

Planlamada Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi Disiplinleri Entegrasyonu: Urla ve Balçova Örnekleri

Araş. Gör.
İYTE Şehir ve Bölge
Planlama Bölümü

Çiğdem TARHAN

Gün geçtikçe hayatımızın vazgeçilmez bir parçası olan teknoloji bilimsel alanlarda disiplinler arası çalışmaların yapılmasına imkan vermektedir. Şehir planlama mesleğininde özellikle mekana dayalı teknolojiler ile kaçınılmaz bir çalışma içine girilmektedir. Bu çalışmada şehir planlama anabilim dalı yüksek lisans öğrencilerinin planlama mesleğinde uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sisteminin (CBS) nasıl kullandıkları açıklanacaktır.

Çalışmadaki ana amaç planlama mesleği ile teknolojinin birlikteliğine işaret edilmesi ve farklı kurumların bu birlikteliği kendi amaçları doğrultusunda kullanabildiklerini göstermektir. Bu temelin altında yatan yan kazanımlar ise özellikle yerel yönetimler açısından sunulan hizmetin kalitesini artırmaya yöneliktir. En az maliyetle vatandaşlarına en iyi hizmeti sunabilme kapasitesinde bu çalışmanın kazanım amaçlarından biri olmaktadır.

Çalışma 2 ayrı grupta toplanmıştır. Birinci kısımda sunulacak olan konular, yerel yönetimlerin planlamada coğrafi bilgi sistemlerini kullanımı ve uzaktan algılama disiplini ile arazi kullanım haritası üretebilmesidir. Bu bölümde Erdas Imagine 8.6 yazılımı kullanılarak Urla (İzmir) kentsel alanın QuickBird uydusu tarafından çekilmiş çok bantlı görüntüleri ile kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırmaları yapılmıştır.

İkinci kısımda ise özellikle harita yapımlarında hava fotoğraflarının kullanılması ve tamamen bilgisayar destekli harita üretimi ve bu haritaların 3D simülasyonları anlatılacaktır. Bu bölümde yapılan

çalışmalarda girdi olarak 1996 tarihli hava fotoğrafları (Balçova-İzmir), yazılım olarak da Erdas Imagine 8.6 ve ArcView 3.2 kullanılmıştır. İlk olarak bu görüntülerin ortorektifikasyonu yapılarak, harita koordinat sistemine oturtulmuştur. Düzeltilen bu görüntüler baz alınarak alanın sayısal yükseklik modeli (DEM) ve topografik haritası elde edilmiştir. Daha sonra bir bölgedeki planimetrik objeler ArcView 3.2 yazılımında sayısallaştırılarak alanın halihazır görünümü elde edilmiştir. Son olarak da alanın 3D modelleme çalışmaları yapılmıştır.

PLANLAMADA UZAKTAN ALGILAMA İLE ARAZİ KULLANIM ÇALIŞMASI

Uzaktan algılama yoluyla elde edilmiş görüntüler yeryüzüne ait birçok bilgiyi içinde barındırır. Bu bilgiler yeryüzünden yansıyan elektromagnetik enerjinin uyduların alıcıları tarafından algılanarak çeşitli bantlara kaydedilmesi yoluyla toplanır. Her bir bantta o bantın hassasiyet gösterdiği özelliklere ait yansıma değerleri bulunur. Birden fazla bant biraraya gelerek bir görüntü oluşturabildiği gibi, tek bir banttan oluşan görüntüler de mevcuttur (Sabins, 2000).

Arazi örtüsü sınıflandırma çalışmaları için kullanılan QuickBird uydu görüntüsü, 10 metre mekansal çözünürlüğe sahip 4 bantlı bir görüntüdür. Görüntülerdeki bantlar kullanım amaçlarına farklı şekillerde bir araya getirilip farklı bant kombinasyonları oluşturulabilir (nik.com.tr, 2004). Sınıflandırma çalışmaları için

arazinin gerçek görünümüne en yakın görüntüyü sağlayan 3,2 ve 1 nolu bantlar kullanılmıştır. Şekil 1’de çalışma alanı Urla için 3-2-1 sırası ile açılan katmanların görüntüsü görülmektedir. Kullanılan görüntü 2002 yılının Temmuz ayında çekilmiş bir uydu görüntüsüdür.

