

## MARKOV ANALİZİ İLE CEP TELEFONU OPERATÖR TERCİHLERİNİN BELİRLENMESİ: ADANA İLİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA

Ersin KIRAL<sup>1</sup>

### ÖZ

Teknolojik değişim ve gelişmenin çok hızlı olduğu bu dönemde cep telefonu kullanımı ve buna bağlı olarak da cep telefonu operatör tercihleri önem kazanmıştır. Araştırma Adana ilinde oturan 750 kişiye son 7 yıllık mobil operatör tercihleri üzerine yapılan anket sonuçlarına göre değerlendirilmiştir. Çalışmada Adana ilinde yaşayan halkın mobil operatör tercihleri ve uzun vadede operatör tercih olasılıkları tahmin edilmiştir. Operatör tercihleri ve operatörler arası geçişlere dayalı olasılıkların hesaplanmasında Markov zincirleri analizinden yararlanılmıştır. Hızlı ve doğru kararlar almamızda sistematik bir yaklaşım olarak görülen Markov Zincirleri analizi yardımı ile operatörlerin geçmişteki ve şimdiki tercih olasılıklarından yararlanarak operatörlerin gelecekteki tercih olasılıkları tahmin edilmiştir. Bunun için sistemin geçiş olasılıkları matrisi ve durağanlığı belirlenmesi için de uzun dönem denge vektörlerinin belirlenmesine yönelik olarak bir hesaplama gerçekleştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Markov Zincirleri, Stokastik Süreçler, Geçiş Olasılıkları, Mobil Operatör

## DETERMINATION OF MOBILE PHONE OPERATOR PREFERENCES MARKOV ANALYSIS: AN APPLICATION OF ADANA PROVINCE

### ABSTRACT

Technological change and development are so fast that the use of mobile phones and, accordingly, the preferences of mobile phone operators have gained importance. The study was carried out according to the results of the survey conducted on 750 mobile phone operator preferences of the last 7 years in Adana province. In the study, mobile operator preferences of the people living in Adana province and long run preference probabilities were estimated. Markov chain analysis has been used in calculating probabilities based on operator preferences and inter-operator transitions. With the help of the Markov Chains analysis, which is seen as a systematic approach to making quick and accurate decisions, operators' future choice probabilities are estimated by taking advantage of the past and present preference possibilities of operators. For that, a calculation of the long-term equilibrium vectors was performed to determine the transition probability matrix of the system and the stability.

**Key Words:** Markov Model, Innovation and invention, Transition Probability

---

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Çukurova Üniversitesi, İ. İ. B. F., Ekonometri Böl., [ekiral@cu.edu.tr](mailto:ekiral@cu.edu.tr)  
Araştırma, Gönderim Tarihi: 23.02.2018 Kabul Tarihi: 29.03.2018

## Giriş

Cep telefonları bireyler, gruplar, organizasyonlar ve hükümetler arasında her yerden sosyal etkileşim sağlamak ve daha sonra daha geniş bir ağa dayalı uluslararası bir çevreyi, ulusları, kültürleri, dokümanları, inançları, ulusal kimlikleri ve işletmeleri birbirine bağlar (Rahman vd, 2011, s.50).

Cep telefonlarının nitelikleri değişim gösterdikçe, mobil operatörlerin de rekabet gücü artmaktadır. Yeni nesil cep telefonlarının özelliklerini karşılayabilecek tarifeler oluşturularak, tüketicilerin tercihlerini ve ilgilerini çekme eğilimi göstermektedirler. Küresel seviyede cep telefonları, kişisel iletişimin en temel kısmını oluşturmaktadır. Gelişen teknolojik faaliyetlerle birlikte zaman içinde cep telefonları da gelişerek temel bir ihtiyaç olan iletişim için insanları, sürekli değişime uğrayan, gelişmiş, daha donanımlı nitelik ve özelliklere sahip iletişim araçlarına yönlendirmektedir.

Tablo 1. Yıllara Göre Cep Telefonu Abone Sayısı\*

Yıl	Cep Telefonu Abone Sayısı
2010	61 769 635
2011	65 321 745
2012	67 680 547
2013	69 661 108
2014	71 888 416
2015	73 639 261
2016	75 061 699
2017 <sup>(1)</sup>	76 616 147

\*TÜİK, Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (1)Veriler Haziran

Tablo 1’de Türkiye’de yıllara göre cep telefonu abone sayısı verilmektedir. 2010 yılından itibaren 2017 yılına kadar cep telefonu abone sayısı artış eğilimi göstermektedir. 2010 yılında abone sayısı 61.769.635 iken 2017 yılı Haziran ayı itibariyle 76.616.147 olmuştur. Hanelerin 2016 yılı Nisan ayında %96,9’unda cep telefonu veya akıllı telefon bulunurken, sabit telefon bulunma oranı %25,6’dır. (TÜİK, 2016) Oran bu kadar yüksek olması nedeni ile cep telefonu tercihleri ve bunları etkileyen faktörlerin belirlenmesi konuları üzerine çok sayıda araştırma yapılmıştır.

