

UTADIS ÇOK KRİTERLİ SINIFLANDIRMA METODOLOJİSİ VE TÜRKİYE ENERJİ SEKTÖRÜ UYGULAMASI

Aydın ULUCAN *
Kazım Barış ATICI **

Özet

Çok Kriterli Karar Analizi (ÇKKA) karar vericilere birbirleriyle çelişen birçok faktörü içeren gerçek hayat problemlerini modellemede destek sağlayan bir Yöneylem Araştırması disiplini. Sınıflandırma problemi, seçim, sıralama ve tanımlama ile beraber Çok Kriterli Karar Analizinin problem alanlarından birisidir. UTADIS tekniği sınıflandırmaya yönelik literatürde enerji problemleri de dahil olmak üzere birçok alanda uygulanmış bir Çok Kriterli Karar Analizi tekniği olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu teknik, parametrik olmayan sıralı bir regresyon temelli bir sistem üzerinde işleyen ve önceden belirlenmiş gruplardaki alternatifleri sınıflamak ve grupları eşiklerini hatayı minimize edecek şekilde belirlemeyi amaçlayan bir yöntemdir. Enerji kararlarının birden fazla amacın, kriterin veya niteliğin bir araya geldiği bir yapısı, Çok Kriterli Karar Analizi tekniklerinin bu alanda uygulanmasını mümkün kılmaktadır. Bu amaca yönelik olarak, çalışmada, UTADIS tekniği detaylı olarak ele alınmakta ve Türkiye elektrik dağıtım sektöründe uygulaması yapılarak sonuçlar yorumlanmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Çok kriterli karar verme, UTADIS, enerji.

Abstract

UTADIS Multiple Criteria Sorting Methodology and its Application to the Turkish Energy Sector

Multiple Criteria Decision Analysis (MCDA) is an Operations Research discipline that supports decision makers to model real life problems including many conflicting factors. Sorting problem is one of the main problem area of Multiple Criteria Decision Analysis with choice, ranking and description problems. UTADIS (UTilities Additives

* Doç.Dr., Hacettepe Üniversitesi, İşletme Bölümü, Beytepe, ANKARA, aulucan@hacettepe.edu.tr

** Arş.Gör., Hacettepe Üniversitesi, İşletme Bölümü, Beytepe, ANKARA, kba@hacettepe.edu.tr

DIScriminantes) technique is a Multiple Criteria Decision Analysis sorting technique which is widely applied in many problem areas. This technique is a non parametric technique aiming to sort alternatives into predefined classes and obtain the threshold values for classes with minimum classification error. The structure of energy decisions which involve many objectives, criteria or attributes is an appropriate area for application of Multiple Criteria Decision Analysis techniques. By taking this fact into consideration, in this study, UTADIS technique is widely reviewed and an application of the technique in Turkish electricity distribution industry is performed in order to interpret the results.

Keywords: Multi criteria decision analysis, UTADIS, energy.

GİRİŞ

Çok Kriterli Karar Analizi (ÇKKA) karar vericilere birbirleriyle çelişen birçok faktörü içeren gerçek hayat problemlerini modellemede destek sağlayan bir Yöneylem Araştırması disiplini. Roy (1996) Çok Kriterli Karar Analizinde verilecek kararın doğasına göre dört temel problem tipinden bahsetmektedir; seçme, sıralama, tanımlama ve sınıflandırma. Verilecek kararın amacına göre bu dört temel problem tipinden biri seçilmektedir.

Bu problem tiplerinden biri olan sınıflandırma problemleri, genel olarak, belirli değerlendirme kriterleri ışığında karar alternatiflerinin homojen olarak sınıflandırılmasına odaklanan problem tipleridir. Literatürde birçok çok kriterli olarak sınıflama yapmaya yönelik metod geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Bunlar arasında, UTADIS (Jacquet-Lagrèze, 1995; Doumpos and Zopounidis, 1998), ELECTRE TRI (Yu, 1992), N-TOMIC (Massaglia and Ostanello,1991), ORCLASS (Larichev and Moskovich 1994), Kaba kümeleme teorisi (rough sets theory) (Greco et al., 2002), PROAFTN (Belacel, 2000) ve filtreleme metodları (Perny, 1998) sayılabilir. Bu tekniklerden UTADIS (Utilities Additives Discriminantes) yöntemi, birçok sektörde araştırma ve geliştirme projelerinin seçilmesi, iflas riski tahmini, portföy yönetimi, yatırım kararları gibi daha çok finansal yönü ağır basan konularda uygulama alanı bulmuş sınıflama amaçlı bir Çok Kriterli Karar Analizi yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır (Diakoulaki vd., 1999). Bu teknik, geleneksel istatistiksel ve ekonometrik sınıflandırma tekniklerinde (diskriminant analizi, logit, probit gibi) kullanılan sistemlere çok benzeyen, parametrik olmayan sıralı bir regresyon temelli bir sistem üzerinde işlemektedir. Modelin amacı önceden belirlenmiş gruplardaki alternatifleri sınıflamak ve grupların eşiklerini hatayı minimize edecek şekilde belirlemektir (Zopounidis and Doumpos, 1999a).

Bu çalışmada literatürde birçok alanda uygulanmış olan UTADIS tekniği detaylı olarak ele alınmakta ve Türkiye elektrik dağıtım sektöründe uygulaması yapılmaktadır. Enerji problemleri genel olarak büyük miktarda belirsizlik, uzun zaman çerçevesi, sermaye yoğun yatırım ve herbiri farklı eğilimdeki birçok farklı ilgi grubunu içerirler (Zhou vd., 2006). Bu özelliklerinden dolayı, bu konuda alınacak kararlar da birden fazla amacın, kriterin veya niteliğin bir araya geldiği bir yapıdadır. Bu yapıları itibariyle, Enerji problemleri Çok Kriterli Karar Analizi metodlarının uygulama alanı bulduğu problem tipleridir. Tüm dünyadaki enerji sektörlerinde olduğu gibi Türkiye enerji sektöründe de bu tip analitik yöntemler kullanılarak planlama yapılması üzerinde durulması gereken bir konudur. Türkiye enerji endüstrisine bakıldığında, sektörün en büyük eksikliklerinden birinin planlama olduğu görülmektedir. Bu gerçek, 2007 yılında Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi tarafından enerji sektörünün 2005-2006 yıllarına ilişkin değerlendirilmesine yönelik hazırlanan raporda vurgulanmaktadır. Raporda, sektörün temel sorunlarından birinin sektör hizmetlerinin verimliliğini sağlayacak nitelikte doğru ve gerçek verilere dayalı bir planlama yaklaşımının benimsenmesi olduğu belirtilmektedir. Bu noktadan hareketle, çalışma Çok Kriterli Karar Analizi tekniklerinden UTADIS tekniğinin Türkiye elektrik dağıtım sektöründe uygulanarak sonuçların yorumlanmasını amaçlamaktadır.

