

ÇOKLU DOGRUSAL BAĞLANTININ TESPİT METODLARI VE TÜRKİYE İÇİN ENFLASYON UYGULAMASI

Ercan BALDEMİR (*)

ÖZET

Bu çalışmada bağımsız değişkenler arasındaki Çoklu Doğrusal Bağlantının Tespit yöntemleri ele alınmış ve bir uygulama ile test edilmeye çalışılmıştır.

Ayrıca Çoklu Doğrusal Bağlantıya sahip bir modelde:

-Regresyon Katsayılarının değerlerinin belirsiz olması

-Regresyon Katasayılarının Varyanslarının ve dolayısıyle Güven Aralıklarının büyümesi

-Hesaplanan t değerlerinin küçülmesi

- R^2 'nin olduğundan fazla büyümesi

- b_j tahmincileri ve standart hatalarının, verilerdeki küçük değişikliklerden önemli ölçüde etkilenmeleri gibi problemlerin ortaya çıktığı görülebilmektedir.

Çalışmada, bir modelin Çoklu Doğrusal Bağlantıya sahip olup olmadığını belirleyebilmek için geliştirilen;

-Frisch 'in Kavşak Çözümlemesine Dayalı Bir Yöntem

-Yardımcı Regresyonlar Kriteri

-Maksimum-Minimum Has Değerler ve Şartlı İndeks Kriteri

-Farrar-Glauber Çoklu Doğrusal Bağlantı Denemesi

gibi çeşitli metodlar ele alınmış ve Türkiye enflasyonu üzerine bir uygulama yapılarak sonuçlar değerlendirilmiştir.

1. "GİRİŞ

En küçük kareler yönteminin temel varsayımlarından biri olan bağımsız değişkenler arasında ilişki olmaması halinin ($r_{xixj} = 0$) ihlal edilmesi Çoklu Doğrusal Bağlantı kavramını ortaya çıkarmaktadır. Bu kavram ekonometrinin gelişiminin ilk aşamalarında Frisch (1934) tarafından literatüre kazandırılmıştır. (M. Atalay 1984, s. 97) Her ne kadar rastlanması çok güç olsalı bile Çoklu Doğrusal Bağlantının tam olması durumu, yani $r_{xixj} = 1$, çok

(*) Dr. D.E. Ü., İ.I.B.F., Ekonometri Bölümü

ciddi problemler ortaya çıkarmaktadır. Bu problemler ise, katsayı tahminlerinin belirsizliği ve bunlara ait standart hataların sonsuz olmasıdır (M. Güneş-E. Baldemir; 1992, s. 228). Asıl problem veya sıkça karşılaşılan Çoklu Doğrusal Bağlantı tipi, derecesi yüksek olan, yani bağımsız değişkenler arasındaki korelasyonun bire yakın olduğu durumlardır. Bu durumda da Çoklu Doğrusal Bağlantılı bağımsız değişkenlerin b_j katsayılarının standart hataları oldukça büyük olacaktır. Dolayısıyla yüksek dereceli bir Çoklu Doğrusal Bağlantının varlığı, regresyon katsayılarının tahminin tamamıyla kesin veya güvenilir olmasına sonucunu doğuracaktır.

Bununla beraber bir regresyon modelinde Çoklu Doğrusal Bağlantının pratikte ortaya çıkardığı sakıncaları şöyle sıralanabilir.

1. Regresyon katsayılarının değerlerinin belirsiz olması
2. Regresyon katsayılarının varyanslarının ve dolayısıyla güven aralıklarının büyümesi;
3. Kritik oran hesaplanan t değerinin küçülmesi
4. R^2 nin olduğundan fazla büyümesi
5. b_j tahminleri ve standart hatalarının verilerdeki küçük değişikliklerden önemli ölçüde etkilenmesi (Ş. Akkaya-V. Pazarlıoğlu; s. 303).

2. ÇOKLU DOĞRUSAL BAĞLANTININ VARLIĞINI ARAŞTIRMA YÖNTEMLERİ

Çoklu Doğrusal Bağlantının etkilerinin önemi, bağımsız değişkenler arasındaki kısmi korelasyon derecelerine $r_{x_i x_j}$ olduğu kadar genel korelasyon katsayısına da ($R_y, x_1, x_2, \dots, x_k$) bağlıdır. Dolayısıyla Çoklu Doğrusal Bağlantı araştırmalarında R^2 nin de dikkate alınması gerektiği düşünülmelidir. Her ne kadar bu kriterler Çoklu Doğrusal Bağlantının birer göstergesi olsalarda bunların herbirinin tek başına bir göstergе olduğunu söylemek doğru değildir. Bunun nedenlerini Koutsoyiannis şu şekilde sıralar: (Koutsoyiannis s. 242):

1. Büyük standart hatalar her zaman Çoklu Doğrusal Bağlantı ile birlikte görülmez. Bununla beraber büyük standart hatalar yalnızca açıklayıcı değişkenler arasındaki Çoklu Doğrusal Bağlantı nedeniyle değil, çeşitli nedenlerle ortaya çıkabilir.
2. b_j değerlerinin ve standart hatalarının kötü etkilenmesi için açıklayıcı değişkenlerin çoklu doğrusallığının yüksek olması da gerekmek. Yani, $r_{x_i x_j}$ kendi başına yeterli bir göstergе değildir.
3. Genel R^2 ($r_{x_i x_j}$ lere göre) yüksek olsa bile, sonuçlar yine de büyük ölçüde kesinlikten uzak ve anlamsız çıkabilir.

Buradan çıkarılacak sonuçta şudur ki, Çoklu Doğrusal Bağlantının varlığını anlayabilmek için bu bahsedilen göstergelerin birleşimlerini kullanmak gerekmektedir. Dolayısıyla bir regresyon modelinde Çoklu Doğrusal Bağlantı olup olmadığını anlamak için bir takım metodlar geliştirilmiştir.

