

T.C.  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI  
DOKTORA TEZİ

72829

**ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ VE BİLİŞİM  
TEKNOLOJİSİ KARARLARINDA  
UYGULANMASI**

EMEL HACIMENİNİ

72829

DANIŞMAN  
PROF.DR.NİLGÜN MORALI

İZMİR  
1998

T.C. YÜKSEKÖRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Doktora tezi olarak sunduğum “Analitik Hiyerarşı S¼reci ve Bilişim Teknolojisi Kararlarında Uygulanması” adlı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı d¼şecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin bibliyografyada g¼sterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

*E. Hacimenni*

..6. / .10 / 1998

Emel HACIMENNİ

## TUTANAK

Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'nün 08.10.1998 tarih 21 sayılı toplantısında oluşturulan jürimiz Lisansüstü Yönetmeliğinin 21. Maddesine gereğince Ekonometri Anabilim Dalı doktora öğrencisi Emel HACİMENİ "Analatik Hiyerarşi Süreci ve Bilişim Teknolojisi Kararlarında Uygulanması" konulu yüksek lisans tezi incelemiştir. 12/11/98 tarih ve saat 10:30.....de jüri önünde tez savunmasına alınmıştır.

Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezini savunmasından sonra .. dakikalık süre içinde gerek tez konusu gerekse tezin dayanağı olan anabilim dallarından jüri üyelerince sorulan sorulara verildiği cevaplar da değerlendirilerek tezin başarılı olduğuna oy birliği ile karar verilmiştir.

### BAŞKAN

Prof.Dr. Nilgün MORALI



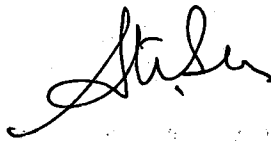
### ÜYE

Prof.Dr. Fikret İKİZ



### ÜYE

Doç.Dr. Ali ŞEN



## TUTANAK

Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsünün 8/10/1998 tarih ve .....21... sayılı toplantısında oluşturulan jüri, Lisansüstü Öğretim Yönetmeliği'nin .....21. maddesine göre Ekonometri Anabilim Dalı doktora öğrencisi Emel HACIMENİNİN "Analitik Hiyerarşi Süreci ve Bilişim Teknolojisi Kararlarında Uygulanması" konulu tezini incelemiş ve aday 12 / 11 / 1998 tarihinde, saat ...10.30... 'da jüri önünde tez savunmasına alınmıştır.

Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezini savunmasından sonra ..... dakikalık süre içinde gerek tez konusu, gerekse tezin dayanağı olan anabilim dallarından jüri üyelerince sorulan sorulara verilen cevaplar değerlendirilerek tezin başarılı..... olduğuna oy birliği..... ile karar verildi.

BAŞKAN

*M. M. M. M. M.*

*M. M. M. M. M.*  
ÜYE

ÜYE  
*M. M. M. M. M.*

**YÜKSEKÖĞRETİM KURULU DÖKÜMANTASYON MERKEZİ**  
**TEZ VERİ GİRİŞ FORMU**

Tez No:

Konu Kodu:

Üniv. Kodu:

Tezin Yazarının;

Soyadı: HACIMENNI

Adı : Emel

Tezin Türkçe Adı : Analitik Hiyerarşi Süreci ve Bilişim Teknolojisi  
Kararlarında Uygulanması

Tezin Yabancı Dildeki Adı : Analytic Hierarchy Process and an Application to  
Information Technology Decisions

Tezin Yapıldığı;

Üniversite: Dokuz Eylül Üniversitesi Enstitü: Sosyal Bilimler Enstitüsü Yıl: 1998

Diğer Kuruluşlar:

Tezin Türü: 2- Doktora

Dili : Türkçe

Sayfa Sayısı : 111

Referans Sayısı : 59

Tez Danışmanının;

Ünvanı: Profesör Doktor

Adı: Nilgün

Soyadı: MORALI

Türkçe Anahtar Kelimeler:

İngilizce Anahtar Kelimeler:

1. Analitik Hiyerarşi Süreci
2. Hiyerarşik Model
3. Önceliklerin Belirlenmesi
4. Fayda Maksimizasyonu

1. Analytic Hierarchy Process (AHP)
2. Hierarchical Model
3. Determining the Priorities
4. Utility Maximization

Tarih : 6.10.1998

İmza : *E. H. H. mi*

## ÖZET

**Analitik Hiyerarşi Süreci, Thomas Saaty tarafından 1970'lerde geliştirilmiş olan ve modelin hiyerarşik bir yapı içerisinde ifade edildiği çok ölçütlü (ya da çok amaçlı) bir karar verme yaklaşımıdır. Bu yaklaşımın en büyük avantajı karar vericinin, objektif ve subjektif etkenleri beraberce dikkate alarak alternatifleri değerlendirmesine ve bir karara varmasına olanak sağlamasıdır.**

**Kullanım amaçları değişik fakat aynı sınırlı bütçeye sahip bilgisayar alıcılarının herbirine farklı bilgisayar konfigürasyonları tavsiye edilmektedir. Bu çalışmada, öncelikle bir kişisel bilgisayarın oluşturulması için gerekli parçalar "temel bileşenler" olarak adlandırılmıştır. Her temel bileşen için kullanıcının önceliklerini ve tercihlerini belirlemek üzere çeşitli etkinlik ölçütleri tanımlanarak bir hiyerarşik model geliştirilmiştir. Bu model kullanıcının tercihleri ve amaçları doğrultusunda her bileşenin ve seçeneklerin önem derecesinin saptanması amacıyla uygulanmış ve analitik hiyerarşi süreciyle değişik kullanıcılar için elde edilen değerler, fayda maksimizasyonu amaçlı bir optimizasyon modelinde fayda katsayısı olarak kullanılmıştır. Bu modelin çözümüyle de optimal konfigürasyonun elde edilmesi tartışılmıştır.**

## SUMMARY

*The Analytic Hierarchy Process (AHP) is developed in the early 1970's by Thomas Saaty. AHP is a multicriteria decision method that uses hierarchic or network structures to represent a decision problem and dependently develops priorities for the alternatives based on the decision maker's judgments throughout the system.*

*Various computer configurations are being recommended to computer buyers whose goals are different while each has the same budget. In this study, the compulsory parts to make a personal computer are called "fundamental components". A hierarchic model is developed by defining various efficiency measures to determine the priorities and preferences of each fundamental component. This model is applied to find the priority of each component with respect to the user's preferences and aims. The values for various users are obtained by analytical hierarchy process are used as parameters in an optimization model with the objective of utility maximization. The optimal configuration obtained by the solution of this model is discussed.*

# İÇİNDEKİLER

Özet .....	i
Summary .....	ii
İçindekiler .....	iii
<b>BÖLÜM 1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>BÖLÜM 2. KİŞİSEL BİLGİSAYARLAR</b> .....	<b>10</b>
2.1. Bilgisayarların Donanımsal Yapısı .....	10
2.1.1. Merkezi İşlem Birimi .....	12
2.1.2. Ana Bellek Birimi .....	12
2.1.3. Çevre Birimleri .....	13
2.2. Bilgisayarların Yazılımsal Yapısı .....	18
2.3. Bilgisayarı Oluşturan Parçalar .....	19
<b>BÖLÜM 3. ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ</b> .....	<b>21</b>
3.1. Hiyerarşik Model .....	21
3.2. İkili Karşılaştırmalar .....	23
3.3. AHP Kullanımı İçin Bir Örnek .....	26
3.4. Expert Choice Programının Kullanımı .....	30
<b>BÖLÜM 4. TAM SAYILI PROGRAMLAMA</b> .....	<b>38</b>
4.1. Tamsayılı Karar Modellerinin Genel Yazılımı .....	38
4.2. Tamsayılı Programlama Uygulamaları .....	39
4.3. Model Geliştirmede Tamsayılı Değişken Kullanımı .....	42
4.4. Tamsayılı Programlamada Çözüm Yaklaşımları .....	43



**BÖLÜM 5. KİŞİSEL BİLGİSAYAR YATIRIM KARARI İÇİN  
MODEL VE ÇÖZÜM YÖNTEMİ**..... 47

<b>5.1. Hiyerarşinin Kurulması</b> .....	48
<b>5.1.1. İşlemci</b> .....	49
<b>5.1.2. Ana Bellek (RAM)</b> .....	50
<b>5.1.3. Kartlar</b> .....	52
<b>5.1.3.1. Ana Kart</b> .....	52
<b>5.1.3.2. Kontrol Kartı</b> .....	54
<b>5.1.3.3. Grafik Kartı</b> .....	55
<b>5.1.4. Klavye</b> .....	57
<b>5.1.5. Monitör</b> .....	58
<b>5.1.6. Kasa ve Güç Kaynağı</b> .....	62
<b>5.1.7. Hiyerarşik Modelde İlk Düzey</b> .....	64
<b>5.2. Matematiksel Model</b> .....	66

**BÖLÜM 6. UYGULAMA**..... 70

<b>6.1. Seçenekler İçin Karşılaştırma Matrisleri</b> .....	70
<b>6.1.1. İşlemci Seçeneklerinin Karşılaştırılması</b> .....	70
<b>6.1.2. Ana Bellek(RAM) Seçeneklerinin Karşılaştırılması</b> .....	71
<b>6.1.3. Ana Kart Seçeneklerinin Karşılaştırılması</b> .....	72
<b>6.1.4. Kontrol Kartı Seçeneklerinin Karşılaştırılması</b> ..	74
<b>6.1.5. Grafik Kartı Seçeneklerinin Karşılaştırılması</b> ....	75
<b>6.1.6. Klavye Seçeneklerinin Karşılaştırılması</b> .....	76
<b>6.1.7. Monitör Seçeneklerinin Karşılaştırılması</b> .....	77
<b>6.1.8. Kasa ve Güç Kaynağı Seçeneklerinin Karşılaştırılması</b> .....	79
<b>6.2. Temel Bileşenler İçin Karşılaştırma Matrisleri</b> .....	80
<b>6.3. Matematiksel Modelin Uygulanması</b> .....	84

6.4. Model Sonuçlarının Karşılaştırması.....	86
<b>BÖLÜM 7. SONUÇ</b> .....	87
<b>EK 1. Bilgi Formu ve Bilgi Formunun Açıklaması</b> .....	89
<b>KAYNAKÇA</b> .....	107



## BÖLÜM 1. GİRİŞ

Bilgisayar dünyasında her geçen gün bir yenilik, her yenilik yeni bir ürün ve her yeni ürün yeni bir standart yaratmaktadır. Yeni bir kişisel bilgisayar satın almak için bilgisayar pazarı incelenirse, karar verme süreci çok şaşırtıcı olabilmektedir. Yanıt bulunması gereken önemli sorular arasında “En düşük maliyetle en güçlü bilgisayarı nasıl satın alabilirim?” ve “İhtiyaçlarımı karşılayacak bir sistem seçmeye çalışırken, nerede durmam gerektiğini nasıl bilebilirim?” sorusu yer almaktadır.

Bilgisayar satın alırken dikkate alınması gereken temel bir kurala uyararak ister bir bayinin rafında çalışmaya hazır bir şekilde bekleyen bir bilgisayar satın almayı, isterse yeni bilgisayarı kasasından ekranına kadar tüm parçalarını toplayarak kişi kendisi oluşturmayı düşünüyor olsun, nasıl bir bilgisayar satın alınacağını belirleyecek kararların birer birer verilmesi gerekmektedir.

Her insan günlük yaşantısında, ne zaman kalkacağı, ne yiyeceği, giyeceği, ne zaman uyuyacağı üzerine karar vermek zorundadır. Karar verme durumunda olan kişiler amaçlarına göre “ekonomik kişi” ve “yönetsel kişi” olarak ayrılır. “Ekonomik kişiler” tüm seçeneklerin sonuçlarına ve kararlara etki eden çeşitli koşulların olasılığı üzerine bilgi sahibi olan kişilerdir. Bu kişilerin amacı doyumdan ziyade en iyilemedir. “Yönetsel kişi”, tüm elverişli seçeneklerin farkında olmadığı gibi, başka seçeneklerden birisini seçmenin ne getireceğini de belki bilmiyordur. Böylece “yönetsel kişi” sınırlı bilgilerle karar verir ve amacı da en iyilemeden ziyade doyumdur. Yönetsel ve ekonomik kişilerin tanımlarından da ortaya çıkacağı gibi karar verme eylemi; amaç, faaliyet, seçenekler, ölçütler ve sonuç gibi öğelerden oluşur.(Öztürk, 1994:3)

Bu tanımlara dayanarak bilgisayar satın almak isteyen kişi “ekonomik kişi” olarak düşünülmelidir.

Bu çalışmada bilgisayar satın almak için sınırlı bir bütçesi olan bir kişinin toplama bilgisayar alırken konfigürasyonu belirlemede yardımcı olmak üzere bir karar modelinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Önerilen modelin hazırların değerlendirilmesine de olanak verecek şekilde olmasına özen gösterilmiştir.

En pahalı bilgisayar her kullanıcı için en iyi bilgisayar değildir. 10 yaşında bir çocuğa oyun oynaması ve ev ödevlerinde yararlanması amacıyla alınan bir bilgisayar ile

bir şirketin muhasebe kayıtlarını tutmak için ya da bir hukuk bürosunda yazışmaları yürütmek için kullanılan bilgisayarlar birbirinden farklı konfigürasyonlara sahip olmalıdır. Bir bilgisayarda kullanılmayan kapasite ve değerlendirilmeyen üstün nitelikler hem satın alma maliyetini yükseltir hem de kullanım kolaylığının yok olması, karmaşık oluşu nedeniyle bilgisayarın çabuk bozulması gibi sorunlarla karşılaşılabilir. Zaten bu nedenle belirli amaçlara hizmet etmek üzere değişik model ve markalarda bilgisayarlar bulunmaktadır. Örneğin, masaüstü yayıncılık, multimedya gibi alanlara özgü bilgisayarlar oluşturulmuştur.

Karar verme işlemi rasyonelliğe dayanmalıdır. Kararların verilmesinde dikkate alınması gereken konu, onların “rasyonellik ilkesi” ’ne bağlı olmasıdır. Burada sözü edilen rasyonellik ilkesinin, geniş anlamda yorumlanması ve değerlendirilmesi gerekmektedir. Buna göre, verilen kararların rasyonelliği iki farklı biçimde ortaya çıkmaktadır.

Birincisi, ekonomik ilke olarak işletme ekonomisinde bilinen rasyonelliktir. Genel olarak, rasyonellik; verilen kararlardan sağlanan kazançlılığın, onlar için harcanan zaman ve yapılan maliyet öğeleriyle karşılaştırılması, yani kazançlılık/zaman ya da kazançlılık/maliyet oranıdır.

İkincisi ise, verilen kararların bilimsel yönetime ve tekniklere dayalı olacak biçimde ele alınmasıdır. Böylece, verilen kararlar, rasyonel kararlar niteliğini kazanır.(Demir, Bircan, Tütek, 1985:20)

Buna göre rasyonel karar verici, gereksinimlerini tam olarak bilen ve buna uygun bilgisayar parçasına uygun önem vermek, aynı şekilde uygun alternatifleri seçmek isteyendir. Ancak bütün bilgisayar alıcıları bilgisayarı aynı amaçla kullanmayacakları için her parçanın eşit öneme sahip olması ve aynı alternatifleri seçmesi alıcının tercihlerini yansıtmıyor demektir. Başka bir deyişle değişik alıcılar için parçaların önem derecelerinin ve seçilen alternatiflerin değişik olması beklenir.

Karar verici, karar modelini kurmakla rasyonel davranış biçiminin seçimi için yeterli olanağı kazanmış sayılmaz. Önce, onun nasıl bir karar ortamı içinde bulunduğunu saptaması gerekir. Karar ortamının belirlenmesi; karar vericinin karşılaşılabileceği durumlara, özellikle bunların gerçekleşmelerine ilişkin bilgi derecesine bağlıdır.(Demir, Bircan, Tütek, 1985:140)

Bu koşullarda bilgisayar bileşenlerinin önceliklerinin saptanmasında belirlilik ortamındaki karar verici için çok kriterli bir karar verme yöntemi olarak Analitik Hiyerarşi Süreci'nden yararlanmak mümkündür.

Karar verme doğru veya yanlış olan bir yanıtı ulaşmak değildir. Karar verme, etkin olan eylemi seçmedir. Karar vermede önemli olan, baştan başlayarak doğruyu bulma çabası değildir, önemli olan farklı alternatifler arasında karşılaştırmalar yaptıktan sonra sonucu bir seçime bağlamaktır. Ancak alışlagelen düşünce biçimi, her kararın doğruluğunun ölçülmesidir. "Karar doğruluğu" diye bir kavram yoktur. Var olan, verilen kararın doğruluk derecesi yerine, "etkin olan hareket biçimi" kavramıdır. Karar verme çoğunlukla gerçeği bulma işlemleri ile karışırılır. Ancak gerçeği bulma bizi değişmez sonuçlara götürürken (örneğin:  $2 \times 2 = 4$  gibi) karar vermede sürekli değişiklikler gözlenir. Bundan dolayı kararlarda yanlışlık, doğruluk olmayacağı gibi kesinlik de olmaz. Kararlar ile gerçekler arasındaki ayrımlardan bir başkası da kararların subjektif bir nitelik taşımalarına karşın gerçeklerin objektifliğidir. Başka bir deyişle, kararlar herkes için bir ayırım gösterebileceği gibi, o kararı veren kimse yanından da her an değiştirilebilecek bir nitelik taşır. Gerçekler ise herkes tarafından aynıdır, alternatifleri olmaz, başka bir biçimde düşünülemez, bu nedenle de objektiftir. Karar verme, herhangi bir olay karşısında çeşitli alternatifler düşünülerek ve bu sırada yan etkenlerin etkisinde kalınarak varılan sonuçları gösterir.

En etkin olan kararı vermede etkili olabilecek bir takım prensipler vardır. Bunlar karar verecek kişi tarafından göz önünde tutulmalıdır. Bu prensipler şunlardır:

1. Karar verme eylemi elde var olan seçenekler arasında en uygununu seçerek en etkin hareket biçimini bulma işlemidir.

2. Karar vermeden önce bulunulmuş olan seçenekler tanınmalı, benimsenmeli ve geliştirilmelidir.

3. Verilecek karar için gerekli olan bilgi önceden saptanmalıdır. Şematik bir örnek şöyle verilebilir:

Girdiler + Değişkenler = Çıktılar

(Ön bilgi ve araştırma) - (Karar)

4. Karar verme bir süreçtir. Bir kimsenin karar verme yeteneğini geliştirmesi için yapacağı çabalardan ilki, karar vermenin aniden ortaya çıkmayacağını ve sistematik

olarak gelişen bir süreç sonucu olarak belirlenebileceği fikrini benimsemektir. (Himmetoğlu, 1971:2-4)

Karar verme modellerinde insan yargılarının kullanımı, son on yılda dikkat çekici bir artış göstermektedir. Bu konu ile ilgili literatürde bulunan bir yöntem, Thomas L. Saaty (1977) tarafından geliştirilen Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierarchy Process: AHP)\* dir. Genel olarak bu konuda bir çok çalışma yapılmış ve bulguları, deneyimleri yansıtan makaleler literatürde yer almıştır. Bunlardan değişik konularda olanlar aşağıda incelenmektedir.

Roper-Lowe ve Sharp (1990) analitik hiyerarşi sürecini bu tezin uygulama konusunun genel başlığı olan bilişim teknolojisi kararlarından birisi olan bir bilgisayar işletim sisteminin seçimi ile ilgili kararda uygulamış ve uygulamada ortaya çıkan çeşitli pratik konuları ve problemleri tartışmışlardır. Seçenekler DB2, TPF2 ve ACP gibi hava alanı bilgisayar sistemi programları olup, sonuçta elde edilen ağırlıklar arasındaki fark çok az olduğu için seçim kararında yöntem yetersiz kalmıştır. Yöntem, kararın bağlı olduğu kriterleri tanımlamak için yararlı yardımlarda bulunmaktadır. Aynı zamanda, ilgiler ve karar vericinin tercihleri hakkında yararlı veriyi açığa çıkarmaktadır. Fiziksel varlığı olmayan etkenin önemine değer biçilebilmekte ancak bazı problemlerle karşılaşmaktadır. Aynı zamanda, seçenekleri ayırt edebilmek için elde edilen sayıları yorumlamak zordur çünkü yöntem istatistiksel önemi belirleyememektedir. (Roper-Lowe, Sharp, 1990)

Santhanam ve Kyparisis (1996) çalışmalarında bilişim sistemi projesi seçimi için bir karar modeli geliştirmişlerdir. Bu modelde doğrusal olmayan 0-1 programlama yöntemi uygulanmıştır. Fakat bu yöntem ile diğer yöntemlerin proje seçimi problemine uygulanabilirliği karşılaştırılmıştır. Diğer yöntemler arasında, AHP, amaç programlama (GP), AHP&GP, dinamik programlama, doğrusal 0-1 programlama, kuadratik/ doğrusal 0-1 programlama yer almaktadır. (Santhanam, Kyparisis, 1996)

Lee (1993) AHP'yi bilgisayar yazılımı geliştirme çalışmalarında uygun metodolojiyi oluşturmak üzere kullanmıştır. Hiyerarşide amaç yazılım geliştirme çalışmalarında yer alan yazılım birleşimlerindeki değişikliklerin organizasyonunun nasıl

---

\* Çalışmanın bundan sonraki bölümlerinde Analitik Hiyerarşi Süreci yerine AHP kısaltması kullanılmıştır.

belirleneceğidir. Hiyerarşide ikinci seviyede programcılar, üçüncü seviyede C ve COBOL olmak üzere iki programlama dili ve nihayet son seviyede de bunlarla oluşturulan üç program modülü seçenekler olarak bulunmaktadır. (Lee, 1993)

Finnie, Wittig ve Petkow (1993) yazılım geliştirme verimliliği üzerindeki etkilerin önceliklerinin belirlenmesi için AHP uygulamışlardır. Bu etkiler arasında yazılım gereçleri, sistem mimarisi, gerekli yazılım güvenilirliği, çalışma süresi kısıtları, gerekli bilgisayar özellikleri, analist kapasitesi, analist programcı, programcı kapasitesi, programcı deneyimi ve kullanıcı gereksinimleri yer almıştır. (Finnie, Wittig, Petkow, 1993)

AHP'nin uygulama alanları çok değişiktir. Örneğin, Saaty ve Vargas (1985), dünya satranç şampiyona maçlarına yakın bir sürede oyuncuların deneyimi ve tavrına dayanan, satranç maçlarının sonuçlarını tahminlemeye yönelik bir AHP yaklaşımı sunmuşlardır. Çalışma, oyun sonuçları sayesinde hem bütün sonuçlar hem de oyunun sırası ile uğraşmaktadır. Bütün sonuçları tahmin etmek için yöntem, oyunları ileri aşamalara götürmekte ve resimle göstermektedir. Oyun sonuçları tarafından oyunu tahmin etmek için yöntem, güç ve güçsüzlüklere göre inceleme ve karşılaştırma yapmaktadır. Analiz, 125 yıl önceden bu yana dünya şampiyona maçlarının verileri tarafından desteklenmektedir. (Saaty, Vargas, 1985)

Mustafa ve Al-Bahar (1991), proje riski belirlenmesi konusunda bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada seçenekler için farklı bir kullanım şekli oluşturulmaktadır. Seçenekler düşük, orta ve yüksek toplam risk olarak üç derece olarak belirlenmektedir. (Mustafa, Al-Bahar, 1991)

Harker (1989) en iyi şehir seçimi konusunda AHP uygulamıştır. Yaşam maliyeti, konfor, eğitim, yaşam kalitesi gibi kriterlere göre dört büyük ABD şehrinin ağırlıkları bulunmuştur. (Golden, Wasil, Harker, 1989)

Saaty (1990)'nin kitabında öğretici örnekler kısmında verdiği psikoterapide AHP uygulaması ilginçtir. Yapılan uygulama sonucunda elde edilmek istenen, çocukluk dönemlerinde anne, baba ya da her ikisinin birden etkisi altında kalınıp kalınmadığının seçimidir. (Saaty, 1990:44-46)



Saaty (1987) bir yatırım kararı konusunda AHP uygulamıştır. Yaptığı çalışmada en iyi portföy seçimi için dört kriter ve beş çeşit portföy belirlemiştir. Tasarruf hesapları ile sigortalar ilk sırada ve ağırlıkta yer almışlardır. (Saaty, 1987)

Saaty (1990) AHP yöntemini seçenekler arasında üç lise bulunan bir okul seçme konusunda da uygulamıştır. (Saaty, 1990:25-28)

Arbel (1983) bir üniversitenin bütçe planlamasında AHP uygulayarak paylaşımında departmanların önceliklerini belirlemiştir. (Arbel, 1983)

Üniversitelerin her bütçe planlama dönemlerinin başlangıcında, bütün bölümlerden alım önerileri toplanır ve kaynakların dağıtımından önce karşılaştırmalı değerlendirme yapılır. Bu öneriler karar vericilerin sorumluluğundadır ve önerilerden bazılarını iptal edebilir, seçilme niteliğine göre diğerlerinden birisine yer verebilirler. Morali (1994) çalışmasında, etkin ve etkili grupların karşılıklı dayanışmasını ve görüşlerini, ilgili tüm faktörleri temsil etmesi mümkün olan AHP yöntemini kullanarak, bir alım önerilerinin faydalarını değerlendirme modeli sunmuştur. Bunun için fayda/maliyet temeline dayanan iki algoritma önermektedir. (Morali, 1994)

Miyaji, Nakagawa ve Ohno (1995), gerekli süreleri, daha önceki doğru cevap oranları, zorluk dereceleri farklı beş grup sınav problemi seçeneği oluşturmuşlar ve bunlardan seçim yapmak üzere AHP uygulamışlardır. (Miyaji, Nakagawa, Ohno, 1995)

Bard ve Sousk (1990), ABD ordusu için kargo taşımacılığı ticaretinin gelecek seçimi ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. (Bard, Sousk, 1990)

Soyer ve Spring (1991) çalışmalarında bir askeri grup için AHP kullanarak kurulan çok kriterli bir model sunmuşlardır. Amaç bu askeri grup ile ilgili örnek sistemin bir grup kriter ve alt kritere göre değerlendirilmesi, bazı faaliyetlerin elimine edilmesidir. (Soyer, Spring, 1991)

Yazgaç (1995), AHP yönteminin tedarikçi seçimi ve değerlendirmesi problemine uygulanabilirliğini tartışmaktadır. (Yazgaç, 1995)

Kubota (1996), beş seçenek içinden bir ısı pompası sistemi seçimi için AHP'nin nasıl uygulandığını anlatmaktadır. AHP Japonya'nın Tokyo kentinde ilk nehir kaynaklı ısı pompası kurulması kararında başarı ile uygulanmıştır. Bu sistem bugüne kadar kullanımdadır, ısıtma ve soğutma gereksinimleri konusunda servis vermektedir ve yaklaşık %30 enerji tasarrufu sağlamaktadır. (Kubota, 1996)



Türkiye’de de zengin jeotermal potansiyelin, ısıtma ve soğutma sistemlerinde kullanılması uygundur. Bu amaçla Eltez ve Moralı (1997) çalışmalarında jeotermal enerjiyi en iyi biçimde değerlendirebilecek bir sistemin seçilmesi için AHP kullanarak bir fayda-maliyet modeli geliştirmiş ve bu konuda Denizli ili verilerine dayanarak elde edilen çözümü tartışmışlardır. (Eltez, Moralı, 1997)

Schniederjans ve Garvin (1997) çalışmalarında bir takım aday maliyet seçeneklerinden hangi maliyet programının seçimi problemine bir yaklaşım sunmuşlardır. Bu çalışma, maliyet seçimleri için iki metodolojiyi yani analitik hiyerarşi süreci ve sıfır-bir çok amaçlı programlama yöntemlerinin kullanımını önermektedir. Maliyete Dayanılan Faaliyetler(ABC) için maliyet programı seçiminde bu metodolojilerin uygulanabilirliğinin ispatı sunulmaktadır. Aynı zamanda, önerilen birleştirilmiş metodolojilerin formal olmayan yararı tartışılmaktadır.(Schniederjans, Garvin, 1997)

Bryson ve Mobolurin (1995) karar verme ile ilgili olanaklar ve karar vericinin bulanık gördüğü durumları açıklayan analitik hiyerarşi sürecinin uzantısına odaklanmaktadır. Sistematik bir aktif öğrenme süreci önerilmektedir. Belirsizlik ve anlam bulanıklığı olan ikili karşılaştırmalarda, aralık öncelikleri teknikleri kullanılır ve doğrusal katkı değer fonksiyonunu kullanan sentezler yapılır. Üç kritere göre ve beş fakültenin aktif öğrenim değerlerinden seçim yapılmaktadır. (Bryson, Mobolurin, 1995).

Lusk (1979) bir hastane ile ilgili üç yatırım seçeneğinden hangisinin seçilmesi ile ilgili kararda AHP uygulamıştır. (Lusk, 1979)

Ricker (1994) Amerikan toplumunun karşılaştığı önemli kararlardan birisi olan kendi evine sahip olma konusunda önem verdikleri değerlerin derecesinin belirlenmesi için AHP yöntemini uygulamıştır. (Ricker, 1994)

Jiang (1994) Batı Virginia kolejinin stratejik amaçlarını öncelik sırasına koymak için AHP uygulamıştır. (Jiang, 1994)

Rosenbloom (1996), çalışmasında AHP’yi karışık karar problemlerinde uygulayıp, karar seçeneklerini sıralamak ve bu sonuçlara bakarak en yüksek önem derecesine sahip seçeneği seçmek dezavantajdır, yorumunda bulunmuştur. Bu sonuçların istatistiksel anlamlılığının test edilerek, olasılık yaklaşımının sağlanması gerektiğini tartışmıştır. (Rosenbloom, 1996)

Uygulama örnekleri verilen değişik AHP çalışmalarını daha da genişletmek mümkündür: Shang ve Sueyoshi (1995) üretim sistemi seçimi konusunda AHP'yi uygulamışlardır. (Shang, Sueyoshi, 1995)

Douligeris ve Pereira (1994) üç telekomünikasyon şirketinin kalitesi ile ilgili seçim yapmak üzere AHP'yi uygulamışlardır. (Douligeris, Pereira, 1994)

Paulson ve Zahir (1995) AHP'deki belirsizliğin sonuçları üzerine bir benzetim yaklaşımı sunmuşlardır. Sıralanan belirsizlik gözlemleri, merkezi limit teoremi kullanılarak kısmal olarak açıklanmıştır. (Paulson, Zahir, 1995)

Tadisina, Troutt ve Bhasin (1991) AHP'yi bir doktora programı seçiminde uygulamışlardır. (Tadisina, Troutt, Bhasin, 1991)

Lee ve Ahn (1991) Kore'nin savaş gücü ve savaş aletleri sistemlerinin değerlendirmesine yönelik AHP tabanlı bir çalışma yapmışlardır. (Lee, Ahn, 1991)

Literatürde daha birçok AHP uygulaması yer almakta fakat bu tezde bulunan uygulama alanı ile ilgili olan bir çalışma bulunmamaktadır.

Tezin amacı, sınırlı bütçe ile kişisel bir bilgisayar almak isteyen farklı kişiler için optimal konfigürasyonların belirlenmesi ile ilgili model oluşturulmasıdır. Bunun için, öncelikle en etkin kişisel bilgisayarın oluşturulması için gerekli parçalar "temel bileşenler" olarak adlandırılmış ve her temel bileşenin değerlendirilmesi için çeşitli etkinlik ölçütleri ve seçenekler tanımlanarak bir hiyerarşik model oluşturulmuştur. Kullanıcının tercihleri ve amaçları doğrultusunda her bileşenin ve seçeneklerin önem derecelerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Böylece elde edilen değerler bir kaynak tahsisi probleminin parametrelerini oluşturmuştur.

Bu tez giriş bölümünü de içeren yedi bölümden oluşmaktadır.

İkinci bölümde tezin uygulama konusu nedeniyle kişisel bilgisayarlar tanımlanmaktadır. Öncelikle bilgisayarların donanımsal ve yazılımsal yapısı genel olarak açıklanmakta, daha sonra bilgisayarı oluşturan parçalar incelenmektedir.

İzleyen bölümde, Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi ve dördüncü bölümde de Tamsayı Programlama yöntemi tanıtılmaktadır. Bu çalışmada, temel konu uygulama olduğundan yöntemler kısaca incelenmektedir.

Beşinci bölümde, bilgisayarı oluşturan parçalarda seçenekler için önceliklerin belirlenmesi amacıyla hiyerarşik model oluşturulmaktadır. Hiyerarşide sırasıyla bileşenler,

kriterler ve seçenekler yer almaktadır. AHP uygulanarak elde edilen önem dereceleri matematiksel modelde kullanılmaktadır. Sonuçta bütçe, konfigürasyona uyum kısıtları uygulanarak karar verici için bir bilgisayar konfigürasyonu oluşturan model tanımlanmaktadır.

Altıncı bölümde, bilgi formu sonuçlarına göre elde edilen verilerle model uygulanmakta ve sonuçlar elde edilmektedir.

Son bölümde, sonuçlar ortaya konmakta ve bu çalışmadaki AHP uygulaması tartışılmaktadır. Böylece, tanıtılan çalışmanın “en etkin bilgisayar konfigürasyonu seçimi” konusunda karar vericilere yardımcı olabileceği düşünülmektedir.



## BÖLÜM 2. KİŞİSEL BİLGİSAYARLAR

Bilgisayarlar insanın hatırlama, işlem yapma, karşılaştırma ve benzeri işlemlerini, insana kıyasla çok büyük bir hız ve güvenilirlikle yerine getirmektedir. Bilgisayarlar günlük yaşantımızın çeşitli yerlerinde doğrudan veya dolaylı olarak yer almaktadır.