Çalışmanın birinci bölümü UTADIS tekniğinin uygulama alanlarını ve tekniğin matematiksel yapısını detaylı bir biçimde ele almaktadır. İkinci bölümde ise, Türkiye elektrik dağıtım sektöründe yapılan UTADIS uygulaması anlatılmakta ve elde edilen bulgular yorumlanmaktadır. Çalışmanın son bölümü sonuç ve değerlendirmelerden oluşmaktadır.

1. UTADIS TEKNİĞİ

UTADIS tekniği, ilk kez Devaud vd. (1980) tarafından ortaya atılmış ve Jacquet – Lagreze ve Siskos (1982) tarafından yapılan çalışma ile ilerletilmiş bir Çok Nitelikli Karar Verme yöntemidir. Yöntemin, Çok Kriterli Karar Analizi araştırmacılarının dikkatini çekmesi 1990'ların ortasına rastlamaktadır. 1995 yılında Jacquet – Lagreze bu metodu araştırma geliştirme projelerini değerlendirmek için kullanmıştır. 1997'den sonra ise finansal karar problemlerinde sınıflama yapmak için yaygınlıkla kullanılır hale gelmiştir. Son zamanlarda, UTADIS tekniği, FINCLAS (Zopounidis and Doumpos, 1998) ve PREFDIS (Zopounidis and Doumpos, 2000) gibi çok kriterli karar destek sistemlerinde uygulama alanı bulmuştur.

Son yıllarda, literatürde UTADIS tekniği kullanılarak çok çeşitli alanlarda birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. UTADIS tekniği kullanılarak

yapılan çalışmalar, genel olarak beş grupta incelenebilir; uygulama odaklı çalışmalar, karşılaştırmalı çalışmalar, model geçerliliği üzerine yapılan çalışmalar, modeli geliştirme çalışmaları ve karar destek sistemi geliştirme çalışmaları. Her bir grupta yer alan çalışmalara örnekler Tablo 1’de verilmektedir. Bazı çalışmalar katkıları itibariyle birden fazla grupta incelenebilmektedir.

Tablo 1. UTADIS Tekniği ile Yapılan Çalışmalara Örnekler

1. Uygulama odaklı çalışmalar	<ul style="list-style-type: none"> • Pasiouras vd., 2007 • Baourakis vd., 2007 • Gaganis vd., 2006 • Pendaraki vd., 2005 • Spathis vd., 2003 • Voulgaris vd., 2000
2. Karşılaştırmalı çalışmalar	<ul style="list-style-type: none"> • Pasiouras vd., 2007 • Baourakis vd., 2007 • Doumpos ve Pasiouras, 2005 • Gaganis vd., 2006
3. Model geçerliliği üzerine yapılan çalışmalar	<ul style="list-style-type: none"> • Spathis vd., 2002 • Pendaraki vd., 2005
4. Modeli geliştirme çalışmaları	<ul style="list-style-type: none"> • Doumpos ve Zopounidis, 2002 • Zopounidis ve Doumpos, 1999b • Zopounidis ve Doumpos, 1997
5. Karar destek sistemi geliştirme çalışmaları	<ul style="list-style-type: none"> • Zopounidis ve Doumpos, 2000 • Pendaraki vd., 2005

UTADIS tekniğinde de, diğer Çok Kriterli Karar Analizi tekniklerinde olduğu gibi, $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ olmak üzere n tane alternatiften oluşan bir alternatif kümesi ile g_1, g_2, \dots, g_m şeklinde m tane kriterden oluşan bir kriter kümesi bulunur. Alternatifler öncelikle karar verici tarafından belirli bir özellikleri dikkate alınarak C_1, C_2, \dots, C_Q gibi Q tane sınıfa ayrılır. Gruplar arasındaki tercih ilişkisi (1)’deki gibidir:

$$C_1 \mathbf{P} C_2 \dots C_{Q-1} \mathbf{P} C_Q \quad (1)$$

\mathbf{P} , gruplar arasındaki tercih ilişkisini göstermek üzere, birinci grup C_1 , ikinciye tercih edilmektedir. Başka bir deyişle, en iyi alternatifler birinci grupta en kötü alternatifler Q grubunda yer alacak şekilde gruplama yapılır.

UTADIS'te amaç C_1 grubundaki alternatiflerin en yüksek skorları alacağı şekilde, alternatifleri bütün kriterlere göre 0 ile 1 aralığında yeni bir ölçüğe taşımak ve bu ölçekteki grup eşiklerini belirlemektir.

Her değerlendirme kriteri g_i için $G_i = [g_{i*}, g_i^*]$ aralığı tanımlanır. g_{i*} ve g_i^* sırasıyla g_i kriteri için A setinde yer alan bütün alternatifler içinden en az tercih edilen ve en çok tercih edilen değerlerdir. Başka bir deyişle, alternatiflerin g_i kriterindeki performanslarının maksimum ve minimum değerlerini ifade etmektedir. G_i aralığı $a_i - 1$ eşit aralığa ($[g_i^j, g_i^{j+1}]$, $j = 1, 2, \dots, a_i - 1$) bölünür. G_i 'nin kaç alt aralığa bölüneceği yani $a_i - 1$ değeri karar verici tarafından belirlenir. Bu değer, her marjinal fayda u_i için öngörülen noktaların sayısını ifade etmektedir. Alt aralık sayısının alternatif sayısına yakın belirlenmesi marjinal fayda ölçüğü ile elde edilen veri setini birbirine yaklaştırarak daha doğru sonuçlar elde edilmesini sağlar; ancak aynı zamanda modelin aşırı büyümesine yol açar. Bu yüzden, alt aralık sayısı alternatif sayısına çok yakın olmayacak bir şekilde, ortalama bir değer olarak belirlenmelidir. Alt aralıkları belirleyen, her bir nokta, doğrusal enterpolasyon ile (2)'deki gibi hesaplanır:

$$g_i^j = g_{i*} + \frac{j-1}{a_i-1}(g_i^* - g_{i*}) \quad (2)$$

Amaç, alternatiflerin, bu belirlenen noktalardaki marjinal faydalarının hesaplanmasıdır. Alternatif a 'nın g_i kriterindeki değeri $g_i(a)$ olarak gösterilir ve $g_i(a) \in [g_i^j, g_i^{j+1}]$ koşulu geçerlidir. a alternatifinin marjinal faydası $u_i[g_i(a)]$, doğrusal enterpolasyon ile (3)'teki gibi hesaplanır.

