

[1057]

EĞİK RESİM FOTOGRAMETRİ İLE VERİ ÜRETİMİ

Ekrem AYYILDIZ¹

¹Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü, Harita Dairesi Başkanlığı, Ankara, ekremayildiz03@gmail.com

ÖZET

Günümüzde teknoloji alanındaki gelişmeler, fotogrametrik algılayıcılarda, kayıt ünitelerinde ve görüntü işleme donanımlarında da yeni imkânlar sağlamıştır. Fotogrametrik kameralara eğik algılayıcılar eklenerek objelerin farklı açılardan görüntülenmesi sağlanmış ,kayıt ünitelerindeki gelişmeler sayesinde anlık görüntü alım kapasitesi artırılmış ve yazılımlardaki güncellemeler sayesinde fotogrametri alanında üretim yelpazesi genişletilmiştir..

Ülkemizde emlak idaresi faaliyetleri kapsamında ihtiyaç duyulan üç boyutlu kadastro, kentsel alanlarda gayrimenkul değerlendirme ve pazarlama, kentsel planlama, kaçak yapı izleme ve şehir yönetimi, konuma bağlanması gereken verilerin (ulusal adres verisi, vb.) akıllandırılması gibi hizmetler yukarıda saydığımız gelişmeler sonucunda ortaya çıkan yeni ürünlerin kullanım alanlarını oluşturmaktadır.

Bu bildirinin amacı teknolojik gelişmeler sonucunda ortaya çıkan:fotogrametrik üretimde kullanılan donanımları, veri setlerini, sonuç ürünleri ve kullanım alanları hakkında bilgi vermektir.

Anahtar Kelimeler: 3D Kadastro, Gayrimenkul Değerleme, Eğik Resim Fotogrametrisi

1.EĞİK RESİM FOTOGRAMETRİSİ

Son yıllarda tüm dünyada yaygınlaşmış olan geleneksel düzey hava görüntülerine ek olarak eş zamanlı farklı açılardan çekilmiş hava görüntülerinden oluşan veri setleri fotogrametrik yöntemler ile yeni ürünler üretmeye imkân sağlamıştır. Üretimde kullanılan verilerin çeşitlilikleri, kullanıcıların gereksinimlerini karşılamak amacı ile geliştirilen yazılımlar ve donanımlar sonuç ürünler eğik resim fotogrametrisinin kullanım alanlarını her geçen gün daha da genişletmektedir. Eğik resim fotogrametrisine yönelmemizi sağlayan hava kameralarından, görüntü kayıt ünitelerinden, verileri işlememizi sağlayan teknolojik gelişmelerden ve bu gelişmelerin bize sunduğu yeni fotogrametrik ürünlerden anlatılacaktır.

1.1.Fotogrametri Alanındaki Gelişmeler

1.1.1.Eğik Resim Fotogrametrisinde Kullanılan Kameralar

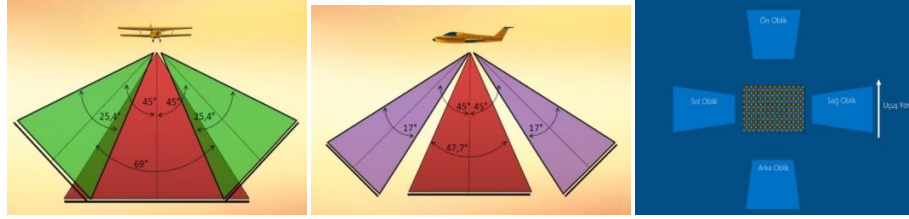
Eğik resim fotogrametrisini klasik fotogrametriden ayırt eden en büyük farkgörüntü alımında kullanılan algılayıcıların sayısı ve konumlanış şeklidir. Eğik resim kameralarını algılayıcı sayılarına göre tekli, ikili, üçlü, dörtlü, beşli ve altılı olarak sınıflandırmak mümkündür.

En çok tercih edilen eğik kamera sistemi ise beşli kamera sistemleridir. Bu kamera sistemlerinde düzeyde bir adet ve 4 farklı yönde eğik olarak konumlandırılmış 5 adet kamera mevcuttur.

Çizelge1. Eğik resim kameraları katalog değerleri

	UltraCamSprey Prime II	UltraCamSprey Lite	PentaDigic-AM 80	Leica RC-D 30
Görüntü Büyüklüğü (Piksel)	13,470*8,670	10,300*7,700	10,328*7,760	10,320*7,752
Düsey Kamera Odak Uzaqlığı	80	80	50-70	50
Eğik Kamera Odak Uzaqlığı	120	120	110	80
Eğik Kameraların Eğim Açları	45	45	45	35
Piksel Büyüklüğü	5.2	5.2	5.2	5.2
Panoramatik Özelliği	Var	Yok	Yok	Yok
Kalite Özelliği	Var	Yok	Var	Var
Görüntü Alım Süresi	2.4	2.4	1.6	1.8

Beşli kamera sistemine sahip olan çeşitli markaların kamera sistemlerinin katalog değerleri tabloda gösterilmiştir. Klasik fotogrametriden farklı olarak bulunan eğik kameraların açı değerleri uçuş esnasında yeryüzünde bulunan objelere ait yan yüzeylerin görüntülerinin alımında etkilidir.