Arazi Örtüsü Sınıflandırmaları

Uydu görüntülerinin içerdiği veriler ham haldedir ve karmaşık görünen bu verileri bilgiye dönüştürmek için çeşitli analizler ve yorumlama teknikleri kullanmak gereklidir. Verileri bilgiye dönüştürmek için en yaygın yöntem görüntü sınıflandırmadır. Görüntü sınıflandırma, bir görüntü veri setinden anlamlı sayısal konu haritaları üretme işlemidir. Sınıflandırma sonucu elde edilen görüntü tematik harita olarak adlandırılmaktadır. Sınıflandırma için yaygın olarak kullanılan **kontrollü** ve **kontrolsüz** sınıflandırma adı altında iki metod bulunmaktadır (www.erdas.com, 2004).

Kontrollü Sınıflandırma

Kontrollü sınıflandırma analizcinin kontrolünde uygulanan bir methodur. Analizi yapan kişi sınıflandırmanın ön aşaması olan imza toplama aşamasında devreye girmektedir. Kontrollü sınıflandırmada, çalışma alanının arazi örtüsü hakkında verilen ön bilgiler kullanılarak, sınıflandırma için gerekli istatistiki temel oluşturulur ve sınıflandırma bu temel üzerine kurulur (www.erdas.com, 2004).

Kontrollü sınıflandırmada ilk yapılması gereken sınıfların belirlenmesidir. Alanın kaç sınıfa ayrılması gerektiği ve bu sınıfların neler olduğu açıkça ortaya konmalıdır. Sınıflar belirlendikten sonra, bu sınıfları görüntü üzerine işleyebilmek için bir arazi çalışması yapılır. Araziye çıkılması mümkün olmadığı durumlarda bunun yerine doğru bir harita yada başka bir kaynak kullanılabilir. Daha sonra her bir arazi sınıfı için görüntü üzerinden örnek pixeller toplanır. Pixel gruplarından oluşan bu sete eğitim seti denir. Kontrollü sınıflandırma işlemi her sınıf için toplanan pixel değerlerini analiz ederek sınıfların istatistiki özelliklerini belirler. Daha sonra bu örnek özellikleri kullanarak görüntüyü sınıflara ayırır. Şekil 2’de 30 sınıflık kontrollü sınıflandırma olarak yapılan çalışma görülmektedir.

QuickBird uydu görüntüsü, Urla ilçesinin hem yerleşme hemde kırsal alanını içerdiği için sınıf-



Şekil 1. QuickBird Uydu Görüntüsü (Urla-İzmir)



Şekil 2. 30 sınıflık kontrollü sınıflandırma, Urla



Şekil 3. Boş arazinin poligonal yöntemle örneklenmesi

bir arazinin poligonal yöntem ile örneklenmesi görülmektedir.

Örnek alanlar belirlenirken, bir sınıfı en iyi temsil eden pixellerin seçilmesine dikkat edilmelidir. Bu alanlar kendi içerisinde homojen özellik göstermelidir. Ancak bazı durumlarda gerek görüntünün alındığı andaki çevresel etkiler (yağmur, güneş) yada örnek alanlar belirlenirken yapılan yanlışlıklardan dolayı hatalı sonuçlarla karşılaşılabilir.



Şekil 4. 30 sınıflık kontrollü sınıflandırma komşuluk analizi

Sınıflandırma sonucunda genellikle iki tür hatayla karşılaşılmaktadır.

1. Aynı özellik gösteren alanların farklı sınıflara atanması,
2. Farklı özelliklere sahip materyallerin tek bir sınıf altında gösterilmesi,

Yukarıdaki sınıflandırılmış görüntüleri incelediğimizde otoyol, deniz, tarım, fundalık vs. alanların sınıflandırma sonucunda net olarak belirlendiğini gözlemlemekle birlikte, bu sınıflandırmada 2. tür hatanın karşımıza çıktığını görüyoruz. Yerleşme alanı içerisindeki 'kiremit çatı' sınıfıyla tarım alanları kapsamındaki 'sürülü alanlar' sınıfının aynı renkle temsil edildiğini dolayısıyla tek bir sınıf altında toplandığını görüyoruz. Bu tür hata, söz konusu sınıfların farklı tanımları olmalarına rağmen benzer karakteristik özelliklere sahip olmalarından kaynaklanmaktadır.

