

## İSTATİSTİKSEL YAZILIM SEÇİMİNDE ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ VE 0-1 HEDEF PROGRAMLAMA YÖNTEMLERİNİN BİRLİKTE KULLANIMI

**Nuray GİRGİNER**

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi  
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

**Zeliha KAYGISIZ**

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi  
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

### Özet

İstatistiksel yazılımlar, farklı disiplinler tarafından yapılan birçok bilimsel çalışmadaki, istatistiksel analizlerin gerçekleştirilmesinde kullanıcılara hesaplamalarda kolaylık ve hız sağlamaktadır. Farklı özellikler içeren istatistiksel yazılımlar arasından seçim yapmak, nitel/nicel pek çok kriterin (edinme maliyeti, işletim maliyeti, ara yüz, grafik desteği, kullanım kolaylığı, hız, teknik destek, vb.) birlikte değerlendirilmesinin gerektiği, çok kriterli karar problemi niteliğindedir.

Bu çalışmada; ele alınan bir üniversitede gerek akademisyenlerin akademik çalışmalarında, gerekse eğitimde kullanılacak olan en uygun istatistiksel yazılımın belirlenmesinde, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ve 0-1 Hedef Programlama (HP) yöntemleri birlikte kullanılmıştır. Yaygın kullanımı olan üç yazılım seçeneği (SPSS, Statistica ve Minitab), her birisi alt kriterler içeren beş temel kritere (finansal, teknik, analiz, kullanım ve satıcı özellikler) göre AHS ile değerlendirilmiştir. Alternatiflerin AHS ile elde edilen öncelikleri, kurulan 0-1 HP modeline öncelik kısıtı olarak dâhil edilmiştir. Modelin çözümüyle bu iki çok kriterli karar verme tekniğinin kombine etkisi ortaya konmaya çalışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Analitik Hiyerarşi Süreci, İstatistiksel Yazılım, Yazılım Seçimi, , 0-1 Hedef Programlama

## COMBINE USAGE OF ANALYTIC HIERARCHY PROCESS AND 0-1 GOAL PROGRAMMING METHODS IN SELECTING STATISTICAL SOFTWARE

**Nuray GİRİNER**

Eskişehir Osmangazi University  
Faculty of Economics and Administrative Sciences

**Zeliha KAYGISIZ**

Eskişehir Osmangazi University  
Faculty of Economics and Administrative Sciences

### **Abstract**

Statistical softwares provide speed and easiness for statistical analyses employed by various disciplines. Selection of a statistical software is a multi-criteria decision problem that requires the consideration of many qualitative and quantitative criteria such as acquisition cost, operation cost, interface, graphic support, usage easiness, speed, technical support, etc.

In this study Analytic Hierarchy Process (AHP) and 0-1 Goal Programming (GP) methods have been employed together in determining most appropriate statistical software to be used in the academic studies of academicians' or in education for a selected university. Three widely used statistical softwares, SPSS, Minitab, and Statistica, have been evaluated against five criteria (financial, technical, analysis, usage, and supplier characteristics) that contain sub-criteria by AHP model. The priorities obtained from AHP have been added 0-1 GP model as priority constraint. Consequently, the research analyzed combined effects of two multi criteria decision making techniques by solving the model.

**Key Words:** Analytic Hierarchy Process, Statistical Software, Software Selection, 0-1 Goal Programming

## 1. GİRİŞ

Özellikle 20. yüzyılın son çeyreğinden itibaren bir yandan istatistik yöntem ve tekniklerinin her alanda yaygınlaşması, diğer yandan bu alanda çalışma yapanların önceliklerinin değişmesi gibi nedenlerle uzun yıllardır bilimsel araştırmalarda, elde edilen verilerin çözümlenmesinde ve bulguların yorumlanmasında çeşitli istatistiksel yöntemler yoğun olarak kullanılmaktadır. Yığın veri içeren, karmaşık ve çok değişkenli problemler için uygulanan bu istatistiksel analizler ise bu yönde geliştirilen yazılımların kullanımını zorunlu hale getirmiştir. Ancak verilerin analiz ve değerlendirilmesi aşamasında hangi istatistiksel yazılımların kullanılacak olan veriye en uygun olduğunun saptanması ve uygulanan bu yazılımların aynı veriler kullanıldığı halde farklı sonuçlar verebilmesi bazı sorunları da beraberinde getirmiştir. Dolayısıyla istatistiksel işlemlerin yapılmasından daha çok, uygun istatistiksel tekniğin ve bu teknik için kullanılacak olan istatistiksel yazılımın seçimi büyük önem taşımaktadır.

Eğitimden, şirket ve devlet politika ve programlarının başarıyla geliştirilerek uygulanmasına kadar birçok alanda kullanılan istatistiksel yazılımların başarısı, seçilen yazılıma büyük ölçüde bağlıdır. Örneğin, bu yazılımların yoğun olarak kullanıldığı kurumlar olan üniversitelerdeki istatistik derslerinde etkin istatistik uygulamalarının sağlanması, etkin bir istatistik eğitim politikası ile mümkün olabilmektedir. Buna bağlı olarak, son yıllarda istatistik yazılımlarının son derece gelişmiş olması, üniversitelerde verilen istatistik eğitimini büyük ölçüde kolaylaştırmıştır. Bu yazılımlar, öğrencinin kendi gerçekleştirdiği çalışmaların sonuçlarını istatistiksel olarak analiz ederek, yorumlama bilgi, beceri ve tutumuna sahip olmasını sağlamaktadır. Zira eğitimlerini tamamlayarak mezun olan öğrenciler için iş pazarındaki yüksek rekabette, söz konusu istatistiksel yazılımları etkin kullanabilmek ve aynı zamanda elde edilen çıktıları analiz ederek yorumlamaları önemli bir unsur haline gelmiştir. Bu nedenle artık, istatistik eğitiminde teori kadar bilgisayar uygulamalarının da yer alması gerekmektedir. Ancak eğitim alanı için seçilen yazılım, söz konusu bölüm öğrencilerinin mezuniyet sonrası iş yaşamlarında karşılaşabilecekleri sorunların çözümü ile örtüşmüyorsa, yazılım seçimi hatalı yapılmış olur.

Diğer taraftan üniversitelerin eğitim dışındaki akademik araştırmalar kısmına bakıldığında da, yapılan bilimsel araştırmaların niteliği, verilerin analizi ve değerlendirilmesi aşamasında kullanılan yazılımın doğru seçilmesiyle ilişkilidir. Zira her yazılımın bir algoritması vardır. Ancak bu algoritmaların ve yazılımların çözüm formülasyonunun kullanıcı

tarafından açıkça bilinmemesi, programların kullanımında önemli hatalara sebep olabilmektedir. Kullanıcıların İstatistik eğitimi almamış kişiler olmaları da zaman zaman yapılan analizlerin güvenilirliğini tartışmalı hale getirebilmektedir. Dolayısıyla, istatistiksel yazılımlar doğru ve etkin biçimde kullanıldıklarında yarar sağlayacaklarından; araştırmacıların araştırma, planlama ve yürütme aşamalarında gösterdikleri titizlik ve hassasiyeti söz konusu yazılımların seçiminde de göstermeleri gerekmektedir.

Kullanıcının, her programın diğer bir programa karşı nispi bazı üstünlükler taşıdığını dikkate alarak kendi amacına en uygun olan programı seçmesi gerekmektedir. Dolayısıyla, istatistiksel yazılım seçimi, sadece fiyat kriteri altında değil; nitel ve/veya nicel çok sayıda kriterin değerlendirilmesinde dikkate alınmasının gerektiği karmaşık bir karar problemidir. Bu bağlamda söz konusu yazılımın kullanıldığı alandaki başarının, seçilen istatistiksel yazılıma da bağlı olacağı unutulmamalıdır.