Şekil 1. Eğik kameraların açı değerlerinin ve görüntü alanlarının gösterimi

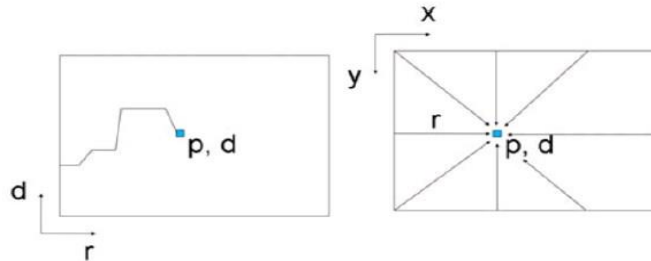
Fotogrametrik amaçla kullanılan hava kameralarında görüntülerin kapladığı alan fotogrametrik çalışmaların ilk aşaması olan planlamasından tutun hemen hemen her aşamada önemli bir yer tutmaktadır.

Eğik resim fotogrametrisi için geliştirilen bu kameraların teknik özelliklerinden bir olan görüntüyü alım süreci fotogrametrik üretim süreçlerinde uçuş planlaması ve görüntü alım sıklığını ile ilişkilendirilmektedir.

Dijital hava kameralarını görüntü alım aralığının azalmasındaki en büyük etkenlerden biriside kameraların kayıt ünitelerinde SSD disklerin kullanılmasıdır. SSD (Solid State Drive) veri depolamak için geliştirilmiş sabit disklerin yerini alan veri depolama aygıtıdır. Mekanik bir sabit diskin maksimum yazma hızı ortalama 150mb/sn iken SSD'lerde bu hız 560mb/sn'dir. SSD depolama ünitelerinin diğer avantajları ise ısı ve sestten etkilenmemeleri, düşük enerji sarfiyatı ve mekanikliğin ortadan kalkmasıdır.

1.1.2.Yoğun Görüntü Eşleme Algoritmasının Geliştirilmesi

Fotogrametrik yöntem ile üretiminde sık görüntü alımı ve bu alım sonucunda yapılan yoğun görüntü eşlemesi önemli bir yer tutmaktadır bu kapsamda coğrafi bilgi sistemlerinin mühendislik çalışmalarının ve acil durum yönetimleri için önemli bir veri kaynağı olan SYM ve SAM olumsuz etkileyen tekrarlı yapılar yoğun görüntü eşleme algoritması sayesinde aşılmıştır. Her bir pikselin eşleme işleminde kullanıldığı "Semi-Global Matching" (SGM) yaklaşımı, eşleme işlemi sırasında tanımlanan global "cost" fonksiyonunun minimize edilmesine dayanmaktadır.



Şekil 2. SGM yaklaşımında en uygun konumun bulunmasında 8 arama yönü

$$E(D) = \sum_p (C(p, D_p) + \sum_{q \in N_p} P_1 T[|D_p - D_q| = 1]) + \sum_{q \in N_p} P_2 T[|D_p - D_q| > 1])$$

Eşitlik 1. Yoğun görüntü eşleme algoritması

Bu yaklaşımdaki en büyük yenilik, her bir piksel için eşleme işleminin tek bir yönde yapılması yerine eşleme işlemine konu olan piksele komşu bütün yönlerde yapılmasıdır. Bu yeni yaklaşımın en büyük sınırlaması çok büyük hafızaya ihtiyaç duymasındır. Özellikle büyük alanlardaki yoğun sayısal yüzey modeli üretimi çalışmalarında eşleme işlemi daha da hızlandırmak için graphics processing unit (GPU) de kullanılmaktadır (Yastıklı ve Bayraktar, 2014).

1.1.3.GPU'nun Fotogrametride Kullanımı

Graphics Processing Unit (GPU) birçok sektörde Central Processing Unit (CPU) ile birlikte yaygın olarak kullanılmaktadır. GPU görüntü işleminde benzersiz şekilde hızlı olması GPU'nun genel anlamda Fotogrametri bilim dalı da kullanılmasına olanak sağlamıştır. GPU'nun çoklu çekirdek yapısı yardımı (2016) ile

hızlı bir şekilde kodları çalıştırması grafik ve görüntü üzerinde çalışan yazılımların çalışmasında süre açısından büyük bir avantaj sağlamaktadır.

