T} \\ \vdots \\ \left[\begin{array}{ccc} 1 & . & 1 \\ . & . & . \\ 1 & . & 1 \end{array} \right]_{T \times T} \end{array} \right]_{NT \times NT} +$$

biçimde yazılır. Bu matrisin tersi (V^{-1}) aşağıdaki biçimdedir¹¹⁰ :

$$V^{-1} = \frac{1}{\sigma_u^2} \left[I_{NT} - \frac{\sigma_\alpha^2}{\sigma_u^2 + T\sigma_\alpha^2} E_{NT} \right] \quad (2-135)$$

Kısaca, NT gözlem için V_i 'lerin üst üste yığılması ile elde edilmiştir. (2-126)'nın rastsal etki $\hat{\beta}$ tahmincisi

$$\hat{\beta}_{RE} = (X' V^{-1} X)^{-1} (X' V^{-1} y) \quad (2-136)$$

(2-136) fomülasyonu ile elde edilir. Böylece, β 'nin etkin tahmincisi elde edilmiş olur.

β 'nin rastsal etkili tahmincisinin elde edilmesi için, rastsal etkili tahmin prosedürü gereği hata terimi bileşenleri (σ_α^2 ve σ_u^2)'nin tahmin edilmesi gerekmektedir. Hata terimi bileşenleri tahmincileri ($\hat{\sigma}_\alpha^2$ ve $\hat{\sigma}_u^2$)'nin elde edilmesi için çeşitli teknikler önerilmektedir¹¹¹. Bu tekniklerin tamamı β 'nin tahmin edilmesi için, grup içi ve gruplar arası tahmincilerin ağırlıklı bir ortalaması olan

$$\hat{\beta} = \frac{\left[\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i)(y_{it} - \bar{y}_i) + \theta \sum_{i=1}^N (\bar{x}_i - \bar{x})(\bar{y}_i - \bar{y}) \right]}{\left[\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i)^2 + \theta \sum_{i=1}^N (\bar{x}_i - \bar{x})(\bar{x}_i - \bar{x}) \right]} \quad (2-137)$$

(2-137) formülasyonunu kullanmaktadır¹¹². Bu formülde θ ,

¹¹⁰ T. D. Wallace; Ashiq Hussain, "The Use of Error Components in Combining Cross Section with Time Series Data", *Econometrica*, Vol. 37, 1969, s. 57-59.

¹¹¹ G. S. Maddala; T. D. Mount, "Acomparative Study of Alternative Estimators for Variance Components Models Used in Econometric Applications", *Journal of American Statistical Association*, Vol. 68, 1973, s. 325.

¹¹² G. S. Maddala; T. D. Mount, a.g.m., s. 325.

$$\theta = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_u^2 + T \sigma_\alpha^2} \quad (2-138)$$

bilinmemektedir. Bu durumda, σ_α^2 ve σ_u^2 'nin tahmin edilmesi ve θ 'nin hesaplanması gerekmektedir. Önerilen tekniklerin birbirinden farkı hata bileşenlerinin tahmin edilmesinde kullanılacak olan kalıntıların elde edilme biçimlerindeki farklılıktır.

Hata terimi bileşenleri tahminçileri ($\hat{\sigma}_\alpha^2$ ve $\hat{\sigma}_u^2$)'nin elde edilmesi için önerilen tekniklerden bir tanesi T. D. Wallace ve Ashid Hussain'in tekniğidir. T. D. Wallace ve Ashid Hussain rastsal etkileri modeline (2-126) doğrudan En Küçük Kareler Metodunun uygulanmasını ve buradan elde edilen kalıntıların varyans bileşenleri (σ_α^2 ve σ_u^2)'nin tahmin edilmesinde kullanan iteratif bir tahmin prosedürü önermiştir¹¹³.

(2-131)'de kesmeler (α_i 'ler) sabit varsayıldığında model kovaryans analiz modeli olmaktadır. (2-137)'te θ 'nin sıfır olduğu ($\theta = 0$) varsayıldığında kovaryans analiz modelinin grup içi tahminçisi $\hat{\beta}$

$$\hat{\beta} = \frac{\left[\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i)(y_{it} - \bar{y}_i) \right]}{\left[\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i)^2 \right]} \quad (2-13)$$

(2-13) elde edilir¹¹⁴. Tom Wansbeek ve Arie Kapteyn α_i 'lerin sabit varsayıldığı regresyonun kovaryans analizindeki grup içi tahmin yöntemi ile elde edilen regresyonun kalıntılarını, varyans bileşenleri tahminçileri ($\hat{\sigma}_\alpha^2$ ve $\hat{\sigma}_u^2$)'nin elde edilmesi için kullanılmasını önermektedir.

¹¹³ T. D. Wallace; Ashiq Hussain, a.g.m., s. 65.

¹¹⁴ $\hat{\beta}$ daha önce de ifade edildiği gibi aynı zamanda En Küçük Kareler Kukla Değişken tahmincisidir.

P. A. V. B. Swamy ve S. S. Arora hata teriminin varyans kovaryans matrisi için alternatif bir tahminci geliştirmiştir¹¹⁵. P. A. V. B. Swamy ve S. S. Arora tahmincisi yardımcı regresyonların tahmin edilmesini gerektirmektedir. Bunun için kullanılacak yardımcı regresyonlar ; α_i 'lerin sabit varsayıldığı regresyonun kovaryans analizindeki grup içi tahmincisi veya Kukla Değişkenli En Küçük Kareler Tahmincisi ile elde edilen regresyonun kalıntılarının ve gruplar arası tahminci ile elde edilen regresyonun kalıntılarının beraber kullanılmasını önermiştir.

2.3.3.2.2. BİRİM VE ZAMAN ETKİSİ

Birim ve zaman etkisinin birlikte yer aldığı rastsal etkiler modelinde, birim etkiler (α_i 'ler)'in ve zaman etkiler (λ_t 'ler)'in her ikisinin de u_{it} gibi rastsal olduğu varsayılmaktadır¹¹⁶. Böylece, birim ve zaman etkilerin her ikisi birlikte hata teriminin bir bileşeni olarak modelde tanımlanır. Böyle bir model aşağıdaki biçimde yazılır :

$$y_{it} = \mu + \beta' x_{it} + v_{it} \quad (2-139)$$

Bu modeldeki hata terimi v_{it} 'nin

$$v_{it} = \alpha_i + \lambda_t + u_{it} \quad (2-140)$$

birimler (α_i 'ler) ve zaman dönemleri (λ_t 'ler) arasındaki farklılıklardan ve olağan hata terimlerin (u_{it} 'ler)'den oluştuğu varsayılmaktadır. v_{it} 'nin bileşenleri ile ilgili aşağıdaki varsayımlar yapılmaktadır :

- $E(\alpha_i \lambda_t) = E(\alpha_i u_{it}) = E(\lambda_t u_{it}) = 0$ birbiri ile ilişkileri yoktur,

¹¹⁵ P. A. V. B. Swamy ; S. S. Arora, a.g.m., s. 261-275.

¹¹⁶ Sabit etkili modelde α_i ile ifade edilen zaman etkiler notasyonda kolaylık sağlaması amacı ile, bu bölümde λ_t sembolü ile ifade edilmektedir.

- $E(\alpha_i) = E(\lambda_t) = E(u_{it}) = 0$ ortalamaları sıfırdır,
- $E(\alpha_i x'_{it}) = E(\lambda_t x'_{it}) = E(u_{it} x'_{it}) = 0$ x'lerden bağımsızlar,
- $E(\alpha_i \alpha_j) = \begin{cases} \sigma_\alpha^2 & i = j \text{ ise} \\ 0 & i \neq j \text{ ise} \end{cases}$ α_i 'lerin varyansı (σ_α^2) sabittir,
- $E(\lambda_t \lambda_s) = \begin{cases} \sigma_\lambda^2 & t = s \text{ ise} \\ 0 & t \neq s \text{ ise} \end{cases}$ λ_t 'lerin varyansı (σ_λ^2) sabittir,
- $E(u_{it} u_{js}) = \begin{cases} \sigma_u^2 & i = j, t = s \text{ ise} \\ 0 & d.d. \end{cases}$ u_{it} 'lerin varyansı (σ_u^2) sabittir.

(2-139)'da y_{it} 'nin x_{it} 'ye koşullu varyansı $\sigma_y^2 = \sigma_\alpha^2 + \lambda_t^2 + \sigma_u^2$ ile ifade edildiği için, bütün örnekleme matris formunda gösteren model,

$$y = e_{NT} \mu + X\beta + v \quad (2-141)$$

(2-141)'deki gibi yazılır. (2-140)'un hata teriminin varyans kovaryans matrisi (V)

$$\begin{aligned} V = E(vv') &= \sigma_\alpha^2 E_{NT} + \sigma_\lambda^2 E_{NT} + \sigma_u^2 I_{NT} \\ &= \sigma_\alpha^2 E_N \otimes I_T + \sigma_\lambda^2 I_N \otimes E_T + \sigma_u^2 I_{NT} \end{aligned} \quad (2-142)$$

(2-142)'deki biçimde elde edilir. Varyans kovaryans matrisi (V) açık bir formda,

$$\begin{aligned}
V = & \sigma_{\alpha}^2 \begin{bmatrix} E_T & 0 & . & . & 0 \\ 0 & E_T & & & . \\ . & & . & & . \\ . & & & . & 0 \\ 0 & . & . & 0 & E_T \end{bmatrix}_{NT \times NT} + \sigma_{\lambda}^2 \begin{bmatrix} E_T & 0 & . & . & 0 \\ 0 & E_T & & & . \\ . & & . & & . \\ . & & & . & 0 \\ 0 & . & . & 0 & E_T \end{bmatrix}_{NT \times NT} + \\
& \sigma_u^2 \begin{bmatrix} I_T & . & . & . & I_T \\ . & . & & & . \\ . & & . & & . \\ . & & & . & . \\ I_T & . & . & . & I_T \end{bmatrix}_{NT \times NT} \tag{2-143}
\end{aligned}$$

(2-143)'deki biçimde yazılır. Varyans kovaryans matrisinin tersi (V^{-1}) aşağıdaki biçimdedir¹¹⁷ :

$$\begin{aligned}
V^{-1} = & \frac{1}{\sigma_u^2} \left[I_{NT} - \frac{\sigma_{\alpha}^2}{\sigma_u^2 + T\sigma_{\alpha}^2} E_{NT} - \frac{\sigma_{\lambda}^2}{\sigma_u^2 + N\sigma_{\lambda}^2} E_{NT} + \right. \\
& \left. \frac{\sigma_{\alpha}^2 \sigma_{\lambda}^2}{(\sigma_u^2 + T\sigma_{\alpha}^2)(\sigma_u^2 + N\sigma_{\lambda}^2)} \left[\frac{N\sigma_{\alpha}^2 + T\sigma_{\lambda}^2 + 2\sigma_u^2}{N\sigma_{\alpha}^2 + T\sigma_{\lambda}^2 + \sigma_u^2} \right] I_{NT} \right] \tag{2-144}
\end{aligned}$$

NT gözlem için V_i 'lerin üst üste yığılması ile elde edilmiştir. V 'nin tersi ile (2-141) boydan boya çarpıldığında, v 'nin içindeki α_i ve λ_i etkisi ortadan kalkar. Böylece, β 'nin rastsal etki tahmincisi

$$\hat{\beta}_{RE} = (X' V^{-1} X)^{-1} (X' V^{-1} y) \tag{2-145}$$

(2-145) fomülasyonu ile elde edilir.

¹¹⁷ T. D. Wallace; Ashiq Hussain, a.g.m., s. 57-59.

Rastal etkili tahmin prosedürü gereği hata terimi bileşenleri ($\sigma_\alpha^2, \sigma_\lambda^2$ ve σ_u^2)'nin tahmin edilmesi gerekmektedir. Zaman etkilerin hata teriminin bir bileşeni olarak modele dahil edilmesi ile, hata terimi bileşenlerinin tahmincileri ($\hat{\sigma}_\alpha^2, \hat{\sigma}_\lambda^2$ ve $\hat{\sigma}_u^2$) birim etkili modeldeki benzer teknikler ile elde edilebilmektedir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

İSTANBUL MENKUL KIYMETLER BORSASI'NDA HİSSE SENEDİ FİYAT VE GETİRİ VOLATİLİTESİ

3.1. UYGULAMANIN KONUSU VE AMACI

Bu bölümde, hisse senedi fiyat volatilitésinin modellenmesi ile ilgili bir uygulamaya yer verilmektedir. İMKB Ulusal 30 ve Ulusal 100 hisse senetlerinin fiyat volatilitésini ile işlem hacmi arasındaki ilişki araştırılmaktadır. Bu çalışmada 2003 yılına ait Ulusal 30 ve Ulusal 100 hisse senetlerini içeren veriler analiz edilmektedir. İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda 2003 yılı boyunca 246 gün işlem yapılmıştır. Öncelikle, bu verilerin betimsel istatistikleri elde edilmiş ve daha sonra model tahminleri yapılmıştır. Katsayıların sabit ve rastsal olduğu varsayımı altındaki sabit eğim değişken kesme modelleri tahmin edilmektedir. Bu modellerin tahmin edilme nedeni, bu çalışmada her bir açıklayıcı değişkenin katsayısının ortak bir katsayı olarak belirlenmesi ile, bu katsayının önündeki işarete bakılarak piyasanın geneli hakkında bir kaniya varılmak istenmesidir. Aksi halde, değişen katsayı modelleri tahmin edildiği zaman, birim sayısı kadar her bir birimin ilgili değişkenden etkilendiği kısım tahmin edilecektir. Bu durumda her bir birimin ilgili değişkenden etkilendiği büyüklüğün işaretine bakılarak ortak bir kaniya varmak yanıltıcı olabilir.

