

# PANEL VERİ MODELLERİNİN TAHMİNİNDE PARAMETRE HETEROJENLİĞİNİN ÖNEMİ: GELENEKSEL PHILLIPS EĞRİSİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA

Selim TÜZÜNTÜRK<sup>(\*)</sup>

**Özet:** Panel veri modellerinin tahmininde, örneklem ile ilgili dikkat edilmesi gereken başlıca iki durum vardır. Birincisi; örneklemin anakütleden rastsal olarak çekilmesidir. İkincisi ise açıklayıcı değişkenlerin gözlem değerlerinin sahip oldukları özelliklere göre ortaya çıkan örnekleme dağılımının dikkate alınmasıdır. Bu makale, örnekleme dağılımlarının uygun panel veri modelleri ile temsil edilmesinin önemi üzerinde durmaktadır. Bu amaçla, enflasyon oranı ile işsizlik oranı arasındaki ilişki tahmin edilmiştir ve parametre heterojenliği dikkate alındığında spesifikasyon hatası ve yanlış tahminin ortadan kalktığı gözlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Panel Veri, Parametre Heterojenliği, Spesifikasyon Hatası, Yanlı Tahmin, Phillips Eğrisi.

**Abstract:** There are two main circumstances for the sample to be paid attention in the estimation of panel data models. The first one is randomly choosing a sample from the population. The second one is to take into consideration the sampling distribution that comes out of as a result of the characteristics of observed values of explanatory variables. This paper emphasizes the importance of the presentation of the sampling distributions with proper panel data models. For this purpose, the relationship between inflation and unemployment rate is estimated and it is observed that when the parameter heterogeneity is taken into consideration, specification bias and biased estimation are disappeared.

**Keywords:** Panel Data, Parameter Heterogeneity, Specification Bias, Biased Estimation, Phillips Curve.

## I. Giriş

Deneyisel analizlerde çoğunlukla, zaman serisi verileri veya yatay kesit verileri ile çalışılmaktadır. Zaman serisi verileri ile yapılan çalışmalarda zaman boyutu, yatay kesit verileri ile yapılan çalışmalarda kesit boyutu ele alınmaktadır. Buna mukabil, panel veri ile yapılan çalışmalar zaman ve kesit boyutlarının birlikte değerlendirilmesine imkân vermektedir. Panel veri modellerinin bir diğer özelliği, kantitatif(nicel) ve kalitatif(nitel) faktörlerin aynı model üzerinde birlikte belirlenmesine zemin sağlamasıdır. Örneğin sabit etkili panel veri modellerinde, birimler ve/veya zaman dönemleri arasındaki kalitatif faktörlerin etki farklılıkları, model spesifikasyonunda tanımlanan kukla değişkenler(birim kuklaları ve/veya zaman kuklaları) ile ölçülebilirken, kantitatif faktörlerin etki farklılıkları ise açıklayıcı değişkenlerin tepki katsayıları ile ölçülebilmektedir.

---

<sup>(\*)</sup> Arş.Gör. Uludağ Üniversitesi İİBF

Zaman serisi veya yatay kesit verileri ile yapılan model tahminlerinde birimlerin(1) heterojenlikleri modele dâhil edilmemektedir(2). Birimler arasındaki bu tür farklılıkların hesap edilmediği zaman serisi ve yatay kesit modellerinde yanlış sonuçların elde edilme riski bulunmaktadır. Panel veri kümesi kullanılarak tahmin edilen regresyon modellerinde ise birimlerin heterojenliği ve/veya zamana bağlı heterojenlik, modelin yapısında tanımlanarak hesap edilmektedir. Böylece, hem ciddi bir spesifikasyon hatasından kaçınılmaktadır hem de tahminlerin daha güvenilir olması sağlanmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, açıklayıcı değişkenlerin gözlem değerlerinin sahip oldukları özelliklere göre ortaya çıkan örnekleme dağılımının dikkate alınmasının gerekliliğini ortaya koymaktır. Bu çerçevede giriş kısmını takip eden II. Kısımda, panel veri kavramı ile panel veri model spesifikasyonları üzerinde durulmaktadır. III. Kısımda parametre heterojenliğinin tanımı ile dikkate alınmadığında ortaya çıkabilecek durumlar izah edilmektedir. IV. Kısımda enflasyon oranı ile işsizlik oranı arasındaki ilişki panel veri modelleri ile tahmin edilerek, örneklemin gözlem değerlerinin sahip olduğu özelliklere göre ortaya çıkan örnekleme dağılımına uygun model ile temsil edilmesinin sağladığı faydalara ilişkin bulgular yer almaktadır. V. Kısım sonuçları içermektedir.

## II. Panel Veri Modelleri

*Panel veriler* tek bir yatay kesit örnekleminin farklı zaman dönemlerinde tekrar tekrar gözden geçirilmesi ile oluşturulan verilerdir(Sevüktekin, 1989:118). Örneğin bir  $Y$  değişkeni için panel veri serisi  $Y_{it}$  ile gösterilir. Burada  $i$  alt simgesi 1'den  $N$ 'ye kadar ( $i = 1, \dots, N$ ) yatay kesit birimlerini,  $t$  alt simgesi ise 1'den  $T$ 'ye kadar ( $t = 1, \dots, T$ ) zaman dönemlerini gösterir(Stock, Watson, 2007: 350). Örneklem boyutu ise  $NT$  ile gösterilir.