Geleceğin belirsizlik içerdiği göz önüne alınırsa, kullanıcıların mobil operatör tercihlerinin gelecekteki değerlerinin tahmin edilmesi bir taraftan şirketlere yatırım, reklam, kampanya ve teknik özellikler gibi stratejik konularda fikir verirken diğer taraftan kullanıcılara alternatif bilgi ve fırsatlar sunar. Markov modeli, değişkenlerin geçmişteki verilerini temel alarak gelecekteki durumlarını tahmin etmek için kullanılır. Markov zincirleri modeli kullanılarak, her bir operatörde bulunma olasılığı ve

operatörler arası geçiş için olasılıkların analizi ile stokastik özelliklerini ifade etmek yatırımcı için fayda sağlayacaktır.

Bu çalışmada, Adana ilinde 2017 yılında, operatör tercihleri üzerine yapılan bir anket araştırma sonuçları Markov zincirleri yardımı ile analiz edilecektir. Bu amaçla öncelikle kullanıcıların operatörlerde bulunma ve operatörler arası geçiş frekans matrisleri oluşturulmuştur. Daha sonra bu frekans matrisleri yardımı ile geçiş olasılıkları matrisleri inşa edilmiştir. Sonraki geçiş olasılıklarını hesaplamak için stokastik yöntem kullanılmıştır. Kullanıcıların yıllık olarak marka bağımlılığı bulunmuş ve durağanlık durumu hesaplanmıştır.

Makale şu şekilde düzenlenmiştir: ikinci bölümde literatür incelemesi, üçüncü bölümde çalışmanın verisi ve yönteminin verilmesi, dördüncü bölümde bulgular ve beşinci bölümde sonuçlar verilmiştir.

### **Literatür Özeti**

Aydın (2004); cep telefonu kullanımı ile GSM operatörlere karşı tutum ve tercihlerin ve bunların bazı demografik özelliklere bağlı olarak araştırılması amaçlanmıştır. Kocaeli Üniversitesinde okuyan öğrencilerden elde edilen 358 anket verileri ki-kare yöntemi ile analiz edilmiştir. Sonuç olarak, kullanıcıların gelir seviyeleri ile cep telefonu tercih nedenleri ve kullanıcıların cinsiyeti ve cep telefonu kullanmaya başladıkları dönem arasında bir ilişkiye rastlanmamıştır. Cinsiyet ile cep telefonu kullanmaya başlama nedeni ve gelir seviyeleri ile telefon giderleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur.

Gülmez (2005); Cumhuriyet Üniversitesinde öğrenim gören 415 öğrenci ve Gaziosmanpaşa Üniversitesinde öğrenim gören 310 öğrencinin cep telefonu kullanımlarına ilişkin farklılıkların olup olmadığının t testi ile demografik özellikler ile cep telefonu satın alma ve kullanma arasındaki ilişkinin ise ki-kare testi ile incelenmesi amaçlanmıştır. Analiz sonucunda, öğrencilerin GSM operatörü tercihlerinde iletişimin rahat olması, çevredeki insanların bu operatörleri kullanıyor olması ve ekonomik olması gibi nedenler ön plana çıkmıştır. GSM operatörlerinde Turkcell ve Telsim şirketlerinin ilk iki sırada olduğu ve öğrencilerin çoğunlukla maddi sebeplerden dolayı faturalı yerine kontrollü hatları kullandığı görülmüştür.

Özer, Özçomak ve Oktay (2005); kontrollü ya da faturalı hat tercihlerini etkileyen sosyal, ekonomik ve demografik faktörlerin belirlenmesi ve bu faktörlerin hat tercihinin hangi yönde etkilediğinin incelenmesi amaçlanmıştır. Atatürk Üniversitesinde okuyan 774 öğrenci tarafından doldurulan anket verileri logit model ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunda, öğrencilerin büyük çoğunluğunun kontrollü hatları tercih ettiği ancak cep telefonuna yapılan aylık harcama arttıkça faturalı hattın daha fazla tercih edildiği bulunmuştur. Ayrıca ailede okuyan öğrenci sayısı arttıkça kontrollü hat kullanım tercihinin de arttığı ve faturalı hat kullanan öğrencilerin kontrollü hat kullanan öğrencilere göre 2 kat daha fazla cep telefonu harcamasında buldukları tespit edilmiştir.

