

- **ÇOKLU DOĞRUSAL BAĞLANTI**

ÇOKLU DOĞRUSALLIĞIN ANLAMI

Çoklu doğrusal bağlantı; Bağımsız değişkenler arasında doğrusal (yada doğrusala yakın) ilişki olmasıdır.

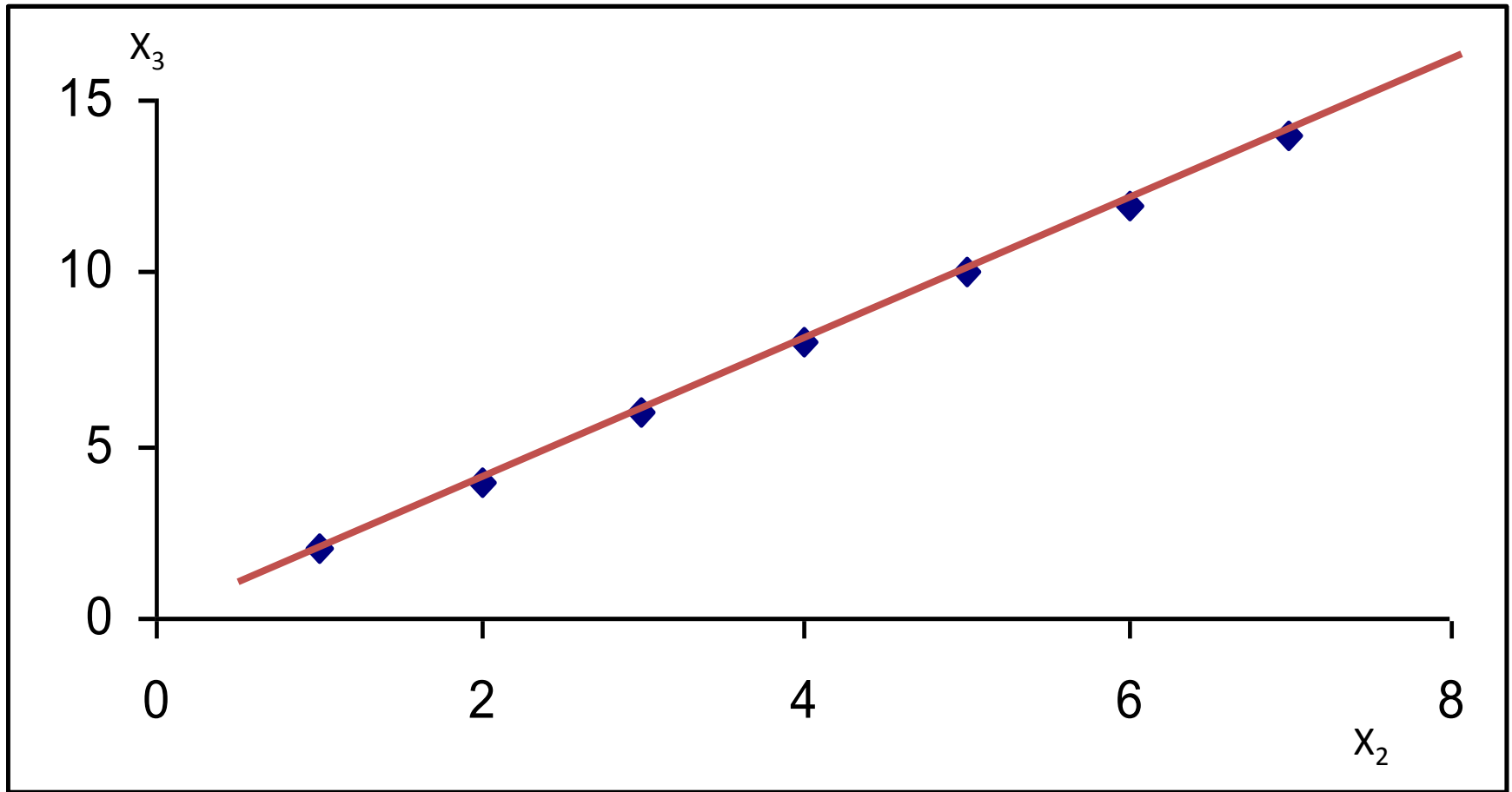
1. $r_{x_i x_j} = 1$ parametreler belirlenemez hale gelir. Her bir parametre için ayrı ayrı sayısal değerler bulmak zorlaşır

.

