YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANALİTİK NETWORK PROSESİ

Matematik Mühendisi Necip ASLAN

Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik Anabilim Dalında hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Fatma Tiryaki

İSTANBUL 2005

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ i

KISALTMA LİSTESİ ii

ŞEKİL LİSTESİ iii

ÇİZELGE LİSTESİ v

ÖNSÖZ vi

ÖZET vii

ABSTRACT viii

1. GİRİŞ 1

2. ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ (AHP) 5

2.1 AHP'ye Giriş 5
2.2 Bir Özvektör Olarak Öncelik: Tutarlılıkla İlişkisi (Saaty, 1980:49-51) 6
2.3 Basit Örnekler 10
2.3.1 Ev Seçimi 10

3. ANALİTİK NETWORK PROSESİ (ANP) 15

3.1 ANP'ye Giriş 15
3.2 ANP ile AHP'nin karşılaştırılması 15
3.3 ANP Teorisi 16
3.3.1 $\lim_{k\to\infty} W^k$'nın değerleri 20
3.4 ANP İle İlgili Uygulamalar 22
3.5 Örnekler 24
3.5.1 Köprü Örneği 24
3.5.2 U.S ekonomisindeki Dönüm Noktaları ve Tahminler Örneği (Saaty, 2001:150) . 27

4. SUPER DECISIONS PROGRAMI 37

4.1 Kurulumu 37
4.2 Kriterler (Clusters) ve Alt kriterler (Nodes) 37
4.2.1 Kriterlerin (Clusters) Oluşturulması 37
4.2.2 Alt kriterlerin (Nodes) Oluşturulması 38
4.3 İlişkilerin Tanımlanması 39
4.4 Sentezleme (Synthesis) 45
4.5 Örnek: Hamburger Modeli 46

5. UYGULAMA: UYGULAMA YAZILIMI VE VERİTABANI YÖNETİM SİSTEMİ TEMİNİ İLE İLGİLİ FİRMA SEÇİM PROBLEMİ 52

5.1 Kriterler (Clusters) ve Alt Kriterler (Nodes) 53
5.1.1 Teknik Özellikler 53
5.1.2 Şirket Özellikleri 54
5.1.3 Uygulama Yazılımı İçerik Özellikleri 54
5.1.4 Genel Özellikler 56
5.1.5 Alternatifler 56
5.2 Kriter ve Alt Kriterler Arası İlişkilerin Açıklanması ve Karşılaştırmaların Yapılması 58
5.3 Superdecision Programı ile Uygulamanın Gerçekleştirilmesi 80
5.3.1 Ağırlıklandırılmamış Süpermatris Değerleri 81
5.3.2 Ağırlıklandırılmış Süpermatris Değerleri 82
5.3.3 Limit Süpermatris Değerleri 83
5.4 Uygulama Sonucu 84

6. SONUÇ 85

KAYNAKLAR 86

EKLER 91

Ek 1 Özdeğerler – Özvektörler 91
Ek 2 Mathematica Programı ile Özdeğer ve Özvektörün Hesaplanması 92
Ek3 Özel Matris Tanımları 93

ÖZGEÇMİŞ 94

SİMGE LİSTESİ

a_{ij}	i. alt kriter ile j. alt kriterin karşılaştırma sonucu
λ_{max}	Özdeğerlerin en büyüğü
n	Matrisin boyutu.
A	İkili karşılaştırma matrisi.
w	Göreceli ağırlık matrisi.

KISALTMA LİSTESİ

CI	Tutarlılık İndeksi
RI	Rassallık İndeksi
CR	Tutarlılık Oranı
ANP	Analitik Network Prosesi
AHP	Analitik Hiyerarşi Prosesi
W	Ağırlık Vektörü
VTYS	Veri Tabanı Yönetim Sistemi

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1 Üç seviyeli hiyerarşi. 2
Şekil 3.1 Analitik hiyerarşi prosesi yapısı. (Azis, 2003) 16
Şekil 3.2 Analitik network prosesi yapısı. (Azis, 2003) 16
Şekil 3.3 Hiyerarşi yapısı süpermatrisi. 17
Şekil 3.4 Holarşi yapısı ve bu yapının süpermatrisi (Azis, 2003). 18
Şekil 3.5 Network'ün süpermatris yapısı (Azis, 2003). 18
Şekil 3.6 V matrisinin graf yapısı (Saaty, 1980: Sayfa 86). 19
Şekil 3.7 Köprü seçimi ile ilgili örnek 25
Şekil 3.8 A köprüsüne göre kriterlerin karşılaştırılması 25
Şekil 3.9 B köprüsüne göre kriterlerin karşılaştırılması 25
Şekil 3.10 Estetik kriterine göre alternatiflerin karşılaştırılması 26
Şekil 3.11 Sağlamlık kriterine göre alternatiflerin karşılaştırılması 26
Şekil 3.12 Köprü örneği sonuç ekranı. 26
Şekil 3.13 U.S ekonomisindeki Dönüm Noktaları ve Tahminler Modeli 27
Şekil 4.1 Yeni kriter(New Cluster) oluşturma ekranı. 37
Şekil 4.2 Yeni alt kriter (New Node) oluşturma ekranı 38
Şekil 4.3 Alt kriterlerin hizalanması. 39
Şekil 4.4 İlişkili alt kriterlerin nasıl tespit edileceği 40
Şekil 4.5 Karşılaştırma ekranı 41
Şekil 4.6 Karşılaştırma ekranı 41
Şekil 4.7 Matrix karşılaştırma ekranı 41
Şekil 4.8 Verbal karşılaştırma ekranı 42
Şekil 4.9 Graphical karşılaştırma ekranı 42
Şekil 4.10 Alt kriterlerin göreli önemlilik değerleri 43
Şekil 4.11 Elle veri giriş ekranı menüsü 44
Şekil 4.12 Göreli önem değerlerinin elle girilmesi 44
Şekil 4.13 Karşılaştırmada kullanılacak kelimenin belirlenmesi 45
Şekil 4.14 Sentezlenmiş verilerin (sonuçların) gösterildiği ekran. 46
Şekil 4.15 Hamburger modeli 47
Şekil 4.16 Hamburger modelinin şebeke yapısının ikonlarla gösterimi. 47
Şekil 4.17 Hamburger modeli sonuç ekranı 48
Şekil 4.18 Cluster matrix 48
Şekil 5.1 Firma seçimi network yapısı 53
Şekil 5.2 A firmasına göre genel özelliklerin ikili karşılaştırma sonuçları. 58
Şekil 5.3 A firmasına göre şirket özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları. 58
Şekil 5.4 A firmasına göre içerik özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları. 59
Şekil 5.5 A firmasına göre teknik özelliklerin ikili karşılaştırma sonuçları. 60
Şekil 5.6 B firmasına göre genel özelliklerin ikili karşılaştırma sonuçları. 60
Şekil 5.7 B firmasına göre içerik özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları. 61
Şekil 5.8 B firmasına göre şirket özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları. 61
Şekil 5.9 B firmasına göre teknik özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları. 62
Şekil 5.10 C firmasına göre genel özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları. 62
Şekil 5.11 C firmasına göre içerik özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları. 63
Şekil 5.12 C firmasına göre şirket özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları. 63
Şekil 5.13 C firmasına göre teknik özelliklerin ikili karşılaştırma sonuçları. 64
Şekil 5.14 Bakım anlaşmasına göre alternatiflerin ikili karşılaştırma sonuçları. 64
Şekil 5.15 C Bakım anlaşmasına göre şirketin ikili karşılaştırma sonuçları. 65
Şekil 5.16 Fiyata göre alternatiflerin ikili karşılaştırma sonuçları. 65
Şekil 5.17 C Fiyata göre şirketin ikili karşılaştırma sonuçları. 65

Şekil 5.18 Veri aktarımına göre alternatiflerin ikili karşılaştırma sonuçları. 66
Şekil 5.19 Veri aktarımına göre şirket özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları..... 66
Şekil 5.20 Aramaya göre şirket özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları. 66
Şekil 5.21 Ara yüze göre alternatiflerin ikili karşılaştırma sonuçları..... 67
Şekil 5.22 Ara yüze göre içerik özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları. 67
Şekil 5.23 Güvenliğe göre alternatiflerin ikili karşılaştırma sonuçları..... 68
Şekil 5.24 Hata mesajlarına göre alternatiflerin ikili karşılaştırma sonuçları. 68
Şekil 5.25 Kısayol tuşlarına göre alternatiflerin ikili karşılaştırma sonuçları. 68
Şekil 5.26 Log dosyasına göre alternatiflerin ikili karşılaştırma sonuçları. 69
Şekil 5.27 Raporlamaya göre alternatiflerin ikili karşılaştırma sonuçları. 69
Şekil 5.28 Raporlamaya göre şirket özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları..... 69
Şekil 5.29 Raporlamaya göre teknik özelliklerin ikili karşılaştırma sonuçları..... 70
Şekil 5.30 Yardıma göre alternatiflerin ikili karşılaştırma sonuçları. 70
Şekil 5.31 Referanslara göre alternatiflerin ikili karşılaştırma sonuçları. 70
Şekil 5.32 Referanslara göre genel özelliklerin ikili karşılaştırma sonuçları. 71
Şekil 5.33 Referanslara göre teknik özelliklerin ikili karşılaştırma sonuçları..... 71
Şekil 5.34 Teknik desteğe göre alternatiflerin ikili karşılaştırma sonuçları. 72
Şekil 5.35 Teknik desteğe göre genel özelliklerin ikili karşılaştırma sonuçları. 72
Şekil 5.36 E-belediyeye göre alternatiflerin ikili karşılaştırma sonuçları. 72
Şekil 5.37 E-belediyeye göre genel özelliklerin ikili karşılaştırma sonuçları. 73
Şekil 5.38 E-belediyeye göre içerik özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları..... 73
Şekil 5.39 E-belediyeye göre şirket özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları..... 74
Şekil 5.40 E-belediyeye göre teknik özelliklerin ikili karşılaştırma sonuçları..... 74
Şekil 5.41 Gis-mis'e göre alternatiflerin ikili karşılaştırma sonuçları..... 74
Şekil 5.42 Gis-mis'e göre genel özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları. 75
Şekil 5.43 Gis-mis'e göre şirket özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları. 75
Şekil 5.45 Gis-mis'e göre içerik özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları..... 76
Şekil 5.46 İlişkilere göre alternatiflerin ikili karşılaştırma sonuçları. 77
Şekil 5.47 İlişkilere göre içerik özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları. 77
Şekil 5.48 İlişkilere göre teknik özelliklerin ikili karşılaştırma sonuçları..... 78
Şekil 5.49 Minimum konfigürasyona göre alternatiflerin ikili karşılaştırma sonuçları. 78
Şekil 5.50 Minimum konfigürasyona göre genel özelliklerin ikili karşılaştırma sonuçları. 78
Şekil 5.51 Minimum konfigürasyona göre şirket özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları.. 79
Şekil 5.52 Veritabanına göre alternatiflerin ikili karşılaştırma sonuçları..... 79
Şekil 5.53 Veritabanına göre içerik özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları. 79
Şekil 5.54 Veritabanına göre teknik özelliklerin ikili karşılaştırma sonuçları. 80
Şekil 5.55 Uygulama Sonucu 84

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1 Önem skalası tablosu (Saaty, 1980: Sayfa 54) 6
Çizelge 2.2 Rassallık indeksi (Saaty, 1980: Sayfa 21) 9
Çizelge 2.3 Kriterlerin ikili karşılaştırılması. 11
Çizelge 2.4 Alternatiflerin evin boyutuna göre ikili karşılaştırılması. 12
Çizelge 2.5 Alternatiflerin ulaşıma göre ikili karşılaştırılması 12
Çizelge 2.6 Alternatiflerin kenar boşluklarına göre ikili karşılaştırılması. 12
Çizelge 2.7 Alternatiflerin modern özelliklere göre ikili karşılaştırılması. 12
Çizelge 2.8 Alternatiflerin çevreye göre ikili karşılaştırılması 13
Çizelge 2.9 Alternatiflerin genel özelliklere göre ikili karşılaştırılması. 13
Çizelge 2.10 Alternatiflerin evin yaşına göre ikili karşılaştırılması. 13
Çizelge 2.11 Alternatiflerin fiyat kriterine göre ikili karşılaştırılması. 13
Çizelge 2.12 Alternatiflerin sentezlenmiş matrisleri. 14
Çizelge 3.1 Alt faktörlerin geleneksel ayarlar yönünden ikili karşılaştırılması. 28
Çizelge 3.2 Alt faktörlerin ekonomik yeniden yapılanma yönünden ikili karşılaştırılması. 28
Çizelge 3.3 Zaman periyotlarının tüketim yönünden ikili karşılaştırılması. 28
Çizelge 3.4 Zaman periyotlarının ihracat yönünden ikili karşılaştırılması. 28
Çizelge 3.5 Zaman periyotlarının yatırım yönünden ikili karşılaştırılması. 29
Çizelge 3.6 Zaman periyotlarının mali politika yönünden ikili karşılaştırılması. 29
Çizelge 3.7 Zaman periyotlarının para politikası yönünden ikili karşılaştırılması 29
Çizelge 3.8 Zaman periyotlarının güven yönünden ikili karşılaştırılması. 29
Çizelge 3.9 Zaman periyotlarının finansal sistem yönünden ikili karşılaştırılması. 29
Çizelge 3.10 Zaman periyotlarının savunma durumu yönünden ikili karşılaştırılması 29
Çizelge 3.11 Zaman periyotlarının küresel rekabet yönünden ikili karşılaştırılması. 29
Çizelge 3.12 Amaç kriterlerinin 3 aylık periyot yönünden ikili karşılaştırılması. 30
Çizelge 3.13 Amaç kriterlerinin 6 aylık periyot yönünden ikili karşılaştırılması. 30
Çizelge 3.14 Amaç kriterlerinin 12 aylık periyot yönünden ikili karşılaştırılması. 30
Çizelge 3.15 Amaç kriterlerinin 24 aylık periyot yönünden ikili karşılaştırılması. 30
Çizelge 3.16 Ağırlıklandırılmamış Matris Değerleri 31
Çizelge 3.17 Limit süpermatris (1.Durum) 32
Çizelge 3.18 Limit süpermatris (2.Durum) 33
Çizelge 3.19 Limit süpermatris (3.Durum) 34
Çizelge 3.20 Limit süpermatris (Durum1, 2, 3'de ki matrislerin toplamı) 35
Çizelge 3.21 Ortalama limit süpermatris (Son durum) 36
Çizelge 4.1 Araba fiyatlarından göreli önem değerlerinin hesaplanışı 44
Çizelge 4.2 Ağırlıklandırılmamış öncelikler süpermatris değerleri. 49
Çizelge 5.1 Ağırlıklandırılmamış süpermatris değerleri 81
Çizelge 5.2 Ağırlıklandırılmış süpermatris değerleri 82
Çizelge 5.3 Limit Süpermatris değerleri 83

ÖNSÖZ

Son zamanlarda kullanımı oldukça yaygınlaşan Analitik Network Prosesi konusunu inceledik ve uygulamaları konusunda örnekler vererek bir uygulama da biz geliştirdik.

Bu çalışmada bana yardımcı olan aileme ve özellikle elinden gelen yardımı esirgemeyen, benimle birlikte geç saatlere kadar bu çalışmanın ortaya çıkmasında emek sarf eden sayın hocam Doç. Dr. Fatma Tiryaki'ye teşekkürü bir borç bilirim.

ÖZET

Bir konu hakkında zamanında ve doğru karar verebilmenin önemi hem kişiler hem de kuruluşlar için giderek artmaktadır. Dolayısıyla karar verme konusundaki çalışmalarda günden güne önem kazanmaktadır.

Bu çalışmanın ilk bölümünde karar verme yöntemleri arasında sıkça kullanılan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) tanıtılmış, bu yöntemle ilgili bir örnek verilmiştir. Daha sonra asıl konumuzu teşkil eden, son yıllarda geliştirilen Analitik Network Prosesi (ANP) tanıtılmış ve bu yöntemle ilgili bir örnek verilmiştir. ANP ile ilgili modellemelerin ve hesaplamaların rahatlıkla yapıldığı Superdecisions programı tanıtılmış kullanımı hakkında bilgiler verilmiştir. Son bölümde bir belediyede uygulama yazılımları ve veritabanı yönetim sistemi konusunda yapılacak firma seçiminde ANP'nin nasıl kullanılacağı örneklendirilerek gösterilmiştir.

Anahtar kelimeler: Analitik Network Prosesi, ANP, Analitik Hiyerarşi Prosesi, AHP, Superdecisions Programı.

ABSTRACT

The importance of giving the right decision on time for the people and for the organizations is increasing about the any subject. Consequently searching about the making a decision is being important from day to day.

First of all Analytic Hierarchy Process is introduced which is frequently used for decision making method and then one example is given about this method. Afterwards Analytic Network Process is introduced which is our based subject and developed in last years. Also an example is given about this method. The Superdecisions program which calculates and constructs model for ANP applications is introduced and was given information about how to use it.

In application section, how to use the ANP for a firm selection for buying application software and database management system in a municipality is showed.

Keywords: Analytic Network Process, ANP, Analytic Hierarchy Process, AHP, Superdecisions Program.

1. GİRİŞ

Yaşantımızda, gerek iş hayatında gerekse kişisel hayatımızda çoğu zaman bir konu hakkında karar vermek zorunda kalırız. Kararlarımızı kısa sürede vermeliyiz çünkü kararlarımızı geciktirmemiz bazı olanakları kaçırmamız manasına gelebilir. Bu yüzden sistematik ve çok amaçlı bir karar verme yöntemine her an ihtiyaç duyarız (Saaty, 2001). Her insan bir karar vericidir. Karar verme yöntemleri hakkında birçok çalışma yapılmakta, yazılımlar geliştirilmektedir. Fakat karar verme yöntemlerindeki teorilerin en önemlisi insan gereksinimlerine ve insan tabiatına en uygun olanıdır. Sübjektif ölçütleri değerlendirmeye katmak geliştirilen karar verme teorisinde ortaya çıkan başlıca problemlerden biridir.

Bir konuda karar verme, sadece kişiler için değil kuruluşlar için de çok önemlidir. Birçok masraf yapılarak toplanan bilgilerin ardından bunların değerlendirilmesi ve bir karara bağlanması, özellikle karmaşık ve hayati kararların verilmesinde modern tekniklere başvurulmasını gündeme getirmiştir. Son zamanlarda üretim, yatırım, enerji, performans değerlendirme, ekonomi, spor gibi çeşitli konularda karar verme yöntemleri kullanılmaya başlanmıştır. Kullanılan karar verme yöntemleri arasında Lineer Programlama, Tamsayılı Programlama, Nonlineer Programlama vs. gibi tek kriterli; Analitik Hiyerarşi Prosesi (Analytic Hierarchy Process-AHP), Analitik Network (Şebeke, Serim) Prosesi (Analytic Network Process - ANP), Hedef Programlama, Electra vs. gibi çok kriterli yöntemler sayılabilir.

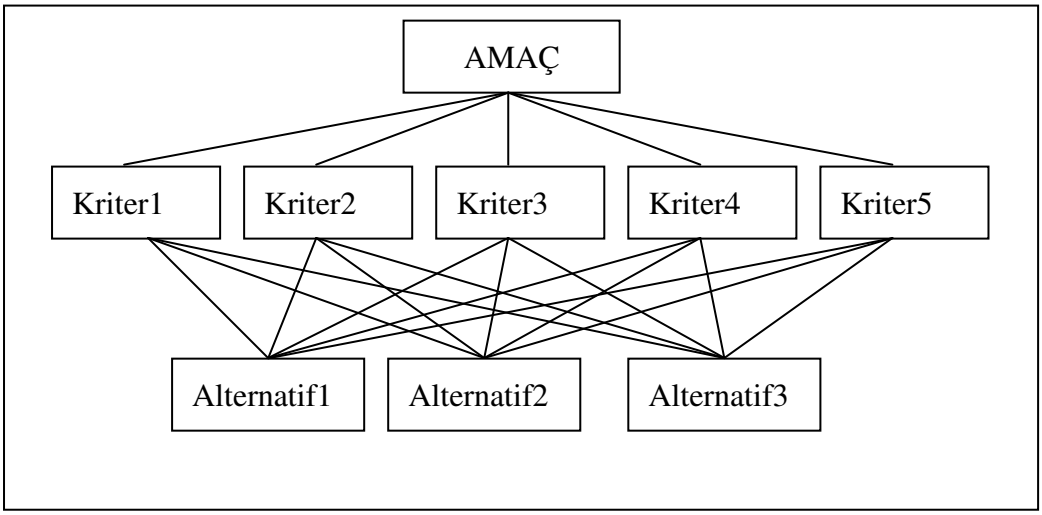
Kişiler ve kuruluşlar karar verme işini daha çok toplanan bilgilerin ardından sezgileri doğrultusunda yapmaktadırlar. Kullanılan diğer karar verme yöntemlerinden farklı olarak AHP, sübjektif ölçütleri de değerlendirmeye aldığı için tercih edilen yöntemlerin başında gelmektedir. AHP, problemleri hiyerarşik bir yapıda ele alan ve ikili karşılaştırma mantığına dayanan çok ölçütlü bir karar verme tekniğidir (Özdemir, 2004). AHP'de ulaşılmak istenen hedef en üst seviyede, bu hedefi etkileyen kriterler yada faktörler bir alt seviyede, kriterleri etkileyen alt faktörler daha alt seviyede, ve böylece devam ederek en alt seviyede alternatifler olacak şekilde sistem yada problem bir hiyerarşik yapı şeklinde kurulur.

ANP ise AHP'nin daha genelleştirilmiş ve geliştirilmiş halidir.

Bir problemde yer alan kriterler arasındaki ilişkiler tek yönlü değil karşılıklı olduğu zaman, hiyerarşik tanımlamalar yeterli olmaz. Bu durumda seviyeler ortadan kalkar ve kriterlerin ağırlıklarını bulmak daha karmaşık bir sürecin analizini gerektirir. ANP, problemleri, kriterler arasındaki ilişkileri ve yönlerini tanımlayarak bir network şeklinde ifade eder (Saaty, 2001).

ANP gerçek yaşam karar yapılarına daha uygundur. Tüm kararlarımız bir çok kriter ve bu kriterler arasındaki ilişkilere dayanmaktadır. Çoğu zaman bu yapı çok karmaşık ve kafa karıştırıcı olmaktadır. Yalnız hiyerarşilerin yapısını gördükçe tüm problemlerin bir hiyerarşi şeklinde ifade edilebileceği düşünülecektir. Şimdi basitten başlayarak bu hiyerarşileri inceleyelim.

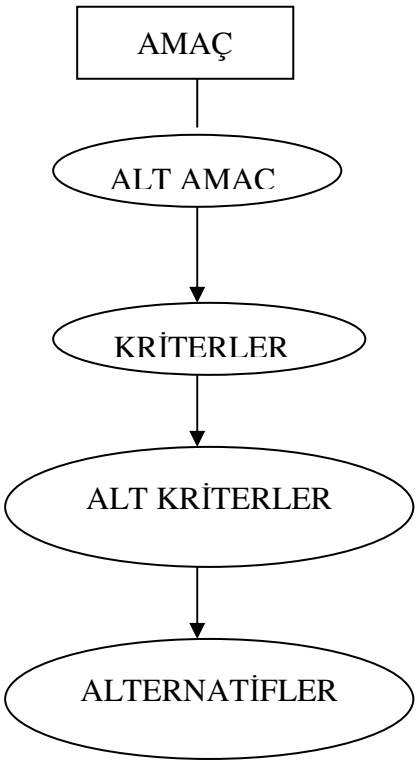
Şekil 1.1'de de görüldüğü gibi birinci seviyede amaç yer almaktadır. Örneğin bir araba almak istediğimizi düşünelim. İkinci seviyede genel amacımızı etkileyen kriterler, arabanın fiyatı, stili, rahatlılığı, rengi tekrar satış değeri yer almaktadır. Üçüncü seviyede ise Ford Escort, Honda Civic gibi alternatifler bulunmaktadır.



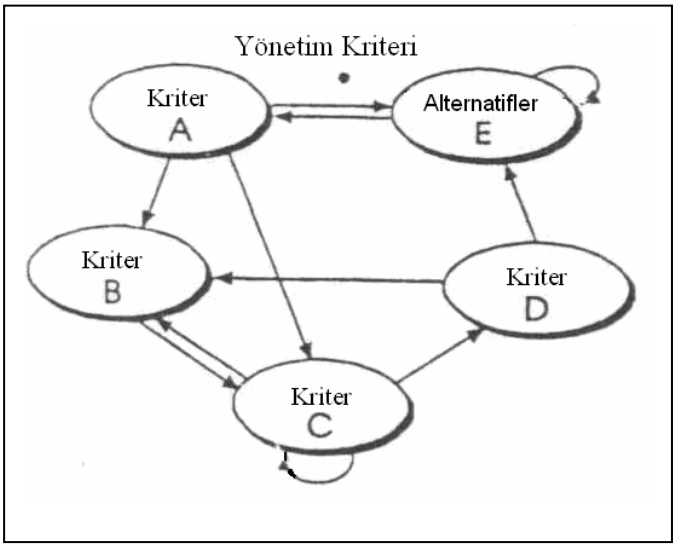
Şekil 1.1 Üç seviyeli hiyerarşi.

Şekil 1.2'de ise daha ayrıntılı olarak kriterler ile alternatifler arasında alt kriterler yer almaktadır. Örneğin araba fiyatı kriteri altında finans şekli gibi bir alt kriter yer alabilir. Bazı kriterler ise alt kriterlere sahip olmayabilir.

Bununla birlikte bazı karar verme problemleri Şekil 1.3'te olduğu gibi network yapısı şeklinde olabilir.



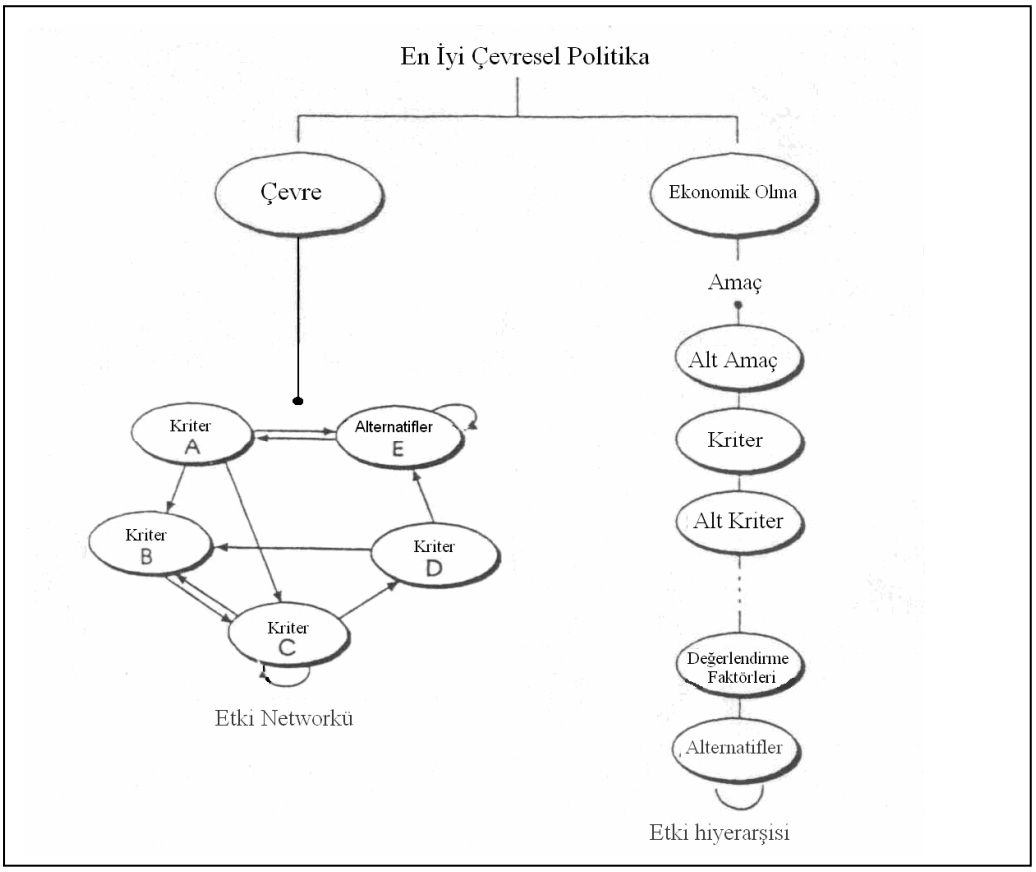
Şekil 1.2 Alt kriterli hiyerarşi örneği (Saaty, 2001).



Şekil 1.3 Şebeke yapısı (Saaty, 2001).

Bazen de Şekil 1.4'te olduğu gibi hiyerarşi iki ana kriterden oluşabilir. Şekil 1.4'te genel amaç 'en iyi çevresel politika seçimi'dir. İkinci seviyede 'çevre' ana kriteri bir şebeke yapısında, 'ekonomik olma' ana kriteri de bir hiyerarşi yapısındadır (Saaty, 2001). Kurulan model gerçeği ne kadar iyi yansıtıyorsa o derece başarılı olunur. Bu nedenle modelde niteliksel ve niceliksel kriterlerin tümü hesaba katılmalıdır. Dikkat edilmesi gereken bir diğer

husus da bir kriterin birden fazla ifade edilmemesi olmalıdır. Yani kriterler birbirinden bağımsız olmalıdır. Aksi takdirde ilgili kriter birden fazla ağırlıklandırılacak ve o kritere uyan alternatif daha ön plana çıkacaktır. Bunun içinde model oluşturmada konunun uzmanları ile birlikte çalışılmalıdır. Böylelikle hem kriterlerin tespiti hem de kiterler arası ilişkilerin doğru yapılabilmesi sağlanır.



Şekil 1.4 İki ana kriterli hiyerarşi yapısı (Saaty, 2001).

2. ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ (AHP)

Bu güne kadar kişilerin karar verme sürecine yardımcı olabilmek için çok ölçütlü karar verme yöntemleri geliştirilmiştir. Thomas Saaty tarafından 1970'li yıllarda geliştirilen Analitik Hiyerarşi Prosesinde, karar vericinin amacı doğrultusunda kriterler ve ona ait alt kriterler ve alternatiflerden oluşan hiyerarşik bir model kullanılır. Bu hiyerarşik model karar vericinin, bilgisinin, deneyiminin, düşüncelerinin ve önsezilerinin mantıksal bir şekilde birleştirildiği, sağlıklı karar vermesine yardımcı olabilecek güçlü bir yöntemdir (Kuruüzüm ve Atsan, 2001).

2.1 AHP'ye Giriş

Analitik hiyerarşi prosesi insanoğlunun hiçbir şekilde kendisine öğretilmeyen fakat var oluşundan bu yana karar verme sorunu ile karşılaştığında içgüdüsel olarak benimsediği karar mekanizmasıdır (Özdemir, 2002). AHP'de öncelikle ulaşılmak istenen hedef tespit edilir. Ardından kriterler ve varsa bu kriterlerin alt kriterleri belirlenir. En alt seviyede ise bu kriterleri sağlayan alternatifler yer alır. Bu belirlemelerin ardından karar hiyerarşisi oluşturulur. Daha sonra ikili karşılaştırma matrisleri oluşturularak karar vericiden karşılaştırmaları yapması istenir. Bu karşılaştırmaların tutarlılık testini sağlayıp sağlamadığı kontrol edilir. Sağlamıyorsa karar vericiden kararını düzeltmesi istenir. Daha sonra ikili karşılaştırma matrislerinden göreli ağırlıklar hesaplanır. Yöntemin son aşamasında hiyerarşik kompozisyon prensibi ile en alt seviyedeki alternatiflerin en üst seviyedeki genel amaca göre genel ağırlıkları elde edilir.

İkili karşılaştırmalar AHP'nin en önemli aşamasıdır. İkili karşılaştırmalar bir matrise dönüştürülür. Matrisin a_{ij} elemanı, karar vericinin, $i.$özellik ile $j.$ özelliğin bağlı olduğu bir üst seviyedeki kritere göre ne kadar önemli olduğu sorusuna verdiği cevabı gösterir. Karar vericinin karşılaştırmalara verdiği puanlar Çizelge 2.1'de verilen önem skalası tablosundan alınır ve A matrisi aşağıda gösterildiği gibi elde edilir.

$$A=\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & \ddots & . & \vdots \\ \vdots & . & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ \frac{1}{a_{21}} & \ddots & . & \vdots \\ \vdots & . & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{a_{n1}} & \cdots & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \cdots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \ddots & . & \vdots \\ \vdots & . & \ddots & \vdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \cdots & \cdots & \frac{w_n}{w_n} \end{bmatrix} \tag{2.1}$$

Burada $i.$ özellik $j.$ özellikten a_{ij} kadar daha önemlidir. $j.$ özellik ise $i.$ özellikten $\frac{1}{a_{ij}}$ kadar daha önemli olacaktır (reciprocal özelliği). Karşılaştırmalarda 1-9 arasındaki rakamlar kullanılır. "1" sayısı iki özelliğin karşılaştırılan kritere göre aynı önemde olduğunu, "9" sayısı ise $i.$ özelliğin $j.$ özellikten aşırı düzeyde önemli olduğunu ifade eder. Önem skalasındaki 2, 4, 6, 8 değerleri ara değerlerdir. Diğer bir ifade ile, eğer karar verici 1 ve 3 arasında kararsız kalırsa 2 değerini kullanabilir. Önem skalası değerleri ve açıklamaları Çizelge 2.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1 Önem skalası tablosu (Saaty, 1980: Sayfa 54)

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit önem	İki faaliyet amaca eşit düzeyde katkıda bulunur
3	Birinin diğerine göre çok az önemli olması	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine çok az derecede tercih ettirir
5	Kuvvetli derecede önemli	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine kuvvetli bir şekilde tercih ettirir
7	Çok kuvvetli düzeyde önemli	Bir faaliyet güçlü bir şekilde tercih edilir ve baskınlığı uygulamada rahatlıkla görülür
9	Aşırı derecede önemli	Bir faaliyetin diğerine tercih edilmesine ilişkin kanıtlar çok büyük bir güvenilirliğe sahiptir.
2,4,6,8	Ortalama Değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanmak üzere yukarıda listenen yargılar arasına düşen değerler
	Reciprocal	Tersi karşılaştırma için
	Kesirli Değerler	Matriste tutarlılık oluşturulmak istendiğinde kullanılır

Oluşan bu ikili karşılaştırma matrisinin özellikleri şunlardır: Oluşan matris kare matristir ve tüm elemanları pozitif sayılardır. Matris tam tutarlı ise her i, j, k için $a_{ij}.a_{jk} = a_{ik}$ eşitliği sağlanır. Matris tam tutarlıysa herhangi bir satırından matrisin diğer tüm elemanları elde edilir. Matrisin en büyük özdeğerine karşılık gelen özvektör, AHP matrisinde ağırlık veya göreli önem vektörü olarak tanımlanır. A matrisinin köşegenleri 1'dir (Eraslan ve Algün, 2004:99). Alt üçgen matrisinin değerleri üst üçgen matrisinin değerlerinin çarpmaya göre tersidir (reciprocal özelliği).

