

# Markov Analizi ile Yıllık Ödeneklere Bağlı Bir Tahmin Uygulaması

*An Estimation Application According to Annual Allowances with Markov Analysis*

**Fatıma BÜYÜKTATLI**

*Akdeniz Üniversitesi, SBE, Ekonometri ABD*

**Sevgi İŞBİLİR**

*Akdeniz Üniversitesi, SBE, Ekonometri ABD*

**Emre İPEKÇİ ÇETİN**

*Yrd.Doç.Dr. Akdeniz Üniversitesi, İİBF, Ekonometri Bölümü, (ecetin@akdeniz.edu.tr)*

## ÖZET

### **Anahtar Kelimeler:**

*Markov analizi,  
tahminleme, TAEK.*

*Markov süreci, geçmişteki ve şimdiki faaliyetlerin olasılıklarından yararlanarak onların gelecekteki olasılıklarını belirlemede kullanılan stokastik temelli bir açıklama ve tahmin aracıdır. Markov karar süreçleri ekonomi, finans, pazarlama, iletişim ve meteoroloji gibi birçok alanda yaygın olarak uygulanmıştır. Bu çalışmada Markov sürecinin ileriye dönük bir tahmin aracı olarak kullanımının gösterilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada TAEK'in 1998-2009 yılları arası yatırım programı başlangıç ödenekleri ile kurumun fiili harcamalarının gerçekleşme yüzdeleri kullanılmıştır. Markov analizi ile 2011 yılı yatırım programı gerçekleştirilme yüzdeliği tahmin edilmiş ve sonuçlar yorumlanmıştır.*

## ABSTRACT

### **Keywords:**

*Markov analysis,  
estimation, TAEK.*

*Markov process is a stochastic-based explanation and prediction tool which uses past and present activities to determine the possibilities of their future possibilities. Markov decision processes have been widely used in many applications such as economy, finance, marketing, communication and meteorology. This study aims to show the use of Markov Process as a prediction tool for forward looking. Initial allocations of investment program with actual spending percentages from the years of 1998-2009 of TAEK used in this study. An estimated percentage of realization of investment program for 2011 and results are interpreted with Markov analysis.*

## 1.GİRİŞ

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) kendisine bağlı ve ilgili olan kurumlara her yıl bir ödenek ayırarak dağıtmaktadır. Kuruluşlar bu ödenekleri kendi ihtiyaçları, bütçeleri ve yıllık programları doğrultusunda bünyelerindeki alt birimlere aktarmakta ve ileriye yönelik yatırımlar için kullanılmaktadırlar. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) da, ETKB' na bağlı kuruluşlar arasında yer almaktadır.

Türkiye Atom Enerjisi Kurumu nükleer enerjinin ülke yararına kullanılmasını sağlamak, bu konudaki düzenlemeleri ve denetlemeleri yapmak üzere kurulmuş, nükleer teknoloji üretimi, nükleer santral dönüştürme çabaları ve nükleer güvenlik konusundaki çalışmalarıyla Türkiye'de faaliyet gösteren önemli kurumlardan biridir. Nükleer Enerji Teknolojileri, bugünün ve geleceğin pazarlarında yarışabilecek ve ülkemize rekabet üstünlüğü sağlayabilecek teknolojilerden birisidir (Atila, 2004).

Türkiye Atom Enerjisi Kurumu nükleer enerji üretimine yönelik faaliyetlerini geliştirebilmek için kendisine ayrılan bütçeyi en etkin şekilde kullanmaya çalışmaktadır. Bu kuruma ayrılan başlangıç ödeneklerinin etkin kullanımının sağlanması ile kurumun; teknoloji transferine hâkim olabilmesi, teknoloji yenileştirme ve geliştirme çalışmalarını hızlandırabilmesi, stratejik nükleer maddeleri bulup çıkartma faaliyetlerine daha çok kaynak aktarabilmesi ve nükleer tesislere lisans vermek için kalifiye eleman tedarikini sağlayabilmesine olanak tanınmaktadır (TAEK, 2008;2009).

Bu çalışmada TAEK'in 1998-2009 yılları arası yatırım programlarının başlangıç ödenekleri ile kurumun fiili harcamalarının gerçekleşme yüzdeleri kullanılarak Markov Analizi ile 2011 yılı yatırım programı gerçekleştirilme yüzdeliği tahmin edilmiş ve sonuçlar yorumlanmıştır. TAEK yatırım programı, nükleer teknoloji ile ilgili AR-GE projelerine yönelik faaliyetleri, tarım, hayvancılık, çevre, endüstri ve tipta radyasyon uygulamalarına yönelik araştırmaları,

## BÜYÜKTATLI-İŞBİLİR-ÇETİN

radyasyon ölçüm ve analizleri ile nükleer radyasyon emniyeti ve güvenliği ile ilgili faaliyetleri kapsayan projelerden oluşmaktadır (TAEK, 2009).