$$u_i[g_i(a)] = u_i(g_i^j) + \frac{g_i(a) - g_i^j}{g_i^{j+1} - g_i^j} [u_i(g_i^{j+1}) - u_i(g_i^j)] \quad (3)$$

Kısıtların monotonluğunun sağlanabilmesi için (4)'teki kısıtın sağlanması gereklidir. Bu tip kısıtlar monotonluk kısıtları olarak isimlendirilir. Bu durum, modele kriter sayısı ile belirlenen alt aralık sayısı çarpımı kadar monotonluk kısıtı eklenmesi zorunluluğunu getirmektedir.

$$u_i(g_i^{j+1}) - u_i(g_i^j) \geq 0, \forall i \quad (4)$$

Modele getirilen bu monotonluk kısıtları, modeli büyütme ve çözümü zorlaştırıcı yönde etki etmektedir. Modelin çözülmesinde yaşanacak bu zorluk, bu monotonluk kısıtlarının, sıfır olmama kısıtlarına dönüşümü ile sağlanmaktadır. Bu dönüşüm, Siskos and Yannacopoulos (1985) tarafından ortaya atılan yaklaşım ile sağlanmaktadır. Buna göre, modele iki ardışık kesim noktasının marjinal faydaları arasındaki farkı temsil eden yeni w_{ij} artık değişkenleri eklenmektedir ve (5) ve (6)'da gösterilen dönüşümler gerçekleştirilmektedir.

$$w_{ij} = u_i(g_i^{j+1}) - u_i(g_i^j) \geq 0, \forall i, j \quad (5)$$

$$u_i(g_i^j) = \sum_{k=1}^{j-1} w_{ik} \quad (6)$$

(5) ve (6)'daki dönüşümler gerçekleştirildikten sonra, (3)'teki bir alternatifin marjinal faydasını gösteren fonksiyon (7)'deki gibi ifade edilebilir. $u_i(g_i^{j+1}) - u_i(g_i^j)$ ifadesi yerini w_{ij} değişkenine, $u_i(g_i^j)$ ise yerini $\sum_{k=1}^{j-1} w_{ik}$ ifadesine bırakmıştır.

$$u_i[g_i(a)] = \sum_{k=1}^{j-1} w_{ik} + \frac{g_i(a) - g_i^j}{g_i^{j+1} - g_i^j} w_{ij} \quad (7)$$

Alternatifin global faydası $U(a)$ ise her bir kriter için olan marjinal faydalarının toplamı şeklinde (8)'deki gibi ifade edilmektedir.

$$U(a) = \sum_{i=1}^m u_i[g_i(a)] \quad (8)$$

Modelde yer alan diğer bir kısıt grubu ise (9) ve (10)'da gösterilen normalizasyon kısıtlarıdır. Bu kısıtlar, alternatiflerin marjinal faydalarının toplamının üst sınırını 1, alt sınırını ise 0'a eşitleyen kısıtlardır. Başka bir deyişle, global faydaların, 0 ile 1 arasında değişen bir ölçek arasında yer almasını sağlayan kısıtlardır.

$$\sum_{i=1}^n u_i(g_i^*) = 1 \quad (9)$$

$$\sum_{i=1}^n u_i(g_{i*}) = 0 \quad (10)$$

Modelde yapılan dönüşümler ve w_{ij} artık değişkenlerinin modele eklenmesi ile, (9) ve (10)'daki normalizasyon kısıtları da çeşitli dönüşümlere uğramaktadır. Bu kısıtlar için, (11) ve (12)'deki dönüşümler gerçekleştirilmekte ve (10)'daki kısıt modelden düşürülürken, (9)'daki normalizasyon kısıtı (13)'deki gibi modele eklenen w_{ij} değişkenleri ile ifade edilmektedir (Siskos and Yannacopoulos, 1985).

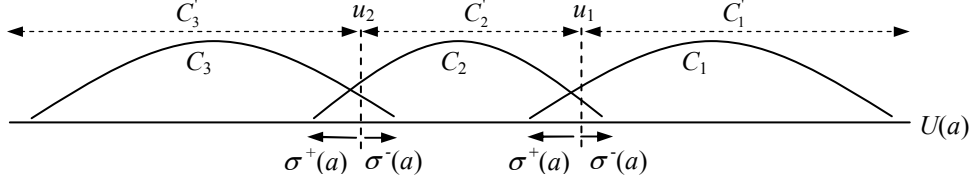
$$u_i(g_{i*}) = 0 \quad (11)$$

$$u_i(g_i^*) = \sum_{k=1}^{a_i-1} w_{ik} \quad (12)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{a_i-1} w_{ij} = 1 \quad (13)$$

