

T.C.
DENİZ HARP OKULU
DENİZ BİLİMLERİ VE MÜHENDİSLİĞİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
İŞLETME YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**ANALİTİK HİYERARŞİ YÖNTEMİ İLE DENİZ
KARAKOL UÇAĞI SEÇİMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

CİHAN BAHADIR

Tez Danışmanı: Dr.Y.Müh.Yb. Adalet ÖNER

İstanbul, 2005

© Çalışmanın Tüm Hakları Deniz Bilimleri ve Mühendisliği Enstitüsü'ne aittir,
2005

**ANALİTİK HİYARARŞI YÖNTEMİ İLE DENİZ KARAKOL
UÇAĞI SEÇİMİ**

CİHAN BAHADIR
Deniz Kıdemli Üsteğmen

GENEL İŞLETME YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

Yazar :

Cihan BAHADIR

Sınav Tarihi : **14/07/2005**

Onaylayanlar :

Dr.Y.Müh.Yb.Adalet ÖNER (Tez Danışmanı)

Yrd.Doç.Dr.Mert C. DEMİR (Sınav Komite Üyesi)

Yrd.Doç.Dr.Bnb. Erkut AKKARTAL(Sınav Komite Üyesi)

ÖZET

ANALİTİK HİYARARŞİ YÖNTEMİ İLE DENİZ KARAKOL UÇAĞI SEÇİMİ

Anahtar Kelimeler : Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), Çok Kriterli Karar, Duyarlılık Analizi, Deniz Karakol Uçağı Seçimi.

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöneticiler tarafından son zamanlarda kullanılan, oldukça popüler bir çok kriterli karar verme yaklaşımı olarak öne çıkmaktadır.

AHP kullanılarak sözel değerlendirmeler bilgisayar temelli Expert Choice programı vasıtasıyla bir karar destek sistemine dönüştürülebilmektedir. Bunun yanısıra AHP insan değerlendirmelerindeki öznelliğı ve tutarsızlığı bir arada tutabilmektedir.

AHP alternatifler arasından seçim yapma problemlerinde oldukça kullanışlıdır. Bu yaklaşımın uygulanabilirliği Deniz Karakol Uçağı seçiminde örnek bir uygulama ile gösterilmiştir. Seçim problemi beş aşamalı bir hiyerarşi olarak yapılandırılmıştır: amaçlar, kriterler, birinci seviye alt kriterler, ikinci seviye alt kriterler ve alternatifler. Karar verici tarafından nispi ağırlıklar hiyerarşinin her düzeyi (tüm kriterler-alt kriterler) için belirlenmiştir. Belirlenen karar kriterlerinin ağırlıkları değerlendirilerek en iyi Deniz Karakol Uçağı seçimi yapılmıştır. Müteakiben duyarlılık analizi kullanılarak her bir kriterin nispi önem derecesindeki değişimlerin alternatiflerin önceliklendirilmesini nasıl etkilediğı ortaya konulmuştur. Bu tezde, karar vermede AHP'nin etkin olarak kullanılabilceğı gösterilmeye çalışılmıştır.

ABSTRACT

MARITIME PATROL AIRCRAFT SELECTION WITH ANALYTIC HIERARCHY PROCESS

Keywords : Analytic Hierarchy Process (AHP), Multi Criteria Decision Making, Sensitivity Analysis, Maritime Patrol Aircraft Selection.

The Analytic Hierarchy Process (AHP) that is used by managers nowadays becomes a very popular multi criteria decision making approach.

By using AHP, qualitative judgements can be converted to a decision support system by the PC-based Expert Choice program. Besides that, AHP can accommodate subjectivity and inconsistency in human judgements.

AHP is well-suited to the selection problems. The feasibility of this approach is illustrated with a sample execution of the process for maritime patrol aircraft selection. The selection problem is structured into a 5-level hierarchy: goals, criteria, first level sub-criteria, second level sub-criteria and alternatives. The relative weights of decision criteria are then determined by decision makers under each node of the hierarchy. The best maritime patrol aircraft had been selected by being judged with the weights of determined decision criteria. After that, sensitivity analyses are used to examine the response of the overall priority of alternatives to changes in the relative importance of each criterion. This thesis provides evidence that analytic hierarchy process is an effective tool for decision making.

SORUMLULUK NOTU

“Bu alışmada yazarın ortaya koymuş olduğu ifadelerin hiçbiri T.C. Deniz Kuvvetleri’nin ve Deniz Harp Okulu ile Deniz Bilimleri ve Mühendisliği Enstitüsü’nün resmi görüşlerini ve politikalarını yansıtmamaktadır.”

İTHAF

Desteklerini esirgemeyen sevgili ailem, arkadaşlarım Hakan ÖZCAN, Arman ALİEFENDİOĞLU, Osman Alper DURMAZ, Gökçen FIRAT' a,

TEŐEKKÖR NOTU

I would like to thank my advisor Dr.Adalet ÖNER for his helpful discussions, comments, obtaining the required materials and support.

İÇİNDEKİLER

JÜRİ ÜYELERİNİN KABUL VE ONAY SAYFASI	ii
TÜRKÇE ÖZET	iii
İNGİLİZCE ÖZET	iv
SORUMLULUK NOTU	v
İTHAF SAYFASI	vi
TEŞEKKÜR NOTU	vii
İÇİNDEKİLER	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
TABLOLAR LİSTESİ	xii
KISALTMALAR VE SEMBOLLER LİSTESİ	xiv
I.GİRİŞ	1
II.ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ (AHP)	4
A.YÖNTEMİN TANIMI.....	4
B.YÖNTEMİN TEMEL İLKELERİ.....	6
1.Ayrıştırma İlkesi.....	6
2.Karşılaştırmalı Değerlendirmeler İlkesi.....	7
3.Sentez İlkesi.....	7
C.YÖNTEMİN TEMEL AKSİYOMLARI.....	7
1.Terslik Koşulu (The Reciprocal Condition).....	7
2.Homojenlik Aksiyomu (The Homegeneity Axiom).....	8
3.Bağımsızlık Koşulu (The Independence Axiom).....	8
4.Beklentiler (The Expectations).....	8
D. HİYERARŞİNİN TASARIMI.....	9
E.HİYERARŞİ TÜRLERİ.....	10
1.Yapısal Hiyerarşiler.....	10

2.Fonksiyonel Hiyerarşiler.....	10
F.VARGAS HİYERARŞİ SÜRECİ.....	11
G.HİYERARŞİ TASARIMINDA BELİRLENMESİ GEREKEN HUSUSLAR.....	12
H.AHP'Yİ DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ.....	13
I.ÖZVEKTÖRÜN HESAPLANMASI.....	16
J.DUYARLILIK ANALİZİ.....	20
K.ANALİZİN AMAÇLARI.....	21
III.ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ YÖNTEMİNİN UYGULAMA ALANLARI VE ÖRNEKLERİ.....	23
A.GENEL UYGULAMA ALANLARI.....	23
B.UYGULAMA ALANLARINA ÖRNEKLER.....	24
1.Seçim Yapma(Choice).....	24
2.Önceliklendirme/Değerlendirme(Prioritization/Evaluation).....	25
3.Kaynak Tahsis Etme(Resource Allocation).....	26
4.Kıyaslama(Benchmarking).....	27
5.Kalite Yönetimi(Quality Management).....	28
6.Kamu Yararını Gözeten Politikalarda(Public Policy).....	29
7.Sağlık Sektörü(Health Care).....	30
8.Stratejik Planlama(Strategic Planning).....	30
C. MAYIN AVLAMA GEMİSİ SEÇİMİNDE YÖNTEMİN UYGULANMASI.....	31
IV. DENİZ KARAKOL UÇAĞI SEÇİMİNDE YÖNTEMİN UYGULANMASI.....	36
A.PROBLEMİN TANIMLANMASI VE ALTERNATİFLERİN BELİRLENMESİ.....	36
B.HİYERARŞİNİN TASARIMI.....	37

1.Ana Kriterlerin Belirlenmesi.....	37
2.Alt Kriterlerin Belirlenmesi.....	37
3.Hiyerarşinin Dizaynı.....	40
C. HİYERARŞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	42
D.DUYARLILIK ANALİZİ İLE SONUÇLARIN YORUMLANMASI..	63
V. SONUÇLAR.....	66
KAYNAKÇA.....	67
EK-A Alternatif Deniz Karakol Uçaklarının Özellikleri.....	71
EK-B Alternatiflerin Alt Kriterlere Göre Değerlendirilmesi.....	73

ŞEKİLLER LİSTESİ

- Şekil 1-Karar Hiyerarşisi
- Şekil 2- Üç Düzeyli Hiyerarşi
- Şekil 3-Vargas'ın Hiyerarşi Tasarımı
- Şekil 4. MAG Alternatifleri
- Şekil 5. En iyi MAG Seçimi Ana Kriterleri
- Şekil 6."Mayın Karşı Tedbirleri" Ana Kriterinin Alt Kriterleri
- Şekil 7."Liman Kriterleri" Ana Kriterinin Alt Kriterleri
- Şekil 8."Sensörler" Ana Kriterinin Alt Kriterleri
- Şekil 9."İnsan Kriterleri" Ana Kriterinin Alt Kriterleri
- Şekil 10."Performans" Ana Kriterinin Alt Kriterleri
- Şekil 11. Analitik Hiyerarşi
- Şekil 12. Deniz Karakol Uçağı Seçimi Expert Choice Modeli
- Şekil 13. Hiyerarşinin Değerlendirilmesi Sonucunda Elde Edilen Çözümün Grafikselsel Gösterimi
- Şekil 14. Hiyerarşinin Değerlendirilmesi Sonucunda Elde Edilen Çözümün Hareketli Grafikselsel Gösterimi

TABLULAR LİSTESİ

- Tablo 1. Görelî Önem Ölçeği
- Tablo 2. Rassal İndeks
- Tablo 3. French Tarafından Belirsizliklerin Sınıflandırılması
- Tablo 4. Hiyerarşinin Değerlendirilmesi Sonucunda Alternatiflerin Sıralaması
- Tablo 5. Ana Kriterlerin İkili Karşılaştırılması
- Tablo 6. Ana Kriterlerin Ağırlıkları
- Tablo 7. Ağırlık ve Yükler Ana Kriterine Bağlı Alt Kriterlerin Karşılaştırılması
- Tablo 8. Ağırlık Ve Yükler Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin Ağırlıkları
- Tablo 9. Performans Ana Kriterine Bağlı Alt Kriterlerin Karşılaştırılması
- Tablo 10. Performans Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin Ağırlıkları
- Tablo 11. Performans Ana Kriterine Bağlı İkinci Seviye Alt Kriterlerin Karşılaştırılması
- Tablo 12. Performans Ana Kriterine Bağlı İkinci Seviye Alt Kriterlerin Ağırlıkları
- Tablo 13. Yapısal Ana Kriterine Bağlı Alt Kriterlerin Karşılaştırılması
- Tablo 14. Yapısal Ana Kriterine Bağlı Alt Kriterlerin Ağırlıkları
- Tablo 15. Maliyet Ana Kriterine Bağlı Alt Kriterlerin İkili Karşılaştırılması
- Tablo 16. Maliyet Ana Kriterine Bağlı Alt Kriterlerin Ağırlıkları
- Tablo 17. Ağırlıklar Ve Yükler Ana Kriterine Göre Alternatiflerin Ağırlıkları
- Tablo 18. Performans Ana Kriterine Göre Alternatiflerin Ağırlıkları
- Tablo 19. Yapısal Ana Kriterine Göre Alternatiflerin Ağırlıkları
- Tablo 20. Maliyet Ana Kriterine Göre Alternatiflerin Ağırlıkları
- Tablo 21. Tüm Hiyerarşinin Değerlendirilmesi Sonucunda Alternatiflerin Sıralaması
- Tablo 22. Ağırlıklar ve Yükler Kriterinin Ağırlığının Artırılması
- Tablo 23. Ağırlıklar ve Yükler Kriterinin Ağırlığı Artırıldığında Hesaplanan Alternatiflerin Ağırlıkları
- Tablo 24. Alternatif Uçakların Ağırlıklandırılması
- Tablo 25. Maksimum Yük Alt Kriterine Göre Alternatiflerin Ağırlıkları
- Tablo 26. Maksimum Yakıt Miktarı Alt Kriterine Göre Alternatiflerin Ağırlıkları

TABLÖLAR LİSTESİ

- Tablo 27. Maksimum Kalkış Ağırlığı Alt Kriterine Göre Alternatiflerin Ağırlıkları
- Tablo 28. Seyir Sürati Alt Kriterine Göre Alternatiflerin Ağırlıkları
- Tablo 29. Tutunma Sürati Alt Kriterine Göre Alternatiflerin Ağırlıkları
- Tablo 30. Havada Kalış Süresi Alt Kriterine Göre Alternatiflerin Ağırlıkları
- Tablo 31. Servis Tavanı Alt Kriterine Göre Alternatiflerin Ağırlıkları
- Tablo 32. G(Yük Faktörü) Alt Kriterine Göre Alternatiflerin Ağırlıkları
- Tablo 33. Tırmanma Oranı Alt Kriterine Göre Alternatiflerin Ağırlıkları
- Tablo 34. Hacim Alt Kriterine Göre Alternatiflerin Ağırlıkları
- Tablo 35. Run LCN Alt Kriterine Göre Alternatiflerin Ağırlıkları
- Tablo 36. Maksimum İniş Ağırlığı Alt Kriterine Göre Alternatiflerin Ağırlıkları
- Tablo 37. Servis Ömrü Alt Kriterine Göre Alternatiflerin Ağırlıkları
- Tablo 38. Yakıt Sarfiyatı Alt Kriterine Göre Alternatiflerin Ağırlıkları
- Tablo 39. İlk Alım Maliyeti Alt Kriterine Göre Alternatiflerin Ağırlıkları
- Tablo 40. Bakım Tutum Maliyeti Alt Kriterine Göre Alternatiflerin Ağırlıkları

KISALTMALAR VE SEMBOLLER LİSTESİ

AHP	Analitik Hiyerarşi Süreci
EC	Expert Choice Program
DK	Deniz Karakol Uçağı
TO	Tutarsızlık Oranı
Tİ	Tutarsızlık İndeksi
Rİ	Rassal İndeks
CASETS	Computer Aided Systems Engineering Tool Set
SDI	Strategic Defense Initiative
NEFSC	Northeast Fisheries Science Center
KTA	Korea Telecommunication Authority
CIM	Computer Integrated Manufacturing
MKT	Mayın Karşı Tadbirleri
MAG	Mayın Avlama Gemisi
DSH	Denizaltı Savunma Harbi
LCN	Land Classification Number
AGVEYUK	Ağırlıklar Ve Yükler
MAXYUK	Maksimum Yük
MAXYAMİK	Maksimum Yakıt Miktarı
MAXKAA	Maksimum Kalkış Ağırlığı
PERFOR	Performans
SEYSURAT	Seyir Sürati
TUTSURAT	Tutunma Sürati
HAVKALIŞ	Havada Kalış Süresi
SERTAV	Servis Tavanı
G YUKFAK	G Yük Faktörü
TIRMANO	Tırmanma Oranı
MAXİNAĞ	Maksimum İniş Ağırlığı
SERÖMRÜ	Servis Ömrü
YAKSAR	Yakıt Sarfiyatı

KISALTMALAR VE SEMBOLLER LİSTESİ

İLKALIM	İlk Alım Maliyeti
BAKTUMAL	Bakım Tutum Maliyeti

I. GİRİŞ

Yöneticiler verecekleri kararlar için doğru ve güvenilir tahminlere ihtiyaç duyarlar. Bunu yaparken bilimsel ölçütleri dikkate almaları daha iyi karar vermelerini sağlar. Bu kararlar arasında; helikopter almak, tank almak, hücum bot almak veya Deniz Karakol Uçağı almak ve daha burada sayılanlardan başka pek çok karar vardır. Karar alma, günümüzde en önemli aktivitelerden biridir. Organizasyonlar karar alma safhaları için büyük miktarlarda para ve zaman harcamaktadırlar.

Karar verme problemi en genel anlamda; bir seçenek kümesinden en az bir amaç veya ölçüte göre en uygun seçeneğın seçimi şeklinde tanımlanabilir. Buna göre bir karar probleminin elemanlarını karar verici, seçenekler, kriterler, sonuçlar, çevre ve karar vericinin öncelikleri oluşturur. En basit şekliyle bir karar problemi bir amaç veya ölçüte göre seçenekler arasından bir seçim yapma gibi düşünülebilir.

AHP çok ölçütlü karar verme yaklaşımıdır. Karar verme, adından da anlaşılacağı gibi birden fazla seçim ölçütlerinin ışığında birden fazla alternatifler arasından seçim yapma yöntemidir. Bu yaklaşımın dayandığı temel fikir; ilk olarak karar vericinin seçim ölçütlerini belirlemesi, daha sonra bu kriterler için belirli bir puanlama yapması ve son olarak da ölçütlerin puanlarına göre alternatiflerin puanının belirlenmesidir. Sonuçta puanı en yüksek olan alternatif karar verici için en iyi olan alternatiftir.

AHP yaklaşımında da karar verici seçim ölçütlerini belirler. Ancak sayısal olarak bu ölçütlere puan atamaz. Onun yerine ölçütler arasında tamamen sözel değerler verilerek ikili karşılaştırmalar yapar. Bu ikili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen puanlar yine alternatiflerin sıralanması için kullanılır. Bu yöntem adından da anlaşılacağı gibi hiyerarşik bir yapıya dayanır. En üstte amaç yer alır. Bu amaca göre karar verici ölçütlerini belirler. Bu ölçütler ana ölçüt ve buna bağlı

alt ölçütler şeklinde olabileceği gibi sadece tek seviye ölçütler de olabilir. Daha sonra bu ölçütler her bir alternatif ile ilişkilendirilir. Etkin bir seçim işlemi için alternatifler, tüm ölçütler ve amaç karar verme sistemi kurulurken çok iyi tanımlanmalıdır.

AHP dört adımdan oluşur:

1. Problem Şekil 1'deki gibi hiyerarşiye ayrılır. Bu hiyerarşik yapı kurulurken ölçütler ve alt ölçütler alternatiflerle ilişkili olarak tanımlanmalıdır.

2. Seçilen ana ölçütler ve buna bağlı olarak seçilen alt ölçütler birbirleri ile kıyaslanırlar. Bu kıyaslamada karar vericinin atadığı değerler dokuz sözel skala içerisinde seçilir. Bu kıyaslama işlemleri seçilen ana ölçütler ve bunlara bağlı olarak seçilen alt ölçütler için yapılır. Ana ölçütler için bir ve buna bağlı olan alt ölçütler içinde ana ölçüt sayısı kadar karar matrisi oluşturulur. Bu karar matrislerindeki sözel değerler sayısal değerlere çevrilir. Daha sonra bu yeni matrisler, önce normalize edilir ve daha sonra ortalamaları alınarak her bir alt ölçütün ve ana ölçütlerin ağırlıkları bulunur.

3. Sayısallaştırılan kıyaslamaların karar verme işlemi için yeterli olup olmadığı kontrol edilir.

4. Her ölçütün ağırlıkları hesaplanır ve bu ağırlıklar kullanılarak ilişkilendirilen alternatiflerin sahip olduğu özelliklere göre her alternatif için bir puan hesabı yapılır. Sonuçta en yüksek puanı alan alternatif, karar vericinin ölçütlerine uygun olan en iyi alternatiftir. Anlatılan AHP yöntemi Deniz Karakol Uçağı seçim problemine uyarlanmıştır.

Duyarlılık analizi genel olarak, kurulan modeldeki parametrelerin değişimlerinin modelin çıktılarına olan etkisini ölçmede kullanılır. Karar verme probleminde de karar vericinin, kıyaslamada atadığı değerlerdeki değişimlerin sonucu nasıl etkilediği sorusuna cevap verir. AHP yönteminde kullanıcı ana ve alt ölçütleri tanımlar ve bunları değerler atayarak kıyaslar. Bu kıyaslama sonucunda

elde edilen değerler alternatifler üzerinde kullanılır ve alternatifler sıralanırlar. Geliştirilen karar destek sistemi, kıyaslamada atadığı değerleri alır ve kullanıcının bu değerler yerine hangi değerleri atarsa elde edilen sıralamada değişiklik olur sorusuna cevap verir.

Tez beş bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünden sonra ikinci bölümde AHP yöntemi, yöntemin tanımı, yöntemin temel ilkeleri, yöntemin temel aksiyomları, hiyerarşinin tasarımı, hiyerarşi türleri, Vargas Hiyerarşi Süreci, hiyerarşi sürecinde dikkat edilecek hususlar, Analitik Hiyerarşi Sürecini değerlendirme ölçeği, özvektörün hesaplanması, duyarlılık analizi, analizin amaçları alt başlıkları ile açıklanmıştır. Üçüncü bölümde yöntemin uygulama alanları ve örnekler anlatılmıştır. Dördüncü bölümde alternatif Deniz Karakol Uçaklarından en iyi olanını seçebilmek maksadıyla, problemin modeli kurulmuş, kurulan model Expert Choice programı ile değerlendirilerek elde edilen sonuçlar duyarlılık analizi ile test edilmiştir. Son bölümde ise elde edilen sonuçlar ortaya konulmuştur.

II. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİ: AHP

A. YÖNTEMİN TANIMI

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP)', 1970' lerde Thomas SAATY tarafından geliştirilmiştir. AHP, belirlilik ya da belirsizlik altında çok sayıda alternatif arasından seçim yaparken, çok sayıda karar vericinin bulunduğu, çok kriterli, çok amaçlı bir karar verme durumunda kullanılır. AHP, karar seçeneklerinin değerlendirilmesi ve seçilmesi aşamasında nitel ve nicel karar kriterlerinin de kullanılmasını sağlayan bir yöntemdir. AHP, karar teorisinde yaygın uygulama alanı bulunan bir yöntem olup birbiriyle çelişen, ölçülebilir ve/veya soyut kriterleri dikkate alan bir ölçme yöntemidir. AHP, bir karar verme durumunda, veriler kadar değerli olan bilgi ve deneyimlerin de dikkate alınması ilkesine dayanır. AHP, kişisel karar problemlerinde kullanılabildiği gibi karmaşık işletme karar problemlerinde de kullanım alanı olan bir yöntemdir.

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP)'yi geliştiren Saaty[8], kişinin karar verebilmesi için birikim, bilgi, teknik veri gibi çeşitli bilgilere ihtiyacı olduğunu belirtmiş ve bu bilgilerin aşağıda belirtilen hususları içermesi gerektiğini vurgulamıştır:[9,s-4]

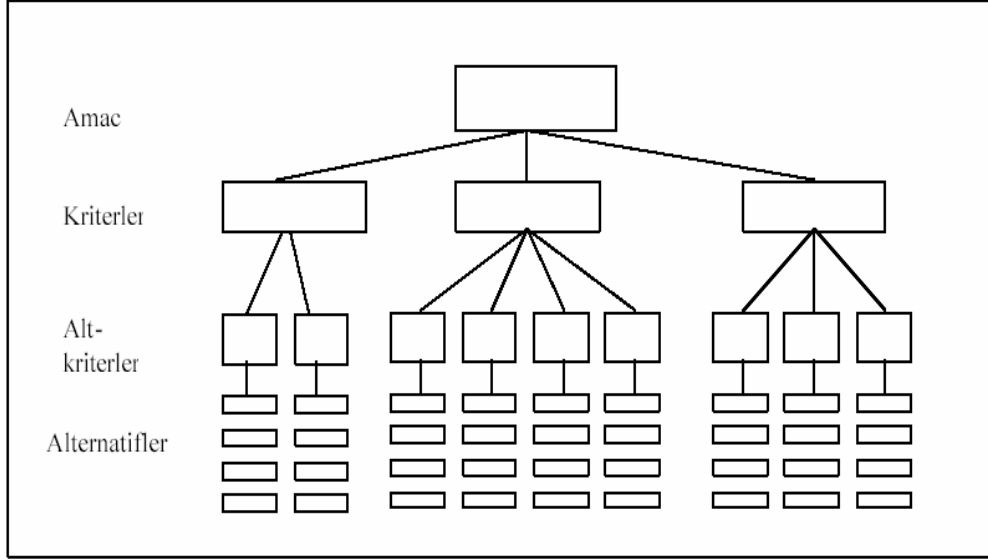
- ❖ Karar verilecek problem hakkında detaylar
- ❖ Problem içerisinde yer alan insanlar, oyuncular
- ❖ Onların amaçları ve görüşleri
- ❖ Sonuçlara tesir edecek etkiler ve
- ❖ Zaman durumu, senaryolar ve kısıtlar.