Tanım olarak bilgisayar, bilgi girişi, bilgi çıkışı, hesaplamalar ve mantıksal işlemler için programlanmış olan komutları yorumlayabilen ve çalıştırabilen elektronik bir aygıttır. Büyüklüklerine göre bilgisayarlar;

- Büyük boy bilgisayarlar
- Orta boy bilgisayarlar
- Mikro bilgisayarlar

olmak üzere gruplandırılabilir. Bilgisayarların büyüklükleri fiziksel olarak boyutlarına değil işlem yapma kapasitelerine göre değerlendirilir.(Eren, 1988:4)

İlk iki tip bilgisayarları aynı anda, birden çok kişi kullanabilirken üçüncü tip bilgisayarı tek kişi kullanabilir. Bu nedenle bu tip bilgisayarlara kişisel bilgisayarlar denir.

Bilgisayarlar tiplerine göre incelendiklerinde fiziksel işlemleri göstermek için elektronik devreleri kullanan örneksel bilgisayarlar ve sayılara dayanan sayısal bilgisayarlar olmak üzere başlıca ikiye ayrılmaktadır. Genelde günümüzde bilgisayar denildiğinde sayısal bilgisayarlar akla gelmektedir.

Bir kişisel bilgisayar tanıtılırken biri donanım ve diğeri yazılım olmak üzere iki tür yapıdan söz edilmektedir. Donanım, bilgisayarın cihazlardan oluşan kısmıdır. Bilgisayar bir radyo ya da televizyon gibi elektrik düğmesine basar basmaz işlevini yerine getirmeye başlayamaz. Mutlaka yazılım yani bilgisayar programlarına da gereksinimi vardır.

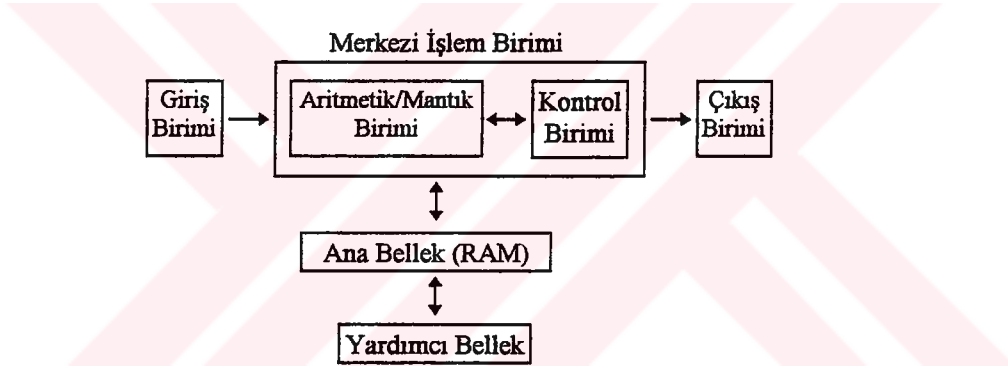
### 2.1. Bilgisayarların Donanımsal Yapısı

Bilgisayar sisteminin veri işlemek için kullanılan fiziksel bileşenlerinin tümüne donanım adı verilir.

Herhangi bir bilgisayar sisteminin önemli ve gerekli parçaları giriş birimi, merkezi işlem birimi, ana bellek ve çıkış birimi olarak adlandırılır.

Donanım olarak bir bilgisayarda öncelikle Merkezi İşlem Birimi (MIB: CPU: Central Processing Unit, işlemci) ve ana bellek göze çarpar. Bunların yanında disk birimleri, teypler, yazıcılar, disket okuyucular, klavye ve görüntü ekranları (terminal, monitör) ve benzeri aygıtlar da donanım elemanlarıdır ve çevre birimleri olarak bilinirler.

Merkezi işlem biriminin kendi içinde ise iki bileşeni vardır. Bunlar kontrol birimi ve aritmetik/mantık birimidir. Bilgisayarlarda verileri veya komutları geçici olarak saklayan birim ana bellektir. Bu temel birimlere ek olarak verileri veya komutları uzun süre saklamak için kullanılan yardımcı bellek birimi de zorunlu olmamakla beraber, hemen hemen bütün bilgisayarlarda mevcuttur. Bilgisayarın donanım yapısını, Şekil 2.1'deki gibi karakterize etmek mümkündür.



**Şekil 2.1. Bilgisayarın Donanımsal Yapısı**

Giriş birimleri bilgisayar belleğine bilgi transferi için kullanılır. Bu transferi sağlayan birimler, çevre birimleri grubu içinde yer alan ekran, klavye, disk, disket, teyp ve disket okuyucular, oyun çubuğu, ışık kalemi gibi birimlerdir. Bunlar içerisinde en çok kullanılanı ise klavyelerdir. (Güneş, Baldemir, 1996:6)

Bellekten gelen bilgiler karşılaştırma ve hesaplamaların yapıldığı aritmetik/mantık birimine gönderilir ve sonuçlar tekrar bellek birimine geri gönderilir. Böylece bellek birimi, işlemlerin ve verilerin bilgisayarın çalışması sürecinde saklı tutulduğu bir yerdir. Buradaki işlemlerin koordinasyonu ve kontrolü ise kontrol birimi tarafından gerçekleştirilir. Kontrol birimi işlenecek komutları alır ve bunları yorumlayarak sistem içerisinde doğru sırada işlenmesini sağlar. Bellekte bulunan sonuçlar ise kullanıcı

tarafından anlaşılabilir form yapısı içerisinde çıkış birimine gönderilir. Çıkış birimi olarak yazıcı, monitör, teyp birimi, disket sürücü, disk, disket sayılabilir.

### 2.1.1. Merkezi İşlem Birimi

Merkezi işlem birimi çoğunlukla yalnızca “işlemci” terimiyle ifade edilir. İşlemcinin iki bileşeni vardır. Bunlardan aritmetik ve mantık birimi kullanılan programın kontrolü altında işlemleri gerçekleştirir. Bu birim “toplama/çarpma” gibi temel aritmetik işlemleri, “ve/veya” gibi mantıksal işlemleri, özel amaçlı geçici saklama yeri (register) işlemlerini, bellek işlemlerini (store, read) ve girdi/çıkış işlemlerini gerçekleştirmek için tasarlanmıştır.

Kontrol birimi, programdaki komutları belirlenen sıra içerisinde çalıştırılmasını sağlayan birimdir. Kontrol biriminin işlemini basit bir örnekle açıklamak gerekirse; iki sayının toplanması işlemi üç adımda gerçekleşir. İlk adımda TOPLA komutu bellekten kontrol ünitesine gelir, ikinci adımda iki sayı (belleğin iki ayrı yerinde saklı tutulan) ana bellekten aritmetik ve mantık birimine gelir. Üçüncü adımda, kontrol birimi aritmetik ve mantık birimine bu iki sayının toplanması ve sonucun saklanmasını sağlayacak sinyali gönderir.

### 2.1.2. Ana Bellek Birimi

Bilgisayar programları ve verilerin bilgisayarın çalışması sırasında içinde tutulduğu yere ana bellek denir. Sayısal bilgisayarlar ikili ve onluk sayı sistemlerine dayalı çalışır. Bilgisayarda kullanılan karakterler 256 adettir ve üç grupta toplanır. Bunlar;

1. Harfler (A-Z) 2. Rakamlar (0-9) 3. Özel işaretler (., ? \* / ^ < gibi) dir.

Bu karakterlerin her birinin onluk sayı sisteminde bir numarası vardır. Örneğin A harfinin kodu 65 dir.  $(65)_{10} = (1000001)_2$  olmaktadır. İnsanların günlük yaşamda kullandıkları karakterler makinada depolanmak ve işlenmek için 0 ve 1 (BIT) gruplarına dönüştürülür. BIT “Binary Digit” deyiminin kısaltılmışıdır. İkili sistemde BIT 0 veya 1 değeri ile temsil edilebilir. Özel bir sistem verileri bilgisayara girişte ikili sayı sistemine çıkışta da onluk sayı sistemine dönüştürür. İkili sayı sistemine dönüşen bilgiler bellekte

kodlanarak saklanır. Çıkışta da tekrar onluk sistemdeki karşılık gelen karaktere dönüştürülerek kullanıcının anlayabileceği şekle dönüştürülür.

Bu dönüştürme işlemleri kodlama ile yapılır. En çok kullanılan kodlama ASCII ve EBCDIC' dir. Bir karakteri temsil etmek için kullanılan BIT grubuna "BYTE" denir. 1 Byte bir karakter olarak da tanımlanabilir. 1024 Byte=1 KB (Kilobyte), 1024 KB=1 MB(Megabyte) ve 1024 MB=1 GB (Gigabyte) şeklinde bir ilişki vardır. Bilgisayarların kapasiteleri genellikle byte ile ölçülür.

Mikro bilgisayarın bellekleri ROM (Read Only Memory) ve RAM (Random Access Memory) olmak üzere iki ayrı yapıdadır.

ROM içerisine hiçbir bilgi konulamaz. ROM monitör ve işletim sistemi gibi üretici firma tarafından konulmuş ve değiştirilemez programları saklar. ROM bellekteki bilgiler bilgisayar kapansa da yok olmazlar.

RAM bellek bilgilerin üzerine yazılabildiği ve oradan okunabildiği türdeki, kullanıcı tarafından erişilen bellektir. Uygulama programları ve program çalışması sırasındaki ara sonuçlar burada saklanır. Buradaki bilgiler bilgisayar kapandığı zaman kaybolurlar.

### 2.1.3. Çevre Birimleri

Çevre birimleri terimi giriş/çıkış birimleri ve yardımcı bellek (ikincil saklama) birimi gibi merkezi işlem birimine bağlanan tüm birim tiplerini tanımlamak için kullanılır. Tüm çevre birimlerinin bir araya gelmesi ile oluşan sisteme bilgisayar konfigürasyonu adı verilmektedir.

Ekran, klavye, disk, ve disket sürücüler, ışık kalem, oyun çubuğu birer çevre birimidir. Bunlardan yazıcılar yalnız çıkış; klavye, oyun çubuğu ve ışık kalem yalnız giriş; ekran, disk ve disket sürücüler hem giriş hem de çıkış ortamlarıdır.

Anılan çevre birimlerinin tümünü kullanmak zorunluluğu yoktur. Ancak bilgisayara bilgi giriş/çıkış için bunlardan en az birinin bulunması gerekir. Örneğin bir klavye veya ekran aracılığıyla bilgisayara bilgi girilir ve sonuçlar alınabilir. Ancak kullanıcı, sonuçlarını kağıda dökmek isterse, bilgisayarına bir yazıcı eklemelidir.



Çevre birimleri aşağıda ayrı ayrı tanıtılmıştır.

- **Ekran**

Çevre birimlerinden olan görüntü ekranı, en az klavye kadar önemlidir. Etkileşimli çalışmada ekran ve klavye birbirlerini tamamlayan iki ayardır. Bilgisayar kullanımının iki temel elemanı olan klavye ve ekran bilgisayarın kullanımına büyük kolaylıklar getirmiştir. Ekran sadece çıkış birimi değildir. Ekrandan klavye olmadan da veri girmek mümkündür. Dokunma ve ışık kalemi aracılığıyla ekranla iletişime girilebilir.

- **Sabit Disk**

Bilgisayar tarafından anlaşılabilir olan veri ve komutları saklayabilen manyetize olabilen teyp, disk, disket ve silindirlere veri kayıt ortamları denir. Bunlar veri ve komutları kendi ortamlarına kayıt ederler ve silinceye kadar veya üzerine yeni bir bilgi yazılıncaya kadar saklı kalırlar.

Manyetik disk (veya hard disk) elektro manyetik saklama birimidir. Diskler doğrudan erişim tipi cihazlardır. Bu gibi cihazlarda herhangi bir bilgi parçası, diğer verilere erişilmeksizin okunabilir ve yazılabilir.

Disklerin her iki yüzeyi de bilgi kaydı için kullanılabilir. Disklerin saklama kapasiteleri, diskin kayıt edilebilir yüzey sayısı, her bir yüzeydeki veri yoğunluğuna bağlıdır.

- **Disket Sürücü**

Disket sürücü, disketler üzerindeki bilgileri okuyan ya da disketlere bilgi yazan cihazdır.

Disketler esnek plastik materyallerden yapılmışlardır. Plastik yüzeyin üzerinde sabit disklerdekine benzer bir kayıt yüzeyi oluşturmak amacı ile demir oksit ile kaplıdır. Veriler bu yüzey üzerinde çok ince, gözle görülemez manyetik noktalar halinde kayıt edilirler. Disketlerin 3.5 inch, 5.25 inch ve 8 inch çaplarında değişik tipleri vardır.



Bunların tek taraflı (single side) ve çift taraflı (double side) çeşitlerinde tek ve çift yoğunlukta (DD-Double Density) olanları mevcuttur.

- **Teyp**

Teyp olarak adlandırılan yardımcı bellekler, disk ve disket gibi manyetik bir bilgi saklama ortamıdır. Disklerden farkı doğrudan erişime olanak vermemesidir. Herhangi bir bilgiye erişim için sırayla o bilgiye kadar tüm bilgiler okunur. Teyplerin avantajı fazla miktardaki bilgiyi saklama olanağına sahip olmalarıdır.

- **Klavye**

Klavye, özellikle program yazımı ve bilgisayara komut girişinde en önemli çevre birimidir. Etkileşimli program çalıştırılmasında bilgisayarın isteklerine cevap vermek ve kullanıcının isteklerini bilgisayara vermek için kullanılır. Klavye bir bilgisayar için vazgeçilmez bir çevre birimidir. Klavyede bulunan tuşlara basıldığında o tuşun temsil ettiği devre harekete geçer. Veri önce ana belleğe alınır. Sonra kullanıcının görmesi için ekrana yazılır.

- **Yazıcı**

Rapor ve dokümanların belge halinde çıkarılması ve saklanması gerektiğinde bunların kağıda yazılması gerekir. Tüm bilgiler bir rapor haline dönüştürmek için hazırlanır ve işlenir. Bunun için yazıcı bilgisayarın üçüncü temel çevre birimidir.

Yazıcılar vuruşlu, vuruşsuz, baskı, satır, matris yazıcılar olmak üzere çeşitlidir.

- **Oyun Çubuğu**

Bilgisayarın son yıllarında önem kazanan bir yanı da zeka oyunlarıdır. Özellikle mikro bilgisayarlar bu alanda oldukça yaygın kullanım alanı bulmaktadır.

Oyunda hareketli noktaların yönetimi çoğu kez klavye tuşlarıyla mümkün olmaz. Bu nedenle, noktaların hareketi, sağa, sola, ileriye, geriye doğru hareket eden bir çubuk aracılığı ile sağlanır. Bu çubuğa oyun çubuğu (joystick) denir.

Günümüzde bilgisayarların en çok kullanıldığı alanlardan biri de eğitimidir. Zeka oyunları eğitimin bir parçasıdır. Özellikle çocukların zihin gelişimi, refleks ve el çabukluğu kazanmasında oyun çubuğunun katkısı çok büyük olmuştur. Bu nedenle mikro bilgisayarların vazgeçilmez bir çevre birimidir.

#### • Işık Kalemi

Işık kalemi, grafik ve çeşitli çizimlerde kullanılan bir çevre birimidir. Ekran üzerinde istenen şekiller çoğu zaman ilgili programlama dilinin karakter setinde bulunmayabilir. Günümüzde her türlü şekil bilgisayar ekranı üzerinde oluşturulabilmektedir. Karakter seti yardımıyla çizilemeyen şekiller ışık kalemi aracılığıyla sanki bir kağıda çiziliyormuş gibi ekrana çizilebilir.

#### • CD-ROM Sürücü

CD-ROM sürücü, CD-ROM'larda bulunan bilgileri okuyan bir araçtır. Tek bir CD-ROM 600 MB'lık oldukça büyük bilgiyi depolayabilmesi nedeniyle multimedya için vazgeçilmez bir araçtır.

CD-ROM sürücülerin veri aktarım oranı, bir saniyede CD-ROM'dan bilgisayarın belleğine ne kadar veri aktarabildiğini gösterir ve genellikle Kilobyte(K)/Saniye(s) cinsinden belirtilir. Örneğin, 150K/s veri aktarım oranına sahip CD sürücü mevcuttur.

CD-ROM sürücülerin ortalama erişim süresi ise, CD-ROM sürücünün istenen bilgiye ortalama olarak kaç milisaniyede ulaşabildiğini gösterir.

- **Fare**

Fare, bilgisayar kullanımını kolaylaştıran bir giriş cihazıdır ve artık neredeyse tüm yazılımlar fare kullanımını desteklemektedir. Ekrandaki nesnelere seçmeyi, işaret etmeyi ve sürüklemeyi sağlayan, küçük ve avuç içine sığan bir alettir. İki tuşlu ya da üç tuşlu fare standartlarından söz edilebilir.

- **Ses Kartı**

Ses kartı bilgisayarın basit bir 'bip' sesinden fazlasını çıkartabilmesini sağlar. Multimedya, oyun ve eğitim uygulamaları için ses kartı gerekebilir. Ses kartlarının üzerinde ses kalitesini belirleyen sentezci bir birim bulunur. Bu sentezci yardımıyla enstrüman ve nota seçerek müzik yapılabilir, müzik dosyaları dinlenebilir. İyi bir ses kartında bulunan sentezci gerçeğe çok yakın müzik kalitesi sağlayabilir.

Bilgisayardan duyulacak sesin kalitesini büyük oranda bağlı hoparlörler etkilemektedir. Ses kalitesine önem veriliyorsa iyi kalite hoparlörler kullanılmalıdır.

- **Ağ Kartı**

Ağ bağdaştırıcı kartı, bir bilgisayar ağına bağlanabilmek için bilgisayara takılması gereken karttır. Kartın hızı, saniyede geçebilen veri miktarı ile ölçülür. Örneğin, 100 MB/Sn, 155 MB/Sn gibi olabilmektedir.

- **TV Kartı**

TV kartı, bilgisayar monitöründe televizyon yayınlarını seyretmeyi sağlamaktadır. Monitördeki TV görüntüsü bir pencere içinde büyüyüp küçültülebilir, çalışırken bir yandan monitörün köşesindeki TV yayınlarına göz atılabilir.

TV kartlarında PAL(Phase Alternation Line), SECAM(Sequential Couleur a Memoire) ve NTSC(National Television Systems Committee) yayın standartlarından biri veya hepsi bulunabilir. Uzaktan kumanda ile bilgisayardaki TV ayarları uzaktan

değiştirilebilir. Görüntü dondurma, kaydetme özellikleri içeren TV kartı ile bütünleşik kartlar tercih edilebilir.

- **Fax-Modem Kartı**

Fax-modem kartı, bilgisayarın fax yeteneğine sahip olmasını sağlar. Anakart üzerindeki boş yuvalara takılabilecek dahili fax-modem veya çok hafif olarak üretilmiş ve boyutları da gömlek cebine sığabilecek kadar küçük harici fax-modemler mevcuttur.

## **2.2. Bilgisayarların Yazılımsal Yapısı**

Sadece donanımdan ibaret olan bilgisayarın hiç bir anlamı yoktur. Bilgisayarı etkin kılan, kendi kendine çalışmasını sağlayan programlardır. Bu programlar bilgisayarın yazılımını meydana getirir. Bilgisayara yazılan programların çeşitli amaçları vardır. Bunlardan bazıları bilgisayarın çalışmasını denetler, bazıları kullanıcının yazdığı yüksek düzeyli programları bilgisayarın anlayacağı dile çevirir. Bazıları da kullanıcının yazdığı programlar olup kullanıcının verilerinden sonuçlar üretir.

Yazılımlar amaç bakımından üç başlıkta toplanır:

**1. Sistem Yazılımları :** Bunlar yönetici ve denetleyici programlardır. Bilgisayar açılır açılmaz devreye girer ve kapanıncaya kadar daima etkin durumda kalırlar. İşletim programları birer sistem yazılımıdır. MS-DOS, UNIX mikro sistemlerde kullanılan işletim programlarına birer örnektir.

**2. Çevirici Yazılımlar:** Kaynak programları veri olarak okuyup önce ilgili dilin kuralları doğrultusunda doğru yazılıp yazılmadığını kontrol eden, kurala uygun yazılmışsa bunları makine diline dönüştüren ve işleten yazılımlardır. Bunlar gerektiğinde yürütme anında da etkin durumda kalırlar. Derleyiciler ve yorumlayıcılar bunlara örnek verilebilir. BASIC yorumlayıcısı, COBOL derleyicisi gibi.

**3. Uygulama Yazılımları:** Verileri işleyerek istenen sonuçları çıkaran programlardır. Bu programlar herhangi bir programlama dili kurallarına göre yazılır ve ilgili derleyici ve/veya yorumlayıcı tarafından işletilirler. Bu programlar genellikle verileri okur, değerlendirir ve amaca uygun sonuçlar üretir. Stok kontrol programı, muhasebe

programı, istatistik programı, bordro programı uygulama yazılımına birer örnektir. Uygulama yazılımları PL/I, FORTRAN, BASIC, PASCAL, COBOL, ASSEMBLY, C gibi programlama dilleri ile yazılabilirler.

### 2.3. Bilgisayarı Oluşturan Parçalar

Kişisel bilgisayarlar yukarıda donanım yapısı incelenirken söz edilmeyen parçalara da sahiptir. Öncelikle tüm bu donanımın önemli bir kısmı bir kasanın içinde bulunmaktadır. Kasanın içinde çevre birimlerinin bağlantısını sağlayan kartlar mevcuttur. İşlemci ve ana bellek ana kart üzerinde bulunmaktadır. Ayrıca ekran kartı ve kontrol kartı da ana kart üzerindeki yuvalara takılmaktadır. Ekran kartı, ekranın kasaya bağlantısını, kontrol kartı da giriş/çıkış birimlerinin bağlantısını sağlamaktadır. Diğer çevre birimlerinin de ana kart üzerinde bağlantı soketleri mevcuttur, ayrıca bu birimler kasadaki güç kaynağına da elektrik kablosu ile bağlıdır.

Bilgisayar piyasasında, kişisel bilgisayarlar, donanım yapısının farklılığından dolayı ikiye ayrılmaktadır. Bunlar orijinal ve toplama bilgisayar olarak adlandırılmaktadır. Orijinal bilgisayarlarda, kontrol kartı, ekran kartı ana kart üzerinden ayrılamaz şekilde bütün olarak üretilmişlerdir. Birisi bozulduğunda tüm ana kartın değiştirilmesi gerekmektedir. Fakat garanti süreleri uzundur ve bozulma olasılıkları düşüktür. Orijinal bilgisayarlarda, üretici firma tüm donanım parçalarını aynı marka olarak üretmektedir. Bu da bu tür bilgisayarların fiyatını yükseltmektedir.

Toplama bilgisayarlarda kontrol ve grafik kartı ana kart üzerindeki yuvalara takılabilir ve bozulan herhangi bir kart tek başına değiştirilebilir. Bilgisayarın yeni bir modele terfi etmesi daha kolaydır. Parçalar aynı marka olmamakla beraber hepsini tek tek en iyisinden seçme şansı vardır. Orijinal bilgisayarlara göre daha ucuz olabilmektedirler.

Bir toplama bilgisayarı oluşturan parçalardan bir kısmı vazgeçilmezdir. Bir kısım parçalar ise daha sonra da alınarak bilgisayara eklenebilir. Bunlardan vazgeçilemez gruba giren parçalar bu çalışmada “temel bileşenler” diğerleri de “eklenebilir bileşenler” olarak adlandırılmaktadır ve aşağıdaki şekilde listelenebilir.

Temel Bileşenler:

#### 1. İşlemci

2. Ana bellek
3. Kartlar
  - 3.1. Ana kart
  - 3.2. Kontrol kartı
  - 3.3. Grafik kartı
4. Klavye
5. Monitör
6. Kasa ve güç kaynağı
7. Disket sürücü

Eklenebilir bileşenler:

1. Sabit disk
2. CD Rom sürücü
3. Fare
4. Kartlar
  - 4.1. Ses kartı
  - 4.2. Ağ kartı
  - 4.3. TV kartı
  - 4.4. Fax modem kartı

Bilgisayara neden ihtiyaç duyduğu ve hangi amaçlarla kullanacağı hakkında bilinçli olan bir kişi yeni bir bilgisayar almak istediğinde alacağı bilgisayarın konfigürasyonunu kendi belirleyebilir. Kişinin bu konudaki bütçesi sınırlıysa, seçeceği parçaların bir kısmında isteklerinden ya da kendisi için en iyi olandan fedakarlık etmesi gerekebilir. Bu durumda alması gereken parçaların kişinin özel amaçlarına ve kullanım alanlarına bağlı olarak önem sırasına dizilmesi, ayrıca önem derecelerinin belirlenmesi gerekir. Bu işlemi yapmak için ise Analitik Hiyerarşi Süreci(AHP) adı verilen yöntemden yararlanmak mümkündür. İzleyen bölümde AHP ayrıntılarıyla incelenmiştir.

## BÖLÜM 3. ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ

Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierarchy Process - AHP) Thomas L. Saaty (1977) tarafından tanımlanmış olan çok kriterli karar verme tekniğidir. AHP yaklaşımının çok geniş bir uygulama alanı vardır. Bazı uygulama örnekleri, veritabanı seçimi, finans, makro ekonomik tahminleme, ürün tasarımı, portföy seçimi, kaynak dağıtımını (bütçe, enerji, sağlık), politik strateji, ulaşım, eğitim, tesis yeri seçimi, teknoloji transferi olarak sıralanabilir. (Vargas, 1990)

AHP'nin diğer karar verme yaklaşımlarından en önemli farkı karar vericinin kişisel yargılarını doğrudan dikkate alabilmesidir. (Roper-Lowe, Sharp, 1990)

AHP dört aşamadan oluşur:

*1.Aşama:* Problemi tanımlayan bir hiyerarşi kurulur. En üste amaç yerleştirilir. Bu ana amacın alt düzeylerinde kriterler yer alır. En alt düzeye ise, alternatifler yerleştirilir.

*2.Aşama:* Amaç için önemlerine göre her seviyedeki kriterlerin ikili karşılaştırmaları yapılır.

*3.Aşama:* Seçeneklerle ilgili ikili karşılaştırmalar yapılır.

*4.Aşama:* Seçenekler için ağırlıklar elde edilir ve değerlendirilir. (Roper-Lowe, Sharp, 1990) (Zahedi, 1986)

Bu bölümde AHP uygulamalarında izlenen aşamalar ve bu amaçla hazırlanmış özel bir yazılım olan EXPERT CHOICE paket programı ayrıntılarıyla tanıtılmıştır.

### 3.1. Hiyerarşik Model

Aynı anda dikkate alınması zor olan ve çok sayıda ortak özellikleri bulunan bir çok varlığı içine alan sistemlerin incelenmesi, bu sistemleri alt sistemlere bölerek kolaylaşır. Tanımlanan varlıkların, belli bir grubuna dahil olanların yalnızca tek bir diğer gruba dahil olanları etkilediği ve yalnızca bir tek grubun varlıkları tarafından etkilendiği ayrık kümelere ayrılabilirdi varsayımına dayanarak oluşturulan, her biri çeşitli sayıda eleman ya da faktör bulunduran sıralı düzeylerden oluşan sisteme "Hiyerarşi" denir.

Hiyerarşi gerçeğın, kümelere ve alt kümelere ayrılışının ağaç benzeri bir yapıda gösterimidir.

Whyte'a göre; "Hiyerarşi oluşturmak, insanın deneyimlerini, gözlemlerini, varlıkları ve bilgiyi sınıflandırmak için kullandığı en güçlü yöntemdir. Hiyerarşik sınıflandırmanın -bilinçli ya da bilinçsiz- kullanımı insan düşüncesi kadar eski olmalı". (Saaty, 1990:13)

Hiyerarşinin her düzeyinin elemanları, bir üst düzeydeki elemanlar tarafından kontrol edilirler. Hedef, en büyük öneme sahiptir (1 değeri). Bu değer, ikinci düzeyin elemanları arasında bölünür ve bu elemanların her birinin değeri de üçüncü düzeydeki elemanlar arasında bölünür. Bu en altta bulunan seçeneklerin düzeyine kadar devam eder.

Hiyerarşi, ilgili bütün faktörleri organize ederek problemlerin mantıklı ve sistematik bir yoldan kolayca çözülmesini sağlar.

"Düşündüğümüz zaman, nesnelere ve nesnelere arasındaki ilişkileri tanımlarız. Bir şeyi tanımladığımızda, karşılaştığımız karmaşıklıkta parçalara böleriz. İlişkiler bulduğumuzda, onları birleştiririz. AHP'nin özündeki kavram da budur: Parçalama ve sentez". (Saaty, 1990:3)

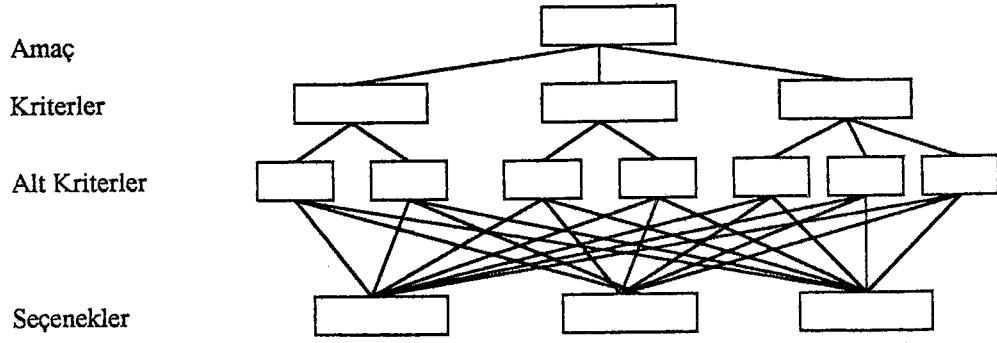
Hiyerarşiler, gerçek hayattaki durumların en önemli elemanlarını ve bu elemanların birbirleriyle olan ilişkilerini gösteren her düzeydeki elemanların bir üst düzeydekiler tarafından kontrol edildiği modellerdir. Hiyerarşilerin oluşturulmasıyla ele alınan durum parçalara bölünmüş ve parçaların birbirleriyle olan ilişkileri gösterilmiş olur. Kararı vermek için en alt düzeydeki seçeneklerin genel amaçlar üzerindeki etkilerinin görece büyüklüklerinin bulunması gerekir.

AHP modeli kurarken problemin şekline göre hiyerarşi yapıları şöyle sıralanabilir: (Dyer, Forman, 1991:89)

- Amaç, kriterler, seçenekler
- Amaç, kriterler, altkriterler, seçenekler
- Amaç, kriterler, altkriterler, senaryolar, seçenekler
- Amaç, aktörler, kriterler, seçenekler
- Amaç, kriterler, kuvvet dereceleri, çok sayıda seçenek

Basit şekliyle bir hiyerarşi örneği Şekil 3.1'de görülmektedir.





**Şekil 3.1. Bir Hiyerarşi Örneği**

En iyi seçeneğin belirlenmesi için, öncelikle kriterlerin amaca göre önemliliklerinin derecesi bulunur. Yani kriterler amaç dikkate alınarak karşılaştırılır. Daha sonra her kriter için alt kriterlerin o kriter üzerindeki etkilerinin derecesi bulunur. En son olarak, seçeneklerin alt kriterleri karşılama dereceleri, seçenekleri her bir alt kriterine göre karşılaştırarak bulunur. (Webber, Apostolou, Hassell, 1996)

### 3.2. İkili Karşılaştırmalar

İkili karşılaştırma işlemi, bir üst düzeydeki kriterine bağlı olarak bir alt düzeydekilerin kendi aralarında karşılaştırılmaları şeklinde gerçekleştirilir. İkili karşılaştırmalar sonucunda aşağıdaki gibi bir matris elde edilir: (Saaty, 1994)

$$A = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ \dots \\ C_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ - & - & 1 & - \\ a_{n1} & a_{n2} & - & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Burada

$n$  = Değerlendirilecek kriter sayısı,

$C_i$  =  $i$  kriteri,

$a_{ij}$  =  $i$  kriterinin  $j$  kriterine göre önemi

olur. İkili karşılaştırmalar matrisinde  $a_{ji}=1/a_{ij}$  ve  $a_{ii}=1$  şeklindedir. (Genest, Zhang, 1996)  
 $C_i$  kriteri  $C_j$  kriterine göre  $a_{ij}$  kat önemliyse,  $C_j$  kriteri  $C_i$  kriterine göre  $1/a_{ij}$  kat önemlidir.  
Tercihler Tablo 3.1'de açıklanan 1-9 ölçeğine göre belirtilir. Tabloda yer almayan ara

değerler de karşılaştırma matrisinin oluşturulmasında kullanılabilir. Tercihler belirtilirken, alternatiflerin bağımsız olduğu varsayılır.

**Tablo 3.1. AHP İçin İkili Karşılaştırma Ölçütü**

Sözel Hükümler	Sayısal Hükümler
Kesinlikle tercih edilme	9
Kuvvetli tercih edilme	7
Tercih edilme	5
Biraz tercih edilme	3
Eşit olarak tercih edilme (Kayıtsızlık)	1

Karşılaştırmalar matrisine bağlı olarak her kriterin ya da her seçeneğin önem ya da öncelik düzeyleri hesaplanır. Bu hesaplamalar sırasında karşılaştırmalar objektif temellere dayansa bile sübjektif olarak belirlendiği için yanılmalar ya da tutarsızlıklar ortaya çıkabilmektedir. Bunun ölçütü olarak bir tutarsızlık oranı (Inconsistency Ratio-IR) kullanılır ve 0.1'den yüksek olmamasına dikkat edilir.

