

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
YÖNETİM BİLİMİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME SÜRECİNDE
DİNAMİK PROGRAMLAMA UYGULAMASI**

Begüm DEMİRER

Danışman

Doç. Dr. Ali ÖZDEMİR

İZMİR-2012

YÜKSEK LİSANS
TEZ/ PROJE ONAY SAYFASI

2010800116

Üniversite : Dokuz Eylül Üniversitesi
Enstitü : Sosyal Bilimler Enstitüsü
Adı ve Soyadı : BEGÜM DEMİRER
Tez Başlığı : Çok Kriterli Karar Verme Sürecinde Dinamik Programlama Uygulanması

Savunma Tarihi : 20.07.2012
Danışmanı : Doç.Dr.Ali ÖZDEMİR

JÜRİ ÜYELERİ

<u>Ünvanı, Adı, Soyadı</u>	<u>Üniversitesi</u>	<u>İmza</u>
Doç.Dr.Ali ÖZDEMİR	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTİSİ	
Prof.Dr.Şevkinaz GÜMÜŞOĞLU	YAŞAR ÜNİVERSİTESİ	
Yrd.Doç.Dr.Güzin ÖZDAĞOĞLU	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTİSİ	

Oybirliği (X)
Oy Çokluğu ()

BEGÜM DEMİRER tarafından hazırlanmış ve sunulmuş "**Çok Kriterli Karar Verme Sürecinde Dinamik Programlama Uygulanması**" başlıklı Tezi () / Projesi () kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Utku UTKULU
Enstitü Müdürü

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**Çok Kriterli Karar Verme Sürecinde Dinamik Programlama Uygulaması**” adlı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Tarih

.../.../.....

Begüm DEMİRER

İmza

ÖZET
Yüksek Lisans Tezi
Çok Kriterli Karar Verme Sürecinde
Dinamik Programlama Uygulaması
Begüm DEMİRER

Dokuz Eylül Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
İşletme Anabilim Dalı
Yönetim Bilimi Programı

İşletmeler, günümüz rekabet koşullarında işletmeyi ayakta tutabilmek için kar elde etmek zorundadırlar. İşletmelerin, karı arttırmak için çeşitli politikalarla karar verip eldeki kaynakları en etkin şekilde kullanmaları gerekmektedir. Karar verme, işletmeler için çok önemli ve karmaşık bir süreçtir. Alternatiflerin ve kriter sayılarının artması; çalışan kriterler arasından seçim yapacak olan karar vericinin işini de zorlaştırmaktadır.

Bu çalışmada, işletmenin bu kriterleri doğrultusunda en uygun envanter planının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu plan, sayısal ve sayısal olmayan birden fazla kriteri barındıran çok kriterli karar verme probleminin dinamik programlama modeline eklenmesiyle elde edilmiştir. Dinamik yapıdaki envanter planlaması problemi için dinamik programlama yaklaşımıyla optimal sonuç elde edilebilmekte ve maliyet minimizasyonu ile karda artış sağlanabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Karar Verme, Çok Kriterli Karar Verme, Analitik Hiyerarşi Süreci, Dinamik Programlama, Envanter Planlaması

ABSTRACT

Master's Thesis

Multi Criteria Decision Making Process

Application of Dynamic Programming

Begüm DEMİRER

Dokuz Eylül University

Graduate School of Social Sciences

Department Of Business Administration

Management Science Program

In our age, businesses have to make profit in order to sustain their existence under the competitive circumstances. Businesses should use their resources most effectively by making decisions through several policies and strategies, in order to increase their profit. Decision making is a significant and complex process for businesses. Increasing alternatives and number of criteria complicates the decision maker's role who makes choice between criteria conflicting.

In this study, it is aimed to determine the optimal inventory plan in accordance with these criteria. This plan is generated by incorporating multi-criteria decision-making problem involving multiple qualitative and quantitative criteria, to dynamic programming model. An optimal result can be provided by using dynamic programming approach for the dynamic inventory planning problem, and profit can be increased by cost minimization.

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

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME SÜRECİNDE DİNAMİK PROGRAMLAMA UYGULAMASI

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	ii
YEMİN METNİ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
KISALTMALAR	ix
TABLolar LİSTESİ	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME VE AHP YÖNTEMİ

1.1.KARAR VERME	3
1.1.2. Karar Verme Süreci	4
1.1.3 Birey ve Grup Kararı Verme	8
1.2. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME (ÇKKV)	10
1.2.1 Çok Kriterli Karar Verme'nin Temel Kavramları	12
1.2.2 Probleme Uygun Çok Kriterli Karar Verme Yönteminin Seçimi	15
1.2.3.Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Sınıflandırılması	16
1.2.3.1. Baskınlık Yöntemi	17
1.2.3.2. Yetinme Yöntemi	18
1.2.3.3. Maksimaks Yöntemi	19
1.2.3.4. Maksimin Yöntemi	20
1.2.3.5. Ağırlıklı Toplam Yöntemi	20
1.2.3.6. Ağırlıklı Çarpım Yöntemi	21
1.2.3.7. Leksikografik Modeller	22

1.2.3.8. VIKOR Yöntemi	23
1.2.3.9. PROMETHEE Yöntemi	24
1.2.3.10. ELECTRE Yöntemi	24
1.2.3.11. TOPSİS	26
1.2.3.12. Analitik Şebeke Süreci Yöntemi	26
1.3. ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ YÖNTEMİ	27
1.3.1. Düzeltilmiş AHP Yöntemi	29
1.3.2. AHP Aksiyomları	30
1.3.3. AHP İle Karar Verme Sürecinin Aşamaları	31
1.3.4. AHP Yaklaşımının Kullanım Alanları	35

İKİNCİ BÖLÜM

DİNAMİK PROGRAMLAMA

2.1. DİNAMİK PROGRAMLAMANIN TEMEL KAVRAMLARI	39
2.2. DİNAMİK PROGRAMLAMANIN KARAKTERİSTİK ÖZELLİKLERİ	41
2.3. DİNAMİK PROGRAMLAMANIN YİNELEME İLE ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ	44
2.3.1. Geriye Doğru Çözüm	44
2.3.2. İleriye Doğru Çözüm	45
2.3.3. Tablosal Çözüm Yöntemi	46
2.3.4. Analitik Çözüm Yöntemi	47
2.4. DETERMİNİSTİK DİNAMİK PROGRAMLAMA	47
2.5. STOKASTİK DİNAMİK PROGRAMLAMA	48

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME SÜRECİNDE DİNAMİK PROGRAMLAMANIN AMBALAJ SEKTÖRÜNDEKİ ENVANTER PLANLAMA UYGULAMASI

3.1. UYGULAMANIN AMACI	51
3.2. UYGULAMA YERİ	51
3.3. UYGULAMA YÖNTEMİ	52

3.4 MODELİN ÇÖZÜMÜ	61
SONUÇ	70
KAYNAKÇA	73

KISALTMALAR

ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
ÇAKV	Çok Amaçlı Karar Verme
ÇNKV	Çok Nitelikli Karar Verme
AHP	Analitik Hiyerarşi Süreci
ANP	Analitik Şebeke Süreci

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 1: ÇNKV ile ÇAKV Karşılaştırma Tablosu	s. 15
Tablo 2: ÇKKV Yöntemlerinin Sınıflandırılması	s. 17
Tablo 3: AHP Değerlendirme Ölçeği	s. 34
Tablo 4: Rassal İndeks Tablosu	s. 35
Tablo 5: Analitik Hiyerarşi Süreci Yönteminin Kullanım Alanları	s. 36
Tablo 6: Ana Kriterler için İkili Karşılaştırmalar Matrisi ve Ağırlıklı Puanlar	s. 57
Tablo 7: Talebin Alt Kriterlerinin Ağırlıklarına Göre Alternatiflerin Ağırlıklı Puanları	s. 57
Tablo 8: Fiyatın Alt Kriterlerinin Ağırlıklarına Göre Alternatiflerin Ağırlıklı Puanları	s. 57
Tablo 9: Kavanoz Büyüklüğünün Alt Kriterlerinin Ağırlıklarına Göre Alternatiflerin Ağırlıklı Puanları	s. 58
Tablo 10: Dağıtımın Alt Kriterlerinin Ağırlıklarına Göre Alternatiflerin Ağırlıklı Puanları	s. 58
Tablo 11: Ana Kriterlerinin Ağırlıklarına Göre Alternatiflerin Ağırlıklı Puanları	s. 58
Tablo 12: Üç Dönemlik Talep Bilgisi	s. 59
Tablo 13: Sipariş Verme ve Stoklama Maliyeti Bilgisi	s. 59
Tablo 14: Dönem ($n=1$) için Çözüm Değerleri	s. 61
Tablo 15: 1. Dönem ($n=1$) için AHP Ağırlık Puanlı Çözüm Değerleri	s. 63
Tablo 16: 2. Dönem ($n=2$) Çözüm Değerleri	s. 65
Tablo 17: 2. Dönem ($n=2$) için AHP Ağırlık Puanlı Çözüm Değerleri	s. 66
Tablo 18: 3. Dönem ($n=3$) için Çözüm Değerleri	s. 67
Tablo 19: 3. Dönem ($n=3$) için AHP Ağırlık Puanlı Çözüm Değerleri	s. 67
Tablo 20: Üç Ürün için Optimum Sipariş–Envanter Planı	s. 68
Tablo 21: Üç Ürün için AHP Ağırlık Puanlı Optimum Sipariş–Envanter Planı	s. 69

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Karar Verme Süreci	s. 7
Şekil 2: Karar Analizi Teknikleri Sınıflandırması	s. 12
Şekil 3: Tipik Karar Matrisi	s. 14
Şekil 4: AHP'nin Hiyerarşik Yapısı	s. 32
Şekil 5: N Aşamalı Bir Problemin Geriye Doğru Çözüm Süreci	s. 45
Şekil 6: N Aşamalı Bir Problemin İleriye Doğru Çözüm Süreci	s. 45
Şekil 7: Deterministik Dinamik Programlama Genel Yapısı	s. 48
Şekil 8: Stokastik Dinamik Programlamanın Genel Yapısı	s. 50
Şekil 9: Satın Almada Karar Hiyerarşisi	s. 53
Şekil 10: Satın Almada AHP Karar Hiyerarşisi	s. 54
Şekil 11: Bu Çalışmanın Geriye Doğru Dinamik Programlama Modeli	s. 60
Şekil 12: Bu Çalışmanın Geriye Doğru Dinamik Programlama Sonucu	s. 68
Şekil 13: Bu Çalışmanın AHP Ağırlık Puanlı Geriye Doğru Dinamik Programlama Sonucu	s. 68

GİRİŞ

İşletmeler rekabetçi bir piyasada faaliyet göstermekte ve çeşitli politika ve stratejilerle rekabet üstünlüğü sağlamaya çalışmaktadırlar. İşletmeler maliyetlerini minimum seviyede tutarak, büyük bir rekabet üstünlüğü sağlayabilirler. İşletmelerin katlanmak zorunda oldukları birtakım giderler vardır. Satın alma ve stok miktarlarının, işletme karlılığı için, minimum maliyeti verecek şekilde belirlenmesi gerekmektedir.

Tezin amacı, işletmelerin karar vermeye yönelik tahminleme süreçlerinde AHP yardımıyla oluşturulan katsayının dinamik programlama modelinde kullanılmasını ve uygulanışını göstermek; elde edilen sonuçları gerçek sonuçlarla karşılaştırmaktır.

Bu kapsamda, çalışmanın birinci bölümünde, çok kriterli karar verme yöntemlerinden analitik hiyerarşi süreci (AHP) yöntemi ele alınmaktadır. AHP yöntemi, problemin ana amacı, kriterleri, alt kriterler ve alternatifleri arasındaki ilişkiyi gösteren bir hiyerarşik yapıda modellemelerine olanak verir. Bu çalışmadaki problemin hiyerarşisi dört ana kriter ve bu kriterlerin alt kriterlerinden oluşmaktadır. Sonuçlar, ilgili işletmenin üç ortağının kriterlere verdikleri yargılara göre sonuçlar elde edilmiştir. Hesaplamalar, bu ortaklara ait yargıların geometrik ortalamalar alınarak yapılacaktır.

Çalışmanın ikinci bölümünde, dinamik programlama ele alınmaktadır. Çok aşamalı envanter planlamasında, bütün sistemi oluşturan aşamaların tek tek ele alınarak çözümünün sağlanması ve daha sonra bütün sistem için optimal bir sonuç ortaya konulabilmesi, dinamik programlama yöntemi ile çözüm elde edilebilir. Dinamik programlama, çok kademeli envanter yönetiminde özellikle çok ürünlü sistemlerin optimizasyonunda parametrelerin değişken olması sebebiyle kolaylık sağlamaktadır. Satın alma fonksiyonu, bugünün rekabetçi pazarında bir şirketin başarısının anahtarıdır. Bu bölümde, birden çok kriterin AHP ile hesaplanan ağırlığı ile dinamik programlamanın modelde yerleştirilmesi ve buna göre sipariş için en uygun miktarların tespit edilmesinin mümkün olduğu gösterilmektedir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde ise, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) kullanılarak, hem niteliksel hem de niceliksel özellikleri içeren çok kriterli seçim süreci, dinamik programlama yaklaşımı çerçevesinde maliyet fonksiyonu (minimize edilmesi) ile

ilgili birkaç zaman aralığı için optimum sipariş miktarlarını belirleme imkanı sağlanacaktır. Modelin dinamikliği sayesinde potansiyel ürünlerin sayısı, talebi ya da satın alma dönemleri daha da arttırılabilecektir. Bu şekilde, pazardaki belirsizlikler yüzünden talepteki değişiklikler ile satın alma arasındaki tüm olasılıklar hesaplanabilecektir.

Bütün bu çerçevede; bu çalışmada, ilerleyen dönemlerde envanter planlaması problemlerinde yardımcı olması amacıyla tüm satın alma seçimlerinde kullanılabilecek uygulama ortaya konulmaktadır.

BİRİNCİ BÖLÜM

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME VE AHP YÖNTEMİ

İşletmelerde rekabetin artmasıyla birlikte en doğru kararı alabilmek çok önemli hale gelmiştir. En doğru kararı alabilmek ise, alternatifler arasında amaca en uygun olanı seçmektir.

1.1.KARAR VERME

Kişiler, hayatlarının her anında çeşitli kararlar vermek zorundadırlar. Örneğin, her gün ne giyeceğimizden, ne yiyeceğimize, gazeteden, bilgisayar, araba ya da ev alımına, üniversite tercihimizden, gideceğimiz yolun tercihinde bile karar verme durumuyla karşılaşırız.

Günümüzde sorunların oldukça karmaşık ve iç içe bir görünüm almasıyla birlikte, değişik davranış biçimlerinden birinin, soruna çözüm getirmesi için seçilmesi zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Seçim, karar vermeyi gerektirir ve o da rasyonel olmalıdır (Demir ve Gümüšoğlu, 2007: 75).

İnsan, yaşamı boyunca değişik sorunlarla karşılaşır ve onlara çözüm yolları arar. Değişik davranış biçimlerinden birinin soruna çözüm getirmesi için seçilmesi veya tercih edilmesi zorunluluğu; geçen zaman içinde öncekine kıyasla daha da karmaşık görünüm kazanan insan yaşantısının ağırlık noktasını oluşturmaktadır. Bu değişim ortamı içinde, yöneticiler, önceden saptanmış amaçlarına ulaşmada, birçok değişik sorunla karşı karşıya kalmaktadır. İşte bu sorunların varlığı, onları bu sorunlara çözüm bulmaya, bir başka anlamda karar vermeye zorlamaktadır (Demir ve Gümüšoğlu, 2007: 88). Karar vermenin günümüz karmaşık yapısında ne kadar hayati bir olgu olduğunu anlayan birçok kişi karar verme olgusu hakkında değişik açılardan tanımlar yapmıştır. Yapılan bu tanımlara aşağıda değinilmektedir.

Karar verme, hedef ve amaçların gerçekleştirilmesi yönünde alternatif eylem planlarından birini bilinçli olarak seçmektir (Hacıköylü, 2006: 25) Karar verme, zihinsel süreçlerin sonucunda, çeşitli alternatifler arasında birinin seçilmesi sürecidir.

Her karar verme süreci, nihai bir karar ile sonuçlanır. Sonuç, bir eylem veya seçilen bir fikir olabilir.

Karar verme, tercihler yapma sanatıdır. Karar verme, birden fazla seçenek olan olaylarda seçim yapmaktır. Olayların boyutlarının artması durumunda karar verme; güç, zaman alıcı ve pahalı bir işlem olabilir. Karar verme, her yönetim düzeyinde sonuçlandırılması zorunlu olan bir veya bir dizi sorunun tüm boyutlarıyla değerlendirilerek en uygun sonucun alınacağı seçeneklerin belirlenmesidir.

Karar verme, bir yandan yönetsel işlev, diğer yandan örgütsel bir süreç niteliğindedir. Yönetsel bir işlev olması, yöneticinin temel sorumluluğu olmasından kaynaklanmaktadır. Bazı yönetim bilimciler de karar vermeyi, yönetme faaliyeti ile eş anlamlı kabul ederler. Örgütsel bir süreç olma niteliği ise karar vermenin, bireysel yöneticilik anlayışını aşan grup, ekip ve günümüzde bilgisayar ürünü bir süreç olma niteliğindedir (Karakaya, 1998: 22).

İşletmelerde karar verme, yönetsel başarı için anahtardır. İşletmeler fiyatlandırma, ürün seçimi, maliyet kontrolü, reklamcılık, sermaye yatırımları, kar payı politikaları gibi konularda önemli kararlar alma durumunda kalırlar (Tekin, 2009: 7). Seçim yapılamıyorsa kaynakların nasıl kullanılacağı bilinmiyor demektir. En önemli ve tekrar geri kazanılamayacak bir maliyet unsuru olarak “zaman” işlemektedir. Karar verilemiyorsa, kıt kaynaklar da bir anlamda israf edilmiş olmaktadır. Bu nedenle karar algısı, “en kötü karar bile kararsızlıktan iyidir.” deyişiyle yönetim uygulamalarına yerleşmiştir (Koçel, 2001: 49). Karar, bir sonucu ifade eder. Karar verici de karar vermekle bir sürecin sonucunu açıklamış olur. Tüm kararlar bu süreç sonunda verilmelidir. Bir sonraki bölümde karar verme süreci üzerinde durulmaktadır.

1.1.1. Karar Verme Süreci

Karar verme süreci, hayatımızın her anında karşımıza çıkan ve alternatifler arasından seçim yapmamızı gerektiren süreçtir. Her karar, alternatifler arasından düşünülerek seçilir. İşletmelerde bu durum, bireylerde olduğu gibi gerçekleşmektedir; ancak, işletmeler içerisinde karar verici tek yönetici olabileceği gibi, birden çok yönetici de olabilir (Demircioğlu, 2010: 18).

Karar verme eylemi bir anda ortaya çıkan bir olgu değildir, belli bir zamanı gerektirir. Çünkü karar verme eylemi çeşitli aşamalarda gerçekleşen bir süreçtir. Karar vericinin tecrübesine dayalı bir yaklaşım olan kalitatif karar verme yaklaşımı, genellikle daha önce karşılaşılan karar problemlerine uygulanmakta ve bilimsel yanı bulunmamaktadır (Kara, 2011: 5).

Kantitatif nitelikte karar problemlerinde ise, karar vermeye yardım eden, üzerinde işlem yapmayı sağlayan, model ve uygulama sürecinin aşamaları aşağıdaki gibidir (Halaç, 1983: 9):

1. Karar problemlerinin belirlenmesi
2. Problemin formüle edilmesi
3. Model kurma
4. Bilgi derleme
5. Modelin çözümü
6. Modelin geçerliliğini araştırma ve duyarlılık analizleri
7. Sonuçların yorumu
8. Karar verme, uygulama ve kontrol

Karar verme işi bu kadar önemli ise karar verici de bu eldeki kaynaklarla en optimum kararı vermeye çalışacaktır. Günümüz karmaşık örgütsel ortamında karar verici: çelişen çıkarlar, eksik bilgi ve sınırlı kaynakların var olduğu bir ortamda, amaçlar doğrultusunda, mümkün olan en yüksek performansı hedefleyen kişidir. Verilen kararların başarısı, bu kararların örgütsel amaçlarda sağladığı performans düzeyiyle ölçülür. Bu nedenle örgütsel amaçların tanımlanması karar vermenin temelini oluşturur. En iyi eylem tarzını belirlemek için, çoklu ve çelişen örgütsel amaçların ve çevresel etkenlerin kapsamlı bir çözümlemesi gerçekleştirilmelidir (Günyaşar, 1990: 11).

İşletme yöneticisinin karar vermesine yardımcı olmayı amaçlayan kantitatif yaklaşımlar, karar ortamının matematiksel modelini kurma ve model üzerinde işlem yapmayı kapsar. Yönetimin dört temel fonksiyonu olan planlama, organize etme, yönetme ve kontrolde kantitatif yaklaşımlardan yararlanır; çünkü daha etkin karar vermede yardımcı olurlar. Yönetim Bilimi alanı, yöneticilerin çözmek zorunda oldukları problemler için kantitatif yaklaşımlar geliştirilmesi ve uygulanmasıyla

ilgilenir. Yöneticilerin karar verme problemleri de bu alanda incelenir. Karar verme problemlerinde temelde altı eleman bulunur (Halaç, 1983: 25):

1. **Karar Veren:** Mevcut seçeneklerden bir tercih yapan kişi veya gruptur.
2. **Amaç:** Karar verenin eylemleri ile elde edeceği amaçlardır.
3. **Karar Kriterleri:** Karar veren veya yöneticinin seçim yaparken kullandığı değerlerdir. Gelir, kar ve faydanın maksimizasyonu; maliyet, gider ve benzerlerinin minimizasyonunu kapsar.
4. **Stratejiler:** Karar verenin seçebileceği farklı alternatif eylemlerdir. Karar verenin kontrolü altındaki kaynaklara bağlıdır ve kontrol edilebilir.
5. **Olaylar:** Karar verenin kontrolü altında olmayan faktörlerdir. Karar verenin stratejilerini etkileyen çevre, olaylara bağlıdır.
6. **Sonuç:** Her bir olaydan sonra ortaya çıkacak değerdir.

