

## MARKOV ANALİZİ İLE İNSAN GÜCÜ PLANLAMASI

Erkan KÖSE\*, Tolga GENÇ\*\* ve Mehmet KABAK\*\*\*

### Özet

Bu çalışmada bir kamu kurumuna personel yetiştirmekle sorumlu olan ve dört yıllık eğitim hizmeti sağlayan bir okuldaki eğitim durumu incelenmiştir. Kamu kurumunun ihtiyaç duyduğu insan gücünün tamamı bu okuldan mezun olmaktadır. Bu çalışmanın başta okula alınacak öğrenci miktarlarının belirlenmesi olmak üzere çeşitli insan gücü planlama faaliyetlerinde sıhhatli veriler sağlayacağı değerlendirilmektedir. Çalışmada kamu kurumunun yetişmiş personel sıkıntısı yaşamaması için geleceğe yönelik olarak projeksiyonlar ortaya koyulmuştur. Çalışmada yöntem olarak yönelem araştırması tekniklerinden Markov Analizi kullanılmıştır. Çalışmanın katkısı kamu kurumu için hayati öneme sahip gerçek bir probleme Markoz Analizi gibi bilimsel bir teknik yardımıyla çözüm önerilmesidir.

**Anahtar kelimeler:** İnsan Gücü Planlaması, Markov Analizi

### Human Resource Planning With Markov Analysis

#### Abstract

In this study, education system of a school which gives four years education and responsible for providing personnel to a public institution is analysed. All of the human resources which are needed by the public institution are graduated from this school. It is evaluated that the study supply accurate data to human resource planning activities starting from determination of student amount which are going to be registered to the school. In the study, future projections are made for the public institution not to confront with the qualified human resources deficiency. Markov Analysis which is one of the operations research techniques is used as the method in the study. The contribution of the study is in the utilisation of scientific method, Markov Analysis, for a very important real life problem of the public institution.

**Keywords:** Human Resource Planning, Markov Analysis

---

\*Doç. Dr., Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü, Ankara, erkankose93@gmail.com.

\*\* Dr., Kara Harp Okulu, Ankara, tolga95@yahoo.com.

\*\*\* Doç. Dr., Gazi Üniversitesi MMF Endüstri Mühendisliği Bölümü, Ankara, mkabak@gazi.edu.tr.

## GİRİŞ

Etkili ve verimli insan gücü planlaması, ulaştırma, endüstriyel şirketler, devlet kurumları ve askeri yapılar gibi büyük organizasyonlarda önemli bir görevdir. Bütün bu organizasyonlar, iş tanımları ve spesifik çalışma pozisyonları ile birçok bölümden oluşan çalışanları kapsamaktadır. İstenilen görevleri gerçekleştirmek için gerekli beceriler genellikle özel eğitim ya da uzun iş deneyimini gerektirmektedir. Üst makamlara aday kabiliyetli personelin az veya fazla olması ya fazla maliyete yol açmaktadır ya da etkinliği düşürmektedir. Bu zorlukları önlemek için organizasyonun gelecekteki ihtiyaçlarının önceden tahmin edilmesi ve bununla beraber bu yapıyı destekleyecek paralel stratejilerin kabul edilip uygulanması gerekmektedir (Skulj vd., 2007:289).

Organizasyonlar hiyerarşik yapıda olma eğilimindedir. Bu hiyerarşik yapıda her zaman sınırlı sayıda üst kademe pozisyonları olduğu açıktır. Çalışanlar ise organizasyonlar açısından kritik, geçici hevesli ve potansiyeli tahmin edilemeyen bireyler olarak değerlendirilmektedirler. Eğer bir organizasyon doğru zamanda ve uygun maliyette insan gücünü planlayamaz ve yeni pozisyonlara yerleştiremez ise ciddi etkinsizlik ve operasyonel zorluklarla karşılaşabilir ve hatta kendi sahasında başarısız olma tehlikesi ile yüz yüze gelebilir. Organizasyon açısından bu arz ve talep koordinasyonunu sağlamak için üretkenliğin değerlendirilmesi ve teknolojik gelişmelerin takip edilmesi gereklidir. Çalışanlar organizasyon bünyesinde çeşitli konumlarda çalışırlar ve gerektiğinde yer değiştirirler. Bu yer değiştirmeleri veya bu değiştirme trendlerini takip etmek ve gözlemlemek kalitatif faktörlerin ve kaynak uyumsuzluklarının gösterimi olmaksızın zordur (Gregoriades, 2011:1).