Yine SAATY, karar vermeyi aşağıdaki basamakları içine alan mantıksal bir süreç olarak tanımlamıştır :[9,s-5]

- ❖ Karmaşık ve düzensiz bir problemi parçalara ayırarak, problemi hiyerarşik bir düzen ya da problemin temel öğelerinin birbirleriyle ilişkilerini gösteren bir sistem haline getirmek
- ❖ Duyguları, coşkuları, fikirleri yansıtacak değerlendirmeleri, yargıları ortaya çıkarmak
- ❖ Bu değerlendirmeleri, yargıları anlamlı rakamlarla betimlemek
- ❖ Bu rakamları kullanarak hiyerarşide yer alan öğelerin önceliklerini hesaplamak
- ❖ Genel, her şeyi içeren bir karar verebilmek için daha önceki aşamada elde edilen sonuçları birleştirmek
- ❖ Değerlendirmelerdeki sayısal değerleri değiştirerek değişikliklerin duyarlılığını analiz etmek.

Analitik Hiyerarşi Süreci metodu yukarıdaki kriterlerin hepsini tamamıyla karşılayan çok kriterli bir karar verme yöntemidir.

AHP, karar vericilere karmaşık bir problemi ulaşmak istedikleri amaç, kriter, alt kriter ve alternatifler arasındaki ilişkiyi gösteren hiyerarşik bir yapıda modelleyebilmelerine olanak sağlar.[1,s-42](Şekil 1)



Şekil 1-Karar Hiyerarşisi

AHP metodu bir veya daha fazla karar vericinin bulunduğu, belirlilik ya da belirsizlik içeren ortamlarda, çok fazla alternatif ile kriterin bulunduğu karar problemlerinde kullanılmaktadır. Kullanımı kolay bir metod olup, bireysel ve grup halinde karar verebilmeye, karar vericinin sezgi ve içgüdülerini çözüm sürecine katabilmesine, farklı fikirlerin uzlaşarak birlikte hareket edebilmesine imkan sağlar.

B. YÖNTEMİN TEMEL İLKELERİ

Problemleri çözmeye kullanılacak üç temel ilke bulunmaktadır. Bunlar ayrıştırma, karşılaştırmalı değerlendirmeler ve önceliklerin sentezlerinin yapılmasıdır.[9,s-337]

1.Ayrıştırma İlkesi

Problemin temel öğelerinin belirlenmesi için hiyerarşinin yapılandırılmasıdır. Karmaşık yapıdaki problemde, en üstten en alta doğru

gidilerek, amaç, kriterler, alt kriterler, alternatifler belirlenir. Böylece amacın yer aldığı en üstteki genel durumdan, en altta bulunan alternatiflere yani daha özele ve de belirgin olan duruma ulaşılmış olur.

2. Karşılaştırmalı Değerlendirmeler İlkesi

Bu ilke ile aynı düzeyde yer alan tüm öğelerin, bağlı oldukları bir üst düzeydeki ana öğelerine göre, birbirleri ile karşılıklı karşılaştırmaları yapılır. Bu ikili karşılaştırmalar sonucunda hiyerarşide aynı düzeyde yer alan tüm öğelerin lokal öncelikleri belirlenmiş olur. Elde edilen değerlendirmeler oluşturulan bir matriste bir araya getirilir. Değerlendirmeler belli bir ölçeğe göre ya da kişilerin/grupların fikir, sezgi, yargılarına göre yapılır.

3. Sentez İlkesi

Hiyerarşinin en alt düzeyinde yer alan önceliklerden hareket edilerek problemin bütünü için ya da hiyerarşide en üst düzeyde yer alan genel kriterler için öncelik belirlenir.

C. YÖNTEMİN TEMEL AKSİYOMLARI

Saaty tarafından, AHP yönteminin temelini teşkil eden 4 aksiyom tanımlanmıştır :[9,s-338]

1. Terslik Koşulu (The Reciprocal Condition)

A ve B, onların bir üst düzeyinde yer alan C ana kriterine bağlı iki kriter olsun. A ile B birbiri ile karşılaştırıldığında, eğer A B'den x kat büyükse, B de

A'dan $1/x$ kat büyük olmalıdır. Karar verici tarafından yapılan ikili karşılaştırmalar sonucundaki değerlendirmeler terslik koşuluna uymalıdır. Terslik koşulunun uygulanmaması, değerlendirme için kullanılan sorunun ya da ikili karşılaştırmaların yeterince açık olmadığını ya da doğru belirtilmediğini gösterir.

2. Homojenlik Aksiyomu (The Homogeneity Axiom)

Hiyerarşide yer alan benzer öğeler birbirleriyle karşılaştırılmalıdır. Örneğin bir kum tanesi ile portakalı büyüklükleri açısından karşılaştıramayız. Fark büyük olduğu zaman, diğer bir ifadeyle karşılaştırılan öğeler homojen olmadığı zaman öğelerin kümelenmesi gerekir.

3. Bağımsızlık Koşulu (The Independence Axiom)

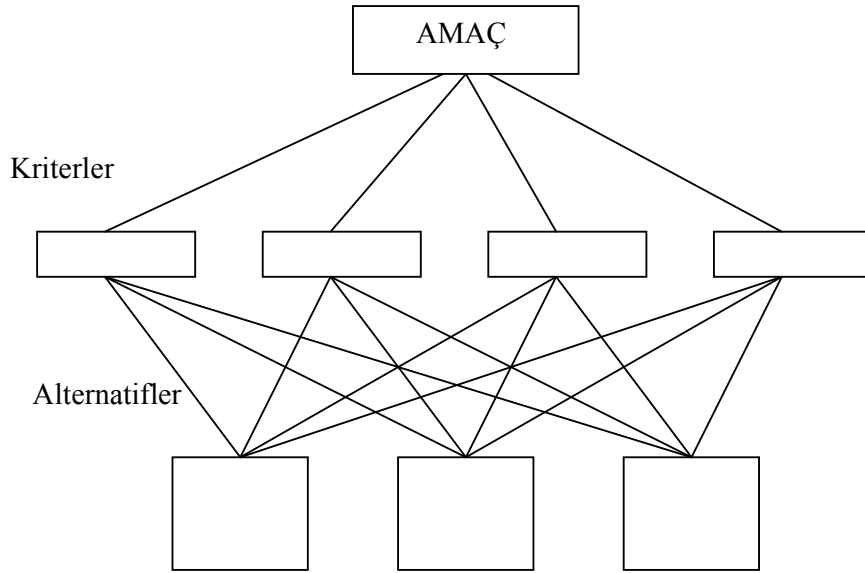
Tercihler ifade edildiği zaman, kriterlerin alternatiflerin özelliklerinden bağımsız olduğu varsayılır.

4. Beklentiler (The Expectations)

Problemin tümünü içeren kararı verebilmek için hiyerarşik yapı tamamlanmış olmalıdır. Karar vericinin beklentilerinin elde edilecek sonuçla tam olarak karşılanabilmesi için, hiyerarşide problemle ilgili tüm kriterler, alternatifler yer almalıdır. Bu aksiyomun ihlal edilmesi halinde karar verici tarafından tüm kriterler ve/veya tüm uygun alternatifler kullanılmamış olacağından, verilen kararın yetersizliğine sebep olur.[1,s-53]

D. HİYERARŞİ TASARIMI

Hiyerarşiyi, karmaşık bir problemin düzeylere ve öğelerine ayrılarak, benzer öğelerin aynı düzeylerde gösterildiği, en üstte ulaşılmak istenen amacın yer aldığı, bunu daha alt düzeylerde sırası ile kriterlerin, alt kriterlerin takip ettiği, en alt düzeyde ise alternatiflerin bulunduğu yapılar olarak tanımlayabiliriz. Şekil 2’de üç düzeyli bir hiyerarşi görülmektedir.



Şekil 2- Üç Düzeyli Hiyerarşi

Hiyerarşi düzeyler ile her bir düzeyde yer alan öğeler arasındaki dikey/yatay etkileşimi, neden-sonuç ilişkilerini ortaya koyar. Hiyerarşiyi tasarlayanın problem ile ilgili bilgi ve birikim sahibi olması zorunludur. Ancak problem ile ilgili bilgi sahibi olduğu takdirde problemi alt öğelerine ayrıştırarak, öğeler arasındaki ilişkileri ortaya koyabilir. Farklı karar vericiler aynı problem üzerinde farklı hiyerarşiler geliştirebilirler. Hiyerarşiler oluşturulurken hiyerarşiyi tasarlayan kişi/kişiler aşağıda belirtilen hususları dikkate almalıdır :[10,s-9]

❖ Problem mümkün olduğunca öğelerdeki değişime duyarlılığı kaybetmeden temsil edilmeli

❖ Çevre faktörleri dikkate alınmalı

❖ Çözümde katkıda bulunacak nitelik ve katkıların belirlenmesi

❖ Problemlerle ilişkili katılımcıların belirlenmesidir.

E. HİYERARŞİ TÜRLERİ

SAATY, hiyerarşileri yapısal ve fonksiyonel olmak üzere iki çeşit olarak tanımlamıştır:[9,s-101]

1. Yapısal Hiyerarşiler

Bu tip hiyerarşilerde, karmaşık sistemler şekil, renk, yaş benzeri yapısal özelliklerine bağlı olarak yukarıdan aşağıya bileşenlerine ayrılmaktadır. Örnek verecek olursak, evrenin yapısal hiyerarşisi, galaksilerden, takım yıldızlarına oradan güneş sistemlerine ve gezegenlere, oradan da atomlara, protonlara, nötronlara, doğru yukarıdan aşağıya doğru sıralanır. Yapısal hiyerarşiler, beyinlerimizin karmaşıklığı, duyularımızla algıladığımız objeleri inceleyerek kümeler, alt kümeler, daha alt gruplara ayrıştırarak analiz etmesidir.

2. Fonksiyonel Hiyerarşiler

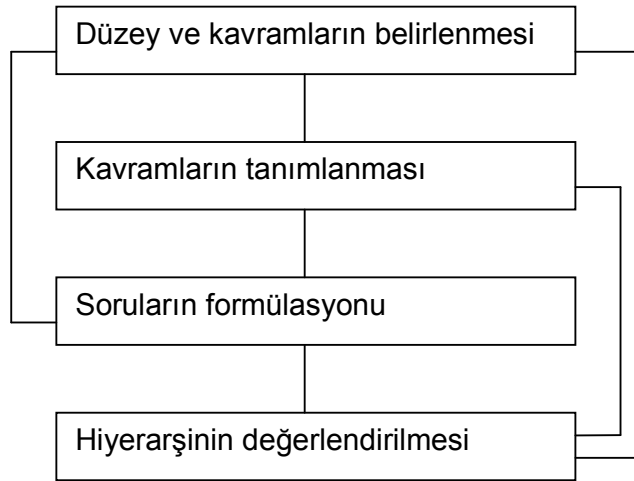
Yapısal hiyerarşilerin tam tersine fonksiyonel hiyerarşiler karmaşık sistemleri bileşenlerine, bileşenleri arasındaki temeldeki ilişki ve bağlantılarına bağlı olarak ayrıştırır. Öğrencileri otobüsle okula ulaştırma üzerindeki bir çatışmanın başarı ile sonuçlandırılması örneğini verecek olursak; problem önce yapısal olarak temel bileşenlerine kümelenecek şekilde ayrılmalı (şehir görevlileri, eğitimden sorumlu yönetim kurulu, resmi hükümet vb.); temel taşıyıcı bileşenler

kümelendirildikten sonra onların amaçlarının (öğrenciler için eğitimin sağlanması, az enerji tüketimi vb.) belirlenmesi, ve alternatif sonuçların ortaya konmasıdır(tam taşıma, kısmi taşıma, hiç taşımama). Bu tip fonksiyonel hiyerarşiler kişilere istedikleri amaçlara ulaşmada, çatışmaların giderilmesi, etkin performans kullanımı, ve hepsinden önemlisi mutluluk konularına gidecek sistemi oluşturmalarında yardım eder.

Hiyerarşi kullanımı hem sistem organizasyonuna olanak verdiğiinden yapısal olarak hem de sistem içi bilgi kontrolü ve iletişimine olanak verdiğiinden fonksiyonel olarak etkindir. Hiyerarşi beyinin karmaşıklığı nasıl analiz ettiğini gösteren bir modeldir.

F. VARGAS HİYERARŞİ SÜRECİ

Vargas, hiyerarşi tasarımını birbirini izlemeyen ama birbirleriyle ilişkili üç süreçten oluşturmuştur; düzey ve öğelerin belirlenmesi, kavramların tanımlanması, sorunların formüle edilmesidir.[11,s-3](Şekil 3)



Şekil 3-Vargas'ın Hiyerarşi Tasarımı

Birinci adımda düzey ve öğeler tanımlanır ve bu tanımlamalar soru formülasyonu aşamasında kullanılır.Eğer karar vericinin bu sorulara cevap vermede bir sorunu olursa düzey ve öğe tanımlaması revize edilir.Hiyerarşi tasarımı bu şekilde kendini tekrarlayan bir süreçtir. Sorgulama sürecinde belirsizlik karar vericiyi yanlış kriter ve alternatif seçimine götürür. Tüm sorular cevaplanabilir nitelikte ve mevcut bilgilerle tutarlı olmalıdır.[2]

G. HİYERARŞİ TASARIMINDA BELİRLENMESİ GEREKEN HUSUSLAR

Saaty tarafından ayrıntılı bir hiyerarşi tasarımı için aşağıdaki hususlar belirlenmiştir :[12,s-22]

- ❖ Genel amacın belirlenmesi,
 - ❖ Genel amaca bağlı olarak alt amaçların belirlenmesi,
 - ❖ Genel amaç ve alt amaçlara ulaşmada uyulması gereken kriterlerin ortaya konulması,
 - ❖ Her kritere ait alt kriterlerin belirlenmesi,
 - ❖ Problemlerle ilgili kişilerin ya da grubun belirlenmesi,
 - ❖ Bu kişi ve grupların amaçlarının belirlenmesi,
 - ❖ Bu kişi ve grupların politikalarının belirlenmesi,
 - ❖ Sonuçların ya da alternatiflerin belirlenmesi,
 - ❖ En fazla tercih edilen sonucu veren kararın verilmesinin ve verilmemesinin getireceği yarar ve maliyetlerin karşılaştırılması,
 - ❖ Marjinal değerler kullanılarak fayda/maliyet analizinin yapılması.
- (Burada baskın hiyerarşiler söz konusu olduğu için en fazla faydayı sağlayan alternatifin hangisi olduğu, maliyetlerinin söz konusu olması halinde ise

en fazla maliyeti verenin hangisi olduğu ve risklerin söz konusu olması durumunda da hangi alternatifin en fazla riske sahip olduğu belirlenir.)

H. AHP'Yİ DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ

Hiyerarşinin değerlendirilmesi AHP uygulamasında ikinci aşama olarak karşımıza çıkar. Hiyerarşi kurulduktan sonra, hiyerarşiyi oluşturan öğelerin birbirlerine olan göreceli üstünlükleri hesaplanır. Karar vericiler belirli bir düzeydeki öğelerin hemen bir üst düzeyde yer alan öğeler açısından göreceli önemlerini saptayacak şekilde ikili karşılaştırmalarını gerçekleştirir.[13,s-1110] İkili karşılaştırmalar sayısal değerlerle yapılarak, kare şeklindeki matrislerle ifade edilirler. Aynı düzeyde iki öğe arasındaki her bir karşılaştırma, bir üst düzeyde bağlı oldukları öğe açısından hangisinin daha önemli olduğunu ortaya koyar. Öğelerin birbirlerine göre olan önem derecelerini belirleyebilmek maksadıyla sayılardan yararlanır ve bu sayıların belirlenmesinde de bir ölçeğe ihtiyaç vardır.

AHP' de değerlendirme ölçeğinin belirlenmesi çok önemlidir. AHP' de ölçeğin belirlenmesi için önce bu ölçek için belli bir sayılar dizini alınır ve bu sayılar kullanılarak belirlenecek önceliklerin birbirleriyle nasıl birleştirileceğine karar verilir.Bir ölçek; nesnel kümesi, bir sayılar kümesi ve nesnelere sayılar arasındaki karşılıklı ilişkilerin belirlenmesi olmak üzere üç elemandan oluşur.[2]

Standart bir ölçekte ölçeğin değerlerini oluşturmak için para birimi, uzunluk birimi veya ısı derecesi gibi bir birimin kullanılması gerekmektedir. Standart ölçek belli bir özelliği ölçmek için geliştirilen bir birimi kullanarak nesnelere ya da olayların ölçümünde kullanılır. Bu ölçekten elde edilen değerler tek başlarına bir şey ifade etmezler, sadece insan beyninde bir uyarıcı işlevi görür. Buna örnek olarak hava sıcaklığının -20 derece olarak ölçülmesinin yaptığı uyarı verilebilir. Standart bir ölçekten elde edilen sayısal uyarılar, içinde bulunan şartlara göre farklılıklar gösterebilir.[2]

Standart ölçeklerin kullanılmadığı, sevgi, siyasi tavırlar, doğruluk gibi standart ölçme ölçeği kullanılmayan özellikler için kullanılabilen görelî ölçüm yöntemi bulunmaktadır. Bu gibi özellikler soyut, maddi olmayan özelliklerdir. Bu türden özelliklere çok fazla sayıda örnek verilebilir. Görelî ölçeklerde ihtiyaç duyulduğunda standart ölçeklerden elde edilen bilgiler de kullanılabilir. Böyle bir durumda standart oran ölçeğinden elde edilen ölçümler normal hale getirilerek görelî ölçekteki ölçümlere dönüştürülür. Bir özelliği ölçmek için kullanılan standart ölçeğin elde edilmesi her zaman mümkündür. Eğer ele alınmakta olan özelliğe ilişkin doğrudan gözlemler ya da değerlendirmeler yapılıyorsa, önceliğin ya da önem derecesinin ifade edilmesi açısından görelî bir ölçege ihtiyaç duyulur. Bu ölçek, standart bir ölçekten elde edilen verilerin gerçekte neyi ifade ettiğini anlamada yarar sağlar. Sübjektif değerlendirmelerde her zaman görelî ölçeklere ihtiyaç duyulur.[2]

Saaty tarafından geliştirilen, AHP'nin temel ölçeği olan görelî ölçek Tablo 1'de gösterilmiştir:[9,s-73]

Önem Derecesi	Tanımı	Açıklaması
1	Eşit önemli	Öğeler amaca eşit önemde katkı sağlıyor.
3	Orta önemli	Tecrübe ve değerlendirmeler sonucunda bir faaliyet diğerine göre biraz daha fazla tercih edilir.
5	Güçlü önemde	Tecrübe ve değerlendirmeler sonucunda bir faaliyet diğerine göre çok daha fazla tercih edilir.
7	Çok güçlü önemde	Bir faaliyet diğerine göre çok güçlü şekilde tercih edilir. Uygulamada üstünlüğü ispatlanmıştır.
9	Son derece önemli	Bir faaliyet diğerine göre mümkün olan en yüksek derecede tercih edilir.
2,4,6,8	Ara değerler	Değerlendirmeyi yapmakta sözler yetersiz kalıyorsa sayısal değerlerin ortasındaki değer verilir.

Tablo 1.Görelî Önem Ölçeği

Hiyerarşinin her düzeyindeki benzer öğeler birbirleriyle karşılaştırılır. Karar verici karşılaştırmalarının sonuçlarını yukarıdaki tabloda yer alan sayılar cinsinden ifade eder. Tüm öğeler birbirleri ile ikili olarak karşılaştırıldıktan sonra ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur. Bu matriste bir öğenin kendisi ile karşılaştırılması 1 sayısı ile ifade edilir. Her bir düzey için oluşturulacak matriste yapılacak ikili karşılaştırma sayısı $n(n-1)/2$ formülü ile hesaplanır (n matrisin eleman sayısı). Matriste diyagonal köşegenin üst tarafında yer alan eleman sayısı kadar değerlendirme yapılması gereklidir. Diyagonal köşegenin alt tarafında kalan değerlendirmeler aksiyom 1 gereği üst taraftakilerin çarpma işlemine göre tersi olur.[2]

I. ÖZVEKTÖRÜN HESAPLANMASI

Karar verici kişisel yargılarına göre, öğeleri birbirleri ile karşılaştırarak birbirlerine olan görelî üstünlüklerini Tablo 1’de görülen sayısal değerleri kullanarak belirler. Bu değerleri bir araya getirerek ikili karşılaştırmalar matrisi A’yı oluşturur.

$$A = (a_{ij}) = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{1n} & a_{2n} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad a_{ij} = 1/a_{ji}, (\forall i, j \in A)$$

Niteliksel özelliklere verilen ağırlıklar olarak ifade edilen karar öncelikleri, ikili karşılaştırmalar matrisinin özvektörü şeklinde ortaya çıkar.[14] Özvektör yardımıyla hiyerarşide yer alan bütün kriterlerin görelî önem ve üstünlükleri belirlenebilmektedir.

Oluşturulan ikili karşılaştırmalar matrisindeki değerleri kullanarak öğelerin görelî önem veya üstünlükleri $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ (özvektör) hesaplanmak istenmektedir. Bu bağlamda eğer birden fazla ya da bir grup karar vericinin kişisel yargısına başvurulursa ortak bir matrisin nasıl oluşturulacağı sorunu gündeme gelebilir. Bu sorun iki yolla çözülebilir:[13,s-1120]

- ❖ Karar vericileri bir araya getirip her a_{ij} için fikir birliğine ulaşmalarını sağlamak,
- ❖ Karar vericilerin kişisel yargılarının geometrik ortalamalarından oluşan bir matris elde etmek.

Birinci yöntemin uygulanması zor olduğundan genelde ikinci yöntem kullanılır. N adet karar verici varsa ve kişisel yargılarına göre i öğesinin j öğesine göreli üstünlüğü sırasıyla $a_{ij}^1, a_{ij}^2, \dots, a_{ij}^N$ şeklindeyse, birleşik yargı;

$$a_{ij} = (a_{ij}^1 \times a_{ij}^2 \times \dots \times a_{ij}^N)^{1/N}$$

eşitliği ile bulunur.

Ortak matris A elde edildikten sonra matrisin tutarlı olup olmadığına bakılır. İkili karşılaştırmalar matrisi tam tutarlı ise;

$$a_{ik} \cdot a_{kj} = a_{ij}, \quad (i, j, k = 1, 2, \dots, n)$$

Tam tutarlı bir matriste matrisin elemanları hiçbir tutarsızlık göstermediğinden; elemanlar, $a_{ij} = w_i/w_j$ şeklinde gösterilebilir.

Tutarlı bir ikili karşılaştırmalar matrisinin herhangi bir j sütunu normalize edilerek (o sütundaki her elemanı elemanların toplamına bölme), matrisin özvektörü $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ bulunabilir:

$$w_i = \frac{a_{ij}}{\sum_{k=1}^n a_{kj}}, \quad (\forall i = 1, 2, \dots, n)$$

Karar vericinin kişisel yargılarına bağlı değerlendirmelerin tam tutarlı olması ideal olan durumdur. Gerçekte bunun mümkün olmaması nedeniyle, normalize edilmiş bir sütundan elde edilen özvektörün bulunması ile elde edilen göreli üstünlükler normalize edilmiş sütuna bağlı olacaktır.

Tam tutarlı olmayan bir ikili karşılaştırmalar matrisinde göreli üstünlükler, matrisin en büyük özdeğer vektörü hesaplanarak bulunabilir. Bu tip matrislerde her sütun normalize edilir ve elde edilen normalize matrisin her satırındaki elemanların ortalaması alınır :

λ_{\max} : A matrisinin en büyük özdeğeri

$$A.w = \lambda_{\max}.w \text{ veya}$$

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}.w_j}{\lambda_{\max}}, (\forall i = 1, 2, \dots, n)$$

Tutarsız matrislerde ideal durumdan ne kadar uzaklaşıldığını bulabilmek için tutarsızlık indeksi ve tutarsızlık oranı hesaplanır.

Tutarsızlık indeksi (TI);

$$TI = (\lambda_{\max} - n)/(n - 1) \text{ eşitliği ile bulunur.}$$

Her n boyutundaki matris için, rassal olarak üretilmiş matrislerin ortalama tutarsızlık indeksi hesaplanmış ve rassal indeks (Rİ) olarak isimlendirilmiştir. Saaty tarafından hazırlanan Rassal İndeks[9,s-84] Tablo 2’de verilmiştir.

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rİ	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

Tablo 2.Rassal İndeks

Bu değerler kullanılarak “Tutarsızlık Oranı(TO)”;

$$TO = \frac{TI}{Rİ}$$

eşitliğinden bulunur. Tutarsızlık oranı, karar vericinin ikili karşılaştırmalarındaki yanlış değerlendirmelerini tespit edebilmelerine imkan sağlar. Tutarsızlık oranı için 0.10 üst sınır olarak belirlenmiş olup bu değer altında yer alan tutarsızlık oranları karar vericilerin kişisel subjektif değerlendirmelerinin tutarlı olduğunu gösterir. Tutarsızlık oranı 0.10’dan daha büyükse karar verici ikili

karşılaştırmalarını tekrar gözden geçirmelidir. Böylece karar verici hatalı değerlendirmelerini tespit ederek, çelişkileri, abartılı değerlendirmeleri giderir.

