beykent üniversitesi

MİMARİ TASARIMDA HAREKET VE ZAMANA BAĞLI ALGORİTMİK MODELLEME: TABİAT FENOMENLERİ ETKİSİNDE MATEMATİKSEL EĞRİLER

doktora tezi



özgür kavurmacıoğlu

istanbul, 2023

Danışman:
Prof. Dr. Sercan Özgencil Yıldırım

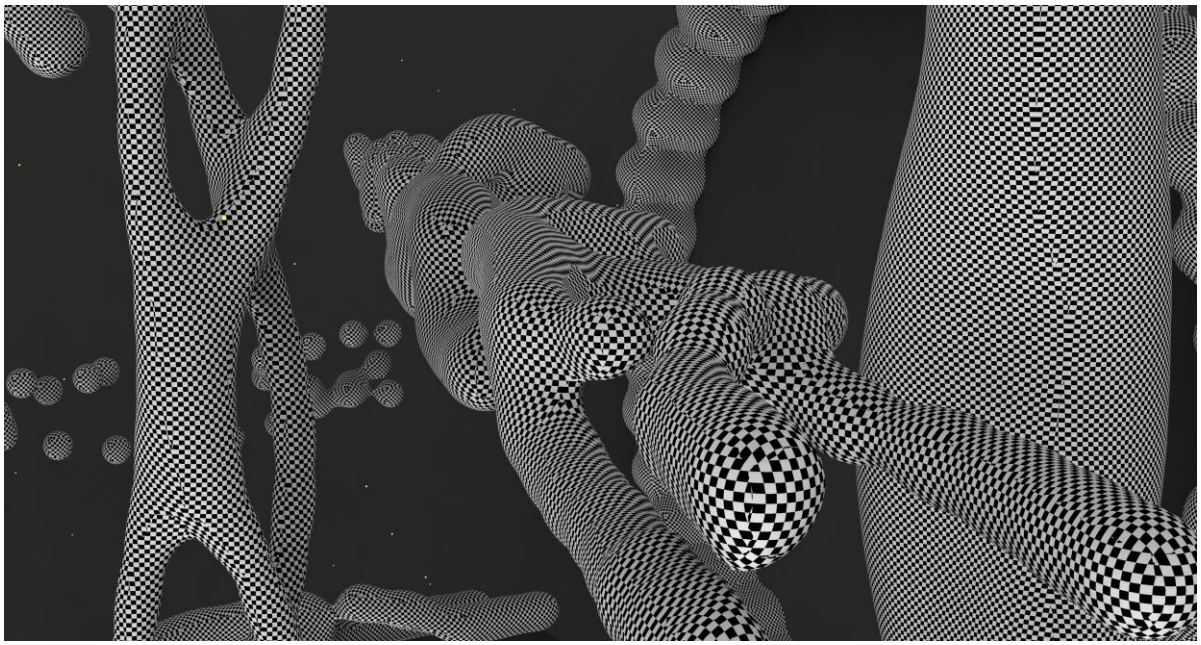
Eş Danışman:
Doç. Dr. Levent Arıdağ

Juri Üyeleri:
Prof. Dr. Hakan Sağlam
Doç. Dr. Fitnat Cimşit Koş
Doç. Dr. Mustafa Orkun Özüer
Dr. Zülal Nurdan Korur