3. BİR MODELDE ÇOKLU DOĞRUSAL BAĞLANTININ VARLIĞININ TESPİT EDİLMESİ

Çoklu Doğrusal Bağlantı, stokastik olmadığı kabul edilen bağımsız değişkenler arasında ilişki olması şartını ifade ettiğinden, anakütle ile değilde, örnek ile ilgili bir özellikleir. Bu sebepten Çoklu Doğrusal Bağlantı test edilmemeekte, sadece belli bir örnekten hareketle derecesi ölçülebilmektedir. İşte Çoklu Doğrusal Bağlantının bir örneği ilgilendirmesi ve örneğinde sosyal bilimlerin deneysel olmayan verilerine dayanması sebebiyle, uygulamalarda Çoklu Doğrusal Bağlantının varlığının veya derecesinin araştırılmasında tek bir yöntem olmayıp, bir çok yöntem vardır.

Bilindiği gibi bir modelde eğer R^2 değeri yüksek ise bij regresyon katsayılarının topluca F testi genelde olumlu sonuç vermektedir, topluca sıfırdan farklı olduklarını göstermektedir. Ancak bu modelde F testi anlamlı olmasına rağmen eğer katsayıların ayrı ayrı t testleri anlamsız çıkıyorsa ve az olumlu ise bu modelde Çoklu Doğrusal Bağlantının bulunduğu kanaatine varmak mümkündür.

Bağımsız değişkenler arasında ikişerli kuvvetli ilişki bulunması da Çoklu Doğrusal Bağlantının varlığının işaretidir. Gerçekten de çoklu bir modelde iki bağımsız değişken arasındaki ilişkinin derecesini gösteren korelasyon katsayısı 0.80 den büyük değerli ise Çoklu Doğrusal Bağlantı önemli bir problem arzeder. Fakat bu kriter yeterli bir kriter değildir. Zira bazen bağımsız değişkenler arasında ikişerli zayıf ilişki olması halinde de Çoklu Doğrusal Bağlantı problemi ile karşılaşılabilmektedir. Bu sebepten bu ikinci kriterin sadece iki bağımsız değişkenli modellerde kullanılması sakıncalı olmaktadır. Bu son durumda "Kısmi Korelasyon Katsayıları" kriteri kullanılmaktadır. Bu kriter söyledir: Y ile X_2 , X_3 , X_4 arasındaki regresyonu ele alalım. Burada Y ile bağımsız değişkenler arasında çoklu belirlilik katsayısı R^2 çok yüksek iken $r_{12.34}$, $r_{13.24}$ ve $r_{14.23}$ kısmi Korelasyon katsayılarının değerleri düşükse, X_2 , X_3 , ve X_4 değişkenlerinin aralarında kuvvetli ilişki olduğu sonucuna varılabilir; bu durumda en azından X lerden birinin gereksiz olduğu modelden çıkarılması lazımlığıne karar verilir. Fakat R^2 yüksek değerli ve kısmi korelasyon katsayıları da yüksek değerli ise, Çoklu Doğrusal Bağlantının varlığına rahatça karar verilemez. Çoklu Doğrusal Bağlantının araştırılmasında üç boyut vardır (M. Atalay, 1984, s. 98). Bunlar Çoklu Doğrusal Bağlantının varlığının belirlenmesi, şiddetinin saptanması ve bir veri kümesindeki yerleşimi formunun tesbitidir. Bir modeldeki Çoklu Doğrusal Bağlantının varlığını araştırmada kullanılan yöntemlerden birkaçı aşağıdaki gibidir.

4. BİR MODELDE ÇOKLU DOĞRUSAL BAĞLANTININ TESBİT YÖNTEMLERİ:

4.1. Frisch' in Kavşak Çözümlemesine Dayalı Bir Yöntem

Bu yöntemde izlenecek adımlar şöyledir.

Bağımlı değişkenin, açıklayıcı değişkenlerden herbiriyle ayrı ayrı regresyonu yapılır ve başlangıç regresyonları elde edilir. Bu başlangıç regresyonlarından sevgisel olarak veya istatistik ölçütlere göre en inandırıcı olanı seçilir ve sonra öteki değişkenler kademe kademe modele ilave edilir. Her ilave edilen değişkenden sonra, bu değişkenin, tek tek katsayıları, katsayıların standart hataları ve genel R^2 üzerindeki etkileri incelenir. Burada elde edilen sonuçlarla da;

- Eğer ilave değişken, katsayıları anlamsız yapmıyor ve R^2 yi de yükseltiyorsa faydalı kabul edilir ve modele alınır.
- Eğer ilave değişken, katsayıları etkilemiyor ve R^2 yi de yükseltmiyor ise gereksiz sayılır ve modele alınmaz.
- Eğer yeni değişken, katsayılarının işaretlerini yada değerlerini önemli ölçüde etkiliyorsa, zararlı sayılır. Eğer tek tek katsayılar, sevgisel ve teorik nedenlerle kabul edilemez hale geliyorsa, bu Çoklu Doğrusal Bağlantının bir işaret olarak kabul edilebilir.

İlave değişken aslında önemli olmasına rağmen diğer açıklayıcı değişkenlerle olan ilişkisinden dolayı, basit EKK kullanılarak istatistik bakımdan ölçülemez. Bu zararlı değişkenin reddedildiği anlamına gelmez. Eğer reddedilirse, ilişkinin gerçek biçimine yaklaşmada çok değerli bir bilgi gözardı edilebilir. Bu durumda bu değişkenin etkisini dikkate alabilmek için herhangi bir Çoklu Doğrusal Bağlantı çözüm yöntemi kullanılabilir. Eğer öteki katsayılar üzerinde olumsuz etkisinden dolayı zararlı değişken dışlanırsa, bunun etkisinin öteki katsayırlara sızdiği ve denklemde bırakılmış değişkenlerle ilişkili olabilen rassal terime yükleneceği, bunun sonucunda, $E(U_i X_i \neq 0)$ olacağından ilgili varsayımin da çiğnenmiş olacağı unutulmamalıdır.

