

Akademik Faaliyetlerde Özgür Coğrafi Bilgi Sistemi Yazılımı Kullanımı

Osman Yalçın YILMAZ

İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, İstanbul
yilmazy@istanbul.edu.tr

Özet: Coğrafi bilgi sistemleri ve bağlı teknolojilerdeki gelişmeler konumsal veriye ihtiyaç duyanlar için kaçınılmaz olmasını sağlamaktadır. Başlangıçta sınırlı fonksiyonlara sahip yazılımlar günümüzde modüler yapıda ve birçok konumsal ve konusal coğrafi analiz yapabilme yeteneğine sahiptir. Ancak bu yeteneklere sahip olan ticari yazılımların lisans bedelleri gerek araştırmacıların gerekse profesyonellerin üzerinde ciddi bir mali yük oluşturmaktadır. Bunun yanısıra bakım ve özelleştirme masrafları ve bir firmaya bağımlı kalınması sıkıntılar yaratmaktadır. Bu sorunu yaşayan bazı ülkelerdeki kişi ve kurumlar özgür coğrafi bilgi sistemleri yazılımlarına yönelmiştir. Akademik yaşamda bilimsel çalışmalarda ve öğrencilerin eğitiminde gereksinim duyulan bu yazılım sıkıntısına güzel bir çare olan özgür coğrafi bilgi sistemi yazılımlarından olan GRASS ve Quantum GIS yazılımları bilimsel çalışmalarda ve öğrenci eğitiminde kullanılabilir fonksiyon zenginliği ve kullanıcı kolaylığına ulaşmışlardır. Bu yayında özgür coğrafi bilgi sistemi yazılımlarının akademik faaliyetlerde kullanımına değinilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Özgür Açık Kaynak Kodlu Yazılım, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Akademik Faaliyetler.

1. Giriş

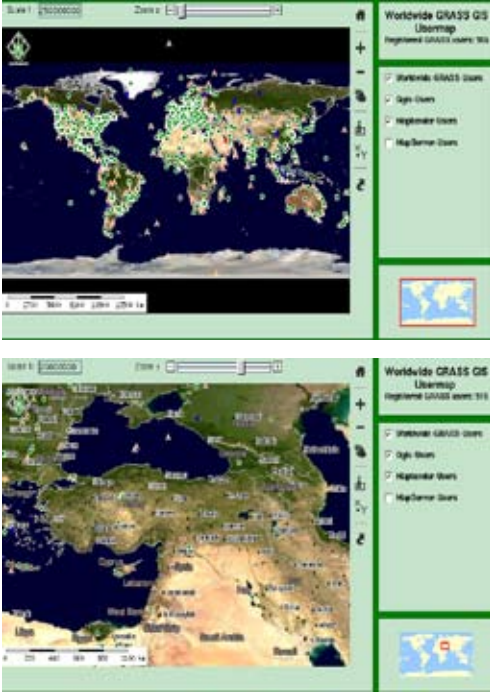
Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) çalışmalarında konumsal veriye gereksinim duyan bilim dallarında, günümüzde yaygın kullanılan en büyük yardımcı araç olmaktadır. Sağladığı hız, duyarlılık, kolaylık, kaliteli kartoğrafik çıktı olanakları onu çekici kılan temel nitelikleridir.

Coğrafi bilgi sistemleri üniversitelerimizin çeşitli bölümlerinde 90'lı yıllardan itibaren gerek akademik çalışmalarda gerekse CBS ve uzaktan algılama laboratuvarlarında ders uygulamalarında yerini almaya başlamıştır. İlgili akademisyenler öğrendikleri yazılımı lisanslı veya lisanssız olarak hem kendi çalışmalarında hem de derslerinin yürütülmesinde kullanarak kendileri açısından kolay ve sıkıntısız bir yolu seçmektedirler. Ancak burada dikkatli davranılması ve titiz bir seçim yapılması akademisyenlerin görevidir. Aksi