Sınıflandırma işlemi tamamlandıktan sonra sınıflandırılmış görüntü üzerinde bazı düzeltme ve iyileştirme çalışmaları yapılabilir. Bunlardan biri, birbirine yakın istatistiki değere sahip olan pixellerin birleştirilmesi anlamına gelen 'komşuluk analizi'dir. Komşuluk analizi sonucunda elde edilen tematik haritadaki sınıflar öncekine göre daha net ve belirgindir. Şekil 4'de 30 sınıflık kontrollü sınıflandırma komşuluk analizi örneği yer almaktadır.

KontROLSÜZ Sınıflandırma

KontROLSÜZ sınıflandırma, görüntüdeki veri hakkında yeterli bilgiye sahip olunmadığı durumlarda tercih edilen bir methodur. Kontrollü sınıflandırmadan farklı olarak, bu sınıflandırmada başlangıçta arazi örtüsüyle ilgili ön bilgiye ihtiyaç duyulmamaktadır. Yapılacak olan ilk iş sınıf sayısının belirlenmesidir (www.erdas.com, 2004). Sınıf sayısı belirlenirken, düşünülen daha fazla sınıf adedi verilmesi daha iyi sonuç alabilmek için uygulanması gereken yöntemlerden biridir.

Bu tür sınıflandırma veri bantlarındaki yansıma değerlerine bağlı olarak benzer pixellerin otomatik olarak tespit edilmesi ve sınıflara atanması esasına dayanır. KontROLSÜZ sınıflandırma sonucu elde edilen sınıfların gerçekte hangi arazi örtüsü tipini temsil ettiği bilinmemektedir, hatta bu sınıflar arazi üzerinde herhangi bir sınıfı temsil etmiyor da olabilir. Çünkü, bu sınıflar bantlardaki yansıma değerlerine göre elde edilmişlerdir. Kont-

rolsüz sınıflandırma sonucunda elde edilen sınıfların gerçekte hangi tematik sınıfa karşılık geldiği çeşitli haritalar yada referans veriler kullanılarak tespit edilebilir. Şekil 5 30 sınıflık kontrolsüz sınıflandırma örneğini içermektedir.

HAVA FOTOĞRAFINDAN HARİTA ÜRETİMİ VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ İLE ÜÇ BOYUTLU MODELLEME

Bu bölümde uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri entegrasyonuna planlama disiplini açısından bir örnek verilecektir. İlk aşamada Erdas Imagine 8.6 görüntü işleme yazılımının OrthoBASE modülü yardımıyla iki adet hava fotoğrafının ortorektifikasyonu yapılarak, sayısal arazi modeli (DEM) elde edilecek, ikinci aşamada da Arc View 3.2 yazılımı yardımıyla, alanın daha önce elde edilmiş DEM’i referans alınarak topoğrafik analiz, TIN oluşturma, 3D modelleme gibi çeşitli analizler gerçekleştirilecektir. Çalışma alanı İzmir İli Balçova İlçesidir.

Hava Fotoğrafları ve Özellikleri

Hava fotoğrafları yeryüzünden belli bir yükseklikte bulunan kameralar yardımıyla çekilen ve güncel bilgiler taşıyan ham görüntülerdir. Bu tür görüntüler, arazi topoğrafyası, dünyanın eğikliği, kameranın görüntü alma anındaki konumu, scan etme hataları gibi nedenlerden dolayı birçok geometrik bozulmaya maruz kalmaktadırlar. Bu hataları ortadan kaldırarak, ham görüntüden planimetrik olarak güvenilir ve doğru ortofotolar üretmek işlemine ‘ortorektifikasyon’ adı verilmektedir. Bu şekilde üretilen görüntüler, geometrik olarak bir harita kalitesinde olmakla birlikte, üzerlerinde alınacak herhangi bir ölçüm zemin üzerinde alınmış bir ölçümü yansıtmaktadır. Ayrıca, coğrafi bilgi sistemi (GIS) için gerekli coğrafi bilgiyi toplamak için ideal bir veri kaynağı oluşturmaktadırlar (Sabins, 2000).

