

**WEB TABANLI BİR KARAR DESTEK YAZILIMININ
GELİŞTİRİLMESİ**

Mehmet Güneş PAK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRONİK-BİLGİSAYAR EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ**

KASIM 2009

ANKARA

Mehmet Güneş PAK tarafından hazırlanan “WEB TABANLI BİR KARAR DESTEK YAZILIMININ GELİŞTİRİLMESİ” adlı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Aydın ÇETİN
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Elektronik-Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: : Prof. Dr. Ömer Faruk BAY

Üye : Yrd. Doç. Dr. Aydın ÇETİN

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ercan Nurcan YILMAZ

Tarih : 02/11/2009

Bu tez, Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Mehmet Güneş PAK

WEB TABANLI BİR KARAR DESTEK YAZILIMININ GELİŞTİRİLMESİ**(Yüksek Lisans Tezi)****Mehmet Güneş PAK****GAZİ ÜNİVERSİTESİ****BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ****Kasım 2009****ÖZET**

Karar destek sistemleri kurum ve kuruluşlarca yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu amaçla geliştirilmiş farklı yazılımlar mevcuttur. Teknolojik gelişmelere paralel olarak karar destek sistemleri bireyler tarafından da kullanılmaya başlanmıştır. Ancak karar destek sistemlerini bireysel karar verme amaçlı kullanan kullanıcıların gelişmiş yazılımlara sahip olmaları ve onları kullanabilmeleri oldukça sınırlıdır. Bu tezde karar destek sistemlerinin bireysel olarak uygulanması desteklemek amacıyla bir karar destek yazılımı geliştirilmiştir. Yazılımda karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Süreci kullanılmıştır. Yazılım herhangi bir kurulum veya eklenti gerektirmeyecek şekilde Türkçe dil desteği ile birlikte web tabanlı çalışacak yapıda tasarlanmıştır. Geliştirilen yazılım, diğer karar destek yazılımları ile karşılaştırılmıştır.

Bilim Kodu : 702.3.006
Anahtar Kelime : Analitik Hiyerarşi Süreci, Web Tabanlı Yazılım Geliştirme, Karar Destek Sistemleri
Sayfa Adedi : 80
Tez Yöneticisi : Yrd. Doç. Dr. Aydın ÇETİN

A WEB BASED DECISION SUPPORT SOFTWARE DEVELOPMENT
(M.Sc. Thesis)

Mehmet Güneş PAK

GAZI UNIVERSITY
INFORMATICS INSTITUTE

November 2009

ABSTRACT

Decision support systems are commonly used by institutions and foundations. There are different software products developed for this purpose. Parallel to technological developments, decision support systems are started to be used by people. However, it is difficult for users who use decision support systems for personal purpose to afford developed software products and to use them. In this thesis, decision support software is developed in the aim of practicing decision support systems personally. In the software, one of the methods of decision making, Analytical Hierarchy Process is used. The software is designed without the need of any kind of install or extension as works web based together with the Turkish language support. The developed software is compared to the other decision support software.

Science Code : 702.3.006
Key Words : Analytic Hierarchy Process, Web Based Software Development, Decision Support Systems
Page Number : 80
Adviser : Asst. Prof. Dr. Aydın ÇETİN

TEŞEKKÜR

Çalışmam esnasında ürettiği fikirlerle bakış açımı genişleten, bana her konuda yardımını esirgemeyen, tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Aydın ÇETİN'e, çalışmamın esnasında sevgi ve desteğini her fırsatta gösteren eşime, tüm kalbimle teşekkür eder, minnet ve şükranlarımı sunarım.

Başka bir alanda tez danışmanım iken hakkın rahmetine kavuşan değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Yılmaz SAVAŐ'ı saygıyla anıyorum.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xii
RESİMLERİN LİSTESİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiv
1. GİRİŞ	1
2. KARAR VERME SÜRECİ	3
2.1. Karar Verme	3
2.2. Karar Verme Aşamaları.....	4
2.3. Karar Modelleri	6
2.4. Karar Verme Türleri	7
2.5. Çok Ölçütlü Karar Verme Sistemleri	8
2.5.1. Çok ölçütlü karar verme sistemlerinde temel özellikler	9
3. ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ	11
3.1. Uygulama Alanları	13
3.2. AHS Yapısının Oluşturulması.....	14
3.3. AHS İle Örnek Karar Uygulaması	16
3.3.1. Amacın belirlenmesi	16
3.3.2. Ölçütlerin ve alt ölçütlerin belirlenmesi	16
3.3.3. Seçeneklerin belirlenmesi	17
3.3.4. Ölçütler, alt ölçütler ve seçenekler için ikili karşılaştırmalar matrislerinin oluşturulması.....	17
3.3.5. Ölçek kullanımı.....	18
3.3.6. İkili karşılaştırmalar matrislerinin oluşturulması.....	20
3.3.7. Öncelik değerlerinin hesaplanması.....	23

Sayfa

3.3.8. Tutarlılık oranı	27
3.4. Tüm İkili Karşılaştırma Matrisleri	30
3.4.1. Ölçütler için ikili karşılaştırma matrisleri	30
3.4.2. Seçenekler için ikili karşılaştırma matrisleri	32
3.5. Genel Sonuç	35
4. WEB TABANLI KARAR DESTEK SİSTEMİ	40
4.1. Geliştirme Aşamaları.....	40
4.1.1. Ön çalışma	40
4.1.2. Planlama.....	41
4.1.3. Geliştirme.....	41
4.1.4. Test ve yayınlama	41
4.2. Altyapı	42
4.3. Genel Yapı.....	42
4.4. Kullanıcı yönetimi	43
4.5. Ölçüt ve Seçeneklerin Girilmesi.....	44
4.6. İkili Karşılaştırma Matrisleri	45
4.7. Kaydırma Çubuklarının Yapısı	46
4.8. Öncelik Değerlerinin Bulunması	47
4.9. Detaylı Sonuçların Gösterilmesi	50
4.10. Genel Sonuçların Gösterilmesi.....	51
4.11. Raporlama Ekranı.....	51
4.12. Genel Değerlendirme.....	51
5. ÖRNEK PROJE UYGULAMASI	53
5.1. Sisteme Giriş ve Yeni Kullanıcı Oluşturma	53
5.2. Yeni Proje Oluşturma	54
5.3. Ölçüt ve Alt Ölçütlerin Girilmesi	55
5.4. Seçeneklerin Girilmesi	57
5.5. Ölçüt ve Seçeneklerin Karşılaştırılması	58
5.6. Öncelik ve TO Değerlerinin Gösterilmesi.....	61
5.7. Genel Sonucun Gösterilmesi	64

Sayfa

5.8. Raporlama Ekranları.....	64
5.9. Geliştirilen Yazılımın Diğer Karar Destek Yazılımları ile Kullanım ve Sonuçlar Açısından Karşılaştırılması.....	72
5.9.1. Kullanım açısından karşılaştırma.....	73
5.9.2. Sonuçlar açısından karşılaştırma	73
6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	76
KAYNAKLAR	77
ÖZGEÇMİŞ	79

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Temel AHS ölçeği.....	19
Çizelge 3.2. Ana ölçütler için oluşturulan ikili karşılaştırmalar matrisi yapısı.....	20
Çizelge 3.3. İkili karşılaştırmalar matrisi	22
Çizelge 3.4. İkili karşılaştırmalar matrisinin sayılarla ifade edilmiş son hali.....	23
Çizelge 3.5. Karesi alınmış ikili karşılaştırmalar matrisi	25
Çizelge 3.6. Satır toplamalarının hesaplanması.....	25
Çizelge 3.7. Öncelik değerinin hesaplanması	26
Çizelge 3.8. Ana ölçütlere ait öncelik değerleri	26
Çizelge 3.9. TO örneğinde kullanılacak matris ve öncelik değerleri.....	28
Çizelge 3.10. Rastgele indeks değerleri	29
Çizelge 3.11. Ana ölçütler için ikili karşılaştırma matrisi	31
Çizelge 3.12. “Donanım” ölçütü için ikili karşılaştırma matrisi	31
Çizelge 3.13. “Taşınabilirlik” ölçütü için ikili karşılaştırma matrisi	31
Çizelge 3.14. “Performans donanımları” alt ölçütü için ikili karşılaştırma matrisi ...	32
Çizelge 3.15 “Görüntü birimleri” alt ölçütü için ikili karşılaştırma matrisi	32
Çizelge 3.16. “Çevre birimleri” alt ölçütü için ikili karşılaştırma matrisi	33
Çizelge 3.17. “Pil ömrü” alt ölçütü için ikili karşılaştırma matrisi.....	33
Çizelge 3.18. “Ağırlık” alt ölçütü için ikili karşılaştırma matrisi	33
Çizelge 3.19. “Performans” ölçütü için ikili karşılaştırma matrisi	34
Çizelge 3.20. “Ergonomi” ölçütü için ikili karşılaştırma matrisi.....	34
Çizelge 3.21. “Teknik servis” ölçütü için ikili karşılaştırma matrisi	34
Çizelge 3.22. Seçeneklere göre “Donanım ” ve “Taşınabilirlik” ölçütleri için öncelik değerleri	36
Çizelge 3.23. Ölçütlere göre “Donanım ” ve “Taşınabilirlik” ölçütleri için öncelik değerleri	37
Çizelge 3.24. “Donanım” ve “Taşınabilirlik” ölçütleri için hesaplanan öncelik değerleri.....	38
Çizelge 3.25. Seçeneklere ait hesaplanan öncelik değerleri	39
Çizelge 3.26. Toplu halde uygulamaya ait öncelik değerleri.....	39

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.1. Ölçütler için hesaplanan öncelik değerlerinin karşılaştırılması.....	74
Çizelge 5.2. Seçenekler için hesaplanan öncelik değerlerinin karşılaştırılması.....	74

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Analitik hiyerarşi süreci genel yapısı.....	11
Şekil 3.2. AHS örnek modeli	12
Şekil 3.3. Oluşturulan hiyerarşik yapı.....	18
Şekil 4.1. Veritabanı bağlantı dosyasının kodları	44
Şekil 4.2. Ölçütlerin girilmesini sağlayan ağaç yapısı	45
Şekil 4.3. İkili karşılaştırma matrisine verilerin girildiği tablo yapısı	46
Şekil 4.4. Kaydırma çubuğu ayarlarının yapıldığı kodlar	46
Şekil 4.5. Metin kutularındaki isimlendirme yapısının sonuç kodları	47
Şekil 4.6. Veritabanına kayıt işleminin kaynak kodları	48
Şekil 4.7. Matrislerin karesini alan php fonksiyonunun kaynak kodları.....	48
Şekil 4.8. Karesi alınan matrislerin öncelik değerlerini hesaplayan php fonksiyonunun kaynak kodları.....	49
Şekil 4.9. TO değerlerini hesaplayan php fonksiyonunun kaynak kodları	50

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 5.1. Kullanıcı sayfası ekran görüntüsü.....	53
Resim 5.2. Yeni proje oluşturma ekran görüntüsü.....	54
Resim 5.3. Proje oluşturulduktan sonra kullanıcı sayfası ekran görüntüsü	55
Resim 5.4. Proje bilgilerinin düzenlendiği 1. aşama ekran görüntüsü.....	56
Resim 5.5. Ölçütler ve alt ölçütler girilmeden önce 2.aşama ekran görüntüsü.....	56
Resim 5.6. Ölçütler ve alt ölçütler girildikten sonra 2.aşama ekran görüntüsü	57
Resim 5.7. Seçenekler girildikten sonra 3.aşama ekran görüntüsü.....	58
Resim 5.8. Ölçütler ve alt ölçütlerin karşılaştırıldığı 4.aşama ekran görüntüsü	59
Resim 5.9. Ölçütler ve alt ölçütler için ikili karşılaştırma tabloları.....	59
Resim 5.10. Seçeneklerin karşılaştırıldığı 5.aşama ekran görüntüsü.....	60
Resim 5.11. Seçenekler için ikili karşılaştırma tabloları.....	61
Resim 5.12. Detaylı sonuçların gösterildiği 6. aşama ekran görüntüsü.....	62
Resim 5.13. Projeye ait tüm öncelik ve TO değerleri ekran görüntüsü	63
Resim 5.14. Proje seçeneklerine ait öncelik değerleri ekran görüntüsü	64
Resim 5.15. Raporlama grafikleri ekran görüntüsü	65
Resim 5.16. Seçeneklere göre genel yüzde grafiği ekran görüntüsü	65
Resim 5.17. Ölçütlere göre genel yüzde grafiği ekran görüntüsü.....	66
Resim 5.18. Seçeneklere göre karşılaştırma grafiği ekran görüntüsü.....	66
Resim 5.19. Ölçütlere göre karşılaştırma grafiği ekran görüntüsü	67
Resim 5.20. A markası ile B markasının kutupsal grafikte karşılaştırılması.....	67
Resim 5.21. A markası ile C markasının kutupsal grafikte karşılaştırılması.....	68
Resim 5.22. A markası ile D markasının kutupsal grafikte karşılaştırılması.....	68
Resim 5.23. A markası ile E markasının kutupsal grafikte karşılaştırılması	69
Resim 5.24. Donanım ölçütü için duyarlılık analizi	70
Resim 5.25. Performans Donanımları alt ölçütü için duyarlılık analizi.....	71
Resim 5.26. Görüntü birimleri alt ölçütü için duyarlılık analizi.....	71
Resim 5.27. Çevre birimleri alt ölçütü için duyarlılık analizi.....	72

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklama

A

Matris

λ_{\max}

Matrise ait en büyük özdeğer vektörü

Kısaltmalar

Açıklama

AHP

Analytic Hierarchy Process

AHS

Analitik Hiyerarşi Süresi

ANP

Analytic Network Process

AAS

Analitik Ağ Süreci

ÇÖKV

Çok Ölçütlü Karar Verme

Rİ

Rastgele İndeks

Tİ

Tutarlılık İndeksi

TO

Tutarlılık Oranı

WTKDS

Web Tabanlı Karar Destek Sistemi

1. GİRİŞ

Gerek iş hayatında gerekse kişisel hayatta çoğu zaman bir konu hakkında karar vermek durumunda kalınmaktadır. Kararların kısa sürede ve doğru şekilde verilmemesi bazı olanakların kaçırılması anlamına gelebilmektedir. Bu sebeple sistematik bir karar verme yöntemine ihtiyaç duyulmaktadır. Her insan bir karar vericidir. Karar verme yöntemleri hakkında birçok çalışma yapılmakta, yazılımlar geliştirilmektedir. Fakat karar verme yöntemlerindeki öncelikli amaç insan gereksinimlerine ve insan tabiatına uygun olmasıdır. Kararlar verilirken hem nitel hem de nicel gözlemler kullanılmaktadır. Karar verme yöntemlerinin başarısı, nitel ve nicel gözlem sonuçlarının karar vermede kullanılabilmesiyle ilişkilidir [1].

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 ölçütlü; AHS (Analitik Hiyerarşi Süreci - Analytic Hierarchy Process - AHP), AAS (Analitik Ağ Süreci - Analytic Network Process - ANP), Hedef Programlama, Electra vs. gibi çok ölçütlü modeller sayılabilir.

Hali hazırda AHS modeli ile işlem yapabilen Expert Choice ile AAS modeli ile işlem yapan Superdecisions gibi paket programlar değişik firmalar tarafından kullanıcılara sunulmuştur. Ancak bu programların kullanımı oldukça zor olmakla birlikte, Türkçe desteğinin olmaması, yardım kısmının iyi veya hiç hazırlanmamış olması ve kullanıcıların AHS modeli hakkında orta veya üst düzey bilgiye sahip olmalarını gerektirmesi gibi bazı özellikleri bulunmaktadır.

İnternet bağlantı hızlarının sürekli artması, kullanıcıların internete olan ilgileri ve her yerden erişebilirlik özelliklerinden dolayı web tabanlı çalışan uygulamaların

sayısından her geçen gün artış olmaktadır. Web tabanlı çalışan uygulamaların genel özelliği internet sayesinde her yerden erişilebilir olmaları, kurulum gerektirmemeleri, dosyaların merkezi bir yerde saklanması, platform ve tarayıcıdan bağımsız çalışabilmeleridir.

Bu tez çalışmasında web tabanlı çalışan, AHS ile işlem yapan bir karar destek sistemi geliştirilmiştir. PHP ve MYSQL tabanlı hazırlanan sistem, kullanıcıyı aşama aşama yönlendirerek işlem yapılmasını kolaylaştırmaktadır. Basit hazırlanmış arayüz, her aşamada kullanıcıya sunulan yardım metinleri gibi özellikleriyle kullanımının basit olması hedeflenmiştir.

Tezin ikinci bölümünde karar verme konusundaki genel kavramlara ve karar verme modellerine değinilmiştir. Karar verme aşamaları ve karar verirken dikkat edilmesi gereken hususlar belirtilmiştir.

Üçüncü bölümde tez çalışmasının temelini oluşturan AHS ile ilgili bilgi verilmiştir. AHS'nin tam olarak anlaşılabilmesi için yapılması gereken işlemler örnek proje üzerinden ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Bu sayede kullanıcıların AHS hakkında bilgi sahibi olmaları sağlanmıştır.

Dördüncü bölümde geliştirilen web tabanlı karar destek sistemi hakkında bilgi verilmiştir. Geliştirme ve tasarım aşamaları, yapılan işlemler, çözüm önerileri teker teker ele alınmıştır.

Son bölümde ise web tabanlı karar destek ile örnek proje uygulaması yapılarak, programın kullanımı konusunda bilgi verilmiştir. Baştan sona kadar bir proje oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlar, diğer karar destek yazılımları ile karşılaştırılmıştır.

2. KARAR VERME SÜRECİ

2.1. Karar Verme

Karar verme, insanoğlunun hayatı boyunca çok sık karşılaştığı bir olgudur. İnsanlar, hayatlarını devam ettirirken gerek şahsi gerekse çevresel veya toplumsal konularda, bir amaç doğrultusunda çeşitli seçenekler arasından bir seçim yapmak durumunda kalırlar. Bir otomobil veya cep telefonu alırken, gideceği okulu seçerken, oturacağı evi belirlerken vb. daha pek çok durumda insan seçim işlemi ile karşı karşıya kalır. İşte yapılması gereken bu seçim işlemine basit olarak karar verme denir [2].

Gerek iş hayatında gerekse kişisel hayatta çoğu zaman bir konu hakkında karar vermek durumunda kalınmaktadır. Kararlar, kısa sürede verilmelidir. Çünkü kararların geciktirilmesi bazı olanakların kaçırılmasına sebebiyet verebilir. Bu yüzden sistematik ve çok amaçlı bir karar verme yöntemine her an ihtiyaç duyulmaktadır.

Karar verme işlemi her bir problemde farklı özelliklere sahip olsa da, bazı özelliklerinin ortak olduğu görülmektedir. Ortak özellikler aşağıdaki şekilde sıralanabilir [2]:

- Karar verme işlemi geleceğe yöneliktir.
- Karar verme psikolojik ve maddi güçlükler taşımaktadır.
- Karar verme işlemi zaman ve maliyet gerektirir.
- Karar verme faaliyeti etkinlik ve rasyonelliğe dayanır.
- Karar verme sorumluluk yükleyen bir işidir.
- Kararlar alternatif maliyetler doğurur.

2.2. Karar Verme Aşamaları

Karar verme süreci birçok araştırmacı tarafından kendi ilgi alanlarına göre incelenmiştir. Glibert ve Israel, karar süreci aşamalarını aşağıdaki şekilde detaylı olarak ifade etmişlerdir [3]:

- 1) Amacın belirlenmesi,
- 2) Kontrol edilebilen değişkenlerin belirlenmesi,
- 3) Kontrol edilemeyen değişkenlerin belirlenmesi,
- 4) Kısmi kontrol edilebilen değişkenlerin ve kısmi kontrol edilebilen değişkenlerle kontrol edilebilen değişkenler arası ilişkilerin belirlenmesi,
- 5) Amaca bağlı olarak her bir olası kararın etkisinin belirlenmesi,
- 6) Kararın verilmesi,
- 7) Sonuçların yorumlanması,
- 8) Sonraki çalışmalar için karar sürecinin yinelenmesi.

Hicks, karar verme sürecinin aşamalarını Glibert ve Israel'den farklı olarak beş aşamada ifade etmiştir [3]:

- 1) Kararın amaçlarının belirlenmesi,
- 2) Amaçları karşılayan alternatif yolların bulunması,
- 3) Değerlendirme ölçüt ve tekniklerinin belirlenmesi,
- 4) En iyi eylem tarzının seçimi,
- 5) Seçilen eylem tarzının uygulanması.

Saaty ise karar verme sürecini aşağıdaki basamaklarda ifade etmiştir [4]:

- 1) Problem, problemin anahtar bileşenlerini ve ilişkilerini gösterecek bir model şeklinde yapılandırılır.
- 2) Bilgi birikimini, duyguları ve ifadeleri ortaya çıkaran kararlar bir araya getirilir.
- 3) Bir araya getirilen kararlar anlamlı sayılarla ifade edilir.
- 4) Sayılar hiyerarşinin bileşenlerinin önceliklerini hesaplamak için kullanılır.
- 5) Genel bir sonuç belirlemek için sonuçlar sentezlenir.
- 6) Kararlardaki değişiklikler için duyarlılık analizi yapılır.

Doğru kararlar verebilmek için aşağıdaki sebeplerden dolayı, sistemli bir yol gereklidir [4]:

- 1) Hem yapı hem de kararlarda, birinin, başkalarının ve kendi fikirlerini tasarlamasında yarar vardır. Sistemli bir yol, gerekli bütün ölçütlerin hesaba katılmasını ve önceliklerin saptanmasını sağlar.
- 2) Fiziksel varlığı olmayan şeyler çok fazladır ve bunları hatırlamak ve dikkatli bir şekilde ilişkilendirmek zordur.
- 3) Fiziksel varlığı olmayanlarla olanları ilişkilendirebilmek ve bunların etkilerini değerlendirmek için bir çerçeveye ihtiyaç duyulmaktadır. Hem nesnel olan gerçek hayat verilerinin, hem de öznel olan bireysel ya da grup kararlarının ve değerlerinin eklenmesi gerekir.
- 4) İnsanlar toplu olarak karar verirler ve karar vermede pek çok bireyin katılımını içerecek bir yol bulmak gerekir. Pek çok insanın tecrübe ve bilgisinden nasıl faydalanılacağına bilinmesi gerekir.
- 5) Hızlı değişimler meydana geldiğinde, bir kararı takip etmek için sistemli bir yola ihtiyaç duyulmaktadır.
- 6) Önsezi her zaman doğru yolu göstermez. Düşünceleri, yanlış sezgileri dengede tutmak için farklı ölçütlerle bir çerçeve düzenlemek gerekir.

- 7) Duyarlılık analizi yapılmalıdır. Karar verici fikrini değiştirirse sonuçların nasıl etkileneceğini öğrenmek ister.
- 8) Sebepler kolayca verilmese bile kararlar yakalanmalıdır. Önsözilere mümkün olduğu kadar izin vermek gerekir. Çünkü insanlar, kararları için kesin ispat belirtemezler ya da onlar hakkında tartışmaya giremezler.
- 9) Dikkatli değiş tokuşlar, dahil edilen bütün faktörler arasında yapılmalıdır. Bu, kararları ölçmek için mantıklı bir yaklaşım gerektirir. Sayıların ne anlama geldiğinin ispatı olmaksızın yapılan keyfi ölçüm, anlamsız sayıların oluşmasına zemin hazırlar.
- 10) Karar desteği, anlayışlarını genişletmek ve netleştirmek için, insanlara yardım etmelidir. Yardımın amacı, kararlar için önsözileri çoğaltmak zorunda oldukları değildir. Ancak, önsözilerinin olması için, ne tür kararları benimsemelerinin gerekli olduğunu görmelerini mümkün kılmalıdır.