halde diğer doğabilecek sorunların yanısıra gerek öğrencilerin gerekse eğitim kurumlarının lisans bedeli ödemelerine veya lisanssız yazılım kullanımına neden olunabilecektir. Yazılım firmalarının pazarda yer alabilmek için üniversiteleri bir basamak olarak gördüğü ve gerektiğinde lisans bedellerinde bile ciddi indirimler yapabildiği görülmektedir. Bu durumda da akademisyenlerin dikkatli davranıp, geniş bir çerçeveden bakarak seçim yapması gerekir. Çünkü üniversitelerde a veya b yazılımının öğrenciye öğretilmesi sonucu öğrenci ister istemez öğretilen yazılımı kullanmakta ve öğrencilik sonrasında da bu yönde devam etmeyi tercih etmektedir.

Bu seçimin yapılmasında kısıtlayıcı etkenlerin başında; öğrencinin profesyonel hayata başladığında kullanacağı yazılımların neler olacağı ve bu yazılımların kişiye veya ülkeye getireceği maliyetlerdir. Oysa üniversitelerin de almakta ve güncellemekte maddi sıkıntı çektiği

ve lisans ücretleri bir hayli abartılı olan coğrafi bilgi sistemi ve görüntü işleme yazılımlarının tercihini yapmak zor olmaktadır. Üniversitelerin böyle bir durumla karşı karşıya kalmaması ve buna çözüm bulması gereklidir. Nitekim coğrafi bilgi sistemlerinin yaygın kullanıldığı Kanada, A.B.D., Avrupa ülkeleri ve Uzakdoğu ülkelerinde bu konuda özgür yazılıma yönelme hızla artmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Bazı Özgür Coğrafi Bilgi Sistemleri Yazılımları Kayıtlı Kullanıcı Haritaları (Dünyadaki ve Türkiye'deki dağılımı) [1]

Çözüm olarak değerlendirilebilecek özgür CBS ve görüntü işleme yazılımları küçümsemeyecek aşamaya gelmişlerdir. Ticari yazılımlar ile yarışabilir durumda olan özgür açık kaynak kodlu yazılımların gerek üniversitelerde gerekse profesyonel alanda kullanımı artmaktadır. Çünkü sürekli yazılım masrafları ve bir firmaya bağımlı kalınması birçok kurum ve kişiyi rahatsız etmekte ve çözüm aramaya

itmektedir. Özgür yazılımlar bu bağımlılık ve masrafları sıfırlamakla kalmamakta kişilere kendi geliştirme olanaklarını sunmaktadır.

Bu sıkıntıları yaşayanların yıllarca kullandıkları ticari yazılımları bir kenara bırakıp bilimsel çalışmalarında ve eğitim hayatında özgür coğrafi bilgi sistemlerini seçerek yazılım derdine son vermeleri rasyonel bir çözüm olarak görülmektedir. Üstelik bizim gibi gelişmekte olan ve maddi sıkıntılar çeken ülkelerin yazılımlara harcadıkları paralar ciddi rakamlara ulaşmaktadır. Oysa genellikle cbs yazılımlarının kullanıldığı birimlerde yazılım fonksiyonları ve veri büyüklüğü nedeniyle güçlü bilgisayarlara, veri alımına veya veri toplanmasında elektronik ölçme aletlerine (totalstation, küresel konumlama sistemi-gps, v.b.) gereksinim duyulmaktadır. Özgür yazılımların kullanılmasıyla, yazılım masraflarına ayrılan bedeller bu gereksinimlere kullanıldığında daha ekonomik ve doğru karar verilmiş olacaktır.

Özgür Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımı lideri olan GRASS (Geographic Resources Analysis Support System-Coğrafi Kaynaklar Analiz ve Destek Sistemi) yazılımı; çevresel modelleme, jeoloji, matematik modeller, LIDAR (*L*aser *I*maging *D*etection *a*nd *R*anging), güneş ışınımı, iklim ve atmosferik modelleme, heyelan riski haritalaması, doğa yangın riski haritalaması, buzullar, jeomorfoloji, trafik ve ses kirliliği, arkeoloji, orman amenajmanı, yaban hayatı yönetimi, webCBS uygulamaları, cep bilgisayarı uygulamaları gibi çok çeşitli uygulama alanlarında başarıyla kullanılmaktadır [2].