Ortorektifikasyon işlemi için, Balçova-Teleferik mevkiini içeren, 1996 yılında çekilmiş, 102 ve 104 resim numaralarına sahip hava fotoğrafları kullanılmıştır. Bu fotoğraflar aynı zamanda yatayda %40 çakışma oranına sahip, odak uzaklığı 305 mm olan bir kamera vasıtasıyla yerden 5500 m yükseklikten çekilen ve 1/18000 ölçekli fotoğraflardır. Fotoğraflar gerekli kurumlardan

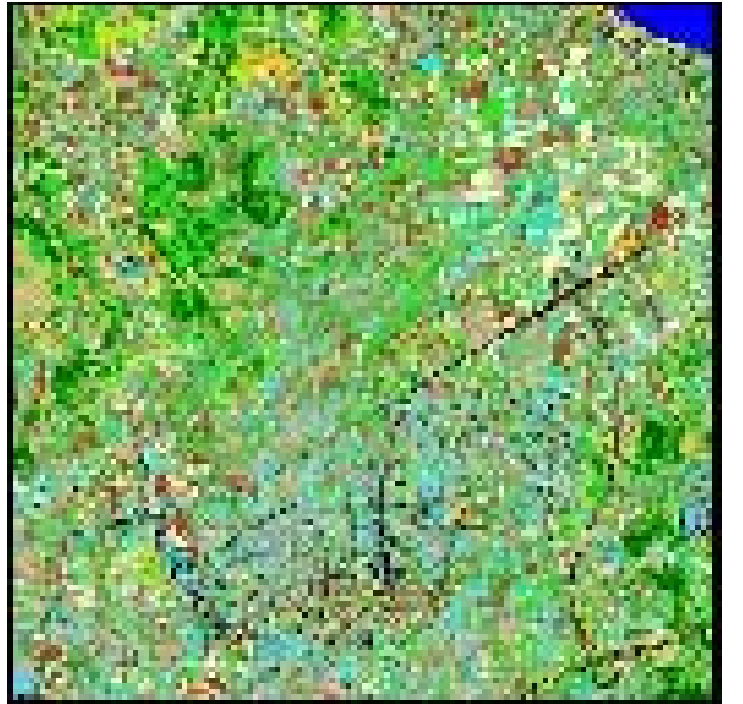
temin edildikten sonra bunlara ait kamera kalibrasyon raporları incelenerek ortorektifikasyon için diğer gerekli bilgiler toplanmıştır. Görüntülerin ortorektifikasyon işlemleri için izlenen aşamalar sırasıyla şunlardır:

- 1) OrtoBase modülüyle yeni bir proje oluşturularak projeksiyon bilgilerinin girilmesi,
- 2) Fotoğraflara ait iç ve dış oryantasyon bilgilerinin girilmesi,
- 3) Nokta Ölçümü (Point Measurement)
 - a. Zemin Kontrol Noktaları (GCPs)
 - b. Bağlantı Noktaları (Tie Points)
- 4) Üçgenleme,
- 5) Ortogörüntülerin elde edilmesi,
- 6) Sayısal Arazi Modeli (DEM) çıkarma.

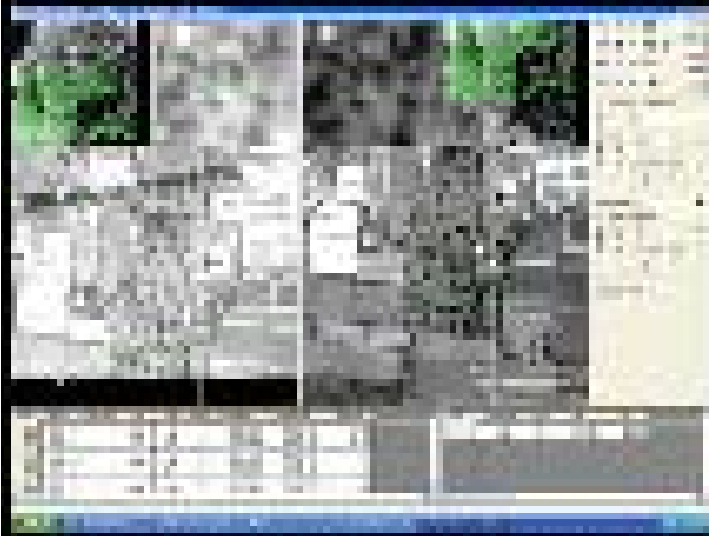
1) OrtoBase modülüyle yeni bir proje oluşturularak projeksiyon bilgilerinin girilmesi

