

ALTIN FİYATINDAKİ DAĞILIMLARIN MARKOV ZİNCİRİ İLE ANALİZİ: UZUN ERİMLİ OLASILIKLAR

Aşkın ÖZDAĞOĞLU*

Güzin ÖZDAĞOĞLU**

Gülüzar KURT GÜMÜŞ***

ÖZ

Yüksek enflasyon beklentilerinin olduğu ekonomik çevrelerde, riskten kaçınmak amacıyla değerli madenlere yönelim olmaktadır. Değerli madenlerden olan altın, anlık işlem gören ve yaygın olarak tercih edilen bir yatırım aracıdır. Konjonktürel ve spekülasyon etkileri, altın fiyatlarının tahmin süreçlerini güçleştirmektedir. Çalışma, mevcut tahminleme yöntemlerine destek olacak ve karar vericiye daha karmaşık analizlere geçmeden önce yön gösterecek bir uygulama sunmaktadır. Bu bağlamda, çalışma altının fiyat hareketlerini ayrıntılı olarak incelemeyi ve Markov zinciri yardımıyla fiyat hareketlerinin yapısına ilişkin tespitlerde bulunmayı amaçlamaktadır. İnceleme dönemi 2005-2009 aralığında olup, çalışma periyodu 1 gün olarak alınmış, fiyat aralıkları kodlanarak göreceli frekans değerleri üzerinden geçiş olasılıkları ve geçiş olasılıkları aracılığıyla da Markov zinciri hesaplanmıştır. Bulgular, fiyat aralıkları arasındaki geçişlerin olasılıkları açısından anlamlı sonuçlara işaret etmektedir.

Anahtar Kavramlar: Altın Piyasası, Fiyat Değişimleri, Markov Zinciri.

ANALYSIS OF DISTRIBUTIONS IN GOLD PRICE WITH MARKOV CHAIN: LONG TERM PROBABILITIES

ABSTRACT

In the economic environments where high inflation expectations exist, there is a movement towards precious metals in order to avoid risk. Gold, one of the precious metals, is an instantly traded and commonly preferred investment tool. The cyclical and speculative effects make it difficult to forecast gold prices. Study offers an application that supports the existing forecasting methods and leads the decision maker before employing complicated analyses. In this context, it aims at analysing the gold-price-movements in detail and make some evaluations about the structure of price movements by using Markov chain. The period between 2005-2009 is examined, transition probabilities over relative frequency values –by coding price intervals- and Markov chain –through transition probabilities- are calculated. The findings indicate significant results in terms of the transition probabilities between price intervals.

Keywords: Gold Market, Price Changes, Markov Chain.

* Yrd. Doç. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü.

** Yrd. Doç. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü.

*** Doç. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü.

Makalenin kabul tarihi: Kasım 2012.

GİRİŞ

Altın, 24 saat işlem gören değerli bir maden ve yatırım aracıdır. Altın talebi; tüketicilerden (temel olarak mücevher), sektörden ve merkez bankaları, yatırımcılar ile spekülâtorlerden (değer ve yatırım aracı olarak) gelmektedir (Marsh, 1983:8).

Yüksek enflasyonun ve enflasyonist beklentilerin olduğu ortamlar, değerli madenlerin riskten kaçınmak amacıyla kullanılması eğilimini doğurmaktadır. Finansal piyasalarda artan riske karşı korunmak amacıyla altının kullanılması, diğer değerli madenlerin de riskten korunma ve emtia portföylerini çeşitlendirmede risk yönetim aracı olarak kullanılmasına neden olmaktadır (Sari vd., 2010:351).

Altın fiyatlarının tahminlenmesi, altını dünya ekonomisinin gelecekteki başarısının bir göstergesi olarak gören yatırımcılar, ekonomistler, politikacılar ve diğer ilgili taraflar için çok önemlidir. Altının önemi, yatırımcıların beklentilerini yansıtmaya, büyüme beklentilerini gösterme ve dünya ekonomisinin gerilemesini yansıtmada yatmaktadır (Parisi vd., 2008:477-478).

2008 ve 2009 yılları maden fiyatlarının düştüğü yıllar olmuş ve dünya ekonomisi resesyona başlamaya başlamıştır. Maden firmaları da bu nedenle sözkonusu yıllarda çeşitli zorluklarla karşılaşmışlardır. Maden çıkarma projelerinin nakit akımlarının değişken olması ve madeni emtia fiyatlarındaki dalgalanmadan etkilenmeleri nedeniyle; maden fiyatlarının tahminlenmesi, firma değerlendirme sürecinin başında ve madenin ömrü boyunca yapılacak toplam maliyet ile üretim oranlarının hesaplanmasında da hayati öneme sahiptir. Maden firmaları, projeleri kabul veya reddetme kararlarını gelecekteki fiyat tahminlerine göre vermektedirler. Altının fiyat ve üretim davranışı diğer madenlerden farklıdır. 2008 krizinde altın fiyatları % 6 artarken çoğu önemli madenin fiyatı düşmüş, diğer menkul kıymetler % 40 değer kaybetmiştir. Altının arz ve talebi, diğer finansal varlıklardaki değişikliklerle ilişkili değildir (Shafiee, Topal, 2010:168).

Bu çalışma, altının fiyat hareketlerini ayrıntılı olarak incelemeyi ve Markov zinciri yardımıyla fiyat hareketlerinin yapısına ilişkin tespitlerde bulunmayı amaçlamaktadır. Bu amaçla, 2005-2009 dönemi inceleme konusu yapılmıştır. Çalışmanın bundan sonraki bölümlerinde öncelikle Markov zinciri hakkında bilgi verilecek, ardından da analiz ve bulgular tartışılacaktır.

I. MARKOV ZİNCİRİ VE FİNANSAL UYGULAMALAR

Yatırım aracı olarak da tercih edilen altının fiyatının belirlenmesi, yatırımcı ve tüketici için planlama yapmak açısından oldukça önemlidir. Bu fiyat düzeyinin hatalı tespit edilmesi, sıfır toplamly oyun kuramında olduğu gibi hata yapan tarafın kaybı olacaktır. Bunu önlemek amacıyla, karar vericiler gelecekteki fiyat değişimleri hakkında çeşitli niteliksel ve niceliksel yöntemleri bir arada kullanarak hareket etmelidirler. İşte bu noktada markov zincirleri fiyat dalga-

lanmaları konusunda karar vericiye yardımcı olabilecek sayısal bir yöntem olarak düşünülmektedir. Çünkü Markov zincirinde geçmiş verilerden bağımsız olarak bir sonraki dönemde değişkenin değeri sadece mevcut durumdaki değere bağlı olarak değişmektedir. Çalışmanın bu bölümünde analiz yöntemi olarak kullanılan Markov süreci ve bu süreçte kullanılan Markov zincirinin matematiksel temeline değinilmektedir.

