DOĞA BİLİMLERİNDE ÖZGÜR COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ YAZILIMI İLE MODELLEME

Osman Yalçın YILMAZ

İstanbul Üniversitesi, Orman mühendisliği Bölümü, yilmazy@istanbul.edu.tr

ÖZET

Doğa bilimleri, coğrafi bilgi sistemlerinin yaygın kullanım alanı olan birçok bilim dalını kapsayan geniş bir yelpazeye sahiptir. Bu bilim dalları canlı ve cansız doğa objeleri ve aralarındaki etkileşimleri ortaya koymak için günümüze değin çalışmalarını sürdürmüştür.

Bilgisayar ve coğrafi bilgi teknolojilerindeki gelişmeler bu bilim dallarındaki çalışmalarda coğrafi bilgi sistemlerinin yardımcı bir araç olarak kullanılmasını sağlamıştır. Peyzaj analizinden hidrolojik modellemeye kadar çeşitli uygulamalarda kullanılan coğrafi bilgi sistemleri yazılımlarının gerek ücretleri gerekse kapalı kaynak kodları özellikle bilim dünyasındaki çalışmaların hızını yavaşlatmakta ve ciddi ekonomik harcamalara neden olmaktadır. Öte yandan özgür coğrafi bilgi sistemi yazılımları bilim dünyası çalışanlarına hem maliyet açısından hem de yazılım geliştirme açısından anlamlı olanaklar sunmaktadır. Çünkü isteyen ve programlama yapabilme yeteneği veya olanağı olan coğrafi bilgi sistemi çalışanları bu sayede programı iyileştirebilir ve/veya yeni program yazabilir.

GRASS (Geographic Resources Analysis Support System) coğrafi bilgi sistemi yazılımı 1982 yılında "U.S. Army - Construction Engineering Research Laboratory" tarafından askeri uygulamalarda kullanılma amacıyla geliştirilmeye başlanan özgür coğrafi bilgi sistemi yazılımdır. Daha sonra genel ve akademik amaçlı kullanımının artması yanında 1998 yılından itibaren dünya genelindeki geliştiriciler ile geliştirilmeye başlanmasıyla giderek yaygınlaşmıştır. Son yıllarda kullanıcı arayüzündeki ve yeteneklerindeki iyileştirmeler ile giderek popüler olmaya başlamıştır. Tüm bunlar ve diğer ilgili yazılımlar (R, PostgreSQL, QGIS, v.d.) ile veri alışverişindeki esneklikler ile coğrafi bilgi sistemleri çalışanlarının yazılım sıkıntısını büyük ölçüde ortadan kaldıran ve yeni ufuklar açan bir yazılım olmuştur.

Bu yayında özgür yazılım ve özgür cbs yazılımları hakkında özet bir bilgiden sonra, GRASS cbs yazılımı kısaca tanıtılacaktır. Ardından yapılmış modelleme çalışmalarından örnekler verilerek özgür coğrafi bilgi sistemi yazılımı GRASS ile doğa bilimlerinde yapılabilecek uygulamalar ortaya konulmaya çalışılacaktır.

Anahtar Sözcükler: Coğrafi Bilgi Sistemleri, özgür yazılım, modelleme

ABSTRACT

MODELLING WITH FREE GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM SOFTWARE IN NATURAL SCIENCES

Natural sciences have many disciplines using geographic information systems widely. These disciplines have made every attempt to show that relationships between organic and inorganic objects of nature exist.

Developments in the computer and geographic information technologies have made various contributions for using geographic information systems as an auxiliary tool in these fields. Software used for geographic information systems varies from landscape analysis to hydrological modeling. At this point, both their costs and closed source codes dampen the scientific research seriously and become a big financial burden. On the other hand, free sourced geographic information systems software offers valuable opportunities both financially and the hassle free development of the particular software(s). That's why whoever wants or has the potential of developing or contributing software could make innovative improvements on an existing one or could write whole new software.

GRASS (*Geographic Resources Analysis Support System) has begun its journey as free geographic information software for military applications in the U.S. Army - Construction Engineering Research Laboratory in 1982. Down the road demand from general public and academics increased and consequently the software has widely began to be improved by this users due to it open source code since 1998. Recently, it has become more popular by means of user interface and capabilities improvements. These developments and integration of other free software (R, PostgreSQL, QGIS, etc.) has fulfilled a long desired ambition and start new era.*

In this paper, initially a short introduction about free software and free geographic information systems software has been given and GRASS GIS software has been summarized. In the second part of the paper, some modeling examples have been given to better

explain GRASS GIS software modeling capabilities for natural sciences.