Aşağıda oluşturulmuş bir ikili karşılaştırmalar matrisinin özvektörünün ve tutarlılık oranının hesaplanmasına bir örnek verilmiştir:

$$\text{Örnek : } A = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 2 \\ 0.33 & 1 & 0.5 \\ 0.5 & 2 & 1 \end{bmatrix} \text{ matrisi verilmiş olsun.}$$

Sütunlardaki elemanlar toplanarak sütun toplamları bulunur:

$$j_1 = 1 + 0.33 + 0.5 = 1.83$$

$$j_2 = 3 + 1 + 2 = 6$$

$$j_3 = 2 + 0.5 + 1 = 3.5$$

sütunlardaki her bir eleman toplamlara bölünerek matris normalize edilir:

$$\begin{bmatrix} 1/1.83 & 3/6 & 2/3.5 \\ 0.33/1.83 & 1/6 & 0.5/3.5 \\ 0.5/1.83 & 2/6 & 1/3.5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.546 & 0.5 & 0.571 \\ 0.180 & 0.166 & 0.142 \\ 0.273 & 0.333 & 0.285 \end{bmatrix} \rightarrow \text{normalize edilmiş A}$$

matrisi

Normalize edilmiş matriste her bir satırın ortalaması alınarak w (özvektör) bulunur:

$$w = \begin{bmatrix} (0.546 + 0.5 + 0.571)/3 \\ (0.180 + 0.166 + 0.142)/3 \\ (0.273 + 0.333 + 0.285)/3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.539 \\ 0.163 \\ 0.297 \end{bmatrix}$$

$$Aw = \begin{bmatrix} 1.623 \\ 0.489 \\ 0.893 \end{bmatrix} \quad Aw/w = \begin{bmatrix} 3.011 \\ 3.001 \\ 3.005 \end{bmatrix}$$

ortalama 3.006 (λ_{\max})

Tutarsızlık indeksi (TI) ;

$$\begin{aligned} TI &= (\lambda_{\max} - n)/(n - 1) \\ &= (3.006 - 3)/(3 - 1) \\ &= 0.003 \end{aligned}$$

Rassal indeks Tablo 2'den $n = 3$ için $RI = 0.52$ bulunur.

Tutarsızlık Oranı (TO) ;

$$TO = \frac{TI}{RI} = \frac{0.003}{0.52} = 0.005 \text{ bulunur.}$$

Tutarsızlık oranı üst sınırı 0.1 olduğundan elde ettiğimiz değer kabul edilebilir bir tutarsızlık oranıdır.

J. DUYARLILIK ANALİZİ

Kişisel bilgilere ve yargılara dayalı değerlendirmelerdeki belirsizlikleri ortadan kaldırmak, gerçekçi bir karar verme sürecinin gerekli bir parçasıdır.[15] Duyarlılık analizinde amaç, tüm belirsizliklerin toplam etkilerinin modelde neden olduğu bir değişimin varılan kararı kabul edilemez yapıp yapmadığı ya da karar vericinin çözümden tatmin olup olmadığını süratli bir şekilde değerlendirmektir.[15]

Belirsizlikler birkaç farklı yolla sınıflandırılabilir. French, tarafından modellenme, sonuçları yorumlama, modeli geliştirme olmak üzere üç grupta bir sınıflandırma yapılmıştır;.[16](Tablo 3)

Karar problemini modellerken	Sonuçları yorumlarken	Modeli incelerken
<ul style="list-style-type: none"> - Ne olduğu ya da ne yapılabileceği hakkındaki belirsizlik - Terminolojik olarak anlamı ya da anlam belirsizliği hakkındaki belirsizlik - İlgili kararlar hakkındaki belirsizlik 	<ul style="list-style-type: none"> - Tanımlayıcı/kaide teşkil eden,düzgüsel bir modelin uygunluğu hakkındaki belirsizlik - Analizin hangi derinlikte yürütüleceğine dair belirsizlik 	<ul style="list-style-type: none"> - Bilgi eksikliğinden ya da fiziksel rastgelelikten kaynaklanan belirsizlik - Gelecek zamana ait inançların ve tercihlerin gelişimi hakkındaki belirsizlik - Kişisel yargılar hakkındaki belirsizlik - Hesaplamaların doğruluğu hakkındaki belirsizlik

Tablo 3 – French Tarafından Belirsizliklerin Sınıflandırılması

K. ANALİZİN AMAÇLARI

Duyarlılık analizi karar modellerinin sonuçları üzerindeki belirsizliklerin etkilerini değerlendirmede uzun zamandır kullanılmaktadır.[17] Duyarlılık analizleri birçok amaç için kullanılabilir. Pannell bu amaçları dört kategoride toplamıştır:[18]

❖ Karar verme (kritik değerleri/parametreleri tanımlama, geçerliliği test etme, kararın ayrıntılı riskliliği)

- ❖ İletişim (güvenilir olma/gizlilik/sorumluk arttırma, çözümsel(kritik) kabulleri, yargıları açıkça gösterme)
- ❖ Daha iyi anlama/kavrama (girdi/çıktı değişkenleri arasındaki ilişkiyi anlama)
- ❖ Model geliştirme (daha doğru ölçümler ve bilgi için ihtiyaçları belirleme)

Çok kriterli karar verme problemlerinde sağlıklı bir karar verilebilmesi için, probleme ait oluşturulan modelde yer alan öğelerin elde edilen sonucu ne ölçüde etkilediğinin belirlenebilmesi, bu öğelerdeki değişimlerin sonucu nasıl etkilediğinin ortaya konulabilmesi büyük önem taşır.

Analitik Hiyerarşi Sürecinde duyarlılık analizi ile modelde yer alan alternatiflerin bağlı oldukları amaçlara göre nasıl performans sergiledikleri; amaçların, alt amaçların önemlerindeki değişimlere alternatiflerin nasıl bir duyarlılık gösterdiği karar vericiye gösterilmeye çalışılır.

III.ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ YÖNTEMİNİN UYGULAMA ALANLARI VE ÖRNEKLERİ

A.GENEL UYGULAMA ALANLARI

AHP'nin birçok uygulama alanı bulunmaktadır. Thomas SAATY yöntemin uygulama alanlarını genel olarak aşağıdaki gibi sıralamıştır:[9,s-149]

- ❖ Planlama,
- ❖ Bir alternatifler grubu oluşturma,
- ❖ Öncelik belirleme,
- ❖ Bir alternatifler grubu oluşturduktan sonra en iyi davranış biçimini, yöntemi seçme,
- ❖ Kaynak tahsis etme,
- ❖ İhtiyaçları saptama,
- ❖ Sonuçları tahmin etme,
- ❖ Sistem dizayn etme,
- ❖ Performans ölçme,
- ❖ Sistemin sürekliliğini sağlamak,
- ❖ Optimizasyon,
- ❖ Çatışmaları giderme.

Yapılanma, ölçüm ve/ya da sentez gerektiren herhangi bir durum AHP yöntemi uygulaması için iyi bir adaydır.[19]

B. UYGULAMA ALANLARINA ÖRNEKLER

Aşağıda farklı alanlarda AHP yöntemi uygulamalarına örnekler verilmiştir.

1. Seçim(Choice)

Seçim kararları mevcut alternatifler arasından birinin seçimi olup genellikle çok kriterli ortamlarda kullanılır. Karşılaşılan tipik durumlar ürün seçimi, satıcı seçimi, organizasyon yapısının planlanması, strateji belirlenmesi kararlarını içerir.

Xerox Şirketi; elliden fazla ana karar probleminde AHP yöntemini kullanmıştır. Bunlar portföy yönetiminde araştırma-geliştirme kararlarını, teknoloji uygulamalarını, model seçimlerini içermektedir. AHP, pazar segmenti önceliklendirmesi, ürün-pazar karşılaştırması, müşteri ihtiyaçlarının yapılandırılması gibi hususları dikkate alarak pazarlama kararlarını almada yardımcı olmaktadır.[19]

Colombia Feribot şirketi ürün, uzman ve tedarikçi firma seçiminde AHP yöntemini kullanmıştır. Yine bu şirketin satın alma, planlama ve teknik servis yöneticileri de çoğu uygulamalarında AHP yöntemini kullanmışlardır.[19]

NASA's Lyndon T. Johnson Space Center; AHP yöntemini uzay kapsülünü yere indirmede kullanılacak olan bir itici güç sisteminin seçimi çalışmasında kullanmıştır.[19]

2. Önceliklendirme/Değerlendirme (Prioritization/Evaluation)

Seçim uygulamalarında alternatifler arasından biri seçilir, önceliklendirme uygulamalarında ise bunun tersine alternatif grubunun göreceli değeri belirlenir. Alternatifleri önceliklendirirken, hangi alternatifin en yüksek öncelik değerine sahip olduğunun bilinmesine ek olarak, sıralanmaları, aralıkları ve önceliklerin oranlaması ile de ilgilenir. AHP yöntemi oransal ölçümler türettiğinden, üstünlükler bir alternatifler kombinasyonu seçmede ya da kaynak ayırmada da kullanılabilir.[19]

Genel olarak, bir değerlendirme, bir tahmin yapma ya da ölçüm gerektirir. Bir önceliklendirmede en azından iki öğe ele alınmalı ve bir değerlendirme yapılabilmesi için teorik olarak doğru olan bir şekilde ölçülmelidir. Uygulamada bununla birlikte, diğer öğelerle ya da bir standartla karşılaştırılmadıkça bir şeyi çok boyutlu değerlendirmek imkansız değilse de çok zordur. Böylece bir değerlendirme sıkça bir önceliklendirme gibi rol oynar.

University of Santiago of Chile tarafından 1991 yılında 10 adet araştırma önerisi ileri sürülmüş, 1993 yılında üniversite rektörlüğü tarafından AHP yöntemi kullanılarak proje önceliklendirmesi yapılmış ve ilk üç proje belirlenmiştir.[19]

Rockwell International; Rockwell Uluslararası Uzay Sistemleri Bölümü AHP yöntemini kendisi tarafından geliştirilen CASETS (Computer Aided Systems Engineering Tool Set) çevre sisteminde kullanmaktadır. CASETS yazılım desteği ile bütünleştirilmiş bir yaygın ürün geliştirme iskeletidir. AHP yöntemi CASETS içerisinde kriterlerin ağırlıklarını belirlemede, fayda fonksiyonlarında ve duyarlılık analizlerinde kullanılmıştır. CASETS, NASA ve Savunma Bakanlığı tarafından yeni uzay mekikleri, casus uydular ve SDI (Strategic Defense Initiative) mimari çalışmalarını geliştirme benzeri projelerde kullanılmıştır.[19]

Fulcrum Ingenieria Ltd., Chile; AHP yöntemini karayolu projelerinin çevreye olan etkilerini değerlendirme ve Şili limanları için kirliliği azaltıcı bir plana uygun olarak projeleri sınıflandırma ve seçmede kullanmıştır. Bir karayolu projesinde karayolu her biri 100 metre uzunluğunda olan sektörler ayrışmış ve her bir sektör için doğal ve antropolojik etkiler değerlendirilmiştir.[19]

3. Kaynak Tahsis Etme(Resource Allocation)

Etkin bir kaynak tahsisi, bir organizasyonun stratejik ve taktiksel amaçlarına başarıyla ulaşmasında anahtardır. Hangi kaynakların yönetilebileceği hakkındaki bilgiyi elde etmek genelde kolaydır. Daha zor olan organizasyonların birçok amaca sahip olmasından bu yana, organizasyonların hedeflerine başarı ile ulaşmada kaynakların nispi efektifliğini araştırarak ortaya koymaktır. Kaynak tahsisi kararları, belki de organizasyonel davranışın en politik çehresidir. Organizasyon içerisinde birçok bakış açısı, birçok amaç, ve sayısız kaynak tahsis edilecek alternatif bulunduğundan, AHP gibi bir süreç, sıkça çatışan objektif ve subjektif bilgiyi ölçmek ve sentez etmek için gereklidir. Bir organizasyon ;

- ❖ Alternatifleri ortaya koyabilmeli (örneğin alternatif ar-ge projeleri ya da organizasyon bölümlerinin her biri için alternatif finanslama operasyonel planları)
- ❖ Organizasyonun sırasıyla ana hedeflerini, amaçlarını, alt amaçlarını ve daha alt seviyedeki alt amaçlarını gösteren yapıyı oluşturabilmeli
- ❖ Her bir alternatifin en alt düzeyde yer alan alt amaçların her birine hangi seviyede katkı sağladığını ölçebilmeli (oransal bir skala ile)
- ❖ Bütçesel, çevresel ve organizasyonel kısıtlar altında en iyi alternatifler kombinasyonunu bulabilmeli.

Northeast Fisheries Science Center (NEFSC) kuzeydoğu Amerika kıyılarında deniz araştırmalarında çok yönlü disiplini sağlayan bir devlet kurumudur. NEFSC'nin amaçları için çok önemli olduğu düşünölen mevcut projelerin değerlendirilmesi ve önceliklendirilmesinde AHP yöntemi kullanılmıştır. Önce projeler önceliklendirilmiş ve bu önceliklendirmeler optimizasyon modelinde kullanılmıştır.

Air Products and Chemicals, Inc.; kıt kaynakların farklı projelere tahsisi ar-ge yönetiminin karşılaştığı süregelen bir problemdir. Air Products and Chemicals, Inc. AHP yöntemini kullanarak, 3 basamaklı sistematik bir proje seçme süreci geliştirmiş; (1) tanımlama ve başarı için anahtar konular arasında bir uzlaşma inşa etme (2) faktörler arasında bağlantı kurarak yeni proje önerileri geliştirme ve (3) kısıtlı fon ile proje akışının hızlanması ve tamamlanmasına yardım etmek.[21]

Korea Telecommunication Authority (KTA); AHP Kore'de sektöründe bir numaralı firma olan KTA için, önceliklendirme, tahmin etme ve kaynak tahsis etmede kullanılmıştır. Süreç iki ana safhaya ayrılmıştır. Birinci safhada görev birliği konu ile ilgili tüm faktörleri, her bir düzeydeki kritik kategorileri ve birbirleri ile olan ilişkilerini içeren 6 düzeyli bir hiyerarşik model kurulmuştur. İkinci safhada, KTA'da ar-ge ile bağlantılı bölümlerden gelen 40 temsilci hiyerarşik yapıyı gözden geçirmiş, her bir düzey için öncelik matrisi türetilmiştir.[22]

4. Kıyaslama (Benchmarking)

İşletmelerin ana iş süreçlerini diğer sektörlerinin en iyisi işletmelerin ve organizasyonları ile karşılaştırması ya da kıyaslaması, rekabetçi avantaj

kazanma ya da sürdürme enstrümanıdır.[23] Bir işletme en iyi süreçlere sahip olduğunu değerlendirse ve buna inansa da (ve hangi gelişmelere ihtiyacı olduğunu kararlaştırırsa da) , diğer sektörlerin en iyi şirketleri ve organizasyonları ile karşılaştırma yapılması gerekir. Karşılaştırmalar endüstri üyesi ya da coğrafyasına bakılmaksızın en iyi ile yapılmalıdır. Diğer işletmelerin ana iş süreçlerini işletebilmek, doğru hedefleri koyabilmek ve onlara ulaşabilmek için neler yaptığını öğrenmek, en iyi olma yolundaki bir girişime yardımcı bir ana stratejidir. Bu kalitatif ve kantitatif olarak birçok faktörün sentezini ve değerlendirmesini ihtiva eder.Kıyaslama, işletmelerin Amerika Birleşik Devletleri Ticaret Bakanlığı Malcolm Baldrige Kalite Ödülü tarafından değerlendirildiği kategorilerden birisidir.

IBM Rochester, Minnesota; Minnesota'nın bilgisayarla tümleşik üretim (Computer Integrated Manufacturing(CIM))süreç timi AHP yöntemini, IBM'in bilgisayarla tümleşik üretim süreçlerini dünyadaki diğer sektörlerinin en iyi şirketleri ile kıyaslamada kullandı. Bu çalışma IBM'in AS400 projesinden aşırı derecede kazanç sağlamasına yardım etmesinin yanında IBM'e Malcolm Baldrige Ödülünü kazanmasında da yardım etti.[24]

5. Kalite Yönetimi (Quality Management)

AHP yönteminin temel fonksiyonları olan karmaşıklığı yapılandırma, ölçme ve çok boyutlu sentez yapma, kalite yönetimi ile Toplam Kalite Yönetiminin birçok yönüne uygulanabilir.Malcolm Baldrige Award'ın 7 ana kriteri ile örneklediği gibi kalite çok boyutludur(Liderlik, Bilgi Analizi, Stratejik Planlama, İnsan Kaynakları Gelişimi ve Yönetimi, Proje Yönetimi, Problem Çözme ile Müşteri Odaklılığı ve Memnuniyeti). Bu kriterlerin bazıları kalitatifken bazıları kantitatifdir. AHP, kalitatif ve kantitatif faktörleri sentez edecek bir yol sağlar.

Latrobe Steel Company; Latrobe çelik şirketi AHP yöntemini kendisinin sürekli kalite iyileştirme programında kullanmaktadır. Süreci iyileştirmek için, Latrobe uzmanlarından alınan bilgi yardımıyla kontrol edilmesine ihtiyaç duyulan alanlara odaklanarak, bir hiyerarşik sebep-neden AHP modeli geliştirilmiştir. Amaç, çeliğin şekillendirildiği süreç safhalarındaki hasılatı arttırmaktır. AHP modeli hasılatadaki etkilerine bağlı olarak anahtar değişkenler arasında bağ kurulmasına yardım etmiştir. Hasılatada inanılmaz bir ilerleme kaydedilmiştir. Buna ek olarak model bir öğrenme aracı olarak; takım çalışması kavramının önemini vurgulama, grup kararlarına bir iskelet sağlama ile sürekli iyileştirme için gerekli bir platform sağlama hususlarında da hizmet etmiştir.[19]

6. Kamu Yararını Gözeten Politikalarda(Public Policy)

Kamu yararını gözeten politika kararları, sadece birbirleri ile rekabet eden adayların amaçlarını içerdiğinden değil birçok ekonomik sektörü de etkilediğinden karmaşıktır. Bir bölgede yarışan adayların amaçlarının birbirleri ile iletişimleri (ve onların nispi önemleri) kabul edilebilir politikaların geliştirilmesinde önemlidir. Geleneksel karşılıklı konuşmalar ve tartışmalar amaçlardan daha çok alternatiflere odaklanmaya meyillidir. AHP tarafından sağlanan yapı, rekabet eden adayların birbirlerini daha iyi anlamalarına ve kazançlı çözümler üretmelerine imkan sağlar.

Alaska Department of Fish and Game; Alaska Balık Avlama ve Spor Bölümünün Balık Avlama Şirketi ile Vahşi Tabiatı Araştırma Ünitesi AHP'yi Kenai nehrindeki Chinook Somon balığı için eğlenme ve dinlenme maksatlı balıkçılığın yönetiminde uyguladı. Mevcut birçok hisse sahibinin amaçlarının çatışması bu balıkçılığın yönetilmesini güçleştirmektedir. Nehir üzerindeki istekler, eğlenme ve dinlenme alanlarının kullanıcıları arasında ayrı düzenlemeler ve tahsisler geliştirilmesine kılavuzluk etti. Bu kullanıcıların yanında Kenai

nehrine bitişik topraklarda birçok toprak sahibi (hususî, ticarî, devlete ait) mevcuttur. 10 farklı kategoride 15 farklı hisse sahibinin bakış açılarını yansıtan bireylerle tekrarlanan görüşme süreçlerinden yararlanılarak bir AHP modeli geliştirildi. Hisse sahipleri arasındaki farklılıklara rağmen, yapılan çalışma yönetim tercihlerini büyük ölçüde karşılamıştır.[19]

7. Sağlık Sektöründe(Health Care)

University of Rochester School of Medicine; üst mide(gastrointestinal) kanamalarındaki standart tedavi, doktorun (ya da hastanın) kanamanın meydana geldiği tam noktayı bilmesine ihtiyaç duymadan yani endoskopi yapmadan, kanamanın %75-80'ini durdurmaktadır. Fakat pahalı endoskopi uygulaması bir bakıma rutin haline geldiğinden, Rochester Üniversitesi Tıp Merkezinde araştırmacılar tarafından yapılan bir çalışma AHP'yi, teşhise yönelik endoskopinin gereksiz fazla kullanıldığı mı yoksa endoskopinin doktorlara ve onların hastalarına klinik çalışmalarda ölçülemeyecek faydalar sağladığı kararını vermede kullandılar. Çalışmaya 25 iyileşmiş hasta ile konunun 22 başlıca doktoru katıldı ve tercih edilen teşhis yönetim alternatifinin seçimi için oluşturulmuş bir AHP modelinde kişisel değerlendirmelerini yaptılar. Acil endoskopi, hastaların %92'si, doktorların ise %55'i tarafından tercih edilmektedir. Hastanedeki endoskopilerin %85'i gibi yüksek bir oranı, hastanın neresinin kanadığını bilmek istemesine bağlı olarak yapılmakta, ancak bu bilgi hastalıkla ilgili doktor tarafından konacak teşhisi ya da uygulanacak tedaviyi etkilememektedir.[25]

8. Stratejik Planlama(Strategic Planning) :

AHP, alternatif görevlerin, stratejilerin arasından seçim yapma ve seçilen stratejiyi uygulamaya koyabilmek için kaynak tahsisinde bir organizasyona

yardımlı edebilir. Stratejik planlama muhtemel ya da gerçekleşmesi mümkün geleceğin planlanmasını içeren ileriye dđnük süreçlerle, varılmak istenen geleceğin önceliklendirilmesini içeren geriye dđnük süreçleri kapsar. Geriye işletilen süreç, karar vericilere sistemin görmek istedikleri durumlarının hangi nceliklendirme ile gerçekleştiği hakkındaki farkındalılıklarını genişletme fırsatı tanır. Planlamacılar geriye dđnük süreci kullanarak, engelleri ve fırsatları birlikte tanımlayacak ve sonuçta istenilen geleceğe ulaşmada kolaylık sağlayacak efektif politikaları seçecektir.

Department of Defense; yeniden düzenlenecek ya da kapatılacak üslerin seçimi için bir AHP modeli geliştirdi. Parasal değer, şimdiki ve gelecekteki görev açısından ihtiyaçlar, byklğne bağlı olarak yatırımın geri kazanılması, muhtemel maliyetlerin ve tasarrufların ayarlanması, toplum üzerindeki ekonomik etki, modeldeki ana kriterler olarak belirlendi.1991'de Savunma Bakanlığı tarafından kabul edilen kriterler, üsleri yeniden düzenleme ve kapatma komisyonunun 1988'deki çalışmasına dayandırılmıştır.[26]

C. MAYIN AVLAMA GEMİSİ SEÇİMİNDE YÖNTEMİN UYGULANMASI

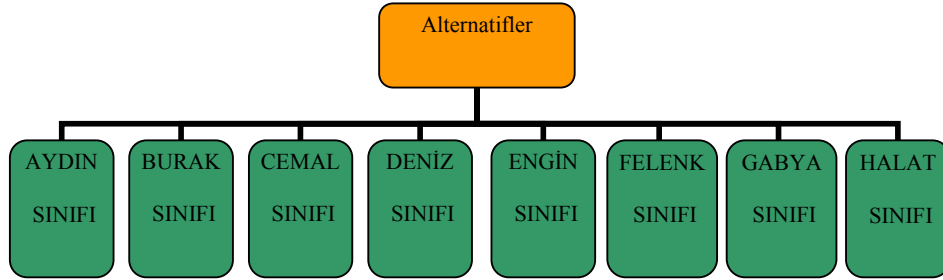
Son yıllarda mayın harbindeki teknolojik gelişmeler doğrultusunda mayın harbinin bir parçası olan mayın silahındaki gelişmeler; mayın karşı tedbirlerinde olabilecek gecikmelere ve yapılabilecek kısıtlamalara gösterebilecek toleransı en asgari düzeye indirmektedir. Günümüz mayınları hem taramaya hem de avlamaya karşı dirençli tekniklerle donatılmakta ve evre şartlarından en az seviyede etkilenmektedirler.[27]

Mayın silahının kullanılmaya başlaması ile birlikte deniz altındaki bu görünmeyen tehdidin asgari düzeye indirgenebilmesi maksadıyla MKT cihaz ve gemileri geliştirilmiştir. [27]

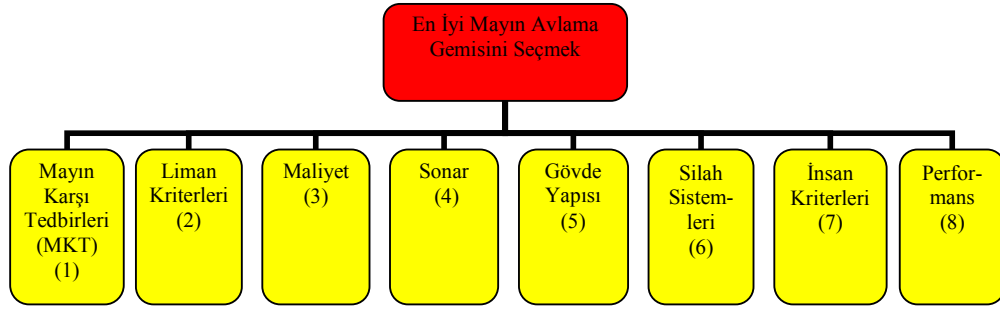
X ülkesinin Deniz Kuvvetleri değişen tehditler ve teknoloji paralelinde kuvvet yapısında değişikliğe gitmeye ihtiyaç duymuş ve Mayın Avlama Gemisi satın almaya karar vermiştir. [27]

Bu kapsamda X devleti tarafından açılan ihaleye MAG üretimi yapan sekiz ülke sekiz farklı sınıf gemi tipi ile katılmıştır. Teknik özellikleri birbirinden farklı olan bu sekiz MAG gemisi değerlendirilmeye tabi tutularak, ihtiyaçlara en iyi cevabı verebilecek olan seçilmek istenmektedir. [27]

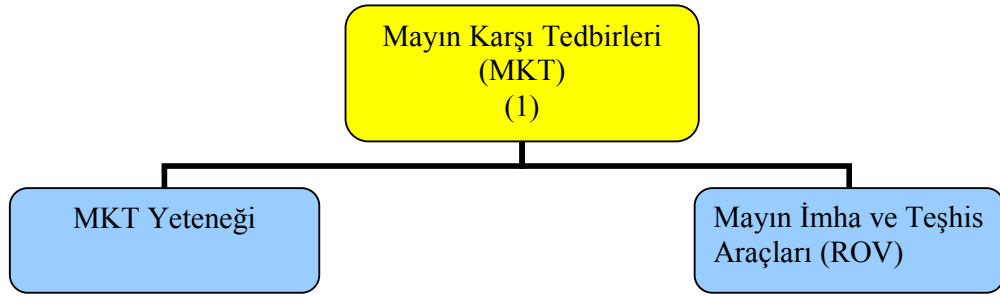
Bu maksatla Barış Doğan tarafından AHP ile Mayın Avlama Gemisi Seçimi'nde aşağıdaki model oluşturulmuştur.



