

Bilimsel Yazılım Kullanımı ve Üretiminde Metodoloji Kullanma/Geliştirme : Türkiye'de Astronomi Alanı için Eğilim Saptama

Sevinç Gülseçen*

Özet

Bilişim Teknolojisi'nin gelişmesi, bilimsel yazılımların kullanımı, iletimi ve üretimini oldukça kolaylaştırmıştır. Günümüzde yazılım üretimi başlıbaşına bir sektör olmakla birlikte, bilimsel yazılımlar hala çoğunlukla "alanın uzmanları" ("domain experts") tarafından geliştirilir. Bu çalışmada, Türkiye'de Astronomi alanında öncelikle bilimsel yazılım kullanma/geliştirme potansiyelini belirlemek için yapılanlar anlatılmış ve daha sonra bilimsel yazılımların kullanımı ve üretiminde metodoloji kullanma eğilimi irdelenmiştir.

Abstract

Advancement of Information Technology facilitates the use, development and the share of scientific software today. Although the software production emerged as an important industry, the scientific software systems are mostly developed by domain experts. In this study we first present the effort have been made to determine the level of software use/development in the field of Astronomy in Turkey and then we examined the usage (if any) of a particular methodology in the use and development of scientific software for astronomical applications.

Anahtar Kelimeler: *BT, bilimsel yazılım, astronomide veri analizi, yazılım geliştirme modelleri*

I. Giriş

Bilimsel gerçeklerin ortaya konmasında deney ve teori kadar güncel ifade ile bilişimi (informatics) kullanma aslında çok eski bir yaklaşımdır. Bilimadamlarının ve mühendislerin çalışmalarında günümüzde olduğu gibi eskiden de bu üç yaklaşımın çok fazla arakesitinin olduğu bir gerçektir. Yirminci yüzyıla damgasını vuran bilişim, diğer bir ifade ile Bilgi Teknolojisi (BT), yüzyılın ikinci yarısında hızla gelişmeye başlayan bilgisayar teknolojisine sıkı sıkıya bağlıdır. Böyle olmakla birlikte, bilgisayarın henüz ortaya çıkmadığı yıllarda da bazı alanlarda bilişim karakterli çalışmalar yapan bilimadamları olduğu söylenebilir. Bu konuda öncü olan astronomi alanından örnek vermek mümkün: bazı kaynaklarda, Tycho Brahe (1546-1601) bir uygulamalı bilimci, Newton (1642-1727) bir teorik bilimci, Kepler (1571-1630) ise, Tycho'nun gözlemsel verileri üzerinde yaptığı uzun hesaplamalardan dolayı, modern terminolojiye göre bir bilişimci-bilimadamı olarak tanımlanmaktadır. Kepler'in hareket kanunları, veri arşivlemeye dayalı çalışmanın astronomideki ilk örneklerindendir. Bu anlamda Kepler, bilişim tabanlı çalışan bir bilimadamı olarak kabul edilebilir [1,11].

* *Astronomi ve Uzal Bilimleri Bölümü, İstanbul Üniversitesi, 34 452 Üniversite, İstanbul*

BT'nin gelişmesi, bilimsel yazılımların kullanımı, iletimi ve üretimini oldukça kolaylaştırmıştır. Bugün bilimadamları ve araştırmacılar ister kuramcı ister uygulamalı bilimci olsun bir ölçüde bilişimci de olmak durumundadır. Günümüzde yazılım üretimi başlıbaşına bir sektör olmakla birlikte, bilimsel yazılımlar çoğunlukla "alanın uzmanları" (doktorlar, mühendisler, astronomlar vb.) tarafından geliştirilir. BT'nin sürmekte olan bu gelişimi, yazılım geliştirme düzeyinde olmasa bile, bilimadamları ve araştırmacıları "bilişim okuryazarı" olmaya zorlamaktadır.