Ortorektifikasyon sürecinin ilk aşaması olan yeni bir proje oluşturma aşamasında, ilk olarak fotoğraflar için tanımlanacak olan projeksiyon bilgileri girilir. Bu aşamada fotoğraflar için UTM (Universal Transverse Mercator) projeksiyon sistemi, Hayford Elipsoid’i tanımlanır. Projeksiyon bilgileri girildikten sonra, fotoğrafların elde edildiği yükseklik olan ortalama uçuş yüksekliği

Hava fotoğrafları yeryüzünden belli bir yükseklikte bulunan kameralar yardımıyla çekilen ve güncel bilgiler taşıyan ham görüntülerdir.



Şekil 5. 30 sınıflık kontrolsüz sınıflandırma örneği



Şekil 6. Zemin kontrol noktalarının işlenmesi arayüzünü

değeri (5500 m) yazılarak, fotoğraflar daha önce açılan blok dosyası altına kaydedilerek ilk aşama tamamlanmış olur.

2) Fotoğraflara ait iç ve dış oryantasyon bilgilerinin girilmesi

Bu aşamada, her iki görüntüye ait ayrı ayrı sensör, iç ve dış oryantasyon bilgileri girilir. İlk olarak kamera kalibrasyon raporları yardımıyla her iki görüntünün sensör bilgileri kısmına kamera tipi, Zeiss RMK/A ve odak uzaklığı (305 mm) değerleri girilir. Daha sonra, görüntülerin çekilme anındaki iç ve dış oryantasyon bilgilerini yansıtan, kameranın yerden yüksekliği ve rotasyon açısı değerleri iki görüntü için ayrı ayrı tanımlanır.

3) Nokta Ölçümü

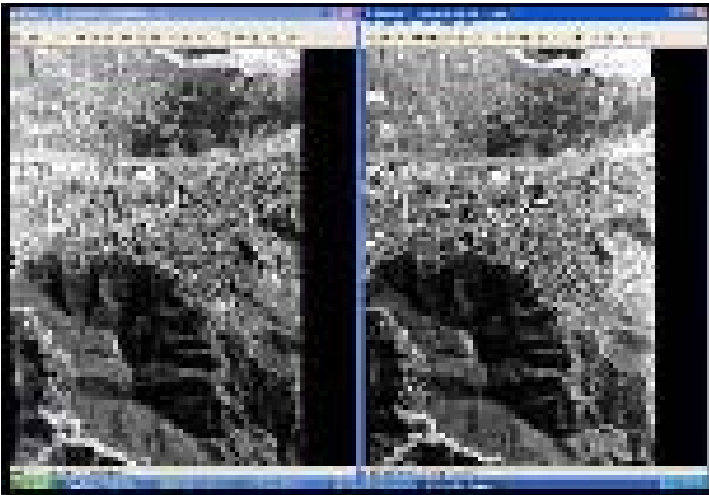
Harita koordinat sistemine dönüşümü sağlayabilmek için görüntülerin çakışma alanından yeryüzündeki koordinatı daha önceden belirlenmiş referans noktaları tanımlanır. Bu noktalara 'zemin kontrol noktaları' (ground control points) adı verilmektedir. Zemin kontrol noktaları, daha sonra uygulanacak üçgenleme işleminin en önemli belirleyicisidir ve bu noktalar ne kadar doğru seçilirse üçgenleme işlemi de o derece doğru sonuçlar vermektedir.

Üçgenlemenin doğru bir şekilde yapılabilmesi için en az 4 zemin kontrol noktası belirlemek yeterlidir. Ancak daha doğru bir sonuç elde edebilmek için daha fazla nokta belirlenmelidir. Noktalar belirlenirken özellikle bir yol kesimi ya da bina köşesi gibi koordinatı kesin olarak belli noktalar seçilmeye özen gösterilmelidir. Zemin kontrol noktalarını takiben ikinci tip nokta olan bağlantı noktaları bilgisayar tarafından otomatik olarak atanır. Zemin kontrol noktalarından farklı olarak bağlantı noktaları koordinatları bilinmeyen noktalardır. Bu noktaların koordinatları daha sonra üçgenleme işlemi sırasında otomatik olarak hesaplanır.

