

# Analitik Hiyerarşi Yöntemiyle Notebook Bilgisayar Seçimi

Yrd. Doç. Dr. Semra Erpolat\*

## Özet

Bilgisayarların büyük önem taşıdığı günümüzde notebook bilgisayar kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır. Teknolojik gelişmeler sonucunda özellikle bilgisayar alanındaki devasa gelişmeler, mevcut bilgisayar marka ve modellerine her geçen gün yenilerin eklenmesine neden olmaktadır. Bu ise kendisi için en uygun bilgisayarı satın almak isteyen kullanıcıların karar verme süreçlerini oldukça güçleştirmektedir.

Bu çalışmada karar verme tekniklerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Yöntemi kullanılarak, notebook bilgisayar almak için çalışmada incelenen mağazaya giden bir kullanıcının tercih edeceği bilgisayar markasına göre uygun modeli seçmesine yardımcı olacak bilgiler sunulacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Analitik Hiyerarşi Yöntemi, karar alma, notebook bilgisayar seçimi.

## Notebook Computer Selection with Analytic Hierarchy Method

### Abstract

Beside importance of computers use of lap top computer is widely spread. Due to the technological advancement, especially in computer area, new brands, and new models are added. This cause is a very big problem to the consumer in choosing the best one for himself.

In this study, a solution proposal is offered to the consumer wants to buy lap top computer. To obtain a solution used in selection of lap top computer, Analytical Hierarchy Method is used.

**Key Words:** Analytic Hierarchy Method, decision making, selection of lap top computer.

## 1. Giriş

Gelişen teknoloji ile birlikte elektronik cihazlar da her gün biraz daha gelişmekte, farklı özelliklerde çok sayıda alternatif modeller üretilmektedir. Bir ürünün farklı modellerinin olması ise tüketicileri "hangi modeli satın almalıyım?" sorusuyla yüz yüze bırakmaktadır. Bu sorunun doğru yanıtı alıcının ürünler hakkında yeterince bilgiye sahip olması ve bu bilgileri doğru bir şekilde karşılaştırabilmesiyle verilebilir. Karar verme sürecinde göz önünde bulundurulacak alternatiflerin çok sayıda olması alternatiflerin eşanlı olarak göz önünde bulundurulmasını gerektirir.

Önceleri sadece büyük iş yerlerinde veya eğitim kurumlarında kullanılan bilgisayarlar günümüzün vazgeçilmezleri arasındaki yerini çoktan almıştır. Bunun nedenleri, hızlı çalışma, güvenilir sonuçlara ulaşma, çok büyük ölçekte bilgi depolayabilme ve bu bilgilere hızlı erişebilmeye olan ihtiyacın artmasıdır. Bilgiye istenildiği anda, istenildiği yerde ulaşma isteği bilgisayarların kolayca taşınabilir olma özelliğini de bir bilgisayarda aranan özellikler arasına koymuştur.

Notebook bilgisayarlar marka ve modellerine göre farklı özellikler içermektedirler. Kullanıcı, bir notebook bilgisayar alırken çok sayıdaki marka ve model arasından kendi gereksinimlerine uygun olanının en iyisini seçmek isteyecektir. Bu ise alternatiflerin çokluğu nedeniyle oldukça güç bir süreçtir. Bütün bilgisayarlar, işlemci tipi, işlemci hızı, hafıza boyutu, hard disk, ekran özellikleri ve diğer bazı ek özelliklere (modem, optik sürücü vb.) sahiptirler. Kullanıcılar bilgi-

\* Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü. serpolat@msgsu.edu.tr.

sayar alırken genellikle bu özellikleri karşılaştırmaktadırlar. Bilgisayar alımında kriterlerden hangisinin öne çıkacağı, kullanıcıdan kullanıcıya değişmektedir. Örneğin, kimi kullanıcılar için işletim tipi diğer kriterlerden daha önemli iken, kimileri için hafıza boyutu öne çıkmaktadır. Bu, tamamen kullanıcının bilgisayarlar hakkındaki bilgi ve deneyimlerine ve kullanım amacına bağlı olup, konuyla ilgili uzman kişiler arasında da farklılık gösterebilmektedir.

İnsanlar gerek bireysel faaliyetlerinde, gerekse organizasyonlardaki görevlerinde, sürekli olarak karar vermek ve sorunları çözmek zorunda kalırlar. Genellikle, gerçekleşen durumun koşulları ile istenen durumun koşulları farklılık gösterdiğinde ortaya çıkan problemler yeni fırsatların yaratılmasına yardımcı olur. Bir problemi çözmeye sürecinde, karar vericinin aynı anda pek çok karar vermesi gerekebilir. Karar verme kısaca, amaç ve hedeflerin gerçekleştirilmesi yolunda alternatif eylem planlarından birini seçme süreci olarak tanımlanabilir.<sup>1</sup> Alınan her karar beraberinde başka karar gereksinimlerini ve problem çözmeye dönük faaliyetleri gerekli kılar. Çok sayıda kritere sahip, çok sayıda alternatifler arasından kullanıcı gereksinimlerini karşılayacak en iyi notebook bilgisayarın seçimi, çok kriterli karar alma problemi olarak tanımlanabilir.

Problem çözmeye ve karar verme, karar vericinin faaliyetlerinde kilit rol oynar. İnsanoğlunun hemen hemen tüm davranışlarında “Kendisi için en doğru karar nedir?” düşüncesinin egemen olduğu görülebilir. Bu düşünce çoğu zaman birçok seçenek arasından seçip uygulamaya koyduğumuz kararlar geleceğimizi yönlendirmektedir. Aldığımız her kararlar bir seçim yapıyor ve diğer seçeneklerden vazgeçiyoruz. Bilginin ışık hızıyla yayıldığı, birden fazla seçeneğin var olduğu zengin bir karar verme süreci, bilgiyi sadece toplayarak işlemek değil, aynı zamanda gelişmiş karar verme tekniklerinden birini kullanarak en iyi kararın verilmesiyle gerçekleştirilebilir. İçinde yaşanılan dönem, kişilere ve yöneticilere, kararların nasıl verildiğinin açıklandığı değil, bunun ötesinde nasıl verilmesi gerektiğine ilişkin bilimsel yöntemlerin ortaya çıkarılması ve böylece karar vericilerin belirsizlik karşısında güçsüz bir varlık olma durumundan kurtarılmasını zorunlu kılar.

Etkili ve verimli bir karar için öncelikle hedefin belirlenmesi ve bu hedefe ulaşmak için yardımcı olacak verilerin toplanması gerekmektedir. Bilginin toplanması ve analiz edilmesi oldukça zor bir süreç olabilmektedir.

Yapılan araştırmalar, pek çok günlük kararın sezgisel olarak alınmasının yeterli olmasına rağmen, karmaşık ve hayati kararlar için bu yolun tek başına yeterli olmadığını göstermektedir. Geçmişte kararlar bugüne göre daha sınırlı koşullarda; genellikle deneyim, yargı ve sezgilere göre verilmekteyken, günümüzde rasyonel kararlar almak için bu unsurlar gerekli, ancak yeterli değildir. Karar verilirken artık, bilimsel yöntemlerle desteklenen karar analizi teknikleri kullanılmaktadır. Son yıllarda önemi gittikçe artan bu bilimsel yöntemlerden biri de çok kriterli bir karar alma tekniği olan Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY)'dir.

## 2. Analitik Hiyerarşi Yöntemi

1970'li yıllarda, Thomas Saaty tarafından bir model olarak geliştirilen AHY belirlilik altında birden fazla sayıda kriter içeren karar problemlerinin çözümünde kullanılan karar verme araçlarından bir tanesidir.<sup>2</sup>

Çok sayıda kriterin göz önüne alındığı durumlarda karar verilirken karşılaşılan en önemli sorunlardan bir tanesi, ele alınan alternatifler için ağırlık, önem veya üstünlük belirlemektir. İşte AHY, bir hiyerarşideki bu tür tercihlerin belirlenmesini sağlayan etkin bir matematiksel yöntemdir. Hiyerarşi süreci, karar vericinin belirlediği her bir kriterin göreceli önemlerinin belirlenmesi ve daha sonra her bir kritere göre karar alternatifleri arasında seçim yapmasına gerek duyar.

