

Özgür ve Açık Kaynak Kodlu Masaüstü CBS Yazılımları Üzerine: Karşılaştırmalı ve Sistemli Bir Değerlendirme

(Free and Open Source Desktop GIS Software Programs:
A Comparative and Systematic Evaluation)

Burak BEYHAN¹, Burak BELGE², Fikret ZORLU¹

¹Mersin Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, 33169 Yenişehir, Mersin

²ODTÜ, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Ankara
burakbeyhan@mersin.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmanın amacı son yıllarda sayıları gittikçe artmakta olan Özgür ve Açık Kaynak Kodlu (ÖAKK) Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yazılımlarını, birbiriyle karşılaştırmak, üstün ve zayıf yönlerini tespit ederek, CBS kullanıcılarına karşılaştıkları çeşitli sorunların, kullandıkları işletim sistemi ve platform bazında, hangi ÖAKK CBS yazılımları tarafından çözülebileceği hususunda bir takım ipuçları vermektir. Bu kapsamda, öncelikle ÖAKK ve Kapalı Kaynak Kodlu yazılımların genel bir değerlendirmesi yapılarak, ÖAKK CBS yazılımları, hem kendi aralarında hem de değişik işletim sistemleri ve platformlarda çalışan benzer sürümleri birbiriyle karşılaştırılmış, her bir ÖAKK CBS yazılımının, daha önceden tanımlanan bazı işlevsellik, özellik ve süreçlere göre, sahip olduğu üstünlükler ve zayıf yönler tespit edilmiştir. Bu çalışma aynı zamanda, henüz ciddi bir ÖAKK inisiyatifinin oluşmadığı ülkemizde ileriye dönük olarak, neler yapılabileceği hakkında ortak bir akıl geliştirmeyi de amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Coğrafi Bilgi Sistemleri, özgür yazılım, açık kaynak kod.

ABSTRACT

The aim of this study is to compare Free and Open Source Software (FOSS) programs developed for Geographic Information System (GIS), whose number has dramatically increased in recent years, with each other by identifying their advantages and disadvantages in order to provide GIS users with some clues about the applicability of the respective software programs to their specific problems on the base of the operating systems and platforms they employ. Within this context, after making a general comparison of FOSS and closed source software programs, both different FOSS programs developed for GIS and similar versions of the same software program working on different operating systems and platforms are compared with each other in order to identify the advantages and disadvantages of each software program according to some predefined functions, properties and processes. This study also aims to contribute to the creation of common sense about the role and potential of FOSS programs developed for GIS in the future of Turkey where there is almost no initiative in this direction.

Key Words: Geographic Information Systems, free software, open source code.

1. GİRİŞ

Özgür ve Açık Kaynak Kodlu (ÖAKK) CBS yazılımları artan oranda mükemmeliyet kazanmakta ve kullanıcı kitleleri giderek genişlemektedir. Dünyanın dört bir yanında merkezi ve yerel hükümetler, ÖAKK CBS yazılımlarının gelişimini ve yaygınlaşmasını desteklemekte, üniversiteler bilim adamlarını bu konuda araştırma yapmaya özendirilmektedir. CBS yazılımlarında uygulanmaya başlanan ortak standartlar da ÖAKK CBS yazılımlarının sayısının artmasına ve kalitesinin gelişmesine katkıda bulunmaktadır. Farklı CBS yazılımları arasında verilerin karşılıklı paylaşımı ve aktarımı konusunda tespit edilen standartlar, kullanıcıları artan oranda tek bir yazılım paketine bağlı kalmaktan kurtarmakta ve farklı CBS yazılımlarını aynı anda kullanılabilir hale getirmektedir.

Bu kapsamda, bu çalışma farklı ÖAKK CBS yazılımlarını birbiriyle sistemli biçimde karşılaştırmayı ve her bir yazılımın güçlü ve zayıf yönlerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Hatırlatılması gereken önemli bir husus, değerlendirmeye tabi tutulan ÖAKK CBS yazılımlarının tamamının "Masaüstü CBS" olarak tanımlanabilen kategori içerisinde yer almasıdır. Önemli bir diğer nokta ise, değerlendirme kapsamına alınan ÖAKK CBS yazılımlarının hem Microsoft Windows (MW) (XP), hem de Linux (Debian) üzerinde çalışan sürümlerinin birbiriyle karşılaştırılmış olmasıdır.

Bu çerçevede, bu çalışmada öncelikle Açık Kaynak Kod (AKK) ve Kapalı Kaynak Kod (KKK) yazılımların, genel bir karşılaştırması yapıp, ÖAKK CBS yazılımları, temel CBS süreçleri, özellikleri ve işlevsellikleri bakımından, geliştirilen bir çizelgeleme sistemi aracılığıyla birbiriyle kıyaslanarak, genel bir üstün ve zayıf yönler listesi oluşturulmuştur. Geliştirilen çizelge sistemi ve listeler üzerinden bir takım değerlendirmeler yapıldıktan sonra da, çalışmanın sonunda elde edilen sonuçlar ileriye yönelik bir takım kaygılarla birleştirilmiştir.

2. ÖAKK CBS YAZILIMLARININ KKK CBS'E GÖRE ÜSTÜNLÜKLERİ VE ZAYIF YÖNLERİ ÜZERİNE GENEL BİR DEĞERLENDİRME

ÖAKK CBS yazılımlarının ücretli ve KKK CBS'e göre üstünlükleri ve zayıf kaldıkları yönlerin genel değerlendirmesine geçmeden önce, her AKK yazılımının, 'özgür yazılım' olmadığını vurgulamak gerekir. AKK bir yazılım, ancak aşağıdaki koşulları yerine getiriyorsa, "özgür yazılım" olarak nitelenebilmektedir (<http://www.fsf.org>);

- Yazılımı hangi amaçla olursa olsun çalıştırma ve kullanma özgürlüğü (ister ticari, ister eğitim, isterse araştırma amaçlı olsun),
- Yazılımın nasıl çalıştığını öğrenme ve onu ihtiyaçlar doğrultusunda değiştirebilme özgürlüğü,
- Yazılımı çoğaltarak dağıtma özgürlüğü,
- Tüm toplumun faydalanabilmesi için yazılımı geliştirme ve geliştirilen yazılımı kamuya açma özgürlüğü,

Bir yazılımın AKK olması çoğu zaman Özgür olması özelliği ile karıştırılır. Bir yazılımın, AKK yazılım olması, kendiliğinden söz konusu yazılım üzerinde değişiklik yapma özgürlüğünü getirmez. Bunun için söz konusu yazılımın 'Özgür' yazılım olması gerekir. O nedenle diğer pek çok çalışmada olduğu gibi bu çalışmada da, değerlendirme kapsamına alınan yazılımların temel özelliğini niteleyen "Özgür ve Açık Kaynak Kod yazılım" ifadesi kısaltma biçiminde (ÖAKK) de olsa bir bütün olarak kullanılmıştır.

Ücretli ve KKK CBS yazılımlarına kıyasla, ÖAKK CBS yazılımlarının geçen yıllarda oldukça büyük bir gelişme içerisinde olduğu, hatta gelişmiş pek çok ücretli ve KKK CBS yazılımından çok daha fazla işlev ve özellik barındırdığı gözlenmektedir. Diğer bir deyişle,

artık sadece ücretsiz olmaları yönüyle değil, ücretli pek çok CBS yazılımında bulunmayan bir takım işlevleri yerine getirmeleri ile de ÖAKK CBS yazılımları belirgin pek çok üstünlüğe sahip bulunmaktadır. Özellikle üniversitelerde yürütülmekte olan çalışmaların çoğunda artan oranda bu işlevsellikleri nedeniyle ÖAKK CBS yazılımları ve bileşenleri tercih edilmektedir. ÖAKK CBS yazılımlarının sahip oldukları üstün ve zayıf yönler aşağıdaki gibi özetlenebilir (Tablo 1).

ÖAKK CBS yazılımları belli bir şirkete bağlı olmadığından, KKK CBS yazılımlarında söz konusu yazılımı geliştiren ve dağıtan şirketin lağvedilmesi durumunda yaşanan bir takım sorunlar yaşanmaz. ÖAKK CBS topluluklarının genellikle gönüllülük esasına dayalı olması, söz konusu yazılımların ömürlerini belirli bir şirkete ya da bireye bağlı kalmaktan kurtarmakta ve çok daha uzun süreler boyunca geliştirici topluluk aracılığıyla kullanıcılara destek verilebilmesini sağlamaktadır. Doğal olarak ÖAKK CBS yazılımlarının gönüllülük esasına dayanan topluluklar aracılığıyla sürdürülmesi, bazı projelerin daha kısa ömürlü olmasına da neden olabilmektedir.

(Cámara ve Onsrud, 2004), ÖAKK CBS yazılımlarında "yenilik getirmiş" olma özelliğinin çok düşük olduğunu ve gerçekleştirilen ÖAKK CBS projelerinin çoğunun piyasada mevcut olan yazılımların benzerlerini üretmek için ticari tekelleri kırmayı amaçladığını dile getirmektedirler. Aslında bu söz konusu projelerin kendi belgilerinde de sık sık dile getirilen bir konudur. Ancak, daha öncede değinildiği üzere bazı ÖAKK CBS yazılımları artık sadece ücretsiz olmaları nedeniyle değil sahip oldukları yazılım mimarisi nedeniyle de artan oranda tercih edilmektedir.

Tablo 1. Ücretli ve KKK ile ÖAKK CBS yazılımlarının temel üstünlükleri ve zayıf yönleri (Steiniger ve Bocher, 2008; Yılmaz, 2006; Pieper Espada, 2008).

	Kapalı Kaynak Kod Yazılımlar(KKK)	Açık Kaynak Kod Yazılımlar
Temel Üstünlükler	<ul style="list-style-type: none"> • Geliştirici şirketin tüm yazılım bileşenlerinin birbiriyle uyumlu biçimde çalışma güvencesi vermesi • Yazılımın kullanımına ilişkin genellikle iyi bir belgelemenin mevcut olması 	<ul style="list-style-type: none"> • Lisans ücreti bulunmaması • Sınırsız kullanma özgürlüğü (kurulum sayısında bir sınır olmaması) • Güncelleme konusunda bir zorlama olmaması • Açık standart desteği • API düzeyinde özelleştirme olanağı
Temel Zayıf Yönler	<ul style="list-style-type: none"> • Yazılım ücreti ve bakım maliyeti • Bakımın genellikle lisans sahibi belli şirketler aracılığıyla yapılması • Özelleştirmenin kaynağın kapalı kod olması nedeniyle zor olması • Desteğin ancak şirket var oldukça devam etmesi 	<ul style="list-style-type: none"> • Yazılımın kurulumu için belli ölçüde tecrübe gereksinimi • Kullanım için de yine belli düzeyde eğitimin gerekli olması • Aşırı derecede eklentilere dayalı olmaları (tecrübesiz kullanıcılar için kullanım zorluğu)

Eklentilere izin veren yazılım mimarileri ile ÖAKK CBS yazılımları çözümlerin daha basit ve anlaşılır olmasını sağlamakta, ayrıca kullanıcılara göre özelleşmiş uygulamalara izin vermektedir.