Bu çalışmada toplam 15 zemin kontrol noktası ile 100 bağlantı noktası tespit edilmiş ve görüntü üzerine işlenmiştir. Bu noktaların koordinatları İzmir Büyükşehir Belediyesi'nden temin edilen 1/5000 ölçekli halihazır hazır haritalar üzerinden okunmuştur. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli husus halihazır haritaların koordinat sistemiyle görüntülerin koordinat sisteminin aynı olması ve noktaların görüntü üzerinde homojen olarak dağıtılmasıdır. Şekil 6 zemin kontrol noktalarının işlenmesi arayüzünü göstermektedir.

4) Üçgenleme

Ortogörüntülerin elde edilmesi aşamasından bir önceki aşama 'üçgenleme'dir. Üçgenleme, bir projedeki görüntüler, kamera ve sensör model ve zemin arasında matematiksel bir ilişki kurma işlemidir. Üçgenleme işlemi sırasında görüntü üzerinde belirlenen noktalar yardımıyla, bağlantı noktalarının koordinatları hesaplanır. Üçgenlemeden elde edilen sonuç; ortorektifikasyon, DEM oluşturma ve stereo görüntü yaratmak için girdi olarak kullanılır. Üçgenleme için 'Bundle Block Adjustment' adı verilen matematiksel bir model



Şekil 7. Düzeltilmiş Görüntüler

kullanılarak, ortaya çıkan hataların dağıtılması ve minimize edilmesi sağlanır.

5) Ortogörüntülerin elde edilmesi

Bu aşamada, bir önceki aşamada elde edilen üçgenleme sonuçları kullanılarak, blok dosyası içindeki görüntülere ait geometrik hatalar ve diğer bozulmalar yok edilerek daha önce tanımlanan koordinat sistemine oturtulur. Bu işlem sırasında üçüncü boyuttaki düzeltmeler için referans olarak DEM kullanılır. İşlem sonucunda elde edilen görüntüler ortofotolar yada ortorektifike edilmiş görüntüler olarak tanımlanır. Bu tür görüntüler, objeleri dünyadaki gerçek X,Y ve Z pozisyonlarında gösterirler. Şekil 7’de Teleferik alanına ait hava fotoğraflarının düzeltilmiş görüntüleri görülmektedir.

6) Sayısal Yükseklik Modeli (DEM) oluşturma

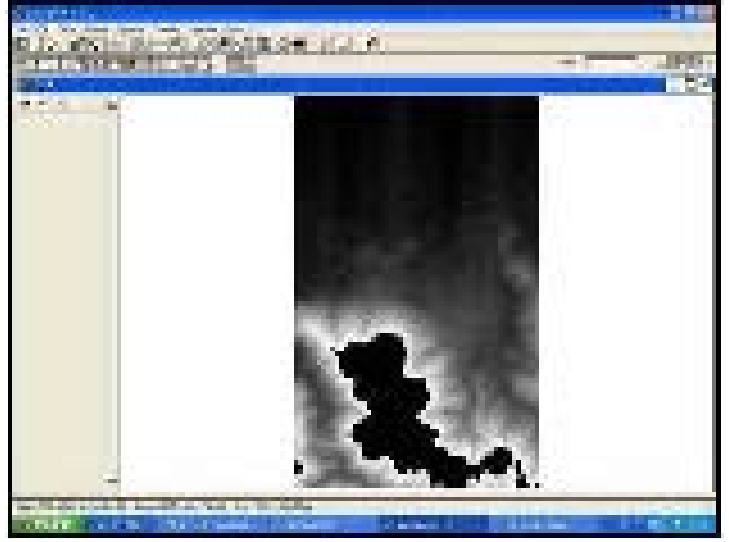
Üçgenleme sonuçları yardımıyla alanın sayısal arazi modelini üretmek, ortorektifikasyon sürecinin son etabıdır. Sayısal yükseklik modeli (DEM- Digital Elevation Modeli) alana ait yükseklik bilgilerini içeren ve bunları lekesel olarak ifade eden bir görüntüdür. Üretilen DEM’de beyaz renkli alanlar yüksekliğin fazla olduğu alanları, siyah renkli alanlar ise yüksekliğin az olduğu alanları göstermektedir. Şekil 8 Sayısal yükseklik modelini göstermektedir.