Charles M. Jones, Gautham Kaul ve Marc L. Lipson hisse senedi fiyat volatilitésini ile ilgili çalışmalarında ilgi çekici bir sonuç bulduklarını ifade etmektedir. Çalışmalarında, Nasdaq Borsası'ndaki 1986-1991 yıllarına ait günlük kapanış fiyatları kullanılarak, 853 menkul değer piyasa değerlerine göre, her biri yaklaşık 170 adet olan beş portföyde sınıflanmıştır. Bağımsız değişken olarak işlem hacmi kullanılmış ve işlem hacmi değişkeni işlem sıklığı ile ortalama işlem hacmi adı altında iki bileşene ayrılmıştır¹¹⁸. Piyasa değerine göre sıralanan küçük ve orta büyüklükteki 1, 2 ve 3 numaralı portföylerden elde edilen regresyon sonuçlarında sırasıyla, ortalama işlem hacmi

¹¹⁸ İşlem sıklığı hisse senedinin bir gün içinde yapılan alım satım işlemleri sayısıdır. Ortalama işlem hacmi ise, bir günde alınıp satılan toplam senet sayısının işlem sıklığına bölünmesi ile elde edilir. Ortalama işlem hacmi adet hisse olarak ölçülür.

değişkeninin katsayısı (1. portföy için 0.077, 2. portföy için 0.032, 3. portföy için 0.001) ve işlem sıklığı değişkeninin katsayısı (1. portföy için 0.191, 2. portföy için 0.116, 3. portföy için 0.091) pozitif bulunmuştur. Piyasa değeri büyük olan 4 ve 5 numaralı portföylerde ise, işlem sıklığı değişkeninin katsayısı (4. portföy için 0.073, 5. portföy için 0.042) pozitif elde edilmiştir. Ancak, ortalama işlem hacmi değişkeninin katsayısı her iki portföyde de (4. portföy için -0.010, 5. portföy için -0.030) negatif olarak bulunmuştur¹¹⁹. Sonuç olarak, hisse senedi fiyat volatilitésinin işlem hacmi bileşenleri ile küçük ve orta büyüklükteki firmaların regresyonlarında (1., 2. ve 3. portföylerde) pozitif ilişkili olduğu, büyük firmalar (4. ve 5. portföylerde) ile yapılan regresyonlarda ise sadece işlem sıklığı değişkeninin pozitif ilişkili olduğu, ortalama işlem hacmi değişkeninin ise negatif ilişkili olduğu saptanmıştır. Bu bulgu finansal olarak ilgi çekicidir. Çünkü, daha önce yapılan çalışmalarda ortalama işlem hacmi önemli bir değişken olarak görülmüştür ve işlem sıklığı değişkeni ise hiç kullanılmamıştır. Charles M. Jones, Gautham Kaul ve Marc L. Lipson'ın Nasdaq Borsası'ndaki çalışmasında, işlem sıklığının açıklayıcı değişken olarak modelde yer alması ile ortalama işlem hacminin büyük portföylerde önemini yitirdiği görülmektedir¹²⁰.

Benzer bir çalışmayı Roger D. Huang ve Ronald W. Masulis Londra Borsası'nda yapmıştır. Roger D. Huang ve Ronald W. Masulis 1995 yılı için FTSE-100 endeksinin günlük ve saatlik verilerini kullanmıştır. Günlük ve saatlik verilerin her ikisi ile yapılan regresyonlar sonucunda, ortalama işlem hacmi değişkeninin katsayısı (günlük regresyonda 0.0006827, saatlik regresyonda 0.00008535) ve işlem sıklığı değişkeninin katsayısı (günlük regresyonda 0.1799, saatlik regresyonda 0.6114) pozitif olarak elde edilmiştir¹²¹. Ancak, ortalama işlem hacmi değişkeninin katsayısı istatistiki olarak anlamsız, işlem sıklığının katsayısı ise istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Daha sonra, araştırmacılar işlemleri küçük, orta ve büyük olarak üç kategoriye ayırmış ve günlük regresyonlarda küçük ve orta büyüklükteki kategorilerde her iki katsayının pozitif olduğunu bulmuştur. Büyük işlem kategorisi ile yapılan regresyonda ise, sadece işlem sıklığının katsayısının pozitif (2.277) olduğu, ortalama işlem hacminin

¹¹⁹ Charles M. Jones ; Gautham Kaul ; Marc L. Lipson, a.g.e., s. 639.

¹²⁰ Charles M. Jones ; Gautham Kaul ; Marc L. Lipson, a.g.e., s. 631-651.

¹²¹ Roger D. Huang ; Ronald W. Masulis, a.g.m., s. 258-260.

katsayısının ise negatif (-0.0000009093) olduğu bulunmuştur¹²². Bu en son sonuçlar, Charles M. Jones, Gautham Kaul ve Marc L. Lipson'un büyük firmalar (4. ve 5. portföylerde) ile elde ettiği bulguları desteklemektedir.

Bu uygulamanın konusu, Charles M. Jones, Gautham Kaul ve Marc L. Lipson'ın büyük firmalar için elde ettiği ve Roger D. Huang ve Ronald W. Masulis'in büyük işlem kategorisinde elde ettiği bulguların İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda da geçerli olup olmadığının araştırılmasıdır.

Bu uygulamanın iki amacı vardır. Keza her iki amaç bu çalışmanın amaçları ile örtüşmektedir. Birinci amacı, hisse senedi fiyat dalgalanmaları ile işlem hacmi arasındaki ilişkinin modellenmesi ve işlem hacminin (bileşenleri olan ortalama işlem hacmi ve işlem sıklığı değişkenlerinin) mikro yapı teorisi çerçevesinde finansal anlamının irdelenmesidir. İkinci amacı ise, panel verinin kullanılması ile, katsayıların panel veri regresyon modelleri ile tahmin edilmesidir.

Charles M. Jones, Gautham Kaul ve Marc L. Lipson Nasdaq Borsası'nda yaptıkları çalışmada hisse senedi fiyat volatilitésinin modellenmesi sırasında, alternatif bir spesifikasyonlar kullanmıştır. Yazarlar, alternatif spesifikasyonlar arasından diğerlerine göre daha güçlü olan spesifikasyonu önermektedir. Bu çalışmada izlenecek yaklaşım da, Charles M. Jones, Gautham Kaul ve Marc L. Lipson'un önerdiği ve daha sonra Londra Borsası'nda Roger D. Huang ve Ronald W. Masulis'in de kullandığı doğrusal spesifikasyonu kullanmak olacaktır.

3.2. METODOLOJİ

Charles M. Jones, Gautham Kaul ve Marc L. Lipson'un önerdiği hisse senedi fiyat volatilitésini modeli aşağıdaki biçimde ifade edilmektedir¹²³ :

¹²² Roger D. Huang ; Ronald W. Masulis, a.g.m., s. 263.

¹²³ Bu model, aynı zamanda yazarların isimlerinin baş harflerinden oluşan JKL'nin doğrusal spesifikasyonu olarak adlandırılmaktadır.

$$V_{it} = \alpha + \beta A_{it} + \gamma S_{it} + \varepsilon_{it} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad (3-1)$$

Bu modelde, bağımlı değişken V hisse senedi fiyat volatilitesi, bağımsız değişkenler sırasıyla, A ortalama işlem hacmi ve S işlem sıklığı değişkenleridir. ε ise hata terimini temsil etmektedir. Burada V_{it} volatilité değişkeninin i . biriminin t . zaman dönemindeki panel veri gözlemini göstermektedir.

Charles M. Jones, Gautham Kaul ve Marc L. Lipson hisse senedi fiyat volatilitesi modeli için alternatif spesifikasyonlar denemiştir. Yazarlar, (3-1)'in alternatif spesifikasyonlar karşısında daha güçlü olduğunu bulmuştur. Bu model spesifikasyonu mikro yapı teorisinin ileri sürdüğü şu varsayım ile önem kazanmaktadır. Piyasanın mikro yapı teorisi, işlem hacmi ve işlem sıklığı değişkenlerinin getiri volatilitesi süreci ile ilişkili olduğunu ileri sürmektedir. Böylelikle, bu çalışmadaki yaklaşım JKL'nin doğrusal spesifikasyonunu kullanmak olacaktır.

Modelin bağımlı ve bağımsız değişkenleri arasındaki fonksiyonel ilişki,

$$V = f(AV, SSAY) \quad (3-2)$$

(3-2)'deki gibidir. Bu fonksiyonel ilişkinin genel olarak sabit eğim değişken kesme modeline uyarlanması ile,

$$V_{it} = \alpha_{it} + \beta AV_{it} + \gamma SSAY_{it} + u_{it} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad (3-3)$$

(3-3) elde edilir. Bu modelde,

V_{it} : i . hisse senedinin t zaman dönemindeki volatilité gözlemini temsil etmektedir.

α_{it} : hem birim hem de zaman dönemleri arasındaki farklılıkları temsil eden sabittir.

AV_{it} : i. hisse senedinin t zaman dönemindeki ortalama işlem hacmi gözlemini temsil etmektedir (adet hisse).

$SSAY_{it}$: i. hisse senedinin t zaman dönemindeki işlem sıklığı gözlemini temsil etmektedir (adet işlem).

u_{it} : hata terimidir.

β : ortalama işlem hacminin birim ve zaman dönemlerindeki ortak parametresidir.

γ : işlem sıklığının birim ve zaman dönemlerindeki ortak parametresidir.

Modelin genel olarak iktisadi beklentileri şöyledir :

Modelde ortalama işlem hacmini temsil eden AV değişkeninin katsayısı β pozitif beklenmektedir. Matematiksel olarak, $\frac{\partial V_{it}}{\partial AV_{it}} > 0$ veya $\beta > 0$ gösterilebilir. Deneysel çalışmaların tamamı hisse senedi fiyat volatilitesi ile işlem hacmi arasında aynı yönde güçlü pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir¹²⁴. Genel kanı doğrultusunda, volatilité ile ortalama işlem hacminin aynı yönde değişmesi beklenmektedir. Fiyatlardaki hareketlilik işlem hacminin artmasına neden olur. Bunu takip eden işlemlerde artan işlem hacmi fiyatlar üzerinde bir baskı oluşturur ve bu baskı sonucu fiyatın artmasına sebep olur. Dolayısıyla, ortalama işlem hacminde ortaya çıkacak bir artış, hisse senedi fiyat volatilitesinde bir artışa neden olur. Bir başka ifade ile, hisse senedi fiyat volatilitesi ile ortalama işlem hacmi arasındaki ilişki pozitif beklenmektedir.

İşlem sıklığı değişkeninin ($SSAY$) katsayısı γ pozitif beklenmektedir. Matematiksel olarak, $\frac{\partial V_{it}}{\partial SSAY_{it}} > 0$ veya $\gamma > 0$ gösterilebilir. İşlem sıklığı değişkeni bir işlem hacmi ölçüsüdür. Ayrıca modelde işlem hacminin bir bileşeni olarak ele alınmaktadır. Böylelikle, işlem sayısının artması ile, hisse senetleri fiyatlarındaki dalgalanmaların da artması beklenmektedir.

¹²⁴ Birinci bölüm üçüncü kısımdaki literatür taramasındaki çalışmaların tamamında ilişkinin pozitif olduğu işaret edilmektedir.

Piyasa işlemleri yatırımcıların bireysel talepleri ile gerçekleşmektedir. Bireysel talepleri etkileyen bir çok faktör mevcuttur. Ancak, bu faktörlerin her birinin birbirini nasıl etkilediğine dair genel bir teori yoktur. Bu faktörler kısaca şöyle sıralanabilir¹²⁵:

- Bilgiye Bağlı İnançlar
- Menkul Kıymet Fiyatları
- Servet
- Risk Seçenekleri
- Yatırım Fırsatları
- Vergiler
- Piyasa Mekanizması (alım satım maliyetleri gibi...)

Bu çalışmada, inançların, bilginin ve fiyatların bireysel talep üzerindeki etkileri ile ilgilenilmektedir. Bireysel talep değişikliklerinin kısa dönemde, sadece yeni bilgiye bağlı inançlardaki değişikliklerden ve menkul kıymet fiyatlarındaki değişimlerden etkilendiği varsayılmaktadır.

Bu çalışmadaki modelin stratejik bir model olduğu varsayılmaktadır. Stratejik bir modelde, hisse senedi işlemleri bilgilerin piyasada asimetrik dağılması sonucu meydana gelmektedir. Böylelikle, bilgili yatırımcıların stratejik alım satım işlemleri yaptığı bir piyasa temsil edilmektedir. Bu piyasada, içeridekiler olarak adlandırılan bilgili yatırımcıların özel bilgilerine dayalı çok sayıda küçük işlem yaptığı varsayılmaktadır. Bilgili yatırımcılar küçük hacimli çok sayıda işlem ile, özel bilgilerine dayanan yaptığı işlemleri diğer yatırımcılardan gizleme çabasındadır. Bilgili yatırımcılar özel bilgi kamuya açıklanana kadar kazançlarını artırırlar. Bu durumda bilgi sahibi olmayan likidite işlemcileri ters seçim sorunu ile karşı karşıya kalmaktadır.

Bu piyasada, hisse senedinin gerçek değerini bilen ve riske karşı kayıtsız bilgili yatırımcılar (içeridekiler), her bir alım veya satım olasılığı $\frac{1}{2}$ olan likidite işlemcileri

¹²⁵

Dale Morse, a.g.m., s. 1130.

(bilgisiz yatırımcılar) ve her dönemde arz-talep koşullarını sağlayabilecek pozisyonu alan, riske karşı kayıtsız piyasada fiyatı belirleyici rol oynayan piyasa düzenleyicileri (aracılar) yer almaktadır. İşlemlerin gerçekleşmesi için öncelikle, yatırımcılar piyasa düzenleyenlere (aracılara) alım satım emirlerini iletir. Bu işlemler ardışık olarak yapılır ($t=1,2,\dots,T-1$) ve herhangi bir iskonto söz konusu olmaz. Verilen ve istenen fiyatların karşılaşması sonucu piyasa fiyatı ortaya çıkar. Her bir işlemde yatırımcılar arasından rastsal olarak seçilen bir yatırımcı işlem (alım veya satım) yapar. Bu yatırımcı işlemini tamamladıktan sonra, yatırımcılar arasına döner ve rastsal olarak seçilen bir yatırımcı ile işlemlerin akışı devam eder. Bu piyasada işlemlerin sona ermesi ile birlikte herkesin bildiği bilgiler ve özel bilgi fiyatlar içine dahil edilmiş olur.