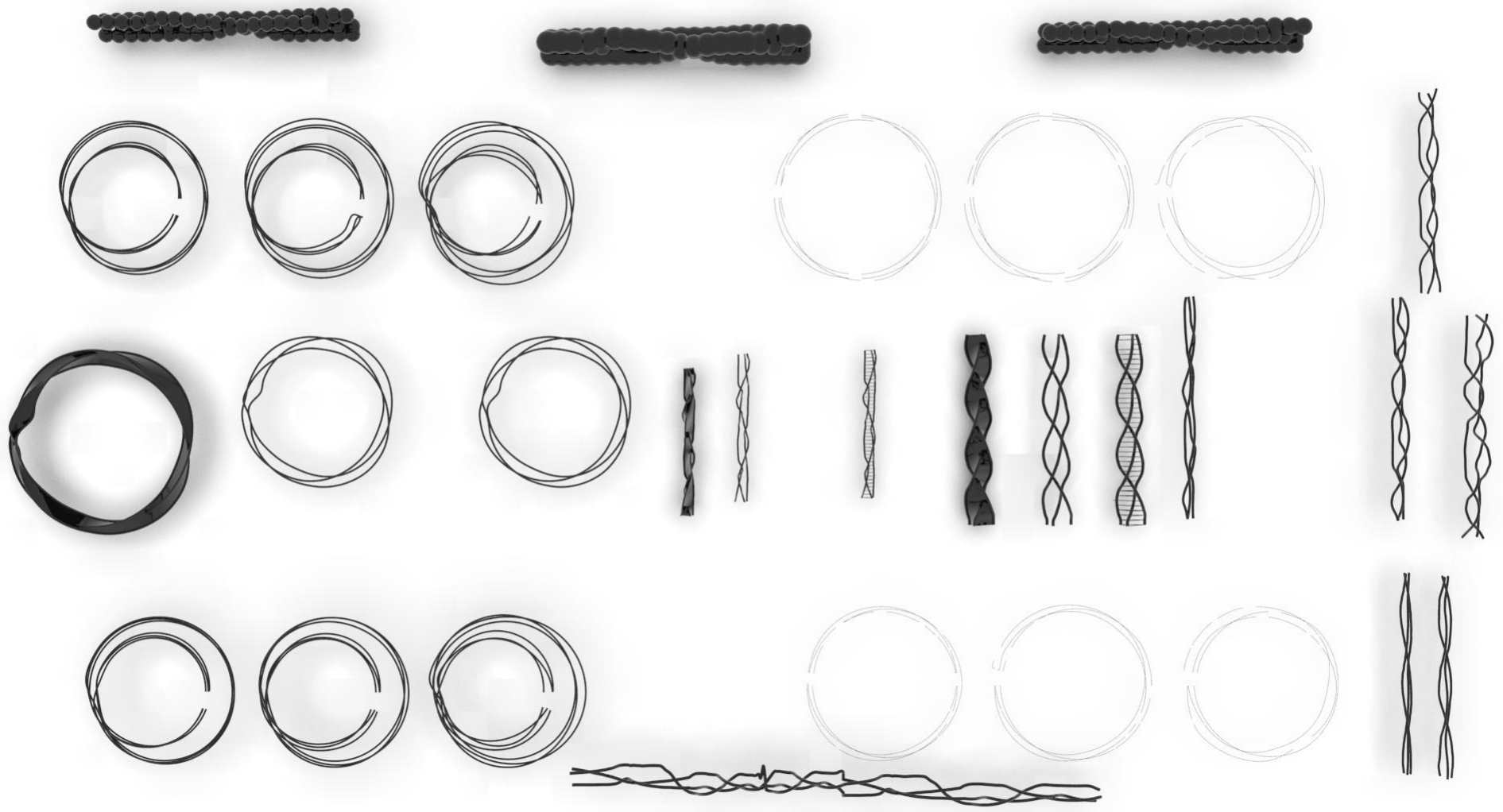
MİMARİ TASARIMDA HAREKET VE ZAMANA BAĞLI ALGORİTMİK MODELLEME: TABİAT FENOMENLERİ ETKİSİNDE MATEMATİKSEL EĞRİLER

Doktora Tezi

Özgür KAVURMACIOĞLU



İstanbul, 2023



ABSTRACT

MOTION AND TIME BASED ALGORITHMIC MODELING IN ARCHITECTURAL DESIGN: MATHEMATICAL CURVES IN THE EFFECT OF NATURAL PHENOMENONS

The research involves a research approach in which conventional design practices and innovative design practices are synthesized; physical expressions and digital expressions are used together. The basic concept of this research is "time/motion" through the relationship between concept and production practices. In this context, process models based on the potentials of a moving ball object in nature and intermediate/form variations that are not the end product are put forward. The research seeks an answer to the question posed in the introduction, "Is motion defined only by the concept of sequential time?" and reveals the relationship of the concept of time/motion with the topological plane. Within the scope of the research, which consists of four parts as Concept-Experiment-Observation-Model, it is important to consider the results in the context of these relationships.

This research, which seeks to answer the question "Is movement defined only by the concept of consecutive time?", has examined the design process of objects under the influence of natural phenomena through the context of movement and time and the variations that emerge in the process. The concept of time/movement formed the infrastructure of the research. In the studies conducted, the data obtained on time/movement mostly focused on the bird, horse and human through the movement of living things. In these studies, geometries in harmony with nature, space and air were observed in their natural flow. In this context, the reason for the ball object to be used in this research is that it is geometrically a sphere. A sphere is an object with a geometry that can adapt to the natural flow of movement.

The research reveals both the performance and variation production of adaptable surfaces under the influence of natural phenomena. These variations are both for the design process and the final product. The curves that make up the surface, according to the external forces and the relationship between them, form the topology of the moment. When the model variations are compared, it is observed that the variables adapt and reach equilibrium states.