### 2. MARKOV ANALİZİ

Hızlı ve doğru kararlar almada sistematik bir yaklaşıma gereksinim duyulmaktadır. Karar almada kullanılabilir çok çeşitli modeller ve teknikler geliştirilmiştir. Markov Analizi, stokastik modeller başlığı altında yer alan yöntemlerden bir tanesidir (Daşdemir ve Güngör, 2002). Geçmişteki ve şimdiki faaliyetlerin olasılıklarından yararlanarak onların gelecekteki olasılıklarını belirlemek Markov analizinin temelini oluşturmaktadır. Markov analizi terimi, sistemin şu anki davranışını dikkate alarak, ileriye yönelik davranışlarını tahmin etmek için kullanılan bir tekniği ifade etmektedir (Öztürk 2009; Can, 2006).

Kesik zamanlı stokastik sürecin özel bir türü Markov zinciri olarak adlandırılır. (Winston, 1991). Markov zincirleri bir açıklama ve tahmin aracı olarak, dinamik ve stokastik sistemlerin analizinde ve bir sistemin zaman boyunca içinde bulunabileceği farklı durumlar arasında yaptığı hareketlerin incelenmesinde yaygın olarak kullanılan modellerdir (Alp,2007).

#### 2.1. Literatür taraması

Ekonomi, finans, pazarlama iletişim, meteoroloji, mühendislik gibi alanlarda markov karar süreçlerinin gerek teorik gerekse uygulamalı olarak sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Bu konuyla ilgili olarak ülkemizde yapılan bazı çalışmalarla ilgili literatür taraması aşağıda kısaca özetlenmektedir.

Özgürel ve Kılıç (2003) meteoroloji alanında yaptıkları çalışmada, 42 yıllık (1960-2001) yağış verilerinden yararlanarak İzmir ili için geleceğe yönelik yıllık yağış olasılıklarının tahmin edilmesi amacıyla bir Markov zinciri modeli kurmuşlardır. Süt vd. (2007) sağlık alanında karar verme ve kestirimde bulunmada Markov modelinin kullanılabilirliğini göstermeyi hedeflemiştir. Markov modelleri yardımıyla klinik stratejilerin maliyet, etkinlik ve yaşam kalitesi ölçütleri sentez edilerek, bunların sonucunda yaşam beklentisi, kalite düzeltmeli yaşam beklentisi ve yaşam maliyeti hesaplanabileceği sonucuna varmışlardır. Alp (2007), Türkiye Eğitim İstatistikleri 2005-2006 verilerini kullanarak eğitime başlayan bir öğrencinin eğitimin hangi aşamasına kadar devam edebileceği olasılığının bilinmesi aşamasında Markov analizinden faydalanmıştır. Çalışmada bir öğrencinin şu anda bulunduğu eğitim kademesine göre sonraki eğitim kademelerine geçiş olasılıklarının ve kız ile erkek öğrenciler arasındaki farkın bilinmesinin gelecek için eğitim stratejilerine ulaşılabilmesi için alınacak önlemlerin belirlenmesinde bir karar desteği oluşturabileceğinden bahsedilmiştir. Ertuğrul ve Aytaç (2007), müşteri gereksinimleri ile teknik gereksinimler arasındaki ilişkiyi belirlemede Markov zincirlerinin temelinde bulunan olasılık ve geçiş matrisleri yardımıyla otomotiv sektöründe otomobil sahiplerinin isteklerine yönelik otomobil tasarımı için kalite fonksiyon göçerimi uygulamasında bulunmuştur. Teknik gereksinimlerin gelecekte farklı dönemlerde alacağı değerler gözlemlenerek bir analiz yapılmıştır. Tonkaz (2008), GAP alanında aylık toplam yağışların standardize yağış indeksi kavramına göre kuraklık indekslerinin belirlenmesinde Markov zinciri ile kurak olma olasılıklarının aylık bazda belirlenmesini hedeflemiştir. Elde edilen bulgularla tarım ve tarıma dayalı faaliyetlerde risk durumunun belirlenmesi yönünde sonuçlara ulaşılabilirliği vurgulanmıştır. Öz (2009), çalışmasında, Markov zincirleri üzerine kurulu olan Saklı Markov modelini kullanarak İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Ulusal 100 Endeksi değerinin değişim oranlarını tahmin etmek amacı ile bir uygulama geliştirmiştir. Saklı Markov modelinin kullanıldığı bu tahminlemede etkili sonuçlar ortaya çıktığı görülmüştür. Can ve Öz (2009)'ün çalışmasında 1992 – 2007 yılları arasında Türkiye'de gözlenen dolar kuru değerleri ve bu kurları etkileyen ekonomik veriler baz alınarak 2008 yılına ait dolar kuru değişimi için Markov modelleri ile tahminlemeler yapılmıştır. Can ve Öz'ün (2010) çalışmasında Markov zincirlerini temel alan Gizli Markov modeli kullanılarak, marka tercihleri ve tercih nedenleri üzerine bir uygulama yapılmıştır. Üniversite öğrencilerinin kullandıkları cep telefonu markaları ve bu markaları tercih etme nedenleri temel alınarak Gizli Markov modeli ile üniversite öğrencilerinin genel olarak cep telefonu tercihlerinin hangi marka olacağı ve herhangi bir markanın tercih sebebi tahmin edilmiştir. Soykan (2010) çalışmasında pazarda çok sayıda rakip markanın bulunduğu durumlarda, pazar payı tahminlerinin elde edilmesinde Markov zincirlerinin nasıl kullanılabilirliğini ve pazar payı araştırmaları için etkin bir tekniğin uygulanabilirliğini göstermiştir.

