

## Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinde Karar Ağacı Kullanımı

Şenay Lezki®

Anadolu Üniversitesi

### ÖZET

Bu çalışmada, karar ağacı tekniğinin çok kriterli karar verme problemlerinde uygulanabilirliği araştırılmıştır. Karar ağacı tekniğinin geleneksel olarak kullanıldığı karar problemlerinde, tek ya da çok aşamalı karar problemleri söz konusu olup, karar probleminde göz önünde bulundurulması gereken amaç ya da nitelik diğer bir ifade ile kriter sayısı da tektir. Bu çalışmada, daha önceki çalışmalardaki bu yapıdan farklı olarak, çok kriterli karar problemlerinde karar ağacı kullanımı ele alınmıştır. Bu çalışmada kullanılan uygulamada, çok kriterli karar verme problemlerinde yaygın olarak kullanılan Ağırlıklı Toplam Modeli (ATM) tekniği ile Karar Ağacı tekniğinin çözüm yaklaşımlarındaki benzerlikten yola çıkılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Çok Kriterli Karar Verme, Karar Ağacı, Ağırlıklı Toplam Modeli (ATM)

**AMS 1991 Sınıflandırması:** Primary 62C05

**JEL Sınıflandırması:** C440

---

® Yrd. Doç. Dr. Şenay Lezki, Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü 26470, Eskişehir, [slezki@anadolu.edu.tr](mailto:slezki@anadolu.edu.tr), Tel: 0(222) 335 05 80

## 1. GİRİŞ

Karar verme, bireylerin ya da işletmelerin ulaşmak istedikleri amaç(lar) doğrultusunda ve mevcut olanakları içinde, gerçekleştirebilecekleri farklı hareket biçimlerinden en uygun olanının belirlenmesini içeren bir süreç olarak tanımlanabilir. Tek bir amacı gerçekleştirmeye ya da tek bir kriteri karşılamaya yönelik karar süreçleri basit yapıda olup çözüm süreci de uygun çözüm tekniklerinin kullanımı ile kolaylıkla gerçekleştirilebilecektir. Ancak günümüzde özellikle işletmelerin karşı karşıya kaldığı karar verme problemleri, işletmelerin içinde bulunduğu ekonomik koşullar, rekabet ortamı, teknolojik gelişmeler vb. nedenlerden dolayı karmaşık bir yapı sergilemektedir. Böylesi karar problemlerinde genellikle birden fazla amaç ya da kriteri aynı zamanda karşılayacak en doğru hareket biçiminin seçimine çalışılmaktadır. Söz konusu bu tip karar problemlerine yönelik olarak geliştirilen çözüm teknikleri literatürde çok kriterli karar verme başlığı altında incelenmektedir.

Bu çalışmada çok kriterli karar vermede karar ağacı tekniğinin kullanımı ele alınmıştır. Karar ağacı bir karar problemini grafiksel olarak gösteren ve sözkonusu probleme geriye doğru katlama yöntemiyle çözüm üreten bir karar verme tekniğidir. Tek bir kararın verildiği tek aşamalı problemlerde kullanılabilirdiği gibi asıl yararı birden fazla kararın ardışık olarak verilmesini gerektiren problemlerde ortaya çıkmaktadır. Çok aşamalı karar problemleri olarak adlandırılan bu tür problemler tek aşamalı problemlerden daha karmaşık bir yapıya sahip olduklarından, karar ağacı gösterimi öncelikle problemin anlaşılmasını kolaylaştırırken buna paralel olarak çözüm kolaylığına da katkı sağlamaktadır. Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda karar ağacı yukarıda sözü edilen yapıdaki problemlerin gösterimi ve çözümünde kullanılmıştır. Sözü edilen problem yapısında tek ya da çok aşamalı karar problemleri söz konusu olup, karar probleminde göz önünde bulundurulması gereken amaç ya da nitelik diğer bir ifade ile kriter sayısı da tektir. Bu çalışmada bu yapıdan farklı olarak çok kriterli karar problemlerinde karar ağacı kullanımı uygulanmıştır. Bu uygulamada çok kriterli karar vermede yaygın olarak kullanılan Ağırlıklı Toplam Modeli (ATM; Weighted Sum Model, WSM) çözüm yaklaşımının Karar Ağacı çözüm yaklaşımı ile gösterdiği benzerlik temel alınmıştır.

## 2. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME

Çok kriterli karar verme yaklaşımları birden çok etkenin bulunduğu karar verme süreçleri ile ilgilenir. Söz konusu yaklaşımlar ölçülebilen ve ölçülemeyen faktörleri aynı anda değerlendirme olanağı sağlayan ve aynı zamanda karar verme sürecine çok sayıda kişiyi dahil edebilen analitik yöntemlerden oluşur. (T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı, 2010). Diğer bir ifade ile karar sürecinde dikkate alınması gereken birden fazla amaç ya da nicel veya nitel kriterin her alternatif için aynı anda değerlendirildiği karar verme süreçleri çok kriterli karar süreci olarak tanımlanır. Bu tür süreçlerdeki zorluk, bir alternatifin bir kriter açısından en yüksek faydayı sağlarken bir başka kriter açısından aynı düzeyde faydayı sağlayamamasıdır. Bu nedenle tüm kriterleri en yüksek düzeyde sağlayacak bir alternatifin seçimine çalışılır (Tezcan vd., 2012).

Çok kriterli karar verme; çok amaçlı karar verme ve çok nitelikli karar verme biçiminde iki sınıfta incelenir (Mendoza ve Martins, 2006; Xu ve Yang, 2001; Triantaphyllou, 2000; Pohekar ve Ramachandran, 2004). Bununla birlikte bu iki grup sıklıkla aynı anlamda kullanılmaktadır. Bu sınıflamada belirleyici olan etken karar uzayının sürekli ya da kesikli olmasıdır. Karar uzayının sürekli olduğu, diğer bir ifade ile potansiyel alternatif sayısının sınırsız olduğu problemler çok amaçlı karar verme problemi olarak kabul edilir. Buna tipik örnek, çok amaçlı fonksiyona sahip matematiksel programlamadır. Diğer yandan çok nitelikli karar verme sınıflaması içinde yer alan problemler karar uzayı kesikli olan diğer bir ifade ile potansiyel alternatif sayısı sınırlı olan problemlerdir (Mendoza ve Martins, 2006).

Çok kriterli karar verme yöntemleri geniş bir çeşitliliğe sahip olmasına rağmen belirli yönleri ortaktır. Bunlara aşağıda yer verilmiştir.