Tablo 1 ve Tablo 2, sırasıyla tüketici fiyat endeksi ve işsizlik oranı değişkenlerinin panel veri kümelerini göstermektedir. Tablo 1'de 6 OECD ülkesinin(Danimarka, Finlandiya, Hollanda, Norveç, İsveç, İsviçre) 1992–2005 döneminde gerçekleşmiş tüketici fiyat endekslerine ait yıllık veriler görülmektedir. Tablo 2'de, aynı 6 OECD ülkesinin 1992–2005 döneminde gerçekleşmiş işsizlik oranlarına ait yıllık veriler görülmektedir. Örneğin, tüketici fiyat endeksi  $x$  ile ifade edildiğinde, Tablo 1'deki panel veri gözlemi  $x_{14}$  ; birinci ülke(Danimarka)'nin dördüncü zaman dönemi(1995 yılı)'ndeki tüketici fiyat endeksi olan %2,1 değerini ifade etmektedir. Her iki tabloda 6 yatay kesit ( $N = 6$ ) biriminin 14 zaman dönemi ( $T = 14$ ) üzerinde gözlenen panel veri kümeleri yer almaktadır ve veri kümelerinin her birinin örneklem boyutu ( $NT = 84 = 6 \times 14$ ) 84'tür.

Panel veriler zaman serisi ve yatay kesit verilerinin birleşiminden oluştuğundan, zaman boyutu nedeni ile zamana göre, yatay kesit boyutu ile birimlere göre değişimi gösterir. Bu nedenle panel veri modelleri her iki boyutu içerecek şekilde oluşturulur(Güriş, Çağlayan, 2000:12). Basit bir doğrusal panel veri modeli en genel biçimde şöyle ifade edilmektedir:

$$y_{it} = \alpha_{it} + \beta_{1it}x_{1it} + \dots + \beta_{Kit}x_{Kit} + u_{it}$$

$$i = 1, \dots, N$$

$$t = 1, \dots, T \quad (1)$$

Bu modelde  $y$  açıklanan değişken,  $x$  açıklayıcı değişken ( $K$  adet),  $u$  sıfır ortalama ve sabit bir varyansa sahip hata terimidir. Burada,  $i$  birim indeksini 1'den  $N$ 'ye kadar,  $t$  de zaman indeksini 1'den  $T$ 'ye kadar göstermektedir. Bu model, her bir birimin her bir zaman dönemine özgü tepki katsayısının olduğunu ifade etmektedir(Mátyás, Sevestre, 1996: 27). Buradan, modelde tahmin edilmesi gereken parametre sayısının gözlem sayısından fazla olduğu ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla, model bu formda tahmin edilemez. Modelin tahmin edilebilmesi için yeniden yapılandırılması gerekmektedir. Bunun için; Açıklayıcı değişkenler, hata terimi ve regresyon katsayıları ile ilgili bazı varsayımların yapılması gerekir(3). Regresyon katsayıları ile ilgili olarak bütün katsayıların aynı olduğu varsayıldığında, model aşağıdaki biçimde gösterilir:

$$y_{it} = \alpha + \beta_1x_{1it} + \dots + \beta_Kx_{Kit} + u_{it}$$

$$i = 1, \dots, N$$

$$t = 1, \dots, T \quad (2)$$

Bu model literatürde, “Birleştirilmiş Regresyon Modeli” olarak adlandırılmaktadır. Bu modelde,  $\alpha$  parametresi bütün birimlerin ortak bir kesmesi olduğunu ifade etmektedir.  $\beta$  parametreleri ise ayrı ayrı her bir açıklayıcı değişkenin bütün birimler üzerindeki ortak marjinal etkilerini göstermektedir. Bir başka ifade ile modelde  $\alpha$  ve  $\beta$  parametrelerinin birimler arasında ve/veya zaman üzerinde farklılık göstermediği varsayılmaktadır.

Regresyon katsayılarında sadece kesmenin birimlere ve/veya zaman dönemlerine göre değiştiğini varsayan panel veri modelleri “Sabit Eğim Değişken Kesme Modelleri” olarak adlandırılmaktadır(Hsiao, 2003:12). Modelin eğim katsayılarının ortak olduğu fakat kesmenin birimden birime ve

zaman dönemlerine göre değiştiği varsayımı altındaki panel veri modeline bir de ortalama kesme tanımlandığında, Model (3) elde edilir:

$$y_{it} = \mu + \beta_1 x_{1it} + \dots + \beta_K x_{Kit} + \alpha_1 e_{1t} + \dots + \alpha_N e_{Nt} + \gamma_1 e_{1t} + \dots + \gamma_T e_{Tt} + u_{it}$$