Dündar ve Ecer (2008); öğrencilerin cep telefonu hattı satın alımında GSM operatörlerinin tercih edilme sırasının belirlenmesi amaçlanarak, Afyon Kocatepe Üniversitesinde öğrenim gören 268 öğrenciden elde edilen veriler analitik hiyerarşi süreci yöntemiyle incelenmiştir. Analiz bulgularına göre, öğrencilerin GSM operatörü karar kriterleri önem sırasına göre konuşma ücreti, kapsam alanı, ailenin GSM operatörü aboneliği, hizmet kalitesi ve hat ücreti şeklindedir.

Rahman, Haque ve Ahmad (2011); Malezya için kullanıcıların cep telefonu operatör seçim kriterlerinin incelenmesi amaçlanmaktadır. 400 kullanıcı tarafından doldurulan anketlerden elde edilen veriler kullanılarak faktör analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular, ağ kalitesinin genel hizmet kalitesinin en önemli faktörlerinden biri olduğuna işaret etmektedir. Hizmet kalitesi, fiyat ve marka imajı cep telefonu operatör seçimlerinde önemli etkilere sahiptir.

Meral ve Baş (2013); GSM operatörlerinin hizmet kalitesinin karşılaştırılması ve uyguladıkları rekabet politikalarının incelenmesi amaçlanmıştır. Ankara ili Yenimahalle ve Çankaya ilçelerinde yaşayan 427 kişiye uygulanan anket sonucunda elde edilen verilerin analiz sonucuna göre, fiziksel özellikler, heveslilik, kapsama, teknoloji ve sorumluluk boyutları açısından Turkcell ve Türk Telekom'un hizmet kaliteleri arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Türk Telekom ve Vodafone ile Turkcell ve Vodafone hizmet kaliteleri arasında kapsama ve teknoloji boyutu bakımından anlamlı bir fark olduğu görülmektedir.

Karagöz, Çatı ve Koçoğlu (2009); üniversite öğrencilerinin cep telefonu ve operatör tercihlerinde demografik özelliklerine bağlı olarak davranışlarının değişiklik gösterip göstermediği araştırılmaktadır. Düzce Üniversitesine bağlı Meslek Yüksekokulunda eğitim gören 200 öğrenciye uygulanan anket verilerinin analizi sonucunda, öğrencilerin cep telefonu ve operatör tercihlerine etki gösteren değişkenlerin demografik özelliklere bağlı olarak %12 oranında farklılık gösterdiği tespit edilmiştir.

Durmaz ve Şerbetçi (2016); cep telefonu tercihlerinde etken olan faktörlerin tespit edilmesi için Gaziantep Hasan Kalyoncu Üniversitesi ve Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi'nde öğrenim gören 251 öğrenci tarafından doldurulan anket verilerini analiz yapmıştır. Cep telefonu aramalarında en fazla talep görülen tüm şebekelere yönelik konuşma paketinin olduğu, kullanıcıların GSM şirketlerinden en fazla Vodafone'u tercih ettikleri tespit edilmiştir.

Şentürk ve Alp (2016); İstanbul'da yaşayan hem mobil abone olan hem de sabit internet kullanıcısı olan üniversite öğrencileri ve ailelerinin mobil operatör ve internet servis sağlayıcısı tercihleri ve marka bağımlılıklarının analiz edilmesi amaçlanmıştır. Kullanıcılara uygulanan 790 anket verileri kullanılarak Markov zinciri analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda, mobil operatör aboneliği için tercih olasılıkları Turkcell, Vodafone ve Türk Telekom sıralaması şeklindedir. Mobil operatör olarak Turkcell kullanan abonesinin marka bağlılığı %45 civarında iken, Vodafone ve Türk Telekom için bu oran %30 civarındadır. Mobil operatör olarak Türk Telekom, İnternet aboneliği olarak TT Net birlikteliğinin daha çok kullanıldığına rastlanmaktadır.

