



Teknik Not

ZAMANSAL COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (ZCBS), ZCBS VERİ MODELLERİ ve ZCBS'NİN KULLANIM ALANLARI

Mehmet ALKAN^a, Çetin CÖMERT^b

^aZonguldak Karaelmas Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, 67100 Zonguldak

^bKaradeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon

ÖZET

Dünyadaki her şey zamana bağlı olarak değişmektedir. Dünyadaki coğrafi verilerde zaman içerisinde sürekli değişmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS), coğrafi verinin hem geçmiş hem de güncel durumlarını veritabanında tutmaya yönelik çözümleri sunamaması sonucu, Zamansal CBS (ZCBS) kavramı bir ihtiyaç olarak ortaya çıkmıştır. Tapu ve kadastro, orman kaynaklarının yönetimi, araştırma ve geliştirme, ulaşım, kıyı kenar çizgisinin izlenilmesi alanlarında zamansal veri kullanımı, yönetimi ve sorgulanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ihtiyacı gidermek amacıyla ilgili alanlara yönelik ZCBS veri modelleri ortaya konulmuştur. Bu çalışmada ZCBS, ZCBS'de kullanılan veri modelleri ve ZCBS'nin uygulama alanları ele alınacaktır.

Anahtar kelimeler : CBS, Zamansal CBS, ZCBS Veri Modelleri ve Veritabanı.

1. GİRİŞ

Zaman içerisinde dünyadaki nesnelere iklim, mülkiyet gibi etkenler sürekli olarak değişmektedir. Bu değişimlerin takip edilmesine geçmişten günümüze gereksinim duyulmuştur. Örneğin, bir ülkedeki orman varlığında yangın, kesim, dikim gibi nedenlerle meydana gelen alan, ağaç sayısı ve türü gibi değişimler zaman içerisindeki takibi ve analizi ormancılıkta önemli olmaktadır. Bir tapu ve kadastro sisteminde ise, taşınmazların geometrik şekilleri ve öznel bilgileri zaman içerisinde çeşitli nedenlerle değişikliğe uğramaktadır. Zaman içerisindeki bu değişimlerin takibi ve analizi önemli olmaktadır. Bu örnekler birçok uygulama alanına genelleştirilecek olursa, değişik amaçlar için zamansal değişimlerin izlenmesi ve analiz edilebilmesi önem arz etmektedir.

Son yıllarda gelişen teknolojiye bağlı olarak, ilk CBS gerçekleştirmelerinden biri olarak kabul edilen Kanada CBS, çok büyük miktardaki Kanada arazi sayımı verisinin uygun bir biçimde depolanması ve istenen analizlerin hızla yapılabilmesi amacıyla, 1960'lı yıllarda geliştirilmiştir [6]. Daha sonra da değişik birçok uygulama alanında kullanılmaya başlanmıştır. Zamansal değişimlerin takibi ve analizi ihtiyacı da ZCBS'ye duyulan ihtiyaç ortaya çıkarmıştır. ZCBS ile ilgili olarak yapılan ilk çalışma 1978 yılında Basoglu ve Morrison tarafından yapılan "historic database" tasarımı kullanılarak; ABD'nin son 200 yıldaki şehirlerin sınır değişimlerinin izlenmesidir [2]. Daha sonraki yıllarda da ihtiyaç duyulan alanlarda çeşitli ZCBS uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen bu çalışmalarda ZCBS kavramı ve çeşitli veri modelleri ortaya konulmuştur. Bu çalışmada önce ZCBS tanımı verilerle açıklanacaktır. Daha sonra da ZCBS'de kullanılan veri modelleri açıklanacaktır. Son olarak da ZCBS'lerin kullanım alanları verilecektir.

2. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS)

Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS), bugün yaygın olarak kullanılan bir çok tanımı vardır. Literatürde CBS için çeşitli tanımlar mevcuttur [12]. Genel olarak CBS, konumsal veri tabanı yönetimi için tasarlanmış yazılım ve donanım elemanlarının bir bütünü olarak tanımlanabilir [13]. Burada “veri tabanı”, birbiri ile ilişkili veri topluluğu olarak tanımlanır. Birbiri ile ilişkili veri, bir doğalgaz şebekesine, herhangi bir mahalledeki parsellere veya belirli bir alandaki bina türlerine ait veri olabilir. “Veri tabanı yönetimi ile kastedilen, verinin veri tabanına girilmesi, depolanması, işlenmesi ve analizi ile bu formda kullanıma sunulmasıdır. “Veri Tabanı Yönetim Sistemleri (VTYS)” ile, bu işlevleri yerine getiren sistemler anlaşılır. Yerine getirmesi gereken işlevler açısından CBS de birer VTYS olarak düşünülebilir. Dolayısıyla CBS'nin iki temel bileşeni vardır. Birincisi, verinin belirli bir yapıda depolandığı veri tabanı, diğeri ise veri tabanı yönetimi işlevlerini yerine getiren ve kullanıcılarının uygulamalarını modellendirmelerini sağlayan yazılım araçlarıdır [6].

3. ZAMANSAL COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (ZCBS)

Son yirmi yılda ortaya çıkmış bir çalışma alanı olan, Zamansal Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (ZCBS) literatürde kabul edilmiş belirli bir tanımı yoktur. Konuya ilişkin yapılmış değişik tanımlamalar aşağıda verilmiştir.

Yuan (1996)'a göre ZCBS, konumsal-zamansal verileri işleme, yönetme ve analiz etmeyi amaçlar. Zhao (1997)'ya göre, ZCBS konumsal nesnelere ve nesnelere özneliklerinde meydana gelen değişiklikleri izleyen ve kaydeden bir sistemdir. Bir ZCBS, zamanın veri tabanı içerisine açık olarak dahil edildiği bir CBS'dir. ZCBS tarihsel ve tahmini coğrafi halleri kaydetmek suretiyle çalışma alanının değişen halini takip eder [9]. Genel olarak, ZCBS konumsal nesnelere ve özneliklerinin zaman içerisindeki değişimlerini tutmaya ve analiz etmeye olanak tanıyan bilgi sistemleridir [22]. Pequet ve Wentz (1994) ZCBS'nin basit bir tanımından hareketle, ZCBS'nin bir CBS'nin genel özellikleri yanında, aşağıdaki özellikleri de sağlaması gerektiğini belirtmişlerdir:

1. Zamanla meydana gelen değişikliklerin etkin bir şekilde temsili,
2. Aynı coğrafi bölge için eşit ve farklı zamansal aralıklarla, farklı zamansal verilerin temsili,
3. Konumsal ve zamansal ilişkilere dayalı konumsal-zamansal verilerin erişimi, kullanımı ve analizi,
4. Esnek ve basit kullanıcı ara yüzü.