Ancak GPU algoritma içerisindeki öncelikli işlemleri yorumlayamaması ve GPU işletim sistemlerinin kendi içinde farklılıklar göstermesi algoritmaların her bir GPU yapısı için tekrar yazılmasına sebep vermektedir. Bu sebepten ötürü GPU ve CPU yapıları birlikte kullanılmakta olup kodların CPU ya göre yazılıp GPU üzerinde bu algoritmaların çalışması ve GPU'nun yönetiminin CPU üzerinden yapılması GPU olumsuz yönlerini elemine etme imkânı sağlamıştır. (2 2016)

CPU fotogrametride kullanımı ise Sayısal Yüzey Modellerinin (SYM) elde edilmesidir. SYM elde edilmesindeki geleneksel yöntem yeryüzündeki bir noktanın görüntü çiftlerinde tespit edilip o noktaya ait yükseklik değerinin hesaplanmasıdır. Nokta tespitinde yukardan aşağı yaklaşımı kullanılır. Yoğun bir SYM elde edilmek istenirse yüksekliği hesaplanacak nokta sıklığı yer örnekleme aralığı (YÖA)'na eşit olmalıdır. Belirli aralıklar ile yüzey modelinin oluşturulmasında yüksekliği hesaplanan noktalardan yararlanılıp interpolasyon işlemi ile grid noktalarının kotları hesaplanır.

2.EĞİK RESİM FOTOGRAMETRİSİ İLE ÜRETİLEBİLCEK VERİLER

2.1.Eğik ve Düşey Görüntü (BirdView) Sunumu

Eğik ve düşey görüntülerin sunumu eğik resim fotogrametrisi ile elde edilen verilerin en basit şekilde sunulma şeklidir. Alınmış gerçekleştirilen görüntülerin düşey görüntülerden yola çıkılarak dengeleme işlemi yapıldıktan sonra dengeleme sonucunda elde edilen düzeltmelerin eşzamanlı olarak alınan eğik hava görüntülerine uygulanması ile elde edilen veri setinin fazla bir işlem adımından geçirilmeden sunulma şeklidir.



Resim 1. Düşey ve eğik görüntülerin sunumu

Sunum şekli aynı zamanda hassas konum bilgisi, yatay ve düşey mesafe, yan alan, eğim ve obje yüksekliği bilgilerinin elde etme imkânı sağlamaktadır.

2.2. Poligon Modelleme (Mesh Model) Sunumu

Poligon modelleme sunum şeklinin dayanağı yer yüzeyini temsil eden noktaların birbirlerine çizgiler ile bağlanması sonucunda oluşan poligon yüzeylerine eğik ve düşey kameralardan elde edilen görüntülerin kaplanması ile elde edilen ürünün sunum şeklidir. Bu sunum şeklinin yeryüzünü temsil yetisi kullanılacak olan nokta kümesinin sıklığı ve oluşturulacak poligonların alanlarının büyüklüğü ile ilişkilidir.

Verilerinin hazırlanma sürecinin kısa ve verilerinin hazırlanma için harcanan emeğin az olması mesh model sunum şeklinin avantajlarındandır. Sadece raster verileri ve belli sayıda poligon modelleri sunulduğu için internet üzerinden sunumları için tercih edilebilir ve birçok platform tarafından desteklenmektedir. Objelere çok fazla yaklaşılmadığı sürece obje bütünlüğü korunduğu için göze hoş gelen bir sunum sağlar.

Önemli hususlardan bir diğeri ise yeryüzündeki objeler vektörel olarak birbirlerine bağlıdır. Bu durumda objeler dayalı sorgulama ve kimlik tanımlamayı engellemektedir. 3 Boyutlu görüntüleme ve 3 Boyutlu ölçümlere izin vermektedir. Kullanıcıda 3 Boyut algısını sağlamaktadır.

2.3. Nokta Bulutu (Point Cloud) Sunumu

Bu sunum şeklinde veri kaynağı olarak eğik ve düşey hava görüntüleri ile isteğe bağlı olarak fotogrametrik yöntem

ile üretilmiş nokta verisi veya havadan ve yersel Light Detection and Ranging (LIDAR) tarayıcıları ile üretilmiş nokta verisi kullanılabilir. Eğik ve düşey görüntülerden üretilen nokta verilerinin kullanıldığı sunum şekli LIDAR verilerinin kullanıldığına göre daha kolay ve daha kısa sürede üretilmektedir. İnternet üzerinden sunum için veri büyüklüğü çok büyük bir dezavantajdır. Hiç bir veri bağımsızlaştırılmamaktadır buna bağlı olarak obje veya öge tanımı yapılmamaktadır. Konum tabanlı sorgulama yapılabilir objeye dayalı sorgulama yapılamaz.

2.4. Üç Boyutlu Kent Modeli Sunumu

Boyutlu modeli oluşturulmuş kentlerin eğik kamera görüntüleri ile objelerin yan yüzeylerinin ve düşey hava kamerası görüntüleri ile de bina çatı ve arazi yüzeylerinin kaplanması ile elde edilen bir üründür.