#### 2.2. Matematiksel Yapısı

Markov zincirlerinin en önemli elemanı, sistemin zaman içerisinde bulunabileceği tüm olası durumların listesidir. (Ching, Fung ve Ng, 2002).

S, durum uzayını göstermek üzere;

$$P(X_{t+1} = j | X_t = i) = p_{ij}, \quad i, j \in S$$

Bu olasılık t 'den bağımsızdır. Bu ifadeye göre t anında i durumunda olan sürecin t +1 anında j durumunda olması olasılığı  $p_{ij}$  ile gösterilir. Markov zinciri için  $p_{ij}$ 'ler geçiş olasılıklarını ifade eder.  $P_{ij}$  geçiş olasılıklarının oluşturduğu matris  $P = [p_{ij}]$  ile gösterilir ve Markov zincirinin geçiş olasılıkları matrisi olarak ifade edilir.  $P_{ij}$  olasılıklarına tek adım geçiş

olasılıkları denir. Geçiş olasılığı matrisi, verilen bir durumdan gelecekte bir durumda bulunmanın koşullu olasılığını gösterir (Winston, 1991; Chung ve Walsh, 2005).

Geçiş olasılıkları için aşağıdaki eşitlikler geçerlidir:

$$0 \leq p_{ij} \leq 1, \quad i, j \geq 0$$

$$\sum_{j=0}^n p_{ij} = 1, \quad i = 0, 1, 2, \dots, n$$

Markov zincirinin daha iyi açıklanabilmesi için başlangıçta i durumundaki olayların olasılıklarını yani  $q_i$  'yi yada başka bir ifadeyle  $P(X_0 = i) = q_i$  'nin tanımlanması gerekir.

$Q=[q_1, q_2, \dots, q_n]$  markov zinciri için başlangıç olasılık dağılım vektörüdür. Durum uzayı  $S=\{0, 1, 2, \dots, n\}$  şeklinde sonlu olduğunda Markov zinciri için geçiş olasılıkları matrisi aşağıdaki gibi yazılır:

$$P = [p_{ij}] = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{13} & \dots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} & p_{23} & \dots & p_{2n} \\ p_{31} & p_{32} & p_{33} & \dots & p_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ p_{n1} & p_{n2} & p_{n3} & \dots & p_{nn} \end{bmatrix}$$

### 3. YILLIK ÖDENEKLER ÜZERİNDEN MARKOV ANALİZİ İLE TAHMİNLEME

Aşağıdaki tabloda 1998 ile 2009 yılları itibariyle Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından TAEK'e ayrılan yatırım projeleri başlangıç ödenekleri ve bu ödeneklerin her yıl içerisindeki fiili harcanma durumları görülmektedir.

**Tablo 1. TAEK Yatırım Projeleri Başlangıç Ödenekleri ve Gerçekleşme Miktarları**

Yıllar	Program Başlangıç Ödeneği (TL)	Fiili Harcama (TL)	Gerçekleşme oranı (%)
1998	985.000	580.910	58,97
1999	880.000	718.806	81,68
2000	1.400.000	1.455.973	103,99
2001	2.100.000	1.791.027	85,29
2002	4.400.000	3.536.885	80,38
2003	12.650.000	2.312.326	18,28
2004	5.700.000	3.605.639	63,26
2005	8.029.000	7.475.155	93,1
2006	13.050.000	5.469.065	41,9
2007	20.000.000	11.352.211	56,76
2008	18.988.000	24.265.100	128
2009	29.200.000	14.334.000	75

Kaynak :ETKB (2008; 2009).

Tablo 1'den görüldüğü gibi yıllar itibariyle ETKB'nın kuruma ayırdığı ödenek artmakta ve buna bağlı olarak ayrılan ödeneğin harcanma tutarında dalgalanmalar gözlemlenmektedir. Buradaki dalgalanmaların geleceğe yansımalarının hesaplanabilmesi için; yatırım programlarının gerçekleşme yüzdeleri incelenerek Markov Modellerinden faydalanma yoluna gidilmiştir. Çalışmada gerçekleşme oranlarının sınıflandırılmasında farklılıklar yaratılarak üç ayrı Markov modeli oluşturulmuş ve çıkan sonuçlar karşılaştırılmıştır.

**3.1. Geçiş Olasılıkları Matrislerinin Oluşturulması**

Bu çalışmada, gerçekleşme yüzdeleri ilk Markov modelinde dört sınıfa, ikinci Markov modelinde üç sınıfa, üçüncü Markov modelinde ise iki sınıfa ayrılarak Tablo 2’de gösterilmiştir.