The research is modeling an experimental design process. Force relations of natural phenomena are observed and natural motion is experimented. At this point, curves were created with completely real-time data, far from randomness. The effect of external forces on ball motion was evaluated. The main parameters used in the research are; Motion, Weight effect, Wind effect, Trajectory, Distance between photos and Surface material parameters. The algorithm that emerged in the research constructs a design process based on motion and time. Parametrically computable and adaptable curves and surfaces are generated with variables. This means that an infinite number of variations can be generated depending on the parameters. In this context, the important point is that all variations have a value in themselves. As a result, the data recorded in real time allows parameters such as instantaneous force changes, the angle of the ball, its height due to its weight to be defined in temporality. These parameters instantaneously affect the smoothness of the curve.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

ÖZ

ABSTRACT

GİRİŞ 1

Araştırmanın Amacı 4

Araştırmanın Kapsamı 5

Araştırmanın Metodolojisi 7

Araştırmanın Sınırları 9

Yer çekimi 9

Rüzgar 10

İşlevsellik 10

1. KAVRAM

1.1. Zaman/Hareket Okumaları 11

1.2. Mimaride Animasyon Tekniği ve Greg Lynn Okumaları 24

1.3. Kuvvetlerin Dengesi 27

1.4. Topoloji Okumaları 32

1.5. İzomorfik Yüzeyler (Blob) 35

1.6. İlişki Ağı Yazılımı ile Tasarım Araştırmaları 38

1.7. Hareket: Top Hareketi 40

2. DENEY

2.1. Deney Araçları: Hareket Yakalama Teknikleri 43

2.1.1. Kronofotografi Tekniği 44

2.1.1.1. Eadweard Muybridge Kronofotografisi 44

2.1.1.2 Etienne-Jules Marey Kronofotografisi 46

2.1.2. Kinect Hareket Sensörü 51

2.1.3. 'Motion Capture Suit' Teknolojisi 53

2.2. Kronofotografi Deneyleri 54

2.2.1. Kronofotografi Fiziksel Deneyleri 57

2.2.1.1. Deney 1: Doğrusal 58

2.2.1.2. Deney 2: Dairesel 60

2.2.1.3. Deney 3: Mobius Şeridi 61

2.2.1.4. Fiziksel Deneylerin Tartışılması 64
2.2.1.5. Deney 4: Marey Kronofotografi Tekniği 65
2.2.2. Kronofotografi Dijital Deneyler 69
2.2.2.1. Deney 5: Doğrusal 69
2.2.2.2. Deney 6: Dairesel 76
2.2.2.3. Deney 7: Mobius Şeridi 79
2.2.2.4. Dijital Deneylerin Tartışılması (Deney 5-6-7) 84
2.2.2.5. Deney 8: Parametrik Eğri Araştırmaları 85
2.2.2.6 Deney 9: Koreografik Eğriler 87
2.2.2.7.Deney 10: Çekim Alanı Araştırmaları 88
2.2.2.8. Fiziksel Deney 1-2-3 ile Dijital Deney 5-6-7 Tartışma 90
3. GÖZLEM
3.1. Gözlem Süreci 91
3.2. Gözlem Deneyleri 94
3.2.1. Hareket 95
3.2.2. Ağırlık Etkisi 97
3.2.3. Rüzgar Etkisi 99
3.2.4. Yörünge 104
3.2.5. Fotoğraflar Arası Mesafe 114
4. MODEL 115
4.1. Küreler Arası Mesafe Tartışması 117
4.2. Yüzey Materyali 119
4.3. Algoritmanın Grasshopper Tanımı 120
4.4. Model Varyasyonları 121
4.5. Karşılaştırmalar ve Kazanımlar 142
4.6. Varyasyon Diyagramı 145
5. SONUÇ 147
6. KAYNAKLAR 151
7. EKLER 160

GİRİŞ

Tasarım pratiği, konvansiyonel disipliner bakış açısına bağlı kaldığında sonuç ürünü merkeze koyar. Bu çalışma, tasarımın süreç kurma ve bunu yönetme becerisini araştırır. Bu doğrultuda bu çalışma kapsamında; "Tasarım, ilişki kurma süreci içerir" yaklaşımı benimsenmiştir. Tasarım sürecinin bağlı olduğu çoklu ve dinamik veriler, bir akış içindedir. Böylece, tasarım pratiğinde sonuca odaklanmanın yerini tasarım süreci modeli oluşturmak almıştır. Günümüz teknolojisi ile sözü edilen çoklu ve dinamik verilerin analiz edilip tanımlaması, tasarım sürecine bakışı değiştirmiştir. Bu veri akışı zaman/hareket ile okunur. Evrende durağan hiçbir nesne yoktur. Hareketin varlığına bağımlı ya da varlığından bağımsız zaman hep vardır. Duyular ve algılar, çevrenin zaman/hareket üzerinden sorgulanmasına ve anlamlanmasına yardımcı olur. Duyu ve algıların ortamı olarak tabiat, zaman ve hareket arasındaki ilişkiyi sorgulatır. Tasarım pratiği ise bu iki kavramın iletişime geçmesidir. Hareket ve zamanın bu iletişim süreci sonlandırılamayacağı için de tasarım sonsuz varyasyondur. Hareketi tanımlarken zamanı, söz konusu sonsuz varyasyonun olasılık aralıkları olarak görmek mümkündür.