Uygulamada, alternatif yazılımlar arasından seçim yapmada kullanılan belirli standart bir teknik yoktur. Dolayısıyla seçim yapılırken fayda maliyet analizleri, derecelendirme, risk analizleri, puanlama gibi tekniklerin yanı sıra Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) gibi çok kriterli karar verme teknikleri de kullanılmaktadır. Ayrıca bir diğer çok kriterli karar verme tekniği olan Hedef Programlama (HP) da en uygun istatistiksel yazılım seçimini yapmak isteyen karar vericinin sağlamak istediği birden çok amacının olması durumunda kullanılacak bir tekniktir.

Yapılan literatür incelemesinde; yazılım seçimi konusunda AHS'nin kullanıldığı çok sayıda çalışmaya ulaşılmışsa da HP'nin yazılım seçimine uygulandığı herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Santhanam ve Kyparisis (1996), yazılım seçimi konusunda doğrusal olmayan bir model geliştirmişler ve kriterler arasındaki ilişkiden yola çıkarak yazılımları karşılaştırmışlardır. Jalal ve Ray (1999) ise üretime yönelik simülasyonda kullanılacak yazılım seçimindeki değerlendirme tekniklerini gözden geçirmişlerdir. Lai ve arkadaşları (1999, 2002), çoklu ortam kontrol sistemlerinde yazılım alternatiflerini teknik özellikler ve yönetsel özellikler olarak adlandırdıkları iki ana kritere göre, grup karar vermeye dayalı AHS kullanarak karşılaştırmışlardır. Koçak (2003) ile Çörekçioğlu ve Güngör (2005), AHS kullanarak en uygun kurumsal kaynak Planlaması (ERP) için yazılım seçimini incelemişlerdir. Wei, Chien ve Wang (2004), AHS ile bir işletmenin ihtiyaçlarına en uygun ERP seçimini sağlayan bir model geliştirmişler ve çalışmalarında yöntemin yöneticiler için oldukça anlaşılır olduğunu ve üretken sonuçlar verdiğini

gözlemlemişlerdir. Lee, Shen ve Chih (2004) ise yazılım seçiminde çok kriterli bir karar modeli geliştirmişlerdir. Başlıgil (2005), bulanık AHS ile en yüksek müşteri memnuniyetini sağlayacak yazılım seçimini incelemiş, Mulabeke ve Zheng (2006) ise analitik serim süreci ile ürün geliştirmede kullanılan yazılımların seçimini incelemişlerdir.

İstatistiksel yazılımlarla ilgili çalışmalar incelendiğinde, bu çalışmaların çoğunlukla söz konusu yazılımların doğruluklarının karşılaştırılmasına yönelik olduğu görülmektedir. Altman ve McDonald (2001), güvenilir istatistiksel yazılım seçimine yönelik bir rehber önermektedir. Ayrıca yaygın kullanımı olan istatistiksel yazılımların karşılaştırıldığı çalışmalara rastlamak da mümkündür. Örneğin; Dielman (2002), işletme bölümlerinde yaygın şekilde kullanılan dört istatistiksel yazılımı; Kitchen ve arkadaşları (2003) ise ikisi web'e dayalı altı istatistiksel yazılımı karşılaştırmışlardır. Tahmin yazılımları içerisinde istatistiksel yazılımlarının gelişimi de Küsters ve arkadaşlarının (2006) çalışmasında yer almıştır. Bu konuyla ilgili yapılan en son çalışma ise Keeling ve Pavur'un (2007), dokuz istatistiksel yazılımın güvenilirliğini karşılaştırmalı olarak inceledikleri çalışmadır.

Hedef Programlama ile ilgili gerek yurt içi gerek yurtdışında; finans, üretim planlama, iş değerlendirme, hayvan besiciliği, portföy seçimi, sağlık projesi seçimi, personel planlama, gezi planlama, ulaştırma gibi çok farklı alanlarda yapılan çalışmalara ulaşmak mümkündür (Turanlı ve Köse, 2005; Gülenç ve Karabulut, (2005); Dağdeviren v.d., 2004; Doğan v.d, 2000; Atan, 2005; Badri v.d, 2001; Mathirajan ve Ramanathan, 2007; Azaiez ve Sharif, 2005, Calvete v.d, 2007). Söz konusu çalışmalar arasında, yazılım seçiminde HP uygulamasına ise rastlanmamıştır.

Literatürde AHS ve 0-1 HP'nin birlikte kullanıldığı çalışmalar da yer almaktadır: Schniederjans, Hoffman ve Sirmans (1995) ise en iyi ev seçiminde, Schniederjans ve Garwin (1997) kaynak kullanımını artırmada, Kim, Lee ve Lee (1998), en iyi nükleer yakıt devri senaryosu seçiminde bu iki çok kriterli karar verme tekniğini birlikte kullanmışlardır. Badri (1999) tesis yerleşimi problemi için yaptığı çalışmada, HP ve AHS'yi birleştirmiştir. Badri (2001) diğer çalışmasında ise, bu yöntemleri birlikte kullanarak bir firmanın kalite kontrol sistemini etkileyen faktörleri incelemiştir. Dağdeviren ve Eren (2001), AHS ve 0-1 hedef programlama yöntemlerinin bir arada kullanılmasının etkinliğini tartışarak tedarikçi firma seçimini incelemişlerdir. Uzun ve Bayraktar (2001), bu yöntemleri birlikte kullanarak Türk Donanma Gücünün yapısını inceledikleri çalışmalarında, çeşitli faktörleri göz önünde tutarak Türk Donanmasında farklı tipteki gemilerden oluşacak bileşimler için iki

farklı model öne sürmüşlerdir. Yurdakul (2004) bilgisayar destekli üretim teknolojisi seçimini incelediği çalışmasında, çoklu hedefleri ve kısıtları eş zamanlı olarak hesaba katan bütünlük bir model belirlemiştir.

Yapılan literatür incelemesinden de görüldüğü gibi; istatistiksel yazılımların seçimine yönelik, HP ya da özellikle AHS ve HP'nin birlikte kullanıldığı bir çalışma bulunmamaktadır. Türkiye'de de bu konuyla ilgili yapılmış bir çalışmaya rastlanmaması, bu çalışmanın planlanmasında çıkış noktasını oluşturmuştur.

## 2. YÖNTEM

Bu çalışmada, istatistiksel yazılımlar arasından seçim yapma probleminin çözümünde iki çok kriterli karar verme tekniği olan Analitik Hiyerarşi Süreci ve 0-1 Hedef Programlama birlikte kullanılmıştır. Söz konusu tekniklere ilişkin ayrıntılı açıklamalar aşağıda yer almaktadır.

AHS ilk olarak 1968 yılında Myers ve Alpert tarafından ortaya atılmış ve 1977 de Saaty tarafından bir model olarak geliştirilerek karar verme problemlerinin çözümünde kullanılabilir hale getirilmiştir (Yaralıoğlu, 2001, 131). Birbiriyle çelişen, ölçülebilir ve/veya soyut kriterleri dikkate alan AHS'nin diğer yöntemlerden farkı; karmaşık, çok kişili, çok kriterli ve çok periyotlu problemleri hiyerarşik olarak yapılandırmasındadır (Sekreter v.d., 2004, 141). AHS ile karar vermede, hem kalitatif (niteliksel) hem de kantitatif (niceliksel) faktörler ele alınmakta; bilgi, deneyim, bireyin düşünce ve öngörülerini mantıksal biçimde birleştirilebilmektedir.

