

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MİMARLIKTA VIDEO’NUN TASARIM SÜRECİNDE
KULLANIMI ÜZERİNE BİR YÖNTEM: HAREKET
EŞLEŞTİRME**

Mimar Özgür DAĞLAR

**FBE Mimarlık Anabilim Dalı Bilgisayar Ortamında Mimarlık Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı :Yrd. Doç. Dr. Togan TONG (YTU)
Jüri Üyeleri :Prof. Dr. Emre AYSU (Maltepe Üniversitesi)
Doç. Dr. Birgül ÇOLAKOĞLU (YTU)

İSTANBUL, 2010

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ŞEKİL LİSTESİ	v
ÇİZELGE LİSTESİ	viii
ÖNSÖZ	ix
ÖZET	x
ABSTRACT	xi
1. GİRİŞ	1
1.1 Araştırmanın Amacı	3
1.2 Araştırmanın Kapsamı	3
1.3 Araştırmanın Yöntemi	4
2. SİNEMA YAPIMINDA BİLGİSAYARIN TARİH İÇİNDE KULLANIMINA GENEL BİR BAKIŞ	5
3. BİLGİSAYAR DESTEKLİ POST PRODÜKSİYON YÖNTEMLERİ	18
3.1 Post-Prodüksiyon	18
3.2 Bilgisayar Üretimi Görsel Tabanlı Efektler	21
3.3 Bilgisayar Üretimi Görsel Bütünleştirme	22
3.3.1 Set Genişletme	22
3.3.2 Hareket Eşleştirme	22
3.3.3 Hareket Yakalama	23
3.4 Görsel Bütünleştirme Yazılımı Tabanlı Görsel Efekt	23
3.4.1 Mavi Perde Kullanımı	23
3.4.2 2-boyutlu Hareket Eşleştirme	24
3.4.3 Şekil Değiştirme /Eğrilme	24
3.4.4 Akan Devinim	25
3.4.5 Topluluk Çoğaltma	25
3.4.6 Atmosfer Efektleri	26
3.4.7 Rotoscoping	26
3.4.8 Kablo Temizleme	26
3.4.9 Sahne Kurtarımı	27
4. HAREKET EŞLEŞTİRME	28
4.1 Hareket Eşleştirme İşleminin Tanımı	28
4.2 Hareket Eşleştirme İşlemi Sürecinin Adımları	28
4.2.1 Çekimin Değerlendirilmesi	29
4.2.2 Bilginin İşlenmesi	30
4.2.3 Kameranın Tanımlanması	30
4.2.4 Sahne Yerleşimi	31
4.2.5 Sahnenin Test Edilmesi	31
4.2.6 Sahnenin Teslim Edilmesi	31
4.3 Hareket Eşleştirme Yazılımlarının Kullanımı	32

4.3.1	Kalibrasyon	32
4.3.2	Paralaks Ve Fotogrametrinin Hareket Eşleştirme Yazılımları Tarafından Kullanımı	33
4.4	Manüel İki Boyutlu İz Sürme	34
4.4.1	İki Boyutlu İz Özelliği	35
4.5	Otomatik İz Sürme	35
4.6	Üç Boyutlu Çözümleme	37
4.6.1	Kameranın Kalibre Edilmesi	37
4.6.2	Koordinat Sistemi Yerleştirilmesi	38
4.7	Set Yerleşimi	38
4.7.1	Hareket Eşleştirme Sonucunun Temsili Geometrilere Ve Doku Örnekleriyle Test	38
4.8	Hareket Eşleştirme Yazılımlarının İncelenmesi	39
4.8.1	Çeşitli Hareket Eşleştirme Yazılımlarının Arayüz İncelemesi	39
4.8.2	Hareket Eşleştirme Yazılımlarının Çözümleme İşlemine Dair Performans İncelemesi	44
4.9	Hareket Eşleştirme Yazılımlarının Farklı Sektörlerde Kullanımına Örnekler	47
4.9.1	Film Endüstrisinde Kullanım Örnekleri	47
4.9.2	Reklamcılık Sektöründe Kullanım Örnekleri	52
4.9.3	Oyun Yapımcılığında Kullanım Örnekleri	54
4.9.4	Mimarlıkta Kullanım Örnekleri	55

5. HAREKET EŞLEŞTİRME YAZILIMLARININ MİMARİ TASARIM SÜRECİNDE KULLANIMI 56

5.1	Farklı çekim örneklerinden çözümleme sonrasında ortaya çıkan sonuçların analizi	56
5.1.1	Basit Geometrik Obje Çekim Çözümlerinin Değerlendirmesi	58
5.1.2	Gelişmiş Geometrik Formların Çekim Çözümlerinin Değerlendirilmesi	62
5.1.3	Mimari Maket Çekim Çözümlerinin Değerlendirilmesi	63
5.1.4	Farklı Grid Tiplerinin Mevcut Olduğu Çekimlerin Değerlendirilmesi	64
5.1.5	Dış Ortam Çekimlerinin Çözümleme Değerlendirilmesi	65
5.2	Hareket Eşleştirme Yazılımlarının Kullanımına Yönelik Öneriler	68
5.2.1	Çekim Öncesi Hazırlık	68
5.2.2	Kayıt Sürecine Yönelik Öneriler	69
5.2.3	Çekim sonrası çözümleme işlemine yönelik öneriler	70
5.3	Tasarım Süreci Adımlarında Hareket Eşleştirme Yazılımlarının Kullanımı	80
5.3.1	Mimari Analiz Sürecinde Hareket Eşleştirme Yazılımlarının Kullanımı	81
5.3.1.1	Hareket Eşleştirme Tekniği İle Bina Cephe Oranlarının İfadesi	83
5.3.1.2	Hareket Eşleştirme Tekniği İle Üç Boyutlu Çevre Dokusunun Oluşturulması	87
5.3.1.3	Hareket Eşleştirme Tekniği İle Üç Boyutlu Topografya Oluşumu	90
5.3.2	Mimari Konsept Oluşturma Sürecinde Hareket Eşleştirme Yazılımlarının Kullanımı	96
5.3.2.1	Belirlenen Maketin Çekime Hazır Hale Getirilmesi	97
5.3.2.2	Hareket Eşleştirme Yazılımları İle Arazi Üzerine Plan Şeması Yerleştirme Örneği	99
5.3.2.3	Hareket Eşleştirme Yazılımları İle Cephe Çalışması Örneği	104
5.3.3	Mimari Sunum Oluşturma Sürecinde Hareket Eşleştirme Yazılımlarının Kullanımı	108

6. SONUÇ 113

KAYNAKLAR 120

EK 1 – Yazılım ve Çekim Analizleri İçin Kullanılan Test Bilgisayarı Konfigürasyonu	123
EK 2 –Çekimlerde Kullanılan Kamera Özellikleri.....	124
ÖZGEÇMİŞ.....	125

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1 “The Andromeda Strain” filminde bilgisayarda üretilmiş görsellerin bulunduğu sahnelere örnekler.....	5
Şekil 2.2 “Westworld” filminden dijital ortamda üretilmiş sahneler	6
Şekil 2.3 “Hunger” kısa filminden şekil değiştirme kareleri.....	6
Şekil 2.4 “Futureworld” filmindeki 3-boyutlu surat görseli [10]	6
Şekil 2.5 “Star Wars: A New Hope” taktik brifing sahnesi.....	7
Şekil 2.6 “Star Wars: A New Hope” seti ve hareket kontrol sistemi ile yürütülen bir çekim seansı [15].....	8
Şekil 2.7 Genesis effect sahnesinden kareler [9]	8
Şekil 2.8 “Tron” filminden kareler	9
Şekil 2.9 Ölüm Yıldızı’nın holografik ifadesi	9
Şekil 2.10 “Flight of the Navigator” filminden bir kare.....	10
Şekil 2.11 “Indiana Jones and the Last Crusade” filminden şekil değiştirme tekniğinin kullanıldığı kareler.....	11
Şekil 2.12 Terminator filminden kareler	12
Şekil 2.13 Lawnmower Man filminden kareler.....	12
Şekil 2.14 Jurassic Park filminden dijital ortamda üretilmiş dinazor örneği	13
Şekil 2.15 Toy Story filminden dijital karakter örnekleri	13
Şekil 2.16 The Matrix filminden flow motion tekniğinin kullanıldığı sahnelerden kareler.....	14
Şekil 2.17 Star Wars: Phantom Menace filminden dijital ortamda üretilmiş “Jar Jar Binks” karakteri.....	14
Şekil 2.18 The Lord of the Rings filminden Gollum karakteri	15
Şekil 2.19 The Lord of the Rings filminden savaş sahnesi	15
Şekil 2.20 Avatar filminde hareket hareket yakalama ve sensör elbisesi kullanımı[27].....	16
Şekil 2.21 Avatar filminde kullanılan mimik yakalama sistemi[27].....	17
Şekil 2.22 Avatar filmi için geliştirilen Simul-Cam teknolojisi [28]	17
Şekil 3.1 Film Yapım aşamaları	18
Şekil 3.2 Film Yapım aşamaları alternatifi.....	18
Şekil 3.3 Adobe Premiere Pro ve Cyberlink Power Director yazılımlarının arayüzü.....	19
Şekil 3.4 Adobe After Effects ve Autodesk Combustion yazılımlarının arayüzü.....	19
Şekil 3.5 Bilgisayar destekli post-produksiyon adımları.....	21
Şekil 3.6 Bilgisayar üretimi görselin gerçek çekim üzerine montajı (Wright, 2008).....	22
Şekil 3.7 Set genişletme örneği (Wright, 2008)	22
Şekil 3.8 Hareket eşleştirme işleminin adımları (Dobbert, 2005)	23
Şekil 3.9 Mavi perde tekniğinin aşamaları (Wright, 2008)	24
Şekil 3.10 2-boyutlu hareket eşleştirme işlemi (Wright, 2008).....	24
Şekil 3.11 Eğrilme işlemi (Wright, 2008)	24
Şekil 3.12 Dönüşüm işleminin adımları (Wright, 2008)	25
Şekil 3.13 Çok sayıda kameranın aktör etrafında yerleşimi (Wright, 2008).....	25
Şekil 3.14 Topluluk oluşturma işlemi (Wright, 2008)	26
Şekil 3.15 Atmosfer efekti örneği (Wright, 2008).....	26
Şekil 3.16 Rotoscoping işlemi (Wright, 2008).....	26
Şekil 3.17 Kablo temizleme işlemi (Wright, 2008).....	27
Şekil 4.1 Hareket eşleştirme işlemi süreci (Dobbert, 2005)	29
Şekil 4.2 Paralaks örneği (Dobbert, 2005)	33
Şekil 4.3 İki boyutlu izin bileşenleri.....	35
Şekil 4.4 Boujou 5.0 yazılım arayüzü	40
Şekil 4.5 Syntheyes 2008 yazılım arayüzü.....	41

Şekil 4.6 PFTrack 5.0 yazılım arayüzü.....	42
Şekil 4.7 Autodesk Match Mover 2010 yazılım arayüzü	43
Şekil 4.8 3DEqualizer V4 yazılım arayüzü	44
Şekil 4.9 Performans testi kapsamında kullanılan çekimler	45
Şekil 4.10 1- Maine'den ön plan çekimi 2- Deniz feneri maketi 3-California'dan kayalık çekimi 4- Görsel bütünleştirme sonuç ürünü [18]	48
Şekil 4.11 Makineli tüfek sahnesine ait dijital konsept [20]	49
Şekil 4.12 Planet Terror filminden hareket eşleştirme örneği 1-Orijinal çekim 2- Hareket eşleştirme işlemi 3-Modelleme programında üretilen modelin yerleşimi 4- Görsel bütünleştirme sonuç ürünü [20]	49
Şekil 4.13 Rorschach karakterine ait dijital maskenin oluşturulma adımları [21]	50
Şekil 4.14 1- Hareket eşleştirme işlemi 2- Modelleme adımı 3-Hazırlanan dijital görsel 4- Görsel bütünleştirme sonuç ürünü [22]	51
Şekil 4.15 1- Orijinal çekim 2- İz sürme işlemi sonucu 3-Tel çerçeve ham model 4- Malzeme ve HDRI atanmış model 5-Sonuç ürün [12]	52
Şekil 4.16 Reklamın dijital ortamda üretim aşamasından görüntüler [11]	53
Şekil 4.17 Post-produksiyon öncesi ve sonrası görüntüler [14]	54
Şekil 4.18 PFTrack yazılımı ile yapılan çözümleme işlemi [23]	55
Şekil 5.1 Çekimde işleminde kullanılan kameralar	57
Şekil 5.2 Balsa küp	58
Şekil 5.3 Köşe noktalı balsa küp	59
Şekil 5.4 Köşe noktalı ve düz yüzeyli balsa küp	59
Şekil 5.5 3 renk balsa küp	60
Şekil 5.6 3renk balsa küp ve köşe noktalı balsa küp	60
Şekil 5.7 Siyah balsa küp	61
Şekil 5.8 İz sürme işaretçili beyaz küp	61
Şekil 5.9 Çok yüzeyli obje	62
Şekil 5.10 Yansıtan ve geçirgen yüzeyli objeler	62
Şekil 5.11 Gelişmiş geometrik formlara ait maketler	63
Şekil 5.12 Mimari maket çekimleri	64
Şekil 5.13 Farklı grid tipleriyle yapılan çekim örnekleri	65
Şekil 5.14 Solda ray sistemi [4] Sağda stabilizasyon aparatı [1]	70
Şekil 5.15 İz noktalarının sahne içinde dağılımı (Dobbert, 2005)	71
Şekil 5.16 Seçilen izin kenar boyunca kayma durumu (Dobbert, 2005)	72
Şekil 5.17 Görüntüde bulanıklaşma (Dobbert, 2005)	74
Şekil 5.18 Interlacing etkisi (Dobbert, 2005)	77
Şekil 5.19 Caracas-Venezuela'daki optik yanılsama heykeli (Kalay, 2004)	82
Şekil 5.20 Hareket eşleştirme yazılımlarıyla bina cephe oranları ifade etme süreci	83
Şekil 5.21 Yalvaç- Demokrasi Meydanı video çekimi kareleri	84
Şekil 5.22 Doğramalar üzerinde arttırılmış referans noktaları	85
Şekil 5.23 Koordinat sistemi yerleşimi	85
Şekil 5.24 Eklenen geometrik biçimler	86
Şekil 5.25 Modelleme yazılımına aktarılan objeler	86
Şekil 5.26 Objelerin hizalanmış ve doku atanmış son hali	87
Şekil 5.27 Video render sonucu	87
Şekil 5.28 Hareket eşleştirme yazılımlarıyla çevre dokusu oluşturma süreci	88
Şekil 5.29 Çukursaray binası video çekimi kareleri	89
Şekil 5.30 Bulunan noktalar, kamera rotası ve koordinat düzlemine yerleşim	89
Şekil 5.31 Zemin düzlemi ve binaların kütsel ifadesi	90
Şekil 5.32 Video render sonucu	90
Şekil 5.33 2d3 Vicon Boujou yazılımı ile arazi oluşturma sürecinin temsili ifadesi [2]	91

Şekil 5.34 “The Chronicles of Narnia: The Lion, the Witch, and the Wardrobe” filmi görsel efekt aşamaları (McKenzie vd., 2008)	91
Şekil 5.35 Hareket eşleştirme yazılımlarıyla topografya oluşturma süreci	92
Şekil 5.36 Arazi çekiminden bir kare [3]	92
Şekil 5.37 Çözümleme işlemi sonrasında arazi üzerinden bulunan noktalar [3]	93
Şekil 5.38 Koordinat sisteminin yerleşmiş hali [3]	93
Şekil 5.39 Arazi yüzey oluşum adımları [3]	94
Şekil 5.40 Seramik hamurundan üretilmiş form	94
Şekil 5.41 Çözümleme işlemi sonucunda oluşturulan noktalar	95
Şekil 5.42 Yüzey örme işlemi ardından elde edilen sonuç	95
Şekil 5.43 Render sonucu	96
Şekil 5.44 Kullanım için belirlenen maket	97
Şekil 5.45 İz sürme işaretçisi üretimi	98
Şekil 5.46 Maketin çalışmaya hazır son hali	98
Şekil 5.47 Hareket eşleştirme yazılımlarıyla plan şeması yerleşim süreci	99
Şekil 5.48 Plan şeması yerleşim çalışması için yapılan çekimden kareler	100
Şekil 5.49 Çözümleme işlemi sonrası bulunan 3-boyutlu nokta konumları ve kamera rotası	100
Şekil 5.50 Hareket eşleştirme işleminde kullanılmak üzere hazırlanan eskiz çalışması	101
Şekil 5.51 3-boyutlu modelleme yazılımında yerleştirilen düzlem	101
Şekil 5.52 Eskiz görselinin videoya montajı	102
Şekil 5.53 Eskiz görseli üzerinde bulunan noktalar	102
Şekil 5.54 Bina dış sınırlarını belirleyen geometri	103
Şekil 5.55 Kütle oluşum adımları	103
Şekil 5.56 Hareket eşleştirme yazılımlarıyla cephe tasarımı süreci	105
Şekil 5.57 Çekim üzerine bina kütlelerinin yerleşimi	106
Şekil 5.58 Sol – cephe eskizinin orijinal hali, Sağ- cephe eskizinin iz sürme işaretçisi eklenmiş hali	106
Şekil 5.59 Yazılım tarafından cephe üzerinde bulunmuş noktalar	107
Şekil 5.60 Oluşturulan cephe geometrileri	107
Şekil 5.61 Cephe oluşum adımları	108
Şekil 5.62 Dükkân çekiminden kareler	109
Şekil 5.63 Hareket eşleştirme yazılımlarıyla sunum süreci	110
Şekil 5.64 Çözümleme işlemi sonucu bulunan noktalar	111
Şekil 5.65 Sahneye eklenen referans geometri	111
Şekil 5.66 3-boyutlu modelleme yazılımında birleştirilen kahvehane cephesi ve kamera rotası	112
Şekil 5.67 Cephe montajı yapılmış videodan kareler	112
Şekil 6.1 Teknolojik gelişim döngüsü	113
Şekil 6.2 Öngörülen Yazılım Gelişim Adımları: yardım arayüzü eklenmesi, sihirbaz eklenmesi, eklenti program, öngörülen yazılım	116
Şekil 6.3 AR-media, arttırılmış sanal gerçeklik uygulaması örneği [5]	117
Şekil 6.4 PreFORMA tarafından üretilen dijital modelin oluşum adımları (Pan vd., 2009) ..	118
Şekil 6.5 VideoTrace yazılımının arayüzü	118

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 4.1 Hareket eşleştirme yazılımları performans analizi sonuçları	46
Çizelge 5.1 Sony DCR-DVD92E çekimleri - çözümleme işlemi sonuçları.....	66
Çizelge 5.2 Panasonic NV-MD 10000 çekimleri –çözümleme işlemi sonuçları	67

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının ilerleme sürecinde bana yol gösteren, bilgi ve birikimini esirgemeyen ve çalışmanın sonuna kadar desteğini sürdüren tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Togan Tong'a, çalışmaya ait teknik ekipmanı sağlayan arkadaşım Osman Deniz Kara'ya, bana inanan ve hep bir sonraki adımı atmaya zorlayan arkadaşım Vala Osk Bergsveinsdottir'e ve her zaman arkamda olan, öğrenim hayatım boyunca beni destekleyip sabreden aileme teşekkürü borç bilirim.

Özgür DAĞLAR

Ağustos, 2010

ÖZET

Mimarlıkta bilgisayar desteğinin kullanımı oldukça yaygın olmasına rağmen bilgisayarın etkili bir tasarım aracı olarak kullanımına dair örneklerle sıklıkla rastlanmamaktadır. Film endüstrilerinde bilgisayarın kullanımı ise bu gün itibarıyla neredeyse kaçınılmazdır. Bu nedenle bu sektörde kullanılan teknikler ve yazılımlar her gün gelişmektedir.

Sinema yapımcılığında post-produksiyon aşamasında kullanımı mevcut olan tekniklerden biri de hareket eşleştirme işlemidir. Bu işlemi yapan yazılımlar, çekimdeki kamera hareketinin dijital ortamda yeniden üretilmesini sağlamaktadırlar. Bu sayede bilgisayar ortamında üretilen görseller bu kamera hareketi verisi doğrultusunda gerçek çekimle bütünleştirilebilmektedir. Yazılım kamera rotasının çıkarılması işlemini yaparken fotogrametri tekniklerini kullanarak, çekimi yapılan mekânın 3 boyutlu konum bilgisini de oluşturmaktadır.

Bu araştırma kapsamında, video çekiminden hareket eşleştirme yazılımının dijital ortamda mekân bilgisi ve 3 boyutlu ortamda nokta oluşumu özelliklerinden mimarlıkta nasıl faydalanılabileceği araştırılmıştır. Bunu sağlamak üzere çeşitli hareket eşleştirme yazılımları incelenmiş, yapılan çekimlerin işleme tabi tutulması ardından elde edilen veriler analiz edilmiştir. Araştırma kapsamında yapılan örnek çalışmalarla bu tekniğin mimari tasarım sürecinin analiz, konsept oluşum ve sunum aşamalarında kullanım önerileri sunulmuş ve bu yöntemin etkili kullanımına dair ipuçları verilmiştir. Son aşamada ise bu tekniğin mevcut araştırma ve çalışmalar doğrultusunda ne şekilde geliştirilebileceğine dair bir öngörude bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bilgisayar Destekli Tasarım, Çevre Analiz, Dijital Mekân Oluşumu, Sinema, Video, Hareket Eşleştirme, Post-Produksiyon

ABSTRACT

Although the use and support of computers in architecture is quite common, using it as an effective design tool is not widespread. On the other hand, the use of computers in film industry nowadays is almost inevitable. Therefore, techniques and software used in this field are improving every day.

One of the current techniques that are used in film-making post-production stage is a process known as match-moving or motion tracking. The specialized software that deals with motion-tracking reproduces camera movement of an actual footage in digital environments. In this way, based on match-moving data, computer generated imagery can be composited with the actual footage. While the software calculates camera path using photogrammetry techniques, it also creates the 3D data of the environment that the shooting took place.

In the context of this study, possibilities and benefits of using match-moving data in architectural field is researched. As a method, some match-moving software were examined and several shots were processed with these software. Then the software performance and resulting solve data were analyzed. In the light of reference studies done in this research, new techniques on using matchmove technology in different phases of architectural design were proposed. These techniques include the phase of environment analysis, concept generation and presentation. Also some hints on effective usage of these techniques were given. In the final chapter of this study, predictions were made on improving this technique proposal based on current research and studies that are being made.

Keywords: Computer Aided Design, Environment Analysis, Digital Environment Generation, Film-making, Video, Match-Moving, Motion Tracking, Post-Production

1. GİRİŞ

Çağın vazgeçilmezi olan bilgisayar hayatın her alanına girmiş bulunmaktadır. Günlük hayatta bilgisayara yaşamı kolaylaştıracak farklı işlevler yüklenmekle beraber (örn: iletişim, bilgiye erişim, eğlence...) daha profesyonel anlamda kullanım da mevcuttur. Gerek akademik alanda, gerekse farklı iş sektörlerinde kullanımı oldukça yaygındır. Genel tercih sebebi, istenilen sonuca hızlı bir şekilde ulaşmaya imkân veriyor olmasıdır. Bu avantaj sağlayan unsur bilgisayar kelimesinin kökeninde gizlidir: hesaplama. Henüz inisiyatif kullanmaktan yoksun olsa da, bilgisayarın gücü hesap yapma yeterliliği ve hızıyla ortaya çıkmaktadır. İnsan beyninin işleyişine yakın bir işleyişe sahip olup olamayacağı ya da ne zaman olacağı bilinmese de mevcut şartlarda, hızlı, yorulmadan ve itaatkâr bir biçimde görevini yerine getirmektedir.

Günümüz mimarlık anlayışı da bilgisayar kullanımının yadsınamaz olduğunu kanıtlayan somut bir örnektir. Fakat tasarım alanında günümüz kullanımı gelişime oldukça açıktır. Kullanımına dair farklı görüşler ve yöntemler bulunmaktadır.

Sektörün bir bölümüne dâhil mimarlar daha iyimser bir görüş dâhilinde çalışmalarına hız kazandırmak için bilgisayar desteğini kullanmaktadırlar. Bu düşüncede olanların yaygın kullanımı, tasarımın etkili bir biçimde ifadesi ve daha ileriki aşamalara yönelik sunumlar şeklindedir. Çoğunlukla bu sunumlar görsellerin ard arda getirilmesi ya da animasyonlarla oluşmaktadır. Simülasyonun ve etkileşimin kullanımı ise henüz yaygın bir hale gelememiştir.

Daha az yoğunlukta bir kesim ise bilgisayarın sınırlarını, sahip olduğu hesaplama kabiliyetiyle zorlamaktadırlar. Etkili kullanım yöntemlerinden biri, yapıların çeşitli alanlardaki performans değerlerinin ortaya çıkarılması şeklindedir. Bilgisayarın sahip olduğu asıl etkili işlev -hesaplama- işte bu aşamada yavaş yavaş devreye girmektedir. Bilgisayarlar çok gelişmiş analitik makineler olmalarına, hata yapmamalarına, hiç yorulmamalarına ve direktifleri eksiksiz yerine getirebilmelerine rağmen yaratıcılık ve sezgiden uzaktır. Bu noktada insan beyni ve bilgisayarın ortak çalışması önem kazanmaktadır. Süreç birinin yetersiz kaldığı yerde diğerrinin devreye girmesi ya da birbirlerinin eksiklerini tamamlaması şeklinde işlemelidir. İnsan-makine simbiyozu olarak yorumlanabilecek bu kullanım ise bilgisayar destekli tasarımın asıl amacını yansıtmaktadır. Tasarım aracı olarak gerçek anlamda bilgisayarın kullanımı asıl hedef olmakla beraber, yaygın ve etkili bir kullanım yeni yeni kendini gösterebilmeye başlamıştır.

Etkili bir kullanım, tasarımcının kullandığı yazılıma, daha ileriki aşamada bilgisayarın çalışma mantığına tam anlamıyla hâkim olmasını gerektirmektedir. Tasarım problemini bilgisayara tanımlayabilir hale gelmek ise bilgisayarla iletişimin önemini ortaya çıkarmaktadır. Her iki durum da tasarımcının bilindik eğitim ve birikiminin dışında bazı alanlara yönelmesini zorunlu kılmaktadır. Bu duruma yönelik daha farklı bir analizi Kostas Terzidis (2007) yapmıştır. Ona göre tasarımcı geleneksel kullanımda, kullandığı aracın (CAD yazılımı) sınırları dâhilinde tasarımlar ortaya koyabilmektedir. Kullanıcı bilgisayarın – yazılımın yapabildiklerine tam anlamıyla hâkim değildir ve bilgisayar da kullanıcıyı tanıyamıyordur. Bu durum istenilen seviyede verimin alınamamasını doğuracaktır. Bu sınırları belirleyen ise CAD yazılımının programcısı olduğu düşünüldüğünde asıl faydanın tasarımcı ve CAD programcısının aynı kişi olduğunda ortaya çıkacağını savunmaktadır. Optimum düzeyde ise tasarımcının CAD yazılımı içinde istediği araçları eklentiler olarak oluşturabilmesi faydalı olacaktır. Bu durum tasarımcının temel bir programlama bilgisine sahip olmasını zorunlu kılmaktadır. Bu bilginin algoritmik düşünce sisteminin oluşmasını da sağladığı düşünülürse kullanıma dair verimin daha da artacağı sonucu çıkarılabilir.

Bir diğer görüş ise belirli bir seviyeden sonra bilgisayar kullanımını tehlikeli bulan ya da reddeden özelliktedir. Bu görüş mimari yeteneğin zamanla körelmesi, monotonluk, tasarım kalitesinin düşmesi ve bilgisayarın insanın yerini alma olasılığı gibi düşüncelerle temellendirilmektedir.

Her üç görüşün de genel anlamda tutarlı noktaları bulunmakla beraber ideal olan tasarım sürecinde bu üç görüşün de değerlendirilip, aralarında bir denge sağlanmasına çalışılmasıdır.

Bilgisayar teknolojilerinin sıkça ve etkili bir biçimde kullanıldığı diğer bir sektör ise film yapımcılığıdır. Çeşitli yapımcı firmaların bilgisayarın bu alanda sahip olduğu potansiyelin farkına varıp teknolojiyi kendilerine adapte etmeye başlamasından itibaren yaygınlığı artmış ve mümkün olan her alanda mümkün olmayanı gerçekleştirmek üzere kullanımı süregelmiştir. Bu durum, diğer alanlarda olduğu gibi, teknolojik imkânların arttırılmasına yönelik yeni çalışmaların başlamasını tetiklemiştir.

Görselleştirmenin önemli olduğu farklı alt dallarda kullanım dağılmaktadır. Örnek olarak sinema, eğlence, reklamcılık gibi sektörlerden bahsedilebilir.

Mimarlıkta ise film teknolojilerinin kullanımının genelini sunumlar için hazırlanan animasyonlar oluşturmaktadır. Mimarın 3-boyutlu modelleme yazılımlarda oluşturduğu basit animasyonlardan, daha deneyimli ekiplerin reklam filmlerine kadar değişkenlik

göstermektedir. Her durumda hedef, tasarlananın en gerçekçi ve en çekici biçimde müşteriye aktarımıdır.

Bu tezde amaçlanan ise bu iki farklı sektörün (mimarlık- film yapımcılığı) bilgisayar destekli yöntemlerini kesiştirmek ve mimari tasarım sürecinde farklı yöntemlerin kullanılmasını sağlamaktır.

1.1 Araştırmanın Amacı

Film sektöründe kullanılan video kurgu ve post-produksiyon yazılımlarının ve özellikle hareket eşleştirme tekniklerini görselleştirme ve sunum için kullanımlarının yanı sıra mimari tasarım sürecinde analiz, tasarım sürecine başlangıç, konsept oluşum ve mimari ürün ortaya koyma aşamalarına dahil etmek amaçlanmıştır.

Alışlagelmiş analiz teknikleri sonucunda elde edilen verinin tasarım sürecine ne kadar etki ettiği ve mimarlar tarafından ne kadar verimli kullanıldığı tartışmalıdır. Çoğunlukla bu analiz verileri o aşamada bırakılmakta ve tasarıma referans sağlayacak önemli noktalar gözden kaçmaktadır. Önerisi sunulacak bu yöntemle video çekimlerinden elde edilen görsel verinin hem analiz amaçlı kullanılması hem de araştırılan yazılımların video görseli üzerinden mekâna dair 3-boyutlu ortam bilgisini sağlamasının ardından, tasarıma referans veren bu bilginin kullanılması amaçlanmıştır. Özellikle mimarlık eğitimi alan öğrencilerin, tasarımın analiz aşamasında topladıkları sabit ve hareketli görsellerin tasarıma başlangıçta daha etkili kullanımını sağlayacağı öngörülmüştür.

1.2 Araştırmanın Kapsamı

Tez kapsamında film sektöründe kullanılan video-kurgu ve çekim işlemlerine genel bir bakış yapılacaktır. Sektörde kullanımın başlangıcından günümüze kadarki süreç incelenecektir. Özellikle bu alandaki araştırmaları tetikleyen sinema sektöründeki bilgisayar teknolojilerinin kullanımının tarih içindeki gelişimi üzerinde durulacaktır. Teknoloji araştırması yapıp bilgisayar desteğine dâhil yazılım ve teknikler sınıflandırılacaktır. Ardından araştırmanın yoğunlaştığı konu olan hareket eşleştirme işleminin genel prensipleri inceleyecek, bu işleme dair alt adımlar ve sürecin anlatımı yapılacaktır. Sektörde kullanılan farklı hareket eşleştirme yazılımlarının tasnifi yapılacak ve kullanıcı kolaylığı- verim açısından analiz edilecektir. Son olarak mimari tasarım-video kurgu ilişkisi kurularak bu yönetime vurgu yapılacaktır. Hareket eşleştirme tekniklerinin kullanımına ve yönetime dair ipuçlarına da aynı bölümde değinilecektir.

1.3 Araştırmanın Yöntemi

Referans oluşturabilecek ve mimariye katkı/girdi sağlayabilecek belli başlı örnekler belirlenecek ve incelenecektir. Örneklerin mevcut katkılarının üzerinde çalışılmasıyla gelinebilecek noktalara işaret edilecek ve öngörülerde bulunulacaktır. Tüm bu öngörülerini kapsayacak yeni tasarım süreci önerilerine dair örnekler dijital ortamda hazırlanacak ve ürünün çıkış süreci anlatılacaktır. Son olarak, bugüne kadarki çalışmalar temel alınarak ve teknolojik imkânların gelişimi göz önünde bulundurularak bu tekniğin ne kadar ileriye götürülebileceğine dair bir öngörü yapılacaktır.

2. SİNEMA YAPIMINDA BİLGİSAYARIN TARİH İÇİNDE KULLANIMINA GENEL BİR BAKIŞ

Bilgisayar, her alanda olduğu gibi teknolojik gelişmelere paralel olarak film endüstrilerinde de yerini almayı başarmıştır. Sektöre dâhil üretimin farklı aşamalarında ve alt dallarında bilgisayar, sinemanın modern çağından itibaren kullanılagelmiştir. Günümüze gelindiğinde kullanıma dâhil alanların, yoğunluğun ve verimin arttığı gözlemlenebilmektedir. Bahsedilen teknoloji, fikir oluşum aşamasından dağıtıma, sestten özel efekt üretimine kadar geniş bir yelpazeye yayılmıştır. Bu bölümdeki tarih araştırmasının yoğunlaştırıldığı alan ise tüm sürecin görsel yapım ve post prodüksiyon aşamasıdır.

Bilgisayar teknolojilerinin yapım aşamasında film endüstrilerinde kullanımının bilinen ilk örneği 1971 yapımı “The Andromeda Strain” filmindeki görsel hesaplama işlemi (render) sonucunda ortaya çıkan ifadedir [9][10].

Filmdeki gizli yer altı laboratuvarının incelenmesi sahnesinde, yapıya ait katmanların bir eksen etrafında dönüp ayrıştığı görülmektedir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 “The Andromeda Strain” filminde bilgisayarda üretilmiş görsellerin bulunduğu sahnelere örnekler

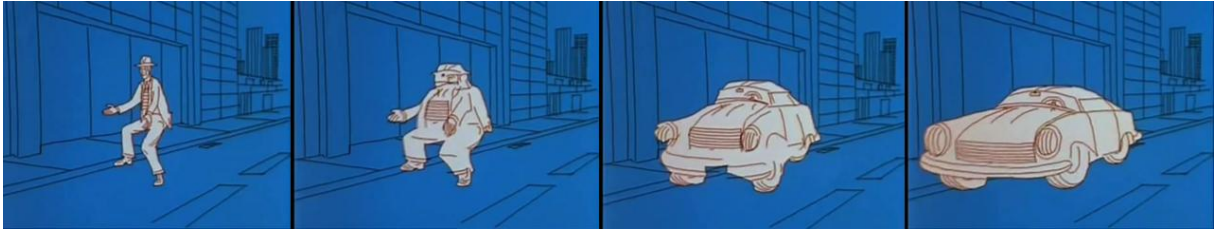
1976 yılı yapımı “Westworld” filminde ise başka bir bilgisayar destekli görsel üretim örneği ile karşılaşılmaktadır. “Information International Inc.” (“III” ya da “Triple I”) bünyesinde John Whitney Jr. ve Gary Demos, filmdeki silahşorun (Yul Brynner) kızılötesi görüş açısından izlenen sahnelerini ifade etmek üzere bilgisayarda üretilen ilk 2-boyutlu tarama (raster) grafik örneklerini oluşturmuştur (Şekil 2.2) [9] [6] [24] [8].

Bilgisayar kullanımının etkili diğer bir örneği ise bir animasyon kısa filmi olan “The Hunger”dır. Serbest el çizimi karelerde şekiller arasında geçiş yaparak yeni görseller oluşturmak üzere, bilgisayarda tahmini ara değer bulma tekniği (interpolate) kullanılmıştır. Kısa filmde, renkli zemin üzerine siyah-beyaz sürrealist çizimlerin akışkan ve hızlı bir

biçimde dönüşerek yeni formlar aldığı görülmektedir (şekil 2.3). Bu özelliği ile şekil değiştirme (morphing) tekniğinin ilk ve en basit örneği olarak düşünülebilir [9][10].



Şekil 2.2 “Westworld” filminden dijital ortamda üretilmiş sahneler



Şekil 2.3 “Hunger” kısa filminden şekil değiştirme kareleri

Westworld’ün devam filmi olarak çekilen 1976 yılı yapımı “Futureworld” de ise tarihte ilk defa 3-boyutlu bilgisayar üretimi görsel (CGI) bir sinema filmi içinde kullanılmıştır. Bu görsel, Aktör Peter Fonda’nın dijital ortamdaki hareketli el ve surat ifadesidir (Şekil 2.4). Aynı filmde, karakterlerin bir arka-plan üzerine yerleştirilmesi için 2-boyutlu dijital görsel bütünleştirme (compositing) tekniği kullanılmıştır[9][24][10].



Şekil 2.4 “Futureworld” filmindeki 3-boyutlu surat görseli [10]

Bilgisayar destekli film üretim teknolojilerinde önemli bir dönüm noktası “Industrial Light & Magic” (ILM) in ortaya çıkışıdır. George Lucas 1977 yılında gösterime girecek olan Star Wars : A New Hope filminde kullanacağı efektleri üretmek üzere kendi görsel efekt şirketini kurmuştur (Aydın, 2004). Lucas’ın bu film için daha önce hiç görülmemiş görsel efektlerin üretilmesini hedeflemesi bu şirketin kuruluşunun ana sebebidir (Netzley, 2000).

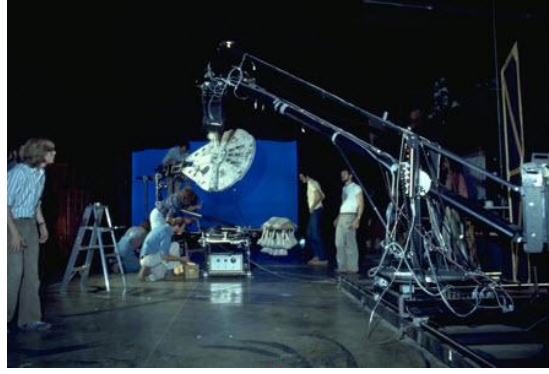
“Star Wars : A New Hope” filminin bilgisayar teknolojilerinin kullanımı açısından getirdiği iki önemli yenilik vardır (Aydın, 2004). İlki bir sonraki paragrafta ayrıntılı açıklaması yapılacak olan hareket kontrol (motion control) tekniğinin geliştirilmesidir. İkinci önemli özelliği ise, filmdeki “saldırı öncesi taktik ve eğitim brifingi” sahnesinde kullanılan saldırı alanı hareketli görseline ait dijital modelin bilgisayarda üretilmiş olmasıdır [9] [24]. Model Şekil 2.5’te görüldüğü gibi, tel çerçeve (wireframe) tekniği ile yapılmış olup üzerinde herhangi bir doku bulundurmamaktadır.



Şekil 2.5 “Star Wars: A New Hope” taktik brifing sahnesi

Geleneksel görsel efekt teknikleri, farklı görseller bulunduran birden fazla film şeridinin eşleştirilip üst üste bindirilmesi işlemine dayanmaktadır. 1950-1960’lı yıllarda bu teknik maskeleme cihazları yardımıyla bir filmdeki görselin diğeriyle değiştirilmesi ya da yamalanması şeklinde kullanılmıştır. Fakat bu yama ve eşleştirme işlemi oldukça zaman almaktadır ve hassasiyet istemektedir. En başarılı yama işlemi dahi müdahale edilen noktaların görünmesine neden olmakta ve bu da gerçekçiliği düşürmektedir (Nowell-Smith, 1996).

ILM’in geliştirdiği hareket kontrol sistemi işte bu tekniğin iyileştirilmesi ve gerçekçiliğin artırılmasını hedeflemektedir. Geliştirilen kamera sistemi, özel olarak üretilmiş elektronik bir düzenele kontrol edilebilmekte, bu sayede kamera hareketlerini kaydedip kopyalayabilmekte ve istendiği zaman bu hareketleri tekrar edebilmektedir (Şekil 2.6) [15]. Bu teknik, özel efektlerin üretilmesine yönelik olarak çekimlerin iki ayrı fazda yürütülmesine imkan vermiştir. İlk çekimde aktör ya da olaylar bulunurken, ikincisinde aynı kamera hareketi ve çekim alanı mevcut olup aktör ya da eylemler bulunmamaktadır (Nowell-Smith, 1996).



Şekil 2.6 “Star Wars: A New Hope” seti ve hareket kontrol sistemi ile yürütülen bir çekim seansı [15]

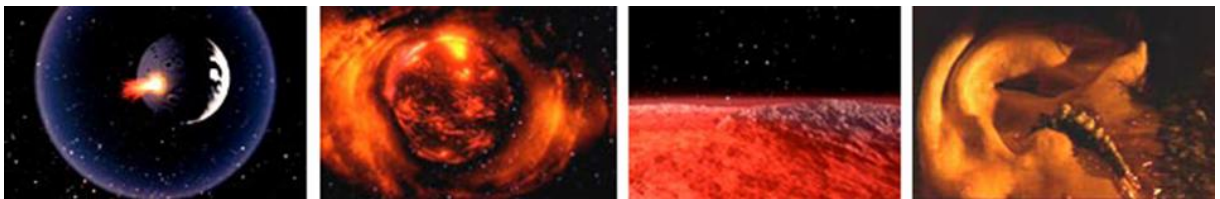
Bu araştırmada yöntem olarak benimsenen hareket eşleştirme tekniği, ILM’in geliştirdiği hareket kontrol sisteminin ileri bir safhası olarak varsayılabılır. Kamera hareketinin elektronik olarak kayıt edilmediği durumlarda, çekimin hareket eşleştirme yazılımları tarafından analize tabi tutulup kameranın izlediği rotanın oluşturulması hareket eşleştirme tekniğinin ana prensibidir.

Lucas ve ILM’in öncülüğünde gelişen film teknolojileri ilerleyen yıllarda çekilen filmlerde kullanılmaya devam etmiştir. “Alien” ve “Star Trek: The Motion Picture” bu dönemde bilgisayar üretimi görsellerin kullanıldığı filmlerdendir.

1981 yapımı “Looker” adlı filmde ilk defa bilgisayarda modellenen bir insan figürü kullanılmıştır. Tel çerçeve objelerin ardından bir model üzerine ilk defa bu filmde doku atanması işlemi uygulanmıştır [9] [24].

1982 yılı ise filmlerde görsel efekt teknolojilerinin kullanımı açısından oldukça verimli bir yıldır. “Tron”, “Star Trek II: The Wrath of Khan” ve Blade Runner bu yıl gösterime girmiş filmlerdendir.

“Star Trek II: The Wrath of Khan” filmi için “ILM” firmasının “Pixar” Bölümü “Genesis Effect” adı verilen fraktal arazi oluşum tekniği ve “Particle Rendering” adlı görselleştirme tekniğini geliştirmiştir. Filme ait bu yaklaşık 1 dakikalık “Yaratılış” sahnesi sinema tarihindeki tamamen dijital üretim ilk sekans olma özelliğini taşımaktadır (Şekil 2.7).



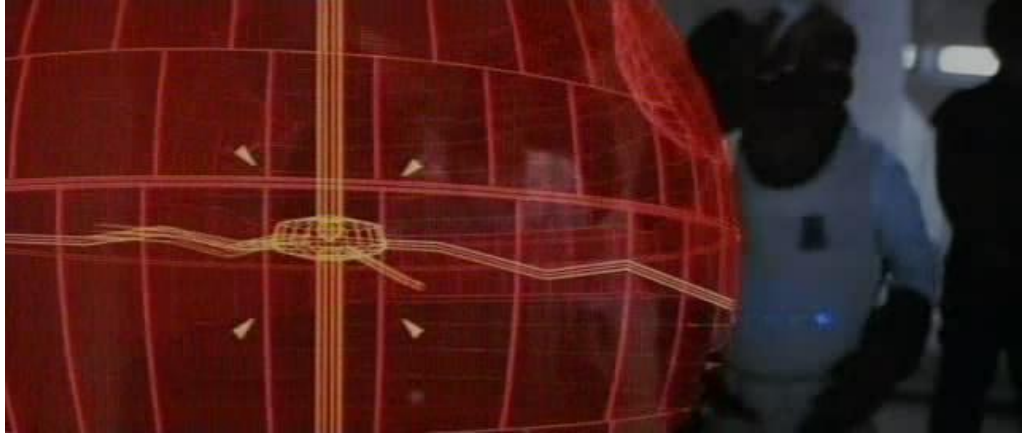
Şekil 2.7 Genesis effect sahnesinden kareler [9]

Aynı yıl gösterime giren “Tron” filmi de sinema tarihindeki bilgisayar destekli görselleştirmenin bulunduğu önemli örneklerdendir. Filmdeki “lightcycle” sahnesi tamamen dijital üretim olup yaklaşık 20 dakika sürmektedir (Şekil 2.8) [9]. Bu özelliğiyle ve sinema için “üç boyutlu dijital mekan” üretimine bir örnek olması açısından “Tron” bir ilk olarak gösterilmektedir (Aydın, 2004) .



