



# PROMETHEE İÇİN DECISION LAB YAZILIMI VE ÖRNEK BİR PROBLEM ÜZERİNDE UYGULANMASI

**Burcu YILMAZ**  
**Metin DAĞDEVİREN**

## ÖZET

PROMETHEE, 1982'de Brans'ın geliştirdiği çok kriterli bir öncelik belirleme yöntemidir. PROMETHEE'nin daha kolay ve hızlı kullanımında karar vericilere yardımcı olması amacı ile Decision Lab yazılımı geliştirilmiştir. Bu yazılım PROMETHEE & GAIA yöntemlerinin modern bir yürütücüsüdür ve karar verilmesi zor durumlarda dahi en iyi sonucu bulabilmektedir. Yazılımda, her bir kriter için yöntemin altı farklı tercih fonksiyonundan uygun olanı ve eşik değerleri kolaylıkla seçilebilmektedir. Hesaplama işlemleri, alternatiflerin kesin sayı, oran veya nitel ifade şeklinde girdi verileri ile temsil edildiği tüm durumlarda gerçekleştirilebilmektedir. Pozitif ( $\Phi^+$ ) ve negatif ( $\Phi^-$ ) üstünlükler ile tam sıralama değerleri ( $\Phi^{net}$ ) tek tuşla hesaplanabilmekte, kısmi ve tam sıralamalar kolayca ve çok kısa zamanda elde edilebilmektedir. Kriterlerin çelişen yapıları, alternatifler üzerindeki etkileri, hesaplanan değerlerin doğruluğu ve ağırlıklardan doğan uzlaşmanın yönü ( $\pi$  karar eksenini) yazılımın kullanılmasıyla GAIA düzlemi üzerinde net bir şekilde görülebilmektedir. PROMETHEE VI prosedürü kullanılarak, problemin soft mu yoksa hard mı olduğuna karar verilebilmekte, ayrıca ağırlıklar için sabitlenmiş değerlerdence, olası değerler aralığı belirtilebilmektedir. Bunların yanında, duyarlılık analizleri ve farklı senaryolar ile sonuç analizleri gerçekleştirilebilmektedir. Çalışmada, günümüz global ekonomik çevresinde büyük önem kazanan tedarik zinciri yönetimi konusuna dair bir karar verme problemi, PROMETHEE yöntemi ile ele alınacak, Decision Lab yazılımı kullanılarak çözülecek, ve yazılımın özellikleri ile bu özelliklerin nasıl kullanıldığı detaylı olarak anlatılacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Çok kriterli karar verme, PROMETHEE, Decision Lab, Tedarik zinciri yönetimi.

## ABSTRACT

PROMETHEE is a multi criteria priority determination method developed by Brans in 1982. Decision Lab software is developed to be helpful to the decision makers in easier and faster usage of PROMETHEE. This software is a modern executive of PROMETHEE & GAIS methods, and it can find the best solution even in the situations where it is hard to make a decision. The suitable preference function among six different one and its threshold values can easily be chosen for each criteria, with this software. Calculation operations can be carried out while alternatives are represented with the input data like absolute, percentage or qualitative values. Positive ( $\Phi^+$ ), negative ( $\Phi^-$ ) and net flow ( $\Phi^{net}$ ) values can be calculated with a button, partial and full rankings can be gained easily and within in a very short time. Conflicting structure of criteria, their impacts on alternatives, the accuracy of the calculated values and the way of the compromise resource from the weights (decision axis  $\pi$ ) can be seen clearly on GAIA plane, by using the software. The decision if the problem is soft or hard can be made by the usage of PROMETHEE VI procedure, furthermore, a possible values interval can be stated instead of fixed values for the weights. Besides these, sensitivity analyses and result analyses with different scenarios can be executed. A decision making problem relating to supply chain management which is gathering a big importance due to the nowadays global economic environment, will be analysed by PROMETHEE method, solved with the usage of Decision Lab software, and the properties of the software and how to use these properties will be explained in detail, in the study.



**Key Words:** Multi criteria decision making, PROMETHEE, Decision Lab, Supply chain management.

## 1. GİRİŞ

Son yıllarda endüstride birçok yenilikler, gelişmeler ve değişimler olmuştur. Yeni gelişmelerle birlikte birçok ülkede şiddetli pazar rekabeti oluşmuş, organizasyonlar müşteri ihtiyacını, yeni ürünlerle ve servislerle karşılamak, buna paralel olarak da yeni tedarikçilerle işbirliği yapmak zorunda kalmışlardır [1]. Bu durum ise, tedarik zinciri yönetimi kavramının önemini ve başarı üzerindeki etkisini önemli ölçüde arttırmıştır.

Tedarik zinciri yönetimi, toplam maliyetin asgariye indirilmesi için üretici ve tedarikçi arasında yapılan çalışmaların bütünüdür [2]. Tedarik zinciri yönetimi üzerine literatürde yer alan çalışmalar; tedarikçi seçimi, tedarikçi değerlendirme ve tedarikçi geliştirme olmak üzere üç ana başlık altında toplanabilir [3]. Bu bildiride incelenecek olan tedarikçi seçimi, tedarik zinciri yönetiminin en önemli adımlarından birisi olup, işletmenin kısa ve uzun vade için belirlemiş olduğu hedeflere ulaşmasında önemli rol oynamaktadır.

Tedarikçi seçimi aynı anda hem nicel hem de nitel faktörleri içeren, karmaşık birçok kriterli karar verme (ÇKKV) problemidir. En iyi tedarikçinin seçimi için ise genellikle çelişen ve kesin olmayabilen bu faktörler göz önüne alınarak karar verilmelidir [4]. Dolayısıyla bu süreçte analitik yöntemlerin kullanılması yöneticilerin karar vermesini kolaylaştırmakta, aynı zamanda doğru kararların verilmesine de katkı sağlamaktadır [5]. PROMETHEE yöntemi bu tip problemlerle başa çıkabilmek için Brans (1982) tarafından geliştirilmiş bir sıralama yöntemi ve ÇKKV aracıdır [6]. Ancak, tanımından da anlaşıldığı gibi çok büyük boyutlara ulaşabilen, çok sayıda veri içerebilecek olan ve karmaşık hesaplamaların yapılmasını gerektiren bu yöntemin uygulanması, kayda değer bir emek ve zaman sarfedilemesini gerektirmektedir. Bu nedenle, çağımızın getirdiği kolaylıklar çerçevesinde, bu yöntemin daha kolay ve hızlı kullanımında karar vericilere yardımcı olması amacı ile bir yazılım geliştirilmiştir. Geliştirilen Decision Lab yazılımı gerek kullanıcı dostu tasarımı, gerekse yöntemine dair her türlü işlemi hızlı ve güvenilir şekilde gerçekleştirebilme yeteneği ile dikkat çekmekte, ve bunun yanı sıra en önemli özelliği olarak da veri yoğunluğu ve işlem yükü açısından karar verilmesi çok zor durumlarda dahi en iyi sonucu bulabilmekte, istenilen tüm ek analizleri de gerçekleştirebilmektedir.

