

## MARKA TERCİHLERİNE VE TERCİH NEDENLERİNE GİZLİ MARKOV MODELİNİN UYGULANMASI

**Tuncay CAN**

Marmara Üniversitesi  
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

**Ersay ÖZ**

Yıldız Teknik Üniversitesi  
Meslek Yüksekokulu

### Özet

Markov Zincirleri finans, eğitim, üretim, pazarlama ve marka bağımlılığı gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada Markov Zincirlerini temel alan Gizli Markov Modeli kullanılarak, marka tercihleri ve tercih nedenleri üzerine bir uygulama yapılmıştır. Uygulama için gerekli veriler İstanbul'da kamu üniversite öğrencilerine yönelik olarak yapılan anketlerden elde edilmiştir. Üniversite öğrencilerinin kullandıkları cep telefonu markaları ve bu markaları tercih etme nedenleri temel alınarak Gizli Markov Modeli oluşturulmuştur. Bu model ile üniversite öğrencilerinin genel olarak cep telefonu tercihlerinin hangi marka olacağı ve herhangi bir markanın tercih sebebi tahmin edilmiştir. Tahminlemeler için Gizli Markov Modelinin üç temel probleminden ilk ikisi kullanılmıştır. Tahminlemeler sonucunda tercih edilecek cep telefonu markaları, Nokia %43,45, Samsung %22,92 ve Sony-Ericsson %10,52 şeklinde bulunmuştur. Elde edilen bulgulara göre bu markaların tercih sebepleri ise Nokia ve Sony-Ericsson markaları için gelişmiş özellikler ve Samsung markası için fiyat uygunluğu olarak yorumlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Markov Zinciri, Gizli Markov Modeli, Tahminleme, Marka Tercih.

## **APPLYING HIDDEN MARKOV MODEL TO BRAND CHOICES AND ITS REASONS**

**Tuncay CAN**

Marmara University  
Faculty of Economic and Administrative Sciences

**Ersay ÖZ**

Yıldız Technical University  
The Vocational School

### **Abstract**

Markov Chains are widely used in areas such as finance, education, production, marketing and brand addiction. This study is an application about brand choices and the reasons for the choices by using Hidden Markov Model based on Markov Chains. The data required for the application are gathered from the surveys directed to public university students in Istanbul. A Hidden Markov Model is formed by considering the cell phone brands that university students use and the reasons for their choices. With this model, the cell phone brand that university students would generally prefer and the reason behind choosing any brand is predicted. For the predictions, the first two of the three main problems of Hidden Markov Model are used. The cell phone brands to be chosen are found as Nokia %43,45, Samsung %22,92, and Sony-Ericsson %10,52 at the end of the predictions. According to the obtained evidence, the reasons behind choosing these brands are interpreted as advanced features for Nokia and Sony-Ericsson and price eligibility for Samsung.

**Key Words:** Markov Chain, Hidden Markov Model, Predictions, Brand Preference.

## 1. GİRİŞ

Günümüzde bilgi teknolojilerinin hızla gelişmesine bağlı olarak cep telefonları da birçok yönüyle bu sürece paralel gelişmektedir. Dolayısıyla kullanıcıların tercih ettikleri cep telefonu markaları zamanla değişmektedir. Teknolojik yenilikler konusunda insanlar önceki sürece göre daha bilinçli ve daha geniş olanaklara sahip olacaklardır (Özçağlayan, 1998, 16-22). Bu noktada cep telefonu kullanıcılarının hangi markayı tercih edecekleri ve tercih edilen markanın tercih sebebinin neler olabileceğinin bilinmesi büyük önem taşımaktadır.

Üniversite öğrencileri, teknolojik gelişmeleri sürekli takip ederek, kendilerini bu alana güncel tutmaktadırlar. Cep telefonu marka tercihleri üniversite öğrencileri tarafından bilinçli bir şekilde yapılmaktadır. Çavuş (2007, 88) tarafından yapılan bir çalışma ile cep telefonu kullanımının üniversite öğrencileri açısından oldukça önemli olduğu ve tercih edilecek cep telefonlarının teknolojik yeniliklere bağlı olacağı sonucu ortaya çıkmıştır.

Marka tercihleri veya marka bağımlılığı uygulamalarında, markaların kısa veya uzun dönem tercih olasılıklarını belirlemede, Markov Zinciri (MZ) teorisi oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. MZ teorisinde şu anda A markasını kullanan bir müşterinin tekrar A markasını kullanma olasılığından söz ederken tekrar A markasını tercih etme sebebi bilinmez. Eğer tercih sebebi araştırmacı için önemli değil ise MZ teorisi kullanılarak istenilen yanıt bulunabilir. Fakat tercih nedenleri sorgulandığında MZ yapısı yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle daha derin bir araştırma noktasında Gizli Markov (GM) modeli teorisi kullanılmaktadır. Tercih sebepleri dikkate alındığında MZ teorisi eksik kalmakta ve iç dinamikleri nedeniyle tercih sebeplerini irdeleyen GM modeli bu çalışmanın ana eksenini oluşturmaktadır.

Bu çalışmanın birinci kısmında üniversite öğrencilerinin cep telefonu marka tercihleri ve tercih nedenleri ile ilgili açıklamalar ve çalışmada kullanılacak yöntem olan GM modeli teorisi hakkında kısa bir bilgi verilmiştir.

İkinci kısımda çalışmada kullanılacak yöntem olan GM modeli hakkında teorik çerçevede açıklamalar yapılmıştır.

Uygulama bölümünde ise, araştırma metodolojisi hakkında bilgi verilerek, İstanbul'da üniversite öğrencilerine yönelik olarak düzenlenen ankette, öğrencilerin şu anda kullandıkları ve bir sonraki adımda

kullanacakları cep telefonu marka tercihleri ve tercih nedenleri sorularına verilen cevaplar GM modeli kullanılarak incelenmiştir. Bu incelemede gelecekte ortaya çıkacak cep telefonu marka tercihleri dağılımı ve bu dağılımın altında yatan nedenlere ait yorumlar yapılmıştır.