**Tablo 2. Markov Modelleri İçin Sınıflandırmalar**

Birinci Markov modeli (BMM)		İkinci Markov modeli (İMM)		Üçüncü Markov modeli (ÜMM)	
Gerçekleşme (%)	SİMGE	Gerçekleşme (%)	SİMGE	Gerçekleşme (%)	SİMGE
%100 ve üzeri	L	%80 ve üzeri	W	%60 ve üzeri	M
%80 ≤ Y < %100	A	%60 ≤ Y < 80%	Q	%60’ın altı	N
%60 ≤ Y < %80	B	%60’ın altı	X		
%60’ın altı	C				

Bu sınıflandırmalara göre 1998-2009 yılları arasındaki başlangıç ödenekleri ve fiili harcamalar göz önüne alınarak her bir model için oluşan durumlar ve geçişler Tablo 3’de görülmektedir.

**Tablo 3. Gerçekleşme Oranlarına Göre Durumlar ve Geçişler**

	Başlangıç Ödeneği (TL)	Fiili Harcama (TL)	Gerçekleşme oranı (%)	BMM		İMM		ÜMM	
				Durumlar ve Geçişler		Durumlar ve Geçişler		Durumlar ve Geçişler	
1998	985.000	580.910	58,97	C		X		N	
1999	880.000	718.806	81,68	A	PCA	W	PXW	M	PNM
2000	1.400.000	1.455.973	103,99	L	PAL	W	PW W	M	PM M
2001	2.100.000	1.791.027	85,29	A	PLA	W	PW W	M	PM M
2002	4.400.000	3.536.885	80,38	A	PAA	W	PW W	M	PM M
2003	12.650.000	2.312.326	18,28	C	PAC	X	PWX	N	PMN
2004	5.700.000	3.605.639	63,26	B	PCB	Q	PXQ	M	PNM
2005	8.029.000	7.475.155	93,1	A	PBA	W	PQW	M	PM M
2006	13.050.000	5.469.065	41,9	C	PAC	X	PWX	N	PMN
2007	20.000.000	11.352.211	56,76	C	PCC	X	PXX	N	PNN
2008	27.976.000	24.265.100	86,74	A	PCA	W	PXW	M	PNM
2009	29.200.000	14.334.000	49,1	C	PAC	X	PWX	N	PMN

Tablo3’deki verilerden faydalanarak üç ayrı markov modelinde kullanılmak üzere 3 tane geçiş olasılıkları matrisi oluşturulmuştur.

Birinci Markov modelinin geçiş olasılıkları matrisi;

$$P = [P_{ij}] = \begin{bmatrix} P_{LL} & P_{LA} & P_{LB} & P_{LC} \\ P_{AL} & P_{AA} & P_{AB} & P_{AC} \\ P_{BL} & P_{BA} & P_{BB} & P_{BC} \\ P_{CL} & P_{CA} & P_{CB} & P_{CC} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0,2^* & 0,2^* & 0^* & 0,6^* \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0,5 & 0,25 & 0,25 \end{bmatrix}$$

Matrisin içinde yer alan “\*” ile gösterilmiş olan gözelerin anlamı;

Birinci Markov modelindeki sınıflandırma dikkate alındığında bir önceki yıl A olması durumunda yani yatırımın gerçekleşme yüzdesi 80 ile 100 arasındayken sonraki yılında L olma olasılığı (%100 ve üzeri) 0.20, A olma olasılığı (%80 ile %100 arası) 0.20 ve C olma olasılığı (%60 ile %80 arası) 0.60’dır. Mevcut yılda yatırımın gerçekleşme yüzdesi A durumunda ise bir sonraki yıl B olma olasılığı ise sıfırdır.

İkinci Markov modelinin geçiş olasılıkları matrisi;

$$P = [P_{ij}] = \begin{bmatrix} P_{WV} & P_{WQ} & P_{WX} \\ P_{QW} & P_{QQ} & P_{QX} \\ P_{XW} & P_{XQ} & P_{XX} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,5 & 0 & 0,5 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0,5 & 0,25 & 0,25 \end{bmatrix}$$

Üçüncü Markov modelinin geçiş olasılıkları matrisi;

$$P = [P_{ij}] = \begin{bmatrix} P_{MM} & P_{MN} \\ P_{NM} & P_{NN} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,57 & 0,43 \\ 0,75 & 0,25 \end{bmatrix}$$

Üç model için oluşturulan geçiş olasılıkları matrisi birlikte incelendiğinde birinci modeldeki geçiş matrisinde birçok gözenin boş kaldığı, ikinci modeldeki boş göze sayısının birinci modele göre daha az olduğu ve üçüncü modelde hiç boş göze olmadığı her türlü geçiş karşılık bir olasılığın hesaplanmış olduğu görülmektedir. Veri setinin daha uzun yılları kapsayacak şekilde seçilmesi durumunda veya sınıflandırmanın azaltılması durumunda boş göze sayısında azalmalar meydana gelebilir.