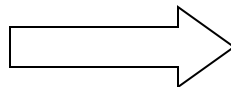
2. $r_{x_i x_j} = 0$ ise bu değişkenlere ortogonal değişkenler denir ve katsayıların tahmininde çoklu doğrusal bağlantı açısından hiçbir sorun yoktur.

3. $r_{x_i x_j} \neq 1$ ise tam çoklu doğrusal bağlantı yoktur.

Çoklu Doğrusal Bağlantı



$$r_{X_2X_3} = 1$$



Tam Çoklu Doğrusal Bağlantı

ÇOKLU DOĞRUSALLIĞIN NEDENLERİ

- ❑ İktisadi değişkenlerin zaman içerisinde birlikte değişme eğiliminde olmaları
- ❑ Bazı açıklayıcı değişkenlerin gecikmeli değerlerinin ilişkide ayrı birer etmen olarak kullanılmasıdır.
- ❑ Genellikle zaman serilerinde görülür.

Çoklu Doğrusal Bağlantı

$$Y = b_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + u$$

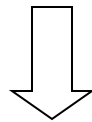
$$y = b_2 x_2 + b_3 x_3 + u$$

$$x_3 = 2 x_2$$


$$\sum yx_2 = \hat{b}_2 \sum x_2^2 + \hat{b}_3 \sum x_2 x_3$$


$$\sum yx_3 = \hat{b}_2 \sum x_2 x_3 + \hat{b}_3 \sum x_3^2$$

$$\sum y(2x_2) = \hat{b}_2 \sum x_2(2x_2) + \hat{b}_3 \sum x_3(2x_2)$$




$$\sum yx_2 = \hat{b}_2 \sum x_2^2 + \hat{b}_3 \sum x_3 x_2$$

Çoklu Doğrusal Bağlantı

Araba Bakım Masrafları Model Tahminleri

Değişkenler	Model A	Model B	Model C
Sabit	-626.24 (-5.98)	-796.07 (-5.91)	7.29 (0.06)
Yas	7.35 (22.16)		27.58 (9.58)
Km		53.45 (18.27)	-151.15 (-7.06)
s.d.	55	55	54
Düzeltilmiş-R ²	0.897	0.856	0.946

ÇOKLU DOĞRUSALLIĞIN DOĞURDUĞU SONUÇLAR

$$r_{x_i x_j} = 1$$

a) Katsayıları tahminleri belirlenemez.

b) Tahminlerin standart hataları sonsuz büyük olur.

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + u$$

$$b_1 = \frac{(\sum x_1 y)(\sum x_2^2) - (\sum x_2 y)(\sum x_1 x_2)}{(\sum x_1^2)(\sum x_2^2) - (\sum x_1 x_2)^2}$$

$$X_2 = kX_1$$

$$b_2 = \frac{(\sum x_2 y)(\sum x_1^2) - (\sum x_1 y)(\sum x_1 x_2)}{(\sum x_1^2)(\sum x_2^2) - (\sum x_1 x_2)^2}$$

$$b_1 = \frac{k^2 (\sum x_1 y)(\sum x_2^2) - k^2 (\sum x_2 y)(\sum x_1 x_2)}{k^2 (\sum x_1^2)(\sum x_2^2) - k^2 (\sum x_1 x_2)^2} = \frac{0}{0}$$

$$b_2 = \frac{k (\sum x_2 y)(\sum x_1^2) - k (\sum x_1 y)(\sum x_1 x_2)}{k^2 (\sum x_1^2)(\sum x_2^2) - k^2 (\sum x_1 x_2)^2} = \frac{0}{0}$$

