

## ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ İLE AĞIRLIKLANDIRILMIŞ DİNAMİK PROGRAMLAMA MODELİNİN SATIN ALMA SÜRECİNE UYGULANMASI

DOI NO:10.5578/jeas.9257

ALİ ÖZDEMİR\* BEGÜM DEMİRER\*\*

### ÖZ

Karar verme, işletmeler için çok önemli ve karmaşık bir süreçtir. Alternatiflerin ve kriterlerin sayısının artması, çatışan kriterler arasından seçim yapacak karar vericinin bu süreçteki rolünü zorlaştırmaktadır. Bu çalışmada, işletmenin birden fazla kriter doğrultusunda en uygun satın alma ve envanter planının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu plan, sayısal ve sayısal olmayan birden fazla kriteri içeren sorunların çözümünde kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP)'nin Dinamik Programlama (DP) modeli ile bütünleştirilmesiyle elde edilmiştir. AHP ile hesaplanan ağırlıklar kullanılarak dinamik yapıdaki envanter ve satın alma sorunu için dinamik programlama yaklaşımıyla optimal sonuç elde edilebilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Çok Kriterli Karar Verme, Analitik Hiyerarşi Süreci, Dinamik Programlama, Envanter Planlaması, Satın Alma Süreci.

**Jel:** C44-C60-M11

## APPLICATION OF THE DYNAMIC PROGRAMMING MODEL WEIGHTED WITH ANALYTIC HIERARCHY PROCESS IN PURCHASING PROCESS

### ABSTRACT

Decision making is a significant and complex process for businesses. Increase in the number of alternatives and criteria, complicates the decision maker's role in this process who will make a choice among the conflicting criteria. In this study it is aimed to determine the purchasing and inventory plan in accordance with multiple criteria. This plan is derived by the integration of Analytic Hierarchy Process (AHP), one of the multi criteria decision making methods used for the solution of problems involving quantitative and qualitative multiple criteria, with the Dynamic Programming (DP) model. By using the weights calculated through AHP the optimal result can be obtained with DP for the dynamic inventory and purchasing problem.

**Keywords:** Multi Criteria Decision Making, Analytic Hierarchy Process, Dynamic Programming, Inventory Planning, Purchasing Process.

**Jel :** C44-C60-M11

\* Doç. Dr. Dokuz Eylül Üniversitesi İ.İ.B.F. İşletme Bölümü, e-mail: [ali.ozdemir@deu.edu.tr](mailto:ali.ozdemir@deu.edu.tr)

\*\* İşletme Yönetimi Yüksek Lisans Mezunlu

## GİRİŞ

Karar alternatifler arasından amaca uygun seçim yapma sürecidir. Karar vermeyi gerektiren seçimin rasyonel olması gerekir.

Çok kriterli karar verme (ÇKKV), yöneylem araştırması ve yönetim bilimi alanlarının bir alt dalı olup, karar teorisinin en yaygın olarak kullanılan metotlarından biridir. ÇKKV, birden fazla karar kriterinin değerlendirilmesi ve alternatifler arasından seçim yapılmasını, alternatiflerin gruplandırılmasını veya sıralanmasını sağlayan metotlar içermektedir (ATICI ve ULUCAN, 2009: 164).

ÇKKV problemlerinde karar vericiler; kriter, karar değişkeni ve alternatif kümesine göre karar vermektedir (ÖZDEMİR, 2004: 49). ÇKKV metotları, karar teorisi ve karar analizinin temel bölümlerinden biridir. Bu metotlar; karar verme sürecinde birden fazla kriterin göz önüne alınarak, önceden belirlenmiş birçok alternatif arasından en iyi olanını seçmeye dayalı bir problemin çözümü sürecinde karar vericiye rehberlik etmektedirler. Çok kriterli karar verme sürecinin değerlendirilmesindeki temel amaçlar aşağıdaki gibi sıralanabilir (JABLONSKY ve URBAN, 1998: 93):

- En iyi seçeneğin tercih edilmesi
- Alternatiflerin tamamının sıralanması
- Alternatiflerin belirli koşullara göre sınıflandırılması
- Olumlu bulunan alternatifler içinden alt setlerin belirlenmesi.

ÇKKV problemleri; çok nitelikli karar verme ve çok amaçlı karar verme problemleri olarak sınıflandırılmaktadır. Çok amaçlı programlama, iki veya daha fazla sayıda amaç fonksiyonlu eniyileme problemleriyle ilgilenir. Çok amaçlı programlama probleminin klasik tek amaçlı programlama probleminden tek farkı, ilgili amaç fonksiyonlarının ifade edilme şeklidir (COHON, 1978: 68).

Uygulamalarda kullanılan ÇKKV yöntemleri ise karar ortamının, belirsizlik ya da risk altında olup olmamasına göre sınıflandırılabilir. Bu çalışmada amaca uygun olarak sadece çok kriterli karar verme yöntemlerinden "Analitik Hiyerarşi Süreci" (AHP) ele alınacaktır. Çalışmanın sonraki iki bölümünde, dinamik programlama ve araştırma modelinin uygulamasına yer verilecektir.

Bu çalışmada AHP yöntemi ile ağırlıklandırılan dinamik programlama modeli bir firmanın satın alma ve stok politikasına karar sürecinde uygulanmıştır. AHP'den yararlanarak oluşturulan dinamik programlama modeli ile işletme amaç-

larına daha uygun sonuçlara ulaşılmıştır. Model çok ürünlü ve çok kriterli, ulaştırma, lojistik, tedarikçi seçimi vb. alandaki birçok işletme problemlerine uygulanabilmektedir.