4.2. Yardımcı Regresyonlar Kriteri

Bu yöntemde hangi bağımsız değişkenin hangi bağımsız değişkenle ilişkili olduğunu anlamak için, her bağımsız değişkenle diğer bağımsız değişkenlerin aralarındaki doğrusal regresyon araştırılır ve çoklu belirlilik katsayısı (R^2) hesaplanır. Bu R^2, R_i^2 ile gösterilir. Bu regresyonlardan herbirine yardımcı regresyon denilmektedir. R_i^2 ler hesaplandıktan sonra aşağıdaki F_i oranı ile yardımcı regresyonların anlamlılığı test edilir.

$f_1 = k-2$ ve $f_2 = n-k+1$ serbestlik derecelerinde belli bir anlamlılık seviyesi α ya göre bulunacak F_{tab} değeri ile bu F_{hes} oranı mukayese edilir. Eğer $F_{hes} > F_{tab}$ ise, X_i ile diğer X' ler arasında Çoklu Doğrusal Bağlantının varlığına, aksi halde ise olmadığına karar verilir. F_{hes} formülü ise aşağıdaki gibidir.

$$F_{hes} = \frac{\left(R^2 x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \dots x_k \right) / (k-2)}{\left(1 - R^2 x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \dots x_k \right) / (n-k+1)}$$

burada;

k = modeldeki bağımsız değişken sayısı (Sabit terim dahil)

n = örnek hacmi

$R^2 x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \dots x_k$: x_1 ile kalan X_i değişkenleri arasındaki belirlilik sayısı.

Meselâ $R^2 x_3$ ' yi bulmak için şu regresyon araştırılmalıdır.

$$X_{3i} = a_1 + a_2 X_{2i} + a_3 X_{3i} + \dots + a_k X_{ki} + e_i$$

4.3. Maksimum-Minimum Has Değerler ve Şartlı İndeks Kriteri

Bu kriter ($X'X$) matrisiyle kullanılmaktadır. Bilindiği gibi $|X'X|$ determinanı Çoklu Doğrusal Bağlantı konusunda fikir verir (Johnston, s. 296). Çoklu Doğrusal Bağlantı arttıkça ilgili determinant değeri mutlak olarak azalmaktadır; Tam Çoklu Doğrusal Bağlantı halinde determinant sıfır dahi olabilmektedir. Bu determinant değeri Çoklu Doğrusal Bağlantının derecesi hakkında tam bir fikir veremeyeceğinden, $(X'X)$ ' nin öz değerlerinden faydalanilmaktadır. En büyük öz değer $= \lambda_{\max}$ ve en küçük öz değer $= \lambda_{\min}$ olmak üzere;

$$k = \lambda_{\max} / \lambda_{\min} \text{ ve şartlı indeks, } SI = \sqrt{k} = \sqrt{\lambda_{\max} / \lambda_{\min}}$$

dır. Eğer k değeri 100 ile 1000 arasında ise orta derece, 1000' i aşarsa kuvvetli Çoklu Doğrusal Bağlantı vardır. Dolayısıyla $\sqrt{k} = SI$ değeri 10 ile 30 arasında ise orta derece, 30' dan büyük ise kuvvetli çoklu doğrusal bağlantı vardır. Şartlı indekslerin sayısı, Çoklu Doğrusallığın ortaya çıkmasında katkıda bulunulan yaklaşık bağımsızlıkların (Rawlings, 1988 s. 215) sayısını gösterir.

4.4. Farrar-Glauber Çoklu Doğrusal Bağlantı Denemesi

Bu yöntemde üç aşamalı bir istatistik test kullanılmaktadır.

Önce, birkaç açıklayıcı değişkeni olan bir fonksiyonda Çoklu Doğrusal Bağlantının varlığını ve önemini ortaya çıkaracak bir Ki-kare testi yer alır. Bu aşamada test edilen hipotez, örnekteki X' lerin dikey (ortogonal) oldukları ($r_{xixj} = 1$ ve $r_{xixj} = 0$) şeklindedir. Bunun için değişkenleri, örnek büyülüğüne ve standart sapmaya göre standartlaştmak uygun olur. Standartlaştmama, herbir X' in bütün gözlemlerin ortalamadan sapmalarının, \sqrt{n} ile X' in standart sapmasının çarpımına bölmekle gerçekleştirilir; yani j' inci değişkenin t' inci gözleminin standartlaştırılmış değeri şöyledir:

$$\frac{(x_{jt} - \bar{x}_j)}{\sqrt{n} (s_{xj})}$$

Bu işlem X' lerin çarpımlar toplamlar determinantının herbir teriminin, bu terimde yer alan değişkenlerin kareli sapmalar toplamının kareköküne bölünmesiyle eşdeğerdir. Meselâ üç değişkenli bir modelde sapmalar biçimindeki X' lerin çarpımlar-toplamlar determinantı şöyledir:

$$\begin{vmatrix} \sum X_1^2 & \sum X_1 X_2 & \sum X_1 X_3 \\ \sum X_1 X_2 & X_2^2 & \sum X_2 X_3 \\ \sum X_1 X_3 & \sum X_2 X_3 & \sum X_3^2 \end{vmatrix}$$

Bu determinantın standartlaştırılmış biçimini elde etmek için ilk terimi,

$$\left(\sqrt{\sum X_1^2} \sqrt{\sum X_1^2} \right) = \left(\sqrt{\sum X_1^2} \right)^2 \text{ ile ikinci terimi } \left(\sqrt{\sum X_1^2} \sqrt{\sum X_2^2} \right)$$

ile; genel olarak da $\sum x_i x_j$ terimi $\left(\sqrt{\sum X_i^2} \cdot \sqrt{\sum X_j^2} \right)$ ile bölmek gereklidir.