## 2. GİZLİ MARKOV MODELİ

Markov Analizi, hem doğa hem de Sosyal Bilimlere konu olan olguların, gelecekteki davranışlarını tahmin etmek için belirsizlik ortamında kullanılan güçlü bir tahmin etme tekniğidir (Can, 2006, XI).

Günümüzde, belirsizlik altında karar alma ve ileriye yönelik tahminde bulunma birey, firma ve devlet gibi iktisadi karar birimlerinin karşı karşıya olduğu en temel sorunlardandır. Bir sistemin belirsizliği konu alması, sözü edilen sistemin tamamen kontrol altına alınamamasından kaynaklanır. Markov Analizi terimi, sistemin şu anki davranışını dikkate alarak, ileriye yönelik davranışlarını tahmin etmek için kullanılan bir tekniği ifade eder. Gerçek dünyada çoğu süreç bu yapıya uymaktadır ve bu nedenle Markov Analizi olasılık dilini kullanarak dinamik sistemdeki belirsizliği gösteren ve çözüm arayan özel bir model tipidir (Can, 2006, XIII).

Markov Zincirlerinde marka tercihleri veya marka bağımlılığı uygulamalarında geçiş olasılıkları matrisinin durumları markalar olarak kabul edilip bu markaların kısa veya uzun dönemde tercih olasılıkları belirlenmektedir. GM modelinde ise durumlar gizli olarak nitelendirilmektedir. Sistemde gizli durumlar arasında geçiş oldukça, her bir adımda bir gözlem meydana gelmektedir (Steeb vd., 2005, 472). Dolayısıyla GM modelinde gözlemler bilinip durumlar doğrudan bilinmemektedir. Modelde saklı durumlarda oluşan gözlemler, incelenen sistemin fiziksel çıktılarına karşılık gelir. GM modelinde gelecekte herhangi bir gözlem veya gözlem dizisinin oluşma olasılığı GM modelinin “Birinci Problemi” olarak, herhangi bir gözlem veya gözlem dizisinin altında yatan gizli durum veya gizli durum dizisinin tahmini ise GM modelinin “İkinci Problemi” olarak ve son olarak herhangi bir gözlem veya gözlem dizisinin meydana gelme olasılığını maksimum yapmak için model parametrelerinin yeniden belirlenmesi GM modelinin “Üçüncü Problemi” olarak adlandırılmaktadır. Tüm bu problemler ve çözüm algoritmaları ise “GM Modelinin Üç Temel Problemi” olarak ifade edilir.

GM modelinin teorisi 1970’li yıllarda Baum ve Eagon (1967), Petrie (1969) ve Baum (1972) tarafından geliştirilmiştir. Aslında GM modeli

1940'lı yıllarda çalışılmış fakat teori tam olarak geliştirilemediğinden dolayı uygulaması yapılamamıştır. GM modelinin incelediği üç temel problem için çözüm algoritmaları uzun ve karmaşık işlemler gerektirdiğinden, modelin uygulamadaki gelişimi bilgisayar teknolojilerinin gelişimine paralel olmuştur.

## 2.1. Gizli Markov Modeli Tanımı

Elemanları tesadüfi değişkenler olan  $\{X_t : t = 0, 1, 2, \dots\}$  kümesi stokastik (tesadüfi) süreç olarak tanımlanır. Kesikli parametrelili, kesikli zamanlı stokastik süreçlere Markov süreçleri denir.

$E = \{i_1, i_2, \dots\}$  durum uzaylı bir  $\{X_t : t = 0, 1, 2, \dots\}$  stokastik süreci  $t_r > t_{r-1} > \dots > t_0$  ve durum uzayındaki bütün durumlar için

$$\begin{aligned} P[X_{t_r} = i_r | X_{t_0} = i_0, \dots, X_{t_{r-1}} = i_{r-1}] \\ = P[X_{t_r} = i_r | X_{t_{r-1}} = i_{r-1}] \end{aligned} \quad (2.1)$$

şeklinde Markoviyen Varsayımı'nı sağlayan ve geçiş olasılıkları zamanla değişmeyen stokastik süreçler MZ olarak adlandırılır. Durum uzayı sonlu sayıda veya sayılabilir sonsuz sayıda olmasına karşın, gerçel dünya problemleri uygulamalarında durum uzayı sonlu sayıda alınmaktadır.

MZ yapısında  $N$  adet durum var ise  $N \times N$  boyutunda tek adım geçiş olasılıkları matrisi söz konusudur ve sözü edilen matris (Markov Matrisi olarak ta adlandırılır) MZ ile ilintili analiz yapabilme noktasında en önemli matristir. Tek adım geçiş olasılıkları matrisi incelendiğinde durumlar arası geçiş olasılıkları koşullu olasılıklardır ve uygulamalarda anket yöntemi ile bulunabilir. Bir başka söylemle sözü edilen olasılıklar bilinmektedir. Durumlar ve her bir durumdan diğer tüm durumlara geçiş olasılıkları bilindiğinden, tek adım geçiş olasılıkları matrisi oluşturulduğunda MZ teorisinde yer alan tüm kavramlar (örneğin sistemin kısa veya uzun dönemdeki davranışı, başlangıç durum olasılıkları veya durum olasılıkları, tek adım geçiş olasılıkları ile çoklu adım geçiş olasılıkları arasındaki ilişki ve yutucu MZ analizi) incelenebilir.