Organizasyonlar etkili ve verimli olmak için insan gücü planlamasını organizasyonun insan kaynakları bölümünden başlayarak ele almalıdır. Organizasyona girmesi planlanan personel sayısı doğru ve bilimsel olarak hesaplanmazsa gelecekte meydana gelebilecek personel sayısındaki olumsuz şartları düzeltmek zor ve maliyetli olacaktır. Bu zorluk organizasyonun etkinsiz ve verimsiz olarak çalışmasına sebep olacaktır. Çünkü organizasyonun her seviyesinde olması gerekenden az veya fazla sayıda personel olması organizasyonun yapısında bozulmalara veya organizasyonun istenilen şekilde çalışmamasına yol açabilecektir.

Organizasyonlar için insan gücü planlaması mevcutlar ve akımlar olarak ele alınmaktadır. Mevcutlar bir zaman dilimi için o sınıfta veya o pozisyonda bulunan personeli temsil etmektedir, akımlar ise o sınıflarda ve pozisyonlarda bulunan personelin bir sonraki zaman diliminde hangi sınıfa veya pozisyona geçebileceği olasılıklarını içermektedir. Üst sınıf ve pozisyonlara geçiş, olasılıkları içerebileceği gibi bazı zamanlarda üst pozisyonlardaki açık miktarını da içerebilmektedir. Bu bakış açısı ile organizasyon gelecek için tahminlemelerde bulunabilmekte ve insan gücü planlaması yapabilmektedir.

İnsan gücü planlamasında hedef doğru zamanda, yeterli sayıda ve doğru nitelikteki kişileri minimum maliyetle sağlamaktır. Çeşitli Yöneylem Araştırması teknikleri insan gücü planlaması ve eğitiminin modellenmesi için bu alana uygulanmıştır. Organizasyonların insan gücü planlamasını, yeterli yetişmiş insan gücünü kendi iş sahasındaki mevcut ve yeni talepleri karşılamak için kullanması, insan gücü planlamasının organizasyonlar için önemini ortaya koymaktadır (Wang, 2005:1).

Bir organizasyondaki toplam insan gücünün gelecek ilk devrede anlamlı durumlara göre dağılımı, doğrudan şu andaki yapısına bağlı olduğundan dolayı insan gücünün hareketliliğinin modellenmesinde Yöneylem Araştırması tekniklerinden Markov süreçleri uygun bir yaklaşım olmaktadır. Bu nedenle, organizasyonlarda insan gücü hareketliliği için Markov modelleri geliştirilmekte ve çeşitli uygulamalarda yer almaktadır (Alp, 2007:2).

İnsan gücünün planlanması, sisteme uygun sayıda personel alınması ve sistem içindeki hareketlerinin gözlemlenmesi Markov analizi yardımı ile kolaylaşmaktadır. Organizasyonlar açısından gelecek ile ilgili projeksiyon yapılması ve rasyonel yöntemler izlenmesi karlılık ve etkinlik açısından her zaman göz önünde bulundurulmaktadır.

Markov süreçleri temel olarak bir durumdan diğer duruma geçiş olasılığının daha önceki durumlara bağlı olmadan sadece son duruma bağlı olarak hesaplandığı bir süreçtir. Bu süreçler bu özelliğinden dolayı olasılıklara dayanarak geleceği tahmin etmeye çalışan diğer istatistiki yaklaşımlardan ayrılmaktadır.

Markov analizi ile yapılan insan gücü planlaması özünde organizasyonların değişik sınıf ve dereceleri için insan gücünün mevcutları ve akımlarını arasındaki ilişkiyi tanımlar ve geçen zaman çerçevesinde bu ilişkileri gözlemlemeyi amaçlar. Normalde, Markov analizi ile insan gücü planlaması yapılırken, insan gücünün başlangıçta sisteme ne kadar alınacağı, sisteme alım esasları ve üst kademelere geçiş olasılıkları değerlendirilir. Sonuçta ise ne kadar insan gücünün belirli bir süre sonra nerede olacağı çıktısı elde edilmeye çalışılacaktır (Niakantan ve Raghavendra, 2005:86).