Karar verme için, birinin çeşitli türde tür bilgi, haber ve teknik veriye ihtiyacı vardır. Bunlar,

- Kararın gerekli olduğu problem hakkındaki detayları,
- Dahil olan insanlar ve olayda yer olan kişileri,
- Onların nesnelliği ve politikalarını,
- Sonuçları etkileyen etkenleri, ve
- Zaman düzlemleri, senaryolar ve kısıtlamaları

içerir.

2.3. Karar Modelleri

Karar verme konusunda kullanılan modeller arasındaki farklılık ortaya çıkması beklenen olaylara göre yapılır ve karar verenin olaylar hakkındaki bilgi derecesini

yansıtır. Olaylar ve gerçekleşme olasılığı arasındaki ilişkiyi tanımlayan bu farklılık aşağıdaki gibidir [3]:

- 1) Belirlilik halinde karar verme
- 2) Risk halinde karar verme
- 3) Belirsizlik halinde karar verme
- 4) Kısmi bilgi halinde karar verme
- 5) Rekabet halinde karar verme

2.4. Karar Verme Türleri

Sezgisel ve Analitik olmak üzere iki şekilde karar verme yöntemi vardır [5].

Sezgisel kararlar veri veya dokümantasyonlarla desteklenmezler ve keyfi olarak oluşturulurlar. Karar verici kendi öz değerlerine dayalı olarak çok sayıda bilgiyi sezgilerine göre değerlendirir ve kararlarını kısa bir sürede alır. Bu yaklaşım büyük organizasyonlarla ilgilenildiğinde zayıf kalır. Sezgiye dayanılarak alınan kararların diğer kişiler tarafından kabul edilmesi güçtür. Çünkü karar verici kendi kişisel mantık zincirini diğerlerine açıklamakta zorlanabilir ya da bunu ifade edemez. Diğer katılımcılar bilgilerini nereye ekleyeceklerini bilemez veya karar verici kendisi veya beraberindekilerin tecrübelerini sentezlerken zor durumda kalabilir. Böyle bir kararı gelecekte tekrar gözden geçirip incelemek de güç olur. Zayıf kararların alınmasıyla birlikte, yöneticinin (karar vericinin) çevresinde yer alan hiç kimse kararın nasıl devam etmesi gerektiğini ve iyi ya da kötü gidip gitmediğini bilemez. Bu tip kararlarda grup katılımı yoluyla herhangi bir öğrenme ve yaratma süreci yoktur.

Analitik karar verme, sorunların hiyerarşik bir biçimde anlamlı daha küçük alt bölümlere ayrıştırılarak, daha etkin çözümlenebileceği esasına dayanır. Analitik karar yaklaşımı, değerlerin fikirlerin paylaşımına olanak sağlar. Kararlar stratejik bir kümeye dönüştürülür. Karar verme sürecinde tüm seviyelerde, sorun olan ölçütler

tekrar tekrar açıklanır ve ortaya çıkartılır. Analitik kararlar, karmaşık ve çözümü zor problemlere etkin ve tutarlı cevaplar vermede kullanılır. Bu tür problemlerde, önemli bir organizasyona, matematiğe ve sayılara ihtiyaç duyulur.

Analitik karar vermede çeşitli bilgi birikimine ve teknik verilere ihtiyaç duyulmakla birlikte, öncelikle bir yapının oluşturulması gerekir. Bu yapıyı oluşturmak için de bir grubun içerisinde yer alan benzer etki ve sonuçlara sahip elemanların sınıflandırılmasına ihtiyaç duyulur. Bu etkilerin sonuçlarını tanımlamak için bunların rasyonel sıraya göre düzenlenmesi gerekir.

Ancak her ne kadar analitik karar verme yöntemlerinin daha etkili olduğu söylenebilir, sezgisel kararlar verirken kullanılan sezgiler veya altıncı his olarak tabir edilen duygular bazı durumlarda analitiğin önüne geçebilmektedir. Dolayısıyla karar verici kararlarını verirken analitik yöntemden de faydalanmalı ancak bazı durumlarda (özellikle sayılara dönüştürülemeyen durumlarda) da sezgilerini de hesaba katmalıdır.

2.5. Çok Ölçütlü Karar Verme Sistemleri

Karar verme, mevcut tüm seçenekler arasından amaç veya amaçlara en uygun, mümkün bir veya birkaçını seçme sürecidir. Algılanan ihtiyaçlara özgü kasıtlı ve düşünceli seçim yapmak da karar verme için verilmiş tanımlardan biridir. Çok ölçütlü karar verme (ÇÖKV), birden fazla birbiriyle çatışan amaçlar olduğu durumda karar vermeyi ifade etmektedir. ÇÖKV prosedürleri profesyonel hayattan, yönetime ve politikaya kadar çok geniş bir alana uygulanabilmektedir. Bir başka tanımla ÇÖKV, sonlu sayıda seçeneğin seçilme, sıralanma, sınıflandırma, önceliklendirme veya elenme amacıyla genellikle ağırlıklandırılmış, birbirleri ile çelişen ve aynı ölçü birimini kullanmayan hatta bazıları nitel değerler alan çok sayıda ölçüt kullanılarak değerlendirilmesi işlemidir [6].

ÇÖKV, bir karar vericinin sayılabilir sonlu ya da sayılamaz sayıda seçenekten oluşan bir küme içinde en az iki ölçüt kullanarak yaptığı seçim işlemi ya da diğer bir

deyişle, iki veya daha çok ölçüte dayalı değerlendirme yaparak seçenekler arasından seçim yapması olarak tanımlanabilir.

ÇÖKV’de nihaî karar, ölçütler arası ve ölçütler içi karşılaştırmalara dayanır. Ölçütler arası karşılaştırmada, ölçütler birbirleriyle kıyaslanırlar. Bu kıyaslamadan amaç, ölçütleri bir öncelik sırasına sokmak, başka bir ifadeyle, ölçütlerin karar verici için önem derecelerini belirlemektir. Ölçütler içi kıyaslama ise, belirli bir ölçüt esas alındığında, hangi seçeneğin o ölçütte daha cazip olduğunu tespit etmek için yapılır. Son karar, bu iki kıyaslamamanın sentezi sonucunda verilir [3].

2.5.1. Çok ölçütlü karar verme sistemlerinde temel özellikler

ÇÖKV yöntemlerinin temel kavramları şöyle tanımlanabilmektedir [6]:

- 1) Seçenekler: Karar vericinin içlerinden seçim yapabileceği durumların genel adıdır. Genellikle sonlu sayıda olmaktadır.
- 2) Ölçütler: Ölçütler hedefler veya ölçütler olarak da bilinir. Problemin karakterine bağlı olarak birkaç tane veya çok fazla sayıda olabilmektedir. Ölçütlerin sayısının fazla olduğu pek çok problemde, Ölçütler hiyerarşik bir yapıya sahiptir. Bazı ölçütler temel ölçüt niteliği taşıırken diğerleri bunların alt-ölçütleri, hatta bir ağaç yapısında alt-ölçütlerin de alt-ölçütleri şeklinde tanımlanabilmektedir.
- 3) Ölçütler arasında çekişme: Çok ölçütlü problemlerde genellikle ölçütler arasında çekişme olabilmektedir. Öyle ki bir ölçütün gerektirdiği bir durum diğer ölçüt ile çelişebilmektedir.
- 4) Karar Ağırlıkları: Hemen hemen her ÇÖKV problemini çözebilmek için her ölçütün göreceli önemini gösteren bir bilgiye gereksinim duyulur. Ölçütlerin göreceli önemi genellikle toplamı bir olacak şekilde normalize edilmiş bir ağırlıklar kümesi şeklinde verilir.

5) Karar Matrisi: Bir ÇÖKV problemi matris formatında kolayca ifade edilebilir. Herhangi bir karar matrisi D , $m \times n$ boyutunda bir matristir ve elemanları olan x_{ij} ler, genellikle A_i ile gösterilen, i seçeneğinin x_j ile gösterilen j ölçütüne göre performans değerlendirmesini göstermektedir.

Bütün ÇÖKV problemleri aşağıda belirtilen ortak özellikleri paylaşmaktadırlar [3]:

Seçenekler: Yüzlercesi arasından sınırlı sayıdaki seçenekler ayıklanır, önceliklendirilir, seçilir ve/veya sıralanır.

Çok ölçütlülük: Her problem birden fazla ölçüte sahiptir. Her problem setinde ilgili ölçütler belirlenir. Ölçütlerin miktarı problemin doğasına bağlıdır. Karar için düşünülmesi gereken yüzlerce faktör olmasına rağmen karar verici, en önemlilerini ölçüt olarak kabul edebilir.

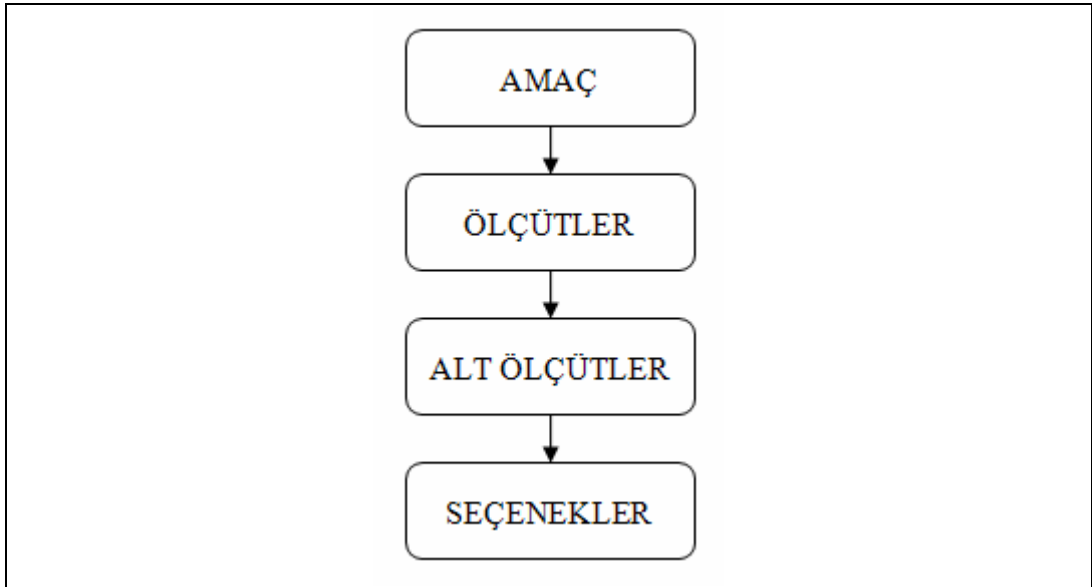
Aynı birimle ölçülme: Her ölçüt farklı ölçüm birimlerine sahip olabilir. Bir otomobil seçiminde yakıt tüketimi litre/km olarak ifade ederken, satış fiyatının dolar olarak ifade edilmesi gibi. Güvenlik ise sayısal olmayan yollardan ifade edilir. Sağlıklı bir karar alabilmek için bütün bu ölçüm farklılıklarının giderilmesi gerekir.

Ölçüt ağırlıkları: Hemen hemen bütün ÇÖKV yöntemleri, her ölçütün göreceli önemini bulabilmek için bilgiye ihtiyaç duyar. Ağırlıklar direkt karar verici tarafından belirlenebileceği gibi daha sonra açıklanacak olan yöntemlerle de bulunabilir.

Karar matrisi: ÇÖKV problemleri basit olarak bir matris formatında ifade edilebilir. Burada sütunlar, verilen problemdeki ölçütleri, satırlar ise seçenekleri belirtir.

3. ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ

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 Şekil 3.1'de gösterilen ölçütler ve ona ait alt ölçütler ve seçeneklerden oluşan hiyerarşik bir model kullanılır. Bu hiyerarşik model karar vericinin, bilgisinin, deneyiminin, düşüncelerinin ve öngörülerinin mantıksal bir şekilde birleştirildiği, sağlıklı karar vermesine yardımcı olabilecek güçlü bir yöntemdir [1].

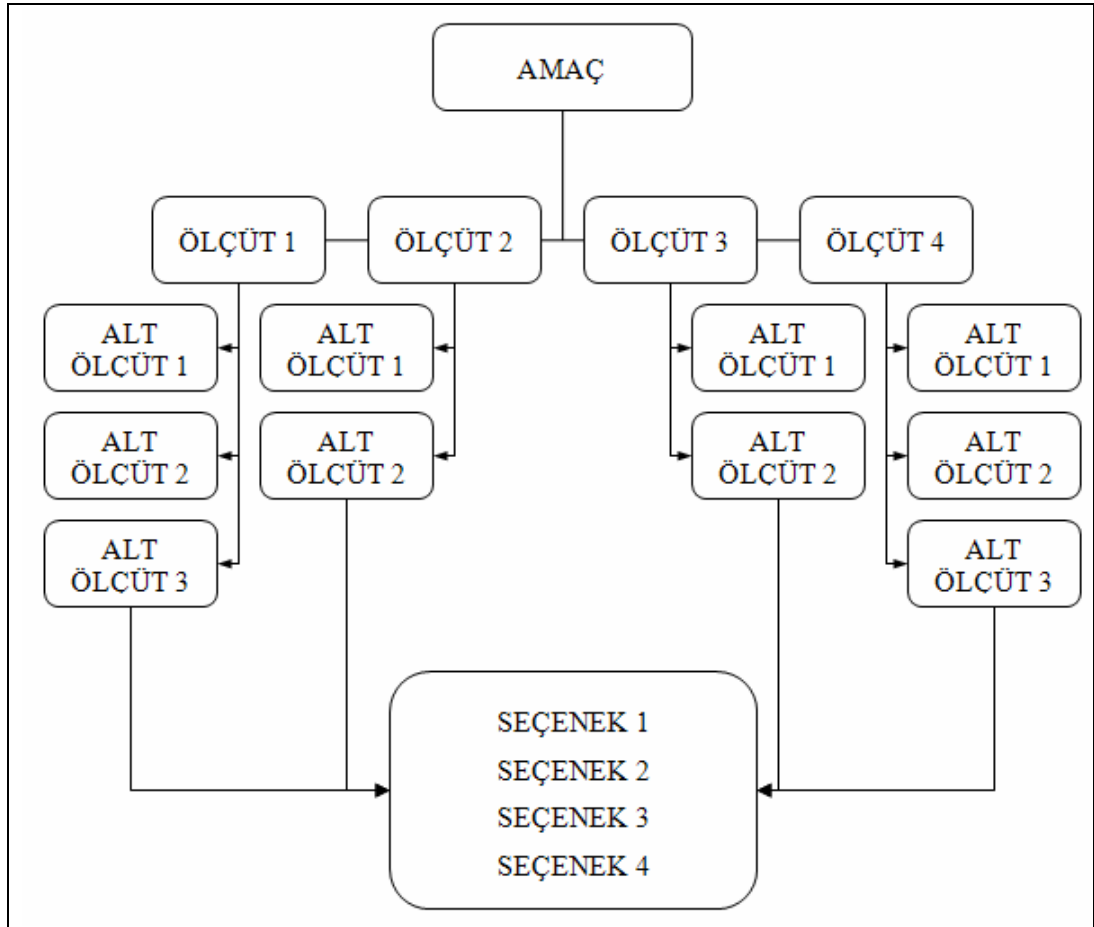


Şekil 3.1. Analitik hiyerarşi süreci genel yapısı

AHS, insanın doğasında var olan ikili karşılaştırmalara dayanmaktadır. Bu ikili karşılaştırmalar ile seçeneklerin ve ölçütlerin birbirlerine göre ne kadar önemli, tercih edilir veya baskın olduğunun değerlendirilmesi yapılır. En iyi seçeneğin belirlenmesine yönelik olan bu yöntem, hem nicel hem de nitel faktörleri dikkate alması, kullanımın kolay ve basit olması nedeniyle karmaşık karar problemlerinin çözümünde sıkça kullanılmaktadır. AHS, karmaşık problemleri, hiyerarşik bir yapıda ele alarak daha basit problem parçalarına indirger. Hiyerarşinin en tepesinde, ele alınan problemin ana amacı yer alır. Alt seviyelerde amacın değerlendirilmesinde

kullanılan ölçütler ve bu ölçütlerle ilgili alt ölçütler bulunur. Hiyerarşinin en altında ise amacın gerçekleştirilmesi için tespit edilmiş seçenekler yer alır [7].

Şekil 3.2’de örnek olarak hazırlanmış, dört ana ölçüt ve bu ölçütlerin alt ölçütleri ile 4 seçenekten oluşan bir AHS örneğinin modeli görülmektedir.



Şekil 3.2. AHS örnek modeli

Analitik Hiyerarşi Süresi ifadesindeki “Analitik” kelimesi işlemin analitik yöntemler kullanılarak yapıldığını, “Hiyerarşi” kelimesi sistemin genel olarak belli bir hiyerarşi içerisinde işlediğini, “Süreç” kelimesi ise sistemin bir süreç içerisinde ele alındığını ifade etmektedir.

3.1. Uygulama Alanları

AHS, kişisel kararlardan karmaşık işletme kararlarına kadar geniş bir alanda kullanılabilen bir araçtır. Yöntemin başarısı, basitliğinden ve değişik koşulların her birinde aynı şekilde kullanılabilme özelliğinden kaynaklanmaktadır [5].

AHS'nin genel kullanım alanları şu şekilde sıralanabilir:

- Seçenek seçimi
- Fayda/maliyet analizi
- Pazarlama kararları
- Performans değerlendirme
- Kaynak tahsisi
- Ürün tasarımı
- Toplam kalite yönetimi
- Politik strateji

AHS değişik şekillerde aşağıdaki kararlar vermek için kullanılmıştır [8]:

- Ülkemizde Adapazarı depreminden sonra 2001'de yeni yerleşim yeri belirlemek amacıyla kullanılmıştır.
- 1998 de İngiliz Havayolları, tüm uçuşlarındaki eğlence hizmeti sağlayıcıyı seçmek için kullanmıştır.
- 1987 de bir şirket Kuzey Atlantik'te hangi türde petrol platformu kuracağını belirlemek için kullanmıştır.
- Xerox araştırma projelerine milyar dolarları yatırmak için bu süreci kullanmıştır.
- 1999'da Ford müşteri memnuniyetini arttırmak amacıyla AHS kullanmıştır.

- 1995'te Amerikan futbol liginde hangi takımın şampiyon olacağı konusunda kullanılmıştır.

Ayrıca ülkemizde de değişik karar verme projelerinde kullanılmıştır:

- Ergün Eraslan ve Onur Algün, ideal performans değerlendirme formu tasarımında en uygun yöntemin seçiminde AHS'yi kullanmışlardır.
- Serhan Sekreter, Gökhan Akyüz ve Emre İpekçi Çetin tarafından, gıda sektöründe faaliyet gösteren şirketlerin finansal oranları kullanılarak, şirketlerin kredibilitelerinin derecelendirilmesine yönelik AHS ile örnek bir model geliştirmişlerdir.
- Ayşe Kuruüzüm ve Nuray Atsan, AHS'yi ve işletmecilik alanındaki uygulamalarına yönelik incelemelerini aktarmışlardır.
- Metin Dağdeviren ve Tamer Eren, tedarikçi firma seçiminde AHS'yi ve 0-1 hedef programlama yöntemlerini bir arada kullanmışlardır.
- Gökhan Ayyıldız, CIM yatırımı yapmak ve mevcut durumu korumak arasındaki seçimi AHS ve bulanık AHS metotlarını kullanarak karara bağlamıştır.
- Gülçin Büyüközkan, Cengiz Kahraman ve Da Ruan, yazılım geliştirme stratejisi seçiminde bulanık AHS yöntemini uygulamışlardır.
- Cengiz Kahraman, Ufuk Cebeci ve Da Ruan, catering firmalarını karşılaştırmada bulanık AHS metodundan faydalanmışlardır.
- Hüseyin Başlıgil, yazılım seçimi probleminde bulanık AHS metodunu kullanmıştır.

3.2. AHS Yapısının Oluşturulması

AHS yapısı oluşturulurken aşağıdaki işlem sırası takip edilir:

- 1) AHS Amacı: AHS'yi kullanım amacı belirtilmelidir.

- 2) Ölçütlerin belirlenmesi: Karar verme aşamasına seçimlere etki eden faktörler olarak tanımlanabilen ölçütler (kriterler) belirlenir. Ölçütler karar verilirken yaparken göz önünde bulundurulacak koşullardır. Örneğin araba seçimi yaparken bu ölçütler *performans*, *yakıt tüketimi*, *konfor* veya *güvenlik* olabilirken, herhangi bir şirket için yatırım sektörü belirlenmesinde *maliyet*, *sektörde faaliyet gösteren firmalar* olabilmektedir. Ölçütler tek başına olabileceği gibi alt ölçütleri de içerebilir. Araba seçiminde *güvenlik* ölçütü için *aktif ve pasif güvenlik elemanları* veya *çarpışma testleri* alt ölçüt olarak tanımlanabilir. Dikkat edilmesi gereken nokta ölçütleri girerken herhangi bir ölçütün en az iki alt ölçütü olması gerektiğidir.
- 3) Seçeneklerin belirlenmesi: Seçenekler (alternatifler) karar vermek durumunda kalınan problem olarak görülebilir. Örneğin araba seçiminde alınması düşünülen *arabalar*, veya yatırım sektöründe yatırım yapılması planlanan sektörler olarak *gıda*, *enerji* veya *iletişim* sektörü seçenek olarak belirlenebilir.
- 4) Ölçütler için karşılaştırmalar matrislerinin oluşturulması: Ölçütlerimizin birbirlerine göre önem seviyelerinin belirlendiği ve aynı zamanda AHS'nin temel yapıtaşı olan ikili karşılaştırmalar matrisleri oluşturulur. Öncelikle ana ölçütler için ikili karşılaştırmalar matrisi oluşturulduktan sonra alt ölçütler kendi aralarında, her bir seviye için ayrı ayrı olmak üzere ikili karşılaştırmalar matrisine aktarılırlar.
- 5) Seçenekler için ikili karşılaştırmalar matrislerinin oluşturulması: Ölçütlerden sonra seçenekler, ikili karşılaştırmalar matrisine aktarılır. Bu esnada alt ölçütü bulunmayan her bir ölçüt ve alt ölçütlerin tamamı belirlenen her bir seçenek için, teker teker değerlendirilir.
- 6) İkili karşılaştırmalar matrislerinin tutarlılık oranlarının belirlenmesi: Önem derecelerinin belirlendiği her bir matris verilerin doğruluğu açısından test edilir. Tutarlılık oranının 0,1'in altında olması beklenir. Matrislerdeki değerlendirmeler, uygun değilse değerlendirmeler tekrar yapılmalıdır.

- 7) Öncelik değerlerinin hesaplanması: Matrislerin tutarlılık oranı sağlandıktan sonra her bir matris için öncelik değerleri matematiksel yöntemler kullanılarak hesaplanır.
- 8) Sonuç: Öncelik değerleri hesaplandıktan sonra hiyerarşiye uygun olarak ölçütlere ait öncelik değerleri ile seçeneklere ait öncelik değerleri çarpılarak girilen ölçütlere göre seçeneklerin aldığı öncelik değerleri belirlenir.