Her hareket, kendine özgü bir akış içindedir. Bu akış dizileri parametreler ile tanımlanır. Parametrik tasarım, değişkenlerin parametreler olarak tanımlanması ve aralarında kurulan ilişkilerin tasarlanmasıdır. Süreç ön plandadır, sonuç varyasyonlardan sadece biri ya da bir ilişki örüntüsüdür. Değişkenlere göre olası biçim, uyum sağlama ve denge halini alma becerisine sahiptir. Tüm doğrusal ve eksantrik iç ve dış kuvvetlere karşı, uyum sağlayabilen bir biçim oluşabilir. Yer çekimi ve rüzgar gibi tabiat fenomenleri kuvvetler oluşturur ve bu kuvvetler bilgi içeren olası biçimler ile etkileşim halindedir.

Zaman/Hareket kavramları ile pratikte herhangi bir eylemin etkileşimi araştırmanın deneylerini şekillendirmiştir. Bu iki ayrı ama bütünleşik eylem tasarım sürecine bütüncül bir şekilde bakılmasını sağlamaktadır. Bütüncül

olarak tabiat fenomenlerini gözlemleyerek elde edilen bilgi ile, tasarım değişkenleri ile sonsuz varyasyonlar üretilebilir. Gözlemlendikten sonra dönüştürülen bu bilginin üretimi ise algoritmalar aracılığıyla bir tasarım süreci modeli öngörülebilir. Algoritma, bir tasarım probleminin "en iyi" çözümü arayan sabit bir biçim öneren sistemin kurulmasından öte, her çıkan çözümün "kendi içinde özgün" ve en optimal varyasyonuna ulaşmaya yönelik açık kodlu bir sistem önerir. Böylelikle tasarımcı için başlangıçta sunum, çizim ve bir temsil aracı olarak kullanılan dijital ortam, günümüzde biçim araştırmak, geliştirmek ve üretmek için kullanılabilmektedir. Dijital tasarım ortamlarının biçim üretme imkanları ve çeşitli parametrik kurgular ile tasarımcıya biçimleri çeşitleme ve örgütleme arayüzü sağlar.

Verilerin süreci etkileyecek parametreler olarak belirlenmesi ve organize edilmesi önemlidir. Verilerin yani parametrelerin birbirleriyle nasıl ilişki kurduğu, sayısal ve geometrik olarak nasıl tanımladığı gibi durumlar incelenir. Bu şekilde belirlenen parametreler değişkenlik gösterdikçe olası bütün durumları araştırılabilir veya türetebilir. Sonuç ürün olarak sürekli gelişen ve işleyen bir süreç elde edilebilir. Bu süreç, performans olasılıkları ve ona karşılık gelen biçimi üretebilir ve biçimin uyumlu ve kendiliğinden oluşan (emergence) olmasına odaklanır. Bu noktada, tekil bir sonuç ürün hedefi yerine onu oluşturacak tasarım süreci ve tasarım parametrelerinin belirlenmesi öncelik kazanmaktadır. Tasarım parametreleri ortaya konduktan sonra kullanılacak tasarım metodu açığa çıkabilirken, bağlı olduğu sistemden türeyen varyasyonlara ulaşılabilir. Bu süreçte tasarım parametrelerinin birbirleriyle ilişkileri irdelenir. Program, artık, tasarımdan önce tamamlanan, bir daha değişmeyen, statik bir tanım olmaktan çıkmış, zamanla yenilenen ve tasarımın kendisine ihtiyaç duyduğu her alanda etkileşebilen bir alan haline gelmiştir. Bu bağlamda oluşturulan algoritma, birden çok olası biçimin oluşmasını sağlayacak bir süreç tasarımına alan açar. Optimizasyon sonucu tek bir biçimin oluşması değil, çoklu biçimlerin oluşması sağlanır. Bu durumda çıkan her biçimin, kendine ait verileri, kuralları ve ilişkileri vardır.

