Eskişehir Anadolu Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler Fak. Dergisi
C: IX, S: 1 - 2, 1991

KLEIN MODELİ I

Ar. Gr. İlyas ŞIKLAR*
Ar. Gr. Sadık ARSLAN**

GİRİŞ

Literatürde Klein Modeli I[1] olarak bilinen makro model, iki dünya savaşı arasındaki yıllara ilişkin Birleşik Devletler verilerine dayanan, 6 eşitlikli denklem sistemidir. Klein Modeli farklı dönemlere ilişkin verileri içerecek şekilde formüle edilmesinden ötürü, dinamik bir nitelik taşımaktadır. Daha sonra belirteceğimiz gibi Modelin bu dinamik niteliği, endojen (içsel), egzojen (dışsal) değişken ayrımının, bir adım daha ileri götürülmesini gerektirmektedir.

Klein Modeli I, daha önce belirtildiği gibi 6 eşitlikli bir modeldir. Bu eşitliklerden üçü stokastik, diğer üçü de özdeşliktir. Model oldukça küçük bir makro model olup, ekonominin arz yönü ve parasal yönü tamamen gözardı edilmiştir.

(*) Anadolu Üniversitesi Afyon İ.İ.B.F. Araştırma Görevlisi.
(**) Anadolu Üniversitesi İ.İ.B.F. İktisat Bölümü Araştırma Görevlisi.
(1) Ele alınan modelin **Klein-Goldberger** modelinden ayrılabilmesi için literatürde Klein Modeli I, isimlemesi yaygın olarak kullanıldığı için biz de bu yaklaşımı benimsedik.

MODELİN DAVRANIŞSAL EŞİTLİKLERİ

Modelin ilk davranışsal eşitliği tüketim fonksiyonudur:

$$C_t = \alpha_0 + \alpha_1 P_t + \alpha_2 P_{t-1} + \alpha_3 (W_1 + W_2) + \upsilon_{1,t} \quad (1)$$

Burada tüketimin (C), gelirin iki bileşeni ile ilgili olduğunu görmekteyiz. Bunlar cari ve gecikmeli olmak üzere kâr (P) ve özel kesim ücretleri (W_1) ile kamu kesimi ücretleri (W_2) toplamından oluşan toplam ücretlerdir. Buna göre eşitlik t dönemindeki toplam tüketimin, aynı dönemde ekonomideki toplam ücret faturasının (W_1+W_2), yine aynı dönemdeki kar düzeyinin (P_t) ve bir önceki döneme ilişkin kâr düzeyi (P_{t-1})'in lineer bir fonksiyonu olarak ele alınmaktadır. Bunun dışında modele tesadüfi hata terimi υ_t dahil edilmiştir. Modeldeki tüm değişkenler, reel olarak ele alınmaktadır. Yukarıda verilen tüketim eşitliğine göre, marjinal tüketim eğiliminin, farklı gelirlere göre farklı olacağı şeklindeki orijinal Keynesyen yaklaşım, bu çalışmada da takip edilmektedir.

Bir başka davranışsal eşitlik, yatırım fonksiyonudur:

$$I_t = \beta_0 + \beta_1 P_t + \beta_2 P_{t-1} + \beta_3 K_{t-1} + \upsilon_{2,t} \quad (2)$$

Burada I_t t dönemindeki net yatırımları, K_t ise t dönemi sonundaki sermaye malları stokunu ifade etmektedir. Burada yapılan varsayım β_3 katsayısının negatif olduğudur. Bu t döneminin başlangıcındaki sermaye stokunun (K_{t-1}) büyük olması durumunda, bu stoğa net yatırımlar şeklinde yapılacak ilave düşük olacaktır. Bunun ötesinde (2) nolu eşitlik olarak verilen yatırım eşitliği, yatırımların kâr karşısında, hem aynı yıl içerisinde hem de bir gecikmeyle karşılık verdiğini (reaksiyon gösterdiğini) ifade etmektedir. Dikkat edilirse bu durum (1) nolu eşitlikte yer alan tüketim fonksiyonu için de geçerlidir. Buna göre Klein, net yatırımlar için bir hızlandıran ya da Fisherian Neoklasik yatırım teorisinden çok, bir kâr teorisini kabul ederek modelini oluşturmuştur.

Üçüncü davranışsal eşitlik ise, işgücü talep fonksiyonudur. Söz konusu talep, özel sektörün ücret faturasıyla ölçüldüğü için, eşitliğin sol tarafını $W_{1,t}$ oluşturmaktadır. Yani;

$$W_{1,t} = \gamma_0 + \gamma_1 (Y+T-W_2)_t + \gamma_2 (Y+T-W_2)_{t-1} + \gamma_3 (t-1931) + \upsilon_{3,t} \quad (3)$$

Bu eşitlik istihdamın bir göstergesi olarak, özel sektör ücret giderlerini, toplam özel üretimle ilgilendirmektedir. Toplam özel üretim (E_t) ise, net milli gelir (Y), artı kurumlar vergisi (T), eksi kamu ücret giderleri (W_2) olarak ele alınmaktadır. Bunun dışında bahsedilen özel ücretleri açıklamada, bir trend faktörü de söz konusudur. Modelin kurucusu trend ile ilgili terimi eşitliğe dahil etmesinin nedenini, iki dünya davaşı arasındaki dönemde, sendikaların artan gücüne ve bunun ücret artışlarına yolaçmasına bağlamaktadır. Bu durumda diğer açıklayıcı değişkenlerden tamamen bağımsız olarak, ücretlerde artışların olması nedeniyle, trend faktörünün modele eklendiğini söyleyebiliriz.