AHS karar süreci, üç aşamadan meydana gelmektedir. Bunlar ayrıştırma, karşılaştırmalı değerlendirmeler ve önceliklerin sentezinin yapılmasıdır (Lai v.d., 1999, 222). Bu sürecin ilk adımı karar hiyerarşisinin hedef, alternatif, ana kriter ve alt kriterler olarak geliştirilmesidir (Steiguer v.d., 2003, 738). Hiyerarşik yapının en üst basamağında hedef, alt basamaklarında ise ana kriterler ve alt kriterler, en son basamağında da alternatifler bulunmaktadır (Cheng v.d., 2005, 499).

Karşılaştırmalı değerlendirmeler, hiyerarşideki bir düzeyde yer alan öğelerin görece önemlerinin bir üst düzeyde yer alan öğe açısından ikili olarak karşılaştırılmasıdır. Oluşturulan ikili karşılaştırma matrislerinde iki kriter birbirine göre ve her ikili alternatif herhangi bir kriterle karşılaştırılırken karar vericiye; "hangisi daha önemli ve ne kadar önemli?" sorusu sorulmaktadır (Özdemir ve Saaty, 2005, 5). Bu

karşılaştırmalarda genellikle, Saaty tarafından önerilen Tablo 1'deki karşılaştırma ölçeği uygulanmaktadır.

**Tablo 1.** Saaty'nin Karşılaştırma Ölçeği

| Önem Derecesi | Tanım                        | Açıklama   |
|---------------|------------------------------|--|
| 1             | Eşit derecede önemli         | İki yargı aynı derecede önem taşımaktadır  |
| 3             | Orta derecede önemli         | İki yargıdan biri diğerine göre orta derecede önem taşımaktadır.   |
| 5             | Kuvvetli derecede önemli     | İki yargıdan biri diğerine göre kuvvetli derecede önem taşımaktadır.   |
| 7             | Çok kuvvetli derecede önemli | İki yargıdan biri diğerine göre çok kuvvetli derecede önem taşımaktadır                                      |
| 9             | Aşırı derecede önemli        | İki yargıdan biri diğerine göre aşırı derecede önem taşımaktadır.  |
| 2,4,6,8       | Ara değerler                 | İki yargı arasında kararsız kalındığında ve tercih değerleri birbirine çok yakın olduğunda kullanılmaktadır. |

(Saaty, 2006, 558).

AHS karar sürecinin son aşamasında; göreceli önemler vektörü "bütünleşik matris" adı verilen bir matriste toplanır. Bileşik göreceli önemler vektörü, alternatiflerin amacı karşılama düzeylerini göstermektedir. Hiyerarşik yapının en altında yer alan alternatiflerin bir üst seviyedeki ölçütler açısından göreceli üstünlükleri hesaplandıktan sonra, bu defa alt ölçütlerin bir üst seviyedeki öğelere (kriterlere) göre göreceli önemleri hesaplanır. Bu işlem, hedefin bir alt seviyesinde bulunan ana kriterlerin, hedef/amaç açısından göreceli önemleri hesaplanmaya kadar devam eder. Bu işlemlerden sonra seçimi yapabilmek için alternatiflerin amaç açısından "genel" göreceli üstünlükleri hesaplanmalıdır. En yüksek göreceli üstünlüğe sahip seçenek seçilir (Hasgül, 2004).

AHS'de karar vericinin kriterler arasında kıyaslama yaparken tutarlı davranıp davranmadığını ölçmek için Tutarlılık Oranı'nın (T.O) hesaplanması gerekir. Eğer karar verici kriterler arası kıyaslamaları yaparken tutarsız davranmışsa, ikinci adıma dönüp tekrar ikili karşılaştırmaları yapması gerekir. Sonuçta elde edilen tutarlılık oranı 0,10'dan küçük ise karar vericinin ikili karşılaştırma matrisinin tutarlı olduğu söylenir.

Hedef programlama (HP) ise, çok sayıda hedef veya amaçların bulunduğu doğrusal programlama problemlerine uygulanabilen bir

tekniktir. Doğrudan amaçları optimize eden doğrusal programlamanın aksine HP, hedef değerler ve gerçekleşmiş sonuçlar arasındaki sapmaları minimize ederek, çatışan amaçları yönetmek amacıyla kullanılır (Leung v.d., 2001, 427). Doğrusal programlama problemlerinde amaç fonksiyonu birim açısından TL, kar, verimlilik, maliyet v.b gibi yalnız bir ölçekle ölçülebildiğinden, çok boyutlu bir ölçek kümesi ile ifade edilebilen çok amaçlı bir doğrusal programlama problemini yazmak mümkün değildir (Halaç, 1992, 503). Bu yüzden, çok amaçlı problemlerin çözümünde Hedef Programlamaya ihtiyaç duyulmuştur. Hedef programlamanın mantığında temel olarak, doğrusal programlamadan bazı farklılıklar vardır; HP, sadece amaçların niteliklerini değil, bunların karşılaştırılmalarını ve hedeflerini de bildirir. Maksimizasyon ve minimizasyon problemlerinden farklı olarak, belirlenen hedeflerden en az sapmalı çözümü bulmaya yöneliktir.

Hedef Programlamanın ilk çıkışı, 1955 yılında Charnes ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmaya dayanır (Charnes v.d., 1955). Gerçek hayata uygulanabilirliği bakımından çok etkin bir teknik olan HP günümüzde üretim planlaması, iş gücü planlaması, akademik kaynak tahsisi, finansal planlama, bütçeleme, nakliye, performans tahmin gibi birçok alanda en yaygın şekilde kullanılan çok kriterli karar verme tekniklerinden biri haline gelmiştir. Öyle ki Jones ve arkadaşlarının 115 makaleyi inceleyerek yaptıkları çalışmada, kullanılan çok amaçlı karar verme tekniklerinin %7'sini hedef programlamanın oluşturduğu gösterilmiştir (Jones v.d., 2002).

Hedef programlamada hedef değerlerinin belirlenmesi için öncelikle problem doğrusal programlama modeli şeklinde ifade edilir. Bu modelden hareketle, hedef programlama modelinde amaç fonksiyonu, her bir kısıtlayıcı için belirlenen hedeften oluşacak sapmaları minimize etmeye yönelik oluşturulur.

Bir HP modeli, aşağıdaki beş bileşenden meydana gelmektedir:

**Karar Değişkenleri:** Modelde karar verici tarafından belirlenmek istenen bilinmeyenler, problemin karar değişkenlerini ( $x_i$ ) oluşturur.

**Sistem Kısıtları:** Doğrusal programlamadaki kısıtlara karşılık gelirler. Bunlar mutlak olan ve değişmelerine izin verilmeyen kısıtlardır. Sistem kısıtları, doğrusal programlamada olduğu gibi formüle edilirler ve öncelikle bu kısıtların gerçekleştirilmesine çalışılır.

**Hedef Kısıtları:** Ulaşılmak istenen hedef değerlerini gösteren fonksiyonlardır. Bunlar sistem kısıtları kadar katı ve değişmez değildir. Sistem kısıtları sağlandıktan sonra hedef kısıtlarının sağlanması süreci



başlar. Hedeflenen başarı ile gerçekleşen başarı arasındaki fark “Sapma” olarak adlandırılır. Hedef tam anlamıyla sağlanmışsa sapmanın değeri sıfırdır. Hedefe ulaşamamışsa negatif sapma, hedefin üzerinde bir başarı sağlanmışsa, pozitif sapma meydana gelir.

**Amaç Fonksiyonu:** Herhangi bir amaç için belirlenen hedeften olabilecek sapmaları en küçükleyen fonksiyona, “amaç fonksiyonu” adı verilir.