Açıklanan bu tanımlardan sonra ZCBS şu şekilde tanımlanabilir. ZCBS, genel olarak bir CBS olmakla birlikte, zamansal değişimleri izleyebilen ve analiz edebilen bir bilgi sistemidir.

Coğrafi veriler, zaman içerisinde sürekli değişmektedir. Günümüz CBS, coğrafi verinin yalnızca en son durumunu temsil etmektedir. Bu durumda verilerin önceki durumlarını görmek mümkün olmamakta ve zamana bağlı analizler yapılamamaktadır. Coğrafi verilere ait “grafik” ve “öznelik” verilerinin zamana bağlı değişimlerinin izlenebilmesi, analiz edilmesi ve sorgulamalarının yapılabilmesine duyulan ihtiyaç, ZCBS'ni gündeme getirmiştir.

Zamansal veriye olan ihtiyaç son 20 yılda ortaya çıkmış olup bu ihtiyaç artarak devam etmektedir. ZCBS ile ilgili olarak ilk çalışma 1978 yılında Basoglu ve Morrison tarafından yapılan "historic database" tasarımı kullanılarak; ABD'nin son 200 yıldaki şehirlerin sınır değişimlerinin izlenmesidir [2]. Daha sonraki çalışmalardan bazıları; 1970-1980 yılları arasında Norveç'in eyalet ve şehirlerinin sınırlarının değişiminin izlenmesi [2], Avustralya'da tarihsel kadastral veritabanı oluşturulması [7], ZCBS'lerin teorisi ve uygulamaları [9], kadastral sistemlerde zamansal sorgulamalar [3], yollarda meydana gelen değişimlerin izlenmesi ve sorgulanması [21] gibi çalışmalardır. ZCBS tarihsel coğrafya, meteoroloji, fiziksel coğrafya gibi bilim dallarında, şehir planlama, peyzaj mimarlığı gibi mühendislik dallarında ve

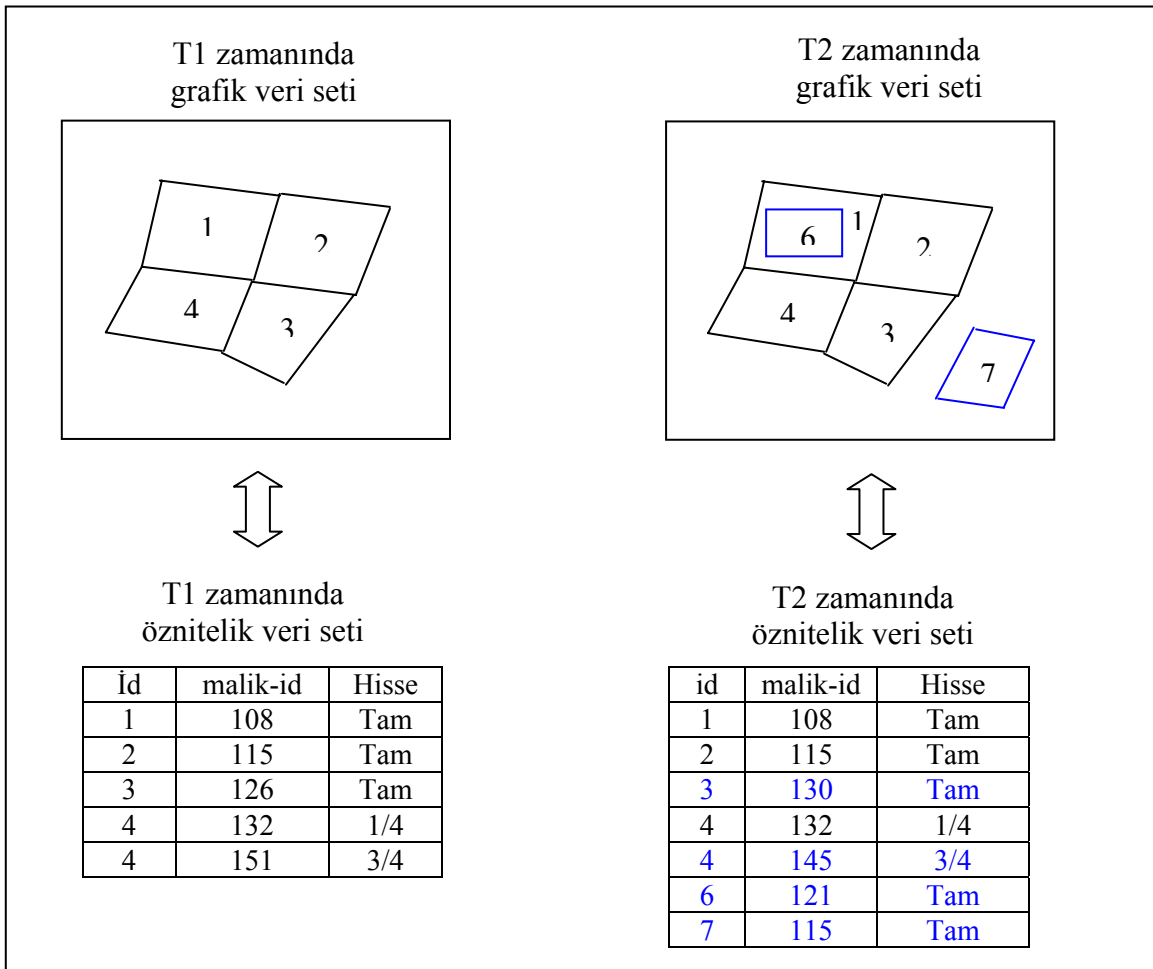
ulaşım, orman kaynakları yönetimi ve kadastral sistemler gibi uygulamalı mühendislik dallarında geniş kullanım alanına sahiptir [2,3,8,10,22,23,24].