Çetin ve Alp (2016); cep telefonu marka tercihlerini analiz etmek için 503 kullanıcıya uygulanan anket verileri Markov zinciri ile analiz edilmiştir. Analiz sonucuna göre, kullanıcıların kullandıkları markayı tekrar tercih etme olasılıkları ve uzun dönemde herhangi bir dışsal etki olmadığı durumda ise kullanıcıların cep telefonu tercih olasılıkları hesaplanmıştır.

Büyüktatlı, İşbilir ve Çetin (2013); çalışmalarında Markov analizi yaklaşımı ile 2011 yılı yatırım programı gerçekleşme yüzdeliği tahmin edilmeye çalışılmıştır. Markov zincirinin işletmeler için yol gösterici niteliğinde olduğu anlaşılmıştır.

Özdemir ve Demireli (2014); çalışmalarında Markov zincirleri ile BİST teknoloji endeksinde işlem gören hisse senedi fiyatlarını kullanarak hisse senedinin uzun dönemli beklenen getirilerini hesaplamışlardır.

Mavruk ve Kırıl (2016) çalışmalarında örnek veri davranışlarını üzerine Markov modelini kurarak vergi gelirlerinin gerçekleşme oranlarını tahmin etmişlerdir. Her vergi gelirinin gerçekleşme oranı için dört ayrı Markov Modeli oluşturulmuştur. Elde edilen Markov modellerinden her model için en iyisi hata kareler toplamı hesap edilerek bulunmuştur.

Kırıl ve Uzun (2017); Bist 100 günlük endeksinin verilerini bulanıklaştırıp sınıflandırmış ve sınıflar arası geçiş frekans matrisini oluşturarak geçiş olasılıkları matrisini inşa etmişlerdir. Bulanık Durumlu Markov Zinciri metodunu tanımlayıp borsa getirilerini tahmin etmek için kullanmışlardır. Rasgele bazı günler için Klasik Markov Modeli ile kıyaslayıp yatırımcılara daha yüksek bir tahmin doğruluğu sağladığını göstermişlerdir.

Kırıl, Mavruk ve Kırıl (2018), Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Ekonometri bölümü üst sınıf öğrencilerinin sayısal derslerdeki başarısını araştırmıştır. Seçilen bazı derslerdeki başarıyı ölçmek için Markov modelini kullanmışlardır. Bu amaçla başarının kalıcılığı ve derslerin etkenliği geçiş olasılıkları matrisinden hesaplanmıştır.

### **Veri**

Bu çalışmada, Adana ilinde ikame eden bireylerin mobil operatör tercihleri üzerine Markov zincirleri analizi uygulanmıştır. Bu amaçla yapılan anket için evreni temsil edecek örneklem büyüklüğü

$$n = \frac{\chi^2 Npq}{d^2 (N - 1) + \chi^2 pq}$$

eşitliği ile hesaplanmıştır. Bu formülde  $n$  örneklem büyüklüğü,  $\chi^2$  tablo değeri (%5 anlamlılık için 3.841),  $N$  kitle büyüklüğü,  $p$  kitle oranı (0.5 kabul edilmiştir) ve  $d$  doğruluk derecesi veya hata payıdır (0.05 alınmıştır).

$$n = \frac{3,841.2216475.0,5,0,5}{0,05^2. (2216475 - 1) + 3,841.0,5,0,5} \approx 384$$

%5'lik hata payı ile olması gereken örneklem büyüklüğü yaklaşık olarak 384 kişi olarak hesaplanmıştır. Araştırmanın daha güvenilir olması için bu sayı fazla tutulmuş ve 2017 yılı Adana ilinde oturan 750 kişiye yapılan anket sonuçlarına göre değerlendirilmiştir. Ankete katılan kişilere geçmiş son 7 yıl içerisinde kullandıkları ve halen kullanmakta oldukları operatör(ler) ve kullanım sürelerinin yanında kullanmış oldukları mobil operatörleri ile ilgili sorular sorulmuştur.

### Yöntem: Markov Zinciri

Markov analizi, stokastik süreçlerin değerlendirilmesinde kullanılan olasılıklı bir tekniktir. Rassal değişkenlerin oluşturduğu sürecin, sonraki durumuna ilişkin olasılık değeri, sadece bilinen mevcut duruma bağlı ve önceki durumlardan bağımsız hesaplanabiliyorsa bu modelin Markov özelliği taşıdığı bilinmektedir (Ross, 2007: 181).