Şekil 2.8 “Tron” filminden kareler

Ertesi yıl, “Star Wars : Return of the Jedi” adlı üçüncü Star Wars filmi gösterime girmiştir. Brifing sahnesindeki “ölüm yıldızının” holografik ve tel çerçeve tekniği ifadesi, filmin başlıca bilgisayar üretimi görsel öğesidir (Şekil 2.9) [9].



Şekil 2.9 Ölüm Yıldızı’nın holografik ifadesi

“Dört yıllık bir çalışma sonunda ILM, 1984 yılında görüntünün ve sesin bilgisayar desteğiyle değiştirilebilmesini sağlayan, “Editdroid” ve “Sounddroid”i piyasaya tanıttı” (Aydın, 2004).

O tarihten itibaren kullanılmaya başlanacak olan Editdroid ve benzeri video montaj yazılımlarının çalışma prensibini Smith (1996) şu şekilde açıklamaktadır: Montajlanacak

olan 35 mm. film SMPTE zaman kodu* ile bir video çekimine aktarılır. Editdroid ya da benzeri bir sistem kullanılarak çekimler hızlıca seçilir, kesilir, bölünür, bir araya getirilir ya da çekim sırası değiştirilebilir. Bu özellik sonuçların hızlı bir biçimde önizleme yapılmasına, orijinal zaman kodlamasıyla beraber farklı düzenlemelerin kaydedilip sonuç adımı için görüntülenmesine imkân vermektedir.

Aynı yıl içerisinde “Digital Productions” bir film için ilk fotogerçekçi bilgisayar görsellerini oluşturmuştur. The Last Starfighter adlı bu filmin animasyon sahnelerinin oluşturulması için “Cray X-MP” adlı süperbilgisayar kullanılmıştır [26]. Adı geçen bilgisayar, toplamda 25 dakikalık bir animasyonun oluşturulması için 2 yıldan fazla bir süre kullanılmıştır. Bilgisayarda üretilen görseller gerçek ortamdaki nesneleri temsil etmektedir ve bu objelerin hareketleriyle tamamen entegre olmuştur. Bu nedenle kullanılan teknik, dijital sahne simülasyonu olarak kabul edilmektedir [9].

1984 yılına ait diğer bir önemli film örneği ise Lucasfilm tarafından üretilen “The Adventures of André and Wally B”dir. Bu animasyon filminde daha gerçekçi ve akışkan hareketlerin sağlanması için ilk defa görüntü bulanıklaştırma (motion blur) efektleri kullanılmıştır [9].

Dijital görsellerin bir müzik videosunda kullanımıyla ise ilk defa 1985 yılında “Dire Straits-Money for Nothing” klipinde karşılaşmıştır [9].

Aynı yıl “Young Sherlock Holmes” filminde ilk fotogerçekçi ve tamamen dijital hareketli karakter LucasFilm’in o dönemde hala bünyesinde olan “Pixar” tarafından üretilmiştir [9].

1986 yılında gösterime giren “Flight of the Navigator” filminde ilk defa bir nesne üzerinde yansıma dokusu (reflection mapping) kullanılmıştır (Şekil 2.10).



Şekil 2.10 “Flight of the Navigator” filminden bir kare

* “Society of Motion Picture Television Engineers” tarafından geliştirilen, film ya da video kareleri zamanlama ve senkronizasyon standardı [19]

Bu yıla ait “Luxo Jr.” filmi Lucasfilm’den ayrılan Pixar ekibinin ilk resmi üretimidir. Kısa animasyon filminde iki adet masa lambasının canlandırılması yapılmıştır. Üretilen dijital görsele ait en önemli özellik ilk defa gölgenin kullanılıyor oluşudur [9].

“Star Trek IV: The Voyage Home” (1986) filminde ise ilk defa bir 3-boyutlu tarama sistemi film endüstrisi için kullanılmış ve ana karakterlerin kafaları dijital ortama aktarılmıştır [9].

1988 yapımı “Willow” adlı filmde önce şekil değiştirme tekniğinin kullanıldığı çeşitli örneklerle karşılaşılabilir. Fakat o zamana kadarki en etkili kullanım bu filmde ortaya çıkmıştır. Öne çıkan bir örnek olmasının bir sebebi şekil değiştirme işlemi dijital objeler yerine gerçek nesneler arasında oluşudur [9].

Bir yıl sonra “James Cameron’un” yönettiği “The Abyss” filminde ilk fotogerçekçi su efekti bir su yaratığı üzerinde kullanılmıştır. Bu efektin üretilmesi için ILM yeni bir yazılım geliştirmiştir. Toplamda 75 saniyelik bir sahne için 8 ay çalışılmıştır [9] (Netzley, 2000).

Aynı yıl gösterime giren “Indiana Jones and the Last Crusade” filminde ilk tamamıyla dijital kompozisyon oluşturulmuştur. Filmdeki karakterlerden Walter Donovan’ın yapay yaşlanma kareleri taranıp şekil değiştirme tekniğiyle birleştirilmiştir. Sonuç ürün optik yazıcılarla tekrar üretilmek yerine doğrudan filme kaydedilmiştir (Şekil 2.11) [9].



Şekil 2.11 “Indiana Jones and the Last Crusade” filminden şekil değiştirme tekniğinin kullanıldığı kareler.

90’lı yıllara gelindiğinde Die Hard 2: Die Harder adlı filmde ilk dijital ortamda müdahale edilmiş geri-plan resmi (matte painting) ile karşılaşmaktadır [9].

Aynı yıla ait Robocop 2 filminde ise ilk gerçek zamanlı bilgisayar grafikleri kullanılmıştır. Filmdeki Cain karakterinin surat hareketlerini ifade etmek üzere önceden hazırlanan bir

animasyon görseli kullanmak yerine dijital ortamda oluşturulan surata bir bilgisayar operatörü tarafından gerçek zamanlı olarak müdahale edilerek çekim sürdürülmüştür [9].

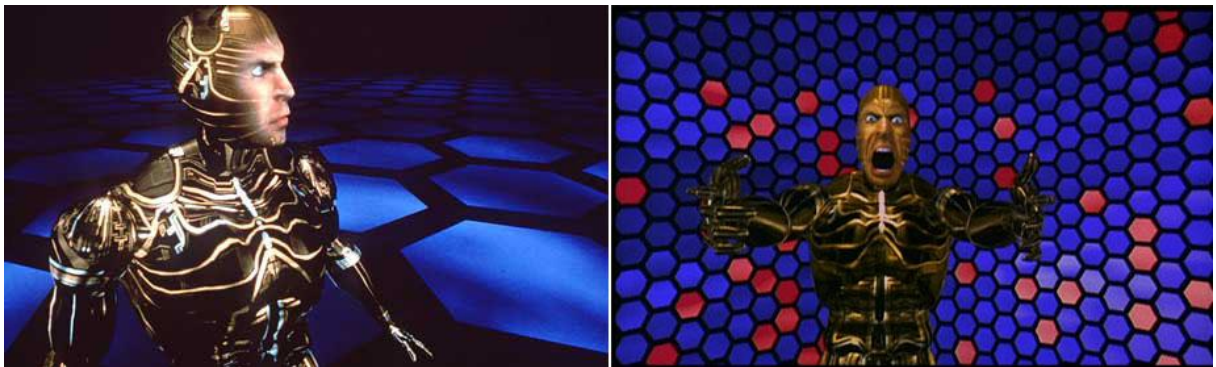
Araştırmanın ilerleyen bölümlerinde bahsedilecek bir teknik olan hareket yakalamanın (motion capture) ilk defa kullanıldığı fakat başarısızlıkla sonuçlandığı film ise “Total Recall”dur (Kitagawa ve Windsor, 2008).

1991 yılında çekilen Terminator-2 : Judgement Day, çok sayıda şekil değiştirme efekti ve simüle edilmiş doğal ve gerçekçi karakter hareketleriyle öne çıkmaktadır [9]. Filmdeki ana karakterlerden T-1000 adlı robot şekil değiştirdiği sahnelerde sıvı metal bir görünüme girmektedir (Şekil 2.12). Bu görselliğin sağlanabilmesi için oyuncunun vücut hareketleri 3-boyutlu tarayıcılarla bilgisayara aktarılmıştır. Ardından bu verinin üzerine sıvı metal görünümlü bir malzeme dijital ortamda yerleştirilip son aşamada metalin yansıma yapacağı ilgili kareler bu dokunun üzerinde birleştirilmiştir (Aydın, 2004).



Şekil 2.12 Terminator filminden kareler

1992 yapımı “Lawnmower Man” filmi zengin görsel efektlere sahiptir. 90’lı yılların bilgisayar animasyonlarıyla sanal gerçekliğin derinlerine indiği ilk filmidir(Şekil 2.13). Aynı zamanda aktörlerin vücut hareketlerini yakalayıp dijital ortama kaydetmeye yarayan bir sensör kostümü kullanımı da ilk bu filmde görülmüştür [9].



Şekil 2.13 Lawnmower Man filminden kareler

Ertesi sene gösterime giren “Jurassic Park” bilgisayar üretimi, fotogerçekçi, kas ve deri dokuları ayrıntılı olarak işlenmiş dinazorlarıyla öne çıkmaktadır (Şekil 2.14). Dinazorlar ILM firması tarafından görselleştirilip çekimler içine entegre edilmiştir [9].



Şekil 2.14 Jurassic Park filminden dijital ortamda üretilmiş dinazor örneği

1995 yapımı “Casper” filminin, filme ismini veren ana karakteri hayalet, ilk yapay konuşma ve mimik özelliklerine sahip, duygusal ifade ve kişilik gösteren bilgisayar üretimi model örneği olma özelliği taşımaktadır [9].

Pixar ve Disney işbirliğiyle üretilen aynı yıla ait “Toy Story” filmi tamamıyla bilgisayar animasyonlarıyla yapılmış ve aynı zamanda tamamen 3-boyutlu olan ilk animasyon filmidir(Şekil 2.15) [9].



Şekil 2.15 Toy Story filminden dijital karakter örnekleri

ILM’in öne çıkan bir diğer dijital karakteri de “Dragonheart” adlı filmin ana karakterlerinden “Draco” adlı ejderhadır. Karakterin üretimi için CARI olarak adlandırılan yazılım kullanılmıştır. CARI’nin sahip olduğu özelliklerle, grafik tasarımcıları tel çerçeve bir animasyon hazırlanması yerine, hızlı bir biçimde modelin doku atanmış ve görsel olarak

işlenmiş halini üretebilmişlerdir. Render işlemi olarak adlandırılacak bu özelliğin kullanımı görsel efekt tarihinde bir devrim olarak nitelendirilmektedir. Yazılım bu özelliğinin yanı sıra karakterlerin kas hareketlerini de gerçekçi olarak aktarabildiğinden üretilen görseller Jurassic Park filminde üretilen yaratıklara oranla çok daha gerçekçidir (Netzley, 2000) [9].

Görsel efektlerde sinemanın önemli örneklerinden biri olarak sayılabilecek bir diğer film “Matrix”tir. Filmde görsel efektlerde bir ilk gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen “akan devinim” tekniği (flow motion) ile oyuncunun sahnedeki hareketi dondurulup, çekimi yapan kamera karakterin etrafında 360 derece dönüp görüntü almış izlenimini sağlayabilmiştir.(Şekil 2.16) (Aydın, 2004)



Şekil 2.16 The Matrix filminden flow motion tekniğinin kullanıldığı sahnelerden kareler

Star Wars serisinin dördüncü filmi “Phantom Menace (1999)” dijital görsel efekt miktarı açısından önem teşkil etmektedir. Film, bünyesinde 2000’den fazla dijital görsel efekt ve 60 değişik dijital karakter barındırmaktadır [9]. Bu karakterler çok sayıda çekimde gerçek karakterlerle yan yana yer almıştır. Bu özellikleriyle ilk dijital yardımcı oyuncu özelliği taşıdıklarından bahsedilebilir (Şekil 2.17) [24].



Şekil 2.17 Star Wars: Phantom Menace filminden dijital ortamda üretilmiş “Jar Jar Binks” karakteri

2000’li yıllara gelindiğinde bu dönemde çekilen neredeyse her filmin üretim aşamasında bilgisayar tekniklerinin kullanıldığı söylenebilir. Buna sebep olan unsur çoğunlukla maliyet ve zaman olarak gösterilebilir. İstenilen sahneye yönelik gerçek bir stüdyo kurulması pahalı ve zaman kaybettirici olmanın yanında imkânsız da olabilmektedir. Bu gibi durumlarda yönetmenin en büyük yardımcısı yapay sahnelerin üretildiği bilgisayar ortamı ve teknolojileridir. Bu döneme ait önemli örnekler ve öne çıktıkları noktalar aşağıda sıralanmıştır.

2001 yapımı Final Fantasy filmi de tamamen bilgisayar üretimi dijital film örneklerindendir. Öne çıktığı nokta ise üretilen görseller ve karakter ile mekânların fotogerçekçi oluşudur. Özellikle karakterler saç, kostüm, deri dokusu, gözler ve hareketler açısından oldukça detaylı üretilmiştir [9].

Sinema tarihinin devrim sayılabilecek bir diğer örneği de The Lord of the Rings üçlemesidir. Serinin 3 filmi de görsel efekt dalında Oscar kazanmıştır. Özellikle “Gollum” adlı karakterin canlandırılmasındaki hareket yakalama teknikleriyle hatırlanmaktadır. Bu karakteri canlandıran Andy Serkis’e özel bir hareket yakalama kıyafeti giydirilmiş ve aktörün her hareketi dijital ortama aktarılmıştır. Bir sonraki aşamada bu hareket verisi üzerine bilgisayarda üretilmiş Gollum karakterinin modeli bindirilmiştir (Şekil 2.18) [9].



Şekil 2.18 The Lord of the Rings filminden Gollum karakteri

Film, görsel efektlerinin yanı sıra senaryodaki dev orduların yönetilmesini ve birbirinden bağımsız gerçekçi hareketlerini sağlayan yapay zekâ yazılımı ile de öne çıkmaktadır (Şekil 2.19) [9].



Şekil 2.19 The Lord of the Rings filminden savaş sahnesi

Matrix serisinin ikinci filmi Matrix Reloaded filmi motion capture tekniğini bir adım daha ileriye taşıyarak “Universal Capture” kavramını ortaya çıkarmıştır. Filmdeki bir dövüş sahnesi için “Agent Smith” karakterinin (Hugo Weaving) hareketleri 5 adet yüksek çözünürlüklü kamera tarafından kaydedilip bu veriler dijital hale getirilmiştir. Bu veri bilgisayardaki gelişmiş bir algoritma tarafından işlenip karakterlerin gerçekten ayırt edilemeyen kopyalarının üretilmesi için kullanılmıştır [9].

2004 yapımı “Sky Captain and the World of Tomorrow” un en önemli özelliği gerçek aktörler ve tamamen dijital üretim arka plan görüntüleriyle filmin çekilmiş olmasıdır. Tüm karakterler mavi perde önünde rol yapmıştır ve karakterler dışında her şey dijital üretimdir [9].

Film endüstrisine görsel efekt tekniklerine getirdiği yeniliklerle adından söz ettiren yapım James Cameron’un yönettiği, 2009 yılında gösterime giren “Avatar” filmidir. An itibarıyla görsel efekt kullanımının en üst düzeyde kullanıldığı film olarak kabul görmektedir. Gelişmiş hareket yakalama tekniklerinin kullanımı film üretim sürecinin tümünü kapsamaktadır. Stüdyo ortamına yerleştirilen yaklaşık 140 adet kamera, oyuncuların giydiği sensör kostümlerinin yardımıyla, hareketlerinin yakalanması ve dijital ortama aktarılmasını sağlamaktadır (Şekil 2.20). Gerçekçiliğin artırılması amacıyla bu kameralara ek olarak oyuncuların yüz mimiklerini okuyan ek sistemler bulunmaktadır. Bir başlık üzerine sabitlenmiş bu ek kameralar oyuncunun yüzü üzerinde önceden tanımlanan noktaları yakalamakta ve dijital ortama aktarmaktadır (Şekil 2.21) [9].



Şekil 2.20 Avatar filminde hareket yakalama ve sensör elbisesi kullanımı[27]



Şekil 2.21 Avatar filminde kullanılan mimik yakalama sistemi[27]

James Cameron ve Vince Pace tarafından bu film için geliştirilmiş bir diğer teknoloji ise “Fusion Camera” sistemidir. Bu kameranın asıl işlevi stereoskopik görüntü elde etmektir. Bu sistemden gelen veri, bilgisayarda üretilmiş 3-boyutlu görselleri izleyen bir sanal kameradan gelen veri ile birleştirilip eşleştirildiğinde Avatar filminin en yenilikçi ürünü ortaya çıkmaktadır: Simul-Cam. Geliştirilen bu teknoloji ile yönetmen gerçek sahnede bu kamerayı dolaştırdığında, bilgisayarda üretilen görseller elde edilen görüntü ile gerçek zamanlı eşleşip çekimdeki gerçek konumlarında gözlemlenebilmektedir [16].



Şekil 2.22 Avatar filmi için geliştirilen Simul-Cam teknolojisi [28]

3. BİLGİSAYAR DESTEKLİ POST PRODÜKSİYON YÖNTEMLERİ

Bir önceki bölümde incelenen film, görsel efekt, teknik ve bunların tarih içindeki gelişimlerinden çıkartılabilecek ana fikir şudur: teknoloji ve film sektörü birbirini besleyen iki unsurdur. Teknoloji geliştikçe filmlerde kullanılan teknikler de gelişmekte, teknolojinin yetersiz kaldığı yerlerde sonuca ulaşmak üzere yeni olasılıklar geliştirilmeye çalışılmaktadır. James Cameron'un Avatar filminde istediği görsel etkiyi yaratmak için kendi teknolojisini geliştirmesi bu savı destekler niteliktedir.

Araştırmanın bu bölümünde, bir önceki bölümde örnekleri verilen teknolojilerin basit bir sınıflandırması ve açıklamaları yapılacaktır. Bilgisayar teknolojisinin tüm üretim sürecinde devreye girdiği farklı adımların olduğu bilinmektedir. Fakat bu araştırma kapsamında sadece post-produksiyon aşaması üzerinde durulacaktır.

3.1 Post-Prodüksiyon

Post-produksiyon film yapım sürecinde çekim sonrası tüm düzenleme, ses/görsel efekt ekleme, müzik, miksaj*, dublaj ve dağıtım içeren son aşamadır (Şekil 3.1) [9]. Türkçe karşılığı, kaynaklarda “üretim sonrası” olarak geçmektedir.



Şekil 3.1 Film Yapım aşamaları

Bazı farklı kaynaklarda tüm yapım süreci beş aşamaya bölünmüştür (Tomaric, 2008). Bu değerlendirmelerde yapım aşamasına geliştirim ve dağıtım aşamaları da eklenmiştir (Şekil 3.2).



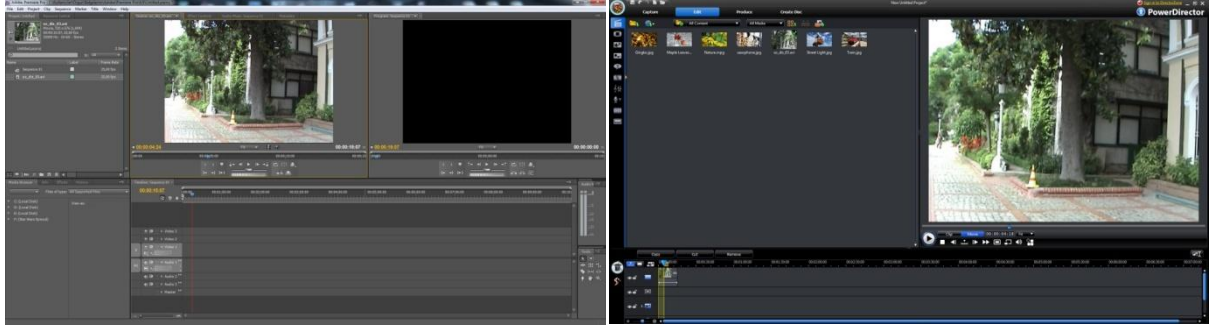
Şekil 3.2 Film Yapım aşamaları alternatifi

Post prodüksiyon bu özelliğiyle orijinal çekime her türlü müdahaleyi kapsar niteliktedir. Bu araştırmaya dâhil alanlar ise her türlü dijital düzenleme bilgisayar destekli görsel müdahaleyi içermektedir. Ses ve müziğe dair alanlar konu dışı bırakılmıştır.

* Ses mühendisliğinde, alınmış ham kayıtların birbiriyle karıştırılması

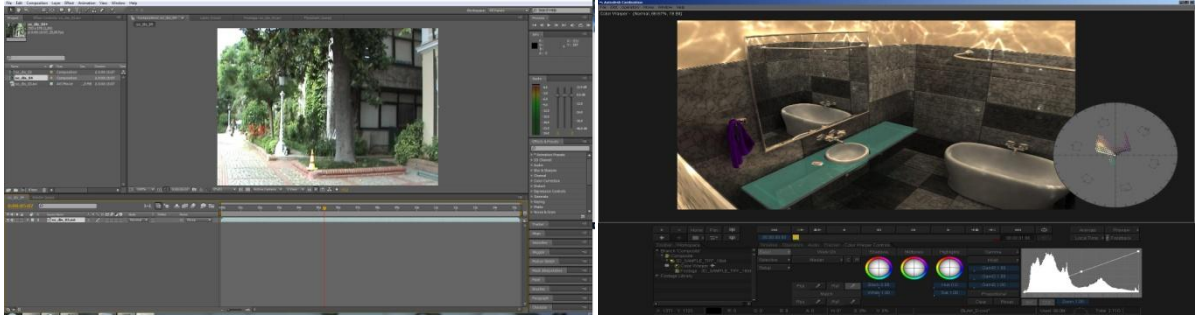
Ele alınan video düzenleme işlemi, araştırmanın ana başlığı olarak kabul edilebilir. Bu işlem “doğrusal olmayan video düzenleme” (non-linear video editing, NLE) olarak bilinmektedir. Bu tür bir düzenleme işleminde orijinal çekim dijital ortama aktarılıp bir depolama biriminde saklanır. Bu şekilde, düzenleme yazılımları yardımıyla orijinal filme müdahale olmaksızın çekim kesilebilir, birleştirilebilir, parçalar istenilen sırada düzenlenebilir. (Tomaric, 2008)

Bu işlemleri yapan birçok yazılım mevcuttur. Apple Final Cut Pro, Adobe Premiere Pro, Avid DS, Cyberlink Power Director ve Ulead Video Studio bu programlardan bazılarıdır.



Şekil 3.3 Adobe Premiere Pro ve Cyberlink Power Director yazılımlarının arayüzü

Video düzenleme işlemi birçok alt video modifikasyonu ya da görsel eklenti üretiminin üst başlığı olarak kabul edilebilir. Sonuç videoyu oluşturan tüm kayıtlar bu yazılımlarda toplanıp, düzenlenir ve birleştirildikten sonra dağıtımına hazır hale getirilir.



Şekil 3.4 Adobe After Effects ve Autodesk Combustion yazılımlarının arayüzü

Bilgisayar kullanımının vazgeçilmez olduğu bir alt adım ise dijital görsel bütünleştirmedir. (digital compositing). Bu işlem, en az iki görsel kaynak verinin dijital olarak müdahale edilip bütünleşik bir sonuç elde etmek üzere üst üste bindirilmesini kapsar. Amaç bütünleştirilecek verilerden doğan sonuç ürünün gerçekçi olması ya da tutarlılık sağlamasıdır (Brinkmann, 2008). Bu müdahale işlemini bir üst adım olan video düzenlemedeki birleştirme ya da eklemlenme işlemiyle karıştırmamak gerekir. Adobe After Effects, Apple Motion, Autodesk Combustion, Foundry Nuke sektörde kullanılan görsel bütünleştirme yazılımlarındandır.

Bu görsel veriler sabit görseller olabildiği gibi video çekimleri de olabilmektedir. Mimarlıkta, çevre analizi için çekilen fotoğrafların üzerinde Photoshop veya benzeri bir yazılım ile yapılan eklentiler sabit görsel üzerinde bütünleştirme işlemine örnek gösterilebilir.

Dijital görsel birleştirmenin bir alt adımı görsel efekt üretimi aşamasıdır. Bu aşama kendi içinde iki parçaya ayrılmaktadır:

- Bilgisayar üretimi görsel (CGI) tabanlı efekt
- Bilgisayar üretimi görsel mevcut olmadan, görsel bütünleştirme yazılımı sınırlarında oluşturulan görsel efekt

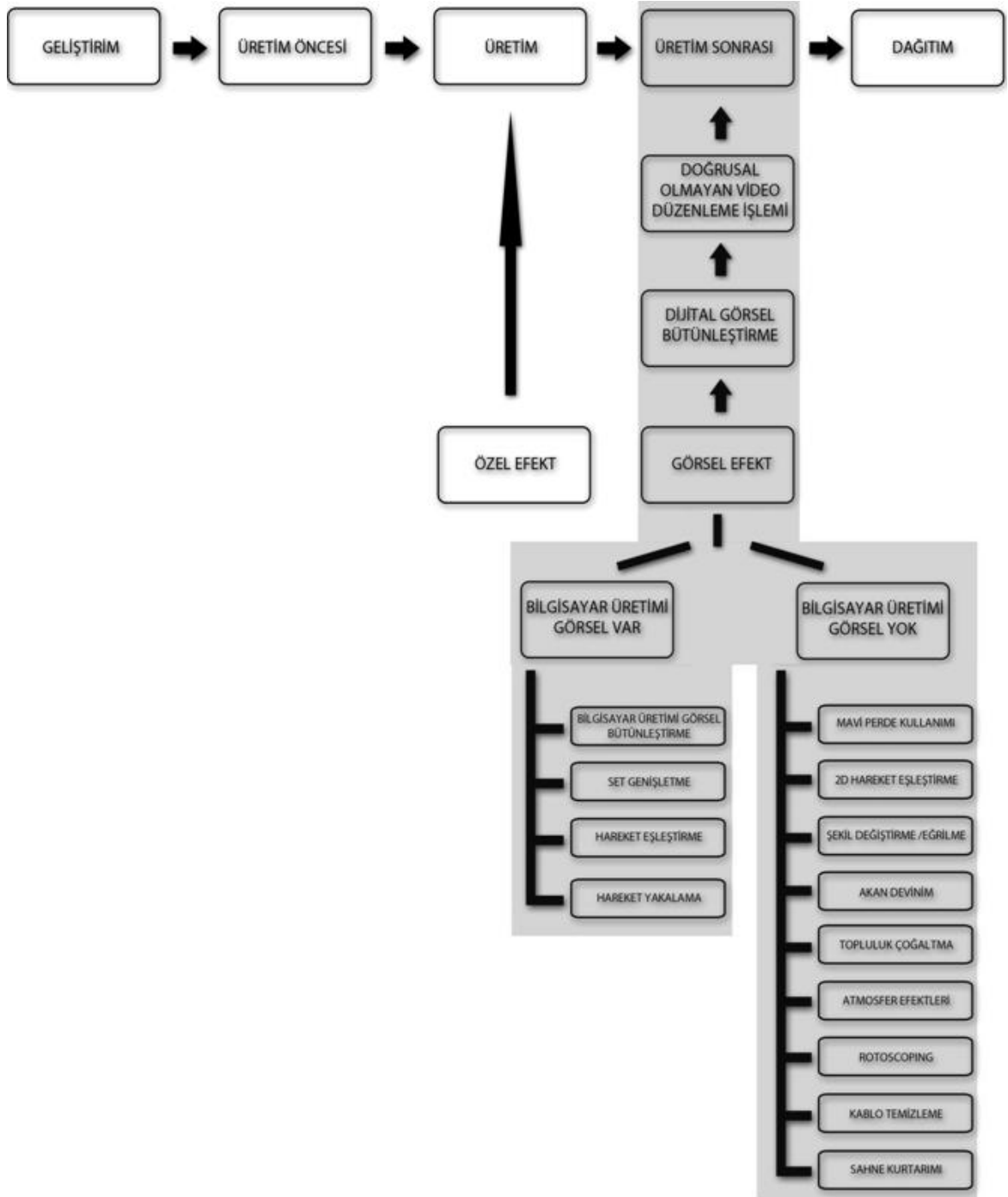
Bu iki efekt üretim tipini açıklamadan önce görsel efekt (visual effect) ve özel efekt (special effect) kavramları ayrımının yapılması gerekmektedir.

Görsel efekt, mevcut çekimlere müdahale ya da oluşturulan yeni görsellerin çekimle bütünleştirilmesi işlemidir. Özel efekt ise sahnede çekim esnasında oluşturulan etkiler ya da meydana gelen olaylardır. Ateş, patlama ve fişek etkileri ile fiziki modeller özel efekt örneklerindendir (Brinkmann, 2008).

Görsel efektin bilgisayar üretimi görsel elemanlarla oluşturulması, temelde sahnede fiziksel olarak var olmayan bir nesnenin 3-boyutlu modelleme ya da animasyon programları ile üretilmesi ve ardından yine görsel bütünleştirme yazılımları vasıtasıyla çekime entegre edilme işlemini kapsamaktadır.

Buna karşılık, her görsel efekt sahneye yeni bir bilgisayar üretimi obje eklenmesini gerektirmez. Mevcut elemanların yeniden düzenlenmesi ya da şekil değiştirmesi ile farklı fiziksel öğelerin çekim üzerine bindirilmesi ya da kopyalanmasının yanı sıra sahnede istenmeyen öğelerin temizlenmesi de özel efekt kategorisine girer.

Bahsedilen özel efektler kendi içlerinde çeşitli örnekler barındırmaktadır. Araştırmanın bir sonraki adımında bu örnekler maddeler halinde açıklanacaktır. Bu aşamada film yapımında bilgisayar kullanımına dâhil alanları ifade etmek faydalı olacaktır. Şekil 3.5 tüm süreci örneklemeaktadır.



Şekil 3.5 Bilgisayar destekli post-produksiyon adımları

3.2 Bilgisayar Üretimi Görsel Tabanlı Efektler

Bu başlık altına 4 çeşit görsel üretimi tekniği sıralanabilir: Bilgisayar Üretimi Görsel Bütünleştirme, Set Genişletme, Hareket Eşleştirme ve Hareket Yakalama Teknikleri. Adı geçen son teknik diğer başlıklardan biraz farklılaşmaktadır. Bunun nedeni, tekniğin kullanımının çekim aşamasını da kısmen kapsıyor oluşudur.

3.3 Bilgisayar Üretimi Görsel Bütünleştirme

Dijital ortamda görsel üretiminin temelini oluşturmaktadır. Amaç bilgisayar ortamında üretilmiş bir görselin, yine bilgisayar üretimi bir görsel arka-plan, gerçek bir video çekimi ya da bir geri plan resmi üzerine montajının dijital ortamda yapılmasıdır. Şekil 3.6'da bu işlemi örnekleyecek adımlar görülmektedir.



Şekil 3.6 Bilgisayar üretimi görselin gerçek çekim üzerine montajı (Wright, 2008)

3.3.1 Set Genişletme

İstenilen görsel kompozisyonun set ortamında üretilmesinin pahalı ya da imkânsız olduğu durumlarda uygulanan bir yöntemdir. Gerçek aktörlerle çekim yapıldıktan sonra dijital müdahale ile setin genişletilip istenilen etkinin verilmesine dayanmaktadır. Şekil 3.7'de süreç örneklenmiştir.



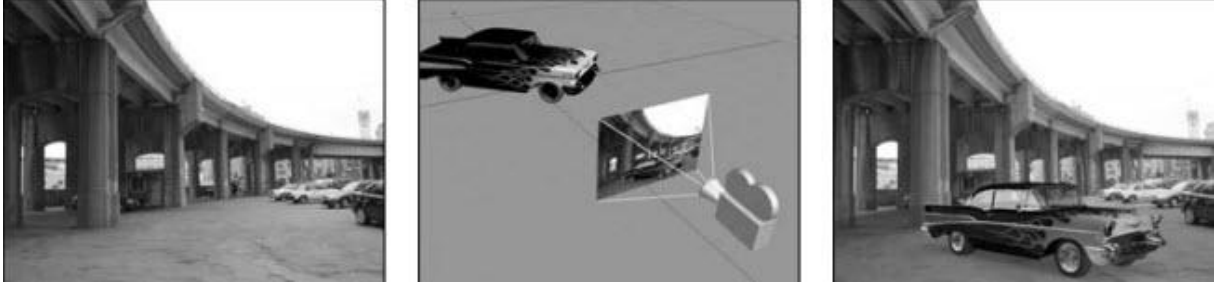
Şekil 3.7 Set genişletme örneği (Wright, 2008)

Şekildeki ilk kare orijinal çekime aittir. Fakat çekim bu haliyle istenilen görünümünden uzaktır. İkinci karede görünen kare bilgisayar ortamında üretilmiştir ve ilk çekimle bütünleştirilip sonuç ürün elde edilmiştir.

3.3.2 Hareket Eşleştirme

Bu araştırmanın temel aldığı görsel efekt tekniğidir. Basitçe tanımı, bilgisayar ortamında gerçek bir kameraya ait hareketin yeniden oluşturulmasıdır. Bu işle uğraşan görsel efekt uzmanının işi, aktörler, yönetmen ve tüm ekibin çekim işinin içinde bulunduğu gerçek bir setten gerekli veriyi (video çekimi) alıp odak uzaklığı, yükseklik, kamera pozisyon ve hareketinin mevcut olduğu sanal bir kamerayı yeniden üretmektir. (Hornung, 2010)

Bu işlemin ardından elde edilen kamera bilgisi 3-boyutlu modelleme işini yapan ekibe devredilir ve bu aşamada dijital ortamda üretilen modeller sahneye aktarılır. Render işleminin ardından tüm sahne görsel bütünleştirme işlemine tabi tutulup sonuç ürün elde edilir. (Wright, 2008)



Şekil 3.8 Hareket eşleştirme işleminin adımları (Dobbert, 2005)

3.3.3 Hareket Yakalama

Hareket yakalama, insan, hayvan ve cansız nesnelerin hareketlerinin örneklenmesi ve kaydedilmesinin ardından 3 boyutlu bilgiye dönüştürülmesi işlemidir. Bu bilgi 3-boyutlu dijital temsillerin üretilmesi ya da hareketin çalışılması için kullanılabilir. Bu tekniğin uygulanmasına yönelik farklı yöntemler bulunmaktadır. Bazı sistemler obje üzerine yerleştirilmiş işaretçilerin kameralar tarafından algılanıp sayısallaştırılması üzerine kurulmuştur ve optik sistemler olarak bilinmektedirler. Diğerleri ise sensörlerin izini sürmek üzere elektromanyetik alanları ya da ses ötesi teknikleri kullanmaktadır. Bu örneklerin yanı sıra bir iskeletin hareketinin algılandığı ve ölçüldüğü mekanik sistemler bulunmaktadır (Kitagawa ve Windsor, 2008).

3.4 Görsel Bütünleştirme Yazılımı Tabanlı Görsel Efekt

Bu başlık altında incelenecek örneklerin özelliği bilgisayar kullanımının mevcut olmasına karşılık bir önceki bölümde bahsedilen dijital model üretiminin kullanılıyor olmamasıdır. Yapılan tüm işlemler görsel bütünleştirme yazılımı ile sağlanmaktadır.

3.4.1 Mavi Perde Kullanımı

Genellikle çekimi yapılan gerçek bir ortama yapay bir sahnedeki oyunculuğun aktarılması şeklinde kullanılmaktadır. Süreç, aktörün oyunculuğunu arka plandan daha rahat izole edilmesi sağlayacak mavi ya da yeşil bir perde önünde gerçekleştirip, bu çekimin post-produksiyon aşamasında orijinal (gerçek sahne) çekimle bütünleştirilmesi şeklinde işler (Wright, 2008).



Şekil 3.9 Mavi perde tekniğinin aşamaları (Wright, 2008)

3.4.2 2-boyutlu Hareket Eşleştirme

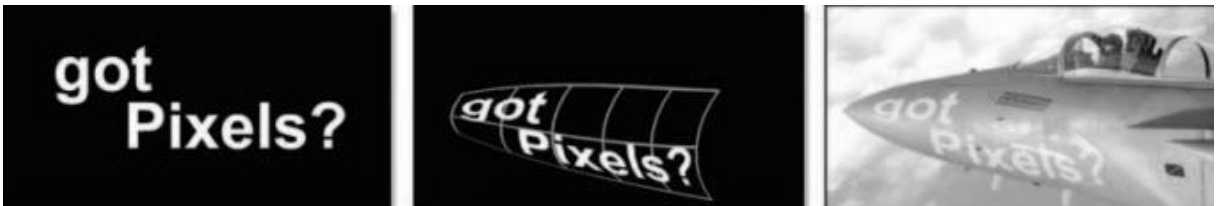
Bu araştırmanın konusu olan hareket eşleştirme işleminin 2 boyutta gerçekleştirilmiş halidir. Çözümleme işlemi ile 3-boyutlu nokta pozisyonlarının bulunması yerine montajlanacak görsel üzerinde belirlenen noktaların 2 boyutta izi sürülür. Bu noktalar referans alınarak montajı yapılacak görsel yerleştirilir. Bu sayede eklenen yeni görsel sahnedeki objenin hareketiyle eşleşir.



Şekil 3.10 2-boyutlu hareket eşleştirme işlemi (Wright, 2008)

3.4.3 Şekil Değiştirme /Eğrilme

Eğrilme işlemi dijital bir görsele kontrol noktalarından müdahale ederek istenen yüzeye bu görselin oturtulması işidir.



Şekil 3.11 Eğrilme işlemi (Wright, 2008)

Şekil değiştirme ise eğrilme işleminin gelişmiş halidir. Bu işlemle herhangi bir görsel, bütünleştirme yazılımı yardımıyla başka bir görsele dönüştürülmekte ve dönüşüm aşamasının adımları da kare kare oluşturulmaktadır.



Şekil 3.12 Dönüşüm işleminin adımları (Wright, 2008)

3.4.4 Akan Devinim

Çekimi yapılacak hareketli aktörün ya da nesnenin etrafında yerleştirilen çok sayıda kameranın (Şekil 3.13) aynı anda ya da saniyenin ondalık farklarında çekim yapması sonucu elde edilen görseller bütünleştirildiğinde çekimi yapılan karakter havada asılı kalmış ya da donmuş izlenimi vermektedir. Bu görsel oluşturma tekniği akan devinim olarak adlandırılmaktadır.



Şekil 3.13 Çok sayıda kameranın aktör etrafında yerleşimi (Wright, 2008)

3.4.5 Topluluk Çoğaltma

İstenen sahnelerde insanlardan oluşan bir topluluğun çoğaltılması işidir. İki farklı şekilde uygulama örneği bulunmaktadır. İlki, çekimde mevcut olan bir topluluğun seçilip boş bir alana kopyalanmasının ardından bilgisayarın hesaplamaları sonucunda orijinal topluluğun hareketlerine benzer hareketlere sahip yeni bir topluluğun oluşturulmasıdır (Wright, 2008).

İkinci yöntem ise çekim esnasında yapılan bir müdahale ve birden fazla çekimin birleştirilmesi ile gerçekleşmektedir. Topluluğun belirlenen ilk konumunda ilk çekimin yapılmasının ardından yer değiştirilmekte ve yeniden çekim yapılmaktadır. Elde edilen farklı çekimler bütünleştirilerek kalabalık görüntü elde edilmektedir (Wright, 2008).



Şekil 3.14 Topluluk oluşturma işlemi (Wright, 2008)

3.4.6 Atmosfer Efektleri

Senaryo gereği sahnede bulunması gereken hava şartları ya da ışık efektlerinin sağlanması için yapılan işlemlerdir. İstenen hava efekti görselinin orijinal çekim üstüne bindirilmesi ile sağlanmaktadır.



Şekil 3.15 Atmosfer efekti örneği (Wright, 2008)

3.4.7 Rotoscoping

Çekimdeki bir nesnenin el ile her karede sınırlarının çizilerek arka plandan ayrılması işlemidir. Bu çalışma kapsamında sunum aşaması için yapılan örneklerde çekime montajı yapılan obje ile çekimde mevcut objelerin ön-arka ilişkisinin sağlanması amacıyla uygulanan bir yöntemdir.



Şekil 3.16 Rotoscoping işlemi (Wright, 2008)

3.4.8 Kablo Temizleme

Bazı çekimlerde aktörün fiziksel ortamda gerçekleştiremeyeceği hareketleri yapmasına ya da denge sağlamasına yardım edecek kablo ve düzeneklere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu işlemle post-produksiyon aşamasında bahsedilen yardımcı öğeler temizlenmektedir.



Şekil 3.17 Kablo temizleme işlemi (Wright, 2008)

3.4.9 Sahne Kurtarımı

Kayıt filminde çeşitli sebeplerden dolayı (çizikler, negatiflerin bozulması, su damlası izleri vs) oluşan bozuklukların temizlenmesi ya da düzeltilmesi işleri bu kategori altında toplanabilir.

4. HAREKET EŞLEŞTİRME

Bilgisayarda üretilen dijital görsel elemanların herhangi bir video çekiminin üzerine akışı bozmayacak ve birebir eşleşecek biçimde aktarımını sağlamak üzere, kameranın dijital ortamda yeniden üretilmesine hareket eşleştirme (match-moving, motion tracking) denmektedir.

Hareket eşleştirme genellikle görsel efekt tasarımcıları tarafından sinema, eğlence ve reklamcılık gibi sektörlerde kullanılmaktadır ve çalışmalarda çok önemli bir yere sahiptir.

Video çekimlerinde kamera hareketi olan durumlarda eklenecek efekt ya da dijital görselin, kameranın izlediği rotayla uyumlu bir biçimde sahnede sabit olarak konumlanması ya da hareket halinde olması söz konusudur. Bu uyumun ve gerçekçiliğin sağlanabilmesi için kameranın özelliklerinin ve izlediği rotanın 3 boyutlu uzayda belirlenmesi gerekmektedir. İşte bu noktada hareket eşleştirme yazılımları devreye girmektedir. Özel yazılımların içine aktarılan çekimler belli başlı hesaplama işlemlerine tabi tutularak kamera rotası belirlenmektedir. Rotanın belirlendiği durumda, dijital görsel sahne içine aktarılacak ve bir dizi görüntü işleme uygulamasının ardından çekim son halini alacaktır.

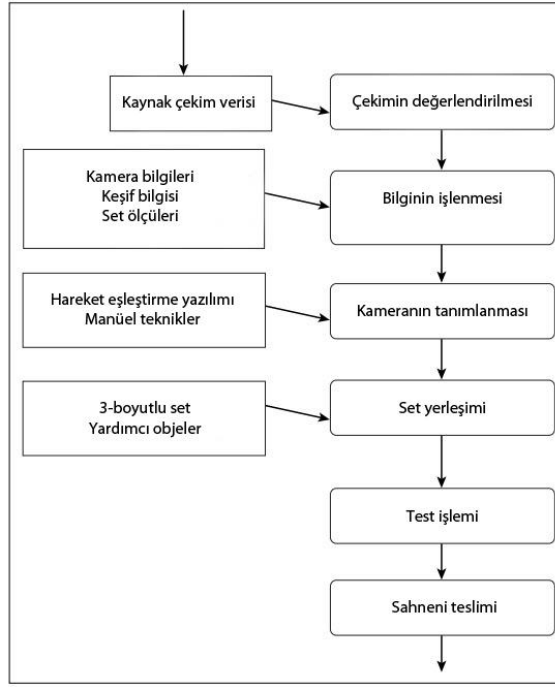
Bu çalışmanın ana hedeflerinden biri de, bu yazılımların sağladığı dijital ortam oluşturma imkânlarını kullanarak mimari tasarım sürecinde yeni bir yöntem araştırması yapmaktır.

4.1 Hareket Eşleştirme İşleminin Tanımı

Dobbert'a (2005) göre hareket eşleştirme işlemini anlamak için kameraların çalışma mantığından haberdar olmak gerekmektedir. Basitçe açıklamak gerekirse, kameranın işlevi 3 boyutlu çevreyi 2 boyuta aktarmaktır. Bunun sonuç ürünü bir film ya da dijital görsel olabilmektedir. Dijital ortam ya da fiziksel kameralardan elde edilen sonuç görüntü, ortamın 2 boyutlu aktarımı, yani bir yansıtmadır. Kameranın işlevinin 2 boyuta aktarım olduğu düşünülürse, hareket eşleştirme işlemi bunun tam tersi olarak kabul edilebilir. Amaç, bu işlemle 2 boyutlu bilginin alınıp 3 boyutlu çevrenin oluşturulmasıdır. Bu iki taraf arasındaki geçişi sağlayan köprü "kamera"dır. Kameraya ait bilgilerin belirlenebildiği durumda, 3 boyutlu ortam da yeniden yaratılabilmektedir. Ardından kamera ve çevre bilgisi görsel efekt tasarımcıları tarafından kullanılmak üzere dağıtılmaktadır (Dobbert, 2005).