Hem objektif hem de subjektif değerlendirme kriterlerini kullanması, değerlendirme tutarlılığının test edilmesini sağlaması, özellikle de çok sayıdaki kritere göre değerlendirilmesi gereken

<sup>1</sup> Cinemre, N., *Yöneylem Araştırması*, Beta Basım Dağıtım, Üçüncü Baskı, İstanbul, 2004.

<sup>2</sup> Saaty, T., *The Analytic Hierarchy Process*, Mc Graw-Hill International Book Company, USA, 1980.

alternatiflerden hangisine öncelik verilmesi gerektiği gibi çok önemli bir kararın, karar verici tarafından uygulanması nedeniyle AHY önemli bir araçtır.<sup>3</sup>

AHY, gruplara ve bireylere gerek nicel, gerekse nitel etkenleri karar verme sürecine katma olanağı sağlayan güçlü ve kapsamlı bir yöntemdir.<sup>4</sup> Bu yöntem sayesinde nitel ve nicel birçok kriter bir arada değerlendirilip, sistem yaklaşımı ile irdelenebilmektedir. AHY ile hem soyut kavramlar sayısal yargılara dönüştürülebilmekte, hem de hiyerarşik bir yapıya sokulmuş kriter ve alt kriterler için yorum yapılabilir. AHY, karar vericinin bilgi, deneyim, düşünce ve öngörülerini mantıksal bir biçimde birleştirmesine olanak sağlayan bir yöntemdir. AHY, her problem ya da karar için bir hedef, kriterler, alt kriterler ve seçeneklerden oluşan bir hiyerarşi modeli kullanır.

## 2.1. Analitik Hiyerarşi Yönteminin Kullanım Alanları

AHY genellikle, “olası sonuçların kestirilmesi, kaynakların dağıtılması, karar destek sistemindeki değişikliklerin kontrolü, istihdamın değerlendirilmesi ve ücret artışlarının ödeneklere ayrılması, alternatiflerin seçilmesi, maliyet/fayda karşılaştırmaları ve grup karar verme sürecinin kolaylaştırılması” alanlarında yaygın kullanıma sahiptir.<sup>5,6</sup> Bu bağlamda, AHY ekonomi, finans, kamu politikaları, planlama, enerji politikaları, kaynak tahsisleri, sağlık sorunları, anlaşmazlık çözümü, proje seçimi, pazarlama, bilgisayar teknolojisi, bütçe tahsisi, muhasebe, eğitim, sosyoloji, mimarlık, spor ve daha bir çok alandaki çeşitli karar problemlerine uygulanmıştır.<sup>7</sup>

## 2.2. AHY'nin Prensipleri

### 2.2.1. Hiyerarşik Yapı

AHY modelini oluşturma sürecinin ilk adımı problemin hiyerarşisini, “amaç”, “kriter”, “olası alt kriter seviyeleri” ve “alternatifler” şeklinde belirlemektir. Bu hiyerarşik model problemin niteliğine göre aşağıdaki yapılardan birine uyar.<sup>8</sup>

- Amaç, kriterler, alternatifler
- Amaç, kriterler, alt kriterler, alternatifler
- Amaç, kriterler, alt kriterler, senaryolar, alternatifler
- Amaç, aktörler, kriterler, alternatifler
- Amaç, kriterler, güçlülük (yoğunluk) düzeyleri, alternatifler.

AHY'nin değerlendirilmesinde karar verici her bir kriterin, amaca olan katkısının büyüklüğü bakımından görece önemini, her bir kritere göre alternatifler için tercihi belirlemektedir. Görece önem ve tercihler hakkında karar verilmesinin ardından kriterlerin amaca göre öncelikleri ile alternatiflerin her bir kritere göre önceliklerinin hesaplanmasına geçilir. Bu öncelikler, alternatiflerin sıralanmasında kullanılır.

AHY, hiyerarşilerin oluşturulması kuralı, önceliklerin belirlenmesi kuralı, mantıksal ve sayısal tutarlılık kuralı olarak adlandırılan üç temel kural üzerine kurulmuştur.

Hiyerarşinin tüm parçaları birbirleriyle ilişkili olup herhangi bir faktördeki herhangi bir değişim diğer faktörleri de etkiler. AHY'nin hiyerarşik yapısındaki bu esneklik ve etkinlik sayesinde karar verici,

- Bir çok veri türünü bir araya getirerek,
- Performans seviyelerindeki farklılıkları birbirine uygun hale dönüştürerek,
- Farklı gözükten nesnelere birbirleriyle karşılaştırarak,

daha tutarlı ve uygun kararlar alabilir.

<sup>3</sup> Eraslan, E. ve Algün, O., *İdeal Performans Değerlendirme Formu Tasarımında Analitik Hiyerarşi Yöntemi Yaklaşımı*, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 20, No 1, 2005, s. 95-106.

<sup>4</sup> <http://www.isl.itu.edu.tr/ya/AHS.doc>, Topçu İ., (15.04.2006).

<sup>5</sup> Eraslan, E. ve Algün, O., 2005, s. 95-106.

<sup>6</sup> Taha, H.A., *Yöneylem Araştırması*, (Çev.: Baray, Ş.A. & Esnaf, Ş). 6. Basımdan Çeviri, İstanbul: Literatür, 1997.

<sup>7</sup> Zahedi, F., *The Analytical Hierarchy Process-A Survey of The Method and Its Applications*, Interfaces, 16(4), 1986, s. 96-108.

<sup>8</sup> Turban, E. & Meredith, J.R., *Fundamentals of Management Science*, 6th Ed. New York: The McGraw-Hill Companies, 1994.

## Hiyerarşilerin Oluşturulması (Ayrıştırma) Kuralı

Hiyerarşilerin oluşturulması kuralı, problemin temel bileşenlerinin belirlenmesi için hiyerarşinin yapılandırılmasını içerir. Bu yapı kurulurken, AHY prensipleri doğrultusunda; öncelikle amaç, bunları izleyen kriterler, alt kriterler ve karar alternatifleri belirlenmektedir. Söz konusu bileşenlerin belirlenmesinin ardından hiyerarşik yapının düzenlenmesine geçilir. Bu yapıyı kurmanın etkin bir yolu üst düzeydeki kriterden ona bağlı olan alt düzeydeki kriterlere doğru yol alınmasıdır. Bu aşama sonrasında varsa üçüncü düzeydeki alt kriterlere gidilir ve süreç böylece sürer. Bu yolla genel olandan, daha özel ve belirgin olana ulaşılır. Daha sonra alt düzey için alternatifler ve bunların karşılaştırılacakları bir üst düzeydeki özellikler belirlenir. Ayrıştırma düzeyleri ölçümün temel bölümünü oluşturur. Bu gerekçeyle ayrıştırma düzeylerinin genellikle farklı olmamaları, diğer bir deyişle belli bir “nitelik” ölçüsünden daha farklı olmamaları gerekir. Hiyerarşinin kademe sayısı, problemin karmaşıklığına ve ayrıntı derecesine bağlıdır.

## Önceliklerin Belirlenmesi (İkili Karşılaştırma) Kuralı

AHY'nin en önemli prensiplerindendir. İkinci düzeydeki öğelerin, birinci düzeydeki amaç karşısındaki görece önemlerinin ikili karşılaştırılmasını yapmak için “ikili karşılaştırma matrisi” adı verilen bir matrisin oluşturulmasını içeren bu aşamaya sentezleştirme de denir. İkili karşılaştırma matrisi, soruna ilişkin yargıların ikili karşılaştırılmalarını içeren bir kare matris olup gerçekleştirilecek amaca bağlı olarak kaç kriterden oluşuyorsa o kadar satır ve sütundan oluşur. Matristeki sayılar sütundaki kriterin satırdaki kriter üzerindeki üstünlük yoğunluğunu ifade etmektedir. Köşegenine göre bu matristeki elemanlar birbirlerinin tersidir ( $a_{ij}=1/a_{ji}$ ).  $a_{ij}$ ,  $i$  özelliği ile  $j$  özelliğinin ikili karşılaştırma değerini göstermek üzere ikili karşılaştırma matrisi şöyledir:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & L & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & L & a_{2n} \\ & & M & \\ a_{n1} & a_{n2} & L & a_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & L & a_{1n} \\ \frac{1}{a_{12}} & a_{22} & L & a_{2n} \\ & & M & \\ \frac{1}{a_{n1}} & \frac{1}{a_{n2}} & L & a_{nn} \end{bmatrix}$$

İkili karşılaştırma matrisi aşağıdaki özelliklere sahiptir.<sup>9</sup>

- Matris tüm elemanları pozitif sayı olan bir kare matristir.
- Matris tam tutarlı ise  $a_{ij} a_{jk} = a_{ik}$  eşitliğini sağlar ve matrisin herhangi bir satırından diğer tüm faktörler elde edilebilir.
- $n$  sayısının  $2^l$ li kombinasyonu kadar açılım yapılabilir.
- Matrisin en büyük özdeğerine karşı-

lık gelen özvektör, AHY matrisinde ağırlık veya görece önem vektörü olarak adlandırılır.