GRASS yazılımı ile bütünleşik çalışan ve arayüzü daha kullanıcı kolay olan Quantum GIS (QGIS) yazılımı ise; başlangıç seviyesindeki CBS kullanıcıları için pratik ve hızla gelişen bir yapıya sahiptir. GRASS ile yapılan işlemlerin hemen tümünü qgis+grass bütünleşik paketiyle yapabildiğiniz gibi ek olarak QGIS'in

özelliklerini de kullanabilmektesiniz. Sadece QGIS kullanarak ta basit CBS çalışmalarını shape dosyası veya postgis katmanı ile gerçekleştirilebilmektedir.

Yetenekleri ve neler yapılabileceği diğer bölümlerde ele alınacak olan ve eğitim ve sonrası kullanmak amacıyla uygun görülen bu yazılımlar İ.Ü. Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü seçmeli dersi olan Coğrafi Bilgi Sistemleri dersinde kullanılmaya başlanmıştır. Anabilim Dalı CBS laboratuvarındaki 10 adet opteron işlemci mimarisine sahip GNU/Linux sistemlerde yapılan dersler haricinde, öğrencilerin kendi imkanlarında da yazılımı özgürce kurarak kullanmaları uygulamalara hız kazandırmıştır. Ayrıca diğer bir özgür yazılım olan “Moodle” ile gerçekleştirilen ders sitesinde yapılan açıklamalar ve ekran yakalama filmi ile öğrencilerin takıldığında bu kaynaklara başvurmaları ve yine “Moodle” ile sorularına hızla çözüm aramaları öğrenciler için yeni bir yöntem ve araştırmacı kimliği kazandıran bir akademik katkı olmuştur.

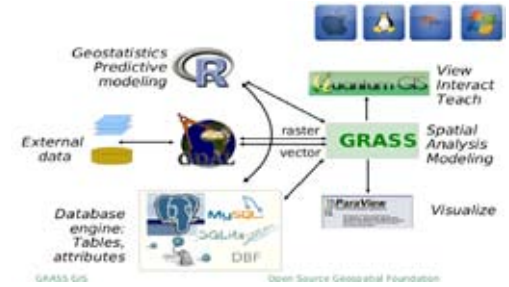
Bu yayında özellikle bu iki CBS yazılımı (GRASS, QGIS) üzerinde durulacaktır. Öncelikle GRASS yazılımının kısa tarihçesi ve fonksiyonları ile QGIS’in fonksiyonları tanıtılacaktır. Ardından bu yazılımların eğitim ve profesyonel hayata katkılarının neler olabileceği tartışılarak sonuçlandırılacaktır.

2. Özgür Cbs Yazılımları

Son on yılda CBS birçok yeni disipline girmiş ve bilgisayara dayalı altyapıların bir parçası olmuştur. Bu nedenle coğrafi bilgi teknolojilerinin de GNU/Linux sistem olarak bilinen açık kaynak kodlu ve özgür yazılım topluluğunca geliştirilmeye başlanması sürpriz değildir [3]. CBS’nde kaynak koda erişimin özel bir önemi vardır. Çünkü kullanılan temel algoritmalar oldukça karmaşıktır ve mekansal analiz ve modelleme sonuçlarını büyük ölçüde etkiler.

Sistemin fonksiyonelliğini tam olarak anlayabilmek için belirli bir fonksiyonuna göz atabilmek ve nasıl gerçekleştiğini kontrol edebilmek önemlidir. Orta seviyedeki bir kullanıcı karmaşık bir kaynak koddaki hatayı bulamazken uzman seviyesindeki kullanıcılar kaynak kodu test etme, analiz etme ve onarma yeteneklerine sahiptir. Daha uzman kullanıcılar ise mevcut kodu kendi özel uygulamaları için değiştirebilirler ancak en baştan yeni kod yazmayı tercih etmezler. Bu geliştiricilerin farklı bilgi birikimi ve uzmanlıkları hızlı ve daha etkin bir yazılım geliştirmeye katkıda bulunurlar [4].