Menkul kıymetlere olan bireysel talepleri etkileyen bir çok faktör mevcuttur. Fakat bu çalışmada, yatırımcı inançları, bilgisi ve fiyatların bireysel talep üzerindeki etkisi ile ilgilenilmektedir. Bu nedenle, modelin genel beklentilerinin aksine, bu çalışmada Jones, Kaul, Lipson'un bulguları (piyasa değeri büyük olan portföylerde işlem sıklığının katsayısının pozitif, ortalama işlem hacminin katsayısının negatif olarak bulunması) ve Roger D. Huang ve Ronald W. Masulis'in bulguları (büyük işlem kategorisi ile yapılan regresyonda işlem sıklığının katsayısını pozitif, ortalama işlem hacminin katsayısını ise negatif bulunması)'nın İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda da geçerli olup olmadığı araştırılmaktadır. Böylece, modelin parametreleri ile ilgili iktisadi beklentiler yeniden düzenlendiğinde şöyle beklenmektedir:

Stratejik mikro yapı modellerinde bilgili yatırımcılar piyasada stratejik olarak işlem (likiditeyi aramaktadır) yapmaktadır. Böylece, piyasada çok sayıda küçük miktarlarda işlem (likidite veya söylenti işlemi) yapılır. Bu nedenle, işlem sıklığı değişkeninin ($SSAY$) katsayısı γ pozitif beklenmektedir. Matematiksel olarak, $\frac{\partial V_{it}}{\partial SSAY_{it}} > 0$ veya $\gamma > 0$ gösterilebilir.

Gün içinde bir büyük işlemin hisse senedi fiyat volatilitesi üzerindeki etkisi (likidite işlemlerinin çok olması nedeniyle) işlem sıklığı ile ters yönde olmaktadır¹²⁶. Stratejik modellerde, bilgili işlemciler daha iyi kazançlar elde etmek için işlemlerini küçük parçalara ayırarak işlem yapar. Bunun için, büyük işlemler fiyat volatilitesi üzerinde küçük bir etkiye sahip olur. Bu küçük etki, modelde ortalama işlem hacmini temsil eden AV değişkeninin katsayısının β negatif işaretle beklenmesini ortaya çıkarır.

Matematiksel olarak, $\frac{\partial V_{it}}{\partial AV_{it}} < 0$ veya $\beta < 0$ gösterilebilir.

Yukarıda varsayımları ve iktisadi beklentileri belirtilen model çalışmanın amacına uygun olarak panel veri regresyon modelleri ile tahmin edilecektir. Panel veriler ile yapılan çalışmalarda N sayıda birimin T dönemlik zaman serisi verileri analiz edilmektedir. Bu çalışmada, İMKB Ulusal 30 ve Ulusal 100 hisse senetlerinin 2003 yılındaki günlük kapanış verileri kullanılmaktadır. 2003 yılı boyunca toplam 246 gün işlem gerçekleşmiştir. Dolayısıyla, 30 adet birimin veya hisse senedinin 246 işlem günü üzerinden elde edilen verileri bir panel veri kümesi ve 100 adet birimin veya hisse senedinin 246 işlem günü üzerinden elde edilen verileri ise diğer bir panel veri kümesi olarak ele alınacaktır. Her iki veri kümesi kullanılarak yapılacak olan model tahminleri şöyledir :

Model 1 : Birleştirilmiş Regresyon

$$V_{it} = \alpha + \beta AV_{it} + \gamma SSAY_{it} + u_{it} \quad \begin{matrix} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{matrix} \quad (3-4)$$

Model 2 : Birim Etkisi (α_i 'nin sabit varsayıldığı durum)

$$V_{it} = \mu + \beta AV_{it} + \gamma SSAY_{it} + \alpha_i + u_{it} \quad \begin{matrix} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{matrix} \quad (3-5)$$

¹²⁶ Roger D. Huang ; Ronald W. Masulis, a.g.m., s. 250.

Model 3 : Zaman Etkisi (α_t 'nin sabit varsayıldığı durum)

$$V_{it} = \mu + \beta AV_{it} + \gamma SSAY_{it} + \alpha_t + u_{it} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad (3-6)$$

Model 4 : Birim ve Zaman Etkisi (α_i ve α_t 'nin sabit varsayıldığı durum)

$$V_{it} = \mu + \beta AV_{it} + \gamma SSAY_{it} + \alpha_i + \alpha_t + u_{it} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad (3-7)$$

Model 5 : Birim Etkisi (α_i 'nin rastsal varsayıldığı durum)

$$V_{it} = \mu + \beta AV_{it} + \gamma SSAY_{it} + v_{it} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad (3-8)$$

Model 6 : Zaman Etkisi (α_t 'nin rastsal varsayıldığı durum) :

$$V_{it} = \mu + \beta AV_{it} + \gamma SSAY_{it} + v_{it} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad (3-8)$$

Model 7 : Birim ve Zaman Etkisi (α_i ve α_t 'nin rastsal varsayıldığı durum)

$$V_{it} = \mu + \beta AV_{it} + \gamma SSAY_{it} + v_{it} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, N \\ t = 1, \dots, T \end{array} \quad (3-9)$$

Bu modellerde, V ile bağımlı değişken hisse senedi fiyat volatilitesi, AV ile bağımsız değişken ortalama işlem hacmi ve $SSAY$ ile bağımsız değişken işlem sıklığı ifade edilmektedir.

3.3. UYGULAMADA KULLANILACAK VERİLER

Bu çalışmada, 2003 yılına ait İMKB Ulusal 30 ve Ulusal 100 hisse senetlerini içeren günlük veriler kullanılmaktadır. İMKB Ulusal 30 ve Ulusal 100 hisse senetleri İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda Ulusal Pazarda işlem gören şirketlerin hisse senetlerinin piyasa değeri ve likiditesi en yüksek olanlardan seçilen ilk 30 ve ilk 100 hisse senedinden oluşmaktadır¹²⁷. Bu veriler İstanbul Menkul Kıymetler Borsası tarafından oluşturulmuş günlük CD-ROM dosyasından elde edilmiştir. Gerekli olan veriler önce tasnif edilmiş, günlük bir dosya içinde toplanmış ve daha sonra veri hataları için kontrol edilmiştir.

İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda resmi olarak her iş günü sabah 9:30'dan öğleden sonra 16:30'a kadar işlem yapılmaktadır. Hisse senedi piyasasında işlemler gün içinde iki seansta yapılmaktadır. Bunlar, sabah yapılan 1. seans ve öğleden sonra yapılan 2. seanstır. Bu çalışmada kullanılacak veriler 2. seans (kapanış verileri) verilerinden oluşmaktadır. Ancak, 28 Ekim ve 20 Kasım günlerinde 2. seans işlemleri yapılmadığı için bu işlem günlerinde 1. seans kapanış verileri 2. seans kapanış verileri yerine kullanılmıştır. Kullanılacak değişkenler : volatilité, işlem sıklığı ve ortalama işlem hacmidir. İstanbul Menkul Kıymetler Borsasının veri tabanında hisse senetlerinin kapanış fiyatları Türk Lirası (TL) cinsinden yer almaktadır. Bütün değişkenler kapanış fiyatları kullanılarak hesaplanmaktadır. Volatilité bağımlı değişkeni kapanış fiyatları ile bir önceki günün kapanış fiyatları (TL. cinsinden) arasındaki farkın mutlak değeridir. İstanbul Menkul Kıymetler Borsasının sözleşme sayısı olarak adlandırdığı işlem sıklığı bağımsız değişkeni ise, adet cinsinden verilmiştir. Ortalama işlem hacmi bağımsız değişkeni hisse cinsinden (adet hisse) verilmiştir. 2003 yılı verileri 246 işlem gününden oluşmaktadır. Piyasamızda senet açılış veya ilk işlem fiyatları verilmemektedir¹²⁸. Dolayısıyla, bir başka volatilité ölçüsü olan açılıştan kapanışa fark kullanılamamıştır.

¹²⁷ Sorularla Borsa ve Sermaye Piyasası, a.g.e., s. 52.

¹²⁸ Ahmet Mergen, Grafiklerle Borsa, Beta Basım Yayım, İstanbul, 1998, s.21.

Tablo 2, İMKB Ulusal 30 ve Ulusal 100 hisse senetlerinin günlük verilerine dayalı volatilité değişkeninin betimsel istatistiklerini göstermektedir. Kapanıştan kapanışa fark olarak adlandırılan volatilité, kapanış fiyatı ile bir önceki günün kapanış fiyatları arasındaki farkın mutlak değeridir.

Tablo 2 : VOLATİLİTENİN BETİMSSEL İSTATİSTİKLERİ
ULUSAL 30 (7186 GÖZLEM) ve ULUSAL 100 (23966 GÖZLEM)

<i>Volatilité / İstatistikler</i>	Ortalama	St. Hata	Minimum	Medyan	Maksimum
<i>Ulusal 30</i>	220.0250	640.8219	0	100	34000
<i>Ulusal 100</i>	144.6374	491.6258	0	50	34000

Tablo 3, İMKB Ulusal 30 ve 100 hisse senetlerinin günlük verilerine dayalı işlem hacmi bileşenleri (ortalama işlem hacmi ve işlem sıklığı)'nin betimsel istatistiklerini göstermektedir.

Tablo 3 : İŞLEM HACMİ BİLEŞENLERİNİN BETİMSSEL İSTATİSTİKLERİ

<i>İşlem Hacmi Bileşenleri / İstatistikler</i>	Ortalama	St. Hata	Minimum	Medyan	Maksimum
<i>Ulusal 30 (ortalama işlem hacmi)</i>	1885457	1938714	35770.27	1220292	29780559
<i>Ulusal 30 (işlem sıklığı)</i>	730.8968	972.1413	22	426	18189
<i>Ulusal 100 (ortalama işlem hacmi)</i>	1223232	1360556	1000	753031.1	29780559
<i>Ulusal 100 (işlem sıklığı)</i>	421.2223	750.4454	1	195	18189

Tablo 3'te 2003 yılında İMKB Ulusal 30 hisse senetlerinin ortalama olarak günde 730, Ulusal 100 hisse senetlerinin ortalama olarak günde 421 adet işlem gördüğü ifade edilmektedir. Ulusal 30 hisse senetleri için ortalama işlem hacminin ortalama olarak günde 1.885.457 hisse olduğu, Ulusal 100 hisse senetleri için ortalama olarak günde 1.223.232 hisse olduğü görülmektedir.

3.4. İSTANBUL MENKUL KIYMETLER BORSASI'NDA HİSSE SENEDİ FİYAT VE GETİRİ VOLATİLİTESİ

Sabit eğim değişken kesme modelleri birim ve/veya zaman etkilerin sabit ve rastsal varsayıldığı durumlar için 2003 yılına ait İMKB Ulusal 30 ve Ulusal 100 hisse senetleri verileri kullanılarak tahmin edilmiştir. Birim ve zaman etkilerin birlikte önemli olduğu tespit edilmiştir. Ancak, kullanılan paket programda kovaryans analizi modellerinin birim ve zaman etkileri birlikte tahmin edilebilirken, rastsal etkili modelin birim ve zaman etkilerinin birlikte tahmininde veri dengesiz bir panel veri olduğu için sorunla karşılaşmıştır. Bu model (model 7) dışındaki bütün modellerin tahmini yapılmıştır. Bundan başka, asıl önemle üstünde durduğumuz bağımsız değişkenlerin katsayılarının işaretleridir. Dolayısıyla, sadece bağımsız değişkenlerin katsayılarının tahmin değerleri ve kesme verilmektedir. Birim etkilerin, zaman etkilerin ve hem birim hem de zaman etkilerin değerleri burada verilmemektedir.

Bu çalışmada, öncelikle birleştirilmiş regresyonun tahmin edilmesi yoluna gidilmiştir. Daha sonra sırasıyla, kovaryans analizi modellerinden birim ve zaman etkili modellerin tahminleri yapılmıştır. Birim ve zaman etkili modellerin birleştirilmiş regresyonla karşılaştırılması ile önemli olup olmadığı tespit edilmek istenmektedir. Birim ve zaman etkililerin önemli görülmesi durumunda her iki etkinin birlikte tahmin edildiği kovaryans analizi modeli tahmin edilecektir. Daha sonra rastsal etkili modellerden birim ve zaman etkili modellerin tahminleri yapılacaktır. Rastsal etkili model tahminlerinde birim ve zaman etkililerin önemli görülmesi durumunda her iki etkinin birlikte tahmin edildiği rastsal etkili modelin tahmin edilmesi yoluna gidilecektir. Son olarak, birim ve zaman etkilerin birlikte önemli görüldüğü kovaryans analizi modeli ile rastsal etkili modelin karşılaştırılıp, bir tercih yapılması düşünülmektedir. Bu yaklaşıma göre, öncelikle birleştirilmiş regresyonun ve birim etkili kovaryans modeli tahmini Ulusal 30 hisse senetleri için aşağıdaki biçimde elde edilmiştir :

Model 1 (a) : Birleştirilmiş Regresyon Ulusal 30

$$\hat{V}_{it} = 323.1925 - 0.000079AV_{it} + 0.062860SSAY_{it}$$

$$t. (30.86044) (-16.85217) (6.701853)$$

$$R^2 = 0.0398 \quad \bar{R}^2 = 0.0395 \quad DW = 1.820 \quad \sum e^2 = 2830000000$$

$$F = 149.1057$$

Model 2 (a) : Birim Etkisi (α_i 'nin sabit varsayıldığı durum) Ulusal 30

$$\hat{V}_{it} = 215.5157 - 0.0000252AV_{it} + 0.071471SSAY_{it}$$

$$t. (12.26181) (-2.763269) (6.796254)$$

$$R^2 = 0.124459 \quad \bar{R}^2 = 0.120665 \quad DW = 1.985504 \quad \sum e^2 = 2580000000$$

$$F = 32.80490$$

Bu iki model arasında tercih yapmak için kesmelerin homojen olup olmadığının test edilmesi gerekmektedir. Böylece, aşağıdaki hipotezler

$$H_0 : \alpha_1^* = \alpha_2^* = \dots = \alpha_N^*$$

$$H_1 : \alpha_1^* \neq \alpha_2^* \neq \dots \neq \alpha_N^*$$

hipotezler test edilmelidir. Bunun için (2-74)'deki F istatistiğinden yararlanılır.

$$F(N-1, NT-N-K) = \frac{(R_U^2 - R_P^2)/(N-1)}{(1 - R_U^2)/(NT-N-K)}$$
$$= \frac{(0.124459 - 0.0398)/(30-1)}{(1 - 0.124459)/(7186 - 30 - 2)}$$

$$= \frac{0.002919}{0.000122}$$

$$= 23.85325$$

Payın serbestlik derecesi $v_1 = 29$ ve paydanın serbestlik derecesi $v_2 = 7154$ ile %5 anlamlılık düzeyinde $F \text{ tablo}_{(29,7154)} = 1.469$ değeri elde edilir. Hesaplanan F değeri bu değer ile karşılaştırıldığında,

$$F \text{ tablo}_{(29,7154)} = 1.469 < F \text{ hesaplanan} = 23.85325$$

hesaplanan değer tablo değerinden büyük olduğu görülür. Bu durumda H_0 hipotezi ret edilir. Kestmelerin birbirinden farklı olduğuna karar verilir. Birim etkili model birleştirilmiş regresyon modeline tercih edilir. Böylece, birim etkilerin önemli olduğu tespit edilmiştir.