KLEIN MODELİ'NİN TANIMSAL EŞİTLİKLERİ (ÖZDEŞLİKLERİ)

Yukarıda açıklanan davranışsal eşitliklerin dışında model, aşağıdaki özdeşlikleri de kapsamaktadır:

$$\begin{aligned} Y_t &= C_t + I_t + G_t - T_t \\ P_t &= Y_t - W_{1,t} - T_t \\ K_t &= K_{t-1} + I_t \end{aligned} \qquad (4)$$

Burada G_t t dönemindeki ücret dışı kamu harcamalarını, T_t, t dönemindeki kurumlar vergisini ifade etmektedir. İlk eşitlik net milli gelirin toplam harcamalardan vergilerin düşülmesiyle elde edildiğini gösterirken, ikinci eşitlik bir bütün olarak özel sektör için, kâr-zarar hesabını ifade etmektedir. Buna göre toplam üretimden vergi ve ücretleri düştüğümüzde kârı elde etmekteyiz. Son özdeşlik ise, net yatırımların, sermaye stokundaki değişmeye eşit olduğunu göstermektedir.

Bu açıklamaların ışığında elimizdeki modelin, küçük bir gelir harcama modeli olduğunu söyleyebiliriz. Bu model yukarıdaki haliyle altı iktisadi değişkeni (C, I, W_1, Y, P, K) açıklamaktadır. Bununla beraber modele ilave özdeşlikler eklememiz mümkündür. Örneğin;

$$\begin{aligned} Y_t &= P_t + W_{1,t} + W_{1,t} \\ E_t &= Y_t + T - W_{2,t} \\ W_t &= W_{1,t} + W_{2,t} \\ I_t &= K_t - K_{t-1} \end{aligned}$$

gibi özdeşlikler modele dahil edilebilir. Fakat, bu temel olarak modelde bir değişiklik yaratmayacaktır. Bunun dışında her bir stokastik eşitlik, aşırı tanımlanmıştır (over identified).

(1)'den (4)'e kadar eşitliklerle ifade edilen sistemde, tüketim (C), kâr (P), kamu ve özel kesim ücret faturaları (W_1 ve W_2), net yatırımlar (I), sermaye stoku (K), net milli gelir (Y), vergiler (T), ücret dışı kamu harcamaları (G) ve trend (t), olmak üzere 10 değişken ve buna karşılık 6 eşitlik vardır. Bu yüzden modelin tam olarak açıklanabilmesi için, 4 tane egzojen değişkene gereksinimimiz vardır. Bunun için şu soruyu sormamız gerekir: Bu 10 adet değişkenden acaba hangilerinin değeri, (1)'den (4)'e kadar eşitliklerle ifade edilen ekonomik sistemin işleyişinde bağımsız olarak belirlenmektedir? Bunların içinde en açık olanı trend değişkeni, t dir. Aynı zamanda modelde 3 tane kamuyla ilgili değişken vardır: W_2 (kamu ücret giderleri) T (vergiler) G (ücret dışı kamu harcamaları).

Eğer bu değişkenlerin kamu tarafından kontrol edildiğini düşünürsek, bu değişkenlerin değerlerinin 6 eşitlikli sistemimiz açısından veri olduğunu söyleyebiliriz. Buna göre altı adet endojen değişkenimiz (C, I, W_1, Y, P, K) ve dört adet egzojen değişkenimiz (W_2, T, G, t) söz konusudur. Bunun dışında üç tane gecikmeli endojen değişken (P_{t-1}, K_{t-1}, Y_{t-1}) ve iki tane gecikmeli egzojen değişken (T_{t-1}, $W_{2,t-1}$) bulunmaktadır. Tüm bunların ışığında elimizde 6 tane endojen değişken, 9 tane de önceden belirlenmiş (predetermined) değişken bulunmaktadır.

Modelde eşitlik sayısının, endojen değişken sayısına eşit olmasına karşılık, bu endojen değişkenlerin tümünü egzojen değişkenlere ve hata terimlerine bağlı olarak ifade edebilmek, mümkün değildir. Bunun nedeni, gecikmeli endojen değişkenlerin (P_{t-1}, K_{t-1}, Y_{t-1}) modelde yer almasıdır. Bununla beraber endojen değişkenleri;

(1) egzojen değişkenlere,
(2) gecikmeli değişkenlere,
(3) hata terimlerine,

bağlı olarak ifade edebilmek mümkündür. Örneğin bunu net milli gelire uygularsak, eşitliğin indirgenmiş formunu aşağıdaki şekilde elde edebiliriz (2).