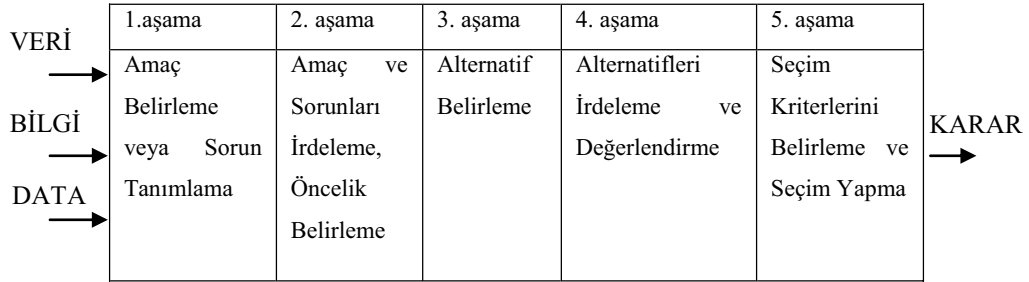
Karar verme; karar vericinin, mevcut durum, istenen hedef durum ve bir durumdan diğerine geçiş için gerekli dönüşümün ne kadar bilincinde olduğu ile ilgilidir. Bu karar tipleri aşağıda kısaca tanımlanmaktadır:

1. **Belirlilik Halinde Karar Verme:** Karar verici, ortaya çıkacak olayı kesinlikle biliyorsa, karar matrisinde bir tek olayı içeren problemler belirlilik halinde karar problemi olarak incelenir.
2. **Risk Halinde Karar Verme:** Olay sayısı birden fazla ve olayların olasılıkları bilinirse, risk halinde karar probleminden söz edilir. Karar verici, elindeki bilgilerden her seçim için çıkacak olayların gerçekleşebilme olasılığını hesaplayabilir. Olasılıklar kesikli olarak verilebileceği gibi bir dağılımdan da elde edilebilir (Halaç, 1983: 27).
3. **Belirsizlik Halinde Karar Verme:** Bir fark dışında risk altında karar vermeye aynıdır. Bu fark, her olayın gerçekleşebilme olasılığının karar verici tarafından bilinmemesidir. Olayların kesinliği olmadığı gibi olasılıkları da bilinmez ise belirsizlik halinde karar problemi olarak incelenir (Demir ve Gümüšoğlu, 2007: 99).

Yukarıda tanımları verilen karar verme tiplerinden, belirlilik altında karar verme koşulu istenen bir koşuldur ki; karar sürecinin hiçbir ögesi şansa bırakılmasın. Eğer belirsizlik varsa Bayes yaklaşımı da probleme katılacaktır, bu da doğa durumlarına olasılık atanamamasına yol açacaktır.

Yönetim bilimi ve yöneylem araştırması alanının en önemli unsurlarından biri karar verme olarak değerlendirilir. Karar, sürecin herhangi bir durumunda yapılan bir faaliyet ve sonuç açısından değerlendirilen bir çıktıdır (Özdemir, 2004: 3). Karar verme, seçenekler arasından birini seçip uygulamaya koyan bilişsel süreçtir. Genel olarak, düşünme süreci olarak da görülebilir (Koçi, 2009: 21). Yani karar verme, belirli bir başlangıç noktası olan ve buradan itibaren değişik iş, faaliyet veya düşüncelerin birbirini izlediği ve sonunda bir tercihin yapılması ile sonuçlanan bir işler topluluğudur, süreçtir (Koçel, 2001: 51).

Şekil 1: Karar Verme Süreci



Kaynak: Koçel, 2001: 51.

Şekil 1.1’de görüldüğü gibi 5. aşamanın sonunda karar verilmektedir. Karar vermeyi anlamak için önceki 4 aşamanın da incelenmesi gerekir (Koçel, 2001: 51).

- 1. Aşama:** Karar vermenin başlangıcı amaç belirleme veya sorun tanımlamadır. Karar vericinin kendisine gelen veri, bilgi ve data sonucu ortada kararı gerektirecek bir durumun kabulü, algılanması veya duyarlı olunması gereken aşamadır.
- 2. Aşama:** Amacın belirlenmiş olması veya sorunun tanımlanmış olması, kararı ifade eden seçim için yeterli değildir. Bu amaç veya sorunun nedenlerinin, özelliklerinin, aciliyetinin, çözülmemesi halinde karşılaşılabilecek durumların, niteliklerinin incelenmesi ve analiz edilmesi gerekir. Sorunların daha sistematik bir şekilde tanımı ve irdelenmesi

için; Pareto Analizi, Balık Kılıçığı Tekniği, Sebep-Sonuç Analizi, Akış Diagramları gibi çeşitli tekniklerden yararlanılır.

3. **Aşama:** Bu aşamada, belirlenen amacı gerçekleştirecek veya tanımlanan sorunu ortadan kaldıracak alternatiflerin neler olduğu belirlenir. Yeniliğin, yaratıcılığın ve olaylara farklı bakabilmenin ortaya çıktığı bu aşamada, karar vericiler de kendi kişisel farklılıklarını ortaya koyarlar.
4. **Aşama:** Geliştirilen çözüm alternatifleri çeşitli açılardan değerlendirilir. Bu açılardan bazıları; teknik olarak uygulanabilirlik, maliyet, kaynak tüketimi, başarı olasılığı ve sonuçlarıdır. Bu faktörlere göre alternatifler sıralanır. Amacı, alternatifler arasında birini uygulamak ve başarısı yüksek olanları öne çıkarmaktır.
5. **Aşama:** Karar verme sürecinin son aşaması alternatifler arasında seçim yapmaktır. Karar verenin seçim kriterine göre karar verilir. İşletme de kaynaklarını nasıl kullanacağını belirler ve sıra uygulamaya gelir.

Kararların uygulanması aslında karar verme sürecinin dışında kalır. Ancak, uygulamaya çok sıkı bir şekilde bağlı bulduklarından, kararın etkinliğini ve verimini birbirlerinden ayırmak çok zordur. Uygulamada en önemli nokta uygulayıcıların hazırlanmasıdır. Bunun için de, onlara hem iyi bir bildirimde bulunmak, hem de kabullerini kazanmak gerekir. Aksi halde emirler ya yerine getirilemez ya da pasif direnme ile karşılaşılır (Tekin, 2009: 19).

Karar verme süreci tamamlanıp karara varılmıştır; ancak, “bir kişi ya da bir grup tarafından karar vermede ne gibi farklılıklar olur?” sorusu önem kazanır. Sonraki bölümde buna değinilmektedir.

1.1.2 Birey ve Grup Kararı Verme

Günümüzün hızla değişen ve küreselleşen çevresinde; birey, grup, kurum ve işletmeler sürekli karar verme etkinliğinde bulunurlar. Kararı alma sürecini etkileyen faktörler arasında; doğa koşulları, karar verici, ulaşılmak istenen amaçlar, seçenekler,

seçeneklerin sonuçları ve seçenekler arasından seçim yapılması gibi faktörler bulunmaktadır (Tekin, 2009: 2).

Karar verme sürecini başlatan ve bitiren, insan olduğuna göre, karar sürecini etkileyen en önemli unsurdur. Birçok faktörün etkisi altında verilen karar bir kişi ya bir grup tarafından verilmiş olabilir.

Birey Olarak Karar Verme

Birey, kararlarını kendi verebilen ve verdiği kararların sorumluluğunu üstlenen kişidir. Bireyler öze dönük oldukları için, karar verirken faydayı maksimize etmeye ya da en yüksek tatmini elde etmeye çalışırlar. Tabii ki faydayı maksimize etme davranışı bireyden bireye değişiklik gösterir. Birey; problemi, alternatifleri ve çözümü belirlerken, bilgiye olan ihtiyacın tespiti, bilginin toplanması ve değerlendirilmesi aşamalarının tümünde kişiliğine uygun teknikleri seçer.

Bireyler karar verirken çeşitli faktörlerden de etkilenmektedir. Bu faktörlerden birkaçı; algılama, kişilik farklılıkları, sezgiler, tecrübeler, psikolojik durum, riske karşı tutumları, çevresel ve kültürel faktörlerdir (Tosun, 1982: 193).

Grup Olarak Karar Verme

Günlük kullanılan “grup” sözcüğü en genel anlamda “çoğul olmayı” belirler. Grup tanımlamalarında, bir kalabalığın “grup” olabilmesi için ortak amaçlar, ortak normlar, kendilerini bir grup olarak hissetmeleri gibi koşullar öne sürülmüştür. Gruplar şüphesiz bu özellikleri göstermekle beraber, bir topluluğun grup olabilmesi için gereken en az koşul acaba hangisidir? Bu soruya cevabımız “etkileşim” olacaktır. Buna göre grup, “etkileşim halinde olan birden fazla insan” anlamını taşır (Kağıtçıbaşı, 2000: 258).

Gruplarda karar verme, bir karar verme olayına birden çok bireyin katılımı olarak tanımlanabilir. Başka bir deyişle, grup olarak karar verme belli bir karar probleminin çözümü ya da yargılara varabilmek için birden çok bireyin girdilerinin ve geri bildirimlerinin değerlendirilme sürecidir. Grup olarak karar verme, birçok bireyin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığı için, bireysel olarak karar vermeden

üstün olarak değerlendirilebilir (Koçi, 2009: 20). Grup kararı verme sürecinin bireysel karar verme sürecine göre farklılıkları, bazı avantaj ve dezavantajları vardır.

Grup kararı vermenin başlıca avantajları:

- Daha çok bilgi ve enformasyona erişim
- Yaratıcılık ve daha çok alternatif üretebilme
- Farklı disiplinlerden gelen insanların farklı bakış açıları
- Kararın daha çok kabul edilirliliği

Grup kararı vermenin başlıca dezavantajları:

- Daha zaman alıcı olması
- Sorumlulukların tam anlaşılammaması
- Azınlığın baskınlığı veya eşitsiz katılım gibi grup çalışmasından kaynaklanan problemler
- Grup düşüncesi sonucu, farklı bireylerin gruba uymaya zorlanması

Karar vericilerin sıralı kararları için, birbirleriyle çatışan bir çok kritere yönelik karar vermesi gerektiğinde, çok kriterli karar vermeye başvurulur. Bir sonraki başlık altında bu incelenmektedir.

1.2. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME

Global dünyayı tek boyutlu olarak görebilmek ve görüleni değerlendirirken yalnızca bir tek ölçüt kullanmak giderek güçleşmektedir. Tek bir seçim ölçütünün tam anlamıyla doyurucu olması; ancak, çok basit, açık ve alışlagelmiş bir durumda söz konusudur (Zeleny, 2005: 229).

İşletmeler ayakta kalabilmek ve hayatlarını sürdürebilmek için birçok seviyede farklı kararlar almak zorundadırlar. Bu kararları alırken, karar vericiler doğru ve güvenilir verilere ve değerlendirme süreçlerine ihtiyaç duyarlar. Bu yüzden karar verme süreçlerine bilimsel tekniklerin dâhil edilmesi sonuçların daha güvenilir olmasına ve sübjektif kararlardan uzaklaşılmasına yardımcı olur. Çeşitli karar problemleri ile karşı karşıya kalan yöneticiler için zor problemlerden biri de, alternatifler kümesinden uygun alternatifin seçilmesidir. Bu seçim prosedürüne,

çelişen ve fazla sayıda kriter dâhil olduğundan geleneksel seçim prosedürlerinin kullanılması gerçekçi bir çözüm sunmaz. Bu nedenle, Çok Kriterli Karar Verme (Multi Criteria Decision Making- MCDM) yöntemleri günümüzde birçok çalışmada kullanılmaktadır (Soner ve Önüt, 2006: 111).

Çok kriterli karar verme, Yöneylem Araştırması ve Yönetim Bilimi alanlarının bir alt dalı olup, karar teorisinin en yaygın olarak kullanılan metotlarını içerir. Birden fazla karar kriterinin değerlendirilmesi ve alternatifler arasından seçim yapılmasını, alternatiflerin gruplandırılmasını veya sıralanmasını sağlayan metotlar içermektedir (Atıcı ve Ulucan, 2009: 164).

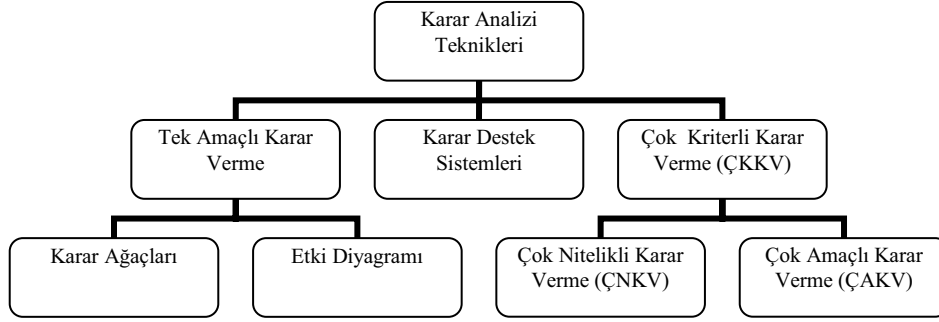
ÇKKV problemlerinde karar vericiler; kriter, karar değişkeni ve alternatif kümesine göre karar vermektedir (Özdemir, 2004: 49). Günlük hayatta ÇKKV problemleriyle çok geniş bir alanda karşılaşmaktadır. Örneğin; bir otomobil almayı düşünen müşteri, sadece fiyatı değil, tasarım, yakıt tüketimi, güvenlik gibi farklı kriterleri de göz önünde bulundurmaktadır (Karaca, 2011: 32).

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
- Alternatifleri belirli koşullara göre sınıflandırma
- Olumlu bulunan alternatifler içinde alt setlerin belirlenmesi.

ÇKKV problemleri; Çok Nitelikli Karar Verme (Multi Attribute Decision Making- MADM) ve Çok Amaçlı Karar Verme (Multi Objective Decision Making- MODM) olarak sınıflandırılmaktadır.

Şekil 2: Karar Analizi Teknikleri Sınıflandırması



Kaynak: Atıcı ve Ulucan,2009: 165.

Çok nitelikli karar verme (ÇNKV) önceden belirlenmiş sayıda alternatifi içerir ve bu alternatiflerin her birinin başarı seviyeleri belirlenmektedir. ÇNKV problemlerinde kararlar, her alternatifin niteliklerinin karşılaştırılmasıyla verilmektedir. Çok amaçlı karar verme (ÇAKV) problemlerinde ise, alternatiflerin sayısı önceden belirlenmemektedir ve modelin amacı “en iyi” alternatifi belirlemektedir. Öte yandan kantitatif karar verme tekniklerinde ise, optimal çözümü verecek olan potansiyel alternatiflerin sayısı önceden bilinmemektedir. Bu nedenle, kullanılacak olan optimizasyon tekniğinin ÇAKV metotlarından birinin seçilmesi gerekmektedir.

1.2.1 Çok Kriterli Karar Verme'nin Temel Kavramları

Çok kriterli karar vermeyi ele almada önemli anahtar sözcükler; nitelik, amaç, hedef, kriter, karar değişkeni ve kısıttır. Bu terimlerin evrensel tanımları yoktur. Amaç, hedef ve kriter sözlükte aynı anlama gelse de karar verme kuramında bu kavramların birbirinden ayrılması gerekmektedir (Özdemir, 2004: 51).

Kriter: Kriterler faydanın bir ölçüsü ve değerlendirme için bir kaynaktır. Kriterler, gerçek bir problem ortamında niteliklerin veya amaçların bir şekli olarak ortaya çıkarlar.

Amaç: Bir karar verme probleminde amaçlar; kriterlerin, karar vericinin arzuları doğrultusunda yönlendirilmiş şekli olarak tanımlanabilir (Alp, 2008: 76).

Amaç, bir ölçütü ya da kriteri tam olarak elde etmeyi veya tam olarak başarmayı ifade eder (Özdemir, 2004: 51).

Hedef: Hedef ulaşılabılır değilse bir amaca dönüştürülebilmektedir Hedef, belli bir noktayı gösterirken, amaç genel olarak bir istek yönünü gösterir (Özdemir, 2004: 51). Şu halde hedefler, amaçların daha da somutlaşarak belirli değerlere dönüşmüş şekilleri olarak tanımlanabilir (Evren ve Ülengin, 1992: 1490).

Nitelik: Performans dereceleri, bileşenler, faktörler ve ayırt edici özellikler; nitelikler için eş anlamlı sözcüklerdir. Bir nitelik, hedefe ulaşıp ulaşılmadığını değerlendirmek amacıyla kullanılır. Amacın seviyelerini değerlendirmede yol gösterir (Özdemir, 2004: 52).

Karar Değişkeni: Bir karar verme durumunda, ilgilenilen sistem dikkatli bir şekilde gözlemlenir ve değerleri kontrol edilebilen ve sistemin performansını etkileyen bileşenler belirlenir. Bu bileşenler karar vericinin kontrolü altındadır. Bir karar verici tarafından alınan belirli kararlara karar değişkeni denir.

Kısıt: Sistemin içinde bulunduğu koşullardan kaynaklanan ve karar değişkenleriyle parametreler arasındaki zorunlu ilişkilerin her birine kısıt denir. Kısıt, nitelikler ve karar değişkenleri üzerinde matematiksel olarak belirtilebilen ya da belirtilmeyen limittir.

Amaçları kesin belirtilmiş uygun nitelikler, problemin tümüne uymalı, analizlerde anlamlı kullanıma sahip olmalı, süreci basitleştirebilmeli ve sayısı yeterince az olmalıdır. Kriter, amaç, hedef, nitelik, karar değişkeni ve kısıt kavramları karar verme sürecinde ve çok amaçlı programlamanın temel kavramları olarak ifade edilmektedir.

Karar matrisi: ÇKKV problemlerinde genellikle değişik alternatifler, olaylar ve bunların sonuçları bir matris biçiminde gösterilir. ÇKKV, çoklu ve genellikle birbiri ile çelişen kriterler olması durumunda alternatifler arasından seçim yapmayı içerir ve karar problemi matris şeklinde şöyle ifade edilir:

Şekil 3: Tipik Karar Matrisi

$$D = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ A_1 & a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ A_2 & a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & & \\ A_m & a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{matrix}$$

Kaynak: Triantaphyllou,2000, 3.

Karar matrisindeki satırlar, birbiri ile rekabet halinde olan alternatifleri, sütunlar ise alternatiflerin değerlendirileceği kriterleri ifade eder (Karakaşoğlu, 2008: 19).

Bu kavramların çerçevesine göre, karar verme sürecinin içinde olan çok amaçlı programlamanın yeri belirlenir (Özdemir, 2004: 52). Çok amaçlı programlama, iki veya daha fazla sayıda amaç işlevli eniyileme problemleriyle ilgilenir. Çok amaçlı programlama probleminin klasik tek amaçlı programlama probleminden tek farkı, ilgili amaç işlevlerinin ifade edilme şeklidir (Cohon, 1978: 68). Genel çok amaçlı programlama probleminin ifadesi; n karar değişkeni, m kısıt ve p amaç için aşağıdaki gibidir (Günyaşar, 1990: 8):

$$\begin{aligned} Z_{\text{enb}}(x_1, x_2, \dots, x_n) &= [Z_1(x_1, x_2, \dots, x_n), Z_2(x_1, x_2, \dots, x_n), \dots, Z_p(x_1, x_2, \dots, x_n)] \\ g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) &\leq 0 ; i = 1, 2, \dots, m \\ x_j &\geq 0 ; j = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

Tek amaçlı problemlerin çözümünde hedef, amaç işlevinin en iyi değeri aldığı olurlu çözüm olan optimal çözümü belirlemektir. Çok amaçlı problemlerde bir amacı enbüyüklenen çözüm genellikle diğer amaçların hiçbirini enbüyüklemeyeceği için, bu anlamda en iyi olma kavramı söz konusu değildir. Çok nitelikli ve çok amaçlı karar verme problemlerinin karşılaştırmalı yapısal özellikleri Tablo.1 'de gösterilmiştir (Günyaşar, 1990: 7).

Tablo 1: ÇNKV ile ÇAKV Karşılaştırma Tablosu

	ÇKNV	ÇAKV
Kriter	Nitelikler tarafından	Amaçlar tarafından
Amaç	Örtülü olarak	Açık olarak
Nitelik	Açık olarak	Örtülü olarak
Kısıt	Aktif değil	Aktif
Seçenek	Sonlu sayıda, ayrık	Sonsuz sayıda, sürekli
Karar vericiyle iletişim	Az	Çok
Kullanım	Seçim / Değerlendirme	Tasarım

Kaynak: Sezer, 2008: 130

Çok kriterli karar verme modelleri ile karar analizinde genel olarak aşağıdaki dört aşamalı süreç izlenir (Can, 2006: 19):

1. Kriter ve alternatif belirlenmesi,
2. Kriterlerin görelî önemini gösteren sayısal ölçütler atanması,
3. Her bir kritere göre alternatiflere sayısal ölçütler atanması ve
4. Alternatifleri sıralamak için sayısal değerlerle işlemler yapılması.