- A matrisinin köşegen elemanları 1'e eşittir.

İkili karşılaştırma terimi iki kriterin birbiriyle göreceli olarak karşılaştırılması anlamına gelir ve karar vericinin yargısına dayanır. İkili karşılaştırmalar karar kriterlerinin ve alternatiflerin öncelik dağılımlarının kurulması için tasarlanmıştır. Hiyerarşideki elemanlar bir üst kademedeki elemana göre görece önemlerin belirlenmesi için ikili olarak karşılaştırılır.<sup>10,11</sup>

AHY'deki ikili karşılaştırmalarda bir çift oluşturan birimlerden birinin diğerinden ne kadar önemli olduğunu açıklamada dokuz nokta ölçeği kullanır. Bu amaçla kullanılabilecek farklı ölçüler varsa da dokuz nokta ölçeğinin oldukça iyi bir ayırım sağladığı kanıtlanmıştır.<sup>12</sup>

İkili karşılaştırma,  $i$  satırındaki ( $i=1,2,\dots,n$ ) kriterin  $n$  sütunla temsil edilen her bir kriterle ilgili olarak derecelenmesiyle gerçekleştirilir. AHY'de kriterlerin ve alternatiflerin birbirlerine göre önem derecelerini belirleyebilmek için “AHY İkili Karşılaştırmalar Ölçeği Tablosu”ndaki ağırlıklara göre puanlandırılır. Kişisel yargıların sayısallaştırılması amacıyla Saaty tarafından önerilen ölçek ve anlamları Tablo 1'de gösterilmiştir.<sup>13</sup>

<sup>9</sup> Saaty, 1980.

<sup>10</sup> Rangone, A., *An Analytic Hierarchy Process Framework For Comparing The Overall Performance of Manufacturing Departments*, International Journal of Operation and Production Management, 16(8), 1996, s. 104-119.

<sup>11</sup> Wind, Y. and Saaty T., *Marketing Applications of The Analytic Hierarchy Process*, Management Science, 26(7), 1980, p. 641-658.

<sup>12</sup> Turban, Meredith, 1994.

<sup>13</sup> Saaty, 1980.

Sayısal Yargı ( $a_{ij}$ )	Sözel Yargı	Açıklama
1	Eşit önem	İki faaliyet amaca eşit düzeyde katkıda bulunur
3	orta derecede önem	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine çok az derecede tercih ettirir
5	Kuvvetli düzeyde önem	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine kuvvetli bir şekilde tercih ettirir
7	Çok kuvvetli düzeyde önem	Bir faaliyet güçlü bir şekilde tercih edilir ve baskınlığı uygulamada rahatlıkla görülür
9	Aşırı düzeyde önem	Bir faaliyetin diğerine tercih edilmesine ilişkin kanıtlar çok büyük bir güvenilirliğe sahiptir
2, 4, 6, 8	Uzlaşma gerektiğinde kullanılan önem dereceleri	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere yukarıda listelenen yargılar arasına düşen değerler

Tablo :1 AHY İkili Karşılaştırmalar Ölçeği Tablosu.

Karar verici AHY'nin temelinde yatan bu ölçeği kullanarak, kriterlerin önemlilik derecelerini belirler. İkili karşılaştırmalar matrisinin i-inci satır ve j-inci sütunundaki 1, i ve j kriterlerinin aynı derecede önemli olduğunu, 9 ise i kriterinin j'den çok daha önemli olduğunu ya da j kriterinin i'ye göre kesinlikle önemsiz olduğunu belirtir. 1 ve 9 dışındaki diğer değerler ise, denk önemlilik ile kesin tercih arasındaki dereceleri ifade eder. Ayrıca i kriteri j kriterine göre "a" derece önemli ise, j kriteri i kriterine göre "1/a" derece önemlidir.

## Görelî Önem Vektörünün Hesaplanması

Normalleştirilmiş bir matris olan N, matrisinin tüm öğelerinin ilgili öğenin bulunduğu sütunların eleman toplamlarına bölünmesiyle oluşturulur. Bu matrisin i-inci sütun elemanları  $w_i$ 'ye bölünerek  $w^*$  matrisi ve satır elemanlarının ortalaması alınarak da W görelî önem vektörü elde edilir. Normalleştirilmiş matris aşağıdaki gibidir.

$$N = \begin{bmatrix} w_1 & w_1 & L & w_1 \\ w_2 & w_2 & L & w_2 \\ & & M & \\ w_n & w_n & L & w_n \end{bmatrix}$$

İkili karşılaştırma matrisinin çözümünden elde edilen görelî önem vektörü  $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$  şeklinde gösterilir. Buradaki değerleri öncelik ya da özvektör olarak tanımlanır. Görelî önem vektörlerinden görelî önem matrisine ulaşılabilir. Görelî önem matrisi  $w^*$  ile gösterilip aşağıdaki gibidir.

$$W^* = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & L & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & L & \frac{w_2}{w_n} \\ & & M & \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & L & \frac{w_n}{w_n} \end{bmatrix}$$

## Mantıksal ve Sayısal Tutarlılık

Hiç kimse önemli bir kararı sadece yargılarıyla vermek istemez. Karar verici genellikle bir sorunun çözümüne ilişkin yargılarının tutarlı olup olmadığını öğrendikten sonra bir karara varmayı tercih eder.

Hiyerarşinin yanlış yapılandırılması, bilgi eksikliği ya da mantığa aykırılık tutarsızlığa yol açabilir. Probleme ilişkin çözümden mutlak tutarlılık beklemek çok doğru değildir. Önemli olan tutarsızlığın ne kadarının kabul edilebilir sınırlar içinde olduğunu belirlemektir. Bunun için “tutarsızlık oranı”nın hesaplanması gereklidir. İkili karşılaştırma yargılarının tutarlılığını ölçmek için Saaty tarafından önerilen bir tutarlılık oranı kullanılmaktadır.<sup>14</sup> Tutarlılık oranı her bir ikili karşılaştırma matrisi için hesaplanır. Bu oran için Saaty tarafından önerilen üst limit 0,1’dir.<sup>15</sup> Tutarlılık oranının 0,1’in altında olması durumunda, yargıların yeterli derecede tutarlı olduğu kararlaştırılır ve değerlendirmeye devam edilir. Tutarsızlık durumunda yargıların yeniden gözden geçirilmesi ve iyileştirilmesiyle tutarlılık oranında bir düşüş sağlanabilir.

İkili karşılaştırmalar matrisi tutarlı ise A ile  $w^*$  arasındaki fark ortadan kalkar.  $w^*$  matrisinin tutarlılık indeksi (CI),  $w^*$  matrisinin rasgele tutarlılık indeksi (RI) ve AHY tutarlılık oranı (CR) aşağıdaki gibidir.

$$CR = \frac{CI}{RI}, \quad CI = \frac{n_{maks} - n}{n - 1}, \quad RI = \frac{1.98(n - 2)}{n}.$$

CI’da kullanılan  $n_{maks}$  değeri A matrisi ile  $\bar{w}$  vektörünün çarpımı sonucu elde edilir.  $CR < 0,1$  olduğu sürece tutarsızlık düzeyi kabul edilebilir ölçüde olacaktır.