## 1. ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ YÖNTEMİ

Karar verme; hedef/amaçlar doğrultusunda, mümkün seçenekler arasından bir ya da birkaçının belirlenmesi süreci olarak tanımlanmaktadır. Doğru ve zamanında karar verme insanlar için birçok avantajı beraberinde getirmektedir. Bu nedenle firmaların stratejik öneme sahip kararlarını oluştururken çeşitli sayısal karar verme yöntem ve yaklaşımlarını kullanmaları rakiplerine göre avantaj sağlamaları açısından

1970'lerde Profesör Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen AHP, birden çok kriter içeren karmaşık problemlerin çözümünde kullanılan bir karar verme yöntemidir. AHP, karar vericilerin, karmaşık problemleri; problemin ana hedefi, kriterleri, alt kriterler ve alternatifleri arasındaki ilişkiyi gösteren bir hiyerarşik yapıda modellemelerine olanak verir. AHP'nin en önemli özelliği karar vericinin hem objektif hem de sübjektif düşüncelerini karar sürecine dahil edebilmesidir. Bir diğer ifade ile AHP, bilginin, deneyimin, bireyin düşüncelerinin ve öngörülerinin mantıksal bir şekilde birleştirildiği bir yöntemdir. AHP pek çok çalışmada tam sayı programlama, hedef programlama, dinamik programlama gibi yöneylem araştırması teknikleriyle birlikte kullanılmaktadır (KURUÜZÜM ve ATSAN, 2001: 84). İyi bir alternatif seçimi, kaynak tahsisleri, çatışma çözme, optimizasyon ve planlama ile uygulamalarda AHP'ye yer verilmiştir (VAIDYA ve KUMAR, 2006, 1).

AHP yönteminde ilk aşama olan sorunun hiyerarşik modelinin belirlenmesinden sonra, hedef için önemlerine göre her seviyedeki kriterlerin ikili karşılaştırmasının yapılması gerekmektedir. İkili karşılaştırma matrisindeki elemanlar  $a_{ij}$  ile ifade edilir. İkili karşılaştırmalar matrisinin köşegen elemanları 1'dir ve köşegenin altında kalan elemanlar  $a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}}$  ile bulunur. İkili karşılaştırma matrisi aşağıdaki gibi gösterilmektedir.

$$D = \begin{bmatrix} a & & & \\ & a & & \\ & & a & \\ & & & a \end{bmatrix}_{n \times n}$$

AHP’de, ikili karşılaştırma matrisinden hareketle her bir kriter/alternatif için öncelik değeri bulunmakta ve tüm kriterler için öncelikler vektörü ( $w$ ) elde edilmektedir. Öncelikler vektörü hesaplamalarında ele alınan karşılaştırmalar için bazı tutarsızlıklar ortaya çıkabilmektedir. Tutarlılığın test edilmesi için tutarlılık indeksinin hesaplanması gerekmektedir. Tutarlılık indeksi (CI) hesaplanırken öncelikle,  $Axw$  ağırlıklı toplam vektörü elde edilir. Ağırlıklı toplam vektöründen hareketle matrisin maksimum özdeğeri ( $\lambda_{mak}$ ) bulunur

$$\lambda_{mak} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\text{Ağırlıklı toplam vektörünün } i.\text{elemanı}}{\text{Öncelik değerleri vektörünün } i.\text{elemanı}}$$

Hesaplanan maksimum özdeğer,  $n$ ’e yaklaştıkça matris daha tutarlı olur ve  $\lambda_{mak} \geq n$  olarak elde edilir (SAATY ve VERGAS, 1994:8). Tutarlılık analizinde tutarlılık indeksi (CI) hesaplanmalıdır. AHP analizinde tutarlılıktan ne kadar uzaklaşıldığını gösteren tutarlılık indeksi AHP’nin 1-9 ölçeği ile oluşturulmuş rastgele seçilen aynı boyutlu ikili karşılaştırmalar matrisi ile elde edilen rassal indeks (RI) (SAATY, 1980:21) değerine oranıyla, tutarlılık oranı CR hesaplanır. Tutarlılık oranı %10 veya altında hesaplanan tutarlılık düzeyleri için, ikili karşılaştırmalar matrisinin her bir elemanının önem düzeyinin anlamlılığının doğru olduğu kabul edilir.

$$CI = \frac{(\lambda_{mak} - n)}{n - 1} \quad CR = \frac{CI}{RI}$$

## 2. DİNAMİK PROGRAMLAMA

Dinamik programlama, büyük ve çok sayıda karar değişkeni olan sorunları, ardışık küçük sorunlara bölerek çözmek için geliştirilmiş bir yöntemdir. Yöntemin birçok uygulamasında zaman içinde ardışık kararlar bulunması, modelde zaman değişkeninin açık olarak ele alınması, yöntemle “dinamik” adının verilmesine sebep olmuştur. Dinamik programlamada her alt sorun ayrı ayrı izlenerek ele alınır ve sonuçta tüm sorun optimal olacak biçimde çözülür (TÜTEK vd., 2012: 467). Dinamik programlama deterministik ve stokastik olarak iki grupta incelenir. Bu çalışmada deterministik dinamik programlama modeli kullanılacağından model aşağıda ayrıntılı biçimde gösterilmiştir.

Mevcut aşamada mevcut politika ve durumlarla, gelecek durum ve kararların kesin olarak belirlenebildiği süreçler deterministik olarak adlandırılır (HILLIER ve LIEBERMAN, 2005: 431). Deterministik karar sürecinde, her işlemin sonucu kesin olarak bilinmektedir. Problemin ve onun çözümünde herhangi bir aşamada belirsizlik yoktur. Her bir alt karar aşamasının optimizasyonu, yöntemine uygun olarak geniş bir alanda kullanılmaktadır. Deterministik prog-

ramlama problemlerinin içinde üretim planlaması, stok kontrol, yenileme ve yatırım kararları incelemektedir. Burada dinamik programlama yaklaşımı içindeki bir aşama zaman birimi olarak hafta, ay veya yıl ile belirtilebilmektedir. Diğer bir yaklaşıma göre ise direkt olarak zamanla belirtmek yerine karar sürecinin sırası önemli olabilmektedir. İkinci yaklaşımın içinde, üretim süreci ve optimal yol problemi sayılabilmektedir (HASTING, 1973: 44).