3.3. AHS İle Örnek Karar Uygulaması

Daha açıklayıcı olması amacıyla AHS aşamaları, belirlenen bir örnek üzerinde açıklanacaktır. Örnek olarak oldukça fazla marka ve modeli mevcut olan, kullanım ve performansı açısından oldukça fazla özelliği bulunan “Dizüstü bilgisayar satın alma kararı” problemi kullanılacaktır.

3.3.1. Amacın belirlenmesi

Öncelikle karar verme amacı ifade edilmelidir. Örnek uygulamanın amacı “Değişik türdeki kullanıcılar için uygun dizüstü bilgisayar seçimi” olarak belirlenebilir..

3.3.2. Ölçütlerin ve alt ölçütlerin belirlenmesi

Amaca uygun olarak aşağıdaki ölçüt ve alt ölçütler oluşturulmuştur [9]:

- Donanım
 - a. Performans Donanımları
 - b. Görüntü Birimleri
 - c. Çevre Birimleri
- Taşınabilirlik
 - a. Pil ömrü
 - b. Ağırlık
- Performans

- Ergonomi
- Teknik Servis

3.3.3. Seçeneklerin belirlenmesi

Probleme uygun olarak seçenekler belirlenir. Problemden beş dizüstü bilgisayar arasından seçim yapılması gerekmektedir. Seçenekler aşağıdaki şekilde oluşturulmaktadır:

- A Markası
- B Markası
- C Markası
- D Markası
- E Markası

Belirlenen ölçütler, alt ölçütler ve seçenekler Şekil 3.3'te verilen hiyerarşik yapıyı oluşturmuştur.

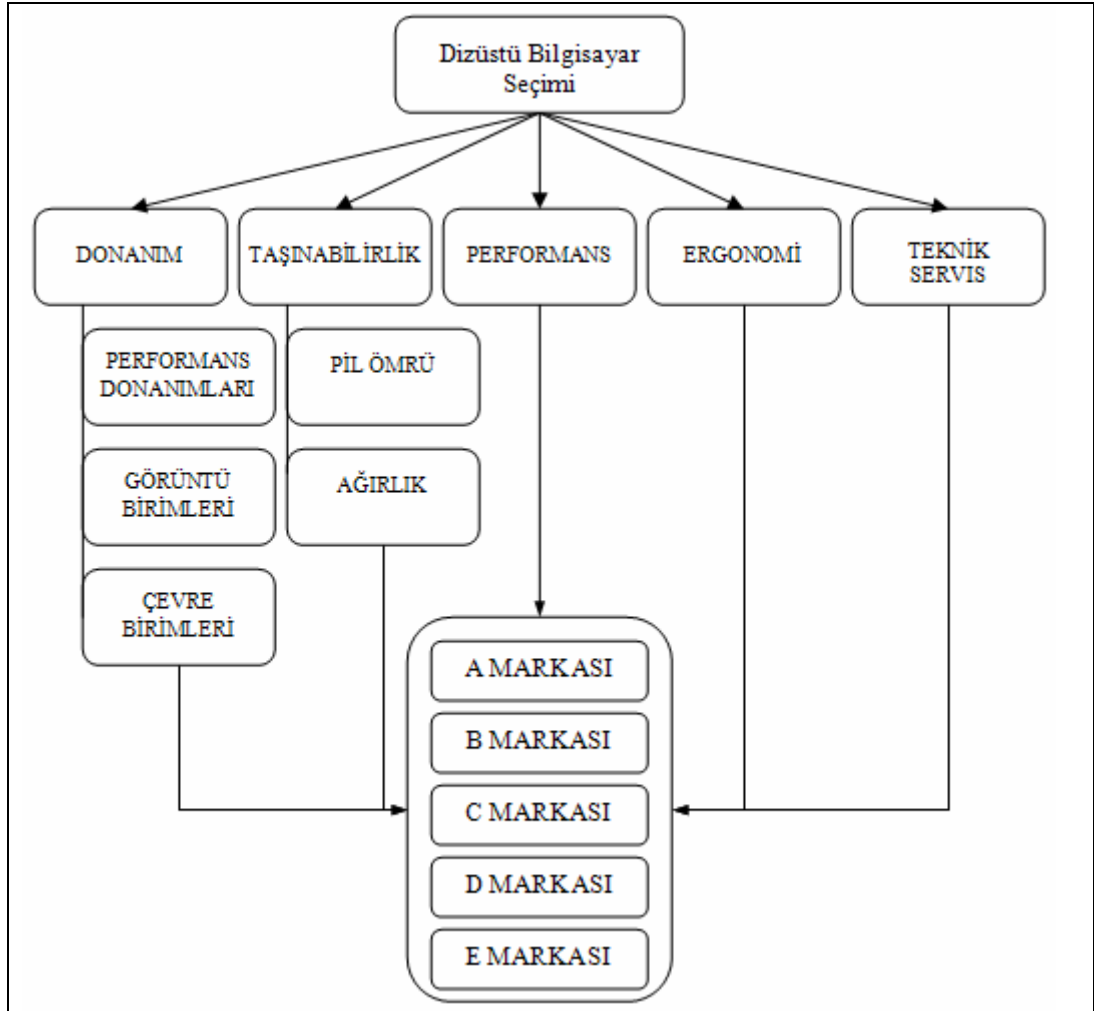
3.3.4. Ölçütler, alt ölçütler ve seçenekler için ikili karşılaştırmalar matrislerinin oluşturulması

Ölçütler ve alt ölçütleri birbirleri ile karşılaştırmak amacıyla ana ölçütler için bir adet, her bir ana ölçüte ait alt ölçütler için birer adet olmak üzere ikili karşılaştırmalar matrisleri oluşturulur.

Seçenekleri arasında karşılaştırma yapmak için, alt ölçütlerin her biri ve alt ölçütü bulunmayan ana ölçütlerin her biri için ikili karşılaştırmalar matrisleri oluşturulur.

İkili karşılaştırmalar matrisinde, karşılaştırma yapılacak ölçüt veya seçenekler matrisin birinci satır ve birinci sütunlarına yerleştirilir. Bu şekilde her bir ölçüt veya

seçeneğin diğer ölçüt veya seçeneklerle karşılaştırılabilmesi sağlanır. İkili karşılaştırmalar tanımlı bir ölçek kullanılarak yapılır.



Şekil 3.3. Oluşturulan hiyerarşik yapı

3.3.5. Ölçek kullanımı

Bir yargı veya karşılaştırma, benzer iki eleman arasındaki ilişkinin sayısal olarak ifadesidir. Yapılan karşılaştırmaların tamamı bir kare matris (ikili karşılaştırmalar matrisi) şeklinde gösterilebilir. Her bir yargı sütununun en solunda bulunan eleman ile en üstünde bulunan elemanın birbirlerine göre baskınlığını ifade eder. Çizelge 3.1’te verilen ölçek AHS’nin temel ölçeğidir. Ölçek sayesinde karşılaştırmalar yapılarak

ikili karşılaştırmalar matrisleri oluşturulmaktadır. Yargılar, Çizelge 3.1’de verilen ölçekte yer alan sayılar cinsinden ifade edilir [4].

Ölçek, 1’den 9’a kadar olan değerlerin anlamlarını göstermektedir. Hiyerarşideki elemanlar bir üst kademedeki elemana göre, görelî önemlerinin belirlenmesi için ikili olarak karşılaştırılır. Tüm öğelerin ikili karşılaştırmaları sonucunda matris oluşturulur. Bu matriste bir öğenin kendisiyle karşılaştırılması 1 sayısı ile ifade edileceğinden matrisin köşegenlerine 1 değerleri yerleştirilir. n elemanlı bir matriste $n \cdot (n - 1) / 2$ adet karşılaştırma yapılır. Bunun nedeni, matrisin diyagonal köşegeninde öğelerin kendileriyle karşılaştırılmalarından dolayı 1 değerlerinin yer almasıdır. Matriste diyagonal köşegenin üst tarafındaki eleman sayısı kadar değerlendirme yapılması gereklidir. Çünkü diyagonal köşegenin altında kalan değerlendirmeler, köşegenin üstünde yapılan değerlendirmelerin tersidir [10].

Çizelge 3.1. Temel AHS ölçeği

Önem Derecesi	Tanımı	Açıklaması
1	Eşit düzeyde önem	İki durum amaca eşit düzeyde katkıda bulunmaktadır.
3	Az önem	Sezgiler ve yargı, bir durumu diğerine göre orta derecede tercih ettirmektedir.
5	Kuvvetli düzeyde önem	Sezgiler ve yargı, bir durumu diğerine kuvvetli bir şekilde tercih ettirmektedir.
7	Çok kuvvetli düzeyde önem	Bir durum güçlü bir şekilde tercih edilmektedir.
9	Aşırı düzeyde önem	Bir durumun diğerine tercih edilmesine ilişkin kanıtlar çok büyük bir güvenilirliğe sahiptir.
2, 4, 6, 8	Ortalama değerler	İki ardışık yargı arasına düşen uzlaşma değerleridir.

3.3.6. İkili karşılaştırmalar matrislerinin oluşturulması

AHS problemlerinde hiyerarşik modelin ortaya konmasından sonra ölçüt ve alt ölçütlerin birbiri üzerindeki göreceli önemlerinin belirlenebilmesi için ikili karşılaştırmalar matrislerinin oluşturulması gerekmektedir. İkili karşılaştırmalar matrislerinin oluşturulmasından sonra ölçüt ve alt ölçütler ölçek kullanılarak önem derecesi bakımından karşılaştırılmaktadır. Karşılaştırma matrislerinde iki ölçüt karşılaştırılırken karar vericiye; “hangisi daha önemli ve ne kadar önemli?” sorusu sorulmaktadır [11].

Bölüm 3.3.2 ve bölüm 3.3.3’te verilen örnek kullanılarak ölçütler için ikili karşılaştırmalar matrisinin yapısı Çizelge 3.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Ana ölçütler için oluşturulan ikili karşılaştırmalar matrisi yapısı

	Donanım	Taşınabilirlik	Performans	Ergonomi	Teknik Servis
Donanım					
Taşınabilirlik					
Performans					
Ergonomi					
Teknik Servis					

Bu yapıda boş hücreler, ölçek kullanılarak yapılan yargılar yardımıyla doldurularak ikili karşılaştırmalar matrisinin değerlerini oluşturacaklardır.

Genel olarak n karşılaştırılacak eleman sayısını göstermek üzere ikili karşılaştırmalar matrisi $n \times n$ boyutlu bir kare matristir ve yapısı aşağıdaki şekilde gösterilebilir:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}_{n \times n}$$

Matrisin aynı satır ve sütun numarasına sahip değerleri ($a_{11}, a_{22}, \dots, a_{nn}$), ölçüt yine kendi kendisi ile karşılaştırıldığı için “1” değerini almaktadır. Bu şekilde matris aşağıdaki şekli alır:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix}_{n \times n}$$

Benzer şekilde, matrisin diğer değerleri birbirlerine göre karşılıklı karşılaştırmaları ifade eder. Dolayısıyla örneğin *ölçüt1*, *ölçüt2*'den 3 defa önemliyse, ölçüt2'nin ölçüt1'e göre önemini (karşılaştırma değerini) tekrar belirtmeye gerek kalmamaktadır. Önem derecesinin çarpmaya göre tersinin alınması ölçüt2'nin ölçüt1'e göre önemini ifade etmektedir. Ölçüt1, ölçüt2'den 3 defa önemliyse, ölçüt 2 ölçüt1'den $1 / 3 = 0,33333$ defa önemlidir. Yapılan çıkarımla matrisin değerlerinin köşegene göre birbirlerinin çarpmaya göre tersleri olduğu sonucu görülmektedir. Matris aşağıdaki şekilde gösterilmiştir:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \cdots & 1 \end{bmatrix}_{n \times n}$$

Yukarıdaki gösterimden hareketle ikili karşılaştırmalar matrisinin değerleri, sadece köşegenin üst kısmında girilen yargılardan oluşmaktadır. Matrisin diğer değerleri girilen değerlerden türetilmektedir.

İkili karşılaştırmalar matrisinde ölçütler matrisin satır ve sütunlarına yerleştirilmiş, böylelikle her bir ölçütün diğerleriyle karşılaştırılabilmesine olanak sağlanmıştır. Karşılaştırma bölüm 3.3.5’de verilen ölçek kullanılarak yapılır. Örneğin *Donanım* ile *Taşınabilirlik* arasında karşılaştırma yapılmak istenildiğinde “Hangisi” ve “Ne kadar” soruları sorularak, iki ölçütün kesişim noktasındaki hücreye sonuç yazılır. Sonuç olarak eğer sol kısımda bulunan *Donanım* önemli ise 1 ile 9 arasında bir derecelendirme, üst kısımda bulunan *Taşınabilirlik* önemli ise 1 ile 9 arasındaki değerlerin çarpmaya göre tersleri alınarak bir değerlendirme yapılır. *Donanım* *Taşınabilirlik*ten “Az Önem” derecesinde önemli olduğu kabul edilir ise kesişim hücresine “3” değeri yazılır. Eğer *Taşınabilirlik* *Donanım*’dan az önem derecesinde önemli ise, kesişim hücresine ölçeğin çarpmaya göre tersi olan $1 / 3 = 0,33333$ değeri yazılmalıdır.

Ana ölçütler için ikili karşılaştırmalar yapılırken karar vericinin sezgi veya tercihlerine uygun olarak yargı değerleri oluşturulur. Köşegenler ve simetrik değerler de doldurulduğunda oluşan matris Çizelge 3.3’te gösterilmiştir:

Çizelge 3.3. İkili karşılaştırmalar matrisi

	Donanım	Taşınabilirlik	Performans	Ergonomi	Teknik Servis
Donanım	1	3	1/3	2	2
Taşınabilirlik	1/3	1	1/4	3	3
Performans	3	4	1	3	6
Ergonomi	1/2	1/3	1/3	1	2
Teknik Servis	1/2	1/3	1/6	1/2	1

3.3.7. Öncelik değerlerinin hesaplanması

İkili karşılaştırma veya yargı matrisi oluşturulduktan sonra, öncelik veya ağırlık değerleri hesaplanmaktadır. Yargılar, karşılaştırmayı yapan uzmanların kişisel tercihlerine bağlı olarak ortaya çıkan sıralamayı vermektedir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, karşılaştırmayı yapan uzmanlara göre sonuçların elde edilmesidir. Aynı problem üzerinde farklı kişiler veya uzmanlar tarafından oluşturulan göreceli değerlere göre sonuçlar farklı olabilmektedir. Bu AHS'nin önemli bir özelliğidir [12].

Öncelik değerleri, ikili karşılaştırmalar matrisinde kullanılan değerlerin çeşitli yöntemlerle normalize edilmesiyle oluşturulur. İkili karşılaştırmalar matrisine aktarılan ölçütlerin toplam önem değeri 1 (veya %100) kabul edilirse, öncelik değeri, her bir ölçütün toplamdan ne kadar pay aldığı (%) bulunmasını sağlar.

Öncelik değerleri hesaplanmadan önce Çizelge 3.3'te ana ölçütler için verilen ikili karşılaştırmalar matrisi, kesirli sayılar yerine gerçel sayılarla ifade edilmelidir. Sürekli gerçel sayılarla çalışılacağı için, bu aşamadan sonra kullanılacak sayılar virgülden sonra beş basamak olacak şekilde ifade edilecektir..

Çizelge 3.4. İkili karşılaştırmalar matrisinin sayılarla ifade edilmiş son hali

	Donanım	Taşınabilirlik	Performans	Ergonomi	Teknik Servis
Donanım	1	3	0,33333	2	2
Taşınabilirlik	0,33333	1	0,25000	3	3
Performans	3	4	1	3	6
Ergonomi	0,50000	0,33333	0,33333	1	2
Teknik Servis	0,50000	0,33333	0,16667	0,50000	1

Bu matris matematikte kullanılan yöntemle de ifade edilebilir:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 0,33333 & 2 & 2 \\ 0,33333 & 1 & 0,25 & 3 & 3 \\ 3 & 4 & 1 & 3 & 6 \\ 0,5 & 0,33333 & 0,33333 & 1 & 2 \\ 0,5 & 0,33333 & 0,16667 & 0,5 & 1 \end{bmatrix}$$

Öncelik değerlerini hesaplamak için çeşitli yöntemler mevcuttur.

Yöntem 1: Her sütunun elemanları o sütunun toplamına bölünür. Elde edilen değerlerin satır toplamı alınıp, bu toplam satırdaki eleman sayısına bölünür. Bu şekilde her ölçüt için öncelik vektörleri bulunur [13].

Yöntem 2: Her sütundaki elemanlar toplanarak bu toplamaların tersleri alınır. Daha sonra her ters rakam, bu ters rakamların toplamına bölünerek normalleştirilir. Her satırda bulunan n eleman birbiriyle çarpılır ve n. dereceden kökü alınır. Daha sonra sonuçlar diğer metotlarda olduğu gibi normalleştirilir [14].

Yöntem 3: İkili karşılaştırmalar matrisinin tutarlılığını arttırmak amacıyla önce karesi alınır. Ardından yöntem 1'deki gibi normalize edilerek öncelik değerleri hesaplanır [8].

Hesaplamalarda yöntem 3 kullanılacaktır. Matrislerin karelerinin birden fazla defa alınması daha tutarlı sonuçlar verse de virgülden sonra beş basamak hassasiyetinde değerler kullanıldığından, matrislerin bir defa karesi alınacaktır.

Anlatılanlara göre Çizelge 3.4'te verilen ikili karşılaştırmalar matrisinin karesi alındığında :

$$C = \begin{bmatrix} 5 & 8,66667 & 2,41667 & 15 & 19 \\ 4,41667 & 5 & 2,11111 & 8,91667 & 14,16667 \\ 11,83333 & 20 & 5 & 27 & 36 \\ 3,11111 & 4,16667 & 1,25 & 5 & 8 \\ 1,86111 & 3 & 0,75 & 3,5 & 5 \end{bmatrix}$$

elde edilir.

Karesi alınmış ikili karşılaştırmalar matrisi Çizelge 3.5'te görülmektedir.

Çizelge 3.5. Karesi alınmış ikili karşılaştırmalar matrisi

	Donanım	Taşınabilirlik	Performans	Ergonomi	Teknik Servis
Donanım	5	8,66667	2,41667	15	19
Taşınabilirlik	4,41667	5	2,11111	8,91667	14,16667
Performans	11,83333	20	5	27	36
Ergonomi	3,11111	4,16667	1,25	5	8
Teknik Servis	1,86111	3	0,75	3,5	5

Her bir satırın toplamı ve satır toplamlarının toplamı hesaplanır. Satır toplamlarının hesaplanması Çizelge 3.6'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.6. Satır toplamlarının hesaplanması

	Donanım	Taşınabilirlik	Performans	Ergonomi	Teknik Servis	Satır Toplamları
Donanım	5	8,66667	2,41667	15	19	50,08333
Taşınabilirlik	4,41667	5	2,11111	8,91667	14,16667	34,61111
Performans	11,83333	20	5	27	36	99,83333
Ergonomi	3,11111	4,16667	1,25	5	8	21,52778
Teknik Servis	1,86111	3	0,75	3,5	5	14,11111
				Toplam		220,16667

Her bir satır toplamı, satır toplamının toplamlarına bölünerek normalize edilir ve öncelik değerleri hesaplanır. Normalize işleminin nasıl yapıldığı ve işlem sonucunda oluşan öncelik değerleri Çizelge 3.7’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.7. Öncelik değerinin hesaplanması

	Satır Toplamları	Toplama Bölme	Öncelik Değerleri
Donanım	50,08333	50,08333 / 220,16667	0,22748
Taşınabilirlik	34,61111	34,61111 / 220,16667	0,15720
Performans	99,83333	99,83333 / 220,16667	0,45344
Ergonomi	21,52778	21,52778 / 220,16667	0,09778
Teknik Servis	14,11111	14,11111 / 220,16667	0,06409
Toplam	220,16667		1,00000

Karar vermede etkili olan ölçütlerin tamamını 1 olarak düşünülürse, bu kararın 0,22748’i *Donanım*’dan, 0,15720’si *Taşınabilirlik*’ten, 0,45344’ü *Performans*’tan, 0,09778’i *Ergonomi*’den ve 0,064092’unun ise *Teknik Servis*’ten oluştuğu söylenebilir. Genel olarak kararda en çok önem verilen ölçütün 0,45344 öncelik değeri ile *Performans* olduğu görülmektedir. İşlemler sonucunda oluşan öncelik değerleri Çizelge 3.8’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.8. Ana ölçütlere ait öncelik değerleri

Ölçütler	Öncelik Değerleri
Donanım	0,22748
Taşınabilirlik	0,15720
Performans	0,45344
Ergonomi	0,09778
Teknik Servis	0,06409

3.3.8. Tutarlılık oranı

Ölçütlerin öncelik değerleri hesaplandıktan sonra, önem vektörleriyle matrislerin tutarlılığı test edilir. Tutarlılık, ölçütlerin ya da seçeneklerin ikili karşılaştırmasının belirlenmesinde, kararın uyumluluk göstermesidir. Tüm karşılaştırma matrislerinin tutarlı olması beklenemez. Sonuçta, ikili karşılaştırmalar matrislerinin temelini insan yargısı oluşturur ve bir dereceye kadar tutarsızlık beklenebilir. Bu tutarsızlığın “mantıksız” diye değerlendirilmeyecek şekilde tolere edilebilmesi sağlanmalıdır [13].

Herhangi bir ikili karşılaştırmalar matrisinde, yargıda bulunurken A ölçütü, B ölçütünden 4 kez önemli ve C ölçütünden 2 kez önemli ise B ölçütü C ölçütünden 2 kez önemli olmalıdır.

Genel olarak tutarlılık oranı (TO) değerinin 3 boyutlu matrislerde 0,05 (%5), dört boyutlu matrislerde 0,08 (%8) ve daha büyük boyutlu matrisler için 0,10 (%10)'dan küçük olması beklenir. TO değerinin hesaplanmasında:

$$TO = \frac{T\bar{I}}{R\bar{I}} \quad (3.1)$$

eşitliğinden faydalanılır. Burada $T\bar{I}$ tutarlılık indeksi ve $R\bar{I}$ rastgele indeks değerine eşittir. $T\bar{I}$ değeri:

$$T\bar{I} = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (3.2)$$

eşitliğine göre hesaplanır. Burada λ_{\max} ikili karşılaştırmalar matrisinin maksimum özdeğer vektörüne ve n ise matrisin boyutuna eşittir.

Tutarlılık oranını hesaplamak için öncelikle ikili karşılaştırmalar matrisinin maksimum özdeğer vektörü (λ_{\max}) hesaplanır. λ_{\max} hesaplanırken ikili karşılaştırmalar matrisi, matrisin öncelik değerleri ile çarpılır. Oluşan sonuç matrisinin değerleri öncelik değerlerine bölünüp sonuçların ortalaması alınır [3].

Tutarlılık oranının hesaplanması için Çizelge 3.9'da gösterilen ikili karşılaştırmalar matrisini ve öncelik değerlerini kullanılacaktır.