‘Hareket sadece ardışık zaman kavramı ile mi tanımlanır?’ sorusunu yanıtını arayan bu araştırma, tabiat fenomenleri etkisinde nesnelerin, hareket ve zaman bağlamı üzerinden oluşan tasarım süreci ve süreçte ortaya çıkan varyasyonlarını irdelemiştir. Zaman/hareket kavramı araştırmanın altyapısını oluşturmuştur. Yapılan çalışmalarda, zaman/hareket üzerine elde edilen veriler çoğunlukla canlı hareketi üzerinden, kuşa, ata, insana odaklanmıştır. Bu çalışmalarda, tabiatla, uzayla, havayla uyum halinde olan geometriler, doğal akışında gözlemlenmiştir. Bu bağlamda, bu araştırmada kullanılacak top nesnesinin nedeni de geometrik olarak küre olmasıdır. Küre hareketin doğal akışına uyumlanabilen geometriye sahip nesnedir.

Sürekli olarak değişen, dönüşen ve biriken tasarım pratiği, elde edilen tecrübe ve bilgi birikimine bağlı gelenekselleşmiş bir süreci de beraberinde getirmektedir. Bu da tasarım pratiği olarak mimarlık disiplininin görsel düşünceye sıkışan, fikirlerin temsil araçları ile ortaya konduğu bir süreç olarak ele alınmaktadır. Bilgisayarlı tasarım ortamlarında ise günümüzde geliştirilen birçok farklı uygulama sayesinde yeni temsil ortamları açığa çıkmıştır. Dijital ortamın sağladığı olanaklar, topolojik geometrilerin de kolaylıkla ifade edilebildiği arayüzler üretir. Bu kapsamda, araştırmada hem fiziksel hem dijital modeller kullanılarak, deneysel temsil araçları ve bunlara bağlı süreç analizleri üretilmiştir.

Araştırmanın Amacı

Araştırmanın amacı, zaman/hareket üzerinden top hareketinin gerçek zamanlı verileriyle, dijital ortamda varyasyon üreten tasarım süreci araştırmasıdır. Tasarım süreci oluştuktan sonra varyasyonlar gözlemlenecektir. Gerçek zamanlı elde edilen hareket verilerinin gözlemler ile fiziksel veriden dijital veriye dönüştürülerek tasarım parametreleriyle ilişki oluşturan ve bu ilişkiyi sağlayacak algoritmaların yazılması amaçlanmaktadır.

Yer çekimi ve rüzgar tabiat fenomenlerinin, zaman/hareket üzerindeki etkisi araştırılacaktır. Hareketin, zaman parametresine bağlı topolojik yapısı incelenip, sınırları keşfedilecek ve tasarımla ilişkisi kurulacaktır. Topun hareketinin zaman kavramıyla ilişkisinin incelenmesi, araştırmanın temelini oluşturmaktadır. Tez sonrası araştırmalar için zemin hazırlamaktadır. Araştırmada top nesnesi, dış kuvvetler ile homojen olarak etkileşime girebildiği için tercih edilmiştir. Hareketin zaman ile oluşturduğu eğriler ve yüzeyler, topolojik bir durum oluşturur.

Araştırmada, yerçekimi ve tepe noktası yüksekliği ilişkisi, topların ağırlıkları üzerinden kurulmuştur. Farklı ağırlıklara sahip topların, aynı top hareketinde oluşturdukları eğrilerin farkı araştırılacaktır. Buna göre de algoritmada yer çekimi üzerinden bir parametre şekillenecektir. Rüzgar etkisinin olmaması için bu deney kapalı alanda yapılacaktır. Havanın sürtünme kuvveti, bu araştırmada ayrıca etkileşime girmeyecek, sabit bir değer olarak kabul edilecektir. Rüzgar fenomeni etkisi için açık alan tercih edilecektir. Hareketin kuvvet etkisindeki gerçek zamanlı hareket eğrisini bulmak için önemlidir.

Topun hareketini yakalamak ve fiziksel ortamdan dijital ortama aktarmak için sinema disiplininin ilk tekniği olan kronofotografi tekniği kullanılacaktır. Top hareketini oluşturan fotoğrafların sıralı dizilmesi fiziksel deneylerle gözlemlenecek, sonra dijital olarak deneylerle tekrarlanacaktır.

Araştırma parametrik olarak kurgulanmıştır. Tüm değişkenler tanımlı ve gerçek zamanlı tepki vermektedir. Hareketin yakalanmasının ardından kurulan algoritmalar ile tasarım süreci modeli kurgulamaktır.