4. ZAMANSAL CBS'NDE KULLANILAN VERİ MODELLERİ

ZCBS için literatürde ortaya konulmuş veri modelleri, ZCBS veri modelleri ya da konumsal-zamansal CBS veri modelleri olarak adlandırılmaktadır [9,14,15,16,18,20]. Bunlar, space-time cube (konum-zaman küp), snapshot (değişim anı), space-time composite (birleşik konum-zaman), update (güncel) ZCBS, relational (ilişkisel) modellerdir. Literatürde ortaya konulan ZCBS veri modellerinden herhangi biri üzerinde bir anlaşma sağlanmamıştır. Çünkü modellerin bir kısmı özel kullanım amaçlarıyla ortaya konulmuş, bir kısmı ise teorik bazda kalmıştır. Literatürde ZCBS veri modelleri ile ilgili herhangi bir sınıflama yapılmamıştır. Bu çalışmada ZCBS veri modelleri, veri setini tamamen değiştiren ve veri setini kısmen değiştiren modeller olarak iki sınıfa ayrılmıştır. Veri setini tamamen değiştiren modeller snapshot ve update ZCBS modelleridir. Veri setini kısmen değiştiren modeller ise, space time cube ve space-time composite modelleridir. İlişkisel model ise, her iki sınıflamada da gerçekleştirilebilir. ZCBS'nde kullanılan veri modelleri aşağıda açıklanmıştır.

4.1. Veri Setini Tamamen Değiştiren Modeller

Veri setini tamamen değiştirme ile kastedilen, mevcut veri setine herhangi bir değişim meydana gelmesi yapılması durumunda, eski veri setinin ve yeni oluşan veri setinin ayrı ayrı saklanmasıdır (Şekil 1.). Bu sınıfa giren modeller aşağıda açıklanmıştır.

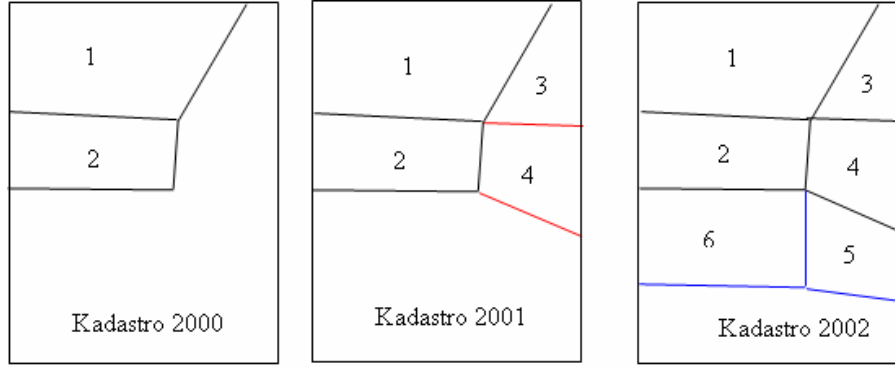


Şekil 1. Tamamen değişen veri seti [1].

4.1.1. Snapshot Veri Modeli

Snapshot veri modelinin ana prensibi, grafik verilerde ve öznitelik verilerde meydana gelen her yeni değişikliğin, yeni bir veri seti gerektirmesidir [5,10,17,20]. Örneđ olarak, bir şehrin gelişiminin izlendiği paftalardaki grafik değişikliklerin, 1995, 2000, 2005 tarihlerindeki veri setleri olarak saklanması verilebilir.

Snapshot veri modeli, vektör snapshot ve raster snapshot modeli olarak gerçekleştirilmektedir. Vektör snapshot veri modeli, vektör veri modeline bağlı olarak çalışır ve coğrafi özellikleri nokta, çizgi ve poligon olarak tanımlanmıştır [12,17]. Şekil 2'de verilen örnek, vektör snapshot veri modelini temsil etmektedir.



Şekil 2. Vektör snapshot veri seti

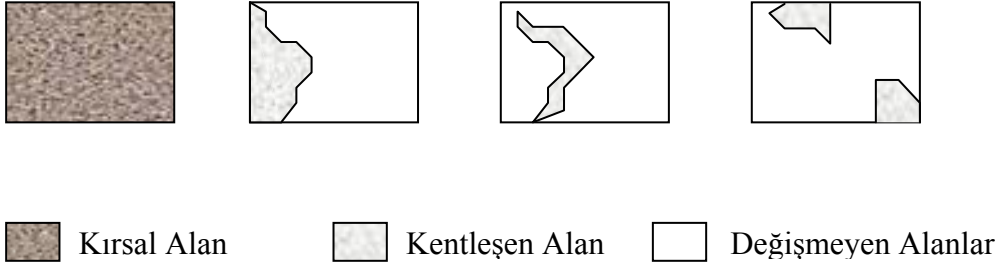
Raster snapshot modelinde, herhangi bir pikselde veya özniteliğinde değişiklik meydana gelmesi sonucu, oluşan her yeni duruma ait bir veri seti oluşturulması gerekir [5,17]. Şekil 3'de raster snapshot veri modelinin örnek bir görüntüsü verilmiştir.

Vektör ve raster snapshot modellerinin en önemli avantajı, mevcut CBS yazılımlarında doğrudan uygulanabilmeleridir. Bir başka avantaj ise, güncel veriye ulaşımın doğrudan sağlanabilmesidir [5,15].

Vektör ve raster snapshot modellerinin çeşitli dezavantajları bulunmaktadır. Her bir yeni snapshot, bir önceki snapshot üzerinde yapılan değişikliklerin kaydedilmesi sonucu oluşmaktadır. Bu yüzden önemli ölçüde veri tekrarı yapılmaktadır. Zamansal değişimler veri setinin tamamen saklanması baz alınarak yapıldığından, birbirini takip eden iki snapshot arasındaki değişimleri takip etmek zordur. Zamansal analizler değişimlerin kaydedildiği özel zamanlardaki veri setleri ile gerçekleştirilebilmektedir. Bu yüzden herhangi bir objenin, zaman içerisindeki değişimlerini takip etmek mümkün değildir. Snapshot model sahip olduğu bu dezavantajlardan dolayı, daha çok kıyı kenar çizgisinin izlenmesi, şehir gelişiminin izlenmesi gibi aylık, mevsimlik ya da yıllık değişim gerektiren uygulama alanları için tercih edilmektedir.