Bu çalışmada zamana bağlı olarak operatörler arası geçiş durumları incelendiğinden ve geçişlerin operatör şirketlerinin yapmış olduğu reklam, hediye kampanyaları ve şirket elemanı tutumlarına bağlı olarak değişmesi nedeni ile hesaplamaların geçmişte bulunduğu durumlardan bağımsız olduğu bilinmektedir ve bu nedenle de incelenmek istenen sürecin Markov özelliği gösterdiği düşünülerek hesaplamalar yapılmıştır. Markov özelliğini sağlayan stokastik süreçler ise Markov süreçleri ismi ile bilinirler. Zaman içinde önceden kestirilemeyen stokastik süreçlerin zaman içinde bulunabileceği farklı durumlar arasında yaptığı hareketlerin incelenmesi ve sistemin uzun dönemde bulunacağı durumun tahmininde kullanılan tekniklerden biride Markov Zincirleri analizidir ( Alp ve Öz, 2009).

Her  $n \geq 0$  ve her  $i$  ve  $j \in S$  için  $S$  sayılabilir kümesi üzerinde

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

$$P\{X_{n+1}=j | X_n=i\} = p_{ij} \quad (2)$$

koşullarını sağlayan bir  $X = \{X_n : n \geq 0\}$  stokastik sürecine Markov zinciri denir.  $p_{ij}$ , Markov zincirinin  $i$  durumundan  $j$  durumuna geçme olasılığıdır. Bir önceki duruma bağlı koşullu olasılıklar yardımı ile hesaplanır. Bu olasılıklar her  $i, j \in S$  için  $\sum p_{ij} = 1$  koşulunu sağlar ve  $P = [p_{ij}]$  zincirin geçiş matrisidir. Geçiş olasılık matrisi

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

ile gösterilir. (1) nolu koşul Markov özelliğidir ve herhangi bir  $n$  zamanında mevcut  $X_n$  durumu biliniyorken bir sonraki  $X_{n+1}$  durumu  $X_0, \dots, X_{n-1}$  geçmiş durumlardan koşullu olarak bağımsızdır. Diğer bir ifade ile bir sonraki durum, mevcut durum vasıtasıyla

geçmişe ve mevcut duruma bağlıdır. (2) nolu koşul ise geçiş olasılıklarının zaman parametresi  $n$  ye bağlı olmadığını ifade eder (Serfozo, 2009).

Veriler Excel ortamına girildikten sonra komutlar yardımı ile geçiş frekans tablosu elde edilmiştir. Geçiş olasılık matrisi elemanlarını hesaplayan formül:

$$p_{ij} = n_{ij} / \sum n_{ij} \quad (3)$$

dir. Geçiş olasılıkları zamana bağımlı değildir ve bir geçiş süresinden sonra sabit bir değere yaklaşma eğilimi gösterir. Bu değerler durağanlık dönemi hakkında bize bilgi verir. A durumunun satır toplamı  $\sum p_{Aj}$  ve bütün geçişlerin frekans toplamı  $\sum n_{ij}$  olmak üzere başlangıç olasılık matrisi

$$Q_n = [\sum p_{Aj} / \sum n_{ij}, \sum p_{Oj} / \sum n_{ij}, \sum p_{Uj} / \sum n_{ij}] \quad (4)$$

ile hesaplanır (Farg ve Khalil, 2014).  $n=0,1,2,3,\dots$  olmak üzere bir sonraki dönemin olasılık dağılım matrisi

$$Q_{n+1} = Q_n P \quad (5)$$

formülü ile hesaplanır (Grimshaw ve Alexander, 2011).

Hesaplamalar sonucunda kullanıcıların operatör tercihlerinin gelecek tahmini ve durağanlaştığı dönemler bulunmuştur.  $n$  arttıkça  $Q_{n+1}$  durağanlık matrisi  $Q$  ya yaklaşır ve

$$\lim Q_{n+1} = Q \quad (6)$$

şeklinde yazılır. Her geçişin limit matrisini bulmak için Excel kullanılmıştır.

## Bulgular

Verilerden elde edilen yıl bazında geçiş frekans matrisi Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2: Geçiş Frekans matrisi

	T	V	TT	Toplam
T	1628	120	133	1881
V	58	1148	90	1296
TT	51	108	1127	1286
	1737	1376	1350	4463