Bundan sonraki adım aynı işlemlerin İMKB Ulusal 100 hisse senetleri içinde yapılmasıdır. İMKB Ulusal 100 hisse senetlerinin birleştirilmiş regresyon ve birim etkili kovaryans model tahmini aşağıdaki biçimde elde edilir :

Model 1 (b) : Birleştirilmiş Regresyon Ulusal 100

$$\hat{V}_{it} = 199.2804 - 0.0000707AV_{it} + 0.075981SSAY_{it}$$

$$t. (47.24260) \quad (-25.15195) \quad (14.81289)$$

$$R^2 = 0.02573 \quad \bar{R}^2 = 0.02564 \quad DW = 1.746 \quad \sum e^2 = 5640000000$$

$$F = 316.426$$

Model 2 (b) : Birim Etkisi (α_i 'nin sabit varsayıldığı durum) Ulusal 100

$$\hat{V}_{it} = 144.7919 - 0.0000219AV_{it} + 0.063635SSAY_{it}$$

$$t. (20.69518) \quad (-3.992842) \quad (11.11941)$$

$$R^2 = 0.121331 \quad \bar{R}^2 = 0.117612 \quad DW = 1.930318 \quad \sum e^2 = 5090000000$$

$$F = 32.62641$$

Bu iki model arasında tercih yapmak için kesmelerin homojen olup olmadığının test edilmesi gerekmektedir. Hesaplanan test istatistiği,

$$\begin{aligned} F(N-1, NT-N-K) &= \frac{(R_U^2 - R_P^2)/(N-1)}{(1 - R_U^2)/(NT - N - K)} \\ &= \frac{(0.121331 - 0.02573)/(100 - 1)}{(1 - 0.121331)/(23966 - 100 - 2)} \\ &= \frac{0.001226}{3.68199} \\ &= 33.28 \end{aligned}$$

$v_1 = 99$ ve $v_2 = 23864$ serbestlik dereceleri ile %5 anlamlılık düzeyinde F tablo_(99,23864) = 1.245 değerinden büyüktür ;

$$F \text{ tablo}_{(99,23864)} = 1.245 < F \text{ hesaplanan} = 33.28$$

Bu durumda H_0 hipotezi ret edilir. Kesmelerin birbirinden farklı olduğuna karar verilir. Ulusal 30 için elde edilen sonuç Ulusal 100 için de geçerlidir. Bundan sonraki adım zaman etkisinin önemli olup olmadığının araştırılmasıdır. Bunun için öncelikle Ulusal 30 için zaman etkili model tahmini yapılır. Bu tahmin aşağıdaki biçimde elde edilmiştir :

Model 3(a) : Zaman Etkisi (α_t 'nin sabit varsayıldığı durum) Ulusal 30

$$\hat{V}_{it} = 335.6547 - 0.0000688AV_{it} + 0.019246SSAY_{it}$$

$$t. (32.25053) (-14.54658) (1.910758)$$

$$R^2 = 0.107820 \quad \bar{R}^2 = 0.076856 \quad DW = 1.846269 \quad \sum e^2 = 2630000000$$

$$F = 3.482077$$

Bu model ile birleştirilmiş regresyon arasında bir tercih yapmak için kesmelerin zaman dönemlerinde homojen olduğu sıfır hipotezine karşı

$$H_0 : \alpha_1^* = \alpha_2^* = \dots = \alpha_T^*$$

$$H_1 : \alpha_1^* \neq \alpha_2^* \neq \dots \neq \alpha_T^* \quad (2-44)$$

kesmelerin zaman dönemlerinde birbirinden farklı olduğu karşıt hipotez test edilir ve aşağıdaki F istatistiği hesaplanır :

$$F(T-1, NT-T-K) = \frac{(R_U^2 - R_p^2)/(T-1)}{(1-R_U^2)/(NT-T-K)}$$

$$F(240-1, 7186-240-2) = \frac{(0.107820 - 0.02573)/(240-1)}{(1-0.107820)/(7186-240-2)}$$

$$= \frac{0.000343473}{0.000128482}$$

$$= 2.673312$$

F tablo değeri $v_1 = 239$ ve $v_2 = 6944$ serbestlik dereceleri ile %5 anlamlılık düzeyinde $F \text{ tablo}_{(239,6944)} = 1.158$ değerini almaktadır. Hesaplanan F değeri F tablo değerinden

$$F \text{ tablo}_{(239,6944)} = 1.158 < F \text{ hesaplanan} = 2.673312$$

büyükür. Bu durumda H_0 hipotezi ret edilir. Kesmelerin birbirinden farklı olduğuna karar verilir. Böylece, zaman etkisinin Ulusal 30 hisse senetleri için önemli olduğu sonucuna varılır. Bundan sonra, İMKB Ulusal 100 hisse senetleri için aynı prosedür uygulanır. Ulusal 1000 hisse senetleri için zaman etkili model tahmini aşağıdaki biçimde elde edilmiştir:

Model 3(b) : Zaman Etkisi (α_t 'nin sabit varsayıldığı durum) Ulusal 100

$$\hat{V}_{it} = 201.2884 - 0.0000667AV_{it} + 0.059349SSAY_{it}$$

$$t. (48.24197) \quad (-23.88471) \quad (11.41853)$$

$$R^2 = 0.065722 \quad \bar{R}^2 = 0.056231 \quad DW = 1.763280 \quad \sum e^2 = 5410000000$$

$$F = 6.924720$$

Zaman etkisinin Ulusal 100 hisse senetleri için önemli olup olmadığının sınanması için aşağıdaki F istatistiği hesaplanır:

$$F(T-1, NT-T-K) = \frac{(R_U^2 - R_p^2)/(T-1)}{(1-R_U^2)/(NT-T-K)}$$

$$F(240-1, 23966-240-2) = \frac{(0.065722 - 0.02573)/(240-1)}{(1-0.065722)/(23966-240-2)}$$

$$= \frac{0.000167}{3.98811}$$

$$= 4.249003$$

Hesaplanan F değeri F tablo değerinden büyük olduğu için,

$$F_{tablo}_{(239,23724)} = 1.158 < F_{hesaplanan} = 4.249003$$

H_0 hipotezi ret edilir. Kesmelerin birbirinden farklı olduğuna karar verilir. Ulusal 30 için elde edilen sonuç, görüldüğü üzere Ulusal 100 için de geçerlidir. Bu durumda Ulusal 30 ve Ulusal 100 hisse senetleri için hem birim etkiler hem de zaman etkiler birlikte önem arz etmektedir. Bu durumda her iki etkinin birlikte tahmin edilmesi yaklaşımına gidilmelidir. Ulusal 30 ve Ulusal 100 hisse senetleri için birim ve zaman etkilerin birlikte tahmin edildiği kovaryans analizi model tahminleri aşağıdaki biçimde elde edilmiştir:

Model 4(a) : Birim ve Zaman Etkisi (α_i ve α_i 'nin sabit varsayıldığı durum) Ulusal 30

$$\hat{V}_{it} = 231.0908 - 0.000012AV_{it} + 0.015802SSAY_{it}$$

$$t. (12.38358) (-1.256063) (1.350127)$$

$$R^2 = 0.190718 \quad \bar{R}^2 = 0.159119 \quad DW = 2.025766 \quad \sum e^2 = 2390000000$$

$$F = 6.035591$$

Model 4(b) : Birim ve Zaman Etkisi (α_i ve α_i 'nin sabit varsayıldığı durum)

Ulusal 100

$$\hat{V}_{it} = 148.8541 - 0.0000176AV_{it} + 0.041281SSAY_{it}$$

$$t. (20.62879) (-3.129596) (7.051029)$$

$$R^2 = 0.161495 \quad \bar{R}^2 = 0.149427 \quad DW = 1.958163 \quad \sum e^2 = 4860000000$$

$$F = 13.38276$$

Yukarıda tahmin edilen kovaryans modellerinin hepsinde, işlem sıklığı değişkeninin ($SSAY$) ve ortalama işlem hacmini AV değişkeninin katsayısının işaretleri iktisadi beklentilerimize uymaktadır. Bu modellerin hepsinde işlem sıklığı değişkeninin katsayısı γ pozitif , ortalama işlem hacminin katsayısı β ise, negatif olarak elde edilmiştir.

Bu bulgular İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda piyasa değeri en yüksek olan hisse senetlerine dayanmaktadır. Dolayısıyla, 3.1'de ifade edilen Charles M. Jones, Gautham Kaul ve Marc L. Lipson'ın büyük firmalar için elde ettiği ve Roger D. Huang ve Ronald W. Masulis'in büyük işlem kategorisinde elde ettiği bulgular ile paralellik göstermektedir.

Bundan sonra izlenecek ilk adım, kovaryans analizi modellerinde elde edilen bulguların rastsal etkiler modellerinde de elde edilip elde edilemeyeceği sorusuna yanıt aramak olacaktır. Bunun için öncelikle model 5 tahmin edilmektedir. Rastsal etkiler modelinin tahmin edilmesi için çeşitli teknikler önerilmektedir. Bu teknikler hemen hemen aynı sonucu vermekle birlikte, model tahminleri ayrı ayrı elde edilmiştir. Ulusal 30 hisse senetleri için rastsal etkiler modellerinin sırasıyla; Swamy Arora, Wallace ve Hussain, Wansbeek Kapteyn tahmincileri ile tahmin edilen birim etkili modellerinin tahminleri aşağıdaki biçimde elde edilmiştir:

Model 5(a1) : Birim Etkisi (α_i 'nin rastsal varsayıldığı durum) Ulusal 30

Varyans bileşenlerinin Swamy Arora Tahmincisi ile tahmini

$$\hat{V}_{it} = 235.9205 - 0.0000361AV_{it} + 0.071416SSAY_{it}$$

$$t. (6.312510) \quad (-4.276777) \quad (6.845722)$$

$$R^2 = 0.006900 \quad \bar{R}^2 = 0.006623 \quad DW = 1.976068 \quad \sum e^2 = 2600000000$$

$$F = 24.95260$$

Model 5(a2): Birim Etkisi (α_i 'nin rastsal varsayıldığı durum) Ulusal 30

Varyans bileşenlerinin Wallace ve Hussain Tahmincisi ile tahmini

$$\hat{V}_{it} = 236.0162 - 0.0000362AV_{it} + 0.071415SSAY_{it}$$

$$t. (6.314279) \quad (-4.273668) \quad (6.828782)$$

$$R^2 = 0.006904 \quad \bar{R}^2 = 0.006627 \quad DW = 1.976019 \quad \sum e^2 = 2600000000$$

$$F = 24.96664$$

Model 5(a3): Birim Etkisi (α_i 'nin rastsal varsayıldığı durum) Ulusal 30

Varyans bileşenlerinin Wansbeek Kapteyn Tahmincisi ile tahmini

$$\hat{V}_{it} = 231.1233 - 0.0000336AV_{it} + 0.071449SSAY_{it}$$

$$t. (5.402827) (-3.902128) (6.834461)$$

$$R^2 = 0.006729 \quad \bar{R}^2 = 0.006452 \quad DW = 1.978446 \quad \sum e^2 = 2590000000$$

$$F = 24.33017$$

Rastsal etkiler modelinin birleştirilmiş regresyon ile karşılaştırılması amacıyla, Breusch ve Pagan *Lagrange Çoğaltanları* testi olarak adlandırılan LM testini geliştirmiştir. Bu testin hipotezleri aşağıdaki biçimdedir :

$$H_0 : \sigma_\alpha^2 = 0$$

$$H_1 : \sigma_\alpha^2 \neq 0 \quad (3-10)$$

Boş hipotez H_0 kabul edildiğinde birleştirilmiş regresyonun tahmin edilmesine karar verilir. Aksi halde birim etkili rastsal etkiler modeli tahmin edilir. LM test istatistiği,

$$LM = \frac{NT}{2(T-1)} \left[\frac{\sum_{i=1}^N \left[\sum_{t=1}^T \hat{v}_{it} \right]^2}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{v}_{it}} - 1 \right]^2 \quad (3-11)$$

1 serbestlik derecesi ile yaklaşık olarak Ki-kare dağılımı göstermektedir. $\alpha = \%5$ anlamlılık düzeyinde Ki-kare tablo değeri 3,84'tür. LM istatistiği, yukarıdaki üç teknikten herhangi biri ile hesaplanan rastsal etkiler modelinin kalıntıları test istatistiğinde yerine koyularak elde edilir. Eğer hesaplanan test istatistiği tablo değerinden büyük ise sıfır hipotezi ret edilir ve rastsal etkiler modelinin tahmin

edilmesine karar verilir. Aksi halde birleştirilmiş regresyonun uygun olduğuna karara verilir. LM test istatistiği

$$LM = \frac{7186}{2(240 - 1)} \left[\frac{668 \times 10^{32}}{-0.0000000000000000073} - 1 \right] = \frac{7186}{478} [-909000000000000000 - 1]$$

$$= 1366880000000000000$$

sonucunda elde edilen değer Ki-kare tablo değerinden büyük olduğu için

$$Ki - kare tablo = 3.84 < Ki - kare hesaplanan = 1366880000000000000$$

sıfır hipotezi ret edilir ve Ulusal 30 hisse senetleri için rastsal etkililer modelinin tahmin edilmesine karar verilir. Bundan sonraki adım, rastsal etkiler modeli için zaman etkilerin önemli olup olmadığının belirlenmesidir. Ulusal 30 hisse senetleri için öncelikle aşağıdaki zaman etkili rastsal etkiler modelleri Swamy Arora, Wallace ve Hussain, Wansbeek Kapteyn tahmincileri ile tahmin edilir. Elde edilen model tahminleri aşağıdaki gibidir :