Keywords: Geographic Information Systems, Free Software, Modeling

1.GİRİŞ

Doğa bilimleri, doğa ve doğa olayları ile ilgilenen bir bilim dalıdır. Fizik başta olmak üzere, maddeyi inceleyen kimya, canlıyı inceleyen biyoloji, gök cisimlerini inceleyen astronomi ve yerbilim doğa bilimlerinin alt dallarıdır [1]. Doğa bilimlerinden özellikle biyoloji ve yerbilimin alt dallarında(ekoloji, jeoloji, hidroloji, meteoroloji, coğrafya, toprakbilim v.d.) çeşitli doğa olaylarını araştırmak ve nasıl geliştiğini ortaya koyarak gerekli yönetim kararlarını almak amacıyla çalışmalar yapılmaktadır.

Çok sayıda etkenin yer alabildiği doğa olayları, konum ve zaman boyutlarının eklenmesiyle daha da karmaşık hale gelmektedir. Bu karmaşık süreçler, zaman ve konum ile birlikte modellenerek doğa olayları daha gerçekçi olarak açıklanmaya çalışılmaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılmayan çalışmalarda sadece etkenlerin tümünü veya bir kısmını işleyen formüllerle doğa olayı ifade edilmekte, konum boyutu işlenememektedir. Ancak coğrafi bilgi teknolojilerindeki gelişmeler, sayısal veriye erişimin kolaylaşması ve CBS'nin giderek kullanıcı dostu olmaları doğa bilimlerindeki çalışmaları da etkileyerek yeni bir dönem başlamasını sağlamıştır. CBS yetenekleri sayesinde doğa olaylarının ortaya çıktığı konuma ait coğrafi veriler kolaylıkla işlenebilmekte ve ilgili modelleme çalışmalarında kullanılabilmektedir.

Ülkemizde 10–15 yıl öncesine göre uzaktan algılama verileri ve diğer sayısal verilerle ilgili teknik ve erişim sorunlarının azalmış olmasıyla bu verilerin ilgili çalışmalardaki kullanımı artmıştır. Öte yandan CBS yazılımları ve onlarla bütünleşik veya ayrı çalışan modelleme yazılımlarının nitelik ve niceliklerinin artması doğa olaylarının modellenme uygulamalarının artmasını sağlamıştır. Ancak burada en kolay yöntem olan ticari firmaların ürünlerinin kullanımı yoluna gidilmektedir. Akademik ve/veya uygulama kurumlarının bu çalışmalar için benzer veya daha iyi yazılımlar üretme yoluna gidilmemiş, ticari yazılımlar ile yapılan çalışmalar ile övünülmüş ve oradan öteye geçilememiştir. Oysaki diğer ülkelerde artık CBS çalışmalarında özellikle akademik birimler çalışma konularıyla ilgili yazılımlar üretmekte veya var olan özgür yazılımlara eklentiler yapmaktadır. Kamu kurumları da yazılım masraflarını azaltmak için özgür yazılımları tercih etmektedir.

Ülkemizde ticari yazılımların pazar payında büyük yer tutan devlet kurumlarındaki bilgi ve iletişim eksikliği aynı kurum içinde yazılım tek kullanıcı lisansı ile tekrar tekrar satın alınmaktadır. Toplu lisans alımına gidilmemektedir. Bu da yetersiz olan kaynakların, bu pahalı yazılımları satın alırken yapılan hatalar nedeniyle gereğinden fazla harcanmasına neden olmaktadır.

Öte yandan bir kurumdaki yazılım masraflarını azaltmanın diğer çözümü ise, bu yazının da ana temasını oluşturan özgür yazılım kullanmaktır. "Bilim ancak kolektif olarak gelişir ve bilgi paylaşılmalıdır" diyen Richard M. Stallman'ın 1984 yılında öncülüğünü gerçekleştirdiği özgür yazılım akımı, yazılım masraflarını düşürerek hatta sıfırlayarak sağladığı maddi yararın yanında birçok faydayı da beraberinde getirmektedir.