4.2 Hareket Eşleştirme İşlemi Sürecinin Adımları

Şekil 4.1'de hareket eşleştirme işlemi işe uğraşan bir kişinin çalışma ve bilgi akış şeması görülebilmektedir.



Şekil 4.1 Hareket eşleştirme işlemi süreci (Dobbert, 2005)

4.2.1 Çekimin Değerlendirilmesi

Dobbert (2005) bu işlemi amaca yönelik bir hareket eşleştirme çalışmasının temeli ve en önemli adımı olarak nitelendirmektedir. Çekimi değerlendirmek üzere sorulabilecek sorulardan bazılarını şu şekilde özetlemiştir:

- Kamera nasıl bir hareket içerisinde? Nasıl bir hızla hareket ediyor?
- Çekim karesinin içinde neler bulunmakta? İz sürme işaretçisi var mı? Bunlar başka bir obje tarafından engelleniyor mu?
- Çekim hangi video formatında? Görüntü kalitesini etkileyen unsurlar var mı?
- Sahnenin içine yerleştirilmesi gereken dijital obje ne? Yerleşim ne kadar hassas olmak durumunda?
- Hareket eşleştirme ürününü kim kullanmakta?

Bu ve benzeri sorular istenilen sonuca daha kolay ve hızlı bir biçimde ulaşmak yönünden önem taşımaktadır. Bu tekniğin mimari tasarım sürecine dâhil oluşunu sağlayacak daha özelleşmiş değerlendirme kriterlerine “Hareket Eşleştirme Yazılımlarının Kullanımına Yönelik Öneriler” bölümünde değinilecektir.

4.2.2 Bilginin İşlenmesi

Hareket eşleştirme işlemine başlamadan elde edilmesi gereken belli başlı bilgiler aşağıdaki gibidir.

- Kamera bilgisi: Odak uzunluğu, diyafram açıklığı, film tipi
- Set ölçüleri: Kamera yüksekliği, odak mesafesi ve sahnedeki çeşitli elemanların ölçüleri
- Keşif bilgisi: Setin uzman bir ekip tarafından alınmış detaylı ölçü bilgileri (Dobbert, 2005)

Mimari kullanımda, yukarıda bahsedilen bilgilere ulaşmak oldukça kolay olacaktır. Bunun nedeni, çekimi yapanın da, eğer maket çekimi yapıyorsa seti hazırlayanın da aynı kişi – mimar- oluşudur. Hatta uzmanlığı gereği keşif bilgisini alma konusunda oldukça avantajlı olduğunu söylemek yanlış olmaz. Kamera bilgilerine ulaşmak ise kullanıcı kılavuzunu incelemek ya da internette model numarasıyla arama yapmakla mümkündür.

4.2.3 Kameranın Tanımlanması

Kameraya ait tüm hareket ve pozisyon bilgilerinin toplanması işidir. Hareket eşleştirme yazılımlarının geliştirilmesinden önceki süreçte tamamen deneme-yanılmaya yönelik, tahmini ve sezgisel yöntemlerle yürütülmekteydi. Fotogrametri tekniklerini temel alan hareket eşleştirme yazılımlarının geliştirilmesiyle kesin ve doğru kamera bilgilerine ulaşım sağlanmış oldu. (Dobbert, 2005)

Yazılımların kullandığı hesaplama işlemleri, aralarında benzerlik göstermektedir. İlk olarak sahne içindeki objelerin ya da yardımcı öğeler üzerindeki belirgin doku, şekil veya noktaların izleri, yazılım tarafından 2 boyutlu olarak sürülür. Bir sonraki aşamada, bulunan noktaların hareketi matematiksel olarak analiz edilerek kalibrasyon (calibration - solve) işlemi gerçekleşir. Son olarak bu noktaların 3-boyutlu uzaydaki konumu belirlenir ve bu referans noktalarına bağlı olarak bir kamera ve onun rotası ortaya çıkar. (Dobbert, 2005)

Bu adım, mimarın hareket eşleştirme yazılımlarına en çok ihtiyaç duyduğu adımdır. Araştırma kapsamında önerisi sunulan tekniğin temeli kamera tanımlanması işlemi sonucunda elde edilen ortam bilgisinin kullanımına dayanmaktadır.

4.2.4 Sahne Yerleşimi

Kamera bilgisinin elde edilmesinden sonraki süreçte, çekim ortamının 3-boyutlu ortama aktarımı ve düzenlenmesi gerçekleştirilir. Yazılımın bulunduğu 3-boyutlu uzaydaki noktaları referans alınarak bir koordinat sistemi oluşturulur. Ardından, çoğunlukla yazılım içerisinde sağlanan primitif obje yerleşimi ile 3- boyutlu çevre oluşturulur.

Mimari tasarım sürecine bu yöntemin aktarımında basit objelerle sahne oluşumu önemli yer tutmaktadır. Sahnenin 3-boyutlu modelleme programı içine alınmadan önce, tutarlı bir koordinat sisteminin oluşturulması ve tasarım yapılacak alanı sınırlayan ve belirleyen objelerin yerleştirilmesi önemlidir. Kütle önerilerine yönelik çalışmalarda, belirli yazılımlar primitif objeler üzerinde yüzey ve köşe noktalara müdahale ile değişiklik imkânı sağlamaktadır.

4.2.5 Sahnenin Test Edilmesi

Sahnenin yerleşiminin ardından kamera rotasının ve bulunan noktaların tutarlılığı açısından test edilmesi gerekmektedir. Koordinat sistemi belirlenmiş ve çözümlenmiş sahnenin içine primitif objelerin ya da sahnede 2 boyutta var olan bir objenin dış hatlarını kabaca izleyen bir obje (örn: bir masayı kaplayacak şekilde dikdörtgenler prizması) yerleştirilip video incelenir. Objelerin, normalin dışındaki bir hareketi, ani sapması ya da sarsıntıları tutarlı olmayan bir çözümlemenin işareti olabilmektedir. Çeşitli hareket eşleştirme yazılımları kendi bünyelerinde bulunan iz noktası render etme seçeneği ile daha farklı bir test imkânı sunmaktadır. Aynı biçimde, video çekimi boyunca tutarsız hareket eden ve sahnedeki objelerden bağımsız hareket ediyor gibi gözükten bu noktalar çözümleme işleminin yetersiz olduğunu gösterir. Bir diğer tutarlılık testi ise sahnenin herhangi bir 3-boyutlu modelleme programına aktarıldıktan sonra, daha önceden yerleştirilmiş primitif objeler üzerine atanacak dama deseni dokusuyla test edilmesidir.

4.2.6 Sahnenin Teslim Edilmesi

Akış şemasının bu son adımı, bu yöntemi mimarlık alanında uygulayacak kişileri çok fazla ilgilendirmese de çalışma prensibi ve organizasyon adına bahsedilmesi gereken noktalar bulunmaktadır. Dobbart (2005) bu adımları şu şekilde örneklemiştir:

- Sahnenin yönelimi ve ölçeği
- Teslime dâhil edilmesi gereken dosyalar, setler, karakterler
- Dosya isimlendirme biçimi ve dosya formatları.

4.3 Hareket Eşleştirme Yazılımlarının Kullanımı

Hareket eşleştirme yazılımlarının temel çalışma prensibi 2-boyutlu bilgiyi kamera ve sahne hakkında 3-boyutlu bilgiye çevirme şeklindedir. Bu işlemi yaparken genellikle şu yolu izlerler.

- Görseller üzerinde yakalanacak 2-boyutlu noktaları belirlemek
- Bu noktaları çekim boyunca takip etmek.
- 3-boyutlu kamera pozisyonunu hesaplamak
- Yakalanan noktaların 3-boyutlu konumlarını hesaplamak
- Bulunan nokta, kamera ve kamera rotasını 3-boyutlu animasyon yazılımına aktarmak

Tüm bu işlemleri yapmak üzere hareket eşleştirme yazılımları fotogrametri* tekniğini kullanmaktadırlar. (Dobbart, 2005)

4.3.1 Kalibrasyon

Kalibrasyon işlemi, 2-boyutlu bilginin yazılım tarafından alınıp, çekimdeki kamera hareketlerinin sanal ortamda yeniden üretilmesidir. Kalibrasyon işleminin tam olarak gerçekleştirilmesi için konum, rotasyon ve odak uzunluğu gibi bilgilerin çıkarılması gerekmektedir. Bunlara ek olarak yardımcı bilgiler olan lens bozulması ve optik merkez bilgilerinden bahsedilebilir. (Dobbart, 2005)

Kameraların otomatik olarak kalibre edildiği durumlar da mevcuttur. NASA'nın keşif araçlarındaki kamera sistemi bunlara örnektir. Robot üzerine yerleştirilmiş iki kamera ile stereoskopik görüntü elde edilir. Elde edilen veri ile robotun etrafındaki 3-boyutlu ortam oluşturulur ve robot insan müdahalesine fazla gerek kalmadan hareketini sürdürebilir. (Dobbart, 2005)

Görsel efekt sektöründe kalibre edilmiş kameralar, robotik düzeneklerle kontrol edilir. 2. bölümde değinilen ILM'in geliştirdiği hareket kontrol sistemi örnek gösterilebilir.

Kamera eşleştirme işiyle uğraşan kişiler genellikle kalibre edilmemiş kameralarla çalışmak zorundadırlar. Dobbart (2005) odak bilgisi ve kamera yüksekliği gibi bilgilere sahip olduğunda kameraların kısmen kalibre edilmiş olarak kabul edilebileceğini öne sürmüştür.

Mimari kullanım göz önünde bulundurulduğunda, eldeki kameranın kalibre edilmemiş olacağı neredeyse kesindir. Bu kullanımda, eldeki yazılım ve donanım imkânlarını en etkili biçimde

* Fotoğraf üzerinden hassas ölçüm yapma işlemi [17]

kullanmaya çalışmanın hedeflendiği varsayıldığında, robotik bir düzeneğe bağlı kalibre edilmiş bir kamera, amaçtan uzaklaşmak manasına gelmektedir. Fakat daha evvel bahsedildiği gibi çekimi yapan kişi, yani mimar, oldukça avantajlıdır ve kullandığı donanım hakkında mümkün olduğu kadar çok bilgiye sahip olacaktır. Odak bilgisi ve kamera yüksekliği gibi ölçülere sahip olacağı göz önünde bulundurulduğunda kısmen kalibre edilmiş bir kamera ile çalışacağı düşünülebilir.

4.3.2 Paralaks Ve Fotogrametrinin Hareket Eşleştirme Yazılımları Tarafından Kullanımı

Gözlemleyicinin duruş şekline bağlı olarak bir nesnenin yerinde meydana gelen bağlı değişiklik paralaks olarak adlandırılmaktadır [25].

3-boyutlu bir sahne 2-boyutlu bir düzlem üzerine projekte edildiğinde, oluşan görsel perspektif içerir. Perspektif, gözlemcinin konumuna bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Hareket eşleştirme yazılımları, çekimlerdeki bu konum ve paralaks değişikliğini analiz ederek sahneyi oluşturur. (Dobbert, 2005)

Dobbert paralaksı insan gözü üzerinden şu şekilde örneklemektedir: “Kafa üzerine kısa bir aralıkla konumlanmış iki göz, farklı perspektifte iki görselin beyne iletimini sağlamaktadır. Bu paralaks verisi beyin tarafından otomatik olarak çözümlenir ve objelerin konumları ve uzaklıkları belirlenmiş olur.”

Bir kol boyu mesafede düşey tutulan başparmağa sağ gözü kapatıp sol, sonra da sol gözü kapatıp sağ gözle bakıldığında parmağın ayrı doğrultularda görülmesi de paralaksa bir örnek olarak gösterilmektedir [7].

Paralaks fotografik görsellerde de benzer bir biçimde mevcuttur. Kameraya daha yakın olan objeler, uzakta olan objelere oranla daha fark edilir bir biçimde konumlarını değiştirir. Paralaksın mevcut olup olmadığını anlamak üzere yakın plandaki objelerin arka plandaki objelerden daha hızlı hareket edip etmediği kontrol edilebilir. (Dobbert, 2005)



Şekil 4.2 Paralaks örneği (Dobbert, 2005)

Şekil 4.2 de görünen çitin kamera hareketine bağlı olarak ön plandaki konteynerin arkasında kaldığı fakat uzaktaki ağacın konumunun değişmediği görülmektedir. Bu durum görsellerde paralaksın mevcut olduğunu ispatlamaktadır

Hareket eşleştirme yazılımlarının mimari kullanımında amaç, yeterli miktarda ve mümkün olduğunca hassas röper noktasına ulaşmaktır. Hareket eşleştirme yazılımlarında nokta bulunması ve 3-boyutlu çevrenin oluşmasını sağlayan etmenin paralaks olduğu bilindiğine göre video çekimini mümkün olduğunca fazla paralaksa sahip olacak şekilde yapmak önem kazanmaktadır. Bunu sağlayacak çekim tekniklerine yönelik ipuçlarından ilerleyen bölümlerde bahsedilecektir.

Çoğu hareket eşleştirme yazılımı çözümleme işlemini iki parçaya ayırır: 2-boyutlu nokta izleme ve kalibrasyon. 2-boyutlu nokta izleme aşaması otomatik ya da manüel olarak sürdürülebilmektedir. Manüel iz sürme işleminde kullanıcı yazılımın takip etmesi gereken noktaları seçer ve yazılım bu noktaları çekimin diğer karelerinde tanımlamaya çalışır. Otomatik iz sürme işleminde ise yazılım izi sürülecek noktaları kendi belirler ve bu noktaları tüm çekim boyunca takip eder.

Kalibrasyon işlemi ise otomatik olarak işleyen bir süreçtir. Tanımlanan 2-boyutlu noktalarla ölçümleme yapılacağı doğrultusunda bilgisayara komut verilir ve işlem başlar. Kullanıcının kimi zaman bilgisayara hesaplama işleminde yardımcı olmak üzere elinde bazı bilgiler bulunabilir. Odak uzaklığı ve kamera yüksekliği bu bilgilere örnek gösterilebilir. Bazı programlar ise aynı sahneye ait daha önceki kalibrasyon işlemlerini temel alacak işlemler yapabilme imkanı sunmaktadır. Bazı diğer programlar ise kamera hareket tipine bağlı olarak kullanıcının çözümleme işlem tipini seçmesine olanak sağlar. Örnek: Dolly ve pan hareketleri. (Dobbert, 2005)

4.4 Manüel İki Boyutlu İz Sürme

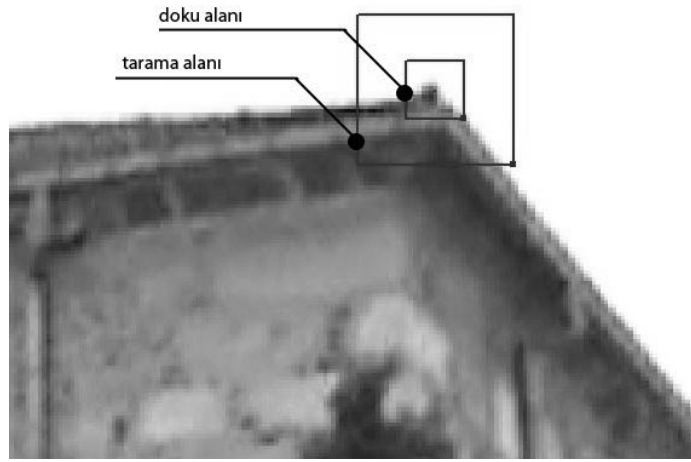
Hareket eşleştirme işleminde 2-boyutlu iz sürme işlemi olarak adlandırılan ilk adım, öne çıkan ve görselde belirgin olan 2-boyutlu noktaların tanımlanmasını içermektedir. Bu noktalar, kameranın hareketi ve 3 boyutlu çevrenin yerleşimini hesaplamada kullanılmaktadır.

Çoğu hareket eşleştirme yazılımında kullanıcı 2-boyutlu izleri herhangi bir karede belirgin bir noktanın üzerine yerleştirip programa bu noktanın çekim boyunca izini sürmesini emreder. Program işleme kullanıcının belirlediği karede başlar ve bu noktanın nereye hareket ettiğini belirlemek üzere diğer karelerde taramayı tekrar eder. (Dobbert, 2005)

4.4.1 İki Boyutlu İzin Özellikleri

İki boyutlu bir iz, görsel üzerindeki herhangi bir noktanın konumunu X ve Y koordinatları cinsinden ve piksel ölçüsünde tanımlar. (Dobbert, 2005)

İz noktaları üç bileşenden oluşur: merkez noktası, doku alanı ve tarama alanı. Merkez noktası genellikle küçük bir imleç şeklindedir ve izi sürülecek dokunun tam merkezini işaret eder. Doku ve tarama alanı, ekranda iç içe iki kare olarak gözükmemektedir. İç kare doku alanı olup yazılımın çekimde tarayacağı dokuyu temsil eder. Dış kare ise tarama alanıdır ve tanımlanan dokunun tüm çekim boyunca taranacağı sınırları belirler (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 İki boyutlu izin bileşenleri

Dobbert (2005) tarama işlemi sürecini şu şekilde açıklamaktadır : “Tarama işlemi başlatmak üzere kullanıcı belirli bir noktanın üzerine iz noktasını yerleştirir. Yazılım doku alanını analiz eder ve benzer bir dokuyu tarama alanı içinde diğer karelerde aramaya başlar. Eğer doku çok bariz bir biçimde değişirse (örneğin, parlaklık artışı, izin başka bir objenin arkasında kalması vb.) tarama işlemi ya duracak ya da başka bir noktaya atlanacaktır. Aynı şekilde eğer doku tarama alanının dışında kalırsa tarama işlemi sona erecektir.”

4.5 Otomatik İz Sürme

Otomatik iz sürme işlemi, video görselinin yazılım tarafından analiz edilmesi, iz noktalarının belirlenmesi ve istenmeyen noktaların devre dışı bırakılması aşamalarını kapsayan bir süreçtir. (Dobbert, 2005)

Bu otomatik işlem sürecinin geliştirilmesindeki amaç, iz sürme aşamasında insan müdahalesini ortadan kaldırmak ve vakit kazandırmaktır. Fakat insan müdahalesinin gerektiği

durumlar da mevcuttur. Özellikle bu yöntemin mimarlıkta kullanımında süreç manüel ve otomatik iz sürme işleminin birlikte yürütülmesini gerektirmektedir.

Yazılım ilk adımda video sekansını inceler ve uygun görsel verileri belirleyerek iz noktalarını yerleştirir. Uygunluktan kasıt, parlaklık, yüksek kontrastlı olma ya da farklı rengiyle öne çıkma durumudur. Görsel ne kadar detaya sahipse o kadar fazla iz noktası oluşturulacaktır (Dobbert, 2005).

Çalışmanın ilerleyen adımlarında farklı çevre doku yoğunluklarına göre yazılımların iz noktası bulma konusundaki yeterlilikleri incelenmiştir.

Ana iz noktaları ilk yerleştirildiğinde, bu noktalar sadece video çekiminin farklı farklı tek karelerinde bulunmaktadır. Bir sonraki adımda yazılım bu noktaların diğer karelerle birleşme durumunu inceler ve uygun olanları birleştirmeye başlar. Ana hedef hangi iz noktalarının birden fazla karede kullanılabileceğinin ve hangilerinin elimine edilmesi gerektiğinin belirlenmesidir. (Dobbert, 2005)

Yazılım son olarak çözümleme işlemi için uygun olmayan ve sonuç ürünü etkileyecek iz noktalarını belirler. Bu iz noktaları sahnedeki diğer noktalardan belirgin bir şekilde farklı hareket eder. Bu şekilde, hareketli objeler yansımalar ve görsel bozukluklara ait noktalar ortadan kaldırılmış olur (Dobbert, 2005)

Otomatik ve manüel iz sürme işlemleri arasındaki en belirgin farklardan biri de, sonuç aşamada elde edilen nokta sayısıdır (Dobbert, 2005). Otomatik olarak işleyen sürecin sonunda, kullanıcının manüel olarak izini sürdüğü nokta sayısından çok daha fazla nokta ortaya çıkar.

Ortaya çıkan bu veri miktarı farkı, kalibrasyon işleminde yazılımın izleyeceği yolu ve işlem tipini de etkilemektedir. Yazılım az miktarda el ile izi sürülmüş noktayı çözümlerken bu az sayıda noktadan çok fazla miktarda mekansal veriyi tahminsel olarak oluşturmaya çalışır. (Dobbert, 2005) Dolayısıyla sahnedeki her iz önem taşır ve yazılım izlerdeki en ufak değişikliği algılar.

Otomatik iz sürme işleminde ise çok fazla sayıda nokta grup olarak değerlendirilir ve daha genel bir analiz işlemine tabi tutulur. Bu durumda çekim genelinde var olmayan iz noktası rotalarındaki değişiklikler tüm çözümlemeyi etkilemez (Dobbert, 2005).

4.6 Üç Boyutlu Çözümleme

Üç boyutlu çözümleme işlemi orijinal çekimdeki kameranın 3-boyutlu olarak yeniden oluşturulması ve belirlenen noktaların 3-boyutlu konumlarının bulunmasını içerir.

Bu işlem için programa çözümleme komutu verilir. Yazılım, daha evvelki aşamada 2-boyutlu iz sürme işlemi analiz eder ve gerçek kamera hareketiyle eşleşen bir kamera yaratır. Aynı zamanda, 2-boyutlu izi sürülen noktaların 2-boyutlu konumlarını da bulur. Hareket eşleştirme yazılımı çözümlemeyi doğru yaptığı takdirde, oluşturulan 3-boyutlu kamera, gerçek kamera ile birebir örtüşür. Aynı durum 2 boyutlu bulunan iz noktaları için de geçerlidir. (Dobbert, 2005)

İki boyutlu iz ve bulunan 3-boyutlu noktanın hizalanması çoğu zaman mükemmel olamamaktadır. Bu iki nokta arasındaki fark hesaplama farkı değeri (residual) olarak tanımlanır ve piksel cinsinden ifade edilir. Dobbert'a (2005) göre bu fark değeri tüm noktalar genelinde bir pikselden az ise, bu çözümleme iyi bir çözümleme olarak kabul edilebilir. Sonuç üründe tam çözünürlükte bu bir piksellik hesaplama farkı değeri fark edilmeyecektir.

Bu değer çekimin çözümleme sonucunun değerlendirmesinde bir kriter olarak düşünülse de, sadece bu değere bağlı değerlendirmeler yanlış sonuçlara varılmasına neden olabilir. Bu araştırma kapsamında yapılan çekim çözümlemelerinde hesaplama farkı değerlerinin çoğunlukla 1 pikselden az olduğu gözlemlenmiştir. Fakat bu 1 piksellik fark sonucunun çıktığı her çözümleme işlemi aynı hassaslıkta değildir ve tutarsız kamera rotaları ile karşılaşmıştır. Bu sebepten dolayı değerlendirme yaparken, ortalama hesaplama farkı değerine bakmak yerine, çözümlemede bulunan tüm noktaların hesaplama farkı değerinin incelenmesi gerekmektedir. Bu değer 1 pikselden fazla olduğu noktalar temizlenip yeniden çözümleme yapılması doğru sonuca ulaşmayı sağlayacaktır.

4.6.1 Kameranın Kalibre Edilmesi

Yazılım kalibrasyon işlemine mevcut 2-boyutlu izlerin yüzeysel olarak incelenmesi ve çözümleme için başlangıç karelerinin seçilmesiyle başlar. Başlangıç kareleri olarak adlandırılan bu kareler, kamera ve 3-boyutlu nokta bulunmasını sağlamak üzere kendinden çözümlenmiş parçalardır. Bu mini kalibrasyon, tüm çekimin kalibrasyonunun temelini oluşturur. Yazılım temel kalibrasyonun üzerine yeni kareleri eklemeye başlar ve bunu yaparken çözümlemede ufak değişiklikler yapar. Son olarak tüm ana kareleri çözümlemeye dâhil eder. Bu şekilde, yazılım kaba bir çözümlerle başlayıp tüm karelerle tutarlılık sağlayan bir çözümlemeye ulaşana kadar optimizasyon yapar. (Dobbert, 2005)

4.6.2 Koordinat Sistemi Yerleştirilmesi

Çözümleme yapıldıktan sonraki aşamada, yazılıma 3-boyutlu ortamdaki doğrultuların kullanıcı müdahalesi ile tanımlanması gerekmektedir.

Koordinat sistemleri izi sürülmüş çeşitli noktalar referans gösterilerek oluşturulmaktadır. Bu noktalar bir düzlem ya da birden fazla aks tanımlayacak şekilde belirlenip yazılıma bu bilgi verilir. Farklı yazılımların bu işleme yönelik farklı yöntemleri bulunmaktadır. Bazılarında bir orijin noktası seçilmesi sonrasında, oluşturulan zemin düzlemi el yordamıyla döndürülerek referans noktalarına oturtulur. Bazılarında ise zemin üzerinde olduğu varsayılan 3 nokta seçilir ve düzlem bu noktalara yazılım tarafından hizalanarak yerleştirilir.

4.7 Set Yerleşimi

Hareket eşleştirme işlemlerinin son adımı kameranın bilgisayar tabanlı üretilen sahne içine yerleşimidir. Bu adım 3-boyutlu animasyon programında gerçekleştirilir. Sonuç ürün dijital animasyon uzmanları ve teknik ekip tarafından kullanılır.

Amaç hareket eşleştirme sonucunun tutarlılığının test edilmesi ve dağıtılacak verinin diğer ekiplerin çalışmalarında bu veriyi referans olarak kullanımına hazır hale getirilmesidir. Hareket eşleştirme ekibi çalışanları bu oluşturulan seti, dijital ortamda hazırlanan sahne elemanlarının gerçek çekimle örtüşüp örtüşmediğini kontrol etmek için kullanır (Dobbert, 2005).

4.7.1 Hareket Eşleştirme Sonucunun Temsili Geometrilere Ve Doku Örnekleriyle Test Edilmesi

Hareket eşleştirme teknik ekibi, çoğu zaman tüm sahnenin basit bir versiyonunu temsili geometrik objelere üretmektedirler. Bu objelerin detaylı olması gerekmemektedir fakat setin çekimle uyuşup uyuşmadığını kontrol etmeye imkân verecek şekilde tutarlı olmaları gerekmektedir. (Dobbert, 2005)

Mimari tasarımda kullanımda, bir görsel kompozisyon oluşturmak yerine hareket eşleştirme verisinin ham halinin kullanılacağı göz önünde bulundurulduğunda, bu adım bir test adımı değil, tasarım sürecinin bir parçası olarak düşünülebilir. Bölüm 5.4’de değinilecek olan hareket eşleştirme yöntemlerinin çevre analizinde kullanımı yukarıda bahsedilen düşüncüyü destekler niteliktedir. Bahsedilen çalışmada analiz verilerini oluşturmak üzere yazılım tarafından sağlanan obje ekleme arayüzü kullanımı, sürecin bir parçasıdır.

Geometrik detayın fazla olduğu durumlarda ise tüm sahnenin test amaçlı olarak detaylı modellenmesi verimli bir çalışma sürecine örnek gösterilemez. Geometrik detayın eksikliğinin giderilmesi, objeler üzerine yarı saydam damalı dokuların atanıp, video çekiminin incelenmesi şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Bu şekilde obje yüzeyleri alt parçalara ayrılıp, hareket esnasında damalı dokunun yüzeye dâhil detayları takip edip etmediği kontrol edilebilir.

4.8 Hareket Eşleştirme Yazılımlarının İncelenmesi

Bu bölümde sektörde kullanılmakta olan çeşitli hareket eşleştirme yazılımlarının incelenmesi yapılacaktır. İnceleme program arayüz ve işleyişinin değerlendirilmesi ile çözümleme performansı tabanlı yapılacaktır. 2-D ve 2.5-D iz sürme işlemi yapan yazılımlar bu araştırma kapsamının dışında tutulmuştur.

Sektörde kullanılmakta olan çeşitli hareket eşleştirme yazılımları mevcuttur. Temelde gördükleri işlevler ve programın işleyiş adımları aynı olmakla beraber kendi içlerinde getirdikleri ek özelliklerle ve arayüzleriyle farklılaşmaktadırlar.

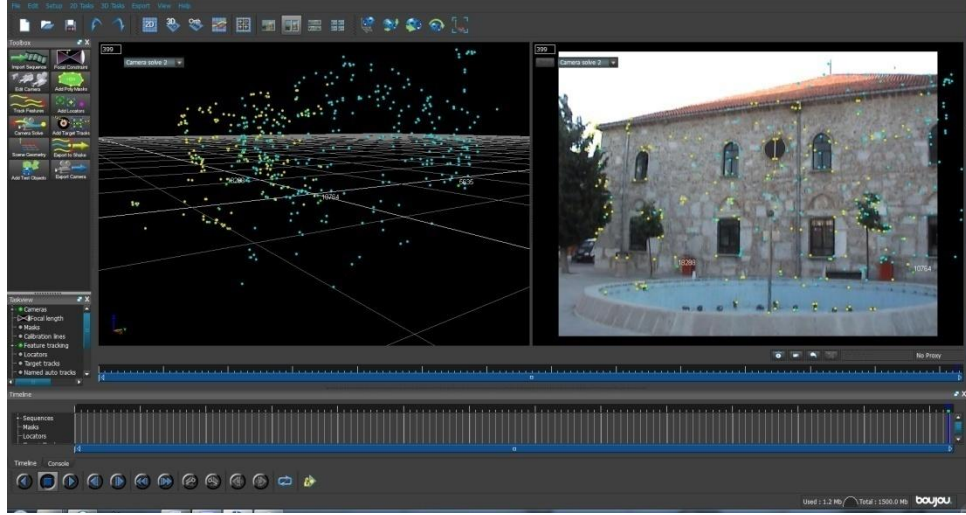
Sektörde kullanılan bu kategorideki bazı yazılımlar aşağıda sıralanmıştır:

- 2d3 Vicon Boujou
- 3DEqualizer
- Andersson Technologies SynthEyes
- Autodesk MatchMover
- Nuke (plug-in ile)
- PFTrack
- VooCat
- Voodoo Camera Tracker

4.8.1 Çeşitli Hareket Eşleştirme Yazılımlarının Arayüz İncelemesi

2d3 Vicon Boujou

2001 yılında piyasaya sürülen bu yazılım profesyonel yapım firmaları tarafından tercih edilmektedir. [13]. 2d3 Vicon firması tarafından geliştirilen yazılım, otomatik iz sürme ve kalibrasyon işlemini kullanan ilk yazılım olarak öne çıkmaktadır. Fiyatı 10000\$ olup bu nedenle serbest çalışan grafik tasarımcıları tarafından daha az tercih edilmektedir.



Şekil 4.4 Boujou 5.0 yazılım arayüzü

Sade bir arayüze sahip yazılım istenilen araç çubuklarının ya da butonların eklenmesiyle düzenlenebilmektedir. Hareket eşleştirme yazılımlarında standart olarak bulunan zaman cetveli, video ve 3-boyutlu ortam penceresi ile ana görevlere ait araç çubuğu arayüzde mevcuttur.

Yazılımın video kaydının içeri alınması esnasında kullanıcıdan bilgi istemesi (kamera hareket tipi, çözümlenecek kare sayısı vb.) ve çözümüleme işlemi öncesinde ayar yapma imkanı vermesi (nokta tarama hassasiyeti, taranacak renk kanalı seçimi, interlace seçenekleri) olumludur.

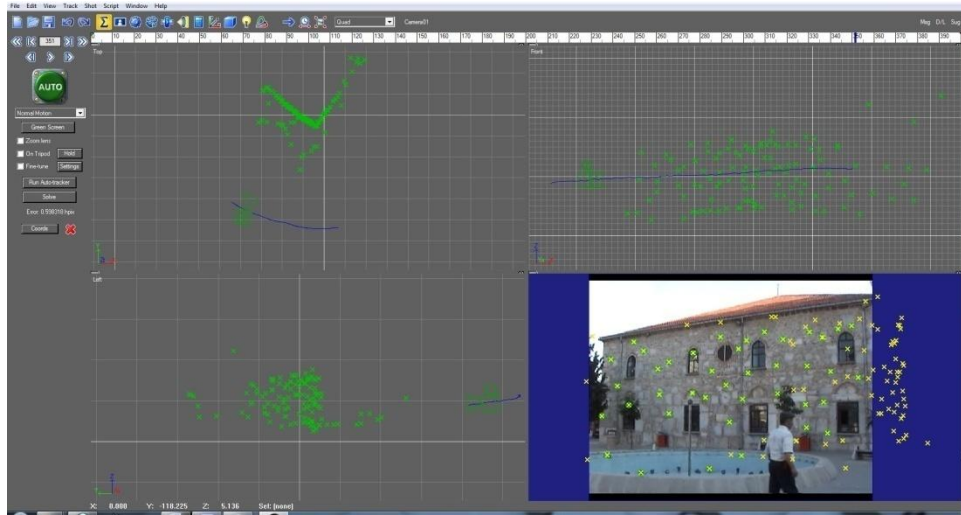
Çözümüleme işlemine ait 2-boyutlu otomatik iz sürme, manüel iz sürme ve kamera çözümüleme işlemi ana penceredeki butonlarla sağlanabilmektedir. Koordinat sistemi, zemin düzlemi üstünden seçilecek 3 nokta ile tanımlanabilmekte fakat bu menüye ulaşım incelenen diğer yazılımlara oranla daha zor olmaktadır. Fakat bu menüden farklı koordinat öğelerinin belirlenebiliyor olması olumludur. Obje ekleme işlemi ve obje konum ve ölçek değerlerine müdahale ana ekrandaki butonlarla sağlanabilmektedir. Sonuç çözümüleme verisinin dışarı aktarımı tek bir buton ile ana menüden sağlanmaktadır.

Yazılımın incelenen iki versiyonu Boujou 4.0 ve Boujou 5.0 arasındaki en büyük fark, 5.0 versiyonunda tüm çözümüleme işleminde adım adım öneri sunan sihirbaz arayüzünün kaldırılmış olmasıdır.

Andersson Technologies SynthEyes

Andersson Technologies tarafından 2003 yılında ilk versiyonu piyasaya sürülen yazılım işlem hızı, barındırdığı görsel stabilizasyon aracı ve fiyatıyla öne çıkmaktadır[13].

Fiyatı kullanılacak işletim sistemi tipine göre değişmektedir. En pahalı versiyon 64-bit OS X işletimi için olup 599\$'dır. Rakipleriyle olan bu fiyat farkından dolayı özellikle serbest çalışan grafik tasarımcıları tarafından tercih edilmektedir.



Şekil 4.5 Syntheyes 2008 yazılım arayüzü

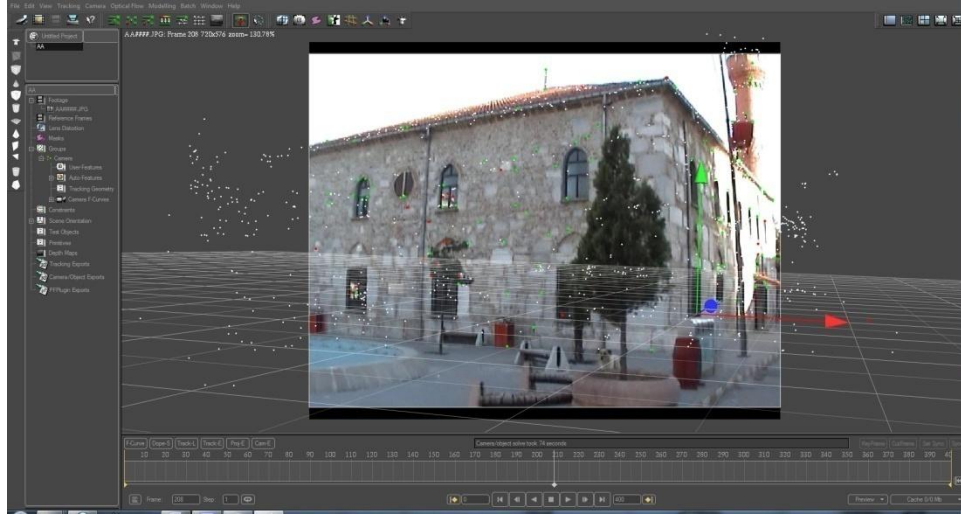
Yazılım arayüzü oldukça sade ve kullanışlı olmakla beraber arayüz düzenlemesine imkan vermemektedir. Yazılım komutları gruplandırılmış olup bu gruplar arasında geçiş butonlarla sağlanmaktadır. Standart görünümde sahneye ortagonal bakışlar ile video görüntüsü bulunmaktadır. Zaman cetveli ekranın üstünde konumlanmıştır.

Videonun yazılım içine alınması ekranında kullanıcıdan bilgi istemesi olumludur. Bu adımda Syntheyes'ı diğer yazılımlardan üstün kılan bir özellik bulunmaktadır: çekime çözülemeye hazırlık aşamasında müdahale imkanı. Renk kanalı seçimi, ışık değerleri, video çerçevesi boyutu belirleme, lens değerleri ve görüntü bulanıklaştırma bu özelliklerden bazılarıdır. Bu yardımcı arayüz ile görüntü işleme yazılımlarına gerek kalmadan çekime müdahale etmeye imkan vermesi açısından önemlidir.

Ana ekrandaki tek bir butonla otomatik iz sürme ve çözümlleme işlemi yapılmakta, aynı ekrandan, düzlem üzerinde 3 nokta seçimi yöntemiyle koordinat sistemi oturtulabilmektedir. Obje ekleme arayüzünden basit geometrik objeler eklenebilmekte ve bu objelerin sayısal değerlerine müdahale edilebilmektedir. Çözümlleme verisinin dışarı alınması ise çekme menülerden sağlanmaktadır.

PFTTrack

Pixel Farm adlı firmanın ürünü olan PFTTrack 2003 yılında ICARUS adlı hareket eşleştirme yazılımının lisans haklarının alınıp bu yazılımın geliştirilmesiyle ortaya çıkmıştır [13]. Yazılımın fiyatı 3300\$'dır. Öne çıkan en büyük özelliği yazılım içine dijital ortamda oluşturulmuş bir modelin aktarılıp bu model üzerinden çözümleme işlemi yapılabilmesi olmasıdır.



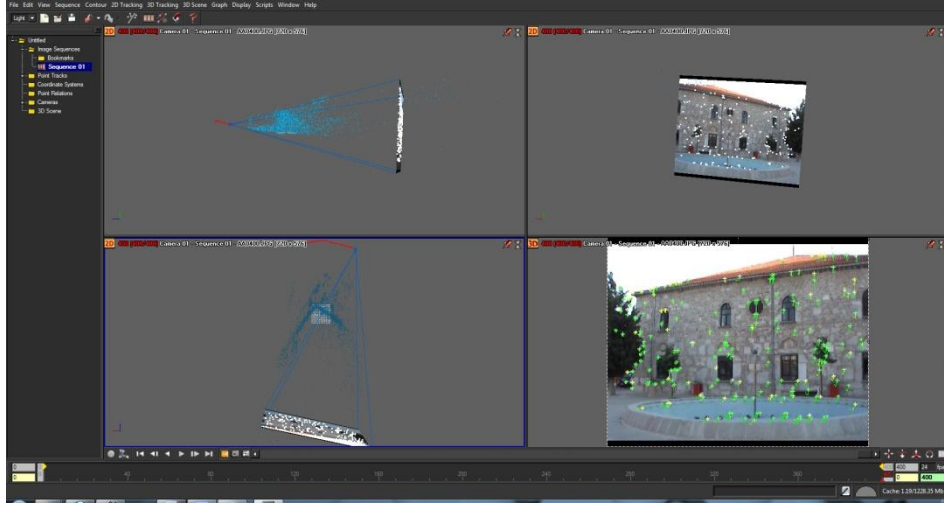
Şekil 4.6 PFTTrack 5.0 yazılım arayüzü

Yazılımın standart arayüzünde çözümleme sonrasında oluşan 3 boyutlu ortam ve video çekiminin üst üste bindiği bir ekran mevcuttur. Çözümleme işlemine dair tüm öğeler (çekim, kameralar, maskeler, 3d objeler, noktalar vb) başlıklar halinde ekranın sol bölümünde yer almaktadır. Çözümlemeye yönelik komutlar ise ekranın üst kısmında bulunan butonlarla sağlanmaktadır.

Çekimin yazılım içine aktarım aşamasında kullanıcıdan bilgi almıyor oluşu bir dezavantaj olarak görülmektedir. Müdahale, aktarımdan sonra çözümleme öğeleri listesinde “çekim” başlığı altında yapılabilmektedir fakat diğer yazılımlarla kıyaslandığında oldukça yetersizdir. Ana ekrandaki butonlarla tek hamlede çözümleme işlemi yapma, maskeleye, iz noktası ekleme, obje ekleme gibi özellikler sağlanabilmektedir. 3 nokta seçiminin ardından çekme menüden seçilen bir komutla koordinat sistemi yerleştirilebilmektedir. Ana ekrandaki koordinat sistemi düzenleme butonuyla koordinat sistemine el ile müdahale yapıp hassas değişimlerin sağlanabilmesi ve eklenen objelere poligon seviyesinde müdahale edilebilmesi olumludur. Çözümleme verisinin dışarı alınması çözümleme öğeleri listesinde “export” başlığı altında yapılmaktadır.

Autodesk MatchMover

Asıl adı RealVIZ olan yazılım Autodesk firması tarafından satın alınıp adı Autodesk MatchMover olarak değiştirilmiştir. Maya adlı görselleştirme yazılımını kapsayan bir paketle satışa sunulmuştur. RealVIZ yazılımı hareket eşleştirme yazılımlarının ilk ve başarılı örneklerinden olup 2000 yılında piyasaya sürülmüştür.



Şekil 4.7 Autodesk Match Mover 2010 yazılım arayüzü

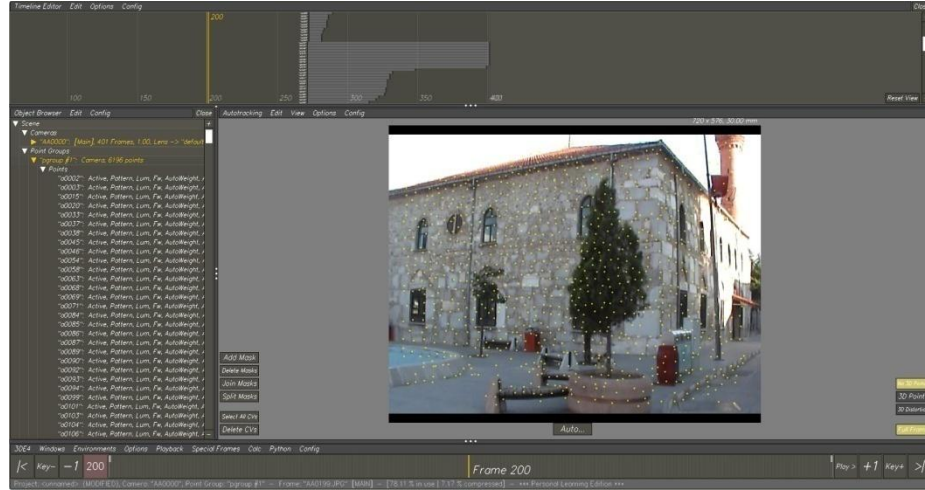
Yazılım arayüzü PFTrack ile benzerlik göstermektedir. Arayüz, çözümleme öğeleri listesi, komut butonları ve zaman cetvelinden oluşmaktadır.

Çekimin yazılım içerisine alınması ve çözümleme işlemi öncesinde kullanıcıdan bilgi alması olumludur. İstenen bilgiler içinde Boujou yazılımında mevcut olan nokta bulma hassasiyeti parametresi de bulunmaktadır.

Video çağırma, çözümleme işlemi ve çözümleme verisinin dışarı alınması bu komutalara ait butonlarla ana pencereden sağlanmaktadır. Koordinat sistemi oluşumu çekme menüden ya da çözümleme öğeleri listesinden sağlanmaktadır ve incelenen yazılımlar arasında kullanımı zor örneklerden biridir.

3DEqualizer

Yüzüklerin Efendisi Serisi ve Avatar da dahil olmak üzere görsel efekt açısından zengin bir çok filmin post-produksiyon aşamasında kullanılmış yazılım, daha çok profesyonel film yapımcıları tarafından tercih edilmektedir. Science D.Vision firması tarafından geliştirilen yazılım, zoom'lu kamera çözümlemeleri ve yardımcı görsellerin çözümleme işlemine eklenmesi gibi özellikleri ilk defa kullanmıştır.