Dinamik programlama problemleri içinde deterministik problemler oldukça önemlidir. Deterministik dinamik programlama;  $n$ . aşamada  $s$ . durumda bulunulduğunda, optimal politika  $x_n$ ’e karar verildikten sonra  $(n+1)$ . aşamadaki  $(s_{n+1})$ . duruma hareket edilir.  $x_n$ ’e karar verildikten sonra amaç fonksiyonuna uyan önceki optimal politika  $f_{n+1}^*(s_{n+1})$  hesaplanmalıdır (HILLIER ve LIEBERMAN, 2005: 541). Geriye doğru çözüm yapıldığında, öncelikle  $x_n$  kararı verildikten sonra  $(n+1)$ . aşamada iken ve  $(s_{n+1})$ . durumda bulunulduğu  $f_{n+1}^*(s_{n+1})$  hesabının optimal sonucuna göre,  $n$ . aşamada ve  $s_n$  durumunda iken optimal karar  $f_n^*(s_n)$  hesaplanır (ÖZDEMİR, 2004: 26).

Stokastik dinamik programlama, deterministik dinamik programlamadan farklıdır. Burada gelecek aşamadaki durum; şu anki durum ve karar tarafından tamamen belirlenemez. Yani ilgili olasılık dağılımı bellidir. Bununla birlikte bu olasılık dağılımı da tamamen, mevcut aşamadaki durum ve politika kararı ile tamamen belirlenir. Çok aşamalı bir karar probleminde iki farklı şekilde rassal değişken söz konusu olabilir. Bunlardan ilki, bir aşamanın içinde bulunulan duruma göre verilen kararlar, izleyen aşamanın gelinecek durumunun belirli; ancak, içinde bulunulan aşamada elde edilecek katkının olasılıklı olmasıdır.

$(n+1)$ . aşamada olası durumların sayısının  $s$  olması  $(1,2,..., s)$  durumunda sistem;  $n$ . aşamada,  $x_n$  kararı ve  $s_n$  durumunda  $i$  durumuna gitmedeki  $P_i$  ( $i = 1,2,...,s$ ) olasılığının verilmesi temeline dayanmaktadır. Yani  $P_s, s_n$  durumu ve  $x_n$  kararı verilmişken olası  $s$  durumla ilgili olasılıkları ifade etmektedir.  $C_i$ ,  $n$ . aşamanın söz konusu durumunda amaç denklemine katkısını göstermektedir (HILLIER ve LIEBERMAN, 2005: 562).

Stokastik süreçlerde  $x_1, x_2, ..., x_n, ...$  rassal değişkenler ise,  $n$  aşamalı bir süreçte durumsal olasılık,  $P_s (x_n = s_n | x_{n+1} = s_{n+1})$ ,  $n$ . aşamadaki  $s_n$  durumu verildiğinde  $s_{n+1}$  durumuna hareket edebilme olasılığıdır. Bu,  $P_s$  olasılığı olarak  $0 \leq P \leq 1$  ifade edilmektedir. Bu olasılık,  $\sum_{i=1}^s P_s = 1$  özelliğine sahiptir (ÖZDEMİR, 2004: 36).

Amaç fonksiyonunun minimizasyon olduğu varsayımı ile olası  $x_{n+1}$  değeri için aşağıdaki formül kullanılır.  $f_n$ 'in n. aşamadaki katkısı minimum yönde olacaktır.

$$f_n(s_n, x_n) = \sum_{i=1}^s P_i [C_i + f_{n+1}^*(i)] \text{ ve } f_{n+1}(i) = \min_{x_{n+1}} (i, x_{n+1})$$

### 3. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME SÜRECİNDE DİNAMİK PROGRAMLAMININ AMBALAJ SEKTÖRÜNDEKİ ENVANTER PLANLAMA UYGULAMASI

Uygulama, İzmir ilinde gıda sektörüne ambalaj ürünleri sunarak faaliyet gösteren bir işletmede gerçekleştirilmiştir. İşletmenin, üç farklı cam kavanozun satın alınmasındaki süreçte hangi kriterler ne kadar önemli sorularına verdiği cevaplar doğrultusunda, satın almadaki maliyet minimizasyonunun hesaplanması konusunda yardımcı olacak bir karar verme modeli oluşturulmuştur.

Modele geçmeden önce literatür taraması, uygulamanın amacı ve uygulama yeri anlatılmış daha sonra model ve uygulaması incelenmiştir.

#### 3.1. Literatür Taraması

Dinamik programlama modelleri ile AHP yöntemini bir arada kullanan çalışmaların belli başlıları aşağıda sıralanmıştır.

Villarreal ve Karwan (1981,1982) çok kriterli karar verme modelleri ile dinamik programlamayı birleştirmiştir.

Gorelik (1991), çok kriterli dinamik problemi çözüme kullanılan parametrik ölçekleme fonksiyonları üzerinde durmaktadır. Çok kriterli dinamik problemlerin kesikli zaman sürecinde ve sürekli zaman sürecinde formülasyonunu göstermektedir.

Kalika ve Frant (1998), bir çok kriterden etkilenen enerji dağıtımını geliştirmek için dinamik süreç tanımlamışlar ve enerji dağıtımındaki alternatif çözümleri ortaya koyan planı geliştirmişlerdir.

Klamroth ve Wiecek (1998), sermaye bütçeleme problemi için zamana bağlı çok kriterli model geliştirmişler ve firmaya yarar sağlayan etkin projelerin bulunmasında dinamik programlama temelinde bir yaklaşım geliştirmişlerdir.

Hamed v.d. (2011), e-öğrenme yöntemine en kısa yol problemi modellemek için bir dinamik programlama yaklaşımı uygulamış ve kantitatif değerlendirmeleri sayısallaştıran AHP yöntemini kullanmışlardır. Dinamik programlamada AHP yönteminin e-öğrenme ortamında kullanıcı için geçerliliği ve etkinliği iki örnekle gösterilmiştir.