Çıkış noktası olarak ÖAKK CBS yazılımlarının, daha mütevazı bir çerçevede hareket ederek, piyasada mevcut olanların benzerlerini üretmeyi hedeflemesi de aslında o kadar şaşılacak bir durum değildir. ÖAKK CBS yazılımlarının artan oranda olgunlaştığı ve belli bir birikim düzeyine geldiği şu yıllarda, bu konuda daha nesnel bir değerlendirme yapılabilir. Bu çerçevede, bir sonraki bölümde, ÖAKK CBS yazılımları, barındırdıkları bir takım teknik özellikler, süreçler ve işlevsellikler bakımından, bu çalışma kapsamında geliştirilen bir çözümler sistemi aracılığıyla birbiriyle karşılaştırmalı biçimde değerlendirilecektir.

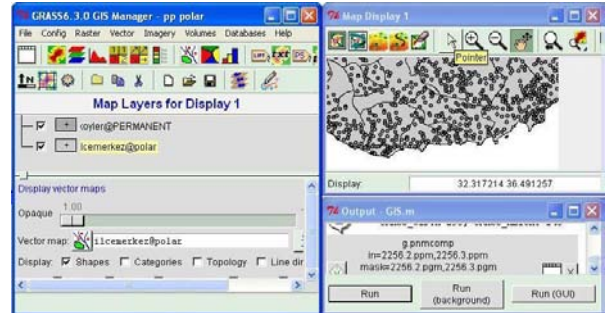
3. ÖAKK CBS YAZILIMLARININ BİRBİRİYLE KARŞILAŞTIRILMASI

Bu çalışma kapsamında "C" kullanılarak yazılan, GRASS (Şekil 1), Quantum GIS (QGIS) (Şekil 2), SAGA (Şekil 3), ILWIS (Şekil 4), TerraView (Şekil 5), Thuban (Şekil 6) ve OpenEV (Şekil 7); JAVA kullanılarak yazılan JUMP-OpenJUMP Ailesi (tüm JUMP Ailesi'nin grafik kullanıcı arayüzleri aynıdır) (Şekil 8), uDig-DivaGIS (Diva-GIS ile uDig grafik kullanıcı arayüzleri aynıdır) (Şekil 9), gvSIG (Şekil 10) ve Kosmo (Şekil 11); ve son olarak "MS.NET" platformu kullanılarak geliştirilen MapWindow (Şekil 12) karşılaştırmalı bir değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

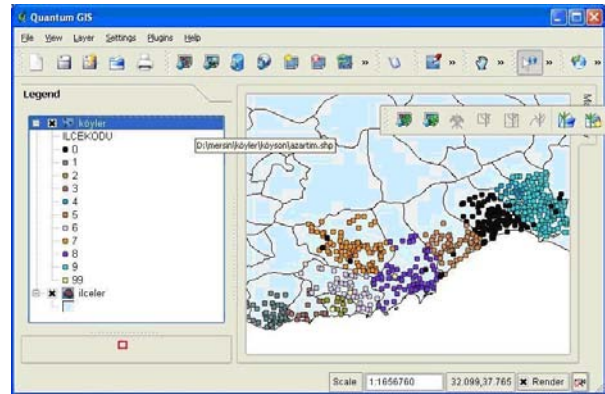
ÖAKK CBS yazılımlarındaki mevcut CBS süreç, özellik ve işlevselliklerin karşılıklı bir değerlendirmesini yapabilmek için öncelikle söz konusu yazılımların değerlendirilmesinde temel alınacak genel değerlendirme ölçütlerinin geliştirilmesine çalışılmıştır (Tablo 2). Daha sonra bu değerlendirme ölçütleri biraz daha ayrıntılandırılarak, temel değerlendirme çizelgelerindeki ölçütler oluşturulmuştur (Tablo 4 ve Tablo 5). Takiben de temel değerlendirme çizelgeleri, inceleme kapsamına alınan her bir ÖAKK CBS uygulama yazılımı için geliştirilen yardımcı çizelgeler (Tablo 6 - Tablo 12) ve kodlama sistemi kullanılarak doldurulmuş ve ÖAKK CBS yazılımlarının nesnel, aynı zamanda karşılıklı bir değerlendirmesini yapabilmek mümkün olmuştur.

Tablo 2. ÖAKK CBS yazılımları değerlendirme ve karşılaştırma ölçütleri. (Steiniger vd., 2008; Yılmaz, 2006; Pieper vd., 2008).

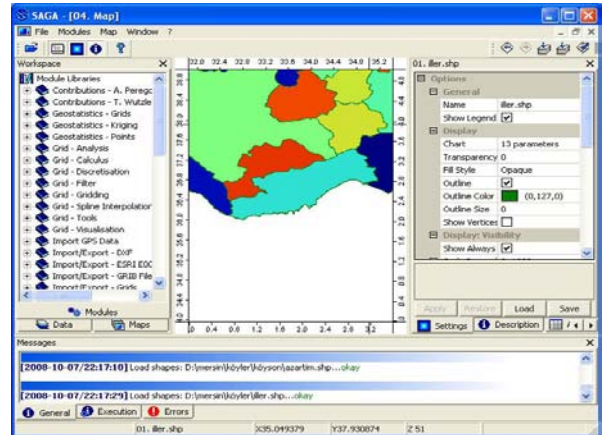
Değerlendirme Ölçütlerinin Geliştirilmesi
1. Yazılım Lisansı
2. Desteklenen İşletim Sistemleri ve Gereksinimler
3. Kullanılabilirlik (Odak Uygulama ve Kullanıcı Topluluk)
4. Eklentiler ve Geliştirme Amaçlı API Mevcudiyeti
5. Desteklenen Ortak Okuma-Yazma Standartları
6. CBS Verisi İşleme Süreçleri
7. Temel CBS Çözümlenmeleri
8. Destek ve Belgeleme
9. Geliştirici Topluluk



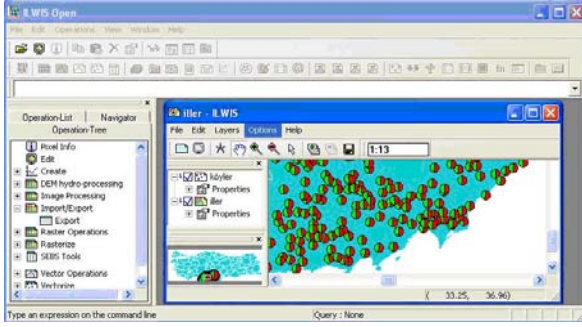
Şekil 1. GRASS grafik kullanıcı ara yüzü.



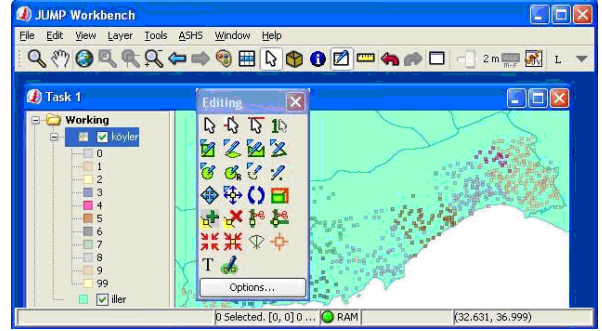
Şekil 2. QGIS grafik kullanıcı ara yüzü.



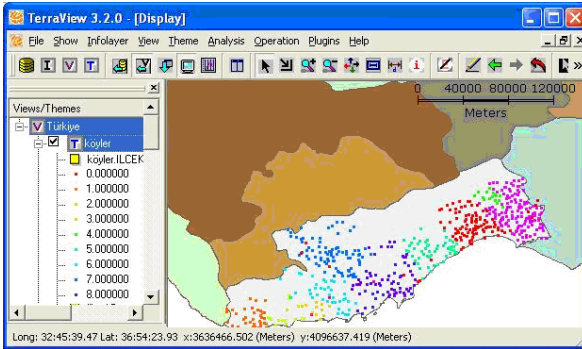
Şekil 3. SAGA grafik kullanıcı ara yüzü.



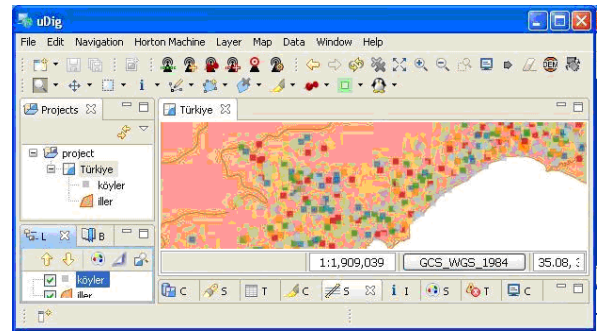
Şekil 4. ILWIS grafik kullanıcı ara yüzü.



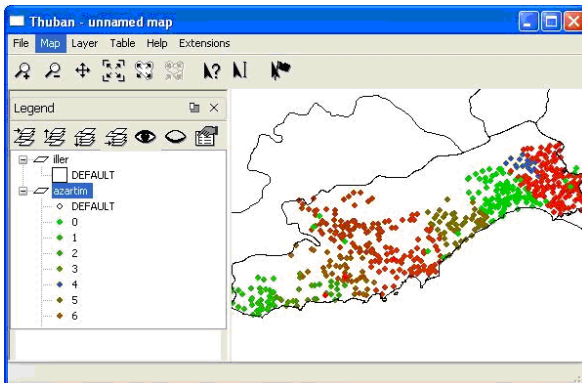
Şekil 8. SkyJUMP grafik kullanıcı ara yüzü.



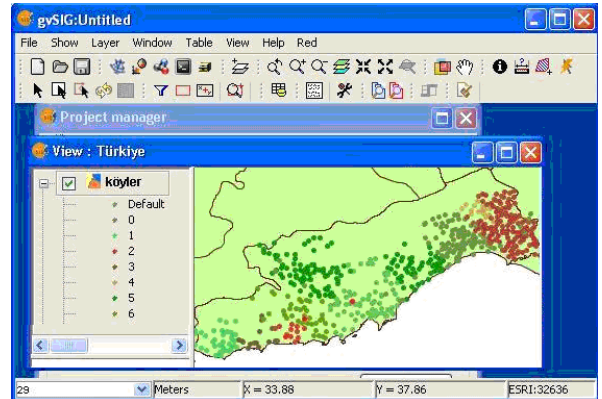
Şekil 5. TerraView grafik kullanıcı ara yüzü.



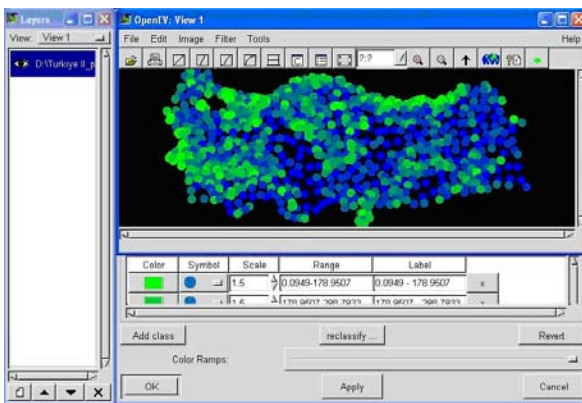
Şekil 9. uDig grafik kullanıcı arayüzü.