---

(2) İndirgenmiş form, **MathCAD 2.0** paket proğramı ile elde edilmiştir.

$$Y_t = \frac{\alpha_0+\beta_0+\gamma_0(-\alpha_1+\alpha_3-\beta_1)}{1-(\alpha_1+\beta_1)(1-\gamma_1)-\alpha_3\gamma_1} \quad (*)$$

$$+\frac{\alpha_3 W_{2,t}-(\alpha_1+\beta_1)T_t+G_t+\gamma_3(-\alpha_1+\alpha_3-\beta_1)(t-1931)}{1-(\alpha_1+\beta_1)(1-\gamma_1)-\alpha_3\gamma_1} \quad (**)$$

$$+\frac{(\alpha_2+\beta_2)P_{t-1}+\beta_3 K_{t-1}+\gamma_2(-\alpha_1+\alpha_3-\beta_1)Y_{t-1}}{1-(\alpha_1+\beta_1)(1-\gamma_1)-\alpha_3\gamma_1} \quad (***)$$

$$+\frac{U_{1,t}+U_{2,t}+(-\alpha_1+\alpha_3-\beta_1)U_{3,t}}{1-(\alpha_1+\beta_1)(1-\gamma_1)-\alpha_3\gamma_1} \quad (****)$$

(*) Sabit terimlere bağlı kısım
(**) t dönemi egzojenlerine bağlı kısım
(***) Gecikmeli endojenlere bağlı kısım
(****) Hata terimlerine bağlı kısım

Bu eşitliğin çözümünün bulunabilmesi için, paydaların tümünde yer alan, ortak ifadenin sıfırdan farklı olması gerekir. Bir başka deyişle, $(\alpha_1+\beta_1)(1-\gamma_1)-\alpha_3\gamma_1 \neq 1$ olmalıdır. Bu eşitliğin sol tarafını, cari kâr gelirine ilişkin marjinal harcama eğiliminin $(\alpha_1+\beta_1)$, tartılı ortalaması ve sağ tarafını da cari ücret gelirine ilişkin, marjinal tüketim eğiliminin (α_3), tartılı ortalaması olarak düşünebiliriz. Burada ağırlıklar sırasıyla $(1-\gamma_1)$ ve γ_1 olmaktadır. Ağırlığın hesaplanmasında kullanılan γ_1 parametresi özel sektör üretimindeki bir birimlik artışın özel sektör ücret faturasında meydana getireceği değişikliği vermektedir (Eşitlik 3'ten).

Modelin çeşitli yöntemlerle tahminlerine ilişkin sonuçlara geçmeden önce, belirtilmesi gerekli husus, yukarıda açıklanmaya çalışılan model;

(1) stokastiktir,

(2) lineerdir,

(3) eş zamanlıdır ve

(4) dinamiktir.

Burada modelin tahminleri, çalışmanın sonunda ek olarak verilen ABD ekonomisine ait verilere dört tür tahmin yöntemi uygulanarak gerçekleştirilecektir. Bunlar (3):

(3) OLS, 2SLS tahminleri **Micro TSP 5.1**; 3SLS, LIML tahminleri **PC-TSP 4.1C** paket proğramları kullanılarak elde edilmiştir.

(1) Normal en küçük kareler **(OLS)**
(2) İki aşamalı en küçük kareler **(2SLS)**
(3) Üç aşamalı en küçük kareler **(3SLS)**
(4) Limited information maximum likelihood **(LIML)**

OLS Sonuçları

$$C_t = 16.237 + 0.193\ P_t + 0.090\ P_{t-1} + 0.796\ (W_1+W_2)_t$$
(t değ.) (12.46) (2.2) (0.99) (19.93) $R^2=0.981$

$$I_t = 10.126 + 0.479\ P_t + 0.333\ P_{t-1} - 0.111\ K_{t-1}$$
(t değ.) (1.885) (4.94) (3.30) (4.18) $R^2=0.931$

$$W_{1,t} = 1.49 + 0.439\ E_t + 0.146\ E_{t-1} + 0.130\ t$$
(t değ.) (1.18) (13.56) (3.90) (4.08) $R^2=0.987$

2SLS Sonuçları

$$C_t = 16.555 + 0.017\ P_t + 0.216\ P_{t-1} + 0.810\ (W_1+W_2)_t$$
(t değ.) (11.28) (0.13) (1.82) (18.11) $R^2=0.976$

$$I_t = 20.278 + 0.150\ P_t + 0.616\ P_{t-1} - 0.158\ K_{t-1}$$
(t değ.) (2.42) (0.78) (3.40) (3.93) $R^2=0.885$

$$W_{1,t} = 1.50 + 0.439\ E_t + 0.147\ E_{t-1} + 0.130\ t$$
(t değ.) (1.17) (11.08) (3.40) (4.03) $R^2=0.987$

3SLS Sonuçları

$$C_t = 16.445 + 0.125\ P_t + 0.163\ P_{t-1} + 0.791\ (W_1+W_2)_t$$
(t değ.) (125.01) (1.15) (1.72) (20.86) $R^2=0.987$

$$I_t = 28.182 - 0.013\ P_t + 0.756\ P_{t-1} - 0.195\ K_{t-1}$$
(t değ.) (41.24) (0.08) (4.94) (5.97) $R^2=0.931$

$$W_{1,t} = 1.803 + 0.400\ E_t + 0.181\ E_{t-1} + 0.149\ t$$
(t değ.) (15.03) (12.58) (0.53) (5.36) $R^2=0.969$

