

BANKALARIN KREDİ SATIŞ ÖNGÖRÜSÜNDE ÇOKLU DOĞRUSAL REGRESYON ÇÖZÜMLEMESİNİN KULLANIMI

Yrd. Doç. Dr. Emel İMİR*
Fahriye SARIYILDIZ**

ÖZET: Bu çalışmada, banka kredisi satış öngörüsü yapılmıştır. Öngörü amacıyla çoklu doğrusal regresyon çözümü kullanılmıştır. Banka yöneticilerinin ve ilgili uzmanların konuya ilişkin görüşleri değerlendirilerek kredi satışını etkileyen faktörler belirlenmiş, sonuçta bu faktörler ele alınarak kredi satış öngörüsü yapılmıştır.

SUMMARY: In this study, bank credit sales' forecasts has been produced and multiple linear regression analysis has been used for forecasting. Evaluating the bank manager's and executive's point of views related to the subject, factors that effect sales of credit have been determined, finally by considering the factors credit sales forecasting has been produced.

1. GİRİŞ

İşletmelerin kuruluş nedenlerinin başında kâr etmek isteği vardır (1). Bir işletmenin ürün veya hizmetleri için elde edeceği

(*) Fen-Edebiyat Fakültesi İstatistik bölümü Öğretim Üyesi

(**) Kütahya İ.İ.B.F. Araştırma Görevlisi

(1) Zeyyat HATİBOĞLU, Pazarlama Yönetimi ve Stratejisi, Met/Er Matbaası, İstanbul, 1986, s. 3.

kâr, satış miktarı ve bununla ilgili satış gelirine bağlıdır. Karar verme durumunda olan işletme yöneticileri mevcut ekonomik koşulları gözönünde bulundurarak satışlarını arttırmak ve dolayısıyla kâr elde etmek için plan ve programlar yapmaktadırlar. Geleceğe yönelik olarak hazırlanan bu planlama faaliyetlerinin ilk hareket noktasını satış öngörülleri oluşturmaktadır.

Satış öngörüsü, sınırlı bir zaman süresi için sunulan pazarlama plan ve programına göre satışların fiziksel birim veya para olarak kestirilmesidir (2).

Satış öngörülerinin sağlıklı olabilmesi için birçok araştırmanın yapılması zorunlu olmaktadır. Bu araştırmaların dayandığı önemli kaynak verilerdir. İşletmeler satışları etkileyen içsel ve çevresel faktörleri dikkate alarak elde ettikleri verilerle satış öngörülerinde bulunmaktadır.

Çalışmamızda, bir hizmet işletmesi ürünü olan banka kredilerinin satış öngörüsünün yapılması amaçlanmıştır. Günümüz banka yöneticilerinin önemle üzerinde çalıştığı krediye ilişkin satış öngörüsü, banka yönetiminin alacağı kararlar yönünden etkili olmaktadır. Ancak satış öngörüsünün yapılabilmesi için kredi satışına etki eden en önemli faktörlerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu bakımdan çalışmamızda, banka kredisiyle ilgili özet açıklamalardan sonra kredi satışlarını etkileyebilecek içsel ve çevresel faktörleri ele alarak, öngörü yapmaya imkan veren çoklu regresyon çözümlemesi kullanılmıştır.

2. BANKA KREDİSİ SATIŞININ ÖNEMİ VE SATIŞ ÖNGÖRÜSÜ YAPILMASI GEREĞİ

Günümüzde son derece yaygın olarak kullanılan banka kredileri ekonomik hayata, bankaya ve topluma önemli yararlar sağlamaktadırlar. Banka kredilerinin sağladığı bu yararları şu şekilde sıralamak mümkündür (3).

i) Bankaların kredi satışında bulunması, sanayi ve endüstri dallarındaki işletmelerin kurulmasını, yaşamasını ve gelişmesini kolaylaştırır.

(2) Tuncer TOKOL, Endüstri İşletmelerinde Pazarlama Planlaması, Bursa İ.İ.A. Yayını, Yayın No. 13, Bursa, 1976, s. 52.

(3) Ali ONGUR, Banka Kredileri, Ankara Basım Sanayi, Ankara, 1982, s. 12.

ii) Banka kredisi, mal stokunun en verimli ve yararlı bir şekilde kullanılmasını sağlar.

iii) Kredi gerekli araç, gereç, hammadde ve işgücü gibi üretim unsurlarının sağlanmasında mali destek yaratarak verimin artmasında etkili olur.

iv) Kredi satışıyla bankalar, kişilerin küçük çaptaki tasarruflarının ticari hayata katılmasını sağlar.

v) Banka kredisi servet yaratıcı bir unsurdur. Bankalar tarafından işletmelere verilen kredi, bu işletmelerin döner sermayelerini arttırmak için yeni yatırımlar yaratır.

Banka işletmesi öz ve yabancı kaynaklardan sağladığı fonları çeşitli yerlere kredi olarak vermektedir. Böylece ekonomik faaliyetlerin yürütülmesi kolaylaşırken, bankalar kâr elde etmeye çalışırlar. Diğer işletmelerde olduğu gibi bankaların da temel amacı satışlarını arttırmak ve kâr sağlamaktır.

Bankaların satışlarını arttırabilmeleri için öncelikle gelecekte gerçekleşebilecek kredi miktarını bilmeleri ve çalışmalarını bu yönde sürdürmeleri gerekmektedir. Bunun için de bankalar kredi satışına etki eden faktörler belirlenmelidir. Bankalar bu faktörlerin geçmiş dönemlerde zaman aralıklarıyla almış olduğu değerlerin seyrini inceleyerek kredi satış öngörüsünde bulunmaktadır.

Banka yöneticisi gelecekte gerçekleşebilecek kredi satışlarına bakarak kaynaklarını planlayabilir. Bu planlamada banka yöneticilerinin deneyimleri önemli rol oynar. Ancak bilimsel çalışmak isteyen banka yöneticileri bilimsel satış öngörü tekniklerinden yararlanabilmektedirler. Böylece bankalar, yaptıkları kredi satış öngörüsüne göre tüm planlama faaliyetlerini ve çalışmalarını sürdürme imkanını elde edeceklerdir.