**Birleşik Amaç (Başarı) Fonksiyonu:** Bu fonksiyon, tüm amaç fonksiyonlarının belirli bir öncelik seviyesi ve/veya ağırlığa göre toplam şeklinde yazılmasıyla oluşturulur. Başarı fonksiyonunun oluşturulmasındaki temel ilke, çok amaçlı modeli tek amaçlı bir modele indirgemektir. Böylece, asıl amaç, hedeflerden olabilecek istenmeyen sapmalar toplamını en küçüklemek olacaktır.

Genel doğrusal hedef programlama modeli amaç fonksiyonu, kısıtlar ve negatif olmama kısıtından oluşur ve şu şekilde formüle edilir (Ghosh, v.d., 2005; Tamiz ve Jones, 1996).

$$\begin{aligned} \text{Min } Z &= \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^I P_k (w_k^+ d_i^+ + w_k^- d_i^-) \\ \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j - d_i^+ + d_i^- &= b_i \quad (i = 1, 2, \dots, I) \\ d_i^- \cdot d_i^+ &= 0 \\ x_j, d_i^-, d_i^+ &\geq 0 \end{aligned} \quad (1)$$

$P_k$  : k. önceliğin önem seviyesi ( $P_k \gg \gg P_{k+1}$ ),

$w_k^+, w_k^-$  : k. öncelik için karar alıcı tarafından tanımlanan ağırlık katsayıları,

$d_i^-, d_i^+$  : i hedefine ilişkin negatif ve pozitif sapma değişkenleri,

$a_{ij}$  : i hedefinde  $x_j$ 'ye ilişkin teknolojik katsayılar,

$b_i$  : i hedefinin değeridir.

Burada,  $d_i^- \cdot d_i^+ = 0$  koşulu, herhangi bir aşamada aynı denkleme ait iki sapma değişkeninin aynı anda pozitif değer alamayacağını gösterir.

Karşılaşılan bazı uygulamalarda karar değişkenlerinin sadece 0 ya da 1 tamsayılarını alması gerekir. Böyle doğrusal hedef programlama problemlerine 0-1 tamsayılı hedef programlama problemi denir. 0-1 tamsayılı hedef programlama modeli;

$$\begin{aligned} \text{Min } Z &= \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^I P_k (w_k^+ d_i^+ + w_k^- d_i^-) \\ \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j - d_i^+ + d_i^- &= b_i \quad (i = 1, 2, \dots, I) \\ x_j &= \begin{cases} 1 & \text{secilme durumu} \\ 0 & \text{secilmeme durumu} \end{cases} \quad j = 1, \dots, n \\ d_i^+, d_i^- &\geq 0 \end{aligned} \quad (2)$$

şeklinde formüle edilir (Ghosh, v.d., 2005; Tamiz ve Jones, 1996).

### 3. İSTATİSTİKSEL YAZILIM SEÇİMİNDE ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ VE 0-1 HEDEF PROGRAMLAMA YÖNTEMLERİNİN BİRLİKTE KULLANIMI

İstatistiksel yazılımlar, günümüzün yığın veri içeren, karmaşık ve çok değişkenli problemlerinin analizinde araştırmacılar tarafından yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu doğrultuda, fakültelerde akademisyenlerin ihtiyaç duydukları istatistiksel yazılımlara, kendi bütçeleri dâhilinde ulaşmalarının mümkün olmamasından dolayı bu yazılımların fakülte bütçeleri kapsamında alınması bir zorunluluk haline gelmiştir. Buna bağlı olarak, her fakültenin genellikle sınırlı bir bütçeye sahip olması ve akademisyenler tarafından talep edilen yazılımların tamamının karşılanamaması da araştırmacıları çoğu zaman bir yazılım seçimi problemi ile karşı karşıya bırakmaktadır. Bu noktadan hareketle yapılan çalışmada, ele alınan bir üniversitede gerek akademisyenlerin akademik çalışmalarında, gerekse eğitimde kullanılacak olan en uygun istatistiksel yazılım seçimi incelenmiştir.

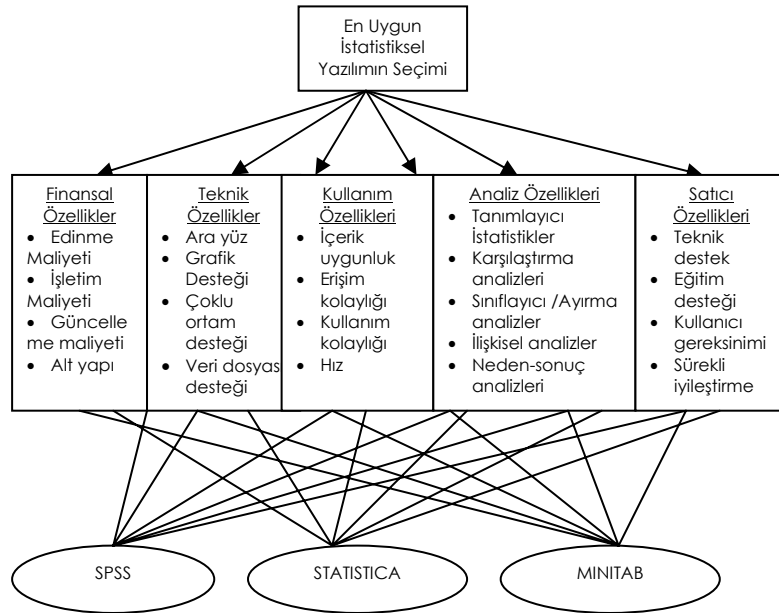
Ele alınan problemin çözümü için AHS ve HP birlikte kullanılmıştır. AHS ile istatistiksel yazılımların seçiminde dikkate alınan ve birlikte değerlendirilmesi gereken kriterler ve öncelikler, kurulan 0-1 HP modeline öncelik kısıtı olarak dâhil edilmiş ve modelin çözümüyle söz konusu iki çok kriterli karar verme tekniğinin kombine etkisi ortaya konmaya çalışılmıştır. Çalışma ve sonuçlarının, bu türde bir seçim kararı ile karşılaştıklarında konunun taraflarına yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Çalışmada öncelikle, ele alınan problemin, yaygın kullanımı olan üç yazılım seçeneği (SPSS, Statistica ve Minitab) için hiyerarşik yapısı oluşturulmuştur. Hiyerarşik yapı oluşturulurken, her birisi alt kriterler içeren beş temel kriter (finansal, teknik, analiz, kullanım ve satıcı özellikler) dikkate alınmıştır. Daha sonra her bir kriter temelinde

alternatiflerin ve kriterlerin kendi aralarında karşılaştırılması için, bir üniversitedeki fakültenin bilgisayar laboratuvarında kullanılmak üzere alınacak olan istatistiksel yazılımların seçiminde karar sahibi olan kişilerin (programcı, uzman veya akademisyen) ortak görüşlerine başvurulmuştur. AHS'den elde edilen öncelikler de kurulan 0-1 HP modeline öncelik kısıtı olarak dahil edilmiş ve AHS ile HP sonuçlarının birlikte değerlendirilmesi sağlanmıştır.

### 3.1. İstatistiksel Yazılım Seçimi Probleminin AHS Sonuçları

Problemin AHS ile çözümünde öncelikle istatistiksel yazılımlar konusunda gerek kullanıcı gerekse programcı olarak uzman olan akademisyenler ve programcılardan oluşan bir ekip oluşturulmuştur. Ekip ile gerçekleştirilen görüşmeler sonucunda, İstatistik yazılım seçim probleminde göz önüne alınması gereken kriterler, alt kriterler ve alternatifler belirlenmiş ve böylelikle problemin hiyerarşik yapısı Şekil 1'deki gibi oluşturulmuştur.