Çizelge 3.9. TO örneğinde kullanılacak matris ve öncelik değerleri

	Donanım	Taşınabilirlik	Performans	Ergonomi	Teknik Servis	Öncelik Değerleri
Donanım	1	3	0,33333	2	2	0,22748
Taşınabilirlik	0,33333	1	0,25000	3	3	0,15720
Performans	3	4	1	3	6	0,45344
Ergonomi	0,50000	0,33333	0,33333	1	2	0,09778
Teknik Servis	0,50000	0,33333	0,16667	0,50000	1	0,06409

Çizelge 3.9'da gösterilen değerler matris formuna dönüştürüldükten sonra matrislerin çarpımı yapılır:

$$\begin{bmatrix} 1 & 3 & 0,33333 & 2 & 2 \\ 0,33333 & 1 & 0,25 & 3 & 3 \\ 3 & 4 & 1 & 3 & 6 \\ 0,5 & 0,33333 & 0,33333 & 1 & 2 \\ 0,5 & 0,33333 & 0,16667 & 0,5 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,22748 \\ 0,15720 \\ 0,45344 \\ 0,09778 \\ 0,06409 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1,17398 \\ 0,83201 \\ 2,44259 \\ 0,54325 \\ 0,35470 \end{bmatrix}$$

Sonuç matrisinin elemanları öncelik değerlerine bölünür:

$$\begin{aligned} 1,17398 / 0,22748 &= 5,16084 & 0,83201 / 0,15720 &= 5,29254 \\ 2,44259 / 0,45344 &= 5,38676 & 0,54325 / 0,09778 &= 5,55591 \\ 0,35470 / 0,06409 &= 5,53412 \end{aligned}$$

λ_{\max} değeri için bu değerlerin ortalaması alınır:

$$\lambda_{\max} = (5,16084 + 5,29254 + 5,38676 + 5,55591 + 5,53412) / 5 = 5,38603$$

Tİ değeri Eşitlik 3.3'e göre hesaplandığında (matris boyutu $n=5$):

$$Tİ = \frac{5,38603 - 5}{5 - 1} = \frac{0,38603}{4} = 0,07721$$

değeri elde edilir

Saaty ve arkadaşları bir tutarlılık oranı hesaplayabilmek için bir Rİ serisi oluşturmuşlardır. Rİ, 1-15 boyutlu matrislerin her bir boyutunda öğeleri 1/9, 1/8, ..., 1, ..., 8 ve 9 olan 100'er karşılıklı değerli matris, rastgele olarak doldurularak Tİ değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra her bir boyut için bu tutarlılık indekslerinin ortalaması alınarak rastgele indeksler oluşturulmuştur. Ancak 11-15 boyutlu matrislerin ortalama rasgele indekslerine düzensiz artışlar gerçekleşmiştir. Matris boyutu arttıkça rastgele indekslerin de artmasının beklenen bir sonuç olması nedeniyle, matris boyutu 11-15 olan matrisler için 500'er rastgele ikili karşılaştırma matrisleri oluşturularak hesaplamalar tekrar edilmiştir [14].

n matris boyutunu ve $Rİ$ rastgele indeksi göstermek üzere rastgele indeks değerleri Çizelge 3.10'de gösterilmiştir [15].

Çizelge 3.10. Rastgele indeks değerleri

n	Rİ	n	Rİ
1	0	9	1,4537
2	0	10	1,4882
3	0,5799	11	1,5117
4	0,8921	12	1,5356
5	1,1159	13	1,5571
6	1,2358	14	1,5714
7	1,3322	15	1,5831
8	1,3952		

Rİ değeri matrisin boyutuna göre seçildikten sonra (n=5 için Rİ=1,1159) TO değeri hesaplanırsa:

$$TO = \frac{0,07721}{1,1159} = 0,06919$$

elde edilir.. TO değeri tutarlılık için önerilen 0,1değerinden küçük olduğu için ikili karşılaştırmalar matrisinin değerlerinin tutarlı olduğunu söylenebilir.

3.4. Tüm İkili Karşılaştırma Matrisleri

İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması, öncelik değerlerinin hesaplanması ve TO değerlerinin saptanması işlemlerinden sonra, örnek uygulamaya ait göre tüm ikili karşılaştırma matrisleri, öncelik ve TO değerleri hesaplanarak oluşturulur. Matrislerde bulunan yargılar ürün özellikleri, performans değerleri ve karar vericinin sezgi ve tercihleri dikkate alınarak değerlendirilmiştir.

3.4.1. ltler için ikili karşılaştırma matrisleri

Ana ltler için bir adet ve alt ölçütü bulunan her bir ana ölçüt için ikili karşılaştırmalar matrisleri oluşturulmalıdır. Dolayısıyla ana ölçütler için bir adet, alt ölçütü bulunan *Donanım* için bir adet ve *Taşınabilirlik* için bir adet olmak üzere ölçütler için toplam üç adet ikili karşılaştırmalar matrisi oluşturulmalıdır. izelgelerin sağ kısmında öncelik değerleri ve sağ alt köşesinde matrise ait TO değeri gösterilmiştir.

Çizelge 3.11. Ana ölçütler için ikili karşılaştırma matrisi

Ana Ölçütler						
	Donanım	Taşınabilirlik	Performans	Ergonomi	Teknik Servis	Öncelik Değerleri
Donanım	1	3	0,33333	2	2	0,22748
Taşınabilirlik	0,33333	1	0,25000	3	3	0,15720
Performans	3	4	1	3	6	0,45344
Ergonomi	0,50000	0,33333	0,33333	1	2	0,09778
Teknik Servis	0,50000	0,33333	0,16667	0,50000	1	0,06409
					TO	0,08648

Çizelge 3.12. “Donanım” ölçütü için ikili karşılaştırma matrisi

Donanım Özellikleri				
	Performans Donanımları	Görüntü Birimleri	Çevre Birimleri	Öncelik Değerleri
Performans Donanımları	1	2	3	0,54015
Görüntü Birimleri	0,5	1	2	0,29684
Çevre Birimleri	0,33333	0,5	1	0,16302
			TO	0,00794

Çizelge 3.13. “Taşınabilirlik” ölçütü için ikili karşılaştırma matrisi

Taşınabilirlik Özellikleri			
	Pil Ömrü	Ağırlık	Öncelik Değerleri
Pil Ömrü	1	0,5	0,33333
Ağırlık	2	1	0,66666
		TO	0

3.4.2. Seçenekler için ikili karşılaştırma matrisleri

Seçenekler için ikili karşılaştırma matrisleri oluştururken seçenekler, alt ölçütler ve alt ölçütü bulunmayan ana ölçütler açısından birbirleri ile ikili karşılaştırmaya tabi tutulur. Dolayısıyla alt ölçütü bulunan ana ölçüt için ikili karşılaştırma tablosu oluşturulmaz.

Beş adet alt ölçüt ve alt ölçütü bulunmayan üç adet ölçüt için toplamda altı adet ikili karşılaştırmalar matrisi oluşturulacaktır.

Çizelge 3.14. “Performans donanımları” alt ölçütü için ikili karşılaştırma matrisi

Performans Donanımları						
	A Markası	B Markası	C Markası	D Markası	E Markası	Öncelik Değerleri
A Markası	1	3	1	1	3	0,28370
B Markası	0,33333	1	0,5	0,33333	1	0,10217
C Markası	1	2	1	1	2	0,24130
D Markası	1	3	1	1	2	0,26196
E Markası	0,33333	1	0,5	0,5	1	0,11087
					TO	0,00738

Çizelge 3.15 “Görüntü birimleri” alt ölçütü için ikili karşılaştırma matrisi

Görüntü Birimleri						
	A Markası	B Markası	C Markası	D Markası	E Markası	Öncelik Değerleri
A Markası	1	0,33333	0,5	0,5	2	0,13048
B Markası	3	1	2	0,5	1	0,25374
C Markası	2	0,5	1	1	2	0,20990
D Markası	2	2	1	1	2	0,27953
E Markası	0,5	1	0,5	0,5	1	0,12635
					TO	0,08760

Çizelge 3.16. “Çevre birimleri” alt ölçütü için ikili karşılaştırma matrisi

Çevre Birimleri						
	A Markası	B Markası	C Markası	D Markası	E Markası	Öncelik Değerleri
A Markası	1	0,25	0,33333	0,5	0,33333	0,07306
B Markası	4	1	1	3	2	0,32287
C Markası	3	1	1	2	3	0,31482
D Markası	2	0,33333	0,5	1	1	0,13729
E Markası	3	0,5	0,33333	1	1	0,15196
					TO	0,02301

Çizelge 3.17. “Pil ömrü” alt ölçütü için ikili karşılaştırma matrisi

Pil Ömrü						
	A Markası	B Markası	C Markası	D Markası	E Markası	Öncelik Değerleri
A Markası	1	2	3	2	4	0,36834
B Markası	0,5	1	2	0,5	3	0,18778
C Markası	0,33333	0,5	1	0,5	3	0,12910
D Markası	0,5	2	2	1	3	0,24872
E Markası	0,25	0,33333	0,33333	0,33333	1	0,06605
					TO	0,03237

Çizelge 3.18. “Ağırlık” alt ölçütü için ikili karşılaştırma matrisi

Ağırlık						
	A Markası	B Markası	C Markası	D Markası	E Markası	Öncelik Değerleri
A Markası	1	2	3	2	4	0,37236
B Markası	0,5	1	1	0,5	2	0,14445
C Markası	0,33333	1	1	0,33333	3	0,13803
D Markası	0,5	2	3	1	3	0,27377
E Markası	0,25	0,5	0,33333	0,33333	1	0,07138
					TO	0,03284

Çizelge 3.19. “Performans” ölçütü için ikili karşılaştırma matrisi

Performans						
	A Markası	B Markası	C Markası	D Markası	E Markası	Öncelik Değerleri
A Markası	1	0,2	0,33333	0,5	0,25	0,06261
B Markası	5	1	2	3	2	0,37756
C Markası	3	0,5	1	2	0,5	0,17815
D Markası	2	0,33333	0,5	1	0,33333	0,10535
E Markası	4	0,5	2	3	1	0,27633
					TO	0,01662

Çizelge 3.20. “Ergonomi” ölçütü için ikili karşılaştırma matrisi

Ergonomi						
	A Markası	B Markası	C Markası	D Markası	E Markası	Öncelik Değerleri
A Markası	1	3	3	5	3	0,42289
B Markası	0,33333	1	1	5	2	0,19424
C Markası	0,33333	1	1	5	3	0,22325
D Markası	0,2	0,2	0,2	1	0,2	0,04114
E Markası	0,33333	0,5	0,33333	5	1	0,11848
					TO	0,06688

Çizelge 3.21. “Teknik servis” ölçütü için ikili karşılaştırma matrisi

Teknik Servis						
	A Markası	B Markası	C Markası	D Markası	E Markası	Öncelik Değerleri
A Markası	1	0,2	2	1	5	0,17431
B Markası	5	1	3	3	5	0,48105
C Markası	0,5	0,333333	1	0,33333	3	0,10121
D Markası	1	0,333333	3	1	4	0,19683
E Markası	0,2	0,2	0,33333	0,25	1	0,04661
					TO	0,07130

3.5. Genel Sonuç

Şu ana kadar yapılan işlemlerden sonra, girilen ölçüt, alt ölçüt ve yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda, seçeneklerin öncelik değerleri hesaplanmalıdır. Seçeneklerin öncelik değerlerini hesaplamak için ölçüt ve alt ölçütlerin karşılaştırıldığı ikili karşılaştırmalar matrisleri ile, seçeneklerin karşılaştırıldığı ikili karşılaştırmalar matrisleri birbirleri ile çarpılmalıdır. Yapılacak işlem:

$$\begin{array}{l}
 \text{A Markası} \\
 \text{B Markası} \\
 \text{C Markası} \\
 \text{D Markası} \\
 \text{E Markası}
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 \left[\begin{array}{ccccc}
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots
 \end{array} \right]
 \end{array}
 \times
 \begin{array}{c}
 \left[\begin{array}{c}
 \dots \\
 \dots \\
 \dots \\
 \dots \\
 \dots
 \end{array} \right]
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \text{Donanım} \\
 \text{Taşınabilirlik} \\
 \text{Performans} \\
 \text{Ergonomi} \\
 \text{Teknik Servis}
 \end{array}$$

şeklinde gösterilebilir. Matrislerin değerlerini, hesaplanan öncelik değerleri oluşturmaktadır. Seçenekler için oluşturulan ikili karşılaştırmalar matrislerinden elde edilen öncelik değerleri soldaki matrise, ölçütler ve alt ölçütler için oluşturulan ikili karşılaştırmalar matrislerinden elde edilen öncelik değerleri ise sağdaki matrise aktarılmalıdır. Ölçütler için değerler Çizelge 3.11'den, seçenekler için değerler ise bölüm 3.4.2 'den alınmıştır. İşlem sonucu aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$\begin{array}{l}
 \text{A Markası} \\
 \text{B Markası} \\
 \text{C Markası} \\
 \text{D Markası} \\
 \text{E Markası}
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 \left[\begin{array}{ccccc}
 \dots & \dots & 0,06261 & 0,42289 & 0,17431 \\
 \dots & \dots & 0,37756 & 0,19424 & 0,48105 \\
 \dots & \dots & 0,17815 & 0,22325 & 0,10121 \\
 \dots & \dots & 0,10535 & 0,04114 & 0,19683 \\
 \dots & \dots & 0,27633 & 0,11848 & 0,04661
 \end{array} \right]
 \end{array}
 \times
 \begin{array}{c}
 \left[\begin{array}{c}
 0,22748 \\
 0,15720 \\
 0,45344 \\
 0,09778 \\
 0,06409
 \end{array} \right]
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \text{Donanım} \\
 \text{Taşınabilirlik} \\
 \text{Performans} \\
 \text{Ergonomi} \\
 \text{Teknik Servis}
 \end{array}$$

Alt ölçütü bulunmayan *Performans*, *Ergonomi* ve *Teknik Servis* ana ölçütleri için seçenekler matrisine öncelik değerleri bölüm 3.4.2'den alınır. *Donanım* ve *Taşınabilirlik* için seçenekler matrisine veri girilmemiştir. Ancak aynı ölçütler için ölçütler matrisine değer girilmiştir. Alt ölçütlerin olması *Ölçütler* matrisi için

herhangi bir öneme sahip değildir. *Seçenekler* matrisinin hesaplanmasında bu alt ölçütlerin öncelik değerleri kullanılmaktadır. Dolayısıyla alt ölçütlerin olması *Ölçütler* matrisinde herhangi bir değişikliğe sebep olmamaktadır.

Donanım ve Taşınabilirlik ölçütleri için öncelik değerleri bulunurken, alt ölçütler için hesaplanan öncelik değerleri ile seçenekler için ikili karşılaştırmalar matrislerinde oluşturulan öncelik değerleri birer matris gibi düşünülür. Bu ki matris birbirleri ile çarpılarak, *Donanım ve Taşınabilirlik* için öncelik değerleri bulunur. Bulunan değerler *Seçenekler* matrisindeki yerine yazılır.

Donanım ölçütünün alt ölçütleri olan Performans Donanımları, Görüntü Birimleri ve Çevre Birimleri ile, Taşınabilirlik ölçütüne ait olan Pil Ömrü ve Ağırlık alt ölçütlerinin ikili karşılaştırma matrislerine göre oluşturulan öncelik değerleri toplu olarak Çizelge 3.22’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.22. Seçeneklere göre “Donanım ” ve “Taşınabilirlik” ölçütleri için öncelik değerleri

	Donanım			Taşınabilirlik	
	Performans Donanımları	Görüntü Birimleri	Çevre Birimleri	Pil Ömrü	Ağırlık
A Markası	0,28370	0,13048	0,07306	0,36834	0,37236
B Markası	0,10217	0,25374	0,32287	0,18778	0,14445
C Markası	0,24130	0,20990	0,31482	0,12910	0,13803
D Markası	0,26196	0,27953	0,13729	0,24872	0,27377
E Markası	0,11087	0,12635	0,15196	0,06605	0,07138

Donanım ölçütünün alt ölçütleri olan Performans Donanımları, Görüntü Birimleri ve Çevre Birimleri ile, Taşınabilirlik ölçütüne ait olan Pil Ömrü ve Ağırlık alt ölçütlerinin ölçütlere göre oluşturulan öncelik değerleri toplu olarak Çizelge 3.23’te gösterilmiştir.

Çizelge 3.23. Ölçütlere göre “Donanım ” ve “Taşınabilirlik” ölçütleri için öncelik değerleri

Donanım		Taşınabilirlik	
Performans Donanımları	0,54015	Pil Ömrü	0,33333
Görüntü Birimleri	0,29684	Ağırlık	0,66666
Çevre Birimleri	0,16302		

Yukarıda verilen değerlere göre *Donanım* ana ölçütüne ait öncelik değerini bulunurken *Donanım* ölçüte ait matrisler (seçeneklere ve ölçütlere göre oluşturulan) birbirleri ile çarpılır. Sonuç *Donanım* ölçütüne ait öncelik değerlerini vermektedir.

$$\begin{bmatrix} 0,28370 & 0,13048 & 0,07306 \\ 0,10217 & 0,25374 & 0,32287 \\ 0,24130 & 0,20990 & 0,31482 \\ 0,26196 & 0,27953 & 0,13729 \\ 0,11087 & 0,12635 & 0,15196 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,54015 \\ 0,29684 \\ 0,16302 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,20388 \\ 0,18314 \\ 0,24397 \\ 0,24685 \\ 0,12217 \end{bmatrix}$$

Aynı işlem *Taşınabilirlik* ölçütü için yapılırsa:

$$\begin{bmatrix} 0,36834 & 0,37236 \\ 0,18778 & 0,14445 \\ 0,12910 & 0,13803 \\ 0,24872 & 0,27377 \\ 0,06605 & 0,07138 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,33333 \\ 0,66666 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,37102 \\ 0,15889 \\ 0,13505 \\ 0,26542 \\ 0,06961 \end{bmatrix}$$

değerleri elde edilir. Bu değerler toplu olarak Çizelge 3.24’te gösterilmiştir.

Çizelge 3.24. “Donanım” ve “Taşınabilirlik” ölçütleri için hesaplanan öncelik değerleri

	Donanım	Taşınabilirlik
A Markası	0,28370	0,13048
B Markası	0,10217	0,25374
C Markası	0,24130	0,20990
D Markası	0,26196	0,27953
E Markası	0,11087	0,12635

Bu değerlerin tamamı seçenekler ve ölçütler matrisine aktarılır.

Donanım Taşınabilirlik Performans Ergonomi Teknik Servis

$$\begin{array}{l}
 A \text{ Markası} \\
 B \text{ Markası} \\
 C \text{ Markası} \\
 D \text{ Markası} \\
 E \text{ Markası}
 \end{array}
 \begin{bmatrix}
 0,28730 & 0,13148 & 0,06261 & 0,42289 & 0,17431 \\
 0,10217 & 0,25374 & 0,37756 & 0,19424 & 0,48105 \\
 0,24130 & 0,20990 & 0,17815 & 0,22325 & 0,10121 \\
 0,26196 & 0,27953 & 0,10535 & 0,04114 & 0,19683 \\
 0,11087 & 0,12635 & 0,27633 & 0,11848 & 0,04661
 \end{bmatrix}
 \times
 \begin{bmatrix}
 0,22748 \\
 0,15720 \\
 0,45344 \\
 0,09778 \\
 0,06409
 \end{bmatrix}
 \begin{array}{l}
 \text{Donanım} \\
 \text{Taşınabilirlik} \\
 \text{Performans} \\
 \text{Ergonomi} \\
 \text{Teknik Servis}
 \end{array}$$

$$\begin{bmatrix}
 0,28730 & 0,13048 & 0,06261 & 0,42289 & 0,17431 \\
 0,10217 & 0,25374 & 0,37756 & 0,19424 & 0,48105 \\
 0,24130 & 0,20990 & 0,17815 & 0,22325 & 0,10121 \\
 0,26196 & 0,27953 & 0,10535 & 0,04114 & 0,19683 \\
 0,11087 & 0,12635 & 0,27633 & 0,11848 & 0,04661
 \end{bmatrix}
 \times
 \begin{bmatrix}
 0,22748 \\
 0,15720 \\
 0,45344 \\
 0,09778 \\
 0,06409
 \end{bmatrix}
 =
 \begin{bmatrix}
 0,18561 \\
 0,28767 \\
 0,18583 \\
 0,16229 \\
 0,17860
 \end{bmatrix}$$

Yapılan işlem sonucunda seçenekler için hesaplanan öncelik değerleri Çizelge 3.25’te gösterilmiştir.

Çizelge 3.25. Seçeneklere ait hesaplanan öncelik değerleri

Seçenek	Öncelik değerleri
A Markası	0,18561
B Markası	0,28767
C Markası	0,18583
D Markası	0,16229
E Markası	0,17860

Bu sonuca göre kararı etkileyen tüm veriler ve yargılara göre B markası 0,28767 öncelik değeri ile 1. sırayı almaktadır. B markasının diğer markalara kıyasla daha seçilebilir olacağı anlaşılmaktadır.

Örnek uygulamaya ait tüm öncelik değerleri Çizelge 3.26 'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.26. Toplu halde uygulamaya ait öncelik değerleri

Dizüstü Seçimi									
1,00000									
Seçenekler	Ölçütler								Öncelik Değerleri
	Donanım			Taşınabilirlik		Performans	Ergonomi	Teknik Servis	
	Performans Donanımları	Görüntü Birimleri	Çevre Birimleri	Pil Ömrü	Ağırlık				
	0,22748			0,15720		0,45344	0,09778	0,06409	
	0,54015	0,29684	0,16302	0,33333	0,66667				
A	0,28370	0,13048	0,07306	0,36834	0,37236	0,06261	0,42289	0,17431	0,18561
B	0,10217	0,25374	0,32287	0,18778	0,14445	0,37756	0,19424	0,48105	0,28767
C	0,24130	0,20990	0,31482	0,12910	0,13803	0,17815	0,22325	0,10121	0,18583
D	0,26196	0,27953	0,13729	0,24872	0,27377	0,10535	0,04114	0,19683	0,16229
E	0,11087	0,12635	0,15196	0,06605	0,07138	0,27633	0,11848	0,04661	0,17860

4. WEB TABANLI KARAR DESTEK SİSTEMİ

İnternet kullanımının artmasıyla birlikte, web tabanlı çalışan uygulamaların sayısında her geçen gün artmaktadır. Kullanıcılar herhangi bir yazılımı bilgisayarlarına indirip kurmak yerine direk tarayıcıları yardımıyla programı kullanmak istemektedirler. Bunun nedeni güvenlik sorunlarıyla beraber, kotalı internet kullanımının ülkemizde yaygın olmasıdır.

Bu amaçla kullanıcıların web tabanlı yazılım isteğine paralel olarak AHS yöntemini kullanan Web Tabanlı Karar Destek Sistemi (WTKDS) geliştirilmiştir.

4.1. Geliştirme Aşamaları

Yazılımın bilgisayar karşısında geliştirilmesinden önce bir takım çalışmalar yapılmalıdır. Herhangi bir yazılım geliştirilirken, web sayfası tasarlanırken veya veritabanı sistemi oluşturulurken mutlaka ön çalışma yapılmalıdır. Yapılan bu ön çalışma sonradan ortaya çıkabilecek hataları ortadan kaldırmakla birlikte, zaman ve maddi kaynak tasarrufu sağlamaktadır.