Model 6(a1) : Zaman Etkisi (α_t 'nin rastsal varsayıldığı durum) : Ulusal 30

Varyans bileşenlerinin Swamy Arora Tahmincisi ile tahmini

$$\hat{V}_{it} = 327.9353 - 0.000075AV_{it} + 0.046044SSAY_{it}$$

$$t. (27.10813) \quad (-16.13734) \quad (4.824877)$$

$$R^2 = 0.038840 \quad \bar{R}^2 = 0.038572 \quad DW = 1.976068 \quad \sum e^2 = 2750000000$$

$$F = 145.1298$$

Model 6(a2) : Zaman Etkisi (α_t 'nin rastsal varsayıldığı durum) : Ulusal 30

Varyans bileşenlerinin Wallace ve Hussain Tahmincisi ile tahmini

$$\hat{V}_{it} = 329.1689 - 0.000074AV_{it} + 0.041719SSAY_{it}$$

$$t. (25.47688) (-15.85276) (4.326196)$$

$$R^2 = 0.038724 \quad \bar{R}^2 = 0.038456 \quad DW = 1.832850 \quad \sum e^2 = 2730000000$$

$$F = 144.6797$$

Model 6(a3) : Zaman Etkisi (α_t 'nin rastsal varsayıldığı durum) : Ulusal 30

Varyans bileşenlerinin Wansbeek Kapteyn Tahmincisi ile tahmini

$$\hat{V}_{it} = 329.6237 - 0.0000736AV_{it} + 0.040129SSAY_{it}$$

$$t. (24.84929) (-15.77788) (4.153153)$$

$$R^2 = 0.038696 \quad \bar{R}^2 = 0.038428 \quad DW = 1.833798 \quad \sum e^2 = 2720000000$$

$$F = 144.5697$$

Bu aşamadan bir adım ileri gidilerek birim ve zaman etkilerin birlikte tahmin edildiği rastsal etkiler modelinin (model 7) tahmini yapılmak istenmiş ancak yapılamamıştır. Veri dengesiz bir panel olduğu için paket programda tahmin sıkıntısı yaşanmıştır. Birim zaman etkilerin her ikisi de önem arz etmektedir. Ancak, birim ve zaman etkilerin birlikte anlamlı olduğu kovaryans analizi modeli ile rastsal etkiler modelinin hausman testi ile karşılaştırılma olanağı yoktur. Bu durumda, birim ve zaman etkilerin birlikte tahmin edildiği kovaryans analizi (sabit etkiler) modelinin en uygun model olduğuna karar verilmiştir.

SONUÇ

Bu çalışmada, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda Ulusal 30 ve Ulusal 100 hisse senetleri için 2003 yılı günlük verileri kullanılarak, hisse senedi fiyatlarındaki dalgalanmalar ve hisse senetlerinin işlem hacmi arasındaki ilişki, çeşitli panel veri regresyon modelleri ile tahmin edilmiştir. Model tahminlerinin hepsinde katsayıların işaretleri iktisadi beklentiye uygun, ortalama işlem hacminin katsayısı negatif, işlem sıklığının katsayısı pozitif olarak elde edilmiştir.

Model spesifikasyonunda yapılan varsayımlarda modelin stratejik bir mikro yapı modeli olduğu varsayılmaktadır. Mikro yapı modellerinde, piyasada bilgili yatırımcı ve likidite yatırımcısı arasındaki etkileşim incelenmektedir. İnançların, bilginin ve fiyatların bireysel talep üzerindeki etkisi açıklanmaya çalışılır. Bilgili yatırımcı likidite işlemcisinin sahip olmadığı bir bilgiyi kullanarak işlem yapar. Bu durumda piyasada bilginin asimetrik dağıldığı gözlenir ve asimetrik bilgi sonucu işlemler gerçekleşir. Bilgili yatırımcı yaptığı işlemlerle kazancını arttırırken, likidite işlemcisi bilgili yatırımcı ile ters yönde seçimler yapar ve zarar eder. Bir başka ifade ile likidite işlemcisi ters seçim sorunu ile karşı karşıya kalır. Stratejik modellerde, bilgili yatırımcının stratejik olarak izlediği yol (stratejik hareketi) çok sayıda küçük işlem yapmasıdır. Bilgili yatırımcı sahip olduğu bilginin likidite işlemcisi tarafından anlaşılmasını önlemek için küçük işlemler yapar ve böylece bilgisini fiyatlar içine yavaş yavaş dahil eder. Bu nedenle, stratejik modellerde hisse senetlerinin fiyatlarındaki dalgalanmaların belirlenmesinde işlem sıklığı önem kazanmakta, ortalama işlem hacmi ise önemini yitirmektedir. Bütün model tahminlerinde işlem hacminin katsayısı negatif, işlem sıklığının katsayısı pozitif olarak elde edilmesi, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası sonuçlarının işlemcilerin ters seçim etkisine maruz kaldığı, bilgili işlemin yapıldığı stratejik modeller ve likidite işlemleri olarak açıklanabileceğini ima etmektedir. Böylece, bu bulgular 2003 yılında İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'nda içeridekiler tarafından içeriden öğrenenler ticaretinin yapıldığına işaret etmektedir.

Charles M. Jones, Gautham Kaul ve Marc L. Lipson Nasdaq Borsası'nda piyasa değeri büyük olan 4 ve 5 numaralı portföylerle uydurdukları regresyonlarda her iki portföyde de, işlem sıklığı değişkeninin katsayısını (4. portföy için 0.073, 5. portföy için 0.042) pozitif, ortalama işlem hacmi değişkeninin katsayısını (4. portföy için -0.010, 5. portföy için -0.030) negatif olarak bulunmuştur. Roger D. Huang ve Ronald W. Masulis Londra Borsası'nda günlük verileri kullanarak büyük işlem kategorisi ile uydurdukları regresyonlarda, işlem sıklığı değişkeninin katsayısını pozitif (2.277), ortalama işlem hacmi değişkeninin katsayısını negatif (-0.0000009093) olarak bulmuştur. Katsayıların işaretleri itibariyle, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası'ndan elde edilen sonuçlar, Charles M. Jones, Gautham Kaul ve Marc L. Lipson ve Roger D. Huang ve Ronald W. Masulis'in sonuçlarıyla paralellik gösterdiği görülmektedir.

Uygulamada, sabit eğim değişken kesme panel veri regresyon modellerinin tahminleri elde edilmiştir. Bu modellerin tahmin edilme nedeni, bu çalışmada her bir açıklayıcı değişkenin katsayısının ortak bir katsayı olarak belirlenmesi ile, bu katsayının önündeki işarete bakılarak piyasanın geneli hakkında bir kanıya varılmak istenmesidir. Aksi halde, değişen katsayı modelleri tahmin edildiği zaman, birim sayısı kadar her bir birimin ilgili değişkenden etkilendiği kısım tahmin edilecektir. Bu durumda her bir birimin ilgili değişkenden etkilendiği büyüklüğün işaretine bakılarak ortak bir kanıya varmak yanıltıcı olabilir.

Bu çalışmada izlenen adımlar araştırmacının tercihi olup, öncelikle tüm katsayıların ortak olduğunu varsayan birleştirilmiş regresyonun Ulusal 30 ve Ulusal 100 hisse senetleri için tahmin edilmesidir. Daha sonra, kesme katsayılarının sabit varsayıldığı birim etkili kovaryans modeli tahmin edilmiş ve F testleri ile birleştirilmiş regresyon ile birim etkili modeller arasında seçim yapılmıştır. Test istatistiğinin hesaplanması sonucu, Ulusal 30 ve Ulusal 100 hisse senetleri için birim etkili kovaryans modelinin birleştirilmiş regresyona göre daha önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Bundan sonraki adımda, zaman etkilerinin önemli olup olmadığının araştırılmıştır. Bunun için zaman etkili kovaryans modelleri Ulusal 30 ve Ulusal 100 hisse senetleri için tahmin edilmiştir. Zaman etkili kovaryans modelleri ile birleştirilmiş regresyon arasında seçim yapmak

için hesaplanan test istatistiği sonucu, zaman etkili kovaryans modelinin önemli olduğuna karar verilmiştir. Bu aşamada, hem birim etkinin hem de zaman etkinin önemli olduğu tespit edilmiştir. Buradan yola çıkılarak, Ulusal 30 ve Ulusal 100 hisse senetleri için katsayılarının sabit varsayıldığı birim ve zaman etkili kovaryans modeli tahmin edilmiştir. Ulusal 30 ve Ulusal 100 hisse senetleri için tahmin edilen regresyonlar sırasıyla, 0.19 ve 0.16 olarak iyi bir açıklama gücü vermiştir. Hata terimleri arasında 1. dereceden otokorelasyonun varlığını sınavan Durbin-Watson (DW) istatistiğinin değeri, yaklaşık olarak 2'dir ve hata terimleri arasında 1. dereceden otokorelasyonun olmadığını göstermektedir.

Bu aşamada, kesme katsayılarının rastsal olduğu varsayımı altında rastsal etkiler modelleri tahmin edilmesi yaklaşımına gidilmiştir. Modeller, hata terimi bileşenleri tahmincilerinin elde edilmesi için önerilen T. D. Wallace ve Ashid Hussain ; Tom Wansbeek ve Arie Kapteyn ; P. A. V. B. Swamy ve S. S. Arora teknikleri ile Ulusal 30 ve Ulusal 100 hisse senetleri için tahmin edilmiştir. Breush ve Pagan'ın LM testi sonucu birim etkili model tahminlerinin, birleştirilmiş regresyona göre önemli olduğu gözlenmektedir. Bu çalışmada kullanılan panel veri kümesi dengesiz olduğu için, kullanılan paket programda rastsal etkiler modellerinin hem birim hem de zaman etkili modeli tahmin edilememiştir. Dolayısıyla, birim ve zaman etkilerin birlikte anlamlı olduğu kesmelerin sabit varsayıldığı kovaryans analizi modeli ile rastsal etkiler modelinin hausman testi ile karşılaştırılma olanağı yoktur. Böylece, tahmin edilen modeller arasından kovaryans analizi modelinin (sabit etkili model) **Model 4(a)** (Birim ve Zaman etkisinin α_i ve α_i 'nin birlikte sabit varsayıldığı durum Ulusal 30 hisse senetleri için), ve kovaryans analizi modelinin (sabit etkili model) **Model 4(b)** (Birim ve Zaman Etkisi α_i ve α_i 'nin birlikte sabit varsayıldığı durum Ulusal 100 hisse senetleri için) geçerli olduğu sonucuna varılmıştır.

KAYNAKÇA:

ADMATI, ANAT R.; PFLEIDERER, PAUL, “A Theory of Intraday Patterns: Volume and Price Variability”, The Review of Financial Studies, Vol. 1., 1988.

ANDERSEN, TORBEN G., “Return Volatility and Trading Volume: An Information Flow Interpretation of Stochastic Volatility”, The Journal of Finance, Vol. 51, 1996.

BALTAGI, BADI H., Econometric Analysis of Panel Data, John Wiley&Sons Ltd., 2001.

BERUMENT, HAKAN ; İNAMLIK, ALİ ; KIYMAZ HALİL, “ Borsa değişkenliğinde haftanın gün etkisi: İstanbul Menkul Kıymetler Borsası”, İktisat İşletme Ve Finans Mali Ve Ekonomik Sorunlara Yönelik Aylık Yayın, Bilkamat Basın San., Ankara, 2004.

BORSA TERİMLERİ SÖZLÜĞÜ, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Yayınları, İstanbul, 2003.

BOLAK, MEHMET, Finans Mühendisliği Kavramlar ve Araçlar, Beta Basım Yayım, İstanbul, 1998.

CLAASEN, EMIL-M., “Likiditeler ve Portföy Teorisi”, çev. İbrahim Kanyılmaz, Alfa Basım Yayım, İstanbul-Bursa, 2000.

DAMODAR N., GUJARATI, Basic Econometrics, McGraw-Hill Companies, 2003.

ERDİNÇ, YAŞAR, Yatırımcı ve Teknik Analiz Sorguluyor, BRC Basım Matbaacılık, Ankara, 2004.

ERGÜL, NURAY, Herkes İçin Finans, Literatür Yayıncılık, İstanbul, 2004.

ERTAŞ, SACİT, Teorik Notlar ve Çözümlü Ekonometri Problemleri, Basılmamış Ders Notu, Bursa, 2001.

FAMA, EUGENE F., “Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work”, Journal of Finance, Vol. 25, 1970.

FOSTER, F. DOUGLAS ; VISWANATHAN, S., “ A Theory of the Interday Variations in Volume, Variance, and Trading Costs in Securities Markets”, The Review of Financial Studies, Vol. 3., 1990.

FOSTER, F. DOUGLAS ; VISWANATHAN, S., “Can Speculative Trading Explain the Volume-Volatility Relation?”, Journal of Business & Economic Statistics, Vol. 13., 1995.

GALLANT A. RONALD ; ROSSİ PETER E. ; TAUCHEN GEORGE., “Stock Prices an Volume”, The Review of Financial Studies, Vol. 5, 1992.

GREENE, WILLIAM H., Econometric Analysis, Prentice-Hall International, Inc., Third Edition, 1997.

HSIAO, CHENG, Analysis of Panel Data, Cambridge University Press, 1989.

HUANG ROGER D. ; MASULİS RONALD W., “Trading Activity and Stock Price Volatility: evidence from the London Stock Exchange”, Journal of Empirical Finance, Vol. 10, 2003.

İŞYAR, YÜKSEL, Model Kurma Teknikleri, Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Bursa, 1997.

JAIN, PREM C. ; JOH GUN-HO., “The Dependence between Hourly Prices and Trading Volume”, The Journal of Financial and Quantitative Analysis, Vol. 23, 1988.

JONES, C. ; KAUL, G. ; LİPSON, M., “Transactions, volume and volatility”, The Review of Financial Studies, Vol. 7, 1994.

KANALICI, HÜLYA, Hisse Senedi Fiyatlarının Tesbiti ve Tesir Eden Faktörler, Sermaye Piyasası Kurulu, Ankara, 1997.

KANYILMAZ, İBRAHİM, Menkul Kıymet Yatırım Tahlilleri Ders Notları, Alfa.

KARPOFF, JONATHAN M., “The Relation Between Price Changes and Trading Volume: A Survey”, The Journal of Financial and Quantitative Analysis, Vol. 22, 1987.

KURTOSMANOĞLU, ADNAN, Finansal Simya, Altın Kitaplar Yayınevi, İstanbul, 2002.

KYLE, ALBERT S., “Continuous Auction and Insider Trading”, Econometrica, Vol. 53., 1985.

