

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

**BEDEN VE HAREKET BAĞLAMINDA GÖRÜNTÜ TEKNOLOJİLERİ
VE MOTION CAPTURE (MOCAP) TEKNİĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Merve KAYACIK**

Anasanat Dalı : Türk Müziği

Programı : Türk Müziği

HAZİRAN 2011

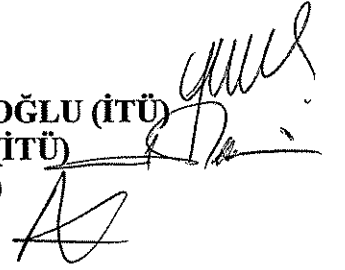
İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

**BEDEN VE HAREKET BAĞLAMINDA GÖRÜNTÜ TEKNOLOJİLERİ
VE MOTION CAPTURE (MOCAP) TEKNİĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Merve KAYACIK
(415081011)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 03 Mayıs 2011
Tezin Savunulduğu Tarih : 08 Haziran 2011**

**Tez Danışmanı : Doç. Serpil MURTEZAOĞLU (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Fikret DEĞERLİ (İTÜ)
Prof. Adnan KOÇ (İTÜ)**



HAZİRAN 2011

ÖNSÖZ

“Beden ve Hareket Bağlamında Görüntü Teknolojileri ve Motion Capture (MOCAP) Tekniği” adlı bu çalışma, İstanbul Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Türk Müziği Ana Sanat Dalı Türk Müziği Programı Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek Lisans Tez çalışmasında bu konunun tercih edilme sebebi, geleneksel sanatlar bağlamında Türk Halk oyunlarına ve dolayısıyla dans sanatının gelişiminde bir katkıda bulunmak, paralel sanatlar kapsamında farklı disiplinlerin ve tekniklerin dans sanatı ile bir arada kullanılabilirliğine dair örneklemeler vermek ve sanatın gelişen teknoloji sayesinde farklı bir boyut kazanarak daha geniş kitlelere yayılabilirliğini göstermektir. Günümüzde artık çoklu sanatlar bağlamında birçok teknolojik gelişim, farklı disiplinlerin içerisinde destekleyici unsur olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada amaç, beden ve hareket odaklı görüntü teknolojileri üzerine yapılan çalışmalardan yola çıkarak, bir hareket yakalama sistemi olan Motion Capture (MOCAP) tekniğini tanıtarak geleneksel sanatlar bağlamında Türk Halk Oyunlarına katacağı artıları gün ışığına çıkarmaktır. Bu bağlamda bu konuya ilgi duyan öğrenci ve akademisyenlere kaynak teşkil edebilmesini umut ediyorum.

Bu çalışma sevgili hocalarım Saber ANVARI, Elmas GÖKÇAM ve Serpil MURTEZAOĞLU’na ithaf edilmiştir. Araştırma sürecinde yardım ve destekleriyle her zaman yanımda olan sevgili danışmanım Doç. Serpil MURTEZAOĞLU başta olmak üzere, teknik bilgileriyle bu çalışmama ışık tutan Özgür Foto Teknik Firmasının ortaklarından Sayın Özgür TURANLI’ya, can yoldaşlarım sevgili Yaşar METE ve Emrah GÜNGÖRMÜŞ’e, sonsuz toleransıya bana inanan ve yüreklendiren sevgili patronum Mısır Turizm Konsolosu Sayın Nehad GAMAL ELDİN’e, tez hazırlık sürecinde desteğini benden hiç esirgemeyen çalışma arkadaşım Aysel AKTAŞ ORAL’a, aileme ve tüm arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Mayıs 2011

Merve KAYACIK

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KISALTMALAR	vi
TABLO LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ	x
ÖZET	xii
SUMMARY	xiv
1. GİRİŞ	1
2. SANAT VE TEKNOLOJİ	5
2.1 Beden Odaklı Performans Teknolojilerine Giriş	9
2.1.1 Dans teknolojileri	13
3. MOTION CAPTURE (MOCAP)	23
3.1 Motion Capture'ın Tarihi	25
3.1.1 Öncü girişimciler	26
3.1.1.1 Eadward Muybridge (1830-1904)	26
3.1.1.2 Erienne-Jules Marey (1830-1904)	28
3.1.1.3 Harold Edgerton (1903-1990)	31
3.1.1.4 Max Fleisher ve Rotoskop Tekniği	33
3.1.1.5 Lee Harrison III	34
3.1.2 Dijital çağda MOCAP ve kilometre taşları	36
3.2 Motion Capture Sistemlerinin Kullanım Alanları	43
3.3 Motion Capture Sistemleri	47
3.3.1 Manyetik sistemler	48
3.3.2 Mekanik sistemler	51
3.3.3 Optik sistemler	54
3.3.4 Diğer motion capture sistemleri	62
3.4 Motion Capture İçin Temel Ekipmanlar	64
3.4.1 Motion capture stüdyosu	64
3.4.1.1 Motion capture sistemlerde örnek kamera kurulumu	67
3.4.1.2 Hareket hacmi	71
3.4.2 Motion capture kostümü	73
3.4.2.1 İşaretlerin yerleşimi (marker placement)	75

3.4.3 Animasyon programları	77
3.5 Sistemin İşleyiş Aşamaları	79
3.6 Doğru Sistemi Seçmek	87
3.7 Yüz İçin Motion Capture (facial mocap)	89
4. SİSTEMİN İŞLEYİŞ PRENSİBİ ÜZERİNE ÖRNEKLEMELER.....	93
4.1 Profesyonel Bir Çalışma	93
4.2 Deneysel Çalışma	97
5. SONUÇ	103
KAYNAKLAR.....	111
EKLER.....	137
SÖZLÜK	177
ÖZGEÇMİŞ.....	179

KISALTMALAR

AC	: Alternating Current
ACCAD	: The Advanced Computing Center for the Arts and Design
ANIMAC	: Hybrid Graphic Animation Computer
AVID	: Avid Technology, Inc.
BVH	: Biovision Hierarchy
CAT	: Character Animation Technologies Inc.
CD-ROM	: Compact Disc Read Only Memory
DC	: Direct Current
DVD	: Digital Versatile Disc
EAT	: Experiments in Art and Technology
ENIAC	: Elektronik Numerical Integrator and Computer
GPS	: Global Positioning System
IDAT	: International Dance and Technology
ILM	: Industrial Light and Magic Inc.
IR	: Infra-Red
LED	: Light Emitting Diodes
MIDI	: Musical Instrument Digital Interface
MIT	: Massachusetts Institute of Technology
MOCAP	: Motion Capture
PDI	: Pasific Data Images Inc.
TV	: Television
URL	: Uniform Resource Locator
USB	: Universal Serial Bus
VICON	: Vicon Motion Systems and Peak Performance Inc.
VR	: Virtual Reality
VNS	: Very Nervous System
WEB	: Web Site

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1 : Motion Capture Tekniği'ne duyulan ihtiyaç ve kullanım alanları	44
Tablo 3.2 : Manyetik Motion Capture sistemlerinin avantajları ve dezavantajları ..	51
Tablo 3.3 : Mekanik Motion Capture sistemlerinin avantajları ve dezavantajları ...	54
Tablo 3.4 : Optik Motion Capture sistemlerinin avantajları ve dezavantajlar	60
Tablo 3.5 : MOCAP Seansı Öncesi Ön Hazırlık Aşamaları	82
Tablo 3.6 : MOCAP Seansının Çekim Aşamaları	87

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

ŞEKİL 2.1 : Company in Space, Escape Velocity	18
ŞEKİL 2.2 : Ghostcatching sanal dans enstolasyonu	19
ŞEKİL 3.1 : MOCAP Tekniğinin aşamaları	25
ŞEKİL 3.2 : Edward Muybridge, Dört Nala At	26
ŞEKİL 3.3 : Edward Muybridge, Dancing Fancy	27
ŞEKİL 3.4 : Edward Muybridge, Artan Merdivenler	28
ŞEKİL 3.5 : Etienne Jules Marey'in fotoğrafik tabancası	29
ŞEKİL 3.6 : Etienne Jules Marey'in Mocap Kostümü	30
ŞEKİL 3.7 : Etienne Jules Marey'in hareket fotoğrafı	30
ŞEKİL 3.8 : Etienne Jules Marey'in Uçan Pelikan adlı fotoğrafı	31
ŞEKİL 3.9 : Süt Damlası Tacı, Harold Edgerton	32
ŞEKİL 3.10 : Kupa Kraliçesi ve Kurşun, Harold Edgerton	32
ŞEKİL 3.11 : Fleisher'in orijinal rotoskopu'nun patent çizimi	33
ŞEKİL 3.12 : ANIMAC cihazı	35
ŞEKİL 3.13 : ANIMAC ile gerçekleştirilen deneysel bir çalışma.....	35
ŞEKİL 3.14 : Mike, the talking head/Konuşan Kafa Mike	38
ŞEKİL 3.15 : Jurassic Park'ın yapım aşaması	40
ŞEKİL 3.16 : Üzerinde manyetik sensörler bulunan Motion Capture Kostümü ...	49
ŞEKİL 3.17 : Üzerinde manyetik sensörler bulunan Motion Capture Kostümü ...	49
ŞEKİL 3.18 : Mekanik Motion Capture Kostümü	52
ŞEKİL 3.19 : Animazoo firmasının Gypsy Mekanik Motion Capture Kostümü ...	52
ŞEKİL 3.20 : Measurand firmasının geliştirdiği ShapeWarp	53
ŞEKİL 3.21 : Çevrebey Filmi, FGP Prodüksiyon	54
ŞEKİL 3.22 : LED'li Vicon Kamera	56
ŞEKİL 3.23 : Pasif Markerlar	57
ŞEKİL 3.24 : Velcro tarzı yapışkan kumaş örneği	57
ŞEKİL 3.25 : Aktif sensörlü Optik Motion Capture Sistemi	58
ŞEKİL 3.26 : Video Tabanlı Markerless Sistemle oluşturulmuş modelleme	61
ŞEKİL 3.27 : Video Tabanlı Markerless Sistemle oluşturulmuş modelleme	62
ŞEKİL 3.28 : Xsens firmasının Intersiyal MOCAP Kostümü	64
ŞEKİL 3.29 : Activision'ın Kaliforniya'daki Motion Capture stüdyosu	65
ŞEKİL 3.30 : VICON firmasının Hareket Evi	66
ŞEKİL 3.31 : VICON firmasının Hareket Evi	66
ŞEKİL 3.32 : Örnek 6 Kameralı Tripod'lu Setup	68
ŞEKİL 3.33 : Örnek 8 Kameralı Tripod'lu Setup	68
ŞEKİL 3.34 : Örnek 12 Kameralı Tripod'lu Setup	69
ŞEKİL 3.35 : Örnek 12 Kameralı Truss Setup	69
ŞEKİL 3.36 : Örnek 18 Kameralı Truss Setup	70
ŞEKİL 3.37 : Örnek 24 Kameralı Truss Setup	70
ŞEKİL 3.38 : 8 kameralık örnek bir kurulum	71

ŞEKİL 3.39 : Bölge yaklaşımı üzerine örnek kamera kurulumu	72
ŞEKİL 3.40 : Naturalpoint Firmasının Motion Capture Kostümü	74
ŞEKİL 3.41 : Örnek bir Motion Capture kıyafeti	75
ŞEKİL 3.42 : Örnek sensör yerleşim noktaları	76
ŞEKİL 3.43 : Örnek sensör yerleşim noktaları	77
ŞEKİL 3.44 : MotionBuilder Programının ara yüzü	78
ŞEKİL 3.45 : Autodesk Maya programının ara yüzü	79
ŞEKİL 3.46 : T-pozu	83
ŞEKİL 3.47 : MOCAP Kalibrasyon çubuğu	84
ŞEKİL 3.48 : T-pozunda sensör kalibrasyonu	84
ŞEKİL 3.49 : Verinin karaktere ilk uygulanmış hali	86
ŞEKİL 3.50 : Facial Motion Capture'da marker yerleşimi	89
ŞEKİL 3.51 : Facial Motion Capture'da işaretleme örneği	90
ŞEKİL 3.52 : Facial Motion Capture ve Avatar filmi	91
ŞEKİL 4.1 : Hareket verileri ve karakter eşleştirilmesi	94
ŞEKİL 4.2 : Çeşitli doku ve görsel efektlerin uygulanması	95
ŞEKİL 4.3 : Render aşaması	96
ŞEKİL 4.4 : Elde edilen sanal karakter	98
ŞEKİL 4.5 : Şematik eşleştirme	99
ŞEKİL 4.6 : Plastik adam ile hareket yapılarının eşleştirilmesi	100

BEDEN VE HAREKET BAĞLAMINDA GÖRÜNTÜ TEKNOLOJİLERİ VE MOTION CAPTURE (MOCAP) TEKNİĞİ

ÖZET

Günümüzde farklı birçok disiplinin, etkileşimli olarak bir arada kullanımına yönelik çalışmaların gelişen teknolojiyle birlikte hızla yaygınlaşması yeni anlatım metotlarının, yeni ifade biçimlerinin ve akabinde farklı formların açığa çıkmasına ve var olanın gelecek nesillere aktarılmasına olanak tanımaktadır. Tek bir sanat dalının bir ifade biçimi oluşturmada yeterli kalmadığı 20. yy sanatsal anlayışının en önemli özelliklerinden biri, sanatsal disiplinlerin arasındaki ayrımın ortadan kalkmış olmasıdır. Özellikle dijital teknolojilerin ve bilgisayar tabanlı sistemlerin dahil edilmesiyle zengin anlatım metotları ve farklı ifade biçimleri ortaya çıkmıştır. Farklı disiplinlerin iç içe, destekleyici unsur olarak kullanımına duyulan gereksinim, beden odaklı dijital performans teknolojilerinin açığa çıkmasındaki en büyük etken kabul edilmektedir. Bu bağlamda bu çalışma içerisinde öncelikle sanat ve teknolojinin paralel gelişimi tarihsel süreç içerisinde ele alınmış, performans sanatlarının içerisinde teknolojik unsurların kullanımına yönelik çalışmalara değinilmiştir. Bu doğrultuda kullanılan tekniklerden biri olan Motion Capture sistemleri, beden ve hareket bağlamında ele alınmış, dans sanatına ve hemen akabinde geleneksel sanatlarda kullanımının avantajları üzerine durulmuştur.

DIGITAL DISPLAY TECHNOLOGIES IN THE CONTEXT OF BODY AND MOVEMENT & THE TECHNIQUE OF MOTION CAPTURE (MOCAP)

SUMMARY

Today, the studies of using many different disciplines with in a combination are expanding rapidly with the interaction of technologic developments. This allows new methods and forms of expressions with different forms to be occurred and transfer the existing ones to the future generations. One of the most important characteristic property of the 20th century artistic approach when a single art is not sufficient to create a form of expression, is that the distinction between artistic disciplines has disappeared. Especially, rich and different form of expressions have emerged with the inclusion of digital technologies and computer-based systems. The need of using different disciplines together as a supporting element, is considered as the most important factor of revealing digital technologies which are focused on physical performances. In this context, first of all in the framework of this study, the parallel development of art and technology is being discussed in the historical process. Then the use of technological elements in the studies of performance arts are mentioned. Motion Capture systems are one of the techniques that are being used in this context and they are mainly discussed in this study in the framework of body and movement. The advantages of using these systems in dance art and also in traditional arts are also mentioned in this study.

1. GİRİŞ

“Beden ve Hareket Bağlamında Görüntü Teknolojileri ve Motion Capture (MOCAP) Tekniğı” adlı bu Yüksek Lisans Tez çalışmasının ana hatlarını, beden ve hareket bağlamında görüntü teknolojileri ve bir hareket yakalama tekniğı olan Motion Capture (MOCAP) sistemi, kullanım alanları, çeşitleri, tarihsel süreç içerisinde gelişimi, paralel sanatlar bağlamında dans sanatı içerisinde kullanımına dair örnekler ve deneysel çalışmalar oluşturmaktadır. Motion Capture sistemleri içerisinde yüksek maliyetli bütçelerine rağmen en popüler olan ve en çok tercih edilen sistemler optik sistemlerdir. Hata oranı yok denebilecek kadar az olan bu sistemler günümüzde birçok büyük sinema yapıtının oluşturulmasında da tercih edilen sistemler arasında olmuştur. Dolayısıyla bu Yüksek Lisans tez çalışmasında optik sistemler ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Günümüzde artık tek bir sanat dalı, bir ifade biçimi oluşturmada yeterli kalmamaktadır. Farklı disiplinlerin iç içe, destekleyici unsur olarak kullanımına gereksinim duyulmaktadır. Gerek yeni ifade biçimleri oluşturmak adına, gerekse destekleyici bir unsur olarak kullanılan disiplinler arası çalışmalar, farklı formların ve anlatım metotlarının açığa çıkmasına ve var olanın gelecek nesillere aktarılmasına olanak tanır. Bu bağlamda geleneksel sanatlar kapsamında halk oyunlarının ve dolayısıyla dans sanatının gelişmesine katkıda bulunmak adına, gelişen teknolojiyi de göz önünde bulundurarak, farklı hangi disiplinlerle çalışılabileceğı konusunda bir araştırmaya girişilmiştir ve bu kişisel merak, sinemanın büyüğü dünyasında sanal gerçekliğe egemen olmuş animasyon tekniklerine kadar getirmiştir. Tüm dünyayı sarsan bu tekniklerin dans sanatının kaynağından, diğeri bir tanımla bedensel ifade ve hareketten feyz alarak geliştirilmesi, bu teknikler üzerine daha çok araştırma yapılması gerekliliğı doğrultusunda bir merak uyandırmıştır. Çünkü temeli harekete dayanan her disiplin, çoklu sanatlar bağlamında dans sanatının gelişmesine katkı sağlar ve yeni ifade biçimlerinin, anlatım metotlarının oluşmasına olanak tanır.

Hareketin dansı temel yapı taşı olduğu göz önünde bulundurulduğunda, Motion Capture gibi temeli harekete dayalı sistemlerin dans sanatı içerisinde destekleyici unsur olarak kullanımı kaçınılmaz olmuştur. Yaratıcılığı olumlu yönde provoke etmesinin yanı sıra, hareket analizinin bağlamında, birçok farklı disiplinde açığa çıktığı gibi dans sanatı içerisinde önemli bir yer elde etmiştir. Tekniğin temel amacı, hareketi analiz edilebilen verilere dönüştürmektir. Dolayısıyla hareket analizi bağlamında yapılan çalışmalara bilimsel bir boyut kazandırmaktadır. Diğer bir taraftan eğitim amaçlı kullanımı da ön plana çıkmaktadır.

MOCAP tekniğinin kullanıldığı diğer alanları bir kenara bırakıp dans sanatı açısından incelediğinde ilk göze çarpan nokta, hareket verilerinin toplanması ve kaydedilmesi sayesinde, dans sanatı adına büyük bir veritabanı oluşturulmasına olanak tanınmasıdır. Diğer bir taraftan arşivsel özelliğinin ötesinde dans, bu teknik sayesinde dijitalize edilmiş bir sanat dalına dönüştürülebilir. Gelişen teknoloji göz önünde bulundurulduğunda MOCAP sistemi ile yapılabilecek uygulama çalışmaları, dans sanatının gelişmesine son derece katkı sağlayacaktır.

Aklın sınırının olmaması, yaratıcılık ve hayal gücünün engel tanınmaması, bu sanal dünyanın sınırlarının da ne kadar geniş olabileceğinin bir göstergesidir. Bu teknikle üretilecek performanslar, görsel zenginliğinin yanı sıra farklı anlatım metotları ve ifade biçimlerinin de oluşmasına olanak tanır. Dolayısıyla çoklu sanat ve disiplinler arası çalışmaların bu denli yoğunlaştığı günümüzde, teknolojinin bu derece ilerlediği bir dönemde, MOCAP tekniğinin dans sanatının gelişmesine ve yaratıcılığın sınırsız bir şekilde ifade edilmesine katkısı göz ardı edilemez bir gerçektir.

İnsanoğlunun görüntüyü oluşturma, oluşan görüntüyü kaydetme ve sabitleme eğiliminden doğan fotoğraf, fotoğrafı temel alarak gelişen hareketli görüntü sinema, diğer bir anlatım metodu ve kitle iletişim aracı olarak reklam ve gelişen teknolojiyle sınırların zorlandığı animasyon. Tüm bu tekniklerin temelinde tek bir odak noktası var. İnsan ve bedene odaklı hareket biçimleri. Tüm sanatların iç içe birbirini destekleyici unsur olarak kullanıldığı günümüzde, beden odaklı ifade biçimlerinde farklı anlatım metotları geliştirmek için yeni tekniklerin geliştirilmesi, var olanın üzerine yeni oluşumlar katılması gereklidir. Çünkü sanat, ancak farklı kültürlerin, bilimlerin ve disiplinlerin araştırılması ve uygulanması ile gelişebilir. Aksi takdirde kaybolmaya yüz tutar.

Bu bağlamda hazırlanan “Beden ve Hareket Bağlamında Görüntü Teknolojileri ve Motion Capture (MOCAP) Tekniğı” adlı bu Yüksek Lisans Tezinde, bu konuya ilgi duyan öğrenci ve akademisyenlere kaynak teşkil edebilmesini ve farklı bir bakış açısı yaratabilmeyi umut ediyorum.

2.SANAT VE TEKNOLOJİ

İnsanoğlu, tarihin ilk çağlarından bu yana duygularını, düşüncelerini, yaşadıklarını bir şekilde ifade etme gereksinimi duymuştur. Günlük yaşantılarında yaşadıklarını çizdikleri resimlerle, yaptıkları çeşitli oymalar ve kabartmalarla, fiziksel performanslarıyla kendi dünyalarını bir şekilde bilinçli ya da bilinçsizce, amaçlı ya da amaçsızca dışarı yansıtmaya eğilimine girmişlerdir. İlk başta bir ifade biçimi olarak görülen bu yöntem, günümüzde farklı alanlarda birçok sanat dalının açığa çıkmasına olanak tanımıştır. Örnek olarak beden odaklı performans sanatlarından biri olan dans kavramı, bilindiği üzere insanoğlunun yaradılışından bu yana süre gelen bir oluşumdur. Çünkü dans insanın varoluşuyla başlar. Kendini ifade etme biçimi olarak, içgüdüsel ya da tamamen bilinçli bir devinim olarak dışa yansır. Şamanik ritüeller, dinsel ayinler ve bunlarla birlikte sevincin, hüznün, mutluluğun, yaşanan olayların bir şekilde dışarıya yansıtılması ve ifade edilmesi adına doğmuştur dans ve gelişen süreç içerisinde farklı yaşayışlarla, farklı oluşum ve kültürlerle, kısacası farklı yaşam koşullarında ki bireylere göre çeşitlenmiştir.

Günümüzde gelişen teknoloji sayesinde sanatsal ifadelere farklı bakış açıları ve anlatım metotları geliştirmek mümkündür. Özellikle dijital teknolojilerin ve bilgisayar tabanlı sistemlerin dahil olmasıyla zengin anlatım metotları ve farklı ifade biçimleri ortaya çıkmıştır. Dijital teknolojiler, yeni anlatım biçimleri yaratmakta devrim niteliği taşıırken, dijital sanatla anlamı güçlenen melez, yapay organizma ve zeka gibi kavramlar daha sık sanatçıları meşgul etmeye başlamıştır (Sağlamtimur, 2010). Bu bağlamda 20. yy yeni medya sanatı olarak nitelendirilen dijital sanat, dijital yansımalarla tasarlanan canlı tiyatro ve dans üretimlerinden, internet yayıncılığı ve interaktif sanal çevreler vasıtasıyla bilgisayar ekranında yer alan performanslara kadar, yeni dijital teknolojileri içeren her türlü performans etkinliği olarak tanımlanabilir. Performansın her alanını, gelişen teknolojik ürünlerle destekleyerek yeni ifade biçimleri ortaya koyulmasıdır. Bu bağlamda sanal tiyatro, dijital tiyatro, siberformans, siber tiyatro, online performanslar ve network performanslar gibi bir çok alanı bünyesinde bulundurmaktadır. Çünkü sanatçı, başka

araçlarla ya da farklı metotlarla üretmesi mümkün olmayan sanatsal yapıtlarını, bilgisayar teknolojilerindeki akıl almaz yeniliklerle üretmeye başlamış, bu da sanatsal yaratıcılığı destekleyerek farklı birçok formun açığa çıkmasına olanak tanımıştır. Bilgisayar kavramının devreye girmesi, özellikle dijital dünyanın teknoloji içerisinde sağlam bir yer edinmesiyle gerçeğin tanımı, anlamı ve içeriği tamamıyla değişmiş, sanallık her alanda gerçeğin yerini alarak sanatsal üretimlerde ön plana çıkmaya başlamıştır. Aklın sınırının olmaması ve yaratıcı zihnin açığa çıkardığı sınırsız ürünlerle, gerçeğe bakış açısı tamamen değişmiş, sanal gerçeklik egemen olmaya başlamıştır. Günümüzde sanatçılar internet üzerinde sergi açarak mekan sınırlamasına bağlı kalmaksızın aynı anda tüm dünyaya ulaşabilmekte, dünyanın her yerine bilgi ve sanatsal aktarım sağlayabilmektedir. İnternet teknolojisi, insanların sanata katılımlarını ve sanatsal eğitimi kolaylaştırmakta, web müzeleri yaygınlaşmakta, sanat eserlerinin görüntülerine erişim olanakları alabildiğine genişlemektedir (Sağlamtimur, 2010).

Dijital sanatlar ve beden odaklı performans teknolojilerine geçmeden önce sanatın ve teknolojinin gelişen süreç içerisinde paralel olarak kat ettikleri yollara değinmekte fayda var. Çünkü sanat gibi bilimde, insanın üretme içgüdüsüne dayanan bir olgudur. Yaşayış koşullarını kolaylaştırmak adına bulunan ilk çağ icatlarından günümüz teknolojileri arasındaki uçurum büyüklüğündeki mesafe, gerçekten şaşırtıcı nitelikte olsa da, teknolojik gelişmelerin özünde insanoğlunun üretip geliştirme içgüdüsünün yattığı göz ardı edilemez bir gerçektir.

Tarihte genel olarak 19. yy icatlar yılı olarak tanımlanır. Henüz dijital teknolojilerin gelişmediği, sadece mekanik araçların oluşturulmaya çalışıldığı bu dönemde fotoğraf ve sinemanın yanı sıra lokomotif, buharlı gemiler, bisiklet, demiryolu, elektrikli telgraf, ...vb gibi birçok mekanik icatta gün ışığına çıkmıştır. Zaman ilerledikçe üretim ihtiyacı artmış, teknolojik gelişmeler ardı ardına sıralanmaya başlamıştır. Bu dönem süresince sanatsal üretimden ziyade teknolojik üretime daha fazla önem verilmeye başlanmıştır. Ancak sanat ve teknoloji bağlamında gelişim, hep birbirine paralel olarak ilerlemiştir. Teknolojik üretimden kasıt mekanik bağlamda üretimdir. Bilgisayar kavramı 1940'lerde oluşmaya başlasa da, gelişme süreci ve dijital teknolojiye geçiş ve buna yönelik üretim biçimi, 19.yy'ın sonlarında gerçek anlamda irdelenmeye başlamıştır.

1800'lü yıllarda gerçekleşen teknolojik gelişmeler ile ekonomik ve toplumsal değişmeler, bir yandan var olan sanat dallarının biçimlerinin değişmesine, yeni formlar kazanmasına, diğer yandan da yeni sanat dallarının ortaya çıkmasına yol açmıştır (Özdemir, 1996). Duygu ve düşüncelerin yansıtıldığı, güzeli anlatan estetik kavramıyla nitelendirilen sanatsal anlayış, 19. yy'da yerini gelişen teknolojik üretimle farklı bir boyuta taşımaya başlamıştı. Bu dönemde ifade sanatı yerine, sosyo-ekonomik koşullar sebebiyle bireyler daha çok ekonomik açıdan elde tutulur bir şeyler üretmeye, parasal yatırım yapabilecekleri şeylere yönelmeye başlamışlardı. Bu bağlamda sanat ve sanata bakış açısı, bir parça teknolojik üretimin gerisinde kaldıysa da, değişen yaşam koşulları sayesinde farklı birer boyut kazanmaya da başlamıştı. Sanatın yaratıcılık ve emek ürünü olarak yaşandığı geçmiş dönemlerden sonra, gelişen teknoloji sayesinde üretim mekanik ve ilerleyen zaman içerisinde de dijital teknolojiye yönelecekti. Üretimde amaç, *sanat için sanat* kavramından çıkıp, zanaat olarak teknolojik üretime merak salacaktı. Bu gibi şeyler ve yaşam koşulları sanatçıların eserlerinde farklılaşmalara sebep olacaktı.

Gelişmelerle birlikte sosyal yapıdaki değişiklik sadece zevk ve havai değil, sanatçıların tekniklerinin de değişmesine neden olmuştur. Örneğin 19. yy'ın sosyal gelişmeleri ve makineleşme çağı portrelerdeki yüzleri, artistik ifadeyi ve tekniği değiştirdi. Endüstrileşmenin getirdiği mekanizasyon her alana yansdı. Çağın sanatları da değişen zevki ve artan isteği de karşılayabilmek için sanatı mekanikleştirmek zorunda idiler ve fotoğrafı buldular (Bayhan, 1996). Bu bir bağlamda fotoğraf ve hemen akabinde sinema, sanat ile teknolojinin birleştirilmeye çalışılmasına ilk örneklerden kabul edilir. Çünkü bugüne kadar keşfedilmiş sanat dallarında mekanik gelişmeler, sanatla birleştirilmeye çalışılmamıştı. Çünkü sanat ve zanaat kavramları birbirlerinden şiddetle ayrı tutulmaya çalışılıyordu. Günümüzde bile hala bu nedenden ötürü fotoğrafın bir sanat olarak değil, bir zanaat olarak kabul edilmesi görüşünü savunan bireyler var. İşte tam bu noktada üretimin ne amaçla yapıldığı sorusu gündeme gelmeli ve bu şekilde bir değerlendirme yapılmalıdır. Sanat bir dışavurumdur. Kullanılan malzeme ne olursa olsun içten yansıyan bir ifade biçimidir. Kullanılan malzeme yazı, nota, boya, heykel için çamur olabildiği gibi bir fotoğraf karesi ya da hareketli bir görüntü bile olabilir. Sonuçta amaç ortaktır. Sanat bir fikrin, bir duygunun, bir güzelliğin anlatımında kullanılan yöntemlerin tümü ve yöntemler sonucunda ulaşılan üstün yaratıcılık, yani anlatımdır (İmançer, 2008).

19. yy'ın ortalarında gelişme gösteren teknolojik yenilikler, var olan sanat dallarının anlamlandırılmasında sıkıntı yaşıyordu. Örneğin günümüz sanat dallarından kabul edilen, sinemanın temel yapı taşı fotoğraf, bilimle olan ilişkisinden ötürü uzunca bir süre bir sanat dalı olarak kabul edilmedi. Bunun yanı sıra Baudlaire gibi birçok düşünür, fotoğrafı anti-sanat olarak nitelendirerek teknolojik bir araç olarak kabul etti. Aslında yeni olan her üretim başlangıcında, önce var olanı korumak adına bir reddedilme eğilimiyle karşılaşırken zaman içerisinde gelişen ve değişen yapılarla kabul görmektedir. Bu bağlamda 19. yy'a damgasını vuran önemli sanat akımlarından romantizm ve natüralizm, İngiltere'de etkisini göstermiş ve 20. yy boyunca birçok sanat dalının üzerinde önemli anlatım biçimleri oluşturmuştur. Özellikle teknolojik gelişmelerdeki yenilikler, farklı sanat dallarının iç içe kullanılmasına olanak tanımış, zengin içerikli anlatım metotlarının oluşturulmasını sağlamıştır.

Teknolojinin sanat içerisinde kullanımına ilişkin görüşlerin arasında kopyalama, çoğaltma yani reproduksiyon ve manipülasyon teknikleri gibi işlevsel özelliklerini de vurgulayan düşünürler vardır. Benjamin Walter, 1935 yılında yayınlanan *Tekniğin Olanaklarıyla Yeniden Üretilbildiği Çağda Sanat Yapıtı* adlı kitabında sanat eserinin tekniğin yardımıyla çoğaltılabilirliği, kitlenin sanatla olan ilişkisini değiştirmektedir görüşünü vurgular (Walter, 1995). Sanat eserlerinin kopyalanıp çoğaltılması, zaman içerisinde yıpranıp bozulmalarına karşı bir önlem alma ve gelecek nesillere taşıma gibi bir misyon üstlenirken, diğer taraftan bu görüşlere karşı fikirler sanat eserinin orijinalitesinin bozulduğunu öne süren görüşler şeklinde açığa çıkmıştır. Bu düşünürler, eserin ilk başta kendine has bir aurasının olduğu ve bu kendine has enerji alanının ve çekiciliğin, kopyalama sırasında yerini diğer kopyaya bıraktığı görüşünü savunurlar. Bu kopyaya da *asıl kopya* adını verirler.

Zaman içerisinde sanat ve teknoloji üzerine algılar değişkenlik göstermiştir. Sanatsal üretim geleneksel yöntem, mekanik yeniden üretim ve dijital yöntem olarak üç farklı aşamada gelişme gösterdiği düşünüldüğünde, bilgisayar aracılığıyla sayısal yoldan imge üretimi ve sanal yapıtların açığa çıkması, günümüzde gelişen dijital teknolojiler sayesinde yaygın bir hal almış ve bu bağlamda sanatsal yapıtlar geniş kitlelere ulaşabilmiştir. Bu doğrultuda dijital sanat çağdaş sanatın bir alt dalı olarak kabul görmeye başlamıştır. Dijital teknoloji ile biçimlenmeye başlayan son dönem sanat eserlerinde sayıların, imgelerin, sanal biçim, ifade ve kurguların çoğalmakta olduğu

gözlenmekte; yazılım, animasyon gibi eserler, dijital sanat olarak nitelendirilmektedir (Wands, 2006).

Sonuç olarak genel bir perspektifte bakıldığında, sanat ve teknolojik üretimler, birbirlerine paralel olarak gelişmiş ve değişim göstermiştir. Sanat dalları arasındaki ilişki ve sıkı bağlar sayesinde, disiplinler arası çalışmalar hızlanmış ve farklı sanat alanlarında kullanılan teknikler yoluyla yeni ifade biçimleri ortaya konulmaya başlanmıştır. Farklı sanat dalları birleşerek, verilmek istenen mesaj daha anlamlı ve daha etkili bir hale getirilmiş, gelişen dijital teknolojiler sayesinde de farklı sanat dalları kaynaşarak yeni oluşumlara öncülük etmişlerdir. Çağımız sanatının en önemli özelliklerinden biri, sanatsal disiplinlerin arasındaki ayrımın ortadan kalkmış olmasıdır. Dijital performans teknolojileri, bu doğrultuda açığa çıkmıştır.

2.1 BEDEN ODAKLI PERFORMANS TEKNOLOJİLERİNE GİRİŞ

Performans, malzemesi yalnızca beden olan, sahne ve görsel sanatlar alanında bedenle yeni ifade biçimleri yaratmayı amaçlayan eylemlerdir (Bozkurt, 2005). Bu bağlamda bir sanat olarak ele almak yerine, bir ifade biçimi olarak değerlendirildiğinde performans, insanoğlunun yaradılışıyla başlayan, zaman içerisinde gelişen ve değişen, süreç içerisinde de sanatsal kimliğini eline almış bir anlatım metodudur. Performans sanatları özellikle tiyatro, dans, pandomim gibi beden odaklı ifade biçimlerini içermektedir.

Beden ve dans odaklı performans teknolojilerinin tarihini incelerken, politik ve kültürel tarihlerde olduğu gibi ani devrimsel değişimlerden kaynaklı bir tarihi olduğu gözler önüne serilmektedir. Bu bağlamda dijital performansların tarihini 3 bölümde incelemek mümkündür. 1910-1960 yılları arasında İtalya'da ortaya çıkan 20. yy sanat akımlarından biri olan Futurizm akımının egemen olduğu birinci dönem, 1960-1990 yılları karışık medya performanslarının gerçekleştirildiği, özellikle 1960'lı yıllarda tiyatro, dans ve performans sanatlarında kullanılan video monitörlerinin ve projeksiyon ekranlarının yardımıyla gerçekleştirilen medya projeksiyon ve deneysel çalışmaların sıklıkla yer aldığı ikinci dönem ve son olarak 1990'lardan günümüze deneysel tiyatro ve beden odaklı performans teknoloji çalışmalarının yer aldığı üçüncü bölüm olarak incelemek mümkündür.

Performans Teknolojilerinde kullanılan teknikler, günümüzde yeni medya sanatı olarak nitelendirilen dijital sanatla paralellik göstermektedir. Bu bağlamda dijital sanat ile performans teknolojilerini aynı kulvarda incelemek mümkündür.

Dijital sanat, bilgisayar destekli bir sanat formudur. Dijitalize olmuş yeni dünya sanatı olarak kabul edilen dijital sanat, genel anlamda dijital teknoloji ile üretilen sanal nesnelerin estetik değerlerle kurgulandığı sanat biçimi olarak yorumlanabilir (Sağlamtimur, 2010). Diğer bir taraftan dijital sanat yani sayısal sanat, üretiminde bilgisayarın temel rol oynadığı, fiziksel olmayan nesnelerin üretilmesiyle gerçekleşen sanat biçimi olarak tanımlanır (Paul, 2003). Ancak bu tanımlama, performans teknolojileri bağlamında biraz yetersiz kalmaktadır. Çünkü dijital teknolojilerin performans sanatı içerisinde kullanımı, sadece bilgisayar bazında sınırlı kalmamaktadır. Dijital tekniklerin sağladığı imkânların çeşitliliği, sanatçılara bu teknolojileri araç, ortam veya konu olarak farklı birçok alanda kullanabilme olanağı yaratmıştır.

Dijital teknolojilerin araç olarak kullanımı, üretimin bütünü veya bir kademesinde dijital teknolojilerin herhangi birinin kullanımı olarak nitelendirilebilir. Bu bağlamda fotoğraf manipülasyonu, Photoshop tasarım programı ile rötuşlamak, Video montaj, post-prodüksiyon, video efekt yapımı, ses manipülasyonu, DJ dijital miksaj teknikleri, dijital baskı, yazıcı, plotter, vb ile yapılan üretimler, Web tasarımı için üretim teknikleri, programlama ve çeşitli programlama dilleri, dijital teknolojilerin araç olarak kullanımına örnektir. Dijital teknolojilerin ortam olarak kullanımı, sanatsal üretimin açığa çıkmasından sunumuna kadar dijital teknolojileri kullanan olanaklarının irdelenmesi olarak tanımlanabilir. Bu bağlamda yerleştirme (Enstalasyon), film, video ve animasyon, internet ve ağ sanatı, yazılım sanatı (Software art), sanal gerçeklik (virtual reality) ve genişletilmiş gerçeklik (augmented reality), dijital teknolojilerin ortam olarak kullanımına örnektir. Dijital teknolojilerle bağlantılı konuların kullanılması ise sanat eserinin, dijital teknolojiler vasıtasıyla etkili şekilde nasıl ifade edilebileceği üzerine yoğunlaşır. Bu doğrultuda yapay yaşam, sanal gerçeklik, veritabanları ve veri görsellemesi, metin ve anlatı ortamları, oyunlar, dijital teknolojilerin konu olarak kullanımına örnek olarak gösterilebilir.

Dijital sanat, bir veya daha fazla dijital işlem ya da teknoloji ile yaratılan sanattır. Matematiksel olarak 0 ve 1'lerin oluşturduğu yeni teknik dille ekranda geliştirilen

görselin grafik programlarla veya özel yazılımlarla başlayan dünyasına ve bu altyapının yeni bir teknik araç olarak sanatsal anlatıma, üretimlere yansımalarıdır (Çizgen, 2007). Bu tanımlamalarla dijital sanatın çok geniş bir çalışma alanına sahip olduğu anlamak mümkün. Bilgisayar teknolojilerinin kullanıldığı ilk grafik düzenlemelerden, fotoğraf, heykel, resim...vb gibi geleneksel sanat formlarının sınırlarının genişletilmesi, yeniden üretilmesi, kopyalanması, çoğaltımı ve arşivlenmesi için kullanılmasına; günümüz mühendislik inşası, etkileşimli gerçek/sanal ortamlara ya da yapay zekanın gelişim sürecini ve sonuçlarını ortaya koymaya yönelik projelere dek neredeyse bütün çalışmaları dijital sanat başlığı altında incelemek mümkün. Dolayısıyla dijital sanatı sadece bilgisayar tabanlı teknolojileri içeren sanat dalı olarak kısıtlamak, çok doğru bir tanımlama olmayacaktır. Özellikle performans teknolojileri bağlamında kullanımı ve yaratıcılık gibi işlevsel özellikleri göz önünde bulundurulduğunda, yetersiz bir tanımlama olarak kalacaktır. Bu görüşü savunan Alman Profesör Christiane Paul (2003), dijital sanat örneklerinin ilk olarak *bilgisayar sanat* olarak adlandırıldığını, daha sonra *çoklu medya (multimedya) sanatı* isminin kullanıldığını, bugün geline nokta ise tüm bu çalışmaların *yeni medya sanatı* olarak bilindiğini belirtmektedir. Bugün günümüzde dijital sanat interneti, ağ bağlantılarını, özgün yazılımları, sanal gerçekliği, sanal ortamları, yapay yaşamı ve organizmaları, GPS teknolojilerini, veri tabanlarını, robotları, bedene takılan başlıkları, protezleri, makine uzantılarını kullanılmakta, yapay zeka, veri görüntüleme ve haritalama, hiper-metinsel (hypertextual) anlatılar ve oyunlar dijital sanat eseri olarak kabul edilmektedir (Sağlamtimur, 2010).

20. yy'ın sonlarına doğru bilgisayar teknolojileri tiyatro, dans, canlı performans sanatlarının birçoğunda önemli ve etkin rol oynamıştır. İnternet yayıncılığı ve interaktif birçok ortamın yanı sıra enstolasyon gibi farklı birçok performans ve tiyatral formlar açığa çıkmaya başlamıştır. Teknolojinin getirdiği kolaylıklar sayesinde interaktif ortamda gerçekleştirilen birçok performans, artık uzaklıkların bir bariyer olmadığına göstergesi olmuştur. Dünya üzerinde farklı bir çok ülkede bulunan sanatçılar, oluşturulan sosyal ağlar sayesinde üretilerini online olarak paylaşabilmekte ki bu da yaratıcılığın gelişmesine oldukça katkı sağlamaktadır. Aslında dijital teknolojiler, iletişim ve paylaşımın önündeki birçok engeli de bu bağlamda kaldırmaktadır.

Performans sanatı, dans ve tiyatro her zaman iç içe bulunan beden odaklı disiplinler arası çalışmalardandır. Bu sanat kolları arasında özellikle tiyatro, yeni teknolojilerin estetik ve dramatik potansiyellerini en kolay benimseyebilen ve pratiğe geçirebilen sanat dalıdır. Bu bağlamda beden odaklı performans teknolojileri ilk olarak tiyatro sanatı içerisinde kendini göstermiştir. Gaz efektlerinden ışık efektlerine, modern ışık kontrol sistemlerinden ses kontrol ünitelerine, bilgisayar tabanlı görsel efektlerden interaktivite gibi birçok alandan görsel ve işitsel efekt oluşturmak için yararlanılmıştır. Erwin Piscator, Edward Craig,...vb gibi tiyatro üzerine çalışmalar yapan birçok pratisyen ve yönetmen, gelişen teknolojileri performans sanatları bağlamında tiyatro içerisinde kullanmışlardır.

20. yy boyunca bilgisayar teknolojileri inanılmaz bir ilerleme kaydederek gelişme göstermiş ve oldukça popüler hale gelmiştir. Farklı birçok kültürde ve toplumda yer edinmeye başlayan teknolojik gelişmeler, var olan dinamiklerinde zaman içerisinde değişmesine yol açmıştır. Aslında genel olarak dijital devrimin II. Dünya Savaşı sırasında geliştirilmeye başlandığını söylemek mümkün. İlk olarak savunma ve silah sanayisinde çeşitli sistemlerin kontrolünde kullanılmak için geliştirilen dijital sistemler daha sonra bilim, mühendislik, elektronik hatta günümüzde robotik teknolojilere kadar birçok alanda kullanılmaya başlamıştır. Bu bağlamda üretilen elektronik veri işleme kapasitesine sahip ilk bilgisayar ENIAC (Elektronik Numerical Integrator and Computer) kabul edilir. 1946 yılında Amerikalı bilim adamları tarafından silah ve nükleer hesaplamalar yapmak için üretilmiştir.

Sanat formları içerisindeki matematiksel, geometrik, bilimsel, soyut ve teknolojik temalar, bugün dijital sanat olarak adlandırılan sayısal sanatın önemli kaynaklarından olmuştur. Bu doğrultuda teknoloji alanında uzmanlaşmış bilim adamları ve sanatçıları, ortak bir paydada buluşturmak ve disiplinler arası çalışmalara yönlendirmek adına 1966 yılında New York'ta Amerikan Sanat ve Teknoloji Deneyleri (EAT) adı altında bir kuruluş kuruldu. Bu tarz çalışmalar ve oluşumlar, teknoloji ve sanatın birbirlerini tamamlayıcı bir birer ürün olarak benimsenmesinin ardından Arjantin, İngiltere, Yugoslavya ve Japonya gibi belli başlı ülkelerde de devam etmiştir.

Dijital sanatlar bağlamında yapılan ilk örnek çalışmalar, öncelikle bilim adamları tarafından bilgisayar odaklı çalışmalarla açığa çıkmıştır. Amerikalı matematikçi Ben

Laposky, 1950 yılında dalga formlarından elektronik görüntüler yaratmıştır. Diğer bir taraftan 1956 yılında matematikçi Herbert W. Franke, sanatsal anlayışını *Elektronik Soyutlamalar* adını verdiği eserinde yorumlamaya çalışmıştır. Dijital sanatlar bağlamında açığa çıkan eserler, öncelikle resim ve fotoğraf bağlamında olmuştur. Günümüzde ise programların gelişmesi, farklı teknolojik yeniliklerin açığa çıkması ve yaygınlaşması sayesinde dijital sanat, özgün görüntü ortamlarından heykel sanatına, dijital enstelasyondan performansa, video, müzik, ses sanatına ve dijital animasyona kadar çok geniş bir yelpazede genişlemiştir.

1990'lı yıllarda artık teknoloji iletişimin ve toplumlar arası bilgi aktarım sürecinin vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Dijital teknolojilerdeki hızlı gelişim, sanat dalları üzerinde özellikle tiyatro ve dans gibi beden odaklı ifade biçimlerinde ilk olarak film ve televizyon teknolojilerinin dahil edilmesiyle gelmiştir. Hemen akabinde gelişmeye başlayan özel efekt tasarımları, yaratıcı ifadeyi körüklemiş, anlatım açısından zengin sanatsal yapıtların ortaya çıkmasına olanak tanımıştır. Beden odaklı performans teknolojileri bağlamında dijital sanat teknolojilerinin bedene yansıttığı deneyimlemeyi ortaya koyan sanatsal projeler, şimdiki ve gelecek zamanın, bugünün ve yarının insanı hakkında ipucu verirken geçmiş, şuan ve gelecek arasında köklü bir bağ kurmaktadır. Bedenin etken olduğu deneyimlemeler daha çok *etkileşimli anlatı* (interactive narrative) projelerde kullanılmaktadır. Bilgisayar programlarının, videonun, harekete ve sese duyarlı sensörlerin, kullanıcının içinde hareket edebileceği bir odanın-mekanın birlikte kullanıldığı bu çalışmalarda izleyici bedenini aktif olarak kullanmak durumundadır. Adım atarak, belirlenen alan içinde ya da sensörler üzerinde hareket ederek sanatçının düzenlediği anlatıya yön vermekte, sona erdirmekte ya da başlatmakta, bu şekilde bedeninin etken olduğu bir eylem gerçekleştirmektedir. Performans sanatında gördüğümüz katılımcıyı bütünüyle çalışmanın içine dahil etme çabasının bu tür bir çalışmayla bir üst noktaya taşınabileceği gösterilmektedir (Çuhacı, 2006).

2.1.1 DANS TEKNOLOJİLERİ

Dans teknolojileri, var olan geleneksel dans çalışmalarını kullanarak yeni dans pratikleri geliştirmek adına, gelişen yeni teknolojilerin kullanılmasına olanak sağlayan bir dans formu olarak tanımlanabilir. Gelişen teknolojik üretileri, sanatsal ifadeleri zenginleştirmek ve daha anlamlı kılmak için kullanır. Bu doğrultuda farklı

anlatım metotlarının açığa çıkmasına olanak tanıyan dans teknolojileri, çok geniş bir yelpazede incelenebilir.

Performans teknolojilerinde kullanılan teknik elemanlara ek olarak dans teknolojileri; sanal dans, kamera için dans, MIDI yoluyla hareket tabanlı ses ve video sistemleri, dans hareketlerinin bilgisayar aracılığıyla analizi, dans notasyonu ve dans yazım programları, web tabanlı dans, enstolasyon, interaktif dans, entegre performans alanları, insan hareketi için ara yüzler, teknoloji ve koreografi entegrasyonu, üretimsel dans, telepresens, sanal gerçeklik ve Motion Capture gibi sistemleri içermektedir.

Beden odaklı performans teknolojileri bağlamında dans teknolojilerini incelerken ilk önce hareket odaklı çalışmalar göze çarpmaktadır. Performansın fotoğraflanması ve performans içerisinde kullanımına ilişkin çalışmalar, bugün günümüzde *videodance* ve *dance-on-film* gibi kavramların oluşmasına sebep olmuştur. Genel olarak dans teknolojilerinin gelişim süreci, performans içerisinde önce fotoğrafın kullanımı ve projeksiyon yardımıyla dans içine dahil edilmesiyle başlar. Daha sonra hareketli görüntü, yani video sanatı dans teknolojilerinin vazgeçilmez bir malzemesi haline gelir. Projeksiyon cihazı yardımıyla sahnenin arka planına yansıtılan hareketli görüntülerin yanı sıra, konusu tamamen dans temalı filimler üretilmeye başlar. Bu konuda önemli çalışmalara imza atmış ilk isimler arasında Maya Deren gelmektedir.

Video sanatının destekleyici unsur olarak ya da tamamen tematik bir anlam yüklemek adına dans sanatının içinde kullanımından sonra, daha önce özellikle tiyatro sanatında sıklıkla karşılaşılan görsel efektler, dans sanatındaki anlatımı güçlendirmek adına kullanılmaya başlar. Daha sonra dijital teknolojilerin hızla gelişmesi ve sanal gerçeklik, sanal ortam gibi kavramların açığa çıkmaya başlamasıyla enstalasyon kavramı gün ışığına çıkar. 19. yy'ın sonlarında hareket yakalama ve hareket analizi üzerine yapılan çalışmaların yoğunluk kazanması, Motion Capture sistemlerinin dans sanatı içerisinde anlatımı güçlendirmek ve yaratıcılığı artırarak destekleyici birer unsur olmasına olanak tanır. Dans sanatı artık dijital bağlamda sanatsal bir bakış açısı kazanmıştır. Teknolojinin gelişmesi, insanın makine ile olan ilişkisini sorgulaması ve bu doğrultuda paralel ürünlerin açığa çıkması, artık sanatsal anlayışın hiçbir zaman eskisi gibi olmayacağını bir göstergesi olmuştur.

Performans sanatları, dans ve tiyatro her zaman iç içe bulunan beden odaklı disiplinler arası çalışmalardandır. Bu sanat kolları arasında özellikle tiyatro, yeni teknolojilerin estetik ve dramatik potansiyellerini en kolay benimseyebilen ve pratiğe geçirebilen sanat dalı olarak kabul edilmiştir. Bu bağlamda beden odaklı performans teknolojileri ilk olarak tiyatro sanatı içerisinde kendini göstermiştir. Ancak zaman içerisinde dans, çağın gelişen teknolojilerini günümüz dinamikleriyle en etkin şekilde birleştirmeyi başarmış ve tiyatrodan daha ileri düzeyde teknolojiyi kullanan sanat dalı haline gelmiştir.

Avusturalya kökenli sanatçı Sterlarc, teknolojiyi sanatsal ifade biçimlerinde kullanan ilk koreograflardan biri kabul edilir. 1973 yılında Tokyo’da gerçekleştirdiği deneysel bir sergide, midesine ve ciğerlerine yerleştirdiği mikrofilmler sayesinde, insan bedeni farklı boyutlarıyla izleyenlere sunmuştur. Hareket üzerine detaylı bir çok çalışması bulunan ünlü koreograf, gelişen teknolojinin nimetlerini, video sanatı ve projeksiyon tekniklerini dans sanatının içerisinde kullanarak göstermiştir.

Mark Coniglio ve Dawn Stoppiello tarafından 1989 yılında Troika Ranch Dans tiyatrosu bünyesinde gerçekleştirilmeye başlanan interaktif performanslarda, dansçının hareketinden dijital veri elde etmek için esnek çubuklar kullanıldı (Hagg, 2009). Kullandıkları bu sistem, gerçek zamanlı görsel efekt tasarımında kullanılan bugün bile hala tercih edilen *Isadora* yazılımının temelini oluşturmaktadır. Isadora yazılımı sadece dansçılar tarafından değil, aynı zamanda birçok tiyatro sanatçısı ve VJ tarafından da kullanılmaya devam etmektedir.

1990’lara gelindiğinde Elektronik Dans Tiyatrosu, Riverbed, Alien Nation ve Troika Ranch gibi birçok dans okulu Motion Capture teknolojisinin değişik formlarını deneyimlemeye ve sanatsal performanslarında kullanmaya başladılar. Ancak bu dönemde gerçek zamanlı olarak MOCAP teknolojisini sahne üzerinde kullanmak oldukça pahalı ve teknik açıdan oldukça zordu. Sapmaların ve kaymaların oluşması, gerçek zamanlı performanslarda sıkıntı yaratabiliyordu ve sistemin kontrol edilebilirliği azalıyordu. Dolayısıyla bu teknoloji performans sanatları çerçevesinde öncelikle görsel efekt oluşturmada kullanılmaya başlandı. Bu dönemde gerçek zamanlı ve 3 boyutlu uygulamalar ne yazık ki geri planda kaldı. Gerçek zamanlı görseller için video tabanlı hareket takip sistemleri kullanılmaya başlandı. Bu sistemler bugün bile dans teknolojileri bağlamında kullanılmaya devam etmektedir.

Bu bağlamda video tabanlı hareket takip sistemlerinin dans sanatı içerisinde kullanımı, 3 boyutlu Motion Capture teknolojisine geçişin temelini oluşturmaktadır.

Philip Glass tarafından bestelenen Robert Wilson'ın yönettiği ilk dijital opera *Monsters of Grace*, 1998 yılında hayata geçirildi (Birringer, 1999). Bu çalışmada görsellerin temelini oluşturmak için 3 boyutlu Motion Capture teknolojisinden yararlanıldı. Bu alanda yapılan çalışmalar içerisinde bir ilk olması, o dönemde tüm ilgileri üzerine çekmeyi başardı. Ünlü koreograf William Forsythe, Frankfurt Balesi için improvizasyon teknolojileri üzerine yoğunlaştı ve bu doğrultuda birçok farklı anlatım metoduna imza attı. 1997 yılında *İmprovizasyon Teknolojileri* adı altında bir CD-ROM piyasaya sürdü. Yaptığı bu çalışmayla dansın interaktif ortama taşınma sürecinin yolunu araladı. İmprovizasyon teknolojileri üzerine piyasaya sürülmüş birçok interaktif yazılım ve DVD, bu bağlamda piyasaya sürülmeye başlandı. Bunlardan en bilineni William Forsythe'nin ardından, Emio Greco/PC'nun *Çifte Deri Çifte Zeka* (Double Skin Double Mind), Bedford Interactive'in piyasaya sürdüğü *Vahşi Çocuk* (Wild Child), Richard Lord'un *Şelale'si* (Waterfall), Neil Zusman ve Arthur Aviles'in *Fare Dansı* (Mouse Dance) adlı çalışmalarıdır. Çoklu sanat çalışmaları ve improvize yorumlarıyla bilinen ünlü koreograf Kent De Spain, hareket tabanlı bilgisayar grafiklerinin dans teknolojileri bağlamında kullanımına yönelik çalışmalara yoğunlaştı.

Beden odaklı performans teknolojileri bağlamında dans tasarımıyla ilgili çalışmalar, görsel sanatlar ve yeni medya sanatlarıyla doğrudan bağlantılıdır. Koreograf ve film yapımcısı Johannes Birringer, *Çağdaş Performans ve Teknoloji* (Contemporary Performance and Technology) adlı makalesinde yeni dans sanatına odaklanır. Bu doğrultuda sayısız kitap ve makaleye imza atmış olan sanatçı, hareket ve bilgisayar dünyası arasındaki ara yüz araştırmalarına öncülük etmektedir. Johannes Birringer, her platform için farklı tasarım ve koreografi düşünülmesi gerektiğini savunur. Her hangi bir projeksiyon cihazından dijital görüntülerin sahneye, yani performansa dahil edilmesindeki kurgu ile Motion Capture sistemleri ile sanal gerçeklik ve animasyon denemelerindeki kurgu birbirinden farklılık gösterir. Bilgisayar animasyon ve web tabanlı performansları *yeni medya sanatı* olarak nitelendiren Birringer, sistemlerin kısıtlamalarının yeni olanakları da beraberinde doğurduğunu savunur.

Dans, dijital performans teknolojileri bağlamında 1980'lerden bu yana ön planda olan sanat dalı haline gelmiştir. Dance-on-film, diğer bir tanımıyla film için dans kavramı ve dans videosu gibi oluşumlar koreograflar, araştırmacılar, eğitmenler tarafından ancak bu dönemlerde ilgi görmeye başlamıştır. Bugün günümüzde farklı bir sanatsal anlayış kazanan video dans, dijital dans ve web tabanlı dans kavramlarını oluşturan melez bir form olarak kabul edilmektedir.

Daha sonra birçok bilgisayar programcısı dans yazımı ve notasyon üzerine çalışmalara yoğunlaştılar. LabanWriter ve LifeForm gibi birçok program piyasaya sürüldü. Böylelikle bilgisayar teknolojilerindeki yenilikler, yavaş yavaş dans sanatı içerisinde etkin bir halde kullanılmaya başlandı. Burada sanat teknolojiyi, teknolojiye sanatı kullanarak birbirlerini tamamlayıcı yeni ürünler açığa çıkardıkları görülmektedir.

Dans laboratuvarlarının oluşmasının ardından, dans teknolojileri çalışmaları burada ağırlıklı olarak devam etmiştir. Arizona State Üniversitesi Sanat Çalışmaları Enstitüsü'nde (ISA-Institute for Studies in the Arts), *akıllı sahne* adı verilen bir platform oluşturuldu (Birringer, 2002). Burada dans, çeşitli interaktif ortamlarda bilgisayar destekli tasarım ve MIDI arabirimleri ile gerçekleştirilmeye başladı. Bu vasıta ile fiziksel hareket ve hareket algılama üzerine farklı programlamalar geliştirilmeye başlandı. Örneğin ses sanatçısı David Rokeby tarafından geliştirilen VNS (Very Nervous System) sistemler sayesinde video kameralar, algılayıcı sistemler, bilgisayar ve synthesizer birbirlerine bağlanarak insan vücudunun hareketini ses, müzik yada herhangi bir video projeksiyon cihazına gerçek zamanlı olarak aktarılması sağlandı. Sistem günümüzde kullanılan BigEye ya da Eyecon sistemlerde olduğu gibi hareketin kamera ve hareket takipçileri vasıtasıyla algılanması prensibine dayanır.

1999 yılında Arizona'da gerçekleştirilen Uluslararası Dans ve Teknoloji Konferansı (IDAT – International Dance and Technology) kapsamında Avusturalyalı bir şirket 2 dansçı, 2 kamera ve 2 projeksiyon cihazını birbirlerine direk olarak online bağlantıyla bağlamıştı. Şekil 2.1'de de görülen bu bağlantı, Arizona State Üniversitesi ile Melbourne'da performansın gerçekleştirildiği alan arasında kuruldu (Birringer, 1999).



ŞEKİL 2.1 : Company in Space, Escape Velocity, IDAT99, Tempe, 1999

Video çekimi : Johannes Birringer.

Paul Kaiser ve Shelly Eshkar'ın Merce Cunningham ve Bill T. Jones ile 1999 yılında gerçekleştirdikleri bilgisayar tabanlı animasyon tasarımında, optik Motion Capture sistemleri vasıtasıyla dansı kullanmışlar ve sanal gerçeklik yaratmışlardır. MOCAP yardımıyla kaydedilen hareket verileri, bilgisayar aracılığıyla silüet şeklinde interaktif bir karaktere adapte edilmiş ve farklı bir ifade biçimi ortaya çıkartılmıştı. Kent de Spain ve Paul Kaiser, *Dijital Dans : Paul Kaiser'in Bilgisayar Sanatçılığı* (Digital Dance : The computer Artistry of Paul Kaiser) adlı makalelerinde, dans ve teknolojinin bir arada kullanımına yönelik bu ilginç deneyimlerini tüm detaylarıyla anlatmışlardır.

Beden odaklı performans teknolojileri bağlamında teknolojinin dans sanatı içerisinde kullanımına yönelik çalışmaların arasında belki de en çok bilinen dans teknoloji uygulamaları, günümüz Motion Capture teknolojilerini dans sanatı içerisinde kullanımına yönelik örnekleri de bünyesinde bulunduran Merce Cunningham projeleriyle 1999 yılında hayata geçen *Biped* ve *Ghostcatching*'dir.

3 boyutlu Motion Capture teknolojisi kullanılarak gerçekleştirilen ilk performanslardan biri, Riverbed üyeleri Paul Kaiser ve Shelley Eshkar'ın ünlü koreograf Merce Cunningham ile ortaklaşa bir çalışma sonucu 1999 yılında ürettikleri *BIPED* çalışması kabul edilir. Motion Capture teknolojisi kullanılarak dansçının hareket cümleleri kaydedilmiş, daha sonra bilgisayar ortamında el çizimi

şeklinde yaratılan bir animasyona uyarlanmıştır. Performans sırasında sahne üzerinde bulunan ince bir perdeye yansıtılan animasyon, o dönemde görenleri büyülemişti. Çünkü yaratılmış dijital, performansla bütünleşmiş, dansçılar sanki enstolasyonun içinde dans ediyorlarmış gibi bir görüntü açığa çıkmıştır. Aslında *BIPED*, Merce Cunningham'ın dans performanslarında sürekli değişen görsel dekor olarak kullanılmak amacıyla tasarlanmış bir çalışmadır. (Bkz. DVD Video 1) Bu doğrultuda dans ve teknolojinin bir arada kullanımına yönelik örnek bir atılımdı. 45 dakikalık bir performans için ortalama 27 dakika süren, sürekli kendini tekrar eden 10 saniye ile 4 dakika uzunluğunda sekanslardan oluşan bir animasyon olarak tasarlandı. Motion Capture teknolojisi kullanılarak oluşturulan bu tarz animasyonlar, zaman içerisinde Merce Cunningham performanslarının vazgeçilmez bir parçası haline geldi.

Ghostcatching ise, temelinde dansın, çizimin ve bilgisayar kompozisyonlarının olduğu bir dijital sanat enstolasyonudur. (Bkz. DVD Video 2) Görsel ve işitsel tasarımı Paul Kaiser ve Shelly Eshkar tarafından hayata geçirilen bu çalışmada, Bill T. Jones dans performansını ve alt yapıdaki vokalleri gerçekleştirmiştir. 7 dakikalık bu çalışmada günümüz Motion Capture teknolojisinin kullanıldığı görülmektedir. Şekil 2.2'de de açıkça görülen karartılmış bir odada dans eden hayalet bir figürün canlandırıldığı animasyonda karakter, el çizimiyle yaratılmıştır. Bedenin çeşitli yerlerine yerleştirilen sensörler sayesinde eklem bölgelerinde oluşan hareket biçimleri, çeşitli verisel bilgiler olarak bilgisayar ortamına aktarılmış ve oluşturulan bu sanal karaktere uyarlanmıştır. Bu sayede dijital performans, bilgisayar ortamında 3 boyutlu alana taşınabilmiştir. (Bkz DVD Video 3)



ŞEKİL 2.2 : Bill T. Jones/Riverbed, *Ghostcatching* adını verdikleri sanal dans enstolasyonu, New York, 1999

Dans teknolojileri bağlamında yapılan çalışmalar arasında BIPED ve Ghostcathing enstolasyonlarının ayrı bir yer teşkil ettiği kesin. Çünkü bu çalışmalar tamamen dans odaklı bir bakış açısı üzerinden, teknolojik gelişmelerin yaratıcı imgelemeye olan katkısı üzerine yoğunlaşmıştır. Özellikle “Beden ve Hareket Bağlamında Görüntü Teknolojileri ve Motion Capture (MOCAP) Tekniği” adlı bu Yüksek Lisans Tez çalışmasının ana hatlarını oluşturan Motion Capture sistemlerin kullanımına yönelik çalışmalar için önemli birer örnek teşkil etmektedirler.

Yeni teknolojilerin gelişmesiyle öğrenciler, öğretmenler, dansçılar ve koreograflar yeni medya teknolojilerini daha etkin bir biçimde kullanmaya başladılar. Sadece eğitim ya da arşivleme amaçlı değil, aynı zamanda dijital improvize ve yaratıcı imgeleme olarak sanatsal ifadelerinde kullanmaya başladılar. Günümüzdeki deneysel çalışmalar ışığında Motion Capture, bilgisayar animasyonu, dijital boyama, ses programları, 3 boyutlu modelleme, interaktif tasarım, hareket çalışmalarının tarihi, fotoğrafta koreografi, film ve video gibi birçok oluşum, performans teknolojileri çerçevesinde incelenmektedir. Modern sanat anlayışının bir ürünü olarak video dans ve Motion Capture yani hareket yakalama teknolojileri, 19. yy sonlarına doğru Edward Muybridge’in fotoğrafik hareket çalışmalarına kadar uzanmaktadır. İleride Motion Capture tarihi bağlamında daha detaylı olarak incelenecek bu çalışmaların temel prensibi, bir çizgi üzerine yerleştirilmiş sayısız kameranın, gerçekleştirilen hareketi farklı birçok açıdan kaydetmesine dayanıyordu. 19. yy sonlarına doğru gerçekleştirilen bu çalışmalar, bugün ki dijital hareket yakalama teknolojilerin temel yapı taşı oluşturmaktadır. Daha önce hiç denenmemiş bir çalışmaya imza atan Edward Muybridge, dans teknolojileri bağlamında öncülerden kabul edilmektedir.

3 boyutlu hareket yakalama sistemlerinden biri olan Motion Capture sistemleri, fiziksel performansı sanal performans diline dönüştürme metodu olarak tanımlanabilir. Motion Capture teknolojilerinin dans sanatına indirgenmesi ve etkin şekilde kullanımı, beden odaklı karakter animasyonu üzerine daha fazla yoğunlaşılmasına sebep olmuştur. Bilinen temel video tasarım ve post prodüksiyon programlarının yanı sıra Merce Cunningham ve Thecla Schiphorst gibi ünlü koreograflarla birlikte ortak çalışmalar sonucunda yeni programlar tasarlanmaya başladı. Dansçıların gözüyle harekete bakış, kullanılan programlarda da bir takım değişikliklerin oluşmasına yol açtı. Örneğin dans temaları, belirli dans grupları ve hareket cümleleri, programların içine eklenti olarak dahil edilmiştir. Dansçılar artık

kendilerini tam anlamıyla görsel bir sanatçı ve kompozitör olarak nitelendirebiliyorlardı.

