

9732

T.C.  
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
EKONOMETRİ ANA BİLİM DALI

İKİ VE ÜÇ AŞAMALI EN KÜÇÜK KARELER  
YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI  
VE  
TÜRKİYE ÇİMENTO SANAYİNDE UYGULANMASI

(DOKTORA TEZİ)

ŞENAY ÜÇDOĞRUK

DANIŞMAN  
DOÇ.DR. MUSTAFA ÖZATEŞLER

9732  
T.C.

Yükseköğretim Kurulu  
Dokümantasyon Merkezi

İZMİR-1990

## İÇİNDEKİLER

Sayfa No

KISALTMALAR.....	I
TABLolar LİSTESİ.....	II
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	V
GİRİŞ.....	1

### BİRİNCİ BÖLÜM

#### ÇOK DENKLEMLİ EKONOMETRİK MODELLER VE PARAMETRE TAHMİNLERİ

I. ÇOK DENKLEMLİ EKONOMETRİK MODELLER.....	3
A. TEK DENKLEMLİ EKONOMETRİK MODELLERDEN ÇOK DENKLEMLİ EKONOMETRİK MODELLERE GEÇİŞ.....	3
B. ÇOK DENKLEMLİ İLİŞKİLERİN SONUÇLARI.....	6
C. YAPISAL VE DARALTIMIŞ MODELLER.....	9
1. Yapısal Modeller.....	9
2. Daraltılmış Modeller.....	11
D. HATA TERİMİ İLE İLGİLİ VARSAYIMLAR.....	13
1. Yapısal Modelde Hata Paylarına Ait Varsayımlar.....	14
2. Daraltılmış Modelde Hata Paylarına Ait Varsayımlar.....	15
II. BELİRLENME.....	17
A. BELİRLENMENİN ÖNEMİ.....	17
B. BELİRLENME DURUMUNUN ARAŞTIRILMASI.....	18
III. ÇOK DENKLEMLİ EKONOMETRİK MODELLERDE PARAMETRELERİN TAHMİNİ.....	22
A. ÇOK DENKLEMLİ MODELLERDE TAHMİN YAKLAŞIMI.....	22
B. BELİRLENME VE EKONOMETRİK YÖNTEMİN SEÇİMİ.....	23
C. YAPISAL PARAMETRELER TAHMİN EDİCİSİNİN TUTARSIZLIĞI.....	23
IV. İKİ AŞAMALI EN KÜÇÜK KARELER YÖNTEMİ.....	26
A. NİTELİĞİ VE AMACI.....	26
B. 2AEKKNİN PARAMETRE TAHMİNLERİ.....	27
1. 2AEKKNin Parametre Tahmin Edicisinin Tutarlığı.....	30
2. 2AEKKNin Diğer Özellikleri.....	32
C. 2AEKKNİN VE BELİRLENME.....	34
V. ÜÇ AŞAMALI EN KÜÇÜK KARELER YÖNTEMİ.....	39
A. NİTELİĞİ VE AMACI.....	39
B. 3AEKKNİN PARAMETRE TAHMİNLERİ.....	40

1. 3AEKKY Parametre Tahmin Edicisinin Tutarlılığı .....	44
2. 3AEKKY'nin Diğer Özellikleri.....	45
C. 3AEKKY VE BELİRLENME .....	46
VI. İKİ VE ÜÇ AŞAMALI EN KÜÇÜK KARELER YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI.....	49

## İKİNCİ BÖLÜM

### İKİ VE ÜÇ AŞAMALI EN KÜÇÜK KARELER İLE BASİT EN KÜÇÜK KARELER YÖNTEMLERİNİN TÜRKİYE ÇİMENTO SANAYİNDE UYGULANMASI

I. UYGULAMANIN AMACI.....	54
II. UYGULAMADA İZLENEN YÖNTEM.....	54
A. MİKTAR AÇISINDAN.....	56
1. MODEL 1.....	58
2. MODEL 2.....	64
3. MODEL 3.....	77
4. MODEL 4.....	83
5. MODEL 5.....	99
B. FİYAT AÇISINDAN.....	104
1. MODEL 1.....	106
2. MODEL 2.....	118
3. MODEL 3.....	130
4. MODEL 4.....	142
5. MODEL 5.....	156
6. MODEL 6.....	171
III. ÇİMENTO TALEP VE ÜRETİMİNE AİT KATSAYI VE ELASTİKİYET ORTA- LAMALARI .....	186
A. ÇİMENTO TALEBİNE AİT KATSAYI VE ELASTİKİYET ORTALAMALARI.....	186
B. ÇİMENTO ÜRETİMİNE AİT KATSAYI VE ELASTİKİYET ORTALAMALARI.....	187
SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	189
FAYDALANILAN KAYNAKLAR.....	191
EKLER .....	196

## KISALTMALAR

EKKY	En Küçük Kareler Yöntemi
2AEKKY	İki Aşamalı En Küçük Kareler Yöntemi
3AEKKY	Üç Aşamalı En Küçük Kareler Yöntemi
DEKKY	Dolaylı En Küçük Kareler Yöntemi
TBDEÇBY	Tam Bilgiye Dayalı En Çok Benzerlik Yöntemi
ADY	Alet Değişkenleri Yöntemi
GEKKY	Genelleştirilmiş En Küçük Kareler Yöntemi
EKKYT	En Küçük Kareler Yöntem Tahmini
2AEKKYT	İki Aşamalı En Küçük Kareler Yöntem Tahmini
3AEKKYT	Üç Aşamalı En Küçük Kareler Yöntem Tahmini

## TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 1	Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 1).....	58
Tablo 2	Çimento Talebi Elastikiyet Değerleri (Model 1).....	59
Tablo 3	Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 1).....	61
Tablo 4	Çimento Üretimi Elastikiyet Değerleri (Model 1).....	62
Tablo 5	Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 2-a).....	64
Tablo 6	Çimento Talebi Elastikiyet Değerleri (Model 2-a).....	65
Tablo 7	Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 2-a).....	67
Tablo 8	Çimento Üretimi Elastikiyet Değerleri (Model 2-a).....	68
Tablo 9	Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 2-b).....	70
Tablo 10	Çimento Talebi Elastikiyet Değerleri (Model 2-b).....	71
Tablo 11	Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 2-b).....	73
Tablo 12	Çimento Üretimi Elastikiyet Değerleri (Model 2-b).....	74
Tablo 13	Enerji Denklemine Ait İstatistik Özetleri (Model 2-b).....	75
Tablo 14	Enerji Elastikiyet Değerleri (Model 2-b).....	76
Tablo 15	Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 3).....	77
Tablo 16	Çimento Talebi Elastikiyet Değerleri (Model 3).....	78
Tablo 17	Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 3).....	80
Tablo 18	Çimento Üretimi Elastikiyet Değerleri (Model 3).....	81
Tablo 19	Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özetleri (Model 4-a).....	83
Tablo 20	Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 4-a).....	84
Tablo 21	Çimento Talebi Elastikiyet Değerleri (Model 4-a).....	85
Tablo 22	Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 4-a).....	87
Tablo 23	Çimento Üretimi Elastikiyet Değerleri (Model 4-a).....	88
Tablo 24	Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 4-b).....	90
Tablo 25	Çimento Talebi Elastikiyet Değerleri (Model 4-b).....	91
Tablo 26	Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 4-b).....	93
Tablo 27	Çimento Üretimi Elastikiyet Değerleri (Model 4-b).....	94
Tablo 28	Kko Denklemine Ait İstatistik Özetleri (Model 4-b).....	95
Tablo 29	Kko Elastikiyet Değerleri (Model 4-b).....	96
Tablo 30	Enerji Denklemine Ait İstatistik Özetleri (Model 4-b).....	96
Tablo 31	Enerji Elastikiyet Değerleri (Model 4-b).....	97
Tablo 32	İşgücü Denklemine Ait İstatistik Özetleri (Model 4-b).....	97
Tablo 33	İşgücü Elastikiyet Değerleri (Model 4-b).....	98

Tablo 34	Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 5).....	99
Tablo 35	Çimento Talebi Elastikiyet Değerleri (Model 5).....	100
Tablo 36	Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 5).....	102
Tablo 37	Çimento Üretimi Elastikiyet Değerleri (Model 5).....	103
Tablo 38	Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 1-a).....	106
Tablo 39	Çimento Talebi Elastikiyet Değerleri (Model 1-a).....	107
Tablo 40	Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 1-a).....	109
Tablo 41	Çimento Üretimi Elastikiyet Değerleri (Model 1-a).....	110
Tablo 42	Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 1-b).....	112
Tablo 43	Çimento Talebi Elastikiyet Değerleri (Model 1-b).....	113
Tablo 44	Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 1-b).....	114
Tablo 45	Çimento Üretimi Elastikiyet Değerleri (Model 1-b).....	115
Tablo 46	Yatırım Denklemine Ait İstatistik Özetleri (Model 1-b).....	116
Tablo 47	Yatırım Elastikiyet Değerleri (Model 1-b).....	117
Tablo 48	Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 2-a).....	118
Tablo 49	Çimento Talebi Elastikiyet Değerleri (Model 2-a).....	119
Tablo 50	Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 2-a).....	120
Tablo 51	Çimento Üretimi Elastikiyet Değerleri (Model 2-a).....	121
Tablo 52	Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 2-b).....	123
Tablo 53	Çimento Talebi Elastikiyet Değerleri (Model 2-b).....	124
Tablo 54	Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 2-b).....	126
Tablo 55	Çimento Üretimi Elastikiyet Değerleri (Model 2-b).....	127
Tablo 56	Ücret Denklemine Ait İstatistik Özetleri (Model 2-b).....	128
Tablo 57	Ücret Elastikiyet Değerleri (Model 2-b).....	129
Tablo 58	Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 3-a).....	130
Tablo 59	Çimento Talebi Elastikiyet Değerleri (Model 3-a).....	131
Tablo 60	Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 3-a).....	132
Tablo 61	Çimento Üretimi Elastikiyet Değerleri (Model 3-a).....	133
Tablo 62	Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 3-b).....	135
Tablo 63	Çimento Talebi Elastikiyet Değerleri (Model 3-b).....	136
Tablo 64	Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 3-b).....	138
Tablo 65	Çimento Üretimi Elastikiyet Değerleri (Model 3-b).....	139
Tablo 66	Yatırım Denklemine Ait İstatistik Özetleri (Model 3-b).....	140
Tablo 67	Yatırım Elastikiyet Değerleri (Model 3-b).....	141
Tablo 68	Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 4-a).....	142
Tablo 69	Çimento Talebi Elastikiyet Değerleri (Model 4-a).....	143

Tablo 70	Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 4-a).....	145
Tablo 71	Çimento Üretimi Elastikiyet Değerleri (Model 4-a).....	146
Tablo 72	Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 4-b).....	148
Tablo 73	Çimento Talebi Elastikiyet Değerleri (Model 4-b).....	149
Tablo 74	Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 4-b).....	151
Tablo 75	Çimento Üretimi Elastikiyet Değerleri (Model 4-b).....	152
Tablo 76	Yatırım Denklemine Ait İstatistik Özetleri (Model 4-b).....	153
Tablo 77	Yatırım Elastikiyet Değerleri (Model 4-b).....	154
Tablo 78	Kko Denklemine Ait İstatistik Özetleri (Model 4-b).....	154
Tablo 79	Kko Elastikiyet Değerleri (Model 4-b).....	155
Tablo 80	Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 5-a).....	156
Tablo 81	Çimento Talebi Elastikiyet Değerleri (Model 5-a).....	157
Tablo 82	Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 5-a).....	159
Tablo 83	Çimento Üretimi Elastikiyet Değerleri (Model 5-a).....	160
Tablo 84	Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 5-b).....	162
Tablo 85	Çimento Talebi Elastikiyet Değerleri (Model 5-b).....	163
Tablo 86	Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 5-b).....	165
Tablo 87	Çimento Üretimi Elastikiyet Değerleri (Model 5-b).....	166
Tablo 88	Ücret Denklemine Ait İstatistik Özetleri (Model 5-b).....	167
Tablo 89	Ücret Elastikiyet Değerleri (Model 5-b).....	168
Tablo 90	Kko Denklemine Ait İstatistik Özetleri (Model 5-b).....	169
Tablo 91	Kko Elastikiyet Değerleri (Model 5-b).....	170
Tablo 92	Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 6-a).....	171
Tablo 93	Çimento Talebi Elastikiyet Değerleri (Model 6-a).....	172
Tablo 94	Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 6-a).....	174
Tablo 95	Çimento Üretimi Elastikiyet Değerleri (Model 6-a).....	175
Tablo 96	Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 6-b).....	177
Tablo 97	Çimento Talebi Elastikiyet Değerleri (Model 6-b).....	178
Tablo 98	Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 6-b).....	180
Tablo 99	Çimento Üretimi Elastikiyet Değerleri (Model 6-b).....	181
Tablo 100	Ücret Denklemine Ait İstatistik Özetleri (Model 6-b).....	183
Tablo 101	Ücret Elastikiyet Değerleri (Model 6-b).....	184
Tablo 102	Yatırım Denklemine Ait İstatistik Özetleri (Model 6-b).....	184
Tablo 103	Yatırım Elastikiyet Değerleri (Model 6-b).....	185
Tablo 104	Çimento Talebine Ait Katsayı ve Elastikiyet Ortalamaları.....	186
Tablo 105	Çimento Üretimine Ait Katsayı ve Elastikiyet Ortalamaları.....	187

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1	Tek Denklemli Ekonometrik Sistem.....	4
Şekil 2	Çok Denklemli Ekonometrik Sistem.....	5
Şekil 1	Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 1).....	60
Şekil 2	Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 1).....	63
Şekil 3	Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 2-a).....	66
Şekil 4	Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 2-a).....	69
Şekil 5	Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 2-b).....	72
Şekil 6	Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 2-b).....	75
Şekil 7	Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 3).....	79
Şekil 8	Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 3).....	82
Şekil 9	Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 4-a).....	86
Şekil 10	Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 4-a).....	89
Şekil 11	Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 4-b).....	92
Şekil 12	Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 4-b).....	94
Şekil 13	Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 5).....	101
Şekil 14	Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 5).....	103
Şekil 15	Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 1-a).....	108
Şekil 16	Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 1-a).....	111
Şekil 17	Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 1-b).....	113
Şekil 18	Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 1-b).....	116
Şekil 19	Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 2-a).....	119
Şekil 20	Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 2-a).....	122
Şekil 21	Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 2-b).....	125
Şekil 22	Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 2-b).....	128
Şekil 23	Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 3-a).....	131
Şekil 24	Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 3-a).....	134
Şekil 25	Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 3-b).....	137
Şekil 26	Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 3-b).....	140
Şekil 27	Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 4-a).....	144
Şekil 28	Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 4-a).....	147
Şekil 29	Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 4-b).....	150
Şekil 30	Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 4-b).....	153
Şekil 31	Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 5-a).....	158
Şekil 32	Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 5-a).....	161
Şekil 33	Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 5-b).....	164
Şekil 34	Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 5-b).....	167
Şekil 35	Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 6-a).....	173
Şekil 36	Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 6-a).....	176
Şekil 37	Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 6-b).....	179
Şekil 38	Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 6-b).....	182



## GİRİŞ

Ekonometri, ekonomik modellerin değişkenleri arasında ilişki kuran parametreye tahmin etme yöntemlerinden oluşmakta ve ekonomik, matematik modellerin yapımında, ekonominin yapısal özelliğinin belirlenmesinde büyük rol oynamaktadır. Ekonometrik modellere göre yapılan parametre tahminleri tek ve çok denklemlilerle gerçekleştirilmektedir. Tek denklemlilerde bir bağımlı ve bir veya birden fazla bağımsız değişken bulunmaktadır. Ayrıca denklemlerde şansa bağılı bir hata terimi mevcuttur. Ekonomik modeller, dayandığı teori ve gerçek işleyişi açısından değerlendirildiğinde değişkenler arasındaki ilişkilerin çok denklemlilerle (eşanlı) ifade edilmesi bir zorunluluk haline gelebilir. Çünkü işleyişin ; değişkenler arasında çok sayıda ve değişik konumda değişkenlerle açıklanabilen denklemler setlerini gerekli kılabilmesi mümkündür. Çok denklemlilerde ekonometrik modeller, sistemdeki bütün bağımlı değişkenlerin bağımsız değişkenlerle eşanlı çözümünü gerektirir. Çok denklemlilerde ekonometrik bir modelin uygun bir yöntemle çözümü yerine En Küçük Kareler Yönteminin (EKKY) uygulanması sonucunda elde edilen parametre tahminlerinin sapmalı ve tutarsız olabileceği dikkate alınmalıdır. Denklemler setlerinin parametrelerini tahmin etmek için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin uygulanması için modelin tanımlanması ve belirlenme şartlarının yerine getirilmesi gerekmektedir.

Tam veya aşırı belirlenmiş çok denklemlilerde ekonometrik modeller için geliştirilmiş yöntemlerden ikisi, İki ve Üç Aşamalı En Küçük Kareler Yöntemleridir (2 ve 3 EKKY). Bu çalışmada, modelin tek denklemlilerle uygulanabilen 2AEKK yöntemi ile sistemin bütün denklemlerine uygulanıp aynı anda parametrelerin tahmini değerlerini veren 3AEKK yöntemlerinin karşılaştırmaları, teorik olarak yapılmaya çalışılacaktır.

Söz konusu yöntemlerin uygulamalı karşılaştırmaları için Türkiye Çimento Sanayii seçilmiş, 1971- 1986 yılları itibarıyla çimento talep-üretimi ile ilgili çok denklemlilerde makro ekonometrik model denemeleri yapılmıştır. Uygulamanın amacı olayı açıklayacak modelleri 2,3 ve basit EKK yöntemleri ile tahmin ederek elde edilen sonuçların istatistik özetler aracılığıyla karşılaştırmalarının yapılması ve varsa belirgin bir genel eğilimin araştırılmasıdır. Bu amaca ulaşabilmek için çimento talep-üretimini açıklayan değişkenlerle çeşitli sayıda ve türde modeller oluşturulmuş, bunların yukarıda sözü edilen yöntemlerle tahminleri bulunmuştur.

Çalışmada yukarıda belirtilen amaç ve esaslar doğrultusunda ele alınacak konular iki ana bölümde incelenecektir : Birinci bölümde tek denklemlilikten çok denklemlilikten ekonometrik modellerden çok denklemlilikten ekonometrik modellere geçiş ile çok denklemlilik ilişkilerinin sonuçları ve belirlenme durumu değerlendirilecektir. Ayrıca çalışmanın esas konusunu teşkil eden çok denklemlilikten ekonometrik modellerde parametrelerin tahmini başlığı altında 2 ve 3AEKK yöntemleri ele alınacaktır. İkinci bölümde ise; söz konusu yöntemlerin Türkiye Çimento Sanayiinde uygulaması ile çeşitli modellerin irdelenmesine çalışılacaktır.

## BİRİNCİ BÖLÜM

### ÇOK DENKLEMLİ EKONOMETRİK MODELLER VE PARAMETRE TAHMİNLERİ

#### I. ÇOK DENKLEMLİ EKONOMETRİK MODELLER

Çok denklemlili ekonometrik modeller içinde sırasıyla tek denklemlili ekonometrik modellerden çok denklemlili ekonometrik modellere geçiş, çok denklemlili ilişkilerin sonuçları, yapısal ve daraltılmış modeller, hata terimiyle ilgili varsayımlar ve belirlenme sorunu ele alınacaktır.

##### A. TEK DENKLEMLİ EKONOMETRİK MODELLERDEN ÇOK DENKLEMLİ EKONOMETRİK MODELLERE GEÇİŞ

Ekonometrik çalışmaların başlıca amaçları; ele alınan ekonomik sistemin tümünün veya bir kesiminin işleyiş biçimini ortaya koymak, açıkladıkları varsayılan çeşitli ilişkileri matematiksel olarak ifade etmek, istatistiksel yöntemlerle bu ilişkilerin geçerliliğini incelemek ve geleceğe ait tahminler yapmaktır.

Bu amaçlar doğrultusunda ekonometrik model tek denklemlili bir yapıyı gösteriyorsa;

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_k X_{ik} + u_i$$

şeklinde olacaktır.

(1)

Bu modelde 1, 2, ..., k bağımsız değişken sayısını,

i=1, 2, ..., t ise değişkenlerin gözlem sayısını gösterir.

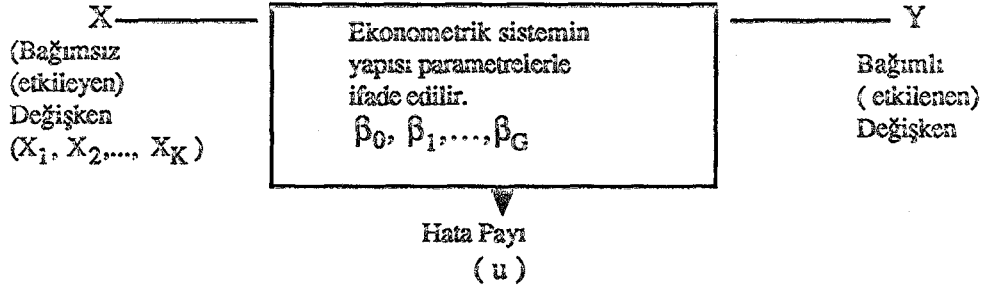
Doğrusal regresyon modelinin sağlıklı sonuç verebilmesi için modelde bulunması gereken EKKY varsayımları aşağıdaki gibidir (1):

1. Hata terimi  $u_i$ , ortalaması sifıra eşit şansa bağlı bir değişkendir.
2. Bağımsız değişken X ile u arasında ilişki yoktur.
3. Hata terimi u'nun dağılımı normaldir.
4. Hata terimleri arasında ilişki (otokorelasyon) yoktur.
5. Hata terimi u'nun varyansı her  $X_i$  için sabittir (homoskedastik).
6. Model tanımlama hatası taşımamaktadır.
7. Bağımsız değişkenler arasında ilişki yoktur (çoklu doğrusal bağıntı).

(1) Ayrıntılı bilgi için bak ., Ş. AKKAYA, Ekonometri -I, İzmir, 1989, s.107-126.

Tek denkleme bağı ekonometrik sistem aşağıdaki gibi şematize edilebilir (1) :

Şekil 1 Tek Denkleme Bağı Ekonometrik Sistem



Ekonometrik modeli esas itibariyle bağımlı ve bağımsız değişkenler, bunlar arasında bağlantı kuran parametreler ve hata payları ile tanımlanır. Yukarıdaki model çok değişkenli doğrusal bir model olup; ekonometrik bir model niteliğine sahiptir. Tek denklemlili bir modelde bağımsız değişken niteliğini taşıyan X değişkenleri, bağımlı değişken Y 'nin değerlerini belirlemektedir.

Bir tek denklemlili modelde EKKY'nin uygulanması ile bağımsız değişkenlerin gerçekten açıklayıcı bir nitelik taşıdığı bir başka deyişle X bağımsız değişkeni ile Y bağımlı değişkeni arasında tek yönlü sebep-sonuç ilişkisinin bulunduğu varsayılmaktadır (2) (EKKY varsayım 2) (\*). Oysa ekonometride iki değişken arasındaki bağımlılık nadiren tek yönlü olup; birçok ilişki geniş bir sistemin içinde yer almaktadır. Ancak bazı durumlarda söz konusu bu geniş sistem fazla önemsenmeyip, ekonometrik ilişkilerde basitleştirmeler yapılarak tek denklemlili modeller de kullanılabilir. Ne var ki bu durum çeşitli sorunların doğmasına yol açabilmektedir (3) (\*).

(1) A. KILIÇBAY, Ekonometrinin Temelleri, İ.Ü. İktisat Fakültesi Yayın No:454, İstanbul, 1980, s.338 .

(2) P. KENNEDY, A Guide to Econometrics, First Published, Martin Robertson and Company Ltd., Cambridge, 1979, s.106.

(\*) Uygulamada açıklayıcı değişkenlerin şans bağı örneklemde örnekten örneğe sabit kaldıkları kabul edilmektedir. Buna göre, açıklayıcı değişken (X)'in değerleri sabit olmaktadır. Bir başka deyişle; X ve Y değerleri anakütleden çok sayıda örnek çekilerek elde edildiğinden, her örnek için  $X_i$  değerleri aynı olmaktadır. u hata terimi değerleri  $u_i$  ler ve dolayısıyla  $Y_i$  ler' de örnekten örneğe farklı değer taşımaktadır.

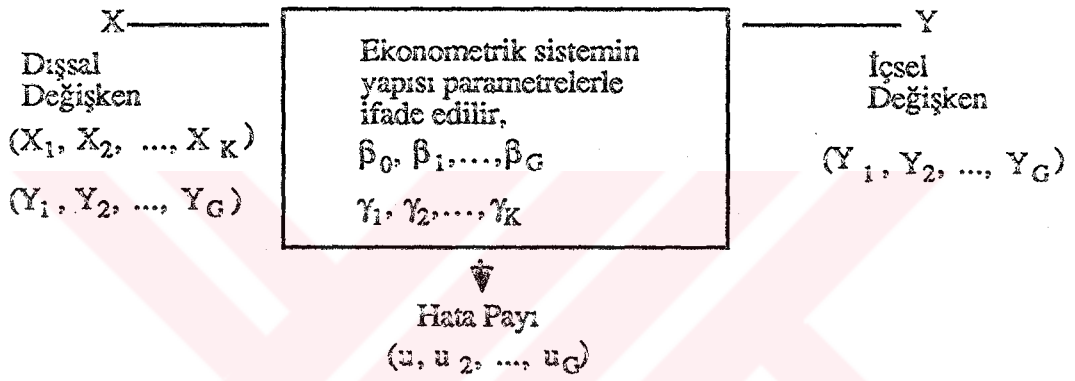
$$\begin{aligned} \text{cov}(Xu) &= E [ X_i - E(X_i) ] [ u_i - E(u_i) ] \\ &= E [ X_i - E(X_i) u_i ] \\ &= X_i \cdot E(u_i) \\ &= 0 \end{aligned}$$

(3) M. J. C. SURREY, An Introduction to Econometrics, Clarendon Press, Oxford, 1974, s.63.

(\*) Bak., aşağıda " Çok Denklemlili İlişkilerin Sonuçları " hakkında yapılan açıklamalar, s.6.

Yukarıda tek yönlü sebep - sonuç ilişkisiyle ilgili durumları inceledikten sonra şimdi de Y 'nin sadece X tarafından belirlenmeyip, aynı zamanda X'in de Y tarafından belirlendiği durumları incelemek gereklidir. Bir fonksiyonda  $Y = f(X)$  iken  $X = f(Y)$  ise; Y ve X arasındaki ilişkiyi tek denklemlerle göstermek mümkün olamaz. Bu sebeple Y ve X' in modelin diğer denklemlerinde dışsal ve/veya içsel değişken (egzogen, endogen) şeklinde yer alacağı ve farklı denklemleri de içine alan çok denklemlerli bir modelin kullanılması gerekmektedir. İşte bağımlı değişkenleri de içine alan bu sisteme "çok denklemlerli sistem" denilmektedir (1). Bu modeli de aşağıdaki gibi şematize etmek mümkündür (2) :

Şekil 2 Çok Denklemlerli Ekonometrik Sistem



Ekonomik olayların doğası gereği her denklemlerli çok denklemlerli sistemin bir parçası olarak ele alınır. Ancak model çok denklemlerli bir yapıya sahipse bile kimi durumlarda tek denklemlerli tahmin yöntemi çok denklemlerli tahmin yöntemine nazaran daha iyi sonuçlar verebilir (3).

(1) H. H. KELEJIAN / W. E. OATES, *Introduction to Econometrics*, Harper Row Publishers, New York, 1974, s.224; H. R. FOGLER / S. GANAPATHY, *Financial Econometrics for Researchers in Finance and Accounting*, Prentice Hall, New Jersey, 1982, s. 89.

(2) KILIÇBAY, *Ekonometrinin Temelleri*, s.342.

(3) P. RAO / R. L. MILLER, *Applied Econometrics*, Wadsworth Publishing Company Inc., California, 1971, s.18

Ekonometrik modellerdeki tanımlamanın iyi bir şekilde uygulanması, değişkenler arasındaki ilişkileri kuvvetle ortaya çıkarır. Ayrıca, çok denklemlili bir modelin anlaşılabilmesi için verilerin gerçek değerlerinin kullanılmasına büyük özen gösterilmelidir (1).

Bir çok ekonomik olay çok sayıda değişkenler arasındaki ilişkiye dayanır. Bu yüzden değişkenler setinin bağımlı değişkendirdeki değişimleri açıklama etkisi ile diğer çeşitli ilişkileri düzenleyen modeli kurmak temel bir sorun olmaktadır. Belirtilmesi gereken diğer bir konu da çok denklemlili modellerde her denklemden ortaya çıkan birden fazla içsel değişkenin bulunduğudur.

## B. ÇOK DENKLEMLİ İLİŞKİLERİN SONUÇLARI

Çok denklemlili bir modelde Y ve X arasında iki yönlü bir ilişki olduğu ve bu ilişkinin tek denklemlili belirlenemediği yukarıda ifade edilmişti. Buna bağlı olarak şimdi de çok denklemlili bir modele EKKY uygulanmasıyla EKKY'nin 2. var sayımının bozulduğu aşağıdaki modelle ispatlanabilir (2) :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + u \quad (2)$$

$$X = \gamma_0 + \gamma_1 Y + \gamma_2 Z + v \quad (3)$$

Sistemin çok denklemlili olarak çözülebilmesi için, modeldeki denklemlili sayısının içsel değişken sayısına eşit olması gerekmektedir. Buna göre (3) denkleminde Y yerine 2 nolu denklemlili konduğunda;

$$X = \gamma_0 + \gamma_1(\beta_0 + \beta_1 X + u) + \gamma_2 Z + v$$

$$X = \gamma_0 + \gamma_1 \beta_0 + \beta_1 \gamma_1 X + \gamma_1 u + \gamma_2 Z + v$$

$$X - \beta_1 \gamma_1 X = \gamma_0 + \gamma_1 \beta_0 + \gamma_2 Z + \gamma_1 u + v$$

$$X(1 - \beta_1 \gamma_1) = \gamma_0 + \gamma_1 \beta_0 + \gamma_2 Z + \gamma_1 u + v$$

$$X = \frac{\gamma_0 + \gamma_1 \beta_0}{1 - \beta_1 \gamma_1} + \frac{\gamma_2}{1 - \beta_1 \gamma_1} Z + \frac{\gamma_1 u + v}{1 - \beta_1 \gamma_1}$$

elde edilir. Hatırlanacağı üzere  $cov(Xu) = E[u(X - E(X))]$  idi (3).

(1) W. HILDENBRAND, *Advances in Econometrics*, Cambridge University Press, Cambridge, 1982, s.248.

(2) A. KOUTSOYIANNIS, *Theory of Econometrics*, Second Edition, Harper Row, Publishers, Ontario, 1977, s.332 -335; Ayrıca bu konuda bak., KELEJIAN / OATES, s.225.

(3) Bu konuda bilgi için bak., yukarıda s.4.

Denklemin her iki tarafının beklenen değeri alınıp kovaryans eşitliğinde yerine yerleştirilirse;

$$E(x) = E \left\{ \frac{\gamma_0 + \gamma_1 \beta_0}{1 - \beta_1 \gamma_1} + \frac{\gamma_2}{1 - \beta_1 \gamma_1} Z + \frac{\gamma_1 u + v}{1 - \beta_1 \gamma_1} \right\}$$

$$\text{Cov}(ux) = E \left\{ \frac{u}{1 - \beta_1 \gamma_1} (\gamma_0 + \gamma_1 \beta_0 + \gamma_2 Z + \gamma_1 u + v - \gamma_0 - \gamma_1 \beta_0 - \gamma_2 Z) \right\}$$

$$= E \left\{ \frac{u}{1 - \beta_1 \gamma_1} (\gamma_1 u + v) \right\}$$

$$= \frac{1}{1 - \beta_1 \gamma_1} E \left\{ \gamma_1 u^2 + uv \right\} \neq 0$$

bulunur. Böylelikle

$$\text{Cov}(Xu) \neq 0 \quad (4)$$

ispatlanmış olur. Bu ispat birinci denkleme EKKY uygulandığında parametre tahminlerinin sapmalı ve tutarsız olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Nitekim yukarıda ispatlanan bu durum ortalamalardan sapmalara göre de incelenebilir (1):

$$y = \gamma_1 x + u \quad (5)$$

modelinde tüm örnek gözlemleri toplanıp, her iki taraf x ile çarpılırsa

$$\sum y = \gamma_1 \sum x + \sum u \quad (6)$$

$$\sum xy = \gamma_1 \sum x^2 + \sum xu \quad (7)$$

sonucuna ulaşılır.

x ile u hata terimlerinin kovaryansı cov(xu) aşağıdaki varsayımlardan birini reddeder:

a. Eğer x'ler şansa bağlı örneklemede değişmez değerler dizisi oluşturuyorsa x ve u'ların kovaryansı  $E(\sum xu) = 0$  dir.

(1) KOUTSOYIANNIS, s.334 - 335.

$$\Sigma xy = \gamma_1 \Sigma x^2 + \Sigma xu \quad (8)$$

$$\hat{\gamma}_1 = \frac{\Sigma xy}{\Sigma x^2} \quad \text{dir.}$$

b.1. Eğer x'ler şansa bağlı değişken ise, x'ler u hata teriminden bağımsız olduğu sürece u ve x'lerin kovaryansı sıfır olacaktır.

$$\Sigma xy = \gamma_1 \Sigma x^2 + \Sigma xu$$

denkleminin her iki tarafını  $\Sigma x^2$ 'ye bölerek sapmasız  $\gamma_1$  tahminleri elde edilir (ancak  $E(\Sigma xu) = 0$  olduğu sürece).

Her iki tarafın beklenen değerleri alındığında ;

$$\hat{\gamma}_1 = \frac{\Sigma xy}{\Sigma x^2}$$

$$E(\hat{\gamma}_1) = E\left(\frac{\Sigma xy}{\Sigma x^2}\right)$$

$$E(\hat{\gamma}_1) = \gamma_1 \quad (9)$$

sapmasız tahmin elde edilmiş olur.

2. Eğer x ve u'lar bağımsız değilirse, kovaryansları 0'dan farklı olacaktır.

$$E\{\Sigma(xu)\} \neq 0$$

$$\frac{\Sigma xy}{\Sigma x^2} = \gamma_1 + \frac{\Sigma xu}{\Sigma x^2}$$

Yine her iki tarafın beklenen değeri alındığında,

$$E\left(\frac{\Sigma xy}{\Sigma x^2}\right) = E(\gamma_1) + E\left(\frac{\Sigma xu}{\Sigma x^2}\right)$$

$$E(\hat{\gamma}_1) = \gamma_1 + E\left(\frac{\Sigma xu}{\Sigma x^2}\right)$$

$$\text{sapma} = \left\{E(\hat{\gamma}_1) - \gamma_1\right\} = E\left(\frac{\Sigma xu}{\Sigma x^2}\right) \neq 0 \quad (10)$$

olacaktır.



## C.YAPISAL VE DARALTI MIŞ MODELLER

### 1. Yapısal Modeller

Ekonomik ilişkileri göstermek için kullanılan denklemler setine yapısal model denir. Yapısal biçimde içsel ve dışsal değişkenler karşılıklı etkileşim mekanizması içersindedirler. Bu mekanizma içersinde içsel değişkenler; diğer içsel, dışsal ve hata terimlerinin bir fonksiyonu olarak ifade edilirler(1). Bu yapı ekonometristler tarafından belirlenir ve sembolik olarak ekonomik mekanizmayı gösterir. Söz konusu bu mekanizma, değişkenlerin ölçümü ve modelin amacıyla yakından ilgilidir. Genel olarak çok denklemlili ekonometrik modelde kesin bir ilişki seti bulunmamakta ve dolayısıyla bir değişken modelin herhangi bir denkleminde içsel değişken biçiminde olabileceği gibi, test edilecek hipotezdeki bir değişme sebebiyle aynı toplam değişkenler setini içeren diğer bir denklemde de dışsal değişken biçiminde yer alabilmektedir. Bu noktadan hareketle modelin oluşturulmasında önemli olan değişkenler aşağıdaki biçimde açıklanabilir (2):

a. İçsel değişkenler : Bunlar sistemin bağımlı, tayin edilen değişkenleridir. Bu değişkenlerin değerleri, modelin dışsal değişkenleri ve parametreleri tarafından tayin edilmektedir. Bir başka deyişle içsel değişkenler sistem içinde belirlenmektedir.

b. Dışsal değişkenler : Bunlar modelde etkileyici, belirleyici değişkenlerdir. Bu değişkenler tam bağımsız ve gecikmeli içsel değişkenler olarak iki gruba ayrılırlar. Tam bağımsız değişkenler değerleri tamamen model dışından önceden tayin edilirlerken; gecikmeli içsel değişkenler, cari değeri ile içsel olan ve tayin edilen değeri açısından dışsal etki yapan değişken niteliği taşır. Yani, bir gecikmeli değişken bir önceki zaman döneminin değişkeni olarak ortaya çıkmakta ve bu çeşit değişkenler denklem sisteminin dışında belirlenmektedir.

Yukarıda yapılan açıklamalardan sonra şimdi G sayıda denklem ve hata terimine sahip modelin yapısal biçimi, dışsal ve içsel değişkenler itibariyle oluşturulacaktır. Bunu yaparken de değişkenler arasında sadece doğrusal bir ilişki ve aralarında da iki yönlü sebep - sonuç ilişkisinin bulunduğu dikkate alınacaktır (3). Ekonomik teori temelinde oluşturulan davranışsal ilişkilerin parametrelerini tah

---

(1) R. J. ALLARD, An Approach to Econometrics, A Harsted Press Book John Wiley Sons, New York, 1974, s.189; J. E. SPENCER / R. C. GEARY, Exercises in Mathematical Economics and Econometrics With Outlines of Theory, Hafner Press, A Division of Macmillan Publishing Company, Inc., New York, 1974, s.246-247.

(2) R. F. WYNN / K. HOLDEN, An Introduction to Applied Econometric Analysis, A Harsted Press Book, John Wiley Sons, New York, 1974, s.105; ALLARD, s.189; Ş. AKKAYA, Ekonometri II, D.E.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Tezler Yayınları No:50, İzmir, 1985, s.157.

(3) SPENCER, s.246.

min etmek, çok büyük önem taşımaktadır. Bu yüzden yapısal denklemleri tahmin etmek için ilk olarak hangi değişkenin modelde yer aldığını ve değişkenler arasındaki ilişkiyi belirleyen ekonomik teoriyi bilmek gerekir. Söz konusu bu teori belirlenmesi gereken denklemdaki değişken sayılarını ve bunlara ait istatistiksel ilişkiler hakkında bilgi vermelidir. (1).

Yapısal biçimin içsel ve dışsal değişkenlerle hata paylarının bir sistem halinde ifadesi şu şekilde gösterilebilir (2) :

$$\sum_{i=1}^G \beta_{gi} y_{it} + \sum_{k=1}^K \gamma_{gk} x_{kt} = u_{gt} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} t &= 1, 2, \dots, T \\ g, i &= 1, 2, \dots, G \\ k &= 1, 2, \dots, K \end{aligned}$$

Model, doğrusal olarak G denklemlili  $y_1, \dots, y_G$  (içsel değişken) ve  $x_1, \dots, x_K$  (dışsal değişken) 'i içerir. Denklemdaki  $\beta_{gi}$  ve  $\gamma_{gk}$ , değişkenlerin parametreleridir. Modeli matris ve vektörlerle aşağıdaki gibi ifade etmek de mümkündür :

$$\beta y_t + \Gamma x_t = u_t$$

(1) F. M. FISHER, The Identification Problem in Econometrics, Mc Graw Hill Book Company, New York 1966, s.2.

(2) C. F. CHRIST, Econometric Models and Methods, John Wiley Sons, New York, 1966, s.350-352; Bu konuda ayrıca bak., D. NEELEMAN, Multicollinearity Models, Tilburg University Press, 1973, s.41- 42; J. KMENTA / J. RAMSEY, Evaluation of Econometrics Models, Academic Press, New York, 1980, s.170-171; G. C. CHOW, Econometric Analysis by Control Methods, John Wiley Sons, New York, 1981, s.97-98; C. W. C. GRANGER / P. NEWBOLD, Forecasting Economic Time Series, Second Edition, Academic Press Inc., London, 1977, s.196-198; C. F. MANSKI / D. M. FADDEN, Structural Analysis of Discrete Data With Econometric Applications, The Mit Press, Cambridge, 1986, s.394-395.

$$\beta = \begin{pmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} & \cdot & \beta_{1G} \\ \beta_{21} & \beta_{22} & \cdot & \beta_{2G} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \beta_{G1} & \beta_{G2} & \cdot & \beta_{GG} \end{pmatrix}$$

GxG büyüklüğünde içsel değişkenlere ait parametreler matrisi

$$\Gamma = \begin{pmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} & \cdot & \gamma_{1K} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} & \cdot & \gamma_{2K} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \gamma_{G1} & \gamma_{G2} & \cdot & \gamma_{GK} \end{pmatrix}$$

GxK büyüklüğünde dışsal değişkenlere ait parametreler matrisi

$$y_i = \begin{pmatrix} y_{1i} \\ \cdot \\ \cdot \\ y_{Gi} \end{pmatrix} \quad x_i = \begin{pmatrix} x_{1i} \\ \cdot \\ \cdot \\ x_{Ki} \end{pmatrix}$$

$$u_i = \begin{pmatrix} u_{1i} \\ \cdot \\ \cdot \\ u_{Gi} \end{pmatrix} \quad (12)$$

Yapısal model T gözlem için yukarıdaki tanımlama ve ifadelerle göre genelleştirilirse model aşağıdaki biçime dönüştürülebilir :

$$Y = \begin{pmatrix} \cdot \\ y_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ y_T \end{pmatrix} \quad X = \begin{pmatrix} \cdot \\ x_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ x_T \end{pmatrix} \quad U = \begin{pmatrix} \cdot \\ u_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ u_T \end{pmatrix} \quad (13)$$

$$BY + \Gamma X = U \quad (14)$$

## 2. Daraltılmış Modeller

Yapısal bir modelde G sayıda denklem ve G sayıda bilinmeyen olduğu durumlarda çözüme ulaşılabilir. Nitekim böyle bir durumda B ve G matrisinin bütün elemanları biliniyorsa yani içsel değişkenlerin parametreleri (B matrisi içinde) ve dışsal değişkenlerin parametreleri (Γ matrisi içinde) önceden belirlenmişse bu takdirde belli dışsal değişkenler için Y'nin değerlerini bulmak mümkündür. Bu sonuca ulaşabilmek için ise, içsel değişkenler parametresini oluşturan B matrisinin özelliklerinin belirlenmesi gerekir. B matrisinin determinantı sıfır değilse; ters çevrilebilirlik özelliğinden faydalanılarak B<sup>-1</sup> bulunabilir. Bu durumda yapısal mo-

delin (14) her iki tarafı  $B^{-1}$  ile çarpılırsa (1) :

$$B^{-1}BY + B^{-1}\Gamma X = B^{-1}U$$

$$Y = -B^{-1}\Gamma X + B^{-1}U \quad (15)$$

sonucuna ulaşılır.

$$\Pi = -B^{-1}\Gamma \quad (16)$$

$$V = B^{-1}U \quad (17)$$

ile gösterildiklerinde modelin daraltılmış biçimi aşağıdaki gibi olur :

$$Y = \Pi X + V \quad (18)$$

Bu modelde daraltılmış biçim ( $\Pi$ ) matrisi; içsel değişken parametreleri matrisinin tersi ile dışsal değişken parametreleri matrisinin çarpımına eşittir. Daraltılmış biçim parametrelerini matris notasyonu ile de göstermek mümkündür:

$$\Pi = \begin{pmatrix} \pi_{11} & \pi_{12} & \cdot & \pi_{1K} \\ \pi_{21} & \pi_{22} & \cdot & \pi_{2K} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \pi_{G1} & \pi_{G2} & \cdot & \pi_{GK} \end{pmatrix} \quad (19)$$

Daraltılmış biçim denklemleri, içsel değişkenlerin her birini sadece dışsal değişken ve hata terimlerinin bir fonksiyonu olarak açıklamakta (2) bir başka ifadeyle daraltılmış biçimin matematiksel olarak yapısal biçiminden türetilmesini göstermektedir. Daraltılmış biçimi elde etmek için  $G$  içsel değişkenli  $G$  denklemlilik yapısal biçim, sadece dışsal değişken ve hata terimleri itibariyle her bir içsel değişken için çözülmektedir (3). Ancak modelin iyi bir daraltılmış biçimini elde etme garantisi fazla değildir. Eğer modelin iyi bir daraltılmış biçimi elde edilebilirse, modelin her bir denkleminin tahmini ve orijinal yapısal denklemdeki parametreleri rahatlıkla tahmin edilebilir. Bu sebeple, çok denklemlilik tahmin probleminde önemli olan, daraltılmış model parametrelerinden hareketle yapısal model parametrelerini bulmaktır (4).

(1) C.E.V.LESER, *Econometric Techniques and Problems*, Charles Griffin Company, Ltd., London, 1966, s.37-38; J. S. CRAMER, *Empirical Econometrics*, North Holland Publishing Company, 1971, s.124-125; K. WALLIS, *Introductory Econometrics Lectures in Economics*, Gray-Mills Publishing Ltd., Chicago, s.61-62; J. JOHNSTON, *Econometric Methods*, Third Edition, Mc Graw Hill International Book Company, New York, 1984, s.239.

(2) ALLARD, s.190; Ayrıca bak., T. W. MIRER, *Economic Statistics and Econometrics*, Mac Millan Publishing Company, New York, 1983, s.314.

(3) J. L. MURPHY, *Introductory Econometrics*, Richard D. Irwin, Inc., Ontario, 1973, s.397.

(4) A. KILIÇBAY, *Ekonometik Metodlar ve Araştırma*, Sermet Matbaası, İstanbul, 1975, s.62.

Genel olarak, birbirleriyle ilişkili olan bağımlı sistemde sınırsız parametrelerin en küçük kareler yöntem tahminleri tutarsız olabilmektedir (1). Bu yüzden ekonometrik modellerin tahmini için her denklemden sadece bir içsel değişkenin eşitliğin solunda; dışsal değişkenin ise eşitliğin sağ yanında yer alması gerekmektedir.

Daraltılmış biçim gerekli işlemler sonunda aşağıdaki niteliklere sahip yeni bir biçim olarak ortaya çıkmaktadır (2) :

- a. Daraltılmış biçimin özü, yapısal biçimdir.
- b. Daraltılmış biçim belli yöntemlerle ve belli amaçlara yönelik olarak yeniden belirlenmektedir.
- c. Daraltılmış biçimde bazen denklem sayısı az olmakta, fakat öz kaybolmamaktadır.
- d. Daraltılmış biçim parametreleri ile yapısal biçim parametreleri arasında bir ilişki vardır.

Çok denklemlili bir modelde  $Y = X\Pi + V$  daraltılmış biçimin nasıl elde edildiği yukarıda ifade edildi. Bununla beraber  $\Pi$  matrisinin  $\hat{\Pi}$  tahmin edicisini elde etmek için  $Y = X\Pi + 0$  'ın kullanıldığı düşünülürse bu tahmin edici sapmasız ve minimum varyanslı olacaktır. Fakat bu istenilen tahmin değildir. Çünkü daraltılmış model tahmin etmeye çalışılan yapısal parametre elemanlarının değerlerinin elde edilmesinde yetersiz kalabilir (3).

#### D. HATA TERİMİYLE İLGİLİ VARSAYIMLAR

Çok denklemlili bir ekonometrik model, tek denklemlili ekonometrik modelin uzantısıdır. Ancak bu uzantıda yeni varsayımlara da ihtiyaç duyulur. Bu varsayımlar farklı denklemlerdeki hata terimlerinin arasındaki ilişkilerle ilgilidir. Çok denklemlili bir model analizinde bu karışıklığı azaltmak için matematiksel belirleme gereklidir (4).

(1) M. DUTTA, *Econometric Methods*, South Western Company, Cincinnati, 1975, s.263.

(2) KILIÇBAY, *Ekonometrinin Temelleri*, s.434 -435.

(3) J. D. A. CUDDY, *Quantitative Methods in Economics*, Rotterdam University Press, 1974, s.150.

(4) H. ERLAT, *Ekonometride Tanımlama Sınemaları*, O.D.T.Ü. İ.İ.B.F. Yayın No: 45, Ankara, 1983, s.193-195.

Hata paylarına ait varsayımlar yapısal ve daraltılmış modelde olmak üzere iki başlık altında incelenebilir (1) :

### 1. Yapısal Modelde Hata Paylarına Ait Varsayımlar

$$E u(t) = 0 \quad t = 1, 2, \dots, T$$

veya

$$E U = 0 \quad (20)$$

Her bir hata vektörünün beklenen değeri sıfırdır.

$$\Sigma u(t) \cdot u'(t) = \Sigma \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (21)$$

$$\Sigma = \begin{pmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1G} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \dots & \sigma_{2G} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sigma_{G1} & \sigma_{G2} & \dots & \sigma_{GG} \end{pmatrix} \quad i \neq j$$

$\Sigma$ ,  $G \times G$  boyunda tekli olmayan bir kare matris olup simetrikdir.

$$E u(t) \cdot u'(t') = 0 \quad t, t' = 1, 2, \dots, T; \quad t \neq t' \quad (22)$$

Bu varsayım farklı gözlemlere ait hata payları arasında gerek denkiem ve gerekse denkiemler arasında herhangi bir ilişki olmadığını göstermektedir. Bu genel varsayım ve şartlar altında yapısal hataların örnek varyans ve kovaryansları, anakütle parametrelerinin ihtimal limitleri olduğunu gösterir.

$$\text{plim} \sum_{t=1}^T \frac{u(t) u'(t)}{T} = \Sigma$$

veya

$$\text{plim} T^{-1} U'U = \Sigma \quad (23)$$

Dışsal değişkenler bağımsız ve durağan olup kovaryans matrisi  $\Sigma_{xx}$  tekil değildir.

$$\text{plim} \sum_{t=1}^T \frac{x(t) x'(t)}{T} = \Sigma_{xx} \quad (24)$$

(1) A. S. GOLDBERGER, *Econometric Theory*, John Wiley Sons, New York, 1964, s.399-402; F. ZAREMBKA, *Frontiers in Econometrics*, Academic Press, New York, 1974, s.219-221. Ayrıca bak..S. HYMANS, "Simultaneous Confidence Intervals in Econometric Forecasting," *Econometrica*, Vol.:36, No:1, January 1968, s.21-23.

veya

$$\text{plim } T^{-1} X' X = \Sigma_{xx}$$

Dışsal değişkenlerin meydana getirdiği süreç ile hataları meydana getiren sürecin ilişkisiz olduğu kabul edilir ve bu yüzden

$$E x(t) u'(t) = E x(t) E u'(t) = 0 \quad (25)$$

dir.

$$\text{plim } \sum_{t=1}^T \frac{x(t) u'(t)}{T} = 0 \quad (26)$$

veya

$$\text{plim } T^{-1} X' U = 0$$

dir.

Dışsal değişkenler tüm hatalardan bağımsız bir dağılım göstermektedirler. Diğer bir deyişle hatalarla ilişkileri yoktur. Ayrıca gecikmeli içsel değişkenler de hatalardan bağımsızdır.

## 2. Daraltılmış Modellerde Hata Paylarına Ait Varsayımlar

Daraltılmış biçim hataları yapısal biçim hatalarının doğrusal birleşimidir. Söz konusu hataların özellikleri oldukça basit olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilir(1):

$$E v(t) = E (B^{-1} u(t)) = B^{-1} \cdot E u(t) = 0$$

veya

$$E V = 0 \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (27)$$

Her daraltılmış biçim hata terimi vektörünün beklenen değeri sıfırdır. Daraltılmış biçim hata paylarının sıfır olması,  $B^{-1}$  matrisinin ekonometrik ve matematik özelliğinden değil, yapısal biçimin hata payları olan  $u$  vektörü hakkındaki varsayımından kaynaklanmaktadır.

$$\begin{aligned} \Omega &= E v(t) \cdot v'(t) = E [(B^{-1}) u(t) \cdot u'(t) \cdot (B^{-1})'] \\ &= B^{-1} E u(t) \cdot u'(t) \cdot (B^{-1})' \\ &= B^{-1} \cdot \Sigma (B')^{-1} \end{aligned} \quad (28)$$

$t = 1, 2, \dots, T$

(1) E. MALINVAUD, *Statistical Methods of Econometrics*, Amsterdam, 1980, s.644-647 ; GOLDBERGER, s. 301-302.

$\Omega$ , matrisinin belirlenmesinde iki matris önemli rol oynamaktadır. Bunlar, içsel değişken parametreleri matrisinin tersi ile yapısal biçim hata payları arasındaki  $u(t)$  ve varyans - kovaryans matrisi  $\Sigma$  dir.

$$\begin{aligned} E v(t) \cdot v'(t') &= E [(B^{-1}) \cdot u(t) \cdot u'(t') \cdot (B^{-1})'] \\ &= B^{-1} \cdot E u(t) \cdot u'(t') \cdot (B^{-1})' \\ &= 0 \end{aligned} \quad (29)$$

$$t, t' = 1, 2, \dots, T \quad t = t'$$

Yukarıda ispatlandığı üzere, daraltılmış biçim hata vektörü sıfırdır; aynı veya farklı daraltılmış biçim denklemlerindeki hatalar arasındaki gecikmeli kovaryanslar da sıfırdır. Bu genel şartlar altında daraltılmış biçim hataları örnek, varyans ve kovaryansının ihtimal limitiyle ilgili anakütle parametrelerinin sahip olduğu özellikleri göstermektedir.

$$\begin{aligned} p \lim T^{-1} V' V &= p \lim T^{-1} B^{-1} U' U B^{-1} \\ &= B^{-1} p \lim (T^{-1} U' U) B^{-1} \\ &= B^{-1} \Sigma B^{-1} \\ &= \Omega \end{aligned} \quad (30)$$

veya

$$p \lim \frac{\sum_{t=1}^T v(t) v'(t)}{T} = \Omega$$

Aşağıda belirtildiği üzere dışsal değişkenler de, daraltılmış biçim hatalarından bağımsızdır.

$$p \lim T^{-1} X' V = p \lim T^{-1} X' U B^{-1} = p \lim (T^{-1} X' U) B^{-1} = 0 \quad (31)$$

veya

$$p \lim \sum_{t=1}^T \frac{x(t) v(t)}{T} = 0$$



## II. BELİRLENME

Sosyal bilimlerde bir model kurulduğunda belli başlı üç problem ile karşılaşılır. Bunlardan ilki; modelin matematiksel biçiminin tam olarak oluşturulması (ki bu durumda denklem sayısı bilinmeyenlerin sayısına eşit olacaktır); ikincisi modelin parametrelerinin belirlenmesi ve üçüncüsü de parametrelerin istatistiksel tahminidir. Bir ve ikinci şart gayet açık ve belirgindir. Bunun sebebi belirlenmemiş bir denklemde tutarlı parametre tahminleri elde etmenin imkansızlığıdır. Üçüncüsünde ise; hangi tekniğin kullanılacağını önemsemeden en küçük kareler veya diğer bazı tahmin teknikleri ile parametre tahminleri her zaman için elde edilebilir. Ne var ki; tahmin sonuçlarının tutarsız olabileceği de göz ardı edilmemelidir (1).

Belirlenme konusunda daraltılmış biçim parametrelerinden yapısal biçim parametrelerine geçiş matematiksel bir sorun teşkil etmekte ve bazı ön şartlar ile işlemleri gerektirmektedir. Bu sebeple söz konusu sorunu ekonometri ve ekonometrik metodlar çerçevesinde ortaya koyabilmek için "belirlenme" yi incelemek gerekli hale gelmektedir.

### A. BELİRLENMENİN ÖNEMİ

Uygulamada belirlenmenin temel yapısı, tayin edilmiş modelle ilişkili olan "muhakeme gücü" dür. Şayet modelin tanımlanması ekonomik teoriye göre doğruysa yapının model itibariyle belirleneceği varsayılır. Ancak belirtmek gerekir ki bir ekonometrik modelde denklemlerin belirlenmesi oldukça güçtür. Bu güçlük yapıyı tanımlayan ilişki yanlış belirlenirse ortaya çıkar. Dolayısıyla modeldeki içsel ve dışsal değişkenler ile hata terimleri hakkındaki varsayımlardan yola çıkarak belirlenmeye çalışılan modelin gerçek yapısının parametrelerinin tek değeri olarak tahmin edilmesi istenir. Fakat bazı durumlarda aynı parametre için birden fazla değer elde edilebilmekte ve bunlardan hangisinin parametrenin gerçek değeri olduğu konusunda bir belirsizlik ortaya çıkabilmektedir. İşte, yukarıda ifade etmeye çalışılan durumlarla karşılaşmamak için çok denklemlilik modelin özdeşlik denklemleri dışındaki bütün denklemlerinin belirlenmiş olması gerekmektedir (2).