Özgür yazılımın temelinde kullanıcının bir yazılımı çalıştırma, kopyalama, dağıtma, inceleme, değiştirme ve geliştirme özgürlükleri yatar. Daha kesin ve açık bir ifadeyle, kullanıcılara şu haklar tanınmıştır [2]:

- Her türlü amaç için programı çalıştırma özgürlüğü (özgürlük 0).
- Programın nasıl çalıştığını inceleme ve kendi gereksinimleri doğrultusunda değiştirme özgürlüğü (özgürlük 1). Program kaynak koduna erişim bunun için bir ön şarttır.
- Yeniden dağıtma ve toplumla paylaşma özgürlüğü (özgürlük 2).
- Programı geliştirme ve gelişmiş haliyle topluma dağıtma özgürlüğü (özgürlük 3). Böylece yazılım bütün toplum yararına geliştirilmiş olur. Program kaynak koduna erişim bunun için de bir ön şarttır.

Bu özgürlükler yanında bu yazılımların tercih edilmesinde rol oynayan başlıca faktörler ise şunlardır[3]:
- Açık ve/veya değiştirilebilir kaynak kodu
- Düşük veya sıfır lisans ücreti
- Daha iyi fiyat-performans oranı
- Yüksek performans
- Yüksek kararlılık

- Yetkisiz erişime karşı daha iyi koruma
- Daha iyi işlevsellik
- Çok sayıda uygulama potansiyeli
- Kurulu olan diğer bir yazılıma uyum sağlayabilmesi
- Donanım maliyetlerinde tasarruf
- Kurulum, bütünleşme ve şirket ihtiyaçlarına uyarlama maliyetlerinde tasarruf
- Günlük işlemler, yönetim ve destek maliyetlerinde tasarruf
- Kullanıcı eğitim maliyetlerinde tasarruf
- Kuruluşun bilgi teknolojileri servis sağlayıcısının tavsiyeleri
- Kuruluşta açık kaynak kodlu yazılımın özel amaçlar için kullanımıyla edinilen bilgi, tecrübe ve çözümler

Bu teknolojik gelişmeye katkıda bulunan en önemli faktör ise internet ve gönüllü program geliştiricilerdir. Özgür yazılım geliştiricilerinin çoğunluğu Avrupa ülkelerinden olmakla birlikte diğer ülkelerden de katılımcılar bulunmaktadır. Bu insanların niçin kendilerini bu işe adadıklarına yönelik psikologlar, antropologlar, ekonomistler tarafından çeşitli araştırmalar yapılmaktadır [4][5][6][7]. Bu çalışmalarda ve AB tarafından gerçekleştirilen proje sonuçlarında birbirine yakın sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmalara genellikle sosyal amaçlarla katılmakta maddi amaçlar son sırada yer almaktadır

Özgür yazılım akımı, diğer tüm alanlarda olduğu gibi coğrafi bilgi sektörüne de anlamlı katkılar sağlamaktadır. Bu yazının hazırlandığı sırada bu alandaki özgür yazılım sayısı 339 olarak belirlenmiştir [8]. Bunlar; temel CBS, uzaktan algılama, internet haritacılığı, küresel konumlama sistemi, mobil coğrafi veri işleme, projeksiyon dönüşümü, dosya-biçim dönüşümü, etkileşimli görüntüleme, görselleştirme, sanal uçuş gibi konulardaki yazılım ve yazılım eklentileridir. Bu yazılımlardan bazıları oldukça basit ve sınırlı işleve sahipken, bazıları da özel lisanslı yazılımlar ile yarışabilecek kapasite ve standartlara sahiptir ve sürekli geliştirilmektedirler.

Yazılım konusundaki gelişmeler her ne kadar coğrafi veri konusunda görülmese de; bu sorunları yaşayan diğer ülkelerde artık verilerin satın alınmasında ve paylaşılmasında yazılımdakine benzer çözümler ile aynı verinin tekrarlı alımları önlenmektedir. Öte yandan özgür yazılım akımının benzeri veri paylaşımında da kendini göstermiş ve başta arşiv uydu verileri olmak üzere dünya boyutunda çeşitli sayısal veriler serbest erişime açılmıştır. Bu veriler bilimsel çalışmaların önündeki veri engelini kısmen de olsa kaldıran önemli bir adımdır.