$$i = 1, \dots, N$$

$$t = 1, \dots, T \quad (3)$$

Bu modelde  $\mu$  parametresi modelin genel sabitini,  $\alpha$  'lar her bir birime özgü etkileri,  $\gamma$  'lar her bir zaman dönemine özgü etkileri göstermektedir. Birime özgü ve zamana özgü etkilerin değişkenleri ( $e$  'ler) sırasıyla,  $i$ . birim için 1, diğer durumlarda sıfır değerini alan kukla ve  $t$ . zaman dönemi için 1 diğer durumlarda sıfır değerini alan kukla değişkenlerdir. Bu model kukla değişken tuzağına işaret etmektedir. Bu halde tahmin edilemez. Kukla değişken tuzağından veya tam çoklu doğrusal bağlantıdan sakınmak için teorik olarak  $\sum_{i=1}^N \alpha_i = \sum_{t=1}^T \gamma_T = 0$  kısıtı altında model tahmin edilebilir (Greene, 1997:621). Model (3)'ün parametreleri üzerine konan kısıtlarla alternatif "Sabit Eğitim Değişken Kesme Modelleri" elde edilebilir. Bunlar: Eğitim katsayılarının ortak olduğu fakat kesmenin sadece birimden birime değiştiği varsayımı altındaki "*Birim Etkili Sabit Eğitim Değişken Kesme Modeli*" ve eğitim katsayılarının ortak fakat kesmenin sadece zaman dönemlerinde farklılık gösterdiği varsayımı altındaki "*Zaman Etkili Sabit Eğitim Değişken Kesme Modeli*"dir(4).

Basit doğrusal panel veri modelinin en genel biçimi, sabit katsayıların ve açıklayıcı değişkenlerin tepki katsayılarının birimlere ve/veya zamana göre değişken olduğu varsayımı altında yapılandırıldığında, "*Değişken Katsayı Modelleri*" elde edilir. Ayrıca, "*Sabit Eğitim Değişken Kesme Modelleri*" ve "*Değişken Katsayı Modelleri*"nin her birinde, parametrelerin rastsal veya sabit olabileceği varsayımı da yapılabilir. Bu sınıflandırmaya göre literatürde, "*Sabit Etkili*" ve "*Rastsal Etkili*" panel veri modellerinden söz edilmektedir.

### III. Parametre Heterojenliği ve Önemi

Parametre heterojenliği kavramı, verilerle ilişkili bir kavramdır. *Parametre heterojenliği* örneklem gözlemlerinin sahip oldukları özelliklere göre ortaya çıkan örnekleme dağılımına bağlı olarak, modelin bazı katsayılarının veya parametrelerinin(kesme ve/veya eğitim) her bir birim için veya her bir zaman dönemi için veya hem her bir birim için hem de her bir zaman dönemi için farklılık göstermesi olarak tanımlanabilir.

Parametre heterojenliği dikkate alınmadığında, panel veri model tahminlerinde iki ciddi ekonometrik problem ile karşılaşmaktadır. Bunlar: Spesifikasyon hatası ve yanlış parametre tahminleridir.

#### A. Spesifikasyon Hatası

Panel veriler ile yapılan çalışmalarının amacı, parametre tahminlerinde örneklem gözlemlerinden elde edilen bilginin en iyi şekilde kullanılmasıdır. Bu amaçla, bireysel farklılıkları ve/veya zamana bağlı farklılıkları yansıtan farklı modeller oluşturulmuştur. Bu modellerin en önemli özelliği, gözlenemeyen veya ölçülemeyen açıklayıcı değişkenlerin birimlere özgü ve/veya zamana özgü özelliklerinin tahmin edilebilmesidir. Gözlenemeyen veya ölçülemeyen açıklayıcı değişkenlerin etkileri gözlenemeyen etki veya gözlenemeyen heterojenlik olarak adlandırılmaktadır(Wooldridge, 2002:251).

Sabit eğim değişken kesme modelleri gözlenemeyen veya ölçülemeyen açıklayıcı değişkenlerin etkilerinin kesme terimi içinde tahmin edilebileceği varsayımına dayanmaktadır(Hsiao, 2003:27). Gözlenemeyen veya ölçülemeyen açıklayıcı değişkenlerin birimlere özgü ve/veya zamana özgü etkilerini Hsiao(2003) üç farklı değişken ile tanımlamaktadır: Birincisi, örneklemdeki bütün yatay kesit birimlerinde zaman boyunca farklılık göstermeyen fakat yatay kesit birimleri arasında farklılık gösteren bir açıklayıcı değişken özelliğine sahip değişkendir. Bu değişken bir firmanın yönetim özellikleri ve çalışan yetenekleri, cinsiyetleri, sosyo-ekonomik özgeçmişleri gibi nitelikleri gösteren bir değişken olabilir. İkincisi, örneklemdeki bütün yatay kesit birimlerinde aynı zaman döneminde farklılık göstermeyen fakat farklı zaman dönemlerinde farklılık gösteren bir açıklayıcı değişken özelliğine sahip değişkendir. Örneğin: Fiyatlar ve faiz oranları bu tip nitelikleri gösteren değişkenlerdir. Üçüncüsü, bütün yatay kesit birimlerinde hem aynı zaman döneminde farklılık gösteren hem de farklı zaman dönemlerinde farklılık gösteren bir açıklayıcı değişken özelliğine sahip değişkendir. Örneğin: Bir firmanın kârlarını veya satışlarını gösteren bir değişken olabilir(5).