Astronomi alanında, bilimsel amaçlı bilgisayar kullanımı, bilgisayarın ortaya çıkışı kadar eskidir. Ancak profesyonel anlamda astronomi ile ilgili yazılım geliştirmenin en az 20 yıllık bir geçmişi vardır (bkz. Tablo 1) [5,8]. Astronomlar genellikle kendilerine hizmet edecek yazılımları, ya bilgileri sınırlarında kendileri geliştirme yoluna gider ya da, çok sınırlı ölçüde hazır yazılımlardan yararlanırlar. Veri arşivleme, veri indirgeme ve veri analizi, Astronomide yoğun biçimde yazılım kullanmayı gerektiren çalışma konularıdır.

Tablo 1: Astronomi alanı için geliştirilen belli başlı görüntü işleme sistemleri

Kısaltma	İsim	Uygulama [Geliştiren Kurum]	Donanım / İşletim Sistemi
VICAR	Video Image Communication And Retrieval	Uydu görüntüleri [JPL] (Castleman 1979)	IBM, DEC
TV	"Tololo-Vienna" System	SIT-vidicon görüntüleri [CTIO] (Albrecht 1979)	DEC
IHAP	Image Handling And Processing	Genel amaçlı görüntü işleme [ESO] (IHAP 1989)	HP
MIDAS	Munich Image and Data Analysis System	Genel amaçlı görüntü işleme [ESO] (MIDAS 1989)	VAX/VMS
UNIX			
AIPS	Astronomical Image Processing System	Radyo astronomi ve genel amaçlı görüntü işleme [NRAO] (Wells 1984)	UNIX
IRAF/SDAS	Interactive Reduction and Analysis Facility	HST verilerini işleme	VAX/VMS UNIX

"Plaklardan" "elektronik veri arşivi"ne geçiş devriminde, gözlem verilerini ilk defa elektronik olarak arşivleyen radyoastronomların büyük payı vardır. Veriler sayısal olarak (digicon, reticon, PCS, CCD, vb.) biriktirilmeye başlandığında, önceleri sadece gözlemci tarafından saklanıyordu. Bu durum bugün de bazı gözlemvlerinde bu şekilde olmakla birlikte değişim de hızla sürmektedir [1]. Verilere bilgi iletişim tabanlı servisler ve hizmetler ((NASA/GSFC, Roman 1996), (CDS, Vizier; Genova et. al 1998) MAST; Imhoff et al. 1999), (HEASARC; cf. Angelini et al. 1999), ADC External Query)) yolu ile ulaşılmakta; literatür ve bibliyografik referans sistemleri, farklı konumlarda olsa da on-

lara, sanki hepsi biraradaymışçasına kolayca ulaşan servisler kullanılabilir (IMPreSS (Shaya et al. 1997), AMASE (Cheung et al. 1999), SkyView (HEASARC; mCgLYNN, Scollick, & White 1998), SkyCat (ESO, ST-ECF, CADC; Albrecht et al. 1997), Aladin (CDS; Bonnarel et al. 1999), (SIMBAD, NED, ADS)) [6].

Bu çalışma, daha geniş kapsamlı "Bilimsel Yazılım Geliştirmede Metodoloji Kullanma" adlı çalışmanın küçük bir bölümüdür ve amacı, Türkiye’de Astronomi alanında bilimsel yazılım kullanma/geliştirme potansiyelini ve bilimsel yazılım kullanımı ve üretiminde metodoloji kullanma eğilimini saptamaya yöneliktir. Çalışmanın hedef kitlesi, Türkiye’de Astronomi alanında çalışan bilimadamları ve bilim adamı adaylarıdır.

Çalışma için gerekli verileri toplamak amacı ile on-line test yöntemi uygulanmıştır. Bunun için hedef kitleye tek bir anket formunda yirmi üç adet soru yöneltilmiştir. Anket formu ASP dili ile hazırlanmış ve www.astronomianket.cjb.net adresinden Nisan-Haziran 2002 döneminde kullanıma sunulmuştur. Yanıtlar Access-Excel veritabanında biriktirilmiştir [10].