Şekil 1. En Uygun İstatistiksel Yazılım Seçimi (İYS) Probleminin Hiyerarşik Yapısı

Problemde ele alınan ana kriter ve alt kriterler aşağıda kısaca açıklanmıştır.

*Finansal Özellikler Ana Kriteri:* İstatistiksel yazılımları satın almada, alınacak olan programa ve ek hizmetlere göre fiyatlar farklılık göstermektedir. Bu nedenle edinme maliyeti, işletim maliyeti, güncelleme maliyeti ve alt yapı maliyetleri bu ana kriter içindeki alt kriterleri oluşturmaktadır.

*Teknik Özellikler Ana Kriteri:* En uygun istatistiksel yazılım seçiminde söz konusu programın sahip olduğu teknik özelliklerin de büyük bir önemi vardır. Çalışmada bunlar arayüz, grafik desteği, çoklu ortam desteği ve veri dosyası desteği olarak ele alınmıştır.

*Kullanım Özellikleri Ana Kriteri:* İstatistiksel yazılım sektöründeki programların sahip oldukları kullanım özellikleri; içerik uygunluğu, erişim ve kullanım kolaylıkları ile yazılımların hızı olarak belirlenmiştir.

*Analiz Özellikleri Ana Kriteri:* İstatistiksel yazılım uzmanlarının bir istatistiksel programı kullanırken dikkat edecekleri en önemli noktalardan birisi de kuşkusuz kullandıkları programın ihtiyaç duyacakları istatistiksel analizlere ne derece cevap verebildiğidir. Analiz özellikleri ana kriterinin alt kriterleri; tanımlayıcı istatistikler, karşılaştırma analizleri, sınıflayıcı/ayırma analizleri, ilişkisel analizler ve neden-sonuç analizleridir.

*Satıcı Özellikleri Ana Kriteri:* İstatistiksel yazılımların satın alınmasından sonra satıcı firmaların kullanıcıların bazı gereksinmelerini karşılaması, gerekli teknik ve eğitim desteklerini verebilmesi gerekmektedir. Buradan hareketle, satıcı özellikleri ana kriterinin alt kriterleri olarak; teknik destek, eğitim desteği, kullanıcı gereksinimleri ve sürekli iyileştirme ele alınmıştır.

Problemin hiyerarşik yapısı oluşturulduktan sonra her bir kriter temelinde alternatiflerin ve kriterlerin kendi aralarında karşılaştırılması için bir üniversitedeki fakültenin bilgisayar laboratuvarında kullanılmak üzere alınacak olan istatistiksel yazılım seçiminde karar sahibi olan ve İstatistik eğitimi veren bir akademisyenin görüşüne başvurulmuştur.

Bundan sonraki adımda ise Şekil 2’de verilen hiyerarşinin her seviyesi için oluşturulan ikili karşılaştırma matrislerinden hareketle anket formu hazırlanmıştır. Karar verici, Tablo1’de yer alan ve Saaty tarafından öne sürülen ölçeği kullanarak anket formunda yer alan alternatifler, ana kriterler ve alt kriterler arasındaki ikili karşılaştırmaları önem düzeylerine göre yargılamıştır. Ana kriterler için ikili karşılaştırma matrisi Tablo 2’de verilmektedir.

**Tablo 2.** İYS Probleminde Ana Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Matrisi

|                      | Finansal Öz. | Teknik Öz. | Kullanım Öz. | Analiz Öz. | Satıcı Öz. |
|----------------------|--------------|------------|--------------|------------|------------|
| Finansal Özellikler  | 1            | 0,333      | 0,333        | 0,143      | 3          |
| Teknik Özellikler    | 3            | 1          | 0,333        | 0,143      | 3          |
| Kullanım Özellikleri | 3            | 3          | 1            | 0,143      | 5          |
| Analiz Özellikleri   | 7            | 7          | 7            | 1          | 9          |
| Satıcı Özellikleri   | 0,333        | 0,333      | 0,200        | 0,111      | 1          |

Tablo 2’de önemli bir nokta, teknik özelliklerin finansal özelliklere göre önem düzeyi 3 olduğunda, finansal özelliklerin teknik özelliklere göre önem düzeyinin 1/3 olduğudur. Başka bir ifadeyle; en uygun istatistiksel yazılımın belirlenmesinde teknik özellikler kriteri finansal özellikler kriterine ( $x_{21}$ ) göre 3 kat daha önemliken, finansal özellikler kriteri teknik özellikler kriterine ( $x_{12}$ ) göre  $1/3=0,333$  kat daha önemlidir. Aynı şekilde analiz özellikleri kriteri kullanım özellikleri kriterine göre ( $x_{43}$ ) 7 kat daha önemliken, kullanım özellikleri kriteri analiz özellikleri kriterine ( $x_{34}$ ) göre  $1/7=0,143$  kat daha önemlidir. Buradan hareketle tablonun köşegen değerlerinin 1’e eşit olması gerektiği açıkça görülebilmektedir. Tüm alt kriterler için ikili karşılaştırma matrisleri aynı işlem adımları gerçekleştirilerek oluşturulmuştur. Çalışmada karar vericinin ikili karşılaştırmalarda tutarlı davranıp davranmadığını ölçmek için tutarlılık analizi yapılmıştır. Expert Choice 2000 paket programına cevaplayıcının yargıları girildikten sonra her matris için tutarlılık oranları belirlenmiş ve bu oranların 0,10’dan küçük olduğu saptanmıştır.

Tüm kriter, alt kriter ve alternatifler için ikili karşılaştırmalar yapıldıktan sonraki aşama, alternatiflerin görece önem derecelerinin hesaplanarak en uygun istatistiksel yazılımın belirlenmesi aşamasıdır. En uygun istatistiksel yazılımın belirlenmesinde, tüm kriter ve alt kriterlerin görece önem değerlerine Tablo 3’de yer verilmiştir. Tablo 3 incelendiğinde; istatistiksel yazılım seçiminde en fazla önem verilen ana kriterin analiz özellikleri (%62) olduğu; bu kriteri kullanım özellikleri (%17,6) ve teknik özellikler (%10,3) ana kriterlerinin izlediği görülmektedir. İstatistiksel

yazılım seçiminde finansal özellikler (%6,6) ve satıcı firmaya ait özellikler (%3,6) önem derecesi bakımından son sıralarda yer almaktadır.