Yukarıda da belirtildiği üzere, belirlenme konusunun temelinde yatan sorun, daraltılmış biçim parametrelerinden yapısal biçim parametrelerinin elde edilip edilemeyeceği, onların yapısal biçim parametreleri olarak gösterilip gösterilemeyece -

(1) CUDDY, s.151.

(2) JOHNSTON, s.439, 444 ; AKKAYA, Ekonometri II, s.164.

ğidir. Belirlenme sorunu ; verilerle değil, ekonomik modellerin özelliği, onların kuruluş biçimi yani modelin tanımlanmasıyla yakından ilgilidir (1). Bu durumda ekonometrik bir sorun olan belirlenme üç biçimde ortaya çıkmaktadır (2) :

1. Eksik belirlenme (belirlenmeme) : Modelin hiç belirlenmemesi demektir. Bu durumda modelin veya ilgili denklemin tekrar tanımlanması gerekmektedir.

2. Tam belirlenme: Bu belirlenme biçiminde daraltılmış biçim parametreleri tek değerli olarak bulunabilmektedir.

3. Aşırı belirlenme: Bu belirlenme biçiminde ise; yapısal biçim parametreleri için birden fazla ve birbirinden farklı parametre değerleri bulunabilmektedir.

## B. BELİRLENME DURUMUNUN ARAŞTIRILMASI

Modelden sadece bir denklemin belirlenmesi yöntemi aşağıdaki gibi incelenebilir (3):

Modelde  $G$  sayıda içsel değişken ( $G = G_* + G_{**}$ ) ve  $K$  sayıda dışsal değişken vardır.  $G_*$ , söz konusu denklemdaki içsel değişken sayısını;  $G_{**}$ , denklemden yer almayan ancak modelde var olan içsel değişken sayısını ifade etmektedir.  $K_*$  ise bu denklemdaki dışsal değişken sayısını ve  $K_{**}$  denklemden yer almayan ancak modelde var olan dışsal değişken sayısını göstermektedir.

Yapısal modelden hareketle (denklem 14) matris notasyonu ile yazıldığında;

$$\begin{bmatrix} \gamma_{11} & \dots & \gamma_{1G} & 0 & 0 \\ \gamma_{21} & \dots & \gamma_{2G} & 0 & 0 \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \gamma_{G1} & \dots & \gamma_{GG} & 0 & 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \dots & \gamma_{1K} & 0 & 0 \\ \gamma_{21} & \dots & \gamma_{2K} & 0 & 0 \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \gamma_{G1} & \dots & \gamma_{GK} & 0 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_{11} \\ x_{21} \\ \vdots \\ x_{G1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_{11} \\ u_{21} \\ \vdots \\ u_{G1} \end{bmatrix} \quad (32)$$

elde edilir. İçsel ve dışsal değişkenler parametreler vektöründeki sıfırlar ise, birinci denklemden yer almayan içsel ve dışsal değişkenleri verir. Yukarıdaki ilişki genelleştirilirse model aşağıdaki biçime dönüşür :

(1) T. W. HU, *Econometrics : An Introductory Analysis*, University Park Press, Baltimore, 1973, s.128.

(2) M. J. BRENNAN, *Preface to Econometrics, Third Edition*, South Western Publishing Company, Cincinnati, 1973, s.386-387; KILIÇBAY, *Ekonometrinin Temelleri*, s.390-391.

(3) GOLDBERGER, s.314-316. Bu konuda ayrıca bak., J. JOHNSTON (Çev., Yüksel İŞYAR / Ergun KİP), *Ekonometrik Metodlar*, A.Ü. Basımevi, Erzurum 1981, s.249-252; T. ERTEK, *Ekonometriye Giriş, Araştırma, Eğitim*, Ekin Yayınları, İstanbul 1982, s.228 -230.

$$[\beta_* \dots \beta_{**}] \begin{bmatrix} y_* \\ y_{**} \end{bmatrix} + [\gamma_o \dots \gamma_{oo}] \begin{bmatrix} x_o \\ x_{oo} \end{bmatrix} = u; \quad (33)$$

Modeldeki matris ve vektörler belirlenirse;

$y_*$  :  $G_* \times 1$  boyunda ve denklemde yer alan içsel değişkene ait gözlem sayısını gösterir .  $G_*$  adet elemanı olan vektördür.

$y_{**}$  :  $G_{**} \times 1$  boyunda ve denklemde yer almayan değişkenleri gösteren bir vektördür. Bu vektörde  $G_{**}$  tane sıra ve bir sütun vardır.

$\beta_*$  : Denklemde yer alan değişkenlere ait parametrelerdir. Bir başka deyişle  $\beta_*$  ;  $1 \times G_*$  boyunda ve sıfır olmayan  $\beta$  parametresine ait bir sıra vektörüdür. Bu vektörün bir sırası ve  $G_*$  sayıda sütunu vardır.

$\beta_{**}$  : Değerleri sıfır olan  $\beta$  parametrelerini içine alan bir sıra vektörüdür.  $\beta$  parametresinin sıfır olması bunlara uygun değişkenlerin söz konusu denklemde yer almadıklarını göstermektedir.

$\gamma_o$  :  $1 \times K_o$  büyüklüğünde bir sıra vektörüdür.  $\gamma_o$  vektörü, söz konusu denklemde yer alan dışsal değişkenlerin değerleri sıfır olmayan parametreleridir.

$\gamma_{oo}$  :  $1 \times K_{oo}$  ,  $\gamma$  parametresine sahip bir sıra vektörüdür.  $\gamma_{oo}$  vektörü, denklemde yer almayan dışsal değişkenlerin parametreleridir.

$x_o$  : Denklemde yer alan dışsal değişkenlerinin gözlenen değerleridir.

$x_{oo}$  : Denklemde yer almayan dışsal değişkenlerdir.

Yukarıdaki modelde ele alınan sıfır parametrelerle denklemde yer almayan içsel ve dışsal değişkenleri çıkararak sadece denkiemi içeren içsel ve dışsal değişkenleri yine aynı modelle göre şu şekilde ifade etmek mümkündür :

$$\beta_* y_* + \gamma_o x_o = u$$

Yapısal model (33) tekrar ele alınıp daraltılmış biçimi yazılırsa ;

$$\begin{bmatrix} y_* & y_{**} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \pi_{*o} & \pi_{**o} \\ \pi_{*oo} & \pi_{**oo} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_o & x_{oo} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} v_* & v_{**} \end{bmatrix} \quad (35)$$

elde edilir. Bu daraltılmış biçimde yer alan matris ve vektörler aşağıdaki gibidir :

$\pi_{*0}$  :  $G_* \times K_0$  boyunda bir matris,

$\pi_{*00}$  :  $G_* \times K_{00}$  boyunda bir matris,

$\pi_{**0}$  :  $G_{**} \times K_0$  boyunda bir matris,

$\pi_{**00}$  :  $G_{**} \times K_{00}$  boyunda bir matris,

$v_*$  :  $G_* \times 1$  boyunda bir sütun vektördür. Bu vektör, daraltılmış biçimin G sayıda hata payını verir.

$v_{**}$  :  $G_{**} \times 1$  boyunda bir sütun vektördür.

Buraya kadar yapılan açıklamalardan sonra yapısal parametrelerin tanımlamasını sağlayacak gerek ve yeter şartları ele almak mümkündür. Buna göre modelin yapısal biçimi olan 14 nolu denklem tekrar ele alınıp Y yerine denk (18) konursa aşağıdaki ilişki elde edilir.

$$\begin{aligned}
 B(\Pi X + V) + \Gamma X &= U \\
 B\Pi X + BV + \Gamma X &= U \quad \rightarrow (V=B^{-1}U) \\
 B\Pi X + BB^{-1}U + \Gamma X &= U \\
 B\Pi X + \Gamma X &= U - U \\
 B\Pi X &= -\Gamma X \\
 B\Pi &= -\Gamma
 \end{aligned} \tag{36}$$

Yukarıda elde edilen yapısal ve daraltılmış biçimler arasındaki ilişkinin bir ifadesi ve bundan çıkan  $\Pi = -B^{-1}\Gamma$  denklemi, daraltılmış biçim parametreleri matrisi olan  $\Pi$  matrisi ile yapısal biçim parametrelerine dayalı iki matris çarpımı arasındaki ilişkiyi vermektedir.

Bu sonuncu ifade belirleme bakımından önemli olan alt matrislerle çok denklemlili sistemin sadece bir denklemi için ifade edilirse :

$$[B_* \ B_{**}] \begin{bmatrix} \pi_{*0} & \pi_{*00} \\ \pi_{**0} & \pi_{**00} \end{bmatrix} = [-\gamma_0 \ \gamma_{00}] \tag{37}$$

bulunur.

$$B_{**} = 0$$

$$\gamma_{00} = 0 \quad \text{dir.}$$

$$B_* \pi_{*0} + B_{**} \pi_{**0} = -\gamma_0$$

$$B_* \pi_{*0} = -\gamma_0 \tag{38}$$

$$\beta_* \pi_{*00} + \beta_{**} \pi_{**00} = \gamma_{00}$$

$$\beta_* \pi_{*00} = 0$$

(39)

Yapısal denklemler sisteminde yer alan her denklemin  $\beta$  parametresinin bire eşit olduğu kabul edildiğinden

$$\beta_* \pi_{*0} = -\gamma_0 \quad \text{ve};$$

$$\beta_{**} \pi_{**00} = 0$$

denklemlerinde  $G_* - 1$  sayıda bilinmeyen  $\beta$  parametresi ve  $K_0$  sayıda  $\gamma$  parametresi vardır. Yukarıda ikinci denklem  $\beta_* \pi_{*00} = 0$  incelendiğinde dışsal değişkenlerin parametreleri olan  $\gamma$  ların yer almadığı görülür. Bu durumda  $\beta$  parametrelerinin  $G_* - 1$  sayıda olanını çözebilmek için  $G_* - 1$  sayıda denkleme, bir başka deyişle  $K_{00}$ ' a gerek vardır. Nitekim;  $\beta$  parametrelerinin çözüm şartı,  $K_{00}$ ' in yani denklemden yer almayan dışsal değişken sayısının  $G_* - 1$ ' den büyük veya eşit olmasıdır. Buna ekonometride "sıra şartı" adı verilir. Bu şart gerekli olmakla birlikte yeterli değildir. Çünkü ilgili  $K_{00}$  sayıda denklemin birbirinden bağımsız olması mümkündür. Bu durumda parametreler matrisi sıfır olup; matrisin ters çevrilebilmesi ve çözümü imkansız hale gelir. Bu itibarla, yeter şart adı da verilebilen "rank şartı" nın yerine getirilmesi gerekir.  $[\pi_{*00}]$  matrisinin rankının  $G_* - 1$  olması gerekir. Yukarıda ifade etmeye çalışılan iki şart yerine gelirse ilgili denklem belirlenir ve daraltılmış biçimden hareketle yapısal biçim parametrelerinin tahmini için en uygun ekonometrik yöntem seçilir (1). Bu durumu aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür (2):

1. Eksik belirlenme "belirlenmeme":

- a.  $K_{00} \geq G_* - 1$  ve
- b.  $\text{rank} [\pi_{*00}] < G_* - 1$

ise denklem hiç belirlenmemiş veya eksik belirlenmiştir. Bu durumda daha önce de belirtildiği gibi modelin veya ilgili denklemin tekrar belirlenmesi gerekecektir.

2. Tam belirlenme:

- a.  $K_{00} = G_* - 1$  ve
- b.  $\text{rank} [\pi_{*00}] = G_* - 1$  ise ilgili yapısal denklem belirlenmiştir.

3. Aşırı belirlenme:

- a.  $K_{00} > G_* - 1$  ve
- b.  $\text{rank} [\pi_{*00}] = G_* - 1$  ise ilgili yapısal denklem aşırı belirlenmiştir.

(1) Belirlenme ve ekonometrik yöntemlerin seçimi ile ilgili bilgi için bak aşağıda s. 23.

(2) D. S. HUANG, Regression and Econometric Methods, John Wiley Sons, New York, 1970, s.220-221; MURPHY, s.220-221.

### III. ÇOK DENKLEMLİ EKONOMETRİK MODELLERDE PARAMETRELERİN TAHMİNİ

Çok denklemlı ekonometrik modellerde parametrelerin tahminini incelerken öncelikle tahmin yaklaşımı, belirlenme ve ekonometrik yöntemin seçimi, yapısal parametreler tahmin edicisinin tutarsızlığı incelenecektir.

#### A. ÇOK DENKLEMLİ MODELLERDE TAHMİN YAKLAŞIMI

Çok denklemlı modellerde tahmin yaklaşımı konusunda belirtilmesi gereken ilk husus, birden fazla yapısal biçimin çok denklemlı belirlenebilmesidir. Belirtilmesi gereken diğer husus ise, her tanımlamayı analiz ve tahmin etmede parametrelerin belirlenemediği birçok yapısal biçimin de mevcut olabileceğidir. Sayısal sonuçlara dayalı tartışmaların belirsizliği sebebiyle birçok ilişki belirlenmemişse, belirlenme yolundaki çabalar çok denklemlı modellerin sonuçlarını analiz ve tahmin etmede yetersiz kalabilir. Bu sebeple, uygulamada belirlilik için gerekli olan bazı kurallara sadık kalınmalıdır.

Önceden de belirtildiği üzere, bu kurallar daraltılmış biçim parametreleri itibariyle yapısal biçimin çözümünü sağlamaktadır. Yapısal biçim parametreler seti, tüm ( $\beta$  ve  $\gamma$ 'ları) parametreleri, yapısal biçim hatalarının varyans - kovaryans matrisinin elemanlarını, daraltılmış biçim parametrelerini tüm  $\pi$ 'leri ve daraltılmış biçim hatalarının varyans - kovaryans matrisinin elemanlarını içerir.  $\beta$  ( $G \times G$ ) tekil olmayan bir parametre matrisli her yapısal parametre için daraltılmış biçim parametreleri itibariyle orjinal yapısal biçim parametrelerinin çözümü genellikle mevcut bulunmaktadır (1).

Bir modelde  $G$  sayıda denklem ve  $G$  sayıda içsel değişken olduğu dikkate alınır, yapısal denklemlı tahmin etmede tahmin grupları iki grupta incelenebilir (2):

1. Sınırlı bilgi ( tek denklem ) yöntemleri,
2. Tam bilgi (sistem ) yöntemleri.

İlk grup tahmin yöntemlerinde, sistemde diğer denklemler üzerindeki sınırlamalar dikkate alınmadan, sadece ilgili denklemldeki sınırlamayı hesaba katarak her denklem tek tek tahmin edilir. Bu sebeple söz konusu metodlara " *sınırlı bilgiye dayalı tahmin metodları* " adı verilmektedir. Öte yandan belirtilmesi gereken bir diğer husus da Dolaylı En Küçük Kareler (DEKKY), 2AEKKY ve K- Klass gibi tahmin yöntemlerinin sınırlı bilgiye dayalı tahmin yöntemleri grubuna dahil edildiğidir.

(1) MURPHY, s.417.

(2) HUANG, s.222 ; D. N. GUJARATI, Basic Econometrics, Second Edition, McGraw Hill Book Company, New York, 1988, s.594-595.

İkinci grup tahmin yöntemlerinde ise; her bir denklem üzerindeki tüm sınırlamaları hesaba katarak simultane bir şekilde modeldeki tüm denklemler tahmin edilir. Dolayısıyla, bu tür yöntemlere de " *tam bilgiye dayalı tahmin yöntemleri* " denir. Tam Bilgiye Dayalı En Çok Benzerlik Yöntemi (TBDEÇBY) ve 3AEKKY ikinci grup tahmin yöntemlerine girmektedir.

## B. BELİRLENME VE EKONOMETRİK YÖNTEMİN SEÇİMİ

Belirlenme istatistiksel olarak tahmin edilebilecek olan modelin tekniğinin seçimine yardımcı olur (1) :

a.Eğer bir ilişki eksik belirlenmişse, parametreler herhangi bir ekonometrik teknikle tahmin edilemez.

b.Eğer bir ilişki tam belirlenmişse, en uygun tahmin yöntemi DEKKY' dir.

c.Eğer bir ilişki aşırı belirlenmişse , DEKKY uygulanamaz. Bu durumda aşırı belirlenmiş ilişkilerin tahmini için uygulanacak çeşitli ekonometrik tekniklerden söz edilebilir ( 2AEKKY ve 3AEKKY gibi).

Uygulamalı araştırmaların pek çoğunda tahmin edilecek ilişkilerin aşırı belirlenmiş olduğu varsayılmaktadır. Tam belirlenme ideal bir belirlenme olup, oldukça az rastlanan bir durumdur. Bu şartlar altında aşırı belirlenmiş fonksiyonlar için uygun tahmin yöntemleri arasından seçim yapılır. Bununla beraber, ekonomik ilişkilerin çoğu kez eksik belirlendiği yolunda farklı görüşlere de rastlanılmakta ve hatta bu yüzden birçok değişkenler çeşitli sebeplerle incelenecek fonksiyonların dışında tutulmaktadır.

## C.YAPISAL PARAMETRELER TAHMİN EDİCİSİNİN TUTARSIZLIĞI

Bir çok denklemlili modelin tek denklemine en küçük kareler yönteminin uygulanması sonucu tahmin ediciler sapmalı ve tutarsız olarak elde edilir. Bu durumu ispat etmek için aşağıdaki denklem ele alınırsa (2):

$$y = Y_1 \beta_1 + X_1 \gamma_1 + u_1 \quad (40)$$

(1) KOUTSOYIANNIS, s.366.

(2) M. D. INTRILIGATOR, *Econometric Models Techniques and Applications*, Englewood Cliffs, New Jersey, 1978, s.375-377; P. J. DHRYMES, *Introductory Econometrics*, Springer Verlag, New York, 1978, s.287-289; G. G. JUDGE / W. E. GRIFFITHS / H. LUTKEPOHL / T. C. LEE, *The Theory and Practice of Econometrics*, Second Edition, John Wiley Sons, New York, 1985,s.570-571. Ayrıca bak., B. K. WILSON, "Simultaneity and Its Impact on Ecological Regression Applications," *Biometrics*, 41, June 1985, s.436-437.

$y$  : içsel değişken,

$Y_1$  : dışsal değişken durumunda olan içsel değişken,

$X_1$  : dışsal değişken,

$u_1$  : hata terimini ifade etmektedir.

$$Z_1 = ( Y_1 \ X_1 ) \quad \text{ve}$$

$$\delta_1 = \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \gamma_1 \end{pmatrix}$$

olarak ifade edilirse model basit doğrusal denklem haline dönüştürülür ve

$$y = Z_1 \delta_1 + u_1 \quad (41)$$

bulunur.

Bu modelin  $\hat{\delta}_1$  EKKY parametresi ise

$$\hat{\delta}_1 = (Z_1' Z_1)^{-1} Z_1' y \quad (42)$$

olarak tahmin edilir. EKKY tahmin edicileri, tek denklemlilerde hem sapmasızlık ve hem de tutarlılık çatsısı altında dışsal değişkenlerin sabit ve hata teriminden istatistiksel olarak bağımsız olduğu varsayımını sağlarken; çok denklemlilerde yukarıda sözü edilen durum gerçekleşmez. Denklem (40)'da  $Y_1$  içsel değişkeni hata teriminden bağımsız değildir. EKKY tahmin edicilerinin sapmalı ve tutarsız değerlerini elde etmek için (42) denkleminde  $y$ 'nin yerine esas değerini koymak mümkündür :

$$\hat{\delta}_1 = (Z_1' Z_1)^{-1} Z_1' (Z_1 \delta_1 + u_1) \quad (43)$$

$$= (Z_1' Z_1)^{-1} Z_1' Z_1 \delta_1 + (Z_1' Z_1)^{-1} Z_1' u_1$$

$$= \delta_1 + (Z_1' Z_1)^{-1} Z_1' u_1$$

$Z_1' u_1$  iki elemandan meydana gelir :

$$Z_1' u_1 = [ Y_1 \ X_1 ]' u_1$$

$$= [ Y_1' u_1 \quad X_1' u_1 ]$$

$$\neq 0 \quad = 0$$

(43) denkleminin her iki tarafının beklenen değerini almak suretiyle;



$$\begin{aligned}
E(\hat{\delta}_1) &= E(\delta_1) + E[(Z_1' Z_1)^{-1} Z_1' u_1] \\
&= \delta_1 + E[(Z_1' Z_1)^{-1} Z_1' u_1] \\
E(\hat{\delta}_1) - \delta_1 &= E[(Z_1' Z_1)^{-1} Z_1' u_1] \\
E(\hat{\delta}_1) &\neq \delta_1
\end{aligned} \tag{44}$$

eide edilir. Bu sapma  $t \rightarrow \infty$  ' a giderken ihtimal limitinde bile yok olmaz ve EKKY tahmin edicileri tutarsız olur.

$$\text{plim}(\hat{\delta}_1) = \delta_1 + \text{plim}\left(\frac{1}{t} Z_1' Z_1\right)^{-1} \left(\frac{1}{t} Z_1' u_1\right) \neq \delta_1 \tag{45}$$

$\hat{\delta}_1$  parametresi yerine  $\begin{pmatrix} \hat{\beta}_1 \\ \hat{\gamma}_1 \end{pmatrix}$  parametrelerini koymak suretiyle sapmayı aşağıdaki matris notasyonu ile de göstermek mümkündür:

$$\hat{\delta}_1 = \begin{pmatrix} \hat{\beta}_1 \\ \hat{\gamma}_1 \end{pmatrix} = [(Y_1' \ X_1') (Y_1' \ X_1')]^{-1} (Y_1' \ X_1') y \tag{46}$$

veya

$$\hat{\delta}_1 = \begin{pmatrix} \hat{\beta}_1 \\ \hat{\gamma}_1 \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} Y_1' Y_1 & Y_1' X_1 \\ X_1' Y_1 & X_1' X_1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} Y_1' y \\ X_1' y \end{bmatrix} \tag{47}$$

Orjinal parametreler ve EKKY tahmin edicileri itibariyle :

$$\begin{pmatrix} \hat{\beta}_1 \\ \hat{\gamma}_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \gamma_1 \end{pmatrix} + \begin{bmatrix} Y_1' Y_1 & Y_1' X_1 \\ X_1' Y_1 & X_1' X_1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} Y_1' \\ X_1' \end{bmatrix} u_1 \tag{48}$$

yazılabilir. Yine her iki tarafın beklenen değeri alındığında :

$$E \begin{pmatrix} \hat{\beta}_1 \\ \hat{\gamma}_1 \end{pmatrix} = E \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \gamma_1 \end{pmatrix} + E \left\{ \begin{bmatrix} Y_1' Y_1 & Y_1' X_1 \\ X_1' Y_1 & X_1' X_1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} Y_1' \\ X_1' \end{bmatrix} u_1 \right\}$$

$$E \begin{pmatrix} \hat{\beta}_1 \\ \hat{\gamma}_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \gamma_1 \end{pmatrix} + E \left\{ \begin{bmatrix} Y_1' Y_1 & Y_1' X_1 \\ X_1' Y_1 & X_1' X_1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} Y_1' \\ X_1' \end{bmatrix} u_1 \right\}$$

$$E \left\{ \begin{pmatrix} \hat{\beta}_1 \\ \hat{\gamma}_1 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \gamma_1 \end{pmatrix} \right\} = E \left\{ \begin{bmatrix} Y_1' Y_1 & Y_1' X_1 \\ X_1' Y_1 & X_1' X_1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} Y_1' \\ X_1' \end{bmatrix} u_1 \right\} \quad (49)$$

elde edilir. Nitekim, sapmanın bozulmadığı orjinal parametreler itibariyle matris notasyonu ile de ispat edilmiş olur.

#### IV. İKİ AŞAMALI EN KÜÇÜK KARELER YÖNTEMİ

2AEKKY çerçevesinde; öncelikle yöntemin niteliği ve amacı, parametre tahminleri ve belirlenme konusu incelenecektir.

##### A. NİTELİĞİ VE AMACI

2AEKKY Theil ile Basmann tarafından bağımsız olarak geliştirilmiş sistemin sadece bir denkleme uygulanabilen tek denklem yöntemi (1). Yöntemden esas itibariyle, bir çok denklemlilik modelin yapısal denklemindeki parametrelerinin tahmininde faydalanılmaktadır. Bu yöntemde, birden fazla tahmin oluşturulmakta; ilk aşamada elde edilen sonuçlar ikinci aşamada girdi olarak kullanılmaktadır (2). Öte yandan, teorik olarak yöntem DEKKY ve Alet Değişkenleri Yönteminin (ADY) bir uzantısı olarak da ele alınabilir (3). Nihayet yöntemle ilgili olarak belirtilmesi gereken bir diğer husus da; yöntemin belirlenmenin gerçekleşmediği (eksik belirlenme) durumlarda etkin olamadığıdır (4).

2AEKKY'nin amacı; yapısal denklemlere doğrudan EKKY'nin uygulanmasıyla tutarlı tahminler veren ve hata terimiyle ilişkili olmayan içsel değişken meydana getirmektir. Bu amacı gerçekleştirmede daraltılmış biçim parametrelerinden türetilen

(1) KOUTSIOYIANNIS, s.384.

(2) MURPHY, s.452; R. S. PINDYCK / D. L. RUBINFELD, *Econometric Models and Economic Forecasts*, Second Edition, International Student Edition, Mc Graw Hill, New York, 1981, s.191-192.

(3) KOUTSIOYIANNIS, s.384. Ayrıca bu hususun ispatı için bak aşağıda s.35-38.

(4) MURPHY, s. 452.

yapısal parametrelerin gerçekleşmesi mümkün çoklu çözümlerinden kaçınılması gerekmektedir. Bu sebeple, birinci aşamadaki EKK' de tahmin edilen içsel değişkenin ilk seçimine bağlı yapısal parametreler için tek çözüm elde etmeye çalışılır (1).

## B. 2AEKKY 'NİN PARAMETRE TAHMİNLERİ

2AEKKY tahmin edicisini geliştirmek için aşağıdaki denklem elde alınabilir (2):

$$y_1 = Y_1\beta_1 + X_1 \gamma_1 + u_1 \quad (50)$$

dir. Bu denklemi doğrudan tahmin etmek için EKKY 'ni uygulamada en önemli sorun,  $u_1$  hata terimi ile ilişkili olan  $Y_1$  içsel değişkenin varlığıdır  $\{ E ( Y_1 u_1 ) \neq 0 \}$ . Şayet bu değişkenler hata terimiyle ilişkisiz olan ilgili değişkenler ile tekrar yerine konabiliyorsa bu takdirde tahmin sonucu tutarlı olabilecektir. 2AEKKY tahmin değerlerini elde edebilmek için önce daraltılmış biçimi elde edip tahmin edilen  $Y_1$  değerini  $\hat{Y}_1$  yerine koymak gerekir. İşte hata terimi ile  $Y_1$  içsel değişkeni arasındaki ilişki böylece ortadan kaldırılmış olur.

Bu sebeple, (50) denklemindeki içsel değişkenler, tüm dışsal değişkenlerin regresyonu şeklinde ifade edilebilir :

$$Y_1 = X \pi_1 + v_1 \quad (51)$$

$\pi_1$  daraltılmış biçim parametresi ise

$$\hat{\pi}_1 = (X' X)^{-1} X' Y_1 \quad (52)$$

şeklinde hesap edilir ve böylece

$$\begin{aligned} \hat{Y}_1 &= X \hat{\pi}_1 \\ \text{ve} \\ Y_1 &= X (X' X)^{-1} X' Y_1 + \hat{v}_1 \\ Y_1 &= \hat{Y}_1 + \hat{v}_1 \end{aligned} \quad (53)$$

değeri elde edilmiş olur.

(1) HU, s.137.

(2) L. R. KLEIN, A Textbook of Econometrics, Prentice Hall Inc., New Jersey, 1974, s.155-159; G. MADDALA, Econometrics, McGraw Hill, New York, 1977, s.235; JOHNSTON, s.472-473. Bu konuda ayrıca bak..A. L. NAGAR / Y. P. GUPTA, "The Moment Matrix of the Two-Stage Least Squares Estimator of Coefficients in Different Equations of a Complete System of Simultaneous Equations," *Econometrica*, Vol.:38, No:1, January 1970, s.42-43; W. D. FISHER / W. J. WADYCKI, "Estimating A Structural Equation In a Large System," *Econometrica*, Vol.:39, No:3, May 1971, s.461-462; R. S. MARIANO, "Approximations to the Distributions Functions of the Least-Squares and Two-Stage Least Squares Estimators in the Case of Two Included Endogenous Variables," *Econometrica*, Vol.:41, No:1, January 1973, s.67-69; A. ULLAH / A. L. NAGAR, "The Exact Mean of the Two-Stage Least Squares Estimator of the Structural Parameters in An

Genel olarak  $Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_G)$  ve  $X = (X_1, X_2, \dots, X_K)$  ait setleri dik-kate alınmak suretiyle model aşağıdaki gibi genelleştirilebilir:

(50) denklemini kullanarak  $Y_1$  yerine onun eşiti olan (53) denklemini yerine ko-nursa:

$$\begin{aligned} y_1 &= (\hat{Y}_1 + \hat{v}_1) \beta_1 + X_1 \gamma_1 + u_1 \\ y_1 &= \hat{Y}_1 \beta_1 + X_1 \gamma_1 + u_1 + \hat{v}_1 \beta_1 \end{aligned} \quad (54)$$

elde edilir. Bu denklemini basitleştirip yazmak suretiyle :

$$\begin{aligned} \hat{Z}_1 &= [\hat{Y}_1 \quad X_1] \quad \text{ve} \quad \delta_1 = \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \gamma_1 \end{pmatrix} \\ y_1 &= \hat{Z}_1 \delta_1 + (u_1 + \hat{v}_1 \beta_1) \end{aligned} \quad (55)$$

ifadesi bulunur ve dönüştürülmüş yapısal denklemin parametreleri :

$$\hat{\delta}_1 = \begin{pmatrix} \hat{\beta}_1 \\ \hat{\gamma}_1 \end{pmatrix} = (\hat{Z}_1' \hat{Z}_1)^{-1} \hat{Z}_1' y_1 \quad (56)$$

elde edilir. Yukarıda elde edilen 2AEKKY ( $\hat{\delta}_1$ ) parametresini aşağıdaki matris no-tasyonu ile de ifade etmek mümkündür :

$$\begin{aligned} \hat{\delta}_1 &= \begin{pmatrix} \hat{\beta}_1 \\ \hat{\gamma}_1 \end{pmatrix} = [(\hat{Y}_1 \quad X_1)' (\hat{Y}_1 \quad X_1)]^{-1} [(\hat{Y}_1 \quad X_1)] y_1 \\ &= \begin{bmatrix} \hat{Y}_1' \hat{Y}_1 & \hat{Y}_1' X_1 \\ X_1' \hat{Y}_1 & X_1' X_1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \hat{Y}_1' y_1 \\ X_1' y_1 \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (57)$$

Bu matrisdeki ifadeler açılacak olursa :

$$\begin{aligned}
 \hat{Y}_1' \hat{Y}_1 &= (Y_1 - \hat{v}_1)' (Y_1 - \hat{v}_1) \\
 &= Y_1' Y_1 - Y_1' \hat{v}_1 - \hat{v}_1' Y_1 + \hat{v}_1' \hat{v}_1 \\
 \text{a. } Y_1' \hat{v}_1 &= (\hat{Y}_1 + \hat{v}_1)' \hat{v}_1 = \hat{Y}_1' \hat{v}_1 + \hat{v}_1' \hat{v}_1 \\
 &= \hat{v}_1' \hat{v}_1 \\
 \text{b. } \hat{v}_1' Y_1 &= \hat{v}_1' (\hat{Y}_1 + \hat{v}_1) = \hat{v}_1' \hat{Y}_1 + \hat{v}_1' \hat{v}_1 \\
 &= \hat{v}_1' \hat{v}_1
 \end{aligned} \tag{58}$$

elde edilir. Bu iki eşitlik 58 nolu denklemden yerine konmak suretiyle :

$$\begin{aligned}
 \hat{Y}_1' \hat{Y}_1 &= Y_1' Y_1 - \hat{v}_1' \hat{v}_1 - \hat{v}_1' \hat{v}_1 + \hat{v}_1' \hat{v}_1 \\
 &= Y_1' Y_1 - \hat{v}_1' \hat{v}_1
 \end{aligned} \tag{59}$$

bulunur. Ayrıca:

$$\begin{aligned}
 \hat{Y}_1' X_1 &= (Y_1 - \hat{v}_1)' X_1 = Y_1' X_1 - \hat{v}_1' X_1 \\
 &= Y_1' X_1
 \end{aligned} \tag{60}$$

$$\begin{aligned}
 \hat{X}_1' \hat{Y}_1 &= \hat{X}_1' (Y_1 - \hat{v}_1) = X_1' Y_1 - X_1' \hat{v}_1 \\
 &= X_1' Y_1
 \end{aligned} \tag{61}$$

$$\hat{Y}_1' y_1 = (Y_1 - \hat{v}_1)' y_1 = Y_1' y_1 - \hat{v}_1' y_1 \tag{62}$$

Yukarıda elde edilen sonuçlar ile 2AEKKY ( $\hat{\delta}_1$ ) parametresini aşağıdaki gibi yazabilmek de mümkündür :

$$\hat{\delta}_1 = \begin{pmatrix} \hat{\beta}_1 \\ \hat{\gamma}_1 \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} Y_1' Y_1 - \hat{v}_1' \hat{v}_1 & Y_1' X_1 \\ X_1' Y_1 & X_1' X_1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} Y_1' y_1 - \hat{v}_1' y_1 \\ X_1' y_1 \end{bmatrix} \tag{63}$$

$v_1$  hatalarının  $X$  dışsal değişkenlerinden bağımsız olduğu gösterilebilir. Varsayım vasıtasıyla  $X$  ler gerçekten açıklayıcıdır.

$Y = X (X'X)^{-1} X'Y + \hat{v}$  denkleminde  $\hat{v}$  'i yalnız bırakıp denklemin her iki tarafı  $X'$  ile çarpılırsa

$$\begin{aligned}\hat{v} &= [Y - (X(X'X)^{-1} X' Y)] \\ X\hat{v} &= X' [Y - (X(X'X)^{-1} X' Y)] \\ X\hat{v} &= X' [Y - (X(X'X)^{-1} X' Y)] \\ X\hat{v} &= X'Y - X'X(X'X)^{-1} X'Y \\ X\hat{v} &= 0\end{aligned}\tag{64}$$

elde edilir.  $X'\hat{v}$  sıfır ise  $X'\hat{v}$  'de alt matris olduğundan sıfır olacaktır.

### 1. 2AEKKY Parametre Tahmin Edicisinin Tutarlılığı

Eğer denklem belirlenmişse,  $\beta$  ve  $\gamma$  2AEKKY tahmin edicisi tutarlıdır. Bu durum aşağıdaki gibi ispatlanabilir(1):

$$\begin{aligned}\hat{\delta}_1 &= \begin{pmatrix} \hat{\beta}_1 \\ \hat{\gamma}_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \hat{Z}_1' \hat{Z}_1 \end{pmatrix}^{-1} \hat{Z}_1' y_1 \text{ denkleminde } y_1 \text{ yerine denklem (55)'deki eşiti yazılırsa :} \\ &= \begin{pmatrix} \hat{Z}_1' \hat{Z}_1 \end{pmatrix}^{-1} \hat{Z}_1' \{ \hat{Z}_1' \delta_1 + (u_1 + \hat{v}_1 \beta_1) \} \\ &= \begin{pmatrix} \hat{Z}_1' \hat{Z}_1 \end{pmatrix}^{-1} \hat{Z}_1' \hat{Z}_1 \delta_1 + \begin{pmatrix} \hat{Z}_1' \hat{Z}_1 \end{pmatrix}^{-1} \hat{Z}_1' (u_1 + \hat{v}_1 \beta_1) \\ \hat{\delta}_1 &= \begin{pmatrix} \hat{\beta}_1 \\ \hat{\gamma}_1 \end{pmatrix} = \delta_1 + \begin{pmatrix} \hat{Z}_1' \hat{Z}_1 \end{pmatrix}^{-1} \hat{Z}_1' (u_1 + \hat{v}_1 \beta_1)\end{aligned}$$

elde edilir. Her iki tarafın beklenen değerini almak suretiyle :

(1) P. J. DHRYMES, *Econometric Statistical Foundations and Applications*. Second Edition, Springer Verlag, New York, 1974, s.176-179; INTRILIGATOR, s. 389-391.

$$E(\hat{\delta}_1) = E(\delta_1) + E(\hat{Z}_1' \hat{Z}_1)^{-1} \hat{Z}_1' (u_1 + \hat{v}_1 \beta_1)$$

$$E(\hat{\delta}_1) = \delta_1 + E(\hat{Z}_1' \hat{Z}_1)^{-1} \hat{Z}_1' (u_1 + \hat{v}_1 \beta_1)$$

$$E(\hat{\delta}_1) = \delta_1 + E(\hat{Z}_1' \hat{Z}_1)^{-1} \hat{Z}_1' u_1$$

bulunur. Tutarlılık çarısından hareketle her iki tarafın ihtimal limiti alınırsa

$$p \lim E(\hat{\delta}_1) = \delta_1 + p \lim (\frac{1}{i} \hat{Z}_1' \hat{Z}_1)^{-1} \hat{Z}_1' u_1 \quad (65)$$

elde edilir.

$\hat{Z}_1' u_1 = 0$  olduğundan

$$E(\hat{\delta}_1) = \delta_1 \quad (66)$$

ispatlanmış olur. Orjinal parametre ve değerleri itibariyle tutarlılığı matris notasyonu ile de göstermek mümkündür :

$$\begin{pmatrix} \hat{\beta}_1 \\ \hat{\gamma}_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \gamma_1 \end{pmatrix} + \begin{bmatrix} \hat{Y}_1' Y_1 & \hat{Y}_1' X_1 \\ X_1' \hat{Y}_1 & X_1' X_1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \hat{Y}_1' u_1 \\ X_1' u_1 \end{bmatrix}$$

$$\hat{Y}_1 = X(X'X)^{-1} Y_1$$

eşitliğinden faydalanarak yukarıdaki matris aşağıdaki gibi yazılabilir :

$$p \lim \begin{pmatrix} \hat{\beta}_1 \\ \hat{\gamma}_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \gamma_1 \end{pmatrix} + \left\{ p \lim \frac{1}{T} \begin{bmatrix} Y_1' X (X'X)^{-1} X' Y_1 & \hat{Y}_1' X_1 \\ X_1' \hat{Y}_1 & X_1' X_1 \end{bmatrix} \right\}^{-1} \cdot \left\{ p \lim \frac{1}{T} \begin{bmatrix} Y_1' X (X'X)^{-1} X' u_1 \\ X_1' u_1 \end{bmatrix} \right\} \\ \left\{ p \lim \frac{1}{T} \begin{bmatrix} Y_1' X (X'X)^{-1} X' u_1 \\ X_1' u_1 \end{bmatrix} \right\} = 0 \quad (67)$$

olduğundan

$$p \lim \begin{pmatrix} \hat{\beta}_1 \\ \hat{\gamma}_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \gamma_1 \end{pmatrix} \quad (68)$$

tutarlılığı ispat edilmiş olur.

## 2. 2AEKKY' nin Diğer Özellikleri

2AEKKY' nin asimptotik kovaryans matrisini incelemeden önce , onun sabit varyanslı olduğunu ispat etmek gerekmektedir(1) :

$\sigma^2$  'nin, birinci denklemin varyansı olduğu dikkate alındığında, denklem belirlenmişse  $S^2$  ,  $\sigma^2$  'nin tutarlı bir tahmin edicisi ve sabit değerli olacaktır.

$$S^2 = \frac{1}{T} (y_1 - Y_1 \hat{\beta}_1 - X_1 \hat{\gamma}_1)' (y_1 - Y_1 \hat{\beta}_1 - X_1 \hat{\gamma}_1) \quad (69)$$

Her iki tarafın ihtimal limiti alınırsa

$$p \lim S^2 = p \lim \frac{1}{T} [u_1 + Y_1 (\beta_1 - \hat{\beta}_1) + X_1 (\gamma_1 - \hat{\gamma}_1)]' [u_1 + Y_1 (\beta_1 - \hat{\beta}_1) + X_1 (\gamma_1 - \hat{\gamma}_1)] \\ = p \lim \frac{1}{T} u_1' u_1 + p \lim \frac{Y_1 u_1}{T} (\beta_1 - \hat{\beta}_1) + p \lim \frac{X_1 u_1}{T} (\gamma_1 - \hat{\gamma}_1) + \\ p \lim \frac{Y_1 u_1}{T} (\beta_1 - \hat{\beta}_1)' + p \lim (\beta_1 - \hat{\beta}_1)' \frac{Y_1 Y_1}{T} (\beta_1 - \hat{\beta}_1) +$$

(1) P. SCHMIDT, *Econometrics*, Vol :18, Marcel Dekker, Inc., New York, 1976, s.152-153.



$$\begin{aligned}
& p \lim (\beta_1 - \hat{\beta}_1) \frac{\dot{Y}_1 \dot{X}_1}{T} (\gamma_1 - \hat{\gamma}_1) + p \lim \frac{\dot{X}_1 \dot{u}_1}{T} (\gamma_1 - \hat{\gamma}_1) + \\
& p \lim (\gamma_1 - \hat{\gamma}_1) \frac{\dot{X}_1 \dot{Y}_1}{T} (\beta_1 - \hat{\beta}_1) + p \lim (\gamma_1 - \hat{\gamma}_1) \frac{\dot{X}_1 \dot{X}_1}{T} (\gamma_1 - \hat{\gamma}_1) \\
& = p \lim \frac{1}{T} u_1' u_1 + p \lim (\beta_1 - \hat{\beta}_1) \frac{\dot{Y}_1 \dot{Y}_1}{T} (\beta_1 - \hat{\beta}_1) + p \lim (\gamma_1 - \hat{\gamma}_1) \\
& \frac{\dot{X}_1 \dot{X}_1}{T} (\gamma_1 - \hat{\gamma}_1) + 2 p \lim (\beta_1 - \hat{\beta}_1) \frac{\dot{Y}_1 \dot{X}_1}{T} (\gamma_1 - \hat{\gamma}_1) + 2 p \lim (\beta_1 - \hat{\beta}_1) \\
& \frac{\dot{Y}_1 \dot{u}_1}{T} + 2 p \lim (\gamma_1 - \hat{\gamma}_1) \frac{\dot{X}_1 \dot{u}_1}{T} \tag{70}
\end{aligned}$$

$$= \sigma^2$$

ispatlanmış olur.

$$p \lim (\beta_1 - \hat{\beta}_1) = 0$$

$$p \lim (\gamma_1 - \hat{\gamma}_1) = 0$$

dir. 2AEKKY'nin asimptotik kovaryans matrisini bulmak için 43 nolu denklemin tekrar ele alınması gerekmektedir. Bu denklemin  $\hat{\delta}_1 - \delta_1$  vektörünü devriği ile çarpıp ihtimal limiti alındığında ise (1):

$$\begin{aligned}
\hat{\delta}_1 - \delta_1 &= (\hat{Z}_1 \hat{Z}_1)^{-1} \hat{Z}_1 u_1 \\
&= (\hat{\delta}_1 - \delta_1)' (\hat{\delta}_1 - \delta_1) \\
&= (\hat{Z}_1 \hat{Z}_1)^{-1} \hat{Z}_1 u_1 u_1' \hat{Z}_1 (\hat{Z}_1 \hat{Z}_1)^{-1} \tag{71}
\end{aligned}$$

$$p \lim \text{cov}(\hat{\delta}_1) = \frac{1}{T} \sigma^2 p \lim \begin{bmatrix} \hat{Y}_1 \hat{Y}_1 & \hat{Y}_1 \hat{X}_1 \\ \hat{X}_1 \hat{Y}_1 & \hat{X}_1 \hat{X}_1 \end{bmatrix}^{-1}$$

2AEKKY'nin asimptotik kovaryans matrisi elde edilmiş olur.

(1) SCHMIDT, s.153-154; D. S. G. POLLOCK, The Algebra of Econometrics, John Wiley Sons, London, 1979, s.268-270.

### C. 2AEKKY VE BELİRLENME

Eğer belirlenmenin sıra şartı karşılanmamışsa 2AEKKY 'nin tahmin edicisi saptanamaz (1).

Doğal olarak 2AEKKY 'nin tahmin edicisinin varlığını göstermek için aşağıdaki matrise ihtiyaç duyulur:

$$\begin{bmatrix} Y_1' X (X'X)^{-1} X' Y_1 & Y_1' X_1 \\ X_1' Y_1 & X_1' X_1 \end{bmatrix} \quad (72)$$

Bu matrisin rankı  $G_* - 1$  olacaktır.

$$X_1' Y_1 = X_1' X (X'X)^{-1} X' Y_1$$

ve

$$Y_1' X (X'X)^{-1} X' Y_1 = Y_1' X (X'X)^{-1} X' (X'X)^{-1} X' Y_1$$

dir. Yukarıdaki matrisi aşağıdaki gibi yazabilmek de mümkündür :

$$[ X (X'X)^{-1} X' Y_1, X_1 ]' [ X (X'X)^{-1} X' Y_1, X_1 ]$$

dir. Bu yüzden

$$[ X (X'X)^{-1} X' Y_1, X_1 ] = X [ (X'X)^{-1} X' Y_1, \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} ]$$

Sıra şartı için

$$G_* + K_0 - 1 \leq K$$

veya

$$G_* - 1 \leq K_{00}$$

veya

$$G - 1 \leq K_{00} + G_{**} \text{ 'in gerçekleşmesi gerekir.}$$

(1) SCHMIDT, s.157 -158.

Sıra şartı yerine gelmiş fakat rank şartı gerçekleşmemişse ( yani sıra şartı yerine getirilmiş fakat denklem belirlenmemişse ) tekil olmayan matris elde edilecektir.

$$\begin{bmatrix} \hat{Y}_1' Y_1 & Y_1' X_1 \\ X_1' Y_1 & X_1' X_1 \end{bmatrix}$$

Bu sebeple 2AEKKY tahmin edicisi var olacaktır. Ne var ki , tutarlı bir tahmin edici elde edilemeyecektir.

- Eğer denklem tam belirlenmişse, 2AEKKY ve DEKKY ( sayısal olarak ) aynı sonucu verir(1):

DEKKY aşağıdaki gibi tanımlanırsa :

$$\begin{pmatrix} \hat{\pi}_{11} & \hat{\pi}_{12} & \hat{\pi}_{13} \\ \hat{\pi}_{21} & \hat{\pi}_{22} & \hat{\pi}_{23} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 \\ \hat{\beta}_1 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \hat{\gamma}_1 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (73)$$

veya

$$(X'X)^{-1} X' (Y_1, Y_2) \begin{pmatrix} -1 \\ \hat{\beta}_1 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \hat{\gamma}_1 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (74)$$

veya

$$- (X'X)^{-1} X' y_1 + (X'X)^{-1} X' Y_1 \hat{\beta}_1 = \begin{pmatrix} \hat{\gamma}_1 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (75)$$

şeklinde ifade edilecektir. Bu denklem setinin her iki tarafı  $Y_1' X$  ile çarpılırsa :

$$- Y_1' X (X'X)^{-1} X' y_1 + Y_1' X (X'X)^{-1} X' Y_1 \hat{\beta}_1 = Y_1' (-X_1 \gamma - X_1 * 0)$$

veya

(1) SCHMIDT, s.158 -159.

$$\begin{pmatrix} \hat{Y}_1' & Y_1' \\ Y_1' & X_1' X_1 \end{pmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\beta}_1 \\ \hat{\gamma}_1 \end{bmatrix} = \hat{Y}_1' y_1 \quad (76)$$

elde edilecektir. Diğer taraftan denklemin her iki tarafını  $X_1' X$  ile çarpılırsa :

$$- X_1' X (X' X)^{-1} X' y_1 + X_1' X (X' X)^{-1} X' Y_1 \hat{\beta}_1 = X_1' (-X_1 \gamma_1 - X_1 * 0)$$

$X (X' X)^{-1} X' = (I, 0)$  'nun birim matris olması sebebiyle denklem aşağıdaki biçime dönüşür :

$$- X_1' y_1 + X_1' Y_1 \hat{\beta}_1 = - X_1' X_1 (\gamma_1) \quad (77)$$

veya

$$\begin{bmatrix} X_1' Y_1 & X_1' X_1 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} \hat{\beta}_1 \\ \hat{\gamma}_1 \end{pmatrix} = X_1' y_1 \quad (78)$$

elde edilir. Yukarıdaki iki sonuç birleştirildiğinde aşağıdaki matris notasyonu bulunur. Bu notasyon ise 2AEKKY' nin çözümünü veren ifadedir. Nitekim,

$$\begin{bmatrix} \hat{Y}_1' Y_1 & Y_1' X_1 \\ X_1' Y_1 & X_1' X_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\beta}_1 \\ \hat{\gamma}_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \hat{Y}_1' y_1 \\ X_1' y_1 \end{bmatrix} \quad (79)$$

dur.

- Aitken 'in Genelleştirilmiş En Küçük Kareler Yöntemini (GEKKY) kullanmak suretiyle de 2AEKKY tahmin sonucuna ulaşmak mümkündür. Bu durum aşağıdaki gibi ispat edilebilir (1) :

(1) HUANG, s.233-234; A. MADANSKY Foundation of Econometrics, New York, 1976, s.189 -190. Ayrıca bak., M. R. WICKENS, "The Consistency and Efficiency of Generalized Least Squares in Simultaneous Equation Systems With Autocorrelated Errors, " *Econometrica*, Vol. : 37, No:4, October, 1969, s. 652 -654; R. H. KETELLAPPER, " Two Stage Least Squares, Estimation in the Simultaneous Equation Model With Errors in the Variables, " *The Review of Economics and Statistics*, Vol. :LX10, 1982, s.697 -698; T. AMEMIYA, "Partially Generalized Least Squares and Two - Stage Least Squares Estimators, " *Journal of Econometrics*, 23, 1983, s.275 -283.

46 no' lu denkleminin her iki tarafı  $X (X' X)^{-1} X'$  ile çarpılırsa ;

$$\hat{\delta}_1 = [(Y_1' X_1)' X (X' X)^{-1} X' (Y_1' X_1)]^{-1} (Y_1' X_1)' X (X' X)^{-1} X' y_1$$

$$\hat{\delta}_1 = \begin{bmatrix} Y_1' X (X' X)^{-1} X' Y_1 & Y_1' X (X' X)^{-1} X' X_1 \\ X_1' X (X' X)^{-1} X' Y_1 & X_1' X (X' X)^{-1} X' X_1 \end{bmatrix}^{-1}$$

$$\begin{pmatrix} Y_1' X (X' X)^{-1} X' y_1 \\ X_1' X (X' X)^{-1} X' y_1 \end{pmatrix}$$

elde edilir. Burada

$$(X' X)^{-1} X' X = \begin{pmatrix} I \\ 0 \end{pmatrix} \quad (80)$$

birim matristir. Bu sebeple

$$Y_1' X (X' X)^{-1} X' X_1 = Y_1' X_1$$

$$X_1' X (X' X)^{-1} X' X_1 = X_1' X_1$$

$$X_1' X (X' X)^{-1} X' y_1 = X_1' y_1$$

olur ve eşitlikleri yukarıdaki matriste yerine koymak suretiyle :

$$\hat{\delta}_1 = \begin{bmatrix} Y_1' X (X' X)^{-1} X' Y_1 & Y_1' X_1 \\ X_1' Y_1 & X_1' X_1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} Y_1' X (X' X)^{-1} X' y_1 \\ X_1' y_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \hat{\beta}_1 \\ \hat{\gamma}_1 \end{pmatrix}$$

veya

$$\hat{\delta}_1 = \begin{bmatrix} \hat{Y}_1' Y_1 & Y_1' X_1 \\ X_1' Y_1 & X_1' X_1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \hat{Y}_1' y_1 \\ X_1' y_1 \end{bmatrix} = \begin{pmatrix} \hat{\beta}_1 \\ \hat{\gamma}_1 \end{pmatrix} \quad (81)$$

elde edilir ki bu durumda 2AEKKY parametre tahmin sonucuna ulaşılmış olur.

- 2AEKKY tahmin edicisini elde etmek için kullanılan bir diğer elverişli yöntem de ADY dir (1). Aşağıdaki yapısal denklem tekrar ele alınıp (2) :

$$y_1 = Y_1 \beta_1 + X_1 \gamma_1 + u_1 = Z_1 \delta_1 + u_1 \quad (82)$$

$$Z_1 = [ Y_1 \quad X_1 ] \quad \delta_1 = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \gamma_1 \end{bmatrix}$$

şeklinde ifade edilirse bu durumda alet değişkenleri tahmin edicisi

$$\hat{\delta}_1 = (P Z_1)^{-1} P' y_1 \quad (83)$$

olacaktır. P alet değişkenli matris  $P = XA$  biçiminde olup, X sistemdeki tüm dışsal değişkenler matrisidir ve A,  $K \times (g + k - 1)$  boyutunda doğrusal dönüşümlü bir matristir. Bu sebeple (83) denkiemi dışsal değişkenlerin doğrusal birleşiminden elde edilen alet değişkenli bir alet değişken tahmin edicisini ifade etmektedir ve aynı zamanda bu tahmin edici 2AEKKY tahmin edicisini vermektedir.

(1) Bu konuda ayrıntılı bilgi için bak., T. B. FOMBY / R. C. HILL / Stanley R. JOHNSON, Advanced Econometrics Methods. Springer Verlag, New York. 1984. s.480-481.

(2) INTRILIGATOR. s.392-402:

## V. ÜÇ AŞAMALI EN KÜÇÜK KARELER YÖNTEMİ

3AEKKY çerçevesinde öncelikle yöntemin niteliği ve amacı, parametre tahminleri ve belirlenme durumu incelenecektir.

### A. NİTELİĞİ VE AMACI

3AEKKY bir sistem yöntemidir. Bir başka deyişle aynı anda sistemin bütün denklemlerine uygulanabilmekte ve parametrelerin tahmini değerlerini verebilmektedir. Bu yöntem Theil'in 2AEKKY'nin geliştirilmiş bir şeklidir. 3AEKKY, EKKY'nin birbirini takip eden üç aşamada uygulanmasından meydana gelmekte ve diğer tek denklemler yöntemlerine nazaran (DEKKY, 2AEKKY, ADY gibi) incelenen olay hakkında daha fazla bilgiyi gerektirmektedir. Dolayısıyla yöntem parametre değerlerine konan sınırlamalar ile modelin tüm yapısını dikkate almaktadır. Oysa tek denklemler yöntemleri, modelin tamamında görünen dışsal değişkenleri kullanmakta, fakat sistemin bir denklemini çözerken diğer denklemlerin parametrelerine konulan sınırlamalar setini dikkate almamaktadırlar. Buna karşın çok denklemler modellerinde her hangi bir denklemin hata teriminin diğer denklemlerin hata terimiyle ilişkili olduğuna hemen hemen kesin gözüyle bakılabilir (1).

3AEKKY'nin hesaplama işlemleri daha karmaşık olup daha fazla veriyi gerektirir. Bir tek denklemler yönteminde küçük bir örneğe dayanarak tahmin yapıp her denklemin tahmini için yeniden aynı örneği kullanabilmek mümkün iken; sistem yöntemleriyle aynı anda sistemin tüm parametreleri tahmin edildiğinden, seçilen örneğin tüm sistemin parametre sayısından daha fazla sayıda birimden meydana gelmesi gerekir.

3AEKKY, 2AEKKY'nin uzantısı olarak dikkate alınır. Nitekim 3AEKKY'nin ilk iki aşaması 2AEKKY'ninki gibidir. Bu durumu aşağıdaki gibi ifade etmek mümkündür (2):

EKKY tahminini kullanarak daraltılmış biçim parametrelerini tahmin etme birinci aşama, yapısal denklemlerin her birine 2AEKKY uygulayarak tüm yapısal parametreleri tahmin etme ikinci aşama, iki aşamalı hatalardan tahmin edilen yapısal denklemler itibarıyla hata kovaryans matrisini kullanarak sistemin tüm yapısal parametrelerine GEKKY (3) uygulama ise üçüncü aşamadır. Bu aşamalardan üçüncüsü yani kovaryans matrisini içeren bilgiyi kullanma 3AEKKY'ni geliştirme gücüne sahiptir.

(1) A. ZELLNER, An Introduction to Bayesian Inference In Econometrics, John Wiley Sons, New York, 1971, s.270-271; O. FEYZIOĞLU, Ekonometrik Yöntemler, A.I.T.İ.A. Yayını, Ankara, 1977, s.137-138; KOUTSOYIANNIS, s.471; POLLOCK, s.276.

(2) INTRILIGATOR, s. 409 .