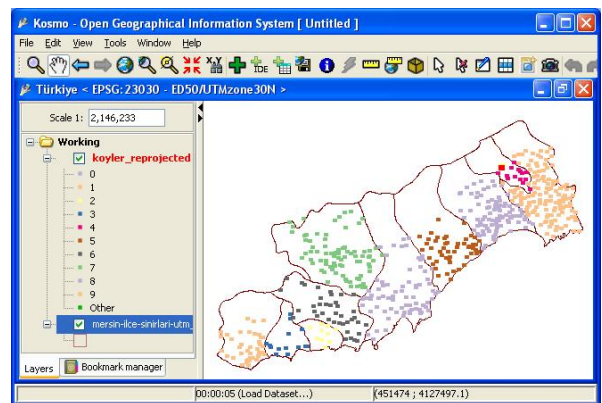
Şekil 6. Thuban grafik kullanıcı arayüzü.



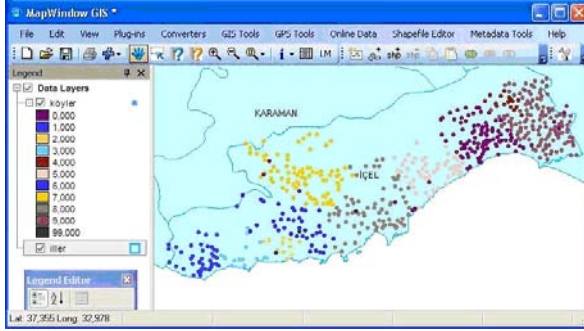
Şekil 10. gvSIG grafik kullanıcı ara yüzü.



Şekil 7. OpenEV grafik kullanıcı ara yüzü.



Şekil 11. Kosmo grafik kullanıcı ara yüzü.



Şekil 12. MapWindow grafik kullanıcı ara yüzü.

Tablo 4 ve Tablo 5 üzerinden yapılan değerlendirmelere geçmeden önce, bu çalışma kapsamında kullanılan bazı temel kavramlar ve diğer karşılaştırma çalışmaları hakkında bir takım bilgilerin verilmesinde, hem bu çalışmanın farklılaşan yönlerinin vurgulanması açısından, hem de değerlendirme çerçevesinin doğru anlaşılabilmesi bakımından büyük faydalar bulunmaktadır. O nedenle, bu bölümde öncelikle bu çalışmada kullanılan temel bazı kavramlar hakkında bir takım bilgi verilerek, daha önceki karşılaştırma çalışmalarına değinilecek, ardından da Tablo 4 ve Tablo 5 üzerinden yapılan değerlendirmelere geçilecektir.

a. Daha Önceki Karşılaştırma Çalışmaları ve Temel Kavramlar

Bu çalışmada kullanılan bazı kavramlar, geliştirilen yardımcı çizelgelerde (Tablo 6 - Tablo 12 arası çizelgeler) zaten açıklandığı için burada sadece çizelgelerde yer almayan bazı hususlara değinilecektir. Örneğin, bu çalışma kapsamında sıkça kullanılan platform sözcüğü, incelenen yazılımların üzerinde çalıştıkları temel yazılım altlığına işaret etmektedir. Bu çerçevede, aslında karşımıza üç temel platform çıkmaktadır; (1) normal masaüstü bir bilgisayarda kurulu bulunan işletim sisteminin kendisi (MW, Linux ya da MacOS), (2) bu işletim sistemi üzerinde bazı ÖAKK CBS yazılımlarının çalıştırılabilmesi için yüklenmesi zorunlu olan üçüncü taraf altlık yazılımlar (Java ya da MS.NET Framework). Bunlardan Java, hem MW hem de Linux üzerinden ÖAKK CBS yazılımlarının çalışmasını sağlayan ortak bir platform niteliğindedir.

Açık kaynak bütünleşik yazılım geliştirme ortamları (Sharp Develop veya Eclipse) da, 'MS.NET' veya Java tabanlı ÖAKK CBS araçlarının geliştirilmesine destek olmaktadır. Bu üçüncü tür yazılım geliştirme ortamlarını ya da altlık yazılımlarını da aynı bir platform olarak tanımlamak isabetli olacaktır. Çünkü söz konusu

yazılım ortamlarının gerektirdiği bazı kütüphanelerin, işletim sistemi üzerinde kurulu bulunmaması durumunda, bahsedilen yazılımlar kullanılarak geliştirilen ÖAKK CBS yazılımları çalışmamaktadır. Örneğin, bazı Linux işletim sistemlerinde sadece 'Java Sanal Makinesi'nin kurulu bulunması, Eclipse ortamı kullanılarak geliştirilmiş bir ÖAKK CBS Java uygulamasının çalıştırılmasında yeterli olmamakta, bazı Eclipse kütüphanelerinin de işletim sistemi üzerinde yüklü bulunması gerekmektedir. Keza, AKK ve KKK yazılımları aynı platformda buluşturmak için bir kaç çözüm yolu da bulunmaktadır; örneğin MinGW (Minimal GNU for Windows) ile pek çok yazılım Microsoft Windows'da uygulanabilmektedir. ÖAKK CBS yazılımlarından birisi olan SAGA buna örnek olarak verilebilir. Söz konusu yazılımın hem MinGW kullanılarak hem de doğrudan MW'da çalışmak üzere derlenmiş sürümleri bulunmaktadır. Normal bir CBS kullanıcısı iki sürümü birlikte kullanması durumunda, başarımlar açısından ikisi arasında her hangi bir fark bulunmadığını hissedecektir.

Bu kapsamda, ÖAKK CBS yazılımlarını gözden geçiren ve özellikle son yıllarda yapılan pek çok çalışmanın bulunduğunu da belirtmek gerekir. Bu çalışmalar arasında önemli olanlardan üçü (Ramsey, 2007), (Steiniger ve Bocher, 2008) ve (Pieper Espada, 2008)'dir. Ramsey, 2004 yılından bu yana ÖAKK CBS yazılımlarını karşılaştırmalı bir şekilde değerlendirdiği bir çalışmayı sürekli güncelleyerek, internet üzerinden paylaşmaktadır (Ramsey'in son çalışmasına <http://www.refracting.net/expertise/whitepapers/opensourceurvey/survey-open-source-2007-12.pdf> adresinden ulaşılabilir). Steiniger ve Bocher, kendi çalışmalarında, bu çalışmada olduğu gibi 'Masaüstü CBS' olarak nitelendirilebilecek önemli ÖAKK CBS yazılımlarını hem birbiriyle hem de Ücretli ve KKK CBS yazılımlarından birisi olan ArcView ile değişik ölçütler bazında karşılaştırmaktadırlar. Pieper Espada ise, kendi çalışmasında arazi yönetim sistemleri için ÖAKK CBS yazılımlarını değerlendirmektedir. Söz konusu çalışmada, ÖAKK CBS yazılımları ile düşük maliyetli ve güvenilir arazi yönetim sistemleri kurulabileceğine dikkat çekilerek, öncelikle kadastral haritaların oluşturulması ve üzerinde bir takım değişikliklerin yapılabilmesi başta olmak üzere arazi yönetim sistemi için bir seri ihtiyaç listesi belirlenmektedir. Daha sonra ÖAKK yazılımlarının bu ihtiyaçları ne ölçüde karşıladığının karşılaştırmalı bir değerlendirmesi yapılmaktadır.

Bu çalışmada da, karşılaştırma ve değerlendirme ölçütlerinin tespit edilmesinde, yer yer daha önceki bu 3 temel çalışmadan yararlanılmıştır. Ancak bunun ötesinde, CBS kullanıcılarının daha fazla ilgisini çekeceği düşünülen karşılaştırma ve değerlendirme ölçütleri de temel çizelge sistemine eklenerek, ÖAKK CBS yazılımları, daha zengin ve nesnel bir içerikle birbiriyle karşılaştırılmaya ve başarımları bu çerçevede değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Belirtmek gerekir ki, son yıllarda, yukarıda sıralanan üç temel çalışma dışında kalan, ancak değişik ve özgün konulara vurgu yaparak, ÖAKK CBS yazılımlarını hem birbiriyle hem de ücretli ve KKK CBS yazılımları ile karşılaştıran başka birçok bilimsel çalışma da yapılmıştır. Örneğin, Rinaudo, Agosto ve Ardissone (Rinaudo, vd., 2007) 'Kültürel Mirasın Belgelenmesi'nde KKK ve AKK CBS platformları karşılaştıran bir çalışma yapmışlar, keza (Jolma vd., 2006) da "Çevresel Modelleme ve Yönetim" için benzer bir şekilde ÖAKK CBS yazılımları ve söz konusu yazılımlarda kullanılan eklentileri genel bir çerçevede gözden geçirmişlerdir. Özellikle (Jolma vd., 2006)'nın, ÖAKK CBS bileşenlerini ayrıştırdıkları temel çizelge (Tablo 3), ÖAKK CBS yazılımlarının genel mimarilerinin anlaşılması açısından oldukça kayda değer bir çabadır. (Jolma vd., 2006)'nın asıl amacı eklentiler düzeyinde bir irdeleme yaparak, daha dar bir çerçevede, ÖAKK CBS yazılımlarının Çevresel Modelleme ve Yönetim kapsamındaki uygulamalarını karşılıklı bir şekilde değerlendirmektir.

b. Karşılaştırma Ölçütleri ve Geliştirilen Çizelge Sisteminin Kullanılma Biçimi

ÖAKK CBS yazılımlarının karşılaştırmalı ve ayrıntılı biçimde değerlendirilebilmesi için, bu çalışma kapsamında yapılan değerlendirmelerde, inceleme kapsamına alınan ÖAKK CBS

yazılımları, öncelikle, söz konusu yazılımların üzerinde çalıştığı işletim sistemlerinin tespiti (Tablo 12), hedefledikleri kullanıcı kitleleri (Tablo 16) ve uygulama alanları (Tablo 16), geliştirici ekipler (Tablo 16), sahip oldukları lisans türü ve üretildikleri ülke gibi bir takım özellikleri yansıtan başlıklar altında birbiriyle karşılaştırılmıştır.

Daha sonra ise ÖAKK CBS yazılımlarında değişik ölçülerde ve biçimlerde bulunması gereken temel CBS işlevsellikleri ve süreçleri bakımından karşılaştırmalı bir değerlendirme yapılarak, inceleme kapsamına alınan CBS uygulama yazılımlarının;

- Okuyup-yazabildiği temel dosya [vektörel, raster ve grid(ızgara) resim, çizelgesel veri] biçimleri (Tablo 6),
- Bağlantı kurabildiği veritabanı tipleri (Tablo 6),
- Koordinat dönüşümlerini destekleyip desteklemedikleri,
- Vektörel, çizelgesel, raster ve grid(ızgara) resim veri oluşturma ve düzeltme (Tablo 7 ve Tablo 10) işlevlerinden hangisine sahip oldukları,
- Daha gelişmiş veri oluşturma ve düzeltme işlevlerine (Tablo 8 ve Tablo 9) sahip olup-olmadıkları,
- Hangi konu haritalama ve gelişmiş konu haritalama işlevlerini destekledikleri (Tablo 11),
- En önemlisi vektörel veri sonuçlu mekânsal işlemler ile mekânsal sorgulama türlerinden hangilerini destekledikleri (Tablo 14),
- Sayısallaştırma, resim ya da vektörel verileri bükülebilme özelliğine sahip olup-olmadıkları
- İlk bakışta önemsiz gibi görünse de koordinatlandırılmış resim ya da vektör çıktı (Tablo 15) biçimlerinin hangilerini destekledikleri gibi konular aydınlatılmıştır.