Alternatiflerin global faydası $U(a)$ ile ilişkili iki tip sınıflandırma hatasından bahsedilebilir: fazla tahmin hatası $\sigma^+(a)$ ve eksik tahmin hatası $\sigma^-(a)$. Fazla tahmin hatası $\sigma^+(a)$, bir alternatifin, sahip olduğu faydaya göre, ait olduğu sınıftan daha alt bir sınıfa konulması (C_1 sınıfına ait olan bir alternatifin C_2 sınıfında yer alması gibi) durumunda oluşur. Bu durumda, doğru bir şekilde sınıflandırma yapmak için, $\sigma^+(a)$ hata payının bu alternatifin global fayda fonksiyonuna eklenmesi gerekmektedir. Eksik tahmin hatası $\sigma^-(a)$ ise, bir alternatifin sahip olduğu faydaya göre, ait olduğu sınıftan daha üst bir sınıfa konulması (C_2 sınıfına ait olan bir alternatifin C_1 sınıfında yer alması gibi) durumunda ortaya çıkmaktadır. Bu durumda, doğru bir şekilde sınıflandırma yapmak için, $\sigma^-(a)$ hata payının bu alternatifin global fayda fonksiyonundan çıkarılması gerekmektedir. Üç sınıflı bir örnek için fayda fonksiyonu ve sınıflandırma hataları Şekil 1'de varsayımsal olarak gösterilmektedir. $\sigma^+(a)$ ve $\sigma^-(a)$ sınıflandırma hatalarını, C_1 , C_2 ve C_3 belirlenen ilk sınıflamayı, C_1' , C_2' , C_3' ise modelin yaptığı sınıflamayı temsil etmektedir. İlk yapılan sınıflama ile modelin belirlediği global fayda fonksiyonuna göre yapılan sınıflamada farklılık olması durumunda sınıflandırma hataları ortaya çıkmaktadır. UTADIS modelibu sınıflandırma hatasını minimize edecek şekilde her bir alternatif için $U(a)$ global fayda skorunu hesaplamaya dayanan bir doğrusal programlama modelidir.

Şekil 1. UTADIS Tekniğinde Fayda Ölçeğinde Sınıflandırma



Alternatiflerin sınıflandırılması, her birinin global faydasının uygun düşen fayda eşiği ile karşılaştırılması yolu ile yapılmaktadır. Fayda eşikleri, bir sınıfı diğerinden ayıran değerlerdir. Fayda eşikleri ile alternatiflerin global faydaları arasındaki ilişkilere göre alternatifler (14), (15), (16) ve (17)'deki gibi sınıflandırılır. $u_1, u_2, \dots, u_{k-1}, u_k, \dots, u_{Q-1}$ değerleri fayda eşiklerini göstermektedir.

$$U(a) \geq u_1 \Rightarrow a \in C_1 \quad (14)$$

$$u_2 \leq U(a) < u_1 \Rightarrow a \in C_2 \quad (15)$$

$$\dots \dots \dots$$

$$u_k \leq U(a) < u_{k-1} \Rightarrow a \in C_k \quad (16)$$

$$\dots \dots \dots$$

$$U(a) < u_{Q-1} \Rightarrow a \in C_Q \quad (17)$$

(8)'deki global fayda fonksiyonunun tanımı ve bahsedilen iki tip hata payı dikkate alınarak yukarıdaki eşitsizlikler (18), (19) ve (20)'deki gibi ifade edilebilirler.

$$\sum_{i=1}^m u_i [g_i(a)] - u_1 + \sigma^+(a) \geq 0 \quad \forall a \in C_1 \quad (18)$$

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^m u_i [g_i(a)] - u_{k-1} - \sigma^-(a) &\leq -\delta \\ \sum_{i=1}^m u_i [g_i(a)] - u_k + \sigma^+(a) &\geq 0 \end{aligned} \right\} \forall a \in C_k \quad (19)$$

$$\sum_{i=1}^m u_i [g_i(a)] - u_{Q-1} - \sigma^-(a) \leq -\delta \quad \forall a \in C_Q \quad (20)$$

(19) ve (20)'taki δ değeri çok küçük, pozitif bir reel sayı değerini temsil etmektedir. Bu değer, global fayda değeri $U(a)$ 'nın u_{k-1} ($a \in C_k$, $k > 1$ durumunda) ve u_{Q-1} ($a \in C_Q$ olduğu durumlarda) değerleri ile kesin eşitsizliğini sağlamak için kullanılmaktadır. Amaç $u_i[g_i(a)]$ marjinal faydalarının ve u_k fayda eşiklerinin yukarıda belirtilen kısıtları sağlayacak ve tüm hataların toplamını minimize edecek şekilde belirlenmesidir. Bu koşullar altında UTADIS tekniğinin modeli aşağıda gösterilen şekilde oluşmaktadır:

Minimize

$$F = \sum_{a \in C_1} \sigma^+(a) + \dots + \sum_{a \in C_k} [\sigma^+(a) + \sigma^-(a)] + \dots + \sum_{a \in C_Q} \sigma^-(a) \quad (21)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{i=1}^m u_i [g_i(a)] - u_1 + \sigma^+(a) \geq 0 \quad \forall a \in C_1 \quad (22)$$

$$\left. \begin{array}{l} \sum_{i=1}^m u_i [g_i(a)] - u_{k-1} - \sigma^-(a) \leq -\delta \\ \sum_{i=1}^m u_i [g_i(a)] - u_k + \sigma^+(a) \geq 0 \end{array} \right\} \forall a \in C_k \quad (23)$$

$$\sum_{i=1}^m u_i [g_i(a)] - u_{Q-1} - \sigma^-(a) \leq -\delta \quad \forall a \in C_Q \quad (24)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{a_i-1} w_{ij} = 1 \quad (25)$$

$$u_{k-1} - u_k \geq s \quad k = 2, 3, \dots, Q-1 \quad (26)$$

$$w_{ij} \geq 0, \sigma^+ \geq 0, \sigma^- \geq 0 \quad (27)$$

(26)'da yer alan kısıttaki s parametresi, sınıfları ayıran fayda eşikleri arasındaki, kesin tercih ilişkisini sağlamak için modele eklenmiş bir parametredir. Özet olarak UTADIS tekniğinin amacı önceden belirlenmiş gruplardaki alternatiflerin global fayda skorlarını hesaplamak, alternatifleri 0 ile 1 arasında değişen yeni bir ölçüğe taşımak ve grupların eşiklerini hatayı minimize edecek şekilde belirlemektir. Bu amaç, yukarıda (21), (22), (23), (24), (25), (26) ve (27) ile belirtilen matematiksel model aracılığı ile başarılmaktadır (Zopounidis and Doumpos, 1999a).

2. ELEKTRİK DAĞITIM ŞİRKETLERİNDE UTADIS UYGULAMASI

Bu uygulamada, Türkiye'de yer alan 20 adet elektrik dağıtım şirketi sistem kayıp oranlarına göre üç gruba ayrılarak çeşitli kriterler ışığında UTADIS tekniği uygulanmıştır. Sistem kayıp oranları %9'dan düşük olan şirketler birinci grupta, sistem kayıp oranları %9 ile %20 arasında olan şirketler ikinci grupta ve son olarak %20'den büyük sistem kayıp oranlarına sahip olan şirketler ise üçüncü grupta yer almaktadır. Gruplar belirlenirken, çok yüksek sistem kayıplarına (%20'nin üzerinde) sahip şirketler üçüncü grup olarak belirlenmiş, geriye kalan ve birbirine yakın değerlerde sistem kayıp oranına sahip şirketler için, oranların ortalaması alınarak yaklaşık %9'luk bir değer elde edilmiştir. Elde edilen bu değer birinci ve ikinci grubu ayıran sınır değer olarak kullanılmıştır. Birinci grupta 7, ikinci grupta 10 ve üçüncü grupta 3 adet şirket yer almaktadır.