Değişken katsayı modellerinde ise, tepki katsayıları ( $\beta$ 'lar)'nın birimler arasında ve/veya zaman dönemlerinde farklı olmasını gerektirecek, gözlenemeyen veya ölçülmesi mümkün olmayan, dolayısıyla model spesifikasyonuna dahil edilmemiş faktörler olabilir. Örneğin: Ekonomik yapıları değiştiren faktörler veya geri planda kalan farklı sosyo-ekonomik ve demografik faktörler olabilir(6).

Sonuç olarak, örneklem gözlemlerin yapısına uygun model seçimi ile gözlenemeyen veya ölçülemeyen açıklayıcı değişkenlerin etkileri “Sabit Eğim Değişken Kesme Modelleri” ve “Değişken Katsayı Modelleri” ile tahmin edilebilmektedir. Böylece, spesifikasyon hatası yapılmaz ve tahminlerin etkinliği artar. Aksi halde, parametre heterojenliğinin hesap edilmemesi ciddi bir spesifikasyon hatasına yol açar(Baltagi, 2001:6).

### B. Yanlı Parametre Tahminleri

Örnekleme dağılımına uygun düşen panel veri modeli(Örneğin: Model (3) veya Model (3)'ün birim etkili versiyonu ya da zaman etkili versiyonundan herhangi biri) yerine, birleştirilmiş regresyon modeli(Model (2))'nin kullanılması ile parametre tahminleri yanlı elde edilmektedir. Örnekleme dağılımına uygun panel veri modeli yerine birleştirilmiş regresyon modelinin kullanılması ile ortaya çıkabilecek yanlı tahminlere ilişkin farklı olası durumlar söz konusu olur(7).

### IV. Geleneksel Phillips Eğrisi Üzerine Bir Uygulama

Bu kısımda, panel verilerde parametre heterojenliğinin dikkate alınmasının, model tahminleri üzerindeki yansımaları irdelenecektir. İlgili yansımaları ortaya koyabilmek amacıyla, iktisat politikalarının oluşturulması ve uygulanması sürecinde enflasyon ve işsizlik arasında yapılacak tercihle ilgili olarak politika yapıcılara her iki değişken arasında bir değiş tokuş(trade off) ilişkisi sunan Phillips Eğrisi *bir araç olarak* kullanılacaktır(8). Bu çerçevede, Phillips Eğrisi bir ekonomide daha düşük bir işsizlik oranının ancak daha yüksek bir enflasyon oranını alternatif maliyet kalıbı kabul etmek suretiyle gerçekleştirilebileceğini göstermektedir. Tablo 1 ve Tablo 2'deki 6 OECD ülkesinin(Danimarka, Finlandiya, Hollanda, Norveç, İsveç, İsviçre) 1992–2005 döneminde gerçekleşmiş tüketici fiyat endeksi ve işsizlik oranı değişkenlerinin panel veri kümeleri kullanılarak birleştirilmiş regresyon modeli ve sabit eğim değişken kesme modelleri tahmin edilecektir.

Tüketici fiyat endeksi ve işsizlik oranı arasındaki ilişki birleştirilmiş regresyon modeli ile aşağıdaki biçimde ifade edilebilir:

$$\begin{aligned} \text{enflasyon oran}_{it} &= \alpha + \beta \text{ işsizlik oran}_{it} + u_{it} \\ i &= 1, \dots, N \\ t &= 1, \dots, T \end{aligned} \quad (4)$$

Model ile ilgili teorik çerçeveye uygun olarak, enflasyon oranı ile işsizlik oranı arasındaki ilişki ters yönlü bir ilişkiye işaret etmektedir. Dolayısıyla, işsizlik oranı değişkeninin katsayısı olan  $\beta$ 'nin işareti negatif beklenmektedir. Bu beklenti matematiksel olarak  $\beta < 0$  şeklinde gösterilir. Tüketici fiyat endeksi ve işsizlik oranı arasındaki ilişkiyi gösteren birleştirilmiş regresyon modelinin en küçük kareler tahmini aşağıdaki biçimde elde edilmiştir:

$$\begin{aligned} \widehat{\text{enflasyon oran}}_{it} &= 1,97 - 0,027 \text{ işsizlik oran}_{it} \\ t. & \quad (8,08) \quad (-0,76) \\ R^2 &= 0,007 \quad DW = 0,95 \quad \sum e^2 = 85,88 \\ F &= 0,57 \end{aligned}$$

Burada ortak kesmenin istatistikî olarak anlamlı olduğu, ortak eğimin ise istatistikî olarak anlamsız olduğu görülmektedir. Eğim parametresinin işareti teorik çerçeveye uygun olarak beklentiye uygun (negatif) elde edilmiştir. Determinasyon katsayısı 0,007 ile oldukça düşük bir açıklama gücü vermektedir. Birinci dereceden otokorelasyonu test etmek amacı ile kullanılan Durbin-Watson (DW) istatistiği 0,95 değerini almıştır.