Özdemir Aslı (2013), personel seçim sürecinde, stokastik dinamik programlama ile AHP'yi birleştiren bir model oluşturmuş ve modelin daha etkin sonuç verdiği uygulama ile gösterilmiştir.

Literatür taramasından verilen eserlerden farklı olarak bu çalışma ile öncelikle çoklu kriterlerin ağırlığı AHP ile belirlenecek ve bulunan ağırlıklar dinamik programlama modelinde çarpan olarak ele alınarak modele dahil edilecektir.

#### 3.2. Uygulamanın Amacı

Uygulamanın amacı işletmelerin karar vermeye yönelik tahminleme süreçlerinde AHP yardımıyla oluşturulan ağırlıkların dinamik programlama modelinde kullanılmasını ve uygulamasını göstermek; elde edilen sonuçları gerçek sonuçlarla karşılaştırmaktır. Bu kapsamda ambalaj sektöründe faaliyet gösteren bu işletmenin optimal kararlarla satın alma için tahminleme yapmasına yönelik bir uygulama yapılmış olup elde edilen sonuçlar değerlendirilecektir ve ileriye yönelik tahminlerde bulunularak AHP ağırlıklarının kullanılmasının etkinliği araştırılacaktır.

#### 3.3. Uygulama Yapılan İşletme

Uygulamanın yapıldığı işletme olan DEMİNER Pazarlama 1976 yılında Hüsnü Nuri DEMİNER tarafından şahıs şirketi olarak kurulmuştur. Gıda maddeleri pazarlama ve bal paketleme faaliyeti ile başlamıştır. 1995 senesinde işletme Levent Demirer Gıda San.ve Tic.Ltd.Şti olmuştur. Bal paketleme faaliyeti devam ederken, bu faaliyette kullanılan gıda ambalaj ürünlerinden kavanozların ve kapakların aynı zamanda pazarlaması da yapılmaya başlanmıştır. 2011 senesinin başından itibaren şirket bal paketleme faaliyetine son verip sadece gıda ambalajı faaliyetiyle devam etmektedir. Bu ambalaj ürünlerinin çoğu ihracatçı olmak üzere gıda firmalarına satışını yapmaktadır.

#### 3.3.Uygulama Yöntemi

İşletmenin satın alma kararını verebilmesi için AHP yaklaşımına uygun üç adım uygulanmalıdır:

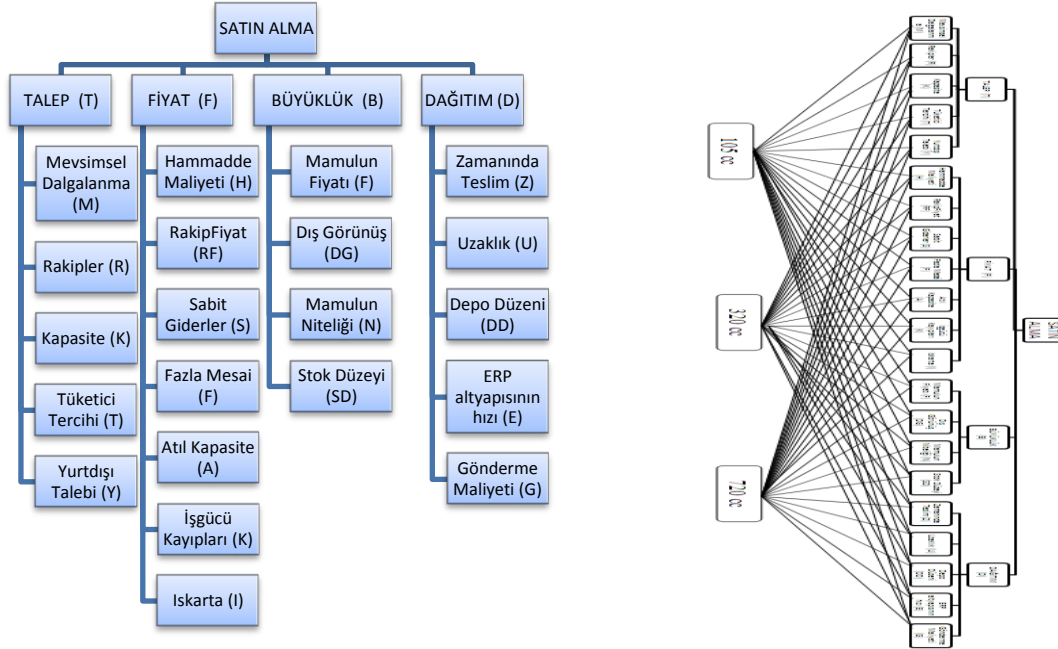
- Satın alma için bir karar hiyerarşisi kurulması için kriterlerin belirlenmesi,
- İşletmenin, hiyerarşideki tüm kriterlere ağırlık tespitinde bulunması ve
- Toplam puana ulaşmak için tüm AHP tablolarının birleşiminin yapılması.

AHP yöntemiyle işletmenin kavanozlardaki satın alma için ağırlığın hesaplanabilmesi için, ilk adım problemin hiyerarşisinin yapılandırılması ve karar verme sürecinde etkili olabilecek tüm kriterlerin bu yapıya eklenmesidir. İşletmenin satın alma kararının belirlenmesi süreci

için kurulacak modelde, öncelikle talep, fiyat, kavanozun büyüklüğü ve dağıtım (ulaştırma) ana kriterleri belirlenmiştir ve daha sonra da ana kriterlerin alt kriterleri hiyerarşik bir yapıda sıralanmıştır. Model kurulurken hem matris-

lerin hesaplanmasında hem de toplam puanın hesaplanmasında Excel programından yararlanılmıştır. AHP modeli için kriterlerin hiyerarşi yapısı Şekil 1’de gösterilmiştir.