Tablo 3. ÖAKK CBS yazılımlarının bileşenleri ve bileşen düzeyleri (Jolma vd., 2006).

Bileşen Düzeyi	ÖAKK CBS Bileşeni	Kümeleme
Uygulama Uzantıları / Eklentiler	BASINS, SEXTANTE, fTools gibi	Son Kullanıcıya Yönelik Uygulama Yazılımı
Uygulama Yazılımı	QGIS, GRASS, JUMP, uDIG, SAGA gibi	Kullanıcı Arayüzü
Uygulama Geliştirme Ortamı	Eclipse, QT, OpenGL, SharpDevelop	
Üst Düzey Araçlar	GeoTools, PostGIS, MapWinGIS ActiveX	Veri Hizmeti
Üst Düzey Script Dilleri	Python, Perl, R, R Spatial, PHP	Veri İşleme
Alt Düzey Araçlar	Shapelib, GDAL / OGR, GMT, JTS / GEOS	
Alt Düzey Programlama Dilleri	C, C++, Java, Fortran, C#, VB.NET	Sistem Yazılımı
İşletim Sistemi	Linux, Cygwin (MinGW), MW	

İnceleme kapsamına alınan her bir ÖAKK CBS uygulama yazılımının, yukarıda tanımlanan özellik, işlevsellik ve süreçlere ilişkin sergilemiş olduğu başarımları, ana karşılaştırma çizelgeleri olan Tablo 4 ve Tablo 5’de harf ya da rakam işaretleri kullanılarak kodlanmıştır. Tablo 4 ve Tablo 5’de yer alan rakam ve harf kodlarının açılımı için ilgili süreç, özellik ya da işlevsellik bazında ayrıca oluşturulmuş bulunan kod açılım çizelgelerine bakılması gerekmektedir (Tablo 6 – Tablo 12 arası çizelgeler). Tablo 4 ve 5’in ilk sütununda ve satır başlarında, değerlendirme kapsamında incelenen her bir işlevsellik, özellik ya da sürece ilişkin tanımlayıcı bilgilerden hemen sonra parantez içerisinde verilen rakamlar, söz konusu işlevsellik, özellik ya da sürecin hangi çizelge kapsamında kodlandığını göstermektedir.

Örneğin ana değerlendirme çizelgelerinin ilk sütunun ilk satırında yer alan “Vektörel Veri (6)” tanımlaması, incelenen özellik, süreç ya da işlevsellikle ilgili olarak, Tablo 4 ve Tablo 5’de kullanılan rakam ya da harf kodlarının açılımı için Tablo 6’da yer alan kod açılımlarına bakılması gerektiğini göstermektedir. Genel değerlendirme çizelgelerinde (Tablo 4 ve Tablo 5), sonunda ° işaretinin yer aldığı kodlar, eklenti ile ilave edilebilen özellik, süreç ya da işlev anlamına gelmektedir. Hücrelerde yer alan E işareti ise aranan özelliğin ya da işlevin incelenen AKK CBS yazılımında var olduğu anlamında “evet” anlamına gelmektedir.

c. Ayrıntılı Karşılaştırma

Yukarıda tanımlanan çerçevede, ÖAKK CBS uygulama yazılımları, oluşturulan çizelgeleme sistemi (Tablo 4 -Tablo 12 arası çizelgeler) ile karşılaştırmalı biçimde değerlendirildiğinde; temel karşılaştırma çizelgeleri olan Tablo 4 ve Tablo 5’ten görüleceği üzere farklı işletim sistemleri üzerinde çalışabilme özelliği (Tablo 12) bakımından en üstün ÖAKK CBS uygulama yazılımlarının, Java üzerinden çalışan CBS yazılımları olduğu ortaya çıkmıştır. Java Sanal Makinesi’nin kullanılan işletim sistemi üzerinde yüklü bulunması söz konusu yazılımların çalıştırılabilmesi için yeterli olduğundan, Java tabanlı CBS uygulama yazılımları inceleme kapsamına alınan tüm işletim sistemleri üzerinde çalışabilmektedir.

Ancak, Java uygulama yazılımlarının hızı ve kapasiteleri sanal makine üzerinden çalışmalarını nedeniyle önemli ölçüde düşmektedir. Gerçekten de CBS işlemlerini, Java üzerinden çalışan ÖAKK CBS uygulamalarında gerçekleştirmek daha fazla zaman almakta, veritabanının büyük

olması durumunda ise yazılım hata verebilmektedir. Burada vurgulanması gereken önemli bir diğer husus 64 bit donanımla uyumlu işletim sistemleri üzerinde çalışan her uygulama yazılımının kendiliğinden 64 bit yazılım olmadığı, çoğu 32 bit uygulamanın sorunsuz bir şekilde 64 bit üzerinde çalıştırılabildiği, ancak bu durumda 64 bit donanım mimarisinin önemli özelliklerinden istifade edilemediğidir. Bu kapsamda, doğrudan 64 bit uygulama sürümü bulunan CBS yazılımları olarak karşımıza, GRASS, QGIS, MapWindow, JUMP Ailesi, uDig, OpenEV ve Thuban çıkmaktadır (Tablo 4, 5 ve 12). Söz konusu yazılımların, 64 bit donanımla uyumlu sürümlerinin de MapWindow dışında yine sadece Linux platformu için elde edilebilir olduğunun belirtilmesi gerekir.

Sadece MapWindow ile ILWIS yalnızca MW işletim üzerinde çalışabilmektedir. Diğer yazılımların hem MW hem de Linux işletim sistemleri üzerinden çalışan sürümleri bulunmaktadır. ÖAKK CBS yazılımlarının Linux sürümlerinin, söz konusu işletim sisteminin mimarisinden kaynaklı pek çok üstünlüğü bulunmaktadır. Örneğin RAM’in (Random Access Memory) daha verimli kullanılması ve özellikle 64 bit donanımla uyumlu ÖAKK CBS uygulama yazılımlarının şu an için çoğunlukla sadece Linux sürümlerinin bulunması gibi. Genel hatlarıyla MW ve Linux işletimleri birbiriyle kıyaslandığında, Linux’un en zayıf yönü, söz konusu işletim sistemi üzerinde bazı CBS yazılımlarının kurulumunun çok zor olmasıdır. Özellikle Java uygulamalarında, farklı Java sürümleri üzerinden çalışan ÖAKK CBS uygulama yazılımlarının bir arada çalışmasının sağlanmasında büyük sorunlar yaşanabilmektedir. Karşılaşılabilecek sorunları çözebilmek için Linux işletim sisteminde bir takım ayarların yapılması gerekmekte, bu ise ileri düzeyde Linux bilgisi gerektirmektedir.

Hedefledikleri kullanıcı kitleleri göz önüne alındığında (Tablo 4, 5 ve 16), GRASS, SAGA, ILWIS ve TerraView’in, daha çok tecrübeli CBS kullanıcılarına hitap ettiği, özellikle de SAGA ve ILWIS’in araştırmacılar ve bilim adamları için daha cazip olduğu görülmektedir. QGIS, MapWindow, Java temelli CBS yazılımları ve Thuban’ın tüm kullanıcı kitlelerine hitap edebildiği, ancak ilk üçünün gelişmiş bir takım CBS çözümlerini de rahatlıkla yerine getirebildiği için bir takım eklentiler bazında araştırmacılarca tercih edilebileceği düşünülmektedir. Ağırlıklı biçimde CBS görüntüleyicisi olarak geliştirilen TerraView, OpenEV ve Thuban arasında kullanımı en kolay olan CBS yazılımı Thuban olup, TerraView’in gerek kullanım

açısından gerekse barındırdığı özellikler ve işlevsellikler bakımından daha üst profildeki kullanıcılara hitap edebileceği gözlenmektedir.

ÖAKK CBS yazılımlarının hedeflediği uygulama alanları incelendiğinde (Tablo 4, 5 ve 16), OpenEV ve Thuban dışındaki CBS yazılımlarının basit görselleştirme çabalarının ötesine geçtiği az ya da çok temel mekânsal çözümler ve haritacılık uygulamalarını içerdiği görülmektedir. Özellikle GRASS ve SAGA'nın bilimsel çözümler için en uygun ÖAKK CBS uygulama yazılımları olduğu ortaya çıkmaktadır. MapWindow ve QGIS başta olmak üzere diğer ÖAKK CBS yazılımlarında da eklentiler aracılığıyla pek çok karmaşık bilimsel ve mekânsal çözümler rahatlıkla yapılabilmektedir. Daha öncede vurgulandığı gibi çoğu zaman eklenti mimarisiyle farklılaşan isimler altında değişik MapWindow (BASIN ve MWSWAT (MapWindow Soil and Water Assessment Tool) gibi) ve JUMP (SkyJUMP ve OpenJUMP-TanaTO gibi) sürümlerine rastlanmaktadır. Keza, QGIS-GRASS ve Surfit-SAGA bağlantısı ya da R-project'in GRASS başta olmak üzere SAGA (RSAGA) ve TerraLib (aRT: RTerraLib API) ile olan bağlantıları yine eklenti mantığını aşan işlevsel-stratejik yazılım birliktelikleridir.

ÖAKK CBS yazılımları, söz konusu yazılımları geliştiren uzmanlar ya da yazılım ekipleri bakımından incelendiğinde (Tablo 4, 5 ve 16), öncelikle geliştirici aktörlerin bağlı oldukları ve mali kaynaklarından yararlandıkları kurumların, araştırma enstitüleri, üniversiteler, vakıflar, dernekler, yerel ve merkezi idareler olmak üzere çok geniş bir yelpazede yer almakta olduğu ortaya çıkmaktadır. Araştırma enstitüleri ve üniversitelerin ön plana çıktığı CBS uygulama yazılımlarının başında SAGA, ILWIS, TerraView, MapWindow ve gvSIG gelmektedir. Her biri çok başarılı ve özgün yazılımlar olan bu CBS yazılımları, geliştirici ekibin niteliklerini ve izlerini, barındırdıkları işlevsellik, özellikler ve CBS mimarisine de yansıtılmaktadır. Şirketlerin daha ön planda olduğu ÖAKK CBS uygulama yazılımlarının başında JUMP Ailesi, Kosmo, gvSIG ve uDig gibi özellikle Java üzerinden çalışan CBS yazılımları gelmektedir. Söz konusu CBS yazılımların gelişmesinde, geliştirici şirketler, mali yönden yerel ya da merkezi idarelerce sürekli biçimde desteklenmiştir. GRASS, ayrıca TerraView ve uDig-DivaGIS'in gelişmesinde vakıfların da önemli katkısı bulunmaktadır. Gönüllü yazılımcılar, hemen hemen tüm ÖAKK CBS yazılımlarının gelişmesine değişik biçimlerde ve ölçülerde

katkıda bulunmaktadır. Özellikle bazı uzmanlaşmış CBS işlevleri ve özelliklerinin eklenti biçiminde hazırlanmasında gönüllü yazılımcılar büyük katkı sağlamaktadırlar.