Üç değişkenli model için standartlaştırılmış determinant şöyledir:

$$\begin{array}{ccc}
 \frac{\Sigma x_1^2}{\left(\sqrt{\Sigma x_1^2}\right)^2} & \frac{\Sigma x_1 x_2}{\left(\sqrt{\Sigma x_1^2} \cdot \sqrt{\Sigma x_2^2}\right)} & \frac{\Sigma x_1 x_3}{\left(\sqrt{\Sigma x_1^2} \cdot \sqrt{\Sigma x_3^2}\right)} \\
 \frac{\Sigma x_1 x_2}{\left(\sqrt{\Sigma x_1^2} \cdot \sqrt{\Sigma x_2^2}\right)} & \frac{\Sigma x_2^2}{\left(\sqrt{\Sigma x_2^2}\right)^2} & \frac{\Sigma x_2 x_3}{\left(\sqrt{\Sigma x_2^2} \cdot \sqrt{\Sigma x_3^2}\right)} \\
 \frac{\Sigma x_1 x_3}{\left(\sqrt{\Sigma x_1^2} \cdot \sqrt{\Sigma x_3^2}\right)} & \frac{\Sigma x_2 x_3}{\left(\sqrt{\Sigma x_2^2} \cdot \sqrt{\Sigma x_3^2}\right)} & \frac{\Sigma x_3^2}{\left(\sqrt{\Sigma x_3^2}\right)^2}
 \end{array}$$

Bu şekilde elde edilmiş standartlaştırılmış determinanta korelasyonlar determinantı denir. Üç değişkenli durum için bu determinant;

$$\begin{vmatrix}
 1 & r_{x_1 x_2} & r_{x_1 x_3} \\
 r_{x_1 x_2} & 1 & r_{x_2 x_3} \\
 r_{x_1 x_3} & r_{x_2 x_3} & 1
 \end{vmatrix}$$

şeklinde yazılarak ortogonalilik ve tam Çoklu Doğrusal Bağlantı gibi iki üç durum kolayca izlenebilir.

Tam Çoklu Doğrusal Bağlantı durumunda basit korelasyon katsayıları $r_{x_1 x_2}$, $r_{x_2 x_3}$ v.b. bire eşittir. Dolayısıyla standartlaştırılmış Korelasyon determinantının değeri birdir. İki değişkenli model için ;

$$r_{x_1 x_2} = \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{vmatrix} = 0$$

dir.

X' lerin dikeyliği durumunda ise her X çifti için basit korelasyon katsayıları sıfır, dolayısıyla standartlaştırılmış korelasyon determinantı bire eşittir. İki değişkenli model için ;

$$\begin{vmatrix} 1 & r_{x_1 x_2} \\ r_{x_1 x_2} & 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix} = 1$$

Buradan çıkarılacak sonuç şudur: Eğer standartlaştırılmış determinantın değeri 0 ile 1 arasında ise, fonksiyonda bir miktar Çoklu Doğrusal Bağlantı bulunmaktadır (A. Kautsayiannis 1989, s. 246). Örnekten şunuda söylemek mümkündür; dikeylikten sapma arttıkça, yani determinantın değeri sıfıra yaklaşıkça, Çoklu Doğrusal Bağlantı güçlenir, tersi durumunda ise zayıflar. Buradan hareketle Farrar-Glauber tarafından önerilen χ^2 denemesi söyledir:

H_o : X' ler ortogonaldır.

H_a : X' ler ortogonal değildir.

$$\chi_{\text{hes}}^2 \text{ değeri ise } \chi_{\text{hes}}^2 = \left[n - 1 - \frac{1}{6}(2k + 5) \right] \cdot \log e . \text{ (standartlaştırılmış determinantın değeri)}$$

formülü yardımıyla bulunarak belirlenen anlamlılık seviyesinde $1/2(k-1)$ serbestlik derecesiyle χ^2 tablo değeri karşılaştırılır. Eğer; $\chi_{\text{hes}}^2 > \chi_{\text{tab}}^2$ ise H_o hipotezi reddedilir ve dolayısıyla modelde Çoklu Doğrusal Bağlantı olduğu kabul edilmiş olur. χ_{hes}^2 değeri büyükçe, Çoklu Doğrusal Bağlantının ciddiliği artar.

İkinci olarak yapılan, Çoklu Doğrusal Bağlantının yerini belirleyecek bir F testidir. Bu test her çoklu korelasyon katsayısı için yapılır.

$$F_{\text{hes}} = \frac{\left(\left| R^2 x_1 x_i x_2 \dots x_k \right| \right) / (k-1)}{\left(\left| 1 - R^2 x_i x_1 x_2 \dots x_k \right| \right) / (n-k)}$$

formülü yardımıyla hesaplanan F_{hes} değeri $f_1 = (k-1)$ ve $f_2 = (n-k)$ serbestlik derecelerinde, belirlenen anlamlılık düzeyinde F_{tab} değeri ile karşılaştırılırak;

$$H_o : \left(R^2 x_i x_1 x_2 \dots x_k \right) = 0$$

$$H_a : \left(R^2 x_i x_1 x_2 \dots x_k \right) \neq 0$$

hipotezleri test edilir. Şayet $F_{\text{hes}}^2 > F_{\text{tab}}^2$ ise H_0 hipotezi reddedilir ve X_i değişkenin Çoklu Doğrusal Bağlantılı olduğu kabul edilir. Aksi durumda ise Çoklu Doğrusal Bağlantısız olduğuna karar verilir.

Üçüncü olarak doğrusal bağlantının kalibini belirlemek için bir t testi yapılır. Bu da Çoklu Doğrusal Bağlantıya sebep olan değişkenlerin belirlenmesini amaçlar. Bunun içinde açıklayıcı değişkenler arasındaki kısmi belirlilik katsayıları hesaplanır ve t istatistiği ile bunların anlamlılığı test edilir. Üç değişkenli model için kısmi belirlilik katsayıları şu şekilde bulunur :

$$r_{x_1 x_2 \cdot x_3}^2 = \frac{(r_{12} - r_{13} r_{23})^2}{(1 - r_{23}^2)(1 - r_{12}^2)}$$

$$r_{x_1 x_3 \cdot x_2}^2 = \frac{(r_{13} - r_{12} r_{23})^2}{(1 - r_{23}^2)(1 - r_{12}^2)}$$

$$r_{x_2 x_3 \cdot x_1}^2 = \frac{(r_{23} - r_{12} r_{13})^2}{(1 - r_{13}^2)(1 - r_{12}^2)}$$