Genellikle yüksek bütçelerinden ötürü birçok dans okulu, üniversiteler ve sanat okulları, Motion Capture sistemlerinin yüksek maliyetlerini karşılamakta zorluk çekmektedir. Sistemi tam olarak kullanamayanlar için günümüzde, gerçek zamanlı interaktif manipülasyona olanak sağlayan farklı birçok kamera tekniği, programlar ve yazılımlar geliştirmiştir. Örnek olarak bir ya da birkaç kameranın dansçının hareketlerini takip ettiği sistemler gösterilebilir. Yalnız bu sistemlerde kameralarla, ancak 2 boyutlu görüntü elde edilebilir. Motion Capture sistemlerdeki gibi 3 boyutlu veri elde etmek mümkün değildir. Bu bağlamda kullanılan hareket takip programları arasında VVVV, Max/MSP, Eyesweb, VNS, EyeCon, Pure Data ve Isadora en çok bilinenleridir (Jürgens, 2008). Bu programlar, dansçının yaptığı hareketin çizgisel hatlarını ya da anahtar noktaları takip etmek için genellikle basit bir videodan yararlanır. Gerçek zamanlı görseller yaratmak için bu anahtar noktalara, daha sonra program aracılığıyla dinamik olarak çeşitli efektler uygulanır. Bu teknik, göz alıcı efektler yaratmak için performans teknolojileri bağlamında çalışan Palindrome, Chunky Move ve Jambird gibi birçok firma tarafından kullanılmıştır.

1990'ların sonlarına doğru sahne, optik Motion Capture alanı olarak kurulmaya başlandı. Böylelikle gerçekleştirilen dans performansı, gerçek zamanlı efektleri ve sesi kontrol edebilir hale geldi. Daha önceki yapımlarda 3 boyutlu Motion Capture teknolojisi, sadece görsel açıdan hareketi zenginleştirmek ve farklı bir boyut kazandırmak için kullanılıyordu. Çünkü gerçek zamanlı render işlemine olanak tanımıyordu. Zamanlama ve sistem arası iletişim, performansının ellerinde değildi. Bu dönemde amaç, performans ile dijital medya arasında kaynaşmış bir tematik yapı oluşturmaktan ibaretti. Mark Coniglio, zaman içerisinde kaydedilmiş medya ürünlerinin sanatsal performanslardaki ifade bağlamında eksikliklerini fark etti. Bu doğrultuda ürettiği teknolojik yapıtlarda, dansçıların sistem üzerinde kontrolü ve hakimiyeti sağlaması üzerine yoğunlaştı. Dolayısıyla daha dinamik, akışkan ve spontane gelişen eserler meydana gelmeye başladı. 2000 yılında hayata gelen David Saltz yapımı olan *Fırtına* (The Tempest), 3 boyutlu Motion Capture teknolojisini tüm eksenlerde gerçek zamanlı olarak sahne üzerinde kullanan ilk tiyatral yapımlardan kabul edilir (Saltz, 2001). Ohio Üniversitesi'nde ki Sanat ve Tasarım için İleri Bilgisayar Teknolojileri Merkezi ACCAD (The Advanced Computing Center for the

Arts and Design), 3 boyutlu Motion Capture teknolojileri kullanılarak gerçekleştirilen disiplinler arası çalışmaların merkez noktası haline geldi. 2004 yılında Koreograf Bebe Miller tasarlanan ve Animatör Vita Berezina-Blackburn'un ortak çalışmasıyla *İskele* (Landing Place) hayata geçirildi. 2001 yapımı *Döngüler* (Loops) ve 2007 yapımı *A'dan B Noktasına* (Point A to B) adlı eserler, Motion Capture teknolojisi kullanılarak sahnelenmiş eserler arasındadır.

2005 yılında Paul Kaiser, Shelley Eshkay, Michael Girard, Curtis Bahn, Trishna Brown ve Bill T. Jones ortaklığında *Motion-e* adı verilen dans ve Motion Capture teknolojisini kaynaştırmaya başaran bir sistem geliştirdiler (David, 2005). Bu sistem, canlı performanslarda gerçek zamanlı Motion Capture tekniğinin kullanılmasına olanak sağlıyordu. Arizona State Üniversitesi bünyesinde halen devam etmekte olan bu deneysel çalışmalar sanat, medya ve mühendislik alanlarında uzmanlaşmış bireylerin çoklu sanatlar bağlamında bir arada çalışmasına ve yeni oluşumların açığa çıkmasını sağlamıştır.

Sonuç olarak günümüzde beden odaklı performans teknolojilerinden dans teknolojileri inanılmaz bir ilerleme kaydetmiş ve teknolojinin sanatsal anlayış içerisinde kullanımı farklı bir boyut kazanmıştır. Sanatın teknolojiyle en etkin ve en yaratıcı şekilde desteklendiği teknik olan Motion Capture sistemleri sayesinde, farklı anlatım metotları ve yaratıcı ifade biçimleri ortaya çıkmıştır.

3.MOTION CAPTURE (MOCAP)

İnsan hareketi karmaşık bir yapıdır. Teknik açıdan işlenmesi zor bir alandır. Genel bir perspektifte bakıldığında, insan hareketi 3 boyutta gerçekleşir. Basit bir video kamera, insan hareketini kaydedebilir. Ancak kaydedilen bu görüntü 2 boyut olarak sınırlı kalır. Sahne üzerindeki objenin arkasına geçilemez ya da etrafında dolaşamaz. Hareket, farklı açılardan analiz edilemez. Bunun için farklı perspektiflerden hareketi kaydedecek fiziksel bir sisteme gereksinim duyulmaktadır. Kısacası 3 boyutlu hareket yakalamak için farklı perspektiflerden çekime ve bu çekimi gerçekleştirebilecek özel sistemlere gereksinim duyulur. Bu sistemlerin başında Motion Capture adı verilen hareket takip ve yakalama sistemleri gelmektedir. Hareket verilerini farklı birçok açıdan kaydetmek, bu işlemin sadece ilk adımıdır. Kaydedilen bu verilerin öncelikle kullanım amacına yönelik temizlenerek ayrıştırılması, daha sonrada 3 boyutlu model yapmak için birbiriyle ilişkilendirilmesi ve analiz edilmesi gerekir.

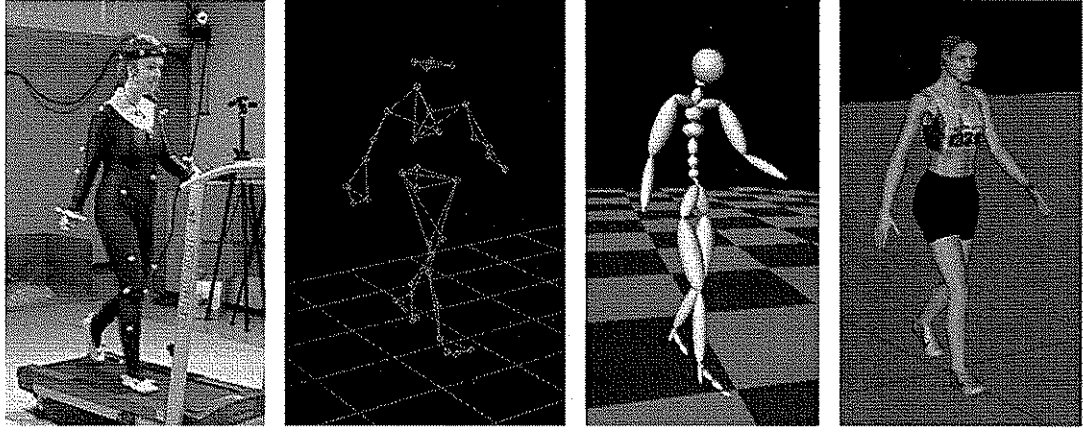
Motion Capture (MOCAP) 3 boyutlu veri olarak insanların, hayvanların ve cansız objelerin hareketlerini modellemek ve kaydetmektir (Windsor, 2008). Basit olarak, canlı hareketinin değişik yöntemlerle tespit edilip 3 boyutlu karşılığının hesaplanması işlemine verilen isimdir (Sönmez, 2001). Alberto Menache (1999), *Bilgisayar Animasyonu ve Video Oyunları İçin Motion Capture Tekniğini Anlamak* (Understanding Motion Capture for Computer Animation and Video Games) adlı kitabında Motion Capture tekniğini gerçek bir performansın 3 boyutlu sunumunun yaratılması olarak tanımlar. Diğer bir tanımla Türkçe’de dijital hareket yakalama tekniği veya hareket takibi olarak nitelendirilen Motion Capture sistemi, canlı bir aktörün vücudunun belli noktalarına bağlanan aparatlarla yaptığı hareketlerin X, Y, Z koordinatları olarak sayısallaştırılarak bilgisayar ortamına aktarılması işlemidir. Daha sonra bu koordinatlar yani kaydedilen verisel bilgiler, yine bilgisayar ortamında oluşturulmuş 3 boyutlu bir modele adapte edilerek, canlı aktörün kaydedilen hareketlerini bire bir taklit etmesi için kullanılır. Motion Capture sisteminin bu bağlamda en büyük rolü, hareketin analiz edilebilen sayısal bir veri

olarak dijital ortama aktarılmasını sağlamasıdır. Buradaki temel amaç hareketin, analiz edilebilen bir veriye dönüştürülmesidir. Bu sayede elde edilen veriler, kopyalanıp analiz ederek birçok farklı alandaki uygulamalarda kullanılabilir.

Gerçekçi animasyon oluşturmak için kullanılan Motion Capture tekniği, elle tek tek oluşturulan keyframe animasyonların aksine daha gerçekçi, hızlı ve kolay animasyonlar oluşturmaya olanak sağlar. Her ne kadar birbirinden farklı birçok metot ve teknik bulunsa da, genel olarak Motion Capture sistemleri optik, manyetik ve mekanik sistemler olmak üzere 3 ayrı bölümde incelenmektedir. Her teknik kendi bünyesinde farklı metotlara sahiptir. Uygulama alanına göre farklılıklar gösteren bu sistemlerin her birinin, kendine göre artıları ve eksileri mevcuttur. Bu 3 sistemin yanı sıra ultrasonik, akustik ve inertial, ...vb gibi birçok sistemde mevcuttur.

Seçilen Motion Capture tekniğine göre kendine has kostüm ve aksesuarları bulunan sistemin çalışma prensibi, kızıl ötesi kameralar ve bilgisayar yardımıyla hareketi kaydedilecek olan kişinin giydiği özel kıyafetin eklem yerlerinde bulunan *marker* adı verilen küçük mekanik parçalar sayesinde bilgisayar ortamına istenildiği şekilde kaydedilmesi işlemine dayanır. Kıyafetin üzerinde bulunan bu işaretçiler, insan iskeletini ve hareket noktalarını belirler. Karakterin yaptığı tüm hareketler seçilen Motion Capture tekniğine göre kablolu ya da kablosuz olarak bilgisayar ortamına kaydedilir. Ardından kaydedilen bu veriler temizlenerek ayrıştırılır ve sanal bir hareket karakteri oluşturulur. Bu karakter, kaydedilen hareket yapısına göre iskelet şeklinde çizgisel bir formdan meydana gelmektedir. Daha sonra bu veriler, AutoDesk Maya ve 3D MAX gibi 3 boyutlu karakter modelleme ve animasyon programlarında oluşturulan sanal karakterlerle birlikte Autodesk MotionBuilder gibi çok zamanlı hareket kaydedebilen, işleyebilen ve eşleştirme yapabilen programlara aktarılır. Son olarak aktarılan bu veriler, dijital ortamda eşleştirilerek animasyon hareket ettirilir. Şekil 3.1’de sistemin işleyiş aşamaları açıkça görülmektedir.

Burada dikkat edilmesi gereken husus, bu teknik ile sadece bireyin hareketlerinin kaydedilebileceğidir. Normal bir video kamera ile yakalanabilen bireysel duruşu (yani İngilizce’de *posture* olarak nitelendirilen dış görünüm), bu sistemle kaydedilemez. Burada amaç, sanal ortamda yaratılacak bir dünya için, gerçek hayattaki fizik kuramlarını kullanmaktır.



ŞEKİL 3.1 : MOCAP Tekniğinin aşamaları.

Genel olarak Motion Capture sistemleri arasında, özellikle optik sistemlerde kızıllıktan ötesi kameralar tercih edilirken, kamerasız sistemlerde mevcuttur. Optik sistemler günümüzde en çok gelişmiş ve hata açısından en kusursuz verilerin elde edilebileceği sistemlerdir. Maliyet açısından diğer sistemlere nazaran oldukça yüksek bütçelere sahip olsalar da elde edilen sonuçlara kıyasla tercih edilen sistemler arasındadır. 2009 yapımı Jamos Cameron'un dünya çapında hasılat rekorları kıran 3D filmi Avatar filminde de yine optik sistemler tercih edilmiştir.

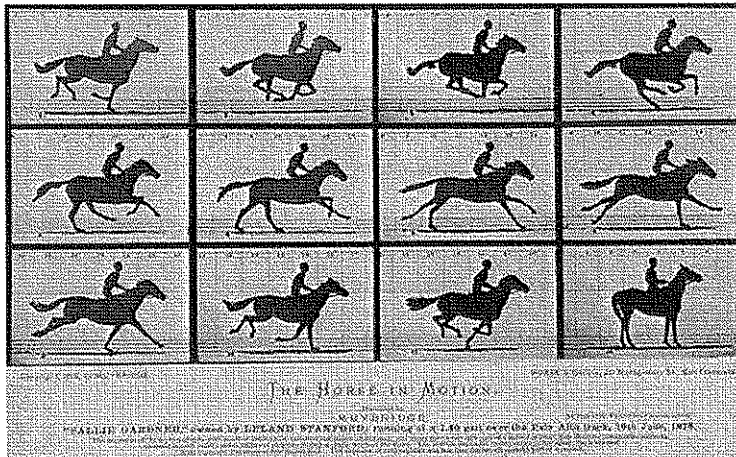
3.1 MOTION CAPTURE'IN TARİHİ

Günümüzde kullanılan gelişmiş Motion Capture teknolojileri ele alındığında, bu sistemin tıbbi bilimlerden askeriye, bilgisayar tabanlı grafik imaj oluşturma alanlarına kadar birçok farklı dalda yer aldığı görülmektedir. Hangi alanda kullanılırsa kullanılsın bu sistemin bilgisayar desteği olmadan var olamayacağı bir gerçektir. Günümüzde Motion Capture teknolojisi çok ileri düzeylerde seyretnmektedir. Teknoloji çağında yaşanan bu hızlı ilerlemeler göz önünde bulundurulduğunda, bu sistemin daha da gelişeceği bir gerçektir. Her ne kadar bilgisayar tabanlı karakter animasyonlarının kullanımı 1970'lerin sonlarına denk gelse de, insanın hareketinin karakter animasyonu için kopyalanması fikri bu kadarda yeni değildir. Bu doğrultuda muazzam teknolojinin çıkış noktasına ve hareket analizi bağlamında yapılan ilk çalışmaları incelemekte fayda var.

3.1.1 ÖNCÜ GİRİŞİMCİLER

3.1.1.1. EADWARD MUYBRIDGE (1830-1904)

Bilindiği üzere fotoğraf hareketli film olan sinemanın temel yapı taşıdır. Bu bağlamda fotoğraf üzerinden yola çıkarak hareketli görüntü yaratma üzerine çalışmalar yapmış ilk isimlerden biri, İngiliz asıllı Eadward Muybridge'dir. Fotoğraf tarihinin en önemli isimlerinden biri olan Muybridge, kendi dönemine damgasını vurmuş popüler isimlerden biriydi. Motion Capture tarihinde Muybridge'in çalışmalarının incelenmesindeki en önemli sebep, onun fotoğraf tarihinde hareketin yakalanması adına yaptığı deneysel çalışmalarıdır. Kayıtlara göre Muybridge, o dönemde çok merak edilen ve üzerine bahisler oynanan "Bir at dört nala koşarken dört ayağı birden aynı anda yerden kesilir mi?" sorusunu ispatlamak isteyen dönemin California valisi ve yarış atları sahibi Leland Stanford tarafından görevlendirilir (Vargı, 2009). 1872 yılında 25.000\$'lık bu bahisi yanıtlamak üzerine çalışmalara girişen Muybridge, 6 yıl sonra yaptığı deneysel çalışmalarla istenileni yerine getirmeyi başarır. Atın hareket halindeki görüntüsünü yakalamaya çalışan Muybridge, fotoğraf makinelerinden oluşan bir düzenek kurarak, 1/1000 enstantane hızıyla Şekil 3.2'de gösterilen bu görüntüyü elde eder. 1878'de gerçekleştirdiği bu deneyde, yaş kolodyum tekniğiyle dört nala giden bir atın an be an bütün hareketlerini kayıt altına almayı başarır (Bajac, 2004).



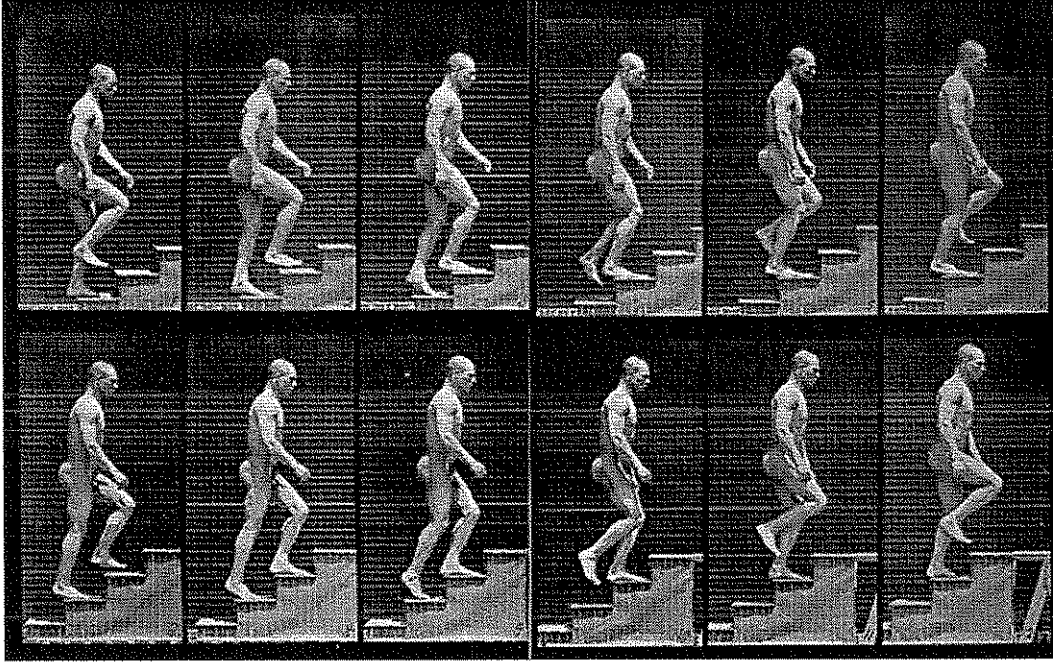
ŞEKİL 3.2 : Edward Muybridge, Dört Nala At, 1878

Atın hareketinin yanı sıra birçok farklı konuda deneysel çalışmalar yapan Muybridge sayesinde, insan gözünün algılayamayacağı ve yakalayamayacağı kadar kısa bir süre aralığında gerçekleşen bir olayın, fotoğraf aracılığıyla kaydedilmesi sağlanmıştır. (Örnek bir çalışma için Bkz. DVD Video 4) Koşan atın ayaklarının koşu esnasında yer ile temasının sorgulanması, beklide bugün ki hareket analizin gereksiniminin temel yapı taşı oluşturmaktadır.

Edward Muybridge 1879 yılında peş peşe disklerle ardışık fotoğraflar yansıtabilen *zoopraxiscope*'u icat etti. Hareketli görüntünün temelini oluşturan bu icat, tarihin ilk sinema projeksiyon makinesi olarak kabul edilmektedir. (Bkz. DVD Video 5) Muybridge bu icadıyla, dönen bir disk içine yerleştirilen fotoğraflar sayesinde hareketli görüntü yakalamayı başarmıştır. Edward Muybridge'in bu teknikle kaydettiği çalışmaları arasında Şekil 3.3'te gösterilen *Fantezi Dans* (Dancing Fancy) ve Şekil 3.4'te gösterilen *Artan Merdivenler* adlı fotoğrafları yer almaktadır.



ŞEKİL 3.3 : Edward Muybridge'in *Fantezi Dans* (Dancing Fancy) adlı fotoğrafı
1884-1887 yılları arasında calotype yöntemiyle kaydettiği bir
fotoğraftır.

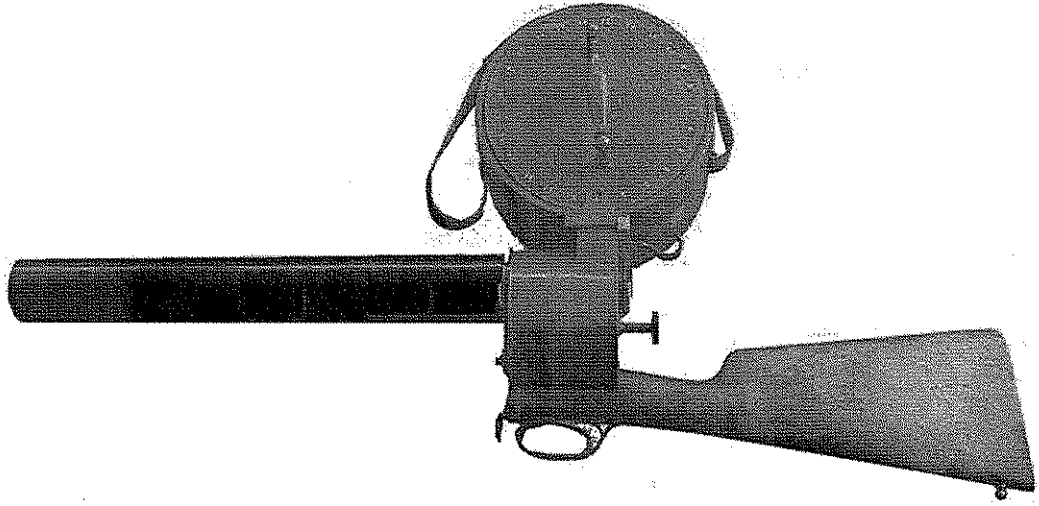


ŞEKİL 3.4 : Edward Muybridge, Artan Merdivenler, 1884-1885

3.1.1.2 ERIENNE- JULES MAREY (1830 – 1904)

Fransız asıllı ünlü Fizyolog Etienne Jules Marey, aslında *Sphygmograph* adı verilen nabız ve kan basıncını ölçen ilk aleti icat eden isim olarak bilinmektedir. Ancak Marey, Motion Capture tarihinde insan ve hayvanın hareketlerini video aracılığıyla analiz eden ilk kişidir. Bu doğrultuda hareket analizi bağlamında önemli bir yere sahiptir.

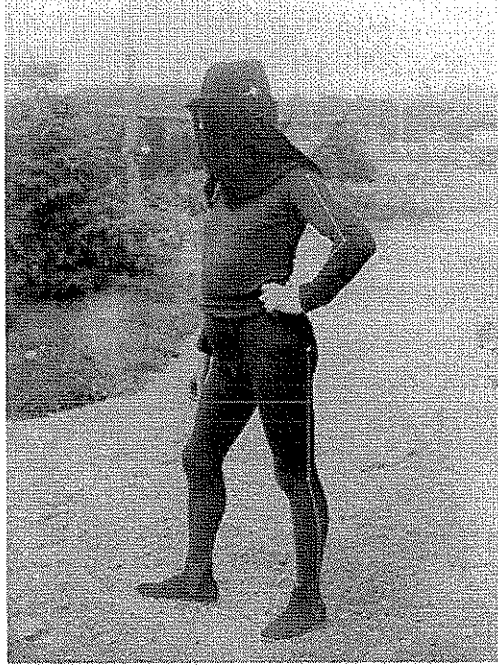
Ünlü Fizyolog Etienne Jules Marey, Edward Muybridge'in çalışmalarından etkilenerek 1882'de kuşların uçuşunu incelemek amacıyla, saniyede 12 fotoğraf çeken ŞEKİL 3.5'te görülen *kronofotoğrafik* (chronophotographic) adlı icadı geliştirdi. Kamera takılmış makineli tüfeği andıran bu aygıttan kısa bir sürede vazgeçen Marey, yine aynı yıl zaman ayarlı, üzerine sabit plakalarla kamera yerleştirilmiş farklı bir kronofotoğrafik icat etti. Bu aygıt sayesinde tek bir kare fotoğraf üzerine birden fazla hareketi kaydetmek mümkün olabiliyordu. Önceleri cam tablalara kaydedilen görüntüler, daha sonraları şerit filmler üzerine kaydedilmeye başlandı.



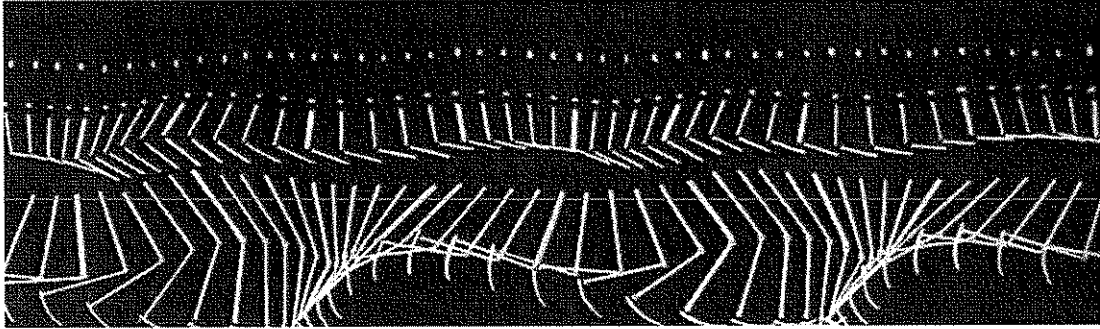
ŞEKİL 3.5 : Etienne Jules Marey'in konofotoğrafik adını verdiği fotoğrafik tabancası.

İnsan ve hayvanların hareketlerini analiz etme üzerine çalışmalar yapan ilk bilim adamı Etienne Jules Marey'in 1884 yılında kaydedilen ŞEKİL 3.6'da görülen fotoğrafı, günümüz Motion Capture kostümleriyle bire bir benzerlik göstermektedir. İleriki bölümlerde daha detaylı incelenecek olan kostümlere kıyasla fotoğrafta, iskelet sistemi açık bir şekilde belirtilmiştir.

Marey'in ihtisas alanı kardiyoloji, deneysel fizyoloji, fizyolojideki enstrumanlar ve hareket analizi olarak sınıflandırılabilir. Edward Muybridge'in çalışmalarına kıyasla tek bir kamera kullanarak hareketi analiz etmeye çalışmıştır. Muybridge ise birden çok kamerayla hareketi yakalamak adına deneysel çalışmalar yapmıştır. ŞEKİL 3.7'de Etienne Jules Marey'in 1886 yılında kaydedilen hareket fotoğrafı görülmektedir. ŞEKİL 3.8'de ise Etienne Jules Marey'in 1882 yılında kaydettiği Uçan Pelikan adlı fotoğrafı gösterilmiştir. Bu fotoğrafta, tek bir kare üzerine birden çok hareket pozlaması görülmektedir.



ŞEKİL 3.6 : Etienne Jules Marey'in Mocap Kostümü, 1884



ŞEKİL 3.7 : Etienne Jules Marey'in 1886 yılında kaydedilen hareket fotoğrafı

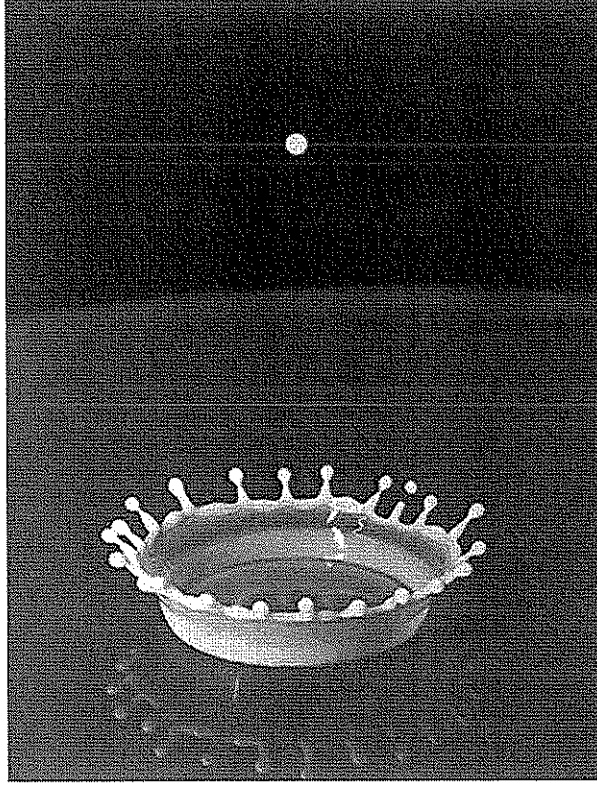


ŞEKİL 3.8 : Etienne Jules Marey’in 1882 yılında kaydettiği Uçan Pelikan adlı fotoğrafı.

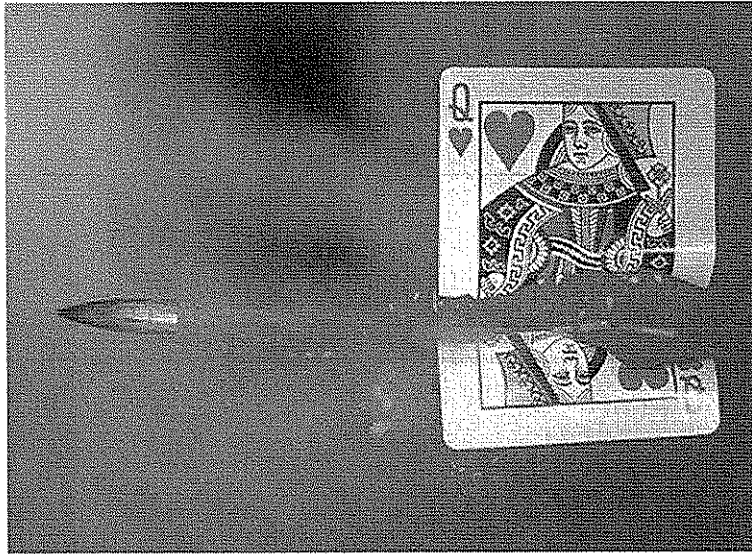
3.1.1.3.HAROLD EDGERTON (1903 – 1990)

1903 Nebraska doğumlu Harold Edgerton, yüksek hız fotoğrafçılığın (high-speed photography) öncülerindendir. 1931 yılında geliştirdiği *stroboskop* (stroboscope) adlı aygıt sayesinde, çok hızlı hareket eden objeleri dondurmaya başarmış ve film düzlemine kaydedebilmiştir. Harold Edgerton aynı zamanda 1937 yılında dünyanın en başarılı ilk su altı kamerasını ve 1954 yılında su altında çalışan elektronik flaşı icat etmiştir.

Motion Capture tarihini incelerken Edgerton’un yaptığı bu çalışmalar önemli bir yer teşkil etmektedir. Çünkü yüksek hızda yapılan hareketin kaydedilmesi gerekliliği, teknik imkanların daha da zorlanmasına ve yeni teknolojik gelişmelerin açığa çıkmasına olanak tanıyordu. Burada amaç insan gözünün algılayamayacağı ve yakalayamayacağı kadar kısa bir süre aralığında gerçekleşen bir olayın, teknik imkanların en üst düzeyinde fotoğraf aracılığıyla kaydedilmesi idi. Dolayısıyla hareketin yakalanması bağlamında Motion Capture sistemlerinin tarihini incelerken, Edward Muybridge’in açtığı yolda ilerleyen isimler arasında Edgerton’un rolü göz ardı edilmemelidir. ŞEKİL 3.9 ve ŞEKİL 3.10’da Edgerton’ın bu konuyla ilgili olarak gerçekleştirdiği çalışmalar görülmektedir.



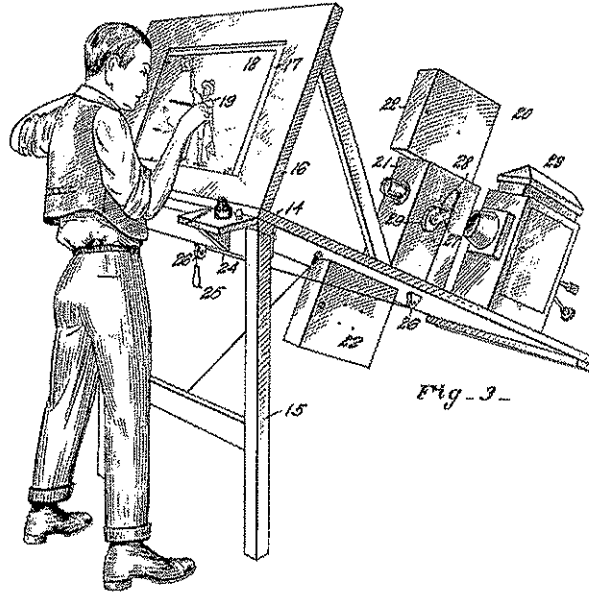
ŞEKİL 3.9 : Süt Damlası Tacı, Harold Edgerton, 1957



ŞEKİL 3.10 : Kupa Kraliçesi ve Kurşun, Harold Edgerton, 1970

3.1.1.4 MAX FLEISHER VE ROTOSKOP TEKNİĞİ

1883 Viyana doğumlu Max Fleisher, canlı hareketin filmini izleyerek kare kare animasyon oluşturma fikrini ortaya atan ilk isimdir. 1917 yılında patentini aldığı *rotoskop tekniği*, genel bir tanımla video üzerinden kare kare çizim yaparak animasyon oluşturma tekniği olarak tanımlanabilir. ŞEKİL 3.11’de Fleisher’in rotoskop tekniğinin patentini almak için hazırladığı orijinal çizim görülmektedir.



ŞEKİL 3.11 : Fleisher’in orijinal rotoskopu’nun patent çizimi.

1918 yılında I. Dünya Savaşı’nın sona ermesiyle önce kendi açtığı Out of the Inkwell şirketinin bünyesinde bir dizi animasyon serisine başlar. Daha sonra Fleisher Studio olarak şirket bünyesinde, rotoskop tekniğiyle üretilen birçok başarılı animasyona imza atar. Bu çalışmalar animasyon tarihinde ilktir. Rotoskop tekniği kullanılarak üretilen ilk çizgi film karakteri *Palyaço Koko’dur* (Koko the Clown). 1924 yılında yani ünlü Disney firmasının *Steamboat Willie* adlı animasyon çizgi filmi piyasaya sürmeden yaklaşık 4 yıl önce Fleisher, tarihin ilk soundtrack senkronizeli animasyon filmini üretir. *Popeye*, *Sailor*, *Superman*, *Betty Boop* gibi birçok çizgi karakter yine Fleisher stüdyolarında hayat bulmuştur.

Rotoskop tekniğini daha iyi anlamak adına *Betty Boop* çizgi karakterinin 1932 yılında üretilen *Betty Boop’un Bambu Adası* adlı animasyon filmini ve yapım tekniğini incelemekte fayda vardır. (Bkz. DVD Video 6 ve 7) Video 7’te *Betty Boop* karakterinin animasyon olarak son hali görülmektedir. 1932 yılında hayata geçen *Betty*

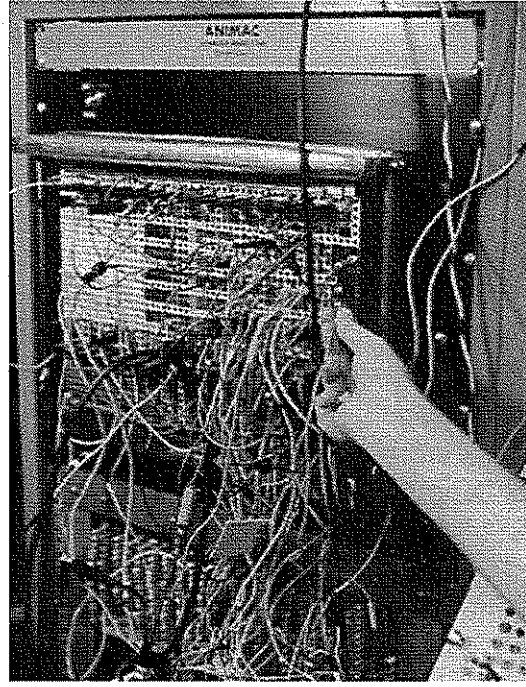
Boop'un Bambu Adası adlı çizgi filmin bir bölümünde çizgi karakter dans etmektedir. Buradaki karakter animasyonun gerçekleştirilebilmesi için animatör Shamus Culhane, rotoscope tekniğinden yararlanmıştır. Video 6'te ise videonun orijinal hali görülmektedir. Royal Samoans tarafından kaydedilen bu görüntüler üzerinden rotoskop tekniği ile tek tek, kare kare çizim yapılarak, Video 4'teki çizgi animasyonu meydana getirilmiştir.

1937 yılında Walt Disney'in *Pamuk Prenses ve 7 Cüceler* adlı animasyon filmi piyasaya sürmesiyle uzun metrajlı çizgi animasyon filmleri furyası başladı ve Flesher Stüdyolarından *Gülüver'in Seyahatleri* ve *Bay Bug Şehre Gider* gibi çizgi yapıtlar gelmeye başladı.

Sonuç olarak rotoskop tekniği Max Fleisher ile başlayıp bugün hala severek izlenen birçok başarılı çizgi yapının temelinde kullanılmıştır. Özellikle Walt Disney tarafından *Pamuk Prenses* ile başlayarak *Bambi* gibi birçok animasyon serilerinde yine bu teknik kullanılmıştır. Zaman içerisinde Disney firması animasyonda kendisini geliştirmiş ve karakterler daha stilize edilmiş bir form kazanmıştır. Dolayısıyla rotoskop tekniği zaman içerisinde geri planda kalmıştır. Daha çok insanların ve hayvanların hareketlerinin incelenmesi üzerine yapılan çalışmalarda bir metot olarak kullanılmaya başlanmıştır. Ancak Motion Capture sistemlerinin tarihini incelerken animasyon bağlamında video üzerinden kare kare çizilerek oluşturulan bu tekniğin önemi göz ardı edilmemelidir.

3.1.1.5 LEE HARRISON III

Lee Harrison III (1929-1998), analog elektronik animasyonun öncülerindendir. 1960-1980 yılları arasında gelişme gösterecek olan analog bilgisayar animasyon sistemi olan *Scanimate* ve ŞEKİL 3.12'de görülen *ANIMAC*'ın mucidi Lee Harrison III, başarılı çalışmalarıyla 1972 yılında Emmy Ödülüne layık görülmüştür. ŞEKİL 3.13'de Lee Harrison III'ün gerçekleştirdiği deneysel bir çalışma görülmektedir. 1962 yılında gerçekleştirilen bu çalışmada, üzerine sensörler yerleştirilmiş bir dansçının, *ANIMAC* yardımıyla gerçek zamanlı animasyonunun kontrolü sağlanmıştır.



ŞEKİL 3.12 : ANIMAC cihazı



ŞEKİL 3.13 : ANIMAC ile gerçekleştirilen deneysel bir çalışma.

3.1.2 DİJİTAL ÇAĞDA MOCAP VE KİLOMETRE TAŞLARI

Dijital bağlamda Motion Capture sistemleriyle ilgili araştırmalar ve teknik gelişmeler, öncelikle medikal alanda ve askeriyede başlamıştır. Bilgisayar tabanlı görüntü oluşturma çağı ise yaklaşık olarak 1970'lerin sonunda açığa çıkmaya başlamıştır. Bilgisayar karakterlerini canlandırmak için animatörler, rotoskop tekniği dahil olmak üzere çalışmalarına bir çok geleneksel tekniği dahil etmeye başladılar. Rotoskop tekniğinin yanı sıra video tabanlı analiz metotları ve teknikleri üzerine odaklanıldı. 3 boyutlu modelleme bağlamında tek kamera ve çoklu kamera teknikleri geliştirildi. Özellikle Walt Disney firması, çoklu kamera teknikleri üzerine yoğunlaştı. Günümüz dijital Motion Capture Sistemlerine kadar açığa çıkan hareket yakalama teknikleri incelendiğinde bu örneklerin, MOCAP teknolojisinin temel yapı taşları olduğu ve sistemin bugün ki seviyeye gelmesine olanak sağladıkları açıkça görülmektedir.

Rebecca Allen, New York Enstitüsü Bilgisayar Teknolojileri Laboratuvarı'nda, Twyla Tharp'ın The Catherine Wheel'i için bilgisayar tabanlı bir dansçı pozlamak adına yarı gümüş bir ayna kullanarak gerçek dansçıların video kasetlerini bilgisayar ekranının üstüne getirmeye çalıştı. Bilgisayar, akıcı bir animasyon oluşturmak için bu pozları anahtar kare olarak kullandı (Sturman, 1999).

1980'li yıllara gelindiğinde, birçok biyomekanik laboratuvarı, insan hareketini analiz etmek için bilgisayar sistemlerinden yararlanmaya başladılar. Aslında gerçek anlamda bu alanda yapılan çalışmalar, bilgisayarlı grafik dünyasının gelişmesine olanak sağlamıştır. 1980'lerin başında, Simon Fraser Üniversitesi Kinesiyoloji ve Bilgisayar Bilimi Profesörü Tom Calvert, vücuda *potansiyometreler* bağlayarak ve elde ettiği verileri, bilgisayar tabanlı animasyon figürleri hareket ettirerek, koreografik çalışmalar ve hareket bozukluklarının klinik değerlendirmesi için kullandı (Calvert ve diğ. 1982).

Daha sonra Op-Eye ve Selspot gibi ticari optik takip sistemleri, bilgisayar tabanlı grafiklerde kullanılmaya başlandı. MIT Mimari Makine Grubu ve New York Bilgisayar Teknolojileri Enstitüsü Grafik Laboratuvarı'nın ortak çalışmasıyla insan bedeni üzerinden hareket analizi, optik takip sistemlerle ilk kez deneyimlendi. 1983 yılında MIT bünyesinde Ginsberg ve Maxwell, Graphical Marionette adı verilen bir

sistemi piyasaya sundular. Sistem optik Motion Capture sistemlerinin öncüsü niteliğindeydi (Ginsber ve diğ. 1983).

Wavefront Teknolojileri bünyesinde 1985 yılında piyasa sürülen dünyanın ilk ticari 3D bilgisayar animasyon yazılımının ardından, TV reklamlarında hareketli animasyonlar, uçan logolar ve dijital efektlerle tasarlanmış açılış jenerikleri sıkça görülmeye başlandı. Bunlar genellikle her biri 15-30 saniyelik kısa periyotlardan ibaret olan animasyonlardı.

Robert Abel'in Ulusal Konserve Gıda Bilgi Konseyi için 1985 yılında tasarlamış olduğu *Brilliance reklamı* sayesinde animasyon dünyası farklı bir boyut kazanmaya başladı. Projeyi oluşturmak için hareketi yakalamak adına kendi metotlarını geliştiren ekip, bayan modelin 18 eklem noktasını siyah noktalarla işaretleyerek, farklı açılardan ardışık olarak hareketlerini fotoğrafladılar. Kaydedilen bu görüntüler, Silicon Grafik adı verilen bir sisteme aktarıldı. Birçok farklı uygulamadan geçen görüntüler, bilgisayar tabanlı grafik robotun hareket etmesi ve animasyonun oluşturulması için kullanıldılar. Her ne kadar teknik imkanlar yetersiz kalsa da ortaya çıkan sonuç, bilgisayar tabanlı görüntü teknolojileri tarihinin kilometre taşlarındandı. Bu bağlamda Brilliance, MOCAP teknolojilerinin içerisinde ilk başarılı bir uygulama olarak yerini aldı. (Bkz. DVD Video 8)

1988 yılında deGraf/Wahrman, Silicon Grafik firması için *Konuşan Kafa Mike*'ı tasarladı (Bkz. ŞEKİL 3.14). SIGGRAPH firmasının ürettiği filmde ve video şovunda canlı dijital kukla performansı olarak yer alan Konuşan Kafa Mike, bir aktör tarafından gerçek zamanlı olarak çalıştırılıyordu. Karakterin ağzı, gözleri ve birçok ifadede dahil olmak üzere yüzü ve kafa pozisyonu gibi birçok parametreyi, tek bir kuklacının bile kontrol etmesine olanak sağlayan özel bir kontrol sistemi üzerine kuruldu (Robertson, 1988).



ŞEKİL 3.14 : “Mike, the talking head/Konuşan Kafa Mike”

Bilgisayar Grafik Dünyası, 1988

1985 yılında hareket yakalama teknikleri bağlamında karakter animasyonu oluşturmak için yapılan teknikler, her ne kadar bugün ki Motion Capture teknolojisinin temelini oluştursa da, dönemin şartlarına kıyasla oldukça geriden seyrediyordu. Örneğin bu dönemde kendi karakterleri için bilgisayar tabanlı grafik animasyonları oluşturmaya çalışan Jim Henson Prodüksiyon, istedikleri düzeyde başarılı bir çalışmaya ancak 1988’lerde imza atabilmişlerdir. Silicon Grafik firmasının 4D çalışma istasyonları ve Pasifik Data Images firmasının uzmanlığı sayesinde bir çözüm buldular ve Waldo C. Graphic açığa çıktı (Windsor, 2007). Bilgisayar tabanlı kukla olarak Waldo’nun gücü, gerçek zamanlı olarak gerçek kuklalarla bir konserin içerisinde uyum içinde kontrol edilebilmesiydi (Walter, 1989).

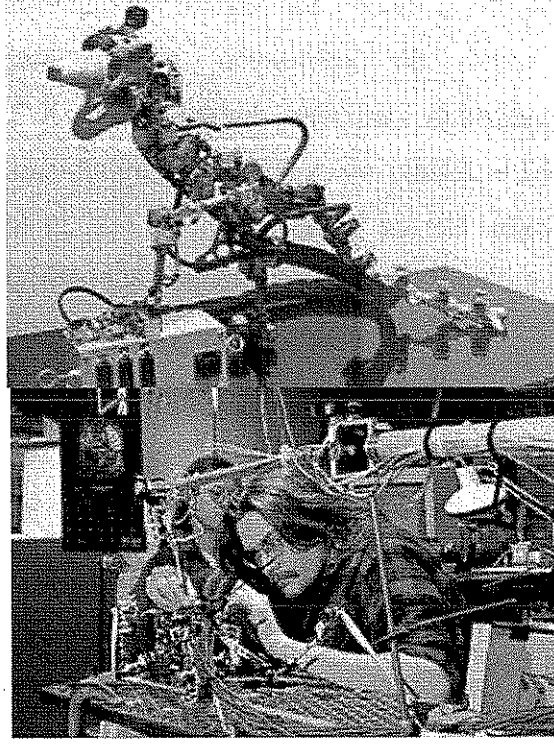
1989 yılında *Dozo-Bana Dokunma* (Dozo-Don’t Touch Me) tasarlanmıştır. Kleiser-Walczak tarafından üretilen bu bilgisayar animasyonu, günümüz teknikleriyle kıyaslandığında oldukça geri planda kalıyor. Ancak bugün ki Motion Capture tekniklerinin, özelliklede facial animation adı verilen yüz animasyonlarının kaydedildiği Facial MOCAP tekniklerinin gelişmesine oldukça katkı sağlamıştır. Aslında geçmiş ile gelecek arasında köprü vazifesi gören bu animasyonlar sayesinde teknolojik gelişmeler bu denli hız kazanmış, aklın sınırlarını zorlayan bir hal almıştır. 1989 yılında Keliser-Walczak tarafından tasarlanan müzik videosu Dozo-Don’t Touch Me’de, bilgisayar animasyonu olarak mikrofon önünde şarkı söyleyip dans eden bir kadının canlandırılır (Kleiser, 1993). (Bkz. DVD Video 9)

Motion Capture tekniği, 1990 yılında ilk kez uzun metraj bir sinema filminde kullanılmak istendi. Arnold Schwarzeneger ve Sharon Stone’un başrollerini

paylaştığı *Gerçeğe Çağrı* (Total Recall) adlı yapıtın bir sahnesinde, Motion Capture tekniğı kullanarak küçük bir animasyon oluşturulmak istendi. Arnold Schwarzeneger'in canlandırdığı karakterin, hava alanında X-Ray cihazına girdiğı sahnede uygulanacak olan teknik, ne yazık ki istenilen sonucu tam anlamıyla veremedi ve başarısız oldu. Her ne kadar istenildiğı şekilde MOCAP uygulaması filmde yer alamasa da, kullanılan efekler sayesinde Akademi Ödülleri Özel Başarı Ödülü'ne layık görüldü. Yine aynı yıl Fransız video ve bilgisayar grafikleri üreticisi Videosytem, diğeri adıyla MediaLab firması, günlük olarak Canaille Peluche adlı TV programında yayınlanan Mat the Ghost adlı karakter, animasyon dünyasında yerini aldı (Tardif, 1991).

Uzunca bir süredir sanal gerçeklik üzerine çalışmalar yapan SimGraphics firması, 1992 yılında *face waldo* adını verdikleri bir yüz takip sistemi geliştirdiler (Sturmann, 1999). Yüze yapıştırılan mekanik ve elektromanyetik sensörler sayesinde yüzde oluşan her türlü mimik kayıt altına alınabiliyordu. DeGraf ve Wahrman'ın başarılı Konuşan Kafa Mike uygulamasından sonra deGraf bireysel olarak çalışmalarına devam etti ve yine 1992 yılında *Alive!* Adını verdiği gerçek zamanlı bir animasyon sistemi oluşturdu. Daha sonra Colossal Pictures firmasına katılan deGraf, çalışmalarında bu sistemi kullandı ve *Moxy* adında bir çizgi animasyon köpek yarattı (Robertson, 1992).

1993 yılında döneminin efsane filmi *Jurassic Park* filmi hayat buldu. Stop motion armatür ekipmanları kullanılarak eklem açılarını ölçen sensörler yardımıyla dinazorlar hareket ettirildi (Koltun, 2011). ŞEKİL 3.15'te filmin yapım aşamasından bir fotoğraf görülmektedir.



ŞEKİL 3.15 : Jurassic Park'ın yapım aşaması

1995 yılında dünyanın ilk gerçek zamanlı dövüş oyunu *FX Fighter* yapıldı. 3 boyutlu karakterleri ve 3D arka planıyla, Motion Capture teknolojisini kullanılarak tasarlanan bu ilk video oyunu, hemen akabinde birçok oyun üreticisini bu tekniği kullanma konusunda oldukça cesaretlendirmiştir. 3 boyutlu karakterin hareketlerine gerçekçilik katan bu teknik sayesinde oyuncu, gerçek zamanlı olarak oyundaki karakteri kontrol edebilmekte, tekme ve yumruk atma, yürüme ve koşma gibi fonksiyonlarını kumanda edebilmektedir. *Fx Fighter*, Motion Capture tarihinde başarılı uygulamasıyla ilk video oyunu olarak yerini almıştır.

1980 ve 1990'lı yıllara gelene kadar yapılan birçok çalışma ve özellikle bu dönemdeki deneysel çalışmalar, bugün ki dijital Motion Capture tekniğinin gelişmesine ön ayak olmuşlardır. Sadece sinemada dijital efekt tasarımı ve animasyon değil, bunun yanı sıra tıp, askeriye ve rehabilitasyon...vb gibi bir çok alanda yapılan uygulamalar sayesinde teknik ileri bir düzeyde gelişme göstermeye başlamıştır. Örneğin birçok sporcu, atletlerin hareketlerini analiz etmek ve performansı geliştirmek adına Motion Capture tekniğinden yararlanmışlardır. Hareketin bu bağlamda analizi, aynı zamanda oluşabilecek sakatlanmalarında önüne geçmekteydi. Bunun yanı sıra birçok mühendis, insan hareketini taklit eden robotlar

üretebilmek için yine Motion Capture tekniğinden yararlanmışlardır. Bizim alanımıza da paralel olarak birçok sanat tarihçisi ve eğitmen, dansçıların ve aktörlerin performanslarını çalışmak ve arşivlemek adına bu tekniği kullanmışlardır. Buna örnek olarak 1991 yılında efsanevi Fransız mim Marcel Marceau'nun (1923-2007) karmaşık performansı, Ohio State Üniversitesi'nde gelecek nesiller için sanatını korumak adına kaydedilmiştir (Kitagawa ve diğ. 2008).

1990 yapımı Arnold Schwarzeneger ve Sharon Stone'un başrollerini paylaştığı Total Recall ve 1993 yapımı Steven Spielberg'in Jurassic Park'ının ardından artık dijital teknoloji bağlamında Motion Capture sistemlerinin, sinemada kullanımı kaçınılmaz bir hal almıştır. 2001 yapımı *Final Fantasy The Spirits Within*, hareket yakalama tekniği MOCAP kullanılarak daha gerçekçi dijital insan modeli yaratmak prensibini baz alan ilk uzun metraj film olarak tarihte yerini aldı. Hemen ardından 2002 yılında *Yüzüklerin Efendisi, İkiz Kuleler* (Lord of the Rings, The Two Tower), Motion Picture Academy tarafından ilk kez tanınan, performans yakalamada tarihin ilk büyük başarısı olarak hayat buldu. 2004 yılında çekilen *Polar Express* ise tamamen performans yakalama odaklı Motion Capture sistemlerinin kullanıldığı ilk film olarak kayıtlara alındı.

2009 yapımı Motion Capture teknolojisinin zirve yaptığı, görsel efektlerle donatılmış animasyon harikası James Camoron'un Avatar filminin yanı sıra gözden kaçırılmaması gereken filmler arasında 1997 yapımı *Titanik* ve *Batman&Robin*, 1999 yapımı *Mumya*, 2000 yapımı *Gladyatör* ve *Patriot*, 2001 yapımı *Mumya'nın Dönüşü*, *Star Wars/Yıldız Savaşları Bölüm 1 – Gizli Tehlike*, *Kapıdaki Düşman*, *Pearl Harbor* ve daha öncede bahsedilen *Final Fantasy: The Spirits Within*, *Matrix*'' gelmektedir.

Hareket yakalama tekniği olan Motion Capture sistemleri son birkaç yılda oldukça gelişme göstermiştir. Ascension, Polhemus, SuperFluo, Vicon ...vb gibi birçok firma ticari bağlamda hareket takip sistemleri üreterek bilgisayarlı animasyon dünyasına pazarlamışlardır. Bunun yanı sıra animasyon yazılımlarında da çok büyük gelişmeler süre gelmiştir.

1999 yılında kurulan Autodesk Medya ve Eğlence şirketi, daha sonra Discreet Logic firmasını da bünyesine dahil ederek Kinetix firmasıyla ortak iş yapmaya başladılar. Bünyesinde farklı birçok alanda yazılım üreten AutoDesk firması 3ds Max, Viz, Inferno, Flame, Flint, Fire, Smoke, Lustre, Combustion, Cleaner Toxik adlı

yazılımlarıyla en çok bilinmektedir. Softimage, Alias ve AutoDesk gibi firmalar animasyon ve grafik çözümleri konusunda kendilerini gittikçe geliştirirken, 1993 yılında kurulan Kaydara şirketi dijital medya içeriklerinin web, film, yayın, geniş bant ve oyun geliştirme uygulamalarında kullanılmak üzere yakalanması, yazılması/işlenmesi ve dağıtılması işlemleri için çözüm sağlayan lider bir firma olarak piyasa içerisinde yerini sağlamlaştırdı. Kanada'da kurulan şirket, geliştirdikleri Filmbox yazılımı ile animasyon dünyasında ödüle laik görüldü. Uzunca süreler animasyon endüstrisinde tercih edilen bu yazılım, Motion Capture teknolojisiyle yakalanan verilerin ayrıştırıp temizlenmesine ve bilgisayarda oluşturulmuş karakterlere adapte edilerek hareketli animasyon oluşturmaya olanak sağlıyordu.

Teknoloji geliştikçe artan gereksinimleri karşılamak adına 2004 yılında Kaydara firması, bugün Motion Capture teknolojisinde kullanılan temel programlardan biri haline gelmiş MotionBuilder programını piyasaya sürdü. Çok güçlü bir karakter animasyon programı olan MotionBuilder'ın ardından 2004 yılında Kaydara şirketi Alias Maya firmasıyla güçlerini birleştirdi. Daha sonra AutoDesk firması da bu oluşuma 197 milyon dolarlık bir yatırımla son noktayı koydu. Bu sırada SoftImage firması, bu bağlamda yeni ürünlerini piyasaya sürmeye devam ediyordu. Ancak Pazar payında çok ön planda yer almıyordu. 2006 yılında AVID Teknolojileri, Karakter Animasyon Teknolojileri Ltd. Şti. (CAT)'in fikri mülkiyet varlıklarını satın aldı. CAT firması, 2003 yılından bu yana 3Ds Max programı için plugin geliştirerek animatörler için sezgisel araçlar üreten öncü bir firmadır. Şimdi bu araçlar SoftImage firmasının kontrolü altında. 2006 yılında Avid Teknolojileri, SoftImage firmasına bağımlı kendi SOFTIMAGE®|XSI® 6 yazılımını piyasaya sürdü.

Sonuç olarak karakter animasyonu oluşturma konusunda birçok firma, çeşitli gereksinimler doğrultusunda birçok farklı yazılımı piyasaya sürmüşlerdir. Gerek SoftImage olsun gerekse MotionBuilder yazılımı olsun, daha birçok yazılım piyasada yerini almıştır. Motion Capture teknolojisini incelerken bu programlara daha ayrıntılı olarak değinilecektir. Ancak son olarak eklememiz gereken bir nokta var. Motion Capture teknolojisi ekipmanıyla, teknik donanımıyla (hardware), yazılımlarıyla (software) başlı başına bir sistemdir. Sadece yazılımları incelerken bile elde edilen verilerin temizlenip ayrıştırılması için kullanılan programlar, karakter modellemek için kullanılan programlar ve animasyonu oluşturmak için kullanılan farklı

programlar mevcuttur. Bu bağlamda tek bir noktaya odaklanmadan sistemin genel çalışma prensibi özümsemelidir.

3.2 MOTION CAPTURE SİSTEMLERİNİN KULLANIM ALANLARI

Günümüzde bu teknik başta sinemanın etkileyici görselliği animasyon olmak üzere, endüstri, ticaret, spor, rehabilitasyon, fiziksel terapi, ortopedi, mühendislik, psikoloji, veterinerlik ve askeriye gibi bir çok alanda, farklı tekniklerde ve boyutlarda kullanılmaktadır. Çünkü doğal hareketin analiz edilmesi gerekliliği, birçok alanda boy göstermektedir. Özellikle ölçüme dayalı bilim dallarında, örneğin efektif fiziksel terapilerde ağrıyı azaltmak ve olabilecek spor sakatlanmalarının önüne geçmek adına kullanılan bir sistem haline gelmiştir.

Motion Capture'ın temel amacı hareketi analiz edilebilen bir veriye dönüştürmektir. Görünürde sinema sektörünün göz alıcı büyüyle ortaya çıktığı düşünülen bu sistem, aslında özel görsel efekt tasarımı, TV sektörü yada çeşitli 3 boyutlu video oyunlarının ötesinde birçok değerli alanda, yüzlerce çeşitli uygulamada kullanılmaktadır. (Bkz. Tablo 3.1)

TABLO 3.1 : Motion Capture Tekniği'ne duyulan ihtiyaç ve kullanım alanları.

ENDÜSTRİ	UYGULAMA ALANI
Animasyon	Özel efektler, video oyun avatarları, animasyon filmleri ve koreografi
Endüstriyel	Makine kontrolü, robotik, VR CAD, arpışma testleri ve sırt çantası tasarımı
Ticari	Spor malzemeleri tasarımı ve performans, araç üretimi ve ayakkabılar
Spor	Performans değerlendirme, eğitim, sorun özömleme, ekipman seçimi
Spor Hekimliği	Yaralanmaları önlemede, rehabilitasyon, ön cerrahi değerlendirmelerde ve beyin sarsılmalarında
Fiziksel Terapi	Yürüme analizi, performans değerlendirme, eğitim ve rehabilitasyon etkinliği
Ortopedi	Omurga alışmaları, fonksiyonel kapasite, tasarım/uydurma protez ve ortez
Mühendislik	Yapısal değerlendirmeler, robotik, exoskeleton, gemi tasarımı ve yük testi
Ergonomi	Kullanım/Kullanılabilirlik alışmaları, ev ve ofis değerlendirmeleri ve tekrar analizleri
Psikoloji	Yüz tanıma, VR (Sanal Gerçeklik) etkileşimleri, davranış çalışmaları, hayvan alışmaları
Cerrahi	Operasyona öncesi ve sonrası değerlendirmeler, sanal cerrahi ve inme değerlendirmeleri
Sinir Bilim	Bilişsel/motor değerlendirmeler, travmatik beyin hasarı değerlendirmeleri ve VR (Sanal Gerçeklik)
Veterinerlik	Yaralanmaların önlenmesi, eğitim, rehabilitasyon, yüzme
Yasal / Sigorta	Sakatlık değerlendirmesi ve fonksiyonel kapasite testi

Hareket verilerini toparlayarak iyi bir veritabanı oluşturabilmektedir. Bu veritabanındaki bilgiler sayesinde oluşabilecek sakatlanmaların, engellerin ve performansın değerlendirilmesi yapılır. Aynı zamanda fiziksel sorunların ya da yaralanmaların önüne geçmek adına kullanılır. Matematikte kullanılan olasılık hesaplamaları göz önünde bulundurulduğunda ameliyat öncesi ve sonrası cerrahi değerlendirmelerde, spor eğitiminde ve oluşabilecek yaralanmaların önlenmesinde

tercih edilen bir uygulamadır. Uygulamalı matematik bağlamında bir hareketin etkilerini tahmin etmek, olası sakatlanmalarında önüne geçecektir. Dolayısıyla Motion Capture sistemi, tıp alanında önemli bir yer arz etmektedir. Günümüzde tıp alanında yapılan bilimsel çalışmalar sayesinde birçok nörolog, insan hareketindeki değişikliklerin, inme ve travmatik beyin hasarları ile olan ilişkisi üzerine birçok bulgu keşfetmişlerdir. Dolayısıyla Motion Capture tekniğinin hızlı tarama ve olası tahmini değerlendirmelerdeki önemi göz ardı edilemez bir gerçektir.

Oyun geliştiriciler, Motion Capture için en büyük market ağını oluşturmaktadır. Genellikle oyunlarda 2 çeşit 3 boyutlu karakter animasyonu kullanılır. Bunlar gerçek zamanlı oynatma ve sinematik (sinemasal özelliği bulunan animasyonlar) olarak sıralanır. Gerçek zamanlı animasyonlar, karakterin gerçek zamanlı hareketini sağlayabilmek için daha önceden oluşturulmuş hamleleri seçmesine olanak tanır. Bu şekilde oluşturulmuş hareket grupları sayesinde oyuncu, oyun esnasında istediği hareket grubunu seçebilir ve karaktere yön verebilir. Sinemasal özelliği bulunan animasyonlar yani sinematikler ise daha çok render edilmiş filmlerden ibarettir ve genellikle *intro* adı verilen oyunların giriş ve bitiş kısımlarında ya da oyunların ara geçişlerinde kullanılır. 3 boyutlu veri kümesinden sentetik görüntü oluşturma işlemine *Render* adı verilir (Brinkmann, 2008). Model olarak 3 boyutlu bir grafiği bilgisayar ortamında ürettikten sonra, onun gerçekçi bir görünüm kazanması için ışık ve çeşitli dokularla kaplanması gereklidir. Bunun için yine bilgisayar bir hesaplama yapar. Çünkü bilgisayardaki çözünürlük sinemadaki ile aynı değildir. Örneğin 10 cm x 10 cm tasarlanan bir animasyonun, sinema perdesinde yüksek çözünürlükte görüntülenmesi için animasyonu, perde boyutu ölçülerinde büyötmek gerekir. Bunun içinde bilgisayar çiftliği adı verilen yüzlerce bilgisayarın birbirine bağlandığı bir ağ oluşturulur. Render işlemi gerçekleştirilerek çözünürlük istenilen ölçüye göre ayarlanır. Bilgisayar ortamında çizilmiş olan modelleri veya görüntünün ham hallerinin, yine bilgisayar aracılığıyla işleme işlemi olan Render için çeşitli bilgisayar yazılımlarına ihtiyaç duyulur. Render işlemi, oluşturulan grafik animasyonunun daha gerçekçi görünmesini sağlar.

PC oyunlarının yanı sıra Video ve TV sektöründe de hızlı adımlarla ilerleyen bu sistem, özellikle performans animasyonları olarak canlı TV yayınlarında kullanılmaya başlanmıştır. Sanal bir karakter oluşturularak sunucunun arka kısmında yer alan dev ekrana yansıtılan bu sanal görüntü sayesinde, ekranda anlatım

bakımından zengin, farklı ifade biçimleri açığa çıkmaya başlamıştır. Bunun yanı sıra animasyon tabanlı dizi film serilerinde de sıklıkla kullanılan bir teknik haline gelmiştir. Sinema sektöründeki çarpıcı ilerleyişi de gözlerden kaçmamaktadır.

Sinema ve animasyon dünyasının yanı sıra web tabanlı çalışmalarda da sıklıkla kullanılan bu sistem, özellikle web tasarım geliştiricileri tarafından tercih edilmektedir. Bilimsel araştırmalarda, mekanik analizlerde, mühendislikte, eğitimde, performans animasyonlarında ve VR adı verilen sanal gerçeklik olarak nitelendirilen bilgisayar uygulamalarında sıklıkla kullanılmaktadır.

Video kameralardan, kızılötesi infrared kameralara, 3 boyutlu sensörlerden, hız ölçer tabanlı sistemlere kadar günümüzde bir çok farklı teknik, hareketin kaydedilmesi adına kullanılmaktadır. Burada önemli olan nokta, kaydedilen verinin nasıl kaydedileceği ve bu verinin kaydedildikten sonra nasıl kullanılacağıyla ilgidir. Özellikle animasyon ve eğlence dünyasında amaç, Motion Capture tekniği ile kaydedilen verilerin, daha önceden hazırlanmış 3 boyutlu bir karaktere adapte etmektir. Burada dikkat edilmesi gereken husus, bu teknik ile sadece bireyin hareketlerinin kaydedilebileceğidir. Normal bir video kamera ile yakalanabilen bireysel duruş yani dış görünüm, bu sistemle kaydedilemez. Burada amaç, sanal ortamda yaratılacak bir dünya için, gerçek hayattaki fizik kuramlarını kullanmaktır. Gerçek yaşamda kaydedilen bu hareket verileri, bilgisayar ortamında animasyon programına aktarılır.