İspat a)

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + u$$

$$X_2 = kX_1$$

$$b_1 = \frac{(\sum x_1 y)(\sum x_2^2) - (\sum x_2 y)(\sum x_1 x_2)}{(\sum x_1^2)(\sum x_2^2) - (\sum x_1 x_2)^2} \rightarrow b_1 = \frac{k^2 (\sum x_1 y)(\sum x_2^2) - k^2 (\sum x_2 y)(\sum x_1 x_2)}{k^2 (\sum x_1^2)(\sum x_2^2) - k^2 (\sum x_1 x_2)^2} = \frac{0}{0}$$

$$b_2 = \frac{(\sum x_2 y)(\sum x_1^2) - (\sum x_1 y)(\sum x_1 x_2)}{(\sum x_1^2)(\sum x_2^2) - (\sum x_1 x_2)^2} \rightarrow b_2 = \frac{k (\sum x_2 y)(\sum x_1^2) - k (\sum x_1 y)(\sum x_1 x_2)}{k^2 (\sum x_1^2)(\sum x_2^2) - k^2 (\sum x_1 x_2)^2} = \frac{0}{0}$$

İspat b)

$$\text{var}(b_1) = \sigma_u^2 \frac{\sum x_2^2}{\sum x_1^2 \sum x_2^2 - (\sum x_1 x_2)^2}$$

$$\text{var}(b_2) = \sigma_u^2 \frac{\sum x_1^2}{\sum x_1^2 \sum x_2^2 - (\sum x_1 x_2)^2}$$

X_2 yerine kX_1 konursa

$$\text{var}(b_1) = \sigma_u^2 \frac{k^2 \sum x_2^2}{k^2 \sum x_1^2 \sum x_2^2 - k^2 (\sum x_1 x_2)^2} = \frac{\sigma_u^2 \sum x_1^2}{0} = \infty$$

Çoklu Doğrusal Bağlantının Ortaya Çıkardığı Sonuçlar

- Regresyon Katsayılarının Değerleri Belirsiz Olur,
- Regresyon Katsayılarının Varyansları Büyür,
- t-istatistikleri azalır,
- Güven Aralıkları Büyür,
- R^2 Olduğundan Büyük Çıkar,
- Katsayı Tahmincileri ve Standart Hataları Verilerdeki Küçük değişimlerden Önemli Ölçüde Etkilenirler,
- Katsayıların işaretleri beklenenlerin aksi çıkabilir.

Varyans Büyütme Modeli

Yardımcı Regresyon Modelleri için F testi

Klein – Kriteri

Şartlı Sayı Kriteri

Theil-m Ölçüsü

ÇOKLU DOĞRUSAL BAĞLANTININ BELİRLENMESİ

1.Varyans Büyütme Modeli:

□ Varyans büyütme faktörü; parametre tahminlerinin ve varyanslarının çoklu doğrusal bağlantı nedeni ile gerçek değerlerinden ne derece uzaklaştığını belirler.

$$\text{Var}(b_1) = \frac{\sigma_u^2}{\sum (X_i - \bar{X})^2 (1 - R_i^2)}$$

VIF kriteri

$$\text{VIF} = \frac{1}{1 - R_i^2}$$

$$Y_i = b_0 + b_1 X_{1t} + b_2 X_{2t} + \dots + b_k X_{kt} + \varepsilon_t \rightarrow R^2_{Y.X_1 X_2 \dots X_k}$$

Çoklu doğrusal bağlantı etkisini araştırabilmek için k tane VIF eğeri

$$VIF_1 = \frac{1}{1 - R^2_{X_1, X_2 \dots X_k}}$$

$$VIF_2 = \frac{1}{1 - R^2_{X_2, X_1, X_3 \dots X_k}}$$

•
•

$$VIF_k = \frac{1}{1 - R^2_{X_k, X_1, X_2 \dots X_{k-1}}}$$

5

Çoklu doğrusal bağlantı önemlidir.