Şekil 1: Satın Alma Kriterlerinin Hiyerarşik Yapısı



65

Hiyerarşik yapının kurulmasının ardından diğer kriterlerle karşılaştırılacak ve böylece kriterlerin lokal ağırlıkları hesaplanacaktır. Her ana kriter kendi içinde değerlendirilerek her bir ana ve alt kriterin göreceli ağırlıkları hesaplanacaktır. Kriterler, kendi grupları içerisinde Saaty tarafından belirlenmiş ölçekle birbirleriyle karşılaştırılacak ve ikili karşılaştırmalar matrisleri oluşturularak ağırlıklı puanları belirlenecektir. Önce kriterin bulunduğu kendi grubu içindeki ağırlığıyla daha sonra da ana kriterlerin ağırlığıyla çarpılacak, çıkan sonuçların toplanmasıyla da her kavanoza ilişkin ağırlık belirlenecektir. Çalışmada oluşturulan matrisler ve ağırlıklı puanlar tabloleştirilip gösterilecektir. Ana kriterler için ikili karşılaştırmalar matrisi ve ağırlık puanları Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1: Ana Kriterler için İkili Karşılaştırmalar Matrisi ve Ağırlıklı Puanlar

	T	F	B	D	Ağırlık
T	1,00	4,00	5,00	7,00	<b>0,58</b>
F	0,25	1,00	2,00	4,00	<b>0,20</b>
B	0,20	0,50	1,00	6,00	<b>0,17</b>
D	0,14	0,25	0,17	1,00	<b>0,05</b>

Tablo 1’e göre talebin ağırlığı 0,58 olduğu için en önemli kriter olmuştur. Fiyatın ağırlığı 0,20, büyüklüğün 0,17 ve dağıtımın 0,05 olarak bulunmuştur.

Tablo 2, 3, 4 ve 5 ise her kavanoz türü için alt kriterlerin ağırlıklarına göre hesaplanan alternatif değerlendirme tabloları, Tablo 6’da ise her alternatif tipi için ana kriterler ağırlıklarına göre hesaplanan alternatif değerlendirme tablosu gösterilmektedir.

Tablo 2. Talebin Alt Kriterlerinin Ağırlıklarına Göre Alternatiflerin Ağırlıklı Puanları

	M	R	K	T	Y	Ağırlık
105 cc	0,41	0,09	0,08	0,29	0,13	<b>0,492</b>
320 cc	0,21	0,32	0,24	0,64	0,27	<b>0,355</b>
720 cc	0,08	0,15	0,14	0,29	0,09	<b>0,153</b>

Tablo 3. Fiyatın Alt Kriterlerinin Ağırlıklarına Göre Alternatiflerin Ağırlıklı Puanları

	H	RF	S	M	A	K	I	Ağırlık
105 cc	0,225	0,474	0,108	0,071	0,050	0,043	0,029	<b>0,547</b>
320 cc	0,720	0,500	0,620	0,520	0,640	0,170	0,160	<b>0,336</b>
720 cc	0,080	0,070	0,130	0,200	0,090	0,390	0,620	<b>0,117</b>



**Tablo 4.** Kavanoz Büyüklüğünün Alt Kriterlerinin Ağırlıklarına Göre Alternatiflerin Ağırlıklı Puanları

	F	DG	N	SD	Ağırlık
	0,550	0,300	0,100	0,050	
<b>105 cc</b>	<b>0,740</b>	<b>0,720</b>	<b>0,670</b>	<b>0,100</b>	<b>0,695</b>
<b>320 cc</b>	<b>0,200</b>	<b>0,210</b>	<b>0,230</b>	<b>0,230</b>	<b>0,208</b>
<b>720 cc</b>	<b>0,060</b>	<b>0,070</b>	<b>0,100</b>	<b>0,670</b>	<b>0,098</b>

**Tablo 5.** Dağıtımın Alt Kriterlerinin Ağırlıklarına Göre Alternatiflerin Ağırlıklı Puanları

	Z	U	DD	E	G	Ağırlık
	0,430	0,030	0,100	0,240	0,200	
<b>105 cc</b>	<b>0,120</b>	<b>0,480</b>	<b>0,060</b>	<b>0,330</b>	<b>0,070</b>	<b>0,165</b>
<b>320 cc</b>	<b>0,320</b>	<b>0,350</b>	<b>0,290</b>	<b>0,330</b>	<b>0,270</b>	<b>0,312</b>
<b>720 cc</b>	<b>0,560</b>	<b>0,170</b>	<b>0,650</b>	<b>0,330</b>	<b>0,660</b>	<b>0,523</b>

Tablo 6 elde edilen ağırlık puanları, dinamik programlama modelinde katkı sağlayacaktır. Ancak ağırlıkları aynen almak yerine yani  $W$  çarpanı olarak kullanmak yerine  $(\frac{1-W_n^k}{2})$  dinamik programlama modeline dahil edilecektir. Çünkü ürün önemi arttıkça, işletmeye olan maliyeti o kadar önemsizleşmektedir

**Tablo 6.** Ana Kriterlerinin Ağırlıklarına Göre Alternatiflerin Ağırlıklı Puanları

KAVANOLAR	T	F	B	D	Ağırlık(W)	$(\frac{1-W_n^k}{2})$
	0,580	0,200	0,170	0,050		
<b>105 cc</b>	<b>0,492</b>	<b>0,547</b>	<b>0,695</b>	<b>0,165</b>	<b>0,521</b>	<b>0,2395</b>
<b>320 cc</b>	<b>0,355</b>	<b>0,336</b>	<b>0,208</b>	<b>0,312</b>	<b>0,324</b>	<b>0,3382</b>
<b>720 cc</b>	<b>0,153</b>	<b>0,117</b>	<b>0,098</b>	<b>0,523</b>	<b>0,155</b>	<b>0,4523</b>

Modelde kullanılacak diğer verilerin toplanması ise aşağıdaki kısıtlardan gelmektedir:

- Satın alma yılı 3 dönem olarak alınmıştır.
- Dönem başı stok ve dönem sonu stok bulunmadığı yani dönem başı stok düzeyi ile dönem sonu stok düzeyinin sıfır olduğu kabul edilmiştir.
- İşletme söz konusu her üründen mevcut kapasitesinden ve işletme politikasından dolayı her aşamada en fazla 4 adet satın alınabilmektedir.
- İşletme talep ettiği ürünleri her ayın sonu itibarıyla teslim almaktadırlar.