2.2 Bir Özvektör Olarak Öncelik: Tutarlılıkla İlişkisi (Saaty, 1980:49-51)

Bir hiyerarşinin herhangi bir seviyesindeki $C_1, \ldots, C_n$ elemanlarını (kriterlerini) dikkate alalım.

Bu kriterlerin bir üst seviyede herhangi bir eleman (kriter) üzerindeki $w_1, w_2, \ldots, w_n$ etki ağırlıklarını bulmak isteyelim. Burada ikili karşılaştırma kararlarımızı temsil eden A matrisini kullanarak, bu matrisin en büyük özdeğerine karşılık gelen özvektörün niçin kriterlerin önceliklerini temsil etmek üzere seçildiğini göstereceğiz.

A matrisinin $a_{i,j}$ elemanları, C_i kriterinin C_j ile karşılaştırıldığındaki önemini (kuvvetini) gösterir. Tutarlı bir matris durumunda bütün karşılaştırmalar kesin ölçümlere dayanır yani $w_1, w_2, \ldots, w_n$ ağırlıkları zaten bilinmektedir. O halde

$$a_{ij} = \frac{w_i}{w_j} \qquad i, j = 1, \ldots, n \tag{2.2}$$

ve böylece

$$a_{ij} a_{jk} = \frac{w_i}{w_j} \frac{w_j}{w_k} = \frac{w_i}{w_k} = a_{ik} \text{ ve } a_{ji} = \frac{w_j}{w_i} = \frac{1}{w_i / w_j} = \frac{1}{a_{ij}}$$

dir. Şimdi (2.2)'de verilen eşitlikten

$$a_{ij} \frac{w_j}{w_i} = 1 \qquad i, j = 1, \ldots, n$$

ve sonuç olarak

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} w_j \frac{1}{w_i} = n \qquad i = 1, \ldots, n$$

veya

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} w_j = n w_i \qquad i = 1, \ldots, n$$

elde edilir. Bu da

$$Aw = nw \tag{2.3}$$

demektir.

Matris teorisinden bu formül w'nın, A matrisinin özdeğeri n'ye karşılık gelen özvektörü olduğunu ifade eder. Matrisin özdeğerlerinin bulunuşu Ek1'de gösterilmiştir.

Pratikte a_{ij}'ler kesin ölçümler yerine sübjektif yargılara dayanır. Böylece a_{ij}'ler "ideal" oranlar w_i/w_j 'lerden sapacaktır. Ve böylece (2.3) denklemi artık geçerli olmayacaktır. Matris teorisinden iki özellik kullanalım.

Birinci özellik şudur. Eğer $\lambda_1,\ldots,\lambda_n$,

$$Ax = \lambda x$$

denklemini sağlayan sayılarsa yani A 'nın özdeğerleri ise ve her i için $a_{ii} = 1$ ise

$\sum_{i=1}^{n} \lambda_i = n$ 'dir.

Böylece (2.3) geçerli ise özdeğerlerden biri n, diğer bütün özdeğerler sıfırdır. O halde tutarlı durumda, A 'nın en büyük özdeğeri n'dir.

İkinci özellik ise pozitif reciprocal A matrisinin a_{ij} elemanlarında küçük miktarlarda değişim olursa özdeğerler de küçük miktarlarda değişir.

Bu sonuçları birleştirerek A matrisinin köşegeni 1'lerden oluşuyorsa ve A matrisi tutarlıysa a_{ij} 'lerdeki küçük değişimler ile en büyük özdeğer $\lambda_{\max}$ n 'ye, geri kalan özdeğerler de sıfıra yakın kalacaktır.

Böylece problem şudur. A ikili karşılaştırma değerler matrisi ise öncelik vektörü bulmak için

$$Aw = \lambda_{\max} w \tag{2.4}$$

sağlayan w vektörü bulunmalıdır. Normalize edilmiş bir çözüm istendiğinden

$$\alpha = \sum_{i=1}^{n} w_i$$

alınır ve (2.4) denkleminde w yerine $(1/\alpha)w$ yerleştirilir. Bu w çözümünün tekliğini ve ayrıca

$$\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$$

olduğunu, yani w öncelik vektörü bileşenleri toplamının 1'e eşit olmasını garantiler.

a_{ij} 'lerdeki küçük değişimler $\lambda_{\max}$ 'ta küçük değişimlere yol açtığından $\lambda_{\max}$ 'ın n'den sapması tutarlılık ölçümünü verecektir. Bu bize oran ölçeğinden (ratio scale) türetilmiş ölçeğimize yakınlığımızı değerlendirmemize imkan sağlar. Böylece daha önce ifade ettiğimiz gibi "tutarlılığa yakınlık" göstergesi olarak

$$\frac{\lambda_{\max} - n}{n-1}$$

ifadesi tutarlılık indeksini verir. Genellikle bu sayı 0,1'den küçükse kararlardan memnun olunabilir.

Tutarlılık testinde amaç verilen kararlar arasındaki tutarlılığı ölçmektir. A, B'den daha önemli ve B'de C'den daha önemli ise A, C'den daha önemlidir. Ayrıca sayısal olarak ta A, B'den 2 kat, B, C'den 4 kat önemli ise A, C'den 8 kat daha önemlidir. Tabi burada 1-9 ölçeğini kullandığımız için bir tutarsızlık söz konusu olacaktır. Ayrıca karar verici A'yı C'ye tercih etmeyerek tercihlerinde bilinçli bir şekilde geçişsizlik yapabilir. Bu durumlarda karar vericinin kararlarını kontrol edip tutarsız kararlarını mümkün olduğunca düzeltmesi istenir.

Böylece

Tutarlılık indeksi $(CI) = (\lambda_{\max} - n)/(n-1)$ (2.5)

olmak üzere

Tutarlılık oranı $(CR) = Tutarlılık\ \ indeksi\ \ /\ Rassallık\ İndeksi\,(RI)$

ile hesaplanır. Rassallık indeksi tablosu Çizelge 2.2 de gösterilmiştir.

Çizelge 2.2 Rassallık indeksi (Saaty, 1980: Sayfa 21)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Tutarlılık oranının 0,1'den küçük olması durumunda matrisin tutarlı olduğu kabul edilir.

Özvektörler bilgisayar kullanılarak rahatlıkla hesaplanmaktadır, fakat hesaplamanın başka basit yöntemleri de mevcuttur.

- En basit yöntem: Her satırın toplamları bulunur. Matrisin tüm elemanlarını toplamı da bulunur. Her satır toplamı genel toplama bölünerek özvektör bileşenleri hesaplanır.

- Daha iyi yöntem: Her sütunun toplamı bulunur sonra bu toplamların tersleri (reciprocal) alınır. Bu reciprocal değerler normalize edilir, yani her bir reciprocal değer toplam reciprocal değere bölünür.
- İyi yöntem: Matristeki her eleman kendi sütun toplamına bölünerek normalize edilir (sütun normalizasyonu yapılır). Sonra elde edilen satır toplamları hesaplanır ve matrisin boyutuna bölünür. Bu yöntem normalize edilmiş sütunlar üzerinden ortalama alma prosesidir.
- En iyi yöntem: Her satırdaki n elemanı çarpılır ve sonra n.dereceden kökü alınır. Çıkan sonuçlar normalize edilir (Saaty, 1980:19).

Bir matrisin özdeğerlerinin nasıl hesaplandığı Ek1'de gösterilmiştir. En büyük özdeğer $\lambda_{\max}$'ın hesap makinesiyle basitçe hesaplanması da şöyle yapılabilir. A matrisinin her bir satırı w göreli önemler vektörü ile çarpılarak bir sütun vektörü elde edilir. Bu vektörün her elemanı, göreli önemler vektöründe karşılık gelen elemana bileşen bileşen bölünerek yeni bir sütun vektörü oluşturulur. Elde edilen sütun vektörün bileşenlerinin aritmetik ortalaması en büyük özdeğer olan $\lambda_{\max}$'ı yaklaşık olarak verir (Özdemir, 2002).

Pozitif reciprocal matris ve özdeğerleri ile ilgili teorik bilgi (Saaty, 1980) çalışmasında mevcuttur. Burada önemli bir sonuç olarak A matrisinin en büyük özdeğeri $\lambda_{\max}$'a karşılık gelen özvektörün, A matrisinin $k.$ kuvveti A^k'nın $k \to \infty$ giderken limit durumunda normalize edilmiş satır toplamları olduğunu aşağıdaki teoremle belirtelim.

Teorem: Burada A pozitif, primitive bir matris, c bir sabit, e elemanları bir olan n boyutlu sütun matris, w A'nın maksimum özdeğeri $\lambda_{\max}$'a karşılık gelen özvektör olmak üzere

$$\lim_{k\to\infty} \frac{A^k e}{e^T A^k e} = cw \tag{2.6}$$

dir. Primitive matris tanımı Ek 3'te verilmiştir. Teoremin ispatı için (Saaty, 1980:176) çalışmasına bakınız.

AHP çözümleri için, AHP'nin en iyi çözümünü veren ve Ernest H. Forman tarafından hazırlanan "Expert Choice" paket programı kullanılabilir (Kuruüzüm ve Atsan, 2001).

2.3 Basit Örnekler

2.3.1 Ev Seçimi

Ortalama gelire sahip bir ailenin ev satın almak için bir karar vermesi gerekmektedir. Bu aile kendilerince önemli olan sekiz kriter belirlemişlerdir. Üç tanede alternatif bulunmaktadır.

Bu problemle ilk önce hiyerarşi modeli seçilmelidir. Aile, kriterlerin öneminin eşit düzeyde olduğunu söylediğinden model hiyerarşi şeklinde tanımlanmıştır.

1) Boyut: Evin toplam boyutu , oda sayısı, odaların büyüklüğü ile ilgili kriterdir.
2) Ulaşım: Otobüs servislerinin yakınlığı ve ulaşım kolaylığını ifade eder.
3) Çevre: Trafik yoğunluğu, güvenlik, yapıların fiziksel durumu, vergileri miktarını gösterir.
4) Evin yaşı: Binanın kaç yıllık olduğunu gösterir.
5) Kenar boşlukları: Binanın ön, arka, yan boşlukları ile ilgilidir.
6) Modern Olanakları: Alarm sistemi, havalandırma vb. özellikleri mevcut mu?
7) Genel Özellikleri: Ev bakım, onarım gerektiriyor mu, temizlik gerektiriyor mu? Duvarların yeniden boyanması gerekir mi?
8) Fiyatı ve kredi olanakları: Satıcının taksit imkânı ya da banka kredisi imkânı var mı?

A EVİ: Hepsinden daha geniş. Çevresi çok iyi trafik çok az ve vergiler düşük. Binanın kenar boşlukları diğerlerine göre daha çok. Fakat genel özellikleri iyi değil, temizlik ve boya gerektirmektedir. Kredi olanakları da iyi değil banka kredisi faiz oranı çok yüksek.

B EVİ: A evinden biraz daha küçük. Çevre trafikten dolayı güvensiz hissi uyandırmaktadır. Kenar boşlukları az ve modern özellikleri yetersiz. Fakat genel özellikleri oldukça iyi. Kredi olanakları da çok iyidir. Çevresinde bu eve benzeyen birçok ev vardır.

C EVİ: C evi çok ufak ve bir kaç modern özelliği var. Çevresinin vergileri çok yüksek fakat çok iyi bir yerde ve güvenli gözüküyor. Kenar boşlukları B'den daha büyük. Genel özellikleri iyi. Kredi olanağı A'dan iyi ama B'den değil.

Çizelge 2.3 Kriterlerin ikili karşılaştırılması.

Faktör	Boyut	Ulaşım	Civar	Evin y.	Kenar b.	Mod.	Genel	Fiyat	Önc. Vek
Boyut	1	5	3	7	6	6	1/3	1/4	0,175
Ulaşım	1/5	1	1/3	5	3	3	1/5	1/7	0,062
Civar	1/3	3	1	6	3	4	1/2	1/5	0,103
Evin y.	1/7	1/5	1/6	1	1/3	1/4	1/7	1/8	0,019
Kenar b.	1/6	1/3	1/3	3	1	1/2	1/5	1/6	0,034
Mod.	1/6	1/3	1/4	4	2	1	1/5	1/6	0,041
Genel	3	5	2	7	5	5	1	1/2	0,221
Fiyat	4	7	5	8	6	6	2	1	0,348

Çizelge 2.4 Alternatiflerin evin boyutuna göre ikili karşılaştırılması.

Evin Boy.	A	B	C	Norm.	Ideal
A	1	5	9	0,743	1,000
B	1/5	1	4	0,194	0,261
C	1/9	1/4	1	0,063	0,085

$\lambda_{max} = 3{,}071$ C.I= 0,035 C.R = 0,061

Çizelge 2.5 Alternatiflerin ulaşıma göre ikili karşılaştırılması.

Ulaşım	A	B	C	Norm.	Ideal
A	1	4	1/5	0,194	0,261
B	1/4	1	1/9	0,063	0,085
C	5	9	1	0,743	1,000

$\lambda_{max} = 3{,}071$ C.I= 0,035 C.R =0,061

Çizelge 2.6 Alternatiflerin kenar boşluklarına göre ikili karşılaştırılması.

Kenar B.	A	B	C	Norm.	Ideal
A	1	6	4	0,691	1,000
B	1/6	1	1/3	0,091	0,132
C	1/4	3	1	0,218	0,315

$\lambda_{max} = 3{,}053$ C.I= 0,026 C.R = 0,046

Çizelge 2.7 Alternatiflerin modern özelliklere göre ikili karşılaştırılması.

Modern Ö.	A	B	C	Norm.	Ideal
A	1	9	6	0,770	1,000
B	1/9	1	1/3	0,068	0,088
C	1/6	3	1	0,162	0,210

$\lambda_{max} = 3{,}053$ C.I= 0,026 C.R = 0,046

Çizelge 2.8 Alternatiflerin çevreye göre ikili karşılaştırılması.

Çevre	A	B	C	Norm.	Ideal
A	1	9	4	0,717	1,000
B	1/9	1	¼	0,066	0,092
C	1/4	4	1	0,217	0,303

$\lambda_{max} = 3{,}036$ C.I= 0,018 C.R = 0,031

Çizelge 2.9 Alternatiflerin genel özelliklere göre ikili karşılaştırılması.

Genel Ö.	A	B	C	Norm.	Ideal
A	1	1/2	½	0,200	0,500
B	2	1	1	0,400	1,000
C	2	1	1	0,400	1,000

$\lambda_{max} = 3$ C.I= 0 C.R = 0,00

Çizelge 2.10 Alternatiflerin evin yaşına göre ikili karşılaştırılması.

Evin Yaşı	A	B	C	Norm.	Ideal
A	1	1	1	0,333	1,000
B	1	1	1	0,333	1,000
C	1	1	1	0,333	1,000

$\lambda_{max} = 3$ C.I= 0 C.R = 0,00

Çizelge 2.11 Alternatiflerin fiyat kriterine göre ikili karşılaştırılması.

Fiyat	A	B	C	Norm.	Ideal
A	1	1/7	1/5	0,072	0,111
B	7	1	3	0,650	1,000
C	5	1/3	1	0,278	0,430

$\lambda_{max} = 3{,}064$ C.I= 0,032 C.R = 0,055

Özdeğer vektörleri değerleri Expert Choice yada Mathematica gibi programlar kullanılarak rahatlıkla hesaplanabilir. Buradaki normal değerlerin ve en büyük özdeğerinin mathematica programı ile nasıl hesaplandığı Ek 2'de gösterilmiştir. Normalize modda ise bu değerlerin normalize edilmiş hali görülmektedir.

Burada 0.369 değeriyle en yüksek puanı alan B evi tercih edilmiştir.

Çizelge 2.12 Alternatiflerin sentezlenmiş matrisleri.

Kriter	Boyut	Ulaşım	Mah.	Yaş	Ken. B	Mod.	Gen.	Fiyat	Tümü
	0,175	0,062	0,103	0,019	0,034	0,041	0,221	0,345	
Özdeğer vektörleri									
A	0,743	0,194	0,717	0,333	0,691	0,770	0,200	0,072	0,346
B	0,194	0,063	0,066	0,333	0,091	0,068	0,400	0,650	0,369
C	0,063	0,743	0,217	0,333	0,218	0,162	0,400	0,278	0,285
Normalize Mod									
A	1,000	0,261	1,000	1,000	1,000	1,000	0,500	0,111	0,315
B	0,261	0,085	0,092	1,000	0,132	0,088	1,000	1,000	0,383
C	0,085	1,000	0,303	1,000	0,315	0,210	1,000	0,430	0,302

3. ANALİTİK NETWORK PROSESİ (ANP)

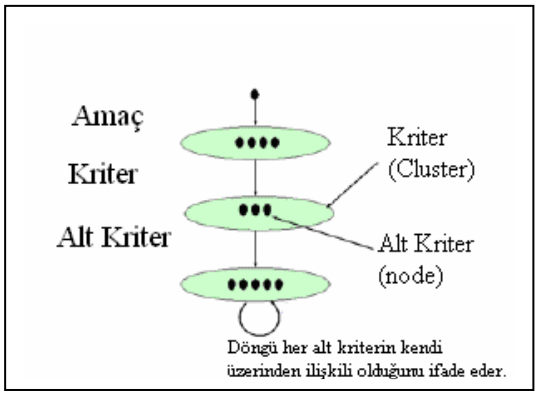
Analitik network prosesi sosyal ve kamu alanında karar verme konusunda ortaya konmuş çok amaçlı bir yöntemdir. Bu yöntem tüm kriterleri ve faktörleri dikkate alarak bunlar arasındaki ilişkileri tanımlayıp en iyi kararı verme konusunda geliştirilmiştir. ANP kriterler (cluster) ve alt kriterler (node) arasındaki ilişkilere ve geribildirimlere (feedbacks) olanak sağlar. Bir problemde yer alan bileşenler arasındaki ilişkiler tek yönlü değil karşılıklı olduğu zaman, hiyerarşik tanımlamalar yeterli olmaz. Bu durumda seviyeler ortadan kalkar ve bileşenlerin ağırlıklarını bulmak daha karmaşık bir sürecin analizini gerektirir. Analitik Network Prosesi, problemleri, bileşenler arasındaki ilişkileri ve yönlerini tanımlayarak bir serim şeklinde ifade eder. Bu yapı sayesinde, doğrudan ilişkilendirilmemiş bileşenler arasında olabilecek dolaylı etkileşimler ve geribildirimler de dikkate alınmaktadır (Özdemir, 2004).

3.1 ANP'ye Giriş

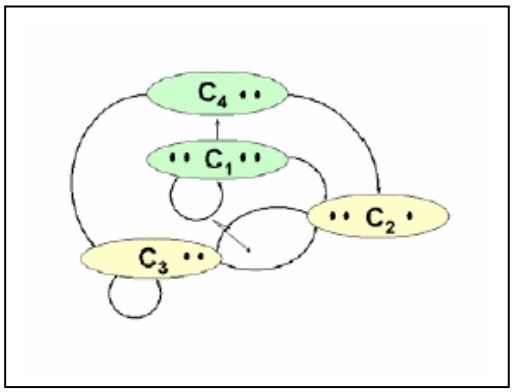
En basit ANP yapısı, tek bir networkten ibarettir. En karmaşık halde ise, her bir seçeneğin doğurabileceği fayda, maliyet, fırsat ve riskler, dört ayrı modelle analiz edilir. Çeşitli formüller kullanılarak seçeneklerin, her bir model için aldığı değerler tek bir değere dönüştürülürler. Dikkat edilmesi gereken konu; faydalar, maliyetler, fırsatlar ve risklerin problemin yapısına göre farklı önem derecelerine sahip olabilecekleridir. Bu ağırlıklandırmaya BOCR analizi denir. Savaşta cepheye ilaç veya cephane ulaştırmak ya da salgın bir hastalığın yayılmakta olduğu bölgeye ilaç dağıtımı yapmak gerektiğinde, en iyi ulaşım tipine karar verirken; kurtarılacak hayatlar, dağıtımın maliyetinden daha önemlidir. Bazı durumlarda ise risk çok önemlidir. Kopya insan yapma konusundaki deneysel çalışmaların taşıdığı riskin, böyle bir uygulamanın faydalarının çok üzerinde olabilmesi gibi (Özdemir, 2004). ANP oldukça geniş bir alanda kendini göstermektedir ve uygulama alanları gün geçtikçe artmaktadır. Market, sağlık, politik, sosyal alanda ve karar verme ile tahmin yürütme gereken diğer birçok alanda kullanılmaktadır.

3.2 ANP ile AHP'nin karşılaştırılması

ANP, AHP'nin çok genel bir formudur. AHP birimlerin tek yönlü ilişkilerine, ANP ise karar seviyeleri ve özellikleri için karmaşık ilişkilere izin verir. Çokça bilinen karar verme yöntemi olan The Analytic Hierarchy Process (AHP), ANP'nin özel bir halidir.



Şekil 3.1 Analitik hiyerarşi prosesi yapısı. (Azis, 2003)



Şekil 3.2 Analitik network prosesi yapısı. (Azis, 2003)

AHP tüm elementlere olasılıklı ağırlıklar verir, ANP ise sabit ağırlıklar vererek süpermatris oluşumu ile ilişkileri tespit eder. Her iki yöntemde sübjektif kriterleri de modele dahil edebilmektedir.

3.3 ANP Teorisi

Süpermatris yaklaşımı Markov zincirlerine paralel bir yaklaşımdır. Göreli ağırlıklar süpermatris formuyla ayarlanır. Bu formu geliştirmek model hesapları için bir seri adım gerektirir. Bu adımlar aşağıdaki detayları içermelidir:

1- Kontrol edilen faktörlerin iki yönlü karşılaştırmalarının yapılması,

2- Göreli ağırlıklarla alt matrislerin oluşturulması,

3- Kolonları stokastik olan süpermatrisin ayarlanması,

4- Ağırlıklar sabit olana kadar matrisin kuvvetlerinin alınması. (Eraslan, 2001).

AHP'de anlatıldığı gibi ikili karşılaştırmalar sonucu elde ettiğimiz n boyutlu bir A matrisini düşünelim.

$$Aw = nw \tag{3.1}$$

eşitliğinden

$$(A - nI)w = 0 \tag{3.2}$$

Buradaki n özdeğer, w ise özvektördür. 3.1'deki eşitliğin p.'inci kuvvetini alırsak

$$A^p w^p = \lambda_{\max} w^p \tag{3.3}$$

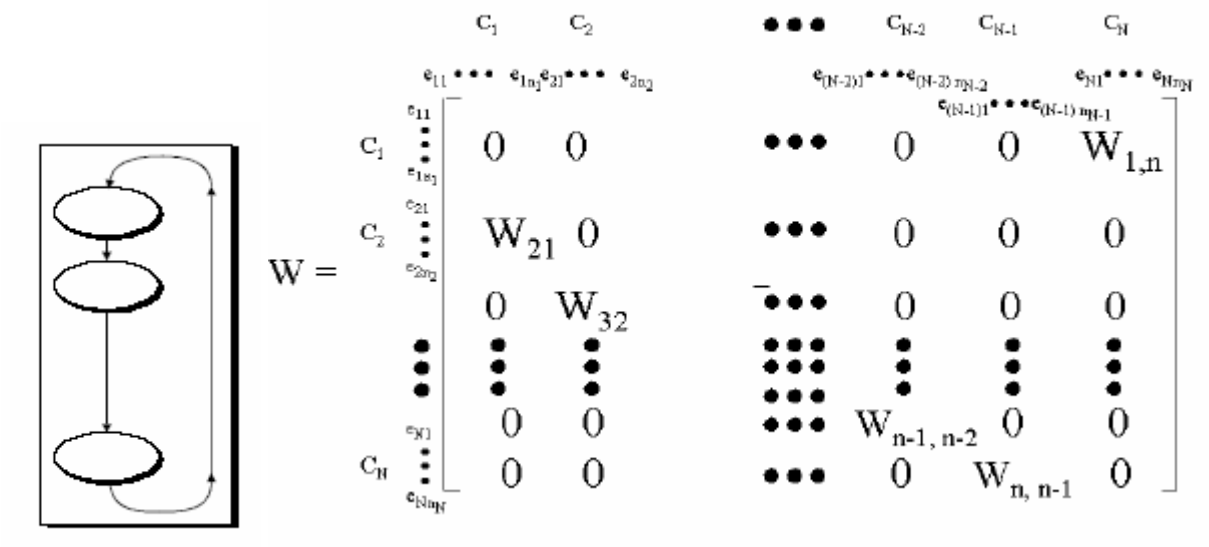
elde edilir.

ANP alt matrislerden oluşan ve supermatris ismi verilen bir yapıya dayanır. Şekil 3.3'te hiyerarşi yapısının süpermatrisi gösterilmiştir.

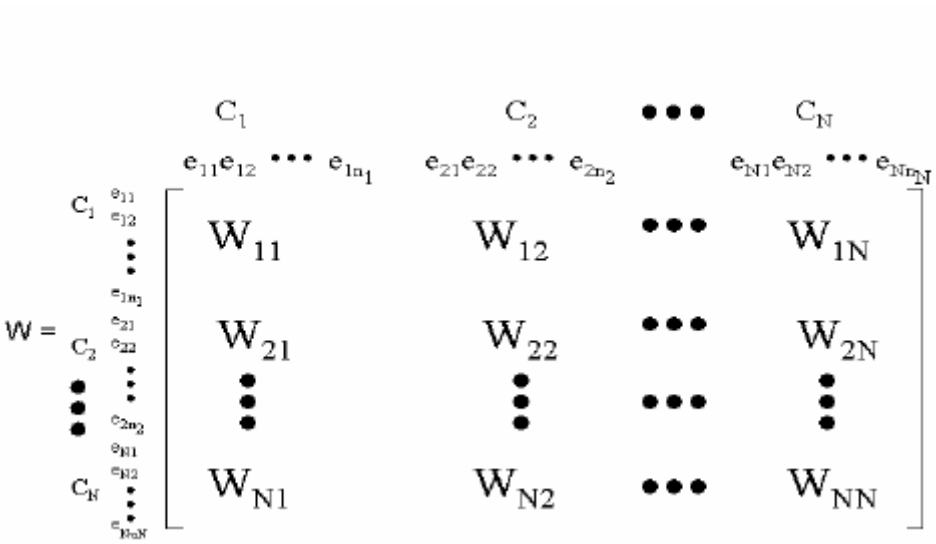
$$W = \begin{array}{cc} & \begin{array}{cccc} C_1 & C_2 & \cdots & C_N \\ e_{11}e_{12}\cdots e_{1n_1} & e_2e_{22}\cdots e_{2n_2} & & e_{N1}e_{N2}\cdots e_{Nn_N} \end{array} \\ \begin{array}{c} C_1 \\ \\ \\ C_2 \\ \\ \\ \vdots \\ \\ \\ C_N \\ \\ \\ \end{array} & \begin{array}{c} e_{11} \\ e_{12} \\ \vdots \\ e_{1n_1} \\ e_{21} \\ e_{22} \\ \vdots \\ e_{2n_2} \\ \vdots \\ e_{N1} \\ e_{N2} \\ \vdots \\ e_{Nn_N} \end{array} \begin{bmatrix} W_{11} & W_{12} & \cdots & W_{1N} \\ W_{21} & W_{22} & \cdots & W_{2N} \\ \vdots & \vdots & \vdots\ \vdots\ \vdots & \vdots \\ W_{N1} & W_{N2} & \cdots & W_{NN} \end{bmatrix} \end{array}$$

Şekil 3.3 Hiyerarşi yapısı süpermatrisi.

Şekil 3.4'te de holarşi yapısı ve bu yapıya ait süpermatris gözükmektedir.



Şekil 3.4 Holarşi yapısı ve bu yapının süpermatrisi (Azis, 2003).



Şekil 3.5 Network'ün süpermatris yapısı (Azis, 2003).

Şekil.3.5'te ise networke ait süpermatris yapısı verilmektedir. Buradaki W_{ij} vektörleri ikili karşılaştırmalar sonucu elde edilen matrislerin özdeğer vektörleridir. Elde edilen bu matrise ağırlıklandırılmamış süpermatris denir. Bu matrisin her elemanının sütun toplamına bölünmesiyle elde edilen matrise ise ağırlıklandırılmış süpermatris denir. Ağırlıklandırılmış süpermatris aynı zamanda stokastiktir. Ve stokastik süpermatrisi oldukça büyük kuvvetlere yükselterek limit süpermatris ($\lim_{k\to\infty} W^k$) elde edilir. Limit süpermatrisin bütün sütunları

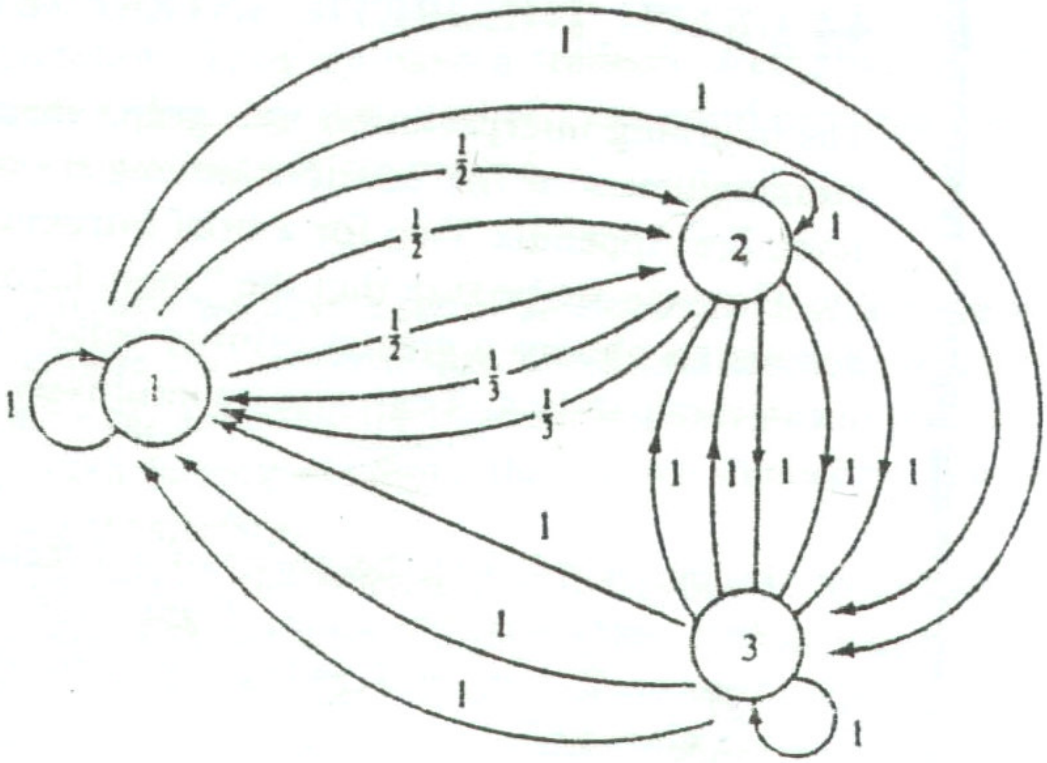
aynıdır ve w ağırlık vektörünü verir. Vektörün bileşenleri her bir elemanın (alt kriterin) etki önceliğini (ağırlığını) verir. Yani

$$\lim_{k\to\infty} W^k = we^t$$

dir.

İkili karşılaştırma matrisi veya bir süpermatrisi kuvvetlerine yükseltmenin niçin yapıldığı sorulabilir. Bu soru graf teorisiyle açıklanabilir.

Teorem: V matrisi yönlü bir grafın yoğunluk matrisi olmak üzere V^k'nın (i, j) elemanı $v_{ij}(k)$, i düğümünden j düğümüne k adımlı yürüyüşlerin toplam yoğunluğudur (total intensity of k-walks)*.



Şekil 3.6 V matrisinin graf yapısı (Saaty, 1980: Sayfa 86).

* Saaty,T.L. (1980), The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, Inc.,USA., Sayfa 85-86.

$$V = \begin{bmatrix} 1 & 3/2 & 2 \\ 2/3 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

matrisinin elemanları (node) $i.$ elemandan $j.$elemana yoğunlukları gösteriyor olsun. Bu değerler aynı zamanda $i.$elemandan $j.$ elemana bir adımlı toplam yoğunluklardır. 1. noddan, 3. noda 2 adımlı yürüyüşlerin toplam yoğunluğu şu şekilde olacaktır.

3[(1/2*1) + (1/2*1) +(1/2*1)]: 1, x_{12}, 2, x_{23}, 3

2(1*1): 1, x_{11}, 1, x_{13}, 3

2(1*1): 1, x_{13}, 3, x_{33}, 3

Bunların toplamı 17/2'yi verecektir. V matrisinin karesini aldığımızda

$$V^2 = \begin{bmatrix} 8 & 7 & 17/2 \\ 31/3 & 8 & 22/3 \\ 22/3 & 17/2 & 13 \end{bmatrix}$$

v_{13} değerinin de 17/2 bulunduğu görülecektir. Bu örnek diğer elemanlar içinde geçerlidir.

Bir i. alt kriter (node) $j.$alt kriteri (node) direkt olarak etkileyebilir ya da l. bir ara alt kriter üzerinden dolaylı olarak etkileyebilir. Dolaylı etkilemede bütün l alt kriterleri dikkate alınmalıdır. Ağırlıklandırılmış matrisin karesini almakla oluşan matrisin a_{ij} elemanı i'den j'ye iki adımlı toplam yoğunlukları verir. Şimdi $i.$alt kriter ile $m.$ alt kriter arasında $j.$alt kriterler üzerinden üç adımlı toplam yoğunlukları bulmak için ağırlıklandırılmış matrisin küpü alınır. Bu işlem böylece devam ettikçe W^k (k= 1,2,…..,∞) ile gösterilen sonsuz terimli yoğunluk matrisleri dizisi elde edilir. Ağırlıklı süpermatris stokastik yapıda olduğundan bu dizinin limitinin mevcut olduğu gösterilmiştir (Saaty, 2001).

3.3.1 $\lim_{k\to\infty} W^k$ 'nın değerleri

W^k 'nın limitini elde etmede 3 farklı durum söz konusudur.

1) Matris primitive (ilkel) bir matris ise, $\lambda_{\max} = 1$ bir basit köktür ve 1'den başka kök yoktur. Limit sonuç elde etmek için primitive stokastik matris W'yı kuvvetlerine yükseltmek

yeterlidir. Yani $\lim_{k\to\infty} W^k = we^t$ 'dır (Azis, 2003).