Özgür yazılım çalışmaları coğrafi bilgi teknolojileri konusunda da önemli bir yol kat etmiştir ve bugün yaklaşık 328 program ve eklenti bu konuda üretilmiştir. Burada bunlardan en başarılı olan ve en yaygın olarak kullanılan GRASS ve onunla entegre olarak çalışan QGIS yazılımı kısaca tanıtılacaktır(Şekil 2).



Şekil 2. GRASS yazılımı ve diğer yazılımlar ile entegrasyonu [5]

2.1. GRASS

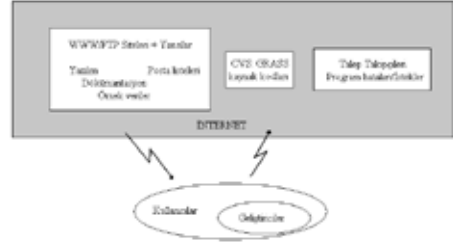
Yaygın olarak GRASS diye adlandırılan “Geographic Resources Analysis Support System-Coğrafi Kaynaklar Analiz ve Destek Sistemi” mekansal veri yönetim ve analizi, görüntü işleme, grafik/harita üretimi, mekansal modelleme ve görselleştirme için kullanılan bir coğrafi bilgi sistemidir. Günümüzde birçok resmi kurum ve çevresel danışma şirketlerinde olduğu gibi akademik ve ticari kurumlarda da kulla-

ılmaktadır [6].

GRASS 1982-1995 yılları arasında U.S. Army Corps of Engineers Construction Engineering Research Laboratory (CERL) tarafından askeri uygulamalarda arazi yönetim desteği sağlamak için geliştirilmiştir. 1980'lerin sonlarından itibaren GRASS geliştirme çalışmaları koordinasyonu kâr amacı gütmeyen bir kuruluş olan GRASS Inter-Agency Steering Committee(GIASC) tarafından yürütülmüştür. CERL'in GRASS'a olan resmi sponsor desteğini çekmesiyle başlayan ve takip eden geçiş sürecinde GRASS kullanıcı ve destekçilerinin büyük kısmını kaybetmiştir. Daha sonra yeni bir geliştirme ekibinin kurulmasıyla, 1999 yılında GNU GPL(General Public Licence)'a adaptasyonu GRASS'ın tarihçesinde bir dönüm noktasıdır. Böylece GRASS GNU/Linux geliştirme modelindeki "Free Software Philosophy-Özgür Yazılım Felsefesi" ni benimsemiştir [3,7].

GRASS yazılımının geliştirme, bakım, dağıtım, destek işlemleri, ülkemizde de bir yansıması olan (<http://gps2.ins.itu.edu.tr/grass/index.php>) ve merkezi ITC-irst (<http://grass.itc.it>) olan internet sitesi üzerinden gerçekleştirilmektedir. Bu sitede kullanıcılar tarafından gönderilen istek ve hata bildirimleri için yapılması gerekli işlemler geliştiriciler tarafından yine internet aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Gerekli doküman ve örnek verilerinin de yer aldığı sitede GRASS yazılımının kararlı sürümünün yanında geliştirme aşamasındaki sürümünü de

haftalık olarak veya anlık olarak CVS (Concurrent Versioning System) aracılığıyla sağlamak mümkündür. Yine sitede yer alan elektronik posta arşivleri aracılığıyla, kullanıcıların karşılaştıkları birçok sorunun yanıtını bulmak olanaklıdır (Şekil 3).