Yapılan değerlendirmelerde, tutarlılıktan ne kadar uzaklaşıldığı belirlenebilir. Böylece eğer gerekiyorsa tutarlılığı artırmak için gereken yerlerde düzeltmeler, iyileştirmeler yapılabilir. n elemanlı bir ikili karşılaştırmalar matrisinin oluşturulması için (n-1) tane değerlendirmenin elde edilmesi yeterlidir. Diğer değerlendirmeler bu (n-1) değerlendirmeden aşağıdaki mantıkla elde edilebilir.

Eğer A elemanı, B elemanının 2 katı ve C elemanının 4 katı öneme sahip ise buradan,  $A = 2B$ ,  $A = 4C$ ,  $2B = 4C$  ve  $B = 2C$  bulunur. Bu üç elemanın ikili karşılaştırmalar matrisi tam tutarlılık durumunda,

	A	B	C
A	1	2	4
B	1/2	1	2
C	1/4	1/2	1

olmalıdır. Matrisin (B,C) elemanı olarak girilen değerlendirmenin 2'den farklı bir sayı olması durumunda bu matris "tutarsız" olur. Bu çok sık karşılaşılan fakat problemin çözümlenmesinde büyük sorunlar yaratmayan bir durumdur. Karar verici,

değerlendirmelerini yaparken (n-1) temel değerlendirmeden yola çıkarak diğerlerini elde etmek için özel bir çaba göstermezse, matrisin elemanları tutarsız olabilir.

İkili karşılaştırmalar matrisi (A), sonuç olarak bulunan öncelikler vektörüyle (w) çarpılarak yeni bir vektör elde edilir. Yani  $A'w' = \lambda_{\max} w'$  dir ve burada  $\lambda_{\max}$  A' matrisinin maksimum öz değeridir. Elde edilen bu yeni vektörün bileşenlerini, öncelikler vektörünün karşı gelen bileşenlerine bölerek bulunan vektörün bileşenlerinin toplamı bulunur. Bu değer, bileşen sayısına bölünmesi ile maksimum özdeğer ( $\lambda_{\max}$ )'ın bir tahmini elde edilmiş olur. ( $\lambda_{\max}$ ) n'e ne kadar yakın bir değer olursa sonuç o kadar tutarlı demektir.  $Aw = \lambda_{\max} w$  şeklinde eşitlik elde edilmektedir. (Kumar, Ganesh, 1996)

Problemlerde tutarlılıktan ne kadar uzaklaşıldığı ikili karşılaştırmalar matrisinden elde edilen tutarlılık endeksi adı verilen (Monsuur, 1996)

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

değerini, değerlendirmeleri AHP'nin 1'den 9'a sayısal ölçütünden rastgele seçilen aynı boyuttaki bir rassal matrisin tutarlılık endeksi ile karşılaştırılarak belirlenebilir. Örneklem ölçütü 500 alınarak belirlenmiş 1'den 15'e kadar olan boyutlardaki matrisler için hesaplanmış ortalama CI değerleri bir standart oluşturmakta ve RI (Random Index) adıyla kullanılmaktadır. Bu değerler Tablo 3.2'de verilmektedir.

**Tablo 3.2. Matris Boyutlarına Göre Hesaplanmış Ortalama RI Değerleri**

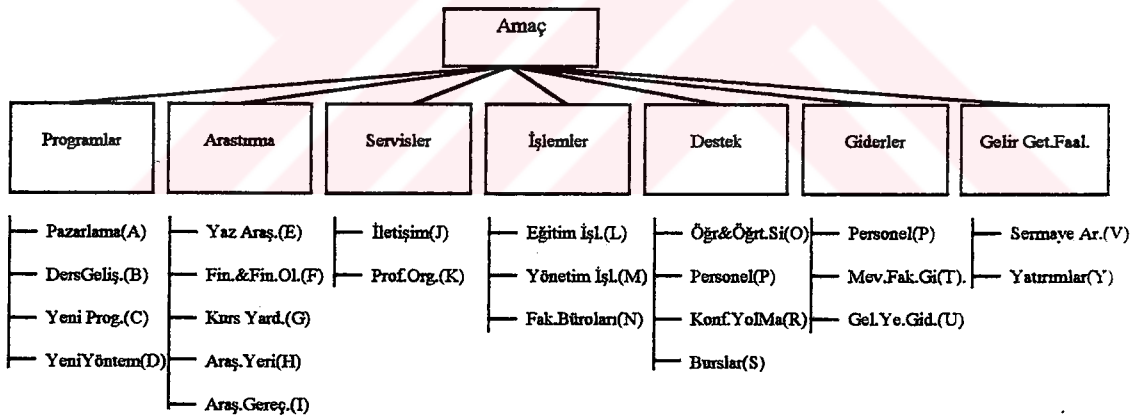
n	RI
1	0.00
2	0.00
3	0.58
4	0.90
5	1.12
6	1.24
7	1.32
8	1.41
9	1.45
10	1.49
11	1.51
12	1.48
13	1.56
14	1.57
15	1.59

\* CI değerinin aynı boyuttaki bir matris için hesaplanmış ortalama RI değerine oranı tutarlılık oranı (CR) adını alır. 0.10 ve daha küçük tutarlılık oranları kabul edilebilir değerlerdir. (Nezhad, Bahariou, 1991)

### 3.3. AHP Kullanımı İçin Bir Örnek

Bir üniversite departmanlarının bütçe komitesi, okulun etkinliğini geliştirmek için fonların departmanlar arasındaki dağılımına tavsiyeler üretebilmek amacıyla bir model oluşturmayı düşünmektedir. Departmanlar arasında bütçe dağılımının uygun olabilmesi için bu departmanlar arasında ki önceliklerin belirlenmesi gerekmektedir. Oluşturulan AHP hiyerarşisinin birinci aşamasında eğitim programları ve yenilikler; araştırma faaliyetleri; iletişim için yardım servisleri ve profesyonel organizasyonlar; fakülte yönetimi ve eğitim ile ilgili işlemler; eğitim ve araştırma faaliyetleri için destekleme fonksiyonları; mevcut fakülte, personel ve yeni personel giderleri ve gelir artırıcı faaliyetler yer almaktadır. Öncelikler, bütçe komitesi tarafından departmanlara yaklaşık olarak ayrılması gereken fon seviyeleri ve mevcut durumu, isteğe bağlı fonların dağıtım önceliklerinin ne olduğu düşünülerek geliştirilmektedir.

(Okul Bütçesinin Dağıtımı İçin Önceliklerin Belirlenmesi)



Şekil 3.2. Okul Bütçesinin Dağıtımı İçin Önceliklerin Belirlenmesi

#### Hiyerarşisi

Kriterlerin açıklaması ve kodları:

Programlar : Üniversitenin eğitim programlarının pazarlanması ve yenilenmesi ile ilgili çalışmalar.

Pazarlama (A): Okulun programlarının pazarlanması için yapılan çalışmalar.

DersGeliş. (B): Ders geliştirme çalışmaları.

Yeni Prog. (C): Yeni programlar oluşturma alışmaları.

YeniYöntem (D): Öğretimle ilgili yeni yöntemlerin kullanım faaliyetleri.

Araştırma : Araştırma faaliyetleri.

Yaz Araş. (E): Yaz için araştırma destekleme alışmaları.

Fin.&Fin.Ol. (F): Hem finansal hem de finansal olmayan araştırmaları destekleme alışmaları.

Kurs Yard (G): Kurs yardımları.

Araş.Yeri (H): Araştırma için ayrılan yer giderleri.

Araş.Gereç. (I): Araştırma için gerekli araç ve gereçler.

Servisler : Okulun halkla ilişkiler faaliyetleri ve profesyonel organizasyonlar.

İletişim (J): Halkla ilişkiler ile ilgili alışmalar.

Prof.Org. (K): Profesyonel organizasyonlar.

İşlemler : Eğitim, yönetim ve fakülte bürolarının işleri ile ilgili alışmalar

Eğitim İşl. (L): Eğitim işlemleri ile ilgili alışmalar.

Yönetim İşl. (M): Yönetim işleri için yapılan alışmalar.

Fak.Büroları (N): Fakülte bürolarının işlemleri.

Destek: Eğitim, araştırma ve hizmetler için yapılan destekleme alışmaları.

Öğr&Öğrt.Si (O): Öğretim sistemleri ve öğrenci izleme sistemleri için yapılan alışmalar.

Personel (P): Personelin desteklenmesi.

Konf.YolMa (R): Konferanslara vb. gitmek için yapılan seyahatler.

Burslar (S): Burslar.

Giderler : Mevcut personel, fakülte giderleri ile yeni gelişmeler için yapılacak giderler.

Personel (P): Personel ücretleri

Okul bütçesinin dağıtımını için önceliklerin belirlenmesi hiyerarşisinde belirlenen kriterler için ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmalıdır. Bu karşılaştırma Tablo 3.1’de verilen Saaty’nin karşılaştırma ölçütü kullanılarak Tablo 3.3’de görüldüğü şekilde yapılmaktadır. Okul bütçesinin dağıtımını için önceliklerin belirlenmesi amacıyla eğitim programları, araştırma çalışmaları ile eşit derecede (1), okulun verdiği hizmetlere göre biraz daha (2) önemlidir. Destek çalışmaları ise okulun verdiği hizmetlere göre kuvvetli olarak (7) tercih edilmektedir. Bu şekilde tüm kriterler birbirleri ile karşılaştırılarak Tablo 3.3’de görülen karşılaştırma matrisi elde edilmektedir. İkili karşılaştırmalardan öncelikleri elde etmek için özdeğer ve özvektör gibi matematiksel işlemlere gerek vardır. Bu hesaplamaları bilgisayarsız yapmak güçtür ve Expert Choice yazılımı bu hesaplamaları kolaylıkla yapabilmektedir. Burada bilgisayarsız olarak yapılan üç adımlık işlem öncelikleri elde etmek için yapılmalıdır:

1. adım : Karşılaştırmalar matrisinin her sütununun toplam değeri bulunur.
2. adım : Her sütundaki değerler o sütunun toplam değerine bölünerek normalize matris hesaplanır.
3. adım : Her satırın ortalaması hesaplanır. Ortalamalar önceliklerin tahminlerini verir. Bu önceliklerin toplamı “1” yapmaktadır.

Benzer işlemler Tablo 3.4 de görüleceği gibi diğer kriterler için de tekrarlanır.

**Tablo 3.3. Okul Bütçesinin Dağıtımını İçin Önceliklerin Belirlenmesi**

**Amacıyla Kriterlerin Karşılaştırılması**

	Programlar	Araştırma	Servisler	İşlemler	Destek	Giderler	Gelir Get.Faal.	Öncelikler
Programlar	1	1	2	7	7	8	7	0.030
Araştırma	1	1	5	1/5	1/3	1/7	1	0.052
Servisler	1/2	1/5	1	1/8	1/7	1/9	1/7	0.019
İşlemler	1/7	5	8	1	5	1	7	0.318
Destek	1/7	3	7	1/5	1	1/4	7	0.163
Giderler	1/8	7	9	1	4	1	9	0.345
Gelir Get.Faal.	1/7	1	7	1/7	1/7	1/9	1	0.072

**Tablo 3.4. Yedi Kritere Göre Seçeneklerin Karşılaştırılması**

Programlar	A	B	C	D	Öncelikler	Araştırma	E	F	G	H	I	Öncelikler
A	1	5	7	3	0.589	E	1	1	1	5	5	0.294
B	1/5	1	4	1	0.173	F	1	1	1	5	5	0.294
C	1/7	1/4	1	1/3	0.060	G	1	1	1	5	5	0.294
D	1/3	1	3	1	0.178	H	1/5	1/5	1/5	1	1	0.059
						I	1/5	1/5	1/5	1	1	0.059

Servisler	J	K	Öncelikler	İşlemler	L	M	N	Öncelikler	Destek	O	P	R	S	Öncelikler
J	1	1/5	0.380	L	1	9	5	0.722	O	1	1	3	3	0.398
K	1	1	0.620	M	1/9	1	1/7	0.051	P	1	1	2	1/2	0.237
				N	2	1/5	1	0.227	R	1/3	1/2	1	1	0.142
									S	1/3	2	1	1	0.223

Giderler	P	T	U	Öncelikler	Gelir Get.Faal.	V	Y	Öncelikler
P	1	1/5	1/7	0.072	V	1	1	0.500
T	5	1	1/3	0.279	Y	1	1	0.500
U	7	3	1	0.649				

Sonuç olarak bütçe dağıtımı yapılacak faaliyetler için aşağıda sıralanan öncelikler elde edilmiştir:

Eğitim İşl. (L)	0.230
Gel.Ye.Gid. (U)	0.224
Mev.Fak. (T)	0.096
Fak.Büroları (N)	0.072
Öğr&Öğrt.Si (O)	0.065
Personel (P)	0.064
Burslar (S)	0.037
Sermaye Ar. (V)	0.036
Y. (Y)	0.026

Prof.Org. (K)	0.012
İletişim (J)	0.007
YeniYöntem	0.005
DersGeliş (B)	0.005
Araş. Yeri (H)	0.003
Araş. Gereç. (I)	0.003
Yeni Prog. (C)	0.002

Burada elde edilen önceliklerin tutarlılığı önemlidir. Bu nedenle AHP sonucunda elde edilen öncelikler için tutarsızlık oranı hesaplanır. Bunun için şu adımlar izlenebilir:

1.adım: Örneğin Tablo 3.3'deki karşılaştırma matrisi için  $\lambda_{max}$  (matrisin en büyük özdeğeri) hesaplanır.

2.adım: Tutarlılık İndeksi =  $CI = (\lambda_{max} - n)/(n-1)$  bulunur. Burada n karşılaştırılan veri sayısı yani 7 dir.

3.adım: Tutarlılık oranı hesaplanır. Tutarlılık oranı :

$$\text{Tutarlılık Oranı} = CR = CI/RI$$

şeklinde tanımlanır. Burada RI = Rassal indeks' dir. Tablo 3.2'de görülen rassal indekse göre n=7 için RI = 1.32 olarak bulunur.

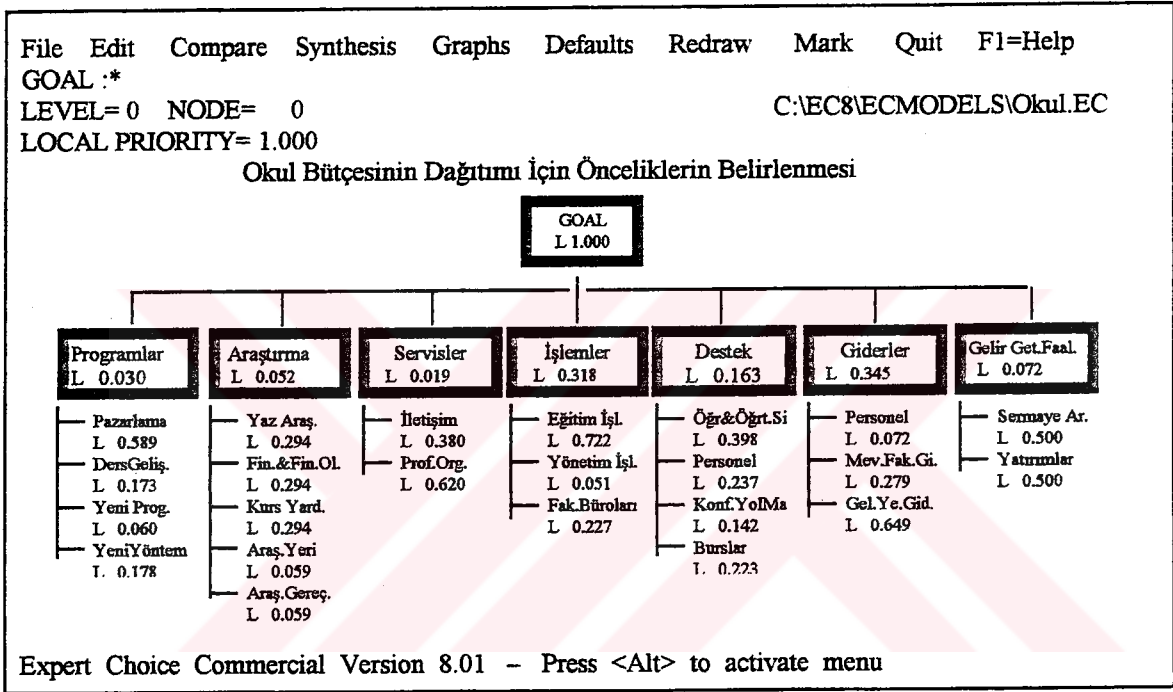
### 3.4. Expert Choice Programının Kullanımı

Expert Choice (EC) kompleks kararlar ve değerlendirmelerin düzenlenmesi, sentezi, analizi için bir sistemdir. Kullanıcıya yardımcı menüleri ile mikro bilgisayarlarda çalışan, AHP teorisi temeline dayanan bir paket programdır. Özvektör ve özdeğer hesaplamalarına gerek kalmadan EC ile AHP uygulamalarının öncelikleri ve tutarsızlık oranları bulunabilir. Bu kısımda bir önceki kısımda anlatılan bir üniversitenin bütçe dağıtımı için önceliklerin belirlenmesi örneği kullanılarak EC anlatılacaktır. (Expert Choice Version 8 User Manual) (Expert Choice Version 8, 1993)

EC programına girildiğinde ekrana bir menü gelir ve bu menüden komutları seçebilmek için ALT ve ENTER tuşlarına basılır. Retrieve/Make komutu ile daha önceden oluşturulmuş bir EC dosyasına ulaşılabilir. Eğer yeni oluşturulacak bir model ise

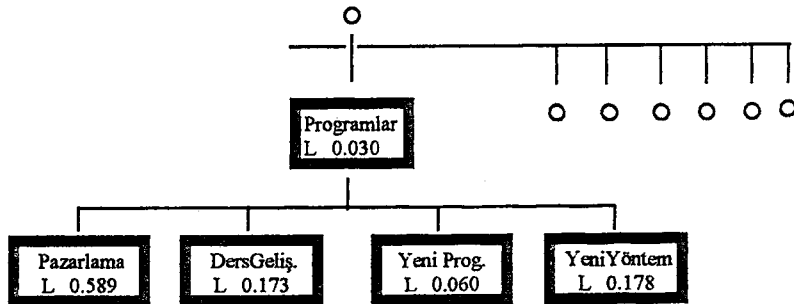


model amacının tanımı yazılır. Örneğin, bütçe dağıtımında önceliklerin belirlenmesi amacı ile Şekil 3.3 de görülen hiyerarşi oluşturulması için ilk olarak EC programına girildikten sonra kararın amacı tanımlanır ve modele özel bir dosya adı verilir. Daha sonra ekranda görülen dikdörtgen şeklindeki ağaç noktaları oluşturulur. Bunun için Şekil 3.3 de görülen menüden EDIT komutu seçeneklerinden INSERT kullanılır. En üstteki amaç dikdörtgeninin altına ilk kriter için isim verilir ve hiyerarşiye eklenir. Aynı işlemler diğer altı kriter içinde devam eder ve Şekil 3.3 elde edilir.



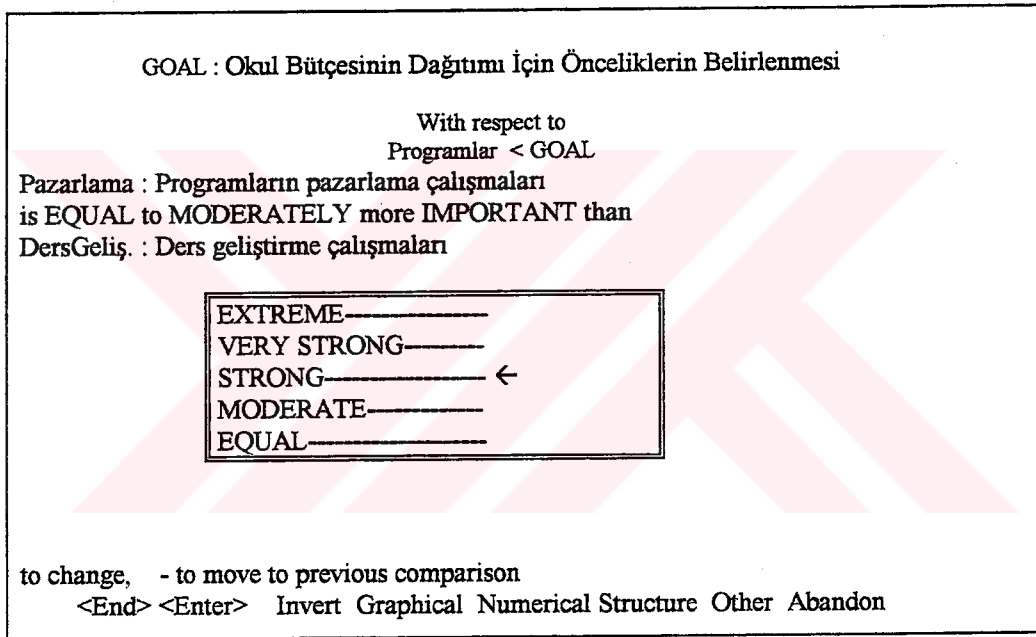
**Şekil 3.3. Örnek Modelin Amaç ve Kriterlerinin Görüldüğü Bir Hiyerarşi**

Her kriter eklendiğinde Şekil 3.4 deki gibi kriter dalları oluşturulur. Şekil 3.4 Programlar kriterinin seçenekleridir ve dört tane dir.



**Şekil 3.4. Programlar Kriteri İçin Hiyerarşi**

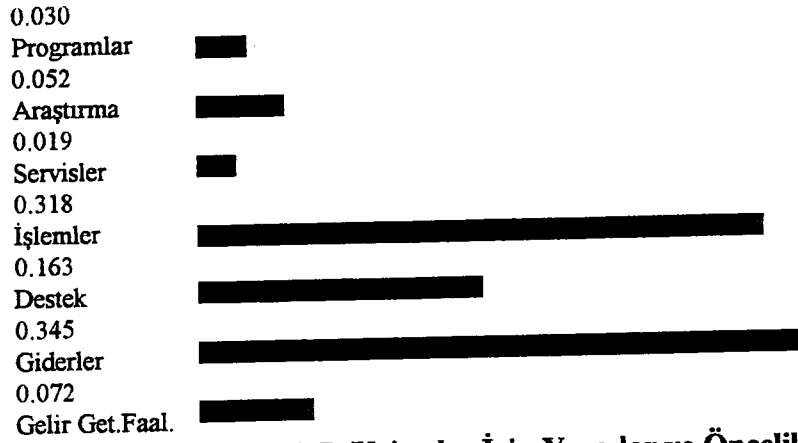
Tüm kriterlerin tanımı bittikten sonra yön tuşları ile amaç karesine gidilir ve menüden Compare/Preference Komutu seçilir, Şekil 3.5'deki karşılaştırma menüsü ekrana gelir. Şekil 3.5 deki ekranda Programlar kriterine göre Pazarlama ve Ders geliştirme arasındaki tercih belirlenir ve Pazarlama, Ders Geliştirmeye göre kuvvetli şekilde tercih edilmektedir. Mümkün olan tüm kombinasyonlar bitinceye kadar ikili karşılaştırma işlemi sürer. Alt tuşuna basılır ve yön tuşları ile ilerleyerek 'Numerical' seçilirse, karşılaştırma ölçütleri 1, 3, 5, 7, 9 şeklinde sayılara dönüşür. Bu örnekte Ders Geliştirme Pazarlamaya göre belirli ölçüde daha önemli ise 'Invert' seçilir ve durum tersine dönüştürülebilir.



**Şekil 3.5. Programlar Kriterine Göre Pazarlama ve Ders Geliştirme Arasındaki Tercihin Tanımlanması**

Kullanıcı verilerinden oluşan ikili karşılaştırmalar matrisinin tamamı



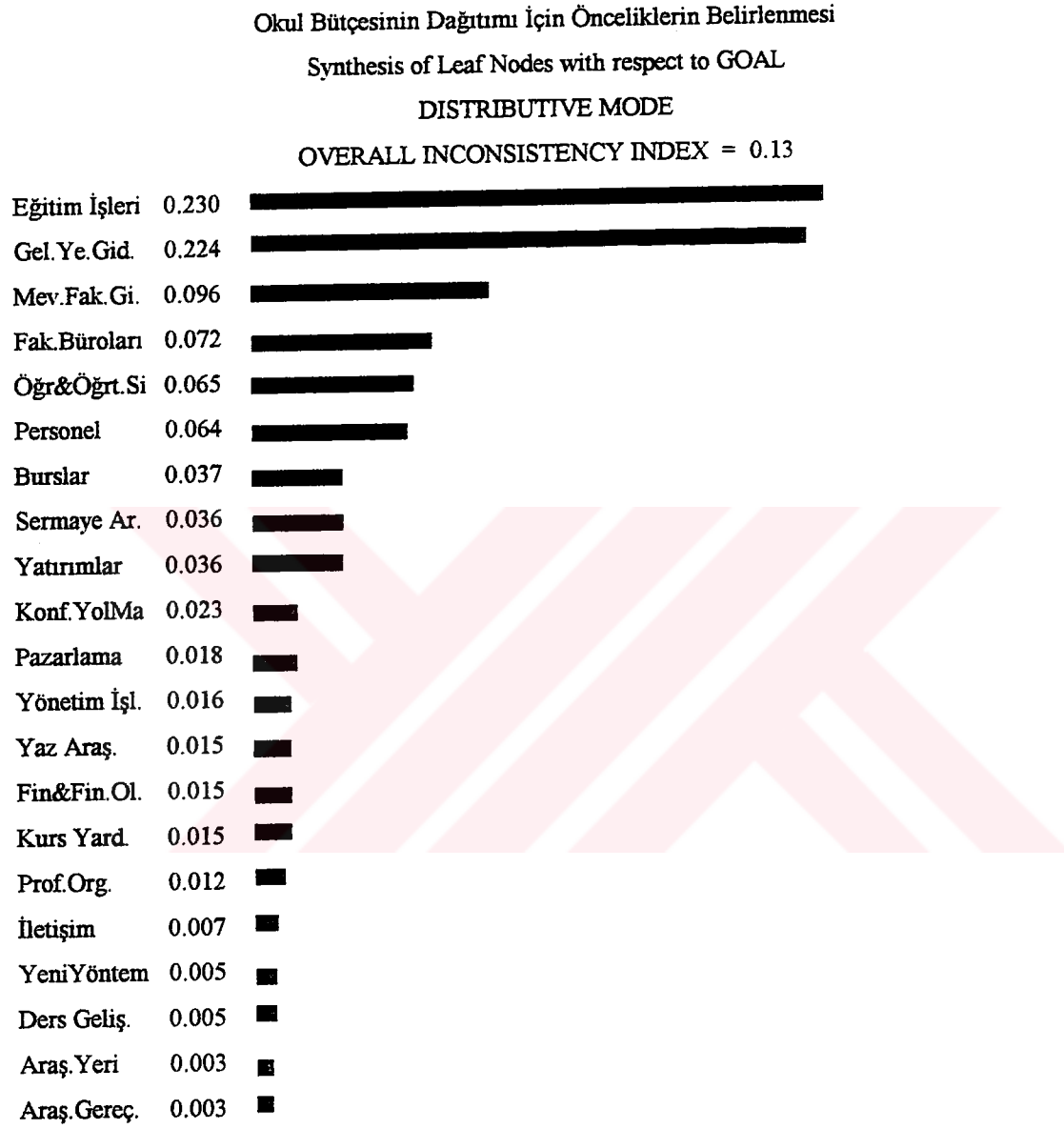


**Şekil 3.7. Kriterler İçin Yargılar ve Öncelikler**

LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4	LEVEL 5
Giderler	=0.345			
		Gel.Ye.Gid. = 0.224		
		Mev.Fak.Gi. = 0.096		
		Personel = 0.025		
İşlemler	=0.318			
		Eğitim İşl. = 0.230		
		Fak.Büroları = 0.072		
		Yönetim İşl. = 0.016		
Destek	=0.163			
		Öğr.&Öğrt.Si = 0.065		
		Personel = 0.039		
		Burslar = 0.037		
		Konf.YolMa = 0.023		
Gelir Get.Faal.	=0.072			
		Sermaya Ar. = 0.036		
		Yatırımlar = 0.036		
Araştırma	=0.052			
		Yaz Araş. = 0.015		
		Fin.&Fin.Ol. = 0.015		
		Kurs Yard. = 0.015		
		Araş.Yeri = 0.003		
		Araç.Gereç. = 0.003		
Programlar	=0.03			
		Pazarlama = 0.018		
		YeniYöntem = 0.005		
		DersGeliş. = 0.005		
		Yeni Prog. = 0.002		
Servisler	=0.019			
		Prof.Org. = 0.012		
		İletişim = 0.007		

**Şekil 3.8. Okul Bütçesi Dağıtımını İçin Önceliklerin Belirlenmesi Amacıyla Kurulan AHP Modelinin Final Sonuçlarının Sentez Detayları**

ikili karşılaştırma matrislerinin verileri girildikten sonra kullanılır ve karar seçeneklerinin en sonunda ki önceliklerini elde etmeyi amaçlar. Şekil 3.8 ve 3.9'da elde edilen sonuçlar görülmektedir.



CRITERIA	(DISTRIBUTIVE MODE)	ALTERNATIVES
Programlar	▶ .030	Eğitim İşl. ■ .230
Araştırma	■ .052	Gel.Ye.Gid. ■ .224
Servisler	■ .019	Mev.Fak.Gi ■ .096
İşlemler	■ .318	Fak.Büroları ■ .072
Destek	■ .163	ÖğraÖğrt.Si ■ .065
Giderler	■ .345	Personel ■ .064
Gelir Get.Faal.	■ .072	Burslar ■ .037

<Home> Numbers pRint Gradient Performance Z D Quit

Şekil 3.10. Expert Choice ile Dinamik Duyarlılık Analizi

Şekil 3.10' da görülen EC'nin dinamik-duyarlılık modunda herhangi bir kriterin yatay çubuğunun uzunlukları değiştirilerek diğer kriterler üzerindeki dinamik değişiklikler izlenebilir. Araştırma kriterinin değeri 0.303 yapıldığında oluşan değişikler Şekil 3.11'de görülmektedir.

CRITERIA	(DISTRIBUTIVE MODE)	ALTERNATIVES
Programlar	.022	Eğitim İşl. .169
Araştırma	.303	Cal. Ya. Gid. .165
Servisler	.014	Mev. Fak. Gi .071
İşlemler	.234	Fak. Büroları .053
Destek	.120	Öğra Öğrt. Si .048
Giderler	.254	Personel .047
Gelir Get. Faal.	.053	Burslar .027

<Home> Numbers pRint Gradient Performance 2 D Quit

Şekil 3.11. Dinamik Duyarlılık Analizi Kullanılarak Ağırlıkların Değişikliği

Yukarıda incelenen örnek, bütçe dağıtımında önceliklerin belirlenmesi amacıyla kullanılan AHP modeli adımları aynı şekilde bu tezin uygulama kısmında bilgisayarı oluşturan parçalarda seçenekler için önceliklerin belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Fakat karar verici için en etkin bilgisayar konfigürasyonunun belirlenmesinde doğrudan AHP uygulaması uygun olmadığı yani problemde kısıtlar bulunduğu için AHP verilerinin matematiksel bir modelde kullanılması gerekmektedir. Matematiksel model için de Tamsayılı Programlama modeli uygun bulunmuştur ve izleyen bölümde teorik anlatımı yer almaktadır.

## BÖLÜM 4. TAMSAYILI PROGRAMLAMA

Gerçek hayatta karşılaşılan çoğu karar problemlerinde, problemin yapısı gereği, karar değişkenlerinin tamamı ya da bir kısmı tamsayı değer almak zorundadır. Bazı problemlerde de, karar modeli geliştirme evresinde, modelin bilinen bir teknikle çözülebilirliğini sağlamak amacıyla, tamsayı değer alması öngörülen ara değişkenler kullanılır. Belirtilen durumlarla ilgili, yani karar değişkenlerinin tamsayılı olması gereken problemlerin modellenmesi ve modellerin çözümüne ilişkin kavram ve teknikler “*Tamsayılı Programlama*” başlığı altında incelenmektedir.

### 4.1. Tamsayılı Karar Modellerinin Genel Yazılımı

Tamsayılı karar modelinin genel yazılımı;

$$g_i(x) = b_i, \quad i = 1, 2, 3, \dots, m$$

$$x_j > 0, \quad j = 1, 2, 3, \dots, p$$

$$x_j > 0 \text{ ve tamsayı, } j = p + 1, p + 2, \dots, n$$

kısıtları altında,

En iyi  $f(x)$

şeklinindedir.

Karar modelinin kısıtları ve amaç fonksiyonu doğrusal fonksiyonlar ise; A katsayılar matrisi, b sağ taraf sabitleri vektörü ve C katkı vektörü olmak üzere, model;

$$AX = b$$

$$x_j > 0 \text{ bazı } j\text{'ler için}$$

$$x_j > 0 \text{ ve tamsayı diğer } j\text{'ler için}$$

kısıtları altında,

En iyi  $f(x) = CX$

şeklinde yazılır ve modele “Tamsayılı Doğrusal Programlama Modeli” denir. (Kara, 1986:96)



Tamsayı programlama uygulamalarıyla ilgili kavram ve teknikler tamsayı doğrusal karar modelleri üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu nedenle, çoğunlukla tamsayı programlama, tamsayı doğrusal programlama anlamında kullanılmaktadır.

$$AX = b, \quad X \geq 0, \quad \text{En iyi } Z = CX$$

doğrusal karar modelinde üç farklı şekilde tamsayı değişkenle karşılaşılabılır.

Modeldeki tüm karar değişkenleri tamsayı değer almak zorundadır, yani  $\forall_i$  için  $x_i$  tamsayı koşulu vardır. Bu durumda “Bütünüyle Tamsayı Programlama” söz konusudur.