Üçten çok açıklayıcı değişken içeren modeller için benzer formüller çıkarılabilir. Burada test edilen hipotez ise şudur :

$$H_0 : (r_{x_j x_1 x_2 \dots x_k})^2 = 0$$

$$H_a : (r_{x_j x_1 x_2 \dots x_k})^2 \neq 0$$

Bu hipotez

$$t_{\text{hes}} = \frac{(r_{x_j x_1 x_2 \dots x_k}) \sqrt{n-k}}{\sqrt{1 - r_{x_j x_1 x_2 \dots x_k}^2}}$$

formülü yardımıyla hesaplanan t_{hes} değerinin n-k serbestlik derecesinde ve belirlenmiş anlamlılık düzeyinde tabloda bulunan t_{tab} değerinin karşılaştırılmasıyla test edilir. Eğer $t_{\text{hes}} > t_{\text{tab}}$ ise X_i ve X_j arasındaki kısmî korelasyon katsayısının anlamlı olduğu yani, fonksiyondaki Çoklu Doğrusal Bağlantıdan X_i ve X_j değişkenlerinin sorumlu olduğu kabul edilir. Aksi durumda ise bu değişkenlerin Çoklu Doğrusal Bağlantıya sebep olmadığı düşünülür.

5. Türkiye'de 1975-1991 Dönemi Enflasyon ve Enflasyonu Etkileyen Faktörler İçin Çoklu Doğrusal Bağlantı Tesbit Uygulaması.

Enflasyona etki eden faktörler çok çeşitli ve çok karmaşık olmasına rağmen çalışmada aşağıdaki bağımsız değişkenlerle bağımlı değişken enflasyon arasındaki regresyonda Çoklu Doğrusal Bağlantı olup olmadığı araştırılmıştır :

Gayri Safi Milli Hasıla (GSMH), Emisyon, Merkez Bankası Kredileri (MBK), Konsolide Bütçe Harcamaları (KBH), Konsolide Bütçe Cari Harcamaları (KBCH), Konsolide Bütçe Yatırım Harcamaları (KBYH), Konsolide Bütçe Transfer Harcamaları (KBTH), İthalat, Döviz Kuru (1 ABD doları olarak) ve M_2 Para Arzı.

Analizimizde kullandığımız bu değişkenler için 1975 - 91 dönemlerine ait veriler şunlardır :

YILLAR	TEFI	GSMH	EMI	MBK	KBH	KBCH	KBYH	KBTH	IIH	IHR	DOV	M2
1975	324.7	535.8	40.9	6.0	116.3	47.9	30.3	30.2	4739	1401	14.44	146.6
1976	357.5	675.0	52.0	12.1	157.7	69.2	48.7	36.1	5129	1960	16.05	181.1
1977	413.3	872.9	77.8	17.7	240.6	79.1	78.4	68.2	5396	1753	18.00	243.5
1978	634.8	1290.7	113.6	24.1	350.6	93.7	82.6	90.0	4599	2288	24.28	328.0
1979	1111.5	2199.5	182.8	32.2	612.8	169.8	116.9	120.2	5069	2261	31.08	527.7
1980	2115.2	4435.2	278.6	59.5	1115.5	313.1	196.0	260.9	7909	2910	76.03	881.9
1981	2836.5	6553.6	386.4	109.5	1564.7	664.7	377.5	516.5	8931	4703	110.24	1637.1
1982	3613.7	8735.1	542.7	191.5	1689.6	764.6	446.7	593.4	8843	5746	160.94	2554.1
1983	4628.7	11551.9	730.5	210.0	2792.3	1187.0	561.0	780.0	9235	5728	224.03	3288.4
1984	6778.1	18374.8	972.6	683.2	4078.0	1497.0	743.0	992.0	10756	7133	364.85	5178.9
1985	9606.2	27789.4	1393.5	1466.1	4999.5	2155.7	1014.2	1829.5	11343	7958	518.34	8145.4
1986	12251.9	39309.6	1983.9	2251.8	7254.1	3046.3	1304.9	2903.0	11104	7456	669.39	12271.3
1987	17064.7	58390.0	3018.3	3862.6	11050.7	4198.9	1853.8	4998.0	14157	10190	855.69	17702.0
1988	27443.6	100154.3	4485.1	5142.1	20881.9	7034.3	3471.2	10376.4	14335	11662	1420.76	27195.2
1989	45281.4	163818.1	8365.4	6699.0	32933.4	11244.9	5287.6	16400.9	15762	11624	2120.78	49153.4
1990	67731	287254.2	14265.0	8294.4	64400.3	27461.3	9814.4	27124.7	22302	12959	2607.6	74945
1991	10199.7	454838.0	21288.0	21632..1	101265.2	45277.2	13457.8	42520.2	21038	13598	4169.8	121675

Not: Toptan Eşya Fiyat Endeksi, 1968 = 100 olarak alınmıştır.

Kaynak: Aylık İstatistik Bültenler, Maliye ve Gümrük Bakanlığı 1990 Mali Yılı Bütçe Gerekçeleri, sh.23; Merkez Bankası Bültenleri ve DPT Temel Ekonomik Göstergeleri.

Çoklu Doğrusal Bağlantı

$$(7) \text{TEFI} = 2452.45 + 2.39 (\text{KBTH}) \quad r^2 = .9948$$

S_{bi}	(.0448)	$r = .9974$
t	53.5	D.w = .5889 otokorelasyon yok

$$(8) \text{TEFI} = -32024 + 4.69 (\text{ITH}) \quad r^2 = .8040$$

S_{bi}	(.5989)	$r = .8966$
t	7.8	D.w = .8741 otokorelasyon var

$$(9) \text{TEFI} = -18558 + 5.566 (\text{IHR}) \quad r^2 = .6782$$

S_{bi}	(.9899)	$r = .8236$
t	5.623	D.w = .4335 otokorelasyon var

$$(10) \text{TEFI} = -1243 + 24.27 (\text{DOV}) \quad r^2 = .9903$$

S_{bi}	(.6202)	$r = .9951$
t	39.1	D.w = 1.1312 otokorelasyon var
(11) TEFI = 1584.9 + 0.8503 (M2)		$r^2 = .9972$
S_{bi}	(.0117)	$r = .9986$

t 72.8 D.w = 1.0435 otokorelasyon yok

Yukarıdaki modeller içerisinde (11) nolu modelin hem t değeri, hem r^2 değeri yüksek olduğu ve hem de otokorelasyon olmadığı için istatistik olara bağıncı modeli seçilmesi anlamlıdır.