## 2. DECISION LAB YAZILIMI

Decision Lab yazılımı PROMETHEE & GAIA metodlarının modern bir yürütücüsüdür. Kaybolan değerlerin işlenmesi, eylemler ya da kriterler kategorilerinin tanımları, bunların yanı sıra çoklu senaryo tanımlarından güçlü karar vermeler gibi pek çok pratik gelişim içermektedir. Bu bildiride Decision Lab, 1.01.0388, copyright © 1998-2000, Visual Decision Inc., Canada [7] yazılım paketi kullanılmıştır. Visual Decision'in resmi sitesinden yazılımın hem demo versiyonu hem de tam versiyonları elde edilebilmektedir.

Programın kullanıcı arayüzünde dört ayrı bölge bulunur. Bunlar; menüler (application menu), hızlı çalıştır çubuğu (main toolbar), değerlendirme tablosu (evaluation table) ve özellikler penceresi (properties window)'dir. Arayüzün büyük bölümünü değerlendirme tablosu kaplamaktadır, bu tabloda sütunlar kriterleri, satırlar alternatifleri göstermektedir. Program ilk başlatıldığında veya yeni bir çalışma sayfası açıldığında iki alternatif satırı ve bir kriter sütunu bulunur. Özellikler penceresi, kriterlerin, alternatiflerin, kategorilerin ve senaryoların özelliklerinin düzenlenmesine yardımcı olur [8].

Yazılımın kullanımına ve sahip olduğu özelliklerin incelenmesine ilişkin, daha anlaşılır bilgi verebilmek amacıyla bildiri içerisinde kapsamlı bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Yazılımın nasıl çalıştığı, hesaplamaların, incelemelerin, duyarlılık analizlerinin ve yorumlarının nasıl yapıldığı bu uygulama üzerinde anlatılacaktır.



### 3. UYGULAMA

Bildiri kapsamında tanıtılan yazılımın kullanımının, tedarik zinciri yönetimi konu başlığının en önemli alt konu başlıklarından tedarikçi seçimi problemi için bir çözüm üretilmeye çalışılırken uygulamalı olarak anlatılmasının daha açıklayıcı ve yararlı olacağı düşünülmüştür. İnceleme için neden bu problem tipinin seçilmiş olduğu Giriş Bölümünde açıklanmıştır.

Ele alınan problemde ulusal temelde faaliyet gösteren bir firma için tedarikçi seçimi yapılacaktır. Firmanın, pazarda faaliyet gösteren tedarikçi firmaların içinden belirlenen toplam 18 alternatifi bulunmaktadır. Ayrıca bu alternatif tedarikçiler firma yetkilileri ve uzmanlardan oluşan karar verme takımının belirlemiş olduğu sekiz kriter temelinde değerlendirilecektir. Bu kriterler sırası ile ürünlerin kalitesi, tedarikçi firmanın güvenilirliği, tedarikçi firmanın prestiji, ürün için sunulan satış sonrası hizmetler, tedarikçi firmanın üretim kapasitesi, tedarikçi firmanın seçim yapan firmaya uzaklığı, ürünlerin teslim zamanı ve maliyettir. Problemin yapısından da rahatlıkla görülmektedir ki, incelenecek durum oldukça fazla veri içermekte, çelişen kriterler temelinde yapılacak pek çok sayısal işlem ve değerlendirme gerektirmektedir. Bu nedenle problemin çözümünde Decision Lab yazılımının kullanılması zaruri görülmüştür.

İlk olarak verileri yüklemek için hızlı başlat çubuğundan ya da file menüsünden new tıklanır. Program \*.Dlab uzantılı dosyaları çalıştırır. Açılan ekranda default olarak iki alternatif ve bir kriterin bulunduğu değerlendirme tablosu görülmektedir. Bu tabloya incelenecek problemdeki tüm alternatifleri ve kriterleri aktarabilmek amacıyla hızlı başlat çubuğundaki insert column ve/veya insert row tuşları kullanılarak ya da insert menüsünden insert action ve/veya insert criterion tıklanarak değerlendirme tablosunda yeterli alternatif ve kriter sayısı sağlanır. Daha sonra incelenen probleme dair alternatiflerin kriterler temelinde sahip olduğu değerlendirme verileri değerlendirme tablosuna yazılır. Özellikler penceresinden kriterlere dair girilmesi gereken veriler, özellikler penceresinin criterion sekmesi altından girilecek olan, kriterin sırası, adı, kısa adı ("C1" gibi), tanımlaması (opsiyonel), geçerli olup olmadığı (doğru, yanlış), birimi, içindeki verinin virgülden sonraki kaç basamağının dikkate alınacağı, içinde bulunduğu kategori (opsiyonel), eşik biriminin türü (gerçek, yüzdesel), amaç fonksiyonu türü (enbüyükleme, enküçükleme), ağırlığı, tercih fonksiyonu türü (olağan, u tipi, v tipi, seviyeli, doğrusal ve gauss), kriterdeki verilerin türü (sayısal ya da sözel) ve seçilen tercih fonksiyonunun eşik değerleridir. Burada kriterdeki verilerin türü yani scale özellikleri tasarıma göre yapılır. Örneğin beş nokta (çok az, az, normal, fazla, çok fazla; 1-5 skalası) için scale'in yanındaki "..." tıklanır. Scale penceresinde new tıklanarak yeni scale eklenir. Buradan isimi, isim karşılığı ve sayısal karşılığı girilir. Böylece değer tablosundan oluşturulan yeni scale seçilebilir. Yine aynı pencereden action sekmesi altından alternatiflere dair alternatif sırası, adı, kısa adı ("Act." gibi), tanımlaması (opsiyonel), geçerli olup olmadığı (doğru, yanlış) ve içinde bulunduğu kategori (opsiyonel) verileri girilmelidir. Yapılacak incelemede duyarlılık analizleri gerçekleştirilecekse ve bu analizlerde kategoriler kullanılacaksa, yine bu penceredeki category sekmesi altından kategorilere dair kategori sırası, adı, kısa adı, tanımlaması (opsiyonel), geçerli olup olmadığı (doğru, yanlış), rengi, sembolü ve grupları verileri girilmelidir. Bu duyarlılık analizlerinin nasıl gerçekleştirildiği bu bölümün ilerleyen kısımlarında anlatılacaktır. Girilen bu verilerin de değerlendirme tablosunda görülmesi istenirse, view menüsünden preferences tıklanmalıdır. Bu adımların gerçekleştirilmesinin ardından oluşturulan tablo save tuşu ile kaydedilir. İncelenen problem için açıklanan şekilde hazırlanan değerlendirme tablosu Şekil 1'de görülmektedir.