**Alternatifler:** Karar vericinin gerçekleştirebileceği farklı hareket biçimleridir. Diğer bir ifadeyle seçeneklerdir (Habenicht vd., 2014).

**Birden çok kriter:** Çok kriterli karar vermede karar problemi birden çok kriterle ilişkilendirilmiştir. Kriterlere “amaç” ya da “nitelik” olarak da başvurulur. Kriterler alternatiflerin farklı açılardan değerlendirilebileceği farklı boyutları temsil eder. Diğer bir bakış açısıyla kararın etkinliğinin ve verimliliğinin bir ölçüsüdür (Ehrgott vd. 2010).

**Kriterler arasında çelişki:** Farklı kriterler alternatiflerin farklı boyutları gösterdiği için kriterler birbirleriyle çelişebilmektedir. Örneğin araba alım probleminde düşük yakıt tüketimi kriteri ile konforlu yolcu alanı kriteri, yakıt tüketimi düşük olan arabanın yolcu alanının küçük olması nedeniyle çelişecektir (Xu ve Yang, 2001).

**Karşılaştırılmaz ölçü birimleri:** Kriterler, karşılaştırma yapmaya imkan vermeyen farklı ölçü birimleriyle ilişkilendirilmiş olabilir. Örneğin, ikinci el araba satın alma kararında “maliyet” kriteri TL birimi ile “arabanın satın alma öncesinde ne kadar yol yaptığı” kriteri km birimi ile ölçülecektir. Farklı kriterlerin farklı birimlerle ifade edilmesi çok kriterli problemlerin çözümünü de doğal olarak zorlaştırmaktadır (Triantaphyllou, 2000). Kriterlerle ilgili diğer bir özellik de nicel ve nitel kriterlerin aynı anda değerlendirilmesi gerekliliğidir. Araba alım probleminde fiyat nicel olarak ifade edilebilirken araba konforu, “iyi”, “orta”, “kötü” gibi nitel kavramlarla ifade edilebilecektir (Xu ve Yang, 2001).

**Kriter ağırlıkları:** Çok kriterli karar verme yöntemlerinin birçoğunda kriterlerin ağırlıklandırılması gerekir. Ağırlıklandırma ile farklı önem derecelerine sahip olan kriterlerin ağırlık değerlerine göre karara katkıları değişir (T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı, 2010). Çok kriterli karar vermede kullanılan pek çok yöntem kriterlere verilen öneme göre ağırlık ataması yapılmasını gerektirmektedir. Bir karar probleminde yer alan tüm kriterlerin aynı ölçü birimiyle ölçülmesi gerçek hayatta çok az rastlanan bir durumdur. Farklı ölçü birimlerine sahip olan kriterlerin karşılaştırılabilir duruma gelmesi için gerçekleştirilen işleme standartlaştırma ya da normalizasyon işlemi denir (Herwijnen, 2014). Literatürde kriter ağırlıklandırma amacıyla geliştirilen yöntemler subjektif, objektif ve bütünlük olmak üzere üç kategoriye ayrılır. Subjektif yöntemlere örnek olarak, Delphi, AHP, Ağırlıklandırılmış En Küçük Kareler ve LINMAP yöntemleri sıralanabilir. Objektif yöntemlere ise Entropi Ağırlıklandırma Yöntemi, CRITIC Yöntemi ve

Çok Hedefli Programlama Yöntemi örnek olarak verilebilir. Sübjektif yöntemlerde değerlendirme kriterleri karar vericilerin tercih ve yargılarına göre ağırlıklandırılırken, objektif yöntemlerde karar vericilerin yargılarına başvurulmadan yalnızca eldeki veriler kullanılarak ve matematiksel programlama tekniklerinden yararlanarak ağırlıklandırma yapılmaktadır. Bütünleşik yöntemlerde ise hem karar vericilerin yargıları hem de sayısal veriler birlikte kullanılarak ağırlıklandırma yapılır (Çakır ve Perçin, 2013).

**Karar matrisi:** Çok kriterli karar verme problemleri ( $m \times n$ ) boyutlu bir matris biçiminde ifade edilebilir. Bir karar matrisi olarak ele alınan bu matriste;

$A_i$ : Alternatifler ( $i = 1, 2, 3, \dots, m$ )

$K_j$ : Karar kriterleri ( $j = 1, 2, 3, \dots, n$ )

$a_{ij}$ :  $A_i$  alternatifinin performansını gösteren matris elemanı ( $i$ . alternatifin  $j$ . kriter ile değerlendirildiğindeki sonucu)

$w_j$ : Karar kriterlerinin ağırlıkları (önem dereceleri)

olmak üzere aşağıdaki Tablo 2.1'deki gibi gösterilir (Triantaphyllou, 2000).

Alternatifler	Kriterler				
	$K_1$ ( $w_1$ )	$K_2$ ( $w_2$ )	$K_3$ ( $w_3$ )	...	$K_n$ ( $w_n$ )
$A_1$	$a_{11}$	$a_{12}$	$a_{13}$	...	$a_{1n}$
$A_2$	$a_{21}$	$a_{22}$	$a_{23}$	...	$a_{2n}$
$A_3$	$a_{31}$	$a_{32}$	$a_{33}$	...	$a_{3n}$
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
$A_m$	$a_{m1}$	$a_{m2}$	$a_{m3}$	...	$a_{mn}$

**Tablo 2.1** Tipik Karar Matrisi

Kaynak: Triantaphyllou: 2000:3.

Çok kriterli karar verme teknikleri;

- en iyi alternatifi belirlemek (seçim problemleri)
- alternatifleri sınıflandırmak (sınıflama problemleri) ya da
- alternatifleri sıralamak (sıralama problemleri)

amaçlarına yönelik olarak kullanılır (Habenicht vd., 2014).

### 3. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİ

Literatürde çok kriterli karar vermede kullanılan pek çok teknik bulunmaktadır. Her tekniğin kendine özgü özellikleri vardır. Bu teknikler farklı açılardan sınıflandırılabilir. Sınıflandırma için tercih edilecek bir yaklaşım kullanılan verinin tipine göre sınıflandırma yapmaktır. Buna göre, çok kriterli karar vermede kullanılan teknikler deterministik, stokastik ya da bulanık teknikler olarak sınıflandırılabilir. Diğer sınıflama biçimi karar verici sayısına göre sınıflamadır ve tek karar vericili teknikler ya da çok karar vericili teknikler olarak sınıflandırılır (Pohekar ve Ramachandran, 2004).