4.1.2. Update ZCBS Modeli

Update ZCBS modelinde başlangıç için kullanılacak bir veri setinin tanımlanması gerekir. Yeni grafik ve öznitelik verisi eklenmesi ya da mevcut objelerde grafik ve öznitelik değişimi meydana geldiğinde, değişimler değişiklik zamanına ait veri setinde saklanır (Şekil 3.) [5,9]. Update ZCBS modeli, vector update ZCBS ve raster update ZCBS olarak ikiye ayrılmaktadır. Aşağıda bu modeller açıklanmıştır.



Şekil 3. Update ZCBS Modeli (Langran, 1993)

4.1.2.1. Vektör Update ZCBS Modeli

Vektör update ZCBS modeli, vektör snapshot modelinin bir versiyonu olarak ortaya çıkmıştır. Vektör update ZCBS modelinin, mevcut CBS yazılımlarında uygulaması, vektör update ZCBS modeline ait metodun ters olarak işletilmesi şeklinde olur. Bu durumda ana veri seti daima güncel veriyi tutar. Yeni eklenen grafik ve öznitelik veriler ana veri setinde tutulur. Mevcut grafik ve öznitelik verilerinde meydana gelen değişimlerde, güncel bilgi ana veri setinde önceki veriler ise arşiv veri setinde saklanır [5,9]. Bu sayede güncel veriye sürekli ve doğrudan ulaşım sağlanır ve detaylara ait zamansal veriler arşiv veri setlerinin taranması sayesinde bulunarak zamansal analizlere cevap verilebilir. Vektör update ZCBS modeli ile yapılacak uygulamalarda, değişim oranı dikkate alınarak, arşiv katmanlarının değişim aralığı (örneğin yıl) belirlenmelidir.

4.1.2.2. Raster Update ZCBS Modeli

Raster update ZCBS modelinde de başlangıç için kullanılacak bir veri seti tanımlanır ve yeni verilerin eklenmesi ile herhangi bir değişiklik meydana geldiğinde, değişimler değişiklik zamanına ait veri setinde saklanır. Bu modelde değişiklik meydana gelecek raster pikselinin doğru tespit edilebilmesi en önemli zorluktur. Bir diğer dezavantaj, herhangi bir arşiv veri setinde aynı raster pikselinde birden çok değişim meydana gelebilme olasılığıdır [5,15,16]. Örneğin, a pikselinde 2002 yılı içerisinde iki değişiklik meydana geldiğinde, bu değişikliği tek bir arşiv veri setinde saklamak olanaksızdır.

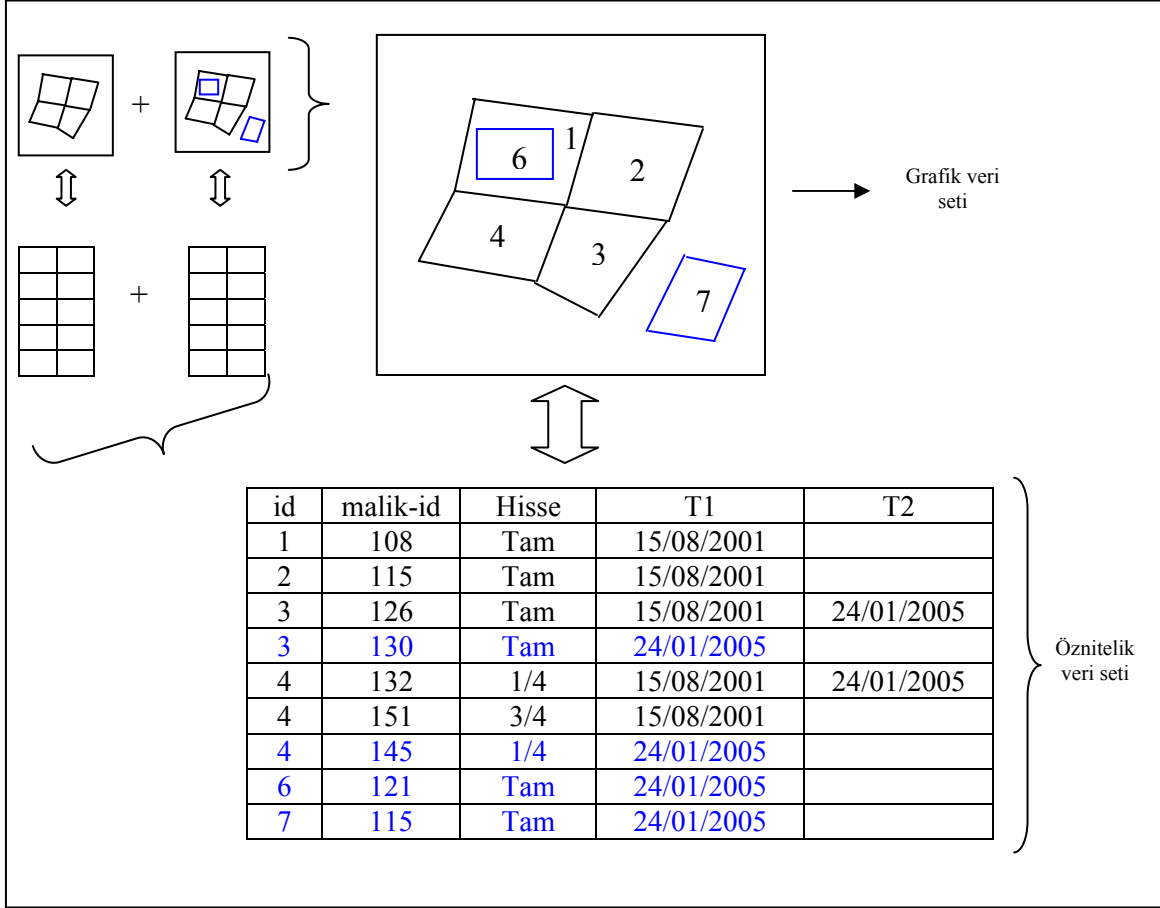
Vektör ve raster update ZCBS modellerinin, snapshot modellere göre avantajları, çok daha az veri tekrarına neden olmaları ve değişikliklerin izlenmesine olanak tanımlarıdır.