Karar değişkenlerinin  $p$  tanesinin sıfır veya sıfırdan büyük olması, kalanın tamsayı değer alması gereken durum “*Karma Tamsayı Programlama*” olarak adlandırılır. Uygulama alanları için değişik örnekler bulunmaktadır. Beaumont (1997), bir yıllık bir dönemde personelin çalışma günlerinin belirlendiği bir listenin tasarımı için karma tamsayı programlamayı kullanmaktadır. (Beaumont, 1997)

Tüm karar değişkenlerinin ya sıfır ya da bir değerini almaları istenen duruma ise “*0-1 Tamsayı Programlama*” denir. Uygulama alanları için değişik örnekler bulunmaktadır. Millar ve Kiragu (1997), maksimum faydayı sağlamak için gezici satıcıların seyahat noktalarını belirleyebilmek amacı ile 0-1 tamsayı programlama modelini kullanmaktadırlar. (Millar, Kiragu, 1997)

## 4.2. Tamsayı Programlama Uygulamaları

Tamsayı programlama uygulamaları için bazı örnekler aşağıdaki gibi sıralanmaktadır:

### 1. Sermaye Bütçeleme Problemi

Belirli bir miktar para, işgücü, enerji, mekan ve benzeri kaynakların, bir dönem veya belirli sayıda dönem için; hisse senedi, tahvil, yatırım, araştırma-geliştirme tekliflerinin ya da belirli projelerin değerlendirilmesi ve seçimi gibi benzeri faaliyetlere tahsisine ilişkin karar problemleri, genelde, sermaye bütçeleme problemi olarak adlandırılır.

## 2. Yükleme Problemi

Birim ağırlıkları veya hacimleri belirli  $n$  tane farklı mal veya nesnenin, yük taşıma kapasitesi ve hacmi bilinen bir araca eniyi dolumuna ilişkin karar problemlerine “yükleme”, “kargo” veya “sırt çantası” problemleri denir.

Bu çalışmada kurulan matematiksel model yükleme problemine benzediğinden aşağıda bir örnek düzenlendikten sonra yükleme probleminin genel modeli verilecektir.

**Örnek :** Bill Dawes balık avından dönerken arabasının bagajında ekstra boş yer kaldığını görmüş ve arkadaşlarının kamp gereçlerini götürmekle ilgilenmiştir ve kaçar tane götürebileceğini hesaplamak istemiştir. Bu iki gereç:

$x_1$  = kamp çadırları

$x_2$  = uyku tulumları

dır. Bill bagajında  $50 \text{ dm}^3$  ekstra boş yer olduğunu ve mevcut yüküne ancak  $75 \text{ kg}$ . ekleyebileceğini belirlemiştir. Bir kamp çadırı  $9 \text{ kg}$ . ağırlığında ve  $5 \text{ dm}^3$  kadar olmaktadır. Bir uyku tulumu ise  $2.5 \text{ kg}$ . ve  $2 \text{ dm}^3$  kadardır. Bill her kamp çadırından  $10\$$  ve her uyku tulumundan  $8\$$  kar yapacağını tahmin etmektedir.

Bu problem tamsayılı programlama formatında;

$$\text{EnB } Z = 10 x_1 + 8 x_2$$

$$\text{Kısıtlar : } 5 x_1 + 2 x_2 \leq 50 \quad (\text{hacim kısıtı})$$

$$9 x_1 + 2.5 x_2 \leq 75 \quad (\text{ağırlık kısıtı})$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \text{ ve } x_1 \text{ ve } x_2 \text{ tamsayı olmak üzere}$$

şeklinde yazılabilir. (Markland, 1989:368)

Araca yüklenmesi sözkonusu mallar  $j=1,2,\dots,n$  ile gösterilsin.  $j$ 'inci malın birim ağırlığı  $a_j$ , birim hacmi  $h_j$ , birim karı  $c_j$ , aracın taşıma kapasitesi  $b$  mallara ayrılan hacim  $k$  olmak üzere yükleme probleminin genel karar modeli,

$$\sum_{j=1}^n a_j x_j \leq b \quad (\text{Ağırlık})$$

$$\sum_{j=1}^n h_j x_j \leq k \quad (\text{Hacim})$$

$$x_j \geq 0 \text{ ve tamsayı}$$

kısıtları altında,

$$\text{Enb } Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \leq b$$

şeklinde yazılır.

Genel modelde ağırlık ve hacim kısıtları yer almakla birlikte çoğu yükleme probleminde bunlardan biri sözkonusu olur. Karar değişkenlerinin alabilecekleri değerler açısından da özel durumlara göre modele uygun eklentiler yapılabilir. Sözgelimi, araca her maldan en fazla birer birimin konması istenmiş ise karar değişkenlerinin 0-1 olması öngörülebilecektir. (Kara, 1986:104)

### 3. Depo Yer Seçim Problemi

Tamsayılı karar modellerinin önemli bir uygulama alanı da yer seçimi yani kuruluş yeri problemleridir. Genelde 0-1 tamsayılı karar modeli olarak karşılaşılan kuruluş yeri belirleme problemleri, özel durumların gözönüne alınmasıyla karma tamsayılı modellere dönüşebilir.

### 4. Dağıtım Problemi

Uygulamada karşılaşılan çoğu taşıma, atama, aktarmalı taşıma ve benzeri dağıtım problemlerinde de, karar değişkenlerinin tamsayı değer alması zorunlu olur.

### 5. Gezgin Satıcı Problemi

Bulunduğu noktadan başlayıp, belirli yerlerin herbirine birer defa uğrayıp, başladığı yere dönmek durumunda olan bir kişi, uğrayacağı yerlerin sıralarını belirlerken, katedeceği toplam mesafenin veya yapacağı harcamanın en küçük olmasını ister. Bu tür problemlere “Gezgin Satıcı Problemi” denir. Uygulama için değişik örnekler bulunmaktadır. Zimmermann ve Monfroglio (1997), çalışmalarında dört şehir gezecek bir gezgin satıcı için, şehir numaraları 2-4-1-3-2 olan bir rota belirleyerek seyahat planı sunmuşlardır. (Zimmermann, Monfroglio, 1997)

#### 4.3. Model Geliştirmede Tamsayı Değişken Kullanımı

Bir karar modelinde  $x_j = 0$  veya 1 değeri alabilen  $j$ 'inci seçenekle ilgili bir karar değişkeni olsun. Böyle bir problemde karar vericinin seçeneklerle ilgili özel tutumları veya problemin yapısı gereği seçenekler arası zorunlu ilişkiler söz konusu olabilir. Bu durumlarda, her bir tutum veya zorunlu ilişki karşılığı modele özel kısıtların yazılması gerekir. Sözelimi  $x_j$ 'ler 0 veya 1 değeri alabilen değişkenler (seçenekler) iken:

Yalnız bir seçenek benimsenecek ise;

$$\sum_{j=1}^n x_j = 1$$

En fazla bir seçenek benimsenecek ise;

$$\sum_{j=1}^n x_j \leq 1$$

En az bir seçenek benimsenecek ise;

$$\sum_{j=1}^n x_j \geq 1$$

$j$  benimsendiğinde  $i$  de benimsenecek ise:

$$x_j \leq x_i$$

Yalnız bir seçenekten vazgeçilecek ise;

$$\sum_{j=1}^n x_j = n - 1$$

En fazla bir seçenekten vazgeçilecek ise;

$$\sum_{j=1}^n x_j \geq n - 1$$

En az bir seçenekten vazgeçilecek ise;

$$\sum_{j=1}^n x_j \leq n - 1$$

Yalnız  $k$  seçenek benimsenecek ise;

$$\sum_{j=1}^n x_j = k$$

En fazla k seçenek benimsenecek ise;

$$\sum_{j=1}^n x_j \leq k$$

En fazla k seçenekten vazgeçilecek ise;

$$\sum_{j=1}^n x_j \geq n - k$$

kısıtları modele eklenir.

#### 4.4. Tamsayılı Programlamada Çözüm Yaklaşımları

Tamsayılı doğrusal programlama modelini çözmek için, doğrusal programlama modelinin çözümünde olduğu gibi genel bir teknik yoktur. Belirli bir tür problemden hareketle geliştirilen bir dizi çözüm yaklaşımları geliştirilmiştir. Bu nedenle, bunların birinin diğerine üstünlüğü problemin yapısına göre değişmektedir.

Geliştirilen yaklaşımlar aşağıda verilen ana başlıklar altında toplanabilir; (Kara, 1986:134)

*Yuvarlama (Rounding)*:  $AX = b$ ,  $X \geq 0$  ve tamsayı, En iyi  $x_0 = CX$  modeli, önce  $AX = b$ ,  $X \geq 0$ , Eniyi  $x_0 = CX$  olarak çözülür. Eniyi çözümde karar değişkenleri tamsayı değer almış ise, ilk modelin de eniyi çözümü elde edilmiştir. Değilse, temel değişkenler, uygun çözüm koşulu bozulmadan, tamsayı değere (yuvarlama) dönüştürülerek yaklaşık eniyi çözüm bulunabilir.

*Sayımlama (Enumeration) Yöntemleri*: Bu yaklaşım, açık ya da kapalı olarak, verilen modelin tamsayı tüm uygun çözümlerini gözönüne alarak, eniyi çözümü aramaktır.

A. Land ve A. Doig 1960'da bütünüyle tamsayılı program için genel bir sayımlama (sayımsal) yöntemi önermişlerdir. Daha sonra, J. Little, K. Murty, D. Seoney ve C. Karel, 1962'de, bunların yöntemini gezgin satıcı problemine uygulamışlardır. 1965'de E. Balas 0-1 tamsayı için bir algoritma geliştirmiştir. Sayımlama yöntemlerinden

en geliştirilmiş ve yaygın uygulama olanağı bulmuş olanları “Dal ve Sınır” (Branch and Bound) teknikleridir.

*Kesme Düzlemi (Cutting Plane) Teknikleri:*  $AX = b, X \geq 0$ , Eniyi  $x_0 = CX$  modelinin eniyi çözümüne erişildikten sonra, tamsayı çözüm elde edilene kadar, her ardıştırmada, modele, tamsayı değer alacak değişkenlerden hareketle, yeni kısıt eklenerek işlemlere devam edilmesi şeklindeki algoritmalarıdır.

İlk önce G. Dantzig, D. Fulkerson ve S. Johnson 1954 de, daha sonra H. Markowitz ve A. Manne 1957’de kesme düzlemine ilişkin yaklaşımlar geliştirmişler, belirli sayıda ardıştırmadan sonra eniyi çözümü veren yapılandırılmış algoritmayı 1958’de R. Gomory geliştirmiştir. İzleyen yıllarda, önceki yaklaşımlara ekler ve özel durumlar için uygulanabilir yeni kesme düzlemi teknikleri geliştirilmiştir. Gomory’nin yaklaşımı, konu üzerindeki ilk genellemeleri Gomory’nin yapmış olması nedeniyle, kaynaklarda “Gomory’nin Kesme Düzlemi Tekniği” olarak da yer almaktadır.

*Ayrışımli Algoritmalar:* Karma tamsayılı modeli tamsayılı modele dönüştürerek, elde edilen bir dizi doğrusal ve tamsayılı modellerden hareketle, verilen modelin eniyi çözümüne geçiş şeklindeki yaklaşımlardır. Bu tür ilk uygulamayı 1962’de J. Berders yapmıştır.

*Grup Teorisi Algoritmaları:* 1965’de, Gomory,  $X \geq 0$  koşulu gözönüne alınmadığında, tamsayı değişkenlerle ilgili özel kısıtlar altındaki tamsayılı programlama modelinin, bir grup üzerinde tanımlanmış en küçükleme problemi şeklinde ele alınabilir olduğunu göstermiştir. Bunun üzerine kaynaklarda grup probleminden hareketle tamsayı programın çözümü için geliştirilen algoritmalara rastlanmaktadır.

Gomory’nin kesme düzlemi tekniği, tamsayılı programlamanın gelişimine katkısı açısından önemlidir. Ancak bu teknik, karma tamsayılı ve bütünüyle tamsayılı modeller için, ayrı ayrı uygulanmak durumunda olup, her bir kesme düzlemi eklenmesinde yapılması gereken işlem sayısı da fazladır. Oysa, sayımlama, özellikle dal ve sınır ile 0-1 model için geliştirilen toplamlı algoritma, işlem kolaylıkları ve her tür modele doğrudan uygulanabilirlikleriyle daha kullanışlıdır.

Dal ve sınır tekniği, amaç fonksiyonunun uygun çözüm alanına göre alt ve üst sınırlarını bul, tamsayı değer alacak değişkene sınırlar koy (sınırla) ve uygun çözüm

alanını alt bölümlere ayır (dallandır), bunları ayrı ayrı çöz ve işlemleri yürüt, kısaca “böl ve tut” şeklinde açıklanabilir.

Değişkenlerin yalnız sıfır veya bir değerini alabileceği doğrusal karar modellerinde, değişken sayısı az ise, tüm seçenekler oluşturularak eniyi çözüm kolaylıkla bulunabilir. Her değişken için iki değer sözkonusu olduğundan, n değişken için uygun çözüm sayısı en fazla  $2^n$  kadar olur. Değişken sayısı arttırıldığında, tüm seçenekleri taramak güç ve zaman alıcı olur. Bu nedenle, 0-1 tamsayılı model için özel tekniklere ihtiyaç vardır.

Sıfır-bir tamsayılı doğrusal karar modeli,  $c_j$  'ler tamsayı değer olmak üzere,

$$\sum_j a_{ij} x_j \leq b_i, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$x_j = 0 \text{ veya } 1$$

kısıtları altında,

$$\text{Enb } Z = \sum_j c_j x_j$$

şeklinde yazılabilir.

Ele alınan problemde  $c_j$  'lerin bir kısmı veya tamamı tamsayı değer değil ise, amaç fonksiyonu üzerinde uygun işlemlerle tüm  $c_j$  'ler tamsayı durumuna dönüştürülebilir.

Sıfır-bir tamsayılı modeli, dal ve sınır tekniği ile çözmek mümkündür. Ancak, her seferinde ele alınan doğrusal programların çözümü gerektiğinden, oldukça uzun işlemle karşılaşılır. Karşılaşılan işlem yükünü azaltmak amacıyla, modelin yapısından hareketle, sıfır-bir tamsayılı modelin çözümü için özel teknikler geliştirilmiştir. Sıfır-bir tamsayılı modelin çözümü için ilk özel tekniği 1965 de E. Balas geliştirmiştir. Daha sonra Glover 1965'de ve Geoffrion 1967'de kısmı sayımlama ile çözüm için özel algoritmalar geliştirmişlerdir. Bugün, sıfır-bir doğrusal programlamada geniş uygulama ve kullanım gören tekniğin temeli Balas'ın algoritmasıdır. Tekniğin uygulanmasında,  $x_j$  'lerin 0 veya 1 oluşları gözönüne alınarak, yalnız toplama veya çıkarma işlemleri yapıldığından, yaklaşıma “*Toplamlı Algoritma*” veya “*Balas'ın Algoritması*” denmektedir.

n değişkenli bir modelin karar değişkenleri vektörü,

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$$

ile gösterilsin. Her  $x_j$  için iki değer sözkonusu olduğuna göre, bu vektörün  $2^n$  farklı durumu olacaktır (bir kısmı uygun çözüm olmayabilir). Yani, modelin uygun çözüm sayısı en fazla  $2^n$  kadardır.

Tamsayılı programlama tekniklerini kullanarak modelin eniyi çözümünü bulan bilgisayar programları sayesinde daha hızlı ve kolay çözüme ulaşmak mümkündür. Bu tür programlara örnek olarak QSB, LINDO, LP80, QM30 gibi programlar sayılabilir. Bu tezde de matematiksel modelin çözümünde QSB (Quantitative Systems for Business) Version 3.0 programı kullanıldığından teorik çözüm şekillerine detaylı şekilde yer verilmemektedir.

En iyi bilgisayar konfigürasyonu seçmek için kurulan modelde kullanılan yöntemler, Analitik Hiyerarşi Süreci ve Tamsayılı Programlama başlıkları altında tanıtılmıştır. Tanıtılan bu yöntemlerin problem içinde tezin amacına uygun olarak kullanımına izleyen bölümde yer verilmiştir.



## BÖLÜM 5. KİŞİSEL BİLGİSAYAR YATIRIM KARARI İÇİN MODEL VE ÇÖZÜM YÖNTEMİ

Günümüzde birçok kişi çeşitli çalışmalarını için bir bilgisayara gereksinim duymaktadır. Bu kişilerin herbirisi değişik yaş, meslek veya eğitim gruplarından gelmekte ve bilgisayarın kullanma amaçları farklı olmaktadır. Genel olarak tek kişinin kullanabileceği bilgisayarlara ‘Kişisel Bilgisayar’ denmektedir. Bir kişisel bilgisayar birçok parçadan oluşmaktadır. Bu parçalardan bir kısmının bir kişisel bilgisayarda bulunması mutlaka zorunludur. Ayrıca bir kişisel bilgisayara eklenebilecek değişik işlevlere sahip parçalar da bulunmaktadır. Bir bilgisayarda mutlaka bulunması zorunlu parçalar olmadığı takdirde bilgisayar çalışmamaktadır. Bu çalışmada söz konusu parçalar “temel bileşenler” olarak adlandırılmaktadır.

Bilgisayar piyasasında IBM, DIGITAL, HP, COMPACT gibi markaların yanında tamamen alıcının isteği doğrultusunda bir bilgisayar oluşturmak da mümkündür. Bu bilgisayarlar “toplama bilgisayar” olarak adlandırılmakta ve fiyatları genellikle daha ekonomik olmaktadır.

Günümüzde kişisel bilgisayar fiyatları 700-3000 dolar arasında değişmektedir. Toplama bilgisayarlar sayesinde elinde aynı şekilde sınırlı bütçe olan (örneğin, 1500 dolar) farklı kişiler, kullanım amaçlarına ve özel tercihlerine bağlı olarak kendileri için uygun bilgisayarı alabilme şansına sahip olmaktadır.

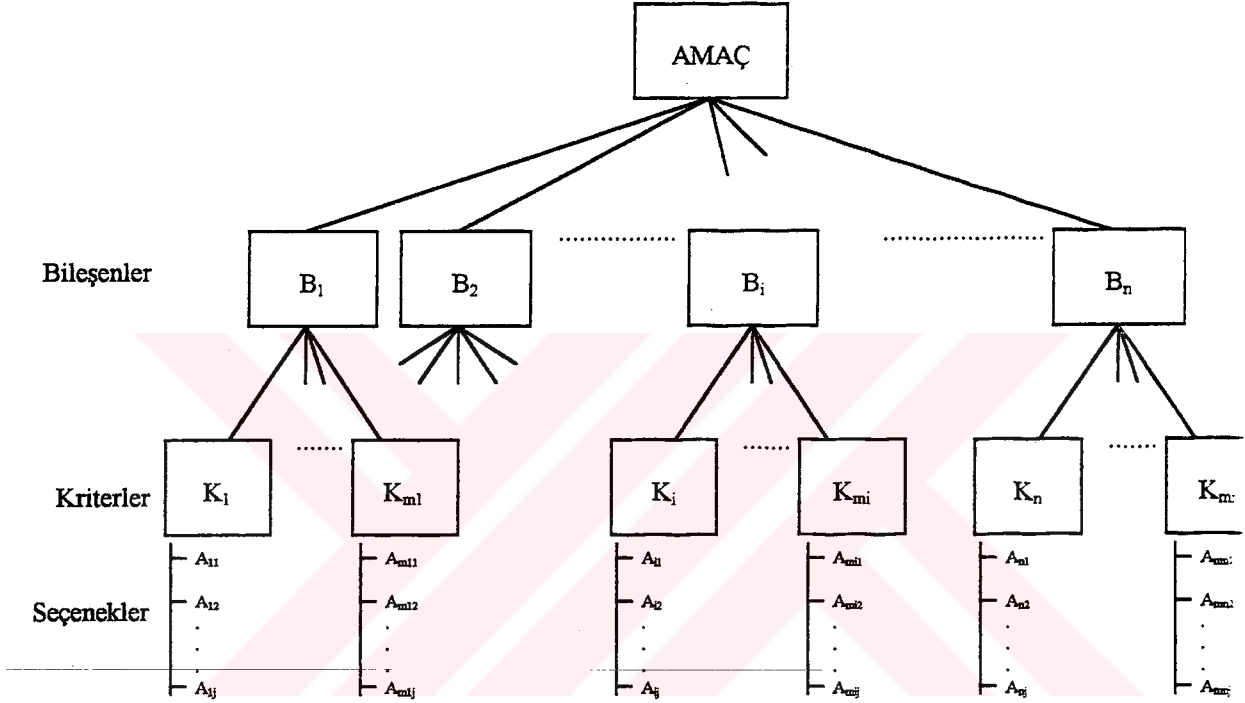
Bu çalışma iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada bilgisayar almak isteyen bir kişi için bilgisayarın temel bileşenlerinin önem dereceleri AHP kullanılarak saptanmıştır. İkinci aşamada ise AHP ile elde edilen bu değerler bileşenlerin (parçaların) faydaları olarak kabul edilmiş ve bütçe sınırlaması altında maksimum faydayı elde etmek üzere bir optimizasyon modeli geliştirilmiştir. Bu modelden yararlanarak bilgisayarın konfigürasyonu belirlenmiştir.

Bu bölümde AHP uygulaması için kullanılacak hiyerarşik model tanıtılmıştır. Bu modelden elde edilecek sonuçlara dayanarak matematiksel model genel biçimiyle açıklanmıştır.

## 5.1. Hiyerarşinin Kurulması

Temel bileşenlerin önem derecelerinin saptanmasında AHP uygulanmak üzere kurulan hiyerarşik modelin en üst düzeyinde Şekil 5.1’de görüldüğü gibi temel bileşenler yer almaktadır.

(Bilgisayarı Oluşturan Parçalarda Seçenekler İçin Önceliklerin Belirlenmesi)



Şekil 5.1. Hiyerarşik Modelin Genel Biçimi

Şekil 5.1’de “B” ile gösterilenler bilgisayar bileşenleridir ve i bu bileşenlerin bir göstergesidir. “K” ile gösterilenler her bileşen için var olan kriterlerdir ve yine her bileşen için farklı sayıda kriter söz konusudur. “A” ile seçenekler gösterilmekte ve j bu seçenekler için bir gösterge olup sayısı her i değeri için farklıdır, yani her bileşen için farklı sayıda seçenek bulunmaktadır.

Ayrıca, i bileşeninin diğer bileşenler arasındaki önem derecesi  $W_i$ , i bileşeni için j seçeneğinin diğer seçenekler arasındaki değeri  $W_{ij}$ , i’inci bileşen için j’inci alternatifin genel içinde değeri  $W_i W_{ij}$  ile gösterildiğinde,

$$\sum_i W_i = 1$$

ve

$$\sum_j W_{ij} = 1 \quad (\text{her } i \text{ için})$$

olmalıdır. Dolayısıyla da

$$\sum_i \sum_j W_{ij} = 1$$

olmaktadır.

Hiyerarşik yapının genel biçimi bu şekilde tanımlandıktan sonra izleyen kısımlarda hiyerarşinin dalları tek tek anlatılmaktadır.

### 5.1.1. İşlemci

Bilgisayarın en önemli parçasıdır. Çoğu zaman bilgisayar modellerine isimlerini kullanan işlemci verir. (PC Magazine Eki, Şubat, 1996:3) Merkezi işlem birimi (MİB) aynı zamanda mikro işlemci ya da CPU (Central Processing Unit) olarak da adlandırılmaktadır. (PC World Eki, Ocak, 1996:249)

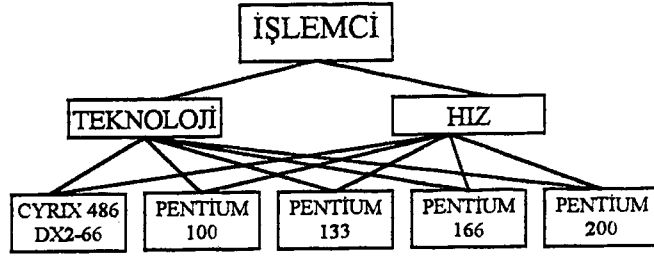
Bilgisayarların sadece işlemcisi değiştirilerek modelleri yükseltilebilir ve yükseltme garantisiyle satılır. Böylece yapılan yatırım yıllarca korunmuş olur. Daha yüksek performansa gerek duyulduğu anda bilgisayar daha üst bir modele yükseltilir. . (PC Magazine, Kasım, 1994:26)

İşlemciler anakart üzerinde bulunan soketlere bağlanırlar. İşlemcinin, ileride ne ölçüde terfi edebileceğini anakart seçimi belirler. (PC World, Aralık, 1995:93)

İşlemci, Şekil 5.2'deki hiyerarşik yapıda görüldüğü gibi iki kritere göre değerlendirilebilir:

**1. Teknoloji :** Örneğin, 486 ve Pentium teknolojilerinden söz edilebilir. 486 teknolojisi bugün nerede ise zamanını doldurmuştur. Pentium daha yeni olamıdır. Eğer çok yüklü hesaplamalar gerektiren türde bir işle uğraşılmayacak ise 486 teknolojisi de eski olmasına rağmen yeterli olabilir. (PC Magazine Eki, Şubat, 1996:3)

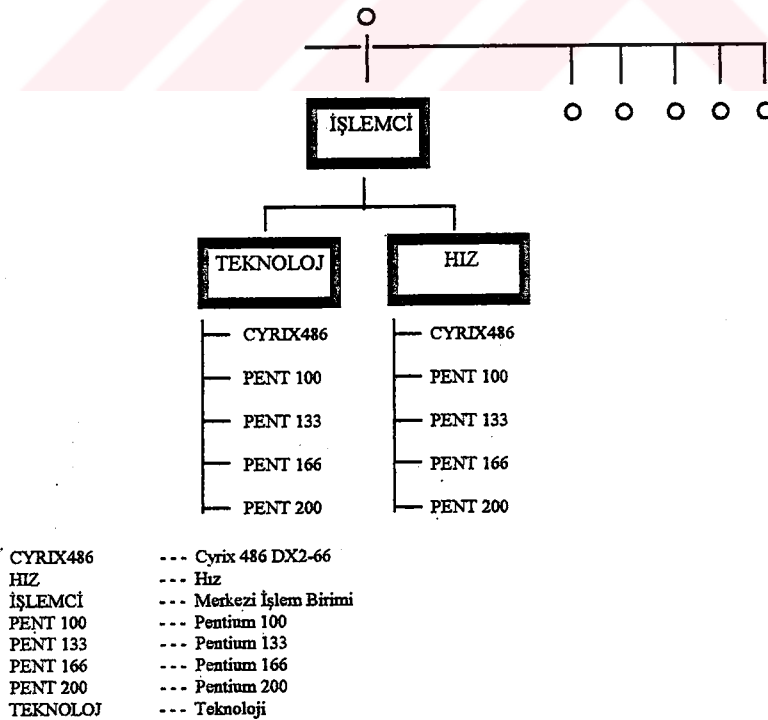
**2. Hız:** İşlemci saat hızı Megahertz ile ölçülür ve genellikle işlemci adının yanında belirtilir. Örneğin, Pentium için 60, 75, 120 ve 133 MHz hızında modeller bulunmaktadır. İşlemci hızları karşılaştırılırken sadece aynı tür işlemciler arasında doğrudan bir karşılaştırma yapılabilir. Örneğin, aynı hızdaki bir Pentium, 486'dan daha



**Şekil 5.2. İşlemci Bileşeninin Kriter ve Seçenekleri**

hızlı çalışacaktır. 60 MHz Pentium ortalama olarak 100 MHz 486 ile aynı performansı verecektir. Ancak bu sadece bir örnektir ve yeterince doğru sayılmayabilir. (PC Magazine Eki, Şubat, 1996:3)

İşlemci için günün koşullarına uygun ve piyasada yapılan araştırmalar sonucu Cyrix 486 DX2-66, Pentium 100, Pentium 133, Pentium 166, Pentium 200 olmak üzere beş seçenek belirlenmiştir. Şekil 5.3'de Expert Choice programı ile oluşturulmuş hiyerarşik yapı görülmektedir.



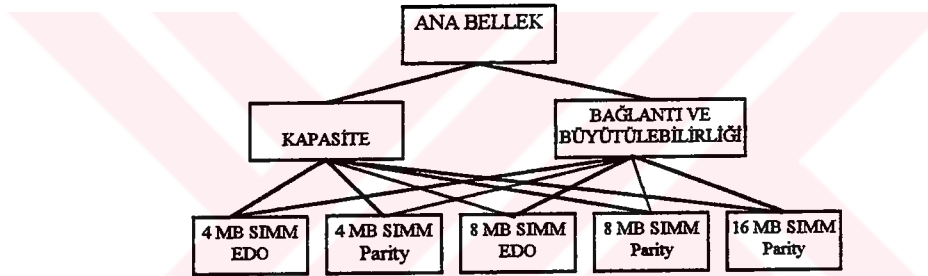
**Şekil 5.3. İşlemci Kriteri İçin Expert Choice Programında Oluşturulan Hiyerarşi**

### 5.1.2. Ana Bellek (RAM)

Programlar çalıştırılmadan önce ana belleğe yüklenir, aynı şekilde yedekleme birimlerinden okunan her veri de önce ana belleğe yüklenir, işlemci tümüyle belleği kullanarak çalışır. Kısaca, ana bellek program ve verilerin geçici olarak saklandığı yerdir.

Ana bellek seçiminde Şekil 5.4’de görüldüğü gibi iki kriter söz konusudur:

1. **Kapasite:** İşlemciden sonra bilgisayarın performansını en çok bellek miktarı etkileyecektir. Yazılımların boyutu büyüdükçe bir bellek terfisinin performansa etkisi işlemci terfisinden daha çok olur. Özellikle, Windows 3.1 için 4 MB’tan 8MB’a, Windows 95 için 8 MB’tan 16 MB’a terfi edildiğinde bir işlemci terfisinden fazla performans kazandırır.

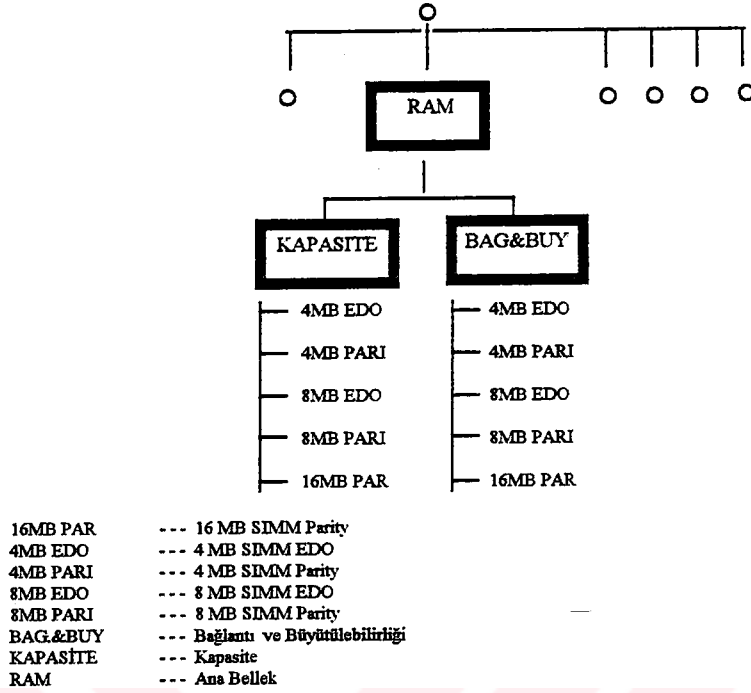


Şekil 5.4. Ana Bellek Bileşeninin Kriter ve Seçenekleri

2. **Bağlantı ve Büyütülebilirliği:** Bugün bellekler SIMM modülü adı verilen küçük kartlar şeklinde satılmaktadır, 72 iğneli türü mevcuttur.

Anakart üzerinde RAM modülleri için ayrılmış soket sayısı önemlidir. Örneğin, 4 soket varsa ve 1 MB’lık SIMM’lerle hepsi doldurulmuş ise 8 MB’a terfi ederken zorluk çekilebilir. Soketlerin hepsinin ya da en az yarısının doldurulmuş durumda olması dikkate alınarak iki adet 2 MB SIMM’e sahip 4 MB belleği 8 MB’a artırmak çok daha kolay olabilir.

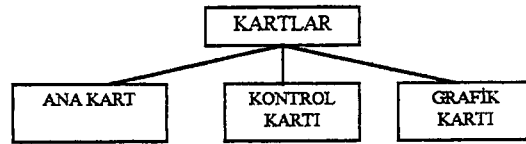
Ana bellek için 4 MB SIMM EDO, 4 MB SIMM Parity, 8 MB SIMM EDO, 8 MB SIMM Parity, 16 MB SIMM Parity olmak üzere beş seçenek belirlenmiş ve EC programında Şekil 5.5’de görülen hiyerarşi oluşturulmuştur.



**Şekil 5.5. Ana Bellek Kriteri İçin Expert Choice Programında Oluşturulan Hiyerarşi**

### 5.1.3. Kartlar

Bilgisayar kasasında yer alan soketlere takılan kartların herbiri değişik işlevlere sahiptir. Bunlardan ana kart, kontrol kartı ve grafik kartı Şekil 5.6.'da görüldüğü gibi vazgeçilemez bileşen olarak belirlenmiştir ve hiyerarşinin bir alt düzeyini oluşturmaktadır.