Son yıllarda coğrafi bilgi teknolojileri, oldukça uzmanlık isteyen bir işten, toplum üzerinde geniş etkisi ve doğa ile etkileşimi olan teknolojiye doğru evrim geçirmiştir. Günümüzde CBS uygulamaları, basit yön bulmadan, doğal afetlerin yönetimi ve tahmini gibi kritik ve karmaşık görevlere kadar geniş bir yelpazede kullanılmaktadır. Artan küresel konumlama sistemi kullanımı, coğrafi olarak tanımlanmış veriye hızlı erişim, genişleyen uzaktan algılama ve eş zamanlı izleme olanakları nedeniyle CBS teknolojisi birçok yeni disipline ve endüstriye girmiş, artık bilgisayara dayalı altyapıların bir parçası olmuştur. CBS'nin yazılım bileşeni, konumsal verinin etkin bir şekilde kullanımında önemli bir etkiye sahiptir. Yaygın şekilde kullanılan ticari sistemlerin yanı sıra, açık kodlu ve özgür CBS yazılımları, geliştirdikleri yeni yaklaşımlar ve ticari yazılımları kullanmaya maddi imkanı olmayan veya kullanmak istemeyenlerin CBS' ne erişimini sağlayarak CBS'nin yaygınlaşmasında önemli bir rol oynamaktadır [9]. Bu yöndeki çalışmalar giderek uluslar arası bir çatı altında "Open Source Geospatial Foundation (OSGeo)" toplanmaya çalışılmaktadır. Bu vakfın temel görevi özgür ve açık kodlu yazılımların geliştirmesine ve yaygınlaşmasına destek vermektir. Bu amaçları gerçekleştirmek için 2006 yılından itibaren vakıf tarafından düzenlenen uluslararası konferanslar (FOSS4G) ile özgür yazılım geliştiricileri, kullanıcıları ve bilim dünyası bir araya gelmektedir.

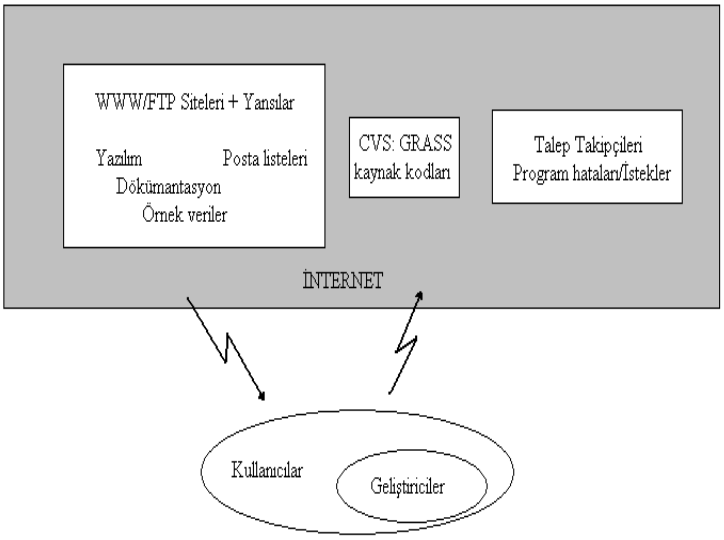
Bu çatı altındaki yazılımlardan biri olan ve giderek yaygınlaşan "Geographic Resources Analysis Support System (GRASS)" yazılımı diğer yetenekleri yanında modelleme araçları ile ilgili konulardaki çalışmalarda gereksinim duyulan yazılım sıkıntılarına ciddi bir çözüm ve alternatif olmaktadır.

2.COĞRAFİ KAYNAKLAR ANALİZ DESTEK SİSTEMİ (GRASS)

Yaygın olarak GRASS diye adlandırılan "Geographic Resources Analysis Support System-Coğrafi Kaynaklar Analiz Destek Sistemi" konumsal veri yönetim ve analizi, görüntü işleme, grafik/harita üretimi, konumsal modelleme ve görselleştirme için kullanılan bir coğrafi bilgi sistemidir. Günümüzde birçok resmi kurum ve çevresel danışma şirketlerinde olduğu gibi akademik ve ticari kurumlarda da kullanılmaktadır [10].