### 3.4. TAEK Yatırım Programı Gerçekleştirme Yüzdeleri İle 2011 Yıllı Tahmini

Çalışmada 2009 yılına kadar yatırım programı gerçekleştirilme yüzdeliğine ait veriler mevcuttur. Buna bağlı olarak 2010 yılı yüzdeliğini tahminleyerek 2011 yılı gerçekleşme yüzdeliğini bulunması hedeflenmektedir. 2011 yılı tahminini bulmak için öncelikle 2009 yılına ait duruma bakıldığında 2009 yılında yatırım programının gerçekleşme yüzdesi birinci modele göre C, ikinci modele göre N, üçüncü modele göre X olarak sembolize edilmiştir (Tablo 4).

**Tablo 4. 2009 Yılı Yatırım Programı Gerçekleştirme Tablosunun Modeller ile Gösterimi**

Yıl	Gerçekleşme (%)	Model 1	Model 2	Model 3
2009	49,1	C	N	X

Oluşturulan geçiş olasılıkları matrislerinden faydalanarak; Birinci model için 2009 yılının C olduğu bilindiğine göre 2010'un A, B veya C olması durumunda 2011'in yatırım programı gerçekleşme yüzdeliğinin hangi aralıkta olacağı Tablo 5'de görülmektedir. Hesaplamalar Ek 1'de ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

**Tablo 5. Model 1 İçin Tahminleme**

2009 yılının gerçekleşme oranı C olarak biliniyor	2011'in L olma olasılığı	2011'in A olma olasılığı	2011'in B olması olasılığı	2011'in C olma olasılığı
2010 yılının A olması durumunda	0,10	0,10	0	0,30
2010 yılının B olması durumunda	0	0,25	0	0
2010 yılının C olması durumunda	0	0,13	0,06	0,06

Benzer işlemler ikinci ve üçüncü model içinde yapılarak Tablo 6 ve Tablo 7'de özetlenmiştir.

**Tablo 6. Model 2 İçin Tahminleme**

2009 yılının gerçekleşme oranı X olarak biliniyor	2011'in W olma olasılığı	2011'in Q olma olasılığı	2011'in X olması olasılığı
2010 yılının W olması durumunda	0,25	0	0,25
2010 yılının Q olması durumunda	0,25	0	0
2010 yılının X olması durumunda	0,13	0,06	0,06

**Tablo 7. Model 3 İçin Tahminleme**

2009 yılının gerçekleşme oranı N olarak biliniyor	2011'in M olma olasılığı	2011'in N olma olasılığı
2010 yılının M olması durumunda	0,43	0,32
2010 yılının N olması durumunda	0,19	0,06

## BÜYÜKTATLI-İŞBİLİR-ÇETİN

TAEK'in yatırım programı gerçekleştirme yüzdelerine her üç model uygulandığında 2011 yılı yatırım programı gerçekleştirme yüzdeliği tahminlerine ait aşağıdaki özet tabloya ulaşılır.

**Tablo 8. 2011 Yılı Tahmini İçin Nihai Sonuçlar**

Gerçekleşme		Tahmin	Gerçekleşme		Tahmin	Gerçekleşme		Tahmin
%100 ve üzeri	L	0,10	%80 ve üzeri	W	0,63	%60 ve üzeri	M	0,62
%80<Y<%100	A	0,48	%60<Y<%80	Q	0,31	%60'ın altı	N	0,38
%60<Y<%80	B	0,06	%60'ın altı	X	0,06			
%60'ın altı	C	0,36						

### 4. BULGULAR VE SONUÇ

Bu çalışmada Markov karar sürecinin bir tahmin aracı olarak kullanılabilirliği ve ileriki dönemlerde gerçekleşecek faaliyetlere yol gösterebileceği TAEK'in yatırım programlarını gerçekleştirme yüzdeleri dikkate alınarak incelenmiştir. İlk markov modelinde, 2011 yılında yatırım programı gerçekleştirme yüzdeliğinin %100 ve üzerinde olması ihtimali %10 olarak bulunmuştur. Bu durumda; %10 olasılıkla ETKB'nin TAEK'e ayırdığı başlangıç ödeneğinin yeterli olmayacağı ve TAEK'in 2011 yılında fiili harcama tutarının başlangıç ödeneğini aşacağı sonucuna varılmaktadır. 2011 yılında yatırım programı gerçekleştirme yüzdeliğinin %80 ile %100 arasında olma ihtimali %48'dir. 2011 yılında yatırım programı gerçekleştirme yüzdeliğinin %60 ile %80 arasında olma ihtimali %6 olarak bulunmuştur. Yani %6 olasılıkla ETKB'nin TAEK'e ayırdığı başlangıç ödeneğinin %60 ile %80lik oranlar arasındaki kısmının TAEK tarafından kullanılacağı sonucuna ulaşılır. Ayrıca birinci modele göre ETKB'nin TAEK'e ayırdığı başlangıç ödeneğinin %60'ın altındaki oranları içeren kısmının %36 olasılıkla TAEK tarafından kullanılacağı sonucuna ulaşılır.