Ham veriler karmaşık sayısal değerlerden ve fonksiyonlardan meydana gelmektedir. Bu verilerin işlenebilir hale gelebilmesi için doğru bir şekilde analiz edilmesi gerekir. Aktarılan bu veriler, işleme metoduna ve kullanım alanlarına göre değişiklik gösterir. Örneğin bilimsel ve tıp alanında yapılan çalışmalarda, elde edilen veriler için hassasiyet, duyarlılık ve doğru veriler olması ön plana çıkarken, animasyon ve eğlence dünyasında amaç sadece hareketin, bilgisayar ortamında canlandırılacak olan 3 boyutlu karaktere uygulanabilmesidir. Burada hareketin sayısal doğruluğunun çok bir önemi yoktur. Amaç sadece hareket biçiminin, oluşturulan karaktere uygun bir şekilde adapte edilebilmesidir. Burada simülasyon kavramı açığa çıkar. Gerçek hayattaki fizik kuralları ve parametreler tanımlanarak, elde edilen animasyonlara *simulasyon* adını verilir. Diğer bir tanımla gerçeğin, gerçeğe en uygun haliyle bilgisayar ortamında modellenmesidir.

Kullanım alanlarına göre MOCAP ile yakalanan hareketler, farklı dosya formatlarında kaydedilir. Eğlence dünyası için oluşturulan animasyon karakterlere uygulamak adına MOCAP ile kaydedilen hareketler, genellikle 3 farklı dosya formatında kaydedilir; BVH, Biped Model ve Quadruped Modeli. Bunların yanı sıra bu endüstride kullanılan farklı formatlar mevcuttur. Ancak en yaygın olarak kullanılanları yukarıda bahsedilenlerdir.

3.3 MOTION CAPTURE SİSTEMLERİ

Her ne kadar birbirinden farklı birçok metot ve teknik bulunsa da, genel olarak Motion Capture sistemlerini optik, manyetik ve mekanik sistemler olmak üzere 3 ayrı bölümde incelenmektedir. Her teknik kendi bünyesinde farklı metotlara sahiptir. Uygulama alanına göre farklılıklar gösteren bu sistemlerin her birinin, kendine göre artıları ve eksileri mevcuttur. Bu 3 sistemin yanı sıra ultrasonik, akustik ve inertial, ...vb gibi birçok sistemde mevcuttur.

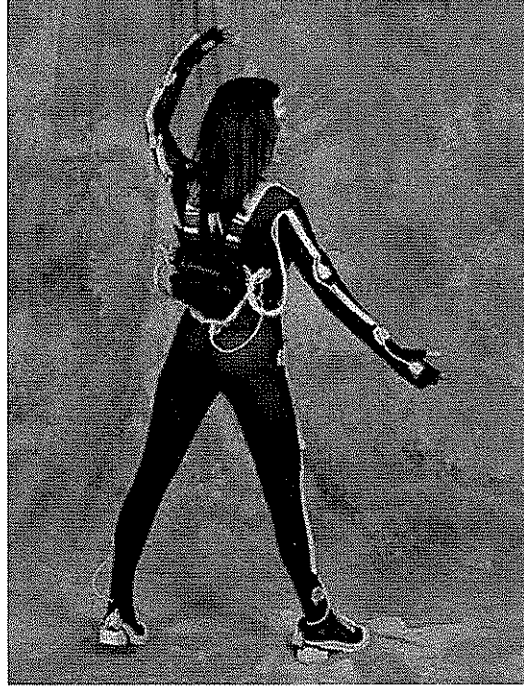
Bu yüksek lisans tez çalışmasında öncelikle manyetik, mekanik ve optik sistemleri genel olarak inceledikten sonra maliyet açısından oldukça yüksek bütçelere sahip olmasına karşı hata oranı en düşük; en temiz ve en kaliteli veriyi elde edilmesine olanak tanıyan optik sistemler üzerinde ağırlıklı olarak durulmuştur. Eğlence sektöründe de köklü olarak yerini sağlamlaştıran optik sistemlere kıyasla diğer Motion Capture sistemlerinin işlevsel özelliği göz ardı edilmemelidir. Çünkü her sistemin kendine has özelliği ve kullanıma alanına göre artıları mevcuttur. Örneğin manyetik ve mekanik sistemler gerçek zamanlı uygulamaların oluşturulmasına olanak tanır. TV dünyasında canlı olarak gerçek zamanlı bir karakter yaratmak istenirse, optik sistemler bu doğrultuda çalışmayı çokta kolaylaştırmazlar. Çünkü optik sistemlerde render işlemine gereksinim duyulur. Dolayısıyla veriyi anında dönüştürebilen manyetik veya mekanik sistemler tercih edilir. Dolayısıyla kullanıma alanına ve amaca yönelik sistem seçmek bu bağlamda önemlidir.

3.3.1 MANYETİK SİSTEMLER

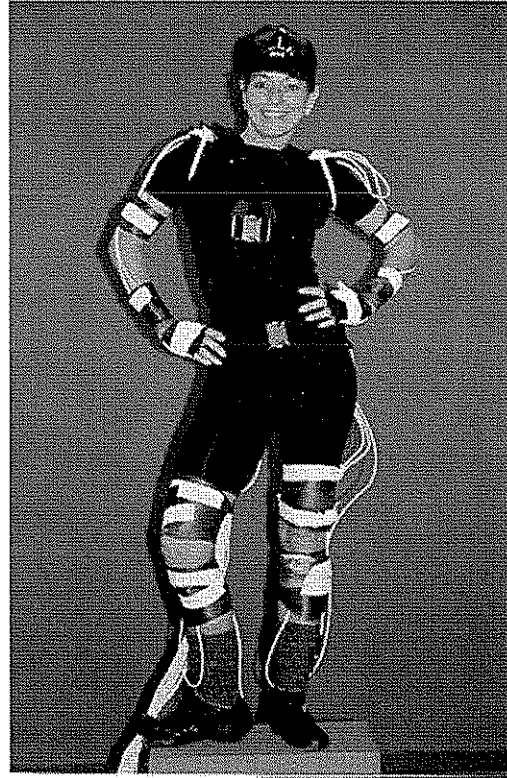
Manyetik takipçiler olarak bilinen Elektromanyetik Motion Capture sistemleri, maliyetlerinin ucuz olmasının yanı sıra gerçek zamanlı uygulamaların oluşturulmasına olanak tanıyan sistemlerdir. Bu sistem sayesinde yakalanan veriler gerçek zamanlı olarak izlenebilir. Sistem ilk olarak, askeri uçak pilotlarının kaslarına yerleştirilen sensörlerden esinlenerek icat edilmiştir. Pilotun baş pozisyonu, kaska takılı olan sensörler yardımıyla görüntülenebiliyor ve yön verilebiliyordu.

Elektromanyetik Motion Capture sistemleri bir seri alıcı ya da algılayıcı, verici ve kontrol ünitesinden oluşmaktadır. Algılayıcılar, kontrol ünitesine bağlanır ve daha sonra hareketi gerçekleştirecek kişinin vücuduna yerleştirilir. Vericinin oluşturduğu düşük frekanslı manyetik alanda hareket ettirilen alıcılar sayesinde kontrol ünitesi alıcıların konumlarını tespit edebilir. Bu sayede hareketler yakalanarak 3D verilere dönüştürülür (Sönmez, 2001). Diğer bir tanımla “verici tarafından meydana getirilen elektromanyetik alana yön vererek sensörlerin yerini ve oryantasyonunu ölçen bir sistemdir (Windsor, 2007).

Manyetik Motion Capture sistemleri, verici kaynağın ürettiği düşük frekanslı manyetik alanı ölçmek için vücudun üzerine yerleştirilen sensörlerden yararlanır. Yaklaşık olarak 12 ile 20 sensör kullanılır. Sensörler ve kaynak, kablo yardımıyla elektronik kontrol ünitesine bağlanır ve yakalama sahası içerisinde bildirilen yerlerle ilişkilendirilir. Bu sayede, manyetik verici ile uzaysal ilişkisinin ölçülmesi sağlanır. Elektronik kontrol üniteleri, bu ilişkilendirilen pozisyonları ve rotasyonları 3 boyutlu alanda temsil edebilecek bir yazılım sürücüsüne sahip bilgisayar ile network ağı üzerinden bağlanır. Vücudun üzerine bağlanan sensörler aracılığıyla eklem hareketi, pozisyon ve rotasyon verisi olarak kayıt altına alınır. ŞEKİL 3.16 ve ŞEKİL 3.17’de üzerinde manyetik sensörler bulunan örnek Motion Capture kostümleri görülmektedir. Takip eden sensörler, diğer bir tanımla algılayıcılar, çevirileri ve yönelimleri, veri olarak çıkartır. Böylelikle herhangi bir post-processing işlemine gerek duyulmaz. Dolayısıyla gerçek zamanlı birçok uygulamada kullanılabilir. Örnek olarak birçok TV yayınında ve gerçek zamanlı animasyon uygulamalarında tercih edilen sistemler arasındadır. (Bkz. DVD Video 10)



ŞEKİL 3.16 : Üzerinde manyetik sensörler bulunan Motion Capture Kostümü



ŞEKİL 3.17 : Üzerinde manyetik sensörler bulunan Motion Capture Kostümü

Takip sensörleri, metal olmayan malzemelerden üretilmiş hareketi kaydedilen objeden ya da üzerinde bulunan destekleyici eşyalardan etkilenmezler. Bu optik sistemlere kıyasla manyetik sistemler için bir avantajdır. Daha çok elektronik ortamlardan kaynaklanan elektriksel ve manyetik etkileşimlere duyarlıdır. Dolayısıyla parazitler bozuk veri elde edilmesine neden olabilir. Diğer bir taraftan yüksek iletken malzemelerle tasarlanmış binalarda, manyetik Motion Capture sistemi için uygun bir ortam oluşturmaz.

Manyetik sistemler iki gruba ayrılırlar. Birinci grup, doğru akım elektromanyetik alanı kullanır. (DC: Direct Current) İkinci grup ise alternatif akım alanlarından yararlanır (AC: Alternating Current). Ascension Teknolojileri ve Polhemus firmalarının piyasaya sürdüğü bu sistemde çalışan değişik çözümleri mevcuttur. Örnek olarak Polhemus firmasının ürettiği alternatif akımı kullanan manyetik sistemler, alüminyum ve bakıra karşı duyarlıdır. Diğer bir taraftan Ascension firmasının üretmiş olduğu Flock of Birds isimli manyetik sistem, doğru akımı kullanır; demire ve çeliğe karşı hassasiyet gösterir.

Manyetik sistemlerin sampling hızları, optik sistemlere nazaran daha düşüktür. Saniyede ancak 144 ya da 240'a kadar ulaşabilirler ve elde edilen veriler bazen gürültülü olabilir. Burada gürültüden kasıt, bozuk ve ya temizlenmesi zor veri anlamındadır. Takip sensörlerinin konfigürasyonları, optik sistemlerde olduğu kadar rahat ve kolay değiştirilemez. İstenildiği şekilde oynama yapılamaz. Düşük örnekleme miktarı ve manyetik alanlardan etkilenmesi, bu sistemin eksikleri olarak gösterilebilir. Ayrıca takip sensörleri için kullanılan kablolar ve pil, hareketi yakalanacak olan kişinin hareketlerini kısıtlayabilir. Ancak iş mali kısmı gelince, başta optik sistemler olmak üzere diğer tüm tekniklere kıyasla manyetik sistemler oldukça düşük bir maliyet gerektirir. Tablo 3.2'de sistemin avantajları ve dezavantajları görülmektedir.

TABLO 3.2 : Manyetik Motion Capture sistemlerinin avantajları ve dezavantajları.

SİSTEMİN ARTILARI	SİSTEMİN EKSİLERİ
Post-Processing işlemine gerek duyulmadan pozisyon ve oryantasyon mevcuttur	Takip sensörleri elektriksel ve manyetik etkileşimlere eğilimlidir
Gerçek zamanlı geridönüşüm, gerçek zamanlı uygulamalara olanak tanır	Takip sensörleri için kullanılan kablolar ve pil, hareketi yakalanacak olan kişinin hareketlerini kısıtlayabilir.
Takip sensörleri, metal olmayan objeler tarafından absorbe edilmezler	Birçok optik sisteme kıyasla manyetik sistemler daha düşük sampling hızına sahiptir
Birden fazla performans çoklu kurulumları ile eş zamanlı olarak yakalanabilir	Manyetik veriler gürültü ve bozuk olma eğilimindedir
Manyetik sistemler Optik sistemlere kıyasla daha düşük maliyetlidir	Takip sensörlerinin konfigrasyonlarını değiştirmek zordur
	Manyetik sistemlerin yakalama yoğunluğu, optik sistemlere kıyasla daha küçüktür

3.3.2 MEKANİK SİSTEMLER

Elektromekanik hareket yakalama yöntemleri, diğer tekniklere kıyasla daha mekanik bir yapıya sahiptirler ve Manyetik sistemlerde olduğu gibi gerçek zamanlı olarak kaydedilen sonuç anında izlenebilir. Sistemin çalışma prensibi, kıyafet şeklinde vücuda giyilen mekanik parçaların dönüşlerinin tespit edilmesi, hareket verilerinin yakalanması prensibine dayanır.

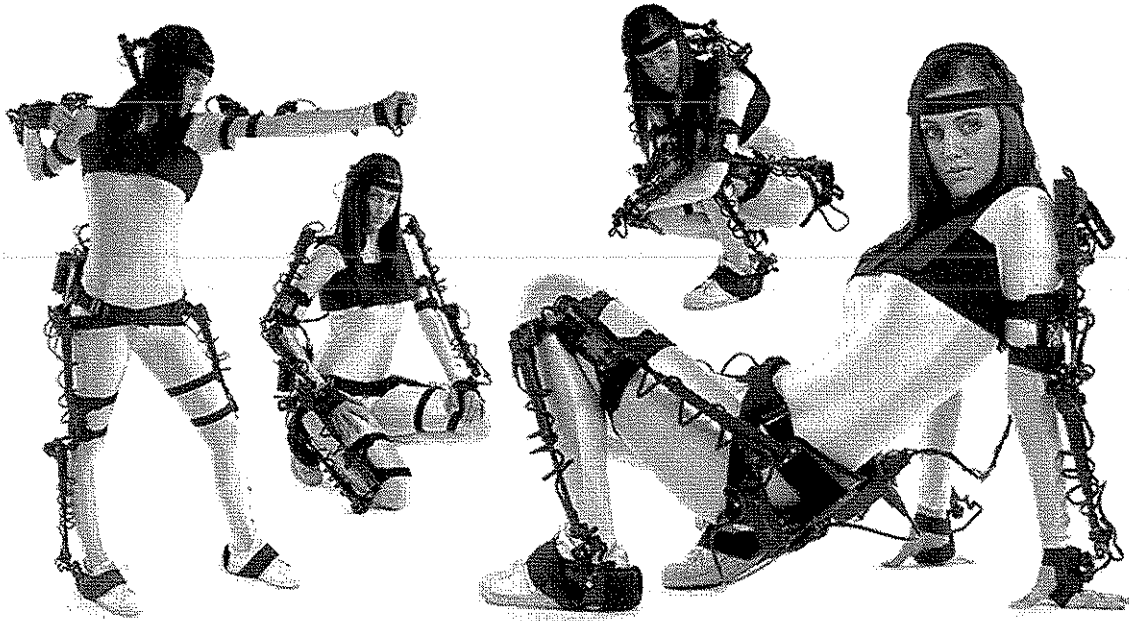
Diğer sistemler arasında en düşük maliyete sahip olan mekanik sistemlerde, ne yazık ki örnekleme miktarı az ve hata oranı oldukça yüksektir. Bunun yanında birçok elektromekanik hareket yakalama yöntemi, hareketi sağlayan kişinin konumunu tespit edemeyip, sadece eklemlerin dönüşlerini tespit etmektedir. Bu, hareketi sağlayan kişinin konumunun yakalanmasını da beraberinde gerektirmektedir.

Mekanik (Exo-skeletal) Motion Capture sistemleri direk olarak hareketi kaydedilecek olan kişinin eklem açılarını kaydeder. Kişi üzerine düz çubuklar ve potansiyometrelerden oluşan, eklem bölgelerinden birleşen bir cihaz giyer. Potansiyometre, dışarıdan fiziksel müdahaleler ile değeri değiştirilebilen dirençlerdir ve devrelerde akımı sınırlamak ya da gerilimi bölmek amacıyla kullanılır. Uzun çubuklar, bu potansiyometrelere vücudun eklem bölgelerinden bağlanır ve hareketi

yakalanacak olan kişinin eklem açılarını ölçümlemede kullanılır (Bkz. ŞEKİL 3.18 ve ŞEKİL 3.19).

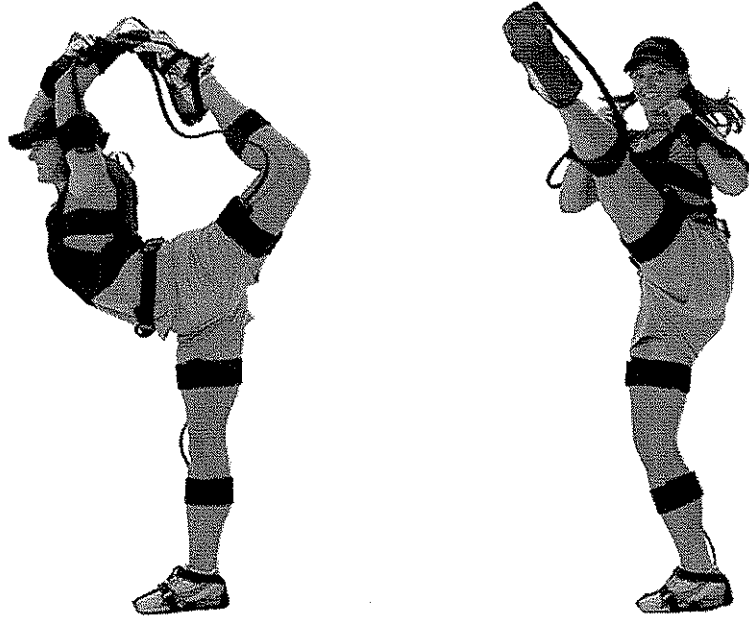


ŞEKİL 3.18 : Mekanik Motion Capture Kostümü



ŞEKİL 3.19 : Animazoo firmasının piyasaya sürdüğü Gypsy Mekanik Motion Capture Kostümü

Mekanik sistemler gerçek zamanlıdır. Dolayısıyla birçok TV yayınında ve gerçek zamanlı animasyon uygulamalarında tercih edilen sistemler arasındadır. (Bkz. DVD Video 11-12-13) Maliyet açısından uygundur. Portatif bir yapıya sahiptir. Dışarıdan gelen manyetik ve elektriksel dış uyaranlardan (parazitlerden) etkilenmezler. Kablosuz mekanik sistemler geniş yakalama seviyesine olanak sağlarlar. Sistemin tek eksik özelliğİ küresel boyutta nesneyi takip edememesidir. ÖrneğİN hareketi yakalanacak olan kişi zıplarsa, veri bu atlama hareketini takip etmeyecek, zemin üzerinde kalacaktır. Ya da kişi merdivenleri çıkıyorsa, karakter yine zeminden ayrılmayacak, düz zeminde yürümeye devam edecektir. Genellikle sistemdeki bu eksiklikleri çözme için manyetik sensörlerden yararlanılır. Diğer bir taraftan sistem, hareket olanağINI biraz kısıtlamaktadır. Bu sistemin teknik kostümünü giyen bir kişi, yerde çok rahat bir şekilde yuvarlanamayacaktır. Çünkü ekipman, teknik açıdan kırılmaya çok müsaittir. Bunun için Measurand firması ŞEKİL 3.20’de görülen ShapeWarp adını verdikleri fiber-optik bir kaset geliştirdi. Diğer mekanik sistemlere kıyasla daha rahat ve daha dayanıklı. Tablo 3.3’de sistemin avantajları ve dezavantajları görölmektedir.

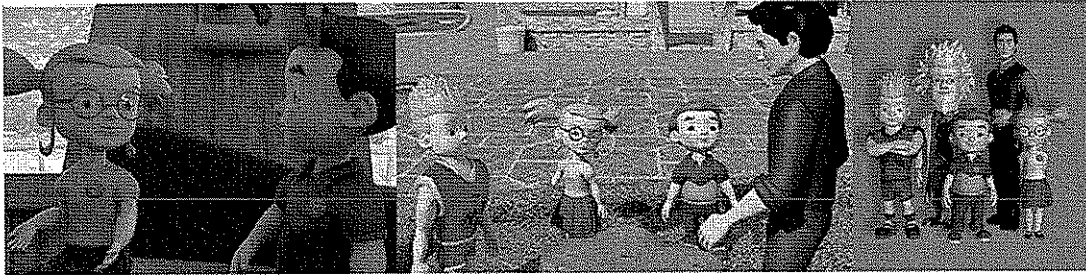


ŞEKİL 3.20 : Measurand firmasının geliştirdiğİ ShapeWarp

TABLO 3.3 : Mekanik Motion Capture sistemlerinin avantajları ve dezavantajları

SİSTEMİN ARTILARI	SİSTEMİN EKSİLERİ
Gerçek Zamanlı	Küresel boyutta hareketlere izin vermiyor
Nispeten daha ucuz	Yakalanacak olan konunun üzerinde hareket kısıtlamalarının olması
Tıkanma yok	Kolay kırılabilir
Manyetik ve Elektriksel dış uyaranlardan etkilenmez	Sensörlerde sabit yapılandırılması
Son derece portatif	Düşük sampling hızı
Geniş yakalama aralığı	

Animazoo firmasının piyasaya sürdüğü Mekanik Motion Capture sistemlerinden Gypsy, ilk kez yerli bir sinema filminde kullanılmak üzere FGP Prodüksiyon tarafından Türkiye'ye getirildi. İstanbul Büyükşehir Belediye'si için tasarlanan 40 dakikalık Çevrebey isimli çizgi animasyon filminde, Motion Capture tekniği kullanıldı. (Bkz. ŞEKİL 3.21)



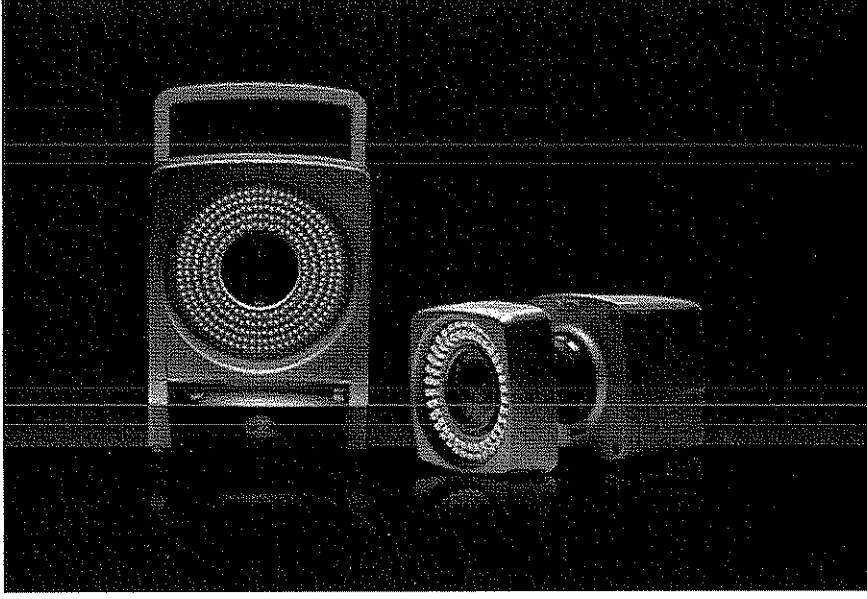
ŞEKİL 3.21 : Çevrebey Filmi, FGP Prodüksiyon, 2007

3.3.3 OPTİK SİSTEMLER

Optik Motion Capture sistemi, canlının üzerine yerleştirilen yansıtıcı vericilerin sağladıkları yansımanın, stüdyoya yerleştirilmiş çok hızlı algılama yeteneğine sahip kameralarla takip edilmesi prensibine dayanan bir sistemdir. Diğer Motion Capture sistemlerine kıyasla en pahalı hareket yakalama sistemi olan optik sistemler, aynı zamanda en az hatayla karşılaşılan sistemlerdir. Yüksek hızda işleyen yöntem sayesinde kolay işlenebilen temiz veri elde etmek mümkündür. Gelişen kamera teknolojileri bağlamında optik sistemler yaklaşık olarak saniyede 30 ila 2000 örnekleminin üzerine çıkabilmektedir.

Aslında Optik yakalama sistemleri, öncelikle tıbbi uygulamalarda kullanılmak için tasarlanmıştır. Çünkü bu alanda hareket analizi bağlamında yapılan çalışmalar, hata kabul etmez. Temiz ve net veri akışı gereklidir. Medikal alanda klinisyenler ve araştırmacılar, insan hareketi ve performansı üzerine çalışmalar yapmak için hareket verilerinden yararlanırlar. İnsan hareketinin temelini özümseyerek, oluşabilecek birçok sakatlanmanın önüne geçilebilir. Bu bağlamda birçok doktor ve fizyoterapist, hareket yakalama sistemlerini rehabilitasyon amaçlı kullanmaktadır. Diğer taraftan bir sporcu için en uygun antrenman metotlarının belirlenmesi, yine kişiye özel hareket analiziyle ortaya çıkabilir. Bu doğrultuda yine bu alanda tercih edilen sistemler arasında yer almaktadır. (Bkz. DVD Video 14-15-16)

Medikal alanın yanı sıra birçok endüstriyel uygulamada ve mekanik alanda optik sistemler kullanılmaktadır. (Bkz. Video 17-18) Örneğin araba geliştiricileri ve iç tasarım uygulamalarında, ergonomi araçları kullanılarak daha konforlu ve güvenli bir araç üretebilmek için yine bu sistemden yararlanmaktadırlar. Aslında optik sistemler, temiz ve net veri elde edebilme özelliği sayesinde günümüzde sinema ve animasyon dünyasına girmeyi başardı ve ilk olarak ticari optik sistem olan Vicon 8, piyasada yerini aldı. ŞEKİL 3.22’de Vicon firmasının piyasaya sürmüş olduğu optik Motion Capture sistemlerinde kullanılan kızıl ötesi kameralar görülmektedir. Günümüz sinema uygulamalarında en çok tercih edilen sistem haline gelen Vicon optik sistemler, 2009 yapımı görsel efekt harikası Avatar filminde de tercih edilen sistemler arasındadır. Aslında genel olarak Optik Motion Capture sistemleri Digital Domain, ILM, PDI gibi önde gelen birçok firma, dönemin gişe rekortmeni filmlerinden Star Wars:Episode I, Mumya, Titanik, Matrix gibi birçok başyapıt filmlerde sıklıkla kullanılmıştır.

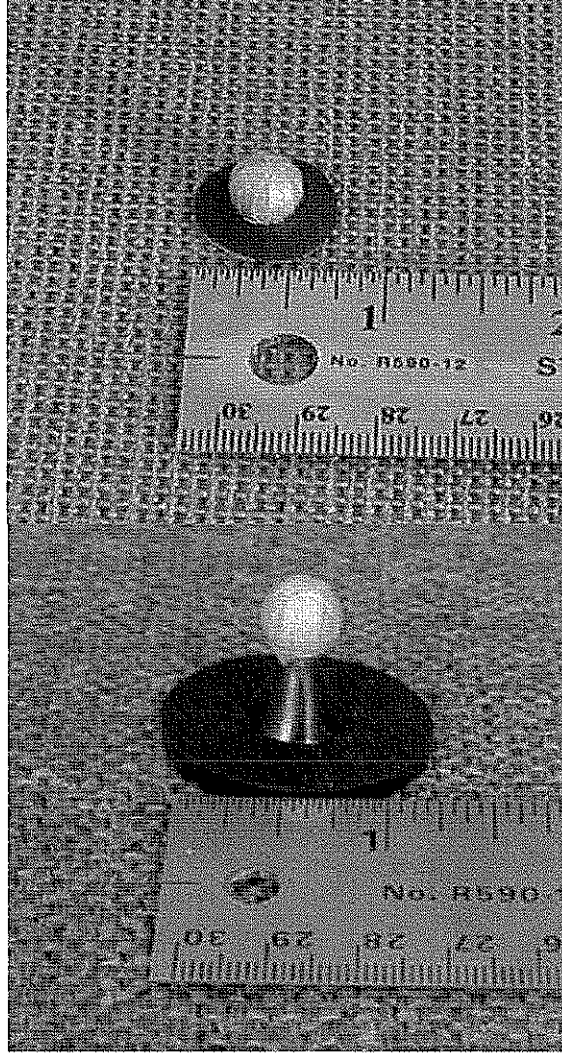


ŞEKİL 3.22 : LED’li Vicon Kamera

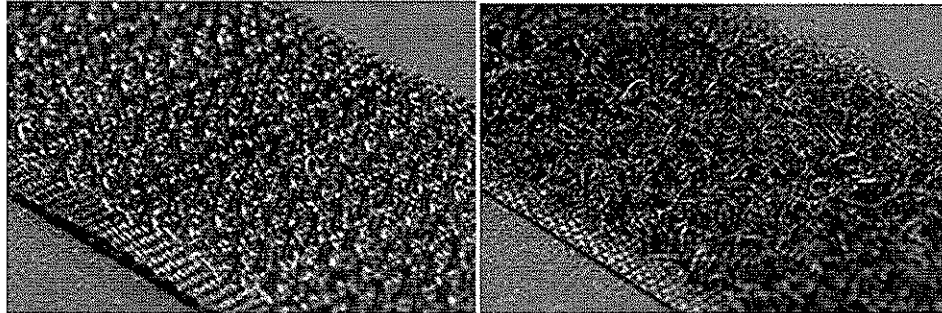
Tipik bir optik sistem, yaklaşık olarak 4 ila 31 kameradan ve bu kameraları kontrol eden bir bilgisayardan meydana gelmektedir. Hareketi yakalanacak olan kişi, üzerine marker adı verilen işaretler yerleştirilir. Bu işaretler yapısal özelliklerine göre ikiye ayrılırlar. Dış kaynaklardan gelen ışığı yansıtan işaretler *pasif marker* olarak tanımlanır. Işığı yayan işaretler ise *aktif marker* olarak nitelendirilir (Kitagawa ve diğ. 2008). Bu bağlamda optik sistemler aktif, pasif ve markersız optik sistemler olarak 3 bölümde incelenmektedir. Aslında genel olarak birçok hareket yakalama tekniğinde aktif ya da pasif sensörler kullanılmaktadır. Bu sadece Optik sistemlere has bir özellik değildir. Önemli olan, sistemin bu sensörleri nasıl yakalayıp veri haline dönüştüreceğidir. Bu doğrultuda Mekanik, Manyetik ve Optik sistemler, sadece yöntem bakımından birbirlerinden ayrılırlar.

Pasif markerlar yansıtıcı malzemelerden meydana gelmektedir ve küresel, yarı-küresel veya yuvarlak şekildedirler. Markerların boyutu ve şekli, kullanılacak olan kameranın çözünürlüğüne ve hareketi kaydedilecek nesneye göre değişkenlik gösterir. Örneğin ileride değinilecek olan Facial Motion Capture, yani mimikleri yakalamak için kullanılan yüz Motion Capture sistemlerinde ya da el hareketlerini yakalamak için, daha küçük ebatlarda tercih edilmektedir. Pasif işaretler direkt olarak hareketi yakalanacak olan kişinin tenine ya da Motion Capture sistemleri için özel olarak tasarlanan bir kostüme adapte edilir. Piyasada bugün, tercih edilen sistem çeşidine göre farklı modellerde kostümler mevcuttur. Ancak genel olarak MOCAP

kostümü, tüm vücudu saran esnek malzemeden yapılmış tayt benzeri bir kostümdür. ŞEKİL 3.23’de görülen pasif işaretler, ŞEKİL 3.24’de görülen Velcro tarzı yapışkan bir kumaş ile kostüme adapte edilir. Bu kumaş, halk arasında Türkçe’de cırt cırt olarak bilinen kumaş türüdür.

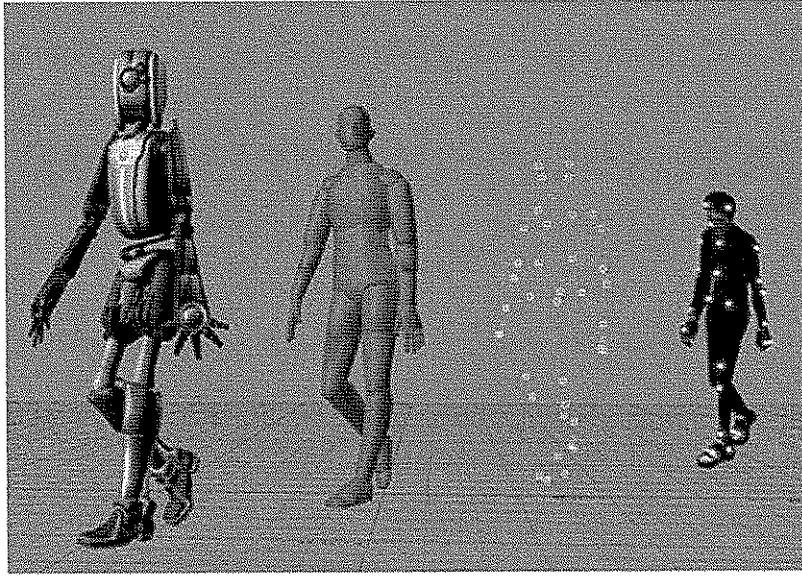


ŞEKİL 3.23 : Pasif Markerlar



ŞEKİL 3.24 : Velcro tarzı yapışkan kumaş örneği

Pasif sensörlü optik sistemlerde, kameranın etrafına yerleştirilmiş Infra-red (IR) LED'ler ve IR geçiren filtreler kullanılır. Pasif sensörler, üzerlerinde *reflektör* adı verilen bir malzemeyle kaplıdır. Bu malzeme, kamera lensinin yakınında oluşan ışığı geri yansıtma özelliğine sahiptir. Böylelikle kamera, kişinin üzerindeki kumaş, ten rengi ve benzeri şeyleri ekarte ederek, sadece ışığı geri yansıtan nesneye odaklanır. (Bkz. DVD Video 19-20-21-22-23) Aktif sensörler ise dış kaynaktan gelen ışığı yansıtmak yerine kendi ışığını yayabilen donanımdadırlar. (Bkz. DVD Video 24) Aktif sensörlü optik sistemlerde de, Infra-red (IR) LED'ler ve IR geçiren filtreler kullanılır. (Bkz. ŞEKİL 3.25)



ŞEKİL 3.25 : Aktif sensörlü Optik Motion Capture Sistemi

Pasif marker sistemlerde kameralar, LED (Light-Emitting Diodes) adı verilen ışık yayan diyotlardan meydana gelmektedir. LED'ler tarafından yayılan ışıklar, pasif markerlar aracılığıyla yansıtılır. Diğer bir taraftan aktif marker sistemlerdeki işaretler LED'lerin kendisidir. Bazı aktif marker sistemler, her bir markerı tek tek belirleme gereksinimini ortadan kaldırarak, bir seferde tek bir LED'i aydınlatır. Bazı sistemler ise tüm LED'leri tek bir seferde aydınlatır. Bu tarz sistemlerde, işaretlerin tanınmasını için her bir LED'in genişlik ya da frekans değerleri ayarlanır. Bugün günümüzde birçok aktif marker sistem, doğal ışıklı ortamlarda çalışabilmektedir. Buda stüdyo dışında hareket yakalama seanslarına olanak tanır. Diğer bir taraftan ışık kontrolü, pasif marker sistemlerde son derece önemlidir.

Optik sistemde kullanılan kameralar, markerlar tarafından yansıyan ya da yayılan ışıkları kaydederler. Optik sistemler yüksek çalışma hızları sayesinde, saniyede 30 ile 2000 sampling hızına yetişebilirler. 3 boyutlu pozisyonun belirlenebilmesi için en az 2 kameranın, bir markerı görmesi şarttır. Kamera sayısının artması, doğru veri tespitini kolaylaştıracaktır. Kamera, markerları tespit edemediğinde orada oluşan hareket verisi de otomatikman kaybolacaktır. Örnek olarak sırt üstü yere uzanan bir kişinin, sırt bölgesine yerleştirilen markerlar, kameralar tarafından algılanamayacak. Böylelikle veri kaybı, tıkanma yani oklüzyon meydana gelecektir. Günümüzde teknolojik gelişmeler öyle hızla ilerlemektedir ki, oluşan bu veri kayıplarının düzeltilmesi için birçok araç geliştirilmiştir. Ancak bu noktada gözden kaçırılmaması gereken bir durum var ki, çok fazla oluşan kayıp işaretlerin düzeltilmesi ne yazık ki olanaksız olacaktır.

Optik sistemlerde marker konfigrasyonları esnek bir yapıya sahiptir. Kullanılacak sistemin sağladığı örnek marker kurulumunun yanı sıra, sistemi kullanacak olan kişi kendi işaret konfigrasyonunu da oluşturabilir. Diğer Motion Capture sistemlerine kıyasla, eş zamanlı olarak birden fazla takip noktasının tespit edilebilir olması ve birden fazla markerın eş zamanlı olarak takip edilebilmesi, sistemin en büyük avantajlarından. Örnek olarak 16 kameralık bir sistemle yaklaşık olarak 200'e yakın marker takibi gerçekleştirilebilir. Ancak birden fazla konunun eş zamanlı olarak takip edilmesi doğabilecek hatalara, karışıklıklara ve veri kayıplarına eğilimlidir. Özellikle performansa dayalı Motion Capture seanslarında, imkan dahilinde tek tek hareket yakalama seanslarının gerçekleştirilmesi, daha sonra doğabilecek sıkıntıların önüne geçecektir.

Optik sistemlerin diğer bir artı yönü ise hareketi yakalanacak olan kişinin üzerine herhangi bir kablo yada ekipman bağlanmasına gerek olmamasıdır. Buda performans bağlamında oldukça rahat hareket etmelerine olanak sağlar. Ancak gerçek zamanlı geri bildirimlerde ne yazık ki yetersiz kapmaktadır. Optik sistemlerde, çekim sırasında kaydedilen hareketin gerçek zamanlı görüntülenmesi, ancak bilgisayar ortamında oluşturulmuş çizgisel figürlerle sınırlı kalmaktadır. Gerçek zamanlı kaydedilen hareket verisi, yine MotionBuilder gibi gerçek zamanlı bir uygulamaya bağlanmış olsa da, istenildiği gibi gerçek zamanlı ön izleme yapabilmek için render sürecine ihtiyaç duyacaktır ki buda biraz zaman alacaktır. (Bkz. Tablo 3.4)

TABLO 3.4 : Optik Motion Capture sistemlerinin avantajları ve dezavantajları

SİSTEMİN ARTILARI	SİSTEMİN EKSİLERİ
Optik veri kesin ve doğrudur	Geniş çapta post-processing işlemlerine gereksinim duyar
Yakalama hızı yüksektir	Rotasyonel verilerin, post-processing sürecinde, pozisyonel verilerden hesaplanmasına gereksinim duyulur
Birçok konu, eş zamanlı olarak yakalanabilir	Markerlar, kaydedilen konu ya da dekorlar yüzünden kapanabilir. Buda kayıt sırasında veri kaybıyla sonuçlanır
Çok fazla sayıda marker kullanılabilir	Özellikle pasif optik sistemler başta olmak üzere, aydınlatma kontrolü çok önemlidir
Projenin amaçlarına göre marker konfigürasyonu kolaylıkla değişebilir	Gerçek zamanlı geribildirim, çizgisel figürlerle sınırlıdır
Optik sistemlerle kaydedilecek konu, kayıt alanının içerisinde rahatlıkla ve özgürce hareket edebilir	Diğer Motion Capture gereçlerine nazaran donanım çok daha pahalı ve maliyetlidir
Yakalama hacmi, diğer birçok sistemden daha büyük olabilir	
İskelet veriler oluşturulabilir.	

Optik Motion Capture seanslarında ışık unsuru oldukça önemlidir. Genellikle hareketi kaydedilecek olan kişinin kendi adımlarını görebilecek kadar yarı karanlık loş bir ortam kullanılır. Çünkü kameralar kişinin bedensel duruşunu değil, kişiye adapte edilmiş sensörleri takip eder. Birçok optik sistemde kızılötesi kameralarda kullanılmaktadır.

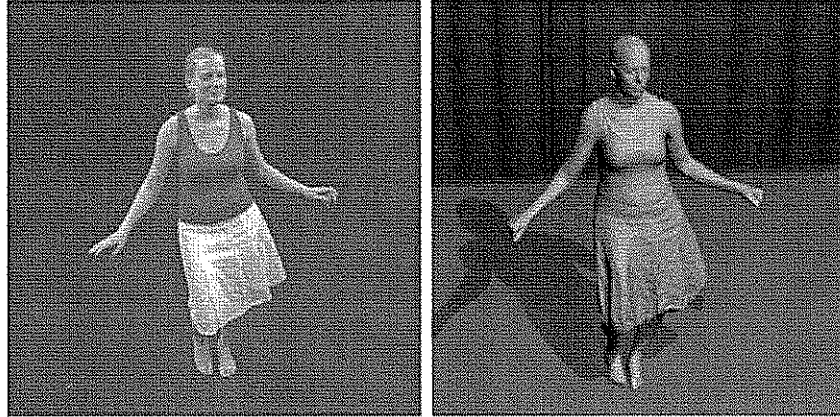
Optik sistemler içerisinde en bilineni Vicon 8'dir. Biomechanics ve NaturalPoint firmalarının ürünleri olan optik sistemlerde günümüzde tercih edilen sistemler arasındadır. Oxford Metrics ve Motion Analysis, pasif sensörlerle çalışan sistemler konusunda önde gelen firmalardandır. Daha çok biyomekanik alanda kullanılan aktif sensörlerle çalışan sistem konusunda ise Northern Digital Optitrak, tanınmış firmalardandır.

Bilgisayar teknolojileri bağlamında gelişmekte olan birçok teknik ve araştırmalar sayesinde, hareket yakalama sistemlerinde sensörsüz (markerless) uygulamaların kullanımı üzerine yaklaşımlar, gün geçtikçe artmaktadır. Markerless Optik sistemlerde, herhangi bir işaretleyiciye yani sensöre gereksinim duyulmaz. Sadece

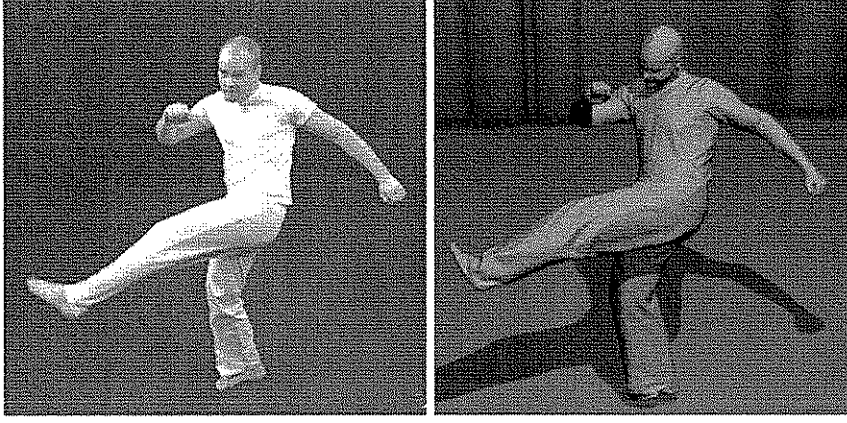
kalibre edilmiş kameralara ihtiyaç vardır. Karakterin, bu kameralar vasıtasıyla tüm detayları taranır. Sistemin, birden fazla optik giriş akışını analiz edebilmesi ve insan formlarını tespit edebilmesini sağlamak için özel bilgisayar algoritmaları tasarlanmıştır. Bazen ciddi hatalar verebilen bu sistemde, bu hataları düzeltmek oldukça zor olabilmektedir. Ancak gelişen teknolojiler sayesinde Markerless sistemler, ileride çok hızlı aşamalar kaydederek gelişme göstereceği, göz ardı edilemez bir gerçektir.

Markerless sistemler genellikle büyük hareket biçimlerinde iyi sonuç verirler. Parmak, yüz, bilek rotasyonu gibi küçük hareket biçimlerinde sıkıntı yaratabilirler. Bir takım Markerless Optik sistemler, diğer Motion Capture sistemlerinde kullanıldığı gibi özel kostümlere gereksinim duymazlar. Diğer taraftan bazı sistemlerde, eklem noktalarını belirginleştirmek için hareketi yakalanacak olan kişinin üzerine, fosforlu renklere ışığa duyarlı bir boya yardımıyla işaretler koyulur.

Markerless sistemler üzerine Stanford, MIT ve Max Planck Enstitülerinde yapılan çalışmalarda, hareketi yakalanacak olan kişinin üzerine herhangi özel bir araç giymesine gerek kalmadan takibinin sağlanmıştır. (Bkz. DVD Video 25) ŞEKİL 3.26 ve ŞEKİL 3.27'de video tabanlı markerless sistemlerle oluşturulmuş modelleme çalışması görülmektedir.



ŞEKİL 3.26 : Video Tabanlı Markerless Sistemle oluşturulmuş modelleme



ŞEKİL 3.27 : Video Tabanlı Markerless Sistemle oluşturulmuş modelleme

Organic Motion tarafından 2008 yılında piyasaya sürülen markerless optik sistemlerin yanı sıra diğer tüm Markerless Motion Capture teknolojileri arasında Mova'nın piyasaya sürüldüğü Contour Reality Capture sistemi, hareketi kaydedilecek olan kişinin devamlı olarak cilt yüzeyini ve deride oluşan deformasyonları en ince detayına kadar takip edip yakalayabilen optik bir sistem olarak ön plana çıkmaktadır. Bu sistemde hareketi yakalanacak olan kişinin üzerine, fosforlu renklerde ışığa duyarlı bir boya yardımıyla işaretler çizilir. Diğer bir taraftan 2 set kamera, kişinin hareketi sırasında oluşan dokuyu ve geometrik pozisyonu kaydeder.

3.3.4 DİĞER MOTION CAPTURE SİSTEMLERİ

Akustik Motion Capture sistemler, performans yakalamada kullanılan bir başka metottur. Bu yöntem, güçlü ses alıcılarına gereksinim duyar. Bir dizi ses vericileri, hareketi gerçekleştirecek olan kişinin bedeninde çeşitli yerlere yerleştirilir. Bu vericiler sırasıyla "tık" sesine tetiklenir. Her bir alıcıda sesin, vericiden hareket ederek yayılma süresini ölçer. Üç alıcıdan toplanarak hesaplanan mesafe, 3 boyutlu bir uzay oluşturabilmek için bir araya getirilir.

Aslında akustik sistemlerin en büyük avantajı, optik sistemlerde sıkça karşılaşılan herhangi bir oklüzyon sorununa yani veri kaybına yol açmamasıdır. Dezavantajları arasında ise manyetik ve mekanik sistemlerde de sıkça karşılaşılan ve hareket kabiliyetini kısıtlayan kablo sorunları sayılabilir. Diğer bir taraftan hareket sahası, ne yazık ki akustik sistemlerde sınırlıdır. Sesin havada yayılma hızı ve kullanılan verici sayısı bunda en büyük etkindir. İstenmeyen ses yansımaları da, akustik sistemlerin dezavantajları arasında sayılabilir.

Başta Animazoo ve Xsens firmaları olmak üzere birçok şirket tarafından üretilen *İntersiyal (Inertial) Motion Capture sistemler*, genellikle içerisine eylemsiz jiroskopların (gyroscope) gömüldüğü özel kıyafetlerle gerçekleştirilir. İleride gayro adı verilen bu özel kıyafetleri daha detaylı ele alınacaktır. Jiroskoplar, açısal hareketi ölçmek için kullanılan araçlardır. Mekanik ve optik jiroskoplar olarak ikiye ayrılırlar. Sadece bu iki bölümde bile birçok farklı çeşidi bulunmaktadır.

İntersiyal Motion Capture sistemleri, vücudun belirli noktalarına yerleştirilen sensörlerin yönlerindeki ve orantasyonundaki değişimleri ölçümler (Hagg, 2009). Bu sensörler aracılığıyla elde edilen oryantasyon verileri, bilgisayara bağlanmış bir alıcıya kablosuz olarak aktarılır. Bu verisel değerler, performansı gerçekleştiren kişinin vücut ölçüleriyle doğru orantıda bilgisayar ortamında oluşturulan 3 boyutlu karakterle eşleştirilir ve performansın dijital ortamda sanal formu yaratılmış olur. Hareket yakalama sistemleri arasında en üstün özelliğe sahip sistemler optik sistemler olarak bilinir. Ancak intersiyal Motion Capture sistemlerinin de kendine has üstün özellikleri mevcuttur. Optik sistemler genel olarak oryantasyonu ölçümlemek için kızıl ötesi kameralardan yararlanırken intersiyal sistemler aktif sensör kullanırlar. Sensörlerin bağlı bulundukları kostüm esnek yapıya sahiptir. Gerçek zamanlı kayıt işlemine olanak tanıyan sistemlerde sensörler, genel olarak gayro adı verilen bu özel kostümlerin içine gömülmüştür. Üretici firmadan firmaya bu özellik farklılık göstermektedir. Dolayısıyla sistem, çok kısa sürede kullanılabilir duruma getirilebilir. ŞEKİL 3.28’de Xsense firmasının üretmiş olduğu intersiyal hareket yakalama sistemleri için geliştirilen Motion Capture kostümü görülmektedir. İntersiyal sistemler gerçek zamanlı görsellere ihtiyaç duyulduğu canlı performansların gerçekleştirileceği durumlarda kullanılan Motion Capture sistemlerinden biridir.

Günümüzde intersiyal sistemler, verilerde doğruluk payının yüksek olması nedeniyle sıklıkla tercih edilen sistemler arasındadır. Kolay taşınabilirliği, hareket rahatlığı ve oklüsyon sorunlarına olanak tanımaması avantajları arasında sayılabilirken, küresel boyutta veri kaydının kısıtlı olması dezavantajlarından biridir. Bu eksiklik, sisteme özel olan bu kostümün diğer hareket yakalama sistemlerinde kullanılmasıyla yani farklı sistemlerin bir arada kullanılmasıyla giderilmektedir.



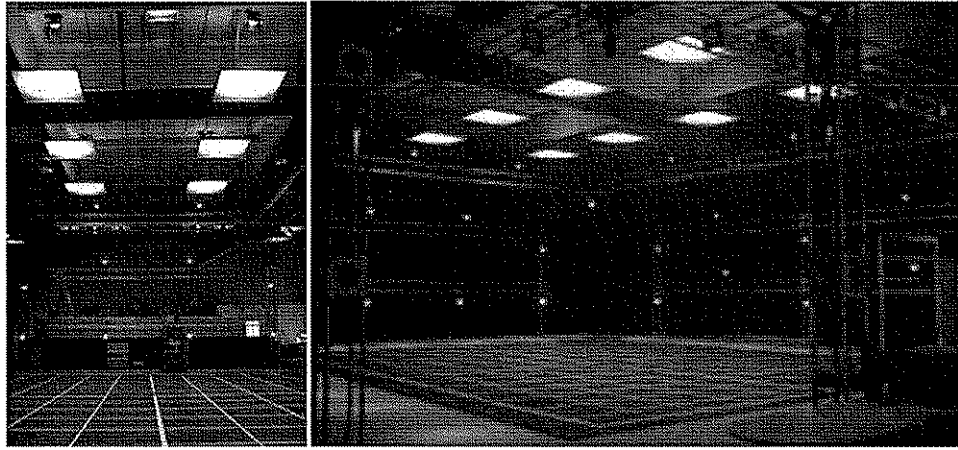
ŞEKİL 3.28 : Xsens firmasının üretmiş olduğu Intersiyal MOCAP Kostümü

3.4. MOTION CAPTURE İÇİN TEMEL EKİPMANLAR

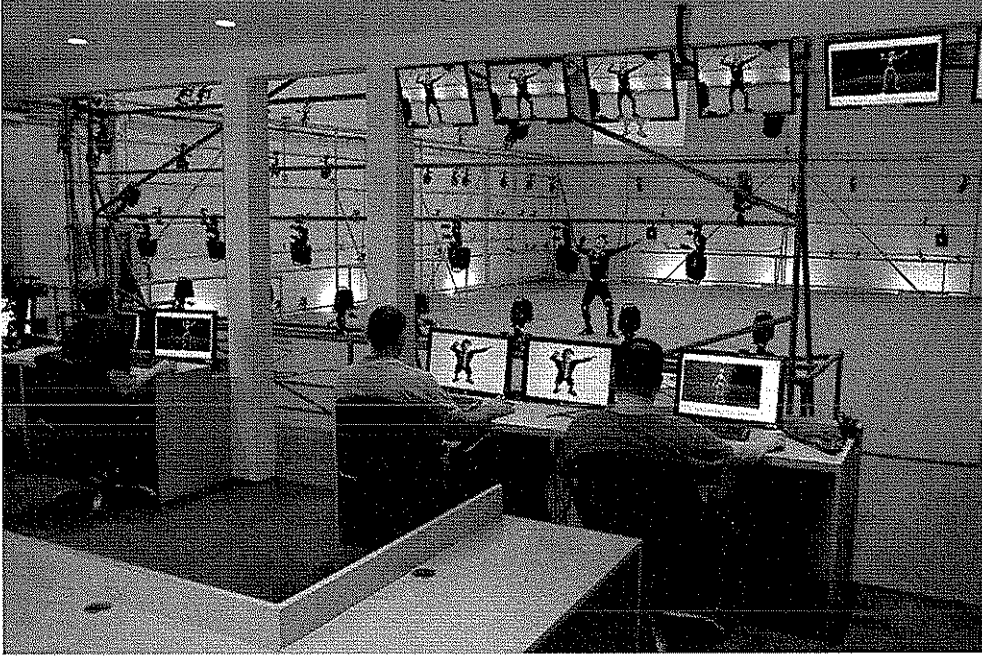
3.4.1 MOTION CAPTURE STÜDYOSU

Motion Capture seanslarının gerçekleştirileceği mekan yani stüdyo, tekniğin kullanım amacına göre değişkenlik gösterir. Örneğin medikal alanda yapılan hareket analizlerinde çok geniş mekanlara ihtiyaç yoktur. Ancak animasyon ve sinema dünyasında, özellikle performansa dayalı hareket yakalama seanslarında düz, engelsiz ve geniş alanlara gereksinim duyulur. Örneğin bir futbolcunun koşma hareketini kaydedebilmek için oldukça büyük bir alana ve bu alana uygun kamera düzeneğine ihtiyaç vardır. Motion Capture sistemlerinde öncü marka olan Vicon firmasının sistemleri de, sabit ve geniş bir alana ihtiyaç duyan sistemlerdendir. (Bkz. DVD Video 26) Bugün animasyon uygulamaları için tercih edilen Motion Capture stüdyoları ortalama 15.5x15.3x5m ebatlarında, siyah ya da beyaz duvarları olan, uzaktan ayarlanabilir aydınlatma sistemlerine sahip mekanlardır. (Bkz. DVD Video 27) Bu ölçüler imkanlara ve kullanılan tekniğe göre değişkenlik gösterir. Işık faktörü, Motion Capture seanslarında önem kazandığı için parlamaları ve yansımaları en aza indirecek ortam oluşturulur.

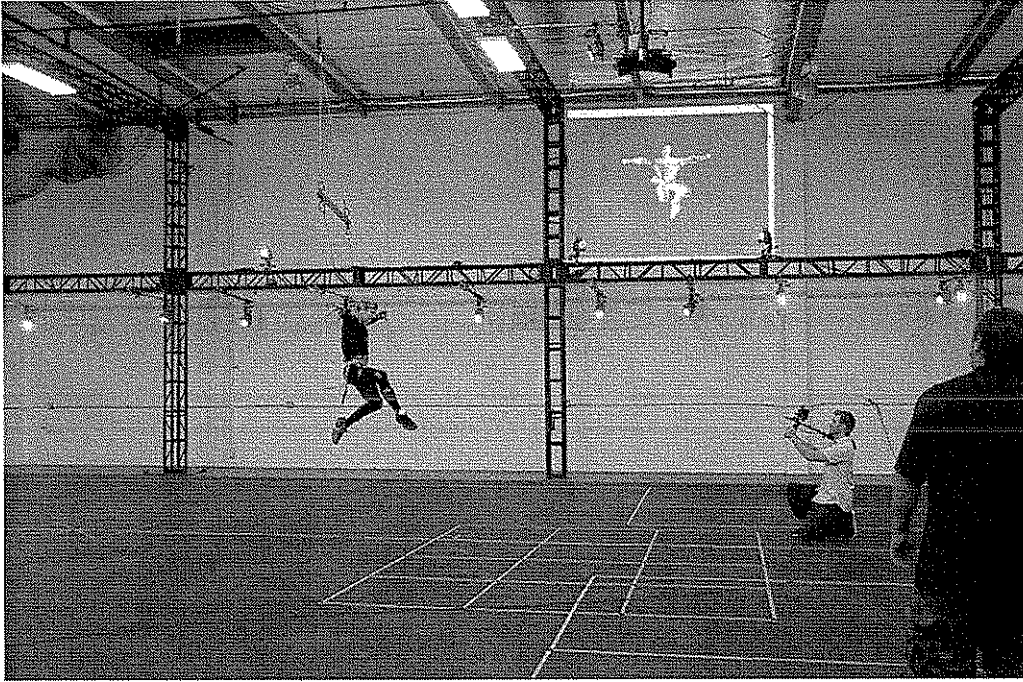
Genel olarak seçilen tekniğe ve eldeki imkanlara göre stüdyo ebatları belirlenir. Kamera sayısının artması, yakalama alanının da genişlemesine olanak tanır. Genellikle tripoda bağlı kamera sistemleri çok fazla tercih edilmez. Çünkü kameranın yerde sağlam durması gerekmektedir. Sehpada herhangi bir kıpırdama, kalibrasyonun tekrar yapılandırılmasına sebep olacaktır. Kameralar sabit bir şekilde kurulmalı, herhangi bir sarsıntı ya da titremeye karşı iyice sabitlenmelidir. Daha öncede bahsedildiği gibi kameraların küçük bir hareketi bile takip noktalarında hataya sebebiyet verecektir. Dolayla *truss* adı verilen köprü şeklinde metal dayanaklara bağlanan kameralar tercih edilir. Bu kurulum hem daha sağlamdır, hem de daha geniş bir alanda yakalamaya olanak tanır. Kameraların yakalama hacmi, kurulum noktalarına oranla 1/2'dir. Genellikle kamera sistemleri USB bağlantısıyla bilgisayarlara bağlanır. Bunun yanı sıra gelişen teknoloji sayesinde kızılötesi kameraların birçoğu, wireless özelliği sayesinde kablosuz olarak bilgisayarlarla eşleştirilebilir. USB bağlantı kablolarıyla kamera yaklaşık olarak 5m'lik bir mesafeyle bilgisayara bağlanabilir. Uzatma kabloları sayesinde bu mesafe daha da uzatılabilir. ŞEKİL 3.29'da bilgisayar oyunları alanının en üretken firmalardan biri olan Activision'ın Kalifornia Del Rey Marina'daki Motion Capture stüdyosu görülmektedir. ŞEKİL 3.30 ve ŞEKİL 3.31'de ise VICON firmasının *Hareket Evi* adlı stüdyosu görülmektedir.



ŞEKİL 3.29 : Activision firmasının Kalifornia Del Rey Marina'daki Motion Capture stüdyosu.



ŞEKİL 3.30 : VICON firmasının “Hareket Evi”, tüm çalışanlarıyla tam kadro animasyon alanında hizmet veriyor.



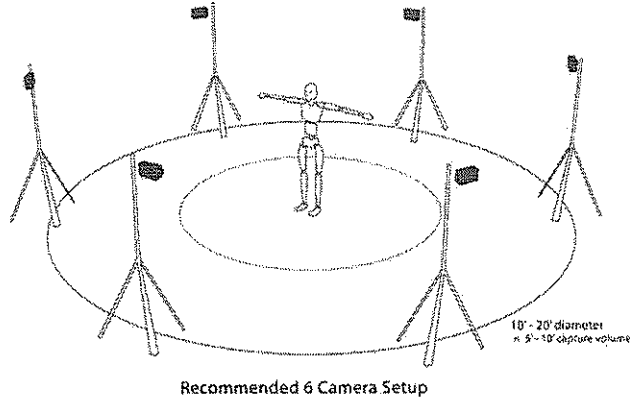
ŞEKİL 3.31 : VICON firmasının “Hareket Evi”, çok geniş alanda hareket olanağı sağlayan stüdyolara sahip.

3.4.1.1 MOTION CAPTURE SİSTEMLERDE ÖRNEK KAMERA KURULUMU

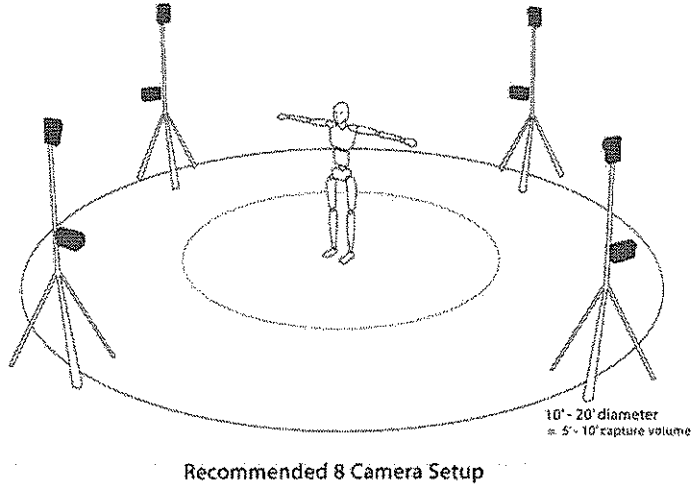
Daha önce de bahsedildiği üzere her Motion Capture sisteminin kendine has özellikleri mevcuttur. Hareket yakalama seansının gerçekleştirileceği mekandan ışık kontrolüne, kullanılan algılayıcılardan sensör tiplerine, seçilen kostümden kameralara kadar bir çok özellik, seçilen hareket yakalama tekniğine ve ihtiyaca göre değişkenlik gösterir.

Genel olarak Motion Capture seanslarında, hareketi yakalanacak olan kişiyi 3 boyutlu olarak kaydedebilmek için en az 3 kameradan yararlanır. Kamera sayının artması, takip edilecek olan noktaların artmasına olanak tanır. Buda çalışmanın post-prodüksyon kısmında animatörlerin işini kolaylaştırır. Kaydedilen hareket verilerinin bilgisayar ortamında oluşturulan karaktere adapte edilmesi sürecinde bu işlem önem kazanmaktadır. Çünkü daha çok kamerayla kaydedilen veriler, eşlemesi kolay temiz verilerin açığa çıkmasını sağlar.

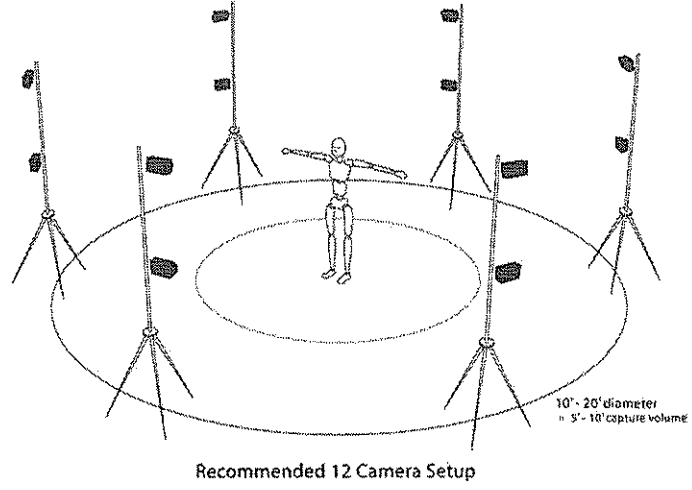
Kameralar ya üçayak adı verilen *tripodlara* bağlayarak, ya da *truss* adı verilen metalik dayanaklara bağlanarak kullanılır. Tripod kullanılarak oluşturulan kamera setleri, genel olarak 6-8-12 adet kameradan meydana gelmektedir (Bkz. ŞEKİL 3.32, ŞEKİL 3.33 ve ŞEKİL 3.34). Truss sistemlerine bağlanarak oluşturulan kamera setleri ise daha çok kamera kullanımına olanak tanır. 12-18-24 kameralık setler mevcuttur (Bkz. ŞEKİL 3.35, ŞEKİL 3.36 ve ŞEKİL 3.37). Kullanılacak kamera sayısı, ihtiyaca ve olanaklara göre değişkenlik gösterir. Dolayısıyla bu kamera setlerinde herhangi bir zorunluluk ya da mecburiyet söz konusu değildir. Ancak kamera sayısı arttıkça maliyetinde aynı doğrultuda yükseleceği göz ardı edilmemelidir.