Markov süreçleri stokastik süreçlerin temelini oluşturması açısından bu konuda yazılan teorilerin ve literatürün büyük bir bölümünü kapsamaktadır. Kuyruk teorisinin ve geçerli kuyruk modellerinin temeli Markov süreçlerine bağlı olarak açıklanabilmektedir. Markov süreçlerinde herhangi bir performans değerinin periyodik sonuçları incelenebilmekte ve bu değerlerin sabit bir periyottaki değişimi izlenebilmektedir (Taha, 2011:606). Bu değer değişimlerinin her biri, süreçte tanımlanan durumlara karşılık gelmektedir. Belirlenen periyotlarda zaman ilerledikçe, tanımlanan bu durumlar arasında geçişler gözlemlenmeye başlamakta ve uzun dönemde her bir durumun, başka bir deyişle performans değerinin olasılıklı yoğunluğunu görebilmek mümkün olmaktadır. Bu çalışmadaki performans değeri günlük bazda değerlendirilen altın fiyatlarıdır. Bu açıdan zaman periyodu bir gün olmakta ve günlük fiyat değişimlerine göre durumlar tanımlanmaktadır.

Markov zincirinin matematiksel temeli bir örnek uzayına (S) ve bu örnek uzayında tanımlanmış olasılıklara dayanmaktadır (Çınlar, 1975: 106-119). X ile tanımlanan bir stokastik süreçte ortaya çıkan rastgele değişkenler X_n ise bu süreç eşitlik (1) ile ifade edilir:

$$X = \{X_n; n \in \mathbb{N}\} \quad (1)$$

Bu sürecin durumları, sayılabilir bir durum kümesinde (E) tanımlanmakta olup $n \in \mathbb{N} = \{0, 1, \dots\}$ için S örnek uzayındaki değerlerden biri s ($s \in S$) ise, $X_n(s)$ tanımlanan durum kümesinin (E) bir elemanıdır. Bu durumda, $X_n = j$ ifadesi ise sürecin n . zaman periyodunda j . durumda olduğunu göstermekte ve dolayısıyla X sürecinin durum uzayı E kümesi olmaktadır. $X = \{X_n; n \in \mathbb{N}\}$ olarak tanımlanan süreç, tanımlı n periyotlarında ve durum kümesindeki değerler ($j \in E$) kapsamında, eşitlik (2) 'de verilen koşulu sağlıyorsa, bu süreç Markov zinciri olarak adlandırılır.

$$P\{X_{n+1} = j | X_0, \dots, X_n\} = P\{X_{n+1} = j | X_n\} \quad (2)$$

X sürecinde bir durumdan (i) başka bir duruma (j) geçme olasılığı P_{ij} olarak tanımlanmaktadır. Altın fiyatlandırmasından örnek verecek olursak, (P_{ij}), altın i . fiyat aralığındayken j fiyat aralığına geçme olasılığını göstermektedir. Uzun dönemli (N periyot için) geçişler düşünüldüğünde sütunlardaki olasılık değerleri belli bir limit değerine (kararlı olasılık değerlerine) yakınsamakta-

dır. Bu olasılık değerleri, uzun dönemde hangi fiyat aralığında yoğunlaşma olduğunu göstermektedir. Bu limit olasılık değerleri (π_j) aşağıdaki denklem sisteminin (eşitlik 3-4-5) çözülmesiyle elde edilebilmektedir.

$$\pi_j = \lim_{n \rightarrow \infty} P_{ij}^n \quad (3)$$

$$\pi_j = \sum \pi_i * P_{ij} \quad (4)$$

$$\sum \pi_j = 1, \pi_j \geq 0 \quad (5)$$

Burada n , kaç dönem sonrası için geçiş olasılıklarının hesaplandığını göstermektedir. Eğer uzun dönem değil de belli bir dönem sonrası için karar verilecekse, o dönemin olasılıkları, P^n olarak hesaplanarak yorumlanabilmektedir.

Markov matrisi üzerinde yapılabilecek bir diğer analiz de durum değişkenleri -fiyat aralıkları- arasındaki geçişler ya da bir başka deyişle bir durum değişkeninden diğerine olan ziyaret frekanslarıdır. Örneğin, bir matriste, içinde bulunan değer 20. fiyat aralığında ise bu fiyat aralığından diğerlerine olan geçiş sayılarını göstermektedir. Ziyaret sayısı matrisi (R), aşağıdaki eşitlik (6) da düzenlenmektedir.

$$R = (I - P)^{-1} \quad (6)$$

Finans alanında son yıllarda yapılan araştırmalar incelendiğinde, Markov zinciri destekli çalışmaların oldukça başarılı sonuçlara ulaştığı gözlemlenmiştir. Markov zinciri destekli yapılan finansal araştırmaların belli başlıları aşağıda belirtilmiştir. Yatırım seçeneklerinin değerlendirilmesinde markov zincirinden yararlanarak belli sonuçlara ulaşmaya çalışılmıştır (Martzoukos, Trigeorgis, 2002: 696-706). GARCH süreçlerinin varyasyonu üzerine analiz yöntemi olarak Markov zincirleri kullanılmıştır (Basrak vd., 2002: 95-115). Markov zinciri yaklaşımı borsa değer analizleri için kullanılmıştır (Ghezzi, Piccardi, 2003: 385-393). Fiyat dalgalanmalarının ürün swaplarına etkisini araştıran ve alüminyum fiyatlarının incelendiği benzer bir çalışmada yine Markov zincirlerinden yararlanılmıştır (Özdağoğlu, Özdağoğlu, 2004: 605-615). GARCH opsiyon fiyatlama modeli için Markov zinciri kullanılmıştır (Duan, Simonato, 2001: 1689-1718). İşlem maliyetini değerlendirme sürecine katan opsiyon fiyatlama modeli için Markov zincirinden yararlanılmıştır (Monoyios, 2004: 889-913). Kredi riski değerlendirmelerinde Markov zinciri modeli önerilmiştir (Wozabal, Hochreiter, 2012: 403-415). Kredi portföyü risk değerlendirmesinde Markov zinciri kullanılmıştır (Kaniovski, Pflug, 2007: 2303-2323). Kredi değerlendirmede Bayes yaklaşımı ve Markov zinciri bütünleştirilerek bir model oluşturulmuştur (Kadam, Lenk, 2008: 2267-2274). Meksika'da bankaların ticari kredi portföyünü değerlemek için Markov zinciri kullanılmıştır (Angel vd., 1998: 1457-1480). Fiyatı endekse bağlı vadeli işlem sözleşmeleri için gün içi dinamiklerini incelemek amacıyla Markov zincirinden yararlanılmıştır (Shiyun vd., 1999: 247-265).