### 2.3. AHY Aksiyomları

AHY metodolojisi dört aksiyom ile desteklenmektedir.

**İkili Karşılaştırma:** Karar verici karşılaştırmalarını yapabilmeli ve tercihlerinin kuvvet derecesini ortaya koyabilmelidir. Bu tercihlerin şiddeti ikili karşılaştırma kuralına uygun olmalıdır. Şöyle ifade edersek; A, B’den x kat fazla tercih ediliyorsa, B’de A’dan  $1/x$  kat daha az tercih ediliyor olmalıdır ( $a_{ij} = 1/a_{ji}$ ). Bu aksiyomun uygulanmaması, değerlendirme için kullanılan sorunun ya da ikili karşılaştırmaların yeterince açık olmadığını ya da doğru belirtilmediğini gösterir.

**Homojenlik:** Benzer öğelerin karşılaştırılması için gerekli olan homojenlik için tercihlerin sınırları belli bir skala ile ifade edilmelidir. Değerlendirme ölçeği olarak 1-9 ile sınırlanmış skala kullanılmıştır.<sup>16</sup>

**Varsayımlar:** Bir karar verebilmek için hiyerarşik yapının tam ve kusursuz olduğu varsayılır. Varsayımlarla uyuşacak sonuçlar için tüm kriterler kadar tüm alternatiflerin yer aldığından emin olunmalıdır. Bu aksiyomun ihlal edilmesi karar vericinin, tüm kriterleri ve/veya tüm uygun alternatifleri veya ilgili varsayımları kullanmadığı anlamına gelir. Bu nedenle karar yetersiz olur.

## 3. Uygulama

### 3.1. Amac

Bu çalışmada amaç farklı markalardaki notebook bilgisayarları belirlenen kriterlere göre değerlendirmek ve değerlendirme sonucunda elde edilen bulgulara göre kullanıcının bir notebook bilgisayar satın alırken dikkat ettiği en önemli kritere göre (işletim sistemi tipi, hard disk, vb.) tercih etmesi gereken en iyi bilgisayar modelini belirlemektir. Çalışmada ayrıca belirlenen kriterlerin tümü dikkate alınarak her bir marka için en iyi alternatifin seçimi de gerçekleştirilmiştir.

<sup>14</sup> Saaty, 1980.

<sup>15</sup> Saaty, 1980.

<sup>16</sup> Turban, Meredith, 1994.

### 3.2. AHY'nin Kullanım Amacı

Çalışmada AHY'nin kullanılma nedenleri aşağıdaki ifadelerle açıklanabilir.

- Notebook bilgisayar seçiminin çok kriterli bir süreç olması.
- Uygun notebook bilgisayarın seçiminde objektif değerlendirmenin yapılabilmesi,
- Sonuçların tutarlılığının analitik olarak incelenmesine olanak vermesi.

### 3.3. Problemin Tanımı

Artan bilgisayar kullanımıyla birlikte bilgisayar satan mağazaların sayısı da hızla artmaktadır. Bu mağazalardan, kullanıcılara çok sayıda alternatif sunan ve ürünlerle kullanıcıyı buluşturan büyük marketler öne çıkmaktadır. Çalışmada bu özelliklere sahip mağazalardan bir tanesi ele alınmıştır.

### 3.4. Kullanılan Yöntem

Belirlenen mağazada satılan notebook bilgisayarlara ilişkin veriler mağazanın web sitesinden elde edilmiştir.<sup>17</sup> Mağaza web sitesinde DELL marka bilgisayardan 5, Fujitsu Siemens markasından 10, HP markasından 15, Toshiba markasından 16, SONY markasından 3 ve DİĞER kategorisini içeren ve içinde 3 tane IBM, 1 tane Apple, 1 tane de Casper markalı 5 bilgisayar olmak üzere toplam 54 notebook bilgisayar bulunmaktadır.

Çalışma, bu 6 marka notebook bilgisayardan tüm özelliklerine ilişkin bilgilerin verildiği modeller üzerinden gerçekleştirilmiştir. Toplam 54 notebook bilgisayardan Fujitsu Siemens markasından 1, HP markasından ise 2 modele ilişkin bilgiler eksik olduğu için bu 3 model değerlendirmeye alınmamıştır. Böylece işlemler toplam 51 notebook bilgisayar üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Bir bilgisayar satın alınırken hangi özelliklerin önemli olduğu konusunda uzman kişilerin görüşüne başvurulmuş ve dikkate alınması gereken özellikler; "İşlemci Tipi (İT), İşlemci Hızı (İH), Hafızası (H), Hard Diski (HD), Ekran Boyutu (EB), Ekran Çözünürlüğü (EÇ), Optik Sürücüsünün (OP) olup olmaması, Modemin (M) bulunup bulunmaması ve Ekran Belleği (EBL)" olarak belirlenmiştir.

Yukarıda sıralanan 9 özellik AHY'nin kriterlerini, her bir bilgisayar markasına ilişkin modeller ise alternatiflerini oluşturmuştur. Çalışmada markaların her biri için bir adet AHY yapısı kurulmuştur. AHY yapısında puanlama, belirlenen kriterler doğrultusunda her bir markaya ilişkin modellerin ikili karşılaştırılmasıyla yapılmıştır.

### 3.5. Kriterler

Çalışmada kullanılan belirleyici nitelikteki kriterler aşağıdaki gibi açıklanabilir.

İŞLEMCİ TİPİ (İT) : Intel Pentium4, Intel Celeron gibi özellikleri farklı işlemci modelleridir.

İŞLEMCİ HIZI (İH) : Talimatları yerine getirme ve çeşitli donanım aygıtları arasında iletişim sağlama hızı.

HAFIZA (H) : Üzerinde işlem yapılacak verilerin ve programların geçici olarak saklandığı birim.

HARD DİSK (HD) : Bilgisayarın bilgi saklanabilmesini sağlayan parçası.

EKRAN BOYUTU (EB) : Ekran büyüklüğüdür. 14, 15, 20 ve 21 inç olabilir.

EKRAN ÇÖZÜNÜRLÜĞÜ (EÇ) : Görüntünün kalitesini belirtir.

OPTİK SÜRÜCÜ (OP) : Işığa duyarlı veri depolama aygıtlarından veri okumak veya bu aygıtlara veri yazmak amacıyla kullanılan aygıtlardır.

MODEM (M) : Mo(dulateur) ve dem(odulateur) kelimelerinden oluşur. Mo bilgi, dem ise işlem anlamındadır. Sayısal sinyalleri örneksel sinyale dönüştürerek telefon telleri üzerinden uzak mesafelere gönderen alet.<sup>18</sup>

<sup>17</sup> Wind, Saaty, a.g.e., s. 641-658.

<sup>18</sup> [http://www.teknosa.com.tr/msib21/formlar/CategoryProducts.aspx?CS\\_Catalog=BILGISAYARCS\\_Category=\\_SBA\\_63\\_1662\\_444\\_915&T\\_Category=\\_NOTEBOOK63,\(21.03.2006\)](http://www.teknosa.com.tr/msib21/formlar/CategoryProducts.aspx?CS_Catalog=BILGISAYARCS_Category=_SBA_63_1662_444_915&T_Category=_NOTEBOOK63,(21.03.2006)).

EKRAN BELLEĞİ (EBL) : Her görüntü ögesi için gerekli bilginin saklandığı bellek.

### 3.6. Alternatifler

Her bir marka notebook bilgisayara ilişkin modeller, o bilgisayar markası için oluşturulan AHY'nin alternatiflerini oluşturmaktadır. Buna göre markalara göre alternatif seçenekleri şöyledir:

DELL'in 5 alternatifi: "INSPIRON 6000 1 8 GHZ (DELL1), INSPIRON 6000 1 86GHz ATI (DELL2), INSPIRON 6000 2 0GHz (DELL3), DELL D400 (DELL4), DELL 630M (DELL5)".

Fujitsu Siemens (FS)'in 9 alternatifi: "AMILO PRO 2030 (FS1), AMILO PRO M1451G (FS2), AMILO PRO V2060 1 86GHz (FS3), AMILO PRO V2060 1 86GHz (2) (FS4), AMILO PRO V2045 (FS5), AMILO PRO V2060 (FS6), AMILO M1451G (FS7), AMILO A1650G (FS8), AMILO PRO 2045 (FS9)".