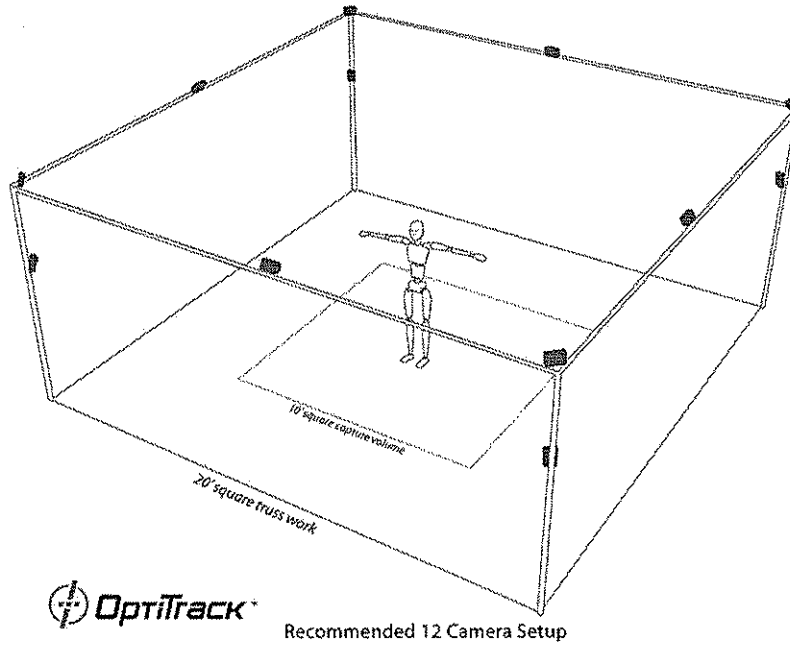
ŞEKİL 3.32 : Örnek 6 Kameralı Tripod'lu Setup



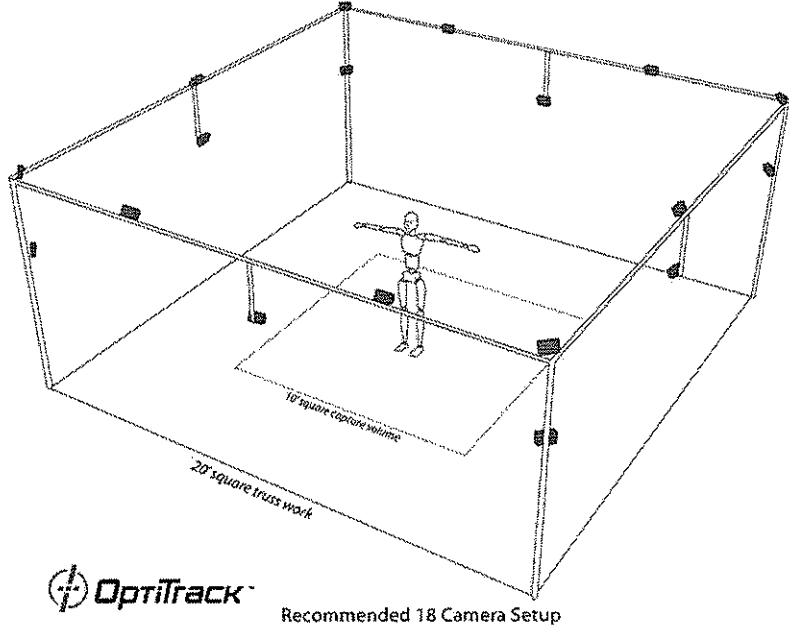
ŞEKİL 3.33 : Örnek 8 Kameralı Tripod'lu Setup



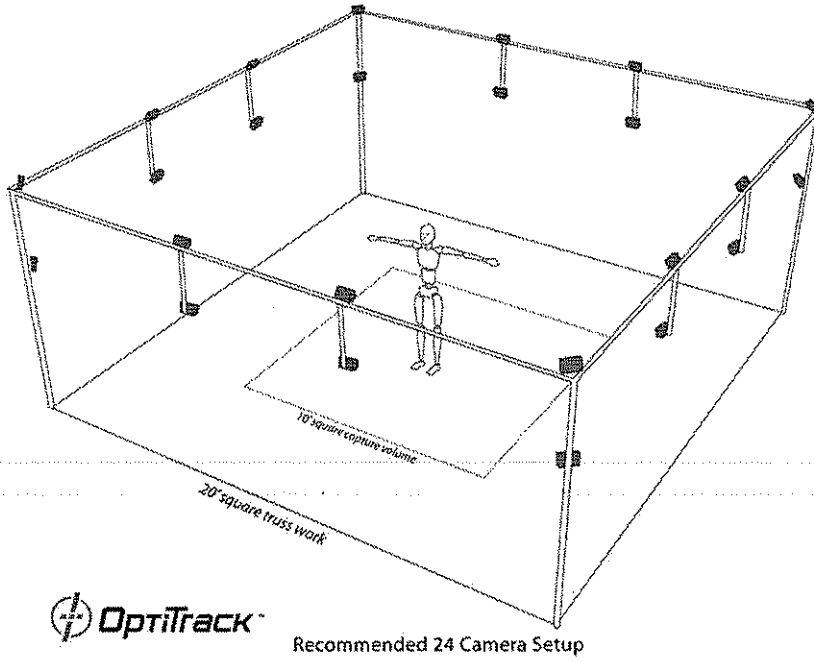
ŞEKİL 3.34 : Örnek 12 Kameralı Tripod'lu Setup



ŞEKİL 3.35 : Örnek 12 Kameralı Truss Setup



ŞEKİL 3.36 : Örnek 18 Kameralı Truss Setup



ŞEKİL 3.37 : Örnek 24 Kameralı Truss Setup

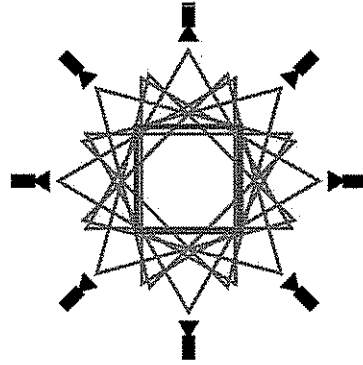
Genellikle tripoda bağlı kamera sistemleri çok fazla tercih edilmez. Çünkü kameranın yerde sağlam durması gerekmektedir. Sehpada herhangi bir kıpırdama, kalibrasyonun tekrar yapılandırılmasına sebep olacaktır. Kameralar sabit bir şekilde kurulmalı, herhangi bir sarsıntı ya da titremeye karşı iyice sabitlenmelidir. Daha öncede bahsedildiği gibi kameraların küçük bir hareketi bile takip noktalarında

hataya sebebiyet verecektir. Dolayısıyla truss adı verilen köprü şeklinde metal dayanaklara bağlanan kameralar tercih edilir. Bu kurulum hem daha sağlamdır, hem de daha geniş bir alanda yakalamaya olanak tanır.

3.4.1.2 HAREKET HACMİ

Hareket hacmi yani Capture Volume, 3 boyutlu alanda Motion Capture sisteminizin görüş miktarıdır. Hareket hacmi, Motion Capture seanslarında önemli bir unsurdur. Çekim yapılmadan önce mutlaka hareket hacmi kontrol edilmelidir. Optik sistemlerde hareket alanı genellikle dikdörtgen ya da kare olmaz. Daha çok çadır şeklini oluşturan bir hacim yaratır.

Yakalama alanını oluştururken göz önünde bulundurulması gereken birkaç önemli nokta vardır. Eğer optik bir sistem kullanılıyorsa, sistemin içerisinde kullanılacak kamera sayısı, yakalama hacmini ve hareket alanını doğrudan etkileyecektir. Eğer iyi bir kamera kurulumu istiyorsa ve örnek olarak 6 ya da 8 kamera kullanımı tercih edilecekse, sistemin yaklaşık olarak 8-10 adımlık bir alana kurulması gerekmektedir. Kameralar direk olarak dairenin merkezini odak noktası olarak kabul edecektir. ŞEKİL 3.38’de 8 kameralık bir kurulum için hareket hacmi gösterilmiştir.



ŞEKİL 3.38 : 8 kameralık örnek bir kurulum

Eğer daha fazla kamera kullanılacaksa, bölge yaklaşımı uygulanır. Burada kameralar, dairenin ancak dörtte birine odaklanır. Bu kurulumda daire merkezi, odak noktası olmaktan çıkacaktır. Ancak burada dikkat edilmesi gereken bir nokta var ki en az 3-4 kameranın, hareket alanının merkez noktasını görmesi gerekmektedir. Bu şekilde işlem daha kolay bir hal alacaktır.

A complex geometric diagram. At the center is a square with a thick border. Inside this square, there are several thin lines forming a cross and other geometric patterns. Surrounding the central square is a larger, more complex structure made of many thin lines that intersect to form a star-like or web-like pattern. Eight small arrows point outwards from the central square, one in each cardinal direction (up, down, left, right) and one in each diagonal direction (top-left, top-right, bottom-left, bottom-right).

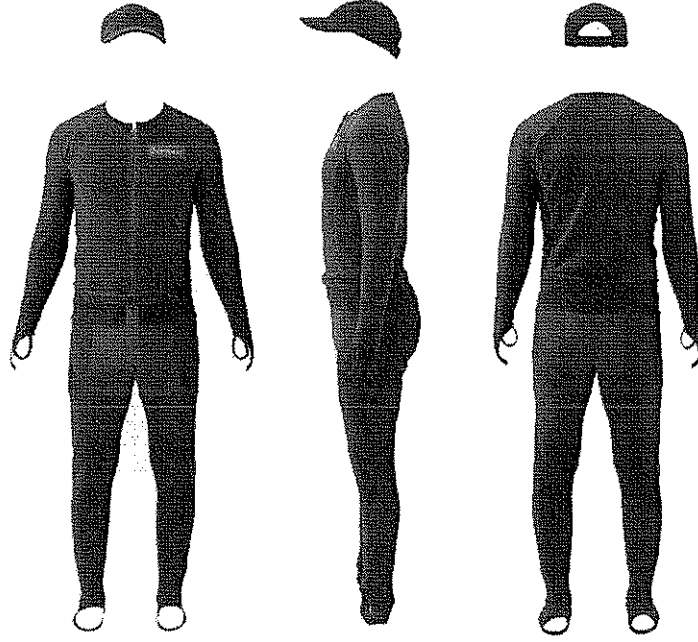
Kameraların odak uzaklıkları ve diyafram açıklıkları da göz ardı edilmemelidir. Odak uzaklığı, ışık izdüşümü ile nesne arasındaki uzaklıktır. 35mm genel olarak tercih edilen odak uzaklığıdır. Eğer daha ilerideki bir nesneyi görüntülemek isteniyorsa 100-150mm gibi odak uzaklıklı lensler tercih edilir. Buna karşıt olarak daha geniş açıda yakın mesafede bulunan nesnelerin takibi için 12mm gibi geniş açı objektifler tercih edilir ki bu tarz objektiflerde distorsiyon yani perspektifte bozulma sorunu meydana gelir. Diğer bir tanımlamayla görüntüde bozulmalar açığa çıkar. Diyafram değerleri de ışık ile paralel bir kavramdır. Işığın ne derece sensör düzlemine yansıyacağını ayarlar. Bu noktalar, Motion Capture sisteminde önemlidir. Dolayısıyla hareket yakalama seansına en uygun sistem ve kamera kombinasyonları tercih edilmelidir.

72

Tüm kameraları kurduktan sonra hareket hacmini test edebilmek için mutlaka deneme yapılmalı, kör noktaların olması halinde kameraların yerleri değiştirilmelidir. Tercih edilecek sisteme göre hareket hacmi üzerinde değişiklik yapma olasılığı kısıtlanabilir. Örneğin elektro manyetik alanlardan çok çabuk etkilenebilen Manyetik sistemlerde kamera kurulumu ve kalibrasyon değişiklikleri sınırlı kalmaktadır.

3.4.2 MOTION CAPTURE KOSTÜMÜ

Hareket yakalama seansına başlamadan önce bir ön hazırlık aşaması gereklidir. Bu aşamada kamera kurulumundan sonra en önemli aşamada sensörler ve bu sensörlerin yapıştırılacağı özel kıyafetler gelir. Bilgisayar ortamında bir karakter modelledikten sonra, bu karakteri 3 boyutlu ortamda harekete geçirebilmek için Motion Capture sistemlerinden yararlanılır. Hareket, matematiksel veriler olarak kaydedilerek bilgisayar ortamına aktarılır ve karaktere uyarlanır. Burada önemli olan nokta, hareket yakalama esnasında bilgisayar ortamında oluşturulan modele, hareketi gerçekleştirecek olan bireyin vücuduna eşit olarak sensör yerleştirilmesi ve bu sensörlere uygun bir MOCAP kostümünün kullanılmasıdır. Örneğin karakter yürürken aynı zamanda ellerini kullanarak bir hareket biçimi gerçekleştiriyorsa, sensörlerin bu noktalara da yerleştirilmesi gerekmektedir. Kısaca özetlemek gerekirse sensörler, karakterin hareket noktalarına paralel olarak bireyin üzerinde eş değer yerlere yerleştirilir. ŞEKİL 3.40’da Naturalpoint Firmasının Optitrack ürünleri için piyasaya sürdüğü örnek bir Motion Capture Kostümü görülmektedir.



ŞEKİL 3.40 : Naturalpoint Firmasının Optitrack ürünleri için piyasaya sürdüğü örnek bir Motion Capture Kostümü

Sensörler, kıyafet ve ayakkabılar temiz ve iyi durumda olmak zorundadır. Fazladan marker adını verilen bu işaretçilerin seans sırasında yedek olarak bulundurmamak, bazen hayat kurtarıcı nitelikte olabilmektedir. Eğer kayıt altına alınacak hareket verileri bir günlük bir çekimi gerektiriyorsa, kıyafetin üzerinde sensörleri hangi noktalara yapıştırıldığının belirlenmesine olmaz. Ancak tekrar etmeye gereksinim duyulan ve devam eden seri çekimlerde işaretlerin yerlerinin tespit edilip sabitlenmesi ve bir sonraki çekim sırasında bu sensörlerini yine aynı noktalara yapıştırılması gerekmektedir. Özellikle Facial Motion Capture adını verdiğimi yüzdeki hareketi yakalama tekniğinde sensörlerin yerleri, bir kalıp çıkartılarak mutlaka belirlenmelidir.

Piyasada çok çeşitli Motion Capture kıyafetleri bulunmaktadır ve yaklaşık olarak 250\$ - 60.000\$ arasında değişen fiyatlarla satılmaktadır. Bu yüzden bu kıyafetleri seçerken dikkat edilmesi gereken bir takım noktalar vardır. Bu kıyafetler streç kumaştan yapılmış tayt şeklinde tüm vücudu saran siyah renkte kıyafetlerdir. (Bkz. DVD Video 28) Kıyafetin dar bir kalıpta tüm vücudu saracak şekilde olması gerekmektedir. Çünkü kıyafetin üzerine yerleştirilen sensörler, vücutta oluşacak hareketi bire bir kaydeder. Dolayısıyla herhangi bir bolluk, oluşan hareket biçiminin

farklı şekilde bilgisayar ortamına aktarılmasına yol açar. Genellikle markerları yapıştırmak için daha öncede bahsedilen Velcro adı verilen bir malzemeden yararlanılır. Bu kıyafetlerin yıkanabilir olması ve kıyafet üzerinde herhangi bir yırtık bulunmaması önemlidir. Kıyafete ek olarak ayakkabılar, kafa bandı ve bilek bantları da bulunmaktadır. ŞEKİL 3.41’de örnek bir Motion Capture kıyafeti gösterilmektedir.

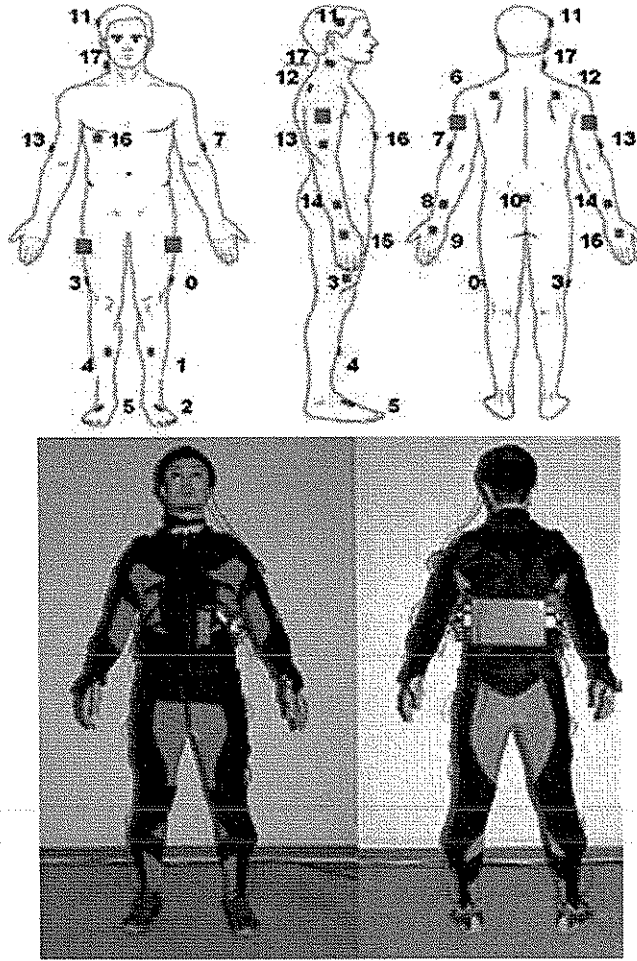


ŞEKİL 3.41 : Örnek bir Motion Capture kıyafeti

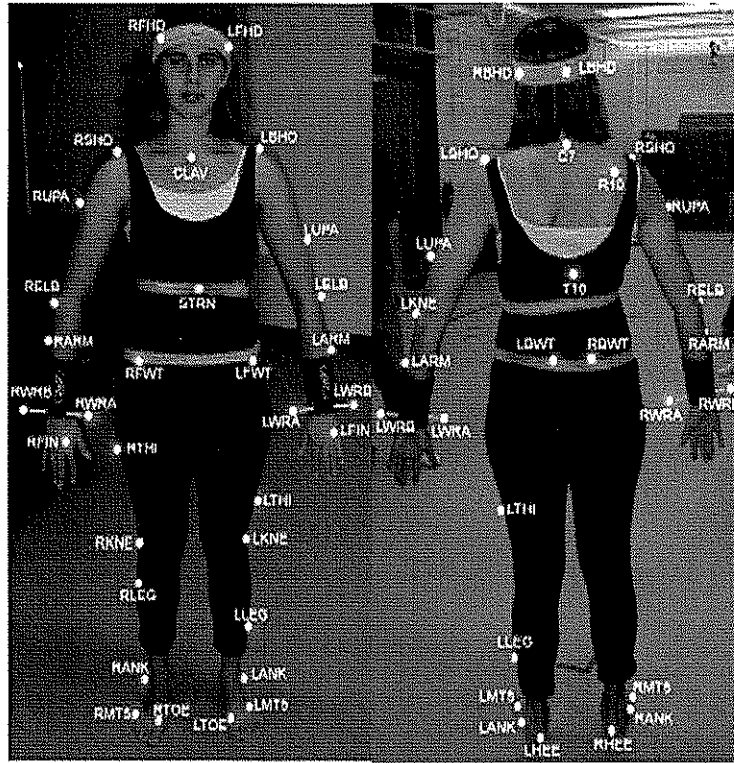
3.4.2.1 İŞARETLERİN YERLEŞİMİ (MARKER PLACEMENT)

Motion Capture kostümlerinin üzerine bu işaretçiler yani sensörler, iskelet sistemini oluşturacak şekilde konumlandırılır. Bilgisayar ortamında modellenen karakterin hareketiyle doğru orantılı olarak düşünülür ve sensörler hareket etmesi istenen eklem bölgesine yerleştirilir. Hareket eklemlerde meydana gelir ve eklem açılarının ölçülmesiyle hareket verileri dijital ortama aktarılır. Dolayısıyla istenen hareketi kaydedebilmek için bu işaretler eklem bölgelerine yerleştirilir (Bkz. ŞEKİL 3.42 ve ŞEKİL 3.43).

Yüz, el ve ayaktaki küçük hareket biçimleri, daha detaylı çalışmayı gerektirmektedir. Bu doğrultuda daha küçük ebatla markerlar tercih edilir. Özellikle yüz Motion Capture'ında mimik hareketlerinin yakalanması için, hareketin olduğu kas ve eklem bölgelerine küçük işaretler konulur ve bu sensörlerin hareketleri kaydedilir. Bu konuya Facial Motion Capture tekniğini incelerken daha detaylı olarak değinilecektir.



ŞEKİL 3.42 : Örnek sensör yerleşim noktaları



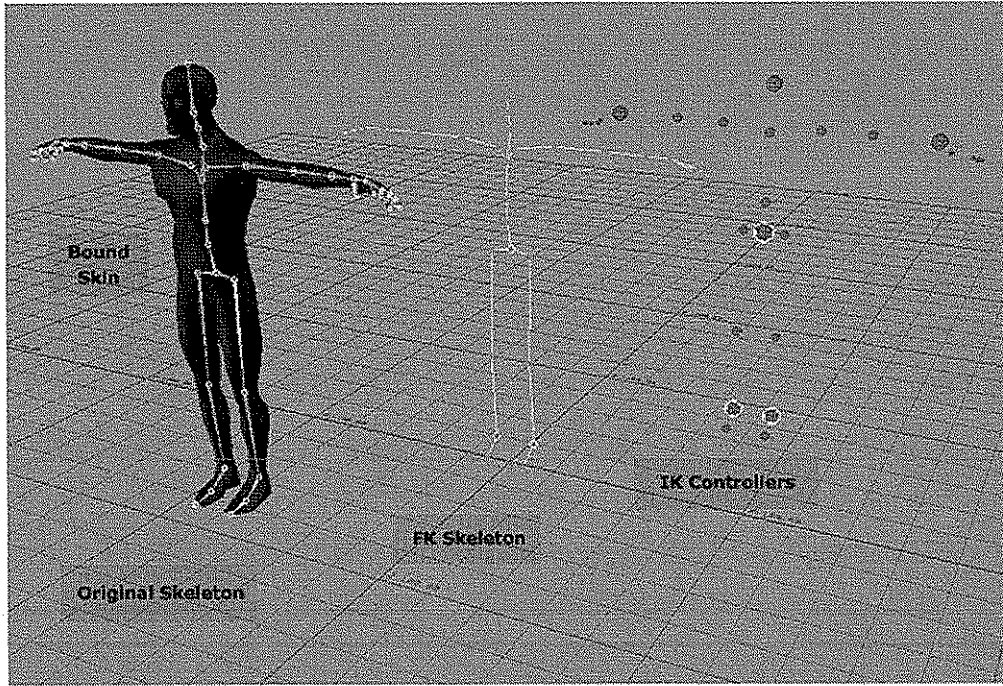
ŞEKİL 3.43 : Örnek sensör yerleşim noktaları

3.4.3 ANİMASYON PROGRAMLARI

Animasyon tarihini incelendiğinde ilk önce tek tek karelerin elle çizilip boyanması metoduna dayanan geleneksel 2 boyutlu animasyon tekniği ön plana çıkmaktadır. Günümüzde bu teknikle üretilen çizgi filmler hala mevcuttur. 2 boyutlu elle çizim tekniğinin tamamen ortadan kalkması düşünülemez. Çünkü tam olarak 3 boyutlu bir karakteri çizip modellemede kullanılsa da, 2 boyutlu boyama ve el ile çizim, 3 boyutlu animasyon tasarımında mutlaka gereklidir. Performans tasarımı olarak bilinen *scenography* yani sahne tasarımında karakterin yerleştirileceği yerin çiziminde ve oluşturulacak olan animasyon filminin hikâye olarak şablonunun çizilmesinde (storyboard), yine 2 boyutlu çizimlere ihtiyaç duyulur.

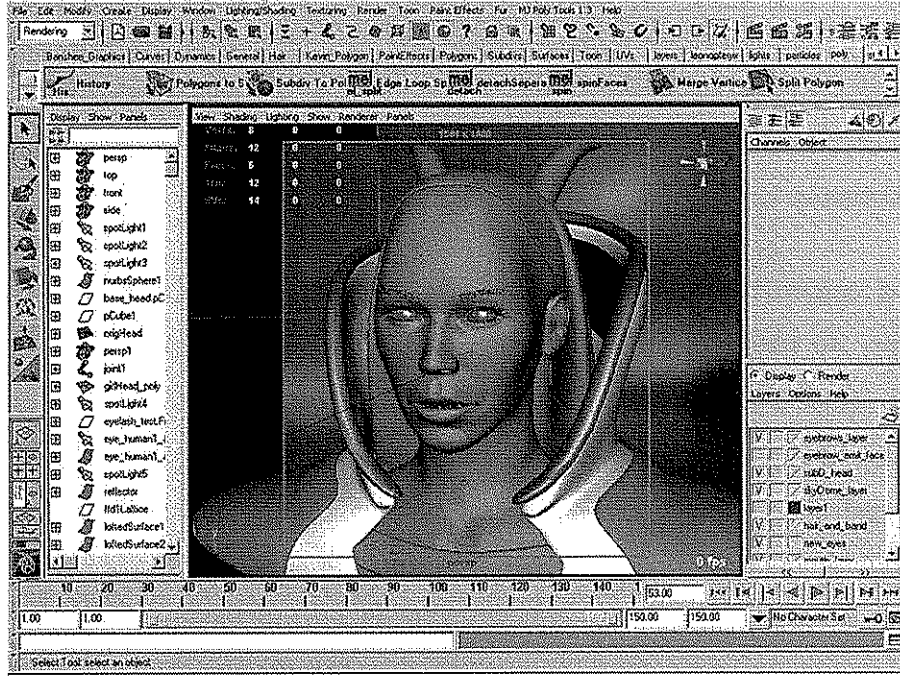
Günümüzde Walt Disney başta olmak üzere birçok firma ve özellikle Japonların ürettikleri Manga ve Anima adı verilen çizgi film serilerinde, 2 ve 3 boyutlu çizgi film animasyon teknikleri bir arada kullanılmaktadır. Japon çizgi filmlerindeki az karede çok daha keskin hareketlerin mevcut olmasının sebebi de, 2 boyutlu çizim tekniklerinin kullanılmasıdır. Bu bağlamda daha çok tercih edilen 2 boyutlu çizgi filmler, özellikle de Japonya’da oldukça sıklıkta üretilmektedir.

Seçilen Motion Capture tekniğine göre kablolu ya da kablosuz olarak bilgisayar ortamına kaydedilen veriler, Motionbuilder ve Nuance gibi çok zamanlı hareket kaydedebilen ve işleyebilen programlar yardımıyla temizlenerek çeşitli animasyon programlarında işlenebilecek bir formata çevrilir. Kaydedilen bu veriler, daha önceden dijital ortamda tasarlanmış olan 3 boyutlu karakter ile adapte edilerek gerçek zamanlı eşleşme sağlanır. 3 boyutlu animasyonlarda, modelleme dediğimiz 3 boyutlu görselin dijitalize edilmesi durumu söz konusudur. Daha sonra modellenen karakterler, gerçeğe uygun çeşitli dokularla kaplanır. Mekan ve ışık ile birleştirilip şekillendirildikten sonra işlem tamamlanmış olur. şEKİL 3.44 ve şEKİL 3.45'te Autodesk firmasının piyasaya srdėėi MotionBuilder programının arayüzü görülmektedir.



şEKİL 3.44 : MotionBuilder Programının ara yüzü.

Günümüzde karakter modelleme ve animasyon bağlamında kullanılan birçok program mevcuttur. Bunlardan en önemli ve en çok kullanılanı Autodesk firmasının üretmiş olduğu 3D Studio Max, Maya ve MotionBuilder programlarıdır. Bunların yanı sıra Cinema 4D, SoftImage, Blender, Autodesk Mudbox, Autodesk HumanIK ve Zbrush gibi birçok program, karakter modelleme ve animasyon dünyasında kullanılmaktadır. Bu programlar bugün günümüzde Walt Disney, Pixar gibi önde gelen birçok animasyon şirketi tarafından tercih edilen programlar arasındadır.



ŞEKİL 3.45 : Autodesk Maya programının ara yüzü.

Animasyon kavramı, aslında sadece karakter modellemeye has bir kavram değildir. Grafik ve web tasarım dünyasında, vektörel tabanlı birçok görsel efekt tasarım programı mevcuttur. Bunlardan en çok bilineni Adobe Flash ve Adobe After Effects programlarıdır. Ancak bu programların, karakter modelleme ve karakterin hareket ettirilmesi bağlamında oluşturulacak animasyonlarda kullanılması söz konusu değildir. Dolayısıyla seçilecek olan programın, kullanım amacına göre tercih edilmesi önemlidir.

3.5 SİSTEMİN İŞLEYİŞ AŞAMALARI

Sistemin işleyiş aşamaları genel olarak *Ön Hazırlık* ve *Yol Haritası* olarak 2 planda incelemek mümkün. Ön hazırlık aşaması, ileride karşılaşılabilecek problemlerin önüne geçmek adına önemli bir misyon üstlenir. Motion Capture seanslarında, zamandan ve paradan tasarruf etmek için iyi bir planlama gereklidir.

İyi bir ön hazırlık size bir yol haritası oluşturur. Amaca giden yolda kişiye yardımcı olacak tüm detayların organize edilmesine olanak sağlar. Aynı zamanda iyi bir planlama yaparken aşağıdaki sorulara cevap verilmesi gereklidir. Çalışmada her şeyin net ve belirgin olması, MOCAP seansı sırasında oldukça yardımcı olacaktır.

- Bir şeyin hareketini neden yakalamak istiyoruz?
- Neyin hareketini yakalamak istiyoruz?
- Bu hareketi nasıl yakalayacağız?
- Yakalanan verilerle ne yapmayı planlıyoruz?

Ön hazırlık aşamasının en önemli kısmı, yakalama seansı öncesinde yapılacak ön planlamadır. Bu bölümde ilk olarak bir senaryo oluşturulması gereklidir. Senaryo, anlatılmak istenen hikayenin bir söylemi olarak tanımlanabilir. Senaryo, aslında oluşturulmak istenen herhangi bir animasyonun temel taşı olarak nitelendirilir. Senaryo genel olarak 6 önemli bilgiyi içermelidir. Bunlar sahne adı, aksiyon yani sahne içerisinde hareket eden kişilerin rolleri, diyaloglar, karakter isimleri, çekimler ya da sahneler arası geçişler ve son olarak uzun çekim, yakın çekim, ...vb. gibi çekim detaylarıdır. Daha sonra hazırlanan bu senaryo doğrultusunda storyboard adı verilen taslak çizimler oluşturulur. Bu çizimler sinemasal niteliğe büründürülecek olan sahne ve planların kabataslak çizimlerini içermektedir. Senaryo ve storyboardlar hazır hale getirildikten sonra çekim planı hazırlanır. Çekim planında tüm hareket biçimleri, detaylarıyla mutlaka belirtilmelidir. Çekim planı tamamlandıktan sonra yakalama öncesi hazırlık aşamasının son ayağı olan animasyon planlama aşamasına gelinir. İngilizce'de *Animatic* olarak nitelendirilen bu planlama, aslında storyboardla aynı özellikleri taşır. Temel bir storyboarda ek olarak çizim, kaba animasyon, kamera hareketleri ve özel efektler gibi birtakım görsel elemanların yanı sıra diyaloglar, ses efektleri ve kullanılacak müzikler gibi ses elemanları da bu planlamaya dahil edilir.

Ön hazırlık aşamasını tamamladıktan sonra Capture seansı için hazırlık aşamasına gelinir. Bu aşamada en önemli nokta, hareketi yakalanacak olan kişinin, yakalama konusuna göre yetenekli olmasıdır. Örneğin dans hareketleri kayıt altına alınacaksa profesyonel dansçılarla çalışılması daha uygun olacaktır. Aksi takdirde dijital ortamdaki veriler, istenilen sonuçları karşılamayacaktır. Diğer bir taraftan Facial MOCAP gibi yüz detaylarının ve mimiklerin kayıt alınma sürecinde, ifade bakımından güçlü ve abartılı performans gerçekleştirebilen bireyler tercih edilir. Bu bağlamda kaydedilmek istenen hareket biçimi için yetenekli ve en uygun birey belirlendikten sonra sistemin gereksinimine göre marker setlerin vücudun hangi noktalarına işaretlerin yerleştirileceği tespit edilir. Bu tespit yapılırken göz önünde bulundurulması gereken 3 nokta mevcuttur. Kullanılacak olan sistemin seçimi,

seçilen sistemin sınırlamaların tespiti ve ne tarz bir hareket kaydedilecek ise onun tespiti bu bağlamda ön plana çıkmaktadır. Çünkü sensörler bu sorulara verilecek yanıtlar doğrultusunda gerekli yerlere yerleştirilir. Diğer bir taraftan yakalanacak hareket biçimine paralel olarak oluşturulacak iskeleti daha iyi analiz edebilmek için anatomi bilgisine sahip olmak gereklidir. Bu doğrultuda çekim öncesi yapılacak olan araştırmalar, yanlış marker yerleşimlerinin de önüne geçecektir. Diğer bir tanımla istenmeyen sonuçlarla karşılaşmamak için MOCAP tekniğinden yararlanacak olan kişinin anatomi bilgisine sahip olması gereklidir.

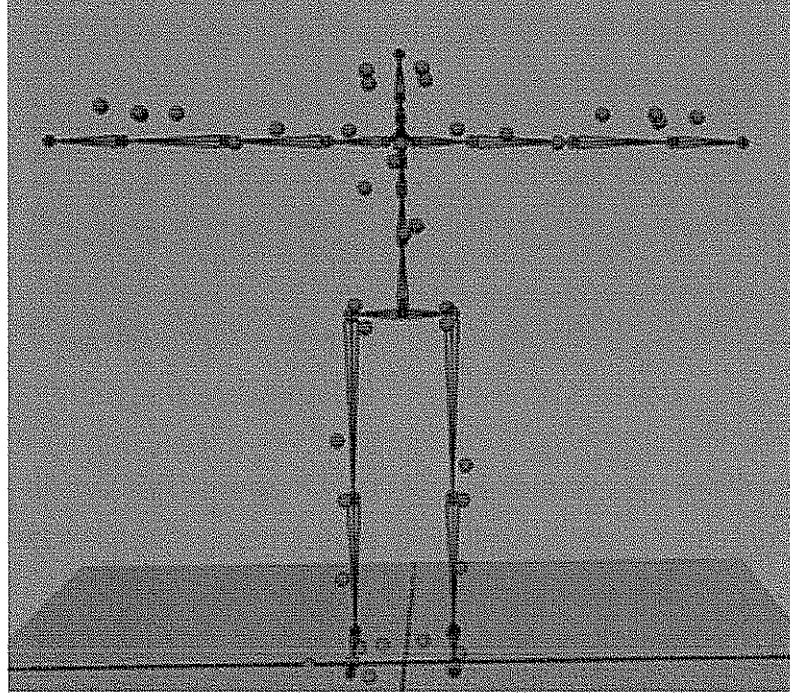
Daha sonra sıra çekim alanının hazırlanmasına gelir. Gerekli kamera kurulumu yapıldıktan sonra, daha önce detaylı olarak üzerinde durulan Capture alanının tespiti ve gerekli düzenlemenin yapılması aşaması ön plana çıkar. Gerekli ayarlamaların yapılmasının ardından bir çekim planı oluşturulur. Bu plan, ön hazırlık aşamasında seans öncesi hazırlanan çekim planından biraz farklıdır. Bu planda yakalanacak tüm hareket biçimleri süre, karakter formları, özel hazırlık gibi birçok teknik detay açık açık yazılır. Genel planların yanı sıra yakalama senası sırasında bu çekim planı, çalışmayı oldukça kolaylaştıracaktır. Çekim planı hazırlandıktan sonra çekim takvimi ve zamanlamaların belirlenmesi gerekir. Hareket ne zaman, nerede kayıt altına alınacak, herhangi bir sınırlama söz konusu mu ve dış ses olarak herhangi bir ses kayıt altına alınacak mı gibi bir takım sorulara yanıt, bu planlama ile verilir. Planların hazırlanması aşamasında çeşitli aralıklarla tekrarlanacak provaların önemi büyüktür. Olabildiğince sık tekrarlar, ileride karşılaşılabilecek sıkıntılarında önüne geçecektir. Kullanılacak olan sistemin sınırları yani kısıtlamalar, bu provalar esnasında ortaya çıkar. Örneğin bir kamera herhangi bir markerı görmüyorsa, ileride oluşabilecek oklüzyon sorunlarının önüne provalar esnasında ve kısıtlamaların tespiti sırasında rahatlıkla geçilebilir. Son olarak kullanılacak MOCAP kostümü ve seçilen sisteme uygun olarak markerların tespiti aşaması gelir. Tüm bu hazırlıklar tamamlandıktan sonra artık çekim aşamasına geçilebilir. (Bkz. Tablo 3.5)

TABLO 3.5 : MOCAP Seansı Öncesi Ön Hazırlık Aşamaları.

ÖN HAZIRLIK	
1) CAPTURE SEANSI ÖNCESİNDE PLANLAMA	• Senaryonun oluşturulması • Storyboard'un oluşturulması • Çekim Planı • Animasyon Planı
2) CAPTURE SEANSI İÇİN HAZIRLIK	• Yetenekli kişilerin tespiti • Marker setlerinin belirlenmesi • Kullanılacak olan sistemin seçimi • Sistemin kısıtlamalarının tespiti • Ne tarz bir hareket kaydedilecek ise onun tespiti • Anatomi üzerine çalışmalar
3) CAPTURE ALANININ TESPİTİ VE AYARLANMASI	
4) ÇEKİM PLANI	
5) ÇEKİM TAKVİMİ VE ÇEKİM SÜRELERİNİN BELİRLENMESİ	
6) PROVALAR	
7) SINIRLAMALARIN TESPİTİ	
8) KULLANILACAK KOSTÜM VE MARKER SETLERİN TESPİTİ	

Çekim aşamasına gelindiğinde, ön hazırlık aşamasında olduğu gibi bir planlı yol haritası izlemek, karmaşık MOCAP seanslarında yardımcı olacaktır. Bu aşamada ilk olarak, bilgisayar ortamında yaratılan 3 boyutlu karakter için ana iskelet oluşturmak gereklidir. Bu karakter, kaydedilen MOCAP verilerinin adapte edileceği yerdir. Dolayısıyla bilgisayar ortamında oluşturulan karaktere uygun olarak MOCAP sistemi kurulur ve hareket verileri buna paralel olarak kayıt altına alınır. Diğer bir taraftan, kullanılacak olan programın özellikleri ve dosya formatına göre karakter ve MOCAP seti ilişkilendirilmelidir. Genellikle karakter, çekimden önce tasarlanmış olur ve çekim sırasında kaydedilen veriler direk olarak karaktere adapte edilebilir. Bu

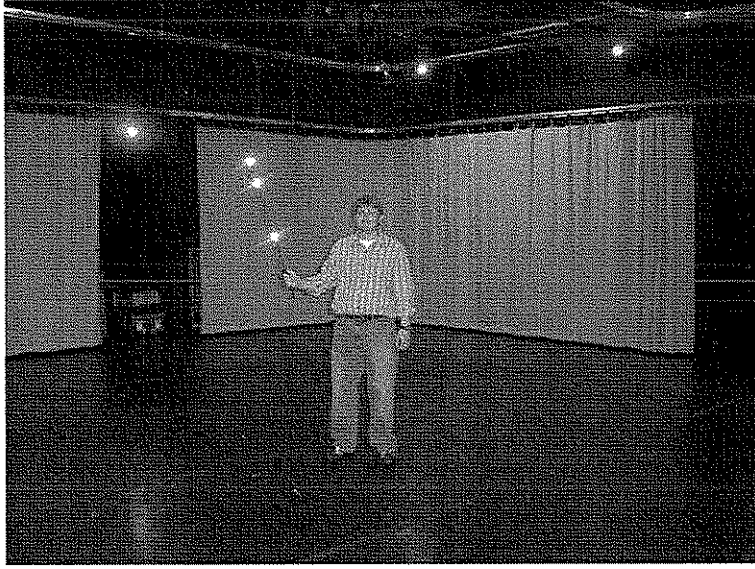
eşleşme sırasında en iyi sonucu alabilmek için hem karakteri, hem de hareketi kaydedilecek olan kişiyi T-Pozu adı verilen bir duruş şeklinde eşleştirmek gerekir. ŞEKİL 3.46'da T-pozu gösterilmiştir. Böylelikle eklem açıları ve markerların yerleşim yerleri, bilgisayar ortamında oluşturulmuş iskelet yapısıyla daha kolay bir şekilde eşleştirilebilir. Bu yöntemle doğabilecek oklüzyon sorunları, daha kolay düzeltilebilir.



ŞEKİL 3.46 : T-pozu

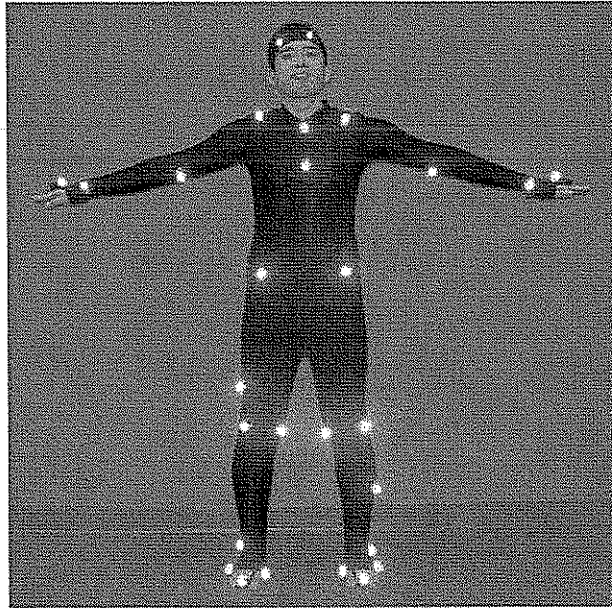
İskelet sistemi oluşturulup, eşleşme kontrolleri yapıldıktan sonra sistemin kalibrasyon aşamasına gelinir. Kalibrasyon aşaması 2 bölümden oluşmaktadır; Sistemin kalibrasyonu ve hareketi yakalanacak olan kişinin ya da nesnenin kalibrasyonu. Sistem kalibrasyonunda amaç, sensörlerin yerini MOCAP sistemine tanıtmaktır. Optik sistemlerde kullanılan kameralara tek tek sensörlerin yeri tanıtılır ve lens distorsiyonlarını (bozulmalarını) önlemek için gerekli kontroller ve düzeltmeler yapılır (Bkz. ŞEKİL 3.47). Bir marker birden fazla kamera tarafından algılanabiliyorsa, kalibrasyon işlemi başarıyla gerçekleşmiş demektir. Manyetik sistemlerde ise kalibrasyon, diğer elektromanyetik alanlarla ilişkilendirilerek gerçekleştirilir. Kalibrasyon aşamasında unutulmaması gereken en önemli nokta, kalibrasyon işlemi tamamlandıktan sonra kameralarda gerçekleşebilecek herhangi bir hareket ve kıpırdama, kalibrasyonun bozulmasına sebep olacaktır. Bu durumda

işlemin yeniden gerçekleştirilmesi gerekir. Başarılı bir kalibrasyon, en temiz ve kullanılabilir verinin elde edilmesini sağlar.



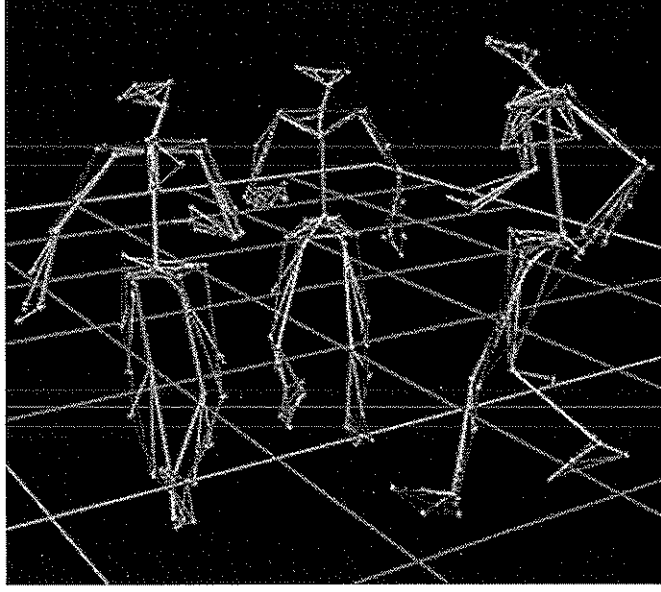
ŞEKİL 3.47 : MOCAP Kalibrasyon çubuğu

Hareketi kaydedilecek olan kişinin yada nesnenin kalibrasyon aşamasında amaç, bireyin üzerine yerleştirilmiş markerların, kullanılacak olan software programlar tarafından algılanmasını ve eşleşmesini sağlamaktır. Bu bağlamda konunun kalibrasyonu, genellikle yukarıda da bahsedilen T-pozu duruşundayken gerçekleştirilir (Bkz. ŞEKİL 3.48).



ŞEKİL 3.48 : T-pozunda durmuş bireyin üzerindeki sensörlerin kalibrasyonu

Kalibrasyon işlemi tamamlandıktan sonra sıra çekim aşamasına yani çekim seansına gelir. Bu aşamaya kadar her şeyin planlı gelmesi, çekim sırasında herkesin ne zaman, ne yapacağını bilmesini sağlar. Dolayısıyla iş daha da kolaylaşır. Daha önceden hazırlanmış çekim planı dikkatle takip edilmeli ve çekim sırasında kamera kurulumları, kalibrasyon, T-pozu kayıtlarının zamanları, herhangi bir hata...vb gibi her türlü detaylar kayıt altına alınmalıdır. Çekim sırasında genel planda bir kamera kurmak ve bu kameranın yapılan tüm işlemleri kaydedebilmesini sağlamak çalışmayı oldukça kolaylaştıracaktır. Gözden kaçan noktalarda geriye dönüp canlı olarak kameradan çekim seansını incelemek mümkün olacaktır. Bu aşamada ilk olarak ses ve video kaynaklarının kurulması önemlidir. Eğer bir dış ses veya çekim sırasında müzik kullanılacaksa, bu ayarlamalar yapılmalıdır. Her şeyin organize olması çekim aşamasında çalışmayı oldukça kolaylaştıracaktır. Bu aşamada artık bu zamana kadar planlanan her şeyin son kez kontrolü gelmektedir. Doğabilecek oklüzyon problemlerine engel olmak için yine bu aşamada gerekli kontroller yapılır. Gerekli tüm kontroller yapıldıktan sonra çekim aşamasına gelinir. Çekim aşaması beklide sistemin en kolay atlatılabilen aşamasıdır. Çünkü önemli olan kısım çekimden sonra verilerin temizlenmesi ve işlenebilir bir formata çevrilmesi aşamasında başlar. Optik sistemlerde veriler, x-y-z koordinatları olarak kaydedilir. Kaydedilen hareket biçimleri, birbirlerinden bağımsız bir hiyerarşi oluşturur (Bkz. ŞEKİL 3.49). Her ekleme oluşan hareket biçimi birbirinden farklı olarak bir klasörde toplanır ve bu verilerin bir araya getirilmesiyle iskelet meydana getirilir. İskelet üzerinde uyarlandığında hareket biçimlerinde herhangi bir sapma ya da bozulma yoksa bu veriler, bilgisayar ortamında yaratılan 3 boyutlu karaktere uygulanır.



ŞEKİL 3.49 : Verinin karaktere ilk uygulanmış hali.

Bu aşama tamamlandıktan sonra sıra karakter üzerine doku, ışık, sahne, ...vb gibi unsurların eklenmesi ve hareket ettiğinde bu planlarla eşleşmesine gelir. Animasyon tamamlandıktan sonra render ve post-produksyon işlemleri gerçekleştirilir. Bu işlemler tamamlandıktan sonra animasyon yayınlanmaya hazır hale gelmiş demektir. (Bkz. Tablo 3.6) Sistemin işleyiş aşamalarının daha iyi anlaşılması için Bkz. DVD Video 29.

TABLO 3.6 : MOCAP Seansının Çekim Aşamaları.

YOL HARİTASI	
1) 3 BOYUTLU KARAKTERİN ANA İSKELETİNİ OLUŞTURMAK	
2) KALİBRASYON	• Sistemin kalibrasyonu • Konunun kalibrasyonu
3) CAPTURE SEANSI	• Ses ve video kaynaklarının tespiti • Organizasyon • Oklüzyon problemlerine engel olmak
4) VERİLERİN TEMİZLENMESİ	
5) VERİLERİN İŞLENMESİ	
6) HAREKETİ 3 BOYUTLU KARAKTERE UYGULAMAK	
7) RENDER VE POST-PRODÜKSİYON İŞLEMLERİ	

3.6 DOĞRU SİSTEMİ SEÇMEK

Piyasada Motion Capture teknikleriyle ilgili farklı bütçelerde ve farklı kullanım alanlarına hizmet eden birçok sistem mevcuttur. Doğru MOCAP sistemini seçmek için önce elde etmek istediğimiz verileri ne amaçla kullanmak istediğimize karar vermeliyiz. Bu bağlamda MOCAP tekniğini inceleme süreci aslında sondan başa doğru işler.

Örneğin bir video kamera ile açığa çıkarılabilecek yeni anlatım metotlarını incelemek için öncelikle yeni bir kamera alınır. Daha sonra bu kameranın tüm teknik özelliklerini incelenir ve özümсенir. Son olarakta seçilen sanat dalıyla özdeşleştirilerek yeni anlatım metotları açığa çıkartılır. MOCAP tekniğinde ise

kullanılacak olan sistemin seçimi, analiz sonucunda elde etmek istenilen verilerle doğru orantılıdır. Gereksinime göre farklı teknik ve bütçelerde ekipmanlar mevcuttur. Örneğin animasyon dünyasında hareketin sayısal analizinin çok fazla bir önemi yoktur. Önemli olan, hareketin doğru verilerle ve koordinatlarla modele aktarılmasıdır. Diğer bir taraftan tıp alanında yapılan çalışmalarda, özellikle sakatlanmaların tedavisinde ve rehabilitasyon çalışmalarında sayısal verilerin doğruluğu önem kazanmaktadır. Kısacası bu teknikte amaca hizmet edecek sistemi seçmek, gereksiz yere harcanacak büyük maliyetlerinde önüne geçer. Genel bir tanımla aşamaları özetlemek gerekirse :

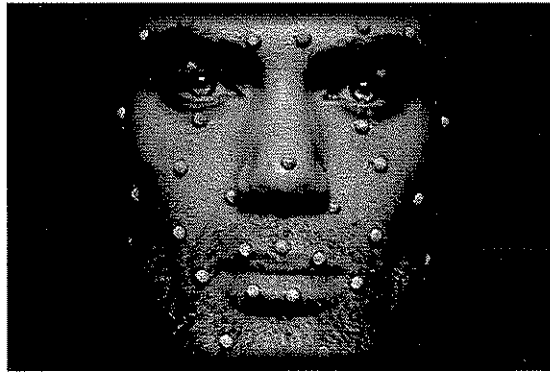
- Hareketin hangi amaç için kaydedileceğinin tespiti.
- Bu verileri hangi yazılım (software) ile elde etmek mümkün ise o doğrultuda kullanılacak programın belirlenmesi.
- Elde etmek istenilen verinin cinsi ve karakteristik özelliğinin belirlenmesi.
- Son olarak bu verinin elde edilmesine olanak sağlayacak olan donanımın yani MOCAP sistemin tespit edilmesi gerekmektedir.

İhtiyaca uygun doğru Motion Capture sistemini seçmek için dikkat edilmesi gereken bir takım unsurlar vardır. Örneğin birçok kişide olan “pahalı ürün en iyisidir” algısı, her sistem için geçerli olmayabilir. Çok pahalı bir MOCAP sistemi satın alınmış olabilir. Ancak sistem ihtiyaçlara karşılık veremiyorsa, pek işe yaramayacaktır. Diğer bir taraftan satın alınacak olan sistemin servis sağlayıcısının olup olmadığını, hangi konularda teknik servis hizmeti verdikleri önemli bir konudur. Kullanılacak olan sistemi seçerken mutlaka araştırılması gerekir. Çünkü Motion Capture sistemleri, komplike sistemlerdir. Karmaşık yapıları çok rahatlıkla yapmak istenilen basit bir işlemde bile kişiyi yıldırayabilir. Dolayısıyla herhangi bir takılmada yardımcı olabilecek, elde edilen verilerin kayıt edilmesi ve temizlenmesi sürecinde destek olabilecek ekiplerinin bulunup bulunmadığının mutlaka kontrol edilmesi gerekir.

Sistemi satın almadan önce deneme sürecini mutlaka ürünü satan firmayla gerçekleştirilmelidir. Satış öncesi yapılacak deneme kaydı, harcanacak büyük maliyetlerin önüne geçebilir. Hareket yakalama seansı sonunda elde edilen verinin kalitesini ölçümlemeden sistem satın alınmamalıdır. Birçok sistem sürekli olarak kalibrasyon hatası verebilir. Dolayısıyla satış öncesi yapılacak bu deneme kayıtları, bu tarz bir sorunun fark edilmesine de olanak sağlayacaktır.

3.7 YÜZ İÇİN MOTION CAPTURE (FACIAL MOCAP)

Yüzde oluşan hareket biçimini kaydetmek için birçok teknik kullanılmaktadır. Ancak en çok tercih edilen yine işaret tabanlı Motion Capture sistemleridir. İşaret tabanlı hareket yakalama sistemleri, birçok kameranın yüze uygulanan belirli noktaları takip etmesi prensibine dayanır. İşaretsiz performans yakalama sistemlerinde ise basit bir video kamera tarafından çekilmiş görüntünün, resim işleme sürecinden geçirilerek algılanması ve yüzdeki mimiksel hareketleri bu yöntemle takip etmesi prensibine dayanır. ŞEKİL 3.50’de de görüldüğü üzere kişinin yüzünün belirli noktalarına, marker adı verilen işaretler yerleştirilir.



ŞEKİL 3.50 : Facial Motion Capture sisteminde marker yerleşimi.

Genel bir tanımla Facial Motion Capture, yüzde oluşan karmaşık hareket biçimlerini, duygu ve ifadeleri en yüksek seviyede yansıtabilecek şekilde kaydetmek için kullanılır. Günümüzde birçok firma, kişiye özel yüz Motion Capture sistemleri tasarlamaktadır.

Facial Motion Capture seansında çekim aşamasında dikkat edilecek en önemli unsur, yüzde oluşan hareketi kaydedilecek olan aktördür. Genellikle güçlü yüz hatları ve belirgin ifade biçimleri yani mimikleri olan bireyler tercih edilmelidir. Doğuştan daha canlı ve etkileyici olan kişiler, bu konuda daha yetenekli bireylerdir. Genellikle gereğinden fazla abartılı olarak rolün sergilenmesi istenebilir.

Eğer aktör bir erkek ise mutlaka çekim öncesinde yüzünü tıraş etmeli, bıyık ve sakallarından cildi arındırmalı ve çekimden önce mutlaka yüzünü yıkamalıdır. Aksi takdirde çekim sırasında, bir takım zorluklar çıkabilir. Özellikle yağlı ciltler, markerların cilt yüzeyinden kayıp düşmesine neden olabilir. İşaretlerde küçük bir yer değişikliğinin bile ne kadar önemli bir sorun olabileceği göz ardı edilmemelidir.

Özellikle işaret tabanlı Facial Motion Capture sistemlerde, ne kadar fazla işaret kullanırsanız o kadar çok detaylı yüz animasyonu kaydedebilirsiniz. Göz ardı edilmemesi gereken bir nokta var ki, çok fazla işaret kullanımı kaydedilen verileri daha karmaşık ve komplike hale getirecektir. Dolayısıyla gereksinimi karşılayacak ölçüde işaret kullanımı, doğabilecek karışıklıkları önemeye yardımcı olacaktır.

İşaretler yüzün temel hatlarına, ŞEKİL 3.51’de de görüldüğü gibi belirli kas gruplarını takip edecek şekilde yerleştirilir. Yüzde 11 ana kas grubu bulunmaktadır. Bunun yanı sıra, modellenen karaktere daha gerçekçilik ve inandırıcılık katmak için yağ kıvrımları ve çene altı gibi belirli bölgelere de işaretler yerleştirilir.



ŞEKİL 3.51 : Facial Motion Capture sisteminde, işaretleme üzerine örneklemeler

Animasyon oluşturulurken senkronizasyonun tutması için mutlaka sesinde bir mikrofon aracılığıyla kaydedilmesi gereklidir. Çekim başlamadan önce mutlaka bir çekim planının yapılması ve tüm işlemlerin tek tek kaydedilmesi, verilerin temizlenmesi ve bilgisayar ortamında karaktere uyarlanma sürecinde işinizi kolaylaştıracaktır.

Gelişen teknoloji sayesinde sanal gerçeklik ve animasyon dünyası inanılmaz bir şekilde ilerlemekte ve çok hızlı yol kat etmektedir. Bugün 2009 yapımı Avatar filminde teknolojinin sınırları ne kadar zorladığını apaçık görülmektedir. Karakter modelleme bağlamında kullanılan ileri teknolojilerin yanı sıra oluşturulan karakterin duygu ve ifade bakımından zengin bir şekilde izleyiciye yansıtılması, filmin başarısında ki en önemli anahtar noktalardan birisidir. Facial Motion Capture tekniği, Avatar filminde etkin bir şekilde kullanılmıştır (Bkz. ŞEKİL 3.52). Filmin yönetmeni James Cameron bu ifadelerin, mimiklerin ve duyguların gerçeğe en yakın

bir şekilde kaydedilmesi ve modellenebilmesi için Facial Motion Capture tekniğini kullanmıştır. (Bkz. DVD Video 30)



ŞEKİL 3.52 : Facial Motion Capture, Avatar filminde de tercih edilen bir yöntemdir.

4. SİSTEMİN İŞLEYİŞ PRENSİBİ ÜZERİNE ÖRNEKLEMELER

4.1 PROFESYONEL BİR ÇALIŞMA

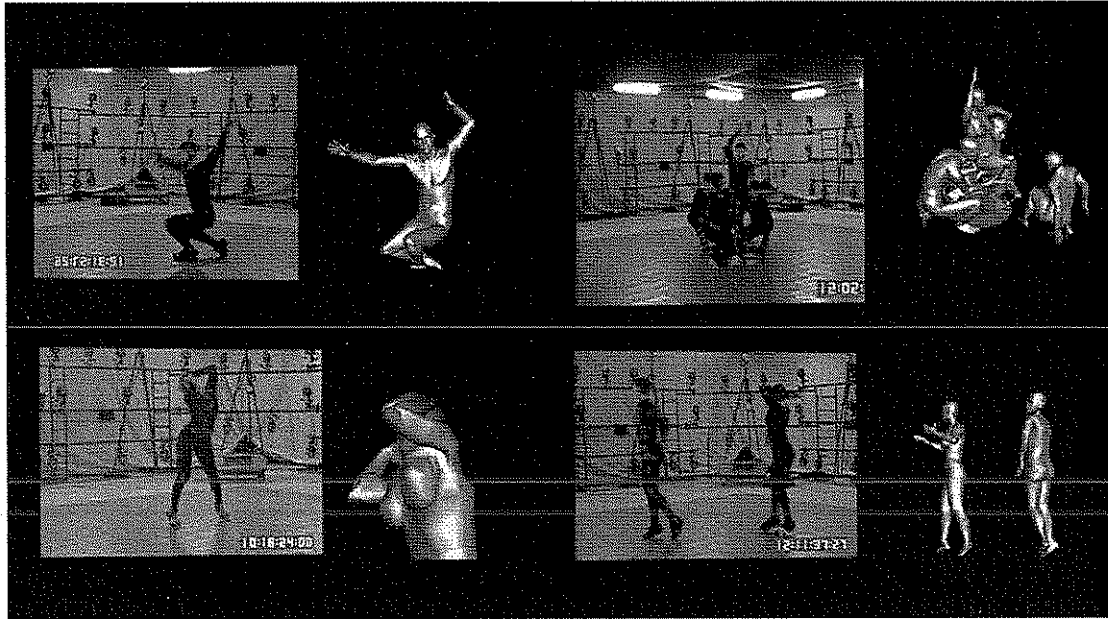
Sistemin işleyiş prensibini bir örnek üzerinden açıklamak için dans sanatıyla ilişkilendirmek adına dans temalı profesyonel bir çalışma seçmek uygun bulunmuştur. Bu doğrultuda MOCAP sistemleri ve dijital animasyon konusunda oldukça başarılı, dünyanın en ünlü animasyon ve görsel efekt tasarımı şirketlerinden biri olan *Digital Domain* firmasının, *Bacardi* firması için tasarlamış olduğu reklam filmini ele alınmıştır. (Bkz. DVD Video 31)

Joseph Kahn'ın yönetmenliğini üstlendiği Bacardi reklamı, alt yapısında Motion Capture sistemlerin kullanıldığı, tamamı animasyon teknikleriyle tasarlanmış bir çalışmadır. Yapım aşamasında Alex Thiesen, Jay Barton/Nikos Kalaitzidis, Zsolt Krajcsik, Krista Benson, Rafael Colon, Sven D., Chris de Cristo, Stephan Pilon Lectez ve Narbeh Madrossian, ...vb gibi isimlerin yer aldığı güçlü kadrosuyla tasarlanan reklam filmi, Görsel Efekt Topluluğu (Visual Effects Society – V.E. S.) tarafından 2008 yılı en iyi ticari görsel efekt tasarımı ödülüne laik görülmüştür. Bu tarz profesyonel çalışmalar hareket verilerinin yakalanmasından, MOCAP verilerinin ayrıştırılıp temizlenmesine, görsel efektlerin tasarımından, doku ve akışkan yapıların oluşturulmasına, renk ayırımından, düzenlemeye, sahne tasarımından eşleştirmeye kadar birçok aşamada koordineli bir ekip çalışmasını gerektirmektedir.

Reklamın kamera arkası görüntüleri incelendiğinde, sistemin işleyiş prensipleri açıkça görülmektedir. (Bkz. DVD Video 32) Motion Capture seansı sırasında optik sistemlerden yararlanılmış, 20'nin üzerinde kızılötesi kameralar vasıtasıyla 4 dansçının hareket verileri dijital ortama aktarılmıştır. Dansçıların hareket kabiliyetlerinin kısıtlanmaması için Gyro adı verilen esnek yapıya sahip MOCAP kostümlerinden yararlanılmıştır. Genellikle performans amaçlı MOCAP seanslarında optik sistemler tercih edilmektedir. Çünkü Mekanik ve Manyetik Motion Capture sistemleri kıyafetin ağırlığı, mekanik aksesuarları ve hareket olanağındaki

kısıtlamaları yüzünden performans odaklı çalışmalarda çok fazla tercih edilmemektedirler.

Kaydedilen hareket verileri, önce ayrıştırılıp temizlenmiş, daha sonra dijital ortama hareket verisi olarak aktarılmıştır. Aktarılan bu hareket cümleleri iskelet formundadır ve oluşturulacak olan animasyonun temelini oluşturmaktadır. Genellikle bu tarz karakter animasyonları tasarlamak için öncelikle plastik bir modelden yararlanılır. İskelet yapısındaki tüm detaylar, bu plastik modelde mevcuttur. Karakter ile hareket verileri eşleştirilirken T Pozu adı verilen duruş baz alınır. Dolayısıyla hareket verisi kayıt altına alınmadan önce T Pozunda duruşun kaydedilmesi, karakterle eşleşme sürecinde animatörün işini kolaylaştırmaktadır. Bacardi reklamında da bu hususa önemle dikkat edilmiştir (Bkz. ŞEKİL 4.1). Özellikle sahne içerisinde birden fazla karakter tarafından gerçekleştirilen çoklu performanslarda, ileride karışıklıklarla karşılaşmamak adına bu konuya dikkat edilmesi gerekmektedir.

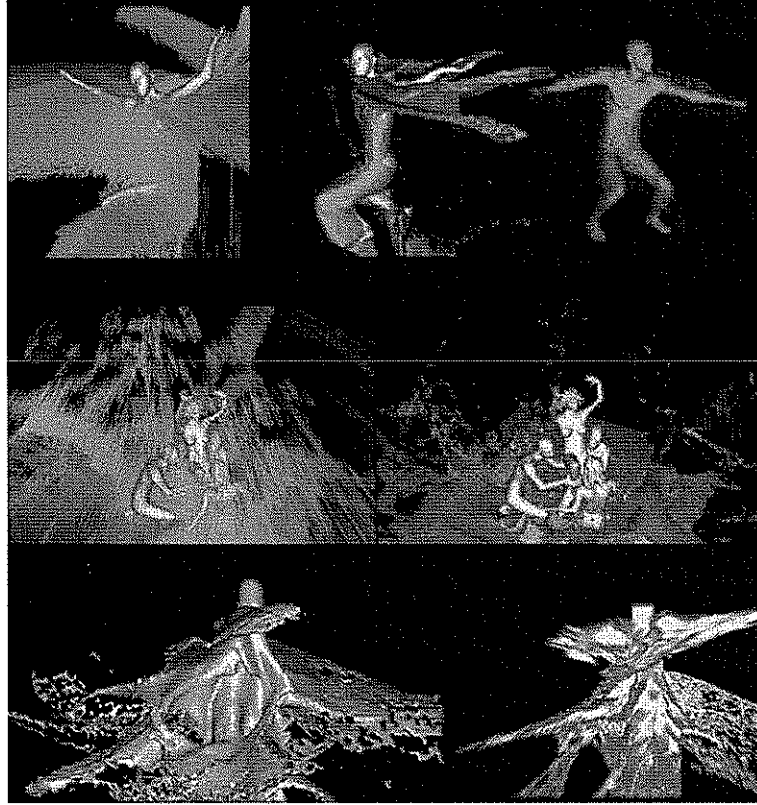


ŞEKİL 4.1 : Kayıt altına alınan hareket verileri, dijital ortamda oluşturulan karakterle eşleştirilmesi.

Karakter ve hareket verileri eşleştirildikten sonra gerekli kontroller yapılır. Oluşturulan animasyonda sapma ve hata var mı diye tek tek kontrol edilir. Burada Motion Capture sistemiyle kaydedilen verilerin kalitesi ön plana çıkmaktadır. Çünkü temiz olmayan hatalı bir veri ya da eksik olan bir koordinat, karakterle eşleştirme anında hata verecek ve animasyonun doğru bir şekilde tasarlanmasına engel

olacaktır. Daha öncede bahsedildiği üzere oklüzyon sorunlarının açığa çıkması, hareketin temiz ve net bir şekilde oluşturulmasında sorunlar yaşatacaktır.

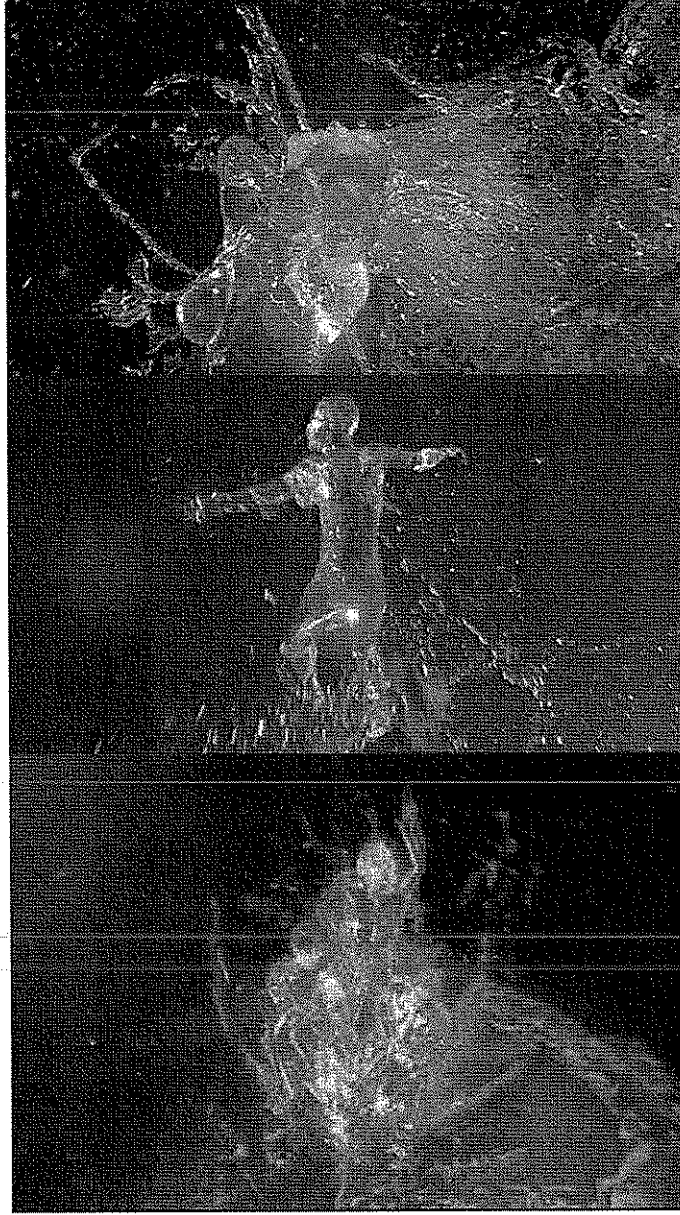
Eşleşmenin sorunsuz bir şekilde yapıldığından emin olduktan sonra sıra aşama aşama dokuların eklenmesi işlemi gerçekleştirilir. Her katmanda gerçeğe yakın dokuların oluşturulması için çeşitli efektler ve partikül adı verilen parçacıklar kullanılır (Bkz. ŞEKİL 4.2). Bacardi reklamında bu işlem, 6 aşamada gerçekleştirilmiştir. Gerçeğe en yakın doğal su görünümünü oluşturabilmek için her katmanda farklı bir partikül kullanılmışlardır. Programın kendi bünyesinde bulunan ya da Plugin adı verilen eklentilerle programın içine dahil edilen filtreler sayesinde daha gerçekçi dokuların oluşturulması sağlanmıştır. Render aşamasına geçmeden önce bu dokular, gerçeğe en yakın doğal halleriyle renklendirilmiştir.