SAYISAL YÜKSEKLİK MODELİ ANALİZLERİ

Topoğrafik analiz üretebilmek için DEM oluşturma son aşamadır. DEM referans alınarak farklı analizler yapılabilir. Çalışmanın bu bölümünde ArcView 3.2 yazılımı yardımıyla DEM kullanılarak yapılan analiz ve 3D modelleme çalışmalarını içermektedir.

1) DEM kullanılarak yapılan analizler

DEM kullanılarak yapılan analizlere ilk grid oluşturmaktır. Elde edilen grid görüntüsü kontura dönüştürülerek alanın topoğrafik haritası elde edilebilir. Yine aynı şekilde, grid referans alınarak alana ait eğim ve bakı (görünüş) haritaları elde edilebilir. Alanın topoğrafik haritası yapıldıktan sonra, ortorektifike edilmiş görüntüler üzerinde bir çalışma alanı belirlenerek, bu alan içerisindeki bina, ada ve yollar sayısallaştırılmıştır. Sayısallaştırılan bu katmanlara topoğrafik harita



Şekil 8. Sayısal yükseklik modeli

da eklenerek halihazır harita görüntüsü elde edilmiştir. Yapılan analizler farklı şekillerde bir araya getirilerek farklı görünüm elde edilebilir. Şekil 9 grid kullanılarak oluşturulan eş yükselti eğrileri haritasını, Şekil 10 fotogrametrik yöntemle üretilmiş halihazır haritayı göstermektedir.

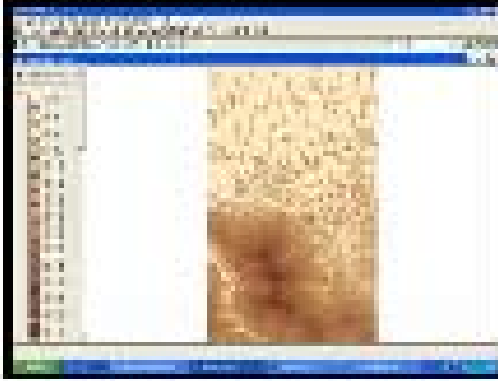
2) 3D modelleme çalışmaları

Bu çalışmada üç boyutlu olarak TIN üretilmiştir. TIN (Triangulated Irregular Networks) görüntüdeki yükseklik belirten noktalardan birbiriyle çakışmayan düzensiz üçgenler üretilerek elde edilir. Şekil 11 alana ait TIN haritasını göstermektedir. Grid yada kontur görüntüleri ArcView 3.2 programı yardımıyla TIN’e dönüştürülebilir. Bu çalışmada grid’ten dönüşüm yapılarak TIN elde edilmiş ve bu TIN görüntüsü üzerine daha önce sayısallaştırılan katmanlar eklenerek alanın sayısal yüzey modeli (DSM- Digital Surface Model) elde edilmiştir. Ayrıca bu üç boyutlu görüntüye ortorektifike edilmiş görüntü de eklenerek 2 boyutlu hava fotoğrafının da üç boyutlu görünümü sağlanmıştır. Şekil 12 hava fotoğrafının üzerine yerleştirilen üç boyutlu binaları göstermektedir.

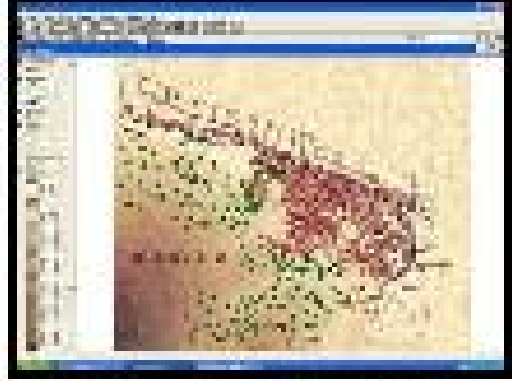
SONUÇ

Şehir planlama, uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemi disiplinlerinin kullanılması sonucunda ortaya çıkan bu ürünlerden çıkarılabilecek sonuçlar birkaç ana başlık altında toplanabilir.