HP'nin 13 alternatifi: "HP NX6110 PG819EA (HP1), NX6110 PY498EA (HP2), NC 6120 PY506EA (HP3), NX8220 PY538ES (HP4), HP POVILION DV4289EA (HP5), HP PAVILION DV4254EA (HP6), HP NX7010 DU391A (HP7), PAVILION DV4384EA EN445EA (HP8), NX6110 EK183ES (HP9), NX6125 EK177ES (HP10), NX6110 PY535ES (HP11), HP NX8220 PG800EA (HP12), HP PAVILION DV4266EA (HP13)".

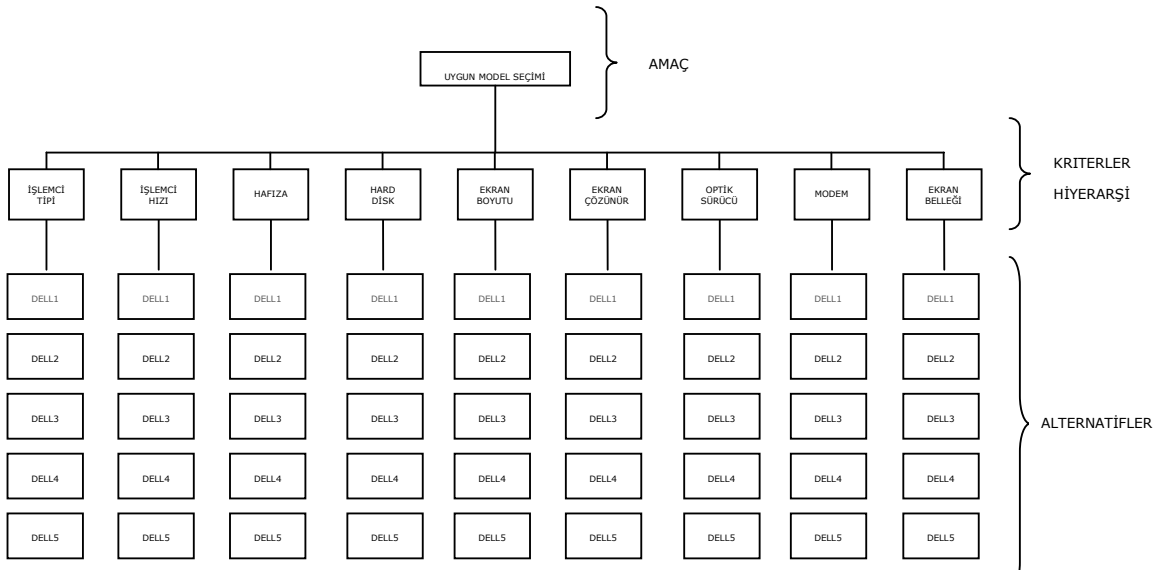
SONY'nin 3 alternatifi: "VGN-B3XP (SONY1), VALIO VGN-FS315H (SONY2), VALIO VGN-A517B (SONY3)".

Toshiba (TB)'nin 16 alternatifi: "L20-100 (TB1), TOSHIBA SATELLITE M30X-113 (TB2), TOSHIBA SATELLITE M30X-118 (TB3), TOSHIBA SATELLITE L10-117 (TB4), SATELLITE M60-134 (TB5), SATELLITE M70-159 (TB6), TOSHIBA SATELLITE A40-231 (TB7), TOSHIBA SATELLITE A40-522 (TB8), SATELLITE M70-192 (TB9), SATELLITE M70-162 (TB10), TOSHIBA SATELLITE M30-873 (TB11), PORTAGE R200-110 (TB12), M70-215 (TB13), QOSMIO F20-138 (TB14), QOSMIO G20-127 (TB15), SATELLITE M70-122 (TB16)".

DİĞER'in 5 alternatifi: "IBM THINKPAD R50E 1834-BYG (DİĞER1), IBM THINKPAD R50E 1834-BWG (DİĞER2), R50E 1834-S5G UR0S5TK (DİĞER3), IBOOK 12"COMBO DRIVE (DİĞER4), CPW1800-8805B (DİĞER5)".

### 3.7. Hiyerarşik Yapının Kurulması

Daha önce söz edildiği gibi her bir marka için ayrı bir hiyerarşi oluşturulmuştur. Örnek olması bakımından DELL marka için oluşturulan hiyerarşi aşağıda sunulmuştur. Diğer markaların hiyerarşileri de benzer şekildedir.



Şekil 1. DELL Markasının Hiyerarşik Yapısı.



“Hiyerarşi”ye ilişkin  $P_1, P_2, \dots, P_9$  olasılıkları uygun model seçiminde dikkate alınan kriterlerin uzmanların görüşüne göre önceliklendirilmesiyle elde edilen göreceli ağırlıklardır. Alternatiflere ilişkin  $(P_{(1)1}, P_{(1)2}, P_{(1)3}, P_{(1)4}, P_{(1)5}), \dots, (P_{(9)1}, P_{(9)2}, P_{(9)3}, P_{(9)4}, P_{(9)5})$  olasılıkları ise her bir kriterin modellere göre karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesiyle elde edilen olasılıklardır. Bu değerlendirme, modellere göre kriteri daha iyi olana daha yüksek puan verilerek yapılmıştır. Bu olasılıklara ilişkin aşağıdaki durumlar söz konusudur.

$$P_1 + P_2 + \dots + P_9 = 1 \text{ ve } (P_{(1)1}, P_{(1)2}, P_{(1)3}, P_{(1)4}, P_{(1)5}) + \dots + (P_{(9)1}, P_{(9)2}, P_{(9)3}, P_{(9)4}, P_{(9)5}) = 1$$

### 3.8. İkili Karşılaştırmaların Yapılması

Kriterlere ilişkin ikili karşılaştırma matrisi oluşturulurken “işlemci tipi (İT) ve işlemci hızı (İH)”nın aynı düzeyde ve birinci dereceden, “hafıza (H) ve hard disk (HD)”in aynı düzeyde ve ikinci dereceden, “ekran belleği (EBL)”nin üçüncü dereceden, “ekran boyutu (EB) ve ekran çözünürlüğü (EÇ)”nin aynı düzeyde ve dördüncü dereceden, “optik sürücülerin (OS) ve modem (M) olup olmaması”nın da yine aynı düzeyde ve beşinci dereceden önemliliğe sahip oldukları varsayılmıştır. Ayrıca kriterlerin önemlilik derecelerinin tüm markalar için aynı olduğu da kabul edilmiştir. Bu nedenle, her bir markaya ilişkin “kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi” ( $A_{\text{DELL}} = A_{\text{FS}} = A_{\text{TB}} = A_{\text{HP}} = A_{\text{SONY}} = A_{\text{DİĞER}}$ ) ve “normalleştirilmiş matris” ( $N_{\text{DELL}} = N_{\text{FS}} = N_{\text{TB}} = N_{\text{HP}} = N_{\text{SONY}} = N_{\text{DİĞER}}$ ) aynı olacaktır.

Alternatifler; DELL, FS, HP, SONY, TOSHIBA ve DİĞER marka bilgisayarlara ilişkin modelleri kapsadığından alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisleri, ele alınan kriterlere göre her bir markanın mevcut modellerinin ikili karşılaştırmaları sonucu oluşturulmuştur.

Yukarıda sıralanan kriterlere verilen puanlara göre düzenlenen, DELL markasının ikili karşılaştırma matrisi Tablo 2’de yine bu markanın modellerine ilişkin ikili karşılaştırma matrisleri Tablo 3’de gösterilmiştir. Aynı matrisler diğer markalar için de oluşturulmuştur.