4.1.1. Ön çalışma

Geliştirme işlemine geçmeden önce yapılan ön çalışmada, PHP ve MYSQL kullanılmasına karar verilmiştir. Üyelik sisteminin, de yazılıma entegre edilmesi kararlaştırılmıştır. AHS'nin genel yapısı gereği karar verme problemleri, parçalar halinde işlenmektedir. Dolayısıyla yazılımın da kullanıcıya verileri parça parça sunması, işlemleri aşama aşama yapması planlanmıştır.

Özellikle ikili karşılaştıra matrislerindeki verilerin miktarının fazla olması sebebiyle bu kısımda oluşturulacak kodların genel çalışma hızını aksatmaması hedeflenmiştir. Ölçüt ve seçeneklerin girilmesi için ağaç (Tree) yapısının, karşılaştırmaların yapılması için kaydırma (slider) nesnelere kullanılması karar verilmiştir.

4.1.2. Planlama

Yazılımın işleyişi AHS’de olduğu gibi aşama aşama olacağından, her aşamada ne yapılması gerektiğine karar verilmiştir. Aşamalarda hangi işlemlerin yapılacağı ve hangi türde verilerle çalışılacağı tespit edilmiştir.

Aşamalarla ilgili çalışmalar yapıldıktan sonra yazılımın veritabanının tasarlanması gerçekleştirilmiştir. Veritabanı tasarımında mantıksal tasarım (kağıt üzerinde) yapıldıktan sonra, çalışılan veri ve kullanılan denetim nesnelere uygun olarak tablolar hazırlanmış ve tablolarda kullanılacak verilerin tür ve boyutları saptanmıştır.

4.1.3. Geliştirme

Geliştirme esnasında bilgisayar kurulan bir web sunucu yazılımı kullanılmıştır. Kod yazmayı kolaylaştıran ve yazım hatalarını otomatik olarak düzeltebilen metin düzenleyici yazılımlar da verimliliği arttırmaktadır.

Geliştirme aşamalarında en sık rastlanan sorunlardan bir tanesi aynı işlemi yapan farklı kodların çalıştırılmasında ortaya çıkan performans sorunlarıdır. Özellikle aynı anda çalışılan veri miktarının fazla olması uygun kod yazmayı gerektirmektedir.

4.1.4. Test ve yayınlama

Yazılım oluşturulduktan sonra Niğde ili Ulukışla ilçesinde bulunan Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi’nin bilişim teknolojileri alanında kullanıma açılmıştır. Yazılım ağ üzerinde bir bilgisayara kurulmuş ve ağda bulunan 15 bilgisayardan ulaşılabilir duruma getirilmiştir. Kullanıcı olarak bilişim teknolojileri alanı 12. sınıf öğrencileri seçilmiştir.

Kullanıcılara karar destek sistemleri ve AHS hakkında kısa bir bilgi verildikten sonra kendi oluşturacakları bir karar problemi üzerinden yazılımı kullanmaları istenmiştir.

Test aşamasında aynı anda 15 kullanıcının yazılımı kullanmasında herhangi bir performans sıkıntısı yaşanmadığı gözlenmiştir. Yazılımın raporlama kısmında aynı anda bir den fazla kullanıcının eşzamanlı çalışmasıyla ortaya çıkan bir hata tespit edilmiş ve sorun giderilmiştir.

4.2. Altyapı

WTKDS'nde, sunucu tabanlı yazılım geliştirme platformu olarak PHP, veritabanı olarak MYSQL, web sunucu olarak ise Apache kullanılmıştır. Geliştirme sürecinde yerel bilgisayarda çalışabilmek amacıyla yukarıda bahsi geçen uygulamalar teker teker kurulabileceği gibi komple bir sunucu PHP paketi de kullanılabilir.

Çalışmada ücretsiz olarak sunulan EasyPHP V3.0 PHP paketini kullanılmıştır. Paket içerisinde Apache 2.2.11 web sunucusu, PHP 5.2.8, Phpmyadmin 3.1.1, Sqliitemanager 1.2.0 ve MySQL 5.1.30 sürümleri bulunmaktadır.

4.3. Genel Yapı

WTKDS geliştirilirken önceliğin kolay kullanım olması gerektiğine karar verilmiştir. İşlemlerin aşama aşama yaptırılması, her aşamada kullanıcıya yardım sağlanması, veriler girilirken kullanıcıya sağlanan ağaç yapısı ve kaydırma çubukları ve raporlama kısımları kullanımı kolaylaştıran unsurlar olarak belirlenebilir..

Sistem aşağıdaki işlem basamakları şeklinde çalışmaktadır:

- 1) Kullanıcının siteye giriş yapması
- 2) Eğer varsa kullanıcı adı ve şifresiyle giriş yapması, yoksa kayıt olması
- 3) Yeni bir proje oluşturması ve projeyi seçmesi
- 4) KDS sistemine giriş
 - a. Aşama1:Proje bilgilerinin güncellenmesi

- b. Aşama 2: Ölçütlerin girilmesi
- c. Aşama 3: Seçeneklerin girilmesi
- d. Aşama 4: Ölçütlerin ikili karşılaştırma matrisleri yardımıyla karşılaştırılması
- e. Aşama 5: Seçeneklerin ikili karşılaştırma matrisleri yardımıyla karşılaştırılması
- f. Aşama 6: Detaylı sonuçların ekranda gösterilmesi
- g. Aşama 7: Genel sonucun gösterilmesi
- h. Aşama 8: Raporlama
 - i. Ölçüt ve seçeneklere göre grafikler
 - ii. Seçeneklerin karşılaştırılması
 - iii. Duyarlılık Analizi

Her bir aşama kendi içerisinde bağımsız çalıştığı için daha sonra ihtiyaç duyulan gerekli güncelleme ve eklentiler kolaylıkla sisteme entegre edilebilmektedir.

4.4. Kullanıcı yönetimi

WTKDS proje tabanlı olarak çalışmaktadır. Sisteme kullanıcı adı ve şifresiyle kayıt olan kullanıcı kendi sayfasında oluşturduğu projeleri görebilmektedir. Projelerle ilgili ekleme, düzeltme, silme ve seçme gibi işlemler tek ekran üzerinden gerçekleştirilmektedir.

Sistemin veri tabanı bağlantısı ve veritabanı seçimi harici bir dosya olarak belirtilmiş ve dosyalara bağlanmıştır. Bu sayede sistemin farklı sunuculara aktarılması durumunda sadece bağlantı dosyasını değiştirmek yeterli olacaktır.

```

<?php
$con = mysql_connect("localhost", "root", "mysql");
if (!$con) {
    die('Could not connect: ' . mysql_error());
}
mysql_select_db("kds", $con);
mysql_query("SET NAMES 'latin5'");
mysql_query("SET CHARACTER SET latin5");
mysql_query("SET COLLATION_CONNECTION = 'latin5_turkish_ci'");
?>

```

Şekil 4.1. Veritabanı bağlantı dosyasının kodları

Veritabanı bağlantısından sonra yazılan komutlar ise sistemin Türkçe karakter uyumunu sağlamaktadır.

Kullanıcı ve aktif proje (kullanıcının o an üstünde çalıştığı proje) yönetimi *session* (oturum) değişkeni vasıtasıyla kontrol edilmektedir. Her sayfada oturum değişkeninin kontrol etmek yerine harici bir dosya üzerinde oturum değerleri kontrol edilerek yönlendirme yapılmış ve tüm dosyalara harici yolla bağlanarak etkili olması sağlanmıştır. Ayrıca sistemin hassasiyet oranı da bir değişken vasıtasıyla sağlanmış ve veritabanı bağlantısı, oturum kontrolü ve hassasiyet ayarı için gerekli dosyalara her sayfa için:

```

<?php require_once('exphp/baglanti.php'); ?>
<?php require_once('exphp/check.php'); ?>
<?php require_once('exphp/sabitler.php'); ?>

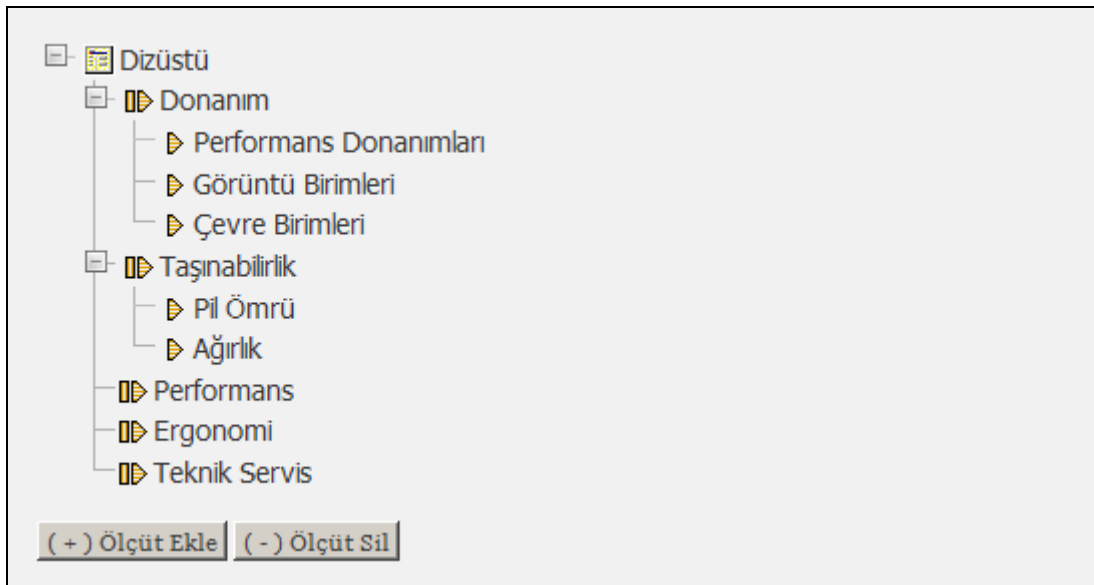
```

şeklinde bağlantı yapılmıştır.

4.5. Ölçüt ve Seçeneklerin Girilmesi

Ölçüt ve seçeneklerin girilmesi ağaç yapısı ile sağlanmıştır(Şekil 4.2). Kullanıcı bu sayede hem ölçüt veya seçeneklerini daha kolay bir biçimde, daha önceden aşına olduğu bir şekilde girebilmekte hem de hiyerarşiyi tam olarak görebilmektedir.

Kullanıcı ağaç yapısını kullanarak ölçüt ve alt ölçütleri girebilmekte, oluşturduğu ölçüt veya alt ölçütü silebilmekte veya üzerine çift tıklayarak ismini değiştirebilmektedir. Ayrıca ölçütlerin veya alt ölçütlerin silinmesi durumunda uyarı vererek yanlış işlem yapılmasını engellemektedir. Diğer bir özelliği de herhangi bir ana ölçüte eklenen alt ölçüt sayısının en az iki olduğunu doğrulamasıdır. AHS'nin yapısı gereği herhangi bir ana ölçütün alt ölçütü varsa en az iki tane olmalıdır. Aksi takdirde tek bir alt ölçütle karşılaştırma yapılamamaktadır.



Şekil 4.2. Ölçütlerin girilmesini sağlayan ağaç yapısı

4.6. İkili Karşılaştırma Matrisleri

İkili karşılaştırma matrislerinin doldurulması kaydırma çubukları vasıtasıyla yapılmaktadır. Matrislerde köşegen ve altında kalan kısımlar pasif yapılarak bu kısımlara veri girişi engellenmiştir (Şekil 4.3).

Kullanıcı kaydırma çubuğu yardımıyla karşılaştırmaları girebileceği gibi direk metin kutusuna da veri girişi yapabilir. Metin kutusuna tekrar tıkladığında kaydırma çubuğu otomatik olarak metin kutusundaki değere göre konumlanmaktadır.

Dizüstü Seçimi					
	Donanım	Taşınabilirlik	Performans	Ergonomi	Teknik Servis
Donanım		<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="0.33333"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2"/>
Taşınabilirlik			<input type="text" value="0.25"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="3"/>
Performans				<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="6"/>
Ergonomi					<input type="text" value="2"/>
Teknik Servis					

Şekil 4.3. İkili karşılaştırma matrisine verilerin girildiği tablo yapısı

4.7. Kaydırma Çubuklarının Yapısı

Kaydırma çubukları harisi javascript dosyaları şekilde sayfalara bağlanmıştır. Sayfa içerisinde ayarlamaların yapıldığı javascript kodları php ile oluşturulmuştur. Bu sayede her bir tablonun kendine ait kaydırma çubuğunun olması sağlanmıştır. Sayfa içerisinde php ile oluşturulan javascript kodları Şekil 4.4'te gösterilmiştir

```
<script type="text/javascript">
var aktif_;
function init(){
  <?php
  for ($i = 0; $i < $boyut; $i++) {
    echo "t" . $i . "= new Bs_Slider();" . chr(13);
    echo "t" . $i . ".attachOnChange(slider_width);" . chr(13);
    echo "t" . $i . ".width = 300;" . chr(13);
    echo "t" . $i . ".height= 20;" . chr(13); echo "t" . $i . ".minVal= 1;" . chr(13);
    echo "t" . $i . ".maxVal= 17;" . chr(13);echo "t" . $i . ".valueInterval = ".$sliderhas.";".chr(13);
    echo "t" . $i . ".arrowAmount = 0;" . chr(13); echo "t" . $i . ".valueDefault = 9;" . chr(13);
    echo "t" . $i . ".imgDir = 'lib/img/';" . chr(13);
    echo "t" . $i . ".setBackgroundImage('bg.jpg', 'no-repeat');" . chr(13);
    echo "t" . $i . ".setSliderIcon('selector.gif', 31, 14);" . chr(13);
    echo "t" . $i . ".useInputField = 0;" . chr(13);
    echo "t" . $i . ".styleValueFieldClass = 'sliderInput';" . chr(13);
    echo "t" . $i . ".drawInto('tablo" . $i . "');" . chr(13) . chr(13);
  }?>
} // --></script>
```

Şekil 4.4. Kaydırma çubuğu ayarlarının yapıldığı kodlar

4.8. Öncelik Değerlerinin Bulunması

İkili karşılaştırmalar matrislerinde girilen değerlerin metin kutularından veritabanına aktarılması işlemi, aktarılması gereken değerlerin sayıca fazla olması sebebiyle hızlı ve hatasız yapılmalıdır. Herhangi bir ikili karşılaştırmalar matrisinde karşılaştırılan ölçüt ve seçeneğe göre değer girilen toplam metin kutusu sayısı ölçüt veya seçenek sayısına kadar olan sayıların toplamı ile ifade edilebilir. Dolayısıyla 5 ölçütün bulunduğu bir tabloda toplamda (4+3+2+1) 10 adet metin kutusu bulunmaktadır.

Bu kadar fazla sayıdaki metin kutusunu post işlemi ile veri tabanına aktarmak için otomatik bir isimlendirme sistemi kullanılmıştır.

Metin kutularına isim verirken veritabanındaki tablo ismi ile aynı olacak şekilde tabloismi_satırno_sütunno şablonu kullanılmıştır. İsimlendirmeye ait örnek html kodları Şekil 4.5'te gösterilmiştir:

```
<input name="proje13_00_01">
<input name="proje13_00_02">
<input name="proje13_00_03">
<input name="proje13_00_04">
<input name="proje13_00_12">
<input name="proje13_00_13">
<input name="proje13_00_14">
```

Şekil 4.5. Metin kutularındaki isimlendirme yapısının sonuç kodları

Bu sayede bilgiler de veritabanına kaydedilirken aynı isimlendirme mantığı ile kaydedilmektedir. Dikkat edilirse satır numarası 0'dan başlarken (dizilerin indeks değeri) sütun numaraları 1 den, alt satırda ise 2 'den devam etmektedir. Bu aradaki boşluklar ise ikili karşılaştırma matrislerinin özelliği olan köşegenlerin 1 olması ve köşegenin altında kalan değerlerin simetrik olmasıdır. Köşegenlere ait 1 değeri ve simetrik değerler veritabanı kaydır yapılırken otomatik olarak eklenecektir.

Veritabanı kayıt işlemi yapılırken matrisin tamam iki boyutlu bir dizi şeklinde kaydedilip, dizinin her bir değeri teker teker veritabanına kaydedilmiştir.

Verilerin metin kutularından alınıp, boş kısımların doldurulması ve veritabanına kaydedilmesi Şekil 4.6’da verilen kodlar yardımı ile yapılmaktadır:

```

for ($j = 0; $j < $boyut2; $j++) {
  for ($k = 0; $k < $boyut2; $k++) {
    if ($j == $k) {
      $deger[$j][$k] = 1;
    } elseif ($j > $k) {
      $deger[$j][$k] = round((1/$deger[$k][$j])*$has)/$has;
    } else {
      $degisken = $matrisid[$i] . "_" . $j . $k;
      $gecici = $_POST[$degisken];
      $deger[$j][$k] = (round($gecici*$has))/$has;
    }
  }
}
$dizidegeri=$deger[$j][$k];
mysql_query("INSERT INTO matrisdegerleri VALUES→
($aktifproje,'kriter','$matrisid[$i]',$j,$k,$dizidegeri)");

```

Şekil 4.6. Veritabanına kayıt işleminin kaynak kodları

Veriler veritabanına kaydedildikten sonra öncelik ve TO değerlerinin hesaplanması gerekmektedir. Veritabanından veriler iki boyutlu dizi şeklinde aktarıldıktan sonra sırasıyla, matrislerin karesinin alınması, öncelik değerlerinin hesaplanması ve son olarak TO değerlerinin hesaplanması şeklinde işlem yürütülmektedir.

Matrislerin karelerinin alınması Şekil 4.7’de gösterilen php fonksiyonu yardımıyla yapılmaktadır:

```

function matriskare($mat1)
{
  $boyut = sizeof($mat1);
  global $has;
  $sonucmat = array(array(), array());
  for ($i = 0; $i < $boyut; $i++) {
    for ($j = 0; $j < $boyut; $j++) {
      $sonucmat[$i][$j] = 0;
      for ($k = 0; $k < $boyut; $k++) {
        $sonucmat[$i][$j] += $mat1[$i][$k] * $mat1[$k][$j];
      }
      $sonucmat[$i][$j] = round($sonucmat[$i][$j] * $has) / $has;
    }
  }
  return $sonucmat;
}

```

Şekil 4.7. Matrislerin karesini alan php fonksiyonunun kaynak kodları

Karesi alınan matrislerin öncelik değerlerinin hesaplanması Şekil 4.8’de gösterilen php fonksiyonu yardımı ile yapılmaktadır:

```
function oncelikvektor($matid)
{
    global $has;
    $boyut = sizeof($matid);
    $sonuc = array();
    $sonuc_ = array();
    for ($i = 0; $i < $boyut; $i++) {
        $sonuc_[$i] = 0;
        for ($j = 0; $j < $boyut; $j++) {
            $sonuc_[$i] += $matid[$i][$j];
        }
    }
    $toplam = 0;
    for ($i = 0; $i < $boyut; $i++) {
        $toplam += $sonuc_[$i];
    }
    for ($i = 0; $i < $boyut; $i++) {
        $sonuc[$i] = round(($sonuc_[$i] / $toplam) * $has) / $has;
    }
    return $sonuc;
}
```

Şekil 4.8. Karesi alınan matrislerin öncelik değerlerini hesaplayan php fonksiyonunun kaynak kodları

TO değerlerinin hesaplanması Şekil 4.9’da gösterilen php fonksiyonu yardımı ile yapılmaktadır.

```

function tohesapla($matid)
{
    $boyut = sizeof($matid);
    global $a3;
    global $has;
    $lmatris=array();
    $lamdamaks = 0;
    if ($boyut < 3)
        $sto = 0;
    else {
        for ($i = 0; $i < $boyut; $i++) {
            $lmatris[$i]=0;
            for ($j = 0; $j < $boyut; $j++) {
                $lmatris[$i]+=$a3[$j]*$matid[$i][$j];
            }
        }
        $sort=0;
        for ($i = 0; $i < $boyut; $i++) {
            $sort+=$lmatris[$i]/$a3[$i];
        }
        $lamdamaks=$sort/$boyut;
        $ti = ($lamdamaks - $boyut) / ($boyut - 1);
        $ri = array(0, 0, 0.57990, 0.89210, 1.11590, 1.23580, 1.33220, 1.39520, 1.45370, 1.48820,
1.51170,1.53560,1.55710,1.57140,1.58310);
        $sto = $ti / $ri[( $boyut - 1)];
        $sto = round($sto * $has) / $has;
    }
    return $sto;
}

```

Şekil 4.9. TO değerlerini hesaplayan php fonksiyonunun kaynak kodları

4.9. Detaylı Sonuçların Gösterilmesi

Detaylı sonuçlar kısmında kullanıcı girdiği verilere göre ölçüt, alt ölçüt ve seçeneklerin öncelik değerleri ile matrislerin TO değerlerini görebilmektedir. Öncelik değerleri sayesinde her bir faktörün kullanıcı seçiminde ne kadar pay aldığını görebilir.

Kabul edilebilir TO değerleri (<0,1) yeşil renkte, uygun olmayan TO değerleri kırmızı renkte gösterilmektedir. Bu sayede kullanıcı hangi ikili karşılaştırma tablosunda tutarsız veri girişi yaptığını görerek düzeltme şansına sahip olmaktadır.

4.10. Genel Sonuçların Gösterilmesi

Genel sonuçlarda, detaylı sonuçlara göre hesaplanan öncelik değerlerini kullanarak seçenekler için öncelik değerleri ekranda gösterilmektedir. Bu ekran AHS işleminin son basamağıdır. Kullanıcı girdiği verilere göre hangi seçeneği seçmesi gerektiğine bu ekran sayesinde karar vermektedir.

Genel sonuçlardan sonra kullanıcı seçeneklerin öncelik değerlerini, kararı direk olarak etkileyen başka bir ölçüt ile tekrar değerlendirebilir.

4.11. Raporlama Ekranı

Raporlama ekranında kullanıcı ayrıntılı ve genel sonuçları grafikler şeklinde görebilmektedir. Raporlama kısmında ölçüt ve seçeneklere ait genel yüzde değerleri, her bir ölçütün veya seçeneğin karşılaştırmalı detaylı sonuçları, seçeneklerin birbirleri ile karşılaştırılmasını sağlayan grafikler ve duyarlılık analizi bulunmaktadır.

Duyarlılık analizi grafiksel olarak gösterilmiştir. Seçilen ölçüt veya alt ölçüte göre seçeneklerin öncelik değerlerinin değişimi grafik üzerinden takip edilebilmektedir.

4.12. Genel Değerlendirme

Genel olarak baktığımızda sistemin artı ve eksilerini şu şekilde sıralanabilmektedir:

Sistemin artıları:

- Basit ve kullanışlı ara yüz
- Sistemin ücretsiz olarak sunulması
- Türkçe olması
- Web tabanlı olması sebebiyle her yerden erişim imkânı

- Tarayıcıdan bağımsız çalışması
- Kullanıcının yardım sayfalarıyla yönlendirilmesi
- Esnek ve modüler olması sebebiyle yeni özelliklerin kolay bir biçimde eklenebilmesi

Sistemin eksileri veya geliştirilmesi gereken özellikler ise aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Veri girişini kolaylaştıracak yöntemler kullanılabilir.
- Kullanıcının sisteme daha önceden kaydedilmiş projelerden faydalanması sağlanabilir
- Kullanıcının oluşturduğu projeleri kendi bilgisayarına xml dosyası şeklinde kaydetmesi sağlanabilir.
- İkili karşılaştırmalarda bazı durumlarda direk hesap yöntemi kullanılabilir
- Xml dosyaları ile farklı dil desteği sunulabilir

5. ÖRNEK PROJE UYGULAMASI

Sistemin genel yapı anlattıktan sonra örnek bir proje uygulamasını, kullanıcı kaydından raporlama kısmına kadar sistemimizde uygulanmıştır. Örnek karar problemi olarak önceki bölümlerde kullanılan dizüstü bilgisayar seçimi seçilmiştir.