LIML Sonuçları

$$C_t = 17.771 + 0.022\ P_t + 0.000\ P_{t-1} + 0.870\ (W_1+W_2)_t$$
(t değ.) (0.84) (0.29) (0.00) (19.05) $R^2=0.930$

$$I_t = 22.592 + 0.034\ P_t + 0.684\ P_{t-1} - 0.176\ K_{t-1}$$
(t değ.) (1.39) (014.) (0.00) (4.16) $R^2=0.889$

$$W_{1,t} = 1.534 + 0.436\ E_t + 0.150\ E_{t-1} + 0.013\ t$$
(t değ.) (0.86) (13.16) (4.45) (0.00) $R^2=0.969$

Şimdi bir örnek olması açısından tüketim fonksiyonunun 2SLS yöntemiyle tahminini ele alalım:

Sum of Squares and Products for 2SLS

	1	W2	T	G	t-1931	P-1	K-1	Y-1	
1	21	107.5	149.2	100.7	0	343.9	4210.4	1217.7	
W2	107.5	626.87	789.27	573.32	238	1746.22	21638.18	6364.4	
T	149.2	789.27	1054.95	756.84	176	2348.48	28766.25	8436.53	
G	100.7	573.32	756.84	596.43	183.7	1705.64	20342.96	6109.07	X'X
t-1931	0	238	176	183.7	770	-11.9	590.6	495.6	
P-1	343.9	1746.22	2348.48	1705.64	-11.9	5956.29	69073.54	20542.22	
K-1	4210.4	21638.2	28766.3	20342.96	590.6	69073.54	846132.7	244984.8	
Y-1	1217.7	6364.4	8436.53	6109.07	495.6	20542.22	244984.8	72200.03	
P	354.7	1821.11	2405.33	1756.94	1890	6070.13	70946.78	21030.44	$Y_1'X$
W1+W2	871.1	4670.94	6104.89	4451.71	698.9	14617.95	175153.7	51652.94	
C	1333.9	5977.33	7858.86	5656.35	577.7	18929.37	227767.4	68.815	$y_1'X$

Bu verilerden yararlanarak Klein Model'inin tüketim fonksiyonunu 2SLS ile tahmin edebiliriz:

$$C_t = \alpha_0 + \alpha_1 P_t + \alpha_2 P_{t-1} + \alpha_3 (W_1 + W_2) + \upsilon_{1,t}$$

$y_1 = Z_1 \delta_1 + \varepsilon_1$ şeklinde ifade edersek, aşağıdaki matrisleri birbiriyle işleme sokmamız gerekecektir.

$$y_1 = \begin{bmatrix} C_1 \\ \vdots \\ \vdots \\ C_{21} \end{bmatrix}_{21x1} \qquad Z_1 = \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} \overline{\qquad Y_1 \qquad} & & \overline{\qquad X_1 \qquad} & \end{array} \\ \left[\begin{array}{cc:cc} P_1 & W_{1,1}+W_{2,1} & 1 & P_0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ P_{21} & W_{1,21}+W_{2,21} & 1 & P_{20} \end{array} \right]_{21x4} \end{array}$$

$$\partial_1 = \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_3 \\ \alpha_0 \\ \alpha_2 \end{bmatrix}_{4x1} \qquad \varepsilon_1 = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \vdots \\ \vdots \\ \varepsilon_{21} \end{bmatrix}_{21x1}$$

Burada dikkat edilmesi gereken nokta, Z_1 matrisinin iki alt matristen oluşmasıdır. Bunlar her ikisi de 21x2 boyutunda olan Y_1 X_1 matrisleridir. Aynı zamanda görüleceği gibi, X_1 matrisinin ikinci sütununu, bir dönem gecikmeli bir endojen değişken (P_{t-1}) oluşturmaktadır.

Bu aşamada elimizdeki toplam kareler ve çarpımlar tablosundan yararlanarak, hesaplamalar yapmak durumundayız. Bu tablo 8x8 boyutundaki X'X matrisini, 2x8 boyutundaki Y'X matrisini ve 1x8 boyutundaki y'X matrisini kapsamaktadır. Buna göre hesaplamamız gereken matris:

$$\begin{bmatrix} Y'_1X\,(X'X)^{-1}X'Y_{1(2\times2)} \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ y'_1X\,(X'X)^{-1}X'Y_{1(1\times2)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6285.300 & 150.144 \\ 15076.144 & 37235.862_{2\times2} \\ \cdots\cdots & \cdots\cdots \\ 19507.721 & 48010.448_{2\times1} \end{bmatrix}_{3\times2} \begin{matrix} P \\ W_1+W_2 \\ \cdots\cdots \\ C \end{matrix} \quad (*)$$

Matrisin boyutları:

$$Y'_1X\ (X'X)^{-1}X'Y_1 = (2x8)\ (8x8)\ (8x2) = (2x2)$$
$$y'_1X\ (X'X)^{-1}X'Y_1 = (1x8)\ (8x8)\ (8x2) = (1x2)$$

Yönteme göre genel çözüm aşağıdaki gibi olacaktır.