	İT	İH	H	HD	EB	EÇ	OS	M	EBL
İT	1,00	1,00	3,00	3,00	7,00	7,00	9,00	9,00	5,00
İH	1,00	1,00	3,00	3,00	7,00	7,00	9,00	9,00	5,00
H	0,33	0,33	1,00	1,00	5,00	5,00	7,00	7,00	3,00
HD	0,33	0,33	1,00	1,00	5,00	5,00	7,00	7,00	3,00
EB	0,14	0,14	0,20	0,20	1,00	1,00	3,00	3,00	0,33
EÇ	0,14	0,14	0,20	0,20	1,00	1,00	3,00	3,00	0,33
OP	0,11	0,11	0,14	0,14	0,33	0,33	1,00	1,00	0,20
M	0,11	0,11	0,14	0,14	0,33	0,33	1,00	1,00	0,20
EBL	0,20	0,20	0,33	0,33	3,00	3,00	5,00	5,00	1,00

Tablo 2- DELL Markası İçin Kriterlere İlişkin İkili Karşılaştırma Matrisi ( $A_{\text{DELL}}$ ).

DELL	İT, EÇ, OS, M					İH				
	DELL1	DELL2	DELL3	DELL4	DELL5	DELL1	DELL2	DELL3	DELL4	DELL5
DELL1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,33	3,00	1,00
DELL2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,33	3,00	1,00
DELL3	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	3,00	1,00	5,00	3,00
DELL4	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,33	0,33	0,20	1,00	0,33
DELL5	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,33	3,00	1,00

DELL	H					HD				
	DELL1	DELL2	DELL3	DELL4	DELL5	DELL1	DELL2	DELL3	DELL4	DELL5
DELL1	1,00	0,33	0,20	1,00	1,00	1,00	1,00	0,33	3,00	3,00
DELL2	3,00	1,00	0,33	3,00	3,00	1,00	1,00	0,33	3,00	3,00
DELL3	5,00	3,00	1,00	5,00	5,00	3,00	3,00	1,00	5,00	5,00
DELL4	1,00	0,33	0,20	1,00	1,00	0,33	0,33	0,20	1,00	1,00
DELL5	1,00	0,33	0,20	1,00	1,00	0,33	0,33	0,20	1,00	1,00

DELL	EB					EBL				
	DELL1	DELL2	DELL3	DELL4	DELL5	DELL1	DELL2	DELL3	DELL4	DELL5
DELL1	1,00	1,00	1,00	5,00	3,00	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00
DELL2	1,00	1,00	1,00	5,00	3,00	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00
DELL3	1,00	1,00	1,00	5,00	3,00	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00
DELL4	0,20	0,20	0,20	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00	0,33
DELL5	0,33	0,33	0,33	3,00	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00

**Tablo 3-** Her Bir Kriter İçin DELL Markasının Modellerine İlişkin İkili Karşılaştırma Matrisleri.

### 3.9. Tutarlılık Oranlarının Hesaplanması

İkili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen matrislerin tutarlılık incelemesi bölüm 2.1.1.'de açıklandığı gibi gerçekleştirilmiştir.

#### 3.9.1. Normalleştirilmiş Matrisler

Bilindiği gibi tutarlılık incelemesinde ilk olarak A matrislerine ilişkin N normalleştirilmiş matrislerinin elde edilmesi gerekmektedir. DELL markasının kriterlerine ilişkin normalleştirilmiş matris aşağıda gösterilmiştir. Bu matris, bütün bilgisayar modelleri için aynıdır.

	İT	İH	H	HD	EB	EÇ	OS	M	EBL	Toplam ( $\bar{W}$ )	Ortalama	Olasılık
İT	0,30	0,30	0,33	0,33	0,24	0,24	0,20	0,20	0,28	2,41	0,27	$P_1$
İH	0,30	0,30	0,33	0,33	0,24	0,24	0,20	0,20	0,28	2,41	0,27	$P_2$
H	0,10	0,10	0,11	0,11	0,17	0,17	0,16	0,16	0,17	1,23	0,14	$P_3$
HD	0,10	0,10	0,11	0,11	0,17	0,17	0,16	0,16	0,17	1,23	0,14	$P_4$
EB	0,04	0,04	0,02	0,02	0,03	0,03	0,07	0,07	0,02	0,35	0,04	$P_5$
EÇ	0,04	0,04	0,02	0,02	0,03	0,03	0,07	0,07	0,02	0,35	0,04	$P_6$
OP	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,17	0,02	$P_7$
M	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,17	0,02	$P_8$
EBL	0,06	0,06	0,04	0,04	0,10	0,10	0,11	0,11	0,06	0,67	0,07	$P_9$

**Tablo 4-**  $A_{DELL}$  İçin  $N_{DELL}$  Matrisi.

Tablo 4'ün ortalama sütunundaki ( $\bar{W}_{İT}$ ,  $\bar{W}_{İH}$ ,  $\bar{W}_H$ ,  $\bar{W}_{HD}$ ,  $\bar{W}_{EB}$ ,  $\bar{W}_{EÇ}$ ,  $\bar{W}_{OS}$ ,  $\bar{W}_M$ ,  $\bar{W}_G$ ) değerleri kriterlerin göreceli ağırlıkları vermektedir. Tablodan, İT ve İH'nin 0,27 ile birinci, H ve HD'nin 0,14 ile ikinci, EBL'nin 0,07 ile üçüncü, EB ve EÇ'nin 0,04 ile dördüncü, OS ve M'nin 0,02 ile beşinci dereceden önemliliğe sahip oldukları görülebilir.

Her bir kriter için DELL markasının modellerine ilişkin normalleştirilmiş matrisler de benzer biçimde elde edilir. Bu matrislerden elde edilen ortalama değerleri ve bu değerlerin karşılık geldiği olasılık ifadeleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

DELL	İT, EÇ, OS, M		İH		H		HD		EB		EBL	
	$\bar{w}$	P	$\bar{w}$	P	$\bar{w}$	P	$\bar{w}$	P	$\bar{w}$	P	$\bar{w}$	P
DELL1	0,20	P <sub>11</sub>	0,17	P <sub>21</sub>	0,09	P <sub>31</sub>	0,20	P <sub>41</sub>	0,28	P <sub>51</sub>	0,23	P <sub>51</sub>
DELL2	0,20	P <sub>12</sub>	0,17	P <sub>22</sub>	0,24	P <sub>32</sub>	0,20	P <sub>42</sub>	0,28	P <sub>52</sub>	0,23	P <sub>52</sub>
DELL3	0,20	P <sub>13</sub>	0,44	P <sub>23</sub>	0,50	P <sub>33</sub>	0,46	P <sub>43</sub>	0,28	P <sub>53</sub>	0,23	P <sub>53</sub>
DELL4	0,20	P <sub>14</sub>	0,06	P <sub>24</sub>	0,09	P <sub>34</sub>	0,07	P <sub>44</sub>	0,05	P <sub>54</sub>	0,08	P <sub>54</sub>
DELL5	0,20	P <sub>15</sub>	0,17	P <sub>25</sub>	0,09	P <sub>35</sub>	0,07	P <sub>45</sub>	0,11	P <sub>55</sub>	0,23	P <sub>55</sub>

Tablo 5- DELL Markası İçin Kriterlere Göre Göreli Ağırlıklar.

Tablodan DELL markasının bütün modelleri için İT, EÇ, OP ve M kriterlerinin aynı ağırlık değerine (0,20) sahip oldukları görülmektedir. İH, H, HD, EB ve EBL kriterleri bakımından en yüksek ağırlığa sahip modelin sırasıyla 0,44; 0,50; 0,46 ağırlıklarıyla DELL3 olduğu görülmektedir. EB ve EBL kriterleri bakımından ise DELL1, DELL2 ve DELL3 modellerinin sırasıyla 0,28 ve 0,23 ağırlıklarıyla en yüksek öneme sahip oldukları görülmektedir.