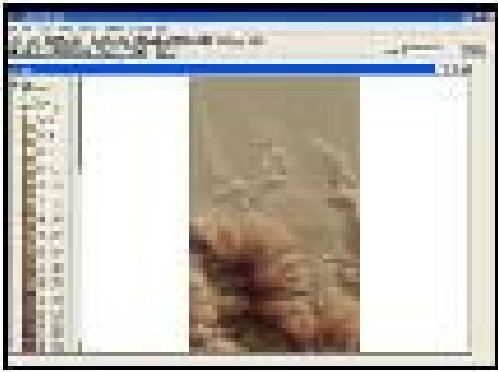
Uzaktan algılama tekniğiyle yapılan bu çalışmalar uydu görüntüsüne bağlı olarak çok büyük alanlar için de uygulanabilir.



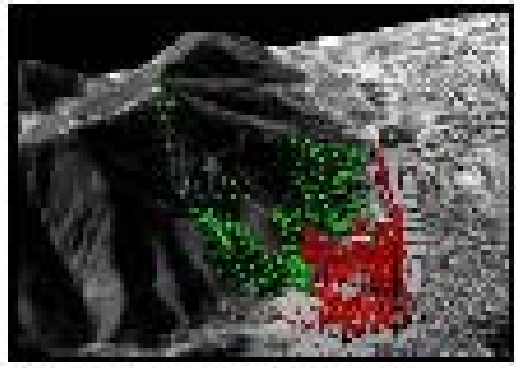
Şekil 9. Grid kullanılarak oluşturulan eş yükselti eğrileri haritası



Şekil 10. Fotogrametrik Yöntemle Üretilmiş Halihazır Harita



Şekil 11. TIN haritası



Şekil 12. Hava fotoğrafının üzerine yerleştirilen üç boyutlu binalar

Öncelikle arazi kullanımının oluşturulduğu kontrollü ve kontrolsüz olmak üzere iki farklı yöntemle sınıflandırılmış görüntüleri incelendiğinde, kontrollü sınıflandırmanın diğerine göre daha iyi netice verdiğini ve kontrollü sınıflandırma sonucu elde edilmiş tematik haritada sınıfların daha belgin olduğu sonucunu çıkarılabilir.

Başta da belirtildiği gibi sınıflandırma, uydu görüntüleriyle arazi hakkında bilgi elde edebilmek ve tematik harita oluşturabilmek için en etkin yöntemlerden birisidir. Böylelikle, geleneksel yöntemlerle yapıldığında çok büyük maliyet ve zaman gerektiren bu çalışmalar yalnızca bir uydu görüntüsü sayesinde çok kısa bir zaman diliminde ve küçük maliyetlerle yapılabilir. Ayrıca, uzaktan algılama tekniğiyle yapılan bu çalışmalar uydu görüntüsüne bağlı olarak çok büyük alanlar için de uygulanabilir. Bununla birlikte, uzaktan algılama disiplininin araçlarından biri olan hava fotoğraflarının da harita yapımında kullanılabilirliği ve buna bağlı olarak 3 boyutlu çalışmalar yapılabileceği görülmüştür.

Haritalara ve üzerindeki fiziksel öğelere ait veri tabanlarının kurulması ile akıllı hale getirilmesi yapılan çalışmalar üzerinden analiz ve sorgu yapılabilemesine imkan vermekte ve de zamanla yenilenecek uydu ve/veya hava fotoğrafları ile güncel bir hatıra tabanı oluşmasını sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

www.erdas.com, 2004

www.nik.com.tr, 2004

Sabins, F.F. (2000) Remote Sensing Principles and Interpretation, Remote Sensing Enterprises, Incorporated and University of California, Los Angeles.

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Şehir Planlama Bölümü

Çalışmayı Yürütenler: Yrd.Doç.Dr.Murat ÇELİK, Öğr.Gör.Dr. Ömür SAYGIN, Ar.Gör.Çiğdem TARHAN, Ar.Gör. Uğur YANKAYA; Ar.Gör.Ersin TÜRK

Çalışma Grubu: Ayşe SÜER, Onur KINACI, Emel GÜNAY, Eda ÇAÇTAŞ, Feryal DAL