Şekil 4.8 3DEqualizer V4 yazılım arayüzü

Yazılımın göze çarpan ilk özelliği arayüzüdür. Tüm arayüz ana komutları gerçekleştiren butonlardan oluşmak yerine menülerden ve listelerden oluşmaktadır. Bu özelliği ile yazılım hakkında elde edilen ilk izlenim çok detaylı oluşudur. Bu adıma kadar incelenen yazılım arayüzlerine aşına olmanın bu yazılıma hakim olmaya yetmediği gözlemlenmiştir. Elbette ki bunun sebebi yazılımın çözümleme işlemini çok detaylı uygulamasıdır. Yazılımda kullanıcı bu detaylara hakim olduğunda, sürecin her adımına müdahale edip kontrol etme imkanı bulacak ve en doğru çözümleme sonucuna ulaşacaktır. Çok fazla kontrol parametresinin mevcut olması, tüm çözümleme sürecini tek pencerede toplamayı zor kılmıştır. Bu nedenle tüm sürece yönelik aşamalar ayrı bir arayüzde pencere geçişleriyle sağlanmıştır. Yazılım, kullanıcıya bu arayüzlerin kontrolü konusunda da esneklik sağlamıştır.

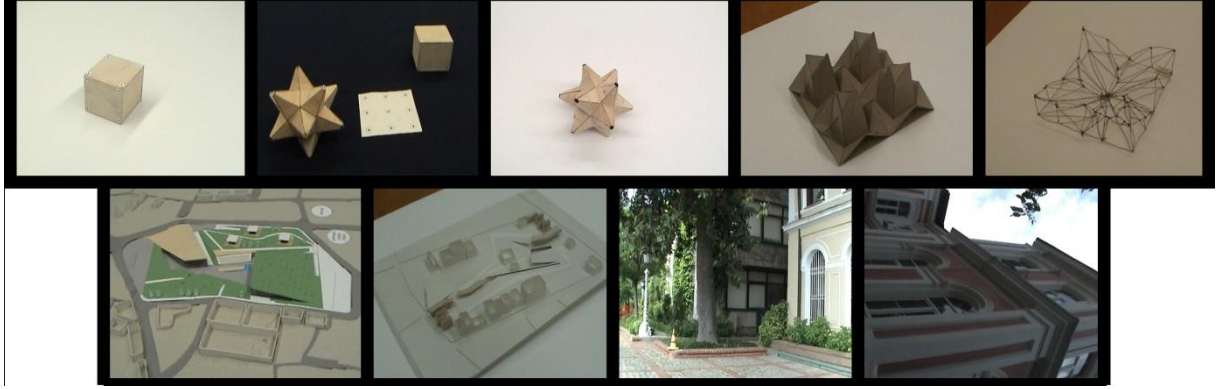
Çekimin sahneye alınması, otomatik ve manüel iz sürme, çözümleme, 3 nokta tanımlama işlemiyle koordinat sistemi oluşturma, obje ekleme ve sahnenin dışarı alınması çekme menülerden açılan yeni arayüzlerle sağlanmaktadır. Koordinat sistemine müdahale, transformasyon araçları ile rahatça sağlanabilmektedir.

Çok detaylı ve başarılı bir yazılım olmakla beraber hitap ettiği kesimin profesyonel ekipler olduğu açıktır.

4.8.2 Hareket Eşleştirme Yazılımlarının Çözümleme İşlemine Dair Performans İncelemesi

Bu bölüm kapsamında Syntheyes 2008, PFTrack 5.0 ve Boujou 5.0 yazılımlarını belirli çekimlere yönelik çözümleme işlemi performansları incelenmiştir. Çıkan çözümleme sonuçları, otomatik iz sürme işlemine ait olup herhangi bir kullanıcı müdahalesi yapılmamıştır. Test işlemi için çeşitli basit geometriler, gelişmiş kütle maketleri, mimari

maketler ve dış ortama ait çekimler kullanılmıştır (Şekil 4.9). Çekimler için kullanılan kamera SONY DCR-DVD92E'dir. Test bilgisayar konfigürasyonu ve kameraya ait özellikler sırasıyla Ek1 ve Ek2'de görülebilmektedir.



Şekil 4.9 Performans testi kapsamında kullanılan çekimler.

Tüm çekim testlerine ait sonuçlar Çizelge 4.1'de görülmektedir. Çekimlerin yanında parantez içinde belirtilen değer video uzunluklarıdır. “T” başlığı altındaki sayısal değerler ise çözümüleme işlemi süresini ifade etmektedir. Çözümüleme işlemi başarı seviyesi 3 seviyede tanımlanmıştır: Başarılı, kısmen başarılı ve başarısız. Başarıya dair değerlendirme kriterleri yine aynı çizelge içinde görülebilmektedir. Belirleyici kriterler ise işlem sonucu elde edilen noktaların 3 boyutlu konumlarının tutarlı olup olmayışı ve yazılımın oluşturduğu kamera rotası uzunluğunun gerçek kameranın izlediği rotanın uzunluğuna oranıdır.

	T	T < 1dk	T > 1dk	TUTARLI NOK.	TUTARSIZ NOK.	0-25%	25-75%	75-100%	BAŞARILI	KISMEN BAŞARILI	BAŞARISIZ
SYNTHEYES											
BEYAZ TRACKING MARKER'LI KÜP (0:19)	00:00:34	•		•				•	•		
BÖLGESEL TR. MARKER GRID (0:20)	00:01:16		•	•				•	•		
YILDIZ - UNCOMPRESSED AVI (0:17)	00:07:28		•		•			•			•
YILDIZ - DV1 AVI (0:17)	00:00:34	•		•				•	•		
YILDIZ - DIVX AVI (0:17)	00:07:33		•		•			•			•
KÜTLE MAKETİ-3 (0:22)	00:32:12		•	•				•			
WIREFRAME OBJE (0:20)	00:00:01	•		•				•		•	
MİM. MAKET-1 GENEL (RENKLI) (0:33)	00:01:06		•		•			•		•	
MİMARI MAKET-2 (BEYAZ) (0:35)	00:01:22		•	•		•				•	
DIŞ ÇEKİM -3 (0:15)	00:00:10	•		•				•	•		
DIŞ ÇEKİM -7 (0:25)	00:15:10		•		•			•		•	
PFTRACK											
BEYAZ TRACKING MARKER'LI KÜP (0:19)	00:02:19		•	•				•	•		
BÖLGESEL TR. MARKER GRID (0:20)	00:03:05		•	•				•	•		
YILDIZ - UNCOMPRESSED AVI (0:17)	00:02:46		•	•				•	•		
YILDIZ - DV1 AVI (0:17)	00:02:40		•	•				•	•		
YILDIZ - DIVX AVI (0:17)	00:05:43		•		•			•			•
KÜTLE MAKETİ-3 (0:22)	00:03:25		•	•				•			
WIREFRAME OBJE (0:20)	00:04:02		•		•			•		•	
MİM. MAKET-1 GENEL (RENKLI) (0:33)	00:08:39		•		•			•			•
MİMARI MAKET-2 (BEYAZ) (0:35)	00:07:10		•		•			•		•	
DIŞ ÇEKİM -3 (0:15)	00:03:15		•	•				•	•		
DIŞ ÇEKİM -7 (0:25)	00:02:54		•		•		•				•
BOUJOU											
BEYAZ TRACKING MARKER'LI KÜP (0:19)	00:03:41		•		•	•					•
BÖLGESEL TR. MARKER GRID (0:20)	00:05:51		•		•	•					•
YILDIZ - UNCOMPRESSED AVI (0:17)	00:04:08		•	•			•			•	
YILDIZ - DV1 AVI (0:17)	00:03:20		•	•			•			•	
YILDIZ - DIVX AVI (0:17)	00:18:23		•		•			•			•
KÜTLE MAKETİ-3 (0:22)	00:31:15		•		•			•			•
WIREFRAME OBJE (0:20)	00:07:54		•	•				•	•		
MİM. MAKET-1 GENEL (RENKLI) (0:33)	00:12:07		•	•				•	•		
MİMARI MAKET-2 (BEYAZ) (0:35)	00:13:28		•		•			•		•	
DIŞ ÇEKİM -3 (0:15)	00:09:29		•	•				•	•		
DIŞ ÇEKİM -7 (0:25)	00:10:26		•	•				•	•		

Çizelge 4.1 Hareket eşleştirme yazılımları performans analizi sonuçları

Çizelgedeki verilerden çıkarılabilecek genel sonuçlar aşağıda açıklanmıştır:

Belirlenen çekimlerde başarılı olma yüzdesi en yüksek yazılım PFTrack 5.0'dır. Bu yazılımı Syntheyes 2008 izlemektedir. Başarı yüzdesi en düşük yazılım ise Boujou 5.0'dır. İşlem hızı ile öne çıkan yazılım ise Syntheyes'dır. Diğer yazılımlar çözümleme işleminde 1 dakikanın altına hiç inememişken Syntheyes 4 adet çekimde bunu başarabilmiştir. Yazılımın çoklu işlemci desteği bunu sağlayan unsurlardan biridir. Hız sıralamasında en alttaki yazılım ise Boujou 5.0'dır.

Çekim tiplerine göre bir değerlendirme yapıldığında Boujou'nun dış ortam çekimlerinde başarısıyla öne çıktığı gözlemlenmiştir. Paralaks miktarının yüksek olduğu mimari maketlerde de bu başarıyı göstermiştir. Paralaksın az olduğu basit obje çekimlerinde ise PFTrack çözümleme işlemini gerçekleştirebilmiştir.

Genel bir değerlendirme yapıldığında ise Syntheyes yazılımının kısmen başarılı çözümlemeleri ve hızı da hesaba katıldığında en verimli yazılım olduğu gözlemlenmiştir. Bu veriler ve araştırma sürecinde elde edilen deneyimler doğrultusunda, çalışmalara bu yazılımla devam edilmesi uygun görülmüştür.

4.9 Hareket Eşleştirme Yazılımlarının Farklı Sektörlerde Kullanımına Örnekler

Bu bölümde hareket eşleştirme yazılımlarının 4 farklı sektörde kullanımına çeşitli örnekler verilip izlenen yöntem ve kullanılan yazılımlara değinilmiştir. İncelenen sektör örnekleri sırasıyla şu şekildedir:

- Film Endüstrisi
- Reklamcılık
- Oyun Yapımcılığı
- Mimarlık

4.9.1 Film Endüstrisinde Kullanıma Örnekler

Shutter Island (2010)

Dijital Prodüksiyon : CafeFX

Bu örnekte filmdeki deniz feneri sahnesi incelenmiştir. Filmde izleyici üzerinde yönetmenin istediği etkinin bırakılabilmesi için bu sahnede birden fazla çekimin ve dijital üretimin üst üste bindirilmesi gerekmiştir. Parçaları ele almak gerekirse

Sahil çekimi –Maine

Deniz Feneri – Maket + Dijital üretim

Kayalıklar ve dalgalar – California

Yönetmenin oluşturulan sahnede istenilen çekimlerin rahatça yapılabilmesi için belirli bir kamera hareketine bağlı kalınması istenilmemiştir. Dolayısıyla üretim aşamasında hareket eşleştirme yöntemine sadece belirli kısımlarda başvurulmuştur. Örneğin Maine’de yapılan çekimde kayalık bir adacığın izinin sürülmesi ve dijital ortamda deniz fenerinin modelinin yapılması. Modelleme işlemi için Autodesk 3ds MAX ve hareket eşleştirme için Andersson Technologies Syntheyes kullanılmıştır.

Esnekliğin sağlanabilmesi için tüm çekimler “Nuke” adlı yazılımda toplanıp işlenmiştir. Bu yazılım kullanılarak bir nevi 360 derece sanal sahne oluşturulmuştur [18].



Şekil 4.10 1- Maine’den ön plan çekimi 2- Deniz feneri maketi 3-California’dan kayalık çekimi 4- Görsel bütünleştirme sonuç ürünü [18]

Planet Terror (2007)

Görsel Efekt Baş Tasarımcısı: Chris Olivia

Yönetmen: Robert Rodriguez

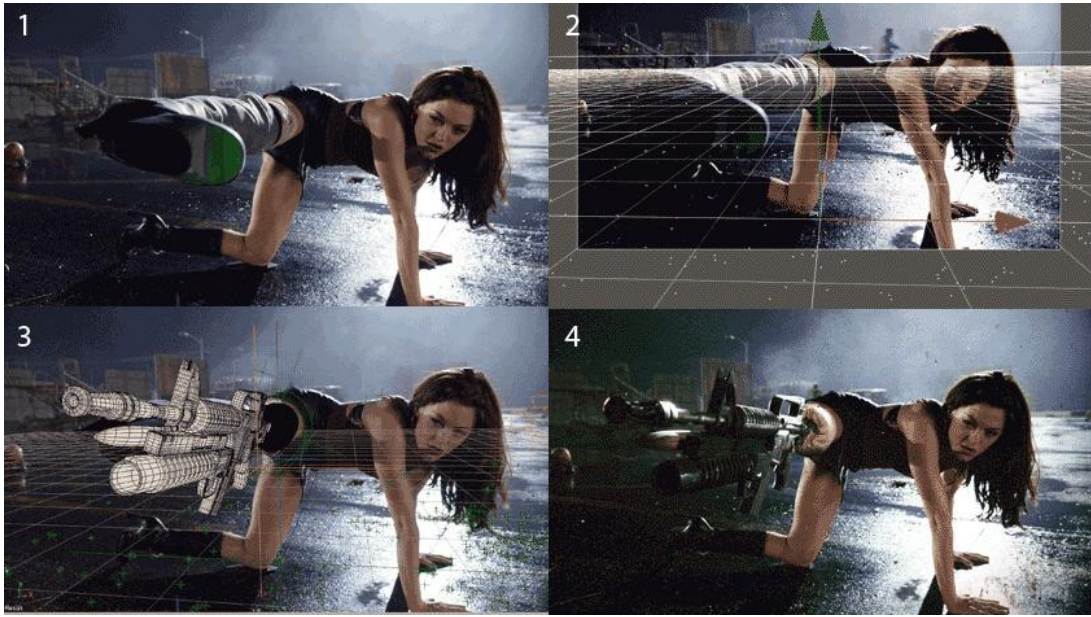
Müşteri: Troublemaker Studios

Bu yapıma ait önemli sahnelerden birinde senaryo gereği ana karakter Cherry Darling'in (Rose McGowan) bacağına protez olarak bir M16 tüfeğin yerleştirilmesi gerekmektedir.



Şekil 4.11 Makineli tüfek sahnesine ait dijital konsept [20]

İncelenen sahnede, bahsedilen karakter tüfeği bir kamyonu doğrultup ateş etmektedir. Vücuttaki denge bozulması ve sallantıya bağlı olarak hareketin takibinin manüel olarak yapılması zorlaşmaktadır. Bu nedenle görsel efekt yapımcıları “PFTrack” hareket eşleştirme yazılımını kullanmışlardır. İlk adımda, dijital ortamda oyuncunun bacağı düşük detayda modellenmiş, ardından bu model hareket eşleştirme yazılımına aktararak çözümleme işlemi sonrasında doğru pozisyonuna getirilmiştir. Son olarak, yine dijital ortamda üretilmiş makineli tüfek modeli bu verilerin üstüne bindirilip sonuç video görseli üretilmiştir [20].



Şekil 4.12 Planet Terror filminden hareket eşleştirme örneği 1-Orijinal çekim 2- Hareket eşleştirme işlemi 3-Modelleme programında üretilen modelin yerleşimi 4- Görsel bütünleştirme sonuç ürünü [20]

Watchmen (2009)

Görsel Efekt: Intelligent Creatures

Görsel Effects Yönetmeni: Lon Molnar

Hareket Eşleştirme Ekibi: Angel Ruiz, Arturo Revilla, Dominic Cheung, Kevin Mah, Tom Voll

Çizgi roman uyarlaması olan bu film, süper kahraman görselleştirmesine bağlı olarak birçok zorluğu beraberinde getirmektedir. Özellikle Rorschach adlı karakterin yüzündeki maske, görsel efekt üretimi açısından oldukça zorlayıcıdır. Bahsedilen bu maske karakterin tüm yüzünü kaplamaktadır ve üzerindeki desen sürekli şekil değiştirmektedir. Bu durum hareket eşleştirme yazılımları kullanılarak dijital ortamda üretilecek bir maskenin karakterin yüzüne monte edilmesini gerekli kılmaktadır. Bu işlem için teknik ekip PFTrack yazılımını kullanmıştır.

Hareket eşleştirme yazılımının çözümleme işlemini daha hassaslaştırmak üzere karakterin maskesinin kaba bir dijital modeli üretilmiş ve bu veri hareket eşleştirme yazılımının içine aktarılmıştır. Çözümleme işlemi maskenin bindirildiği veri üzerinden devam ettirilmiştir. Son aşamada desen değişim animasyonları görsel bütünleştirme yazılımlarında maske üzerine yerleştirilmiştir [21].



Şekil 4.13 Rorschach karakterine ait dijital maskenin oluşturulma adımları [21]

Cloverfield (2008)

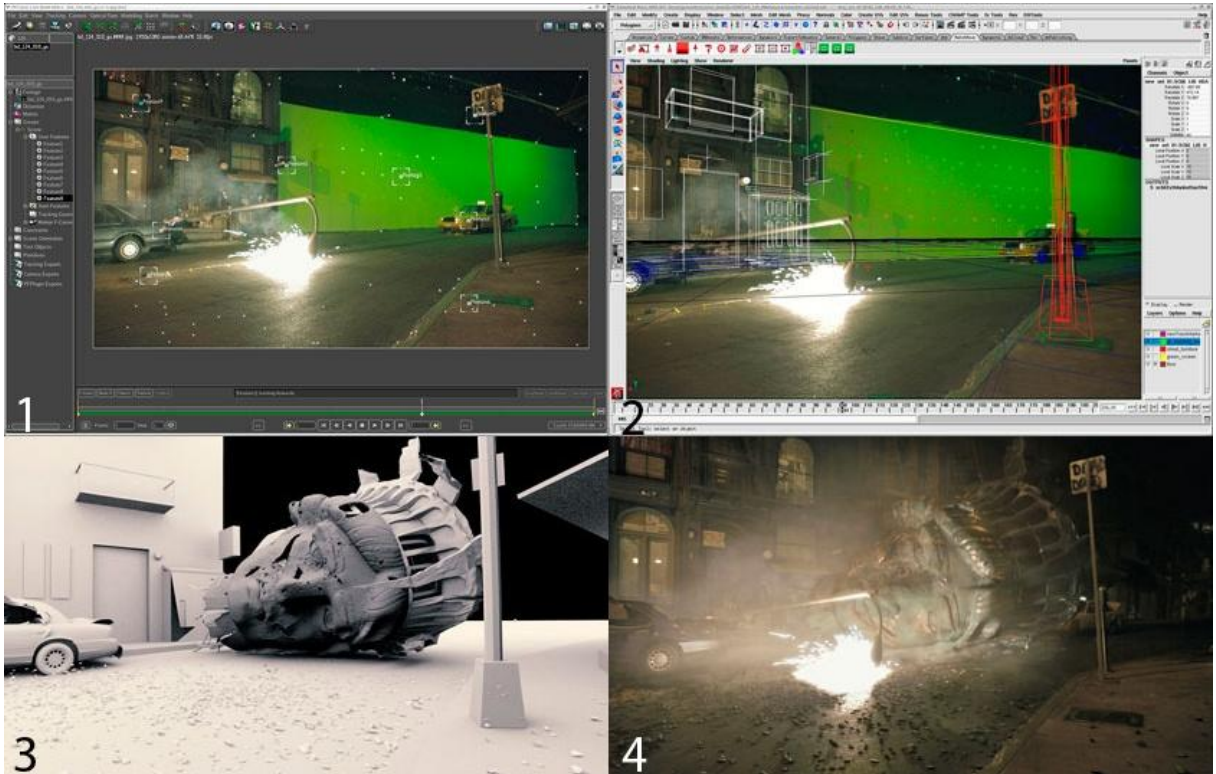
Görsel Efekt Yönetmeni: **Michael Ellis**

Hareket Eşleştirme: **Sam Schwier**

Müşteri: **Double Negative**

Filmin bu bölümündeki hareket eşleştirme işlemini diğer örneklerinden ayıran, senaryo gereği basit bir el kamerasının kullanılması durumudur. Bu durum çekimin kalitesini profesyonel bir kamera çekimine oranla oldukça düşürmekte ve iz sürme işlemini zorlaştırmaktadır. Amatör çekimi yapanın yine senaryo gereği panik halinde kaçmaya çalışması ve görüntüleme yapmaya çalışması videoda bulanıklaşma, kameranın sallanmasına bağlı görüntü bozuklukları ve ışık düzeninin sağlanamamasına neden olmaktadır.

Post-prodüksiyon aşaması için istenilen sokak dokusunun bir kısmı stüdyo ortamında, geri kalan kısmı bilgisayar ortamında oluşturulmuştur. Bilgisayar desteğinin kullanıma giriş aşamasını desteklemek amacıyla yeşil perde ve iz sürme işaretçileri kullanılmıştır. PFTRACK yazılımı kullanımı sonunda ortaya çıkan veriler, Shake yazılımı ile sağlanan “geri plan resmi oluşturma” ürünleri ve son olarak dijital ortamda oluşturulan modeller MAYA yazılımında üst üste getirilip sonuç ürün elde edilmiştir [22].



Şekil 4.14 1- Hareket eşleştirme işlemi 2- Modelleme adımı 3-Hazırlanan dijital görsel 4- Görsel bütünleştirme sonuç ürünü [22]

4.9.2 Reklamcılık Sektöründe Kullanıma Örnekler

Toyota Fortuner TV Reklamı

Bu video için ilk olarak yerlilerin taşıdığı bir düzeneğin çekimi yapılmıştır. Düzeneğin üzerine hareket eşleştirme işlemini kolaylaştıracak belirli fiziksel referans noktaları yerleştirilmiştir. Bu çekimin çözümüleme işlemi tamamlandıktan sonra bilgisayar ortamında oluşturulmuş dijital model araba, orijinal çekimin üzerine yerleştirilmiştir. Dijital modelin üzerine çekimin yapıldığı HDRI taraması ve malzeme ataması yapılmıştır. Son olarak da dijital modelin çevre elemanlarla ön – arka ilişkisi sağlanıp sonuç video oluşturulmuştur.



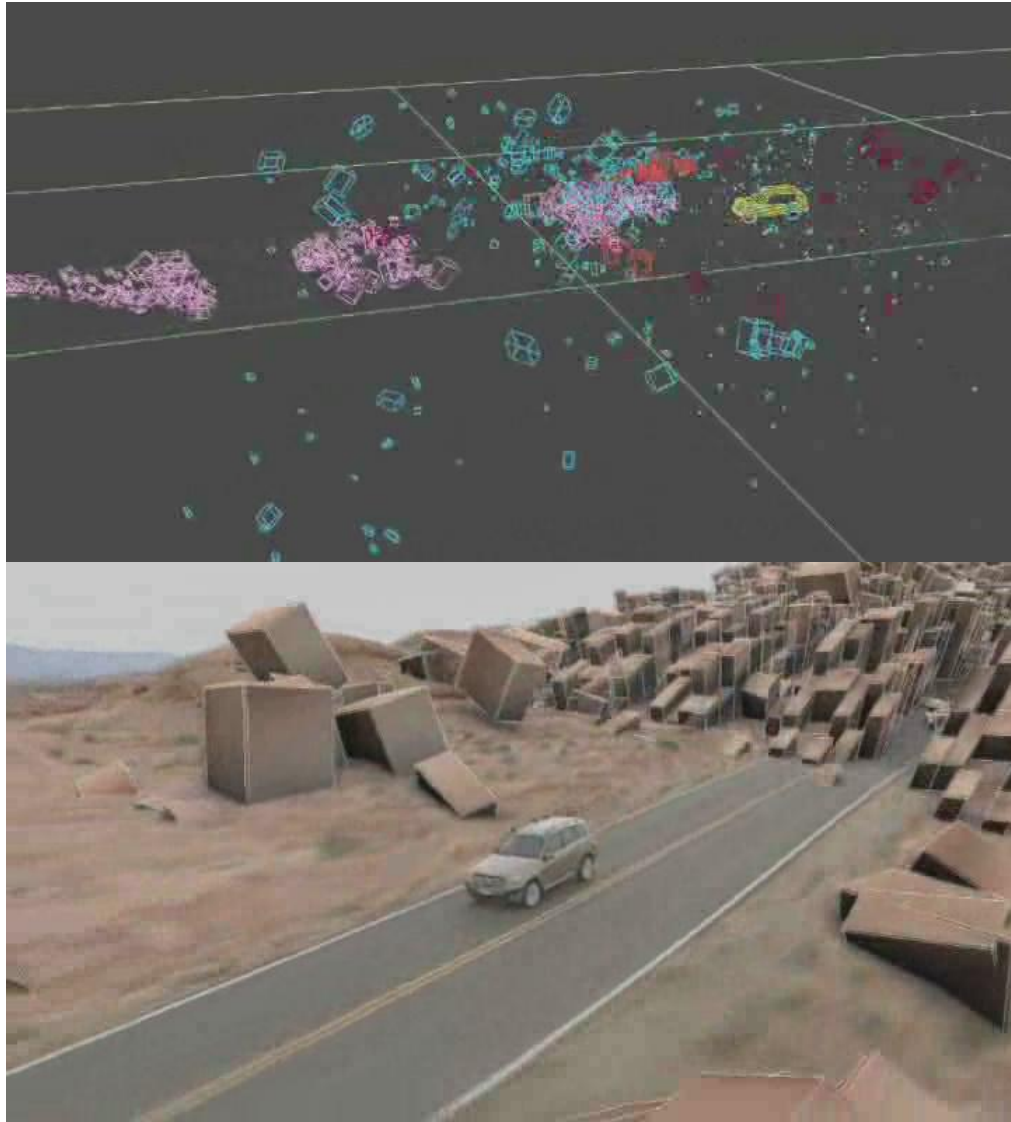
Şekil 4.15 1- Orijinal çekim 2- İz sürme işlemi sonucu 3-Tel çerçeve ham model 4- Malzeme ve HDRI atanmış model 5-Sonuç ürün [12]

Mercedes GLK Reklamı

Framebox- Til Novak

Doğası gereği hareket kavramının işlenmesi neredeyse zorunlu olan araba reklamları için hareket eşleştirme işlemi önem kazanmaktadır.

Reklamda kimi zaman gerçek çekimlerin üzerine görsel efektler eklenmiş, kimi zaman ise tüm sahne bilgisayar ortamında hazırlanıp farklı platformlarda post-produksiyon işlemleri yapılmıştır. Her iki amaca yönelik olarak hareket eşleştirme işlemleri yapılmıştır. Farklı platformlarda post-produksiyon işlemlerinin üst üste bindirilmesi amacıyla detaylı olmayan düşük poligonlu modellerin animasyonu hazırlanmış ve iz sürme işlemi yapılmıştır. Ortaya çıkan kamera hareket verileri başka bir yazılıma aktarılıp işlenmiştir.



Şekil 4.16 Reklamın dijital ortamda üretim aşamasından görüntüler [11]

4.9.3 Oyun Yapımcılığında Kullanıma Örnek

Microsoft/ Bungee Software'in Halo 3 adlı oyununa ait post-produksiyon çalışması bu alana dair örneklerdendir. Görseller Origami Digital tarafından hazırlanmıştır.

Video, gerçek çekimlerin üzerine bilgisayar destekli 3 boyutlu modellerin üst üste bindirilmesiyle ortaya çıkmıştır. Hareket eşleştirme işlemi için Syntheyes yazılımı kullanılmıştır.

Şekil 4.17'de orijinal çekimde üniformalı askerler, fonda yıkıntılar ve doğal örtü görülmektedir. Post-produksiyon işlemiyle beraber bu çekimin üzerine bilgisayar desteğiyle üretilmiş askeri araçlar, karakterler, çeşitli yapılar ve silah - patlama efektleri eklenmiştir.



Şekil 4.17 Post-produksiyon öncesi ve sonrası görüntüler [14]

4.9.4 Mimarlıkta Kullanıma Örnek

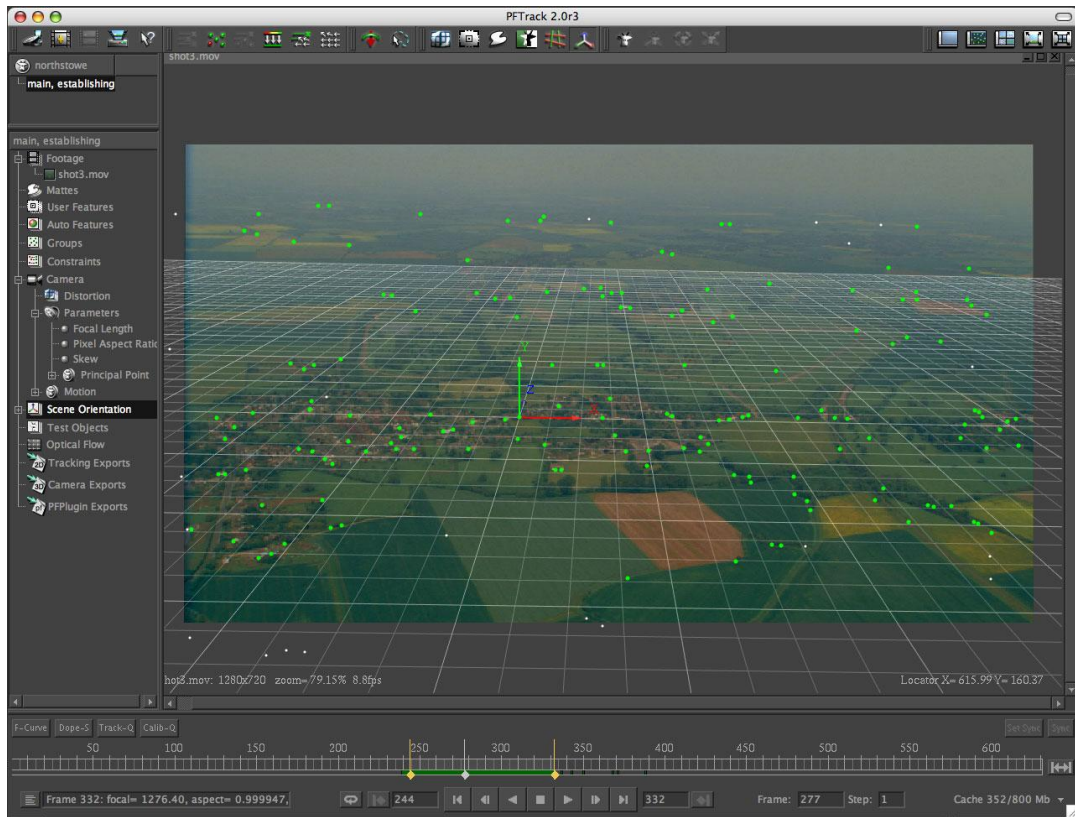
Northstowe Projesi

Yapımcı: Split Image

Müşteri: Gallagher Estates

Cambridge'in kuzey batısında yeni bir yerleşim önerisi sunan Northstowe projesine ait görsel sunumun hazırlanması için Split Image firması şehrin gerçekçi bir temsilini hazırlamak üzere harekete geçmiştir.

Oluşturulacak 3-boyutlu dijital ortamların sunumu için Cambridge manzarasının kullanılması amaçlanmıştır. Bunu sağlamak üzere alanın helikopterden video çekimi yapılmıştır. Vectorworks, Cinema 4D ve Softimage XSI yazılımları kullanılarak projeye ait dijital modeller hazırlandıktan sonra bu verinin video çekimleriyle bütünleştirilmesi için çekim PFTrack hareket eşleştirme yazılımı ile çözümleme işlemine tabi tutulmuştur (Şekil 4.18). Doku atama ve render işlemlerinden sonra tüm veriler Apple Shake görsel bütünleştirme yazılımı ile birleştirilmiştir. Son aşamada, çekimdeki sarsıntının azaltılması için PFStable kullanılmıştır [23].



Şekil 4.18 PFTrack yazılımı ile yapılan çözümleme işlemi [23]

5. HAREKET EŞLEŞTİRME YAZILIMLARININ MİMARİ TASARIM SÜRECİNDE KULLANIMI

Hareket eşleştirme yazılımlarının genellikle kimler tarafından hangi amaçlarla kullanıldığına önceki bölümlerde değinilmiştir. Bu araştırmanın ana hedefi, bahsedilen yazılımları, sahip oldukları gelişmiş video tabanlı 3-boyutlu çevre oluşturma özellikleriyle mimari tasarım sürecinin belirli aşamalarına dahil edip, özellikle bilgisayar destekli yeni tasarım yöntemleri oluşturulmasıdır. Öngörülen aşamalar sırasıyla aşağıdaki gibidir:

- Mimari Analiz
- Tasarıma başlangıç - konsept oluşum
- Sunum

Önerisi yapılan tasarım yöntemi ve aşamalarının detaylarına inmeden önce bu bölümde sırasıyla belirli objelerle ya da ortamlarda yapılan çekimlerin çözümleme işlemi sonucuna yönelik bir analizin sonuçları aktarılacak ve bu analiz sonucunda elde edilen verilere dayanarak süreçte kullanıma yönelik sahne oluşumu, çekim yapılması ve çözümleme işlemi ipuçları verilecektir.

5.1 Farklı çekim örneklerinden çözümleme sonrasında ortaya çıkan sonuçların analizi

Araştırmanın bu bölümünde farklı ortamlarda, çeşitli objelerinin bulunduğu sahne çekimlerinin otomatik iz sürme işlemine tabi tutulduktan sonra, elde edilen çözümleme verileri analiz edilmiştir. Amaç, hareket eşleştirme yazılımlarının tasarım sürecine yönelik kullanımında,

- Kullanıcının sahneyi oluştururken ve çekim yaparken göz önünde bulundurması gereken noktaların belirlenmesi
- Yapay ortamda yapılan çekimlerde çözümleme sonrası çıkan verinin tutarlılığının artırılması açısından uygulanacak maket tekniklerinin belirlenmesi
- Yazılımın çözümleme işleminde kullanıcı müdahalesini en aza indirmek ve zaman kazanmak üzere ipuçlarının verilmesi
- Verimli ve doğru bir çözümleme sonucu elde edilmesidir

Çözümleme işleminde manuel iz sürme işlemleri uygulanmayıp, yazılımın sadece otomatik iz sürme işlemi devreye sokulmuştur. Bu sayede çözümlemede hangi çekim tiplerinde kullanıcı

müdahalesi olmasa da tutarlı sonuçlar elde edildiği gözlemlenmeye çalışılmıştır. Unutulmamalıdır ki çeşitli video iyileştirme teknikleri ve iz sürme işleminde kullanıcı müdahaleleri ile çözümleme işlemlerinin her video için başarılı hale getirilme ihtimali oldukça yüksektir.

Değerlendirilen çekim tipleri 5 ana başlıkta ayrılmıştır. Bunlar sırasıyla:

- Basit geometrik objelerin çekimi
- Gelişmiş geometrik form çekimleri
- Mimari maket çekimleri
- Grid testi çekimleri
- Dış mekân çekimleridir

Ayrıca bu ana başlıklar altında farklı çekim objeleri ve çeşitleri sıralanmıştır.

Bölüm 4.8’de yapılan yazılım değerlendirmesi sonuçları göz önünde bulundurularak test yazılımı olarak Syntheyes seçilmiş ve bu yazılım içinde çözümleme işlemleri yapılmıştır.

Çekimler profesyonel bir kameradan en basit webcam’e kadar 4 farklı kamera tipinde gerçekleştirilmiştir. Bu kameralar sırasıyla;

- Panasonic NV-MD10000
- Sony DCR-DVD92E
- Kodak CX7330
- A4tech PK635-M dir



PANASONIC NV-MD10000



SONY DCR-DVD92E



KODAK CX7330



A4TECH PK635-M

Şekil 5.1 Çekimde işleminde kullanılan kameralar

Çözümleme işlemlerinin yapıldığı bilgisayar konfigürasyonu Ek1’de belirtilmiştir

Her çekim bu farklı kamera çeşitleriyle ayrı ayrı yapılarak, çekimde kullanılacak kamera tipinin çözümleme sonucunu nasıl etkilediği de değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Çekim tiplerine ve kamera çeşitlerine bağlı olarak elde edilen çözümleme sonucu verilerinin tümü Çizelge 5.1’de bu bölümün sonunda yer almaktadır. Çekimlerin yanında parantez içinde belirtilen değer video uzunluklarıdır. “T” başlığı altındaki sayısal değerler ise çözümleme işlemi süresini ifade etmektedir. Çözümleme işlemi başarı seviyesi 3 seviyede tanımlanmıştır: Başarılı, kısmen başarılı ve başarısız. Başarıya dair değerlendirme kriterleri yine aynı çizelge içinde görülebilmektedir. Belirleyici kriterler ise işlem sonucu elde edilen noktaların 3 boyutlu konumlarının tutarlı olup olmayışı ve yazılımın oluşturduğu kamera rotası uzunluğunun gerçek kameranın izlediği rotanın uzunluğuna oranıdır.

Tüm video çekimlerine dair ilk belirleyici ve ayırt edici veri şu şekildedir: Kodak CX7330 fotoğraf makinesi ve A4tech PK635-M webcam ile yapılan çekimlere ait tüm çözümleme işlemleri başarısızdır. Bu durum kendini farklı şekillerde göstermektedir. Kimi çekimlerde çözümleme hiç başlamamış bazı diğerlerinde ise çözümleme başlamasına rağmen tamamen tutarsız kamera rotaları ve 3-boyutlu noktalar ortaya çıkmıştır. Çekim yapılan ortam şartları ve test objelerinin aynı olduğu göz önünde bulundurulduğunda, bu başarısızlığın sebebinin bahsedilen cihazların video kayıt kalitesinin düşüklüğü olduğu öne sürülebilir.

Bu kameralarla yapılan çekimlerin hepsi başarısız olduğundan araştırmanın takip eden çekim değerlendirmeleri kısmında bu kameralar değerlendirmeye alınmamıştır.

5.1.1 Basit Geometrik Obje Çekim Çözümlerinin Değerlendirmesi

Bu kategorideki ilk test objesi balsa malzemeden üretilmiş her ayrıtı 5 cm olan bir küptür.



Şekil 5.2 Balsa küp

Şekil 5.2’de de görüldüğü gibi çekime sadece bu obje dâhildir. Çevresinde bu objeye referans olacak ya da paralaks oluşturabilecek herhangi başka bir obje ya da kendi yüzeyi üzerinde ayırt edici bir nokta bulunmadığından yazılım iz sürme işlemini başlatacak ana video kareleri bulamamıştır. Buna bağlı olarak çözümleme işlemi her kamera için başarısızlıkla sonuçlanmıştır.

Aynı özelliklerdeki küpün bir sonraki çekimde köşe noktaları siyah bir kalemle işaretlenmek suretiyle tekrar çekimi yapılmıştır (şekil 5.3). Çekime ait göz önünde bulundurulması gereken nokta, objenin hala çekimde tek olması ve referans olacak başka bir nokta olmayışdır



Şekil 5.3 Köşe noktalı balsa küp

Bu işlem sonucunda her iki kamera ile yapılan çekimde de çözümleme işlemi başlamıştır. İşlem sonucunda tutarlı 3-boyutlu noktalar ve kısmi kamera rotası çözümlemesi yapılmıştır. Tutarlı 3-boyutlu noktalar ifadesi yazılımın bulduğu nokta konumlarının, gerçek ortamdaki noktalarla kesiştiğini göstermektedir. Bu açıklamadan yola çıkarak Bölüm 4.6’da bahsedilen noktalara dair “hesaplama farkı değerinin” düşük olduğu sonucuna da varılabilir. Bu gibi sonuçlarda Çizelge 5.1’deki ayrıntılı çekim değerlendirmesinde “kısmen başarılı” ifadesi kullanılmıştır. Aynı çizelgede çözümlenen kamera rotası süresinin tüm çekim süresine oranı ve çözümleme işlemi süresi de belirtilmiştir. Bu örnek özelinde belirtmek gerekirse Panasonic NV-MD 10000 kamera ile yapılan çekime ait 81% kamera rotası çözümlenmesi, Sony DCR-DVD92E kamera ile yapılan çekimde 41% kamera rotası çözümlenmesi gerçekleşmiştir. İşlem süresi Panasonic NV-MD 10000 kamerası çekimi için 14 saniye, Sony DCR-DVD92E kamerası için 3 saniye sürmüştür.

Bir sonraki çekimde yazılımın işini kolaylaştıracak bir ekleme yapılmıştır. Hem köşe noktaları işaretlenmiş hem de düz yüzeyli balsa küp aynı anda sahnededir (Şekil 5.4).



Şekil 5.4 Köşe noktalı ve düz yüzeyli balsa küp

Bu çekime dair işlem sonucunda her iki kamera ile tutarlı 3-boyutlu noktalar ve kamera rotaları elde edilmiştir. Sony kamera ile yapılan çekimde kamera rotası çözümlenmesi 100%’dir. Bu nedenle bu çözümleme işlemi “başarılı” olarak nitelendirilmektedir. İşlemin başarılı

olmasının başlıca sebebi çekimde birbirine referans oluşturacak ve paralaks oluşturabilecek iki objenin bulunması ve birinin köşe noktalarının işaretli oluşudur.

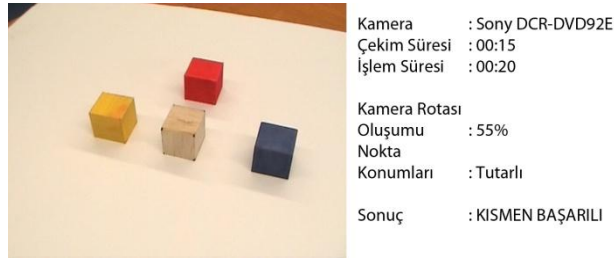
Çekim objeleri değerlendirilmesinin diğer bir adımında obje renkleri değerlendirilmeye alınmıştır. Bu amaçla balsa malzeme ile yapılmış küpler kırmızı, sarı ve mavi'ye boyanıp test edilmiştir (Şekil 5.5).



Şekil 5.5 3 renk balsa küp

İşlem sonucunda her iki kamerada da çözümleme işlemi başarısızdır. Yüzey renklerine bağlı olarak nokta bulma konusunda ise belirgin bir fark gözlenmemiştir. Yüzeylerde bulunan noktalar oldukça yetersiz ve 3-boyutlu konumları açısından tutarsızdır. Paralaks oluşturacak yeterli veri sahnede mevcutmuş gibi görünse de yüzey üzerinde izi sürülecek uygun iz noktalarının tanımlanamaması çözümlemeyi başarısız kılmıştır.

Bu duruma çözüm oluşturmak üzere bir sonraki çekimde sahneye köşe noktalı balsa küp ilave edilmiştir (Şekil 5.6)



Şekil 5.6 3renk balsa küp ve köşe noktalı balsa küp

Bu çözümleme işleminde de tam bir başarıya ulaşılamamıştır. 3-boyutlu noktalar bu sefer tutarlı olarak çıksa da 100% kamera rotası tanımlanması gerçekleştirilememiştir. Buna sebep olarak yüzey üzerinde tanımlanan noktaların azlığı gösterilebilir. Boyama işlemi sonucunda balsa malzemenin üzerindeki doğal dokunun kaybolması yazılımın nokta bulma işini zorlaştırmıştır.

Renk testlerinin bir diğer adımında tamamen siyaha boyanmış bir küpe ait çekim çözümleme işlemine tabi tutulmuştur.



Şekil 5.7 Siyah balsa küp

Bu çözümleme işlemi her kamera çekiminde başarısızlıkla sonuçlanmıştır. Panasonic NV-MD 10000 ile yapılan çekimde çözümleme işlemi başlamış olmasına rağmen kamera rotası hiç çıkmamıştır ve yüzey üzerinde bulunan nokta sayısı çok yetersizdir. Sony DCR-DVD92E ile yapılan çekime dair çözümleme işlemi ise ana çözümleme kareleri bulunamadığından başlamamıştır. Buradan yola çıkarak tamamen siyah yüzeyli bir cismin hareket izinin sürülmesinin oldukça zor olduğu sonucuna varılabilir.

Son renk testi beyaz bir küp üzerinden gerçekleştirilmiştir. Fakat boyama işleminden kaynaklanan doku kaybını telafi etmek üzere küpün köşe noktalarına önceden hazırlanan iz sürme işaretçileri yerleştirilmiştir (Şekil 5.8). Çözümleme işlemi iki kameranın çözümleme sonuçları karşılaştırması açısından oldukça tutarsızdır. Panasonic NV-MD 10000 kamera ile yapılan çekimin çözümlemesi oldukça uzun sürmüş (9dk 15sn) ve tutarsız noktalarla beraber 39% kamera rotası tanımlanabilmiştir. Bu sonuç başarısız olarak nitelendirilirken Sony DCR-DVD92E ile yapılan çekimde 34 saniyelik bir işlem sonucunda tamamen tutarlı 3-boyutlu noktalarla beraber 100% kamera rotası hesaplaması ortaya çıkmıştır.