Kriterlere dair verilerden tercih fonksiyonu türü ve kriterdeki verilerin türünün belirlenmesi çok önemlidir. Tercih fonksiyonu türü karar vericilerin bu kriter temelindeki alternatiflerin performanslarının nasıl değerlendirilmesini istediklerine göre değişir ve literatürde tanımlanmış olan altı farklı tercih fonksiyonunun herhangi birinin kullanılması yazılım ile mümkündür. Kriterdeki veri türleri ise, alternatiflerin söz konusu kriter temelinde sayılar kullanılarak sayısal değerlendirmelerle mi yoksa sözel ifadelerle mi karşılaştırıldığını göstermektedir. Yazılım kullanılırken her iki durumun da temsili mümkündür, ve sözel ifadeler için farklı değer ölçekleri de (1-3, 1-5, 1-7, vb. skalaları) kullanılabilir. Kullanıcı bu ölçekleri kendi isteğine göre düzenleyebilmektedir. Gerçekleştirilen uygulamada 1. ve 2. kriterler için 1-5, 3. kriter için 1-3 ve 4. kriter için 1-7 skalası kullanılmıştır, 5., 6., 7. ve 8. kriterler ise sayısal verilere sahip kriterlerdir. Ağırlıklar, kriterlerin önemini belirtir. Satır üzerinde bulunun ağırlık değerleri toplamı 100 olmalıdır. Ağırlıklar karar vericilerin tecrübelerine dayanarak ya da Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) veya Analitik Ağ Süreci (ANP) gibi ÇKKV yöntemleri aracılığıyla belirlenebilirler. Bu uygulamada kriter ağırlıkları karar verme takımı tarafından



tüm kriterler için eşit alınmıştır. Unit satırında, kriterlerin birimleri tanımlanmaktadır. Alternatiflerin verileri, değerlendirme tablosunda kriter özelliklerine göre yeşil (en uygun) ve kırmızı (en kötü) olarak gösterilir. Böylece karar verici, alternatiflerin hangi kriterler temelinde en iyi ve en kötü olduğunu rahatlıkla görebilir, bu da programın kullanıcı dostu özelliklerinden biridir.

The screenshot shows the Decision Lab software interface. The main window displays a decision matrix table with 18 alternatives (Alternatif 1 to Alternatif 18) and 9 criteria (Kalite, Güvenilirlik, Presti, Satış Sonrası İ, Üretim Kapasitesi, Uzaklık, Teslim Zamanı, Maliyet). The table is organized into columns for each criterion and rows for each alternative. The 'Unit' row at the top of the table specifies the units for each criterion: Ölçek, Ölçek, Ölçek, Ölçek, birim/saat, km, saat, birim/TL. The 'Min/Max' row at the top of the table specifies the optimization direction for each criterion: Maximize, Maximize, Maximize, Maximize, Maximize, Minimize, Minimize, Minimize. The 'Weight' row at the top of the table specifies the weight for each criterion: 12.5000, 12.5000, 12.5000, 12.5000, 12.5000, 12.5000, 12.5000, 12.5000. The 'Preference Functi' row at the top of the table specifies the preference function for each criterion: Level, Level, Gaussian, Gaussian, Linear, Level, Linear, Linear. The 'Indifference Thres' row at the top of the table specifies the indifference threshold for each criterion: 3.0000, 2.0000, -, -, 1200.0000, 50.0000, 1.5000, 1.0000. The 'Gaussian Thresh' row at the top of the table specifies the Gaussian threshold for each criterion: 5.0000, 5.0000, -, -, 3000.0000, 310.0000, 3.0000, 1.5000. The 'Threshold Unit' row at the top of the table specifies the threshold unit for each criterion: Absolute, Absolute, Absolute, Absolute, Absolute, Absolute, Absolute, Absolute. The 'Unit' row at the top of the table specifies the unit for each criterion: Ölçek, Ölçek, Ölçek, Ölçek, birim/saat, km, saat, birim/TL. The table contains numerical values for each alternative across the criteria. For example, Alternatif 1 has values: 2460, 200, 3.0, 2.15. Alternatif 11 has values: 2280, 315, 5.0, 2.10. Alternatif 12 has values: 1575, 75, 1.9, 2.00. Alternatif 13 has values: 2860, 205, 2.9, 1.98. Alternatif 14 has values: 3150, 210, 3.0, 2.05. Alternatif 15 has values: 1970, 100, 2.2, 2.10. Alternatif 16 has values: 2300, 180, 2.7, 2.00. Alternatif 17 has values: 2900, 400, 4.8, 1.99. Alternatif 18 has values: 2475, 200, 3.0, 2.15.

	Kalite	Güvenilirlik	Presti	Satış Sonrası İ	Üretim Kapasitesi	Uzaklık	Teslim Zamanı	Maliyet
Min/Max	Maximize	Maximize	Maximize	Maximize	Maximize	Minimize	Minimize	Minimize
Weight	12.5000	12.5000	12.5000	12.5000	12.5000	12.5000	12.5000	12.5000
Preference Functi	Level	Level	Gaussian	Gaussian	Linear	Level	Linear	Linear
Indifference Thres	3.0000	2.0000	-	-	1200.0000	50.0000	1.5000	1.0000
Gaussian Thresh	5.0000	5.0000	-	-	3000.0000	310.0000	3.0000	1.5000
Threshold Unit	Absolute	Absolute	Absolute	Absolute	Absolute	Absolute	Absolute	Absolute
Unit	ölçek	ölçek	ölçek	ölçek	birim/saat	km	saat	birim/TL
Alternatif 1	Value5	Value4	Value2	Value6	2460	200	3.0	2.15
Alternatif 2	Value4	Value1	Value1	Value3	2750	150	2.4	1.90
Alternatif 3	Value4	Value3	Value3	Value3	3000	420	5.5	2.30
Alternatif 4	Value3	Value4	Value2	Value4	2300	180	2.9	1.75
Alternatif 5	Value3	Value3	Value3	Value2	2500	310	4.8	2.00
Alternatif 6	Value5	Value4	Value2	Value5	3100	170	2.5	2.40
Alternatif 7	Value3	Value3	Value2	Value4	2650	195	3.0	2.20
Alternatif 8	Value5	Value5	Value3	Value2	3200	480	6.7	3.10
Alternatif 9	Value1	Value2	Value1	Value5	2100	80	2.0	1.70
Alternatif 10	Value4	Value3	Value2	Value1	2375	208	3.2	1.98
Alternatif 11	Value3	Value3	Value1	Value7	2280	315	5.0	2.10
Alternatif 12	Value5	Value3	Value3	Value3	1575	75	1.9	2.00
Alternatif 13	Value3	Value4	Value2	Value6	2860	205	2.9	1.98
Alternatif 14	Value4	Value4	Value1	Value2	3150	210	3.0	2.05
Alternatif 15	Value5	Value2	Value1	Value4	1970	100	2.2	2.10
Alternatif 16	Value5	Value1	Value1	Value7	2300	180	2.7	2.00
Alternatif 17	Value3	Value5	Value3	Value2	2900	400	4.8	1.99
Alternatif 18	Value4	Value2	Value3	Value1	2475	200	3.0	2.15