GM modeli, MZ'nin başlangıç durum olasılıkları ve geçiş olasılıkları matrisine ek olarak gözlem olasılıklarını da içeren bir yapıya sahiptir. MZ teorisinde sistemin hangi durumda olduğu bilinirken GM modelinde sistemin bulunduğu durum bilinmez. Ancak sistem herhangi bir durumda

iken geçiş olasılıklarına bağlı olarak bir gözlem meydana gelir ve bu gözlem bilinir (Ewens ve Grant, 2005, 409). Geçiş olasılıkları matrisindeki durumların bilinmemesi modele *gizli* anlamı katar. Sistem herhangi bir durumda iken meydana gelecek gözlemlere ilişkin olasılıksal değerler, gözlem olasılıkları matrisi ile verilir.

Genel olarak bir GM modelinin yapısı aşağıdaki biçimde tanımlanır (I-V):

**I.** Modelde  $N$  adet gizli durum değişkeni olup bu değişkenler  $D = \{D_1, D_2, \dots, D_N\}$  kesiklidir yani sonlu sayıdadır. Ayrıca sistemin  $t$  zamanında (anında) bulunduğu durum  $q_t$  ile gösterilir.

**II.** Gizli durumlar için geçiş olasılıkları  $N \times N$  boyutunda bir matris olup, durum geçiş olasılık matrisi  $A = \{a_{ij}\}$  şeklinde gösterilir.

$$a_{ij} = P[q_{t+1} = D_j | q_t = D_i], \quad 1 \leq i, j \leq N, \quad t = 0, 1, 2, \dots \quad (2.2)$$

olmak üzere,  $a_{ij}$  için

$$a_{ij} \geq 0, \quad i, j = 1, 2, \dots, N \quad (2.3)$$

$$\sum_{j=1}^N a_{ij} = 1, \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (2.4)$$

koşulları gerçekleşir.

Durum geçiş olasılıkları zaman içerisinde değişmez ve bu olasılıklar gözlemlerden bağımsızdır.

**III.** Sistemin başlangıçta  $D_i$  durumunda olma olasılığı  $\pi = \{\pi_i : i = 1, 2, \dots, N\}$  ile gösterilir (Bicego ve Murino, 2004, 281-286).

$$\pi_i = P[q_1 = D_i], \quad 1 \leq i \leq N \quad (2.5)$$

**IV.** Gizli durumların her birinde  $M$  adet farklı gözlem vardır. Kesikli gözlemler kümesi  $V = \{v_1, v_2, \dots, v_M\}$  ile ifade edilir.

Gözlemler bir önceki gözlemden bağımsız olarak meydana gelir. Çünkü herhangi bir gözlem sadece sistemin içinde bulunduğu duruma bağlıdır (Schliep vd., 2004, 121-135).

V. Gizli durumlara karşılık oluşan gözlemlere ait gözlem olasılık dağılımı  $B = \{b_j(k)\}$  ile gösterilir. Bu ifade,  $t$  zamanında  $j$  durumunda iken  $v_k$  gözleminin olasılığını verir.

$$b_j(k) = P[t \text{ zamanındaki } v_k | q_t = D_j], \quad 1 \leq j \leq N, \quad 1 \leq k \leq M \quad (2.6)$$

olmak üzere,  $b_j(k)$  için aşağıda verilen iki koşul geçerlidir:

$$b_j(k) \geq 0, \quad 1 \leq j \leq N, \quad 1 \leq k \leq M \quad (2.7)$$

$$\sum_{k=1}^M b_j(k) = 1, \quad 1 \leq j \leq N \quad (2.8)$$

Gözlem olasılıkları matrisi  $B$ ,  $N \times M$  boyutunda bir matris ile ifade edilir.

GM modelinde başlangıç durum olasılıkları, geçiş olasılıkları ve gözlem olasılıkları matrisleri oluşturulduktan sonra  $O = O_1 O_2 \dots O_T$  biçiminde bir gözlem dizisi oluşur. Burada  $T$ , gözlem sayısını verir. Her bir  $O_i$  gözlemi ise  $1 \leq i \leq T$  olmak üzere  $\{v_1, v_2, \dots, v_M\}$  kümesinin elemanlarından birisidir.

GM modeli gözlemlerin kesikli veya sürekli olmasına bağlı olarak kesikli GM modeli veya sürekli GM modeli olarak iki ana gruba ayrılabilir.

Yukarıda tanımlanan model, kesikli GM Modeli olarak adlandırılır çünkü gözlemlenebilir veriyi oluşturan durum dizisi kesiklidir (Petrushin, 2000, 1-12). Kesikli GM Modeli, yaygın olarak GM Modeli olarak adlandırılır.

## 2.2. Gizli Markov Modeli Algoritmaları

GM modeli incelenen sistemin geleceği ile ilgili etkili analizler yapılabilir. Bu analizler genel olarak “GM Modelinin Üç Temel Problemi” olarak adlandırılır ve her bir problem için geliştirilmiş çözüm algoritmaları bulunmaktadır.

GM modelinin tanımında yer alan başlangıç durum olasılıkları, geçiş olasılıkları ve gözlem olasılıkları matrislerini ifade etmek için  $\lambda$  gösterimi kullanılacaktır.  $\lambda$  modeline göre  $O = O_1 O_2 \dots O_T$  gözlem

dizisinin meydana gelmesi bir olasılık değeri ile verilebilir. Bu olasılık  $P(O|\lambda)$  ile gösterilir. Ele alınan sistemde  $P(O|\lambda)$  gözlem dizisinin hesaplanması GM modelinin “Birinci Problemi” veya “Değerlendirme Problemi” olarak adlandırılır.

Birinci Problemin çözümü için İleri-Yön ve Geri-Yön algoritmaları kullanılmaktadır. Her iki algoritma ile hesaplanan  $P(O|\lambda)$  olasılıkları aynı sonucu vermektedir.

$\alpha_t(i) = P(O_1 O_2 \dots O_t, q_t = D_i | \lambda)$  değişkeni İleri-Yön değişkeni olarak adlandırılıp,  $t$  zamanında  $D_i$  durumundaki sistemin  $O_1 O_2 \dots O_t$  gözlem dizisinin olasılığı şeklinde ifade edilir.