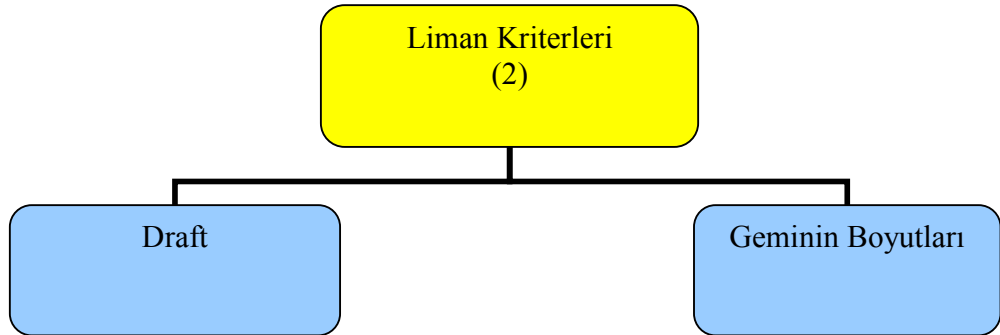
Şekil 4. MAG Alternatifleri[27]



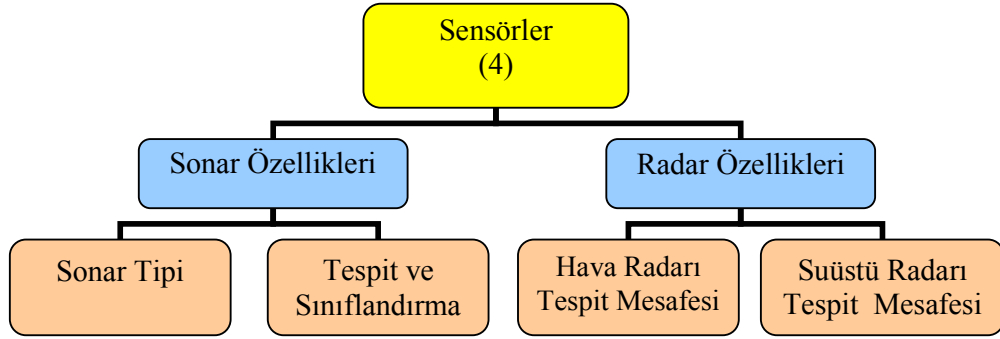
Şekil 5. En iyi MAG Seçimi Ana Kriterleri[27]



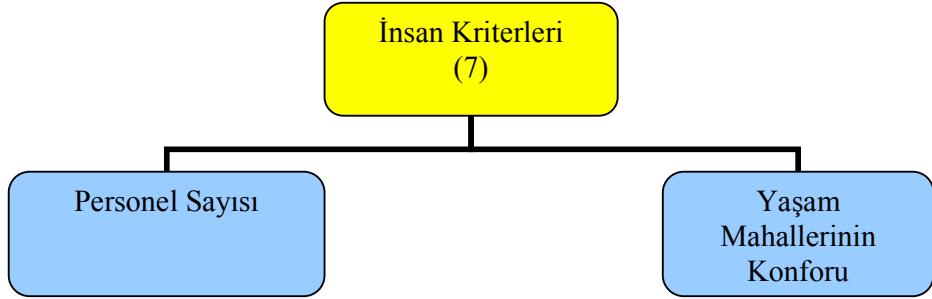
Şekil 6."Mayın Karşı Tedbirleri" Ana Kriterinin Alt Kriterleri[27]



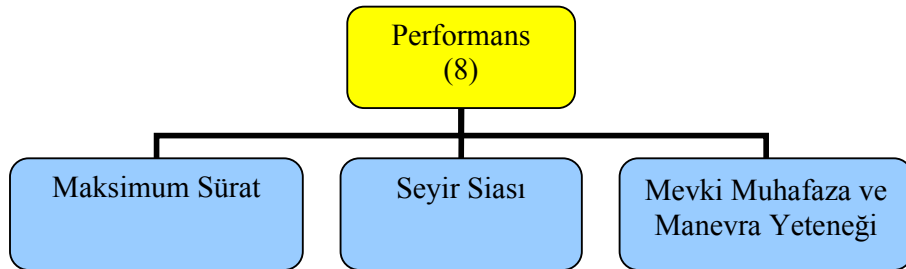
Şekil 7."Liman Kriterleri" Ana Kriterinin Alt Kriterleri[27]



Şekil 8."Sensörler" Ana Kriterinin Alt Kriterleri[27]



Şekil 9."İnsan Kriterleri" Ana Kriterinin Alt Kriterleri[27]



Şekil 10."Performans" Ana Kriterinin Alt Kriterleri[27]

Model oluşturulduktan sonra karar probleminin çözümünde ve değerlendirilmesinde AHP temelli bir paket program olan Expert Choice[28]'dan yararlanılmıştır.

Tüm ikili karşılaştırmalar tamamlandığında ana amaç olan “En İyi Mayın Avlama Gemisi” olarak “**Halat Sınıfı**” seçilmiştir. (Tablo 4)

Sıra No	Alternatif Adı	Hesaplanan Ağırlığı
1.	Halat Sınıfı	0.183
2.	Engin Sınıfı	0.176
3.	Burak Sınıfı	0.150
4.	Deniz Sınıfı	0.134
5.	Aydın Sınıfı	0.124
6.	Gabya Sınıfı	0.089
7.	Felenk Sınıfı	0.081
8.	Cemal Sınıfı	0.064

Tablo 4. Hiyerarşinin Değerlendirilmesi Sonucunda Alternatiflerin Sıralaması[27]

IV.DENİZ KARAKOL UÇAĞI SEÇİMİNDE YÖNTEMİN UYGULANMASI

A.PROBLEMİN TANIMLANMASI VE ALTERNATİFLERİN BELİRLENMESİ

X ülkesinin Deniz Kuvvetleri tarafından son dönemdeki teknolojik gelişmeler çerçevesinde modern DSH platform, sensör ve silahları incelenmiş, orta ve uzun vadede alınması gerekli tedbirler kapsamında Deniz Karakol Uçağı alınmasına karar verilmiştir.

Bu maksatla;

- Tehdit ihbarına karşılık en kısa sürede hareket sahasında olabilecek yeterli sürata sahip,
- Harekat ihtiyacını karşılayabilecek azami süre ile görevde kalabilecek,
- Denizaltıyı tespit(bir temasın veya temas ile ilgili bilgilerin varlığının ortaya çıkartılması)-teşhis(mevcut bilgiler ve tespit edilmiş olan teşhis kriterlerine dayanarak dost-düşman ayrımının yapılması), lokalize(temasın mevkisinin belirlenmesi) ve imha edebilecek sistemlere sahip,
- Azami hasarı verebilecek silah yükünü taşıyabilecek,
- Deniz hareket alanlarında görev yapabilecek menzile sahip,

Deniz Karakol Uçakları alternatifleri A, B, C, D, E olarak belirlenmiştir. Bu alternatifler X ülkesinin ihtiyaçlarını karşılayabilecek dünyada aktif olarak kullanılan Deniz Karakol Uçakları arasından seçilmiştir.

X ülkesi bu alternatifler arasından ihtiyaçlarına en iyi şekilde cevap verebilecek olan Deniz Karakol Uçağını seçmek durumundadır. Yani bir karar

verme problemiyle karşı karşıyadır. X ülkesi Deniz Kuvvetlerinin karar vericileri tarafından bu karar probleminin çözümünde son yıllarda sıklıkla kullanılan AHP yönteminin kullanılmasına karar verilmiştir.

B.HİYERARŞİNİN TASARIMI

Ana ve alt kriterlerin oluşturulmasında yararlanılan alternatif Deniz Karakol Uçaklarının özellikleri Ek'tedir.

1.Ana Kriterlerin Belirlenmesi

Uygun Deniz Karakol Uçağının seçilebilmesi için uzman kişilerden oluşan 10 kişilik bir grup ile görüş birliğiyle ana kriterler belirlenmiştir. Belirlenen ana kriterler maddeler halinde aşağıda sunulmuştur;

- Ağırlıklar ve yükler
- Performans
- Yapısal
- Maliyet

2.Alt Kriterlerin Belirlenmesi

Ana kriterlerin belirlenmesinden sonra ana kriterlerle ilgili alt kriterler de aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

AĞIRLIKLAR VE YÜKLER ANA KRİTERİ :

Maksimum Yük Alt Kriteri : Uçağın yakıt miktarı haricindeki yük kapasitesidir. Uçak için bu değer mümkün olduğunca yüksek olması tercih edilir.

Maksimum Yakıt Miktarı Alt Kriteri : Uçağın maksimum yakıt kapasitesidir. Uçağın yakıt kapasitesi seyir ve havada kalış süresini etkileyeceğinden ne kadar yüksek olursa o kadar iyi olur.

Maksimum Kalkış Ağırlığı Alt Kriteri : Uçağın pistten havalanabileceği maksimum yük miktarıdır. Yapılacak hareketlerde ne kadar fazla silah, sensör ve yakıtla göreve kalkılabilirse o kadar iyi olur. Yine uçak için bu değer de yüksek olması tercih sebebi olacaktır.

PEFORMANS ANA KRİTERİ :

Sürat Alt Kriteri:

Havada Tutunma Sürati İkinci Seviye Alt Kriteri : Uçağın düşmeden havada tutunabileceği minimum sürattir. Bazı hareketlerde düşük süratler gerekmektedir. Dolayısıyla uçak için bu değer ne kadar düşükse, yani uçak ne kadar düşük süratle havada kalabiliyorsa o derece iyi olur. Dolayısıyla bu değer için düşük olması tercih edilir.

Maksimum Seyir Sürati İkinci Seviye Alt Kriteri : Uçağın yapabileceği maksimum sürattir. Uçağın hareket alanına en kısa sürede ulaşması arzu edilmektedir. Bunun içinde uçağın seyir süratinin yüksek olması gerekmektedir. Maksimum seyir sürati en yüksek olan uçak tercih edilir.

Havada Kalış Süresi Alt Kriteri : Uçak için yakıt kapasitesi ve yakıt sarfiyatına bağımlı olarak havada kalış süresi olarak tanımlanır. Havada kalış süresinin fazla olması tercih edilir.

Servis Tavanı Alt Kriteri : Uçağın tırmanabileceği maksimum yükseklik olarak tanımlanmaktadır. Service Tavanı değerinin yüksek olması tercih edilir.

G (Yük Faktörü) Alt Kriteri : Ani manevralarda uçağın üzerine binen yük miktarıdır. Bu değer ne kadar yüksekse uçak da ani yapılan manevralara o kadar dayanıklı demektir. G yük faktörünün yüksek olması tercih edilir.

Tırmanma Oranı Alt Kriteri : İki motor devrede iken uçağın dakikada tırmanabileceği irtifadır. Uçak hareket alanına yüksekten ve maksimum seyir sürati ile intikal etmektedir. Tırmanma oranı ne kadar yüksekse intikal rota ve yüksekliğine o kadar kısa sürede ulaşabilir. Uçağın hareket alanına en kısa sürede ulaşması arzu edildiğinden Tırmanma Oranı değerinin yüksek olması tercih edilir.

YAPISAL ANA KRİTERİ :

Hacim Alt Kriteri : Uçak içi kullanım hacmi olarak tanımlanmaktadır. Uçağın içine gerekli olan silah ve sensörlerin yerleştirilmesi ve yeterli personelin görev yapabilmesi için uçak içi hacminin fazla olması tercih edilir.

Runway LCN(Yük Sınıflandırma Numarası) Alt Kriteri :Uçağın iniş yapabilmesi için gerekli olan maksimum pist dayanıklılık değeridir. Her pistin dayanıklılık değeri mevcuttur. Dolayısıyla her uçak her piste iniş yapamaz. Bu gibi bir kısıtlamayla karşı karşıya kalmamak için RUNWAY LCN değeri düşük olan uçak tercih edilir

Maksimum İniş Ağırlığı Alt Kriteri : Uçağın iniş yapabileceği maksimum ağırlıktır. Uçakların maksimum iniş ağırlığı önemli bir kriterdir. Uçakların kalkış ağırlıkları çok yüksek ama iniş ağırlıkları düşük olabilir. Uçağın ağırlığını etkileyen hususlar personel miktarı, silah yükü ve yakıt miktarıdır. Dolayısıyla uçağın kalkış ağırlığından daha düşük bir ağırlıkta iniş yapması gerektiği durumda hareket süresince sarf edilen silah yükü ve yakıt miktarı iniş ağırlığını sağlamıyorsa ağırlığın hafifletilmesi gerekir. Bu da silah yükü azaltılamayacağına göre havada yakıt boşaltmak suretiyle gerçekleştirilmektedir.

Bu nedenle maksimum iniş ağırlığı ne kadar yüksekse uçağın tercih edilmesi için o kadar iyi olur.

Servis Ömrü Alt Kriteri : Uçağın emniyetle uçabileceği zaman periyodudur. Uçak bu zaman periyodu sonunda hizmet dışına ayrılır. Servis ömrünün uzun olması tercih edilir.

MALİYET ANA KRİTERİ :

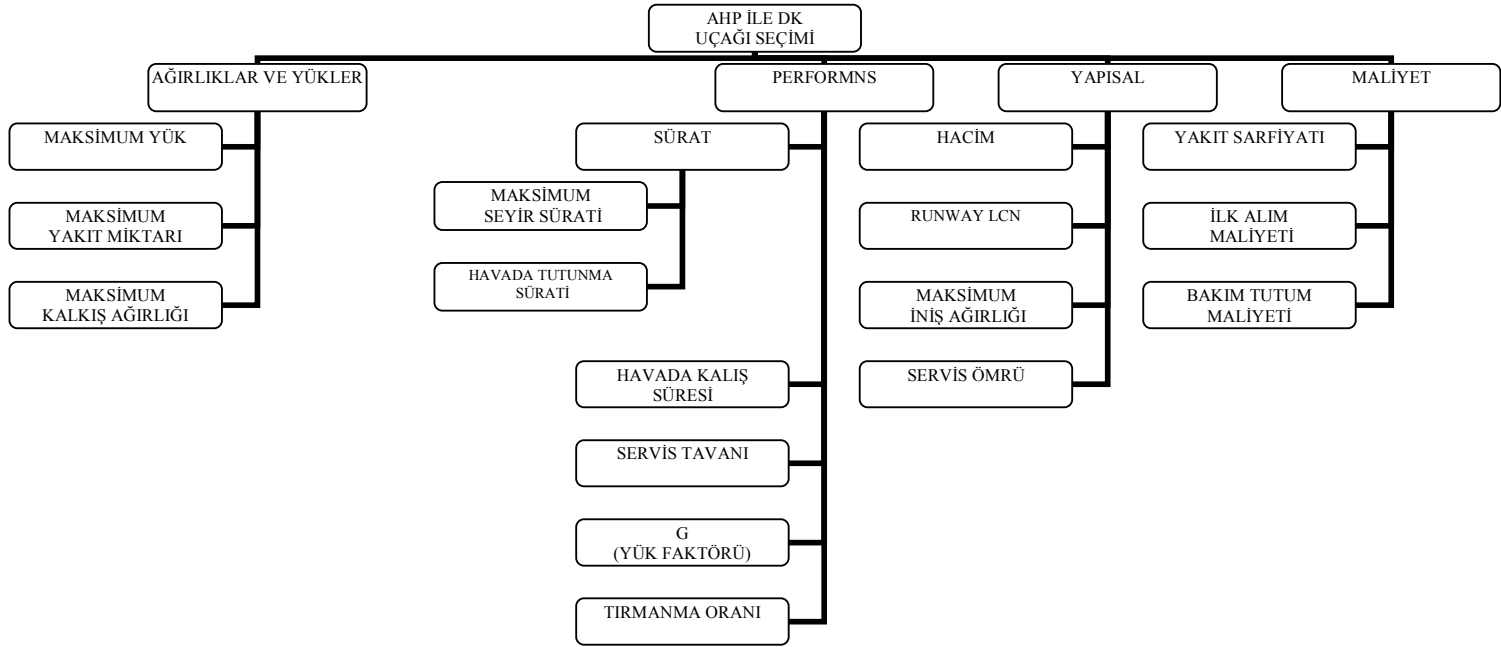
Yakıt Sarfiyatı Alt Kriteri : Uçağın saatte yaktığı yakıt miktarıdır. Yakıt sarfiyatı hem havada kalış süresini hem de uçağın menziline etkiler. Uçağın mümkün olduğunca uzak mesafelerde ve mümkün olduğunca uzun süre hareket icra etmesi arzu edilmektedir. Bu nedenle yakıt sarfiyatı düşük olan uçak tercih edilir.

İlk Alım Maliyeti Alt Kriteri : Uçağın alım maliyeti olup, maliyetin düşük olması tercih edilir.

Bakım Tutum Maliyeti Alt Kriteri : Uçağın kullanımı nedeniyle oluşan bakım tutum maliyetleri olup, bakım tutum maliyetlerinin düşük olması tercih edilir.

3.Hiyerarşinin Dizaynı

Alternatifler, kriterler ve alt kriterler belirlendikten sonra Şekil 11'deki hiyerarşi oluşturulmuştur.



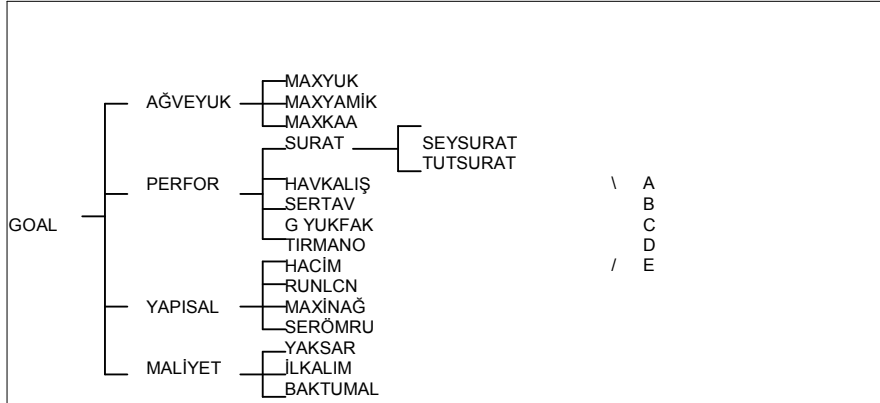
Şekil 11. Analitik Hiyerarşi

C. HİYERARŞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Çok kriterli karar problemlerinin çözümünde ve duyarlılık analizlerinin yapılmasında çeşitli paket programlarından yararlanılabilmektedir. Deniz Karakol uçağı seçimi için oluşturulan analitik hiyerarşi AHP destekli Expert Choice paket programına ana amaç, kriterler, alt kriterler ve alternatifler olarak girilerek Expert Choice Modeli kurulmuştur. Daha sonra uzman kişilere görüş birliğiyle ikili karşılaştırmalar yaptırılmıştır.

Kurulan Expert Choice modeli Şekil 12’de gösterilmiştir.

AHP İLE DENİZ KARAKOL UÇAĞI SEÇİMİ



Abbreviation	Definition
GOAL	
A	A UÇAĞI
AĞVEYUK	AĞIRLIKLAR VE YUKLER
B	B UÇAĞI
BAKTUMAL	BAKIM TUTUM MALİYETİ
C	C UÇAĞI
D	D UÇAĞI
E	E UÇAĞI
G YUKFAK	G (YUK FAKTÖRÜ)
HACİM	UÇAĞIN İÇ HACMİ
HAVKALIŞ	HAVADA KALIŞ SURESİ
MALİYET	MALİYET
MAXKAA	MAKSİMUM KALKIŞ AĞIRLIĞI
MAXYAMİK	MAKSİMUM YAKIT MİKTARI
MAXYUK	MAKSİMUM YUK
MAXİNAĞ	MAKSİMUM İNİŞ AĞIRLIĞI
PERFOR	PERFORMANS
RUNLCN	RUNWAY LCN
SERTAV	SERVİS TAVANI
SERÖMRU	SERVİS ÖMRU
SEYSURAT	MAKSİMUM SEYİR SURATI
SURAT	SURAT
TIRMANO	TIRMANMA ORANI
TUTSURAT	HAVADA TUTUNMA SURATI
YAKSAR	YAKIT SARFIYATI
YAPISAL	YAPISAL
İLKALIM	İLK ALIM MALİYETİ

cihan bahadır

Şekil 12. Deniz Karakol Uçağı Seçimi Expert Choice Modeli

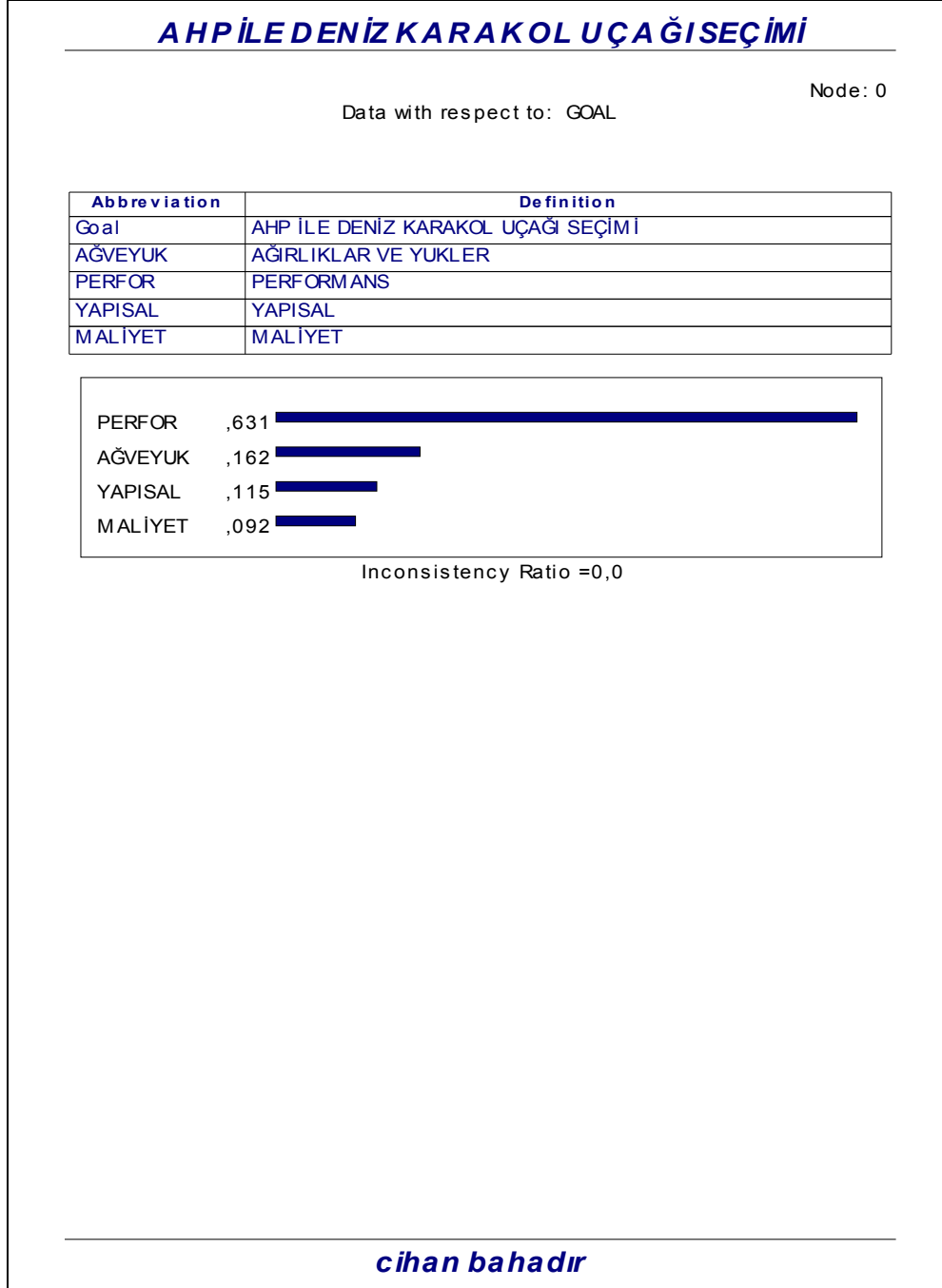
Tüm ana ve alt kriterlerin karşılaştırılması konuyla ilgili uzman kişiler bir araya getirilerek görüş birliğiyle yapılmıştır.