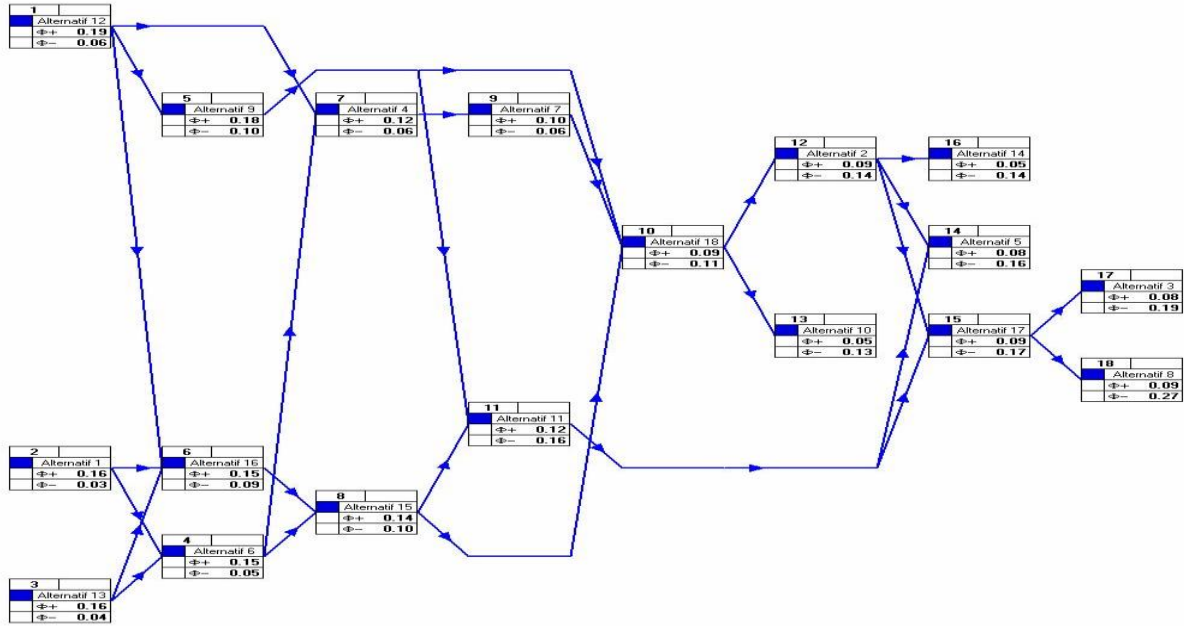
Şekil 1. Decision Lab ile Bu Uygulama İçin Oluşturulan Değerlendirme Tablosu

Programda alternatifler, kategoriler ve senaryoların gösteriminde bir isim kullanılır. Programda bu otomatik olarak ismin ilk üç harfi ve "." ile gösterilir. İsim elle manuel olarak her zaman değiştirilebilir. Bu değişiklikler views'de name menüsünden yapılabilir. Yapılan karşılaştırmaların doğruluğundan emin olmak için view menüsünden statistics seçilebilir. Burada ortalama ve standart sapmalar sonuçların doğruluğu ile ilgili yorum yapılmasını sağlar. Alternatiflerin ve kriterlerin sırasının değiştirilmesi Tools menüsü içinde sort düğmesi ile açılan pencereden yapılır. Buradan isime göre (standart ayar) kısa isim, kategori adı,  $\Phi$  değerine ve ağırlıklarına göre sıralanması büyükten küçüğe ya da küçükten büyüğe doğru ayarlanabilir. Kriterler veya alternatifler, özellikler penceresinden pasif hale getirilebilir. Böylece özellikle belirli bir kritere, öteki kriterleri silmek zorunda kalmadan, odaklanılabilir. Özelliklerde, Enabled özelliğini False olarak işaretleyerek kolayca yapılır. Böylelikle ayrıca analiz yapılırken çok geniş tablolarda kısaltmalara gidilip sonuçlar alınabilir [8].

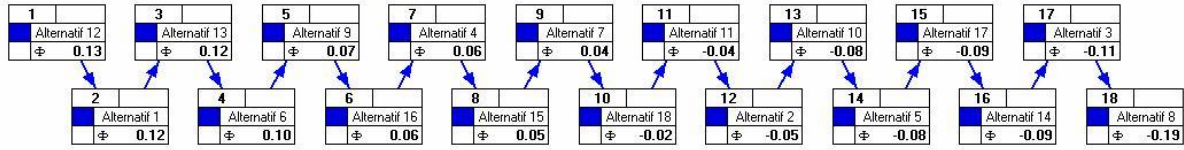
Program karar verme için çeşitli yollar sunar; karşılaştırma, PROMETHEE I ve II seviyeleri ile kolayca yapılır. Hızlı başlat çubuğundan ya da view menüsünde rankings tıklanarak açılır [8]. Alternatifler grafiksel olarak, hesaplanan  $\Phi$  değerlerine göre gösterilirler. İncelenen probleme dair hesaplanan PROMETHEE I kısmı ve PROMETHEE II tam sıralamaları aşağıda (Şekil 2 ve Şekil 3) görülmektedir. Şekil 3'ten de görülmektedir ki problemin çözümü sonucunda seçilen tedarikçi Alternatif 12'dir, ve bu sonuç değerlendirme tablosu verileri ile tutarlıdır, bu durum da yazılımın geçerliliğini ve doğru sonuçlar



verdiğini kanıtlamaktadır. Yazılımın tek bir tuşun tıklanması ile saniyeden az bir sürede hesapladığı  $\Phi^+$ ,  $\Phi^-$  ve  $\Phi^{net}$  değerleri ise Tablo 1'de görülmektedir.