$$Y_i = b_0 + b_1 X_{1t} + b_2 X_{2t} + \dots + b_k X_{kt} + \varepsilon_t \rightarrow R^2_{Y.X_1 X_2 \dots X_k}$$

Çoklu doğrusal bağlantı etkisini araştırabilmek için k tane VIF eğeri

$$VIF_1 = \frac{1}{1 - R^2_{X_1, X_2 \dots X_k}}$$

$$VIF_2 = \frac{1}{1 - R^2_{X_2, X_1, X_3 \dots X_k}}$$

•
•

$$VIF_k = \frac{1}{1 - R^2_{X_k, X_1, X_2 \dots X_{k-1}}}$$

5

Çoklu doğrusal bağlantı
önemlisizdir.

ÖRNEK: 1990-2002 dönemi için Türkiye'nin GSMH(milyar TL), Para Arzı(PA, milyar TL), Dış Ticaret Açığı (DT, milyar TL) ve Toptan Eşya Fiyat Endeksi (TEFE,1987=100) değerleri verilmiştir.

Yıllar	GSMH	PA	DT	TEFE
1990	0.397178	0.072425	-0.0244	425.6
1991	0.634393	0.117118	-0.03118	661.6
1992	1.103605	0.190736	-0.05618	1072.5
1993	1.997323	0.282442	-0.15573	1701.6
1994	3.887903	0.630348	-0.15414	3757.4
1995	7.854887	1.256632	-0.64664	7065.2
1996	14.97807	2.924893	-1.66881	12335.4
1997	29.39326	5.6588	-3.40719	22366.1
1998	53.51833	11.4232	-4.96864	38067.2
1999	78.28297	22.40182	-5.94562	58599.1
2000	125.5961	31.9121	-16.7507	89239.7
2001	179.4801	47.24108	-12.3931	144862.2
2002	265.4756	61.87976	-23.4451	216711.5

Varyans Büyütme Faktörü ile çoklu doğrusal bağlantı sorununu araştırınız.

Bu verilerden elde edilen model;

$$\text{GSMH}_t = 0.6708 + 1.0473\text{PA}_t - 1.3636\text{DT}_t + 0.00078\text{TEFE}_t \quad R^2 = 0.9997$$

Bağımsız değişkenleri sırası ile bağımlı değişken yaparak diğer bağımsız değişkenlerle regresyon modeli tahmin edilir.

$$\text{PA}_t = 0.191 - 0.304\text{DT}_t + 0.000272\text{TEFE}_t \quad R^2 = 0.987$$

$$\text{VIF}_1 = \frac{1}{1 - 0.987} = 76.92 \quad > 5 \text{ çoklu doğrusal bağıllık önemlidir}$$

$$\text{DT}_t = -0.3421 - 0.259\text{PA}_t - 0.000028\text{TEFE}_t \quad R^2 = 0.918$$

$$\text{VIF}_2 = \frac{1}{1 - 0.918} = 12.195 \quad > 5 \text{ çoklu doğrusal bağıllık önemlidir}$$

$$\text{TEFE}_t = -517.59 - 379.96\text{DT}_t + 3102.99\text{PA}_t \quad R^2 = 0.986$$

$$\text{VIF}_3 = \frac{1}{1 - 0.986} = 71.429 \quad > 5 \text{ çoklu doğrusal bağıllık önemlidir}$$

2.Yardımcı Regresyon Modelleri için F testi

- ☐ Bu yöntemde varyans büyütme faktöründe hesapladığımız belirlilik katsayılarından hesaplanır.
- ☐ Sırası ile incelenen modelde yer alan her bir bağımsız değişken ayrı ayrı bağımlı değişken olmak üzere kalan diğer bağımsız değişkenlerle regresyona tabi tutulur.
- ☐ Oluşturulan söz konusu yeni regresyon modellerine yardımcı regresyon modelleri denir.
- ☐ Oluşturulan yardımcı regresyon modellerinin belirlilik katsayıları hesaplanarak F test istatistiği hesaplanır.
- ☐ Bu yöntem için temel hipotez bağımsız değişkenler arasında ilişki yoktur şeklindedir.