Çok kriterli karar vermede kullanılan başlıca teknikler;

- ATM (Weighted Sum Model, WSM; Fishburn,1967),

- Ağırlıklı Çarpım Modeli (Weighted Product Model, WPM; Bridgman, 1922; Miller ve Starr, 1969),
  - Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP; Saaty, 1980),
  - ELECTRE (Benayoun vd., 1966),
  - TOPSIS (Hwang ve Yoon, 1981),
  - PROMETHEE (Brans ve Vincke, 1985)
- biçiminde sıralanabilir.

Bu çalışmada amaç çok kriterli karar problemlerini karar ağacı ile gösterip çözmek olduğundan, çözüm hesaplamalarındaki benzerlikleri açısından bu amaca en uygun teknik olan ATM üzerinde durulacaktır.

### 3.1. ATM Tekniği

Fishburn tarafından geliştirilen ATM tekniği, çok kriterli karar verme problemlerinin çözümünde yaygın olarak kullanılan en eski tekniklerden biridir.  $m$  adet karar alternatifi ve  $n$  adet kriter olan bir karar problemi sözkonusu olduğunda ATM tekniği ile karar verirken,

$n$ : Kriter sayısı

$w_j$ :  $j$ . kriterin önem derecesi (ağırlığı),

$a_{ij}$ :  $i$ . karar alternatifinin  $j$ 'inci kritere göre alacağı değer olmak üzere en iyi karar;

$$A_{WSM-skoru}^* = \max_i \sum_{j=1}^n a_{ij} w_j, \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (3.1)$$

eşitliği ile belirlenir (Fishburn, 1967).

Eşitlik sonucu elde edilen değer en iyi karar alternatifi için hesaplanan ATM skor değeridir. Böylece her karar alternatifi için elde edilen çarpımlar toplamı o karar alternatifinin değerini ortaya koymaktadır. Ancak bu teknikte göz önüne alınması gereken en önemli nokta bu yöntemin tek boyutlu problemlere uygulanabilir olmasıdır. Bunun anlamı tüm kriterlerin ve dolayısıyla her karar alternatifi ve kriter ikilisi için elde edilen sonuç değerlerinin aynı birim cinsinden ölçülebiliyor olması gerekliliğidir. Bu durumda tüm birimlerin aynı olduğu tek boyutlu durumlarda ATM tekniği kolaylıkla uygulanabilmektedir. Bu teknikte zorluk çok boyutlu problemlere uygulandığında ortaya çıkmaktadır (Triantaphyllou, 2000; Oregon Department of Transportation Research Unit, 2009).

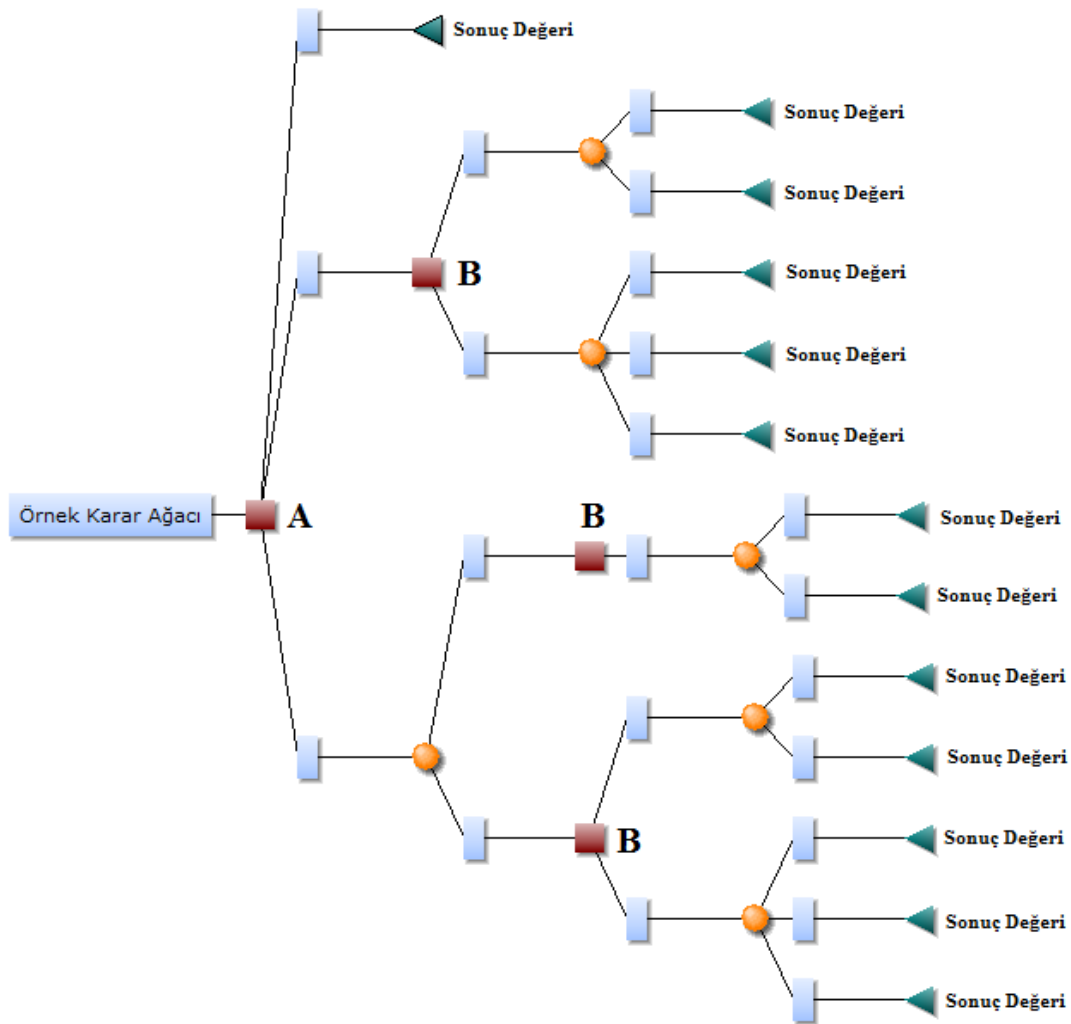
## 4. KARAR AĞACI TEKNİĞİ

Tek bir karar noktasının bulunduğu tek aşamalı karar problemlerinde, problemin çözümü için kullanılan geleneksel yaklaşım, sonuç matrisinin (payoff matrix) kullanımınıdır. Satırlarda alternatifler (karar seçenekleri), sütunlarda ise doğal durumların (çevresel faktörler) yer aldığı sonuç matrisi iki durumda kullanılamaz. Söz konusu durumlardan ilki birden fazla karar noktasının olduğu çok aşamalı karar problemleri, ikincisi ise her alternatif için doğal durumların ya da doğal durum olasılıklarının farklı olduğu karar problemleridir. Sonuç matrisi ile gösterilebilen karar problemleri için de kullanılabilen karar ağacı tekniğinin asıl yararı yukarıda sözü edilen sonuç matrisinin kullanılmadığı problemlerin çözümünde ortaya çıkmaktadır. Problemin ayrıntılarını grafiksel olarak sunan karar ağacı tekniği kendine özgü

çözüm yöntemi ile mevcut seçenekler arasından en iyisini seçerek probleme çözüm üretir (Meredith vd., 2002).