2) 1'den başka kökler vardır ve döngüye neden olmaktadır, $\lambda_{\max} = 1$ basit köktür ya da katlı köktür. Bu durumu şöyle bir örnekle açıklayabiliriz.

$$W = \begin{bmatrix} 0 & W_{12} & 0 \\ 0 & 0 & W_{23} \\ W_{31} & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$W^2 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & W_{12}W_{23} \\ W_{23}W_{31} & 0 & 0 \\ 0 & W_{31}W_{12} & 0 \end{bmatrix}$$

$$W^3 = \begin{bmatrix} W_{12}W_{23}W_{31} & 0 & 0 \\ 0 & W_{23}W_{31}W_{12} & 0 \\ 0 & 0 & W_{31}W_{12}W_{23} \end{bmatrix}$$

$$W^{3k} = \begin{bmatrix} (W_{12}W_{23}W_{31})^k & 0 & 0 \\ 0 & (W_{23}W_{31}W_{12})^k & 0 \\ 0 & 0 & (W_{31}W_{12}W_{23})^k \end{bmatrix}$$

$$W^{3k+1} = \begin{bmatrix} 0 & (W_{12}W_{23}W_{31})^k W_{12} & 0 \\ 0 & 0 & (W_{23}W_{31}W_{12})^k W_{23} \\ (W_{31}W_{12}W_{23})^k W_{31} & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$W^{3k+2} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & (W_{12}W_{23}W_{31})^k W_{12}W_{23} \\ (W_{23}W_{31}W_{12})^k W_{23}W_{31} & 0 & 0 \\ 0 & (W_{31}W_{12}W_{23})^k W_{31}W_{12} & 0 \end{bmatrix}$$

Bu durumda matris kuvvetlerine yükseltildiğinde tek bir limit yoktur. Örnekte görüldüğü gibi 3 farklı limit söz konusudur ve bu limitlerin ortalaması (Cesaro toplamı-Cesaro sum) alınır (Saaty, 2001:sayfa 110). Cesaro toplanabilirliği esas olarak, eğer bir dizi yakınsaksa, bu diziden elde edilen aritmetik ortalamalar dizisinin de bu dizi ile aynı limite yakınsayacağını şart koşar (Azis, 2003). Cesaro toplanabilirliği hakkında bilgi için Gaubert ve Hong (2000), Filar vd. (2002), Ejov vd. (2003)'e bakılabilir.

c uzunluklu bir döngüsel durum için bir ortalama limit değeri, döngünün ardışık fazlarının her birinin büyük kuvvetleri üzerinden ortalama alınarak aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\frac{1}{c}\left[\left(W^{c}\right)^{\infty}+\left(W^{c+1}\right)^{\infty}+\ldots+\left(W^{c+c-1}\right)^{\infty}\right]=\frac{1}{c}\left(I+W+\ldots W^{c-1}\right)\left(W^{c}\right)^{\infty} \qquad c\geq 2,$$

Döngüsel durumda, matris kuvvetlerine yükseltilirken oluşan döngü matrislerini bulma işi bilgisayar programı ile yapılabilmesine rağmen, teorinin c'yi bulma hakkında da ne söylediğini göstermek faydalı olacaktır.

Böyle c tane kökün olduğunu kabul edelim. W indirgenemez matris, W'nın karakteristik polinomu $\lambda^{n}+a_1\lambda^{n_1}+a_2\lambda^{n_2}+\ldots+a_k\lambda^{n_k}$ olsun. Burada $n>n_1>n_2>\ldots>n_k$ ve $a_t\neq 0,\quad t=1,2,3\ldots k$'dır. O halde $c=ebob(n-n_1,n_1-n_2,\ldots,n_{k-1}-n_k)$'dır. $ebob$: en büyük ortak bölen anlamındadır. $n_k=0$ ise $a_k\lambda^{n_k}=a_k$ ve en büyük ortak bölen parantezindeki son terim n_{k-1}'dir. Örneğin, W'nın karakteristik polinomu $\lambda^{13}+2\lambda^{10}+5\lambda^{4}$ ise c=3'tür. Çünkü 13-10=3 ve 10-4=6 ve ebob(3,6)=3'tür. Yine karakteristik polinom $\lambda^{13}+a_1\lambda^{10}+a_2\lambda^{4}+a_3,\quad a_1,a_2,a_3\neq 0$ ise c=1'dir. Çünkü 13-10=3 ve 10-4=6 ve 4-0=4 ebob(3,6,4)=1'dir (Saaty, 2001:sayfa 110).

3) $\lambda_{\max}=1$ olup katlı kökler vardır. Süpermatrisin kuvvetlerinden elde edilen limit matrisin yakınsak olması ancak onun stokastik olmasıyla mümkündür, çünkü stokastik matrisin en büyük özdeğeri 1'dir. Yakınsaklığı elde etmede başarısız kalındığında (döngüsel durumda), ikinci durum geçerli olur yani bütün döngünün ardışık matrislerinin ortalaması final önceliklerini verir (Azis, 2003).

Pratikte ağırlıklandırılmamış matrisin her bir kriterindeki (cluster) elemanların öncelikleri normalize edilmiş haldedir. Ağırlıklandırılmamış matrisin bütün sütunlarında sütun normalizasyonu yapılarak ağırlıklandırılmış matris elde edilir. Bu stokastik süpermatrisi oldukça büyük kuvvetlere yükselterek limit süpermatris bulunur. Limit süpermatrisin her satırındaki sayılar aynıdır ve o satırla temsil edilen alt kriterin (node) etki önceliğini verir (Azis, 2003).

3.4 ANP İle İlgili Uygulamalar

2004 yılında yapılan "Karar vermede analitik serim süreci ve oyun teorisi yaklaşımı: Kıbrıs Sorunu" başlıklı çalışmasında Üstün ve Demirtaş KKTC'nin ve Rum Kesimi'nin kazanç ve kayıplarını göz önüne alarak Avrupa ve dünya barışını yakından ilgilendiren Kıbrıs sorununun çözümü ile ilgilenmiştir. Analitik network prosesi ile her iki tarafın alternatifleri fayda, maliyet, fırsat ve risk ölçütlerine göre değerlendirerek kazanç matrisleri oluşturmuşlardır.

Oyun teorisi kullanılarak her iki tarafın kazanç matrisleriyle birlikte problem "iki kişilik sıfır toplamlı olmayan oyun" şeklinde ele alınarak denge çözümler araştırılmıştır (Üstün ve Demirtaş, 2004).

Demirtaş ve Üstün 2004 yılında yaptığı "Tedarikçi seçimi ve sipariş tahsisinde analitik serim süreçleri ve hedef programlama yaklaşımı" başlıklı çalışmasında ise, en iyi tedarikçileri seçebilmek ve hedeflerden sapmayı en küçükleyecek şekilde uygun sipariş miktarlarını belirleyebilmek için sayılabilir ve sayılamayan faktörlerin de modele dahil edildiği bütünleşik bir yaklaşım önerilmişlerdir. Tedarikçi önceliklerinin belirlenmesinde Analitik Serim Süreçleri (ANP) kullanılmıştır. Bir buzdolabı işletmesi ile çalışan dört farklı plastik enjeksiyon işletmesi fayda, maliyet, fırsat ve risk (BOCR) kümelerinin altında yer alan 18 ölçüte göre değerlendirilmiştir. Tedarikçilerin kapasite kısıtı göz önünde bulundurularak, talep, bütçe, hatalı oranı ve toplam satış değerinden sapmayı en küçükleyecek şekilde hedef programlama (HP) modeli oluşturulmuş, böylece model kapasite ve farklı diğer kısıtları olan tedarikçilere uygulanabilir hale getirilmiştir (Demirtaş ve Üstün, 2004).

Eraslan, "Çevresel faktörlerin imalat sistemlerine uygulanması ve firmanın finansal performansı üzerindeki etkileri" başlıklı çalışmasında ANP ile Veri Zarflama Analizini (DEA) birlikte kullanmış ve bu yöntemler hakkında bilgiler vermiştir (Eraslan, 2001).

2004 yılında yapılan bir diğer çalışmada Kocakalay, Özdemir ve Işık, "Analitik serim süreci tekniği ile pazar payı tahmini" başlıklı çalışmalarında ilk sıralarda yer alan otomobil markalarının Türkiye için pazar payı tahminini gerçekleştirmişlerdir. Otomobil pazar payını etkileyen kriterleri belirleyip, birbirleriyle ilişkilendirildikten sonra karşılaştırmalar yapmışlar ve ANP ile elde edilen sonuçların, gerçek pazar payı değerlerine yakın olduğunu görmüşlerdir (Kocakalay, Özdemir ve Işık, 2004).

Yine 2004 yılında yapılan bir diğer çalışmada Özdemir, "Analitik serim süreci ve EM'deki uygulamaları" başlıklı çalışmasında ANP hakkında kısa bir bilgi vermiş ve Avrupa Birliği-Türkiye konusunda en iyi politikanın belirlenmesi problemine ANP yöntemini kullanarak bir çözüm bulmaya çalışmıştır (Özdemir, 2004).

Bir başka çalışma da ise Yurdakul (2004), "AHP as a strategic decision-making tool to justify machine tool selection", AHP ve ANP hakkında bilgi vermiş ve imalatta imalat makinesi seçimi konusuna bir çözüm bulmaya çalışmıştır.

"Determination of the appropriate energy policy for Turkey" başlıklı çalışmasında Ulutaş (2005) yeni enerji kaynaklarının bulunması ve varolan enerji kaynaklarının daha iyi değerlendirilmesi konusunda bir çalışma ortaya koymuştur.

Erdoğmuş, Kapanoğlu ve Koç (2005), "Evaluating high-tech alternatives by using analytic network process with BOCR and multiactors" başlıklı çalışmalarında, yüksek teknolojili alternatifleri kazançları, riskleri, olanakları ve fiyatı açısından değerlendirmişlerdir.

Erdoğmuş, Aras ve Koç (2004), "Evaluation of alternative fuels for residential heating in Turkey using analytic network process (ANP) with group decision-making" isimli çalışmasında evlerin ısıtılmasında hangi yakıt türünün seçilmesi gerektiği konusunda bir uygulama geliştirmişlerdir.

Niemira ve Saaty (2004), "An Analytic Network Process model for financial-crisis forecasting" başlıklı çalışmada ekonomik krizin olabilirliliği konusunda bir çalışma ortaya koymuşlardır.

Jharkharia ve Shankar (2005), "Selection of logistics service provider: An analytic network process (ANP) approach" başlıklı çalışmasında lojistik servis sağlayıcı seçimi konusında bir uygulama geliştirmişlerdir.

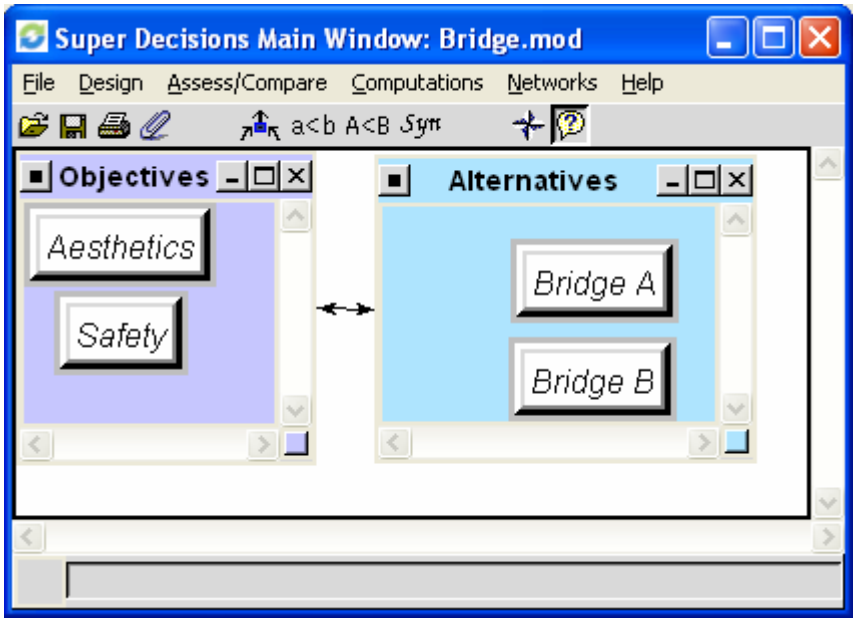
Bu konuyla ilgili alanında en geniş kaynak niteliğinde olan, Saaty ve Özdemir (2005) tarafından hazırlanan The Encyclicon isimli kitapta market paylaşımı, iş ve ticaret, suç, eğitim, enerji, hükümet, sağlık ve ilaç, endüstri ve üretim, politik başlıkları altında ANP ile yapılmış birçok çalışmaya yer verilmiştir.

3.5 Örnekler

ANP'de daha önceden bahsettiğimiz geribildirim kavramının ne demek olduğunu daha iyi anlayabilmek için konu ile ilgili örnekler verelim.

3.5.1 Köprü Örneği

Köprü seçimi ile ilgili bu örnekte ilişki Şekil 3.7'te de görüldüğü gibi iki yönlü tanımlanmıştır.



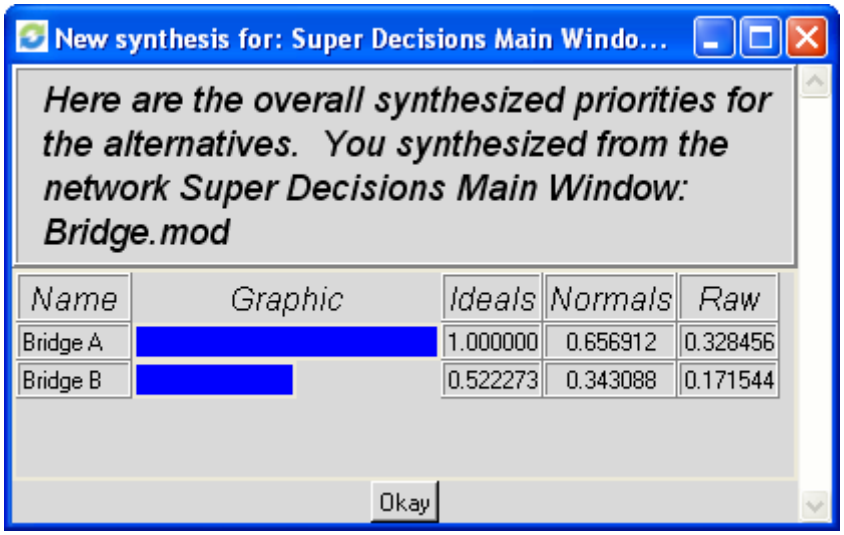
Şekil 3.7 Köprü seçimi ile ilgili örnek

Şekil 3.8 A köprüsüne göre kriterlerin karşılaştırılması

Şekil 3.9 B köprüsüne göre kriterlerin karşılaştırılması

Şekil 3.10 Estetik kriterine göre alternatiflerin karşılaştırılması

Şekil 3.11 Sağlamlık kriterine göre alternatiflerin karşılaştırılması

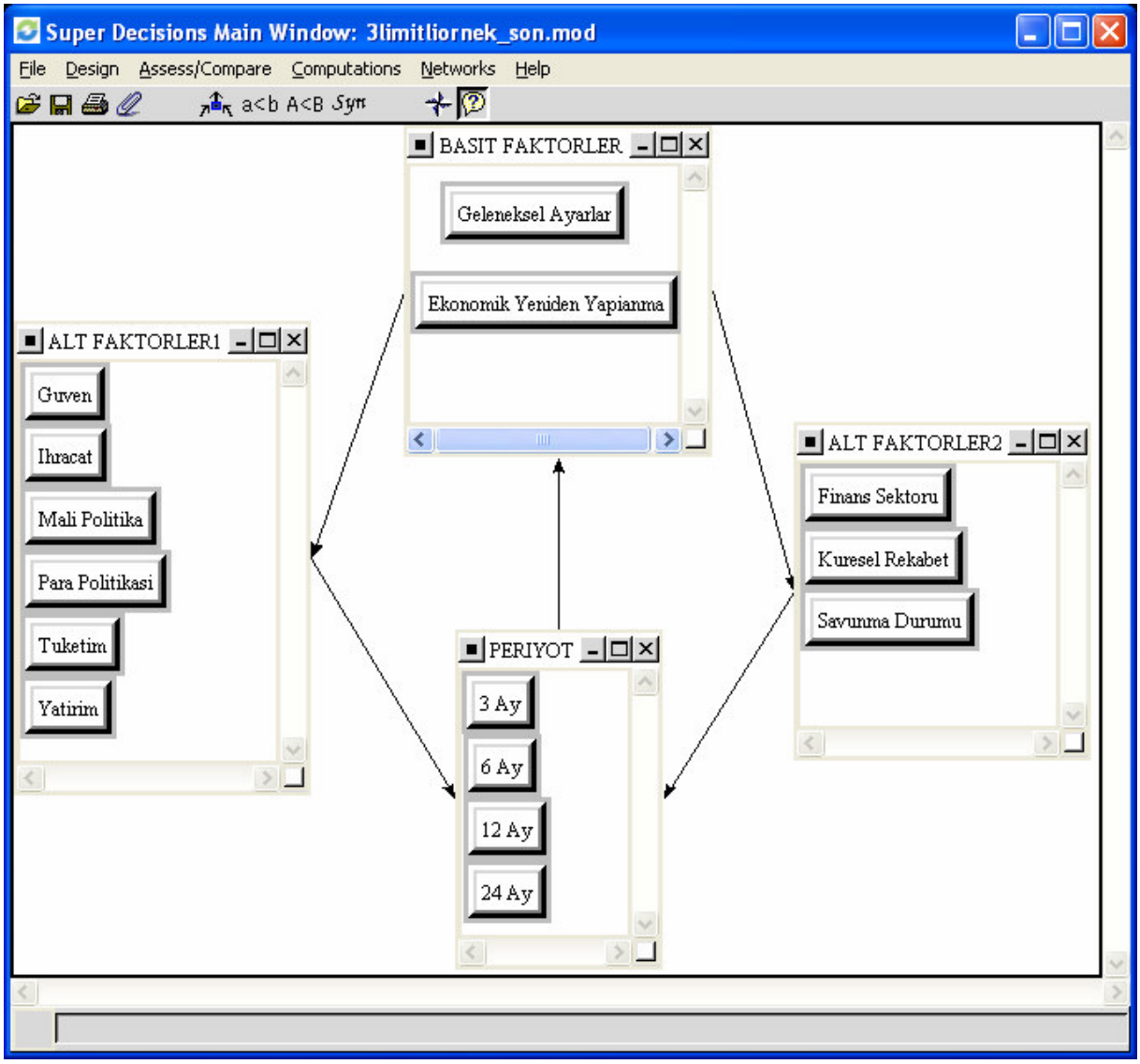


Şekil 3.12 Köprü örneği sonuç ekranı.

Örneğimizde en iyi köprüyü seçmemiz istenmektedir. Hiyerarşi yapısında bu problem incelendiğinde güvenlik, estetiğe göre çok daha kuvvetli bir öneme sahip olduğu için güvenlik yönünden daha iyi olan köprü, B köprüsü en iyi olarak seçilecektir. Fakat şebeke yapısında incelendiğinde Şekil 3.12'de de görüldüğü gibi A köprüsü en iyi köprü olarak seçilecektir. Güvenliğe göre köprülerin karşılaştırıldığı matrise bakıldığında aslında iki köprünün de

güvenli olduğu ama B köprüsünün A'dan (2 puanıyla) biraz daha üstün olduğu görülür. Burada geribildirim sayesinde sadece kriterler yönünden alternatifler karşılaştırılmamış, alternatifler yönünden kriterler de karşılaştırılarak daha sağlıklı bir karar verilmesine olanak sağlanmıştır. Böylece örneğimizde geribildirim sayesinde, B köprüsü daha güvenli olmasına rağmen çok daha estetik olan A köprüsü 0.656912 ağırlıkla tercih edilen köprü olmuştur.

3.5.2 U.S ekonomisindeki Dönüm Noktaları ve Tahminler Örneği (Saaty, 2001:150)



Şekil 3.13 U.S ekonomisindeki Dönüm Noktaları ve Tahminler Modeli

Bu örnekte US ekonomisinde ki dönüm noktaları tahmin edilmeye çalışılmıştır. En üst seviyede ekonomiyi etkileyen ana etmenler ya da güçler yer almaktadır. Bunlar iki başlık altında (Geleneksel Ayarlar ve Ekonomik Yeniden Yapılanma) toplanmıştır. Bu kategorilerde alt kategorilere ayrılmış ve ikinci seviyede bu alt kategoriler verilmiştir. Üçüncü seviyede

toparlanma süreçleri yer almaktadır.

Burada zaman periyotlarını amaç seviyesi ile ilişkilendirerek holarşi dediğimiz geri dönüşümlü model kullanılmıştır.

Geleneksel ayarlar ekonominin sebep ve sonuçlarıyla o anki durumunu göstermektedir. Ekonominin temelinin yapısı sabit olduğu varsayılmıştır. Ekonomideki yeni dengeler ve bazı oranların düşmesiyle ortaya çıkan güven ortamı neticesinde kişilerin kenarda beklettikleri paralar ekonomiye katılabilmekte, buda tüketimi daha da arttırmakta ve ekonomide bir canlılık yaşanmasına neden olabilmektedir. Son zamanlardaki gelişmeler ekonominin durağan olamayacağını yani sürekli bir değişim içinde olacağını göstermektedir. Bu örnekte de ekonomide yaşanacak bir dönüm noktasının ne kadar zamanda bir olacağı tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Çizelge 3.1 Alt faktörlerin geleneksel ayarlar yönünden ikili karşılaştırılması.

	Tüketim	Ihracat	Yatırım	Güven	Mali Pol.	Para Pol.	Önc. Vektörü
Tüketim	1	7	5	1/5	1/2	1/5	0.118
Ihracat	1/7	1	1/5	1/5	1/5	1/7	0.029
Yatırım	1/5	5	1	1/5	1/5	1/5	0.058
Güven	5	5	5	1	5	1	0.334
Mali Politika	2	5	3	1/5	1	1/5	0.118
Para Politikası	5	7	5	1	5	1	0.343

Çizelge 3.2 Alt faktörlerin ekonomik yeniden yapılanma yönünden ikili karşılaştırılması.

	Finans Sektörü	Savunma Durumu	Küresel Rekabet	Önc. Vektörü
Finans Sektörü	1	3	3	0.584
Savunma Durumu	1/3	1	3	0.281
Küresel Rekabet	1/3	1/3	1	0.135

Çizelge 3.3 Zaman periyotlarının tüketim yönünden ikili karşılaştırılması.

	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	Önc. Vektörü
3 ay	1	1/5	1/7	1/7	0.043
6 ay	5	1	1/5	1/5	0.113
9 ay	7	5	1	1/3	0.310
12 ay	7	5	3	1	0.534

Çizelge 3.4 Zaman periyotlarının ihracat yönünden ikili karşılaştırılması.

	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	Önc. Vektörü
3 ay	1	1	1/5	1/5	0.083
6 ay	5	1	1/5	1/5	0.083
9 ay	5	5	1	1	0.417
12 ay	5	5	1	1	0.417

Çizelge 3.5 Zaman periyotlarının yatırım yönünden ikili karşılaştırılması.

	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	Önc. Vektörü
3 ay	1	1	1/5	1/5	0.078
6 ay	5	1	1/5	1/5	0.078
9 ay	5	5	1	1/3	0.305
12 ay	5	5	3	1	0.538

Çizelge 3.6 Zaman periyotlarının mali politika yönünden ikili karşılaştırılması.

	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	Önc. Vektörü
3 ay	1	1	1/3	1/5	0.099
6 ay	1	1	1/5	1/5	0.087
9 ay	3	5	1	1	0.382
12 ay	5	5	1	1	0.432

Çizelge 3.7 Zaman periyotlarının para politikası yönünden ikili karşılaştırılması.

	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	Önc. Vektörü
3 ay	1	5	7	7	0.605
6 ay	1/5	1	5	7	0.262
9 ay	1/7	1/5	1	1/5	0.042
12 ay	1/7	1/7	5	1	0.091

Çizelge 3.8 Zaman periyotlarının güven yönünden ikili karşılaştırılması.

	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	Önc. Vektörü
3 ay	1	3	5	5	0.517
6 ay	1/3	1	5	5	0.305
9 ay	1/5	1/5	1	5	0.124
12 ay	1/5	1/5	1/5	1	0.054

Çizelge 3.9 Zaman periyotlarının finansal sistem yönünden ikili karşılaştırılması.

	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	Önc. Vektörü
3 ay	1	1/3	1/5	1/7	0.049
6 ay	3	1	1/5	1/7	0.085
9 ay	5	5	1	1/5	0.236
12 ay	7	7	5	1	0.630

Çizelge 3.10 Zaman periyotlarının savunma durumu yönünden ikili karşılaştırılması.

	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	Önc. Vektörü
3 ay	1	1/3	1/5	1/7	0.049
6 ay	3	1	1/5	1/7	0.085
9 ay	5	5	1	1/5	0.236
12 ay	7	7	5	1	0.630

Çizelge 3.11 Zaman periyotlarının küresel rekabet yönünden ikili karşılaştırılması.

	3 ay	6 ay	9 ay	12 ay	Önc. Vektörü
3 ay	1	1	1/3	1/5	0.089
6 ay	1	1	1/3	1/5	0.089
9 ay	3	3	1	1/5	0.208
12 ay	5	5	5	1	0.613

Çizelge 3.12 Amaç kriterlerinin 3 aylık periyot yönünden ikili karşılaştırılması.

	Geleneksel A.	Ekonomik D.	Önc. Vektörü
Geleneksel A.	1	5	0.833
Ekonomik D.	1/5	1	0.167

Çizelge 3.13 Amaç kriterlerinin 6 aylık periyot yönünden ikili karşılaştırılması.

	Geleneksel A.	Ekonomik D.	Önc. Vektörü
Geleneksel A.	1	5	0.833
Ekonomik D.	1/5	1	0.167

Çizelge 3.14 Amaç kriterlerinin 12 aylık periyot yönünden ikili karşılaştırılması.

	Geleneksel A.	Ekonomik D.	Önc. Vektörü
Geleneksel A.	1	1	0.500
Ekonomik D.	1	1	0.500

Çizelge 3.15 Amaç kriterlerinin 24 aylık periyot yönünden ikili karşılaştırılması.

	Geleneksel A.	Ekonomik D.	Önc. Vektörü
Geleneksel A.	1	1/5	0.167
Ekonomik D.	5	1	0.833

Yapılan ikili karşılaştırmalar ardından elde edilen süpermatris Çizelge 3.16'te verilmiştir. Bu matrisi kuvvetlerine yükselttiğimizde oluşan matrisler ise Çizelge 3.17, Çizelge 3.18 ve Çizelge 3.19'da verilmiştir. Bu üç matrisin toplamlarından oluşan matris Çizelge 3.20'de verilmiştir. Çizelge 3.20'deki matrisin üçe bölünmesiyle elde edilmiş olan ve Cesaro toplamlarını içeren limit matrisi ise Çizelge 3.21'de verilmiştir. Bu durum $\lim_{k\to\infty} W^k$'nın durumlarını incelediğimiz bölüm 3.3.1'de ki ikinci duruma bir örnek teşkil etmektedir.

Expert Choice programında yapılan sentezlenmiş sonuçlara bakılarak ekonomide anlamlı bir dönüm noktasının on ile onbir ay olacağı tahmin edilmektedir. Bu tahmin şöyle hesaplanır. Çizelge 4.21'de ki limit matrisin birinci sütununun son dört elemanı normalize edilirek alternatiflerin ağırlıkları bulunur. Bu ağırlıklar ile alternatif zaman periyotlarının orta noktaları çarpılır ve çıkan sonuçların da toplanması ile 10,46 ay elde dilir. Bu tarafsız bir kestirim sağlar. Yani

0,223*1,5 + 0,152 * 4,5 + 0,201*9 + 0,424*18 = 10,46 ay.

bulunur.

Çizelge 3.16 Ağırlıklandırılmamış Matris Değerleri

	Guven	Ihracat	Mali P.	Para P	Tüketim	Yatirim	Finans	Kuresel	Savunma	Ekonomi	Gelenek	3 Ay	6 Ay	12 Ay	24 Ay
Guven	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.33448	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Ihracat	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.02872	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Mali P	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.11791	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Para P	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.34286	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Tüketim	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.11759	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Yatirim	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.05845	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Finans	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.58415	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Kuresel	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.13501	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Savunm	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.28083	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Ekonom	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.16667	0.16667	0.50000	0.83333
Gelenek	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.83333	0.83333	0.50000	0.16667
3 Ay	0.51682	0.08333	0.09903	0.60524	0.04258	0.07829	0.04918	0.08918	0.04918	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
6 Ay	0.30465	0.08333	0.08637	0.26161	0.11346	0.07829	0.08466	0.08918	0.08466	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
12 Ay	0.12441	0.41667	0.38275	0.04240	0.31014	0.30508	0.23636	0.20849	0.23636	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
24 Ay	0.05412	0.41667	0.43186	0.09074	0.53381	0.53833	0.62979	0.61315	0.62979	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

Çizelge 3.17 Limit süpermatris (1.Durum)

	Guven	Ihracat	Mali P.	Para P	Tuketim	Yatirim	Finans	Kuresel	Savunma	Ekonomi	Gelenek	3 Ay	6 Ay	12 Ay	24 Ay
Guven	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.162	0.162	0.000	0.000	0.000	0.000
Ihracat	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000
Mali P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.057	0.057	0.000	0.000	0.000	0.000
Para P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.166	0.166	0.000	0.000	0.000	0.000
Tuketim	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.057	0.057	0.000	0.000	0.000	0.000
Yatirim	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.028	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000
Finans	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.302	0.302	0.000	0.000	0.000	0.000
Kuresel	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.070	0.070	0.000	0.000	0.000	0.000
Savunm	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.145	0.145	0.000	0.000	0.000	0.000
Ekonom	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.516	0.516	0.516	0.516
Gelenek	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.484	0.484	0.484	0.484
3 Ay	0.223	0.223	0.223	0.223	0.223	0.223	0.223	0.223	0.223	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6 Ay	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12 Ay	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 Ay	0.424	0.424	0.424	0.424	0.424	0.424	0.424	0.424	0.424	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Çizelge 3.18 Limit süpermatris (2.Durum)

	Guven	Ihracat	Mali P.	Para P	Tuketim	Yatirim	Finans	Kuresel	Savunma	Ekonomi	Gelenek	3 Ay	6 Ay	12 Ay	24 Ay
Guven	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.162	0.162	0.162	0.162
Ihracat	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014	0.014	0.014	0.014
Mali P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.057	0.057	0.057	0.057
Para P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.166	0.166	0.166	0.166
Tuketim	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.057	0.057	0.057	0.057
Yatirim	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.028	0.028	0.028	0.028
Finans	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.301	0.301	0.301	0.301
Kuresel	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.070	0.070	0.070	0.070
Savunm	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.145	0.145	0.145	0.145
Ekonom	0.516	0.516	0.516	0.516	0.516	0.516	0.516	0.516	0.516	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gelenek	0.484	0.484	0.484	0.484	0.484	0.484	0.484	0.484	0.484	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3 Ay	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.224	0.224	0.000	0.000	0.000	0.000
6 Ay	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.151	0.151	0.000	0.000	0.000	0.000
12 Ay	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.201	0.201	0.000	0.000	0.000	0.000
24 Ay	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.424	0.424	0.000	0.000	0.000	0.000

Çizelge 3.19 Limit süpermatris (3.Durum)

	Guven	Ihracat	Mali P.	Para P	Tuketim	Yatirim	Finans	Kuresel	Savunma	Ekonomi	Gelenek	3 Ay	6 Ay	12 Ay	24 Ay
Guven	0.162	0.162	0.162	0.162	0.162	0.162	0.162	0.162	0.162	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ihracat	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mali P	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Para P	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Tuketim	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Yatirim	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Finans	0.302	0.302	0.302	0.302	0.302	0.302	0.302	0.302	0.302	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Kuresel	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Savunm	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Ekonom	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.516	0.516	0.000	0.000	0.000	0.000
Gelenek	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.484	0.484	0.000	0.000	0.000	0.000
3 Ay	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.223	0.223	0.223	0.223
6 Ay	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.152	0.152	0.152	0.152
12 Ay	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.201	0.201	0.201	0.201
24 Ay	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.424	0.424	0.424	0.424

Çizelge 3.20 Limit süpermatris (Durum1, 2, 3'de ki matrislerin toplamı)

	Guven	Ihracat	Mali P	Para P.	Tuketim	Yatirim	Finans	Kuresel	Savun.	Ekon.	Gelen.	3 Ay	6 Ay	12 Ay	24 Ay
Guven	0.162	0.162	0.162	0.162	0.162	0.162	0.162	0.162	0.162	0.162	0.162	0.162	0.162	0.162	0.162
Ihracat	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014
Mali P.	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057
Para P.	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166
Tuketim	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057
Yatirim	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028
Finans	0.302	0.302	0.302	0.302	0.302	0.302	0.302	0.302	0.302	0.302	0.302	0.302	0.302	0.302	0.302
Kuresel	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070
Savunma	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145
Ekonom.	0.516	0.516	0.516	0.516	0.516	0.516	0.516	0.516	0.516	0.516	0.516	0.516	0.516	0.516	0.516
Gelenek.	0.484	0.484	0.484	0.484	0.484	0.484	0.484	0.484	0.484	0.484	0.484	0.484	0.484	0.484	0.484
3 Ay	0.223	0.223	0.223	0.223	0.223	0.223	0.223	0.223	0.223	0.223	0.223	0.223	0.223	0.223	0.223
6 Ay	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152
12 Ay	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201
24 Ay	0.424	0.424	0.424	0.424	0.424	0.424	0.424	0.424	0.424	0.424	0.424	0.424	0.424	0.424	0.424

Çizelge 3.21 Ortalama limit süpermatris (Son durum)

	Guven	Ihracat	Mali P	Para P.	Tuketim	Yatirim	Finans	Kuresel	Savun.	Ekon.	Gelen.	3 Ay	6 Ay	12 Ay	24 Ay
Guven	0.05394	0.05394	0.05394	0.05394	0.05394	0.05394	0.05394	0.05394	0.05394	0.05394	0.05394	0.05394	0.05394	0.05394	0.05394
Ihracat	0.00463	0.00463	0.00463	0.00463	0.00463	0.00463	0.00463	0.00463	0.00463	0.00463	0.00463	0.00463	0.00463	0.00463	0.00463
Mali P.	0.01901	0.01901	0.01901	0.01901	0.01901	0.01901	0.01901	0.01901	0.01901	0.01901	0.01901	0.01901	0.01901	0.01901	0.01901
Para P.	0.05529	0.05529	0.05529	0.05529	0.05529	0.05529	0.05529	0.05529	0.05529	0.05529	0.05529	0.05529	0.05529	0.05529	0.05529
Tuketim	0.01896	0.01896	0.01896	0.01896	0.01896	0.01896	0.01896	0.01896	0.01896	0.01896	0.01896	0.01896	0.01896	0.01896	0.01896
Yatirim	0.00943	0.00943	0.00943	0.00943	0.00943	0.00943	0.00943	0.00943	0.00943	0.00943	0.00943	0.00943	0.00943	0.00943	0.00943
Finans	0.10052	0.10052	0.10052	0.10052	0.10052	0.10052	0.10052	0.10052	0.10052	0.10052	0.10052	0.10052	0.10052	0.10052	0.10052
Kuresel	0.02323	0.02323	0.02323	0.02323	0.02323	0.02323	0.02323	0.02323	0.02323	0.02323	0.02323	0.02323	0.02323	0.02323	0.02323
Savunma	0.04833	0.04833	0.04833	0.04833	0.04833	0.04833	0.04833	0.04833	0.04833	0.04833	0.04833	0.04833	0.04833	0.04833	0.04833
Ekonom.	0.17208	0.17208	0.17208	0.17208	0.17208	0.17208	0.17208	0.17208	0.17208	0.17208	0.17208	0.17208	0.17208	0.17208	0.17208
Gelenek.	0.16126	0.16126	0.16126	0.16126	0.16126	0.16126	0.16126	0.16126	0.16126	0.16126	0.16126	0.16126	0.16126	0.16126	0.16126
3 Ay	0.07455	0.07455	0.07455	0.07455	0.07455	0.07455	0.07455	0.07455	0.07455	0.07455	0.07455	0.07455	0.07455	0.07455	0.07455
6 Ay	0.05049	0.05049	0.05049	0.05049	0.05049	0.05049	0.05049	0.05049	0.05049	0.05049	0.05049	0.05049	0.05049	0.05049	0.05049
12 Ay	0.06704	0.06704	0.06704	0.06704	0.06704	0.06704	0.06704	0.06704	0.06704	0.06704	0.06704	0.06704	0.06704	0.06704	0.06704
24 Ay	0.14126	0.14126	0.14126	0.14126	0.14126	0.14126	0.14126	0.14126	0.14126	0.14126	0.14126	0.14126	0.14126	0.14126	0.14126

4. SUPER DECISIONS PROGRAMI

Bir ANP probleminde network yapısının nasıl oluşturulduğu gösterilmişti. Şimdi Superdecisions programının kullanımı ve kurulumu, basit bir network yapısının programa tanıtılması, adım adım şebeke modelinin nasıl oluşturulduğu, ilişkilerin nasıl oluşturulacağı, ikili karşılaştırmaların nasıl yapılacağını ve sonuçların nasıl elde edileceği incelenecektir.