Literatürde, insan gücü planlamasında Markov analizinin kullanılması ile yapılan çeşitli çalışmalar mevcuttur. Yöntem, Saatçioğlu (1978) tarafından Türkiye Elektrik Kurumunda kurumun kritik insan gücü olan elektrik mühendislerinin 17 fonksiyonel grup olarak sınıflandırılması ile oluşturulan Markov zinciri kullanılarak personelin birimler arasındaki geçişlerinin tahminlenmesinde; Wang (2005) tarafından Avustralya ordusunda subay yetiştirme paternlerin planlanmasında ve uygulamalarında; Nilakantan ve Raghavendra (2005) tarafından bir endüstri şirketinde bulunan mühendislerin terfi sisteminin oluşturulmasında; Skulj vd. (2008) tarafından Slovenya ordusunda insan gücünün planlanmasında çalışan personelin tanımlanmış sınıflar arasında nasıl geçiş yapabileceğinin tespit

edilmesinde ve bunun uzun vadeli olarak tahmin edilmesinde ve Utterbeeck vd. (2009) tarafından ise Belçika Kraliyet Askeri Akademisinde yaptıkları çalışma ile Belçika ordusunda alınan uzun dönemli tedbirlerin insan planlamasını nasıl etkilediğini gösteren çalışma gibi çeşitli alanlarda kullanılmıştır.

Organizasyonlar içinde yer değiştirmenin kantitatif yöntemlere göre gözlemlenmesi ve planlanması için uygun bir yöntem olarak karşımıza çıkan Markov analizi yer değiştirme akımları hakkında bilgi sahibi olunmasını kolaylaştırmaktadır. Literatürde de görüldüğü üzere insan gücü planlamasında çeşitli çalışmalar Markov analizi ile yapılmıştır ancak dikkat çeken önemli bir konu bu planlamaların özellikle askeri alanlar üzerinde yoğunlaştığıdır. Çünkü askeri yapıların karakteristik özelliği; hiyerarşik yapının kuvvetli olması ve yer değiştirme kurallarının daha bağlayıcı olmasıdır. Bu yapıları diğer organizasyonlardaki yapılardan ayıran en önemli özellik ise üst pozisyonlara gelebilecek bireylerin askeri yapının alt kademelerinden gelmesidir, oysaki üniversiteler, devlet kurumları, vb. organizasyonlarda ise üst pozisyonlara gelebilecek bireyler kurum içinden gelebileceği gibi dışarıdan atama veya başvuru yöntemi ile de yapılabilmektedir.

Bu çalışmada bir kamu kurumuna personel yetiştirmekle sorumlu olan bir okuldaki eğitim durumu insan gücü planlamasına ilişkin sıhhatli veriler sağlayabilmek için incelenmiştir. Okuldaki normal eğitim süresi dört yıldır ve kamu kurumunun ihtiyaç duyduğu insan gücünün tamamı bu okuldan mezun olmaktadır. Çalışmanın temel amacı kurumun yetişmiş insan gücü problemi ile karşılaşmaması için okula alınacak öğrenci miktarlarının belirlenmesidir. Çalışmada yöntem olarak yöneylem araştırması tekniklerinden Markov Analizi kullanılmıştır.

Çalışmanın bir sonraki bölümünde Markov Analizi açıklanmış, ikinci bölümde ise bir kamu kurumuna personel yetiştirmekle sorumlu olan ve dört yıllık eğitim hizmeti sağlayan bir okul için Markov Analizi ile insan kaynakları planlaması yapılmıştır. Son kısımda ise çalışmanın sonuçları ve uygulanabileceği alanlar yorumlanmıştır.

## I. MARKOV ANALİZİ

Markov analizi 20'nci yüzyılın başlarında Rus matematikçisi Andrey A.Markov tarafından geliştirilmiş, stokastik süreçlerin değerlendirilmesinde kullanılan olasılıklı bir tekniktir. Bazı kabullere dayalı olan Markov süreçleri stokastik süreçlerin önemli bir alt sınıfını oluşturur.