3. ÇOKLU DOĞRUSAL REGRESYON ÇÖZÜMLEMESİNİN BİR KAMU BANKASININ KREDİ SATIŞ ÖNGÖRÜSÜNDE KULLANIMI

Çalışmamızda kredi satışları ele alınan banka işletmesini tanıtabilmek amacıyla Türk Banka Sistemini oluşturan bankalar hakkında yapılan sınıflandırmadan yararlanmak gerekmektedir. Eko-

nominin kredi ihtiyacını gideren ve halkın ödemelerine aracılık eden bankalar (4);

i) Özel yasalarla kurulmuş bankalar

ii) Diğer milli bankalar

iii) Yabancı bankalar

şeklinde sınıflandırılmaktadır.

Ele alınan banka işletmesi özel yasalarla bazı görev ve işlemlerin yerine getirilmesi amacıyla kurulmuş olduğundan, özel yasalarla kurulmuş bankalar sınıfında yer almaktadır. Ayrıca bu banka sanayi ve ticaret şirketlerinin orta ve uzun vadeli kredi ihtiyaçlarını karşılamakla beraber, bu şirketler tarafından çıkarılan hisse senedi ve tahvillerin satışına aracılık ederek halkın tasarruflarını sınıai ve ticari yatırımlara akmasını ve devletin uzun vadeli finansman ihtiyacını karşılanmasını kolaylaştırır. Bu nedenle ele alınan banka işletmesine yatırım bankaları sınıfında da yer verilebilir.

3.1. Banka Kredisi Satışlarına İlişkin Çoklu Regresyon Modelinin Belirlenmesi

Ülke ekonomisinde oldukça önemli yeri olan bir kamu bankasının 1970-1989 yılları arasındaki kredi satışları, çalışmada çoklu regresyon çözümlemesiyle incelenmiştir. Ele alınan krediler bankanın sağlamış olduğu tüm nakdi kredileri içermektedir.

Banka yöneticilerinin ve konuyla ilgili uzmanların görüşleri de alınarak belirlenen kredi satışını etkileyen faktörler çoklu doğrusal regresyon modelinde bağımsız değişkenleri, kredi satışları ise bağımlı değişkeni oluşturmuştur. Söz konusu değişkenler aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır.

- Y = Yıllık toplam kredi satışları (Milyon TL, Nakdi Kredi)
X₁ = Toplam mevduat (Milyon TL)
X₂ = Şube sayısı (Adet)
X₃ = Reklam giderleri (Milyon TL)
X₄ = Krediyeye uygulanan faiz oranı (%)
X₅ = Toplam yatırım harcamaları (Milyon TL)

(4) Avni ZARAKOLU; Para, Kredi ve Bankalar, Sevinç Matbaası, Ankara, 1970, s. 152.

Bu çalışmada kullanılan veriler ilgili bankanın yıllık raporlarından alınmıştır. Kamu ve özel sektör olmak üzere toplam yatırım harcamaları verileri ise, 1988 yılının iktisadi raporundan alınmıştır.

Modelde kullanılan altı değişkenin 1970-1989 devresindeki değerleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo.1. Toplam Yatırım Harcamaları ve İncelenen Bankanın Kredi Satışları, Toplam Mevduatı, Şube Sayısı, Reklam Giderleri, Kredi Faiz Oranı.

Yıllar	Y Kredi Satışları (Milyon TL.)	X ₁ Toplam Mevduat (Milyon TL.)	X ₂ Şube Sayısı (Adet)	X ₃ Reklam Giderleri (Milyon TL.)	X ₄ Faiz Oranı (%)	X ₅ Yatırım Harcamaları (Milyon TL.)
1970	575,5	607,7	45	0,6	11,5	29253
1971	1038,3	1073,7	49	2,2	11,5	35997
1972	1676,6	17064,2	54	7,8	11,5	44820
1973	1923,6	1640,2	63	9,1	10,5	55921
1974	2176,2	1706,2	74	10,8	11,5	84557
1975	2640,7	2269,4	74	9,4	11,5	122837
1976	3343,4	2613,7	74	9,8	11,5	155992
1977	3517,7	3160,4	87	10,0	11,5	219600
1978	3350,8	4164,3	89	16,6	19,0	290800
1979	4164,9	6011,9	102	8,3	19,0	558600
1980	7465,6	11099,8	111	13,4	31,0	1156100
1981	12951,4	17979,4	116	41,3	36,0	1572600
1982	21638,2	35374,0	122	120,9	34,0	1774600
1983	30735,4	54645,0	125	208,8	50,0	2375500
1984	61180,7	103245,0	125	325,1	55,0	3640500
1985	107768,0	148642,0	125	388,0	60,0	5681700
1986	157279,9	221711,0	128	657,7	58,0	9654800
1987	275890,0	355436,6	128	1360,9	55,0	13850300
1988	299352,0	545363,5	129	1823,7	72,0	26454300
1989	477263,5	939658,4	129	2350,3	75,0	42722800

Kredi satışları, toplam mevduat, reklam giderleri, faiz oranı ve yatırım harcamalarına ait fiyatlar cari fiyatlardır. Tablo 1'de ele alınan veriler birer zaman serisi olduğu için çözümlenmelerin, zamanın etkisi giderildikten sonra yapılması gerekir (5). Bu nedenle seriler ayarlanmıştır. Gerçek fiyatları görmek ve kullanmak için cari fiyatlar üzerine toptan eşya fiyatları indeksi deflatör olarak kullanılmıştır. Burada her bir yıla karşı gelen cari fiyat, o yıla ait toptan eşya fiyatları indeksine bölünerek fiyatlar ayarlanmış ve zamanın fiyatlar üzerindeki etkisi giderilmiştir.