4.1 Kurulumu

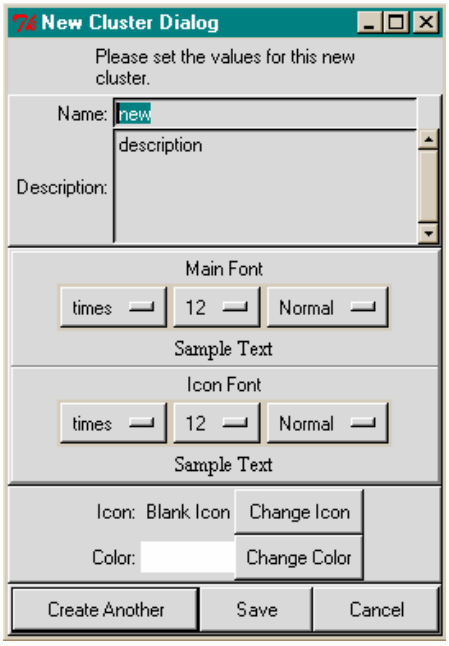
'www.superdecisions.com' adresinden indirilen windows-latest-beta.exe dosyası çalıştırılarak varsayılan değerleri ile bilgisayara kurulur. Bu program 9 aylık deneme sürümüdür. Programı ilk çalıştırdığımızda şifre girilmesi istenecektir. Buraya programı indirdiğimiz web sitesinden verilen şifre girilir. Masaüstündeki superdecisions ikonundan program çalıştırılır.

4.2 Kriterler (Clusters) ve Alt kriterler (Nodes)

Bu bölümde kriterlerin ve alt kriterlerin superdecisions programına nasıl tanıtıldığı anlatılacaktır.

4.2.1 Kriterlerin (Clusters) Oluşturulması

Superdecisions programına bir kriterin eklenebilmesi için ana menüden 'Design', 'Cluster', 'New' seçenekleri seçilir. Şekil 4.1'deki gibi yeni kriter oluşturma ekranı karşımıza gelir.



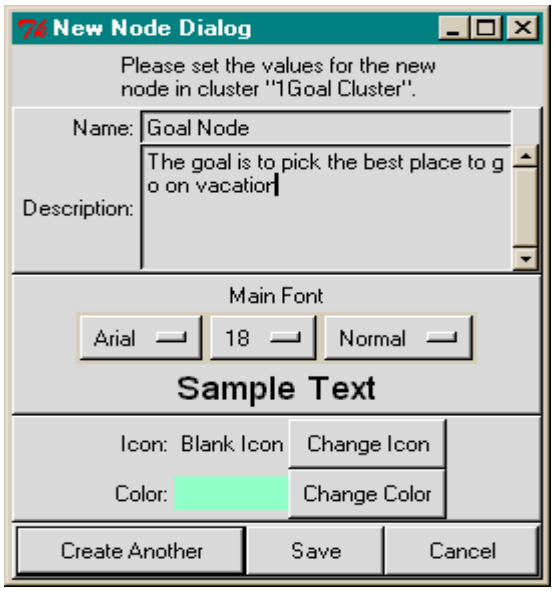
Şekil 4.1 Yeni kriter(New Cluster) oluşturma ekranı.

Kursor ana ekranda iken <N> tuşuna basılarak ta bu ekrana ulaşılabilir. Ekrandaki 'Name' kısmına kriterin ismini 'Description' alanına bu kriter ile ilgili açıklama yazılıp, 'Save' düğmesine basılarak yeni kriter oluşturulur. Bu ekranda iken "Create Another" düğmesi ile başka bir kriter daha oluşturulabilir. Ayrıca kriterin fontu ikon fontu, zemin rengi bu ekrandan ayarlanabilir. Alternatifler kriterinin kriter isminin içinde 'Alternatives' geçmesine dikkat edilmelidir.

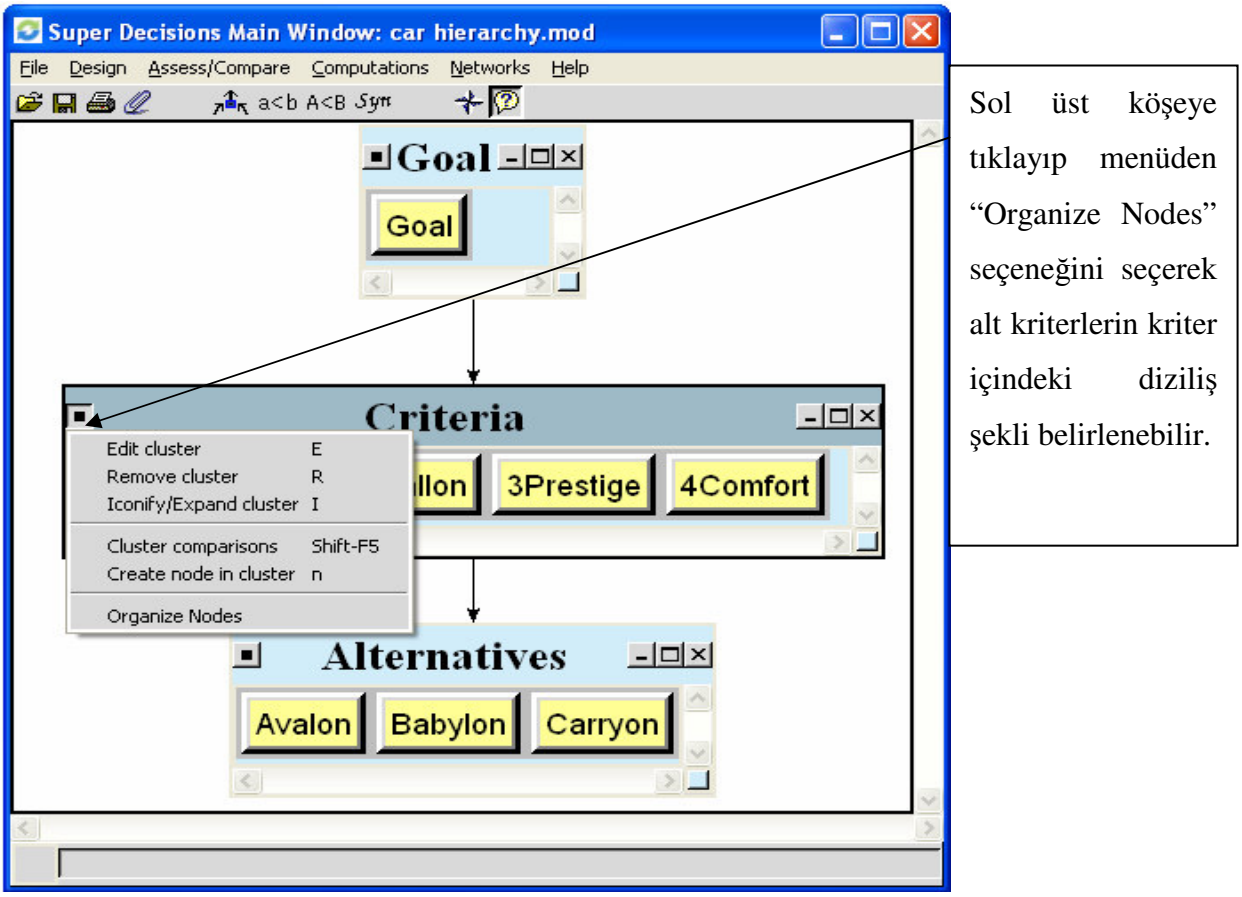
4.2.2 Alt kriterlerin (Nodes) Oluşturulması

Yeni bir alt kriter eklemek için programın ana menüsünden 'Design', 'Node', 'New' seçenekleri seçilir. Karşımıza eklemiş olduğumuz kriterlerin listelendiği bir ekran gelir. Alt kriter eklemek istediğimiz kriteri seçerek 'okay' düğmesine basıp yada kritere çift tıklayıp Şekil 4.2'deki alt kriter ekleme ekranına ulaşılır. Ayrıca alt kriter eklenecek kriter seçili iken <n> tuşuna basılarak ta bu ekrana ulaşılabilir. Ya da alt kriter eklenecek kritere sağ tıklanarak 'Create node in cluster' seçeneği seçilerek de aynı ekrana ulaşılabilir. 'Name' alanına alt kriterin ismi, 'Description' alanına açıklaması yazılarak 'Save' düğmesine basılarak alt kriter kaydedilir. Bu ekranda iken "Create Another" düğmesi ile başka bir alt kriter daha oluşturulabilir. Ayrıca alt kriterin fontu, ikon fontu, zemin rengi bu ekrandan ayarlanabilir.

Alt kriterleri kriter içinde hizalamak için kritere sağ tıklanarak menüden 'Organize Nodes' seçeneği seçilir. Önümüze 'vertically' (dikey olarak hizala), 'horizontally' (yatay olarak hizala), 'rectangularly' (dikdörtgen oluşturacak şekilde) seçenekleri çıkacaktır. Bunlardan biri seçilerek ya da fare ile sürükle bırak yöntemiyle alt kriterler istenilen şekilde düzenlenebilir.



Şekil 4.2 Yeni alt kriter (New Node) oluşturma ekranı



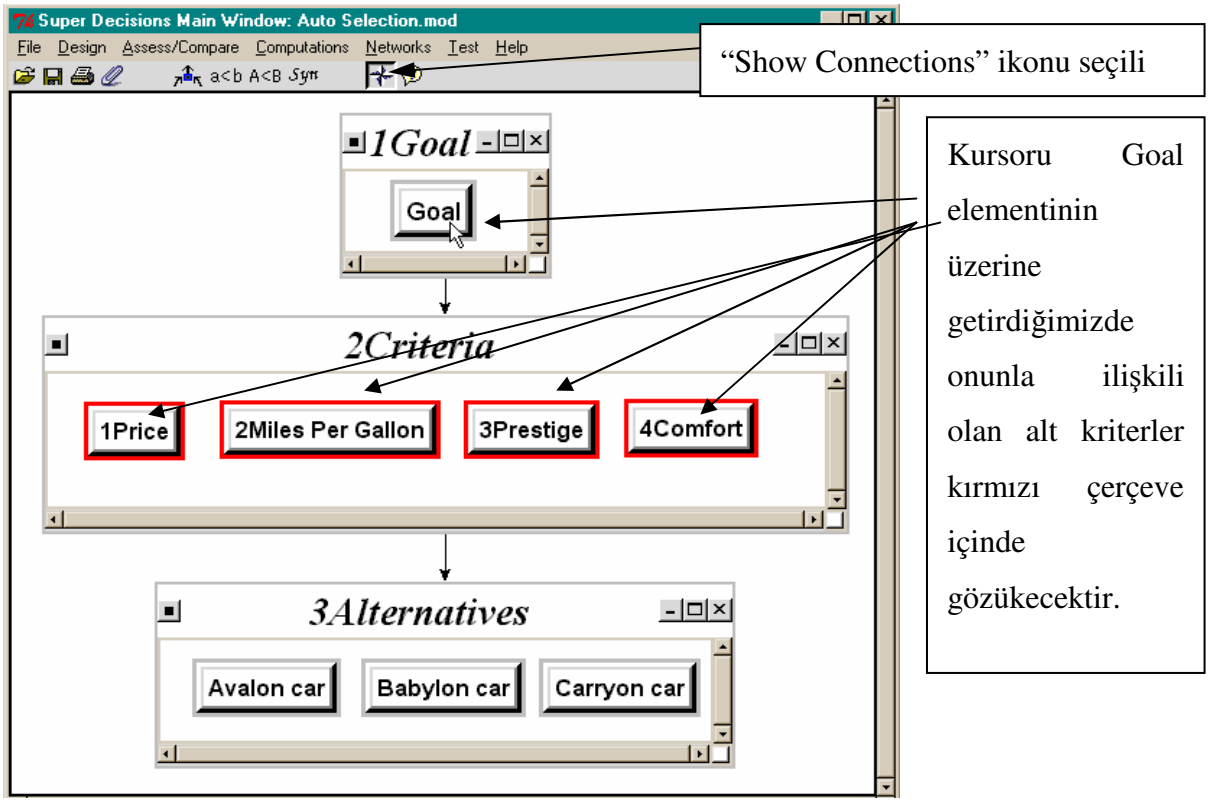
Şekil 4.3 Alt kriterlerin hizalanması.

4.3 İlişkilerin Tanımlanması

Kriterler ve alt kriterlerin tanımlanmasının ardından sıra ilişkilerin tanımlanmasına gelir. Hiyerarşik karar verme modelinde bir amacımız, bu amacın kriterleri ve alternatiflerimiz vardı. Amaç ile kriterler arasındaki çizgiler her bir kriterin bu amaç için önemli olduğunu belirtir, bu önem ise kullanıcının her bir ikili ile ilgili yapacağı karşılaştırma ile belirlenir. Kriterler ile alternatifler arasındaki çizgiler ise her kritere göre alternatiflerin değerlendirileceği manasındadır. Superdecisions programında ilişkileri tanımlamanın birkaç yöntemi mevcuttur. İlk yöntem menüdeki 'Design' seçeneğinden 'Node Connexions From F2' seçeneğini seçmektir. Yada F2 kısa yol tuşu kullanılabilir. Ekranda hiçbir alt kriter seçili değilse, ilişkinin hangi alt kriterden tanımlanacağını soran bir ekran gelir. Buradan ilişkiyi tanımlayacağımız alt kriteri seçip 'Okay' düğmesine bastığımızda ardından bu alt kriterle hangi alt kriterleri ilişkilendirileceğinin belirtileceği bir ekran gelir. Buradan da seçilen alt kriterle ilişkilendirilmek istenen alt kriterler seçilip 'Okay' düğmesine basılır. İlişki tanımlamanın bir diğer yöntemi 'Make Connections' ikonu tıklamaktır. Yanda ikonu

görülen düğme seçili halde iken ilişki tanımlanacak olan alt kritere sol tıklanır, sonra bununla ilişkilendirilecek olan alt kriterler sağ tıklanarak ilişkiler tanımlanır. Sonra ikon tekrar tıklanarak eski durumuna getirilir.

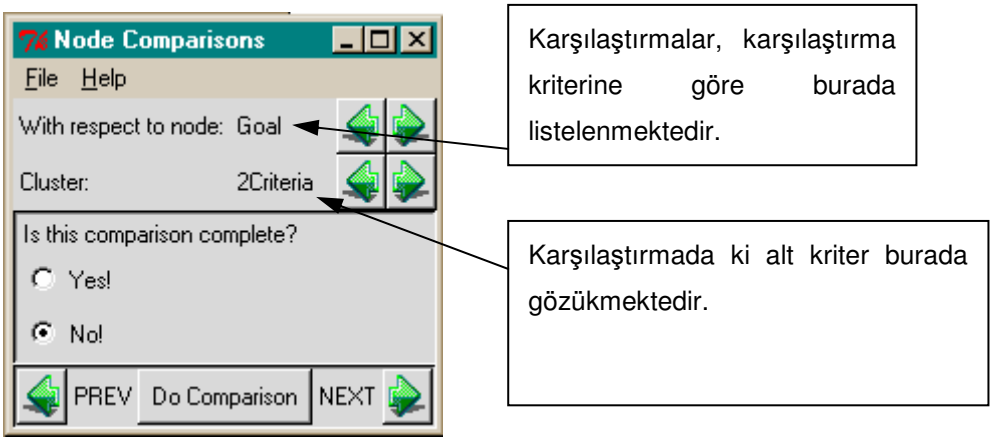
Ayrıca hangi alt kriterin hangi alt kriterlerle ilişkili olduğunu görebilmek için "Connections" ikonuna tıklayıp kursoru alt kriterlerin birinin üzerine getirdiğimizde o alt kriter ile ilişkili olan kriter ve alt kriterler kırmızı çerçeve içinde gözükmesi sağlanabilir.



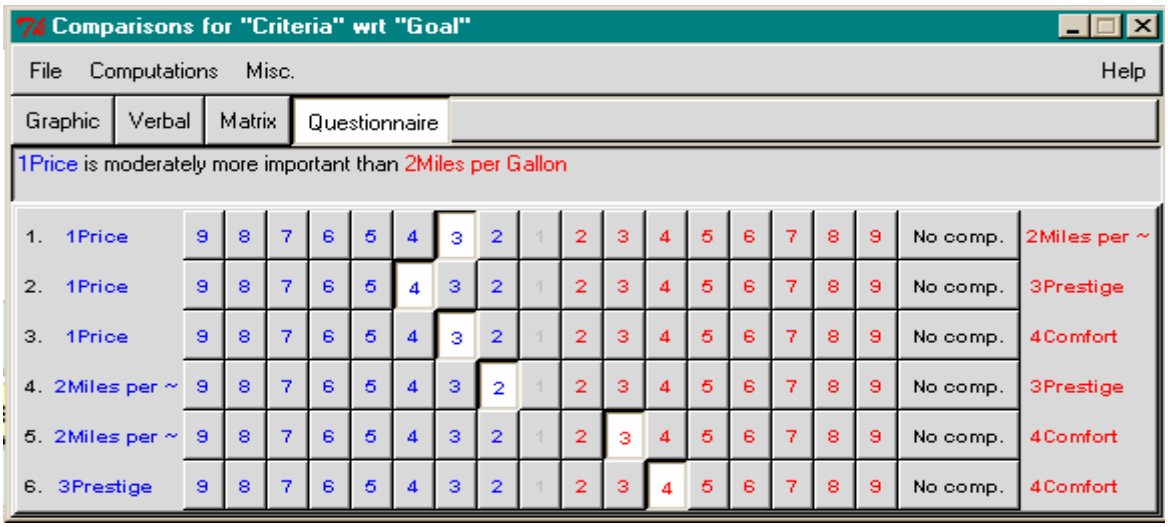
Şekil 4.4 İlişkili alt kriterlerin nasıl tespit edileceği

Hiyerarşik modelde (AHP) kriterler arasındaki ilişkiler yukarıdan aşağı doğrusal bir yapı gösterir. Ama network modelinde (ANP) sonraki örneğimizde görüleceği gibi kriterler birbirleri ile ve kendileri arasında ilişkili olarak tanımlanmış olabilir. İlişkilerin tanımlanmasının ardından sıra ikili karşılaştırmaların yapılmasına gelecektir. İkili karşılaştırmalar ekranına menüden 'Assess/Compare' seçeneği seçilip oradan 'Node Comparisons' seçeneği seçilerek Şekil 4.5'teki ekrana ulaşılabilir. Ya da ana menüden a<b kısayol tuşuna basılabilir. Sonra 'Do Comparisons' düğmesine basılır ve Şekil 4.6'te ki ekran karşımıza gelir. Varsayılan olarak 'Questionnaire' sekmesi seçili gelmektedir. İstenilirse karşılaştırmaları Şekil 4.7'de görüldüğü gibi 'Matrix' sekmesinden, Şekil 4.8'de görüldüğü

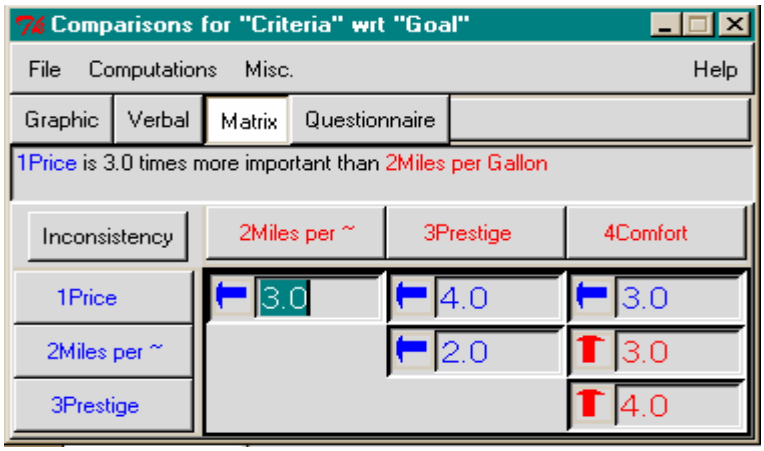
gibi verbal sekmesinden, Şekil 4.9'da görüldüğü gibi Graphic sekmesinden de yapılabilir.



Şekil 4.5 Karşılaştırma ekranı



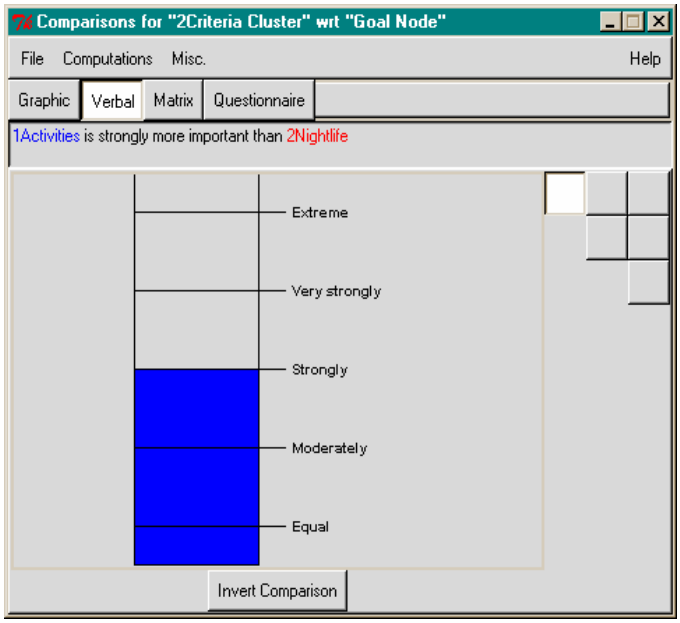
Şekil 4.6 Karşılaştırma ekranı



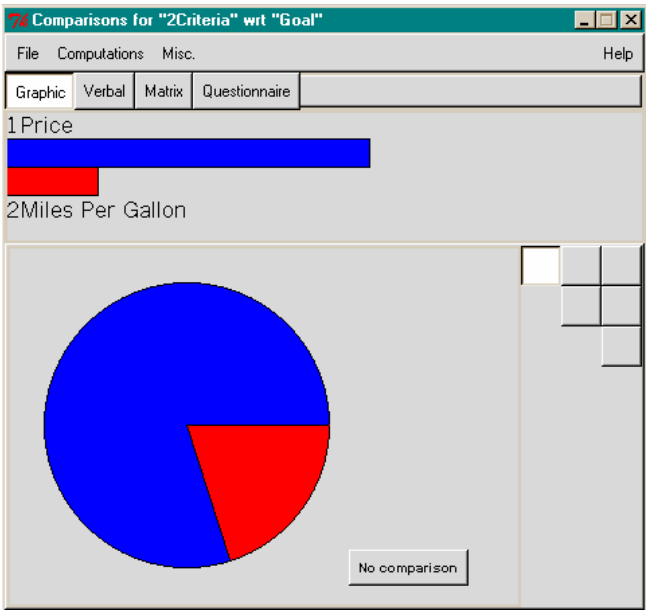
Şekil 4.7 Matrix karşılaştırma ekranı

Matrisin içindeki sayılar verilen kararları belirtmektedir. Maviler sol taraftakilerin tercih edildiğini kutu içindeki numara tercih puanını kırmızı üst taraftaki seçeneğin seçildiğini göstermektedir. Kararı ters çevirmek için okun üzerinde çift tıklamak yeterlidir.

Aşağıda Verbal sekmesinde karşılaştırmanın nasıl yapılacağı gözükmektedir. Kararı ters çevirmek için 'Invert Comparison' seçeneği seçilmelidir.

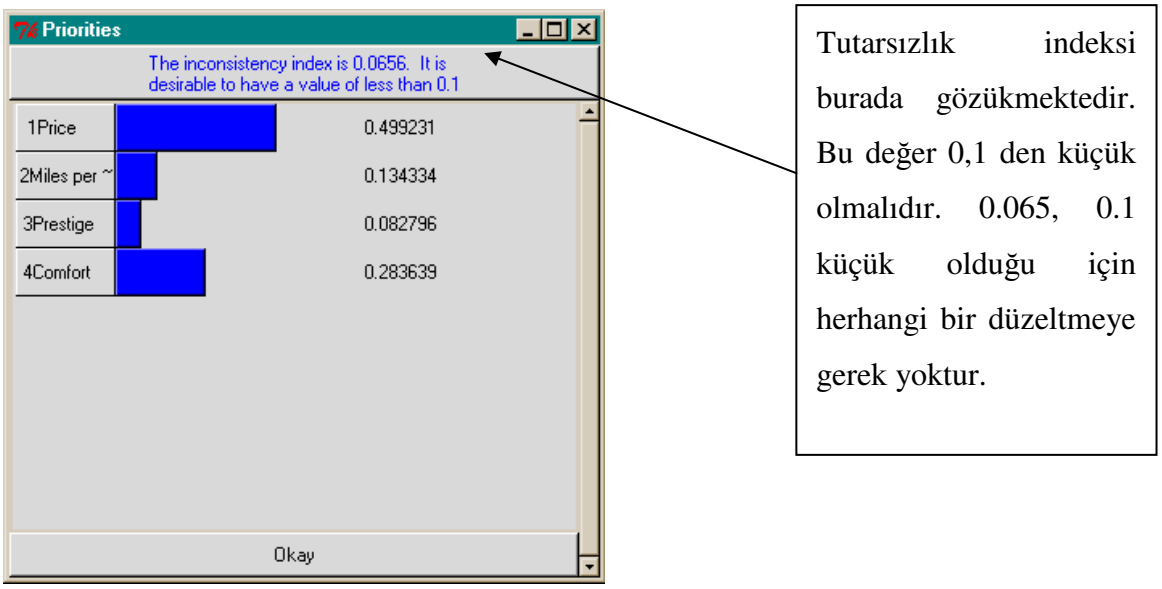


Şekil 4.8 Verbal karşılaştırma ekranı



Şekil 4.9 Graphical karşılaştırma ekranı

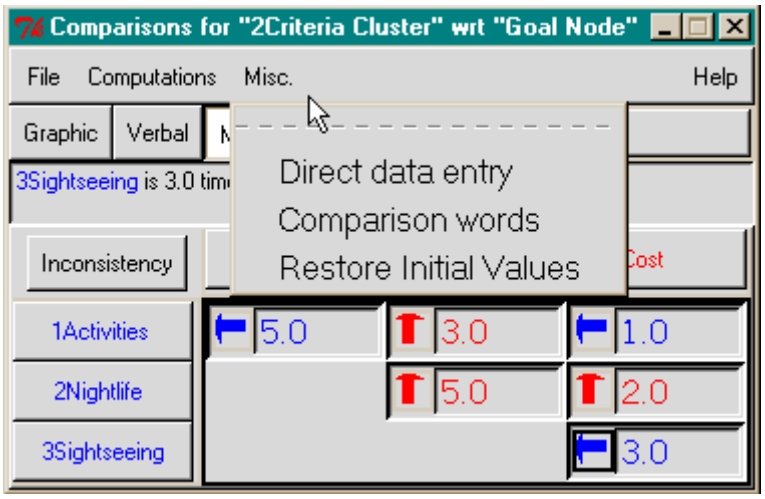
İkili karşılaştırmaların ardından alt kriterlerin göreli önem değerleri ‘Computations’ butonuna basılarak, ‘Show New Priorities’ seçeneğinden görülebilir (Şekil 4.10).



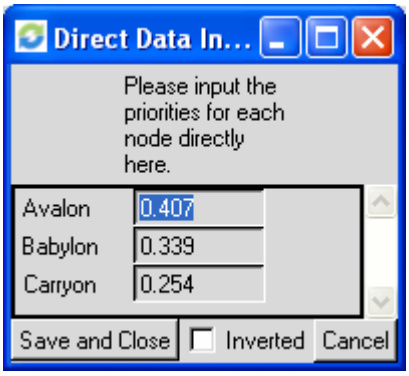
Şekil 4.10 Alt kriterlerin göreli önemlilik değerleri

Tutarsızlık indeksi 0.065’tir 1’den küçüktür ve dolayısıyla herhangi bir düzeltmeye gerek yoktur. Eğer bir düzeltmeye ihtiyaç olsaydı ‘Computations’, ‘Most Inconsistent (ala Expert Choice)’ seçeneğini seçilerek programın nerede düzeltme yapılması gerektiği konusunda yol göstermesi sağlanabilir. Hiyerarşiyi oluştururken her bir kriterde dokuz alt kriterden fazla alt kriter olmamasına, kriterlerin içindeki alt kriterlerin karşılaştırılabilir olmasına dikkat edilmelidir.

İstenilirse göreli önemlilik değerleri elle de girilebilir. Bunun için ‘Comparisons’ ekranında iken ‘Miscellaneous’ seçeneği altındaki ‘Direct data entry’ seçeneği seçilirse karşımıza Şekil 4.12’de ki ekran gelecektir. Buradan göreli önemli elle girip ‘Save and close’ düğmesine basılır. Burada girmiş olduğumuz değerlerin toplamının 1’e eşit olması gerekmektedir.



Şekil 4.11 Elle veri giriş ekranı menüsü



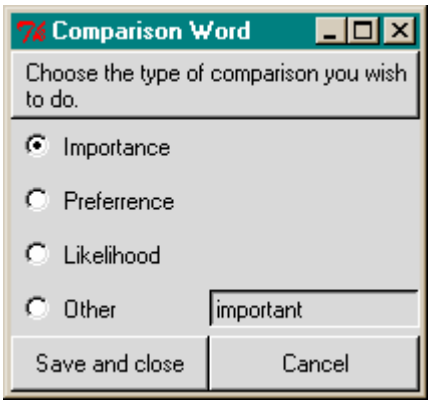
Şekil 4.12 Göreli önem değerlerinin elle girilmesi

Büyük sayılar daha fazla tercih edildiği anlamına gelir. Ancak arabalar fiyat yönüyle karşılaştırılıyorsa fiyatı yüksek olan daha az tercih edilir. Bu durumda öncelikleri aşağıdaki gibi değiştirilir.(E-05 manası 10^{-5}). Ya da bu işlemi fiyatları girip ekrandaki inverted seçeneğini işaretleyerek yapabiliriz. Inverted seçeneği girilen değerlerin terslerini alarak ve normalize ederek sonuçları belirler.

Çizelge 4.1 Araba fiyatlarından göreli önem değerlerinin hesaplanışı

Araba	Fiyat	1/Fiyat	**Göreli önem değerleri :** (1/Fiyat)/Toplam
Avalon	15000	6.667E-05	0.407
Babylon	18000	5.556E-05	0.339
Carryon	24000	4.167E-05	0.254
	Toplam	0.000164	

Programda karşılaştırma yaparken kullanacağımız kelimeyi belirleyebiliriz. Üç çeşit karşılaştırma kelimesi belirlenmiştir, 'Importance', 'Preference' and 'Likelihood', ya da 'Other' seçeneği seçilerek yeni bir karşılaştırma kelimesi girilebilir. Comparisons ekranında iken menüden 'Misc', 'Comparisons word' seçeneği ile Şekil 4.13'te gösterilen ekrandan karşılaştırma kelimesi seçilebilir.



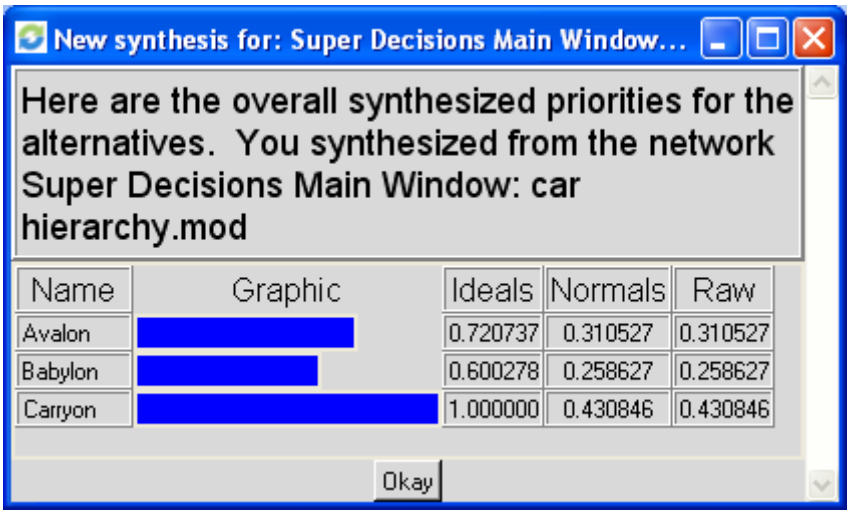
Şekil 4.13 Karşılaştırmada kullanılacak kelimenin belirlenmesi

Modelimizin kaydetmek için 'File' menüsünde modelin kaydedilmesi ile ilgili şu seçeneklerden biri seçilebilir. 'File', 'Save' seçeneği dosyanızı ahp uzantısı ile belirttiğiniz yere kaydeder. 'File', 'Save As' modelinizi yeni bir isimle kaydeder. Eski dosya kapatılır ve yeni dosya ile çalışmaya devam edersiniz. Modelimizin eski haline dönmek istediğimizde bu yöntemi belirli aralıklarla kayıt yaparak kullanabiliriz. 'File', 'Advanced Save' dosyamızı sıkıştırarak mod.gz uzantısı ile kaydetmemizi sağlar. Dosyamızı yine aynı şekilde açarız fakat açılması biraz daha fazla vakit alır.

AHP ağırlıklandırma yöntemi yerine ikili karşılaştırma yöntemini kullanmaktadır. İkili karşılaştırma göreli önemlilikleri ya da tercih edilebilirlilikleri tespit etme işlemidir. Karşılaştırılan alt kriterler aynı kritere ait olmalıdır.

4.4 Sentezleme (Synthesis)

Problemin alternatiflerle birlikte sonuçlarını Synthesis komutu ile görebiliriz. Computations/ Synthesize seçenekleri ile ya da Syn kısayol tuşuna basarak Şekil 4.14 ekranına ulaşılır.