4.2. Veri Setini Kısmen Değiştiren Modeller

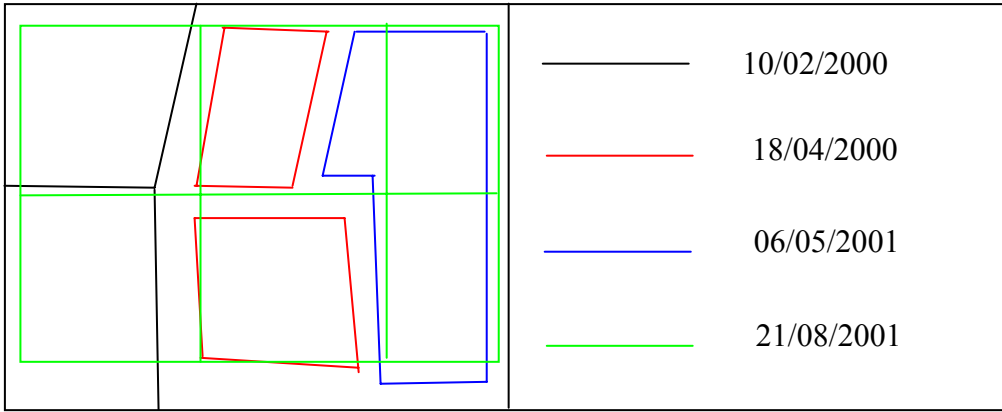
Veri setini kısmen değiştirmeden kasıt, mevcut veri setinde herhangi bir değişiklik yapılması durumunda, yalnızca değişiklik meydana gelen objelerin grafik ve öznitelik verilerinin değiştirilmesidir (Şekil 4.). Bu sınıfa giren modeller aşağıda açıklanmıştır.

4.2.1. Space-Time Composite Model

Space-time composite modeli, Langran ve Chrisman (1988) tarafından ortaya konulmuştur. Bu model kavram olarak vektör update ZCBS modeline benzemektedir. Çünkü space-time composite modelinde vektör update ZCBS modelinde olduğu gibi başlangıç zamanında bir veri seti oluşturulur. Zaman içerisinde yeni eklenen grafik bilgiler ve eski grafik bilgilerdeki değişimler oluşturulan veri setinde, aynı katmanda saklanır [5,15,16,20].



Şekil 4. Kısmen değişen veri seti



Şekil 5. Space-time composite modeli

Space-time composite modelinin uygulanması için, uygulama yapılacak bölgede seçilen başlangıç zamanında, mevcut olan grafik ve öznelik verilerle bir veri seti oluşturulur. Zamanla nokta, çizgi ve poligon grafik verilerde ve bu verilerin özneliklerinde meydana gelen değişiklikler grafik veri setinde oluşturulan katman üzerinde saklanır. Saklama işleminde poligon veri tipleri poligon overlay işlemi sonucunda katman üzerine eklenirler. Nokta ve çizgi verileri de benzer şekilde katmana eklenirler. (Şekil 5.). Öznelik verilerindeki değişimler ise veri tabanı tablolarında satır ilavesi ile temsil edilir.

Space-time composite modelinin topolojik veri yapısına göre çalışan CBS yazılımlarında uygulanmasında, zaman içerisinde meydana gelen her bir değişimden sonra yeniden topoloji kurulması gerekmektedir. Bu durum, herhangi bir poligon ya da çizgi objesinin bölünme veya birleşmesi

durumunda, ancak objelerin en son durumları saklanabildiğinden objelerin önceki durumlarını belirlemek mümkün olmamaktadır.

Spagetti veri yapısı ile çalışan CBS yazılımlarında space-time composite modelinin uygulanması ise daha iyi sonuç vermektedir. Çünkü, spagetti veri modelinde, mevcut katman üzerine eklenen her bir obje diğer objelerden bağımsız olarak eklenebilmektedir. Spagetti veri modelinin bu işleyişi sayesinde, objelerin bölünmesi, birleşmesi veya şekil değiştirmesi sonucunda herhangi bir problem ortaya çıkmamaktadır. Burada ortaya çıkacak problem, zaman içerisinde tek bir katmanda tutulan veriler sürekli artacak ve karmaşıklık meydana gelebilecektir. Bu sakıncalı durumun ortadan kaldırılması, her bir objeye ait öznitelik verilerinin, zaman verileriyle uygun şekilde yapılacak bir tasarımda temsil edilmesiyle mümkün olacaktır. Bunun sonucunda da, objelerin zaman içerisinde ilgili katmana eklenmesi, zaman içerisindeki değişimlerinin izlenmesi ve zamansal sorgulamaların gerçekleştirilmesi mümkün olabilecektir.

4.2.2. Space Time Cube Model

Space Time Cube modelinde, uzay ve zamanın beraber temsil edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, bu model üç boyutlu olarak tanımlanmıştır. Bu tanımlamada bir küp oluşturulmuş ve bu küp üzerinde coğrafi objelerin kayıt edilmesi esasına dayanmaktadır. Burada iki boyut uzayı, bir boyut ise zamanı temsil etmektedir [9,15,16].

Space Time Cube modelinde, coğrafi objelerin her birinin ayrı ayrı temsil edilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla her bir nokta, çizgi ya da poligon tipindeki objenin, oluşturulma anından silinme anına kadar küp üzerinde temsil edilerek izlenilmesi gerekir. Örneğin, bir parselin sınırlarında meydana gelen her bir değişiklik, değişiklik zamanı ile oluşturulur. Burada her bir değişim bir önceki durum ile ilişkilidir. Bu parsel en son değişimden sonra bölündüğünde ise, en son durumu ile ilişkilendirilmez. Bu sonuç, objelerin öncelik ve sonralık ilişkilerinin kurulamamasına neden olur. Space time cube modeli, bu yapısından dolayı daha çok tek objelerin kayıt edilmesi ve izlenmesi için daha uygun olmaktadır.