ŞEKİL 4.2 : MOCAP hareket verileriyle eşleştirilen karaktere, farklı katmanlarda çeşitli dokuların ve görsel efektlerin uygulanması.

Tüm eşleştirme, katman oluşturma, doku ekleme ve renklendirme işlemleri tamamlandıktan sonra oluşturulan animasyona ışık ve gölgeler uyarlanmıştır. Bu aşamada tamamlandıktan sonra en son olarak render aşamasına gelinmiş ve bu işlem sayesinde oluşturulan grafik animasyonunun daha gerçekçi görünmesini

sağlanmıştır. Sanal ortamda gerçeğe eş değer nitelikte tamamen sudan tasarlanmış bu dans eden insan figürleri, Motion Capture sistemlerinin yaratıcılığı nasıl olumlu yönde provoke ettiğine güzel bir örnektir (Bkz. ŞEKİL 4.3). Bu doğrultuda Motion Capture sistemlerini kullanarak ortaya çıkartılabilecek sanatsal üretilerde, hayal gücünün ve yaratıcılığın sınırının olmadığı son derece aşıkardır.



ŞEKİL 4.3 : Render aşaması tamamlandıktan sonra gerçeğe eş değer görüntülerin elde edilmesi.

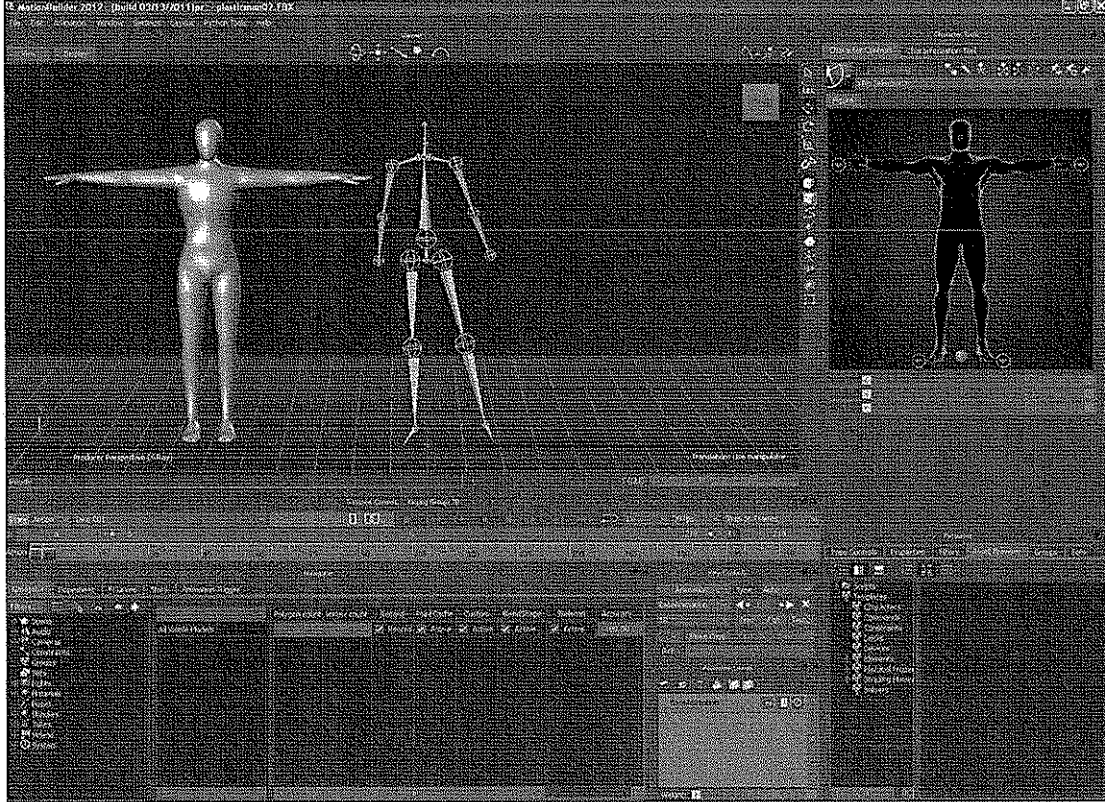
4.2 DENEYSEL ÇALIŞMA

Motion Capture sistemlerini kullanarak deneysel bir çalışma gerçekleştirmek için yüksek bütçeli teknik ekipmana ve koordineli bir ekip çalışmasına gereksinim vardır. Dolayısıyla bu sistemlerle ilgili deneysel bir çalışma geliştirmek için internet üzerinde var olan hazır hareket verilerinden ve örnek karakter modelinden yararlanıldı. Bu çalışmalarda dikkat edilmesi gereken en önemli husus, daha önceden farklı amaçlarla kaydedilen verilerin eşleştirilmesinden dolayı ortaya çıkan teknik sapmalardır.

Motion Capture sistemlerinin genel prensibi, kayıt ve eşleme sürecinde koordineli çalışmaya dayanmaktadır. Hareket verilerinin kayıt altına alınacağı seanslarda, bilgisayar ortamında oluşturulan karaktere eş zamanlı olarak adapte edilerek denenmesi gerekmektedir. Hareket verilerinin koordinatları ve eklem açıları, 3 boyutlu tasarlanan modele denk gelecek şekilde eşleşebilmesi için yakalama seansı sırasında ön prova alınmalıdır. Çünkü 3 boyutlu karakterin ve hareket verilerinin eklem yapılarındaki eşleşmenin doğru bir şekilde yapılması, ileride oluşabilecek sapmaların ve kaymaların önüne geçmektedir. İnternet üzerinden bulunan verilerle ortaya çıkartılmış bu deneysel çalışmalarda karakter ile hareket verileri eş zamanlı olarak kurgulanmadığından dolayı animasyonda küçük sapmalar mevcuttur. Karakterin kemik yapısındaki küçük deformasyonlar bu doğrultuda göz ardı edilerek değerlendirilmelidir.

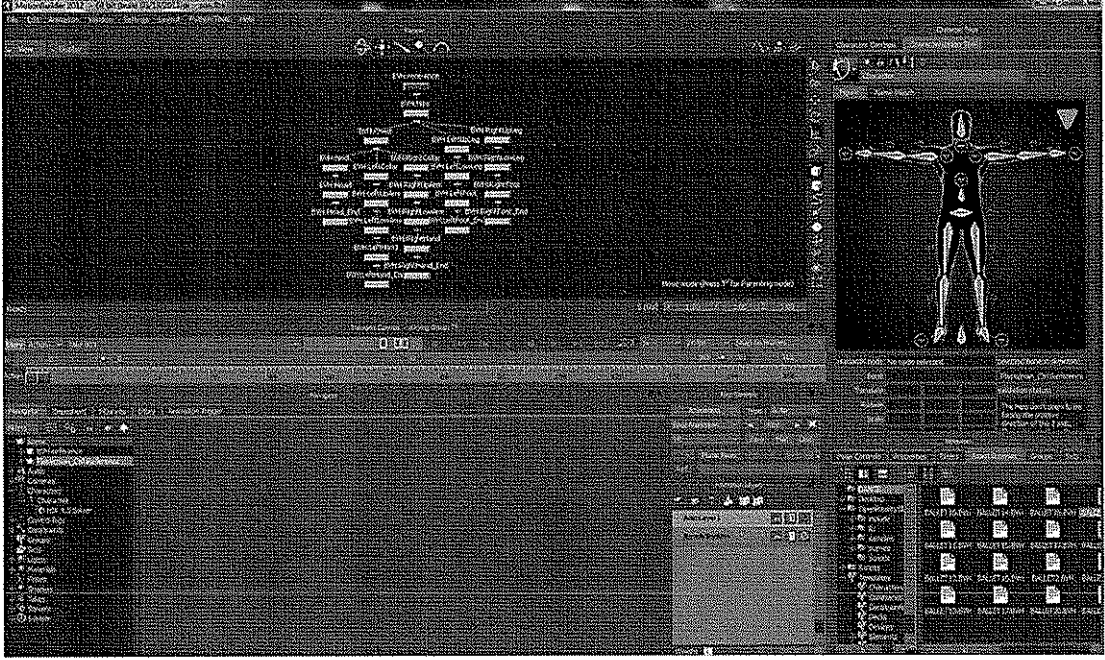
Öncelikle dans temalı bu animasyonları oluşturmak için internet ortamında daha önceden Motion Capture sistemleriyle kayıt altına alınmış hareket verilerinden yararlanılmıştır. Bu hareket verileri .bvh uzantılı dosya formatı olarak kaydedilmiştir. Bu veriler iskelet yapısında oluşan hareket biçimlerini içermektedir ve dans sanatıyla ilişkilendirmek adına dans temalı hareket formları tercih edilmiştir. Diğer bir taraftan daha önce Autodesk Maya karakter modelleme programında tasarlanmış hazır bir karakter şablonu kullanılmıştır. Bu karakter plastik adam adı verilen örnek karakter şablonudur ve genel olarak hareket verileri, bu şablon üzerinden kontrol edilerek biçimlendirilir. Plastik adam karakterinin dosya uzantısı .fbx'dir. Bu dosya formatı, aynı zamanda Autodesk MotionBuilder programında oluşturulan çalışmanın da formatıdır.

Bu deneysel çalışmalarda elde edilen hareket verileri ve hazır karakteri eşleştirmek için, Autodesk MotionBuilder adı verilen karakter canlandırma ve animasyon programı kullanılmıştır. Program, bire bir sıfırdan animasyon oluşturmaya olanak tanırken aynı zamanda Motion Capture teknolojisiyle eş zamanlı olarak çalışabilmekte ve bu sistemler aracılığıyla elde edilen hareket verilerinin uyumlu bir şekilde kullanılmasına olanak tanımaktadır. Bu doğrultuda öncelikle plastik adam karakteri programa entegre edilmiştir (Bkz. ŞEKİL 4.4). Daha sonra elde edilen hareket verileri programa aktarılmıştır. Motion Capture teknolojisiyle kaydedilen veriler, Autodesk MotionBuilder programına entegre edilince, öncelikle sanal bir karakter meydana gelmektedir. Bu sanal karakter iskelet şeklinde çizgisel bir form olarak açığa çıkar. Bu iskelet formunda tüm kemik ve eklem yapıları açıkça görülmektedir. Aynı şekilde plastik adam karakterinde de kemik ve eklem yapıları, tüm bağlantı detaylarıyla program içerisinde görülmektedir. Bu özellik, karakter ile hareket verilerinin eşleştirilmesi sırasında kullanıcıya oldukça kolaylık sağlamaktadır.



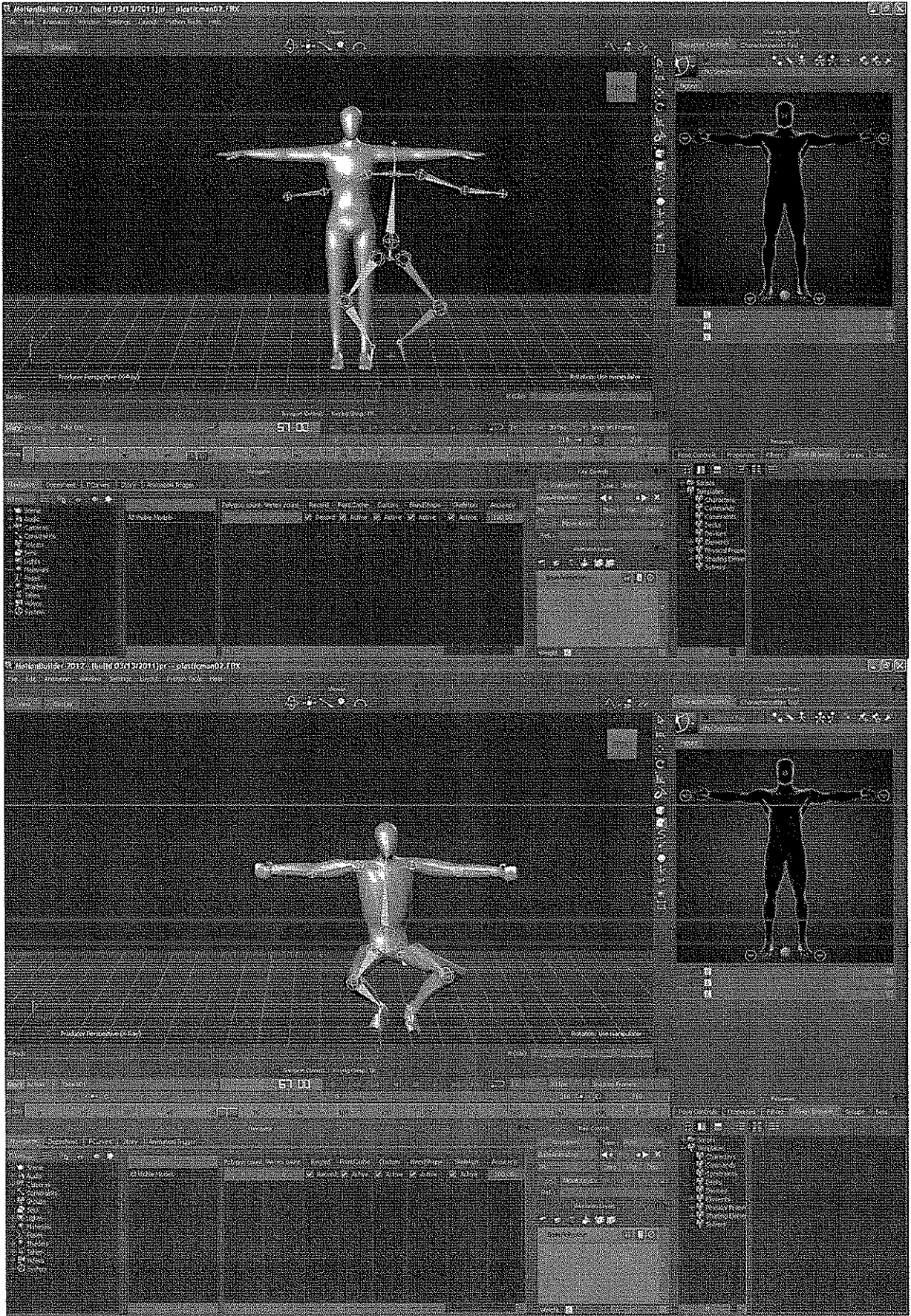
ŞEKİL 4.4 : Plastik adam ve MOCAP hareket verilerinden elde edilen sanal karakter.

Eşleşme noktaları, sanal karakter ve plastik adam modeli üzerinde figüratif olarak açıkça belirgindir. Ancak karakterin iskelet formuyla birleştirilmesi için kemik ve eklem gruplarının birbirine tanımlanması gerekmektedir. Bu doğrultuda program, *şematik* adı verilen bir uygulama kullanmaktadır (Bkz. ŞEKİL 4.5). Bu uygulama içerisinde plastik adam modeli ile sanal karakterin eklem ve kemik yapıları, birbirine eşleşecek şekilde tanımlanır. Burada eşleşmeden kasıt, aynı eklem ve kemiklerin isim ve bilgisayar kodları olarak birbirine eşleştirilmesidir.



ŞEKİL 4.5 : Plastik adam modeli ile sanal hareket yapılarının şematik eşleştirilmesi.

Eşleştirme sürecinde hareket verileri ile karakterin poz ve duruş olarak eşit koordinatlarda bulunması, eşleştirme sırasında oluşabilecek problemlerinde önüne geçecektir. Şematik uygulamasının içerisinde yapılan eşleştirme, programın ara yüzünde yer alan karakterinde otomatik olarak hareket verisiyle eşleştirilmesine olanak tanır. Dolayısıyla ŞEKİL 4.6’da da görüldüğü üzere karakter, eşleştirme sonrasında hareket verisiyle aynı pozisyonu alır. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli husus, eklem ve kemik yapılarının eşleştirilmesinde herhangi bir sapma ya da kaymayla karşılaşmamak için karakter ve Motion Capture sistemiyle kaydedilen hareket verilerinin, T-pozu adı verilen duruş ile başlamasıdır. Böylelikle herhangi bir hata ile karşılaşılmaz. Gerçekleştirilen bu deneysel çalışmalarda meydana gelen küçük kaymalar, birbirinden bağımsız olarak kaydedilmiş verilerin kullanılması ve karakter ile eşleştirilmeye çalışılmasından meydana gelmektedir.



ŞEKİL 4.6 : Plastik adam modeli ile sanal hareket yapılarının eşleştirilmesi.

Eşleştirme tamamlandıktan sonra karakter, hareket verilerinin içeriğine göre şekil almaktadır. Bu deneysel çalışmalarda farklı dans cümleleri kullanılarak 5 farklı animasyon çeşidi tasarlanmıştır. Tasarlanan bu animasyonlar, eşleştirme işlemi bittikten sonra export işlemiyle video formatında çıkış alınmıştır.

Çalışmalardan 2 tanesi break dans ve hiphop dans türlerini içeren hareket verilerinden oluşmaktadır. DVD içerisinde yer alan 33 ve 35 numaralı videolarda oluşturulan animasyon çalışmalarını görmek mümkün. Export edilmiş, diğer bir tanımla çıkış alınmış son hali bu videolarda görüntülenirken, program esnasında sistemin ve animasyonda eşleştirmenin temel prensibinin daha iyi anlaşılabilmesi için 34 ve 36 numaralı videolar incelenmelidir. Diğer bir taraftan 37 numaralı videoda bir bale hareketi üzerinde durulmuş, 38 numaralı videoda ise bu çalışmanın export almadan önceki hali kaydedilmiştir. 39 numaralı videoda bir atlama figürü ele alınmıştır. 40 numaralı videoda yine bu animasyonun tasarım aşamasındaki hali görülmektedir. Bu çalışmada karakterin atlama sonrası dengesinin kaybolduğu görülmektedir. Bu denge kaybı, tamamen hareket verisinden kaynaklanmaktadır. Motion Capture sistemiyle kayıt esnasında figür bu şekilde kaydedilmiştir. Eşleştirme sırasında hareket, tüm detaylarıyla karaktere yansımaktadır. Son olarak geleneksel danslar bağlamında bir Kafkas figürü ele alınmıştır. 41 numaralı videoda Kafkas dansının çöküp kalkma figürü, 42 numaralı videoda ise bu çalışmanın yapım aşaması görülmektedir. Bu çalışmada daha öncede bahsedildiği üzere hareket verilerinin karakter ile eş zamanlı kaydedilmemesinden dolayı açığa çıkan küçük deformasyonlar ve bozulmalar mevcuttur. Ancak hareket yapısında herhangi bir hata bulunmamaktadır. Bu çalışma sonucunda dijital veri olarak programın alt tabanında oluşan hareket kodları ekte verilmiştir (Bkz. Ek 1). Kodlar incelendiğinde, basit bir hareket cümlesini bilimsel olarak yazmak için bile programın arka yüzünde ne kadar çok işlem gerçekleştiği açıkça görülmektedir. Bu kodların elle yazılıp oluşturulması mümkün olmadığı gibi hata oranının yüksek olması ve zaman kaybına sebebiyet verecek olması, teknolojinin aslında hayatı ne kadar kolaylaştırdığının bir başka göstergesidir. Gerçekleştirilen örneklerin çalışma dosyalarını, hareket verilerini ve karakter modeli, DVD içerisinde yer alan *Deneysel Çalışmalar* adlı klasörün içerisinde bulunmaktadır (Bkz. Ek 1).

Geleneksel danslar bağlamında gerçekleştirilen bu tarz çalışmalara örnek olarak geleneksel Malay danslarından iki performansın, Motion Capture sistemleri

aracılığıyla kayıt altına alınması gösterilebilir. (Bkz. DVD Video 43 - 44) 15. yy Malakka Sultanlığı döneminden kalma bir dans formu olduğu düşünülen geleneksel Malay dansları, günümüz teknolojilerinden biri olan Motion Capture sistemleri sayesinde kayıt altına alınmıştır. Bu hareket verileriyle oluşturulan animasyonda, dansın tüm detayları açıkça görülmektedir.

5. SONUÇ

Günümüzde farklı birçok disiplinin, etkileşimli olarak bir arada kullanımına yönelik çalışmaların gelişen teknolojiyle birlikte hızla yaygınlaşması yeni anlatım metotlarının, yeni ifade biçimlerinin ve akabinde farklı formların açığa çıkmasına ve var olanın gelecek nesillere aktarılmasına olanak tanımaktadır. Tek bir sanat dalının bir ifade biçimi oluşturmada yeterli kalmadığı 20. yy sanatsal anlayışının en önemli özelliklerinden biri, sanatsal disiplinlerin arasındaki ayrımın ortadan kalkmış olmasıdır. Özellikle dijital teknolojilerin ve bilgisayar tabanlı sistemlerin dahil edilmesiyle zengin anlatım metotları ve farklı ifade biçimleri ortaya çıkmıştır. Farklı disiplinlerin iç içe, destekleyici unsur olarak kullanımına duyulan gereksinim, dijital performans teknolojilerinin açığa çıkmasındaki en büyük etken kabul edilmektedir.

Bu doğrultuda “Beden ve Hareket Bağlamında Görüntü Teknolojileri ve Motion Capture (MOCAP) Tekniği” adlı bu yüksek Lisans tez çalışması kapsamında yapılan araştırmalar sonucu elde edilen veriler doğrultusunda ilk olarak, teknolojinin sanatsal çalışmaların içerisinde kullanımının, açığa çıkan ifade biçimlerini olumlu yönde provoke ettiği sonucuna varılmıştır. Gerek amaç gerekse araç olarak teknolojinin sanat yapıtlarında anlatımı zenginleştirmek adına kullanımı, 20. yy yeniçağ modern sanat anlayışının vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Sanatın ve teknolojinin, birbirlerine paralel olarak değişme ve gelişme gösterdikleri düşünüldüğünde, sanat gibi biliminde insanın üretme içgüdüsüne dayanan bir olgu olduğu görülmüştür. Yaşayış koşullarını kolaylaştırmak adına bulunan ilk çağ icatlarından günümüz teknolojileri arasındaki uçurum büyüklüğündeki mesafe, gerçekten şaşırtıcı nitelikte olsa da, teknolojik gelişmelerin özünde insanoğlunun üretip geliştirme içgüdüsünün yattığı göz ardı edilemez bir gerçektir.

Bu doğrultuda paralel çıkış noktalarına sahip teknoloji ve sanat kavramlarının birbirlerini destekleyici unsur olarak kullanımı kaçınılmaz olduğu görülmüştür. Dijital sanatlar bağlamında yapılan ilk örnek çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda, öncelikle bilim adamları tarafından bilgisayar odaklı çalışmaların açığa çıktığı saptanmıştır. Örnek olarak Amerikalı matematikçi Ben

Laposky'nin, 1950 yılında dalga formlarından yarattığı elektronik görüntüler ve 1956 yılında matematikçi Herbert W. Franke'nin, *Elektronik Soyutlamalar* adlı sanatsal yapıtları gösterilebilir. Teknoloji alanında uzmanlaşmış bilim adamları ve sanatçıları ortak bir paydada buluşturmak ve disiplinler arası çalışmalara yönlendirmek adına 1966 yılında New York'ta kurulan Amerikan Sanat ve Teknoloji Deneyleri (EAT) Enstitüsü, bu doğrultuda önemli bir yer teşkil etmektedir.

Teknolojinin sanatsal yaratıcılığı olumlu yönde provoke ettiği görüşüne karşıt olarak, sanatsal yaratıcılığı perdelediğini savunan görüşlerde mevcuttur. Ancak sanatçının, başka araçlarla ya da farklı metotlarla üretmesi mümkün olmayan sanatsal yapıtlarını, bilgisayar teknolojilerindeki akıl almaz yeniliklerle üretmeye başlamış olması ve sanatsal yaratıcılığı destekleyerek farklı birçok formun açığa çıkmasına olanak tanınması, teknolojinin sanatsal yaratıcılığı olumlu yönde provoke ettiğinin bir göstergesidir. Dolayısıyla bu karşıt görüş, disiplinler arası çalışmalarda teknolojinin amaç mı yoksa araç mı olarak kullanılacağı sorunsalı ön plana çıkmaktadır. Sanat ve bilim arasındaki ince ayrım bu doğrultuda önem kazanmaktadır.

Genel bir perspektifte bakıldığında, gerçek dünyanın fiziksel sınırları ve kısıtlamaları mevcuttur. Öte yandan hayal dünyası, limitleri zorlayabilecek kadar geniş ve esnek bir yapıya sahiptir. Dolayısıyla dijital teknolojiler, hayal dünyasını realiteye geçirmede büyük bir olanak teşkil etmektedir. Hayal soyut bir kavramdır. Teknoloji ise somut. Bu doğrultuda "Beden ve Hareket Bağlamında Görüntü Teknolojileri ve Motion Capture (MOCAP) Tekniği" adlı bu Yüksek Lisans tez çalışmasının başlıca manifestolarından bir tanesi, teknolojinin hayal gücünün soyutlamalarını gerçeğe çeviriyor olmasıdır.

Tarihsel süreç içerisinde incelendiğinde gelişen teknolojiler, performans sanatları içerisinde birçok farklı alanda kullanıldığı saptanmıştır. Erwin Piscator, Edward Craig,...vb gibi tiyatro üzerine çalışmalar yapan birçok pratisyen ve yönetmen, gelişen teknolojik yenilikleri ilk olarak tiyatro sanatına indirgemeye çalışmıştır. Hemen akabinde video dans ve enstolasyon kavramlarının açığa çıkması, özellikle Maya Deren gibi isimlerin dans temalı kısa film çalışmaları, teknolojinin performans sanatları içerisinde kullanımına yönelik farklı bir boyut kazanmasına yol açtığı görülmüştür.

Beden ve hareket bağlamında performans teknolojileri ele alındığında yapılan araştırmalar sonucu, 19. yy'ın sonlarında hareket yakalama ve hareket analizi üzerine yapılan çalışmaların yoğunluk kazanması ile Motion Capture sistemlerinin, dans sanatı içerisinde anlatımı güçlendirmek ve yaratıcılığı arttırarak destekleyici birer unsur olarak kullanılmaya başlaması, sanatsal çalışmaların artık hiçbir zaman eskisi gibi olamayacağını göstermiştir. Hareket dansın temel yapı taşıdır. Temeli harekete dayanan her disiplin, çoklu sanatlar bağlamında dans sanatının gelişmesine katkı sağlar ve yeni ifade biçimlerinin, anlatım metotlarının oluşmasına olanak tanır. Bu doğrultuda dijital performans teknolojilerinin altında incelenen dans teknolojileri, diğer bir tanımla beden ve hareket bağlamında kullanılan görüntü teknolojilerinin önemi göz ardı edilemez. Dans teknolojileri bağlamında Motion Capture tekniği, yapılan araştırmalar sonucunda günümüzde en çok tercih edilen anlatım metotlarından biri haline geldiği saptanmıştır. Yurt dışında özellikle sinema sektöründe, 3 boyutlu karakterin oluşturulmasında ve gerçeğe eş değer sanal dünyaların yaratılmasında kullanılan teknik, zaman içerisinde performans sanatlarının da vazgeçilmez bir parçası haline geldiği tespit edilmiştir.

Bu teknik sadece dans sanatında değil, birçok performans sanatında, diğer birçok ülkede farklı amaçlarla kullanıldığı saptanmıştır. Ancak teknolojiyi etkin bir şekilde kullanmada diğer ülkelere nazaran geri planda kalan ülkemizde sistemin, henüz etkin bir şekilde kullanılmaya başlanmadığı görülmüştür. Aslında genel bir perspektifte bakıldığında teknoloji, tüm dünyayla bize aynı anda gelmektedir. Diğer bir tanımla teknoloji tüm dünyayla eş zamanlı olarak ülkemizde de mevcuttur. Ancak biz toplum olarak teknolojiyi, sanatsal anlamda kullanımında hep geri planda kalmaktayız. Özellikle performans odaklı ifade biçimlerinde kullanımında diğer birçok ülkeden geri planda kaldığımız, araştırma süresi boyunca özellikle saptanmıştır.

1990'ların başında Motion Capture sistemleri, birçok dans okulunda değişik formlarda deneyimlenmeye başlanmış Merce Cunningham'ın *BIPED*, *GHOSTCATCHING* gibi birçok performans çalışmasında etkin bir şekilde kullanılmıştır. İlk dijital opera *Monsters of Grace*, 1998 yılında Viyana'da izleyiciye sunulurken, bu tarz bir çalışmanın henüz Türkiye'de gerçekleşmemiş olduğu gözlenmiştir. İnteraktif eğitim ve improvizasyon DVD'lerinin piyasaya sürülmesi, çeşitli tasarım ve notasyon programlarının geliştirilmesi konusunda da birçok ülkeden ne yazık ki oldukça geri planda kalmış olduğumuz görülmüştür.

Sonuç olarak yapılan araştırmalar sonucunda, teknolojinin bugün geldiği nokta göz önünde bulundurulduğunda, gelişen yeni tekniklerin özellikle Motion Capture teknolojisinin, sanatsal yapıtların içerisinde kullanımı son derece olumlu sonuçlar doğuracağı tespit edilmiştir. Özellikle dans sanatına ve hemen akabinde geleneksel sanatlara birçok açıdan katkı sağlayacağı saptanmıştır.

İlk olarak bu tekniğın dans sanatı içerisinde kullanımın, yaratıcı ifade biçimleri oluşturmada ön plana çıkmaktadır. Merce Cunningham'ın BIPED ve GHOSTCATCHING adlı çalışmaları, bedensel ifadenin görsel tekniklerle zenginleştirilmesi, farklı anlatım metotlarının açığa çıkması bağlamında önemli birer örnek teşkil etmektedirler. Sahne tasarımında kullanımının yanı sıra, performans sırasında farklı koreograflerin oluşturulmasına da yardımcı olur. Yaratıcılığı körükler. Destekleyici bir unsur olarak kullanılan bu teknik, çoklu disiplinler çalışmaların artmasına olanak tanır. Dolayısıyla hayal gücünün soyutlamalarını realiteye dönüştürmekte büyük bir olanak teşkil ettiği görülmüştür. Diğer bir taraftan zihinde tasarlanan bir olguyu, karşı tarafa gerçeğeye en yakın şekliyle aktarabilmek içinde bu teknikten yararlanılabilir. Birçok koreograf, sahneleme aşamasına gelene kadar zihinlerinde oluşturdukları tasarımı bir sunum şeklinde karşı tarafa sunmak ister. Bu teknik yardımıyla oluşturulan 3 boyutlu animasyonlar sayesinde, zihinde tasarlanan koreografi daha etkili bir ifade biçimi olarak karşı tarafa iletilebilir. Dolayısıyla herhangi bir projenin onaylanma aşamasında bu sistemin oldukça katkı sağlayacağı, yapılan araştırmalar sonucunda tespit edilmiştir.

Performans sanatlarından geleneksel sanatlara indirgendiğinde, sistemin Türk Halk Oyunları bağlamında kullanımına yönelik herhangi bir çalışma bulunmadığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla sistemin kullanımına ilişkin herhangi bir atılımdan henüz söz etmek mümkün değildir. Bu bağlamda yapılan araştırmalar sonucunda herhangi bir tez çalışmasına rastlanmamıştır. Kaynakların kısıtlı olması, çeviri kaynakların performans teknolojileri bağlamında yetersiz kalması, farklı bilim kollarında yapılan araştırmalar ve tez çalışmaları üzerinden yola çıkılarak derleme yapılmasına sebebiyet vermiştir. Özellikle performans teknolojileri bağlamında hareket analiziyle ilgili yaşanan kaynak sıkıntısı nedeniyle, konuyla ilgili tıbbi makaleler ve araştırmalar üzerinden yola çıkılarak bir analiz yapılmıştır. Diğer bir taraftan sinema alanında yapılan araştırmalar, tekniğın ancak yaratıcılık yönünü vurgular. Hareket analizi ve veritabanı oluşturma konusunda yetersiz kalmaktadır.

Sistemin avantajlarını geleneksel sanatlar bağlamında Türk Halk Oyunlarına indirgediğinde, gelenekseli korumak adına teknolojiyi geri planda bırakan anlayışa karşıt olarak bilimsel bağlamda birçok katkısının olduğu saptanmıştır. Bilindiği üzere halk oyunları kültürel imgelerdir. Kültür bir değerdir ve bu değerler bellek yoluyla aktarılır. Bu doğrultuda kaybolmaya çabuk yüz tutabilir. Çünkü bellek verileri çabuk siler. Herhangi bir kültürü ve değeri gelecek nesillere öz niteliğinden kaybolmadan bilimsel veriler olarak aktarabilmek için gelişen teknolojik nimetlerden yararlanılması gereklidir. Bu doğrultuda Motion Capture tekniğinin, hareketi kültürel bağlamda sabitlemek için kullanılması, kültür ürünlerinin bilimsel veriler olarak gerçeğe eş değer şekilde bilgisayar ortamında aktarılmasına olanak sağlayacağı saptanmıştır.

Örnek olarak Geleneksel Malezya danslarının bu teknik aracılığıyla kaydedildiği çalışmaların yanı sıra bilgisayar ortamında oluşturulmuş deneysel çalışmalarda görüldüğü üzere, Motion Capture tekniği sayesinde danslar, hareket verileri olarak bilgisayar ortamına aktarılır. Hareket analizi bağlamında incelendiğinde, Motion Capture tekniği kullanılarak fiziksel bedendeki hareket biçimlerini, eklem açılarında oluşan tüm hareket detaylarıyla birlikte kayıt altına almaktır. Dolayısıyla sistem, hareket cümlelerinin gerçeğe eş değer bir şekilde bilimsel olarak analiz edilmesine olanak sağlamaktadır. Dolayısıyla bu teknik aracılığıyla Halk oyunlarını bilimsel veriler olarak bilgisayar ortamına aktarmak, daha önce bu kültürle ilgili herhangi bir çalışmada bulunmamış bir kişinin bile bu değerleri en doğru şekilde özümseyebilmesine olanak tanıyacağı tespit edilmiştir. Bu doğrultuda esas amaç öz kültürü, tüm değerleriyle kayıt altına alabilmek ise, yapılan araştırmalar ve deneysel çalışmalar sonucunda bu teknik aracılığıyla tüm detayların bilimsel olarak saklanabileceği saptanmıştır. Hareket yapılarının ve oyun cümlelerinin bilimsel veriler olarak kayıt altına alınması, büyük bir veritabanı yani hareket bankası oluşturulmasına olanak sağlayacaktır. Tek tek el ile yapılan notasyon ve hareket analizi çalışmalarının zaman kaybına sebep olması ve hata oranının yüksek olması, bilimselliğinin zaman içerisinde kaybolmasına neden olmaktadır. Farklı birçok kültürde ve toplumda yer edinmeye başlayan teknolojik gelişmeler, var olan dinamiklerinde zaman içerisinde değişmesine yol açtığı göz önünde bulundurulduğunda, bu teknolojik yeniliklerden yararlanılması kaçınılmaz olmaktadır.

Örnek olarak oluşturulan bu veritabanı sayesinde, yurt dışında eğitim görmüş Türk kültüründen tamamen uzak bir bireyin bile Türk Halk Oyunlarını tamamen gerçeğe eş değer çalışmasına ve özümsemesine olanak tanıyacaktır. Video üzerinden taklit ederek bir halk oyunu çalışmak, bu doğrultuda kısıtlı kalacaktır. Algıda farklılıkların bulunması da göz önünde tutulduğunda video aracılığıyla çalışılan oyunlar, tam anlamıyla herkes tarafından öz nitelikleriyle benimsenemeyecek, farklılaşmalara neden olacaktır. Dolayısıyla öz kültür değişecek ve zamanla niteliğini kaybedecektir. Bu bağlamda Motion Capture tekniğinin, öncelikle geleneksel danslarda verilerin bilimsel olarak kaydedilip arşivlenmesi ve gelecek nesillere aktarılmasında önemli bir yer teşkil ettiği saptanmıştır. Diğer bir taraftan hareketlerin arşivlenmesi, hareket analizi bağlamında da bilimsel verilerin açığa çıkmasına olanak tanıdığı görülmüştür. Dans sanatı, tamamen beden ve hareket odaklı çalışmaları içermektedir. Bu doğrultuda Motion Capture tekniği, hareket analizi bağlamında yapılan çalışmalara bilimsel bir boyut kazandıracaktır. Hareket analizinin yanı sıra eğitim amaçlı kullanımı da ön plana çıkacaktır.

Burada özellikle vurgulanması gereken nokta, Motion Capture sistemlerinin dans sanatı içerisinde kullanılan diğer teknikleri tamamen reddetmemesidir. Özellikle geleneksel sanatlar alanında yapılan çalışmalarda bu sistemi, diğer tekniklere ek olarak destekleyici bir unsur olarak düşünmek gereklidir. Motion Capture tekniği hareketi, analiz edilebilen verilere dönüştürmektedir. Ancak halk oyunları bağlamında bir oyunu sadece bilimsel veriler üzerinden analiz ederek çalışmak yeterli kalmayacaktır. Çünkü bilindiği üzere halk oyunları sadece ardışık hareket kombinasyonlarından meydana gelen bir dans formu değildir. Diğer sanat dallarından farklı olarak, ait olduğu toplumun orijinal karakterlerini taşıyan, fertlerin müşterek duygu düşünce ve davranışlarını sergileyen, başkasına göre yalnızca güzel, ama kendi içinde ilgilenen kişinin dünyasını aydınlatma özelliğine sahip bir kültürel kimliktir. Yüz yıllardır yeryüzünün farklı bölgelerinde yaşayan insan toplulukları, her millet için ayrı özellikler gösteren maddi ve manevi unsurların birleşmesiyle farklı kültürlerin oluşmasına sebep olmuştur. Ait oldukları halkın ya da ulusun duygu, düşünce ve eğilimlerini, heyecan ve sevinçlerini düğün, bayram gibi çeşitli vesilelerle yansıtan en değerli kültür ürünlerinden birisidir. Dolayısıyla bir halk oyununu çalışmak, akabinde kültürel kimliği ve oyunun tavrını da çalışmayı beraberinde getirir. Bu doğrultuda Motion Capture tekniği diğer teknikleri tamamen

reddetmez. Destekleyici unsur olarak video sanatı gibi birçok farklı disiplinden yararlanılır. Hareket cümlelerinin analizi Motion Capture tekniği ile tam anlamıyla özümserken, oyunun tavrı ve kültürel yapısı video aracılığıyla görsel yolla irdelenmelidir. Bu doğrultuda her teknik, birbirini tamamlayıcı niteliktedir.

Diğer bir taraftan Motion Capture tekniğinin işleyiş prensibi beden odaklı çalışmalara dayanmaktadır. Bu doğrultuda hareket verisi kaydedilecek olan kişinin vücudunu esnek bir şekilde kullanabiliyor olması gereklidir. Genel olarak sinema sektöründe Motion Capture sistemleriyle kaydedilecek veriler için performans sanatçılarından yararlanılır. Bedenini abartılı şekilde kullanabilen kişiler bu doğrultuda tercih edilir. Dolayısıyla yapılan araştırmalar neticesinde dansçıların bu sistem içerisinde kullanımı, ekonomik açıdan yeni iş olanaklarının yaratılmasına olanak tanıyacağı görülmüştür. Esnek vücut yapısına sahip, bedenini daha rahat kullanabilen kişiler, bu sektörde daha kolay yer buldukları saptanmıştır. Çünkü hareket yakalama işi, tamamen bedeni kullanmakla ilgilidir. Bu bağlamda dans camiası için yeni bir ekonomi kapısı demektir.

Sonuç olarak tek bir sanat dalını, bir ifade biçimi oluşturmakta yeterli kalmadığı günümüz koşullarında, beden odaklı performans sanatları bağlamında sadece dans etmekte yeterli kalmamaktadır. Sanatsal ifadeyi görsel anlatım ve bir takım dijital tekniklerle geliştirmek gereklidir. Ancak o zaman hayal gücünün soyutlamaları tam anlamıyla gerçeğe çevrilebilir. Çünkü teknoloji, yaratıcılığın gelişmesindeki en büyük etkenlerden biri olarak kabul edilir.

Yapılması gereken en önemli atılım, bu konu üzerine bilimsel anlamda daha fazla çalışmaların yapılması ve dijital teknolojilerin dans sanatı içerisinde etkin bir şekilde kullanımına yönelik olanakların açılmasıdır. Bu konuda yapılacak çalışmalar eğitime dayalı olmalıdır. Okullarda, özellikle üniversite çatısı altında farklı sanat dallarının birbirlerine paralel olarak yeni oluşumlara yelken açabileceğinin gösterilmesi ve bu konularla ilgili çalışmaların yapılması gerekmektedir. Ancak o zaman var olanın üzerine yeni ifade biçimleri ve anlatım metotları oluşturulabilir. Sanat ve teknolojinin paralel olarak bir arada kullanımı üzerine daha çok çalışmalar gerçekleştirilmelidir. Özellikle beden odaklı performans teknolojileri bağlamında Motion Capture teknolojisi üzerine daha çok bilimsel çalışmalar yapılmalıdır. Bu doğrultuda dans sanatı kapsamında üniversitelerin ilgili bölümlerinde, performans teknolojileri

üzerine dersler verilmeli, özellikle sanat eğitimi veren konservatuarların, bu konuya daha çok ilgi gösterilmeleri gerekmektedir. Çünkü dansın özünü bilen ve bu konuda profesyonel eğitim görmüş bireyler, diğer kitlelere bu olgunun tanıtımını, görsel zenginliğini daha rahat aktarabilir. Anlatılmak istenen mesaj, kullanılan tekniklerle işin özünü bilen dans eğitimi almış kişilerle daha rahat bir şekilde iletilebilir. Ancak o zaman gelişen teknolojiyi, günümüz dinamikleriyle birleştirmeyi başarabilen etkin sunumlar açığa çıkartılabilir.

“Beden ve Hareket Bağlamında Görüntü Teknolojileri ve Motion Capture (MOCAP) Tekniğı” adlı bu yüksek Lisans tez çalışmasının, bu konuya ilgi duyan öğrenci ve akademisyenlere kaynak teşkil edebilmesini umut ediyor, özellikle geleneksel sanatlar bağlamında farklı bir ufuk açmasını temenni ediyorum.

KAYNAKÇA

- **Alankuş, S.**, (2006), *Yeni İletişim Teknolojileri ve Medya*, IPS İletişim Vakfı Yayınları: 6, Habercinin Elkitabı Dizisi: 3
- **Aguiar, E., Stoll, C., Theobalt, C., Ahmed, N., Seidel, Hans P., Thrun, S.**, "Performance Capture from Sparse Multi-view Video", URL: <http://www.mpi-inf.mpg.de/resources/perfcap/>, (Alıntı Tarihi 26.07.2010)
- **Anker, V.**, (2008), *Digital Dance: The Effects of Interaction between New Technologies and Dance Performance*, VDM Verlag Dr. Muller Aktiengesellschaft & Co. KG Publishing
- **Aydoğan, E. B.**, (2008), Sanatta Disiplinlerarası Bir Yaklaşım: Performans Sanatı, *Süleyman Demirel Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Hakemli Dergisi ART-E* 2008-01
- **Bajac, Q.**, (2004), *Karanlık Odanın Sırları Fotoğrafın İcadı*, Yapı Kredi Yayınları
- **Barnett, A.**, The Dancing Body as a Screen: Synchronizing Projected Motion Graphics Onto the Human Form in Contemporary Dance, Center for Animation and Interactive Media (AIM), RMIT University
- **Bary, J.**, (2002), Leaping into Dance Technology, Computing in the Arts, Connect: Information Technology at NYU
- **Bayhan, M.**, (1996), *Yazılarla Fotoğraf*, İstanbul, Ege Yayınları
- **Beaudoin, P., Poulin, P., Panne, M.**, "Adapting Wavelet Compression to Human Motion Capture Clips", URL : <http://www.cs.ubc.ca/~van/papers/2007-gi-compression.pdf>, (Alıntı Tarihi 24.07.2010)
- **Beardsley, M. C.**, "What is Going on in a Dance?", Source: Dance Research Journal, Vol. 15, No. 1 (Autumn, 1982), pp. 31-36, *University of Illinois Press on behalf of Congress on Research in Dance*, URL: <http://www.jstor.org/stable/1477692>, (Alıntı Tarihi 26.07.2010)
- **Bench, H.**, (2009), *Choreographing Bodies in Dance-Media*, University of California, Doctora Thesis of Philosophy in Culture and Performance, UMI Dissertation Publishing
- **Benjamin, W.**, (1935), *Tekniğin Olanaklarıyla Yeniden Üretilbildiği Çağda Sanat Yapıtı*, Çev: Cemal, Ahmet
- **Bennett, G., Denton, A.**, (2009), Developing Practical Models for Teaching Motion Capture, AUT University, SIGGRAPH Asia ISBN 978-1-60558-858-2/09/0012
- **Berezina-Blackburn, V, Miller, B.** (2005), LANDING/PLACE: Animation in Dance Performance, ACCAD, Ohio State University, URL: <http://accad.osu.edu/~vberezin/bm/landing.html>, (Alıntı Tarihi 24.07.2010)
- **Bevilacqua, F., Naugle, L., Dobrian, C.**, Music control from 3D motion capture of dance, University of California, Irvine, URL : http://music.arts.uci.edu/dobrian/motioncapture/SoundControl_MotionCapture.pdf, (Alıntı Tarihi 26.07.2010)

- **Bevilacqua, F., Ridenour, J., Cuccia, J. D.,** 3D motion capture data: motion analysis and mapping to music, University of California, Irvine, URL : <http://music.arts.uci.edu/dobrian/motioncapture/BevilacquaRidenourSIMS02.pdf>, (Alıntı Tarihi 14.08.2010)
- **Bilgiseren, O.,** (2005), *Fotoğrafta Zaman ve Hareket*, Mimar Sinan Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Fotoğraf Ana Sanat Dalı Fotoğraf Programı, Sanatta Yeterlilik Tezi
- **Bilgisayarlı Sanat (Dijital Sanat),** *Ana Britannica Ansiklopedisi*
- **Bilişim Teknolojileri Görüntü İşleme Cihazları,** (2007), *T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi* (MEGEP)
- **Birringer, J.,** (1999), Contemporary Performance/Technology, *Theatre Journal*, Vol. 51, No. 4, *Theatre and Technology*, pp. 361-381 Published by: The Johns Hopkins University Press, URL: <http://www.jstor.org/stable/25068706>, (Alıntı Tarihi 01.10.2010)
- **Birringer, J.,** (2003), Dance and Interactivity, *Dance Research Journal*, Vol. 35/36, Vol. 35, no. 2 - Vol. 36, no. 1, pp. 88-112 Published by: University of Illinois Press on behalf of Congress on Research in Dance URL: <http://www.jstor.org/stable/30045071>, (Alıntı Tarihi 01.01.2010)
- **Birringer, J.,** (2002), Dance and Media Technologies, *PAJ: A Journal of Performance and Art*, Vol. 24, No. 1, *Intelligent Stages: Digital Art and Performance*, pp. 84-93 Published by: The MIT Press on behalf of Performing Arts Journal, Inc. URL: <http://www.jstor.org/stable/3246461>, (Alıntı Tarihi 01.10.2010)
- **Blackburn, V. B., Miller, B.** (2005). *LANDING/PLACE: animation in dance performance*, ACCAD, Ohio State University
- **Bodenheimer, B., Rose, C., Rosenthal, S., Pella, J.,** (1997), The Process of Motion Capture: Dealing with the Data, *Microsoft Research, Eurographics CAS*, URL : <http://robotics.stanford.edu/~latombe/cs99k/2000/capture.pdf>, (Alıntı Tarihi 15.01.2010)
- **Boulic, R., Fua, P., Herda, L., Silaghi, M., Monzani, Jean S., Nedel, L., Thalmann, D.,** (1998), An Anatomic Human Body for Motion Capture, *Computer Graphics Laboratory, EPFL CH-1015, EMMSEC'98*, URL: http://vrlab.epfl.ch/Publications/pdf/Boulic_and_al_EMMSEC_98.pdf, (Alıntı Tarihi 17.10.2010)
- **Bouvier Z. S., Ostromoukhov, V., Poulin, P.,** Motion Cues for Illustration of Skeletal Motion Capture Data, *LIGUM, D'ep. I.R.O., Université de Montr'éal*
- **Bozkurt, M.,** (2005), *Video Sanatı, Entstalasyon/Film/Performans*, Bileşim Yayınevi
- **Burg, Jennifer,** Entertaining with Science, Educating with Dance, *Wake Forest University and Alban Elvëd Dance Company*
- **Bregler, C.,** (2007), Motion Capture Technology for Entertainment, New York University, *IEEE Signal Processing Magazine, In the Spotlight*, (November Edition – 160)
- **Brinkmann, R.,** (2008), *The Art and Science of Dijital Compositing*, Morgan Kaufmann Publishers

- **Brown, B.**, (2008), *Motion Picture and Video Lighting*, Focal Press Publications
- **Brubaker, M. A., Sigal, L., Fleet, D.**, (2010), Video-Based People Tracking, *Handbook of Ambient Intelligence and Smart Environments*, Springer Science-Business Media, LLC
- **Budiman, R., Bennamoun , M., Huynh, D.Q.**, (2005), Low Cost Motion Capture, *The University of Western Australia School of Computer Science and Software Engineering*
- **Buxton, D. Geary**, (2000), Dance Documentation Technology A Needs Study and Recommendation'', URL: <http://www.precisionguidedpeace.net/DanceDocumentationTechnology.pdf>, (Alıntı Tarihi 03.12.2010)
- **Broadhurst, S., Macmillan, P.**, (2007), Digital practices: an Aesthetic and Neuroesthetic approach to Virtuality and Embodiment, *Performance Research* 11 (4), 2007: 37-47. ISSN 1352-8165, URL: <http://bura.brunel.ac.uk/bitstream/2438/3979/1/Fulltext.pdf>, (Alıntı Tarihi 13.12.2010)
- **Byrne, T.**, (2008), Digital Technologies and the Conundrum of Copyright and Choreography, URL : <http://www.dime-eu.org/files/active/0/Byrne-AB.pdf>, (Alıntı Tarihi 13.12.2010)
- **Canikligil, İlker**, (2007), *Dijital Video ile Sinema*, Pusula Yayıncılık ve İletişim
- **Calvert, T.**, (2007), Animating Dance, *Simon Fraser University, School of Interactive Arts and Technology*, URL : <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1268519>, (Alıntı Tarihi 13.12.2010)
- **Camurri, A., Mazzarino, B., Menocci, S., Rocca, E., Vallone, I., Volpe, G.**, (2007), Expressive gesture and multimodal interactive systems, DIST – University of Genova, InfoMus Lab
- **Carol M. Ginsberg, M., Delle, M.**, (1983), Graphical marionette, Proc. ACM SIGGRAPH/SIGART Workshop on Motion, ACM Press, New York, April
- **Chan, J., Leung, H., Tang, K. T., Komura, T.**, (2007), Immersive Performance Training Tools Using Motion Capture Technology, ICST (Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering) ICST, Brussels, Belgium, Belgium, ISBN: 978-963-9799-06-6, URL : <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1538991>, (Alıntı Tarihi 10.10.2010)
- **Chan, C.P. Jacky, L., Howard, T., Jeff K. T., Komura, T.**, (2010), A Virtual Reality Dance Training System Using Motion Capture Technology, IEEE computer Society Digital Library, URL: <http://www.computer.org/portal/web/csdl/doi/10.1109/TLT.2010.27>, (Alıntı Tarihi 10.10.2010)
- **Chen, X., Davis, J.**, (2000), Camera Placement Considering Occlusion for Robust Motion Capture, *Stanford University, Computer Graphics Laboratory*, Stanford Computer Science Technical Report CS-TR-2000-07, URL: http://graphics.stanford.edu/papers/OcclusionMetric/occlusion_metric.pdf (Alıntı Tarihi 11.10.2010)

- **Chien, I.**, This is Not a Dance, Source: Film Quarterly, Vol. 59, No. 3 (Spring, 2006), pp. 22-34, *University of California Press*, URL: <http://www.jstor.org/stable/3697156> (Alıntı Tarihi 13.10.2010)
- **Choi, W., Isaka, T., Sakata, M., Tsuruta, S., Hachimura, K.**, (2007), Quantification of Dance Movement by Simultaneous Measurement of Body Motion and Biophysical Information, *International Journal of Automation and Computing* 04(1), January 2007, 1-7, DOI: 10.1007/s11633-007-0001-z
- **Çizgen, G.**, (2007), *Sanat Köprüsü Sırat Köprüsü*. Arkeoloji Sanat Yayınları: İstanbul
- **Clay, A., Delord, E., Couture, N., Domenger, G.**, Augmenting a Ballet Dance Show Using the Dancer's Emotion: Conducting Joint Research in Dance and Computer Science, URL: <http://www.springerlink.com/content/x50v527743540v00/>, (Alıntı Tarihi 20.11.2010)
- **Clements, J., McCarthy, H.**, (2006), *The ANIME Encyclopedia, A Guide to Japanese Animation Since 1917*, Stone Bridge Press Publications
- **CMU Graphics Lab Motion Capture**, Hareket Bankası, URL : <http://mocap.cs.cmu.edu>, (Alıntı Tarihi 18.12.2010)
- **Coniglio, M.** (2004). The importance of being interactive. In G. Carver & C. Beardon (Eds.), *New Visions in Performance. The Impact of Digital Technologies*, Lisse Netherlands: Swetz & Zeitlinger B.V.
- **Corty, N., Corpetti, T.**, (2007), Crowd Motion Capture, *Université de Bretagne Sud*
- **Costa Luz, F.**, (2010), Digital Animation: Repercussions of New Media on Traditional Animation Concepts, *MovLab - Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias X*. Zhang et al. (Eds.): Edutainment, LNCS 6249, pp. 562–569, © Springer-Verlag
- **Crawford, J.**, (2005), Active Space : Embodied Media in Performance, California University, Irvine, ACM SIGGRAPH 2005 Sketches, URL : <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1187246&dl=ACM&coll=DL&CFID=20044686&CFTOKEN=23349766>, (Alıntı Tarihi 12.12.2010)
- **Crawford, J.**, (2008), Dance-IT (Dance & Information Technology): A Networked Participatory Media Exhibit, California University, Irvine, URL : <http://www.uchri.org/images/dance-it-network-small.pdf> , (Alıntı Tarihi 12.12.2010)
- **Crawford, J.**, (2007), Shared Visual Space: Dance Film in Performance, California University, Irvine, URL : <http://embodied.uci.edu/texts/shared-visual-space.pdf>, (Alıntı Tarihi 12.12.2010)
- **Crawford, J., Lisa, B.**, (2004), Active Space: Interactive Videodance, *University of California Beall Center for Art and Technology*, Irvine, Active Space: Interactive Videodance
- Creating interactive character animations using motion capture, (2007), URL : <http://www.tinkering.net/pdf/intchar.pdf>
- **Cuper, Pru**, (1999), Getting There From Here — One Teacher's Dance with Technology, *NC State University*, URL : <http://www.ncsu.edu/meridian/jul99/dance/index.html>, (Alıntı Tarihi 14.09.2010)

- Çağdaş sanatın merceğinde teknolojiyle dönüşen beden, (2008), İnterpromedya Haber Merkezi, URL: <http://www.btnet.com.tr/7805-cagdas-sanatin-merceginde-teknolojiyle-donusen-beden.html>, (Alıntı Tarihi 16.12.2010)
- Çalışkan, S., (2006), Sanal Karakterlerin Sinemadaki Gelişim Süreci, Yrd. Doç. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi, *Makalenin yayınlandığı yer: Selçuk İletişim*
- Çuhacı, G., (2006), Dijital Sanat ve Beden, New Media Technologies and Interactivity Marmara Üniversitesi, URL : http://gulizarcuhaci.com/marmara_full.html, (Alıntı Tarihi 17.08.2010)
- Çuhacı, G., (2007), *Dijital Sanatlarda Bedenin Kullanımı*, Marmara Üniversitesi İletişim Bilimleri Radyo TV, Doktora Tezi
- Daniels, D. (2002). *Strategies of Interactivity* (T. Morrison Trans.) URL : <http://www.medienkunstnetz.de/source-text/65/> (Alıntı Tarihi : 03.07.2010)
- The 13th Annual Dancing for the Camera: International Festival of Film and Video Dance, (2008), Dans Filmleri Festivali Bildirisi, ADF Presents, Duke University
- Dance Technology, http://www.wordiq.com/definition/Dance_technology, (Alıntı Tarihi 16.12.2010)
- David, M., (2005). Real-Time Motion-E Capture Makes Dance A Digital Art. URL: <http://electronicdesign.com/Articles/Index.cfm?AD=1&AD=1&ArticleID=10248>, (Alıntı Tarihi 03.09.2010)
- DeLahunta, S., (2000), Choreographing in Bits and Bytes: motion capture, animation and software for making dances, URL : <http://www.daimi.au.dk/~sdela/bolzano/>, (Alıntı Tarihi 17.08.2020)
- Demir, İ., (2006), *Motion Capture From Single Video Sequence*, Bilkent Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Yüksek Lisans Tez Çalışması
- De Spain, K., (2000) Dance and Technology: A Pas de Deux for Post-Humans, Source: Dance Research Journal, Vol. 32, No. 1, pp. 2-17, *University of Illinois Press on behalf of Congress on Research in Dance*, URL: <http://www.jstor.org/stable/1478270>, (Alıntı Tarihi 18.11.2010)
- De Spain, K., Kaiser, P., (2000), Digital Dance: The Computer Artistry of Paul Kaiser, *Dance Research Journal*, Vol. 32, No. 1, pp. 18-23 Published by: *University of Illinois Press on behalf of Congress on Research in Dance* URL: <http://www.jstor.org/stable/1478271>, (Alıntı Tarihi 18.11.2010)
- Digital Performance, URL : <http://wikibin.org/articles/digital-performance.html>, (Alıntı Tarihi 05.09.2010)
- *Dijital Sanat ve Baskı Sözlüğü*, (2005), The Digital Art Practices & Terminology Task Force (DAPTTF), URL : <http://www.dpandi.com/DAPTTF/glossary.html>, (ALINTI TARİHİ 12.12.2010)
- Dijital Sanat, http://tr.wikipedia.org/wiki/Dijital_sanat, (Alıntı Tarihi 16.12.2010)
- Dexter, P., (2008), The Motion Capture Studio, Creating a work-friendly environment for Activision's studio, *Light & Sound America Online Magazine*, Technical Focus: Lighting, URL : www.lightingandsoundamerica.com, (Alıntı Tarihi 17.11.2010)

- **Dixon, S.**, (2007), *Digital Performance: A History of New Media in Theater, Dance, Performance Art, and Installation*, MIT Press
- **Dubbin, G. A., Stanley, K. O.**, Learning to Dance through Interactive Evolution, *University of Central Florida School of Electrical Engineering and Computer Science*
- **Duyar, U.**, (2008), Dijital Görüntü Teknolojileri, URL : www.utkuduyar.com, (Alıntı Tarihi 28.10.2010)
- **Duyar, U.**, (2010), Dijital Görüntü Teknolojileri, *Elektrik Mühendisliği*, 440. Sayı, URL : www.utkuduyar.com, (Alıntı Tarihi 19.11.2010)
- **E. de A.**, (2010), Video-Based Performance Capture, *Animation & Performance Capture Using Digi. Models*, COSMOS 5
- **Egerstedt, M., Murphey, T., Ludwig, J.**, (2007), Motion Programs for Puppet Choreography and Control, A. Bemporad, A. Bicchi, and G. Buttazzo (Eds.): *HSCC*, LNCS 4416, Springer-Verlag
- **Elitsoy, A. Z.**, (2008), *Toplumsal Dönüşümler Bağlamında Teknoloji-Sanat İlişkisi ve (Bilişim Teknolojilerinin Sanatta Estetik ve Yaratıcılığa Etkilerinin Algılanışı Üzerine Bir Araştırma)*, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Gazetecilik Anabilim Dalı Bilişim Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi
- **Engin, İlhan**, (2010), 3D Görüntü Teknolojileri, Basın Bülteni, URL : <http://www.letsgomobile.org/tr/6086/3d-teknolojisi/>, (Alıntı Tarihi 09.12.2010)
- **Enke, U.**, (2006), ‘‘DanSense Rhythmic Analysis of Dance Movements using Acceleration-Onset Times’’, RWTH Aachen University Dept. of Computer Science Diploma Thesis at the Media Computing Group
- **Eugene H. M. S. J. P.**, (2007), Guided TimeWarping for Motion Editing, Computer Science and Arti_cial Intelligence Laboratory, *Massachusetts Institute of Technology, Eurographics/ ACM SIGGRAPH Symposium on Computer Animation*, ACM 978-1-59593-624-4/07/2007, URL : <http://people.csail.mit.edu/jovan/assets/papers/hsu-2007-gtw.pdf>, (Alıntı Tarihi 07.11.2010)
- **Farley, K.**, (2007), Book Review for Steve Dixon’s Digital Performance: A History of New Media in Theatre, Dance, Performance Art and Insallation, *Georgia Institue of Technology*
- **Fischer, R.**, (2000), Chapter 2: Motion Capture Process and Systems, appeared in **Jung, F., Gleicher, T.**, *Motion Capture and Motion Editing*, The Digital Actors Company
- **Forsythe, W.**, (2011), *Improvisation Tech: A Tool for the Analytical Dance Eye*, Hatje Cantz Publishers
- **Fossati, A., Dimitrijevic, M., Lepetit, V., Fua, P.**, (2009), From Canonical Poses to 3–D Motion Capture using a Single Camera, *Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)*
- **Fox, Doug**, (2008), Are SecondLife Avatars, 3D Animations and Motion Capture Ready for Dancers?, URL : <http://greatdance.com/thekineticinterface/2008/07/secondlife-avatars-3d-animations/>, (Alıntı Tarihi 08.11.2010)
- **Fox, Doug**, (2007), Motion Capture Transforms Dancers into Compelling 3D Animations, URL : <http://greatdance.com/danceblog/archives/mocap/000791.php>

- **Franklin, E.**, (1996), *Dance Imagery for Technique and Performance*, Human Kinetics Publishers
- **Fujimoto, K., Yagi, A.**, (2005), Motion Illusion in Video Images of Human Movement, *Kwansei Gakuin University, Department of Psychology, School of Humanities*
- **Furukawa, Y., Ponce, J.**, (2009), Dense 3D Motion Capture for Human Faces, University of Washington, URL : <http://www.di.ens.fr/willow/pdfs/cvpr09b.pdf>, (Alınma Tarihi 06.07.2010)
- **Furukawa, Y., Ponce, J.**, (2008), Dense 3D Motion Capture from Synchronized Video Streams, *Department of Computer Science and Beckman Institute University of Illinois*, URL : <http://www.di.ens.fr/sierra/pdfs/cvpr08b.pdf>, (Alınma Tarihi 06.07.2010)
- **Ganapathi, V., Plagemann, C., Koller, D., Thrun, S.**, Real Time Motion Capture Using a Single Time-Of-Flight Camera, Stanford University Computer Science Department
- **Garrison, F.**, (2000), Maximizing Your Investment With Motion Capture Equipment, *Ascension Technology Corporation*.
- **Gauthier, J. M.**, (2007), Character animation using motion capture files in Maya, URL : <http://www.tinkering.net/pdf/mocap.pdf>, (Alıntı Tarihi 16.12.2010)
- **Geroch, S. M.**, (2004), Motion Capture For the Rest of Us, Wheeling Jesuit University, Journal of Computing Sciences in Colleges, Volume 19 Issue 3, Consortium for Computing Sciences in Colleges , USA URL : <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=948849>, (Alıntı Tarihi 09.09.2010)
- **Gleicher, M., Ferrier, N.**, (2002), Evaluating Video-Based Motion Capture, *University of Wisconsin-Madison Department of Computer Sciences Department of Mechanical Engineering*, URL: <http://www.cs.wisc.edu/graphics/Papers/Gleicher/Mocap/videomocap.pdf>, (Alıntı Tarihi 06.12.2010)
- **Gleicher, M.**, (2011), Motion Path Editing, *University of Wisconsin Computer Sciences Department*, ACM 2001 1-58113-292-1/01/01
- **Gleicher, M.**, (2000), Animation From Observation: Motion Capture and Motion Editing, *University of Wisconsin, Computer Graphics* 33(4), p51-54. Special Issue on Applications of Computer Vision to Computer Graphics, ACM SIGGRAPH Computer Graphics Volume 33 Issue 4, URL : <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=345409>, (Alıntı Tarihi 07.08.2010)
- **Grady, S.** (2003). *Virtual Reality: simulating and Enhancing the World of Computers*, New Edition. New York: Facts on File Inc.
- **Gray, J. A.**, (1989). Dance technology: Current applications and future trends. Reston, VA: *National Dance Association*
- **Green, D.**, (2006), Using Digital Images in Teaching and Learning, Perspectives from Liberal Arts Institutions, *Wesleyan University National Institute for Technology and Liberal Education*
- **Griffith, N., Fernström, M.**, (1999), Litfeet- A Floor Space For Recording, *University of Limerick Dept. of Computer Science & Information Systems*, URL : http://www.ul.ie/~pal/litfeet/papers/icmc98_paper.pdf, (ALINTI TARİHİ 09.09.2010)

- **Golshani, F., Vissicaro, P., Park, Y., (2004),** A Multimedia Information Repository for Cross Cultural Dance Studies, *Multimedia Tools and Applications*, 24, 89–103, Kluwer Academic Publishers
- **Gustavson, Stefan, (2002),** High quality, low cost real time motion capture unit for a PC, URL : <http://staffwww.itn.liu.se/~stegu/monkey/digitalarmature.pdf>, (ALINTI TARİHİ 02.05.2010)
- **Gutknecht, J. Kulka, I., Lukowicz, P., Stricker, T., (2008),** Advances in Expressive Animation in the Interactive Performance of a Butoh Dance, *Transdisciplinary Digital Art. Sound, Vision and the New Screen Communications in Computer and Information Science*, Volume 7, Part 6, DOI: 10.1007/978-3-540-79486-8_33, URL:<http://www.springerlink.com/content/hq3q49n1484q6n75/>, (ALINTI TARİHİ 13.12.2010)
- **Güdükbay, U., Çetin, A.,** Canlandırma, *Türkiye Bilişim Ansiklopedisi*, Bilken Üniversitesi
- **Günay, Ü., Keser, H., Yönak, C.,** Animasyon, *Ege Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü Bilgisayar Grafikleri Dersi*, Sunum Notları
- **Habibi, O., (2003),** Real-Time Motion Tracking in digital art installations, MSc (Design & Digital Media)
- **Hagg, J., (2009),** Inertial Motion Capture and Live Performance (with a Focus on Dance), *Dance Dialogues: Conversations across cultures, artforms and practices*
- **Havoutis, J., (2007),** 3D Model Human Motion Analysis, *Advanced Vision – Practical*, URL : http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/CVonline/LOCAL_COPIES/AV0607/havoutis1.pdf, (Alıntı Tarihi 05.11.2010)
- **History of Motion Capture for Computer Character Animation, (2007),** URL : <http://www.articlesbase.com/technology-articles/history-of-motion-capture-for-computer-character-animation-209715.html#ixzz1CKb10Xyq>, (Alıntı Tarihi 16.12.2010)
- **History Of Animation Companies, 2001 – 2007,** URL : <http://www.motion-capture-system.com/resources/Documents/Motion-Capture-history-2001.htm>, (ALINTI TARİHİ 03.06.2010)
- **Hodgins, Jessica,** Motion Capture Technologies, Powerpoint Sunum, URL : www.cs.cmu.edu/~jkh/video_games/mocap.pdf, (ALINTI TARİHİ 11.10.2010)
- **Horprasert, T., Haritaoglu, I., Wren, C., Harwood, D., Davis, L. Pentland, A., (2009),** Real-time 3D Motion Capture, *University of Maryland Computer Vision Laboratory MIT Media Laboratory*
- **İmançer, A., (2008),** Fotoğraf Sanat İlişkileri, *Fotoğrafya Dergisi*, URL : http://www.fotografya.gen.tr/issue-15/a_imancer15.htm, (ALINTI TARİHİ 11.10.2010)
- **James, J., Ingalls, T., Qian, G., Olsen, L., Whiteley, D., (2006),** Movement-based Interactive Dance Performance, Arizona State University