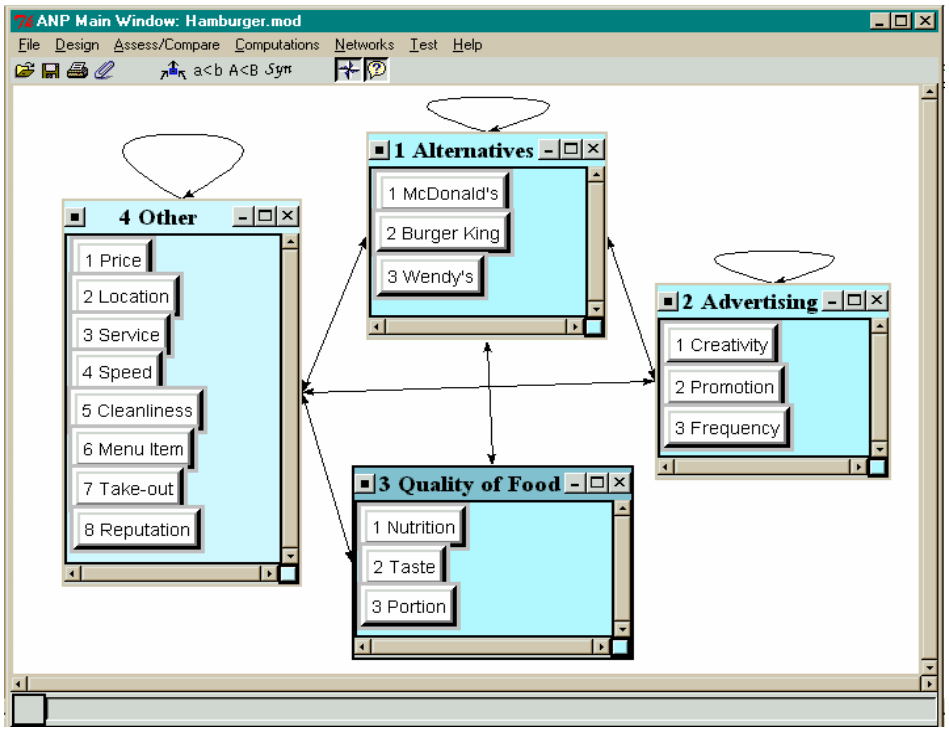
Şekil 4.14 Sentezlenmiş verilerin (sonuçların) gösterildiği ekran.

Normals kolonu öncelik değerlerini göstermektedir. Ideals kolonu, Normals kolonundaki değerlerin bu kolondaki en büyük değere bölünmesi ile bulunmaktadır. Raw kolonu ise Limit Supermatrix'ten getirilmektedir. Buradaki gibi hiyerarşik modellerde Raw kolonu ile Normals kolonu aynı olmaktadır.

Bu sonuç ekranında Carryon en iyi seçenek gözükmektedir. “Ideal” kolonunda en iyi seçenek 1.0 olarak gözükmektedir. Avalon %72 Carryon kadar iyi ve Babylon %60 Carryon kadar iyidir.

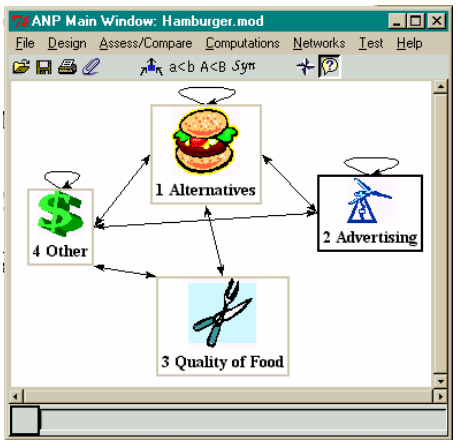
4.5 Örnek: Hamburger Modeli

Hamburger modeli üç fast-food yeri seçimi ile ilgili bir karar verme problemidir. Model basit bir network model içermektedir. Bu örnek aynı zamanda kriterlerin karşılaştırılmasını da içermektedir. Superdecisions programında ‘Help’ menüsünden, ‘Sample Models’ seçeneğinden Hamburger.mod dosyasını seçerek örneğe ulaşılabilir. Şekil 4.15 de hamburger modelinin basit network yapısı verilmiştir. Tüm kriterler ve alt kriterler tek bir ekranda yer almaktadır. Bu örnekte alt networkler yoktur.



Şekil 4.15 Hamburger modeli

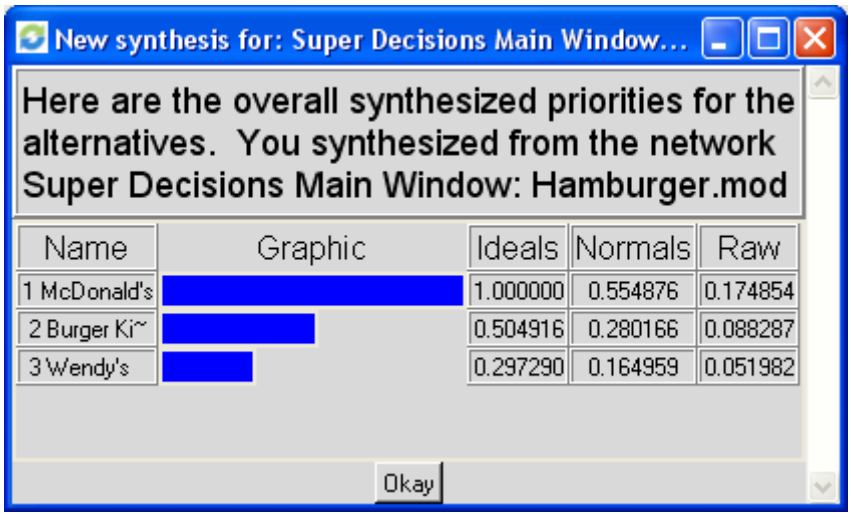
Bu modelde kriterler kendi üzerlerinden kendilerine ilişkilidirler. Kriterlerin üzerine çift tıklandığında Şekil 4.16'de olduğu gibi şebekenin ikonlu gösterilişi elde edilir. Alt kriterleri tekrar görebilmek için ikonların üstüne çift tıklanması yeterlidir.



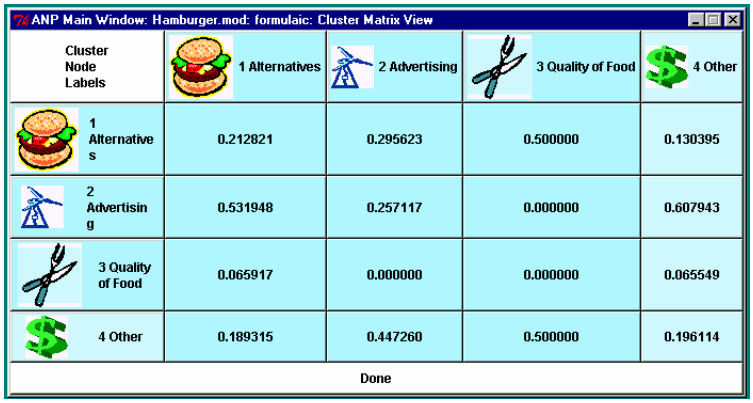
Şekil 4.16 Hamburger modelinin şebeke yapısının ikonlarla gösterimi.

'Computations', 'cluster matrix' seçeneğinden Şekil 4.18'deki cluster matris değerlerine ulaşılır. 'Computations', 'Unweighted Supermatrix', 'Text' seçeneğinden Çizelge 4.2'de ki ağırlıklandırılmamış süpermatris değerlerine ulaşılır. 'Computations', 'Unweighted Supermatrix', 'Graphical' seçeneğinden aynı değerler grafik ekranda da alınabilir.

‘Computations’, ‘Weighted Supermatrix’, ‘Text’ seçeneğinden Çizelge 4.3’te ki ağırlıklandırılmış süpermatris değerlerine ulaşılır. ‘Computations’, ‘Limit Matrix’, ‘Text’ seçeneğinden de Çizelge 4.4’te ki limit süpermatris değerlerine ulaşılır. ‘Computation’, ‘synthesis’ seçeneğinden ise hamburger modelinin sonucunu görebiliriz. Şekil 4.17’de görüldüğü gibi McDonald’s 0.555 ağırlıkla birinci, Burger King’s 0.28 ağırlıkla ikinci, Wendy’s ise 0.165 ile üçüncü sıradadır*.



Şekil 4.17 Hamburger modeli sonuç ekranı



Şekil 4.18 Cluster matrix

* Superdecision Tutorial (2003). www.superdecisions.com.

Çizelge 4.2 Ağırlıklandırılmamış öncelikler süpermatris değerleri.

		Alternatives			Advertising			Quality of food		
		McDon	Burger	Wendy	Creati	Promo	Freque	Nutriti	Taste	Portio
Alternati	McDon	0.0000	0.1774	0.1596	0.1815	0.2121	0.2121	0.2488	0.2899	0.2995
	Burger	0.1703	0.0000	0.0532	0.0794	0.0574	0.0574	0.1561	0.1040	0.0631
	Wendy	0.0426	0.0355	0.0000	0.0347	0.0261	0.0261	0.5951	0.6061	0.1375
Advertis	Creativi	0.1103	0.0949	0.1495	0.0000	0.0857	0.1286	0.0000	0.0000	0.0000
	Promoti	0.0690	0.0596	0.0383	0.0321	0.0000	0.1286	0.0000	0.0000	0.0000
	Frequen	0.3526	0.3775	0.3442	0.2250	0.1714	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Quality	Nutritio	0.0219	0.0185	0.0411	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	Taste	0.0091	0.0047	0.0186	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	Portion	0.0349	0.0427	0.0062	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Other	Price	0.0062	0.0456	0.0057	0.0000	0.3727	0.0000	0.0000	0.0000	0.4286
	Locatio	0.0201	0.0422	0.0268	0.3173	0.0000	0.0876	0.0000	0.0000	0.0000
	Service	0.0045	0.0268	0.0123	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	Speed	0.0091	0.0266	0.0121	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	Cleanl.	0.0630	0.0207	0.0522	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	Menu I.	0.0302	0.0097	0.0297	0.0616	0.0745	0.1390	0.0000	0.0000	0.0000
	Take	0.0139	0.0096	0.0112	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0714
	Reputat	0.0422	0.0080	0.0393	0.0684	0.0000	0.2207	0.0000	0.0000	0.0000

		Other							
		Price	Locati	Servic	Speed	Cleanl	Menu I	Take	Reput.
Alternat	McDon	0.0852	0.6531	0.1326	0.2151	0.0998	0.0643	0.1932	0.0880
	Burger	0.0327	0.2507	0.0554	0.1447	0.0998	0.0255	0.1251	0.0292
	Wendy	0.0125	0.0962	0.2114	0.0395	0.1997	0.0405	0.0810	0.0132
Advertis	Creativi	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0474	0.0000	0.0498
	Promoti	0.5066	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1040	0.0000	0.2236
	Frequen	0.1013	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4565	0.0000	0.3345
Quality	Nutritio	0.0109	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0050	0.0000	0.0061
	Taste	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0456	0.0000	0.0409
	Portion	0.0546	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0150	0.0000	0.0185
Other	Price	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0226	0.0000	0.0123
	Locatio	0.0981	0.0000	0.0589	0.0000	0.1028	0.0103	0.3947	0.0520
	Service	0.0000	0.0000	0.0000	0.1125	0.0469	0.0000	0.0329	0.0087
	Speed	0.0000	0.0000	0.1716	0.0000	0.4510	0.0382	0.1730	0.0164
	Cleanli	0.0000	0.0000	0.3112	0.0000	0.0000	0.1250	0.0000	0.0466
	Menu I.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0378
	Take	0.0981	0.0000	0.0000	0.4393	0.0000	0.0000	0.0000	0.0111
	Reputat	0.0000	0.0000	0.0589	0.0489	0.0000	0.0000	0.0000	0.0111

Çizelge 4.3 Ağırlıklandırılmış sürermatris değerleri.

		Alternatives			Advertising			Quality of food		
		McD.	Burger	Wend	Creat.	Prom	Freq.	Nutriti	Taste	Portio
Alternati	McDon	0.1749	0.1749	0.1749	0.1749	0.1749	0.1749	0.1749	0.1749	0.1749
	Burger	0.0883	0.0883	0.0883	0.0883	0.0883	0.0883	0.0883	0.0883	0.0883
	Wendy	0.0520	0.0520	0.0520	0.0520	0.0520	0.0520	0.0520	0.0520	0.0520
Advertisi	Creativi	0.0727	0.0727	0.0727	0.0727	0.0727	0.0727	0.0727	0.0727	0.0727
	Promoti	0.0878	0.0878	0.0878	0.0878	0.0878	0.0878	0.0878	0.0878	0.0878
	Frequen	0.1905	0.1905	0.1905	0.1905	0.1905	0.1905	0.1905	0.1905	0.1905
Quality	Nutritio	0.0087	0.0087	0.0087	0.0087	0.0087	0.0087	0.0087	0.0087	0.0087
	Taste	0.0076	0.0076	0.0076	0.0076	0.0076	0.0076	0.0076	0.0076	0.0076
	Portion	0.0145	0.0145	0.0145	0.0145	0.0145	0.0145	0.0145	0.0145	0.0145
Other	Price	0.0462	0.0462	0.0462	0.0462	0.0462	0.0462	0.0462	0.0462	0.0462
	Locatio	0.0681	0.0681	0.0681	0.0681	0.0681	0.0681	0.0681	0.0681	0.0681
	Service	0.0091	0.0091	0.0091	0.0091	0.0091	0.0091	0.0091	0.0091	0.0091
	Speed	0.0248	0.0248	0.0248	0.0248	0.0248	0.0248	0.0248	0.0248	0.0248
	Cleanlin	0.0271	0.0271	0.0271	0.0271	0.0271	0.0271	0.0271	0.0271	0.0271
	Menu I.	0.0474	0.0474	0.0474	0.0474	0.0474	0.0474	0.0474	0.0474	0.0474
	Take.	0.0210	0.0210	0.0210	0.0210	0.0210	0.0210	0.0210	0.0210	0.0210
	Reputati	0.0596	0.0596	0.0596	0.0596	0.0596	0.0596	0.0596	0.0596	0.0596

●●●

		Other							
		Price	Locatio	Servic	Speed	Cleanl.	Menu I	Take-out	Reputa.
Alternati	McDon	0.1749	0.1749	0.1749	0.1749	0.1749	0.1749	0.1749	0.1749
	Burger	0.0883	0.0883	0.0883	0.0883	0.0883	0.0883	0.0883	0.0883
	Wendy	0.0520	0.0520	0.0520	0.0520	0.0520	0.0520	0.0520	0.0520
Advertisi	Creativi	0.0727	0.0727	0.0727	0.0727	0.0727	0.0727	0.0727	0.0727
	Promoti	0.0878	0.0878	0.0878	0.0878	0.0878	0.0878	0.0878	0.0878
	Frequen	0.1905	0.1905	0.1905	0.1905	0.1905	0.1905	0.1905	0.1905
Quality	Nutritio	0.0087	0.0087	0.0087	0.0087	0.0087	0.0087	0.0087	0.0087
	2 Taste	0.0076	0.0076	0.0076	0.0076	0.0076	0.0076	0.0076	0.0076
	Portion	0.0145	0.0145	0.0145	0.0145	0.0145	0.0145	0.0145	0.0145
Other	Price	0.0462	0.0462	0.0462	0.0462	0.0462	0.0462	0.0462	0.0462
	Locatio	0.0681	0.0681	0.0681	0.0681	0.0681	0.0681	0.0681	0.0681
	Service	0.0091	0.0091	0.0091	0.0091	0.0091	0.0091	0.0091	0.0091
	Speed	0.0248	0.0248	0.0248	0.0248	0.0248	0.0248	0.0248	0.0248
	Cleanl.	0.0271	0.0271	0.0271	0.0271	0.0271	0.0271	0.0271	0.0271
	Menu I.	0.0474	0.0474	0.0474	0.0474	0.0474	0.0474	0.0474	0.0474
	Take-o.	0.0210	0.0210	0.0210	0.0210	0.0210	0.0210	0.0210	0.0210
	Reputat	0.0596	0.0596	0.0596	0.0596	0.0596	0.0596	0.0596	0.0596

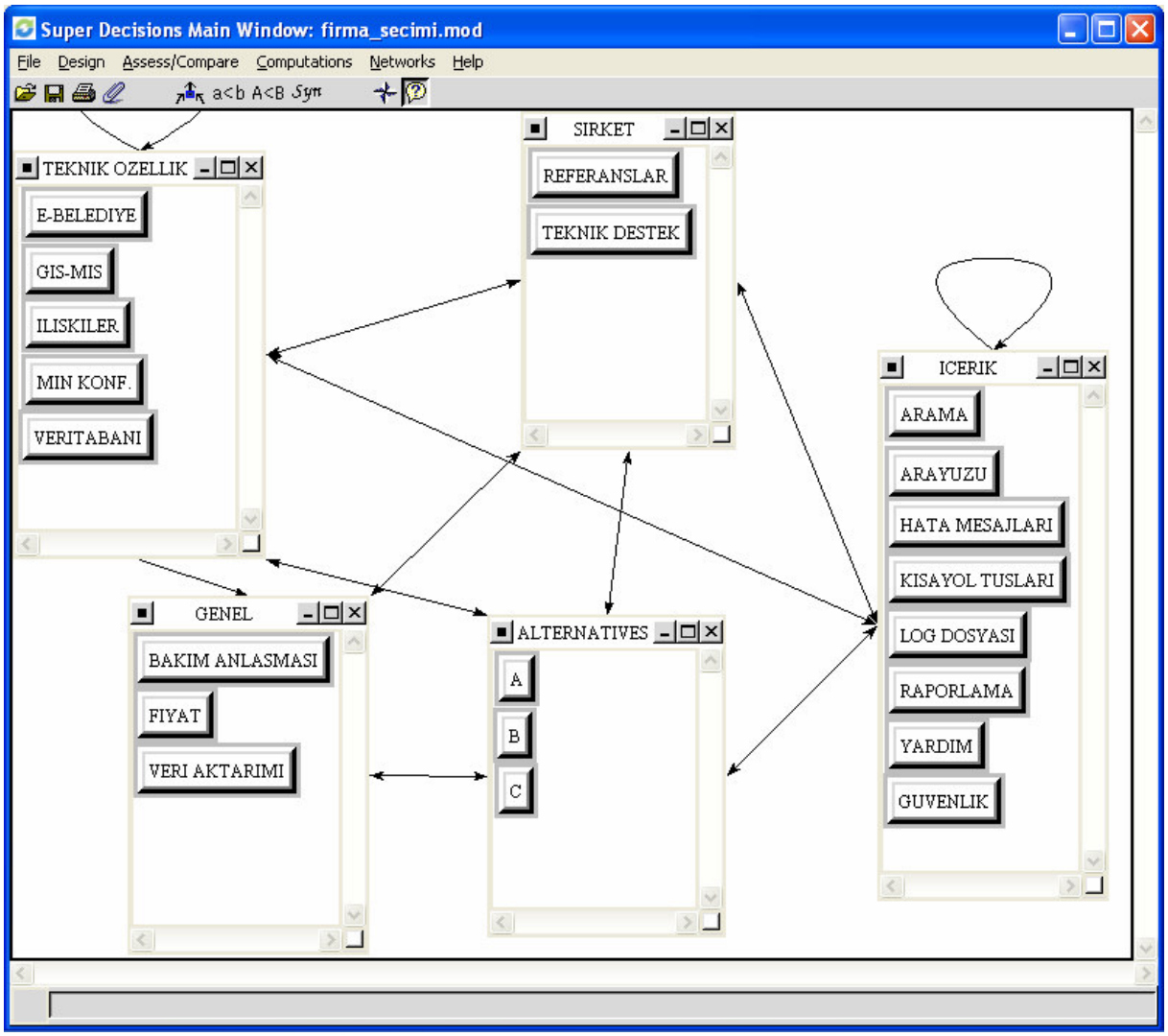
Çizelge 4.4 Limit Supermatris.

		Priorities from Limiting Matrix	Priorities Normalized by Cluster
Alternatives	McDonald's	0.1749	0.5549
	Burger King	0.0883	0.2801
	Wendy's	0.0520	0.1650
Advertising	Creativity	0.0727	0.2071
	Promotion	0.0878	0.2501
	Frequency	0.1905	0.5427
Quality of food	Nutrition	0.0087	0.2825
	Taste	0.0076	0.2468
	Portion	0.0145	0.4708
Other	Price	0.0462	0.1523
	Location	0.0681	0.2245
	Service	0.0091	0.0300
	Speed	0.0248	0.0818
	Cleanliness	0.0271	0.0894
	Menu Item	0.0474	0.1563
	Take-out	0.0210	0.0692
	Reputation	0.0596	0.1965

5. UYGULAMA: UYGULAMA YAZILIMI VE VERİTABANI YÖNETİM SİSTEMİ TEMİNİ İLE İLGİLİ FİRMA SEÇİM PROBLEMİ

Bir belediyeye alınacak uygulama yazılımı ve veritabanı yönetim sistemi (VTYS) temini ile ilgili firma seçimi için bir karar verilmesi gerekmektedir. Belediyenin organizasyon yapısındaki her birim (Hesap İşleri Müdürlüğü, İmar Müdürlüğü, Fen İşleri Müdürlüğü, Satın Alma Müdürlüğü, Özel Kalem Müdürlüğü vb.) kendi ihtiyaçlarını belirlemiş, uygulama yazılımında tutulması gereken bilgileri, yapılması gereken hesaplamaları, alınması gereken standart raporları vb. tespit etmiştir. İstenilen programlarla ilgili kriterler, bilgi işlem personeli ve birimlerde çalışan personel ile ortak bir çalışma neticesinde belirlenmiştir. Ardından belediye personelinden oluşan ve karar verici durumunda olan bir komisyon oluşturulmuştur. Daha sonra firmalar sattıkları uygulama yazılımları ve VTYS hakkında gereken bilgileri, bakım anlaşmalarını, fiyatlarını vs. komisyona sunmaları için davet edilmiş, kendilerine uygulamaları ile ilgili bazı sorular yöneltilmiştir. Ayrıca firmaların gösterdikleri referanslardan kendileri hakkında bilgiler alınmıştır.

Komisyon alınması gereken uygulama yazılımı ve VTYS teknik ve içerik özelliklerini, hizmeti verecek firma ile ilgili kriterleri ve genel özellikleri bir şebeke haline getirmiş ve aralarındaki ilişkileri Şekil 5.1'deki gibi belirlemiştir. Belirlenen kriterler ve alt kriterler aşağıda açıklanmaktadır. Komisyon üyelerince tartışma yoluyla konu üzerinde uzlaşma sağlanarak kısım 5.2'de verilen karşılaştırma matrisleri elde edilmiştir. Superdecision programı kullanılarak hangi firmanın tercih edileceği belirlenmiştir.



Şekil 5.1 Firma seçimi network yapısı

5.1 Kriterler (Clusters) ve Alt Kriterler (Nodes)

5.1.1 Teknik Özellikler

E-Belediye: Önerilen sistem vatandaşın işini kolaylaştıracak şekilde, belediye ile ilgili uygulamaların örneğin imar,vergi vs. borcu sorgulama, kredi kartı ile borç ödeme, şikayet/talep formu doldurma, adres sorgulama, belediye ile ilgili işlerde (işyeri ruhsat talebi, evlilik müracaatı vb.) gerekli evrakları öğrenme vs… internet üzerinden yapılmasını sağlayabilmelidir.

Görsel-sözel veri entegrasyonu: Önerilen sistem görsel veri (harita, plan, grafik, vs.) ile sözel veriyi (sicil bilgileri, adres bilgileri vs.) ilişkilendirerek birlikte kullanılmasını sağlayabilmelidir. Örneğin sistem kullanıcısı ekranda bir harita üzerinde bir binayı seçtiğinde,

bu binanın vergilerinin ödenip ödenmediğine dair bilgilere, imar durumu vs. gibi sözel verilere ulaşabilmelidir.

İlişkiler: Veriler arasındaki ilişkiler girilen bir verinin bir defa daha girilmesini engelleyecek şekilde dizayn edilmiş olmalıdır. Mesela vergisini ödeyen bir vatandaş imar durumu için başvurduğunda tekrar nüfus cüzdanı bilgileri sisteme girilmemelidir. Girilen sokak bilgileri her müdürlükte ortak olmalı ve tek bir yerden güncellenebilmelidir.

Minimum konfigürasyon: Firmanın sunduğu uygulama yazılımının çalıştığı bilgisayarın minimum konfigürasyonu mevcut bilgisayarlardan daha üst düzeyde olmamalıdır. Çok iyi bir bilgisayar gerektiriyorsa mevcut bilgisayarların birçoğunun değişmesi gerekecek dolayısıyla ek bir maliyet çıkacaktır.

Veritabanı: Kullanılan veritabanı maksimum kullanıcıda yavaşlamaya neden olmamalı, sorunsuz çalışan bir sistem olmalı ve yönetimi kolay olmalıdır.

5.1.2 Şirket Özellikleri

Teknik destek: Teknik destek gerektiğinde firma zamanında müdahale edip zamanında sorunu çözebilmelidir. Ayrıca programda istenilen değişiklikleri zamanında yapmalı, istenilen zamanda eleman gönderebilmelidir.

Referanslar: Firmanın daha önce buna benzer bir işi yapmış olduğu yerler, oradaki uygulama durumu ve oranı nedir? Uygulamayı yapmış olduğu yerler firmadan memnun mu? Belediyelerin faaliyet alanları aynı olduğundan firmanın başka bir belediyede sistemi sorunsuz çalıştırıyor olması ve uyguladığı belediyenin memnuniyeti önemli bir kriterdir.

5.1.3 Uygulama Yazılımı İçerik Özellikleri

Arama: Kullanıcı girmiş olduğu kayda rahatlıkla ulaşabilmeli, kayıt ararken çok zaman kaybetmemelidir. Ekranda veri girişi yaptığı alanlara göre arama yapabilmelidir. Arama yaparken birkaç alana göre sorgulama yapılabilmelidir. Örneğin fen işleri altyapı faaliyetlerini giren kullanıcı hem mahalle, hem faaliyet türü, hem de tarih aralığı girerek arama yapmak isteyebilir. (Ocak 2005'te Kaynarca mahallesinde yapılan asfalt çalışmalarını bulmak isteyebilir.)

Arayüzü: Uygulama ara yüzü kolay anlaşılır olarak tasarlanmış olmalıdır. Kısa yol tuşları ve uygulamanın temel fonksiyonları (kayıt, arama, raporlama vs.) tüm ekranlarda aynı olmalıdır. Programı kullanmayı hiç bilmeyen bir kullanıcı yardım fonksiyonuyla birlikte programı

kullanmayı kısa sürede öğrenebilmelidir? Personelin görev yerlerinin sıkça değiştiği göz önünde bulundurulursa bu önemli bir özellik haline gelmektedir.

Hata mesajları: Hata mesajları kullanıcının hatasını belirtmede etkili olmalıdır. Kullanıcı hata mesajı ile yaptığı hatayı anlayıp hatasını düzeltebilmelidir. Tarih girilmesi zorunlu bir ekranda kullanıcı tarihi girmeden kayıt yapmaya çalıştığında program kullanıcıyı uyarmalı ve tarih bilgisini girmesini sağlamalıdır.

Kısayol tuşları: Çokça kullanılan fonksiyonlar için (yeni kayıt ekleme, kaydetme, kayıt silme, arama) kısa yol tuşları olmalıdır. Kullanıcı yeni kısa yol tuşları tanımlayabilmelidir. Mevcut kısa yol tuşlarını ekranda görülebilmeli yada kolay ulaşılabilir olmalıdır.

Log dosyası: Uygulama hangi kullanıcının hangi tarihte, hangi saatte, hangi ekrana girdiğini ve hangi kayıtlar üzerinde değişiklik yaptığını, hangi kaydı eklediğini, hangi kaydı sildiğini kaydetmelidir. Veriler üzerinde istenmeyen bir durum oluştığunda log dosyasından bu karışıklığa kimin neden olduğunu tespit edebilmek için bu şarttır.

Raporlama: Kullanıcı kendinden istenilen rutin raporları programdan alabilmelidir. Ya da yönetimin istediği özel raporları hazırlayabilmelidir. Kullanıcı istediği kayıtları seçip, bu kayıtları rapor haline getirebilmeli ve raporu kendi düzenleyebilmelidir. Rapora alt toplam, tarih, saat, sayfa numarası gibi bilgileri ekleyebilmelidir. Ya da raporlar word, excel gibi windows uygulamalarına aktarılabilmelidir.

Yardım: Kullanıcı programın kullanımı hakkında yardım dosyalarından faydalanabilmelidir. Bunun için tüm ekranların yardım dosyaları olmalı ve bu yardım dosyaları anlaşılır olmalıdır. Programı kullanmayı bilmeyen bir kullanıcı yardım dosyalarından faydalanarak program hakkında bilgi sahibi olabilmelidir. Programla ilgili bilgi edinmek isteyen bir kullanıcı yardım dosyalarından faydalanarak aradığı bilgiye ulaşabilmelidir.

Güvenlik: Her kullanıcı programa kullanıcı adı ve şifre ile girmeli ve verilen izinler dahilinde yetkileri sınırlandırılabilmelidir. Müdür birimi ile ilgili tüm ekranlara ulaşabilirken bir başka kullanıcının o ekranlardan sadece birine ulaşabilmesi sağlanabilmelidir. Hatta ulaştığı ekranda kayıt ekleyememe, değiştirememe, silememe gibi kısıtlar da getirilebilmelidir. Ayrıca kullanıcı belirli aralıklarla şifresini değiştirmeye zorlanmalıdır. Basit şifreleri kabul etmemeli ve şifre kolay bulunabilir olmamalıdır. Şifre veritabanına kaydedilirken aynen değil şifrelenerek kaydedilmelidir. Veritabanına ulaşan herhangi bir kişi şifreleri kolayca elde edememelidir. Aynı anda aynı kullanıcının iki farklı yerden programı açması engellenmelidir.

5.1.4 Genel Özellikler

Fiyat: Önerilen sistemin veritabanı dahil fiyatı ne kadardır? Burada fiyat belirlenirken kullanıcı sınırı olmaması istenmiştir. Yazılım ve VTYS kullanıcı sayısı ile fiyatlandırılmaktadır. Burada kullanıcı sınırı olmadığı varsayılmıştır.

Bakım anlaşması: Programın satış fiyatı kadar bakım anlaşması maliyeti de önemlidir. Çünkü bazı firmalar programı ucuza verip bakım anlaşmalarını yüksek tutma şeklinde bir eğilim gösterebilmektedir. Firmanın yıllık bakım anlaşması maliyeti ne kadardır?

Veri aktarımı: Mevcut veriler yeni sisteme aktarılabilmelidir. Burada aktarım yapılırken veri kaybı olmaması istenmektedir. Bilgisayar ortamındaki liste şeklindeki tüm veriler yeni sisteme aktarılmalıdır.

5.1.5 Alternatifler

A: A firması İstanbul, Ankara ve Adana'da bölge müdürlükleri bulunan bir firmadır. Türkiye genelinde birçok referansı mevcuttur. E-Belediye uygulamaları mevcuttur. Firmanın önerdiği sistem grafik veri ile sözel verinin birlikte kullanımını sağlayabilmektedir. Veri ilişkileri zayıftır, bir veriyi birkaç yerde girmek gerekmektedir. Uygulamanın çalışması için iyi seviyede bir bilgisayar gerekmektedir. Kullanılan veritabanı sorunsuz çalışabilecek bir veritabanıdır.

Teknik destek konusunda yeterli deneyime sahip bir firmadır. Şirketin çok sayıda elemanı mevcuttur fakat çok fazla müşterisi olduğundan elamanları müşterilere yeterince vakit ayıramamaktadır. Referanslardan edinilen bilgiye göre istenilen yeni yazılımlar ve değişiklikler zamanında yapılamamakta sadece kanun değişikliklerinden kaynaklanan zaruri değişiklikleri zamanında yapılabilmektedir.

Arama özelliği gelişmiş, kullanıcı istediği kaydı rahatlıkla bulmaktadır. Ara yüzü programı hiç bilmeyen bir kullanıcının anlayabileceği şekilde tasarlanmamış. Hata mesajları kullanıcıya yardımcı olmaktadır. Çok kullanılan fonksiyonlar için kısa yol tuşları mevcuttur. Log dosyası tutulmaktadır. Raporlama kullanıcının isteklerini karşılayacak nitelikte. Yardım dosyası çok iyi hazırlanmamış tüm ekranların yardım dosyaları mevcut değildir. Güvenlik yönünden istenilen kriterleri karşılamaktadır.

A firmasının önerdiği sistemin fiyatı 180 para birimidir. Bakım anlaşması maliyeti yıllık 18 para birimidir. Veri aktarımı sorunsuz ve veri kaybı olmadan aktarılacağı taahhüt edilmekte ayrıca bilgisayar ortamındaki liste şeklindeki tüm verilerin aktarılacağı söylenmektedir.

B: B firmasının genel müdürlüğü İstanbul'dadır. İstanbul da birçok referansı mevcuttur. E-Belediye uygulamaları mevcuttur. Firmanın önerdiği sistem grafik veri ile sözel verinin birlikte kullanımını sağlayabilmektedir. Veri ilişkileri güçlüdür. Uygulamanın çalışması için orta seviyede bir bilgisayar gerekmektedir. Teknik destek konusunda yeterli elemana ve deneyime sahip bir firmadır. Kullanılan veritabanı sorunsuz çalışabilecek bir veritabanıdır.

Şirketin çok sayıda elemanı mevcuttur. Şirketin çok sayıda elemanı mevcuttur. İstenilen yeni yazılımlar ve programda yapılması gereken değişiklikler zamanında yapılmaktadır.

Arama özelliği gelişmiş, kullanıcı istediği kaydı rahatlıkla bulmaktadır. Ara yüzü ve yardım menüleri programı hiç bilmeyen birinin anlayabileceği şekilde tasarlanmamış. Hata mesajları kullanıcıya yardımcı olmaktadır. Çok kullanılan fonksiyonlar için kısa yol tuşları mevcuttur. Log dosyası tutulmaktadır. Raporlama kullanıcının isteklerini karşılayacak nitelikte. Yardım dosyası çok iyi hazırlanmış. Güvenlik yönünden istenilen kriterlerin bir çoğunu karşılamakta ama yetkilendirme kısmı istenilen şekilde yapılamamaktadır.

B firmasının önerdiği sistemin maliyeti 300 para birimidir. Bakım anlaşmasının maliyeti yıllık 35 para birimidir. Veri aktarımı sorunsuz ve veri kaybı olmadan aktarılacağı taahhüt edilmekte ayrıca bilgisayar ortamındaki liste şeklindeki tüm verilerin aktarılacağı söylenmektedir.

C: C firması İstanbul ve Bursa'da genel müdürlüğü bulunan bir firmadır.Çok fazla referansı yoktur. E-Belediye uygulamaları mevcuttur. Grafik veri ile sözel verinin birlikte kullanımı sağlanabilmektedir. Veri ilişkileri güçlüdür. Uygulamanın çalışması için düşük seviyede bir bilgisayar gerekmektedir. Teknik destek konusunda yeterli elemana ve deneyime sahip bir firmadır. Kullanılan veritabanı tercih edilen kullanıcı sayısı çok fazla olduğunda sorunsuz çalışabilecek bir veritabanı değildir.