Bundan sonra model tahminlerinde izlenen adımlar şöyledir: Önce birim etkili sabit eğim değişken kesme modelinin, sonra zaman etkili sabit eğim değişken kesme modelinin, daha sonra da hem birim hem de zaman etkili sabit eğim değişken kesme modelinin (Model (3)) tahmini yapılacaktır (9). Birim etkili sabit eğim değişken kesme modelinin kukla değişken en küçük kareler tahmini aşağıdaki biçimde elde edilmiştir:

$$\begin{aligned} \widehat{\text{enflasyon oran}}_{it} &= 2,26 - 0,075 \text{ işsizlik oran}_{it} \\ t. & \quad (5,4) \quad (-1,14) \\ R^2 &= 0,012 \quad DW = 1,086 \quad \sum e^2 = 75,49 \\ F &= 1,86 \end{aligned}$$

Burada, 2,26 değeri ortak kesme ( $\mu$ )'yi göstermektedir. Ekte 3'te yer alan birim etki tahminleri ( $\alpha_i$ 'ler) ise, her birimin ortak kesmeden sapmalarını göstermektedir. Burada, ortak eğim tahmini (-0,075) istatistikî olarak anlamsızdır. Ancak, eğim parametresinin işareti teorik çerçeveye uygun olarak beklentiye uygun (negatif) elde edilmiştir. Determinasyon katsayısı 0,012 ile oldukça düşük bir açıklama gücü vermektedir. Durbin-Watson istatistiği 1,086 değerini almıştır.

Birleştirilmiş regresyon ile birim etkili sabit eğim değişken kesme modeli arasında tercih yapmak istenildiğinde, F testi kullanılabilir. Birim etkilerin önemli olup olmadığını sınamak için uygun hipotezler aşağıdaki biçimdedir:

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

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

Payın serbestlik derecesi ( $v_1 = 5$ ) ve paydanın serbestlik derecesi ( $v_2 = 77$ ) ile %10 anlamlılık düzeyinde  $F_{tablo_{(5,77)}} = 1,90$  değerini almaktadır. Hesaplanan F istatistiği ise 2,12'dir.  $F_{tablo} < F_{hesaplanan}$  olduğundan, birim etkilerin önemsiz olduğunu ifade eden sıfır hipotezi ret edilir. Birim etkilerin önemli olduğuna ve spesifikasyonda yer alması gerektiğine karar verilir. Bir başka ifade ile birim etkili sabit eğim değişken kesme modeli birleştirilmiş regresyon modeline tercih edilir.

İkinci adımda, zaman etkili sabit eğim değişken kesme modelinin kukla değişken en küçük kareler tahmini aşağıdaki biçimde elde edilmiştir:

$$\widehat{enflasyon\ orani}_{it} = 2,01 - 0,033\ i\ş\ş\iz\lik\ orani_{it}$$

$$t. \quad (9,01) \quad (-1,01)$$

$$R^2 = 0,39 \quad DW = 1,03 \quad \sum e^2 = 52,33$$

$$F = 3,21$$

Burada, 2,01 değeri ortak kesme ( $\mu$ )'yi göstermektedir. Ekte 4'te yer alan zaman etki tahminleri ( $\gamma_t$ 'ler) ise, her bir zaman döneminin ortak kesmeden sapmasını göstermektedir. Burada, ortak eğim tahmini (-0,033) istatistikî olarak anlamsızdır. Ancak, eğim parametresinin işareti teorik çerçeveye uygun olarak beklentiye uygun (negatif) elde edilmiştir. Determinasyon katsayısının 0,39 ile tahmin edilen ilk iki modele kıyasla enflasyon ile işsizlik oranı arasındaki ilişkiyi daha iyi açıkladığı görülmektedir. Durbin-Watson istatistiği 1,03 değerini almıştır.

Birleştirilmiş regresyon ile zaman etkili sabit eğim değişken kesme modeli arasında tercih yapmak istenildiğinde de, F testi kullanılabilir. Zaman etkilerin önemli olup olmadığını sınamak için uygun hipotezler aşağıdaki biçimdedir:

$$H_0 : \gamma_1 = \gamma_2 = \dots = \gamma_T$$

$$H_1 : \gamma_1 \neq \gamma_2 \neq \dots \neq \gamma_T$$

Payın serbestlik derecesi ( $v_1 = 13$ ) ve paydanın serbestlik derecesi ( $v_2 = 69$ ) ile %10 anlamlılık düzeyinde  $F_{tablo_{(13,69)}} = 1,55$  değerini



almaktadır. Hesaplanan F istatistiği ise 3,40'dır.  $F_{tablo} < F_{hesaplanan}$  olduğundan, zaman etkilerin önemsiz olduğunu ifade eden sıfır hipotezi ret edilir. Zaman etkilerin önemli olduğuna ve spesifikasyonda yer alması gerektiğine karar verilir. Bir başka ifade ile zaman etkili sabit eğim değişken kesme modeli birleştirilmiş regresyon modeline tercih edilir.