Dolayısıyla kentlerin 3 Boyutlu modellerinin oluşturulmasında kent geometrisinden istenilen detay hassaslığına göre operatör desteği arttırmaktadır. Geometrik detay üretim sürecini, üretim maliyetini, üretim performansını ve verini internet üzerinden sunumunu ve üretim sürecinde kullanılacak veri setini etkilemektedir. Bu sunum şekli her türlü geometrik ve obje bazlı ilişkilendirmelere imkân sağlayıp sözel veriler ile obje ilişkilendirmeyi yapma ve CBS için her türlü veriyi elde etme ve sorgulama imkânı sağlamaktadır.

2.5. Pre-Render Üç Boyutlu Kent Modeli Sunumu

Pre-Render 3 Boyutlukent modeli sunumu 3 Boyutlu kent modeli oluşturulmuş verilerden elde edilen bir sunum şeklidir. Bu sunum şekli 3 Boyutlukent modeli üzerinde basit bir değişle görüntüler kaydedilip bu görüntülerin internet üzerinde sunulma şeklidir. Sunum 3 Boyut algısı vermektedir. Sunum üzerinde konum tabanlı sorgulama yapılabilirken obje bazlı sorgulamaya imkân vermemektedir (Yılmaz, 2015).

3. ÜÇ BOYUTLU KENT MODELİ

Fotogrametri alanında çalışan kişilerin en büyük amaçlarından birisi yeryüzünü en iyi şekilde temsil edecek fotogrametrik araçların geliştirilmesidir. Teknolojideki gelişmelerin fotogrametri anabilim dalında uygulanması fotogrametri yöntemi ile üretilen her türlü coğrafi bilginin kullanıcıya daha doğru, daha estetik ve daha nitelikli bir şekilde sunma imkânı sağlamıştır.



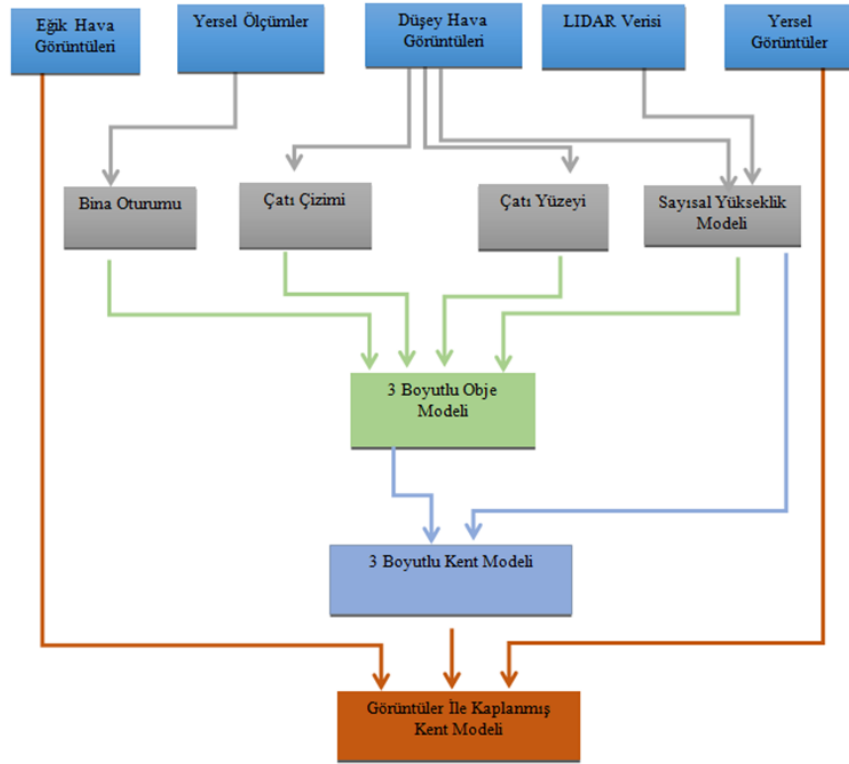
Resim 3. 3 Boyutlu kent modeli

Bu kapsamda yerleşim yerleri için üretilecek 3 Boyutlu Modeller ve bu modellere entegre edilecek uygulamalar insanların yaşam kalitesini yükseltmek için atılacak her adımda bu alanlarda yapılacak tüm istatistiksel çalışmalarda ve bu bölgelere sunulacak her hizmette önemli bir veri kaynağı olacaktır.

3.1. Üç Boyutlu Şehir Modeli Üretiminde Kullanılan Veri Setleri

3 Boyutlu kent modeli üretimi üretimde kullanılacak verilerden, üretim sonucunda oluşacak üründen istenen özelliklere ve üretimin için harcanacak emek göre farklılıklar göstermektedir. 3 Boyutlu kent modeli üretiminde yersel ölçümler ve fotoğraflar, havadan alınan düşey ve eğik görüntüler, yerden ve havadan alınan LIDAR verileri, insansız hava araçlarından alınan görüntüler, hava fotoğraflarından üretilen nokta bulutu verileri, sokak görüntüleri

gibi veri türlerinin tek tek veya kombinasyonlar ile kullanılarak üretim mümkündür. Bu veri setlerinin tercihi üretilecek sonuç ürünün özelliklerine, eldeki imkânlar göre şekillenmektedir. Verilerin 3 Boyutlu kent modeli üretiminin hangi aşamalarında kullanıldığı şekilde gösterilmektedir.