İleri-Yön algoritması üç adımdan oluşmaktadır. Bu adımlar aşağıdaki şekilde verilebilir:

- I.** Başlangıç anında tüm durumlar için  $O_1$  gözleminin meydana gelme olasılığı hesaplanarak algoritma başlatılır.

$$\alpha_1(i) = \pi_i b_i(O_1), \quad t = 1, \quad 1 \leq i \leq N \quad (2.9)$$

- II.** Herhangi bir  $t$  zamanında tüm  $D_i$  durumlarından  $t+1$  zamanında  $D_j$  durumuna geçiş  $\alpha_{t+1}(j)$  değişkeni ile hesaplanır. Bu hesaplama verilen bir  $t$  için  $1 \leq j \leq N$  olmak üzere bütün  $j$  durumları için yapılarak  $t=1,2,\dots,T-1$  için tekrarlanacaktır (Alpaydın, 2004, 313).

$$\alpha_{t+1}(j) = \left[ \sum_{i=1}^N \alpha_t(i) a_{ij} \right] b_j(O_{t+1}), \quad 1 \leq t \leq T-1, \quad 1 \leq j \leq N \quad (2.10)$$

- III.** Son adımda istenilen  $P(O|\lambda)$  olasılığı İleri-Yön değişkenlerinin toplamı olarak verilir.

$$P(O|\lambda) = \sum_{i=1}^N \alpha_T(i) \quad (2.11)$$

$\lambda$  modelinde  $O = O_1 O_2 \dots O_T$  gözlem dizisinin  $1 \leq i \leq T$  için her bir  $O_i$  gözlemi meydana geldiğinde sistem gizli bir durumda olur. Daha genel olarak söylemek gerekirse, sistemde zamanla durumlar arası geçiş



oldukça her bir durumda bir  $O_i$  gözlemi oluşacaktır. Ancak herhangi bir  $O_i$  gözlemi oluştuğunda mevcut durum gizli olacaktır.  $O = O_1O_2 \dots O_T$  gözlem dizisinin altında yatan olası  $Q = q_1q_2 \dots q_T$  dizilerinden, gözlem dizisini en yüksek olasılıkla açıklayan  $Q$  dizisinin belirlenmesi GM modelinin “İkinci Problemi” olarak adlandırılır. Bu problem, modelin gizli kısmının açığa çıkarılması için gerekli işlemleri kapsamaktadır.

İkinci Problemin çözümü için  $t$  zamanına kadar en yüksek olasılığı ifade eden ve  $t$  zamanında  $D_i$  durumunda olan süreci ifade etmek için  $\delta_t(i)$  değişkeni tanımlanır.

$$\delta_t(i) = \max_{q_1, q_2, \dots, q_{t-1}} P[q_1q_2 \dots q_t = i, O_1O_2 \dots O_t | \lambda] \quad (2.12)$$

(2.12) ifadesinden tümevarım yoluyla (2.13) ifadesi elde edilir.

$$\delta_{t+1}(j) = [\max_i \delta_t(i) a_{ij}] b_j(O_{t+1}) \quad (2.13)$$

Gerçek durum dizisine erişmek için (2.13) ifadesini her  $t$  ve  $j$  için maksimize hale getirmiş olan bağımsız değişkenin izlenmesi gerekir. Bu işlem  $\psi_t(j)$  dizisi ile yapılır.

Viterbi algoritmasının adımları aşağıda verilmiştir:

- I. Her bir durumun başlangıç olasılık değeri ile birinci gözlemin olasılık değeri çarpılır. Bu durumda maksimum argümanı belirleyen  $\psi_1(i)$  değişkeni sıfır değerini alır.

$$\delta_1(i) = \pi_i b_i(O_1), \quad 1 \leq i \leq N \quad (2.14a)$$

$$\psi_1(i) = 0 \quad (2.14b)$$

- II. Tüm durumlar için ayrı ayrı bir önceki adımda elde edilen  $\delta_{t-1}(i)$  değerleri geçiş olasılıkları ile çarpılır. Daha sonra bu çarpım değerleri içinden maksimum değere sahip olan sonuç ile mevcut durumdaki gözlem olasılığı çarpılır. Bu işlem sonucunda maksimum değere sahip olan durum,  $\psi_t(j)$  değişkenine atanır.

$$\delta_t(j) = \max_{1 \leq i \leq N} [\delta_{t-1}(i) a_{ij}] b_j(O_t), \quad 2 \leq t \leq T, \quad 1 \leq j \leq N \quad (2.15a)$$

$$\psi_t(j) = \arg \max_{1 \leq i \leq N} [\delta_{t-1}(i)a_{ij}], \quad 2 \leq t \leq T, \quad 1 \leq j \leq N \quad (2.15b)$$

**III.** İkinci adımdaki son gözlem için hesaplanan  $\delta_T(i)$  değerleri içinden maksimum olan seçilir ve bu sonuç  $P^*$ 'a atanır.  $q_T^*$  ise seçilmiş olan maksimum  $\delta_T(i)$ 'nin hangi durumdan geldiğini belirler. Bu sonuç son gözlem için optimum durumu verir.

$$P^* = \max_{1 \leq i \leq N} [\delta_T(i)] \quad (2.16a)$$

$$q_T^* = \arg \max_{1 \leq i \leq N} [\delta_T(i)] \quad (2.16b)$$

**IV.** Son adımda ise son gözlemden ilk gözleme doğru geri yönde ilerlenir. Her bir geri yönlü adımda  $q_t^* = \psi_{t+1}(q_{t+1}^*)$  ifadesi ile bir sonraki adımda elde edilmiş olan optimum sonucun hangi durumdan geldiği bulunur. Bu işlem  $T=1$  yani başlangıç anına kadar devam eder. Bu adım sonunda  $q_t^*$  değişkeninin aldığı durumlar dizisi, optimum durum dizisini oluşturur.