### 3.9.2. Tutarlılık İncelemesi

DELL markasına ilişkin normalleştirilmiş matrisler incelendiğinde (Tablo 5), alternatiflerin “işlemci tipi (N<sub>İT</sub> Matrisi), ekran çözünürlüğü (N<sub>EÇ</sub> Matrisi), optik sürücü (N<sub>OS</sub> Matrisi) ve modem (N<sub>M</sub> Matrisi)” kriterlerine göre değerlendirilmiş olanların tüm sütunlarının özdeş olduğu, buna karşın “işlemci hızı (N<sub>İH</sub> Matrisi), hafıza (N<sub>H</sub> Matrisi), hard disk (N<sub>HD</sub> Matrisi), ekran boyutu (N<sub>EB</sub> Matrisi) ve ekran belleği (N<sub>EBL</sub> Matrisi)” kriterlerine göre değerlendirilmiş olanlar ile kriterlere ilişkin normalleştirilmiş matrisin (N<sub>DELL</sub>) (Tablo 4) özdeş olmadığı görülmektedir. Bu durum özdeş sütunlara sahip matrislerin tutarlı, özdeş olmayan sütunlara sahip matrislerin ise tutarlı olmadıklarının kanıtıdır.

N<sub>İH</sub>, N<sub>H</sub>, N<sub>HD</sub>, N<sub>EB</sub>, N<sub>EBL</sub> ve N<sub>DELL</sub> matrislerine ilişkin tutarsızlığın “açıklanabilir” düzeyde olup olmadığını incelemek amacıyla gerçekleştirilen işlemler aşağıda topluca gösterilmiştir.

#### Kriterlerin Tutarlılık İncelemesi

Tablo 2’deki A<sub>DELL</sub> matrisinin Tablo 4’deki  $\bar{w}$  sütununa karşılık gelen ( $\bar{w}_{İT}$   $\bar{w}_{İH}$   $\bar{w}_H$   $\bar{w}_{HD}$   $\bar{w}_{EB}$   $\bar{w}_{EÇ}$   $\bar{w}_{OS}$   $\bar{w}_M$   $\bar{w}_G$ ) = (0,27 0,27 0,14 0,14 0,04 0,04 0,02 0,02 0,07) ağırlıklar vektörüyle çarpılmasıyla (2,62 2,62 1,33 1,33 0,35 0,35 0,18 0,18 0,70) vektörü elde edilir. Çarpım sonucu elde edilen bu vektörün elemanlarının toplanmasıyla n<sub>MAKS</sub> aşağıdaki gibi elde edilmiş olur.

$$n_{maks} = 2,62+2,62+1,33+1,33+0,35+0,35+0,18+0,18+0,70 = 9,66$$

Bu işlemlerin ardından için tutarlılık oranı hesaplanabilir. Bunun için ilk olarak tutarlılık indeksi (CI) ve rasgele tutarlılık indeksi (RI) hesaplanmalıdır. Söz konusu değerlerin hesaplanmasıyla ilgili işlemler aşağıda gösterilmiştir.

$$CI = \frac{n_{maks} - n}{n - 1} = \frac{9,66 - 9}{9 - 1} = 0,083; RI = \frac{1,98(n - 2)}{n} = \frac{1,98(9 - 2)}{9} = 1,540; CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,0825}{1,54} = 0,054$$

Tutarlılık oranının 0,054 olarak hesaplandığı görülebilir. CR = 0,054 < 0,1 olduğundan A<sub>DELL</sub> matrisinin tutarlı olduğu söylenebilir.

### Alternatiflerin Tutarlılık İncelemesi

Özdeş sütunlara sahip olmayan “işlemci hızı, hafıza, hard disk, ekran boyutu ve ekran belleği” kriterlerinin modellere göre tutarlılık incelemesi yapıldığında aşağıdaki değerler elde edilir. 5 tane model olduğundan hesaplamalarda  $n=5$  olarak alınır.

Kriter Adı	$n_{maks}$	CI	RI	CR
İH	5,054	0,014	1,188	0,011
H	5,073	0,018	1,188	0,015
HD	5,082	0,021	1,188	0,017
EB	5,047	0,012	1,188	0,010
EBL	5,000	0,000	1,188	0,000

**Tablo 6-** DELL Markası İçin Tutarlılık İncelemesi.

DELL markasına ait alternatiflerin “işlemci hızı, hafıza, hard disk, ekran boyutu ve ekran belleği” kriterlerinin herbirine göre ikili karşılaştırmaları sonucu oluşturulan  $A_{İH}$ ,  $A_H$ ,  $A_{HD}$ ,  $A_{EB}$ ,  $A_{EBL}$  matrislerinin her biri için  $CR < 0,1$  olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla hepsi için tutarlılık tatminkardır.

### 3.9.3. Birleşik Ağırlıkların Bulunması

Birleşik ağırlıklar, verilecek kararı belirleyen oranlardır. DELL marka notebook almaya karar vermiş olan biri modele karar vermede ikili karşılaştırmalarla elde edilen göreceli ağırlıkları kullanabilir. Sözgelimi DELL1 modelinin tercih edilip edilmemesini belirleyecek oranın hesaplama işlemi aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned}
 DELL1 &= P_1 * P_{11} + P_2 * P_{21} + P_3 * P_{31} + P_4 * P_{41} + P_5 * P_{51} + P_6 * P_{61} + P_7 * P_{71} + P_8 * P_{81} + P_9 * P_{91} \\
 &= 0,27 * 0,20 + 0,27 * 0,17 + 0,14 * 0,09 + 0,14 * 0,20 + 0,04 * 0,28 + 0,04 * 0,20 + \\
 &\quad 0,02 * 0,20 + 0,02 * 0,20 + 0,07 * 0,23 \\
 &= 0,13
 \end{aligned}$$

Benzer hesaplamaların bütün modeller için gerçekleştirilmesi sonucu elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Modeller	Birleşik Ağırlıklar	Fiyat (USD)	Sonuç
DELL1	0,13	1.355,82	DELL3
DELL2	0,15	1.473,82	
DELL3	0,29	2.004,82	
DELL4	0,06	1.532,82	
DELL5	0,10	1.532,82	

**Tablo 7-** DELL Markası İçin Bütünleşik Göreceli Önem Vektörü.

Yapılan hesaplamalar sonucunda DELL markasına ilişkin birleşik ağırlıklar DELL1 için 0,13; DELL2 için 0,15; DELL3 için 0,29; DELL4 için 0,06 ve DELL5 için 0,10 olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre DELL markası için en yüksek birleşik ağırlığa sahip olan DELL3 modeli en uygun model seçimi olacaktır. Daha sonra sırasıyla DELL2, DELL1, DELL5 ve DELL4 seçilebilecek uygun modellerdir.

### 3.9.4. Diğer Markalar

Yukarıda DELL marka notebook bilgisayar için yapılan işlemlerin FS, TB, HP, SONY ve DİĞER markalı notebook bilgisayarlar için de gerçekleştirilmesi sonucunda aşağıdaki bilgilere ulaşılmıştır.

### Markalara İlişkin Modellerin Kriterlere Göre Değerlendirilmesi:

Mevcut markaların her bir kritere göre görelî ağırlıklarının değerlendirilmesi sonucu üstün bulunan modeller aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Kriterler	FS		HP		TB		SONY		DİĞER	
	$\bar{w}$	Model	$\bar{w}$	Model	$\bar{w}$	Model	$\bar{w}$	Model	$\bar{w}$	Model
İT	0,20	FS2-5-7-9	0,11	HP 1-5-6-7-8-9-12-13	0,18	TB7	0,33	TÜMÜ	0,42	DİĞER2
İH	0,34	FS9	0,29	HP10	0,18	TB15	0,60	SONY1	0,50	DİĞER3
H	0,23	FS5-7-9	0,30	HP10	0,16	TB14 TB15	0,63	SONY2	0,50	DİĞER5
HD	0,13	FS2-3-4-5-7-8-9	0,25	HP5	0,23	TB15	0,60	SONY2	0,44	DİĞER5
EB	0,16	FS2-5-7-8-9	0,11	HP4-5-6-7-8-12-13	0,16	TB5	0,63	SONY3	0,44	DİĞER5
EÇ	0,21	FS2-8	0,12	HP7-12	0,15	TB15	0,63	SONY3	0,20	TÜMÜ
OS	0,11	TÜMÜ	0,13	HP2-5-6-8-9-10-13	0,11	TB5	0,33	TÜMÜ	0,25	DİĞER 3-4-5
M	0,14	FS2-3-4-5-6-7-9	0,08	TÜMÜ	0,09	TB5	0,33	TÜMÜ	0,24	DİĞER 1-2-3-5
EBL	0,11	TÜMÜ	0,12	HP1-5-8-10-13	0,16	TB16	0,33	TÜMÜ	0,31	DİĞER 1-2

**Tablo 8-** Markalara İlişkin Modellerin Kriterlere Göre Değerlendirilmesi.

Tabloya göre İT kriterine göre FS markasından FS2-5-7-9 modelleri; HP markasından HP1-5-6-7-8-9-12-13 modelleri; TB markasından TB7 modeli; SONY markasından tüm modeller ve DİĞER kategorisinde ise DİĞER2 modeli diğer modellere göre daha üstün olup seçilmesi önerilen modellerdir.