$$Y_i = b_0 + b_1 X_{1t} + b_2 X_{2t} + \dots + b_k X_{kt} + \varepsilon_t$$

$$X_{1t} = f(X_{2t}, X_{3t}, \dots, X_{kt})$$

$$X_{2t} = f(X_{1t}, X_{3t}, \dots, X_{kt})$$

•

•

$$X_{kt} = f(X_{1t}, X_{2t}, \dots, X_{(k-1)t})$$

Test istatistiği yukarıdaki her denklem için hesaplanır.

$$F_i = \frac{R^2_{X_i, X_1 X_2 \dots X_k} / (k - 2)}{(1 - R^2_{X_i, X_1 X_2 \dots X_k}) / (n - k + 1)}$$

**k: incelenen modelin tahmin edilen
katsayı sayısı**

UYGULAMA: Aynı örnek için yardımcı regresyon modeli ile çoklu doğrusal bağlantı sorununu inceleyiniz.

1.Aşama: H_0 : Çoklu doğrusal bağlantı yoktur.

H_1 : Çoklu doğrusal bağlantı yoktur.

2.Aşama: $F_{0.05,(k-2),(n-k+1)} = 4.10$

3.Aşama: $PA_t = 0.191 - 0.304DT_t + 0.000272TEFE_t \quad R^2 = 0.987$

$$F_i = \frac{0.987 / (4 - 2)}{(1 - 0.987) / (13 - 4 + 1)} = 379.62$$

4.Aşama: $F_{hes} > F_{tab} \quad H_0$ reddedilir.

$$DT_t = -0.3421 - 0.259PA_t - 0.000028TEFE_t \quad R^2 = 0.918$$

$$F_i = \frac{0.918/(4-2)}{(1-0.918)/(13-4+1)} = 55.98$$

$F_{hes} > F_{tab}$ H_0 reddedilir.

$$TEFE_t = -517.59 - 379.96DT_t + 3102.99PA_t \quad R^2 = 0.986$$

$$F_i = \frac{0.986/(4-2)}{(1-0.986)/(13-4+1)} = 352.14$$

$F_{hes} > F_{tab}$ H_0 reddedilir.

Klein – Kriteri:

❑ Klein, bağımsız değişkenler arasındaki basit korelasyon katsayılarının modelin genel belirlilik katsayısından büyük olmadığı sürece çoklu doğrusallığın zararlı olmadığını savunmaktadır.

❑ Modelde $k-1$ bağımsız değişken var ise bunlardan herhangi ikisi arasındaki basit korelasyon katsayısı modelin yine belirlilik katsayısı ile karşılaştırılır.

$$r_{X_i X_j}^2 \geq R_{Y, X_1 X_2 \dots X_k}^2 \longrightarrow \text{Çoklu doğrusal bağıllık zararlıdır.}$$

❑ Klein yukarıdaki kriterine göre küçük bir çoklu doğrusal bağlantı bile parametre tahminlerinde anlamsızlığa yol açabilir.

 Bu durumda

basit korelasyon katsayısı yerine yardımcı regresyon modelleri için F testinde açıklandığı gibi, yardımcı regresyon modelleri tahmin edilir ve bunlardan elde edilecek çoklu belirlilik katsayısı ile karşılaştırılarak karar verilebilir.