(3) Bu konuda ayrıntılı bilgi için bak., T. AMEMIYA, Advanced Econometrics, Basi Blackwell

## B. 3AEKKY'NİN PARAMETRE TAHMİNLERİ

3AEKKY tahmin edicisini geliştirmek için modelin ilk denklemini aşağıdaki gibi ele alınabilir (1):

$$y_1 = Y_1 \beta_1 + X_1 \gamma_1 + u_1$$

denkleminde

$$Z_1 = [Y_1 \ X_1] \text{ ve } \delta_1 = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \gamma_1 \end{bmatrix}$$

ile ifade edilirse model G sayıda yapısal denklem için aşağıdaki biçimi alır:

$$y_1 = Z_1 \delta_1 + u_1$$

$$y_2 = Z_2 \delta_2 + u_2$$

$$y_G = Z_G \delta_G + u_G$$

ile ifade edilir. Değişken ve parametreleri

$$Z_G = [Y_G \ X_G] \quad \delta_G = \begin{bmatrix} \beta_G \\ \gamma_G \end{bmatrix}$$

ile de göstermek mümkündür.

Böylece 3AEKKY'nin ilk iki aşaması uygulanır ve parametre tahmin değerleri elde edilir. Denklemler seti aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$y = Z\alpha + u \quad (84)$$

---

Ltd., Oxford, 1986, s.181-184; R. F. BYRON, "The Restricted Aitken Estimation of Sets of Demand Relations," *Econometrica*, Vol.:38, No:6, November 1970, s.816-819; K. LAHIRI / P. SCHMIDT, "On The Estimation of Triangular Structural Systems," *Econometrica*, Vol.:46, No:5, September 1978, s.1217-1221; G. S. MADDALA, "Generalized Least Squares With An Estimated Variance Covariance Matrix," *Econometrica*, Vol.:39, No:1, January 1971, s.23-25.

(1) A. C. HARVEY, *Econometric Analysis of Time Series*, Philip Allan Publishers Ltd., 1981, s.333-335; D. HUANG, s.233-237; A. ZELLNER / THEIL, "Three Stage Least Squares: Simultaneous Estimation of Simultaneous Equations," *Econometrica*, 30, s.54-78; T. J. ROTHENBERG / C. T. LEENDERS, "Efficient Estimation of Simultaneous Equation Systems," *Econo-*



$$y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_G \end{bmatrix} ; Z = \begin{bmatrix} Z_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & Z_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & Z_G \end{bmatrix} ; \alpha = \begin{bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \vdots \\ \delta_G \end{bmatrix}$$

$$u = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_G \end{bmatrix}$$

Bu denklemlerin her biri dışsal değişkenlerin tamamının gözlemini veren X matrisinin transpoze edilmiş biçimi olan X' çarpılırsa :

$$\begin{aligned} Xy_1 &= X' Z_1 \alpha_1 + X'u_1 \\ Xy_2 &= X' Z_2 \alpha_2 + X'u_2 \\ &\vdots \\ Xy_G &= X' Z_G \alpha_G + X'u_G \end{aligned} \quad (85)$$

denklemler sistemi elde edilir. Böylece sistemin tek bir matris kalıbı içinde ifadesi aşağıdaki gibi olacaktır:

metrica, Vol.:32 No:1-2, January-April 1964, s.71; A. MADANSKY, "On The Estimation of Three Stage Least Squares Estimation," Econometrica, Vol.:32, No.:1-2, January-April 1964, s.51-56. L. S. JENNINGS, "Simultaneous Equations Estimation," Journal of Econometrics, 12, 1980, s.36-38;

$$\begin{bmatrix} X'y_1 \\ X'y_2 \\ \vdots \\ X'y_G \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'Z_1 & \dots & 0 \\ 0 & X'Z_2 & \dots & 0 \\ \vdots & & & \\ 0 & 0 & \dots & X'Z_G \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \vdots \\ \alpha_G \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X'u_1 \\ X'u_2 \\ \vdots \\ X'u_G \end{bmatrix} \quad (86)$$

Bu sistemin daha genel biçimi ise :

$$X'y = X' Z \alpha + X' u \quad (87)$$

dir. Eğer (86) nolu denklem sisteminde hata vektörünün varyans kovaryans matrisi hakkında yeterli bilgi varsa simultane bir şekilde tüm parametreleri tahmin etmek için GEKKY uygulanabilir. Bu durumda varyans vektörü

$$\text{cov}(u) = E(uu') = \begin{bmatrix} \sigma_{11}I & \sigma_{12}I & \dots & \sigma_{1G}I \\ \sigma_{21}I & \sigma_{22}I & \dots & \sigma_{2G}I \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{G1}I & \sigma_{G2}I & \dots & \sigma_{GG}I \end{bmatrix} = \Sigma \otimes I \quad (88)$$

şeklinde gösterilebilir.

Varyans kovaryans matrisi aşağıdaki gibi yazılabilir :

$$\text{cov}(X'u) = E(X'uu'X) = E \begin{bmatrix} X'u_1 \\ X'u_2 \\ \vdots \\ X'u_G \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1'X & u_2'X & \dots & u_G'X \end{bmatrix} \quad (89)$$

$$= \begin{bmatrix} \sigma_{11}(X'X) & \sigma_{12}(X'X) & \dots & \sigma_{1G}(X'X) \\ \sigma_{21}(X'X) & \sigma_{22}(X'X) & \dots & \sigma_{2G}(X'X) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{G1}(X'X) & \sigma_{G2}(X'X) & \dots & \sigma_{GG}(X'X) \end{bmatrix} = \Sigma \otimes XX \quad (90)$$

$\sigma_{ij}$ , hem  $i$ . ve hem de  $j$ . yapısal denklemlerde aynı zamanda meydana gelen hata terimlerini ifade eder. Bir  $\Sigma$  matrisindeki  $\Sigma_{ij}$ 'nin tümü var - cov ( $X'u$ ) =  $\Sigma \otimes X'X$  olarak yazılabilir. Bu matrisin tersi ise :

$$E(X'uu'X)^{-1} = \begin{bmatrix} \sigma^{11} (X'X)^{-1} & \sigma^{12} (X'X)^{-1} & \sigma^{1G} (X'X)^{-1} \\ \sigma^{21} (X'X)^{-1} & \sigma^{22} (X'X)^{-1} & \sigma^{2G} (X'X)^{-1} \\ \sigma^{G1} (X'X)^{-1} & \sigma^{G2} (X'X)^{-1} & \sigma^{GG} (X'X)^{-1} \end{bmatrix}$$

$$= \Sigma^{-1} \otimes (X'X)^{-1} \quad (91)$$

dir. Temel varsayım, her yapısal denklemin homoskedastik ve otokorelasyonsuz hata terimine sahip olduğu ve fakat yapısal denklemlerdeki hataların ise ilişkili olabileceği yönündedir. 3AEKKY'nin ilk iki aşaması 2AEKKY ile tahmin edildikten sonra, her dönüşümlü yapısal denklemin ( $\Sigma$ ) var - kovaryans matrisinin hesaplanması gerekmektedir. Denklemler sistemi bilinmeyen  $\sigma$ 'ları içerdiğinden  $\sigma$ 'lar yerine denklemlerde tahmin edicisi olan  $S$ 'ler konulmaktadır.

$$S_{ij} = \frac{\hat{u}_i \hat{u}_j}{t} = \frac{(y_i - Z_i \hat{\delta}_i) (y_j - Z_j \hat{\delta}_j)}{t} \quad (92)$$

tüm  $i, j$ 'ler için

Sonuç olarak 3AEKKY tahmin edicisi :

$$X'y = X'Z\alpha + X'u \quad (93)$$

den yola çıkarak;

$$\hat{\alpha} = \{ Z'X [\text{cov}(X'u)]^{-1} X'Z \}^{-1} Z'X [\text{cov}(X'u)]^{-1} X'y \quad (94)$$

olur.  $\text{cov}(X'u) = X' \text{cov}(u) X = X'(\Sigma \otimes I) X$  olduğu için tahmin edici tekrar aşağıdaki gibi yazılabilir :

$$\hat{\alpha} = \{ Z'X [X'(\Sigma \otimes I) X]^{-1} X'Z \}^{-1} Z'X [X'(\Sigma \otimes I) X]^{-1} X'y \quad (95)$$

Ancak yukarıda da belirtildiği üzere  $\Sigma$ 'nin yerine onun tahmin edicisi olan  $S$ 'nin yer alması gerekmektedir. Bu durumda tahmin edici :

$$\hat{\alpha} = \{Z' [S^{-1} \otimes X(X'X)^{-1} X'] Z\}^{-1} \cdot Z' [S^{-1} \otimes X(X'X)^{-1} X'] y \quad (96)$$

dir. Modeldeki G denklemleri tüm tahmin edici setini matris notasyonu ile de açık olarak göstermek mümkündür :

$$\begin{bmatrix} \hat{\alpha}_1 \\ \hat{\alpha}_2 \\ \vdots \\ \hat{\alpha}_G \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s^{11} Z_1' X(X'X)^{-1} X' Z_1 & \dots & s^{1G} Z_1' X(X'X)^{-1} X' Z_G \\ s^{21} Z_2' X(X'X)^{-1} X' Z_2 & \dots & s^{2G} Z_2' X(X'X)^{-1} X' Z_G \\ \vdots & \dots & \vdots \\ s^{G1} Z_G' X(X'X)^{-1} X' Z_G & \dots & s^{GG} Z_G' X(X'X)^{-1} X' Z_G \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} s^{11} Z_1' X(X'X)^{-1} X' y_1 & \dots & s^{1G} Z_1' X(X'X)^{-1} X' y_G \\ s^{21} Z_2' X(X'X)^{-1} X' y_2 & \dots & s^{2G} Z_2' X(X'X)^{-1} X' y_G \\ \vdots & \dots & \vdots \\ s^{G1} Z_G' X(X'X)^{-1} X' y_G & \dots & s^{GG} Z_G' X(X'X)^{-1} X' y_G \end{bmatrix} \quad (97)$$

### 1.3AEKKY Parametre Tahmin Edicisinin Tutarlılığı

3AEKKY tahmin edicisinin tutarlılığını göstermek için parametre tahmin edicisini tekrar yazıp (1) :

$$\hat{\alpha} = \{Z' [S^{-1} \otimes X(X'X)^{-1} X'] Z\}^{-1} \cdot Z' [S^{-1} \otimes X(X'X)^{-1} X'] y$$

X'y yerine onun eşitini koymak suretiyle tahmin edici aşağıdaki gibi elde edilir.

$$\begin{aligned} \hat{\alpha} &= \{Z' [S^{-1} \otimes X(X'X)^{-1} X'] Z\}^{-1} \cdot Z' [S^{-1} \otimes X(X'X)^{-1} X'] (X'Z\alpha + X'u) \\ \hat{\alpha} &= \{Z' [S^{-1} \otimes X(X'X)^{-1} X'] Z\}^{-1} \cdot Z' [S^{-1} \otimes X(X'X)^{-1} X'] (X'Z\alpha) + \\ &\quad \{Z' [S^{-1} \otimes X(X'X)^{-1} X'] Z\}^{-1} Z' [S^{-1} \otimes X(X'X)^{-1} X'] (X'u) \\ \hat{\alpha} &= \alpha + \{Z' [S^{-1} \otimes X(X'X)^{-1} X'] Z\}^{-1} Z' [S^{-1} \otimes X(X'X)^{-1} X'] X'u \quad (98) \end{aligned}$$

(1) G. G. JUDGE / R. C. HILL / W. E. GRIFFITHS / H. LUTKEPOHL / T. C. LEE, Introduction to The Theory and Practice of Econometrics, Second Edition, John Wiley Sons, New York, 1988, s.649-650. Ayrıca bak., DHRYMES, Econometrics, s.211-212; INTRILIGATOR, s.409.

Her iki tarafın ihtimal limiti alındığında

$$\begin{aligned} \text{plim } \hat{\alpha} &= \alpha + \text{plim} \{ Z' [S^{-1} \otimes X(X'X)^{-1} X'] Z \}^{-1} Z' [S^{-1} \otimes X(X'X)^{-1} X' u] \\ &= \alpha + \{ [\text{plim } T^{-1} Z' X] [\text{plim} (S^{-1} \otimes T(X'X)^{-1})] \cdot \\ &\quad \text{plim } T^{-1} X' Z \}^{-1} \cdot [\text{plim } T^{-1} Z' X] \cdot \\ &\quad [\text{plim} (S^{-1} \otimes T(X'X)^{-1})] \cdot [\text{plim } T^{-1} X' u] \end{aligned}$$

bulunur.

$p \lim (T^{-1} X' u) = 0$  'dır. Matris notasyonu ile de yazılırsa :

$$\text{plim } (T^{-1} X' u) = \begin{bmatrix} \text{plim } T^{-1} X' u_1 \\ \text{plim } T^{-1} X' u_2 \\ \text{plim } T^{-1} X' u_G \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = 0 \quad (99)$$

$$\text{plim } \hat{\alpha} = \alpha + \{ Z' [S^{-1} \otimes X(X'X)^{-1} X'] Z \}^{-1} [S^{-1} \otimes X(X'X)^{-1} X'] \cdot 0 \quad (100)$$

$$\hat{\alpha} = \alpha$$

sonucu elde edilir. Böylelikle 3AEKKY tahmin edicisinin tutarlılığı ispatlanmış olur.

## 2. 3AEKKY' nin Diğer Özellikleri

3AEKKY'nin asimptotik kovaryans matrisini bulmak için (98) no'lu denklemde  $\hat{\alpha} - \alpha$  vektörü devriği ile çarpılıp ihtimal limiti alınırsa

$$\hat{\alpha} - \alpha = Z' [S^{-1} \otimes X(X'X)^{-1} X'] Z \}^{-1} Z' [S^{-1} \otimes X(X'X)^{-1}] X' u$$

$$p \lim \text{cov} (\hat{\alpha}) = \text{plim} \{ (\hat{\alpha} - \alpha) (\hat{\alpha} - \alpha)' \}$$

$$\begin{aligned} &= p \lim \{ \{ Z' [S^{-1} \otimes X(X'X)^{-1} X'] Z \}^{-1} Z' [S^{-1} \otimes X(X'X)^{-1}] X' u \} \\ &\quad \{ u' X [Z [S^{-1} \otimes X(X'X)^{-1} X'] Z \}^{-1} Z [S^{-1} \otimes X(X'X)^{-1}] \} \\ &= p \lim \left\{ \frac{1}{T} Z' [S^{-1} \otimes X(X'X)^{-1} X'] Z \right\}^{-1} \cdot \frac{Z' X}{T} [S^{-1} \otimes \left( \frac{X' X}{T} \right)^{-1}] \left( S \otimes \frac{X' X}{T} \right) \\ &\quad [S^{-1} \otimes \left( \frac{X' X}{T} \right)^{-1}] \cdot \frac{X' Z}{T} \cdot \left\{ \frac{1}{T} Z' [S^{-1} \otimes X(X'X)^{-1} X'] Z \right\}^{-1} \end{aligned}$$

$$\text{plim cov } (\hat{\alpha}) = \text{plim } \left\{ \frac{1}{T} Z' [ S^{-1} \otimes X(X'X)^{-1} X' ] Z \right\}^{-1} \quad (101)$$

asimptotik kovaryans matrisi elde edilmiş olur (1).

### C. 3AEKKY VE BELİRLENME

Eğer 3AEKKY tahmin edicisinin tutarlı olması gerekiyorsa, her denklemin sınırlamadan hariç tutulmak suretiyle belirlenmesi gerekir. Bir başka deyişle her denklem genellikle sıra şartını sağlamalıdır. Denklem belirliliğin sıra şartını sağlamıyorsa tahmin edici mevcut olamayacaktır (2).

3AEKKY tahmin edicisinin varlığı için,

$$Z' [ S^{-1} \otimes X(X'X)^{-1} X' ] Z = \hat{Z}' (S^{-1} \otimes I) \hat{Z}$$

matrisinin tekil olmaması gerekir. Bu  $\hat{Z}$  matrisinin rank şartına da sahip olmasını gerektirir.

$$\hat{Z}_i = (\hat{Y}_i \quad X_i) \quad i = (1, 2, \dots, G) \quad (102)$$

Nihayet, i. denklem sıra şartını sağlamıyorsa, tabiiyle  $\hat{Z}_i$  rank şartını da sağlayamayacaktır. Bu yüzden de 3AEKKY tahmin edicisi var olmayacaktır. Söz konusu hususlara rağmen belirlenmemiş olan denklemler basit bir şekilde saf dışı bırakılabilmekte ve geriye kalan denklemlere 3AEKKY uygulanabilmektedir.

- Eğer tüm denklemler tam belirlenmişse (3) bu takdirde 3AEKKY ve 2AEKKY ( sayısal olarak ) aynı sonuçları verir : Tanımlamanın doğal sonucu olarak 3AEKKY 'ni aşağıdaki gibi yazabilmek mümkündür :

$$\hat{\alpha} = \left\{ \begin{pmatrix} Z_1' X & 0 \\ 0 & Z_G' X \end{pmatrix} [S^{-1} \otimes (X'X)^{-1}] \begin{pmatrix} X'Z_1 & 0 \\ 0 & X'Z_G \end{pmatrix} \right\}^{-1}$$

$$\begin{pmatrix} Z_1' X & 0 \\ 0 & Z_G' X \end{pmatrix} [S^{-1} \otimes (X'X)^{-1}] \begin{pmatrix} X'Y_1 \\ \vdots \\ X'Y_G \end{pmatrix}$$

(1) JUDGE / HILL v.d., Introduction to the Theory, s.649-650. Ayrıca bu konuda bak., SCHMIDT.

s.205-206; INTRILIGATOR, s.411.

(2) SCHMIDT, s. 211.

(3) P. C. B. PHILIPS / M. R. WICKENS, Exercises in Econometrics, Vol.:2, Philip Allan / Ballin

Her bir diyagonal blok  $X'Z$  ( veya  $Z'X$  ) kare ve tekil olmayan matris niteliğini taşır:

$$\begin{aligned} \hat{\alpha} &= \begin{pmatrix} (X'Z_1)^{-1} & 0 \\ 0 & (X'Z_G)^{-1} \end{pmatrix} (S \otimes X'X) \begin{pmatrix} (Z_1'X)^{-1} & 0 \\ 0 & (Z_G'X)^{-1} \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} Z_1'X & 0 \\ 0 & Z_G'X \end{pmatrix} [S^{-1} \otimes X'X]^{-1} \begin{pmatrix} X'y_1 \\ \cdot \\ X'y_G \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} (X'Z_1)^{-1} X'y_1 \\ \cdot \\ (X'Z_G)^{-1} X'y_G \end{pmatrix} \end{aligned} \quad (103)$$

Bu durumda, i. denklemin 3AEKKY parametre tahmini,  
 $(X'Z)^{-1} X'y$

dir. Öte yandan, i. denklemin 2AEKKY parametre tahmini

$$[Z'X(X'X)^{-1}X'Z]^{-1}Z'X(X'X)^{-1}X'y \quad (104)$$

dir. Bu ifadenin eşiti aşağıdaki gibi yazılırsa

$$\begin{aligned} (X'Z)^{-1}(X'X)(Z'X)^{-1}Z'X(X'X)^{-1}X'y &= (X'Z)^{-1}X'y \\ &= (X'Z)^{-1}X'y \end{aligned} \quad (105)$$

elde edilir. Böylece, 2AEKKY ve 3AEKKY 'nin aynı sonuçlar verdiği ortaya çıkmış olur.

Company, Oxford, 1978, s.336-337. Ayrıca bak., R.NORAYANAN, "Computation of Zellner-Theil's Three Stage Least Squares Estimates," *Econometrica*, Vol.:37, No:2, April 1969, s.301-305.

- Eğer ilk  $p$  denklemin aşırı belirlenmiş ve kalan  $G - p$  sayıda denklemin tam belirlenmiş olduğu varsayılırsa (1):

$$y = Z \delta + u$$

modelinde denklemler iki gruba ayrılabilir :

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Z_1 & 0 \\ 0 & Z_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \end{pmatrix} \quad (106)$$

Parametrelerin tahmini ise aşağıdaki gibi elde edilebilecektir.

$$\begin{pmatrix} \hat{\alpha}_1 \\ \hat{\alpha}_2 \end{pmatrix} = \left\{ \begin{bmatrix} Z_1 & 0 \\ 0 & Z_2 \end{bmatrix}' [S^{-1} \otimes X(X'X)^{-1}X'] \begin{bmatrix} Z_1 & 0 \\ 0 & Z_2 \end{bmatrix} \right\}^{-1}$$

$$\left\{ \begin{bmatrix} Z_1 & 0 \\ 0 & Z_2 \end{bmatrix}' [S^{-1} \otimes X(X'X)^{-1}X'] \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} \right\}$$

$$\bar{Z}_i = [I \otimes X(X'X)^{-1}X'] Z_i \quad \text{ve} \quad i=1, 2, \text{ dir.}$$

veya

$$\begin{pmatrix} \hat{\alpha}_1 \\ \hat{\alpha}_2 \end{pmatrix} = \left\{ \begin{bmatrix} \bar{Z}_1 & 0 \\ 0 & \bar{Z}_2 \end{bmatrix}' (S^{-1} \otimes I) \begin{bmatrix} \bar{Z}_1 & 0 \\ 0 & \bar{Z}_2 \end{bmatrix} \right\}^{-1} \left\{ \begin{bmatrix} \bar{Z}_1 & 0 \\ 0 & \bar{Z}_2 \end{bmatrix}' (S^{-1} \otimes I) \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} \right\}$$

$$S^{-1} = \begin{bmatrix} S^{11} & S^{12} \\ S^{21} & S^{22} \end{bmatrix}$$

dir. Bu notasyondan faydalanarak parametreler aşağıdaki biçimi alır.

(1) SCHMIDT, s.214 - 216 ; PHILIPPS / WICKENS, s.337-339.



$$\begin{pmatrix} \hat{\alpha}_1 \\ \hat{\alpha}_2 \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{Z}_1 (S^{11} \otimes I) \bar{Z}_1 & \bar{Z}_1 (S^{12} \otimes I) \bar{Z}_2 \\ \bar{Z}_2 (S^{21} \otimes I) \bar{Z}_1 & \bar{Z}_2 (S^{22} \otimes I) \bar{Z}_2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \bar{Z}_1 (S^{11} \otimes I) y_1 & + & \bar{Z}_1 (S^{12} \otimes I) y_2 \\ \bar{Z}_2 (S^{21} \otimes I) y_1 & + & \bar{Z}_2 (S^{22} \otimes I) y_2 \end{bmatrix} \quad (107)$$

## VI. İKİ VE ÜÇ AŞAMALI EN KÜÇÜK KARELER YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

2AEKKY; sınırlı bilgiye dayalı bir tahmin yöntemi olup sadece tek denklemlerle ilgilenmekte ve sözkonusu denklemin parametre tahminlerini vermektedir. 3AEKKY ise; bir sistem yöntemidir ve 2AEKKY'den farklı olarak sistemin tüm parametrelerini (aynı anda) verebilmektedir.

Bundan başka; 2AEKKY'de, incelenen olayla ilgili küçük bir örneğe dayalı tahmin yapılabilirken; 3AEKKY'de incelenen olay hakkında daha fazla bilgi gerekli olmakta ve seçilen örnek hacminin tüm sistemin parametre sayısından daha fazla olması koşulu aranmaktadır.

İki yöntem arasındaki bir diğer farklı nokta da; 2AEKKY'de denklemlerdeki hata terimleri bağımsız olmasına karşılık; 3AEKKY'de bir denklemin hata teriminin diğer denklemlerin hata terimlerini etkilediği gözlemlenebilir.

Diğer yandan söz konusu yöntemlerden ilkinin modelin tamamında görünen dışsal değişkenleri kullanması ve fakat sistemin bir denklemini çözerken diğer denklemlerin parametrelerine konan sınırlamaları dikkate almaması; buna karşılık diğer yöntemin, tüm denklemler ve değişkenleri kullanarak, diğer denklemlerin parametrelerine konan sınırlamaları dikkate alabilmesi iki yöntem arasındaki bir diğer farkı meydana getirmektedir.

2AEKKY'de ilgili denklemin belirlenmesinde esas itibarıyla gerek ve yeter şartlarının sağlanması gerekmektedir. Belirlenmenin sıra şartı gerçekleşmemişse parametreler saptanamaz. Rank şartının gerçekleşmediği durumlarda ise tahmin edici elde edilebilmekte fakat tutarlı sonuç bulunamamaktadır. Öte yandan 3AEKKY'de ise; belirlenme durumu sağlanamayan denklemler sistemin dışında bırakılabilmekte ve geriye kalan denklemlere 3AEKKY uygulanabilmektedir.

2AEKKY'de denklem tam belirlenmişse, 2AEKK ile DEKK yöntemi aynı sonucu vermektedir (1). Aynı şekilde, sistemde tüm denklemler tam belirlenmişse 3AEKK ile 2AEKK yöntemi aynı sonucu verir (2).

2AEKKY'nin asimptotik kovaryans matrisi;

$$\text{plim } \frac{1}{T} S^2 \begin{bmatrix} \hat{Y}_1' Y_1 & \hat{Y}_1' X_1 \\ X_1' \hat{Y}_1 & X_1' X_1 \end{bmatrix}^{-1}$$

iken

3AEKKY'nin asimptotik kovaryans matrisi;

$$\text{plim } \left\{ \frac{1}{T} Z' [ S^{-1} \otimes X (X'X)^{-1} X' ] Z \right\}^{-1}$$

dir.

Yukarıda açıklandığı üzere, yöntemlerin ilk iki aşaması aynı iken; üçüncü aşamada hata kovaryans matrisini kullanarak tüm yapısal parametrelere GEKKY uygulama ile 3AEKKY farklılaşmaktadır.

Bu durumda 3AEKKY'nin 2AEKKY'ne göre daha etkin olduğu aşağıdaki gibi ispatlanabilir (3):

2 ve 3AEKKY tahmin edicisinin asimptotik kovaryans matrisleri arasındaki fark pozitif yarı tanımlı matristir.

GEKKY'ne göre 2AEKKY tahmin edicisi ,

$$\hat{\delta} = \{ Z' X (X'X)^{-1} X' Z \}^{-1} Z' \{ X (X'X)^{-1} X' \} y$$

idi. Bu denkleme  $y = Z\delta + u$  yerleştirilecek olursa ;

$$\hat{\delta} = \{ Z' X (X'X)^{-1} X' Z \}^{-1} Z' \{ X (X'X)^{-1} X' \} Z \delta + u$$

elde edilir. Denklem açıldığında ise;

(1) Bak., yukarıda "2AEKKY ve Belirlenme" konusu, s 34.

(2) Bak., yukarıda "3AEKKY ve Belirlenme" konusu, s 46.

(3) SCHMIDT, s.210-211.

$$\begin{aligned}
\widehat{\delta} &= \{ Z'X(X'X)^{-1}X'Z \}^{-1} Z \{ X(X'X)^{-1}X' \} Z\delta + \{ Z'X(X'X)^{-1}X'Z \}^{-1} Z \{ X(X'X)^{-1}X' \} u \\
\widehat{\delta} &= \delta + \{ Z'X(X'X)^{-1}X'Z \}^{-1} Z'X(X'X)^{-1}X'u \\
\widehat{\delta} - \delta &= \left\{ \frac{1}{T} Z'X(X'X)^{-1}X'Z \right\}^{-1} \frac{Z'X}{T} \left( \frac{X'X}{T} \right)^{-1} \frac{X'u}{T} \quad (108)
\end{aligned}$$

bulunur. GEKKY'ne göre 2AEKKY tahmin edicisinin asimptotik kovaryans matrisi aşağıdaki gibi elde edilebilir:

$$\begin{aligned}
\text{cov}(\widehat{\delta}) &= (\widehat{\delta} - \delta)' (\widehat{\delta} - \delta) \\
&= \{ Z'X(X'X)^{-1}X'Z \}^{-1} Z'X(X'X)^{-1}X'u \cdot u'X \{ Z'X(X'X)^{-1}X'Z \}^{-1} \\
&\quad Z'X(X'X)^{-1} \\
&= \{ Z'X(X'X)^{-1}X'Z \}^{-1} Z'X(X'X)^{-1} (X'X) \Sigma \\
&\quad \{ Z'X(X'X)^{-1}X'Z \}^{-1} Z'X(X'X)^{-1} \\
&= \{ Z'X(X'X)^{-1}X'Z \}^{-1} Z'X(X'X)^{-1} (X'X) \Sigma \{ Z'X(X'X)^{-1}X'Z \}^{-1} \\
&\quad Z'X(X'X)^{-1} \quad (109)
\end{aligned}$$

dir. İhtimal limiti alınıp birim matrisi ile çarpılırsa;

$$\begin{aligned}
&= \text{plim} \left\{ \frac{1}{T} Z' [I \otimes X(X'X)^{-1}X'] Z \right\}^{-1} \frac{1}{T} Z' [\Sigma \otimes X(X'X)^{-1}X'] Z \\
&\quad \text{plim} \left\{ \frac{1}{T} Z' [I \otimes X(X'X)^{-1}X'] Z \right\}^{-1} \quad (110)
\end{aligned}$$

bulunur. 3AEKKY'nin 2AEKKY'ne göre daha etkin olduğunu göstermek için yukarıdaki matrisin pozitif yarı tanımlı 3AEKKY asimptotik kovaryans matrisine eşit olduğunu göstermek yeterlidir.

Nitekim; A matrisi aşağıdaki gibi tanımlanırsa;

$$\begin{aligned}
A &= \{ Z'(I \otimes X(X'X)^{-1}X')Z \}^{-1} Z'(I \otimes X) (I \otimes (X'X)^{-1}) \\
&= \{ Z'[\Sigma^{-1} \otimes X(X'X)^{-1}X]Z \}^{-1} Z'(I \otimes X) [\Sigma^{-1} \otimes (X'X)^{-1}] + A \\
&= \{ Z'[\Sigma^{-1} \otimes X(X'X)^{-1}X]Z \}^{-1} Z'(I \otimes X) [\Sigma^{-1} \otimes (X'X)^{-1}] + \\
&\quad \{ Z'[I \otimes X(X'X)^{-1}X]Z \}^{-1} Z'(I \otimes X) [I \otimes (X'X)^{-1}] \quad (111)
\end{aligned}$$

sonucuna ulaşılır.

Bu kez, 2AEKKY tahmin edicisinin asimptotik kovaryans matrisi için yukarıda türetilen ifade dikkate alınırsa;

$$\text{plim } T \left\{ Z' (I \otimes X (X'X)^{-1} X') Z \right\}^{-1} \cdot Z' [\Sigma \otimes X (X'X)^{-1} X'] Z \cdot \left\{ Z' (I \otimes X (X'X)^{-1} X') Z \right\}^{-1} \quad (112)$$

elde edilir. Yukarıda türetilen ifade denklem tekrar ele alındığında ise,

$$= \text{plim } T \left( \left\{ Z' [I \otimes X (X'X)^{-1} X'] Z \right\}^{-1} Z' (I \otimes X) [I \otimes (X'X)^{-1}] (\Sigma \otimes X'X) \cdot ([I \otimes (X'X)^{-1}] (I \otimes X) Z \left\{ Z' [I \otimes X (X'X)^{-1} X'] Z \right\}^{-1} \right)$$

sonucu elde edilir. İlk parantez içindeki işlem A matrisine eşittir. Onun yerine eşiti olan ifade yazılırsa,

$$\begin{aligned} &= \text{plim } T \left( \left\{ Z' [\Sigma^{-1} \otimes X (X'X)^{-1} X'] Z \right\}^{-1} Z' (I \otimes X) (\Sigma^{-1} \otimes (X'X)^{-1} + A) (\Sigma \otimes X'X) \cdot ([I \otimes (X'X)^{-1}] (I \otimes X) Z \left\{ Z' [I \otimes X (X'X)^{-1} X'] Z \right\}^{-1} \right) \\ &= \text{plim } T \left( \left\{ Z' [\Sigma^{-1} \otimes X (X'X)^{-1} X'] Z \right\}^{-1} Z' (I \otimes X) (\Sigma^{-1} \otimes (X'X)^{-1} \cdot (\Sigma \otimes X'X) + A (\Sigma \otimes X'X)) \cdot ([I \otimes (X'X)^{-1}] (I \otimes X) Z \left\{ Z' [I \otimes X (X'X)^{-1} X'] Z \right\}^{-1} \right) \\ &= \text{plim } T \left( \left\{ Z' [\Sigma^{-1} \otimes X (X'X)^{-1} X'] Z \right\}^{-1} Z' (I \otimes X) + A (\Sigma \otimes X'X) \right) \cdot (A' + [\Sigma^{-1} \otimes (X'X)^{-1}] (I \otimes X) Z \left\{ Z' [\Sigma^{-1} \otimes X (X'X)^{-1} X'] Z \right\}^{-1}) \end{aligned}$$

dir. Bu çarpım açılacak olursa;

$$\begin{aligned} &= \text{plim } T \left\{ Z' [\Sigma^{-1} \otimes X (X'X)^{-1} X'] Z \right\}^{-1} Z' (I \otimes X) A' + \\ &\quad \text{plim } T \left( \left\{ Z' [\Sigma^{-1} \otimes X (X'X)^{-1} X'] Z \right\}^{-1} Z' (I \otimes X) ([\Sigma^{-1} \otimes (X'X)^{-1}] (I \otimes X) Z \left\{ Z' [\Sigma^{-1} \otimes X (X'X)^{-1} X'] Z \right\}^{-1} + \text{plim } T A (\Sigma \otimes X'X) A' + \right. \\ &\quad \left. \text{plim } T (A (\Sigma \otimes X'X) (\Sigma^{-1} \otimes (X'X)^{-1}) (I \otimes X) Z \left\{ Z' [\Sigma^{-1} \otimes X (X'X)^{-1} X'] Z \right\}^{-1} \right) \\ &= \text{plim } T \left\{ Z' [\Sigma^{-1} \otimes X (X'X)^{-1} X'] Z \right\}^{-1} + \text{plim } T A (\Sigma \otimes X'X) A' \\ &\quad + \text{plim } T A (I \otimes X) Z \left\{ Z' [\Sigma^{-1} \otimes X (X'X)^{-1} X'] Z \right\}^{-1} \\ &\quad + \text{plim } T \left\{ Z' [\Sigma^{-1} \otimes X (X'X)^{-1} X'] Z \right\}^{-1} Z' (I \otimes X) A' \quad (113) \end{aligned}$$

sonucuna ulaşılır.

A matrisinin tanımlanmasında ışığı altında yukarıda yer alan en son ifadenin iki teriminin sıfır olduğu kolaylıkla ispat edilebilmektedir. Hatta ilk terimin " $Z' [\Sigma^{-1} \otimes X (X'X)^{-1}] Z$ " 3AEKKY tahmin edicisinin asimptotik kovaryans matrisi olduğu açıkça görülmektedir. Bu yüzden 2AEKKY ve 3AEKKY asimptotik kovaryans matrisi arasındaki fark

$$\text{plim } (TA) \left( \Sigma \otimes \frac{XX}{T} \right) (TA)' \text{ dır.}$$

## İKİNCİ BÖLÜM

### İKİ VE ÜÇ AŞAMALI EN KÜÇÜK KARELER İLE BASİT EN KÜÇÜK KARELER YÖNTEMLERİNİN TÜRKİYE ÇİMENTO SANAYİNDE UYGULANMASI

Bu bölümde EKK, 2 ve 3AEKK yöntemlerinin ülkemiz Çimento Sanayinde uygulanmasına ilişkin amaç ve izlenen yöntem hakkında bilgi verilecek ve elde edilen sonuçların değerlendirilmesi yapılacaktır.

#### I. UYGULAMANIN AMACI

Bilindiği üzere ekonomik olayların doğası gereği her denklem çok denklemlili sistemin bir parçası olarak ele alınabilir. Çok denklemlili ekonometrik bir modelin tek denklemlili bir model olarak ele alınıp uygulanması sonucunda parametre tahminlerinin sapmalı ve tutarsız olabileceği ifade edilmiştir. Bu noktadan hareketle çalışmanın konusu 2 ve 3AEKK yöntemlerinin karşılaştırılması olarak seçilmiş ve bu yöntemlerin ülkemiz Çimento Sanayinde uygulaması gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın temel amacı ; söz konusu yöntemlerin aynı veri setine uygulanması sonucu elde edilen bulguların tartışılarak yöntem seçimine ilişkin belli bir eğilimin var olup olmadığını araştırmaktır.

#### II. UYGULAMADA İZLENEN YÖNTEM

Uygulamada yukarıda ifade edilen amaç doğrultusunda 2 ve 3AEKK ile basit EKK yöntemleri ele alınarak değişik modellerde elde edilen sonuçların karşılaştırmalı analizleri yapılmıştır. Bu analizleri yaparken özellikle 1971 - 1986 (1) yılları itibarıyla söz konusu sanayide çimento üretim ve talebine etki eden ve bunlardan etkilenen ekonomik değişkenler belirlenmiştir. Bu değişkenler aşağıdaki gibi ifade edilebilir :

Üretim	Çimento Üretim Miktarı (ton)
Nüfus	Ülke Nüfus Miktarı (kişi)
Gsmh	Gayri Safi Milli Hasıla (TL )
İnruh	İnşaat Ruhsatnameleri (yüzölçümü m <sup>2</sup> )
Kredi	Mevduat Banka Kredileri (inşaat) (TL )
İhr	Çimento İhracat Miktarı (ton)

(1) Uygulamanın bitiş tarihinde henüz 1987 yılına ilişkin İmalat Sanayii İstatistiğinin yayınlanmamış olması sebebiyle, analizlerde en son olarak 1986 yılı alınmıştır.

Kko	Kapasite Kullanım Oranı (%)
İşgücü	Çalışan Kişi Ortalaması (taş ve toprağa dayalı sanayii)
Ücret	Ödenen Yıllık Maaş ve Ücretler (TL) (taş ve toprağa dayalı sanayii)
Ener	Yıl Sonunda Kurulu Olan Toplam Çevirici Güç Kapasitesi (beygir gücü) (taş ve toprağa dayalı sanayii)
Yat	Sabit Sermayeye Yapılan Gayri Safi İlaveler (TL) (taş ve toprağa dayalı sanayii)
Çimfiy	Çimento Fiyatı (inşaat malzemesi toptan eşya fiyat indeksi)
Demfiy	Demir Fiyatı (inşaat malzemesi toptan eşya fiyat indeksi)
Yemdf	Yakacak ve Enerji Maddeleri Fiyatı (toptan eşya fiyat indeksi)
Tuğmik	İnşaat Tuğla Miktarı (milyon adet)
Fgsmh	Fert Başına Gayri Safi Milli Hasıla (TL)
Zaman	Yıl

Yukarıda tanımlanan değişkenlerle ilgili veriler EK'de mevcuttur.

Çimento sanayii incelenirken olayın hem üretim hem de tüketim yönünün birlikte ele alınması zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Üretim yönü, daha çok işletme ya da bir grup işletmenin (sanayii) kontrolünde bulunan değişkenlerle ; talep yönü ise daha çok işletme dışı etmenlerin (tüketici) denetiminde bulunan değişkenlerle açıklanmaktadır.

Yapılan analizler genelde arz ya da talep fonksiyonunun elde edilmesi gibi bir amacı gerçekleştirme şeklinde olmakta ve birlikte etkileşim dikkate alınmamaktadır. Yani basit EKK yöntemi ile tek tek denklemlere ait parametreler hesaplanmakta ve bunlara ilişkin istatistik ve ekonomik analizler gerçekleştirilmektedir. Oysa ekonomik olayları ayrı ayrı dikkate almak yerine bunu bir denklemler seti olarak düşünmek gerekir.

Bu araştırmada Çimento Sanayii incelenirken ayrı ayrı denklemlerin yanısıra sistem eşitlikleri de dikkate alınmış ve sonuçların karşılaştırmaları yapılmaya

çalışılmıştır. Bu analizlere temel olan denklem ya da denklem setleri çeşitli sayıda oluşturulan modellere dayandırılmıştır.

Burada, çimento talep miktarı (çimento tüketimi) ile çimento üretim miktarı çok denklemlili modellerin yapısı gereği aynı değişkenle açıklanmıştır. Çimento üretimi, miktar ve fiyatlar esas alınmak suretiyle ifade edilebilir. Bunlardan ilkinde çimento üretimini miktar olarak açıklayan değişkenler, çimento fiyatı, enerji miktarı, işgücü sayısı, tuğla miktarı ve kapasite kullanım oranı iken ; diğerinde fiyatlar esas alınarak açıklayıcı değişken niteliğinde olan çimento fiyatı, demir fiyatı, yatırım, ücret ve zamandır. Çimento talebine etki eden değişkenler ise çimento fiyatı, nüfus, kredi miktarı, fgsmh, inşaat ruhsatnameleeri, ihracat miktarı ve zaman olarak belirlenmiştir. Aşağıda çimento üretimine göre modeller miktar ve fiyatlar açısından olmak üzere iki grupta incelenmiştir.

#### A. MİKTAR AÇISINDAN

Bu kısımda çimento üretimini açıklayan içsel ve dışsal değişkenler oluşturulmaya çalışılmıştır. Çimento fiyatı, enerji miktarı, işgücü sayısı ve kko'nun içsel ; tuğla miktarının ise dışsal değişken durumunda olduğu varsayılmıştır. Ayrıca, çimento talebine etki eden değişkenlerin tümünün dışsal olduğu kabul edilmiştir.

Çimento üretim miktarına göre beş model ele alınmıştır. 1,3 ve 5 nolu modeller iki denklem ve bir özdeşlikden meydana gelirken, 2 ve 4 nolu modeller iki grupta incelemeye tabi tutulmuştur. İlk grupta 'a' çimento talep ve üretim denklemleri ile özdeşlik denklemini yer almış olup çimento üretim miktarıyla ilgili denklemlerdeki enerji miktarı, işgücü sayısı ve kapasite kullanım oranı dışsal değişken olarak kabul edilmiştir. Ancak söz konusu değişkenlerin iki yönlü sebep-sonuç ilişkisi taşımalarından dolayı 'b' grubunda ikiden fazla denklemlili modeller incelenmiştir. Bu modeller aşağıdaki gibi tanımlanmıştır :

##### 1. Model 1

$$\text{Talep} = f(\text{Çimfiy, Nüfus, Kredi})$$

$$\text{Üretim} = f(\text{Çimfiy, Ener})$$

$$Q_T = Q_U$$

##### 2. Model 2

$$\text{a. Talep} = f(\text{Çimfiy, Nüfus, Kredi})$$

$$\text{Üretim} = f(\text{Çimfiy, Ener, İşgücü})$$

$$Q_T = Q_U$$



b. Talep = f (Çimfiy, Nüfus, Kredi)  
Üretim = f (Çimfiy, Ener, İşgücü)  
Ener = f (Üretim, Zaman)  
 $Q_T = Q_U$

3. Model 3

Talep = f (Çimfiy, Nüfus, Kredi)  
Üretim = f (Çimfiy, Tuğmik, Kko)  
 $Q_T = Q_U$

4. Model 4

a. Talep = f (Çimfiy, Fgsmh, İnruh, İhr)  
Üretim = f (Çimfiy, Ener, Kko)  
 $Q_T = Q_U$

b. Talep = f (Çimfiy, Fgsmh, İnruh, İhr)  
Üretim = f (Çimfiy, Ener, Kko)  
Kko = f (Çimfiy, Üretim, Zaman)  
Ener = f (Üretim, İşgücü)  
İşgücü = f (Ener, Zaman)  
 $Q_T = Q_U$

5. Model 5

Talep = f (Çimfiy, Fgsmh, Kredi, Zaman)  
Üretim = f (Çimfiy, Kko, Tuğmik)  
 $Q_T = Q_U$

Bu modellere ait katsayılar hesaplandıktan sonra tahmin değerleri, ilgili tablo ve şekillerle açıklanmaya çalışılmıştır.

## 1. Model 1

$$\text{Talep} = f(\text{Çimfiy, Nüfus, Kredi})$$

$$\text{Üretim} = f(\text{Çimfiy, Ener})$$

$$Q_T = Q_U$$

Tablo 1

Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özeti ve Tahmin Değerleri (Model 1)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	- 34076.0000	- 6.0190	- 32548.0000	- 3.4932	- 35938.0000	- 4.7634
Çimfiy	- 1.1968	- 4.0581	- 1.1042	- 2.0571	- 1.3835	- 3.4532
Nüfus	1.1393	7.9583	1.0999	4.6077	1.1894	6.1810
Kredi	0.0145	4.2007	0.0135	2.1995	0.0170	3.8785
R <sup>2</sup>	0.9437		0.9433		0.9963	
DW	2.0362		1.9963		2.0500	
S <sub>y</sub>	928.2030		932.0090		824.0020	

Yıllar	Gerçek	Tahmin Değerleri		
	Çimento Talebi	EKKYT	2AEKKYT	3AEKKYT
1971	7553.0000	7063.0693	7172.4506	6995.6191
1972	8425.0000	8086.6869	8161.5498	8061.8342
1973	8946.0000	9166.7874	9203.9328	9190.5504
1974	9040.0000	10180.4739	10186.2143	10239.4441
1975	10850.0000	11368.1541	11332.8862	11479.6792
1976	12391.7002	12280.9430	12215.9126	12428.2184
1977	13831.7002	13182.2348	13089.2184	13361.7330
1978	15344.0000	14038.2946	13921.7822	14240.7211
1979	13811.7998	14702.2325	14577.9238	14895.2054
1980	12874.9004	13685.6436	13684.3908	13604.6232
1981	15043.2002	14238.1210	14249.6884	14107.9746
1982	15777.7002	14837.1826	14860.6239	14660.5001
1983	13594.9004	15223.4847	15279.0501	14970.4659
1984	15737.0000	15641.0201	15732.6032	15326.6195
1985	17581.0000	16859.0435	16943.9782	16655.3700
1986	20004.0000	20252.5292	20193.6962	20587.3385

Bu modelde talepteki değişmeler, çimento fiyatı, nüfus ve kredi değişkenleriyle açıklanmaktadır. Parametrelerin işaretleri beklenen yönde olup % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,12}=2.179$ ) anlamlı bulunmuştur. Çoklu determinasyon katsayısı ( $R^2$ ) tüm yöntemlerde % 94-99 civarındadır. Bu durum, talepteki değişmelerin yaklaşık % 94-99'unun çimento fiyatı, nüfus ve kredi miktarındaki değişmelerden kaynaklandığını göstermektedir. Öte yandan regresyonların standart hataları incelendiğinde 3AEKKY'nin daha az hataya sahip olduğu ve tüm yöntemlerde hata terimleri arasında otokorelasyon olmadığı DW (Durbin Watson) otokorelasyon testi ile saptanmıştır.

Değişkenlere ait parametreler, denklemde bulunan tüm değişkenler sabit tutulduğunda ilgili değişkenlerdeki bir birim artışa karşılık bağımlı değişkende meydana gelen artışı (azalışı) göstermektedir. Bu anlamda EKK, 2AEKK ve 3AEKK yöntemlerinin parametreleri sırasıyla incelendiğinde değerlerin birbirine çok yakın olduğu ortaya çıkmıştır. Çimento fiyatlarındaki bir birim artışa karşılık talepte 1.19 ile 1.38 birimlik bir azalış; nüfus değişkenindeki bir birimlik artışa karşılık talepte 1.09 ile 1.18 birimlik bir artış ve kredi miktarlarındaki bir birimlik artışa karşılık talepte 0.013 ile 0.017 birimlik bir artış olmuştur.

Nihayet, üç yönteme ait sonuçlar incelendiğinde değerlerin birbirine çok yakın olduğu, parametrelerin anlamlılıkları açısından daha yüksek değerlerin EKKY'de bulunduğu ancak, olaya çoklu determinasyon katsayısı ve regresyonların standart hataları açısından bakıldığında 3AEKKY'nin daha etkin sonuç verdiği anlaşılmaktadır.

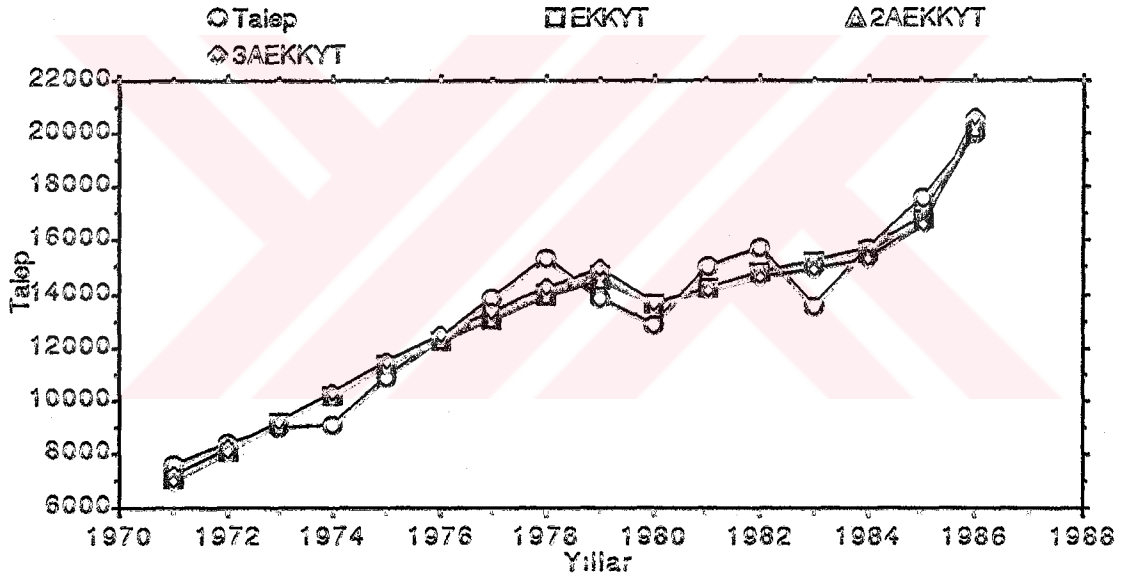
Tablo 2  
Çimento Talebi Elastikiyet Değerleri (Model 1)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	- 0.3428	- 0.3163	- 0.3963
Nüfus	3.7552	3.6253	3.9203
Kredi	0.1738	0.1613	0.2036

Tablodan da anlaşılacağı üzere; diğer değişkenler sabit tutulduğunda çimento fiyatındaki % 1'lik artış çimento talebinde ortalama % 0.34 - % 0.39'luk bir azalma meydana getirmektedir. Bu durumda fiyat değişmeleri karşısında talebin

elastik (1) olmadığı ortaya çıkmaktadır. Bir başka deyişle, çimento fiyatındaki azalmalar çimento tüketimini çok az etkileyebilmektedir. Çimento talebinin nüfus elastikiyeti ; nüfustaki % 1'lik artışın çimento talebinde yaklaşık % 3.8 gibi bir artış yarattığını yani nüfus değişimleri karşısında talebin elastik olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Bu durum nüfusun çimento tüketimini önemli ölçüde etkileyebilen bir değişken olduğunu göstermektedir. Kredi miktarındaki % 1 artış çimento talebinde % 0.17 - % 0.2 bir artış meydana getirmekte ve çimento tüketimini önemli ölçüde etkilememektedir.

Şekil 1  
Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 1)



(1) Y bağımlı değişkenin X açıklayıcı değişkenine göre ortalama elastikiyeti :

$$e(Y,X) = \frac{\partial Y / \partial X}{Y / X} \quad \text{olarak tanımlanır.}$$

Tablo 3  
Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 1)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	7120.8000	6.7615	7279.5000	6.8557	7279.5000	7.6057
Çimfiy	0.2544	2.9276	0.2906	3.2826	0.2906	3.6417
Ener	0.0086	4.4181	0.0081	4.1155	0.0081	4.5658
R <sup>2</sup>	0.8447		0.8426		0.9865	
DW	1.1980		1.1343		1.1343	
S <sub>y</sub>	1481.7600		1491.6300		1344.5400	

Yıllar	Gerçek		Tahmin Değerleri	
	Çimento Üretimi	EKKYT	2AEKKYT	3AEKKYT
1971	7553.0000	8438.6900	8529.4270	8529.4270
1972	8425.0000	9540.9482	9568.6484	9568.6484
1973	8946.0000	10586.2673	10553.3410	10553.3410
1974	9040.0000	9792.3561	9809.4924	9809.4924
1975	10850.0000	10968.2489	10918.0420	10918.0420
1976	12391.7002	9815.3383	9834.3431	9834.3431
1977	13831.7002	11653.9044	11570.7214	11570.7214
1978	15344.0000	13395.7853	13219.3661	13219.3661
1979	13811.7998	15120.3640	14860.4145	14860.4145
1980	12874.9004	14413.0968	14282.5159	14282.5159
1981	15043.2002	13686.4124	13642.4478	13642.4478
1982	15777.7002	15444.5844	15346.6213	15346.6213
1983	13594.9004	14988.5754	15003.7759	15003.7759
1984	15737.0000	15710.1522	15789.3689	15789.3689
1985	17581.0000	17352.0397	17557.8390	17557.8390
1986	20004.0000	19889.1379	20319.5367	20319.5367

Tablodan da görüleceği üzere çimento üretimini çimento fiyatı ve enerji miktarı belirlemektedir. Parametrelerin işaretleri tutarlı ve % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,13}=2.160$ ) anlamlıdır. Çoklu determinasyon katsayısının ( $R^2$ ); EKK ve 2AEKK yöntemlerinde yaklaşık %84, 3AEKKY'de ise % 98 olması üretimdeki değişmelerin % 98'inin çimento fiyatı ve enerji miktarındaki değişmelerden meydana geldiğini ortaya çıkarmaktadır. Regresyonların standart hataları 3AEKKY'de daha küçük ve hata terimleri arasındaki otokorelasyon tüm yöntemlerde kararsızlık bölgesindedir.

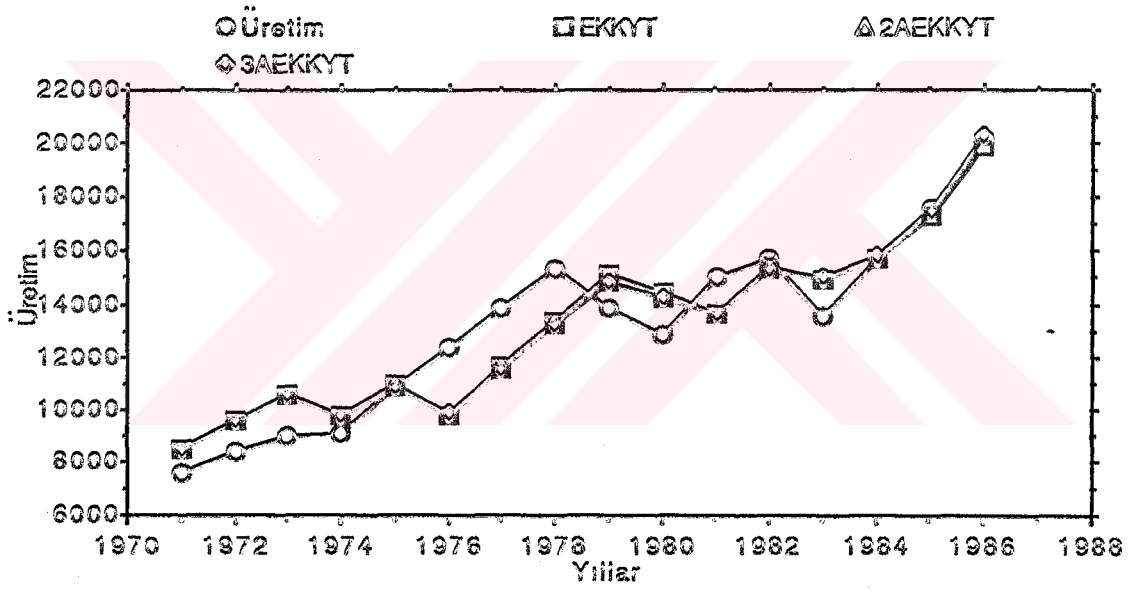
Değişkenlere ait regresyon katsayıları incelendiğinde; değerlerin birbirine çok yakın olduğu belirlenmiştir. Nitekim, diğer değişkenler sabit kalmak kaydıyla; çimento fiyatındaki bir birimlik artışa karşılık üretimde 0.25-0.29 birimlik bir artış; enerji miktarındaki bir birimlik artışa karşılık üretimde yaklaşık 0.008 birimlik bir artış ortaya çıkmıştır.

Üç yöntemle ait sonuçlar genel olarak karşılaştırıldığında parametrelerin anlamlılıkları, regresyonların standart hataları ve çoklu determinasyon katsayısı açısından 3AEKKY'nin daha iyi sonuç verdiği söylenebilir.

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	0.0729	0.0832	0.0832
Ener	0.3866	0.3644	0.3644

Diğer değişkenler sabit tutulmak kaydıyla çimento fiyatındaki % 1'lik artış çimento üretiminde ortalama % 0.072-% 0.083 oranında bir artış meydana getirmektedir. Bu durum fiyat değişmeleri karşısında üretimin elastik olmadığını ortaya çıkarmaktadır. Şüphesiz, bunun sebebi çimento fiyatındaki artışın çimento üretimini çok az etkilediğidir. Öte yandan enerji miktarındaki % 1'lik bir değişimin çimento üretiminde % 0.36 - % 0.38 bir artış meydana getirdiği saptanmıştır.