Yukarıdaki F testleri sonucunda hem birim hem de zaman etkilerin önemli olduğu ve model spesifikasyonunda yer alması gerektiği görülmektedir. Dolayısıyla, her iki etkinin aynı model spesifikasyonunda tahmin edilmesi uygun olmaktadır. Böylece, birim ve zaman etkileri içeren sabit eğim değişken kesme modelinin (Model (3)'ün) kukla değişken en küçük kareler tahmini aşağıdaki biçimde elde edilmiştir:

$$\begin{aligned} \text{enflasyon oranı}_{it} &= 3,01 - 0,198 \text{ işsizlik oranı}_{it} \\ t. & \quad (5,8) \quad (-2,3) \\ R^2 &= 0,53 \quad DW = 1,37 \quad \sum e^2 = 39,85 \\ F &= 3,94 \end{aligned}$$

Bu modelde 3,01 değeri modelin genel sabiti ( $\mu$ )'ni göstermektedir, ekte yer alan  $\alpha$ 'lar her bir birime özgü etkileri,  $\gamma$ 'lar her bir zaman dönemine özgü etkileri göstermektedir. Burada, ortak eğim tahmini (-0,198) ilk üç model tahmininden farklı doğrultuda istatistikî olarak anlamlı elde edilmiştir. Ayrıca, ilk üç model ile aynı doğrultuda eğim parametresinin işaretleri teorik çerçeveye uygun olarak beklentiye uygun (negatif) elde edilmiştir. Determinasyon katsayısı 0,53 ile tahmin edilen ilk üç modele kıyasla enflasyon ile işsizlik oranı arasındaki ilişkiyi daha iyi açıkladığı görülmektedir. Durbin-Watson istatistiği 1,37 değerini almıştır.

Birleştirilmiş regresyon model tahmininden birim ve zaman etkilerin birlikte tahmin edildiği sabit eğim değişken kesme modeli (Model (3))'ne doğru genel bir değerlendirme yapıldığında, aşağıdaki bulgular elde edilmiştir:

İşsizlik oranının katsayısı  $\beta$ 'nin  $t$  değerinin büyüklüğündeki değişme incelendiğinde, birleştirilmiş regresyon model tahmininde  $t$  değerinin -0,76 olduğu, birim etkilerin tanımlanmasıyla birim etkili sabit eğim değişken kesme model tahmininde mutlak değer olarak -1,14 değerine yükseldiği ve hem birime hem de zamana özgü etkilerin tanımlanmasıyla birim ve zaman etkili sabit eğim değişken kesme model tahmininde mutlak değer olarak -2,3 değerine yükseldiği ve hatta ilk iki durumda istatistikî olarak anlamsız iken son durumda istatistikî olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Tahmin edilen bütün modellerde eğim parametresinin işaretleri teorik çerçeveye uygun olarak beklentiye uygun (negatif) elde edildiği görülmektedir. Modellerin açıklama gücünü gösteren

determinasyon katsayıları incelendiğinde, birleştirilmiş regresyon modelinin 0,007 ile en düşük açıklama gücüne sahip olduğu görülmektedir. Birim etkilerin tanımlanmasıyla, determinasyon katsayısının 0,12 yükseldiği, birim ve zaman etkilerin birlikte tanımlanması ile birlikte 0,53 yükseldiği gözlenmektedir. Her iki etkinin tanımlandığı model spesifikasyonunun determinasyon katsayısı, enflasyon oranı ile işsizlik oranı arasındaki ilişkiyi en iyi açıklayan spesifikasyon olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, birinci dereceden otokorelasyon olup olmadığını test etmek için kullanılan Durbin-Watson istatistikleri incelendiğinde, birleştirilmiş regresyon modelinde değerin 0,95 iken, birim etkili sabit eğim değişken kesme modelinde 1,086'ya yükseldiği, birim ve zaman etkilerin birlikte tanımlanması ile birlikte 1,37'ye yükseldiği gözlenmektedir. Bu değişimde Durbin-Watson istatistiklerinin birinci dereceden otokorelasyonun olmadığını ifade eden Durbin-Watson 2 değerine doğru yöneldiği görülmektedir.

### V. Sonuç

Bu çalışmada, panel veri modellerinin tahmininde parametre heterojenliğinin dikkate alınmasının önemi enflasyon oranı ve işsizlik oranı arasındaki ilişkiden yararlanılarak test edilmiştir. Enflasyon oranı ve işsizlik oranı arasındaki ilişkiyi ifade eden Phillips Eğrisi Modeli ile ilgili olarak literatürdeki tartışmalar makalenin kapsamı dışında tutulmuştur. Geleneksel Phillips Eğrisinin panel veri model tahminleri sonucunda, enflasyon oranı ile işsizlik oranı arasındaki ilişkinin tahmininde kullanılan örneklemin gözlem değerlerinin özelliklerine göre ortaya çıkan örnekleme dağılımının teorik Model (3) ile temsil edilmesinin uygun olacağı F testleri sonucunda belirlenmiştir. Bu model tahmini ile birlikte, birime özgü ve zamana özgü etkiler aynı spesifikasyon üzerinde tahmin edilmiş olmaktadır. Bu örnek ile, gözlenemeyen veya ölçülmesi mümkün olmayan açıklayıcı değişkenlerin bu tip etkilerinin model spesifikasyonunda yer alması sonucunda spesifikasyon hatasından ve yanlış tahminlerden kaçınıldığı sonucuna varılmıştır. Bu sonuca ilişkin bulgular  $t$ ,  $R^2$ , Durbin-Watson istatistiklerindeki değişikliklerden görülmektedir.  $t$ ,  $R^2$ , Durbin-Watson istatistiklerinden alınan sinyaller model seçiminde kullanılan F testleri ile de teyit edilmiş olmaktadır. Bu çalışma, panel veri modellerinin tahmininde parametre heterojenliğinin dikkate alınmasının önemle üzerinde durulması gereken bir konu olduğunu göstermektedir.