Space Time Cube modelinin herhangi bir uygulaması yapılmamış ve sadece teorik bazda kalmıştır. Bunun en önemli nedenlerinden biri, mevcut CBS yazılımlarında uygulanmasının mümkün olmamasıdır.

4.2.3. İlişkisel Model

İlişkisel model kolay tasarlanabilir, uygulanabilir ve veriye kolay ulaşılabilir olması gibi birçok avantajından dolayı yaygın olarak kullanılmaktadır [15,19]. Bu model CBS yazılımlarında da kullanılmaktadır.

İlişkisel model ZCBS literatüründe, Zamansal İlişkisel Veritabanı Tasarımı olarak adlandırılmaktadır. Zamansal tasarımda ilişkisel veritabanı, veritabanında meydana gelen değişiklikleri tabloların, kayıtların ya da özniteliklerin yeni oluşan durumlarını tutmaktadır. Zamansal veritabanı literatüründe bu işleme 'versioning' denilmektedir [9,15].

Zamansal veritabanı tasarımında ilişkisel-düzye, öznitelik-düzyeyi ve kayıt-düzyeyi olmak üzere üç ana versioning modeli bulunmaktadır. İlişkisel-düzye veri setinin tamamını değiştirmekte, öznitelik-düzyeyi ve kayıt-düzyeyi ise veri setini kısmen değiştirmektedir. İlişkisel-düzyeyde, herhangi bir yeni veri eklenmesi veya mevcut verilerde değişim yapılması sonucu, her yeni duruma ait yeni veri seti oluşturulur. Öznitelik-düzyeyinde, mevcut verilerde meydana gelen değişimlerin öznitelik bilgileri, ilgili tablonun kendi alanı içerisinde değişim meydana getirmektedir. Bu yüzden bu modelde alanlar değişken uzunluktadır. Grafik ve öznitelik değişimlerinde ise, yeni obje ve veri tabanında bu objeye ait yeni satırlar oluşturulmaktadır. Kayıt-düzyeyinde, yeni öznitelik verisi eklenmesi ya da mevcut verilerde değişiklik meydana gelmesi durumu, yeni bir satır ilavesi yapılıır. Grafik ve öznitelik değişimleri ise öznitelik-düzyeyinde olduğu gibidir.

4.3. Konumsal-Zamansal Veri Modellerinin Karşılaştırılması

Konumsal-zamansal birçok veri modeli önerilmesine rağmen, bu veri modellerinin herhangi biri üzerinde literatürde uzlaşma sağlanamamıştır. Bu veri modellerinin her birinin avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Örneğin snapshot modelinin herhangi bir CBS yazılımında doğrudan uygulanması, değişiklik işlemlerinin yapılması kolay olmasına rağmen, bu modelde zamansal değişimlerin izlenilmesi zordur. Aynı zamanda veri tekrarı fazladır ve bu yüzden fazla depolama alanı gerektirir. Bu şekilde her veri modeli için avantaj ve dezavantajları belirtmek mümkündür. Burada ZCBS veri modellerinin genel ZCBS fonksiyonları bazında bir kıyaslanması yapılmış ve tablo.1'de verilmiştir. Bu değerlendirme kötü, orta ve iyi şeklinde yapılmıştır.

Tablo 1: Genel ZCBS fonksiyonları için ZCBS veri modellerinin karşılaştırılması

	<i>Snapshot (vektör)</i>	<i>Update (vector)</i>	<i>STC (Spagetti)</i>	<i>Space-time cube</i>	<i>İlişkisel</i>
<i>Mevcut CBS yazılımlarında uygulanabilirliği</i>	iyi	orta	iyi	kötü	iyi
<i>Performans</i>	kötü	orta	iyi	kötü	iyi
<i>Veri tekrarı</i>	kötü	iyi	iyi	orta	orta
<i>Veri girişi</i>	iyi	iyi	orta	kötü	iyi
<i>Veri değiştirme (edit)</i>	iyi	iyi	kötü	orta	orta
<i>Zamansal analiz</i>	kötü	orta	iyi	iyi	iyi
<i>Zamansal model</i>	kötü	kötü	iyi	orta	orta
<i>Verilerin zamansal izlenilmesi</i>	kötü	orta	iyi	iyi	iyi
<i>Modelin kullanımı</i>	kötü	orta	orta	orta	iyi

5. ZCBS'LERİN KULLANIM ALANLARI

ZCBS'ler dinamik dünya için bir modeldir. ZCBS'leri dünyadaki sürekli meydana gelen değişiklikleri tutmaya ve göstermeye yarar. ZCBS nerede, ne zaman, nasıl, ne kadar sorularına cevap verir [2]. Bu sorgulamalara ihtiyaç duyan orman kaynakları yönetimi, altyapı, ulaşım, tapu ve kadastro sistemleri, tarihsel coğrafya, meteoroloji gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Bu kullanım alanlarında birkaçı kısaca bu bölümde açıklanmıştır.

5.1. Orman Kaynakları Yönetiminde

Orman alanlarında zaman içerisinde meydana gelen hasat, meşcerelerdeki ağaçların dikilme, gübreleme, seyrekleştirme, ilaçlama, satılma, hasat edilme, yanma ve rehabilite edilme işlemlerinin değişimlerinin izlenilmesi ve sorgulanması amacıyla ZCBS kullanılmaktadır [9]. Örneğin 1996 yılında A orman bölgesinde orman alanı ve orman alanı sınırları sorgulaması ve 1997 yılında orman alanı ve orman alanı sınırları sorgulaması, Kesim yapılacak bölgenin kesim durumunun öncesinin ve sonrasının sorgulanması gibi sorgulamalar ZCBS yardımıyla mümkün olabilir.

ZCBS, meşcere alanlarındaki zaman içerisinde meydana gelen değişikliklerin izlenmesi, bu alanlarla ilgili uzun vadeli projeler geliştirilmesine ve istenen zaman aralıklarında silvikültürel tedavi, toprak ve meşcere orman görüntüsünün gelişimiyle ilgili olarak karşılaştırma yapmaya olanak tanır [10]. Yine ZCBS istenen zaman aralıklarında meşcere alanlarındaki hastalıkların ne kadar hızla yayıldığına incelenmesine, değişik dış etkenlere karşın orman yangınlarının davranışlarının belirlenmesine olanak tanır.