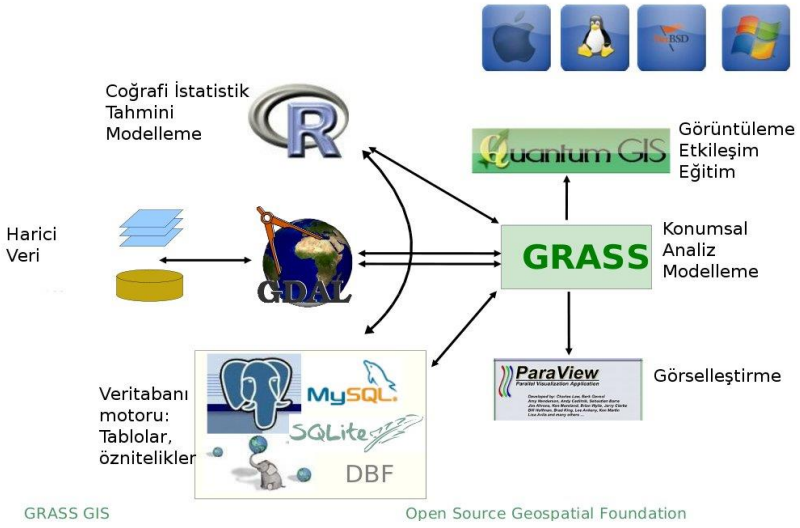
GRASS 1982–1995 yılları arasında U.S. Army Corps of Engineers Construction Engineering Research Laboratory (CERL) tarafından askeri uygulamalarda arazi yönetim desteği sağlamak için geliştirilmiştir. 1980'lerin sonlarından itibaren GRASS geliştirme çalışmaları koordinasyonu kâr amacı gütmeyen bir kuruluş 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 [11],[9].

GRASS yazılımının geliştirme, bakım, dağıtım, destek işlemleri, ülkemizde de bir yansısı olan (http://gps2.ins.itu.edu.tr/grass/index.php) ve merkezi ITC-irst (http://www.grass.itc.it) olan internet sitesi üzerinden gerçekleştirilmektedir. Bu siteye kullanıcılar tarafından gönderilen istek ve hata bildirimleri için yapılması gerekli işlemler geliştiriciler tarafından yine internet aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Gerekli doküman ve örnek verilerin 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 1).



Şekil 4:GRASS yazılımı internet tabanlı geliştirme modeli[9]

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 sürüme de sahiptir (Şekil 2)[12]. 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.



Şekil 5:GRASS Yazılımı ve diğer yazılımlarla bağlantıları

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 1'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 topoloji'si istenirse eş zamanlı kullanılarak 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[12] (Şekil 2).

Tablo 32. GRASS yazılımının bazı fonksiyonları [13]

Fonksiyon sınıfı	***Fonksiyon***
konumsal verinin entegrasyonu	Çeşitli formatlardaki verilerin alınması ve verilmesi, koordinat sistemleri dönüşümü ve projeksiyonlar, raster, vektör ve nokta veri arasında dönüşümler, konumsal 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, konumsal otokorelasyon
nokta veri işleme	çok boyutlu, çok öznitelikli veri modeli, özet istatistikler, nokta tampon analizleri, çok değişkenli konumsal enterpolasyon ve yüzey analizleri, voronoi poligonu, yüzey oluşturma
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 kirletici 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

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

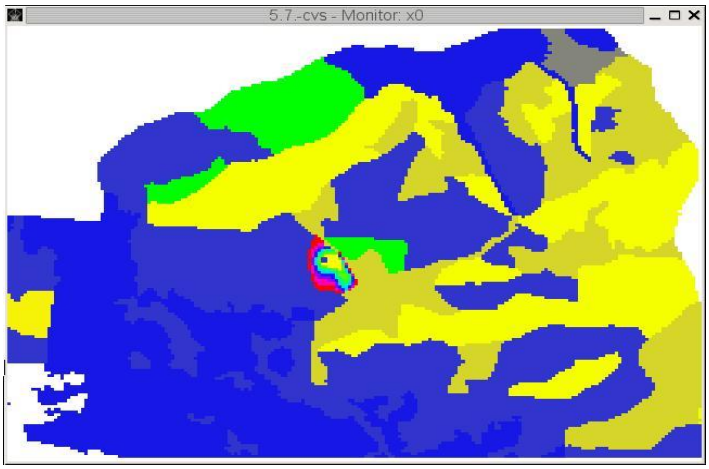
NVIZ (n dimensional visualization- n boyutlu görüntüleme) modülü ile 3 boyutlu görselleştirme ve hacim görselleştirme olanakları sağlayan yazılım 2GB' tan büyük dosyaları da işleyebilme özelliğine sahiptir. Ayrıca büyük miktarda veri ile çalışmayı gerektiren çalışmalarda yine bazı özgür yazılımlar ile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

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 uluslararası gerçekleştirilen "Free and Open Source Software for Geoinformatics: GIS-GRASS User Conference 2004" sunulan çok çeşitli uygulamalara ait bildirilerden bazıları internet sitesinde mevcuttur. Ayrıca 2006,2007 ve 2008 yılında yapılan Uluslar arası FOSS4G konferansları ile de dünyadaki özgür yazılım geliştiricileri ve kullanıcıları bir araya gelmektedir.