İkinci Markov modelinin sonucunda, 2011 yılında yatırım programı gerçekleştirme yüzdeliğinin %80 ve üzerinde olması ihtimali %63 olarak bulunmuştur. Yatırım programı gerçekleştirme yüzdeliğinin %60 ile %80 arasında olma ihtimali %31 olarak bulunmuştur. Bu durumda %31 olasılıkla ETKB'nin TAEK'e ayırdığı başlangıç ödeneğinin %60 ile %80'lik oranlar arasındaki kısmının TAEK tarafından kullanılacağı (fiili harcanacağı) sonucuna ulaşılır. 2011 yılında yatırım programı gerçekleştirme yüzdeliğinin %60 'ın altında olması ihtimali %6 olarak bulunmuştur. Yani %6 olasılıkla ETKB'nin TAEK'e ayırdığı başlangıç ödeneğinin %60 'ın altındaki oranları içeren kısmının TAEK tarafından kullanılacağı sonucuna ulaşılır.

Üçüncü markov modelinin sonucunda, 2011 yılında yatırım programı gerçekleştirme yüzdeliğinin %60 'ın üstünde olması ihtimali %62 olarak bulunmuştur. %62 olasılıkla ETKB'nin TAEK'e ayırdığı başlangıç ödeneğinin %60'ın üstündeki oranları içeren kısmının TAEK tarafından kullanılacağı tahmin edilmektedir. 2011 yılında yatırım programı gerçekleştirme yüzdeliğinin %60 'ın altında olması ihtimali %38 olarak bulunmuştur.

Ele alınan üç model birlikte analiz edildiğinde %60'ın üzerinde yatırım programı gerçekleştirilme olasılığı sırasıyla %64,%94 ve %92, %60'ın altında yatırım programı gerçekleştirilme olasılığı sırasıyla %36,%6 ve %38 olarak hesaplanmıştır. Bu veriler dikkate alındığında 2011 yılında TAEK'in yatırım programının %60'ın üzerindeki kısmını gerçekleştirme ihtimali yüksek görülmektedir.

Markov analizleri gibi ileriye dönük tahminlerde kullanılmak üzere tercih edilen yöntemler işletmeler için yol gösterici niteliktedir. Veri setinin büyüklüğü arttıkça yapılacak tahminlerin gerçekleştirme oranlarında da artışlar gözlenecektir. Bu çalışmayla Markov analizi ve benzer yöntemlerin işletmelerde karar desteği olarak kullanılabilirliği önerilmektedir.

### KAYNAKÇA

- ALP, S. (2007). Türkiye'de Eğitim Sürecinin Markov Geçiş Modeli, 8. Türkiye Ekonometri ve İstatistik Kongresi 24-25 Mayıs 2007 – İnönü Üniversitesi, Malatya
- ATILA B. (2004). Ortaöğretim Kurumlarında Görev Yapan Öğretmenlerin Nükleer Konulardaki Bilgi Birikimi.Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimler Enstitüsü Biyoloji Ana Bilim Dalı Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- CAN, T. (2006). "Sektörler Arası İlişkilerin Markov Zincirleri ile Analizi ve Tahmini: Türkiye Örneği," Derin Yayınları, İstanbul.
- CAN, T., ÖZ, E. (2010). "Marka Tercihlerine Ve Tercih Nedenlerine Gizli Markov Modelinin Uygulanması", Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 10(2): 167-186.
- CAN, T., ÖZ,E. (2009). "Saklı Markov Modelleri Kullanılarak Türkiye'de Dolar Kurundaki Değişimin Tahmin Edilmesi". İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 38(1): 1-23.
- CHING, W.K., FUNG, E.S., NG, M.K. (2002). "A Multivariate Markov Chain Model for Categorical Data Sequences and Its Applications in Demand Predictions", IMA Journal of Management Mathematics,13: 187-199.
- CHUNG, K.L., WALSH, J.B. (2005) Markov Processes, Brownian Motion, and Time Symmetry, Second Edition, Springer Science+Business Media Inc.