**Tablo 3. İYS Probleminin AHS Sonuç Matrisi**

| Alternatifler                   |                                       | SPSS<br>(0,382) | Statistica<br>(0,393) | Minitab<br>(0,225) |
|---------------------------------|---------------------------------------|-----------------|-----------------------|--------------------|
| Finansal Özellikler<br>(0,066)  | Edinme Maliyeti (0,040)               | 0,600           | 0,200                 | 0,200              |
|                                 | İşletim Maliyeti (0,010)              | 0,429           | 0,429                 | 0,143              |
|                                 | Güncelleme (0,010)                    | 0,429           | 0,143                 | 0,429              |
|                                 | Alt Yapı (0,005)                      | 0,333           | 0,333                 | 0,333              |
| Teknik Özellikler<br>(0,103)    | Arayüz (0,011)                        | 0,429           | 0,429                 | 0,143              |
|                                 | Grafik Desteği (0,006)                | 0,143           | 0,429                 | 0,429              |
|                                 | Çoklu Ortam Desteği (0,023)           | 0,429           | 0,429                 | 0,143              |
|                                 | Veri Dosyası Desteği (0,062)          | 0,600           | 0,200                 | 0,200              |
| Kullanım Özellikleri<br>(0,176) | İçerik Uygunluk (0,021)               | 0,429           | 0,143                 | 0,429              |
|                                 | Erişim Kolaylığı (0,011)              | 0,429           | 0,143                 | 0,429              |
|                                 | Kullanım Kolaylığı (0,096)            | 0,600           | 0,200                 | 0,200              |
|                                 | Hız (0,048)                           | 0,429           | 0,429                 | 0,143              |
| Analiz Özellikleri<br>(0,620)   | Tanımlayıcı İstatistikler (0,027)     | 0,600           | 0,200                 | 0,200              |
|                                 | Karşılaştırma Analizleri (0,071)      | 0,429           | 0,143                 | 0,429              |
|                                 | Sınıflayıcı/Ayırma Analizleri (0,130) | 0,429           | 0,429                 | 0,143              |
|                                 | İlişkisel Analizler (0,130)           | 0,200           | 0,600                 | 0,200              |
|                                 | Neden-Sonuç Analizleri (0,260)        | 0,200           | 0,600                 | 0,200              |
| Satıcı Özellikleri<br>(0,036)   | Teknik Destek (0,006)                 | 0,333           | 0,333                 | 0,333              |
|                                 | Eğitim Desteği (0,002)                | 0,333           | 0,333                 | 0,333              |
|                                 | Kullanıcı Gereksinimleri (0,014)      | 0,600           | 0,200                 | 0,200              |
|                                 | Sürekli İyileştirme (0,014)           | 0,429           | 0,143                 | 0,429              |

Ana kriterler içindeki alt kriterler bakımından incelendiğinde; finansal özellikler içinde görece önem değeri en yüksek olan alt kriter edinme maliyeti (%4) olurken, bunu güncelleme ve işletim maliyeti (%1) izlemektedir. Alt yapı maliyeti (%0,5) ise son sırada yer almaktadır. Teknik özellikler ana kriteri dikkate alındığında, görece önem değeri en yüksek olan alt kriterin veri dosyası desteği (%6,2) olduğu görülmektedir. Bu alt kriteri %2,3 önem düzeyi ile çoklu ortam desteği izlerken, yazılımın ara yüzünün önem derecesi %0,06'dır. En az önem derecesine sahip olan alt kriter ise %0,05 önem derecesiyle grafik desteğidir. Kullanım özellikleri ana kriteri için; en yüksek önem derecesine sahip alt kriter, yazılımın kullanımının kolaylığıdır (%9,6). En düşük önem düzeyine sahip olan alt kriter ise %1,1 önem düzeyi ile erişim kolaylığıdır. Ana kriterler içerisinde en fazla önem düzeyine sahip analiz özellikleri ana kriterinde ise en yüksek öneme sahip olan alt kriter neden-sonuç analizleri (%26) olarak ortaya çıkmıştır. Sınıflayıcı/ayırma ve ilişkisel analizler %13 önem düzeyi ile eşit derecede öneme sahip olarak ortaya çıkmışlardır. Tanımlayıcı istatistikler ise %2,7'lik önem derecesiyle en son sırada yer almıştır. Son ana kriter olan satıcı özelliklerinde ise sürekli iyileştirme ve eğitim desteği (%1,4) en önemli alt kriterler olarak belirlenirken, eğitim desteği (%0,02) ise en az önemli alt kriter olarak belirlenmiştir.

İstatistiksel yazılımları kullanan araştırmacılar için en uygun yazılımı belirlemek amacıyla yapılan AHS sonucunda; en yüksek görece önem düzeyine sahip alternatif, %39,3'lük bir önem derecesiyle Statistica paket programıdır. SPSS %38,2 önem düzeyiyle ikinci, Minitab ise %22,5 önem düzeyiyle son sırada yer almıştır.

### **3.2. İstatistik Yazılım Seçimi Probleminin HP Sonuçları**

AHS ile elde edilen istatistiksel yazılım öncelikleri, 0-1 HP'da öncelik kısıtı olarak alınarak, 0-1 HP modeli kurulmuştur. Modelin kurulmasında göz önüne alınması gereken kısıtlar her bir yazılım için 50 kullanıcı fiyat, yıllık bakım ücreti ve AHP'den elde edilen yazılım öncelikleri olarak belirlenmiştir. İlgili yazılımların 50 kullanıcı akademik fiyat ve yıllık bakım maliyetleri Euro bazında her yazılım firmasının Türkiye distribütörleri ile yapılan yazışmalar sonucu elde edilmiş ve 30 Haziran 2007 Vakıfbank Efektif Saati kuruna göre YTL'ye çevrilmiştir. Söz konusu üniversitenin satın alma birimiyle yapılan görüşmeler sonucu; yazılım programları için üniversite bünyesinde ayrılan toplam yıllık ödenek 200000 YTL, toplam yıllık bakım maliyeti ise 20000 YTL olarak belirlenmiştir. 0-1 HP modelinde yer alan parametreler Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 4.** İYS Problemi İçin HP Modelinin Parametreleri

| Kısıtlar                    | SPSS  | Statistica | Minitab |
|-----------------------------|-------|------------|---------|
| Yazılım Fiyatı (YTL)        | 15599 | 163300     | 12553   |
| Yıllık Bakım Maliyeti (YTL) | 1671  | 32660      | 297,62  |
| AHP Öncelikleri             | 0,382 | 0,393      | 0,225   |

İlgili kısıtlar ve parametreler kullanılarak kurulan model aşağıdaki gibidir;

*Amaç Fonksiyonu:*

$$\text{Min } Z = P_1(d_1^+) + P_2(d_2^+) + P_3(d_3^-) + P_3(d_3^+)$$

*Karar Değişkeni:*

$X_j$ : j. istatistiksel yazılımın seçilip seçilmemesi durumu

*Sapma Değişkenleri:*

$d_i^+$  : i. hedefe ilişkin pozitif sapma değişkeni

$d_i^-$  : i. hedefe ilişkin negatif sapma değişkeni

*Kısıtlar:*

Fiyat Kısıtı:

$$15599X_1 + 163300X_2 + 12553X_3 + d_1^- - d_1^+ = 200000$$

Güncelleme Maliyeti Kısıtı:

$$1671X_1 + 32660X_2 + 297,62X_3 + d_2^- - d_2^+ = 20000$$

AHP Öncelik Kısıtı:

$$0,382X_1 + 0,393X_2 + 0,225X_3 + d_3^- - d_3^+ = 1$$

$$X_j = \begin{cases} 1; i. yazılım secilirse \\ 0; i. yazılım secilmezse \end{cases} \quad (j = 1,2,3)$$

$$d_i^-, d_i^+ \geq 0 \quad (i = 1,2,3)$$

Kurulan 0-1 HP modelinin Lingo 10.0 programında çözülmesiyle; AHS'ye göre birinci sırada tercih edilen Statistica programı, sistem kısıtları devreye girdiğinde sıfır değerini almış ve model dışında bırakılmıştır. 0-1 HP modeline göre tercih edilebilecek olan istatistiksel yazılımlar, SPSS ya da Minitab olarak belirlenmiştir. AHS modeline göre ise öncelikli iki yazılım, Statistica ve SPSS'dir.



### 3.3. İstatistik Yazılım Seçimi Problemi İçin AHS ve HP Sonuçlarının Birlikte Değerlendirilmesi

Çalışmanın, AHS sonuçlarına göre en uygun yazılım, Statistica paket programı olarak belirlenmiştir. Bu seçimde en çok önem verilen kriterlerin analiz özellikleri, kullanım özellikleri ve teknik özellikler olduğu ortaya çıkmıştır. Finansal özellikler ve satıcı özelliklerinin görece önem değerleri ise oldukça küçüktür. Araştırmacıların istatistiksel yazılımlara, bağlı oldukları üniversite bütçesi içerisinde ayrılan ödenekler yoluyla sahip oldukları göz önüne alındığında; finansal özellikler kriterinin AHS’de önemli bir kriter olarak ortaya çıkmaması doğal bir sonuç olarak kabul edilebilir. Ayrıca satıcı özellikleri kriteri açısından düşünüldüğünde de, paket yazılımlar alınıp kullanılmaya başlandıktan sonra gerekli olan teknik destek ve eğitim desteği gibi bir takım gereksinimleri, kullanıcılar genellikle kendileri karşıladıklarından, yine bu kriter de AHS’ye göre önemli bir kriter olarak belirlenmemiştir.