3.GRASS Modelleme Yetenekleri

GRASS yazılımının peyzaj analizi, hidroloji, erozyon, doğa yangını, güneş ışınımı, üç boyutlu yeraltı suyu ve hacim modelleme araçları vardır. Ayrıca çeşitli uydu görüntülerinden de yararlanılarak toprak-su-hava-bitki ilişkilerine yönelik hesaplamalar veya modellemeler yapılabilmektedir. Bunlar tek bir modül olabildiği gibi birden fazla modülden oluşan modellemeler de olabilmektedir.

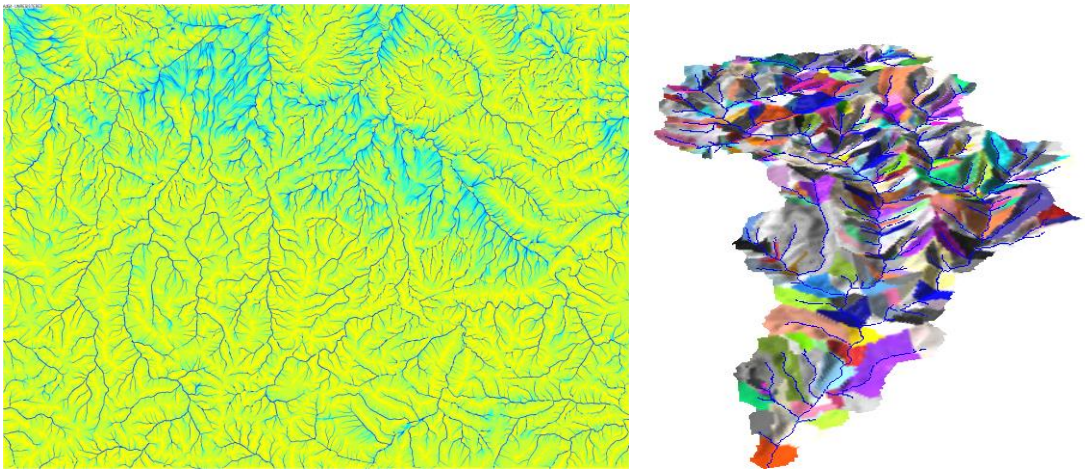
Doğa yangını modelleme, orman yangınlarının yönetilmesinde günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu konuda tek başına çalışan ve coğrafi bilgi sistemi verisini işleyen gelişmiş modelleme yazılımları (BehavePlus, FARSITE, Landfire, v.d.) bulunmaktadır. Yangın söndürmede doğrudan coğrafi bilgi sistemi katmanlarından yararlanıldığı gibi bu verilerden bazılarını ve yangın ile ilgili diğer parametreleride işleyerek yangının yayılışı modellenmektedir. Bu simülasyon programları özellikle ABD, Canada da yaygın bir şekilde kullanılmakta ve sürekli geliştirilmektedir. GRASS yazılımının doğa yangını modelleme modülleri (r.los, r.spread, r.spreadpath) de bir özgür yazılım olarak bu işlevi yerine getirebilmektedir. Bu modellemeler Rothermel'in simülasyon denklemini esas alarak Jianping Xu ve Richard G. Lathrop tarafından geliştirilmiştir. Bu modelleme ile ilgili örnek bir çalışma 2004 yılında Antalya'da gerçekleştirilen Uluslararası Orman Yangınları Konferansı'nda yazar tarafından sunulan bildiride örneklenmiştir(Şekil 3).



Şekil 6:Doğa yangını modellemesi ile yangın simülasyonu

Havza bazında planlamanın çok önemsendiği günümüz çalışmalarında, bir bütün halinde göz önüne alınan birim alan olan havza üzerinde; bitki-toprak-su ilişkileri temelinde, mevcut ekosistemlerin karşılıklı etkileşimiyle sürekli bir yapı görülmektedir. Bu sistemin içinde meydana gelen değişimlerin izlenmesi ve bu değişimlerin sistemde yaptığı etkiler son yıllarda modelleme çalışmaları ile ortaya konulmaya çalışılmaktadır.