Levent Demirer Gıda San.ve Tic.Ltd.Şti ile ilgili olarak incelenen dönem içinde ele alınan 105cc, 320cc ve 720cc hacime sahip kavanoz ürünleri için satın alma planlaması bölümünden alınan dönemlik talep miktarları, sipariş verme maliyetleri ve stoklama maliyetleri Tablo 7 ve 8'de gösterilmektedir.

**Tablo 7.** Üç Dönemlik Talep Bilgisi

Kavanoz	1.Dönem	2.Dönem	3.Dönem	Toplam
105 cc	3	4	1	8
320 cc	4	2	2	8
720 cc	3	2	4	9
<b>Toplam</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>25</b>

**Tablo 8.** Sipariş Verme ve Stoklama Maliyeti Bilgisi

Kavanoz	Sipariş Verme Maliyeti (brm)	Stoklama Maliyeti
105 cc	50	5
320 cc	60	6
720 cc	70	7

AHP ile ağırlıklandırılan dinamik programlama modelinin değişkenleri aşağıda tanımlanmıştır.

$n$  : dönem ( $n=1,2,3$ )

$k$  : ürün ( $k=1,2,3$ )

$X_n^k$  : n. dönemdeki k.ürünün satın alma miktarı

$C_n^k$  : n. dönemdeki k. ürünün sipariş verme maliyeti

$i_n^k$  : n. dönemdeki k. ürünün stok miktarı

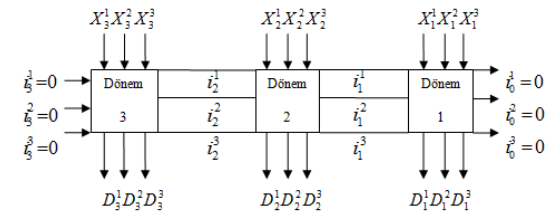
$i_{n+1}^k$  : n. dönemdeki k. ürünün dönem başı stoğu

$D_n^k$  : n. dönemdeki k.ürünün talep miktarı

$E_n^k$  : n. dönemdeki k. ürünün stok maliyeti

$W_n^k$  : n. dönemdeki k. ürünün ağırlığı

$f_n^k(i)$  : n. dönemdeki i dönem başı stokla k. ürünün minimum maliyeti



**Şekil 2:** Geriye Doğru Dinamik Programlama Modeli

Ortaya konulan satın alma modelinde hedeflenen amaç; kısıtlar aşılmadan ve taleplerin tamamı karşılanacak şekilde, üç dönem içerisinde toplam maliyeti minimize eden, her dönemde stokta bulundurululan ya da sipariş verilmesi gereken ürün miktarını belirleyecek envanter planının bulunmasıdır. Amaç fonksiyonu şu şekilde oluşturulmuştur:

$$\sum_{k=1}^3 f_n^k(i) = \text{Min} \left\{ \sum_{n=1}^3 \sum_{k=1}^3 [X_n^k C_n^k + i_n^k + X_n^k - D_n^k E_n^k - W_n^k + f_{n+1}(i)] \right\}$$

### 3.4 Modelin Çözümü

Dinamik programlama problemi, tablosal yöntem kullanmak suretiyle, ilk çözüme problemin son aşamasından başlayıp her seferinde bir önceki aşamaya geçerek, geriye doğru çözüm yolu ile Excel'de çözülecektir. Her bir aşamada

amaç minimum maliyeti sağlayan minimum stok miktarını bulmaktır.

Buna göre; her dönem için değerler ve kısıtlar aşağıdaki gibi olacaktır:

**1.Dönem için (n = 1)**

$$i_1^k = 0, D_1^1 = 3, D_1^2 = 4, D_1^3 = 3$$

$$0 \leq i_1^k + X_1^k - D_1^k \leq 4$$

$$X_1^k \leq 4$$

$$0 \leq X_1^1 \leq 3$$

$$0 \leq X_1^2 \leq 4$$

$$0 \leq X_1^3 \leq 3$$

**2.Dönem için (n = 2)**

$$i_2^k \leq 4, D_2^1 = 4, D_2^2 = 2, D_2^3 = 2$$

$$0 \leq i_2^k + X_2^k - D_2^k \leq 4$$

$$X_2^k \leq 4$$

$$0 \leq X_2^1 \leq 4$$

$$0 \leq X_2^2 \leq 4$$

$$0 \leq X_2^3 \leq 4$$

**3.Dönem için (n = 3)**

$$i_3^k = 0, D_3^1 = 1, D_3^2 = 2, D_3^3 = 4$$

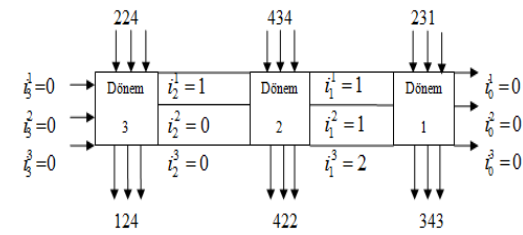
$$0 \leq i_3^k + X_3^k - D_3^k \leq 4$$

$$X_3^k \leq 4$$

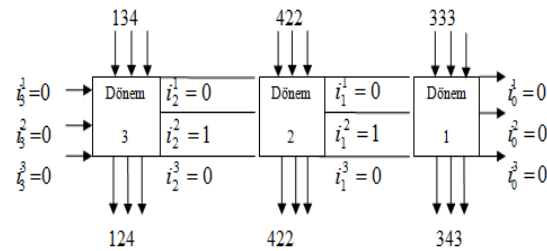
$$1 \leq X_3^1 \leq 4$$

$$2 \leq X_3^2 \leq 4$$

$$X_3^3 = 4$$



**Şekil 3:** Geriye Doğru Dinamik Programlama Sonucu



**Şekil 4:** AHP Ağırlık Puanlı Geriye Doğru Dinamik Programlama Sonucu

**Tablo 7:** Üç Ürün için Optimum Sipariş - Envanter Planı

Kavanoz	Dönem	Talep	Sipariş	Stok
105cc	1	3	2	1
	2	4	4	1
	3	1	2	0
320cc	1	4	3	1
	2	2	3	0
	3	2	2	0
720cc	1	3	1	2
	2	2	4	0
	3	4	4	0