Şekil 5.8 İz sürme işaretçili beyaz küp

Son renk testinin ardından daha kompleks bir objenin iz sürme işlemine geçilmiştir. Çok sayıda üçgen yüzeyden oluşan Şekil 5.9'daki obje, yazılıma izi sürülecek birçok nokta ve kendi içinde paralaks oluşturacak yüzeyler sağlamıştır. Buna ek olarak objenin sivri uçları siyah bir kalemle işaretlenmiştir. Çözümleme işlemi sonucunda 100% kamera rotası ve yüzeyler üzerinde tutarlı 3-boyutlu noktalar oluşturulmuştur. Bu noktaların hassas ve sayıca

fazla oluşu, bir 3–boyutlu modelleme yazılımı içine alındığında referans olarak kullanılarak, objenin dijital ortamda modelinin oluşturulmasını sağlayabilmektedir.



Şekil 5.9 Çok yüzeyli obje

Basit geometrik objelerin testinin son adımı, izi sürülmesi zor özellik gösteren yüzeylere aittir. Bu yüzeyler yansıtıcı ya da geçirgen özelliğe sahiptir (Şekil 5.10).



Şekil 5.10 Yansıtan ve geçirgen yüzeyli objeler

İlk olarak yansıtıcı yüzeye sahip bir küre test edilmiştir. Çözümleme işlemi oldukça uzun sürmüş ve başarısız bir sonuç elde edilmiştir. Yüzeyler üzerinde noktalar bulunmuş gibi gözükse de aslında izi sürülen bu noktalar, yansımalara aittir. Dolayısıyla çıkan kamera rotası 100% de olsa gerçek kamera rotasıyla uyuşmamaktadır

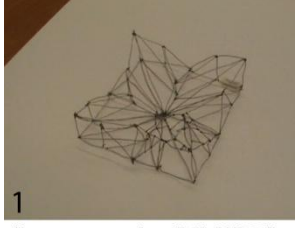
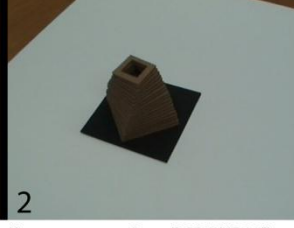
İkinci olarak geçirgen ve yansıtıcı özelliğe sahip cam objeler test edilmiştir. Panasonic NV-MD 10000 ile yürütülen çekim tamamen başarısız olurken Sony DCR-DVD92E kamera ile yapılan çekimin çözümleme işlemi kısmen başarılı olmuştur. Malzeme özelliği göz önünde bulundurulduğunda bulunan noktalar ve kamera rotası oldukça tutarlıdır.

Sonuncu aşamada, izi sürülmesi zor olan bu yüzeylerin çözümleme işlemini kolaylaştırmak üzere sahnede cam objenin yanına köşe noktaları işaretlenmiş balsa küp eklenmiştir. Sonuçta, çözümleme işlemini başarısı kısmen artmıştır.

5.1.2 Gelişmiş Geometrik Formların Çekim Çözümlemelerinin Değerlendirilmesi

Çözümleme analizlerinin bu aşamasında bir önceki bölümde incelenen objelere oranla daha gelişmiş formların üzerine durulmuştur.

İncelenen örnekler Şekil 5.11’de görülmektedir.

			
1	2	3	4
Kamera : Sony DCR-DVD92E Çekim Süresi : 00:18 İşlem Süresi : 00:24	Kamera : Sony DCR-DVD92E Çekim Süresi : 00:27 İşlem Süresi : 07:07	Kamera : Sony DCR-DVD92E Çekim Süresi : 00:23 İşlem Süresi : 00:03	Kamera : Sony DCR-DVD92E Çekim Süresi : 00:22 İşlem Süresi : 32:12
Kamera Rotası Oluşumu : 100% Nokta : Tutarlı Konumları : Tutarlı	Kamera Rotası Oluşumu : 45% Nokta : Tutarlı Konumları : Tutarlı	Kamera Rotası Oluşumu : 10% Nokta : Tutarlı Konumları : Tutarlı	Kamera Rotası Oluşumu : 100% Nokta : Tutarlı Konumları : Tutarlı
Sonuç : BAŞARILI	Sonuç : BAŞARISIZ	Sonuç : KISMEN BAŞARILI	Sonuç : BAŞARILI

Şekil 5.11 Gelişmiş geometrik formlara ait maketler

Şekil 5.11’de görünen 1 numaralı karedeki obje, tel çerçeve tekniğiyle oluşturulmuş bir makettir. Yapısı gereği hem şeffaf olup hem de bir form teşkil ediyor olması, bu objenin izinin sürülmesini oldukça kolaylaştırmaktadır. Kamera hareketi sırasında, izi sürülen hiçbir nokta telden daha kalın bir nesne arkasında kalıp iz sürme işlemi dışında kalmamaktadır. Tellerin boğum noktaları da iz sürmek için gerekli referans noktalarını sağlamaktadır. Bu nedenle, bu objenin iz sürme işlemi başarılıdır. Oluşan referans noktaları sayesinde, 3-boyutlu modelleme de oldukça kolaydır.

İki numaralı karedeki obje yeterli derecede paralaks oluşturmadığından çözümleme başarılı olmamaktadır.

Üç numaralı karedeki form iz sürmeye uygun derecede paralaks oluşturmaya rağmen, sahip olduğu materyal özellikleri ile verimli bir çözümleme işleminin önüne geçmektedir. Çözümleme işlemi kısmen başarılıdır.

Dört numaralı son maket örneği ise iz sürme işlemi için ideal form ve malzeme yüzeyine sahiptir. Yeterli miktarda paralaks oluşumu ve yüzey üzerindeki izi sürülebilir noktalarla başarılı bir çözümleme işlemi gerçekleştirilmektedir.

5.1.3 Mimari Maket Çekim Çözümlemelerinin Değerlendirilmesi

Araştırmanın bu bölümünde, iki farklı mimari maketin çekim çözümlemeleri değerlendirilmiştir. Şekil 5.12’de görüldüğü gibi maketlerden ilkinde farklı renkte malzeme kullanılmış olup, ikincisinde sadece beyaz malzeme kullanılmıştır.

Kamera : Sony DCR-DVD92E
 Çekim Süresi : 00:33
 İşlem Süresi : 01:06

Kamera Rotası
 Oluşumu : 100%
 Nokta
 Konumları : Tutarlı

Sonuç : KISMEN BAŞARILI



Kamera : Sony DCR-DVD92E
 Çekim Süresi : 00:35
 İşlem Süresi : 01:22

Kamera Rotası
 Oluşumu : 59%
 Nokta
 Konumları : Tutarlı

Sonuç : KISMEN BAŞARILI

Şekil 5.12 Mimari maket çekimleri

Çekim sonuçları incelendiğinde, farklı malzemelerle yapılmış makete ait çözümleme işlemlerinin beyaz makete oranla daha başarılı olduğu ortaya çıkmıştır. Farklı ve özellikle doku barındıran malzemelerin kullanımı bu maket çekiminin çözümlemesinin başarısında etkindir. Her iki maket için de ortak olarak söylenebilecek şey, maketlerin birden fazla kütleyi dağınık olarak içinde bulundurmasına bağlı olarak paralaks oluşturacak veriler çoğalmış ve çözümleme işlemi tek objelere oranla daha verimli olmuştur.

5.1.4 Farklı Grid Tiplerinin Mevcut Olduğu Çekimlerin Değerlendirilmesi

Çözümleme işlemini kolaylaştırmak üzere çekimde izi sürülecek referans noktaların arttırılmasına yönelik iz sürme işaretçisi yerleştirilmesi, bilinen bir yöntemdir. Bu araştırmada ise, koordinat sisteminde yatay düzlemin tanımlanmasını kolaylaştırmak üzere grid sistemi oluşturulup çekim içine eklenmesi denenmiştir.

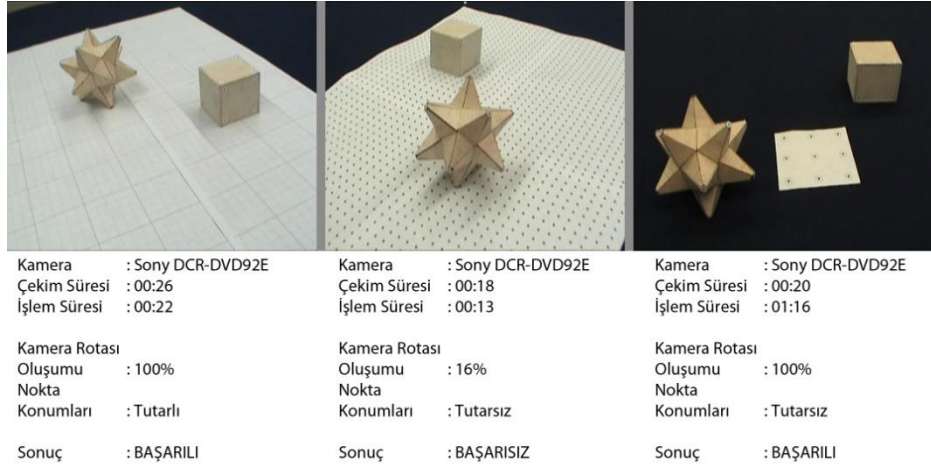
3 farklı grid tipi test edilmiştir. Bunlar sırasıyla

- Karolaj grid
- Nokta grid
- Bölgesel iz sürme işaretçili grid

Şekil 5.13’de de görüldüğü gibi karolaj grid için yatay ve düşey çizgilerden oluşan bir grid oluşturulmuştur. Nokta grid için ise, çizgilerin kesiştiği yerlere noktalar yerleştirilmiş ve daha sonra bu referans çizgileri kaldırılmıştır. Son olarak, bölgesel iz sürme işaretçili grid için noktaların bulunduğu yerlere çember içinde üçgenler yerleştirilmiştir. Son örnek, çekimdeki tüm objelere altlık oluşturmak yerine bölgesel düzenlenerek yerleştirilmiştir.

Karolaj grilde yapılan çalışmanın sonucu tümüyle başarılıdır. Çözümleme sonucunda doğru 3-boyutlu noktalar ve tutarlı bir kamera rotası ortaya çıkmıştır.

Noktasal grilde yapılan çekimde ise aynı başarıya ulaşılamamıştır. Çözümleme sonucunda tutarsız bir nokta kümesi ve kamera rotası ortaya çıkmıştır. Kamera rotası sadece 16% oranında oluşturulabilmiştir.



Şekil 5.13 Farklı grid tipleriyle yapılan çekim örnekleri

Bölgesel iz sürme işaretçi yerleşimi ile oluşturulan grid sistemine ait çekimin sonucu da olumludur. Oluşturulan noktalar doğrudur ve %100 kamera rotası tanımlaması yapılmıştır.

5.1.5 Dış Ortam Çekimlerinin Çözümleme Değerlendirilmesi

Dış ortam çekimlerinin çözülmesine dair genel gözlem şu şekildedir:

Yapay ortamlara (maket ortamı ya da stüdyo) oranla daha fazla görsel veri bulunduğundan daha fazla iz noktası yazılım tarafından otomatik olarak tanımlanabilmektedir. Aynı şekilde ortam objelerinin fazla olmasına bağlı olarak, bu objelerin ön-arka ilişkileri paralaks verisi oluşumunu arttırmaktadır. Bu iki sebebe bağlı olarak çözümleme işleminde alınan verim artmaktadır. Dikkat çeken bir nokta ise, yeşil doku üzerinde çok fazla sayıda iz noktası tanımlanabilmesidir. Bu durum büyük bir artı olabilmekle beraber, rüzgâr ile hareket eden dokunun en küçük hareketi de yazılım tarafından algılandığından yanlış bir çözümlemeye sebep olabilmektedir.

Dış çekimlerin en büyük dezavantajı yukarıda bahsedilen nedenle paralellik gösterir: kontrol edilemeyen ortam şartları. Hareketli objeler, yansımalar, güneş etkileri çözümlemeyi olumsuz etkileyen unsurlardandır.

Yazılım tüm bu değişkenler ve ortam şartlarına bağlı olarak, her çekim için farklı çözümleme sonuçları vermektedir. Bu nedenle bahsedilen etmenler dışında bir genelleme yapmak mümkün değildir.

SONY DCR-DVD92E PAL	T	T < 1dk	T > 1dk	TUTARLI NOK.	TUTARSIZ NOK.	0-25%	25-75%	75-100%	BAŞARILI	KISMEN BAŞARILI	BAŞARISIZ
BASİT GEOMETRİK OBJELER											
DÜZ KÜP	00:00:00	•				•					•
KÖŞE NOKTALI KÜP (0:18)	00:00:03	•		•			•			•	
DÜZ KÜP + KÖŞE NK. KÜP (0:13)	00:00:14	•		•				•			
3 RENK KÜP (0:12)	00:00:07	•			•	•					•
3 RENK KÜP + KÖŞE NK. KÜP (0:15)	00:00:20	•		•			•			•	
SIYAH KÜP (0:19)	00:00:00	•				•					•
BEYAZ TRACKING MARKER'LI KÜP (0:19)	00:00:34	•		•				•			
YILDIZ (0:17)	00:00:34	•		•				•			
YILDIZ + 3 RENK KÜP (0:14)	00:00:05	•		•			•			•	
YANSITAN YÜZEYLİ KÜRE (0:15)	00:07:27		•		•			•			•
ŞEFFAF YÜZEYLİ OBJE (0:18)	00:01:49		•	•			•			•	
MAVİ FON-PRIMITIVE OBJE (0:23)	00:00:02	•		•		•				•	
GELİŞMİŞ GEOMETRİK FORMLAR											
WIREFRAME OBJE (0:18)	00:00:04	•		•				•			
KÜTLE MAKETİ-1 (0:27)	00:07:07	•			•		•				•
KÜTLE MAKETİ-2 (0:23)	00:00:03	•		•		•				•	
KÜTLE MAKETİ-3 (0:22)	00:32:12		•	•				•			
MİMARİ MAKETLER											
MİM. MAKET-1 GENEL (RENKLI) (0:33)	00:01:06		•		•			•		•	
MİM. MAKET-1 YAKIN ÇEKİM (RENKLI) (0:26)	00:00:13	•		•				•			
MİM. MAKET-2 (BEYAZ) (0:35)	00:01:22		•	•			•			•	
GRIDLER											
KAROLAJ GRID (0:26)	00:00:22	•		•				•			
NOKTA GRID (0:18)	00:00:13	•			•	•					•
BÖLGESEL TR. MARKER GRID (0:20)	00:01:16		•	•				•			
DIŞ ÇEKİMLER											
DIŞ ÇEKİM -1 (0:16)	00:00:05	•		•		•				•	
DIŞ ÇEKİM -2 (0:23)	00:00:03	•		•			•			•	
DIŞ ÇEKİM -3 (0:15)	00:00:10	•		•				•			
DIŞ ÇEKİM -4 (0:34)	00:10:37		•	•			•			•	
DIŞ ÇEKİM -5 (0:33)	00:01:20		•	•				•			
DIŞ ÇEKİM -6 (0:31)	00:05:58		•	•			•			•	
DIŞ ÇEKİM -7 (0:25)	00:15:10		•		•			•		•	
DIŞ ÇEKİM -8 (0:05)	00:00:01	•			•	•					•
DIŞ ÇEKİM -9 (0:10)	00:00:41	•			•	•					•

Çizelge 5.1 Sony DCR-DVD92E çekimleri - çözümleme işlemi sonuçları

PANASONIC NV-MD10000	T	T < 1dk	T > 1dk	TUTARLI NOK.	TUTARSIZ.NOK	0-25%	25-75%	75-100%	BAŞARILI	KISMEN BAŞARILI	BAŞARISIZ
BASİT GEOMETRİK OBJELER											
DÜZ KÜP	00:00:00	•				•					•
KÖŞE NOKTALI KÜP (0:19)	00:00:14	•		•				•		•	
DÜZ KÜP + KÖŞE NK. KÜP (0:22)	00:02:24		•	•			•			•	
3 RENK KÜP (0:27)	00:00:02	•			•	•					•
3 RENK KÜP + KÖŞE NK. KÜP (0:25)	00:00:01	•			•	•					•
SIYAH KÜP (0:20)	00:00:01	•			•	•					•
BEYAZ TRACKING MARKER'LI KÜP (0:34)	00:09:15		•		•		•				•
YILDIZ (0:23)	00:00:01	•		•			•			•	
YILDIZ + 3 RENK KÜP (0:21)	00:00:03	•		•			•			•	
YANSITAN YÜZEYLİ KÜRE (0:21)	00:07:53		•		•	•					•
ŞEFFAF YÜZEYLİ OBJE (0:16)	00:00:01	•			•	•					•
MAVİ FON-PRIMITIVE OBJE (0:26)	>01:00:00		•								•
GELİŞMİŞ GEOMETRİK FORMLAR											
WIREFRAME OBJE (0:20)	00:00:01	•		•			•			•	
KÜTLE MAKETİ-1 (0:20)	00:00:05	•		•		•				•	
KÜTLE MAKETİ-2 (0:23)	00:00:22	•		•		•				•	
KÜTLE MAKETİ-3 (0:22)	00:00:01	•		•		•				•	
GRİDLER											
MİM. MAKET-1 GENEL (RENKLİ) (0:33)	00:00:12	•		•				•	•		
MİM. MAKET-1 YAKIN ÇEKİM (RENKLİ) (0:36)	00:00:44	•		•				•	•		
MİM. MAKET-2 (BEYAZ) (0:24)	00:06:39		•		•		•				•

Çizelge 5.2 Panasonic NV-MD 10000 çekimleri –çözümleme işlemi sonuçları

5.2 Hareket Eşleştirme Yazılımlarının Kullanımına Yönelik Öneriler

5.2.1 Çekim Öncesi Hazırlık

Bu bölümde çekim aşamasından önceki süreçte, Bölüm 5.1’de elde edilen analiz verileri göz önünde bulundurularak amaca yönelik maket üretim, sahne oluşumu ve çekim öncesi hazırlıklara dair öneriler yapılacaktır.

Dikkat edilecek ilk nokta hareket eşleştirme yazılımlarının beslendiği ana veri kaynağı olan paralaktır. Çekimi yapılacak maket ortamı mümkün olduğunca fazla geometrik veriyi yazılıma sağlamalıdır. Sahne içinde sabit bir noktaya yerleşmiş tek bir obje olması yerine kameraya farklı uzaklıklarda birden fazla objenin olması hareket eşleştirme yazılımına daha fazla bilgi sağlamakta ve iz sürme işleminin verimi artmaktadır. Bu kriterin sağlanamadığı durumlarda yüzeyler üzerinde takip yapılacak referans noktaları oluşturulmaya çalışılmalıdır. Yüzeyde belirlenen noktaların bir kalemle işaretlenmesi ya da elde yapılan iz sürme işaretçilerinin yerleştirilmesi bir yöntem olarak öne sürülebilir. Bu yöntem, çekimde paralaks verisi yeterli olsa dahi dijital veriye müdahale ve tasarım adımı mimarın işini kolaylaştırması açısından da önemlidir. Kimi durumlarda ise kullanımı zorunlu hale gelebilmektedir.

Yüzey işaretlenmesinin bir farklı kullanım alanı da koordinat sistemi oluşumuna yardımcı bir grid yüzeyin sahneye eklenmesidir. Özellikle zemin düzleminin oluşumunu sağlayacak referans noktaların ortaya çıkması açısından önemlidir.

Maket üretimine dair bir diğer önemli nokta malzeme seçimidir. Kullanılacak malzemenin dokulu bir yüzeye sahip olması iz sürme işlemi açısından olumludur. İyi bir örnek olarak balsa gösterilebilir. Kaçınılması gerekenler ise, makette tek renk-tek tip malzeme kullanımı, siyah renk, yansıtıcı ve ışığı kıran yüzeylerin kullanımıdır. Tek renk geniş yüzeyler sadece kullanıcı isteğine bağlı olarak izi sürülmesi istenmeyen geniş düzlemler için seçilmelidir. Buna ek olarak Bölüm 5.1’de bahsedilen tel çerçeve tekniği ile yapılmış maketler de tercih edilebilir. Bu tip maketlerin üretiminin zor olmasına karşılık, çekimlerinin çözümleme işlemi son derece başarılıdır.

Çekimi yapılacak objenin özelliklerinin yanı sıra çekim ortamının şartları da önem taşımaktadır. Bunlardan ilki ve en önemlisi ortam ışığıdır. Işık dengeli ve homojen olarak sahnede mevcut olmalıdır. Özellikle karanlık çekimlerde çevreden ayırt edici renk ve dokunun kaybolmasına bağlı olarak yazılımın noktaları algılayıp izini sürmesinin zorlaştığı gözlemlenmiştir. Aynı durumun çok parlak çekimlerde de ortaya çıkması olasıdır.

Bir diğerk ortam etkeni ise çevredeki nesnelerdir. Sahne çekimlerinde bu durum çok büyük bir sorun teşkil etmezken, dış mekan çekimlerinde, çekimi yapan kişinin kontrolü dışında çekime dahil olan bir çok obje ya da canlı bulunabilmektedir. Bu objelerin hareketli olduğu durumlarda ise çözümleme sonucunun verimi iyice düşmektedir.

Mimarın bu sorunu engellemeye yönelik en büyük avantajı çekimi kendisi yapıyor olması ve görsel efekt sektöründe çalışan insanların aksine, mimarın kendisinden başka birinin (örn: yönetmen) istediğı çekimlerle uğraşmak zorunda olmayışıdır. Kameranın izleyeceği rotanın, çekimde istenmeyen objeleri dışarıda bırakacak şekilde belirlenmesi sorunun çözülmesine yönelik en etkili yöntemdir. Çekim öncesinde bu rota gözlemlenip engel olan objelere müdahale imkanı varsa değerlendirilmelidir.

Maket çekimlerinde ise bu sorunun önüne geçmek dış mekân çekimlerine kıyasla daha kolaydır. Amaca yönelik yapılmış bir maket ve dış mekân çekimlerinde olduğu gibi, çekim rotasının önceden belirlenmesi çözüme yönelik yöntemlerdir. Maketin tel çerçeve tekniğıyle yapılması buna örnek olarak gösterilebilir.

5.2.2 Kayıt Sürecine Yönelik Öneriler

Kayıt evvelinde olduğu gibi kayıt esnasında da göz önünde bulundurulması gereken ilk nokta paralaktır. Çekimde yazılıma veri sağlayacak paralaksı oluşturmak üzere kamera belirli bir rota üzerinde sürekli hareket halinde olmalıdır. Bu hareket, belirli bir eksen üstünde dönme şeklinde olmamalıdır. Tripod çekimi ya da nodal pan olarak adlandırılan bu hareket objelerin birbirine göre olan konum değişikliğini gösteremediğinden paralaks oluşumuna uygun değildir.

Özellikle dış mekanda yazılıma gerekli çevre bilgisini sağlamak ve bunu tasarım adımında kullanmak üzere geniş açı çekimleri tercih edilmelidir. Ortamın geniş açı çekim yapmaya müsait olmadığı durumlarda ise yakın plan çekimde kamera mümkün olduğunca fazla noktayı dolaşmalı ve çevre görseli yakalamalıdır.

Dikkat edilmesi gereken ve görüntü kalitesini belirgin derecede bozduğu gözlemlenen en önemli unsur kameranin sarsılmasıdır. Elde çekim yapıldığı göz önünde bulundurulduğunda görüntüde sarsıntı olması kaçınılmazdır. Maket çekimlerinde kameranin gezeceğı alanın dar olmasından dolayı olarak vücut hareketi de az miktardadır. Buna karşılık dış mekan çekimlerinde vücut hareketi ve adım atmaya bağılı olarak görüntüdeki sarsıntı daha fazla hissedilmektedir.

Sarsıntının yol açtığı en büyük problem elde edilen görüntüde bulanıklaşmadır. Çekimin bulanık karelerinde yazılımın nokta izi sürmesi oldukça zorlaşmaktadır. Bu nedenle elde çekim yaparken yavaş ve dikkatli hareket edilmelidir. Çekim içerisindeki tek bir bulanık görüntü karesi bile çözümlemeyi etkilemeye yetmektedir.

Sarsıntının engellenmesine yönelik en etkili çözüm ise kameranın bir ray sistemi üzerinde hareket ettirilmesi ya da kamera stabilizasyon aparatlarının kullanımıdır. Fakat özellikle ray sistemi kendi içinde başka sorunlar da barındırmaktadır. Bunlardan ilki rayda hareket ettirilen bir kameranın hareket esnekliğinin azalması durumudur. Diğer bir sorun ise böyle bir sistemin kurulmasının maliyetli ve zahmetli oluşudur. Piyasadaki kamera stabilizasyon aparatları da oldukça pahalıdır. Maliyet engelini aşmak üzere el yapımı aparat ve ray sistemi örnekleri geliştirilmiştir. Düşük maliyetle oluşturulan bir ray sistemi ve kamera stabilizasyon aparatı örneği şekil 5.14’de görülmektedir.



Şekil 5.14 Solda ray sistemi [4] Sağda stabilizasyon aparatı [1]

Sarsıntı dışında bulanıklaşmaya neden olan bir unsur da kameranın ani yön değişikliğidir. Görüntü netliğinin mümkün olduğunca yüksek tutulması açısından bu tür hızlı yön değişikliklerinden kaçınılmalı ve geçişler yavaş yapılmalıdır.

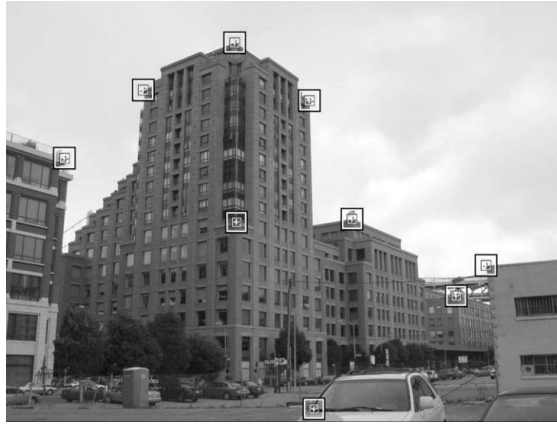
5.2.3 Çekim sonrası çözümleme işlemine yönelik öneriler

Bu bölümde elde edilecek sonucun verimini arttırmaya yönelik çözümleme işlemi süresince yapılacak müdahaleler ve eldeki çekimin iyileştirilmesi konularına değinilecektir.

Manüel İz Sürme İşlemi Öncesinde İz Noktası Yerleşiminde Dikkat Edilecek Noktalar

İz sürme noktaları yazılıma en çok bilgiyi en az işlemle sağlayacak şekilde yerleştirilmek durumundadır. Dobbert (2005) göz önünde bulundurulması gereken noktaları şu şekilde sıralamıştır:

Üç Boyutlu Ortamın Örneklenmesi: Mümkün olduğunca farklı derinlikte, yükseklikte ve genişlikte yüzeylerin izinin sürülmesi önem taşımaktadır. Seçilen her nokta yazılıma 3-boyutlu çevre hakkında net bir bilgi vermelidir. Örneğin, bütün noktaların görselin merkezinden seçilmesi, sadece merkez bölgenin net bir şekilde ortaya çıkmasını sağlarken geri kalan kısımlarda aynı nokta konumu hassasiyetinden söz edilemez. (Dobbert, 2005)



Şekil 5.15 İz noktalarının sahne içinde dağılımı (Dobbert, 2005)

İz Noktalarının Minimumda Sağlanması: Çoğu hareket eşleştirme yazılımı çözümleme yapabilmek için belirli bir minimumda noktaya ihtiyaç duymaktadır. Bu sayı yazılımdan yazılıma farklılık gösterebilmektedir fakat genellikle bu sayı kare başına 7 ila 12 arasında değişmektedir. İzlenen nokta herhangi bir nedenden dolayı mevcut kare dışında kalıyorsa, o noktadan itibaren bu iz başka bir iz ile değiştirilmelidir. Eğer bu değiştirme işlemi kademeli bir biçimde yapılmazsa kameranın hareketinde kopukluk gibi sonuçlara yol açabilir. (Dobbert, 2005)

Sabit Objelerin İzlenmesi: Yazılımın üç boyutlu sahnenin oluşturulması sürecinde yaptığı hesaplamalar, izi sürülen her noktanın gerçekte yerinde sabit objeler olduğu varsayılarak yürütülmektedir. Bu nedenle izlenecek noktalar çekim boyunca hareket etmeyen objeler üzerinde olmalıdır. (Dobbert, 2005)

Örneğin ağaçlar sahip oldukları zengin doku özellikleriyle tercih edilebilir objeler olarak kabul edilebilir fakat gerçekte rüzgârla hafifçe hareket ediyor olma ihtimalleri göz önünde bulundurulmalıdır.

Gerçek 3-boyutlu pozisyonların izlenmesi: Lens parlamaları, yansımalar ve kesişiyor gibi gözüken ama gerçekte kesişmeyen objeler iz noktaları için iyi birer örnek oluşturmazlar. Bunun nedeni, kamera hareketine bağlı olarak pozisyon ve şekillerinin değişmesidir. Örneğin, yakın plan ve uzakta bulunan iki binanın kesiştiği bir noktanın izi sürülmemelidir çünkü bu nokta gerçek bir konum belirtmemektedir. Kameranın hareket ettiği durumda binaların birbirilerinin ilişkili konumları değişecek, kesişim noktasının pozisyonu da buna bağlı olarak değişecektir. (Dobbert, 2005)

İz noktası takip hassasiyetini arttırmaya yönelik seçimler

Köşe noktalarının izinin sürülmesi: 2- boyutlu izlerin kolayca yakalayabildikleri noktalar olduklarından kare objelerin köşe noktaları iz sürmek için ideal seçimlerdir. İzlerin kayması ihtimali de bu bölgelerde azdır (Dobbert, 2005).

Bu noktaların izinin sürülmesinin bir diğer avantajı da çözümleme sonrasında ortaya çıkacak bu noktaların 3 boyutlu düzlemdeki konumlarının bilinmesinin, modelleme adımında işe yarayacak olmasıdır.

Kenar bölgelerin izinin sürülmesinden kaçınmak: Çoğu zaman objelerin kenarlarının izini sürmek kolay gibi görünse de kaçınılması gereken bir durumdur. Bunun nedeni, tarama alanının sınırlı oluşu ve buna bağlı olarak iz noktasının kayıp, bir kenar boyunca birbirine benzer dokuları taramasıdır (Dobbert, 2005). Özellikle binalar üzerinde bu gibi noktalar çokça bulunmaktadır. Tekrara dayalı cephe tasarımlarında ayırt edici özellikler tarama alanında yetersiz kalırsa, izlenen noktanın kayması olasıdır(Şekil 5.16).



Şekil 5.16 Seçilen izin kenar boyunca kayma durumu (Dobbert, 2005)

Dairesel dokuların izinin sürülmesinde dikkatli olmak: Küçük noktasal dokular iz noktaları için mükemmel birer örnektir fakat büyükleri tam aksine, sorun oluşturabilmektedir. Dairenin herhangi bir köşesi olmadığından sürülen izin hassasiyeti düşmektedir. Aynı zamanda kameranın açı değiştirdiği durumlarda, daire oval bir biçime girmekte ve bu da hassasiyeti azaltmaktadır. (Dobbert, 2005)

Önceki bölümlerde incelemesi yapılan 3DEqualizer adlı yazılım dairesel dokuların takip edilmesine yönelik özel bir seçim yapma imkanı sunmaktadır.

Etkili 2-boyutlu İz sürme İpuçları

İzlerin sürekli gözlemlenmesi: Çoğu hareket eşleştirme yazılımı izin takip ettiği yolu çizgisel olarak göstermektedir. Çekimdeki sallantıya bağlı olarak bu yolun düzensiz ve kırıklı olduğu gözlemlenebilir. Ani geçişler ve sıçrayışlara dikkat edilmesi gerekmektedir. Zira bu durum izin kaydığına dair bir işarettir. (Dobbert, 2005)

İzlerin çekim karesinin kenarlarına yaklaştığı durumlara dikkat edilmesi: İzler çekim karesinden dışarı çıkacağı zamanlarda kayma eğilimindedirler. Aynı durum objelerin arkasına geçen izler için de geçerlidir. (Dobbert, 2005)

Bu çalışmanın çözümleme örneklerinde sıkça karşılaşılan bir diğer sorundur. Manüel olarak yerleştirilen iz noktalarının kimi zaman ekrandan çıkma aşamasında, kaybolmak yerine ekran sınırı boyunca aşağı ya da yukarı kaydıkları gözlenmiştir. Bu gibi durumlarda, sorunlu noktalar belirlenip görüntü karesinden çıkmadan evvel iz sürme işleminin sonlandırılması gerekmektedir.

Mümkün olduğu kadar az iz noktası eklenmesi: İz noktası sayısını minimumda tutup yenilerini eklemekten önce bu noktaları çekim boyunca mümkün olduğunca uzun süre kullanmaya çalışmak gerekmektedir. (Dobbert, 2005)

Uygun boyutta iz noktası kullanımı: Çoğu hareket eşleştirme yazılımı, varsayılan bir iz noktası büyüklüğüne sahiptir. Bu boyut farklı video çözünürlükleri için (örn: HD) yetersiz kaldığında tarama alanı ve doku alanı boyutu arttırılabilir. (Dobbert, 2005)

Bu çalışmada örneklenen çekimlerde karşılaşılan farklı bir sorundur. Düşük kalitedeki videolarda, tarama alanı büyütüldüğünde taranacak doku, geniş tarama alanının farklı bir noktasında daha program tarafından bulunabilmekte ve nokta kayması gerçekleşmektedir. Bu da çözümlemenin hassasiyetini düşürmektedir.

Çözünürlüğün göz önünde bulundurulması: 2 boyutlu iz sürme işlemi her zaman tam çözünürlükte gerçekleştirilmelidir. Düşük çözünürlüklerde çalışmak sonuç hassasiyetini bozmaktadır ve yanlış kamera hareketinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. (Dobbert, 2005)

Video Kaydı Problemleri

Video kaydına bağlı hatalar tamamen önlenemese de etkilerini en aza indirmek üzere bazı stratejiler izlenebilir.

Görüntüde Harekete Bağlı Bulanıklık

Görüntüde bu tür bir bulanıklık, kamera ya da çekimi yapılan objeler çok hızlı hareket ettiğinde oluşmaktadır. Özellikle el kamerası ile yapılan çekimlerde sarsıntı oldukça fazla gerçekleşmektedir. Bu sarsıntılar ani kamera hareketlerinin bir biçimidir ve görüntü bulanıklığına neden olmaktadır. Maket çekimlerinde hareket edilen alanın sınırlı olmasına bağlı olarak bu problemle çok sık karşılaşılmasına karşın dış mekân çekimlerinde, örneğin bir bina cephesinin ya da meydanın çekiminde, vücut hareketine bağlı olarak oldukça fazla sarsıntı oluşmaktadır.



Şekil 5.17 Görüntüde bulanıklaşma (Dobbert, 2005)

Aşırı görüntü bulanıklığı durumunda denenebilecek bazı yöntemleri Dobbert (2005) şu şekilde sıralamıştır:

- Kameranin aşırı hareketi izi sürülen dokunun tarama alanı dışına çıkmasına neden oluyor ve buna bağlı olarak iz sürme işlemi duruyor olabilir. Tarama alanının genişletilmesi, yazılımın daha fazla alanı tarayarak dokunun dışarıda kalmasına engel olacaktır.
- Doku alanının genişletilmesi yazılıma çalışması için daha çok bilgi sağlayacak ve bulanıklık esnasında kopukluğu engelleyebilecektir.

- Son çare, bulanık kısma denk gelen her karede noktaların el ile yerleştirilmesidir.

Araştırmada kullanılan örnek çekimlerde doku ve tarama alanına müdahale etmenin çoğu zaman işe yarayan bir yöntem olduğu gözlemlenmiştir. Elde çekim yönteminde çıkan problemler göz önünde bulundurulduğunda sıkça kullanılması gerektiği söylenebilir. Bulanık alanlarda noktaların el ile yerleştirilmesi ise izde sürekliliğin sağlanması açısından kaçınılmazdır.

Odak problemleri

Odak dışında kalan alanlarda, görüntüde karıncalanma oluşması iz sürme işlemini olumsuz etkilemektedir.

Dobbert'a (2005) göre denenebilecek yöntemler şunlardır :

- Daha büyük bir doku alanı kullanılması. Daha çok pikselin örneklenmesine bağlı olarak karıncalanmada kaybedilen detay telafi edilebilir.
- Görselin çok az miktarda bulanıklaştırılması, görüntünün yumuşatılıp, kumlanmanın kaybedilmesini sağlayabilmektedir.

İzin kapanması

Özellikle dış mekân çekimlerinde sıkça karşılaşılan bir problemdir. Çekimi yapacak kişinin isteği dışında ve müdahale imkânı dışında çekim içinde kalan objeler izlenecek noktaların önüne geçebilmektedir. Bunlar, kent mobilyaları, park halindeki araçlar, ağaç ve bitkiler gibi sabit objeler olabildikleri gibi, yoldan geçen insan, hayvan ya da hareketli araçlar da olabilmektedir.

Hareket eşleştirme yazılımlarının sahip olduğu özelliklerle bu soruna çeşitli şekillerde çözüm bulunabilmektedir.

- “Boşluk doldurma” araçlarının kullanılması. Noktanın obje gerisinde kaldığı durumlarda, izin lineer bir doğrultuda hareket ettiği varsayılarak boşluk yazılım tarafından otomatik olarak doldurulabilmektedir. Dikkatli kullanılması gereken bir araçtır zira izin kaybolduğu bölümde kamerada sallantıya bağlı olarak, nokta gerçekte lineer bir doğrultuda değilse çözümleme işlemi yanlış olacaktır. (Dobbert, 2005)

Amatör çekimlerin elde yapıldığı düşünüldüğünde mimari tasarıma yönelik çözümleme işlemlerinde bu yöntemin kullanılması iyi bir netice vermeyecektir. Bunun sebebi, bu tür çekimlerde kamera hareketinin doğrusal olmayıp daima sallantılı oluşu ve yazılımların normal şartlarda en ufak hareketi dahi yakalayabiliyor olmasıdır.

- Eğer noktanın arkada kaldığı süre az sayıda kareyi kapsıyorsa, bu süre boyunca her karede tahmini olarak el ile nokta yerleşimi yapılabilir. (Dobbert, 2005)

Bu yöntem araştırmanın örnek çalışmalarında sıkça kullanılmıştır. Örneğin bir lamba direği arkasında kalan iz noktası yaklaşık 5 karede tekrar ortaya çıkabilmiştir. Bu aralıkta nokta tahmini yapmak oldukça kolaydır. Uzun kesintilerde ise nokta konum tahmini yapmak zor olacağından hassas ve düzgün bir çözümleme söz konusu olmayacaktır.

- Noktanın kaybolduğu süreçte bu noktanın yerini alacak başka iz noktalarının eklenmesi ve sayının arttırılması denenebilir. (Dobbert, 2005)

Görüntüde kumlanma

- En basit çözüm sıkıştırılmamış video formatlarının kullanılması ya da görsel bütünleştirme yazılımları ile kumlanmanın hareket eşleştirme adımından evvel temizlenmesidir.
- Kumlanmanın az olduğu video renk kanalları kontrol edilip bu kanalda iz sürme işlemi yapılabilir. Çoğunlukla kumlanma mavi kanalda yoğun bir biçimde bulunmaktadır.
- Hareket eşleştirme yazılımına dahil olan araçlarla kameranın hareket rotasının yumuşatılması denenebilir. (Dobbert, 2005)

Düşük Kontrastlı Noktalar

Hareket eşleştirme yazılımları, düşük kontrastlı noktalara tutunmakta zorluk çekmektedir. Bunun sebebi geçerli seçim olarak parlaklık değerlerinin izini sürmeleridir.

- Geçerli iz sürme yöntemi değiştirilerek renk tabanlı iz sürme işlemi yapılması. Tek dezavantajı iz sürme işleminin daha uzun sürmesidir.
- İzlerin daha görünür olmasını sağlamak amacıyla yazılımlar yardımıyla çekimin elden geçirilmesi. (Dobbert, 2005)

Örnekleme çalışmalarında kullanılan diğer bir çözüm yöntemidir. Görsel bütünleştirme yazılımları ile normal şartlarda çözümlenemeyen bir çekimin keskinlik, kontrast ve renk değerleri değiştirilip işe yarar hale getirilebildiği gözlemlenmiştir.

İzi Sürülebilecek Nokta Sayısının Yetersiz Oluşu

Özellikle mavi perde çekimlerinde karşılaşılan bir sorundur. Çekim alanında, set ekibi tarafından özellikle yerleştirilmiş iz sürme işaretçisi dışında izi sürülecek herhangi bir nokta

olmayabilir. Bu gibi durumlarda iz sürme işaretçilerinin biçimi ve büyüklüğü imkan veriyorsa iz noktalarının bu işaretçiler etrafında sık aralıklarla yerleştirilmesi çözüm olabilmektedir. (Dobbert, 2005)

Mimari tasarıma yönelik kullanıma dahil çekimlerde, bu problemle genellikle maket çekimlerinde karşılaşmaktadır. Dış mekan çekimlerinde ise bu sorunla nadiren karşılaşmaktadır. Bunun nedeni, çevre dokunun stüdyo ortamının aksine genellikle izlenebilecek nokta sayısı açısından zengin oluşudur.

Interlacing

Interlacing çekimin iki parçaya bölünüp video ve TV yayınları için kullanılması işlemidir. Her bir parça yataydaki piksellerin birer sıra atlanmasıyla oluşur. Interlacing, bu iki parçanın üst üste geldiği zaman oluşan görsel farklılık gereği hareket eşleştirme işlemini etkilemektedir.



Şekil 5.18 Interlacing etkisi (Dobbert, 2005)

Bu problemle baş etmenin en kolay yolu 2-boyutlu iz sürme işleminden önce de-interlace işleminin yapılmasıdır. Bu işlem çoğu görsel bütünleştirme yazılımıyla yapılabilmektedir. (Dobbert, 2005)

Hareket eşleştirme yazılımları da çözümlemeden evvel çıkan video bilgi ve ayar ekranında bu işlemi yapabilmektedir. Bu araştırmada, de-interlace işleminin görsel bütünleştirme yazılımlarıyla yapılmasının daha iyi sonuç verdiği gözlemlenmiştir.

Otomatik İz Sürme Sonucunda Çıkan Noktaların İşlenmesi

Bu süreçte elde edilen nokta sayısının çokluğu, çözümleme işlemine dair bir sorunun çözülmesi gerektiğinde noktalara müdahale konusunda zorluklarla karşılaşılmasını doğurmaktadır. Bunun yanı sıra yazılımın yaptığı hatalara bağlı olarak çıkan noktaların

elenmesi de bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Dobbert (2005) bu problemleri şu şekilde örneklemiştir:

- Üst üste binmiş iz noktaları
- Çok kısa süreli iz noktaları
- Belirlenen noktanın çekim içinde olmasında rağmen iz noktasının bir anda kaybolması durumu.

Fakat bu sorunlara çözümler farklı hareket eşleştirme yazılımları tarafından getirilebilmektedir. Örnek olarak Syntheyes yazılımında çözümleme işlemi sonunda yürütülen “İz Noktası Temizleme” komutuyla kullanıcının girdiği üst ve alt limit değerleri ve hata oranlarına bağlı olarak sorun yaratan noktalar ortadan kaldırılabilir.

Otomatik iz sürme işlemi sonucu mevcut iz noktalarının iyileştirmesi için uygulanan 3 yöntem ise aşağıdaki gibidir.

- Mevcut iz noktalarından tutarlı olanları vurgulayarak kalibrasyon işleminde bu noktalara ağırlık verilmesi
- Yeni manüel iz noktalarını eklemek: Bu işlem, yazılım önemli bir noktanın izini sürmediği durumlarda, gerçekte çözümleme işlemi için önem oluşturan bu noktanın sonradan çözümleme işlemine dahil edilmesi için de uygulanabilir. (Dobbert, 2005) Bahsedilen bu yöntemin mimari tasarımda kullanım için bir iyileştirmeden çok zorunluluk olduğundan söz edilebilir. Tasarım alanını örneklemek üzere, belirlenen yerlere manüel iz noktası kullanıcı tarafından yerleştirilmelidir
- İz noktalarına müdahale etmek ya da iyileştirmek: İz sürme işleminin bittiği anda, yazılım aynı nokta üzerinde yeniden iz sürmeye başlayabilmekte ve sonuç olarak, o nokta üzerinde iki farklı iz sekansı oluşabilmektedir. Bu iki sekansın birleştirilip tek parça haline getirilmesi bu adımdaki iyileştirme yöntemlerine örnek olarak gösterilebilir. (Dobbert, 2005)

Maskeleme

Çekim içinde izinin sürülmesi istenmeyen, izi sürüldüğünde yanlış bir çözümleme sonucu doğurabilecek noktalar olabilmektedir. Bunlara örnek olarak hareketli objeler ve yansımalar gösterilebilir. Bu gibi durumlarda bu noktalar çözümleme dışında tutulmak üzere maskelenmektedir. Oluşturulan maskeler her karede otomatik olarak şekil değiştirebildiklerinden objenin sınırlarını çekim boyunca yakalayabilmektedirler.