Geçiş frekans matrisinin köşegen elemanları ankete katılan 750 kişinin sırasıyla Turkcell, Vodafone ve Türk Telekom operatörünü 84 ayda yıllık bazda kaç kez tercih ettikleri bilgisini içermektedir. Bunu saymak için bir kullanıcı herhangi bir operatörü aralıksız  $n$  ay kullanmışsa,  $\| \| \|$  tam değer fonksiyonu olmak üzere;

a) Eğer  $\frac{n}{12} \geq 1$  ise geçiş sayısı  $\left\lfloor \frac{n}{12} - 1 \right\rfloor$ ,

b) Eğer  $\frac{n}{12} < 1$  ise geçiş sayısı 0,

ile hesaplanmıştır. Örneğin bir kullanıcı herhangi bir operatörde 3 yıl kalmışsa 2 defa o operatörü seçmiş olarak sayılır. Matrisin köşegen elemanları, her bir operatörde bulunan kullanıcıların tekrar aynı operatörü tercih etme sayılarını gösterir. Matrisin diğer terimleri ise operatör arası geçişlerin sayılması (Excel) ile elde edilmiştir. Kişi Turkcell operatör kullanıcı iken Vodafone operatörüne geçmiş ise gözlemlenen frekans matrisinde Turkcell'den Vodafone'a geçişi gösteren 1. Satır 2. sütun elemanına 1 ekleriz. Vodafone operatörünü kullanan bir kişi Türk Telekom operatörüne geçmiş ise 2. Satır 3. sütun elemanına 1 eklememiz gerekmektedir. Kullanıcılardan 92 ay=7,67 yıl diğer operatör cevabı alınmıştır.

Tablo 3: Mobil Operatörler Arası Tercih Sayıları

Turkcell'den Turkcell operatörüne tercih sayısı	1628
Turkcell'den Vodafone operatörüne tercih sayısı	120
Turkcell'den Türk Telekom operatörüne tercih sayısı	133
Vodafone'dan Turkcell operatörüne tercih sayısı	58
Vodafone'dan Vodafone operatörüne tercih sayısı	1148
Vodafone'dan Türk Telekom operatörüne tercih sayısı	90
Türk Telekom'dan Turkcell operatörüne tercih sayısı	51
Türk Telekom'dan Vodafone operatörüne tercih sayısı	108
Türk Telekom'dan Türk Telekom operatörüne tercih sayısı	1127

Geçiş frekans matrisi kullanarak, formül (3)'den geçiş olasılıkları matrisi elde edilmiş ve sonuçlar Tablo 4'de verilmiştir. Bu matris gözlemlenen frekans matris elemanlarının ilgili satır toplam değerlerine oranı ile hesaplanmıştır.

Tablo 4: Olasılık Geçiş Matrisi

	T	V	TT
T	0,8655	0,0638	0,0707
V	0,0448	0,8858	0,0694
A	0,0397	0,0840	0,8764

Geçiş olasılıkları matrisinin köşegen elemanları kullanıcıların operatöre olan yıllık marka bağımlılıklarını gösterir. Marka bağımlılık değerleri, geçiş frekans matrisi köşegen elemanlarının ilgili satır toplamına oranı ile elde edilmiştir. Markov geçiş olasılıkları matrisleri herhangi bir cep telefonu operatöründen diğer cep telefonu operatörüne geçiş sayıları dikkate alınarak oluşturulmuştur. Geçiş olasılık matrisinin köşegen elemanlarına bakıldığında mobil operatör abonelerinin kullandığı operatöre yıllık bağımlılık düzeyinin Adana ilinde oturan bireyler için ne olduğu görülmektedir.



Tablo 5: Mobil Operatör Aboneleri Marka Bağlılıkları

Marka	Yüzde (%)
Turkcell	86,55
Vodafone	88,58
Türk Telekom	87,64

Veri kümesine ait başlangıç olasılık vektörü, formül (4)'den Tablo 6'da verilmiştir. Başlangıç olasılık matrisi satır toplamlarının genel toplama oranlanması ile elde edilmiştir.

Tablo 6: Başlangıç Olasılık Matrisi

Turkcell	Vodafone	Türk Telekom
0.4215	0.2904	0.2881

Başlangıçta en çok tercih edilen operatör %42,15 olasılığı ile Turkcell'dir. Ardına %29,04 ve %28,81 değerleri ile sırasıyla Vodafone ve Türk Telekom operatörleri gelmektedir. Değerlere göre Vodafone ve Türk Telekom operatörlerinin tercih olasılıkları hemen hemen aynıdır.

Başlangıç olasılık vektörü kullanılarak formül (5) ve (6)'dan durağanlık durumu hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 7'de özetlenmiştir. Tablo 7 önümüzdeki yıllar içerisinde operatörlerin tercih olasılıklarının neler olacağı tahmin bilgisini vermektedir.