**Tablo 8:** Üç Ürün için AHP Ağırlık Puanlı Optimum Sipariş - Envanter Planı

Kavanoz	Dönem	Talep	Sipariş	Stok
105	1	3	2	0
	2	4	4	1
	3	1	2	0
320	1	4	3	1
	2	2	2	1
	3	2	3	0
720	1	3	3	0
	2	2	2	0
	3	4	4	0

İşletmenin belirlemiş olduğu satın alma planına göre, gelebilecek her talebe hazırlıklı olmak için bazen fazla satın alma ya da stoklama yapılmıştır. Dinamik programlama yaklaşımıyla AHP'den yararlanarak oluşturulan envanter modeli ortaya konulmuştur. Dinamik programlama ile yapılan planlarda, eğer başka optimal sonuç varsa alternatifleri de gösterebilmektedir.

Bu çalışmada üç farklı ürünün üç farklı dönemde satın alınmasıyla çok kriterli karar verme sürecinde dinamik programlamaya bir örnek olan modelin toplam minimum maliyeti 249,65 TL'dir. AHP'ye göre oluşturulan modeldeki minimum maliyet değerlerine bakılarak karar değişkeninin değeri belirlenmiştir. Yapılan araştırmalar sonucu, AHP ile bulunan her aşamadaki üretim envanter modelinin, gerçek maliyeti ise 866 TL'dir. AHP'nin dahil edilmediği dinamik programlama çözümünde farklı karar alternatifleri elde edilmiştir. Maliyet değeri ise gerçek maliyeti yansıtmaktadır ve AHP kullanılmayan modelde maliyet değeri 1410 TL'dir. Gerçek parasal değerlere bakılmaksızın, işletmenin her kriteri göz önünde bulundurduğunda çok farklı bir envanter planının ortaya çıktığı görülmektedir. Dört ana kriterle göre çıkan sonuçların, işletmenin çok kriterli modeldeki amaçları göz önüne alındığında daha uygun bir envanter planı olduğu sonucuna varılmaktadır.

## SONUÇ

Yönetsel kararların alınmasında, rasyonel davranmak zorunda olan yöneticiler, ellerindeki kıt kaynakları etkin biçimde kullanarak hedeflerine ulaşmaya çalışmaktadır. Yöneticilerin karar verme süreci, karar problemlerine ilişkin model aşamalarına bölünerek dinamik karar verme sürecine dönüştürülür. Dinamik karar verme sürecinde her aşama kendi içerisinde optimize edilerek, diğer aşamanın en iyi sonucu ile optimum bir karar oluşturulmaya çalışılmaktadır. Dinamik karar verme sürecinin en önemli avantajı, her aşamayı kendi içinde karşılaştırabilmek ve dönemsel etkiyi görebilme- tir. Bu çalışmada dinamik karar sürecine bağlı olarak 1 yıllık karar dönemi 3 aşamaya bölüne- rek problem çözülmüştür.

Karar süreçlerine birden fazla kriterin eklen- mesiyle oluşan modellerden en çok kullanılanı AHP yöntemidir. AHP; kriterlere, göreceli önem değerleri verilerek oluşturulan karar verme sürecidir. AHP, karar verme sürecinde nitel ve nicel kriterleri karşılaştırabilme özelliğine sahip olduğu için, karar verme sürecinde bek- lentilere karşılık vermektedir. Ayrıca işletme yöneticileri tarafından uygulama kolaylığına sahip olan bu yöntem, karar verme sürecinin iyileştirilmesine de yardımcı rol üstlenmekte- dir.

Yapılan literatür taraması ve uygulama sonuç- larına bakıldığında karar verme sürecinde tek kriter yerine çoklu kriterlerin modele dahil edilmesiyle beklentileri karşılayan sonuçlara ulaşıldığı düşünülmektedir. Birden çok kriterin AHP ağırlık puanlarının hesaplanıp, dinamik programlama modelinde çarpım olarak yerini almasıyla çözüme ulaşılmaktadır.

Uygulamada firmanın dinamik karar sürecine, AHP ile bulunan ağırlıkların etkisi, dahil edil- miştir. Bu amaçla yapılan çalışmada işletmenin satın alma sürecindeki kriterler için AHP yön- temiyle ağırlık puanları hesaplanmıştır. AHP hiyerarşisi oluşturulurken, satın alma kararını verme sürecinde kullanılabilecek etkili olan tüm kriterler bu yapıda ele alınmıştır. Öncelik- le talep, fiyat, kavanozun büyüklüğü ve dağıtım (ulaştırma) ana kriterleri belirlenmiştir ve daha sonra da ana kriterlerin alt kriterleri bu hiyerarşik yapıya eklenmiştir. Model kurulur-

ken hem matrislerin hesaplanmasında hem de toplam puanın hesaplanmasında ise Excel programından yararlanılmıştır.

Gıda sektörüne ambalaj ürünleri sunarak faali- yet gösteren bu işletmenin, üç farklı cam kava- nozun satın alınmasındaki kararı verme sü- recinde, hangi kriterler ne kadar önemli soru- larına verdiği yanıtlara göre ağırlıklar hesap- lanmıştır. Satın alınmadaki maliyet minimizasyonun hesaplanmasında yardımcı olacak bir karar verme modeli oluşturulmuş- tur. Dinamik programlama modeliyle en son AHP ağırlık puanı çarpılarak, her aşamadaki ürünlerin satın alma maliyeti hesaplanmıştır.