Karar ağacı tekniğinde problemde yer alan öğeler farklı geometrik semboller kullanılarak temsil edilir. Buna göre, karar problemindeki karar noktaları **karar düğümü** olarak adlandırılan kare biçimiyle belirtilir. Doğal durumlar daire ile gösterilir ve **şans düğümü** olarak adlandırılır. Düğümleri birbirine bağlayan çizgiler **dal** olarak ifade edilir ve karar düğümünden çıkan çizgiler **karar dalı**, şans düğümünden çıkan çizgiler **şans dalı** olarak adlandırılır. Her bir alternatif ve doğal durum ikilisinin ortaya çıkaracağı sayısal değerler sonuç değeri olarak **bitiş düğümlerinde** belirtilir (Clemen, 1996). Şekil 4.1'de bu durum gösterilmiştir.

Şekil 4.1. Örnek karar ağacı gösterimi



Problemin çözüm sürecinde, beklenen değerler (BD) hesaplanarak karar ağacına eklenir. Buna göre beklenen değer hesaplamaları genellikle aşağıda sıralanan kurallar uyarınca gerçekleştirilir.

- Bir karar düğümüne bağlanan bitiş dalı için beklenen değer (BD), sonuca eşittir.

$$BD = \text{Sonuç}$$

- Bir şans düğümüne bağlanan bitiş dalı için beklenen değer, bu dalın sonucu ile olasılığının çarpımıdır.

$$BD = \text{Sonuç} \times \text{Olasılık}$$

- Bir şans düğümü için beklenen değer, her bir şans dalının sonucu ile bunlara karşılık gelen olasılıklarının çarpımlarının toplamıdır.

$$BD = [BD_{dal1} + BD_{dal2} + \dots + BD_{dalN}]$$

- Bir karar düğümü için beklenen değer, karar düğümünde çıkan tüm karar dallarının beklenen değerleri içinde en büyük kazanç değerine (kâr yapılı problemlerde en yüksek değere, maliyet yapılı problemlerde en düşük değere) sahip olanıdır.

$BD =$  Karar düğümünden çıkan tüm karar dalları arasından en yüksek beklenen değer

- Herhangi bir düğümün beklenen değeri, başlangıç düğümü yönünde bağlantılı olduğu bir önceki düğümün sonuç değeridir (Gordon ve Pressman, 1983).

## 5. UYGULAMA

Çok kriterli karar verme problemleri için karar ağacı kullanımı uygulamasında daha önce Çakır ve Perçin (2013) tarafından yapılan çalışmanın verileri kullanılmıştır. Sözkonusu çalışmada kullanılan veriler, “FORTUNE Türkiye” dergisinin geleneksel olarak her yıl hazırladığı ve Türkiye’de imalat, ticaret, hizmet ve inşaat sektörlerini kapsayan “FORTUNE Türkiye 500” sıralamasına göre ilk 500 firma içinde yer alan lojistik işletmelerine ilişkin verilerdir. Çakır ve Perçin (2013) çalışmalarında sözkonusu lojistik firmalarının performanslarının çok kriterli teknikler yardımıyla ölçülmesini amaçlamıştır. Buna göre problem bir sıralama problemidir.

### 5.1. Veri ve Uygulanan Yöntem

FORTUNE dergisinin ilk 500 firmayı belirlemede temel aldığı ölçüt ilgili firmaların net satış rakamlarıdır. Çalışmada kullanılan veriler FORTUNE dergisinin internet sitesinden (<http://www.fortuneturkey.com/fortune500-2011>) derlenen ikincil verilerdir. Çalışmanın yapıldığı tarih itibarıyla ile derginin en son 2011 yılı için yaptığı sıralama esas alınmıştır. Bu sıralamaya göre depolama, taşımacılık ve lojistik hizmetler alt sektöründe 10 adet firma yer almaktadır. Kullanılan performans değerlendirme kriterleri Tablo 5.2’de verilmektedir (Çakır ve Perçin, 2013).

Kriterler	Açıklama (İlgili firmanın 2011 yılında)	Birimi
Özkaynaklar	sahip olduğu Özkaynakların toplam değeri	TL
Aktifler	sahip olduğu Aktiflerin toplam değeri	TL
Kaldıraç Oranı	toplam borçlarının toplam aktiflerine oranı	(%)
Çalışan Sayısı	toplam çalışan sayısı	Adet
Net Satışlar	elde ettiği net satışların (brüt satışlar-satıştan indirimler) toplam tutarı	TL
Esas Faaliyet Kâr Marjı (EFKM)	(Esas Faaliyet Kârı*100)/(Net Satışlar) oranı	(%)

**Tablo 5.2** Performans Değerlendirme Kriterleri

Kaynak: Çakır ve Perçin (2013:454).

Kriterlere ilişkin veriler ise Tablo 5.3’de verilmiştir (Çakır ve Perçin, 2013).



Çakır ve Perçin sözkonusu çalışmada CRITIC yöntemini kullanarak kriter ağırlıklarını hesaplamışlardır. Hesaplama sonuçlarına göre kriterlerin ağırlıkları Tablo 5.4’de verildiği gibi bulunmuştur.

## 5.2. Karar Ağacı Tekniğinin Uygulanması

Birden çok kriterin performans değerlendirme faktörü olarak ele alındığı 10 adet lojistik firmasının performans düzeylerine göre sıralanması amacıyla karar ağacı tekniği uygulanmıştır.