0-1 HP modeli sonuçlarına göre ise, SPSS ve Minitab programları modele dâhil edilmiş, ancak AHS’ye göre birinci öncelikli paket program olarak belirlenen ve diğer alternatiflere göre oldukça pahalı bir yazılım olan Statistica programı sıfır değerini alarak model dışında kalmıştır. Bu yöntemler sonucu bulunan sapma değerlerine bakıldığında ise, 0-1 HP yöntemine göre fiyat ve güncelleme maliyeti kısıtında anlamlı bir azalma sağlandığı görülmüştür.

Bu iki modelin uygulanmasıyla kısıtlarda meydana gelecek sapmalar Tablo 5’te verilmiştir.

**Tablo 5.** AHS ve 0-1 HP Sonuçlarına Göre Oluşan Sapmalar

| Kaynaklar                 | Kısıtlar | 0-1 HP Modelinin Sapması | AHS Modelinin Sapması |
|---------------------------|----------|--------------------------|-----------------------|
| Fiyat (YTL)               | 200000   | -171848                  | -21101                |
| Güncelleme Maliyeti (YTL) | 20000    | -18031,38                | 14331                 |

Fiyat kısıtı açısından bakıldığında, her iki yöntemde de negatif sapma meydana gelmiştir. Ancak HP modeli Statistica gibi çok yüksek fiyatlı bir yazılımı model dışında bıraktığından, bu modeldeki fiyat sapması daha yüksek olarak ortaya çıkmıştır. Güncelleme maliyeti kısıtında ise 0-1 HP modeline göre 18031,38 YTL’lik negatif sapma, AHS modeline göre ise 14331 YTL’lik pozitif sapma meydana gelmiştir. Karar verici bu sapmaları göz önüne alarak kendi amacına hizmet edecek yöntemi seçebilir. Eğer 0-1 HP yöntemi seçilirse; fiyatta toplam 171848 YTL kadar, güncelleme maliyetinde ise 18031,38 YTL kadar bir azalma

meydana gelecektir. Buna karşılık AHS modeli sıralamasına göre yazılım tercihini belirlerse; fiyatta 21101 YTL'lik bir azalışı ve güncelleme maliyetinde ise 14331 YTL'lik bir artış dikkate almak durumundadır.

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bilgisayarların eğitim kurumları, özellikle de üniversitelerde vazgeçilmez eğitim ve araştırma aracı haline gelmesi, bilgisayar kullanımını gereğince ortaya çıkan çeşitli yazılım seçimlerinin de önemli bir eğitim araştırması konusu olmasına yol açmıştır. Bu noktadan hareketle, istatistiksel yazılımları kullanan araştırmacılar için en uygun yazılımın belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada, iki yaklaşım önerilmiştir. Bunlar; problemin alternatifleri, ana kriterleri ve alt kriterlerine göre karar vericiye alternatif önceliklerini sıralayan AHS yöntemi ve AHS'den elde edilen öncelikleri kısıt olarak ele alan 0-1 HP yöntemidir.

Çalışmada, AHS sonucunda bulunan paket program öncelikleri, 0-1 HP modeline sistem kısıtlarına öncelik kısıtı olarak ilave edilmiştir. Söz konusu 0-1 HP modelinin çözümü ile hangi sapma değişkenlerinin en küçüklenmesi gerektiği belirlenmiş ve böylelikle model çözümüyle elde edilen sonuçlar ile AHS sonuçlarının karşılaştırılabilmesi imkânı elde edilmiştir. Bu karşılaştırma sonucunda iki yöntemin birbirinden farklı sonuçlar verdiği görülmüştür.

Karar verici AHS yöntemine göre alternatifleri ikili karşılaştırmalar yoluyla değerlendirirken söz konusu istatistiksel yazılımlara, bağlı oldukları üniversite bütçesi içerisinde yapılan alımlarla sahip olacaklarını ve kendileri bunun için bir maliyete katlanmayacaklarını düşündüklerinden fiyat ve güncelleme maliyeti kriterleri bu yöntemde önem bakımından son sıralarda yer almıştır. 0-1 HP yönteminde ise bütçe, güncelleme maliyeti gibi sistem kısıtları devreye girmektedir. Bu kısıtlar gereği; paket program alımı için ayrılan toplam yıllık ödeneğin maksimum 200000 YTL, toplam yıllık güncelleme ödeneğinin ise maksimum 20000 YTL olduğu dikkate alındığında 0-1 HP modelinde 163300 YTL fiyata sahip olan Statistica programı sıfır değeri ile tercih edilmemektedir.

Bu sonuçlar göz önüne alındığında, söz konusu istatistiksel yazılımların Türkiye distribütörlerinin, üniversite ödeneklerini de dikkate alarak fiyatlarını gözden geçirmeleri, söz konusu yazılımların lisanslı kullanıcı sayılarının artışını sağlayacaktır. Zira yapılan bir araştırma sonucuna göre lisanssız/kaçak program kullanım oranı; Amerika Birleşik Devletleri'nde

%24, Avrupa'da % 35 seviyelerinde bulunurken, bu oran Türkiye için %66 seviyesindedir.

Ayrıca, akademisyenlerin kişisel olarak edinemeyecekleri ya da zorlukla edinebilecekleri paket programları sağlama konusunda üniversite içindeki beklenti de bu yöndeki harcamaların artırılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu zorunluluk son yıllarda daha yüksek düzeyde kendini göstermektedir ve bir ölçüde üniversiteler arasındaki rekabetin temel alanlarından birini de oluşturmaktadır. Üniversiteler arasındaki rekabetin ve nitelik ölçütünün uluslararası ilişkiler ve akademisyenlerin uluslararası yayınları etrafında şekillenmesi de bu harcamaların artışında motive edici bir unsur olmaktadır.

### KAYNAKLAR

**Altman, M. ve Mcdonald, M. (2001).** Choosing Reliable Statistical Software. Ps: Political Sci. Politics 43(3), 681–687.

**Atan, M. (2005).** Çok Amaçlı Hedef Programlama ile Optimal Portföy Seçim Modelinin İMKB 100 Endeksine Uygulanması, 9. Ulusal Finans Sempozyumu "Stratejik Finans", Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İşletme Bölümü, Kapadokya/Nevşehir, Türkiye, 29 – 30 Eylül.

**Azaiez, M.N. ve Al Sharif, S.S. (2005).** A 0–1 Goal Programming Model for Nurse Scheduling, Computers & Operations Research, March 2005, 32(3), 491–507.

**Badri, M., Davis, D. ve Davis, D. (2001).** A Comprehensive 0- 1 Goal Programming Model for Project Selection International Journal of Project Management, 19(4), 243-252.

**Badri, M. (1999).** Combining the Analytic Hierarchy Process and Goal Programming for Global Facility Location-Allocation Problem, International Journal of Economics, 62, 237-248.

**Badri, M. (2001).** A Combined AHP-GP Model for Quality Control Systems, International Journal of Production Economics, 72, 27-40.