Toptan eşya fiyatları indeksinde 1981 yılı sabit kabul edilmiştir ve indeks değerleri tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo.2. Toptan Eşya Fiyatları İndeksi (1981 = 100)

Yıllar	(1981 = 100)*
1970	4,2
1971	4,9
1972	5,6
1973	6,8
1974	8,7
1975	9,7
1976	11,3
1977	14,6
1978	22,4
1979	39,2
1980	74,6
1981	100,0
1982	127,0
1983	165,7
1984	249,1
1985	356,8
1986	462,3
1987	610,4
1988	1027,3
1989	1741,9

Kaynak: 1970, 1975, 1980, 1985, 1989 Başbakanlık D.İ.E., **Türkiye İstatistik Yıllığı ve 1989 Aylık İstatistik Bülteni.**

(5) Kemal GÖÇMENÇELEBİ, İstatistik Metodları, Orgun Kardeşler Matbaası, Ankara, 1976, s. 189.

Şube sayısı serisi üzerinde zamanın etkisini gidermek için trende oranlar tekniği kullanılmıştır. Bu tekniğin uygulanabilmesi için seriye en uygun trend denklemini seçmek ve trend değerlerini hesaplamak gerekmektedir (6).

Şube serisine en uygun olan trend denklemini bulmak için doğrusal, parabol, kübik, yarı logaritmik, hiperbol ve geometrik trend denklemleri hesaplanmıştır. Sözkonusu trend denklemleri ve bunlar için bulunan standart hatalar, belirlilik katsayıları, d istatistik değerleri aşağıdaki gibidir.

Tablo.3. Şube Sayısı Serisinin Trend Denklemleri

Trend denklemi	S	R ²	d
$Y = 45,7 + 4,93X$	7,977	93,4	0,33
$Y = 29,8 + 9,26X - 0,206X^2$	4,832	97,2	0,77
$Y = 41 + 3,57X + 0,455X^2 - 0,0210X^3$	3,556	98,8	1,33
$\text{Log}Y = 1,71 + 0,0246X$	12,64	89,3	0,26
$1/Y = 0,0189 - 0,000699X$	25,4	82,2	0,22
$\text{Log}Y = 1,57 + 0,432 \text{Log}X$	6,35	95,2	0,81

Tablo 3'de görüldüğü gibi en küçük standart hata değerini veren trend denklemleri kübik denklemdir. Ayrıca bu denklemin belirlilik katsayısı diğer denklemlere göre daha büyüktür. Bu nedenle kübik trend denklemleri, şube sayısı serisi için en uygun denklemler olarak seçilmiştir.

Ancak seçilen trend denklemlerine göre kestirimler yapabilmek için denklemlerde otokorelasyon olup olmadığına bakmak gerekir. Bu amaçla Von-Neumann oranı kullanılarak otokorelasyon testi yapılmıştır.

Hesaplanan $v = 1,41$ değeri, % 5 anlamlılık düzeyine göre bulunan $v(17) = 1,3253$ pozitif otokorelasyon sınır değeri ile $v^*(17) = 2,9247$ negatif otokorelasyon sınır değeri arasında bulunduğundan otokorelasyon yoktur.

(6) Nergis DOLUNAY, Talep Analizi Metodlarıyla Türkiyede Çimento Tüketimi Üzerine Bir İstatistik Araştırması, Matematik Araştırma Enstitüsü Baskı Atölyesi, İstanbul, 1976, s. 89.

Böylece kübik denklemi üzerinden hesaplanan trend değerleri gerçek değerlerle oranlanarak ayarlamalar yapılmıştır. Tablo 4'de kübik trend denkleminden hesaplanmış trend değeri ve gerçek değerlerin trend değerlerine oranları verilmiştir.

Tablo.4. Ayarlanmış Şube Sayısı Serisi

Yıllar (X)	Şube Sayısı (Y)	Trend Değerleri (Y')	Trende Oranlar (Y/Y').100
1970	45	44,978	100,0
1971	49	49,766	98,5
1972	54	55,212	97,8
1973	63	61,191	102,9
1974	74	67,575	109,5
1975	74	74,239	99,7
1976	74	81,058	91,3
1977	87	87,904	98,9
1978	89	94,652	94,0
1979	102	101,177	100,8
1980	111	107,351	103,4
1981	116	113,049	102,6
1982	122	118,146	103,3
1983	125	122,514	102,0
1984	125	126,029	99,2
1985	125	128,564	97,2
1986	128	129,992	98,5
1987	128	130,189	98,3
1988	129	129,028	99,9
1989	129	126,383	102,0

Tablo.5. Modele Alınan Değişkenlerin Yıllar İtibarıyla Ayarlanmış Değerleri.

Yıllar	Kredi Satışları (Milyon TL.)	Toplam Mevduat (Milyon TL.)	Şube Sayısı	Reklam Giderleri (Milyon TL.)	Faiz Oranı %	Yatırım Harcamalar (Milyon TL.)
1970	13702,4	14469,0	100,0	14,3	273,8	696500,0
1971	21189,8	21912,2	98,5	44,9	234,7	734632,7
1972	29939,3	31503,6	97,8	139,3	205,4	800357,1
1973	28288,2	24120,6	102,9	133,8	154,4	822367,6
1974	25013,8	19611,5	109,5	124,1	132,2	971919,5
1975	27223,7	23395,9	99,7	96,9	118,6	1266360,8
1976	29587,6	23130,1	91,3	86,7	101,8	1380460,2
1977	24093,8	21646,6	98,9	68,5	78,8	1504109,6
1978	14958,9	18590,6	94,0	74,1	84,8	1298214,3
1979	10624,7	15336,5	100,8	21,2	48,5	1425000,0
1980	10007,5	14879,1	103,4	18,0	41,6	1549731,9
1981	12950,4	17979,4	102,6	41,3	36,0	1572600,0
1982	17038,0	27853,5	103,3	95,2	26,8	1397322,8
1983	18548,8	32978,3	102,0	126,0	30,2	1433615,0
1984	24560,7	414472,2	99,2	130,5	22,1	1461461,3
1985	30204,0	41659,8	97,2	108,7	16,8	1592404,7
1986	34021,2	47958,3	98,5	142,3	12,5	2088427,4
1987	45198,2	58230,1	98,3	223,0	9,0	2269053,1
1988	29139,7	53087,1	99,9	177,5	7,0	2575129,0
1989	27399,0	53946,0	102,0	135,0	4,3	2452655,1

3.2. Çoklu Regresyon Çözümlemesi Sonuçları

Çoklu regresyon çözümlemesinin yapılabilmesi için ayarlanan seriler Tablo 5'de verilmiştir. Söz konusu seriler kullanılarak yapılan çoklu regresyon çözümlemesi sonuçları ise Tablo 6'daki gibidir.