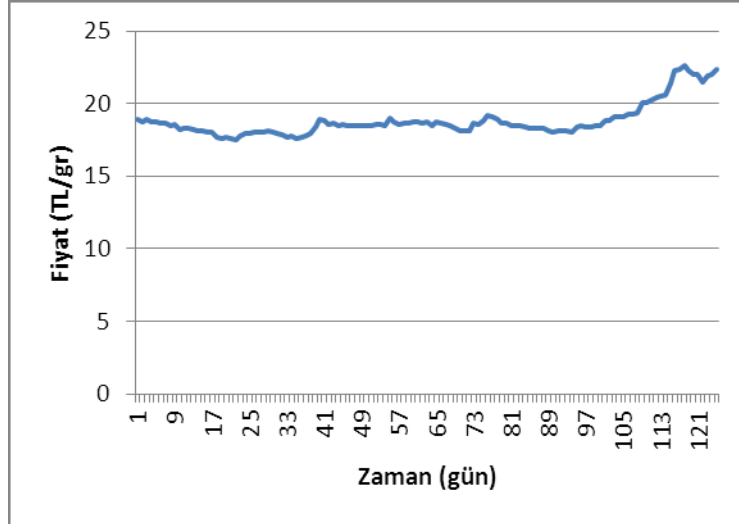
Opsiyon fiyatları ile ilgili olarak Markov zinciri kullanılmıştır (Simonato, 2011: 220–226).

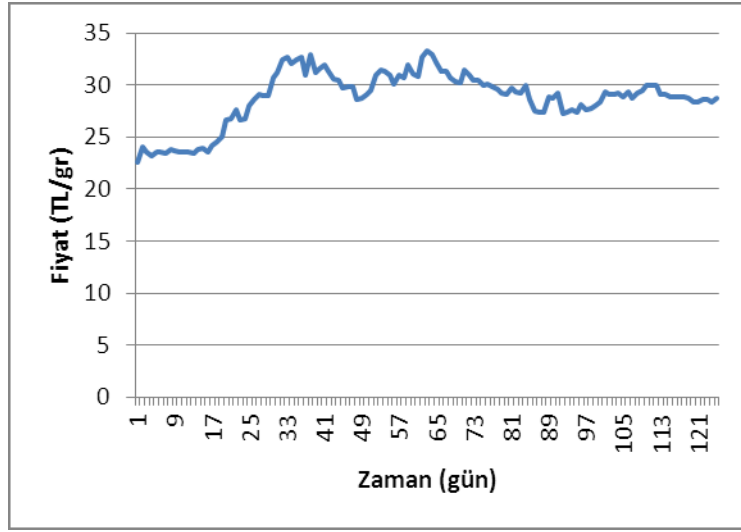
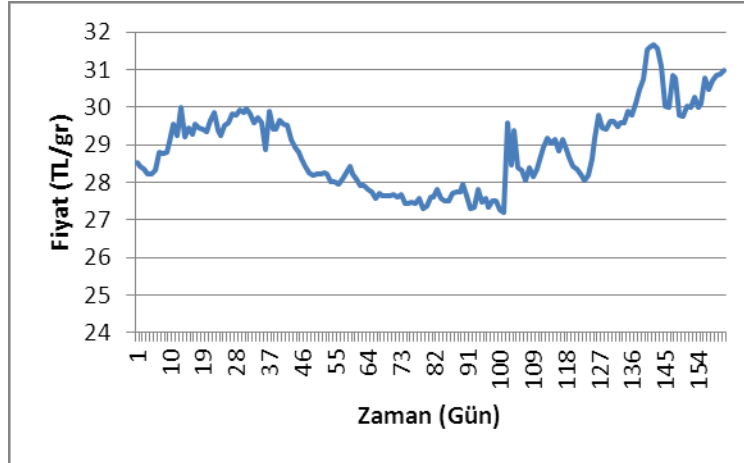
Bu çalışmanın amacı, 2005-2009 dönemi için altın fiyatlarını inceleyerek genel bir değerlendirme yapmak ve markov zinciri yöntemini kullanarak altın fiyat hareketlerine ilişkin tespitlerde bulunmaktır. Çalışma kapsamında, 2005-2009 yılları arasında İstanbul Altın Borsası'nda resmi olarak yayınlanan altın fiyatları ele alınmaktadır. Altın fiyatlarına ilişkin veriler kg başına düşen TL fiyatları olarak elde edilmekte, ancak hesaplamalarda daha ayrıntılı fiyat aralıklarına indirgeyebilmek için değerler gram birimi üzerinden analiz edilmektedir.

II. BULGULAR

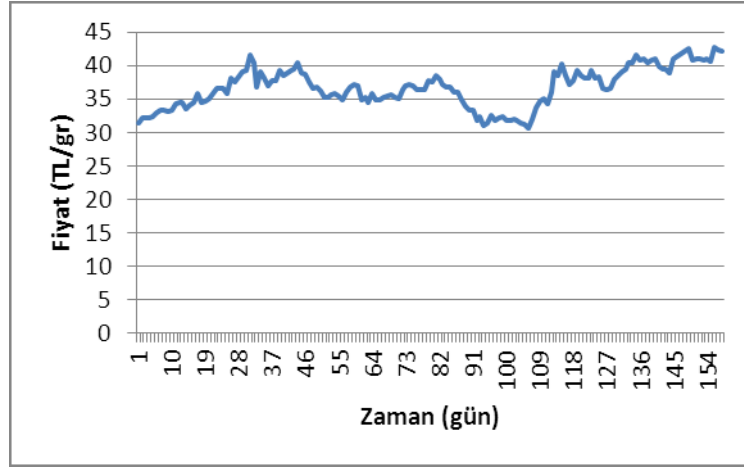
Beş yıllık zaman aralığındaki altın fiyatlarının genel seyri, yıllık bazda ayrı ayrı grafiklerde gösterilmiştir (Şekil 1-6). Grafiklerin oluşturulması için her yıla ilişkin İstanbul Altın Borsası altın fiyatları gün gün alınmıştır. Verilerin düzenlenmesinde tatiller vb nedenlerle borsanın kapalı olması her gün için fiyat bilgisi bulunmamasına ve grafiklerde yatay ekseninde yer alan günlerin sayısının birbirinden farklı olmasına neden olmaktadır.