Firma Adı	Kod	Özkaynaklar	Aktifler	Kaldıraç Oranı	Çalışan Sayısı	Net Satışlar	EFKM
Netlog Lojistik Hizm. A.Ş.	F1	52402758	232807621	0.775	2554	670303455	-0.498
Omsan Lojistik A.Ş.	F2	184181424	313734047	0.413	1250	529708627	11.789
Horoz Lojistik Kargo Hiz. Tic. A.Ş.	F3	-47970575	130981553	1.366	1136	523236074	10.174
Ekol Lojistik A.Ş.	F4	149018889	323696292	0.540	2130	509199165	1.712
Borusan Lojistik Dağ. Taş. ve T. A.Ş.	F5	161689304	533916631	0.697	726	500466669	6.848
Mars Lojistik Ulus. Taş. Tic. A.Ş.	F6	102606589	152081391	0.325	522	317044786	13.954
Reysaş Taşım. ve Loj. Tic. A.Ş.	F7	191115407	432155734	0.558	448	249329323	17.897
Taha Kargo Dış Tic. Ltd. Şti.	F8	7224794	34476543	0.790	102	222755227	0.497
Alişan Uluslararası Taş. ve Tic. A.Ş.	F9	55193590	188894374	0.708	750	220669982	6.561
Sürat Kargo Loj. ve Dağ. Hizm. A.Ş.	F10	23029780	50950804	0.548	2938	180425847	7.520

**Tablo 5.3** Uygulamada Kullanılan Veriler

Kaynak: Çakır ve Perçin (2013:455).

Kriter Ağırlıkları	Kriterler					
	Özkaynaklar	Aktifler	Kaldıraç Oranı	Çalışan Sayısı	Net Satışlar	EFKM
	0,2264	0,1585	0,1231	0,2115	0,1454	0,1352

**Tablo 5.4** Değerlendirme Kriterlerinin Ağırlıkları

Kaynak: Çakır ve Perçin (2013:455).

Buna göre karar ağacının başlangıç düğümü bir karar düğümü olup karar dallarında seçenekler olarak firmalar yer almıştır. Geleneksel karar ağacı gösteriminde, kontrol edilemeyen değişken değerlerinin diğer bir ifade ile doğal durum değerlerinin yer aldığı şans düğümlerinde ise değerlendirme kriterleri olan özkaynaklar, aktifler, kaldıraç oranı, çalışan sayısı, net satışlar, esas faaliyet kar marjı kriterleri şans dalları olarak yerleştirilmiştir. Doğal durumların ortaya çıkma olasılıkları yerine değerlendirme kriterlerinin ağırlıkları bulunmaktadır. Son olarak bitiş düğümlerinde yer alan sonuç değerleri de her bir firmanın ilgili değerlendirme faktörüne göre 2011 yılındaki değerleridir.

Karar ağacı bu şekilde oluşturulduktan sonra çözüm aşamasına geçilmiştir. Buna göre bitiş düğümlerinden geriye doğru gidilerek beklenen değer (BD) hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. İlk şans düğümü için beklenen değer;



$$BD = (52402758 * 0.2264) + (232807621 * 0.1585) + (0.775 * 0.1231) + (2554 * 0.2115) + (670303455 * 0.1454) + (-0.498 * 0.1352)$$

$$BD = 146'226'654$$

biçiminde hesaplanmıştır. Bu biçimde hesaplanan şans düğümünün beklenen değeri, ilgili şans düğümünün başlangıç düğümü yönünde bağlantılı olduğu bir önceki dalın da sonuç değeridir. Buna göre Netlog Lojistik firmasının sonuç değeri dolayısıyla performans göstergesi 146'226'654 olur.

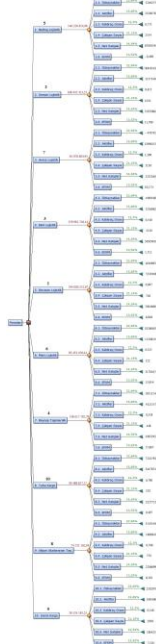
Benzer hesaplamalar diğer şans düğümleri için de gerçekleştirilmiş ve tüm firmaların performans değerleri bulunarak ağaç üzerine firmaları temsil eden karar dallarının sonucu olarak yazılmıştır.

Geleneksel karar ağacı uygulamalarında karar düğümlerinde, karar düğümüne bağlı karar dalları içinden en iyi sonucu veren dal karar olarak benimsenir diğer karar dalları ise üzerine çift çizgi çizilerek iptal edilir. Bu problemde amaç seçim değil sıralama olduğu için karar dalları üzerine sıralamayı yansıtan rakamlar yerleştirilmiştir. Buna göre firmaların performanslarına göre sıralamasının aşağıdaki Tablo 5.5 biçimde olduğu ve takip eden şekillerdeki karar ağacından da izlenebilmektedir.

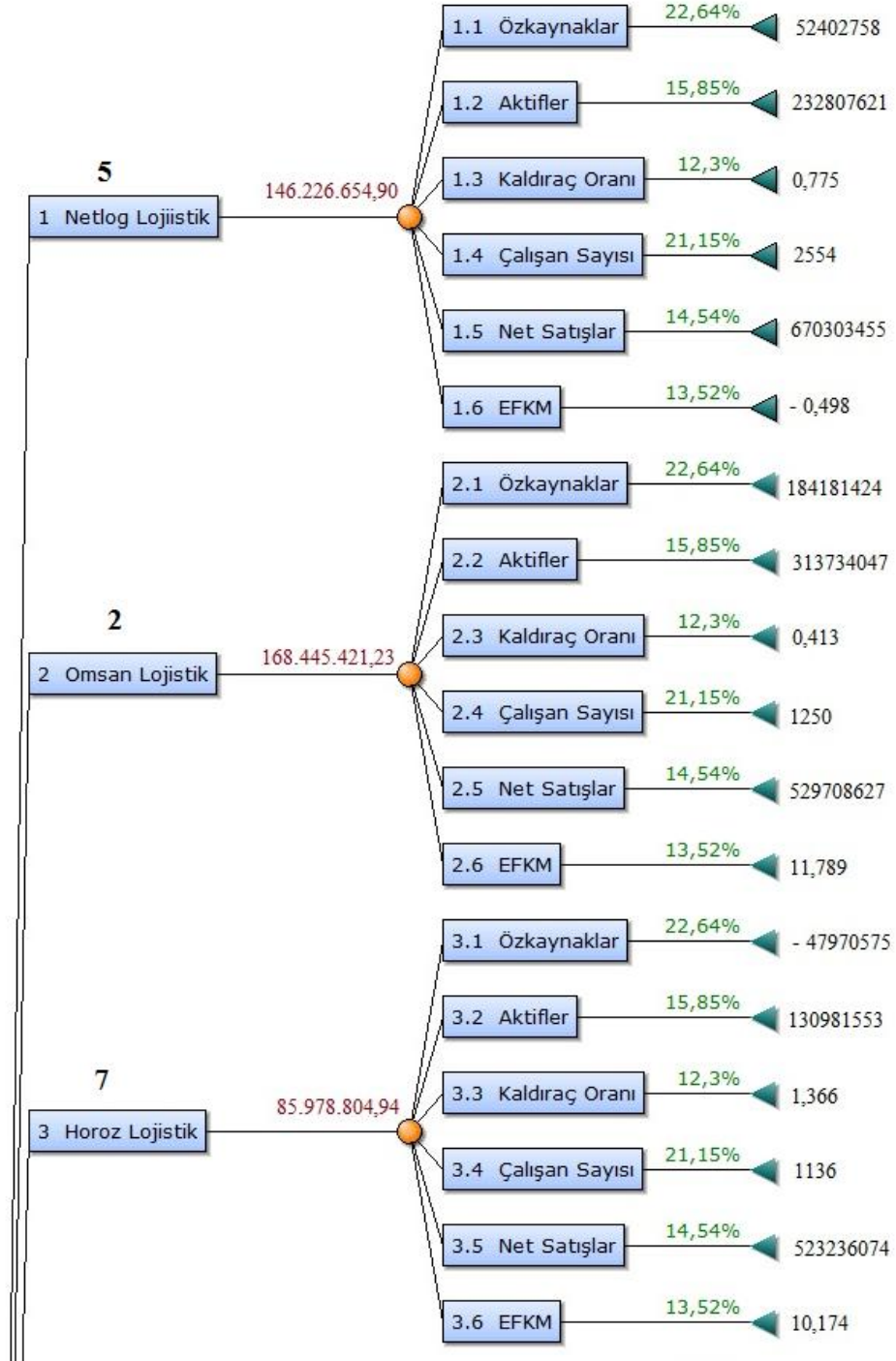
Sıralama	Firma Kodu	Firma Adı
1	F5	Borusan Lojistik
2	F2	Omsan Lojistik
3	F4	Ekol Lojistik
4	F7	Reysaş Taşımacılık
5	F1	Netlog Lojistik
6	F6	Mars Lojistik
7	F3	Horoz Lojistik
8	F9	Alişan Uluslararası Taşımacılık
9	F10	Sürat Kargo
10	F8	Taha Kargo