Tablo.6. Ayarlanmış Değişkenler Arasındaki Fonksiyonel İlişkinin Belirlenmesine İlişkin Çoklu Regresyon Çözümlemesi Sonuçları.

Y'Y	1,2710628x10 ¹⁰	A.K.T.	416550144
$\widehat{bX'Y}$	1,2294078x10 ¹⁰	$\widehat{\sigma^2} = \text{A.K.O.}$	29753568
$\widehat{\sigma} = \sqrt{\text{A.K.O.}}$	5454,68	R ²	72,1
b ₀	48148	S _{b0}	36824
b ₁	0,5632	S _{b1}	0,1535
b ₂	-416,2	S _{b2}	346,9
b ₃	10,080	S _{b3}	7,192
b ₄	21,93	S _{b4}	28,89
b ₅	-0,002083	S _{b5}	0,005795

t değerleri: t₀=1,31 t₁=3,67 t₂=-1,20 t₃=0,40 t₄=0,76 t₅=-0,36

F değerleri: F=t² F₁=13,7 F₂=1,44 F₃=0,16 F₄=0,5776 F₅=0,1296

Elde edilen bu sonuçlara göre çoklu doğrusal regresyon denklemi aşağıdaki gibidir;

$$\widehat{Y} = 48148 + 0,563X_1 - 416X_2 + 10,1X_3 + 21,9X_4 - 0,00208X_5$$

3.3. Modelin Uygunluğunun İncelenmesi

Çoklu doğrusal regresyon modelinde bütün bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerinde etkili olup olmadığını anlamak için F testi yapılmıştır. F testi için kurulan hipotezler ve yapılan hesaplamalar aşağıda gösterilmiştir (7);

(7) J. Johnston, *Econometric Methods*, Mc Graw-Hill Book Company, Inc. New York, 1960, s. 122.

$$H_0: b_1 = b_2 = b_3 = b_4 = b_5 = 0$$

$$H_1: b_1 = b_2 = b_3 = b_4 = b_5 \neq 0$$

tabilmek amacıyla Türk Bank aSistemini oluşturan bankalar hak-
ve bunlar için bulunan standart hatalar, belirlilik katsayıları, ista-

$$F = \frac{\left[\widehat{b}' X' Y - \frac{(\sum Y_i)^2}{n} \right]}{e'e / (n-k-1)} = \frac{\left[\widehat{b}' X' Y - \frac{(\sum Y_i)^2}{n} \right]}{\widehat{\sigma}^2}$$

$$\widehat{b}' X' Y = Y' Y - e'e = \sum Y^2 - A.K.T. = 1,2294078 \times 10^{10}$$

$$\frac{(\sum Y_i)^2}{n} = 1,1219096 \times 10^{10}$$

$$F_h = \frac{1074982000}{20753568} = 7,22$$

Bulunan F_h değeri, $F(0,05;6,13) = 2,92$ olan tablo F değerinden büyük olduğu için H_0 hipotezini red ederek modelin bir bütün olarak anlamlı olduğuna karar verilmiştir.

Modelde yer alan bağımsız değişkenlerin modele katkısının önemliliğini belirleyebilmek için F testi yapılmış ve hipotezler şu şekilde kurulmuştur.

$$H_0: b_i = 0$$

$$H_1: b_i \neq 0 \quad (i=1,2,3,4,5)$$

Sözkonusu hipotezleri test etmek için tablo 6'da hesaplanan F değerleri, $F(0,05;1,14) = 4,60$ olan tablo-F değeri ile karşılaştırılmıştır. Bu değerlerden sadece X_1 değişkenine ait F_1 değeri tablo F değerinden büyük çıkmıştır. Bu durumda H_0 hipotezi red edilerek toplam mevduat değişkeninin modele katkısının önemli olduğuna karar verilmiştir. X_2, X_3, X_4 ve X_5 değişkenlerinin modele katkılarının önemsiz olarak bulunması, çoklu doğrusal regresyon modeli varsayımlarının gerçekleşmemesi sonucuyla ortaya çıkmış olabilir. Bu nedenle varsayımların geçerlilikleri incelenmiştir.

3.4. Çoklu Doğrusal Regresyon Modeli Varsayımlarının Geçerliliklerinin İncelenmesi

Hata terimlerinin varyanslarının sabit olup olmadığını belirleyebilmek için sıra korelasyon testi yapılmıştır. Her bir bağımsız değişken için uygulanan sıra korelasyon testi sonuçları şu şekildedir:

$$H_0 : \rho_s = 0$$

$$H_1 : \rho_s \neq 0$$

$$X_1 \text{ değişkeni için; } r_s = 0,04 \quad t=0,156$$

$$X_2 \text{ değişkeni için; } r_s = -0,12 \quad t=-0,45$$

$$X_3 \text{ değişkeni için; } r_s = 0,057 \quad t=0,22$$

$$X_4 \text{ değişkeni için; } r_s = 0,019 \quad t=0,074$$

$$X_5 \text{ değişkeni için; } r_s = -0,037 \quad t=0,14$$

Hesaplanan t değerleri $t(0,025;15) = 2,131$ değerinden küçük olduğu için H_0 hipotezi kabul edilir. Bu durumda hata terimlerinin sabit varyanslı olduğuna karar verilmiştir.