1.2.2 Probleme Uygun Çok Kriterli Karar Verme Yönteminin Seçimi

Literatürde ÇKKV problemlerinin çözümü için kullanılan farklı yöntemler olup bu yöntemlerin hiçbirisi diğerlerine göre tam üstünlük sağlayamamaktadır. Bu yöntemlerin en önemli avantajı nicel ve nitel kriterleri bir arada değerlendirmeye imkân sağlamalarıdır (Subaşı, 2011: 25). Karar probleminin yapısına uygun ÇKKV yönteminin seçiminde aşağıdaki özelliklere dikkat edilir (Rolander vd, 2003: 89):

1. ÇKKV yöntemlerinin gereksinimler listesine dayalı olarak gerçekleştirmek zorunda olduğu istendik amaçlar ve hedefler belirlenir.
2. İlişkin yöntem olanaklarını amaçlarla ilişkilendiren değerlendirme kriterleri seçilir.
3. Çok kriterli problem, ağaç diyagramı ile modellenir ve amacın gerçekleştirilebilmesi için uygun olan ÇKKV yöntemleri belirlenir.
4. Oluşturulan değerlendirme kriterlerine ilişkin olarak yöntemlerin performans dereceleri ve yöntem olanakları belirlenir.

5. Elemanları alternatif yöntemlerin olanakları olan bir değerlendirme matrisi oluşturulur.
6. Alternatif ÇKKV yöntemlerinin avantajları ve sağlayabileceği olası faydalar analiz edilir ve bu yöntemler arasından en ideal olanı seçilir.
7. Seçilen yöntem uygulamaya konulur.
8. Yapılan seçimin aslında genel hedefin bir gösterimi olduğu ve gereksinimleri karşıladığı kanıtlanır.
9. Karar vericilerin tamamı tarafından alınan karar belirlenir ve bu kararın sorumluluğunun, sürece katılan tüm karar vericilere ait olduğu vurgulanır.

Literatürde bugüne kadar geliştirilmiş birden çok yöntem vardır. Çeşitli çok kriterli karar verme yöntemleri mevcut olup bu bölümde, yöntemler ve bunların özellikleri anlatılmaktadır.

1.2.3.Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Sınıflandırılması

Hwang ve Yoon, karar vericilerden topladıkları birtakım bilgilerin özellik ve tiplerine göre ÇKKV yöntemlerini 17 sınıfta toplamıştır. Daha sonra 13 yönteme göre değiştirilmiş olan yeni gruplandırma Tablo 1.2'de görülmektedir. Bu sınıflandırmaya göre, yöntemler ilk olarak karar vericiden alınan bilgi tiplerine göre gruplandırılmıştır. Eğer verilen bir bilgi yoksa “Baskınlık” yöntemi uygulanır. Eğer ortam hakkında iyimser bilgi verilirse “Maksimaks”; kötümser bilgi verilirse “Maksimin” yöntemleri uygulanır. Eğer ölçütler üzerine bilgi verilirse, bir alt grup bilginin özelliği ve yöntemlerine gruplama yapılır. Bunlar da her ölçüt için standart (kabul edilebilir minimum seviye) düzey veya ölçüt ağırlıkları ile ilgili ordinal veya kardinal ölçeklerdir.

Tablo 2: ÇKKV Yöntemlerinin Sınıflandırılması

	Karar Vericiden Gelen Bilgi	Bilginin Önem Durumu	Yönteminin Temel Sınıfı
ÇKKV	Bilgi Yok		Baskınlık Maksimaks (İyimser) Maksimin (Kötümser)
	Niteliklere Ait Bilgi	Standart	Birleşik Birleşik Olmayan
		Ordinal	Niteliklerine göre Eleme Leksikografik
		Kardinal	Doğrusal Atama Ağırlıklı Toplam Ağırlıklı Çarpım AHP ELECTRE TOPSIS PROMETHEE

Kaynak: Triantaphyllou,2000, 4.

Uygulamalarda kullanılan bazı ÇKKV yöntemleri şu şekilde sıralanabilir:

1.2.3.1. Baskınlık Yöntemi

Çok nitelikli karar problemlerinde baskınlık yöntemi, seçilme şansı bulunmayan alternatiflerin elenmesi amacıyla kullanılır. Bir alternatif eğer tüm kriterlerde diğer bir alternatife eşit ve en az bir kriterde ondan üstünse, o alternatife baskındır denir. A alternatifi B alternatife baskınsa B'nin seçilme şansı yoktur. Çünkü her durumda A, B'den daha üstündür (Subaşı, 2011: 26)

Baskınlık yöntemi, çok amaçlı problemlerde benzer; ancak, daha az sınırlayıcı bir işleve sahiptir. Çok amaçlı programlama problemlerinde tek bir iyi çözüm değil, “baskın çözümler kümesi” dikkate alınmaktadır. Baskın çözüm, hiçbir amacın erişim düzeyinin, diğer bir amacın erişim düzeyini azaltmaksızın arttırılmadığı bir çözümdür (Günyaşar, 1990: 9). Baskınlık yönteminin bazı avantajları vardır. Bunlar; uygulama kolaylığı, karar matrisine ihtiyaç göstermemesi ve karar verici tarafından kriterler için öncelik derecelerinin belirlenmesini gerektirmemesidir. Ancak, baskınlık yöntemi her karar probleminde bir alternatifin seçilmesini, başka bir deyişle nihai kararın verilmesini sağlayamayabilir (Subaşı, 2011: 26).

Seçenek sayısı, seçeneklerin nitelikleri arasında karşılaştırma yapılması ve baskın olmayan seçeneklerin ayıklanmasıyla azaltılabilir. a_1 ile a_2 seçenekleri için;

$$a_{1i} \geq a_{2i} \quad (\text{tüm } j \text{ nitelikleri için})$$

$$a_{1i} > a_{2i} \quad (\text{en az bir } j \text{ niteliği için})$$

olduğunda; a_1 seçeneği, a_2 seçeneğine baskındır. Diğer bir anlatımla, her bir seçenek (a_1), her nitelik için en az diğer kadar iyi ya da daha iyi ise, bu seçenek diğerine (a_2) baskındır. Yani, bu seçeneğin değer, öteki seçenekten daha fazladır. Teknik deyişle,

$$u(a_1) > u(a_2) \text{ 'dır.}$$

Bu durumda a_1 , a_2 'ye yeğlenir ve a_2 daha sonraki çözümlenmeye alınmaz. Bu biçimde karşılaştırmalarla, yalnızca üstün olan seçenekler son çözümlenmede yer alırlar (Demir ve diğerleri.,1985: 231).

1.2.3.2. Yetinme Yöntemi

Bu yöntemde, bütün kriterler için kabul edilebilecek asgari değerler belirlenir. Bu değere, standart değer, beklenti düzeyi, kopma noktası, eşik değer, amaç değer gibi isimler de verilmiştir. Daha sonra her alternatifin bu değerleri sağlayıp sağlamadığı kontrol edilir. Eğer herhangi bir alternatif, belirlenen eşik değerlerden birisini sağlayamazsa elenir. Başka bir ifadeyle, bir alternatifin takip eden analizlere alınabilmesi için tüm eşik değerleri sağlaması gerekmektedir (Subaşı, 2011: 27). Yetinme modelleri; kabul edilebilir ve kabul edilemez olarak iki gruba ayrılmaktadır (Demir vd.,1985: 232):

- 1. Konjonktif (Bitiştirici) Model:** Her nitelik için bir standart değer saptanır. Bir seçeneğin kabul edilebilir olması, bütün standartların sağlanması ya da aşılması ile olanaklıdır. Konjonktif model (\cap) "ve" ilişkisi ile nitelenebilir. Başka bir deyişle, a_1 seçeneğinin kabul edilebilir olması için her niteliğinin g_1, \dots, g_m 'den daha iyi olması ya da en az g_1, \dots, g_m 'yi karşılaması gerekmektedir.

2. Disjonktif (Ayrıksal) Model: Bu model (U), “veya” ilişkisi ile nitelenebilir. Disjonktif modelde, her kritik m niteliği için bir standart saptanır. a_1 seçeneği, bu kritik değerlerden birini aştığında kabul edilebilir.

Yetinme yöntemi de, baskınlık yöntemi gibi, nihai kararın verilmesi amacıyla değil, fakat alternatif sayısının azaltılması amacıyla kullanılır. Yöntemin diğer bir avantajı ise, her alternatifin kabul edilebilecek minimum nitelikleri sağlayıp sağlamadığını kontrol etmesidir. Yetinme modelleri, kalan seçenekleri elemek için standartları yükseltip alçaltarak etkileşimli biçimde kullanabildiklerinden, baskınlık modellerinden biraz daha üstündürler. Baskınlık modellerinde olduğu gibi nitelikler arası karşılaştırmalarda, nitelikler hakkındaki bilginin sayısal değer olarak belirlenmesi gerekmez. Ancak, yetinme modellerinin bilgi ihtiyacı baskınlık modellerinden fazladır (Demir ve diğerleri,1985: 233). Bu şekilde, bazı kriterlerde kabul edilemeyecek dezavantajları olan alternatifler daha başlangıçta elenmiş olur. Yöntemin uygulanmasının en önemli zorluğu, minimum niteliklerin belirlenmesindedir. Eğer bu nitelikler akılcı bir şekilde belirlenirse, yöntemden yukarıda bahsedilen faydaların sağlanması mümkün olur. Eğer minimum değerler gereğinden yüksek tutulursa, ihtiyacı karşılayabilecek alternatifler elenebilir. Değerler düşük tutulursa gereksinmeyi karşılayamayacak alternatiflerin seçilme şansı doğar (Subaşı, 2011: 27).

Baskınlık ve yetinme modellerinde karar sorunu çok boyutluluğunu korur. Ancak, bu modeller, seçenekleri son seçim için belirli bir seçenekler setine indirgemede etkin olmalarına karşın, son seçimi yapmada etkisiz kalırlar (Demir ve diğerleri.,1985: 233).

1.2.3.3. Maksimaks Yöntemi

Bu yöntemin uygulamasında, karar verici tek kriterli problemlerde olduğu gibi iyimser bir yaklaşım içindedir. Karar verici, seçimi yaparken, hangi alternatifi seçerse seçsin, seçim sonucunun kendisi için en önemli kritere göre yapılacağı kabulünü yapmaktadır. Yöntemin mantığında, karar verdiği anda bilemediği varsayımı yatmaktadır. Dolayısıyla, en iyiler içinden en iyisini seçerek karar verici

rasyonel bir seçim yapmaktadır. Yöntemin uygulanabilmesi için kriterlerin karşılaştırılabilir olması gerekmektedir.

Maksimaks yöntemi uygulanırken, her alternatifin en yüksek kriter değeri belirlenir. Daha sonra bu değerlerden hangisi maksimumsa, o alternatif seçilir. Tüm değerler eşit olduğunda seçim yapılamayacaktır. Bu durumda ikinci tura geçilir. Burada, birinci turda seçilen değerler dışındaki en yüksek değerler belirlenir. Bu şekilde devam edilerek çözüme ulaşılr (Subaşı, 2011: 27).

1.2.3.4. Maksimin Yöntemi

Bu yöntemde karar verici, seçimi yaparken hangi alternatifi seçerse seçsin, seçim sonucunun kendisi için en önemsiz kritere göre yapılacağı kabulünü yapmaktadır. Bu nedenle bu en olumsuz değerlerden en olumsuzunu seçerek rasyonel bir karar vermeye çalışmaktadır.

Maksimin yöntemi uygulanırken, her alternatifteki en düşük değer belirlenir. Daha sonra bu değerlerden hangisi minimumsa, o alternatif seçilir. Eşitlik halinde ikinci adıma geçilerek çözüme ulaşılanaya kadar aynı işlemler yinelenir (Subaşı, 2011: 28).

Maksimaks ve maksimin ölçütlerinin her ikisi de ya kazançları ya da kayıpları dikkate alıp diğer ödemeleri göz ardı ettiklerinden sakıncalıdır (Tütek ve Gümüšoğlu, 2008: 70).

1.2.3.5. Ağırlıklı Toplam Yöntemi

Ağırlıklı toplam yöntemi günümüzde hala geniş kullanıma sahip en basit ÇNKV yöntemidir. Ağırlıklı toplam yönteminde her bir kritere göre alternatifin değeri gerçek sayısal değerdir ve o kriterin ağırlığı ile çarpılarak tüm kriterler için bu değerlerin toplamları alınır ve sonuç değerleri bulunur. Eğer karar verme probleminde m tane alternatif ve n tane kriter varsa, en iyi alternatif aşağıdaki eşitliği sağlayacaktır (Karaca, 2011: 34). Faktör ağırlıkları olmak üzere, alternatiflerin toplam puanı aşağıdaki eşitlikle gösterilmektedir.

$$P_i = \sum_{j=1}^m w_j a_{ij} \quad (i= 1,2,\dots,n ; j= 1,2,\dots, m \text{ için})$$

Önceleri ağırlıklı toplam yöntemini yalnızca karar faktörlerinin benzer ölçüm birimlerinde tanımlanabildiği durumlarda (sadece saniye, sadece dolar gibi) kullanılması gerektiği tartışılıyordu. Ancak, daha sonra karar matrisinin tüm elemanlarının normalize edilmesi durumunda ağırlıklı toplam yönteminin her tip ve sayıda faktörle kullanılabileceği anlaşılmıştır. Bu yöntem benzer birimlere sahip tek boyutlu problemlerde kolaylıkla uygulanabilir.

Burada, alternatifin kriter bazında performans değeri de kriterin önem ağırlığını göstermek üzere en iyi alternatifin öncelikli değerine eşittir. Yani her alternatife bir ağırlık verilir ve faktör ağırlıkları toplamı 1 olmalıdır. Her alternatif faktör değerlendirilir. Bu yöntem benzer birimlere sahip tek boyutlu problemlerde kolaylıkla uygulanabilir.

Özetle; ağırlıklı toplam yöntemi, karar vericilerin değerlendirilmeleriyle belirlenmiş olan karar matrisinin normalize edilerek yine karar vericiler tarafından belirlenen ve toplamı 1 olan faktör ağırlıklarıyla çarpılması ve alternatiflerin puanları toplanarak en yüksek puana sahip alternatifin seçilmesi yolu ile uygulanmaktadır (Demircioğlu, 2010: 32).

1.2.3.6. Ağırlıklı Çarpım Yöntemi

Ağırlıklı toplam modelinde olduğu gibi bu modelde de her kriterin diğer kriterlere göre önemini gösteren bir ağırlık verilir ve her alternatifin her kriter açısından ayrı ayrı puanlaması yapılır. Ancak, sonuç bulunurken, toplam yerine çarpım kullanılır ve her alternatifin diğer alternatiflere göre karşılaştırma değeri bulunur (Can, 2006: 20). Ağırlıklı çarpım yönteminde her bir alternatif diğer alternatiflerle her bir kriter için belirlenen oranla çarpılarak karşılaştırılır.

$$R(A_1 / A_2) = \prod_{j=1}^n (a_{1j} / a_{2j})^{w_j}$$

Bu denklemde n , kriter sayısını gösterirken, kriterin önem ağırlığı (w) ise alternatifin kriter açısından gerçek değerini ifade etmektedir. Eğer denkleminin

sonucu 1' e eşit ya da 1'den büyük olursa, A_1 alternatifi A_2 alternatifine göre daha uygundur. En iyi alternatif, diğerlerinden daha iyi olan ya da en azından diğerine eşit olan alternatiftir. Ağırlıklı çarpım yöntemi bazen boyutsuzluk analizi olarak da adlandırılır. Çünkü tüm ölçüm birimlerini elimine eder. Bu nedenle tek ve çok boyutlu, çok kriterli karar verme problemlerinde kullanılabilir (Karaca, 2011: 36).

Modelde, bir kriter açısından iki alternatifin değerlerinin oranı alınırken kriterin ağırlığı üs olarak bulunmakta ve her kriter için değerlerin oranları çarpılarak karşılaştırılmaktadır. $R(A_1/A_2)$ ifadesinin birden büyük çıkması, 1. alternatifin 2. alternatife göre tercih edileceği anlamını taşır.

Alternatif ikilileri için bu oranlar hesaplanarak alternatifler sıralanır ve diğer tüm alternatiflere göre daha iyi ya da eşit orana sahip olan en iyi alternatif bulunur. Modelde iki alternatif karşılaştırılırken, alternatiflerin kriter açısından değerlerinin oranının alınması kriterlerin birimlerinin yok edilmesini sağlamaktadır. Bu özellik sayesinde model, ağırlıklı toplam modelinin aksine farklı birimleri olan kriterlerden oluşan çok boyutlu karar problemlerinde de kullanılabilir.

Bu modelde karar vericinin tutarlılığı ölçülmektedir ve kriterlerin ağırlıkları verilirken yapılan bir hata sonuçların tamamen değişmesine sebep olabilir (Can, 2006: 20).

1.2.3.7. Leksikografik Modeller

Bu modeller, nitelik değerlerini sırayla, tek tek ele alarak seçenekler arasında karşılaştırmalar yapması açısından, daha önce tartışılan modellerden ayrılır. Seçenekler önce en önemli niteliğe göre sıraya konur. Eğer buna göre bir seçenek seçilebilirse, diğer nitelikler dikkate alınmaz. İki ya da daha fazla seçenek en önemli nitelik değeri açısından eşit ise, ikinci en önemli değere geçilir. Süreç; tüm seçenekler sıraya konuluncaya ya da m sayıda nitelik ele alınıncaya kadar sürer. Başka bir deyişle, leksikografik model şöyle tanımlanabilir: m nitelikli bir sorunda, birinci nitelik en önemlisi, ikinci nitelik ikinci önem derecesi, üçüncü nitelik de üçüncü önem derecesine sahip nitelik olsun (Demir vd.,1985: 234).

1.2.3.8. VIKOR Yöntemi

VIKOR Yöntemi (ViseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje), birbiriyle çelişen kriterlerin varlığında, karar vericinin nihai bir çözüme ulaşmasına yardımcı olmak amacıyla, alternatifleri sıralamaya ve bir alternatifler kümesinden uzlaşık çözüm bulmaya yarayan etkin bir araçtır. Elde edilen uzlaşık çözüm, çoğunluk için maksimum grup faydasını ve karşıt görüştekiler için minimum pişmanlığı sağlayacağından, karar verici tarafından kabul görecektir (Kuruüzüm vd.; 2011: 82).

Çok kriterli ölçüm için uzlaşık sıralamanın temelini, uzlaşık programlamada toplama fonksiyonu olarak kullanılan L_p ölçütü oluşturur. VIKOR yöntemi bir toplam fonksiyon kullanan L_p -metriği ile başlar. Uygun alternatiflerin A_1, A_2, \dots, A_j ile gösterildiğini varsayalım. A_j alternatifinin performans skoru ve i . kriter f_{ij} ile ifade edildiğinde w_i , i .kriterin ağırlığı (görelî önem) olur. Burada i , n sayıdaki kriteri ifade eder ($i = 1, 2, \dots, n$). Duckstein ve Opricovic (1980) tarafından geliştirilen L_p -metrik formu aşağıdaki gibi formüle edilir.

$$L_j^p = \left\{ \sum_{i=1}^n \left[w_i \left| \frac{f_i^* - f_{ij}}{f_i^* - f_i^-} \right|^p \right] \right\}^{1/p} \quad 1 \leq p \leq \infty; j = 1, 2, \dots, J$$

1. Adım : $i = 1, 2, \dots, n$ olmak üzere her bir kriter için en iyi f_i^* ve en kötü f_i^- değerleri belirlenir.

$$\begin{aligned} f_{ij}^* &= \max f_{ij} & f_{ij}^- &= \min f_{ij} \text{ , eğer } i.\text{fonksiyon bir kazancı gösterirse,} \\ f_{ij}^* &= \min f_{ij} & f_{ij}^- &= \max f_{ij} \text{ , eğer } i.\text{fonksiyon bir maliyeti gösterirse,} \end{aligned}$$

2. Adım : $j=1, 2, \dots, J$ için S_j ve R_j hesaplanır.

$$\begin{aligned} S_j &= \sum_{i=1}^n w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-) \\ R_j &= \max [w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-)] \end{aligned}$$

3. Adım : $j=1, 2, \dots, J$ için Q_j değerleri belirlenir.

4. Adım: S , R ve Q değerleri küçükten büyüğe doğru sıralanarak üç tane sıralama listesi oluşturulur.

5. Adım: Aşağıdaki iki koşul sağlandığı takdirde Q 'ya göre sıralamada en iyi olan (minimum) $A^{(1)}$ alternatifi uzlaşık çözüm olarak kabul edilir.

1. Koşul: Kabul edilebilir avantaj

2. Koşul: Karar vermede kabul edilebilir istikrar

$A^{(1)}$ alternatifi aynı zamanda S ve/veya R sıralamasında da en iyi sırada olmalıdır. Bu durum uzlaşık çözümün karar vermede kabul edilebilir istikrara sahip olduğu anlamına gelir. Eğer bu koşullardan birisi sağlanmazsa uzlaşık çözümler kümesinden bahsedilir (Opricovic ve Tzeng, 2007: 515).