İnceleme kapsamına alınan AKK CBS yazılımlarının hepsi ya 'Genel Kamu Lisansı' (GKL) ya da 'Mozilla Kamu Lisansı'na (MKL) sahiptir. Bir yazılımın ÖAKK CBS olma özelliği de temelde incelenen yazılımın bir 'Kamu Lisansı'na sahip olup-olmama durumuna göre belirlenmiştir. Bu çalışmanın ilk aşamalarında inceleme kapsamına alınan pek çok ücretsiz CBS yazılımı, herhangi bir 'Kamu Lisansı'na sahip olmadıkları için değerlendirme kapsamından çıkarılmıştır. Böylece iç tutarlığı olan bir yazılım listesi bağlamında genel bir değerlendirme yapabilmek olanaklı olmuştur. Bu kapsamda, ülkemizde ÖAKK yazılım hareketinin cılız kalmasının, CBS uygulama yazılımlarına da yansımakta olduğunun özellikle belirtilmesi gerekir. Dünyanın dört bir yanında İspanya, Brezilya, Kanada, Almanya ve ABD'de gerek merkezi gerekse yerel ve bölgesel hükümetler tarafından mali yönden desteklenen yazılım ekipleri, değişik ülkesel ve bölgesel ihtiyaçlar doğrultusunda, ÖAKK CBS uygulama yazılımları ve kütüphaneleri üretmektedir.

ÖAKK CBS yazılımları, daha teknik işlevsellikler ve süreçler kapsamında incelendiğinde, Tablo 4 ve Tablo 5'den görüleceği üzere, başta farklı veri biçimleri (Tablo 6) üzerinden işlem yapabilmek olmak üzere ÖAKK CBS uygulama yazılımlarının pek çok konuda yetkinlik kazandığı, bazı durumlarda Ücretli ve KKK CBS yazılımlarında bile bulunmayan işlevleri yerine getirebildikleri gözlenmektedir. Örneğin, ÖAKK CBS yazılımları arasında GRASS, QGIS, SAGA, ILWIS, OpenEV ve Thuban, GDAL tarafından desteklenen resim veri biçimlerini açabilmektedir. Keza, yine GRASS, QGIS, OpenEV ve Thuban, OGR kapsamında desteklenen vektör veri biçimlerini de okuyabilmektedir. Bunların dışında, tüm ÖAKK CBS yazılımları, sanayi standardı denebilecek en temel vektör (shp) ve resim (tif, jpg) veri biçimlerini okuyabilmekte ve yine bu biçimlerde bilgi saklayabilmektedir. Bazı yazılımlar (uDig-DivaGIS ve OpenEV gibi) doğrudan çizelgesel veritabanlarını açamada, çoğunda ilave özellikler ve sorgulamalar için başka çizelgeler rahatlıkla açılabilen ve mevcut vektörel veritabanı ile ilişkilendirilebilmektedir. Yine birkaç yazılım dışında (SAGA ve ILWIS), diğer tüm CBS yazılımları, kısıtlı olsa internet üzerinden bazı veritabanlarına bağlanmaya izin vermektedir. Veritabanı

bağlantısında özellikle Java tabanlı ÖAKK CBS'lerin daha başarılı olduğu söylenebilir.

Hemen hemen incelenen yazılımların tümünde rahatlıkla koordinat dönüşüm işlemi yapılabilmektedir. Sadece JUMP Ailesi'nde bu özellik bulunmamıştır. Ancak, bu çalışma kapsamında tüm JUMP Ailesi'nin incelenmediğinin de belirtilmesi gerekir. Özel bazı JUMP sürümlerinde ya da eklenti bazında söz konusu özellik bulunabilir. Coğrafi bilgilerin oluşturulması süreci kapsamında, Thuban ve TerraView dışında tüm CBS yazılımlarında bir takım olanakların [çizelgesel, raster ve grid(ızgara) resim veri oluşturma ve düzeltme olanakları] olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4, 5 ve 7). Özellikle yine Java üzerinden çalışan CBS yazılımlarında, vektörel veri oluşturma ve düzeltme işlevlerinin, giderek mükemmeliyet kazandığı ortaya çıkmaktadır. "C" ve ".NET" ortamında yazılmış ÖAKK CBS uygulamaları da temel veri oluşturma ve düzeltme işlevlerine sahip bulunmaktadır. Ancak, söz konusu ortamlarda yazılmış bazı CBS uygulama yazılımlarında veri oluşturma ve düzeltme işlevlerini keşfetmek bir hayli zaman almaktadır.

Gelişmiş veri oluşturma ve düzeltme işlevleri olarak kümelenen ve CBS yazılımlarında aranan pek çok özelliği bünyesinde barındıran önemli işlevler (kuşak yaratma, çizgi genelleştirme, çokgenleştirme gibi), OpenEV ve Thuban dışında diğer tüm ÖAKK CBS yazılımları tarafından değişik ölçülerde gerçekleştirilebilmektedir (Tablo 4, 5, 8 ve 9). Özellikle TerraView, OpenEV ve Thuban'ın temelde birer CBS görüntüleyicisi olarak geliştirildikleri düşünülürse, aslında bazı konularda kendilerinden başlangıç aşamasında beklenen işlev ve özelliklerin ötesinde başarımlar gösterdikleri ortaya çıkmaktadır. Zaten daha zor işlevler olan topolojik veri düzeltme işlevleri ve araçları da sadece bu yazılımlarda bulunmamaktadır (Tablo 4, 5 ve 9). Ancak, basit konu haritaları, incelenen tüm CBS yazılımlarında rahatlıkla üretilebilmektedir. İncelenen yazılımlarda bu konuda gözlemlenen ilginç bir durum, çok gelişmiş bir mimariye sahip bulunan SAGA ve JUMP Ailesi'nde derecelen-dirilmiş semboller üzerinden konu haritası üretme seçeneğinin bulunmayışıdır (Tablo 4, 5 ve 11). Gelişmiş konu haritalama olarak sınıflanan özellikler (iç değerlendirme yöntemleri kullanılarak eş yükselti eğrileri ve eğitim haritası oluşturma gibi) bakımından, yine TerraView, OpenEV ve Thuban dışındaki CBS yazılımlarının belli ölçülerde pek çok işlevi yerine getirebildiği tespit edilmiştir.

Topolojik veri düzeltme işlemleri konusunda, en gelişmiş ÖAKK CBS yazılımları olarak karşımıza Jump Ailesi çıkmaktadır (Tablo 4, 5 ve 9). Tablo 4 ve Tablo 5'de, topolojik düzeltme işlemleri ayrıntılı olarak açılmamış, sadece incelenen ÖAKK CBS uygulama yazılımlarında, temel bazı özelliklerin olup olmadığı hususu aydınlatılmaya çalışılmıştır. Özellikle, mekân dizimi (space syntax) çözümlemelerinin yapılmasında büyük kolaylıklar sağlayan bir seri topolojik düzeltme işlemi, OpenJUMP ailesi içerisinde '*planar graph*' eklentisi ile rahatlıkla yapılabilmektedir.

Herhangi bir CBS yazılımında, olmazsa olmaz teknik özelliklerin başında gelen vektörel veri sonuçlu mekânsal işlemler ve mekânsal sorgulamalar konusunda, karşımıza en başarılı CBS yazılımları olarak, SAGA, JUMP Ailesi, gvSIG ve ilginç bir şekilde TerraView çıkmaktadır (Tablo 4, 5 ve 14). GRASS'da ve QGIS'de de özellikle GRASS eklentisi üzerinden, temel mekânsal sorgulamalar ve vektörel veri sonuçlu mekânsal işlemler gerçekleştirilebilmektedir. QGIS'te, yine fTools eklentisi ile GRASS'dan bağımsız olarak mekânsal sorgulamalar ve vektörel veri sonuçlu mekânsal işlemler rahatlıkla gerçekleştirilebilmektedir. ÖAKK CBS yazılımlarında, eklentiler aracılığıyla sağlanan özellikler, mekânsal işlemler ve mekânsal sorgulamalar konusunda da oldukça büyük çeşitlilik göstermektedir. Örneğin, JUMP Ailesi'nde, yazılımın kendisinde hazır olarak kullanılabilen vektörel veri sonuçlu mekânsal işlemler ve mekânsal sorgulama işlevlerine rağmen, SEXTANTE gibi eklentiler aracılığıyla benzer ya da daha gelişmiş özellikler rahatlıkla eklenebilmektedir. SEXTANTE diğer Java tabanlı ÖAKK CBS uygulama yazılımlarında (gvSIG ve uDig gibi) da bir eklenti olarak çalıştırılabilmektedir. SEXTANTE'nin ilk sürümünün SAGA temel alınarak geliştirilmiş olması da ilginçtir. SAGA'da yer alan mekânsal çözümleme işlemlerinin çoğu aynen SEXTANTE'de de yer almaktadır.

En önemli CBS süreçleri ve işlevlerinden birisi olan raster ve vektör verilerin bükülmesi işleminde, SAGA, MapWindow, QGIS ve gvSIG'in en başarılı CBS yazılımları olduğu görülmektedirler (Tablo 4 ve Tablo 5). Diğer bazı CBS yazılımlarında (uDig-DivaGIS ve JUMP Ailesi) da kısmen vektör bükme işlevi bulunmaktadır. Raster ve vektör veri bükme işlemlerinde ÖAKK olmayan, ancak ücretsiz pek çok başka yazılım da bulunduğu için CBS kullanıcıları bu tür yazılımları kullanmayı tercih edebilmektedir.

ÖAKK CBS yazılımlarının en temel özelliklerinden bir diğeri olan geliştirmeye ve değişikliklere açık mimarileri göz önünde bulundurulduğunda, pek çok ÖAKK CBS uygulama yazılımında eklenti yazabilme olanağı bulunduğu görülmektedir (Tablo 4, 5 ve 12). Üzerinde eklenti yazılabilen ya da yazılan ilave kodlarla karmaşık işlemlerin kendiliğinden yaptırılabilirdiği ÖAKK CBS yazılımların başında, tarihsel olarak GRASS gelmektedir. Ancak, diğer ÖAKK CBS uygulama yazılımları, eklenti mimarisi bakımından, halefi oldukları GRASS'ı çok geride bırakmıştır. Örneğin, OpenJUMP'da hem Java kullanılarak rahatlıkla eklenti yazılabilmekte, hem de BeanShell eklentisi kullanılarak, yazılan kodlar anında çalıştırılabilmektedir. BeanShell eklentisi, aynı zamanda, yazılan basit kodların, Java derleme sürecinden geçirilmeden, birer eklenti biçiminde çalıştırılmasını da sağlamaktadır. Keza, yine OpenJUMP'da Jython konsolu kullanılarak, istenilen işlemler Python komutları bazında gerçekleştirilebilmektedir. Bu tür kolaylıkların ücretli bazı CBS yazılımlarında bile bulunmadığının özellikle vurgulanması gerekir.