Online test tekniğinin; veri girişini azaltarak araştırmanın verimini arttırdığı, ihtiyaç duyulan veri miktarının ve içeriğinin değişmesinden etkilenmediği, değerlendirme kapsamını genişlettiği ve doğruluk oranını yükselttiği gözlenmiştir. Bu nedenle, istatistiksel araştırmalarda kullanılan bilgi teknolojilerinin araştırmacılara üç temel avantaj sağladığı söylenebilir: kısa sürede geniş uygulanabilirlik, düşük maliyetle bilgiye erişim ve hızlı değerlendirilen daha güvenilir sonuçlar [7].

II. Bilimsel Yazılım Geliştirmede Metodoloji Kullanma

Bilimsel yazılım geliştirme projeleri, uzun, karmaşık ve yoğun insan gücü gerektiren çalışmalardır. Örneğin Astronomi alanında en önemli veri indirgeme ve analizi sistemlerinden birisi olan IRAF için yazılım geliştiren yarım düzine kadar büyük ekibin yanı sıra pek çok küçük grup ve kişi de bu amaçla çalışmaktadır. Büyük ekipler tarafından yürütülen çalışmaların eşgüdümü IRAF Teknik Çalışma Grubu (IRAF TWG) tarafından, bilimsel açıdan incelenmesi ise IRAF Kullanıcılar Komitesi tarafından yerine getirilir [9]. Bilimsel yazılım projelerinde çalışan bilimadamları, yeni teknolojileri çalışmalarına hızla adapte etme eğiliminde olmalarına rağmen, projelerini yönetmek ya da yazılımları geliştirmek için mevcut olan yeni yöntemleri kullanmak konusunda o kadar da aceleci ve istekli değildir [4]. Üstelik birçok bilimsel yazılım, profesyonel yazılımcı ekipler tarafından değil, yazılım geliştirme deneyimi olan konunun uzmanları (doktor, mühendis, astronom vb.) tarafından geliştirilmektedir. Bu elemanlar da varolan standart yazılım geliştirme ve proje yönetimi metodolojilerinin çok azını kullanmakta ya da hiç kullanmamaktadırlar. Bu aslında ülkelerin teknolojik gelişmişliği ve teknolojiyi kullanma düzeyleri ile doğrudan ilintilidir.

Ticari yazılımlarda olduğu gibi, bilimsel bir yazılımın, bir diğer eşamaçlısı ile rekabet edebilmesi için, anahtar konumda olan her yeni teknolojiyi (modern kullanıcı arabirimleri, görsel programlama dilleri, Internet tabanlı uygulamalar, dağıtık veri tabanı kullanımı vb.) kullanması gerekir.

Yazılım geliştirme süreci, düzenli bir prosedür ve faaliyetler dizisidir ve belli başlı bazı modellere uygun olarak gerçekleştirilir. Başlıca yazılım geliştirme modelleri şunlar-

dır: yinelemeli (*iterative*), dönüşümsel (*transformational*), sarmal (*spiral*), şelale (*waterfall*) ve dördüncü kuşak (*fourth generation*) [3]. Bunların içinde şelale modeli en sık başvurulan ve diğerlerine temel teşkil eden bir modeldir. Birbirinin çıktısını (*output*) girdi (*input*) olarak alan şu safhalardan meydana gelmiştir: İhtiyaç Belirleme, Tasarım, Gerçekleştirme, Bütünleştirme ve Test, Bakım. Bu modelin en zayıf yanı, Gerçekleştirme safhasına kadar, ürünün aldığı şekilleri kullanıcının onayına sunma imkanı vermemesidir. İhtiyaçların tam olarak belirlenememiş olması durumunda, yinelemeli yazılım geliştirme modeline başvurulur. Çok büyük yazılım sistemleri geliştirilirken, uygulanan modelin çeşitli safhalarında, çok önemli bir yöntem olan "soyutlama" (*abstraction*)'dan yararlanılır.