1.2.3.9. PROMETHEE Yöntemi

Bu yöntem 1982 yılında Jean-Pierre Brans tarafından geliştirilmiş çok ölçütlü bir öncelik belirleme yöntemidir. PROMETHEE yöntemi, literatürde yer alan mevcut önceliklendirme yöntemlerinin uygulama aşamasındaki zorluklarından yola çıkarak geliştirilmiş ve günümüzde tedarik yönetimini konu alan bazı çalışmalarda kullanılmıştır. PROMETHEE yönteminin adımları aşağıda verilmektedir (Subaşı, 2011: 27):

1.Adım : Veri matrisi oluşturulur.

2.Adım : Kriterler için tercih fonksiyonları tanımlanır.

3. Adım: Tercih fonksiyonları temel alınarak alternatif çiftleri için ortak tercih fonksiyonları belirlenir.

4. Adım: Ortak tercih fonksiyonlarından hareketle her alternatif çifti için tercih indeksleri belirlenir.

5. Adım: Alternatifler için pozitif ve negatif üstünlükler belirlenir.

6. Adım: PROMETHEE I ile kısmi öncelikler belirlenir.

7. Adım: PROMETHEE II ile alternatifler için tam öncelikler hesaplanır.

1.2.3.10. ELECTRE Yöntemi

Electre (for Elimination and Choice Translating Reality) yöntemi ilk olarak 1966'da Benayoun ve arkadaşları tarafından tanıtılmıştır. Electre yönteminin temel prensibi, her kritere göre ayrı ayrı alternatiflerin ikili karşılaştırılmasını kullanarak,

“öncelik ilişkileri” ile ilgilenmektedir. A_i ve A_j alternatiflerinin öncelik ilişkisi, sayısal olarak i .alternatif j .alternatife baskın değilse $A_i \rightarrow A_j$ şeklinde gösterilir ve sonra karar verici hala A_j alternatifinden daha iyi olan A_i alternatifinin riskini üstlenebilir. Bir alternatif bir ya da daha fazla kritere göre değerlendirildiğinde diğerlerinden daha iyiyse ve kalan kriterlere göre de hesaplandığında diğerlerine eşitse, diğer alternatiflere baskındır.

Electre yöntemi her kriter altında alternatiflerin ikili karşılaştırmaları yapılarak başlar. A_j ve A_k alternatiflerini ve bu alternatiflerin sırasıyla $g_i(A_j)$ ve $g_i(A_k)$ olarak gösterilen fiziksel veya parasal değerlerini kullanmasından dolayı Electre yöntemi uyumluluk indeksi sağlar. Uyumluluk indeksi, A_j alternatifinin A_k alternatifine önceliğini veya baskınlığını gösteren neticeyi destekleyen kanıtların miktarı olarak ifade edilir. Aynı şekilde, uyumsuzluk indeksi de uyumluluk indeksinin tam tersidir.

Sonuç olarak, Electre yöntemi alternatifler arasında ikili öncelik sıralama ilişkilerinin bir sistemini getirmektedir. Bu sistem, muhakkak tam değildir, Electre yöntemi bazen en iyi alternatifi belirlemede yetersiz kalmaktadır. Sadece önde gelen alternatiflerin özünü vermektedir. Bu yöntem, az tercih edilecekleri eleyerek karar vericiye alternatifleri incelerken daha açık bir görüş kazandırmaktadır. Ayrıca bu yöntem, çok sayıda alternatifin ve az sayıda kriterin bulunduğu karar problemlerini çözmek için güvenlidir. ELECTRE yönteminin adımlarını şu şekilde özetleyebiliriz (Triantaphyllou, 2000: 14):

- 1. Adım:** Karar matrisi oluşturulur ve normalize edilir.
- 2. Adım:** Normalize karar matrisi ağırlıklandırılır.
- 3. Adım:** Uyum ve uyumsuzluk setleri belirlenir.
- 4. Adım:** Uyum ve uyumsuzluk matrisleri oluşturulur.
- 5. Adım:** Uyum ve uyumsuzluk üstünlük matrisleri oluşturulur.
- 6. Adım:** Toplam üstünlük matrisi oluşturulur.
- 7. Adım:** Daha az uygun olan seçenekler elenir.

1.2.3.11. TOPSİS

TOPSIS (For the Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemi, 1980 yılında Yoon ve Hwang tarafından ELECTRE yöntemine bir seçenek olarak geliştirilmiştir. Yöntemin temeli, geometrik anlamda ideal çözüme en kısa uzaklıkta ve negatif-ideal çözüme en uzak olan seçeneğin seçilmesine dayanır.

TOPSIS yöntemi, her bir kriterin monoton bir şekilde faydayı arttıracığı ya da azaltacağını varsayar. Bu nedenle ideal ve negatif-ideal çözümlerin tanımlanması oldukça kolaydır. Öklite dayalı (*Euclidean*) uzaklık yaklaşımı, seçeneklerin ideal çözüme olan göreceli yakınlığını ölçmek için önerilmiştir. Böylece seçeneklerin tercih sıralaması göreceli uzaklıkların karşılaştırılmasıyla elde edilebilir. Çözüm için öncelikle, m seçenek ve n kriterden oluşan (m,n) boyutlu bir karar matrisi oluşturulur. Daha sonraki aşamada TOPSIS yönteminin adımları ise şu şekilde sıralanabilir (Triantaphyllou, 2000: 18) :

1. **Adım:** Karar matrisi oluşturulur ve normalize edilir.
2. **Adım:** Ağırlıklı normalize karar matrisi oluşturulur.
3. **Adım:** İdeal ve negatif-ideal çözümler saptanır.
4. **Adım:** Ayırım sınırları hesaplanır.
5. **Adım:** İdeal çözüme, göreceli yakınlık hesaplanır.
6. **Adım:** Tercih sırası sınıflandırılır.

1.2.3.12. Analitik Şebeke Süreci Yöntemi

Bu yöntem Saaty tarafından hiyerarşik yapıda kurulmayan karar verme problemleri için geliştirilmiştir. Çünkü üst düzey öğelerle alt düzey öğeler arasında, etkileşim ve bağımlılık ilişkisi bulunabilir. Saaty, karşılaşılan karar verme problemlerinde eğer kriterler ve alternatifler birbirinden bağımsızsa AHP'nin, birbirine bağımlıysa ANP'nin kullanılmasını önermiştir. ANP çok kriterli karar verme probleminde, bir aktivite kümesine göreceli ağırlıklar verilebilmesini sağlamaktadır. Bu yöntem de AHP gibi alternatifler ve kriterlerin ikili

karşılaştırılmasına dayanır. ANP'deki en önemli unsur şebeke üzerinde birbiriyle bağımlılık ilişkileri bulunmasıdır (Can, 2006: 25).

1.3. 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 önemlidir.

Karar verme sürecinde kişilerin veya firmaların yararlandıkları en önemli sayısal karar verme yöntem ve yaklaşımlarından birisi Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP)'dir. AHP, karar seçenek ve kriterlerine göreli önem değerleri verilmek suretiyle oluşturulan karar verme sürecidir (Eroğlu ve Lorcu, 2007: 31).

Prosesler, karar vericiler tarafından önem derecelerine göre bir sıralamaya ihtiyaç duyar yapıdadır. AHP, karar verme sürecinde nitel ve nicel kriterleri karşılaştırabilme özelliğine sahip olduğu için önerilmektedir. Ayrıca işletme yöneticileri tarafından anlaşılması ve uygulanması kolay olmakla birlikte karar verme sürecinin iyileştirilmesine de yardım edebilecek bir yöntemdir (Özyörük ve Özcan, 2008: 135).

AHP , karar vericiler ve araştırmacıların elinde bir araç olmuştur ve bunun en yaygın kullanılan çok kriterli karar verme araçlarından biridir. AHP'ye dayalı birçok seçkin eser yayınlanmıştır: İyi bir alternatif seçimi, kaynak tahsisleri, çatışma çözme, optimizasyon gibi problemlere ilişkin, AHP sayısal uzantıları seçilerek, söz konusu planlamalarda AHP uygulamaları yer alır (Vaidya ve Kumar, 2006, 1).

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 diğere ifade ile AHP, bilginin, deneyimin, bireyin düşüncelerinin ve önsözlerinin mantıksal bir şekilde birleştirildiğı bir yöntemdir. AHP çok geniş bir uygulama alanına sahiptir ve pek çok karar probleminde etkin olarak kullanılmaktadır. Örneğinin, Saaty (1980), Golden vd.(1989) ve Zahedi (1986), pazarlama, finans, eğitim, kamu politikaları, ekonomi, tıp ve spor alanlarında çok sayıda başarılı AHP uygulamasını araştırmalarına konu etmişlerdir. Ayrıca, AHP pek çok çalışmada tam sayı programlama, hedef programlama, dinamik programlama gibi yöneylem araştırması teknikleriyle birlikte kullanılmaktadır (Kuruüzüm ve Atsan, 2001: 84).

AHP yönteminin amacı; verilen seçenekler kümesi için bağlantılı önceliklerin bir skalaya oturtulmak suretiyle, karar vericinin sezgisel yargılarını ve karar verme prosesindeki seçeneklere ait karşılaştırma tutarlılığını da dikkate alarak, bu sürecin (karar verme sürecinin) en etkin şekilde tamamlanmasını sağlamaktır. Bu yaklaşım, karar vericinin bilgi ve tecrübesine dayalı olarak sahip olduğu yargıları destekler niteliktedir. AHP'nin güçlü yönü, bu yöntemin sayılabilen ve sayılamayan faktörleri sistematik bir yol ile düzenlemesi ve tüm faktörleri dikkate alarak karar verme prosesinde basit ve etkin bir çözüm yolu sunmasıdır (Özyörük ve Özcan, 2008: 135).

AHP, çok kriterli karar verme aracıdır. Bu yöntem, niceliksel ve niteliksel olarak kriterlerin performanslarının ölçümü için sayısal ölçekte kalibre yöntemi sağlar. 1/9 için "en az önemli", 1 için "eşit önemde" ve 9 için "kesinlikle daha önemli" ölçek karşılaştırmaları bütün kesimleri kapsar. Bu yöntem ile ilgili bazı önemli ve temel adımlar şunlardır:

1. Sorunu açıklamak
2. Sorunun hedeflerini genişletmek veya tüm aktörleri, hedefleri ve sonuçları düşünmek
3. Karar verme davranışını etkileyen kriterleri tanımlamak
4. Hedefi, kriterleri, alt kriterleri ve alternatifleri oluşturan farklı düzeylerde bir hiyerarşi problemlerini yapılandırmak
5. İlgili düzeydeki her elemanı karşılaştırmak ve sayısal ölçekte bunları ayarlamak. Elemanların sayısının n'e eşit ya da "1" olacağı düşüncesi

ile elemanların sayısının “ $n (n-1) / 2$ ” olacağı düşüncesinin karşılaştırılmak

6. Maksimum özdeğer, tutarlılık indeksi (CI), tutarlılık oranı (CR) ve her kriter ile alternatifinin normalize değerlerini bulmak için hesaplamalar yapmak
7. Maksimum özdeğer, CI ve CR tatmin edici ise karara dayanarak normalize değerleri alınır; değerler tatmin edici değilse bu süreç istenilen aralığa gelinceye kadar tekrarlanamak

AHP, bir grup fikri modele eklemek için yardımcı olur. Bu, genellikle, her öge ve nihai bir çözüme ulaşmak için geometrik ortalama karşılaştırması ile yapılabilir (Vaidya ve Kumar, 2006, 2).

1.3.1.Düzeltilmiş AHP Yöntemi

AHP yaklaşımında, birbirine yakın ya da eş alternatiflerin bulunması durumunda tutarsızlıklar oluşabilmektedir. Belton ve Gear 1983 yılında bu tutarsızlıklara karşı, Düzeltilmiş AHP yaklaşımını önermişlerdir. Sıralamadaki tutarsızlığın AHP yöntemi kullanıldığında meydana geldiğini ispatlamışlardır. AHP yönteminde uygulanan seçeneklerin görelî değerini toplamak yerine, her bir görelî değerî maksimum değerine bölünmesi gerektiğini ortaya koymuşlardır (Triantaphyllou, 2000: 11).

1.3.2.AHP Aksiyomları

AHP'nin genel yapısı ele alındıktan sonra aksiyomları belirlenmelidir. Saaty ve Vargas'a (2000) göre, AHP'nin temeli şu dört aksiyoma dayanmaktadır:

1. Ters Karşılaştırma: İkili karşılaştırma yaparken, karşılaştırması yapılan iki ögenin iki yönlü karşılaştırması göz önünde bulundurulmalıdır. İlk öge ikinciye göre x oranda tercih ediliyorsa, ikinci ögenin ilk ögeye göre tercih edilme oranı otomatik olarak 1/x kadar olacaktır.

2. Homojenlik: Birbirinden ayrı özelliğe sahip öğeleri karşılaştırmak büyük hatalara sebep olabileceğinden, ancak benzer özelliklere sahip öğeler birbirleri ile

karşılaştırılabilir. Karşılaştırması yapılan öğeler homojen değilse, bu öğeler gruplandırmaya tabi tutulur. Bu şekilde seviyeli bir yapı ve ayrıştırma ortaya çıkar.

3. Bağımsızlık: Tercih yapılırken, kriterlerin değerlendirilmesinin, sahip olduğu alternatif özelliklerden bağımsız olduğu varsayılır.

4. Beklentiler: Oluşturulan hiyerarşik yapı, karar vericilerin düşüncelerini yansıtmalıdır. Hedeflenen sonuç için gelecek ile ilgili beklentilerle uyum gösterecek tüm kriter ve alternatifler hiyerarşi içerisinde bulunmaktadır.

Problem için çözüm hiyerarşisi bu aksiyomlar çerçevesinde oluşturulur. Hiyerarşi tasarımı ve yapısının oluşturulması çözüm için gerekli adımlardır. AHP kullanımı, kriter ve alt kriterlerin üstünlüklerinin belirlenmesi ve sistematik olarak karşılaştırılıp değerlendirilmesini sağlayabilir. Bu bilgiler temelinde en iyi seçeneğin seçimi ve alternatif sistemlerinin etkinliğinin karşılaştırılması yapılabilir. Tam ve Tummala, telekom endüstrisinin tedarikçi seçimi probleminde AHP'yi uygulamışlar, bu uygulamada maliyet ve kaliteyi tedarikçi seçimini etkileyen ana faktörler olarak belirlemişlerdir. Yurdakul ve İç, kredi talep eden firmaların değerlendirme sürecine AHP'yi uygulamışlar ve kredi için başvuran firmaların pazar durumu, kuruluş yeri, yönetim unsurları, imalat unsurları ve firmanın hukukî yapısı temelinde sonuçlara ulaşmışlardır (Özyörük ve Özcan, 2008: 135). Aşağıdaki adımlar, karar ayrıştırmada gereken öncelikleri oluşturmak için karar sürecini organize eder (Saaty, 2008: 85):

1. Sorunu tanımlamak ve bilgi aranan bilgi türünü belirlemek.
2. Sonra karar amacı ile üstten başlayarak karar hiyerarşisi yapısını, en düşük seviyede (bu genellikle karar alternatiflerinden) için orta seviyede (sonraki unsurları dayandığı kriterler) aracılığıyla geniş bir perspektiften hedeflemek
3. İkili karşılaştırma matrisleri oluşturmak. Her bir üst düzey elemanı, bir alt düzeydeki unsurlara göre karşılaştırmak.
4. Bir alt düzeydeki öncelikleri tartıp karşılaştırılması sonucu elde edilen öncelikleri kullanmak (Her eleman için yapılır.) Daha sonra aşağıdaki seviye için her öğenin değerini eklemek. Tartma ve en alt düzeyde alternatiflerin son öncelikleri elde edilene kadar ekleyerek bu işleme devam etmektir.

1.3.3. AHP İle Karar Verme Sürecinin Aşamaları

Analitik hiyerarşi süreci; karmaşık bir problemin çözümünde, amaç, kriter (alt kriterler) ve alternatiflerden oluşan hiyerarşik bir yapı kullanır. Analitik hiyerarşi süreci ayrıştırma/hiyerarşik yapının geliştirilmesi, ikili karşılaştırmalar ve sentez olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır (Özdemir, 2010a: 63).

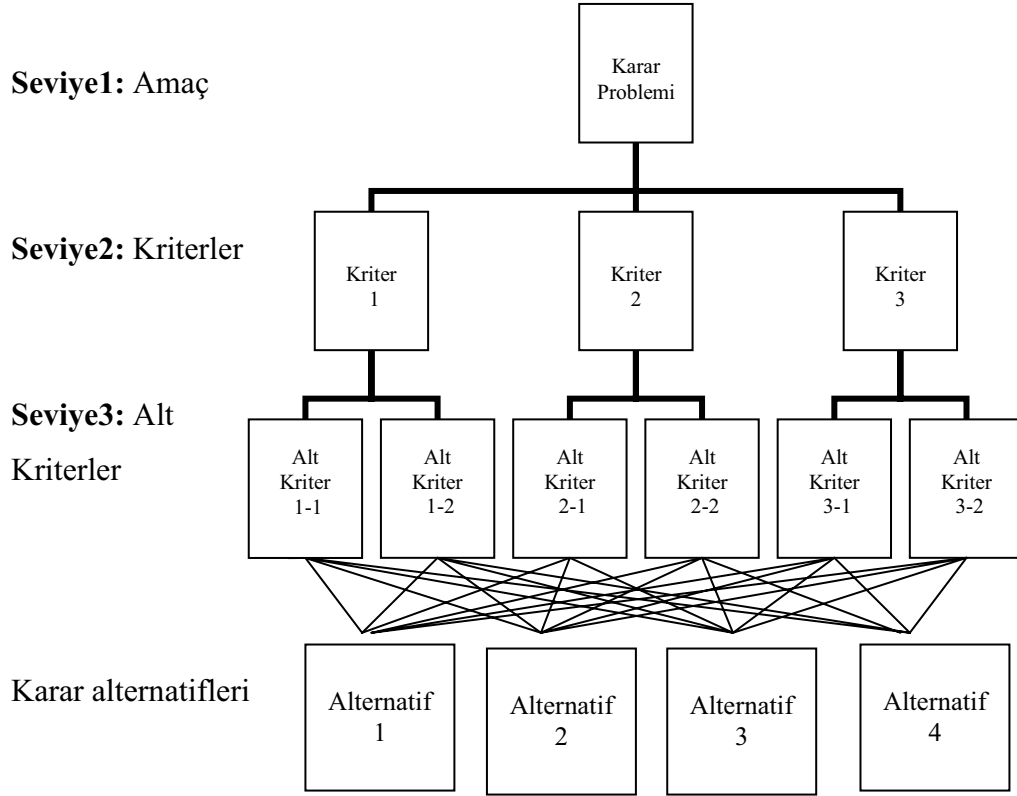
1. Ayrıştırma/Hiyerarşik yapının geliştirilmesi: Ayrıştırma aşaması, problemin temel elemanlarını ortaya koyabilmek için hiyerarşinin yapılandırılmasından oluşmaktadır. Hiyerarşik düzende en tepede amaç yer almaktadır. Amacın altında kararı etkileyecek temel kriterler bulunur. Temel kriterlerin, ana amacı etkileyecek özellikleri varsa temel kriterler alt kriterlere ayrılır. Hiyerarşinin en alt bölümünde alternatifler yer almaktadır.

Hiyerarşi, hedef ve karar alternatifleri belirlendikten sonra, bu alternatifleri değerlendirmek için hangi niteliklerin / kriterlerin ele alınacağını belirlemek suretiyle en üst seviyeden, yani en üst seviyedeki kriterlerden başlayarak olası tüm kriterler ve alt kriterler belirlenerek oluşturulur (Tütek vd., 2012: 333).

AHP, karar vericilerin karmaşık karar problemlerini, problemin ana hedefi, kriterleri, alt kriterleri ve alternatifleri arasındaki ilişkiyi gösteren bir hiyerarşik yapıda modellemelerine olanak verir. Bilginin, deneyimin ve bireyin düşüncelerinin mantıksal bir şekilde birleştirildiği bir yöntemdir. Bu yöntem çok geniş bir uygulama alanına sahiptir ve pek çok karar probleminde etkin olarak kullanılmaktadır.

AHP'nin ilk adımı olan ayrıştırma, bir karar problemini, daha kolay kavranmasını ve değerlendirilmesini sağlayacak hiyerarşik bir düzende alt problemlere ayrıştırma sürecidir. Bu, karar hiyerarşisinin kurulması anlamına gelir. Karar hiyerarşisinin en tepesinde ana hedef yer almaktadır. Bir alt kademe, kararın kalitesini etkileyecek kriterlerden oluşmaktadır. Bu kriterlerin, ana hedefi etkileyebilecek özellikleri varsa, hiyerarşiye başka kademeler eklenebilir. Hiyerarşinin en altında karar alternatifleri yer almaktadır. Karar hiyerarşisinin kurulmasında hiyerarşinin kademe sayısı, problemin karmaşıklığına ve detay derecesine bağlıdır (Kuruüzüm ve Atsan, 2001: 86).