Ana kriterlerin ikili karşılaştırılması Tablo 5’te gösterilmiştir.

AHP İLE DENİZ KARAKOL UÇAĞI SEÇİMİ			
Compare the relative IMPORTANCE with respect to: GOAL			Node: 0
	PERFOR	YAPISAL	MALİYET
AĞVEYUK	(6,0)	2,0	2,0
PERFOR		6,0	4,0
YAPISAL			2,0
<small>Row element is ___ times more than column element unless enclosed in ()</small>			
Abbreviation	Definition		
Goal	AHP İLE DENİZ KARAKOL UÇAĞI SEÇİMİ		
AĞVEYUK	AĞIRLIKLAR VE YUKLER		
PERFOR	PERFORMANS		
YAPISAL	YAPISAL		
MALİYET	MALİYET		
<hr/>			
<i>cihan bahadır</i>			

Tablo 5. Ana Kriterlerin İkili Karşılaştırılması

Ana kriterlerin ikili karşılaştırılması neticesinde hesaplanan ağırlıklar Tablo 6’da gösterilmiştir.



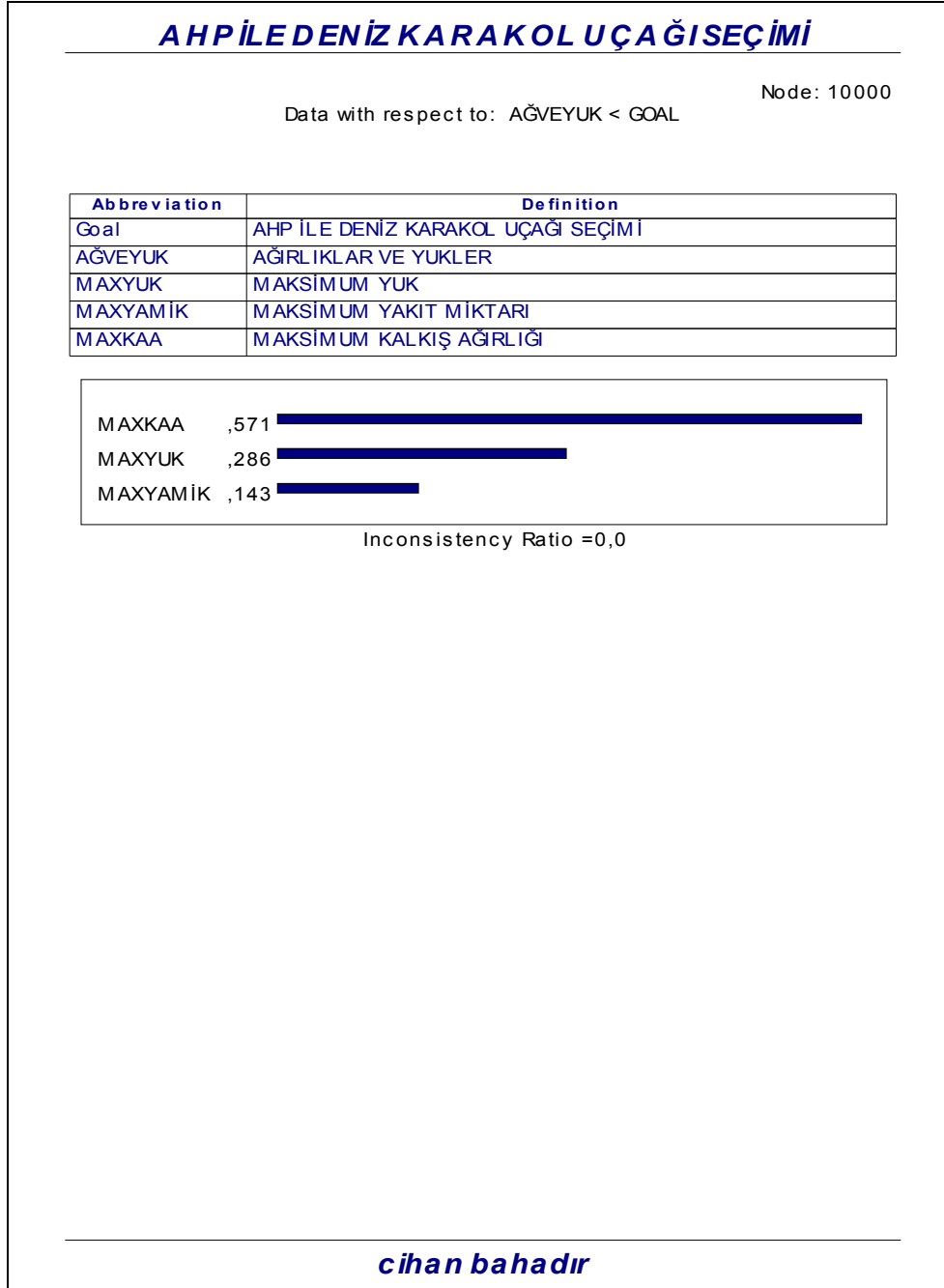
Tablo 6. Ana Kriterlerin Ağırlıkları

Ağırlık ve Yükler ana kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırılması Tablo 7’de gösterilmiştir.

AHP İLE DENİZ KARAKOL UÇAĞI SEÇİMİ		
		Node: 10000
Compare the relative IMPORTANCE with respect to: AĞVEYUK < GOAL		
	MXYAMİK	MAXKAA
MXYUK	2,0	(2,0)
MXYAMİK		(4,0)
<small>Row element is ___ times more than column element unless enclosed in ()</small>		
Abbreviation	Definition	
Goal	AHP İLE DENİZ KARAKOL UÇAĞI SEÇİMİ	
AĞVEYUK	AĞIRLIKLAR VE YUKLER	
MXYUK	MAKSİMUM YUK	
MXYAMİK	MAKSİMUM YAKIT MİKTARI	
MAXKAA	MAKSİMUM KALKIŞ AĞIRLIĞI	
<i>cihan bahadır</i>		

Tablo 7. Ağırlık ve Yükler Ana Kriterine Bağlı Alt Kriterlerin Karşılaştırılması

Ağırlıklar ve Yükler Ana kriterine bağlı alt kriterlerin ikili karşılaştırılması neticesinde hesaplanan ağırlıklar Tablo 8’de gösterilmiştir.



Tablo 8. Ağırlık Ve Yükler Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin Ağırlıkları

Performans ana kriterine bağı alt kriterlerin karşılaştırılması Tablo 9’da gösterilmiştir.

AHP İLE DENİZ KARAKOL UÇAĞI SEÇİMİ				
				Node: 20000
Compare the relative IMPORTANCE with respect to: PERFOR < GOAL				
	HAVKALIŞ	SERTAV	G YUKFAK	TIRMANO
SURAT	(4,0)	(4,0)	(4,0)	(5,0)
HAVKALIŞ		4,0	(3,0)	(3,0)
SERTAV			(3,0)	(3,0)
G YUKFAK				1,0
Row element is __ times more than column element unless enclosed in ()				
Abbreviation	Definition			
Goal	AHP İLE DENİZ KARAKOL UÇAĞI SEÇİMİ			
PERFOR	PERFORMANS			
SURAT	SURAT			
HAVKALIŞ	HAVADA KALIŞ SURESİ			
SERTAV	SERVİS TAVANI			
G YUKFAK	G (YUK FAKTÖRÜ)			
TIRMANO	TIRMANMA ORANI			

cihan bahadır

Tablo 9. Performans Ana Kriterine Bağı Alt Kriterlerin Karşılaştırılması

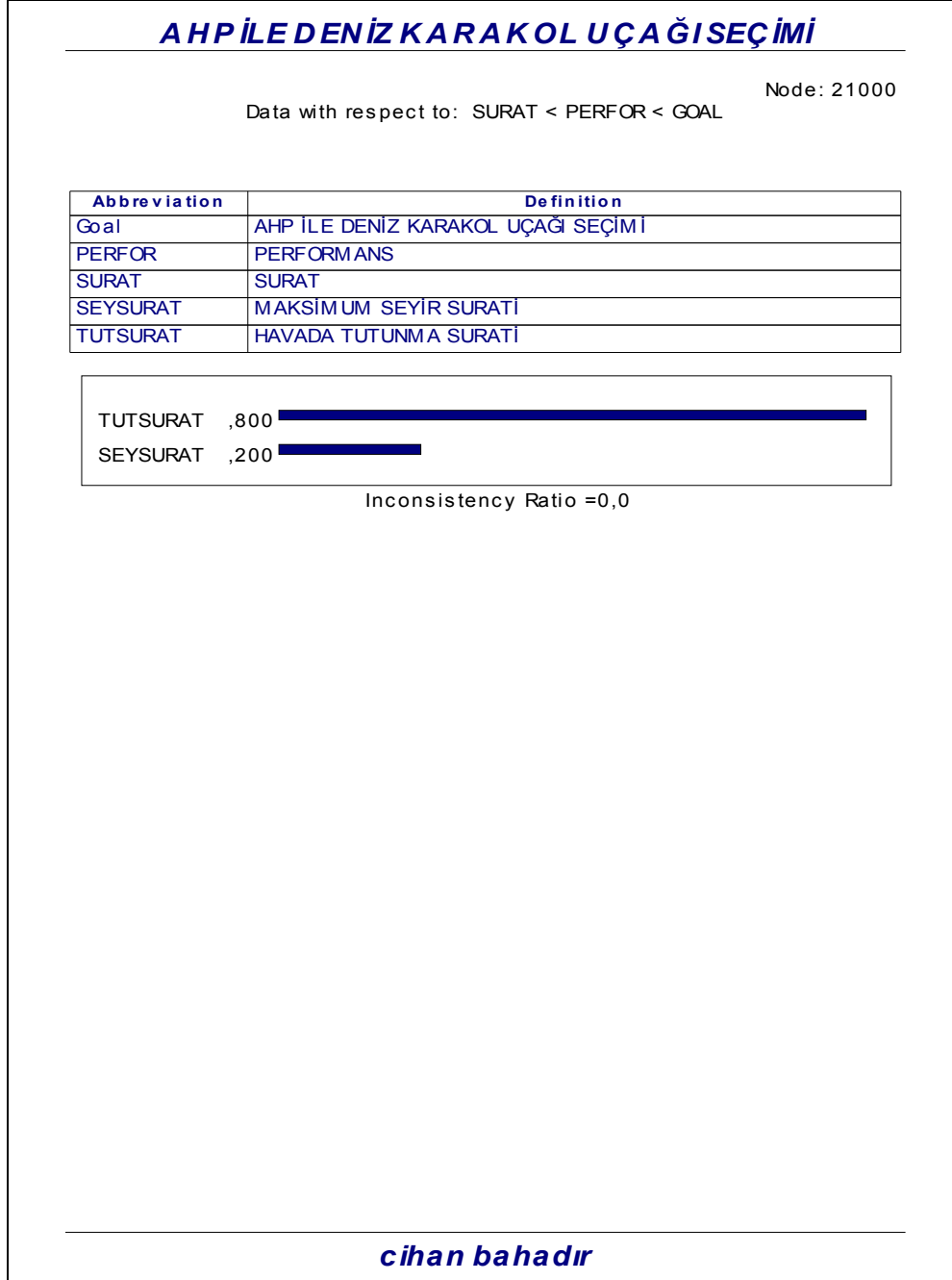
Performans ana kriterine bağlı ikinci seviye alt kriterlerinin ikili karşılaştırılması Tablo 11’de gösterilmiştir.

AHP İLE DENİZ KARAKOL UÇAĞI SEÇİMİ					
Node: 21000					
Compare the relative IMPORTANCE with respect to: SURAT < PERFOR < GOAL					
	<table border="1"><tr><td></td><td>TUTSURAT</td></tr><tr><td>SEYSURAT</td><td>(4,0)</td></tr></table>		TUTSURAT	SEYSURAT	(4,0)
	TUTSURAT				
SEYSURAT	(4,0)				
<small>Row element is ___ times more than column element unless enclosed in ()</small>					
Abbreviation	Definition				
Goal	AHP İLE DENİZ KARAKOL UÇAĞI SEÇİMİ				
PERFOR	PERFORMANS				
SURAT	SURAT				
SEYSURAT	MAKSİMUM SEYİR SURATI				
TUTSURAT	HAVADA TUTUNMA SURATI				

cihan bahadır

Tablo 11. Performans Ana Kriterine Bağlı İkinci Seviye Alt Kriterlerin Karşılaştırılması

Performans Ana kriterine bağlı ikinci seviye alt kriterlerin ikili karşılaştırılması neticesinde hesaplanan ağrlıklar Tablo 12’de gösterilmiştir.



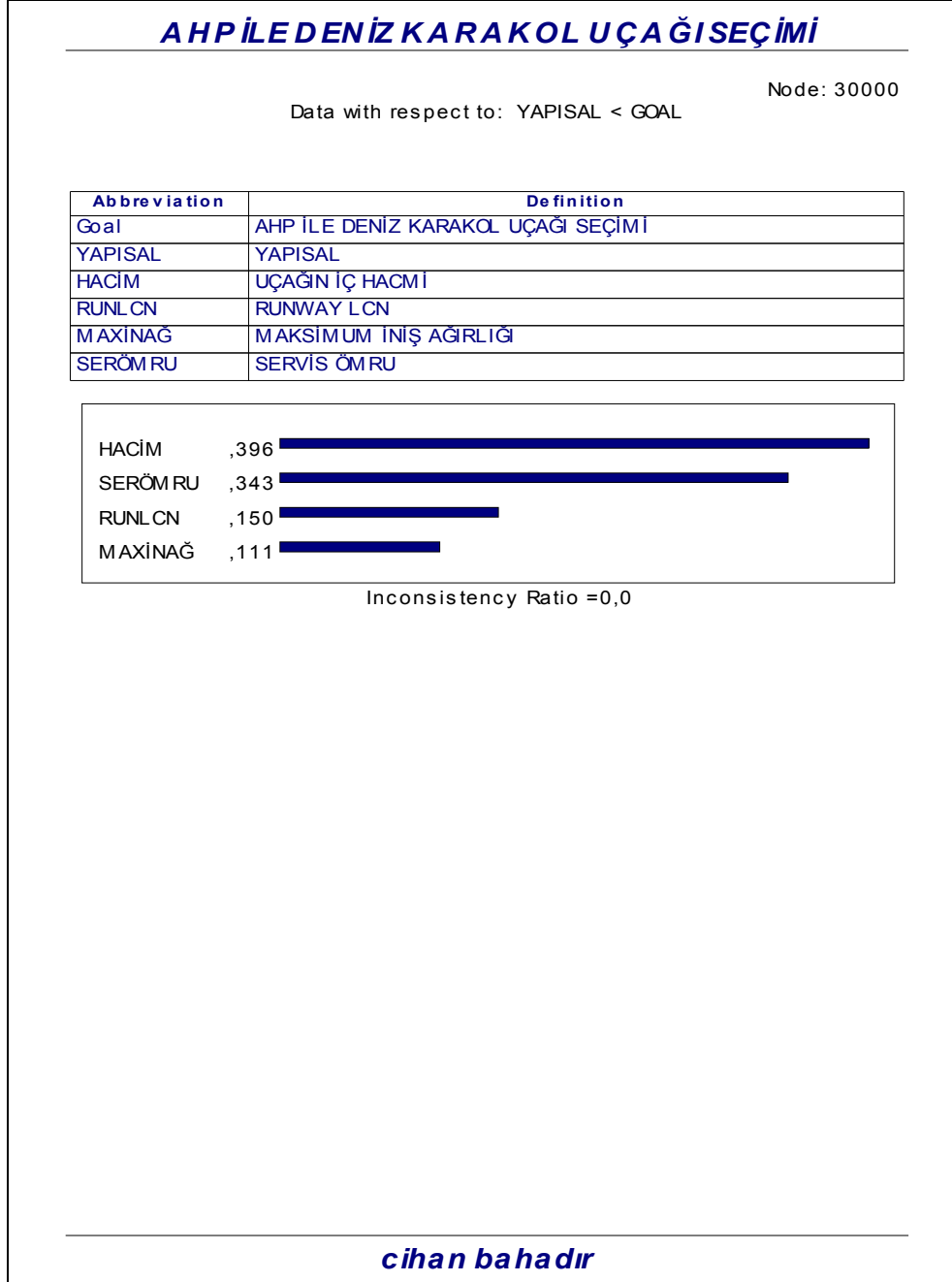
Tablo 12. Performans Ana Kriterine Bağlı İkinci Seviye Alt Kriterlerin Ağrlıkları

Yapısal ana kriterine bağı alt kriterlerin ikili karşılaştırılması Tablo 13'te gösterilmiştir.

AHP İLE DENİZ KARAKOL UÇAĞI SEÇİMİ			
			Node: 30000
Compare the relative IMPORTANCE with respect to: YAPISAL < GOAL			
	RUNLCN	MAXINAĞ	SERÖMRU
HACİM	3,0	4,0	1,0
RUNLCN		2,0	(3,0)
MAXINAĞ			(2,0)
<small>Row element is ___ times more than column element unless enclosed in ()</small>			
Abbreviation	Definition		
Goal	AHP İLE DENİZ KARAKOL UÇAĞI SEÇİMİ		
YAPISAL	YAPISAL		
HACİM	UÇAĞIN İÇ HACMİ		
RUNLCN	RUNWAY LCN		
MAXINAĞ	MAKSİMUM İNİŞ AĞIRLIĞI		
SERÖMRU	SERVIS ÖMRU		
<i>cihan bahadır</i>			

Tablo 13. Yapısal Ana Kriterine Bağlı Alt Kriterlerin Karşılaştırılması

Yapısal ana kriterine bağı alt kriterlerin karşılaştırılması neticesinde hesaplanan ağırlıklar Tablo 14'te gösterilmiştir.



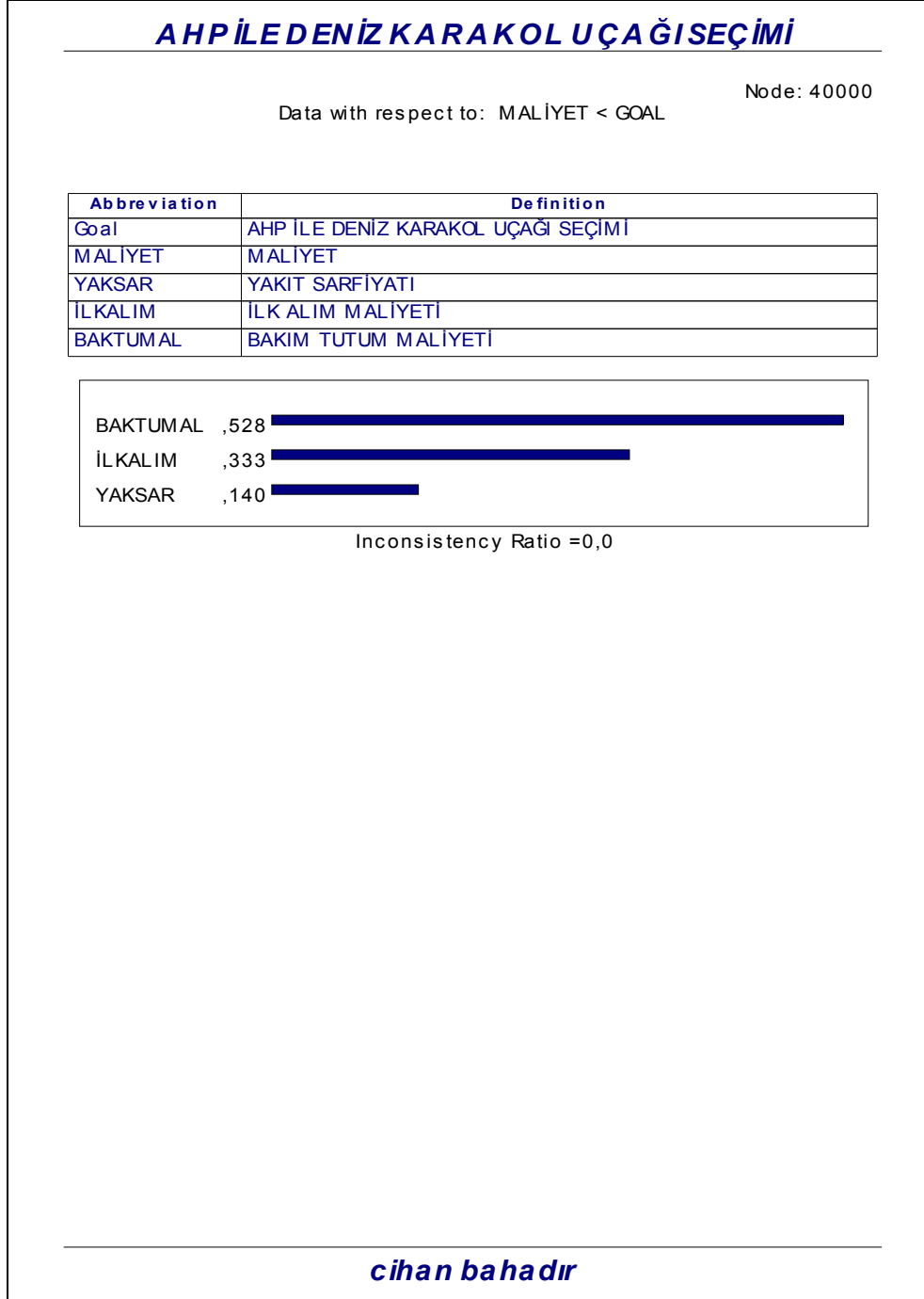
Tablo 14. Yapısal Ana Kriterine Bağı Alt Kriterlerin Ağırlıkları

Maliyet ana kriterine bağı alt kriterlerin ikili karşılaştırılması Tablo 15'te gösterilmiştir.

AHP İLE DENİZ KARAKOL UÇAĞI SEÇİMİ		
Node: 40000		
Compare the relative IMPORTANCE with respect to: MALİYET < GOAL		
	İL KALIM	BAKTUMAL
YAKSAR	(3,0)	(3,0)
İL KALIM		(2,0)
<small>Row element is ___ times more than column element unless enclosed in ()</small>		
Abbreviation	Definition	
Goal	AHP İLE DENİZ KARAKOL UÇAĞI SEÇİMİ	
MALİYET	MALİYET	
YAKSAR	YAKIT SARFIYATI	
İL KALIM	İL KALIM MALİYETİ	
BAKTUMAL	BAKIM TUTUM MALİYETİ	
<i>cihan bahadır</i>		

Tablo 15. Maliyet Ana Kriterine Bağlı Alt Kriterlerin İkili Karşılaştırılması

Maliyet ana kriterine bağlı alt kriterlerin karşılaştırılması neticesinde hesaplanan ağırlıklar Tablo 16’da gösterilmiştir.



Tablo 16. Maliyet Ana Kriterine Bağlı Alt Kriterlerin Ağırlıkları

Kriterlerin ikili karşılaştırılması tamamlandıktan sonra alternatiflerin her bir kritere göre ağırlıkları hesaplanmıştır.