- **Jessel, J. P., Jaspert, C., Flores, J. J.,** (2001), Computer Animation and Virtual Reality for Live Art Performance, *ICVS '01 Proceedings of the International Conference on Virtual Storytelling: Using Virtual Reality Technologies for Storytelling*, Springer-Verlag London, URL : <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=713627>, (Alıntı Tarihi 14.10.2010)
- **Johnson, A.,** (2008), Technology's Impact on Dance Art Forms, A Compilation of Productions, Choreographers, and Technologies Involved
- **Jürgens, S.,** (2010), Using New Media Technologies in Dance Improvisation Classes, URL : <http://iconline.ipleiria.pt/handle/10400.8/190>, (Alıntı Tarihi 05.11.2010)
- **Ju, E., Lee, J.,** (2008), Expressive Facial Gestures From Motion Capture Data, *Seoul National University, EUROGRAPHICS/ Volume 27, Number 2*, The Eurographics Association and Blackwell Publishing Ltd.
- **Kalem, A.,** (2005), An analysis of the body in Stelarc's performances, URL : <http://www.bodig.org/texts/stelarc.pdf>, (Alıntı Tarihi 10.10.2010)
- **Kalem, A.,** (2007), The Solo and its Digital Double, <http://aylinkalem.blogspot.com/2008/01/solo-and-its-digital-double.html>, (Alıntı Tarihi 10.10.2010)
- **Kapur, A., Kapur, A., Virji B., Naznin, T., George, D., Peter, F.,** (2005), Gesture-Based Affective Computing on Motion Capture Data, J. Tao, T. Tan, and R.W. Picard (Eds.): *ACII 2005, LNCS 3784*, © Springer-Verlag
- **Kayacık, M.,** (2008), Dans Fotoğrafçılığı ve Halk Oyunlarından Örneklemeler, *Türk Musikisi Devlet Konservatuvarı Türk Halk Oyunları Ana Sanat Dalı Lisans Bitirme Çalışması*
- **Kerlow, I.,** (2004), Creative Human Character Animation: The Incredibles vs. The Polar Express Isaac V. Kerlow looks at recent human 3D character animation developments in The Incredibles and The Polar Express, URL : <http://www.artof3d.com/downloads/HumanCgKerlow.pdf> , (ALINTI TARİHİ 12.08.2010)
- **Kiser, J.,** (2009-2010), Motion Capture Technology : The Basics, C-Motion Inc., URL : <http://www.c-motion.com/corpfles/Mocap%20Basics%20for%20Science.pdf>, (ALINTI TARİHİ 02.05.2010)
- **Kitagawa, M., Windsor, B.,** (2008), *MOCAP for Artists Workflow and Techniques for Motion Capture*, Focal Press Publications
- **Kleiser, J.,** (1994), Character motion systems, Course Notes: Character Motion Systems, ACM SIGGRAPH 94, URL : http://ironduke.cs.gsu.edu/gso_classes/private/siggraph_courses/s94_course09.pdf, (ALINTI TARİHİ 10.10.2010)
- **Koltun, Prof. Vladlen,** (2011), Motion Capture, CS 448D: Character Animation, Stanford University, Powerpoint Sunum, URL : http://graphics.stanford.edu/courses/cs448-09-spring/motion_capture.pdf, (ALINTI TARİHİ 14.09.2010)
- **Kovar, L., Gleicher, M., Schreiner, J.,** (2002), Footskate Cleanup for Motion Capture Editing, *University of Wisconsin, ACM SIGGRAPH Symposium on Computer Animation*, URL : <http://www.cs.wisc.edu/graphics/Gallery/kovar.vol/Cleanup/cleanup.pdf>, (ALINTI TARİHİ 10.10.2010)

- **Kowdeed, Vanitha**, Computer Graphics and Multimedia, Motion Capture, CS 6353, Powerpoint Sunum, URL : http://cse.spsu.edu/jpreston/cs6353/presentations/mo_cap_kowdeed.ppt, (ALINTI TARİHİ 17.12.2010)
- **Kozel, S.**, (2007), *Closer: Performance, Technologies, Phenomenology*, The MIT Press
- **Kundert-Gibbs, J.**, (2002), *Maya Secrets of the Pros, Tips and Techniques for Achieving Professional Maya Results*, SYBEX Publications
- **Kuperbag, M., Bowman, M., Manton, R., Peacock, A.**, (2002), *A Guide to Computer Animation for TV, Games, Multimedia and Web*, Focal Press Publications
- **Kurban, T., Beşdok, E.**, İntersiyal Algılayıcı Tabanlı Hareket Yakalama, Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
- **Kuşçu, H., Akgün, B. T.**, (2005), A New Approach to Interactive Performance Systems, Yıldız Teknik Üniversitesi, *MULTIMEDIA '05 Proceedings of the 13th annual ACM international conference on Multimedia*, ACM New York, NY, USA, table of contents ISBN:1-59593-044-2, URL : <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1101282>, (ALINTI TARİHİ 02.05.2010)
- **Lander, J.**, (1998), Motion Capture - Working with Motion Capture File Formats, *Game Developer Magazine*, (Ocak Sayısı)
- **Latulipe, C., Wilson, D., Huskey, S., Word, M., Carroll, A., Carroll, E., Gonzalez, B., Singh, V., Wirth, M., Lottridge, D.**, (2010), Exploring the Design Space in Technology-Augmented Dance, *CHI EA '10 Proceedings of the 28th of the international conference extended abstracts on Human factors in computing systems*, ACM New York, NY, USA, ISBN: 978-1-60558-930-5, URL : <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1753904&dl=ACM&coll=DL&CFID=18332645&CFTOKEN=49248850>, (ALINTI TARİHİ 09.07.2010)
- **Lawrence, A.**, (2004), Counterfeit Motion: The Animated Films of Eadweard Muybridge, Source: Film Quarterly, Vol. 57, No. 2, *University of California Press* URL: <http://www.jstor.org/stable/1213862>
- **Lee, Jehee**, Motion Capture, Seoul National University, Powerpoint Sunum
- **Leonard M., Sand P., Popović, J.**, (2003), Continuous Capture of Skin Deformation, *University of North Carolina Laboratory for Computer Science Massachusetts Institute of Technology*, ACM 0730-0301/03/0700-0578
- **Leung, H.**, (2010), 3D Motion Capture Laboratory, City University of Hong Kong Department of Computer Science, URL : <http://mocap.cs.cityu.edu.hk/>
- **Lee, J., Hong, H., Gil Shin, Y.**, (2005), Interactive Fluid Animation and Its Applications, V.S. Sunderam et al. (Eds.): ICCS 2005, LNCS 3514, Springer-Verlag Berlin Heidelberg
- **Liverman, M.**, (2004), *The animator's motion capture guide: organizing, managing, and editing*, Charles River INC.
- **Maekawa, Y., Oda, T., Komura, T., Shinagawa, Y.**, (2006), Learning System for Human Motion Characters of Traditional Arts, *VRST '06 Proceedings of the ACM symposium on Virtual reality software and technology*, ACM New York, NY, USA ISBN:1-59593-321-2, URL : <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1180529>, (ALINTI TARİHİ : 11.10.2010)

- **Mamania, V., Shaji, A., Chandran, S.,** (2010), Markerless Motion Capture from Monocular Videos, Department of Computer Science & Engineering, IIT-Bombay, URL : <http://www.cse.iitb.ac.in/~sharat/papers/motionCapture.pdf>, (ALINTI TARİHİ 10.10.2010)
- **Marcks, G.,** (2007), Hollywood Notebook: The Future of Image Capture, MarcksSource: Film Quarterly, Vol. 61, No. 1, *University of California Press* URL: <http://www.jstor.org/stable/25236385>, (ALINTI TARİHİ 10.10.2010)
- **McPherson, K.,** (2006), *Making Video Dance*, Routledge Publishing
- **Meador, W. Scott, R., Timothy, J., Kurt, E., Cunningham, C.,** (2004), Mixing Dance Realities: Collaborative Development of Live-Motion Capture In a Performing Arts Environment, *Magazine Computers in Entertainment* (CIE), Volume 2 Issue 2, (Nisan Sayısı), URL : <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1008233&dl=ACM&coll=DL&CFID=18332645&CFTOKEN=49248850>, (ALINTI TARİHİ 09.07.2010)
- **Ménardais, S., Multon, F., Arnaldi, B.,** (2001), A Global Framework for Motion Capture, *Institut National De REcherche En Informatique Et En Automatique* (INRIA)
- **Menache, A.,** (1999), *Understanding Motion Capture for Computer Animation and Video Games*, Morgan Kaufmann Publishers
- **Mendiburu, B.,** (2009), *3D Movie Making Stereoscopic Digital Sinema from Script to Scene*, Focal Press Publications
- **Michoud, B., Guillou, E., Bouakaz, S.,** (2007), Real-time and Markerless Full-Body Human Motion Capture, University of Lyon, URL : <http://liris.cnrs.fr/Documents/Liris-2945.pdf>, (ALINTI TARİHİ 02.10.2010)
- **Michoud, B., Guillou, E., Briceño, H., Bouakaz, S.,** (2010), Real-Time Marker-free Motion Capture from multiple cameras, *University of Lyon, LIRIS - UMR 5205 CNRS*
- Modelleme, Simulasyon, *Savunmay Sanayi Gündemi Dergisi*, 2010/1 SAYI 11 ISSN 1307-8380
- **Minto, S. C.,** (1986), *Choreography: a basic approach using improvisation*, Human Kinetics Publishers
- **Molet, T., Boulic R., Thalmann, D.,** (1996), A Real time Anatomical Converter For Human Motion Capture, *Computer Graphics Lab (LIG), Swiss Federal Institute of Technology* (EPFL)
- **Magnenat-Thalmann, N.,** (2010), Chapter 2: Character Based Adaptation, Modeling and Simulating Bodies and Garments, DOI 10.1007/978-1-84996-263-6_2, Springer-Verlag
- **Naemura, M., Suzuki, M.,** (2006), A Method For Estimating Dance Action Based on Motion Analysis, *Advanced Telecommunications Reserach Institute*, K. Wojciechowski et al. (eds.), Computer Vision and Graphics, 695–702
- **Nagata, N., Okumoto, K., Wai, D., Toro, F., Inokuchi, S.,** (2004), Analysis and Synthesis of Latin Dance Using Motion Capture Data, URL : http://hsi.ksc.kwansei.ac.jp/~nagata/nagata_lab_folder/nagata_lab/publication/pdf/latin_fulltext_39-44.pdf, (ALINTI TARİHİ 18.10. 2010)
- **Nakano, A., Hoshino, J.,** (2005), Video Motion Capture for Virtual Characters, *University of Tsukuba, Systems & Information Engineering*, V. Torra et al. (Eds.): MDAI 2005, LNAI 3558, © Springer-Verlag

- **Nar, S.,** (2008), *Hareket Yakalama Verisi Kullanarak Sanal İnsan Canlandırma Aracı*, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tez Çalışması
- **Neff, M., Fiume, E.,** (2008), From Performance Theory to Character Animation Tools, *Computational Imaging and Vision*, Volume 36, 5, 597-629, DOI: 10.1007/978-1-4020-6693-1_24, URL : <http://www.springerlink.com/content/g62537m75v784533>, (ALINTI TARİHİ 02.07.2010)
- **Nusman, D.,** (2006), *Real-Time Full Body Motion Capture in Virtual Worlds*, Twente Üniversitesi Bilgisayar Bilimleri Departmanı, Bitirme Çalışması
- **Ofli F, Canton F., Tilmanne J., Demir Y., Bozkurt E., Yemez Y., Erzin E., Tekalp A.M,** (2008), Audio-Driven Human Body Motion Analysis and Synthesis
- **Okada, R., Stenger, B., Ike, T., Kondoh, N.,** (2008), Virtual Fashion Show Using Real-time Markerless Motion Capture
- **Okada, R., Stenger, B.,** (2008), A Single Camera Motion Capture System for Human-Computer Interaction, *Journal IEICE - Transactions on Information and Systems*, Volume E91-D Issue 7, URL : <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1522888>, (ALINTI TARİHİ 07.11.2010)
- **O'Reilly, C.,** (2008), *Real-time Multi-Camera Stream Analysis for Player Interaction in a 3D World*, Dublin Üniversitesi Bilgisayar Teknolojileri Departmanı, Yüksek Lisans Tezi
- **Özdemir, B.,** (1996), Fotoğrafik Dil Yetisinin Evrimi Bağlamında Müdahale Sorunsalı, *İzmir:D.E.Ü.S.B.E. Yayınlanmamış Doktora Tezi*
- **Parent, R., Ebert, D. S., Gould D. A. D., Gross, M., Kazmier, C., Keiser, R., Lumsden, C. J., Menache, A., Musgrave, F. K., Pauly, M., Darwyn, P., Perlin, K., Hanspeter P., Sharpe, J., Martin, W., Wilkins, M. R., Woolridge, N.,** (2010), *Computer Animation Complete All-in-One: Learn Motion Capture, Characteristic, Point-Based, and Maya Winning Techniques*, Morgan Kaufmann Publishers
- **Park, S., Hodgins, K. Jessica,** (2006), Capturing and Animating Skin Deformation in Human Motion, *Carnegie Mellon University, School of Computer Science*, URL : http://graphics.cs.cmu.edu/projects/muscle/muscle_siggraph.pdf
- **Paul, C.,** (2008), *Digital Art*. Thames and Hudson: London
- **Penrod, J. W.,** (2005), Dancing with Technology, *Publication: JOPERD--The Journal of Physical Education, Recreation & Dance*
- **Petrina, S.,** (1998), Multidisciplinary Technology Education, *International Journal of Technology and Design Education* 8: 103–138, Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.
- **Pollard, S., Pilu, M.,** (2005), Building Cameras for Capturing Documents, *International Journal on Document Analysis and Recognition IJDAR* 7: 123–137
- **Poon, K.,** (2007), Dance wide web, Get Your Dance Fix Online, *Dance Magazine*, Aralık sayısı, Dance&Technology Bölümü

- **Povall, R.**, (1998), Technology is With Us, *Dance Research Journal*, Vol. 30, No. 1 (Spring, 1998), *University of Illinois Press on behalf of Congress on Research in Dance*, URL: <http://www.jstor.org/stable/1477887> (Alıntı Tarihi 15.11.2010)
- **Pritchard, D., Heidrich, W.**, (2003), Cloth Motion Capture, *The University of British Columbia Imager Laboratory, Eurographics Volume 22, Number 3*, The Eurographics Association and Blackwell Publishers
- **Ramadoss, B., Rajkumar, K.**, (2008), Generic Modeling of the Dance Video Objects, *National Institute of Technology, Department of Computer Applications*
- **Reidsma, D., Nijholt, A., Rienks, R., Hondorp, H.**, (2005), Interacting with a Virtual Rap Dancer, *Intetain: INtelligent TEchnologies for interactive enterTAINment*, Madonna di Campiglio, Italy, URL : <http://doc.utwente.nl/63756/>, (ALINTI TARİHİ 04.11.2010)
- **Reaves, J.**, (2003), Defining Digital Performance, URL : <http://www.digitalperformance.org/node/1>, (ALINTI TARİHİ 11.10.2010)
- **Robberecht, Dany**, (2005), Human Motion Capture, ITrack Technology, Verhaert Company, Powerpoint Sunum, URL : http://www.verhaert.com/cms/images/stories/pdf_in_text/inmotion.pdf, (ALINTI TARİHİ 11.12.2010)
- **Robert, S.**, (2004), *Character Animation in 3D*, Focal Press Visual Effects and Animation
- **Robertson, B.**, (1988), Mike, the talking head, *Computer Graphics World*, July
- **Robertson, B.**, (1992), Moving pictures, *Computer Graphics World*, Vol. 15, No. 10, October.
- **Rosenberg, D.**, (2000), Video Space: A Site For Choreography, *MIT Press Journals*, URL : <http://www.dvpg.net/docs/videospace.pdf>, (Alıntı Tarihi 05.10.2010)
- **Qian, G., James, J., Ingalls, T., Rikakis, T., Rajko, S., Wang, Y., Whiteley, D., Guo, F.**, (2006), Human Movement Analysis for Interactive Dance, Arizona University, *Lecture Notes in Computer Science*, Volume 4071/2006, 499-502, DOI: 10.1007/11788034_53, URL : <http://www.springerlink.com/content/h22054x4t3251186/>, (ALINTI TARİHİ 03.12.2010)
- **Sağlamtimur, Z. Ö.**, (2010), Dijital Sanat, *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt/Vol.: 10 - Sayı/No: 3 : 213–238
- **Saidi, D., Asard, M.**, (2005), *Motion Capture to the People: A High Quality, Low Budget Approach to Real Time Motion Capture*, Linköpings Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi
- **Saltz, D. Z.** (2001). Live Media: Interactive Technology and Theatre. Theatre Topics, Theatre Topics - Volume 11, Number 2, September 2001, pp. 107-130, *The Johns Hopkins University Press*, URL : http://muse.jhu.edu/login?uri=/journals/theatre_topics/v011/11.2saltz.html (Alıntı Tarihi : 24.05.2010)
- **Schechner, R.** (2002). *Performance Studies: an introduction*, Routledge: London and New York.

- **Schrammel, J., Paletta L., Tscheligi, M.,** (2010), Exploring the Possibilities of Body Motion Data for Human-Computer Interaction Research, *USAB'10 Proceedings of the 6th international conference on HCI in work and learning, life and leisure: workgroup human-computer interaction and usability engineering*, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, SBN:3-642-16606-7 978-3-642-16606-8, URL : <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1947815>, (ALINTI TARİHİ 21.12.2010)
- **Schroeder, F.,** (2009), Performing Technology: User Content and the New Digital Media, *Cambridge Scholars Publishing*
- **Seif E., Magy, V. T.,** DigitalBeing: An Ambient Intelligence Interactive Dance Experience, URL : <http://www.sfu.ca/~magy/conference/digitalbeingbook.pdf>, (ALINTI TARİHİ 11.10.2010)
- **Scholz, V., Stich, T., Keckeisen, M., Wacker, M., Magnor, M.,** (2005), Garment Motion Capture Using Color-Coded Patterns, *University of Tübingen, EUROGRAPHICS* Volume 24, Number 3, The Eurographics Association and Blackwell Publishing, URL : http://www.mpi-inf.mpg.de/~vscholz/eg05/eg05_final.pdf, (ALINTI TARİHİ 11.10.2010)
- **Scholz, V., Magnor, M.,** (2006), Multi-view Video Capture of Garment Motion, *Max-Planck-Institut für Informatik*, URL : <http://graphics.tu-bs.de/media/publications/scholz2006garmentmotion.pdf>, (ALINTI TARİHİ 11.07.2010)
- **Schier, J.,** (1962) Lee Harrison III, ANIMAC, *Hybrid Graphic Animation Computer*
- **Seven, U., Seven, O.,** Motion Capture Teknolojisi Türkiye’de, *Chip Dergisi*, URL : http://www.chip.com.tr/konu/Motion-Capture-Teknolojisi-Turkiye-de_4046.html, (ALINTI TARİHİ 17.09.2010)
- **Shaw, J.,** (2005), Digital Dance Documents, *ZKM Institute for Visual Media*, URL : http://www.hatjecantz.de/leseproben/9783775721844_06.pdf, (ALINTI TARİHİ 08.09.2010)
- **Shinozaki, K., Iwatani, A., Nakatsu, R.,** (2008), Construction and Evaluation of a Robot Dance System, URL: <http://www.springerlink.com/content/c305233570285187/>, (ALINTI TARİHİ 08.09.2010)
- **Shinozaki, K., Oda, Y., Tsuda, S., Nakatsu, R., Iwatani, A.,** (2006), Study of Dance Entertainment Using Robots, URL : www.intechopen.com/download/pdf/pdfs_id/72, (ALINTI TARİHİ 04.08.2010)
- **Shiratori, T., Nakazawa, A., Ikeuchi, K.,** (2006), Dancing-to-Music Character Animation, *EUROGRAPHICS*, Volume 25, Number 3, URL : <http://www.cs.cmu.edu/~siratori/pub/EG2006shiratori.pdf>, (ALINTI TARİHİ 11.10.2010)
- **Shiratori, T., Nakazawa, A., Ikeuchi, K.,** (2003), Rhythmic Motion Analysis using Motion Capture and Musical Information, URL : <http://ivizlab.sfu.ca/arya/Papers/Dance/Rhythmic%20Motion%20Analysis%20using%20MoCap%20and%20Music.pdf>, (ALINTI TARİHİ 11.10.2010)

- **Shiratori, T., Nakazawa, A., Ikeuchi, K.,** (2004), Detecting Dance Motion Structure through Music Analysis, *FGR' 04 Proceedings of the Sixth IEEE international conference on Automatic face and gesture recognition*, IEEE Computer Society Washington, DC, USA, ISBN:0-7695-2122-3, URL : <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1949917>, (ALINTI TARİHİ 29.12.2010)
- **Sifakis, E., Fedkiw, R.,** (2005), Facial Muscle Activations from Motion Capture, *Stanford University*, URL : <http://physbam.stanford.edu/~fedkiw/papers/stanford2005-04.pdf>, (ALINTI TARİHİ 06.07.2010)
- **Sofras, P. A.,** (2006), *Dance Composition Basics: Capturing the Choreographer's Craft*, Human Kinetics Publishers
- **Son, H., Han, J.,** (2006), Dynamic Skinning for Popping Dance, *Korea University, Game Research Center*, College of Information and Communications
- **Slatter, W., France, B.,** (2010), Taking part in the dance: technology teachers interacting with communities of practice, *International Journal of Technology and Design Education*, Volume 21, Number 2, 217-233, DOI: 10.1007/s10798-010-9115-7, URL : <http://www.springerlink.com/content/a330r70u000l67hh/>, (ALINTI TARİHİ 13.10.2010)
- **Smith, J.,** (2006), Digital Dance Hall: The Fan Culture of Dance Simulation Arcade Games, *Consuming Music Together*, Computer Supported Cooperative Work, 2006, Volume 35, Part 5, 193-209, DOI: 10.1007/1-4020-4097-0_10, URL : <http://www.springerlink.com/content/u66j304524l36265/>, (ALINTI TARİHİ 22.09.2010)
- **Sparacino F., Davenport G., Pentland A.,** (2000), Media in performance: Interactive spaces for dance, theater, circus, and museum exhibits, *IBM SYSTEMS JOURNAL*, VOL 39, NOS 3&4, URL : <http://www.research.ibm.com/journal/sj/393/part1/sparacino.html>, (Alıntı Tarihi 15.11.2010)
- **Staples, A. J., Davis, A. T.,** (2006), Motion Capture for the Masses, *Clemson University Department of Computer Science*
- **Stern, C.,** (2009), Bringing William Forsythe's Improvisation Technologies to a New Generation, Published in *Dancer Magazine*, (Aralık Sayısı)
- **Sturman, J. D.,** (1999), A Brief History of Motion Capture for Computer Character Animation, MEDIALAB, *Character Motion Systems, SIGGRAPH 94: Course 9*, URL: http://www.siggraph.org/education/materials/HyperGraph/animation/character_animation/motion_capture/history1.htm, (Alıntı Tarihi 07.11.2010)
- **Stoll, C., Theobalt, C., Ahmed, N.,** (2008), Performance Capture from Sparse Multi-view Video, *Stanford University, USA*, URL : <http://www.mpi-inf.mpg.de/~nahmed/sig08.pdf>, (ALINTI TARİHİ 13.11.2010)
- **Sönmez, G.,** (2001), MOCAP, *PC Life Dergisi (Nisan Sayısı)* Grafik Animasyon Köşesi
- **Şahin, S.,** (2010), *Dijital Devrim ile Birlikte Sanatta Mekan, Beden, Algı Değişimi*, Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Heykel Ana Sanat Dalı, Sanatta Yeterlilik Tezi

- **Talu, M. F.**, (2006), Nesne Takip Yöntemlerinin Sınıflandırılması, *Fırat Üniversitesi*, Enformatik Bölümü, URL : http://perweb.firat.edu.tr/personel/yayinlar/fua_734/734_60874.pdf, (ALINTI TARİHİ 22.12.2010)
- **Takahashi, K., Ueda, H.**, (2009), A Dance Synthesis System Using Motion Capture Data, *Hiroshima City University Department of Intelligent Systems*
- **Tardif, H.**, (1991), Character animation in real time, *Panel: Applications of Virtual Reality I: Reports from the Field, ACM SIGGRAPH Panel Proceedings*
- **Taylor, A.**, (2011), *Design Essentials for the Motion Media Artist*, Focal Press Publications
- Technology and the Performing Arts Field: Usage and Issues, Report on Research Commissioned by The Andrew W. Mellon Foundation, 2008-2010 Conducted by NPower, Inc. and Callahan Consulting for the Arts September 2010
- **Temel, T.**, (2007), *Görüntü Teknolojisi Ortamının Modern Dans Koreografisine Etkileri ve Değişen Beden Anlayışı*, Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sanat ve Tasarım Ana Sanat Dalı Sanat ve Tasarım Programı, Yüksek Lisans Tez Çalışması
- **Thalmann, Daniel**, (2011), Invited Talk: The role of Motion Capture in Virtual Reality, International Symposium: Human Body Motion Analysis with Motion Capture
- **Theobalt, C., Magnor, M., Seidel, H.**, (2008), Video-based Capturing and Rendering of People, B. Rosenhahn et al. (eds.), *Human Motion – Understanding, Modelling, Capture, and Animation*, Springer-Verlag
- **Thomson, S.**, (2009), How to Buy a Motion Capture System, *VP of Measurand Inc*, URL : <http://www.motion-capture-system.com/gallery/How to Buy a Motion Capture System.pdf>, (Alıntı Tarihi 04.07.2010)
- **Tobon, R.**, (2010), *The Mocap Book: A Practical Guide to the Art of Motion Capture*, Foris Force Publishing
- **Vanier, L., Kaczmariski, H., Chong, L.**, (2003), Forming the Dots: Live Optical Motion Capture Animation Dance, *SIGGRAPH '03 ACM SIGGRAPH 2003 Sketches & Applications*, ACM New York, NY, USA, URL : <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=965530&dl=ACM&coll=DL&CFID=18365050&CFTOKEN=84226221>, (ALINTI TARİHİ 17.10.2010)
- **Trager, W.**, (1994), A Practical Approach to Motion Capture: Acclaim's optical motion capture system, Advanced Technologies Group, *Character Motion Systems, SIGGRAPH 94: Course 9*, URL : http://www.siggraph.org/education/materials/HyperGraph/animation/character_animation/motion_capture/motion_optical.htm, (Alıntı Tarihi 15.11.2010)
- Using Maya: Motion Capture, (1999), Alias|Wavefront SGI, URL : <http://caad.arch.ethz.ch/info/maya/manual/UserGuide/CharSetup/MotionCapture/MotionCaptureTOC.fm.html>, (ALINTI TARİHİ 09.08.2010)
- **Unzueta, L.**, (2008), Skills Capture and Transfer: Human Motion Capture, URL : <http://www.skills-ip.eu/events/rss08/pdf/3.Human%20Motion%20Capture.CEIT.LUI.RSS2008.pdf>, (ALINTI TARİHİ 16.09.2010)

- **Vargi, E.**, (2009), Edward Muybridge, *FotoRitim Dergisi*, (Şubat Sayısı)
URL : <http://www.fotoritim.com/yazi/elif-vargi--eadweard-muybridge>,
(ALINTI TARİHİ 14.08.2010)
- **Vincs, K., McCormick, J.**, (2010), Touching Space: Using Motion Capture and Stereo Projection to Create a Virtual Haptics of Dance, *Deakin University, Burwood Campus*
- Virtual Dance Technology, Thechnology in the Spotlight: Infocomm Technologies, Sistem Tanıtım Broşürü, Exploit Technologies Pte Ltd Agency for Science, Tecnology and Research
- **Walters, G.**, (1989), The story of Waldo C. Graphic, *Course Notes: 3D Character Animation by Computer, ACM SIGGRAPH '89*, Boston, July
- **Walter, B.**, (1995). *Tekniğin Olanaklarıyla Yeniden Üretilbildiği Çağda Sanat Yapıtı*, Çev: Ahmet Cemal, Yapı Kredi Yayınları: İstanbul.
- **Wands, B.**, (2006). *Dijital Çağın Sanatı*. Çev: Osman Akınhay, Akbank Kültür Sanat Yayınları: İstanbul.
- **Wen, G., Wang, Z., Xia, S., Zhu, D.**, (2006), From Motion Capture Data to Character Animation, *Chinese Academy of Sciences Institute of Computing Technology Graduate school of the Chinese Academy of Sciences*, ACM 1-59593-321-2/06/0011
- **Wildschut, L.**, (2004), Dance and Technology, *Confrence Lecture*, URL : <http://igitur-archive.library.uu.nl/let/2006-1201-202737/UUindex.html>
- **Winkler, T.**, Creating Interactive Dance with the Very Nervous System, *Proceedings of the 1997 Connecticut College Symposium on Arts and Technology*, Brown University
- **Windsor, B.**, (2007), Motion Capture History and Pipeline, Ohio State University, Advanced Computing Center for the Arts and Design, Powerpoint Sunum, URL : http://accad.osu.edu/~bwindsor/AC760_Spring2007/Class1_brian_bw.pdf,
(ALINTI TARİHİ 10.10.2010)
- **Yung, S.**, (2003), Thinking Tech - Into the 'Future' with Troika's Smart Video Dance, *The Dance Insider*
- **Yu, T., Johnson, P., Tour J.**, (2003), Pirouette: Dance Choreographing by Computers, *Genetic and Evolutionary Computation — GECCO, Lecture Notes in Computer Science*, Volume 2723/2003, 201, DOI: 10.1007/3-540-45105-6_21, URL : <http://www.springerlink.com/content/g8x2blc3d9l79bd8/>,
(ALINTI TARİHİ 17.12.2010)
- **Yu, Q., Li, Q., Deng, Z.**, (2007), Online Motion Capture Marker Labeling for Multiple Interacting Articulated Targets, *EUROGRAPHICS / Volume 26, Number 3*, The Eurographics Association and Blackwell Publishing
- **Zordan, B. Victor, Van Der Horst, N. C.**, (2003), Mapping optical motion capture data to skeletal motion using a physical model, University of California, *Eurographics/SIGGRAPH Symposium on Computer Animation*, The Eurographics Association
- **Zordan, B. V., Hodgins, K. J.**, (2002), Motion capture-driven simulations that hit and react, ACM 1-58113-573-4/02/0007

- **Zordan, B. Victor, M., Anna, C., Bill, F., M.,** Dynamic Response for Motion Capture Animation, *University of California*, Riverside Graphics Lab, URL: <http://graphics.cs.ucr.edu/papers/zordan:2005:DRM.pdf>, (Alıntı Tarihi 08.11.2010)
- “3 Boyutlu Grafiklerin Dünyası”, Chip Dergisi, URL : http://www.chip.com.tr/konu/Uc-Boyutlu-Grafiklerin-Dunyasi_3128.html, (ALINTI TARİHİ 16.09.2010)
- URL : <http://www.animazoo.com/> (ALINTI TARİHİ 11.08.2010)
- URL : <http://www.a-m-b-e-r.org> (ALINTI TARİHİ 11.06.2010)
- URL : <http://americanhistory.si.edu/muybridge/> (ALINTI TARİHİ 15.09.2010)
- URL : <http://www.ascension-tech.com/> (ALINTI TARİHİ 23.09.2010)
- URL : <http://www.bodig.org> (ALINTI TARİHİ 11.06.2010)
- URL : <http://www.broadcasterinfo.net/79/sinema.html> (ALINTI TARİHİ 27.09.2010)
- URL : <http://www.cc.gatech.edu/graphics/publications.html> (ALINTI TARİHİ 23.06.2010)
- URL : <http://charactermotion.com/products/danceforms/> (ALINTI TARİHİ 11.08.2010)
- URL : <http://courses.cit.cornell.edu/dance3560/> (ALINTI TARİHİ 12.08.2010)
- URL : <http://www.ctie.monash.edu.au/hargrave/marey.html> (ALINTI TARİHİ 27.06.2010)
- URL : <http://dancedigital.org.uk> (ALINTI TARİHİ 09.08.2010)
- URL : <http://www.dance-tech.net/> (ALINTI TARİHİ 19.06.2010)
- URL : <http://design.osu.edu/carlson/history/lesson12.html> (ALINTI TARİHİ 27.05.2010)
- URL : http://en.wikipedia.org/wiki/Motion_capture (ALINTI TARİHİ 22.08.2010)
- URL : <http://en.wikipedia.org/wiki/Zoopraxiscope> (ALINTI TARİHİ 15.08.2010)
- URL : http://en.wikipedia.org/wiki/%C3%89tienne-Jules_Marey (ALINTI TARİHİ 09.08.2010)
- URL : <http://www.fehmigerceker.com> (ALINTI TARİHİ 09.06.2010)
- URL : <http://www.fgp-productions.com/mocap.html> (ALINTI TARİHİ 09.08.2010)
- URL : <http://www.forumist.com> (ALINTI TARİHİ 08.08.2010)
- URL : <http://graphics.cs.ucr.edu/rglPub.html> (ALINTI TARİHİ 09.08.2010)
- URL : http://www.grindtv.com/skate/video/ryan_sheckler_motion_suit_tests_1/#38066 (ALINTI TARİHİ 07.07.2010)
- URL : <http://www.gronia.com/forum/thread-466.html> (ALINTI TARİHİ 09.08.2010)
- URL : <http://harita.erciyes.edu.tr/sayfa/71/fotogrametri-mocap-laboratuvari.html> (ALINTI TARİHİ 09.08.2010)
- URL : <http://kellygottesman.com/research/home.html> (ALINTI TARİHİ 22.06.2010)

- URL : http://www.kinetic-impulse.com/gallery/dance_motion_capture/essexdance/mocap_workshops_2004.html (ALINTI TARİHİ 23.07.2010)
- URL : http://www.masters-of-photography.com/M/muybridge/muybridge_resources.html (ALINTI TARİHİ 19.08.2010)
- URL : <http://www.maxi3d.net/ipucu/motion-capture-mocap-nedir.html> (ALINTI TARİHİ 09.08.2010)
- URL : <http://www.metamotion.com/motion-capture/motion-capture.htm> (ALINTI TARİHİ 17.07.2010)
- URL : <http://www.mocapsolutions.com/products.html> (ALINTI TARİHİ 17.07.2010)
- URL : <http://www.motioncapturesociety.com/> (ALINTI TARİHİ 17.07.2010)
- URL : <http://www.motion-capture-system.com/resources/reading.html> (ALINTI TARİHİ 11.08.2010)
- URL : http://motionsystemdesign.com/mag/gyro_suit_captures/ (ALINTI TARİHİ 11.08.2010)
- URL : <http://www.mova.com/technology.php> (ALINTI TARİHİ 15.06.2010)
- URL : <http://www.naturalpoint.com/> (ALINTI TARİHİ 11.08.2010)
- URL : <http://www.organicmotion.com/> (ALINTI TARİHİ 11.08.2010)
- URL : <http://www.polhemus.com/> (ALINTI TARİHİ 11.08.2010)
- URL : <http://www.qualisys.com/> (ALINTI TARİHİ 11.08.2010)
- URL : http://www.robotiksistem.com/sensor_nedir_sensor_cesitleri.html (ALINTI TARİHİ 09.08.2010)
- URL : <http://www.stanford.edu/group/biomotion/Markerless.html> (ALINTI TARİHİ 29.07.2010)
- URL : <http://www.teknoloji1.com/nedir/dans-eden-tobot> (ALINTI TARİHİ 23.07.2010)
- URL : http://tr.wikipedia.org/wiki/Sinema_tarihi (ALINTI TARİHİ 22.07.2010)
- URL : http://tr.wikipedia.org/wiki/Motion_capture (ALINTI TARİHİ 22.07.2010)
- URL : <http://tr.wikipedia.org/wiki/Potansiyometre> (ALINTI TARİHİ 22.07.2010)
- URL : http://www.url.co.nz/resources/dance.php?cat_id=26 (ALINTI TARİHİ 13.08.2010)
- URL : <http://www.uzmantv.com/district-9-filmindeki-hareket-yakalama-teknigi-nedir> (ALINTI TARİHİ 09.08.2010)
- URL : <http://www.uzmantv.com/avatar-filmindeki-karakterler-nasil-canlandirildi> (ALINTI TARİHİ 09.08.2010)
- URL : <http://www.uzmantv.com/transformers-filminde-robotlar-nasil-canlandirildi> (ALINTI TARİHİ 09.08.2010)
- URL : <http://www.uzmantv.com/benjamin-button-filminde-kullanilan-gorsel-efekt-teknikleri-nelerdir> (ALINTI TARİHİ 09.08.2010)
- URL : <http://www.uzmantv.com/avatar-filmindeki-sanal-dunya-nasil-yaratildi> (ALINTI TARİHİ 09.08.2010)
- URL : <http://www.uzmantv.com/motion-capture-ile-karakter-nasil-canlandirilir> (ALINTI TARİHİ 09.08.2010)

- URL : http://www.xsens.com/en/general/mvn?gclid=CNWZ_oGdracCFRQv3wodzWbMCA (ALINTI TARİHİ 15.09.2010)
- URL : http://vrlab.epfl.ch/Publications/publications_index.html (ALINTI TARİHİ 05.07.2010)
- URL : <http://www.vicon.com/> (ALINTI TARİHİ 22.06.2010)
- URL : <http://web.mit.edu/comm-forum/papers/furniss.html> (ALINTI TARİHİ 11.07.2010)
- URL : http://www.wordiq.com/definition/Motion_capture (ALINTI TARİHİ 19.08.2010)

VIDEO KAYNAKÇA

VIDEO 1 - BIPED, 1999, URL :

<http://openendedgroup.com/index.php/artworks/biped/>, (ALINTI TARİHİ 11.10.2010)

VIDEO 2 - Ghostcatching, 1999, URL :

<http://openendedgroup.com/index.php/artworks/ghostcatching/>, (ALINTI TARİHİ 18.09.2010)

VIDEO 3 - Ghostcatching enstolasyonunun yapım aşaması, 1999, URL :

<http://openendedgroup.com/index.php/artworks/ghostcatching/ghost-process/>, (ALINTI TARİHİ 18.07.2010)

VIDEO 4 - Birkaç fotoğrafın birleştirilmesiyle oluşturulmuş bufalonun hareket denemesi, Wikipedia Özgür Ansiklopedi, URL :

http://tr.wikipedia.org/wiki/Dosya:Muybridge_Buffalo_galloping.gif, (ALINTI TARİHİ 17.11.2010)

VIDEO 5 - Edward Muybridge'in icat ettiği Zoopraxiscope diski, Wikipedia Özgür Ansiklopedi, URL : <http://en.wikipedia.org/wiki/Zoopraxiscope>, (ALINTI TARİHİ 17.11.2010)

VIDEO 6 - Rotoscope Tekniği, Wikipedia Özgür Ansiklopedi Arşivi, URL :

<http://en.wikipedia.org/wiki/Rotoscope>, (ALINTI TARİHİ 17.11.2010)

VIDEO 7 - Rotoscope Tekniği, Wikipedia Özgür Ansiklopedi Arşivi, URL :

<http://en.wikipedia.org/wiki/Rotoscope>, (ALINTI TARİHİ 17.11.2010)

VIDEO 8 - Robert Abel'in Ulusal Konserve Gıda Bilgi Konseyi için 1985 yılında tasarlamış olduğu Brilliance reklamı, URL :

<http://www.youtube.com/watch?v=sCXYxNt02RI>, (ALINTI TARİHİ 22.08.2010)

VIDEO 9 - Dozo-Don't Touch Me, Kleiser-Walczak, 1989, URL :

http://www.dailymotion.com/video/xfjpd_r_dozo-don-t-touch-me-1990_music, (ALINTI TARİHİ 23.09.2010)

VIDEO 10 - Manyetik Motion Capture Seansı, URL :

<http://www.youtube.com/watch?v=pRsy8C-ggc>, (ALINTI TARİHİ 19.10.2010)

VIDEO 11 - Making of Ann-Droid Curry piece for NBC's Today Show, URL :

<http://www.metamotion.com/motion-capture-samples/gypsy-6.html>, (ALINTI TARİHİ 25.10.2010)

VIDEO 12 - Gyro Suit, Crazy Frog Live Performance, 2006, URL :

<http://www.animazoo.com/index.php/2005>, (ALINTI TARİHİ 16.08.2010)

VIDEO 13 - Danse avec Mocap on Vimeo, URL : <http://vimeo.com/7503052>

VIDEO 14 - PTI Phoenix Technologies Inc.Profesyoneller İçin Yüksek Performansta Gerçek Zamanlı 3D Motion Capture Sistemleri, URL : <http://www.ptiphoenix.com/>, (ALINTI TARİHİ 11.10.2010)

VIDEO 15 - PTI Phoenix Technologies Inc.Profesyoneller İçin Yüksek Performansta Gerçek Zamanlı 3D Motion Capture Sistemleri, URL : <http://www.ptiphoenix.com/>, (ALINTI TARİHİ 11.10.2010)

VIDEO 16 - PTI Phoenix Technologies Inc.Profesyoneller İçin Yüksek Performansta Gerçek Zamanlı 3D Motion Capture Sistemleri, URL : <http://www.ptiphoenix.com/>, (ALINTI TARİHİ 11.10.2010)

VIDEO 17 - PTI Phoenix Technologies Inc.Profesyoneller İçin Yüksek Performansta Gerçek Zamanlı 3D Motion Capture Sistemleri, URL : <http://www.ptiphoenix.com/>, (ALINTI TARİHİ 11.10.2010)

VIDEO 18 - PTI Phoenix Technologies Inc.Profesyoneller İçin Yüksek Performansta Gerçek Zamanlı 3D Motion Capture Sistemleri, URL : <http://www.ptiphoenix.com/>, (ALINTI TARİHİ 11.10.2010)

VIDEO 19 - URL : <http://vimeo.com/2419893>, (ALINTI TARİHİ 04.10.2010)

VIDEO 20 - URL : <http://vimeo.com/3263411>, (ALINTI TARİHİ 07.08.2010)

VIDEO 21 - URL : <http://vimeo.com/3274687>, (ALINTI TARİHİ 11.09.2010)

VIDEO 22 - URL : <http://www.vicon.com>, (ALINTI TARİHİ 19.10.2010)

VIDEO 23 - URL : <http://www.naturalpoint.com/optitrack/>, (ALINTI TARİHİ 22.10.2010)

VIDEO 24 - URL : <http://www.ptiphoenix.com/>, (ALINTI TARİHİ 27.09.2010)

VIDEO 25 - URL : <http://www.youtube.com/watch?v=dTisU4dibSc>, (ALINTI TARİHİ 17.06.2010)

VIDEO 26 - VICON ile Motion Capture Seansı, URL : <http://www.youtube.com/watch?v=2uDnW4AtFiE>, (ALINTI TARİHİ 11.05.2010)

VIDEO 27 - Modellenmiş örnek Motion Capture Stüdyosu, URL : <http://vimeo.com/6074750>, (ALINTI TARİHİ 11.10.2010)

VIDEO 28 - MOCAP Kostümü, URL : <http://vimeo.com/3290215>, (ALINTI TARİHİ 13.06.2010)

VIDEO 29 - URL : <http://vimeo.com/5083767>, (ALINTI TARİHİ 14.11.2010)

VIDEO 30 - Emre Şan, Görsel Efekt Sanatçısı UZMANTV Röportajı, URL : <http://www.uzmantv.com/avatar-filmindeki-karakterler-nasil-canlandirildi>, (ALINTI TARİHİ 15.10.2010)

VIDEO 31 – Bacardi Reklamı, URL : <http://vimeo.com/4815330>, (ALINTI TARİHİ 19.09.2010)

VIDEO 32 – Bacardi Reklamı Kamera Arkası, URL : <http://www.youtube.com/watch?v=qk8t6cHMzRY>, (ALINTI TARİHİ 22.12.2010)

VIDEO 33 – Deneysel Çalışma 1

VIDEO 34 – Deneysel Çalışma 1

VIDEO 35 – Deneysel Çalışma 2

VIDEO 36 – Deneysel Çalışma 2

VIDEO 37 – Deneysel Çalışma 3

VIDEO 38 – Deneysel Çalışma 3

VIDEO 39 – Deneysel Çalışma 4

VIDEO 40 – Deneysel Çalışma 4

VIDEO 41 – Deneysel Çalışma 5

VIDEO 42 – Deneysel Çalışma 5

VIDEO 43 – Makinang Malay Geleneksel Dansı, URL :

<http://www.youtube.com/watch?v=V7iTCTMwmn0&feature=related>, (ALINTI TARİHİ 11.10.2010)

VIDEO 44 – Masri Malay Geleneksel Dansı, URL :

<http://www.youtube.com/watch?v=15h2-40Twp0>, (ALINTI TARİHİ 13.09.2010)

ŞEKİL KAYNAKÇA

ŞEKİL 2.1 : Birringer, J., (1999), Contemporary Performance/Technology, Johannes Birringer, *Theatre Journal*, Vol. 51, No. 4, Theatre and Technology, The Johns Hopkins University Press, URL : <http://www.jstor.org/stable/25068706>, (ALINTI TARİHİ 12.10.2010)

ŞEKİL 2.2 : Birringer, J., (1999), Contemporary Performance/Technology, *Theatre Journal*, Vol. 51, No. 4, Theatre and Technology, Published by: The Johns Hopkins University Press, URL : <http://www.jstor.org/stable/25068706>, (ALINTI TARİHİ 11.09.2010)

ŞEKİL 3.1 : URL : <http://www.gronia.com/forum/thread-466.html>, (ALINTI TARİHİ 11.10.2010)

ŞEKİL 3.2 : URL : http://www.masters-of-photography.com/M/muybridge/muybridge_galloping_horse_full.html, (ALINTI TARİHİ 07.12.2010)

ŞEKİL 3.3 : Kayacık, M., (2008), Dans Fotoğrafçılığı ve Halk Oyunlarından Örneklemeler, Merve Kayacık, *Türk Musikisi Devlet Konservatuvarı Türk Halk Oyunları Ana Sanat Dalı Lisans Bitirme Çalışması*

ŞEKİL 3.4 : Muybridge, E., (1884-1885), Artan Merdivenler, URL :

http://www.masters-of-photography.com/M/muybridge/muybridge_ascending_stairs_full.html, (ALINTI TARİHİ 13.06.2010)

ŞEKİL 3.5 : Yağmur, M., Özkılınç, M., Sinematografa Giden Yolculuk, Sinema Tarihi 2. Bölüm, Fırat Üniversitesi İletişim Fakültesi, URL :

<http://www.broadcasterinfo.net/79/sinema.html>, (ALINTI TARİHİ 11.10.2010)

ŞEKİL 3.6 : Kitagawa, M., Windsor, M., (2008), *MoCap for Artists Workflow and Techniques for Motion Capture*, Focal Press

ŞEKİL 3.7 : Kitagawa, M., Windsor, M., (2008), *MoCap for Artists Workflow and Techniques for Motion Capture*, Focal Press

ŞEKİL 3.8 : The Pioneers, An Anthology : Étienne-Jules Marey (1830 - 1904) URL: <http://www.ctie.monash.edu.au/hargrave/marey.html>, (ALINTI TARİHİ 04.08.2010)

ŞEKİL 3.9 : Victoria ve Albert Müzesi Arşivi, İngiltere, URL :

<http://www.vam.ac.uk/vastatic/microsites/photography/magnify.php?imageid=im00231>, (ALINTI TARİHİ 22.09.2010)

ŞEKİL 3.10 : Victoria ve Albert Müzesi Arşivi, İngiltere, URL :

<http://www.vam.ac.uk/vastatic/microsites/photography/magnify.php?imageid=im00072>, (ALINTI TARİHİ 22.09.2010)

ŞEKİL 3.11 : Worth, S., ASIFA – Hollywood Animasyon Arşivi, URL : http://www.animationarchive.org/2007_12_01_archive.html, (ALINTI TARİHİ 03.08.2010)

ŞEKİL 3.12 : Harrison L. III, (1962), ANIMAC (Hybrid graphic animation computer)

ŞEKİL 3.13 : A Critical History of Computer Graphics and Animation, URL : <http://design.osu.edu/carlson/history/lesson12.html>, (ALINTI TARİHİ 22.12.2010)

ŞEKİL 3.14 : Motion Capture, CS 448D: Character Animation, Prof. Vladlen Koltun, Stanford University

ŞEKİL 3.15 : Motion Capture, CS 448D: Character Animation, Prof. Vladlen Koltun, Stanford University

ŞEKİL 3.16 : Computer Graphic and Multimedia, Motion Capture Sunumu, Vanitha Kowdeed

ŞEKİL 3.17 : The Process of Motion Capture: Dealing with the Data, Bobby Bodenheimer, Chuck Rose, Microsoft Research, Eurographics CAS ' 97

ŞEKİL 3.18 : Motion Capture History and Pipeline, Brian Windsor, Advanced Computing Center for the Arts and Design, Ohio State University

ŞEKİL 3.19 : URL : http://www.inition.co.uk/inition/dispatcher.php?action=get&model=products&URL_=product_mocaptrack_animazoo_gypsy&SubCatID_=0&tab=blurb, (ALINTI TARİHİ 14.09.2010)

ŞEKİL 3.20 : Measurand firmasının geliştirdiği Shapewarp, URL : <http://www.motion-capture-system.com/shapewrap.html>, (ALINTI TARİHİ 05.11.2010)

ŞEKİL 3.21 : URL : <http://www.fehmigerceker.com/cevrebeyfilm.htm>, (ALINTI TARİHİ 04.12.2010)

ŞEKİL 3.22 : Vicon Optik Sistemler, URL : <http://www.vicon.com/>, (ALINTI TARİHİ 07.08.2010)

ŞEKİL 3.23 : MotionAnalysis, System Parts Catalog

ŞEKİL 3.24 : Velcro Kumaş, Wikipedia Özgür Ansiklopedi, URL : <http://en.wikipedia.org/wiki/Velcro>, (ALINTI TARİHİ 15.11.2010)

ŞEKİL 3.25 : Motion Capture, Wikipedia Özgür Ansiklopedi, URL : <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Activemarker2.PNG>, (ALINTI TARİHİ 27.09.2010)

ŞEKİL 3.26 : Performance Capture from Sparse Multi-view Video, 2008

ŞEKİL 3.27 : Performance Capture from Sparse Multi-view Video, 2008

ŞEKİL 3.28 : Xsens Firması, URL : <http://www.xsens.com/en/general/mvn>, (ALINTI TARİHİ 14.12.2010)

ŞEKİL 3.29 : Technical Focus : Lighting, The Motion Capture Studio, Creating a work-friendly environment for Activision's studio, By: Paul Dexter, Photos: Gene Kirkland

ŞEKİL 3.30 : VICON House of Moves, URL : <http://blog.digitalcontentproducer.com/briefingroom/2008/07/29/vicon-house-of-moves-builds-new-motion-capture-sound-stage-expands-staff-with-full-service-animation-team/>, (ALINTI TARİHİ 18.11.2010)

ŞEKİL 3.31 : VICON House of Moves, URL : http://www.fxguide.com/featured/Siggraph_Day_Two_and_Three/, (ALINTI TARİHİ 20.08.2010)

ŞEKİL 3.32 : Naturalpoint firmasının piyasaya sürdüğü Optitrack Hareket yakalama sistemlerinin kamera kurulumu, URL :

<http://www.naturalpoint.com/optitrack/products/motion-capture/>

ŞEKİL 3.33 : Naturalpoint firmasının piyasaya sürdüğü Optitrack Hareket yakalama sistemlerinin kamera kurulumu, URL :

<http://www.naturalpoint.com/optitrack/products/motion-capture/>

ŞEKİL 3.34 : Naturalpoint firmasının piyasaya sürdüğü Optitrack Hareket yakalama sistemlerinin kamera kurulumu, URL :

<http://www.naturalpoint.com/optitrack/products/motion-capture/>

ŞEKİL 3.35 : Naturalpoint firmasının piyasaya sürdüğü Optitrack Hareket yakalama sistemlerinin kamera kurulumu, URL :

<http://www.naturalpoint.com/optitrack/products/motion-capture/>

ŞEKİL 3.36 : Naturalpoint firmasının piyasaya sürdüğü Optitrack Hareket yakalama sistemlerinin kamera kurulumu, URL :

<http://www.naturalpoint.com/optitrack/products/motion-capture/>

ŞEKİL 3.37 : Naturalpoint firmasının piyasaya sürdüğü Optitrack Hareket yakalama sistemlerinin kamera kurulumu, URL :

<http://www.naturalpoint.com/optitrack/products/motion-capture/>

ŞEKİL 3.38 : Kitagawa, M., Windsor, M., (2008), *MoCap for Artists Workflow and Techniques for Motion Capture*, Focal Press

ŞEKİL 3.39 : Kitagawa, M., Windsor, M., (2008), *MoCap for Artists Workflow and Techniques for Motion Capture*, Focal Press

ŞEKİL 3.40 : Naturalpoint firması,

<http://www.naturalpoint.com/optitrack/products/motion-capture/>

ŞEKİL 3.41 : Örnek MOCAP Kostümü, URL :

<http://www.motionsystemdesign.com/images/gyro-suit.jpg>

ŞEKİL 3.42 : Örnek sensör yerleşim noktaları, URL :

<http://www.motionsystemdesign.com/images/gyro-suit.jpg>, (ALINTI TARİHİ 09.11.2010)

ŞEKİL 3.43 : Hodgins, J., Motion Capture Technologies adlı sunum, Jessica Hodgins, URL : www.cs.cmu.edu/~jkh/video_games/mocap.pdf, (ALINTI TARİHİ 11.10.2010)

ŞEKİL 3.44 : MotionBuilder Programı, URL :

<http://www.mocapclub.com/Pages/UndsCtrlRig01.htm>

ŞEKİL 3.45 : Autodesk Maya, URL :

<http://www.thegnomonworkshop.com/store/product/3/Introduction-to-Maya>, (ALINTI TARİHİ 14.07.2010)

ŞEKİL 3.46 : Kitagawa, M., Windsor, M., (2008), *MoCap for Artists Workflow and Techniques for Motion Capture*, Focal Press

ŞEKİL 3.47 : Kitagawa, M., Windsor, M., (2008), *MoCap for Artists Workflow and Techniques for Motion Capture*, Focal Press

ŞEKİL 3.48 : Kitagawa, M., Windsor, M., (2008), *MoCap for Artists Workflow and Techniques for Motion Capture*, Focal Press

ŞEKİL 3.49 : MOCAP, URL :

<http://motioncapturesociety.com/mcsforum/index.php?topic=614.0>, (ALINTI TARİHİ 11.12.2010)

ŞEKİL 3.50 : Motion Capture, *Wikipedia Özgür Ansiklopedi*, URL :

http://en.wikipedia.org/wiki/Motion_capture, (ALINTI TARİHİ 26.11.2010)

ŞEKİL 3.51 : Facial Motion Capture, URL : <http://www.creatureattic.com/472-facial-motion-capture/>, (ALINTI TARİHİ 23.12.2010)

ŞEKİL 3.52 : Facial Motion Capture, URL : <http://www.creatureattic.com/472-facial-motion-capture/>, (ALINTI TARİHİ 17.12.2010)

ŞEKİL 4.1 : Bacardi Reklamı Videosu, URL :

<http://www.youtube.com/watch?v=qk8t6cHMzRY>, (ALINTI TARİHİ 15.11.2010)

ŞEKİL 4.2 : Bacardi Reklamı Videosu, URL :

<http://www.youtube.com/watch?v=qk8t6cHMzRY>, (ALINTI TARİHİ 15.11.2010)

ŞEKİL 4.3 : Bacardi Reklamı Videosu, URL :

<http://www.youtube.com/watch?v=qk8t6cHMzRY>, (ALINTI TARİHİ 15.11.2010)

ŞEKİL 4.4 : Deneysel Çalışma

ŞEKİL 4.5 : Deneysel Çalışma

ŞEKİL 4.6 : Deneysel Çalışma

EK 1

HAREKET KODLARI

HIERARCHY

ROOT Hips

```
{  
    OFFSET      0.00  0.00  0.00  
    CHANNELS 6 Xposition Yposition Zposition Zrotation Xrotation Yrotation  
    JOINT LeftHip  
    {  
        OFFSET      3.430000  0.000000  0.000000  
        CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation  
        JOINT LeftKnee  
        {  
            OFFSET      0.000000  -18.469999  0.000000  
            CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation  
            JOINT LeftAnkle  
            {  
                OFFSET      0.000000  -17.950001  0.000000  
                CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation  
                End Site  
                {  
                    OFFSET      0.000000  -3.119996  
0.000000  
                }  
            }  
        }  
    }  
}
```

```

    }
  }
}
JOINT RightHip
{
  OFFSET    -3.430000    0.000000    0.000000
  CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation
  JOINT RightKnee
  {
    OFFSET    0.000000    -18.809999    0.000000
    CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation
    JOINT RightAnkle
    {
      OFFSET    0.000000    -17.570000    0.000000
      CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation
      End Site
      {
        OFFSET    0.000000    -3.250000
0.000000
      }
    }
  }
}
JOINT Chest
{
  OFFSET    0.000000    4.570000    0.000000
  CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation

```

```

JOINT LeftCollar
{
    OFFSET      1.060000    15.330000    1.760000
    CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation
JOINT LeftShoulder
{
    OFFSET      5.810000    0.000000    0.000000
    CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation
JOINT LeftElbow
{
    OFFSET      0.000000    -12.080000
0.000000

    CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation
JOINT LeftWrist
{
    OFFSET      0.000000    -9.820000
0.000000

    CHANNELS 3 Zrotation Xrotation
Yrotation

    End Site
    {
        OFFSET      0.000000    -
7.369996    0.000000

    }
}
}
}
}
}

```

JOINT RightCollar

{

OFFSET -1.060000 15.330000 1.760000

CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation

JOINT RightShoulder

{

OFFSET -6.060000 0.000000 0.000000

CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation

JOINT RightElbow

{

OFFSET 0.000000 -11.900000

0.000000

CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation

JOINT RightWrist

{

OFFSET 0.000000 -9.520000

0.000000

CHANNELS 3 Zrotation Xrotation

Yrotation

End Site

{

OFFSET 0.000000 -

7.140012 0.000000

}

}

}

}

}

JOINT Neck

{

OFFSET 0.000000 17.620001 0.000000

CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation

JOINT Head

{

OFFSET 0.000000 5.190000 0.000000

CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation

End Site

{

OFFSET 0.000000 4.140009

0.000000

}

}

}

}

}

MOTION

Frames: 219

Frame Time: 0.033333

0.00	39.58	0.00	-0.27	-12.65	0.67	13.98	11.35	-2.81	2.00	2.50	
8.67	-3.84	2.89	2.11	1.11	16.39	-0.31	1.66	-0.13	-26.66	-7.21	-
8.13	1.86	1.90	17.53	-1.60	-14.67	0.00	2.70	32.29	13.19	5.15	
0.00	-24.16	15.66	0.00	0.00	0.00	15.03	0.00	12.58	-24.24	17.01	-
3.35	0.00	-34.99	-17.90	0.00	0.00	0.00	-5.87	47.59	0.00	7.87	-
41.27	9.75										

0.02	39.61	0.06	-0.14	-12.43	0.48	13.73	11.52	-2.79	2.04	2.11	
9.06	-3.84	2.87	2.11	0.89	16.22	-0.25	1.60	-0.03	-26.36	-7.21	-
8.05	1.87	1.67	17.27	-0.98	-14.60	0.00	2.28	31.75	13.22	5.48	
0.00	-24.16	15.67	0.00	0.00	0.00	14.68	0.00	12.33	-23.97	16.65	-

3.12 0.00 -34.58 -17.69 0.00 0.00 0.00 -6.04 47.14 0.00 8.11 -
40.81 9.37

0.07 39.62 0.15 0.12 -12.43 0.23 13.23 12.02 -2.80 2.22 1.61
9.43 -3.84 2.97 2.12 0.45 16.32 -0.13 1.66 0.03 -26.15 -7.21 -
8.06 1.87 1.34 17.24 -0.42 -14.55 0.00 1.90 31.20 13.17 5.81
0.00 -23.94 15.84 0.00 0.00 0.00 14.25 0.00 12.30 -23.59 16.40 -
2.88 0.00 -34.25 -17.48 0.00 0.00 0.00 -6.11 46.74 0.00 8.02 -
40.36 8.86

0.11 39.62 0.23 0.31 -12.34 0.22 12.94 12.14 -2.77 2.27 1.47
9.52 -3.84 2.98 2.12 0.16 16.33 -0.04 1.77 0.05 -26.26 -7.21 -
8.18 1.85 1.13 17.13 -0.20 -14.50 0.00 1.58 30.74 12.98 6.28
0.00 -23.60 16.09 0.00 0.00 0.00 13.86 0.00 12.45 -23.11 16.26 -
2.79 0.00 -34.12 -17.31 0.00 0.00 0.00 -6.17 46.36 0.00 7.97 -
40.00 8.45

0.14 39.61 0.29 0.44 -12.25 0.59 12.84 11.84 -2.68 2.21 1.87
9.25 -3.84 2.82 2.11 -0.01 16.43 0.00 1.94 -0.06 -26.70 -7.21 -
8.33 1.83 1.11 17.04 -0.29 -14.47 0.00 1.15 30.35 12.59 7.14
0.00 -23.12 16.45 0.00 0.00 0.00 13.32 0.00 12.49 -22.46 15.99 -
2.82 0.00 -34.02 -17.13 0.00 0.00 0.00 -6.40 45.97 0.00 8.27 -
39.65 8.18

0.17 39.61 0.34 0.69 -12.07 1.29 12.64 10.88 -2.42 2.21 3.12
8.58 -3.84 2.50 2.08 -0.22 16.55 0.06 2.12 -0.36 -27.46 -7.22 -
8.45 1.82 1.03 16.91 -0.68 -14.42 0.00 0.68 30.09 12.02 8.38
0.00 -22.53 16.92 0.00 0.00 0.00 12.82 0.00 12.64 -21.84 15.65 -
2.66 0.00 -33.74 -16.86 0.00 0.00 0.00 -6.74 45.61 0.00 8.87 -
39.29 8.18

0.21 39.60 0.37 1.08 -11.70 2.23 12.30 9.11 -1.98 2.20 5.42
7.69 -3.84 1.82 2.04 -0.52 16.51 0.15 2.34 -0.71 -28.40 -7.22 -
8.60 1.80 0.77 16.60 -1.18 -14.29 0.00 0.20 29.89 11.26 10.06
0.00 -21.82 17.49 0.00 0.00 0.00 12.34 0.00 12.83 -21.20 15.22 -
2.31 0.00 -33.18 -16.47 0.00 0.00 0.00 -6.75 45.22 0.00 9.16 -
38.89 7.89

0.26 39.59 0.39 1.56 -11.17 3.30 11.88 6.67 -1.40 1.85 8.73
7.40 -3.84 0.65 1.96 -0.88 16.36 0.25 2.46 -1.15 -29.48 -7.22 -
8.68 1.79 0.38 16.16 -1.71 -14.16 0.00 -0.30 29.83 10.37 11.60
0.00 -20.97 18.25 0.00 0.00 0.00 11.91 0.00 13.10 -20.59 14.75 -
1.93 0.00 -32.38 -16.00 0.00 0.00 0.00 -6.58 44.99 0.00 9.25 -
38.77 7.54

0.36	39.60	0.42	2.18	-10.63	4.32	11.26	4.17	-0.83	0.87	12.40	
8.35	-3.84	-0.85	1.86	-1.43	16.23	0.40	2.47	-1.58	-30.47	-7.22	-
8.66	1.79	-0.22	15.69	-2.02	-14.08	0.00	-0.97	29.97	9.60	12.75	
0.00	-20.13	19.11	0.00	0.00	0.00	11.53	0.00	13.37	-20.07	14.26	-
1.57	0.00	-31.39	-15.49	0.00	0.00	0.00	-6.37	45.02	0.00	9.37	-
39.04	7.33										

0.52	39.63	0.48	2.93	-10.08	5.12	10.32	2.14	-0.39	-0.77	15.53	
10.27	-3.84	-2.34	1.76	-2.21	16.13	0.61	2.32	-1.96	-31.35	-7.22	-
8.50	1.81	-1.04	15.16	-1.94	-14.13	0.00	-1.78	30.21	8.99	14.23	
0.00	-19.37	19.96	0.00	0.00	0.00	11.31	0.00	13.54	-19.73	13.77	-
1.59	0.00	-30.13	-14.99	0.00	0.00	0.00	-5.87	45.15	0.00	9.05	-
39.37	6.74										

0.76	39.69	0.59	3.67	-9.65	5.69	9.02	1.03	-0.16	-2.76	17.30	
12.65	-3.84	-3.39	1.69	-3.13	16.22	0.88	2.09	-2.39	-32.11	-7.21	-
8.21	1.85	-1.90	14.62	-1.58	-14.31	0.00	-2.51	30.39	8.38	16.23	
0.00	-18.71	20.72	0.00	0.00	0.00	11.22	0.00	13.64	-19.58	13.27	-
2.23	0.00	-28.60	-14.52	0.00	0.00	0.00	-5.13	44.83	0.00	8.22	-
39.02	5.64										

1.07	39.76	0.76	4.43	-9.31	5.92	7.23	0.95	-0.12	-4.55	17.31	
15.62	-3.85	-3.78	1.66	-4.30	16.42	1.22	1.90	-2.77	-32.58	-7.21	-
7.81	1.90	-2.75	14.02	-0.98	-14.55	0.00	-3.19	30.43	7.77	18.06	
0.00	-18.10	21.44	0.00	0.00	0.00	10.95	0.00	13.85	-19.28	12.71	-
3.79	0.00	-26.82	-14.03	0.00	0.00	0.00	-4.41	44.16	0.00	7.24	-
37.99	4.46										

1.44	39.83	0.98	5.04	-9.12	5.87	5.09	1.89	-0.17	-5.42	15.62	
19.20	-3.84	-3.45	1.68	-5.49	16.78	1.59	1.76	-3.10	-32.76	-7.20	-
7.45	1.95	-3.43	13.33	-0.25	-14.86	0.00	-4.03	30.28	7.19	20.04	
0.00	-17.45	22.29	0.00	0.00	0.00	10.76	0.00	14.18	-19.09	11.92	-
6.24	0.00	-24.66	-13.49	0.00	0.00	0.00	-3.97	43.88	0.00	6.70	-
37.09	3.83										