Şirketler, sistem kayıp oranına göre gruplandıktan sonra analiz için gereken kriterler belirlenmiştir. Kullanılan kriterler Tablo 2'de gösterilmektedir. Bu uygulama için, Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş. (TEDAŞ)'nden 2006 yılına yönelik elde edilen verilerden yararlanılmaktadır. Hizmet alanı kriteri için, TEDAŞ'tan elde edilen ve şirketlerin elektrik dağıttığı köy ve belde sayısını gösteren veriden yararlanılmıştır.

Tablo 2. Utadis Uygulaması Değerlendirme Kriterleri

	Değerlendirme Kriteri
1	Hizmet Alanı
2	Personel Sayısı
3	Abone Sayısı
4	Hat Uzunluğu (km)
5	Harcama (YTL)
6	Dağıtım (MWh)

Elektrik şirketlerinin yer alacağı ilk gruplar ve analizde kullanılacak değerlendirme kriterleri belirlendikten sonra 20 adet alternatif ve 6 adet kriter için UTADIS uygulaması gerçekleştirilmiştir. Analizde, UTADIS uygulaması için belirlenmesi gereken parametrelerden olan alt aralık sayısı 5 olarak alınmıştır. Yapılan uygulama sonucu elde edilen sonuç raporu Tablo 3'te gösterilmektedir. Tablo 3'te analizde yer alan kriterlerin sayısı, alternatiflerin sayısı, alt aralık sayısı ve belirlenen grup sayısı verildikten sonra alternatiflerin yer aldıkları gruplar, her bir alternatifin global fayda değerleri, alternatiflerin gruplama hatası değerleri ve fayda eşikleri verilmiştir. Ayrıca, kriterler için elde edilen ağırlık değerleri de yüzde gösterimi biçiminde yer almaktadır.

Tablo 3'e bakıldığında grupları ayıran eşik değerlerinin 0,6101 ve 0,4937 olarak elde edildiği görülmektedir. Buna göre, 0-1 ölçeğinde global fayda değeri 0,6101'den büyük olan alternatifler birinci grupta, global fayda değeri 0,4937 ile 0,6101 arasında yer alan alternatiflerin ikinci grupta ve global fayda değeri 0,4937'den düşük alternatiflerin üçüncü grupta yer almaları gerekmektedir. Bazı alternatifler için hata değerleri 0'dan farklı değerler olarak elde edilmiştir. Bu alternatifler, elde edilen global fayda değerleri ışığında bakıldığında, sistem kayıp oranına göre belirlenen gruplara ait değillerdir.

Çamlıbel, Başkent, Ayedaş, Toroslar, Fırat ve Dicle şirketleri için pozitif veya negatif hata değerlerinden birisi 0'dan farklıdır. Bu şirketler, global fayda değerlerine göre analizin başında belirlenen gruplamada yer aldıkları gruba ait değillerdir. Çamlıbel EDAŞ için global fayda değeri 0,4710 olarak elde edilmiştir. Bu değer, üçüncü grubun eşik değeri olan 0,4937 değerinden küçük olduğu için Çamlıbel EDAŞ global fayda skoruna göre üçüncü grupta yer almalıdır. Bu şirketin, sistem kayıp oranına göre belirlenen grubu ise birinci gruptur. Bu duruma göre, sistem kayıp oranına göre birinci grupta belirlenen Çamlıbel EDAŞ, değerlendirme kriterlerinin tümü dikkate alındığında üçüncü grupta yer alması gereken bir alternatiftir. Benzer bir şekilde, Dicle EDAŞ için global fayda skoru 0,6102 olarak elde edilmiştir. Bu değer, birinci grubun eşik değeri olan 0,6101'in üzerindedir. Bu yüzden Dicle EDAŞ birinci gruba aittir. Ancak, sistem kayıp oranına göre bu şirket üçüncü grupta yer almaktadır.

Tablo 3. Elektrik Dağıtım Şirketleri UTADIS Uygulaması Sonuçları

SONUÇ RAPORU					
Teknik	UTADIS				
Kriter Sayısı	6				
Alternatif Sayısı	20				
Grup Sayısı	3				
Alt Aralık Sayısı	5				
Fayda Değerleri ve Skorları					
Alternatifler	Gruplar	Fayda Skorları	+ Hata	- Hata	Eşikler
GEDİZ EDAŞ	1	0,7394	0		0,6101
MENDERES EDAŞ	1	0,6102	0		0,4937
OSMANGAZİ EDAŞ	1	0,6102	0		
MERAM EDAŞ	1	0,6102	0		
ÇAMLIBEL EDAŞ	1	0,4710	0,1392		
ULUDAĞ EDAŞ	1	0,6273	0		
AKDENİZ EDAŞ	1	0,6102	0		
GÖKSU EDAŞ	2	0,4938	0	0	
TRAKYA EDAŞ	2	0,4938	0	0	
YEŞİLIRMAK EDAŞ	2	0,6102	0	0	
BAŞKENT EDAŞ	2	0,8075	0	0,1975	
SAKARYA EDAŞ	2	0,6100	0	0	
AYEDAŞ	2	0,3690	0,1249	0	
TOROSLAR EDAŞ	2	0,7601	0	0,1501	
FIRAT EDAŞ	2	0,4836	0,0102	0	
BOĞAZİÇİ EDAŞ	2	0,6100	0	0	
ÇORUH EDAŞ	2	0,4938	0	0	
ARAS EDAŞ	3	0,4078		0	
DİCLE EDAŞ	3	0,6102		0,1166	
VANGÖLÜ EDAŞ	3	0,2424		0	
Kriter Ağırlıkları					
Hizmet Alanı	24,22%				
Personel Sayısı	0,00%				
Abone Sayısı	5,96%				
Hat Uzunluğu	0,00%				
Harcama	14,81%				
Dağıtım	55,01%				