III. Astronomide Veri İndirgeme ve Analizi için Yazılım Kullanma / Geliştirme Eğiliminin Belirlenmesi

III. 1. Örneklem

Örneklemenin özelliklerine geçmeden önce ülkemizde yapılan astronomi çalışmalarına kısaca değinmekte yarar var. Türkiye'de yapılan gözlemsel astronomi öncelikle "TUG (TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi) Öncesi" ve "TUG Sonrası" olarak ikiye ayrılır. TUG öncesi astronomi çalışmaları da yine kendi içinde "dışa bağımlı" ve "bağımsız" olarak sınıflandırılabilir. Birincisinde gözlem verileri, ilgili yabancı gözlemevlerinde (İtalya, Fransa, ABD, Kanada vd.) bizzat gözlem yaparak ya da kişisel ilişkilerle arşivlerden ya da uydu veri tabanlarından elde edile gelmiştir. İkincisinin verileri ise doğrudan ülkemizdeki üniversite gözlemevlerinde yapılan gözlemlerle elde edilmiş ve edilmektedir [2]. "TUG Sonrası" dönemin beşinci yılındayız ve geçen bu sürede, veri elde etme açısından, dışa bağımlılığımız gittikçe azalmaktadır.

Çalışmamız ile ilgili anketi, yukarıda çerçevesi çizilen ortamda bilimsel çalışma yapan araştırmacılar veya yapmaya hazırlanan lisans eğitimini tamamlamış lisansüstü öğrenciler olarak toplam 30 kişi yanıtlamıştır. Katılımcıların %96'sı lisans eğitimini astronomi/fizik/matematik alanında yaptığını belirtmiştir. Alınan en son eğitim olarak katılımcıların %3'ü yüksek okul, %10'u lisans, %20'si yüksek lisans ve %67'si doktora düzeyini belirtmiştir.

Yanıtlayanların dağılımı TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nin (www.tug.tubitak.gov.tr) belirlediği çalışma alanlarına göre şöyledir:

- Yıldızlar, yıldızların yapısı, aktif yıldızlar, süpernovalar - %60
- Yıldızlararası ortam, gezegenimsi bulutsular, SN kalıntıları - %3.33
- Yıldız kümeleri, galaktik yapı, galaksi - %6.66
- Normal galaksiler, aktif galaksiler, galaksi kümeleri - %3.33
- Kozmoloji - %3.33
- Güneş sistemi - %3.33
- Diğer - %20

III. 2. Anket

Bu çalışma astronomide veri analizi yazılımlarının kullanımı ve geliştirilmesi ile ilgili olduğundan, ankette katılımcılara öncelikle çalışacakları verilerin elde edilmesi ve saklanması ile ilgili sorular yöneltmiştir. Buradaki amaç araştırmacıların güncel bilgi

iletişim teknolojisini kullanarak, astronomi veri tabanlarını ne oranda kullandığını ortaya çıkarmaktır.

Daha sonra katılımcıların, verilerin indirgenmesi ve analizinde kullanılan hazır sistemlere ne kadar başvurdukları; bunlara başvuruyorlarsa kendilerinin program/sistem geliştirip geliştirmedikleri saptanmaya çalışılmış ve bu amaçla birtakım sorular hazırlanmıştır.

Yazılım geliştiren katılımcıların, yazılımlarını hangi platformda ve hangi araçları/dilleri kullanarak geliştirdikleri sorulmuş ve bunu belli bir metodolojiye uygun olarak yapıp yapmadıklarını anlamak amacı ile; kullanıcıların ihtiyaçlarını belirlemede hangi yöntemlere başvurdukları; yazılım geliştirme modellerinden yararlanıp yararlanmadıkları; yazılım geliştirme süreci aktivitelerinden hangilerine başvurdukları belirlenmeye çalışılmıştır.