1.84	39.86	1.24	5.32	-9.01	5.61	2.88	3.44	-0.17	-4.86	12.82	
22.97	-3.84	-2.82	1.73	-6.34	17.02	1.86	1.54	-3.06	-32.71	-7.20	-
7.18	1.98	-3.88	12.52	0.29	-15.14	0.00	-4.88	29.89	6.48	22.27	
0.00	-16.91	23.07	0.00	0.00	0.00	10.98	0.00	14.67	-19.33	10.71	-
8.93	0.00	-22.29	-12.92	0.00	0.00	0.00	-3.69	44.10	0.00	6.50	-
36.52	3.80										

2.23	39.83	1.52	5.16	-9.07	5.32	0.99	5.32	-0.09	-3.21	9.68	
26.14	-3.84	-2.51	1.75	-6.71	17.14	1.99	1.31	-2.39	-32.53	-7.20	-
7.20	1.98	-3.98	11.78	0.44	-15.34	0.00	-5.66	29.25	5.46	23.49	
0.00	-16.63	23.54	0.00	0.00	0.00	11.65	0.00	15.22	-20.07	9.02	-

11.51 0.00 -20.42 -12.66 0.00 0.00 0.00 -3.38 44.65 0.00 6.52 -
36.32 4.00

2.63 39.73 1.82 4.62 -9.36 5.10 -0.27 7.22 0.03 -1.43 7.10
28.08 -3.84 -2.82 1.73 -6.67 17.00 1.96 1.14 -0.77 -32.24 -7.20 -
7.46 1.94 -3.71 11.32 0.19 -15.42 0.00 -6.29 28.33 3.92 22.48
0.00 -16.60 23.62 0.00 0.00 0.00 12.51 0.00 15.52 -21.03 6.67 -
13.33 0.00 -19.65 -12.93 0.00 0.00 0.00 -2.78 45.04 0.00 6.34 -
36.18 4.04

3.01 39.63 2.08 3.98 -9.71 4.79 -1.03 8.90 0.16 -0.18 5.20
29.17 -3.84 -3.26 1.70 -6.65 16.03 1.84 1.24 2.45 -31.76 -7.20 -
7.77 1.90 -3.56 11.16 -0.29 -15.13 0.00 -6.80 27.09 1.68 18.66
0.00 -16.90 23.20 0.00 0.00 0.00 13.58 0.00 15.82 -21.89 3.66 -
13.84 0.00 -19.86 -13.40 0.00 0.00 0.00 -1.57 45.10 0.00 5.73 -
35.95 3.92

3.38 39.58 2.28 3.44 -10.00 4.13 -1.50 10.32 0.27 0.37 3.66
30.02 -3.84 -3.43 1.69 -7.05 13.74 1.68 1.80 7.65 -30.94 -7.20 -
7.75 1.91 -3.65 11.21 -0.73 -14.56 0.00 -7.46 25.78 -0.97 11.99
0.00 -17.72 22.12 0.00 0.00 0.00 14.77 0.00 16.40 -22.63 0.23 -
11.84 0.00 -20.82 -13.78 0.00 0.00 0.00 -0.63 44.95 0.00 5.69 -
35.72 4.41

3.74 39.61 2.40 2.88 -10.04 3.02 -1.64 11.08 0.31 0.22 2.83
31.11 -3.84 -3.38 1.69 -7.96 10.05 1.40 3.07 14.37 -29.83 -7.19 -
6.62 2.05 -3.70 11.30 -0.98 -14.11 0.00 -8.36 25.15 -3.68 1.77
0.00 -19.55 19.98 0.00 0.00 0.00 15.90 0.00 17.42 -23.53 -3.17 -
6.13 0.00 -22.60 -14.24 0.00 0.00 0.00 -0.44 44.71 0.00 6.33 -
35.52 5.67

4.09 39.71 2.45 1.99 -9.85 1.77 -1.16 10.75 0.22 -0.44 3.40
32.16 -3.84 -3.39 1.69 -8.93 5.58 0.88 5.30 21.28 -29.48 -7.16 -
4.17 2.36 -3.19 11.45 -1.29 -13.76 0.00 -9.44 25.59 -6.38 -10.43
0.00 -23.11 16.74 0.00 0.00 0.00 16.48 0.00 18.80 -24.76 -6.32
3.77 0.00 -25.82 -15.14 0.00 0.00 0.00 -0.83 44.29 0.00 7.11 -
35.40 7.17

4.41 39.84 2.45 0.82 -9.46 0.93 0.11 9.18 -0.02 -1.69 5.70
32.64 -3.84 -3.20 1.70 -9.85 1.23 0.21 9.05 26.95 -31.14 -7.14 -
1.33 2.72 -2.11 11.74 -1.68 -13.46 0.00 -10.82 27.30 -9.28 -21.87
0.00 -29.01 13.03 0.00 0.00 0.00 16.27 0.00 20.16 -26.88 -9.20
16.46 0.00 -31.54 -16.66 0.00 0.00 0.00 -1.05 43.36 0.00 7.18 -
34.96 7.81

4.65	40.00	2.41	-0.44	-8.90	0.76	2.32	6.10	-0.25	-4.00	10.22
32.17	-3.84	-2.66	1.74	-10.56	-2.57	-0.48	14.03	30.91	-33.85	-7.14
0.36	2.93	-0.78	12.21	-1.95	-12.82	0.00	-12.13	30.07	-12.97	-31.69
0.00	-37.37	9.65	0.00	0.00	0.00	15.17	0.00	21.04	-30.28	-12.27
28.54	0.00	-40.57	-18.48	0.00	0.00	0.00	-0.64	41.83	0.00	6.45
34.40	7.29									

4.79	40.12	2.32	-1.62	-8.17	1.24	5.57	1.18	-0.11	-7.91	17.50
31.20	-3.84	-1.72	1.80	-11.03	-5.98	-1.16	19.59	33.53	-35.38	-7.14
0.27	2.92	0.51	12.89	-2.13	-11.41	0.00	-12.89	33.75	-17.82	-39.58
0.00	-48.29	6.75	0.00	0.00	0.00	13.26	0.00	21.20	-34.96	-16.01
37.03	0.00	-52.69	-20.14	0.00	0.00	0.00	0.16	39.84	0.00	5.71
34.14	6.24									

4.85	40.08	2.17	-2.61	-7.05	2.05	9.53	-5.55	0.93	-13.42	27.11
30.83	-3.84	-0.79	1.86	-11.54	-9.72	-1.97	25.52	35.75	-35.51	-7.14
1.24	2.73	1.61	13.38	-2.30	-9.07	0.00	-13.13	38.31	-23.25	-44.01
0.00	-61.53	4.23	0.00	0.00	0.00	10.73	0.00	20.85	-41.01	-19.97
40.85	0.00	-66.99	-21.50	0.00	0.00	0.00	0.82	37.93	0.00	5.32
34.37	5.33									

4.92	39.72	1.99	-3.31	-5.66	2.84	13.57	-12.89	3.08	-20.08	37.33
32.10	-3.84	-0.99	1.85	-12.61	-13.92	-3.08	32.23	38.16	-36.23	-7.15
3.34	2.46	2.47	13.59	-2.35	-6.19	0.00	-13.16	44.03	-28.32	-43.82
0.00	-75.52	2.06	0.00	0.00	0.00	7.78	0.00	19.93	-48.35	-23.49
40.07	0.00	-81.94	-22.62	0.00	0.00	0.00	1.11	36.32	0.00	5.08
34.73	4.65									

5.05	38.88	1.87	-3.44	-4.35	3.29	17.08	-19.46	5.85	-28.09	46.40
36.76	-3.84	-3.45	1.69	-14.66	-18.23	-4.68	39.61	41.08	-38.76	-7.17
5.23	2.23	2.77	13.65	-2.08	-3.51	0.00	-12.79	51.19	-32.37	-39.68
0.00	-88.18	0.26	0.00	0.00	0.00	4.67	0.00	18.31	-56.40	-25.79
35.55	-180.00		-84.18	156.34		0.00	0.00	0.00	1.32	35.18
0.00	4.44	-35.13	3.85							

5.23	37.49	1.84	-2.80	-3.39	3.38	19.89	-24.75	8.61	-38.22	53.41
46.33	-3.87	-7.45	1.41	-17.70	-22.31	-6.91	47.44	44.74	-43.76	-7.19
6.98	2.01	2.15	13.77	-1.64	-1.19	0.00	-11.67	59.32	-34.97	-33.11
180.00	-82.01	178.84		0.00	0.00	0.00	2.07	0.00	16.00	-64.42
26.41	28.91	-180.00		-72.87	155.30		0.00	0.00	0.00	1.54
34.37	0.00	3.86	-35.42	3.25						

5.41	35.62	1.91	-1.52	-2.81	3.27	22.27	-28.94	11.21	-50.69	58.23
59.83	-3.91	-11.16	1.16	-21.31	-26.18	-9.77	56.25	49.34	-52.15	-7.24
9.58	1.67	0.68	14.03	-1.30	0.81	0.00	-9.46	67.36	-36.15	-26.19
180.00	-76.40	177.97		0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	13.45	-71.24

25.24	21.99	-180.00		-65.36	154.36		0.00	0.00	0.00	1.63
33.64	0.00	3.80	-35.49	3.16						
5.58	33.36	2.05	-0.18	-2.70	3.14	24.58	-32.24	13.72	-64.96	61.59
74.65	-3.95	-13.93	0.96	-25.04	-29.96	-13.13	68.41	54.65	-65.43	-7.37 -
14.22	1.07	-0.83	14.64	-1.25	2.22	0.00	-6.39	74.31	-35.97	-20.77 -
180.00	-75.91	177.87		0.00	0.00	0.00	-1.48	0.00	10.84	-76.44 -
22.84	16.52	-180.00		-62.94	153.78		0.00	0.00	0.00	1.28
33.07	0.00	4.28	-35.90	3.58						
5.72	30.81	2.24	0.54	-3.08	3.10	27.42	-35.26	16.67	-83.45	64.58
92.03	-4.01	-16.84	0.75	-28.63	-33.90	-16.94	86.72	59.03	-85.27	-7.60 -
19.98	0.27	-1.44	15.77	-1.39	2.84	0.00	-2.95	79.44	-34.78	-17.29 -
180.00	-80.56	178.59		0.00	0.00	0.00	-2.78	0.00	8.12	-79.89 -
19.86	13.41	-180.00		-66.22	153.71		0.00	0.00	0.00	0.40
32.46	0.00	5.13	-36.49	4.24						
5.85	28.06	2.40	0.47	-3.64	3.21	31.67	-39.09	21.26	-110.19	
65.89	116.82		-4.08	-19.89	0.53	-32.55	-38.50	-21.67	110.36	
60.13	-110.45		-7.85	-24.54	-0.39	-1.01	17.40	-1.50	2.86	0.00
0.15	82.48	-32.91	-14.90	-180.00		-88.71	179.78		0.00	0.00
0.00	-3.72	0.00	5.37	-81.58	-16.33	9.79	-180.00		-74.12	153.91
	0.00	0.00	0.00	-0.67	31.45	0.00	6.20	-37.38	4.95	
5.95	25.24	2.51	0.19	-4.13	3.45	37.61	-44.06	28.18	-137.86	
62.35	143.58		-4.13	-21.60	0.39	-37.59	-43.70	-28.01	133.08	
57.22	-134.61		-8.02	-27.11	-0.79	-0.41	19.46	-1.53	2.70	0.00
2.70	83.59	-30.75	-11.83	0.00	-78.50	1.68	0.00	0.00	0.00	-3.92
0.00	2.98	-81.66	-12.31	5.28	180.00		-85.17	154.05		0.00
0.00	0.00	-1.65	29.90	0.00	7.62	-38.52	5.77			
6.06	22.47	2.61	0.24	-4.51	3.81	44.80	-49.17	36.92	-155.21	
55.00	161.75		-4.13	-21.73	0.38	-44.17	-48.79	-36.16	150.09	
51.70	-153.05		-8.13	-28.49	-1.01	-0.34	21.79	-1.62	2.81	0.00
5.03	82.92	-28.98	-7.52	0.00	-64.56	3.81	0.00	0.00	0.00	-3.59
0.00	1.46	-80.12	-8.31	0.05	0.00	-81.53	-26.09	0.00	0.00	0.00 -
1.96	27.98	0.00	8.55	-40.23	6.17					
6.19	19.82	2.73	0.59	-4.68	4.16	53.07	-53.34	46.87	-164.07	
47.04	172.06		-4.12	-21.29	0.42	-52.63	-53.32	-46.40	161.48	
45.15	-166.18		-8.20	-29.35	-1.15	-0.64	23.88	-1.59	3.19	0.00
7.38	81.21	-28.35	-2.17	0.00	-50.52	6.37	0.00	0.00	0.00	-3.32
0.00	-0.01	-77.68	-5.87	-5.69	0.00	-66.88	-26.49	0.00	0.00	0.00 -
1.77	25.96	0.00	8.74	-42.43	6.06					

6.35	17.48	2.88	0.82	-4.64	4.42	62.23	-56.08	57.60	-169.07	
40.01	178.29		-4.11	-20.97	0.44	-62.56	-56.66	-58.14	168.11	
38.71	-175.46		-8.23	-29.71	-1.21	-0.52	25.32	-1.25	3.51	0.00
9.33	79.63	-28.62	4.02	0.00	-38.53	9.37	0.00	0.00	0.00	-3.71
0.00	-1.97	-75.54	-5.45	-11.78	0.00	-52.05	-26.78	0.00	0.00	0.00 -
2.08	24.34	0.00	8.97	-44.88	5.94					
6.54	15.77	3.05	0.78	-4.53	4.69	70.12	-57.35	66.76	-171.70	
34.84	-177.99		-4.11	-20.78	0.46	-71.59	-58.20	-68.62	171.26	
33.80	178.35		-8.21	-29.57	-1.19	0.16	26.03	-0.98	3.70	0.00
10.79	79.01	-29.18	10.85	0.00	-29.66	12.71	0.00	0.00	0.00	-4.45
0.00	-3.91	-75.01	-6.23	-18.04	0.00	-38.74	-26.26	0.00	0.00	0.00 -
2.52	23.32	0.00	8.59	-46.88	5.28					
6.75	15.03	3.24	0.68	-4.62	4.96	73.10	-57.44	70.18	-172.35	
32.44	-176.96		-4.10	-20.55	0.48	-75.80	-58.34	-73.44	172.59	
31.71	175.18		-8.17	-29.08	-1.11	0.80	26.23	-0.98	4.01	0.00
11.85	79.21	-29.57	18.13	0.00	-23.37	16.39	0.00	0.00	0.00	-5.22
0.00	-5.07	-75.63	-7.09	-24.27	0.00	-28.54	-24.06	0.00	0.00	0.00 -
2.29	22.84	0.00	7.21	-48.05	3.85					
6.97	15.43	3.46	0.63	-5.02	5.08	69.81	-56.69	66.24	-171.88	
33.29	-179.30		-4.08	-19.92	0.52	-73.47	-57.94	-70.70	173.17	
32.94	175.07		-8.10	-28.08	-0.95	0.99	25.96	-0.98	4.60	0.00
12.26	79.23	-29.14	25.66	0.00	-19.54	19.74	0.00	0.00	0.00	-5.76
0.00	-5.39	-76.13	-7.44	-30.30	0.00	-22.13	-20.13	0.00	0.00	0.00 -
1.93	22.70	0.00	6.37	-48.15	2.93					
7.21	16.84	3.73	0.70	-5.58	4.96	61.97	-54.61	56.86	-170.58	
37.10	174.69		-4.05	-18.44	0.64	-66.10	-56.87	-62.11	173.18	
37.15	177.59		-7.98	-26.42	-0.68	0.46	25.03	-0.81	5.32	0.00
12.41	78.51	-27.79	33.24	0.00	-17.87	21.67	0.00	0.00	0.00	-5.79
0.00	-5.04	-75.88	-7.07	-35.95	0.00	-19.18	-16.34	0.00	0.00	0.00 -
1.50	22.82	0.00	6.29	-47.29	2.70					
7.46	18.92	4.14	0.90	-6.59	4.64	52.83	-50.48	45.49	-167.55	
42.86	165.80		-3.99	-15.90	0.82	-56.34	-53.99	-50.54	172.03	
43.35	-178.00		-7.84	-24.32	-0.36	-0.61	23.68	-0.46	5.76	0.00
12.64	77.50	-25.65	40.68	0.00	-17.23	22.58	0.00	0.00	0.00	-5.27
0.00	-4.48	-75.13	-5.99	-41.03	0.00	-18.21	-14.59	0.00	0.00	0.00 -
0.92	23.42	0.00	6.37	-45.77	2.68					
7.73	21.30	4.73	1.06	-8.04	4.26	45.56	-44.76	35.67	-161.77	
49.24	155.36		-3.92	-12.02	1.10	-47.67	-48.94	-39.61	168.59	
50.39	-171.76		-7.67	-21.37	0.07	-1.88	21.88	0.03	5.77	0.00
13.07	76.98	-22.93	47.78	0.00	-16.68	23.45	0.00	0.00	0.00	-4.18

0.00	-4.48	-74.39	-4.68	-45.37	0.00	-17.91	-14.88	0.00	0.00	0.00	-
0.02	24.82	0.00	6.53	-44.06	2.73						
7.99	23.75	5.43	0.77	-9.75	4.09	41.08	-38.91	28.70	-153.70		
55.19	144.78		-3.87	-6.87	1.45	-41.65	-42.81	-31.15	161.77		
57.39	-162.25		-7.42	-15.83	0.85	-2.68	19.90	0.44	5.46	0.00	
13.32	77.33	-19.63	54.33	0.00	-16.02	24.52	0.00	0.00	0.00	-2.47	
0.00	-5.55	-74.04	-3.86	-48.77	0.00	-17.62	-15.85	0.00	0.00	0.00	
1.35	27.01	0.00	6.53	-42.65	2.52						
8.24	26.15	6.12	-0.50	-11.27	4.50	38.98	-34.54	24.65	-145.84		
60.51	136.71		-3.84	-2.10	1.78	-38.19	-37.15	-25.41	150.32		
63.64	-146.74		-7.18	-5.95	2.14	-2.27	17.85	0.25	5.29	0.00	
13.04	77.87	-15.90	60.15	0.00	-15.49	25.47	0.00	0.00	0.00	-0.02	
0.00	-6.81	-74.26	-2.91	-51.06	0.00	-17.51	-16.94	0.00	0.00	0.00	
3.74	29.74	0.00	5.16	-41.67	1.21						
8.55	28.36	6.67	-2.65	-12.33	5.34	38.08	-31.85	22.46	-139.74		
65.44	133.33		-3.84	-0.31	1.90	-36.94	-32.92	-22.23	132.01		
68.27	-124.01		-7.18	6.42	3.69	-0.49	15.79	-0.14	5.21	0.00	
11.62	78.14	-12.02	65.03	0.00	-15.24	25.99	0.00	0.00	0.00	2.56	
0.00	-7.54	-74.89	-0.94	-52.05	0.00	-17.40	-17.92	0.00	0.00	0.00	
6.85	32.68	0.00	2.36	-41.05	-1.61						
9.00	30.21	7.04	-4.86	-12.82	5.72	37.27	-29.72	20.67	-132.40		
69.94	131.32		-3.84	-2.17	1.77	-37.85	-30.82	-21.71	107.23		
70.63	-99.64	-7.43	16.05	4.95	1.98	14.08	0.46	4.64	0.00	9.57	
78.06	-9.04	68.78	0.00	-15.19	26.11	0.00	0.00	0.00	4.29	0.00	-
8.47	-75.36	1.16	-52.34	0.00	-17.10	-18.44	0.00	0.00	0.00	9.48	
34.54	0.00	-0.94	-40.27	-5.47							
9.60	31.63	7.25	-6.31	-12.92	4.99	35.70	-26.75	17.92	-115.94		
73.61	119.46		-3.86	-5.95	1.52	-40.54	-30.60	-23.52	75.33	70.50	-
75.03	-7.66	21.12	5.66	4.22	13.09	1.93	3.40	0.00	8.12	77.81	-
7.33	71.21	0.00	-15.21	26.06	0.00	0.00	0.00	4.68	0.00	-9.14	-
75.35	2.55	-53.96	0.00	-16.56	-18.24	0.00	0.00	0.00	10.32	35.24	
0.00	-2.99	-39.27	-8.09								
10.31	32.62	7.36	-6.86	-12.54	3.26	33.11	-22.73	14.15	-87.33	74.19	
92.16	-3.89	-9.72	1.26	-43.53	-31.23	-26.22	40.43	63.40	-48.44	-7.84	
24.30	6.13	5.71	12.37	3.26	1.53	0.00	7.89	77.80	-6.34	72.10	
0.00	-15.23	25.99	0.00	0.00	0.00	4.59	0.00	-8.36	-75.50	3.58	-
55.79	0.00	-15.94	-17.71	0.00	0.00	0.00	9.83	36.18	0.00	-3.92	-
38.84	-8.64										

11.07	33.31	7.46	-6.52	-11.85	0.96	29.46	-18.02	9.91	-63.93	69.90
68.34	-3.95	-13.39	1.00	-44.78	-31.29	-27.27	18.42	45.48	-33.70	-8.12
28.41	6.77	6.24	11.57	4.15	-0.70	0.00	8.48	78.12	-5.42	72.17
0.00	-15.25	25.93	0.00	0.00	0.00	4.62	0.00	-6.19	-76.17	4.47 -
57.05	0.00	-15.46	-17.22	0.00	0.00	0.00	8.66	37.81	0.00	-4.04 -
39.34	-7.30									

11.75	33.81	7.62	-5.37	-10.90	-1.37	25.44	-13.99	6.56	-53.45	63.76
58.63	-3.99	-15.92	0.82	-43.48	-30.17	-25.48	6.76	20.96	-34.06	-8.45
32.23	7.41	5.93	10.61	4.96	-2.60	0.00	9.07	78.30	-4.43	72.44
0.00	-15.29	25.83	0.00	0.00	0.00	3.88	0.00	-4.28	-76.17	4.75 -
57.55	0.00	-15.44	-16.87	0.00	0.00	0.00	6.05	38.79	0.00	-2.25 -
39.69	-4.37									

12.23	34.21	7.81	-3.60	-10.06	-2.85	21.92	-11.90	4.74	-49.36	58.77
56.72	-3.98	-15.59	0.84	-41.38	-28.20	-22.60	-0.79	-0.54	-42.85	-8.63
34.11	7.75	4.91	9.92	5.77	-3.50	0.00	9.08	77.78	-3.75	73.21
0.00	-15.35	25.71	0.00	0.00	0.00	2.20	0.00	-4.07	-74.98	3.84 -
58.53	0.00	-15.62	-16.19	0.00	0.00	0.00	2.53	37.96	0.00	0.74 -
38.80	-1.41									

12.47	34.56	7.96	-1.96	-9.42	-2.77	19.71	-12.15	4.31	-47.87	56.78
57.20	-3.93	-12.73	1.05	-40.71	-26.85	-21.24	-4.05	-10.12	-50.51	-8.66
34.35	7.79	3.71	9.56	6.00	-3.61	0.00	8.34	76.80	-3.50	73.51
0.00	-15.40	25.60	0.00	0.00	0.00	0.65	0.00	-5.17	-73.41	2.40 -
60.30	0.00	-15.69	-15.24	0.00	0.00	0.00	0.34	36.34	0.00	2.40 -
37.58	-0.48									

12.52	34.84	8.05	-1.48	-8.65	-1.78	19.61	-14.38	5.05	-48.56	57.79
58.99	-3.89	-9.22	1.29	-41.58	-27.67	-22.39	-0.83	-5.59	-50.59	-8.56
33.45	7.63	3.48	9.13	5.89	-3.77	0.00	6.82	75.90	-3.33	72.79
0.00	-15.40	25.58	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	-6.77	-72.52	1.10 -
61.99	0.00	-15.81	-14.52	0.00	0.00	0.00	-0.05	35.52	0.00	2.16 -
37.00	-1.54									

12.42	34.94	8.11	-2.57	-7.79	-0.87	21.96	-17.63	6.96	-53.14	60.47
64.52	-3.87	-7.07	1.44	-42.57	-30.18	-24.79	8.16	9.29	-43.19	-8.28
30.33	7.09	4.70	8.61	5.54	-4.15	0.00	5.49	75.34	-3.23	72.43
0.00	-15.39	25.58	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	-7.96	-72.15	0.07 -
62.54	0.00	-16.07	-14.33	0.00	0.00	0.00	0.38	35.38	0.00	1.23 -
36.57	-2.70									

12.20	34.76	8.19	-4.28	-7.03	0.06	25.64	-21.32	9.90	-63.80	63.62
76.14	-3.87	-7.70	1.40	-42.82	-32.75	-26.63	21.45	27.89	-39.10	-7.78
23.34	5.98	6.20	8.13	4.58	-4.31	0.00	5.06	75.02	-3.54	72.60
0.00	-15.37	25.57	0.00	0.00	0.00	0.64	0.00	-8.09	-71.80	-0.48 -

62.62 0.00 -16.43 -14.39 0.00 0.00 0.00 1.15 35.49 0.00 0.73 -
36.36 -2.93

11.89 34.13 8.29 -5.35 -6.45 1.79 28.93 -25.65 13.46 -81.30 66.33
93.42 -3.90 -10.47 1.21 -42.52 -34.24 -27.29 40.21 43.82 -46.58 -7.36
13.92 4.66 6.57 7.91 2.99 -3.69 0.00 4.87 74.60 -4.22 72.20
0.00 -15.33 25.64 0.00 0.00 0.00 1.54 0.00 -7.83 -71.31 -0.64 -
63.42 0.00 -16.66 -14.23 0.00 0.00 0.00 2.66 35.27 0.00 0.12 -
36.26 -3.23

11.55 32.95 8.40 -5.23 -6.18 4.13 31.07 -30.32 16.92 -102.97
66.85 112.78 -3.95 -13.57 0.99 -41.95 -34.92 -27.23 65.23 53.79 -
64.68 -7.17 5.62 3.59 5.41 8.42 1.53 -2.52 0.00 4.56 74.05 -
5.60 71.35 0.00 -15.30 25.71 0.00 0.00 0.00 2.64 0.00 -8.15 -
70.55 -0.88 -65.00 0.00 -16.90 -13.88 0.00 0.00 0.00 4.84 34.55
0.00 -1.00 -36.40 -4.55

11.25 31.24 8.48 -4.12 -6.08 6.20 32.28 -34.64 19.75 -120.43
64.96 127.10 -3.98 -15.40 0.86 -40.94 -35.74 -26.87 91.59 57.70 -
86.76 -7.14 -0.67 2.80 3.38 9.68 1.17 -1.53 0.00 3.91 73.68 -
7.64 72.26 0.00 -15.28 25.75 0.00 0.00 0.00 3.58 0.00 -9.04 -
69.62 -1.06 -66.85 0.00 -17.16 -13.48 0.00 0.00 0.00 6.97 33.67
0.00 -2.41 -36.95 -6.64

11.02 29.15 8.49 -2.31 -5.83 7.50 33.00 -38.27 21.91 -130.67
62.61 135.62 -3.99 -15.94 0.82 -39.88 -37.33 -26.87 113.00
58.36 -106.18 -7.20 -7.20 1.98 0.85 11.52 2.56 -0.92 0.00
2.59 73.53 -10.17 75.49 0.00 -15.27 25.77 0.00 0.00 0.00 4.38
0.00 -10.46 -68.97 -0.98 -68.87 0.00 -17.05 -12.99 0.00 0.00 0.00
9.30 32.56 0.00 -4.83 -38.00 -9.96

10.87 26.78 8.42 -0.32 -5.12 8.23 33.80 -41.80 24.05 -138.31
60.40 142.96 -4.00 -16.51 0.78 -39.99 -40.18 -28.42 129.96
57.50 -123.78 -7.42 -15.71 0.86 -1.46 13.53 4.39 -0.85 0.00
0.93 73.38 -12.44 78.37 0.00 -15.27 25.72 0.00 0.00 0.00 4.67
0.00 -11.59 -68.64 -0.87 -71.41 0.00 -16.60 -12.08 0.00 0.00 0.00
10.82 31.05 0.00 -7.29 -39.41 -12.86

10.76 24.24 8.26 1.10 -3.85 8.70 36.49 -46.14 28.07 -147.74
56.95 151.41 -4.04 -18.00 0.67 -42.71 -44.83 -33.06 144.21
54.38 -141.17 -7.81 -23.89 -0.30 -2.56 15.42 4.53 -1.25 0.00
0.30 73.09 -14.23 78.32 0.00 -15.29 25.66 0.00 0.00 0.00 3.98
0.00 -11.33 -68.56 -1.25 -74.94 0.00 -16.29 -10.44 0.00 0.00 0.00
9.85 29.56 0.00 -7.43 -41.62 -12.69

10.64	21.60	8.05	1.35	-2.41	9.20	43.73	-51.64	36.87	-158.75	
51.33	160.72		-4.06	-19.07	0.59	-48.90	-50.68	-41.56	154.57	
48.72	-155.93		-8.10	-28.18	-0.96	-1.93	17.53	2.09	-1.35	0.00
2.38	72.77	-16.54	76.31	0.00	-15.26	25.73	0.00	0.00	0.00	2.11
0.00	-9.75	-68.59	-2.71	-79.70	0.00	-16.56	-8.16	0.00	0.00	0.00
6.48	27.49	0.00	-3.92	-44.37	-8.15					
10.48	19.04	7.88	0.82	-1.43	9.84	56.37	-56.76	51.50	-168.06	
44.41	169.27		-4.05	-18.77	0.61	-58.12	-55.57	-52.99	160.84	
41.93	-166.22		-8.21	-29.57	-1.19	-0.41	20.08	-1.22	-0.57	0.00
5.78	72.92	-19.32	73.11	0.00	-15.20	25.93	0.00	0.00	0.00	-0.45
0.00	-8.28	-68.76	-4.75	-84.55	0.00	-17.39	-6.14	0.00	0.00	0.00
3.37	24.77	0.00	0.75	-47.19	-2.43					
10.31	16.84	7.79	0.60	-1.05	10.48	69.86	-59.67	66.98	-173.60	
38.15	175.25		-4.04	-17.99	0.67	-67.51	-58.29	-64.04	164.49	
35.95	-173.07		-8.30	-30.64	-1.37	0.37	22.54	-3.20	1.15	0.00
8.14	73.82	-21.78	68.91	0.00	-15.18	26.10	0.00	0.00	0.00	-2.76
0.00	-8.06	-69.47	-6.40	-89.13	0.00	-18.24	-4.55	0.00	0.00	0.00
2.33	22.46	0.00	3.55	-49.67	0.90					
10.17	15.45	7.80	0.97	-1.04	11.08	77.77	-60.91	76.07	-175.94	
34.39	178.18		-4.03	-17.70	0.69	-72.98	-59.30	-70.41	166.20	
32.11	-177.25		-8.44	-32.16	-1.63	0.22	24.12	-4.11	3.17	0.00
8.94	75.17	-23.34	64.33	0.00	-15.25	26.05	0.00	0.00	0.00	-4.43
0.00	-8.16	-70.64	-7.36	-92.68	0.00	-18.89	-3.47	0.00	0.00	0.00
2.41	21.69	0.00	4.97	-51.64	2.43					
10.05	15.20	7.91	1.45	-1.53	11.64	77.84	-61.75	76.25	-176.53	
33.95	178.95		-4.01	-17.06	0.74	-72.25	-59.32	-69.59	166.30	
31.23	-178.65		-8.49	-32.65	-1.72	0.31	24.81	-4.82	4.60	0.00
8.75	76.51	-24.21	61.89	0.00	-15.29	25.97	0.00	0.00	0.00	-5.79
0.00	-7.97	-71.99	-7.95	-95.38	0.00	-18.89	-2.32	0.00	0.00	0.00
2.20	21.95	0.00	5.78	-52.61	3.02					
9.98	16.12	8.14	1.82	-2.54	12.09	70.53	-61.70	68.12	-176.13	
36.76	177.78		-3.98	-15.49	0.85	-66.26	-58.27	-62.66	165.44	
33.32	-177.14		-8.34	-31.09	-1.45	1.12	24.75	-5.56	5.27	0.00
8.05	77.28	-24.41	62.35	0.00	-15.23	26.01	0.00	0.00	0.00	-7.29
0.00	-7.57	-72.92	-8.31	-96.99	0.00	-18.17	-0.95	0.00	0.00	0.00
1.23	22.35	0.00	5.86	-52.44	2.64					
9.94	17.91	8.54	2.20	-4.16	12.29	58.89	-59.16	54.90	-174.88	
42.05	174.19		-3.94	-12.98	1.03	-57.37	-55.44	-52.13	163.52	
37.73	-172.79		-8.07	-27.71	-0.89	2.45	24.17	-6.37	5.10	0.00
7.27	77.42	-23.56	63.91	0.00	-15.16	26.04	0.00	0.00	0.00	-8.76

0.00	-7.07	-73.58	-8.16	-97.65	0.00	-17.11	0.37	0.00	0.00	0.00	-
0.54	22.94	0.00	5.44	-51.47	1.77						
9.95	20.19	9.13	2.86	-6.07	12.08	48.50	-53.75	42.35	-172.19		
48.73	167.54		-3.89	-9.02	1.31	-49.16	-50.85	-41.90	160.13		
43.43	-166.67		-7.75	-22.86	-0.14	3.55	22.90	-7.04	3.96	0.00	
6.81	77.45	-21.57	63.79	0.00	-15.14	26.02	0.00	0.00	0.00	-9.93	
0.00	-6.32	-74.04	-6.93	-96.00	0.00	-16.16	0.61	0.00	0.00	0.00	-
2.79	24.50	0.00	5.15	-50.24	1.45						
9.99	22.61	9.84	4.07	-7.80	11.16	42.05	-46.91	33.37	-166.56		
55.73	156.31		-3.84	-2.34	1.76	-43.77	-46.06	-34.59	155.35		
49.37	-160.91		-7.46	-16.85	0.71	3.68	20.89	-6.97	1.73	0.00	
6.76	78.08	-18.78	62.04	0.00	-15.13	26.05	0.00	0.00	0.00	-10.71	
0.00	-5.52	-74.35	-4.97	-91.81	0.00	-15.46	-0.56	0.00	0.00	0.00	-
5.50	27.21	0.00	5.66	-48.68	2.28						
9.98	24.98	10.57	5.94	-8.94	9.48	38.81	-40.49	27.58	-156.29		
62.26	138.19		-3.87	6.90	2.38	-40.73	-42.61	-30.24	150.25		
54.86	-157.21		-7.28	-11.40	1.44	2.23	18.51	-5.97	-0.80	0.00	
7.10	79.29	-15.83	61.16	0.00	-15.11	26.09	0.00	0.00	0.00	-10.70	
0.00	-4.80	-74.55	-3.12	-87.23	0.00	-14.98	-2.22	0.00	0.00	0.00	-
7.98	30.17	0.00	7.02	-46.64	4.29						
9.84	27.19	11.21	7.99	-9.68	7.63	37.91	-35.85	24.51	-141.91		
67.85	115.34		-3.98	15.19	2.96	-38.46	-40.25	-27.17	145.26		
59.48	-154.99		-7.23	-8.95	1.75	-0.25	16.50	-4.57	-2.76	0.00	
7.32	80.42	-13.10	61.98	0.00	-15.09	26.13	0.00	0.00	0.00	-9.75	
0.00	-4.18	-74.48	-1.83	-83.79	0.00	-14.83	-3.77	0.00	0.00	0.00	-
9.34	32.42	0.00	8.25	-44.46	6.45						
9.51	29.08	11.71	9.59	-10.10	6.62	39.27	-33.83	24.47	-125.16		
73.50	95.31	-4.06	19.12	3.25	-36.17	-37.84	-24.16	138.96		63.14	-
151.10	-7.25	-9.98	1.62	-3.00	15.19	-3.73	-3.70	0.00	7.11	81.10	-
10.96	63.82	0.00	-15.09	26.12	0.00	0.00	0.00	-7.96	0.00	-3.62	-
73.98	-0.81	-81.98	0.00	-14.82	-4.82	0.00	0.00	0.00	-9.02	33.54	
0.00	8.88	-42.62	7.77								
8.98	30.54	12.07	10.56	-10.27	7.10	42.53	-34.23	27.29	-92.93	79.74	
68.03	-4.07	19.61	3.29	-33.79	-34.58	-20.80	128.88		66.58	-141.45	
	-7.31	-12.36	1.31	-5.75	14.66	-3.91	-3.29	0.00	6.50	80.95	-
9.77	64.71	0.00	-15.12	26.07	0.00	0.00	0.00	-5.55	0.00	-3.11	-
73.11	0.25	-81.41	0.00	-14.70	-5.35	0.00	0.00	0.00	-6.93	33.97	
0.00	8.95	-41.49	8.01								

8.31	31.53	12.35	11.13	-10.05	8.72	46.43	-35.65	31.50	-27.39	76.97	
9.15	-4.08	19.92	3.31	-31.30	-30.71	-17.25	113.02		69.62	-124.01	
	-7.39	-14.97	0.96	-8.62	14.60	-4.79	-1.80	0.00	6.03	80.23	-
9.85	64.67	0.00	-15.17	26.00	0.00	0.00	0.00	-2.73	0.00	-2.94	-
72.17	0.93	-81.18	0.00	-14.54	-5.70	0.00	0.00	0.00	-3.67	33.92	
0.00	8.48	-40.64	7.39								
7.60	32.19	12.60	11.25	-9.54	10.90	49.23	-36.50	34.60	-5.51	61.26	-
9.65	-4.15	22.51	3.51	-28.46	-26.42	-13.56	93.49	69.82	-102.57		-
7.54	-18.85	0.43	-11.06	14.64	-5.76	0.02	0.00	5.44	79.29	-10.65	
64.49	0.00	-15.19	25.94	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	-3.33	-71.60	
1.32	-81.53	0.00	-14.35	-5.78	0.00	0.00	0.00	-0.02	33.77	0.00	
7.33	-40.05	5.80									
6.94	32.63	12.87	10.68	-8.69	13.16	49.86	-36.20	35.01	-0.71	39.74	-
11.46	-4.31	27.07	3.88	-25.39	-22.55	-10.31	78.81	66.21	-88.02	-7.78	-
23.36	-0.22	-12.42	14.22	-6.69	1.38	0.00	4.66	78.66	-11.52	64.97	
0.00	-15.20	25.90	0.00	0.00	0.00	2.24	0.00	-3.79	-71.47	2.08	-
82.26	0.00	-14.06	-5.63	0.00	0.00	0.00	3.01	33.90	0.00	6.09	-
39.86	3.82										
6.44	32.94	13.15	9.58	-7.85	14.68	48.42	-34.43	32.51	2.07	16.68	-
4.27	-4.48	31.12	4.24	-22.48	-20.02	-8.06	70.92	61.23	-82.59	-7.97	-
26.29	-0.66	-12.56	13.29	-7.28	1.59	0.00	3.79	78.64	-11.75	65.40	
0.00	-15.21	25.89	0.00	0.00	0.00	3.43	0.00	-3.90	-71.62	3.29	-
83.09	0.00	-13.88	-5.43	0.00	0.00	0.00	4.47	34.68	0.00	5.60	-
40.42	2.46										
6.15	33.18	13.41	8.36	-7.37	14.78	46.46	-31.72	28.95	5.70	-1.28	
10.36	-4.58	33.11	4.42	-19.95	-19.03	-6.75	66.65	57.72	-81.45	-8.04	-
27.32	-0.83	-11.94	12.30	-6.89	1.02	0.00	3.04	78.83	-11.31	65.70	
0.00	-15.22	25.89	0.00	0.00	0.00	3.74	0.00	-3.87	-71.93	4.51	-
83.52	0.00	-13.69	-5.27	0.00	0.00	0.00	4.63	35.62	0.00	5.58	-
41.17	1.88										
6.01	33.35	13.61	7.40	-7.11	13.95	45.60	-30.02	27.06	7.94	-8.11	
23.21	-4.59	33.32	4.44	-17.98	-19.01	-6.04	63.98	56.35	-81.18	-8.04	-
27.26	-0.82	-11.41	11.58	-6.00	0.61	0.00	3.01	78.80	-10.83	65.43	
0.00	-15.20	25.92	0.00	0.00	0.00	3.99	0.00	-3.85	-72.18	5.43	-
82.76	0.00	-13.67	-5.69	0.00	0.00	0.00	4.77	36.36	0.00	5.35	-
41.64	1.80										
5.96	33.49	13.76	7.16	-6.55	13.39	45.98	-31.00	28.06	5.41	-3.00	
26.23	-4.53	32.03	4.32	-17.40	-19.72	-6.03	62.79	56.15	-81.56	-7.94	-
25.91	-0.60	-11.74	10.98	-5.66	0.70	0.00	3.85	78.60	-10.83	64.60	
0.00	-15.15	25.93	0.00	0.00	0.00	4.70	0.00	-4.07	-72.25	5.76	-

81.85 0.00 -13.84 -6.34 0.00 0.00 0.00 5.59 36.62 0.00 4.71 -
41.37 1.70

6.00 33.61 13.87 7.97 -5.54 13.46 46.41 -33.90 30.36 -1.17 10.82
23.36 -4.38 28.68 4.02 -19.24 -21.40 -7.26 64.71 56.65 -84.66 -7.75 -
22.85 -0.14 -12.99 10.22 -5.99 0.72 0.00 4.75 78.57 -10.83 63.67
0.00 -15.11 25.95 0.00 0.00 0.00 5.46 0.00 -4.29 -71.85 6.00 -
81.33 0.00 -14.10 -6.90 0.00 0.00 0.00 5.99 36.87 0.00 4.56 -
40.87 1.80

6.20 33.61 13.94 9.34 -4.62 13.17 45.97 -36.34 31.51 -10.84 28.14
24.18 -4.16 22.71 3.53 -23.07 -24.31 -9.95 71.15 58.42 -91.92 -7.56 -
19.17 0.39 -14.31 9.62 -5.58 0.47 0.00 4.60 78.38 -10.22 62.60
0.00 -15.09 26.02 0.00 0.00 0.00 5.95 0.00 -4.57 -71.25 6.61 -
80.68 0.00 -14.38 -7.55 0.00 0.00 0.00 5.81 37.05 0.00 4.20 -
40.79 1.34

6.55 33.28 13.98 10.04 -4.46 11.74 45.20 -37.09 31.27 -25.21 44.44
31.44 -3.98 15.51 2.98 -26.98 -28.20 -13.52 83.15 61.19 -103.86 -
7.47 -17.18 0.66 -14.07 9.75 -3.71 -0.21 0.00 3.48 77.73 -9.19
61.78 0.00 -15.06 26.10 0.00 0.00 0.00 5.71 0.00 -5.20 -70.63
7.05 -80.05 0.00 -14.58 -8.08 0.00 0.00 0.00 5.00 36.57 0.00
3.29 -40.81 0.34

7.00 32.39 14.03 9.41 -5.12 9.68 44.72 -36.87 30.72 -47.38 57.57
45.98 -3.88 8.80 2.51 -29.88 -32.32 -17.08 100.38 62.77 -119.91
-7.49 -17.58 0.61 -11.58 10.66 -1.94 -1.43 0.00 2.97 76.52 -
8.38 60.51 0.00 -15.03 26.19 0.00 0.00 0.00 4.60 0.00 -5.89 -
70.12 6.50 -79.14 0.00 -14.77 -8.49 0.00 0.00 0.00 2.79 35.56
0.00 3.23 -40.15 0.60

7.43 30.90 14.11 7.67 -6.15 8.00 44.17 -36.89 30.24 -79.86 65.02
71.54 -3.84 3.42 2.15 -32.16 -36.02 -20.29 118.30 61.55 -135.80
-7.56 -19.09 0.40 -7.61 12.08 -2.08 -3.10 0.00 4.54 75.49 -
8.71 61.24 0.00 -15.01 26.26 0.00 0.00 0.00 2.88 0.00 -5.90 -
69.63 4.82 -79.13 0.00 -14.91 -8.19 0.00 0.00 0.00 -0.88 34.37
0.00 5.09 -38.86 3.27

7.73 28.96 14.20 5.21 -7.12 7.28 43.35 -37.78 30.04 -113.06
65.45 101.84 -3.84 -1.21 1.84 -34.21 -38.94 -23.14 131.65
58.45 -146.91 -7.61 -20.13 0.25 -3.36 13.73 -3.51 -4.50 0.00
6.59 74.69 -9.88 63.54 0.00 -15.05 26.21 0.00 0.00 0.00 1.49
0.00 -5.57 -69.16 2.92 -79.93 0.00 -15.05 -7.54 0.00 0.00 0.00 -
3.59 33.28 0.00 6.75 -37.83 5.90

7.86	26.73	14.22	2.41	-7.69	7.51	42.97	-40.12	30.97	-136.09	
62.55	127.38		-3.86	-6.74	1.46	-36.09	-41.15	-25.62	140.43	
55.17	-153.20		-7.63	-20.55	0.19	0.46	15.43	-5.04	-5.05	0.00
7.50	73.75	-11.22	65.23	0.00	-15.10	26.08	0.00	0.00	0.00	0.94
0.00	-5.63	-68.74	1.18	-80.76	0.00	-15.34	-7.13	0.00	0.00	0.00 -
4.13	31.92	0.00	7.05	-37.60	6.88					
7.86	24.25	14.15	-0.13	-7.93	8.20	44.49	-44.61	34.60	-152.74	
58.38	149.97		-3.94	-12.89	1.04	-38.13	-43.13	-28.22	147.49	
51.64	-157.58		-7.69	-21.71	0.03	3.08	17.56	-6.27	-4.66	0.00
7.90	72.95	-13.08	65.58	0.00	-15.12	26.04	0.00	0.00	0.00	1.34
0.00	-5.80	-68.43	-0.43	-81.07	0.00	-16.11	-7.38	0.00	0.00	0.00 -
2.83	30.23	0.00	6.60	-38.59	6.80					
7.80	21.57	14.00	-1.37	-8.06	8.70	49.23	-51.07	42.06	-165.01	
52.18	168.12		-4.00	-16.60	0.77	-41.72	-45.57	-32.49	154.88	
46.81	-163.42		-7.85	-24.52	-0.39	3.29	20.53	-6.85	-3.32	0.00
8.78	72.59	-15.88	61.52	0.00	-15.10	26.16	0.00	0.00	0.00	2.31
0.00	-5.63	-68.36	-2.04	-82.17	0.00	-17.16	-7.53	0.00	0.00	0.00 -
0.29	28.28	0.00	6.21	-40.92	6.70					
7.75	18.88	13.84	-0.88	-8.29	8.47	57.63	-57.24	52.99	-171.98	
44.68	178.70		-4.01	-16.78	0.76	-48.40	-49.06	-40.39	162.47	
40.70	-172.09		-8.03	-27.18	-0.80	0.67	24.39	-6.52	-0.95	0.00
11.16	72.76	-19.91	52.83	0.00	-15.30	25.98	0.00	0.00	0.00	2.88
0.00	-5.15	-68.52	-3.94	-84.89	0.00	-18.05	-6.89	0.00	0.00	0.00
2.69	25.71	0.00	6.31	-43.66	7.20					
7.74	16.49	13.73	0.06	-8.79	7.63	68.42	-60.80	65.63	-175.23	
37.82	-175.70		-4.00	-16.12	0.81	-57.08	-52.72	-50.86	168.09	
34.43	179.47		-8.11	-28.19	-0.97	-2.45	28.14	-5.22	1.26	0.00
13.92	73.91	-24.24	43.82	0.00	-15.95	24.98	0.00	0.00	0.00	2.33
0.00	-5.35	-69.23	-6.15	-87.97	0.00	-18.76	-5.89	0.00	0.00	0.00
4.62	22.96	0.00	6.65	-46.01	7.69					
7.78	14.86	13.70	0.02	-9.45	6.93	76.89	-61.98	75.22	-176.45	
33.14	-171.59		-4.01	-16.73	0.76	-63.73	-54.73	-58.85	170.46	
29.93	174.92		-8.10	-28.06	-0.94	-2.95	30.32	-3.20	1.97	0.00
13.29	75.95	-26.43	38.27	0.00	-16.67	23.85	0.00	0.00	0.00	-0.06
0.00	-6.88	-70.04	-7.76	-90.10	0.00	-19.41	-5.13	0.00	0.00	0.00
3.35	22.17	0.00	7.55	-48.46	7.01					
7.86	14.38	13.68	-0.61	-10.10	6.62	78.45	-62.20	76.99	-176.40	
31.75	-169.58		-4.03	-17.75	0.69	-64.94	-54.89	-60.24	170.65	
28.72	174.33		-8.06	-27.56	-0.86	-1.54	30.90	-1.39	2.44	0.00
9.81	77.10	-26.47	36.93	0.00	-16.80	23.58	0.00	0.00	0.00	-3.94

0.00	-8.52	-69.78	-8.44	-91.25	0.00	-19.46	-4.26	0.00	0.00	0.00
0.35	23.21	0.00	8.45	-50.60	5.39					
7.98	15.18	13.68	-0.85	-10.54	6.41	72.57	-61.68	70.37	-175.83	
33.92	-171.27		-4.02	-17.38	0.71	-61.02	-53.92	-55.58	169.93	
31.02	176.69		-8.01	-26.89	-0.76	-0.98	30.60	-0.61	4.01	0.00
8.01	76.98	-26.76	42.18	0.00	-16.12	24.51	0.00	0.00	0.00	-7.43
0.00	-9.14	-68.47	-9.33	-93.35	0.00	-18.30	-2.14	0.00	0.00	0.00 -
1.22	23.28	0.00	8.69	-50.59	4.41					
8.10	16.98	13.77	-0.74	-10.93	6.07	62.48	-59.42	58.82	-175.10	
38.99	-176.33		-3.97	-15.01	0.89	-53.83	-51.77	-47.05	168.32	
36.05	-178.35		-7.94	-25.92	-0.61	-1.87	29.51	-0.67	6.08	0.00
8.30	76.41	-26.65	52.87	0.00	-15.39	25.61	0.00	0.00	0.00	-9.20
0.00	-8.13	-66.91	-9.61	-96.75	0.00	-16.42	1.02	0.00	0.00	0.00 -
0.92	22.91	0.00	8.87	-49.44	4.80					
8.14	19.36	14.02	-0.70	-11.53	5.60	53.12	-54.83	47.45	-173.70	
45.78	176.37		-3.91	-11.27	1.15	-45.76	-47.95	-37.33	164.82	
42.65	-171.03		-7.84	-24.33	-0.36	-3.38	27.57	-0.68	7.74	0.00
8.57	75.90	-24.58	63.39	0.00	-15.13	25.97	0.00	0.00	0.00	-9.25
0.00	-6.30	-65.45	-8.23	-98.32	0.00	-14.83	3.04	0.00	0.00	0.00
0.40	23.76	0.00	9.07	-48.53	5.55					
8.14	21.92	14.43	-0.97	-12.25	5.07	47.01	-48.90	38.95	-170.42	
53.10	167.76		-3.87	-6.98	1.45	-39.43	-42.97	-29.27	158.65	
49.56	-161.53		-7.64	-20.91	0.14	-4.72	24.97	-0.31	8.45	0.00
8.41	75.78	-21.19	68.68	0.00	-15.16	25.91	0.00	0.00	0.00	-7.89
0.00	-5.25	-64.56	-6.01	-96.25	0.00	-13.96	2.60	0.00	0.00	0.00
2.36	25.68	0.00	8.44	-47.58	5.34					
8.18	24.44	14.89	-1.89	-12.90	4.47	43.87	-43.14	33.32	-164.82	
59.85	158.79		-3.84	-3.24	1.70	-35.66	-38.20	-23.93	150.00	
55.76	-148.69		-7.37	-14.44	1.04	-4.81	22.22	0.37	8.00	0.00
7.84	76.25	-17.54	70.84	0.00	-15.21	25.84	0.00	0.00	0.00	-5.65
0.00	-5.43	-64.91	-3.64	-93.17	0.00	-13.53	1.11	0.00	0.00	0.00
4.38	27.82	0.00	6.86	-46.21	3.85					
8.31	26.79	15.28	-3.60	-13.28	3.96	42.23	-38.30	29.36	-157.55	
65.46	150.92		-3.84	-1.69	1.80	-34.25	-34.57	-21.12	138.99	
61.11	-132.01		-7.18	-5.85	2.15	-3.06	19.77	0.90	6.56	0.00
7.06	76.94	-14.29	72.57	0.00	-15.26	25.80	0.00	0.00	0.00	-3.32
0.00	-6.11	-66.28	-1.32	-91.45	0.00	-13.07	0.20	0.00	0.00	0.00
5.65	29.62	0.00	5.04	-44.78	1.81					

8.62	28.84	15.55	-5.42	-13.52	3.27	40.55	-33.66	25.37	-146.78	
69.96	142.70		-3.84	-2.97	1.72	-35.05	-32.16	-20.47	123.43	
65.98	-112.89		-7.14	1.27	3.04	-0.14	18.10	1.43	4.44	0.00
6.16	77.35	-11.46	73.99	0.00	-15.30	25.76	0.00	0.00	0.00	-1.80
0.00	-6.66	-67.66	0.76	-91.18	0.00	-12.37	0.29	0.00	0.00	0.00
5.73	31.01	0.00	3.46	-43.86	-0.04					
9.10	30.48	15.69	-6.60	-13.24	1.78	38.27	-28.51	20.63	-126.24	
72.98	125.81		-3.86	-5.99	1.51	-37.76	-31.21	-21.87	94.90	69.58 -
87.65	-7.17	5.69	3.60	2.65	16.87	2.48	2.13	0.00	5.60	77.27 -
9.19	74.31	0.00	-15.34	25.70	0.00	0.00	0.00	-1.31	0.00	-6.88 -
68.56	2.25	-92.43	0.00	-11.45	1.59	0.00	0.00	0.00	4.77	32.05
0.00	2.24	-43.32	-1.16							
9.73	31.69	15.72	-6.92	-12.15	-0.62	35.18	-23.04	15.42	-96.22	72.49
96.78	-3.89	-9.20	1.29	-40.91	-31.15	-24.14	52.15	64.55	-53.23	-7.24
9.60	4.10	4.82	15.68	4.70	-0.04	0.00	5.25	76.80	-7.67	73.74
0.00	-15.37	25.65	0.00	0.00	0.00	-2.01	0.00	-7.66	-68.71	2.76 -
94.13	0.00	-10.60	3.42	0.00	0.00	0.00	3.24	32.50	0.00	1.04 -
42.58	-2.27									
10.39	32.58	15.73	-6.47	-10.42	-3.38	31.49	-18.28	10.87	-72.96	68.14
71.64	-3.93	-12.35	1.07	-42.14	-30.62	-24.75	24.68	44.96	-34.79	-7.43
16.06	4.95	6.22	14.18	7.57	-1.89	0.00	5.00	76.30	-6.56	72.48
0.00	-15.40	25.63	0.00	0.00	0.00	-3.45	0.00	-8.59	-68.25	3.09 -
94.33	0.00	-10.17	4.16	0.00	0.00	0.00	1.43	32.79	0.00	0.20 -
41.94	-3.16									
10.92	33.28	15.76	-5.20	-8.58	-5.65	27.73	-15.34	7.92	-60.82	63.08
57.96	-3.96	-14.16	0.95	-40.79	-28.87	-22.62	10.33	18.34	-32.33	-7.85
24.50	6.16	6.42	12.58	9.52	-3.40	0.00	5.51	76.34	-5.67	71.26
0.00	-15.40	25.63	0.00	0.00	0.00	-4.73	0.00	-8.64	-67.54	3.69 -
93.00	0.00	-10.20	3.47	0.00	0.00	0.00	-0.88	33.08	0.00	0.98 -
41.58	-2.22									
11.17	33.88	15.80	-3.24	-7.27	-6.62	24.71	-14.63	6.63	-55.60	59.53
53.00	-3.94	-12.95	1.03	-39.36	-26.77	-20.27	1.14	-1.73	-37.83	-8.25
29.95	7.02	5.15	11.45	10.07	-4.18	0.00	6.21	76.72	-4.88	70.13
0.00	-15.37	25.64	0.00	0.00	0.00	-5.21	0.00	-8.00	-66.77	4.67 -
91.88	0.00	-10.38	2.52	0.00	0.00	0.00	-2.94	32.97	0.00	2.54 -
41.40	-0.22									
11.16	34.33	15.77	-1.50	-6.45	-6.13	23.27	-16.12	6.81	-54.56	58.78
53.12	-3.89	-9.47	1.28	-40.22	-26.39	-20.60	-1.64	-6.55	-40.88	-8.39
31.56	7.30	3.45	11.13	9.25	-4.14	0.00	6.91	76.78	-4.45	69.40
0.00	-15.33	25.68	0.00	0.00	0.00	-4.89	0.00	-7.46	-66.09	5.34 -

91.16 0.00 -10.55 1.73 0.00 0.00 0.00 -3.77 32.21 0.00 3.02 -
41.17 0.93

10.95 34.52 15.65 -1.37 -5.82 -5.01 24.54 -19.18 8.53 -57.58 60.92
57.60 -3.86 -6.26 1.49 -42.31 -28.66 -23.58 2.34 4.04 -35.68 -8.28
30.38 7.09 3.27 11.45 6.93 -3.93 0.00 8.03 76.30 -3.94 69.56
0.00 -15.31 25.72 0.00 0.00 0.00 -4.27 0.00 -6.48 -65.28 5.23 -
89.73 0.00 -10.88 0.52 0.00 0.00 0.00 -4.46 31.41 0.00 3.60 -
40.94 2.57

10.57 34.34 15.51 -3.13 -5.34 -3.98 28.64 -22.92 12.00 -66.58 64.81
69.40 -3.86 -5.90 1.52 -43.47 -32.38 -26.92 10.16 24.52 -28.83 -7.92
25.55 6.32 5.04 11.91 4.33 -4.07 0.00 8.60 75.61 -2.93 70.24
0.00 -15.29 25.72 0.00 0.00 0.00 -3.70 0.00 -5.08 -64.01 5.04 -
87.87 0.00 -11.47 -1.09 0.00 0.00 0.00 -5.29 31.55 0.00 5.05 -
41.17 4.63

10.08 33.77 15.44 -5.23 -5.15 -2.63 33.49 -26.96 16.70 -83.97 68.55
91.03 -3.88 -8.64 1.33 -43.57 -35.38 -28.84 23.30 46.26 -31.74 -7.47
17.15 5.10 6.74 12.27 2.16 -4.07 0.00 8.42 74.81 -2.16 70.66
0.00 -15.27 25.75 0.00 0.00 0.00 -2.78 0.00 -4.14 -62.23 4.99 -
87.14 0.00 -11.99 -2.16 0.00 0.00 0.00 -5.14 32.30 0.00 6.51 -
41.58 6.04

9.54 32.74 15.40 -6.03 -5.13 -0.57 37.01 -31.42 21.46 -108.17
69.62 117.90 -3.92 -11.96 1.10 -43.70 -37.00 -29.90 49.46 62.45 -
51.67 -7.21 7.97 3.89 6.61 12.63 0.10 -3.59 0.00 8.27 73.93 -
2.34 72.52 0.00 -15.30 25.74 0.00 0.00 0.00 -1.30 0.00 -3.70 -
59.96 4.98 -86.98 0.00 -12.24 -2.80 0.00 0.00 0.00 -3.83 32.77
0.00 7.20 -41.82 6.45

9.02 31.21 15.37 -5.31 -5.21 1.41 38.94 -35.65 25.22 -128.68
67.12 137.38 -3.95 -13.49 0.99 -43.84 -38.15 -30.68 90.71 68.08 -
88.86 -7.14 0.49 2.95 4.68 13.52 -1.36 -2.86 0.00 8.26 72.75 -
3.47 73.86 0.00 -15.36 25.66 0.00 0.00 0.00 0.44 0.00 -3.86 -
57.30 4.42 -86.57 0.00 -12.48 -3.47 0.00 0.00 0.00 -2.15 32.39
0.00 7.12 -41.83 6.06

8.60 29.25 15.28 -3.82 -5.22 2.40 40.21 -39.09 28.05 -140.51
63.34 146.07 -3.94 -13.06 1.03 -43.35 -40.01 -31.26 122.80
65.38 -119.80 -7.17 -5.44 2.20 2.11 15.18 -1.57 -2.58 0.00
8.17 71.42 -5.48 74.19 0.00 -15.43 25.52 0.00 0.00 0.00 2.07
0.00 -4.20 -54.57 3.29 -86.52 0.00 -12.62 -3.77 0.00 0.00 0.00 -
0.90 31.20 0.00 6.90 -42.05 5.43

8.28	26.95	15.08	-2.20	-5.10	2.43	41.57	-41.99	30.68	-147.77	
59.93	151.03		-3.92	-12.07	1.09	-42.46	-42.81	-31.88	139.93	
61.27	-139.42		-7.30	-11.99	1.36	-0.22	17.59	-0.97	-3.12	0.00
7.74	70.09	-8.17	73.56	0.00	-15.52	25.37	0.00	0.00	0.00	3.09
0.00	-4.13	-51.82	1.64	-87.06	0.00	-12.51	-3.32	0.00	0.00	0.00 -
1.08	29.03	0.00	7.68	-42.06	5.95					
8.05	24.41	14.79	-0.62	-4.73	2.32	43.46	-45.30	33.97	-154.56	
56.13	157.17		-3.93	-12.59	1.06	-43.19	-46.64	-34.31	151.48	
56.97	-155.54		-7.59	-19.91	0.28	-2.12	20.45	-0.39	-3.95	0.00
6.64	68.85	-11.42	71.99	0.00	-15.60	25.24	0.00	0.00	0.00	3.45
0.00	-3.45	-49.19	-0.28	-87.24	0.00	-12.19	-2.50	0.00	0.00	0.00 -
2.40	26.00	0.00	9.28	-41.88	7.66					
7.85	21.73	14.44	0.59	-3.94	2.59	47.75	-49.86	40.09	-162.13	
50.76	165.09		-3.97	-14.69	0.91	-47.92	-51.99	-41.11	160.98	
51.34	-169.87		-7.95	-25.98	-0.61	-3.33	23.36	-0.22	-4.46	0.00
5.08	68.25	-15.51	69.52	0.00	-15.63	25.18	0.00	0.00	0.00	3.30
0.00	-2.65	-47.43	-2.50	-88.37	0.00	-11.70	-0.72	0.00	0.00	0.00 -
3.19	22.81	0.00	9.88	-42.90	8.35					
7.68	19.05	14.10	1.10	-3.15	3.20	56.91	-54.91	51.47	-169.06	
44.06	173.44		-4.00	-16.17	0.80	-58.28	-57.80	-53.86	168.24	
44.41	178.88		-8.08	-27.82	-0.90	-3.60	26.44	-0.86	-4.10	0.00
3.77	68.86	-20.38	66.19	0.00	-15.55	25.37	0.00	0.00	0.00	2.63
0.00	-1.95	-47.19	-5.21	-92.09	0.00	-11.49	2.21	0.00	0.00	0.00 -
2.51	20.05	0.00	8.74	-45.68	7.49					
7.54	16.64	13.84	1.05	-2.77	3.87	70.00	-58.26	66.83	-173.49	
37.47	-178.85		-4.00	-16.51	0.78	-72.28	-61.45	-70.01	172.45	
37.61	171.57		-8.06	-27.59	-0.87	-3.30	29.32	-2.53	-2.54	0.00
2.91	70.64	-25.20	62.04	0.00	-15.38	25.81	0.00	0.00	0.00	1.70
0.00	-0.95	-48.49	-7.60	-95.13	0.00	-12.25	3.44	0.00	0.00	0.00 -
1.55	18.27	0.00	8.29	-48.78	7.61					
7.44	14.96	13.70	0.83	-2.79	4.34	80.09	-59.07	78.48	-174.76	
32.88	-172.95		-4.02	-17.35	0.72	-82.23	-62.27	-81.24	173.72	
32.96	168.03		-8.10	-28.10	-0.95	-3.06	31.43	-4.84	0.03	0.00
1.78	73.05	-28.94	57.10	0.00	-15.35	26.05	0.00	0.00	0.00	0.61
0.00	0.40	-50.38	-9.44	-94.47	0.00	-14.00	1.67	0.00	0.00	0.00 -
0.85	17.55	0.00	9.49	-51.02	9.53					
7.46	14.46	13.64	0.48	-3.07	4.47	82.05	-58.89	80.74	-174.13	
31.56	-170.48		-4.05	-18.62	0.62	-83.20	-61.87	-82.30	173.27	
31.68	168.06		-8.17	-29.06	-1.11	-2.75	32.53	-7.07	2.98	0.00 -
0.41	75.24	-31.64	51.40	0.00	-15.57	25.80	0.00	0.00	0.00	-0.84

0.00	1.65	-52.29	-10.93	-92.95	0.00	-15.69	-0.22	0.00	0.00	0.00	-
0.39	17.78	0.00	10.94	-52.11	11.76						

7.60	15.24	13.67	-0.08	-3.52	4.29	76.76	-58.40	74.55	-173.02		
33.62	-172.30		-4.06	-18.83	0.61	-77.01	-60.93	-75.21	172.50		
33.84	171.34		-8.14	-28.63	-1.04	-1.91	32.69	-9.21	5.68	0.00	-
3.21	76.75	-33.98	44.99	0.00	-15.86	25.31	0.00	0.00	0.00	-2.89	
0.00	1.98	-54.30	-12.91	-94.48	0.00	-16.35	0.26	0.00	0.00	0.00	-
0.70	18.27	0.00	11.93	-52.02	13.64						

7.87	17.03	13.85	-0.74	-4.05	3.87	67.39	-56.63	63.49	-171.71		
38.35	-178.26		-4.02	-17.48	0.71	-67.13	-58.83	-63.76	171.45		
38.71	177.33		-7.99	-26.63	-0.72	-0.63	31.83	-11.42	7.78	0.00	-
6.08	77.49	-36.17	37.89	0.00	-16.10	24.83	0.00	0.00	0.00	-5.24	
0.00	1.18	-56.97	-15.29	-99.34	0.00	-16.07	2.98	0.00	0.00	0.00	-
1.89	18.95	0.00	12.59	-50.80	15.67						

8.19	19.38	14.21	-1.28	-4.54	3.22	57.52	-52.52	51.26	-168.97		
44.64	172.15		-3.98	-15.30	0.87	-56.87	-54.97	-51.45	168.68		
45.25	-174.66		-7.83	-24.17	-0.34	0.52	29.69	-13.76	8.97	0.00	-
8.80	76.83	-37.99	30.15	0.00	-16.36	24.32	0.00	0.00	0.00	-7.47	
0.00	-0.08	-60.71	-16.94	-105.71		0.00	-15.53	6.49	0.00	0.00	
0.00	-3.63	20.34	0.00	13.36	-48.84	18.56					

8.53	21.92	14.80	-1.59	-5.10	2.22	50.16	-46.10	40.82	-163.28		
51.28	158.62		-3.93	-12.35	1.08	-48.79	-49.66	-41.04	163.06		
52.23	-164.70		-7.65	-21.06	0.12	1.17	26.47	-15.81	9.13	0.00	-
11.58	73.85	-39.34	21.81	0.00	-16.68	23.83	0.00	0.00	0.00	-9.35	
0.00	-1.53	-65.70	-17.50	-111.18		0.00	-15.27	9.13	0.00	0.00	
0.00	-5.27	22.50	0.00	13.46	-46.04	21.50					