LANG, LARRY H. P. ; LITZENBERGER, ROBERT H. ; MADRIGAL, VICENTE, “Testing Financial Market Equilibrium under Asymmetric Information”, The Journal of Political Economy, Vol. 100, 1992.

LO ANDREW W. ; WANG JIANG., “Trading Volume: Definitions, Data Analysis, and Implications of Portfolio Theory”, The Review of Financial Studies, Vol. 13, 2000.

MADDALA, G. S. ; MOUNT, T. D., “A Comparative Study of Alternative Estimators for Variance Components Model Used in Econometric Applications”, Journal of American Statistical Association, Vol. 68, 1973.

MANDACI, EVRİM PINAR ; SOYDAN, HALİT, Capital Markets, Literatür Yayıncılık, İstanbul, 2002.

MÁTYÁS, LÁSZLÓ ; SEVESTRE, PATRICK, The Econometrics of Panel Data, Kluwer Academic Publisher, 1996.

MERGEN, AHMET, Grafiklerle Borsa, Beta Basım Yayım, İstanbul, 1998.

MORSE, DALE, “Asymmetrical Information in Securities Markets and Trading Volume”, The Journal of Financial and Quantitative Analysis, Vol. 15, 1980.

MUNDLAK, YAIR, “On the Pooling of Time Series and Cross Section Data”, Econometrica, Vol. 46, 1978.

SCHWERT G., WILLIAM, “Why does Stock Market Volatility Change Over Time”, The Journal of Finance, Vol. 44, 1989.

SORULARLA BORSA ve SERMAYE PİYASASI, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Yayınları, İstanbul, 2003.

STOLL, HANS R., “Market Microstructure”, Financial Markets Research Center Working Paper, 2003.

SWAMY, P. A. V. B. ; ARORA, S.S., “Exact Finite Sample Properties of the Estimators of Coefficients in the Error Components Regression Models”, Econometrica, Vol. 40, 1972.

TEVFİK, T. ARMAN, Risk Analizine Giriş, Alfa Basım Yayım Dağıtım, İstanbul, 1997.

TEZCANLI, MERAL VARIŞ, İçeriden Öğrenenlerin Ticareti ve Manipülasyonlar, Ufuk Matbaacılık, İstanbul, 1996.

WALLACE, T. D. ; HUSSAIN, ASHIQ, “The Use of Error Components Models in Combining Cross Section with Time Series Data”, Econometrica, Vol. 37, 1969.

WOOLDRIDGE, JEFFREY M., Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data, The MIT Press, 2001.

EK 1: 2003 yılı İMKB Ulusal 30 hisse senetlerinin isimleri

AKENR = AK ENERJİ

AKBNK = AKBANK

AKSA = AKSA

AKGRT = AKSİGORTA

ALARK = ALARKO HOLDİNG

AEFES = ANADOLU EFES

ARCLK = ARÇELİK

DOHOL = DOĞAN HOLDİNG

DYHOL = DOĞAN YAYIN HOLDİNG

ENKAI = ENKA İNŞAAT

EREGL = EREĞLİ DEMİR ÇELİK

FINBN = FİNANSBANK

FROTO = FORD OTOSAN

GARAN = GARANTİ BANKASI

HURGZ = HÜRRİYET GAZETESİ

ISCTR = İŞ BANKASI (C)

KCHOL = KOÇ HOLDİNG

MIGRS = MİGROS

NETAS = NETAŞ TELEKOMİNİKASYON

PETKM = PETKİM

PTOFS = PETROL OFİSİ

SAHOL = SABANCI HOLDİNG

SISE = ŞİŞE CAM

TNSAS = TANSAS

TOASO = TOFAŞ OTOMOBİL FABRİKASI

TRKCM = TRAKYA CAM

TCELL = TURKCELL

TUPRS = TÜPRAŞ

VESTL = VESTEL

YKBNK = YAPI VE KREDİ BANKASI

EK 2: 2003 yılı İMKB Ulusal 100 hisse senetlerinin isimleri

ADNAC = ADANA ÇİMENTO (C)

AKENR = AK ENERJİ

AKBNK = AKBANK

AKCNS= AKÇANSA

ATEKS =AKIN TEKSTİL

AKSA = AKSA

AKGRT = AKSİGORTA

ALGYO= ALARKO GMYO

ALARK = ALARKO HOLDİNG

ALCTL= ALCATEL

ALKIM= ALKİM KİMYA

ANACM= ANADOLU CAM

AEFES = ANADOLU EFES

ANHYT= ANADOLU HAYAT

ASUZU= ANADOLU ISUZU

ANSGRT= ANADOLU SİGORTA

ARCLK = ARÇELİK

ARSAN= ARSAN TEKSTİL

ASELS=ASELSAN

AGYO= ATAKULE GMYO

AYEN= AYEN ENERJİ

AYGAZ= AYGAZ

BAGFS= BAGFAŞ

BANVT= BANVİT

BEKO= BEKO

BOLUC= BOLU ÇİMENTO

BRSAN= BORUSAN BORU

BRYAT= BORUSAN YATIRIM PAZARLAMA

BOSSA= BOSSA

CARSI =ÇARŞI

CLEBI= ÇELEBİ
CİMSA= ÇİMSA
DEVA= DEVA HOLDİNG
DISBA= DIŞBANK
DOHOL = DOĞAN HOLDİNG
DYHOL = DOĞAN YAYIN HOLDİNG
DYOBY= DİYO BOYA
ECILC= ECZACIBAŞI İLAÇ
ECYAP= ECZACIBAŞI YAPI
ECZYT= ECZACIBAŞI YATIRIM
EFES= EFES HOLDİNG
ENKAI = ENKA İNŞAAT
EREGL = EREĞLİ DEMİR ÇELİK
ESCOM= ESCORT COMPUTER
FINBN = FİNANSBANK
FROTO = FORD OTOSAN
GSRAY= GALATASARAY SPOR TİF
GARAN = GARANTİ BANKASI
GİMA= GİMA
GLMDE= GLOBAL MENKUL DEĞERLER
GOLDS= GOLDAŞ KUYUMCULUK
GSDHO= GSD HOLDİNG
GUSGR= GÜNEŞ SİGORTA
HEKTS= HEKTAŞ
HURGZ = HÜRRİYET GAZETESİ
IHGYO= İHLAS GMYO
IHLAS= İHLAS HOLDİNG
ISCTR = İŞ BANKASI (C)
ISGYO= İŞ GMYO
IZMDC= İZMİR DEMİR ÇELİK
KRDMD= KARDEMİR (D)

KENT= KENT GIDA
KIPA= KİPA
KCHOL = KOÇ HOLDİNG
KORDS= KORDSA SABANCI DUPOND
LIOYS= LİO YAĞ
MNDRS= MENDERES TEKSTİL
MIGRS = MİGROS
MILYT= MİLLİYET GAZETESİ
MIPAZ= MİLPA
NTHOL= NET HOLDİNG
NTTUR= NET TURİZM
NETAS = NETAŞ TELEKOMİNİKASYON
OTKAR= OTOKAR
PRKTE= PARK ELEKTRİK MADENCİLİK
PETKM = PETKİM
PTOFS = PETROL OFİSİ
SAHOL = SABANCI HOLDİNG
SANKO= SANKO PAZARLAMA
SASA= SASA
SODA= SODA SANAYİİ
SISE = ŞİŞE CAM
TUDDF= T. DEMİR DÖKÜM
TEBNK= TÜRKİYE EKONOMİ BANKASI
TNSAS = TANSAS
TATKS= TAT KONSERVE
TOASO = TOFAŞ OTOMOBİL FABRİKASI
TRKCM = TRAKYA CAM
TRCAS= TURCAS PETROL
TCELL = TURKCELL
TUPRS = TÜPRAŞ
THYAO= TÜRK HAVA YOLLARI

UCAK= USAŞ

UZEL= UZEL MAKİNA

VESTL = VESTEL

YKGYO= YAPI KREDİ KORAY GMYO

YKSGR= YAPI KREDİ SİGORTA

YKBNK = YAPI VE KREDİ BANKASI

YAZIC= YAZICILAR HOLDİNG

ZOREN= ZOREN ENERJİ

EK 3: BİRİM KUKLA DEĞİŞKENLERİ (ULUSAL 30)

E1: AKENR

E2: AKBNK

E3: AKSA

E4: AKGRT

E5: ALARK

E6: AEFES

E7: ARCLK

E8: DOHOL

E9: DYHOL

E10: ENKAI

E11: EREGL

E12: FINBN

E13: FROTO

E14: GARAN

E15: HURGZ

E16: ISCTR

E17: KCHOL

E18: MIGRS

E19: NETAS

E20: PETKM

E21: PTOFS

E22: SAHOL

E23: SISE

E24: TNSAS

E25: TOASO

E26: TRKCM

E27: TCELL

E28: TUPRS

E29: VESTL

E30: YKBNK

EK 4: BİRİM KUKLA DEĞİŞKENLERİ (ULUSAL 100)

E 1: ADNAC

E 2: AKENR

E 3: AKBNK

E 4: AKCNS

E 5: ATEKS

E 6: AKSA

E 7: AKGRT

E 8: ALGYO

E 9: ALARK

E 10: ALCTL

E 11: ALKIM

E 12: ANACM

E 13: AEFES

E 14: ANHYT

E 15: ASUZU

E 16: ANSGRT

E 17: ARCLK

E 18: ARSAN

E 19: ASELS

E 20: AGYO

E 21: AYEN

E 22: AYGAZ

E 23: BAGFS

E 24: BANVT

E 25: BEKO

E 26: BOLUC

E 27: BRSAN

E 28: BRYAT

E 29: BOSSA

E 30: CARSI

E 31:CLEBI
E 32:CIMSA
E 33:DEVA
E 34:DISBA
E 35:DOHOL
E 36:DYHOL
E 37:DYOBY
E 38:ECILC
E 39:ECYAP
E 40:ECZYT
E 41:EFES
E 42:ENKAI
E 43:EREGL
E 44:ESCOM
E 45:FINBN
E 46:FROTO
E 47:GSRAY
E 48:GARAN
E 49:GIMA
E 50:GLMDE
E 51: GOLDS
E 52: GSDHO
E 53:GUSGR
E 54:HEKTS
E 55:HURGZ
E 56:IHGYO
E 57:IHLAS
E 58:ISCTR
E 59:ISGYO
E 60:IZMDC
E 61:KRDMD

E 62:KENT
E 63:KIPA
E 64:KCHOL
E 65:KORDS
E 66:LIOYS
E 67:MNDRS
E 68:MIGRS
E 69:MILYT
E 70:MIPAZ
E 71:NTHOL
E 72:NTTUR
E 73:NETAS
E 74:OTKAR
E 75:PRKTE
E 76:PETKM
E 77:PTOFS
E 78:SAHOL
E 79:SANKO
E 80:SASA
E 81:SODA
E 82:SISE
E 83:TUDDF
E 84:TEBNK
E 85:TNSAS
E 86:TATKS
E 87:TOASO
E 88:TRKCM
E 89:TRCAS
E 90:TCELL
E 91:TUPRS
E 92:THYAO

E 93:UCAK

E 94:UZEL

E 95:VESTL

E 96:YKGYO

E 97:YKSGR

E 98:YKBNK

E 99:YAZIC

E 100:ZOREN

EK 5: ZAMAN KUKLA DEĞİŞKENLERİ

T1	01.03.2003
T2	01.06.2003
T3	01.07.2003
T4	01.08.2003
T5	01.09.2003
T6	01.10.2003
T7	1/13/2003
T8	1/14/2003
T9	1/15/2003
T10	1/16/2003
T11	1/17/2003
T12	1/20/2003
T13	1/21/2003
T14	1/22/2003
T15	1/23/2003
T16	1/24/2003
T17	1/27/2003
T18	1/28/2003
T19	1/29/2003
T20	1/30/2003
T21	1/31/2003
T22	02.03.2003
T23	02.04.2003
T24	02.05.2003
T25	02.06.2003
T26	02.07.2003
T27	2/18/2003
T28	2/19/2003
T29	2/20/2003
T30	2/21/2003
T31	2/24/2003
T32	2/25/2003
T33	2/26/2003
T34	2/27/2003
T35	2/28/2003
T36	03.03.2003
T37	03.04.2003
T38	03.05.2003
T39	03.06.2003
T40	03.07.2003
T41	03.10.2003
T42	03.11.2003
T43	03.12.2003
T44	3/13/2003
T45	3/14/2003

T46	3/17/2003
T47	3/18/2003
T48	3/19/2003
T49	3/20/2003
T50	3/21/2003
T51	3/24/2003
T52	3/25/2003
T53	3/26/2003
T54	3/27/2003
T55	3/28/2003
T56	3/31/2003
T57	04.01.2003
T58	04.02.2003
T59	04.03.2003
T60	04.04.2003
T61	04.07.2003
T62	04.08.2003
T63	04.09.2003
T64	04.10.2003
T65	04.11.2003
T66	4/14/2003
T67	4/15/2003
T68	4/16/2003
T69	4/17/2003
T70	4/18/2003
T71	4/21/2003
T72	4/22/2003
T73	4/25/2003
T74	4/28/2003
T75	4/29/2003
T76	4/30/2003
T77	05.01.2003
T78	05.02.2003
T79	05.05.2003
T80	05.06.2003
T81	05.07.2003
T82	05.08.2003
T83	05.09.2003
T84	05.12.2003
T85	5/13/2003
T86	5/14/2003
T87	5/15/2003
T88	5/16/2003
T89	5/21/2003
T90	5/22/2003
T91	5/23/2003
T92	5/26/2003
T93	5/27/2003

T94	5/28/2003
T95	5/29/2003
T96	5/30/2003
T97	06.02.2003
T98	06.03.2003
T99	06.04.2003
T100	06.05.2003
T101	06.06.2003
T102	06.09.2003
T103	06.10.2003
T104	06.11.2003
T105	06.12.2003
T106	6/13/2003
T107	6/16/2003
T108	6/17/2003
T109	6/18/2003
T110	6/19/2003
T111	6/20/2003
T112	6/23/2003
T113	6/24/2003
T114	6/25/2003
T115	6/26/2003
T116	6/27/2003
T117	6/30/2003
T118	07.01.2003
T119	07.02.2003
T120	07.03.2003
T121	07.04.2003
T122	07.07.2003
T123	07.08.2003
T124	07.09.2003
T125	07.10.2003
T126	07.11.2003
T127	7/14/2003
T128	7/15/2003
T129	7/16/2003
T130	7/17/2003
T131	7/18/2003
T132	7/21/2003
T133	7/22/2003
T134	7/23/2003
T135	7/24/2003
T136	7/25/2003
T137	7/28/2003
T138	7/29/2003
T139	7/30/2003
T140	7/31/2003
T141	08.01.2003