Şekil 1: 2005 Altın Fiyatları

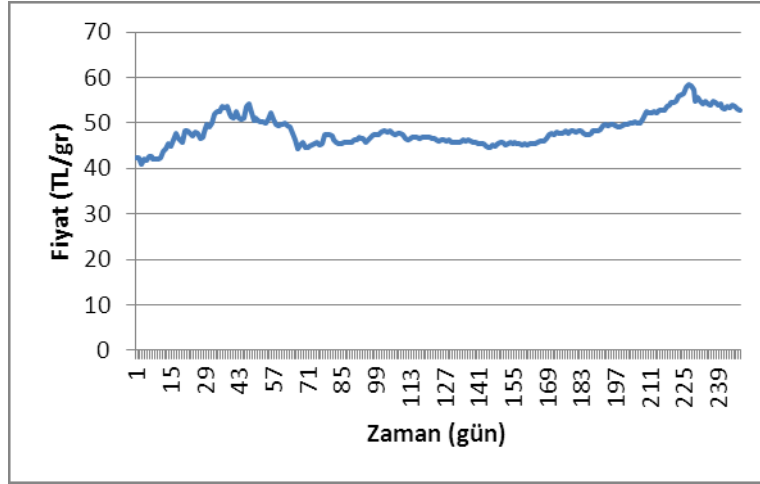


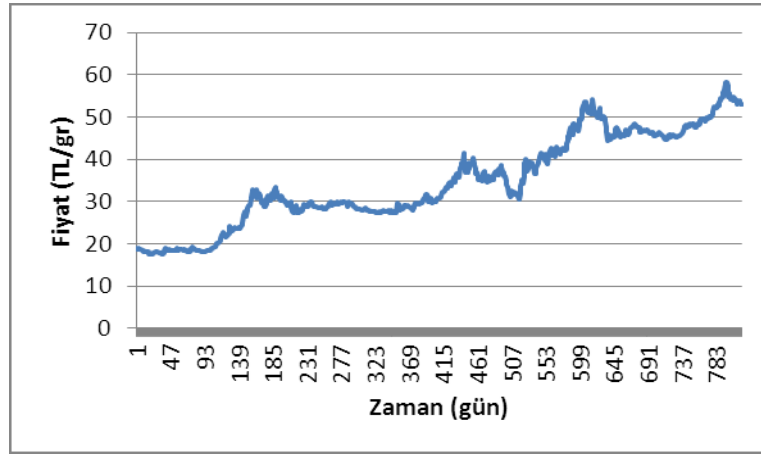
Şekil 2: 2006 Altın Fiyatları**Şekil 3: 2007 Altın Fiyatları**

Şekil 4: 2008 Altın Fiyatları



Şekil 5: 2009 Altın Fiyatları



Şekil 6: 2005-2009 Altın Fiyatları (Tüm Yıllar)

Şekil 1-6 grafiklerinin ortak özelliği, altın fiyatlarının artan bir eğilime sahip olmasıdır. Fiyatlardaki düşüşlerin yaz aylarına denk geldiği gözlemlenmiştir. Bu durum işlem hacmindeki artışlara bağlanmaktadır. Markov analizinden elde edilen bulgulara göre, yıllar bazında fiyatlar ortalama olarak %99,5 düzeyinde bir önceki günden etkilenmektedir. % 95 güven düzeyinde anlamlı bulunan bu değer ışığında, günlük fiyat değişimlerinin analizi için birer TL' lik fiyat aralıkları tanımlanmıştır. Beş güne kadar hesaplanan otokorelasyon ve kısmi otokorelasyon değerlerinin belirlenmesine ilişkin SPSS 18.0 programından elde edilen analiz sonuçları, Tablo 1' de sunulmaktadır.

Tablo 1: Altın Fiyatlarının Günlük Otokorelasyon ve Kısmi Otokorelasyon Değerleri

Aralık (gün)	Otokorelasyon	Std. Hata ^a	Box-Ljung Değeri			Kısmi Otokorelasyon
			Değer	Serbestlik derecesi	Anlamlılık ^b	
1	,995	,035	811,007	1	,000	,995
2	,990	,035	1615,090	2	,000	,001
3	,985	,035	2412,260	3	,000	-,003
4	,981	,035	3202,729	4	,000	,010
5	,976	,035	3986,441	5	,000	-,007

a. Süreç bağımsızlık varsayımı altında analiz edilmiş olup markov sürecinin yapısı bu varsayımı desteklemektedir.

b. Asimtotik Ki-kare yaklaşımı kullanılmıştır.

Markov matrisindeki olasılık değerlerinin çok daha detayda incelenmesi amacıyla ve 1 gr'lık altın fiyat değerleri üzerinden inceleme yapılması nedeniyle, fiyat aralıklarının küçük tutulması tercih edilmiş ve 1 TL olarak düzenlenmiştir. Kullanılan fiyat aralıkları Tablo 2'de verilmektedir. Tablo 2'de bulunan fiyat aralıkları ve bu fiyat aralıklarına ilişkin alt ve üst değerlerin bulunması için öncelikle inceleme dönemi olan 2005-2009 yılları aralığındaki gram bazında altın fiyatlarının en yüksek ve en düşük olduğu değerlere bakılmıştır. İnceleme kapsamındaki yıllar içerisinde en düşük gram fiyatı 17 TL, en yüksek gram fiyatı ise 59 TL'dir. En düşük fiyat ilk fiyat aralığının alt değeri olarak başlatılıp 1'er TL artışlarla yazıldığında 42 farklı fiyat aralığı oluşmuştur.

Tablo 2: Altın Fiyatları İçin Tanımlanan Aralıklar

Fiyat aralığı	Aralık alt değeri (\geq) (TL/gr)	Aralık üst değeri ($<$) (TL/gr)	Fiyat aralığı	Aralık alt değeri (\geq) (TL/gr)	Aralık üst değeri ($<$) (TL/gr)
1	17	18	22	38	39
2	18	19	23	39	40
3	19	20	24	40	41
4	20	21	25	41	42
5	21	22	26	42	43
6	22	23	27	43	44
7	23	24	28	44	45
8	24	25	29	45	46
9	25	26	30	46	47
10	26	27	31	47	48
11	27	28	32	48	49
12	28	29	33	49	50
13	29	30	34	50	51
14	30	31	35	51	52
15	31	32	36	52	53
16	32	33	37	53	54
17	33	34	38	54	55
18	34	35	39	55	56
19	35	36	40	56	57
20	36	37	41	57	58
21	37	38	42	58	59

Fiyat aralıkları tanımlandıktan sonra, altın fiyatlarında gözlenen değişiklikleri geniş periyotlarda incelemek amacıyla fiyat geçişlerindeki frekansları gösteren matrisler oluşturulmuştur. Örnek olması açısından 2006 yılına ait geçiş frekansları matrisi Tablo 3'te sunulmuştur. 2005, 2007, 2008 ve 2009 yıllarına ilişkin olarak geçiş frekansları, geçiş olasılıkları ve kararlı yapı matrisleri Ek 1-12'de belirtilmiştir.