$$\begin{bmatrix} (Y_j-\upsilon_j)'y_j \\ X'_jy_j \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y'_jY_j-\upsilon'_j\upsilon_j & Y'_jX_j \\ X'_jY_j & X'_jX_j \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C_j \\ b_j \end{bmatrix} \quad (**)$$

Burada $\upsilon_j = (I-X(X'X)^{-1}X')Y$ olmaktadır. Sol tarafta yer alan vektör buna göre:

$$\begin{bmatrix} (Y_1-\upsilon_1)'y_1 \\ X'_1y_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 19507.721 \\ 48010.448 \\ 1133.900 \\ 18929.370 \end{bmatrix}_{4\times1} \begin{matrix} P \\ W_1+W_2 \\ 1 \\ P_{-1} \end{matrix} \quad (!)$$

(!) Bu matrisin üstteki iki satırı daha önce hesaplanan (*) nolu matristen, son iki satırı da tablodan elde edilmiştir.

Sağ tarafta yer alan kare matris için de:

$$\begin{bmatrix} (Y'_1Y_1-\upsilon'_1\upsilon_1 & Y'_1X \\ X'_1Y_1 & X'_1X_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6285.300 & 15076.144 & 354.70 & 6070.13 \\ 15076.144 & 37235.862 & 871.90 & 14617.95 \\ 354.700 & 871.90 & 21.00 & 343.90 \\ 6070.130 & 14617.95 & 343.90 & 5956.29 \end{bmatrix}_{4\times4} \begin{matrix} P \\ W_1+W_2 \\ 1 \\ P_{-1} \end{matrix}$$

Şimdi bu matrisi ters çevirip, ters çevrilen bu matrisi yukarıda elde ettiğimiz 4x1 kolon vektör ile sağdan çarparsak, sonuç bize tüketim fonksiyonu tahminini verecektir. Yani:

$$\begin{bmatrix} C_j \\ \cdots\cdots \\ b_j \end{bmatrix} = B^{-1}_{4\times4} * C_{4\times1}$$

$$\begin{bmatrix} C_j \\ \cdots\cdots \\ b_j \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.0177 \\ 0.810 \\ 16.555 \\ 0.216 \end{bmatrix} \begin{matrix} P \\ W_1+W_2 \\ 1 \\ P_{-1} \end{matrix}$$

Buna göre tüketim fonksiyonunu :

$C_t = 16.555 + 0.017\ P_t + 0.216\ P_{t-1} + 0.810\ (W_1 + W_2)_t$ olarak yazabiliriz.

OLS tahminlerimizin diğer tahminlerle karşılaştırılarak incelenmesi sonucunda, eş zamanlılık probleminin olduğu sonucunu çıkarabiliriz. Örneğin β_1 için tahminimiz OLS'de 0.49'dan 2SLS'de 0.15, 3SLS'de -0.13'e, LIML'de 0.03'e düşmektedir. Benzer şekilde β_2 tahminimiz ise bunun tersi yönde bir seyir izlemiştir. Buna karşılık elde edilen katsayılara ilişkin işaretlerin büyük bir bölümü, tahmin yöntemine bağlı olarak değişmemekte, genellikle aynı kalmaktadır. İşaretlerin tümü genellikle, başlangıçta beklenen yöndedir. 2SLS tahminlerini ele alırsak, yukarıdaki özelliklere ilave olarak, katsayıların büyüklüklerinin de tatmin edici olduğunu söyleyebiliriz. Ancak hemen belirtmemiz gerekir, hem tüketim fonksiyonunda hem de yatırım fonksiyonunda cari kâra ilişkin katsayılar anlamsızdır. Genel olarak tüketim fonksiyonunda α_3'ün (ücret gelirlerinin marjinal tüketim eğilimi) α_1 ve/veya α_2'den (kâr'a göre marjinal harcama eğilimi) büyük olması doğaldır. Öte yandan genel olarak, yatırım fonksiyonunda, yatırımların, bir dönemlik gecikmeli kâr düzeyi tarafından etkilendiğini söyleyebiliriz. Buna karşılık istihdam düzeyinin (özel sektör ücretlerinin), özel sektör üretimindeki değişmelere daha çabuk tepki gösterdiğini söylemek mümkündür.

(Çünkü $\gamma_1 > \gamma_2$)

Her bir katsayıya ilişkin işaret, büyüklük ve anlamlılık üzerinde ayrıntılı olarak durmanın, ya da değişkenlerin, toplam olarak bağımlı değişkenleri, açıklama güçleri üzerinde durmanın ötesinde, bu model hakkında söylememiz gereken bir nokta, elimizde bir model bulunduğu sürece, bu modelin endojen değişkenlerinin kendi aralarında ve endojen değişkenlerle, önceden belirlenmiş değişkenler arasında nedensellik ilişkilerinin olabileceğidir. Bu hususu, endojen değişkenlere ilişkin katsayılardan oluşan B matrisinden görmemiz mümkündür. Yani:

$$By' = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -\alpha_3 & 0 & -\alpha_1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & -\beta_1 & -\beta_3 \\ 0 & 0 & 1 & -\gamma_1 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C \\ I \\ W_1 \\ Y \\ P \\ K \end{bmatrix}$$

Açıkça görüldüğü gibi, yukarıda verilen B matrisi eş zamanlık problemini ifade etmektedir. Zira bu matrisin dioganalinin altında ve üzerinde «0» dışı elemanlar bulunmaktadır.