Ayrıca, Türkiye'de mimari tasarımda deneysel çalışmaların fazlalaşması ve niteliğinin artması sağlayarak, deneysellik perspektifini geliştirmesi amaçlanmaktadır.

Araştırmanın Kapsamı

Top hareketinin zaman parametresi ile ortaya çıkardığı noktalar, hesaplanabilir matematiksel eğriler oluşturacaktır. Oluşan eğriler ve gözlem sonucu çıkan parametreler ile bilgi içeren yüzey araştırmaları yapılarak tasarım süreci modeli kurgulanacaktır.

Araştırmada beden hareketi sürece dahil edilmemiştir. Top hareketinin matematiksel tanımı araştırılmıştır. Bu yüzden nesne olan top, dijital ortamda küre geometrisi ile tanımlanacaktır. Ayrıca bedenin ve elin hareketi parametre olarak dahil edilmemiştir. Sadece gerçek zamanlı veri olarak kullanılmıştır.

Yer çekimi ve rüzgar, tabiat fenomenleri olarak zaman/hareket üzerindeki etkisi ve bu etkinin eğri oluşturmayla ilişkisi araştırılmıştır. Yer çekimi ilişkisinin, eğrinin tepe noktası yüksekliği ile olan ilişkisini gözlemlemek için, kapalı alanda 3 farklı ağırlıkta top kullanılmıştır. Rüzgar etkisi içinde açık alanda gözlem yapılmıştır.

Araştırma dört bölümden oluşmaktadır. Kavram- Deney- Gözlem- Model şeklindedir.

Araştırmanın ikinci bölümü kavramlar üzerinedir. Zaman/hareket ve Greg Lynn okumaları, kuvvetlerin dengesi, topolojik düzlem ve izomorfik yüzey araştırmalarına yer verilmiştir.

Araştırmanın üçüncü bölümünde fiziksel ve dijital deneyler yapılmıştır. Hareket yakalama teknikleri deneysel olarak kurgulanmıştır. Hareket yakalama deneyleri yapılmıştır. Fiziksel modelden gözlemlenen bilgi ile dijital deneyler yapılmış ve top hareketinin eğrisinin algoritması oluşturulmuştur.

Araştırmanın dördüncü bölümünde topun hareketi tekrar gözlemlenmiştir. İki farklı top hareketinin; üç farklı ağırlıktaki top setiyle kapalı alanda(rüzgarsız) ve açık alan (rüzgarlı) olarak video çekimini içermektedir. Deneyler sonucu elde edilen bilgilerin potansiyelleri araştırılmış ve tasarım parametreleri oluşturulmuştur.

Araştırmanın beşinci bölümünde tasarım süreci modeli kurgulanmıştır. Deneylerde elde edilen bilgi, tasarım parametreleriyle ilişkilendirilmiş ve tasarım sürecinin varyasyon üretmesi sağlanmıştır.

Araştırmada, deneysel tasarım çalışması ile belirlenen tasarım parametreleri (hareket, ağırlık etkisi, rüzgar etkisi, yörünge, fotoğraflar arası mesafe, yüzey materyali), bir tasarım süreci modeli kurgulamıştır. Temel kurgu olarak, parametrik tasarım düşüncesi benimsenmiştir. Deneysel bir çalışmada her defasında sonuca ulaşılması beklenmez çünkü önemli olan süreç ve sürece yön veren arayışlardır. Deneysel mimarlığa bakış, sübjektif verilerin bir tasarım önermesi gibi gözükse de bu araştırmada gerçek zamanlı kaydedilen hareketin verileri toplanıp, ortaya çıkan eğri üzerinden yüzey araştırmaları yapılmıştır. Bu noktada rastgelesel elde edilen verilerle değil, tamamen doğal veriler ile bilgi içeren yüzeyler oluşturulacaktır. Araştırma, kartezyen sisteme, zaman düzlemi eklenmesiyle ortaya çıkan çok boyutlu sistemi, topolojik geometri ile tanımlar. Son ürün olarak bir biçim önermez. Bu araştırmada gösterilen biçimler (deney çıktıları), sonsuza kadar devam eden bir süreçten tanımlı bir şekilde çıkartılan varyasyonlardır.

Araştırmanın Metodolojisi



Deneysel metot ile araştırmalar yapılmıştır. Araştırmada Rhinoceros3D programının grasshopper eklentisi, sürecin temel yazılım aracıdır. Süreçte kullanılan parametreler arası ilişkinin kurulabildiği, açık bir şekilde gözlemlendiği ve değişikliklerin anında uygulanabildiği bir programdır. Fiziksel hareketi gözlemlemek için ise dijital fotoğraf makinesi kullanılacaktır.