Şekil 2. Decision Lab ile Hesaplanan PROMETHEE I Kısmi Sıralaması

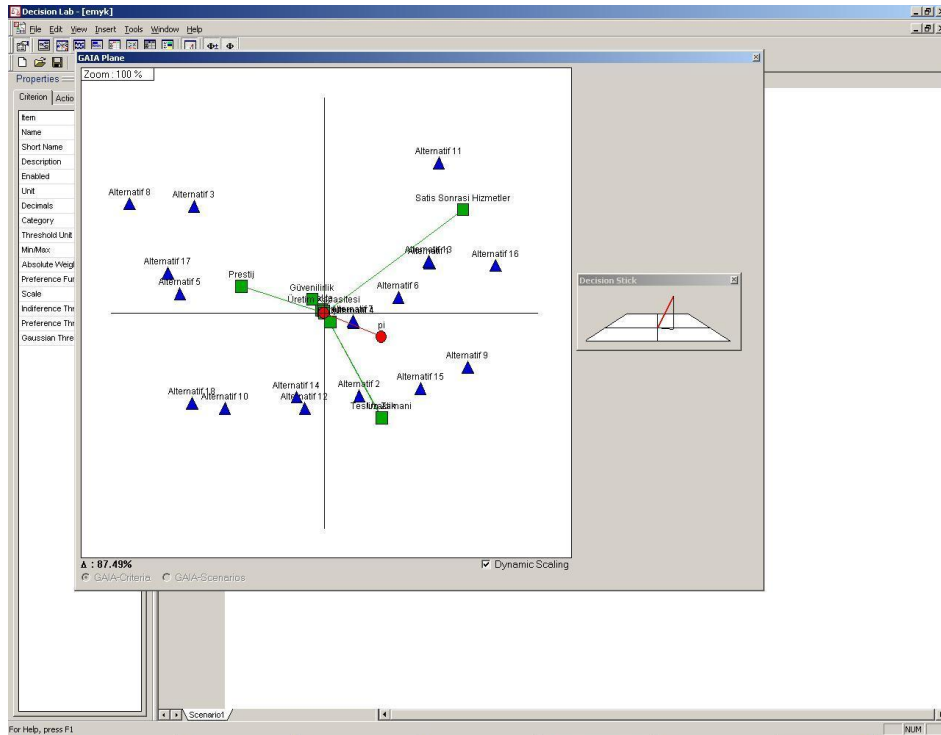


Şekil 3. Decision Lab ile Hesaplanan PROMETHEE II Tam Sıralaması

GAIA düzlemi, bütün alternatiflerin, kriterlerin rahatlıkla görüldüğü, özellikle yorum yapmakta kolaylıklar sağlayan grafiksel bir gösterimdir. Sol alt köşede  $\Delta$  (delta) parametresi yüzdesel olarak hesaplanan değerlerin doğruluğunu gösterir.  $\Delta$  parametresi değeri %100'e yaklaştıkça doğruluk artar, %60'ın altında bulunuyor ise problemin doğruluğu azdır ve analizinin daha dikkatli yapılması gerektiği anlaşılmaktadır. PROMETHEE ve GAIA karar veren kişiye önemli bilgiler sağlamaktadır. Bu bilgilerin analizi oldukça önemlidir. k tane kriter içeren bir karar problemine ilişkin bilgi k- boyutlu bir uzayda temsil edilebilir. GAIA düzlemi bu bilginin olabildiğince az bilginin kaybolmasını sağlayacak türden bir düzlemde gösterimi ile elde edilmektedir. Alternatifler noktalarla kriterler ise arklarla gösterilmektedir. GAIA düzlemi incelemesi kullanılarak kriterlerin çelişen yapıları net bir şekilde görülebilmektedir; veriler üzerinde benzer üstünlükler gösteren kriterler aynı doğrultuda, çelişen kriterler ise zıt doğrultuda yönlendirilmektedir [8]. Bildiride incelenmiş olan örneğe dair yazılım aracılığı ile elde edilen GAIA düzlemi Şekil 4'te görülmektedir. Alternatiflerin ve kriterlerin gösterilmesine ek olarak, ağırlıklar vektörünün GAIA düzleminde gösterimi, kriterlere atanan ağırlıklardan doğan uzlaşmanın yönünü gösteren başka bir eksene tekabül etmektedir (PROMETHEE karar eksenini  $\pi$ ). Bu yüzden karar verici bu yönde bulunan alternatifleri göz önünde tutmaya davet edilmektedir. Ağırlıklardaki değişimlere bağlı olarak eksenin hareketleri GAIA ekranının 3D görüntü penceresinde direk olarak gösterilmektedir. Karar vericiler özellikle bu duyarlılık analizi aracını beğenmektedir [8]. Şekil 4'te incelenen problem için GAIA grafiği ve karar eksenini görülmektedir. Yazılımın aracılığıyla yapılan analizlerde  $\Delta$  parametresi değerinin %87.49 olarak hesaplandığı görülmektedir, bu da çözümün güvenilirliğini ortaya koymaktadır. Şekil 4 incelendiğinde elde edilen PROMETHEE II tam sıralaması ile grafiğin sonuçlarının ve karar eksenini yönünün tutarlı olduğu da izlenmektedir.

**Tablo 1.** Decision Lab ile hesaplanan akış değerleri

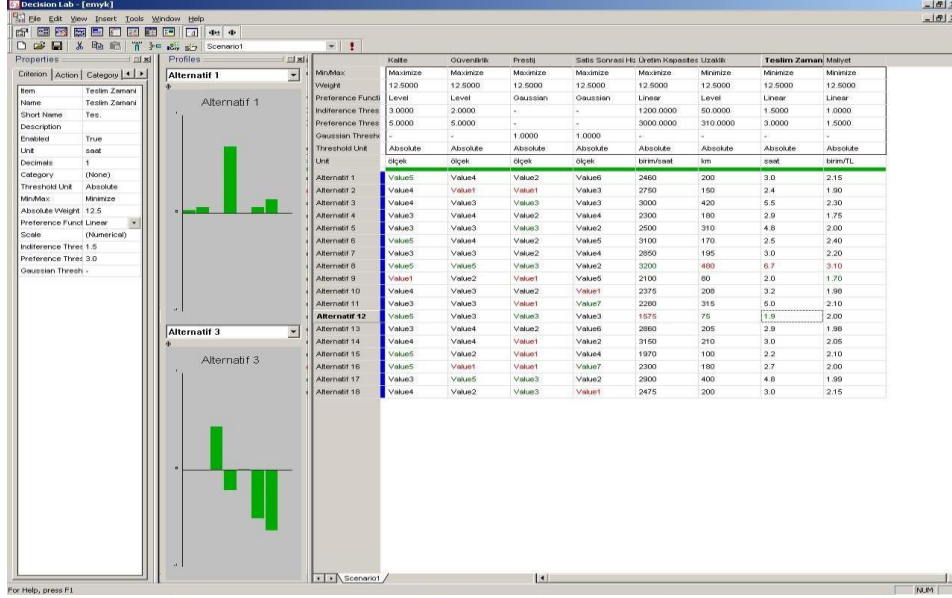
	$\Phi^+$	$\Phi^-$	$\Phi_{net}$
Alternatif 1	0,1552	0,0342	0,121
Alternatif 2	0,0892	0,1392	-0,05
Alternatif 3	0,0844	0,1943	-0,1099
Alternatif 4	0,1165	0,0614	0,0551
Alternatif 5	0,0758	0,1597	-0,0839
Alternatif 6	0,1471	0,0469	0,1002
Alternatif 7	0,1023	0,0614	0,0409
Alternatif 8	0,0852	0,2737	-0,1885
Alternatif 9	0,1784	0,1034	0,075
Alternatif 10	0,0512	0,1286	-0,0774
Alternatif 11	0,1185	0,1558	-0,0373
Alternatif 12	0,1869	0,0573	0,1296
Alternatif 13	0,1556	0,0379	0,1177
Alternatif 14	0,0514	0,1419	-0,0905
Alternatif 15	0,143	0,096	0,047
Alternatif 16	0,1535	0,0923	0,0613
Alternatif 17	0,0874	0,1744	-0,087
Alternatif 18	0,0915	0,115	-0,0234