Hem QGIS hem de MapWindow GIS'de basit eklenti oluşturma olanakları bulunmaktadır. Özellikle, pythonda yazılan kodlar rahatlıkla eklenti şeklinde QGIS'e aktarılabilmekte ve istenildiği zaman çalıştırılmaktadır. Ek olarak, QGIS'te istenilen işlemleri python komutlarıyla yapılmasına izin veren bir python konsolu bulunmaktadır. Bu konsol kullanılarak, basit eklentiler de rahatlıkla geliştirilebilmekte, mekânsal ara işlemlerin yapılmasında büyük bir esneklik yaratılmaktadır. MapWindow için de, benzer şekilde, basit bir eklenti aracılığıyla (MapWindow Script), VB.Net ya da C# yazılan kodlar rahatlıkla çalıştırılabilmekte ve istenildiğinde birer eklenti haline dönüştürülebilme ya da sonradan çalıştırılmak üzere yazılım kodu olarak saklanabilmektedir. SAGA ve Terraview ÖAKK CBS uygulama yazılımlarında da, söz konusu yazılımların tüm kaynak kodu indirildiğinde, uygun derleyiciler kullanılarak, eklenti tasarlamak mümkündür (Tablo 4, 5 ve 12). Özellikle söz konusu yazılımlar için önceden üretilmiş eklentiler üzerinde basit değişiklikler ya da ilaveler yaparak, mevcut eklenti yazılım altyapısından da istifade edilebilir. Benzer durum, QGIS, OpenJUMP ve Mapwindow'da geliştirilen eklentiler için de geçerlidir.

uDig içerisinde de hem bir JGrass konsolu bulunmakta, hem de Groovy kodlarının çalıştırılmasını mümkün kılan bir eklenti bulunmaktadır. Bunun yanısıra, uDig'de yine Open-JUMP'da olduğu gibi Eclipse RCP kullanılarak, rahatlıkla Java tabanlı bağımsız ve daha gelişmiş eklentiler de oluşturulabilmektedir. Görünümleri ve kullanımları ile daha basit CBS yazılımları oldukları izlenimi veren Thuban ve OpenEV de bile çok gelişmiş eklenti oluşturma olanakları bulunmaktadır. Hem Thuban hem de OpenEV'de öncelikle python kullanılarak rahatlıkla yeni eklentiler oluşturulabilmekte ve karmaşık CBS işlemleri, belirli rutinlere bağlanarak rahatlıkla gerçekleştirilebilmektedir (Tablo 4, 5 ve 12). Hatta OpenEV'de bir python konsol uygulaması da bulunmaktadır. Bu uygulama sayesinde, oluşturulmak istenilen eklentiye ilişkin ilk komut denemeleri anında OpenEV'in üzerinde satır komutu olarak test edilebilmektedir.

Son olarak, CBS yazılımlarında üretilen fiziki ya da konusal haritaların resim ya da vektör çıktısını alabilmek önemli ve aranan bir başka CBS uygulama yazılım özelliğidir. Özellikle, üretilen resim ya da vektörün koordinatlarının, sonradan yine CBS yazılımlarında kullanılmak üzere bir metin dosyasında saklanabilmesi, en çok aranan CBS yazılım niteliklerinden birisidir. İncelenen ÖAKK CBS yazılımlarının hemen hepsinde resim ya da vektör çıktı alınabilmekte, koordinatlandırılmış resim ya da vektör çıktı ise ancak GRASS, TerraView ve OpenEV dışındaki CBS yazılımlarında alınabilmektedir (Tablo 4, 5 ve 15).

Önemli bir diğer CBS süreci olan resim verilerin kendiliğinden ya da etkileşimli biçimde sayısallaştırılması konusunda ise ancak GRASS, ILWIS ve gvSIG gerekli işlevleri bünyesinde barındırmaktadır (Tablo 4, 5 ve 15). Diğer CBS yazılımlarının bu konuda büyük bir eksikliği bulunmaktadır. Ancak, söz konusu özellik artan oranda Bilgisayar Destekli Çizim (BDÇ) yazılımları ya da bu iş için özel olarak tasarlanmış yazılımlar tarafından gerçekleştirildiği için CBS kullanıcıları da ağırlıklı olarak söz konusu çözüm paketlerini, özellikle de ücretsiz olanlarını (Img2CAD ve Raster to Vector gibi) tercih etmektedirler. Haritacılık uygulamalarında, bu konuda kullanılan bir diğer AKK yazılım, eğitim amaçlı olarak Brezilya'da geliştirilen e-Foto yazılımıdır (Yurtseven, 2008).

Tablo 4. Temel bazı işlevsellikler, özellikler ve süreçler bakımından ÖAKK CBS yazılımlarının birbiriyle karşılaştırılması (1).

İşlevsellikler-Özellikler-Süreçler		GRASS	QGIS	SAGA	ILWIS	TerraView	MapWindow
Vektörel Veri (6)	Okuma	OGR	OGR°	1, 5	1, 5	1, 4	1, 5°
	Yazma			1	1, 5	1, 4	1
Raster Resim Veri (6)	Okuma	GDAL	GDAL°	GDAL	GDAL	1, 3, 6	1-8
	Yazma				2-3, 5	1, 3, 7-8	1
Grid (ızgara) Resim Veri (6)	Okuma	GDAL	GDAL°	GDAL	2, 4	1, 4	1-4
	Yazma				2, 4	1, 4	1-4
Çizelgesel Veri (6)	Okuma	1, 5,-6	1, 5°-6°	1-3, 6	1, 3, 5-6	1-2, 5-6	1, 3°, 5-6
	Yazma	1, 5,-6	-	-	1, 6	1-2	-
Veritabanı Bağlantısı (6)	Okuma	1, 3-5, 7	1, 4°	-	-	1, 3-6	1
	Yazma	1	-	-	-	1, 3-6	1
OGC Uyumu (6)		1-2	1-2	-	-	1	-
Koordinat Dönüşümleri		E	E	E	E	E	E
KKS Desteği (13)		1, 3-5	1°-5°	3-5	E	-	1°, 5°
Vektörel Veri Oluşturma İşlevleri (7)		1-3	1-4, 9	1-4, 8-9	1-3	-	1-3, 5, 6
Vektörel Veri Düzeltme İşlevleri (7)			1-2, 4, 6-7	7	1, 4, 6-7	-	2-3, 5-8
Vektörel Veri Nesnesi Yakalama Araçları (13)		2 ¹	2	-	-	-	2
Çizelgesel Veri Oluşturma ve Düzeltme (7)			1-4, 5°, 6-7	1-7	1-7	1-7	1-7
Gelişmiş Vektörel Veri Oluşturma ve Düzeltme İşlevleri (8)		a-b, e-g, i-k	a°-g°, j°	a-c, f-k	b-c, g, j-k	a, d, f-j	a, e-g, j
Gelişmiş Çizelgesel Veri Oluşturma ve Düzeltme İşlevleri (8)		a, d ¹ -g ¹	a°-e°, h°, j°, k°	a-h, j	a, j-k	a-c	a, d
Topolojik Veri Düzeltme İşlevleri ve Araçları (9)		1-4	1°-4°	3	1-4	-	3
Grid Veri Oluşturma ve Düzeltme İşlevleri (10)			1°, 4°, 5°	1-5	-	1, 4-5	2-3, 5
Raster Veri Oluşturma ve Düzeltme İşlevleri (10)			1, 4-5, 2°	1-5	3-5	1, 4-5	1-3, 5
Basit Konu Haritalama (11)		1-2, 4-6	1-3	2-6	1-6	1, 2-6	1-3, 6
Gelişmiş Konu Haritalama (11)		1-8	1°-5°, 7°-8°	2-8	1, 3-6, 8-9	2	3-4°
Vektörel Veri Sonuçlu Mekânsal İşlemler (14)		1-4	1°-4°	1-4	-	1, 2, 4	1-3
Mekânsal Sorgulama ve Sentez Vektörel Katman Oluşturulması (14)		1, 6	1°-2°, 4°, 6°	1-5	-	1-6	1-2, 4, 6
Raster Verilerin Bükülmesi		E	E°	E	E	-	E
Vektörel Verilerin Bükülmesi		E	E°	E	E	-	E
Resim-Vektör Çıktı (15)	Koordinatlandırılmış	-	3°	1-3, 6-7	1	-	1-2, 6
	Koordinatlandırılmamış	1-3, 7	1-3	1-3, 6-7	1	1, 7	1-2, 6
Sayısallaştırma (15)		1	-	-	1-2	-	-
Yazılımı Geliştiren Aktör Kümeleri (16)		3, 4	3	1-2	1	1-2, 4	1-2
Uygulama Odağı (16)		4-5	1-2	1-5	2-3	1-2, 4-5	1-5
Kullanıcı Odağı (16)		2-3	1-2	2-3	2-3	2-3	1-2
Üzerinde Çalıştığı İşletim Sistemi (12)		a, c, e-h	a-h	a, c, e, g	a, b	a, e	a-b
Yazılım Dilleri (12)		a	b	a, b	c	b, g	c, g
Desteklediği Eklenti Yazılım Dilleri (12)		a, f	f, h	a, b, f	b, c	b, g	c, g
Lisans Türü		GNU GKL	GNU GKL	GNU KGKL	GNU GKL	GNU GKL	MKL 1.1
İlk Üretim Yılı		1982	2002	2001	1985	2005	1998
‘Kaynak Ülke’ ²		ABD, İtalya	-	Almanya	Hollanda-Almanya	Brezilya	ABD
CBS Sürümü		6.3.0	0.11.0	2.0.3	3.4	3.2.0	4.6.602

Not: Tabloda yer alan rakam ve harf kodlarının açılımı için lütfen ilgili süreç, özellik ya da işlevsellik bazında ayrıca oluşturulmuş bulunan kod açılım tablolarına bakınız (Tablo 6 – Tablo 12). Tablonun ilk sütununda ve satır başlarında, değerlendirme kapsamında incelenen her bir işlevsellik, özellik ya da sürece ilişkin tanımlayıcı bilgilerden hemen sonra parantez içerisinde verilen rakamlar, söz konusu işlevsellik, özellik ya da sürecin hangi tablo kapsamında kodlandığını göstermektedir. Genel değerlendirme tablosunda, sonunda ° işaretinin yer aldığı bilgiler, eklenti ile ilave edilebilen özellik, süreç ya da işlev anlamına gelmektedir. Hücrelerde yer alan E işareti, aranan özelliğin ya da işlevin var olduğu anlamında ‘evet’ anlamına gelmektedir.

Tablo 5. Temel bazı işlevsellikler, özellikler ve süreçler bakımından ÖAKK CBS yazılımlarının birbiriyle karşılaştırılması (2).