Şekil 3. Boyutlu kent modeli üretim veri setleri

3.2. Üç Boyutlu kent Modeli Kodlama Standardı City Gml

OGM (Open Geospatial Consortium) tarafından geliştirilen City GML (Geography Markup Language) 3 boyutlu kent modellerinin paylaşımı ve depolanması için geliştirilmiş bir kodlama standardıdır.

Bu kodlama standardının geliştirilme sebebi son yıllarda yaygınlaşan 3 Boyutlu kent modellerinin sadece grafiksel veya görsel olarak üretilmesi şematik ve topolojik verilerin ikinci plana atılmasıdır. Bu kodlama standardı ile 3 Boyutlu modeller sadece görselleştirme amacıyla değil aynı zamanda tematik sorgulama ve analiz yapmak içinde kullanılmasına olanak sağlayacaktır.

City GML de; Sayısal Yüzey Modelleri, Morfoloji Verileri, Sayısal Üçgen Modelleri Bina, Köprü, Tünel Bitki Örtüsü Su Kütleleri Ulaşım Tesisleri Arazi Kullanımı Kent Modelleri Kullanıcı Tarafından Tanımlanan Gruplar veri girdisi olarak kullanılabilir.

City GML formatın veriler farklı detay seviyeleri ile tanımlanmaktadır bu detay seviyeleri:

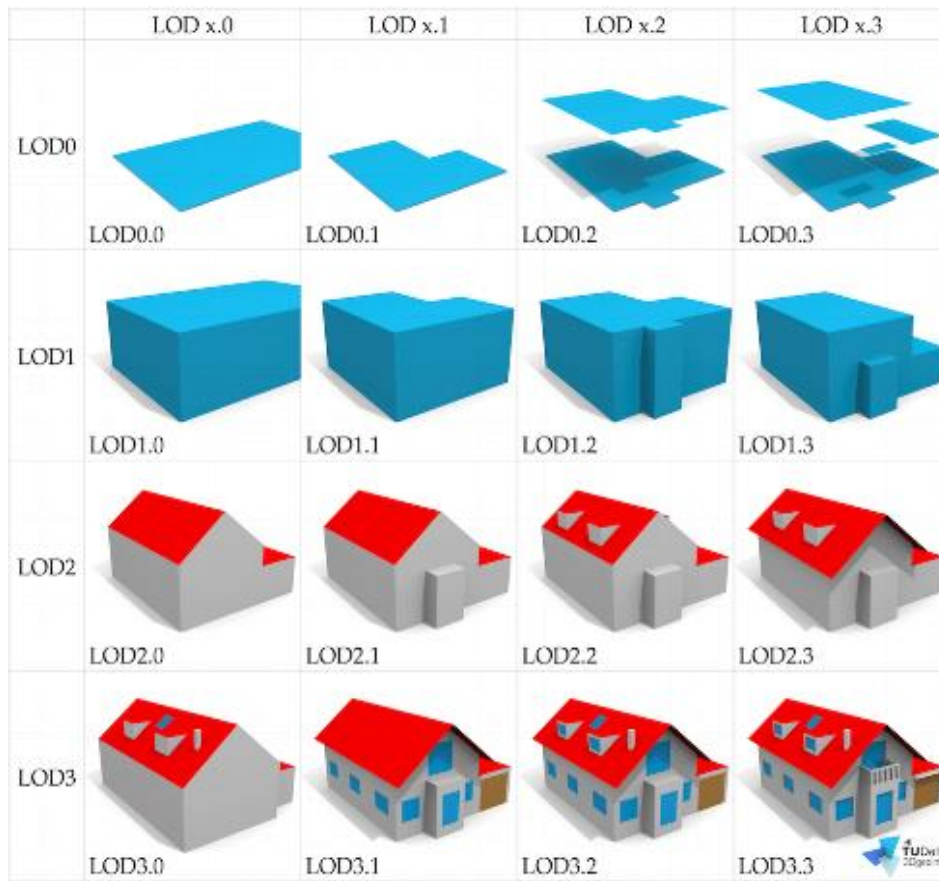
LOD 0: En az detaya sahip seviyedir. Bu seviye sayısal arazi modeline hava görüntülerinin veya haritaların ilişkilendirilmiş halidir. Binalar zemin oturumları veya çatı çizgileri ile temsil edilir.

LOD 1: Lod 1 seviyesinde objeler prizmatik (düzgün 3 Boyutlu modeller) ile temsil edilir. Obje çatıları düz tabaka şeklindedir.