Hata terimlerinde otokorelasyon olup olmadığını belirleyebilmek için Von-Neumann testi yapılmıştır:

$$d=1,08$$

$$n' = n - k = 15$$

$$v(15) = 1,2914 \text{ (Pozitif otokorelasyon sınır değeri)}$$

$$v^*(15) = 2,9943 \text{ (Negatif otokorelasyon sınır değeri)}$$

$$\alpha = 0,05$$

$$v = d \left(\frac{n'}{n' - 1} \right) = 1,08 \left(\frac{15}{14} \right) = 1,15$$

1,15 değeri 1,2914 değerinden küçük olduğu için hata terimlerinde pozitif otokorelasyon olduğuna karar verilmiştir. Bu durumda modeldeki bağımsız değişkenlerin modele katkısının önemsiz olmasına yol açan otokorelasyonun giderilmesi gerekir.

Son olarak bağımsız değişkenlerin kendi aralarında ilişkili olması durumu olan çoklu bağıntıyı araştırmak için (W'W) korelasyon matrisi oluşturulmuştur:

$$(W'W) = \begin{bmatrix} 1,00000 & -0,13177 & 0,14851 & -0,55171 & 0,76443 \\ -0,13177 & 1,00000 & 0,16047 & -0,04623 & -0,07156 \\ 0,14851 & 0,16047 & 1,00000 & 0,08543 & -0,11148 \\ -0,55171 & -0,04623 & 0,08546 & 1,00000 & -0,82986 \\ 0,76463 & -0,07156 & -0,11148 & -0,82986 & 1,00000 \end{bmatrix}$$

$$|W'W| = 0,3$$

$$(W'W)^{-1} = \begin{bmatrix} 3,03576 & 0,27490 & -0,76620 & -0,73173 & -2,99420 \\ 0,27490 & 1,09300 & -0,23175 & 0,29239 & 0,08482 \\ -0,76620 & -0,23175 & 1,23082 & 0,15310 & 0,83355 \\ -0,73173 & 0,29239 & 0,15310 & 3,50934 & 3,50975 \\ -2,99420 & 0,08482 & 0,83355 & 3,50975 & 6,30105 \end{bmatrix}$$

$$VBC_1 = 3,03576$$

$$R_1^2 = 0,67$$

$$VBC_2 = 1,09300$$

$$R_2^2 = 0,08$$

$$VBC_3 = 1,23082$$

$$R_3^2 = 0,18$$

$$VBC_4 = 3,50934$$

$$R_4^2 = 0,71$$

$$VBC_5 = 6,30105$$

$$R_5^2 = 0,84$$

R_j^2 değerleri 1'e çok yakın olmadığı için bağımsız değişkenler arasında güçlü çoklu bağıntı olmadığına karar verilmiştir (8).

3.5. En Uygun Regresyon Modelinin Belirlenmesi

Çoklu doğrusal regresyon modelinde varsayımların geçerlilikleri araştırılırken otokorelasyon sorunu ortaya çıkmıştır. Parametrelerin kestirim değerlerini ve varyanslarını olumsuz yönde etkileyen otokorelasyonun giderilmesi için doğrusal regresyon modeli logaritmik doğrusal model olarak değiştirilmiştir.

Bağımlı ve bağımsız değişkenlerin logaritmaları alınarak oluşturulan çoklu regresyon çözümlemesi sonuçları tablo 7'de gösterilmiştir.

(8) Gary Smith and Frank Campbell «A Critique of Some Ridge Regression Methods» JASA, March 1980, Vol: 75, N. 369, s. 76.

Tablo.7. Logaritmaları Alınmış Değişkenler Arasındaki Çoklu Regresyon Çözümlemesi Sonuçları.

Y'Y	377,7	A.K.T.	0,05512
$\hat{bX'Y}$	377,69	$\hat{\sigma}^2 = \text{A.K.O.}$	0,00394
$\hat{\sigma} = \sqrt{\text{A.K.O.}}$	0,0627	R ²	90,8
b ₀	-9,21	S _{b0}	4,289
b ₁	1,18	S _{b1}	0,1964
b ₂	0,85	S _{b2}	1,130
b ₃	0,0721	S _{b3}	0,05589
b ₄	0,520	S _{b4}	0,1219
b ₅	0,910	S _{b5}	0,2986
t değerleri: t ₀ =-2,15 t ₁ =6,03 t ₂ =0,76 t ₃ =1,29 t ₄ =4,26 t ₅ =3,05			
F değerleri: F=t ² F ₁ =36,36 F ₂ =0,5776 F ₃ =1,6641 F ₄ =18,15 F ₅ =9,3			

Bu sonuçlara göre elde edilen çoklu doğrusal regresyon denklemi;

$$\widehat{\text{LogY}} = -9,21 + 1,18 \text{LogX}_1 + 0,85 \text{LogX}_2 + 0,721 \text{LogX}_3 + 0,520 \text{LogX}_4 + 0,910 \text{LogX}_5$$

şeklindedir.

Modelin bir bütün olarak anlamlı olmadığını belirlemek için yapılan F testi sonucunda F_h=27,78 > F_t=2,92 olarak bulunmuştur. Bu durumda H₀ hipotezi red edilerek modelin bir bütün olarak anlamlı olduğuna karar verilmiştir.

Çoklu doğrusal regresyon modeline alınan bağımsız değişkenlerin herbirinin modele katkısının önemliliğini test etmek için, tablo.7'de hesaplanan F değerleri tablo F değeri ile karşılaştırılmış-

tır. Bu değerlerden X_1 , X_4 ve X_5 değişkenleri için hesaplanan F değerleri, $F_t=4,60$ değerinden büyük çıkmıştır. Buna göre toplam mevduat, faiz oranı ve yatırım harcamaları değişkenlerinin modele katkısının önemli olduğuna karar verilmiştir. Bu nedenle yeni oluşturulan model için çoklu regresyon modeli varsayımlarının geçerlilikleri incelenmiştir.