**Şekil 5.6. Kartlar Bileşeninin Alt Kriterleri**

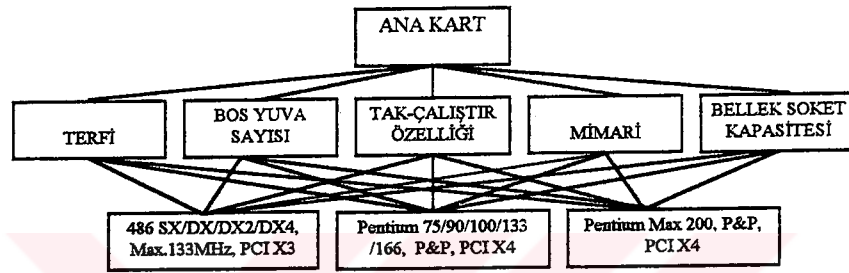
#### 5.1.3.1. Ana Kart

Bilgisayarın en önemli bileşenlerini içeren devre kartıdır. Şekil 5.7'de görüldüğü gibi beş kritere göre değerlendirilebilir: (PC World Eki, Ocak, 1996:245)

**1. Terfi (Upgrade):** Son yıllarda işlemcilerin değişik hızlardaki versiyonları çok çabuk çıkmakta, alınan bilgisayar daha yeni sayılırken yetersiz hale gelmektedir.

Bu nedenle üreticiler anakart üzerine daha hızlı bir işlemcinin takılmasıyla bilgisayar işlemcisinin terfi etmesini sağlayacak soketler koymaya başlamışlardır.

Bir bilgisayar alırken ana kartın en son hangi hızdaki ne tür işlemiye terfi olanağı sağladığı mutlaka öğrenilmelidir. Örneğin, Pentium 60 daha ileride Pentium 75, 120 veya 133 modellerini destekleyebilir.



**Şekil 5.7. Ana Kart Bileşeninin Kriter ve Seçenekleri**

**2. Boş Yuva (Soket) Sayısı (Genişleme Yuvası Sayısı):** Anakart üzerinde bilgisayara ek cihazlar, kartlar bağlamak için genişleme yuvası adı verilen soketler bulunur. Özellikle, küçük anakartlar üzerinde yuva sayısı az olabilir, ileride yapılacak olası eklemeler düşünülerek en azından üç boş yuvaya sahip bir kart seçilebilir. (PC Magazine Eki, Şubat, 1996:13)

**3. Tak-Çalıştır (Plug&Play) Özelliği:** Anakart üzerindeki genişleme yuvaları tak-çalıştır standardına destek verir. Tak-çalıştır bilgisayardaki çevre birimlerinin tasarımları sayesinde kendilerini bilgisayar sistemine tanıtmalarıdır. Yani sonradan takılan kartların adres veya kanal ayarlarını yapmaya gerek kalmaz. (PC World, Eylül, 1995:78; PC World, Kasım, 1996:35)

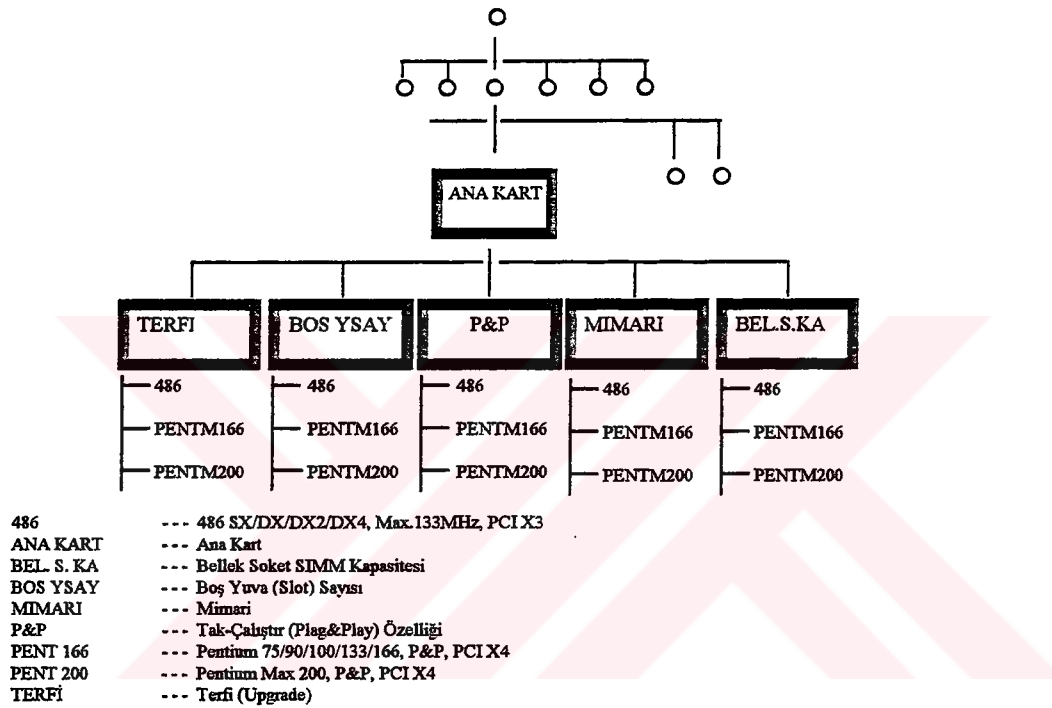
Donanıma ait ek parçalar -ses kartı gibi- kendiliğinden ve sorunsuz olarak konfigüre edilebilir. (CHIP, Şubat, 1996:92)

**4. Mimarisi (Teknoloji):** Anakart üzerindeki soketler bilgisayarla iletişim için belli bir arabirim standardını destekler. Bu yuvalara ancak aynı standarda uygun yapılmış bir kart takılabilir. ISA, VESA, PCI vb. standartlardan söz edilebilir. PCI daha bağımsız bir standarttır. (PC Magazine Eki, Temmuz, 1996:19)

Bilgisayarların hızlı mimari sayesinde video ve data aktarım hızları çok yükselebilir. (PC Magazine, Kasım, 1994:26)

**5. Bellek SIMM Soketi Kapasitesi:** RAM modülleri için ayrılmış soket sayısı önemlidir. Fazla sayıda olması veya en az yarısının doldurulmamış durumda olması istenebilir.

Ana kart için belirlenen üç seçeneğin de yer aldığı EC modeli Şekil 5.8’de görülmektedir.



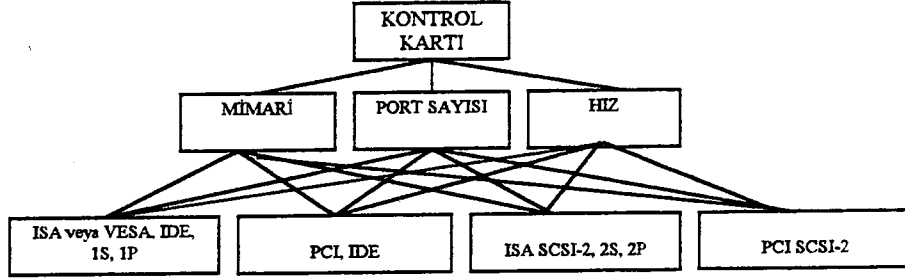
**Şekil 5.8. Ana Kart Bileşeni İçin Expert Choice Programında Oluşturulan Hiyerarşi**

### 5.1.3.2. Kontrol Kartı

Giriş/Çıkış kartı üzerinde standart arabirimler olarak paralel ve seri portlar bulunmaktadır. Yani bilgisayarın arkasındaki soketler olarak düşünülebilir. Örneğin, yazıcılar genellikle paralel tipteki sokete, fare ve modem’in kabloları ise seri tipteki diğer tür sokete takılabilmektedir. Kontrol kartı Şekil 5.9’da görüldüğü gibi üç kritere göre belirlenebilir:



**1.Mimari:** En hızlı veriyolu standardı olan PCI Bus mimarisini taşıyan konfigürasyona sahip bilgisayarlar file server, CAD/CAM/CAE, Masa Üstü Yayıncılık, animasyon uygulamaları için idealdir. (PC Magazine, Kasım, 1994:26)

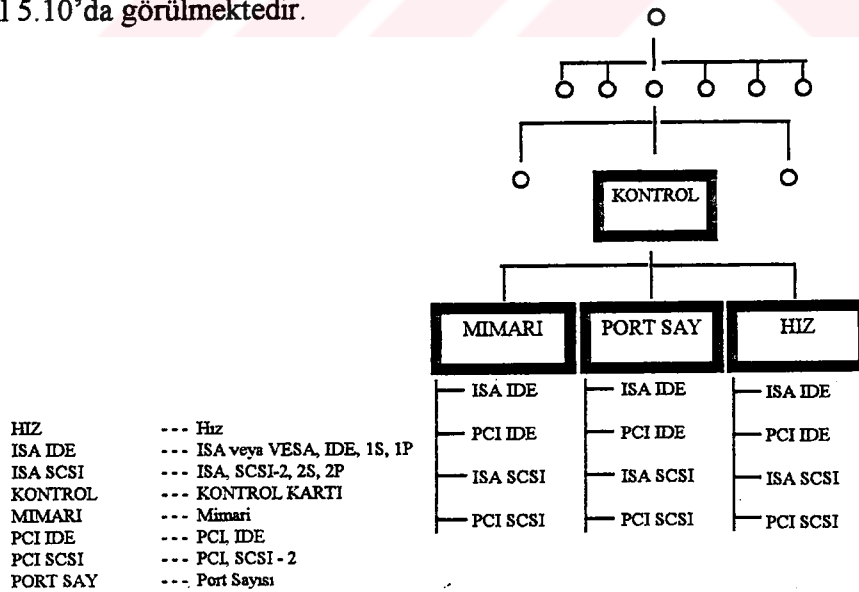


**Şekil 5.9. Kontrol Kartı Bileşeninin Kriter ve Seçenekleri**

**2. Port Sayısı:** Çoğu Giriş/Çıkış kartında 2 seri ve 1 paralel port bulunmaktadır. Örneğin, yazıcı sayısını artırmak, CD sürücü ya da yedekleme ünitesi kullanmak istendiğinde gerekli port sayısı ihtiyaca göre artırılabilir.

**3. Hız:** Gelişmiş bir paralel port ve hızlı bir UART entegresine (örneğin, 8250, 16450) sahip kart tercih edilebilir.

Kontrol kartı için belirlenen ISA veya VESA,IDE,1S,1P; PCI, IDE; ISA, SCSI-2, 2S, 2P; PCI, SCSI-2 dört seçenekle beraber oluşturulan hiyerarşik EC modeli Şekil 5.10'da görülmektedir.



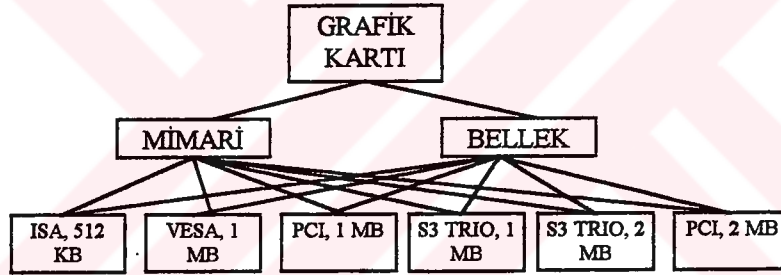
**Şekil 5.10. Kontrol Kartı Bileşeni İçin Expert Choice Programında Oluşturulan Hiyerarşi**

### 5.1.3.3. Grafik Kartı

Grafik kartı, bilgisayara bağlı monitörü kontrol eder ve ekrandaki görüntülerin oluşmasından sorumludur. Şekil 5.11'de görüleceği gibi iki kritere göre değerlendirilebilir:

1. **Mimari:** Hızlı bilgisayar sistemleri, hızlı veriyolu kullanan bir grafik kartını gerektirmektedir. Örneğin, VESA, PCI mimarisini taşıyan veriyolları kullanılmaktadır.

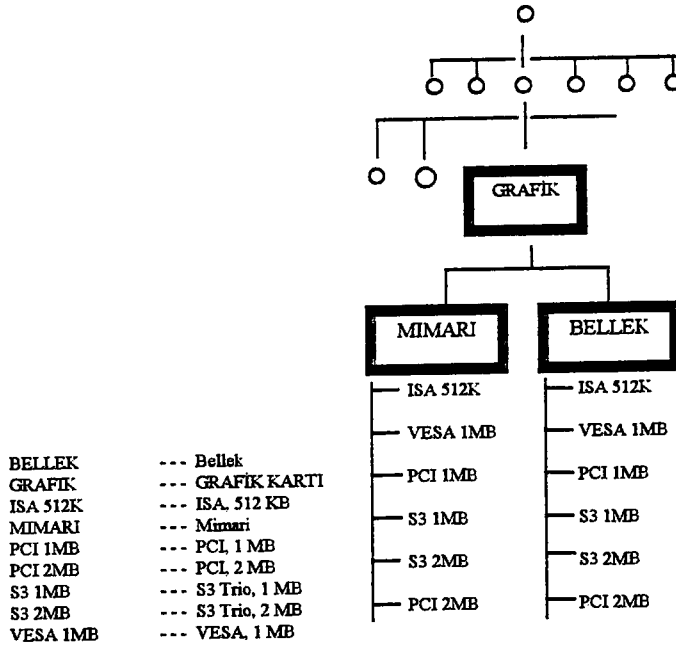
2. **Bellek:** Grafik kartındaki bellek miktarı kullanılacak maksimum çözünürlüğü ve o çözünürlükteki renk sayısını sınırlar. Örneğin, 256 renk bir grafik modunda ekrandaki her nokta için bir byte renk bilgisinin saklanması gerekmektedir. Eğer 1024x768 çözünürlüğünde 256 renk çalışmak istenirse bu kadar bilgiyi tutabilecek en az 1 Mb belleğe sahip grafik kartı tercih edilmelidir.



Şekil 5.11. Grafik Kartı Bileşeninin Kriter ve Seçenekleri

Grafik kartı monitörle uyumlu olmalıdır. Çözünürlük açısından grafik kartının yetenekleri monitörün gösterebileceğinden fazla olabilir, bu durumda monitörün desteklemediği çözünürlükleri kullanmamak gerekir yoksa bilgisayar zarar görebilir.

Grafik kartı için belirlenen ISA, 512 KB; VESA, 1 MB; PCI, 1 MB; S3 TRIO, 1 MB; S3 TRIO, 2 MB; PCI, 2 MB altı seçenekle beraber oluşturulan hiyerarşik EC modeli Şekil 5.12'de görülmektedir.

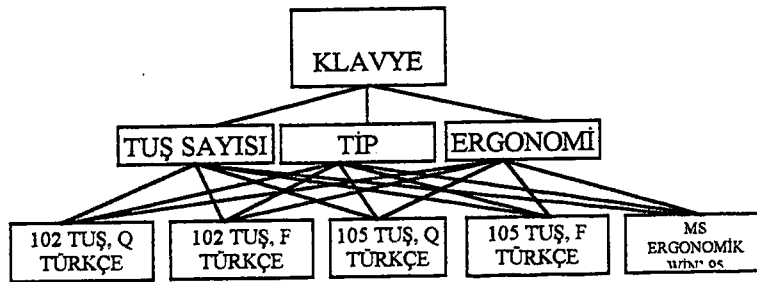


**Şekil 5.12. Grafik Kartı Bileşeni İçin Expert Choice Programında Oluşturulan Hiyerarşi**

#### 5.1.4. Klavye

Bilgisayara bağlı, bilgileri ve komutları makineye girmeyi sağlayan birimdir. Standart daktilo tuşlarının yanında özel tuşları da vardır. Şekil 5.13’de görüldüğü gibi üç kritere göre değerlendirilebilir: (PC World Eki, Ocak, 1996:249)

**1.Tuş Sayısı:** Günümüzde 102 ve 105 tuş klavye üretilmektedir. 105 tuş klavye özellikle Windows 95 için özel tuşlara sahiptir.

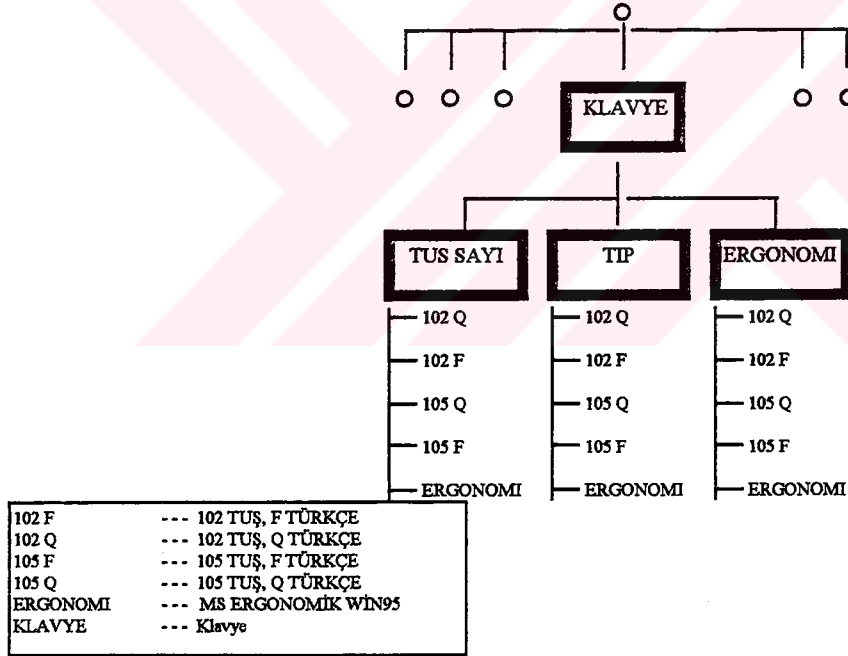


**Şekil 5.13. Klavye Bileşeninin Kriter ve Seçenekleri**

**2. Tip:** Bir tuşa basıldığında bilgisayarın onu hangi karakter olarak değerlendireceği tümüyle yazılım tarafından kontrol edilmektedir, fakat en iyisi tuşları üzerinde kullanılacak klavye türünde etiketler bulunan bir klavye seçmektir. Örneğin, Q, F veya ergonomik klavyeler mevcuttur.

**3. Ergonomi:** Uzun süreli ve özellikle yanlış klavye kullanımı bileklerde kolay geçmeyen türden bir rahatsızlık oluşturabilmektedir. Başlıca iki tür ergonomik özellik bulunabilir. Bunlardan birincisi yazarken bilekleri dinlendirmek için klavyenin ön tarafındaki uzantı olmasıdır. İkincisi ise standart olmayan daha ergonomik tuş konumlarıdır(PC Magazine Eki, Şubat, 1996:16).

Klavye için günün koşullarına uygun ve piyasada yapılan araştırmalar sonucu 102 Tuş, Q Türkçe; 102 Tuş, F Türkçe; 105 Tuş, Q Türkçe; 102 Tuş, F Türkçe; MS Ergonomik Win'95 olmak üzere beş seçenek belirlenmiştir. Şekil 5.14'de Expert Choice programı ile oluşturulmuş hiyerarşik yapı görülmektedir.



**Şekil 5.14. Klavye Bileşeni İçin Expert Choice Programında Oluşturulan Hiyerarşi**

### 5.1.5. Monitör

Monitör bir PC'nin en önemli çıktı aracı ve terfi edilemeyen tek parçasıdır. Eğer kullanılan veya kullanılması düşünülen uygulamalar yüksek bir grafik performansı

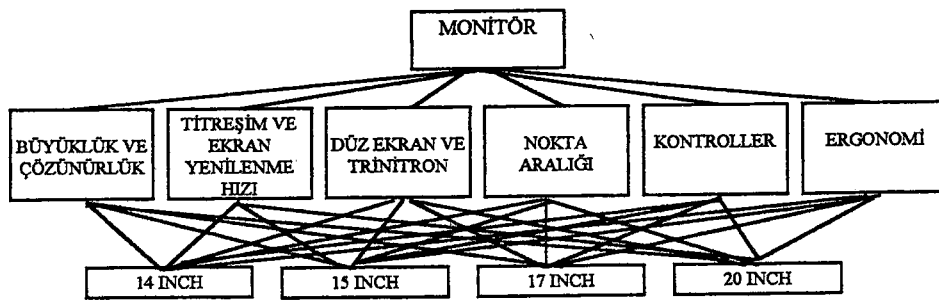
gerektirmiyorsa (yani grafik ağırlıklı tasarım uygulamaları değilse) 14 inch'lik bir monitör yeterli olabilir. Ancak yine de kullanım rahatlığı ve yüksek çözünürlükte çalışabilmek açısından 15 inch'lik monitörler tercih edilebilir. 15 inch'den sonra fiyatlar çok yükseldiği için, 17 ve 20 inch'lik monitörler ancak Auto cad gibi tasarım programlarını kullananlara tavsiye edilir. (PC World, Aralık, 1995:96)

Bilgisayarla çalışılan her dakika gözler monitörün karşısında yorulacaktır, bu nedenle monitör için bilinçli bir seçim yapmakta yarar büyük olacaktır. Şekil 5.15'de görüldüğü gibi altı kriter söz konusu olabilir:

**1. Büyüklük ve Çözünürlük:** Monitörlerin büyüklükleri bir üst köşeden karşı alt köşeye uzanan köşegenin uzunluğuyla ölçülür ve genellikle inç birimi kullanılarak ifade edilir. Örneğin, 14 inç büyüklüğünde monitörler mevcuttur. Monitör çözünürlüğü ekranda görüntülenen nokta sayısını ifade eder ve genellikle yatay ve dikey nokta sayısının çarpımı şeklinde belirtilir. Örneğin 640x480 çözünürlüğünde çalışan bir monitör ekranda herbiri 640 noktadan oluşan 480 yatay çizgi görüntüler. Başka bir deyişle, boydan boya her yatay çizgi 640, her dikey çizgi 480 noktadan oluşur ve ekranda toplam  $640 \times 480 = 307.200$  nokta görüntülenir.

Monitörde görüntülenen yazı, resim gibi her nesne sabit sayıda nokta kullanılarak oluşturulur. Bu nedenle çözünürlük arttıkça ekrana daha fazla nesne sığar.

Örneğin, 320x240 çözünürlüğünde tüm ekranı kaplayan bir resim 640x480 çözünürlüğünde ekranın sadece dörtte birini dolduracaktır. Ancak, monitör büyüklüğünün aynı kaldığını kabul edersek, resim aynı zamanda dörtte bir boyutunda, yani daha küçük görünecektir. Bunun ters durumunda, çözünürlük aynı kalırken daha büyük bir monitör kullanıldığında ise aynı resim daha büyük görünecektir.



Şekil 5.15. Monitör Bileşenin Kriter ve Seçenekleri

Çözünürlük monitör büyüklüğü gibi sabit değildir, en azından bir monitör görüntüleyebildiği en yüksek çözünürlükten daha düşük çözünürlükleri de görüntüleyebilir. Bu nedenle bir monitörün çözünürlüğü, desteklediği en yüksek çözünürlük olarak verilir.

Eğer sadece DOS programları kullanılması düşünülüyorsa en düşük çözünürlük yeterli olabilir. Masaüstü Yayıncılık programları ya da çok büyük hesap tabloları kullanılması düşünülüyorsa daha yüksek bir çözünürlük uygun olabilir.

Monitörün büyüklüğüne kullanılması düşünülen çözünürlüğe göre karar verilmelidir. Örneğin, 1024x768 çözünürlüğü için en az 15 inç monitör kullanılmalıdır. 800 x600 ise 14 inç bir monitörde gözleri fazla zorlamadan kullanılacak en yüksek çözünürlüktür, daha büyük bir monitörde çalışmak daha zevkli ve ergonomiktir. Kötü yanı monitör boyu büyüdükçe fiyatı orantısız olarak, daha fazla artmaktadır.

**2. Titreşim ve Ekran Yenileme Hızı:** Yüksek çözünürlüklerde bazı monitörler 'titreşimli(interlaced)' denen şekilde çalışır. Bu durumda ekran yenilendiğinde görüntü yarım yarım, iki defada çizilir. Sonuçta aynı görüntü oluşmasına rağmen bu olay, özellikle bazı görüntülerde, dikkat edildiğinde farkedilebilir bir titremeye neden olur ve bir süre sonra çoğu insanda baş ağrısı yapar. Daha düşük çözünürlüklerde titreşimsiz(non-interlaced) çalışan bir monitör sadece belli bir çözünürlük ve yukarısında 'titreşimli' çalışabilir. Bu nedenle seçilecek monitör çalışması düşünülen çözünürlükte titreşimsiz çalışmalıdır.

Ancak titreşimsiz bir çözünürlükte bile gözü rahatsız edici bir parlama oluşabilir. Bunun nedeni ekranın yenilenme hızının yeterli olmayışdır. Genel olarak ekranda sabit bir görüntü için ekranın saniyede 70 defa yenilenmesi gerektiği kabul edilir. Bu '70 Hz' olarak ifade edilir ve sayı düştükçe gözü rahatsız eden parlamanın oluşma olasılığı artar. Ekranın yenilenme hızı da titreşimsiz çalışması gibi çözünürlüğü göre değişir. Çoğu monitör 1024X768 çözünürlükte 680X480 çözünürlüktekenden daha düşük yenilenme hızını destekler.

**3. Düz Ekran ve Trinitron:** Çoğu monitör ekran tüpü yüzeyinin bir küreden kesilmesi tekniği ile üretilir. Kürenin büyüklüğüne bağlı olarak köşelere doğru belirgin eğimli yada nerede ise düz görünen bir ekran ortaya çıkar. Düz bir ekranla çalışmak çok daha zevklidir ancak üretim maliyeti yüksektir.

Trinitron teknolojisinde ise ekran tüpü küre yerine bir silindirden kesilir. Ekran kenarlara doğru daha düz olur ve ekranın yukarı ve aşağısındaki görüntü hiç bozuluma uğramaz. Çoğu kişi Trinitron'u özellikle çok iyi bir renk dağılımı sağladığı için tercih etmektedir. Bu dağılım aynı zamanda görüntünün daha keskin olmasını sağlamaktadır.

**4. Nokta Aralığı:** Monitörde görünen her şekil veya karakter gözle ayırtılamayacak noktalardan oluşur. Bu noktalar arasındaki mesafeye nokta aralığı(dot pitch) adı verilir. Nokta aralığı ne kadar küçük olursa ekrandaki resim kalitesi o kadar iyi olur. 0.39 mm nokta aralığına sahip monitörlerden daha ucuzdur. Grafik konusuna pek önem verilmiyor ve bilgisayar sadece yazı yazmak ve diğer ofis uygulamalarını kullanmak için alınacaksa 0.39 mm nokta aralığına sahip bir monitör seçilebilir. (PC World, Aralık, 1995:96)

Görüntünün 'keskin' olması için kontrol edilmesi gereken bir özellik de monitörün nokta aralığıdır. Nokta aralığı genellikle milimetre ile ölçülmekte ve ekran tüpü üzerindeki iki fosfor noktacığ arasındaki uzaklığı belirtmektedir. Bu, ekran tüpünün fiziksel bir özelliğidir, monitörün fiziksel çözünürlüğü de denilebilir. Monitör boyu büyüdükçe keskin bir görüntü için nokta aralığının azalması gerekmektedir. Örneğin, 14 inç bir monitör için 0.28 mm nokta aralığı uygun görüntüyü sağlamaktadır.

**5. Kontroller:** Monitörün kontrolleri kullanım sırasında fazlasıyla önem taşımaktadır. Kontroller analog ya da sayısal olabilmektedir. Sayısal kontrollere sahip bir monitör kullanım kolaylığına ek olarak her çözünürlükteki ekran ayarlarını saklamaktadır ve otomatik olarak güncellemektedir. Çözünürlük değiştiğinde ekrandaki görüntü boyunun ve yerinin yeniden ayarlanması gerekebilir. Daha eski analog kontrollü monitörlerde bu ayarlar monitörün arkasında idi, çözünürlük değişimi sık kullanılmaya başlanınca bu iş için kullanılacak düğmeler monitörlerin önüne taşındı. Yine de analog kontrollü bir monitör ile her çözünürlük değiştirildiğinde ayar yapılması gerekebilir. Sayısal kontrollü bir monitörün bu ayarları saklama olasılığı ise yüksektir.

**6. Ergonomi:** Örneğin, MPRII, TCO gibi düşük radyasyon standartlarıyla uyumlu bir monitör tercih edilebilir.

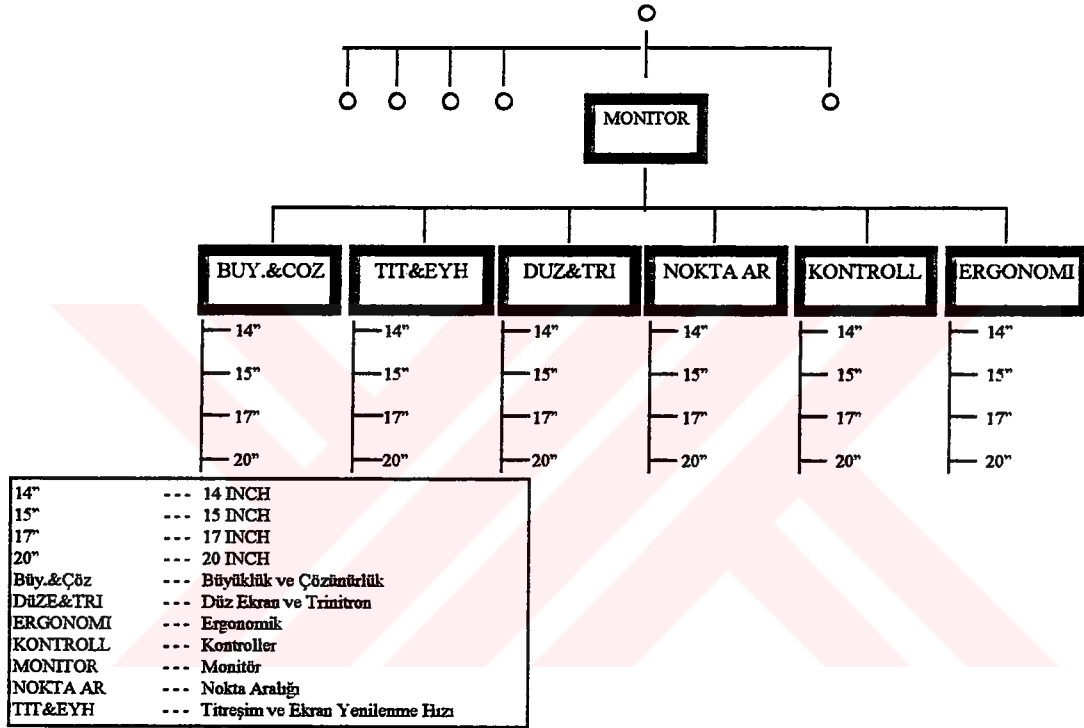
Monitör eğer yüksek ışıklı bir ortamda kullanılacak ya da doğrudan gün ışığına maruz kalacaksa parlama yapmayacak şekilde özel olarak yapılmış 'anti-glare'



yüzeyle bir model seçilmelidir. Böylelikle ekrana gelen ışığın geri yansımaları azalacak ve çalışmak için daha iyi bir ortam oluşacaktır.

Statik elektriginde zararlı olabileceğine dair bulgular vardır. Bu konuda endişe duyuluyorsa statik kaplamalı bir monitör tercih edilmelidir.

Monitör için günün koşullarına uygun ve piyasada yapılan araştırmalar sonucu 14 Inch; 15 Inch; 17 Inch; 20 Inch olmak üzere dört seçenek belirlenmiştir. Şekil 5.16'da Expert Choice programı ile oluşturulmuş hiyerarşik yapı görülmektedir.



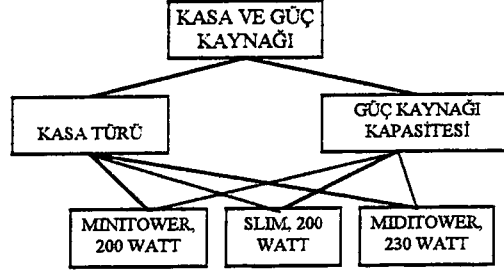
**Şekil 5.16. Monitör Bileşeni İçin Expert Choice Programında Oluşturulan Hiyerarşi**

### 5.1.6. Kasa ve Güç Kaynağı

Tüm bilgisayar parçalarının içine takılabildiği bir kasadır. Kasa seçiminde öncelikle bilgisayarın pervanesinin normalin üstünde ses çıkartmadığından emin olunmalıdır. Bu çok rahatsız edici olabilir, sessiz olanlar tercih edilmelidir. Genel olarak kasa seçiminde Şekil 5.17'de de görüleceği gibi iki kriter söz konusu olabilir:



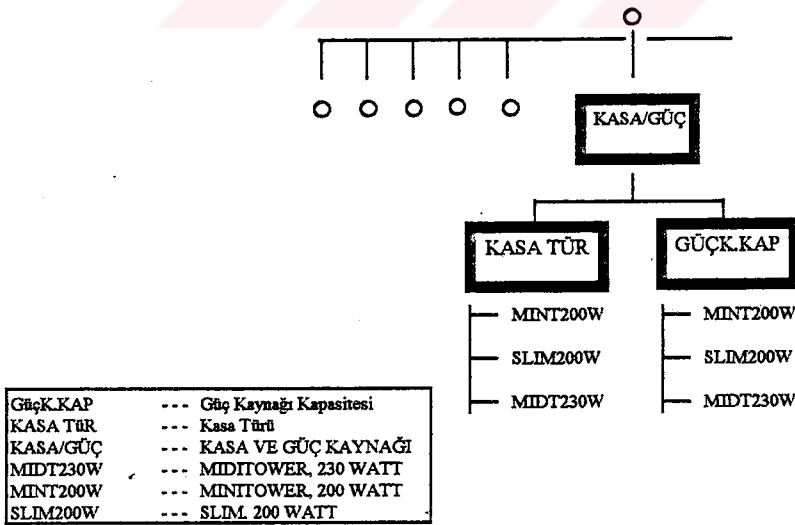
1. **Kasa Türü** : Kullanım ve yer açısından kasa boyutu veya türü önemli olabilir. Örneğin slim kasanın üzerine monitör konulabildiği için kullanımı daha kolay olabilir. Teknik elemanlar tarafından tower kasa ile kart ve benzeri takma işlemlerinde daha kolay çalışılabildiği söylenmektedir.