Tablo 3: 2006 Yılına Ait Geçiş Frekansları Matrisi

	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6			1									
7		13	1									
8		1	1	1								
9					1							
10					2	1	1					
11					1	7	3	1				
12						2	13	7				
13						1	6	19	2			
14								2	9	4	2	
15									5	7	1	
16									1	2	5	1
17											1	

Tablo 3'teki verilerin hesaplanmasına ilişkin örnek vermek gerekirse, ilk satırda yer alan "6" rakamı ile üçüncü sütunda yer alan "8" rakamının kesiştiği hücrede bulunan "1" değeri 2006 yılına ait günlük altın fiyat değişimlerine bakıldığında gram bazında altın fiyatının altıncı fiyat aralığından sekizinci fiyat aralığına geçtiği bir gün bulunmaktadır. Diğer bir ifade ile altının gram fiyatı $22 \frac{\text{TL}}{\text{gram}} \leq \text{fiyat} < 23 \frac{\text{TL}}{\text{gram}}$ arası iken bir sonraki gün $24 \frac{\text{TL}}{\text{gram}} \leq \text{fiyat} < 25 \frac{\text{TL}}{\text{gram}}$ aralığına geçtiği bir tek gün bulunmaktadır. Başka bir örnek vermek gerekirse, ikinci satırda yer alan "7" rakamı ile ikinci sütunda yer alan "7" rakamının kesiştiği hücrede bulunan "13" değeri 2006 yılına ait günlük altın fiyat değişimlerine bakıldığında gram bazında altın fiyatının yedinci fiyat aralığında olup bir sonraki gün yine aynı fiyat aralığına tekabül ettiği 13 gün bulunduğunu göstermektedir. Diğer bir ifade ile altının gram fiyatı $23 \frac{\text{TL}}{\text{gram}} \leq \text{fiyat} < 24 \frac{\text{TL}}{\text{gram}}$ aralığında iken bir sonraki gün de $23 \frac{\text{TL}}{\text{gram}} \leq \text{fiyat} < 24 \frac{\text{TL}}{\text{gram}}$ aralığında kaldığı 13 farklı gün bulunmaktadır. Tablo 3 ile ilgili diğer dikkat edilmesi gereken nokta ise 2006 yılı içinde altın fiyatlarının $22 \frac{\text{TL}}{\text{gram}} \leq \text{fiyat} < 34 \frac{\text{TL}}{\text{gram}}$ aralığında değişim göstermesi nedeniyle Tablo'daki satır ve sütunların altıncı fiyat aralığı ile başlayıp onyedinci fiyat aralığında bitmesidir.

Daha sonraki aşamada ise görelî frekans değerlerinin bulunmasıyla, matris Markov süreçleri açısından bir geçiş olasılıkları matrisine dönüştürülmüştür. Tablo 4'te 2006 yılının geçiş frekanslarından elde edilen geçiş olasılıkları ver-

ilmektedir. Tablo 4'teki olasılıkların hesaplanmasına örnek vermek gerekirse, Tablo 3'te yer alan ikinci satırdaki değerlerin toplamı 14 olmaktadır. Bu satırda yer alan her değerın satır toplamına oranlanması geçiş olasılığını vermektedir. Tablo 4'teki ikinci satır ile ikinci sütunun kesişimindeki hücrede yer alan olasılık Tablo 3'teki geçiş frekansları yardımıyla $\frac{13}{13+1} = 0,929$ şeklinde bulunur. Aynı satırda üçüncü sütundaki geçiş olasılığı için yapılan işlem $\frac{1}{13+1} = 0,071$ şeklindedir. Tablo 3'ün ikinci satırında diğer bütün geçiş frekansları 0 olduğundan olasılıklar da $\frac{0}{13+1} = 0,000$ olarak bulunmuştur.

En son aşamada da geçiş olasılıkları matrisi üzerinden Markov zinciri hesaplanarak (Eşitlik 3), fiyat aralıkları için kararlı bir olasılık yapısı oluşturulmuştur. Eşitlik 3'te gösterilen işleme göre Tablo 4'te yer alan matris kendisiyle kararlı yapı oluşana kadar diğer bir deyişle aynı sütunda yer alan bütün değerler birbirine yakınsayana kadar çarpılmaktadır. Bu matris çarpımı sonucu oluşan 2006 yılına ait kararlı yapı olasılıkları Tablo 5'te verilmektedir. Bu olasılıklar, karar vericiye daha ileri tahmin modellerinin uygulanmasından önce yol gösteren bir yapı oluşturacaktır.

Örnek olarak sunulan 2006 yılına ait geçiş olasılıklarının hesaplanması ve kararlı yapı matris hesaplamaları ile 2005-2009 yıllarına ilişkin yıl bazında ve 5 yılın tamamını kapsayan tüm hesaplamalar için Microsoft Office Excel 2007 programı kullanılmıştır.

Tablo 4: 2006 Yılına Ait Geçiş Olasılıkları Matrisi

	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
7	0,000	0,929	0,071	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
8	0,000	0,333	0,333	0,333	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
9	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,500	0,250	0,250	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
11	0,000	0,000	0,000	0,000	0,083	0,583	0,250	0,083	0,000	0,000	0,000	0,000
12	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,091	0,591	0,318	0,000	0,000	0,000	0,000
13	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,036	0,214	0,679	0,071	0,000	0,000	0,000
14	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,118	0,529	0,235	0,118	0,000
15	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,385	0,538	0,077	0,000
16	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,111	0,222	0,556	0,111
17	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000

Tablo 5: 2006 Yılına Ait Kararlı Yapı Matrisi

	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,078	0,207	0,289	0,176	0,134	0,093	0,010
7	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,078	0,207	0,289	0,176	0,134	0,093	0,010
8	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,078	0,207	0,289	0,176	0,134	0,093	0,010
9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,078	0,207	0,289	0,176	0,134	0,093	0,010
10	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,078	0,207	0,289	0,176	0,134	0,093	0,010
11	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,078	0,207	0,289	0,176	0,134	0,093	0,010
12	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,078	0,207	0,289	0,176	0,134	0,093	0,010
13	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,078	0,207	0,289	0,176	0,134	0,093	0,010
14	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,078	0,207	0,289	0,176	0,134	0,093	0,010
15	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,078	0,207	0,289	0,176	0,134	0,093	0,010
16	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,078	0,207	0,289	0,176	0,134	0,093	0,010
17	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,078	0,207	0,289	0,176	0,134	0,093	0,010

Bu üçlü matris yapısı (Tablo 3, 4, 5) ele alınan tüm yıllar için ayrı ayrı ve ayrıca 5 yıllık periyot için bütün olarak hesaplanmıştır. Yıllık bazda hesaplanan kararlı yapılar için olasılık değerleri Tablo 6 içerisinde sıralanmıştır. Tabloda yer almayan fiyat aralıklarına ait olasılık değerleri sıfırdır.