Hata terimlerinin varyanslarının sabit olup olmadığını belirleyebilmek için yapılan sıra korelasyon testi sonuçları aşağıdaki gibi elde edilmiştir:

$$H_0 : \rho_s = 0$$

$$H_1 : \rho_s \neq 0$$

$$X_1 \text{ değişkeni için; } r_s = 0,478 \quad t = 2,10$$

$$X_2 \text{ değişkeni için; } r_s = -0,2 \quad t = -0,79$$

$$X_3 \text{ değişkeni için; } r_s = 0,41 \quad t = 1,76$$

$$X_4 \text{ değişkeni için; } r_s = -0,18 \quad t = 0,71$$

$$X_5 \text{ değişkeni için; } r_s = 0,09 \quad t = 0,35$$

Burada bulunan t değerleri $t(0,025;15)=2,131$ değerinden küçük olduğu için H_0 hipotezi kabul edilir. Bu durumda hata terimlerinin sabit varyanslı olduğuna karar verilmiştir.

Hata terimlerinde otokorelasyon olup olmadığını belirleyebilmek için Von-Neumann otokorelasyon testi yapılmıştır.

$$d=2,01$$

$$n'=n-k=15$$

$$v(15)=1,2914 \text{ (Pozitif otokorelasyon sınır değeri)}$$

$$v^*(15)=2,9943 \text{ (Negatif otokorelasyon sınır değeri)}$$

$$\alpha=0,05$$

$$v = d \left(\frac{n'}{n'-1} \right) = 2,01 \left(\frac{15}{14} \right) = 2,15$$

$1,2914 < 2,15 < 2,99$ olduğuna göre hata terimlerinde otokorelasyon yoktur.

Bağımsız değişkenlerin kendi aralarında ilişkili olması durumu olan çoklu bağıntının varlığını araştırabilmek için (W'W) korelasyon matrisi oluşturulmuştur;

$$(W'W) = \begin{bmatrix} 1,00000 & -0,14371 & 0,64198 & -0,75240 & -0,62530 \\ -0,14371 & 1,00000 & 0,02141 & -0,05071 & -0,08012 \\ 0,64198 & 0,02141 & 1,00000 & -0,25087 & 0,16745 \\ -0,75240 & -0,05075 & -0,25087 & 1,00000 & -0,93226 \\ 0,62530 & -0,08012 & 0,16745 & -0,93226 & 1,00000 \end{bmatrix}$$

Korelasyon matrisi determinant değeri 0,065 olarak bulunmuştur. Ayrıca $(W'W)^{-1}$ matrisinin köşegen elemanları olan Varyans Bütüm Çarpanı değerlerine göre hesaplanan R_j^2 değerleri

$$R_1^2 = 0,86 \quad R_2^2 = 0,396 \quad R_3^2 = 0,6 \quad R_4^2 = 0,95 \quad R_5^2 = 0,915$$

olarak belirlenmiştir.

$(W'W)$ matrisinin determinanı sıfıra yakın, R_j^2 değerleri ise bir'e yakın çıktığı için bağımsız değişkenler arasında çoklu bağıntı vardır. Çoklu bağıntıyı giderebilmek için geriye doğru yok etme yöntemi uygulanmıştır. Bu amaçla çoklu regresyon modelinde şube sayısı değişkeni için hesaplanan F değeri $F_2 = 0,5776 < F_1 = 4,60$ olduğundan X_2 bağımsız değişkeni modelden çıkarılmıştır. Bu durumda modelde kalan dört bağımsız değişkenle oluşturulan çoklu regresyon çözümlemesi sonuçları tablo.8'de gösterilmiştir.

Tablo.8. Kredi Satışları İle Toplam Mevduat, Reklam Giderleri, Faiz Oranı, Yatırım Harcamaları Değişkenleri Arasındaki Çoklu Regresyon Çözümlemesi Sonuçları.

b_0	-6,35	S_{b_0}	1,983	
b_1	1,10	S_{b_1}	0,1613	
b_3	0,0881	S_{b_3}	0,05098	
b_4	0,464	S_{b_4}	0,09574	
b_5	0,791	S_{b_5}	0,2501	
t değerleri: $t_0 = -3,20$	$t_1 = 6,84$	$t_3 = 1,73$	$t_4 = 4,85$	$t_5 = 3,16$
F değerleri: $F = t^2$	$F_1 = 46,78$	$F_3 = 2,99$	$F_4 = 23,52$	$F_5 = 9,98$
$d = 1,93$	$R^2 = 90,4$			

Tablo.8'deki sonuçlara göre çoklu regresyon denklemi

$$\widehat{\text{LogY}} = -6,35 + 1,10 \text{LogX}_1 + 0,0881\text{LogX}_3 + 0,464\text{LogX}_4 + 0,791 \text{LogX}_5$$

şeklinindedir. Modelin çoklu bağıntı sorunu yaratıp yaratmadığını araştırmak için oluşturulan (W'W) korelasyon matrisinin determinant değeri 0,0425 olarak bulunmuştur. R_j^2 değerleri ise, $R_1^2 = 0,8$ $R_3^2 = 0,5$ $R_4^2 = 0,9$ $R_5^2 = 0,8$ şeklindedir. Bu sonuçlara göre tekrar çoklu bağıntı sorunu vardır. Bu durumda geriye doğru yok etme işlemine devam edilmiştir (9). Tablo.8'de en küçük F değeri X_3 değişkenine karşılık gelmektedir. X_3 değişkeni için hesaplanan $F_3 = 2,99$ değeri, $F(0,05; 1,15) = 4,54$ değerinden küçük olduğu için X_3 bağımsız değişkeni modelden çıkarılmış, geriye kalan değişkenlerle model oluşturulmuştur. Yeni oluşturulan regresyon modeli sonuçları tablo.9'da gösterilmiştir.