Video Çekiminin İvileştirilmesi

Orijinal çekimin iz sürme işlemini kolaylaştırmak üzere optimize edilmesi çoğu zaman faydalı olmaktadır. Bu işlem herhangi bir görsel bütünleştirme yazılımı yardımı ile yapılabilmektedir.

Çekime müdahale edilirken dikkat edilmesi gereken birkaç nokta bulunmaktadır. Müdahale sadece pikselin görsel değerlerini değiştirmeye yönelik olmalıdır. Pikselin konumunu değiştirecek işlemler sonuç ürünün doğru çıkması engelleyecektir. (Dobbert, 2005)

Kabul edilebilir bazı müdahaleler aşağıdaki gibidir:

Kontrast değişimi, renk değişimi, renk kanallarının izole edilmesi, çekimin simetrisinin alınması, video kare sıralamasının tersine çevrilmesi.

Cözümlemenin Değerlendirilmesi

Sonuç ürün, 3-boyutlu animasyon yazılımına aktarılmadan evvel, doğruluğunun değerlendirilmesi gerekmektedir. Değerlendirilmesi gereken noktalar aşağıdaki gibidir;

- 3-boyutlu noktalar
- 3-boyutlu çevre
- Render edilmiş çekim

Üç Boyutlu Noktaların Değerlendirilmesi

Bu değerlendirme 2-boyutlu izlerin ve 3-boyutlu noktaların çakışıp çakışmadığının test edilmesiyle gerçekleşmektedir

Üç-boyutlu noktaların değerlendirilmesinde bazı yazılımlar avantajlar sağlamaktadır. Örnek olarak Autodesk Match Mover, noktaların yerlerini belirtmekle beraber, kameraya yakınlıklarını 3-boyutlu noktaların ölçeklerini değiştirerek göstermektedir. Kameraya yakın noktalar daha büyük 3-boyutlu koniler şeklinde ifade edilirken, uzaktakiler daha küçük görünmektedirler. Bu ifade şekli, noktaların konumları hakkında daha iyi fikir sahibi olunmasını sağlaması açısından olumludur.

Üç Boyutlu Çevrenin Değerlendirilmesi

Bu adımda sorgulanacak noktalar aşağıdaki gibidir;

- Kamera'nın beklenen şekilde hareket edip etmediği
- Harekette ani sapmaların var olup olmadığı
- Kamera hareketinde aşırı sarsıntı olup olmadığı

- 3-boyutlu noktaların olması gereken yerde olup olmadığı
- Kayıp noktaların olup olmadığı

İşlemin başarısız olduğuna dair işaretler aşağıdaki gibidir;

- Kamera rotasının rastgele ya da kararsız gözükmesi
- Kamera rotasının, çekimin bir bölümüne kadar doğru hareket edip, hareketini bitirmeden evvel bir noktada başka bir pozisyona atlaması
- Kameranın hiç oluşmaması durumu
- 3-boyutlu noktaların yanlış konumlanmış olması
- Noktaların tek bir düzlem ya da çizgide dizili olması, tek bir noktada toplanmış olması ya da kameranın arkasında kalma durumu
- 3-boyutlu noktaların hiç oluşmaması durumu (Dobbert, 2005)

Hareket Eşleştirme Sonucunun Render Edilmesi

Bazı yazılımlar oluşturulan 3-boyutlu noktaların çekim üzerine gömülüp test için izlenmesini sağlayacak komutlara sahiptir. Autodesk Matchmover ve Syntheyes bu yazılımlara örnek gösterilebilir.

Bu işlem yapılarak

- Yüksek miktarda titreşim
- Göze çarpmayan sapmalar
- Kameranın hareketinde ani atlamalar gözlemlenebilmektedir (Dobbert, 2005)

5.3 Tasarım Süreci Adımlarında Hareket Eşleştirme Yazılımlarının Kullanımı

Bölümün başında değinildiği gibi, bu tekniğin kullanımına dair öneriler tasarımın üç farklı adımına yöneliktir: analiz, konsept oluşturma ve sunum aşaması.

Sunum aşaması için bu tekniğin kullanımı, film endüstrisinde kullanımla çok büyük farklar göstermemektedir. Her iki durumda da amaç, mevcut çevrede bulunmayan bir nesnenin, video çekiminin gerçekçiliğini bozmadan video içine aktarımıdır. Bu nesne, bir sinema filmi için senaryo gereği çekime dahil edilmesi gereken ve gerçek stüdyo ortamında oluşturulması zor hareketli-hareketsiz bir efekt ya da nesne olabilmektedir. Mimari sunumlarda ise çoğunlukla boş bir arazide veya bir arazi maketinde konumlanacak ya da mevcut bir yapının üzerine

montajlanacak sabit bir tasarım ürünü olarak karşımıza çıkacaktır. Orijinal çekime dahil edilecek ürünlerin iki sektörde de çok büyük farklar göstermemesi, süreçte kullanılacak yöntemlerin de benzer olmasını sağlayacaktır. Hareket eşleştirme yazılımlarıyla, belirlenen video üzerinden yapılacak çözümleme işlemi sonucunda, kamera rotasının çıkarılması bu aşamanın temelini oluşturmaktadır.

Çevre dokunun incelenmesine yönelik olarak fotoğraf çekimlerinin ardından, Photoshop gibi görüntü işleme yazılımlarıyla işlenerek ortaya çıkan sabit görsellerin veri olarak kullanımı mimari analiz sürecinde kullanılan yaygın bir yöntemdir. Aynı yöntemin hareketli görseller üzerinden kullanımı hareket eşleştirme ve video görüntü işlem yazılımlarıyla mümkündür. Bu aşamada amaçlanan, analizi değerlendirmeye yönelik algının kuvvetlendirilmesidir. Sonuç ürünün bir video görseli olduğu göz önünde bulundurulursa, sunum aşamasında işleyen sürecin bu aşamanın da temeli olduğu düşünülebilir. Fakat çevre dokunun işlenmesi 3-boyutlu geometrik analizi de içerdiğinden, yazılımın kamera rotası çıkarma özelliğinin dışında, 3-boyutlu uzay oluşturma niteliklerini de öne çıkarmaktadır ve ürün ortaya koymak üzere kullanımı gerekmektedir.

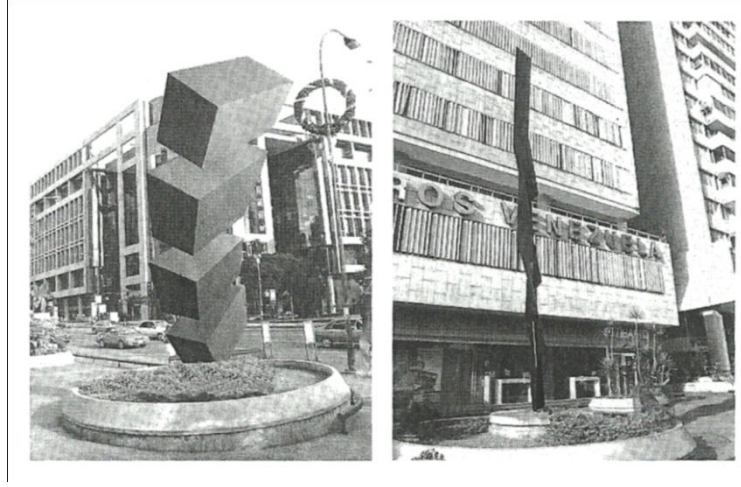
Bahsedilen yazılımların kullanım yöntemi olarak özelleşip farklılaştığı aşama ise mimari tasarıma başlangıç – konsept oluşum aşamalarıdır. Bu fark araştırmanın önceki bölümlerinde bahsedilen ve görsel efekt uzmanlarının hareket eşleştirme yazılımlarında kullandığı, otomatik ve manüel iz sürme yöntemleriyle ortaya çıkmaktadır. Film sektörü gibi alanlarda çözümleme işlemini yapan kişi orijinal çekimin özelliğine göre bu yöntemlerden birini seçer. Sonuç kamera rotasının hassasiyetinden memnun kalmazsa, seçtiği yöntemin yetersiz kaldığı noktada diğer çözümleme yöntemini devreye sokar. Yani bu alanda kullanılan farklı iz sürme işlemleri birbirilerinin eksiklerini giderecek biçimdedir.

Mimari tasarım sürecinde bu yöntemlere dair önerinin film sektörü gibi alanlarda kullanımından en büyük ve önemli farkı şudur; süreç, otomatik ve manüel iz sürme işlemlerinin bir seçim söz konusu olmadan birbirilerini destekleyecek biçimde kullanılmasını gerektirmektedir.

5.3.1 Mimari Analiz Sürecinde Hareket Eşleştirme Yazılımlarının Kullanımı

Kalay'ın (2004) 2 boyutlu grafiklerin sunum aracı olarak kullanımının dezavantajlarına dair bir önemli bir tespiti vardır. Ona göre grafiksel iletişimde iletişim aracı, mesajın kendisine ek olarak bilgiyi sunanın bakış açısının da çözümleme ve aktarımını yapar. “Perspektif çizimler, fotoğraflar hatta eskizler, mesajı gönderenin belirlediği ve aktarımı yaptığı bakış açısından

kayıt edilir.” “Mesajın alıcısının resmedilen objenin arkadan ya da yandan nasıl görüldüğüne dair bir fikri yoktur. Sadece gönderenin görünmesine karar verdiği kadarki kısma hakimdir.” Bu durumu örnekleyecek bir optik yanılsama heykeli Şekil 5.19’da görülmektedir.



Şekil 5.19 Caracas-Venezuela’deki optik yanılsama heykeli (Kalay, 2004)

“Heykel, üst üste dizilmiş bir dizi 3-boyutlu gibi gözüken küpü tasvir etmektedir. Fakat yan tarafından bakıldığında bunun optik bir yanılsama olduğu ortaya çıkmaktadır. Heykel aslında boyanmış bir metal levhadan ibarettir. Bu nedenle perspektif görseller ve illüstrasyonlar, bilgiyi aktaranın bakış açısını yansıtmayan ölçekli çizimlerden ve kullanıcıya ürünü kendi bakış açısından inceleme şansı veren ölçekli maketlerden ayrılmaktadır.” (Kalay, 2004)

Mimari analizde video çekimlerinin kullanımı, dikkat çekilen bu nokta açısından önem taşımaktadır. Video çekimleri, sabit görseller ile 3-boyutlu modeller arasındaki ara aşama olarak kabul edilebilir. Kullanıcıya ürünün incelenmesi açısından tam bir özgürlük sağlamasa da, çekimin niteliğine bağlı olarak bilgi aktarımı bir sabit görsele oranla daha fazla olabilmektedir. Daha önce de bahsedildiği gibi, analiz sürecinin video çekimleri üzerinden yürütülmesi görsel algıyı kuvvetlendirir niteliktedir ve bu sonuç, yöntemin önemini ortaya koymaktadır.

Bu metodun çevre analizi için kullanımına dair üç farklı öneri sunulmaktadır. Bunlar, dijital ortamda;

- Bina cephe oranlarının ifadesi
- 3-boyutlu çevre yapı dokusunun oluşturulması
- 3- boyutlu topografya oluşumudur.

5.3.1.1 Hareket Eşleştirme Tekniği İle Bina Cephe Oranlarının İfadesi

Özellikle korunması gereken tarihi bir dokunu yoğun olduğu alanlarda dikkate alınması gereken noktalardan biri, çevre binalarının cephe oranlarıdır. Bu nedenle cephe incelemeleri tasarıma başlamadan önce yapılması gereken analiz çalışmalarındandır. Genellikle çevre binaların fotoğraflanmasının ardından, bu fotoğrafların bir araya getirilip, siluet çizimleri yapılması ve cephe oranlarının grafiksel olarak ifade edilmesi yönünde bir çalışma yöntemi sürdürülmektedir.

Çevre dokusunun video çekiminin sonucu fotoğraf çekiminden elde edilen sonuçla benzerlik göstermektedir. Bunu sebebi her iki yöntemden elde edilen verinin 2-boyutlu oluşudur. Fakat video çekiminden elde edilen veri hareket eşleştirme yazılımlarına aktarıldığı durumda, bu bilgi 3-boyutlu çevre verisine dönüştürülebilmektedir.



Şekil 5.20 Hareket eşleştirme yazılımlarıyla bina cephe oranları ifade etme süreci

Bu yöntemin uygulanmasına yönelik izlenecek yol şu şekilde açıklanabilir:

Çevre verilerini sağlamak amacıyla, analizi yapılacak alanın video çekimi yapılır. Bu noktada önemli olan kesintisiz bir video çekiminde mümkün olan en fazla geometrik veriyi çekim içine dahil etmektir. Kamera paralaks oluşturacak şekilde konum değiştirmeli, zemin ve buna dik düzlemler kamera hareketleriyle kısmi de olsa çekimde gözükmelidir. Bu aşamaya dair ayrıntılı bilgi Bölüm 5.2.2’de verilmiştir.

Ardından video çekimi hareket eşleştirme yazılımına aktarılarak çözümleme işlemine tabi tutulur. Elde edilen geometrik verinin üzerine yazılımın manüel iz sürme işlemleriyle yeni referans noktaları eklenir. Elde edilen bu noktalar baz alınarak basit geometrik objelerle sahne şekillendirilir. Bu adım tercihe bağlı olarak hareket eşleştirme yazılımı içinde gerçekleştirilebilir ya da tüm sahne bir modelleme yazılımına aktarılarak burada çalışmaya devam edilebilir.

Araştırmanın bu bölümünü örnekleyecek bir çalışma, Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Yaz Uygulama Atölyesi 2010-Yalvaç-Isparta’daki Demokrasi Meydanı yeniden düzenleme çalışmaları kapsamında kahvehane dokusunun incelenmesi amacıyla çekilen videoların kullanımı ile gerçekleştirilmiştir.

Bu amaçla meydanın halk tarafından kullanımının yoğun olmadığı bir zamanda, el kamerasının yatay hareketinin sağlandığı çekim denemeleri yapılmıştır.



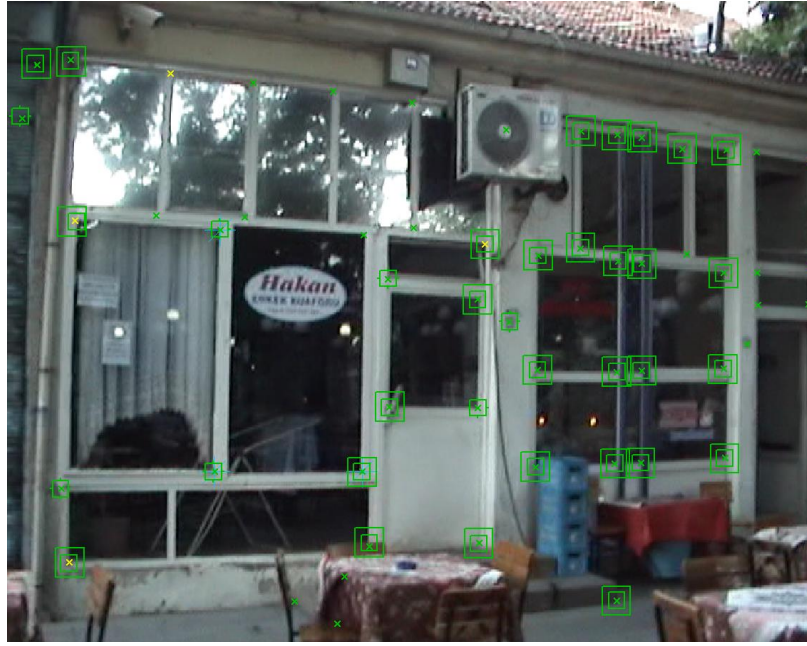
Şekil 5.21 Yalvaç- Demokrasi Meydanı video çekimi kareleri

Ardından hareket eşleştirme işlemi için en uygun çekim seçilerek, hareket eşleştirme yazılımı içerisine aktarılmıştır.

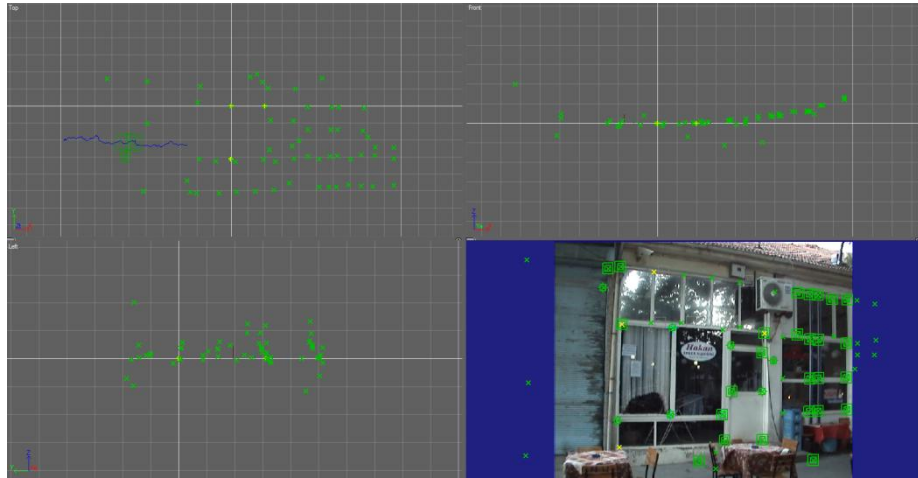
Hareket eşleştirme yazılımı içerisine alınan çekim otomatik iz sürme ve kalibrasyon işleminden geçirilmiştir. Fakat bu işlem sonucunda ortaya çıkan sonuç cam yüzeylerdeki yansılardan dolayı gerçekte bağdaşmayan 3 boyutlu noktaların ve tutarsız bir kamera rotasının yaratılmasına sebep olmuştur. Bu nedenden dolayı her karede en az 7 iz noktası sağlanacak şekilde manüel iz sürme işlemi gerçekleştirilmiştir. Seçilen noktaların mümkün olduğu kadar çok geometrik bilgi içermesine dikkat edilmiştir. Genellikle doğramaların köşe noktaları bu işlem için tercih edilmiştir. Doğrama kenarlarında seçilecek noktalar ise Bölüm 5.2.3’de değinildiği gibi, izin doğrama boyunca kaymasına neden olduğundan tercih edilmemiştir.

Noktaların uygunluğu tespit edildikten sonra kalibrasyon işlemi yapılmıştır ve kamera rotası ortaya çıkarılmıştır. Bu rota baz alınarak doğramalar üzerindeki iz noktaları sayısı, cephe bölüntülerinin oluşturulmasını sağlayacak referans noktaları sağlayacak şekilde arttırılmıştır (Şekil 5.22).

Çözümleme işleminin son adımı olan koordinat sisteminin yerleşimi referans olarak 3 noktanın seçilmesiyle tamamlanmıştır (Şekil 5.23) Bu şekilde 3-boyutlu çevreyi oluşturacak tüm bilgiler yazılımda sağlanmıştır.



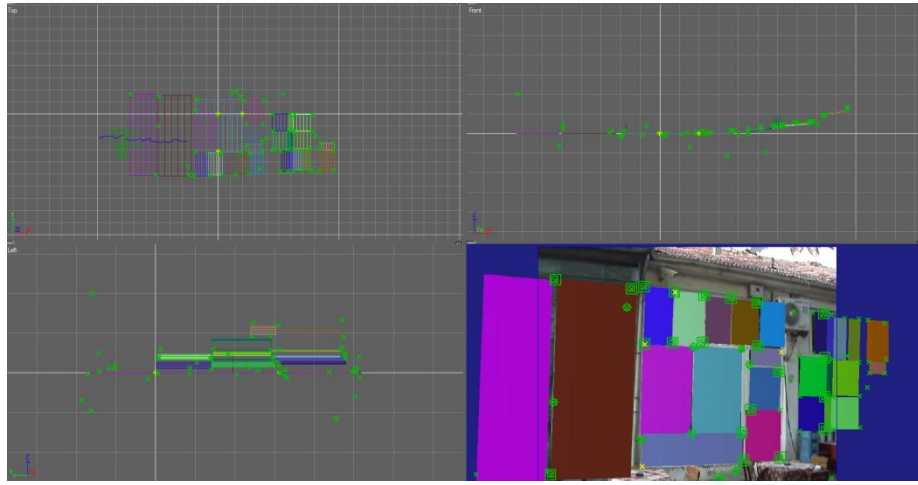
Şekil 5.22 Doğramalar üzerinde arttırılmış referans noktaları



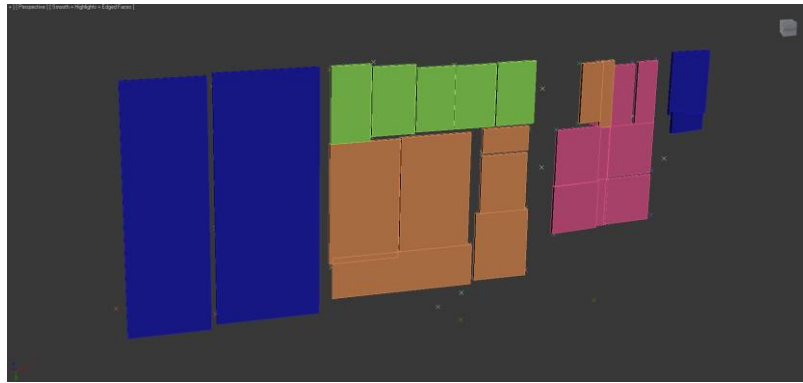
Şekil 5.23 Koordinat sistemi yerleşimi

Elde edilen geometrik verilerden faydalanılarak cephe bölüntülerini oluşturacak şekilde basit geometrik biçimler, yazılımın sağladığı 3 boyutlu obje ekleme arayüzü üzerinden sahne içine aktarılmıştır. Seçilen referans noktaları bu örnekte doğrama köşe noktalarıdır. Eklenen geometrik biçimler ise derinliği fazla olmayan dikdörtgenler prizmalarıdır (Şekil 5.24) Bu objelerin referans noktalarıyla örtüşmesini sağlayacak biçimde, boyut, konum ve doğrultularına müdahale edilmiştir

Sahne bu haliyle modelleme yazılımı içine aktarılarak sunum için son halini alacak şekilde düzenlenmeye başlanmıştır (Şekil5.25)

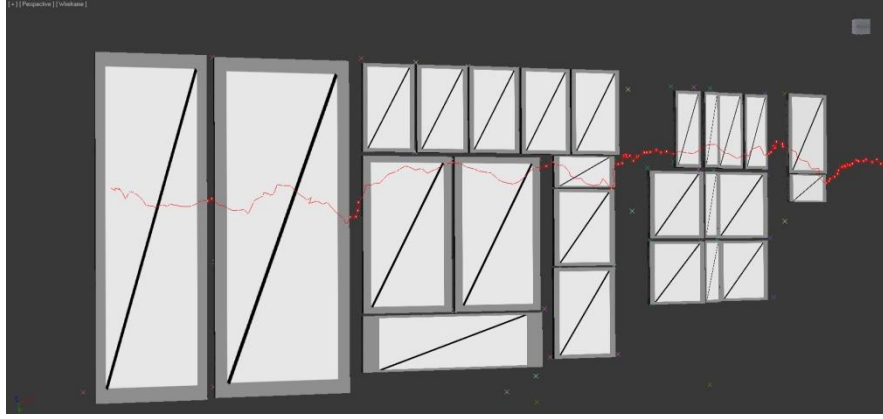


Şekil 5.24 Eklenen geometrik biçimler



Şekil 5.25 Modelleme yazılımına aktarılan objeler

Bu amaçla cephe oranlarını ifade edecek önceden hazırlanmış bir görsel, oluşturulan geometrilerin hepsine ayrı olarak atanmıştır. Ardından objelerin hizalanması amacıyla konum ve boyutlarına müdahale edilmiştir. (Şekil 5.26)



Şekil 5.26 Objelerin hizalanmış ve doku atanmış son hali

Son olarak tüm sahne, video arka plan olarak seçilerek render yapılmıştır (Şekil 5.27)



Şekil 5.27 Video render sonucu

Elde edilen bu veri, cephe bölüntü ve oranlarının ifadesinde, tek sekans içinde ortama ait bilgilerin yan yana getirilmiş sabit görsellere oranla daha fazla sağlanmasına bağlı olarak, daha zengin ve kuvvetlidir.

5.3.1.2 Hareket Eşleştirme Tekniği İle Üç Boyutlu Çevre Dokusunun Oluşturulması

Tasarım sürecine giriş aşamasında çevre bina dokusunun analizi ve bunun dijital ortama aktarımı genellikle bölgeye ait 2 boyutlu dijital verinin modelleme yazılımları aracılığıyla 3 boyuta dönüşümü şeklinde olmaktadır. Mimar için oldukça vakit alan fakat kaçınılmaz bir adım olarak bilinmektedir.

Daha evvel de bahsedildiği gibi amaca uygun bir çekim yapıldığı ve doğru çözümleme işlemi gerçekleştirildiği takdirde hareket eşleştirme yazılımlarının en verimli olduğu noktalardan biri, 3-boyutlu ortam oluşumudur. Bu yönleriyle, bahsedilen yazılımlar küçük ölçekte çevre dokunun oluşturulmasında kullanım için idealdir ve zaman kazandırıcıdır. Çalışma ölçeğini belirleyen ya da sınırlayan etmen ise video çekim rotası ve çekim sürekliliğidir. Video çekim rotası ani bir değişime ya da kesintiye uğradığında elde iki farklı görsel veri olacak ve bunların 3 boyutlu ortamda birleşimi için yine 2 boyutlu verinin altlık olarak kullanımı zorunlu olacaktır. Örneğin; mimarın çekim rotasını değiştirip o anda incelediği sokaktan, bir

diğer paralel sokağa geçmesi çevre verilerini sağlayacak görsellerde kopukluğa neden olacaktır.

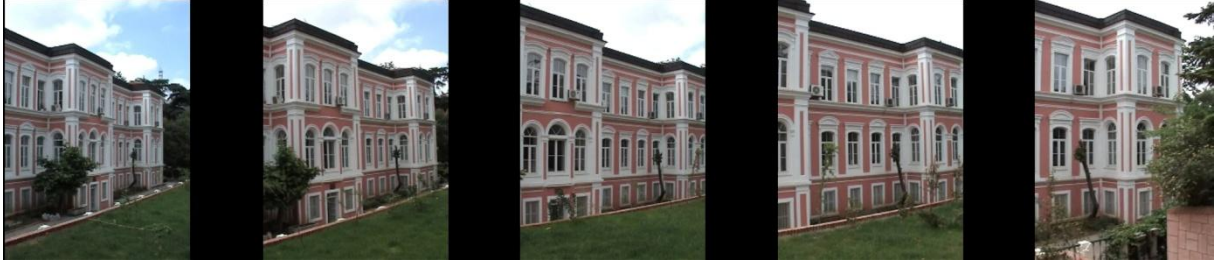
Bu aşamaya dair izlenecek yöntem cephe oranları incelemesine kullanılan yöntemden farklılık göstermemektedir. Değişiklik, incelenen alanın ve oluşturan geometrilerin ölçekleri bazındadır.

Küçük ölçekte çevre dokunun basitçe modellenmesine dair bir örnek Yıldız Teknik Üniversitesi Çukursaray Binası video çekimi üzerinden yürütülmüştür.



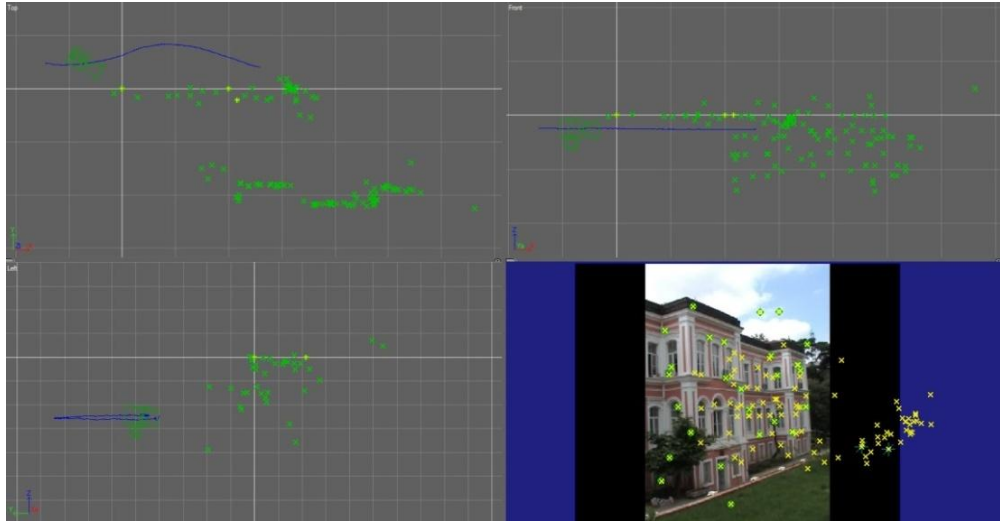
Şekil 5.28 Hareket eşleştirme yazılımlarıyla çevre dokusu oluşturma süreci

Belirlenen binanın kütsel ifadesini ve oluşturulacak çevreye ait bir zemin düzlemini yazılımda belirlemek üzere, bu elemanları mümkün olduğunca kapsayacak bir çekim yapılmıştır (Şekil 5.29).



Şekil 5.29 Çukursaray binası video çekimi kareleri

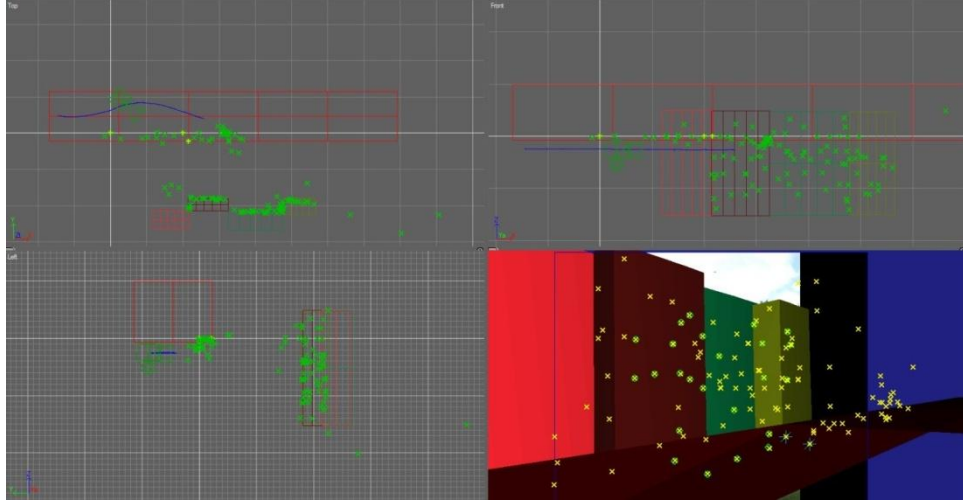
Elde edilen çekim, yazılım içine aktarılarak otomatik çözümleme işleminden geçirilmiştir. Kamera rotasının yanı sıra zemin düzlemini ve binayı oluşturacak referans noktaları bu işlem sonucunda bulunmuştur. Şekil 5.30'da bulunan noktalar ve oluşturulan koordinat sistemi görülmektedir. Yazılımın ihtiyacı olan iz noktalarını çekimde bulabilmesine bağlı olarak, el



Şekil 5.30 Bulunan noktalar, kamera rotası ve koordinat düzlemine yerleşim

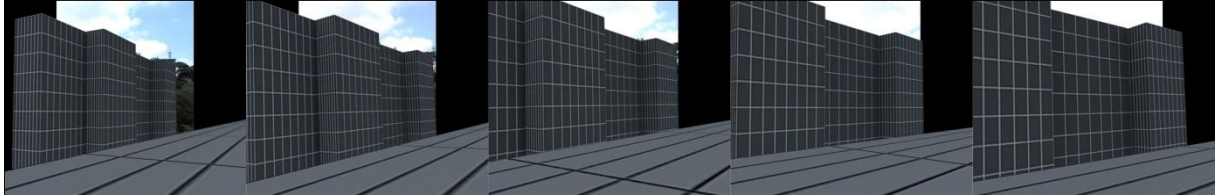
ile müdahaleye gerek kalmamıştır. Bu durum, yapılacak çekimin çözümleme işlemi aşamasında, kullanıcının müdahale miktarını belirlemesi açısından önemini kanıtlar niteliktedir. Doğru çekim yapıldığında, sonuca her zaman daha kısa sürede ulaşılabilecektir.

Elde edilen referans noktaları baz alınarak, yazılım içerisindeki obje ekleme özelliğiyle binalar ve zemin düzlemi kütleli olarak oluşturulmuştur (Şekil 5.31)



Şekil 5.31 Zemin düzlemi ve binaların kütleli ifadesi

Son olarak tüm sahne 3-boyutlu modelleme yazılımı içine alınarak video render'ı yapılmıştır (Şekil 5.32). Bu sayede hem analizin sonucuna dair bir sunum örneği hem de tasarım sürecinde kullanmak üzere çevre binaların dijital ortamdaki kütleli verilerine sahip olunmuştur. Bir sonraki adımda elde edilen bu kütleli veriler modelleme yazılımında ayrıntılı olarak işlenip (malzeme atanması ve detaylı modelleme işlemleri), sahne içine yerleştirilen tasarım alternatifi ile sunum son şeklini alabilecektir.

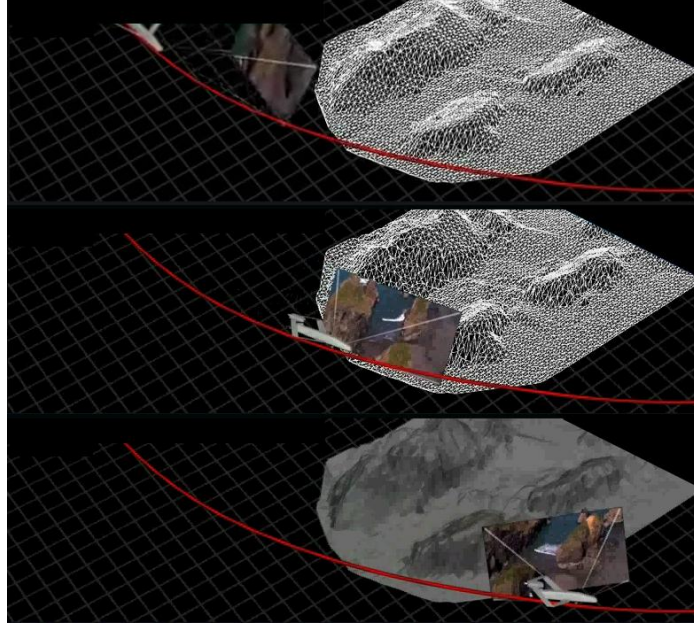


Şekil 5.32 Video render sonucu

5.3.1.3 Hareket Eşleştirme Tekniği İle Üç Boyutlu Topografya Oluşumu

Hareket eşleştirme yazılımlarının en etkili olduğu ve farklı sektörlerde kullanımına örnekler bulunduğu bir diğer alan ise video görseli üzerinden topografya oluşturma işlemidir. Bu özellik sinema sektöründen askeriye kadar kullanıma açıktır. Stratejik üstünlük sağlamak amacıyla, operasyon öncesi arazi bilgilerinin üç-boyutlu ortama aktarılıp eğitimlerde kullanılması askeri sahada kullanıma örnek gösterilebilir [2]. (Şekil 5.33) Film endüstrilerinde kullanım ise genellikle efektlerin ya da sahne içine montaj edilen nesnelerin görsel gerçekçiliğini sağlamak şeklindedir. Amaç çekimden elde edilen veriyle arazinin dijital ortamda üretilmesini sağlayarak, eklenen objelerin arazi yüzeyine düşürdüğü gölgelerin doğru bir biçimde sahnede yer almasıdır (McKenzie vd., 2008). “The Chronicles of Narnia:

TheLion, the Witch, and the Wardrobe” filmi için üretilen arazi modeli ve görsel efektlerin eklenmesiyle oluşan sonuç ürün Şekil 5.34’de görülmektedir.



Şekil 5.33 2d3 Vicon Boujou yazılımı ile arazi oluşturma sürecinin temsili ifadesi [2]



Şekil 5.34“The Chronicles of Narnia: TheLion, theWitch, and the Wardrobe” filmi görsel efekt aşamaları (McKenzie vd., 2008)

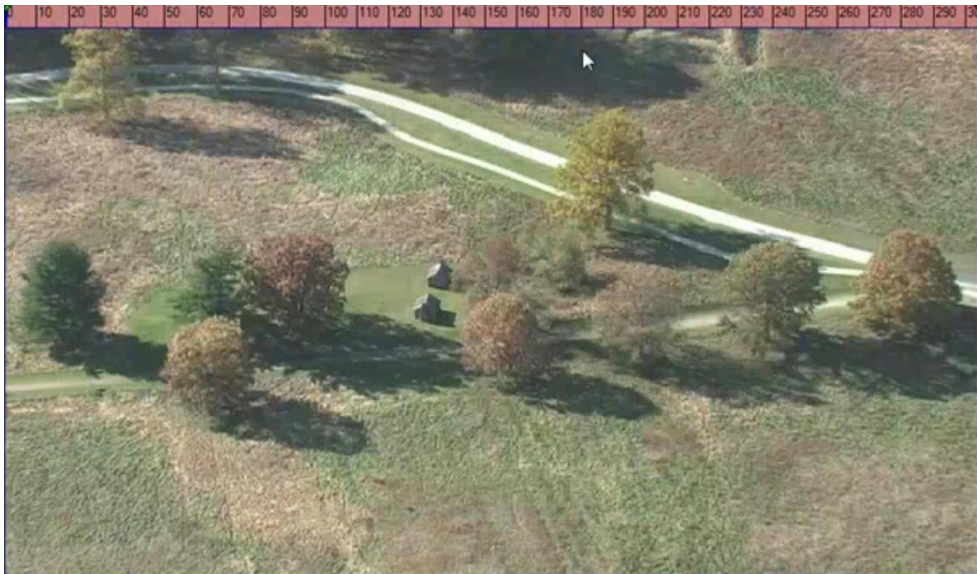
Mimarlıkta bu yöntemi kullanımı diğer alanlara kıyasla daha sınırlıdır. Geniş alanlarda arazi çekimi yapmak için gerekli imkanların bulunmayışı kısıtlayıcı bir etmendir. Profesyonel ekiplerin kullandığı havadan çekim (örneğin flying cam) teknikleri oldukça pahalıdır. Bu nedenle, yöntemin kullanımı ancak uygun, geniş ve boş arazilerde göz hizasında çekimlerle ya da çekimi yapılacak alandan daha yüksek bir konumda yatay kamera hareketinin sağlandığı çekimlerle mümkün olabilmektedir.



Şekil 5.35 Hareket eşleştirme yazılımlarıyla topografya oluşturma süreci

Araştırmanın bu kısmında hareket eşleştirme yazılımlarında üç boyutlu arazi oluşturma işleminin adımları Syntheyes yazılımının eğitim videosu üzerinden açıklanacaktır.

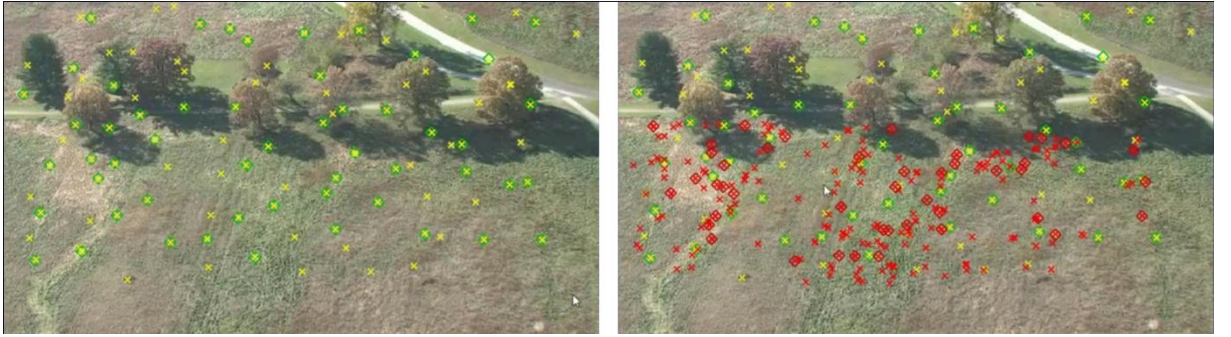
Her çözümleme işleminde olduğu gibi, ilk adım çekimin yazılım içerisine aktarılması işidir. Şekil 5.36’da çekimi yapılan park görülmektedir. Videoda bulunan yeşil doku iz noktası bulunması açısından oldukça avantajlıdır. Görüntü bulanıklaşmadığı sürece iz sürme açısından hiçbir problemle karşılaşılmayacak ve fiziksel iz sürme işaretçilerine ihtiyaç duyulmayacaktır.



Şekil 5.36 Arazi çekiminden bir kare [3]

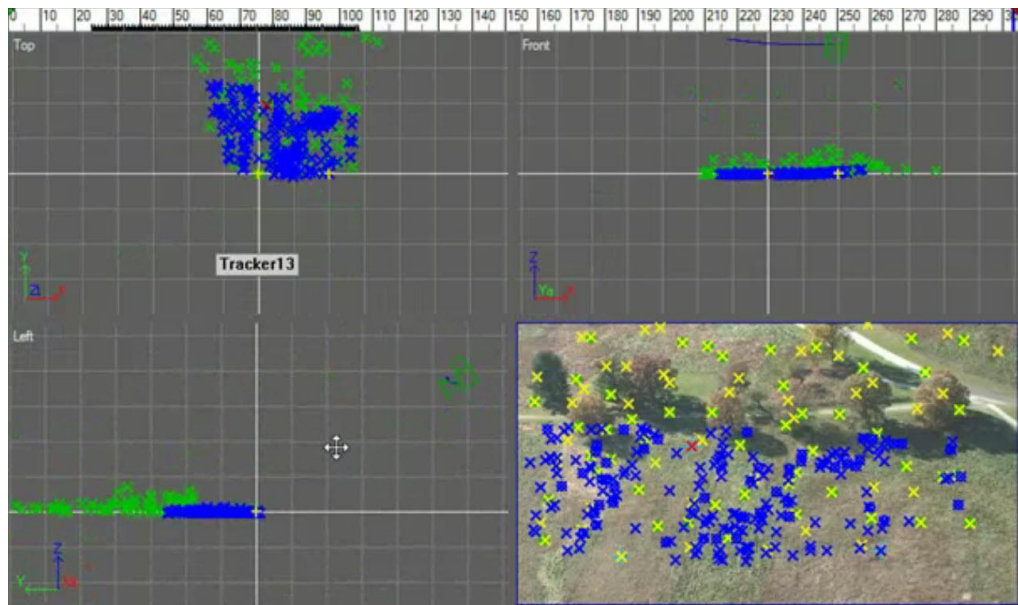
İkinci adımda otomatik iz sürme ve kalibrasyon işlemleri yapılmaktadır. Yazılım herhangi bir kullanıcı müdahalesine gerek kalmadan 3.boyutta noktaları bulmuş ve kamera rotasını çıkarmıştır.

Bir sonraki adımda ise, daha evvel incelenen örneklerde bahsedilmeyen ve arazi formunun hassasiyetini artırmaya yönelik bir müdahale yapılmaktadır. Bu işlem nokta sayısının artırılması işidir. Genellikle organik formlar ve araziler için uygulandığında doğru sonuç verecek olan bu işlem, eldeki mevcut noktaların 3 boyutlu konumları referans alınarak ve muhtemel yüzeyler üzerine ekstra nokta yerleştirilerek, oluşturulacak yüzeyin geometrik hassasiyetini arttırmaktadır. Şekil 5.37’de arazinin üzerinde nokta artırımı öncesi ve sonrasındaki durum görülmektedir.