Anket formunda yer alan sorular; 1. **Demografik bilgiler bölümü**, 2. **Verilerin elde edilmesi, saklanması ve işlenmesi bölümü** ve 3. **Yazılım kullanma/geliştirme eğilimini belirleyen sorular bölümü** şeklinde gruplandırılabilir. 3. Bölümdeki sorular ayrıca kendi içinde "Yazılım kullanma/geliştirme eğilimini belirleyen sorular", "Yazılım geliştirmede metodoloji kullanmayı belirleyen sorular" ve "Yazılım geliştirmede kullanılan platformu ve araçları belirleyen sorular" şeklinde sınıflandırılabilir. Elde edilen bulgular bu gruplandırma ve sınıflandırmaya göre açıklanmıştır.

III. 3. Bulgular

Verilerin elde edilmesi, saklanması ve işlenmesi

Anketin bu bölümündeki yanıtlar incelendiğinde; araştırmacıların %40’ı çalışacakları verileri astronomi veri tabanlarından elde etmektedir. Geri kalanı ise verilerini ya kendileri gözlem yaparak ya da bir başkasının gözleminden yararlanarak elde etmektedir. Katılımcıların büyük çoğunluğu birden fazla veri tabanı/veri kataloğu kullandığını belirtmiş ve en çok kullanılanların başında ADS ve SIMBAD’ın geldiği görülmüştür.

Araştırmacılar verilerini elde ettikten sonra ya manyetik ortamda (%53) ya da optik ortamda (CD-ROM) (%47) sakladığını belirtmiştir. Buradan da manyetik ortamların hala sıklıkla kullanıldığı sonucu çıkarılabilir.

Veri indirgeme ve analizi için, katılımcıların yaklaşık %50’si IRAF, MIDAS ve IDL’i birinci sistem olarak kullanmaktadır. Bunlardan başka, geri kalan katılımcıların da BASIC (%30), Excel (%26), FORTRAN (%20), Delphi (%7) ve diğer (%17) bazı araçlara (REDUCE, Starlink, EXSAS ve özel programlara (Varobs31 gibi)) da başvurarak yazılım geliştirdiği/kullandığı saptanmıştır.

Yazılım Kullanma/Geliştirme

Yazılım Kullanma/Geliştirme Eğilimi

Bu bölümdeki sorulara verilen yanıtlardan, katılımcıların yüksek oranda yazılım kullandığı ve bunların büyük bir çoğunluğunun (%63) da yazılım geliştirme eğiliminde olduğu ortaya çıkmıştır. On katılımcının, bulundukları bölümde oluşturulan bir "Yazılım Geliştirme Grubu"nun veya "Bilgi Sistemleri Grubu"nun elemanı oldukları bulgusu da bu gerçeği desteklemektedir.

Geliştirilen/geliştirilecek olan yazılımların daha çok (%87) veri analizi amaçlı olduğu/olacağı ayrıca veri arşivleme (%7), eğitim (%3), alet/cihaz kumanda ve kontrol (%3) için yazılımlar geliştirildiği/geliştirileceği de belirtilmiştir.

Yazılım geliştirmede metodoloji kullanma

Bu bölümle ilgili alınan yanıtlardan, çoğu katılımcının, yazılım geliştirme öncesi ve geliştirme sırasında genellikle tek tip yöntemle başvurduğu sonucuna varılabilir. Yazılım geliştirme öncesi kullanıcıların ihtiyaçlarını belirlemede en çok kullanılan yöntemler sırası ile "kullanıcılarla use-case senaryoları" (%63) ve "kullanıcı tarafından sağlanan ihtiyaç listesi" (%23) göze çarpmakta. Yazılım geliştirmede katılımcılar, birinci olarak Code-and-Fix (%67), ikinci olarak Iterative (%10) yazılım geliştirme modellerini kullandığını; bir kısmı (%23) ise hiçbir modele başvurmadığını belirtmiştir. Yazılım geliştirme süreci aktivitelerinden en çok başvurulanlar "ihtiyaç belirleme" (%77), daha sonra "tasarım" (%13), "birim/bileşen/sistem testi" (%3) ve "program kodunu gözden geçirme" (%3) olmuştur.