UYGULAMA: Aynı örnek için Klein kriteri ile çoklu doğrusal bağlantı sorununu inceleyiniz.

$$\text{GSMH}_t = 0.6708 + 1.0473\text{PA}_t - 1.3636\text{DT}_t + 0.00078\text{TEFE}_t \quad R^2 = 0.9997$$

Elde edilen yardımcı regresyon modelleri

1. $\text{PA}_t = 0.191 - 0.304\text{DT}_t + 0.000272\text{TEFE}_t \quad R^2 = 0.987$

$R^2 = 0.987 < R^2 = 0.9997$ Çoklu doğrusal bağlantı zararlı değildir.

2. $\text{DT}_t = -0.3421 - 0.259\text{PA}_t - 0.000028\text{TEFE}_t \quad R^2 = 0.918$

$R^2 = 0.918 < R^2 = 0.9997$ Çoklu doğrusal bağlantı zararlı değildir.

3. $\text{TEFE}_t = -517.59 - 379.96\text{DT}_t + 3102.99\text{PA}_t \quad R^2 = 0.986$



$R^2 = 0.986 < R^2 = 0.9997$ Çoklu doğrusal bağlantı zararlı değildir.

Şartlı Sayı Kriteri:

- ❑ Bu kriterin hesaplanması için bu $(X'X)$ matrisinin birim köklerinden (özdeğerlerinden) yararlanılır.
- ❑ $(X'X)$ matrisinin en büyük birim kökü (λ_1) ve en küçük birim kökü (λ_2) ise şartlı sayı

$$\text{Şartlı Sayı} = \sqrt{\frac{\lambda_1}{\lambda_2}}$$

KARAR:

1. $10 < \text{Şartlı Sayı} = \sqrt{\frac{\lambda_1}{\lambda_2}} < 30$  Çoklu doğrusal bağlantı orta derecedir.
2. $\text{Şartlı Sayı} = \sqrt{\frac{\lambda_1}{\lambda_2}} > 30$  Çoklu doğrusal bağlantı yüksek derecedir.

Örnek: 12 ailenin aylık gelirleri (Y), gıda harcamaları (X_2) ve fert sayısı (X_3) verileri aşağıdaki gibidir:

Aile	Y	X_2	X_3
1	2.2	2.8	3
2	3,0	3.5	6
3	4.1	12.5	4
4	4.7	6.4	2
5	4.2	5.9	5
6	6.3	8,0	8
7	4.6	9.7	3
8	8.8	20.6	7
9	7.3	15.9	4
10	4.4	6.7	1
11	6.9	11.3	2
12	3.5	4.7	3

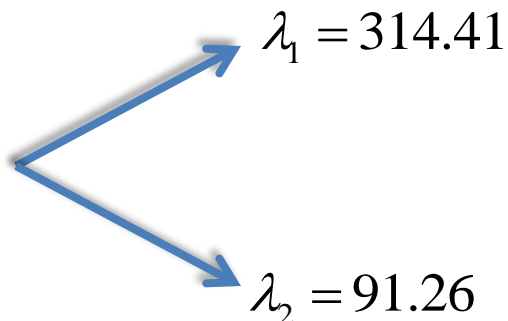
$$Y_i = 1.8490 + 0.30939X_2 + 0.09161X_3$$

❑ Ortalamadan farklar ile bağımsız değişkenler katsayı matrisi;

$$(X'X) = \begin{bmatrix} \sum (X_2 - \bar{X}_2) & \sum (X_2 - \bar{X}_2) \sum (X_3 - \bar{X}_3) \\ \sum (X_2 - \bar{X}_2) \sum (X_3 - \bar{X}_3) & \sum (X_3 - \bar{X}_3) \end{bmatrix}$$

$$(X'X) = \begin{bmatrix} 310.04 & 34 \\ 34 & 50 \end{bmatrix} \quad (X'X) = \begin{bmatrix} 310.04 - \lambda & 34 \\ 34 & 50 - \lambda \end{bmatrix}$$

$$(310.04 - \lambda)(50 - \lambda) - (34)^2 = 0$$

$$\lambda^2 - 360.04\lambda + 14346 = 0$$

$$\lambda_1 = 314.41$$
$$\lambda_2 = 91.26$$

KARAR:

$$\text{Şartlı Sayı} = \sqrt{\frac{\lambda_1}{\lambda_2}} = \sqrt{\frac{314.41}{91.26}} = 1.856 < 10$$