Bu yüzden önümüzdeki problem, önceden belirlenmiş değişkenlerin, endojen değişkenler üzerindeki etkilerini belirleyebilmektir. Sorunun iki ayrı bileşeni olduğunu söyleyebiliriz: (1) Önceden belirlenmiş bir değişkenin, endojen değişken üzerindeki direkt etkisi, (önceden belirlenmiş değişkenlere ilişkin katsayılar matrisi Γ'nın uygun elamanı bize bu etkiyi verecektir.) ve (2) önceden belirlenmiş değişkenin, bir endojen değişken üzerinde yarattığı değişiklik aracılığıyla, incelediğimiz endojen değişken üzerinde yaratacağı dolaylı etki. İşte bu iki etkinin toplamından oluşan toplam etkiyi, eşitliklerin indirgenmiş formu ile tesbit etmek mümkündür. Çünkü bilindiği gibi, indirgenmiş formu ile tesbit etmek mümkündür. Çünkü bilindiği gibi, indirgenmiş form, endojen değişkenleri, önceden belirlenmiş değişkenlere bağlı olarak ifade etmekte ve endojen değişkenlerin, kendi aralarındaki etkileşimin modele yansımasına olanak tanımaktadır. Bilinen sembollerle, sorun:

$$By' + \Gamma z' = u'$$
$$y' = -B^{-1}\Gamma z + B^{-1}u'$$
$$y' = \Pi z' + v'$$

olarak ifade edilebilir. Burada elde edilecek matrisinin elamanları, bize modelde yer alan önceden belirlenmiş bir değişkenin, endojen bir değişken üzerindeki dolaylı ve dolaysız toplam etkisini verecektir. B ve Γ'nın (ki bunlar yapısal parametrelere ilişkin tahminlerdir) elde edilmesinden sonra, bunları Π matrisini elde edebilmek amacıyla birleştirebiliriz. Elimizde 6 endojen değişken ve 9 önceden belirlenmiş değişken olduğuna göre Π matrisi 6x9 boyutunda bir matris olacaktır.

$$\begin{bmatrix} C \\ I \\ W_1 \\ Y \\ P \\ K \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.666 & -0.188 & 0.671 & 0.155 & -0.189 & 0.189 & 0.743 & -0.098 & 0.189 \\ -0.052 & -0.296 & 0.259 & -0.012 & 0.015 & -0.015 & 0.746 & -0.746 & -0.015 \\ -0.162 & -0.204 & 0.831 & 0.195 & -0.237 & 0.237 & 0.626 & -0.119 & 0.237 \\ 0.614 & -1.484 & 1.930 & 0.143 & -0.174 & 0.174 & 1.489 & -0.283 & 0.174 \\ -0.224 & -1.281 & 1.119 & -0.052 & 0.063 & -0.063 & 0.863 & -0.164 & -0.063 \\ -0.052 & -0.296 & 0.259 & -0.012 & 0.015 & -0.015 & 0.746 & 0.816 & -0.015 \end{bmatrix}_{6x9} \begin{bmatrix} W_2 \\ T \\ G \\ t \\ W_{2,t-1} \\ T_{t-1} \\ P_{t-1} \\ K_{t-1} \\ Y_{t-1} \end{bmatrix}_{9x1}$$

Analizde kolaylık sağlaması açısından, yukarıdaki matrisi üç parçaya ayırabiliriz. Bu ayırımda egzojen değişkenler (X_t), gecikmeli eglojen değişkenler (X_{t-1}) ve gecikmeli endojen değişkenler (Y_{t-1}) şeklinde bir ayırım yapılabilir. Yani:

$$y'_t = \pi'_1 X'_t + \pi'_2 X'_{t-1} + \pi'_3 y'_{t-1}$$

$$\begin{bmatrix} C \\ I \\ W_1 \\ Y \\ P \\ K \end{bmatrix} = \overbrace{\begin{bmatrix} 0.666 & -0.188 & 0.671 & 0.155 \\ -0.052 & -0.296 & 0.259 & -0.012 \\ -0.162 & -0.204 & 0.831 & 0.195 \\ 0.614 & -1.484 & 1.930 & 0.143 \\ -0.224 & -1.281 & 1.119 & -0.052 \\ -0.052 & -0.296 & 0.259 & -0.012 \end{bmatrix}}^{\pi_1} \begin{bmatrix} W_2 \\ T \\ G \\ t \end{bmatrix} + \overbrace{\begin{bmatrix} -0.189 & 0.189 \\ 0.015 & -0.015 \\ -0.237 & 0.237 \\ -0.174 & 0.174 \\ 0.063 & -0.063 \\ 0.015 & -0.015 \end{bmatrix}}^{\pi_2} \begin{bmatrix} W_{2,t-1} \\ T_{t-1} \end{bmatrix}$$

$$+ \overbrace{\begin{bmatrix} 0.743 & -0.098 & 0.189 \\ 0.746 & -0.746 & -0.015 \\ 0.626 & -0.119 & 0.237 \\ 1.489 & -0.283 & 0.174 \\ 0.863 & -0.164 & -0.063 \\ 0.746 & 0.816 & -0.015 \end{bmatrix}}^{\pi_3} \begin{bmatrix} P_{t-1} \\ K_{t-1} \\ Y_{t-1} \end{bmatrix}$$