Markov analizi, bir optimizasyon tekniği değildir. Çeşitli karar durumlarında karar vermeye yardımcı olabilecek olasılıklı bilgiler sağlar. Zaman içerisinde bir durumdan diğer bir duruma olasılıklı olarak geçen sistemlere uygulanır. Örneğin,

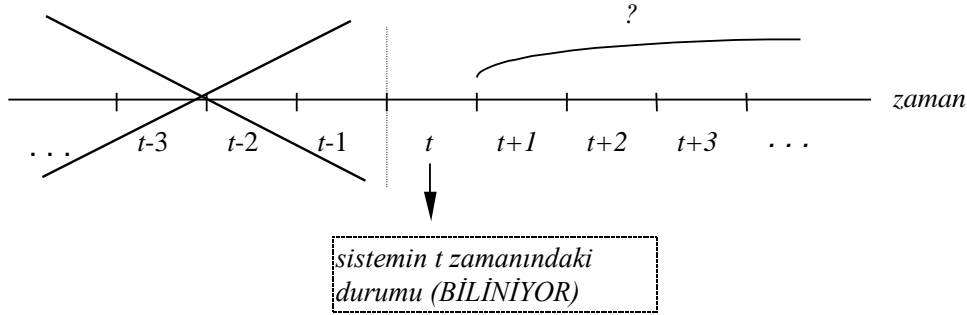
bugün çalışan bir makinenin ertesi gün arızalanma olasılığının bulunmasında veya bir müşterinin kullandığı deterjanın markasını değiştirme olasılığının hesaplanmasında Markov analizi kullanılabilir.

Sistemin şimdiki durumu ve geçmişte bulunduğu durumlar biliniyor olsun; buna göre sistemin gelecekteki durumunun koşullu olasılığı şimdiki durumuna bağlı olup, geçmişteki durumlardan bağımsızdır. Bu özelliğe Markov özelliği denir (Ross, 2003: 181). Markov özelliğinin matematiksel gösterimi aşağıdaki gibidir.

$$P(X_{t+1}=i_{t+1}|X_t=i_t, X_{t-1}=i_{t-1}, \dots, X_1=i_1, X_0=i_0)=P(X_{t+1}=i_{t+1}|X_t=i_t) \quad (1)$$

Yukarıda açıklanan Markov özelliğini sağlayan stokastik süreçlere Markov süreçleri denir. Örneğin hastanedeki bir hastanın herhangi bir gündeki sağlık durumunun (kritik, normal, iyi, vs.) olasılığı, sadece bir önceki gün bulunduğu duruma bağlı ise bu bir Markov sürecidir. Öte yandan hastanın durumu sadece bir önceki günkü durumuna değil de, hastanede kaldığı süre içerisinde her gün içinde bulunduğu durumlara ve hastalıkla ilgili geçirdiği safhalara bağlı ise bu süreç Markov süreci değildir.

Markov özelliğine sahip stokastik bir  $\{X_t\}$  süreci, eşit ve kesikli zaman aralıklarıyla ifade ediliyorsa ( $t=0,1,2,3,\dots$ ), Markov Zinciri olarak adlandırılır. Markov Zincirlerinin bu özellikleri şematik olarak Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Markov Zincirinin Genel Yapısı

Markov Zincirlerinde bütün  $i$  ve  $j$  durumları ile bütün zamanlar ( $t=0,1,2,3,\dots$ ) için  $P(X_{t+1}=j|X_t=i)$  olasılığının zamandan bağımsız olduğu kabul edilmektedir. Bu kabule göre;

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

yazılabilir. Burada  $p_{ij}$ , sistemin herhangi bir dönemde  $i$  durumunda iken bir sonraki dönemde  $j$  durumuna geçme olasılığıdır ve geçiş olasılığı olarak adlandırılır.  $S=\{0,1,2, \dots, s\}$  durum uzayına sahip bir Markov Zincirinin geçiş olasılıkları  $s \times s$  boyutlu bir geçiş matrisi ile Şekil 2’de olduğu gibi gösterilir (Taha, 2002: 726).

$$\begin{array}{c}
 \text{duruma} \\
 ((t+1) \text{ dönemi}) \\
 \diagdown \\
 \text{durumdan} \\
 (t \text{ dönemi})
 \end{array}
 \begin{array}{cccc}
 & 1 & 2 & \dots & s \\
 P = & \begin{array}{c} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ s \end{array} \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1s} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{2s} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{s1} & p_{s2} & \dots & p_{ss} \end{bmatrix}
 \end{array}$$