Tüm alt kriterlere göre alternatiflerin ağırlıkları ve önceliklerine ilişkin değerlendirmeler Tablo 17, Tablo 18, Tablo 19 ve Tablo 20 'de özetlenmiştir. Ayrıntılar EK-B' de gösterilmiştir.

ALTERNATİFLER	AĞIRLIKLAR VE YÜKLER ANA KRİTERİ					
	MAXYÜK		MAXYAMİK		MAXKAA	
	AĞIRLIK	SIRA	AĞIRLIK	SIRA	AĞIRLIK	SIRA
A UÇAĞI	0,114	5	0,051	5	0,069	5
B UÇAĞI	0,204	2	0,159	4	0,174	4
C UÇAĞI	0,148	4	0,221	3	0,193	3
D UÇAĞI	0,172	3	0,339	1	0,256	2
E UÇAĞI	0,362	1	0,229	2	0,307	1

Tablo 17. Ağırlıklar Ve Yükler Ana Kriterine Göre Alternatiflerin Ağırlıkları

ALTERNATİFLER	PERFORMANS ANA KRİTERİ											
	SÜRAT				HAVKALIŞ		SERTAV		GYÜKFAK		TIRMANO	
	SEYSÜRAT		TUTSÜRAT		Ağırlık	Sıra	Ağırlık	Sıra	Ağırlık	Sıra	Ağırlık	Sıra
	Ağırlık	Sıra	Ağırlık	Sıra								
A UÇAĞI	0,118	5	0,243	1	0,125	4	0,169	4	0,190	4	0,180	3
B UÇAĞI	0,246	2	0,166	5	0,179	3	0,197	3	0,203	2	0,197	2
C UÇAĞI	0,174	4	0,222	2	0,321	1	0,254	1	0,184	5	0,310	1
D UÇAĞI	0,202	3	0,178	4	0,286	2	0,160	5	0,222	1	0,163	4
E UÇAĞI	0,260	1	0,190	3	0,089	5	0,220	2	0,203	3	0,150	5

Tablo 18. Performans Ana Kriterine Göre Alternatiflerin Ağırlıkları

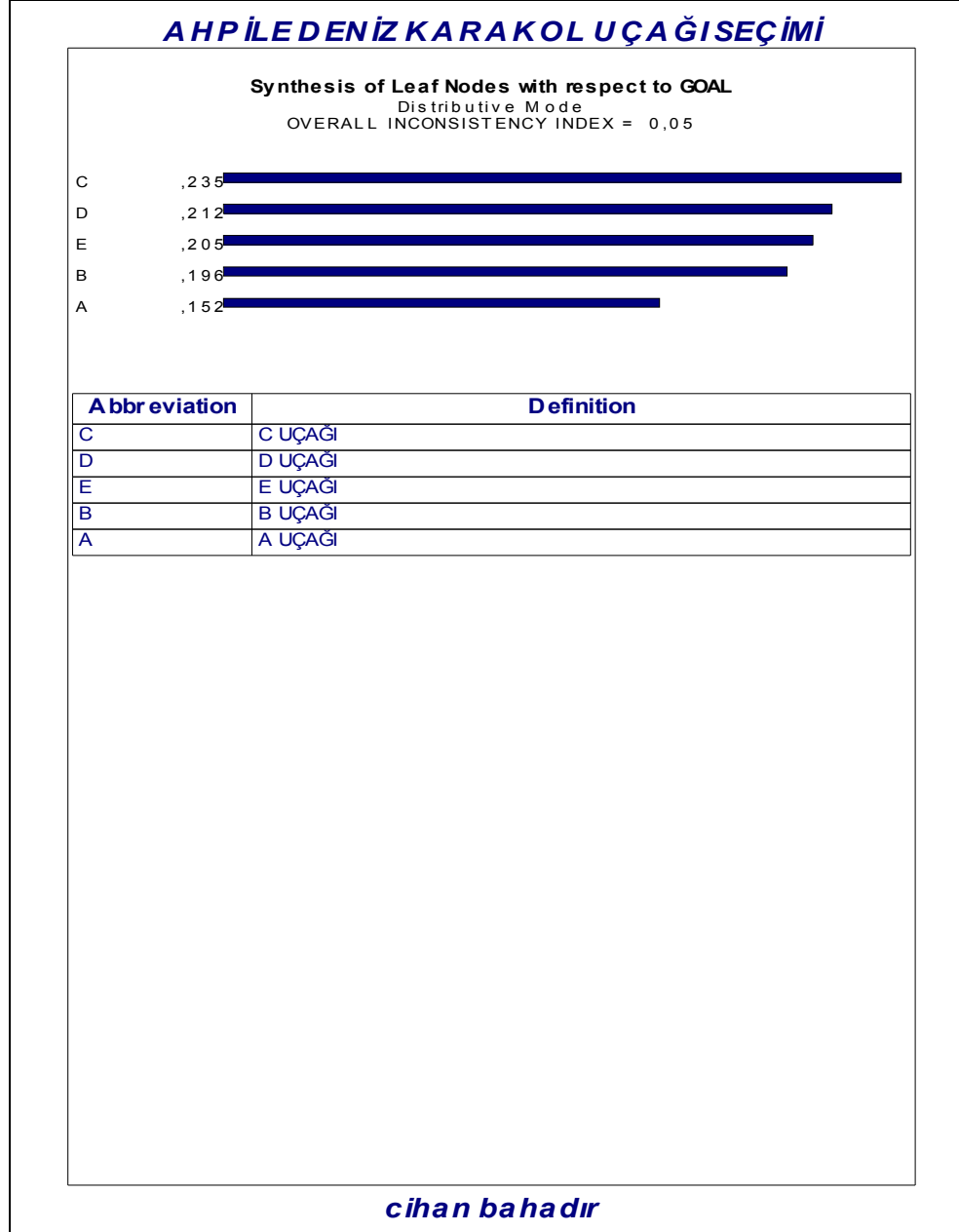
ALTERNATİFLER	YAPISAL ANA KRİTERİ							
	HACİM		RUNLCN		MAXİNAĞ		SERÖMRÜ	
	AĞIRLIK	SIRA	AĞIRLIK	SIRA	AĞIRLIK	SIRA	AĞIRLIK	SIRA
A UÇAĞI	0,096	5	0,198	3	0,078	5	0,142	4
B UÇAĞI	0,188	4	0,190	4	0,174	4	0,427	1
C UÇAĞI	0,205	3	0,206	2	0,218	3	0,157	3
D UÇAĞI	0,269	1	0,165	5	0,223	2	0,114	5
E UÇAĞI	0,241	2	0,241	1	0,306	1	0,166	2

Tablo 19. Yapısal Ana Kriterine Göre Alternatiflerin Ağırlıkları

ALTERNATİFLER	MALİYET ANA KRİTERİ					
	YAKSAR		İLKALIM		BAKTUMAL	
	AĞIRLIK	SIRA	AĞIRLIK	SIRA	AĞIRLIK	SIRA
A UÇAĞI	0,389	1	0,274	1	0,041	5
B UÇAĞI	0,159	3	0,203	3	0,100	4
C UÇAĞI	0,258	2	0,229	2	0,183	3
D UÇAĞI	0,125	4	0,141	5	0,284	2
E UÇAĞI	0,069	5	0,152	4	0,391	1

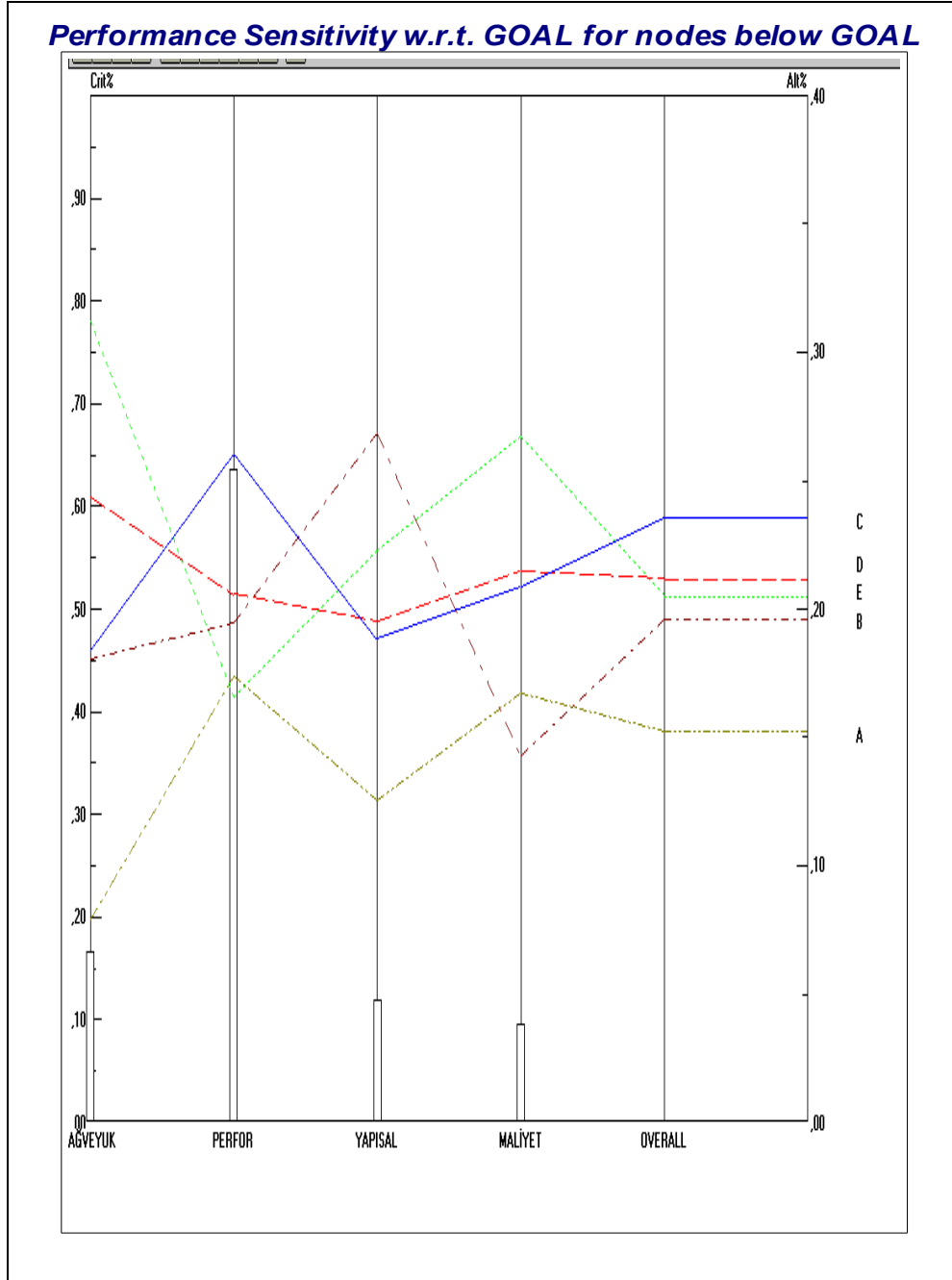
Tablo 20. Maliyet Ana kriterine Göre Alternatiflerin Ağırlıkları

Tüm ikili karşılaştırmalar tamamlandığında alternatif Deniz Karakol Uçakları arasında “C Uçağı” seçilmiştir. Tüm ikili karşılaştırmalar sonucundaki ağırlıklar Tablo 21’de gösterilmiştir.



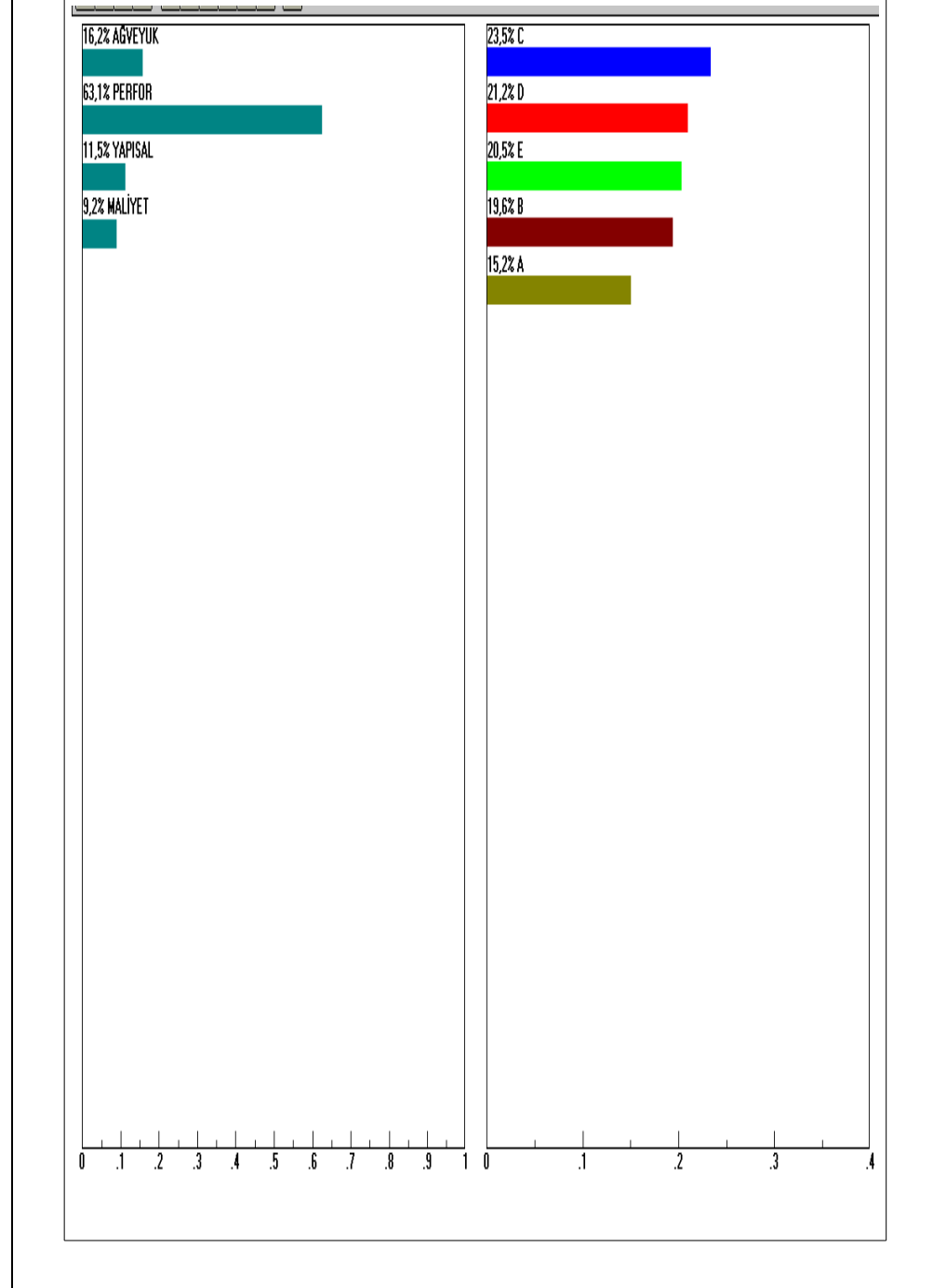
Tablo 21. Tüm Hiyerarşinin Değerlendirilmesi Sonucunda Alternatiflerin Sıralaması

Alternatiflerin gösterdikleri performansları içeren grafiksel çözüm Şekil 13 ile Şekil 14’te gösterilmiştir.



Şekil 13. Hiyerarşinin Değerlendirilmesi Sonucunda Elde Edilen Çözümün Grafiksel Gösterimi

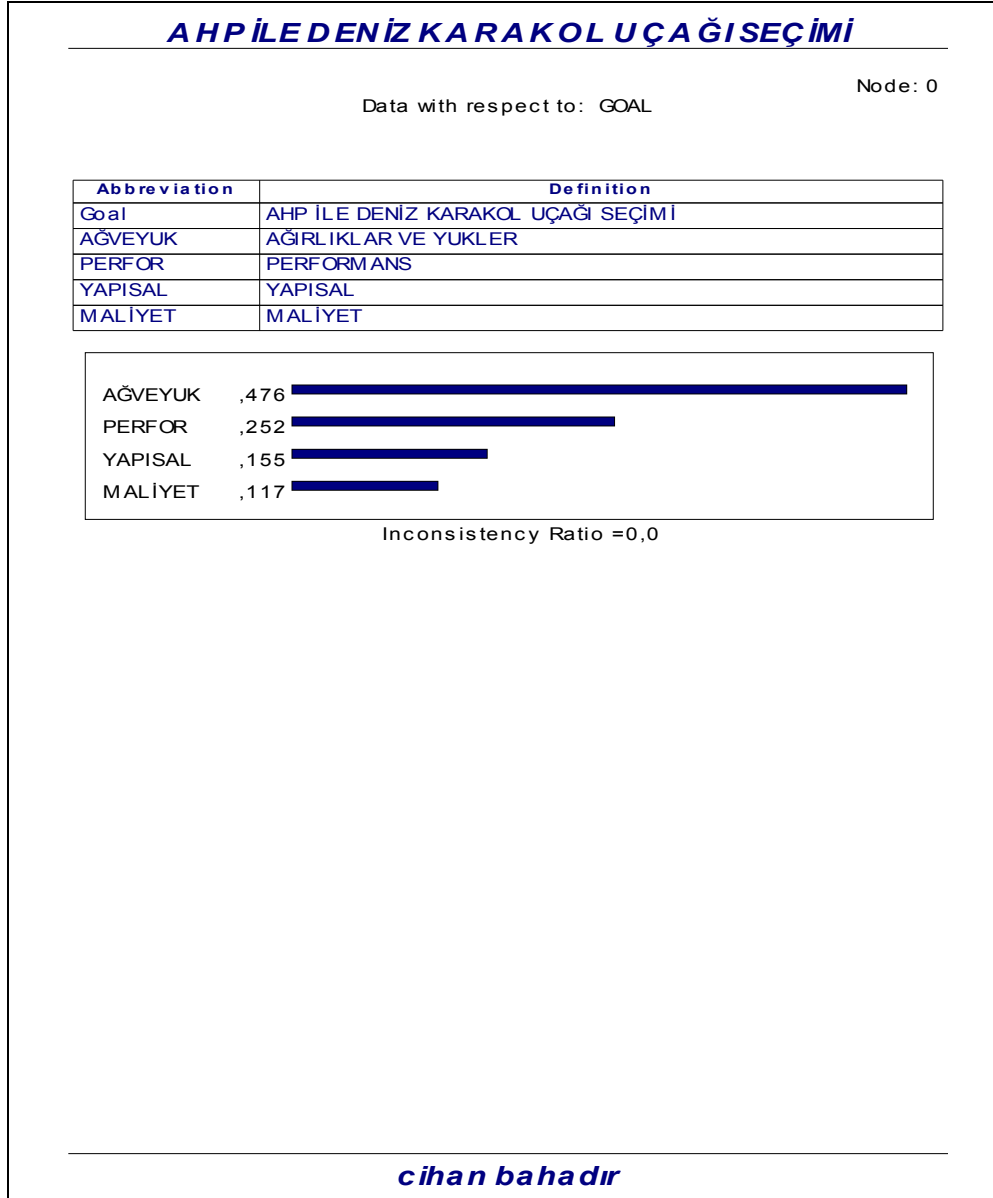
Dynamic Sensitivity w.r.t. GOAL for nodes below GOAL



Şekil 14. Hiyerarşinin Değerlendirilmesi Sonucunda Elde Edilen Çözümün Hareketli Grafıksel Gösterimi

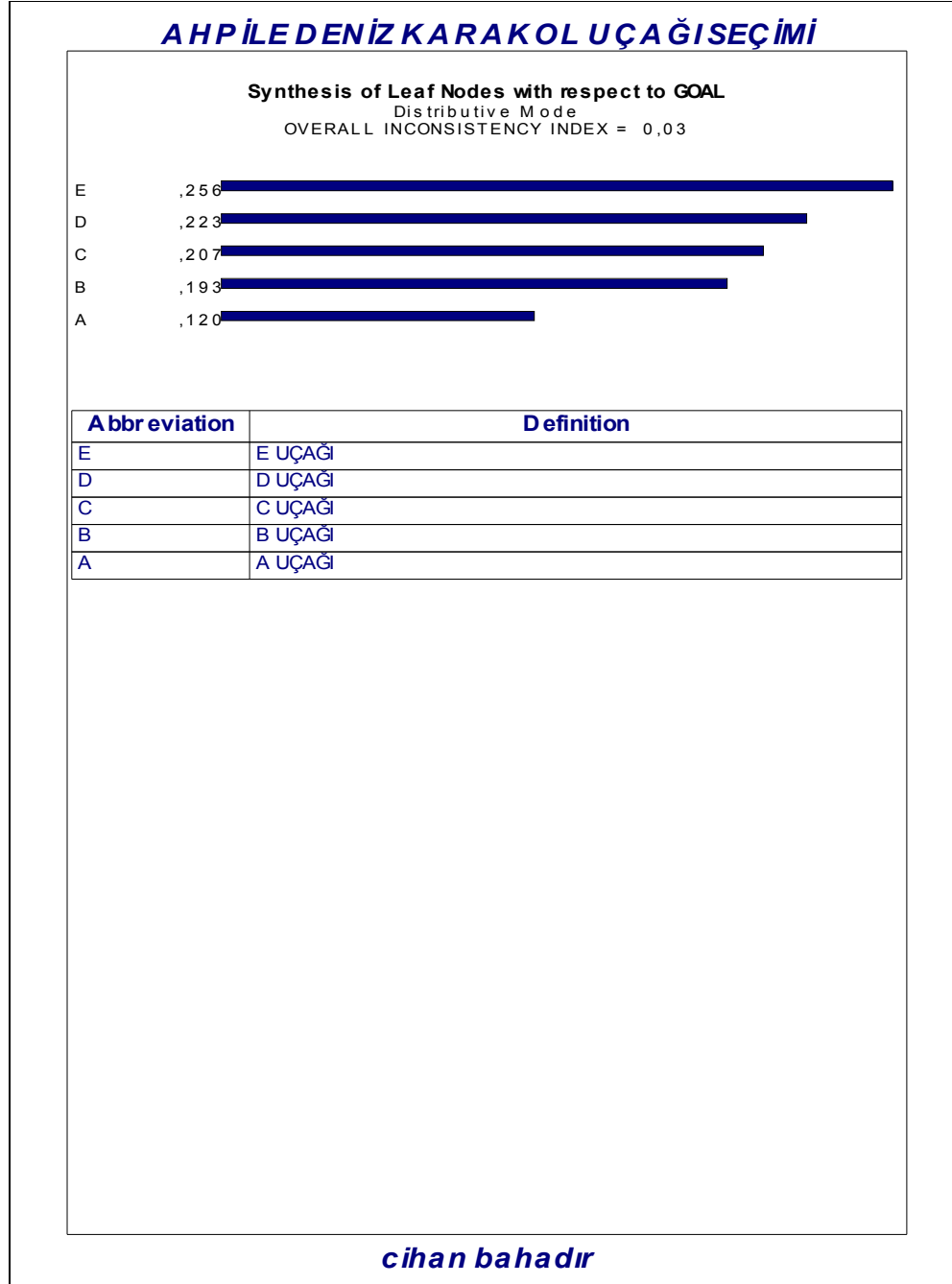
D.DUYARLILIK ANALİZİ İLE SONUÇLARIN YORUMLANMASI

Duyarlılık analizi ile kriterlerin ağırlıklarındaki değişimlerin elde edilen sonucu ne derecede etkilediği karar vericiye gösterilmeye çalışılır. Ağırlıklar ve Yükler Kriterinin ağırlığı Tablo 22'deki gibi artırıldığında;



Tablo 22. Ağırlıklar ve Yükler Kriterinin Ağırlığının Artırılması

Tablo 23'deki gibi bir sonuç ortaya çıkar.



Tablo 23. Ağırlıklar ve Yükler Kriterinin Ağırlığı Artırıldığında Hesaplanan Alternatiflerin Ağırlıkları

Tablo 22 ve 23'ten de görüldüğü gibi Ağırlıklar ve Yükler kriterinin ağırlığı 0,162'den 0,476'ya çıkarıldığında alternatiflerin önceliklendirilmesi de değişmektedir. Daha önce 0,235 ağırlık ile birinci sırada yer alan C uçağının ağırlığı 0,207'ye düşmüş ve birinci öncelikten üçüncü önceliğe düşmüştür. Yine aynı şekilde diğer alternatiflerin de ağırlıklarında ve önceliklerinde değişiklikler olmuştur. Bu değişiklikler daha iyi görülebilmesi için Tablo 24'te gösterilmiştir.