Tablo 6: 2005-2009 Yıllarının Kararlı Olasılıkları

2005		2006		2007		2008		2009		5 yıllık değerler	
Fiyat Aralıkları	Olasılıklar	Fiyat Aralıkları	Olasılıklar	Fiyat Aralıkları	Olasılıklar	Fiyat Aralıkları	Olasılıklar	Fiyat Aralıkları	Olasılıklar	Fiyat Aralıkları	Olasılıklar
5	0,25	10	0,013	11	0,221	14	0,002	28	0,017	28	0,017
6	0,75	11	0,078	12	0,242	15	0,021	29	0,107	29	0,107
		12	0,207	13	0,320	16	0,015	30	0,092	30	0,092
		13	0,289	14	0,170	17	0,031	31	0,081	31	0,081
		14	0,176	15	0,047	18	0,077	32	0,051	32	0,051
		15	0,134			19	0,094	33	0,124	33	0,124
		16	0,093			20	0,162	34	0,087	34	0,087
		17	0,010			21	0,092	35	0,047	35	0,047
						22	0,135	36	0,128	36	0,128
						23	0,104	37	0,105	37	0,105
						24	0,122	38	0,097	38	0,097
						25	0,072	39	0,016	39	0,016
						26	0,074	40	0,016	40	0,016
								41	0,016	41	0,016
								42	0,016	42	0,016

Markov yönteminin günlük altın fiyatlarına uygulanmasının sonucunda elde edilen bulgular değerlendirildiğinde bazı önemli çıkarımlara ulaşılmaktadır; 2005 ve 2007 yıllarında fiyat aralıkları arasındaki geçiş dengelidir. 2005 yılı boyunca sadece 5. ve 6. fiyat aralıklarına ilişkin olasılıkların bulunması da bu durumu göstermektedir. Fiyat %75 olasılıkla 6. fiyat aralığı olan $22 \frac{\text{TL}}{\text{gram}} \leq \text{fiyat} < 23 \frac{\text{TL}}{\text{gram}}$ aralığında olacaktır. Bu da altın fiyatlarında ani değişikliklerin olmadığını göstermektedir. Altın fiyatları yıllık bazda artan bir trende sahip olduğu için ardışık fiyat aralıklarını takip etmiştir ve fiyatlarda ani düşüşler ya da yükselmeler yaşanmamıştır. 2008 ve 2009 yıllarındaki fiyat aralıklarının fazlalığı da bu dönemde altın fiyatlarındaki dalgalanmaların fazla olduğuna işaret etmektedir.

2006 yılında 12. ve 13. aralıkta olasılık yoğunluğunun olması, yükselme ve düşüşlerin sözkonusu fiyat aralıklarında olduğunu göstermektedir. Artan trend, 2006 yılı bazında devam etmektedir, fakat 2005 yılına kıyasla daha az ardışık bir seyir izlemiştir. Yıl bazındaki fiyat frekans dağılımları yılın sonunda kesin-

tiye uğramaktadır. Ancak markov zinciri içerisinde kararlı yapı (steady state) konumuna geçtiğinde, olasılıklara çevirme işlemi yapıldığı için bu kesintilerin etkisi ortadan kaldırılmıştır. 2008 yılında ise fiyat aralıklarında ardışık hareketler gözlenmemiş, aksine 2-3 fiyat aralığında ileri geri dönüşler görülmüştür. Yoğunlaşma ise 20. aralıktadır.

2009 yılına bakıldığında fiyat değişimleri çok fazladır. Ancak bu değişimler genelde 1 veya 2 fiyat aralığı atlaması şeklinde gerçekleşmiştir. Arada durağanlıklar da görülmektedir. Yıl sonu olması nedeniyle son aralıklarda geçişler sık değildir. Son olarak 2009 yılına ait geçiş olasılıkları incelendiğinde 5 yıllık geçiş olasılıkları ile aynı yoğunlukta olduğu görülmüştür. 2009 yılının sonunda elde edilen geçiş olasılıkları ve uzun erimli olasılıkların 2010 yılı için işaret ettiği fiyat aralıkları ile gerçek fiyat aralıkları arasında yaklaşık %70 korelasyon ($\alpha=0,05$) bulunmuştur.

SONUÇ

Değerli madenler, daha az risk içermesi nedeniyle, belirsiz piyasa ve yüksek enflasyon koşullarında tercih edilen yatırım araçları arasındadır. Günümüz piyasalarında altın, bu amaçla en sık tercih edilen değerli madenlerden biridir. Altına olan eğilimden dolayı, fiyatlar sık ve anlık değişimler göstermekte ve bu durum da yüksek işlem hacimlerine yol açabilmektedir. Diğer yatırım araçları gibi, altın da konjonktürel, mevsimsel ve spekülatif etkilere karşı duyarlıdır. Bu duyarlılık, altın fiyatlarının tahminlenmesindeki sapmayı arttırmaktadır.

Tanımlayıcı istatistiklerin sunduğu tablolar ve grafikler, farklı zaman birimlerindeki değişimleri görselleştirmekle birlikte, fiyat değerlerinin geçişkenliklerini ya da ilişkilerini göstermekte yetersiz kalmaktadır. Bu bağlamda çalışma, tanımlayıcı istatistiklerden yola çıkarak, mevcut tahminleme yöntemlerine destek olacak ve karar vericiye daha karmaşık analizlere geçmeden önce yön gösterecek bir uygulama sunmuştur. Uygulama aşamasında, 2005-2009 dönemi verileri ele alınmış; fiyat aralıkları kodlanarak görel frekans değerleri üzerinden geçiş olasılıkları; geçiş olasılıkları aracılığıyla da Markov zinciri hesaplanmıştır. Analizler kapsamında, kayıtlı altın fiyatları ve fiyat hareketleri ayrıntılı olarak incelenmiş ve Markov zinciri yardımıyla fiyat hareketlerinin yapısına ilişkin tespitlerde bulunulmuştur. Fiyat aralıkları arasındaki geçişler ve bu geçişler arasındaki sıklıklar; yıl bazında ve beş yıllık analiz sonucunda, uzun erimli olasılık yoğunluklarına dönüştürülmüştür. Bu olasılık yoğunluklarının altıncı yıla yansımaları izlenmiş ve gerçekleşen fiyat değerleri ile uyumlu bulunmuştur. Bulgular, fiyat aralıkları arasındaki geçişleri göstermesi açısından anlamlı sonuçlara işaret etmektedir.