LOD 2: Lod 2 seviyesinde objelerin gösteriminde Lod 1 in aksine objelerin üst ve yan yüzeylerindeki derinlikleri farklı kısımlarda model üzerine işlenmiştir.

LOD 3: Bu seviyede duvardaki detaylar pencere ve kapı detayları dâhil olmak üzere çatı yapıları ile mimari modeller gösterir.

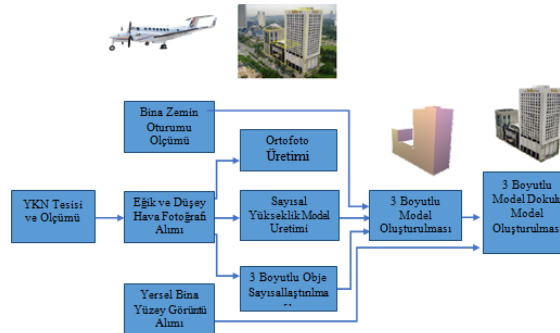
LOD 4: Lod 4 obje detaylarına Lod 3 seviyesine ek olarak odalar, iç kapılar, merdivenler, mobilyalar vb. gibi objenin iç yapısına ait detaylarda eklenir.



Şekil 4. LOD'ların gösterimi

3.3.Üç Boyutlu Şehir Modeli Üretim Aşamaları

3 Boyutlu kent modellerinin üretim süreçleri üretimde kullanılacak olan veri setine göre şekillenmektedir.



Şekil 5. Üç Boyutlu kent modeli üretim süreçleri

3.3.1.Yer Kontrol Noktaları (YKN) ve Fotogrametrik Nirengi

Fotogrametrik çalışmalarda YKN doğruluğu sonuç ürünün konum doğruluğunda önemli bir rol oynamaktadır. Aynı zamanda YKN'lerin sıklığı ve doğruluğu üretim süreçlerinden bina yüzeylerinin eğik hava görüntüleriyle kaplanmasında oluşturulacak 3 Boyutlu model ile eğik görüntülerin eşleşmesini kolaylaştıracaktır.

3.3.2.Bina Zemin Oturumlarının Ölçümleri

Bina zemin oturumları 3 Boyutlu kent modellerinin üretiminin 3 Boyutlu obje modellemesi aşamasında ve objelere özniteliksel bilgilerin entegre edilmesinde kullanılmaktadır. Zemin oturumlarının üretiminde kullanılacak yöntem üretimin gerçekleştirilecek bölgenin sahip olduğu bina yapılarına ve bitki örtüsüne diğer bir deyişle bina zemin oturumlarının hava görüntülerinden tespit edilip edilemeyeceğine göre belirlenmektedir.

3.3.3. Düşey ve Eğik Görüntü Alımı

3 Boyutlu kent modellemesinde kullanılacak düşey ve eğik hava görüntülerinin alımı iki farklı uçta alınabileceği gibi tek bir uçta da alınabilir. Hava kameraların gelişip düşey ve eğik görüntü alımlarında algılayıcıların odak uzaklığının değiştirme imkânı sağlanması düşey ve eğik görüntülerin tek seferde istenilen YÖA sahip görüntülerin alınmasına olanak sağlamıştır. Görüntü alımlarında düşey hava görüntülerinde bindirme oranı boyuna %80enine % 60 olacak şekilde belirlenir. Uçuş planlamasındaki etkileyen bu oran düşey görüntüler üzerine uygulanır ve uçuş kolonları ve görüntü alım noktaları bu şekilde hesaplanır.

3.3.4. Bina Çatı ve Çatı Detaylarının Sayısallaştırılması ve 3 Boyutlu Obje Modeli Üretimi

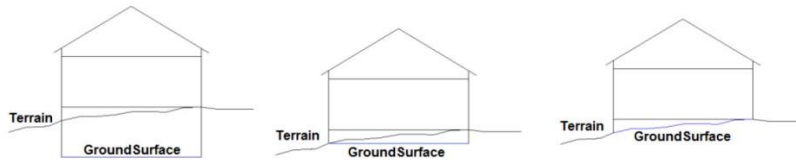
3 Boyutlu kent modellerini oluşturan objelerin modellenmesinde çatı detay ve çatı sınır çizgilerinden yola çıkılır. Üç boyutlu kent modellerinde gerçekçi bir görüş sağlamak ve şehirleri oluşturan binaları en iyi şekilde temsil edilebilmesi için bina çatılarının tam ve detaylı olarak çizilmesi gerekmektedir. Bu aşama diğer fotogrametrik verilerin üretiminde olduğu gibi vektörel veri üretimini içinde bulundurmaktadır.