$$q_t^* = \psi_{t+1}(q_{t+1}^*), \quad T = T-1, T-2, \dots, 1 \quad (2.17)$$

$\lambda$  modelinde herhangi bir  $T$  değeri için  $O = O_1 O_2 \dots O_T$  gözlem dizisinin meydana gelme olasılığını maksimum yapabilmek adına başlangıç durum olasılıkları, geçiş olasılıkları ve gözlem olasılıkları matrislerinin yeniden belirlenmesi gerekir. Bu parametrelerin yeniden belirlenmesi işlemine GM modellerinin “Üçüncü Problemi” veya “Eğitim problemi” adı verilir. Bu problem ile yeniden belirlenen parametrelerin kullanılması sonucunda gözlem dizisinin meydana gelme olasılığı maksimum yapılmış olur (Vaseghi, 2007, 364).

### 3. UYGULAMA

Bu çalışmada İstanbul'da kamu üniversitelerinde eğitim gören öğrencilerin cep telefonu tercihlerinin hangi marka olacağı ve herhangi bir markanın tercih sebebinin ne olacağının tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Bu tahminler için GM modeli kullanılmıştır. Model parametrelerinin belirlenmesinde kullanılacak veriler ise anket tekniği ile elde edilmiştir.

Araştırma aracı olarak kullanılan anketin hazırlanmasında literatürde sıklıkla kullanılan marka bağımlılığı ve marka tercihleri anketlerinden

araştırmanın amacına uygun sorular seçilmiştir. Diğer taraftan yapılmış çalışmalarda, sıklıkla tek seçenekli kategorik soruyla kriterlerin ağırlıkları belirlenmeye çalışılmıştır.

Uygulamada GM modelinin üç temel problemden ilk ikisi kullanılacaktır. Üçüncü Problem’de amaç, gelecekte meydana gelecek herhangi bir gözlem olasılığının maksimum yapılması için başlangıç durum olasılıkları, geçiş olasılıkları ve gözlem olasılıkları matrislerinin yeniden belirlenmesine yöneliktir. Model parametrelerinin yeniden belirlenmesi yani kullanılan tüm verilerin değişmesi durumunda ise ilk iki problemin tekrar incelenmesi gerekmektedir. Böyle bir incelemenin farklı bir uygulama olarak çalışılması uygun olacaktır.

### **3.1. Araştırma Metodolojisi**

Cep telefonu marka tercihleri ve tercih nedenlerinin belirlenmesine yönelik olarak çalışmanın hedefini Türkiye’de bulunan tüm kamu üniversite öğrencileri oluşturmaktadır.

Üniversite öğrencilerinin hedef olarak belirlenmesinin nedenleri, bu kitlenin teknolojik gelişmeleri yakından takip etmeleri, tercih edecekleri marka için fiyat, işlevsellik, performans ve görsellik gibi birçok nedeni birlikte düşünerek en iyi kararı verme zorunda olmaları ve cep telefonunun kendileri için neredeyse bir zorunluluk olarak algılamalarıdır.

Türkiye’de bulunan tüm kamu üniversite öğrencilerine anket uygulanmasının maliyet ve zaman şartları nedeni ile zorluğundan dolayı İstanbul kamu üniversiteleri çalışmanın bir kısmı olarak belirlenmiştir. Vakıf üniversitesi öğrencilerinin hane halkı satın alma gücü kamu üniversitelerindeki öğrencilere göre daha yüksek olduğu varsayılarak cep telefonu marka tercihlerinin kamu üniversitelerindeki öğrencilere göre daha yüksek fiyatlı markalar olabileceği ihtimali nedeni ile araştırma bulgularını saptıracağı düşünülmüştür. Böylece çalışmanın ana kitlesini İstanbul’daki kamu üniversitelerinde eğitim gören tüm öğrenciler oluştururken, bu ana kitlenin çerçevesini İstanbul’da 2008–2009 yılı kamu üniversitelerinde eğitim gören tüm öğrenciler oluşturmaktadır. Bu çalışma için ana kitle hacmi Tablo 1’de verilmiş olan toplam öğrenci sayısı yani 174.525’dir. Aşamalı bir örneklem yöntemine karar verilerek İstanbul’da yer alan yedi kamu üniversitesi arasından tesadüfi seçimle Marmara Üniversitesi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi ve Yıldız Teknik Üniversitesi belirlenmiş olup bu tabakalardan tesadüfi seçimle belirlenen 715 öğrenci örnekleme oluşturmaktadır. Tablo 2’de bu

üniversitelerdeki öğrenci sayıları, örnekleme ve değerlemeye dahil anket sayıları verilmiştir. Seçilen örneklemin ana kitlenin %0,41'ini temsil ettiği söylenebilir. %95 güven düzeyinde ana kitle hacmi 100.000 olduğunda örneklem hacmi 321, ana kitle hacmi 500.000 olduğunda ise örneklem hacmi 322 olarak hesaplanmaktadır (Bülbül vd., 2007, 43). Dolayısıyla 174.525 birimlik ana kitle hacmi için 322 anket yeterli olacaktır.

**Tablo 1: İstanbul'da kamu üniversiteleri 2008–2009 Eğitim-Öğretim yılı öğrenci sayıları**

Üniversite Adı	Öğrenci Sayısı
Boğaziçi Üniversitesi	11.160
Galatasaray Üniversitesi	2.899
İstanbul Üniversitesi	61.149
İstanbul Teknik Üniversitesi	22.280
Marmara Üniversitesi	51.227
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi	5.522
Yıldız Teknik Üniversitesi	20.288
<b>Toplam</b>	<b>174.525</b>

Kaynak: Üniversite www. web sayfaları

**Tablo 2: Örneklem Planı**

	Üniversite Adı	Öğrenci Sayısı	Örnekleme Dahil Edilen	Değerlemeye Dahil Edilen
1	Marmara Üniversitesi	51.227	290	171
2	Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi	5.522	165	143
3	Yıldız Teknik Üniversitesi	20.288	260	218
	<b>Toplam</b>	<b>77.037</b>	<b>715</b>	<b>532</b>

### 3.2. Araştırmada Kullanılan Veri Toplama Tekniği

Çalışmanın verileri anket tekniği ile elde edilmiştir. Ankette yer alan soruların hazırlanmasında, literatür taramasından elde edilen bilgiler ve cep telefonu pazarında söz sahibi markaların yetkililerinin konu hakkındaki görüş ve önerileri dikkate alınmıştır.