**Şekil 4.** Decision Lab ile Elde Edilen GAIA Düzlemi ve Karar Eksenleri

Program duyarlılık analizleri yapabilmek için de kullanılabilir. Action profiles penceresi, hızlı başlat çubuğundan veya view menüsünden tıklanarak başlatılır. Alternatiflerin kriterlere göre uygunluk karşılaştırması yapılır. Bu inceleme için öncelikle problemde bulunan alternatiflerin ikisi seçilir. Elde edilen grafikte altta kalan bölümler o alternatifin ilişkin kriter için uygun olmadığını gösterirken üstte kalan bölüm ise uygun olduğunu gösterir. Böylece alternatifler birbirleri arasında analiz edilebilir. Bu



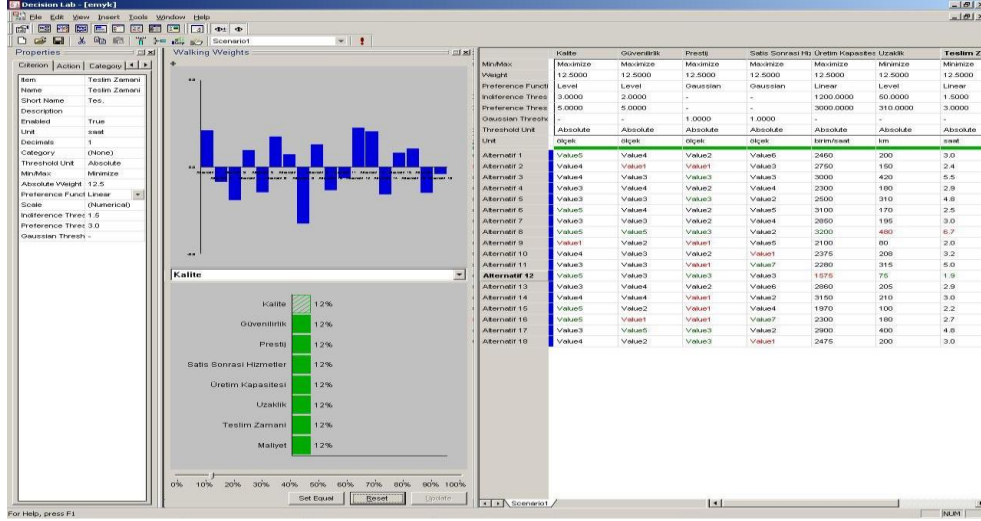
incelemeye dair örnek teşkil etmesi açısından Alternatif 1 ile Alternatif 3'ün karşılaştırması yapılmıştır, karşılaştırmaya dair program görüntüsü Şekil 5'te görülmektedir. Şekil 5 incelendiğinde görülmektedir ki, incelenen kriterler temelinde Alternatif 3 ile karşılaştırıldığında Alternatif 1 1., 2., 3., 5. ve 6. kriterler temelinde uygun iken, 3. ve 4. kriterler için uygunluğu konusunda yorum getirilememektedir. Alternatif 3 ise yalnızca 3. kriter temelinde tercih edilebilirken, 1., 2. ve 5. kriterler temelinde yorum yapılamamakta, diğer kriterler temelinde ise Alternatif 1'e göre daha kötü performans sergilemektedir.



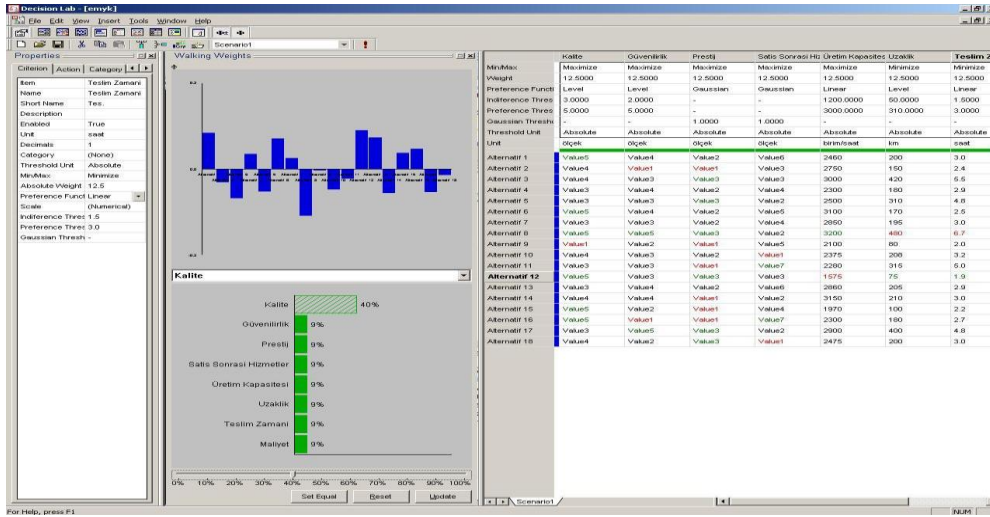
Şekil 5. Decision Lab ile Alternatif 1 ve 3 için "Action profiles" Duyarlılık Analizi Sonuçları