**Şekil 2.** Geçiş Olasılıkları Matrisi

$t$  zamanında  $i$  durumunda bulunan bir sistem  $t+1$  zamanında mutlaka  $s$  durumdan birisinde olacaktır. Buna göre geçiş matrisinin satırları aşağıdaki koşulları sağlamalıdır (Çınlar, 1975: 106-119);

$$1. 0 \leq p_{ij} \leq 1 \quad (\text{bütün } i \text{ ve } j \text{ değerleri için}) \quad (3)$$

$$2. \sum_{j=1}^s p_{ij} = 1, \quad i=1, 2, \dots, s \quad (4)$$

Markov zincirlerinin özellikleri aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Markov özelliği,
- Kesikli ve sonlu durum uzayı;  $S=\{0,1,2, \dots, s\}$
- Zamanla değişmeyen geçiş olasılıkları ( $p_{ij}$ )

Bir Markov zincirinin durumlarından bazıları yutan ve diğerleri de geçici durumlar ise bu Markov zinciri yutan zincir olarak adlandırılır (Winston, 2004: 932). Çeşitli uygulama alanları olan yutan zincirlerde, herhangi bir geçici durumdan eninde sonunda yutan bir duruma geçilir ve süreç sona erer.

Yutan zincirlerle ilgili hesaplamaları yapabilmek için geçiş matrisinin, önce geçici durumlar ve sonra yutan durumlar olmak üzere yeniden düzenlenmesi gerekir. Eğer  $m$  adet yutan durum ve  $s-m$  adet geçici durum olduğu kabul edilirse, yutan zincirlerin geçiş matrisleri aşağıdaki gibi yazılabilir.

|    |           |           |         |
|----|-----------|-----------|---------|
|    |           | s-m sütun | M sütun |
| P= | s-m satır | Q         | R       |
|    | m satır   | 0         | I       |

Burada Q, geçici durumlar arasındaki geçişi gösteren  $(s-m) \times (s-m)$  boyutlu bir matris; R, geçici durumlardan yutan durumlara geçişi gösteren  $(s-m) \times m$  boyutlu bir matris; 0, yutan bir durumdan geçici durumlara geçilemeyeceğini gösteren ve bütün elemanları sıfır olan  $m \times (s-m)$  boyutlu sıfır matrisi ve I ise yutan bir duruma geçildiğinde sürekli o durumda kalacağını, yani yutan durumdan asla çıkılmayacağını gösteren  $m \times m$  boyutlu birim matristir. Bundan sonra yapılacak işlem,  $(I-Q)$  matrisinin tersini alarak Markov zincirinin temel matrisini (T) bulmaktır.

$$T = (I - Q)^{-1} \quad (5)$$

Temel matris, sistemin yutan bir duruma geçmeden önce, herhangi bir geçici durumda ortalama olarak ne kadar kalacağını gösterir. Sistem eğer başlangıçta geçici  $i$  durumunda bulunuyorsa, sonunda yutan  $j$  durumuna geçme olasılığı ise aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$T * R = (I - Q)^{-1} * R \quad (6)$$

## II. UYGULAMA

Bu çalışmada bir kamu kurumuna personel yetiştirmekle sorumlu olan ve dört yıllık eğitim hizmeti sağlayan bir okuldaki eğitim durumu incelenmiştir. Kamu kurumunun ihtiyaç duyduğu insan gücünün tamamı bu okuldan mezun olmaktadır. Söz konusu okulda öğrencilerin büyük bir bölümü dört yıllık eğitimin sonunda mezun olmakta diğerleri ise sağlık, akademik başarısızlık ve disiplinsizlik gibi nedenlerle okuldan atılmakta veya kendi isteği ile okuldan ayrılmaktadırlar.

Araştırmada, son 10 yılın verileri kullanılarak okula alınan bir öğrencinin okuldan mezun olma, okuldan atılma ve okuldan ayrılma olasılıkları belirlenmeye çalışılmıştır. Bu sayede 1, 2, 3 ve 4'üncü sınıflarda sınıfta kalma oranlarının belirlenmesi, geleceğe yönelik olarak projeksiyonlar çıkarılması ve elde edilecek bu verilerin yapılacak planlamalarda kullanılması amaçlanmaktadır.