Hata skorları ve eşik değerleri ışığında toplamda altı adet alternatifin sınıflandırma hatasına maruz kaldığı gözlemlenmektedir. Çamlıbel EDAŞ birinci grupta değil, üçüncü grupta; Başkent EDAŞ ikinci grupta değil birinci grupta; Ayedaş ikinci grupta değil üçüncü grupta; Toroslar EDAŞ ikinci grupta değil birinci grupta; Fırat EDAŞ ikinci grupta değil üçüncü grupta ve Dicle EDAŞ üçüncü grupta değil birinci grupta yer almalıdır. Sistem kayıp oranı çok yüksek olmayan ve bu kritere göre yapılan sınıflamada orta sınıfta yer alan Ayedaş ve Fırat dağıtım şirketleri, değerlendirme kriterleri de dikkate alındığında bir kademe daha aşağıdaki grupta yer almalıdır. Benzer bir şekilde, orta grupta yer alan Başkent ve Toroslar dağıtım şirketleri, değerlendirme kriterleri açısından ele alındığında bir üst grupta yer alması gereken şirketler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Uygulamanın bir sonraki adımı, Tablo 3'te yer alan yukarıdaki sonuçlar ışığında modelin tahmin gücünün hesaplanmasıdır. Tahmin gücünün hesaplanması için, gruplamada hata değeri 0'dan farklı olan alternatif sayılarına bakılır. Burada, fazla tahmin hatası $\sigma^+(a)$ ve eksik tahmin hatası $\sigma^-(a)$ olmak üzere iki tip hatadan söz etmek mümkündür. Tablo 4'de modelin sınıflandırma yeteneği her bir sınıf için gösterilmektedir. Buna göre, belirlenen ilk sınıflamada (sistem kayıpları baz alınarak yapılan sınıflama) Sınıf 1'de yer alan alternatiflerden 6'sı model tarafından 0 hata ile sınıflandırılırken, ilk sınıflandırmada Sınıf 1'de yer alan alternatiflerinden 1 tanesi modelin atadığı global fayda skoruna göre Sınıf 3'te yer almalıdır. Bu durum Tablo 3'te de gözlemlenir. Sistem kayıplarına göre ilk sınıfta yer alan Çamlıbel EDAŞ, diğer kriterler ışığında doğrusal programlama modelinin çalışması sonucunda 0,4710 global fayda skorunu elde etmiştir. Bu fayda skoru ikinci eşik değeri olan 0,4937'nin de altındadır. Bu durumda UTADIS modeline göre Çamlıbel EDAŞ, Sınıf 3'te yer almaktadır. Benzer şekilde, ilk sınıflamada Sınıf 2'de yer alan alternatiflerden 6'sı global fayda skorlarına göre Sınıf 2'de yer alırken, 2 alternatifin sınıfı Sınıf 1, 2 alternatifin sınıfı da Sınıf 2 olmalıdır. Bu durumda, global fayda skorlarına göre ilk sınıfı sınıf 2 olan 10 alternatiften 6 tanesi diğer kriterler de dikkate alındığında Sınıf 2'de yer alabilmektedir. 4 alternatif ise sistem kayıplarına göre yapılan sınıflandırmada Sınıf 2'de yer almalarına rağmen, global fayda skorlarına göre bu sınıfa ait değillerdir. Son olarak, ilk sınıflamaya göre Sınıf 3'te yer alan 3 alternatiften 2'si Sınıf 3 ile tutarlılık gösteren fayda skoru elde ederken, bu grupta yer alan alternatiflerden 1 tanesinin yeri global fayda skoruna göre yeri Sınıf 2'dir.

Tablo 4. UTADIS Modeli Sınıflandırma Yeteneği

		Modelin Sınıflaması			Toplam Alternatif Sayısı
		C1	C2	C3	
Belirlenen İlk Sınıf	C1	6	0	1	7
	C2	2	6	2	10
	C3	0	1	2	3

Tablo 4'te yer alan sınıflandırma yeteneği değerlerine bakarak modelin tahmin gücü hesaplanabilir. Modelin tahmin gücü belirlenen ilk sınıflandırma ile model tarafından atanan global fayda skorlarına göre yapılan sınıflandırma arasındaki tutarlılığın oranını ifade etmektedir. Tablo 5 her bir sınıf için modelin tahmin gücünü göstermektedir. Sınıf 1 için 7 alternatiften 6'sı sınıf 1'de tahmin edilmiştir. Bu sınıf için modelin tahmin gücü %86'dır. Sınıf 2 için 10 alternatiften 6'sı ilk belirlenen sınıfı ile tutarlı olarak global fayda skoru elde etmiştir. Bu sınıf için tahmin gücü %60'tır. Son olarak, sınıf 3 için tahmin gücü 3 alternatiften 2'si 0 hata ile sınıflanabildiği için %67'dir. Modelin toplam tahmin gücü ise her bir sınıftaki doğru tahmin güçlerinin sınıflarda yer alan alternatif sayıları ile ağırlıklandırılarak ortalaması alınarak %70 olarak bulunmuştur. Bu durumda, bu uygulamada kurulan UTADIS modelinin tahmin gücünün başka bir deyişle, sistem kayıplarına göre yapılan sınıflamanın diğer kriterleri açıklama gücünün % 70 oranında olduğu söylenebilir.