Optimal kararlarla satın alma kararı verebil- mek için yapılan bu uygulamada, AHP katsayısı ile ürünlerin önem dereceleri değiştiğinden kararların da değiştiği gözlemlenmiştir. Deği- şen talep koşullarında bazen talep kadar satın alma bazen de talepten fazla miktarlarda alıp stoklamaya gidilebilmektedir.

Dinamik programlama altında AHP'den yarar- lanarak oluşturulan envanter modeli daha fazla stoklamaya yönelikken, AHP kullanılmayan modelde talebe göre satın almaya eğilim oldu- ğu gözlemlenmiştir. Satın alma maliyetlerinde- ki en ufak değişikliğin satın alma kararını etki- lediği ve bunun yanında, AHP ağırlık puanının dahil olmasıyla da envanter planında değişiklikler olduğu görülmektedir. Bu değişikliklerin ise işletmenin amaçlarına daha uygun olduğu göz- lemlenmiştir.

Bu çalışmada, her aşamada AHP ağırlıklarının değişmediği varsayılmıştır ve bir dönem bütün olarak düşünülüp AHP ağırlıkları modelde kullanılmıştır. Bundan sonra yapılacak çalış- malarda, dinamik karar sürecinin her aşaması için AHP ağırlıklarının o aşamanın koşullarına göre yeniden oluşturularak her dönemin ken- dine özgü ağırlıkları modele dahil edilebilir. Öte yandan, dinamik karar aşaması ve dinamik karar alternatifleri değiştikçe, yapılacak analiz ve işlem sayısı artacağından, çözüm için harca- nan süre de Excel ile uzayabilmektedir. Bu nedenle, özel geliştirilebilecek bir bilgisayar programı ile daha hızlı çözüme ulaşma sağlayabili



## KAYNAKÇA

Atıcı, K.B. ve Ulucan A., (2009). "Multi-Criteria Decision Analysis Approaches in Energy Projects Evaluation Process and Turkey Applications", **Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 27: 161-186.

Cohon, J. (1978). **Multiobjective Programming and Planning**, Academic Press, New York-USA.

Gorelik V.A., (1991), **Methods of Dynamic Multi-Criteria Problems Solutions and Their Applications**, **User-Oriented Methodology and Techniques of Decision Analysis and Support**, Springer-Verlag, Poland.

Hamed F., Iraj M., Nezam M. (2011), "Assessing the Effectiveness of E-learning via User Profile Analysis: An AHP-based Dynamic Programming Approach", **MIS Review**, Vol. 17, No. 1, September (2011), pp. 39-61

Hasting, N.A.J.(1973).Dynamic Programming With Managment Applications. **Butterworth & Co., Publisher Ltd.**, USA.

Hillier, F.S. ve Lieberman, G.J.(2005).Introduction to Operations Research, **Mcgraw-Hill**, Eighth Edition, New York-USA.

Jablonsky, J., ve Urban, P.(1998)."*MS Excel Based System For Multicriteria Evaluation of Alternatives*", **University of Economics Prague, Department of Econometrics**, (The Paper is Supported By the Grant Agency of Czech Republic – Grant No. 402/98/1488 and Corresponds to the Research Program of the Faculty of Informatics and Statistics, No. CEZ:J18/98:311401001.)

Kalika, Vladamir, I., Frant, S., (1998), "*Multicriteria Optimization Accounting for Uncertainty in Dynamic Problem of Power Generation Expansion Planning*", **Research and Practice in Multiple Criteria Decision Making, Proceedings of the XIVth Int. Conference on Multiple Criteria Decision Making**.

Klamroth, K., Wiecek, M.M., (1998), "*Time Dependent Capital Budgeting with Multiple Criteria*", **Research and Practice in Multiple Criteria Decision Making, Proceedings of the XIVth Int. Conference on Multiple Criteria Decision Making**.

Kuruüzüm, A., Kaya, P., Çetin E.İ. (2011). "Çok Kriterli Karar Verme ile Avrupa Birliği ve Aday Ülkelerinin Yaşam Kalitesinin Analizi". **Ekonometri ve İstatistik Dergisi**.13: 80-94.

Özdemir Aslı (2013), "A two-phase multi criteria dynamic programing approach for personnel selection process", **Problems and Perspectives in Management**, Volume 11, Issue 2.

Özdemir, A. (2004). Yönetmel Karar Verme Sürecinde Dinamik Amaç Programlama Yaklaşımı ve Bir Uygulama. **Yayınlanmamış Doktora Lisans Tezi**. İzmir:Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

Saaty, Thomas L. (1980). The Analytic Hierarchy Process, **McGraw Hill Comp.**, USA.

Saaty, Thomas L., Vargas, Luis G. (1994), Decision Making With Analytic Hierarchy Process 1st Ed. **RWS Publications**, Pittsburg.

Tütek, H., Gümüšoğlu, Ş. ve Özdemir A.(2012). Sayısal Yöntemler: Yönetmel Yaklaşım. **Beta Basım Yayım Dağıtım**, 6. Baskı, İstanbul.

Vaidya, O.S. ve Kumar, S., (2006), "*Analytic Hierarchy Process: An Overview Of Applications*", **European Journal of Operational Research**, 169.1-29.

Villarreal, B. ve Karwan, M.H., (1981), "*An Interactive Dynamic Programming Approach to Multicriteria Discrete Programming*", **journal of mathematical analysis and applications** 81, 524-544 .

Villarreal, B. ve Karwan, M.H., (1982) "*Multicriteria dynamic programming with an application to the integer case*", **Journal of Optimization Theory and Applications** September 1982,Volume 38,Issue 1,pp 43-69