Çalışmada yöntem olarak yöneylem araştırması tekniklerinden Markov analizi kullanılmıştır. Markov analizlerine esas teşkil eden geçiş olasılıkları matrisinin oluşturulabilmesi için okulun öğrenci işleri departmanından son 10 yılda bir üst sınıfa geçen (son sınıflar için mezun olan), sınıfta kalan (akademik başarısızlık veya sağlık sebebiyle), okuldan ayrılan, okuldan atılan öğrencilerin sayıları temin

edilmiştir. Son 10 yıllık verilerin ortalamaları alınarak yapılan hesaplamalar sonucunda Tablo 1’de gösterilen olasılık değerlerine ulaşılmıştır. Tablo 1’deki verilere göre; birinci sınıfa başlayan öğrencilerin %65’i bir üst sınıfa geçmekte, %0,15’i akademik başarısızlık nedeni ile, %0,03’ü sağlık nedeni ile sınıfta kalmakta, %0,10’u kendi isteği ile okuldan ayrılmakta ve %0,07’si çeşitli nedenlerle okuldan atılmaktadır.

**Tablo 1.** Son 10 Yılın Ortalama Değerleri

|              | Üst Sınıfa Geçen/Mezun | Sınıfta Kalma (Akademik) | Sınıfta Kalma (Sağlık) | Okuldan Ayrılma | Okuldan Atılma |
|--------------|------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------|----------------|
| 1’inci sınıf | 0,65                   | 0,15                     | 0,03                   | 0,10            | 0,07           |
| 2’nci sınıf  | 0,70                   | 0,14                     | 0,02                   | 0,07            | 0,07           |
| 3’üncü sınıf | 0,75                   | 0,10                     | 0,02                   | 0,05            | 0,08           |
| 4’üncü sınıf | 0,90                   | 0,05                     | 0,01                   | 0,02            | 0,02           |

Bu veriler geçiş olasılıkları matrisinin oluşturulmasında kullanılmıştır. Geçiş olasılıkları matrisi (t) zamanında herhangi bir durumda bulunan bir öğrencinin (t+1) zamanda bulunabileceği durumların olasılıklarını göstermektedir. Öğrencilerin eğitim öğretim sürecinde herhangi bir zamanda bulunabilecekleri durumlar aşağıda gösterilen yedi başlık altında toplanmıştır:

- (1) 1’inci sınıf öğrencisi,
- (2) 2’inci sınıf öğrencisi,
- (3) 3’üncü sınıf öğrencisi,
- (4) 4’üncü sınıf öğrencisi,
- (5) Mezun olan öğrenci,
- (6) Okuldan atılan öğrenci,
- (7) Okuldan ayrılan öğrenci.

Durumlar belirlenirken akademik başarısızlık veya sağlık sebebiyle sınıfta kalma durumları tek bir durum olarak ele alınmıştır. Benzer şekilde “disiplinsizlik”, ”akademik başarısızlık” ve “sağlık” nedeniyle okuldan atılan öğrencilerin tamamı da “okuldan atılma” durumu içerisinde birleştirilmiştir. Bu verilerle oluşturulan geçiş olasılıkları matrisi Tablo 2’de gösterildiği gibidir. Geçiş olasılıkları matrisi yutan durum analizleri yapılabilecek şekilde düzenlenmiştir. Matristeki; mezun,



okuldan atılan ve okuldan ayrılan durumları yutan durumları, diğerleri ise geçici durumları göstermektedir.

**Tablo 2.** Geçiş Olasılıkları Matrisi

|                 | 1'inci Sınıf | 2'nci Sınıf | 3'üncü Sınıf | 4'üncü Sınıf | Mezun | Okuldan Atılan | Okuldan Ayrılan |
|-----------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------|----------------|-----------------|
| 1'inci Sınıf    | 0,18         | 0,65        | 0            | 0            | 0     | 0,07           | 0,10            |
| 2'nci Sınıf     | 0            | 0,16        | 0,70         | 0            | 0     | 0,07           | 0,07            |
| 3'üncü Sınıf    | 0            | 0           | 0,12         | 0,75         | 0     | 0,08           | 0,05            |
| 4'üncü Sınıf    | 0            | 0           | 0            | 0,06         | 0,90  | 0,02           | 0,02            |
| Mezun           | 0            | 0           | 0            | 0            | 1     | 0              | 0               |
| Okuldan Atılan  | 0            | 0           | 0            | 0            | 0     | 1              | 0               |
| Okuldan Ayrılan | 0            | 0           | 0            | 0            | 0     | 0              | 1               |

Eşitlik (5) yardımıyla hesaplanan Temel Matris Tablo 3'de gösterildiği gibidir. Tablo 3'deki değerler öğrencilerin her bir sınıfta geçireceği ortalama süreleri göstermektedir. Bu değerlere göre birinci sınıfa giden bir öğrencinin birinci sınıftaki ortalama eğitim süresi 1,22 yıl, ikinci sınıftaki ortalama eğitim süresi 1,19 yıl, üçüncü sınıftaki ortalama eğitim süresi 1,136 yıl ve son sınıftaki ortalama eğitim süresi 1,064 yıl olmaktadır.