**Başgil, H. (2005).** Bulanık AHP ile Yazılım Seçimi, Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 3, 27-33.

**Calvete, H. I., Gale, C., Oliveros, M. ve Valverde, B.S. (2007).** A Goal Programming Approach to Vehicle Routing Problems with Soft Time Windows, *European Journal of Operational Research*, 177, 1720-1733.

**Charnes, A., Cooper, W. W. ve Ferguson R. (1955).** Optimal Estimation of Executive Compensation by Linear Programming, *Management Science*, 1, 138-151.

**Cheng, S. C., Chou, T. C., Yang, C. L. ve Chang, H. Y. (2005).** A Semantic Learning for Content-Based Image Retrieval Using Analytical Hierarchy Process, *Expert Systems With Applications*, 28(3).

**Çörekçiöglü, M. ve Güngör, A. (2005).** ERP Yazılımı Seçiminde Analitik Hiyerarşi Sürecinin Kullanımı, 4. Üretim Araştırmaları Sempozyumu, 8-10 Ekim, Konya, 2-4.

**Dağdeviren, M., Akay, D. ve Kurt, M. (2004).** İş Değerlendirmede Faktör Derece Puanlarının Belirlenmesinde Hedef Programlama Yönteminin Kullanılması, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(1), 89-95.

**Dağdeviren, M. ve Eren, T. (2001).** Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 16(2), 41-52.

**Dielman, T. (2002).** The Numerical Accuracy of Statistical Calculations in Excel 2000 and Minitab Version 13. *J. Bus. Manage.* 8(2), 199-207.

**Doğan, İ., Doğan, N. ve Akcan, A. (2000).** Rasyonel ve Ekonomik Hayvan Beslemede Hedef Programlamadan Yararlanma, *Türk J Vet Anim Sci*, 24 (2000) 233-238.

**Ghosh, D., Sharma, D.K. ve Mattison, D.M. (2005).** Goal Programming Formulation in Nutrient Management for Rice Production in West Bengal”, *International Journal of Production Economics* 95, 1-7.

**Gülenç, F. ve Karabulut, B. (2005).** Doğrusal Hedef Programlama ile Bir Üretim Planlama Probleminin Çözümü, *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9, ISSN 1302-6658, 55-68

**Halaç, O. (1992).** *Kantitatif Karar Verme Teknikleri*, 3. Basım, İstanbul.

**Hasgöl, F. (2004).** Bilgi Teknolojilerinin Örgütsel Etkileri Açısından Değişim İhtiyacının İncelenmesi ve Yatırım Kararlarında Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.

**Jalal, N. ve Ray, J.P. (1999).** Software Selection for Simulation in Manufacturing: A Review, Simulation Practice and Theory, 7, 1-14.

**Jones, D. F., Mirrazavi, S.K. ve Tamiz, M. (2002).** Multi-Objective Meta Heuristics: An Overview of the Current State-Of-The Art, European Journal of Operational Research, 137(1), 1-9.

**Keeling, K. B. ve Pavur, R.J. (2007).** A Comparative Study of the Reliability of Nine Statistical Software Packages. Comput. Statist. Data Anal., 51, 3811-3831.

**Kim, P. O., Lee, K. J. ve Lee, B. W. (1998).** Selection of an Optimal Nuclear Fuel Cycle Scenario by Goal Programming and the Analytic Hierarchy Process, Annals of Nuclear Energy, 26, 449-460.

**Kitchen, A. M., Dranchenberg, R. ve Symnazik, J. (2003).** Assessing the Reliability of Web-Based Statistical Software. Comput. Statist. Data Anal. 48(3), 445-449.

**Koçak, A. (2003).** Yazılım Seçiminde Analitik Hiyerarşi Yöntemi Yaklaşımı ve Bir Uygulama, Ege Akademik Bakış Dergisi, 3(1-2), 67-77.

**Küsters, U., McCullough, B.D. ve Bell, M. (2006).** Forecasting Software: Past, Present and Future. Int. Journal of Forecasting, 22, 599-615.

**Lai, S.V, Trueblood, P.R. ve Wong, K. B. (1999).** Software Selection: A Case Study of the AHP to the Selection of a Multimedia Authoring System, Information and Management 36, 221-232.

**Lai, S. V., Wong, K. B. ve Cheung, W. (2002).** Group Decision Making in a Multiple Criteria Environment: A Case Using the AHP in Software Selection, European Journal of Operational Research, 137(1).

**Lee, H. S., Shen, P. D. ve Chih, W. L. (2004).** A Fuzzy Multiple Criteria Decision Making Model for Software Selection, 2004 IEEE International Conference (1098-7584) 25-29 July 2004. 3, 1709.

**Leung, Stephen, C. H., Yue, W.U. ve Lai, K. K. (2001).** Multi-Site Aggregate Production Planning With Multiple Objectives: A Goal Programming Approach, *Production Planning & Control*, 14(5), 425–436.

**Mathirajan, M. ve Ramanathan, R. (2007).** A (0–1) Goal Programming Model for Scheduling the Tour of a Marketing Executive, *European Journal of Operational Research*, 179(2), 554-566.

**Mulabeke, J. A. W. ve Zheng, L. (2006).** Analytic Network Process for Software Selection in Product Development: A Case Study, *J. Eng. Technol. Manage.*, 23, 337-352.

**Saaty, L. T. (2006).** Rank From Comparisons and From Ratings in the Analytic Hierarchy/Network Processes, *European Journal of Operational Research*, 168(2).

**Özdemir Sağır, M. ve Saaty, L. T. (2005).** The Unknown in Decision Making What to Do About It, *European Journal of Operational Research*, 174(1).

**Santhanam, R. ve Kyparisis, G. J. (1996).** A Decision on Model for Interdependent Information System Project Selection, *European Journal of Operational Research*, 82, 380-399.

**Schniederjans, M..J. ve Garvin, T. (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.

**Schniederjans, M..J., Hoffman, J. J. ve Sirmans, G. S. (1995).** Using Goal Programming and the Analytic Hierarchy Process in House Selection, *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 11, 167-176.

**Sekreter, M. S., Akyüz, G. ve İpekçi Çetin, E. (2004).** Şirketlerin Derecelendirilmesine İlişkin Model Önerisi: Gıda Sektörüne Yönelik Bir Uygulama, *Akdeniz İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8.

**Steiguer, J.E DE, Duberstein, J. ve Lopes, V. (2003).** The Analytic Hierarchy Process as a Means for Integrated Watershed Management, *First Interagency Conference on Research in the Watersheds*, October 27-30.

**Tamiz, M. ve Jones, D.F. (1996).** An Overview of Current Solution Methods and Modelling Practices N Goal Programming”, Multi-Objective Programming and Goal Programming: Theories and Applications, Springer-Verlag, Germany, 198-211.

**Turanlı, M. ve Köse, A. (2005).** Doğrusal Hedef Programlama Yöntemi ile Türkiye’deki Sigorta Şirketlerinin Performanslarının Değerlendirilmesi, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 4 (7), 19-39.

**Uzun, G. ve Bayraktar, D. (2001).** Integrated Approaches for Determining the Turkish Naval Force Structure by Using the Analytic Hierarchy Process and Goal Programming Methods, Multiple Criteria Decision Making in the New Millennium Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems 507, 469-478.

**Wei, C.C., Chien, C.F. ve Wang, M.J. (2004).** An AHP-Based Approach to ERP System Selection, Int. J. Production Economics 96.

**Yaralıglu, K. (2001).** Performans Değerlendirmede Analitik Hiyerarşi Proses, Dokuz Eylül Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 16(1).

**Yurdakul, M. (2004).** Selection of Computer-Integrated Manufacturing Technologies Using a Combined Analytic Hierarchy Process and Goal Programming Model, Robotics & Computer-Integrated Manufacturing, 20(4) 329-340.