### NOTLAR

- (1) Birim: Birey, aile, şirket, ülke, vb.
- (2) Örneğin, bir şirketin büyüklüğü, yaşı, yapısı gibi bireysel farklılıklar veya teknolojik değişimler, savaş gibi dışsal etkiler, hükümet değişiklikleri gibi zamana bağlı farklılıklar.
- (3) Açıklayıcı değişkenler ve hata terimi ile ilgili varsayımlar, modellerin tahmin yöntemleri, parametrelerin sabit olarak mı yoksa rastsal olarak mı kabul edileceği ve model seçimlerinde kullanılan testler ile ilgili tartışmalar ayrı ayrı ele alınması gereken konular olduğundan,

makalenin kapsamı dışında tutulmuştur. Makalenin kapsamı içinde yalnız regresyon katsayıları ile ilgili varsayımlar üzerinde durulmaktadır.

(4) Kukla değişken tuzağı veya tam çoklu doğrusal bağıntıdan sakınmak için; Birim etkili versiyonda  $\sum_{i=1}^N \alpha_i = 0$  kısıtı, zaman etkili versiyonda ise  $\sum_{t=1}^T \gamma_t = 0$  kısıtı altında modeller tahmin edilir.

(5) Bu tip nitelikler (Üçüncü tip nitelikler) hem birimlere hem de zamana özgü etkilerin tanımlandığı Model (3) ile tahmin edilir. Birinci tip niteliklere özgü etkiler Model (3)'ün birim etkili versiyonu ile, ikinci tip niteliklere özgü etkiler ise Model (3)'ün zaman etkili versiyonu ile tahmin edilmektedir.

(6) Bu tip nitelikler değişken katsayı modelleri ile tahmin edilmektedir.

(7) Ayrıntılar için Bkz. Hsiao 2003, 8-10.

(8) Bu çalışmanın amacı, Phillips Eğrisini bir araç olarak kullanıp, panel veri modellerinde parametre heterojenliğini dikkate almanın önemini vurgulamaktır. Bu nedenle, makro iktisat teorisinde Phillips Eğrisinin kısa ve uzun dönemdeki farklı biçimlerine ilişkin yaklaşım ve tartışmalar makalenin kapsamı dışında tutulmaktadır. Böylece, çalışmanın amacına uygun olarak A. W. Phillips tarafından 1861–1957 yılları arasında İngiltere ekonomisi üzerine yapılan ve P. Samuelson ve R. Solow tarafından enflasyon ile işsizlik oranı arasındaki negatif değiş-tokuş ilişkisini ifade edecek şekilde, değiştirmeden orijinal (geleneksel) Phillips eğrisi kullanılmaktadır.

(9) Sabit eğim değişken kesme modellerinin birime özgü etki tahminleri, zamana özgü etki tahminleri ve hem birim hem de zamana özgü etki tahminleri sırasıyla, Ek 3, Ek 4 ve Ek 5'te verilmektedir.

### **Kaynaklar**

- Baltagi, B. H. (2001), *Econometric Analysis Of Panel Data*, John Wiley&Sons Ltd., Chichester.
- Güriş, S. Ve Çağlayan, E. (2000), *Ekonometri Temel Kavramlar*, Der Yayınları, İstanbul.
- Greene, W. H. (1997), *Econometric Analysis*, Prentice-Hall International, Inc., Third Edition, New York.
- Hsiao, C. (2003), *Analysis Of Panel Data*, Cambridge University Press, Cambridge.
- [Http://www.Oecd.Org](http://www.Oecd.Org)
- Mátyás, L. Ve Sevestre, P. (1996), *The Econometrics Of Panel Data*, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht.
- Sevüktekin, M. (1989), “Ekonometrik Araştırmalarda Verilerin Kullanılması-I”, *Uludağ Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(1-2), S. 117-127.
- Stock James H. Ve Watson Mark W. (2007), *Introduction To Econometrics*, Pearson Addison Wesley, Boston.
- Wooldridge, J. M. (2002), “*Econometric Analysis Of Cross Section And Panel Data*”, The Mit Press.

**Ek 1 Tablo 1: 6 OECD Üyesi Ülkenin 1992–2005 Dönemi  
Tüketici Fiyatları Endeksleri**

Yıllar/Ülkeler	Danimarka	Finlandiya	Hollanda	Norveç	İsveç	İsviçre
1992	2.1	3.2	2.8	2.3	2.4	4.0
1993	1.3	3.3	1.6	2.3	4.7	3.3
1994	2.0	1.6	2.1	1.4	2.2	0.9
1995	2.1	0.4	1.4	2.4	2.5	1.8
1996	2.1	1.1	1.4	1.2	0.5	0.8
1997	2.2	1.2	1.9	2.6	0.7	0.5
1998	1.8	1.4	1.8	2.3	-0.3	0.0
1999	2.5	1.3	2.0	2.3	0.5	0.8
2000	2.9	3.0	2.3	3.1	0.9	1.6
2001	2.4	2.7	5.1	3.0	2.4	1.0
2002	2.4	2.0	3.9	1.3	2.2	0.6
2003	2.1	1.3	2.2	2.5	1.9	0.6
2004	1.2	0.1	1.4	0.5	0.4	0.8
2005	1.8	0.8	1.5	1.6	0.4	1.2

Kaynak: <http://www.oecd.org>

Notlar: Bu tablodaki tüketici fiyat endeksleri her ülkenin fiyatlar genel seviyesindeki bir önceki yıla göre yüzde(%) değişimleri göstermektedir.