Ağırlıklar ve Yükler Kriterinin Ağırlığı 0,162 iken Alternatiflerin Sıralanması	Ağırlıklar ve Yükler Kriterinin Ağırlığı 0,476'ya çıkarıldığında Alternatiflerin Sıralanması
C Uçağı = 0,235	E Uçağı = 0,256
D Uçağı = 0,212	D Uçağı = 0,223
E Uçağı = 0,205	C Uçağı = 0,207
B Uçağı = 0,196	B Uçağı = 0,193
A Uçağı = 0,152	A Uçağı = 0,120

Tablo 24. Alternatif Uçakların Ağırlıklandırılması

V.SONUÇLAR

❖ Yanlış kararın çok yüksek maliyetlere sebep olacak olmasından dolayı Deniz Karakol Uçağı seçimi oldukça zor bir karar problemidir.

❖ Bu çalışmada çok kriterli bir karar verme problemi olan Deniz Karakol Uçağı seçiminde AHP yönteminin kullanılması önerilmektedir.

❖ Çoğu kriterlerin alternatif Deniz Karakol Uçaklarının teknik özellikleri ile ilgili olmasından dolayı gerekli sayısal veriler araştırılmış ve modele girilmiştir.

❖ Uzman görüşlerine başvurularak kriterlerin ağırlıklandırılması yapılmış ve tüm ikili karşılaştırmalar tamamlandığında ihtiyaçları karşılayabilecek en iyi Deniz Karakol Uçağının seçilmesi sonucuna ulaşılmıştır.

❖ En sonunda elde edilen sonuçlar duyarlılık analizine tabi tutulmuş ve yapılabilecek yanlış değerlendirmelerin sonuçları nasıl etkilediği ve farklı bir alternatifin seçilmesine neden olduğu tespit edilmiştir.

KAYNAKÇA

- [1] Ernest Forman and Mary Ann Selly, Decisions by Objectives, World Scientific. ISBN: 9810241437, 2001.
- [2] Mesiha Saat, Çok Amaçlı Karar Vermede Bir Yaklaşım: Analitik Hiyerarşi Süreci.[<http://dergi.iibf.gazi.edu.tr/pdf/2210.pdf>]
- [3] G.A.Miller, The Magical Number Seven, Plus Or Minus Two: Some Limits On Our Capacity For Information Processing, Psychological Review, Vol.63, No.2, Pp.81-97, March 1956.
- [4] Thomas Kayser, Building Team Power, CRM Films, CA, Pp.223-226, 1994.
- [5] Herbert A.Simon, The New Science Of Management Decision, New York: Harper and Brothers, Pp.40-43, 1960.
- [6] Robert E. Markland, Topics In Management Science, John Wiley & Sons Inc., New York, Pp.713, 1989.
- [7] Eelko K.R.E. Huizingh And Hans C.J.Vrolijk, Extending The Applicability Of The Analytic Hierarchy Process, Socio-Economic Plannig Science, Vol.31, No:1,Pp.29-39, 1997.
- [8] Saaty, T.L., The Analytic Hierarchy Process, New York, N.Y., McGraw Hill, 1980, Reprinted By RWS Publications, Pittsburgh, 1996.
- [9] Saaty, T.L., Fundamentals Of Decision Making And Priority Theory With Analytic Hierarchy Process, Vol.6, RWS Publications, Pittsburgh PA, 1994.

- [10] Saaty, T.L., How To Make A Decision: The Analytic Hierarchy Process, European Journal Of Operational Research, No: 48, Pp.9,1990.
- [11] Vargas, Luis G., An Overview Of The Analytic Hierarchy Process And Its Applications, European Journal Of Operational Research, No: 48, Pp.3, 1990.
- [12] Saaty, T.L., How To Make A Decision: The Analytic Hierarchy Process, Interfaces, 24:6 Nov.-Dec, Pp.22., 1994.
- [13] Füsün Ülengin ve Adalet Öner, Silah Seçiminde AHP Yaklaşımı, Kara Harp Okulu 1.nci Sistem Mühendisliği ve Savunma Uygulamaları Sempozyumu, Kara Harp Okulu Öğretim Başkanlığı, Ankara, 12-13 Ekim 1995.
- [14] Jain, Bharat A. And Barin N.Nag., A Decision Support Model for Investment Decisions in New Ventures”, European Journal Of Operations Research, No.90pp.477,1996.
- [15] Mats R.K. Lindstedt, Raimo P. Hämmäläinen, Jyri Mustajoki, Using Intervals for Global Sensitivity Analyses in Multiattribute Value Trees, Proc. of the Fifteenth International Conference on Multiple Criteria Decision Making (MCDM) Ankara, Turkey, 10-14 July 2000.
- [16] French, S., Uncertainty and imprecision: Modelling and analysis, Journal of Operational Research Society 46, Pp.70-79, 1995.
- [17] Mats R.K. Lindstedt, Raimo P. Hämmäläinen, Jyri Mustajoki, Using Intervals for Global Sensitivity and Worst Case Analyses in Multicriteria Value Trees, Manuscript, 20 December 2002.

- [18] Pannell, D.J., Sensitivity Analysis of Normative Economic Models: Theoretical Framework And Practical Strategies. *Agricultural Economics* 16, 139-152, 1997.
- [19] Ernest H. Forman and Saul I. Gass, The Analytic Hierarchy Process – An Exposition.[<http://mdm.gwu.edu/FormanGass.pdf>]. October 1999.
- [20] Robert J. Moreland & Jerry B. Sanders, Lunar Lander and Return Propulsion System Trade Study: Methodology with Results, *American Institute of Aeronautics and Astronautics* 93-2606, AIAA/SAE/ASME/ASEE, 29th Joint Propulsion Conference, 1993.
- [21] Merrill S. Brenner, Air Products and Chemicals, Inc., Tactical R & D Project Prioritization, *Research Technology Management*, Sept. - Oct. 1994.
- [22] Chang-Kyo Suh, Eui-Ho Suh and Kwang-Churn Baek, Prioritizing Telecommunications Technologies for Long Range R&D Planning to the Year 2006, *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 41, No. 3, Pp.264-274, August 1994.
- [23] Eyrych, H. G., Benchmarking to Become The Best of Breed, *Manufacturing Systems Magazine*, April 1991.

- [24] The Silverlake Project, Transformation at IBM, Oxford University Press, New York, 1992 and Eyrich, H.G., Benchmarking to Become the Best of Breed, Manufacturing Systems Magazine, April 1991.
- [25] James G. Dolan, Donald R. Bordley, Heidi Miller, Diagnostic Strategies in the Management of Acute Upper Gastrointestinal Bleeding: Patient and Physician Preferences, Journal of General Internal Medicine, v. 8, October 1993.
- [26] Daniel K. Carpenter and Donald J. Ebner, Using Software Applications to Facilitate and Enhance Strategic Planning, Naval Postgraduate School, Monterey, CA, September 1993.
- [27] Barış Doğan, Karar Vermede Çok Kriterli Bir Yaklaşım Modeli Olarak Analitik Hiyerarşi Süreci Ve Mayın Avlama Gemisi Seçiminde Analitik Hiyerarşi Süreci Yönteminin Uygulanması, İstanbul 2004.
- [28] Expert Choice Inc., ECpro Version 9.48S25
- [29] Jane's All The World's Aircraft 1999-00

EK-A : ALTERNATİF DENİZ KARAKOL UÇAKLARININ ÖZELLİKLERİ [29]

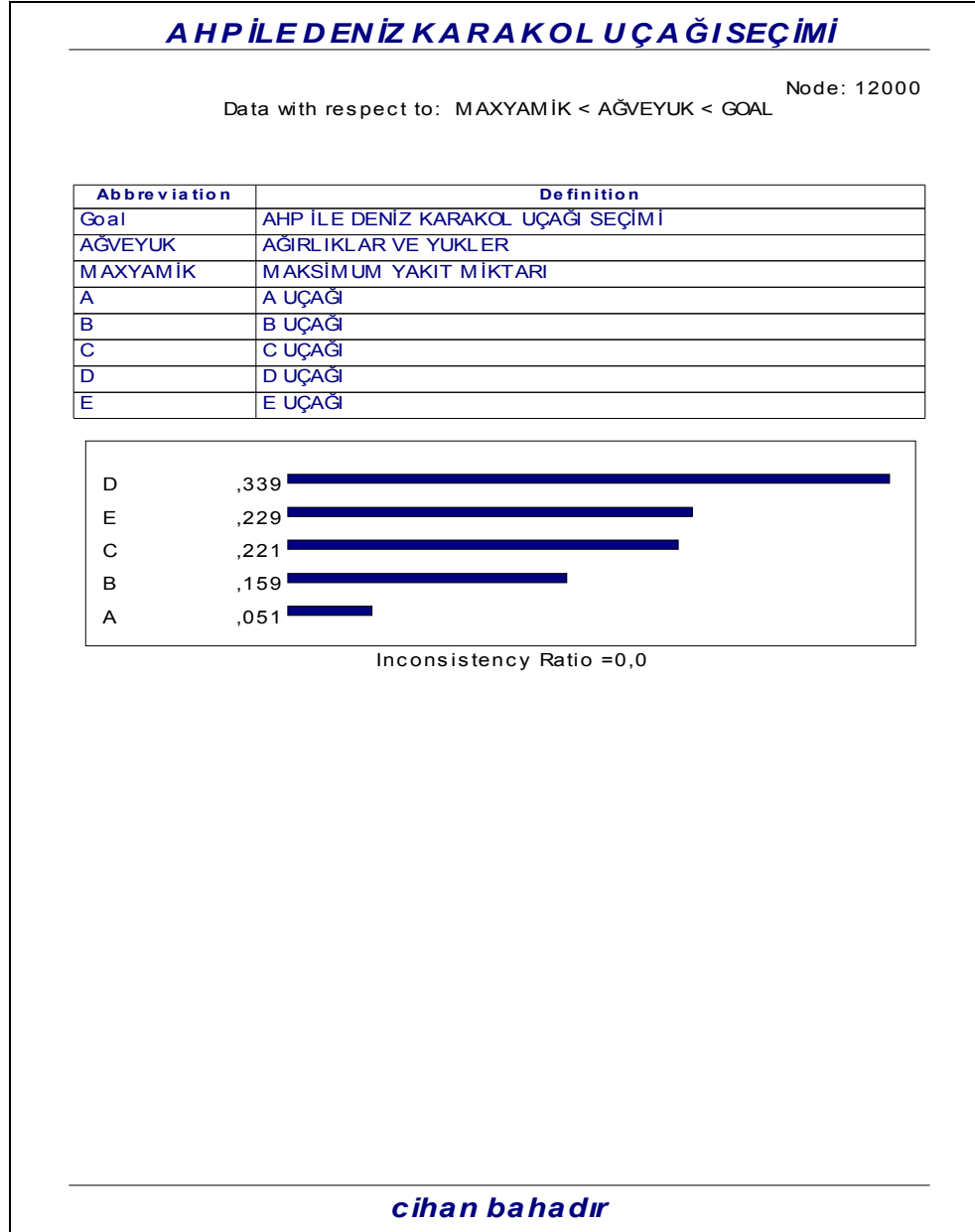
	A	B	C	D	E
MAKSİMUM KALKIŞ AĞIRLIĞI	16500 kg	41730 kg	46200 kg	61235 kg	73500 kg
HACİM	43,2 m ³	84 m ³	92.0 m ³	120,6 m ³	108 m ³
SERVİS TAVANI	9145 m	10670 m	13700 m	8625 m	11890 m
HAVADA KALIŞ SÜRESİ	7 saat	10 saat	18 saat	16 saat	5 saat
MAKSİMUM YAKIT MİKTARI	4230 kg	13300 kg	18500 kg	28350 kg	19159 kg
MAKSİMUM SEYİR SÜRATİ	246 kts	500 kts	355 kts	411 kts	530 kts
MAKSİMUM YÜK	6000 kg	10780 kg	7816 kg	9072 kg	19092 kg

EK-A'NIN DEVAMI : ALTERNATİF DENİZ KARAKOL UÇAKLARININ ÖZELLİKLERİ[29]

HAVADA TUTUNMA SÜRATİ	82 kts	120 kts	90 kts	112 kts	105 kts
MAKSİMUM TIRMANMA ORANI	183 m/dakika	200 m/dakika	315 m/dakika	165 m/dakika	152 m/dakika
RUNWAY LCN	50	52	48	60	41
MAKSİMUM İNİŞ AĞIRLIĞI	16500 kg	36740 kg	46000 kg	47119 kg	64500 kg
G (YÜK FAKTÖRÜ)	3,0	3,2	2,9	3,5	3,2
SERVİS ÖMRÜ	30000 saat	90000 saat	32000 saat	24000 saat	35000 saat
YAKIT SARFIYATI	682 kg/saat	1662 kg/saat	1028 kg/ saat	2124 kg/saat	3831 kg/saat
İLK ALIM MALİYETİ	17 milyon ABD \$	22,95 milyon ABD \$	20,4 milyon ABD \$	33 milyon ABD \$	30,6 milyon ABD \$

EK-B'NİN DEVAMI : ALTERNATİFLERİN ALT KRİTERELERE GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ

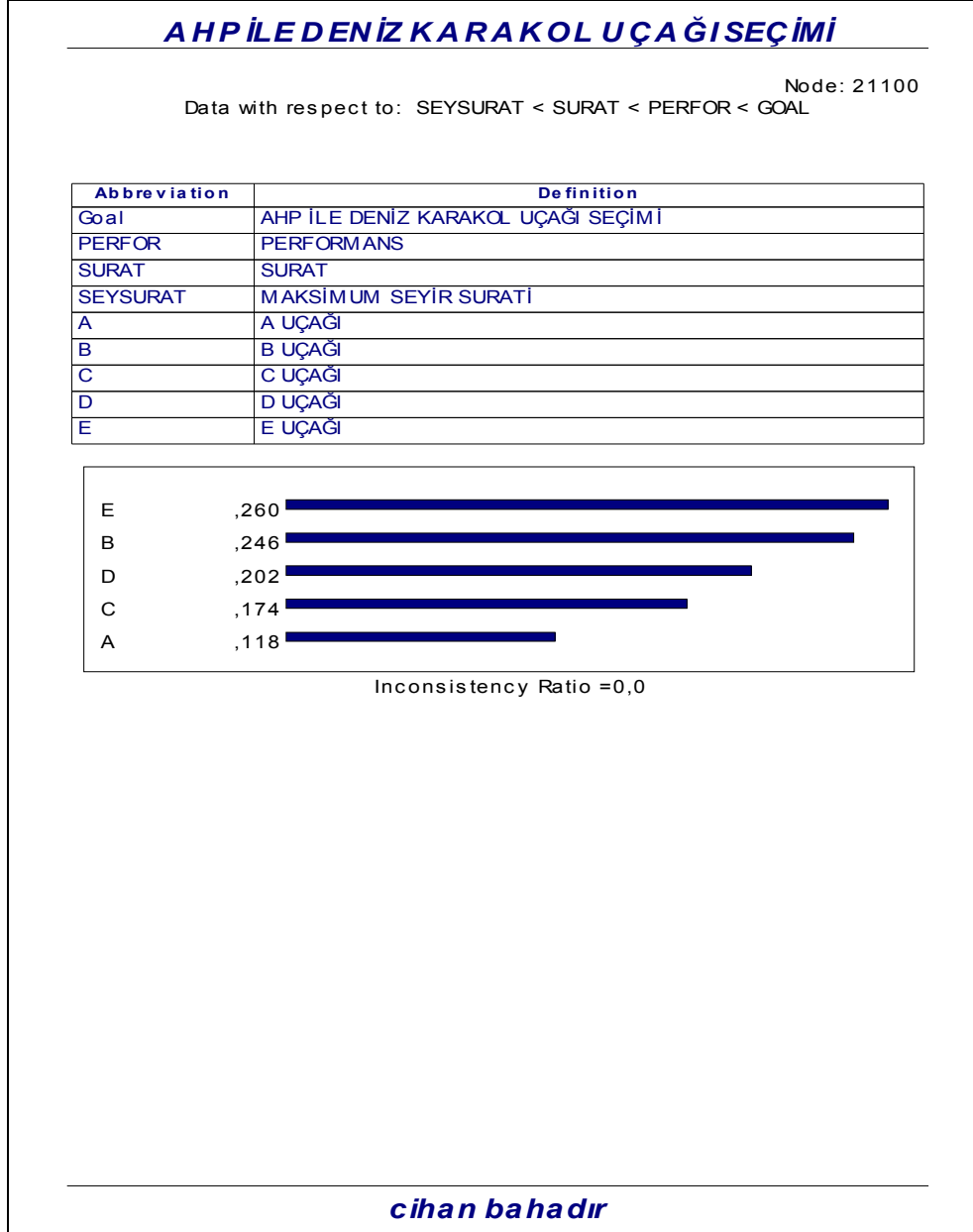
Maksimum Yakıt Miktarı alt kriterine göre alternatiflerin ağırlıkları Tablo 26'da gösterilmiştir.



Tablo 26. Maksimum Yakıt Miktarı Alt Kriterine Göre Alternatiflerin Ağırlıkları

EK-B'NİN DEVAMI : ALTERNATİFLERİN ALT KRİTERELERE GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ

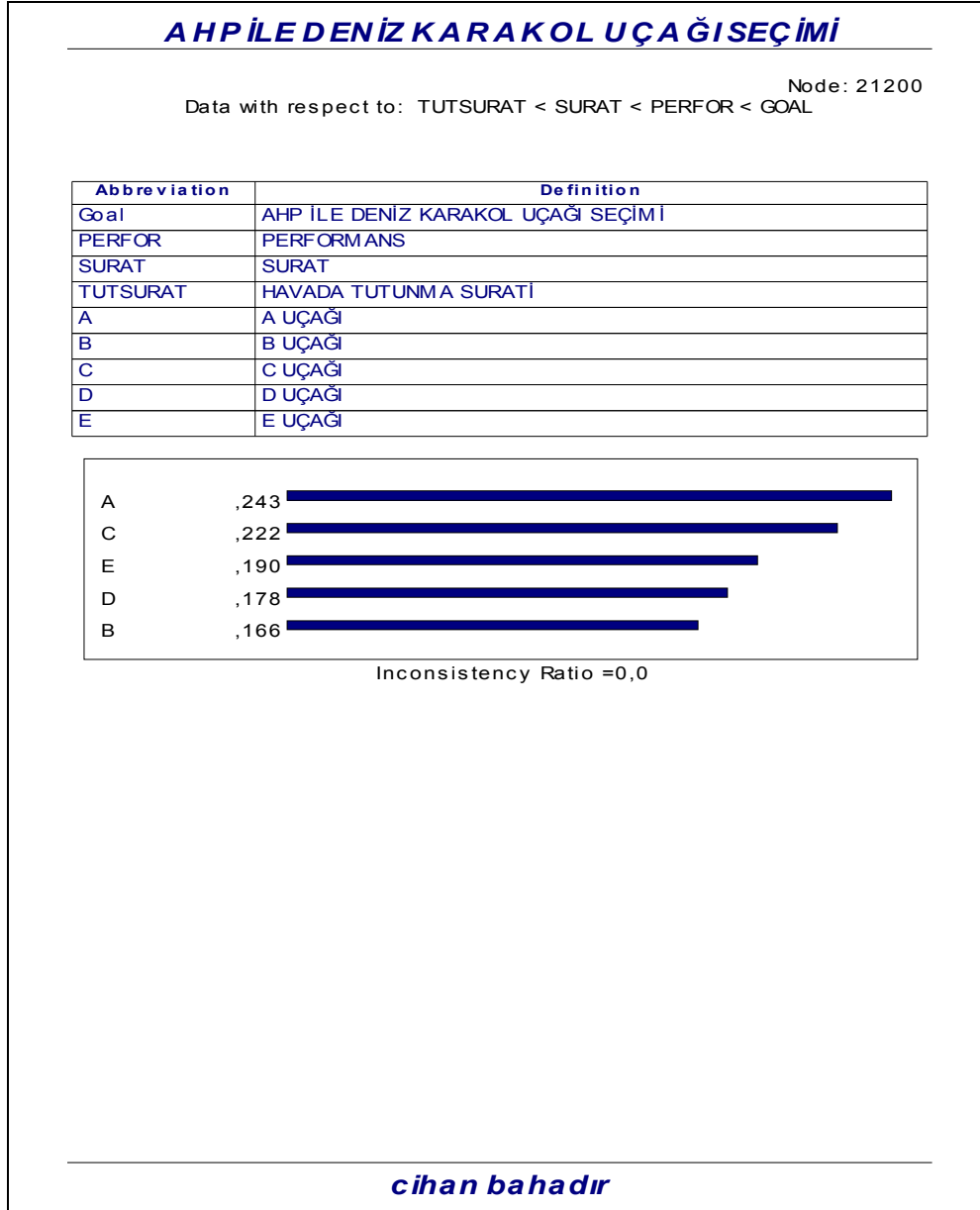
Seyir Sürati alt kriterine göre alternatiflerin ağırlıkları Tablo 28'de gösterilmiştir.



Tablo 28. Seyir Sürati Alt Kriterine Göre Alternatiflerin Ağırlıkları

EK-B'NİN DEVAMI : ALTERNATİFLERİN ALT KRİTERELERE GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ

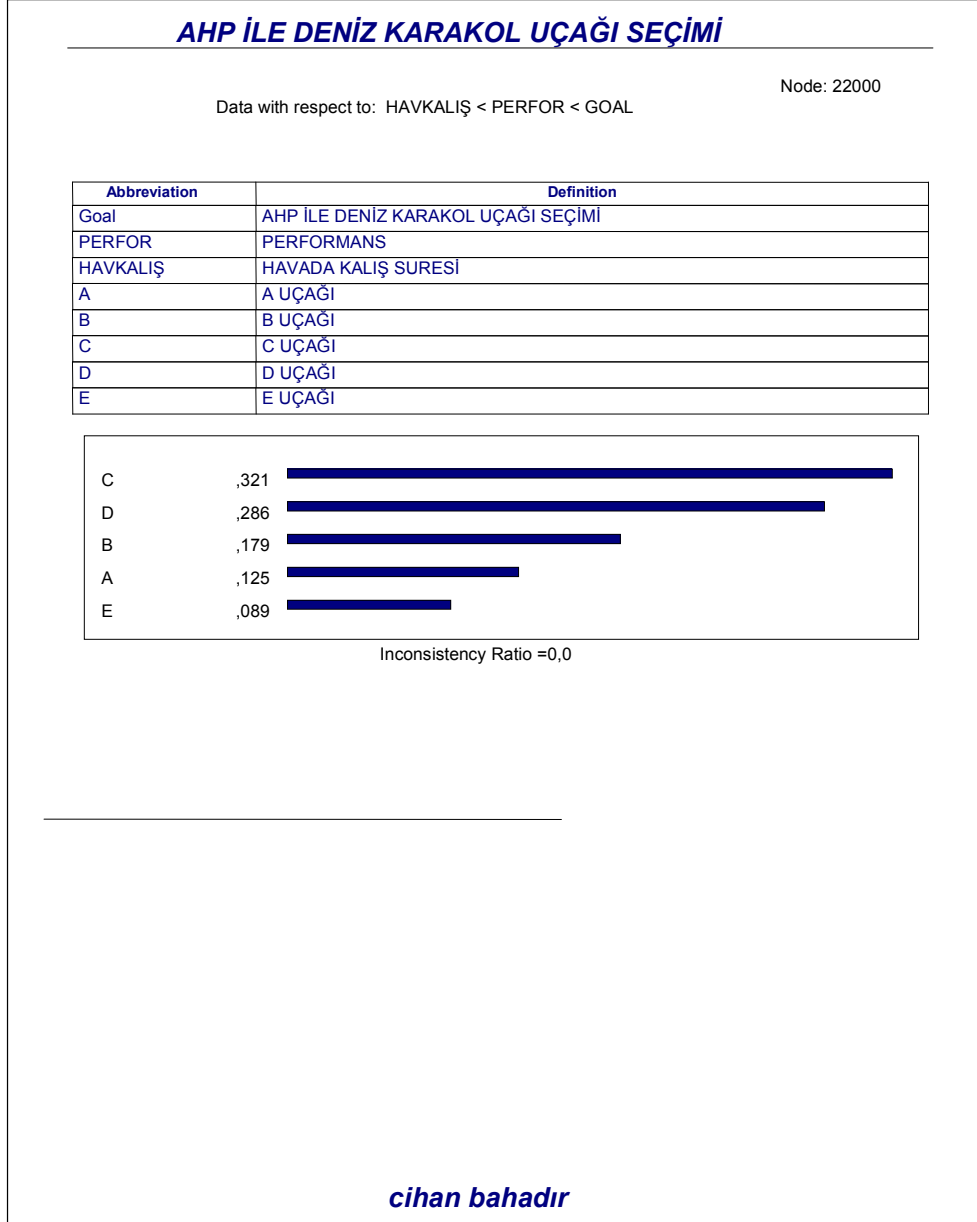
Tutunma Sürati alt kriterine göre alternatiflerin ağırlıkları Tablo 29'da gösterilmiştir.