Yazılım geliştirmede kullanılan platform ve araçlar

Katılımcıların büyük bir çoğunluğu (%73) birincil olarak Unix/Linux platformunda yazılım kullandığını/geliştirdiğini, geri kalanlar (%27) ise Windows ve DOS ağırlıklı çalıştığını belirtmiştir. Yazılım geliştirme aracı olarak "Bug Tracking" tercih edilirken (%57), bir kısım katılımcının (%37) ise hiçbir araç kullanmadığı ortaya çıkmıştır.

Çeşitli amaçlarla (betik, internet tabanlı uygulama, grafik tasarım vb.) yazılım geliştirmek için kullanılan programlama dilleri yüzdelere göre Tablo 2, Tablo 3, Tablo 4 ve Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 2: Birincil yazılım geliştirme dili ve kullanım oranı

Diller	C/C++	FORTRAN	BASIC	IDL	Delphi
Kullanım oranı (%)	56	27	7	7	3

Tablo 3: Betik yazmak için kullanılan dil ve kullanım oranı

Diller	Perl	Shell	Tcl	Glish	Diğer
Kullanım oranı (%)	73	10	3	0	0

Tablo 4: Web programlama dili ve kullanım oranı

Diller	Perl	HTML	Java	XML	AML	PHP	ASP	Activex	CGI	Tcl
Kullanım oranı (%)	57	40	0	0	0	3	0	0	0	0

Tablo 5: Grafik Tasarım dili ve kullanım oranı

Diller	Photoshop	Paintshop	Freehand	Fireworks	Corel Draw	Autocad	3DMax
Kullanım oranı (%)	80	10	3.33	3.33	3.33	0	0

IV. Sonuç

BT alanındaki hızlı gelişme, bilimadamları ve araştırmacıları yazılım geliştirme düzeyinde olmasa bile, kullanım düzeyinde "bilişim okuryazarı" olmaya zorlamaktadır. Yaptığımız bu "eğilim saptama" çalışması ile, Türkiye’de astronomi alanı çalışanları için önemli bulgular elde edilmiştir.

Türk astronomlar da yabancı meslektaşları gibi, yazılım kullanma/geliştirme faaliyetlerine en yoğun biçimde veri indirgeme ve analizi konusunda başvurmaktadır. Çoğu, diğer ülkelerde de olduğu gibi, yazılım platformu olarak artık Unix/Linux’u tercih etmekte ve yazılım aracı olarak da C ve FORTRAN dillerini daha çok kullanmakta. Veri indirgeme ve analizi konusunda hazır sistemlere (IRAF, MIDAS, ...) başvurmanın yanı sıra bazı astronomlar BASIC, FORTRAN, Excel ve Delphi gibi programlama araçlarını kullanarak, kendileri de yazılım geliştirmektedirler. İnternet tabanlı programlama konusundaki istek ve performans, yabancı astronomlardakine oranla daha düşüktür.

Bu tür çalışmalarda, gerçek durumu ortaya koymak için, bilimsel yazılımların kullanıcısı olan bilimadamları ve bilimadamı adaylarının yanı sıra, bilimsel yazılım geliştiren programcılara ve bilimsel platformlarda çalışan yazılım mühendislerine de başvurulmalıdır [4]. Daha geniş kapsamlı çalışmanın ilerleyen bölümlerinde bunun da yapılması planlanmaktadır.