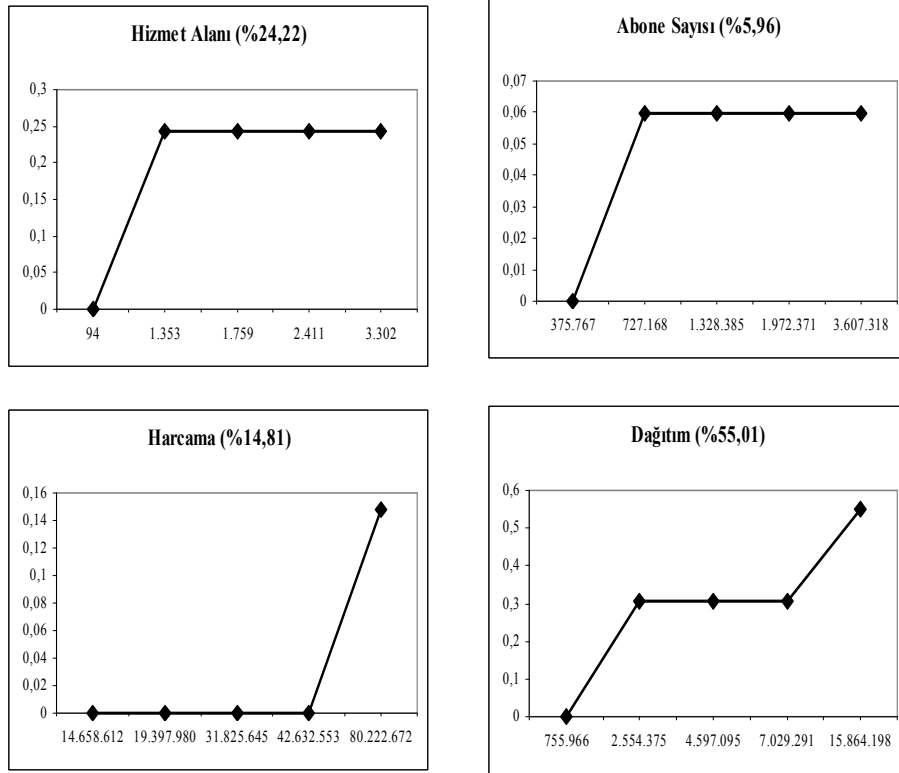
Tablo 5. UTADIS Modeli Tahmin Gücü

		Modelin Sınıflaması			Toplam Tahmin Gücü
		C1	C2	C3	
Belirlenen İlk Sınıf	C1	%86	%0	%14	%70
	C2	%20	%60	%20	
	C3	%0	%33	%67	

UTADIS tekniği ile fayda değerleri ve skorlarının yanısıra, analizde yer alan kriterlerin önem ağırlıkları da elde edilmektedir. Tablo 3'ün alt kısmında yer alan kriter ağırlıklarına bakıldığında personel sayısı ve hat uzunluğu kriterlerinin önem ağırlıklarının %0 olduğu görülmektedir. Bu durum, bahsedilen kriterlerin, gruplamayı açıklamada herhangi bir etkisi olmadığını göstermektedir. En yüksek ağırlığa sahip kriter %55,01 ile elektrik dağıtım miktarı kriteridir. Sırasıyla, hizmet alanı (%24,22), harcama (%14,81) ve abone sayısı (%5,96) kriterleri, dağıtım kriterini izlemektedir.

Uygulamada, analizde kullanılan kriterlerin marjinal ağırlıkları da elde edilerek yorumlanmaktadır. Kriter ağırlıklarının marjinal değerleri ile alt aralıklar için belirlenen kesim noktası değerleri alınarak, kriterlerin marjinal ağırlıklarının grafik gösterimi çıkarılmıştır. Önem ağırlığı 0'dan farklı olan dört kriter için marjinal kriter ağırlığı grafikleri Şekil 2'deki gibi elde edilmiştir.

Şekil 2. UTADIS Uygulamasında Yer Alan Kriterlerin Marjinal Faydaları



Şekil 2'ye bakıldığında, önem ağırlığı 0'dan farklı olan kriterler için, marjinal ağırlıkları gösteren grafikler görülmektedir. Grafiklerin yatay eksenleri, ilk durumda analizde belirlenen alt aralıkların kesim noktalarını ifade etmektedir. Dikey eksenlerde ise önem ağırlıkları yer almaktadır. Örneğin; hizmet alanı kriteri için önem ağırlığının %24,22 olduğu alternatif değerleri 1.353 ve üzeridir. Başka bir deyişle, hizmet alanı kriter değeri 1.353'ten büyük dağıtım şirketleri, bu kriterin önem ağırlığının %24,22 olmasını sağlamaktadır. Benzer bir şekilde, harcama kriterinin önem ağırlığı yalnızca harcamaları 42.632.553'ten büyük olan şirketler için %14,81'dir. Dağıtım kriteri için bakıldığında, kriter değeri 2.554.375 ile 7.029.291

arasında yer alan alternatifler için bu kriterin ağırlığı %30 civarındadır. Kriter değeri 2.554.375 ile 7.029.291 arasında yer alan alternatifler bu kriterin ağırlığının %30'luk kısmına etki etmektedir.%55'lik ağırlık ise dağıtım değeri 7.029.291'den büyük alternatiflerin etkisiyle oluşmaktadır. Grafikler, alternatiflerin kriter değerlerinin kriter ağırlıklarına etkisini göstermeleri bakımından önemlidir. Kriterin önem ağırlığının aldığı nihai değer, sonuç raporunda o kriterin önem ağırlığı olarak gösterilmektedir.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Çok Kriterli Karar Analizi teknikleri literatürde çok çeşitli alanlarda ve sektörlerde enerji problemleri için uygulanmaktadır. Enerji problemlerinin birden fazla kriter içeren yapısı bu tip tekniklerin uygulanmasını uygun hale getirmektedir. Çok Kriterli Karar Analizi tekniklerinin uygulandığı temel problemlerden biri de sınıflandırma problemleridir. Sınıflandırma amacına yönelik olarak birçok Çok Kriterli Karar Analizi tekniği geliştirilmiştir. Bu tekniklerden biri de parametrik olmayan doğrusal programlama tabanlı bir yaklaşım olan UTADIS (Utilities Additives Discriminantes) tekniğidir. Bu teknik, birçok sektörde araştırma ve geliştirme projelerinin seçilmesi, iflas riski tahmini, portföy yönetimi, yatırım kararları gibi birçok alanda uygulanmış bir tekniktir.

Bu çalışmada UTADIS tekniği ile yapılan çalışmalar ve modelin matematiksel altyapısı detaylı bir biçimde ele alındıktan sonra, tekniğin Türkiye elektrik dağıtım sektörü için örnek bir uygulaması gerçekleştirilmektedir. Bu uygulamada, Türkiye'de yer alan 20 adet dağıtım şirketi sistem kayıp oranlarına göre gruplanarak 6 adet kriter (Hizmet Alanı, Personel Sayısı, Abone Sayısı, Hat Uzunluğu, Harcama, Dağıtım) için bu grupların eşik değerleri ve gruplandırma hata değerleri Karar Destek sistemi vasıtası ile elde edilmiştir. Buna göre, 6 adet şirket için hata değerleri sıfırdan farklı olarak elde edilmiş ve bu altı şirketin belirlenen ilk gruplardan farklı gruplarda yer alması gerekliliği tartışılmıştır. Modelin hata değerleri, uygulama kapsamında elde edilen bir başka unsurdur. Buna göre, uygulamada kullanılan ve sistem kayıplarının baz alındığı gruplamanın tahmin gücü %70 olarak elde edilmiştir. Başka bir deyişle, sistem kayıpları kriteri diğer 6 kriteri açıklamada %70 oranında başarılıdır. Bunlardan başka, analizde kullanılan kriterlerin önem ağırlıkları da belirlenmiştir. Dağıtım miktarı kriteri % 55,01 ağırlık ile sınıflandırmada en büyük etkiye sahip kriter olarak tespit edilmiştir.