Şekil 4: AHP'nin Hiyerarşik Yapısı



Ayrıntılı bir hiyerarşi tasarımı için Saaty şu önerileri getirmiştir (2001: 10):

1. Genel hedefi tanımlama (Yapılmaya çalışılan ve asıl sorun ne?)
2. Genel hedefin alt hedeflerini tanımlama
3. Genel hedefin alt hedeflerini gerçekleştirmek için kriterleri tanımlama
4. Her bir kriterin altındaki alt kriterleri tanımlama (Kriterler ve alt kriterler; parametrelerin değer aralıkları ya da yüksek, orta, düşük gibi sözel ifadeler olarak tanımlanabilir.)
5. Konuyla ilgili kişileri tanımlama
6. Konuyla ilgili kişilerin amaçlarını ve politikalarını tanımlama
7. Alternatifleri ve sonuçları tanımlama
8. En çok tercih edilen sonucu seçme ve karar verme veya vermemenin fayda ve maliyetini karşılaştırma
9. Marjinal değerleri kullanarak fayda-maliyet analizi yapma (Hangi alternatifin en yüksek kâr getireceğini, maliyet durumunda hangi

alternatifin en çok maliyet getireceğini, risk durumunda hangi alternatifin daha riskli olduğunu sorgulama)

2. İkili karşılaştırmalar: AHP’de ikili karşılaştırmalar, hiyerarşide yer alan elemanların bir üst düzeydeki eleman üzerindeki etkilerinin gücüne göre nispi önem değerlerinin hesaplanmasından oluşmaktadır.

$$D = \left[a_{ij} \right]_{n \times n} = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

Faktörlerin karşılaştırılması, sahip oldukları önem düzeyine göre yapılır. Her kriter kendisiyle karşılaştırılırken eşit öneme sahiptir. Bu nedenle de matrisin köşegeni üzerindeki bileşenler ($i=j$ olduğundan) 1 değerini alır. Ayrıca A matrisi daima pozitifdir ve çarpmaya göre ters değerlerden oluşur. Yani ikili karşılaştırma matrisi köşegenlerine göre ters matristir. Köşegenin altında kalan bileşenler için şu formül kullanılır:

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}} \quad i, j = 1, 2, 3, \dots, n$$

Söz konusu formül dikkate alındığında ikili karşılaştırmalar şu şekilde düzenlenir:

$$D = \left[a_{ij} \right]_{n \times n} = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{21} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{n1} & 1/a_{n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

İkili karşılaştırmaların yapılmasında, göz önünde bulundurulana kritere göre, bir seçeneğin diğerine göre kaç kat önemli veya ne kadar üstün olduğu, Saaty’nin geliştirdiği Tablo 1.2’de verilen ikili karşılaştırma ölçeğiyle ortaya konulmaktadır.

Tablo 3 : AHP Değerlendirme Ölçeği

Sayısal Değer	Tanım	Açıklama
1	Eşit Önem	İki faaliyet amaca eşit düzeyde katkıda bulunur.
2	Zayıf veya az önemli	
3	Birinin diğerine göre orta derecede önemli olması	Tecrübe ve yargı, bir faaliyeti diğerine kuvvetli bir şekilde tercih ettirir.
4	Orta dereceden biraz daha önemli	
5	Kuvvetli derecede önemli	Tecrübe ve yargı, bir faaliyeti diğerine kuvvetli bir şekilde tercih ettirir.
6	Kuvvetli dereceden biraz daha önemli	
7	Çok kuvvetli derecede önemli	Bir faaliyet güçlü bir şekilde tercih edilir ve baskınlığı uygulamada rahatlıkla görülür.
8	Çok çok önemli	
9	Aşırı derecede önemli	Bir faaliyetin diğerine tercih edilmesine ilişkin kanıtlar çok büyük bir güvenilirliğe sahiptir.
2,4,6,8		Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasına düşen değerlerdir.

Kaynak: Saaty ve Vargas, 2000: 6.

Doğal olarak ikili karşılaştırmalarda bir miktar tutarsızlık olabilir. AHP’de tutarlılık oranı 0.10 değerinden küçük çıkmalıdır. Bulunan bu değer 0.10’ dan büyük ise ikili karşılaştırma matrisinde tutarsızlığın kaynağı bulunur ve gerekli düzenlemenin ardından adımlar tekrar edilir. Tutarlılık oranı aşağıdaki formüllerden hesaplanır.

$$\text{Tutarlılık İndeksi } CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

$$\text{Tutarlılık Oranı } CR = CI / RI$$

Tablo 4: Rassal İndeks Tablosu

Boyut (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rassal İndeks (RI)	0	0	0,58	0,90	1,12	1,25	1,32	1,41	1,45	1,49

Kaynak: Saaty, 2001: 9.

3.Sentez: Sentez aşamasında ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulduktan sonra bu matrislerden hareketle görelî önem vektörü elde edilmektedir. $w=(w_1, \dots, w_n)$ görelî önem vektörünü elde etmek için iki farklı yol kullanılır. Birinci yolda önce, A matrisindeki her bir satırın geometrik ortalaması alınır. Daha sonra, elde edilen sütun vektör normalleştirilir. Bu şekilde w önem vektörüne ulaşılır. İkinci yolda ise önce her bir sütun değerinin ayrı ayrı ilgili sütun toplamına bölünerek normalleştirme işlemi yapılır. Daha sonra, normalleştirilmiş matriste her bir sıranın ortalaması alınır. Böylece her bir kriter için önem ağırlıklarına ulaşılır. Sentez aşamasında alternatiflerin amaca yaptıkları katkılar dikkate alınarak bir sıralama yapılır. Bu sıralamadan hareketle alternatifler hakkında karar verilir. (Özdemir, 2010a: 65).

1.3.4.AHP Yaklaşımının Kullanım Alanları

Analitik Hiyerarşi Süreci Yaklaşımı, geliştirildiğinden bu yana ekonomi, endüstri, imalat/üretim, planlama, enerji politikaları, kaynak tahsisleri, sağlık, anlaşmazlık çözümü, proje seçimi, pazarlama, bilgisayar teknolojisi, bütçe tahsisi, muhasebe, mühendislik, eğitim, sosyoloji, mimarlık, bankacılık ve daha birçok alandaki çeşitli karar problemlerine uygulanmıştır. Analitik hiyerarşi süreci yönteminin kullanım alanları tablodaki gibi özetlenebilir (Güngör, 2007: 73):

Tablo 5: Analitik Hiyerarşi Süreci Yönteminin Kullanım Alanları

İşletme Yönetimi	Stratejik Planlama Araştırma-Geliştirme Pazarlama Yeni Ürün Geliştirme Yatırım Analizi Dağıtım Stratejileri Üretim-Ürün Kalitesi Değerlendirme Tedarikçi Seçimi İnsan Kaynakları-İşe Alma/Terfi Kararları Teknoloji Seçimi
Politika	Bütçe Kararları Bütçe Düzenleme Kaynak Belirleme Enerji Politikaları Sosyo-ekonomik Planlama Politik Kararlar Seçim Sonuçlarının Öngörülenmesi Seçim Stratejisi Belirleme
Ekonomi ve Finans	Kredi Taleplerinin Değerlendirilmesi Performans Değerlendirme Değerlendirme Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesi Kaynak Dağılımı Ekonomik Planlama Portföy Seçimi
Diğer	Kariyer Planlaması Satın Alma Kararları Eğitim-Okul Seçimi Bireysel Yatırım Kararları Zaman Planlaması

Kaynak: Güngör,2007: s.74.

İKİNCİ BÖLÜM

DİNAMİK PROGRAMLAMA

Dinamik programlama, sıralı karar problemlerinin çözümünde kullanılan matematiksel bir tekniktir. Sıralı karar problemi; her kararın gelecekte alınacak diğer kararları etkilemesi olarak tanımlanabilir. Bu kararlar kendi içlerinde çelişmeye uygundur. Elenmesi ve sonraki aşamalara aktarılmaması gerekmektedir ve dinamik programlama, yanlış kararları elimine eden bir modeldir (Özdemir, 2004: 9).

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, yönetime “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, 1920’den bu yana önemini artarak gelişmiştir. Başlangıçta yalnızca bir ekonomik sistemin zaman içindeki durumunun incelenmesinde kullanılmış olan yöntem, günümüzde “zaman”la ilgili olanların yanı sıra, daha değişik nitelikteki süreçlerin incelenmesinde de yaygınca kullanılmaktadır (Yücel ve Ulutaş, 2010: 275).

Dinamik programlamanın matematiksel temelini daha önce var olmasına karşın işletme sorunlarına uygulanması 1950’li yılların ikinci yarısından sonra R.Bellman tarafından gerçekleştirilmiştir (Tütek ve Gümüšoğlu, 2008: 373). Bellman, dinamik programlama yöntemini şu şekilde tanımlamaktadır: “Bir optimal politika kararı; başlangıç durumu ve ilk karar ne olursa olsun, daha sonra verilecek olan kararların sonucunda ulaşılan durum göz önüne alınarak verilmelidir” (Özdemir, 2004: 9).

Dinamik programlama yaklaşımında, ilk çözüme problemin son aşamasından başlanıp her defasında bir önceki aşamaya dönülerek “Geriye Doğru En İyileme” biçiminde bir çözüm yolu benimsenebileceği gibi, problemin ilk aşaması birinci aşama olarak ele alınıp, her defasında bir sonraki aşamaya geçilerek “İleriye Doğru En İyileme” biçiminde bir çözüm yolu da seçilebilir (Doğan, 1995: 94).

Dinamik programlama, n değişkenli bir problemin optimum çözümünü, problemi n aşamaya ayrıştırarak ve her aşamada tek değişkenli bir alt problemi

çözerek belirler. Bunu hesaplama avantajı olarak, n değişkenli alt problemler yerine tek değişkenli alt problemleri optimum hale getirmeye yardım eder. Dinamik programlamanın asıl katkısı, problemleri aşamalara ayrıştırmasının çerçevesini oluşturan optimumluk ilkesidir.

Optimizasyon problemine bağlı olarak aşamaların yapısı farklılıklar gösterdiğinden, dinamik programlamada her bir aşamayı optimum kılmak için gereken hesaplamaların detayları belirtilmez. Bu detayları problem çözücü kendi karar verip tasarlar (Taha, 2000: 403).

Ardışık karar sorunlarını çözmeye etkili bir yöntem olan dinamik programlama, doğrusal programlama ile karşılaştırılacak olursa her iki yöntemin de amacı kaynakların verimli dağılımıdır; ancak, doğrusal programlama varsayımları modeli oldukça kısıtlar. Buna karşın dinamik programlamayla çok daha çeşitli sorunlar ve ilişkileri modellenebilir. Ne var ki; dinamik programlama sorunun çözümünde genelde kabul edilmiş bir algoritmanın olmaması modelin çözümünde zorluklar ortaya koyabilir. Ele alınan her sorun için sorunun yapısına uygun eşitlikler geliştirilmelidir. Bu yüzden yöntem belirli düzeyde yaratıcılık ve görüş yeteneği gerektirmektedir. Dinamik programlamanın en fazla uygulandığı işletme sorunları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Tütek ve Gümüšoğlu, 2008: 374):

- Yeniden sipariş kurallarının belirlenmesinde zaman ve nicelik değişkenlerinin saptanması
- Değişen arz koşullarında üretim programlaması ve istihdam düzenlemesi
- Pahalı araç ve gerecin etkin biçimde kullanılmasını garantilemek üzere yedek parça düzeyinin belirlenmesi
- Yeni alanlara kaynak dağıtımını yapanların bütçe oluşturması
- Yapılanları halka büyük ölçüde tanıtılabilmek için pazarlama araçlarının seçimi (reklam gibi)
- Önemli bir kaynağın bulunmasında sistematik aramanın yapılması
- Karmaşık makinelerin bakım ve onarımının programlanması
- Eskimiş donanım ve makinelerin yenilenmesi için uzun dönem stratejilerin saptanması

Buna göre, en fazla uygulama alanları olarak; döküm ve stok planlama, üretim planlaması, kaynak dağılımı, ulaştırma, yatırım, yenileme gibi sorunlar sayılabilir. Sorun çözülürken, her bir bölümde dikkatlice durulmalı ve düşünülenin olup olmadığı kontrol edilerek modelin her aşamasında aşağıdaki sorulara cevap aranmalıdır (Patır, 2009: 65):

- Politika ya da karar değişkenleri nelerdir?
- Optimal politikayı belirleyen amaç fonksiyonu ya da kriter nedir?
- Sorun, ilgili aşamada nasıl karakterize edilebilir ve daha sonra nasıl analiz edilebilir?
- Her aşamadaki durumlar nasıl elde edilebilir?
- Kısıtlar, sorunun durumlarını ve politika değişkenlerin uygun değerini nasıl etkiler?

Dinamik programlama problemleri aşağıdaki ilkeler uygulanarak çözüme ulaştırılır (Patır, 2009: 65):

- Çok aşamalı (veya kademeli) problem alt parçalara, adımlara veya tek tek aşamalara bölünür. Buna ayrıştırma veya dekompozisyon denir.
- Her aşamada, her seferinde bir kez olmak üzere (veya yineleme ile) belirli bir en uygun şekle sokma amacına bağlı olarak karar verilir.
- Problemin tümüne ait çözümü elde etmek için aşama sonuçları birleştirilir. Birleştirme sonucu politika olarak adlandırılan kararlar dizisi elde edilir.

2.1. DİNAMİK PROGRAMLAMAMANIN TEMEL KAVRAMLARI

Dinamik programlama, bağımsız alt problemlere ayrıldıktan sonra bu alt problemlere aşama aşama çözüm bulan ve optimal sonuç ortaya çıkaran bir yaklaşımdır. Dinamik programlamada en önemli olgu “değişken”dir. Sistem içinde değişkenlerin belirlenmesi ve karmaşıklık yapısının basitleştirilmesi gerekmektedir. Sistemin her aşamasında karar alınır ve sonraki aşamalarda bu kararlar doğrultusunda amaca ulaşmaya çalışılır. Verilen kararları karşılaştırarak içlerinden maksimum seviyede faydalı olan yol seçilmelidir. Eğer değişmeyen “ n ” sayıdaki kısmın değeri hesaplanabilirse, “ $n+1$ ” sayıdaki değişmeyen kısmın değeri de

hesaplanabilmektedir. Bu çözüm dinamik programlama yöntemi olarak isimlendirilmektedir (Özdemir, 2004: 9).

Dinamik programlama terminolojisindeki; aşama, durum, durum değeri, karar, geçiş fonksiyonları, yineleme ilişkisi, politika ve optimallik ilkesi adı verilen sekiz önemli kavram aşağıda açıklanmaktadır:

Aşama: Ele alınan ardışık karar probleminin her bir karar noktası bir aşama olarak adlandırılır. Başka bir ifadeyle çok aşamalı bir karar sürecinin her bir alt problemi aşama olarak adlandırılır. Karar probleminin bir parçası olan aşama, kararların verilmesinde ve verilen kararların düzenlenmesinde kullanılmaktadır (Cebeci, 2009: 5). Aşama; karar verilmesi gereken noktalar olarak da tanımlanabilmekte; kararların verilmesinde ve verilen kararların düzenlenmesinde kullanılmaktadır. Aşama sayısı sürecin uzunluğuna bağlıdır. Aşama yapısını belirleyen önemli bir özellik, sürecin sürekli ya da kesikli olmasıdır.

Durum: Her bir aşamada sistemin veya değişkenlerin alabileceği değerdir. Başka bir ifadeyle, durum; bir aşama ve onu izleyen aşamalara dağıtılan kaynaklardır. Durum kavramı mutlak bir kavram olmayıp, analizin özelliğine bağlıdır. Herhangi bir stok problemi için stok düzeyi, üretim problemi için üretim düzeyi ve benzeri olgular herhangi bir aşamanın durumunu gösterebilir (Patır, 2009: 66).

Durum Değeri: Durum değeri, sistem o durumdan başlayıp özel bir politika izlediğinde ortaya çıkan getirilerin toplam bir işlevidir. Değer, süreçteki aşamaların optimal uzaklıklarının toplamı ile belirlenmektedir. Optimal politika altında durum değeri optimal değerdir (Özdemir, 2004: 16)

Karar: Herhangi bir süreçte, aşamaları tamamlama ile ilgili seçenekler arasından bir seçim yapılması işlemi karar olarak isimlendirilir. Belirli bir durum ve aşamada verilen bir karar, sürecin hem durumunu hem de aşamasını değiştirir. Dolayısıyla her karar, geçerli bir durumdan bir sonraki aşamaya bağlı olan duruma geçişi etkiler. Her aşamada karar verme süreci, o aşamanın seçeneklerinden birinin seçimi ile sonuçlanır. Buna aşama kararı denir (Yücel ve Ulutaş, 2010: 281).

Geçiş Fonksiyonları: Her aşamanın bulunabilecek durumlarında verilebilecek karara göre, bu aşamayı izleyen veya daha önceki aşamanın hangi

durumuna gelineceğini belirleyen ilişkilere, geçiş fonksiyonları denir (Cebeci, 2009: 8).

Yineleme İlişkisi: Her bir aşamada tekrarlanan ve çözümü en uygun karara götüren yineleme süreci ve fonksiyonudur.

Politika: Karar sürecinin tüm aşamalarını kapsayan belirli seçenekler dizisi veya seti, “politika”; karar vericinin amacını gerçekleştirecek optimum seçenekler dizisi de “optimum politika” diye adlandırılır (Özdemir, 2004: 16).

Optimallik İlkesi: Çok aşamalı bir karar sürecinin her karara bağlı, maliyet ve kâr cinsinden bir sonucu vardır. Bu sonuç sürecin asama ve durumuyla birlikte değişir. Optimal politika sürecin her bir aşaması için verilen kararların bir sırasıdır. Çözüm, sıra önceliğine göre bir aşamadan diğerine gidilerek elde edilir ve son aşamaya erişildikten sonra her parametre için değerler belirlenerek işlem tamamlanır. Böylece en uygun politika oluşturulmuş olur (Sevinç, 2008: 102).

Bir optimal politikanın özelliği, başlangıç durumu ve başlangıç kararları ne olursa olsun geri kalan kararlar ilk verilen kararların sonucuna göre optimal bir politika oluşturur. Dolayısıyla izlenecek çözüm yöntemi öyledir ki, önceki karar ne olursa olsun sonraki aşamalarda yine optimal politika elde edilir. Örneğin 1. aşamada yanlış karar verilmiş olsa bile sonraki aşamalarda doğru karar verilebilir.

Dinamik programlamada süreç için optimal politika, alt optimal politikalarından meydana gelir. Başka bir deyişle optimal bir politikanın her türlü alt politikası da optimaldir. Örneğin bir maksimizasyon probleminde belirli bir (n_x) durumunda bulunan bir aşamadan (n), olası durumlara bağlı olarak bir sonraki aşamaya geçmenin optimal getiri değerleri $f_i(x_i)$ biliniyorsa, n . aşamanın n_x durumundaki getirisi ile, ($n-1$). aşamanın yeni durumundaki getirileri toplanarak maksimum değere sahip alternatifler seçilir. Bu işlem geriye kalan aşamalar için de gerçekleştirilir. Bu işlemin temelinde yatan, optimalite ilkesidir (Cebeci, 2009: 8).

2.2. DİNAMİK PROGRAMLAMAMANIN KARAKTERİSTİK ÖZELLİKLERİ

Dinamik programlama problemlerinin temel karakteristik özellikleri şunlardır (Hillier ve Lieberman, 2005: 539):

- Problem gerekli karar politikaları ile aşamalara ayrılabilir. Dinamik programlama problemleri, sıralı karar aşamalarına ayrılarak her karar probleminin bir aşamasına karşılık gelen, birbiriyle ilişkili kararlar dizisinin oluşturulması gerekir.
- Her aşamanın başlangıç aşamasıyla ilgili birçok durum vardır. Bu durumların sayısı sonlu ya da sonsuz olabilir.
- Her aşamada politika kararının etkisi, mevcut durumu sonraki aşamanın başlangıcı ile ilgili bir duruma dönüştürmektir (muhtemel durumun olasılık dağılımı ile ilgili). Bu dinamik programlama problemlerinin ağları açısından yorumlanabilir. Her düğüm bir duruma karşılık gelir. Ağ düğümleri sütunlardan oluşur; bir aşamaya karşılık gelen her sütun ile böylece anottan akış sonraki sütundan sağa doğru sadece bir düğüme gidebilir. Bir düğümden sonraki sütundaki düğümlere giden bağlantılar için olası politikalara karşılık gelen durumdur. Her bağlantı için atanan değer genellikle bu ilke kararı yapan amaç fonksiyonuna hemen katkı olarak yorumlanabilir. Çoğu durumda, hedefi ağ yoluyla kısa veya uzun yolu bulmakta karşılık gelir.
- Mevcut durumda verilen optimal karar ve sonraki aşamalarda alınacak kararlar; daha önceki aşamalarda alınan kararlardan bağımsızdır. Optimal karar sadece mevcut duruma bağlıdır, önceki aşamalardan mevcut duruma nasıl geldiğiyle ilgilenmez. Bu, dinamik programlama için optimallik ilkesi olarak bilinir.
- Çözüm yöntemi; son aşama için en optimal politikanın bulunması ile başlar. Son aşamadaki optimal politika, o aşamadaki her bir olası durum için optimal kararı içermektedir.
- Aşama $n+1$ için optimal politika belli ise, aşama n için optimal politikayı belirten tekrarlamalı yapıya ulaşılmaktadır. Aşama n 'de ve s . durumda başlanması halinde optimal kararın verilmesi için x_n 'in değerinin bulunması gerekmektedir. Bir dinamik programlama probleminin fonksiyonel eşitlik biçimindeki modeli şöyledir:

$$f_n^*(s_n) = \max_{x_n} [(f_n(s_n, x_n))] \text{ veya } f_n^*(s_n) = \min_{x_n} [(f_n(s_n, x_n))]$$

N = Aşamaların sayısı

n = Mevcut aşama ($n=1,2,.. N$)

s_n = n . aşamadaki mevcut durum

x_n = n . aşama için karar değişkeni

x_n^* = x_n için optimal değer (s_n verildiğinde)

$f_n(s_n, x_n)$ = n . aşamada ve s_n durumunda verilen karar, x_n 'in amaç fonksiyonuna katkısını; yani $f_n^*(s_n)$ ile $f_n(s_n, x_n)^*$ 'i ifade etmektedir.