Anket formunda dört tane kategori sorusu bulunmaktadır. Birinci soru, şu anda kullanılan cep telefonu markasının seçimi, ikinci soru ise kullanılan bu markanın tercih nedeninin seçimidir. Üçüncü soru, bir sonraki kullanılacak cep telefonu markasının seçimi ve dördüncü soru bir sonraki kullanılacak cep telefonu markasının tercih nedeninin seçimidir.

Yapılan anketlerin tümü değerlendirmeye alındığında, herhangi bir kategori sorusu için beş defadan daha az ortaya çıkan tüm sonuçlar “Diğer” başlığı altında toplanmıştır.

Geri dönüşü sağlanmış olan anket formlarından bir kısmı eksik bilgi, hatalı doldurma veya çelişkili ifadeler içermesi nedeni ile işlem dışı bırakılmıştır. 715 tane geri dönüşü sağlanan anketlerden 532 tanesi ile inceleme gerçekleştirilmiştir.

Üniversite öğrencilerinin cep telefonu marka tercihlerinin ve tercih nedenlerinin GM modeli ile geleceğe yönelik tahmin edilebilmesi için öncelikle GM modelini oluşturan parametrelerin belirlenmesi gerekmektedir.

### 3.3. Model Parametrelerinin Tahmini

Belirli bir zamanda  $\{t\}$  herhangi bir cep telefonu markasının tercih edilmesinin altında yatan neden GM modelinin “durum’u” olarak alınmıştır  $\{q_t = D_i\}$ . Herhangi bir cep telefonu markası tercih edildiğinde bu telefonun markası  $\{V\}$  sadece cep telefonunu kullanan veya satın alan kişi tarafından bilinir fakat bu markanın tercih edilme nedeni diğer kişiler tarafından bilinmez. Dolayısıyla cep telefonu markasını tercih eden kişi dışındakiler tarafından tercih nedeninin bilinmemesi tercih nedenlerini “gizli” yapar. Cep telefonu üreten firmalar ve cep telefonu pazarında söz sahibi şirketler açısından bilinmeyen tercih nedenlerinin tahmini büyük önem taşımaktadır.

MZ teorisinde, sistemin bir sonraki adımda  $\{t+1\}$  bulunacağı durum  $\{q_{t+1}\}$  sadece şu anki duruma  $\{q_t\}$  bağlı olup geçmişten bağımsız olduğundan cep telefonu marka tercih nedenleri için şu anki ve bir sonraki tercih nedenleri kullanılarak geçiş olasılıkları matrisi kurulmuştur. Geçiş olasılıkları matrisi satır ve sütunları  $D = \{D_1, D_2, \dots, D_{10}\}$  şeklinde ifade edilen gizli durumların geçiş olasılıklarını yani şu anki kullanılan cep telefonu için tercih nedeninden bir sonraki kullanılacak olan cep telefonu tercih nedenine geçiş olasılıklarını  $\{A = \{a_{ij}\}\}$  içerir.

Tablo 3’te GM modeli için gizli durumlar ve Tablo 4’de geçiş olasılıkları matrisi verilmiştir.

Tablo 3: GM Modeli İçin Gizli Durumlar olan Tercih Nedenleri

Gizli Durumlar	Sembol
Fiyat uygunluğu	$D_1$
Gelişmiş özellikler	$D_2$
Görsellik	$D_3$
Görüntü ve ses kalitesi	$D_4$
Hediye oluşu	$D_5$
Kullanım kolaylığı	$D_6$
Markaya duyulan güven	$D_7$
Sağlamlık ve dayanıklılık	$D_8$
Zorunluluk	$D_9$
Diğer	$D_{10}$

Tablo 4: Geçiş Olasılıkları Matrisi

$a_{ij}$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$D_5$	$D_6$	$D_7$	$D_8$	$D_9$	$D_{10}$
$D_1$	0,228	0,368	0,088	0,018	0	0,035	0,105	0,123	0	0,035
$D_2$	0,043	0,595	0,021	0,064	0	0,032	0,138	0,085	0,011	0,011
$D_3$	0,053	0,315	0,228	0	0	0,158	0,123	0,07	0	0,053
$D_4$	0	0,413	0	0,235	0	0,029	0,147	0,176	0	0
$D_5$	0,023	0,209	0,047	0,047	0,116	0,186	0,209	0,14	0	0,023
$D_6$	0	0,232	0,018	0,018	0	0,553	0,125	0,054	0	0
$D_7$	0,022	0,196	0,033	0,043	0	0,043	0,587	0,076	0	0
$D_8$	0,028	0,097	0,056	0,042	0	0,028	0,125	0,596	0	0,028
$D_9$	0	0,409	0,136	0,091	0,045	0	0,091	0,136	0,092	0
$D_{10}$	0	0,2	0	0	0	0	0	0,6	0	0,2

Ankette yer alan şu anki kullanılan cep telefonu marka tercihi  $\{v_k\}$  ve bir sonraki kullanılacak cep telefonu marka tercihi  $\{v_{k+1}\}$  sorularına verilen

cevaplar GM modelinin “gözlem’leri” olarak alınmıştır. Anket sorularına verilen cevaplara göre elde edilen markalar Tablo 5’te verilmiştir.