- DAŞDEMİR, İ., GÜNGÖR, E. (2002). "Çok Boyutlu Karar Verme Metotları ve Ormancılıkta Uygulama Alanları". ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 4(4), 1-19.
- ERTUĞRUL, İ., AYTAÇ E. (2007). "Kalite Fonksiyon Göçeriminde Markov Zincirleri: Otomotiv Sektörü Örneği", Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 8(2): 181-200.
- ÖZ, E., (2009). "İstanbul Menkul Kıymetler Borsası Üzerine Saklı Markov Modeli İle Bir Tahminleme", Ekonomik Yaklaşım, 20(72): 59-85.
- ÖZGÜREL, M., KILIÇ, M. (2003). "İzmir İçin Geleceğe Yönelik Yağış Olasılıklarının Markov Zinciri Modeliyle Belirlenmesi", Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 40(3):105-112
- ÖZTÜRK, A. (2009). Yöneylem Araştırması, Ekin Yayınevi, Bursa
- SOYKAN, Y. (2010). "Markov Zincirleri İle Pazar Payı Araştırma Modeli Ve Otomobil Lastiği Pazarında Bir Uygulama", Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, (27):95-108
- SÜT, N., TÜRE, M., ŞENOCAK, M. (2007). "Sağlık Alanında Karar Vermede Döngüsel Süreçlerin Kullanımı: Bir Markov Model Uygulaması", Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 24(2): 109-113
- TAEK Faaliyet Raporu, (2008), <http://www.taek.gov.tr/belgeler-formlar/func-directinfo/324/>, (Erişim: 03.02.2011)
- TAEK Faaliyet Raporu, (2009), <http://www.taek.gov.tr/belgeler-formlar/func-directinfo/324/>, (Erişim: 03.02.2011)
- TONKAZ, T. (2008). "Birinci Dereceden Markov Zinciri Analizi İle Güneydoğu Anadolu Projesi Alanında Kuraklık Analizi", HR.Ü.ZF dergisi, 2008, 12(1): 13-18.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile Bağlı ve İlgili Kuruluşlarının Amaç ve Faaliyetleri Kitabı, 2008. [www.enerji.gov.tr/yayinlar\\_raporlar/Mavi\\_kitap\\_2008.pdf](http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Mavi_kitap_2008.pdf), (Erişim: 24.02.2011)
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile Bağlı ve İlgili Kuruluşlarının Amaç ve Faaliyetleri Kitabı, 2009. [www.enerji.gov.tr/yayinlar\\_raporlar/Mavi\\_kitap\\_2009.pdf](http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Mavi_kitap_2009.pdf), (Erişim: 24.02.2011)
- WINSTON W.L., (1991), Operations Research Applications and Algorithms, Duxbury Press, California.



EKLER

Ek-1. Üç farklı Markov modeline 2011 yılı yatırım programı gerçekleşme oranlarının tahmin hesaplamaları

**Birinci Markov Modeli tahmin hesaplamaları;**

$$\begin{aligned}
 O &= \{S_C, S_A, S_L\} & \pi_i &= P[q_1 = S_i] & i &= \{L, A, B, C\} \\
 P(O|Model) &= P[S_C, S_A, S_L|Model] = P[S_C].P[S_A|S_C].P[S_L|S_A] = \pi_C.P_{CA}.P_{AL} = 1.(0,5).(0,2) = 0,1 \\
 O &= \{S_C, S_A, S_A\} \\
 P(O|Model) &= P[S_C, S_A, S_A|Model] = P[S_C].P[S_A|S_C].P[S_A|S_A] = \pi_C.P_{CA}.P_{AA} = 1.(0,5).(0,2) = 0,1 \\
 O &= \{S_C, S_A, S_B\} \\
 P(O|Model) &= P[S_C, S_A, S_B|Model] = P[S_C].P[S_A|S_C].P[S_B|S_A] = \pi_C.P_{CA}.P_{AB} = 1.(0,5).(0,0) = 0,0 \\
 O &= \{S_C, S_A, S_C\} \\
 P(O|Model) &= P[S_C, S_A, S_C|Model] = P[S_C].P[S_A|S_C].P[S_C|S_A] = \pi_C.P_{CA}.P_{AC} = 1.(0,5).(0,6) = 0,3 \\
 O &= \{S_C, S_B, S_L\} \\
 P(O|Model) &= P[S_C, S_B, S_L|Model] = P[S_C].P[S_B|S_C].P[S_L|S_B] = \pi_C.P_{CB}.P_{BL} = 1.(0,25).(0,0) = 0,0 \\
 O &= \{S_C, S_B, S_A\} \\
 P(O|Model) &= P[S_C, S_B, S_A|Model] = P[S_C].P[S_B|S_C].P[S_A|S_B] = \pi_C.P_{CB}.P_{BA} = 1.(0,25).(1) = 0,25 \\
 O &= \{S_C, S_B, S_B\} \\
 P(O|Model) &= P[S_C, S_B, S_B|Model] = P[S_C].P[S_B|S_C].P[S_B|S_B] = \pi_C.P_{CB}.P_{BB} = 1.(0,25).(0,0) = 0,0 \\
 O &= \{S_C, S_B, S_C\} \\
 P(O|Model) &= P[S_C, S_B, S_C|Model] = P[S_C].P[S_B|S_C].P[S_C|S_B] = \pi_C.P_{CB}.P_{BC} = 1.(0,25).(0,0) = 0,0 \\
 O &= \{S_C, S_C, S_L\} \\
 P(O|Model) &= P[S_C, S_C, S_L|Model] = P[S_C].P[S_C|S_C].P[S_L|S_C] = \pi_C.P_{CC}.P_{CL} = 1.(0,25).(0,0) = 0,0 \\
 O &= \{S_C, S_C, S_A\} \\
 P(O|Model) &= P[S_C, S_C, S_A|Model] = P[S_C].P[S_C|S_C].P[S_A|S_C] = \pi_C.P_{CC}.P_{CA} = 1.(0,25).(0,5) \cong 0,13 \\
 O &= \{S_C, S_C, S_B\} \\
 P(O|Model) &= P[S_C, S_C, S_B|Model] = P[S_C].P[S_C|S_C].P[S_B|S_C] = \pi_C.P_{CC}.P_{CB} = 1.(0,25).(0,25) \cong 0,06 \\
 O &= \{S_C, S_C, S_C\} \\
 P(O|Model) &= P[S_C, S_C, S_C|Model] = P[S_C].P[S_C|S_C].P[S_C|S_C] = \pi_C.P_{CC}.P_{CC} = 1.(0,25).(0,25) \cong 0,06
 \end{aligned}$$