T142	08.04.2003
T143	08.05.2003
T144	08.06.2003
T145	08.07.2003
T146	08.08.2003
T147	08.11.2003
T148	08.12.2003
T149	8/13/2003
T150	8/14/2003
T151	8/15/2003
T152	8/18/2003
T153	8/19/2003
T154	8/20/2003
T155	8/21/2003
T156	8/22/2003
T157	8/25/2003
T158	8/26/2003
T159	8/27/2003
T160	8/28/2003
T161	8/29/2003
T162	09.01.2003
T163	09.02.2003
T164	09.03.2003
T165	09.04.2003
T166	09.05.2003
T167	09.08.2003
T168	09.09.2003
T169	09.10.2003
T170	09.11.2003
T171	09.12.2003
T172	9/15/2003
T173	9/16/2003
T174	9/17/2003
T175	9/18/2003
T176	9/19/2003
T177	9/22/2003
T178	9/23/2003
T179	9/24/2003
T180	9/25/2003
T181	9/26/2003
T182	9/29/2003
T183	9/30/2003
T184	10/01/200
T185	10/02/200
T186	10/03/200
T187	10/06/200
T188	10/07/200
T189	10/08/200

T190	10/09/200
T191	10/10/200
T192	10/13/200
T193	10/14/200
T194	10/15/200
T195	10/16/200
T196	10/17/200
T197	10/20/200
T198	10/21/200
T199	10/22/200
T200	10/23/200
T201	10/24/200
T202	10/27/200
T203	10/28/200
T204	10/31/200
T205	11/03/200
T206	11/04/200
T207	11/05/200
T208	11/06/200
T209	11/07/200
T210	11/10/200
T211	11/11/200
T212	11/12/200
T213	11/13/200
T214	11/14/200
T215	11/17/200
T216	11/18/200
T217	11/19/200
T218	11/20/200
T219	12/02/200
T220	12/03/200
T221	12/04/200
T222	12/05/200
T223	12/08/200
T224	12/09/200
T225	12/10/200
T226	12/11/200
T227	12/12/200
T228	12/15/200
T229	12/16/200
T230	12/17/200
T231	12/18/200
T232	12/19/200
T233	12/22/200
T234	12/23/200
T235	12/24/200
T236	12/25/200
T237	12/26/200

T238	12/29/200
T239	12/30/200
T240	12/31/200
T241	12/31/2003

EK 6 :MODEL 4(a)

Dependent Variable: V1?

Method: Birleştirilmiş Least Squares

Date: 04/04/05 Time: 08:24

Sample (adjusted): 1/03/2003 12/31/2003

Included observations: 240 after adjustments

Cross-sections included: 30

Total pool (unbalanced) observations: 7186

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	231.0908	18.66107	12.38358	0.0000
AV?	-1.20E-05	9.54E-06	-1.256063	0.2091
SSAY?	0.015802	0.011704	1.350127	0.1770
Fixed Effects (Cross)				
_AKENR--C	-113.0324			
_AKBNK--C	-90.05407			
_AKSA--C	24.07085			
_AKGRT--C	-91.47139			
_ALARK--C	257.0347			
_AEFES--C	319.8506			
_ARCLK--C	38.59500			
_DOHOL--C	-163.2066			
_DYHOL--C	-126.5840			
_ENKAI--C	804.0942			
_EREGL--C	256.9294			
_FINBN--C	-150.9989			
_FROTO--C	120.4086			
_GARAN--C	-134.4127			
_HURGZ--C	-132.7142			
_ISCTR--C	-86.41632			
_KCHOL--C	130.5859			
_MIGRS--C	42.59027			
_NETAS--C	360.5652			
_PETKM--C	-92.16732			
_PTOFS--C	-115.5003			

_SAHOL--C	-122.5156
_SISE--C	-164.1100
_TNSAS--C	-167.8527
_TOASO--C	-132.4069
_TRKCM--C	-149.3126
_TCELL--C	-14.87170
_TUPRS--C	-8.706874
_VESTL--C	-143.5041
_YKBNK--C	-154.8861

Fixed Effects (Period)

1/03/2003--C	-14.18633
1/06/2003--C	173.2755
1/07/2003--C	291.9396
1/08/2003--C	87.30200
1/09/2003--C	-63.49926
1/10/2003--C	-111.9977
1/13/2003--C	85.70221
1/14/2003--C	43.11856
1/15/2003--C	-24.73975
1/16/2003--C	-25.79065
1/17/2003--C	-99.24064
1/20/2003--C	77.51731
1/21/2003--C	-110.9949
1/22/2003--C	-11.19377
1/23/2003--C	61.21545
1/24/2003--C	-77.59457
1/27/2003--C	5.078740
1/28/2003--C	-69.43065
1/29/2003--C	-66.41319
1/30/2003--C	-8.050409
1/31/2003--C	-0.287801
2/03/2003--C	23.52540
2/04/2003--C	200.1385
2/05/2003--C	-108.4995
2/06/2003--C	25.27822
2/07/2003--C	-69.26142
2/18/2003--C	252.6923

2/19/2003--C	64.41106
2/20/2003--C	-8.733835
2/21/2003--C	-75.15400
2/24/2003--C	82.14183
2/25/2003--C	-89.62996
2/26/2003--C	-110.0356
2/27/2003--C	-55.84768
2/28/2003--C	-96.58759
3/03/2003--C	962.8450
3/04/2003--C	201.3608
3/05/2003--C	-51.38230
3/06/2003--C	-117.0572
3/07/2003--C	-68.36480
3/10/2003--C	-105.6627
3/11/2003--C	-135.6242
3/12/2003--C	-72.22239
3/13/2003--C	-104.9100
3/14/2003--C	-131.7066
3/17/2003--C	537.9450
3/18/2003--C	731.0003
3/19/2003--C	250.6002
3/20/2003--C	6.380438
3/21/2003--C	15.93337
3/24/2003--C	74.50754
3/25/2003--C	22.35840
3/26/2003--C	-32.32086
3/27/2003--C	-74.67818
3/28/2003--C	-96.03531
3/31/2003--C	-53.61304
4/01/2003--C	69.03325
4/02/2003--C	-66.47945
4/03/2003--C	230.1329
4/04/2003--C	29.25967
4/07/2003--C	86.54529
4/08/2003--C	-2.733855
4/09/2003--C	6.233509
4/10/2003--C	60.78438

4/11/2003--C	-99.83141
4/14/2003--C	243.0411
4/15/2003--C	-82.25184
4/16/2003--C	50.06326
4/17/2003--C	-42.48178
4/18/2003--C	-50.38335
4/21/2003--C	-8.408483
4/22/2003--C	-73.23725
4/25/2003--C	13.53490
4/28/2003--C	-99.00854
4/29/2003--C	-72.13416
4/30/2003--C	-147.2023
5/01/2003--C	-109.5015
5/02/2003--C	-60.07236
5/05/2003--C	-52.96778
5/06/2003--C	-67.98015
5/07/2003--C	4.616949
5/08/2003--C	-78.97022
5/09/2003--C	-54.48774
5/12/2003--C	-122.2955
5/13/2003--C	-96.19785
5/14/2003--C	-11.03639
5/15/2003--C	-99.41517
5/16/2003--C	-135.0445
5/21/2003--C	-91.72606
5/22/2003--C	-32.23030
5/23/2003--C	50.75238
5/26/2003--C	146.1474
5/27/2003--C	-98.85368
5/28/2003--C	353.0820
5/29/2003--C	-91.06633
5/30/2003--C	-94.60298
6/02/2003--C	21.78140
6/03/2003--C	6.895932
6/04/2003--C	75.08610
6/05/2003--C	-116.7364
6/06/2003--C	-25.69217

6/09/2003--C	-52.61258
6/10/2003--C	-5.886208
6/11/2003--C	-102.7297
6/12/2003--C	-105.6847
6/13/2003--C	12.21574
6/16/2003--C	-15.54802
6/17/2003--C	-115.2530
6/18/2003--C	16.55631
6/19/2003--C	-18.82850
6/20/2003--C	-97.62653
6/23/2003--C	-87.09558
6/24/2003--C	-127.8249
6/25/2003--C	-140.1532
6/26/2003--C	11.45697
6/27/2003--C	-157.6319
6/30/2003--C	-110.5808
7/01/2003--C	-116.8900
7/02/2003--C	-166.8264
7/03/2003--C	-152.2308
7/04/2003--C	-71.48128
7/07/2003--C	-74.38005
7/08/2003--C	-71.48652
7/09/2003--C	-34.33162
7/10/2003--C	-157.0898
7/11/2003--C	-127.5359
7/14/2003--C	-32.88931
7/15/2003--C	-29.93547
7/16/2003--C	-89.18802
7/17/2003--C	-136.2157
7/18/2003--C	-87.66692
7/21/2003--C	-119.7023
7/22/2003--C	-57.68710
7/23/2003--C	-97.23887
7/24/2003--C	-113.1799
7/25/2003--C	-133.9852
7/28/2003--C	-127.4654
7/29/2003--C	-135.3085

7/30/2003--C	-79.43502
7/31/2003--C	-104.2214
8/01/2003--C	-118.4674
8/04/2003--C	129.3674
8/05/2003--C	62.96000
8/06/2003--C	-30.86268
8/07/2003--C	-21.59482
8/08/2003--C	-86.86875
8/11/2003--C	-90.35494
8/12/2003--C	-128.7743
8/13/2003--C	-46.14020
8/14/2003--C	-99.07617
8/15/2003--C	-82.48652
8/18/2003--C	-47.80214
8/19/2003--C	-142.6058
8/20/2003--C	-95.04290
8/21/2003--C	-8.930943
8/22/2003--C	-69.52681
8/25/2003--C	-13.62951
8/26/2003--C	-139.3859
8/27/2003--C	-147.4365
8/28/2003--C	-106.1953
8/29/2003--C	-5.936470
9/01/2003--C	-164.0380
9/02/2003--C	-147.6214
9/03/2003--C	-107.7086
9/04/2003--C	-119.8310
9/05/2003--C	-153.3797
9/08/2003--C	-109.3127
9/09/2003--C	42.16747
9/10/2003--C	83.10061
9/11/2003--C	-14.80879
9/12/2003--C	15.64352
9/15/2003--C	-95.43817
9/16/2003--C	82.91823
9/17/2003--C	-43.71611
9/18/2003--C	69.97392

9/19/2003--C	-5.281661
9/22/2003--C	-5.650988
9/23/2003--C	41.81648
9/24/2003--C	32.33949
9/25/2003--C	-81.94857
9/26/2003--C	-36.12012
9/29/2003--C	789.9187
9/30/2003--C	559.2435
10/01/2003--C	59.66993
10/02/2003--C	34.77402
10/03/2003--C	-19.42546
10/06/2003--C	703.9106
10/07/2003--C	46.09599
10/08/2003--C	74.07359
10/09/2003--C	-50.91016
10/10/2003--C	214.1140
10/13/2003--C	117.8416
10/14/2003--C	-25.56893
10/15/2003--C	-24.42910
10/16/2003--C	-16.60445
10/17/2003--C	6.641931
10/20/2003--C	-117.3905
10/21/2003--C	-40.24246
10/22/2003--C	7.833000
10/23/2003--C	56.13978
10/24/2003--C	-95.23102
10/27/2003--C	34.72224
10/28/2003--C	-108.3369
10/31/2003--C	-44.22948
11/03/2003--C	88.45613
11/04/2003--C	-43.26671
11/05/2003--C	-88.81133
11/06/2003--C	343.3690
11/07/2003--C	-89.11259
11/10/2003--C	-67.38084
11/11/2003--C	-36.62667
11/12/2003--C	135.4493

11/13/2003--C	-99.94053
11/14/2003--C	-120.1332
11/17/2003--C	68.85968
11/18/2003--C	-116.2468
11/19/2003--C	-132.7134
11/20/2003--C	533.6242
12/02/2003--C	-83.70531
12/03/2003--C	-54.55907
12/04/2003--C	-64.57764
12/05/2003--C	4.533964
12/08/2003--C	62.55845
12/09/2003--C	-85.03671
12/10/2003--C	3.232888
12/11/2003--C	-72.85661
12/12/2003--C	108.8137
12/15/2003--C	179.9117
12/16/2003--C	25.79879
12/17/2003--C	-71.19438
12/18/2003--C	238.2951
12/19/2003--C	124.6064
12/22/2003--C	92.96126
12/23/2003--C	-9.261840
12/24/2003--C	1028.701
12/25/2003--C	152.2400
12/26/2003--C	-43.72657
12/29/2003--C	36.73151
12/30/2003--C	45.66477
12/31/2003--C	12.02158

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

Period fixed (dummy variables)

R-squared	0.190718	Mean dependent var	220.0250
Adjusted R-squared	0.159119	S.D. dependent var	640.8219
S.E. of regression	587.6309	Akaike info criterion	15.62706

Sum squared resid	2.39E+09	Schwarz criterion	15.88651
Log likelihood	-55877.02	F-statistic	6.03591
Durbin-Watson stat	2.025766	Prob(F-statistic)	0.000000

MODEL 4(b)

Dependent Variable: V1?