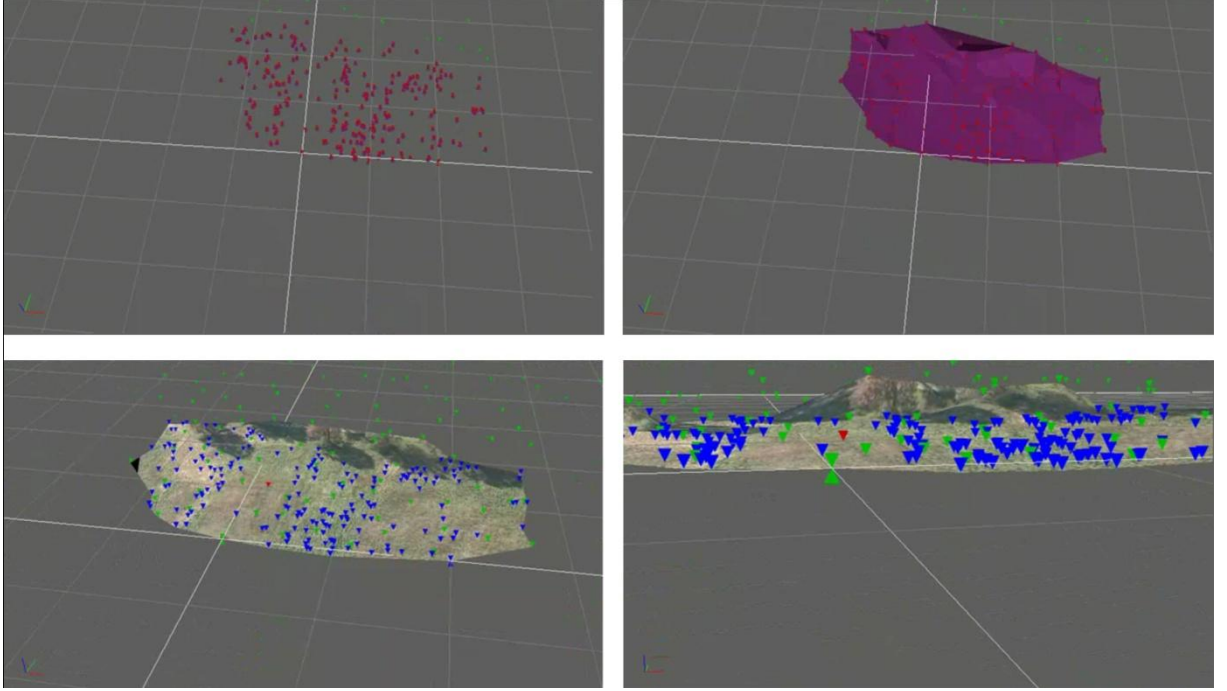
Şekil 5.37 Çözümleme işlemi sonrasında arazi üzerinden bulunan noktalar [3]

Zemin düzlemini belirlemek ve koordinat sistemini oturtmak üzere arazi üzerinde 3 adet referans nokta seçilmiştir.



Şekil 5.38 Koordinat sisteminin yerleşmiş hali [3]

Son adımda, elde edilen bu noktalar yüzey oluşturmak üzere seçildikten sonra verilen komutla yazılım noktaların arasını örmeye başlayacaktır. Görsel ifadeyi zenginleştirmek üzere arazi üzerine çekimden otomatik olarak doku projekte edilmesi de mümkündür.



Şekil 5.39 Arazi yüzey oluşum adımları [3]

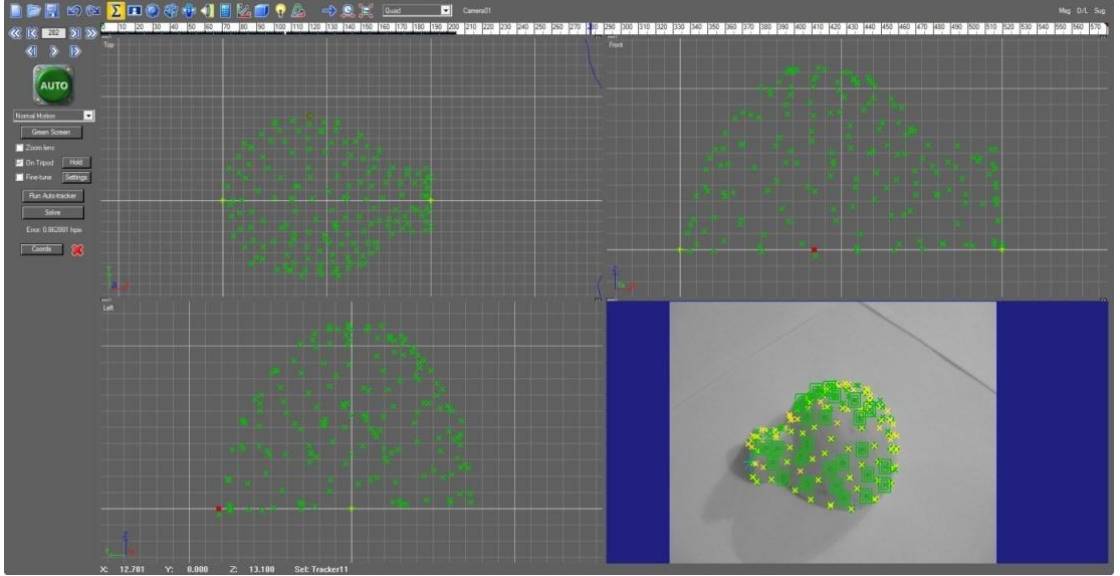
Bu örneği prensip olarak takip eden bir çalışma, elde üretilen amorf bir objenin dijital ortama aktarılmasının denenmesi üzerinden yürütülmüştür.

Bunun için seramik hamurundan amorf bir form oluşturulup, yazılımın bu formu algılaması için siyah bir kalemle obje işaretlenmiştir ve ardından objenin çekimi yapılmıştır (Şekil 5.40).



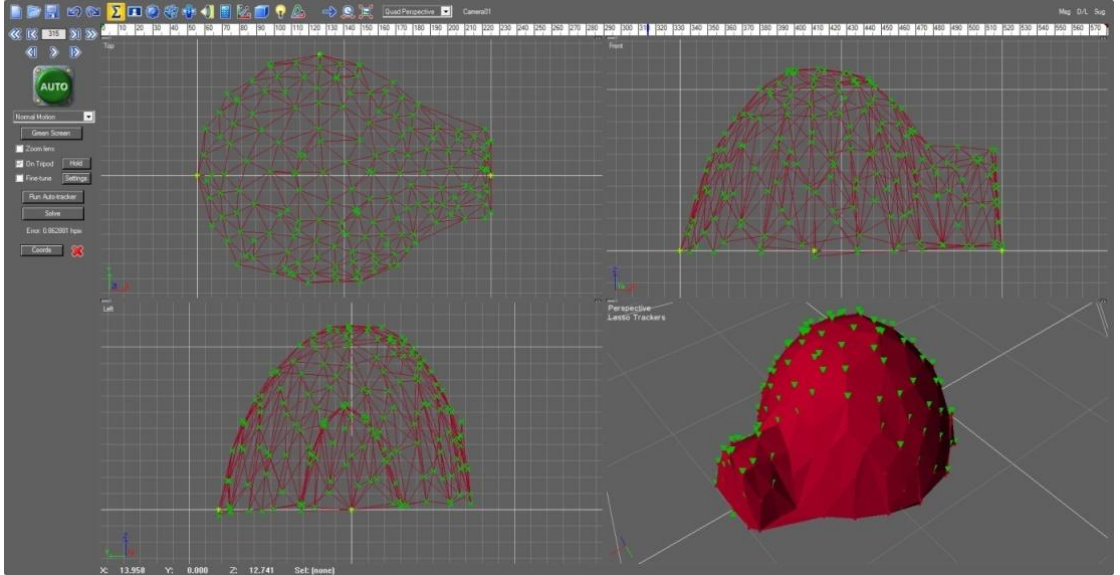
Şekil 5.40 Seramik hamurundan üretilmiş form

Elde edilen çekim hareket eşleştirme yazılımına aktarılarak çözümleme işlemine tabi tutulmuştur. Yazılım, işaretlenmiş noktaların büyük bir kısmını otomatik iz sürme işleminde bulabilmiştir. Açıkta kalan noktaların izi, oluşacak formun hassasiyetini arttırmak üzere manuel olarak sürülmüştür. Şekil 5.41’de bulunmuş noktalar görülebilmektedir.

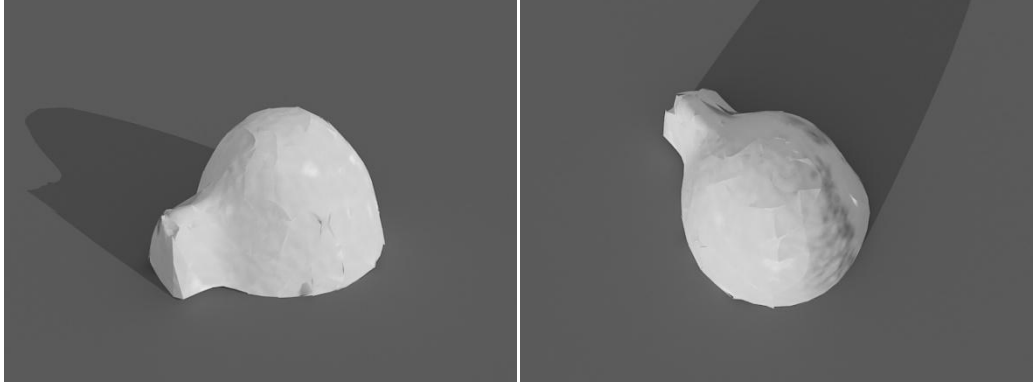


Şekil 5.41 Çözümleme işlemi sonucunda oluşturulan noktalar

Bu işlem sonunda tüm noktalar seçilip yazılım içinden yüzey oluşturma komutu verilmiştir. Oluşan modelin ham hali Şekil 5.42’de görülmektedir.



Şekil 5.42 Yüzey örme işlemi ardından elde edilen sonuç



Şekil5.43 Render sonucu

5.3.2 Mimari Konsept Oluşturma Sürecinde Hareket Eşleştirme Yazılımlarının Kullanımı

Tasarıma başlangıç ve konsept oluşum süreci, tüm sürecin en önemli kısımlarından biridir. Bu adım öncesinde yürütülen analiz aşaması ne kadar verimliyse ve elde edilen veri ne kadar kullanılıyorsa, tasarımı başlatacak ve yön verecek o denli bilgiye sahip olunacaktır. Proje alanı incelenmesi, alanda eskiz çalışmaları, çevre doku analizi, çalışma alanı tarihi değere sahip mimari ya da kültür öğelerini barındırıyorsa tarih araştırması bu süreçte önem tutmaktadır. Analizi bu noktalarda destekleyen en önemli verilerden biri ise görsellerdir. Tasarımda göz önünde bulundurulacak unsurların ve belirlenen tasarım kriterlerinin gizli bilgisi bu görsellerde kayıtlıdır. Bu nedenle sürecin tamamında bu verilerden faydalanmak büyük öneme sahiptir. Görsel örnekleri, fotoğraf çekimleri, video çekimleri, illüstrasyonlar ve resimler şeklinde karşımıza çıkabilmektedir.

Tasarım sürecinin bu adımıyla hareket eşleştirme yazılımlarının bütünleştirilmesine çalışılmasındaki amaç, görsel verilerin en etkili örneklerinden biri olan video çekimlerinin süreç içinde verimli bir şekilde kullanılmasıdır. Bahsedilen yazılımların video çekimi üzerinden hesaplama gücüyle;

- Tasarım alanına ait 3-boyutlu çevre bilgisi oluşturulabilecek
- Yapılan eskiz denemeleri, oluşturulan dijital ortama aktarılacak ve bu veriler üzerinden tasarım geliştirilebilecek
- Çalışma alanına ait görsel referans verileri tasarım süresince mimarın **gözü önünde** olacaktır.

Bahsedilen yöntem gerçek çevre verilerinin olduğu boş bir arazi üzerinde plan yerleşimi adımında uygulanabileceği gibi, mevcut bina kütlelerinin var olduğu bir ortamda cephe

alışmalarında da uygulanabilir. Tasarım aşamasının ilerleyen adımlarında ise, evre kütlelerinin ve tasarım alanına ait konsept kütle çalışmalarının yapıldığı bir maket üzerinde istenilen düzlemde uygulanabilir. Maket çalışmasının getirdiğı en büyük avantaj, çekime dahil edilecek unsurların mimar tarafından belirlenebilmesi ve görsel verinin maksimumda sağılanabilmesi için istenilen çekimi yapabilmesidir. Amaca yönelik bir maket yapılması, kamera görüş alanının dışında kalması istenen bina kütlelerinin kaldırılıp çekim yapılmasına imkan verecektir.

nerisi sunulan bu çalışma tekniğı araştırma kapsamında iki farklı biçimde örneklenmiştir. İlk rnek plan yerleşim adımında kullanıma dairdir. İkinci rnek ise cephe çalışması yapmak üzere bir cephe eskizi üzerinden yürütülmüştür. Her iki çalışma da, belirlenen bir makete ait çekimlerin hareket eşleşirme yazılımına aktarılıp işlenmesiyle yapılmıştır.

Bu bölümde sırasıyla maketin çekime hazırlanmasına dair adımlar ve maket üzerinde plan ile cephe çalışmalarına ait süreç aktarılacaktır.

5.3.2.1 Belirlenen Maketin ekime Hazır Hale Getirilmesi

5.2.1 bölümünde değınilen çözümlleme işlemini kolaylaştıracak maket malzemesi seçim kriterlerine uygun bir maket şekil 5.44’de görülmektedir. Farklı malzeme dokularının ve paralaks oluşturmaya yarayacak geometrik verinin mevcut oluşu, maketin bu çalışma denemesi için seçilmesinde belirleyici kriterler olmuştur.



şekil 5.44 Kullanım için belirlenen maket

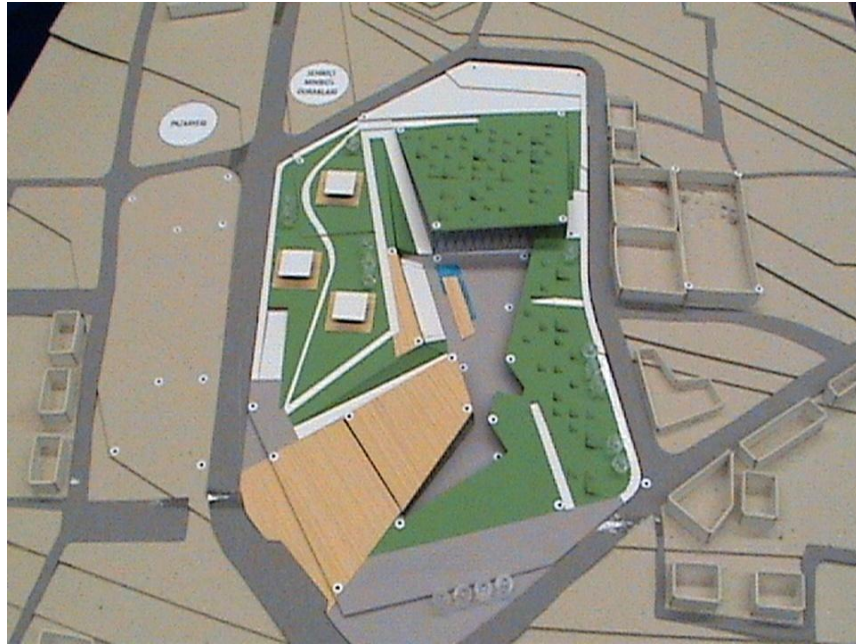
Bu aşamada maket çekimlerinde iz sürme işlemini kolaylaştırması, mimara tasarım alanının tanımlanması ile tasarım objesinin yerleşimi aşamasında referans noktası sağlanması açısından elde üretilen iz sürme işaretçilerinin, maketi tanımlayacak belirli noktalara yerleştirilmesi uygun görülmüştür. İz sürme işaretçilerinin kısa sürede ve kolayca üretilmesi için şu yöntem geliştirilmiştir:

- Dijital ortamda bir kenarı 2.5 mm olan eşkenar üçgenler çizilip içi siyah renkle taramıştır. Oluşturulan çizimin A4 kâğıda çıktısı alındıktan sonra işaretçilerin dairesel olarak kesilebilmesi için bir delgeç kullanılmıştır.



Şekil 5.45 İz sürme işaretçisi üretimi

Elde edilen bu iz sürme işaretçileri maketin uygun noktalarına yerleştirilmiştir. Özellikle çalışma alanının bu noktalarla tanımlanması önem taşımaktadır. Şekil 5.46’da maketin çekime hazır hali görülmektedir.

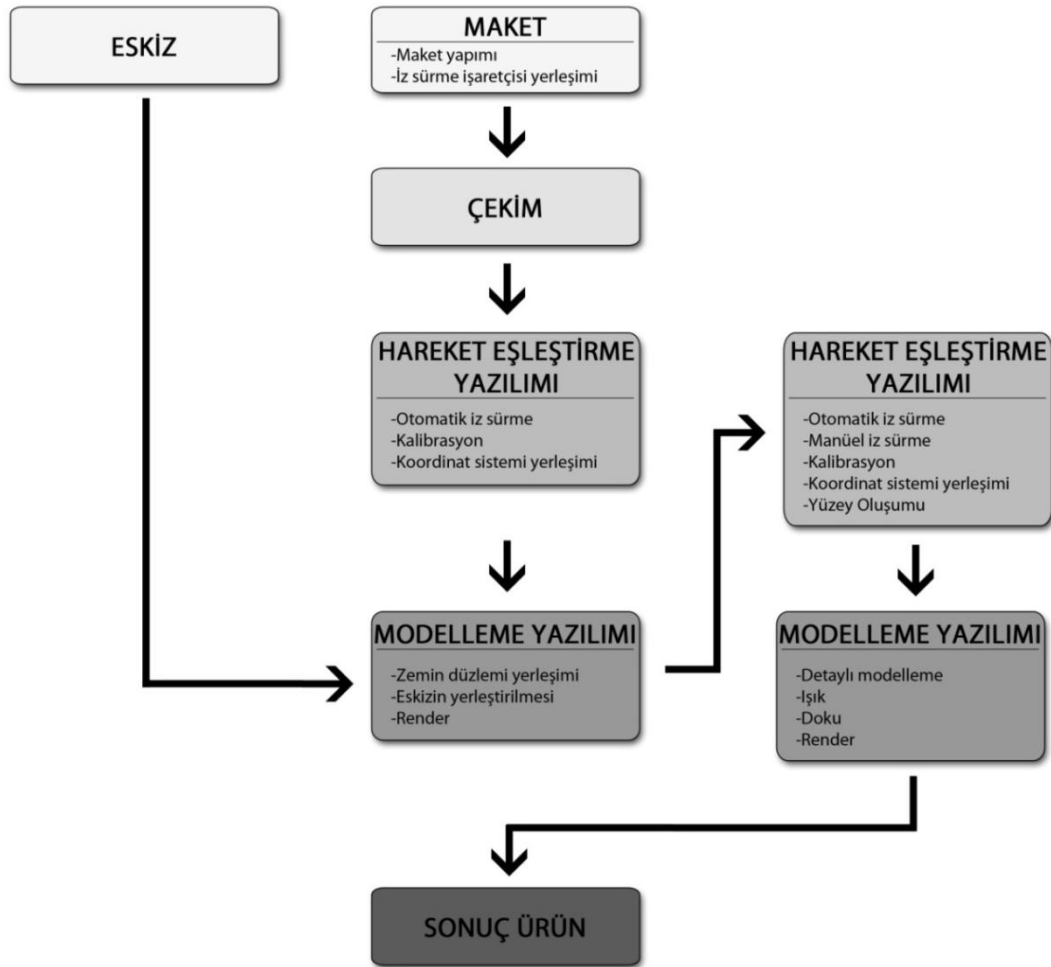


Şekil 5.46 Maketin çalışmaya hazır son hali

5.3.2.2 Hareket Eşleştirme Yazılımları İle Arazi Üzerine Plan Şeması Yerleştirme Örneği

Bu çalışmada, tasarım adımında plan yerleşim kararlarının alınmasında, hareket eşleştirme yazılımlarının kullanılması ve sağladığı olanaklar incelenmiştir.

Hareket eşleştirme yazılımlarının kullanımıyla sağlanmaya çalışılan, tasarımı yapacak alana dair ön çalışmaların yapılması ardından çıkacak plan şemasının oluşturulması ve alana ait video çekiminden gelen çevre verilerinin etkili bir biçimde kullanılması amacıyla bu şemanın dijital ortama aktarılmasıdır. Hareket eşleştirme yazılımlarının devreye girdiği nokta, bu ön tasarımın çevre verileriyle eşleşmesi ve daha ileriki bir adımda bu ön tasarımın geliştirilmesi amaçlı ek müdahalelerin yapılmasıdır. Bahsedilen çevre verileri, alandaki mevcut bina dokusuna dair geometrik veriler olabileceği gibi, arazi yapısını gösteren topografya verileri de olabilmektedir. Özellikle eğimli arazilerde, tasarım kütesinin araziye oturmasına yönelik referans bilginin bu yazılımlarla sağlanması, mimarın işini oldukça kolaylaştıracağı öngörülmüştür.



Şekil 5.47 Hareket eşleştirme yazılımlarıyla plan şeması yerleşim süreci

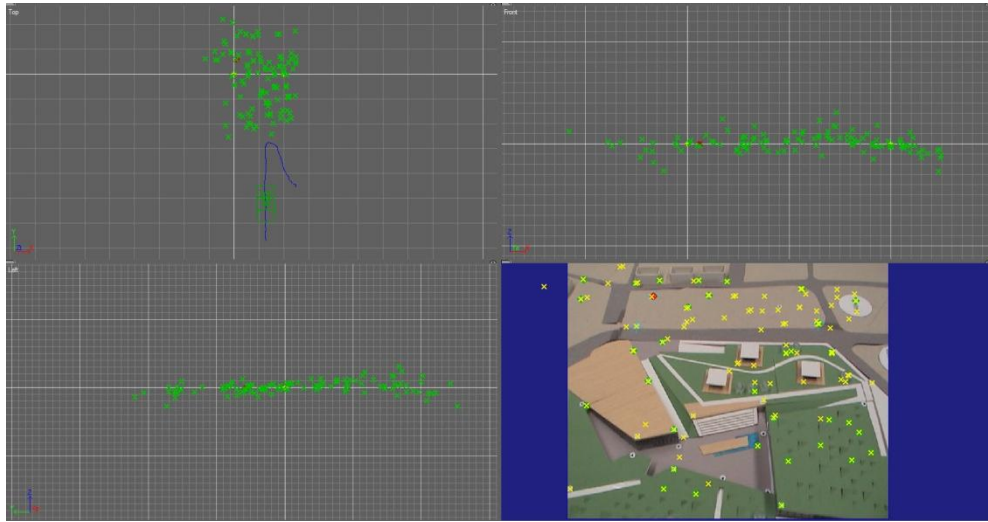
Süreç orijinal çekimin yapılmasının ardından çözümleme verisi ve orijinal çekime eklenen görsel verinin modelleme yazılımı ve hareket eşleştirme yazılımı arasında hareket etmesine dayanmaktadır. Tüm sürece yönelik örnek çalışmanın adımları bu bölümde açıklanmıştır.

Çalışmanın ilk adımında çalışma alanını kapsayan ve yazılıma yeterli geometrik veriyi sağlayacak çekim yapılmıştır. Çekim esnasında tasarım alanının çekim alanı dışında kalmamasına ve kameranın fazla sarsılmadan akıcı ve düzgün bir rotada hareket ettirilmesine dikkat edilmiştir.



Şekil 5.48 Plan şeması yerleşim çalışması için yapılan çekimden kareler

Bundan önce bahsedilen her örnekte olduğu gibi hareket eşleştirme işleminin ilk adımı, hazırlanmış makete ait ham çekimin yazılım içine aktarılıp otomatik çözümleme işlemine tabi tutulmasıdır. Bu işlemi, zemin düzlemi üzerinde belirlenen 3 adet noktanın seçilerek koordinat sisteminin tanımlanması işlemi izlemektedir. Çözümleme işlemi sonucunda elde edilen nokta bulutu ve kamera rotası Şekil 5.49’da görülmektedir.



Şekil 5.49 Çözümleme işlemi sonrası bulunan 3-boyutlu nokta konumları ve kamera rotası

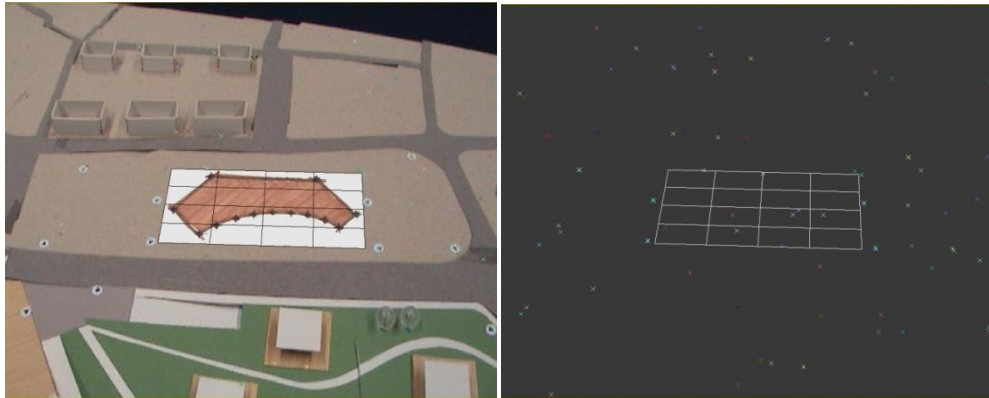
Elde edilen bu çözümleme verisi çevre verilerinin ortaya çıkarılmasındaki ilk adımdır. Aynı veri bir sonraki adımda 3- boyutlu modelleme yazılımında plan şemasına ait önceden hazırlanan eskizin zemin düzlemine yerleştirilmesi için kullanılacaktır.

Bu eskiz dijital ortamda hazırlanmalı ya da hazırlandıktan sonra dijital ortama aktarılmak üzere taranmalıdır. Eskizin hazırlanması aşamasında dikkat edilmesi gereken en önemli unsur, çizime ait geometrinin çözümleme yazılımı tarafından algılanmasının sağlanmasıdır. Bu yeterlilik çizim yapılma aşamasında sağlanabileceği gibi, çizim sonrası Photoshop gibi bir grafik tasarımı yazılımıyla müdahale ile de sağlanabilmektedir. Mevcut örnekte eskiz çalışması amaca uygun yapılmıştır ve herhangi bir dijital müdahaleye gerek kalmamıştır. Şekil 5.50’de görüldüğü gibi plan şemasında yazılımın algılaması istenen noktalar işaretlenmiştir. Bu noktalar genellikle yapının dış kabuğunu belirleyen köşe noktalarıdır. Cephenin eğrisel bir form aldığı ön kısımda hassasiyetin artırılmasına yönelik olarak işaretlenen nokta sayısı (ya da bölüntüler) da çoğaltılmıştır.

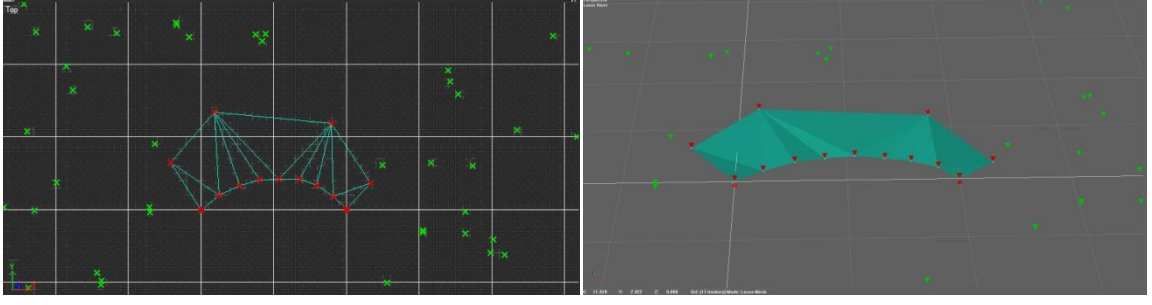


Şekil 5.50 Hareket eşleştirme işleminde kullanılmak üzere hazırlanan eskiz çalışması

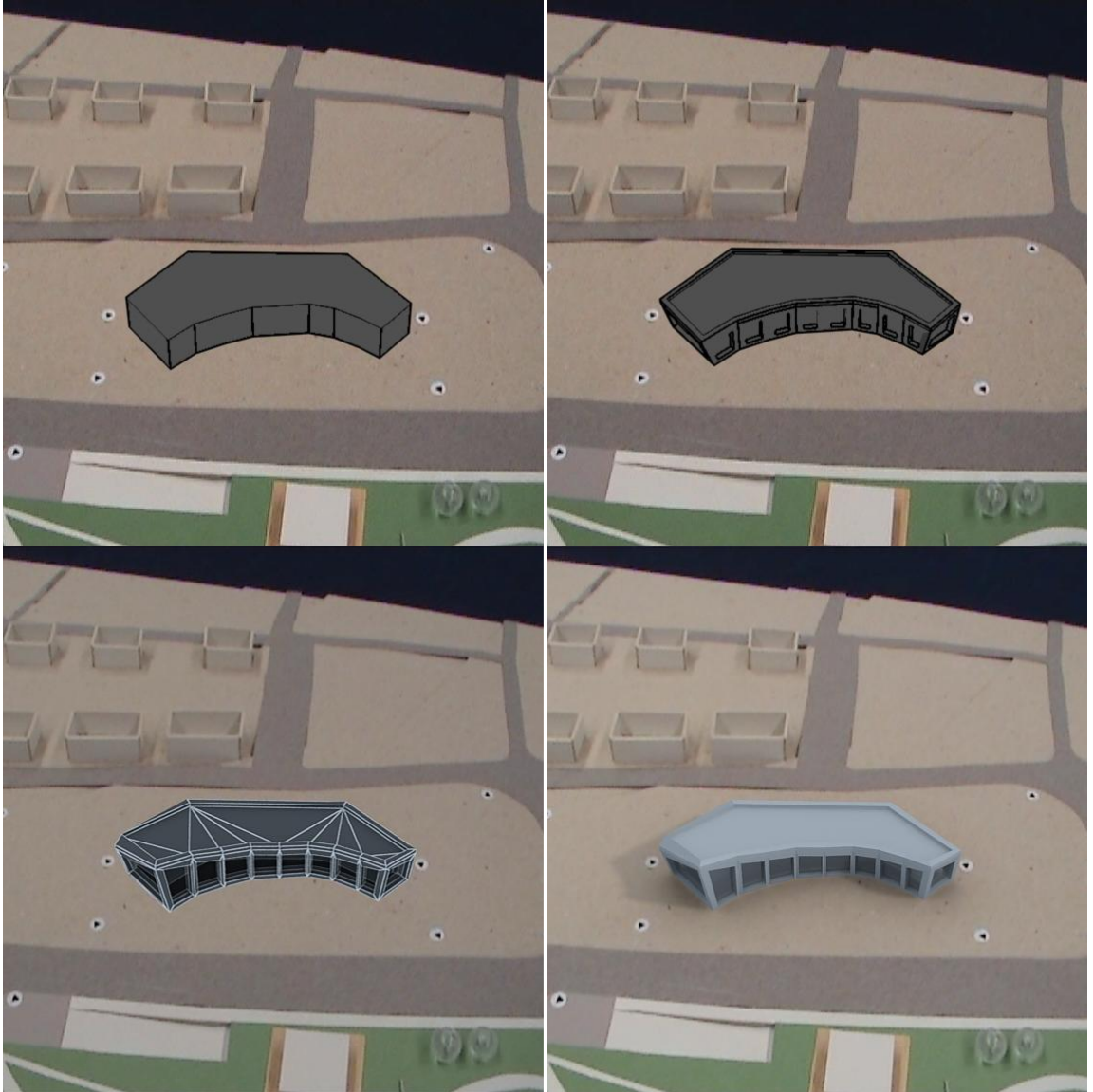
Çözümleme verisi 3-boyutlu modelleme programına aktarıldıktan sonra yazılımdan gelen referans noktalar ve koordinat sistemi yardımıyla bina kütlesinin sınırlarını belirleyen bir dikdörtgen düzlem yerleştirilmiştir. Bu düzlem üzerine taranmış eskiz görselinin atanmasının ardından tüm sahne render edilmiştir(Şekil 5.51). Çıkan yeni video görselinde, tasarım alanı üzerinde eskiz çalışması görülebilmektedir (Şekil 5.52).



Şekil 5.51 3-boyutlu modelleme yazılımında yerleştirilen düzlem



Şekil 5.54 Bina dış sınırlarını belirleyen geometri



Şekil 5.55 Kütle oluşum adımları

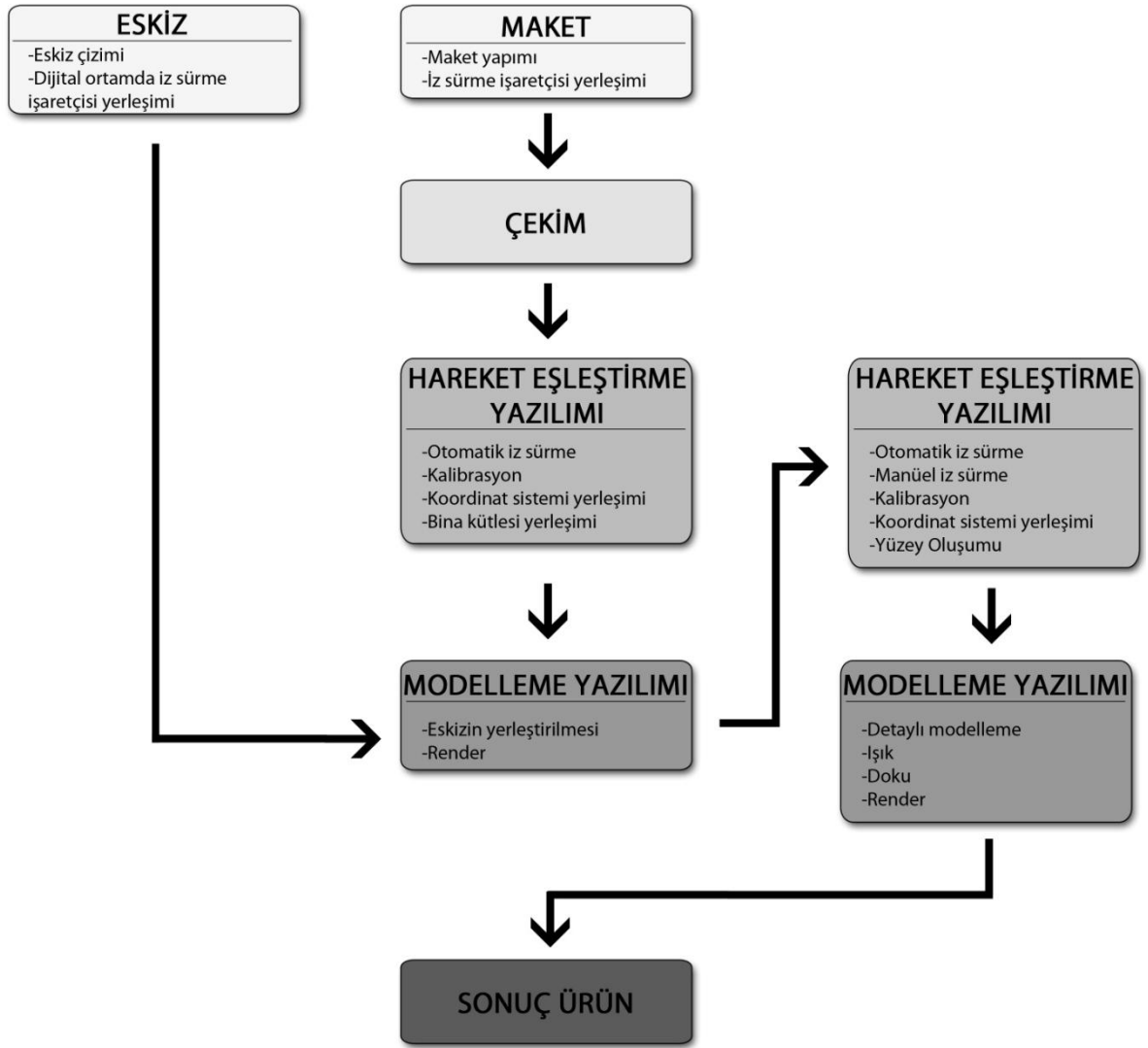
5.3.2.3 Hareket Eşleştirme Yazılımları İle Cephe Çalışması Örneği

Bu çalışmada, tasarım adımı cephe tasarımı kararlarının alınmasında, hareket eşleştirme yazılımlarının kullanılması ve sağladığı olanaklar incelenmiştir.

Önerilen teknik iki farklı seviyede uygulanabilmektedir. İlk öneri basit bir arazi ve çevre maketi üzerinden, yerleşim kararları alınmış bir kütleye ait cephe tasarım eskizlerinin dijital ortama aktarılması ve bu ortamda tasarıma devam edilmesidir. Bu yöntem uygulandığında cephe kararlarının 2 boyutta kalmaması sağlanacaktır. Çalışma sonunda üçüncü boyutta gözlemlenecek sorunlara daha hakim olunacağı ve buna bağlı olarak tasarımda gelişim olacağı öngörülmüştür.

İkinci öneri ise çevre analizi tekniklerinin tasarımla birleşmesini sağlamaya çalışan daha gelişmiş bir yöntemdir.

Özellikle tarihi dokunun yoğun olduğu alanlarda cephe oranlarının, kat yüksekliklerinin ve dolu-boş oranlarının analizi büyük öneme sahiptir. Bu adımda hareket eşleştirme yazılımlarının kullanımıyla sağlanmaya çalışılan, cephe tasarımlarını yaparken mevcut çevre bina dokusunun göz önünde bulundurulmasını sağlamak ve çekimden gelen verilerin bu adımda kullanılmasını sağlamaktır. Araştırmanın önceki adımlarında bahsedilen, “hareket eşleştirme yazılımları yardımıyla çevre analizi” tekniklerinin kullanımı sonucunda elde edilen verilerle bir cephe eskizinin üst üste bindirilmesi ve çalışmanın bu şekilde yürütülmesi ile tasarım kalitesinin arttırılabileceği öngörülmüştür.



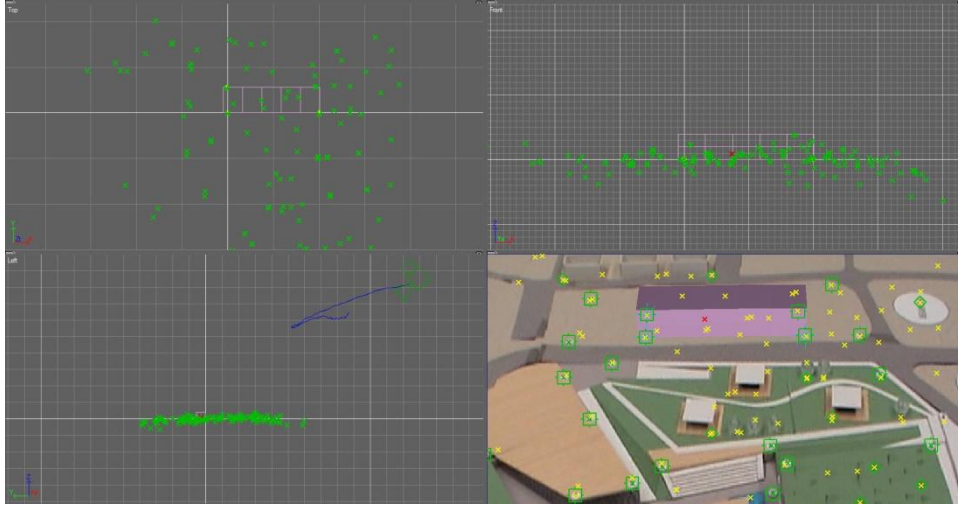
Şekil 5.56 Hareket eşleştirme yazılımlarıyla cephe tasarımı süreci

Bu yöntemin uygulanma adımları, aynı tekniğin plan şeması yerleşim adımında uygulanan işlemlerinden çok farklı değildir. Örnek çalışma için aynı maket çekimi kullanılmıştır ve yerleştirilecek kütleyle dair cephe eskizi çalışma evvelinde taranarak dijital ortama aktarılmıştır. İzlenen yönleme dair adımlar aşağıda sıralanmıştır.

Bir önceki çalışmada kullanılan video çekimi (Şekil 5.48) bu çalışma için de uygun görüldüğünden çalışmaya bu çekimin çözümleme işlemiyle başlanmıştır. Aynı çözümleme işlemine dair veriler yazılım arayüzünden bilgisayara kaydedildiği takdirde bu kayıt dosyası yazılıma geri çağırılıp çözümleme işlemi atlanabilmektedir. Elde edilen aynı nokta bulutu ve kamera verisi üzerinden çalışmaya devam edilecektir.

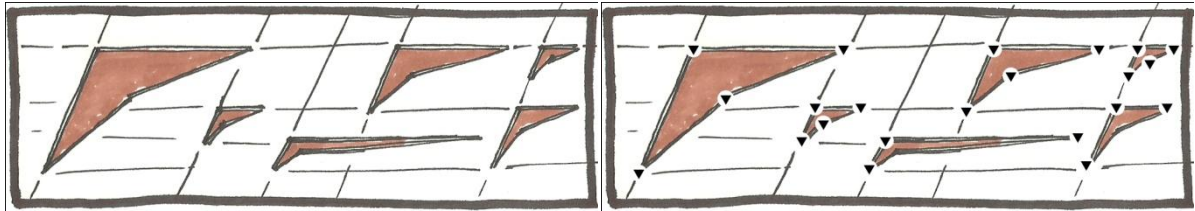
Bu aşamada bir önceki plan şeması yerleştirme adımından farklı bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Sahneye yerleştirilmesi düşünülen 3-boyutlu bina kütlesi, modelleme yazılımında yerleştirilmek yerine, veri aktarımı yapılmadan önce, hareket eşleştirme

yazılımının 3-boyutlu obje arayüzü kullanılarak yerleştirilmiştir (Şekil 5.57). Bu adımda izlenecek yöntem tamamen kullanıcının tercihinin bağlıdır.



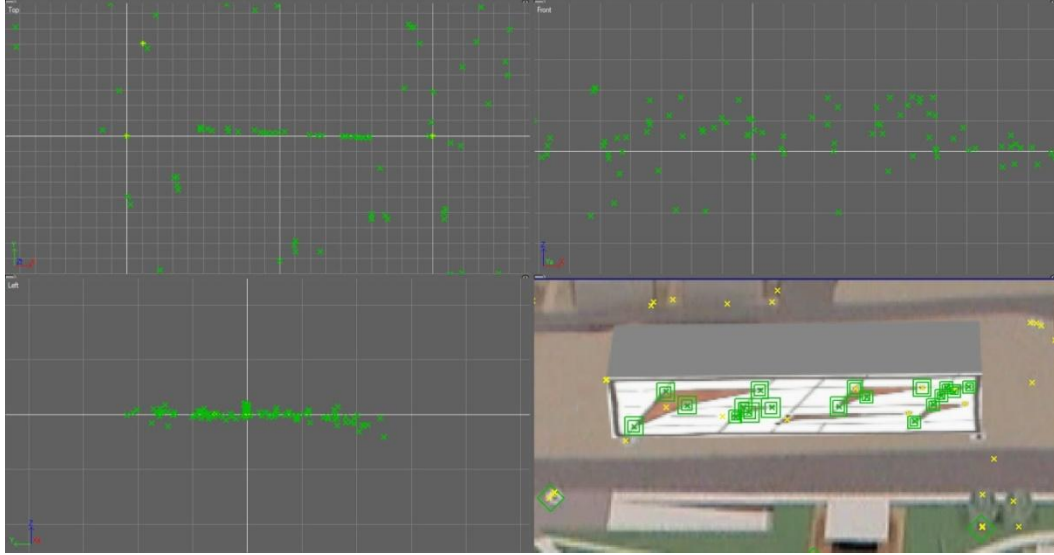
Şekil 5.57 Çekim üzerine bina kütlesinin yerleşimi

Veri bir sonraki adımda modelleme yazılımına aktarılmıştır. Burada kütlenin ön cephesine önceden çizilmiş cephe eskizi (Şekil 5.58) malzeme olarak atanmıştır. Ardından tüm video render edilerek yeni eklenen doku ve kütle çekim içine aktarılmıştır. Elde edilen bu yeni çekim hareket eşleştirme yazılımının içine aktarılıp tekrar çözümleme işlemine tabi tutulmuştur. Sonuçta çıkan çözümleme işlemi başarılı olsa da bu tasarım adımının ana amacı olan cephe verilerinin 3-boyutlu ortamda oluşturulmasını sağlayacak noktaların eskiz üzerinden bulunma işlemi başarılı olmamıştır. Eklenen görsel üzerinde geometri oluşturmaya yetmeyecek sayıda nokta bulunmuş ve bu görsel üzerinden manüel iz sürme işlemi başarısız olmuştur. Bu nedenle eskiz üzerinde dijital müdahaleler yapılmıştır. Yazılım tarafından algılanması amaçlanan noktalar üzerine Photoshop yazılımı ile “sanal iz sürme işaretçileri” yerleştirilmiştir (Şekil 5.58).