Yazılımın bir diğer duyarlılık analizi olan Walking weights, hızlı başlat çubuğundan veya view menüsünden başlatılır. Bu pencerede üstteki grafik, alternatiflerin hesaplanan  $\Phi$  değerlerini gösterir. Altta bulunan grafik kriterlerin ağırlık değerlerinin yüzdesini gösterir [8]. Açılan menüden ağırlığı değiştirilmek istenen kriter seçilir ve en altta bulunan tuşla ağırlık değerleri, değerlendirme tablosuna kaydedilmeden değiştirilir. Bu değişimler üstte bulunan grafiğe yansır. Böylece farklı ağırlıklarda alternatiflerin nasıl seçilmesi gerektiği hakkında yararlı analizler yapılabilir. Reset tuşu ağırlıkları değerlendirme tablosundaki haline geri çevirir. Update tuşu ise ayarlanan değerlerin değerlendirme tablosuna kaydedilmesini sağlar. İncelenen probleme Decision Lab yazılımı kullanılarak bu duyarlılık analizi aracı da uygulanmış, örnek teşkil etmesi açısından Kalite kriteri için bir inceleme yapılmış ve elde edilen sonuçlar Şekil 6-8'de verilmiştir. Şekil 6'da problemin orjinal kriter ağırlıkları için walking weights grafiği görülmektedir. İncelenen kriter olan Kalite kriterinin ağırlığı değiştirildikçe alternatiflerin tercih edilebilirlikleri değişmiştir, Kalite kriterinin ağırlığı 40'a çıkarıldığında Alternatif 9'un tercih edilebilirliği yok olmakta, ve ağırlık büyütüldükçe daha da kötüleşmektedir, diğer alternatiflerin de tercih edilebilirlikleri değişmektedir, ancak bu durum tercih sırasını etkilememektedir. (Şekil 7 ve 8). Ayrıca yine aynı kriterin ağırlığı 90'a getirildiğinde, Alternatif 8'in tercih edilebilir hale geldiği gözlemlenmiştir (Şekil 8).

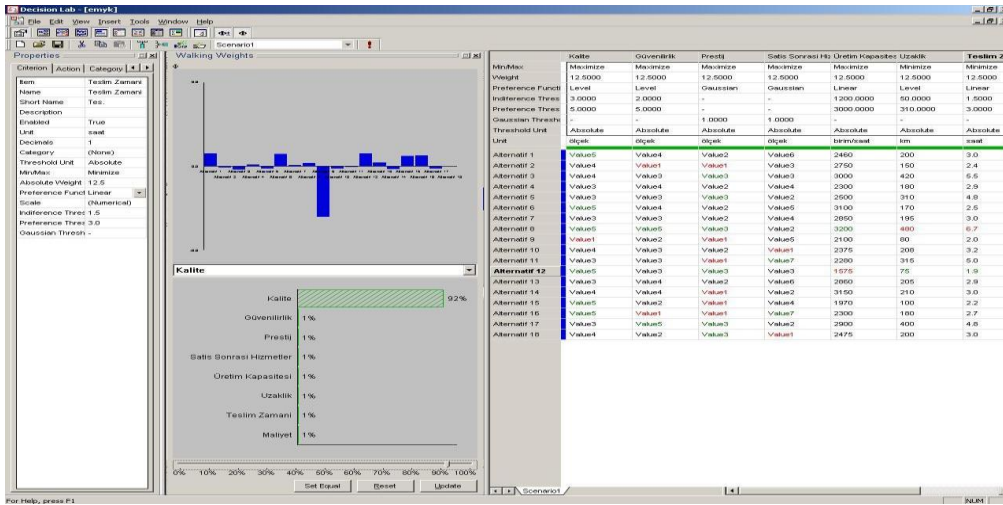




Şekil 6. Decision Lab ile Orjinal Kriter Ağırlıkları İçin Walking Weights Grafiği



Şekil 7. Decision Lab ile Kalite Kriteri İçin Walking Weights Duyarlılık Analizi Sonuçları - I



Şekil 8. Decision Lab ile Kalite Kriteri İçin Walking Weights Duyarlılık Analizi Sonuçları - II





### 3.1. Decision Lab Yazılımı Kullanılarak Gerçekleştirilebilecek Daha Öte Ek Analizler

Decision Lab yazılımının, bu bildiri temelinde incelenen oldukça karmaşık tedarikçi seçimi probleminden daha da yüksek boyutlarda karmaşık problemleri ele alma becerisi vardır. Yazılımın bu gibi durumlar için geliştirilen özel analiz ve gruplama araçları bulunmaktadır. Daha önce de bahsedildiği gibi, Decision Lab yazılımı kullanıldığında pek çok veriyi aynı anda ele almak mümkündür. Bu durumda hesaplama süresinin kısalması ve elde edilen sonuçların güvenilirliğinin yüksek tutulması amacı ile yazılıma alternatif ve kriterlerin gruplandırılabilmesi özelliği eklenmiştir. Yeni eklenen her alternatif ve kriter otomatik olarak kategorilendirilir. Başlangıçta alternatifler actions kategorisi adı altında yeşil, kriterler criteria adı altında mavi, senaryolar scenarios adı altında mor renkte simgelenerek kategorilendirilir. Ancak yeni kategoriler yaratarak alternatiflerin, kriterlerin ya da senaryoların çok sayıda olduğu durumlarda daha doğru sonuçlar alınabilir, daha kolay analizler yapılabilir. Değerlendirme tablosunda renklerle kategoriler kolayca birbirinden ayırt edilebilir. Yeni kategori, hızlı başlat çubuğunda insert group ya da insert menüsünden category tuşlarıyla oluşturulur. Özellikler penceresinden kategorinin adı, sembolü, rengi, grup olarak değerlendirilip değerlendirilmeyeceği vb. gibi özellikleri ayarlanır. Kategori oluşturulduktan sonra özellikler penceresinden hangi alternatifler, kriterler veya senaryolar içinse özellikler penceresinin kategori listesinden yaratılan kategori seçilir. Gerekli yerlerde problemin çözümüne uygun doğru kategorilere ayırmak seçimin yapılmasında hata payını düşürür ve GAIA daki  $\Delta$  parametresi oranını yükseltir. Grup özellikleri aktif yapılarak kriterlerin grup olarak analiz edilmesi sağlanır. Bu durum özellikle duyarlılık analizinde çok sayıda verilerin sadeleştirilmesi ve basitleştirilmesiyle kullanışlıdır. Walking weights penceresinde de grafikte grup olarak işaretlenmiş kriterler kategorileri gösterir, böylece kategorinin ortak ağırlığı değiştirilir.