Şekil 2  
Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 1)



## 2. Model 2

a. Talep = f (Çimfiy, Nüfus, Kredi)

Üretim = f(Çimfiy, Ener, İşgücü)

$Q_T = Q_G$

Tablo 5  
Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özeti ve Tahmin Değerleri (Model 2-a)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	- 34076.0000	- 6.0190	- 31178.0000	- 4.2418	- 33252.0000	- 5.5599
Çimfiy	- 1.1968	- 4.0581	- 1.0211	- 2.4996	- 1.2180	- 4.2444
Nüfus	1.1393	7.9583	1.0645	5.6810	1.1200	7.3939
Kredi	0.0145	4.2007	0.0125	2.6651	0.0151	5.0131
$R^2$	0.9437		0.9421		0.9964	
DW	2.0362		1.9417		2.0432	
$S_y$	928.2030		941.8360		810.6630	

Yıllar	Gerçek	Tahmin Değerleri		
	Çimento Talebi	EKKYT	2AEKKYT	3AEKKYT
1971	7553.0000	7063.0693	7270.6195	7184.5812
1972	8425.0000	8086.6869	8228.7387	8190.0479
1973	8946.0000	9166.7874	9237.2705	9252.3218
1974	9040.0000	10180.4739	10191.3663	10246.0707
1975	10850.0000	11368.1541	11301.2335	11414.0826
1976	12391.7002	12280.9430	12157.5483	12310.2844
1977	13831.7002	13182.2348	13005.7368	13194.6438
1978	15344.0000	14038.2946	13817.2131	14032.5107
1979	13811.7998	14702.2325	14466.3576	14673.9336
1980	12874.9004	13685.6436	13683.2664	13604.0119
1981	15043.2002	14238.1210	14260.0699	14131.2355
1982	15777.7002	14837.1083	14881.6623	14705.9647
1983	13594.9004	15223.4847	15328.9196	15074.1889
1984	15737.0000	15641.0201	15814.7984	15495.3058
1985	17581.0000	16859.0435	17020.2064	16811.8284
1986	20004.0000	20252.5292	20140.8940	20484.8889



Bu modelde bağımsız değişkenler olan çimento fiyatı, nüfus ve kredi değişkenleri çimento talebini açıklamaktadır. Regresyon katsayılarının işaretleri teorik açıdan tutarlı ve % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,12} = 2.179$ ) anlamlıdır. Çoklu determinasyon katsayısı ( $R^2$ ), tüm denklemlerde % 94- 99 civarında olup regresyonların standart hatası 3AEKKY'de daha küçüktür. Regresyon katsayılarının sonuçları üç yöntemde de birbirine yakın değerlidir. Diğer değişkenler sabit tutulmak şartıyla çimento fiyatındaki bir birimlik artış talepte 1.02 ile 1.21 birimlik bir azalışa; nüfustaki bir birimlik artış çimento talebinde 1.064 ile 1.13 birimlik bir artışa ve kredi miktarındaki bir birimlik artış çimento talebinde 0.012 ile 0.015 birimlik artışa sebep olmaktadır. Ayrıca her üç yöntem içinde hata terimleri arasında otokorelasyon yoktur. Yukarıdaki sonuçlar üç yönteme göre genel olarak değerlendirilecek olursa, bu model için en uygun yöntemin (parametrelerin anlamlılıkları, regresyonların standart hataları ve çoklu determinasyon katsayısı itibariyle) 3AEKK olduğu anlaşılır.

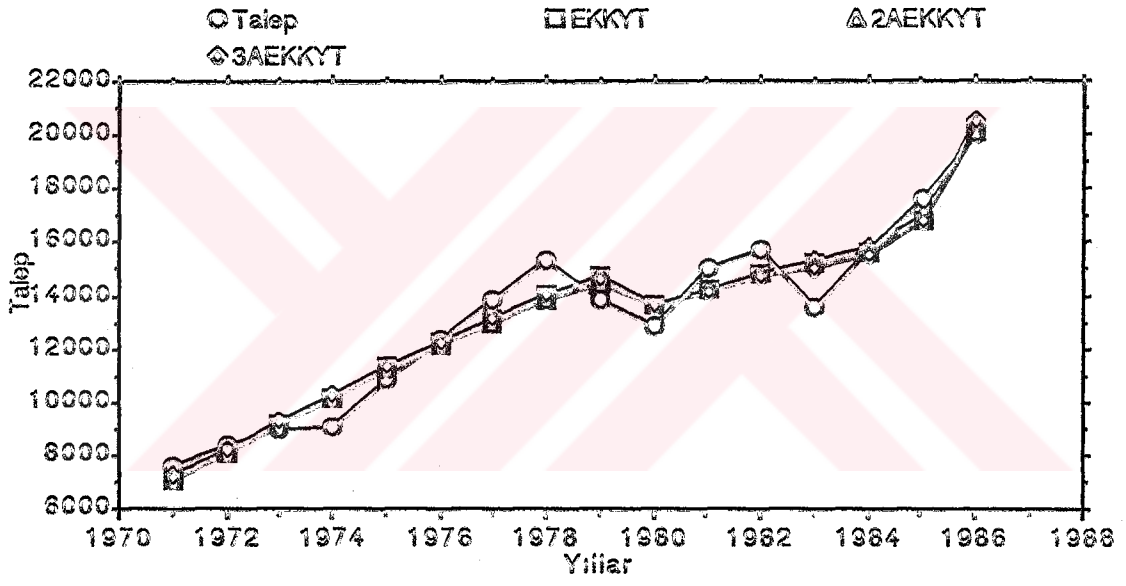
Tablo 6

Çimento Talebi Elastikiyet Değerleri (Model 2-a)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	- 0.3428	- 0.2925	- 0.3489
Nüfus	3.7552	3.5596	3.6916
Kredi	0.1738	0.1500	0.1812

Çimento fiyatı, nüfus ve kredi değişkenlerine ait elastikiyet sonuçları içinde en yüksek talep elastikiyeti, nüfus değişkenine ait olmaktadır. Nitekim bunun değeri 3.55 ile 3.75 arasında olup elastiktir. Diğer iki değişkene ait elastikiyetler birden küçüktür.

Şekil 3  
Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 2-a)



Tablo 7

Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özeti ve Tahmin Değerleri (Model 2-a)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	5258.1000	3.4260	5572.8000	3.5914	5195.6000	- 4.1758
Çimfiy	0.2361	2.8464	0.2486	2.8938	0.2661	3.6749
İşgücü	0.1246	1.5948	0.1133	1.4338	0.1444	3.0814
Ener	0.0043	1.3623	0.0044	1.3746	0.0031	1.7654
R <sup>2</sup>	0.8719		0.8713		0.9883	
DW	1.4894		1.4322		1.4740	
Sy	1400.9400		1403.8200		1225.0500	

Yıllar	Gerçek	Tahmin Değerleri		
	Çimento Üretimi	EKKYT	2AEKKYT	3AEKKYT
1971	7553.0000	7734.7135	7902.6514	7771.8663
1972	8425.0000	8107.5653	8304.9878	7952.8661
1973	8946.0000	10850.9041	10858.4593	10891.9886
1974	9040.0000	10651.9260	10633.6877	10846.8506
1975	10850.0000	11447.4303	11424.4086	11500.5997
1976	12391.7002	10175.4668	10203.1292	10292.8492
1977	13831.7002	12306.6785	12247.2770	12346.0860
1978	15344.0000	13618.1101	13541.9993	13475.0934
1979	13811.7998	14545.3556	14489.8279	14171.6651
1980	12874.9004	14459.9777	14405.4035	14322.2303
1981	15043.2002	14017.2223	13978.3011	14019.5861
1982	15777.7002	14899.4040	14899.0831	14687.6005
1983	13594.9004	14904.7702	14907.8842	14872.6060
1984	15737.0000	15662.6066	15681.3884	15702.6358
1985	17581.0000	17566.8531	17590.7829	17754.1368
1986	20004.0000	19856.9174	19959.2331	20197.2408

Modelde tablodan da görüleceği üzere üretimdeki değişimler; çimento fiyatı, iş gücü ve enerji miktarı ile açıklanmaktadır. Parametreler beklendiği üzere pozitif işaretlidir. Ancak anlamlılıkları % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,12}=2.179$ ) üç yöntemde göre farklı sonuçlar vermektedir. Şöyle ki; çimento fiyatı üç yöntemde de anlamlı; iş gücü ve enerji miktarı ise EKK ve 2AEKK yöntemlerinde tablo değerinin altında iken yine işgücü miktarı 3AEKKY'de anlamlı hale gelmiştir. Çoklu determinasyon katsayısı ( $R^2$ ); EKK ve 2AEKK yöntemlerinde yaklaşık % 87, 3AEKKY'de ise % 98'dir. Bu durum üretimdeki değişmelerin % 98'inin çimento fiyatı, işgücü ve enerji miktarındaki değişmelerden kaynaklandığını göstermektedir. Regresyonların standart hatası en az 3AEKKY'de ve tüm yöntemler için hata terimleri arasındaki otokorelasyon ise kararsızlık bölgesindedir.

Her üç yöntemde de parametreler birbirlerine yakın değerlidir. Sırasıyla ve diğer değişkenler sabit kalmak kaydıyla; çimento fiyatındaki bir birimlik artış çimento üretimini 0.23 - 0.26 birim; işgücü miktarındaki bir birimlik artış üretimi 0.11 - 0.14 birim ve enerji miktarındaki bir birimlik artış ise üretimi 0.003- 0.004 birim arttırmaktadır.

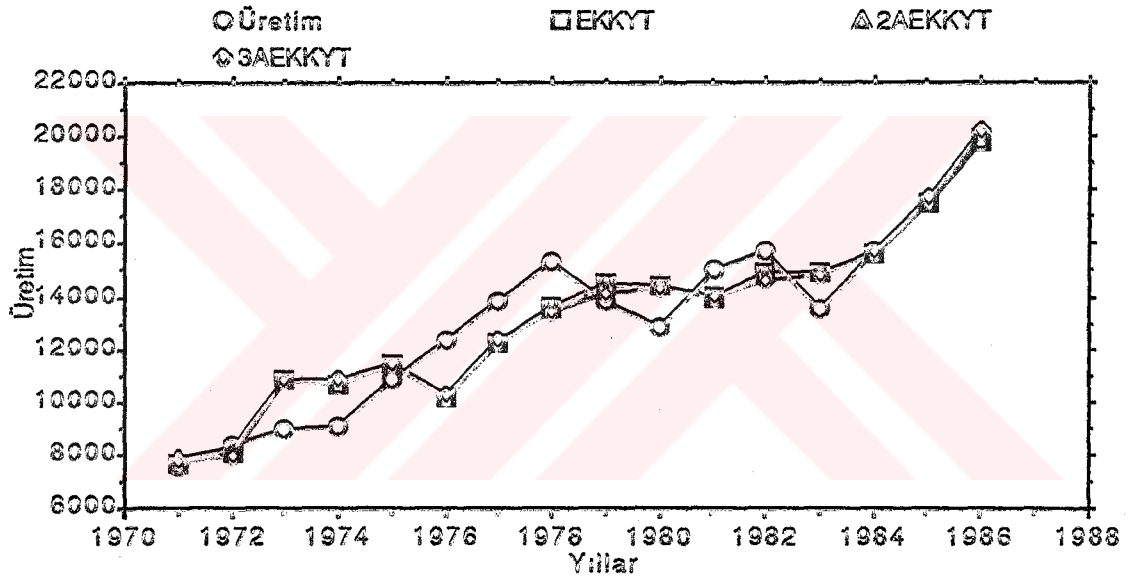
Yukarıdaki yapılan açıklamalara göre; parametrelerin anlamlılıkları, regresyonların standart hatalarının düşüklüğü ve çoklu determinasyon katsayısının yüksek değerli olmasından dolayı 3AEKKY ile daha etkin sonuçlara ulaşıldığı söylenebilir.

Tablo 8  
Çimento Üretimi Elastikiyet Değerleri (Model 2-a)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	0.0676	0.0712	0.0762
İşgücü	0.3419	0.3108	0.3961
Enerj	0.1972	0.2013	0.1401

Tablodan da görüleceği üzere elastikiyetlerin tümü birden küçüktür. Üretimin işgücü elastikiyeti en yüksek değerlidir.

Şekli 4  
Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 2-a)



- b. Talep = f (Çimfiy, Nüfus, Kredi)  
 Üretim = f (Çimfiy, Ener, İşgücü)  
 Ener = f (Üretim, Zaman)  
 $Q_T = Q_U$

Tablo 9  
 Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özelleri ve Tahmin Değerleri (Model 2-b)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	34076.000	- 6.0190	- 32627.0000	- 4.8313	- 36274.0000	- 6.9662
Çimfiy	- 1.1968	- 4.0581	- 1.1090	- 3.0005	- 1.2550	- 4.8500
Nüfus	1.1393	7.9583	1.1019	6.4133	1.1950	9.0807
Kredi	0.0145	4.2007	0.0135	3.1657	0.0145	5.0250
$R^2$	0.9437		0.9433		0.9963	
DW	2.0362		1.9989		1.9376	
$S_y$	928.2030		931.6290		821.6360	
	Gerçek		Tahmin Değerleri			
Yıllar	Çimento Talebi	EKKYT	2AEKKYT	3AEKKYT		
1971	7553.0000	7063.0693	7166.8387	6872.4056		
1972	8425.0000	8086.6869	8157.7089	7946.0745		
1973	8946.0000	9166.7874	9202.0270	9078.5201		
1974	9040.0000	10180.4739	10185.9198	10141.3055		
1975	10850.0000	11368.1541	11334.6956	11386.0286		
1976	12391.7002	12280.9430	12219.2491	12342.7487		
1977	13831.7002	13182.2348	13093.9907	13286.4568		
1978	15344.0000	14038.2946	13927.7600	14182.1702		
1979	13811.7998	14702.2325	14584.3016	14876.8411		
1980	12874.9004	13685.6436	13684.4551	13810.0245		
1981	15043.2002	14238.1210	14249.0948	14372.9713		
1982	15777.7002	14837.1826	14859.4212	14981.0300		
1983	13594.9004	15223.4847	15276.1992	15344.2118		
1984	15737.0000	15641.0201	15727.9044	15696.5084		
1985	17581.0000	16859.0435	16939.6205	16727.7872		
1986	20004.0000	20252.5292	20196.7147	19760.8171		

Çimento fiyatı, nüfus ve kredi miktarı bu modelde çimento talebini belirlemektedir. Çimento fiyatının negatif, nüfus ve kredi değişkenlerine ait olanların ise pozitif işaretli olması teoremin geçerliliğini doğrulamaktadır. Ayrıca % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,12}=2.179$ ) parametrelerin anlamlı oldukları görülmektedir. Çoklu determinasyon katsayısı ( $R^2$ ): EKK ve 2AEKK'de % 94, 3AEKK yönteminde ise % 99'dur. Bu talepteki değişmelerin % 99'unun çimento fiyatı, nüfus ve kredi miktarındaki değişmeler ile açıklandığını göstermektedir. 3AEKKY en düşük regresyon standart hata değerine sahiptir. Değişkenlere ilişkin regresyon katsayıları şu şekilde özetlenebilir; diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla çimento fiyatındaki bir birimlik artış çimento talebinde 1.10 ile 1.25 birim azalışa; nüfustaki bir birimlik artış talepte 1.10 - 1.19 birim artışa ve kredi miktarındaki bir birimlik artış ise talepte 0.013 - 0.014 birim artışa sebep olmaktadır. Otokorelasyon sorunu üç yöntemde de mevcut değildir.

Sonuçlar yukarıdaki açıklamalar dahilinde üç yönteme göre karşılaştırılacak olursa 3AEKKY'nin daha etkin olduğu ortaya çıkmaktadır.

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	- 0.3428	- 0.3117	- 0.3595
Nüfus	3.7552	3.6319	3.9388
Kredi	0.1738	0.1659	0.1737

Tablodan da görüleceği üzere nüfusa ait olan talep elastikiyetinin değeri 3.63 - 3.93 arasında bulunmuştur (elastik). Çimento fiyatı ve kredi miktarına ilişkin elastikiyet sonuçları birden küçük olup, elastik değildir.

Şekil 5  
Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 2-b)

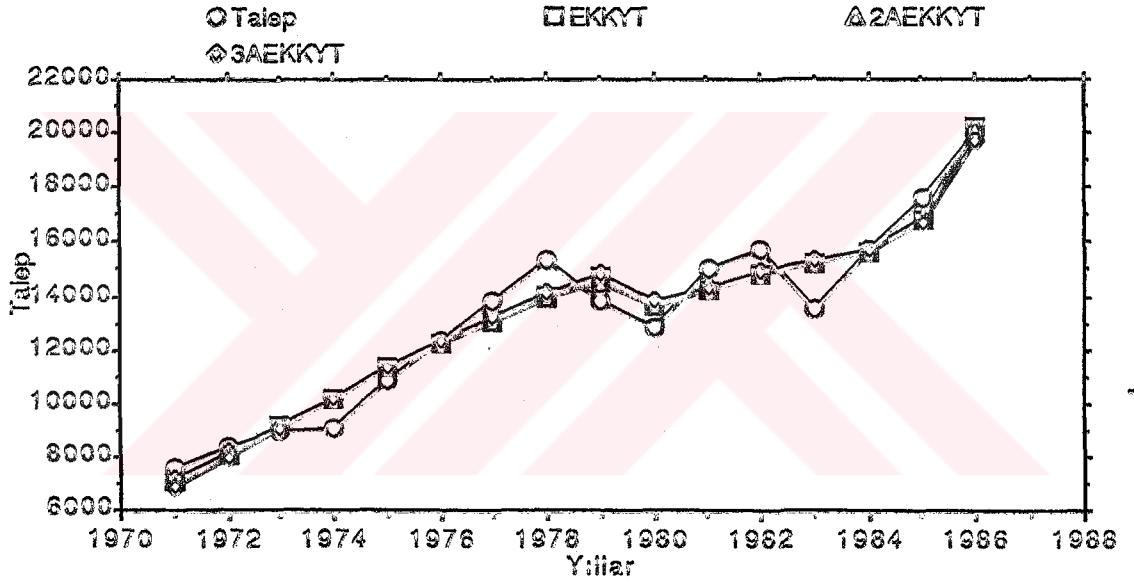




Table 11

Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 2-b)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	5258.1000	3.4260	6021.2000	3.2874	4754.4000	4.4594
Çimfiy	0.2361	2.8464	0.2293	2.2791	0.0927	1.7571
İşgücü	0.1246	1.5948	0.0302	0.2100	0.0400	0.8204
Ener	0.0043	1.3623	0.0088	1.2720	0.0112	4.7079
R <sup>2</sup>	0.8719		0.8512		0.9841	
DW	1.4894		1.3536		1.3744	
Sy	1400.9400		1509.8700		1500.3800	
	Gerçek		Tahmin Değerleri			
Yıllar	Çimento Üretimi	EKKYT	2AEKKYT	3AEKKYT		
1971	7553.0000	7734.7135	7798.7550	7010.9514		
1972	8425.0000	8107.5653	8879.4907	8383.2673		
1973	8946.0000	10850.9041	10486.2245	10457.0060		
1974	9040.0000	10651.9260	9719.5309	9465.9489		
1975	10850.0000	11447.4303	10969.2504	11058.2381		
1976	12391.7002	10175.4668	9620.8118	9321.9206		
1977	13831.7002	12306.6785	11787.0497	12079.9901		
1978	15344.0000	13618.1101	13663.3578	14446.4631		
1979	13811.7998	14545.3556	15421.0215	16623.1069		
1980	12874.9004	14459.9777	14665.8281	15315.1871		
1981	15043.2002	14017.2223	13855.2263	14105.5820		
1982	15777.7002	14899.4040	15597.0451	16137.2667		
1983	13594.9004	14904.7702	15111.1427	15215.7743		
1984	15737.0000	15662.6066	15806.6388	15652.7476		
1985	17581.0000	17566.8531	17498.5284	16948.0284		
1986	20004.0000	19856.9174	19921.9698	18584.4229		

Üretim denklemini çimento fiyatı, işgücü ve enerji miktarı açıklamaktadır. Parametrelerin işaretleri pozitif yönde olmasına rağmen anlamlılıkları % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,12}=2.179$ ) değişmektedir: Çimento fiyatı EKK'de, enerji miktarı ise 3AEKK yönteminde anlamlı iken işgücü değişkeninin parametresi üç yöntemde de tablo değerinin altında kalmaktadır. Bu durumda en önemli değişkenin enerji ve en uygun yöntemin 3AEKK olduğu söylenebilir. Çoklu determinasyon katsayısı ( $R^2$ ); EKK ve 2AEKK yöntemlerinde % 85 - % 87 iken, 3AEKKY'de % 98'dir. Bir başka ifadeyle üretimdeki değişmelerin % 98'i çimento fiyatı, işgücü ve enerji miktarıyla açıklanmaktadır. EKKY regresyonların standart hatası içinde en düşük olanıdır. Değişkenlere ait parametre sonuçlarına gelince; diğer değişkenler sabit kalmak kaydıyla çimento fiyatında EKK ve 2AEKKY'de bir birimlik artışın çimento üretiminde 0.22-0.23 birimlik bir artışa sebep olmasına karşılık 3AEKKY'de 0.0927 birimlik bir artışa yol açtığı görülmektedir. Ayrıca 2 ve 3AEKKY'de işgücündeki bir birimlik artışın çimento üretiminde 0.03 - 0.04 birimlik artışa sebep olduğu ve EKKY'deki değerinin 0.12 olduğu anlaşılmaktadır. Son olarak enerji miktarındaki bir birimlik değişimin EKKY'de 0.004; 2AEKKY'de 0.008 ve 3AEKKY'de ise 0.01 birimlik bir artışa yol açtığı belirlenmiştir.

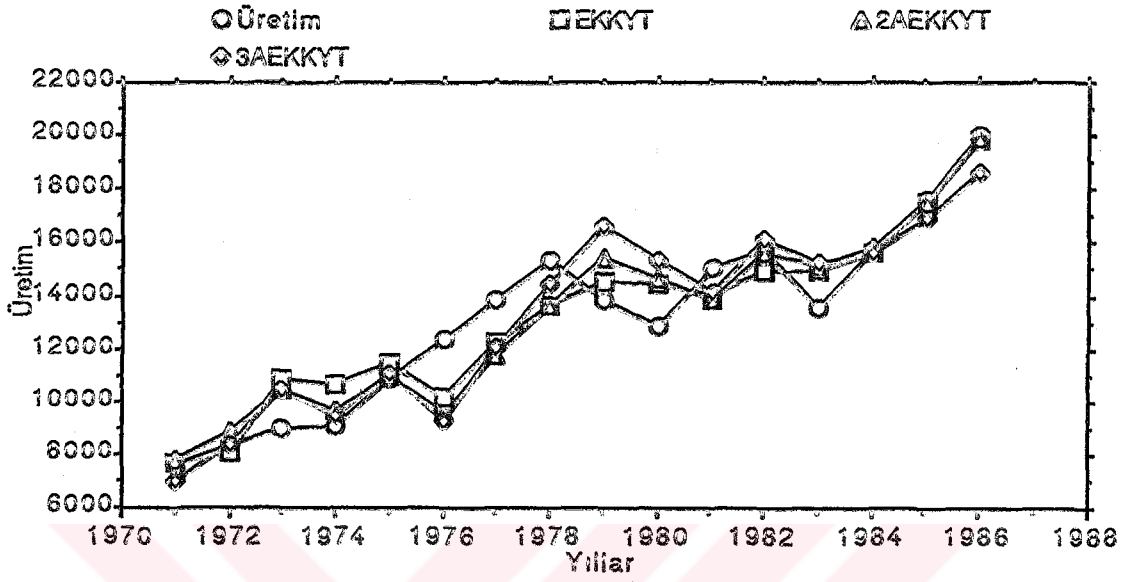
Tablo 12  
Çimento Üretimi Elastikiyet Değerleri (Model 2-b)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	0.0676	0.0657	0.0265
İşgücü	0.3419	0.0831	0.1098
Ener	0.1972	0.3955	0.5043

Üretim elastikiyet değerleri içinde en önemlisi 0.19 ile 0.50 arasında olan enerji miktarıdır.

Şekil 6

Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 2-b)



Tablo 13

Enerji Denklemine Ait İstatistik Özetleri (Model 2-b)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	-63517.0000	-0.3397	-229920.0000	-0.6787	-263630.0000	-1.2504
Üretim	18.0320	0.7540	57.8750	1.2852	62.5110	2.4132
Zaman	34239.0000	1.9470	7003.4000	0.2216	3784.0000	0.2159
$R^2$		0.8005		0.7579		0.9482
DW		1.2550		1.2464		1.2430
$S_y$		119516.0000		131659.0000		121220.0000

Denkleimde enerji miktarı, üretim ve zaman değişkeni ile açıklanmaktadır. Üretim parametresinin işareti teorik açıdan tutarlı ve % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,13} = 2.160$ ) 3AEKKY'de anlamlı sonuç vermiştir. Zaman değişkenine ait regresyon katsayısı ise her üç yöntemde de anlamsız bulunmuştur. Çoklu determinasyon katsayısı ( $R^2$ ), EKK ve 2AEKK'de % 75 - % 80 arasında iken 3AEKK yönteminde % 94'dür. Bu durum, enerji miktarının üretim ve zaman değişkenleriyle açıklanabildiğini göstermektedir. Regresyonların standart hatası 3AEKKY'de daha küçüktür. Otokorelasyon üç yöntemde de kararsızlık bölgesindedir. Regresyon katsayıları incelendiğinde; diğer değişkenler sabit kalmak kaydıyla EKKY'de üretimdeki bir birimlik artış enerji miktarında 18.03 birimlik; 2AEKKY'de 57.87 birimlik ve 3AEKKY'de 62.51 birimlik bir artışa sebep olmaktadır. EKKY'de zaman değişkenindeki bir birimlik değişme enerji miktarında 34239 birimlik; 2AEKK'de 7003.4 birimlik ve 3AEKK yönteminde 3784 birimlik artışa sebep olmaktadır. Bütün bu sonuçlar zaman içerisinde enerji kullanımının arttığını ve enerji kullanımında zamanın önemli bir öge olduğunu göstermektedir.

Sonuçlar her bir yöntemle göre karşılaştırıldığında 3AEKK'nin daha etkin olduğu söylenebilir.

Tablo 14  
Enerji Elastikiyet Değerleri (Model 2-b)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Üretim	0.4012	1.2877	1.3909
Zaman	0.4914	0.1005	0.0543

Tablodan da görüleceği üzere değişkenlere ilişkin elastikiyet değerlerinden üretim 0.40 ile 1.39 arasında değişmektedir. 2 ve 3AEKK yöntemlerinde elastikiyet değeri birin üstündedir.

### 3. Model 3

$$\text{Talep} = f(\text{Çimfiy, Nüfus, Kredi})$$

$$\text{Üretim} = f(\text{Çimfiy, Tuğmik, Kko})$$

$$Q_T = Q_U$$

Tablo 15  
Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özelleri ve Tahmin Değerleri (Model 3)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	- 34076.0000	- 6.0190	- 35935.0000	- 5.8736	- 36804.0000	- 7.0244
Çimfiy	- 1.1968	- 4.0581	- 1.3096	- 4.0150	- 1.4388	- 5.5972
Nüfus	1.1393	7.9583	1.1873	7.6530	1.2118	9.1445
Kredi	0.0145	4.2007	0.0158	4.1575	0.0177	6.2581
R <sup>2</sup>	0.9437		0.9430		0.9962	
DW	2.0362		2.0519		2.0400	
SY	928.2030		933.8360		833.5110	
	Gerçek		Tahmin Değerleri			
Yıllar	Çimento Talebi	EKKYT	2AEKKYT	3AEKKYT		
1971	7553.0000	7063.0693	6929.9422	6935.2609		
1972	8425.0000	8086.6869	7995.57190	8021.0411		
1973	8946.0000	9166.7874	9121.5780	9171.2210		
1974	9040.0000	10180.4739	10173.4873	10237.7800		
1975	10850.0000	11368.1541	11411.0785	11501.3448		
1976	12391.7002	12280.9430	12360.0910	12466.7216		
1977	13831.7002	13182.2348	13295.4443	13416.0234		
1978	15344.0000	14038.2946	14180.1010	14308.1118		
1979	13811.7998	14702.2325	14853.5277	14966.2835		
1980	12874.9004	13685.6436	13687.1684	13601.1713		
1981	15043.2002	14238.1210	14224.0425	14096.1051		
1982	15777.7002	14837.1826	14808.6524	14640.8399		
1983	13594.9004	15223.4847	15155.8565	14931.5508		
1984	15737.0000	15641.0201	15529.5551	15267.4236		
1985	17581.0000	16859.0435	16755.6702	16606.2590		
1986	20004.0000	20252.5292	20324.1344	20638.7632		

Tablodan da görüleceği gibi çimento fiyatı, nüfus ve kredi miktarı talebi açıklamaktadır. Çimento fiyatı negatif, nüfus ve kredi miktarı ise pozitif işaretli olup (tutarlı) % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,12} = 2.179$ ) anlamlı sonuç vermektedir. Çoklu determinasyon katsayısının ( $R^2$ ) EKK ve 2AEKK'de % 94 , 3AEKKY'de %99 olması talepteki değişmelerin çimento fiyatı, nüfus ve kredi değişkenleriyle açıklandığını göstermektedir. Regresyon katsayısı sonuçları ise diğer değişkenler sabit kalmak kaydıyla; çimento fiyatındaki bir birim artış çimento talebinde 1.19 ile 1.43 birim bir azalışa; nüfus değişkenindeki bir birim artış çimento talebinde 1.13 - 1.21 birim bir artışa ve kredi miktarındaki bir birim artış çimento talebinde 0.014 - 0.017 birim bir artışa sebep olmaktadır. Otokorelasyon sorunu yöntemlerde yoktur. Özet olarak yukarıda yapılan açıklamalara göre 3AEKKY ile daha anlamlı çözüme ulaşılmaktadır.

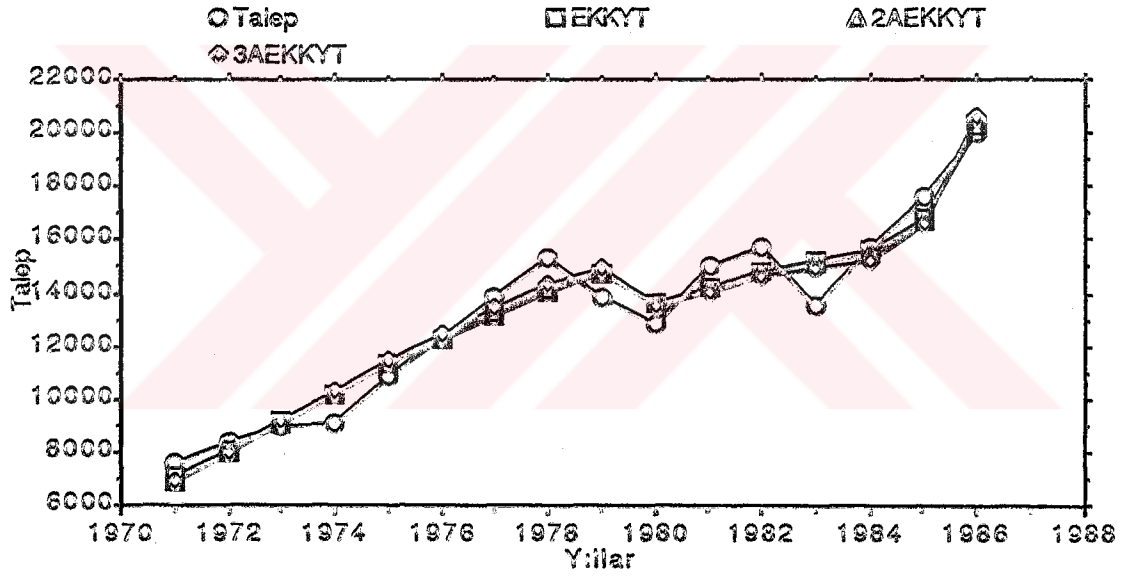
Tablo 16  
Çimento Talebi Elastikiyet Değerleri (Model 3)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	- 0.3428	- 0.3752	- 0.4122
Nüfus	3.7552	3.9134	3.9942
Kredi	0.1738	0.1890	0.2113

Çimento fiyatı, nüfus ve kredi miktarına ilişkin talep elastikiyet sonuçları tablodan da inceleneceği üzere en yüksek değerli nüfus değişkenine ait olan değerdir (3.75 - 3.99). Diğer iki değişkenin elastikiyet değeri birden küçük olup elastik değildir.

Şekil 7

Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 3)



Tablo 17  
Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 3)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	-4710.5000	-0.9005	-4487.5000	-0.8568	-3521.3000	-0.9643
Çimfiy	0.1145	1.6843	0.1208	1.7690	0.1239	2.1160
Tuğmik	2.8805	6.9415	2.8525	6.8565	2.8142	8.1761
Kko	4558.7000	0.8850	4413.9000	0.8563	3383.0000	0.9896
R <sup>2</sup>	0.9363		0.9363		0.9960	
DW	1.7532		1.7690		1.8130	
S <sub>y</sub>	987.2140		987.5670		856.9980	

Yıllar	Gerçek	Tahmin Değerleri		
	Çimento Üretimi	EKKYT	2AEKKYT	3AEKKYT
1971	7553.0000	7254.3424	7283.0000	7326.3554
1972	8425.0000	8394.0315	8405.9861	8375.7789
1973	8946.0000	9267.3094	9270.5562	9226.8186
1974	9040.0000	9958.1490	9959.2654	9945.5358
1975	10850.0000	11222.2493	11212.1797	11191.4546
1976	12391.7002	12433.6860	12407.1371	12322.0239
1977	13831.7002	13085.4625	13062.4458	13058.3589
1978	15344.0000	14339.3947	14305.4965	14287.4066
1979	13811.7998	14871.5368	14837.5637	14840.0894
1980	12874.9004	14518.0970	14500.8189	14519.8268
1981	15043.2002	14300.9433	14292.3492	14319.1910
1982	15777.7002	13719.7453	13719.7754	13719.8088
1983	13594.9004	14029.9282	14050.7268	14174.8662
1984	15737.0000	15488.3429	15507.3864	15580.7648
1985	17581.0000	17617.7003	17641.1359	17637.2145
1986	20004.0000	20304.9827	20349.7860	20280.4073



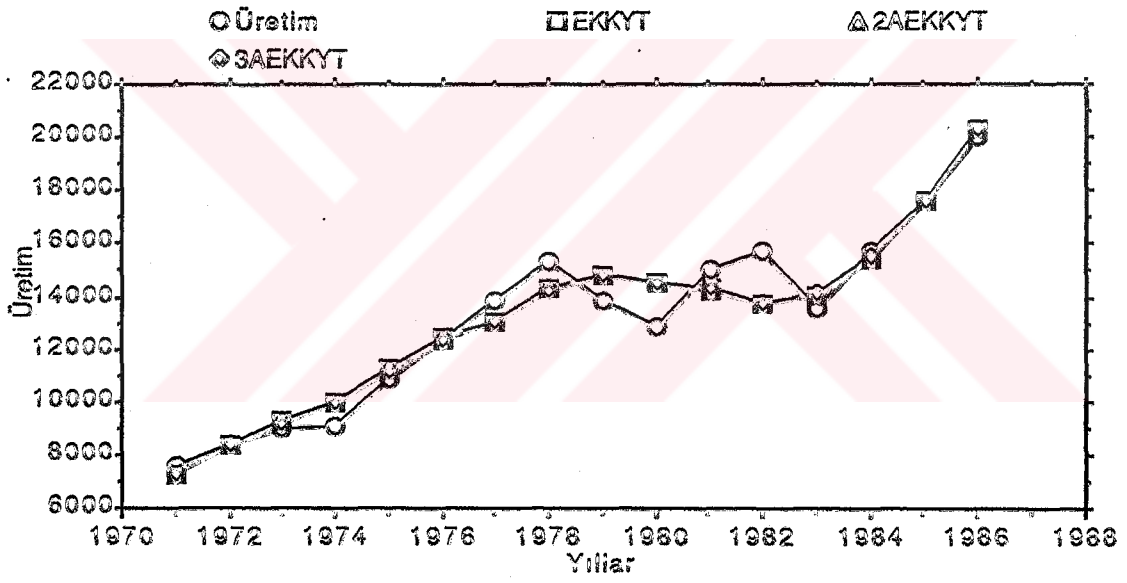
Çimento fiyatı, tuğla miktarı ve kko değişkenleri üretimdeki değişimleri açıklamaktadır. Parametrelerin işaretleri pozitif yönde ve % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,12} = 2.179$ ) anlamlı görülmektedir. En önemli değişken tuğla miktarıdır. Bu durum diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla tuğla miktarındaki bir birim artışın çimento üretiminde yaklaşık 2.80 - 2.88 birim bir artışa sebep olduğunu ortaya koymaktadır. Şüphesiz, tuğla miktarı ile üretim arasında kuvvetli bir ilişkinin varlığı bu sonucu ortaya çıkarmaktadır. Bunun yanısıra çimento fiyatındaki bir birimlik değişim yaklaşık 0.11 - 0.12; kko'daki bir birimlik değişim ise 3383 ile 4558.7 birim bir artışa yol açmaktadır. Çoklu determinasyon katsayısının EKK ve 2AEKK'de % 93 civarında iken 3AEKK yönteminde % 99'a çıkması çimento üretimindeki artış ve azalışların yaklaşık % 99'unun çimento fiyatı, tuğla miktarı ve kko'dan kaynaklandığını göstermektedir. 3AEKK regresyonların standart hatası içinde en düşük değerli yöntemdir. Ayrıca yöntemlerde otokorelasyon sorunu söz konusu değildir. Sonuçlar parametrelerin anlamlılıkları, regresyonların standart hataları ve çoklu determinasyon katsayısı itibarıyla karşılaştırıldıklarında 3AEKKY'nin daha iyi çözüme ulaştığı ortaya çıkarılır.

Tablo 18  
Çimento Üretimi Elastikiyet Değerleri (Model 3)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	0.0328	0.0346	0.0355
Tuğmik	1.0588	1.0485	1.0344
Kko	0.2657	0.2572	0.1971

Tablodan da görüleceği üzere diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla çimento fiyatındaki % 1'lik artış, çimento üretiminde % 0.032 - % 0.035 oranında bir artış meydana getirmektedir. Bu durumdan fiyat değişimleri karşısında üretimin elastik olmadığı anlaşılmaktadır. Çimento üretiminin tuğla miktarına olan elastikiyetine bakıldığında, tuğla miktarındaki % 1'lik artışın çimento üretiminde yaklaşık % 1 oranında bir artış meydana getirdiği görülmektedir (birim elastikiyet). Böyle bir sonuç tuğla miktarındaki artış kadar çimento üretiminde de bir artış meydana gelmesine yol açacaktır. Öte yandan çimento üretiminin kapasite kullanım oranına olan elastikiyetine gelince; kko'daki % 1'lik artış çimento üretiminde % 0.19 - % 0.26 arasında bir artışa neden olacaktır (inelastik).

Şekil 8  
Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 3)



#### 4. Model 4

$$a. \text{Talep} = f(\text{Çimfiy}, \text{Fgsmh}, \text{İnrüh}, \text{İnr})$$

$$\text{Üretim} = f(\text{Çimfiy}, \text{Ener}, \text{Kko})$$

$$Q_T = Q_G$$

Tablo 19  
Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özetleri (Model 4-a)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	-162.3100	-0.0859	-3038.6000	-0.4628	-3071.9000	-0.5643
Çimfiy	-1.0990	-1.4655	-6.7821	-0.7345	-6.2683	-0.8190
Gsmh	0.0005	1.4075	0.0031	0.7306	0.0029	0.8125
İnrüh	0.0003	5.6900	0.0004	2.0131	0.0004	2.4256
İnr	2.1753	5.6820	2.5778	2.2420	2.5977	2.7252
R <sup>2</sup>	0.9182		0.4911		0.9629	
DW	1.6889		2.1043		2.1370	
S <sub>y</sub>	1169.1600		2916.2400		2236.5100	

Çimento fiyatı, fgsmh, inşaat ruhsatları ve ihracat miktarı çimento talebini belirlemektedir. Söz konusu modele fgsmh yerine gsmh değişkeni konduğunda (Tablo 19) korelasyon matrisinden de görüleceği üzere çimento fiyatı ile gsmh arasında kuvvetli bir çoklu doğrusal bağlantı ortaya çıkmakta (0.99); parametre değerleri ve bunların anlamlılıkları düşmekte, buna karşılık regresyonların standart hataları yükselmektedir.

#### Korelasyon Matrisi

	Talep	Çimfiy	Gsmh	İnrüh	İnr
Talep	1.0000				
Çimfiy	0.7820	1.0000			
Gsmh	0.7853	0.9972	1.0000		
İnrüh	0.7591	0.7779	0.7717	1.0000	
İnr	0.4038	0.2081	0.2081	0.2036	1.0000

Bu sebeple gsmh değişkeni modelden çıkarılarak fgsmh değişkeni konmuştur (Tablo 20).

Tablo 20

Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özeti ve Tahmin Değerleri (Model 4- a)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	- 289.3700	- 0.1634	- 1601.3000	- 0.5706	- 1234.9000	- 0.5320
Çimfiy	- 1.2663	- 2.0099	- 3.3006	- 1.4726	- 3.7525	- 2.0296
Fgsmh	0.0299	1.9486	0.0788	1.4595	0.0905	2.0324
İnruh	0.0003	6.1401	0.0004	4.2915	0.0004	5.0745
İlr	2.0448	5.6517	1.9889	3.9143	1.8448	4.4354
R <sup>2</sup>	0.9282		0.8602		0.9891	
DW	1.8244		2.1768		2.0715	
Sy	1095.0700		1528.3300		1415.5800	

Yıllar	Gerçek	Tahmin Değerleri		
	Çimento Talebi	EKKYT	2AEKKYT	3AEKKYT
1971	7553.0000	8227.1368	7601.8121	6509.4069
1972	8425.0000	9747.3399	9239.3325	8803.4899
1973	8946.0000	10792.3569	10648.6741	10595.9800
1974	9040.0000	8072.1558	7735.2766	8934.6808
1975	10850.0000	10279.9236	10144.4159	10858.4783
1976	12391.7002	12553.9996	12781.5390	9235.2843
1977	13831.7002	13074.2188	13294.0497	11681.2007
1978	15344.0000	14369.7415	14897.0532	14577.3075
1979	13811.7998	14914.7699	15874.7476	17207.6332
1980	12874.9004	11507.2591	11090.4122	15374.2912
1981	15043.2002	13988.1584	13392.4032	13828.0449
1982	15777.7002	16247.1241	15900.6951	16775.6411
1983	13594.9004	13619.0568	13130.2927	14605.0205
1984	15737.0000	15292.9461	16903.4018	15334.8568
1985	17581.0000	17906.6368	19792.6314	17120.0967
1986	20004.0000	20213.0772	18379.1642	19364.4886

Parametrelerin işaretleri beklenen yöndedir. Öte yandan inşaat ruhsatları ve ihracat miktarının % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,11} = 2.201$ ) her üç yöntemde de anlamlı oldukları belirlenmiştir. Çoklu determinasyon katsayısı ( $R^2$ ) EKK'de % 92, 2AEKK'de % 86 ve 3AEKK'de ise % 98 bir orana talepteki değişmelerin çimento fiyatı, fgsmh, inşaat ruhsatları ve ihracat miktarı ile açıklanabileceğini göstermektedir. Regresyonların standart hatası en düşük EKKY'dedir. Hata terimleri arasındaki otokorelasyon ise kararsızlık bölgesindedir. Regresyon katsayıları sırasıyla incelendiğinde çimento fiyatı EKK'de -1.26; 2AEKK'de -3.30 ve 3AEKK yönteminde ise -3.75'dir. Bu itibarla çimento fiyatına ait parametre 2 ve 3AEKK yöntemlerinde birbirine yakın değerli iken (yaklaşık -3 civarında) EKKY'de -1.26 bulunmuştur. Bu durum modele EKKY uygulandığında regresyon katsayısının sapmalı sonuç verdiğinin bir göstergesidir. Sonuç olarak diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla; çimento fiyatındaki bir birimlik değişme çimento talebinde 3 birim civarında bir azalışa sebep olacaktır. Benzer şekilde fgsmh yine 2 ve 3AEKK yöntemlerinde 0.07 ile 0.09 arasında değişirken EKKY'de 0.02 gibi sapmalı bir değer elde edilmiştir. Bunun yanısıra fgsmh'daki bir birimlik değişme çimento talebinde 0.07 - 0.09 birim; inşaat ruhsatlarındaki bir birimlik değişme ise 0.0003 - 0.0004 birim bir artışa sebep olmaktadır. Yukarıda yapılan açıklamalar sonucunda EKKY'nin sapmalı sonuç vermesinden dolayı 3AEKKY'nin tercih edilmesi uygun olacaktır.

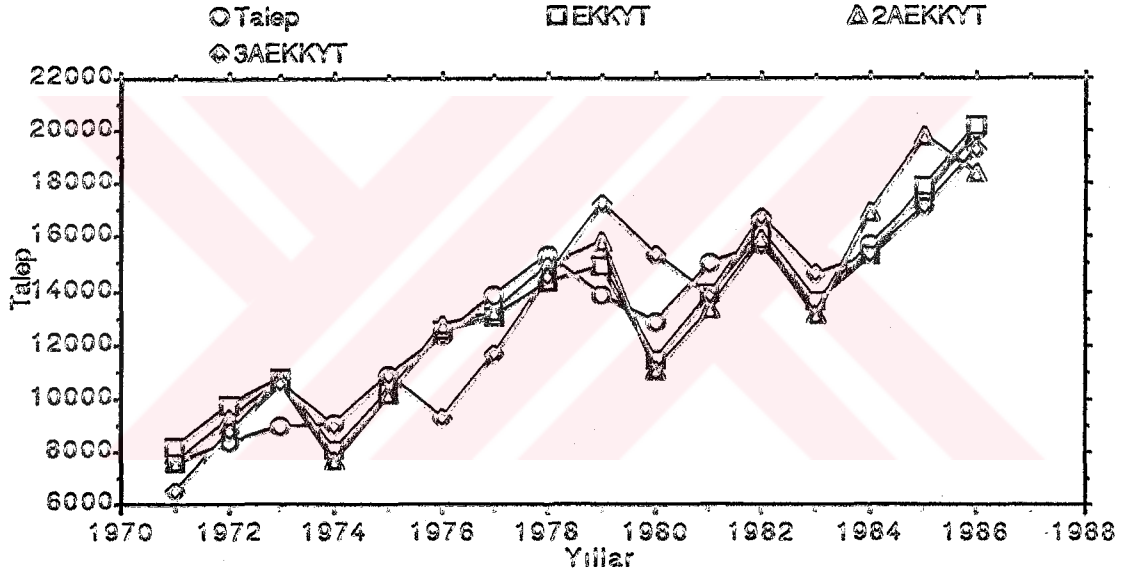
Tablo 2i  
Çimento Talebi Elastikiyet Değerleri (Model 4-a)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	-0.3627	-1.2122	-1.0992
Fgsmh	0.3578	0.9456	1.0751
İnrah	0.7840	0.8875	0.8666
İhr	0.2427	0.2361	0.2190

Tablodan da görüleceği üzere çimento fiyatına ait olan elastikiyetin EKKY'de -0.36 (inelastik) iken 2 ve 3AEKK yöntemlerinde -1'in üstünde çıkması (birim elastik), fgsmh'nin 0.35 iken 0.94 ile 1.07 değerine yükselmesi (birim elastik) EKKY'nin sapmalı sonuçlar verdiğini göstermektedir. Çimento talebinin inşaat ruhsatı ile ilgili elastikiyeti ele alındığında diğer değişkenler sabit kalmak kaydıyla; inşaat ruhsatnameilerindeki % 1'lik artışın çimento talebinde yaklaşık % 0.78 - % 0.88 oranında bir artış meydana getirdiği gözlemlenmektedir (inelastik). Nihayet ihracat değişkenine ait olan talep elastikiyet değerleri ise 0.21 ile 0.24 arasında bulunmuştur.

Şekil 9

Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 4- a)



Tablo 22  
Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 4-a)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	3719.2000	0.4977	4018.6000	0.5371	3720.0000	0.5796
Çimfiy	0.2418	2.5785	0.2528	2.6818	0.2512	3.0821
Kko	3912.8000	0.4600	3619.4000	0.4251	3951.3000	0.5408
Ener	0.0093	3.6186	0.0091	3.5340	0.0092	4.1439
R <sup>2</sup>	0.8474		0.8472		0.9905	
DW	1.2043		1.8640		1.1900	
Sy	1528.8400		1529.7300		1324.6500	
	Gerçek		Tahmin Değerleri			
Yıllar	Çimento Üretimi	EKKYT	2AEKKYT	3AEKKYT		
1971	7553.0000	8229.1981	8270.2222	8245.3628		
1972	8425.0000	9661.4139	9660.1104	9665.8603		
1973	8946.0000	10805.4073	10779.7897	10796.4188		
1974	9040.0000	9783.2471	9788.7115	9783.9831		
1975	10850.0000	11021.6248	11003.6143	11006.9398		
1976	12391.7002	9962.5574	9956.8218	9965.3316		
1977	13831.7002	11597.9048	11578.8943	11574.4831		
1978	15344.0000	13478.0376	13422.6470	13433.9633		
1979	13811.7998	15235.6140	15154.4430	15172.3165		
1980	12874.9004	14391.0180	14356.2394	14358.7098		
1981	15043.2002	13566.9586	13563.6481	13555.0792		
1982	15777.7002	15601.7525	15562.6352	15580.6314		
1983	13594.9004	14575.2026	14608.3971	14574.2886		
1984	15737.0000	15438.3059	15480.7909	15458.5568		
1985	17581.0000	17349.5369	17407.1456	17406.5310		
1986	20004.0000	20108.1221	20211.7908	20227.3955		

Modelde çimento fiyatı, kko ve enerji miktarı çimento üretimini belirleyen değişkenlerdir. Parametrelerin işaretleri teorik olarak tutarlı, çimento fiyatı ve enerji miktarı % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,12} = 2.179$ ) anlamlıdır. Çoklu determinasyon

katsayısının ( $R^2$ ) EKK ve 2AEKK'de % 84 civarında iken ; 3AEKK yönteminde % 99 olması çimento üretimindeki değişmelerin % 99'unun çimento fiyatı, kko ve enerji miktarından meydana geldiğini göstermektedir. Regresyonların standart hatası en düşük 3AEKKY'dedir. 2AEKKY'de hata terimleri arasında otokorelasyon olmamakla beraber, diğer iki yöntemde kararsızlık durumu vardır. Ancak 2AEKKY'de parametrelerin anlamlılıkları düşmektedir. Modeldeki regresyon katsayıları sırasıyla incelendiğinde, diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla; çimento fiyatındaki bir birimlik değişme çimento talebini 0.24 ile 0.25 birim; kko'daki bir birimlik değişme çimento talebini 3619.4 ile 3951.3 birim ve nihayet enerji miktarındaki bir birimlik değişme çimento talebini 0.009 birim arttıracaktır. Üç yöntemde ait sonuçlar karşılaştırıldığında parametrelerin anlamlılıkları ile regresyonların standart hatası ve çoklu determinasyon katsayısı açısından 3AEKKY daha tatmin edici bulunmuştur.

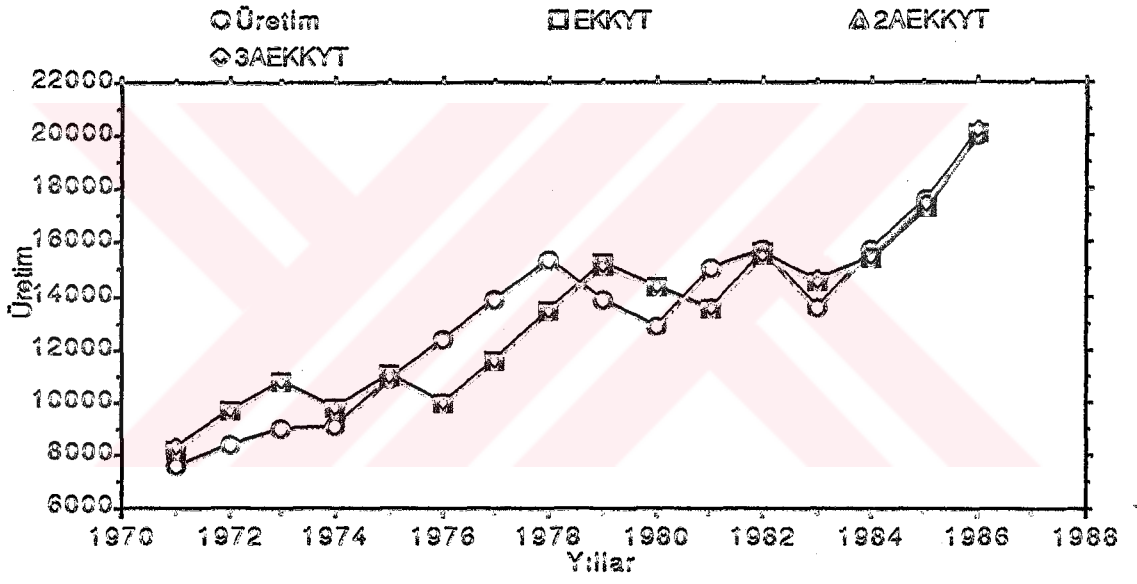
Tablo 23  
Çimento Üretimi Elastikiyet Değerleri (Model 4-a)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	0.0692	0.0724	0.0719
Kko	0.2280	0.2109	0.2303
Enor	0.4202	0.4114	0.4152

Tablodan da görüleceği üzere değişkenlere ait üretim elastikiyetleri birin altında olup en yüksek değerli elastikiyet enerji miktarına ait olmaktadır (0.41 - 0.42 değerleri arasında).



Şekil 10  
Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 4- a)



- b. Talep = f (Çimfiy, Fgsmh, İnruh, İhr)  
 Üretim = f (Çimfiy, Ener, Kko)  
 Kko = f (Çimfiy, Üretim, Zaman)  
 Ener = f (Üretim, İşgücü)  
 İşgücü = f (Ener, Zaman)  
 $Q_T = Q_U$

Tablo 24  
 Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 4-b)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	- 289.3700	- 0.1634	- 2201.4000	- 0.647	- 2573.6000	- 0.9314
Çimfiy	- 1.2663	- 2.0099	- 4.2312	- 1.6920	- 3.8367	- 1.9139
Fgsmh	0.0299	1.9486	0.1012	1.6788	0.0912	1.8876
İnruh	0.0003	6.1401	0.0004	3.7477	0.0004	4.6416
İhr	2.0448	5.6517	1.9634	3.1111	2.2486	4.4644
R <sup>2</sup>	0.9282		0.7837		0.9885	
DW	1.8244		2.1255		2.2555	
Sy	1095.0700		1900.9500		1457.7200	
	Gerçek			Tahmin Değerleri		
Yıllar	Çimento Talebi	EKKYT	2AEKKYT	3AEKKYT		
1971	7553.0000	8227.1368	7315.7396	7286.5213		
1972	8425.0000	9747.3399	9006.9301	9064.8447		
1973	8946.0000	10792.3569	10582.9424	10493.8447		
1974	9040.0000	8072.1558	7581.1617	7329.6462		
1975	10850.0000	10279.9236	10082.4240	9961.4284		
1976	12391.7002	12553.9996	12885.6334	12744.4118		
1977	13831.7002	13074.2188	13394.6175	13344.6385		
1978	15344.0000	14369.7415	15138.2869	15056.5000		
1979	13811.7998	14914.7699	16313.9166	16111.3994		
1980	12874.9004	11507.2591	10899.7137	10802.7231		
1981	15043.2002	13988.1584	13119.8581	13677.1539		
1982	15777.7002	16247.1241	15742.2113	16445.2487		
1983	13594.9004	13619.0568	12906.6937	13144.8596		
1984	15737.0000	15292.9461	17640.1505	17344.1901		
1985	17581.0000	17906.6368	20655.4332	20257.6454		
1986	20004.0000	20213.0772	17540.1886	17741.1403		

Tablodan da görüleceği üzere talebi belirleyen değişkenler çimento fiyatı, fgsmh, inşaat ruhsatı ve ihracattır. Katsayılar % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,12} = 2.201$ ) anlamlı olup sadece çimento fiyatı ve fgsmh tablo değerinin altında kalmaktadır. Çoklu determinasyon katsayısı ( $R^2$ ); EKK'de % 92, 2AEKK'de % 78 ve 3AEKKY'de ise % 98'dir. Dolayısıyla talepteki değişmelerin % 98'i çimento fiyatı, fgsmh, inşaat ruhsatı ve ihracat ile açıklanabilmektedir. Regresyonların standart hatası içinde en düşük hataya sahip olan yöntem EKK'dir. Hata terimleri arasındaki otokorelasyon incelendiğinde, EKKY'de otokorelasyon sorununun olmadığı, 2 ve 3AEKK yöntemlerinde ise kararsızlık bölgesinde bulunduğu gözlenmektedir. Değişkenlere ait katsayılar sırasıyla çimento fiyatı için -1.26 (EKKY'de) iken -3.83 ile -4.23 (2 ve 3AEKKY'de) değerine; fgsmh'da 0.029 iken 0.09 - 0.10 değerine yükselmiştir. Şüphesiz bu durum EKKY'de katsayı tahminlerinin sapmalı olduğunun bir göstergesi olmaktadır. Diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla ; çimento fiyatındaki bir birimlik değişme 3.83 ile 4.23 birim bir azalma meydana getirecek buna karşılık fgsmh, inşaat ruhsatı ve ihracat miktarındaki bir birimlik değişme sırasıyla 0.09 - 0.10; 0.0003 - 0.0004 ve 2.04 ile 2.24 birimlik bir artmaya sebep olacaktır.