Tablo.9. Kredi Satışları İle Toplam Mevduat, Faiz Oranı, Yatırım Harcamaları Değişkenleri Arasındaki Çoklu Regresyon Çözümlemesi Sonuçları.

b_0	-7,26	S_{b_0}	2,026
b_1	1,30	S_{b_1}	0,1223
b_4	0,509	S_{b_4}	0,09779
b_5	0,815	S_{b_5}	0,2648
t değerleri: $t_0 = -3,58$		$t_1 = 10,61$	$t_4 = 5,20$ $t_5 = 3,08$
F değerleri: $F = t^2$		$F_1 = 112,57$	$F_4 = 27,04$ $F_5 = 9,4864$
d = 1,83		$R^2 = 86,3$	

Bu sonuçlarla elde edilen çoklu regresyon denklemi

$$\widehat{\text{LogY}} = -7,26 + 1,30\text{LogX}_1 + 0,509\text{LogX}_4 + 0,815\text{LogX}_5$$

(9) N.R. Draper and H. Smith, Applied Regression Analysis, Second Edition, John Wiley 1976, s. 305.

olarak bulunmuştur. Bu modeldeki bağımsız değişkenler arasında var olabilecek çoklu bağıntı sorunu araştırılmıştır. Bu amaçla korelasyon matrisi oluşturulmuş ve matrisin determinant değeri 0,6 olarak bulunmuştur. Bu değer, sıfırdan oldukça büyük bir sayı olup bir'e yaklaşmaktadır. Bu sonuca göre çoklu bağıntının derecesi düşürülmüş ve bu sorunun modele olan etkisi azaltılmıştır.

X_1 , X_4 ve X_5 değişkenleriyle oluşturulan çoklu regresyon modelinin uygunluğunun incelenmesi gerektiğinden F testi yapılmıştır.

$$H_0 : b_1 = b_4 = b_5 = 0$$

$$H_1 : b_1 = b_4 = b_5 \neq 0$$

$$0,17601$$

$$F_h = \frac{\quad}{0,00430} = 40,9$$

Burada $F_h=40,9 > F_t=3,24$ olduğundan H_0 hipotezi red edilmiş ve modelin bir bütün olarak anlamlı olduğuna karar verilmiştir.

X_1 , X_4 ve X_5 değişkenlerinin modele katkılarının önemli olup olmadığını belirleyebilmek için tablo.9'da hesaplanan F değerleri, $F(0,05;1,16)=4,49$ olan tablo F değeri ile karşılaştırılmıştır. Her üç değişken için hesaplanan F değerleri tablo F değerinden büyük çıkmıştır. Bu durumda toplam mevduat, faiz oranı ve yatırım harcamaları değişkenlerinin modele katkısının önemli olduğuna karar verilmiştir. Bu aşamadan sonra, hata terimleri arasında otokorelasyon olup olmadığı test edilmiş ve bu amaçla Von-Neumann oranı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$d=1,83$$

$$n' = n - k = 17$$

$$v(17) = 1,3253 \text{ (Pozitif otokorelasyon sınır değeri)}$$

$$v^*(15) = 2,9247 \text{ (Negatif otokorelasyon sınır değeri)}$$

$$\alpha = 0,05$$

$$v = d \left(\frac{n'}{n' - 1} \right) = 1,83 \left(\frac{17}{16} \right) = 1,94$$

Burada $1,3253 < 1,94 < 2,9247$ olduğuna göre hata terimlerinde otokorelasyon olmadığı sonucuna varılmıştır.

Hata terimlerinin varyanslarının sabit olup olmadığını belirleyebilmek için yapılan sıra korelasyon testi sonuçları aşağıda gösterilmiştir:

$$H_0 : p_s = 0$$

$$H_1 : p_s \neq 0$$

$$X_1 \text{ değişkeni için; } r_s = -0,21 \quad t = -0,885$$

$$X_4 \text{ değişkeni için; } r_s = 0,243 \quad t = 1,03$$

$$X_5 \text{ değişkeni için; } r_s = -0,07 \quad t = 0,28$$

Hesaplanan t değerleri, $t(0,05;17)=2,110$ değerinden küçük olduğu için H_0 hipotezi kabul edilmiş ve hata terimlerinin sabit varyanslı olduğuna karar verilmiştir.

3.6. Uygun Modelin Öngörü Amacıyla Kullanımı

$$\widehat{\text{Log}Y} = -7,26 + 1,30\text{Log}X_1 + 0,509\text{Log}X_4 + 0,815\text{Log}X_5$$

Çoklu regresyon denkleminin olduğu ve varsayımlardan sapma olmadığı anlaşıldıktan sonra, 1990 yılı banka kredisinin satış öngörüsünde kullanılmıştır.

1990 yılına ait bütün rakamlar henüz kesinleşmemiş olduğundan denklemde faiz oranları dışında, toplam mevduat ve yatırım harcamaları bağımsız değişkenlerine ait trend değerleri kullanılmıştır. Bunun için ilk olarak, toplam mevduat ayarlanmış değerleriyle trend denklemi oluşturulmuştur. Toplam mevduat zaman serisi için en uygun trend denklemi,

$$Y' = 27252,64 - 2709,26X + 218,56X^2$$

şeklinde parabol denklemdir. Bu trend denklemine göre 1990 yılı toplam mevduat değeri,

$$Y'_{1990} = 66743,14 \text{ milyon TL.}$$

olarak hesaplanmıştır.

Kredi faiz oranlarının 1990 yılı için % 75 olarak uygulanacağı biliniyordu. Bu nedenle faiz oranı değişkeni için trend değeri hesaplanmamıştır. % 75 değeri, 1990 toptan eşya fiyatları indeksine bölünerek ayarlanmış ve denkleme o şekliyle alınmıştır. 1990 yılı toptan eşya fiyatları indeksi (T.E.F.I.) aşağıdaki gibidir (10).

$$T.E.F.I._{1990} = 1967,3 \quad (1981 = 100)$$

(10) Buradaki T.E.F.I. değeri ilk 8 ay için hesaplanan verileri içermektedir.

Kredi faiz oranı değişkeninin 1990 yılı için ayarlanmış değeri, 3,8 olarak hesaplanmıştır.