Tasarımda deneysel araştırmanın amacı; kurulu düzene karşı olup, özgün yolları keşfetmek ve yenilikçi tasarım araç ve metotlarını geliştirmek ve sonucunda potansiyel durumları ortaya çıkarmaktır. Dolayısıyla deneyselliğin tek bir tanımı yoktur.

Hareketin verileri, fiziksel olarak analiz edilip, dijital olarak tasarım sürecine aktarılacaktır.

Araştırmada hareketi gözlemlemek için top nesnesi seçilmiştir. Top bu araştırmada bir araçtır, sirk disiplini irdelenmeyecektir. Top nesnesi dijital ortamda küre olarak kullanılmıştır. Ayrıca bedenin hareketinin de gözlemlenmesi kapsam dışıdır.

Araştırmada yerçekiminin eğrinin tepe noktası yüksekliği ile ilişkisini kuran deneyler, üç farklı ağırlıkta top ile gözlemlenecektir. Rüzgar kuvvetinin, top hareketindeki etkisi açık alanda gözlemlenecektir.

Araştırmada fiziksel modelleme teknikleri kullanılacaktır. Fiziksel modellemenin gözlem verileri dijital modele aktarılacaktır.

Gerçek zamanlı çekim ile hareketin yakalanması, dış kuvvetlerin bir karşılığıdır. Bu yüzden hareket yakalama teknikleri kullanılmıştır.

Hareket yakalama tekniği olarak ‘kronofotografi’ metodu kullanılmıştır. 1878 yıllarında farklı ülkelerde birbirinden bağımsız aynı çalışma yapılmıştır. Eadweard Muybridge ve Etinenne –Jules Marey, birden çok fotoğraf makinesi kullanarak hareketleri kayda almışlardır. Çıkan fotoğraflarda, sabit ve durağan yapıya zaman dilimlerini dahil ederek, hareketin hızı, enerjisi, dinamizmi ortaya çıkmıştır. İkisinin yaptıkları kronofotografi adındaki çalışma sinemanın yani hareketli görüntünün temelini atmıştır. Bu araştırmanın hareket yakalama

tekniği, kronofotografi tekniğini referans olarak kullanmış ve dijitalde geliştirilmiştir.

*Bu araştırma, sonsuz zaman/hareket içinde, sonsuz varyasyonlar üretmemizi sağlamayan algoritmik tasarım süreci modeli geliştirmektedir.

Araştırmanın Sınırları

Araştırma, hareketin zaman içinde oluşturduğu potansiyelleri incelemektedir. Top, tabiat fenomenlerine göre hareket eder ve hesaplanabilir matematiksel bir eğri oluşturmaktadır. Bu araştırmada, yer çekimi kuvveti, rüzgar etkisi ve zaman/hareket ilişkisi, araştırmanın başlangıç parametreleridir. Deney gözlemlerinden yeni parametreler keşfedilmiştir.

Yer Çekimi

Kütle çekim kuvvetinin gezegenler üzerindeki etkisine yer çekimi kuvveti denir. Bu nedenle yer çekimi kuvveti dünyanın, üzerinde bulunan nesnelere uyguladığı kütle çekim kuvvetidir. Maddenin kütlesinden dolayı oluşan kuvvettir ve bu etkiye maruz kalan maddeler, birbirilerine karşı ivmeli bir hareket gerçekleştirir. Kütle büyüdükçe yer çekimi kuvveti de büyür. Yer çekimi kuvvetinin doğrultusu düşey yönde, dünyanın merkezine doğrudur.

Mimarlık, yüzyıllardır yer çekimi ile uğraşmıştır. Yer çekimine dik açı ile cevap vermişlerdir fakat günümüzde dijital araçların gelişmesiyle dik açı zorunluluğu olmadan tasarım süreçleri kurgulanmaktadır.

Rüzgar

Bu araştırmada rüzgar tabiat fenomeninin doğal etkisi kullanılacaktır. Rüzgar parametresi simülasyon olarak değil, rüzgarlı alanda yapılacak çekimler ile incelenecektir. Rüzgar etkisi, top hareketinin oluşturacağı doğal eğrinin ortaya çıkmasını sağlayacaktır. Araştırmada rüzgarın şiddetinin değeri göz ardı

edilecektir. Çekim tekniği nedeni ile rüzgarın, insana göre sağ veya sol tarafından etkimesi sağlanacaktır. Araştırmada açık alan, rüzgarlı alan olarak tanımlanmıştır. Rüzgarın şiddeti ve değişkenliği etkisi doktora sonrası çalışılacak bir parametrelerdir.