İşlevsellikler-Özellikler-Süreçler		JUMP Ailesi ¹	gvSIG	uDig ve Diva-GIS	Kosmo	OpenEV	Thuban
Vektörel Veri (6)	Okuma	1, 5, 7	1-2, 5-7	1, 7-8	1-2, 5-6	1, OGR°	1, OGR°
	Yazma	1, 5, 7	1, 5, 7	1	1, 5	1	1
Raster Resim Veri (6)	Okuma	1-4, 6-7	1-8	1, 2, 7	1-4, 6-8	GDAL	GDAL°
	Yazma	1, 7	1-8	2, 7	1-2, 8		
Izagara Resim Veri (6)	Okuma	4	4	1-2		GDAL	GDAL°
	Yazma	-	-	2			
Çizelgesel Veri (6)	Okuma	5-6	1, 5	-	1-2	-	1, 5
	Yazma	-	-	-	3, 5	-	1, 5
Veritabanı Bağlantısı (6)	Okuma	1	1, 5	1-2, 5-6	1, 5-6	1	1
	Yazma	1	1, 5	1-2, 5-6	1, 5-6	-	1
OGC Uyumu (6)		1-2	1-2	1-2	1	1	-
Koordinat Dönüşümleri		-	E	E	E	E	E
KKS Desteği (13)		3-5	-	1, 3, 5	-	-	-
Vektörel Veri Oluşturma İşlevleri (7)		1-9	1-6	1-9	1-5	1-3	-
Vektörel Veri Düzeltme İşlevleri (7)		1-7	1-7	1-2, 4-7	1-4, 6-9	2-3, 7	-
Vektörel Veri Nesnesi Yakalama Araçları (13)		2-4	2-4	-	1-4	2	-
Çizelgesel Veri Oluşturma ve Düzeltme (7)		1-7	1-7	1-4	1-7	1-4, 6	-
Gelişmiş Vektörel Veri Oluşturma ve Düzeltme İşlevleri (8)		a-e, k	a-g, i-k	a-b, f, k	a, c-h, j-k	-	-
Gelişmiş Çizelgesel Veri Oluşturma ve Düzeltme İşlevleri (8)		a-h, j-k	a-h, j	-	a-e, h, j	-	-
Topolojik Veri Düzeltme İşlevleri ve Araçları (9)		1-3	1-4	1-3	1-2, 4	-	-
Grid (ızgara) Veri Oluşturma ve Düzeltme İşlevleri (10)		-	1-5	-	1	4-5	-
Raster Veri Oluşturma ve Düzeltme İşlevleri (10)		-	1-5	-	-	4-5	-
Basit Konu Haritalama (11)		2-3	2-3, 6-7	2-3	2-3	1-3, 6	1-3
Gelişmiş Konu Haritalama (11)		1-3, 5, 8-9	2-8	2-6	2	-	-
Vektörel Veri Sonuçlu Mekânsal İşlemler (14)		1-4	1-4	1, 3-4	1-4	-	-
Mekânsal Sorgulama ve Sentez Vektörel Katman Oluşturulması (14)		1-6	1-6	1	1-5	-	-
Raster Verilerin Bükülmesi		-	E	-	-	-	-
Vektörel Verilerin Bükülmesi		E	E	E	-	-	-
Resim-Vektör Çıktı (15)	Koordinatlandırılmış	2, 7	2	3, 6-7	1-3	-	3
	Koordinatlandırılmamış	2, 7	1-2, 7	3, 6-7	1-3	3, 6	5
Sayısallaştırma (15)		-	1	-	-	-	-
Yazılımı Geliştiren Aktör Kümeleri (16)		3, 5	2, 5-6	3-5	5-6	3, 5-6	5
Uygulama Odağı (16)		1-2, 5	1-5	1-2, 5	1-2, 5	1-2	2
Kullanıcı Odağı (16)		1-4	1-4	1-2, 4	1-2, 4	2-3, 4	1
Üzerinde Çalıştığı İşletim Sistemi (12)		a, c, e-h	a, c, e, g	a, c, e-j	a, c, e-h	a, e-j	a-b, e-f, i, j
Yazılım Dilleri (12)		d	d	d, e	d	a, f	f
Desteklediği Eklenti Yazılım Dilleri (12)		d-f, j	d, f	d-e, j	d	f	f
Lisans Türü		GNU GKL	GNU GKL	GNU KGKL	GNU GKL	GNU KGKL	GNU GKL
İlk Üretim Yılı		2002	2003	2004	2005	2000	2001
'Kaynak Ülke' ²		Canada	İspanya	Canada	İspanya	Canada	Almanya
CBS Sürümü		J-1.2, OJ-1.0.1, TOJ-2.0, SJ-1.2.2 ³	1.1.2	uDig-1.1.0-SC3, Diva-6.0.3	1.2.1	1.80	1.2.1

¹ JUMP Ailesi başta JUMP, OpenJUMP ve türevleri olmak üzere OpenJUMP-TanaTO ve SkyJUMP olarak ele alınmıştır.² Yazılımı ilk üreten ve devam ettiren ekibin ağırlıklı olarak bulunduğu ülke.³ J-JUMP, OJ-OpenJUMP, TOJ- OpenJUMP-TanaTO ve SJ- SkyJUMP olarak kısaltılmıştır.

Tablo 6. Veri ile veritabanı bağlantısı biçimleri ve OGC ağ standartlarının Tablo 4 ve 5'deki kodları.

Vektörel Veri Biçimleri		Raster Veri Biçimleri		Grid (ızgara) Veri Biçimleri		Çizelgesel Veri Biçimleri		Veritabanı Bağlantısı Biçimleri		OGC Uyumu	
1	shp	1	jpeg	1	grd	1	dbf	1	PostGIS	1	wms
2	dgn	2	tiff	2	dem	2	mdb	2	ArcSDE	2	wfs
3	tab	3	geotiff	3	dt0	3	xls	3	Oracle	3	wfs-t
4	mif	4	ecw	4	asc	4	wk1	4	PostgreSQL	4	sfs
5	dxg	5	img	5		5	csv	5	MySQL	5	wml
6	dwg	6	sid	6		6	txt	6	Oracle Spatial	6	
7	gml2	7	png	7		7		7	SQLite	7	
8	grass	8	bmp					8			

Tablo 7. Vektörel ve çizelgesel veri oluşturma ve düzeltme özelliğinin Tablo 4 ve 5'deki kodları.

Vektörel Veri Oluşturma		Vektörel Veri Düzeltme İşlemleri		Çizelgesel Veri Oluşturma ve Düzeltme	
1	nokta	1	kırpma	1	veri girişi
2	çizgi	2	kaydırma	2	veri ekleme
3	çokgen	3	döndürme	3	düzeltilme
4	delikli çokgen	4	kesme ve bölme	4	güncelleme
5	daire	5	birleştirme	5	ilişkilendirme
6	elips	6	çoğaltma	6	yeni alan açma
7	çoklu nokta	7	silme	7	alan silme
8	çoklu çizgi	8	kendiliğinden uzatma	8	
9	çoklu çokgen	9	kendiliğinden kesiştirme	9	

Tablo 8. Gelişmiş vektörel-çizelgesel veri oluşturma-düzeltilme özelliğinin Tablo 4 ve 5'deki kodları.

Gelişmiş Vektörel Veri Oluşturma ve Düzeltme		Gelişmiş Çizelgesel Veri Oluşturma ve Düzeltme	
a	kuşak yaratma	a	alan istatistiği alma
b	çizgi genelleştirme	b	alanlar arası matematiksel işlemler
c	çokgenleştirme	c	işlemleri alana yazma
d	bileşenlere ayırma	d	coğrafi alan hesabını yazma
e	nokta verilerin etrafını çokgenle kuşatma işlemi	e	uzunluk bilgisini yazma
f	çizelgesel veriden yeni bütünleşik vektörel nesne yaratma	f	vektörel nesnelerin geometrik merkez verisini alana yazma
g	çizelgesel koordinat verilerinin nokta verisine dönüştürülmesi	g	vektörel nesnelerin merkez verisini belli bir ya da yeni bir alana yazma
h	çizelgesel koordinat verilerinin iz verisine dönüştürülmesi	h	diğer vektörel bilgileri çizelgede belli bir ya da yeni bir alan yazma
i	paftalar için vektörel adres gridleri(ızgaraları) oluşturma	i	oluşturulan vektörel adres gridleri (ızgaraları) için pafta adres verisini yazma
j	vektörel verilerin istenilen koordinat sisteminde saklanması	j	aynı vektörel katmana birden fazla çizelge bağlayabilme
k	köşe ekleme, silme, kaydırma	k	çokgenlerin Bilgisayar Destekli Çizim etiket ismini çizelgeye aktarabilme

Tablo 9. Topolojik veri düzeltme işlevlerinin Tablo 4 ve Tablo 5'deki kodları.

Vektörel Katmanların Doğru Geometriye Sahip Olup Olmadığının Denetimi	
1	aynı katmanda bulunan vektörel nesnelerin kendileriyle kesişip kesişmediğinin denetimi
2	aynı katmanda bulunan vektörel nesnelerin birbiriyle tamamen örtüşüp örtüşmediğinin denetimi
3	aynı katmanda bulunan üst üste fazlalık oluşturan vektörel nesnelerin teke indirilmesi
4	aynı katmanda bulunan vektörel nesnelere birbiriyle kesişenlerin, kesişme noktasına düğüm atılması

Tablo 10. Grid (ızgara) ve raster veri oluşturma ve düzeltme özelliğinin Tablo 4 ve 5'deki kodları.

Grid (ızgara) Resim Veri Oluşturma ve Düzeltme		Raster Resim Veri Oluşturma ve Düzeltme	
1	vektörel veri özelliklerinden grid (ızgara) veri oluşturma (iç değerlendirme – interpolation)	1	raster veri üzerinde belli bir renk değerini ya da birden fazla rengi şeffaflaştırma
2	grid (ızgara) verileri kırpma	2	raster verileri kırpma
3	grid (ızgara) verileri birleştirme olanağı	3	raster verileri birleştirme olanağı
4	band verilerini seçebilme, ayarlayabilme	4	band verilerini seçebilme, ayarlayabilme
5	renk ve görüntü ayarları	5	renk ve görüntü ayarları

Tablo 11. Konu haritalama ve gelişmiş konu haritalamanın Tablo 4 ve Tablo 5'deki kodları.

Konu Haritalama (Thematic Mapping)		Gelişmiş Konu Haritalama	
1	derecelendirilmiş sembol-nokta	1	thiessen-voronoi çokgen yaratma
2	aralıklara göre renklendirme	2	noktalardan grid (ızgara) verileri yaratma
3	tekil değerlere göre renklendirme	3	eşyüksele ya da eşdeğer eğrileri oluşturma
4	vektörel nesnelere üzerinde çubuk grafik yaratma	4	akım çizgileri oluşturma
5	vektörel nesnelere üzerinde pasta grafik yaratma	5	eğim haritası yaratma
6	çoklu etiketleme	6	Bakı (güneşlenme) haritası yaratma
7	noktalarla yoğunluk yaratma	7	görünürlük çözümlenmeleri (hat boyunca görünürlük)
8		8	3 boyutlu görüntü oluşturma ve gölgeleme
9		9	yüzeye baskı oluşturma (drapping)

Tablo 12. Yazılım dilleri, desteklenen eklenti yazılım dilleri ve işletim sistemlerinin Tablo 4 ve Tablo 5'deki kodları.

Yazılım Dilleri		Desteklenen Eklenti Yazılım Dilleri		'Desteklenen İşletim Sistemleri'	
a	ANSI C	a	ANSI C	a	Windows XP (32 bit)
b	C++	b	C++	b	Windows XP (64 bit)
c	MS Visual C	c	MS Visual C	c	MacOS X (32 bit)
d	Java	d	Java	d	MacOS X (64 bit)
e	Java (Eclipse RCP)	e	Java (Eclipse RCP)	e	Debian Linux (32 bit)
f	Python-Jython	f	Python- Jython	f	Debian Linux (64 bit)
g	MS .NET	g	MS .NET	g	Ubuntu Linux (32 bit)
h	Qt	h	Qt	h	Ubuntu Linux (64 bit)
i	Tcl-Tk	i	Tcl-Tk	i	Redhat Linux (32 bit)
j		j	BeanShell	j	Redhat Linux (64 bit)

Tablo 13. KKS desteği ve vektörel veri nesnesi yakalama araçlarının Tablo 4 ve 5'deki kodları.