5.1. Sisteme Giriş ve Yeni Kullanıcı Oluşturma

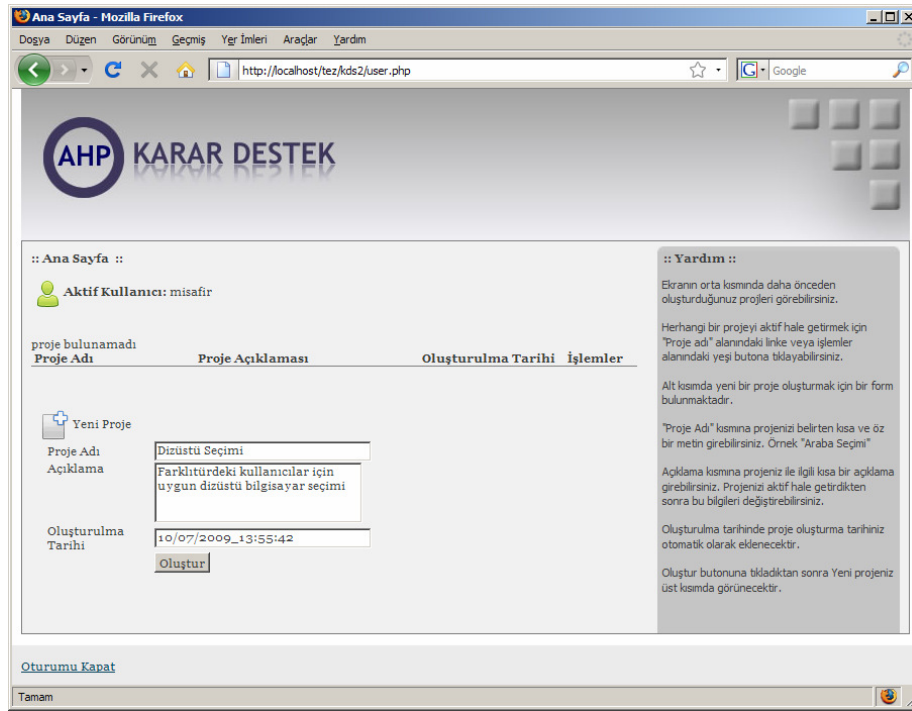
Sisteme giriş ve kullanıcı kaydı yapıldıktan sonra ana kullanıcı sayfası gösterilmektedir (Resim 5.1). Ana kullanıcı sayfasında oturum açmış aktif kullanıcı ismi, oluşturulan projeler, kullanıcının yeni proje oluşturmak için kullanacağı form ve oturum kapatma seçenekleri bulunmaktadır.



Resim 5.1. Kullanıcı sayfası ekran görüntüsü

5.2. Yeni Proje Oluşturma

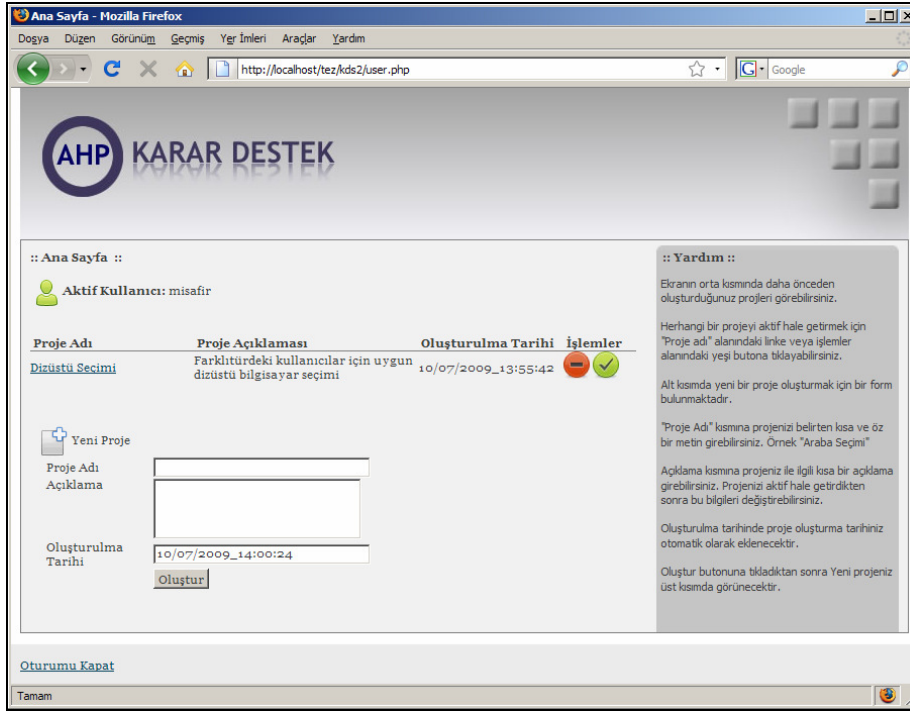
Yeni proje oluşturmak için *Proje adı* kısmına “*Dizüstü Seçimi*”, açıklama kısmına “*Farklı türdeki kullanıcılar için uygun dizüstü bilgisayar seçimi*” yazılır. Oluşturulma tarihi sistem tarafından otomatik olarak eklenmektedir (Resim 5.2) .



Resim 5.2. Yeni proje oluşturma ekran görüntüsü

Oluştur butonuna tıkladıktan sonra kullanıcı sayfamızda yeni proje görüntülenecektir. Proje adı ve açıklama metinleri daha sonra değiştirilebilirken oluşturma tarihi değiştirilememektedir.

Projeye ait verileri girmek veya daha önceden oluşturulan projeleri düzenlemek için öncelikle proje aktif hale getirilmelidir. Bunun için proje adı kısmındaki köprüye tıklanır veya işlemler alanı kullanılabilir (Resim 5.3). Daha önceden oluşturulmuş bir projeyi silmek için işlemler alanı kullanılabilir.



Resim 5.3. Proje oluşturulduktan sonra kullanıcı sayfası ekran görüntüsü

Proje aktif hale getirildikten sonra projeye ait veriler girilebilir. Verilerin girilmesi aşama aşama yapılmaktadır. 1. aşamadan 6. aşamaya kadar olan kısım verilerin girildiği sayfalar, diğer aşamalar ise sonuçların ve grafiklerin görüntülediği sayfalardır.

1. aşamada kullanıcıdan daha önceden oluşturduğu proje hakkındaki proje adı ve proje açıklaması bilgilerini düzenleme ekranı (Resim 5.4) gelmektedir.

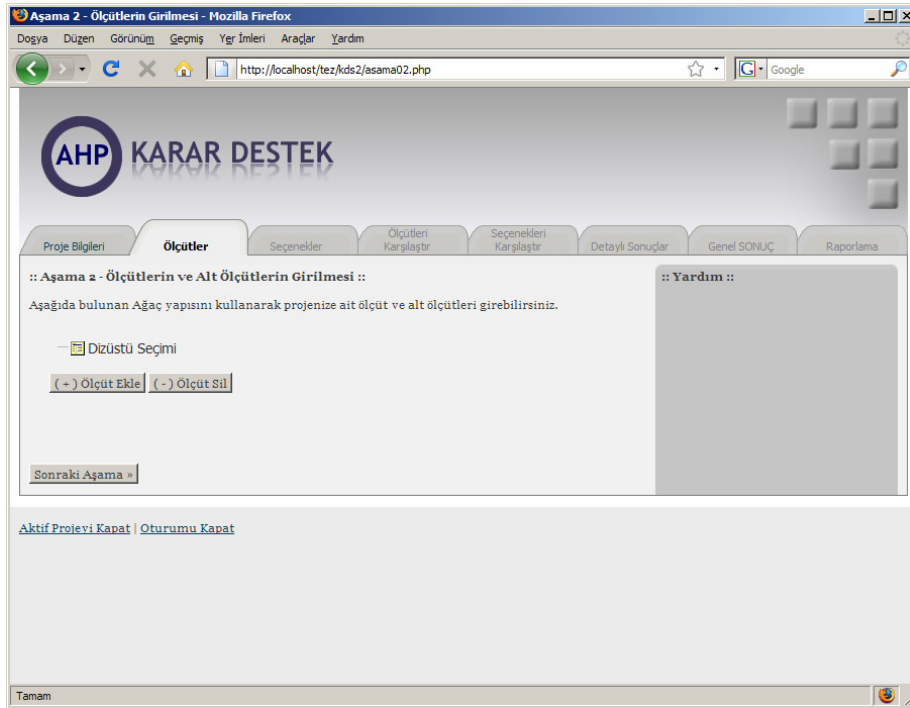
Kullanıcı isterse bilgileri düzenleyebileceği gibi hiçbir işlem yapmadan sonraki aşamaya geçebilmektedir.

5.3. Ölçüt ve Alt Ölçütlerin Girilmesi

2. aşamada kullanıcıdan projeye ait ölçüt ve alt ölçütleri, ağaç yapısını kullanarak girmesi istenecektir (Resim 5.5).



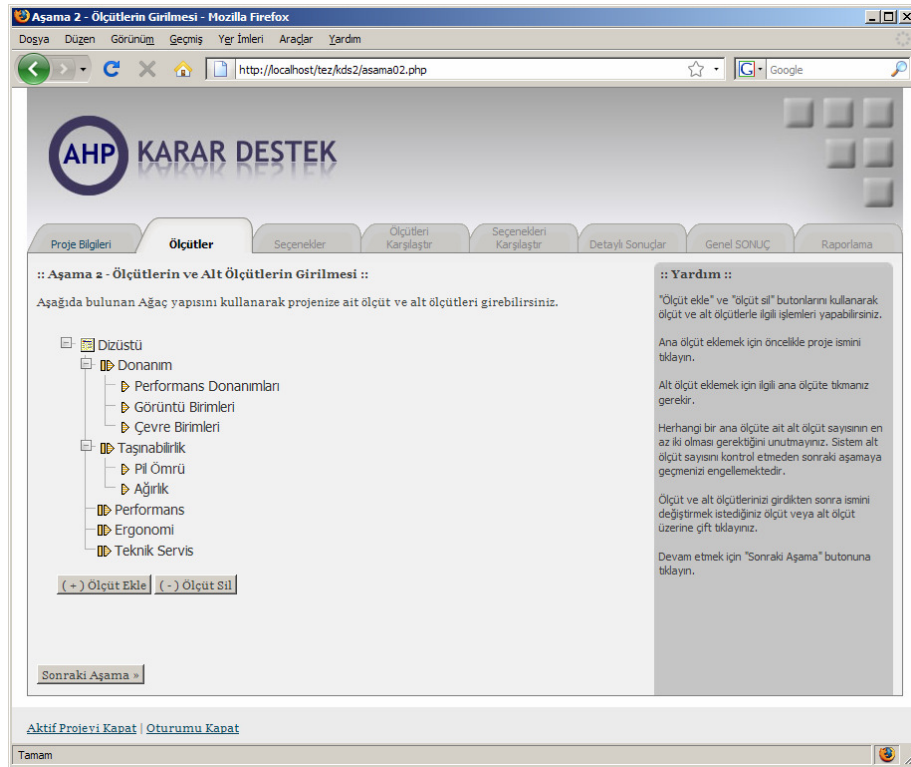
Resim 5.4. Proje bilgilerinin düzenlendiği 1. aşama ekran görüntüsü



Resim 5.5. Ölçütler ve alt ölçütler girilmeden önce 2.aşama ekran görüntüsü

Ağaç yapısını kullanarak projeye ait ölçüt ve alt ölçütler girilebilmektedir. Ana ölçütler girilirken öncelikle proje ismi tıklanmalı ardından butonlar kullanılarak işlem yapılmalıdır. Alt ölçüt eklemek için ilgili ana ölçüt seçilmelidir. Ölçütler ve alt ölçütler eklendikten çift tıklanarak ismi tekrar düzenlenebilir.

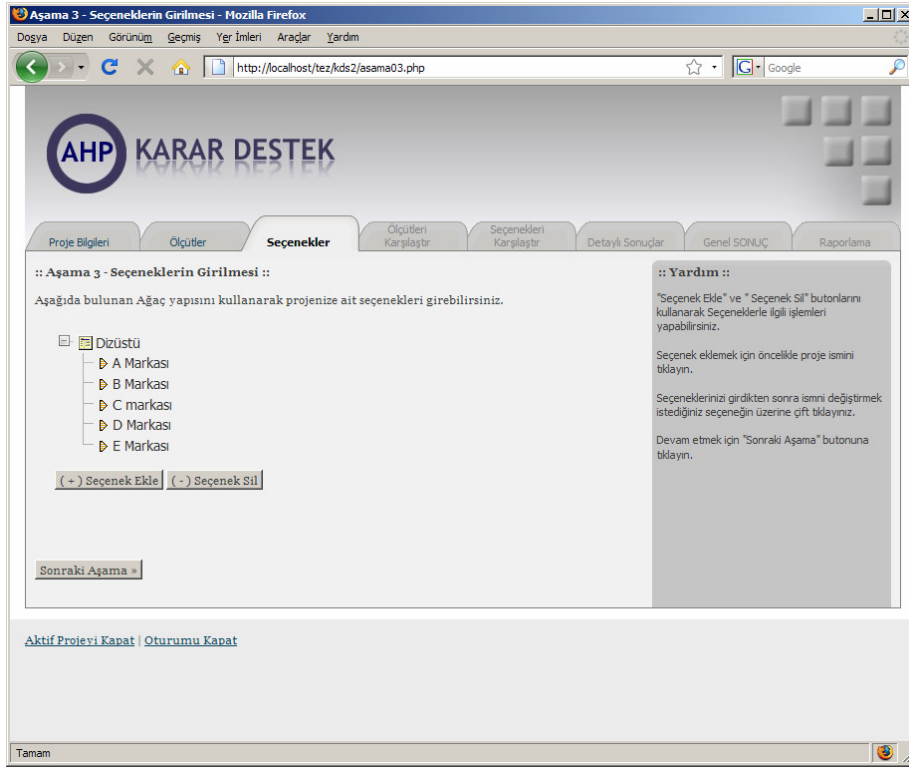
Ölçütler ve alt ölçütler girildikten sonra (Resim 5.6) diğer aşamaya geçilebilir.



Resim 5.6. Ölçütler ve alt ölçütler girildikten sonra 2. aşama ekran görüntüsü

5.4. Seçeneklerin Girilmesi

3. aşamada kullanıcıdan projeye ait seçenekleri girmesi istenmektedir (Resim 5.7). Seçenekler girilirken öncelikle proje ismi tıklanmalı ardından butonlar kullanılarak işlem gerçekleştirilmelidir.



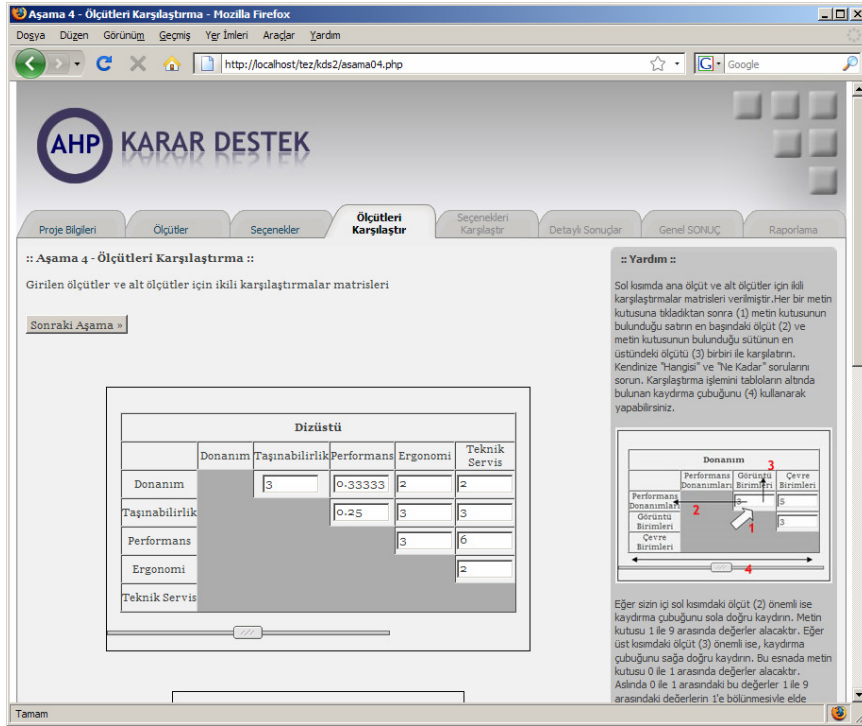
Resim 5.7. Seçenekler girildikten sonra 3. aşama ekran görüntüsü

5.5. Ölçüt ve Seçeneklerin Karşılaştırılması

4. Aşamada kullanıcıdan ölçüt ve alt ölçütleri ikili karşılaştırma tabloları yardımıyla karşılaştırması istenir (Resim 5.8).

Ölçüt ve alt ölçütler tabloların alt kısmında bulunan kaydırma çubukları yardımıyla sağa ve sola kaydırılarak veya direk metin kutularına değer girilerek karşılaştırılır.

Kaydırma çubuğu kullanılırken karşılaştırma yapılacak metin kutusuna tıklanmalıdır. Eğer metin kutusunun sol kısmındaki ölçüt önemli ise kaydırma çubuğu sola doğru, üst kısımdaki ölçüt önemli ise kaydırma çubuğu sağa doğru kaydırılır.



Resim 5.8. Ölçütler ve alt ölçütlerin karşılaştırıldığı 4. aşama ekran görüntüsü

Karşılaştırma sonucunda oluşturulan tablolar Resim 5.9'de gösterilmiştir.

Dizüstü					
	Donanım	Taşınabilirlik	Performans	Ergonomi	Teknik Servis
Donanım		3	0.33333	2	2
Taşınabilirlik			0.25	3	3
Performans				3	6
Ergonomi					2
Teknik Servis					

Donanım			
	Performans Donanımları	Görüntü Birimleri	Çevre Birimleri
Performans Donanımları		2	3
Görüntü Birimleri			2
Çevre Birimleri			

Taşınabilirlik		
	Pil Ömrü	Ağırlık
Pil Ömrü		0.5
Ağırlık		

Resim 5.9. Ölçütler ve alt ölçütler için ikili karşılaştırma tabloları

5. aşamada kullanıcıdan ölçüt veya alt ölçütlere göre seçeneklerini değerlendirmesi istenilmektedir (Resim 5.10).

Aşama 5 - Seçenekleri Karşılaştırma - Mozilla Firefox

http://localhost/tez/kds2/asama05.php

AHP KARAR DESTEK

Proje Bilgileri | Ölçütler | Seçenekler | Ölçütleri Karşılaştır | **Seçenekleri Karşılaştır** | Detaylı Sonuçlar | Genel SONUÇ | Raporlama

:: Aşama 5 - Seçenekleri Karşılaştırma ::

Girilen seçenekler için, ölçütlere göre ikili karşılaştırma matrisleri

[Sonraki Aşama »](#)

Performans Donanımları

	A Markası	B Markası	C markası	D Markası	E Markası
A Markası		3	1	1	3
B Markası			0.5	0.33333	1
C markası				1	2
D Markası					2
E Markası					

:: Yardım ::

Sol kısımda ölçütler için seçeneklerin birbirlerine göre önem derecelerini belirlememizi sağlayan ikili karşılaştırmalar matrisleri verilmiştir. Her bir metin kutusuna tıkdıktan sonra (1) metin kutusunun bulunduğu satırın en başındaki seçenek (2) ve metin kutusunun bulunduğu sütunun en üstündeki seçeneği (3), tablonun üstünde verilen ölçüt (4) ile karşılatırın. Kendinize "Hangisi" ve "Ne Kadar" sorularını sorun. Karşılaştırma işlemini tabloların altında bulunan kaydırma çubuğunu (5) kullanarak yapabilirsiniz.

4 Performans Donanımları

	A Markası	B Markası	C markası
A Markası		0.2325	0.19941
B Markası			1
C markası			

Eğer sizin için sol kısımdaki seçenek (2) önemli ise kaydırma çubuğunu sola doğru kaydırın. Metin kutusu 1 ile 9 arasında değerler alacaktır. Eğer üst kısımdaki seçenek (3) önemli ise, kaydırma

Tamam

Resim 5.10. Seçeneklerin karşılaştırıldığı 5. aşama ekran görüntüsü

Seçenekler değerlendirilirken her bir alt ölçüt ve alt ölçütü olmayan her bir ölçüt için birer karşılaştırma tablosu hazırlanır. Tablolara veriler kaydırma çubukları kullanılarak girilir (Resim 5.11).

Performans Donanımları					
	A Markası	B Markası	C markası	D Markası	E Markası
A Markası		3	1	1	3
B Markası			0.5	0.33333	1
C markası				1	2
D Markası					2
E Markası					

Görüntü Birimleri					
	A Markası	B Markası	C markası	D Markası	E Markası
A Markası		0.33333	0.5	0.5	2
B Markası			2	0.5	1
C markası				1	2
D Markası					2
E Markası					

Çevre Birimleri					
	A Markası	B Markası	C markası	D Markası	E Markası
A Markası		0.25	0.33333	0.5	0.33333
B Markası			1	3	2
C markası				2	3
D Markası					1
E Markası					

Pil Ömrü					
	A Markası	B Markası	C markası	D Markası	E Markası
A Markası		2	3	2	4
B Markası			2	0.5	3
C markası				0.5	3
D Markası					3
E Markası					

Ağırlık					
	A Markası	B Markası	C markası	D Markası	E Markası
A Markası		2	3	2	4
B Markası			1	0.5	2
C markası				0.33333	3
D Markası					3
E Markası					

Performans					
	A Markası	B Markası	C markası	D Markası	E Markası
A Markası		0.2	0.33333	0.5	0.25
B Markası			2	3	2
C markası				2	0.5
D Markası					0.33333
E Markası					

Ergonomi					
	A Markası	B Markası	C markası	D Markası	E Markası
A Markası		3	3	5	3
B Markası			1	5	2
C markası				5	3
D Markası					0.2
E Markası					

Teknik Servis					
	A Markası	B Markası	C markası	D Markası	E Markası
A Markası		0.2	2	1	5
B Markası			3	3	5
C markası				0.33333	3
D Markası					4
E Markası					

Resim 5.11. Seçenekler için ikili karşılaştırma tabloları

5.6. Öncelik ve TO Değerlerinin Gösterilmesi

6. aşamada kullanıcıya, girmiş olduğu verilere göre her bir ölçüt, alt ölçüt ve seçeneğin öncelik değerleri ile tablolara ait TO değerleri gösterilir (Resim 5.12).