Bu çalışmada ele alınan yöntem, tanımlayıcı istatistik bilgisinin elde edilmesinin ardından, daha teknik bilgi, deneyim ve uzmanlık gerektiren istatistiksel tahmin modellerine geçmeden önce, bir ara ya da ön analiz olarak değerlendiril-

dirilmiştir. Sonuç olarak, Markov zinciri ile fiyat değişimlerinin uzun erimli olasılıklarına ulaşarak yatırımcıya pratik ve yönlendirici bir karar desteği sunulmuştur. Altın fiyatlarının seyrine ilişkin olasılıkların bilinmesi, bireysel veya kurumsal yatırımcılara portföylerinde değişiklik yapma kararı verirken yol gösterecektir. Altının fiyatının yükselmeye devam edeceğinin tahmin edilmesi durumunda elde altın olması halinde pozisyon korunur, elde altın olmaması halinde hemen alım yapılır. Böylece ileride altın fiyatları yükseldiğinde satış yapılarak, alım satım fiyatı arasındaki fark kadar kar elde edilebilir.

KAYNAKÇA

- ANGEL, Gabriela F. Del; Javier Marquez DIEZ-CANEDO and Estela Patino GORBEA; (1998), “A Discrete Markov Chain Model for Valuing Loan Portfolios. The Case of Mexican Loan Sales”, **Journal of Banking & Finance**, 22, pp. 1457-1480.
- BASRAK, Bojan; Richard A. DAVIS and Thomas MIKOSCH; (2002), “Regular Variation of GARCH Processes”, **Stochastic Processes and Their Applications**, 99, pp. 95-115.
- ÇINLAR, Erhan; (1975), **Introduction to Stochastic Processes**, First Edition, New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- DUAN, Jin-Chuan and Jean-Guy SIMONATO; (2001), “American Option Pricing Under GARCH By A Markov Chain Approximation”, **Journal of Economic Dynamics & Control**, 25, pp. 1689-1718.
- GHEZZI, Luca L. and Carlo PICCARDI; (2003), “Stock Valuation Along A Markov Chain”, **Applied Mathematics And Computation**, 141, pp. 385-393.
- İstanbul Altın Borsası**; (2011), “Kıymetli Madenler Piyasası Referans Fiyatları Altın”, İnternet Adresi, http://www.iab.gov.tr/ref_fiyat_veri.asp , Erişim Tarihi: 20.05.2011.
- KADAM, Ashay and Peter LENK; (2008), “Bayesian Inference for Issuer Heterogeneity in Credit Ratings Migration”, **Journal of Banking & Finance**, 32, pp. 2267–2274.
- KANIOVSKI, Yuri M. and Georg C. PFLUG; (2007), “Risk Assessment for Credit Portfolios: A Coupled Markov Chain Model”, **Journal of Banking & Finance**, 31, pp. 2303–2323.
- MARSH, James Barney; (1983), “Keynes on the Supply of Gold: A Statistical Test”, **Eastern Economic Journal**, 9(1), pp. 7-12.
- MARTZOUKAS, Spiros H. and Lenos TRIGEORGIS; (2002), “Real Investment Options with Multiple Sources of Rare Events”, **European Journal Of Operational Research**, 136, pp. 696-706.
- MONOYIOS, Michael; (2004), “Option Pricing with Transaction Costs Using A Markov Chain Approximation”, **Journal of Economic Dynamics & Control**, 28, pp. 889 – 913.
- ÖZDAĞOĞLU, Aşkın ve Güzin ÖZDAĞOĞLU; (2004), “SWAP Kararlarının Oluşturulmasında Sayısal Bir Model Önerisi: Mal Swapları ve Markov Zinciri Yaklaşımı”, **I. Kobiler Ve Verimlilik Kongresi Bildiriler Kitabı**, 11-12 Aralık 2004, İstanbul: İstanbul Kültür Üniversitesi, ss. 605-615.

- PARISI, Antonino; Franco PARISI and David DIAZ; (2008), “Forecasting Gold Price Changes: Rolling and Recursive Neural Network Models”, **Journal of Multinational Financial Managemet**, 18, pp. 477-487.
- SARI, Ramazan; Shawkat HAMMOUDEH and Uğur SOYTAS; (2010), “Dynamics of Oil Price, Precious Metal Prices, and Exchange Rate”, **Energy Economics**, 32, pp. 351-362.
- SHAFIEE, Shahriar and Erkan TOPAL; (2010), “An Overview of Global Gold Market and Gold Price Forecasting”, **Resources Policy**, 35, pp. 178-189.
- SHIYUN, Wang; Lim Kian GUAN and Carolyn CHANG; (1999), “A New Methodology for Studying Intraday Dynamics of Nikkei Index Futures Using Markov Chains”, **Journal of International Financial Markets, Institutions and Money**, 9, pp. 247–265.
- SIMONATO, Jean-Guy; (2011), “Computing American Option Prices in The Lognormal Jump–Diffusion Framework with A Markov Chain”, **Finance Research Letters**, 8, pp. 220–226.
- TAHA, Hamdy A; (2011), **Operations Research**, Ninth Edition, Fayetteville: Prentice-Hall Inc.
- WOZABAL, David and Ronald HOCHREITER; (2012), “A Coupled Markov Chain Approach To Credit Risk Modeling”, **Journal of Economic Dynamics & Control**, 36, pp. 403–415.

EKLER**Ek 1:** 2005 Yılına İlişkin Geçiş Frekansları

	1	2	3	4	5	6
1	14	3				
2	3	76	3			
3		2	6	1		
4				5	1	
5					2	2
6					1	5

Ek 2: 2005 Yılına İlişkin Geçiş Olasılıkları Matrisi

	1	2	3	4	5	6
1	0,824	0,176	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,037	0,927	0,037	0,000	0,000	0,000
3	0,000	0,222	0,667	0,111	0,000	0,000
4	0,000	0,000	0,000	0,833	0,167	0,000
5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,500	0,500
6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,167	0,833

Ek 3: 2005 Yılına İlişkin Kararlı Yapı Matrisi

	1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	0,25	0,75
2	0	0	0	0	0,25	0,75
3	0	0	0	0	0,25	0,75
4	0	0	0	0	0,25	0,75
5	0	0	0	0	0,25	0,75
6	0	0	0	0	0,25	0,75

Ek 4: 2007 Yılına İlişkin Geçiş Frekansları

	11	12	13	14	15
11	39	1	1		
12	2	37	6		
13		6	42	3	
14			2	15	1
15				1	4

Ek 5: 2007 Yılına İlişkin Geçiş Olasılıkları Matrisi

	11	12	13	14	15
11	0,951	0,024	0,024	0,000	0,000
12	0,044	0,822	0,133	0,000	0,000
13	0,000	0,118	0,824	0,059	0,000
14	0,000	0,000	0,111	0,833	0,056
15	0,000	0,000	0,000	0,200	0,800