(11) nolu model seçildikten sonra ilave değişkenlerin modele katkıları incelemiştir ve;

$$\text{TEFI} = 1159.87 + 0.9044 (\text{M2}) - 0.0425 (\text{MBK}) \quad R^2 = .9992$$

S_{bi}	.0114	.0073	$R = .9996$
t	79.492	-5.811	$F = 8477.231$
			$F_a = 35.088$

modelinin anlamlı olduğu görülmüştür. (11) nolu regresyona MBK değişkeni ilave edildiğinde hem t değerleri ve F değeri anlamlı olmuş ve hem de R^2 değeri artmıştır. İlave değişkenin modele alınıp alınmaması için yapılan F testinde de $F_a = 35.088$ bulunmuştur. Dolayısıyla MBK değişkeni modele alınmalıdır.

5.1. Çoklu Doğrusal Bağlantı Tesbit Yöntemleri Uygulamaları

5.1.1. Frisch'in Kavşak Çözümlemesine Dayalı Yöntem Sonuçları.

Bu yöntemle bağımlı değişken TEFI ile bağımsız değişkenlerin ayrı ayrı regresyonları yapılmış ve aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

$$(1) \text{TEFI} = 2026.6 + 0.2273 (\text{GSMH}) \quad r^2 = .9940$$

S_{bi}	(.0046)	$r = .9970$
t	49.8	D.w = .7668 otokorelasyon var

$$(2) \text{TEFI} = 1522.2 + 4.78 (\text{EMI}) \quad r^2 = .9957$$

S_{bi}	(.0814)	$r = .9978$
t	58.7	D.w = .8498 otokorelasyon var

$$(3) \text{TEFI} = 11645.1 + 0.4329 (\text{MBK}) \quad r^2 = .6268$$

S_{bi}	(.0862)	$r = .7800$
t	5.019	D.w = .8282 otokorelasyon var

$$(4) \text{TEFI} = 2559.6 + 1.0202 (\text{KBH}) \quad r^2 = .9875$$

S_{bi}	(.0297)	$r = .9937$
t	34.4	D.w = .8697 otokorelasyon var

$$(5) \text{TEFI} = 3621.6 + 2.3 (\text{KBCH}) \quad r^2 = .9669$$

S_{bi}	(.1101)	$r = .9833$
t	20.9	D.w = .8350 otokorelasyon var

$$(6) \text{TEFI} = 980.1 + 7.4 (\text{KBYH}) \quad r^2 = .9939$$

S_{bi}	(.1500)	$r = .9969$
t	49.29	D.w = 2.5 otokorelasyon var

Sonra üçüncü bir değişkenin modele etkisi araştırılmış ve;

$$\text{TEFI} = -210.58 + 0.8528 (\text{M2}) - 0.0279 (\text{MBK}) + 0.3282 (\text{IHR})$$

S_{bi} (.0101) (.0044) (.0520)

t 8407.38 -6.303 6.307

$$R^2 = .9998$$

$$R = .9999$$

$$F = 21317.9$$

$$F_a = 39$$

modeli bulunmuştur. Sonraki adımlarda sırasıyla bulunan modeller aşağıdaki gibidir;

$$\text{TEFI} = -297.1369 + 0.6820 (\text{M2}) - 0.0236(\text{MBK}) + 0.3897(\text{IHR}) + 0.4493 (\text{KBTH})$$

S_{bi} (.0693) (.0041) (.0505) (.1810)

t 9.838 -5.730 7.714 2.483

$$R^2 = .9999$$

$$R = .9999$$

$$F = 22339.652$$

$$F_a = 11$$

$$\text{TEFI} = -133 + 0.6345(\text{M2}) - 0.0236(\text{MBK}) + 0.3151(\text{IHR}) + 0.4598(\text{KBTH}) + 1.4822(\text{DOV})$$

S_{bi} (.0765) (.0040) (.0752) (.1760) (.11308)

t 8.295 -5.892 .192 2.613 1.311

$$R^2 = .9999$$

$$R = .9999$$

$$F = 18941.609$$

Bu aşamadan sonra ilave edilen diğer değişkenler ise t değerlerini bozmakta ve do-
layısıyla bu değişkenlerde Çoklu Doğrusal Bağlantı olduğu ortaya çıkmaktadır. Son
modele kadar bütün modellerde ilave değişken anlamlılık testi olan F_a değerleri an-
lamlı çıkmıştır.

5.1.2. Yardımcı Regresyonlar Kriterlerinin Sonuçları

Bu yöntemle elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir.

Bağımlı Değişken	F_{hes}	$F_{tab} (\alpha = 0.05)$	Karar
GSMH	78539.768	4.77	ÇDB. var
EMI	40095.664	4.77	ÇDB. var
MBK	366.6	4.77	ÇDB. var
KBH	27489.032	4.77	ÇDB. var
KBCH	16548.413	4.77	ÇDB. var
KBYH	19001.663	4.77	ÇDB. var
KBTH	14802.298	4.77	ÇDB. var
ITH	64.787	4.77	ÇDB. var
IHR	67.776	4.77	ÇDB. var
DOV	6634.981	4.77	ÇDB. var
M2	63060.353	4.77	ÇDB. var

Görüldüğü gibi bütün değişkenlerin birbirleriyle Çoklu Doğrusal Bağlantılı oldukları ortaya çıkmıştır.

5.1.3. Maksimum - Minimum Has Değerler ve Şartlı İndeks Kriteri Sonuçları

Değişkenlere ait $|X'X|$ determinantının özdeğerleri aşağıdaki gibi bulunmaktadır.