- Yineleme ilişkisi kurularak, çözüm prosedürü sondan başa doğru aşama aşama sürdürülmektedir. Her aşamada, her durum için optimal politika bulunup, ilk aşamadaki optimal politika elde edilinceye kadar bu işlem devam etmektedir.

Dinamik programlama, sırayla verilen kararlarla ilgili bir tekniktir. Alınan her karar sonrakini etkileyeceği için ortaya konulan optimal değerler her aşamada aynı yöntemle optimum hale getirilmelidir (Özdemir, 2004: 18).

Bir dinamik programlama çözümüne uygun bir modelin kurulması ile başlanır. Dinamik programlama ile ilgili problemler biçimsel olarak ya da konuları açısından birbirlerinden oldukça büyük farklılıklar gösterebilmektedir. Bu nedenle problemlere ilişkin modellerin veya dönüşüm denklemlerinin farklı şekillerde kurulması gerekebilir. Bunun yanı sıra tüm dinamik programlama modellerini içeren ve bunların çözümünü belirleyen tek bir yöntem yoktur. Ancak, dinamik programlamada herhangi bir aşamada verilecek karar, en iyi bileşim göz önüne alınarak verilir (Cebeci, 2009: 11).

2.3. DİNAMİK PROGRAMLAMANIN YİNELEME İLE ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ

Dinamik programlamada hesaplamalar yinelenerek yapılır, bundan dolayı bir alt problemin optimum çözümü bir sonraki alt problemin girdisidir. Son alt problem çözüldüğünde, problemin bütünü optimum çözüme ulaştırılmış olur. Yinelenen hesaplamaların uygulanma biçimi orijinal problemin nasıl ayrıştırıldığına bağlıdır. Özellikle alt problemler bazı ortak kısıtlarla normalde birbirleriyle ilişkilendirilmişlerdir. Bir alt problemden bir sonraki alt probleme ilerledikçe bu kısıtların uygunluğu göz önünde bulundurulmalıdır.

Dinamik programlamanın yineleme ile çözüm yöntemleri ikiye ayrılır:

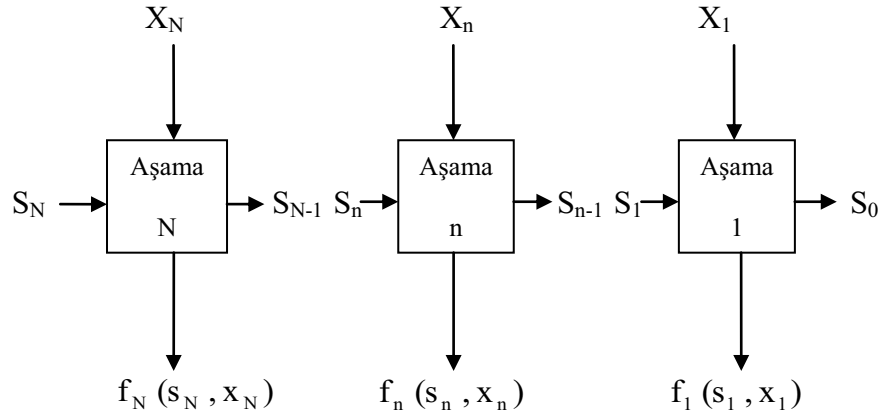
- Geriye Doğru Yineleme ile Çözüm Yöntemi
- İleriye Doğru Yineleme ile Çözüm Yöntemi

İleriye ve geriye doğru yineleme aynı sonucu verir. İleriye doğru yineleme daha mantıklı görünmekle birlikte, dinamik programlama literatürü değişmez bir biçimde geriye doğru yinelemeyi kullanmaktadır. Bu tercihin nedeni, geriye doğru yinelemenin hesaplama bakımından genelde daha etkili olmasıdır. (Taha, 2000: 407).

2.3.1. Geriye Doğru Çözüm

Bu çözüm yönteminde de çözüme 1. aşamadan başlanılarak 2, 3, ..., n-1, n ve N. aşama için işlemler gerçekleştirilir; ancak, işlem sırası akışın aksi yöndedir. Geriye doğru çözüm yolu, ileriye doğru çözüm yoluna benzer şekilde şematik olarak aşağıdaki biçimde gösterilebilir (Sevinç, 2008: 109).

Şekil 5: N Aşamalı Bir Problemin Geriye Doğru Çözüm Süreci



Geriye doğru yineleme denklemi (Taha, 2000: 407)

$$f_i(x_i) = \min_{\substack{\text{tüm uygun.} \\ (x_i, x_{i+1}) \text{ yollar}}} [d(x_i, x_{i+1}) + f_{i+1}(x_{i+1})], i = 1, 2, 3$$

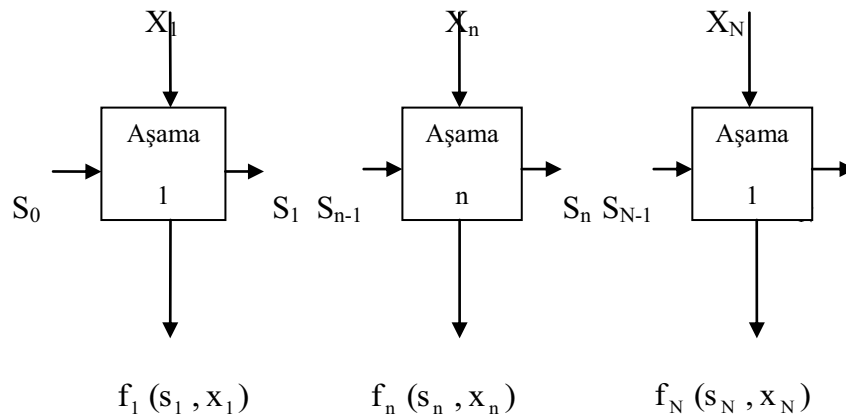
$$f_4(x_4) = 0 \text{ dir}$$

$$f_3 \rightarrow f_2 \rightarrow f_1$$

2.3.2. İleriye Doğru Çözüm

Bu çözüm yönteminde n-1. aşama ile ilgili bilgiler, n. aşamanın karar girdilerini oluştururlar. Buna bağlı olarak çözüme 1. aşamadan başlanılarak 2, 3, ..., n-1, n ve N. aşamaya doğru gidileceğinden, dönüşüm fonksiyonları da buna uygun olarak formüle edilecektir (Sevinç, 2008: 108).

Şekil 6: N Aşamalı Bir Problemin İleriye Doğru Çözüm Süreci



İleriye doğru çözüm yöntemi, 1962’de Eshavnoni ve Chen tarafından Bellman’ın geliştirdiği optimalite ilkesinin dualine dayandırılmıştır. Eshavnoni ve Chen’e göre, izlenen durum ve karar ne olursa olsun, önce gelen kararlar son kararı izleyen duruma göre bir optimal politika oluşturur. İleriye doğru çözüm yolunda birinci aşamadan başlanarak sırasıyla n . aşamaya kadar devam edilir. n . aşamanın çözümü de yapıldığında işlem sona erer (Cebeci, 2009,13).

2.3.3. Tablosal Çözüm Yöntemi

Tablosal yöntemde herhangi bir süreçle ilgili tüm aşamalar için bütün durumlar göz önünde bulundurularak tüm seçenekler belirlenir. Her aşama ile ilgili seçenekler arasından en iyileri seçilerek bir tabloya yerleştirilir.

Tablosal yöntem, elde edilen bu tablodan hareketle optimal politikanın belirlendiği yöntem olarak tanımlanabilir. Bu yöntemde seçenekler arasından seçim yapılırken, seçilen seçeneğin uygun çözüm sağlayıp sağlamadığı da çözüm sırasında göz önünde bulundurulur. Uygun çözüm sağlamayan seçenekler işlem dışı bırakılır. Dolayısıyla yöntemden elde edilen çözümler de uygun çözüm olmaktadır. Diğer bir deyişle tablosal yöntem dinamik programlamanın sadece uygun seçeneklerini göz önüne alarak çözüm yapılmasına olanak sağlar.

Tablosal çözüm yolunda her bir tablodaki satırlar, uygun durum değerlerini gösterirken, sütunlar da mümkün karar seçeneklerini gösterecek biçimde düzenlenir. Tüm dinamik programlama problemlerinde her aşama için aşağıdakine benzer bir tablo elde edilir.

$s_{n=2}$		$f_n(s_n, x_n)$						$f_n^*(s_n)$
x_n	0	5	10	15	20	25	30	f(1)
0								
5								
10								

n = Mevcut aşama ($n=1,2,.. N$)

s_n = n . aşamadaki mevcut durum

x_n = n . aşama için karar değişkeni

$f_n(s_n, x_n)$ = n . aşamada ve s_n durumunda verilen kararın x_n 'in amaç fonksiyonuna katkısı

Bu yöntemde, her aşama için benzer bir tablo düzenlenir. Çözümün ileriye veya geriye doğru en iyileme olmasına göre bir önceki aşamadaki tablo verileri bir sonraki aşamanın tablo çözümünde de kullanılacaktır. Son aşamaya ilişkin tablo çözümlendiğinde problemin tamamının çözümü de elde edilmiş olacaktır (Sevinç, 2008: 111).

Herhangi bir problemin çözümünde tablosal yöntemin kullanılabilmesi için, problemle ilgili parametrelerin sayısal değerlerinin ve kısıtlayıcılarının açık olarak verilmesi gerekir. Eğer bunlar verilmemiş ise problemin çözümünde analitik yöntem kullanılır.

2.3.4. Analitik Çözüm Yöntemi

Analitik yöntem, verilen dönüşüm denklemlerinin her bir aşamada türevleri alınarak bu aşamalar için optimal değerlerin bulunmaya çalışıldığı bir yöntemdir. Dönüşüm denklemi her bir aşamada tek bir değişkene bağlı olarak en iyilemeye çalışılır. Bu çözümün uygun çözüm olabilmesi için bütün kısıtlayıcı koşulların doyurulması zorunludur. Analitik yöntem bazen bu koşulları sağlamayabilir. Dolayısıyla elde edilen çözüm uygun bir çözüm olmayabilir (Cebeci, 2009: 18).

İşletmelerde karar verme, süreçlere göre deterministik ve stokastik dinamik programlama olarak ayrılır. Bir sonraki bölümde bunlara değinilmektedir.

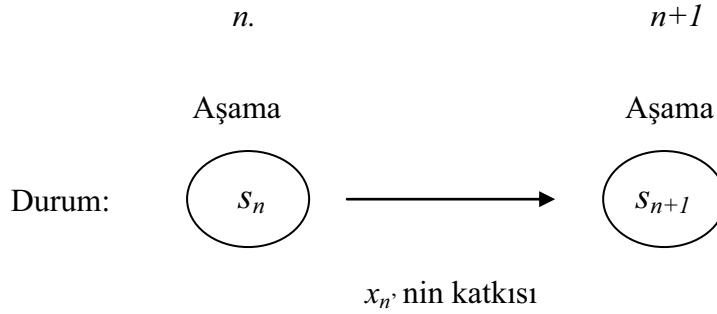
2.4. DETERMİNİSTİK DİNAMİK PROGRAMLAMA

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 programlama 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. Determinist dinamik programlama Şekil 2.3'teki gibi gösterilir; 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 (Özdemir, 2004: 26).

Şekil 7: Deterministik Dinamik Programlama Genel Yapısı



Kaynak: Hillier ve Lieberman, 2001:542.

2.5. STOKASTİK DİNAMİK PROGRAMLAMA

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.

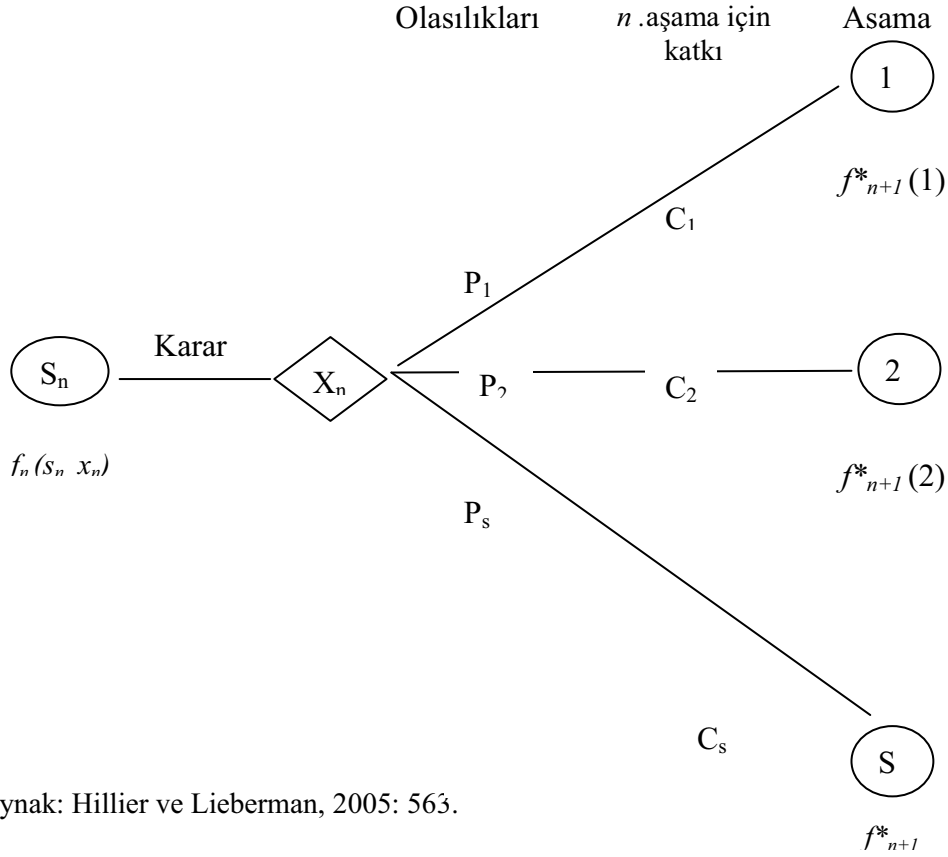
($n+1$). aşamada olası durumların sayısının s olması ($1,2,\dots, s$) durumunda sistem; n . aşamada, x_n kararı ve s_n durumunda i durumuna gitmedeki P_i ($i = 1,2,\dots,s$) olasılığının verilmesi temeline dayanmaktadır. Yani P_s , s_n durumu ve x_n kararı verilmişken olası s durumla ilgili olasılıkları ifade etmektedir. C_i , n . aşamanın söz konusu durumunda amaç denklemine katkısını göstermektedir (Hillier ve Lieberman, 2001: 562).

Stokastik süreçlerde $x_1, x_2, \dots, x_n, \dots$ 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 ifade edilmektedir. Bu olasılık, $0 \leq P_s \leq 1$ ve $\sum_{i=1}^s P_s = 1$ özelliğine sahiptir (Özdemir, 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.

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

Şekil 8: Stokastik Dinamik Programlamanın Genel Yapısı



Kaynak: Hillier ve Lieberman, 2005: 563.

Deterministik süreçlerde olduğu gibi, stokastik süreçlerle ilgili bazı problemlere, yapılarından dolayı tablosal yöntem uygulanamaz ya da bu tip problemlerin çözümünü analitik yöntemle yapmak daha uygun olabilir. Analitik yöntemin stokastik süreçlere uygulanışı, aynen deterministik süreçlerde olduğu gibidir; fakat sürece teknik uygulamadan önce bazı dönüşüm işlemleri yapılması gerekebilir (Cebeci, 2009: 21).

Araştırma konusu yapılan sürecin deterministik bir özelliği olmaması halinde, kararın sonucu durum vektörünün olasılık dağılımına bağlı olarak bulunmaktadır. Böylece, verilen değerler arasında olasılık içinde bir seçim yapma olanağı ortaya çıkmaktadır. Stokastik dinamik programlamada mevcut aşamadaki değer ile bir önceki aşamadaki toplam değer birlikte hesaba katılmakta ve mevcut durumun maliyetleri ile gelecekteki aşamanın durumlarının rassal olduğu varsayımı optimallik prensibine uygulanmaktadır (Winston, 1994: 1066).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME SÜRECİNDE DİNAMİK PROGRAMLAMANIN AMBALAJ SEKTÖRÜNDEKİ ENVANTER PLANLAMA UYGULAMASI

Bu bölümde çalışmanın önceki bölümlerinde anlatılan teorik bilgilerden yola çıkarak bir şirkette, sezgisel çözüm içeren AHP ve matematiksel çözüm içeren DİNAMİK PROGRAMLAMA yöntemleri kullanılarak karşılaştırılacaktır.

Bu uygulama, İzmir ilinde gıda sektörüne ambalaj ürünleri sunarak faaliyet gösteren bir işletmenin, üç farklı cam kavanozun satın alınmasındaki süreçte hangi kriterler ne kadar önemli sorularına verdiği cevaplarla, satın alınmadaki maliyet minimizasyonunun hesaplanması konusunda yardımcı olacak bir karar verme modeli oluşturulmuştur.

Önceki bölümlerde anlatılan AHP karar süreci için belirlenen bu kriterlerle oluşturulan hiyerarşi sayesinde, satın alınmadaki katkısı belirlenmeye çalışılmış; DİNAMİK PROGRAMLAMA ile de her bir aşamadaki optimum sipariş verme miktarı hesaplanmıştır.

3.1. UYGULAMANIN AMACI

Uygulamanın amacı işletmelerin karar vermeye yönelik tahminleme süreçlerinde AHP yardımıyla oluşturulan katsayının dinamik programlama modelinde kullanılmasını ve uygulanışını 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 katsayısının etkinliği araştırılacaktır.

3.2. UYGULAMA YERİ

Uygulamanın yapıldığı işletme olan DEMİRER Pazarlama 1976 yılında Hüsnü Nuri DEMİRER tarafından şahıs şirketi olarak kurulmuştur. Gıda maddeleri pazarlama ve bal paketleme faaliyeti ile başlamıştır. 1995 senesinde LEVENT DEMİRER 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 başlamıştır.

2011 senesinin başından itibaren şirket bal paketleme faaliyetine son verip sadece gıda ambalajı faaliyetiyle devam etmektedir. Bu ambalaj ürünlerini çoğu ihracatçı olmak üzere gıda firmalarına satışını yapmaktadır. Bu firmalar ise bal, reçel, sebze konserve (bamya, börülce, kurutulmuş domates, kapari vb.), turşu, sirke, pekmez gibi gıda ürünlerini sağlıklı olmasından dolayı cam kavanozlarda üretmeyi tercih etmektedirler. LEVENT DEMİRER Gıda San.ve Tic.Ltd.Şti cam kavanozun ve kapağının da temin edilebileceği bir şirket haline gelmiştir.

3.3.UYGULAMA YÖNTEMİ

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

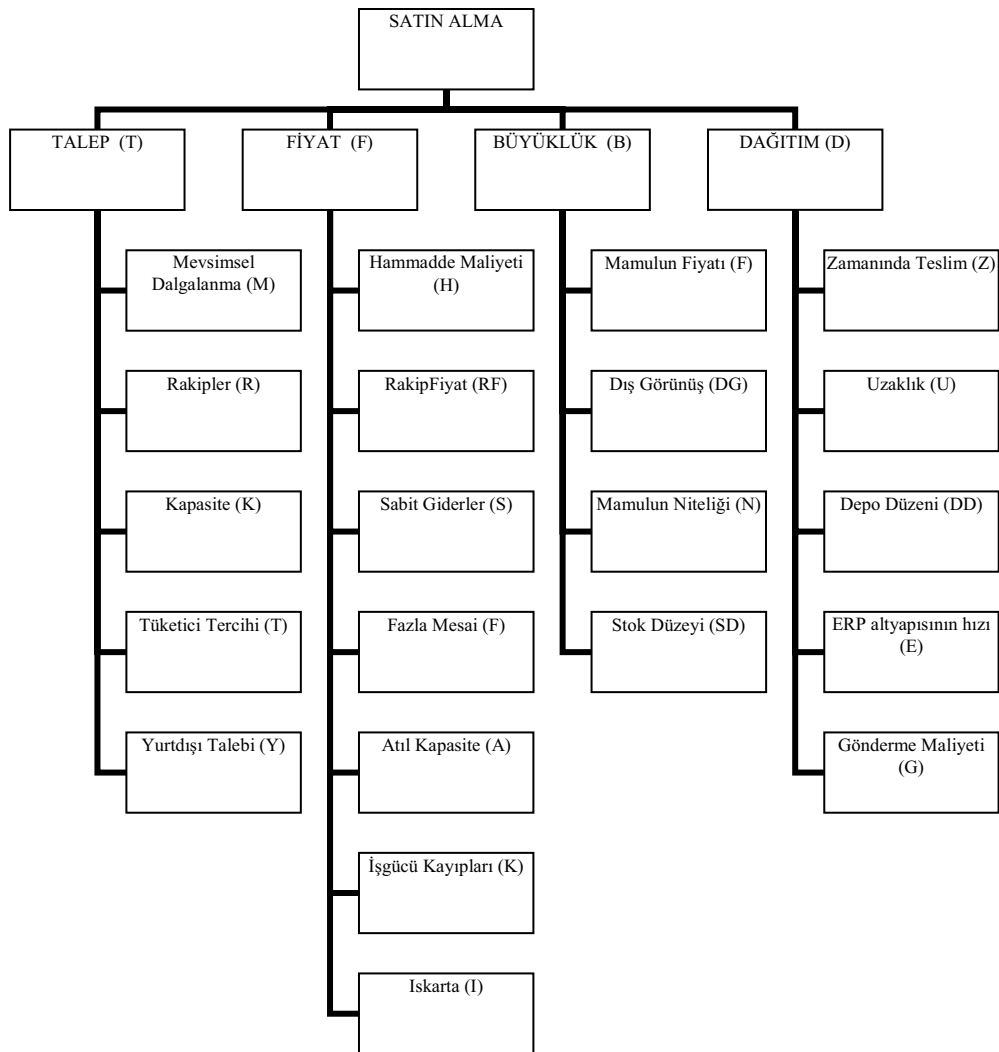
- Satın alma için bir karar hiyerarşisi kurulması için kriterlerin belirlenmesi
- İşletmenin, hiyerarşideki tüm kriterlere ağırlık tespitinde bulunması
- Toplam puana ulaşmak için tüm AHP tablolarının birleşiminin yapılması

AHP yöntemiyle işletmenin kavanozlardaki satın alma için ağırlığın hesaplanabilmesi için, ilk adım hiyerarşi ağacının yapılandırılması ve karar verme sürecinde kullanılacak etkili olan 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 matrislerin hesaplanmasında hem de toplam puanın hesaplanmasında Excel programından yararlanılmıştır. AHP modeli için kriter karar hiyerarşi modeli Şekil 3.1’de gösterilmiştir.