KAYNAKÇA

- Baourakis, G., M. Conisescu, G. Van Dijk, P.M. Pardalos, C. Zopounidis (2007) “A Multicriteria Approach for Rating the Credit Risk of Financial Institutions”, **Computational Management Science**, 6, 347–356.
- Belacel, N. (2000) “Multicriteria Assignment Method PROAFTN: Methodology And Medical Application”. **European Journal of Operational Research**, 125(1), 175–183.
- Devaud, J.M., G. Groussaud and E. Jacquet-Lagrèze (1980) “UTADIS: Une Méthode de Construction de Fonctions d'utilité Additives Rendant Compte de Jugements Globaux”, Bochum: European Working Group on Multicriteria Decision Aid.
- Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (2007) “2005-2006 Türkiye Enerji Raporu”, Ankara: DEK-TMK, Yayın no: 0004/2007.
- Diakoulaki, D., C. Zopounidis, G. Mavrotasa, M. Doumpos (1999) “The Use of a Preference Disaggregation Method in Energy Analysis and Policy Making”, **Energy**, 24, 157–166.
- Doumpos, M., F. Pasiouras (2005) “Developing and Testing Models for Replicating Credit Ratings: A Multicriteria Approach”, **Computational Economics**, 25, 327–341.
- Doumpos, M., C. Zopounidis (2002) “Multicriteria Decision Aid Classification Methods”, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Gaganis, C., F. Pasiouras, C. Zopounidis (2006) “External Auditors' Decisions in EU Credit Institutions: A Multicriteria Approach”, **International Journal of Auditing**, 10, 163–182.
- Greco, S., B. Matarazzo, R. Slowinski (2002) “Rough Sets Methodology for Sorting Problems in Presence of Multiple Attributes and Criteria”, **European Journal of Operational Research**, 138, 247– 259.
- Jacquet-Lagrèze, E. and Y. Siskos (1982) “Assessing A Set of Additive Utility Functions for Multicriteria Decision Making, the UTA Method”, **European Journal of Operational Research**, 10, 151–164.
- Jacquet-Lagrèze, E. (1995) “An Application of the UTA Discriminant Model for the Evaluation of R & D Projects”, in: P. M. Pardalos, Y. Siskos and C. Zopounidis (eds.), **Advances in Multicriteria Analysis**, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 203–211.

- Larichev, O.I., H.M. Moskvich (1994) "An Approach to Ordinal Classification Problems", **International Transactions in Operational Research**, 1(3), 375–385.
- Massaglia, R., A. Ostanello (1991) "N-Tomic: A Support System For Multicriteria Segmentation Problems", in: P. Korhonen, A. Lewandowski, and J. Wallenius, Editors, **Multiple Criteria Decision Support**, 167–174, LNEMS 356, Berlin: Springer Verlag.
- Pasiouras, F., S. Tanna, C. Zopounidis (2007) "The Identification of Acquisition Targets in the EU Banking Industry: An Application of Multicriteria Approaches", **International Review of Financial Analysis**, 16, 262–281.
- Pendaraki, K., C. Zopounidis, M. Doumpos (2005) "On the Construction of Mutual Fund Portfolios: A Multicriteria Methodology and an Application to the Greek Market of Equity Mutual Funds", **European Journal of Operational Research**, 163, 462–481.
- Perny, P. (1998) "Multicriteria Filtering Methods Based on Concordance/Non-Discordance Principles", **Annals of Operations Research**, 80: 137–167.
- Roy, B. (1996) *Multicriteria Methodology for Decision Aiding*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Siskos, Y., D. Yannacopoulos (1985) "UTASTAR: An Ordinal Regression Method For Building Additive Value Functions", **Investigação Operacional**, 5(1), 39–53.
- Spathis, M., M. Doumpos, C. Zopounidis (2003) "Using Client Performance Measures to Identify Pre-Engagement Factors Associated with Qualified Audit Reports in Greece", **The International Journal of Accounting**, 38, 267–284.
- Voulgaris, F., M. Doumpos, C. Zopounidis (2000) "On The Evaluation of Greek Industrial Smes' Performance Via Multicriteria Analysis of Financial Ratios", **Small Business Economics**, 15, 127–136.
- Yu, W. (1992) "Aide Multicrit'Ère `A la D'Ecision Dans le Cadre de la Probl'Ematique du Tri: M'Ethodes et Applications, Paris: Unpublished Phd Thesis, LAMSADE, Universit'È Paris Dauphine.
- Zopounidis C., M. Doumpos (1997) "A Multicriteria Decision Aid Methodology For The Assessment of Country Risk" **European Research on Management and Business Economics**, 3(3), 13–33.

- Zopounidis, C., M. Doumpos (1998) “Developing A Multicriteria Decision Support System for Financial Classification Problems: The FINCLAS System”, **Optimization Methods and Software**, 8, 277-304.
- Zopounidis C., M. Doumpos (1999a) “Business Failure Prediction Using The UTADIS Multicriteria Analysis Method”, **Journal of the Operational Research Society**, 50, 1138-1148.
- Zopounidis, C., Doumpos, M. (1999b) “A Multicriteria Decision Aid Methodology For Sorting Decision Problems: The Case of Financial Distress”, **Computational Economics**, 14, 197–218.
- Zopounidis, C., Doumpos, M. (2000) “PREFDIS: A Multicriteria Decision Support System For Sorting Decision Problems”, **Computers And Operations Research**, 27(7-8), 779-797.
- Zhou, P., Ang, B.W., Poh, K.L. (2006). “Decision Analysis in Energy and Environmental Modeling: An Update”, **Energy**, 31, 2604–2622.