**Çoklu doğrusal bağlantı
düşük derecededir.**

- ❑ Bağımlı değişkenle bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiye dayanan bir ölçüdür.
- ❑ Bu ölçü için, modelin genel belirlilik katsayısı ile modelden sırası ile bir tane bağımsız değişkenin çıkarılması ile elde edilecek modellerin çoklu korelasyon katsayıları kullanılır.

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{t1} + \beta_2 X_{t2} + \dots + \beta_k X_{tk} + \varepsilon_t$$

- ❑ Modelde yer alan tüm bağımsız değişkenler sırası ile modelden çıkarılarak

$$Y_t = f(X_{t2}, X_{t3}, \dots, X_{tk})$$

$$Y_t = f(X_{t1}, X_{t3}, \dots, X_{tk})$$

:

:

$$Y_t = f(X_{t1}, X_{t2}, \dots, X_{t(k-1)})$$

Regresyon modelleri tahmin edilir ve her model için çoklu belirlilik katsayıları elde edilir.

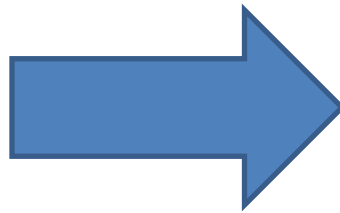
$$m = R^2 - \sum_{i=1}^k (R^2 - R_{-i}^2)$$

□ Olarak hesaplanır. Burada R_{-i}^2 bağımsız değişkenlerden biri çıkartıldıktan sonra bağımlı değişken ile diğer bağımsız değişkenlerin regresyonu sonucunda tahmin edilen çoklu belirlilik katsayısını ifade eder.

□ Theil-m ölçüsü **çoklu doğrusal bağlılığın önemli olup olmadığı hakkında bilgi vermediğinden**, varyans büyütme faktörü ile şartlı sayı daha çok kullanılan ve daha yarar sağlayan kriterlerdir.

- ❑ “m” ölçüsü her regresyon için **ayrı ayrı** hesaplanmayan genel bir ölçüdür.
- ❑ m ölçüsü **negatif** çıkabileceği gibi **çok yüksek pozitif** değer de olabilmektedir.
- ❑ Hesaplanan m ölçüsü sıfıra eşitse bağımsız değişkenler ilişkisizdir.

$$m = 0$$



bağımsız
değişkenler
ilişkisizdir

Örnek:

- ❑ Slayt 11 de incelediğimiz model için Theil-m ölçüsünü uygulayalım.

$$\text{GSMH}_t = 0.671 + 1.047\text{PA}_t - 1.364\text{DT}_t + 0.00078\text{TEFE}_t \quad R^2 = 0.9997$$

- ❑ Yardımcı regresyon modellerini oluşturalım.

$$\text{GSMH}_t = 0.268 + 3.460\text{PA}_t - 1.659\text{DT}_t \quad R^2 = 0.994$$

$$\text{GSMH}_t = 1.137 + 1.396\text{PA}_t - 0.818\text{TEFE}_t \quad R^2 = 0.998$$

$$\text{GSMH}_t = 0.871 - 1.682\text{DT}_t - 1.062\text{TEFE}_t \quad R^2 = 0.9988$$

$$\begin{aligned} m &= R^2 - \left[(R^2 - R_1^2) + (R^2 - R_2^2) + (R^2 - R_3^2) \right] \\ &= 0.9997 - \left[(0.9997 - 0.994) + (0.9997 - 0.998) + (0.9997 - 0.9988) \right] \\ &= 0.9914 \end{aligned}$$

- ❑ m sifıra yakın bir değer değildir, çoklu doğrusal bağıllık söz konusudur.