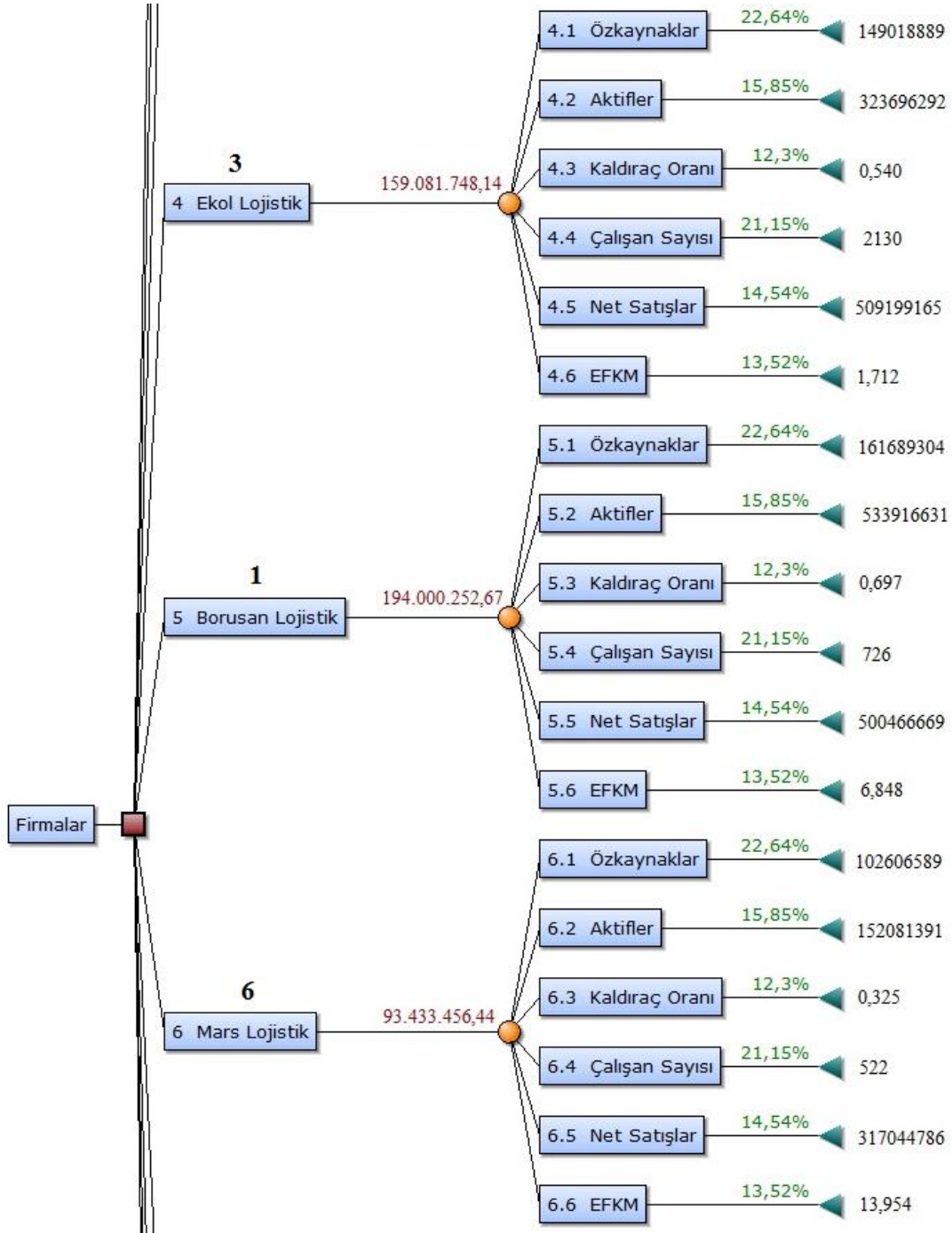
**Tablo 5.5** Firmaların performanslarına göre sıralaması