Bina zemin oturumlarının ve çatı kırıklarının çizilmesi manuel bir işlemdir ve tam anlamıyla operatör desteğine ihtiyaç duymaktadır. Çatı sayısallaştırmasında deneyimli bir fotogrametrik kıymetlendirme operatörü ortalama günde 60-80 adet binanın çatısını sayısallaştırabilir. Ancak bu sayı bina çatılarının karmaşıklığı ve operatörün deneyimine göre değişmektedir (Tütüneken, 2015).

3 Boyutlu kent modellerini üretim aşamalarından olan 3 Boyutlu obje üretme aşaması üretimi istenilen kent modelinin üretim sürecine, maliyetine ve detay seviyesine göre farklılıklar göstermektedir.

3.3.5.3 Boyutlu Objelerin Yüzey İle İlişkilendirilmesi

Boyutlu objelerin üretimi tamamlandığında oluşan objelerin zemin ile ilişkisi kurulmamıştır. Oluşturulan objelerin yükseklikleri üretiminde girilen değerler ile belirlenmiştir. 3 Boyutlu objenin zemin ile ilişkilendirilmesi üretim metodolojisine göre çatı sınır çizgilerinden zemine doğru bloklar indirilmesi tercih edilebildiği gibi obje yüzey modeline ait yüzey detayları var ise çatıdan indirilen objeler bu detaylarda kırıklar yaparak zemine objenin bütün olarak ulaşması sağlanır. Zemine ile birleşen objeler sayısal yükseklik modelleri referans alınarak kesilir ve obje modelinin zemin ile bütünleşmesi sağlanır. (Xiao ve Gerke 2015).



Şekil 6. 3 Boyutlu objelerin yüzey ile ilişkilendirilmesi

3.3.6.3 Boyutlu Bina Katı Modellerinin Eğik Görüntülerle Otomatik Kaplanması

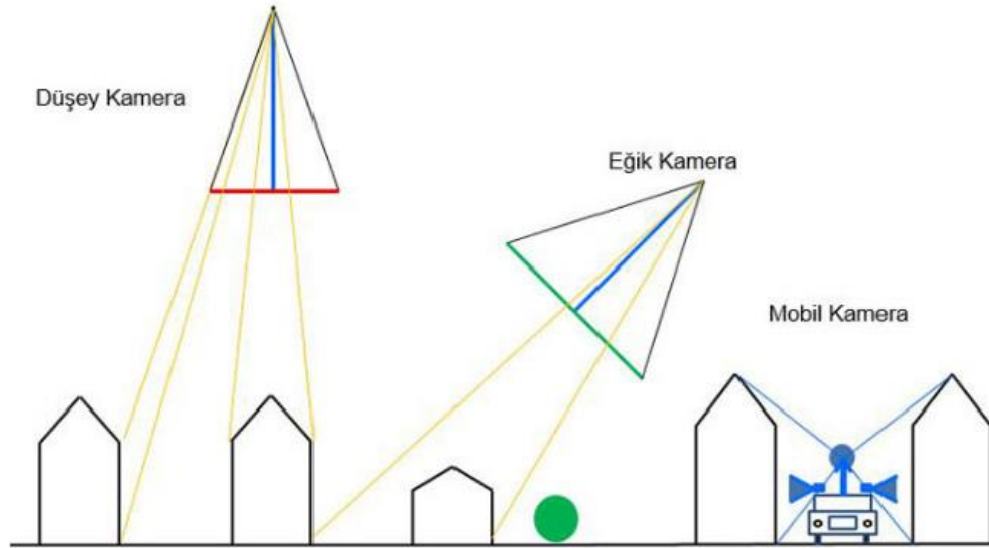
3 Boyutlu kent modellerinin obje yüzeyleri kaplanmadan sunulması mümkündür. 3 Boyutlu obje çalışmasında hangi LOD seviyesini seçerseniz seçin objelerin görüntüler ile kaplanmadığı durumlarda modeller her dâhim eksik kalmaktadır. Cadde seviyesinde alımlarının tercih edildiği projelerde objenin cephede olmayan yüzeylerinin kaplanamamaktadır. Bu durumda 3 Boyutlu kent modellerinin bütünlüğü açısından istenmeyen bir durumdur.



Şekil 7. Cadde seviyesi görüntüler kaplanan bina modelleri

3 Boyutlu objelerin kaplanmasında havadan görüntü alımının tercih edildiği projelerde bina yüzeylerinde ayırt olmaksızın görüntü elde edilebilmektedir. Bu çalışmalarda ise havadan görüntü alımından kaynaklanan zemine yakın bölgelerin görüntülerinin üretilmemesi ve yapılaşmanın sık olduğu bölgelerde bina yüzeylerinin görüntülerinin yeterince alınamadığı tespit edilmiştir.

3 Boyutlu objelerin kaplamak için kullanılacak görüntülerin temini için uygulanması geçerli olan yöntem ise hem cadde seviyesi hemde havadan alımı gerçekleştirilen eğik görüntülerin kullanılmasıdır. Bu yöntem ile 3 Boyutlu objelerin yüzey kaplaması tamamen yapılabilmektedir.