Şirketin çok sayıda elemanı mevcuttur. İstenilen yeni yazılımlar ve programda yapılması gereken değişiklikler zamanında yapılmaktadır.

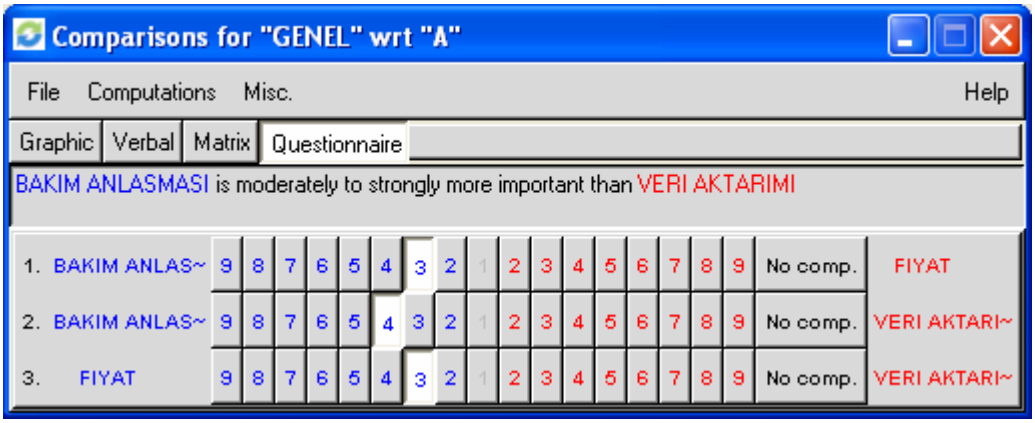
Arama özelliği gelişmemiş, kullanıcı istediği kaydı rahatlıkla bulamamaktadır. Ara yüzü ve yardım menüleri programı hiç bilmeyen birinin anlayabileceği şekilde tasarlanmıştır. Hata mesajları kullanıcıya yardımcı olmaktadır. Çok kullanılan fonksiyonlar için kısa yol tuşları mevcuttur. Log dosyası tutulmamaktadır. Raporlama kullanıcının isteklerini karşılayacak niteliktedir. Yardım dosyası çok iyi hazırlanmış fakat tüm ekranların yardım dosyaları mevcut değildir. Güvenlik yönünden istenilen kriterlerin hepsini sağlayamamaktadır. Ama bu

eksikliklerin giderilebileceği söylenmektedir.

C firmasının önerdiği sistemin fiyatı 150 para birimidir. Bakım anlaşmasının maliyeti yıllık 12 para birimidir. Veri aktarımı sorunsuz ve veri kaybı olmadan aktarılacağı taahhüt edilememekte, bilgisayar ortamındaki liste şeklindeki tüm verilerin aktarılacağı söylenmektedir.

5.2 Kriter ve Alt Kriterler Arası İlişkilerin Açıklanması ve Karşılaştırmaların Yapılması

Kriterler ve alt kriterlerin belirlenmesinin ardından superdecisions programında 4.bölümde anlatıldığı şekilde network yapısı kurulmuştur. Ardından ilişkiler tanımlanarak ikili karşılaştırma matrisleri ile karşılaştırma değerleri belirlenmiştir.



Şekil 5.2 A firmasına göre genel özelliklerin ikili karşılaştırma sonuçları.

Şekil 5.3 A firmasına göre şirket özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları.

Comparisons for "ICERIK" wrt "A"

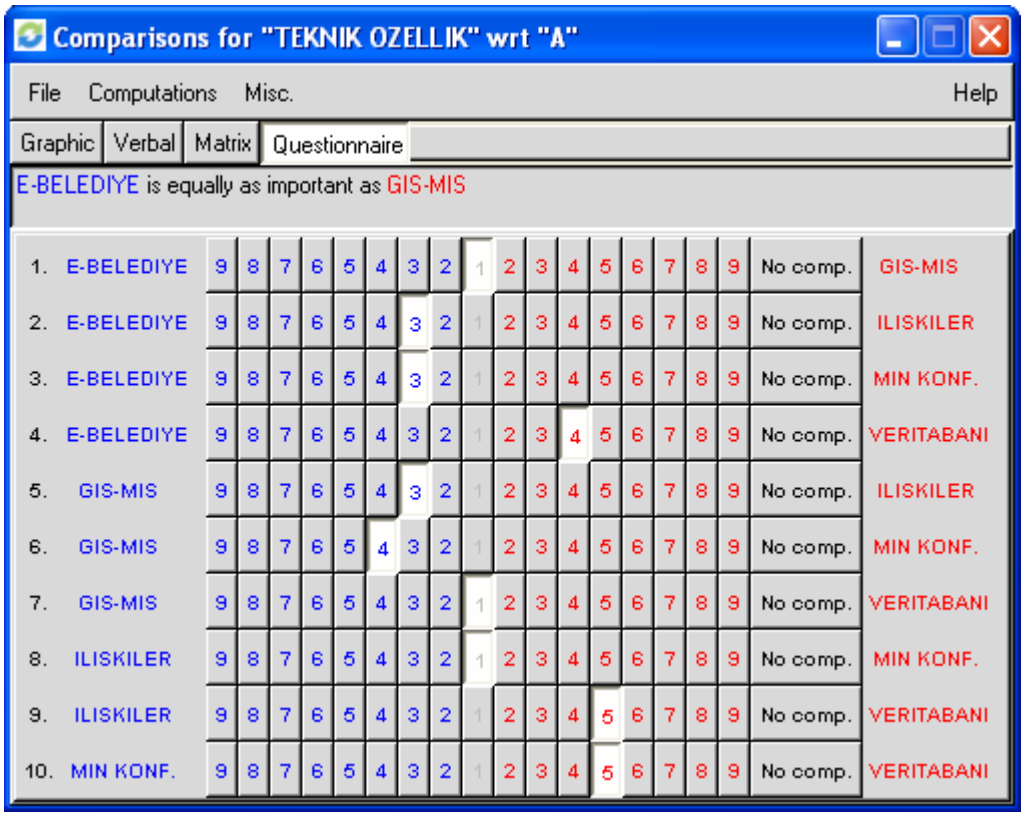
File Computations Misc. H

Graphic Verbal Matrix Questionnaire

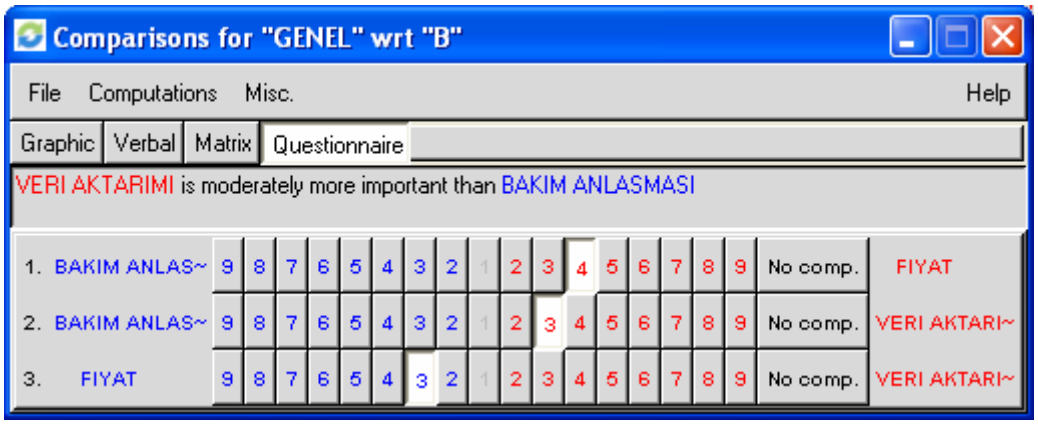
RAPORLAMA is moderately more important than LOG DOSYASI

1.	ARAMA	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	ARAYUZU
2.	ARAMA	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	GUVENLIK
3.	ARAMA	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	HATA MESAJL~
4.	ARAMA	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	KISAYOL TUS~
5.	ARAMA	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	LOG DOSYASI
6.	ARAMA	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	RAPORLAMA
7.	ARAMA	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	YARDIM
8.	ARAYUZU	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	GUVENLIK
9.	ARAYUZU	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	HATA MESAJL~
10.	ARAYUZU	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	KISAYOL TUS~
11.	ARAYUZU	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	LOG DOSYASI
12.	ARAYUZU	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	RAPORLAMA
13.	ARAYUZU	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	YARDIM
14.	GUVENLIK	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	HATA MESAJL~
15.	GUVENLIK	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	KISAYOL TUS~
16.	GUVENLIK	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	LOG DOSYASI
17.	GUVENLIK	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	RAPORLAMA
18.	GUVENLIK	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	YARDIM
19.	HATA MESAJL~	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	KISAYOL TUS~
20.	HATA MESAJL~	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	LOG DOSYASI
21.	HATA MESAJL~	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	RAPORLAMA
22.	HATA MESAJL~	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	YARDIM
23.	KISAYOL TUS~	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	LOG DOSYASI
24.	KISAYOL TUS~	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	RAPORLAMA
25.	KISAYOL TUS~	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	YARDIM
26.	LOG DOSYASI	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	RAPORLAMA
27.	LOG DOSYASI	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	YARDIM
28.	RAPORLAMA	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	YARDIM

Şekil 5.4 A firmasına göre içerik özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları.



Şekil 5.5 A firmasına göre teknik özelliklerin ikili karşılaştırma sonuçları.



Şekil 5.6 B firmasına göre genel özelliklerin ikili karşılaştırma sonuçları.

Comparisons for "ICERIK" wrt "B"

File Computations Misc. H

Graphic Verbal Matrix Questionnaire

ARAMA is equally as important as RAPORLAMA

1.	ARAMA	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	ARAYUZU
2.	ARAMA	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	HATA MESAJL~
3.	ARAMA	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	KISAYOL TUS~
4.	ARAMA	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	LOG DOSYASI
5.	ARAMA	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	RAPORLAMA
6.	ARAMA	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	YARDIM
7.	ARAYUZU	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	HATA MESAJL~
8.	ARAYUZU	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	KISAYOL TUS~
9.	ARAYUZU	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	LOG DOSYASI
10.	ARAYUZU	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	RAPORLAMA
11.	ARAYUZU	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	YARDIM
12.	HATA MESAJL~	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	KISAYOL TUS~
13.	HATA MESAJL~	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	LOG DOSYASI
14.	HATA MESAJL~	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	RAPORLAMA
15.	HATA MESAJL~	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	YARDIM
16.	KISAYOL TUS~	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	LOG DOSYASI
17.	KISAYOL TUS~	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	RAPORLAMA
18.	KISAYOL TUS~	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	YARDIM
19.	LOG DOSYASI	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	RAPORLAMA
20.	LOG DOSYASI	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	YARDIM
21.	RAPORLAMA	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	YARDIM

Şekil 5.7 B firmasına göre içerik özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları.

Comparisons for "SIRKET" wrt "B"

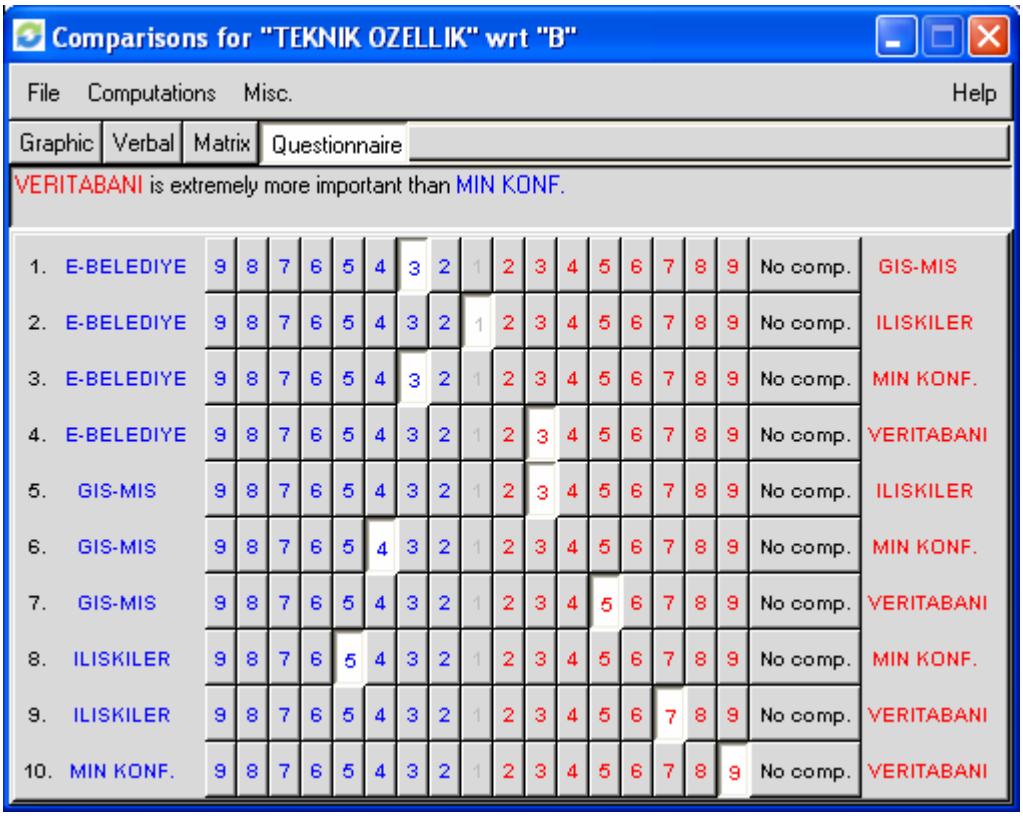
File Computations Misc. Help

Graphic Verbal Matrix Questionnaire

TEKNIK DESTEK is moderately more important than REFERANSLAR

1.	REFERANSLAR	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	TEKNIK DEST~

Şekil 5.8 B firmasına göre şirket özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları.



Şekil 5.9 B firmasına göre teknik özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları.

Şekil 5.10 C firmasına göre genel özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları.

Comparisons for "ICERIK" wrt "C"

File Computations Misc. H

Graphic Verbal Matrix Questionnaire

YARDIM is strongly to very strongly more important than KISAYOL TUSLARI

1.	ARAMA	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	ARAYUZU
2.	ARAMA	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	HATA MESAJL~
3.	ARAMA	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	KISAYOL TUS~
4.	ARAMA	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	LOG DOSYASI
5.	ARAMA	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	RAPORLAMA
6.	ARAMA	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	YARDIM
7.	ARAYUZU	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	HATA MESAJL~
8.	ARAYUZU	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	KISAYOL TUS~
9.	ARAYUZU	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	LOG DOSYASI
10.	ARAYUZU	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	RAPORLAMA
11.	ARAYUZU	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	YARDIM
12.	HATA MESAJL~	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	KISAYOL TUS~
13.	HATA MESAJL~	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	LOG DOSYASI
14.	HATA MESAJL~	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	RAPORLAMA
15.	HATA MESAJL~	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	YARDIM
16.	KISAYOL TUS~	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	LOG DOSYASI
17.	KISAYOL TUS~	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	RAPORLAMA
18.	KISAYOL TUS~	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	YARDIM
19.	LOG DOSYASI	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	RAPORLAMA
20.	LOG DOSYASI	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	YARDIM
21.	RAPORLAMA	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	YARDIM

Şekil 5.11 C firmasına göre içerik özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları.

Comparisons for "SIRKET" wrt "C"

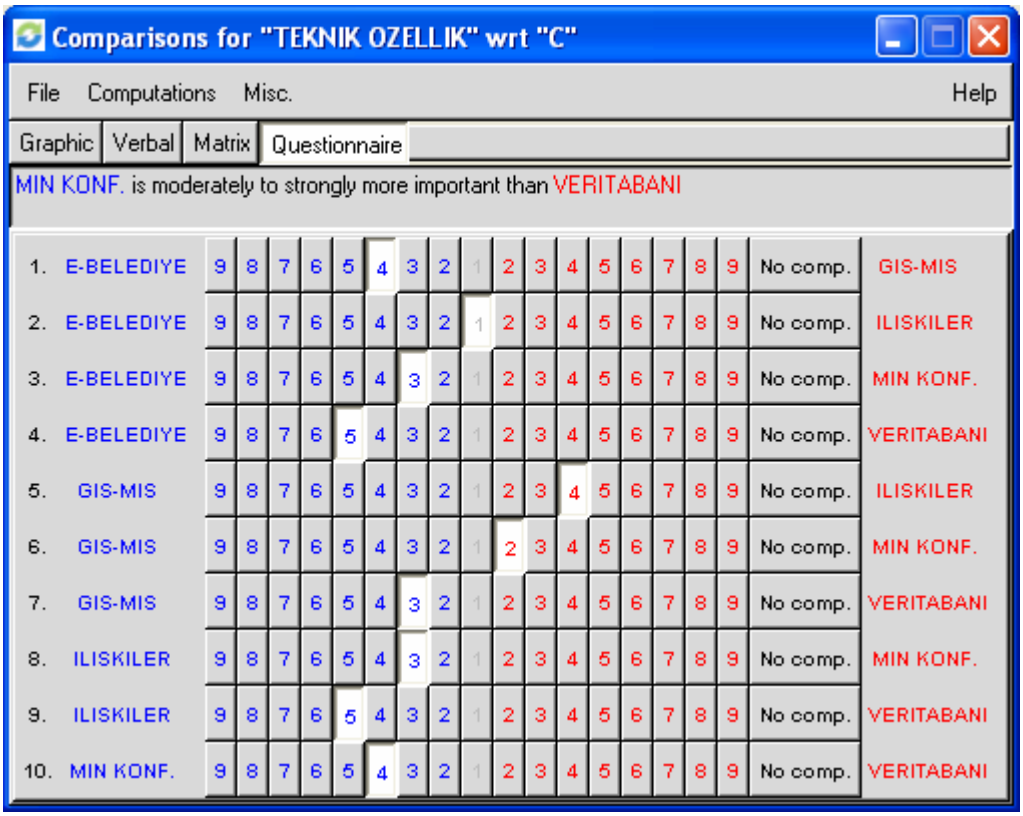
File Computations Misc. Help

Graphic Verbal Matrix Questionnaire

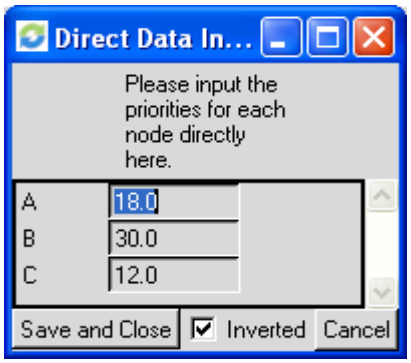
TEKNIK DESTEK is strongly more important than REFERANSLAR

1.	REFERANSLAR	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	TEKNIK DEST~

Şekil 5.12 C firmasına göre şirket özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları.

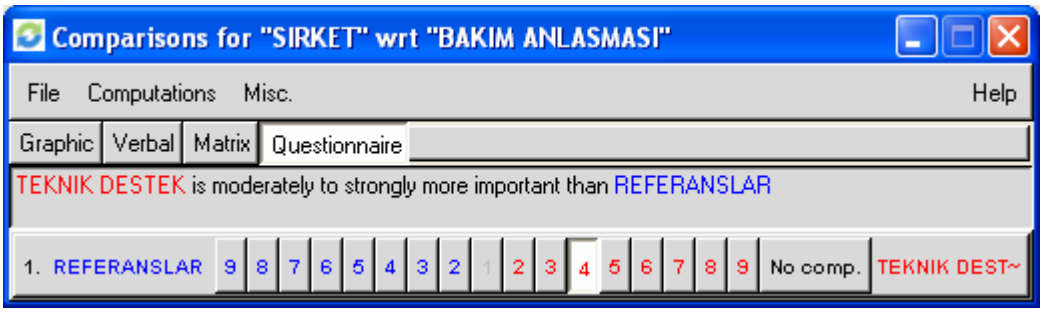


Şekil 5.13 C firmasına göre teknik özelliklerin ikili karşılaştırma sonuçları.

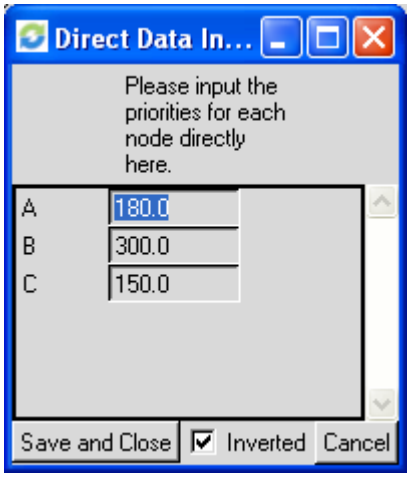


Şekil 5.14 Bakım anlaşmasına göre alternatiflerin ikili karşılaştırma sonuçları.

Bakım anlaşmasına göre alternatifleri kıyaslarken bakım anlaşması değerleri belli olduğu için daha önce anlatılan elle veri girişi ekranından bakım anlaşması değerleri girilmiştir. En yüksek değer en az öneme sahip olacağından inverted seçeneği de seçili hale getirilmiştir.

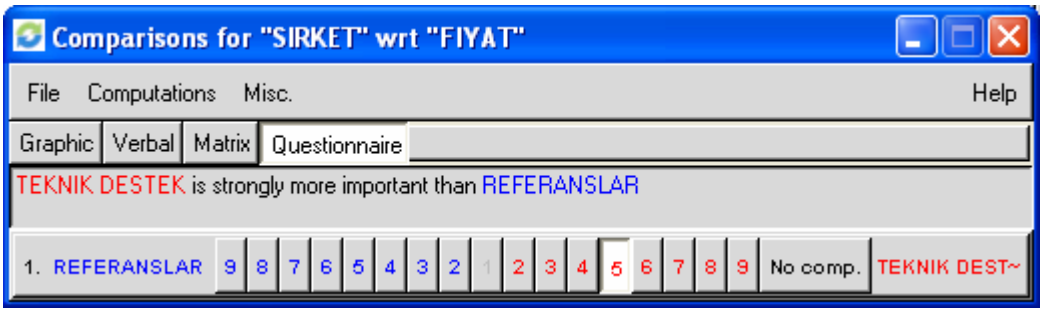


Şekil 5.15 C Bakım anlaşmasına göre şirketin ikili karşılaştırma sonuçları.

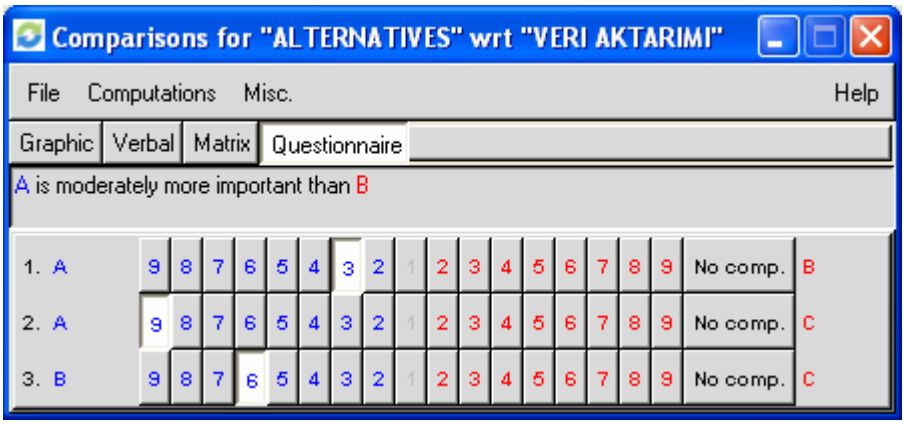


Şekil 5.16 Fiyata göre alternatiflerin ikili karşılaştırma sonuçları.

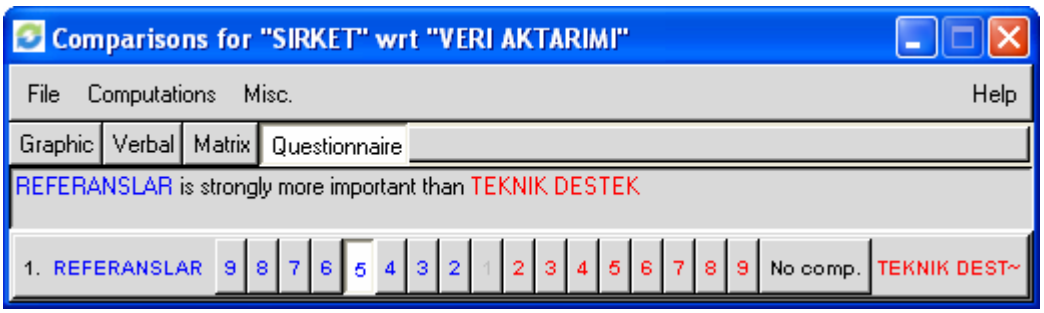
Fiyata göre alternatiflerin karşılaştırmaları yapılırken daha önce anlatılan elle veri girişi ekranından firmaların fiyatları girilmiştir. En yüksek fiyata sahip olan firma en az tercih edilen olacağından inverted seçeneği de işaretlenmiştir.



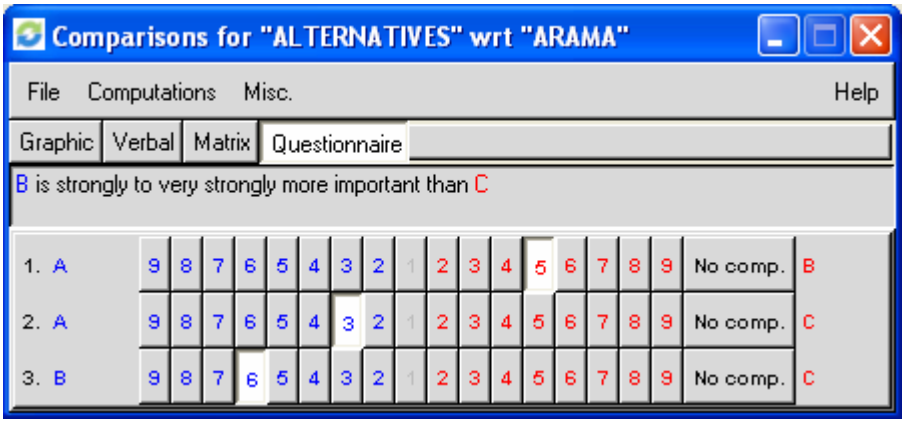
Şekil 5.17 C Fiyata göre şirketin ikili karşılaştırma sonuçları.



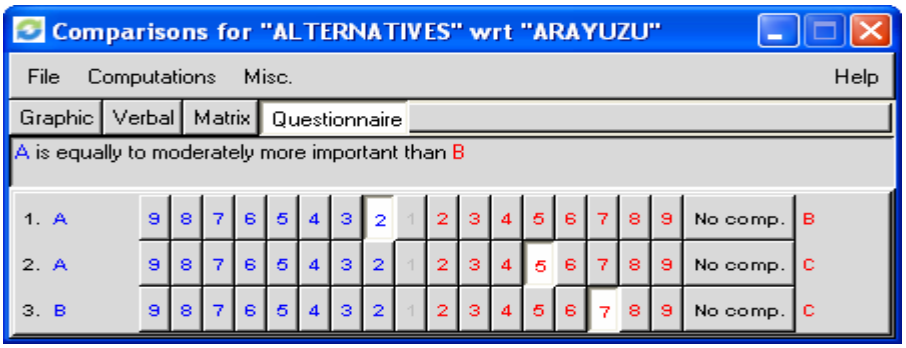
Şekil 5.18 Veri aktarımına göre alternatiflerin ikili karşılaştırma sonuçları.



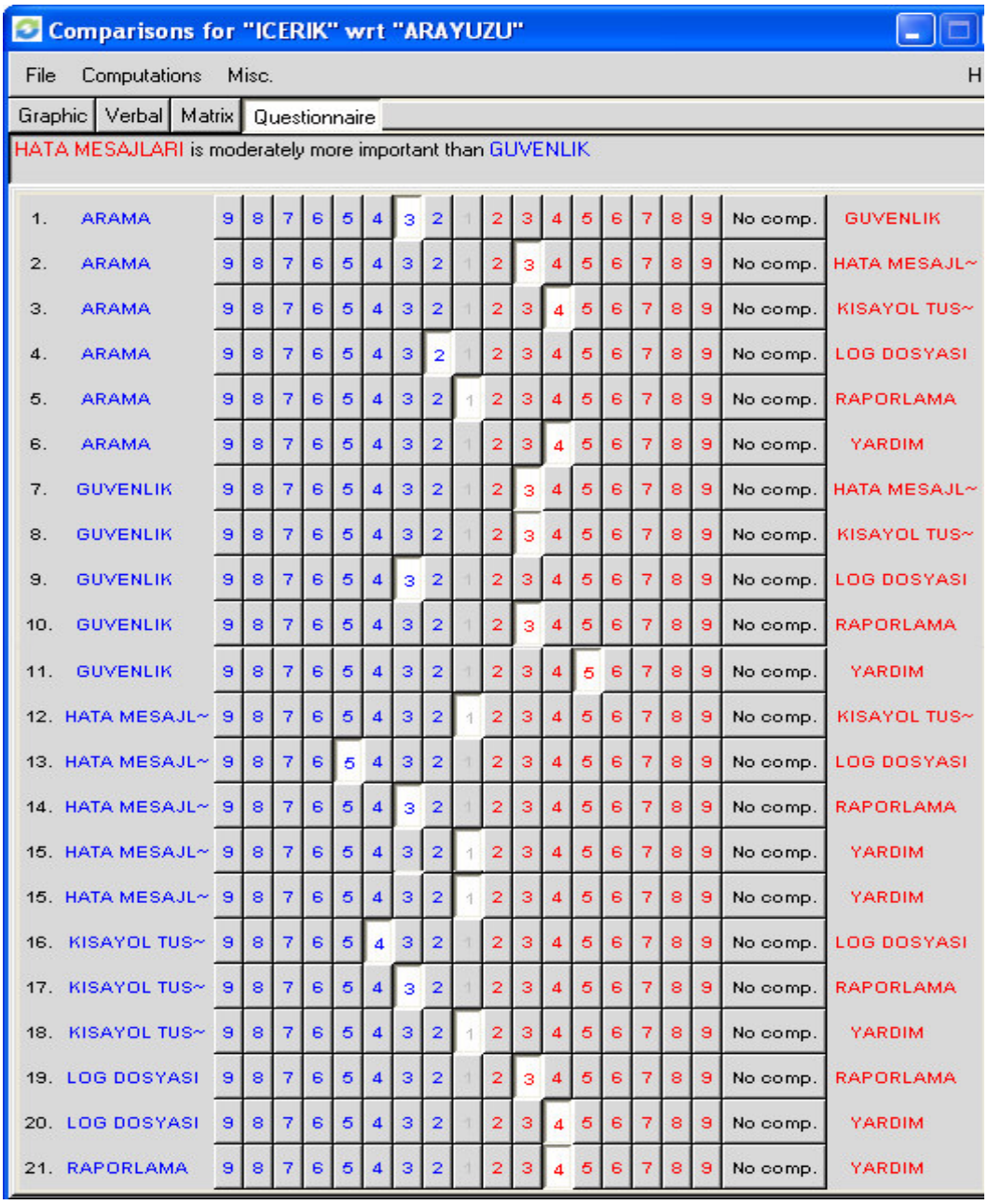
Şekil 5.19 Veri aktarımına göre şirket özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları.



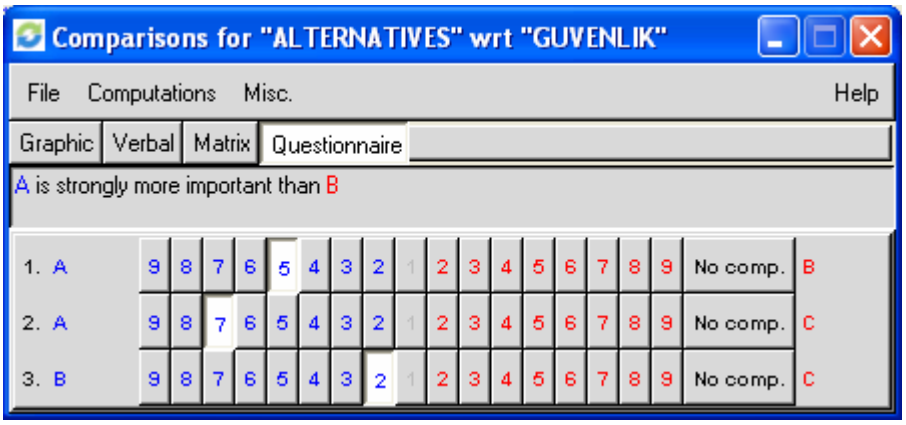
Şekil 5.20 Aramaya göre şirket özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları.



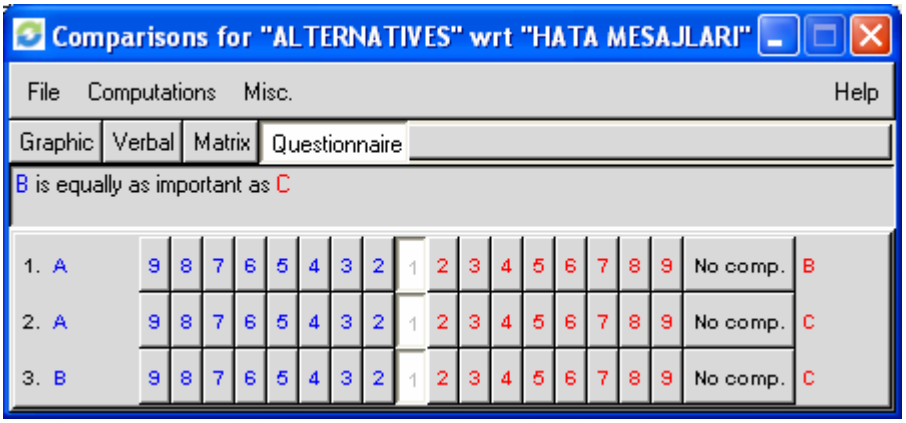
Şekil 5.21 Ara yüze göre alternatiflerin ikili karşılaştırma sonuçları.



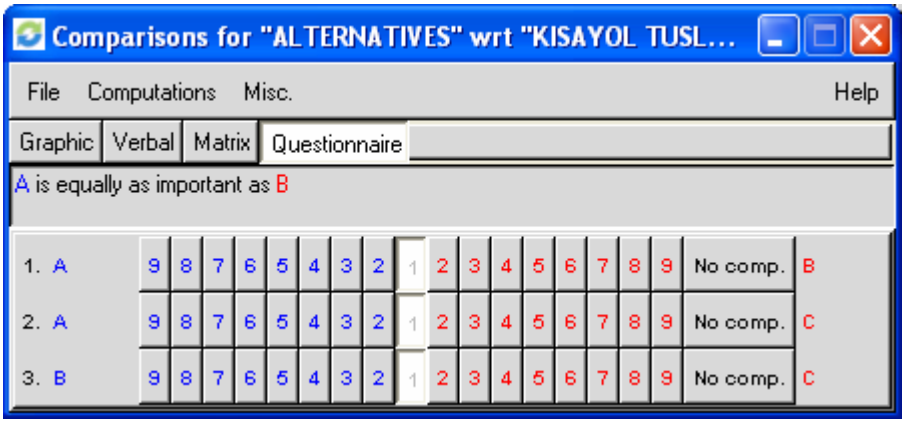
Şekil 5.22 Ara yüze göre içerik özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları.