**Ek 2 Tablo 2: 6 OECD Üyesi Ülkenin 1992–2005 Dönemi İşsizlik Oranları**

Yıllar/Ülkeler	Danimarka	Finlandiya	Hollanda	Norveç	İsveç	İsviçre
1992	8.6	11.7	5.2	5.9	5.3	2.9
1993	9.6	16.4	6.3	6.0	8.2	3.8
1994	7.6	16.6	7.2	5.4	8.0	3.7
1995	6.7	15.4	6.8	4.9	7.7	3.3
1996	6.3	14.6	6.3	4.8	8.0	3.8
1997	5.2	12.7	5.4	4.0	8.0	4.0
1998	4.8	11.4	4.2	3.2	6.5	3.4
1999	4.7	10.3	3.5	3.2	5.6	2.9
2000	4.3	9.8	3.0	3.4	4.7	2.5
2001	4.3	9.1	2.5	3.6	4.0	2.5
2002	4.5	9.1	2.9	3.9	4.0	3.1
2003	5.5	9.0	4.0	4.5	4.9	4.1
2004	5.4	8.9	4.9	4.5	5.5	4.2
2005	4.9	8.6	6.2	4.6	5.6	4.1

Kaynak: <http://www.oecd.org>

Notlar: Bu tablodaki işsizlik oranları her ülkenin ilgili yıldaki emek gücü içindeki işsiz Oranını göstermektedir.

### Ek 3

Dependent Variable: CONPRICE?

Sample: 1992 2005

Included observations: 14

Cross-sections included: 6

Total pool (balanced) observations: 84

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob
C	2.263282	0.412720	5.483821	0.0000
UNEMP?	-0.075041	0.065530	-1.145133	0.2557

Fixed Effects (Cross)

_DEN—C	0.242671
_FIN—C	0.285049
_NED—C	0.346202
_NOR—C	0.125647
_SWE—C	-0.273747
_SWIT—C	-0.725821

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

R-squared	0.127174	Mean dependent var	1.807143
Adjusted R-squared	0.059161	S.D. dependent var	1.020841
S.E. of regression	0.990184	Akaike info criterion	2.897803
Sum squared resid	75.49572	Schwarz criterion	3.100371
Log likelihood	-114.7077	F-statistic	1.869863
Durbin-Watson stat	1.086026	Prob(F-statistic)	0.096748

**Ek 4**

Dependent Variable: CONPRICE?

Sample: 1992 2005

Included observations: 14

Cross-sections included: 6

Total pool (balanced) observations: 84

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob
C	2.012054	0.223309	9.010189	0.0000
UNEMP?	-0.033710	0.033245	-1.013995	0.3141

Fixed Effects (Period)

1992—C	1.010435
1993—C	1.020552
1994—C	-0.039561
1995—C	0.006317
1996—C	-0.582635
1997—C	-0.274584
1998—C	-0.657171
1999—C	-0.275712
2000—C	0.443576
2001—C	0.900691
2002—C	0.209119
2003—C	-0.065598
2004—C	-1.091066
2005—C	-0.604362

Effects Specification

Period fixed (dummy variables)

R-squared	0.394958	Mean dependent var	1.807143
Adjusted R-squared	0.272196	S.D. dependent var	1.020841
S.E. of regression	0.870894	Akaike info criterion	2.721840
Sum squared resid	52.33350	Schwarz criterion	3.155914
Log likelihood	-99.31727	F-statistic	3.217269
Durbin-Watson stat	1.030703	Prob(F-statistic)	0.000618

**Ek 5**

Dependent Variable: CONPRICE?

Sample: 1992 2005

Included observations: 14

Cross-sections included: 6

Total pool (balanced) observations: 84

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob
C	3.011417	0.511778	5.884228	0.0000
UNEMP?	-0.198118	0.082994	-2.387142	0.0199

## Fixed Effects (Cross)

_DEN—C	0.218934
_FIN—C	0.975161
_NED—C	0.199388
_NOR—C	-0.078310
_SWE—C	-0.265835
_SWIT—C	-1.049338

## Fixed Effects (Period)

1992—C	1.096161
1993—C	1.399472
1994—C	0.290036
1995—C	0.234530
1996—C	-0.381823
1997—C	-0.197078
1998—C	-0.738592
1999—C	-0.447557
2000—C	0.203228
2001—C	0.613761
2002—C	-0.036710
2003—C	-0.188121
2004—C	-1.175227
2005—C	-0.672082

## Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables) Period fixed (dummy variables)

R-squared	0.539274	Mean dependent var	1.807143
Adjusted R-squared	0.402496	S.D. dependent var	1.020841
S.E. of regression	0.789094	Akaike info criterion	2.568393
Sum squared resid	39.85080	Schwarz criterion	3.147159
Log likelihood	-87.87252	F-statistic	3.942698
Durbin-Watson stat	1.378430	Prob(F-statistic)	0.000019