**Tablo 3.** Temel Matris

|              | 1'inci Sınıf | 2'nci Sınıf | 3'üncü Sınıf | 4'üncü Sınıf |
|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|
| 1'inci Sınıf | 1,220        | 0,944       | 0,751        | 0,599        |
| 2'nci Sınıf  | 0,000        | 1,190       | 0,947        | 0,756        |
| 3'üncü Sınıf | 0,000        | 0,000       | 1,136        | 0,907        |
| 4'üncü Sınıf | 0,000        | 0,000       | 0,000        | 1,064        |

Son aşamada Eşitlik (6) kullanılarak başlangıçta geçici  $i$  durumunda bulunan bir öğrencinin sonunda yutan  $j$  durumuna geçme olasılıkları hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 4'de gösterilmiştir. Buna göre; birinci sınıfta okuyan öğrencilerin %53,9'u, ikinci sınıfta okuyan öğrencilerin

%68'i, üçüncü sınıfta okuyan öğrencilerin %81,6'sı ve dördüncü sınıfta okuyan öğrencilerin %95,8'i okuldan mezun olacak demektir. Ayrıca; bu gün okula başlayan bir öğrenci %53,9 olasılıkla okuldan mezun olacak, %22,4 olasılıkla okuldan atılacak, %23,8 olasılıkla da kendi isteği ile okuldan ayrılacak demektir. Bu olasılık değerlerine göre şayet kurum dört yıl sonra 100 personele ihtiyaç duyuyorsa bu gün okula alınması gereken öğrenci miktarı yaklaşık olarak 186 kişi olmalıdır.

**Tablo 4.** Yutan Durum Olasılıkları

|              | Mezun | Okuldan Atılan | Okuldan Ayrılan |
|--------------|-------|----------------|-----------------|
| 1'inci Sınıf | 0,539 | 0,224          | 0,238           |
| 2'nci Sınıf  | 0,680 | 0,174          | 0,146           |
| 3'üncü Sınıf | 0,816 | 0,109          | 0,075           |
| 4'üncü Sınıf | 0,958 | 0,021          | 0,021           |

## SONUÇ VE ÖNERİLER

İnsan gücü planlaması, organizasyonların amaçlarına ulaşabilmeleri için doğru yer, doğru zaman ve uygun yetenekte olan çalışanların sağlanabilmesi amacıyla yapılır. İyi bir planlama; yetenekli ve kaliteli insan gücünün kurumda kalmasını, istihdam edilen personelden en iyi şekilde istifade edebilmeyi, insan gücü fazlalığının ortaya çıkaracağı kayıpları tahmin edebilmeyi, tedbir alabilmeyi ve personel maliyetlerinin en uygun seviyede tutulabilmesini sağlar.

Bu çalışmada bir kamu kurumuna personel yetiştirmekle sorumlu olan ve dört yıllık eğitim hizmeti sağlayan bir okuldaki eğitim durumu incelenmiştir. Mevcut durumda okula alınacak öğrenci miktarı dört yıl sonra mezun olması istenilen miktarın yaklaşık iki kati olarak hesaplanmaktadır. Herhangi bir analitik yonteme dayanmaksızın yapılan insan gucu planlamalarının uzun vadede gereksiz insan gucu istihdami veya personel yetersizliğine yol actigi gorulmektedir.

Bu çalışmada öncelikle geçmiş yıllara ait gerçek veriler yardımıyla okuldan ayrılma, mezun olma, sınıfta kalma, okuldan atılma şeklinde tanımlanan durumların olasılıkları hesaplanmıştır. Daha sonra Markov analizleri ile kurumun ihtiyac duyduğu insan gucunun temini için okula alınması gereken öğrenci miktarı belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışma ile gerçek verilere dayanan, analitik yöntemlerle hesaplanmış, açıklanabilir, doğru ve gerçekçi analizlerle kurumun insan gucu planlama faaliyetlerine önemli katkılar sağlandığı düşünülmektedir.