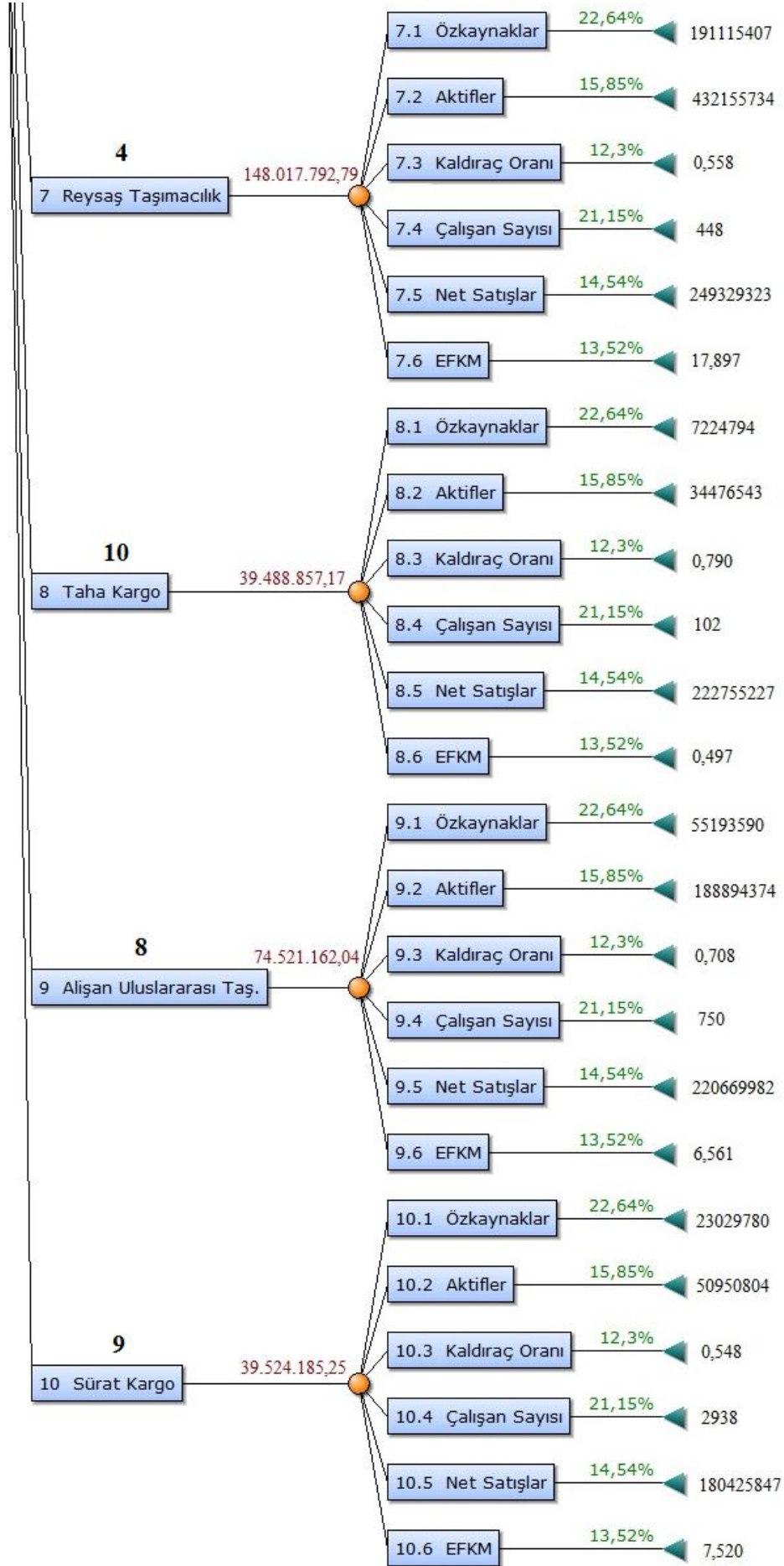
**Şekil 5.2.** Firmaların farklı değerlendirme kriterlerine göre performans ölçümüne ilişkin karar ağacı



Şekil 5.3. Firmaların farklı değerlendirme kriterlerine göre performans ölçümüne ilişkin karar ağacının büyütülmüş biçimi







## 6. SONUÇ

Karar verme problemlerinin çözümü için kullanılan teknikler, karar probleminin taşıdığı özelliklerle yakından ilişkilidir. Buna göre karar problemleri, karar vericinin kontrol edemediği değişkenler hakkındaki bilgi düzeyine bağlı olarak belirlilik, belirsizlik ve risk ortamlarında karar verme olarak sınıflandırılabilir. Karar probleminde ulaşılmak istenen amacın bir ya da birden fazla olması durumunda tek amaçlı karar problemi ya da çok amaçlı karar problemi ayrımı yapılır. Problem, kararın tek zaman noktasını ilgilendirmesi ya da birbirini etkileyecek birden çok zaman noktasını ilgilendirmesine göre de tek aşamalı ya da çok aşamalı karar verme olarak ele alınır. Bunun dışında problemde yer alan kriter sayısına göre de tek kriterli ve çok kriterli karar problemi biçiminde bir sınıflama yapmak mümkündür.

Belirlilik ortamı sözkonusu olduğunda karar verici, Doğrusal Programlama tekniklerini kullanarak çözüm üretebilir. Belirsizlik ve risk ortamlarında problemin matematiksel gösterimi ve çözümü için Sonuç Matrisi (Payoff Matrix) adı verilen tablo düzenlenerek ve Sonuç Matrisi'ne karar ortamına uygun karar ölçütleri uygulanarak en iyi çözüm aranır.

Belirsizlik ve risk ortamlarındaki karar problemlerinin modellenmesi ve çözümü için geleneksel çözüm yaklaşımı yukarıda sözü edilen sonuç matrisinin kullanılmasıdır. Bununla birlikte birden fazla kararın ardışık olarak verilmesini gerektiren çok aşamalı karar problemlerinde, Sonuç Matrisi yetersiz olduğundan bunun yerine grafiksel karar verme yaklaşımları tercih edilmektedir. Karar Ağacı, Etki Diyagramı, Değerleme Ağı sözkonusu teknikler arasındadır.

Yukarıda sıralanan çözüm yaklaşımları tek bir amacı gerçekleştirmeye ya da tek bir kriteri karşılamaya yönelik karar süreçleri için kolaylıkla uygulanabilmektedir. Ancak günümüzde özellikle işletmelerin karşı karşıya kaldığı karar verme problemleri, işletmelerin içinde bulunduğu ekonomik koşullar, rekabet ortamı, teknolojik gelişmeler vb. nedenlerden dolayı karmaşık bir yapı sergilemektedir. Böylesi karar problemlerinde genellikle birden fazla amaç ya da kriteri aynı zamanda karşılayacak en doğru hareket biçiminin seçimine çalışılmaktadır. Söz konusu bu tip karar problemlerine yönelik olarak geliştirilen çözüm teknikleri literatürde çok kriterli karar verme başlığı altında incelenmektedir. Çok kriterli karar vermede kullanılan başlıca teknikler; Ağırlıklı Toplam Modeli, Ağırlıklı Çarpım Modeli, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), ELECTRE, TOPSIS ve PROMETHEE biçiminde sıralanabilir.