Ek 6: 2007 Yılına İlişkin Kararlı Yapı Matrisi

	11	12	13	14	15
11	0,221	0,242	0,320	0,170	0,047
12	0,221	0,242	0,320	0,170	0,047
13	0,221	0,242	0,320	0,170	0,047
14	0,221	0,242	0,320	0,170	0,047
15	0,221	0,242	0,320	0,170	0,047

Ek 7: 2008 Yılına İlişkin Geçiş Frekansları

	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
14		1											
15	1	6	4	1									
16		3	5	1									
17		1		5	3								
18				2	5	6	2						
19					5	9	2		1				
20					2	2	13	5		2			
21							4	4	3	2			
22							2	4	6	4	2		
23									6	5	2	1	
24							1		2		4	5	1
25										1	4	2	1
26											1		3

Ek 8: 2008 Yılına İlişkin Geçiş Olasılıkları Matrisi

	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
14	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,08	0,50	0,33	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	0,00	0,33	0,56	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	0,00	0,11	0,00	0,56	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	0,00	0,00	0,00	0,13	0,33	0,40	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	0,53	0,12	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,08	0,54	0,21	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	0,31	0,23	0,15	0,00	0,00	0,00
22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,22	0,33	0,22	0,11	0,00	0,00
23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	0,36	0,14	0,07	0,00
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,15	0,00	0,31	0,38	0,08
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,50	0,25	0,13
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,75

Ek 9: 2008 Yılına İlişkin Kararlı Yapı Matrisi

	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
14	0,00	0,02	0,02	0,03	0,08	0,09	0,16	0,09	0,13	0,10	0,12	0,07	0,07
15	0,00	0,02	0,02	0,03	0,08	0,09	0,16	0,09	0,13	0,10	0,12	0,07	0,07
16	0,00	0,02	0,02	0,03	0,08	0,09	0,16	0,09	0,13	0,10	0,12	0,07	0,07
17	0,00	0,02	0,02	0,03	0,08	0,09	0,16	0,09	0,13	0,10	0,12	0,07	0,07
18	0,00	0,02	0,02	0,03	0,08	0,09	0,16	0,09	0,13	0,10	0,12	0,07	0,07
19	0,00	0,02	0,02	0,03	0,08	0,09	0,16	0,09	0,13	0,10	0,12	0,07	0,07
20	0,00	0,02	0,02	0,03	0,08	0,09	0,16	0,09	0,13	0,10	0,12	0,07	0,07
21	0,00	0,02	0,02	0,03	0,08	0,09	0,16	0,09	0,13	0,10	0,12	0,07	0,07
22	0,00	0,02	0,02	0,03	0,08	0,09	0,16	0,09	0,13	0,10	0,12	0,07	0,07
23	0,00	0,02	0,02	0,03	0,08	0,09	0,16	0,09	0,13	0,10	0,12	0,07	0,07
24	0,00	0,02	0,02	0,03	0,08	0,09	0,16	0,09	0,13	0,10	0,12	0,07	0,07
25	0,00	0,02	0,02	0,03	0,08	0,09	0,16	0,09	0,13	0,10	0,12	0,07	0,07
26	0,00	0,02	0,02	0,03	0,08	0,09	0,16	0,09	0,13	0,10	0,12	0,07	0,07

Ek 12:**2009 Yılına İlişkin Kararlı Yapı Matrisi**

	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
25	0,00	0,00	0,00	0,02	0,11	0,09	0,08	0,05	0,12	0,09	0,05	0,13	0,10	0,10	0,02	0,02	0,02	0,02
26	0,00	0,00	0,00	0,02	0,11	0,09	0,08	0,05	0,12	0,09	0,05	0,13	0,10	0,10	0,02	0,02	0,02	0,02
27	0,00	0,00	0,00	0,02	0,11	0,09	0,08	0,05	0,12	0,09	0,05	0,13	0,10	0,10	0,02	0,02	0,02	0,02
28	0,00	0,00	0,00	0,02	0,11	0,09	0,08	0,05	0,12	0,09	0,05	0,13	0,10	0,10	0,02	0,02	0,02	0,02
29	0,00	0,00	0,00	0,02	0,11	0,09	0,08	0,05	0,12	0,09	0,05	0,13	0,10	0,10	0,02	0,02	0,02	0,02
30	0,00	0,00	0,00	0,02	0,11	0,09	0,08	0,05	0,12	0,09	0,05	0,13	0,10	0,10	0,02	0,02	0,02	0,02
31	0,00	0,00	0,00	0,02	0,11	0,09	0,08	0,05	0,12	0,09	0,05	0,13	0,10	0,10	0,02	0,02	0,02	0,02
32	0,00	0,00	0,00	0,02	0,11	0,09	0,08	0,05	0,12	0,09	0,05	0,13	0,10	0,10	0,02	0,02	0,02	0,02
33	0,00	0,00	0,00	0,02	0,11	0,09	0,08	0,05	0,12	0,09	0,05	0,13	0,10	0,10	0,02	0,02	0,02	0,02
34	0,00	0,00	0,00	0,02	0,11	0,09	0,08	0,05	0,12	0,09	0,05	0,13	0,10	0,10	0,02	0,02	0,02	0,02
35	0,00	0,00	0,00	0,02	0,11	0,09	0,08	0,05	0,12	0,09	0,05	0,13	0,10	0,10	0,02	0,02	0,02	0,02
36	0,00	0,00	0,00	0,02	0,11	0,09	0,08	0,05	0,12	0,09	0,05	0,13	0,10	0,10	0,02	0,02	0,02	0,02
37	0,00	0,00	0,00	0,02	0,11	0,09	0,08	0,05	0,12	0,09	0,05	0,13	0,10	0,10	0,02	0,02	0,02	0,02
38	0,00	0,00	0,00	0,02	0,11	0,09	0,08	0,05	0,12	0,09	0,05	0,13	0,10	0,10	0,02	0,02	0,02	0,02
39	0,00	0,00	0,00	0,02	0,11	0,09	0,08	0,05	0,12	0,09	0,05	0,13	0,10	0,10	0,02	0,02	0,02	0,02
40	0,00	0,00	0,00	0,02	0,11	0,09	0,08	0,05	0,12	0,09	0,05	0,13	0,10	0,10	0,02	0,02	0,02	0,02
41	0,00	0,00	0,00	0,02	0,11	0,09	0,08	0,05	0,12	0,09	0,05	0,13	0,10	0,10	0,02	0,02	0,02	0,02
42	0,00	0,00	0,00	0,02	0,11	0,09	0,08	0,05	0,12	0,09	0,05	0,13	0,10	0,10	0,02	0,02	0,02	0,02