Method: Birleştirilmiş Least Squares

Date: 04/04/05 Time: 08:24

Sample (adjusted): 1/03/2003 12/31/2003

Included observations: 240 after adjustments

Cross-sections included: 100

Total pool (unbalanced) observations: 23966

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	148.8541	7.215843	20.62879	0.0000
AV?	-1.76E-05	5.62E-06	-3.129596	0.0018
SSAY?	0.041281	0.005855	7.051029	0.0000
Fixed Effects (Cross)				
_ADNAC--C	-108.3284			
_AKENR--C	-34.49417			
_AKBNK--C	-15.57112			
_AKCNS--C	-13.15125			
_ATEKS--C	-110.4226			
_AKSA--C	104.0792			
_AKGRT--C	-7.269723			
_ALGYO--C	78.45303			
_ALARK--C	336.6470			
_ALCTL--C	42.07104			
_ALKIM--C	-60.58255			
_ANACM--C	-92.32632			
_AEFES--C	399.5236			
_ANHYT--C	-97.77378			
_ASUZU--C	82.57907			
_ANSGR--C	-98.62522			
_ARCLK--C	111.9725			
_ARSAN--C	-57.49320			
_ASELS--C	131.6678			
_AGYO--C	-107.9642			
_AYEN--C	-31.09398			

_AYGAZ--C	-4.051888
_BAGFS--C	257.8227
_BANVT--C	8.429487
_BEKO--C	-34.28112
_BOLUC--C	-95.21366
_BRSAN--C	-72.04582
_BRYAT--C	-48.73176
_BOSSA--C	-100.5968
_CARSI--C	-94.73323
_CLEBI--C	151.0080
_CIMSA--C	-55.89795
_DEVA--C	-96.33821
_DISBA--C	-99.68610
_DOHOL--C	-112.4476
_DYHOL--C	-51.13237
_DYOBY--C	-123.7150
_ECILC--C	74.64668
_ECYAP--C	250.5636
_ECZYT--C	-82.78145
_EFES--C	-85.67422
_ENKAI--C	880.1752
_EREGL--C	332.1182
_ESCOM--C	-96.60448
_FINBN--C	-58.14334
_FROTO--C	197.6322
_GSRAY--C	639.3375
_GARAN--C	-64.30968
_GIMA--C	-112.9907
_GLMDE--C	-107.3734
_GOLDS--C	-122.2142
_GSDHO--C	-104.7232
_GUSGR--C	-105.4927
_HEKTS--C	-109.5754
_HURGZ--C	-55.48433
_IHGYO--C	-111.6947
_IHLAS--C	-161.6950
_ISCTR--C	-44.16121

_ISGYO--C	-110.8033
_IZMDC--C	-98.83498
_KRDMD--C	-120.1298
_KENT--C	95.14826
_KIPA--C	57.13183
_KCHOL--C	200.6821
_KORDS--C	-25.96804
_LIOYS--C	-130.7296
_MNDRS--C	-124.2990
_MIGRS--C	118.8007
_MILYT--C	-48.45398
_MIPAZ--C	-107.4581
_NTHOL--C	-124.8078
_NTTUR--C	-116.1815
_NETAS--C	439.4900
_OTKAR--C	12.59120
_PRKTE--C	49.74971
_PETKM--C	-18.08232
_PTOFS--C	-39.01612
_SAHOL--C	-58.36244
_SANKO--C	2.581282
_SASA--C	53.96272
_SODA--C	-114.2898
_SISE--C	-78.99275
_TUDDF--C	-67.63562
_TEBNK--C	-92.64772
_TNSAS--C	-79.45061
_TATKS--C	10.28620
_TOASO--C	-49.25665
_TRKCM--C	-66.57482
_TRCAS--C	-30.11526
_TCELL--C	57.43960
_TUPRS--C	54.22086
_THYAO--C	-13.05092
_UCAK--C	78.78674
_UZEL--C	-91.86990
_VESTL--C	-72.13630

_YKGYO--C	-102.2926
_YKSGR--C	-105.1361
_YKBNK--C	-105.5396
_YAZIC--C	206.8244
_ZOREN--C	-77.42051

Fixed Effects (Period)

1/03/2003--C	68.36603
1/06/2003--C	143.0190
1/07/2003--C	285.2485
1/08/2003--C	115.0807
1/09/2003--C	-0.686728
1/10/2003--C	-59.53246
1/13/2003--C	14.63856
1/14/2003--C	29.20958
1/15/2003--C	-12.46984
1/16/2003--C	-27.11816
1/17/2003--C	-37.86990
1/20/2003--C	35.66300
1/21/2003--C	-46.42784
1/22/2003--C	-25.90071
1/23/2003--C	26.27892
1/24/2003--C	-36.93190
1/27/2003--C	-10.11158
1/28/2003--C	-16.75936
1/29/2003--C	-48.99626
1/30/2003--C	4.403799
1/31/2003--C	-13.23878
2/03/2003--C	1.449178
2/04/2003--C	120.6861
2/05/2003--C	-25.72331
2/06/2003--C	51.08904
2/07/2003--C	-35.94504
2/18/2003--C	85.87522
2/19/2003--C	38.90841
2/20/2003--C	-35.81963
2/21/2003--C	-45.17928
2/24/2003--C	29.84264

2/25/2003--C	-51.51858
2/26/2003--C	-60.69888
2/27/2003--C	-22.63308
2/28/2003--C	-44.10248
3/03/2003--C	697.0713
3/04/2003--C	168.6562
3/05/2003--C	-17.93170
3/06/2003--C	-38.98964
3/07/2003--C	-29.16161
3/10/2003--C	-58.68292
3/11/2003--C	-69.83408
3/12/2003--C	-35.14014
3/13/2003--C	-59.33345
3/14/2003--C	-57.69538
3/17/2003--C	478.1749
3/18/2003--C	494.7911
3/19/2003--C	245.8003
3/20/2003--C	12.55055
3/21/2003--C	45.92640
3/24/2003--C	252.7534
3/25/2003--C	93.20283
3/26/2003--C	-20.66506
3/27/2003--C	-5.915113
3/28/2003--C	-52.28778
3/31/2003--C	2.292836
4/01/2003--C	29.52776
4/02/2003--C	-44.58028
4/03/2003--C	114.5149
4/04/2003--C	15.84809
4/07/2003--C	72.98178
4/08/2003--C	-4.998770
4/09/2003--C	34.52947
4/10/2003--C	42.83281
4/11/2003--C	2.310401
4/14/2003--C	202.4359
4/15/2003--C	-36.15579
4/16/2003--C	4.276826

4/17/2003--C	321.5038
4/18/2003--C	-15.26690
4/21/2003--C	-1.830023
4/22/2003--C	-49.58249
4/25/2003--C	-21.72269
4/28/2003--C	-56.87114
4/29/2003--C	-46.03000
4/30/2003--C	-66.68159
5/01/2003--C	-52.04132
5/02/2003--C	-33.40843
5/05/2003--C	25.72654
5/06/2003--C	-29.71204
5/07/2003--C	-7.476535
5/08/2003--C	-37.77990
5/09/2003--C	-35.93285
5/12/2003--C	-58.74291
5/13/2003--C	-11.23250
5/14/2003--C	7.784726
5/15/2003--C	-36.58232
5/16/2003--C	-74.83313
5/21/2003--C	-54.26085
5/22/2003--C	-40.62396
5/23/2003--C	95.82677
5/26/2003--C	7.952820
5/27/2003--C	-55.37655
5/28/2003--C	162.7180
5/29/2003--C	-46.59352
5/30/2003--C	-41.74021
6/02/2003--C	-28.80799
6/03/2003--C	-22.61610
6/04/2003--C	9.570103
6/05/2003--C	-87.05640
6/06/2003--C	-2.005851
6/09/2003--C	-25.62861
6/10/2003--C	-38.08968
6/11/2003--C	-73.33357
6/12/2003--C	-26.66169

6/13/2003--C	-11.02011
6/16/2003--C	-26.63943
6/17/2003--C	-63.48072
6/18/2003--C	-22.54047
6/19/2003--C	-33.16773
6/20/2003--C	-57.30917
6/23/2003--C	-33.06440
6/24/2003--C	-77.62506
6/25/2003--C	-70.21616
6/26/2003--C	-25.90007
6/27/2003--C	-97.99731
6/30/2003--C	-57.59677
7/01/2003--C	-52.32837
7/02/2003--C	-77.04828
7/03/2003--C	-82.51504
7/04/2003--C	-55.13053
7/07/2003--C	-40.66154
7/08/2003--C	-57.61786
7/09/2003--C	-26.86747
7/10/2003--C	-86.92676
7/11/2003--C	-82.46868
7/14/2003--C	-45.48332
7/15/2003--C	-33.88610
7/16/2003--C	-48.47877
7/17/2003--C	-85.65464
7/18/2003--C	-71.83109
7/21/2003--C	-76.34564
7/22/2003--C	-23.49431
7/23/2003--C	-62.10748
7/24/2003--C	-55.48392
7/25/2003--C	-74.15571
7/28/2003--C	-24.22487
7/29/2003--C	-80.67146
7/30/2003--C	-60.39001
7/31/2003--C	-63.96318
8/01/2003--C	-78.88065
8/04/2003--C	47.49807

8/05/2003--C	3.816796
8/06/2003--C	-41.23197
8/07/2003--C	-30.43435
8/08/2003--C	-62.03443
8/11/2003--C	-43.47467
8/12/2003--C	-66.12749
8/13/2003--C	-54.91232
8/14/2003--C	-51.36432
8/15/2003--C	-59.23272
8/18/2003--C	-26.34775
8/19/2003--C	-86.35498
8/20/2003--C	-56.87896
8/21/2003--C	-4.919146
8/22/2003--C	-55.99688
8/25/2003--C	-21.36543
8/26/2003--C	-34.87291
8/27/2003--C	-78.62664
8/28/2003--C	-80.58299
8/29/2003--C	-38.90366
9/01/2003--C	-90.64335
9/02/2003--C	-90.41000
9/03/2003--C	-74.97213
9/04/2003--C	-77.60055
9/05/2003--C	-91.62620
9/08/2003--C	-47.82033
9/09/2003--C	-2.321648
9/10/2003--C	-15.76256
9/11/2003--C	-17.40900
9/12/2003--C	-20.23423
9/15/2003--C	-60.13954
9/16/2003--C	-1.079548
9/17/2003--C	-49.41686
9/18/2003--C	-2.174565
9/19/2003--C	-36.75148
9/22/2003--C	-38.79860
9/23/2003--C	-14.56217
9/24/2003--C	-10.60251

9/25/2003--C	-50.78259
9/26/2003--C	-34.96720
9/29/2003--C	294.4366
9/30/2003--C	148.5461
10/01/2003--C	14.46964
10/02/2003--C	5.009023
10/03/2003--C	-46.36599
10/06/2003--C	338.8451
10/07/2003--C	-4.863132
10/08/2003--C	20.02620
10/09/2003--C	-37.06211
10/10/2003--C	78.29278
10/13/2003--C	98.05464
10/14/2003--C	105.0212
10/15/2003--C	-30.38717
10/16/2003--C	-19.38001
10/17/2003--C	-7.937205
10/20/2003--C	-66.21244
10/21/2003--C	-46.47802
10/22/2003--C	-17.65988
10/23/2003--C	7.231483
10/24/2003--C	-57.82009
10/27/2003--C	9.782071
10/28/2003--C	-72.70508
10/31/2003--C	-33.71635
11/03/2003--C	76.90488
11/04/2003--C	-9.062376
11/05/2003--C	23.49971
11/06/2003--C	186.5108
11/07/2003--C	-12.62355
11/10/2003--C	-2.698036
11/11/2003--C	-23.18447
11/12/2003--C	34.04895
11/13/2003--C	-65.46689
11/14/2003--C	-54.34401
11/17/2003--C	33.38808
11/18/2003--C	-51.40723

11/19/2003--C	-70.80812
11/20/2003--C	282.5630
12/02/2003--C	2.538401
12/03/2003--C	-44.39614
12/04/2003--C	-51.88533
12/05/2003--C	-21.74764
12/08/2003--C	-0.364380
12/09/2003--C	-60.10166
12/10/2003--C	-31.21465
12/11/2003--C	-39.06310
12/12/2003--C	36.82865
12/15/2003--C	119.1757
12/16/2003--C	-10.13455
12/17/2003--C	-30.21989
12/18/2003--C	63.10601
12/19/2003--C	40.31617
12/22/2003--C	31.22026
12/23/2003--C	-12.05984
12/24/2003--C	289.2435
12/25/2003--C	42.75366
12/26/2003--C	-42.83322
12/29/2003--C	-9.473365
12/30/2003--C	4.802895
12/31/2003--C	59.99522

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

Period fixed (dummy variables)

R-squared	0.161495	Mean dependent var	144.6374
Adjusted R-squared	0.149427	S.D. dependent var	491.6258
S.E. of regression	453.4093	Akaike info criterion	15.08559
Sum squared resid	4.86E+09	Schwarz criterion	15.20062
Log likelihood	-180429.7	F-statistic	13.38276
Durbin-Watson stat	1.958163	Prob(F-statistic)	0.000000

Özgeçmişim

1976 yılında İstanbul'da Zeynep Kâmil Çocuk ve Doğum Hastanesi'nde doğdum. İlk öğrenimime 1982 yılında Bursa'da Hürriyet ilkokulunda başladım. Babamın görevi nedeniyle ilkokul öğrenimime İstanbul'da önce Kızıltoprak Zühtü Paşa İlkokulunda ve sonra Acıbadem İlkokulunda okuyarak devam ettim. 1987 yılında Acıbadem İlkokulundan mezun oldum. 1987 yılında orta öğrenimime Özel Ahmet Şimşek Lisesi'nde başladım. 1 sene hazırlık sınıfını okuduktan sonra 1991 yılında teşekkür belgesi alarak orta öğretimden mezun oldum. Lise öğrenimime Özel Ahmet Şimşek Lisesi'nde devam ettim. Lise ikinci sınıfta teşekkür belgesi aldım. Aynı sene içinde, sınıflar arası futbol yarışmasında sınıf takımımız birinci olduğundan başarı belgesi almaya hak kazandım. 1994 yılında Takdir belgesi alarak Liseden mezun oldum. 1990 yılında Koşuyolu Spor Kulübünde başlayan amatör futbol merakım 1997 yılına kadar sürdü. 1997 yılında ÖSYM'nin açtığı ÖSS ve ÖYS sınavlarına girdim ve Bursa Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Ekonometri Bölümünü kazandım. 9 Temmuz 2001 tarihinde Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Ekonometri Bölümünden mezun oldum. Mezuniyetimin akabinde Lisans Üstü Eğitim Sınavı (LES) ve Uludağ Üniversitesi Yabancı Diller Bölümünün İngilizce Yabancı dil sınavlarını vererek Yüksek Lisans öğrenciliğine aday oldum. Eylül 2001'de Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Bilim Dalında Yüksek Lisans tahsilime başladım. Kasım 2002'de Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğüne açılan asistanlık sınavını kazandım ve Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Ekonometri Bölümünde asistanlık görevime başladım. Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Ekonometri Bölümü Ekonometri Bilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Ebru ERTAŞ'ın danışmanlığında "İşlem Sıklığı ve Hacmi ile Fiyat Volatilitesi İlişkisi : İMKB Örneği" konulu teze başladım.

Selim TÜZÜNTÜRK