Şekil 5.17. Kasa ve Güç Kaynağı Bileşeninin Kriter ve Seçenekleri

2. **Güç Kaynağı Kapasitesi** : Eğer bilgisayara normalin dışında fazla güç çekecek bir cihaz bağlanması planlanıyorsa daha yüksek güçlü bir güç kaynağı seçilmelidir.

Kasa ve güç kaynağı için belirlenen üç seçeneğinde yer aldığı EC modeli Şekil 5.18'de görülmektedir.

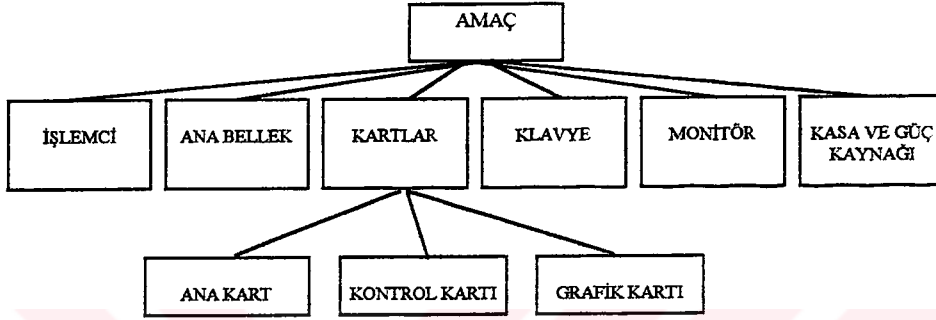


Şekil 5.18. Kasa ve Güç Kaynağı Bileşeni İçin Expert Choice Programında Oluşturulan Hiyerarşi

### 5.1.7. Hiyerarşik Modelde İlk Düzey

Temel bileşenlerin önem derecelerinin saptanmasında AHP uygulanmak üzere kurulan hiyerarşik modelin en üst düzeyinde Şekil 5.19'da görüldüğü gibi temel bileşenler yer almaktadır.

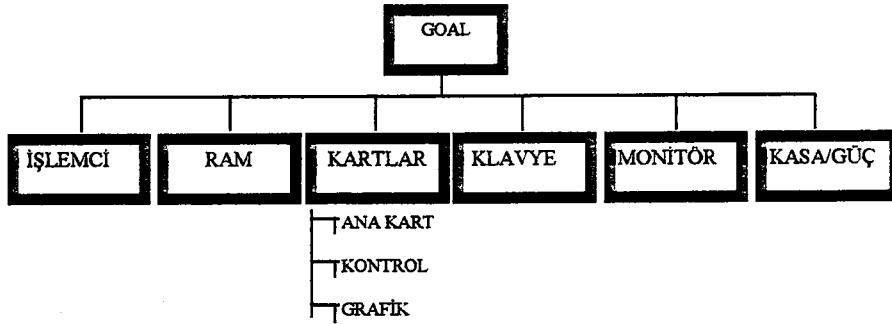
(Bilgisayarı Oluşturan Parçalarda Seçenekler İçin Önceliklerin Belirlenmesi)



Şekil 5.19. Hiyerarşik Modelde İlk Düzey

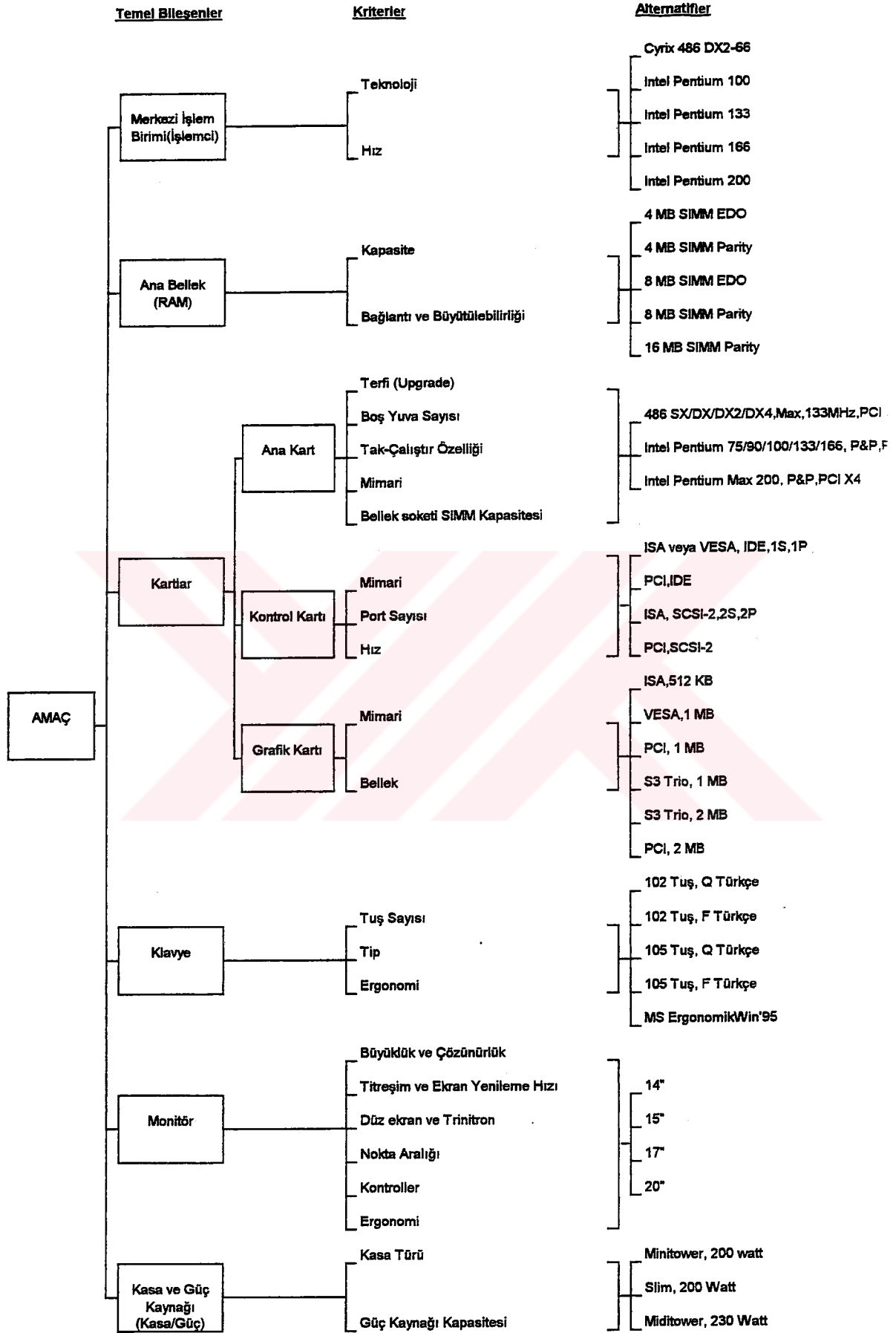
Sonuç olarak elde edilen hiyerarşik modelin ilk düzeyi EC programında oluşturulan şekli ile Şekil 5.20'de sunulmaktadır.

Bilgisayarı Oluşturan Parçalarda Seçenekler İçin Önceliklerin Belirlenmesi



Şekil 5.20. Hiyerarşik Modelde İlk Düzeyin EC Programında Oluşturulması

Önceki kısımlarda bileşenler için tek tek oluşturulan alt hiyerarşiler birleştirilerek Şekil 5.21'de görülen temel bileşenler, bileşenlerin seçim kriterleri ve alternatifleri de kapsayan genel bir hiyerarşik yapı ortaya çıkmaktadır.



Şekil 5.21. Hiyerarşik Model

## 5.2. Matematiksel Model

Kurulan hiyerarşik model sonucunda her bileşenin ve seçeneklerin ağırlıkları elde edilmiştir. Bu aşamadan sonraki problem, bilgisayar konfigürasyonuna dahil edilecek bileşen seçeneklerinin belirlenmesidir. Her bileşenin seçenek grubundan sadece birisinin mutlaka konfigürasyona dahil edilmesi gerekmektedir. Herbir seçeneğin fiyatı ve ağırlığı farklıdır. Bilgisayar yatırımı yapacak kişinin bütçe kısıtı ayrıca bazı seçenekler içinde birbirleriyle aynı konfigürasyonda bulunamama kısıtları vardır. Bu durumda problem, tamsayılı programlama uygulamalarından “kargo yükleme” uygulamasına benzer bir görünüm almaktadır ve matematiksel model bu uygulamaya uygun olarak kurulmuştur.

Bu amaçla kurulan karar modelinde, Tablo 5.1’de yer alan  $i$  bilgisayar bileşeni göstergesi,  $j$  de bileşenin seçenekleri için gösterge olmak üzere karar değişkenleri, seçenek konfigürasyona alınırsa  $X_{ij} = 1$ , alınmazsa  $X_{ij} = 0$  değerini alan 0-1 tamsayı değişkenler olarak tanımlanmıştır.

AHP sonucunda elde edilen ağırlıklar  $\sum_i W_i = 1$  ve  $\sum_j W_{ij} = 1$  olması gerekmektedir. (Bryson, Moblourin, 1994)

$I = \{i \mid \text{bileşenler için göstergeler}\}$  ve

$J_i = \{j \mid i \text{ bileşenin seçenekleri için göstergeler}\}$

olsun. Bütçe miktarı  $B$ ,  $i$  bileşenin diğer bileşenler arasındaki önem derecesi  $W_i$ ,  $i$  bileşeni için  $j$  seçeneğinin diğer seçenekler arasındaki değeri  $W_{ij}$ ,  $i$  bileşeni için  $j$  seçeneğinin maliyeti  $C_{ij}$ ,  $i$ ’inci bileşen için  $j$ ’inci alternatifin genel içinde değeri  $W_i W_{ij}$  ile gösterilirsin. Bu durumda, matematiksel modelin kısıtları;

Her bileşen için yalnız bir seçeneğin kullanılabileceğine ilişkin kısıt,

$$\sum_{j \in J_i} X_{ij} = 1 \quad i \in I$$

Bütçe sınırlamasına ilişkin kısıt,

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J_i} C_{ij} X_{ij} \leq B$$

**Tablo 5.1. Bileşenler ve Seçenekler**

Bileşenler		Seçenekler	
Gösterge (i)	Açıklama	Gösterge (j)	Açıklama
1	İşlemci	1	Cyrix 486 DX2-66
		2	Intel Pentium 100
		3	Intel Pentium 133
		4	Intel Pentium 166
		5	Intel Pentium 200
2	RAM	1	4 MB SIMM EDO
		2	4 MB SIMM Parity
		3	8 MB SIMM EDO
		4	8 MB SIMM Parity
		5	16 MB SIMM Parity
3.1	Ana Kart	1	486 SX/DX/DX2/DX4,Max,133MHz.PCI X3
		2	Intel Pentium75/90/100/133/166,P&P.PCI X4
		3	Intel Pentium Max 200, P&P.PCI X4
3.2	Kontrol Kartı	1	ISA veya VESA, IDE,1S,1P
		2	PCI,IDE
		3	ISA, SCSI-2,2S,2P
		4	PCLSCSI-2
3.3	Grafik kartı	1	ISA,512 KB
		2	VESA,1 MB
		3	PCI, 1 MB
		4	S3 Trio, 1 MB
		5	S3 Trio, 2 MB
		6	PCI, 2 MB
4	Klavye	1	102 Tuş, Q Türkçe
		2	102 Tuş, F Türkçe
		3	105 Tuş, Q Türkçe
		4	105 Tuş, F Türkçe
		5	MS Ergonomik Win'95
5	Monitör	1	14"
		2	15"
		3	17"
		4	20"
6	Kasa ve Güç Kaynağı	1	Minitower, 200 watt
		2	Slim, 200 Watt
		3	Miditower, 230 Watt

ile belirlenir. Ayrıca, m bileşeni için a seçeneği ile, n bileşeni için b seçeneğinin aynı anda kullanılamaması durumlarını ifade etmek üzere, parçaların birbirleriyle uyum göstermesine ilişkin bir kısıt olarak,

$$X_{ma} + X_{nb} \leq 1$$

eklenir. Tablo 5.2'de işlemci ile ana kart bileşenlerinin seçeneklerinden ve kontrol kartı ile grafik kartının seçeneklerinden teknik açıdan birbirine uymayanlar görülmektedir.

Tablo 5.2. Birbirine Uymayan Seçenekler

Seçenekler ve Değişikçeleri		Ana Kart			
		486 SX/DX/DX2/ DX4,Max,133MHz,PCI X3 (X <sub>31</sub> )	Intel Pentium 75/90/100/133/166,P&P,PCI X4 (X <sub>32</sub> )	Intel Pentium Max 200. P&P,PCI X4 (X <sub>33</sub> )	
İ ş l e m c i	Cyrix 486 DX2-66 (X <sub>11</sub> )		X		X
	Intel Pentium 100 (X <sub>12</sub> )	X			X
	Intel Pentium 133 (X <sub>13</sub> )	X			X
	Intel Pentium 166 (X <sub>14</sub> )	X		X	
	Intel Pentium 200 (X <sub>15</sub> )	X		X	

Seçenekler ve Değişikçeleri		Grafik Kartı					
		ISA,512 KB (X <sub>31</sub> )	VESA,1 MB (X <sub>32</sub> )	PCI,1 MB (X <sub>33</sub> )	S3 Trio, 1 MB (X <sub>34</sub> )	S3 Trio, 2 MB (X <sub>35</sub> )	PCI,2 MB (X <sub>36</sub> )
K o n t r o l	ISA veya VESA, IDE,1S,1P (X <sub>41</sub> )			X	X	X	X
	PCLIDE (X <sub>42</sub> )	X	X				
	ISA, SCSI-2,2S,2P (X <sub>43</sub> )			X	X	X	X
	PCLSCSI-2 (X <sub>44</sub> )	X	X				

Amaç fonksiyonu ise, faydanın en büyüklmesi olarak

$$MaxZ = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J_i} W_i W_{ij} X_{ij}$$

şeklinde yazılır. Bu durumda ortaya çıkan optimizasyon modeli bir "0-1 Tamsayılı Doğrusal Programlama" modeli biçimindedir.

Tablo 5.2'ye bağlı olarak verilen kısıtlar önce işlemci ile ana kart seçenekleri arasında incelenmektedir. Bu tabloda Cyrix 486 DX2-66 işlemci ile Intel Pentium 75/90/100/133/166,P&P, PCI X4 ana kart aynı bilgisayar konfigürasyonunda bulunamamaktadır. Aynı şekilde Intel Pentium 100 işlemci ile 486 SX/DX/DX2/DX4,Max,133MHz,PCI X3 ana kart, Intel Pentium 133 işlemci ile 486 SX/DX/DX2/DX4,Max,133MHz,PCI X3 ana kart, Intel Pentium 166 işlemci ile 486 SX/DX/DX2/DX4,Max,133MHz,PCI X3 ana kart ve Intel Pentium 200 işlemci ile 486 SX/DX/DX2/DX4,Max,133MHz,PCI X3 ana kartta aynı bilgisayar konfigürasyonunda yer alamazlar.

Tablo 5.2'de daha sonra kontrol kartı ve grafik kartı bileşenlerinin seçeneklerinden bir arada bulunamayan seçenekler incelenmektedir. Bu kartlar içinde aynı şekilde ISA veya VESA, IDE,1S,1P kontrol kartı ile PCI, 1 MB grafik kartı, ISA veya VESA, IDE,1S,1P kontrol kartı ile S3 Trio, 1 MB grafik kartı, ISA veya VESA, IDE,1S,1P kontrol kartı ile S3 Trio, 2 MB grafik kartı, ISA veya VESA, IDE,1S,1P

kontrol kartı ile PCI, 2 MB grafik kartı, PCI,IDE kontrol kartı ile ISA, 512 KB grafik kartı, PCI,IDE kontrol kartı ile VESA, 1 MB grafik kartı, ISA, SCSI-2,2S,2P kontrol kartı ile PCI, 1 MB; S3 Trio, 1 MB; S3 Trio, 2 MB ve PCI, 2 MB grafik kartları, PCI, SCSI-2 kontrol kartı ile ISA,512 KB ve VESA,1 MB grafik kartları aynı bilgisayar konfigürasyonu içinde yer alamazlar.

Dolayısıyla modele bu koşulları ifade eden kısıtlar

$$X_{11} + X_{32} \leq 1$$

$$X_{11} + X_{33} \leq 1$$

$$X_{12} + X_{31} \leq 1$$

$$X_{13} + X_{31} \leq 1$$

$$X_{14} + X_{31} \leq 1$$

$$X_{15} + X_{31} \leq 1$$

$$X_{12} + X_{33} \leq 1$$

$$X_{13} + X_{33} \leq 1$$

$$X_{14} + X_{33} \leq 1$$

$$X_{15} + X_{32} \leq 1$$

$$X_{41} + X_{53} \leq 1$$

$$X_{41} + X_{54} \leq 1$$

$$X_{41} + X_{55} \leq 1$$

$$X_{41} + X_{56} \leq 1$$

$$X_{43} + X_{53} \leq 1$$

$$X_{43} + X_{54} \leq 1$$

$$X_{43} + X_{55} \leq 1$$

$$X_{43} + X_{56} \leq 1$$

$$X_{42} + X_{51} \leq 1$$

$$X_{42} + X_{52} \leq 1$$

$$X_{44} + X_{51} \leq 1$$

$$X_{44} + X_{52} \leq 1$$

şeklinde eklenir.

Bu bölümde kişisel bilgisayar yatırım kararı için kurulan model ve çözüm yöntemi tanıtılmıştır. İzleyen bölümde model uygulanmakta ve sonuçlar tartışılmaktadır.

## BÖLÜM 6. UYGULAMA

Bu çalışmada problem “farklı amaçları olan bilgisayar kullanıcılarının farklı konfigürasyonlarda bilgisayarlara ihtiyaç duyacakları” fikrinden hareketle her kullanıcı için aynı bütçe kısıtı altında farklı en iyi bilgisayar konfigürasyonunun belirlenmesi şeklinde tanımlanmaktadır.

Uygulama iki aşamadan oluşmaktadır:

*1.Aşama:* Hiyerarşik modelden yararlanarak AHP uygulamasıyla temel bileşenlerin önceliklerinin ve her temel bileşen için alternatiflerin önem düzeylerinin belirlenmesi.

*2.Aşama:* AHP ile elde edilen değerlerin karar modelinde parametre olarak kullanımıyla en iyi konfigürasyonun belirlenmesidir.

1.aşamada AHP uygulaması için seçenekler ve temel bileşenler için ayrı ayrı karşılaştırma matrislerinin oluşturulması gerekir. Bu amaçla karar vericilere (bilgisayar almak isteyen bir sekreter ve bir bilgisayar programcısına) Ek 1’de sunulan bilgi formu soruları uygulanmıştır. Bu bilgi formu sonuçlarına dayanarak Expert Choice paket programında veriler saptanmış ve 2.aşamada gerekli olan parametreler elde edilmiştir.

2.aşamada farklı iki karar verici için parametrelere göre matematiksel model QSB paket programı ile çözülmüş ve farklı iki konfigürasyon elde edilmiştir. Uygulamanın ayrıntıları aşağıda sunulmaktadır.

### 6.1. Seçenekler İçin Karşılaştırma Matrisleri

Seçenekler için karşılaştırma matrisleri bilgisayar uzmanları ve bu konudaki yayınlara dayanılarak oluşturulmuştur.

#### 6.1.1. İşlemci Seçeneklerinin Karşılaştırılması

İşlemci bileşeni için her kritere göre seçenekler birbirlerine göre Saaty’nin ölçütü kullanılarak Tablo 6.1 ve 6.2’de görüldüğü gibi karşılaştırılmaktadır. Örneğin, teknoloji kriterine göre Pent 133 işlemcisi Pent 100’e göre 2 derece daha önemlidir. Hız



kriterine göre ise, karar verici için Pent 133, Pent 166 dan 2 derece daha az öneme sahiptir.

**Tablo 6.1. İşlemci Seçeneklerinin Teknoloji Kriterine Göre Karşılaştırma Matrisi**

Teknoloji	Cyrux486	Pent 100	Pent 133	Pent 166	Pent 200
Cyrux486	1	1/4	1/5	1/6	1/7
Pent 100		1	1/2	1/3	1/4
Pent 133			1	1/2	1/3
Pent 166				1	1/2
Pent 200					1

**Tablo 6.2. İşlemci Seçeneklerinin Hız Kriterine Göre Karşılaştırma Matrisi**

Hız	Cyrux486	Pent 100	Pent 133	Pent 166	Pent 200
Cyrux486	1	1/6	1/7	1/8	1/9
Pent 100		1	1/2	1/3	1/5
Pent 133			1	1/2	1/6
Pent 166				1	1/4
Pent 200					1

İşlemci bileşeninin seçeneklerinin ağırlıkları aşağıda görülmektedir:

İşlemci Seçenekleri	Ağırlıkları	Fiyatları (\$)
Cyrux486	0.034	27
Pent 100	0.100	182
Pent 133	0.149	386
Pent 166	0.237	676
Pent 200	0.480	1000

Bu tablo incelendiğinde Pent 200 işlemcisinin 0.480 ile en fazla ağırlığa sahip olduğu görülmektedir.

### 6.1.2. Ana Bellek(RAM) Seçeneklerinin Karşılaştırılması

RAM bileşeni için her kritere göre seçenekler birbirlerine göre Tablo 6.3 ve 6.4'de görüldüğü gibi karşılaştırılmaktadır. Örneğin kapasite kriterine göre 16 MB

PARITY RAM 4 MB PARITY'ye göre 8 derece daha önemlidir. Bağlantı ve büyütülebilirlik kriterine göre ise bu iki kriter karar verici için eşit öneme sahiptir.

**Tablo 6.3. Ana Bellek Seçeneklerinin Kapasite Kriterine Göre Karşılaştırma Matrisi**

Kapasite	4MB EDO	4MB PARI	8MB EDO	8MB PARI	16MB PAR
4MB EDO	1	1	1/4	1/4	1/8
4MB PARI		1	¼	1/4	1/8
8MB EDO			1	1	¼
8MB PARI				1	¼
16MB PAR					1

**Tablo 6.4. Ana Bellek Seçeneklerinin Bağlantı ve Büyütülebilirlik Kriterine Göre**

**Karşılaştırma Matrisi**

Bağ. ve Büy.	4MB EDO	4MB PARI	8MB EDO	8MB PARI	16MB PAR
4MB EDO	1	1/2	1	1/2	1/2
4MB PARI		1	2	1	1
8MB EDO			1	1/2	1/2
8MB PARI				1	1
16MB PAR					1

Ana bellek bileşeni seçeneklerinin ağırlıkları aşağıda görülmektedir:

RAM Seçenekleri	Ağırlıkları	Fiyatları (\$)
4MB EDO	0.088	52
4MB PARI	0.150	105
8MB EDO	0.151	65
8MB PARI	0.213	144
16MB PAR	0.398	293

Bu tablo incelendiğinde 16 MB Par ana belleğin 0.398 ile en fazla ağırlığa sahip olduğu görülmektedir.

### 6.1.3. AnaKart Seçeneklerinin Karşılaştırılması

Ana kart bileşeni için her kriterine göre seçenekler birbirlerine göre Tablo 6.5, 6.6, 6.7, 6.8 ve 6.9'da görüldüğü değerlerle karşılaştırılmaktadır. Örneğin terfi kriterine göre Pentium Max.166 ana kart Pentium Max.200'e göre 4 derece daha önemlidir. Boş

yuva sayısı ve tak-çalıştır(P&P) kriterlerine göre ise karar verici için bu iki kart eşit derecede önemlidir.

**Tablo 6.5. Ana Kart Seçeneklerinin Terfi Kriterine Göre Karşılaştırma Matrisi**

Terfi	486	Pent Max.166	Pent Max.200
486	1	1	3
Pent Max.166		1	4
Pent Max.200			1

**Tablo 6.6. Ana Kart Seçeneklerinin Boş Yuva Sayısı Kriterine Göre Karşılaştırma Matrisi**

Boş Yuva Sayısı	486	Pent Max.166	Pent Max.200
486	1	1/3	1/3
Pent Max.166		1	1
Pent Max.200			1

**Tablo 6.7. Ana Kart Seçeneklerinin Tak-Çalıştır(P&P) Kriterine Göre Karşılaştırma Matrisi**

Tak-Çalıştır (P&P)	486	Pent Max.166	Pent Max.200
486	1	1/9	1/9
Pent Max.166		1	1
Pent Max.200			1

**Tablo 6.8. Ana Kart Seçeneklerinin Mimari Kriterine Göre Karşılaştırma Matrisi**

Mimarisi	486	Pent Max.166	Pent Max.200
486	1	1	1/3
Pent Max.166		1	1/3
Pent Max.200			1

**Tablo 6.9. Ana Kart Seçeneklerinin Bellek Soketi Kapasitesi Kriterine Göre Karşılaştırma Matrisi**

Bellek soketi kapasitesi	486	Pent Max.166	Pent Max.200
486	1	1/2	1/3
Pent Max.166		1	1/2
Pent Max.200			1

Ana kart bileşeni seçeneklerinin ağırlıkları aşağıda görülmektedir:

Ana Kart Seçenekleri	Ağırlıkları	Fiyatları (\$)
486	0.160	100
Pent Max.166	0.360	155
Pent Max.200	0.480	175

Bu tablo incelendiğinde Pent Max.200 ana kartın 0.480 ile en fazla ağırlığa sahip olduğu görülmektedir.

#### 6.1.4. Kontrol Kartı Seçeneklerinin Karşılaştırılması

Kontrol kartı bileşeni için her kritere göre seçenekler birbirlerine göre Tablo 6.10, 6.11 ve 6.12’de karşılaştırılmaktadır. Örneğin mimari kriterine göre PCI SCSI kontrol kartı ISA SCSI kontrol kartına göre 4 derece daha önemlidir. Port sayısı ve hız kriterlerine göre ise karar verici için bu iki kart eşit derecede önemlidir.

**Tablo 6.10. Kontrol Kartı Seçeneklerinin Mimari Kriterine Göre Karşılaştırma Matrisi**

Mimarisi	ISA IDE	PCI IDE	ISA SCSI	PCI SCSI
ISA IDE	1	1/4	1/4	1/8
PCI IDE		1	1/2	1/4
ISA SCSI			1	1/4
PCI SCSI				1

**Tablo 6.11. Kontrol Kartı Seçeneklerinin Port Sayısı Kriterine Göre Karşılaştırma Matrisi**

Port sayısı	ISA IDE	PCI IDE	ISA SCSI	PCI SCSI
ISA IDE	1	3	1	1/2
PCI IDE		1	1/2	1/3
ISA SCSI			1	1
PCI SCSI				1

**Tablo 6.12. Kontrol Kartı Seçeneklerinin Hız Kriterine Göre Karşılaştırma Matrisi**

Hız	ISA IDE	PCI IDE	ISA SCSI	PCI SCSI
ISA IDE	1	1	1/4	1/4
PCI IDE		1	1/3	1/3
ISA SCSI			1	1
PCI SCSI				1

Kontrol kartı bileşeni seçeneklerinin ağırlıkları aşağıda görülmektedir:

Kontrol Kartı Seçenekleri	Ağırlıkları	Fiyatları (\$)
ISA IDE	0.089	11
PCI IDE	0.139	24
ISA SCSI	0.244	60
PCI SCSI	0.529	78

Bu tablo incelendiğinde PCI SCSI kontrol kartının 0.529 ile en fazla ağırlığa sahip olduğu görülmektedir.

#### 6.1.5. Grafik Kartı Seçeneklerinin Karşılaştırılması

Grafik kartı bileşeni için her kritere göre seçenekler birbirlerine göre Saaty'nin ölçütü kullanılarak Tablo 6.13 ve 6.14'de görüldüğü gibi karşılaştırılmaktadır. Örneğin mimari kriterine göre PCI 2 MB grafik kartı, S3 1 MB grafik kartından 2 derece daha önemli, bellek kriterine göre ise karar verici için 4 derece önemlidir.

**Tablo 6.13. Grafik Kart Seçeneklerinin Mimari Kriterine Göre Karşılaştırma Matrisi**

Mimari	ISA 512K	VESA 1MB	PCI 1MB	S3 1MB	S3 2MB	PCI 2MB
ISA 512K	1	1/2	1/5	1/4	1/4	1/5
VESA 1MB		1	1/3	1/2	1/2	1/3
PCI 1MB			1	2	2	1
S3 1MB				1	1	1/2
S3 2MB					1	1/2
PCI 2MB						1

**Tablo 6.14. Grafik Kartı Seçeneklerinin Bellek Kriterine Göre Karşılaştırma Matrisi**

Bellek	ISA 512K	VESA 1MB	PCI 1MB	S3 1MB	S3 2MB	PCI 2MB
ISA 512K	1	1/4	1/4	1/4	1/8	1/8
VESA 1MB		1	1	1	1/4	1/4
PCI 1MB			1	1	1/4	1/4
S3 1MB				1	1/4	1/4
S3 2MB					1	1
PCI 2MB						1

Grafik kartı bileşeni seçeneklerinin ağırlıkları aşağıda görülmektedir:

Grafik Kartı Seçenekleri	Ağırlıkları	Fiyatları (\$)
ISA 512K	0.039	35
VESA 1MB	0.091	49
PCI 1MB	0.186	54
S3 1MB	0.126	98
S3 2MB	0.246	71
PCI 2MB	0.309	96

Bu tablo incelendiğinde PCI 2MB grafik kartının 0.309 ile en fazla ağırlığa sahip olduğu görülmektedir.

#### 6.1.6. Klavye Seçeneklerinin Karşılaştırılması

Klavye bileşeni için her kritere göre seçenekler birbirlerine göre Saaty'nin ölçütü kullanılarak Tablo 6.15, 6.16 ve 6.17'de görüldüğü gibi karşılaştırılmaktadır. Örneğin tuş sayısı kriterine 105 Q klavye 102 Q klavyeye göre 4 derece daha önemlidir.

**Tablo 6.15. Klavye Seçeneklerinin Tuş Sayısı Kriterine Göre Karşılaştırma Matrisi**

Tuş Sayısı	102 Q	102 F	105 Q	105 F	ERGONOMİ
102 Q	1	1	1/4	1/4	1/6
102 F		1	1/4	1/4	1/6
105 Q			1	1	1/4
105 F				1	1/4
ERGONOMİ					1

**Tablo 6.16. Klavye Seçeneklerinin Tip Kriterine Göre Karşılaştırma Matrisi**

Tip	102 Q	102 F	105 Q	105 F	ERGONOMİ
102 Q	1	2	1	2	1/6
102 F		1	½	1	1/6
105 Q			1	2	1/4
105 F				1	1/4
ERGONOMİ					1

**Tablo 6.17. Klavye Seçeneklerinin Ergonomi Kriterine Göre Karşılaştırma Matrisi**

Ergonomi	102 Q	102 F	105 Q	105 F	ERGONOMİ
102 Q	1	1	1	1	1/8
102 F		1	1	1	1/8
105 Q			1	1	1/8
105 F				1	1/8
ERGONOMİ					1

Klavye bileşeni seçeneklerinin ağırlıkları aşağıda görülmektedir:

Klavye Seçenekleri	Ağırlıkları	Fiyatları (\$)
102 Q	0.089	15
102 F	0.077	16
105 Q	0.116	18
105 F	0.104	19
ERGONOMİ	0.613	90

Bu tablo incelendiğinde Ergonomik klavyenin 0.613 ile en fazla ağırlığa sahip olduğu görülmektedir.

### 6.1.7. Monitör Seçeneklerinin Karşılaştırılması

Monitör bileşeni için her kritere göre seçenekler birbirlerine göre Saaty'nin ölçütü kullanılarak Tablo 6.18, 6.19, 6.20, 6.21, 6.22 ve 6.23'de görüldüğü gibi karşılaştırılmaktadır. Örneğin büyüklük ve çözünürlük kriterine göre 20" monitör 14" monitörden 7 derece daha önemlidir. Trinitron ve yenilenme hızı ile ergonomi kriterlerine göre ise karar verici için 17" ve 20" monitörler eşit derecede önemlidir.

**Tablo 6.18. Monitör Seçeneklerinin Büyüklük ve Çözünürlük Kriterine Göre**

**Karşılaştırma Matrisi**

Büyüklük ve Çöz.	14"	15"	17"	20"
14"	1	1/3	1/5	1/7
15"		1	1/3	1/5
17"			1	1/4
20"				1

**Tablo 6.19. Monitör Seçeneklerinin Titreşim ve Yenilenme Hızı Kriterine Göre**

**Karşılaştırma Matrisi**

Titreşim ve Yen.Hızı	14"	15"	17"	20"
14"	1	1/2	1/4	1/4
15"		1	1/2	1/3
17"			1	1
20"				1

**Tablo 6.20. Monitör Seçeneklerinin Düz Ekran ve Trinitron Kriterine Göre Karşılaştırma**

**Matrisi**

Düz Ekran ve Trinitron	14"	15"	17"	20"
14"	1	1/3	1/5	1/7
15"		1	1/3	1/5
17"			1	1/4
20"				1

**Tablo 6.21. Monitör Seçeneklerinin Nokta Aralığı Kriterine Göre Karşılaştırma Matrisi**

Nokta Aralığı	14"	15"	17"	20"
14"	1	1	1	4
15"		1	1	4
17"			1	4
20"				1



**Tablo 6.22. Monitör Seçeneklerinin Kontroller Kriterine Göre Karşılaştırma Matrisi**

Kontroller	14"	15"	17"	20"
14"	1	1/7	1/7	1/7
15"		1	1	1
17"			1	1
20"				1

**Tablo 6.23. Monitör Seçeneklerinin Ergonomi Kriterine Göre Karşılaştırma Matrisi**

Ergonomi	14"	15"	17"	20"
14"	1	1/2	2	2
15"		1	3	3
17"			1	1
20"				1

Monitör bileşeni seçeneklerinin ağırlıkları aşağıda görülmektedir:

Monitör Seçenekleri	Ağırlıkları	Fiyatları (\$)
14"	0.171	272
15"	0.268	414
17"	0.256	768
20"	0.305	1140

Bu tablo incelendiğinde 20" monitörün 0.305 ile en fazla ağırlığa sahip olduğu görülmektedir.