Çalışmamızda daha geniş bir hedef kitleye ulaşılma istenmiş ise de bu gerçekleştirilememiş ve örneklem kritik bir rakam olan "30" ile sınırlı kalmıştır. Buna rağmen elde edilen bilgilerden, Türkiye’de zaten az olan astronomların içinde, bu otuz kişinin yazılım geliştirme eğiliminde olduğu ve bunların içinden seçilecek bir "istekliler grubunun" doğru yönlendirilmesi ve motive edilmesi ile ve doğru metodolojiyi uygulayarak, başarılı yazılım ürünleri ortaya koyabileceği gerçeği çıkmıştır. Gözlemsel çalışmalarda dışa bağımlılık azalmaya başladığı gibi, yazılım kullanma/geliştirmede de böyle olacağını ümit etmekteyiz.

TEŞEKKÜR: *Bu çalışma için gerekli verilerin toplanması ile ilgili yardımları için öğrencilerim Kenan Yeşildağ ve Ali Şahin’e teşekkür ederim.*

Kaynaklar

- [1] Albrecht, R., Benvenuti P., (1999), "Astronomical Archives in the Optical and Ultraviolet", in Internet Resources for Professional Astronomy, Proceedings of the IX Canary Islands winter School of Astrophysics, eds. M. R. Kidger, I. Prez-Fournon and Francisco Sanchez, p. 205
- [2] Aslan Z., (2002), "Türkiye'de Gözlemsel Astronomi ve TUG Çalışmaları", İ.Ü. Gözlemevi Araştırma ve Uygulama Merkezi Sempozyum Serisi III, Ed. T. Özkan, 2001, sf. 6
- [3] Blanford, A. E. and Duke D.J., (1997), "Integrating User and System Concerns in the Design of Interactive Systems", International Journal of Human-Computer Studies, 46, 653-679
- [4] Granados, A., (1999), "A 'Scientific' Approach to Software Project Management Part I: A Survey of Development Methodologies in Scientific Computing", Astronomical Data Analysis Software and Systems VIII ASP Conference Series, Vol. 172, 1999, D.M. Mehringer, R.L. Plante, and A. Roberts, eds., 19-21
- [5] Gülseçen, S., Gülseçen H., Çalışkan H. ve Ak. T., (1999), "Study to Install an Information System at the University of Istanbul Astronomy and Space Science Department", Astronomical Data Analysis Software and Systems VIII ASP Conference Series, Vol. 172, 1999, D.M. Mehringer, R.L. Plante, and A. Roberts, eds., 261-264
- [6] Gülseçen, S., Saygıç A.T., Gülseçen H. ve Esenoğlu H.H., (1999), "Astronomi Tabanlı Çalışmalarda Hizmet Verecek Bir Bilgi Yönetim Sistemi", Endüstri Mühendisliği Dergisi (ISSN 1300-3410), 10-3, s. 19-24
- [7] Hanish, R.J. 2000, in ASP Conf. Ser., Vol. 216, Astronomical Data Analysis Software and Systems IX, eds. N. Manset, C. Veillet, D. Crabtree (San Fransisco: ASP), 201
- [8] Özbalcı S., İşçi Ö., (2002), "İstatistiksel Araştırmalarda Bilgi Teknolojisinin Kullanılması: Online Test Yaklaşımı", Bilgi Teknolojileri Kongresi Bildiriler Kitabı, 6-8 Mayıs 2002, Pamukkale Üniv.
- [9] Teuber D., (1989), "Automated Data Analysis", Reviews in Modern Astronomy 2, Ed. G. Klare, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, sf. 229-241
- [10] Tody, D. (1996), "IRAF in the Nineties", NOAO, Tucson Arizona
- [11] Yeşildağ, K., (2002), "Türkiye'de Astronomi Alanında Yazılım Kullanma/Geliştirme Eğiliminin Belirlenmesi için Veri Toplama", Diploma Tezi (64 sayfa), Danışman: S. Gülseçen
- [12] Zachary, J. L., (1998), Introduction to Scientific Programming, Springer-Verlag New York, Inc.,