Bu çalışmada, çok kriterli karar verme tekniklerinden ATM yaklaşımı ve grafiksel karar verme tekniklerinden Karar Ağacı yaklaşımının çözüme ilişkin hesaplamalarındaki benzerliklerden yola çıkılarak, çok kriterli problemlerin Karar Ağacı yaklaşımıyla ele alınması incelenmiştir. Konuya ilişkin literatür incelemesinde daha önceki çalışmalarda birlikte ele alınmayan bu karar yapısı ve tekniğin literatüre yeni bir bakış açısı kazandıracağı umulmaktadır. Bu bakış açısının uygulamada yer alan işletme yöneticilerine sağlaması beklenen katkı ise karar vericilerin karşı karşıya kaldıkları çok değişkenli, çok kriterli karmaşık karar problemlerini Karar Ağacı tekniğinin grafik gösterimi yardımıyla tüm ayrıntılarıyla ortaya koyması ve bunu aynı zamanda yalın biçimde gerçekleştirmesidir. Böylece problemin anlaşılması ve dolayısıyla çözümüne de kolaylık sağlayacağı düşünülmektedir.



## KAYNAKÇA

- Benayoun, R., B. Roy ve N. Sussman (1966) *Manual de reference du programme electre, Note de Synthèse et Formation*. No. 25, Direction Scientifique SEMA, Paris, France.
- Bridgman, P.W. (1922). *Dimensional Analysis*. USA New Haven, CT: Yale University Press.
- Brans, J. P. ve P. Vincke (1985). A Preference Ranking Organization Method (The PROMETHEE Method for Multiple Criteria Decision Making). *Management Science*, 31(6), 647–656.
- Clemen, R. T. (1996). *Making Hard Decision*. Second Edition, Duxbury Press, USA.
- Çakır, S. ve S. Perçin (2013). Çok Kriterli Karar Verme Teknikleriyle Lojistik Firmalarında Performans Ölçümü. *Ege Akademik Bakış*, 13 (4), 449–459.
- Ehrgott, M., J. Figueira ve S. Greco (2010). *Trends in Multiple Criteria Decision Analysis*. International Series in Operations Research & Management Science.
- Fishburn, P. C. (1967), *Additive Utilities with Incomplete Product Set: Applications to Priorities and Assignments*. Operations Research Society of America (ORSA), Baltimore, MD, USA.
- Gordon, G. ve I. Pressman (1983). *Quantitative Decision-Making For Business*. Second Edition, Prentice Hall International Inc., USA.
- Habenicht W., B. Scheubrein ve R. Scheubrein (2014). *Multiple-Criteria Decision Making*. <http://www.eolss.net/sample-chapters/c02/E6-05-06-05.pdf> (13.02.2014).
- Herwijnen, M. (2014). *Weighted Summation (WSum)*. [http://www.ivm.vu.nl/en/Images/MCA2\\_tcm53-161528.pdf](http://www.ivm.vu.nl/en/Images/MCA2_tcm53-161528.pdf) (10.02.2014).
- Hwang, C. L. ve K. Yoon (1981), *Multiple Attribute Decision Making*. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems 186, Germany: Springer-Verlag.
- Mendoza, G. A. ve H. Martins (2006). Multi-criteria decision analysis in natural resource management: A critical review of methods and new modelling paradigms. *Forest Ecology and Management*, 230, 1–22.
- Meredith, J., S. Shafer ve E. Turban (2002). *Quantitative Business Modeling*. South-Western Thomson Learning, USA.
- Miller, D. W. ve M. K. Starr. (1969). *Executive Decisions and Operations Research*. NJ: Prentice-Hall, Inc.
- Oregon Department of Transportation Research Unit (2009). *Development of a Decision Model for Selection of Appropriate Timely Delivery Techniques for Highway Projects*. [www.oregon.gov/ODOT/td/tp\\_res/docs/reports/2009/del\\_tech\\_hwy.pdf](http://www.oregon.gov/ODOT/td/tp_res/docs/reports/2009/del_tech_hwy.pdf) (13.02.2014).



- Pohekar, S. D. ve M. Ramachandran (2004). Application of multi-criteria decision making to sustainable energy planning - A review. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 8, 365–381.
- Saaty, T. L., (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York, USA.
- T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı. (2010). *Türkiye’de Temiz (Sürdürülebilir) Üretim Uygulamalarının Yaygınlaştırılması için Çerçeve Koşulların ve Ar-Ge İhtiyacının Belirlenmesi Projesi Sonuç Raporu*. Ankara: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı Yayını. <http://www.ttgvt.org.tr/content/docs/temiz-uretim-sonuc-raporu.pdf> (10.02.2014).
- Tezcan, Ö., O. Aytekin, H. Kuşan ve İ. Özdemir (2012). İnşaat Proje Yatırımlarının Değerlendirilmesinde Analitik Hiyerarşi Yönteminin Kullanılması. *e-Journal of New World Sciences Academy*, 7 (1), 229-238. [http://www.newwsa.com/download/gecici\\_makale\\_dosyalari/NWSA-2630-2630-4.pdf](http://www.newwsa.com/download/gecici_makale_dosyalari/NWSA-2630-2630-4.pdf)
- Triantaphyllou, E. (2000). *Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study*. Kluwer Academic Publishers, London.
- Xu, L. ve J. B. Yang, (2001). *Introduction to Multi-Criteria Decision Making and the Evidential Reasoning Approach*. Working Paper No:0106. Manchester School of Management University of Manchester Institute of Science and Technology.





## Using Decision Tree in Multi Criteria Decision Making Problems

Şenay Lezki

Anadolu University

### ABSTRACT

In this study, the applicability of decision tree technique in multi criteria decision making problems is investigated. In decision problems, where decision tree technique is traditionally used, decision problems are single or multi stage and the goal or the quality, i.e. the number of criteria to be considered is single. This study, different from the structure in previous studies, examines the use of decision tree in multiple-criteria problems. The application used in this study is based on the similarity in the solution approaches of Weighted Sum Model (WSM) technique and Decision Tree technique, which are commonly used in multiple-criteria decision making problems.

**Keywords:** *Multi Criteria Decision Making, Decision Tree, Weighted Sum Model (WSM)*

**AMS 1991 Sınıflandırması:** Primary 62C05

**JEL Classifications:** C440