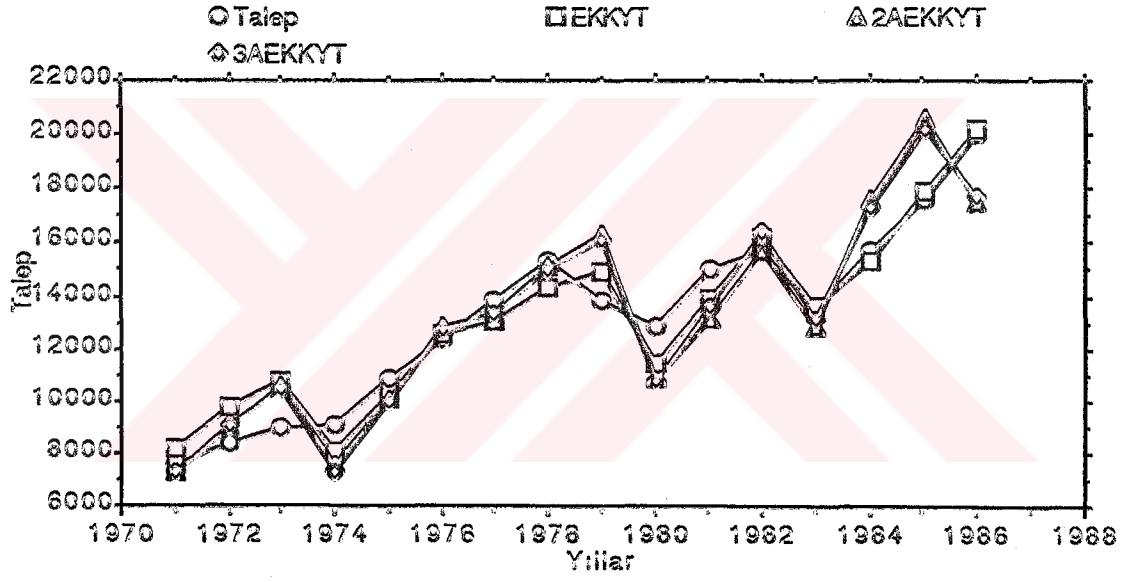
Tablo 25  
Çimento Talebi Elastikiyet Değerleri (Model 4-b)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	-0.3627	-1.2122	-1.0992
Fgsmh	0.3578	1.2110	1.0914
İnruh	0.7840	0.9350	0.9360
İhr	0.2427	0.2330	0.2669

Yukarıdaki tablodan da görüleceği üzere çimento fiyatına ait elastikiyet değerinin EKKY'de -0.36 iken; 2 ve 3AEKKY'de -1 değerinin üstünde (birim elastik); fgsmh elastikiyet sonucunun EKKY'de 0.35 iken 2 ve 3AEKKY'de 1'in üstünde çıkması (birim elastik) EKKY'nin sapmalı olduğunu ispatlamaktadır. Diğer değişkenlerin elastikiyetleri ise birden küçüktür (inelastik).

Şekil 11

Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 4- b)



Tablo 26  
Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özeti ve Tahmin Değerleri (Model 4-b)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	-3719.2000	-0.4971	-5490.9000	-0.4869	-1256.3000	-0.1879
Çimfiy	0.2418	2.5785	0.1352	1.1522	0.0856	1.2512
Kko	3912.8000	0.4600	12854.0000	1.0111	7082.8000	0.9603
Ener	0.0093	3.6186	0.0139	3.7561	0.0146	5.9651
R <sup>2</sup>	0.8474		0.8064		0.9860	
DW	1.2043		1.5119		1.4208	
Sy	1528.8400		1721.9600		1604.6000	
	Gerçek		Tahmin Değerleri			
Yıllar	Çimento Üretimi	EKKYT	2AEKKYT	3AEKKYT		
1971	7553.0000	8229.1981	6733.8024	6509.4069		
1972	8425.0000	9661.4139	9291.6235	8803.4899		
1973	8946.0000	10805.4073	11016.2429	10595.9800		
1974	9040.0000	9783.2471	9189.8407	8934.6808		
1975	10850.0000	11021.6248	10967.7511	10858.4783		
1976	12391.7002	9962.5574	9723.8734	9235.2843		
1977	13831.7002	11597.9048	11505.1741	11681.2007		
1978	15344.0000	13478.0376	14267.9375	14577.3075		
1979	13811.7998	15235.6140	16633.7187	17207.6332		
1980	12874.9004	14391.0180	14950.4553	15374.2912		
1981	15043.2002	13566.9586	13513.7594	13828.0449		
1982	15777.7002	15601.7525	16623.4842	16775.6411		
1983	13594.9004	14575.2026	13869.8399	14605.0205		
1984	15737.0000	15428.3059	14949.6251	15334.8568		
1985	17581.0000	17349.5369	17319.7313	17120.0967		
1986	20004.0000	20108.1221	20249.0420	19364.4886		

Burada üretimi açıklayan değişkenler; çimento fiyatı, kko ve enerji miktarıdır. Parametrelerin işaretleri pozitif (teorik açıdan tutarlı) ve anlamlılıkları %5 önem seviyesinde ( $t_{0.05.12} = 2.179$ ) değişmektedir. Enerji ve çimento fiyatı

değişkenlerinin istatistik değerleri incelendiğinde, enerji miktarının üç yöntem de; çimento fiyatının ise sadece EKKY'de anlamlı oldukları ortaya çıkmıştır. Nihayet kko'nun istatistik değerinin tüm yöntemlerde tablo değerinin altında kaldığı gözlemlenmiştir. Ancak kko'nun anlamlılığı 2 ve 3AEKK yöntemlerinde giderek yükselmiştir. Çoklu determinasyon katsayısı ( $R^2$ ), EKK'de % 84, 2AEKK'de % 80 ve 3AEKK yönteminde % 98 bulunmuştur. Bu itibarla çimento fiyatı, kko ve enerji miktarı çimento üretimini açıklayan önemli değişkenler niteliğini taşımaktadır. EKKY regresyonlarının standart hatası içinde en küçük değerli olanıdır. Ayrıca otokorelasyon sorunu üç yöntem içinde kararsızlık bölgesindedir.

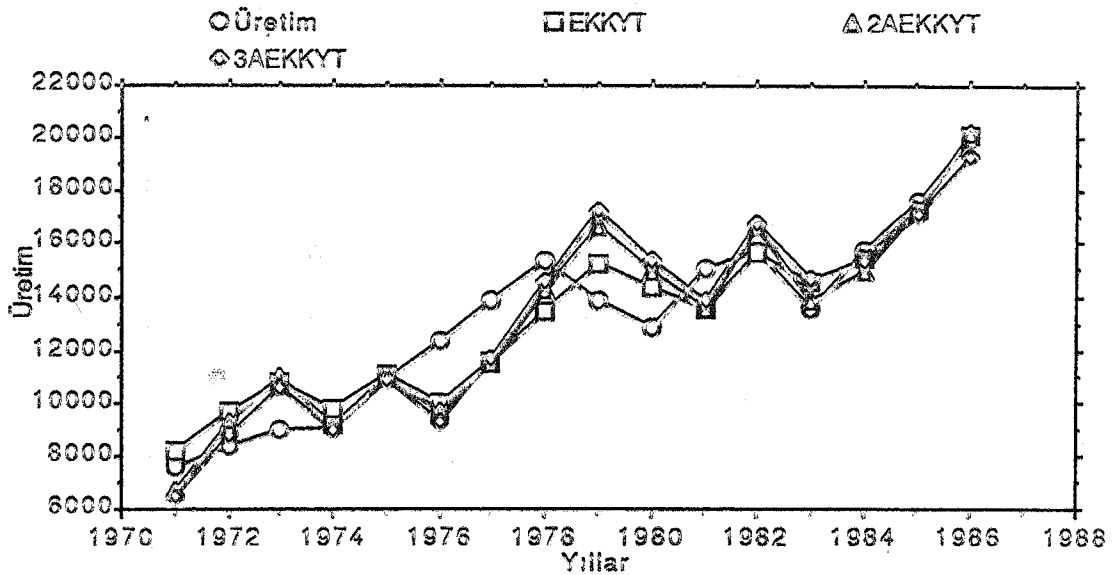
Tablo 27  
Çimento Üretimi Elastikiyet Değerleri (Model 4-b)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	0.0692	0.0387	0.0245
Kko	0.2280	0.7492	0.4128
Ener	0.4202	0.6283	0.6577

Yukarıdaki tablodan da görüleceği üzere çimento fiyatına ait üretim elastikiyeti 0.024 - 0.06; kko'nunki 0.22-0.74 ve enerji değişkenine ait olanı 0.42-0.65 arasında değişmektedir.

Şekil 12

Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 4- b)



Tablo 28  
Kko Denklemine Ait İstatistik Özetleri (Model 4-b)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	0.749000	13.1550	0.722300	10.5490	0.712500	12.0570
Çimfiy	0.000008	3.1839	0.000008	3.0352	0.000008	3.4859
Üretim	0.000016	2.3822	0.000020	2.3585	0.000022	2.8888
Zaman	-0.027297	-4.9959	-0.029528	-4.7203	-0.030089	-5.5806
R <sup>2</sup>	0.7424		0.7683		0.9807	
DW	1.9029		1.8282		1.7967	
Sy	0.0344		0.0348		0.0304	

Bu modelde kko'daki değişmeler; çimento fiyatı, üretim ve zaman değişkenleri ile açıklanmaktadır. Parametrelerin işaretleri pozitif yönde olup % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,12} = 2.179$ ) anlamlıdır. Çoklu determinasyon katsayısı ( $R^2$ ); EKK ve 2AEKK'de % 74 - 76, 3AEKK yönteminde ise % 98'dir. Bu durum kko'daki değişmelerin % 98'nin çimento fiyatı, üretim ve zamandaki değişmelerden kaynaklandığını göstermektedir. Regresyonların standart hataları incelendiğinde 3AEKKY'nin daha az hataya sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca üç yöntemde de hata terimleri arasında otokorelasyon yoktur. Regresyon katsayıları yorumlanacak olursa; diğer değişkenler sabit tutulmak şartıyla çimento fiyatındaki bir birimlik artış kko'da 0.000008 kadar bir artışa ve çimento üretimindeki bir birimlik artış ise kko'da 0.00001 birimlik bir artışa sebep olmaktadır. Aynı şekilde kko'daki zamana göre değişim ölçütü - 0.027 ile - 0.030 arasında değişmektedir. Parametrelerin çok küçük değer alması buna karşılık 3AEKK'de  $R^2$ 'nin 0.98 gibi arzulanan bir değerde olması kko'da kullanılan değişkenlerin yeterliliğini açıklamaktadır. Ancak incelenen dönem içersinde kko'da büyük oranda değişmelerin olmaması, parametre değerlerini düşürmekte ve hatta zaman içersinde belli bir seyrin (kesin olmamakla birlikte) negatif yönde olduğunu göstermektedir.

Yukarıdaki açıklamaların ışığında üç yöntem, parametrelerin anlamlılıkları, regresyonların standart hataları ve çoklu determinasyon katsayısı itibariyle karşılaştırıldığında 3AEKKY'nin daha etkin olduğu sonucuna varılır.

Tablo 29  
Kko Elastikiyet Değerleri (Model 4-b)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfly	0.0427	0.0417	0.0417
Üretim	0.2830	0.3431	0.3636
Zaman	-0.3021	-0.3268	-0.3330

Yukarıdaki tablodan da görüleceği üzere değişkenlere ait elastikiyet değerleri birden küçüktür ve en yüksek kko elastikiyeti üretim değişkenine ait olup 0.28 ile 0.36 değerleri arasındadır.

Tablo 30  
Enerji Denklemine Ait İstatistik Özetleri (Model 4-b)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	-255950.0000	-2.2439	-307290.0000	-2.6120	-254050.0000	-2.5101
Üretim	27.2670	1.6796	28.3210	1.2754	20.2370	2.4724
İşgücü	13.7620	2.4400	14.8170	1.8234	16.3170	6.2590
R <sup>2</sup>	0.8233		0.8201		0.9744	
DW	1.2448		1.2545		1.2703	
Sy	112491.0000		113481.0000		102223.0000	

Tablodan da görüleceği üzere üretim ve işgücü değişkenleri enerji miktarını belirlemektedir. Parametreler pozitif işaretli ve tutarlıdır. 3AEKKY % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,13} = 2.160$ ) anlamlı sonuçlar vermekte ve yine aynı yöntemde regresyonların standart hatası en düşük değere sahip olmaktadır. Çoklu determinasyon katsayısı ( $R^2$ ); EKK ve 2AEKK'de % 82 iken 3AEKK yönteminde % 97'dir. Dolayısıyla, üretim ve işgücü değişkenleri enerji miktarını % 97 gibi yüksek bir oranla açıklamaktadır. Ayrıca otokorelasyon tüm yöntemlerde kararsızlık bölgesindedir. Değişkenlere ait katsayıların yorumuna gelince; diğer değişkenler sabit kaimak kaydıyla, üretim miktarındaki bir birimlik artış enerji miktarında 20.23



- 28.32 birimlik bir artışa, işgücündeki bir birimlik artış enerji miktarında 13.76 - 16.31 birim artışa sebep olmaktadır. Yukarıda yapılan açıklamalara göre enerji denklemini için en uygun yöntemin 3AEKK olduğu sonucuna ulaşılır.

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Üretim	0.6067	0.6301	0.4502
İşgücü	0.8400	0.9044	0.9960

Üretim ve işgücü değişkenlerine ait enerji elastikiyet değerleri birden küçüktür.

İşgücü değişkenine ait elastikiyet değeri 0.84 - 0.90 arasında olup en yüksek değere sahiptir.

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	15494.0000	4.7941	12374.0000	2.8133	10186.0000	3.2079
Ener	0.0228	2.1472	0.0387	2.1761	0.0445	5.3356
Zaman	760.7600	1.3632	20.7010	0.0236	-124.0200	-0.3286
R <sup>2</sup>	0.8118		0.7797		0.9828	
DW	1.2270		1.3654		1.3746	
Sy	4694.9200		5080.1500		4891.0500	

Modelde işgücündeki değişimler enerji ve zaman değişkenleriyle açıklanmaktadır. Katsayıların işaretleri beklenen yönde olup enerji miktarı % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,13} = 2.160$ ) anlamlıdır. Buna karşılık zaman değişkenine ait test istatistiği anlamlı bulunmamıştır. Çoklu determinasyon katsayısı ( $R^2$ ) EKK ve

2AEKK'de % 77-81 civarında seyrederken, 3AEKK yönteminde % 98'dir. Bu durum işgücündeki değişmelerin % 98'inin enerji ve zamandan meydana geldiğini ortaya koymaktadır. EKKY regresyonlarının standart hatası içinde en küçük olup, otokorelasyon sorunu üç yöntemde de kararsızlık bölgesindedir. Regresyon katsayıları incelendiğinde; diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla, enerji miktarındaki bir birimlik artış işgücünde 0.02 ile 0.04 birim bir artışa sebep olmaktadır. Yöntemler genel olarak karşılaştırıldığında regresyonların standart hatası açısından EKKY'nin, parametrelerin anlamlılıkları açısından ise 3AEKKY'nin daha iyi çözüm verdiği ortaya çıkmaktadır.

Tablo 33  
İşgücü Elastikiyet Değerleri (Model 4-b)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Enerji	0.3751	0.6354	0.7300
Zaman	0.1789	0.0048	0.0291

Tablodan da görüleceği üzere elastikiyet değerleri içinde en önemli olanı enerji miktarına ait olan işgücü elastikiyettir (0.37 - 0.73 değerleri arasında).

## 5. Model 5

Talep = f (Çimfiy, Fgsmh, Kredi, Zaman)

Üretim = f (Çimfiy, Kko, Tuğmik)

$$Q_T = Q_U$$

Tablo 34  
Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 5)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t - istat	Parametre	t-istat
C	6187.2000	9.6015	6182.9000	9.4942	6223.0000	11.5720
Çimfiy	- 2.1848	- 2.6703	- 2.2082	- 2.2985	- 2.6951	- 5.2429
Fgsmh	0.0238	1.4914	0.0242	1.3124	0.0323	3.8997
Kredi	0.0168	4.3412	0.0169	3.9332	0.0195	6.9439
Zaman	1038.4000	8.3795	1039.7000	8.1869	1053.2000	10.1540
R <sup>2</sup>	0.9525		0.9524		0.9968	
DW	1.9031		1.8993		1.7637	
Sy	890.9950		891.0280		760.8210	

Yıllar	Gerçek		Tahmin Değerleri	
	Çimento Talebi	EKKYT	2AEKKYT	3AEKKYT
1971	7553.0000	7077.8616	7073.6408	7103.1461
1972	8425.0000	8105.5311	8102.7054	8146.6860
1973	8946.0000	9193.8376	9193.0729	9265.6361
1974	9040.0000	10138.3933	10138.3505	10210.6900
1975	10850.0000	11221.3763	11223.3977	11324.3207
1976	12391.7002	12247.3767	12250.9979	12370.0059
1977	13831.7002	13242.1362	13247.1637	13379.9354
1978	15344.0000	14222.5751	14229.6389	14385.6455
1979	13811.7998	15079.7507	15089.5107	15272.5463
1980	12874.9004	13531.0427	13522.9124	13279.3275
1981	15043.2002	14110.7537	14104.6119	13868.3411
1982	15777.7002	14605.8013	14600.0739	14343.2332
1983	13594.9004	14620.8835	14609.5026	14219.5270
1984	15737.0000	15919.7100	15924.6866	15836.3072
1985	17581.0000	17507.7010	17518.9426	17653.4445
1986	20004.0000	19981.1804	19976.6929	20147.1088

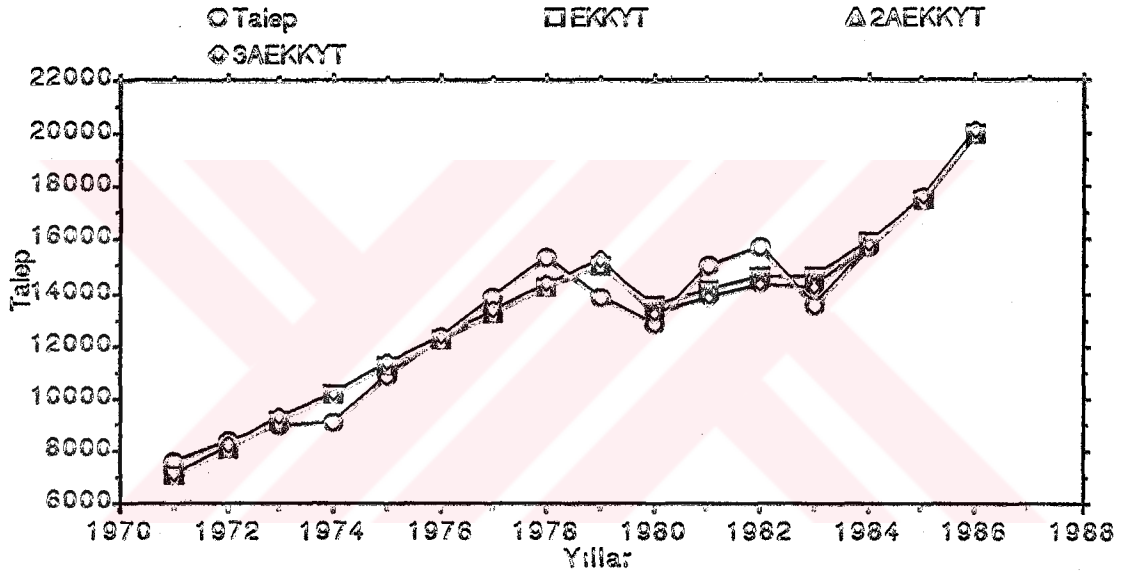
Çimento fiyatı, fgsmh, kredi ve zaman değişkenleri çimento talebini belirlemektedir. Çimento fiyatının negatif, fgsmh ile kredi miktarının ise pozitif işaretli olması teoriyi doğrulamaktadır. Katsayıların hepsi % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,11} = 2.201$ ) anlamlıdır (3AEKKY'de). Çoklu determinasyon katsayısı ( $R^2$ ); talepteki değişmelerin % 95 - 99'unun çimento fiyatı, fgsmh, kredi ve zamandaki değişmelerden kaynaklandığını göstermektedir. Regresyonların standart hatası 3AEKKY'de daha düşük bir hataya sahip olup hata terimleri arasındaki otokorelasyon üç yöntemde de kararsızlık bölgesinde bulunmaktadır. Regresyon katsayıları sırasıyla yorumlanacak olursa diğer değişkenler sabit kalmak kaydıyla; çimento fiyatındaki bir birimlik değişme talepte 2 birim civarında bir azalışa yol açarken; fgsmh'daki bir birimlik değişme talepte 0.02 ile 0.03; kredi miktarındaki bir birimlik değişme talepte 0.01 civarında ve nihayet zamandaki bir birimlik değişme talepte 1038.4 - 1053.2 birim artışa sebep olmaktadır. Yukarıda yapılan açıklamalar ışığında 3AEKKY'nin diğer yöntemlere göre daha etkin olduğu ortaya çıkmaktadır.

Tablo 35  
Çimento Talebi Elastikiyet Değerleri (Model 5)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	- 0.6259	- 0.6326	- 0.7721
Fgsmh	0.2849	0.2901	0.3871
Kredi	0.2015	0.2025	0.2331
Zaman	0.6699	0.6707	0.6794

Tablodan da görüleceği gibi değişkenlere ait elastikiyetlerin hepsi de birden küçüktür. Değişkenler içerisinde en yüksek talep elastikiyeti çimento fiyatına ait olup - 0.62 ile - 0.77 arasında değişmektedir.

Şekil 13  
Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 5)



Tablo 36

Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 5)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	-4710.5000	0.9005	-4587.6000	-0.8768	-3974.0000	-1.1760
Çimfiy	0.1145	1.6843	0.1180	1.7337	0.1197	2.0536
Kko	4558.7000	0.8850	4479.1000	0.8694	3817.3000	1.2512
Tuğmik	2.8805	6.9415	2.8651	6.9007	2.8420	8.3293
R <sup>2</sup>	0.9363		0.9363		0.9960	
DW	1.7532		1.7567		1.7923	
Sy	987.2140		987.3210		855.7400	
	Gerçek		Tahmin Değerleri			
Yıllar	Çimento Üretimi	EKKYT	2AEKKYT	3AEKKYT		
1971	7553.0000	7254.3424	7270.2735	7295.7732		
1972	8425.0000	8394.0315	8400.6101	8379.5153		
1973	8946.0000	9267.3094	9269.0961	9239.7604		
1974	9040.0000	9958.1490	9958.7634	9949.1201		
1975	10850.0000	11222.2493	11216.7080	11203.2439		
1976	12391.7002	12433.6860	12419.0762	12364.7724		
1977	13831.7002	13085.4625	13072.7965	13071.0360		
1978	15344.0000	14339.3947	14320.7406	14310.6010		
1979	13811.7998	14871.5368	14852.8415	14856.1882		
1980	12874.9004	14518.0970	14508.5889	14521.8877		
1981	15043.2002	14300.9433	14296.2140	14314.2027		
1982	15777.7002	13719.7453	13719.7618	13719.9001		
1983	13594.9004	14029.9282	14041.3736	14121.2357		
1984	15737.0000	15488.3429	15498.8225	15546.1533		
1985	17581.0000	17617.7003	17630.5969	17628.0895		
1986	20004.0000	20304.9827	20329.6379	20284.4218		

Üretim denklemini, çimento fiyatı kko ve tuğla miktarı ile belirlenmektedir. Parametrelerin işaretleri beklenen yönde ve 3AEKKY'de % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,12} = 2.179$ ) anlamlıdır. Çoklu determinasyon katsayısı ( $R^2$ ), üretimdeki

değişmelerin % 93 - 99'unun çimento fiyatı, kko ve tuğla miktarındaki değişmelerden kaynaklandığını göstermektedir. Ayrıca regresyonların standart hatası en düşük 3AEKKY'de olup, tüm yöntemlerde hata terimleri arasında otokorelasyon yoktur. Değişkenlerin parametreleri incelendiğinde, sırasıyla ve diğer değişkenler sabit kalmak kaydıyla; çimento fiyatındaki bir birimlik artışın üretimi yaklaşık 0.11 birim, kko'daki bir birimlik artışın üretimi 3817.3 - 4558.7 birim ve tuğla miktarındaki bir birimlik artışın çimento üretimini 2 birimden biraz daha fazla arttıracığı belirlenmiştir. Yapılan açıklamalar sonunda 3AEKKY'nin diğer yöntemlere nazaran daha iyi çözüme ulaştığı söylenebilir.

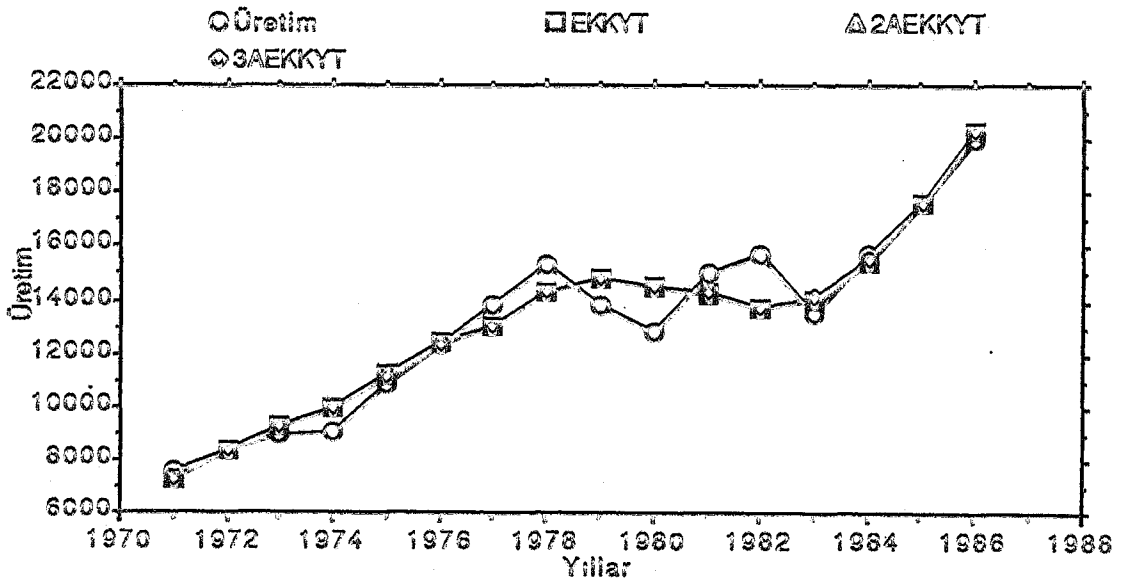
Tablo 37  
Çimento Üretimi Elastikiyet Değerleri (Model 5)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	0.0328	0.0338	0.0343
Kko	0.2657	0.2610	0.2225
Tuğmik	1.0588	1.0531	1.0446

Çimento fiyatı, kko ve tuğla miktarına ait üretim elastikiyetleri içinde en yüksek olanı tuğla miktarına ait olup % 1 civarında (birim elastikiyet) bulunmaktadır.

Şekil 14

Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 5)



## B. FİYAT AÇISINDAN

Burada da, çimento üretimini fiyatlar itibariyle açıklayan içsel ve dışsal değişkenler belirlenmiştir. Çimento fiyatı, yatırım, ücret ve kko'nun içsel; yakacak ve enerji maddeleri fiyatı, demir fiyatı ve zamanın dışsal değişken olduğu varsayılmıştır. Ayrıca çimento talebine etki eden değişkenlerin tümü yine dışsal değişken durumundadır.

Fiyatlar esas alınmak suretiyle aiti model incelenmiştir. İlk grup 'a' çimento üretim ve talep denklemleri ile özdeşlik denkleminden meydana gelip; yatırım, ücret ve kko dışsal değişken olarak yer almıştır. Yine; yukarıda söz edilen değişkenlerin iki yönlü bir nitelik taşımalarından dolayı 'b' grubunda ikiden fazla denklemler modeller incelenmiş ve aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

### 1. Model 1

$$\begin{aligned} \text{a. Talep} &= f(\text{Çimfiy, Nüfus, Kredi}) \\ \text{Üretim} &= f(\text{Çimfiy, Yemdf, Yat, Zaman}) \\ Q_T &= Q_U \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Talep} &= f(\text{Çimfiy, Nüfus, Kredi}) \\ \text{Üretim} &= f(\text{Çimfiy, Yemdf, Yat, Zaman}) \\ \text{Yat} &= f(\text{Çimfiy, Kko, Gsmh}) \\ Q_T &= Q_U \end{aligned}$$

### 2. Model 2

$$\begin{aligned} \text{a. Talep} &= f(\text{Çimfiy, Nüfus, Kredi}) \\ \text{Üretim} &= f(\text{Çimfiy, Yemdf, Ücret, Zaman}) \\ Q_T &= Q_U \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Talep} &= f(\text{Çimfiy, Nüfus, Kredi}) \\ \text{Üretim} &= f(\text{Çimfiy, Yemdf, Ücret, Zaman}) \\ \text{Ücret} &= f(\text{Gsmh, Yat, Zaman}) \\ Q_T &= Q_U \end{aligned}$$

### 3. Model 3

$$\begin{aligned} \text{a. Talep} &= f(\text{Çimfiy, Nüfus, Kredi}) \\ \text{Üretim} &= f(\text{Çimfiy, Kko, Yemdf, Yat, Zaman}) \\ Q_T &= Q_U \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Talep} &= f(\text{Çimfiy, Nüfus, Kredi}) \\ \text{Üretim} &= f(\text{Çimfiy, Kko, Yemdf, Yat, Zaman}) \\ \text{Yat} &= f(\text{Çimfiy, Gsmh}) \\ Q_T &= Q_U \end{aligned}$$



#### 4. Model 4

a. Talep =  $f(\text{Çimfiy}, \text{Fgsmh}, \text{İnruh}, \text{İhr})$   
Üretim =  $f(\text{Çimfiy}, \text{Demfiy}, \text{Yat}, \text{Zaman})$   
 $Q_T = Q_U$

b. Talep =  $f(\text{Çimfiy}, \text{Fgsmh}, \text{İnruh}, \text{İhr})$   
Üretim =  $f(\text{Çimfiy}, \text{Demfiy}, \text{Yat}, \text{Zaman})$   
Yat =  $f(\text{Çimfiy}, \text{Fgsmh}, \text{Kko})$   
Kko =  $f(\text{Yemdf}, \text{Yat}, \text{Çimfiy}, \text{Zaman})$   
 $Q_T = Q_U$

#### 5. Model 5

a. Talep =  $f(\text{Çimfiy}, \text{Fgsmh}, \text{Kredi}, \text{Zaman})$   
Üretim =  $f(\text{Çimfiy}, \text{Yemdf}, \text{Ücret}, \text{Zaman})$   
 $Q_T = Q_U$

b. Talep =  $f(\text{Çimfiy}, \text{Fgsmh}, \text{Kredi}, \text{Zaman})$   
Üretim =  $f(\text{Çimfiy}, \text{Yemdf}, \text{Ücret}, \text{Zaman})$   
Ücret =  $f(\text{Fgsmh}, \text{Kko}, \text{Zaman})$   
Kko =  $f(\text{Çimfiy}, \text{Yat}, \text{Yemdf}, \text{Zaman})$   
 $Q_T = Q_U$

#### 6. Model 6

a. Talep =  $f(\text{Çimfiy}, \text{Nüfus}, \text{Kredi})$   
Üretim =  $f(\text{Çimfiy}, \text{Yemdf}, \text{Ücret}, \text{Zaman})$   
 $Q_T = Q_U$

b. Talep =  $f(\text{Çimfiy}, \text{Nüfus}, \text{Kredi})$   
Üretim =  $f(\text{Çimfiy}, \text{Yemdf}, \text{Ücret}, \text{Zaman})$   
Ücret =  $f(\text{Gsmh}, \text{Yat}, \text{Zaman})$   
Yat =  $f(\text{Çimfiy}, \text{Kko}, \text{Ücret})$   
 $Q_T = Q_U$

Bu modellere ait katsayılar hesaplandıktan sonra tahmin değerleri, ilgili tablo ve şekillerle açıklanmaya çalışılmıştır.

## 1. Model i

- a. Talep = f (Çimfiy, Nüfus, Kredi)  
 Üretim = f (Çimfiy, Yemdf, Yat, Zaman)  
 $Q_T = Q_G$

Tablo 38  
 Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model i-a)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	- 34076.0000	- 6.0190	- 33297.0000	- 5.8488	- 29848.0000	- 6.3682
Çimfiy	- 1.1968	- 4.0581	- 1.1496	- 3.8702	- 0.9423	- 3.9220
Nüfus	1.1393	7.9583	1.1192	7.7730	1.0305	8.7088
Kredi	0.0145	4.2007	0.0140	4.0196	0.0116	4.1093
R <sup>2</sup>	0.9437		0.9436		0.9962	
DW	2.0362		2.0188		1.8736	
S <sub>y</sub>	928.2030		929.1940		828.7740	

Yıllar	Gerçek	Tahmin Değerleri		
	Çimento Talebi	EKKYT	2AEKKYT	3AEKKYT
1971	7553.0000	7063.0693	7118.8320	7377.1755
1972	8425.0000	8086.6869	8124.8521	8305.5228
1973	8946.0000	9166.7874	9185.7241	9281.5077
1974	9040.0000	10180.4739	10183.4004	10208.4134
1975	10850.0000	11368.1541	11350.1745	11282.8353
1976	12391.7002	12280.9430	12247.7905	12113.3927
1977	13831.7002	13182.2348	13134.8149	12937.2368
1978	15344.0000	14038.2946	13978.8965	13728.1258
1979	13811.7998	14702.2325	14638.8599	14370.0697
1980	12874.9004	13685.6436	13685.0049	13691.1526
1981	15043.2002	14238.1210	14244.0180	14276.7867
1982	15777.7002	14837.1826	14849.1330	14906.0292
1983	13594.9004	15223.4847	15251.8120	15376.0872
1984	15737.0000	15641.0201	15687.7093	15883.9315
1985	17581.0000	16859.0435	16902.3433	17059.8012
1986	20004.0000	20252.5292	20222.5361	20007.8332

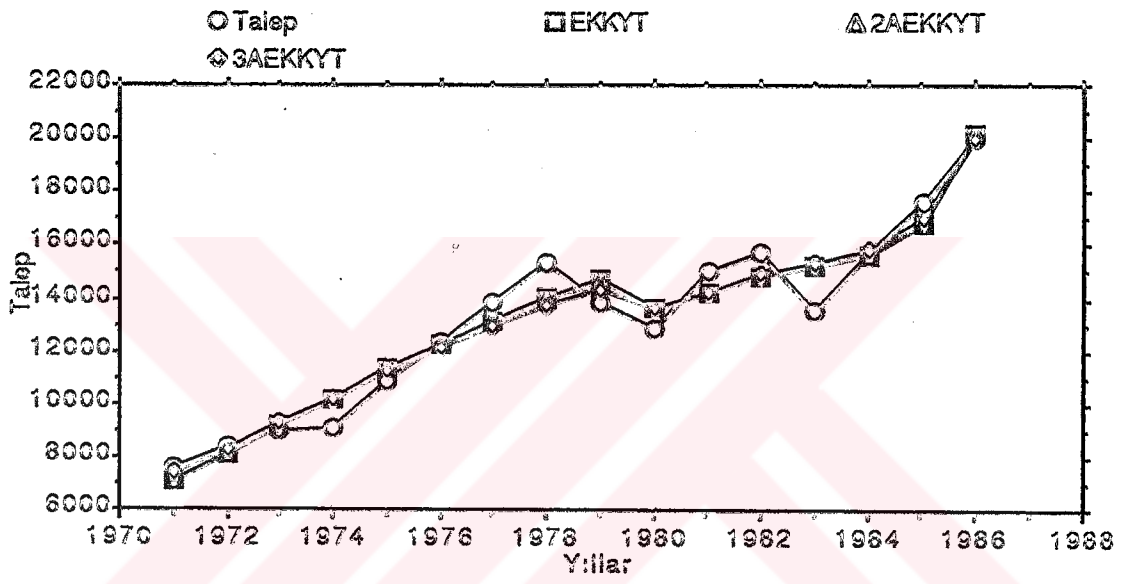
Talep denklemini açıklayan değişkenler tablodan da görüleceği üzere çimento fiyatı, nüfus ve kredidir. Çimento fiyatına ait olan parametre negatif işaretli, nüfus ve kredi değişkenlerine ait olanlar ise pozitif işaretli olup % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,12} = 2.179$ ) anlamlıdır. Çoklu determinasyon katsayısı % 94 - 99 arasındadır. Çimento talebindeki değişmelerin % 94-99'u çimento fiyatı, nüfus ve kredi miktarındaki değişmelerden meydana gelmektedir. 3AEKKY en düşük regresyon standart hatasına sahiptir ve yöntemlerde otokorelasyon sorunu yoktur. Değişkenlere ait katsayılar tüm yöntemlerde birbirine çok yakın değerli bulunmuştur. Diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla, çimento fiyatındaki bir birimlik değişme, çimento talebini 0.94 ile 1.14 birim azaltmakta iken nüfustaki bir birimlik değişme talebi 1.03 - 1.13 birim, kredi ise 0.01 birim arttırmaktadır. Bu sonuçlara göre 3AEKKY diğer yöntemlere nazaran daha iyi çözüme ulaşmaktadır.

Tablo 39  
Çimento Talebi Elastikiyet Değerleri (Model I-a)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	- 0.3428	- 0.3293	- 0.2699
Nüfus	3.7552	3.7892	3.1059
Kredi	0.1738	0.1674	0.1386

Tablodan da görüleceği üzere yukarıdaki elastikiyet değerlerinin içinde en büyüğü nüfus değişkenine ait olan çimento talep elastikiyet değeridir. Nitekim diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla nüfustaki % 1'lik artış çimento talebini % 3 civarında arttıracaktır. Diğer değişkenlerin elastikiyet değerleri ise birin altında bulunmaktadır.

Şekil 15  
Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 1-a)



Tablo 40

Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 1-a)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	6590.7000	8.8802	6519.5000	8.7323	6875.0000	11.3950
Çimfiy	1.4280	2.9785	1.5858	3.2520	1.3163	3.4721
Yemaf	- 2.0975	- 3.1524	- 2.3060	- 3.4115	- 1.7792	- 3.4146
Yat	0.0623	2.4540	0.0660	2.5788	0.0394	2.9144
Zaman	903.4700	6.9230	922.9400	7.0200	831.7000	8.0822
R <sup>2</sup>	0.9306		0.9299		0.9953	
DW	2.1769		2.2071		2.0085	
Sy	1076.7100		1082.0000		927.5630	

Yıllar	Gerçek	Tahmin Değerleri		
	Çimento Üretimi	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
1971	7553.0000	7345.8642	7281.3814	7595.0621
1972	8425.0000	8210.3308	8161.3959	8393.8404
1973	8946.0000	9109.8955	9079.4008	9218.8523
1974	9040.0000	10038.6675	10030.4084	10075.0670
1975	10850.0000	11124.5422	11152.4840	11054.4417
1976	12391.7002	12101.2913	12155.7738	11948.1770
1977	13831.7002	13121.4782	13205.8494	12874.5325
1978	15344.0000	13846.4164	13937.2250	13583.0626
1979	13811.7998	14437.8819	14520.6831	14175.9218
1980	12874.9004	14746.4662	14814.4066	14671.9708
1981	15043.2002	14271.8319	14232.7015	14409.1961
1982	15777.7002	14419.4947	14333.8905	14669.0126
1983	13594.9004	15071.8668	14991.1822	15375.8988
1984	15737.0000	15382.9719	15235.8300	15611.9827
1985	17581.0000	17790.3973	17687.4297	17155.6431
1986	20004.0000	19786.5046	19985.8592	19993.2401

Çimento üretimi; çimento fiyatı, yakacak ve enerji maddeleri fiyatı, yatırım ve zaman değişkenlerini açıklamaktadır. Bu değişkenlere ait parametre değerleri

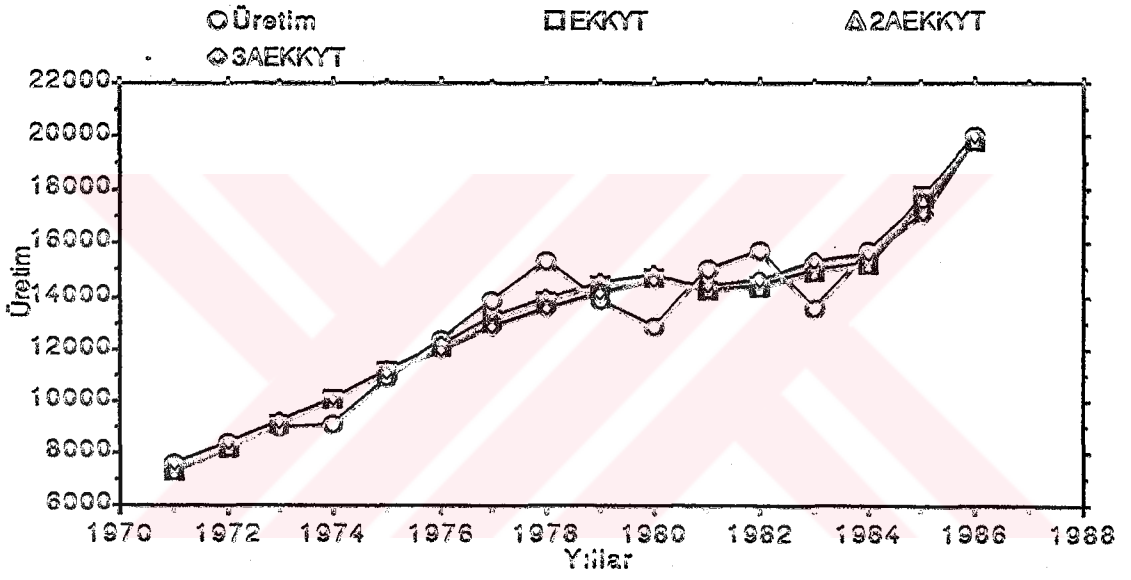
sırasıyla incelendiğinde sadece yakacak ve enerji maddeleri fiyatının negatif, diğer değişkenlerin ise pozitif işaretli (teorik açıdan da doğru) olduğu görülmektedir. Ayrıca % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,11} = 2.201$ ) regresyon katsayılarının anlamlı olduğu anlaşılmaktadır. Çoklu determinasyon katsayısının ( $R^2$ ) % 93-99 civarında seyretmesi; söz konusu değişkenlerin çimento üretimini açıklamada yeterli olduğunun bir göstergesi olmaktadır. Yöntemlerde otokorelasyon sorunu yoktur. Regresyonların standart hataları itibarıyla 3AEKKY'nin daha küçük değerli sonuç verdiği ortaya çıkmıştır. Regresyon katsayıları incelendiğinde sırasıyla ve diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla çimento fiyatı, yatırım ve zamandaki bir birim artış çimento üretiminde 1.31 - 1.58; 0.03 - 0.06 ve 831.70 - 922.44 birim bir artışa buna karşın yakacak ve enerji maddeleri fiyatındaki bir birim artış ise 1.77 ile 2.30 birim bir azalışa sebep olmaktadır. Yukarıda yapılan açıklamalara göre 3AEKKY'nin daha etkin sonuç verdiği söylenebilir.

Tablo 41  
Çimento Üretimi Elastikiyet Değerleri (Model 1-a)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	0.4091	0.4543	0.3771
Yemdf	-0.5753	-0.6325	-0.4840
Yat	0.0831	0.0679	0.0525
Zaman	0.5828	0.5954	0.5365

Çimento fiyatı, yakacak ve enerji maddeleri fiyatı, yatırım ve zaman değişkenleri itibarıyla çimento üretimine ilişkin elastikiyet değerlerinin tümü tablodan da görüleceği üzere birin altındadır. En yüksek değerli elastikiyet yakacak ve enerji maddeleri fiyatına ait olup değeri 0.48 ile 0.57 arasında değişmektedir.

Şekil 16  
Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 1-a)



b. Talep = f (Çimfiy, Nüfus, Kredi)  
 Üretim = f (Çimfiy, Yemdf, Yat, Zaman)  
 Yat = f (Çimfiy, Kko, Gsmh)  
 $Q_T = Q_0$

Tablo 42  
 Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özeti ve Tahmin Değerleri (Model i-b)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	- 34076.0000	- 6.0190	- 33063.0000	- 5.7031	- 32714.0000	- 6.7839
Çimfiy	- 1.1968	- 4.0581	- 1.1354	- 3.7312	- 1.1145	- 4.4517
Nüfus	1.1393	7.9583	1.1132	7.5864	1.1042	9.0581
Kredi	0.0145	4.2007	0.0138	3.8853	0.0136	4.6325
R <sup>2</sup>	0.9437		0.9435		0.9964	
DW	2.0362		2.0123		2.0014	
S <sub>y</sub>	928.2030		929.8790		806.4600	

Yıllar	Tahmin Değerleri			
	Gerçek Çimento Talebi	EKKYT	2AEKKYT	3AEKKYT
1971	7553.0000	7063.0693	7135.6101	7161.7128
1972	8425.0000	8086.6869	8136.3354	8154.5784
1973	8946.0000	9166.7874	9191.4219	9201.0759
1974	9040.0000	10180.4739	10184.2809	10186.7733
1975	10850.0000	11368.1541	11344.7647	11337.9129
1976	12391.7002	12280.9430	12237.8154	12224.1781
1977	13831.7002	13182.2348	13120.5471	13100.5170
1978	15344.0000	14038.2946	13961.0245	13935.6119
1979	13811.7998	14702.2325	14619.7920	14592.5534
1980	12874.9004	13685.6436	13684.8128	13685.3728
1981	15043.2002	14238.1210	14245.7923	14249.0479
1982	15777.7002	14837.1826	14852.7287	14858.4294
1983	13594.9004	15223.4847	15260.3352	15272.8671
1984	15737.0000	15641.0201	15701.7573	15721.6069
1985	17581.0000	16859.0435	16915.3715	16931.4337
1986	20004.0000	20252.5292	20213.5116	20192.2298



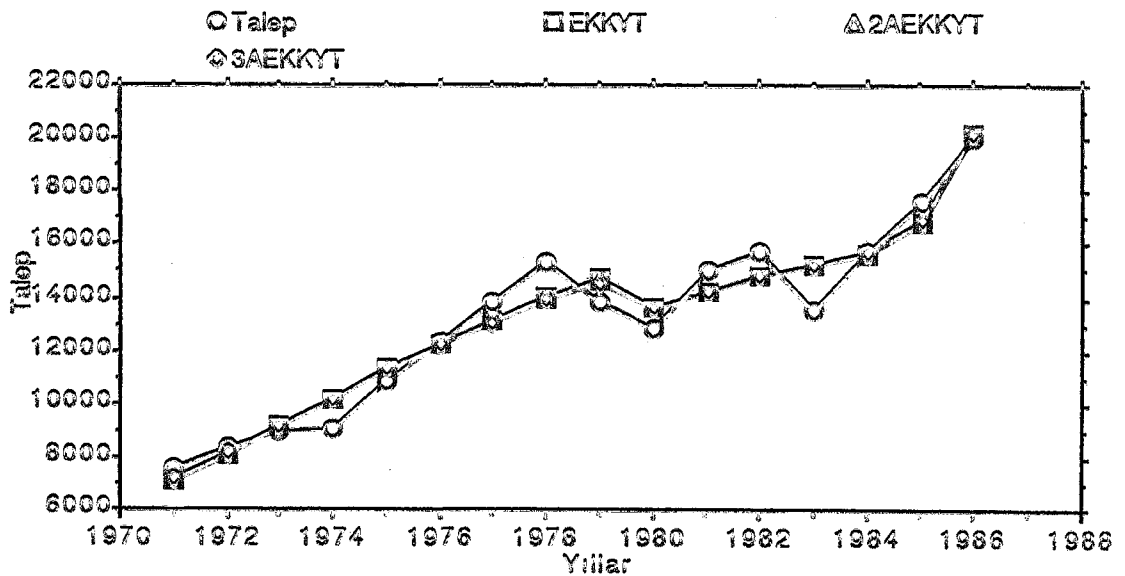
Tablodan da görüleceği üzere bu modelde talebi; çimento fiyatı, nüfus ve kredi değişkenleri belirlemektedir. Değişkenlere ait katsayı değerleri beklenen yönde ve tutarlıdır ( % 5 önem seviyesinde  $t_{0.05,12} = 2.179$  ) 3AEKK regresyonlarının standart hataları içinde en küçük değerli yöntemdir. Üç yöntemle ait çoklu determinasyon katsayısı % 94 - 99 arasında bulunmuştur. Bu orana bağlı olarak çimento talebindeki değişmelerin çimento fiyatı, nüfus ve kredi miktarındaki değişmeler ile açıklanacağı söylenebilir. Sırasıyla ve diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla nüfus ve kredi miktarındaki bir birim artış çimento talebinde 1.10 - 1.14 ve 0.01 birim bir artış yaratmakta iken; çimento fiyatındaki bir birim artış çimento talebinde 1.11 ila 1.19 birim bir azalış yaratmaktadır. Ayrıca yöntemlerde hata terimleri arasında otokorelasyona rastlanmamıştır. Üç yöntemle ilgili sonuçlar genel olarak karşılaştırıldığında ise 3AEKKY'nin daha iyi çözüm verdiği anlaşılmaktadır.

Tablo 43  
Çimento Talebi Elastikiyet Değerleri (Model i-b)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	- 0.3428	- 0.3252	- 0.3193
Nüfus	3.7552	3.7423	3.6395
Kredi	0.1738	0.1655	0.1626

Değişkenlere ait elastikiyet değerleri içinde en yüksek değerlisi nüfus olup diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla, bu değişkendeki % 1'lik değişme çimento talebinde % 3 civarında bir artış yaratmaktadır.

Şekil 17  
Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model i-b)



Tablo 44  
Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 1-b)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	6590.7000	8.8802	6074.6000	5.7183	6836.2000	10.7170
Çimfiy	1.4280	2.9785	1.7323	2.6946	1.2678	3.2144
Yemdf	- 2.0975	- 3.1524	- 2.9375	- 2.6253	- 1.7778	- 3.0752
Yat	0.0623	2.4540	0.1263	1.7240	0.0466	1.2329
Zaman	903.4700	6.9230	1054.1000	4.7810	842.3700	7.6993
R <sup>2</sup>	0.9306		0.8890		0.9953	
DW	2.1769		2.2060		2.0304	
Sy	1076.7100		1361.9100		909.5020	

Yıllar	Gerçek	Tahmin Değerleri		
	Çimento Üretimi	EKKYT	2AEKKYT	3AEKKYT
1971	7553.0000	7345.8642	6885.9380	7560.8433
1972	8425.0000	8210.3308	7885.5497	8370.3781
1973	8946.0000	9109.8955	8943.9144	9207.8701
1974	9040.0000	10038.6675	10027.4368	10073.7865
1975	10850.0000	11124.5422	11357.9515	11067.6410
1976	12391.7002	12101.2913	12516.6651	11972.4640
1977	13831.7002	13121.4782	13749.9131	12912.5108
1978	15344.0000	13846.4164	14477.7308	13617.9826
1979	13811.7998	14437.8819	15031.8609	14210.6885
1980	12874.9004	14746.4662	14826.7226	14642.2828
1981	15043.2002	14271.8319	13766.8198	14358.7280
1982	15777.7002	14419.4947	13596.1389	14600.7941
1983	13594.9004	15071.8668	14098.2064	15284.4802
1984	15737.0000	15382.9719	14673.4003	15601.5215
1985	17581.0000	17790.3973	19620.2942	17495.9032
1986	20004.0000	19786.5046	19347.3588	19828.0268

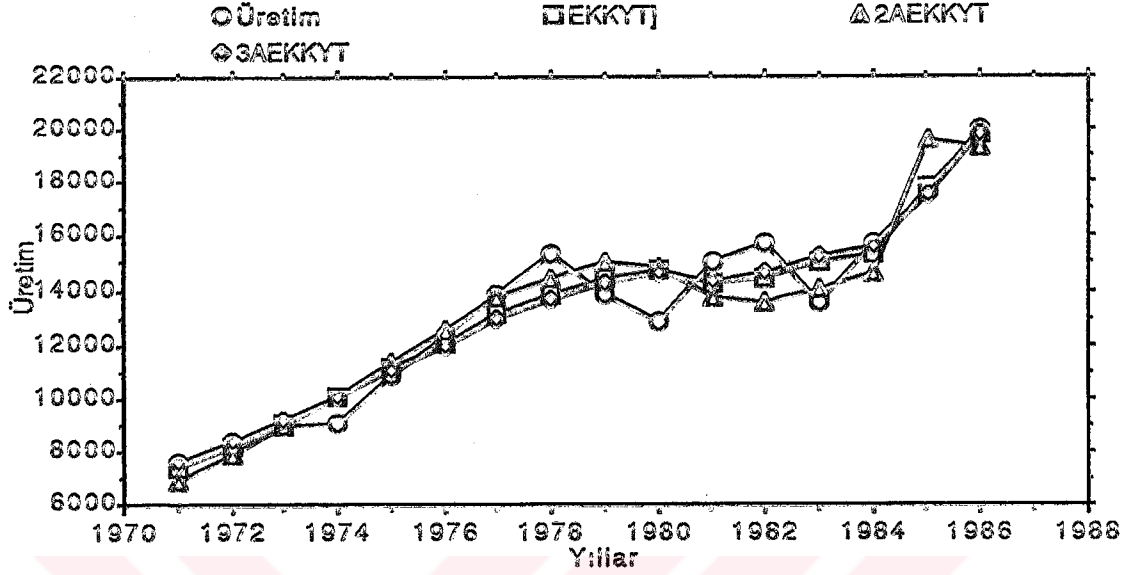
Çimento üretiminin tahmin denklemi; çimento fiyatı, yakacak ve enerji maddeleri fiyatı, yatırım ve zaman değişkenleri ile belirlenmektedir. Regresyon katsayılarının işaretleri teorik olarak tutarlı ve % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,11} = 2.201$ ) EKK'de anlamlı iken; 2 ve 3 AEKK yöntemlerinde yatırım değişkenine ait  $t$  değeri tablo değerinin altında bulunmuştur. EKK ve 2AEKK'de otokorelasyon karsız bölgede bulunurken 3AEKK yönteminde otokorelasyon sorunu mevcut değildir. Ayrıca regresyonların standart hatası içinde 3AEKKY en düşük değere sahiptir. Çoklu determinasyon katsayısı ( $R^2$ ) EKK'de % 93; 2AEKK'de % 88 ve 3AEKK yönteminde % 95 bulunmuştur. Bu oranlara göre çimento üretiminin % 88 - 95'i çimento fiyatı, yakacak ve enerji maddeleri fiyatı, yatırım ve zaman değişkenindeki değişimler ile açıklanabilir. Değişkenlere ait katsayı değerleri şu şekilde özetlenebilir: sırasıyla ve diğer değişkenler sabit kalmak kaydıyla çimento fiyatı, yatırım ve zamandaki bir birim artış çimento üretiminde 1.26 ile 1.73; 0.04 ile 0.12; 842.37 ile 1054.1 birim artış yaratmakta buna karşın yakacak ve enerji maddeleri fiyatındaki bir birim artış çimento üretiminde 1.77 ile 2.93 birim arasında azalışa yol açmaktadır.

Tablo 45  
Çimento Üretimi Elastikiyet Değerleri (Model I-b)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	0.4091	0.4963	0.3632
Yemdf	- 0.5753	- 0.8058	- 0.4876
Yat	0.0831	0.1683	0.0621
Zaman	0.5828	0.6799	0.5434

Yukarıda tablodan da görüleceği gibi, en yüksek elastikiyet değeri yakacak ve enerji maddeleri fiyatına ait olmaktadır. Söz konusu değişkene ait % 1'lik değişme diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla çimento üretimini % 0.48 ile % 0.80 arasında artırmaktadır.