1.0e + 011
0.0000
0.0000
0.0000
0.000
0.000
0.000
0.0001
0.0001
0.0010
0.0114
0.0243
4.0139

Bu özdeğerler içinde en büyük olanı $\lambda_{max} = 1.0e + 011$ ve en küçük olanı $\lambda_{min} = 0.0000$ değerleri Ş.l. formülünde yerine konursa;

$$S.I = \sqrt{k} = \sqrt{1.0e + 011 / 0.0000} = \infty$$

bulunur ki; bu da değişkenler arasında çok kuvvetli bir Çoklu Doğrusal Bağlantı olduğunu gösterir. Zaten, korelasyon matrisinin determinant değeri 9.6403 e- 019 gibi sıfıra çok yakın bir değer bulunmuştur.

5.1.4. Farrar - Glauber Çoklu Doğrusal Bağlantı Denemesi Sonuçları:

Bu yöntemde ilk olarak modelde Çoklu Doğrusal Bağlantı olup olmadığıının araştırılması χ^2 testi ile yapılır;

H_0 : X 'ler ortogonaldır.

H_a : X 'ler ortogonal değildir.

$$\chi_{\text{hes}}^2 = - [17 - 1 - \frac{1}{6} (2.12 + 5)] \cdot (-41.4832)$$

$$= 463.23$$

$\alpha = 0.05$ güvenle $\chi^2_{\text{tab}} = 43.2752$ dir.

$\chi^2_{\text{hes}} > \chi^2_{\text{tab}}$ olduğu için H_0 reddedilir ve değişkenler arasında ciddi bir Çoklu Doğrusal Bağlantı olduğu kabul edilir.

İkinci olarak Çoklu Doğrusal Bağlantının yerini belirlemek üzere yapılan F testinde elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir;

$H_0 : R^2 x_i x_1 x_2 \dots x_k = 0$

$H_a : R^2 x_i x_1 x_2 \dots x_k \neq 0$

Bağımlı Değişken	F_{hes}	$F_{\text{tab}} (\alpha = 0.05)$	Karar	GSMH	Çok. Doğ. Bağ.
GSMH	78539.768	4.77	H_0 RED	GSMH	" " "
EMI	40095.664	4.77	H_0 RED	EMI	" " "
MBK	366.6	4.77	H_0 RED	MBK	" " "
KBH	27489.032	4.77	H_0 RED	KBH	" " "
KBCH	16548.413	4.77	H_0 RED	KBCH	" " "
KBYH	19001.668	4.77	H_0 RED	KBYH	" " "
KBTH	14802.298	4.77	H_0 RED	KBTH	" " "
ITH	64.787	4.77	H_0 RED	ITH	" " "
IHR	67.776	4.77	H_0 RED	IHR	" " "
DOV	6634.981	4.77	H_0 RED	DOV	" " "
M2	63060.853	4.77	H_0 RED	M2	" " "

Üçüncü olarak Çoklu Doğrusal Bağlantının kalibini, yani Çoklu Doğrusal Bağlantıya sebep olan değişkenlerin belirlenmesi için yapılan t testi sonuçları aşağıdaki gibidir;

<u>Değişkenler</u>	<u>t_{thes}</u>	<u>t_{tab}</u>	<u>Karar</u>
GSMH - EMI	-.022	2.447	ÇDB yok
GSMH - MBK	-1.842	2.447	ÇDB yok
GSMH - KBH	1.042	2.447	ÇDB yok
GSMH - KBCH	2.687	2.447	ÇDB var
GSMH - KBYH	-1.113	2.447	ÇDB yok
GSMH - KBTH	2.072	2.447	ÇDB yok
GSMH - ITH	.483	2.447	ÇDB yok
GSMH - IHR	.093	2.447	ÇDB yok
GSMH - DOV	1.089	2.447	ÇDB yok
GSMH - M2	.782	2.447	ÇDB yok
EMI - MBK	-.463	2.447	ÇDB yok
EMI - KBH	1.865	2.447	ÇDB yok
EMI - KBCH	-1.246	2.447	ÇDB yok
EMI - KBYH	1.192	2.447	ÇDB yok
EMI - KBTH	-1.725	2.447	ÇDB yok
EMI - ITH	.625	2.447	ÇDB yok
EMI - IHR	.520	2.447	ÇDB yok
EMI - DOV	-3.784	2.447	ÇDB var
EMI - M2	7.126	2.447	ÇDB var
MBK - KBH	1.658	2.447	ÇDB yok
MBK - KBCH	1.755	2.447	ÇDB yok
MBK - KBYH	-2.952	2.447	ÇDB var
MBK - KBTH	1.342	2.447	ÇDB yok
MBK - ITH	.126	2.447	ÇDB yok
MBK - IHR	1.002	2.447	ÇDB yok
MBK - DOV	.536	2.447	ÇDB yok
MBK - M2	.840	2.447	ÇDB yok
KBH - KBCH	.391	2.447	ÇDB yok
KBH - KBYH	.446	2.447	ÇDB yok
KBH - KBTH	.610	2.447	ÇDB yok
KBH - ITH	-.213	2.447	ÇDB yok
KBH - IHR	-1.023	2.447	ÇDB yok
KBH - DOV	.936	2.447	ÇDB yok
KBH - M2	-2.354	2.447	ÇDB yok
KBCH - KBYH	2.313	2.447	ÇDB yok
KBCH - KBTH	-7.085	2.447	ÇDB var
KBCH - ITH	-.168	2.447	ÇDB yok
KBCH - IHR	.170	2.447	ÇDB var
KBCH - DOV	-3.120	2.447	ÇDB yok

KBCH - M2	.603	2.447	ÇDB yok
KBYH - KBTH	2.538	2.447	ÇDB yok
KBYH - ITH	-.157	2.447	ÇDB var
KBYH - IHR	.593	2.447	ÇDB yok
KBYH - DOV	2.053	2.447	ÇDB yok
KBYH - M2	-.820	2.447	ÇDB yok
KBTH - ITH	-.236	2.447	ÇDB yok
KBTH - IHR	.132	2.447	ÇDB yok
KBTH - DOV	-3.204	2.447	ÇDB var
KBTH - M2	.994	2.447	ÇDB yok
ITH - IHR	2.174	2.447	ÇDB yok
ITH - DOV	.147	2.447	ÇDB yok
ITH - M2	-.676	2.447	ÇDB yok
IHR - DOV	.805	2.447	ÇDB yok
IHR - M2	-.660	2.447	ÇDB yok
DOV - M2	2.476	2.447	ÇDB var

Tablodan görüldüğü gibi; GSMH ile KBCH, EMI ile DOV, EMI ile M2, MBK ile KBYH, KBCH ile KBTH, KBCH ile DOV, KBYH ile KBTH, KBTH ile DOV ve DOV ile M2 değişkenleri modeldeki Çoklu Doğrusal Bağlılıktan sorumludurlar.