5.2. Alan ve Bölgesel Yönetimde

Ülke yöneticileri alanların ölçülmesi, sahiplik, nüfus sayımı ve kuruluş kayıtlarını izlemek üzere ZCBS'ye ihtiyaç duyarlar. ZCBS'ler, bilgilerin tekrar kullanılmasını güncellemeye katkıda bulunmak için ölçücüler, mühendisler ve değerlendiriciler tarafından kullanılırlar /9/. Denver'da bir grup coğrafyacı ve tarihçi Colarada kentinin tarihsel gelişimini izlenmesini ZCBS'yle gerçekleştirmişlerdir. Metro Denver Temporal GIS adlı bu projede harita verisi, öznelik verileri, nüfus bilgileri gibi ilgili verilerin zamansal olarak analizi, sorgulaması ve görüntülenmesi gerçekleştirilmektedir [23].

ZCBS, bölge ve şehir plancılarının şehrin ve bölgenin gelişimini planlamak amacıyla şehrin geçmişten günümüze olan gelişimini (alan ve kişi olarak) göz önünde bulundurarak ileriye yönelik planlar yapmasına, Şehir haritalarında meydana gelen değişiklikleri şehrin değişik bölgelerine göre izleme imkanına sahip olmasına ait sorgulamaları yapmasına olanak tanır.

5.3. Araştırma ve Geliştirmede

Yeni CBS kapasitelerinin geliştirilmesi ve konumsal analiz yapmak amacıyla araştırma organizasyonu ZCBS kullanır [10]. Araştırmacılar bölgesel gelişme, verilen nüfus tahminlerine ve yerel davranış örneklerine göre kamu rahatlığı için yerleşme değerlendirmesi, verilen ekonomik durumlara ve çeşitli hava durumlarına etkilerin uzun dönemlerdeki etkisini ölçmek, kaza analizleri ve hastalık numuneleri, arazi kullanımı veya nüfus artışı trendini değerlendirme işlerinde ZCBS kullanırlar.

5.4. Altyapı ve Tesis Yönetiminde

Altyapı ve tesis yönetimiyle ilgili olan kamu kuruluşu kamu çalışmalarının ilerlemesini, rutin olarak devamını ve aksamalarını takip etmek amacıyla ZCBS kullanılabilir. Buna ilaveten, çalışmaların ilerlemesini tasarlamak, veritabanının gelecekle ilgili planları tasvir etmesi, tamamlanacak olan işlerin zamanını tasarlamak amacıyla ZCBS kullanılır.

Zamansal veritabanı kamu sistemindeki zayıf linklerin altyapı tesislerindeki zaman zaman kullanılabilirliğinin denetlenmesine imkan sağlar. Örnek olarak, kamu kuruluşu plancılarının ekonomik olarak gerekli servis ölçümleri yapabilme imkanıyla sokakların aydınlatılmasında lambaların ne zaman değiştirileceğinin saptanması veritabanı yoluyla yapılır. Veri tabanları gelecek zamanla ilgili program yapmada bile kullanışlıdır. Buna ilaveten kaynakların pay edilmesinin planlanması, ne zaman ve nerede minimum olarak ne kadar alet getirileceğine ve optimum seviyede ne kadar elemanın kullanılacağına belirlenmesinde de kullanılabilirler [9].

5.5. Ulaşımında

CBS taşıma (ulaşım) bilimi ile ilgili kritik konulardaki ulaşım planlaması, asfalt, kaldırım yönetimi, köprü inşaatı ve modellenmesi, kaza analizi, filo yönetimi, transit servis planlama gibi uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. CBS araçlarındaki hızlı gelişmelere rağmen zaman bilgisi yönünden kapasiteleri hala sınırlı seviyededir. Bu yüzden ulaşım uygulamalarında zamana bağlı değişimlerin izlenmesinde ZCBS kullanılmaktadır [24].

Eyalet yollarının korunması ve performanslarının izlenmesi amacıyla eyalet ulaşım birimi ZCBS kullanılır. Otoyol güvenlik bölümü trafik kazalarını, yerini, tarihini, zamanını, sezonunu ve aydınlatma durumunu izlemek amacıyla zamansal veri tabanlarını kullanılır. Değişik zaman aralıklarında (geçmiş günlük, haftalık, aylık veya yıllık olarak kasaba, şehir ve eyaletlerdeki kaza olma yerlerinin gösterilmesi) trafik kazalarının yolları tasviri olarak animasyonu yapılır [9].

Yollarda belirlenen kaza durumlarıyla ve yol yoğunluğuyla ilgili zamansal kayıtlar geçmişten günümüze dikkate alınarak, uygulamaya konulacak tedbirlerin hangi yol güzergahının neresinde ve ne tür bir uygulama yaparak sorunun giderilmesi (aynı zamanda ileriye dönük olarak ele alınabilir) yoluna gidilir.

Otoyollarda veya devlet yollarında kaza yoğunluklarının zamansal verilerinden faydalanılarak kazaların çok olduğu yerlerde gerekli denetim işlemlerinin hangi zamanlarda optimum kaç personelle yapılabileceği belirlenebilir.

5.6. Kıyı Kenar Çizgisinin İzlenmesinde

Son yıllarda insanlar ile doğa arasındaki ilişkilerin hızlanması nedeniyle doğadaki olayların zamana bağlı olarak izlenmesi ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda denizcilik biliminde kıyı kenar çizgisinin ve deniz seviyesindeki değişimlerin CBS'de izlenmesi ve konumsal ve zamansal analizlerin yapılabilmesi için ZCBS'ye ihtiyaç duyulmaktadır [8].

5.7. Tapu ve Kadastro Sistemlerinde

Tapu ve Kadastro (TK) sistemlerinde, ifraz, arsa arazi uygulamaları gibi geometrik şekil değişiklikleri ve satış, bağış, ipotek gibi öznitelik değişimleri TK verilerini sürekli olarak değiştirmektedir. Bu değişimlerin takibi, istenilen zamanda ya da zaman dilimlerinde sorgulanması ihtiyacı birçok uygulamalarda önem arz etmektedir. Bu duruma, malvarlığı araştırması için herhangi bir kişinin belirli zaman sürecinde taşınmaz mallarının takip edilmesi, kamulaştırma uygulamasına itiraz davalarında kamulaştırma tescil anı ve öncesindeki taşınmazların grafik ve öznitelik bilgilerinin sorgulanması, hazine taşınmaz bilgilerinin belirli süreçlerde sorgulanması gibi birçok örnek verilebilir.