Şekil 18  
Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 1-b)



Tablo 46  
Yatırım Denklemine Ait İstatistik Özeti (Model 1-b)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	- 70327.0000	- 2.2903	- 64049.0000	- 1.9274	- 71892.0000	- 3.1696
Çimfiy	- 23.3130	- 4.0992	- 15.3390	- 2.1979	- 15.1450	- 2.8929
Kko	87016.0000	2.2068	78573.0000	1.8408	88675.0000	3.0474
Gsmh	0.0141	5.0998	0.0102	3.0184	0.0101	3.9826
R <sup>2</sup>	0.9441		0.9350		0.9487	
DW	3.0174		2.9269		2.9632	
Sy	8939.3300		9697.8700		8448.6000	

Modelde çimento fiyatı, kko ve gsmh değişkenleri yatırımı açıklamaktadır. Çimento fiyatına ait parametrenin negatif, diğerlerinin ise pozitif işaretli olması teoriyi doğrulamakta ve ayrıca parametrelerin değerleri EKK ve 3AEKKY'de % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,12} = 2.179$ ) anlamlı bulunmaktadır. Çoklu determinasyon

katsayısının ( $R^2$ ) % 93-94 civarında bulunması; yatırımdaki değişmelerin % 93-94'ünün çimento fiyatı, kko ve gsmh'dan meydana geldiğini göstermektedir. Ayrıca yöntemlerde otokorelasyon kararsızlık bölgesinde olup 3AEKKY en düşük regresyon standart hatasına sahip bulunmaktadır. Değişkenlere ilişkin regresyon katsayıları ise şu şekilde ifade edilebilir: Çimento fiyatındaki bir birimlik değişme yatırımı 15.33 ila 23.13 birim azalırken; sırasıyla ve diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla kko ve gsmh'daki bir birimlik değişme yatırımı 78573-88675 ve 0.01 birim arttırmaktadır. Yukarıdaki sonuçlardan anlaşılacağı üzere 3AEKKY diğer yöntemlere nazaran daha iyi çözüm vermektedir.

Tablo 47  
Yatırım Elastikiyet Değerleri (Modeli I-b)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	- 5.0122	- 3.2981	- 3.2561
Kko	3.8025	3.4336	3.8750
Gsmh	6.2101	4.5074	4.4700

Değişkenlere ilişkin yatırım elastikiyet değerlerinin tümü birden büyüktür. Yani, ( diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla ) çimento fiyatındaki % 1'lik artış yatırımda % 3 ile % 5 arasında bir azalışa sebep olurken, kko'daki % 1'lik artış yatırımda yaklaşık % 3 ve gsmh'da % 4 - % 6 arasında artışa sebep olmaktadır.

## 2. Model 2

- a. Talep = f (Çimfiy, Nüfus, Kredi )  
 Üretim = f (Çimfiy, Yemdf, Ücret, Zaman )  
 $Q_T = Q_0$

Tablo 48  
 Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 2-a)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	- 34076.0000	- 6.0190	- 33409.0000	- 5.8387	- 30336.0000	- 6.3910
Çimfiy	- 1.1968	- 4.0581	- 1.1564	- 3.8661	- 0.9689	- 3.9700
Nüfus	1.1393	7.9583	1.1221	7.7518	1.0430	8.6997
Kredi	0.0145	4.2007	0.0141	4.0157	0.0119	4.1543
R <sup>2</sup>	0.9437		0.9436		0.9963	
DW	2.0362		2.0217		1.8966	
S <sub>y</sub>	928.2030		928.9290		823.9180	
Yıllar	Gerçek		Tahmin Değerleri			
	Çimento Talebi	EKKYT	2AEKKYT	3AEKKYT		
1971	7553.0000	7063.0693	7110.8070	7338.4431		
1972	8425.0000	8086.6869	8119.3596	8277.7547		
1973	8946.0000	9166.7874	9182.9989	9265.6462		
1974	9040.0000	10180.4739	10182.9792	10202.6701		
1975	10850.0000	11368.1541	11352.7620	11290.0557		
1976	12391.7002	12280.9430	12252.5615	12130.1135		
1977	13831.7002	13182.2348	13141.6393	12962.9574		
1978	15344.0000	14038.2946	13987.4447	13761.5718		
1979	13811.7998	14702.2325	14647.9800	14406.7504		
1980	12874.9004	13685.6436	13685.0968	13693.4660		
1981	15043.2002	14238.1210	14243.1694	14276.5248		
1982	15777.7002	14837.1826	14847.4132	14903.4853		
1983	13594.9004	15223.4847	15247.7353	15365.2924		
1984	15737.0000	15641.0201	15680.9901	15863.4444		
1985	17581.0000	16859.0435	16896.1119	17040.6170		
1986	20004.0000	20252.5292	20226.8525	20027.1086		

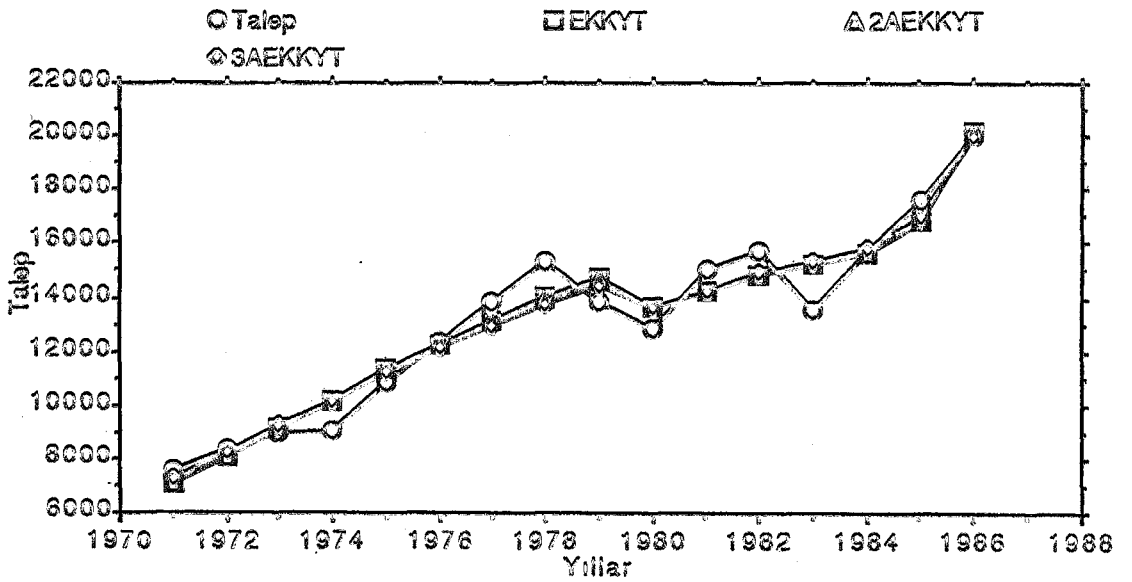
Bu modelde de çimento fiyatı, nüfus ve kredi değişkenleri çimento talebini açıklamaktadır. Katsayılar işaretleri itibariyle tutarlı ve % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,12} = 2.179$ ) anlamlıdır. Çoklu determinasyon katsayısının ( $R^2$ ) değeri % 94-99 arasındadır. Bu oran ile çimento talebinin açık olarak çimento fiyatı, nüfus ve kredi değişkenleriyle belirlendiği söylenebilir. Üç yöntemde de otokorelasyon sorunu yoktur ve ayrıca 3AEKK en küçük regresyon standart hatasına sahiptir. Değişkenlere ait katsayı değerleri ise birbirine yakın değerlidir. Yani, diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla çimento fiyatındaki bir birim artış çimento talebinde 0.96 ile 1.19 birim azalışa; nüfustaki bir birim artış çimento talebinde 1.04 - 1.13 birim artışa ve nihayet kredi miktarındaki bir birim artış çimento talebinde 0.01 birim artışa yol açmaktadır. Tüm yöntemler yukarıdaki sonuçlar itibariyle karşılaştırıldığında 3AEKK'in daha etkin sonuç verdiği ortaya çıkmaktadır.

Tablo 49  
Çimento Talebi Elastikiyet Değerleri (Model 2-a)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	- 0.3428	- 0.3313	- 0.2776
Nüfus	3.7552	3.6985	3.4378
Kredi	0.1738	0.1683	0.1431

Yukarıdaki tablodan da görüleceği üzere talep elastikiyet değerleri içinde en büyüğü nüfus değişkenine ait olan değerdir ( 3.43 - 3.75 ).

Şekil 19  
Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 2 - a)



Tablo 50  
Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özeti ve Tahmin Değerleri (Model 2-a)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	7510.9000	11.0480	7455.7000	10.8880	7383.6000	13.5760
Çimfiy	0.5888	1.3858	0.7441	1.7010	0.8662	3.0816
Yemdf	- 3.3135	- 3.5265	- 3.3976	- 3.5891	- 2.4521	3.6328
Ücret	0.6206	2.8206	0.5989	2.7001	0.3474	2.9007
Zaman	621.3800	5.4362	636.7000	5.5192	671.9900	7.9699
R <sup>2</sup>	0.9377		0.9369		0.9955	
DW	1.9806		2.0136		1.9027	
Sy	1020.3100		1026.4900		907.7320	

Yıllar	Gerçek	Tahmin Değerleri		
	Çimento Üretimi	EKKYT	2AEKKYT	3AEKKYT
1971	7553.0000	7718.2151	7683.7939	7798.8137
1972	8425.0000	8375.0210	8350.8810	8479.5796
1973	8946.0000	9115.2041	9100.3269	9212.4974
1974	9040.0000	9721.2662	9725.4540	9886.4713
1975	10850.0000	10830.8377	10847.3606	10874.2236
1976	12391.7002	11595.4205	11628.8458	11646.6832
1977	13831.7002	12989.0650	13019.2045	12777.6403
1978	15344.0000	14307.1707	14322.3823	13824.6014
1979	13811.7998	14952.9732	14961.8515	14452.5650
1980	12874.9004	14638.1246	14700.6356	14638.7687
1981	15043.2002	13589.6558	13621.0422	14074.1238
1982	15777.7002	15039.5308	15008.4825	15077.4585
1983	13594.9004	14780.7335	14800.0578	15288.4110
1984	15737.0000	15718.5310	15627.6304	15826.2807
1985	17581.0000	17611.8431	17354.1956	16857.9107
1986	20004.0000	19822.3090	20053.7568	20089.8726



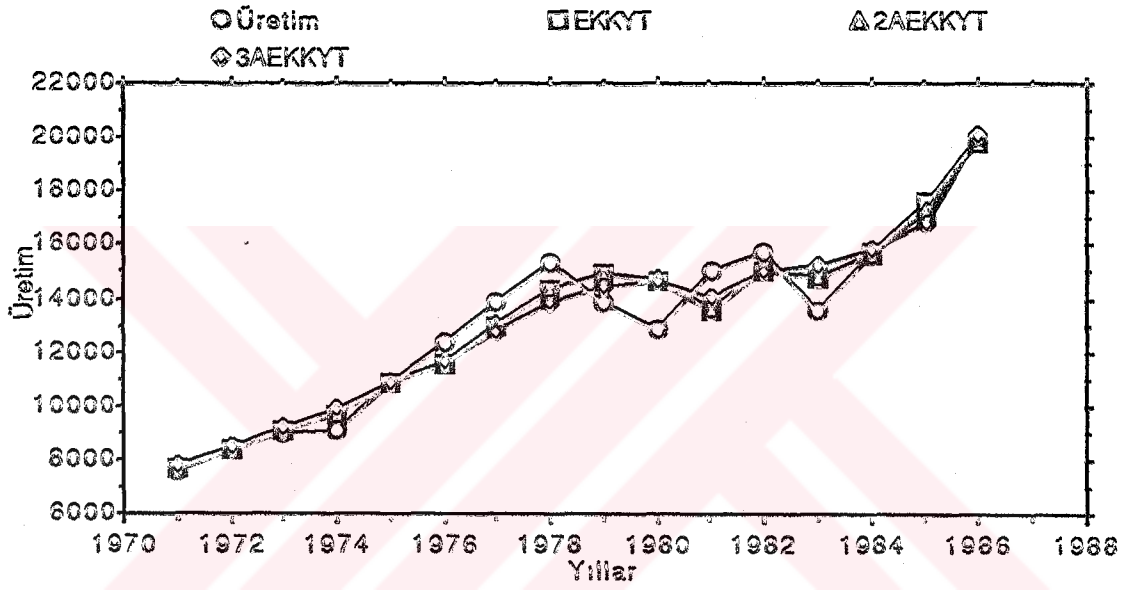
Tablodan da görülmektedir ki çimento üretimi; çimento fiyatı, yakacak ve enerji maddeleri fiyatı, ücret ve zaman değişkenleriyle açıklanmaktadır. Yakacak ve enerji maddesinin negatif, diğer değişkenlerin ise pozitif işaretli olması teorik açıdan beklenen sonuçları vermektedir. Regresyon katsayıları % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,11} = 2.201$ ) 3AEKKY'de anlamlıdır. EKK ve 2AEKK'de hata terimleri arasında otokorelasyon yok iken; 3AEKK yönteminde kararsızlık bölgesindedir. Çoklu determinasyon katsayısının ( $R^2$ ) % 94-99 civarında olması, çimento üretimindeki değişimlerin % 94-99'unun çimento fiyatı, yakacak ve enerji maddeleri fiyatı, ücret ve zamandan kaynaklandığını göstermektedir. En küçük regresyon standart hata değeri 3AEKKY'de söz konusudur. Değişkenlere ait regresyon katsayıları incelendiğinde sırasıyla ( diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla ) çimento fiyatı, ücret ve zamandaki bir birim artışın çimento üretiminde 0.58 - 0.86; 0.34 - 0.62 ve 621.38 - 671.99 birim artışa yol açtığı buna karşın yakacak ve enerji madde fiyatındaki bir birim artışın ise çimento üretiminde 2.45 ile 3.39 birim arasında azalışa sebep olduğu görülmektedir.

Tablo 51  
Çimento Üretimi Elastikiyet Değerleri (Model 2-a)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	0.1686	0.2131	0.2481
Yemdf	- 0.9089	- 0.9320	- 0.6726
Ücret	0.7690	0.7421	0.4305
Zaman	0.4000	0.4107	0.4335

Çimento fiyatı, yakacak ve enerji maddeleri fiyatı, ücret ve zaman değişkenleri itibariyle çimento üretim elastikiyetlerinin tümü birden küçük olmakla beraber yakacak ve enerji maddeleri fiyatı en yüksek değere sahiptir.

Şekil 20  
Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 2 - a)



b. Talep = f ( Çimfiy, Nüfus, Kredi )  
 Üretim = f (Çimfiy, Yerndf, Ücret, Zaman )  
 Ücret = f ( Gsmh, Yat, Zaman )  
 $Q_T = Q_G$

Tablo 52  
 Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri ( Model 2-b )

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	- 34076.0000	- 6.0190	- 33297.0000	- 5.8488	- 32937.0000	- 7.0106
Çimfiy	- 1.1968	- 4.0581	- 1.1496	- 3.8702	- 1.1384	- 4.7441
Nüfus	1.1393	7.9583	1.1192	7.7730	1.1103	9.3612
Kredi	0.0145	4.2007	0.0140	4.0196	0.0139	4.9519
R <sup>2</sup>	0.9437		0.9436		0.9964	
DW	2.0362		2.0188		2.0161	
Sy	928.2030		929.1940		805.2950	

Yıllar	Gerçek	Tahmin Değerleri		
	Çimento Talebi	EKKYT	2AEKKYT	3AEKKYT
1971	7553.0000	7063.0693	7118.8320	7154.7672
1972	8425.0000	8086.6869	8124.8521	8152.7438
1973	8946.0000	9166.7874	9185.7241	9205.1211
1974	9040.0000	10180.4739	10183.4004	10194.9665
1975	10850.0000	11368.1541	11350.1745	11352.4575
1976	12391.7002	12280.9430	12247.7905	12242.9929
1977	13831.7002	13182.2348	13134.8149	13123.1524
1978	15344.0000	14038.2946	13978.8965	13960.8722
1979	13811.7998	14702.2325	14638.8599	14616.2673
1980	12874.9004	13685.6436	13685.0049	13673.5413
1981	15043.2002	14238.1210	14244.0180	14230.6438
1982	15777.7002	14837.1826	14849.1330	14833.8062
1983	13594.9004	15223.4847	15251.8120	15238.4102
1984	15737.0000	15641.0201	15687.7093	15679.6763
1985	17581.0000	16859.0435	16902.3433	16905.7849
1986	20004.0000	20252.5292	20222.5361	20240.6978

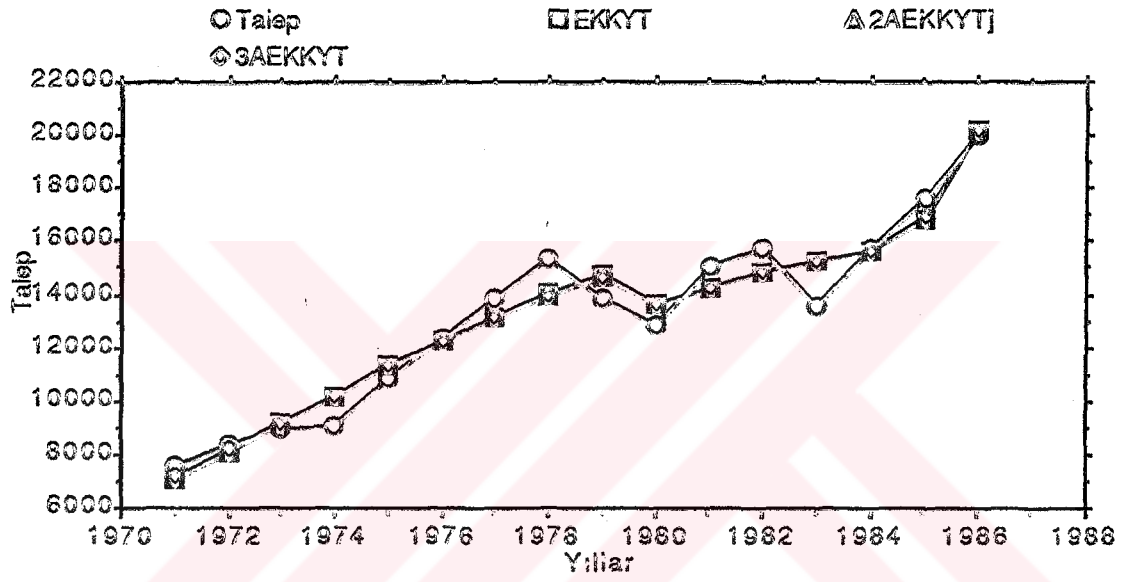
Tablodan da görüleceği gibi çimento fiyatı, nüfus ve kredi miktarı çimento talebini açıklamaktadır. Parametrelerin işaretleri beklenen yönde ve % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,12} = 2.179$ ) anlamlıdır. Çoklu determinasyon katsayısının ( $R^2$ ) % 94-99 arasında olması çimento talebinin çimento fiyatı, nüfus ve kredi değişkenleriyle ( % 94-99 gibi yüksek bir oranla ) açıklanabildiğini göstermektedir. Ayrıca 3AEKK en düşük regresyon standart hatasına sahip olup yöntemlerde otokorelasyon sorununa da rastlanmamıştır. Değişkenlere ilişkin regresyon katsayıları birbirine yakındır. Şöyle ki: Diğer değişkenler sabit kalmak kaydıyla çimento fiyatındaki bir birimlik değişme çimento talebinde 1.13 ile 1.19 birim arasında bir azalışa yol açarken sırasıyla nüfus ve kredi miktarındaki bir birimlik değişme çimento talebinde 1.11 ile 1.13 ve 0.01 birimlik bir artışa sebep olmaktadır. Yukarıdaki açıklamalar ışığında üç yöntem karşılaştırıldığında 3AEKK'in daha iyi çözüm verdiği ortaya çıkmaktadır.

Tablo 53  
Çimento Talebi Elastikiyet Değerleri (Model 2-b)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	- 0.3428	- 0.3293	- 0.3261
Nüfus	3 .7552	3.6889	3.6596
Kredi	0.1738	0.1674	0.1653

Değişkenlere ait çimento talep elastikiyet tablosundan da görüleceği gibi nüfus değişkenine ait olan elastikiyet değeri (3.65 - 3.75 ) en yüksek değerli olup, nüfus ve kredi değişkenlerine ait elastikiyet değerleri ise birin altındadır.

Şekil 21  
Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 2 - b)



Tablo 54

Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 2-b)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	7510.9000	11.0480	7519.3000	10.9220	7422.7000	13.5980
Çimfiy	0.5888	1.3858	0.6488	1.4777	0.7581	2.7464
Yemdf	- 3.3135	- 3.5265	- 3.6548	- 3.5015	- 2.7158	- 3.6333
Ücret	0.6206	2.8206	0.6845	2.6938	0.4370	2.9222
Zaman	621.3800	5.4362	616.4600	5.2327	655.3700	7.6400
R <sup>2</sup>	0.9377		0.9369		0.9958	
DW	1.9806		2.0104		1.9237	
Sy	1020.3100		1026.6100		873.7440	
	Gerçek		Tahmin Değerleri			
Yıllar	Çimento Üretimi	EKKY	2AEKKY	3AEKKY		
1971	7553.0000	7718.2151	7678.8745	7770.4669		
1972	8425.0000	8375.0210	8334.3524	8443.6934		
1973	8946.0000	9115.2041	9081.8037	9179.1417		
1974	9040.0000	9721.2662	9681.2791	9830.4720		
1975	10850.0000	10830.8377	10836.1089	10856.7937		
1976	12391.7002	11595.4205	11610.4465	11625.9946		
1977	13831.7002	12989.0650	13078.3773	12842.1630		
1978	15344.0000	14307.1707	14462.8358	13978.3832		
1979	13811.7998	14952.9732	15105.6351	14613.8611		
1980	12874.9004	14638.1246	14687.2516	14633.9844		
1981	15043.2002	13589.6558	13460.5536	13619.8547		
1982	15777.7002	15039.5308	14988.9092	15073.3299		
1983	13594.9004	14780.7335	14632.6408	15128.7477		
1984	15737.0000	15718.5310	15594.0377	15806.5944		
1985	17581.0000	17611.8431	17605.8563	17130.0837		
1986	20004.0000	19822.3090	19966.9389	19972.3320		

Çimento üretim tahmin denklemini; çimento fiyatı, yakacak ve enerji maddeleri fiyatı, ücret ve zaman değişkenleriyle belirlenmektedir. Değişkenlere ait katsayıların

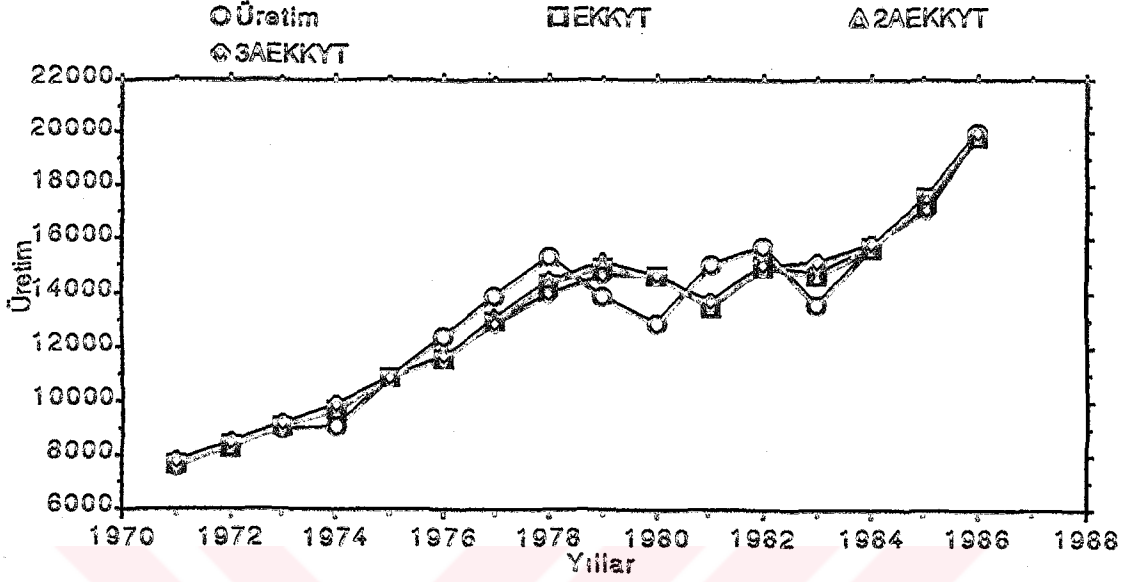
işaretleri doğru yönde olup; % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,11} = 2.201$ ) üç yöntemde de anlamlı sonuçlar vermektedir. Değişkenlere ilişkin katsayıları yorumlamak gerekirse; diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla çimento fiyatındaki bir birimlik artış çimento üretiminde 0.58 ila 0.75 birim arasında bir artışa; ücretteki bir birimlik artış çimento üretiminde 0.43 ila 0.62 birim artışa ve zamandaki bir birimlik artış çimento üretiminde 616.46 ila 655.37 birim arasında bir artışa yol açarken yakacak ve enerji maddeleri fiyatındaki bir birimlik artış çimento üretiminde 2.71 ila 3.65 birim arasında bir azalışa yol açacaktır. Çoklu determinasyon katsayısının % 93-99 arasında çıkması, çimento üretimindeki değişmelerin % 93-99'unun söz konusu değişkenlerdeki değişmelerden kaynaklandığını göstermektedir. EKK ve 2AEKK yöntemlerinde otokorelasyon sorunu yok iken, 3AEKKY'de kararsızlık bölgesinde bulunmaktadır. Buraya kadar yapılan açıklamalar ışığında yöntemler arasında bir karşılaştırma yapıldığında 3AEKK'in daha iyi çözüme ulaştığı ortaya çıkmaktadır.

Tablo 55  
Çimento Üretimi Elastikiyet Değerleri (Model 2-b)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	0.1686	0.1858	0.2172
Yemdf	- 0.9088	- 0.9673	- 0.7449
Ücret	0.7690	0.8482	0.5415
Zaman	0.4008	0.3977	0.4228

Tablodan da görüleceği üzere çimento üretim elastikiyetleri içinde en yüksek değerlisi yakacak ve enerji madde fiyatlarına ait olan değişkendir (-0.74 ile -0.96 arasında).

Şekil 22  
Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 2 - b)



Tablo 56  
Ücret Denklemine Ait İstatistik Özetleri (Model 2-b)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	- 1682.3000	- 3.0673	- 1662.6000	- 3.0281	- 1640.3000	- 3.4508
Gsmh	0.0015	23.6880	0.0015	23.6600	0.0015	27.7270
Yat	0.0717	4.0224	0.0703	3.9326	0.0675	4.4138
Zaman	541.3700	6.3995	536.5700	6.3286	530.9000	7.2376
R <sup>2</sup>	0.9988		0.9988		0.9992	
DW	1.3459		1.3813		1.4564	
Sy	856.7570		857.0270		743.8020	

Gsmh, yatırım ve zaman değişkenleri ücreti açıklamaktadır. Katsayıların tümünün pozitif işaretli olması teorik açıdan istenilen sonucu vermektedir ve ayrıca onların % 5 önem seviyesinde anlamlı oldukları saptanmıştır. Regresyon katsayıları birbirine yakın değerlidir. Şöyle ki; sırasıyla ve diğer değişkenler sabit kal-



mak kaydıyla gsmh, yatırım ve zamandaki bir birim artış ücretde 0.001; 0.06 ile 0.07 ve nihayet 530.90 ile 541.37 birim arasında bir artışa yol açmaktadır. Üç yöntem içinde çoklu determinasyon katsayısı ( $R^2$ ) % 99 bulunmuştur. Bu orana bağlı olarak ücretteki değişmelerin gsmh, yatırım ve zaman değişkenleri ile meydana geldiği ifade edilebilir. Otokorelasyon üç yöntemde de kararsızlık bölgesinde bulunmaktadır. Yöntemler itibariyle regresyonların standart hataları incelendiğinde 3AEKK'in daha küçük değeri olduğu görülür. Yukarıdaki yorumlar dikkate alınmak suretiyle EKK, 2AEKK ve 3AEKK yöntemleri karşılaştırıldığında 3AEKKY'nin daha etkin olduğu sonucuna varılır.

Tablo 57  
Ücret Elastikiyet Değerleri (Model 2-b)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Gsmh	0.7440	0.7467	0.7514
Yat	0.0771	0.0756	0.0726
Zaman	0.2818	0.2793	0.2764

Tablodan da görüleceği üzere gsmh, yatırım ve zamana göre ücret elastikiyet değerleri içinde en yüksek olanı gsmh (0.74- 0.75) değişkenine ait olmaktadır.

### 3. Model 3

a. Talep = f ( Çimfiy, Nüfus, Kredi )

Üretim = f ( Çimfiy, Kko, Yat, Zaman )

$$Q_T = Q_0$$

Tablo 58

Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri ( Model 3-a )

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	- 34076.0000	- 6.0190	- 33485.0000	- 5.8872	- 31142.0000	- 6.5252
Çimfiy	- 1.1968	- 4.0581	- 1.1610	- 3.9127	- 1.0205	- 4.1423
Nüfus	1.1393	7.9583	1.1241	7.8139	1.0639	8.8229
Kredi	0.0145	4.2007	0.0141	4.0607	0.0125	4.3226
R <sup>2</sup>	0.9437		0.9436		0.9965	
DW	2.0362		2.0236		1.9388	
Sy	928.2030		928.7730		815.8960	

Yıllar	Gerçek	Tahmin Değerleri		
	Çimento Talebi	EKKYT	2AEKKYT	3AEKKYT
1971	7553.0000	7063.0693	7105.3649	7281.1496
1972	8425.0000	8086.6869	8115.6349	8238.6592
1973	8946.0000	9166.7874	9181.1508	9246.5230
1974	9040.0000	10180.4739	10182.6936	10199.9787
1975	10850.0000	11368.1541	11354.5167	11309.0784
1976	12391.7002	12280.9430	12255.7970	12164.8039
1977	13831.7002	13182.2348	13146.2672	13012.3478
1978	15344.0000	14038.2946	13993.2416	13823.1642
1979	13811.7998	14702.2325	14654.1648	14471.7657
1980	12874.9004	13685.6436	13685.1592	13688.9933
1981	15043.2002	14238.1210	14242.5938	14264.3665
1982	15777.7002	14837.1826	14846.2469	14884.2698
1983	13594.9004	15223.4847	15244.9707	15328.6002
1984	15737.0000	15641.0201	15676.4335	15808.8519
1985	17581.0000	16859.0435	16891.8861	16998.3837
1986	20004.0000	20252.5292	20229.7796	20084.9656

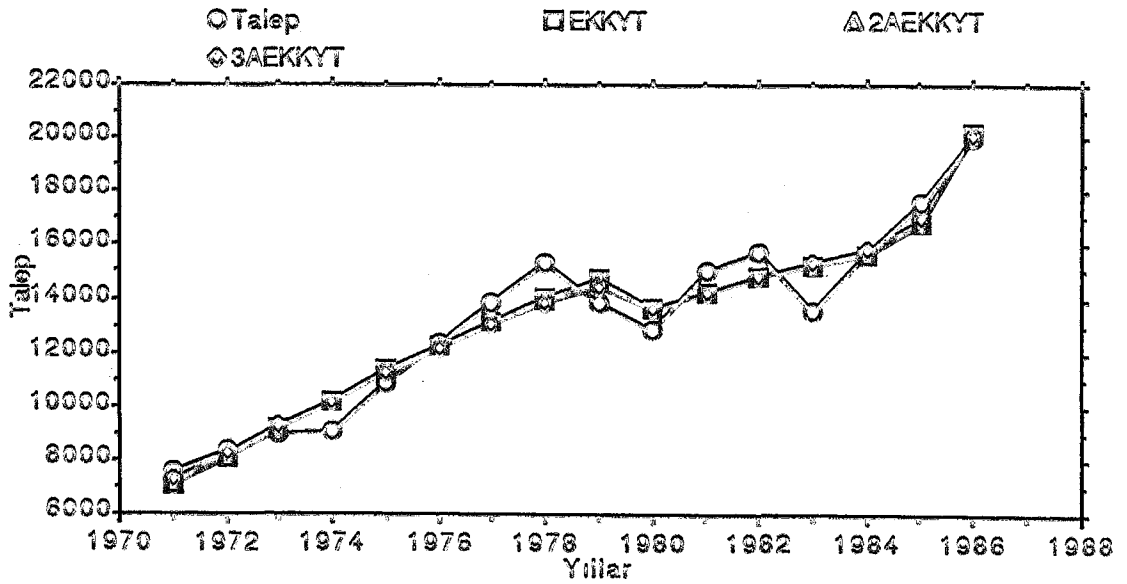
Bu modelde de çimento fiyatı, nüfus ve kredi değişkenleri çimento talebini açıklamaktadır. Çimento fiyatının beklenildiği gibi negatif, diğerlerinin ise pozitif işaretli olması teorik açıdan doğru ve yine regresyon katsayılarının tümünün % 5 önem seviyesinde ( $t_{0,05,12} = 2.179$ ) anlamlı olduklarını göstermektedir. Değişkenlere ait katsayılar incelendiğinde (diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla) çimento fiyatındaki bir birim artış çimento talebinde 1.02 ile 1.19 birim azalış yaratırken; sırasıyla nüfus ve kredi miktarındaki bir birim artış çimento talebinde 1.06 ile 1.13 ve 0.01 birim bir artışa sebep olmaktadır. Bundan başka yöntemlerde otokorelasyon sorununun mevcut olmadığını ve regresyonların standart hatasının en az 3AEKKY'de olduğunu da ifade etmek gerekir. Sonuç olarak EKK, 2AEKK ve 3AEKK yöntemleri karşılaştırıldığında 3AEKKY'nin daha etkin olduğu ortaya çıkarılır.

Tablo 59  
Çimento Talebi Elastikiyet Değerleri (Model 3-a)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	- 0.3428	- 0.3326	- 0.2923
Nüfus	3.7552	3.7051	3.5067
Kredi	0.1738	0.1689	0.1494

Tablodan da görüleceği üzere değişkenlere ilişkin talep elastikiyet değerleri içinde en yüksek olanı nüfus değişkeniyle ilgili elastikiyettir (3.50 - 3.75)

Şekil 23  
Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 3-a)



Tablo 60  
Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özeti ve Tahmin Değerleri (Model 3-a)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	- 3196.2000	- 0.4731	- 2255.9000	- 0.3314	3743.8000	1.2254
Çimfiy	1.0568	2.0205	1.2157	2.2811	1.3144	3.6822
Kko	11420.0000	1.4568	10259.0000	1.2983	3506.9000	1.0338
Yemdf	- 1.6804	- 2.4162	- 1.8890	- 2.6601	- 1.8352	- 3.7721
Yat	0.0479	1.8325	0.0522	1.9783	0.0411	3.0085
Zaman	1039.9000	6.6814	1041.0000	6.6577	904.2200	8.5645
R <sup>2</sup>	0.9427		0.9422		0.9958	
DW	1.8600		1.9145		1.9943	
Sy	1025.6600		1030.3900		874.0930	

Yıllar	Gerçek	Tahmin Değerleri		
	Çimento Üretimi	EKKY T	2AEKKY T	3AEKKY T
1971	7553.0000	6708.7522	6723.9703	7289.2445
1972	8425.0000	8400.8091	8343.8415	8369.2191
1973	8946.0000	9459.9075	9400.8918	9273.6749
1974	9040.0000	10055.6157	10047.5462	10059.6699
1975	10850.0000	11124.6517	11146.1121	11080.7288
1976	12391.7002	12789.4833	12761.3877	12222.4599
1977	13831.7002	12862.6175	12953.7676	12898.3728
1978	15344.0000	13725.1456	13807.2549	13661.4686
1979	13811.7998	14177.2793	14267.4000	14210.8770
1980	12874.9004	14541.6703	14614.6980	14680.0404
1981	15043.2002	14387.3682	14345.5534	14414.5191
1982	15777.7002	15191.9511	15047.6410	14829.2855
1983	13594.9004	14460.1577	14460.3433	15103.0391
1984	15737.0000	15269.3574	15167.8380	15457.0216
1985	17581.0000	17791.4754	17712.2415	17191.3315
1986	20004.0000	19859.6592	20005.4140	20064.9486

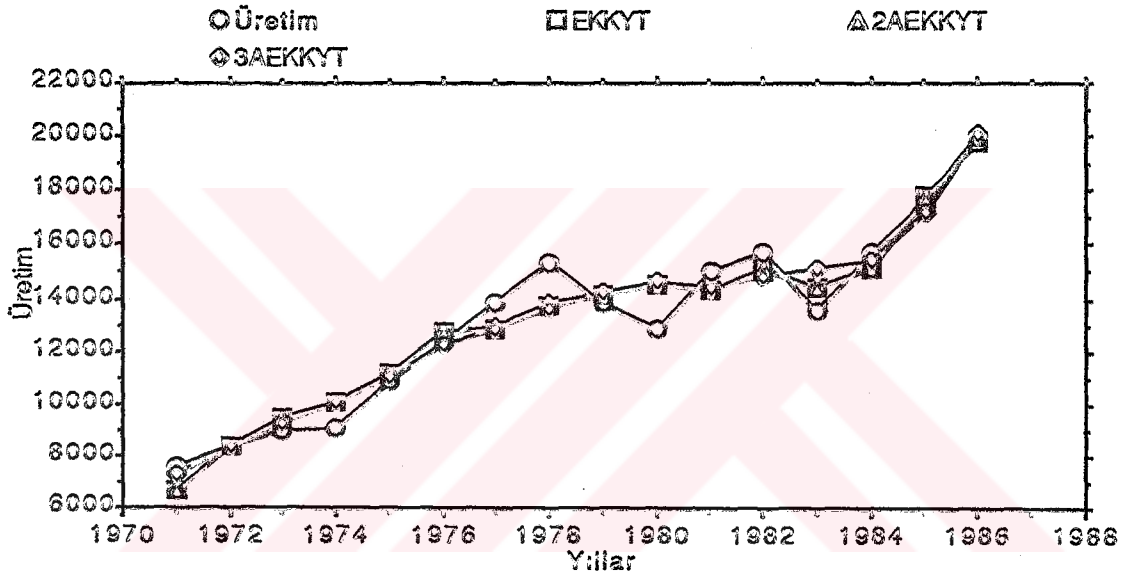
Tablodan da görüleceği üzere çimento fiyatı, kko, yakacak ve enerji maddeleri fiyatı, yatırım ve zaman değişkenleri çimento üretimini açıklamaktadır. Değişkenlere ait katsayıların işaretleri teorik olarak tutarlı olup anlamlılıkları % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,10} = 2.228$ ) değişmektedir: Kko'nun t istatistiği her üç yöntemde, yatırım ise EKK ve 2AEKK yöntemlerinde tablo değerinin altında bulunmuştur. Bunlara rağmen 3AEKKY'nin değişkenlere ilişkin t istatistikleri tutarlıdır. Regresyon katsayılarını yorumlamak gerekirse diğer değişkenler sabit kalmak kaydıyla, yakacak ve enerji maddeleri fiyatındaki bir birim artış çimento üretiminde 1.68 ile 1.88 birim bir azalışa ve sırasıyla çimento fiyatı, kko, yatırım ve zamandaki bir birim artış çimento üretiminde 1.05 ile 1.31; 3506 ile 11420; 0.04 ve 0.05 ve 904.22 ile 1041 birim arasında değişken bir artışa sebep olmaktadır. Her üç yöntemde de otokorelasyon kararsızlık bölgesinde olup regresyonların standart hatası en düşük 3AEKKY'dedir. Çoklu determinasyon katsayısı % 94 -99 arasındadır. Söz konusu bu oran ile çimento üretimindeki değişmelerin çimento fiyatı, kko, yakacak ve enerji maddeleri fiyatı, yatırım ve zaman değişkenleriyle meydana geldiği söylenebilir. Sonuç itibariyle üç yöntem genel olarak karşılaştırılacak olursa 3AEKK'in daha iyi çözüme ulaştığı ortaya çıkar.

Tablo 6i  
Çimento Üretimi Elastikiyet Değerleri (Model 3-a)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	0.3027	0.3483	0.3765
Kko	0.6656	0.5980	0.2044
Yemdf	- 0.4609	- 0.5181	- 0.5034
Yat	0.0638	0.0695	0.0548
Zaman	0.6708	0.6715	0.5833

Değişkenlere ilişkin üretim elastikiyetlerinin tümü birden küçüktür. İçlerinden en yüksek elastikiyet değerli olanları kko (0.20-0.66) ile zaman (0.58-0.67) değişkenleridir.

Şekil 24  
Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 3-a)



- b. Talep = f ( Çimfiy, Nüfus, Kredi )  
 Üretim = f (Çimfiy, Kko, Yemdf, Yat, Zaman)  
 Yat = f ( Çimfiy, Gsmh )  
 $Q_T = Q_U$

Tablo 62  
 Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özeti ve Tahmin Değerleri (Modeli 3-b)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	- 34076.0000	- 6.0190	- 33063.0000	- 5.7031	- 32559.0000	- 6.9036
Çimfiy	- 1.1968	- 4.0581	- 1.1354	- 3.7312	- 1.0597	- 4.3457
Nüfus	1.1393	7.9583	1.1132	7.5864	1.0990	9.2215
Kredi	0.0145	4.2007	0.0138	3.8853	0.0127	4.4608
R <sup>2</sup>	0.9437		0.9435		0.9964	
DW	2.0362		2.0123		1.9487	
Sy	928.2030		929.8790		813.7370	

Yıllar	Gerçek		Tahmin Değerleri	
	Çimento Talebi	EKKYT	2AEKKYT	3AEKKYT
1971	7553.0000	7063.0693	7135.6101	7132.2209
1972	8425.0000	8086.6869	8136.3354	8121.2639
1973	8946.0000	9166.7874	9191.4219	9162.3103
1974	9040.0000	10180.4739	10184.2809	10146.7140
1975	10850.0000	11368.1541	11344.7647	11292.1134
1976	12391.7002	12280.9430	12237.8154	12175.6850
1977	13831.7002	13182.2348	13120.5471	13050.3492
1978	15344.0000	14038.2946	13961.0245	13886.5773
1979	13811.7998	14702.2325	14619.7920	14554.3970
1980	12874.9004	13685.6436	13684.8128	13736.0219
1981	15043.2002	14238.1210	14245.7923	14321.6227
1982	15777.7002	14837.1826	14852.7287	14951.9510
1983	13594.9004	15223.4847	15260.3352	15392.5464
1984	15737.0000	15641.0201	15701.7573	15855.7276
1985	17581.0000	16859.0435	16915.3715	17001.7943
1986	20004.0000	20252.5292	20213.5116	20024.6066

Tablodan da görüleceği üzere talep tahmin denklemini çimento fiyatı, nüfus ve kredi değişkenleriyle açıklanmaktadır. Parametreler işaretleri itibarıyla tutarlı ve % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,12} = 2.179$ ) anlamlıdır. Çoklu determinasyon katsayısının ( $R^2$ ) % 94-99 civarında olması çimento talebindeki değişmelerin % 94-99'unun çimento fiyatı, nüfus ve kredi miktarından oluştuğunu göstermektedir. Otokorelasyon sorunu üçyöntemde de yoktur. 3AEKKY ise regresyonların standart hatası açısından en düşük değeri vermektedir. Değişkenlere ilişkin katsayı değerleri ise: Diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla çimento fiyatındaki bir birimlik artış çimento talebinde 1.05 ile 1.19 birim azalışa sebep olurken; nüfustaki bir birimlik artış çimento talebinde 1.09 ile 1.13 ve kredi miktarındaki birbirimlik artış yine çimento talebinde 0.01 birim bir artışa yol açmaktadır. Yukarıdaki açıklamalar ışığında 3AEKK'in diğer yöntemlere nazaran daha etkin olduğunu ifade etmek gerekir.

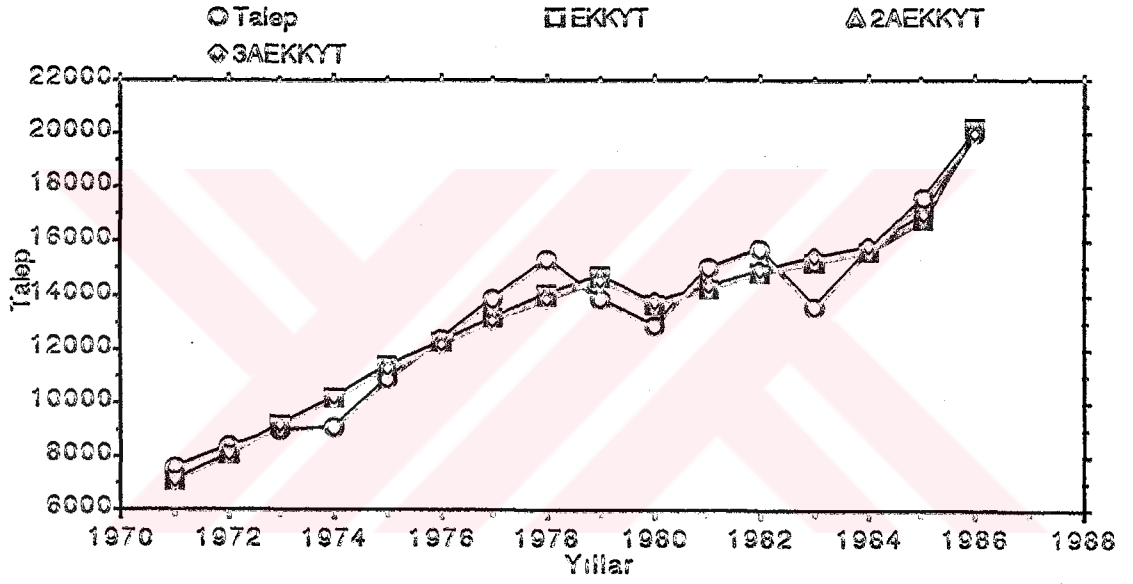
Tablo 63  
Çimento Talebi Elastikiyet Değerleri (Model 3-b)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	- 0.3428	- 0.3252	- 0.3036
Nüfus	3.7552	3.6692	3.6224
Kredi	0.1738	0.1655	0.1523

Yukarıdaki tablodan da görüleceği gibi değişkenlere ait elastikiyet değerleri içinde en yüksek değerlisi nüfus değişkenine ait olanıdır (3.62-3.75). Diğer değişkenlerin elastikiyet değerleri birden küçüktür.



Şekli 25  
Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Modeli 3-b)



Tablo 64

Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özeti ve Tahmin Değerleri (Model 3-b)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	- 3196.2000	- 0.4731	211.8000	- 0.0233	1450.8000	0.4444
Çimfiy	1.0568	2.0205	1.4227	1.9566	1.2419	3.2084
Kkc	11420.0000	1.4568	7067.1000	0.6500	6619.0000	1.7075
Yemdf	- 1.6804	- 2.4162	- 2.3916	- 1.8791	- 1.7493	- 2.8963
Yat	0.0479	1.8325	0.0918	1.1192	0.0440	1.2225
Zaman	1039.9000	6.6814	1081.6000	5.6011	882.3100	8.1133
R <sup>2</sup>	0.9427		0.9263		0.9959	
DW	1.8600		2.1071		1.8317	
Sy	1025.6600		1163.8400		861.0330	

Yıllar	Gerçek	Tahmin Değerleri		
	Çimento Üretimi	EKKYT	2AEKKYT	3AEKKYT
1971	7553.0000	6708.7522	6664.0163	7431.7542
1972	8425.0000	8400.8091	8124.1245	8678.5734
1973	8946.0000	9459.9075	9220.5725	9568.8623
1974	9040.0000	10055.6157	10040.1497	10208.4343
1975	10850.0000	11124.6517	11269.1326	11172.3088
1976	12391.7002	12789.4833	12785.7786	12446.0899
1977	13831.7002	12862.6175	13353.1116	12813.2320
1978	15344.0000	13725.1456	14166.7879	13548.4435
1979	13811.7998	14177.2793	14647.8612	14003.4909
1980	12874.9004	14541.6703	14686.7364	14443.8321
1981	15043.2002	14387.3682	14036.9666	14204.5358
1982	15777.7002	15191.9511	14391.5655	14751.7103
1983	13594.9004	14460.1577	14101.0899	14632.4311
1984	15737.0000	15269.3574	14854.8480	15224.6790
1985	17581.0000	17791.4754	18828.5206	17448.1272
1986	20004.0000	19859.6592	19634.6393	20229.3967

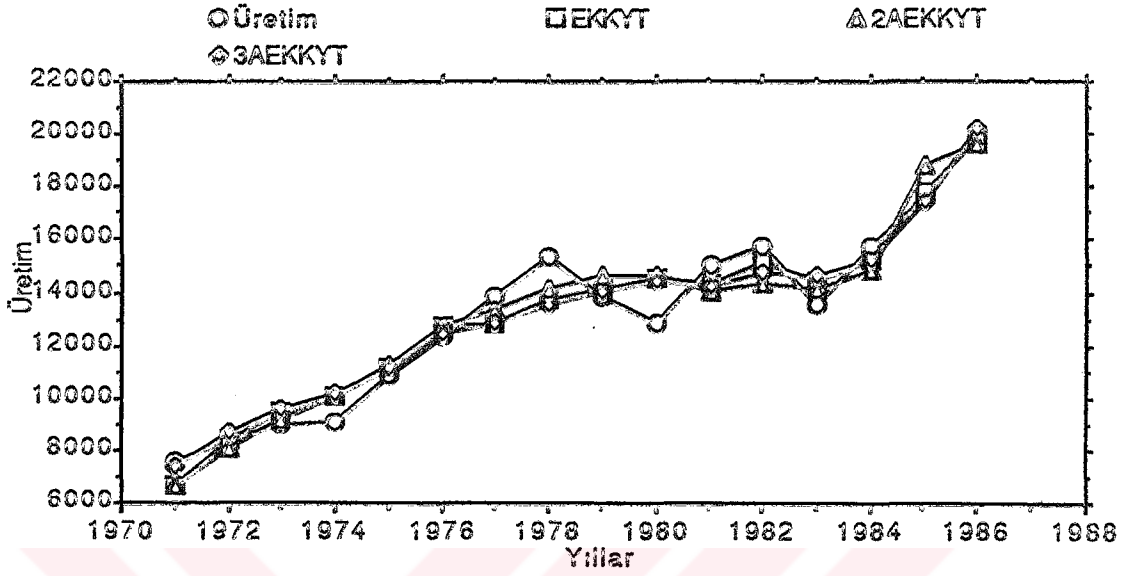
Çimento fiyatı, kko, yakacak ve enerji maddeleri fiyatı, yatırım ve zaman değişkenleri tablodan da görüleceği üzere çimento üretimini belirlemektedir. Yakacak ve enerji maddelerinin işaretinin negatif, diğerlerinin ise pozitif olması teoriyi doğrulamaktadır. Kko, yakacak ve enerji maddeleri fiyatının t istatistikleri % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,10} = 2.28$ ) üç yöntemde de anlamlı değildir. Buna rağmen çimento üretimindeki değişmelerin % 92-99'unun ( $R^2$ ) çimento fiyatı, kko, yakacak ve enerji maddeleri fiyatı, yatırım ve zamandaki değişmelerden meydana geldiğini belirtmek gerekir. EKK ve 2AEKK yöntemlerinde otokorelasyon kararsız bölgede iken; 3AEKKY'de mevcut değildir. Değişkenlere ilişkin parametre değerlerine gelince sırasıyla ve diğer değişkenler sabit kalmak kaydıyla çimento fiyatı, kko, yatırım ve zamandaki bir birim artış çimento üretiminde 1.05 ile 1.42; 6619 ile 11420; 0.04 ile 0.09 ve 882.31 ile 1081.6 birim arasında bir artışa sebep olurken; yakacak ve enerji madde fiyatlarındaki bir birim artış çimento üretiminin 1.68 ile 2.39 birim değer azalışına yol açmaktadır. Sonuç itibarıyla 3AEKK diğer yöntemlere göre daha etkindir.

Tablo 65  
Çimento Üretimi Elastikiyet Değerleri (Model 3-b)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	0.3027	0.4076	0.3558
Kko	0.6656	0.4119	0.3858
Yemdf	- 0.4609	- 0.6560	- 0.4798
Yat	0.0638	0.1224	0.0586
Zaman	0.6708	0.6977	0.5692

Değişkenlere ait üretim elastikiyetlerinin tümü tablodan da görüleceği üzere birin altındadır. Kko ve zaman değişkenlerine ait üretim elastikiyetleri diğerlerine kıyasla daha yüksek değerlidir.

Şekil 26  
Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 3-b)



Tablo 66  
Yatırım Denklemine Ait İstatistik Özetleri (Model 3-b)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	-2833.0000	-0.9069	-3115.6000	-0.9417	-3081.6000	-1.0294
Çimfiy	-21.3970	-3.3418	-13.4090	-1.7388	-15.2360	-2.3483
Gsmh	0.0131	4.2127	0.0092	2.4663	0.0101	3.2148
R <sup>2</sup>	0.9215		0.9121		0.9345	
DW	2.0649		2.1824		2.1634	
Sy	10240.3000		10836.000		9553.7000	

Çimento fiyatı ve gsmh değişkenleri yatırım denklemini açıklamaktadır. Katsayıların işaretleri beklenen yönde ve tutarlı olup t istatistikleri % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,13} = 2.160$ ) anlamlıdır. Çoklu determinasyon katsayısının % 92-93 civarında seyretmesi çimento fiyatı ve gsmh değişkenlerinin yatırımı belirlemede etkili olduklarını göstermektedir. Regresyonların standart hatası 3AEKKY'de en düşük değerlidir ve hata terimleri arasında otokorelasyon (üç yöntemde de) yoktur. Çimento fiyatına ait parametre değerlerinin EKKY'de -21.39 iken; 3AEKKY'de -15.23 ve 2AEKKY'de -13.40 değerine düşmesi EKK yöntem parametresinin sapmalı olduğunun bir göstergesi olmaktadır. Yani, diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla çimento fiyatındaki bir birim artış yatırımda 13.40 ile 15.23 birim arasında değişen bir azalışa sebep olurken gsmh'daki bir birim artış yatırımda 0.009 ile 0.01 birim bir artışa yol açmaktadır. Üç yöntem genel olarak karşılaştırıldığında 3AEKK'in daha iyi çözüme ulaştığı sonucuna varılmaktadır.

Tablo 67  
Yatırım Elastikiyet Değerleri (Model 3-b)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	-4.6007	-2.8831	-3.2760
Gsmh	5.7621	4.0605	4.4516

Değişkenlere ilişkin yatırım elastikiyet değerleri birim üstindedir.