SONUÇ

Çalışmamızın akış sırası içinde yer alan birinci adım da yazılan Frisch'in Kavşak Çözümlemesine Dayalı Yöntem'de bağımlı değişken ile bağımsız değişkenlerin ayrı ayrı regresyonları alınarak istatistik olarak en anlamlı model başlangıç modeli seçilmiş ve buna ilaveler yapılarak ilave edilen değişkenin modele etkisi incelenmiştir. Bu yöntemle istatistik olarak anlamlı bir model bulunmuştur. Bu modelde yer alan değişkenler M2, MBK, IHR, KBTH, DOV değişkenleridir.

İkinçi adımda yardımcı Regresyonlar Kriteri kullanılmış ve bağımsız değişkenlerin her biriyle diğerleri arasındaki regresyonlar yapılip R^2 değerleri bulunmuş ve anlamlılıkları F testi ile her bir regresyon ayrı ayrı test edilerek bütün değişkenler arasında çoklu Doğrusal Bağlantı olduğu görülmüştür.

Üçüncü adımda Maksimum - Minimum Has Değerler ve Şartlı İndeks Kriteri kullanılmış, $Ix'xI$ determinantının özdeğerleri bulunup Çoklu Doğrusal Bağlantı olup olmadığı araştırılmış ve çok yüksek bir Çoklu Doğrusal Bağlantı olduğu tesbit edilmiştir.

Son olarak ta dördüncü adımda Farrar - Glauber Çoklu Doğrusal Bağlantı

Denemesi yapılmıştır. Bundan önce bulunan korelasyonlar determinantı ile bir χ^2 testi, sonra bağımsız değişkenlerin birbirleriyle ayrı ayrı regresyonlarında elde edilen F değerleri karşılaştırılmış ve daha sonra da hangi değişkenlerin Çoklu Doğrusal Bağlantıya neden oldukları bulunması için yapılan t testi sonucunda da bu değişkenler GSMH ile KBCH, EMI ile DOV, EMI ile M2, MBK ile KBYH, KBCH ile KBTH, KBCH ile DOV, KBYH ile KBTH, KBTH ile DOV ve DOV ile M2 arasında Çoklu Doğrusal Bağlantı olduğu görülmüştür.

Bütün bu denemeler ve testler sonucunda açık olarak ortaya çıkan nokta ise ele aldığımız enflasyon modelimizde bağımsız değişkenler arasında kuvvetli bir Çoklu Doğrusal Bağlantı olduğunu söyleyebilir. Bu nedenle bu zaman serisi verilerine dayanan analizlerin sonuçlarının yorumlanması çok dikkatli olunması gerekliliği söylenebilir.

Bu çalışmamızda Matlab ve Microsta paket programları (ÜÇDOĞRUK Şenay; PAZARLIOĞLU Vedat. MICROSTA, D.E.Ü İ.I.B.F. Teksir Yayınları, 1992, İzmir) kullanılmıştır.

ABSTRACT

In this paper we tried to test the multicollineraty between independent variables by using some definite methots of multicallinerenty.

In a model, which has multicallinereaty, we can see some problems like, coefficients with big variances, t statistics with low values, R^2 which is more than it must be, and indefinite values of coefficients.

In this parer, to define whether a model has multicollinereaty or not, we used, an helging method based on the method of Frisch's confluence analysis, auxiliary regression criterion, conditional index criterion and the method of Farrar-Glouber partial correlation test.

These methods had been applied on Turkish inflation and tested the results.

KAYNAKÇA

AKALIN, Sedat; **Elementer Ekonometri**, E.Ü Basımevi, İzmir - 1971.

AKKAYA, Şahin-PAZARLIOĞLU M.Vedat; **Ekonometri I**, İzmir - 1995

AKKAYA, Şahin ve HASGÜR, İbrahim İlhan; **Uygulamalı İstatistik**, Akılselim Matbaası, 1989, İzmir.

ALKİN, Erdoğan; **İktisadi Analiz**, Anadolu Ünv., A.Ö.F. Ünite 18, Eskişehir - 1986

ATALAY, Mansur; "Çoklu Doğrusal Bağlantının Ölçülmesi Sorunu", E.Ü.

I.I.B.F. Dergisi, Sayı:6, Kasım 1984, Kayseri.

BALDEMİR, Ercan; Econometrics analysis of the Factors Which Affect Inflation, Hamburg, 1990.

FRISCH, R.; Statistical Confluence Analysis by Means of Complete Regression Systems, Oslo, 1934.

GÜNEŞ, Mustafa. - BALDEMİR, Ercan; "Çoklu Doğrusal Bağlantı ve Ortaya Çıkardığı Sonuçlar", D.E.Ü. İ.I.B.F. Dergisi, Cilt:7, Sayı:2, 1992.

JONSTON, J.; Econometric Methods, University of California, Insire.

KMENTA, Jan; Elements of Econometrics, Second Edition, Macmilian Publishing Company, New York - 1984

KOUTSOYIANNIS, A.; Ekonometri Kuramı, Ekonometri Yöntemlerinin Tanıtımına Giriş, Ekim - 1989.

RAWLINGS; Applied Regression Analysis; 1988, Broks Golc, California.