Π matrisini bu şekilde düzenledikten sonra, bir takım sorular sormaya başlayabiliriz. İlk olarak π_1 matrisine bakalım. Örneğin kamu harcamalarının (ücret dışı), gelir üzerindeki etkisi, bir başka deyişle, kamu harcamaları çarpanı nedir? Y'ye karşılık gelen satır ve G'ye karşılık gelen sütuna bakarsak, bu değerin 1.930 olduğunu görürüz. Öte yandan, aynı şekilde vergi çarpanının'da -1.484 olduğu görülmektedir. Buna göre denk bütçe varsayımı altında, (yani G'deki 1 birimlik artışa karşın T'de de 1 birimlik artış olması) net harcama çarpanı; (1.930 - 1.484) = 0.446 olacaktır. G'deki bir birimlik bir artışın, 1.119 değerinde bir kâr çarpanına ve 0.831 değerinde bir ücret çarpanına yolaçtığını da görmekteyiz. Bu durumda denk bütçe çarpanı kâr için; -0.162 (=1.119 - 1.281) gibi negatif bir değer alırken, ücretler için, 0.607 (=0.811 - 0.204) gibi pozitif bir değer almaktadır. π_1 matrisinde yer alan katsayılar, değişikliğin gerçekleştiği dönemdeki etkileri gösterdikleri için, **impact çarpanı** olarak adlandırılmaktadır.

Bu durum, bir egzojen değişkenin, sadece aynı dönem içerisindeki etkisini ifade ettiğinden, toplam etkiyi göstermemektedir. Oysa daha önce de belirtildiği gibi modelimiz dinamiktir. Bu yüzden endojen değişkenlerdeki bir değişim, zaman içerisinde devam edecektir. Bu nedenle dinamik çarpanları elde etmemiz gerekecektir. Uzun dönem dinamik çarpanları; elde etmemiz. gerekecektir. Uzun dönem dinamik çarpanları; esas eşitlikte, y_{t-1}, y_{t-2},...... eşitliklerini yerine koyarak elde edebiliriz. Böylece her bir endojen değişkeni, tam olarak egzojen değişkenlere dayanarak, açıklamış oluruz. Bu durum modelin **final formu** olarak adlandırılmaktadır. Yani,

$$y'_t = \pi_1 X'_t + \pi_2 X'_{t-1} + \pi_3 y'_{t-1} + v'_t$$

$$y'_t = \pi_1 X'_t + \pi_2 X'_{t-1} + \pi_3 \left\{ \pi_1 X'_{t-1} + \pi_2 X'_{t-2} + y'_{t-2} + \pi_3 \left[\pi_1 X'_{t-2} + \pi_2 X'_{t-3} + y'_{t-3} + \pi_3 (\ldots\ldots) \right] \right\} + v'_t$$

$$y'_t = \pi_1 X'_t + (\pi_2 + \pi_3 \pi_2) X'_{t-1} + \pi_3 (\pi_2 + \pi_3 \pi_2) X'_{t-2} + \pi_3^2 (\pi_2 + \pi_3 \pi_2) X'_{t-3} + \ldots\ldots$$

$$y'_t = \pi_1 X'_t + \sum_{i=1}^{\infty} \pi_3^{i-1} (\pi_2 + \pi_3 \pi_2) X'_{t-i} + \sum_{i=0}^{\infty} \pi_3^{i} v'_{t-i}$$

Yukarıda verilen en son eşitliğe göre, X_t'de meydana gelen bir değişimin etkisi, uzun döneme yayılmıştır. Örneğin, X_t'lerden birinde meydana gelen bir birimlik artışın, 5 yıl içerisindeki etkisini ölçmek istersek, π_1'deki ilk beş terimi ve X_{t-i}'deki ilk dört terimi değerlendirmemiz gerekir. Buradan ilgilenmemiz gereken nokta, eğer π_3^{i-1} matrisi, convergent (yakınsak) bir matris ise, ortaya çıkacak olan uzun dönem çarpanlarıdır. Yani ele alınan dinamik süreç, devresel değilse ve belirli lag sürecinden sonra değişmiyorsa, bu dinamik süreç convergent olarak kabul edilebilir. Buna göre, şayet π_3^{i-1} convergent ise, uzun dönem denge eşitliğini :

$$y'_t = \left[\pi_1 + (I - \pi_3)^{-1} + (\pi_2 + \pi_3 \pi_1) \right] X'_t$$

olarak yazabiliriz. Bu eşitlik bize, X_t'lerin, Y_t üzerindeki uzun dönemdeki etkilerini verir. Buna göre, Klein Modeli için hesaplanan uzun dönem çarpanları, aşağıdaki gibidir.

$$\begin{bmatrix} C \\ I \\ W_1 \\ Y \\ P \\ K \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.536 & -0.569 & 1.323 & 0.002 \\ 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\ -0.271 & -0.333 & 1.138 & 0.001 \\ 0.536 & -1.569 & 2.323 & 0.017 \\ -0.192 & -1.237 & 0.965 & 0.000 \\ -1.024 & -6.564 & 5.123 & 0.030 \end{bmatrix}$$