Tablo 7: Durağanlık Durum Analiz Sonuçları

	T	V	TT
2018	0,39	0,31	0,3
2019	0,36	0,32	0,31
2020	0,34	0,34	0,32
2021	0,32	0,35	0,33
2022	0,31	0,36	0,34
2023	0,3	0,36	0,34
2024	0,29	0,37	0,35
2025	0,28	0,37	0,35
2026	0,27	0,38	0,35
2027	0,27	0,38	0,35
2028	0,26	0,38	0,35
2029	0,26	0,39	0,36
2030	0,25	0,39	0,36
2031	0,25	0,39	0,36
2032	0,25	0,39	0,36
2033	0,25	0,39	0,36

2034	0,25	0,39	0,36
2035*	0,24	0,4	0,36
2036	0,24	0,4	0,36
2037	0,24	0,4	0,36

\*: Durağanlık Yılı

Tablo 7 incelendiğinde 20 yıl sonunda durağanlığın sağlandığı görülmektedir. Sonraki yıllar için tercih olasılıkları tahmini yapıldığında Turkcell operatörüne olan tercihin yıllar geçtik sıra düşüş göstereceği gözlemlenmektedir. Durağan haldeki değerlere baktığımızda en çok tercih edilecek operatörün %40 olasılıkla Vodafone operatörü olduğunu görmekteyiz. Ardına sırasıyla %36 ile Türk Telekom ve %24 ile Turkcell operatörü gelmektedir.

Tablo 8: Denge Durum Olasılıkları

Marka	Denge Durum Olasılığı
Turkcell	0.24
Vodafone	0.40
Türk Telekom	0.36

Durağanlık analizi sonuçlarına baktığımızda Turkcell operatörünün tercih olasılığının zamana bağlı olarak azaldığını, diğer operatörlerde de tercih oranlarının arttığını görmekteyiz

### Sonuç

Bu makalede kullanıcıların cep telefonu operatör tercihleri ve sonraki yıllardaki Pazar payları tahmin edilmeye çalışılmıştır. Çalışma 2017 yılında Adana ilinde ikamet eden 750 bireye uygulanan anket verileri ile yapılmıştır. Araştırmada yıl bazında kullanıcıların aynı operatörü tekrar tercih etmeleri sayısı ve diğer operatörlere geçiş sayı bilgilerine Markov zincirleri tekniği uygulanarak, operatör tercihinde şu anki durum analizi yapılmıştır. Sonraki yıllarda operatör tercih olasılık tahminleri ise Markov zincirleri analizi ile elde edilmiştir.

Bugünkü durum itibarı ile yıllık bazda Turkcell operatörüne marka bağımlılık değeri %86,55, Vodafone için bu değer %88,58, Türk Telekom operatörü içinse yıllık %87,64 olarak bulunmuştur. 2017 yılında Adana'da oturan bireylerin kullandıkları operatöre bağımlı olma oranları birbirine yakındır. Aralarında yaklaşık olarak %1'lik farklar bulunmaktadır. En çok kalıcılığın da yıllık %88,58 değeri ile Vodafone operatöründe olduğu görülmektedir.

Operatörler arası geçişlere bakıldığında, Turkcell müşterisi operatör değişiminde Türk Telekom ve Vodafone operatörlerine geçişte hemen hemen eşit tercihler yapmıştır. Türk Telekom kullanıcıları operatör değişiminde Turkcell yerine Vodafone operatörünü daha çok tercih etmiştir. Değişimde Vodafone müşterileri ise Turkcell operatörü yerine Türk Telekom operatörünü daha çok tercih etmektedir.

Durağanlık analizi sonuçlarına göre; Turkcell'in %42 olan pazar payı 2035 yılında %24'e düşerek durağanlaşacaktır. Diğer taraftan Vodafone ve Türk Telekom'un Pazar payları yaklaşık olarak eşit %29 iken 2035 yılında artarak durağanlık oranları sırasıyla %40 ve %36 olacaktır. Bu ise Turkcell'in uzun vadede pazar payının yaklaşık %43 azalacağını, Vodafone pazar payının %38 artacağını ve Türk Telekom'un ise %24 artacağını göstermektedir.

Araştırma sonucunda 2017 yılı itibarı ile en iyi durumda bulunan Turkcell operatörüne olan tercih olasılıklarının zaman içerisinde azalacağı ve uzun dönemde Vodafone operatörünün diğer operatörlerin önüne geçeceği ortaya çıkartılmıştır. Bu nedenle Turkcell operatörü yöneticilerinin politika değişikliği yapmaları, farklı satış stratejileri belirlemeleri ve kampanyalarını arttırmaları gerektiği önerilmektedir. Aksi durumda uzun vadede en yüksek pazar payının %40 ile Vodafone operatörüne geçeceği öngörülmektedir.