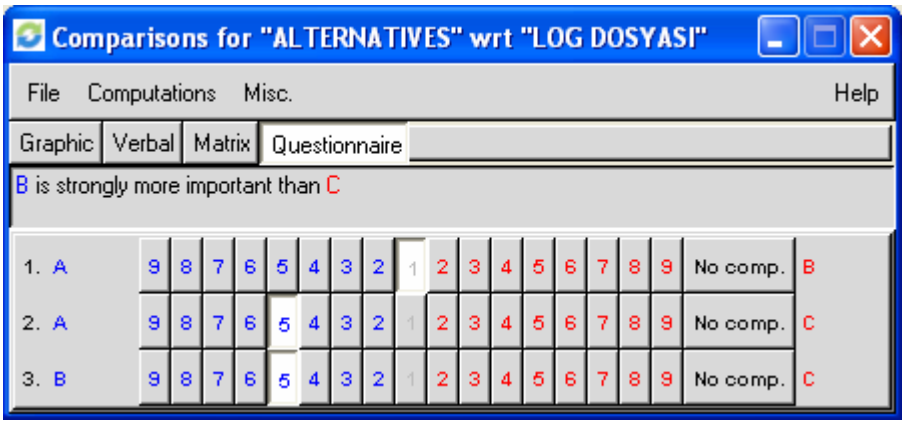
Şekil 5.23 Güvenliğe göre alternatiflerin ikili karşılaştırma sonuçları.



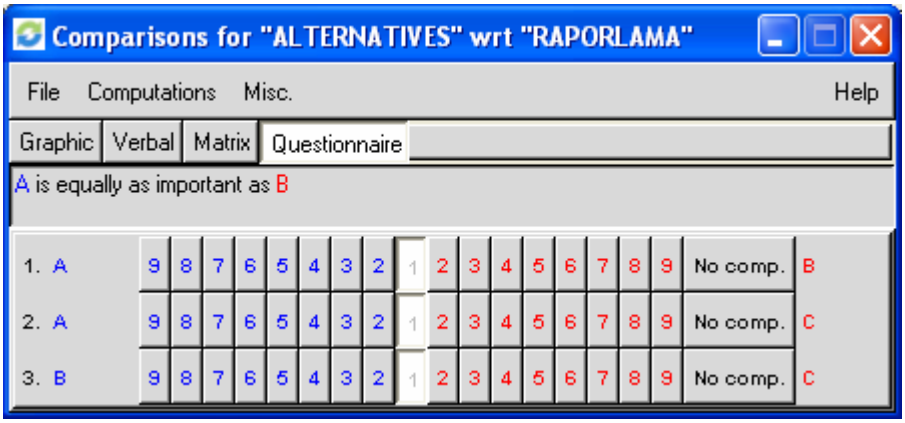
Şekil 5.24 Hata mesajlarına göre alternatiflerin ikili karşılaştırma sonuçları.



Şekil 5.25 Kısayol tuşlarına göre alternatiflerin ikili karşılaştırma sonuçları.

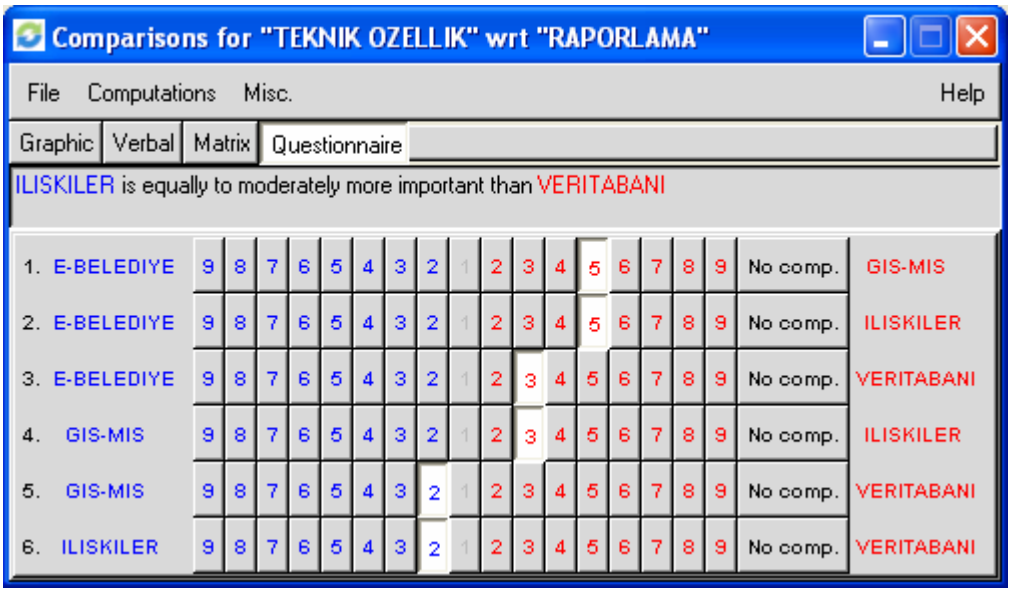


Şekil 5.26 Log dosyasına göre alternatiflerin ikili karşılaştırma sonuçları.

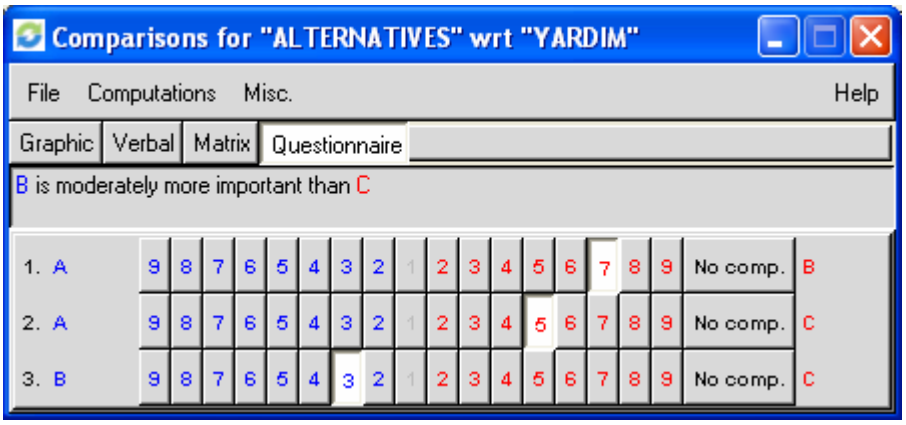


Şekil 5.27 Raporlamaya göre alternatiflerin ikili karşılaştırma sonuçları.

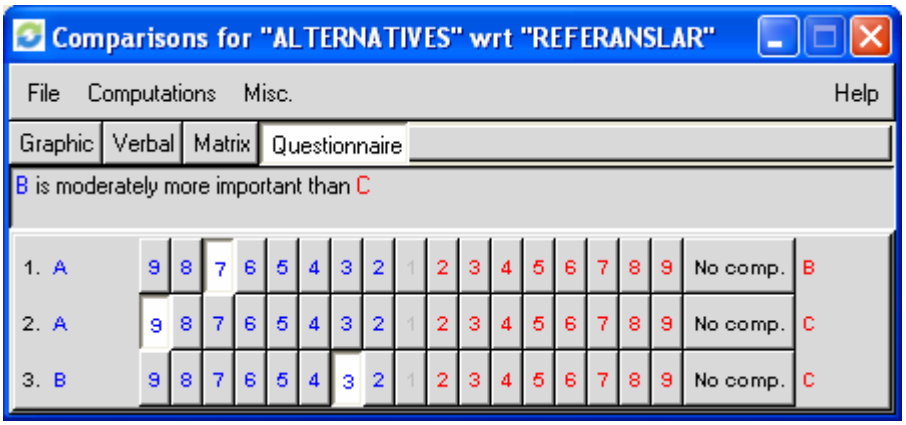
Şekil 5.28 Raporlamaya göre şirket özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları.



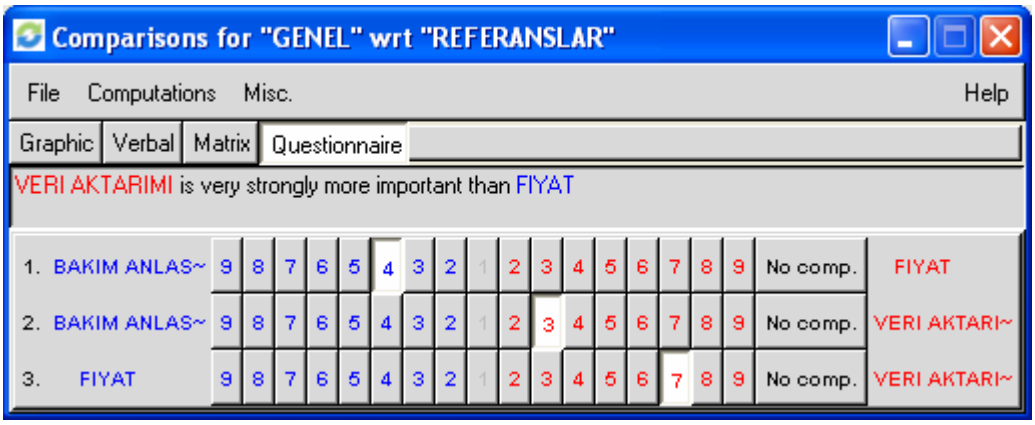
Şekil 5.29 Raporlamaya göre teknik özelliklerin ikili karşılaştırma sonuçları.



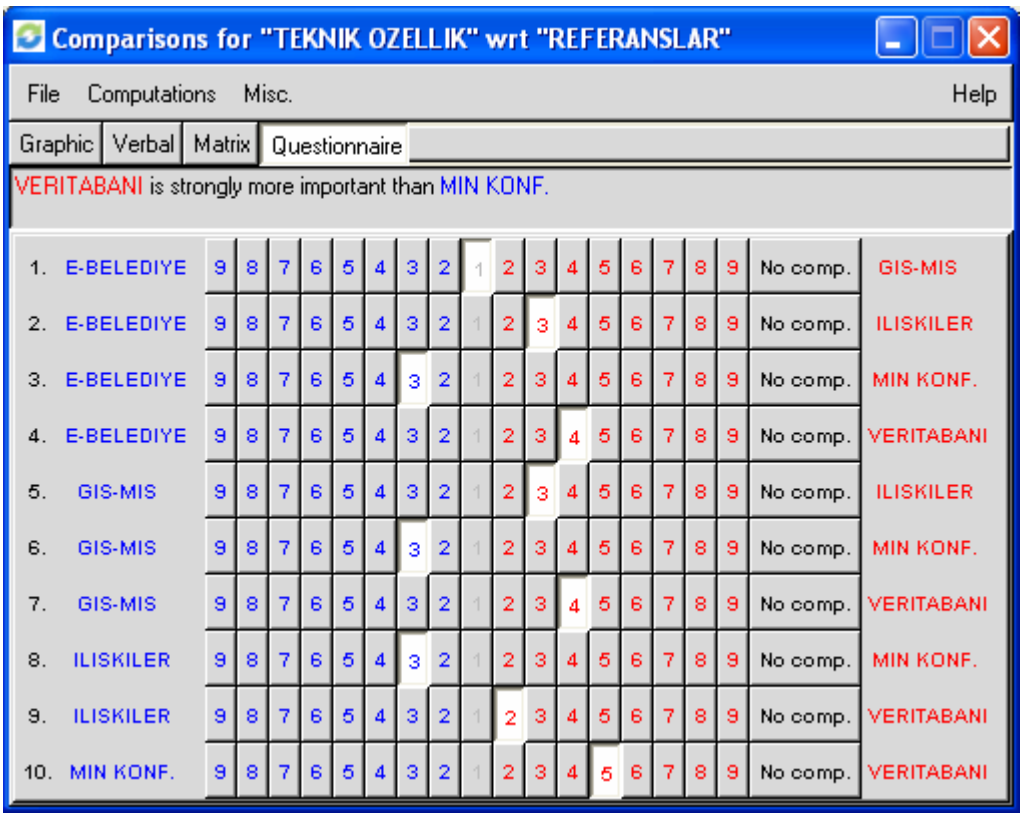
Şekil 5.30 Yardıma göre alternatiflerin ikili karşılaştırma sonuçları.



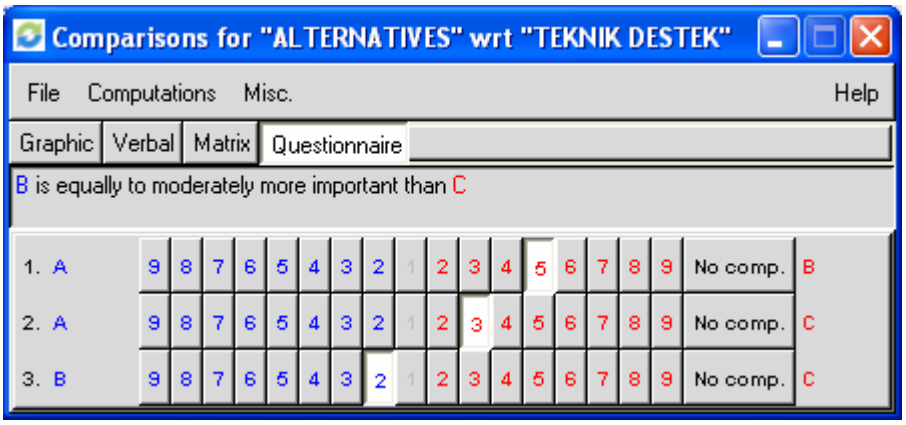
Şekil 5.31 Referanslara göre alternatiflerin ikili karşılaştırma sonuçları.



Şekil 5.32 Referanslara göre genel özelliklerin ikili karşılaştırma sonuçları.

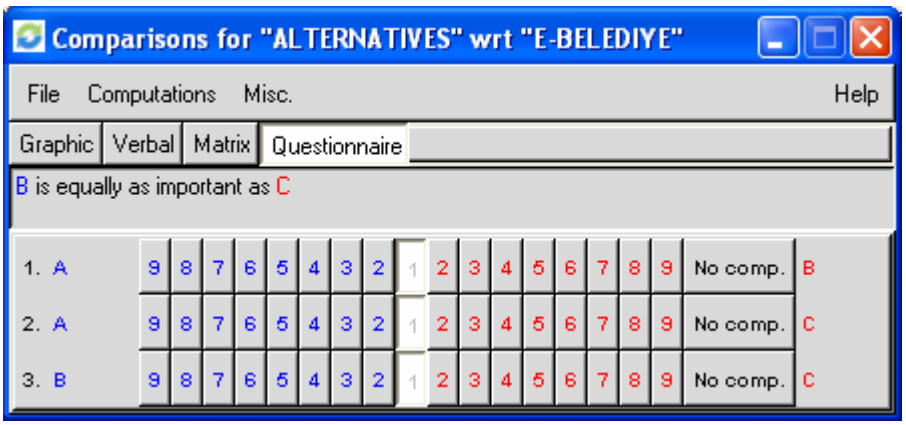


Şekil 5.33 Referanslara göre teknik özelliklerin ikili karşılaştırma sonuçları.



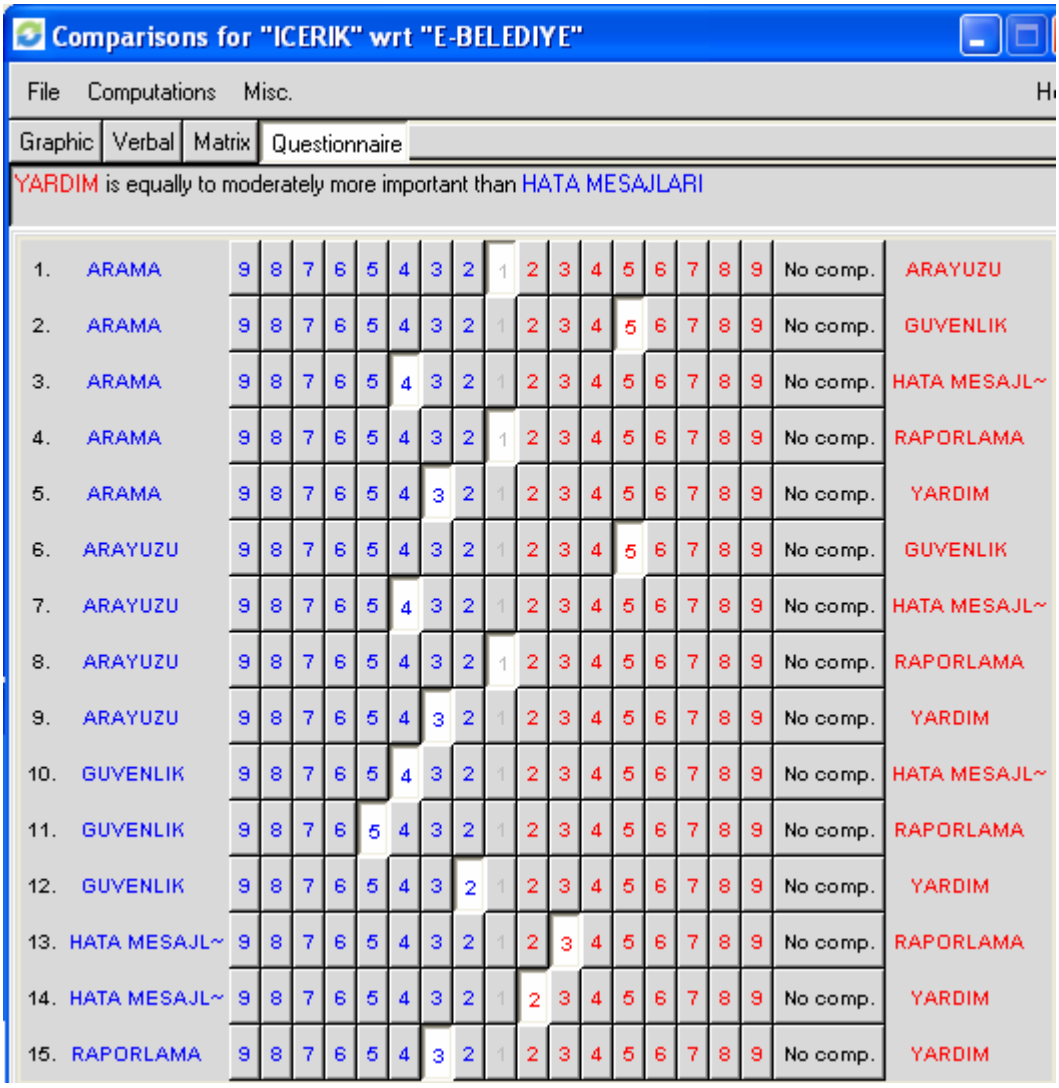
Şekil 5.34 Teknik desteğe göre alternatiflerin ikili karşılaştırma sonuçları.

Şekil 5.35 Teknik desteğe göre genel özelliklerin ikili karşılaştırma sonuçları.



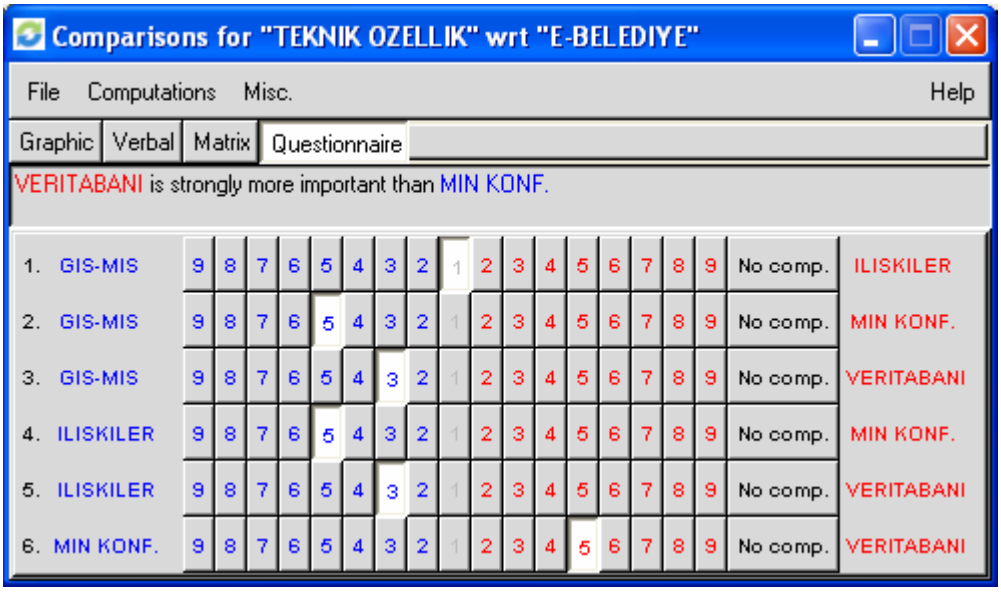
Şekil 5.36 E-belediyeye göre alternatiflerin ikili karşılaştırma sonuçları.

Şekil 5.37 E-belediyeye göre genel özelliklerin ikili karşılaştırma sonuçları.

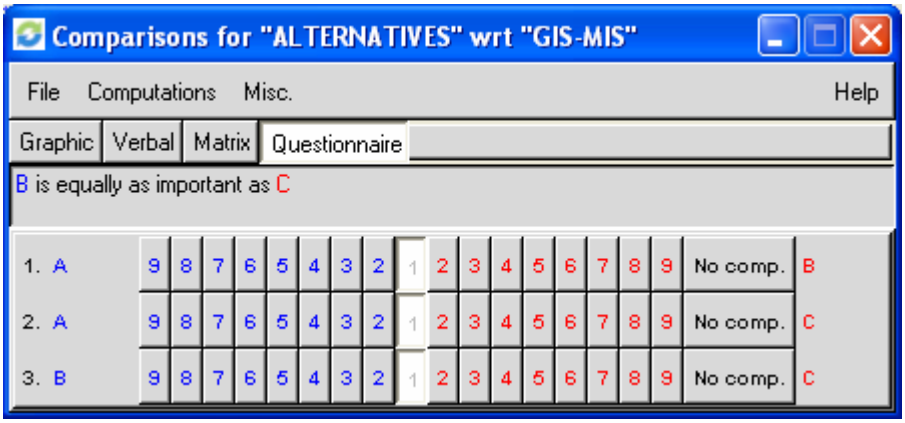


Şekil 5.38 E-belediyeye göre içerik özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları.

Şekil 5.39 E-belediyeye göre şirket özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları.



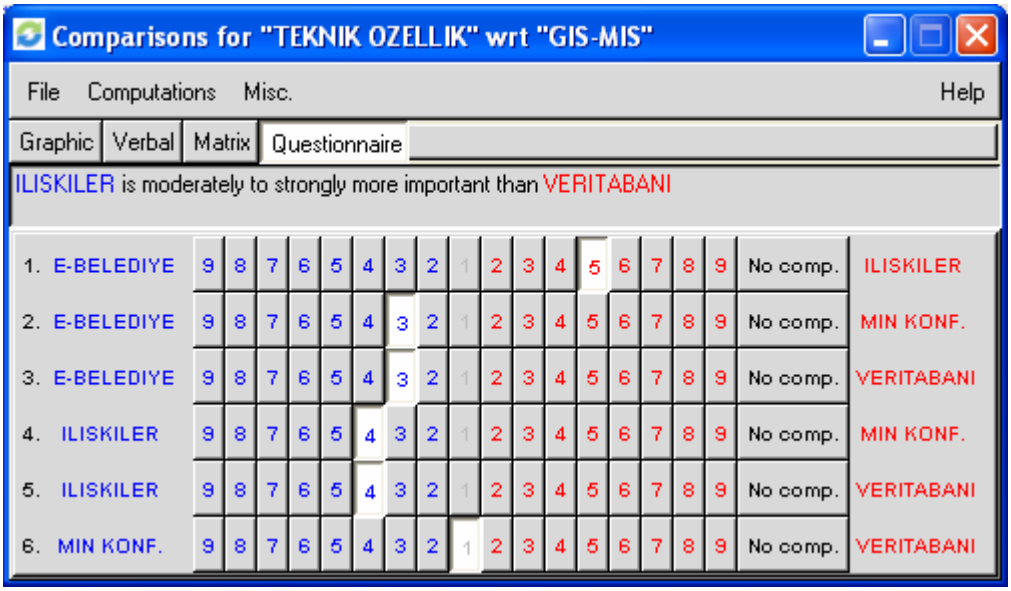
Şekil 5.40 E-belediyeye göre teknik özelliklerin ikili karşılaştırma sonuçları.



Şekil 5.41 Gis-mis'e göre alternatiflerin ikili karşılaştırma sonuçları.

Şekil 5.42 Gis-mis'e göre genel özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları.

Şekil 5.43 Gis-mis'e göre şirket özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları.



Şekil 5.44 Gis-mis'e göre teknik özelliklerin ikili karşılaştırma sonuçları.

Comparisons for "ICERIK" wrt "GIS-MIS"

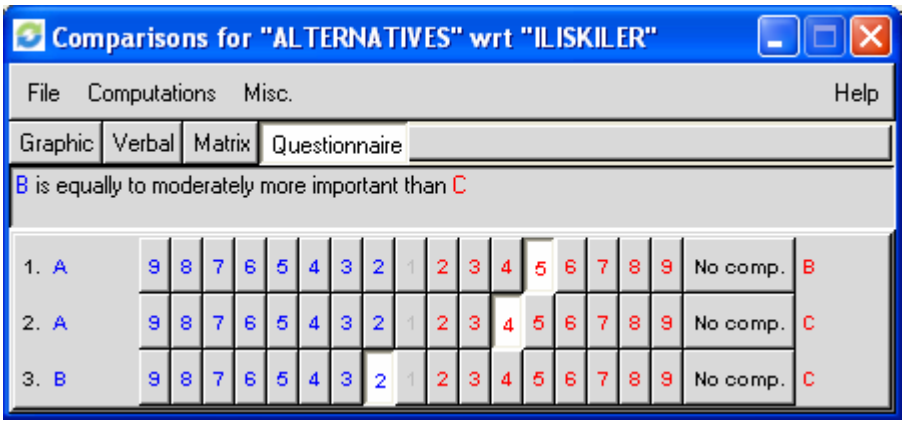
File Computations Misc. He

Graphic | Verbal | Matrix | Questionnaire

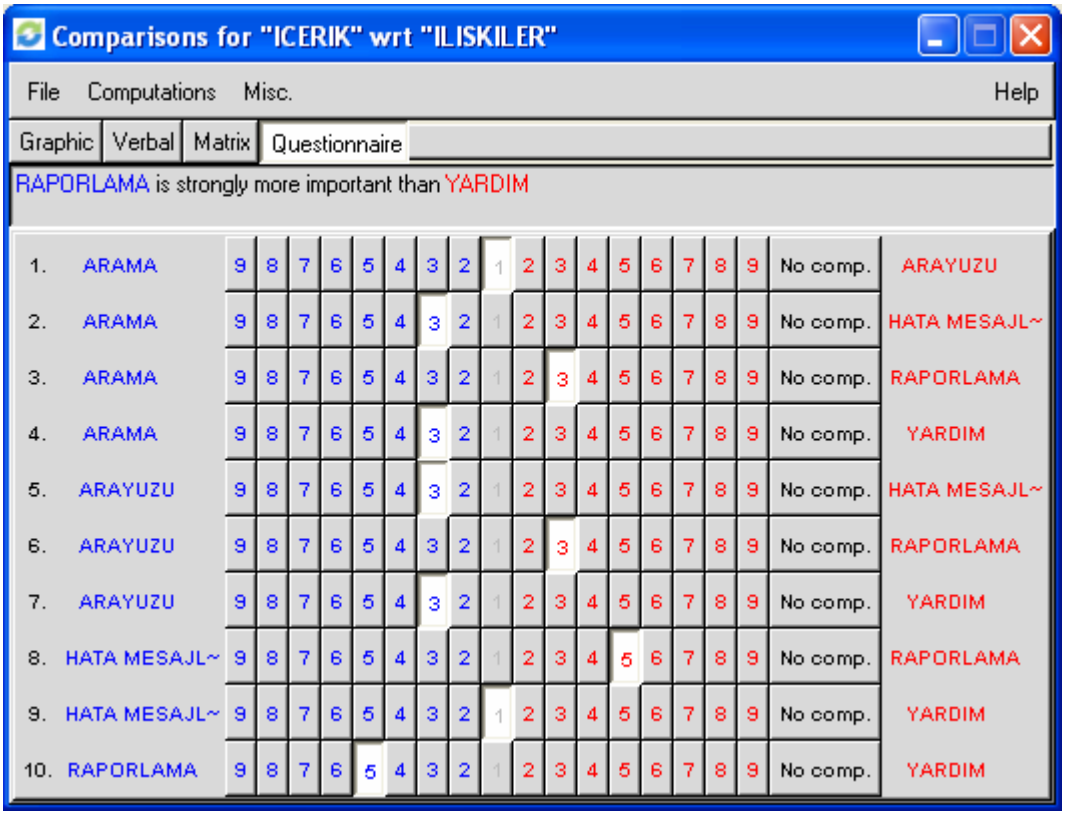
HATA MESAJLARI is equally to moderately more important than GUVENLIK

1.	ARAMA	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	ARAYUZU
2.	ARAMA	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	GUVENLIK
3.	ARAMA	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	HATA MESAJL~
4.	ARAMA	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	KISAYOL TUS~
5.	ARAMA	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	LOG DOSYASI
6.	ARAMA	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	RAPORLAMA
7.	ARAMA	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	YARDIM
8.	ARAYUZU	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	GUVENLIK
9.	ARAYUZU	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	HATA MESAJL~
10.	ARAYUZU	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	KISAYOL TUS~
11.	ARAYUZU	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	LOG DOSYASI
12.	ARAYUZU	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	RAPORLAMA
13.	ARAYUZU	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	YARDIM
14.	GUVENLIK	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	HATA MESAJL~
15.	GUVENLIK	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	KISAYOL TUS~
16.	GUVENLIK	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	LOG DOSYASI
17.	GUVENLIK	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	RAPORLAMA
18.	GUVENLIK	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	YARDIM
19.	HATA MESAJL~	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	KISAYOL TUS~
20.	HATA MESAJL~	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	LOG DOSYASI
21.	HATA MESAJL~	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	RAPORLAMA
22.	HATA MESAJL~	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	YARDIM
23.	KISAYOL TUS~	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	LOG DOSYASI
24.	KISAYOL TUS~	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	RAPORLAMA
25.	KISAYOL TUS~	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	YARDIM
26.	LOG DOSYASI	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	RAPORLAMA
27.	LOG DOSYASI	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	YARDIM
28.	RAPORLAMA	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	No comp.	YARDIM

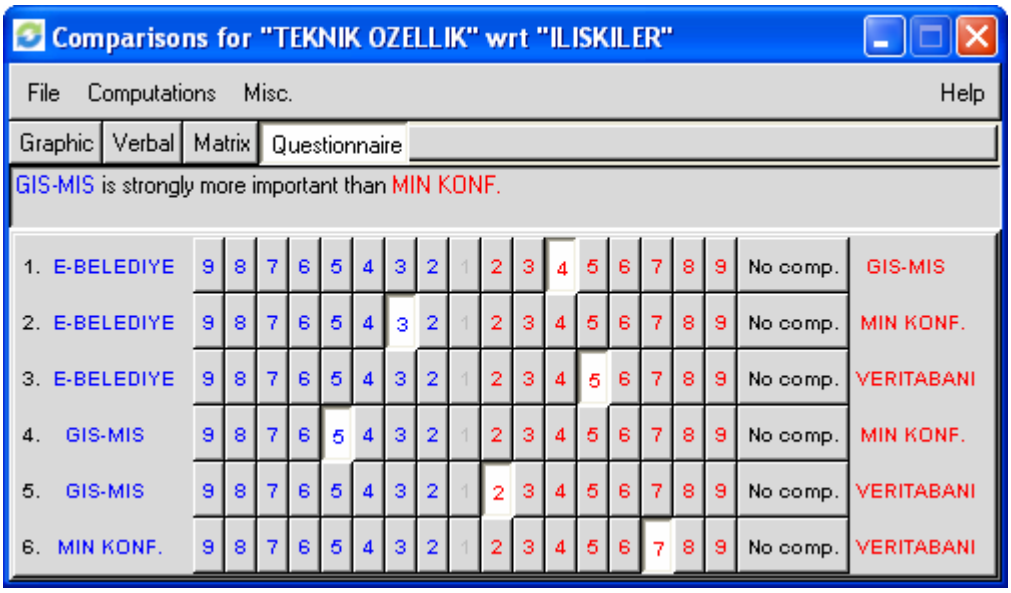
Şekil 5.45 Gis-mis'e göre içerik özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları.



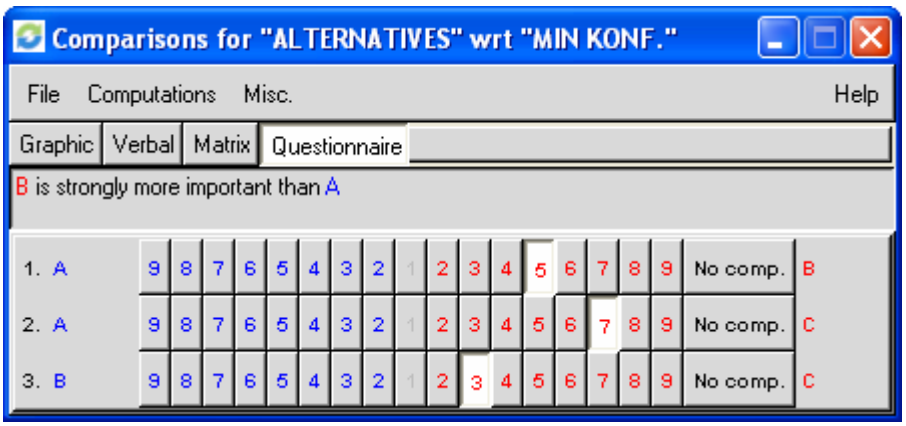
Şekil 5.46 İlişkilere göre alternatiflerin ikili karşılaştırma sonuçları.



Şekil 5.47 İlişkilere göre içerik özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları.



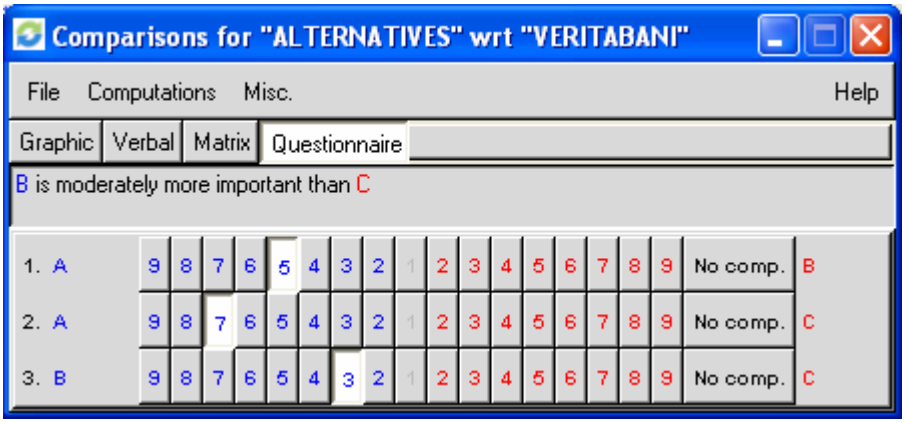
Şekil 5.48 İlişkilere göre teknik özelliklerin ikili karşılaştırma sonuçları.