Şekil 3. GRASS yazılımı internet tabanlı geliştirme modeli [7]

GRASS yazılımı Intel X86'da dahil olmak üzere birçok bilgisayar mimarisini ve Unix-Linux türevleri, Mac OSX ve MS Windows işletim sistemlerinde çalışabildiği gibi avuç içi bilgisayarlar üzerinde çalışan sürümüne de sahiptir [8]. Bu da kullanıcılara istedikleri platformda çalışma özgürlüğü getirmektedir. Ayrıca diğer birçok özgür yazılımda olduğu gibi mesaj ve menü dosyaları yerel dillere çevrildiği için programın kullanıcı anadilinde kullanılması da sağlanmaktadır. Bu yöndeki çalışmaya yazar tarafından girilmiş ve yazılımın mesajlarının çoğunluğu Türkçe'ye çevrilmiş ve bu dil dosyaları sitedeki yerini almıştır.

Günümüzde yaygın bilinen birçok raster ve vektör veri alışverişine olanak sağlayan yazılımın sahip olduğu 350'nin üzerindeki program ve araç ile temel raster-vektör analizler yapılabildiği gibi görüntü işleme, sayısal arazi modeli analizleri ve üç boyutlu görselleştirme işlemleri gerçekleştirilebilmektedir. Bu fonksiyonlardan bazıları tablo 4'de görülmektedir. Bunun yanı sıra modelleme uygulamalar (havza analizleri, güneş radyasyonu, orman yangın simülasyonu, erozyon simülasyonu, v.d.) için geliştirilen modüller ve eklentiler ile yapısı daha da zenginleşen yazılım ODBC ile birçok veritabanı yazılımına PostgreSQL'e ise doğrudan bağlantı desteği sağlamaktadır. Vektör topooloji'si istenirse eş zamanlı kullanı-

arak gerekli topolojik temizleme ve düzeltme işlemleri sayısallaştırma esnasında yapılarak hız ve kolaylık sağlanır. Öznitelikler ve geometrik veriler kendi orijinal formatı haricinde PostgreSQL veritabanında da depolanıp işlenebilmektedir.

Birden fazla katmanda gösterilmesi gereken objeler “multilayer-features” özelliği sayesinde farklı katmanlarda depolanabilir ve öznitelikleri farklı tablolara bağlanabilir.

NVIZ (n dimensional visualization- n boyutlu görüntüleme) modülü ile 3 boyutlu görselleştirme ve hacim görselleştirme olanakları sağlayan yazılım 2GB’ tan büyük dosyaları da işleyebilme özelliğine sahiptir. Ayrıca büyük miktarda veri ile çalışmayı gerektiren çalışmalarda yine bazı özgür yazılımlar ile bilgisayar kümeleme yapılarak tek bilgisayar ile yapılamayacak işlemler gerçekleştirilebilmektedir.

Fonksiyon Sınıfı	Fonksiyon
mekansal verinin entegrasyonu	Çeşitli formatlardaki verilerin alınması ve verilmesi koordinat sistemleri dönüşümü ve projeksiyonlar raster, vektör ve nokta veri arasında dönüşümler mekansal enterpolasyon
raster veri işleme	geniş harita algoritmaları yüzey, topoğrafya ve havza analizleri korelasyon, kovaryans analizleri uzaklık/yakınlık, en kısa yol, tampon görünürlük, güneşlenme peyzaj ekoloji ölçümleri uzman sistem(Bayes mantığı)
vektör veri işleme	sayısallaştırma çakıştırma mekansal otokorelasyon
nokta veri işleme	çok boyutlu, çok öznitelikli veri modeli özet istatistikler nokta tampon analizleri çok değişkenli mekansal enterpolasyon ve yüzey analizleri voronoi poligonu, üçgenleme
görüntü işleme	çok bantlı uydu verilerinin işlenmesi ve analizleri görüntü rektifikasyonu ve ortofoto üretimi temel ve kuramsal bileşen analizleri yeniden sınıflandırma ve kenar belirginleştirme radyometrik düzeltme
görüntüleme	raster, vektör ve nokta verinin büyütme/küçültme ve kaydırma özelliklerini içeren 2D gösterimi değişik yüzeylerin vektör ve nokta verisiyle beraber 3D gösterimi 2D ve 3D animasyonlar kağıt postscript haritalar
modelleme ve simülasyonlar	hidrolojik, erozyon ve kirlenici yayılımı, yangın,güneş ışınımı
zamansal veri desteği	raster, vektör ve nokta veri için zaman desteği
hacim verisi işleme	3D harita algoritması hacim enterpolasyonu ve analizleri hacim gösterimi
diğer açık kaynak kodlu yazılımlarla bağlantı	R-stats, gstat, PostgreSQL, UMN/MapServer, Vis5D, GPS araçları, GDAL