GRASS yazılımı bir diğer modelleme yeteneği olan hidrolojik modelleme için birçok modül e sahiptir. Bunlar r.hydro.CASC2d, r.carve, r.lake, r.fill.dir, r.terraflow, r.flow, r.basin.fill, r.watershed, r.water.outlet, r.sim.sediment, r.sim.water gibi modüllerdir. Bunlarla çukurlukların giderilmesinden, havza sınırlarının geçirilmesine ve hatta su ve sediment simülasyonu yapılmasına kadar değişik hidrolojik ve erozyon modellemeleri yapılmaktadır. GRASS'ın hidrolojik yeteneklerini kullanan ayrı bir sürümü olan JGRASS yazılımı ile bu işlemler çok daha kolaylıkla yapılabilmektedir. Hidrolojik modelleme ile ilgili 2007 yılında Antalya'da düzenlenen "International Congress- River Basin Management" kongresinde JGRASS ile bu yetenekler ortaya konmuştur (Şekil 4).

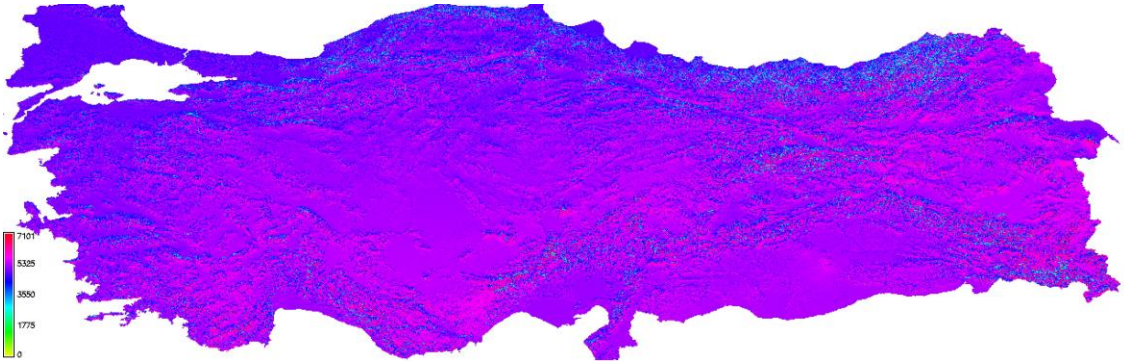


Şekil 7:Havza modelleme yeteneğinden örnekler

Dünya yüzeyine düşen güneş ışınımı atmosfer ve yeryüzü arasındaki karmaşık enerji etkileşimlerinin bir sonucudur. Işınıma dünya ölçeğinde baktığımızda dünyanın geometrisi ve dönüşü ile güneş etrafında dönmesinden kaynaklanan enlemsel derecesi önemlidir. Bölgesel ve yerel ölçekte ise arazi ışınım dağılımını değiştiren temel faktördür. Yükseltideki değişkenlik, yüzey eğikliği(eğim), yön (bakı) ve arazi özelliklerinden kaynaklanan gölgeler yerel değişkenlerdir. Gelen güneş enerjisinin konum ve zamana bağlı dağılımı; hava ve toprak sıcaklığı, kar erimesi, fotosentez ve evapotranspirasyon gibi birçok doğa sürecinin dinamiklerini belirler. Doğru ve konumsal dağılmış güneş ışınım verisine birçok uygulamada gereksinim duyulmaktadır (çevre bilimleri, klimatoloji, ekoloji, bina tasarımı, uzaktan algılama, güneş pilleri, arazi yönetimi v.b.). Günümüzde bu verileri elde etmenin üç farklı yöntemi bulunmaktadır;

1) Meteoroloji istasyonu verilerinden çeşitli enterpolasyon teknikleriyle üretilen haritalar,
2) METEOSAT gibi meteoroloji uydu verilerinden üretilen haritalar,
3) Güneş ışınım modelleriyle elde edilen haritalar.