Bu çalışma ile insan gücü planlamasında kullanılabilirlik geçerliliği literatürde yer alan pek çok çalışma ile ispatlanmış, uygulaması ve açıklaması kolay analitik bir yöntem önerilmiştir. Benzer çalışmaların özellikle askeri okullar, polis okulları gibi mesleğe yönelik eğitim veren ve besledikleri kurumun tek kaynağı olan okullarda her yıl kaydedilecek öğrenci miktarlarının belirlenmesinde kullanılabilirliği değerlendirilmektedir. Ayrıca benzer çalışmaların meslek gruplarına yönelik olarak üniversite kontenjanlarının belirlenmesinde de kullanılabilirliği düşünülmektedir.

Bu çalışmada yapılan analizler son 10 yıla ait gerçek verilere dayanmaktadır. Analizde kullanılan verilerin çok olmasının yapılan analizlerin doğruluğunu artıracakı düşünülmektedir. Aynı çalışmaların trend analizi, regresyon analizi gibi kantitatif, grup tekniği ve Delphi tekniği gibi kalitatif çalışmalarla desteklenebileceği ve elde edilen sonuçların karşılaştırılmasının daha sağlıklı karar vermede faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

#### KAYNAKÇA

- ALP, Selçuk (2007), "Türkiye'de Eğitim Sürecinin Markov Geçiş Modeli", 8. Türkiye Ekonometri ve İstatistik Kongresi, İnönü Üniversitesi Malatya, 24-25 Mayıs 2007.
- ÇINLAR, Erhan (1975), Introduction to Stochastic Processes, First Edition, New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- ERGEÇ, Fulya (1966), "Markov Analizi ile Hisse Senedi Fiyatının Tahmin Edilmesi", İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, Cilt 25, Sayı 2;123-151.
- GREGORİADES, Andreas (2001), "Manpower planning with system dynamics and business objects", Proceedings of International Systems Dynamics Conference, Washington, DC, 24-28 Temmuz 2011.
- NILAKANTAN, Kannan ve B.G RAGHAVENDRA, (2005) "Control Aspects in Proportionality Markov Manpower Systems", Applied Mathematical Modelling, Vol 29; 85-116.
- ÖZDEMİR, Aslı Yüksek ve Şevkinaz GÜMÜŞOĞLU (2007), "İşletmelerin Tahminleme Sorunlarının Çözümlemesinde Markov Zincirleri Analizinin Uygulanması", Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt 9, Sayı 1;337-359.
- ÖZEL, Gamze ve Aysun SOLMAZ (2012), "Türkiye'de Deprem Tekrarlanma Zamanının Tahmini ve Neotektonik Bölgelere Göre Depremselliğin Markov

- Zinciri ile İncelenmesi", Çankaya University Journal of Science and Engineering, Vol 9, No.2;125-138.
- ROSS, M Sheldon (2003), Introduction to Probability Models, United States of America, Academic Press,Elsevier Science, Eighth Edition.
- SAATÇIOĞLU, Ömer (1978), "Birimler Arası Personel Geçişlerinin Kestiriminde Markov Zinciri Yaklaşımı", Yöneylem Araştırması 4. Ulusal Kongresi Bildiriler Kitabı, İstanbul Teknik Üniversitesi İstanbul, Haziran 1978.
- SKULJ, Damjan, VEHOVAR, Vasja ve STAMFELJ, Darko (2008), "The Modelling of Manpower by Markov Chains - A Case Study of the Slovenian Armed Forces", Informatica, Vol 32; 289-297.
- TAHA, Hamdy A. (2002), Yöneylem Araştırması, 6. Basımdan Çev. Ş.Alp Baray-Şakir Esnaf, Literatür Yayıncılık, İstanbul.
- UTTERBEECK, Filip Van, PASTIJN, Hugo, ACKER, Guy Van ve LOOCK, Raf Van (2009), "Computer Simulation and Markov Chain Modelling for HRM in the Belgian Defence", North Atlantic Treaty Organization, RTO-MP-SAS-073-10.
- WANG, Jun (2005), "A Review of Operations Research Applications in Workforce Planning and Potential Modeling of Military Training", Defence Science and Technology Organisation Salisbury (Australia) Systems Sciences Lab; 1-25.
- WINSTON, Wayne L. (2004), Operation Research : Application and Algorithms, Canada, Thomson Brooks / Cole , Fourth Edition.