ÇOKLU DĞRUSAL BAĞLANTI PROBLEMİNİ ORTADAN KALDIRMA YOLLARI

- 1. Ön Bilgi Yöntemi ile;**
- 2. Kesit ve Zaman Serisi Verilerinin Birleştirme Yöntemi ile;**
- 3. Bazı değişkenlerin Modelden Çıkarılması Yöntemi ile;**
- 4. Değişkenleri Dönüştürme Yöntemi ile;**
- 5. Ek veya Yeni Örnek Verisi Temini Yöntemi ile;**

Çoklu Doğrusal Bağlantı Problemini Ortadan Kaldırma Yolları

1.Ön Bilgi Yöntemi

$$Y = b_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_4 + u \quad \Rightarrow \quad b_3 = 0.2b_2$$

$$Y = b_1 + b_2 X_2 + 0.2b_2 X_3 + b_4 X_4 + u$$

$$Y = b_1 + b_2 (X_2 + 0.2 X_3) + b_4 X_4 + u$$

$$Y = b_1 + b_2 X^* + b_4 X_4 + u$$

Çoklu Doğrusal Bağlantı Problemini Ortadan Kaldırma Yolları

2.Kesit ve Zaman Serilerinin Birleştirilmesi

$$\ln Y = b_1 + b_2 \ln P_{tA} + b_3 \ln I_t + b_4 \ln P_{tB} + u$$

$$\ln Y - b_3 \ln I_t = b_1 + b_2 \ln P_{tA} + b_4 \ln P_{tB} + u$$

$$\ln Y^* = b_1 + b_2 \ln P_{tA} + b_4 \ln P_{tB} + u$$

Çoklu Doğrusal Bağlantı Problemini Ortadan Kaldırma Yolları

3.Bazı Değişkenlerin Modelden Çıkarılması,

Modelden bir bağımsız değişken çıkarılırsa spesifikasyon hatası yapma olasılığı artar:

Katsayı tahminleri gerçek değerinin üstünde veya altında tahmin edilebilir.

Çoklu Doğrusal Bağlantı Problemini Ortadan Kaldırma Yolları

4. Değişkenleri Dönüştürme Yöntemi,

Fark denklemi oluşturulur:

$$Y_t = b_1 + b_2 X_{2t} + b_3 X_{3t} + b_4 X_{4t} + u_t$$

$$Y_{t-1} = b_1 + b_2 X_{2,t-1} + b_3 X_{3,t-1} + b_4 X_{4,t-1} + u_{t-1}$$

$$Y_t - Y_{t-1} = b_1 + b_2 (X_{2t} - X_{2,t-1}) + b_3 (X_{3t} - X_{3,t-1}) + \dots + v_t$$

Dönüşümlü modelde çoklu doğrusal bağlantı önemli ölçüde azalmış olur.

Çoklu Doğrusal Bağlantı Problemini Ortadan Kaldırma Yolları

5.Ek veya Yeni Örnek Verisi Temin etme,

6.Diğer Yöntemler.

Ev Talebi Model Tahminleri

Değişkenler	Model A	Model B	Model C
Sabit	-3812.93 (-2.40)	687.90 (1.80)	-1315.75 (-0.27)
Faiz	-198.40 (-3.87)	-169.66 (-3.87)	-184.75 (-3.18)
Nüfus	33.82 (3.61)		14.90 (0.41)
GSMH		0.91 (3.64)	0.52 (0.54)
s.d.	20	20	19
Düzeltilmiş-R ²	0.371	0.375	0.348
r(GSMH,Nüfus)=0.99			r(Nüfus,faiz)= 0.91

$$Km = 4.191 + 0.134 \text{ Yaş}$$

$$(8.74) \quad (88.11)$$

$$\text{Bakım} = 7.29 + 27.58 \text{ Yaş} - 151.15 (4.191 + 0.134 \text{ Yaş})$$

$$= -626,18 + 7.33 \text{ Yaş}$$