#### **6.1.8. Kasa ve Güç Kaynağı Seçeneklerinin Karşılaştırılması**

Kasa ve Güç Kaynağı bileşeni için her kritere göre seçenekler birbirlerine göre Saaty'nin ölçütü kullanılarak Tablo 6.24 ve 6.25'de görüldüğü gibi karşılaştırılmaktadır. Örneğin kasa türü kriterine göre Min.Tower 200W, Slim 200W kasa 3 derece daha önemlidir. Güç kaynağı kapasitesine göre ise bu iki kasa karar verici için eşit derecede önemlidir.

**Tablo 6.24. Kasa ve Güç Kaynağı Seçeneklerinin Kasa Türü Kriterine Göre Karşılaştırma Matrisi**

Kasa Türü	Min.Tower 200W	Slim 200W	Mid. 230W
Min.Tower 200W	1	2	3
Slim 200W		1	2
Mid. 230W			1

**Tablo 6.25. Kasa ve Güç Kaynağı Seçeneklerinin Güç Kaynağı Kapasitesi Kriterine Göre Karşılaştırma Matrisi**

Güç Kay. Kapasitesi	Min.Tower 200W	Slim 200W	Mid. 230W
Min.Tower 200W	1	1	3
Slim 200W		1	3
Mid. 230W			1

Kasa ve güç kaynağı bileşeni seçeneklerinin ağırlıkları aşağıda görülmektedir:

Kasa ve Güç Kaynağı Seçenekleri	Ağırlıkları	Fiyatları (\$)
Min. Tower 200W	0.523	42
Slim 200W	0.239	39
Mid. 230W	0.237	56

Bu tablo incelendiğinde Min.Tower 200 Watt kasa ve güç kaynağının 0.523 ile en fazla ağırlığa sahip olduğu görülmektedir.

## 6.2. Temel Bileşenler İçin Karşılaştırma Matrisleri

Temel Bileşenlerin önem derecelerinin belirlenmesi için kurulan hiyerarşik modelde AHP bir bilgisayar programcısına Ek 1.'de verilen bilgi formundan elde edilen yanıtlara dayanılarak oluşturulmuştur. Bilgi formundaki sorulardan 1.Bölümde yer alanlar gelecekte yapılması planlanan bazı çalışmalara dayanak oluşturmak üzere hazırlanmıştır. Bu bilgi formunun özellikle bilgisayarı tanımayan ya da az tanıyan kişilere-uygulanması çok güçtür. Bu nedenle uzun bir açıklamaya yer verilmiştir. Uygulamada bu açıklamaların sözlü olarak yapılması daha uygun olmuştur.

Aşağıda bilgisayar programcısı için kullanılan ikili karşılaştırmalar matrisleri ve Expert Choice paket programı ile hesaplanan temel bileşenlerin önem dereceleri görülmektedir.

	İşlemci	RAM	Kartlar	Klavye	Monitör	Kasa/Güç	Önem Dereceleri
İşlemci	1	5	2	7	6	8	0.446
RAM		1	3	7	3	7	0.230
Kartlar			1	8	2	7	0.166
Klavye				1	1/7	1/2	0.026
Monitör					1	4	0.098
Kasa/Güç						1	0.034
							IR=0.103

İşlemci	Teknoloj	Hız	Önem Dereceleri
Teknoloj	1	1	0.500
Hız		1	0.500
			IR=0.000

Ana Bellek	Kapasite	Bag&Buy	Önem Dereceleri
Kapasite	1	1	0.500
Bag&Buy		1	0.500
			IR=0.000

Kartlar	Ana Kart	Kontrol Kartı	Grafik Kartı	Önem Dereceleri
Ana Kart	1	5	5	0.714
Kontrol kartı		1	1	0.143
Grafik kartı			1	0.143
				IR=0.000

Ana Kart	Terfi	Bos&Say	P&P	Mimari	Bel.S.Ka	Önem Dereceleri
Terfi	1	1/3	1/3	1/5	1	0.081
Bos&Say		1	1	1/2	3	0.237
P&P			1	1	3	0.265
Mimari				1	3	0.293
Bel.S.Ka					1	0.125
						IR=0.0
						75

Kontrol Kartı	Mimari	Port Say	Hız	Önem Dereceleri
Mimari	1	5	5	0.714
Port Say		1	1	0.143
Hız			1	0.143

IR=0.000

Grafik Kartı	Mimari	Bellek	Önem Dereceleri
Mimari	1	1	0.500
Hız		1	0.500

IR=0.000

Klavye	Tuş Sayısı	Tip	Ergonomi	Önem Dereceleri
Tuş Sayısı	1	1	1/3	0.200
Tip		1	1/3	0.200
Ergonomi			1	0.600

IR=0.000

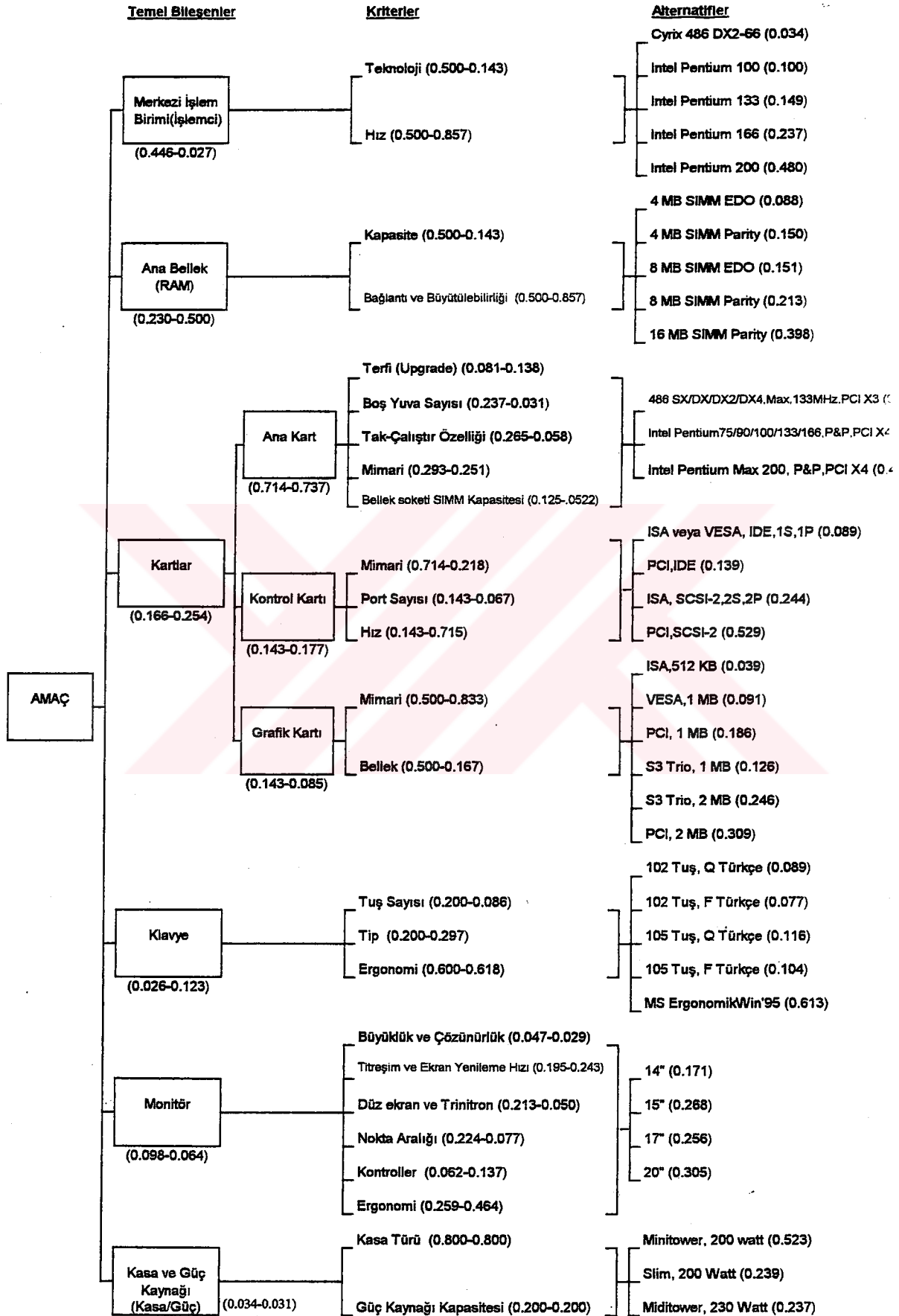
Monitör	Buy&Coz	Tıt&Eyh	Duz&Trı	Nokta Ar	Kontroll	Ergonomi	Önem Dereceleri
Buy&Coz	1	1/5	1/5	1/5	1	1/5	0.047
Tıt&Eyh		1	1	1/2	3	1	0.195
Duz&Trı			1	1	3	1	0.213
Nokta Ar				1	3	1/2	0.224
Kontroll					1	1/4	0.062
Ergonomi						1	0.259

IR=0.025

Kasa/Güç	Kasa Tür	GüçK.Kap	Önem Dereceleri
Kasa Tür	1	4	0.800
GüçK.Kap		1	0.200

IR=0.000

Diğer karar verici olan sekreterin bilgi formunu doldurması sonucunda ortaya çıkan ikili karşılaştırmalar matrislerine burada yer verilmemiş fakat sonuçlar Şekil 6.1'de yukarıdakilerle birlikte sunulmuştur. Şekil 6.1'de her bileşen, kriter ve alternatifin yanında bulunan değerlerden birincisi programcıya, ikincisi ise sekretere ait değerleri göstermektedir.



Şekil 6.1. Hiyerarşik Model

### 6.3. Matematiksel Modelin Uygulanması

Bu kısımda programcı için uygulanan verilerle matematiksel model kurulmaktadır.

$$\begin{aligned} \text{Max } Z = & 0.446 (0.034X_{11} + 0.100 X_{12} + 0.149X_{13} + 0.237 X_{14} + 0.480X_{15})+ \\ & 0.230 (0.088X_{21} + 0.150X_{22} + 0.151X_{23} + 0.213X_{24} + 0.398X_{25}) + \\ & 0.166 [ 0.714 (0.160X_{31} + 0.360X_{32} + 0.480X_{33}) + \\ & 0.143 (0.089X_{41} + 0.139X_{42} + 0.244X_{43} + 0.529X_{44}) + \\ & 0.143 (0.039X_{51} + 0.091X_{52} + 0.186X_{53} + 0.126X_{54} + \\ & 0.246X_{55} + 0.309X_{56})] + \\ & 0.026 (0.089X_{61} + 0.077X_{62} + 0.116X_{63} + 0.104X_{64} + 0.613X_{65}) + \\ & 0.098 (0.171X_{71} + 0.268 X_{72} + 0.256X_{73} + 0.305 X_{74}) + \\ & 0.034 (0.523X_{81} + 0.239 X_{82} + 0.237X_{83}) \end{aligned}$$

$$\text{Kısıt 1 : } X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} = 1$$

$$\text{Kısıt 2 : } X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25} = 1$$

$$\text{Kısıt 3 : } X_{31} + X_{32} + X_{33} = 1$$

$$\text{Kısıt 4 : } X_{41} + X_{42} + X_{43} + X_{44} = 1$$

$$\text{Kısıt 5 : } X_{51} + X_{52} + X_{53} + X_{54} + X_{55} + X_{56} = 1$$

$$\text{Kısıt 6 : } X_{61} + X_{62} + X_{63} + X_{64} + X_{65} = 1$$

$$\text{Kısıt 7 : } X_{71} + X_{72} + X_{73} + X_{74} = 1$$

$$\text{Kısıt 8 : } X_{81} + X_{82} + X_{83} = 1$$

$$\begin{aligned} \text{Kısıt 9 : } & 27X_{11} + 182X_{12} + 386X_{13} + 676X_{14} + 1000X_{15} + \\ & 52X_{21} + 105X_{12} + 65X_{23} + 144X_{24} + 293X_{25} + \\ & 100X_{31} + 155X_{32} + 175X_{33} + \\ & 11X_{41} + 24X_{42} + 60X_{43} + 78X_{44} + \\ & 35X_{51} + 49X_{52} + 54X_{53} + 98X_{54} + 71X_{55} + 96X_{56} + \\ & 15X_{61} + 16X_{62} + 18X_{63} + 19X_{64} + 90X_{65} + \\ & 272X_{71} + 414X_{72} + 768X_{73} + 1140X_{74} + \\ & 42X_{81} + 39 X_{82} + 56 X_{83} \leq 1500 \end{aligned}$$

$$\text{Kısıt 10 : } X_{11} + X_{32} \leq 1$$

$$\text{Kısıt 11 : } X_{11} + X_{33} \leq 1$$

$$\text{Kısıt 12 : } X_{12} + X_{31} \leq 1$$

$$\text{Kısıt 13 : } X_{13} + X_{31} \leq 1$$

$$\text{Kısıt 14 : } X_{14} + X_{31} \leq 1$$

$$\text{Kısıt 15 : } X_{15} + X_{31} \leq 1$$

$$\text{Kısıt 16 : } X_{12} + X_{33} \leq 1$$

$$\text{Kısıt 17 : } X_{13} + X_{33} \leq 1$$

$$\text{Kısıt 18 : } X_{14} + X_{33} \leq 1$$

$$\text{Kısıt 19 : } X_{15} + X_{32} \leq 1$$

$$\text{Kısıt 20 : } X_{41} + X_{53} \leq 1$$

$$\text{Kısıt 21 : } X_{41} + X_{54} \leq 1$$

$$\text{Kısıt 22 : } X_{41} + X_{55} \leq 1$$

$$\text{Kısıt 23 : } X_{41} + X_{56} \leq 1$$

$$\text{Kısıt 24 : } X_{43} + X_{53} \leq 1$$

$$\text{Kısıt 25 : } X_{43} + X_{54} \leq 1$$

$$\text{Kısıt 26 : } X_{43} + X_{55} \leq 1$$

$$\text{Kısıt 27 : } X_{43} + X_{56} \leq 1$$

$$\text{Kısıt 28 : } X_{42} + X_{51} \leq 1$$

$$\text{Kısıt 29 : } X_{42} + X_{52} \leq 1$$

$$\text{Kısıt 30 : } X_{44} + X_{51} \leq 1$$

$$\text{Kısıt 31 : } X_{44} + X_{52} \leq 1$$

$$\text{Çözüm : } X_{14} = 1 \quad X_{25} = 1 \quad X_{32} = 1 \quad X_{41} = 1$$

$$X_{51} = 1 \quad X_{62} = 1 \quad X_{71} = 1 \quad X_{81} = 1$$

Bu çözüm sonuçlarına göre programcı için Pentium 166 işlemci, 16 Mb ana bellek, Pentium 75/90/100/120/133/150/166 ana kart, ISA/VESA kontrol kartı, ISA grafik kartı, 102 tuş F klavye, 14" monitör, Slim 200W kasa konfigürasyona sahip bir bilgisayar uygun görülmektedir.

#### 6.4. Model Sonuçlarının Karşılaştırması

Model bir programcı ve sekreter için uygulanmış ve sonuçlar Tablo 6.26'da da incelenebileceği şekilde çok değişik bulunmuştur.

**Tablo 6.26. Değişik Kişiler İçin Model Sonuçları İle Elde Edilen En Etkin Bilgisayar Konfigürasyonları**  
(Bütçe 1500 dolar)

Kriterler	Programcı		Sekreter	
	Seçilen Alternatif	Fiyatı (\$)	Seçilen Alternatif	Fiyatı (\$)
İşlemci	X <sub>14</sub> Intel Pentium 166	676	X <sub>11</sub> Cyrix 486 DX2-66	27
Ram	X <sub>25</sub> 16 MB	293	X <sub>25</sub> 16 MB	293
Ana Kart	X <sub>32</sub> Intel Pentium 75/90/100/120/133/ 150/166	155	X <sub>31</sub> 486	100
Kontrol Kartı	X <sub>41</sub> ISA/VESA	11	X <sub>43</sub> ISA SCSI-2	60
Grafik Kartı	X <sub>51</sub> ISA	35	X <sub>51</sub> ISA	35
Klavye	X <sub>62</sub> 102 Tuş	16	X <sub>65</sub> MS Ergonomik	90
Monitör	X <sub>71</sub> 14"	272	X <sub>73</sub> 17"	768
Kasa/Güç	X <sub>81</sub> Slim	42	X <sub>82</sub> Mini tower	39
<b>Toplam</b>		<b>1500</b>		<b>1412</b>



## BÖLÜM 7. SONUÇ

Bu çalışmaya, farklı amaçlı bilgisayar almak isteyen kişilerin önceliklerinin farklı olacağı dolayısıyla aynı sınırlı bütçe ile farklı konfigürasyonda bilgisayarlar almalarının kendilerine daha fazla yarar sağlayacağı iddiası ile başlanmıştır.

Çalışma iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada bilgisayar almak isteyen bir kişi için bilgisayarın temel bileşenlerinin önem dereceleri Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) kullanılarak saptanmıştır. İkinci aşamada ise AHP ile elde edilen bu değerler bileşenlerin (parçaların) faydaları olarak kabul edilmiş ve bütçe sınırlaması altında maksimum faydayı elde etmek üzere bir optimizasyon modeli geliştirilmiştir.

Kurulan hiyerarşik model ve hiyerarşik modelden elde edilen sonuçların optimizasyon modelinde kullanılmasıyla ortaya çıkan sonuçlar yapılan uygulamada bir programcı ve bir sekreter için birbirinden oldukça farklı çıkmıştır. Örneğin, programcı için temel bileşenler arasında İşlemci birinci sırada önem taşırken, sekreter için birinci sırayı Ana Bellek almış, İşlemci altıncı sıraya düşmüştür.

Kriterlerin önem dereceleri de benzer şekilde birbirlerinden belirgin farklılıklar göstermektedir. Örneğin, programcı için kontrol kartında Mimari kriteri 0.714 ile birinci sırayı alırken, sekreter için 0.715 ile Hız birinci sırayı almıştır. Bu durum, programcının bilgisayara daha teknik ve ileriye dönük baktığının bir göstergesi olarak düşünülebilir. Sekreterin ise bilgisayarı o an için hızlı kullanmak amacıyla olduğu, teknik konu ile ilgilenmediği sonucu çıkarılabilir.

Sekreter ve programcı için konfigürasyona alınan bileşen seçenekleri arasındaki fark da oldukça fazladır. Örneğin, sekreter için kurulan bilgisayar konfigürasyonunda 90\$ gibi yüksek bir ücretle MS Ergonomik Win'95 klavye yer alırken, programcı için 16\$, 102 tuş bir klavye yer almaktadır. Sekreterin klavyeyi uzun süre kullanacak olması, ergonomik bir klavyenin konfigürasyonda bulunma gereğini açıklamaktadır. Aynı şekilde sekreter için kurulan konfigürasyonda ekran 17" ve 768\$ iken, programcı için 14" ve 272\$ bir ekrandır. Bu durum sekreter ve programcının bütçe

kısıtı altında fedakarlık ettikleri ve edemedikleri seçeneklerin, kendilerine uygun bir şekilde olduğunu göstermektedir.

Model sonucunda elde edilen konfigürasyonlar bileşenler arasındaki uyum kısıtının da kullanımını açık bir şekilde göstermektedir. Örneğin, konfigürasyonda sekreter için 486 DX2-66 bir işlemci yer alırken buna uygun olarak ana kart 486 SX/Dx/DX2/DX4,Max 133 Mhz, PCI X3 olarak yer almaktadır. Programcı için ise Pentium 166 bir işlemci konfigürasyonda yer alırken buna uygun olan ana kart Pentium 75/90/100/133/166, P&P, PCI X4 olarak yer almaktadır

Sonuç olarak, 1500 dolar gibi sınırlı bir bütçe ile ikisinin de en iyiyi alma şansı olmadığı için fedakarlık etmeleri gerekmiştir. Her ikisi için parçaların faydaları farklı olduğu için fedakarlık ettikleri özellikler değişik olmuş ve optimal durumda farklı konfigürasyonda bilgisayarlar ortaya çıkmıştır.

Bu çalışmada kullanım amaçları hakkında bilinçli, rasyonel ve tutarlı bir bilgisayar alıcısı için en uygun bilgisayar konfigürasyonunun belirlenmesinde yararlı olabilecek bir sistem geliştirilmiştir.

Önerilen karar destek sisteminin, zaman içinde ortaya çıkabilecek yeni bileşenleri ve yeni seçenekleri değerlendirecek şekilde sürekli geliştirilmesi mümkündür.

## EK.1-Bilgi Formu ve Bilgi Formunun Açıklaması

### BİLGİ FORMU

SAYIN Bayan/Bay

Bu bilgi formu belirli bir bütçe ile Kişisel Bilgisayar almayı düşünen bir kişinin çeşitli bilgisayar konfigürasyonları arasından kendisine en uygun bilgisayarı oluşturabilmesi konusundaki kararına yardımcı olabilecek sayısal bir model oluşturma konusunda yapılan bir araştırmaya gerekli olacak verileri elde etmek amacıyla hazırlanmıştır.

Bilgi formu iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm kişisel bilgilerle ilgili sorulardan, ikinci bölüm ise bilgisayar bileşenlerinin istenen özelliklerini belirleyecek sorulardan oluşmaktadır.

Soruları dikkatlice okuyarak, durumunuza en uygun düşen samimi yanıtınızı vermeniz araştırma sonuçlarının güvenilirliği için gereklidir.

İlgi ve yardımınız için teşekkür ederiz.

Nilgün MORALI  
D.E.Ü. F.E.F. İstatistik Bölümü  
Danışman Öğretim Üyesi

Emel HACIMENİNİ  
D.E.Ü. İ.İ.B.F.  
Ekonometri Anabilim Dalı  
Doktora Öğrencisi

## 1.BÖLÜM

### Kişisel Bilgiler

Bilgi formunun bu bölümünde kişisel bilgiler sorulmaktadır. Maddeleri okuyup size uygun olan seçeneği işaretlemeniz veya cevaplamanız rica olunur.

1. Cinsiyetiniz  
a) Bay b) Bayan
2. Medeni durumunuz  
a) Bekar b) Evli
3. Var ise çocuk sayınız:
4. Yaşınız  
a) 19 ve altında b) 20 - 29 c) 30 - 39 d) 40 - 49 e) 50 ve üstü
5. Eğitim Durumunuz  
a) Lise b) Üniversite c) Yüksek lisans d) Doktora
6. Mesleğiniz:
7. Çalışma yaşantınızın süresi: ..... yıl
8. Bilgisayar kullanmayı biliyor musunuz?  
a) Evet(İyi derecede) b) Orta derecede c) Çok az d)Hayır
9. Çalıştığınız işde ya da kişisel çalışmalarınızda bilgisayardan faydalanıyormusunuz? a) Evet b) Hayır c) Bazen/gerekdikçe
10. Bildiğiniz bilgisayar programları ve/veya programlama dilleri nelerdir?  
1-  
2-  
3-
11. Bilgisayar alma amacınız nedir?(İş, araştırma, eğitim, oyun vb.gibi) Birden ço amacınız var ise öncelik sırasına göre yazınız.  
1-  
2-  
3-
12. Daha önce bilgisayar aldınız mı?  
a) Evet b) Hayır
13. Bilgisayar için ayırdığınız bütçe ne kadardır?(\$ olarak) .....

## 2. BÖLÜM

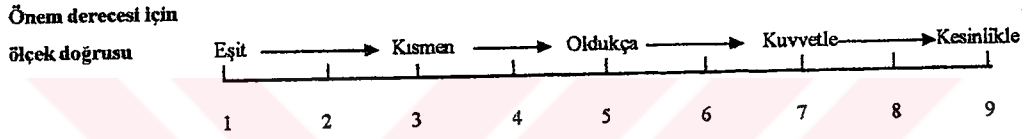
### Lütfen Dikkat ...!

Bu bölümdeki her soruya yanıt verirken aşağıdaki sırayı izleyiniz:

• **1. Adım** : Her soruda geçen maddelerin anlamını, bilgi formunun açıklamasını okuyarak ya da sorarak öğrendiğimize emin olunuz.

• **2. Adım** : Özellikleri ve işlevi açısından sizce daha çok önem taşıyan seçiniz. Yani I veya II'yi yuvarlak içine alınız.

• **3. Adım** : 1.Adımda seçtiniz I veya II ifadesinin seçmediğiniz ifadeye göre, sizce ne derece önem taşıdığını her sayfanın başında bulunan 'Önem derecesi için ölçek doğrusu'ndaki değerleri (1'den 9'a kadar rakamları) kullanarak önem derecesini belirtiniz.



1) I-Bilgisayarı çalıştıran işlemlerin II-Bilgisayarın program alma kapasitesi yapıldığı merkez (486, Pentium gibi isimler alır)

Önem derecesi: .....

2) I-Bilgisayarı çalıştıran işlemlerin II-Bilgisayarın çalışabilmesi için gerekli yapıldığı merkez (486, Pentium gibi tüm devreleri, yuvaları, anahtarları, belleği, giriş-çıkış bağlantı birimlerini, grafik çizebilme yeteneğini içeren devre kartları

Önem derecesi: .....

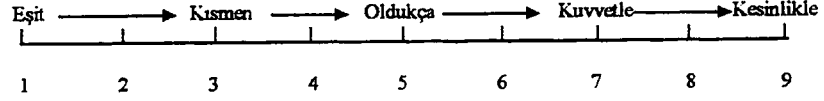
3) I-Bilgisayarı çalıştıran işlemlerin II-Klavye yapıldığı merkez (486, Pentium gibi isimler alır)

Önem derecesi: .....

4) I-Bilgisayarı çalıştıran işlemlerin yapıldığı II-Ekran merkez (486, Pentium gibi isimler alır)

Önem derecesi: .....

Önem derecesi için  
ölçek doğrusu



- 5) I-Bilgisayarın çalıştıran işlemlerin II-Kasa yapıldığı merkez (486, Pentium gibi isimler alır)

Önem derecesi: .....

- 6) I-Bilgisayarın program alma kapasitesi II-Bilgisayarın çalışabilmesi için gerekli tüm devreleri, yuvaları, anahtarları, belleği, giriş-çıkış bağlantı birimlerini, grafik çizibilme yeteneğini içeren devre kartları

Önem derecesi: .....

- 7) I-Bilgisayarın program alma kapasitesi II-Klavye

Önem derecesi: .....

- 8) I-Bilgisayarın program alma kapasitesi II-Ekran

Önem derecesi: .....

- 9) I-Bilgisayarın program alma kapasitesi II-Kasa

Önem derecesi: .....

- 10) I-Bilgisayarın çalışabilmesi için gerekli II-Klavye

tüm devreleri, yuvaları, anahtarları, belleği, giriş-çıkış bağlantı birimlerini, grafik çizibilme yeteneğini içeren devre kartları

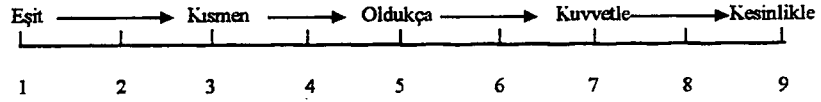
Önem derecesi: .....

- 11) I-Bilgisayarın çalışabilmesi için gerekli II-Ekran

tüm devreleri, yuvaları, anahtarları, belleği, giriş-çıkış bağlantı birimlerini, grafik çizibilme yeteneğini içeren devre kartları

Önem derecesi: .....

Önem derecesi için  
ölçek doğrusu



12) I-Bilgisayarın çalışabilmesi için gerekli II-Kasa

tüm devreleri, yuvaları, anahtarları,  
belleği, giriş-çıkış bağlantı birimlerini,  
grafik çizebilme yeteneğini içeren  
devre kartları

Önem derecesi: .....

13) I-Klavye

II-Ekran

Önem derecesi: .....

14) I-Klavye

II-Kasa

Önem derecesi: .....

15) I-Ekran

II-Kasa

Önem derecesi: .....

16) I-Bilgisayarın son teknolojiye sahip II-Bilgisayarın işlemleri hızlı yapması  
bir model olması

Önem derecesi: .....

17) I-Bilgisayarda yüksek kapasiteli II-Yüksek kapasiteli programları daha  
programları hemen bilgisayarı alır ileride kullanmak  
almaz kullanmak

Önem derecesi: .....

18) I-Bilgisayarın çalışabilmesi için II-Bilgisayara program veya veri giriş  
gerekli tüm devreleri, yuvaları, çıkışını sağlayan bağlantı birimlerini  
anahtarları, belleği içeren devre kartı (Örn. ekran, yazıcı vb.) içeren devre  
kartı

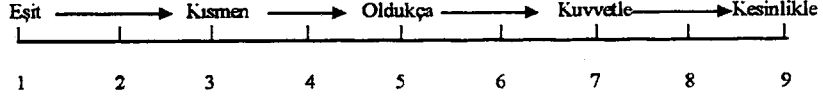
Önem derecesi: .....

19) I-Bilgisayarın çalışabilmesi için II-Bilgisayarda detaylı grafik, şekil  
gerekli tüm devreleri, yuvaları, çizimini sağlayan devre kartı  
anahtarları, belleği içeren devre kartı

Önem derecesi: .....

Önem derecesi için

ölçek doğrusu



- 20) I-Bilgisayara program veya veri II-Bilgisayarda detaylı grafik, şekil giriş çıkışını sağlayan balantı çizimini sağlayan devre kartı birimlerini (Örn. ekran, yazıcı vb.) içeren devre kartı

Önem derecesi: .....

- 21) I-Bilgisayarın yeni teknolojilere terfi II-Bilgisayarın faks, TV vb. işlemler için etme olanağı geliştirilmesine elverişli olması

Önem derecesi: .....

- 22) I-Bilgisayarın yeni teknolojilere terfi II-Bilgisayara ek bir kart takıp, bu kartı etme olanağı kendinizin kolayca ayarlayıp çalışır duruma getirebilmesi.

Önem derecesi: .....

- 23) I-Bilgisayarın yeni teknolojilere terfi II-Bilgisayarda veri iletişimini etme olanağı gerçekleştiren teknoloji

Önem derecesi: .....

- 24) I-Bilgisayarın yeni teknolojilere terfi II-İleride büyük kapasiteli bilgisayar etme olanağı programlarını takip etmek veya komplike işlemler yapmak

Önem derecesi: .....

- 25) I-Bilgisayarın faks, TV vb. işlemler II-Bilgisayara ek bir kart takıp, bu kartı için geliştirilmesine elverişli olması kendinizin kolayca ayarlayıp çalışır duruma getirebilmesi

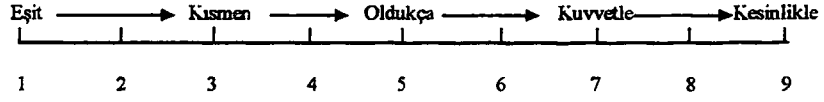
Önem derecesi: .....

- 26) I-Bilgisayarın faks, TV vb. işlemler II-Bilgisayarda veri iletişimini için geliştirilmesine elverişli olması gerçekleştiren teknoloji

Önem derecesi: .....



Önem derecesi için  
ölçek doğrusu



27) I-Bilgisayarın faks, TV vb. işlemler II-İleride büyük kapasiteli bilgisayar için geliştirilmesine elverişli olması programlarını takip etmek veya komplike işlemler yapmak

Önem derecesi: .....

28) II-Bilgisayara ek bir kart takıp, bu II-Bilgisayarda veri iletişimini kartı kendinizin kolayca ayarlayıp gerçekleştiren teknoloji çalışır duruma getirebilmesi

Önem derecesi: .....

29) II-Bilgisayara ek bir kart takıp, bu II-İleride büyük kapasiteli bilgisayar kartı kendinizin kolayca ayarlayıp programlarını takip etmek veya komplike çalışır duruma getirebilmesi işlemler yapmak

Önem derecesi: .....

30) I-Bilgisayarda veri iletişimini II-İleride büyük kapasiteli bilgisayar gerçekleştiren teknoloji programlarını takip etmek veya komplike işlemler yapmak

Önem derecesi: .....

31) I-Bilgisayara veri giriş-çıkışını II-İleride veri giriş-çıkış cihaz sayılarını gerçekleştiren teknoloji artırmak (Örn. ikinci bir yazıcı)

Önem derecesi: .....

32) I-Bilgisayara veri giriş-çıkışını II-Kaydedilmiş veri veya programlara gerçekleştiren teknoloji hızlı erişebilmek

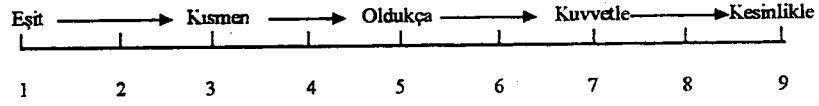
Önem derecesi: .....

33) I-İleride veri giriş-çıkış cihaz II-Kaydedilmiş veri veya programlara sayılarını artırmak (Örn. ikinci bir hızlı erişebilmek yazıcı)

Önem derecesi: .....