Resim 5.12. Detaylı sonuçların gösterildiği 6. aşama ekran görüntüsü

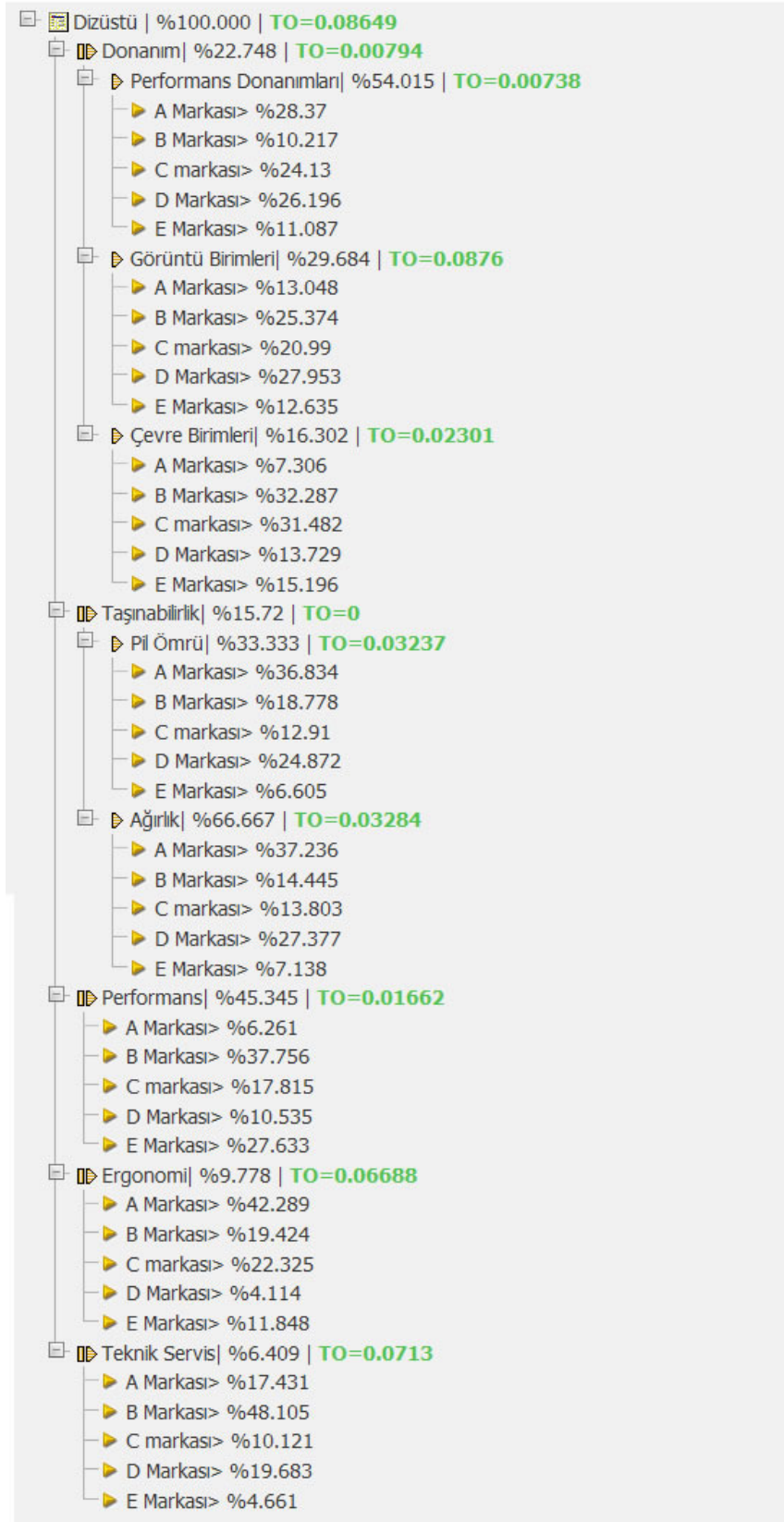
Kabul edilebilir TO değerleri (%10' dan küçük olanlar) yeşil renkte, %10'dan yüksek olanlar ise kırmızı renkte gösterilmektedir.

Eğer kırmızı gösterilen TO değeri proje isminde ise Aşama 4'e (Ölçütler ve alt ölçütler için ikili karşılaştırma matrisleri) geri dönüp ana ölçütler için girilen veriler kontrol edilmelidir.

Eğer kırmızı gösterilen TO değeri alt ölçütü bulunan ana ölçütte ise Aşama 4'e geri dönüp ilgili ana ölçüte ait ikili karşılaştırmalar tabloları kontrol edilmelidir.

Eğer kırmızı gösterilen TO değeri herhangi bir alt ölçüt veya alt ölçütü bulunmayan ana ölçütte ise (Veya kırmızı TO değerinden sonra hemen altta Seçenekler varsa) Aşama 5'e geri dönüp ilgili ikili karşılaştırma tablosu kontrol edilmelidir.

Bu işlem tüm TO değerleri yeşil olana kadar devam eder. Projeye ait tüm öncelik ve TO değerleri Resim 5.13'te gösterilmiştir.



Resim 5.13. Projeye ait tüm öncelik ve TO değerleri ekran görüntüsü

5.7. Genel Sonucun Gösterilmesi

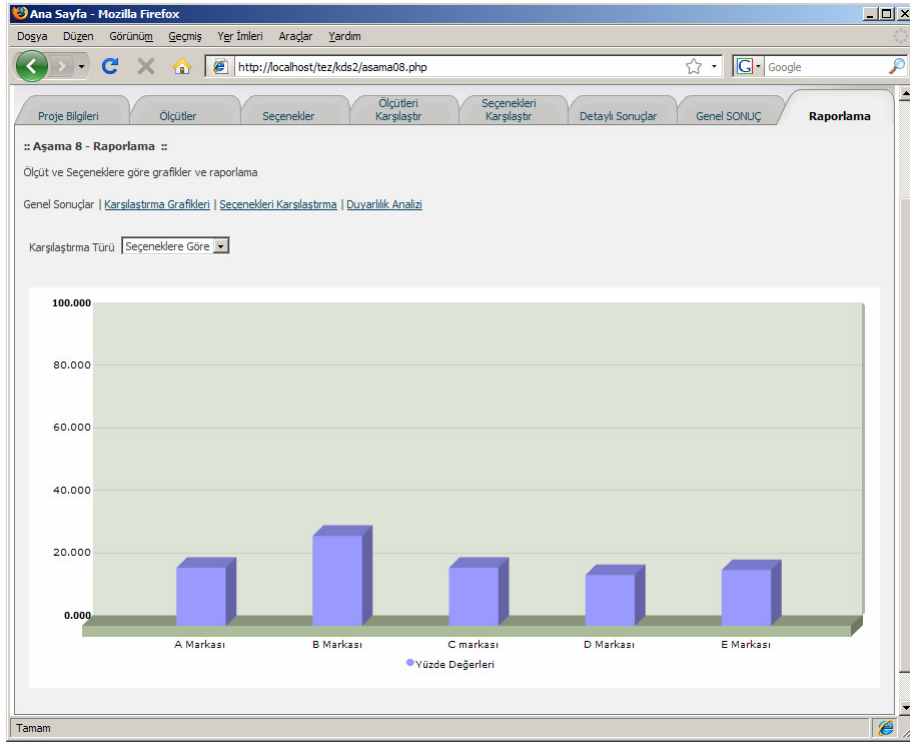
6. aşamada kullanıcıya genel sonuç gösterilmektedir (Resim 5.14). Genel sonuç ekranına girilen verilere seçeneklerin aldığı öncelik değerleri görüntülenmektedir.



Resim 5.14. Proje seçeneklerine ait öncelik değerleri ekran görüntüsü

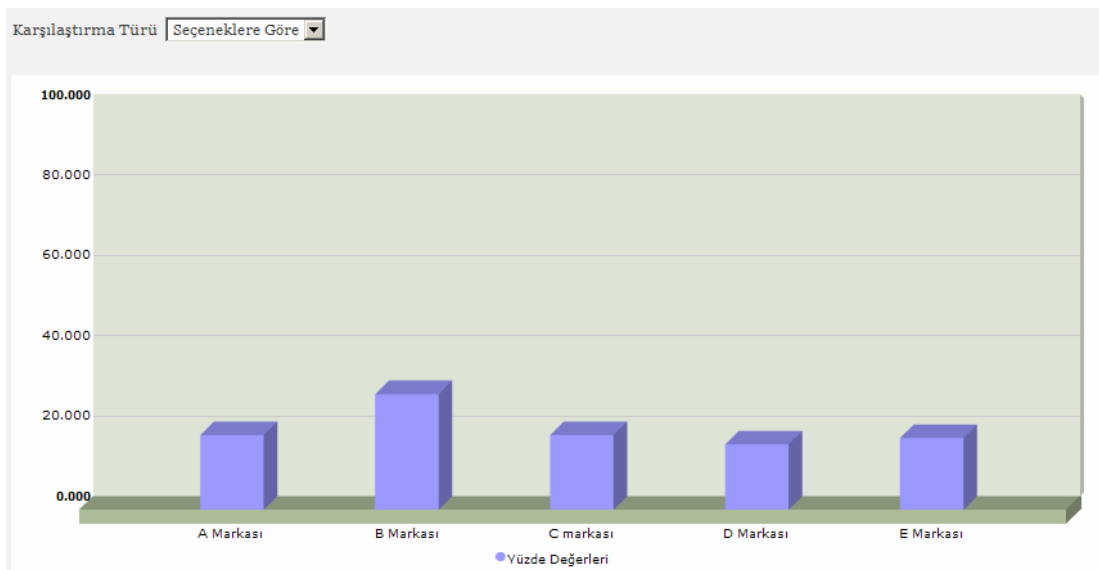
5.8. Raporlama Ekranları

7. aşamada girilen verilerle oluşan sonuçlar grafikler yardımıyla gösterilir. Grafik sayfaları genel yüzde değerleri ve birebir karşılaştırma, seçeneklerin kendi aralarında karşılaştırılması ve duyarlılık analizi olarak dört kısma ayrılmıştır. Her kısımda ölçüt ve seçeneklere göre karşılaştırma yapılabilir (Resim 5.15).

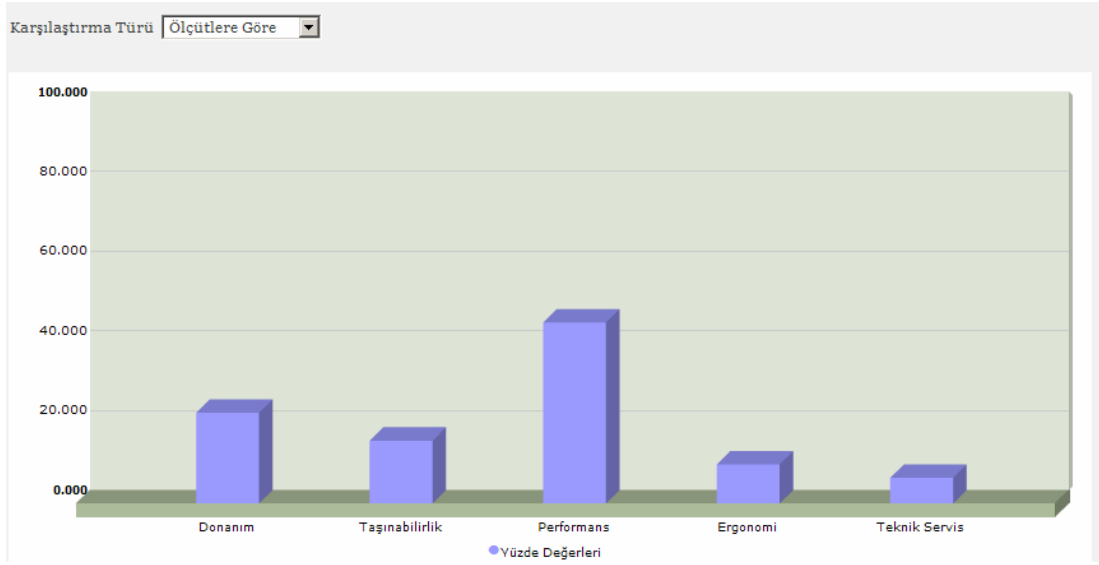


Resim 5.15. Raporlama grafikleri ekran görüntüsü

Seçenek ve ölçütlere göre genel yüzde grafikleri Resim 5.16 ve Resim 5.17'da gösterilmiştir.

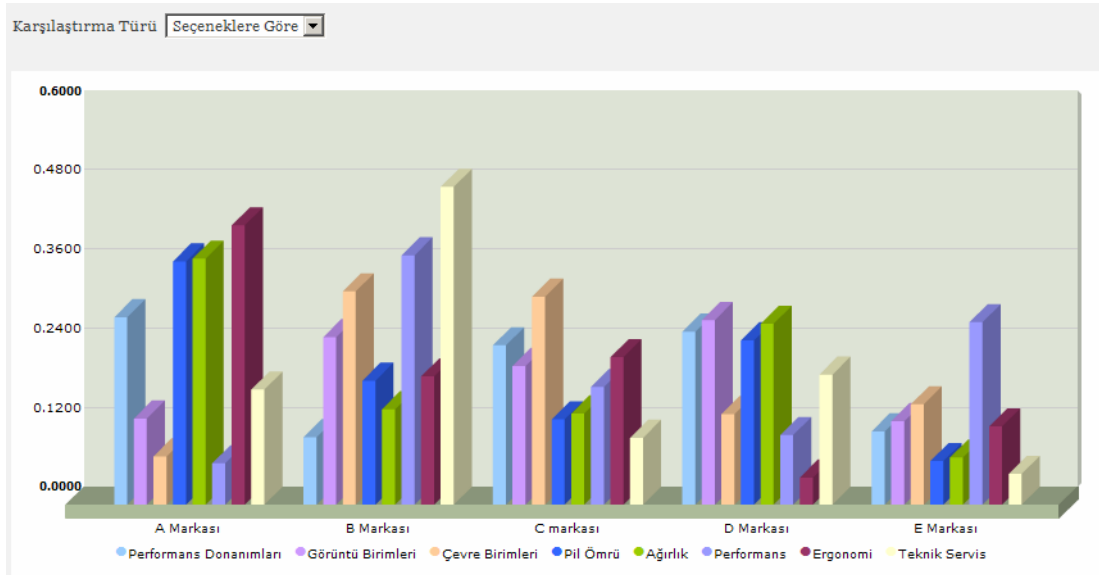


Resim 5.16. Seçeneklere göre genel yüzde grafiği ekran görüntüsü

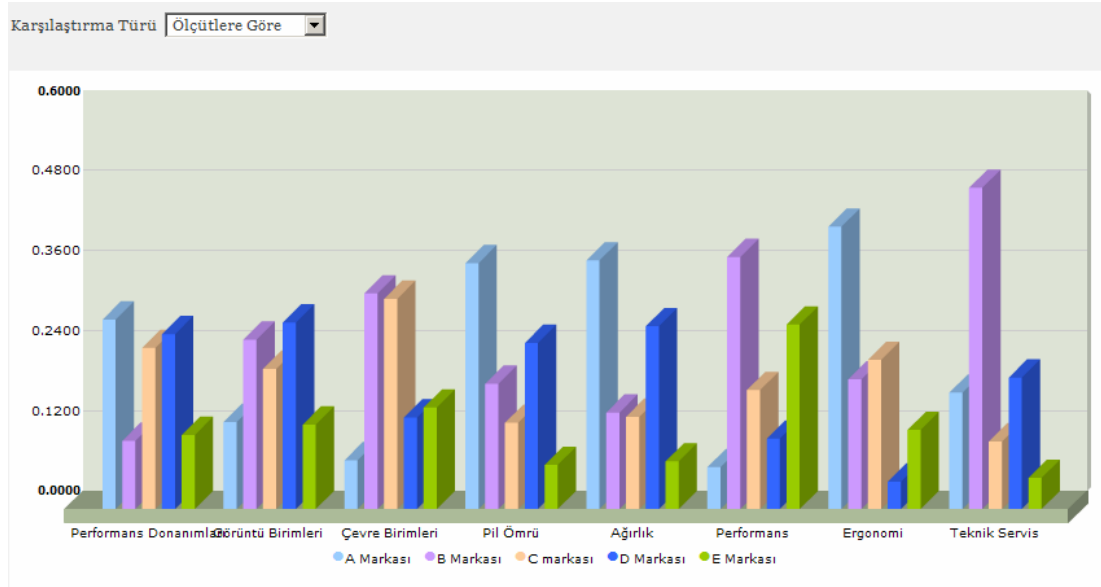


Resim 5.17. Ölçütlere göre genel yüzde grafiği ekran görüntüsü

Seçenek ve ölçütlere göre karşılaştırma grafikleri Resim 5.18 ve Resim 5.19'de gösterilmiştir.

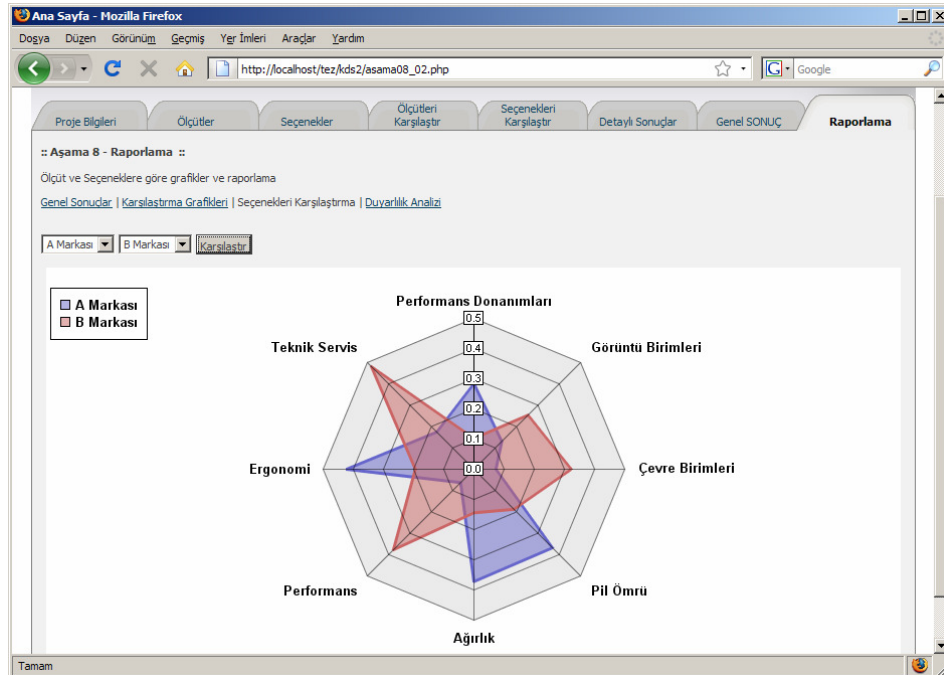


Resim 5.18. Seçeneklere göre karşılaştırma grafiği ekran görüntüsü

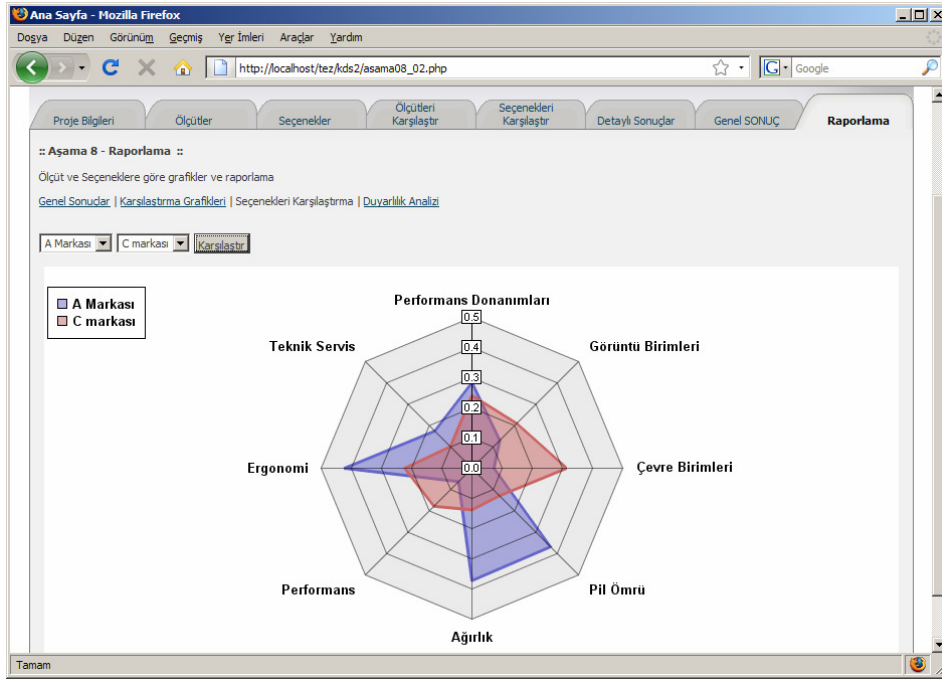


Resim 5.19. Ölçütlere göre karşılaştırma grafiği ekran görüntüsü

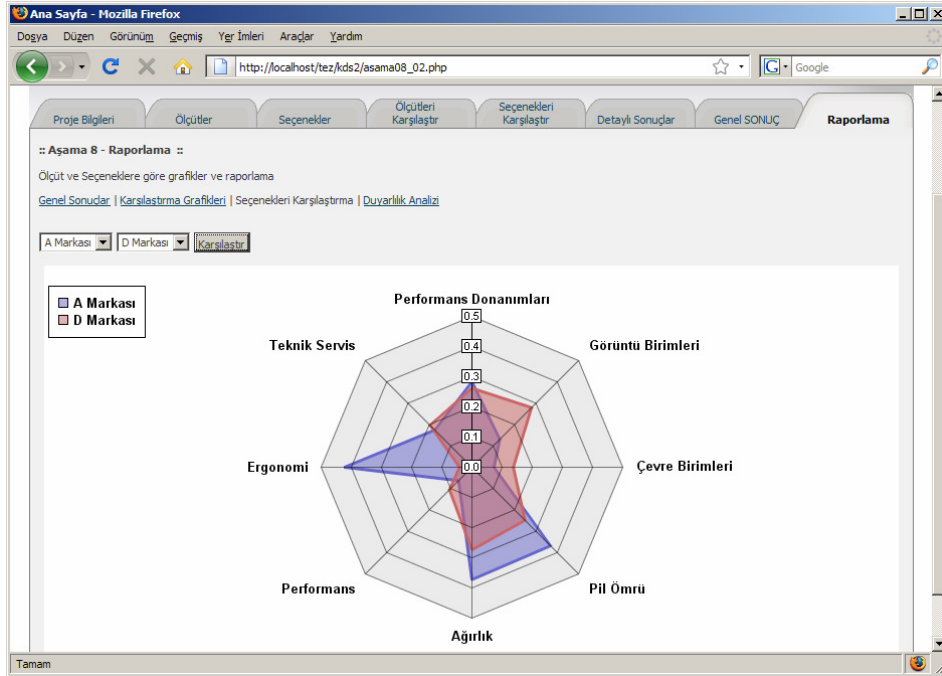
Seçenekleri karşılaştırma ekranında seçenekler kendi aralarında karşılaştırılabilmektedir. Bu karşılaştırma kutupsal grafik ile gösterilmektedir.