Bu çarpanlara göre, kamu harcamalarına ait gelir çarpanı; 2.323 olmaktadır. Öte yandan buna ilişkin denk bütçe çarpanıysa; 0.754 (=2.323 - 1.569) olmaktadır. Dikkat edilirse yatırım için hesaplanan uzun dönem çarpanları; 0.000'a eşittir. Çünkü uzun dönemde, denge durumunda sermaye değişmemektedir. Bu yüzden yeni net yatırıma gerek yoktur. Öte yandan, kamu harcamalarının, istihdam üzerinde (W_1) yarattığı çarpan; 1.358 dir. Denk bütçe durumunda çarpan; birime yakındır (1.358 - 0.333 = 1.025). Aynı şekilde kısa dönem durumunda olduğu gibi, kâr için bu çarpan yine negatif olmaktadır (0.965 - 1.237).

Bu anlatılanlar ışığında, indirgenmiş formdan, impact çarpanlarını, final formdan da dinamik çarpanları elde edebiliriz.

ARAŞTIRMA VERİLERİ ve YARARLANILAN KAYNAKLAR

ARAŞTIRMA VERİLERİ

TIME SERIES DATA ON THE VARIABLES OF KLEIN'S MODEL I*

YEAR	Co	P	W1	W2	I	K	Y	G	T
1920	39.8	12.7	28.8	2.2	2.7	182.8	44.9	2.4	3.4
1921	41.9	12.4	25.5	2.7	-0.2	182.6	45.6	3.9	7.7
1922	45.0	16.9	29.3	2.9	1.9	184.5	50.1	3.2	3.9
1923	49.2	18.4	34.1	2.9	5.2	189.4	57.2	2.8	4.7
1924	50.6	19.4	33.9	3.1	3.0	192.7	57.1	3.5	3.8
1925	52.6	20.1	35.4	3.2	5.1	197.8	61.0	3.3	5.5
1926	55.1	19.6	37.4	3.3	5.6	203.7	64.0	3.3	7.0
1927	56.2	19.8	37.9	3.6	4.2	207.6	64.4	4.0	6.7
1928	57.3	21.1	39.2	3.7	3.0	210.6	64.5	4.2	4.2
1929	57.8	21.7	41.3	4.0	5.1	215.7	67.0	4.1	4.0
1930	55.0	15.6	37.9	4.2	1.0	216.7	61.2	5.2	5.7
1931	50.9	11.4	34.5	4.8	-3.4	213.3	53.4	.5.9	7.5
1932	45.6	7.0	29.0	5.3	-6.2	207.1	44.3	4.9	8.3
1933	46.5	11.2	28.5	5.6	-5.1	202.0	45.1	3.7	5.4
1934	48.7	12.3	30.6	6.0	-3.0	199.0	49.7	4.0	6.8

1935	51.3	14.0	33.2	6.1	-1.3	197.7	54.4	4.4	7.2
1936	57.7	17.6	36.8	7.4	2.1	199.8	62.7	2.9	8.3
1937	58.7	17.3	41.0	6.7	2.0	201.8	65.0	4.3	6.7
1938	57.5	15.3	38.2	7.7	-1.9	199.9	60.9	5.3	7.4
1939	61.6	19.0	41.6	7.8	1.3	201.2	69.5	6.6	8.9
1940	65.0	21.1	45.0	8.0	3.3	204.5	75.7	7.4	9.6
1941	69.7	23.5	53.3	8.5	4.9	206.0	88.4	13.8	11.6

* CITIBASE Data Corp., maintained by CITICORP Info Service

YARARLANILAN KAYNAKLAR

Carl F. CHRIST : **Econametric Models and Methods,** John Willey and Sons, Inc, New York, N.Y., 1968.

Byron D.EASTMAN : **Interpreting Mathematical Economics and Econometrics** St. Martin's Press, Inc, New York, N.Y., 1986.

Zvi GRILICHES-Michael D.INTRILIGATOR (Eds) : **Handbook of Econometrics,** Volume I, Nort-Holland Publishing Co., Amsterdam, 1983.

Jerry A.HAUSMAN : **Specification and Estimation of Simultaneous Equation Models»** in HANDBOOK of ECONOMETRICS, Colume I, pp. 391-448.

Michael D.INTRILIGATOR: **«Economic and Econometric Models»** in HANDBOOK of ECONOMETRICS, Volume I, pp. 181-221.

Peter KENNEDY : **A Guide to Econometrics,** 2nd Ed., The M.I.T. Press, Cambridge, Mass., 1989.

Edwin KUH-Richard L. SCHMANLANSEE : **An Introduction to Applied Macroeconomics,** Nort-Holland Publishing Co., Amsterdam, 1980.

David G. MAYES : **Applications of Econometrics,** Printice/Hall International, Englewood Cliffs, N.J., 1989.

Robert S. PINDYCK-Daniel F. RUBINFELD: **Econometric Models and Economic Forecast,** 3rd Ed., Mc Graw Hill Book Company, New York, N. Y., 1984.

Ronald J. WONNACOTT-Thomas H. WONNACOTT : **Econometrics,** John Willey and Sons, Inc, New York, N. Y., 1978.