#### 4. Model 4

- a. Talep = f (Çimfiy, Fgsmh, İnrüh, İnr)  
 Üretim = f (Çimfiy, Demfiy, Yat, Zaman)  
 $Q_T = Q_G$

Tablo 68  
 Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özeti ve Tahmin Değerleri (Model 4-a)

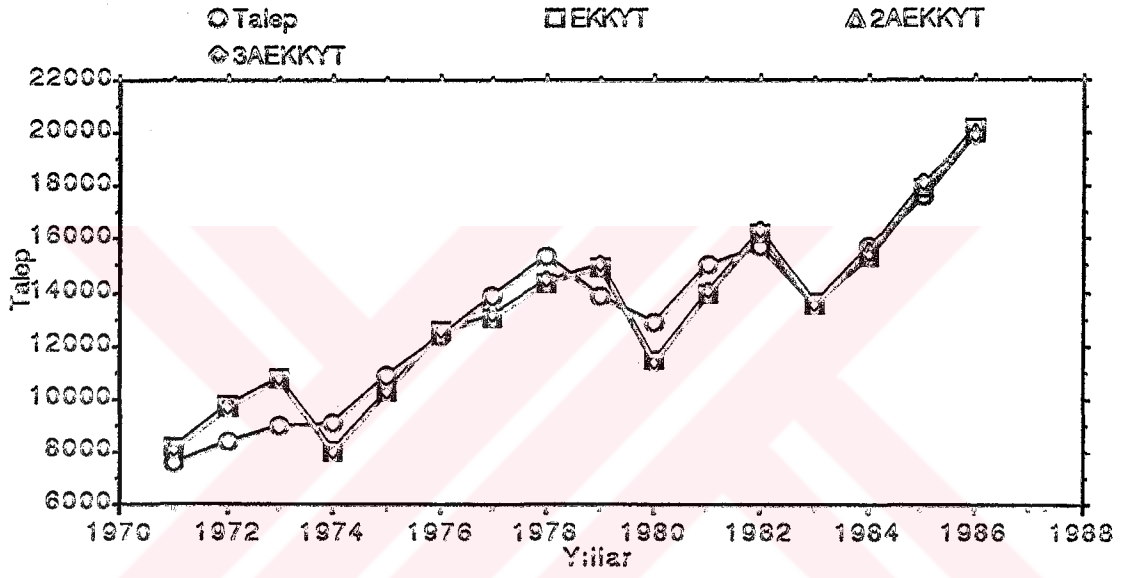
Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	- 289.3700	- 0.1634	- 467.9000	- 0.2586	- 626.9800	- 0.4192
Çimfiy	- 1.2663	- 2.0099	- 1.5431	- 1.9884	- 1.5120	- 2.3509
Fgsmh	0.0299	1.9486	0.0365	1.9422	0.0356	2.2838
İnrüh	0.0003	6.1401	0.0003	6.1024	0.0003	7.4344
İnr	2.0448	5.6517	2.0372	5.5787	2.1080	7.0052
R <sup>2</sup>	0.9282		0.9269		0.9954	
DW	1.8244		1.9323		1.9888	
S <sub>y</sub>	1095.0700		1104.6400		915.9730	
	Gerçek		Tahmin Değerleri			
Yıllar	Çimento Talebi	EKKYT	2AEKKYT	3AEKKYT		
1971	7553.0000	8227.1368	8142.0399	8110.2692		
1972	8425.0000	9747.3369	9678.2081	9674.8143		
1973	8946.0000	10792.3569	10772.8039	10749.5562		
1974	9040.0000	8072.1558	8026.3118	7950.8174		
1975	10850.0000	10279.9236	10261.4831	10228.9668		
1976	12391.7002	12553.9996	12584.9642	12565.7339		
1977	13831.7002	13074.2188	13104.1343	13107.0297		
1978	15344.0000	14369.7415	14441.5003	14449.5211		
1979	13811.7998	14914.7699	15045.4078	15038.1856		
1980	12874.9004	11507.2591	11450.5328	11415.0839		
1981	15043.2002	13988.1584	13907.0855	14021.6089		
1982	15777.7002	16247.1241	16199.9806	16359.7527		
1983	13594.9004	13619.0568	13512.5437	13589.9152		
1984	15737.0000	15292.9461	15512.1039	15481.3326		
1985	17581.0000	17906.6368	18163.2911	18115.0055		
1986	20004.0000	20213.0772	19963.5104	19948.3083		

Modelde çimento talebi; çimento fiyatı, fgsmh, inşaat ruhsatnameleri ve ihracat miktarı ile açıklanmaktadır. Çimento fiyatına ait katsayının negatif, diğerlerinin ise pozitif işaretli olması beklenen sonucu vermektedir. % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,11} = 2.201$ ) çimento fiyatı ve fgsmh'nin t istatistikleri EKK ve 2AEKK yöntemlerinde tablo değerinin altında iken; 3AEKKY'de tablo değerinin üstüne çıkarak anlamlı duruma gelmişlerdir. Çoklu determinasyon katsayısı ( $R^2$ ) % 92-99 arasında çıkmıştır ki bu durum çimento fiyatı, fgsmh, inşaat ruhsatnameleri ve ihracat değişkenlerinin çimento talebini önemli oranda açıkladıklarının bir göstergesi olmaktadır. Ayrıca EKK ve 2AEKK yöntemlerinde otokorelasyon kararsızlık bölgesinde iken; 3AEKKY'de otokorelasyon sorunu yoktur. Regresyonların standart hatası ise en az 3AEKKY'dedir. Değişkenlerle ilgili katsayılara gelince diğer değişkenler sabit kalmak kaydıyla, çimento fiyatındaki bir birim değişme çimento talebinde 1.26 ile 1.54 birim arasında bir azalışa sebep olurken; sırasıyla fgsmh, inşaat ruhsatnameleri ve ihracat miktarındaki bir birim değişme 0.02-0.03; 0.0003 ve 2.03 - 2.10 birim arasında bir artışa yol açmaktadır. Yukarıdaki açıklamalar dikkate alınarak üç yöntem karşılaştırıldığında 3AEKK'in daha iyi çözüm sağladığı sonucuna varılmaktadır.

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	- 0.3627	- 0.4421	- 0.4331
Fgsmh	0.3578	0.4375	0.4263
İnruh	0.7840	0.7981	0.8039
İhr	0.2427	0.2418	0.2502

Yukarıdaki tablodan da anlaşılacağı üzere değişkenlere ait çimento talep elastikiyet değerlerinin tümü birden küçük olup; içlerinden en yüksek değerlisi inşaat ruhsatnamelerine (0.78-0.80) ait olmaktadır.

Şekil 27  
Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 4-a)





Tablo 70  
Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 4-a)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	6387.1000	8.9908	6235.6000	8.5243	6094.9000	10.0770
Çimfiy	1.1505	3.2838	1.4047	3.6729	1.4387	4.5435
Demfiy	- 2.6548	- 3.6010	- 3.1476	- 3.9473	- 3.2360	- 4.9064
Yat	0.0683	2.8238	0.0750	2.9997	0.0758	3.6677
Zaman	1015.5000	7.2560	1067.9000	7.3216	1096.8000	9.0946
R <sup>2</sup>	0.9394		0.9365		0.9959	
DW	2.3936		2.4298		2.4139	
Sy	1006.3800		1030.1800		861.3910	

Yıllar	Gerçek	Tahmin Değerleri		
	Çimento Üretimi	EKKYT	2AEKKYT	3AEKKYT
1971	7553.0000	7163.9531	7025.7974	6904.9876
1972	8425.0000	8195.6255	8112.8295	8021.1794
1973	8946.0000	9228.2553	9199.5337	9136.9546
1974	9040.0000	10043.6633	10031.0719	9989.7786
1975	10850.0000	11114.6761	11161.5610	11149.9181
1976	12391.7002	12219.9080	12335.5154	12354.9817
1977	13831.7002	13278.6297	13452.2131	13500.0772
1978	15344.0000	13853.7101	14009.5329	14072.3719
1979	13811.7998	14166.9887	14254.3593	14320.3729
1980	12874.9004	14333.6640	14380.4438	14438.1334
1981	15043.2002	15003.0970	15065.8623	15135.1966
1982	15777.7002	14496.7046	14354.4338	14394.5232
1983	13594.9004	15137.7193	15008.4391	15050.2467
1984	15737.0000	14829.3558	14452.1845	14430.9780
1985	17581.0000	17893.5303	17674.0148	17613.6075
1986	20004.0000	19846.4204	20228.1087	20292.5942

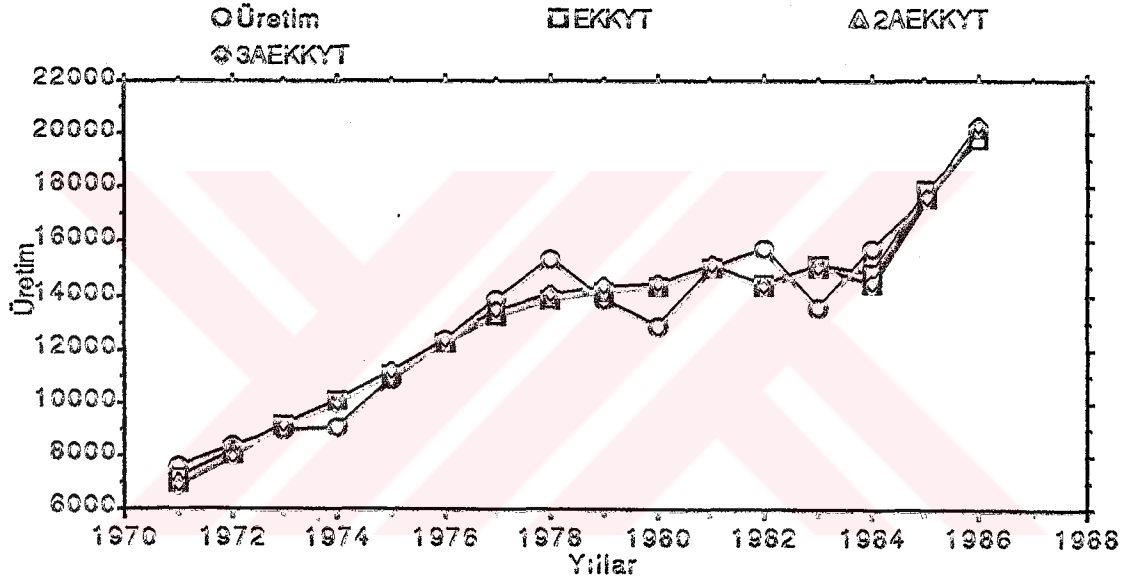
Tablodan da görüleceği üzere çimento üretimi; çimento fiyatı demir fiyatı, yatırım ve zaman değişkenleriyle açıklanmaktadır. Demir fiyatına ait katsayının negatif, diğerlerinin ise pozitif yönde olması beklendiği gibidir. % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,11} = 2.201$ ) t istatistikleri tüm yöntemlerde anlamlıdır. Değişkenlere ait katsayı değerleri özellikle 2 ve 3AEKK yöntemlerinde birbirine yakın değerlidir. Şöyle ki: Diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla çimento fiyatının katsayı değerinin EKK'de 1.15 iken 2 ve 3AEKK yöntemlerinde 1.40 ile 1.43 değerine yükselmesi (çimento fiyatındaki bir birim artış çimento üretiminin 1.40-1.43 birim artmasına), demir fiyatının katsayı değeri EKK'de 2.65 iken 2 ve 3AEKK yöntemlerinde 3.14 ile 3.23 değerine yükselmesi (demir fiyatındaki bir birim artış çimento üretiminin 3.14 ile 3.23 birim azalmasına), yatırım katsayısının değeri EKK'de 0.06 iken 2 ve 3AEKK yöntemlerinde 0.075 değerine çıkması (yatırımdaki bir birim artış çimento üretiminin 0.075 birim artmasına) ve nihayet zamanın katsayı değeri EKK'de 1015.5 iken 2 ve 3AEKK yöntemlerinde 1067.9 ile 1096.8 değerine çıkması (zamandaki bir birim artış çimento üretiminin 1067.9 - 1096.8 birim artmasına) EKKY'nin sapmalı olduğunun bir göstergesidir. Nitekim 2 ve 3AEKK yöntemleri hem regresyon katsayıları ve hem de anlamlılıkları itibariyle etkin sonuç vermektedir. Çoklu determinasyon katsayıları EKK ve 2AEKK yöntemlerinde % 93, 3AEKKY'de % 99'dur. Yani; çimento üretimindeki değişmelerin % 93-99'u çimento fiyatı, demir fiyatı, yatırım ve zaman değişkenlerinden meydana gelmektedir. Regresyonların standart hataları yöntemler itibariyle karşılaştırıldığında 3AEKK'in daha düşük değerli olduğu ortaya çıkmaktadır. Otokorelasyon ise üç yöntemde de kararsızlık bölgesinde bulunmaktadır. Bu açıklamalara bağlı olarak tüm sonuçlar karşılaştırılırsa 3AEKKY'nin daha etkin sonuç verdiği ortaya çıkar.

Tablo 7i  
Çimento Üretimi Elastikiyet Değerleri (Model 4-a)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	0.3296	0.4024	0.4121
Demfiy	-0.5606	-0.6647	-0.6834
Yat	0.0910	0.1000	0.1010
Zaman	0.6551	0.6889	0.7075

Çimento fiyatı, demir fiyatı ve zaman değişkenleri itibariyle çimento üretim elastikiyet değerleri arasında demir fiyatı (0.56-0.68) ve zaman (0.65-0.70) değişkenleri en yüksek değerli olanlardır.

Şekil 28  
Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 4-a)



- b. Talep = f (Çimfiy, Fgsmh, İnrüh, İnr)  
 Üretim = f (Çimfiy, Demfiy, Yat, Zaman)  
 Yat = f (Fgsmh, Kko, Çimfiy)  
 Kko = f (Yemdf, Yat, Çimfiy, Zaman)  
 $Q_T = Q_G$

Tablo 72

Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özeti ve Tahmin Değerleri (Model 4-b)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	- 289.3700	- 0.1634	- 206.7000	- 0.1150	- 145.2000	- 0.1003
Çimfiy	- 1.2663	- 2.0099	- 1.1381	-1.4699	- 0.9398	- 1.4794
Fgsmh	0.0299	1.9486	0.0268	1.4282	0.0220	1.4263
İnrüh	0.0003	6.1401	0.0003	5.9830	0.0003	7.3316
İnr	2.0448	5.6517	2.0483	5.6475	2.1183	7.2495
$R^2$	0.9282		0.9279		0.9954	
DW	1.8244		1.7720		1.7211	
$S_y$	1095.0700		1097.1300		920.2800	
	Gerçek		Tahmin Değerleri			
Yıllar	Çimento Talebi	EKKYT	2AEKKYT	3AEKKYT		
1971	7553.0000	8227.1368	8266.5409	8317.6031		
1972	8425.0000	9747.3399	9779.3515	9837.1758		
1973	8946.0000	10792.3569	10801.4109	10788.5041		
1974	9040.0000	8072.1558	8093.3838	8066.1842		
1975	10850.0000	10279.9236	10288.4625	10271.8304		
1976	12391.7002	12553.9996	12539.6615	12478.8726		
1977	13831.7002	13074.2188	13060.3664	13023.9219		
1978	15344.0000	14369.7415	14336.5135	14266.5100		
1979	13811.7998	14914.7699	14854.2779	14728.7844		
1980	12874.9004	11507.2591	11533.5263	11526.4538		
1981	15043.2002	13988.1584	14025.6993	14213.3731		
1982	15777.7002	16247.1241	16268.9540	16475.0067		
1983	13594.9004	13619.0568	13649.8558	13745.0357		
1984	15737.0000	15292.9461	15191.4650	15050.6424		
1985	17581.0000	17906.6368	17787.7929	17593.7482		
1986	20004.0000	20213.0772	20328.6393	20422.2551		

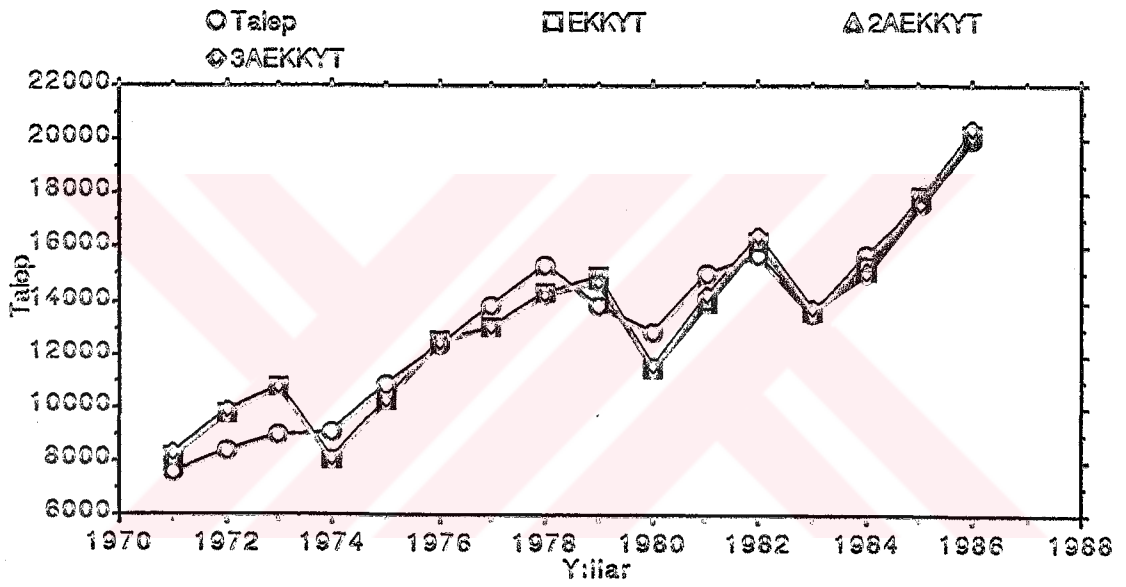
Bu modelde çimento fiyatı, fgsmh, inşaat ruhsatları ve ihracat çimento talebini açıklamaktadır. Parametrelerin işaretleri beklenen yönde olup % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,11} = 2.201$ ) çimento fiyatı ve fgsmh değerleri tablo değerinin altına düşmektedir. Buna karşılık inşaat ruhsatları ve ihracat değişkenlerinin t istatistikleri 3AEKKY'de en yüksek değere ulaşmıştır. Çoklu determinasyon katsayısının % 92-99 civarında çıkması; çimento talebindeki değişmelerin % 92-99'unun çimento fiyatı, fgsmh, inşaat ruhsatları ve ihracat ile açıklanabildiğini göstermektedir. Regresyonların standart hatası en küçük 3AEKKY'de olup; otokorelasyon üç yöntemde de kararsızlık bölgesinde bulunmaktadır. Değişkenlere ait katsayı değerleri ise birbirine yakındır. Diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla; çimento fiyatındaki bir birimlik artış çimento talebinde 0.93 ile 1.26 birim azalışa yol açarken ; fgsmh'daki bir birim artış, çimento talebinde 0.02; inşaat ruhsatnamelerindeki bir birim artış çimento talebinde 0.0003 ve nihayet ihracattaki bir birim artış ise çimento talebinde 2.04 ile 2.11 birim artışa sebep olmaktadır. Yöntemler geni olarak yukarıdaki açıklamalar ışığında karşılaştırıldığında 3AEKK'in en iyi çözüm verdiği sonucu ortaya çıkmaktadır.

Tablo 73  
Çimento Talebi Elastikiyet Değerleri (Model 4-b)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	- 0.3627	- 0.3260	- 0.2692
Fgsmh	0.3578	0.3209	0.2633
İnrah	0.7840	0.7774	0.7653
İhr	0.2427	0.2431	0.2514

Değişkenlere ait talep elastikiyet değerleri içinde inşaat ruhsatnameleri 0.76 - 0.78 ile en yüksek değere sahiptir.

Şekil 29  
Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 4-b)



Tablo 74

Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özeti ve Tahmin Değerleri (Modeli 4-b)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	6387.1000	8.9908	6616.1000	8.2982	6494.2000	9.9608
Çimfiy	1.1505	3.2838	1.1642	3.0111	1.1229	3.5494
Demfiy	- 2.6548	- 3.6010	- 2.3479	- 2.6864	- 2.3953	- 3.3832
Yat	0.0683	2.8238	0.0391	1.0506	0.0486	1.6092
Zaman	1015.5000	7.2560	942.2800	5.6291	971.0200	7.1600
R <sup>2</sup>	0.9394		0.9297		0.9959	
DW	2.3936		2.0964		2.1712	
S <sub>y</sub>	1006.3800		1083.2200		862.0290	
	Gerçek		Tahmin Değerleri			
Yıllar	Çimento Üretimi	EKKY	2AEKKY	3AEKKY		
1971	7553.0000	7163.9531	7366.4543	7260.7983		
1972	8425.0000	8195.6255	8322.9318	8246.2371		
1973	8946.0000	9228.2553	9275.0096	9229.4085		
1974	9040.0000	10043.6633	10043.6270	10021.4875		
1975	10850.0000	11114.6761	11023.5478	11035.4531		
1976	12391.7002	12219.9080	12044.0967	12086.5080		
1977	13831.7002	13278.6297	13016.0787	13090.8150		
1978	15344.0000	13853.7101	13610.4984	13689.2240		
1979	13811.7998	14166.9887	13966.3045	14046.1731		
1980	12874.9004	14333.6640	14391.5527	14385.7619		
1981	15043.2002	15003.0970	15128.7275	15101.9617		
1982	15777.7002	14496.7046	14816.4217	14751.0009		
1983	13594.9004	15137.7193	15537.9451	15444.0036		
1984	15737.0000	14829.3558	15120.0577	15092.3241		
1985	1758.0000	17893.5303	16903.8870	17292.8325		
1986	20004.0000	19846.4204	20238.7609	20031.9122		

Çimento fiyatı, demir fiyatı, yatırım ve zaman değişkenleri çimento üretimini belirlemektedir. Katsayıların işaretleri istenen yönde olup % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,11} = 2.201$ ) yatırım değişkeninin testi istatistik değeri 2 ve 3 AEKK yöntemlerinde tablo değerinin altında kalmaktadır. Değişkenlere ait katsayılar birbirine yakın değerlidir. Yani, diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla demir fiyatındaki bir birimlik değişme çimento talebinde azalma 2.34 ile 2.65 birim azalışa yol açarken; çimento fiyatındaki bir birimlik değişme çimento talebinde 1.12-1.16 birim; yatırımdaki bir birimlik değişme çimento talebinde 0.03 ile 0.06 ve son olarak zamandaki bir birimlik değişme çimento talebinde 942.28 ile 1015.5 birim arasında bir artışa yol açmaktadır. Çoklu determinasyon katsayısının % 92-99 civarında olması sözkonusu değişkenlerin çimento üretiminde etkili olduklarını göstermektedir. Ayrıca EKK, 2AEKK ve 3AEKK yöntemlerinde otokorelasyon kararsız bölgede, regresyonların standart hatası en küçük değerli yine 3AEKKY'dedir. Dolayısıyla 3AEKK en etkin çözüm veren yöntemdir.

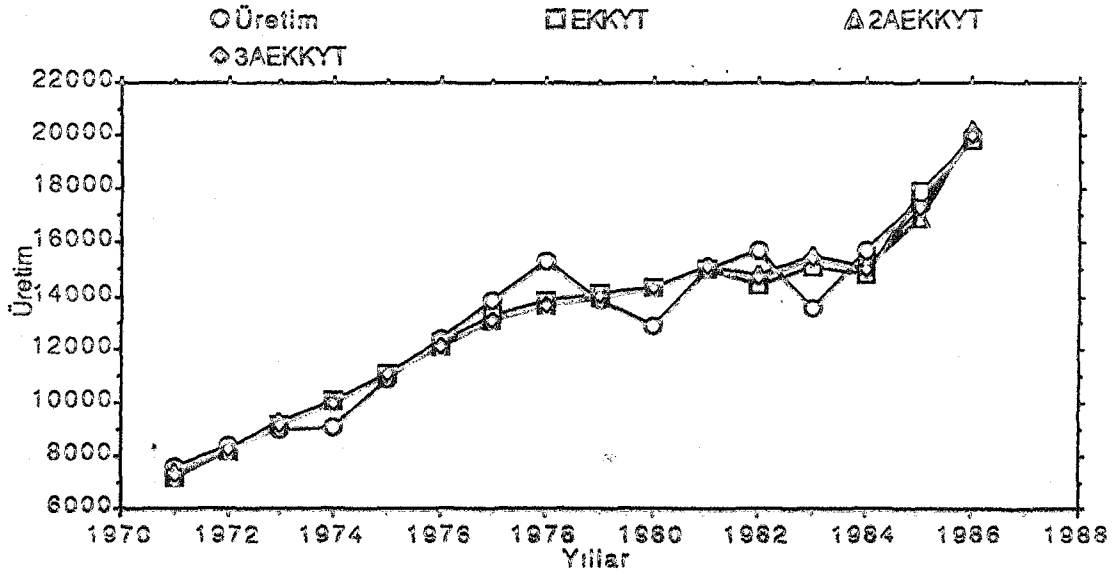
Tablo 75  
Çimento Üretimi Elastikiyet Değerleri (Model 4-b)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	0.3296	0.3335	0.3217
Demfiy	- 0.5606	- 0.4958	- 0.5058
Yat	0.0910	0.0522	0.0647
Zaman	0.6551	0.6079	0.6264

Tablodan da görüleceği üzere çimento üretim elastikiyet değerleri içinde demir fiyatı ve zaman değişkenine ait olan elastikiyet değerleri diğer değişkenlere kıyasla daha yüksek değerlidir.



Şekil 30  
Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 4-b)



Tablo 76  
Yatırım Denklemine Ait İstatistik Özetleri (Model 4-b)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	- 115870.0000	- 3.0843	- 147700.0000	- 2.8626	- 182950	- 4.3599
Fgsmh	0.6405	4.3143	0.6809	3.2390	0.7073	4.1135
Kko	139830.0000	2.9303	180490.0000	2.7626	225730.0000	4.2468
Çimfiy	- 19.8610	- 3.3503	- 21.3930	- 2.5560	- 22.3590	- 3.2644
R <sup>2</sup>	0.9307		0.9264		0.9309	
DW	2.7432		2.9106		2.8462	
S <sub>y</sub>	10016.4000		10318.5000		981.7500	

Bu modelde yatırım tahmin denklemi; fgsmh, kko ve çimento fiyatı değişkenleriyle açıklanmaktadır. Çimento fiyatının negatif, fgsmh ile kko'nun pozitif işaretli olması teoriyi doğrulamaktadır. Test istatistikleri üç yöntemde de % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,12} = 2,179$ ) anlamlıdır. Regresyon katsayıları incelendiğinde diğer

değişkenler sabit kalmak şartıyla fgsmh'daki bir birimlik artış yatırımın 0.64 - 0.70 birim; kko'daki bir birimlik artış yatırımın 139830 ile 225370 birim artmasına ve çimento fiyatındaki bir birim artış yatırımın 19.86 ile 22.35 birim azalmasına yol açmaktadır. Çoklu determinasyon katsayısının ( $R^2$ ) % 92-93 civarında olması fgsmh, kko ve çimento fiyatı değişkenlerinin yatırımı açıklamada etkili olduklarının bir göstergesi olmaktadır. Ayrıca otokorelasyon yöntemlerde kararsızlık bölgesinde olup, 3AEKKY en düşük değerli regresyon standart hatasını vermektedir. Bu açıklamalar sonucunda 3AEKKY'nin daha etkin olduğunu ifade etmek mümkün olmaktadır.

Tablo 77  
Yatırım Elastikiyet Değerleri (Model 4-b)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Fgsmh	5.7503	6.1130	6.3494
Kko	6.1170	7.8958	9.8748
Çimfiy	- 4.2704	- 4.5998	- 4.8075

Değişkenlere ait yatırım elastikiyet değerlerinin tümü birden büyüktür. Diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla sırasıyla fgsmh ve kko'daki % 1 artış yatırımda % 5-6 ve % 6 ile 9 arasında bir artışa yol açarken; çimento fiyatındaki % 1 artış yatırımda yaklaşık % 4 civarında bir azalışa sebep olmaktadır.

Tablo 78  
Kko Denklemine Ait İstatistik Özetleri (Model 4-b)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	0.857000	31.5150	0.857950	30.6910	0.840130	39.6120
Yemdf	- 0.000030	- 1.4982	- 0.000036	- 1.4136	- 0.000046	- 2.5203
Yat	0.000001	1.3572	0.000001	0.8292	0.000001	2.2192
Çimfiy	0.000030	1.8507	0.000034	1.8690	0.000035	2.5674
Zaman	- 0.011946	- 2.4984	- 0.012249	- 2.3975	- 0.008376	- 2.2937
$R^2$	0.6907		0.7683		0.9760	
DW	2.2171		2.2379		2.1445	
Sy	0.0394		0.0172		0.0339	

Tablodan da görüleceği gibi kko; yakacak ve enerji maddeleri fiyatı, yatırım ve zaman değişkenleriyle açıklanmaktadır. Katsayılar işaretleri itibariyle teorik olarak tutarlı olup % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,11} = 2.201$ ) t istatistikleri 3AEKKY'de anlamlıdır. Değişkenlere ilişkin katsayıları ise şu şekilde özetlemek mümkündür: Diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla yakacak ve enerji madde fiyatlarındaki bir birim artış kko'da 0.00003 ile 0.00004 birim; zamandaki bir birim artış kko'da 0.008 ile 0.012 birim azalışa yol açarken; sırasıyla yatırım ve çimento fiyatındaki bir birim artış kko'da 0.000001; 0.00003 birim artışa sebep olmaktadır. Çoklu determinasyon katsayısı EKK'de % 69; 2AEKK'de % 76 iken 3AEKKY'de % 97'ye yükselmiştir ki bu oran ilgili değişkenlerin kko'nı açıklamada yeterliliğini göstermektedir. Ayrıca otokorelasyon üç yöntem içinde kararsızlık bölgesindedir. Regresyonların standart hatası ise en düşük 2AEKKY'dedir.

Tablo 79

Kko Elastikiyet Değerleri (Model 4-b)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	0.1716	0.1736	0.2207
Yemdf	- 0.0274	- 0.0228	- 0.0434
Yat	0.1597	0.1685	0.1749
Zaman	- 0.1322	- 0.1355	- 0.0927

Tablodan da görüleceği üzere değişkenlere ilişkin kko elastikiyet değerlerinin tümü birden küçüktür.

## 5. Model 5

- a. Talep = f (Çimfiy, Fgsmh, Kredi, Zaman)  
 Üretim = f (Çimfiy, Yemdf, Ücret, Zaman)  
 $Q_T = Q_0$

Tablo 80						
Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 5-a)						
EKKY			2AEKKY		3AEKKY	
Değişken	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	6187.2000	9.6015	6196.3000	9.5072	6209.1000	11.4980
Çimfiy	- 2.1848	- 2.6703	- 2.1362	- 2.2035	- 1.8704	- 2.7742
Fgsmh	0.0238	1.4914	0.0229	1.2301	0.0174	1.3896
Kredi	0.0168	4.3412	0.0167	3.8473	0.0159	4.7122
Zaman	1038.4000	8.3795	1035.7000	8.1419	1031.0000	9.8013
$R^2$	0.9525		0.9524		0.9970	
DW	1.9031		1.9108		1.9597	
$S_y$	890.9950		891.1380		744.0900	
Gerçek		Tahmin Değerleri				
Yıllar	Çimento Talebi	EKKYT	2AEKKYT	3AEKKYT		
1971	7553.0000	7077.8516	7086.5804	7105.8958		
1972	8425.0000	8105.5311	8111.3889	8124.3145		
1973	8946.0000	9193.8376	9195.4229	9194.1835		
1974	9040.0000	10138.3933	10138.4820	10137.6302		
1975	10850.0000	11221.3763	11217.1859	11201.9103		
1976	12391.7002	12247.3767	12239.8700	12215.0000		
1977	13831.7002	13242.1362	13231.7143	13198.9434		
1978	15344.0000	14222.5751	14207.9319	14157.6437		
1979	13811.7998	15079.7507	15059.5181	14978.0965		
1980	12874.9004	13531.0427	13547.8969	13652.6103		
1981	15043.2002	14110.7537	14123.4856	14197.0872		
1982	15777.7002	14605.8013	14617.6742	14679.8443		
1983	13594.9004	14620.8835	14644.4761	14765.4843		
1984	15737.0000	15919.7100	15909.3936	15811.2461		
1985	17581.0000	17507.7010	17484.3973	17312.2681		
1986	20004.0000	19981.1804	19990.4832	20073.7429		

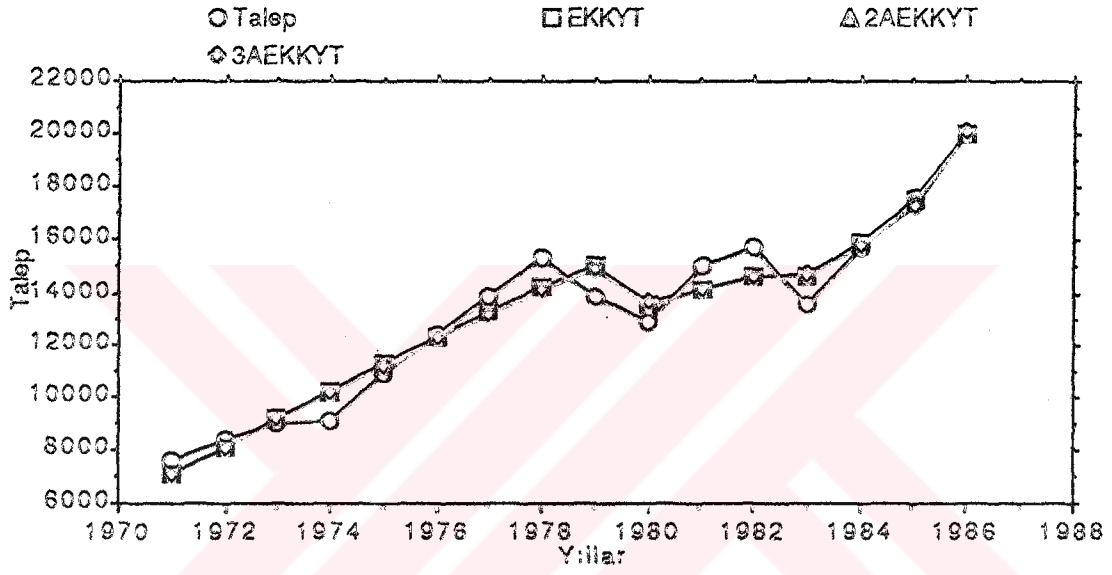
Bu modelde çimento fiyatı, fgsmh, kredi ve zaman değişkenleri çimento talebini açıklamaktadır. Çimento fiyatının negatif; fgsmh, kredi ve zaman değişkenlerinin pozitif işaretli olması teoriyi doğrulamaktadır. % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,11} = 2.201$ ) fgsmh'nın t istatistiği EKK, 2AEKK ve 3AEKK yöntemlerinde tablo değerinin altında kalmaktadır. Diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla çimento fiyatındaki bir birimlik değişme çimento talebinin 1.87 ile 2.20 birim azalmasına sebep olurken; sırasıyla fgsmh, kredi ve zamandaki bir birimlik değişme çimento talebinin 0.017-0.023; 0.015 -0.016 ve son olarak 1031.0 - 1038.4 birim artmasına yol açmaktadır. Bundan başka çoklu determinasyon katsayısının % 95-99 civarında olması çimento talebinin söz konusu değişkenlerle oldukça yüksek bir oranda açıklandığını göstermektedir. EKK ile 2AEKK yöntemlerinde otokorelasyon kararsızlık bölgesinde iken, 3AEKKY'de otokorelasyon yoktur. Ayrıca regresyonların standart hataları incelendiğinde 3AEKKY'nin daha düşük değerli olduğu görülmektedir. Sonuçlar yukarıdaki açıklamalar ışığında karşılaştırıldığında (parametrelerin anlamlılıkları,  $R^2$ , Sy, DW itibarıyla) 3AEKKY'nin daha etkin olduğu sonucuna varılmaktadır.

Tablo 81  
Çimento Talebi Elastikiyet Değerleri (Model 5-a)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	- 0.6259	- 0.6120	- 0.5358
Fgsmh	0.2849	0.2742	0.2089
Kredi	0.2015	0.1993	0.1905
Zaman	0.6699	0.6681	0.6651

Değişkenlere ilişkin çimento talep elastikiyetleri tablodan da görüleceği gibi birin altındadır. Çimento fiyatı (-0.53 ile -0.62) ve zaman (0.66) değişkenleriyle ilgili elastikiyet değerleri diğerlerine nazaran daha yüksektir.

Şekil 31  
Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 5-a)



Tablo 82

Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 5-a)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	7510.9000	11.0480	7446.3000	10.8460	7345.0000	13.1220
Çimfiy	0.5888	1.3858	0.7706	1.7449	0.9249	2.7993
Yemdf	- 3.3135	- 3.5265	- 3.4120	- 3.5947	- 3.2121	- 4.2267
Ücret	0.6208	2.8206	0.5952	2.6757	0.5061	3.1567
Zaman	621.3800	5.4362	639.3200	5.5239	668.8000	7.3418
R <sup>2</sup>	0.9377		0.9366		0.9958	
DW	1.9806		2.0193		2.0385	
Sy	1020.3100		1028.7800		873.5900	

Yıllar	Gerçek	Tahmin Değerleri		
	Çimento Üretimi	EKKYT	2AEKKYT	3AEKKYT
1971	7553.0000	7718.2151	7677.9029	7652.6052
1972	8425.0000	8375.0210	8346.7495	8340.6098
1973	8946.0000	9115.2041	9097.7807	9101.5214
1974	9040.0000	9721.2662	9726.1707	9765.7740
1975	10850.0000	10830.8377	10850.1884	10868.7150
1976	12391.7002	11595.4205	11634.5664	11671.0049
1977	13831.7002	12989.0650	13024.3628	12991.1037
1978	15344.0000	14307.1707	14324.9857	14213.0720
1979	13811.7998	14952.9732	14963.3710	14848.0571
1980	12874.9004	14638.1246	14711.3342	14762.4021
1981	15043.2002	13589.6558	13626.4139	13799.7189
1982	15777.7002	15039.5308	15003.1687	15018.0287
1983	13594.9004	14780.7335	14803.3651	14975.3897
1984	15737.0000	15718.5310	15612.0731	15605.2657
1985	17581.0000	17611.8431	17310.1000	16950.4801
1986	20004.0000	19822.3090	20093.3684	20242.1530

Çimento fiyatı, yakacak ve enerji maddeleri, ücret ve zaman değişkenleri çimento üretimini açıklamaktadır. Katsayılar işaretleri itibariyle doğru yönde olup % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,11} = 2.201$ ) üç yöntemde de anlamlıdır. Çoklu determinasyon katsayısının % 93-99 civarında çıkması; çimento üretimindeki değişmelerin % 93-99'unun çimento fiyatı,yakacak ve enerji maddeleri fiyatı, ücret, zamandan kaynaklandığını göstermektedir. Otokorelasyon sorunu üç yöntemde de mevcut değildir. Ayrıca regresyonların standart hatası en düşük 3AEKKY'de bulunmaktadır. Regresyon katsayılarına gelince sırasıyla ve diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla; çimento fiyatı, ücret ve zamandaki bir birim artış çimento üretiminde 0.58-0.92; 0.50-0.62; 621.38-668.80 birim bir artışa sebep olurken yakacak ve enerji maddeleri fiyatındaki bir birimlik artış çimento üretiminin 3.21 ile 3.41 birim azalışına yol açmaktadır. Yukarıdaki açıklamalara göre 3AEKKY'nin diğer yöntemlere nazaran daha iyi çözüm verdiği ortaya çıkmaktadır.

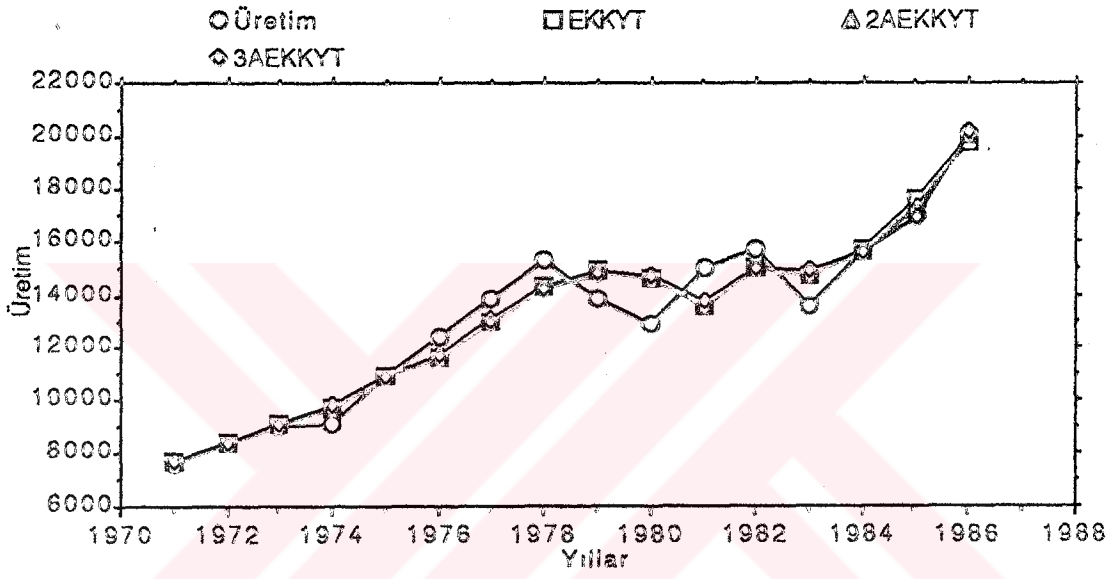
Tablo 83  
Çimento Üretimi Elastikiyet Değerleri (Model 5-a)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	0.1686	0.2207	0.2649
Yendf	- 0.9089	- 0.9860	- 0.8811
Ücret	0.7692	0.7375	0.6271
Zaman	0.4008	0.4124	0.4314

Çimento fiyatı,yakacak ve enerji maddeleri fiyatı, ücret ve zaman değişkenlerine göre üretim elastikiyetlerinin içinde yakacak ve enerji maddeleri fiyatı en yüksek değerlidir. Diğer değişkenler sabit kalmak kaydıyla bu değişkendeki % l'lik artışın çimento üretimini % 0.88 ile % 0.98 azaltacağını ifade etmek gerekir.



Şekil 32  
Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 5-a)



$$\begin{aligned}
b. \text{ Talep} &= f(\text{Çimfiy, Fgsmh, Kredi, Zaman}) \\
\text{Üretim} &= f(\text{Çimfiy, Yemdf, Ücret, Zaman}) \\
\text{Ücret} &= f(\text{Fgsmh, Kko, Zaman}) \\
\text{Kko} &= f(\text{Çimfiy, Yemdf, Zaman}) \\
Q_T &= Q_0
\end{aligned}$$

Tablo 84

Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özeti ve Tahmin Değerleri (Model 5-b)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	6187.2000	9.6015	6235.9000	9.5923	6213.9000	11.5450
Çimfiy	- 2.1848	- 2.6703	- 1.9236	- 2.1825	- 2.1255	- 3.2964
Fgsmh	0.0238	1.4914	0.0190	1.1119	0.0228	1.8963
Kredi	0.0168	4.3412	0.0159	3.8991	0.0166	5.0663
Zaman	1038.4000	8.3795	1024.0000	8.1449	1031.6000	9.9248
R <sup>2</sup>	0.9525		0.9520		0.9970	
DW	1.9031		1.9407		1.9097	
S <sub>y</sub>	890.9950		895.1110		739.0210	

Yıllar	Gerçek	Tahmin Değerleri		
	Çimento Talebi	EKKYT	2AEKKYT	3AEKKYT
1971	7553.0000	7077.8516	7124.7723	7101.0651
1972	8425.0000	8105.5311	8137.0187	8121.8175
1973	8946.0000	9193.8376	9202.3589	9201.5295
1974	9040.0000	10138.3933	10138.8700	10140.9946
1975	10850.0000	11221.3763	11198.8517	11215.4446
1976	12391.7002	12247.3767	12207.0254	12234.1494
1977	13831.7002	13242.1362	13186.1149	13222.2433
1978	15344.0000	14222.5751	14143.8628	14194.8967
1979	13811.7998	15079.7507	14970.9935	15043.6990
1980	12874.9004	13531.0427	13621.6400	13541.5894
1981	15043.2002	14110.7537	14179.1920	14116.9336
1982	15777.7002	14605.8013	14669.6223	14611.4637
1983	13594.9004	14620.8835	14747.7021	14642.2525
1984	15737.0000	15919.7100	15864.2554	15908.4636
1985	17581.0000	17507.7010	17382.4352	17492.1834
1986	20004.0000	19981.1804	20031.1862	20017.1756

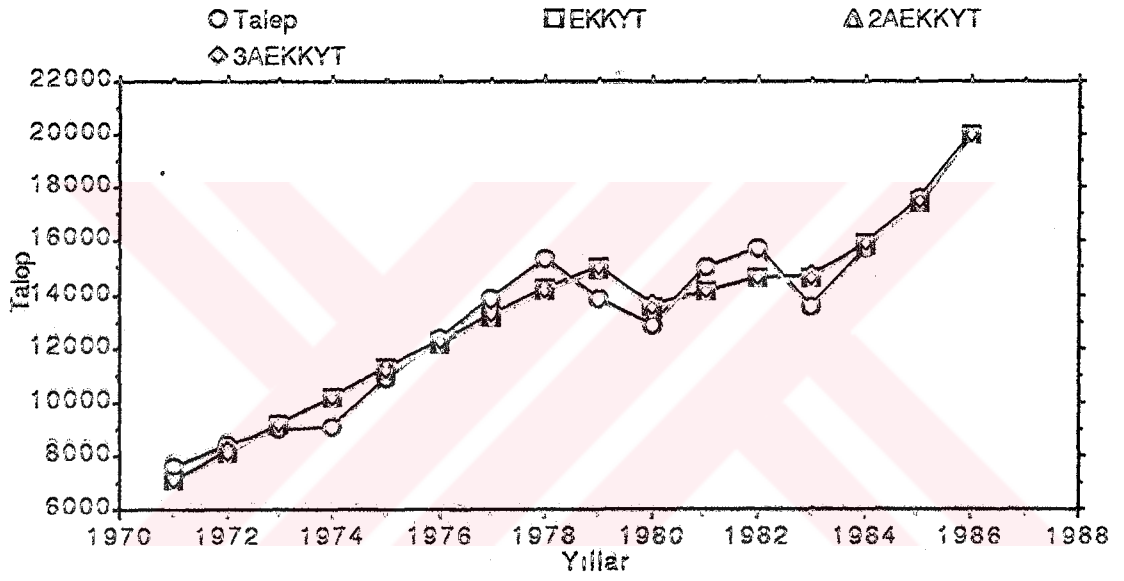
Tablodan da görüleceği gibi çimento talep tahmin denklemi; çimento fiyatı, fgsmh, kredi ve zaman değişkenleriyle açıklanmaktadır. Parametrelerin işaretleri teorik açıdan tutarlı olup % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,11} = 2.201$ ) fgsmh'nın değeri anlamlı değildir. Ancak diğer değişkenler özellikle 3AEKKY'de yüksek ve anlamlıdır. Parametre değerlerine gelince; diğer değişkenler sabit kalmak kaydıyla çimento fiyatındaki bir birimlik değişme çimento talebinde 2.12 ile 2.18 birim azalışa yol açarken; fgsmh'daki bir birimlik değişme çimento talebinde 0.019-0.023; kredi miktarındaki bir birimlik değişme çimento talebinde 0.01 ve nihayet zamandaki bir birimlik değişme çimento talebinde 1024 - 1038.4 birim artışa sebep olmaktadır. Çoklu determinasyon katsayısı ( $R^2$ ) % 95-99 arasındadır ve bu oran çimento talebinin söz konusu değişkenlerle açıklanabildiğinin bir göstergesidir. Ayrıca EKK ve 3AEKKY'de otokorelasyon kararsız bölgede iken 2AEKKY'de otokorelasyon sorunu yoktur. Nihayet 3AEKKY, regresyonların standart hatası içinde en düşük değerli yöntem olmaktadır. Üç yöntem sonuçlar itibariyle karşılaştırıldığında 3AEKK'in daha iyi çözüme ulaştığı görülmektedir.

Tablo 85  
Çimento Talebi Elastikiyet Değerleri (Model 5-b)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	- 0.6259	- 0.5511	- 0.6089
Fgsmh	0.2849	0.2272	0.2730
Kredi	0.2015	0.1899	0.1988
Zaman	0.6699	0.6606	0.6655

Değişkenlere ait çimento talep elastikiyetleri birden küçük değerli olup çimento fiyatı ve zaman değişkenlerine ait olan elastikiyetler tablodan da görüleceği üzere daha yüksek değerlidir.

Şekil 33  
Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 5-b)



Tablo 86  
Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özelleri ve Tahmin Değerleri (Model 5-b)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	7510.9000	11.0480	7508.3000	10.9190	7658.3000	13.6950
Çimfiy	0.5888	1.3858	0.6742	1.5409	0.3971	1.2758
Yemdf	- 3.3135	- 3.5265	- 3.6479	- 3.5409	- 3.7828	- 4.5020
Ücret	0.6208	2.8206	0.6761	2.7263	0.7831	4.1256
Zaman	621.3800	5.4362	619.6900	5.2874	576.9200	6.2712
R <sup>2</sup>	0.9377		0.9369		0.9959	
DW	1.9806		2.0134		1.9929	
Sy	1020.3100		1026.8600		869.3420	

Yıllar	Gerçek	Tahmin Değerleri		
	Çimento Üretimi	EKKYT	2AEKKYT	3AEKKYT
1971	7553.0000	7718.2151	7674.9848	7731.2403
1972	8425.0000	8375.0210	8332.4990	8360.3857
1973	8946.0000	9115.2041	9081.2189	9090.8700
1974	9040.0000	9721.2662	9684.7460	9642.3235
1975	10850.0000	10830.8377	10838.8862	10807.0073
1976	12391.7002	11595.4205	11615.7733	11551.5803
1977	13831.7002	12989.0650	13078.1147	13085.8581
1978	15344.0000	14307.1707	14455.3089	14553.2741
1979	13811.7998	14952.9732	15097.1093	15202.8643
1980	12874.9004	14638.1246	14695.8078	14592.3702
1981	15043.2002	13589.6558	13475.1311	13273.0430
1982	15777.7002	15039.5308	14986.4126	14993.2524
1983	13594.9004	14780.7325	14646.2033	14455.4915
1984	15737.0000	15718.5310	15585.1431	15662.9811
1985	17581.0000	17611.8431	17557.4522	18125.8797
1986	20004.0000	19822.3090	20001.1100	19677.4797

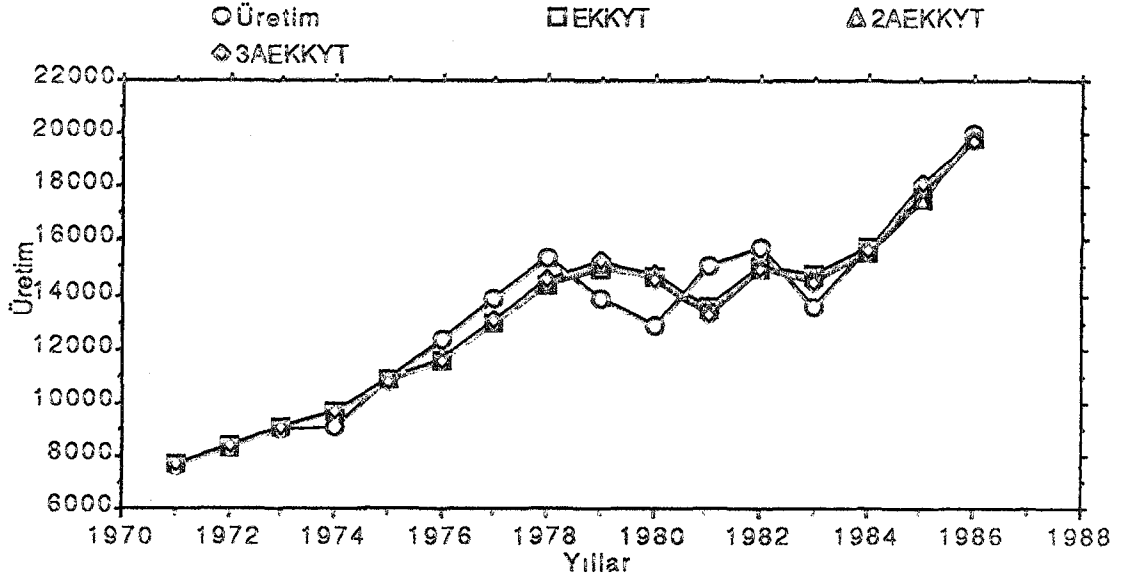
Çimento üretimi; çimento fiyatı, yakacak ve enerji maddeleri fiyatı ücret ve zaman değişkenleriyle açıklanmaktadır. Parametreler işaretleri itibariyle beklenen yöndedir. % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,11} = 2.201$ ) çimento fiyatı tablo değerinin altında kalmakta ancak diğer değişkenlerin t istatistikleri EKK'den 3AEKK yöntemine doğru giderek artan bir seyir izlemektedir. Değişkenlere ait parametre değerlerine gelince; diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla yakacak ve enerji maddeleri fiyatındaki bir birimlik artış çimento üretiminde 3.31 ile 3.78 birim azalmaya yol açarken; çimento fiyatı, ücret ve zamandaki bir birimlik artış çimento üretiminde 0.39 ile 0.67; 0.62 ile 0.78 ve 576.92 ile 621.38 birimlik değer artışına sebep olmaktadır. Çoklu determinasyon katsayısı ( $R^2$ ) % 93-99 arasındadır. Yani; çimento üretimindeki değişmelerin % 93-99'u söz konusu değişkenlerden meydana gelmektedir. Regresyonların standart hatası en düşük değeri 3AEKKY'de olup, üç yöntemde de otokorelasyon sorunu söz konusu değildir. EKK, 2AEKK ve 3AEKK yöntemlerine göre yukarıdaki sonuçlar karşılaştırıldığında 3AEKKY'nin daha iyi çözüm verdiği ortaya çıkmaktadır.

Tablo 87  
Çimento Üretimi Elastikiyet Değerleri (Model 5-b)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	0.1686	0.1931	0.1137
Yemdf	- 0.9089	- 1.0000	- 1.0376
Ücret	0.7692	0.8378	0.9704
Zaman	0.4008	0.3997	0.3721

Değişkenlere ait çimento üretim elastikiyet değerlerinden yakacak ve enerji maddeleri fiyatı - 0.90 ile -1.03 arasında değişmektedir (birim elastik). Ücret ise 0.76 ile 0.97 arasındadır. Bu sonuçlara bağlı olarak diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla yakacak ve enerji maddeleri fiyatındaki % l'lik bir artışın çimento üretiminde yaklaşık % l'lik bir azalış yaratacağını ifade etmek gerekir.

Şekil 34  
Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 5-b)



Tablo 88  
Ücret Denklemine Ait İstatistik Özetleri (Model 5-b)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	- 2192.6000	- 0.3096	- 7916.7000	- 0.6055	- 10359.0000	- 0.9447
Fgsmh	0.0954	30.3600	0.0938	21.2640	0.0931	24.9320
Kko	1505.5000	0.1872	8042.3000	0.5396	10824.0000	0.8658
Zaman	272.4200	1.5123	384.3400	1.3643	433.4700	1.8259
R <sup>2</sup>	0.9977		0.9976		0.9984	
DW	2.9071		2.7355		2.6384	
Sy	1190.3400		1222.6900		1087.0500	

Fgsmh, kko ve zaman değişkenleri tablodan da görüleceği gibi ücreti açıklamaktadır. Katsayılar işaretleri itibariyle pozitif yönde olup tutarlıdır: % 5

önem seviyesinde ( $t_{0.05,12} = 2.179$ ) kko ve zaman değişkenlerinin t istatistikleri tablo değerinin altında kalmaktadır. Kko'nun istatistik değeri EKK'de 0.18; 2AEKK'de 0.53 iken 3AEKK yönteminde 0.86 değerine yükselmiştir. Zaman değişkenine ait t istatistik değerinin EKK'de 1.51; 2AEKK'de 1.36 ve 3AEKK yönteminde 1.82 değerine yükselmiş olması zaman itibariyle az da olsa ücretlerin arttığını göstermektedir. Değişkenlere ait katsayı değerleri sırasıyla incelendiğinde; fgsmh, kko ve zamandaki bir birim artış ücretin 0.09; 8042.3 - 1505.5 ve 272.42 - 433.47 birim değer artışına yol açmaktadır. Çoklu determinasyon katsayısının üç yöntemde de % 99 olması, ilgili değişkenlerin ücreti açıklamada yeterli olduklarını göstermektedir. Regresyonların standart hatası en az 3AEKKY'de olup, otokorelasyon üç yöntem için de kararsızlık bölgesinde bulunmaktadır. Yukarıdaki açıklamalara göre 3AEKKY'nin diğer yöntemlere nazaran daha etkin olduğu söylenebilir.

Tablo 89

Ücret Elastikiyet Değerleri (Model 5-b)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Fgsmh	0.9216	0.9063	0.8994
Kko	0.0708	0.3782	0.5091
Zaman	0.1418	0.2001	0.2256

Yukarıdaki tablodan da görüleceği üzere fgsmh, kko ve zaman itibariyle ücret elastikiyet değerleri içinde en önemlisi fgsmh'dır ( 0.89-0.92 ). Şüphesiz, diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla, fgsmh'daki % 1 artış da ücretin % 0.89 ile % 0.92 artmasına yol açacaktır.



Tablo 90  
Kko Denklemine Ait İstatistik Özetleri (Model 5-b)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	0.857000	31.5150	0.855130	31.3250	0.855520	37.8720
Çimfiy	0.000032	1.8507	0.000036	2.0496	0.000030	2.1068
Yemdf	-0.000036	-1.4982	-0.000042	-1.6949	-0.000037	-1.8463
Yat	0.000001	1.3572	0.000001	1.4522	0.000001	2.2308
Zaman	-0.011946	-2.4984	-0.011434	-2.3774	-0.011424	-2.8789
$R^2$	0.6907		0.6891		0.9781	
DW	2.2171		2.2317		2.1920	
Sy	0.0394		0.0395		0.0331	

Tablodan da görüleceği üzere kko'nı; çimento fiyatı, yakacak ve enerji maddeleri fiyatı, yatırım ve zaman değişkenleri açıklamaktadır. Yakacak ve enerji maddeleri fiyatının negatif, çimento fiyatı ve yatırım değişkenlerinin pozitif işaretli olması teorik açıdan doğrudur. % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,11} = 2.201$ ) 3AEKKY'de çimento fiyatı ile yakacak ve enerji madde fiyatlarının test istatistikleri tablo değerinin altında kalmaktadır. Bu durumda yatırım değişkeni kko tahmin denkleminde en önemli değişken olarak ortaya çıkmaktadır. Şüphesiz, yatırım arttıkça kapasite kullanım oranının da artması kaçınılmazdır. Regresyon katsayıları incelendiğinde (diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla), çimento fiyatındaki bir birim artış kko'da 0.00003 birim artışa; yakacak ve enerji maddeleri fiyatındaki bir birim artış kko'da 0.00003 ile 0.00004 birim azalışa; yatırımdaki bir birim artış kko'da 0.000001 birim artışa ve nihayet zamandaki bir birim artış kko'da 0.01 birim azalışa sebep olmaktadır. Çoklu determinasyon katsayısının ( $R^2$ ) EKK'de % 69 ve; 2AEKK'de % 68 iken 3AEKK yönteminde % 97 olarak bulunmuştur. Buna bağlı olarak kko'daki değişmelerin % 97'sinin çimento fiyatı, yakacak ve enerji maddeleri fiyatı, yatırım ve zaman değişkenleriyle açıklandığını ifade etmek gerekir. Regresyonların standart hatası 3AEKKY'de en düşük değerli olup otokorelasyon üç yöntemde de kararsızlık bölgesinde bulunmaktadır. Bütün bu sonuçlar yukarıdaki açıklamalar ışığında üç yöntemle karşılaştırıldığında 3AEKK ile daha başarılı sonuçların elde edildiği ortaya çıkmıştır.