Önem derecesi için

ölçek doğrusu



- 34) I-Bilgisayarda grafik işlemlerini II-Bilgisayarda çok gelişmiş grafik ve gerçekleştirilen teknoloji resimler çizebilmek, resimli programlar çalıştırmak

Önem derecesi: .....

- 35) I-Klavye üzerinde özel windows II-Klavyenin (F ya da Q olması gibi) tipi tuşlarını bulunması

Önem derecesi: .....

- 36) I-Klavye üzerinde özel windows II-Klavyenin ergonomik olması tuşlarını bulunması

Önem derecesi: .....

- 37) I-Klavyenin (F ya da Q olması gibi) tipi II-Klavyenin ergonomik olması

Önem derecesi: .....

- 38) I-Bilgisayar ekranının büyüklük ve nesne alma II-Ekranın parlamaması, seviyesi görüntünün titrememesi

Önem derecesi: .....

- 39) I-Bilgisayar ekranının büyüklük ve nesne alma II-Ekranda renk dağılımının seviyesi sağlanması, zevkli çalışma açısından düz ekran olması

Önem derecesi: .....

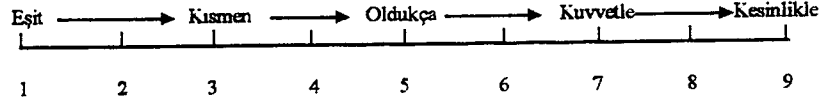
- 40) I-Bilgisayar ekranının büyüklük ve nesne alma II-Ekranda görüntünün net seviyesi olması

Önem derecesi: .....

- 41) I-Bilgisayar ekranının büyüklük ve nesne alma II-Ekran ayarlarının kullanılan seviyesi programa göre otomatik olarak değiştirilmesi

Önem derecesi: .....

Önem derecesi için  
ölçek doğrusu



- 42) I-Bilgisayar ekranının büyüklük ve II-Ekranın ergonomik olması yani düşük nesne alma seviyesi radyasyon standartlarına uyması, ışık yansıtmayan, statik kaplamalı olması

Önem derecesi: .....

- 43) I-Ekranın parlamaması, görüntünün II-Ekranda renk dağılımının sağlanması, titrememesi zevkli çalışma açısından düz ekran olması

Önem derecesi: .....

- 44) I-Ekranın parlamaması, görüntünün II-Ekranda görüntünün net olması titrememesi

Önem derecesi: .....

- 45) I-Ekranın parlamaması, görüntünün II-Ekranda ayarlarının kullanılan titrememesi programa göre otomatik olarak ve kolay değiştirilmesi

Önem derecesi: .....

- 46) I-Ekranın parlamaması, görüntünün II-Ekranın ergonomik olması yani düşük radyasyon standartlarına uyması, ışık yansıtmayan, statik kaplamalı olması

Önem derecesi: .....

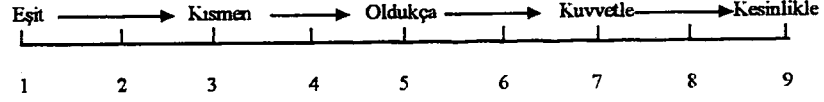
- 47) I-Ekranda renk dağılımının II-Ekranda görüntünün net olması sağlanması, zevkli çalışma açısından düz ekran olması

Önem derecesi: .....

- 48) I-Ekranda renk dağılımının II-Ekranda ayarlarının kullanılan sağlanması, zevkli çalışma açısından programa göre otomatik olarak ve kolay düz ekran olması değiştirilmesi

Önem derecesi: .....

Önem derecesi için  
ölçek doğrusu



- 49) I-Ekranda renk dağılımının II-Ekranın ergonomik olması yani düşük sağlanması, zevkli çalışma açısından radyasyon standartlarına uyması, ışık düz ekran olması yansıtmayan, statik kaplamalı olması

Önem derecesi: .....

- 50) I-Ekranda görüntünün net olması II-Ekran ayarlarının kullanılan programa göre otomatik olarak ve kolay değiştirilmesi

Önem derecesi: .....

- 51) I-Ekranda görüntünün net olması II-Ekranın ergonomik olması yani düşük radyasyon standartlarına uyması, ışık yansıtmayan, statik kaplamalı olması

Önem derecesi: .....

- 52) I-Ekran ayarlarının kullanılan programa göre otomatik olarak ve kolay değiştirilmesi II-Ekranın ergonomik olması yani düşük radyasyon standartlarına uyması, ışık yansıtmayan, statik kaplamalı olması

Önem derecesi: .....

- 53) I-Bilgisayar kasası türü (Yatay veya Dikey, büyüklüğü gibi) II-Kasa üzerindeki güç kaynağının kapasitesi (Kaç watt?)

Önem derecesi: .....

## ANKETİN AÇIKLAMASI

**Bilgisayarı çalıştıran işlemlerin yapıldığı merkez:** Bilgisayarın çalışması, bir posta pulu büyüklüğündeki Merkezi İşlem Biriminin (MIB) denetiminde gerçekleşir.

Windows'un sanal bellek yönetiminin ve masaüstü sistemlerde çoklu görev kavramının hayata geçirilmesini sağlayan 386 MIB, giriş düzeyi sistemlerde yerini 486 işlemcisine, üst uçta da Pentium'a bırakmış durumdadır. Bu durumda kişinin aklına "madem iki tip MIB var, neden bunca bilgisayar çeşit ve modeliyle aklımızı karıştırıyorlar" diye bir soru gelmektedir.

Ancak, unutulmaması gerekir ki, her iki işlemcinin de farklı saat hızlarıyla çalışan modelleri bulunmaktadır. Saat hızı, bilgisayarın çoklu görevleri gerçekleştirme süresini belirlemektedir. Örneğin, 486 işlemcisinin 66, 80, 100 MHz hızda çalışan modelleri, Pentium'un ise 60, 66, 75, 90, 100, 120, 133, 200 MHz hızda çalışan modelleri vardır.

Basit bir deyişle, iş ve grafik uygulamalar kullanılıyorsa, işlemcinin saat hızı ne kadar yüksekse, bilgisayardan o kadar iyi performans elde edilebilir. Aynı şekilde bilgisayar, ağırlıklı olarak kelime işlem uygulamaları yani kitap, tez, makale vb. yazımı için kullanılıyorsa, 60 ya da 66 Mhz'lik bir işlemci işinizi yapabilecekken 100 Mhz'lik bir işlemci için daha fazla para harcamanız anlamlı olmayacaktır.

AHP'de "Merkezi İşlem Birimi" ne karşılık gelmektedir.

**Bilgisayarın program alma kapasitesi:** Programlar çalıştırılmadan önce ana belleğe (RAM) yüklenirler. Bellek büyüklüğü kapasitesi ölçü birimi Byte'dir. Bir Byte bir karakteri ifade etmektedir. 1KB = 1024 Byte, 1MB = 1024 KB dır. Günümüzde 1 MB dan 15,20 MB'a kadar daha da yüksek kapasiteli programlar mevcuttur. İlginç olanı bazen aynı işlemleri - örneğin, yazı yazma işlemi - 1MB bile olmayan kapasitedeki bir program ile veya 15 MB kapasitedeki bir program ile de yapılabilmektedir. Bazı kişiler için yüksek kapasiteli programın kullanımı daha kolay, daha detaylı olabilmekte, bazı kişiler için de düşük kapasiteli programın kullanımı daha basit ve rahat olabilmektedir.

AHP'de "Ana Bellek"e karşılık gelmektedir.

**Bilgisayarın çalışabilmesi için gerekli tüm devreleri, yuvaları, anahtarları, belleği, giriş - çıkış bağlantı birimlerini, grafik çizibilme yeteneğini**

**içeren devre kartları:** Burada söz edilen üç kart mevcuttur. Bunlar ana kart, kontrol kartı ve grafik kartıdır.

Ana kart, PC'nin çalışabilmesi için gerekli tüm devreleri, yuvaları, anahtarları ve belleği içeren sistem kartıdır. Kontrol ve grafik kartı da ana kart üzerine takılır. Kontrol kartı, giriş - çıkış işlemleri için bağlantıları sağlayan ve gerçekleştiren karttır. Grafik kartı, bilgisayarın grafik yeteneğini belirleyen karttır.

AHP'de "Kartlar"a karşılık gelmektedir.

**Klavye:** AHP'de "Klavye"ye karşılık gelmektedir.

**Ekran:** AHP'de "Monitör"e karşılık gelmektedir.

**Kasa:** Bilgisayarın tüm devre kartlarının, MIB'nin, belleğin, saklama ünitelerinin içinde bulunduğu yerdir.

AHP'de "Kasa"ya karşılık gelmektedir.

**Bilgisayarın son teknolojiye sahip bir model olması:** Örneğin, 486 ve Pentium teknolojilerinden söz edilebilir. Pentium daha yeni olanıdır. Bilgisayarın son teknolojiye sahip olması değil yapılacak işler için yeterli olması önemlidir. Örneğin, sadece stok bilgilerini kontrol altında tutmayı amaçlayan bir eczane için bilgisayar teknolojisinin pek önemi olmamaktadır.

Yüksek teknolojiye sahip modelin maliyetinde yüksek olacağı unutulmamalıdır. Örneğin, 486 teknolojisine sahip bir bilgisayar 700 \$ iken, Pentium 1000 \$ olabilmektedir.

AHP'de "Merkezi İşlem Birimi" alt alternatifi "Teknoloji"ye karşılık gelmektedir.

**Bilgisayarın işlemleri hızlı yapması:** Örneğin, müşteriye anında fatura, taksit tutarları gibi bilgileri verecek bir firma için bilgisayarın işlemleri hızlı yapması çok önemli, ama kendisine yüksek lisans ev ödevi yazan bir kişi için daha az önemli olabilmektedir.

Pentium 133 Mhz 1500 \$ iken, Pentium 200 Mhz'in 3000 \$ olduğu bir durum örnek verildiğinde, aradaki maliyet farkı, istenen veya gerekli hızın seçilmesinin ne derece önemli olduğunu göstermektedir.

AHP'de "Merkezi İşlem Birimi" alt alternatifi "Hız"a karşılık gelmektedir.

**Bilgisayarda yüksek kapasiteli programları hemen bilgisayarı alır almaz kullanmak:** Programlar önce bilgisayarın ana belleğine yüklenir ve çalışır. İlk anda büyük kapasiteli programlar çalıştırılmak isteniyorsa, ana belleğin kapasitesi de yüksek olmalıdır. 8 MB, 16 MB, 32 MB gibi bellek kapasiteleri mevcuttur.

AHP'de "Ana Bellek" alt alternatifi "Kapasite"ye karşılık gelmektedir.

**Yüksek kapasiteli programları daha ileride kullanmak:** Bilgisayar alınırken düşünülmesi de daha ileride yüksek kapasiteli programlar kullanılabilir. Bu durumda maksimum bellek büyütülebilirliği önemlidir. Ayrıca bellek kartlarının daha sonra takılması için boş soket sayısının yeterli olması gerekir. Eğer bu durumlar ayarlanmış ise bellek daha sonra büyütülebileceği için maliyet konusunda düşünülebilir.

AHP'de "Ana Bellek" alt kriteri "Bağlantı ve Büyütülebilirliği"ne karşılık gelmektedir.

**Bilgisayarın çalışabilmesi için gerekli tüm devreleri, yuvaları, anahtarları, belleği içeren devre kartı:** Söz konusu işlemler dışında Kontrol ve Grafik kartı da bu kart üzerine takılır. Genellikle ana kart olarak adlandırılır.

AHP'de "Kartlar" alt kriteri "Ana Kart" a karşılık gelmektedir.

**Bilgisayara program veya veri giriş çıkışını sağlayan bağlantı birimlerini içeren devre kartı:** Kontrol kartı, giriş/çıkış kartı isimleri ile adlandırılır. Bilgisayarın arkasındaki soketler olarak düşünülebilir. Örneğin, yazıcı, fare ve modem bu soketlere takılabilmektedir.

AHP'de "Kartlar" alt kriteri "Kontrol Kartı" na karşılık gelmektedir.

**Bilgisayarda detaylı grafik, şekil çizimini sağlayan devre kartı:** Grafik kartı, görüntü kartı isimleri alabilir. Bilgisayara bağlı monitörü kontrol eder ve ekrandaki görüntülerin oluşmasından sorumludur. Eğer Bilgisayar Destekli Tasarım türü grafik ağırlıklı işler yapılması planlanıyorsa daha gelişmiş türleri seçilebilir.

AHP'de "Kartlar" alt kriteri "Grafik Kartı" na karşılık gelmektedir.

**Bilgisayarın yeni teknolojilere terfi etme olanağı:** Son yıllarda işlemcilerin değişik hızlardaki versiyonları çok çabuk çıkmakta, alınan bilgisayar daha yeni sayılırken yetersiz hale gelmektedir.

Bu nedenle, üreticiler ana kart üzerine daha hızlı bir işlemcinin takılmasıyla bilgisayar işlemcisinin terfi etmesini sağlayacak soketler koymaya başlamışlardır.

Bir bilgisayar alırken ana kartın en son hangi hızdaki ne tür işlemciye terfi olanağı sağladığı mutlaka öğrenmelidir. Örneğin, Pentium 60 daha ileride Pentum 75, 120 veya 133 modellerini destekleyebilir.

AHP'de "Kartlar"/"Ana Kart"/"Terfi (Upgrade)" alt kriterine karşılık gelmektedir.

**Bilgisayarın faks, TV vb. işlemler için geliştirilebilmesine elverişli olması:** Anakart üzerinde bilgisayara ek cihazlar, kartlar bağlamak için genişleme yuvası adı verilen soketler bulunur. İleride yapılacak olası eklemeler düşünülerek boş yuva sayısına dikkat edilmelidir.

AHP'de "Kartlar"/"Ana Kart"/"Boş yuva (soket) sayısı"na karşılık gelmektedir.

**Bilgisayara ek bir kart takıp, bu kartı kendinizin kolayca ayarlayıp, çalışır duruma getirebilmesi:** Bu özelliğe bilgisayarın tak-çalıştır (plug&play) adı verilmektedir. Fiziksel olarak ek bir kart takmak radyoya pil yerleştirmek gibidir. Sonra bu takılan kartın programlar tarafından tanınması gerekir. Eğer bu kartın özelliği, adres, kanal ayarları gibi değerlerin ne olduğu bilinmiyorsa çalışması çok zordur. Ama tak-çalıştır özelliği var ise, bu tanımlar yapılmadan takılan kart tanınır ve çalışır. Örneğin TV kartı kolayca çalışıp, bilgisayar ekranında TV izlenebilir.

AHP'de "Kartlar"/"Ana Kart"/ "Tak-Çalıştır Özelliği" alt kriterine karşılık gelmektedir.

**Bilgisayarda veri iletişimini gerçekleştiren teknoloji:** Anakart üzerindeki soketler bilgisayarla iletişim için belli bir arabirim standartını destekler. Bu yuvalara ancak aynı standarta uygun yapılmış bir kart takılabilir. ISA, VESA, PCI vb. standartlardan söz edilebilir. PCI daha bağımsız ve hızlı bir standarttır.

AHP'de "Kartlar"/"Ana Kart"/"Mimarisi" alt kriterine karşılık gelmektedir.

**İleride büyük kapasiteli bilgisayar programlarını takip etmek veya komplike işlemler yapmak:** Büyük kapasiteli bir yazım ve çizim programı kullanılıp, yazının herhangi yerinde bir resim eklemek, bir tablo eklemek gibi komplike işlemler yapılabilir.

AHP'de "Kartlar"/"Ana Kart"/"Bellek Simm soketi kapasitesi" alt kriterine karşılık gelmektedir.



**Bilgisayara veri giriş-çıkışı gerçekleştiren teknoloji:** ISA, VESA, PCI gibi standartlardan birisini destekleyen bir kontrol (giriş/çıkış) kartından söz edilmektedir. Ana kart ile aynı standartı taşıması uygun çalışmasını sağlar. Son teknoloji daha hızlı veri giriş/çıkışı gerçekleştirir.

AHP'de "Kartlar"/"Kontrol Kartı"/"Mimarisi" alt kriterine karşılık gelmektedir.

**İleride veri giriş-çıkış cihaz sayılarını artırmak (Örn. ikinci bir yazıcı):** Çoğu kontrol (giriş/çıkış) kartında 2 seri 1 paralel port bulunmaktadır. Örneğin, yazıcı sayısını artırmak, CD sürücü ya da yedekleme ünitesi kullanmak istendiğinde gerekli port sayısı ihtiyaca göre artırılabilir.

AHP'de "Kartlar"/"Kontrol Kartı"/"Port Sayısı" alt kriterine karşılık gelmektedir.

**Kaydedilmiş veri veya programlara hızlı erişebilmek:** AHP'de "Kartlar"/"Kontrol Kartı"/"Hız" alt kriterine karşılık gelmektedir.

**Bilgisayarda grafik işlemlerini gerçekleştiren teknoloji:** Hızlı bilgisayar sistemleri, yerel veriyolu kullanan bir grafik kartını gerektirmektedir. Örneğin, VESA, PCI vb.

AHP'de "Kartlar" "Grafik Kartı"/"Bağlantı" alt kriterine karşılık gelmektedir.

**Bilgisayarda çok gelişmiş grafik ve resimler çizebilmek , resimli programlar çalıştırmak:** Çok renkli, gelişmiş çizimler istenirse bu kadar bilgiyi tutabilecek belleğe sahip grafik kartı tercih edilmelidir.

AHP'de "Kartlar"/"Görüntü Kartı"/"Bellek" alt kriterine karşılık gelmektedir.

**Klavye üzerinde özel Windows tuşlarının bulunması:** Bu durumda klavyedeki tuş sayısı artar. 105 tuş klavye özellikle Windows 95 için özel tuşlara sahiptir.

AHP'de "Klavye"/"Tuş sayısı" alt kriterine karşılık gelmektedir.

**Klavyenin (F ya da Q olması gibi) tipi:** F klavye Türkiye'de kullanılan daktilolar ile uyumludur. 10 parmak kullanmayı bilenler için klavyenin tipi önemlidir.

AHP'de "Klavye"/"Tip" alt kriterine karşılık gelmektedir.

**Klavyenin ergonomik olması:** Klavyenin sağlık açısından zararsız olmasıdır. Özellikle sürekli yazı yazmayı düşünenler için, bileklerin daha rahat durabileceği ergonomik bir klavye önemli olabilir.

AHP'de "Klavye"/"Ergonomi" alt kriterine karşılık gelmektedir.

**Bilgisayar ekranının büyüklük ve ekranın nesne alma seviyesi:** Monitörlerin büyüklükleri bir üst köşeden karşı alt köşeye uzanan köşegenin uzunluğuyla ölçülür ve genellikle in birimi kullanılarak ifade edilir. Örneğin, 14 in büyüklüğünde monitörler mevcuttur.

Monitör çözünürlüğü ekranda görüntülenen nokta sayısını ifade eder ve genellikle yatay ve dikey nokta sayısının çarpımı şeklinde belirtilir. Örneğin, 640 x 480 çözünürlüğünde bir monitörden söz edilebilir.

Monitörde görüntülenene yazı, resim gibi her nesne sabit sayıda nokta kullanılarak oluşturulur. Bu nedenle çözünürlük arttıkça ekrana daha fazla nesne sığar. Eğer sadece DOS programları kullanılması düşünülüyorsa en düşük çözünürlük yeterli olabilir. Masaüstü yayıncılık programları ya da çok büyük hesap tabloları kullanılması düşünülüyorsa daha yüksek bir çözünürlük uygun olabilir.

Monitörün büyüklüğüne kullanılması düşünülen çözünürlüğe göre karar verilmelidir. Örneğin, 1024 x 768 çözünürlüğü için en az 15 in monitör kullanılmalıdır. Daha büyük bir monitörde çalışmak daha zevkli ve ergonomiktir. Kötü yanı monitör boyu büyüdükçe fiyatı orantısız olarak, daha fazla artmaktadır.

AHP'de "Monitör"/"Büyüklük ve Çözünürlük" alt kriterine karşılık gelmektedir.

**Ekranın parlamaması, görüntünün titrememesi:** Parlamanın nedeni ekranın yenilenme hızının yeterli olmayışındır. Genel olarak ekranda sabit bir görüntü için ekranın saniyede 70 defa yenilenmesi gerektiği kabul edilir. Bu "70 Hz" olarak ifade edilir ve sayı düşüke gözü rahatsız eden parlamanın oluşma olasılığı artar.

Monitörün titreşimli denen şekilde çalışması, ekran yenilendiğinde görüntünün yarım yarım, iki defada çizilmesi demektir. Bu durum bazı görüntülerde dikkat edildiğinde farkedilebilir bir titremeye neden olur ve bir süre sonra çoğu insanda baş ağrısı yapar.

Ekranın parlamaması da titreşimsiz çalışması da çözünürlüğe göre değişir ve dikkat edilmelidir.

AHP'de "Monitör"/"Titreşim ve Ekran Yenileme Hızı" alt kriterine karşılık gelmektedir.

**Ekranın renk dağılımının sağlanması, zevkli çalışma açısından düz ekran olması:** Çoğu monitör ekran tübü yüzeyinin bir küreden kesilmesi tekniği ile üretilir. Kürenin büyüklüğüne bağlı olarak köşelere doğru belirgin eğimli ya da neredeyse düz görünen bir ekran ortaya çıkar. Düz bir ekranla çalışmak çok daha zevklidir ancak üretim maliyeti yüksektir.

Trinitron teknolojisinde iyi bir renk dağılımı sağlanır. Çoğu kişi bu nedenle trinitron monitörü tercih etmektedir.

AHP'de "Monitör"/"Düz Ekran ve Trinitron" alt kriterine karşılık gelmektedir.

**Ekranın görüntünün net olması:** Görüntünün net olması için kontrol edilmesi gerek bir özellikte monitörün nokta aralığıdır. Nokta aralığı genellikle milimetre ile ölçülmekte ve ekran tübü üzerindeki iki fosfor noktacığının arasındaki uzaklığı belirtmektedir. Monitör boyu büyüdükçe net bir görüntü için nokta aralığının azalması gerekmektedir. Örneğin, 14 inç bir monitör için 0.28 mm nokta aralığı uygun görüntüyü sağlamaktadır.

AHP'de "Monitör"/"Nokta aralığı" alt kriterine karşılık gelmektedir.

**Ekran ayarlarının kullanılan programa göre otomatik olarak değiştirilmesi:** Monitör kontrolleri analog ya da sayısal olabilmektedir. Eski analog kontrollü monitörlerde bu ayarlar monitörün arkasındaydı, çözünürlük değişimi arttıkça bu ayar düğmeleri monitörlerin önüne taşındı. Analog kontrollü monitör ile her çözünürlük (değişik çizim, şekil veya programlarda) değişikçe ayar yapılması gerekebilir. Sayısal kontrollü bir monitör her çözünürlük ayarlarını saklamakta ve otomatik olarak değiştirmektedir.

AHP'de "Monitör"/"Kontroller" alt kriterine karşılık gelmektedir.

**Ekranın ergonomik olması yani düşük radyasyon standartlarına uyması, ışık yansıtmayan, statik kaplamalı olması:**

AHP'de "Monitör"/"Ergonomi" alt kriterine karşılık gelmektedir.

**Bilgisayar kasa türü (Yatay veya Dikey, büyüklüğü gibi):** Kullanım ve yer açısından kasa boyutu veya türü önemli olabilir. Örneğin, yatay (slim) kasanın üzerine monitör konulabildiği için kullanımı daha kolay olabilir. Teknik elemanlar, dikey (tower) kasanın içinde kart, kablo vb. takma işlemlerinde daha kolay çalışılabildiğini söylemektedirler.

AHP’de “Kasa ve Güç Kaynağı”/“Kasa türü” alt kriterine karşılık gelmektedir.

**Kasa üzerindeki güç kaynağının kapasitesi (Kaç watt):** Eğer bilgisayara normalin dışında fazla güç çekecek bir cihaz bağlanırsa daha yüksek güçlü bir güç kaynağı seçilmelidir.

AHP’de “Kasa ve güç kaynağı”/“Güç kaynağı kapasitesi” alt kriterine karşılık gelmektedir.



## KAYNAKÇA

- Arbel, A. (1983), "A University Budget Problem: A Priority-Based Approach", *Socio-Econ.Plan.Sci.*, Cilt.17, No.4, 181-189.
- Bard, J.F., S.F. Sousk (1990), " A Tradeoff Analysis for Rough Terrain Cargo Handlers Using the AHP: An Example of Group Decision Making", *IEEE Transactions of Engineering Management*, Cilt.37, No.3, 222-228.
- Beaumont, N. (1997), "Using Mixed Integer Programming to Design Employee Rosters", *Journal of the Operational Research Society* 48, 585-590.
- Bryson, N., A. Mobolurin (1994), "An Approach to Using the Analytic Hierarchy Process for Solving Multiple Criteria Decision Making Problems", *European Journal of Operational Research* 76, 440-454.
- Bryson, N., A. Mobolurin (1995), "An Action Learning Evaluation Procedure for Multiple Criteria Decision Making Problems", *European Journal of Operational Research* 96, 379-386.
- CHIP Dergisi*, Şubat 1996.
- Demir, M.H., B. Bircan, H. Tütek (1985), *Yönetmel Karar Verme*, Bilgehan Basımevi, İzmir.
- Douligeris C., I.J. Pereira (1994), "A Telecommunications Quality Study Using the Analytic Hierarchy Process", *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, Cilt. 12, No.2, 241-250.
- Dyer, R.F., E.H. Forman (1991), *An Analytic Approach to Marketing Decisions*, Prentice Hall, NJ.
- Eltez, A., N. Moralı (1997), "Analitik Hiyerarşi Sürecinin Jeotermal Sistem Tasarımında Kullanımı ve Denizli Uygulaması", *Araştırma Sempozyumu'97 Bildirileri*, Ankara, 85-89.
- Eren, Ş. (1988), *Mikrobilgisayarlar İçin BASIC Programlama*, Barış Yayınları, Fakülteler Kitapevi, İzmir.
- Expert Choice*, Version 8 (1993), Getting Started, Expert Choice Inc., Decision Support Software Inc., Mc Lean, Virginia,
- Expert Choice Version 8 User Manual*.

- Finnie, G.R., G.E. Wittig, D.I. Petkov (1993), "Prioritizing Software Development Productivity Factors Using the Analytic Hierarchy Process", *Journal Systems Software* 22, 129-139.
- Genest, C., S.-S. Zhang (1996), "A Graphical Analysis of Ratio-scaled Paired Comparison Data", *Management Science*, Cilt. 42, No.3, 335-349.
- Golden B.L., E.A. Wasil, P.T. Harker (1989), *The Analytic Hierarchy Process Applications and Studies*, Berlin - Heidelberg.
- Güneş M., E. Baldemir (1996), *Bilgisayar Programlama ve Veri Yönetimi*, İzmir.
- Himmetoğlu, B.A. (1971), *Karar Verme Yeteneğini Geliştirme*, Ege Üniv. İ.T.B.F., Karınca Matbaası, İzmir.
- Jiang, C.Q. (1994), "AHP in Trend-Changed Forecasting", *Proceedings of The 3rd International Symposium on the Analytic Hierarchy Process*, Washington, DC USA, 353-361.
- Kara, İmdat (1986), *Yöneylem Araştırması*, Eskişehir.
- Kubota, S. (1996), "How to Choose A Heat Pump System", *Takenaka Corporation, IEA Heat Pump Centre Newsletter*, Cilt.14, No.1, Tokyo, Japan, 20-22.
- Kumar, N.V., L.S. Ganesh (1996), "A Simulation-Based Evaluation of the Approximate and the Exact Eigenvector Methods Employed in AHP", *European Journal of Operational Research* 95, 656-662.
- Lee, Heeseok (1993), "A Structured Methodology for Software Development Effort Prediction Using the Analytic Hierarchy Process", *Journal Systems Software* 21, 179-186.
- Lee, Young-Woo, Byong-Hun Ahn (1991), "Static Valuation of Combat Force Potential by the Analytic Hierarchy Process", *IEEE Transactions on Engineering Management*, Cilt.38, No.3, 237-244.
- Lusk, E.J. (1979), "Analysis of Hospital Capital Decision Alternatives: A Priority Assignment Model", *Journal of the Operational Research Society*, Cilt.30, No.5, 439-448.
- Markland, R.E. (1989), *Topics in Management Science*, Third Edition, Printed in USA John Wiley & Sons Inc, USA.

- Millar, H.H., M. Kiragu (1997), "A Time-based Formulation and Upper Bounding Scheme for the Selective Travelling Salesperson Problem", *Journal of the Operational Research Society* 48, 511-518.
- Miyaji, I., Y. Nakagawa, K. Ohno (1995), "Decision Support System for the Composition of the Examination Problem", *European Journal of Operational Research* 80, 130-138.
- Monsuur, H. (1996), "An Intrinsic Consistency Threshold for Reciprocal Matrices" *European Journal of Operational Research* 96, 387-391.
- Moralı, N. (1994), "Using AHP in Prioritization of the Procurement Proposals in Universities", *Proceedings of The 3rd International Symposium on the Analytic Hierarchy Process*, Washington DC, USA, 321-330.
- Mustafa, M.A., J.F. Al-Bahar (1991), "Project Risk Assessment Using the Analytic Hierarchy Process", *IEEE Transactions on Engineering Management*, Cilt.38, No.1, 46-52.
- Nezhad, H.G., A. Baharlou (1991), "To Drill or Not to Drill: A Synthesis of Experts Judgments", *International Journal of Systems Science*, Cilt.22, No.9, 1613-1624.
- Öztürk , A. (1994), *Yöneylem Araştırması*, Ekin Kitabevi Yayınları, Bursa.
- PC Magazine Türkiye Dergisi*, Sayı 12, Kasım 1994.
- PC Magazine Türkiye Dergisi*, Sayı 27, Şubat 1996.
- PC Magazine Türkiye Dergisi Eki*, Şubat, 1996.
- PC Magazine Türkiye Dergisi Eki*, Temmuz,1996.
- PC World/Türkiye Dergisi*, Sayı 55, Eylül, 1995.
- PC World/Türkiye Dergisi*, Sayı 58, Aralık, 1995.
- PC World/Türkiye Dergisi*, Sayı 12, Kasım, 1996.
- PC World/Türkiye Dergisi Eki*, Kişisel Bilgisayar Kılavuzu, Sayı 13, Ocak,1996.
- Paulson, D., S. Zahir (1995), "Consequences of Uncertainty in the Analytic Hierarchy Process: A Simulation Approach", *European Journal of Operational Research* 87, 45-56.
- Ricker, H.M. (1994) "Determining Disposition Strategies for Public Housing: A Multi-Criteria Public Policy Decision Model Using the Analytic Hierarchy



- Process", *Proceedings of The 3<sup>rd</sup> International Symposium on the Analytic Hierarchy Process*, Washington, DC USA, 379-390.
- Roper-Lowe, G.C., J.A. Sharp (1990), "The Analytic Hierarchy Process and Its Application to an Information Technology Decision", *Journal of the Operational Research Society*, Cilt.41, No.1, 49-59.
- Rosenbloom, E.S. (1996), "A Probabilistic Interpretation of the Final Rankings in AHP", *European Journal of Operational Research* 96, 371-378.
- Saaty, T.L. (1987), "Concepts, Theory, and Techniques", *Decision Sciences*, Cilt.18, 157-177.
- Saaty T.L.(1990), *The Analytic Hierarchy Process*, RWS Publications, Pittsburgh, PA, USA.
- Saaty, T.L. (1994), "How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process", *Interfaces*, Cilt.24, No.6, 19-43.
- Saaty, T.L., L.G. Vargas (1985), "Modeling Behavior in Competition: the Analytic Hierarchy Process", *Applied Mathematics and Computation* , Cilt.16, No.1, 49-92.
- Santhanam, R., G.J. Kyparisis (1996), "A Decision on Model for Interdependent Information System Project Selection", *European Journal of Operational Research* 82, 380-399.
- Schniederjans, M.J., T. Garvin (1997), "Using the Analytic Hierarchy Process and Multi-Objective Programming for the Selection of Cost Drivers in Activity-Based Costing", *European Journal of Operational Research* 100, 72-80,
- Shang, J., T. Sueyoshi (1995), "A Unified Framework for the Selection of a Flexible Manufacturing System", *European Journal of Operational Research* 85, 297-315.
- Soyer, R., R. Spring (1991), "Evaluation of Soldier Integrated Protective Ensembles Using Analytic Hierarchy Process", *Proceedings of The 2<sup>rd</sup> International Symposium on the Analytic Hierarchy Process*, Cilt. II, Pittsburgh, Pennsylvania, USA, 415-427.



- Tadisina, S.K., M.D. Troutt, V. Bhasin (1991), "Selecting A Doctoral Programme Using the Analytic Hierarchy Process- The Importance of Perspective", *Journal of the Operational Research Society*, Cilt.42, No.8, 631-638.
- Vargas, L. (1990), "An Overview of the Analytic Hierarchy Process and Its Applications", *European Journal of Operational Research* 48, 2-8.
- Webber, S.A., B. Apostolou, J.M. Hassell (1996), "The Sensitivity of the Analytic Hierarchy Process to Alternative Scale and Cue Presentations", *European Journal of Operational Research* 96, 351-362.
- Yazgaç, T., (1995), "Tedarikçi Seçimi Ve Değerlendirmesi Problemine Bir Yaklaşım: Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi", *Önce Kalite Dergisi*, Temmuz Sayısı, 38-46.
- Zahedi, F. (1986), "The Analytic Hierarchy Process-A Survey of the Method and Its Applications", *Interfaces*, Cilt.16, No.4, 96-108.
- Zimmermann, H.J., A. Monfroglio (1997), "Linear Programs for Constraint Satisfaction Problems", *European Journal of Operational Research* 97, 105-123.