**Tablo 5: Markaları İfade Eden Gözlemler**

Gözlemler (Markalar)	Sembol
Benq-Siemens	$v_1$
Blackberry	$v_2$
General Mobile	$v_3$
Iphone	$v_4$
LG	$v_5$
Motorola	$v_6$
Nokia	$v_7$
Philips	$v_8$
Samsung	$v_9$
Sony-Ericsson	$v_{10}$
Diğer	$v_{11}$

Cep telefonu marka tercihleri, tercih nedenleri ile birleştirildiğinde gözlem olasılıkları matrisi oluşmaktadır  $\{B = \{b_j(k)\}\}$ . Bu matrise göre herhangi bir durumda iken onbir adet (on adet marka ve diğer kategorisi) cep telefonu markasının tercih olasılıkları verilmektedir. (2.7) ve (2.8) ifadeleri ile açıklanan gözlem olasılıkları matrisi anket sorularına verilen cevaplara göre hazırlanmıştır. Tablo 6’da gözlem olasılıkları matrisi verilmiştir.

Ankete verilen cevaplar şu anki kullanılan cep telefonu markası tercihi ve tercih nedeni ve bir sonraki kullanılacak cep telefonu markası tercihi ve tercih nedeni şeklindedir. Bu veriler ışığında geçiş olasılıkları ve gözlem olasılıkları matrisleri oluşturulmuştur.

Sistemin başlangıç anında, cep telefonu marka tercih nedenlerinin hiçbirinin diğerine göre bir önceliği olmamasından dolayı başlangıç durum olasılıkları  $\{\pi_i = P[q_1 = D_i], 1 \leq i \leq 10\}$  eşit alınmıştır.

Tablo 6: Gözlem Olasılıkları Matrisi

$b_j(k)$	$v_1$	$v_2$	$v_3$	$v_4$	$v_5$	$v_6$	$v_7$	$v_8$	$v_9$	$v_{10}$	$v_{11}$
$D_1$	0	0,012	0	0,024	0,012	0,024	0,286	0,012	0,475	0,119	0,036
$D_2$	0,015	0,038	0,023	0,196	0,023	0,015	0,402	0	0,146	0,088	0,054
$D_3$	0,011	0,011	0	0,077	0,044	0,143	0,165	0,022	0,417	0,088	0,022
$D_4$	0	0	0	0,065	0,016	0	0,532	0,016	0,145	0,226	0
$D_5$	0,02	0	0	0,02	0,02	0	0,286	0	0,511	0,061	0,082
$D_6$	0	0	0,009	0,052	0	0,026	0,732	0	0,164	0,017	0
$D_7$	0,005	0	0	0,01	0,005	0,01	0,795	0	0,075	0,09	0,01
$D_8$	0,012	0,012	0	0,006	0,018	0,006	0,703	0	0,073	0,152	0,018
$D_9$	0,04	0,04	0	0,04	0,04	0	0,4	0	0,32	0,04	0,08
$D_{10}$	0,143	0	0	0,071	0,071	0	0,071	0,143	0,143	0,143	0,215

GM modelinin Birinci Problemi kullanılarak  $\lambda$  modeli  $\{\pi_i, a_{ij}, b_j(k)\}$  için  $P(O|\lambda)$  şu anki ve bir sonraki kullanılacak cep telefonu markası tercihlerinden sonraki tercih edilecek markaya ilişkin olasılığı ifade eder. Burada yer alan  $O$  değeri için sırasıyla  $v_1, v_2, \dots, v_{11}$  gözlemleri kullanılmıştır. Diğer bir ifade ile  $O$  değeri cep telefonu markalarının her birini ayrı ayrı göstermek için kullanılır  $\{O = v_1$  (Benq-Siemens),  $O = v_2$  (Blackberry) vb.}.  $P(O|\lambda)$  olasılığının hesaplanmasında (2.9), (2.10) ve (2.11) ifadeleri ile verilen İleri-Yön algoritması kullanılmıştır.

Şu anki ve bir sonraki kullanılacak cep telefonu markası tercihlerinden sonraki tercihin olasılığı belirlendiğinde bu tercihin altında yatan nedenin ne olacağının bulunması GM modelinin İkinci Problemi kullanılarak yapılacaktır. Burada tercihin altında yatan neden aslında  $\lambda$  modelinde saklı durumu ifade etmektedir.  $v_1, v_2, \dots, v_{11}$  gözlemleri için saklı durumların bulunması Viterbi algoritması ile yapılmıştır. Bu algoritmanın adımları (2.14a) ile (2.17) ifadeleri arasında verilmiştir.

#### 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

GM modelinin Birinci Problemi kullanılarak  $\lambda$  modeli için bir sonraki tercih edilecek cep telefonu markasından sonraki tercih edilecek cep telefonu markalarına ait  $P(O|\lambda)$  olasılıkları Tablo 5'te verilmiştir. Ayrıca



cep telefonu tercih nedeninin altında yatan saklı durumların bulunmasına yönelik olarak Viterbi Algoritması ile elde edilen sonuçlar da Tablo 7’de yer almaktadır.

Tablo 7’ye göre tahminlemeler sonucunda en yüksek olasılıkla tercih edilecek ilk üç cep telefonu markaları, Nokia %43,45, Samsung %22,92 ve Sony-Ericsson %10,52 şeklinde bulunmuştur. Bu markaların tercih sebepleri ise Nokia ve Sony-Ericsson markaları için gelişmiş özellikler ve Samsung markası için fiyat uygunluğu olarak tahmin edilmiştir.