Yatırım harcamaları değişkeninin ayarlanmış değerleri ile oluşturulan en uygun trend denklemi aşağıda gösterilmiştir.

$$Y' = 741390,14 + 39588,4X + 2143,19X^2$$

Bu denklemlere göre 1990 yılı için hesaplanan yatırım harcamalarının değeri aşağıdaki gibidir:

$$\hat{Y}_{1990} = 25117893,33 \text{ Milyon TL.}$$

Kredi satış öngörüsünü yapmak için kurulan modeldeki bağımsız değişkenlerin 1990 yılı için değerleri hesaplanmış,

$\text{Log} \hat{Y} = -7,26 + 1,30\text{Log}X_1 + 0,509\text{Log}X_4 + 0,815\text{Log}X_5$ denkleminde yerine konmuş,

$$\text{Log} \hat{Y} = -7,26 + 1,30\text{Log} (66743,14) + 0,509\text{Log} (3,8) + 0,815 \text{Log} (2517893,33)$$

$$\text{Log} \hat{Y} = 4,521$$

$$\hat{Y} = 33189,44 \text{ Milyon TL.}$$

elde edilmiştir.

Yapılan hesaplamalar sonucunda $\hat{Y} = 33189,44$ milyon TL. olarak bulunmuştur. 1990 yılı kredi satış öngörü değerini cari fiyatlarla belirlemek için 33189,44 değeri 1990 yılı indeks değeri ile düzeltilmiştir ve

$$\hat{Y}_{1990} = 652935,85 \text{ Milyon TL.}$$

sonucuna ulaşılmıştır.

Toplam mevduat, kredi faiz oranı ve toplam yatırım harcamaları değişkenleriyle oluşturulan en uygun çoklu regresyon modeline göre kredi satış öngörüsü yapılmıştır. Yapılan satış öngörüsü sonucuna göre, 1990 yılı banka kredi satışlarının 652935,85 milyon TL. olması beklenmektedir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Satışlarını ve dolayısıyla kârını arttırma düşüncesinde olan işletmeler, sağlıklı kararlar verebilmek için satış öngörüsü yapmak durumundadırlar. Bu amaçla satışları etkileyen işletmeiçi ve işletmeışı faktörler dikkate alınarak yapılan satış öngörüsü çalışmalarında çoklu regresyon çözümlemesinin kullanımı uygun olacaktır.

Araştırmamızda, bir kamu banka işletmesinin 1970-1989 yılları arasındaki kredi satışları ele alınarak kredi satış öngörüsü yapılmaya çalışılmıştır. Bu amaçla banka yöneticilerinin ve konuyla ilgili uzmanların görüşleri alınarak belirlenen değişkenlerle çoklu regresyon modeli oluşturulmuştur. Fakat ele alınan veriler birer zaman serisi verileri olduğu için, verilerdeki zamanın etkisi giderildikten sonra hesaplamalar yapılmıştır. Böylece toplam mevduat, şube sayısı, reklam giderleri, faiz oranı ve yatırım harcamaları değişkenleriyle oluşturulan çoklu regresyon modeli incelenmiştir. Denklemde ortaya çıkan otokorelasyon sorunu nedeniyle bağımsız değişkenlerden sadece bir tanesi anlamlı çıkmıştır. Bu aşamada otokorelasyonu giderebilmek amacıyla matematiksel model değiştirilerek, logaritmik model şekline dönüştürülmüştür.

Yeni oluşturulan çoklu regresyon modelinin uygunluğu araştırılmış ve şube sayısı ile reklam giderleri değişkenlerinin kredi satışlarını etkilemede önemsiz olduğu görülmüştür. Ayrıca modelde çoklu bağıntı sorunu ortaya çıkmıştır. Bağımsız değişkenlerin birbirleriyle ilişkili olması durumu olan çoklu bağıntının giderilmesi için «geriye doğru yok etme tekniği» uygulanmıştır.

«Geriye doğru yok etme tekniği» uygulandıktan sonra toplam mevduat, faiz oranı ve yatırım harcamaları değişkenleriyle oluşturulan model incelenmiş ve en uygun model olduğuna karar verilmiştir. Belirlenen denklemle 1990 yılı kredi satış öngörüsü yapılmıştır.

Çoklu regresyon çözümlemesinin zaman serisi çözümlemesinde kullanılabilmesi için hem modelin ve modele alınan değişkenlerin anlamlı olması, hem de zamanın etkisinin giderilmesi zorunludur. Ayrıca belli varsayımlar altında kurulan çoklu regresyon modelinde, bu varsayımdan bir sapma olmamasına dikkat edilmelidir. Öngörü değerini gerçekçi bir biçimde saptayabilmek için giderilen zaman etkisi tekrar hesaba alınmalıdır. Bu hususlar gerçekleştiğinde, çoklu regresyon çözümlemesi satış öngörüsü yapmak için güvenle başvurulabilecek bir istatistiksel teknik niteliğini taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- DOLUNAY, N., 1976, **Talep analizi metodlarıyla Türkiye'de çimento tüketimi üzerine bir istatistik araştırması**, Matematik Araştırma Enstitüsü Baskı Atölyesi, İstanbul.
- DRAPER, N.R., SMITH. H. 1976, **Applied Regression Analysis**, Second Edition, John Wiley.
- GÖÇMENÇELEBİ, K., 1976, **İstatistik Metodları**, Orgun Kardeşler Mat., Ankara.
- HATİBOĞLU, Z., 1986, **Pazarlama Yönetimi ve Stratejisi**, Met/Er Mat., İstanbul.
- JOHNSTON. J. 1960, **Econometric Methods**, Mc Graw Hill Book Company, Inc., New York.
- ONGUR, A., 1982, **Banka Kredileri**, Ankara Basım Sanayi, Ankara.
- SMITH, G. / CAMPBELL, F., «**A Critique Of Some Ridge Regression Methods**», JASA, Vol. 75. N. 369, March 1980.
- TOKOL, T., 1976, **Endüstri İşletmelerinde Pazarlama Planlaması**, Bursa İ.İ.A. Yayını, 13, Bursa.
- ZARAKOLU, A., 1970, **Para, Kredi ve Bankalar**, Sevinç Mat., Ankara.