Halen yürütülmekte olan "Türkiye Güneş Işınım Haritalarının Coğrafi Bilgi Sistemi ile Oluşturulması ve Yetişme Ortamı Verimliliği ile Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi" adlı projemizde GRASS yazılımının r.sun modülü ile güneş ışınım modellemesi Türkiye bazında gerçekleştirilmiştir (Şekil 5). Verilen gün, konum, yüzey ve atmosferik şartlar için direk, dağılan ve yansıyan güneş ışınımını hesaplar. Güneş parametreleri (örneğin; gün doğumu, gün batımı, eğiklik, karasal radyasyon, gün ışığı süresi) harita geçmiş dosyasında saklanır. Alternatif olarak güneş ışığının yüzeye geliş açısı ve/veya parlaklık raster haritaları belirli bir yerel zaman için hesaplanabilir. Topoğrafyanın gölgeleme etkisi istenirse birleştirilebilir.



Şekil 8:Güneş Işınım Modellemesi Örneği (Türkiye geneli ortalama direk ışınım)

4.Sonuç

GRASS, özgür ve açık kodlu bir yazılım olmasıyla doğa bilimlerindeki modelleme çalışmalarında geniş olanaklar sunmaktadır. Yazılımın kaynak kodlarının açık olması ve kodu değiştirme özgürlüğü, ilgili modelde değişiklik ve geliştirme yapmak isteyenlere bu olanakları sunmaktadır. Böylece sürekli ve hızlı bir gelişme süreci yaşayan bir yazılım olmuştur. Kullanıcılardan gelen istek ve hata bildirimlerine de en kısa sürede gerekli yanıt verilmesi ve yazılım değişikliklerinin yapılması bu özelliğini arttırmış ve yaygınlaşmasında etkin rolü olmuştur. Yazılım maliyetlerini sıfırlaması ise diğer önemli bir avantajıdır. Yazılım geliştirmeyi bilen veya bilen biriyle ortak modelleme çalışmaları yapmak isteyenlerin önünü açmaktadır. Yazılımın sahip olduğu güçlü ve esnek vektör, raster ve üç boyut altyapısı bu süreci daha da kolaylaştırmaktadır. Geliştiriciler için sunduğu bu olanaklar yanı sıra kullacılar için giderek kullanıcı dostu olan kullanıcı arayüzleri ile çekiciliğini arttırmaktadır. "Tcl/Tk" arayüzünden sonra" python" tabanlı arayüzü ve QGIS ile bütünleşik kullanılmasıyla kullanıcıya değişik arayüzler sunmaktadır.

GRASS yazılımı bu özellikleri ve sunduğu olanaklar ile önümüzdeki yıllarda ülkemizdeki modelleme çalışmalarında da kullanılması arttığı takdirde önemli katkılar sağlayabilecek, doğa olaylarının açıklanması ve yönetiminde önemli bir rol oynayabilecektir.

Kaynaklar

1: FLOSS FINAL REPORT, Part I: Use of Open Source Software in Firms and Public Institutions, 2002, http://www.infonomics.nl/FLOSS/report/index.htm,05,10,2008.
2: FREEGIS Web P.1., , , http://www.freegis.org,05.10.2008.
3: Frost, J.J., Some Economic & Legal Aspects of Open Source Software, 2005, http://opensource.mit.edu/papers/frost.pdf,04.07.2006.
4: GRASS Web P.1., , , http://grass.itc.it/,05.10.2008.
5: GRASS Web P.2., , , http://grass.itc.it/devel/grasshist.html,05.10.2008.
6: GRASS Web P.3., , , http://grass.itc.it/intro/general.php,05.10.2008.
7: GRASS Web P.4., , , http://grass.itc.it/intro/capabilities.html,05.10.2008.
8: JULLIEN, N.; CLÉMENT-FONTAINE, M.; DALLE, J-M., New Economic Models, New Software, Industry

Economy, 2002, http://opensource.mit.edu/papers/fichier_rapporte,05,10,2008.
9: LESSIG, L.; GAY, J., Free Software, Free Society:Selected Essays of Richard M. Stallman, 2002
10: Lin, Y., Hacking Practices and Software Development:A Social Worlds Analysis of ICT, 2004, http://opensource.mit.edu/papers/lin2.pdf,04.07.2006.
11: Mitasova, H., Neteler, M.,, GRASS as Open Source Free Software GIS: Accomplishments and Perspectives, 2004
12: O'MahonyJune, S.C., The Emergence of a new commercial actor: community managed software project, 2002, http://opensource.mit.edu/online_papers.php?,04.04.2006.
13: Wikipedi Web P.1., Natural science, 2008, http://en.wikipedia.org/wiki/Natural_science,05.10.2008.