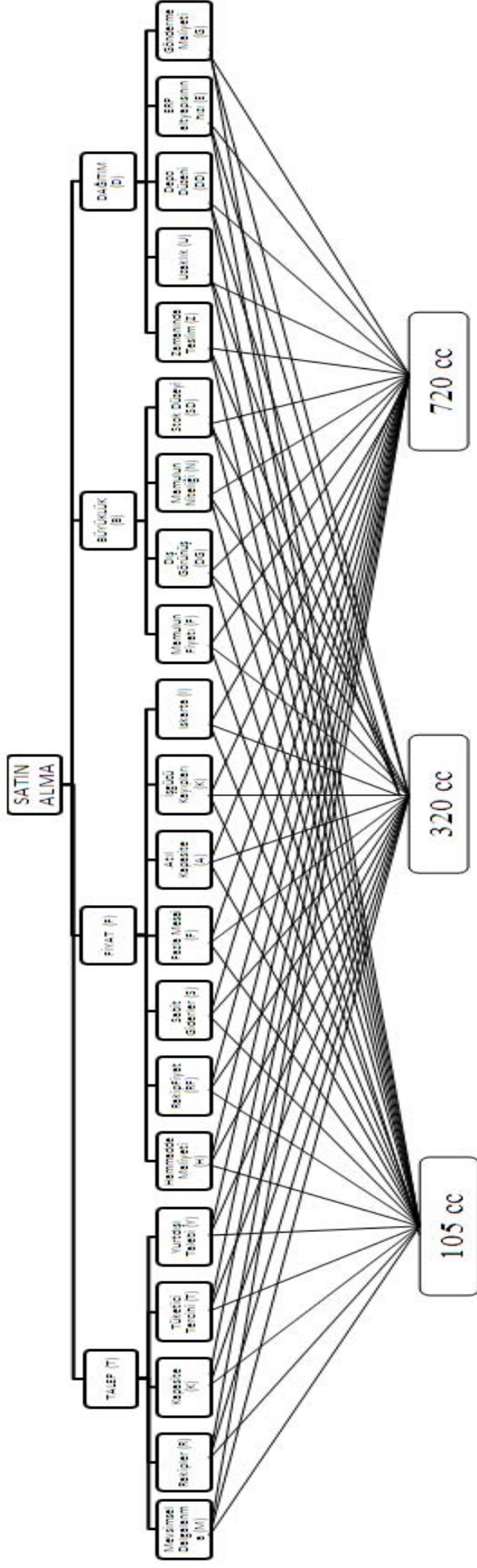
Hiyerarşik yapının kurulmasının ardından diğer kriterlerle karşılaştırılacak ve böylece kriterlerin bölgesel ağırlıklarının hesaplanacaktır. Her ana kriterler kendi içinde değerlendirilerek her bir ana ve alt kriterin görece ağırlıkları hesaplanacaktır. Kriterler, kendi grupları içerisinde Saaty tarafından belirlenmiş ölçekle birbirleriyle karşılaştırılmış 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 ağırlığı belirtecektir. Çalışmada oluşturulan matrisler ve ağırlıklı puanlar tablolastırılıp gösterilecektir. Ana kriterler için ikili karşılaştırmalar matrisi ve ağırlık puanları Tablo 3.1’de gösterilmiştir. Tablo 3.2, 3.3, 3.4 ve 3.5 ise her kavanoz için alt kriterlerin ağırlıklarına göre hesaplanan kavanoz değerlendirme tabloları, Tablo 3.6’de ise her kavanoz için ana kriterler ağırlıklarına göre hesaplanan kavanoz değerlendirme tablosu gösterilmektedir.

Şekil 9: Satın Almada Karar Hiyerarşisi



Şekil 10: Satın Almada AHP Karar Hiyerarşisi



Tablo 6: Ana Kriterler için İkili Karşılaştırmalar Matrisi ve Ağırlıklı Puanlar

	T	F	B	D	Ağırlık
T	1,00	4,00	5,00	7,00	0,58
F	0,25	1,00	2,00	4,00	0,20
B	0,20	0,50	1,00	6,00	0,17
D	0,14	0,25	0,17	1,00	0,05
		CI	0,0947		
		CR	0,1052		

Tablo 7: Talebin Alt Kriterlerinin Ağırlıklarına Göre Alternatiflerin Ağırlıklı Puanları

KAVANOZLAR	M	R	K	T	Y	Ağırlık
	0,410	0,090	0,080	0,290	0,130	
105 cc	0,710	0,530	0,620	0,070	0,640	0,492
320 cc	0,210	0,320	0,240	0,640	0,270	0,355
720 cc	0,080	0,150	0,140	0,290	0,090	0,153

Tablo 8: Fiyatın Alt Kriterlerinin Ağırlıklarına Göre Alternatiflerin Ağırlıklı Puanları

KAVANOZLAR	H	RF	S	M	A	K	I	Ağırlık
	0,225	0,474	0,108	0,071	0,050	0,043	0,029	
105 cc	0,720	0,500	0,620	0,520	0,640	0,170	0,160	0,547
320 cc	0,200	0,430	0,260	0,280	0,270	0,440	0,220	0,336
720 cc	0,080	0,070	0,130	0,200	0,090	0,390	0,620	0,117

Tablo 9: Kavanoz Büyüklüğünün Alt Kriterlerinin Ağırlıklarına Göre Alternatiflerin Ağırlıklı Puanları

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

Tablo 10: Dağıtımın Alt Kriterlerinin Ağırlıklarına Göre Alternatiflerin Ağırlıklı Puanları

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

Tablo 3.6 elde ettiğimiz ağırlık puanlarını dinamik programlama modelinde katkı sağlayacaktır; ancak ağırlıkları aynen almak yerine yani W çarpanı olarak değil $\left(-W_n^k/2\right)$ olarak alınacaktır. Çünkü ürün ne derecede önemli ise işletmeye olan maliyeti o kadar önemsizleşiyor.

Tablo 11: Ana Kriterlerinin Ağırlıklarına Göre Alternatiflerin Ağırlıklı Puanları

KAVANOZLAR	T	F	B	D	Ağırlık	$\left(-W_n^k/2\right)$
	0,580	0,200	0,170	0,050		
105 cc	0,492	0,547	0,695	0,165	0,521	0,2395
320 cc	0,355	0,336	0,208	0,312	0,324	0,3382
720 cc	0,153	0,117	0,098	0,523	0,155	0,1552

Model de kullanılacak diğer verilerin toplanması ise aşağıdaki kısıtlardan gelmektedir:

1.Satın alma 1yılığı 3 dönem olarak alınmıştır.

2.Dönem başı stok ve dönem sonu stok bulunmadığı yani dönem başı stok düzeyi ile dönem sonu stok düzeyinin sıfır olduğu kabul edilmiştir.

3.İşletme söz konusu her üründen mevcut kapasitesinden ve işletme politikasından dolayı her aşamada en fazla 4 adet satın alınabilmektedir.

4.Talep ettikleri ürünleri her ayın sonu itibariyle almaktadırlar.

LEVENT DEMİRER Gıda San.ve Tic.Ltd.şti ile ilgili olarak incelenen dönem içinde incelenen 105cc, 320cc ve 720cc'lik hacime sahip kavanoz ürünleri için satın alma planlaması bölümünden alınan dönemlik talep miktarları, sipariş verme maliyetleri ve stoklama maliyetleri verileri alınmıştır. Tablo 3.7 ve 3.8'de de bu veriler tablo olarak gösterilmiştir.

Tablo 12: 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
Toplam	10	8	7	

Tablo 13: 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 dinamik programlamanın bu çalışma için oluşturulan modelinin değişkenleri, modeli ve formülasyonu aşağıdaki gibidir:

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

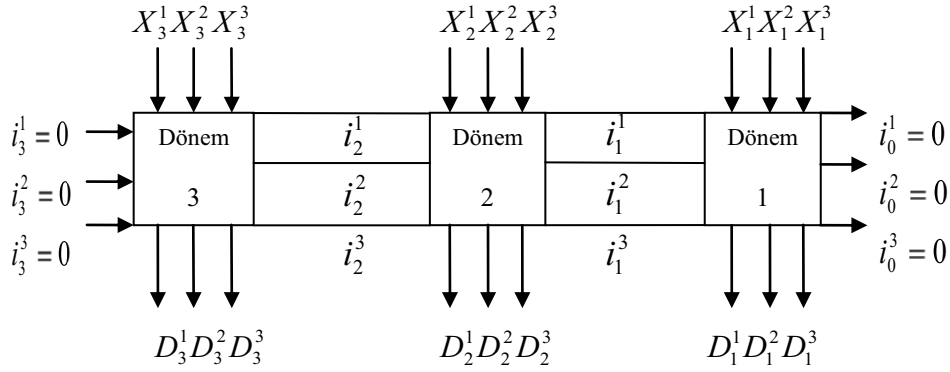
D_n^k : n. dönemdeki k.ürünün talep miktarı

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 11: Bu Çalışmanın Geriye Doğru Dinamik Programlama Modeli



Tasarlanan satın alma modelinde hedeflenen amaç; kısıt değerler aşılmadan ve taleplerin tamamı karşılanacak şekilde, üç dönem içerisinde toplam maliyeti minimize eden her bir dönemde bulundurulmasına ya da sipariş verilmesi gereken miktarını belirleyen en uygun envanter planının bulunmasıdır. Amaç fonksiyonu şu şekilde oluşturulmuştur:

$$\sum_{k=1}^3 f_n^k(i) = \text{Min} \left\{ \sum_{n=1}^3 \sum_{k=1}^3 \left[X_n^k C_n^k + (i_n^k + X_n^k - D_n^k) E_n^k - \left(-W_n^k / 2 \right) \right] + f_{n+1}^*(i) \right\}$$

Çok ürünlü çok kademeli envanter sistemlerinin optimizasyonunda önemli özelliklerden birisi her kademedeki işlem parametrelerinin değişken olmasıdır. Bu aşamadan sonra modelin dinamik programlama çözümüne geçilecektir.

3.4 MODELİN ÇÖZÜMÜ

Uygulaması yapılan dinamik programlama problemi, tablosal yöntem kullanılarak ilk çözüme problemin son aşamasından başlayıp her seferinde bir önceki aşamaya geçerek, geriye doğru çözüm yolu kullanılarak Excel’de çözülecektir. Her bir aşamada amaç minimum maliyeti yakalayan minimum stoku bulmaktır. Buna göre;

1.Dönem için ($n = 1$)

$$\begin{aligned}
 i_1^k &= 0 & 0 \leq i_1^k + X_1^k - D_1^k &\leq 4 \\
 & & X_1^k &\leq 4 \\
 D_1^1 &= 3 & 0 \leq X_1^1 &\leq 3 \\
 D_1^2 &= 4 & 0 \leq X_1^2 &\leq 4 \\
 D_1^3 &= 3 & 0 \leq X_1^3 &\leq 3
 \end{aligned}$$

Tablo 14: 1. Dönem ($n=1$) için Çözüm Değerleri

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
i_1	i_2	i_3	D_1	D_2	D_3	$X_1X_2X_3$			$i_1 + X_1^1$	$i_2 + X_1^2$	$i_3 + X_1^3$	S_1	S_2	S_3	Maliyet X_1^1	Maliyet X_1^2	Maliyet X_1^3	Toplam Maliyet
0	0	0	3	4	3	3	4	3	3	4	3	0	0	0	150	240	210	600
0	0	1	3	4	3	3	4	2	3	4	3	0	0	0	150	240	140	530
0	0	2	3	4	3	3	4	1	3	4	3	0	0	0	150	240	70	460
0	0	3	3	4	3	3	4	0	3	4	3	0	0	0	150	240	0	390
0	0	4	3	4	3	3	4	-	3	4	-	0	0	-	150	240	-	-

Excel’e girilen dinamik programlama formülasyonu, 1.döneme ilişkin hesaplamalar için , aşağıdaki tabloda verilmektedir.

A	D	G	G	J	J	M	M	P	P	S	S
i_1	D_1	X_1		$i_1 + X_1^1$		S_1		Maliyet X_1^1		Toplam Maliyet	
0	3	3	=EĞER ((D2-A2) >=0 ;D2-A2; "-")	3	=EĞER (G2="-";"-"; EĞER (A2+G2<=7; A2+G2;"-"))	0	=EĞER (J2="-"; "-"; ;J2-D2)	15 0	=EĞER (M2= "-";"-"; G2*50+ M2*5+0)	600	P+ Q+ R

i_1	i_2	i_3	$X_1^1 X_1^2 X_1^3$	X_1^1	X_1^2	X_1^3	<i>Maliyet</i>
0	0	0	343	150	240	210	600
		1	342	150	240	140	530
		2	341	150	240	70	460
		3	340	150	240	0	390
	1	0	333	150	180	210	540
		1	332	150	180	140	470
		2	331	150	180	70	400
		3	330	150	180	0	330
	2	0	323	150	120	210	480
		1	322	150	120	140	410
		2	321	150	120	70	340
		3	320	150	120	0	270
	3	0	313	150	60	210	420
		1	312	150	60	140	350
		2	311	150	60	70	280
		3	310	150	60	0	210
	4	0	303	150	0	210	360
		1	302	150	0	140	290
		2	301	150	0	70	220
		3	300	150	0	0	150
1	0	0	243	100	240	210	550
		1	242	100	240	140	480
		2	241	100	240	70	410
		3	240	100	240	0	340
	1	0	233	100	180	210	490
		1	232	100	180	140	420
		2	231	100	180	70	350
		3	230	100	180	0	280
	2	0	223	100	120	210	430
		1	222	100	120	140	360
		2	221	100	120	70	290
		3	220	100	120	0	220
	3	0	213	100	60	210	370
		1	212	100	60	140	300
		2	211	100	60	70	230
		3	210	100	60	0	160
	4	0	203	100	0	210	310
		1	202	100	0	140	240
		2	201	100	0	70	170
		3	200	100	0	0	100

2	0	0	143	50	240	210	500
		1	142	50	240	140	430
		2	141	50	240	70	360
		3	140	50	240	0	290
	1	0	133	50	180	210	440
		1	132	50	180	140	370
		2	131	50	180	70	300
		3	130	50	180	0	230
	2	0	123	50	120	210	380
		1	122	50	120	140	310
		2	121	50	120	70	240
		3	120	50	120	0	170
	3	0	113	50	60	210	320
		1	112	50	60	140	250
		2	111	50	60	70	180
		3	110	50	60	0	110
	4	0	103	50	0	210	260
		1	102	50	0	140	190
		2	101	50	0	70	120
		3	100	50	0	0	50
3	0	0	043	0	240	210	450
		1	042	0	240	140	380
		2	041	0	240	70	310
		3	040	0	240	0	240
	1	0	033	0	180	210	390
		1	032	0	180	140	320
		2	031	0	180	70	250
		3	030	0	180	0	180
	2	0	023	0	120	210	390
		1	022	0	120	140	320
		2	021	0	120	70	250
		3	020	0	120	0	180
	3	0	013	0	60	210	270
		1	012	0	60	140	200
		2	011	0	60	70	130
		3	010	0	60	0	60
	4	0	003	0	0	210	210
		1	002	0	0	140	140
		2	001	0	0	70	70
		3	000	0	0	0	0

Tablo 15: 1. Dönem ($n=1$) için AHP Ağırlık Puanlı Çözüm Değerleri

i_1	i_2	i_3	$X_1^1 X_1^2 X_1^3$	X_1^1	X_1^2	X_1^3	Maliyet	
0	0	0	343	35,9250	81,168	32,592	149,6850	
		1	342	35,9250	81,168	21,728	138,8210	
		2	341	35,9250	81,168	10,864	127,9570	
		3	340	35,9250	81,168	0	117,0930	
	1	0	333	35,9250	60,876	32,592	129,3930	
		1	332	35,9250	60,876	21,728	118,5290	
		2	331	35,9250	60,876	10,864	107,6650	
		3	330	35,9250	60,876	0	96,8010	
	2	0	323	35,9250	40,584	32,592	109,1010	
		1	322	35,9250	40,584	21,728	98,2370	
		2	321	35,9250	40,584	10,864	87,3730	
		3	320	35,9250	40,584	0	76,5090	
	3	0	313	35,9250	20,292	32,592	88,8090	
		1	312	35,9250	20,292	21,728	77,9450	
		2	311	35,9250	20,292	10,864	67,0810	
		3	310	35,9250	20,292	0	56,2170	
	4	0	303	35,9250	0	32,592	68,5170	
		1	302	35,9250	0	21,728	57,6530	
		2	301	35,9250	0	10,864	46,7890	
		3	300	35,9250	0	0	35,9250	
	1	0	0	243	23,9500	81,168	32,592	137,7100
			1	242	23,9500	81,168	21,728	126,8460
			2	241	23,9500	81,168	10,864	115,9820
			3	240	23,9500	81,168	0	105,1180
		1	0	233	23,9500	60,876	32,592	117,4180
			1	232	23,9500	60,876	21,728	106,5540
			2	231	23,9500	60,876	10,864	95,6900
			3	230	23,9500	60,876	0	84,8260
2		0	223	23,9500	40,584	32,592	97,1260	
		1	222	23,9500	40,584	21,728	86,2620	
		2	221	23,9500	40,584	10,864	75,3980	
		3	220	23,9500	40,584	0	64,5340	
3		0	213	23,9500	20,292	32,592	76,8340	
		1	212	23,9500	20,292	21,728	65,9700	
		2	211	23,9500	20,292	10,864	55,1060	
		3	210	23,9500	20,292	0	44,2420	
4		0	203	23,9500	0	32,592	56,5420	
		1	202	23,9500	0	21,728	45,6780	
		2	201	23,9500	0	10,864	34,8140	
		3	200	23,9500	0	0	23,9500	

2	0	0	143	11,9725	81,168	32,592	125,7350	
		1	142	11,9725	81,168	21,728	114,8710	
		2	141	11,9725	81,168	10,864	104,0070	
		3	140	11,9725	81,168	0	93,1430	
	1	0	133	11,9725	60,876	32,592	105,4430	
		1	132	11,9725	60,876	21,728	94,5790	
		2	131	11,9725	60,876	10,864	83,7150	
		3	130	11,9725	60,876	0	72,8510	
	2	0	123	11,9725	40,584	32,592	85,1510	
		1	122	11,9725	40,584	21,728	74,2870	
		2	121	11,9725	40,584	10,864	63,4230	
		3	120	11,9725	40,584	0	52,5590	
	3	0	113	11,9725	20,292	32,592	64,8590	
		1	112	11,9725	20,292	21,728	53,9950	
		2	111	11,9725	20,292	10,864	43,1310	
		3	110	11,9725	20,292	0	32,2670	
	4	0	103	11,9725	0	32,592	44,5670	
		1	102	11,9725	0	21,728	33,7030	
		2	101	11,9725	0	10,864	22,8390	
		3	100	11,9725	0	0	11,9750	
	3	0	0	043	0	81,168	32,592	113,7600
			1	042	0	81,168	21,728	102,8960
			2	041	0	81,168	10,864	92,0320
			3	040	0	81,168	0	81,1680
		1	0	033	0	60,876	32,592	93,4680
			1	032	0	60,876	21,728	82,6040
			2	031	0	60,876	10,864	71,7400
			3	030	0	60,876	0	60,8760
2		0	023	0	40,584	32,592	73,1760	
		1	022	0	40,584	21,728	62,3120	
		2	021	0	40,584	10,864	51,4480	
		3	020	0	40,584	0	40,5840	
3		0	013	0	20,292	32,592	52,8840	
		1	012	0	20,292	21,728	42,0200	
		2	011	0	20,292	10,864	31,1560	
		3	010	0	20,292	0	20,2920	
4		0	003	0	0	32,592	32,5920	
		1	002	0	0	21,728	21,7280	
		2	001	0	0	10,864	10,8640	
		3	000	0	0	0	0,0000	