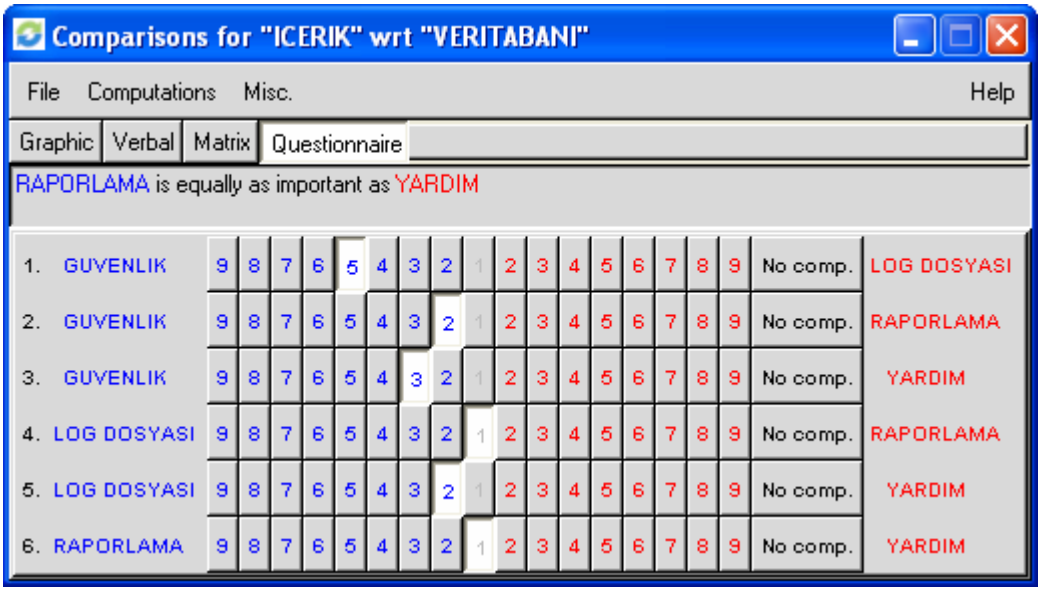
Şekil 5.49 Minimum konfigürasyona göre alternatiflerin ikili karşılaştırma sonuçları.

Şekil 5.50 Minimum konfigürasyona göre genel özelliklerin ikili karşılaştırma sonuçları.

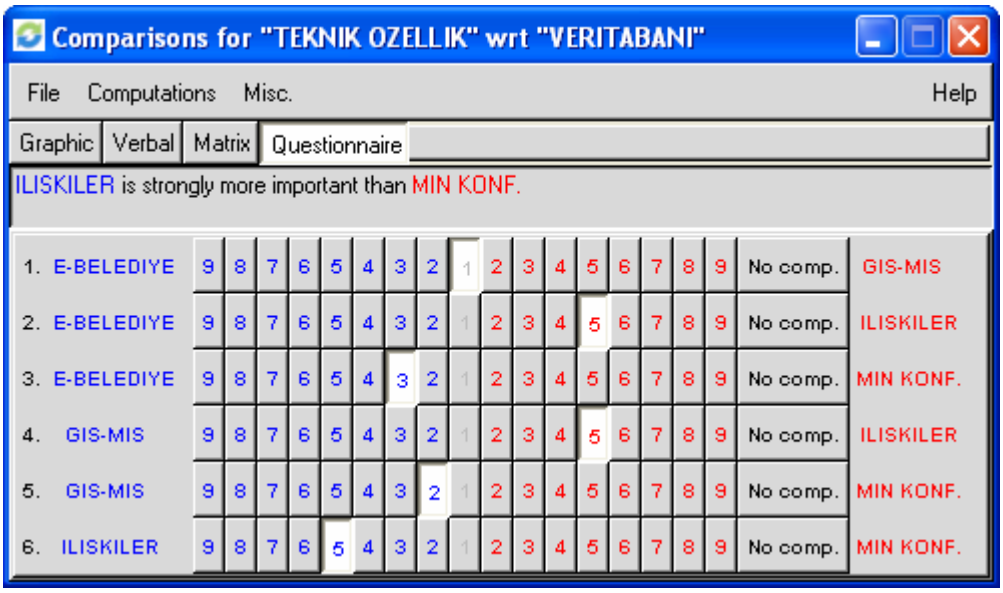
Şekil 5.51 Minimum konfigürasyona göre şirket özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları.



Şekil 5.52 Veritabanına göre alternatiflerin ikili karşılaştırma sonuçları.



Şekil 5.53 Veritabanına göre içerik özelliklerinin ikili karşılaştırma sonuçları.



Şekil 5.54 Veritabanına göre teknik özelliklerin ikili karşılaştırma sonuçları.

5.3 Superdecision Programı ile Uygulamanın Gerçekleştirilmesi

5.3.1 Ağırlıklandırılmamış Süpermatris Değerleri

Çizelge 5.1 Ağırlıklandırılmamış süpermatris değerleri

	A	B	C	BAK.	FIY	VERI	ARA.	GUV.	HAT.	KIS.	LOG.	RAP.	YAR.	REF.	TEK.	E-B.	GIS.	ILI.	M. K	VER.	ARA.
A	0.000	0.000	0.000	0.322	0.357	0.663	0.195	0.740	0.333	0.333	0.455	0.333	0.072	0.785	0.109	0.333	0.333	0.098	0.071	0.730	0.166
B	0.000	0.000	0.000	0.194	0.214	0.278	0.717	0.167	0.333	0.333	0.455	0.333	0.649	0.149	0.582	0.333	0.333	0.569	0.279	0.188	0.093
C	0.000	0.000	0.000	0.484	0.429	0.059	0.088	0.093	0.334	0.334	0.090	0.333	0.279	0.066	0.309	0.334	0.333	0.333	0.649	0.080	0.739
BAKIM A.	0.615	0.117	0.637	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.263	0.729	0.268	0.600	0.000	0.250	0.000	0.000
FIYAT	0.268	0.614	0.258	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.079	0.163	0.614	0.200	0.000	0.750	0.000	0.000
VERI AK.	0.117	0.269	0.105	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.658	0.108	0.118	0.200	0.000	0.000	0.000	0.000
ARAMA	0.080	0.268	0.226	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.145	0.196	0.194	0.000	0.000	0.087
ARAYUZ	0.030	0.119	0.080	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.145	0.196	0.194	0.000	0.000	0.000
GUVEN.	0.219	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.443	0.040	0.000	0.000	0.512	0.060
HATA M.	0.112	0.105	0.064	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.048	0.131	0.072	0.000	0.000	0.224
KISAYOL	0.028	0.087	0.036	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.125	0.000	0.000	0.000	0.230
LOG DOS.	0.120	0.148	0.148	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.058	0.000	0.000	0.173	0.041
RAPOR.	0.253	0.206	0.219	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.137	0.129	0.466	0.000	0.177	0.095
YARDIM	0.158	0.067	0.227	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.082	0.121	0.072	0.000	0.136	0.259
REFER.	0.833	0.250	0.167	0.200	0.167	0.833	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.500	0.000	0.000	0.000	0.167	0.833	0.000	0.750	0.000	0.000
TEKNIK.	0.167	0.750	0.833	0.800	0.833	0.167	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.500	0.000	0.000	0.000	0.833	0.166	1.000	0.250	0.000	0.000
E-BELED.	0.188	0.165	0.350	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.067	0.000	0.120	0.000	0.000	0.219	0.112	0.000	0.161	0.000
GIS-MIS.	0.260	0.086	0.098	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.271	0.000	0.120	0.000	0.383	0.000	0.318	0.000	0.142	0.000
ILISKIL.	0.072	0.160	0.349	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.479	0.000	0.268	0.000	0.383	0.583	0.000	0.000	0.615	0.000
MIN K.	0.068	0.039	0.153	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.061	0.000	0.059	0.098	0.056	0.000	0.079	0.000
VERITAB.	0.412	0.550	0.050	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.183	0.000	0.431	0.000	0.175	0.098	0.512	0.000	0.000	0.000

5.3.2 Ağırlıklandırılmış Süpermatris Değerleri

Çizelge 5.2 Ağırlıklandırılmış süpermatris değerleri

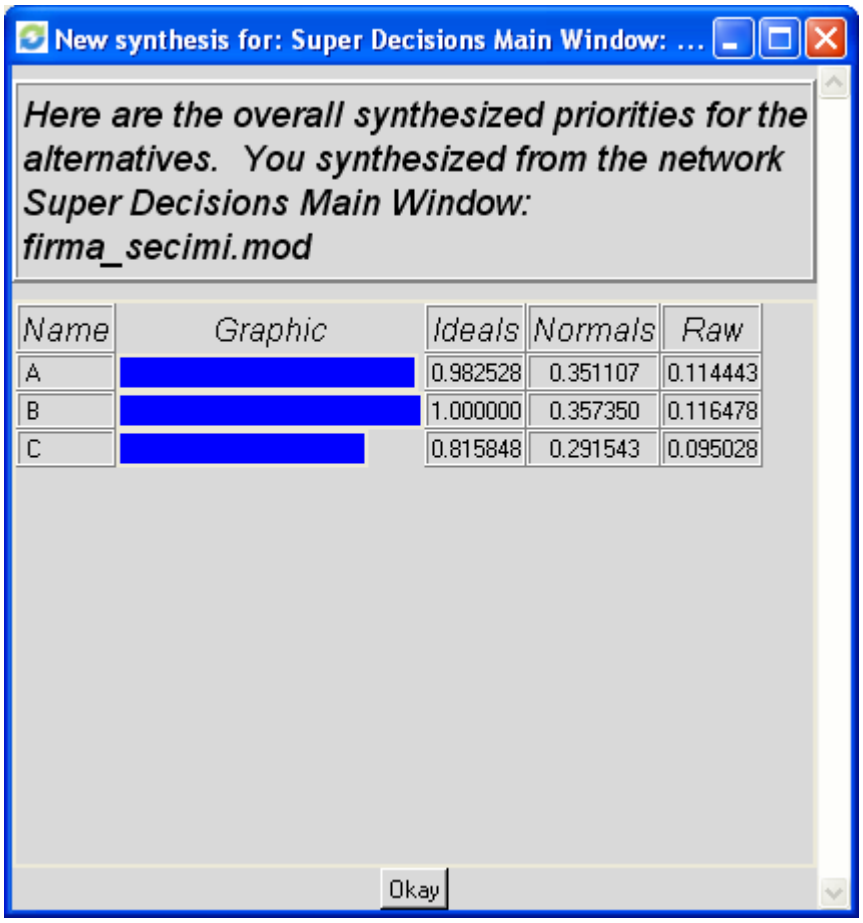
	A	B	C	BAK	FIY	VER.	ARA	ARA	GUV	HAT	KIS	LOG	RAP	YAR.	REF	TEK	E-BE	GIS	ILIS.	M. K.	VER.
A	0.000	0.000	0.000	0.161	0.178	0.331	0.194	0.083	0.739	0.333	0.333	0.454	0.083	0.035	0.261	0.054	0.066	0.066	0.024	0.023	0.243
B	0.000	0.000	0.000	0.096	0.107	0.139	0.717	0.046	0.166	0.333	0.333	0.454	0.083	0.324	0.049	0.290	0.066	0.066	0.142	0.092	0.062
C	0.000	0.000	0.000	0.241	0.214	0.029	0.088	0.369	0.093	0.333	0.333	0.090	0.083	0.139	0.021	0.154	0.066	0.066	0.083	0.216	0.026
BAKIM A.	0.292	0.055	0.302	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.087	0.364	0.053	0.120	0.000	0.083	0.000
FIYAT	0.127	0.292	0.122	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.026	0.081	0.122	0.040	0.000	0.250	0.000
VERI AK.	0.055	0.127	0.049	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.219	0.054	0.023	0.040	0.000	0.000	0.000
ARAMA	0.021	0.073	0.062	0.000	0.000	0.000	0.000	0.043	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.028	0.039	0.048	0.000	0.000
ARAYUZU	0.008	0.032	0.022	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.028	0.039	0.048	0.000	0.000
GUVENL.	0.060	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.030	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.088	0.008	0.000	0.000	0.170
HATA M.	0.030	0.029	0.017	0.000	0.000	0.000	0.000	0.112	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.026	0.018	0.000	0.000
KISAYOL	0.007	0.023	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.115	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.025	0.000	0.000	0.000
LOG DOS.	0.033	0.040	0.040	0.000	0.000	0.000	0.000	0.020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000	0.057
RAPORL.	0.069	0.056	0.060	0.000	0.000	0.000	0.000	0.047	0.000	0.000	0.000	0.000	0.250	0.000	0.000	0.000	0.027	0.025	0.116	0.000	0.059
YARDIM	0.043	0.018	0.062	0.000	0.000	0.000	0.000	0.129	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.500	0.000	0.000	0.016	0.024	0.018	0.000	0.045
REFERAN.	0.076	0.022	0.015	0.100	0.083	0.416	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.125	0.000	0.000	0.000	0.033	0.166	0.000	0.250	0.000
TEK. O.	0.015	0.068	0.076	0.400	0.416	0.083	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.125	0.000	0.000	0.000	0.166	0.033	0.250	0.083	0.000
E-BEL.	0.029	0.026	0.055	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.016	0.000	0.039	0.000	0.000	0.043	0.028	0.000	0.053
GIS-MIS.	0.041	0.013	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.067	0.000	0.039	0.000	0.076	0.000	0.079	0.000	0.047
ILISKIL.	0.011	0.025	0.055	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.119	0.000	0.089	0.000	0.076	0.116	0.000	0.000	0.205
MIN KON.	0.010	0.006	0.024	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.020	0.000	0.011	0.019	0.014	0.000	0.026
VERITAB.	0.065	0.087	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.045	0.000	0.143	0.000	0.035	0.019	0.128	0.000	0.000

5.3.3 Limit Süpermatris Değerleri

Çizelge 5.3 Limit Süpermatris değerleri

	A	B	C	BAK.	FIY.	V.A.	ARA	ARA	GUV.	H .	KIS.	L. D.	RAP.	YAR.	REF.	TEK.	E-BELE	GIS-MIS	ILIS.	MIN.	VER.
A	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115
B	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117
C	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095
BAKIM A.	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120
FIYAT	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076	0.076
VERI AK.	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047
ARAMA	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
ARAYUZU	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
GUVENL.	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
HATA M.	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011
KISAYOL	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
LOG DOS	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
RAPORL.	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036
YARDIM	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034
REFERAN	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060
TEKNIK	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117
E-BELED.	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
GIS-MIS	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
ILISKIL.	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030
MIN KON.	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
VERITAB.	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033

5.4 Uygulama Sonucu



Name	Graphic	Ideals	Normals	Raw
A		0.982528	0.351107	0.114443
B		1.000000	0.357350	0.116478
C		0.815848	0.291543	0.095028

Şekil 5.55 Uygulama Sonucu

Belediyeye alınacak uygulama yazılımı ve veritabanı yönetim sistemi (VTYS) temini ile ilgili firma seçimi karar probleminin uygulaması sonucunda B firması 0.3574 ağırlığıyla birinci, A firması 0.3511 ağırlığıyla ikinci, C firması 0.2915 ağırlığıyla üçüncü olmuştur. Dolayısıyla B firmasının seçilmesi önerilir.

6. SONUÇ

ANP son yıllarda geliştirilmiş ve uygulama alanları hızla artan bir karar verme sistemi olarak karşımıza çıkmaktadır. ANP, AHP'den farklı olarak günlük yaşantımızda karşılaştığımız problemleri modellemede daha başarılıdır. Bu çalışmada, öncelikle ANP'nin matematiksel altyapısına değinilmiş, ANP uygulamalarının kolaylıkla gerçekleştirildiği Superdecisions paket programı hakkında bilgi verilmiş ve daha sonra, bir belediyeye alınacak uygulama yazılımı ve veritabanı yönetim sistemi (VTYS) temini ile ilgili firma seçimi için bir karar problemine ANP'nin nasıl uygulanabileceği gösterilmiştir.

Bu çalışmanın, ANP hakkında bilgi edinmek ve ANP ile ilgili uygulama geliştirmek isteyen herkese bir kaynak niteliğinde olmasına özen gösterilmiştir.

KAYNAKLAR

Agarwal, A., Shankar, R., Tiwari, M.K., (2005),"Modeling the metrics of lean, agile and leagile supply chain:An ANP-based approach", European Journal of Operational Research.

Aguaron, J., Moreno-Jimenez, M.J., (2003), "Decision Aiding The geometric consistency index: Approximated thresholds", European Journal of Operational Research, 147, 137–145.

Azis, J.I., (2003), "Analytic Network Process With Feedback Influence: A New Approach to Impact Study", Prepared for a seminar organized by the Department of Urban and Regional Planning, University of Illinois at Urbana-Champaign, in conjunction with the Investiture Ceremony for Professor John Kim, November 18, 2003.

Blair, A.R., Nachtmann, R., Saaty, T.L., Whitaker, R., (2001), "Forecasting the resurgence of the US economyin 2001: an expert judgment approach", Socio-Economic Planning Sciences, 36, 77–91.

Cheng, E.W.L., Li, H., (2005), "Application of ANP in process models: An example of strategic partnering", Building and Environment.

Chao, H.C., (2004), "Note on Diagonal Procedure in Analytic Hierarchy Process", Mathematical and Computer Modelling, 40, 1089-1092.

Chu, P., Liu, J.K., (2002), "Note on Consistency Ratio", Mathematical and Computer Modelling 35, 1077-1080.

Chung, S., Lee, A.H.I., Pearn, W.L., (2005), "Analytic network process (ANP) approach for product mix planning in semiconductor fabricator", Int. J. Production Economics 96,15–36.

Demirtaş, E.A., Üstün, Ö., (2004), "Tedarikçi seçimi ve sipariş tahsisinde analitik serim süreçleri ve hedef programlama yaklaşımı", YA/EM'2004 - Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği - XXIV Ulusal Kongresi, 15-18 Haziran 2004, Gaziantep - Adana

Eraslan, E., (2001), "Çevresel faktörlerin imalat sistemlerine uygulanması ve firmanın finansal performansı üzerindeki etkileri", Başkent Üniversitesi.

Eraslan, E., Algün, O., (2005), "İdeal Performans Değerlendirme Formu Tasarımında Analitik Hiyerarşi Yöntemi Yaklaşımı", Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 20, No 1, 95-106.

Escobar, M.T., Aguaron, J., Moreno-Jimenez, J.M., (2004) "A note on AHP group consistency for the row geometric mean priorization procedure", European Journal of Operational Research 153, 318–322.

Erdoğmuş, Ş., Kapanoğlu, M., Koç, E., (2005), "Evaluating high-tech alternatives by using analytic network process with BOCR and multiactors", Evaluation and Program Planning , 28, 391-399.

Erdoğmuş, Ş., Aras, H., Koç, E., (2004), "Evaluation of alternative fuels for residential heating in Turkey using analytic network process (ANP) with group decision-making", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 1-11.

Gass, S.I., Rapcsak, T., (2004), "Decision Aiding Singular value decomposition in AHP", European Journal of Operational Research 154, 573–584.

Ha, J. S., Seong, P.H., (2004), "A method for risk-informed safety significance categorization using the analytic hierarchy process and bayesian belief networks", Reliability Engineering and System Safety, 83, 1–15.

Huang, J., Tzeng, G., Ong, C., (2005), “Multidimensional data in multidimensional scaling using the analytic network process”, Pattern Recognition Letters, 26, 755–767.

Jharkharia, S., Shankar, R., (2005), “Selection of logistics service provider: An analytic network process (ANP) approach”, Omega.

Kahraman, C., Ertay, T., Büyüközkan, G., (2004), “A fuzzy optimization model for QFD planning process using analytic network approach”, European Journal of Operational Research.

Karsak, E.E., Sözer, S., Alptekin, S.E., (2002), “Product planning in quality function deployment using a combined analytic network process and goal programming approach”, Computers & Industrial Engineering, 44, 171–190.

Kengpol, A., Tuominen, M., (2005), “A framework for group decision support systems: An application in the evaluation of information technology for logistics firms”, Int. J. Production Economics.

Kocakalay, Ş. ,Özdemir, M.S. , ve Işık, A., (2004), “Analitik serim süreci tekniği ile pazar payı tahmini”, YA/EM'2004 - Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği - XXIV Ulusal Kongresi, 15-18 Haziran 2004, Gaziantep - Adana

Kuruüzüm, A., Atsan, N., (2001), “Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve İşletmecilik Alanındaki Uygulamaları”, Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi (1), 83-105.

Lee, J.W., Kim, S.H., (2000), “Using analytic network process and goal programming for interdependent information system project selection”, Computers & Operations Research, 27, 367-382.

Lee, J.W., Kim S.H., (2001), “An integrated approach for interdependent information system project selection”, International Journal of Project Management, 19, 111-118.

Levary, R.R., Wan, K., (1998), “Theory and Methodology A simulation approach for handling uncertainty in the analytichierarchy process”, European Journal of Operational Research 106, 116-122.

Liu, F.F., Hai, H.L., (2005), “The voting analytic hierarchy process method for selecting supplier”, Int. J. Production Economics, 97, 308–317.

Lipovetsky, S., Tishler, A., (1997), “Interval estimation of priorities in the AHP”, European Journal of Operational Research, 137, 110-122.

Malcolm, B., (2002), “Decision Aiding An analysis of distributions of priority values from alternative comparison scales within AHP”, European Journal of Operational Research, 140, 104–117.

Meade, L., Sarkis, J., (1998), “Strategic Analysis Of Logistics And Supply Chain Management Systems Using The Analytical Network Process”.

Millet, I., Saaty, T.L., (1998) “On the relativity of relative measures - accommodating both rank preservation and rank reversals in the AHP”, European Journal of Operational Research, 121, 205-212.

Morera, O.F., Budescu, D.V., (1998), “A Psychometric Analysis of the Divide and Conquer Principle in Multicriteria Decision Making”, Organizational Behavior And Human Decision Processes, Vol. 75, No. 3, 187–206.

Niemira, M.P., Saaty, T.L., (2004), "An Analytic Network Process model for financial-crisis forecasting", International Journal of Forecasting 20 (2004) 573– 587.

Özdemir, M.S., (2002), "Bir işletmede analitik hiyerarşi süreci kullanılarak performans değerleme sistemi tasarımı.", Endüstri Mühendisliği, Nisan-Mayıs-Haziran 2002-Sayı 2.

Özdemir, M.S., (2004), "Analitik Serim Süreci Ve Em'deki Uygulamaları" Osmangazi Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Eskişehir.

Özdemir, M.S., Gasimov R. N., (2004), "Decision Aiding The analytic hierarchy process and multiobjective 0–1 faculty course assignment", European Journal of Operational Research, 157, 398–408.

Özdemir, M.S., Saaty T. L., (2005), "Decision Aiding The unknown in decision making What to do about it", European Journal of Operational Research.

Özdemir, M.S., (2005), "Validity and inconsistency in the analytic hierarchy process", Applied Mathematics and Computation, 161, 707–720.

Partovi F.Y., Corredoira R. A., (2002), "O.R. Applications Quality function deployment for the good of soccer", European Journal of Operational Research, 137, 642–656.

Partovi, F.Y.,(2006) "An analytic model for locating facilities strategically", Omega 34 (2006) 41 – 55.

Ravi, V., Shankar, R., Tiwari, M.K., (2005), "Analyzing alternatives in reverse logistics for end-of-life computers: ANP and balanced scorecard approach", Computers & Industrial Engineering, 48, 327–356.

Saaty, T.L., Chob, Y., (2001), "The decision by the US congress on China's trade status: a multicriteria analysis", Socio-Economic Planning Sciences, 35, 243-252.

Saaty, T.L., Mu, E., (1997), "The Peruvian Hostage Crisis of 1996-1997: What should the Government Do?", Socia-Econ. Plann. Sci. Vol 31, (3), 165-172.

Saaty, T.L., Özdemir, M.S., (2003), "Why the Magic Number Seven Plus or Minus Two", Mathematical and Computer Modelling, 38, 233-244.

Saaty, T.L., Özdemir, M.S., (2003), "Negative Priorities in the Analytic Hierarchy Process", Mathematical and Computer Modelling, 37, 1063-1075.

Saaty, T.L., Özdemir, M.S., (2005), The Encyclicon A Dictionary of Decisions With Dependence and Feedback Based on The Analytic Network Process, RWS Publications, USA.

Saaty, T.L., (1998), "Decision-making with the AHP: Why is the principal eigenvector necessary", European Journal of Operational Research, 126, 683-687.

Saaty,T.L. (1980), The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, Inc.,USA.

Saaty, T.L., Hu, G., (1998), "Ranking by Eigenvector Versus Other Methods in the Analytic Hierarchy Process", Appl. Math. Lett. Vol. 11, No. 4, pp. 121-125.

Saaty, T.L., Vargas, L.G., Dellmann, K., (2003), "The allocation of intangible resources: the analytic hierarchy process and linear programming", Socio-Economic Planning Sciences, 37, 169–184.

Saaty, T.L., (2004), “Decision Aiding Rank from comparisons and from ratings in the analytic hierarchy/network processes I”, European Journal of Operational Research 168, 557–570.

Saaty, T.L., (2001), Decision Making with Dependence and Feedback: Analytic Network Process, RWS Publications.

Singpurwalla, N., Forman, E., Zalkin, D., (1999), “Promoting shared health care decision making using the analytic hierarchy process”, Socio-Economic Planning Sciences, 33, 277-299.

Tesfamariam, D., Lindberg, B., (2005), “Aggregate analysis of manufacturing systems using system dynamics and ANP”, Computers & Industrial Engineering, 49, 98–117.

Tung, S.L., Tang S.L., (1998), “Theory and Methodology A comparison of the Saaty's AHP and modified AHP for right and left eigenvector inconsistency”, European Journal of Operational Research, 106, 123-128.

Ulutaş, B.H., (2005), “Determination of the appropriate energy policy for Turkey”, Energy, 30, 1146–1161.

Üstün, Ö. ve Demirtaş, E.A., (2004) “Karar Vermede Analitik Serim Süreci ve Oyun Teorisi Yaklaşımı: Kıbrıs Sorunu”, YA/EM'2004 - Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği - XXIV Ulusal Kongresi, 15-18 Haziran 2004, Gaziantep – Adana.

Yurdakul, M., (2004), “AHP as a strategic decision-making tool to justify machine tool selection” Journal of Materials Processing Technology, 146, 365–376.

Xu, Z., (1998), “On consistency of the weighted geometric mean complex judgement matrix in AHP”, European Journal of Operational Research, 126, 683-687.

Zhu, J., Momoh, A.J., (1998) “Optimal Var pricing and Var placement using analytic hierarchical process”, Electric Power Systems Research, 48, 11-17.

INTERNET KAYNAKLARI

[1] www.superdecision.com

[2] http://www.mmo.org.tr/endustrimuhendisligi/2002_2/makaleperformans.htm

[3] http://www.mmf.gazi.edu.tr/journal/2004_2/131-138.pdf

[4]http://www.mngt.waikato.ac.nz/Research/conf/OverseasConferenceProceedings/amcis1999/pdfiles/papers/143.pdf

[5] http://www.solutions.intergraph.com/core/white_papers/ simulation_avs.pdf

[6] http://www.sal.hut.fi/Publications/pdf-files/psal97.pdf

[7] http://www.technologyevaluation.com/arlingsoft/Analysis_ofAHP.pdf

[8] http://www.expertchoice.com/dbo/chapter4.pdf

[9] http://library.kmitnb.ac.th/article/atc45/12206.pdf

[10] http://mdm.gwu.edu/Forman/DBO.pdf

[11] http://www.mss-feui.org/pdf/ahp1.pdf

[12] http://www.superdecisions.com/Tutorial2001.doc

[13] www.creativedecisions.net/papers/papers_etc/ EIGENVECTORNECESSARY.doc

[14] www.creativedecisions.net/papers/ papers_etc/SevenPillars.doc

[15] http://home.earthlink.net/~ferencakj/data/AHP_Proposal.doc

[16] http://www.iwanazis.net/papers/Azis-JKIM-Paper.pdf

[17] http://www.dpo.it/resources/papers/2000-escom-efpahp-en.pdf

EKLER

Ek 1 Özdeğerler – Özvektörler

Reel elemanlı A_{nxn} kare matris ve sıfırdan farklı X_{nx1} vektörü ele alınıyor.

$$AX = \lambda X \qquad (1^0)$$

eşitliğini sağlayan λ skaleri A matrisinin **özdeğeri** adını alır. X vektörüne de A matrisinin λ özdeğerine ilişkin **özvektörü** denir. (1^0) eşitliği

$$AX = \lambda X \quad \rightarrow \quad (\lambda I - A) = 0 \qquad (2^0)$$

Şeklinde yazılabilir. (2^0) eşitliği, lineer-homojen denklem sisteminin matrislerle gösterimidir. Bu lineer-homojen denklem sisteminin sıfır çözümden (*aşikâr çözümden*) başka çözümlerinin varlık koşulu

$$\det(\lambda I - A) = 0 \qquad (3^0)$$

olmasıdır. Yani katsayılar matrisinin determinantının sıfır olmasıdır. Bu determinantın açılımı

$$\det(\lambda I - A) = \lambda^n + k_1\lambda^{n-1} + k_2\lambda^{n-2} + ... + k_{n-1}\lambda + k_n \text{ polinomudur.}$$

$$\lambda^n + k_1\lambda^{n-1} + k_2\lambda^{n-2} + \ldots + k_{n-1}\lambda + k_n \qquad (4^0)$$

karakteristik polinom,

$$\lambda^n + k_1\lambda^{n-1} + k_2\lambda^{n-2} + \ldots + k_{n-1}\lambda + k_n \qquad (5^0)$$

karakteristik denklem adını alır.

Karakteristik denklem köklerine A matrisinin **özdeğerleri** (*karakteristik değerler*) denir.

Her bir λ özdeğeri için (2^0) lineer – homojen denklem sisteminden bulunan X vektörü, bu karakteristik değere (*özdeğere*) ilişkin **özvektör** adını alır.

Örnek 1) $A = \begin{bmatrix} 1 & 4 \\ 2 & -1 \end{bmatrix}$ matrisinin **özdeğerlerini** ve bu özdeğerlere ilişkin özvektörlerini bulun.

Yanıt. Karakteristik denklem oluşturulur ve çözülerek *özdeğerler* bulunur.

$$(\lambda I - A) = \lambda \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 1 & 4 \\ 2 & -1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda - 1 & -4 \\ -2 & \lambda + 1 \end{bmatrix},$$

$$\det(\lambda I - A) = \begin{vmatrix} \lambda - 1 & -4 \\ -2 & \lambda + 1 \end{vmatrix} = 0 \quad \rightarrow \quad \text{karakteristik denklem}$$

$$\begin{vmatrix} \lambda - 1 & -4 \\ -2 & \lambda + 1 \end{vmatrix} = 0 \quad \rightarrow \quad \lambda^2 - 9 = 0 \quad \rightarrow \quad \lambda_1 = 3, \quad \lambda_2 = -3.$$

A matrisinin özdeğerleri $\lambda_1 = 3$ ve $\lambda_2 = -3$ olur.

Ek 2 Mathematica Programı ile Özdeğer ve Özvektörün Hesaplanması

Matrisin öncelik vektörlerinin ve en büyük özdeğerinin Mathematica programı ile hesaplanışı. Örneğin aşağıda gösterilen matrisin öncelik vektörlerini nasıl bulduğumuzu görelim.

$$\begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{7} & \frac{1}{5} \\ 7 & 1 & 3 \\ 5 & \frac{1}{3} & 1 \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{MatrixForm}\left[\mathbf{N}\left[\mathbf{MatrixPower}\left[\mathbf{m1} = \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{7} & \frac{1}{5} \\ 7 & 1 & 3 \\ 5 & \frac{1}{3} & 1 \end{pmatrix}, 50\right].\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}\right] \Big/ \right.$$

$$\left. \mathbf{Det}\left[\mathbf{N}\left[(1\ \ 1\ \ 1).\mathbf{MatrixPower}\left[\mathbf{m1} = \begin{pmatrix} 1 & \frac{1}{7} & \frac{1}{5} \\ 7 & 1 & 3 \\ 5 & \frac{1}{3} & 1 \end{pmatrix}, 50\right].\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}\right]\right]\right]$$

yazarak Shift + Enter tuşlarına aynı anda bastığımızda yada sağ tıklayıp Evaluate Cells dediğimizde

$$\begin{pmatrix} 0.0719274 \\ 0.649118 \\ 0.278955 \end{pmatrix}$$

şeklinde bize sonuçları verecektir.

N[Eigenvalues[M1,1]] dediğimizde ise sonuç olarak bize {3.06489} değerini verecektir buda en büyük özdeğer vektörü λ_{max} değeridir.

Ek3 Özel Matris Tanımları

Tanım: İndirgenemez matris:

A_1 ve A_3 kare matrisler, 0 sıfır matris olmak üzere, A kare matrisi (permütasyonlar yoluyla) $\begin{bmatrix} A_1 & 0 \\ A_2 & A_3 \end{bmatrix}$ formuna ayrıştırılamaz ise A'ya indirgenemez (irreducible) matris denir. Aksi halde matrise indirgenebilir matris denir.

Örnek: $A = \begin{bmatrix} -2 & 0 & 1 \\ 1 & 3 & 4 \\ 3 & 0 & 2 \end{bmatrix}$ matrisi indirgenebilir bir matristir.

İkinci ve üçüncü sütunları yer değiştirip ardından ikinci ve üçüncü satırları yer değiştirdiğimizde yukarıdaki matris

$A = \begin{bmatrix} -2 & 1 & 0 \\ 3 & 2 & 0 \\ 1 & 4 & 3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_1 & 0 \\ A_2 & A_3 \end{bmatrix}$ şekline getirilebilir. Burada A_1 ve A_3 kare matrislerdir. A_1 matrisi indirgenemez bir matristir.

Tanım: Primitive matris:

Elemanları negatif olmayan (nonnegative), indirgenemez A matrisinin primitive olması için gerek ve yeter şart $A^m > 0$ olacak şekilde $m \geq 1$ tamsayısının mevcut olmasıdır. Aksi halde matrise imprimitive denir. Primitive bir matrisin grafının herhangi iki tepesi arasındaki yol uzunluğu $\geq m$'dir.

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 05.09.1977

Doğum yeri İstanbul

Lise 1991-1994 Hasan Şadoğlu Lisesi

Lisans 1994-2000 Yıldız Teknik Üniversitesi Kimya Metalurji Fak.

Matematik Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans 2002-…. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Matematik Anabilim Dalı Matematik Bölümü

Çalıştığı kurumlar

2000-2004 REMAK Ltd. Şti.

2004- Devam ediyor Pendik Belediyesi.