### **Kaynaklar**

- Alp, S. ve Öz, E. (2009). "Markov Zinciri Yöntemi İle Taşınabilir Bilgisayar Tercihlerinin Analizi." Akademik İncelemeler, 2 (2), 37-54.
- Aydın, K. (2004). "Üniversite Öğrencilerinin Cep Telefonu Kullanımı ve GSM Operatörü Tercihleri Üzerine Bir Çalışma", Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi, Cilt. 9, Sayı. 1. S. 149-164.
- Berçeste M. A., Baş M., (2013), "Türkiye'de Faaliyet Gösteren GSM Operatörlerinin Hizmet Kalitesi Bakımından Karşılaştırılması ve Uygulanan Rekabet Stratejileri" Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 15/2 (2013), ss.41-70.
- Büyüktatlı F., İşbilir S. ve Çetin E. (2013), "Markov Analizi ile Yıllık Ödeneklere Bağlı Bir Tahmin Uygulaması", Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi, C.5,S.1, s.1-8. Çetin ve Alp (2016),
- Çetin, N.G., Alp Selçuk. (2016). "Cep Telefonu Marka Tercihlerinin Markov Zincirleri İle Analizi". Erzincan University Journal of Science and Technology. Cilt 9, Sayı 3 (2016), 126-138.
- Çınlar, E.(1997), "Introduction to Stochastic Processes", Englewood Cliffs, New Jersey, 106-277.
- Durmaz ve Şerbetçi .(2016).Üniversite Öğrencilerinin Cep Telefonu Tercihlerini Etkileyen Faktörler ve Bir Uygulama Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi. Cilt:8, Sayı:14. 109-136.
- Dündar, S.ve Ecer, F. (2008) "Öğrencilerin GSM Operatörü Tercihinin, Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemiyle Belirlenmesi", Yönetim ve Ekonomi Dergisi, Celal Bayar Üniversitesi, Cilt 15, sayı:1, s.195-205.

- Gülmez, M. (2005). “Üniversite Öğrencilerinin Cep Telefonu Satın Alma Ve Kullanımını Etkileyen Faktörler: Sivas Cumhuriyet Üniversitesi ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitelerinde Bir Uygulama”. Erciyes Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı: 24, ss.37-62.
- Karagöz, Y., Çatı, K., ve Koçoğlu, M. C., (2009). “Cep Telefonu ve Operatör Tercihinde Etkili Olabilecek Faktörlerin Demografik Özelliklere Bağlı Olarak İrdelenmesi”, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Sayı:23, s.7-24.
- Kıral, E., Mavruk, C. & Kıral, G. (2018). Ekonometri öğrencilerinin sayısal derslerdeki akademik performansı: Markov modeli ile bir hesaplama. Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, özel sayı. 18.EYİ, s.617-632.
- Kıral, E., & Uzun, B. (2017). Forecasting Closing Returns of Borsa Istanbul Index with Markov Chain Process of the Fuzzy States. Journal of Economics Finance and Accounting, 4(1), 15-24.
- Mavruk, C., & Kıral, E. (2016). “Prediction Of Central Government Budget Tax Revenues Using Markov Model”. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 25(2), 41-56.
- Özdemir A. ve Demireli E. (2014). “Hisse Senedi Fiyat Verimliliğinin Markov Zincirleri ile Analizi BIST Teknoloji Endeksi Hisse Senedi Üzerine Bir Uygulama”, Verimlilik Dergisi, vol.1, sh: 41-60.
- Özer, H., Özçomak, S. M., ve Oktay, E..(2006). “Üniversite Öğrencilerinin Cep Telefonu Hat Tercih Olasılığının Belirlenmesi: Atatürk Üniversitesi Örneği”, Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi. 7 (2), s.39-52.
- Rahman, S., Haque, A., & Ahmad, M. (2011). Choice criteria for mobile telecom operator: Empirical investigation among Malaysian customers. International Management Review, 7(1), 50-57.
- Ross S.M. (2007)., ”Introduction to Probability Models”. Academic Press (9th Edition), United States of America.
- Şentürk ve Alp. (2016). “Mobil Operatör ve İnternet Servis Sağlayıcı Tercihlerinin Markov Zinciri Yöntemi ile Analizi”. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi. Sayı:13,Sayfa:133-151