2.Dönem için ($n = 2$)

$$i_2^1 = 0,1,2,3,4$$

$$i_2^2 = 0,1,2,3,4$$

$$i_2^3 = 0,1,2,3,4$$

$$D_2^1 = 4$$

$$D_2^2 = 2$$

$$D_2^3 = 2$$

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

$$X_2^k \leq 4$$

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

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

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

Tablo 16: 2. Dönem ($n=2$) Çözüm Değerleri

	$X_2^1 X_2^2 X_2^3$	$X_2^1 X_2^2 X_2^3$	$X_2^1 X_2^2 X_2^3$	$X_2^1 X_2^2 X_2^3$	$X_2^1 X_2^2 X_2^3$	$X_2^1 X_2^2 X_2^3$	$X_2^1 X_2^2 X_2^3$	$X_2^1 X_2^2 X_2^3$	$X_2^1 X_2^2 X_2^3$	$X_2^1 X_2^2 X_2^3$	$X_2^1 X_2^2 X_2^3$	$X_2^1 X_2^2 X_2^3$
	124	134	144	224	234	244	324	334	344	424	434	444
000										1080,00	1080,00	1086,00
010										1026,00	1026,00	1032,00
020										972,00	972,00	978,00
100							1030,00	1030,00	1036,00	1035,00	905,00	1041,00
110							976,00	976,00	982,00	981,00	981,00	987,00
120							922,00	922,00	928,00	927,00	927,00	933,00
200							985,00	855,00	991,00	990,00	990,00	996,00
210							931,00	931,00	937,00	936,00	936,00	942,00
220							877,00	877,00	883,00	882,00	882,00	888,00
300	930,00	930,00	936,00	935,00	805,00	941,00	940,00	940,00	946,00	945,00	945,00	951,00
310	876,00	876,00	882,00	881,00	881,00	887,00	886,00	886,00	892,00	891,00	891,00	897,00
320	822,00	822,00	828,00	827,00	827,00	833,00	832,00	832,00	838,00	837,00	837,00	843,00

3.Dönem için ($n=3$)

$$i_3^1 = 0$$

$$i_3^2 = 0$$

$$i_3^3 = 0$$

$$D_3^1 = 1$$

$$D_3^2 = 2$$

$$D_3^3 = 4$$

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

$$X_3^k \leq 4$$

$$1 \leq X_3^1 \leq 5$$

$$X_3^1 = 1,2,3,4$$

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

$$X_3^2 = 2,3,4$$

$$4 \leq X_3^3 \leq 8$$

$$X_3^3 = 4$$

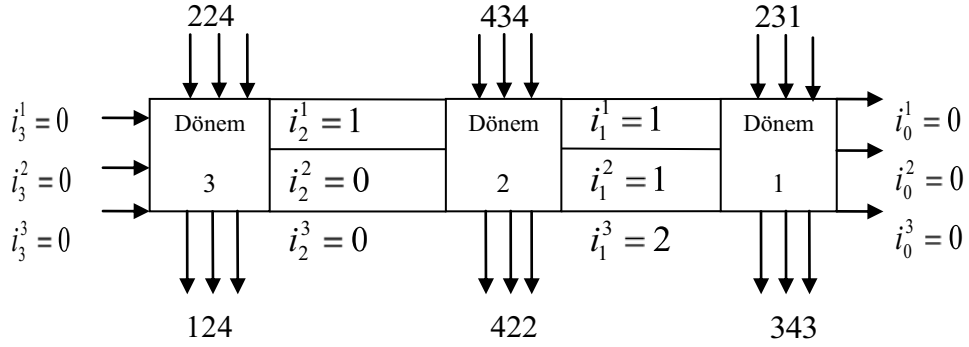
Tablo 18: 3. Dönem ($n=3$) için Çözüm Değerleri

	$X_3^1 X_3^2 X_3^3$	$X_3^1 X_3^2 X_3^3$	$X_3^1 X_3^2 X_3^3$	$X_3^1 X_3^2 X_3^3$	$X_3^1 X_3^2 X_3^3$	$X_3^1 X_3^2 X_3^3$	$X_3^1 X_3^2 X_3^3$	$X_3^1 X_3^2 X_3^3$	$X_3^1 X_3^2 X_3^3$	$X_3^1 X_3^2 X_3^3$					
124	124	134	144	144	224	234	244	244	324	324	334	344	424	434	444
000	1530,00	1542,00	1554,00	1547,00	1547,00	1559,00	1415,00	1566,00	1564,00	1432,00	1557,00	1569,00	1569,00	1569,00	1569,00

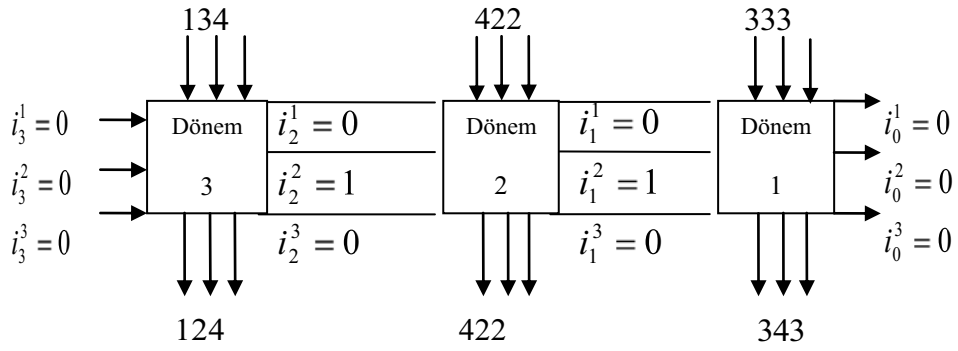
Tablo 19: 3. Dönem ($n=3$) için AHP Ağırlık Puanlı Çözüm Değerleri

150	i1	i2	i3	1	3	4	S1	S2	S3	Maliyetx1	Maliyetx2	Maliyetx3	Toplam maliyet	1	4	1	S1	S2	S3	Maliyetx1	Maliyetx2	Maliyetx3	Toplam maliyet
151	0	0	0	1	3	4	0	1	0	11,975	62,9052	118,272	249,6562375	1	4	1	4	0	2	11,975	85,2264	-	-

Şekil 12: Bu Çalışmanın Geriye Doğru Dinamik Programlama Sonucu



Şekil 13: Bu Çalışmanın AHP Ağırlık Puanlı Geriye Doğru Dinamik Programlama Sonucu



Tablo 20: Üç Ürün için Optimum Sipariş – Envanter Planı

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

Tablo 21: 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, olabilecek her talebe hazırlıklı olmak için bazen fazla satın alma ya da stoklama yapılmıştır. Dinamik programlama altında AHP’den yaralanarak oluşturulan envanter modeli ortaya konulmuştur. Dinamik programlama ile yapılan planlarda, eğer başka optimal sonuç varsa alternatifleri de göstermektedir.

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** YTL’dir. AHP’ye göre oluşturulan modeldeki minimum maliyet değerlerine bakılarak karar değişkeninin değerini belirlenmiştir. Yapılan araştırmalar sonucu, AHP ile bulunan her aşamadaki üretim envanter modelinin, gerçek maliyeti ise **866** YTL’dir. AHP’nin dahil edilmediği dinamik programlama çözümünde farklı karar alternatifleri elde edilmiştir. Maliyeti değeri ise gerçek maliyeti yansıtmaktadır ve AHP’siz modelde maliyet değeri **1410** YTL’dir. Gerçek parasal değerlere bakılmaksızın, işletmenin her kriteri göze aldığı bambaşka bir envanter planı ortaya çıktığı görülmektedir. Dört ana kritere göre çıkan sonuçların, işletmenin çok kriterli modeldeki amaçları göz önüne alındığında daha uygun bir envanter planı olduğu görülmektedir.

Bu çalışmanın tüm Excel verilerine ulaşmak için bu linkten yararlanılabilir :
http://kisi.deu.edu.tr/ali.ozdemir/userweb/ali.ozdemir/dosyalar/begum_analiz.rar

SONUÇ

Yönetmel kararların alınmasında, rasyonel davranmak zorunda olan yöneticiler, ellerindeki kıt kaynakları etkin biçimde kullanarak hedeflerine ulaşmaya çalışılmaktadır. Yöneticilerin karar verme sürecinde, karar problemine ilişkin modeli aşamalara bölerek dinamik karar verme sürecine dönüştürülür. Dinamik karar verme sürecinde her aşama kendi içersinde 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 görebilmektir. Bu tezde dinamik karar sürecine bağılı olarak 1 yıllık dönem 3 aşamaya bölünerek problem çözülmüştür.

Karar verme sürecinde yöneticiler, tek bir amaç yerine çoklu amaç modellerini kullanmak zorundadırlar. Özellikle bir biriyle çelişen çoklu amaç modellerine özgü çok amaçlı karar verme modellerine başvurulmaktadır. Bu tezde çok amaçlı model yerine tek amaçlı ancak, her aşamanın kendi kısıt ve koşullarına göre yeniden oluşturulan dinamik programlama amaç modeli kullanılmaktadır.

Bilgi teknolojilerindeki gelişmelerin ve küreselleşmenin etkisiyle daha da artan rekabet koşullarında işletmeler, ayakta kalabilmek ve varlıklarını sürdürebilmek için, yönetmel karar alırken birçok kriteri bir arada düşünmek zorundadırlar. İşletmelerin karar verme sürecinde tek bir kriterin kullanıldığı karar modelleri ile ulaşılan optimum sonuçların beklentileri karşılamadığı gözlemlenmektedir. Tek kriterli modelleri ortaya koyduğu optimum sonuçların, modeldeki varsayımlar değıştikçe gerçeğı yansıtmadığı görülmektedir. Çok kriterli modeller; karar modellerinde birden fazla nitel ve nicel kriterin sürece dahil edildiğı modellerdir.

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

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

Uygulamada firmanın dinamik karar sürecine, AHP ile bulunan ağırlıkların etkisi, dahil edilecektir. Bu amaçla yapılan çalışmada LEVENT DEMİRER Gıda San.ve Tic.Ltd.Şti işletmesinin verileri ele alınmıştır. İşletmenin satın alma eyleminde bulunabilmesi için, AHP yöntemiyle ağırlık puanlarını hesaplanmıştır. Hiyerarşi ağacını oluşturulurken, satın alma kararını verme sürecinde kullanılacak etkili olan tüm kriterler bu yapıya kurgulanmıştır. Öncelikle talep, fiyat, kavanozun büyüklüğü ve dağıtım (ulaştırma) ana kriterleri belirlenmiştir ve daha sonra da ana kriterlerin alt kriterler, bu hiyerarşik bir yapı eklenmiştir. Model kurulurken hem matrislerin hesaplanmasında hem de toplam puanın hesaplanmasında Excel programından yararlanılmıştır.

AHP yardımıyla oluşturulan her ürünün ağırlık puanının, dinamik programlama modelinde kullanılmasını ve uygulandığını göstermek bu tez uygulamasının amacıdır. Gıda sektörüne ambalaj ürünleri sunarak faaliyet gösteren bu işletmenin, üç farklı cam kavanozun satın alınmasındaki kararını verme sürecinde, hangi kriterler ne kadar önemli sorularına verdiği yanıtlara göre ağırlıklar hesaplanmıştır. Satın alınmadaki maliyet minimizasyonunun hesaplanmasında yardımcı olacak bir karar verme modeli oluşturulmuştur .Dinamik programlama modelimizle en son bu ağırlık puanı çarpılarak, her aşamadaki ürünlerin satın alma maliyeti hesaplanmıştır.

Optimal kararlarla satın alma kararı verebilmek için yapılan bu uygulamada, AHP katsayısı ile ürünlerin önem dereceleri değiştiğinden kararların da değiştiğini gözlemlenmiştir. Her an her talebe cevap verebilmek zordur ve bu koşullar altında bazen talep kadar satın alma bazen de talepten fazla miktarlarda alıp stoklamaya gidilebilmektedir.

Dinamik programlama altında AHP'den yararlanarak oluşturulan envanter modeli daha fazla stoklamaya yönelikken, AHP'siz olan modelde talebe göre satın almaya meyilli olduğu gözlemlenmiştir. Satın alma maliyetlerindeki en ufak

değişiklik satın alma kararını etkilediği ve bunun yanında, AHP ağırlık puanının dahil olmasıyla da envanter planında değişiklikler olduğu görülmektedir. Bu değişiklikler ise işletmenin amaçlarına daha uygun olduğu gözlemlenmiştir.

Bu tezin uygulamasında kullanılan model; ürün sayısının, ürüne olan talebin ya da satın alma dönemlerinin değişebileceği göz önüne alınarak kurulmuştur. Gerçekleşebilecek her değişiklikte, satın alma kararının tüm olasılıkları hesaplanabilmektedir. Nitel ve nicel olarak ele alınan çok kriterli modellerin her dönemde aynı biçimde, dinamik süreci etkilediği varsayımı altında oluşturulan AHP ağırlıklı dinamik programlama modeli, işletme amaçları bakımından daha etkin bir sonuç vermiştir. Zaman, küçük parçalara bölünerek oluşturulan dinamik programlama modellerinde, çoklu kriterlerin her dönemde farklı biçimde değerlendirilmesi mümkündür. Bu nedenle, her zaman dilimde kriterlerin ağırlıkları da değişecektir. Bu tezde alınan modelde, her aşamada AHP ağırlıklarının değişmediği varsayılmıştır ve bir dönem bütün olarak düşünülüp AHP ağırlıkları modelde kullanılmıştır. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda, dinamik karar sürecinin her aşaması için AHP ağırlıklarının o aşamanın koşullarına göre yeniden oluşturularak her dönemin kendine özgü ağırlıkları modele dahil edilebilir. Dinamik karar aşaması ve dinamik karar alternatifleri değiştikçe, yapılacak analiz ve işlem sayısı artmakta bu nedenle, çözüm için harcanan süre de Excel ile uzamaktadır; ancak, özel geliştirilebilecek bir bilgisayar programı ile daha hızlı çözüme ulaşma sağlayabilir.

KAYNAKÇA

Alp, S. (2008). “Doğrusal Hedef Programlama Yönteminin Otobüsle Kent İçi Toplu Taşıma Sisteminde Kullanılması”. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7 (13): 73-91.

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.

Can, C.İ.(2006). *Çok Kriterli Karar Verme Süreci İçin Bir Karar Destek Sistemi Geliştirilmesi ve Savunma Sanayinde Uygulaması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Cebeci, S.(2009).*Dinamik Programlama ile Üretim Planlaması ve Bir İşletme Uygulaması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

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

Demircioğlu, O., (2010). *Kuruluş Yeri Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Karşılaştırılması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Demir, M.H., Bircan, B. ve Tütek, H.(1985).*Yönetmel Karar Verme*, Dokuz Eylül Üniversitesi Yayını. Bilgehan Basımevi. İzmir.

Demir, M.H. ve Gümüšoğlu, Ş., (2007). *Üretim Yönetimi*. Beta Yayınları. İstanbul.

Doğan, M.(1985).*İşletmelerde Karar Verme Teknikleri*. Dokuz Eylül Üniversitesi BF Yayını, Bilgehan Basımevi. İzmir.

Eroğlu, E. ve Lorcu, F.(2007). “Veri Zarflama Analitik Hiyerarşi Prosesi (VZAHP) İle Sayısal Karar Verme”, *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme Dergisi*. 36(2).30-53.

Evren, R., ve Ülengin, F.(1992). *Yönetimde Çok Amaçlı Karar Verme*, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları. İstanbul.

Güngör, S.,(2007).*Kredi Taleplerinin Değerlendirilmesinde Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi ve Uygulanabilirliği Üzerine Bir Araştırma*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.

Günyaşar, V.(1990), *Karar Vermede Çok Amaçlı Programlama Yaklaşımı: Etkileşimli Bir Model Ve Uygulama*. İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi.

Hacıköylü, B.E.(2006), *Analitik Hiyerarşi Karar Verme Süreci ile Anadolu Üniversitesi'nde Beslenme ve Barınma Yardımı Alacak Öğrencilerin Belirlenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Halaç, O., (1983). *Kantitatif Karar Verme Teknikleri: Yöneylem Araştırmasına Giriş*, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Yayınları, 138. Cilt, İstanbul.

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

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

Jablonský, 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.)

Karaca Y.(2011).*Çok Kriterli Karar Verme Metotları ve Analitik Hiyerarşi Süreci ile Matematik Eğitimi Alanında Bir Uygulama*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yozgat.:Bozok Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Karakaşoğlu, N., (2008).*Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Uygulama*.
Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Denizli : Pamukkale Üniversitesi Sosyal
Bilimler Enstitüsü

Karakaya, G.(1998).*Yönetici Eğitiminde Karar Verme Becerilerinin Geliştirilmesi*.
Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Sakarya: Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler
Enstitüsü.

Koçel, T.(2001).*İşletme Yöneticiliği, Yönetim ve Organizasyon, Organizasyonlarda
Davranış, Klasik-Modern-Çağdaş ve Güncel Yaklaşımlar*. Beta Yayınları, 8. Baskı,
İstanbul.

Koçi, E. (2009).*Riskli Ortamlarda Karar Verme*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans
Tezi. Ankara: Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Kuruüzüm, A. ve Atsan, N.(2001). “Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve İşletmecilik
Alanındaki Uygulamaları”.*Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi*, Cilt:1.84-105.

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

Lai, Y. ve Hwang, C.L.(1994). *Fuzzy Multiple Objective Decision Making: Methods
And Applications*.Springer-Verlag, New York-USA.

Patır, S.(2009). “Dinamik Programlama Ve Bir Ecza Deposunun Şehir İçi İlaç
Dağıtımına Alternatifli Bir Çözüm Önerisi”, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari
Bilimler Dergisi*, 23: 2.

Saaty,L.T.(1986) “Axiomatic Foundations Of The Analytic Hierarchy Process”,
Managment Science Vol.32/7 July, USA

Saaty, T.L. ve Vargas L.(2000). *Models, Methods, Concepts & Application of
Analytic Hierachy Process*. Kluwer, Boston-USA.

Saaty, T.L.(2001). *How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process*. Kluwer Academic Publishers, USA.

Saaty T.L.(2004). “Fundamentals of the Analytic Network Process Decision Making with a Single Network”, *Journal of Systems Science And Systems Engineering*, 13:2. 129-157.

Saaty, T.L.(2008).“Decision Making with the Analytic Hierarchy Process” *International Journal of Services Sciences*, 1:1. 83-98.

Sevinç, C.(2008). *Lojistik Planlama Çok Ürünlü Çok Kademeli İkmal Zincirindeki Depolarda Bulundurulması Gerekli Minimum Malzeme Miktarının Dinamik Programlama Yöntemiyle Optimizasyonu*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İzmir.:Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü,

Sezer, H.(2008). *Düzenli Hat Taşımacılığında Nakliye Müteahhidinin Gemi Operatörü Seçimine Çok Kriterli Karar Destek Sistemi Yaklaşımı.*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

Soner S. ve Önüt, S.(2006).Multi-Criteria Supplier Selection: An Electre-AHP Application”, *Journal of Engineering and Natural Sciences*, Sigma 2006/4,110-120

Subaşı, H.(2011).*Çok Kriterli Karar Vermede Kullanılan Topsis ve AHP Yöntemlerinin Karşılaştırılması ve Bir Uygulama*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

Taha, H.A.(2000). *Yöneylem Araştırması*. Çeviren: Ş. Alp Baray, Şakir Esnaf, Literatür Yayıncılık, 6. Baskı, İstanbul.

Tekin, İ. (2009), *İşletmelerin Karar Verme Düzeylerinde Stratejik Planlamanın Yeri Ve Ticari Bankalarda Uygulanırlığı Üzerine Bir Araştırma*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Triantaphyllou, E.(2000).*Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study*, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.

Tosun, K.(1982).*İşletme Yönetimi*, Savaş Yayınları, Ankara.

Tütek, H. ve Gümüšođlu, Ş.(2008).*Sayısal Yöntemler Yönetmel Yaklaşım*, 5. Baskı, Beta Basım Yayım Dağıtım, İstanbul

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

Opricovic S. Tzeng G.H.,(2007),”Extended VIKOR Method İn Comparison With Outranking Methods” *European Journal Of Operational Research*, 178 (2).514–529

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

Özdemir, A., (2010)a, “Ürün Grupları Temelinde Tedarikçi Seçim Probleminin Ele Alınması ve Analitik Hiyerarşi Süreci ile Çözümlemesi”, *Afyon Kocatepe Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi (C.X II,S I, 2010)*.55-84.

Özdemir, A., (2010)b, *Envanter Sorunlarının Çözümünde Dinamik Programlama Modelinin Uygulanması*, Yayınlanmamış Doktora Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Özyörük, B., ve Özcan, E.C.(2008). “Analitik Hiyerarşi Sürecinin Tedarikçi Seçiminde Uygulanması: Otomotiv Sektöründe Bir Örnek”, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*.13:1.133-144.

Rolander, N., Ceci,A., Berdugo,M.(2003). ”*A Framework for MCDM Method Selection*”Georgia Institute of Technology

Yücel, M. ve Ulutaş, A., (2010), “Dinamik Programlamanın İşçilik Maliyetlerinin Minimizasyonunda Uygulanması” *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*.15:3,271-290.

Winston, W.L. (1994). *Operatios Research, Applications and Algorithm.*, Duxbury Press, Third Edition, USA.

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

Zeleny, M. (2005). *Human Systems Management: Integrating Knowledge, Management and System*, World Scientific Publishing Co., USA.