Tablo 91  
Kko Elastikiyet Değerleri (Model 5-b)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	0.1597	0.1798	0.1508
Yemdf	- 0.1717	- 0.1976	- 0.1764
Yat	0.0274	0.0297	0.0365
Zaman	- 0.1322	- 0.1265	- 0.1264

Yukarıdaki tablodan da görüleceği gibi elastikiyetlerin tümü birden küçüktür (inelastik).

## 6. Model 6

- a. Talep = f (Çimfiy, Nüfus, Kredi)  
 Üretim = f (Çimfiy, Yemdf, Ücret, Zaman)  
 $Q_T = Q_U$

Tablo 92

Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özelleri ve Tahmini Değerleri (Model 6-a)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	- 34076.0000	- 6.0190	- 33409.0000	- 5.8387	- 30336.0000	- 6.3910
Çimfiy	- 1.1968	- 4.0581	- 1.1564	- 3.8661	- 0.9689	- 3.9700
Nüfus	1.1393	7.9583	1.1221	7.7518	1.0430	8.6997
Kredi	0.0145	4.2007	0.0141	4.0157	0.0119	4.1543
R <sup>2</sup>	0.9437		0.9436		0.9963	
DW	2.0362		2.0217		1.8966	
S <sub>y</sub>	928.2030		928.9290		823.9180	

Yıllar	Gerçek	Tahmin Değerleri		
	Çimento Talebi	EKKYT	2AEKKYT	3AEKKYT
1971	7553.0000	7063.0693	7110.8070	7338.4431
1972	8425.0000	8086.6869	8119.3596	8277.7547
1973	8946.0000	9166.7874	9182.9989	9265.6462
1974	9040.0000	10180.4739	10182.9792	10202.6701
1975	10850.0000	11368.1541	11352.7620	11290.0557
1976	12391.7002	12280.9430	12252.5615	12130.1135
1977	13831.7002	13182.2348	13141.6393	12962.9574
1978	15344.0000	14038.2946	13987.4447	13761.5718
1979	13811.7998	14702.2325	14647.9800	14406.7504
1980	12874.9004	13685.6436	13685.0968	13693.4660
1981	15043.2002	14238.1210	14243.1694	14276.5248
1982	15777.7002	14837.1826	14847.4132	14903.4853
1983	13594.9004	15223.4847	15247.7353	15365.2924
1984	15737.0000	15641.0201	15680.9901	15863.4444
1985	17581.0000	16859.0435	16896.1119	17040.6170
1986	20004.0000	20252.5292	20226.8525	20027.1086

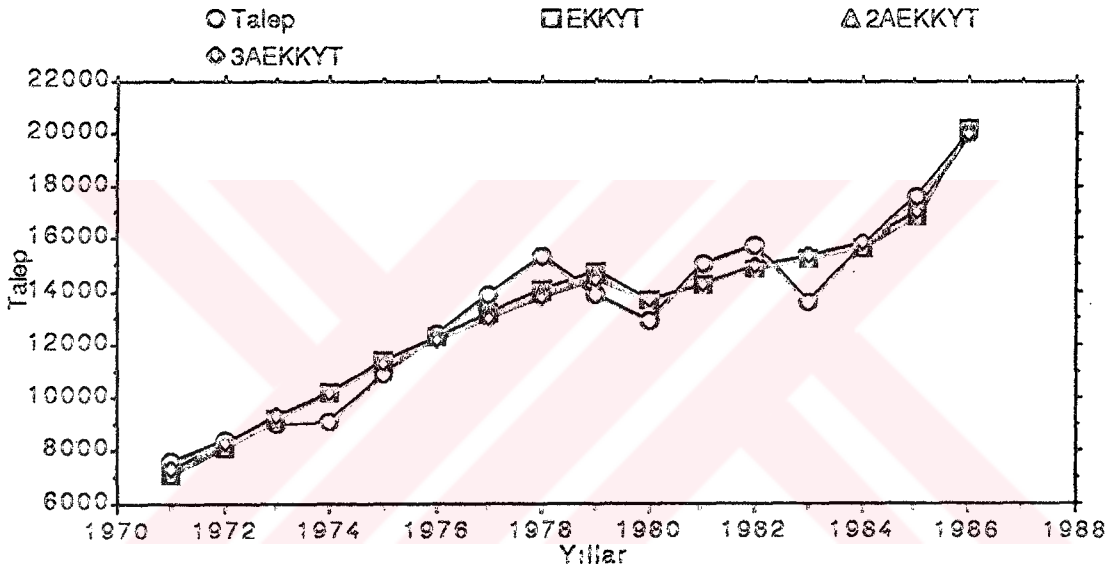
Bu modelde tablodan görüleceği üzere talep; çimento fiyatı, nüfus ve kredi değişkenleriyle açıklanmaktadır. Çimento fiyatı parametresinin negatif, diğerlerinin ise pozitif işaretli olması teorik olarak doğrudur. Parametreler % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,12} = 2.179$ ) üç yöntemde de anlamlı bulunmaktadır. Regresyon katsayıları birbirine yakın değerlidir. Yani; diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla çimento fiyatındaki bir birimlik artış çimento talebinde 0.96 ile 1.19 birim arasında azalışa sebep olurken; sırasıyla nüfus ve kredi değişkenleri çimento talebinde 1.04 ile 0.01 birim artışa yol açmaktadır. Çoklu determinasyon katsayısı ( $R^2$ ) % 94-99 arasında bulunmuştur. Bu oranın yüksekliği çimento fiyatı, nüfus ve kredi değişkenlerinin çimento talebini açıkladığının bir göstergesi olmaktadır. Otokorelasyon sorunu EKK ve 2AEKK yöntemlerinde söz konusu değilken 3AEKK yönteminde kararsızlık bölgesinde bulunmaktadır. Regresyonların standart hatası en küçük değerli 3AEKKY'dedir. Sonuçlar genel olarak karşılaştırıldığında söz konusu üç yöntem açısından 3AEKKY'nin daha etkin olduğu ortaya ortaya çıkmaktadır.

Tablo 93  
Çimento Talebi Elastikiyet Değerleri Model (6-a)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	- 0.3428	- 0.3313	- 0.2776
Nüfus	3.7552	3.6985	3.4378
Kredi	0.1738	0.1683	0.1431

Tablodan da görüleceği üzere çimento fiyatı, nüfus ve kredi değişkenlerine ait çimento talep elastikiyetleri içinde en yüksek değerlisi nüfus değişkenine ait olmaktadır (3.43-3.75).

Şekil 35  
Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 6-a)



Tablo 94  
Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özelleri ve Tahmin Değerleri (Model 6-a)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	7510.9000	11.0480	7455.7000	10.8880	7383.6000	13.5760
Çimfiy	0.5888	1.3858	0.7441	1.7010	0.8662	3.0816
Yemdf	- 3.3135	- 3.5265	- 3.3976	- 3.5891	- 2.4521	- 3.6328
Ücret	0.6208	2.8206	0.5989	2.7001	0.3474	2.9007
Zaman	621.3800	5.4362	636.7000	5.5192	671.9900	7.9699
R <sup>2</sup>	0.9377		0.9369		0.9955	
DW	1.9806		2.0136		1.9027	
Sy	1020.3100		1026.4900		907.7320	

Yıllar	Gerçek	Tahmin Değerleri		
	Çimento Üretimi	EKKYT	2AEKKYT	3AEKKYT
1971	7553.0000	7718.2151	7683.7939	7798.8137
1972	8425.0000	8375.0210	8350.881	8479.5796
1973	8946.0000	9115.2041	9100.3269	9212.4974
1974	9040.0000	9721.2662	9725.4540	9886.4713
1975	10850.0000	10830.8377	10847.3606	10874.2236
1976	12391.7002	11595.4205	11628.8458	11646.6832
1977	13831.7002	12989.0650	13019.2045	12777.6403
1978	15344.0000	14307.1707	14322.3823	13824.6014
1979	13811.7998	14952.9732	14961.8515	14452.5650
1980	12874.9004	14638.1246	14700.6356	14638.7687
1981	15043.2002	13589.6558	13621.0422	14074.1238
1982	15777.7002	15039.5308	15008.4825	15077.4585
1983	13594.9004	14780.7335	14800.0578	15288.4110
1984	15737.0000	15718.5310	15627.6304	15826.2807
1985	17581.0000	17611.8431	17354.1956	16857.9107
1986	20004.0000	19822.3090	20053.7568	20089.8726

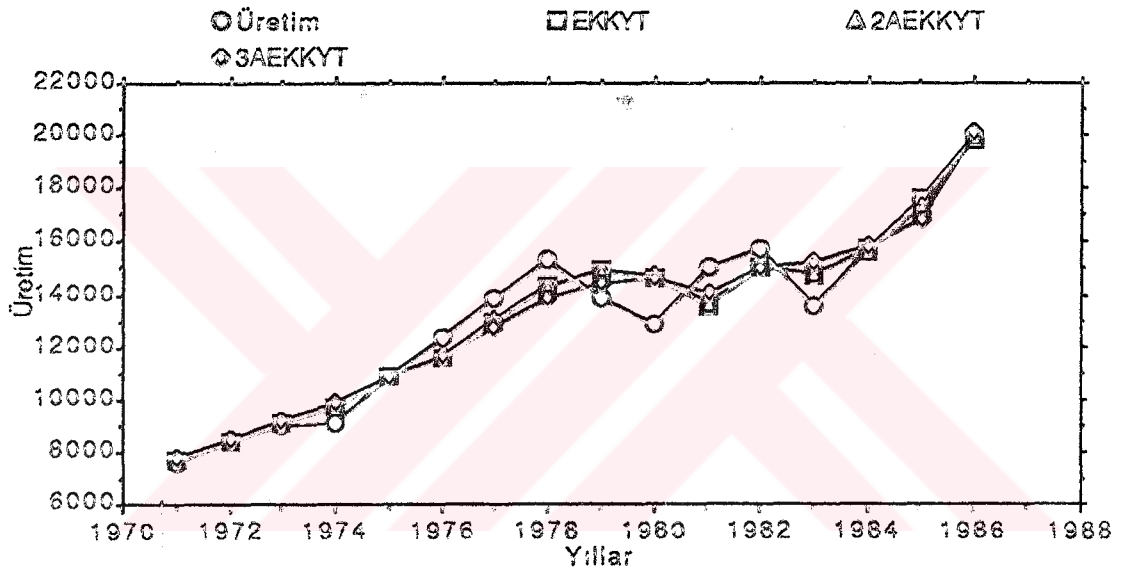
Çimento fiyatı, yakacak ve enerji maddeleri fiyatı, ücret ve zaman değişkenleri çimento üretimini belirlemektedir. Değişkenlere ait katsayıların işaretleri doğru yönde olup, % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,11} = 2.201$ ) hepsi anlamlıdır. Çoklu determinasyon katsayısının % 93-99 civarında çıkması, çimento üretimindeki değişmelerin % 93-99'unun çimento fiyatı, yakacak ve enerji maddeleri fiyatı, ücret ve zaman değişkenindeki değişmelerden meydana geldiğini göstermektedir. EKK ve 2AEKK yönteminde otokorelasyon sorunu mevcut değilken 3AEKKY'de kararsızlık bölgesinde bulunmaktadır. Regresyonların standart hatası en küçük değerli 3AEKKY'dedir. Değişkenlere ait katsayı değerleri incelendiğinde; diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla yakacak ve enerji maddeleri fiyatındaki bir birimlik değişme çimento üretiminde 2.45 ile 3.31 birim arasında azalmaya sebep olurken sırasıyla çimento fiyatı, ücret ve zamandaki bir birimlik değişme çimento üretiminde 0.58 ile 0.86; 0.34 ile 0.62 ve 621.38 ile 671.99 birim arasında bir artışa yol açmaktadır. Otokorelasyon sorunu 2 ve 3AEKKY'de kararsızlık bölgesinde yer almakta ve ayrıca 3AEKKY en düşük regresyon standart hata değerini taşımaktadır. Katsayıların anlamlılıkları, çoklu determinasyon katsayısı ve regresyonların standart hataları itibariyle üç yöntem temel özellikleri bakımından karşılaştırıldığında 3AEKKY'nin daha iyi çözüm verdiği ortaya çıkmaktadır.

Tablo 95  
Çimento Üretimi Elastikiyet Değerleri (Model 6-a)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	0.1686	0.2131	0.2481
Yemdf	- 0.9089	- 0.9320	- 0.6726
Ücret	0.7692	0.7421	0.4305
Zaman	0.4008	0.4107	0.4335

Çimento fiyatı, yakacak ve enerji maddeleri fiyatı, ücret ve zaman değişkenleri itibariyle çimento üretimi elastikiyet değerleri birin altındadır. İçerinde en yüksek değerlisi yakacak ve enerji maddeleri fiyatına ait olmaktadır. Diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla söz konusu değişkendeki % 1'lik artış çimento üretiminde % 0.67 ile % 0.90 arasında azalış yaratmaktadır.

Şekil 36  
Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 6-a)





b. Talep = f (Çimfiy, Nüfus, Kredi)  
 Üretim = f(Çimfiy, Yemdf, Ücret, Zaman)  
 Ücret = f(Gsmh, Yat, Zaman)  
 Yat = f(Çimfiy, Kko, Ücret)  
 $Q_T = Q_U$

Tablo 96  
 Çimento Talep Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 6-b)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	- 34076.0000	- 6.0190	- 32242.0000	- 5.5114	- 28424.0000	- 6.2130
Çimfiy	- 1.1968	- 4.0581	- 1.0856	- 3.5296	- 0.8535	- 3.7076
Nüfus	1.1393	7.9583	1.0920	7.3735	0.9937	8.6147
Kredi	0.1145	4.2007	0.0133	3.6896	0.0105	3.9279
R <sup>2</sup>	0.9437		0.9431		0.9961	
DW	2.0362		1.9855		1.7897	
Sy	928.2030		933.6870		848.4280	
	Gerçek		Tahmin Değerleri			
Yıllar	Çimento Talebi	EKKYT	2AEKKYT	3AEKKYT		
1971	7553.0000	7063.0693	7194.4242	7477.2180		
1972	8425.0000	8086.6869	8176.5890	8373.3735		
1973	8946.0000	9166.7874	9211.3949	9314.1126		
1974	9040.0000	10180.4739	10187.3675	10211.8474		
1975	10850.0000	11368.1541	11325.8012	11247.9570		
1976	12391.7002	12280.9430	12202.8487	12050.7888		
1977	13831.7002	13182.2348	13070.5324	12848.6061		
1978	15344.0000	14038.2946	13898.3761	13617.7797		
1979	13811.7998	14702.2325	14552.9515	14253.0865		
1980	12874.9004	13685.6436	13684.1391	13693.0177		
1981	15043.2002	14238.1210	14252.0121	14291.6777		
1982	15777.7002	14837.1826	14865.3330	14933.0058		
1983	13594.9004	15223.4847	15290.2126	15434.1367		
1984	15737.0000	15641.0201	15751.0013	15975.9053		
1985	17581.0000	16859.0435	16961.0407	17141.4742		
1986	20004.0000	20252.5292	20181.8773	19941.9145		

Bu modelde talep tahmin denklemini açıklayan değişkenler çimento fiyatı, nüfus ve kredidir. Parametreler teorik olarak beklenen yönde (işaretleri itibariyle) ve % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,12} = 2.179$ ) anlamlıdır. Regresyon katsayı değerleri ise birbirine yakın değerlidir. Şöyle ki; diğer değişkenler sabit kalmak kaydıyla çimento fiyatındaki bir birim artış çimento talebinde 0.85 ile 1.19 birim değer azalışına sebep olurken; sırasıyla nüfus ve kredi miktarındaki bir birim artış çimento talebinde 0.99 ile 1.13 ve 0.01 birim değer artışına yol açmaktadır. Çoklu determinasyon katsayısı ( $R^2$ ) % 94-99 arasında bulunmuştur. Bu durum talepteki değişmelerin % 94-99'unun çimento fiyatı, nüfus ve kredi değişkenlerindeki değişmelerden meydana gelmesiye açıklanabilir.

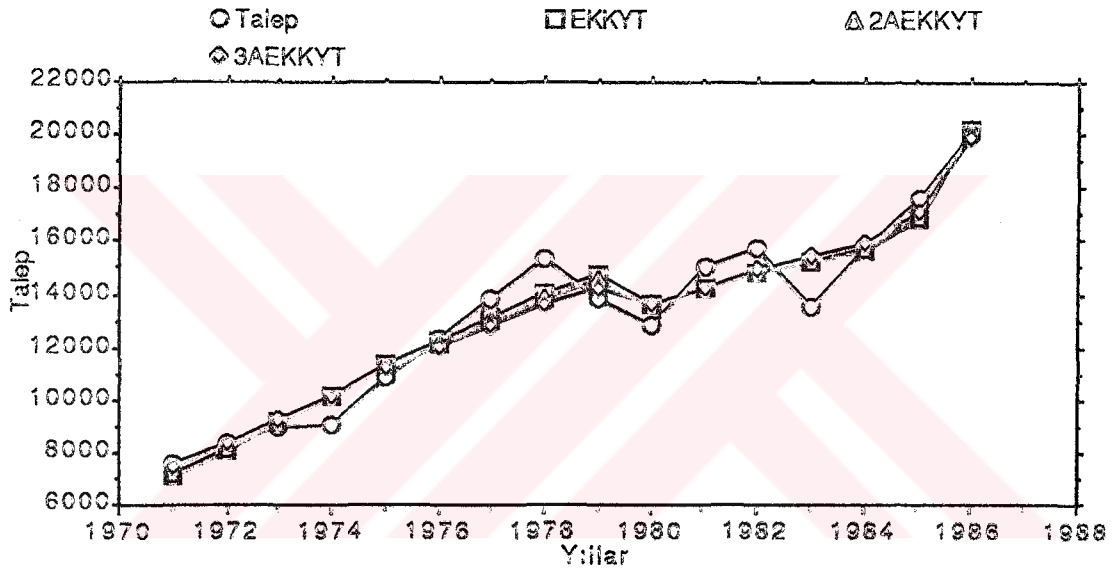
Otokorelasyon sorunu EKK ve 2AEKK yöntemlerinde mevcut değildir. Buna karşılık 3AEKKY'de kararsızlık bölgesinde bulunmaktadır. Regresyonların standart hataları karşılaştırıldığında ise 3AEKKY'nin daha düşük değerli olduğu ortaya çıkmaktadır. EKK, 2AEKK ve 3AEKK yöntemlerine göre yukarıdaki açıklamalar dikkate alınır ise bu modelde de 3AEKKY'nin daha etkin sonuçlar verdiği anlaşılmaktadır.

Tablo 97  
Çimento Talebi Elastikiyet Değerleri (Model 6-b)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	- 0.3428	- 0.3110	- 0.2445
Nüfus	3.7552	3.5993	3.2754
Kredi	0.1738	0.1587	0.1264

Değişkenlere ait çimento talep elastikiyet değerleri tablodan da görüleceği üzere en yüksek değerli nüfus değişkenindedir (3.27 - 33.75).

Şekil 37  
Çimento Talebine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 6-b)



Tablo 98  
Çimento Üretim Denklemine Ait İstatistik Özetleri ve Tahmin Değerleri (Model 6-b)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	7510.9000	11.0480	7355.7000	9.5282	7341.8000	12.9610
Çimfiy	0.5888	1.3858	0.8939	1.3997	0.9386	- 2.8443
Yemdf	- 3.3135	- 3.5265	- 2.9930	- 1.9986	- 1.4640	- 2.2843
Ücret	0.6208	2.8206	0.4643	1.0330	0.1011	0.6784
Zaman	621.3800	5.4362	668.5200	4.4275	697.7000	7.6144
R <sup>2</sup>	0.9377		0.9331		0.9941	
DW	1.9806		2.0075		1.6994	
Sy	1020.3100		1056.9000		1042.2900	

Yıllar	Gerçek	Tahmin Değerleri		
	Çimento Üretimi	EKKYT	2AEKKYT	3AEKKYT
1971	7553.0000	7718.2151	7691.5271	7935.4970
1972	8425.0000	8375.0210	8376.8697	8622.1094
1973	8946.0000	9115.2041	9129.4527	9330.5713
1974	9040.0000	9721.2662	9794.9171	10043.1052
1975	10850.0000	10830.8377	10865.0544	10886.3479
1976	12391.7002	11595.4205	11657.7799	11639.3964
1977	13831.7002	12989.0650	12926.1602	12505.4406
1978	15344.0000	14307.1707	14101.5270	13295.5159
1979	13811.7998	14952.9732	14735.7595	13912.1459
1980	12874.9004	14638.1246	14721.6856	14538.5215
1981	15043.2002	13589.6558	13873.4048	14508.2436
1982	15777.7002	15039.5308	15039.2585	15148.4389
1983	13594.9004	14780.7335	15063.3141	15770.9336
1984	15737.0000	15718.5310	15680.4472	16068.0618
1985	17581.0000	17611.8431	16958.4541	16484.3048
1986	20004.0000	19822.3090	20190.2893	20117.2678

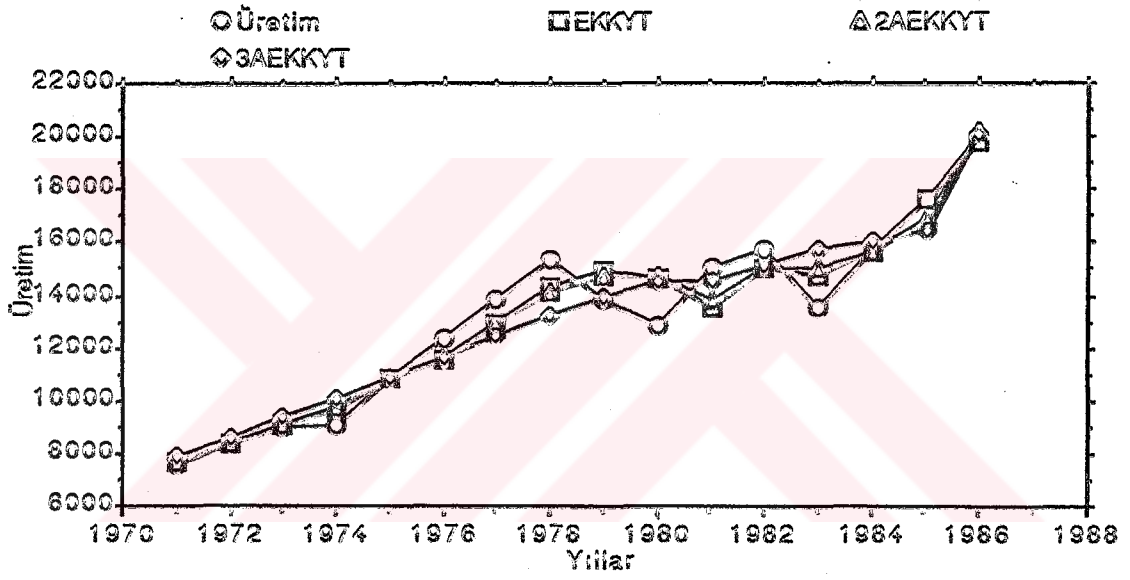
Tablodan da görüleceği üzere çimento üretimi; çimento fiyatı, yakacak ve enerji maddeleri fiyatı, ücret ve zaman değişkenleriyle açıklanmaktadır. Yakacak ve enerji madde fiyatlarının negatif, diğerlerinin ise pozitif işaretli olması teoriye paralellik göstermektedir. Test istatistikleri % 5 önem seviyesinde ( $t_{0,05,11} = 2.201$ ) incelendiğinde ücretin EKK'de 2.82, 2AEKK'de 1.03 ve nihayet 3AEKK yönteminde de 0.67 değerine düşerek anlamsız duruma geldiği anlaşılmaktadır. Çoklu determinasyon katsayısının ( $R^2$ ) % 93-99 civarında seyretmesi söz konusu değişkenlerin çimento üretimini açıklamada yeterli olduklarının bir göstergesidir. EKK ve 2AEKK'de hata terimleri arasında otokorelasyon mevcut değilse de, 3AEKKY'de kararsızlık bölgesinde yer almaktadır. EKKY'de regresyonların standart hatası en küçük değere sahiptir. Değişkenlere ilişkin katsayılara gelince diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla yakacak ve enerji madde fiyatlarındaki bir birim artış çimento üretiminde EKK ile 2AEKK yöntemlerinde 2.99 ile 3.31, 3AEKKY'de ise 1.46 birim azalışa sebep olurken; sırasıyla çimento fiyatı, ücret ve zamandaki bir birim artış çimento üretiminde 0.58 ile 0.93; 0.10 ile 0.62 ve 621.38 ile 697.70 birim arasında değişen artışa yol açmaktadır.

Tablo 99  
Çimento Üretimi Elastikiyet Değerleri (Model 6-b)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	0.1686	0.2561	0.2689
Yemdf	-0.9089	-0.8210	-0.4015
Ücret	0.7692	0.5753	0.1253
Zaman	0.4008	0.4311	0.4500

Çimento fiyatı, yakacak ve enerji maddeleri fiyatı, ücret ve zaman değişkenlerine göre çimento üretim elastikiyet değerleri tablodan da görüleceği üzere birin altında seyretmektedir. İçlerinden en yüksek değerlisi yakacak ve enerji maddeleri fiyatına ait elastikiyet değeridir.

Şekil 38  
Çimento Üretimine Ait Gerçek ve Tahmin Değerleri (Model 6-b)



Tablo 100  
Ücret Denklemine Ait İstatistik Özetleri (Model 6-b)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	- 1682.3000	- 3.0673	- 1879.1000	- 2.6602	- 1868.0000	- 3.0547
Gsmh	0.0015	23.6880	0.0014	7.6505	0.0014	8.8824
Yat	0.0717	4.0224	0.1130	1.9771	0.1114	2.2549
Zaman	541.3700	6.3995	599.9100	4.7431	596.6800	5.4515
R <sup>2</sup>	0.9988		0.9983		0.9989	
DW	1.3459		0.9898		0.9821	
Sy	856.7570		1030.4900		882.1560	

Bu modelde ücret değişkeni; gsmh, yatırım ve zaman değişkenleriyle açıklanmaktadır. Değişkenlere ilişkin parametre işaretlerinin tümü beklenen yönde (pozitif) olup % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,12} = 2.179$ ) t istatistikleri anlamlıdır. Parametre değerleri incelendiğinde gsmh'daki bir birimlik artış ücretin 0.001 birim artmasına yol açarken; yatırımın EKK'de 0.07 iken (sapmalı) 2 ve 3AEKK yönteminde 0.11 değerine yükselmesi (ki yatırımdaki bir birimlik artış ücretin 0.11 birim artmasına sebep olmakta) ve zamandaki bir birimlik artışın ücreti 541.37 ile 599.91 birim artırdığı sonucunu vermektedir. Çoklu determinasyon katsayısı (R<sup>2</sup>) üç yöntemde de % 99 çıkmıştır. Bu itibarla ücretteki değişmelerin % 99'unun gsmh, yatırım ve zamandan kaynaklandığı ifade edilebilir. Otokorelasyon sorunu üç yöntemde de kararsızlık bölgesinde olup regresyonların standart hatası en düşük değeri ile EKK yöntemindedir.

Tablo 101  
Ücret Elastikiyet Değerleri (Model 6-b)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Gsmh	0.7440	0.6812	0.6838
Yat	0.0770	0.1215	0.1198
Zaman	0.2818	0.3119	0.3102

Değişkenlere ilişkin ücret elastikiyet değerlerinin tümü birin altındadır. Gsmh değişkenine ait elastikiyet değeri 0.68 ile 0.74 arasında olup en yüksek değerli olanıdır.

Tablo 102  
Yatırım Denklemine Ait İstatistik Özetleri (Model 6-b)

Değişken	EKKY		2AEKKY		3AEKKY	
	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat	Parametre	t-istat
C	-130580.0000	-4.0209	-207030.0000	-2.6380	-194250.0000	-2.9322
Çimfiy	-13.4690	-3.8910	-17.9350	-2.5751	-16.4250	-2.3458
Kko	156510.0000	3.8101	253250.0000	2.7947	237340.0000	2.8569
Ücret	4.8213	5.5487	5.9843	-2.1238	5.6013	3.1547
R <sup>2</sup>	0.9504		0.9271		0.9489	
DW	2.2946		2.8663		2.8371	
S <sub>y</sub>	8472.3000		10272.200		8438.1700	

Tablodan da görüleceği gibi çimento fiyatı, kko ve ücret değişkenleri yatırımı belirlemektedir. Parametrelerin işaretleri beklenen yönde ve % 5 önem seviyesinde ( $t_{0.05,12} = 2.179$ ) teoriye uygundur. Değişkenlere ilişkin regresyon katsayıları sırasıyla incelendiğinde çimento fiyatının EKK'de -13.46 iken 2 ve 3AEKK yöntemlerinde, -16.42 ile -17.93 değerine yükselmesi (çimento fiyatındaki bir birimlik artış yatırımında 16.42 ile 17.93 birim arasında bir azalış), kko'nun EKK'de 156510 birim iken 2 ve 3AEKK yöntemlerinde 237340 ile 253250 birim değerine yükselmesi (kko'daki bir birimlik artış yatırımında 237340 ile 253250 birim arasında



artıŖa) ve son olarak ücretin EKK'de 4.82 birim iken 2 ve 3AEKK yöntemlerinde 5.54 ile 5.60 birim değerine yükselmesi (ücretteki bir birimlik artıŖ yatırımında 5.54 ile 5.60 birim arasında artıŖa) EKKY'nin sapmalı olduğunun bir göstergesidir. Çoklu determinasyon katsayısının % 92-95'inin çimento fiyatı, kko ve ücretten meydana geldiğini göstermektedir. Otokorelasyon sorunu üç yöntemde de kararsızlık bölgesinde bulunmakta ve regresyonların standart hatası ise en küçük değeri ile 3AEKKY'de yer almaktadır. Buraya kadar yapılan açıklamalara bağlı olarak tüm sonuçlar dikkate alındığında 3AEKKY'nin diğer yöntemlere nazaran daha etkin sonuç verdiği söylenebilir.

Tablo 103  
Yatırım Elastikiyet Değerleri (Model 6-b)

	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	- 2.8960	- 3.8562	- 3.5317
Kko	6.8467	11.0771	10.3812
Ücret	4.4835	5.5648	5.2086

Çimento fiyatı, kko ve ücretlere iliŖkin yatırım elastikiyet değerlerinin hepsi birin üstünde olup elastiktir. Bu itibarla diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla, çimento fiyatındaki % 1'lik artıŖ yatırımında % 2 ila % 3 civarında bir azalıŖa sebep olurken; kko'daki % 1'lik artıŖ yatırımında % 6 ila % 10 arasında bir artıŖa ve son olarak ücretteki % 1'lik artıŖ yatırımında % 4 ila % 5 arasında bir artıŖ yaratmaktadır.

### III. ÇİMENTO TALEP VE ÜRETİMİNE AİT KATSAYI VE ELASTİKİYET ORTALAMALARI

Miktar ve fiyat bazında değişkenlere ait çimento talep ve üretimine ilişkin katsayı ve elastikiyet değerleri her model için ayrı ayrı belirlendikten sonra ; çimento talep ve üretim denklemlerindeki tüm değişkenlerin aritmetik ortalaması alınmak suretiyle genel bir sonuca varılmaya çalışılmıştır.

#### A. ÇİMENTO TALEBİNE AİT KATSAYI VE ELASTİKİYET ORTALAMALARI

Tablo 104

Çimento Talebine Ait Katsayı ve Elastikiyet Ortalamaları

Değişken	Katsayı ortalamaları			Elastikiyet ortalamaları		
	EKKY	2AEKKY	3AEKKY	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	- 1.3674	- 1.5914	- 1.5838	- 0.3916	- 0.4683	- 0.4546
Nüfus	1.1393	1.1114	1.1003	3.7552	3.6934	3.6025
Kredi	0.0149	0.0153	0.0143	0.1793	0.1725	0.1715
Fgsmh	0.0272	0.0442	0.0445	0.3265	0.5295	0.5321
İnrah	0.0003	0.0003	0.0003	0.7840	0.8495	0.8429
İhr	2.0448	2.009	2.0799	0.2427	0.2385	0.2468
Zaman	1038.4000	1033.1330	1038.6000	0.6699	0.6664	0.6700

Çimento talebine ait katsayı ve elastikiyet ortalamaları genel olarak incelendiğinde, hem katsayı ve hem de elastikiyet açısından 2 ve 3AEKK yöntemlerinin özellikle çimento fiyatı ve fgsmh değişkenlerinde birbirine çok yakın değerler verdiği görülür. Katsayılar genelde diğer değişkenler sabit kalmak kaydıyla; çimento fiyatındaki bir birimlik değişim çimento talebinde EKK'de 1.36 birim, 2 ve 3AEKK yöntemlerinde ise 1.58 ile 1.59 birim azalmaya sebep olurken; nüfus değişkenindeki bir birim artış çimento talebinde 1.10-1.13 birim artışa; fgsmh'daki bir birim artış çimento talebinde EKK'de 0.02; 2 ve 3AEKK yöntemlerinde 0.04 birim artışa ve nihayet inşaat ruhsatlarındaki bir birim artış çimento talebinde 0.0003 birim artışa yol açmaktadır. Değişkenlere ait elastikiyet ortalamaları ise, diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla çimento fiyatındaki % 1'lik artış çimento talebinde EKK'de % 0.39, 2 ve 3AEKK yöntemlerinde ise % 0.45 ile % 0.46 bir azalmaya;

nüfus değişkenindeki % 1 artış çimento talebinde % 3'ün üzerinde bir artışa; fgsmh'daki % 1 artış çimento talebinde EKK'de % 0.32, 2 ve 3AEKK yöntemlerinde % 0.52 ile % 0.53 ve inşaat ruhsatlarındaki % 1 artış çimento talebinde % 0.78 ile % 0.84 kadar bir artışa yol açmaktadır.

Ortalamlar esas alınmak suretiyle elde edilen sonuçlar içinde en anlamlı değişken nüfus miktarı olarak ortaya çıkmıştır. İnşaat sektörünün önemli bir maddesi olan çimentonun nüfus ile ilişkisinin doğal karşılanması gerekir. Nüfus artışı, konut ve istihdam artırıcı yatırımları zorunlu kılmaktadır. Elastikiyet değerinin % 3'ün üstünde çıkması da bu durumun bir ispatı olmaktadır.

## B. ÇİMENTO ÜRETİMİNE AİT KATSAYI VE ELASTİKİYET ORTALAMALARI

Tablo 105

Çimento Üretimine Ait Katsayı ve Elastikiyet Ortalamaları

Değişken	Katsayı ortalamaları			Elastikiyet ortalamaları		
	EKKY	2AEKKY	3AEKKY	EKKY	2AEKKY	3AEKKY
Çimfiy	0.6443	0.7577	0.7201	0.1845	0.2152	0.2062
Ener	0.0071	0.0088	0.0092	0.3242	0.4001	0.4163
İşgücü	0.1246	0.0717	0.0922	0.3419	0.1969	0.2529
Tuğmik	2.8805	2.8588	2.8281	1.0588	1.0508	1.0395
Kko	4235.7500	6341.6000	4558.6000	0.3864	0.4147	0.2754
Yemdf	- 2.7438	- 3.0027	- 2.3220	- 0.7525	- 0.8250	- 0.6365
Yat	0.0595	0.0750	0.0492	0.0793	0.1000	0.0656
Ücret	0.6207	0.6029	0.4203	0.7691	0.7471	0.5208
Demfiy	- 2.6548	- 2.7477	- 2.8156	0.5606	0.5802	0.5946
Zaman	633.3800	827.2675	709.7000	0.5190	0.5336	0.5091

Çimento üretimine ait katsayı ve elastikiyet ortalamaları da genel olarak incelendiğinde, çimento fiyatı enerji miktarı ve işgücü katsayılarının 2 ve 3AEKK yöntemlerinde daha yakın çıktığı gözlemlenmiştir. Katsayıların kısmi türevler olduğu dikkate alınırsa, diğer değişkenler sabit kalmak kaydıyla tuğla miktarındaki bir birim artış çimento üretiminde 2.82 - 2.88 birim bir artışa, yakacak ve enerji madde fiyatlarındaki bir birim artış çimento üretiminde 2.32 ile 3 birim civarında

azalışa yol açmaktadır. Elastikiyet ortalamaları ise, diğer değişkenler sabit kalmak şartıyla, tuğla miktarındaki % 1 artış çimento üretiminde de % 1 civarında bir artışa ; yakacak ve enerji maddeleri fiyatındaki % 1 artış çimento üretiminde % 0.63 ile % 0.82 azalışa sebep olmaktadır.

Geneide tek denklem veya bir denklem setinden elde edilen sonuçların sapmalı olabileceği dikkate alınınca ayrı ayrı olayla ilgili çok sayıda denklem ya da denklem setinden oluşan değerlerin ortalaması genel bir ifade olarak daha anlamlı ve sapmalardan soyutlanmış ortalama bir değer verir.

## SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmanın ilk bölümünde 2 ve 3AEKKY'leri ele alınmış ve karşılaştırılmaları yapılmıştır. Çalışmanın ana konusunu teşkil eden ikinci bölümde ise; söz konusu yöntemler ile basit EKK yöntemlerinin karşılaştırmalı analizleri Türkiye Çimento Sanayiinde çimento talep ve üretimine etki eden ve bunlardan etkilenen ekonomik değişkenler bazında çeşitli modeller ile gerçekleştirilmiştir. Çimento üretimine göre modeller iki ayrı grupta incelenmiş olup bunlar çimento üretimini miktar ve fiyat açısından açıklayan modellerdir.

Miktar açısından 5 model ele alınmıştır. Modellerde parametrelerin anlamlılıkları, çoklu determinasyon katsayıları, regresyonların standart hataları belirlenmiş ve hata terimleri arasında otokorelasyon olup olmadığı DW otokorelasyon testi ile saptanmıştır. Ayrıca, üç yöntem açısından değişkenlere ait elastikiyet değerleri bulunmuştur. Bulgulara göre, miktar açısından modellerin genel değerlendirilmesi yapıldığında; 3AEKK'in diğer yöntemlere göre daha iyi çözüm verdiği belirlenmiştir. Üç yöntemde de hata terimleri arasındaki otokorelasyonun kararsızlık bölgesinde yer aldığı veya mevcut olmadığı ortaya çıkmıştır. Elastikiyet sonuçları dikkate alındığında, en etkin değişkenlerin nüfus ve tuğla miktarı olduğu görülmüştür. Nüfus değişkenine ait elastikiyet değerinin 3'ün üstünde; tuğla miktarına ait olanın ise 1 civarında çıkması bunların etkin olduklarının bir göstergesidir. Yani çimento talep fonksiyonunda önemli bir değişken durumunda olan nüfusun % 1 artışı, çimento talebinde yaklaşık % 3 bir artış yaratmıştır ki; bu durum inşaat sektörünün önemli bir girdisi olan çimentonun nüfus değişkeni ile çok sıkı ilişkide olduğunu ortaya çıkarmıştır. Nitekim; çimento üretim fonksiyonunda, tuğla miktarındaki % 1'lik artış çimento üretiminde de % 1 artışa sebep olmuştur. Artan nüfusa barınak ve istihdam imkanlarının yaratılması zorunluluğu ve çimentonun genele tuğla ile birlikte kullanıldığı dikkate alınır; sonuçların gerçek işleyişi yansıttığı söylenebilir.

Fiyat açısından ise 6 model incelenmiş ve modellerin analiz ve yorumları yukarıdaki gibi yapılmıştır. Fiyat açısından modellerin genel olarak yorumuna gidildiğinde, burada da 3AEKKY'nin daha iyi çözüm verdiği görülmüştür. Yine hata terimleri arasındaki otokorelasyonun kararsızlık bölgesinde yer aldığı veya mevcut olmadığı saptanmıştır. Değişkenlere ilişkin elastikiyet sonuçlarına gelince: Nüfus değişkenine ait çimento talep elastikiyet değeri burada da 3'ün üstünde çıkmıştır. Yakacak ve enerji madde fiyatlarına ait çimento üretim elastikiyet değeri - 0.75 civarında bulunmuştur. Yani, yakacak ve enerji madde fiyatlarındaki % 1 artışın çimento üretiminde yaklaşık % 0.75 civarında bir azalma yarattığını ifade etmek mümkündür.

Öte yandan çimento fiyatındaki % 1 artışın çimento talebinde % 0.39-% 0.46 civarında bir azalma yarattığı ortaya çıkmıştır. Böylece, fiyat değişimleri karşısında

çimento talebinin elastik olmadığı belirlenmiştir. Bu durumda, çimento fiyatındaki artış veya azalışlar çimento tüketimini çok az etkileyebilmektedir. Çimento fiyatına ait üretim elastikiyet sonucu ise ortalama olarak 0.18 - 0.21 arasında çıkmıştır. Çimento fiyatındaki % 1 artış da üretimde % 0.18 - % 0.21 bir artışa sebep olmuştur. Sonuç olarak çimento fiyatı hem üretim ve hem de talep yönünden inelastik bulunmuştur.

Modellerde talep analizlerinin üretime kıyasla daha net sonuçlar verdiğini ve teorik bekleyişler doğrultusunda sonuçların elde edildiğini; ancak üretim modellerinde kullanılan değişkenlerin nitelikleri ve doğrulukları hakkında kesin bir yargıya varılamamakla birlikte üretim olayını tam olarak açıklayan modellerin kurulduğunu ve sonuçların alındığını söylemek zorlaşmaktadır. Çünkü üretim, "üretim faktörlerinin ürün haline dönüşümüdür" diye tanımlanırsa bu fiziki olgunun gerçek verileri ve teorisinin belirlediği değişkenleri kullanma zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Her ne kadar belirtilen eksikliğin varlığından söz edilebilirse de; bu araştırmada üretim olayına ilişkin sonuçları yine de başarılı olarak değerlendirmek mümkündür. Şüphesiz bundan sonraki çalışmalarda bu eksikliğin dikkate alınması faydalı olacaktır.

## FAYDALANILAN KAYNAKLAR

- AKKAYA Ş. Ekonometri II, D.E.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Teksir Yayınları, No: 50, İzmir, 1985.
- AKKAYA Ş. Ekonometri I, İzmir, 1989.
- ALLARD R. J. An Approach to Econometrics, A Halsted Press Book John Wiley Sons, New York, 1974.
- AMEMIYA T. Advanced Econometrics, Basil Blackwell Ltd., Oxford, 1986.
- BRENNAN M. J. Preface to Econometrics, Third Edition, South Western Publishing Company, Cincinnati, 1973.
- CHOW G. C. Econometric Analysis by Control Methods, John Wiley Sons, New York, 1981.
- CHRIST C. F. Econometric Models and Methods, John Wiley Sons, New York, 1966.
- CRAMER J. S. Empirical Econometrics, North Holland Publishing Company, Amsterdam, 1971.
- CUDDY J. D. A. Quantitative Methods in Economics, Rotterdam University Press, 1974.
- DHRYMES P. J. Econometrics Statistical Foundations and Applications, (Econometrics), Second Edition, Springer Verlag, New York, 1974.
- DHRYMES P. J. Introductory Econometrics, Springer Verlag, New York, 1978.
- DUTTA M. Econometric Methods, South Western Publishing Company, Cincinnati, 1975.
- ERLAT H. Ekonometride Tanımlama Sınamaları, O.D.T.Ü. İ.İ.B.F., Yayın No: 45, 1983, Ankara.
- ERTEK T. Ekonometriye Giriş, Araştırma, Eğitim, Ekin Yayınları, İstanbul, 1982.
- FEYZİOĞLU O. Ekonometrik Yöntemler, A.İ.T.İ.A. Yayını, Ankara, 1977.
- FISHER F. M. The Identification Problem in Econometrics, Mc Graw Hill Book Company, New York, 1966.
- FOGLER H. R./ Financial Econometrics for Researchers in Finance and
- GANAPATY S. Accounting, Prentice Hall, New Jersey, 1982.
- FOMBY T./ Advanced Econometric Methods, Springer Verlag, New York,
- HILL R. C./ 1984.
- JOHNSON S. R.

- GRANGER C. Forecasting Economic Time Series, Second Edition, Academic  
W. C. / . Press . Inc., London, 1977
- NEWBOLD P
- GOLDBERGER Econometric Theory, John Wiley Sons, New York, 1964.  
A.S.
- GUJARATI D. N. Basic Econometrics, Second Edition, Mc Graw Hill Book  
Company, New York, 1988.
- HARVEY A. C. Econometric Analysis of Time Series, Philip Allan Publishers  
Ltd., Oxford, 1981.
- HILDENBRAND Advanced Econometrics, Cambridge University  
W. Press, Cambridge, 1982.
- HU T. W. Econometrics: An Introductory Analysis, University Park  
Press, Baltimore, 1973.
- HUANG D. S. Regression and Econometrics Methods, John Wiley Sons, New  
York, 1970.
- INTRILIGATOR Econometric Models, Techniques and Applications, Englewood  
M. D. Cliffs, New Jersey, 1978.
- JOHNSTON J. Econometric Methods, Third Edition, Mc Graw Hill Book  
Company, Newyork, 1984.
- JOHNSTON J. Ekonometrik Metodlar, A.Ü. Basımevi, Erzurum, 1981.  
(Çev., İŞYAR  
Yüksei / KİP  
Ergun)
- JUDGE G. G./ The Theory and Practice of Econometrics, Second Edition,  
GRIFFITHS W.E John./ Wiley Sons, New York, 1988.
- LUTKEPOHL H./
- LEE T. C.
- KELEJIAN H. H./ Introduction to Econometrics, Harper Row, Publishers,  
OATES W. E New York, 1974.
- KENNEDY P. A Guide to Econometrics, First Published, Martin Robertson  
and Company Ltd., Cambridge, 1979.
- KILIÇBAY A. Ekonometrinin Temelleri, İ.Ü. İktisat Fakültesi Yayın No:454,  
İstanbul, 1980.
- KILIÇBAY A. Ekonometrik Metodlar ve Bir Araştırma (Ekonometrik  
Metodlar), Sermet Matbaası, İstanbul, 1975.



- KLEIN L. R. A Text Book of Econometrics, Prentice Hall, Inc., New Jersey, 1974.
- KMENTA J./ Evaluation of Econometric Models, Academic Press,  
RAMSEY J. B. New York, 1980.
- KOUTSOYIANNIS A. Theory of Econometrics, Second Edition, Harper Row  
Publishers, Ontario, 1977
- LESER C. E. V. Econometric Techniques and Problems, Charles Griffin  
Company Ltd., London, 1966.
- MADANSKY A. Foundation of Econometrics, New York, 1976.
- MADDALA G. Econometrics, Mc Graw Hill, New York, 1977.
- MALINVAUD E. Statistical Methods of Econometrics, Amsterdam, 1980.
- MANSKI C. F./ Structural Analysis Discrete Data With Econometric  
FADDEN D. M. Applications, The Mit Press, Cambridge, 1986.
- MIRER T. W. Economic Statistics and Econometrics, Mc Millan Publishing  
Company, New York, 1983.
- MURPY J. L. Introductory Econometrics, Richard D. Irwin, Ontario,  
1973.
- NEELEMAN D. Multicollinearity Models, Tilburg University Press, 1973.
- PHILIPS P. C. B./ Exercises in Econometrics, Vol.: 2, Philip Allan / Ballin  
WICKENS M. R. Company, Oxford, 1978.
- PINDYCK R. S./ Econometric Models and Economic Forecast, Second  
RUBINFELD D. Edition, International Student Edition, Mc Graw Hill, New  
York, 1981.
- POLLOCK D. S.G. The Algebra of Econometrics, John Wiley Sons, London,  
1979.
- RAO P./ Applied Econometrics, Wedsworth Publishing Company,  
MILLER R. L. California, 1971.
- SCHMIDT P. Econometrics, Vol.: 18, Marcel Dekker Inc., New York,  
1976.
- SPENCER J. E./ Exercises in Mathematical Economics and Econometrics With  
GEARY R. C. Outlines of Theory, Hafner Press, A Division of Mc Millan  
Publishing Company, New York, 1974.
- SURREY M. J. C. An Introduction to Econometrics Lectures in Economics,  
Gray-Mills Publishing Ltd., Chicago, 1972.
- ZAREMBKA P. Frontiers in Econometrics, Academic Press, New York,  
1974.

ZELLNER A. An Introduction to Bayesian Inference in Econometrics, John Wiley Sons, New York, 1971.

#### MAKALELER

- AMEMIYA T. "Partially Generalized Least Squares and Two-Stage Least Squares Estimators," *Journal of Econometrics*, 23, 1983.
- BYRON R. P. "The Restricted Aitken Estimation of Sets of Demand Relations", *Econometrica*, Vol.: 38, No: 6, November 1970.
- FISHER W. D./  
WADYCKI W. J. "Estimation a Structural Equation In a Large System," *Econometrica*, Vol.: 39, No: 3, May, 1971.
- HYMANS S. H. "Simultaneous Confidence Intervals In Econometric Forecasting," *Econometrica*, Vol.: 36, No: 1, January 1968.
- JENNINGS L. S. "Simultaneous Equations Estimation," *Journal of Econometrics*, 12, 1980.
- KETELLAPPER  
R. H. "Two Stage Least Squares Estimation in the Simultaneous Equation Model with Errors in the Variable," *The Review of Economics and Statistics*, Vol.: LX10, 1982.
- LAHIRI K./  
SCHMIDT P. "On the Estimation of Triangular Structural Systems," *Econometrica*, Vol.: 46, No: 5, September 1978.
- MADDALA G. S. "Generalized Least Squares with an Estimated Variance and Covariance Matrix," *Econometrica*, Vol.: 39, No: 1, January 1971.
- MADANSKY A. "On the Estimation Three-Stage Least Squares Estimation," *Econometrica*, Vol.: 32, No: 1-2, January-April 1964.
- MARIANO R. S. "Approximations to the Distributions Functions of The Least Squares and Two-Stage Least Squares Estimators In the Case of Two Included Endogenous Variables," *Econometrica*, Vol.: 41, No: 1, January 1973.
- NAGAR A. L./  
GUPTA Y. P. "The Moment Matrix of Two-Stage Least Squares Estimator of Coefficients in Different Equations of Complete System of Simultaneous Equations," *Econometrica*, Vol.: 38, No: 1, January 1970.
- NORAYANAN R. "Computation of Zellner-Theil's Three Stage Least Squares Estimates," *Econometrica*, Vol.: 37, No: 2, April 1969.

- ROTHENBERG "Efficient Estimation of Simultaneous Equation Systems,"  
T. J./ Econometrica, Vol.: 32, No: 1-2, January-April 1964.
- LEENDERS C. T.  
ULLAH A./ "The Exact Mean of The Two-Stage Least Squares Estimator  
NAGAR A. L. of the Structural Parameters in An Equation Having Three  
Endogenous Variables," Econometrica, Vol.: 42, No: 4,  
July, 1974.
- WICKENS M. R. "The Consistency and Efficiency of Generalized Least  
Squares in Simultaneous Equation Systems with  
Autocorrelated Errors," Econometrica, Vol.: 37, No: 4,  
October, 1969.
- WILSON B. K. "Simultaneity and Its Impact on Ecological Regression  
Applications," Biometrics, 41, June 1985.
- ZELLNER A./ "Three Stage Least Squares: Simultaneous Estimation of  
THEIL H. Simultaneous Equations," Econometrica, XXX, January  
1962.

#### DiğER KAYNAKLAR

- DİE 1971 - 1987 İstatistik Yıllıkları.  
DİE 1971 - 1986 İmalat Sanayii Yıllıkları.  
DFT 1973 - 1988 Yıllık Programları.

**E K L E R**  
**Değişkenlere Ait Tablolar Listesi**

Yıllar	Çimento Üretimi (bin ton)	Çimento İhracatı (bin ton)	Tuğla Miktarı (milyon adet)	Kapasite Kullanım Oranı (%)
1971	7553.0	1129.0	2900.0	0.788
1972	8425.0	1446.0	3200.0	0.848
1973	8946.0	980.0	3500.0	0.850
1974	9040.0	408.0	3800.0	0.810
1975	10850.0	921.6	4254.0	0.800
1976	12391.7	881.2	4593.6	0.850
1977	13831.7	1240.4	4962.0	0.758
1978	15344.0	1240.5	5394.4	0.756
1979	13811.8	1077.4	5609.0	0.729
1980	12874.9	788.1	5423.7	0.725
1981	15043.2	3441.0	5315.2	0.724
1982	15777.7	4162.8	5012.7	0.764
1983	13594.9	2330.8	5257.9	0.639
1984	15737.0	1998.0	5606.2	0.682
1985	17581.0	1853.0	6060.0	0.753
1986	20004.0	1129.0	6600.0	0.818

Kaynak : DPT., 1973-1988 Yıllık Programları

Yıllar	Nüfus (bin)	Gayri Safi Milli Hasıla (milyon TL)	Fert Başına Gayri Safi Milli Hasıla (milyon TL)
1971	36215	192602	5318.293
1972	37132	240809	6485.214
1973	38072	309829	8137.975
1974	39036	427697	10956.476
1975	40078	535771	13368.206
1976	40915	670038	16376.341
1977	41768	872894	20898.630
1978	42640	1290723	30270.239
1979	43530	2199520	50528.830
1980	44438	4432659	99749.291
1981	45540	6553546	143907.465
1982	46688	8735054	187094.199
1983	47864	11549143	241290.080
1984	49070	18374840	374461.789
1985	50306	27789416	552407.565
1986	51546	39190480	760301.090

Kaynak : DİE., 1971-1987 İstatistik Yıllıkları

Yıllar	İnşaat Ruhsatları m <sup>2</sup>	Mevduat Banka Kredileri (milyon TL)
1971	16909510	5215
1972	19230934	5200
1973	24494968	5826
1974	20347550	6490
1975	23337452	7904
1976	29618659	8880
1977	28972560	11201
1978	32237307	14321
1979	34080006	16869
1980	28422401	18450
1981	19884344	41865
1982	21728271	70527
1983	25554984	129667
1984	28887793	249860
1985	37251360	594440
1986	55624440	1329877

Kaynak : DİE., 1971-1987 İstatistik Yıllıkları

Yıllar	Enerji (Beygir gücü)	Yatırım (Milyon TL)	İşgücü (adet)	Ücret (Milyon TL)
1971	148284	240	14334	194
1972	275893	364	12800	417
1973	397401	614	30531	658
1974	302786	1001	32116	842
1975	438975	1654	33672	1313
1976	303600	2021	28146	1539
1977	514736	3022	37646	2879
1978	712693	2116	40909	4722
1979	903590	2721	41015	6520
1980	770120	3689	41745	11333
1981	659850	4959	40422	14694
1982	836388	7154	39502	20827
1983	739699	12422	40076	24956
1984	755527	36934	41314	36937
1985	817693	112600	46159	58855
1986	896929	89380	47926	74529

Kaynak : DİE., 1971-1986 İmalat Sanayii Yıllıkları

Yıllar	Çimento Fiyatı (1963 = 100)	Demir Fiyatı (1963 = 100)	Yakacak ve Enerji Madde Fiyatları (1963 = 100)
1971	165.9	168.0	190.8
1972	183.4	172.7	225.0
1973	183.4	172.7	234.3
1974	262.2	292.2	287.4
1975	279.0	295.4	231.3
1976	325.0	291.0	238.6
1977	412.2	338.3	272.1
1978	565.0	547.1	434.3
1979	888.5	967.4	821.3
1980	2621.5	2063.1	2313.6
1981	3493.8	2604.2	3602.3
1982	4434.8	3641.8	4668.6
1983	5951.0	4575.6	5977.3
1984	8212.4	6685.5	8528.5
1985	12563.3	9747.8	13024.5
1986	19855.3	11956.9	16777.5

Kaynak : DİE., 1971-1987 İstatistik Yıllıkları

Y. G.  
Yükseköğretim Kurumu  
Dokümantasyon Merkezi