### Markalara İlişkin Alternatiflerin Tutarlılık İncelemesi

Her bir marka için özdeş sütunlara sahip olmayan kriterlerin modellere göre tutarlılık incelemesi yapıldığında Tablo 9'daki değerler elde edilmiştir. Hesaplamalarda FS markasının 9 tane alternatif modeli olduğundan n=9 olarak, HP için n=13, TB için n=16, SONY için n=3 ve DİĞER için n=5 alınmıştır.

Marka Adı		Kriterler								
		İT	İH	H	HD	EB	EÇ	OS	M	EBL
FS	$n_{maks}$	9,156	7,361	9,371	8,984	8,978	5,656	-	8,984	-
	CI	0,020	-0,205	0,046	-0,002	-0,003	-0,418	-	-0,002	-
	RI	1,540	1,540	1,540	1,540	1,540	1,540	-	1,540	-
	CR	0,013	-0,133	0,030	-0,001	-0,002	-0,271	-	-0,001	-

Marka Adı		Kriterler								
		İT	İH	H	HD	EB	EÇ	OS	M	EBL
HP	n <sub>maks</sub>	13,080	14,547	13,661	13,587	12,968	2,048	12,935	-	8,012
	CI	0,007	0,129	0,055	0,049	-0,003	-0,913	-0,005	-	-1,083
	RI	1,675	1,675	1,675	1,675	1,675	1,675	1,675	-	1,675
	CR	0,004	0,077	0,033	0,029	-0,002	-0,545	-0,003	-	-0,647
TB	n <sub>maks</sub>	16,131	17,396	16,350	20,228	16,230	10,122	15,921	15,965	16,211
	CI	0,009	0,088	0,023	0,282	0,015	-0,392	0,005	0,003	0,014
	RI	1,733	1,733	1,733	1,733	1,733	-1,733	1,733	1,733	1,733
	CR	0,005	0,051	0,013	0,163	0,009	-0,226	0,003	0,002	0,008
SONY	n <sub>maks</sub>	-	2,993	3,050	2,993	3,050	3,050	-	-	1,000
	CI	-	-0,004	0,025	-0,004	0,025	0,025	-	-	-1,000
	RI	-	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660	-	-	0,660
	CR	-	-0,005	0,038	-0,005	0,038	0,038	-	-	-1,515
DİĞER	n <sub>maks</sub>	3,799	5,361	5,066	5,044	5,044	4,984	3,400	5,608	3,441
	CI	-0,300	0,090	0,017	0,011	0,011	-0,004	-0,400	0,152	-0,390
	RI	1,188	1,188	1,188	1,188	1,188	1,188	1,188	1,188	1,188
	CR	-0,253	0,076	0,014	0,009	0,009	-0,003	-0,337	0,128	-0,328

Tablo 9- Markalar İçin Tutarlılık İncelemesi.

Tablodan, markaların özdeş olmayan sütunlu kriterleri için yapılan tutarlılık incelemesinde bütün tutarlılık oranlarının kabul edilebilir düzeyde olduğu görülmüştür ( $CR < 0,1$ ).

### Markalara İlişkin Birleşik Ağırlıklar

FS, HP, TB, SONY ve DİĞER markalı bir notebook bilgisayar alırken hangi modelin tercih edilmesi gerektiğine karar vermek için ikili karşılaştırmalar sonucu elde edilen göreceli ağırlıklar kullanılır.

Marka	Model	Birleşik Ağırlık	Fiyat (USD)	Sonuç
FS	FS7	0,15	1.532,82	FS7
	FS8	0,14	1.414,82	
	FS5	0,13	1.532,82	
	FS2	0,11	1.414,82	
	FS3	0,09	1.532,82	
	FS9	0,09	1.532,82	
HP	HP5	0,23	1.945,82	HP5
	HP6	0,15	1.414,82	
	HP1	0,12	978,22	
	HP8	0,12	1.591,82	
	HP10	0,12	1.414,82	
	HP13	0,12	1.650,82	

Marka	Model	Birleşik Ağırlık	Fiyat (USD)	Sonuç
TB	TB15	0,14	5.308,82	TB15
	TB14	0,12	3.538,82	
	TB16	0,09	1.296,82	
	TB7	0,08	883,82	
	TB10	0,07	1.768,82	
	TB13	0,07	1.532,82	
SONY	SONY1	0,36	1.580,02 EUR	SONY1 ve SONY2
	SONY2	0,36	1.839,62 EUR	
	SONY3	0,27	2.240,82 EUR	
DİĞER	CASPER	0,25	1.414,82	CASPER
	IBM3	0,23	824,82	
	APPLE	0,19	1.155,22 EUR	
	IBM2	0,19	883,82	
	IBM1	0,07	647,82	

**Tablo 10-** Markalara Göre Bütünleşik Görelî Önem Vektörü.

Her bir markaya ilişkin yapılan hesaplama sonuçları Tablo 10'da gösterilmiştir. Tablodan FS markası için en yüksek birleşik ağırlığa sahip olan FS7 modeli en uygun model seçimi olacaktır. Daha sonra seçilebilecek en uygun model ise FS8'dir. HP markası için HP5 modeli en uygun model seçimi olup daha sonra gelen en uygun model HP6'dır. TB markası için TB15 modeli en uygun model seçimi olup daha sonra seçilebilecek en uygun modeller ise sırasıyla TB14 ve TB16'dır. SONY markası SONY1 ve SONY2 modelleri en uygun model seçimi olacaktır. DİĞER kategorisindeki modellerden CASPER en uygun model seçimi olacaktır. Daha sonra seçilebilecek en uygun model ise IBM3'tür.

## Kaynakça

- Cinemre, N.,** *Yöneylem Araştırması*, Beta Basım Dağıtım, Üçüncü Baskı, İstanbul, 2004.
- Eraslan, E. ve Algün, O.,** *İdeal Performans Değerlendirme Formu Tasarımında Analitik Hiyerarşi Yöntemi Yaklaşımı*, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 20, No 1, 95-106, 2005.
- Rangone, A.,** *An Analytic Hierarchy Process Framework For Comparing The Overall Performance of Manufacturing Departments*, International Journal of Operation and Production Management, 16(8), 104-119, 1996.
- Saaty, T.,** *The Analytic Hierarchy Process*, Mc Graw-Hill International Book Company, USA, 1980.
- Taha, H.A.,** *Yöneylem Araştırması*, (Çev.: Baray, Ş.A. & Esnaf, Ş). 6. Basımdan Çeviri, İstanbul: Literatür, 1997.
- Turban, E. & Meredith, J.R.,** *Fundamentals of Management Science*, 6th Ed. New York: The McGraw-Hill Companies, 1994.
- Wind, Y. And Saaty T.,** *Marketing Applications of The Analytic Hierarchy Process*, Management Science, 26(7), 641-658, 1980.

**Zahedi, F.**, *The Analytical Hierarchy Process-A Survey of The Method and Its Applications*, *Interfaces*, 16(4), 96-108, 1986.

[http://www.teknosa.com.tr/msib21/formlar/CategoryProducts.aspx?CS\\_Catalog=BILGISAYARCS\\_Category=\\_SBA\\_63\\_1662\\_444\\_915&T\\_Category=\\_NOTEBOOK63](http://www.teknosa.com.tr/msib21/formlar/CategoryProducts.aspx?CS_Catalog=BILGISAYARCS_Category=_SBA_63_1662_444_915&T_Category=_NOTEBOOK63), (21.03.2006).

<http://www.isl.itu.edu.tr/ya/AHS.doc>, Topçu İ., (15.04.2006).