Tablo 1. GRASS yazılımının bazı fonksiyonları [9]

İnternet sitesinde yer alan kullanım kılavuzları ve diğer belgelerin yanında elektronik posta arşivi ve 8 ülkedeki kullanıcı grubu ile kullanıcı sorunları ivedilikle çözülmektedir. Ayrıca 6 defa İtalyan ve 2 defa Alman kullanıcı toplulukları toplantılarına ve 2004 yılında ulusla-

rarası gerçekleştirilen “Free and Open Source Software for Geoinformatics: GIS-GRASS User Conference 2004” konferansta sunulan çok çeşitli uygulamalara ait bildirilerden bazıları internet sitesinde mevcuttur.

2.2. QGIS

Quantum GIS(QGIS) açık kaynak kodlu bir coğrafi bilgi sistemidir. QGIS projesi 2002 yılında başlamıştır. Şu anda birçok Unix platformunda, Windows ve OS X üzerinde çalışmaktadır. QGIS kullanımı kolay bir CBS olmayı amaçlamaktadır. Başlangıçtaki amacı CBS verisi görüntüleyicisi olmaktır. QGIS birkaç raster ve vektör veriyi desteklemekle beraber yeni destekler, eklenti yapısını kullanarak kolaylıkla eklenebilir. QGIS istendiği zaman denenebilmesi ve değiştirilebilmesinin yanında kullanıcıların daima programa ücretsiz olarak erişebileceğini garanti etmektedir [10].

QGIS yaygın olarak kullanılan birçok CBS özellik ve fonksiyonlarına sahiptir. Temel özellikler aşağıda listelenmiştir:

- Postgis aracılığıyla mekansal olarak kullanılabilen PostgreSQL tabloları desteği
- ESRI shape dosyaları ve OGR'nin desteklediği vektör formatları destekleme
- GRASS entegrasyonu, görüntüleme, düzeltme ve analiz
- Vektör katmanların anında projeksiyonu
- harita düzenleyici
- obje özellikleri belirleme
- öznitelik tablosu görüntüleme
- obje seçme
- obje etiketleme
- proje kayıt ve onarma
- GDAL'ın desteklediği raster formatları destek
- vektör sembolojisini değiştirme

3. Akademik Faaliyetlerde Uygulama Örnekleri

2007-2008 öğretim yılında İ.Ü. Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü seçmeli

derslerinden olan Coğrafi Bilgi Sistemleri Dersi uygulamaları QGIS ve GRASS yazılımları ile gerçekleştirilmiştir. Laboratuvarında mevcut 10 adet iş istasyonu ile yürütülen uygulamalar da QGIS 0.9.2 sürümü ile GRASS 6.3.cvs sürümü kullanılmıştır. Öğrencilerin kendi olanaklarında kullanmaları için de yine bu yazılımların uygun sürümleri internet aracılığıyla veya tarafımızdan verilerek sağlanmıştır.

Uygulamalar için Adapazarı Orman Bölge Müdürlüğü'nün Akyazı ve Hendek Orman İşletme Müdürlüklerine ait bazı İşletme Şeflikleri'nin orman amenajman haritaları ve 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritaları materyal olarak kullanılmıştır. Yapılan basit proje bazı veritabanı tasarımından sonra bu haritalardan faydalanılarak "mesceretipi" ve "bölme" alan ve "eşyükselti" çizgi coğrafi objeleri sayısallaştırılarak veri girişi başarıyla sağlanmıştır. Ardından sayısal yükseklik modeli, eğim, bakı haritaları oluşturma ve sınıflandırma işlemleri ile bazı vektör analizler yapılarak öğrencilere coğrafi bilgi sistemleri ile neler yapabilecekleri gösterilmeye çalışılmıştır.