Tablo 29. Tutunma Sürati Alt Kriterine Göre Alternatiflerin Ağırlıkları

EK-B'NİN DEVAMI : ALTERNATİFLERİN ALT KRİTERELERE GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ

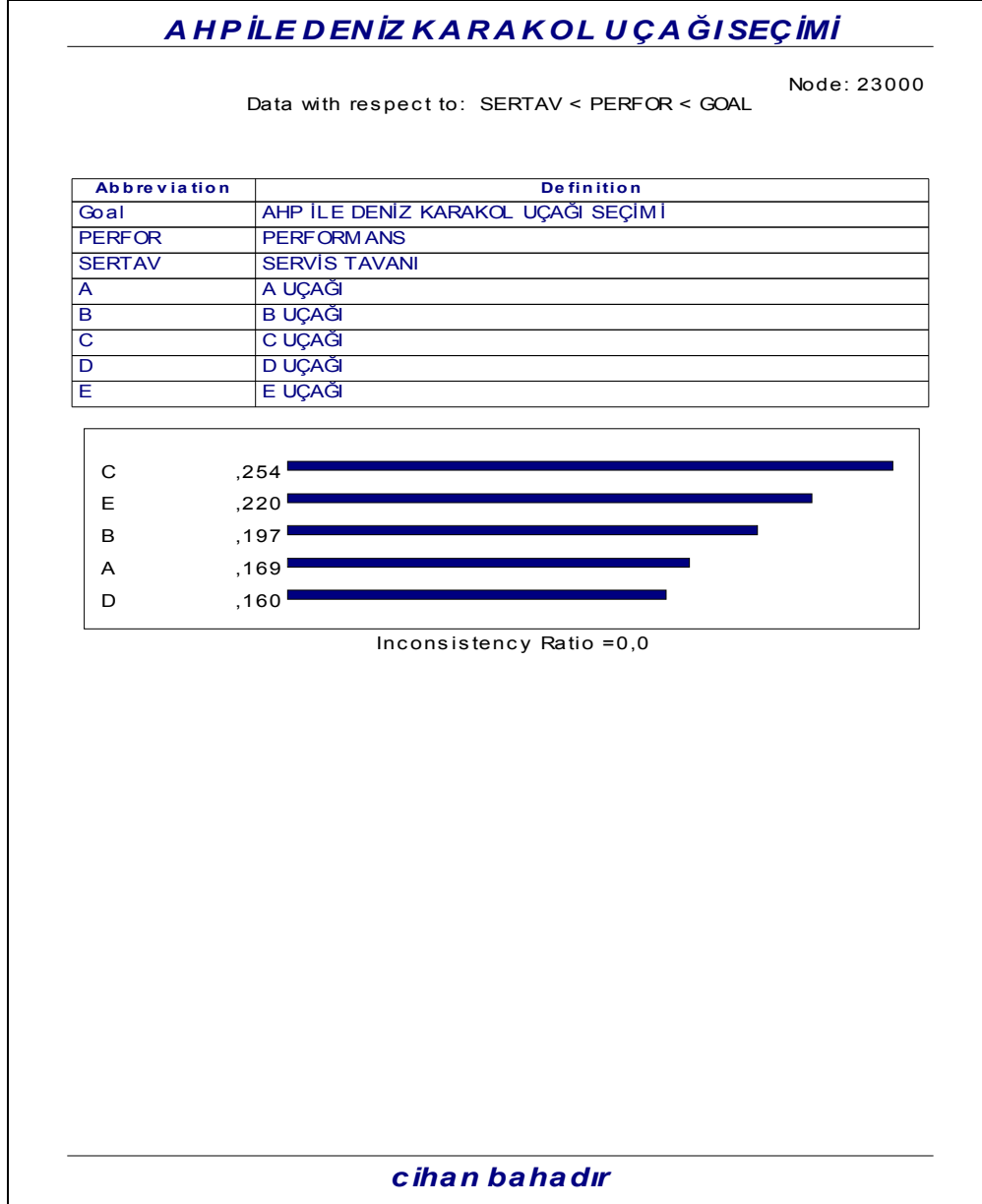
Havada Kalış Süresi alt kriterine göre alternatiflerin ağırlıkları Tablo 30'da gösterilmiştir.



Tablo 30. Havada Kalış Süresi Alt Kriterine Göre Alternatiflerin Ağırlıkları

EK-B'NİN DEVAMI : ALTERNATİFLERİN ALT KRİTERELERE GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ

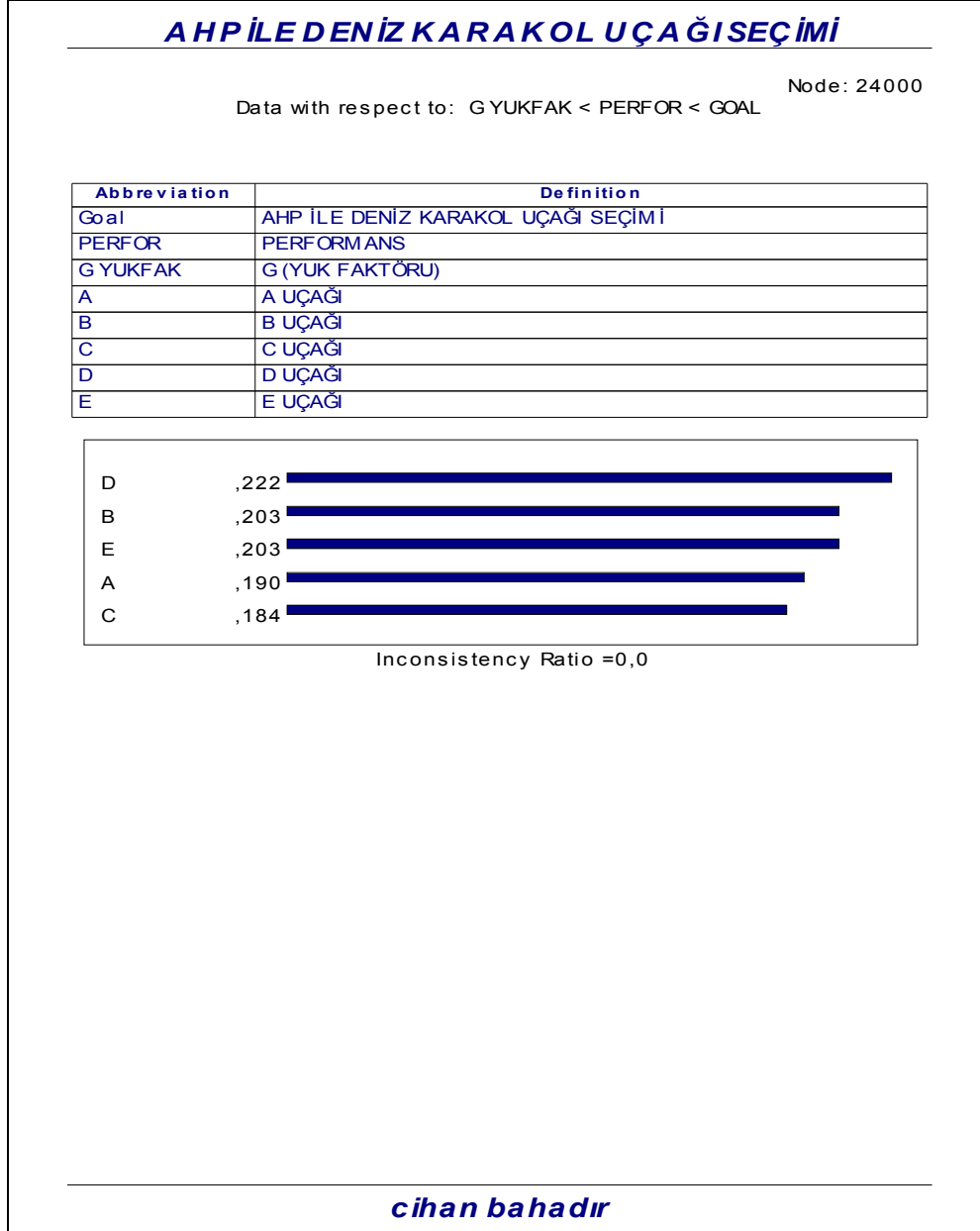
Servis Tavanı alt kriterine göre alternatiflerin ağırlıkları Tablo 31'de gösterilmiştir.



Tablo 31. Servis Tavanı Alt Kriterine Göre Alternatiflerin Ağırlıkları

EK-B'NİN DEVAMI : ALTERNATİFLERİN ALT KRİTERELERE GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ

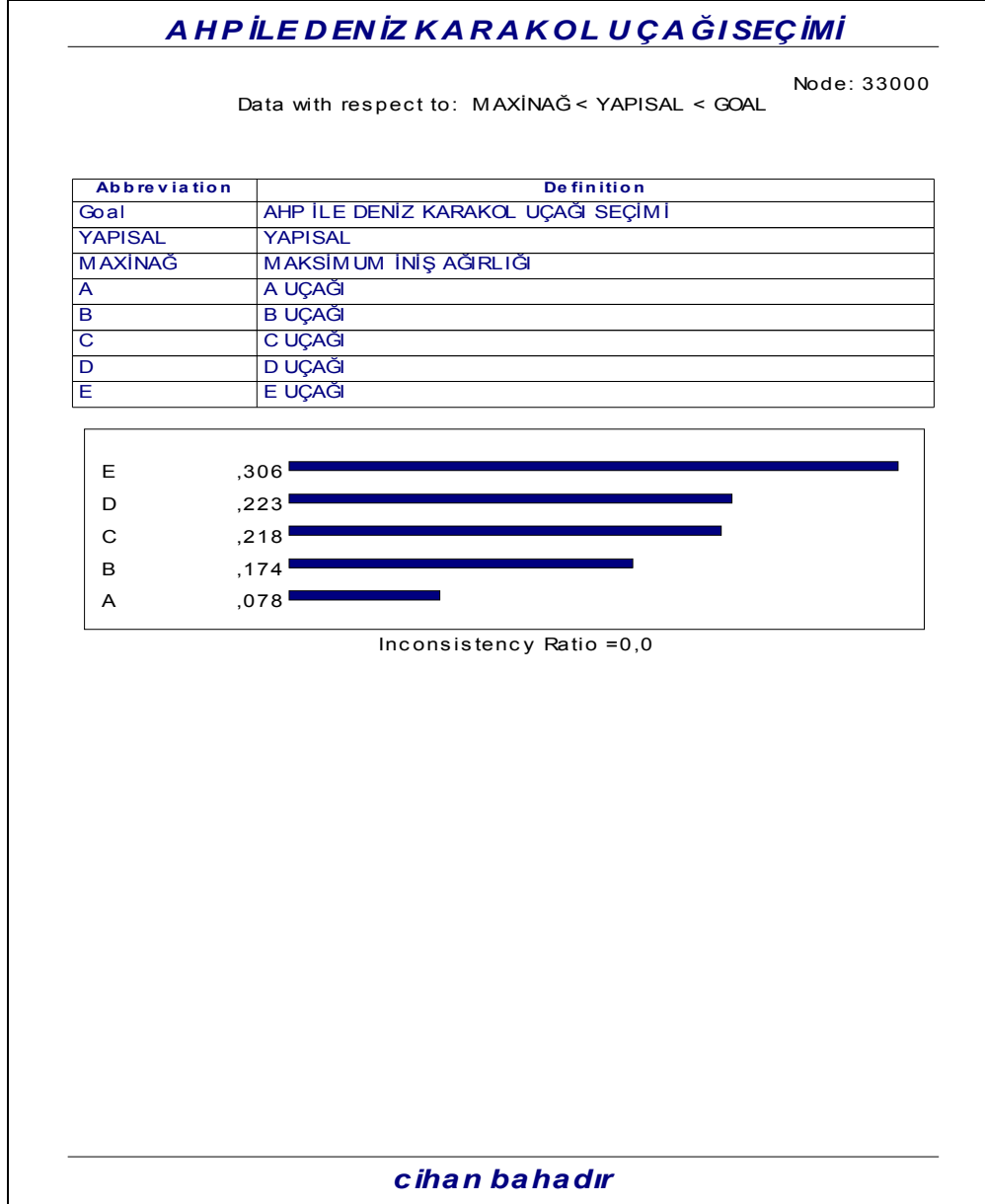
G(Yük Faktörü) alt kriterine göre alternatiflerin ağırlıkları Tablo 32'de gösterilmiştir.



Tablo 32. G(Yük Faktörü) Alt Kriterine Göre Alternatiflerin Ağırlıkları

EK-B'NİN DEVAMI : ALTERNATİFLERİN ALT KRİTERELERE GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ

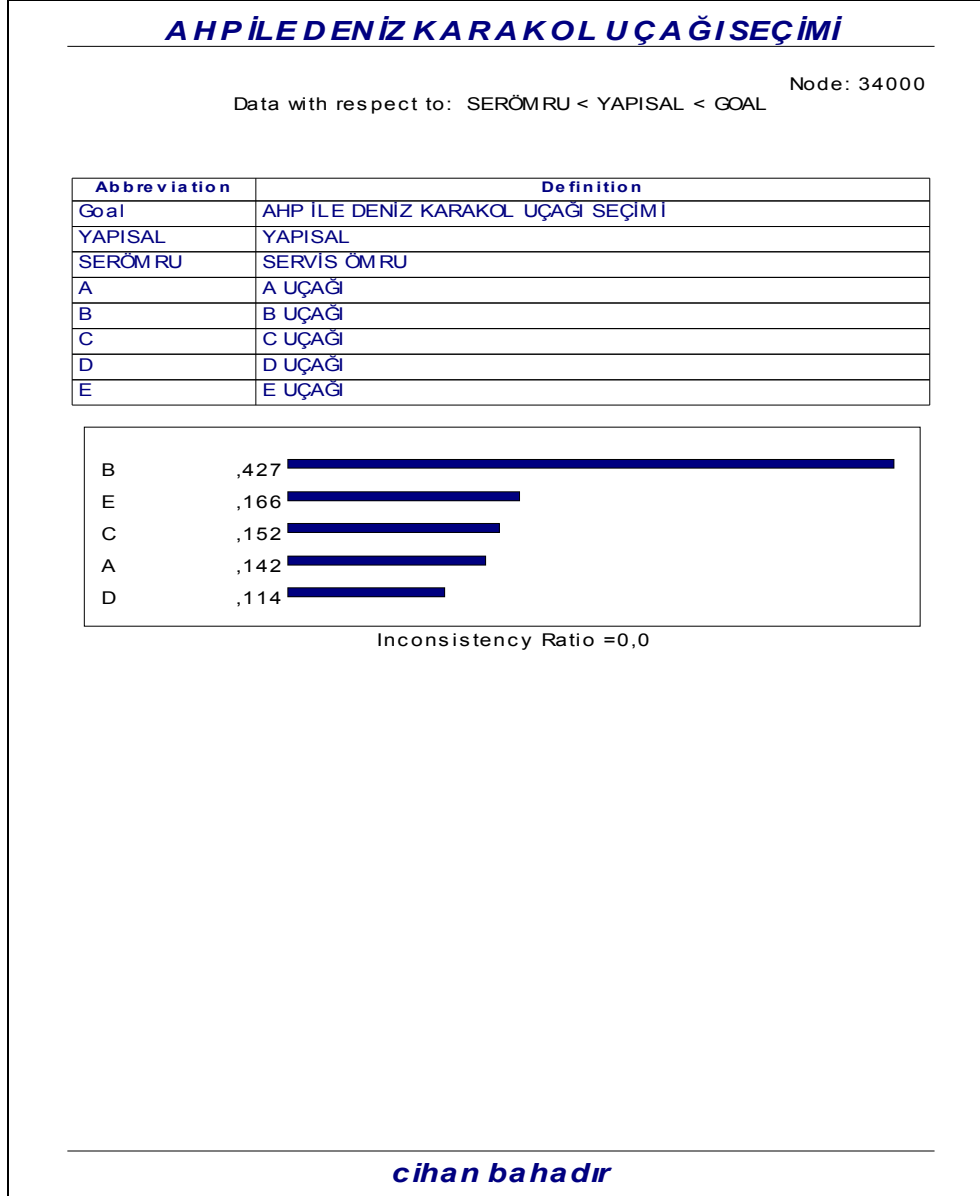
Maksimum İniş Ağırlığı alt kriterine göre alternatiflerin ağırlıkları Tablo 36'da gösterilmiştir.



Tablo 36. Maksimum İniş Ağırlığı Alt Kriterine Göre Alternatiflerin Ağırlıkları

EK-B'NİN DEVAMI : ALTERNATİFLERİN ALT KRİTERELERE GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ

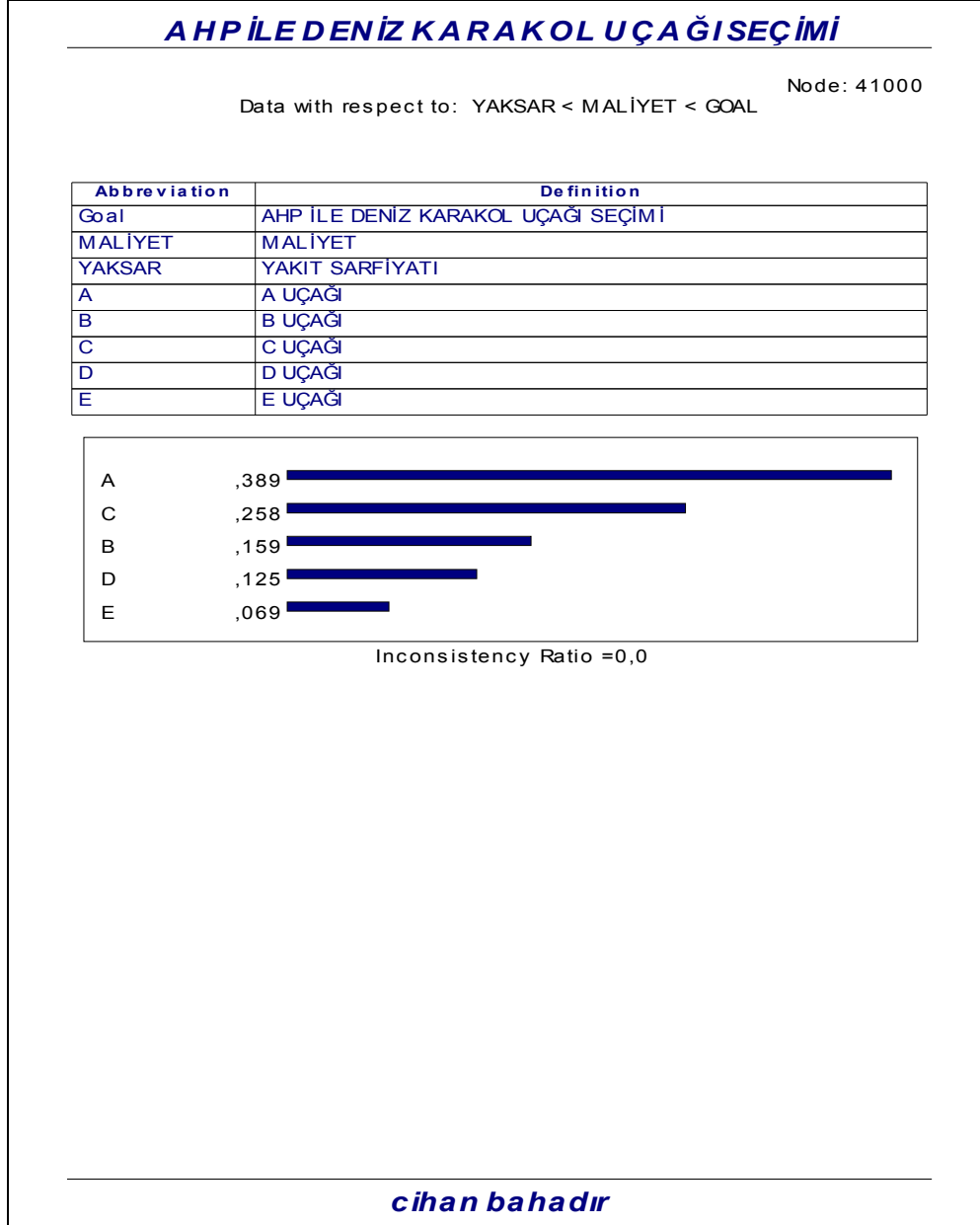
Servis Ömrü alt kriterine göre alternatiflerin ağırlıkları Tablo 37'de gösterilmiştir.



Tablo 37. Servis Ömrü Alt Kriterine Göre Alternatiflerin Ağırlıkları

EK-B'NİN DEVAMI : ALTERNATİFLERİN ALT KRİTERELERE GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ

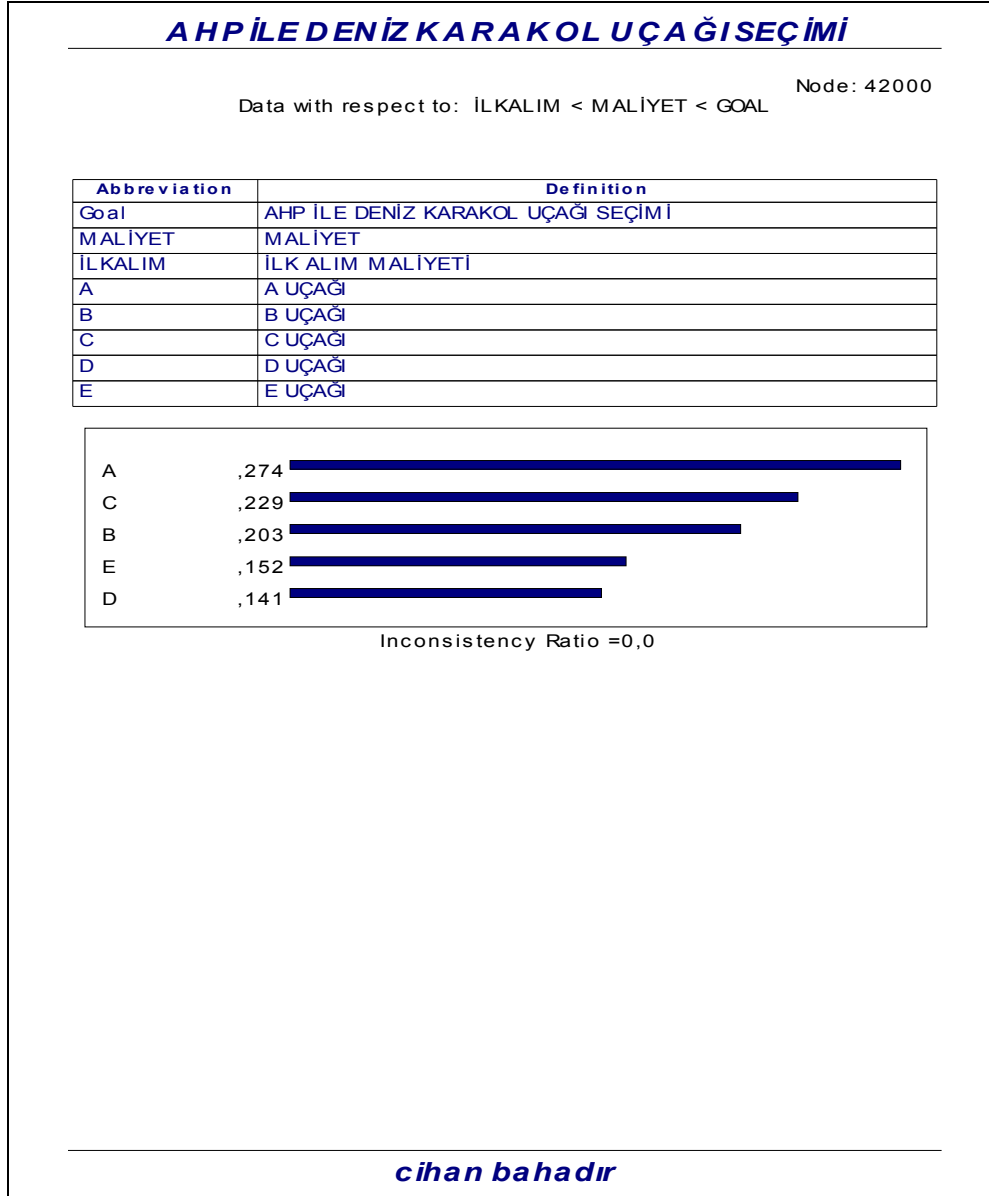
Yakıt Sarfıyatı alt kriterine göre alternatiflerin ağırlıkları Tablo 38'de gösterilmiştir.



Tablo 38. Yakıt Sarfıyatı Alt Kriterine Göre Alternatiflerin Ağırlıkları

EK-B'NİN DEVAMI : ALTERNATİFLERİN ALT KRİTERELERE GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ

İlk Alım Maliyeti alt kriterine göre alternatiflerin ağırlıkları Tablo 39'da gösterilmiştir.



Tablo 39. İlk Alım Maliyeti Alt Kriterine Göre Alternatiflerin Ağırlıkları