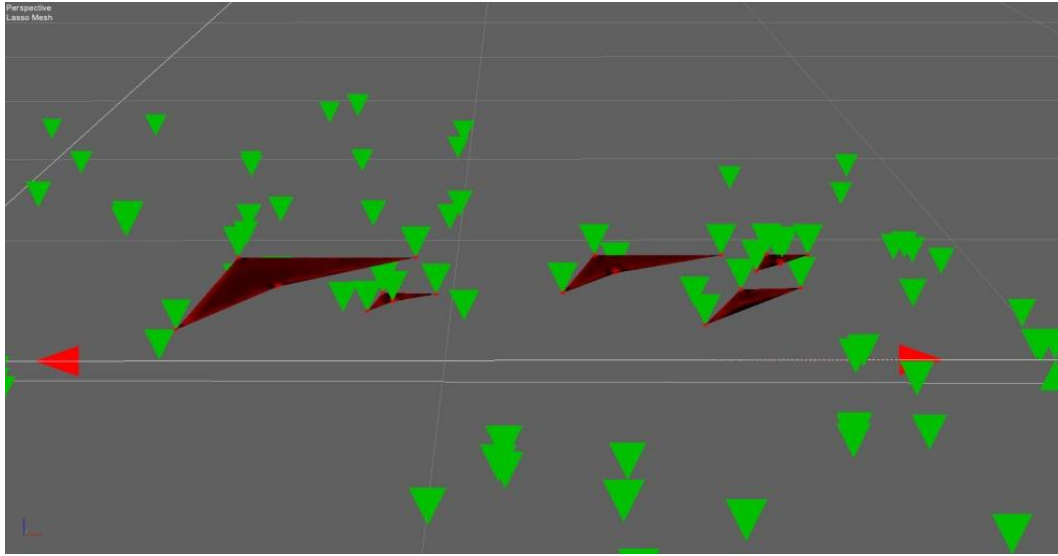
Şekil 5.58 Sol – cephe eskizinin orijinal hali, Sağ- cephe eskizinin iz sürme işaretçisi eklenmiş hali.

Yeni eskiz üzerinden yürütülen iz sürme işlemi başarılı olmuş, yazılım tarafından algılanmayan noktalar manüel iz sürme yöntemiyle bulunmuştur (Şekil 5.59).



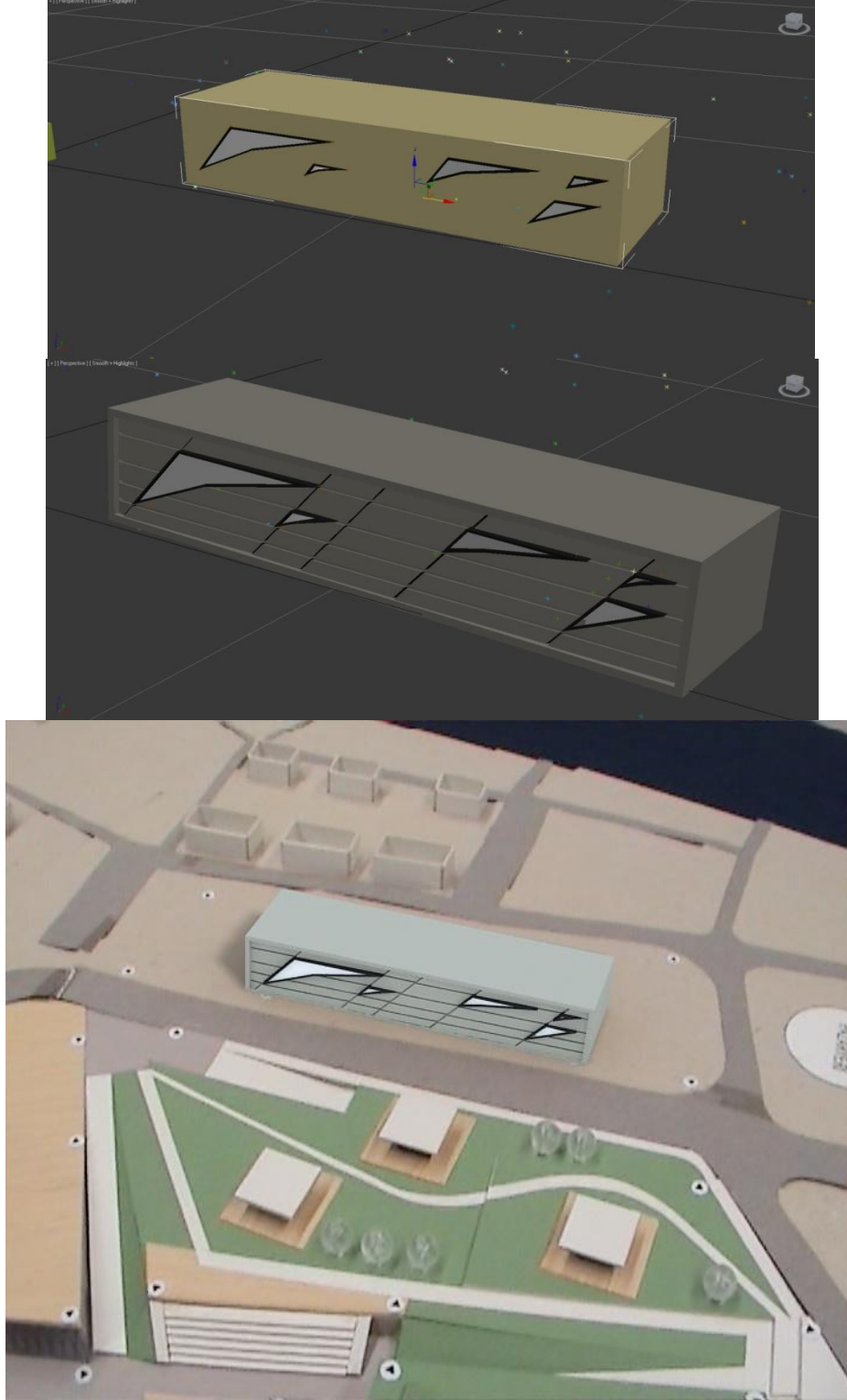
Şekil 5.59 Yazılım tarafından cephe üzerinde bulunmuş noktalar.

Elde edilen bu noktalar yazılımın poligon oluşturma arayüzünde birleştirilerek cepheye ait geometriler oluşturulmuştur (Şekil 5.60).



Şekil 5.60 Oluşturulan cephe geometrileri

Son aşamada, tüm 3 boyutlu referans geometri, noktalar ve kamera rotası son kez modelleme yazılımına aktarılmıştır. Burada bu geometrilere müdahale edilerek cephe tasarımı geliştirilmeye hazır hale getirilmiştir.



Şekil 5.61 Cephe oluşum adımları

5.3.3 Mimari Sunum Oluşturma Sürecinde Hareket Eşleştirme Yazılımlarının Kullanımı

Hareket eşleştirme yazılımlarının mimari sunum oluşturmak için kullanımı, bu yazılımların film endüstrisinde kullanımına en çok paralellik gösteren adımdır. Amaç, sahnede ve orijinal

çekimde var olmayan bir nesnenin sahneye yerleştirilerek yeni bir görsel kompozisyon oluşturulmasıdır. Hitap edilen kesim farklı olsa da, yapılan iş ve süreç oldukça benzerdir. İki sektörde kullanıma dair en büyük fark mimari sunum için üretim aşamasında büyük ekiplerin çalışmada olmamasıdır.

Bu aşamadan evvelki tüm çalışma tekniklerine bakıldığında çekime sadece sunum amaçlı yeni bir görsel ekleme işinin tüm süreç içinde en az işlem adımına sahip adım olduğu görülmektedir. Hatta hem analiz hem de tasarım adımında tekniğin kullanımına dair sonuç ürününün bir tasarım girdisi olmanın yanı sıra sunum görseli olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır.

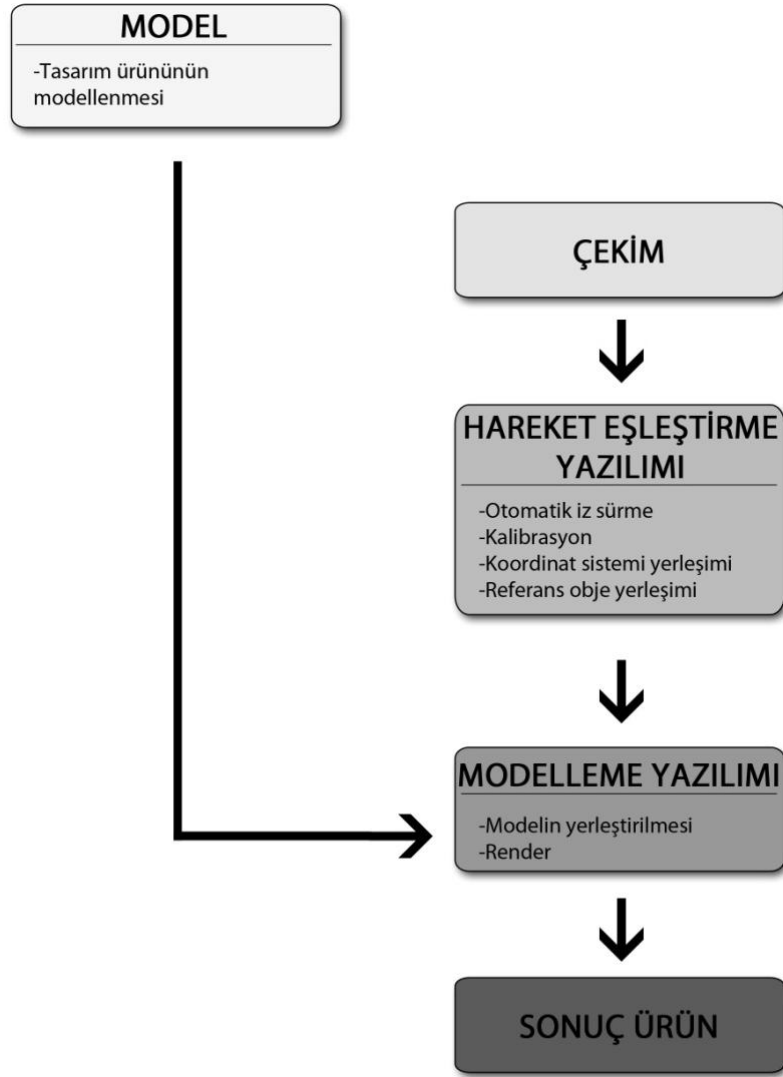
Bu bölümde, hareket eşleştirme yazılımı kullanılarak yapılan analiz ve tasarım çalışmalarından bağımsız olarak, hazır bir tasarım ürününün tasarımın yapıldığı alana ait çekimlerin üzerine monte edilme aşamalarından bahsedilecektir. Bu çalışma için Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Yaz Uygulama Atölyesi 2010-Yalvaç-Isparta'daki Demokrasi Meydanı yeniden düzenleme çalışmaları kapsamında yapılan örnek bir dükkân cephesi tasarımının montajı ele alınmıştır. Şekil 5.62'de çekimi yapılan dükkâna ait videodan kareler görülmektedir.



Şekil 5.62 Dükkân çekiminden kareler

Bu aşamada, çekim yapılırken dikkat edilen noktalara kısaca değinmek gerekirse;

- Çekime başlamadan evvel yazılıma iz sürecek referans noktaların sağlanması ve montaj aşamasında bu noktaların kullanılmasını sağlamak üzere dükkân cephesinde çeşitli noktalara ve zemin üzerine iz sürme işaretçileri yerleştirilmiştir. Bu iş için mavi şişe kapakları tercih edilmiştir.
- Çekim rotası önceden belirlenmiş ve rota üzerindeki objeler yerlerinden kaldırılmıştır
- Çekim esnasında mümkün olduğunca kamera sarsılmamaya çalışılmıştır
- Yazılıma yeterli geometrik veriyi sağlamak üzere kamera objektifi mümkün olduğunca çok noktada dolaştırılmıştır.



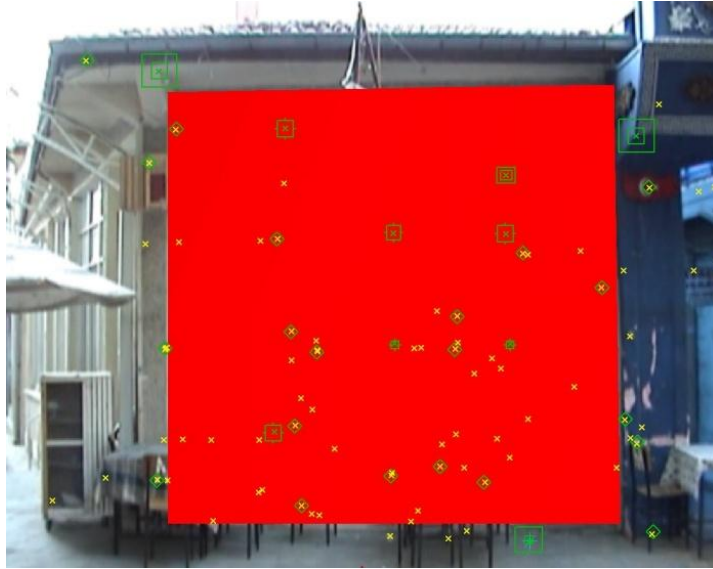
Şekil 5.63 Hareket eşleştirme yazılımlarıyla sunum süreci

Çekim işleminin ardından, video hareket eşleştirme yazılımına aktarılarak otomatik iz sürme işlemi başlatılmıştır. Kahvehanenin yansıtıcı cephesinden kaynaklanan sorunlardan ötürü ilk çözümleme işlemi çok hassas bir sonuç vermemiştir. Sorun yaratan noktalar temizlendikten sonra sahneye yerleştirilen fakat kameranın izini sürmediği bazı işaretçiler manüel iz sürme işlemiyle nokta olarak tanımlanmıştır. Bu işlemin ardından yürütülen kalibrasyon işlemi istenilen hassaslık seviyesinde bir sonuç çıkarmıştır (Şekil 5.64).



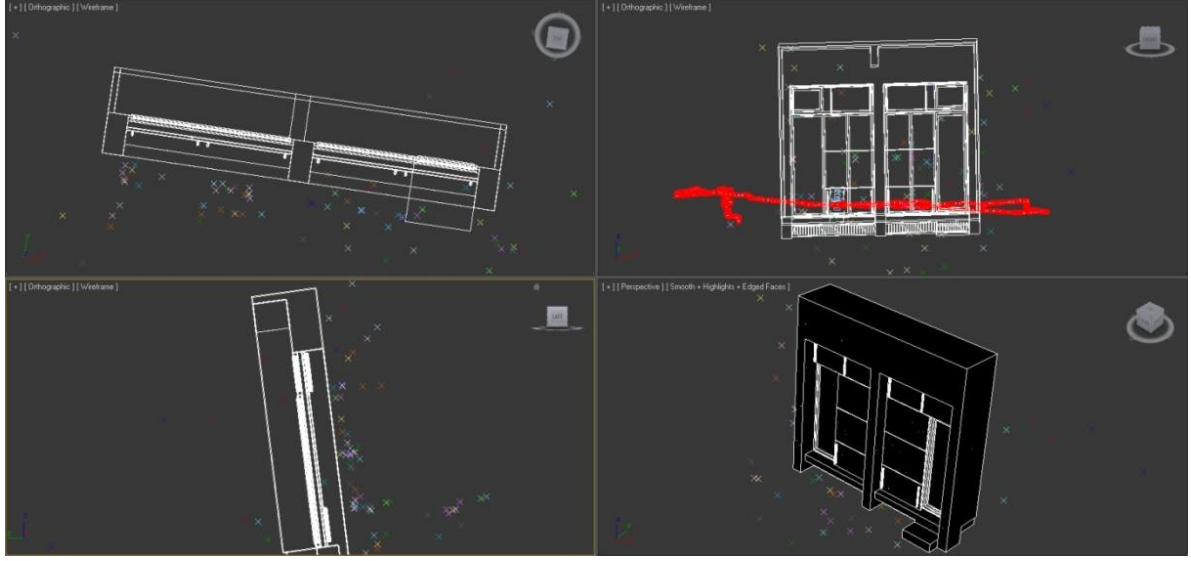
Şekil 5.64 Çözümleme işlemi sonucu bulunan noktalar

Yerleştirilecek kahvehane cephesinin kabaca konumunu belirlemek ve kamera rotasının hassasiyetini ölçmek üzere yazılımın bulduğu referans noktalar temel alınıp, cepheyi kaplayacak bir dikdörtgen prizma yazılımın obje ekleme arayüzü kullanılarak sahne içine yerleştirilmiştir (Şekil 5.65).



Şekil 5.65 Sahneye eklenen referans geometri

Son adımda sahne, obje, nokta ve kamera rotasını içerecek biçimde modelleme yazılımına aktarılmıştır. Referans obje baz alınarak önceden hazırlanmış kahvehane cephesi modeli bu sahneye yerleştirilmiştir. Son olarak render işlemi başlatılmış ve sonuç video görseli oluşturulmuştur.



Şekil 5.66 3-boyutlu modelleme yazılımında birleştirilen kahvehane cephesi ve kamera rotası

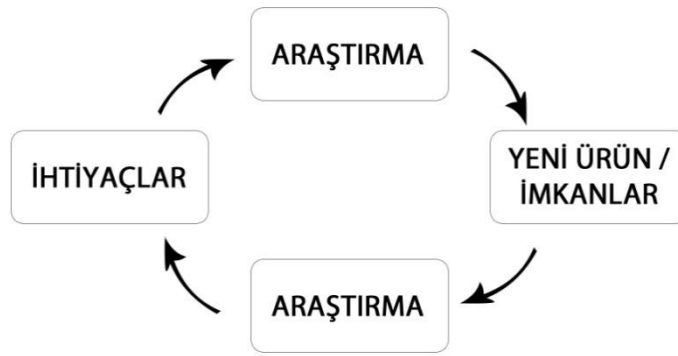


Şekil 5.67 Cephe montajı yapılmış videodan kareler

6. SONUÇ

Araştırmanın ilk bölümünde videoda bilgisayar desteğinin özellikle film endüstrisinde kullanımının örnekleri ve tarih içindeki gelişimi incelenmiştir. Günümüze gelindiğinde ise varılan noktanın oldukça etkileyici ve yeni araştırmaları tetikleyici nitelikte olduğu görülmektedir.

Tüm bu tarih incelemesinden çıkarılan sonuç, ihtiyaçların ve teknoloji gelişiminin birbirine paralel olarak ilerlediği ve birbirini desteklediğidir. İhtiyaçların giderilmesine bağlı olarak araştırmalar ve yeni keşifler yapılmakta, yeni olasılık ve imkânların ortaya çıkmasına bağlı olarak daha fazla ihtiyaç ortaya çıkmaktadır.



Şekil 6.1 Teknolojik gelişim döngüsü

Tüm bu teknolojik gelişimin çemberinde mimarlığın yer alması elbette ki mimarlıkta özellikle tasarım adımıyla olasılıkların artmasını sağlayacaktır. Bu araştırma örneğinde bilgisayar destekli video üretim teknolojilerinden mimarlığın beslendiği gibi, tasarım teknolojilerindeki gelişim, başka sektörlerdeki yeni araştırmaları da tetikleyebilecektir.

Tarih araştırmasını takip eden bölümde bilgisayar destekli post-produksiyon teknikleri incelenmiştir. Bu adım bahsedilen tekniklerin hangi alanlarda mimarlıkla entegrasyonunun sağlanabileceğinin anlaşılması, hangi tekniklerin kullanıma uygun olduğu ve yeni imkânlar sağlanabileceğinin görülmesi açısından önemlidir.

Özellikle sunum adımıyla bu tekniklerden mimarların faydalandığı görülmektedir bu araştırmanın yoğunlaştığı alan yani hareket eşleştirme teknikleri de video üretim sürecinin bir parçası olduğu göz önünde bulundurulduğunda aslında sunuma yönelik bir kullanıma dâhil olduğu düşünülebilir. Fakat bu araştırma ile hareket eşleştirme yazılımlarının mimarlık için daha önemli olduğu bir nokta üzerinde durulmuştur; videodan gelen görsel verinin, tasarıma referans oluşturacak mekân ve geometrik verilere dönüştürülmesi.

Bir sonraki adımda hareket eşleştirme yazılımlarının sağladığı bu hesaplama verisinin nasıl oluşturulduğu ve yazılımın işleyiş prensibi ile adımlarını anlamaya yönelik bilgilerin verilmesi amaçlanmıştır. Yazılımın, videoda mevcut olan paralaksa bağlı olarak geometrik oluşumu nasıl sağladığı ve bunu yaparken izlediği yöntem araştırılmıştır. Bu bölümdeki araştırma ile önerisi yapılan yöntemi izleyecek olan mimarın kullanacağı yazılımın işleyişinden haberdar olması amaçlanmıştır. Mimarın kullanacağı yazılımda öne çıkan değerlendirme kriterlerinin yazılıma hâkimiyet sağlamaya arayacak bir arayüz ve işlem hızı olduğu düşünüldüğünde ihtiyaca uygun yazılım bu araştırma sonucunda seçilebilecektir.

Hareket eşleştirme yazılımlarının araştırması yapılan bu bölümün son başlığında farklı sektörlerde adı geçen yazılımlarının kullanımına örnekler verilmiş ve üretime dair sürecin daha iyi anlaşılması amaçlanmıştır.

İncelenen yapımlar arasında mimarlıkta kullanımı örnekleyecek bir ürün de bulunmaktadır. Fakat bu ürün, tasarım sürecinde kullanıma ait bir sonuçtan ziyade bir yerleşim önerisinin sunumu için kullanılan görseldir. İncelenen her örnekte öne çıkan kullanım amacı sahnede var olmayan bir ögenin dijital ortamda üretilip sahneye dâhil edilmesidir. Bu kullanım, tasarım amaçlı yürütülen sürecin bir parçası olmakla beraber, önerisi sunulan kullanımı tanımlamaktan oldukça uzak olduğu görülmüştür.

Bir sonraki bölümün konusu araştırmanın asıl amacını ortaya koymaktadır. Tüm bölüm, mimarın konu edilen yazılım ve teknikleri tasarım aşamasına dâhil etmesine yarayacak yöntemleri kapsamaktadır.

Süreci daha iyi açıklayabilmek ve yazılıma aktarılan çekim doğrultusunda alınacak sonucu inceleyebilmek amacıyla önceden yapılmış belli özelliklere sahip çekimler çözümleme işlemine tabi tutulup alınan sonuçlar değerlendirilmiştir.

Tüm çekimlerde gözlenen unsur, yazılıma yeterli miktarda görsel veriyi sağlayacak paralaksın mevcut olması gerektiğidir. Bunun yanı sıra, özellikle mimarın bu tekniğin kullanılmasına yönelik hazırlayacağı maket önem taşımaktadır. Amaca uygun yapılmış bir maket ve doğru video çekimi çözümleme işleminde anahtar noktaları oluşturmaktadır. Doğru çekim yapma ve çözümleme işlemine dair ipuçlarına ise yine aynı bölümde ayrıntılı olarak değinilmiştir.

Tüm bu bilgiler ışığında mimarın hareket eşleştirme yazılımlarını tasarım amaçlı kullanmaya hazır olduğu söylenebilir. Tasarım sürecinde bu tekniğin kullanımına dair üç farklı öneri öne sürülmüştür:

- Analiz
- Tasarıma başlangıç / konsept oluşum
- Sunum

Analiz aşamasına yönelik öneride çevre dokunun incelenmesine yönelik sabit görsellerin veri olarak kullanımı yerine video çekimlerinin kullanılarak analizi değerlendirmeye yönelik alginın kuvvetlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu video görselleri hareket eşleştirme yazılımlarından gelen bilgi doğrultusunda modelleme programlarında işlenerek kullanıma hazır hale getirilmesi önerilmiştir. Özellikle mimarlık öğrencileri için, elde edilen sonuç ürününü hem analiz verisi açısından zengin olacağı hem de sunuma hazır bir görselin oluşturulacağı öngörülmüştür.

Tasarım aşamasına yönelik öneri ise görsel verinin modelleme ve hareket eşleştirme yazılımı arasında hareket etmesine dayanmaktadır. Tasarım alanına ait video görselinin bahsedilen yazılımlarla işlenmesi sonucunda çevre bilgisinin dijital ortamda hızlıca oluşturulabileceği, ilk eskizlerin tasarım kütesine yerleştirilip yerleşim ve cephe tasarım kararlarının alınabileceği ve tüm bu süre boyunca görsel verilerin referans olarak mimarın kullanımına açık olacağı öngörülmüştür.

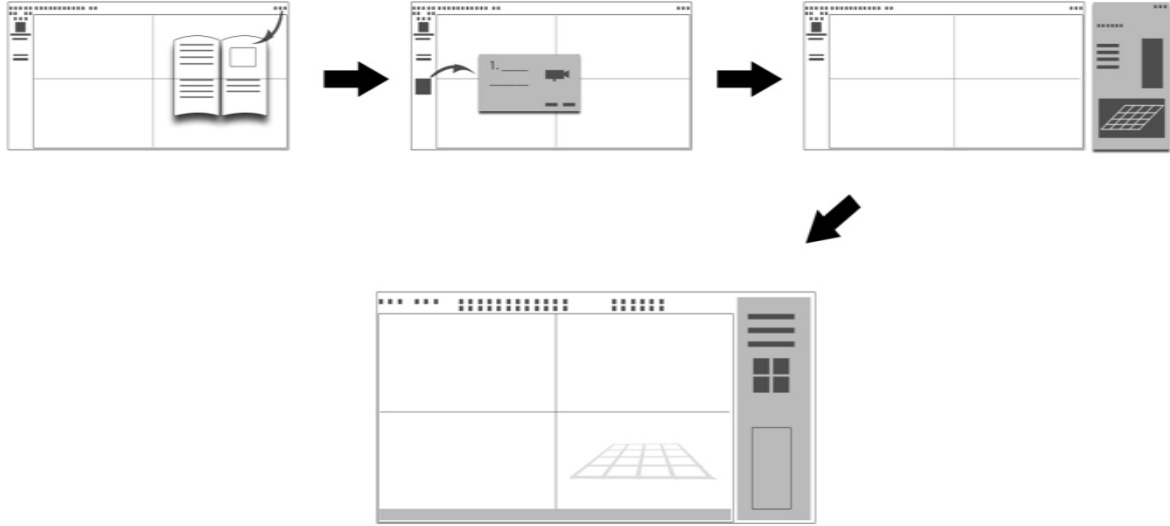
Sunum aşaması ise bu adımdan evvelki iki öneriden daha basit olarak, dijital ortamda hazırlanmış herhangi bir modelin tasarım alanına ait video üzerine montajlanması işlemini temel almaktadır.

Araştırmanın sonuç aşamasında değinilmesi gereken bazı noktalar bulunmaktadır.

Göz önünde bulundurulması gereken ilk nokta, bahsedilen tüm bu yazılımların görsel efekt tasarımcılarının kullandığı post-produksiyon araçları olduğudur. Yazılımların kullanım amaçları ve hitap ettiği kesimin mimarlardan tamamen farklı oluşu, önerisi yapılan tasarım yöntemlerinin tam verimde kullanılmasına engel teşkil etmektedir. Hareket eşleştirme yazılımlarının tasarım amaçlı kullanılmasında daha yüksek bir verim alınmasını sağlayacak olan, bu yazılımların mimarların kullanımı için özelleştirilmesi yolunda yapılacak çalışmalardır. Adı geçen yazılımlara belirli adımlarda ya da seviyelerde müdahalelerle özelleştirmenin sağlanabileceği öngörülmüştür.

Kullanımda verimin arttırılmasına yönelik ilk ve en basit adım yazılım içindeki kullanım kılavuzuna önerisi sunulan yöntemlerin eklenmesidir. Bu sayede mimar, yazılımın getirdiği tasarım olanaklarından haberdar olacaktır.

Bir sonraki seviyede yapılacak müdahale ise yöntemlerin uygulanmasını sağlayacak bir arayüz ve süreci adım adım tanımlayacak bir yardım sihirbazı eklenmesidir. Eklenen bu yardım arayüzü ile mimar hangi adımda programa ne tür verileri girmesi gerektiğini ve ne şekilde çalışmaya devam etmesi gerektiğini görebilecektir.



Şekil 6.2 Öngörülen Yazılım Gelişim Adımları: yardım arayüzü eklenmesi, sihirbaz eklenmesi, eklenti program, öngörülen yazılım

Bir sonraki müdahale ise mimarlardan gelecek geri besleme ile mümkün olabilecektir. Mimarların istekleri, yazılımı kullanım biçimleri ve yazılımdan bekledikleri ek özellikler doğrultusunda ana yazılıma ek bir arayüzle eklenti bir programın (plug-in) geliştirilmesi bu adıma dair önerilerden gösterilebilir. Bu yazılım kısmen özelleşmiş bir arayüzle hem kullanım kolaylığı sağlayacak hem de bu aşamadan sonra yapılacak müdahalelerin önünü açacaktır.

Yazılımlara müdahalenin son adımı, bir önceki adımda geliştirilen yan yazılımın tamamen ayrışıp mimarların hizmetine sunulması işidir. Oldukça zor ve çalışma gerektiren bu son adım bahsedilen tekniklerin kullanımına dair verimin en üst düzeyde sağlanacağı ideal bir yazılımın ortaya çıkmasını sağlayacaktır. Geliştirilmesi planlanan yeni tasarım aracının yürütülmekte olan “artırılmış sanal gerçeklik*” araştırmalarından yararlanması ve bu alandaki yazılımlara ait özelliklerin entegrasyonunun sağlanması gerekmektedir.

* Gerçek dünyaya ait imaj, video ve benzeri görsellerin bilgisayar üretimi görseller ya da verilerle bütünleştirilmesi teknolojisi

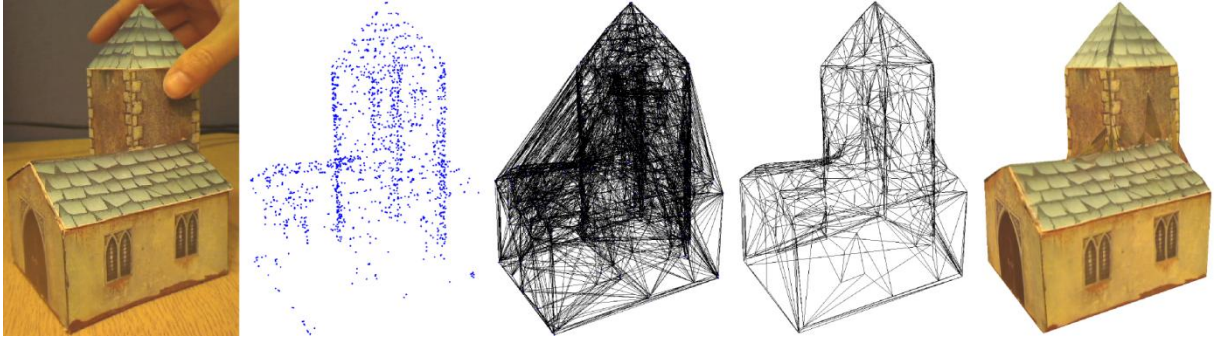
Arttırılmış sanal gerçeklik uygulamalarına dair bir çalışma Inglobe Technologies firması tarafından yapılmaktadır. Firmanın geliştirdiği yazılımla, mimarların aşına olduğu Google Sketchup yazılımından aktarılan dijital bir modelin, tanımlanan fiziki bir düzlem üzerine webcam çekiminden gelen görsel üzerine yerleştirilmesi sağlanabilmektedir. Tanımlanan fiziki düzlem, üzerinde iz sürme işaretçileri bulunan bir çıktıdan ibarettir. Geliştirilen yazılım bu düzlem üzerindeki noktaların gerçek zamanlı olarak izlerini sürmekte ve oluşturduğu koordinat sistemi üzerine dijital modeli yerleştirmektedir[5].



Şekil 6.3 AR-media, arttırılmış sanal gerçeklik uygulaması örneği[5]

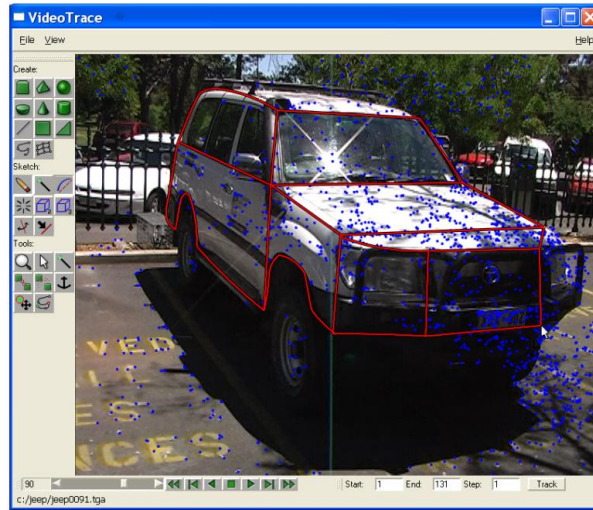
Görsel veri alımına bağlı olarak dijital model üretilmesi araştırmaları da geliştirilmesi öngörülen yazılımların beslenebileceği alanlardandır. Cambridge Üniversitesi Mühendislik Bölümü doktora öğrencileri tarafından yürütülen ProFORMA araştırması bu alandaki çalışmalardandır.

ProFORMA, kullanıcı tarafından elde döndürülen bir objeye ait görsel veriden doku atanmış 3 boyutlu dijital modelin üretilmesini sağlamaktadır. Sistem, harekete bağlı çıkarım verisinden yararlanarak nokta bulutu oluşturmakta ve olasılık algoritmalarını kullanarak yüzey oluşturabilmektedir. (Pan vd., 2009)



Şekil 6.4 PreFORMA tarafından üretilen dijital modelin oluşum adımları (Pan vd., 2009)

Hareketli görsel veri üzerinden dijital model oluşumuna dair farklı bir çalışma “Australian Centre for Visual Technologies” tarafından yürütülmektedir. “Video Tracing” olarak adlandırılan yöntemde incelenen bir önceki örneğin aksine dijital model oluşumu büyük ölçüde kullanıcı tarafından sağlanmaktadır. Süreç video yazılımının hareket eşleştirme işleminden geçirilmesi ve kaba olarak 3-boyutlu çevre bilgisinin oluşturulmasıyla başlamaktadır. Bu işlemin ardından video karelerinden birinde modeli oluşturulacak nesneye ait referans noktalarının belirlenmesi ve bu noktaların diğer video karelerinde de tanımlanmasını sağlamak üzere taşınması şeklinde işlemektedir. Geliştirilen yazılım, bu hareket verisine bağlı olarak dijital modeli üretmekte ve video üzerinden doku ataması yapabilmektedir (Hengel vd., 2007).



Şekil 6.5 VideoTrace yazılımının arayüzü

Alanda yapılan bu ve benzeri çalışmalar temel alınarak tasarımda yeni imkânlar sağlayabilecek yeni bir yazılım geliştirilmesi mümkün olabilecektir. Önerisi sunulabilecek bazı ek özellikler aşağıda sıralanmıştır:

- Analiz ürününün sunumuna yönelik grafik ifadelerin eklenmesi

- Gerçek zamanlı iz sürme tabanlı sunum araçları
- Objelere doku atama
- Analiz verisinden çıkan verinin alan, hacim, yoğunluk gibi değerlerle farklı ortamlara aktarılması
- Çözümleme işlemi esnasındaki nokta bulma hassasiyeti kontrolü
- Nokta bulunacak alanların tanımlanması
- Obje ekleme özelliklerinin artırılması
- Objelere poligon seviyesinde müdahale
- Otomatik geometri tanımlama özellikleri

Bahsedilen özelliklere sahip çok yönlü bir yeni tasarım aracının mimarların ve mimarlık öğrencilerinin kullanımına sunulması, bu araştırmada yapılacak en üst düzeydeki öngörüdür.

KAYNAKLAR

- Aydın, E. D., (2004), Bilimkurgu Sineması Yapım Tasarımı Sürecinde Bilgisayar Teknolojilerinin Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Brinkmann, R., (2008), The Art and Science of Digital Compositing, Morgan Kaufmann Publishers / Elsevier, Amsterdam.
- Dobbert, T., (2005), Matchmoving: The Invisible Art of Camera Tracking, SYBEX, California.
- Hengel, A. V., Dick, A., Thormahlen, T., Ward, B., ve Torr, P. H., (2007), "VideoTrace: Rapid Interactive Scene Modelling from Video", ACM Transactions on Graphics, 26 (3): 1-5.
- Hornung, E., (2010), The Art and Technique of Matchmoving : Solutions for the VFX Artist, Focal Press / Elsevier, Oxford.
- Kalay, Y. E., (2004), Architecture's New Media: Principles, Theories, and Methods of Computer-Aided Design, The MIT Press, Massachusetts.
- Kitagawa, M., ve Windsor, B., (2008), MoCap for Artists: Workflow and Techniques for Motion Capture, Focal Press / Elsevier, Oxford.
- McKenzie, A., Vendrovsky, E., ve Noh, J., (2008), "Terrain Geometry from Monocular Image Sequences", Journal of Computing Science and Engineering, 2 (1): 98-108.
- Netzley, P. D., (2000), The Encyclopedia of Movie Special Effects, Oryx Press, Arizona.
- Nowell-Smith, G., (1996), The Oxford History of World Cinema, Oxford University Press, New York.
- Pan, Q., Reitmayr, G., ve Drummond, T., (2009), ProFORMA: Probabilistic Feature-based On-line Rapid Model Acquisition, Proc. 20th British Machine Vision Conference (BMVC), Londra.
- Terzidis, K., (2007), "Tool Makers vs. Tool Users (or both)? Digital Pedagogies", form Z Joint Study Report , 77-79.
- Tomaric, J. J., (2008), The Power Filmmaking Kit, Focal Press, Oxford.
- Wright, S., (2008), Compositing Visual Effects: Essentials for the Aspiring Artist, Focal Press / Elsevier, London.

INTERNET KAYNAKLARI

- [1]"\$14 Camera Stabilizer", <http://14dollarstabilizer.org/> (Son Erişim Tarihi : 29.08.2010)
- [2] "2d3 | Capabilities | Terrain Generation ", <http://www.2d3.com/capability/?v=7> (Son Erişim Tarihi : 29.08.2010)
- [3] "Add Many/Coalesce Tutorial - Andersson Technologies LLC", <http://www.ssontech.com/content/addmany.htm> (Son Erişim Tarihi : 29.08.2010)
- [4] Andersson, R., (2005). "Build Your Own Tripod Mounted Camera Dolly" <http://www.ssontech.com/content/LinearDolly.pdf> (Son Erişim Tarihi : 29.08.2010)

- [5] “AR-media™ Plugin for Google™ SketchUp™|Inglobe Technologies”,
http://www.inglobetechnologies.com/en/products/arplugin_su/info.php (Son Erişim Tarihi: 29.08.2010)
- [6] Bowles, S., “USATODAY.com - 'Sky Captain' takes CGI to limit”,
http://www.usatoday.com/life/movies/news/2004-09-14-sky-captain-cgi_x.htm (Son Erişim Tarihi: 29.08.2010)
- [7] “BoyutPedia”,
<http://www.boyutpedia.com/default~ID~1309~aID~39273~link~paralaks.html> (Son Erişim Tarihi: 29.08.2010)
- [8] “Cyberpunk Review » Westworld (Not cyberpunk, but a proto-cyberpunk influence)”,
<http://www.cyberpunkreview.com/movie/westworld-not-cyberpunk-but-a-proto-cyberpunk-influence/> (Son Erişim Tarihi: 29.08.2010)
- [9] Dirks, T., “Visual and Special Effects Film Milestones”,
<http://www.filmsite.org/visualeffects.html> (Son Erişim Tarihi: 29.08.2010)
- [10] “Earliest Examples Of Computer Animation In Film”,
<http://www.your3dsource.com/earliest-computer-animation.html> (Son Erişim Tarihi: 29.08.2010)
- [11] “frameboX - Till Nowak”, <http://www.framebox.de/creations/3d/glk/> (Son Erişim Tarihi: 29.08.2010)
- [12] “Freelance 3D Match-Moving Services”,
http://antimatter3d.com/Freelance_Match_Moving_Services.html (Son Erişim Tarihi: 29.08.2010)
- [13] “fxguide - visual effects news - Art of Tracking Part 1: History of Tracking”,
<http://www.fxguide.com/modules.php?name=News&file=article&sid=209> (Son Erişim Tarihi: 29.08.2010)
- [14] “Halo 3 Shorts - Origami Digital, LLC”,
<http://origamidigital.com/newtypo/index.php/halo-3-shorts.html> (Son Erişim Tarihi: 29.08.2010)
- [15] “Industrial Light & Magic”, <http://www.ilm.com/> (Son Erişim Tarihi: 29.08.2010)
- [16] “New Technology in AVATAR - Performance Capture, Fusion Camera System, and Simul-Cam - Avatar Blog” <http://avatarblog.typepad.com/avatar-blog/2010/05/new-technology-in-avatar-performance-capture-fusion-camera-system-and-simulcam.html> (Son Erişim Tarihi: 29.08.2010)
- [17] “photogrammetry - Definition of photogrammetry at YourDictionary.com”, (Son Erişim Tarihi: 29.08.2010)
<http://www.yourdictionary.com/photogrammetry>
- [18] “Shutter Island Step by Step”,
http://digitalcontentproducer.com/dcc/revfeat/shutter_island_step_0301/ (Son Erişim Tarihi: 29.08.2010)
- [19] “SMPTE time code - Wikipedia, the free encyclopedia”,
http://en.wikipedia.org/wiki/SMPTE_time_code (Son Erişim Tarihi: 29.08.2010)
- [20] “The Pixel Farm®”, <http://www.thepixelfarm.co.uk/content.aspx?Content=story19.htm>
 (Son Erişim Tarihi: 29.08.2010)
- [21] “The Pixel Farm®”, <http://www.thepixelfarm.co.uk/content.aspx?Content=story30.htm>
 (Son Erişim Tarihi: 29.08.2010)

- [22] “The Pixel Farm®”, <http://www.thepixelfarm.co.uk/content.aspx?Content=story23.htm> (Son Erişim Tarihi: 29.08.2010)
- [23] “The Pixel Farm®”, <http://www.thepixelfarm.co.uk/content.aspx?Content=story2.htm> (Son Erişim Tarihi: 29.08.2010)
- [24] “Timeline of CGI in film and television - Wikipedia, the free encyclopedia”, http://en.wikipedia.org/wiki/Timeline_of_CGI_in_film_and_television#References (Son Erişim Tarihi: 29.08.2010)
- [25] “TÜRK DİL KURUMU - Büyük Türkçe Sözlük”, <http://www.tdkterim.gov.tr/bts/?kategori=verilst&kelime=paralaks+&ayn=tam> (Son Erişim Tarihi: 29.08.2010)
- [26] Yaeger, L. (2002). “Early Computer Graphics in Film”, <http://www.beanblossom.in.us/larryy/cgi.html> (Son Erişim Tarihi: 29.08.2010)
- [27] “YouTube - Avatar: Motion Capture Mirrors Emotions”, <http://www.youtube.com/watch?v=1wK1Ixr-UmM&feature=related> (Son Erişim Tarihi: 29.08.2010)
- [28] “YouTube - Making of Avatar (3/3)”, <http://www.youtube.com/watch?v=mSb1XHX7VBk&feature=related> (Son Erişim Tarihi: 29.08.2010)

EK 1 – Yazılım ve Çekim Analizleri İçin Kullanılan Test Bilgisayarı Konfigürasyonu

ANAKART : Gigabyte MA790XT-UD4P/DDR3 S+GL+1394+16*2 938pin
İŞLEMCİ : AMD Phenom II 955 X4 QuadCore (3.2 GHz) 8MB 938p
BELLEK : 4 GB (2*2) 1600 MHz DDR3 Dual Kit CL7
EKRAN KARTI : HIS HD4870 iCooler X3 1 GB 256Bit GDDR5 16X
İŞLETİM SİSTEMİ : Windows 7 Ultimate

EK 2 –Çekimlerde Kullanılan Kamera Özellikleri**Panasonic NV-MD10000**

Lens: Panasonic

CCD: 1/6" x3 CCD - 540k

F=1.8-2.8

f= 2.45mm - 24.5 mm

Zoom: 10x Optik

Filtre Çapı: 43mm

Kayıt Sistemi: PAL

Format: Mini DV

Sony DCR-DVD92E

Lens: Carl Zeiss Vario-Tessar

CCD: 3mm (1/6 tipli) CCD – 400k

F=1.8-3.1

f= 2.3mm - 46 mm

Zoom: 20x Optik

Filtre Çapı: 30mm

Kayıt Sistemi: PAL

Format: DVD-VIDEO

Kodak CX7330

Lens: Kodak Retinar Aspheric Lens

CCD: 1/ 2.7" (3.3 M total piksel)

F=2.7 - 4.6

Zoom: 3x Optik

Kayıt Sistemi: 320x240 piksel saniyede 15 kare

Format: Quick Time

ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi	18.10.1985	
Doğum Yeri	İstanbul	
Lise	1996 – 2003	Ümraniye Anadolu Lisesi
Lisans	2003 – 2007	Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fak. Mimarlık Bölümü

Çalıştığı Kurumlar

2008-2009	Etkin Mühendislik
2009-2010	Ataşehir Mimarlık- Mühendislik