Yine fakültemizde farklı anabilim dallarından doktorasını yapmakta olan araştırma görevlisi üç arkadaş tezlerinde coğrafi veri analizlerine ihtiyaç duymaları fakat coğrafi bilgi sistemi bilgeleri az olmasına rağmen Qgis ve GRASS yazılımlarını kullanarak istedikleri analizleri gerçekleştirmektedirler.

Bir diğer özgür yazılım kullanımı da TÜBİTAK tarafından desteklenen TOVAG 104 0 551 nolu " Alaçam Dağları'ndaki Karaçam Ormanlarının Yükseltiye Göre Beslenme-Büyüme Modelleri ve Odunun Teknolojik Özellikleri" başlıklı projesidir. Gerekli tüm coğrafi bilgi işlemleri sadece söz konusu yazılımlarla gerçekleştirilmekte ve bir sıkıntı yaşanmamaktadır.

4. Sonuç

Özgür yazılımlar diğer alanlarda olduğu gibi Coğrafi Bilgi Sistemleri alanında da bir hayli yol katederek son kullanıcı için giderek cazip hale gelmektedir. Özgür yazılımların getirdiği kalite, güvenlik gibi unsurların yanısıra ücretsiz olmaları başta üniversiteler olmak üzere ekonomik sıkıntıları olan kurumların yazılım sıkıntılarına çare olmaktadır.

Yaklaşık 17 yıldır coğrafi bilgi sistemleri konusunda çalışma ve çeşitli yaygın coğrafi bilgi sistemi yazılımlarını da kullanmış olan yazar bu konudaki sıkıntıları çeken biri olarak özgür yazılımlar ile bu sorunun çözülebileceğine inanmış ve bu yolda üzerine düşen katkıları yapmayı tercih etmiştir.

Aksi takdirde birkaç yılda bir yeni sürümü çıkan yazılımlara ya finansal destek bulmak zorunda kalınacak ve sürekli yetersiz mali kaynaklarımız yazılımlara harcanacaktır. Oysa ki özgür coğrafi bilgi sistemi yazılımları ile gerçekleştirilecek çalışmaların artması ülkemize ve ilgili sektörlere yeni kazanımlar sağlayacaktır.

Ayrıca eğitimde kullanılan yazılımları öğrencilerin fakülte dışında da kullanabilmeleri için korsan yazılım kullanımına da en güzel çözüm olan özgür yazılımlar ile bu sorun etik bir şekilde çözümlenmiştir.

5. Kaynaklar

- [1] <http://mapserver.gdf-hannover.de/grassusers/map.phtml>
- [2] Ciolli, M., Zatelli, P., :GRASS applications: an overview, http://www.ing.unitn.it/~grass/docs/GRASS_applications_an_overview.pdf
- [3] Mitsova, H., Neteler, M., (2004): GRASS as Open Source Free Software GIS: Accomplishments and Perspectives, Transactions in GIS, 8(2): 145-154.
- [4] Neteler, M., Mitsova, H., (2005): Open Source GIS: A GRASS GIS Approach, Second Edition, eBook ISBN: 1-4020-8065-4, Springer Science + Business Media, Inc.
- [5] M. Neteler, 2007: Predictive modeling of spatio-temporal patterns: GRASS GIS and OSGeo. Proc. Kansai Open Source 2007, 9-10 Nov 2007, Osaka, Japan [6] GRASS Web Page 1: <http://grass.itc.it/>
- [7] GRASS Web Page 2: <http://grass.itc.it/development/grasshist.html>
- [8] GRASS Web Page 3: <http://grass.itc.it/intro/general.php>
- [9] GRASS Web Page 4: <http://grass.gdf-hannover.de/twiki/bin/view/GRASS/GrassSixTutorialGeometryManagement>
- [10] QGIS Web P.: <http://qgis.org/releases/userguide.pdf>