**İkinci Markov Modeli tahmin hesaplamaları;**

$$\begin{aligned}
 O &= \{S_X, S_W, S_W\} & \pi_i &= P[q_1 = S_i] & i &= \{W, Q, X\} \\
 P(O|Model) &= P[S_X, S_W, S_W|Model] = P[S_X].P[S_W|S_X].P[S_W|S_W] = \pi_X.P_{XW}.P_{WW} = 1.(0,5)(0,5) = 0,25 \\
 O &= \{S_X, S_W, S_Q\} \\
 P(O|Model) &= P[S_X, S_W, S_Q|Model] = P[S_X].P[S_W|S_X].P[S_Q|S_W] = \pi_X.P_{XW}.P_{WQ} = 1.(0,5).(0,0) = 0,0 \\
 O &= \{S_X, S_W, S_X\} \\
 P(O|Model) &= P[S_X, S_W, S_X|Model] = P[S_X].P[S_W|S_X].P[S_X|S_W] = \pi_X.P_{XW}.P_{WX} = 1.(0,5).(0,5) = 0,25 \\
 O &= \{S_X, S_Q, S_W\} \\
 P(O|Model) &= P[S_X, S_Q, S_W|Model] = P[S_X].P[S_Q|S_X].P[S_W|S_Q] = \pi_X.P_{XQ}.P_{QW} = 1.(0,25)(1) = 0,25 \\
 O &= \{S_X, S_Q, S_Q\} \\
 P(O|Model) &= P[S_X, S_Q, S_Q|Model] = P[S_X].P[S_Q|S_X].P[S_Q|S_Q] = \pi_X.P_{XQ}.P_{QQ} = 1.(0,25).(0,0) = 0,0 \\
 O &= \{S_X, S_Q, S_X\} \\
 P(O|Model) &= P[S_X, S_Q, S_X|Model] = P[S_X].P[S_Q|S_X].P[S_X|S_Q] = \pi_X.P_{XQ}.P_{QX} = 1.(0,25).(0,0) = 0,0 \\
 O &= \{S_X, S_X, S_W\} \\
 P(O|Model) &= P[S_X, S_X, S_W|Model] = P[S_X].P[S_X|S_X].P[S_W|S_X] = \pi_X.P_{XX}.P_{XW} = 1.(0,25)(0,5) \cong 0,13 \\
 O &= \{S_X, S_X, S_Q\} \\
 P(O|Model) &= P[S_X, S_X, S_Q|Model] = P[S_X].P[S_X|S_X].P[S_Q|S_X] = \pi_X.P_{XX}.P_{XQ} = 1.(0,25).(0,25) \cong 0,06 \\
 O &= \{S_X, S_X, S_X\} \\
 P(O|Model) &= P[S_X, S_X, S_X|Model] = P[S_X].P[S_X|S_X].P[S_X|S_X] = \pi_X.P_{XX}.P_{XX} = 1.(0,25).(0,25) \cong 0,06
 \end{aligned}$$

**Üçüncü Markov Modeli Tahmin hesaplamaları**

$$\begin{aligned}
 O &= \{S_N, S_M, S_M\} & \pi_i &= P[q_1 = S_i] & i &= \{M, N\} \\
 P(O|Model) &= P[S_N, S_M, S_M|Model] = P[S_N].P[S_M|S_N].P[S_M|S_M] = \pi_N.P_{NM}.P_{MM} = 1.(0,75)(0,57) \cong 0,43 \\
 O &= \{S_N, S_M, S_N\} \\
 P(O|Model) &= P[S_N, S_M, S_N|Model] = P[S_N].P[S_M|S_N].P[S_N|S_M] = \pi_N.P_{NM}.P_{MN} = 1.(0,75).(0,43) \cong 0,32 \\
 O &= \{S_N, S_N, S_M\} \\
 P(O|Model) &= P[S_N, S_N, S_M|Model] = P[S_N].P[S_N|S_N].P[S_M|S_N] = \pi_N.P_{NN}.P_{NM} = 1.(0,25).(0,75) \cong 0,19 \\
 O &= \{S_N, S_N, S_N\} \\
 P(O|Model) &= P[S_N, S_N, S_N|Model] = P[S_N].P[S_N|S_N].P[S_N|S_N] = \pi_N.P_{NN}.P_{NN} = 1.(0,25)(0,25) \cong 0,06
 \end{aligned}$$