8.90	24.40	15.59	-1.86	-5.67	0.82	46.00	-38.59	32.86	-153.99		
57.24	139.93		-3.88	-8.51	1.34	-44.10	-44.25	-34.07	155.33		
58.77	-152.27		-7.43	-15.97	0.83	1.62	22.52	-17.42	8.31	0.00	-
14.21	68.18	-40.51	12.88	0.00	-17.13	23.23	0.00	0.00	0.00	-10.87	
0.00	-3.13	-71.97	-17.85	-113.52		0.00	-16.16	8.76	0.00	0.00	
0.00	-6.41	25.23	0.00	12.20	-42.28	23.63					

9.30	26.74	16.49	-2.23	-6.27	-0.80	43.79	-31.06	26.32	-141.85		
62.31	117.98		-3.85	-5.07	1.58	-42.16	-39.56	-29.97	146.42		
65.05	-138.01		-7.23	-9.18	1.72	2.40	18.37	-18.76	6.47	0.00	-
16.38	60.31	-41.73	3.43	0.00	-17.79	22.37	0.00	0.00	0.00	-12.17	
0.00	-4.71	-79.06	-18.63	-110.58		0.00	-19.30	3.85	0.00	0.00	
0.00	-7.65	28.03	0.00	10.23	-37.85	25.10					

9.74 28.87 17.45 -2.59 -7.02 -2.53 42.15 -23.80 20.06 -127.55
66.89 99.92 -3.85 -4.71 1.60 -41.95 -35.51 -27.56 133.85 71.64 -
123.88 -7.16 -4.21 2.36 3.42 14.58 -19.97 4.08 0.00 -18.26 51.19 -
42.11 -6.53 0.00 -19.06 20.88 0.00 0.00 0.00 -13.04 0.00 -5.98 -
86.38 -19.57 -103.86 0.00 -25.78 -3.49 0.00 0.00 0.00 -9.49
30.46 0.00 8.66 -33.84 26.77

10.19 30.69 18.42 -2.64 -7.73 -4.56 40.36 -16.73 13.74 -107.26
71.31 87.54 -3.87 -7.83 1.39 -42.81 -32.00 -26.15 102.29 77.97 -
100.30 -7.15 -3.46 2.45 4.27 11.30 -20.72 1.38 0.00 -20.49 43.19 -
40.65 -16.96 0.00 -22.12 17.93 0.00 0.00 0.00 -13.53 0.00 -6.77 -
92.94 -19.84 -96.59 0.00 -36.61 -9.94 0.00 0.00 0.00 -11.85 32.47
0.00 7.84 -31.18 29.00

10.65 32.13 19.33 -2.42 -8.43 -6.99 38.08 -9.39 7.28 -69.80 73.02
64.34 -3.91 -10.81 1.18 -43.60 -28.47 -24.42 40.57 73.97 -54.71 -7.17 -
5.71 2.17 4.79 8.97 -21.22 -1.15 0.00 -22.48 38.18 -38.29 -27.81
0.00 -29.01 13.43 0.00 0.00 0.00 -13.66 0.00 -6.98 -98.01 -18.89 -
90.82 0.00 -51.76 -14.08 0.00 0.00 0.00 -14.26 33.58 0.00 7.75 -
29.62 32.08

11.04 33.15 20.19 -1.98 -8.98 -9.74 35.15 -1.56 1.10 -29.41 65.20
33.36 -3.91 -10.84 1.18 -43.08 -24.08 -20.88 16.71 55.28 -46.69 -7.22 -
8.58 1.80 4.93 7.40 -21.65 -3.19 0.00 -23.90 35.97 -35.91 -39.06
0.00 -41.19 8.81 0.00 0.00 0.00 -13.36 0.00 -7.62 -101.65 -
17.58 -87.15 0.00 -70.22 -16.22 0.00 0.00 0.00 -16.76 33.86 0.00
8.65 -28.74 35.94

11.34 33.77 21.02 -1.32 -8.99 -12.70 31.67 6.16 -3.79 -8.98 50.19
13.88 -3.89 -9.46 1.28 -40.99 -18.86 -15.69 8.36 30.83 -50.12 -7.28 -
11.15 1.47 4.87 5.80 -21.16 -5.29 0.00 -25.48 35.44 -33.63 -50.49
0.00 -57.21 5.16 0.00 0.00 0.00 -12.81 0.00 -10.53 -104.38 -
16.79 -85.34 0.00 -90.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -19.98 34.14 0.00
11.05 -28.56 39.80

11.51 33.99 21.75 -0.25 -8.36 -15.35 27.88 12.19 -6.37 0.75 36.78
2.21 -3.88 -7.98 1.38 -38.47 -14.00 -10.88 2.20 8.80 -52.13 -7.33 -
13.03 1.22 4.37 3.84 -19.34 -7.41 0.00 -27.35 35.31 -32.26 -59.65
0.00 -73.31 2.45 0.00 0.00 0.00 -11.76 0.00 -16.84 -106.85 -
17.12 -84.87 -180.00 -71.12 163.03 0.00 0.00 0.00 -23.34
34.70 0.00 14.77 -28.67 42.81

11.52 33.83 22.29 1.17 -7.74 -16.45 24.83 15.59 -7.09 5.03 28.96 -
1.29 -3.86 -6.24 1.50 -36.81 -9.81 -7.27 -2.97 -5.37 -53.50 -7.35 -
13.91 1.11 2.58 2.40 -17.96 -7.90 0.00 -29.14 35.19 -32.32 -66.81
0.00 -86.10 0.56 0.00 0.00 0.00 -9.02 0.00 -24.62 -109.74 -

18.08	-83.35	-180.00		-54.69	163.07		0.00	0.00	0.00	-23.88
35.62	0.00	17.55	-29.24	44.36						
11.38	33.44	22.63	2.41	-7.60	-15.25	23.97	16.94	-7.38	5.90	24.92 -
0.45	-3.85	-4.35	1.62	-36.54	-6.14	-4.53	-6.16	-11.40	-56.64	-7.37 -
14.34	1.05	-0.18	2.28	-18.91	-6.27	0.00	-29.87	35.70	-33.59	-70.49
180.00	-85.40	179.34		0.00	0.00	0.00	-5.05	0.00	-29.52	-111.55
	-17.82	-76.03	-180.00		-42.76	161.65		0.00	0.00	0.00 -
21.08	36.20	0.00	18.20	-30.20	44.42					
11.17	33.08	22.81	2.90	-7.59	-12.40	25.53	16.30	-7.64	5.46	23.40 -
1.57	-3.84	-2.65	1.74	-37.31	-3.83	-2.91	-6.55	-11.23	-59.86	-7.36 -
14.20	1.07	-2.35	3.51	-22.01	-3.62	0.00	-28.71	37.59	-35.33	-69.87 -
180.00	-80.91	178.69		0.00	0.00	0.00	-1.50	0.00	-31.31	-110.48
	-18.36	-65.53	-180.00		-38.64	158.63		0.00	0.00	0.00 -
16.94	35.77	0.00	17.50	-31.03	43.75					
10.93	32.93	22.86	2.57	-6.96	-9.38	28.43	12.67	-6.77	4.61	25.68 -
6.20	-3.84	-1.07	1.84	-38.45	-4.79	-3.79	-4.03	-5.48	-58.79	-7.36 -
14.11	1.08	-3.16	4.98	-25.16	-0.74	0.00	-26.34	40.98	-36.44	-65.12 -
180.00	-79.73	178.49		0.00	0.00	0.00	1.44	0.00	-29.09	-107.79
	-17.29	-62.67	-180.00		-43.50	157.95		0.00	0.00	0.00 -
12.32	34.62	0.00	15.78	-31.80	42.33					
10.60	32.97	22.81	1.99	-6.00	-6.75	31.30	5.77	-3.50	3.93	33.35 -
11.51	-3.84	0.35	1.94	-39.84	-9.38	-7.75	-0.41	6.65	-52.06	-7.38 -
14.72	1.00	-3.42	6.46	-26.23	2.09	0.00	-24.00	45.28	-36.62	-57.23 -
180.00	-81.29	178.70		0.00	0.00	0.00	3.91	0.00	-25.92	-104.17
	-15.90	-66.71	-180.00		-56.04	159.07		0.00	0.00	0.00 -
7.67	33.31	0.00	13.57	-32.88	39.35					
10.12	33.02	22.69	1.68	-5.26	-4.12	33.46	-3.56	2.35	5.16	45.92 -
14.66	-3.84	0.89	1.98	-41.93	-16.27	-14.13	2.20	25.03	-41.17	-7.42 -
15.81	0.85	-3.93	8.32	-25.68	4.30	0.00	-21.73	50.57	-35.70	-47.15 -
180.00	-85.08	179.26		0.00	0.00	0.00	5.05	0.00	-22.82	-98.85 -
14.39	-70.73	-180.00		-74.24	160.07		0.00	0.00	0.00	-4.04
32.18	0.00	11.88	-34.37	35.32						
9.53	32.75	22.60	1.47	-5.16	-1.44	35.18	-13.30	9.21	9.55	60.81 -
15.74	-3.84	-0.82	1.86	-44.66	-23.43	-21.45	3.76	47.10	-30.34	-7.47 -
17.05	0.68	-4.48	10.83	-24.67	5.56	0.00	-19.12	56.43	-33.70	-36.42
0.00	-88.78	0.18	0.00	0.00	0.00	4.20	0.00	-19.27	-92.14	-11.71 -
72.48	0.00	-83.99	-19.16	0.00	0.00	0.00	-1.82	31.37	0.00	11.18 -
35.61	31.57									

8.91	31.87	22.60	0.79	-5.77	0.86	37.34	-21.98	15.94	18.74	76.35	-
20.81	-3.85	-4.78	1.60	-46.99	-29.49	-27.82	8.89	69.31	-26.62	-7.51	-
18.08	0.54	-4.30	13.61	-23.29	5.98	0.00	-16.49	61.28	-30.93	-25.40	
0.00	-80.08	1.50	0.00	0.00	0.00	1.84	0.00	-15.27	-85.29	-7.33	-
74.64	0.00	-60.75	-18.09	0.00	0.00	0.00	-0.77	31.00	0.00	11.22	-
36.45	28.58										

8.30	30.37	22.72	-0.27	-6.80	2.66	40.02	-29.60	22.53	144.30		
86.18	-145.53		-3.88	-8.93	1.31	-48.34	-34.13	-32.24	90.76	84.65	-
101.21	-7.55	-18.94	0.42	-3.41	16.12	-21.39	5.86	0.00	-14.11	63.86	-
28.23	-13.92	0.00	-68.52	3.34	0.00	0.00	0.00	-0.66	0.00	-11.60	-
78.98	-2.58	-77.47	0.00	-39.96	-15.79	0.00	0.00	0.00	-0.42	30.86	
0.00	11.58	-37.22	26.07								

7.70	28.41	22.93	-1.11	-7.98	4.11	42.21	-36.12	28.14	-175.58		
72.68	172.05		-3.91	-11.12	1.16	-48.75	-37.63	-34.84	152.50		
71.12	-156.29		-7.57	-19.38	0.36	-2.73	18.31	-18.93	5.68	0.00	-
12.05	63.84	-26.55	-2.15	0.00	-54.26	5.97	0.00	0.00	0.00	-1.76	
0.00	-8.98	-73.48	0.98	-80.71	0.00	-25.47	-10.71	0.00	0.00	0.00	
0.12	30.63	0.00	11.56	-38.15	23.23						

7.10	26.12	23.18	-1.61	-9.22	5.35	43.39	-41.73	32.18	-169.42		
61.96	164.45		-3.91	-11.25	1.15	-48.35	-40.38	-36.07	156.48		
59.60	-156.71		-7.57	-19.29	0.37	-2.46	20.57	-16.33	5.20	0.00	-
9.90	62.70	-26.69	9.76	0.00	-39.60	9.60	0.00	0.00	0.00	-0.21	
0.00	-7.69	-70.16	2.58	-84.08	0.00	-17.36	-2.16	0.00	0.00	0.00	
0.82	30.00	0.00	11.68	-39.37	20.56						

6.51	23.57	23.46	-2.08	-10.63	6.42	44.37	-46.97	35.57	-168.76		
54.59	166.79		-3.92	-11.43	1.14	-47.64	-42.94	-36.76	157.85		
52.61	-158.29		-7.59	-19.81	0.30	-2.19	23.33	-14.25	4.50	0.00	-
7.50	62.40	-28.22	21.63	0.00	-27.24	14.77	0.00	0.00	0.00	2.16	
0.00	-7.08	-67.19	2.05	-87.34	0.00	-13.72	5.80	0.00	0.00	0.00	
1.55	28.91	0.00	12.05	-40.97	18.77						

5.96	20.78	23.75	-2.53	-12.03	7.18	47.02	-52.40	40.37	-172.34		
48.02	176.05		-3.93	-12.69	1.05	-48.22	-46.03	-38.85	161.50		
46.89	-164.20		-7.69	-21.70	0.03	-1.88	26.32	-12.56	4.22	0.00	-
5.27	64.12	-29.70	33.31	0.00	-18.89	21.56	0.00	0.00	0.00	3.51	
0.00	-6.39	-63.98	0.05	-90.22	0.00	-11.94	11.07	0.00	0.00	0.00	
2.10	27.67	0.00	12.68	-43.05	17.89						

5.48	18.01	24.04	-2.69	-13.03	7.66	53.45	-58.02	48.85	-176.99		
40.65	-174.32		-3.95	-13.55	0.99	-52.01	-49.77	-44.35	166.42		
40.19	-172.15		-7.80	-23.66	-0.26	-1.72	29.00	-10.56	4.50	0.00	-
3.37	67.64	-30.43	44.62	0.00	-15.56	25.96	0.00	0.00	0.00	3.55	

0.00	-5.84	-61.77	-2.78	-92.47	0.00	-11.06	14.85	0.00	0.00	0.00
2.27	26.43	0.00	13.64	-46.13	17.38					
5.11	15.68	24.32	-2.55	-13.68	8.04	63.52	-62.32	60.64	-179.70	
33.86	-167.05		-3.95	-13.45	1.00	-58.37	-52.78	-52.28	169.74	
33.60	-178.98		-7.84	-24.38	-0.37	-1.54	31.27	-7.85	4.62	0.00 -
1.87	71.87	-30.80	55.42	0.00	-15.31	26.09	0.00	0.00	0.00	2.24
0.00	-5.28	-60.99	-5.27	-93.82	0.00	-10.97	16.73	0.00	0.00	0.00
2.03	25.25	0.00	14.28	-49.96	16.24					
4.83	14.28	24.54	-2.43	-13.82	8.49	72.47	-64.27	70.68	179.80	
29.87	-161.71		-3.95	-13.63	0.98	-63.18	-53.84	-57.95	170.53	
29.27	177.38		-7.86	-24.74	-0.42	-0.92	32.63	-5.18	4.13	0.00 -
0.96	75.55	-30.98	65.52	0.00	-15.40	25.92	0.00	0.00	0.00	0.01
0.00	-3.93	-61.69	-7.11	-94.02	0.00	-11.27	17.40	0.00	0.00	0.00
1.40	24.60	0.00	14.20	-53.44	14.35					
4.62	14.13	24.66	-2.51	-13.30	9.25	74.68	-64.77	73.15	-179.86	
29.67	-159.39		-3.96	-14.37	0.93	-62.97	-53.07	-57.45	169.51	
28.31	178.17		-7.90	-25.26	-0.50	0.30	32.82	-3.60	3.70	0.00 -
0.30	78.19	-31.09	74.78	0.00	-15.36	25.99	0.00	0.00	0.00	-2.44
0.00	-1.64	-63.67	-9.15	-91.56	0.00	-11.55	17.79	0.00	0.00	0.00
0.94	24.29	0.00	12.99	-55.44	11.54					
4.46	15.24	24.75	-2.69	-12.65	10.31	69.05	-64.51	67.01	179.87	
33.01	-160.84		-3.96	-14.22	0.94	-57.87	-50.82	-50.99	167.33	
30.68	-176.70		-7.89	-25.21	-0.50	1.94	32.55	-3.28	3.98	0.00
0.76	80.12	-31.22	83.02	0.00	-15.41	25.84	0.00	0.00	0.00	-4.96
0.00	1.16	-66.51	-12.14	-85.54	0.00	-11.59	18.02	0.00	0.00	0.00
0.93	23.56	0.00	10.89	-55.54	8.08					
4.33	17.26	24.90	-2.85	-12.35	11.44	58.61	-62.65	55.51	178.73	
38.95	-164.99		-3.94	-12.86	1.04	-50.53	-47.21	-41.71	163.72	
35.47	-168.34		-7.83	-24.12	-0.33	3.77	32.05	-3.52	4.94	0.00
2.07	81.44	-30.97	90.09	0.00	-15.46	25.66	0.00	0.00	0.00	-7.69
0.00	4.08	-69.22	-15.72	-76.54	0.00	-11.56	16.12	0.00	0.00	0.00
1.15	22.70	0.00	8.38	-54.38	4.33					
4.21	19.71	25.19	-2.96	-12.06	12.35	48.57	-58.58	44.03	177.88	
46.46	-170.27		-3.92	-11.41	1.14	-43.57	-42.58	-32.76	157.62	
41.17	-158.11		-7.74	-22.65	-0.11	5.40	30.45	-3.38	5.83	0.00
3.01	82.72	-29.78	95.81	0.00	-15.45	25.70	0.00	0.00	0.00	-10.44
0.00	7.05	-70.49	-19.12	-65.14	0.00	-12.10	9.12	0.00	0.00	0.00
1.04	22.99	0.00	6.14	-53.07	0.38					

4.10	22.25	25.66	-2.76	-11.73	12.80	41.29	-52.73	34.95	179.08	
54.76	-176.36		-3.90	-10.16	1.23	-38.23	-37.40	-25.57	148.65	
46.53	-146.67		-7.63	-20.64	0.18	6.00	27.83	-2.12	6.56	0.00
3.98	84.63	-28.19	101.18		0.00	-15.34	25.98	0.00	0.00	0.00 -
12.38	0.00	9.82	-69.06	-22.39	-51.95	0.00	-14.32	-1.91	0.00	0.00
0.00	1.05	24.41	0.00	3.96	-51.34	-4.08				
3.98	24.74	26.31	-2.11	-11.37	12.67	36.83	-46.13	28.36	-176.33	
63.22	174.61		-3.87	-7.90	1.38	-34.97	-32.39	-20.54	138.20	
51.37	-133.41		-7.47	-16.98	0.69	5.22	24.70	0.56	7.12	0.00
5.59	87.77	-27.03	105.83		0.00	-15.28	26.24	0.00	0.00	0.00 -
13.07	0.00	11.95	-64.21	-25.45	-37.55	0.00	-19.06	-12.06	0.00	0.00
0.00	1.58	26.21	0.00	1.96	-48.78	-8.91				
3.86	27.19	27.10	-1.25	-11.16	12.08	34.47	-39.64	23.66	-167.84	
71.46	159.71		-3.85	-3.66	1.67	-33.38	-27.68	-17.01	127.42	
56.42	-116.82		-7.28	-11.47	1.43	3.91	21.55	4.49	7.01	0.00
7.32	92.54	-26.36	109.70		0.00	-15.55	26.02	0.00	0.00	0.00 -
12.62	0.00	13.59	-56.82	-26.75	-22.54	0.00	-25.82	-18.53	0.00	0.00
0.00	2.75	28.13	0.00	-0.51	-46.18	-14.48				
3.74	29.54	27.98	-0.64	-10.95	11.59	33.78	-33.96	20.49	-153.89	
79.30	137.20		-3.84	0.85	1.97	-32.85	-23.06	-14.20	115.20	
61.48	-97.93	-7.19	-6.79	2.03	3.07	18.38	8.75	5.90	0.00	8.79
98.80	-25.78	112.76		0.00	-16.62	24.57	0.00	0.00	0.00	-11.18
0.00	15.17	-49.31	-24.87	-7.50	0.00	-34.07	-21.90	0.00	0.00	0.00
4.25	30.00	0.00	-2.94	-43.95	-20.13					
3.61	31.66	28.91	-0.41	-10.62	11.89	34.38	-29.38	18.55	-106.87	
86.17	85.22	-3.84	2.26	2.07	-32.88	-18.09	-11.35	98.26	65.49	-81.23 -
7.18	-6.23	2.10	2.76	15.20	12.09	4.51	0.00	10.05	105.32	-
24.84	114.96		0.00	-19.76	20.80	0.00	0.00	0.00	-8.72	0.00
16.91	-43.98	-20.66	6.98	0.00	-44.06	-23.00	0.00	0.00	0.00	6.11
31.56	0.00	-4.79	-42.14	-24.99						
3.43	33.39	29.84	-0.38	-10.00	13.44	35.64	-26.02	17.46	-6.41	81.27 -
9.89	-3.84	0.02	1.92	-33.05	-12.51	-8.02	72.04	66.32	-65.43	-7.22 -
8.70	1.79	2.59	12.08	13.88	3.49	0.00	11.35	110.77		-23.41
116.25	0.00	-27.49	14.88	0.00	0.00	0.00	-5.56	0.00	18.37	-41.26 -
16.07	20.30	0.00	-56.75	-22.63	0.00	0.00	0.00	8.05	32.35	0.00 -
5.84	-40.32	-28.72								
3.22	34.67	30.71	-0.45	-8.94	16.09	36.67	-23.24	16.37	5.62	67.79 -
8.04	-3.85	-4.11	1.64	-32.66	-6.19	-3.96	41.10	59.90	-48.07	-7.26 -
10.62	1.54	2.20	9.03	14.27	3.12	0.00	12.68	114.37		-21.46
116.59	0.00	-41.93	9.15	0.00	0.00	0.00	-2.13	0.00	19.49	-40.44 -

12.25 31.86 0.00 -71.21 -21.73 0.00 0.00 0.00 9.65 32.50 0.00 -
5.99 -38.47 -31.44

3.03 35.50 31.54 -0.48 -7.56 19.40 36.55 -19.80 14.09 6.40 49.37
5.48 -3.87 -7.65 1.40 -31.33 0.95 0.58 18.75 45.26 -34.53 -7.27 -
10.97 1.49 1.56 6.06 14.01 3.06 0.00 13.46 116.64 -18.84
115.93 0.00 -62.25 4.62 0.00 0.00 0.00 1.08 0.00 20.44 -40.37 -
8.37 41.09 0.00 -84.66 -20.79 0.00 0.00 0.00 10.55 33.08 0.00 -
5.47 -37.39 -33.70

2.87 35.91 32.31 -0.54 -6.09 22.81 35.46 -15.32 10.66 5.87 28.85
16.04 -3.89 -9.36 1.28 -29.24 7.92 4.41 5.76 28.19 -25.14 -7.25 -
10.14 1.60 0.83 3.48 13.51 3.20 0.00 14.53 118.48 -16.62
114.22 0.00 -85.07 0.79 0.00 0.00 0.00 3.25 0.00 20.95 -40.20 -
4.12 48.96 180.00 -85.34 160.06 0.00 0.00 0.00 10.78
33.92 0.00 -4.65 -36.80 -35.31

2.74 35.90 32.96 -0.81 -5.01 25.67 34.43 -10.76 7.29 6.23 11.44
21.78 -3.89 -9.52 1.27 -26.89 13.04 6.52 -1.11 15.02 -20.43 -7.20 -
7.40 1.95 0.58 1.97 12.80 3.08 0.00 16.44 120.34 -15.19
111.42 -180.00 -75.08 177.55 0.00 0.00 0.00 3.54 0.00
20.94 -39.87 0.02 51.63 -180.00 -79.77 160.66 0.00 0.00
0.00 10.06 34.54 0.00 -3.84 -36.73 -35.60

2.64 35.54 33.39 -1.22 -4.57 27.15 34.10 -6.90 4.65 7.14 0.58
26.47 -3.89 -9.45 1.28 -25.10 15.07 6.94 -3.89 8.72 -19.55 -7.15 -
3.67 2.42 1.19 1.98 12.18 2.30 0.00 18.27 120.92 -14.07
107.49 -180.00 -63.45 175.47 0.00 0.00 0.00 2.14 0.00
20.32 -40.01 3.44 49.88 180.00 -79.09 160.81 0.00 0.00
0.00 8.31 34.89 0.00 -3.58 -37.56 -34.54

2.59 35.08 33.63 -0.92 -4.72 27.34 34.04 -4.09 2.76 7.59 -3.57
32.42 -3.90 -9.93 1.24 -25.20 14.92 6.91 -4.10 8.57 -19.05 -7.14 -
1.13 2.74 1.67 3.70 11.68 1.72 0.00 18.82 117.82 -13.40
100.71 -180.00 -62.57 175.24 0.00 0.00 0.00 0.47 0.00
18.96 -41.26 6.26 44.68 -180.00 -83.37 160.47 0.00 0.00
0.00 6.26 34.75 0.00 -3.66 -38.63 -32.62

2.61 34.79 33.80 0.19 -4.61 27.23 33.82 -3.71 2.48 6.58 -2.20
36.51 -3.91 -10.69 1.19 -27.26 13.69 6.95 -2.64 11.41 -17.83 -7.14
0.09 2.90 1.21 5.63 10.88 1.79 0.00 17.26 111.24 -12.58
95.26 -180.00 -72.77 177.05 0.00 0.00 0.00 -0.40 0.00
17.14 -43.12 9.19 36.93 0.00 -87.57 -20.17 0.00 0.00 5.08
34.65 0.00 -4.22 -39.27 -30.84

2.78	34.81	33.92	1.00	-3.89	27.02	33.65	-6.70	4.44	4.74	4.31
34.84	-3.92	-11.75	1.12	-29.79	11.19	6.34	-0.12	15.48	-16.78	-7.14
1.38	3.06	1.03	6.54	9.67	1.31	0.00	13.78	103.80		-10.40
92.71	0.00	-88.13	0.31	0.00	0.00	0.00	-0.59	0.00	15.42	-45.10
12.10	27.14	0.00	-74.40	-20.98	0.00	0.00	0.00	4.34	34.86	0.00 -
4.86	-39.70	-29.24								
3.14	35.05	33.92	0.95	-2.98	26.19	34.19	-12.78	8.54	3.08	16.55
27.72	-3.94	-13.01	1.03	-31.93	6.16	3.82	3.27	22.61	-16.71	-7.15
2.85	3.24	2.14	7.15	8.41	-0.23	0.00	10.04	97.60	-7.22	93.31
0.00	-65.40	4.13	0.00	0.00	0.00	-0.82	0.00	14.34	-47.07	14.14
14.50	0.00	-58.76	-22.16	0.00	0.00	0.00	3.16	34.69	0.00	-5.00 -
40.49	-27.31									
3.61	35.18	33.78	0.56	-2.45	24.48	36.00	-20.29	14.14	1.31	34.11
19.37	-3.96	-14.35	0.93	-34.05	-1.63	-1.10	7.63	34.98	-18.92	-7.15
2.60	3.21	3.84	8.84	7.46	-1.54	0.00	7.45	92.67	-4.67	96.91
0.00	-43.10	8.83	0.00	0.00	0.00	-1.32	0.00	14.31	-49.43	14.90 -
1.29	0.00	-43.20	-24.07	0.00	0.00	0.00	1.92	33.56	0.00	-4.69 -
41.80	-24.71									
4.08	34.77	33.59	0.46	-2.22	22.11	39.14	-27.26	20.45	-3.21	54.01
16.29	-3.98	-15.43	0.86	-36.73	-10.92	-8.05	13.72	51.86	-23.90	-7.14 -
0.92	2.77	4.76	11.16	7.03	-1.51	0.00	5.71	87.78	-3.66	104.74
	0.00	-25.71	15.81	0.00	0.00	0.00	-1.68	0.00	14.69	-52.73
14.28	-18.49	0.00	-29.13	-26.58	0.00	0.00	0.00	0.98	32.24	0.00 -
3.54	-42.53	-21.08								
4.49	33.61	33.49	0.86	-2.20	19.73	43.00	-32.89	26.86	-19.55	72.72
27.12	-3.99	-15.93	0.82	-40.10	-20.19	-16.20	27.96	70.20	-35.93	-7.19 -
6.54	2.06	4.31	13.16	6.55	-0.61	0.00	4.39	81.70	-4.25	118.42
	0.00	-17.77	22.68	0.00	0.00	0.00	-1.54	0.00	14.33	-56.48
12.26	-34.69	0.00	-18.46	-28.47	0.00	0.00	0.00	0.72	31.13	0.00 -
2.34	-42.12	-16.95								
4.87	31.87	33.49	1.45	-2.96	17.96	46.30	-37.27	32.36	-95.89	81.41
97.39	-3.99	-15.63	0.84	-43.34	-27.77	-23.73	95.62	79.95	-99.59	-7.29 -
11.77	1.39	3.45	15.34	4.91	-0.54	0.00	3.55	75.22	-6.04	126.13
	0.00	-16.13	24.76	0.00	0.00	0.00	-1.34	0.00	13.66	-58.60
9.62	-46.91	0.00	-13.20	-27.74	0.00	0.00	0.00	0.51	29.67	0.00 -
1.09	-41.20	-12.48								
5.27	29.85	33.60	1.85	-4.62	16.63	48.09	-40.38	35.82	-141.47	
73.41	136.60		-3.96	-14.30	0.94	-45.01	-33.20	-28.71	140.93	
70.26	-140.11		-7.40	-15.21	0.93	2.99	17.81	2.42	-2.04	0.00
2.49	70.16	-8.43	125.41		0.00	-15.86	25.22	0.00	0.00	0.00 -

1.14	0.00	14.45	-58.40	7.99	-51.57	0.00	-12.17	-26.25	0.00	0.00
0.00	0.16	28.63	0.00	0.15	-40.97	-8.35				
5.66	27.62	33.76	2.18	-6.72	15.14	48.30	-42.32	37.08	-149.60	
67.25	140.71		-3.94	-13.18	1.02	-44.80	-37.62	-31.23	148.43	
61.25	-144.55		-7.48	-17.26	0.65	2.48	20.32	0.67	-4.16	0.00
0.06	66.53	-11.27	122.00		0.00	-15.69	25.53	0.00	0.00	0.00 -
0.44	0.00	16.63	-57.42	7.31	-53.04	0.00	-12.51	-25.12	0.00	0.00
0.00	-0.33	28.58	0.00	1.22	-41.78	-5.41				
6.02	25.14	33.90	2.77	-8.99	13.45	48.10	-44.06	37.78	-155.19	
63.25	145.96		-3.96	-14.21	0.94	-43.62	-41.91	-32.48	152.34	
55.87	-149.40		-7.59	-19.81	0.30	1.34	23.02	0.38	-6.07	0.00 -
4.06	64.17	-14.72	116.73		0.00	-15.65	25.63	0.00	0.00	0.00
0.98	0.00	18.70	-57.09	5.77	-55.98	0.00	-12.68	-23.60	0.00	0.00
0.00	-1.16	29.60	0.00	2.71	-43.90	-3.09				
6.36	22.41	33.98	3.60	-11.23	12.12	49.58	-47.24	40.76	-164.26	
57.98	157.20		-3.99	-16.09	0.81	-43.70	-46.14	-34.57	158.18	
51.18	-159.52		-7.81	-23.93	-0.30	-0.54	26.22	0.46	-6.83	0.00 -
8.02	63.21	-20.05	110.02		0.00	-15.78	25.48	0.00	0.00	0.00
2.76	0.00	19.14	-57.96	0.71	-60.79	0.00	-12.31	-21.11	0.00	0.00
0.00	-1.47	29.81	0.00	4.59	-46.35	-0.54				
6.73	19.61	34.03	4.36	-13.27	11.41	54.73	-52.13	48.14	-173.34	
50.35	168.98		-4.00	-16.14	0.80	-47.52	-50.45	-40.10	165.27	
45.04	-171.23		-8.03	-27.23	-0.81	-2.71	29.74	-0.34	-5.41	0.00 -
9.93	63.53	-28.15	103.87		0.00	-16.08	25.09	0.00	0.00	0.00
3.86	0.00	18.43	-59.58	-8.51	-68.17	0.00	-11.60	-16.66	0.00	0.00
0.00	-0.50	27.91	0.00	6.08	-47.91	2.23				
7.10	17.05	34.10	4.42	-15.32	11.03	63.48	-56.54	59.11	-179.34	
42.27	177.47		-3.97	-15.01	0.89	-54.91	-54.08	-49.06	170.97	
38.23	-179.53		-8.08	-27.91	-0.92	-3.84	32.97	-1.73	-2.72	0.00 -
11.18	65.48	-37.20	99.10	0.00	-16.57	24.35	0.00	0.00	0.00	3.88
0.00	18.24	-61.95	-19.04	-77.01	0.00	-11.33	-11.01	0.00	0.00	0.00
0.88	25.78	0.00	7.21	-49.18	4.51					
7.44	15.15	34.15	3.50	-17.16	10.57	72.45	-58.80	69.71	177.69	
35.98	-176.89		-3.97	-14.96	0.89	-62.18	-55.81	-57.47	174.10	
32.98	177.11		-8.05	-27.41	-0.84	-3.20	35.14	-3.05	-0.28	0.00 -
13.46	69.15	-45.25	94.74	0.00	-17.33	23.19	0.00	0.00	0.00	2.90
0.00	19.05	-64.97	-28.60	-83.66	0.00	-11.98	-7.10	0.00	0.00	0.00
1.55	25.25	0.00	8.20	-50.95	5.78					

7.76	14.32	34.10	2.25	-18.10	10.01	77.29	-59.43	75.32	176.90	
33.10	-174.11		-3.99	-15.62	0.84	-65.82	-55.69	-61.47	175.46	
30.99	177.52		-8.03	-27.16	-0.80	-1.65	36.03	-4.16	1.48	0.00 -
16.07	73.19	-52.40	89.78	0.00	-18.37	21.64	0.00	0.00	0.00	1.27
0.00	20.19	-67.99	-37.27	-86.62	0.00	-13.40	-5.92	0.00	0.00	0.00
1.52	25.28	0.00	8.74	-52.34	6.04					
8.06	14.79	33.92	1.34	-18.17	9.53	75.42	-59.19	73.15	177.36	
34.35	-174.82		-3.98	-15.32	0.86	-64.62	-54.38	-59.73	175.66	
32.75	-179.41		-8.00	-26.77	-0.74	-0.15	36.20	-4.89	2.70	0.00 -
18.25	76.44	-59.19	85.87	0.00	-19.44	20.14	0.00	0.00	0.00	-0.66
0.00	21.08	-70.39	-45.30	-86.47	0.00	-15.24	-6.58	0.00	0.00	0.00
1.32	25.19	0.00	8.20	-53.13	5.17					
8.32	16.40	33.67	0.65	-17.77	9.28	67.80	-57.88	64.27	178.78	
39.11	-178.46		-3.96	-14.27	0.94	-59.49	-52.15	-53.27	174.11	
37.75	-174.20		-7.91	-25.42	-0.53	1.41	35.90	-5.44	3.39	0.00 -
19.86	78.28	-65.49	83.97	0.00	-20.13	19.21	0.00	0.00	0.00	-2.77
0.00	21.47	-71.58	-52.30	-82.70	0.00	-17.84	-8.81	0.00	0.00	0.00
0.72	25.00	0.00	7.37	-52.99	4.15					
8.53	18.68	33.48	0.02	-17.34	9.45	57.76	-55.01	52.41	-178.25	
45.98	176.07		-3.95	-13.41	1.00	-52.36	-48.52	-44.17	169.58	
44.58	-166.59		-7.79	-23.56	-0.25	3.09	35.03	-6.26	3.70	0.00 -
20.76	77.05	-70.74	80.14	0.00	-20.86	18.41	0.00	0.00	0.00	-4.74
0.00	21.37	-70.63	-57.77	-73.31	0.00	-22.22	-12.65	0.00	0.00	0.00 -
0.23	25.21	0.00	6.78	-51.66	3.56					
8.70	21.20	33.41	-0.32	-17.00	9.82	48.51	-50.48	41.10	-172.28	
53.61	168.46		-3.94	-12.98	1.03	-45.22	-43.55	-34.78	160.99	
51.64	-156.18		-7.74	-22.59	-0.10	4.17	33.44	-6.83	3.82	0.00 -
20.99	69.71	-74.10	66.56	0.00	-22.69	16.86	0.00	0.00	0.00	-6.52
0.00	20.70	-66.74	-60.78	-57.78	0.00	-29.77	-17.07	0.00	0.00	0.00 -
1.06	26.44	0.00	5.93	-49.86	2.92					
8.84	23.68	33.45	-0.29	-16.53	10.23	41.44	-45.34	32.13	-161.69	
60.85	157.22		-3.93	-12.19	1.09	-39.11	-38.06	-26.62	147.54	
57.66	-142.51		-7.75	-22.93	-0.15	4.30	30.95	-6.83	3.87	0.00 -
21.00	57.57	-73.89	41.95	0.00	-27.22	13.88	0.00	0.00	0.00	-7.97
0.00	19.57	-61.89	-60.73	-39.52	0.00	-40.83	-20.62	0.00	0.00	0.00 -
1.68	28.69	0.00	5.12	-47.87	2.35					
8.96	26.06	33.56	-0.03	-15.85	10.65	36.28	-40.54	25.51	-145.26	
66.85	140.33		-3.90	-10.32	1.22	-33.97	-32.79	-20.05	128.85	
61.76	-125.27		-7.80	-23.75	-0.27	3.67	27.82	-6.61	3.87	0.00 -
20.56	50.38	-70.02	19.77	0.00	-35.83	10.13	0.00	0.00	0.00	-8.69

0.00 18.29 -59.94 -57.97 -23.97 0.00 -54.39 -22.94 0.00 0.00 0.00 -
1.71 31.49 0.00 4.21 -46.05 1.98

9.05 28.37 33.70 0.35 -15.18 11.10 32.26 -36.07 20.39 -121.45
70.71 115.51 -3.87 -7.28 1.43 -29.57 -28.01 -14.92 105.78
63.33 -105.04 -7.75 -22.92 -0.15 2.56 24.86 -6.43 3.89 0.00 -
19.10 49.71 -64.28 6.01 0.00 -48.33 6.74 0.00 0.00 0.00 -8.38
0.00 16.75 -61.52 -53.34 -13.67 0.00 -69.21 -24.34 0.00 0.00 0.00 -
0.75 33.95 0.00 2.77 -44.30 1.56

9.16 30.69 33.85 0.86 -14.48 11.30 28.72 -31.30 15.89 -92.08 70.43
85.06 -3.85 -4.42 1.62 -25.99 -24.07 -11.24 82.07 62.13 -85.20 -7.57 -
19.40 0.36 1.21 22.13 -5.88 3.42 0.00 -17.07 52.57 -57.38 -2.29
0.00 -63.54 3.93 0.00 0.00 0.00 -7.29 0.00 15.09 -64.36 -46.58 -
7.09 0.00 -84.08 -25.23 0.00 0.00 0.00 0.14 36.03 0.00 1.90 -
42.49 1.33

9.32 32.94 33.99 1.31 -13.53 11.13 25.25 -26.31 11.81 -69.67 65.91
63.64 -3.84 -3.32 1.69 -23.05 -21.14 -8.73 62.24 58.16 -70.75 -7.37 -
14.48 1.03 -0.05 19.29 -5.12 2.60 0.00 -14.75 56.89 -49.61 -8.31
0.00 -79.10 1.58 0.00 0.00 0.00 -5.79 0.00 13.51 -66.85 -37.89 -
1.40 180.00 -82.21 154.11 0.00 0.00 0.00 0.73 37.87
0.00 1.66 -40.75 1.15

9.56 34.95 34.09 1.55 -12.31 10.82 21.62 -21.71 8.34 -57.09 60.52
56.62 -3.85 -4.44 1.62 -20.54 -19.06 -6.98 48.82 52.38 -64.88 -7.27 -
10.89 1.50 -0.86 16.30 -4.63 1.92 0.00 -12.34 61.10 -41.27 -14.35
180.00 -87.58 179.64 0.00 0.00 0.00 -4.42 0.00 11.87 -68.56 -
28.19 5.14 -180.00 -71.19 153.71 0.00 0.00 0.00 1.18
39.26 0.00 1.41 -38.97 0.70

9.89 36.52 34.16 1.77 -10.99 10.60 17.68 -17.80 5.57 -49.47 56.30
58.56 -3.87 -7.14 1.44 -18.64 -17.64 -5.84 41.08 46.49 -65.87 -7.25 -
10.25 1.59 -1.28 13.38 -4.56 1.46 0.00 -10.09 64.49 -32.46 -21.94 -
180.00 -78.15 178.19 0.00 0.00 0.00 -3.43 0.00 9.96 -69.86 -
18.54 12.93 -180.00 -64.62 153.84 0.00 0.00 0.00 1.09
40.31 0.00 1.29 -37.37 0.12

10.26 37.57 34.19 2.19 -9.95 10.36 13.45 -13.81 3.27 -42.20 52.24
60.11 -3.89 -9.16 1.30 -17.44 -16.59 -5.12 37.02 41.87 -68.82 -7.28 -
11.47 1.43 -1.49 11.20 -4.46 1.18 0.00 -7.91 66.90 -23.91 -30.40 -
180.00 -73.96 177.52 0.00 0.00 0.00 -2.97 0.00 7.65 -70.85 -
9.78 21.04 -180.00 -63.41 154.58 0.00 0.00 0.00 0.18
40.51 0.00 1.58 -35.66 -0.21

10.65	38.17	34.22	2.50	-9.42	10.04	9.34	-9.01	1.48	-33.06	46.42	
56.30	-3.89	-9.46	1.28	-16.45	-15.49	-4.51	35.00	38.69	-70.61	-7.31	-
12.41	1.30	-1.28	9.99	-4.25	0.83	0.00	-5.38	68.27	-16.63	-37.54	-
180.00	-76.19	177.90		0.00	0.00	0.00	-2.57	0.00	5.40	-71.56	-
1.81	27.61	-180.00		-67.32	155.56		0.00	0.00	0.00	-0.89	
39.83	0.00	1.75	-33.67	-0.41							

10.99	38.44	34.24	2.40	-9.20	9.81	5.78	-3.71	0.38	-23.89	38.50	
50.79	-3.90	-9.87	1.25	-15.13	-14.10	-3.77	33.71	36.11	-71.24	-7.30	-
11.95	1.37	-0.62	9.39	-4.02	0.35	0.00	-2.63	68.61	-11.01	-41.64	-
180.00	-84.05	179.12		0.00	0.00	0.00	-1.84	0.00	3.28	-71.51	
5.30	30.92	180.00		-75.73	156.29		0.00	0.00	0.00	-1.05	
38.53	0.00	0.87	-31.46	-1.00							

11.23	38.54	34.24	2.14	-8.90	10.13	2.66	0.81	-0.04	-16.28	30.45	
46.91	-3.91	-11.33	1.15	-13.41	-12.28	-2.90	31.75	32.90	-71.53	-7.26	-
10.40	1.57	-0.05	8.92	-3.76	-0.20	0.00	-0.54	68.10	-6.76	-42.49	
0.00	-84.61	0.78	0.00	0.00	0.00	-0.74	0.00	0.66	-70.06	10.92	
30.30	180.00		-87.71	156.58		0.00	0.00	0.00	0.13	37.28	
0.00	-0.91	-29.68	-2.43								

11.36	38.67	34.21	2.16	-8.22	10.97	-0.07	3.85	0.00	-10.61	23.71	
44.48	-3.94	-12.81	1.04	-11.36	-10.16	-2.03	28.01	28.49	-71.48	-7.23	-
9.16	1.73	-0.24	8.13	-2.90	-0.64	0.00	-0.39	66.90	-2.99	-40.32	
0.00	-71.45	2.68	0.00	0.00	0.00	0.81	0.00	-2.58	-67.51	14.97	
26.17	0.00	-78.16	-23.53	0.00	0.00	0.00	2.94	36.61	0.00	-3.43	-
28.42	-5.28										

11.40	38.93	34.19	2.41	-7.21	11.82	-2.27	5.81	0.23	-6.59	18.07	
42.59	-3.94	-13.28	1.01	-8.88	-7.85	-1.22	22.51	22.93	-70.96	-7.23	-
9.29	1.71	-1.11	6.87	-1.56	-0.99	0.00	-1.64	65.45	0.38	-35.81	
0.00	-57.92	4.83	0.00	0.00	0.00	2.76	0.00	-5.66	-65.02	17.60	
19.47	0.00	-63.32	-24.03	0.00	0.00	0.00	6.61	37.03	0.00	-6.35	-
29.00	-8.82										

11.39	39.30	34.21	2.39	-6.13	12.23	-3.73	7.66	0.50	-3.55	12.38	
41.05	-3.93	-12.46	1.07	-5.79	-5.29	-0.54	16.15	16.40	-69.84	-7.25	-
10.08	1.61	-1.68	5.41	-1.39	-1.54	0.00	-1.73	64.34	3.05	-29.04	
0.00	-44.93	7.49	0.00	0.00	0.00	4.16	0.00	-7.07	-63.16	18.84	
11.31	0.00	-49.08	-25.03	0.00	0.00	0.00	8.32	38.20	0.00	-7.97	-
32.36	-10.12										

11.36	39.67	34.27	1.94	-5.08	12.29	-4.60	9.58	0.77	-0.94	6.47	
40.07	-3.91	-10.75	1.19	-2.38	-2.48	-0.10	9.93	9.12	-68.37	-7.25	-
10.26	1.58	-1.42	4.04	-2.95	-1.99	0.00	0.44	63.26	4.75	-18.50	
0.00	-33.30	11.07	0.00	0.00	0.00	4.18	0.00	-6.93	-61.95	18.70	

0.67 0.00 -36.25 -26.82 0.00 0.00 0.00 6.40 39.01 0.00 -6.47 -
37.95 -7.56

11.29 39.93 34.30 1.23 -4.07 12.25 -5.03 11.07 0.97 1.23 1.35
39.58 -3.89 -9.03 1.31 0.82 0.27 0.00 4.61 1.81 -67.12 -7.24 -
9.43 1.69 -0.59 2.96 -4.31 -1.94 0.00 2.75 61.85 5.42 -1.61
0.00 -23.73 16.28 0.00 0.00 0.00 3.14 0.00 -7.52 -61.72 17.42 -
11.85 0.00 -25.17 -29.53 0.00 0.00 0.00 3.38 38.65 0.00 -3.37 -
43.37 -4.33

11.20 40.05 34.30 0.61 -3.02 12.20 -5.20 11.67 1.05 2.63 -2.06
39.39 -3.88 -8.00 1.38 3.21 2.35 -0.13 0.75 -4.35 -66.26 -7.21 -
8.25 1.84 0.10 2.22 -4.56 -1.16 0.00 4.59 60.93 4.38 19.82
0.00 -17.50 22.58 0.00 0.00 0.00 1.82 0.00 -9.77 -62.97 15.50 -
25.63 0.00 -16.93 -30.13 0.00 0.00 0.00 1.75 36.91 0.00 -1.35 -
46.07 -3.10

11.11 40.06 34.25 0.29 -2.09 11.89 -5.28 11.45 1.05 3.16 -3.64
39.59 -3.87 -7.80 1.39 4.51 3.37 -0.27 -1.43 -8.33 -65.49 -7.20 -
7.40 1.95 0.11 1.99 -4.48 0.21 0.00 7.50 62.20 1.64 39.96
0.00 -15.42 25.97 0.00 0.00 0.00 0.76 0.00 -12.36 -65.06 13.64 -
40.07 0.00 -12.54 -22.75 0.00 0.00 0.00 1.92 34.26 0.00 -0.79 -
45.85 -3.01

11.03 40.01 34.13 0.17 -1.47 11.04 -5.35 10.86 1.01 3.16 -3.94
40.33 -3.88 -8.07 1.37 5.01 3.44 -0.30 -2.29 -10.02 -64.47 -7.19 -
6.92 2.01 -0.23 2.24 -3.92 1.47 0.00 10.63 65.12 -0.07 57.65
0.00 -15.29 24.30 0.00 0.00 0.00 -0.28 0.00 -14.30 -66.97 12.35 -
54.55 0.00 -10.81 -10.52 0.00 0.00 0.00 2.96 32.02 0.00 -0.91 -
44.32 -3.22

10.97 39.96 33.98 0.08 -1.31 9.63 -5.48 10.45 1.00 3.11 -3.79
41.67 -3.88 -8.42 1.35 5.29 3.08 -0.28 -2.66 -10.23 -63.08 -7.18 -
6.34 2.09 -0.41 2.91 -2.54 2.20 0.00 12.81 67.53 -0.57 68.44
0.00 -15.39 18.78 0.00 0.00 0.00 -1.53 0.00 -15.76 -68.61 11.55 -
68.46 0.00 -9.90 0.65 0.00 0.00 0.00 3.65 30.65 0.00 -0.84 -
42.52 -3.45

10.93 39.94 33.84 -0.02 -1.58 8.27 -5.53 10.44 1.01 3.07 -3.61
43.00 -3.88 -8.76 1.32 5.62 2.98 -0.29 -2.96 -10.09 -61.72 -7.17 -
5.76 2.16 -0.45 3.87 -0.94 2.80 0.00 13.98 69.12 -0.75 77.86
0.00 -15.55 10.61 0.00 0.00 0.00 -2.59 0.00 -16.97 -70.06 10.94 -
81.18 0.00 -9.37 7.65 0.00 0.00 0.00 4.06 30.13 0.00 -1.04 -
41.00 -4.08

10.87	39.93	33.73	-0.05	-1.81	7.45	-5.47	10.40	0.99	2.91	-3.34	
43.80	-3.89	-9.14	1.30	5.86	3.04	-0.31	-3.15	-10.14	-60.81	-7.17	-
5.39	2.21	-0.63	4.58	0.10	3.56	0.00	14.68	70.09	-1.08	85.99	
0.00	-15.67	0.97	0.00	0.00	0.00	-3.11	0.00	-17.87	-71.53	10.29	-
92.12	0.00	-9.13	10.75	0.00	0.00	0.00	4.46	30.13	0.00	-1.75	-
39.48	-4.98										

10.79	39.92	33.64	-0.07	-1.83	7.07	-5.35	10.22	0.95	2.70	-3.12	
44.04	-3.89	-9.52	1.27	5.99	2.94	-0.31	-3.17	-10.21	-60.40	-7.17	-
5.30	2.22	-0.80	4.85	0.65	4.17	0.00	15.09	70.87	-1.71	92.92	
0.00	-15.70	-8.92	0.00	0.00	0.00	-3.37	0.00	-18.54	-73.02	9.57	-
100.65	0.00	-9.06	12.79	0.00	0.00	0.00	4.78	30.47	0.00	-2.75	-
38.01	-5.92										

10.72	39.90	33.54	-0.15	-1.65	6.86	-5.25	9.98	0.91	2.62	-3.18	
44.06	-3.90	-9.86	1.25	6.17	2.57	-0.28	-3.21	-10.19	-60.25	-7.17	-
5.36	2.21	-0.87	4.83	0.95	4.44	0.00	15.25	71.61	-2.37	98.71	
0.00	-15.65	-17.87	0.00	0.00	0.00	-3.63	0.00	-18.99	-74.22	8.90	-
106.16	0.00	-9.14	14.38	0.00	0.00	0.00	4.93	30.94	0.00	-3.60	-
36.64	-6.75										

10.66	39.88	33.45	-0.22	-1.57	6.77	-5.12	9.82	0.88	2.56	-3.23	
44.02	-3.90	-10.07	1.23	6.33	2.27	-0.25	-3.22	-10.07	-60.19	-7.17	-
5.48	2.20	-0.88	4.98	0.84	4.54	0.00	15.56	72.15	-2.97	103.44	
	0.00	-15.60	-24.69	0.00	0.00	0.00	-3.89	0.00	-18.94	-74.80	
8.40	-108.05		0.00	-9.27	14.60	0.00	0.00	0.00	4.88	31.16	
0.00	-4.22	-35.43	-7.05								

10.60	39.87	33.36	-0.23	-1.60	6.72	-5.02	9.69	0.85	2.47	-3.13	
44.04	-3.90	-10.20	1.23	6.36	2.11	-0.23	-3.14	-9.91	-60.03	-7.17	-
5.57	2.18	-0.90	5.32	0.65	4.68	0.00	15.83	72.46	-3.38	107.19	
	0.00	-15.57	-28.18	0.00	0.00	0.00	-3.89	0.00	-18.64	-75.10	
8.10	-107.53		0.00	-9.34	13.70	0.00	0.00	0.00	4.79	31.17	
0.00	-4.76	-34.48	-7.09								

10.56	39.87	33.28	-0.17	-1.78	6.60	-4.99	9.71	0.84	2.39	-3.02	
44.15	-3.90	-10.25	1.22	6.32	2.08	-0.23	-3.07	-9.69	-59.81	-7.17	-
5.57	2.18	-0.99	5.84	0.52	4.75	0.00	15.98	72.72	-3.69	110.04	
	0.00	-15.49	-30.54	0.00	0.00	0.00	-3.82	0.00	-18.17	-75.13	
7.71	-106.23		0.00	-9.48	12.42	0.00	0.00	0.00	4.89	31.00	
0.00	-5.53	-33.70	-7.09								

10.52	39.88	33.20	-0.14	-1.97	6.37	-4.94	9.77	0.84	2.32	-3.01	
44.39	-3.90	-10.27	1.22	6.33	2.00	-0.22	-2.99	-9.39	-59.52	-7.17	-
5.54	2.19	-1.03	6.34	0.62	4.49	0.00	15.64	72.97	-4.11	112.06	
	0.00	-15.35	-30.90	0.00	0.00	0.00	-3.65	0.00	-17.87	-75.03	

6.75	-104.15	0.00	-9.85	10.26	0.00	0.00	0.00	5.03	30.82	
0.00	-6.14	-33.16	-7.03							
10.49	39.88	33.12	-0.12	-2.25	6.15	-4.87	9.86	0.84	2.21	-2.87
44.60	-3.90	-10.32	1.22	6.33	1.99	-0.22	-2.87	-9.12	-59.40	-7.17 -
5.51	2.19	-1.01	6.81	1.06	3.76	0.00	14.33	73.18	-4.75	113.34
	0.00	-15.22	-29.63	0.00	0.00	0.00	-3.38	0.00	-17.80	-74.74
5.10	-101.28	0.00	-10.56	6.84	0.00	0.00	0.00	0.00	4.97	30.83
0.00	-6.35	-32.90	-7.25							
10.46	39.87	33.06	-0.07	-2.71	6.02	-4.75	10.08	0.83	2.03	-2.55
44.73	-3.90	-10.41	1.21	6.35	2.26	-0.25	-2.80	-8.96	-59.38	-7.17 -
5.53	2.19	-1.01	7.23	1.58	2.65	0.00	12.10	73.40	-5.68	113.95
	0.00	-15.25	-27.11	0.00	0.00	0.00	-2.68	0.00	-17.33	-74.47
2.98	-97.63	0.00	-11.50	2.77	0.00	0.00	0.00	4.71	31.41	0.00 -
5.91	-32.88	-7.54								
10.44	39.87	33.00	0.04	-3.41	5.86	-4.70	10.54	0.86	1.84	-2.24
44.90	-3.90	-10.54	1.20	6.30	2.80	-0.31	-2.68	-8.83	-59.24	-7.17 -
5.49	2.19	-1.16	7.51	1.87	1.20	0.00	9.36	73.65	-6.94	113.97
	0.00	-15.42	-23.72	0.00	0.00	0.00	-1.29	0.00	-15.47	-74.47
0.88	-93.20	0.00	-12.32	-0.92	0.00	0.00	0.00	4.52	33.21	0.00 -
5.11	-33.50	-7.54								
10.41	39.86	32.95	0.17	-4.36	5.71	-4.63	11.25	0.91	1.65	-1.92
45.02	-3.91	-10.68	1.19	6.21	3.61	-0.39	-2.52	-8.74	-59.03	-7.17 -
5.38	2.21	-1.41	7.70	1.59	-0.28	0.00	6.55	73.45	-8.64	112.01
	0.00	-15.65	-19.81	0.00	0.00	0.00	0.55	0.00	-11.87	-74.51 -
1.01	-87.98	0.00	-12.76	-4.21	0.00	0.00	0.00	4.53	35.81	0.00 -
4.13	-34.27	-6.85								
10.38	39.85	32.90	0.27	-5.43	5.52	-4.55	12.11	0.96	1.47	-1.66
45.20	-3.91	-10.76	1.19	6.14	4.50	-0.48	-2.28	-8.52	-58.77	-7.17 -
5.39	2.21	-1.62	7.86	1.00	-1.93	0.00	3.99	72.66	-11.17	106.97
	0.00	-15.89	-15.78	0.00	0.00	0.00	2.39	0.00	-7.30	-74.08 -
3.00	-81.96	0.00	-13.13	-7.65	0.00	0.00	0.00	4.23	38.49	0.00 -
2.98	-34.40	-5.76								
10.36	39.84	32.85	0.37	-6.64	5.38	-4.46	13.11	1.01	1.28	-1.37
45.31	-3.91	-10.80	1.18	6.04	5.46	-0.58	-2.02	-8.21	-58.52	-7.17 -
5.39	2.21	-1.70	8.13	0.13	-3.65	0.00	1.87	71.09	-14.60	99.35
0.00	-16.10	-12.00	0.00	0.00	0.00	3.68	0.00	-2.46	-72.56	-5.55 -
75.16	0.00	-13.81	-11.06	0.00	0.00	0.00	2.91	40.56	0.00	-1.08 -
33.30	-3.90									

10.35	39.84	32.81	0.49	-7.87	5.29	-4.38	14.17	1.07	1.07	-1.14	
45.36	-3.91	-10.83	1.18	5.90	6.45	-0.66	-1.73	-7.87	-58.27	-7.17	-
5.39	2.21	-1.70	8.32	-1.02	-5.48	0.00	0.12	68.66	-18.36	89.66	
0.00	-16.42	-8.83	0.00	0.00	0.00	4.75	0.00	2.58	-70.12	-8.42	-
67.57	0.00	-14.62	-14.54	0.00	0.00	0.00	0.75	42.64	0.00	1.23	-
31.80	-1.29										
10.34	39.85	32.78	0.66	-8.99	5.31	-4.35	15.17	1.14	0.87	-0.93	
45.30	-3.91	-10.87	1.18	5.68	7.38	-0.73	-1.41	-7.56	-58.25	-7.17	-
5.49	2.19	-1.87	8.21	-1.78	-7.31	0.00	-2.21	65.25	-21.57	78.39	
0.00	-17.11	-6.65	0.00	0.00	0.00	5.98	0.00	7.12	-66.87	-10.95	-
59.18	0.00	-15.98	-18.96	0.00	0.00	0.00	-0.84	45.13	0.00	2.80	-
30.63	0.59										
10.34	39.86	32.79	0.89	-10.04	5.41	-4.42	16.17	1.23	0.77	-0.78	
45.06	-3.91	-10.84	1.18	5.45	8.34	-0.79	-1.13	-7.34	-58.62	-7.18	-
5.86	2.15	-2.16	7.97	-1.93	-9.40	0.00	-5.17	61.51	-24.07	66.05	
0.00	-18.22	-5.84	0.00	0.00	0.00	7.43	0.00	10.65	-63.05	-12.64	-
50.00	0.00	-19.07	-23.06	0.00	0.00	0.00	-1.80	47.69	0.00	3.79	-
29.50	1.43										

EK 2

DVD İÇERİĞİ

- Video Görselleri
- Deneysel Çalışmalar
- Autodesk MotionBuilder Programı Deneme Sürümü

SÖZLÜK

ANİMASYON : Birkaç resmin arka arkaya hızlı bir şekilde gösterilmesiyle elde edilen hareketli görüntüdür.

3D ANİMASYON : Bilgisayar teknolojisi kullanılarak, özel yazılımlar ile 3 boyutlu vektörler kullanılarak elde edilen hareketli görüntülerdir

AKTİF MARKER : Işığı kendinden yayan işaretler.

ENSTALASYON : Yerleştirme sanatı olarak bilinen, geleneksel sanat eserlerinin aksine, çevreden bağımsız bir sanat nesnesi içermeyip belirli bir mekân için yaratılan, mekânın niteliklerini kullanıp irdeleyen ve izleyici katılımının temel bir gereklilik olduğu sanat türüdür.

FACIAL MOTION CAPTURE : Yüzde oluşan hareket biçimlerini yakalamak için kullanılan hareket yakalama sistemidir.

INTRO : Oyunların, filmlerin yada herhangi interaktif bir görselin giriş ve bitiş kısımlarında ya da ara geçişlerde kullanılan tanıtıcı jenerik.

MANİPULASYON : Var olanı farklılaştırmak, değiştirmek adına herhangi bir dijital tasarım yazılımıyla gerçekleştirilen deformasyon tekniğidir.

MANYETİK YAKALAMA SİSTEMLERİ : Elektromanyetik Motion Capture sistemleri olarak bilinen, çalışma prensibi verici tarafından meydana getirilen elektromanyetik alana yön vererek sensörlerin yerini ve oryantasyonunu ölçülmesine dayanan hareket takip sistemidir.

MARKERLESS YAKALAMA SİSTEMLERİ : Herhangi bir işaretçiye gereksinim duyulmadan video tabanlı hareket takip sistemidir.

MEKANİK YAKALAMA SİSTEMLERİ : Mekanik bir yapıya sahip kıyafet şeklinde vücuda giyilen mekanik parçaların dönüşlerinin tespit edilmesi ile hareket verilerinin yakalanması prensibine dayanan Motion Capture sistemidir.

MODELLEME : Sanal ortamda gerçeğe eş değer görüntüler yaratma işlemi.

MOTION CAPTURE : Canlı bir aktörün vücudunun belli noktalarına bağlanan aparatlarla yaptığı hareketlerin X, Y, Z koordinatları olarak sayısallaştırılarak bilgisayar ortamına aktarılması işlemidir. Diğer bir tanımla hareket yakalama sistemidir.

MOTION TRACKING : Hareket takip sistemidir.

ONLINE : Çevrimiçi.

OPTİK YAKALAMA SİSTEMLERİ : Canlının üzerine yerleştirilen yansıtıcı vericilerin sağladıkları yansımanın, stüdyoya yerleştirilmiş çok hızlı algılama yeteneğine sahip kameralarla takip edilmesi prensibine dayanan hareket takip sistemidir.

ORYANTASYON : Yön bilgisi.

PASİF MARKER : Dış kaynaklardan gelen ışığı yansıtan işaretler.

POTANSİYOMETRE : Dışardan fiziksel müdahaleler ile değeri değiştirilebilen dirençler.

RENDER : 3 boyutlu veri kümesinden sentetik görüntü oluşturma işlemi.

REPRODÜKSİYON : Tek olarak yapılmış bir yapının, özgün tekniği dışında bir teknikle basılmak sureti ile çoğaltılması veya taklidinin yapılması işlemidir. Farklı bir teknikle yapıldığı için kopya niteliğinde değildir.

SENSÖR : Fiziksel ortam değişikliklerini algılayan cihazlardır. Türkçe’de algılayıcı olarak bilinir ve otomatik kontrol sistemlerinin duyu organlarıdır.

SİMULASYON : Gerçek hayattaki fizik kuralları ve parametreler tanımlanarak, elde edilen animasyonlar.

VELCRO : Halk arasında cırt cırt olarak bilinen yapışkan kumaş.

VERİCİ : Elektromanyetik dalgaları antenden yayın yolu ile göndermek üzere yüksek frekanslı enerji üreten elektronik cihazlar.

VERİTABANI : Sistematik erişim imkânı olan, yönetilebilir, güncellenebilir, taşınabilir, birbirleri arasında tanımlı ilişkiler bulunabilen düzenli bilgiler topluluğu, veri bankası.

VIRTUAL REALITY : Sanal gerçeklik kavramı.



ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad : Merve Kayacık

Doğum Yeri ve Tarihi : 10/02/1984 İstanbul

İletişim : Pota Sok. Atmaca Residance No:4 D:23 Göktürk \ İSTANBUL
Cep: 0533 617 33 11 E-mail: mervish00@hotmail.com

EĞİTİM DURUMU

Yüksek Lisans : İstanbul Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Türk Müziği Yüksek Lisans Programı (2009 – devam ediyor)

Lisans Üniversite : İstanbul Teknik Üniversitesi, Türk Musikisi Devlet Konservatuvarı, Türk Halk Oyunları Bölümü (2003-2008)

Lise : Beyoğlu Anadolu Lisesi (2007)

Orta Okul : Eyüboğlu Koleji (2000)

İlk Okul : Lütfi Banat İlköğretim Okulu

Yabancı Diller : İngilizce, Almanca

Bilgisayar Kullanımı : İleri seviye

KURS, SEMİNER VE SERTİFİKALAR

- Pera Güzel Sanatlar Akademisi, Radyo TV Sinema ve Montaj Eğitimi, 2002 (1 yıl)
- Wall Street Institute, Premiere and Advance English Course, (2 yıl)
- Bilge Adam Web&Grafik Tasarım eğitimi, 2009 (1 yıl)
- International Aerofest-Ankara, www.naofit.com
- Latin Dansları Eğitimi; Tolga Han Dans Stüdyosu ve This is Latino Dans Stüdyosu, (9 yıl)
- Fotoğraf Eğitimi, Saber Anvari (2004-2009)
- Sporcu Lisansı, TC. Sağlık Bakanlığı, 2004

KATILIM VE ÖDÜLLER

- ECIS (Avrupa Uluslararası Okullar Birliği kapsamında), Uluslar arası matematik yarışmasına katılım hakkı.
- "Çatısız Ev", En iyi kısa film ödülü, Kısa Filmciler Derneği
- Profilo Alışveriş Merkezi gösteri salonunda, Kasımpaşa Çocuk Esirgeme Kurumu yararına Şişli Belediyesi'nin katkılarıyla düzenlediğim "Bahar Dans Şenliği"
- İTÜ TMDK THO Bölümü Dünya Dans Günü, "Dünyayla Dans" gösterisi Prodüksyon ödülü

İŞ DENEYİMLERİ

- Mısır Konsoloslğu Turizm Ofisi, Reklam-Tanıtım-Tasarım-Halkla İlişkiler Sorumlusu (2010 - devam ediyor)
 - SHINEIST Creative Photo and Video Production, Firma Sahibi, (2007 - 2009)
- (Altınbaş, Assos, On Mücevharat, Güre Kuyumculuk, Eternity, Ariş, gibi bir çok ünlü markanın fotoğraf ve video prodüksyon işleri.)
- Beys Magazine, dergi editör, köşe yazarı, sayfa tasarımı (2007)
 - Medea Yayıncılık, CEO'S Magazine dergi editör, köşe yazarı, (2006-2007)
 - Medea Yayıncılık, Yenibiriş dergi editör, köşe yazarı, (2006-2007)
 - Cast 33 Sumru Onat, Casting asistanı (2006)
 - Alfa Reklam, Reklam-Montaj ve Grafik Tasarım operatörü, Müdür asistanı (2005)

REFERANSLAR

- *Doç. Serpil Mürtezaoğlu*, İTÜ TMDK THO öğretim görevlisi
- *Saber Anvari*, Shineist Creative Photo and Video Production kurucularından ve Altınbaş Holding'in Profesyonel Fotoğraf Editörü
- *Kaya Ererez*, Rüzgar Filmciliğin sahibi, Yeşilçam Yönetmeni
- *Ahmet Selim Kayacık*, Kayacık Fotoğrafçılık, Türkiye'ye tanıtım fotoğrafı kavramını tanıştıran ve Fotoğraf Federasyonunun kurulumuna ilk önayak olan isim.
- *Syn. Nehad Gamal Eldin*, Mısır Turizm Konsolosu