6. SONUÇLAR

ZCBS'ler zamansal verilerin kaydedilmesi, değişikliklerin izlenilmesi ve sorgulanması amacıyla ortaya çıkmıştır. Bu noktadan hareketle çeşitli uygulama alanlarının ihtiyaçlarına yönelik ZCBS veri modelleri tasarlanmıştır. Buna rağmen tüm uygulama alanlarına cevap verebilecek bir veri modeli benimsenmemiştir. Bu yüzden uygulamacılar kendi alanlarına yönelik özel çözümler gerçekleştirerek sorunlarını çözme yolunu seçmektedirler. Bu ihtiyaç günümüzde birçok uygulama alanında kendini gösterirken CBS yazılımları da bu konuya yeteri kadar önem vermemişlerdir. Ancak günümüzde birçok alanda ZCBS ihtiyacı büyümekte ve geleneksel arşivleme yöntemleri zamansal değişimlerin izlenilmesi ve analizine son derece yavaş cevap verebilmektedir. Bu durum zamansal analizlerin doğruluğunun düşmesine de neden olmaktadır. Ayrıca günümüz teknolojisinde ZCBS sistemlerinin tasarlanması ve gerçekleştirilmesi kaçınılmaz bir sonuçtur. Bu yüzden yakın gelecekte, ZCBS'ye ihtiyaç duyan alanlara yönelik bir genel ZCBS tasarımı ve yazılım gerçekleştirilmesi büyük önem kazanacaktır.

7. KAYNAKLAR

1. Alkan, M., Tapu ve Kadastro Verilerine Yönelik Zamansal Coğrafi Bilgi Sistemi Tasarımı, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2005.

2. Al-Taha, K., Frank A., What a Temporal GIS Can Do For Cadastral Systems, Temporal Data In Geographic Information Systems, Department of Geoinformation Technical University of Vienna, Avusturya, 1-16,1997.
3. Al-Taha, K., Temporal Reasoning in Cadastral Systems, Doktora Tezi Thesis, The Graduate School, Univesity of Maine, United States of America, 1992.
4. Boynukalın, R., İlker, M., Mataracı, O.,Bakıcı, S., TAKBIS – A New System For Turkish Land Registry and Cadastre, International Symposium on GIS, September 23-26 Eylül, İstanbul, 2002.
5. Candy, J., Development of a Prototype Temporal Geographic Information Systems. Yüksek Lisans Tezi, Simon Fraser University, Burnaby, Canada, 1995.
6. Cömert, Ç., Bostancı, H.T., Kentsel Geliştirme Projeleri İçin Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Önemi: Trabzon Zağnos Dere Havzası Örneği, Yerel Yönetimlerde Kent Bilgi Sistemi uygulamaları Sempozyumu, Bildiri Kitabı, Trabzon, 273-285, 1999.
7. Hunter, J.G., Williamson, I.P., The Development of a Historical Digital Cadastral Database, International Journal of Geographic Information Systems, 4(2), 169-179, 1990.
8. Jingsong, M., Ying, W., A Spatiotemporal Data Model On Relational Databases for Coastal Dynamic Research, Marine Geodesy, 22, 105-114, 1999.
9. Langran, G., Time in Geographic Information Systems, Taylor & Francis, London; Washington, DC, 189, 1993.
10. Langran, G., A Review of Temporal Database Research and its Use in GIS Applications, International Journal of Geographic Information System, 3(3), 215-232, 1989.
11. Langran, G., Chrisman, N., A Framework for Temporal Geographic Information, *Cartographica*, 25, 1-14, 1988.
12. Maguire, D., Goodchild, M., Rhind, D., Geographical Information Systems; Principles and Applications, Cilt 1, Longman Scientific & Technical, Harlow, Essex, England, 521, 1991.
13. Masry, S.E., Lee, Y.C., An Introduction to Digital Mapping, Department of Surveying Engineering Publication, UNB, Canada, 228, 1988.
14. Mennis, J.L., Peuquet, D., Qian, L., A Conceptual Framework for Incorporating Cognitive Principles into Geographical Database Repesantation, *International Journal of Geographic Information System*, 14(6), 501-520, 2000.
15. Narciso, F.U., A Spatial Data Model For Incorporating Time in GIS (GEN-STGIS), PhD Thesis, Graduate School University of South Florida, Tampa, 1999.
16. Pang, Y.C., Development of Process-based Model for Dynamic Interaction Process in Spatio-Temporal GIS, Ph.D. Thesis, The Hong Kong Polytechnic University, 1999.
17. Peuquet, D., It's About Time: A Conceptual Framework for the Representation of Temporal Dynamics in Geographic Information Systems in Annual of the Association of American Geographers, 84(3), 441-462, 1994.
18. Peuquet, D., Wentz, E., An Approach for Time-Based Analysis of Spatiotemporal Data, Advances in GIS Research, Proceedings 1, 1994.
19. Szarmes, M.C., Modeling the Evolution of Spatio-Temporal Database Structures for GIS Applications, Yüksek Lisans Tezi, The University of Calgary, Canada, 1997.
20. Yuan, M., GIS Data Schemata for Spatiotemporal Information, Proceedings of the Third International Conference in Integrating GIS and Environmental Modeling, 21-25 January, Santa Fe, New Mexico, 1996.
21. Zhao, F., Transportation Applications of Temporal GIS. Proceedings of the 1997 ESRI User Conference, 1997.
22. Geoplance-1, <http://www.geoplance.com/gw/1998/0998/998tmp.asp>, 12 Haziran 1998.
23. Geoplance-2, <http://www.geoplance.com/gw/1998/0998/998dnvr.asp>, 20 Kasım 1998.
24. Esri, <http://www.esri.com/library/usercanf/proc/proc97/proc97/ to450 /pap427/ p427.htm>, 10 Ocak 2002.