Bazı durumlarda karar alınırken, tek faktöre göre değil bazen birden çok faktöre göre karar almak gerekebilir. Geliştirilen özel analiz araçlarından biri de bu duruma çözüm getirmek amacıyla yazılıma eklenmiştir. Örneğin alternatiflerin seçim kriterleri durumdan duruma değişiyorsa, ÇKKV analizi Decision Lab yazılımı kullanılarak farklı senaryolar temelinde çok kısa sürede ve kolayca yapılabilmektedir. Yazılım, bunun gibi durumlarda karar vericilere farklı açılardan farklı faktörleri değerlendirip anlamasına yardımcı olur, farklı kriter ağırlıkları ve karar çevreleri içinde aynı alternatif ve kriterlerin ele alınmasına, ayrıca bu sonuçların da sıralamalar ya da grafikler temelinde karşılaştırılmasına olanak sağlar. Senaryolar değerlendirme tablosundaki açılır menüden ya da altındaki sekmeden değiştirilebilir. Yeni senaryo hızlı çalıştır çubuğundan kolayca eklenebilir. Senaryoların karşılaştırılması programın bazı özellikleri kullanılarak yapılır. Bunlardan Multi-scenario penceresi hızlı çalıştır çubuğundan ya da view menüsünden çalıştırılabilir. Bu pencere PROMETHEE II'deki  $\Phi$  değerlerini karşılaştırır. Birinci sekmede sol taraftaki senaryo, ikinci sekmede sağ taraftaki senaryo seçilir. Böylece kolaylıkla iki senaryonun arasındaki seçim farklı analiz edilebilir. GAIA'da ise çok senaryoyu karşılaştırmak için iki seçenek mevcuttur. İlk önce all scenarios seçeneği seçilerek bütün senaryoların ortak hesaplanması sağlanır. Böylece GAIA penceresinde bulunan iki seçenek aktifleşir. İkinci; GAIA criteria ile kriterlerin bütün senaryolardaki ortak sonucu bulunur ve gösterilir. Öteki seçenek GAIA-scenarios ise bütün senaryoların alternatiflerle ilişkileri grafikte gösterilir. PROMETHEE I ve II pencerelerinde bütün senaryoları içeren grafikler gösterilir. Ayrıca Walking Weights ile duyarlılık analizi yapılabilir.

Bu durumların yanı sıra, karar verici kriterleri daha önceden ağırlıklandıramadığı ya da bunu yapmak istemediği zaman, her ağırlık için sabitlenmiş bir değerdense olası değerler aralığının belirtilmesi mümkündür. Bu durumda, PROMETHEE VI prosedürü problemin saf mı yoksa katı mı olduğuna karar vermek için kullanılabilir.  $\pi$  karar eksenini, aralıklarla bağdaşan ağırlık dağılımları için aynı doğrultuda kaldığında problem saftır. Ağırlıkların gerçek değerlerine bağlı olarak zıt yönler mümkün olduğunda problem katıdır. Katı problemin söz konusu olduğu durumda, karar verici ağırlıkların daha kesin değerleri üzerine konsantre olmalıdır. Bu özellik Decision Lab'de henüz geliştirilmemiştir [8].



## SONUÇ

Decision Lab yazılımı PROMETHEE ÇKKV sıralama yönteminin hızlı ve güvenilir bir şekilde uygulanması için oluşturulmuş, kullanıcı dostu bir karar verme programdır. Yazılım, günümüz globalleşen dünyasında, Endüstri Mühendisliği uygulamalarının çoğunda söz konusu olan ÇKKV problemlerini ele almak için geliştirilen diğer yöntemler için oluşturulan diğer yazılımlara göre gerek arayüz tasarımı, gerekse sunulan analizlerin çeşitliliği hususunda oldukça ileri bir noktadadır. Ele alınan problemlerin yüksek karmaşıklık seviyesi ve içerdikleri veri sayısının fazlalığı da göz önünde bulundurulduğunda, daha az zamanda daha yüksek güvenilirlikli sonuçlar almak mümkündür. Yazılım ile elle gerçekleştirilmesi oldukça zor ve zaman alıcı olan, hatta bazı durumlarda mümkün olmayan pek çok duyarlılık analizi ve grafiksel incelemeler kısa süre içinde kolaylıkla gerçekleştirilebilmektedir.

Bu özellikleri ile kullanıcıya kayda değer oranda fayda sağlayan bu yazılım, sadece bildiride sunulan uygulama alanı olan tedarik zinciri yönetimi alanında değil, üretim planlamadan çizelgelemeye, çevre yönetiminden lojistiğe, montaj hattı dengelemeden enerji yönetimine, pek çok Endüstri Mühendisliği alanındaki inceleme ve çalışmalarda rahatlıkla kullanılmaktadır.

## KAYNAKLAR

- [1] Dağdeviren, M., Eren, T., Analytical Hierarchy Process and use of 0-1 goal programming methods in selecting supplier firm, J. Fac. Eng. Arch. Gazi Univ., Vol 16, No 2, 41-52, 2001.
- [2] Ballou, R.H., "Business Logistics: Supply Chain Management", Prentice Hall, New York, 2005.
- [3] Dağdeviren, M., Eraslan, E., PROMETHEE sıralama yöntemi ile tedarikçi seçimi, Gazi Üniversitesi Mühendislik – Mimarlık Fakültesi Dergisi, 23, 1, 69-76, 2008.
- [4] Sanayei A, Mousavi S. F., Abdi M. R., Mohaghar A., An integrated group decision-making process for supplier selection and order allocation using multi-attribute utility theory and linear programming, Journal of the Franklin Institute, 345, 7, 731–47, 2008.
- [5] Dağdeviren, M., Eraslan, E., Kurt, M., Dizdar, E. E., Tedarikçi seçimi problemine analitik ağ süreci ile alternatif bir yaklaşım, Teknoloji, 8, 2, 115-122, 2005.
- [6] Brans, J. P., L'ingénierie de la décision; Elaboration d'instruments d'aide à la décision. La méthode PROMETHEE, L'aide à la décision: Nature, Instruments et Perspectives d'Avenir, 183–213, 1982.
- [7] Decision Lab, 1.01.0388, copyright © 1998-2000, Visual Decision Inc., Canada. <<http://www.visualdecision.com>>.
- [8] Brans, J. P., ve Mareschal, B., "How to decide with PROMETHEE", Visual Decision Inc., Montreal, Canada, <<http://www.visualdecision.com>>, 1998.

## ÖZGEÇMİŞ

### Burcu YILMAZ

1985 yılı Ankara doğumludur. 2007 yılında İstanbul Ticaret Üniversitesi Mühendislik ve Tasarım Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü (Burslu)'nü onur belgesi ile bitirmiştir. 2010 yılında Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans programını tamamlayarak, yine 2010 yılında Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Programı'na başlamıştır. 2009 yılından bu yana Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.

### Metin DAĞDEVİREN

1976 yılı Ankara doğumludur. 2000 yılında Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümünü birincilikle bitirmiştir. 2002 yılında Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü



Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans programını, 2005 yılında ise Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Programı tamamlamıştır. 2001/2005 yılları arasında Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak, 2005-2007 yılları arasında aynı bölümde Dr. Araştırma Görevlisi olarak, 2007-2010 yılları arasında aynı bölümde Yrd. Doç. Dr. olarak çalışmıştır, 2010 yılından bu yana yine Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümünde Doç. Dr. olarak görev yapmaktadır. Çok ölçütlü karar verme, belirsizlik ortamında karar verme, tedarikçi seçme ve değerlendirme, performans ölçme ve değerlendirme, stratejik yönetim alanlarında çalışmaktadır.