Küresel Konumlandırma Sistemi (KKS) Desteği		Vektörel Veri Nesnesi Yakalama Araçları	
1	KKS verilerini doğrudan alıcı cihazdan alabilme özelliği	1	vektörel nesne merkezini yakalama
2	KKS verilerini doğrudan alıcı cihaza gönderebilme özelliği	2	vektörel nesne düğümlerini yakalama
3	KKS verilerini GPX dosyasından alabilme özelliği	3	yakalama yarıçapına göre yakalama
4	KKS verilerini GPX dosyasına kaydedebilme özelliği	4	grid (ızgara) altlığına göre yakalama
5	KKS verilerini vektörel biçimde saklayabilme özelliği		

Tablo 14. Farklı vektörel katmanlar arasında sonucu vektörel nesne olan mekansal işlemler ve mekansal sorgulama ve nitelik verisinin ilgili çizelgeye alınmasının Tablo 4 ve Tablo 5'deki kodları.

Farklı Vektörel Katmanlar Arasında Mekânsal Sorgulama ve Sentez Vektörel Katman Oluşturulması		Farklı Vektörel Katmanlar Arasında Sonucu Vektörel Nesne olan Mekânsal İşlemler	
1	Kesişme Sorgulaması	1	Vektörel Katmanların Birbirine Aktarılması
2	Kapsayan Sorgulaması	2	Vektörel Katmanların Örtüştürülmesi Çözümlemesi
3	Tamamen Kapsayan Sorgulaması	3	Vektörel Katmanların Bileşimi
4	İçinde Sorgulaması	4	Vektörel Katmanların Birbirinden Çıkarılması
5	Tamamen İçinde Sorgulaması	5	
6	Özelliğe ve yakınlığa göre yer seçme	6	

Tablo 15. Raster sayısallaştırma ve görüntünün basit resim ya da vektör çıktısını almanın Tablo 4 ve Tablo 5'deki kodları.

Raster Sayısallaştırma (Vectorization)		Görüntünün Basit Resim ya da Vektör Çıktısını Alma			
		Koordinatlandırılmamış		Koordinatlandırılmış	
1	kendiliğinde sayısallaştırma	1	bmp	1	bmp
2	etkileşimli sayısallaştırma	2	jpeg	2	jpeg
3	OCR özelliği bulunma durumu	3	tiff	3	tiff
4		4	emf	4	emf
5		5	wmf	5	wmf
		6	gif	6	gif
		7	png	7	png

Tablo 16. Yazılımı geliştiren aktör kümeleri, yazılımın hedeflediği asıl uygulama odağı ve kullanıcı odağının Tablo 4 ve Tablo 5'deki kodları.

Yazılımı Geliştiren Aktör Kümeleri		Yazılımın Uygulama Odağı		Yazılımın Kullanıcı Odağı	
1	araştırma enstitüleri	1	basit çözümlemeler	1	başlangıç düzeyindeki CBS kullanıcıları
2	üniversiteler	2	basit görselleştirme	2	tecrübeli CBS kullanıcıları
3	gönüllü yazılımcılar	3	haritacılık uygulamaları	3	araştırmacılar ve bilim adamları
4	vakıflar ya da dernekler	4	bilimsel çözümlemeler	4	veri girişi yapabilecek kullanıcılar
5	ticari şirketler	5	gelişmiş mekansal çözümlemeler	5	
6	yerel-merkezi hükümet			6	

4. SONUÇ

Mekânsal ve coğrafi verilerin; saklanması, görüntülenmesi, birleştirilmesi, çözümlenmesi ve modellenmesini sağlayan CBS kullanımı, bilimsel araştırmaların yanında, kamu ve özel sektör çalışmalarında ve günlük yaşamda artan oranda yaygınlaşmaktadır. ÖAKK CBS yazılımları, eklentiye açık mimarileriyle, paket sistemler yerine adım adım istenilen çözümü sunma özelliğine sahiptir. Bu sistemlerde eklentiler aracılığıyla ÖAKK CBS yazılımlarına pek çok özellik ilave edilebilmektedir. Esasen, çoğu ÖAKK CBS yazılımı birlikte çalıştıkları eklentiler olmaksızın, basit birer CBS görüntüleyicisi düzeyinde kalmaktadır. Hatta bazı durumlarda yazılım mimarisinin izin vermesi nedeniyle, bazı ÖAKK CBS yazılımları isim olarak, paket olarak hazırlandıkları eklentinin ismiyle bile anılabilmektedir.

Yapılan araştırmada ÖAKK CBS yazılımların, sadece veri görüntüleyici yazılımlar olmaktan çıktığı, CBS süreç ve işlevleri bakımından oldukça zengin kütüphaneler olduğu tespit edilmiştir. ÖAKK CBS yazılımları arasındaki sınırsız işbirliği ve ortak CBS standartları, bu konuda gerekli altyapının oluşmasında birinci derecede rol oynamıştır. ÖAKK CBS yazılımları arasındaki etkileşim oldukça kayda değerdir. Örneğin, QGIS bünyesinde bir eklenti aracılığıyla çağırılabilen GRASS işlevleri, QGIS bünyesinde yapılamayacak pek çok işlevin rahatlıkla GRASS aracılığıyla gerçekleştirilebilmesini sağlamaktadır. İlk bakışta sıradan CBS görüntüleyicileri gibi algılanabilecek bazı önemli ÖAKK CBS yazılımları, artan oranda eklenti kütüphaneleri ve kullanıcı kitlelerini genişletmektedir.

Diğer yandan, daha nitelikli ÖAKK CBS yazılımları da artan oranda sundukları çözüm olanaklarını artırmaktadır. Örneğin, GRASS üzerinden, söz konusu CBS yazılımına özgü alt yazılım olanakları kullanılarak, gayet rahatlıkla "mekan dizim" (space syntax) çözümlenmesi yapılabilmektedir. "Mekan dizim", mekansal istatistik ve ağ çözümlenmesi gibi uygulamaların çoğu, SAGA gibi gelişmiş diğer ÖAKK CBS uygulama yazılımlarında da bulunmaktadır. Söz konusu çözümlenmeler, aslında, Ücretli ve KKK CBS yazılımları üzerinden, yine ücretsiz dağıtılan eklentiler aracılığıyla çalıştırılabilmektedir. Ancak, söz konusu eklentileri çalıştırabilmek için üzerinde çalıştığı CBS yazılımının lisans ücretinin ödenmesi gerekmektedir. Özellikle, üniversitelerdeki araştırmacıların geliştirdiği bu tür eklentiler, artık rahatlıkla ÖAKK CBS yazılımları için de ulaşılabilir durumdadır ve hatta

daha karmaşık sorunların çözümünde kullanılabilirlerdir. Sadece eklentiler değil, ÖAKK CBS uygulama yazılımları tercih edilirken de, bir araştırma enstitüsü, üniversite ya da vakıf bünyesinde resmi bir yapılanma içerisinde bulunanlara öncelik verilmesi, son kullanıcılar açısından oldukça yerinde bir karar olacaktır.

Yine belgeleme bakımından da ÖAKK CBS yazılımlarının çok başarılı olduğu görülmektedir. Zaman zaman bazı eklentilerle ilgili belgelere ulaşmakta güçlükler yaşansa da çoğu zaman ücretli ve KKK CBS yazılımlarında bile bulunmayan çözümlenmelere ilişkin olarak, söz konusu eklentilerin nasıl kullanılacağı ve dayandıkları temel bilimsel ve işlemsel süreçler hakkında açıklayıcı niteliği zengin belgeler rahatlıkla temin edilebilmektedir. Bu sayede, aslında ÖAKK CBS yazılımlarının, ihtiyaçlar doğrultusunda özelleştirilebilmesi de daha rahat olmaktadır. Gerçekten de bir yazılımın sadece ÖAKK olması özel uygulamaların yapılabilmesi için yeterli olmamaktadır. Söz konusu kodlar ve ÖAKK yazılımın kullanımı konusunda açıklayıcı ve bilgilendirici belgeler, yazılım üzerinde değişikliklerin ve müdahalelerin yapılabilmesi için gerekli görülmektedir. Burada, Türkiye'de bu konuda araştırma ve çalışma yapmakta olan uzmanlara önemli bir görev düşmektedir. Daha önce de vurgulandığı gibi ÖAKK CBS yazılımlarının ülkemizde kullanıcı kitlelerini artırmak için acilen söz konusu yazılımların Türkçeleştirilmesi ve ulusal ÖAKK yazılım hareketinin büyüyerek CBS'yi de içine alması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Câmara, G., Onsrud, H., 2004, **Open Source GIS Software: Myths and Realities**, içinde Esanu, Julie M. ve Uhlir, Paul F., derleyenler, **Open Access and the Public Domain in Digital Data and Information for Science: Proceedings of an International Symposium**, Washington, The National Academies, http://www.dpi.inpe.br/gilberto/papers/camara_open_source_myths.pdf (03.08.2008).
- Jolma, A., Ames, D.P., Horning, N., Neteler, M., Racicot, A. ve Sutton T., 2006, **Free and Open Source Geospatial Tools for Environmental Modeling and Management**, <http://www.iemss.org/iemss2006/papers/w13/pp.pdf> (15.08.2008).

- Pieper Espada, G., 2008, **Free and Open Source Software for Land Administration Systems: A Hidden Treasure?**, FIG Working Week 2008 – Integrating the Generations, **FIG/UN-HABITAT Seminar – Improving Slum Conditions through Innovative Financing**, Stockholm, İsveç, 14-19 Haziran, http://www.fig.net/pub/fig2008/papers/ts03c/ts03c_03_pieperespada_2711.pdf, 05.08.2008.
- Ramsey, P., 2007, **The State of Open Source GIS**, <http://www.refrations.net/expertise/whitepapers/opensourcesurvey/survey-open-source-2007-12.pdf>, (17.08.2008).
- Rinaudo, F., Agosto, E. ve Ardisson, P., 2007, **GIS and web-GIS, commercial and open source platforms: General rules for cultural heritage documentation, XXI International CIPA Symposium**, Atina, Yunanistan, 1-6 Ekim, <http://cipa.icomos.org/fileadmin/papers/Athens2007/FP124.pdf> (01.08.2008).
- Steiniger, S., Bocher E., 2008, **An Overview on Current Free and Open Source Desktop GIS Developments**, *International Journal of Geographical Information Science*, 1. Rev., http://www.geo.unizh.ch/publications/degen/ss tein_foss_desktop_gis_overview.pdf (03.08.2008).
- Yılmaz, O.Y., 2006, **Coğrafi Bilgi Teknolojilerinde Özgür Yazılım**, *HKM Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi*, 95, 36-44.
- Yurtseven, H., 2008, **Eğitim Amaçlı Özgür Fotogrametri Yazılımı E-Foto**, 2. **Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu 2008**, 155-160.
- GRASS**, <http://grass.itc.it>
- OpenJUMP**, <http://openjump.org>
- OpenJUMP**, <http://www.openjump.org>
- SkyJUMP**, <http://www.skyjumpgis.org>
- uDig**, <http://udig.refrations.net>
- diva-gis**, <http://www.diva-gis.org>
- gvSIG**, <http://www.gvsig.gva.es>
- Kosmo**, <http://www.opengis.es>
- MapWindow GIS**, <http://www.mapwindow.com>
- MapWindow GIS**, <http://www.mapwindow.org>
- Quantum GIS**, <http://www.qgis.org>
- SAGA**, <http://www.saga-gis.org/en/index.html>
- SAGA** <http://www.saga-gis.uni-goettingen.de/html>
- ILWIS**, <http://www.ilwis.org>
- ILWIS**, <http://www.itc.nl/ilwis>
- TerraView**, <http://www.dpi.inpe.br/terraview>
- Thuban**, <http://thuban.intevation.org>
- OpenEV**, <http://openev.sourceforge.net>