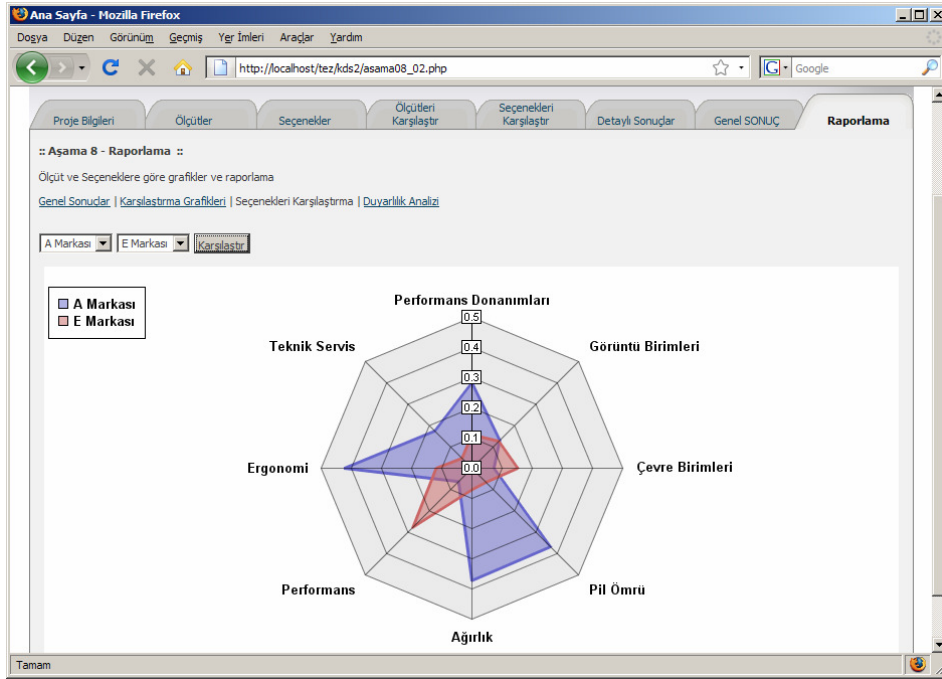
Resim 5.20. A markası ile B markasının kutupsal grafikte karşılaştırılması



Resim 5.21. A markası ile C markasının kutupsal grafikte karşılaştırılması



Resim 5.22. A markası ile D markasının kutupsal grafikte karşılaştırılması

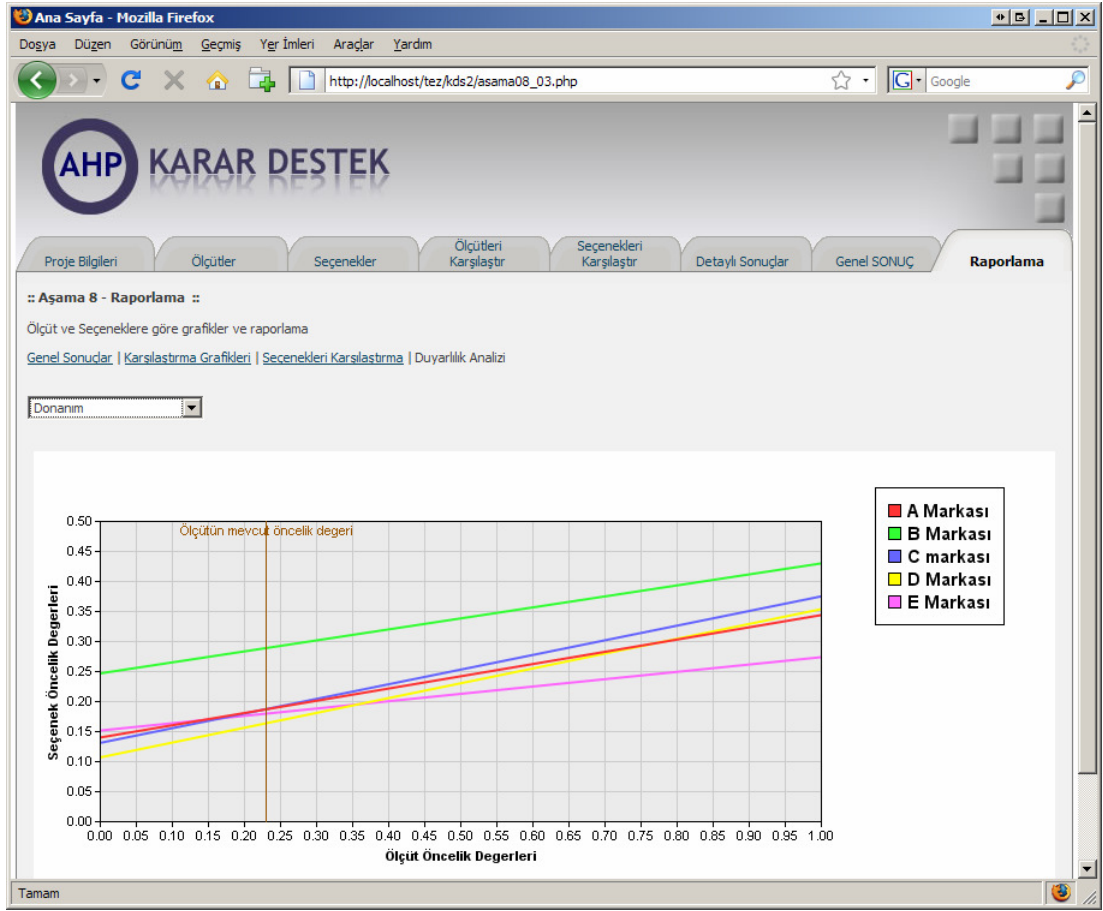


Resim 5.23. A markası ile E markasının kutupsal grafikte karşılaştırılması

Duyarlılık analizi kısmında herhangi bir ölçütün öncelik değerindeki artışın, seçenekler üzerindeki etkisini gösteren grafikler bulunmaktadır. Duyarlılık analizinde grafik oluşturulurken ilgili ölçütün değeri sırasıyla "0" ve "1" yapılarak, seçeneklerin öncelik değerleri tekrar hesaplanır. Bu değerler grafikte seçeneklere ait grafik çizgilerini temsil eder. Ayrıca ilgili ölçütün mevcut öncelik değeri grafikte dikey eksene eklenir. Bu sayede duyarlılık analizi yapmak isteyen kullanıcı ölçütün değerindeki değişimlerin seçenekler üzerindeki etkisi görebilmektedir.

Duyarlılık analizi yapılırken sayfada, çalışılan projenin ölçütlerini içeren bir açılır kutu oluşturulur. Açılır kutudaki her değişim grafik dosyasına oluşturulacak grafik ile ilgili ölçüt değerini göndermektedir. Grafiğe gönderilen ölçüte göre gerekli hesaplamalar yapıp sonuçlar gösterilir.

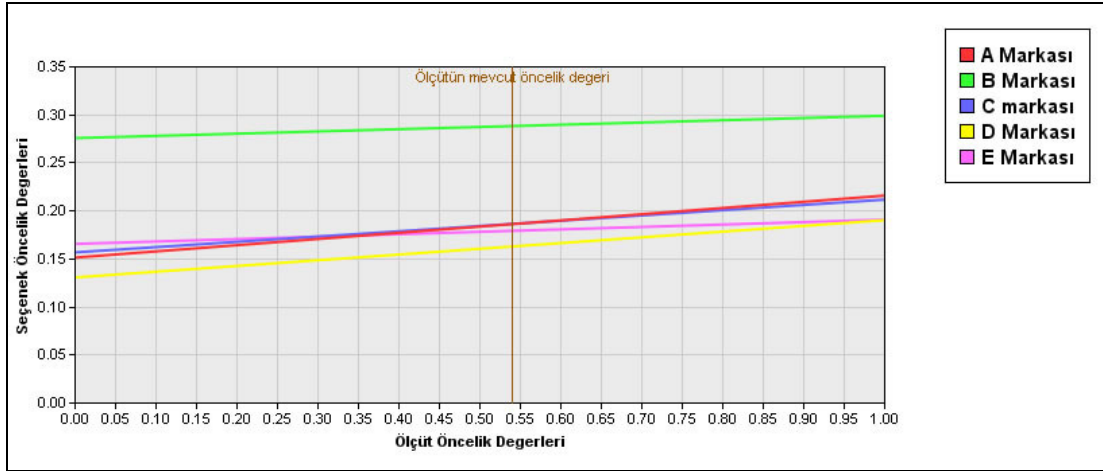
Dizüstü seçimine ait "Donanım" ölçütünün duyarlılık analizi grafiği Resim 5.24'da gösterilmiştir.



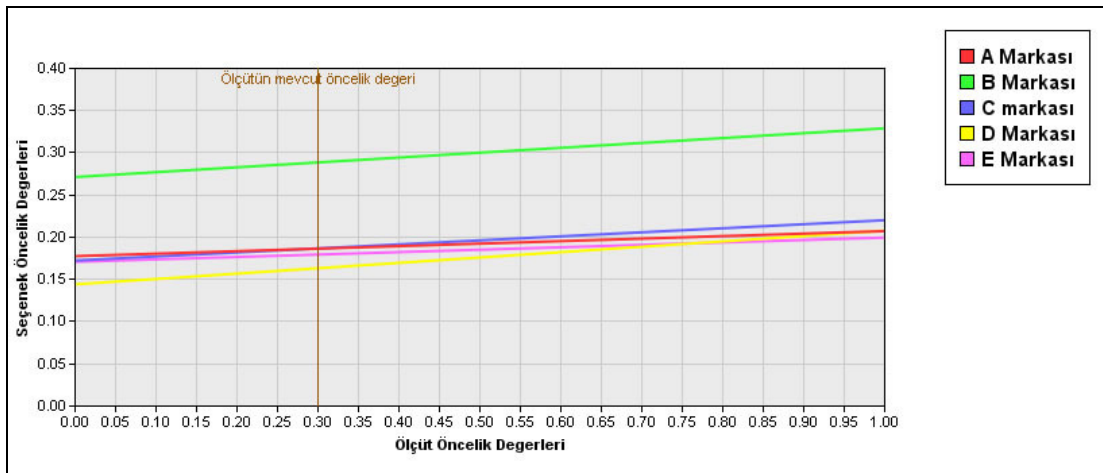
Resim 5.24. Donanım ölçütü için duyarlılık analizi

Ölçütün mevcut öncelik değerinin gösterildiği dikey çizgi ile seçeneklere ait çizgilerin kesiştiği yerler, ölçütün seçenek içerisindeki önem değerini göstermektedir. Dikey çizgiyi grafikte sağa veya sola hareket ettirildiğinde seçeneklerin öncelik değerlerinde oluşan değişimler grafikte görülmektedir. Dolayısıyla grafikte seçeneklerin donanım ölçütüne ne kadar *duyarlı* olduğu gözlemlenebilmektedir.

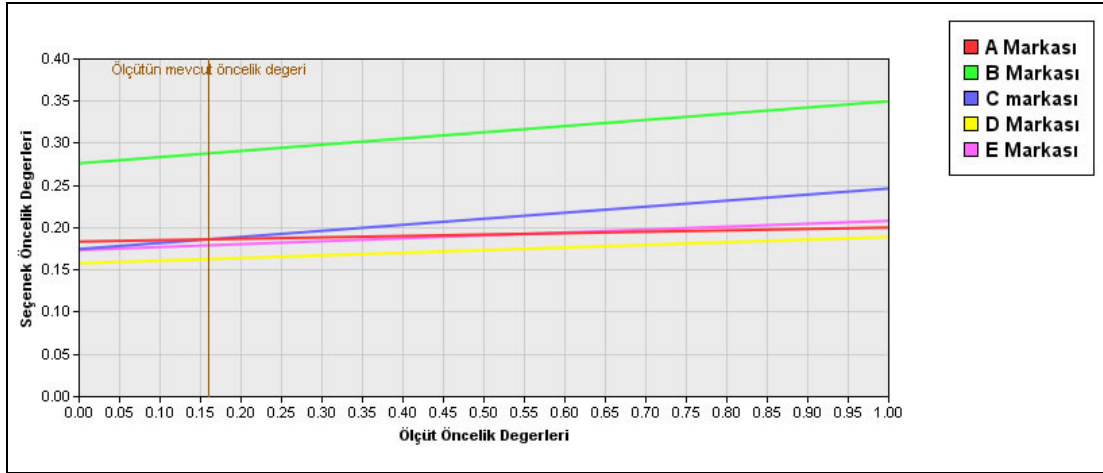
Donanım ana ölçütünün alt ölçütleri ait duyarlılık analizi grafikleri Resim 5.25, Resim 5.26 ve Resim 5.27’de gösterilmiştir.



Resim 5.25. *Performans Donanımları* alt ölçütü için duyarlılık analizi



Resim 5.26. *Görüntü birimleri* alt ölçütü için duyarlılık analizi



Resim 5.27. Çevre birimleri alt ölçütü için duyarlılık analizi

5.9. Geliştirilen Yazılımın Diğer Karar Destek Yazılımları ile Kullanım ve Sonuçlar Açısından Karşılaştırılması

WTKDS, kullanımı ve oluşturulan sonuçların karşılaştırılması amacıyla, paket program olarak kullanıma sunulan Expert Choice 11.5 ve <http://www.ahpproject.com> adresinde yayınlanan web tabanlı karar destek yazılımları kullanılmıştır.

Expert Choice 11.5 yazılımı Expert Choice Inc. Firması tarafından geliştirilmiş ücretli bir karar destek yazılımıdır. Yazılımın 15 günlük deneme sürümü <http://www.expertchoice.com/academic-program/free-trial> adresinden indirilebilmektedir. Yazılım karar verme işleminde AHS yöntemini kullanmaktadır.

<http://www.ahpproject.com> adresinde yayınlanmakta olan yazılım ise web tabanlı çalışmaktadır. Yazılım ücretsiz olarak kullanıma sunulmuştur. Bu yazılım da karar verme işleminde AHS yöntemini kullanmaktadır.

5.9.1. Kullanım açısından karşılaştırma

Expert Choice ve ahproject.com yazılımlarının Türkçe dil desteğinin olmaması, İngilizce bilmeyenler için sorun teşkil etmektedir. Bu açıdan bakıldığında WTKDS Türkçe dil desteği ile öne çıkmaktadır. Diğer iki yazılım da verilerin girilmesi karmaşık bir yapıya sahip olup kullanıcıya yol göstermemektedir. WTKDS’de ise verilerin girilmesi aşama aşama yaptırılmakta, her aşama yardım metinleri ile desteklenmektedir.

Diğer yandan Expert Choice yazılımında, özellikle ikili karşılaştırmalar yapılırken, verilerin girilmesi için oldukça farklı yöntemler mevcuttur. Ahproject.com yazılımında ise verilerin girildiği metin kutularının kenarında bulunan buton sayesinde açılan, kullanıcının hangi nesnenin, ne kadar önemli olduğunu girebileceği küçük bir pencere bulunmaktadır. WTKDS’de ise veri girişleri sadece kaydırma çubuğu nesnesi ile yapılabilmektedir.

Expert Choice yazılımı paket program olduğu için dosyalar üzerinde çalışılmaktadır. Ahproject.com’da ise kullanıcı daha önceden oluşturulmuş projeleri kendi hesabına alabilmektedir. WTKDS’de ise her kullanıcı sadece kendi oluşturduğu projeleri yönetebilmektedir. Web tabanlı çalışan Ahproject.com ve WTKDS’nin her ikisinde de oluşturulan projeler kullanıcının kendi bilgisayarına kaydedilememektedir.

Expert Choice yazılımında sonuçların grafiksel gösterilmesi ve raporlama için oldukça fazla seçenek bulunmasına karşılık, Ahproject.com ve WTKDS’de ise grafiksel olarak çeşitli seçenekler sunulmakta, duyarlılık analizi sadece grafiksel olarak yapılmaktadır.

5.9.2. Sonuçlar açısından karşılaştırma

Sonuçların karşılaştırılabilmesi için “Dizüstü bilgisayar satın alma kararı” problemi, üç karar destek sisteminde de oluşturulmuştur. Ölçütler ve seçenekler girildikten sonra ikili karşılaştırma matrisleri aynı değerlerle doldurulmuştur. Ölçüt ve alt

ölçütlere göre üç yazılım tarafından hesaplanan öncelik değerleri Çizelge 5.1’de karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.

Çizelge 5.1. Ölçütler için hesaplanan öncelik değerlerinin karşılaştırılması

	Öncelik Değerleri		
	WTKDS	Expert Choice	Ahproject.com
Donanım	0,22748	0,219	0,219
Performans Donanımları	0,54015	0,540	0,54
Görüntü Birimleri	0,29684	0,297	0,30
Çevre Birimleri	0,16302	0,163	0,16
Taşınabilirlik	0,15720	0,158	0,158
Pil Ömrü	0,33333	0,333	0,33
Ağırlık	0,66666	0,667	0,67
Performans	0,45344	0,455	0,455
Ergonomi	0,09778	0,102	0,102
Teknik Servis	0,06409	0,066	0,066

Seçeneklere göre üç yazılım tarafından hesaplanan öncelik değerleri Çizelge 5.2’de karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.

Çizelge 5.2. Seçenekler için hesaplanan öncelik değerlerinin karşılaştırılması

	Öncelik Değerleri		
	WTKDS	Expert Choice	Ahproject.com
A Markası	0,18561	0,187	0,187
B Markası	0,28767	0,278	0,288
C Markası	0,18583	0,189	0,185
D Markası	0,16229	0,169	0,161
E Markası	0,17860	0,177	0,179

Hesaplanan öncelik değerlerinin çok az da olsa farklı olması, bölüm 3.3.7 'de değinilen yöntemlerin ve sayıların girilmesinde kullanılan hassasiyet aralığının üç yazılımda farklı olması nedeniyle ortaya çıkmaktadır.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, ÇÖKV yöntemlerinden, Analitik Hiyerarşi Süreci'ni kullanan web tabanlı, Türkçe dil desteğine sahip bir karar destek sistemi geliştirilmiştir.

Gerçekleştirilen karar destek sistemi üzerinde testler uygulanmıştır. Uygulanan testlerin mukayesesi oldukça güçtür. Bunun nedenleri olara web üzerinden yayımlanan sitenin sunucu kapasitesi ve bant genişliği ölçülememesi, mevcut diğer yazılımların PC üzerinde çalışması örnek olarak verilebilir. Ancak, kullanım kolaylığı ve kullanıcı yeterliği açısından test ve değerlendirme yapılmıştır.

Yapılan testlerde, karar destek sistemleri veya AHS hakkında yeterli düzeyde bilgi sahibi olmayan kullanıcıların, destek sisteminin her aşamasında yardım metinleri olmasına rağmen, programı kullanmakta zorlandıkları gözlemlenmiştir. Dolayısıyla sistemden azami düzeyde fayda sağlanabilmesi için kullanıcıların karar destek sistemleri ve yöntemleri konusunda en azından giriş seviyesinde bilgi sahibi olmaları sağlanmalıdır. Bu bilgi seviyesi sorunu farklı pedagojik yöntemlerle programın açılışına entegre edilerek kolaylıkla aşılabilir. Bu durumu etkileyen diğer bir etmen ise test grubunun ilgisidir. Test aşamasında kullanıcıların, her aşamada bulunan yardım metinlerine dikkat etmedikleri gözlemlenmiştir. Bu nedenle aşamaların başlıkların en üst düzeyde bilgi içermesi yararlı olacaktır.

Diğer karar destek yazılımları ile yapılan karşılaştırmada, Türkçe dil desteğinin WTKDS için bilhassa proje geliştirme süresine ve sonuçlara büyük katkı sağladığı gözlemlenmiştir. Geliştirilen yazılımın kullanıcıyı aşama aşama yönlendirmesinin, diğer karar destek yazılımlarına göre kullanımı kolaylaştırdığı kanısına varılmıştır.

Veri girme işlemlerinde WTKDS'nin diğer yazılımlılara nazaran kullanıcıya sınırlı şekilde veri girme ortam sağlanmıştır. Bunun başlıca nedeni web tabanlı yazılım geliştirmede nesnelere entegrasyonundaki yapısal sınırlamalardır. Yazılımda geliştirilmesi gereken diğer bir konu ise duyarlılık analizinde kullanılacak nesnelere standartlaştırılabilmesidir.

KAYNAKLAR

1. Aslan, N., “Analitik network prosesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 5-15 (2005).
2. Aytürk, S., “Askeri savunma sistemlerinde analitik hiyerarşi ve analitik şebeke prosesi ile hafif makineli tüfek seçimi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 1-19 (2006).
3. Anık, Z., “Nesne yönelimli yazılım dillerinin analitik hiyerarşi ve analitik network prosesi ile karşılaştırılması ve değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 13-29 (2007).
4. Saaty,R.,W.,”Decision Making In Complex Enviroments”, *Katz Graduate School of Business, University of Pittsburgh*, 4-5 (2002).
5. Hacıköylü, B.E., “Analitik hiyerarşi karar verme süreci ile Anadolu Üniversitesi’nde beslenme ve barınma yardımı alacak öğrencilerin belirlenmesi”,Yüksek Lisans Tezi , *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*,16-41 (2006).
6. Gültaş, İ., “Endüstri mühendisliği eğitiminde matematik ders içeriklerinin belirlenmesine bulanık ahp yöntemi ile çözüm önerisi”,Yüksek Lisans Tezi , *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* ,10-18 (2007).
7. Güner, H., “Bulanık ahp ve bir işletme için tedarikçi seçimi problemine uygulanması”,Yüksek Lisans Tezi , *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 16-26 (2005).
8. Saaty, T.L.,” Decision making with the the analytic hierarchy process”, *Int. J. Services Sciences*, 1(1) (2008).
9. *CHIP Dergisi*,”*Dizüstüler*”,*Temmuz 2009*,62-69(2009).

10. Gök, M., “Analitik hiyerarşi yöntemini kullanan bir karar destek yazılımının geliştirilmesi”,Yüksek Lisans Tezi , *Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 21-27 (2006).
11. Aydın, S.,” Tutundurma karması elemanlarının analitik hiyerarşi süreci ile değerlendirilmesi: Türk ev tekstili sektöründe bir uygulama”,Yüksek Lisans Tezi, *Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, 59-67 (2006).
12. Yetim,S.,” Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi ilköğretim matematik öğretmenliği programı birinci sınıf öğrencilerinin bu programı seçmelerinde etkili olan öncelikli faktörlerin analitik hiyerarşi prosesi metodu ile analizi”, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 16 (2) (2008),
13. Kadak, E. G.,”Türkiye’de ahp tekniğinin performans değerlendirmedeki yeri ve ilaç dağıtım sektöründe uygulanması “, Yüksek Lisans Tezi , *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* , 30-32 (2006).
14. Yerli, R., “Kamu çalışanlarını motive eden faktörlerin analitik hiyerarşi prosesi ile önceliklendirilmesi ve bir kamu kuruluşunda uygulama”,Yüksek Lisans Tezi , *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 44-61 (2006) .
15. Tummala,N.,M.,R.,Ling, H.,” A Note On The Computation Of The Mean Random Consistency Index Of The Analytic Hierarchy Process (Ahp)”, *Kluwer Academic Publishers*, Netherlands,221-230 (1998).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : PAK, Mehmet Güneş
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 14/07/1977 Silifke / MERSİN
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0 (533) 748 47 20
 e-mail : mgpak@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü Elektronik-Bilgisayar Eğitimi ABD	2009
Lisans	Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektronik-Bilgisayar Eğitimi Bölümü Bilgisayar Sistemleri Öğretmenliği ABD	2002
Lise	Elazığ Anadolu Lisesi	1995

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2008 - ...	ULUKIŞLA Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi	Bilişim Teknolojileri Alan Şefi
2006-2008	ÇANKIRI Yukarıöz İÖÖ	Bilgisayar Öğretmeni
2002-2006	GEREDE Kız Teknik, Anadolu Meslek ve Meslek Lisesi	Atölye Şefi
2001-2002	ANKARA Erken Başarı Koleji	Bilgisayar Öğretmeni

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Sinema, Fotoğraf