Cep telefonu markaları için tercih nedenleri incelendiğinde genel olarak  $D_2$  yani gelişmiş özellikler saklı durumunun ortaya çıktığı görülür. Ayrıca en yüksek olasılığa sahip Nokia ve en yüksek üçüncü olasılığa sahip Sony-Ericsson markaları için de tercih nedenlerinin gelişmiş özellikler olduğu söylenebilir. En yüksek ikinci olasılığa sahip Samsung markası için ise fiyat uygunluğu gizli durumunun tercih nedeni olduğu söylenebilir. Bu durumda cep telefonu pazarında yer alan firmalar açısından değerlendirildiğinde gelişmiş özelliklerin ve fiyat uygunluğunun gelecekte oluşacak marka tercihlerinde en etkili nedenler olduğu ortaya çıkmıştır.

**Tablo 7: Marka Tercih Olasılıkları ve Saklı Durumlar**

Marka	Gözlem	Olasılık (%)	Saklı Durum
Benq-Siemens	$v_1$	1,37	$D_2$
Blackberry	$v_2$	1,93	$D_2$
General Mobile	$v_3$	0,88	$D_2$
Iphone	$v_4$	9,17	$D_2$
LG	$v_5$	2,06	$D_2$
Motorola	$v_6$	2,63	$D_3$
Nokia	$v_7$	43,45	$D_2$
Philips	$v_8$	0,99	$D_{10}$
Samsung	$v_9$	22,92	$D_1$
Sony-Ericsson	$v_{10}$	10,52	$D_2$
Diğer	$v_{11}$	4,08	$D_2$

Bu çalışma, GM modelinin marka tercihi ve tercih nedenlerinin tahmin edilmesine yönelik sonuçlar içermektedir. Elde edilen sonuçların MZ

yapısı gereği şu anki ve bir sonraki adımda oluşacak verilere bağlı olduğu açıktır. Kullanılan veriler İstanbul'da kamu üniversite öğrencilerine yönelik olup 532 adet anket cevaplandırılmıştır. Mevcut koşulların aynı kalacağı düşünülerek anlam düzeyinin yükseltilebilmesi için %5 yerine %1 tercih edilebilir. Diğer bir ifade ile anket sayısının daha fazla olması ile daha güvenilir tahminler ortaya çıkacağı düşünülmektedir.

Konu ile ilintili olarak literatür araştırması yapıldığında, GM modelinin genellikle görüntü, ses ve karakter tanıma ile biyoloji alanlarında uygulamaya yönelik çalışmalar olduğu gözlemlenebilir. Bu nedenle GM modelinin farklı alanlara uygulanması ve özellikle bu konuda araştırma yapacaklara ışık tutması açısından, Türkiye'de cep telefonlarına olan ilgi ve kullanım da dikkate alınarak İstanbul'da farklı kamu üniversitelerinde öğrenim gören üniversite öğrencilerinin cep telefonu marka tercihlerine ve tercih nedenlerine GM modeli uygulanmıştır. Ankete katılan bireylerin marka tercih ve tercih nedenleri temel alınarak cep telefonu ile ilintili firmaları, tercih nedenlerini dikkate alarak pazarlarını daha genişletmek noktasında birinci dereceden ilgilendirmektedir ve bu çalışma bu çerçeveden bakıldığında firmalara da bilimsel bir bakış açısı sunmaktadır.

#### KAYNAKLAR

**Alpaydın, E. (2004).** *Introduction To Machine Learning*, United States of America: The MIT Press.

**Baum, L.E. (1972).** An inequality and associated maximization technique in statistical estimation for probabilistic functions of Markov processes, *Inequalities* 3, 1-8.

**Baum, L.E. ve Eagon, J.A. (1967).** An inequality with applications to statistical estimation for probabilistic functions of Markov processes and to a model for ecology, *Bull. Am. Math. Stat.* 37, 360-363.

**Bicego, M. ve Murino, V. (2004).** Investigating Hidden Markov Models' Capabilities in 2D Shape Classification, *IEEE Transactions On Pattern Analysis And Machine Intelligence*, Vol.26, No.2, 281-286.

**Bülbül, Ş., Çilingirtürk, A.M., Altaş, D. ve Yıldırım, İ.E. (2007).** *Avrupa Birliği'ne Bakış Açıları Yönünden Akademisyen Profili*, İstanbul: Der Yayınları.

**Can, T. (2006).** *Sektörler Arası ilişkilerin Markov Zincirleri ile Analizi ve Tahmini: Türkiye Örneği*, İstanbul: Derin Yayınları.

**Çavuş, N. (2007).** Bilgi ve İletişim Araçları Hakkında Bilişim Programı Öğrencilerinin Yaklaşımlarının Değerlendirilmesi, *Cypriot Journal of Educational Sciences*, Vol. 2, No. 4, 87-95.

**Ewens, W. ve Grant, G. (2005).** *Statistical Methods in Bioinformatics: An Introduction*, Second Edition, United States of America: Springer Science+Business Media Inc.

**Özçağlayan, M. (1998).** *Yeni İletişim Teknolojileri ve Değişim*, İstanbul: Alfa Basım Yayım Dağıtım.

**Petrie, T. (1969).** Probabilistic functions of finite state Markov chains, *Ann. Math. Statist.* 40, 97–115.

**Petrushin, V.A. (2000).** “Techonline”, *Hidden Markov Models: Fundamentals and Applications, Part 2: Discrete and Continuous Hidden Markov Models*, <http://www.techonline.com/learning/course/100253> (Er. Tar: 14 Kasım 2008).

**Schliep, A., Georgi, B., Rungarityotin, W., Costa, I.G. ve Schönhuth, A. (2004).** *The General Hidden Markov Model Library: Analyzing Systems with Unobservable States*, Forschung und wissenschaftliches Rechnen: Beitrage zum Heinz-Billing Preis, Series GWDG-Bericht.

**Steeb, W.H., Hardy, Y. ve Stoop, R. (2005).** *The Nonlinear Workbook*, 3rd Edition, Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.

**Vaseghi, S.V. (2007).** *Multimedia Signal Processing Theory and Applications in Speech, Music and Communications*, England: John-Wiley & Sons Ltd.

**Tuncay CAN & Ersoy ÖZ**