Şekil 8. Cadde seviyesi ve hava görüntülerinin alımı

Boyutlu objelerin yüzey kaplamasının otomatik olarak yapılabilmesi 3 Boyutlu objelerin konum doğruluğuna, havadan görüntü alımı esnasında kullanılan YKN' larına ve yersel görüntü algılayıcısının konum doğruluğuna bağlı olarak değişmektedir. Kent modelinin yapı olmayan yüzeylerinin kaplanmasında ise bölgeye ait ortofoto veya trueortofoto kullanılmaktadır (Tütüneken, 2016).

4.SONUÇLAR

Fotogrametri bilimindeki bu gelişmeler fotogrametrik ürün yelpazesini geliştirmiş olup yeni ürünler elde edilmesini sağlamıştır. Elde edilen bu ürünler Eğik Düşey Görüntüler, Poligon Modelleme, Nokta Bulutu, 3 Boyutlu Kent Modelleri, Pre-Render 3 Boyutlu Kent Modelleridir. Bu saydığımız ürünlerin her birinin kendi üstün yanları bulunmaktadır. Eğik Düşey Görüntüler emek yoğun bir işlem süreci gerektirmeden aynı objenin farklı açılardan çekilmiş görüntülerini sunarak konum, alan, yükseklik ve eğim sorgulama imkanı sağlamaktadır. Sunum 3 Boyut algısını oluşturamamakta ve sunum üzerinde obje bazlı sorgulama yapılmamaktadır. Bu sunum şekli eğik hava görüntülerinden elde edilen verilerin ilk aşamada paylaşımında kullanımı için en uygundur. Poligon modelleme sunumu geliştirilen algoritmalar sayesinde yüzeyi temsil eden modellerin hava görüntüleri ile kaplanması sonucunda elde edilen ve operatör desteğine gerek duymadan mevcut yazılımlar ile otomatik olarak elde edilip operatör desteği ile düzeltmelere gerek duyan ve 3 Boyut algısı oluşturan bir sonuç ürünüdür. Ürünün objeleri temsil eden modellerin geometrik doğruluğunun tam olmaması ve obje bazlı üretilmeyip proje alanını bütün olarak sunması ürünün eksik kaldığı yönleridir. Nokta Bulutu verisi yüzeyi temsil etmesi ve konum doğruluğu açılarından avantajlı olsa da veri setinin aşırı büyük ve yönetilemez derecede sık olması bu sunumun dezavantajlarındandır. 3 Boyutlu Kent Modellerinin oluşturulması ise veri üretim süreci olarak diğer ürünlere göre daha teknik ve daha nitelikli emek istese de sonuç üründen elde edilecek bilgiler ve uygulanacağı alanların genişliği açısından diğer ürünlere göre daha üstündür.

Boyutlu şehir modellerinin üretim süreci diğer fotogrametrik veri üretimleri ile ortak süreçleri içermekle birlikte yeni işlem aşamaları da eklenmektedir. 3 boyutlu kent modellerinin üretimini diğer üretimlerden ayıran en büyük fark 3 Boyutlu obje üretilmesidir. 3 Boyutlu objelerin üretimindeki süreç ve gereken operatör desteği üretimi gerçekleştirilecek olan modelin LOD bağlı olarak değişmektedir. Objeden istenilen detay seviyesi arttıkça üretim süresi ve operatör desteği artmakta buna bağlı olarak maliyetide yükselmektedir. Oluşturulan 3 Boyutlu obje yüzeylerinin eğik ve yersel görüntüler ile kaplanma aşaması çalışılacak bölgenin yapılaşmasına, kaplamada kullanılacak görüntülerin obje yüzeyi ile ilişkilendirilmesine ve yersel ve havadan yüzey kaplamada kullanılacak verilerin konum doğruluğuna göre değişmektedir.

KAYNAKLAR

Ayyıldız, E., Özmüş,L., Erkek,B., ve Bakıcı,S., “The Use Of Oblique Photogrammetry On Land Administration.”Word Cadastre Summit. İstanbul, 2015.

Bakıcı,S., ve Erkek,B., “Eğik Hava Görüntülerinden 3 Boyutlu Şehir Modelleri Üretimi Projesi ve Türkiye Ulusal Görüntü Altlığı Teknik Yaklaşımı.” Ankara, 2016

Hirschmuller, H.“Stereo processing by semi-global matching and mutual information.”IEEE TPAMI, tarih yok: 328-341.

Tütüneken, A.“3 Boyutlu Kent Mdeollerinde Otomatik Kaplama.” Nisan 2016.

XIAO, J.ve Markus G.,“Building Footprint Extraction Based on Radiometric and Geometric Constraints in Airborne Oblique Image.”Interbational Journal of Image and Data Fusion, 2015.

Tütüneken, A. “3 Boyutlu Kent Modeli Üretimi.” Ankara, 2015.