İşlevsellik

Araştırma, zaman/hareket kavramının topolojik düzlemle olan ilişkisini ortaya koymakta ve bilgi üreten/taşıyan hesaplanabilir eğriler ve yüzeylerin sürecini yansıtmaktadır. Oluşan her eğri ve yüzey, anlık olarak etkileşime açık ve uyumlanabilir tasarım süreci modeline sahiptir. Bu esneklik durumunun oluşmasını sağlar. İşlevsellik bu durum üzerinden okunabilir. Var olan ve anlık gelen her bilgiye göre esneyebilen bir tasarım süreci kurgulanmıştır.

Sosyal bir işlevsellik de söz konusudur. Kürenin hareketinin zaman düzleminde oluşturduğu gözle görünmeyen eğrinin potansiyelini araştırmak, işlevselliği verir. Ayrıca bu araştırma, eğrilerin faydasını, kapasitesini, uyumunu deneysel metot ile göstermek ve insanların duyularını kullanarak soyut bir şekilde algıladıkları hareketin, somut izini ortaya çıkartarak, zamanı tanımlamaktadır.

Tasarımda rastgelesellik yerine, sürecin bir nedensellik içerdiği ve kontrol edilebilir olduğu bu araştırmanın işlevlerinden biridir. Böylelikle tasarım bir son ürün olarak tanımlanmaz, süreç ön plana çıkar. Bu noktada bu araştırmada hiçbir şey biçim yaratmak için değildir. Ortaya çıkan tüm biçimler, gerçekle kurdukları ilişkinin sonucu oluşan varyasyonlardır.

Bu noktada, bu araştırma tabiat fenomenlerine bağlı olarak kuvvetlerin ilişkisini inceleyecektir. Bu kuvvet dengesi sonucu çıkan verilerin uyumlanabilir olma hali, bu araştırmanın işlevselliğini verir.

1. KAVRAM

1.1. Zaman/Hareket Okumaları

Araştırmanın düşünsel düzlemini bu bölüm oluşturmaktadır. Zamanın, kozmik ölçü birimi olarak tanımlanmasının altyapısını kurar. Zaman kavramının ilk düşüncelerinden, günümüzde zaman kavramının tasarım parametresi olarak kullanılması bağlamında tartışılacaktır. Bu bölümde, zaman kavramı, tarihsel bağlamda Aristotales fiziği, Newton Fiziği ve Einstein Fiziği üzerinden irdelenecektir. Bu üç temel okumanın nedeni, zaman ve hareket arasındaki ilişkinin farklılığıdır. Ayrıca Aristotales fiziğini anlamak için önce Platon'un 'Timaeus' diyaloğu analiz edilmiştir.

Antik çağ düşünürlerinden Platon (MÖ 428-347), 'Timaeus' diyaloğunda, gezegenlerin nasıl oluştuğuna dair düşüncelerinin merkezine zaman kavramının yaratılmasını koyar. Hem gezegenlerin hem de sabit yıldızların düzenli hareketlerinin gözlemlenerek zaman araçlarını (gün, ay, yıl) oluşturduğunu ve gezegenlerin ifade ettiği sayı olarak zamanın tam olarak olayları tarihlendirmemizi sağlayan bir araç olduğunu söyler. Bu noktada zamanı, öncesi 'geçmiş, sonrası 'gelecek' olarak tanımlar. (Tein, 2021)

'Time and Cosmology in Plato and Platonic Tradition' kitabındaki makalede Daniel Vazquez, Platon'un zamanı, sadece kozmik zaman olarak ifade ettiği Timaeus 37e1-38a8 pasajını şöyle çevirmiştir: (Vazguez, 2022:119)

"Çünkü gökler var olmadan önce, günler ve geceler, aylar ve yıllar yoktu. Ama şimdi, gökleri çerçevelerken aynı zamanda onların oluşunu da tasarladı. Bunların hepsi zamanın parçalarıdır ve olmuş ve olacak zamanın var olmuş biçimleridir. Bu tür kavramları düşünmeden ama yanlış bir şekilde sonsuz varlığa uygularız. Çünkü onun olduğunu ve olmasını ve olacağını söylüyoruz, ancak gerçek hesaba göre, onun hakkında uygun bir şekilde söylenen sadece budur. Zaman içinde geçen oluş hakkında doğru bir şekilde söylenmiştir ve söylenecektir, çünkü bu

ikisi harekettir. Ama hiçbir zaman değişmeyen ve hareketsiz olan, sonsuzluğu taklit eden ve sayıca daire çizen zamanın akışı içinde ne yaşlanırlar ne de gençleşirler. Bunlar, daha çok, var olmuş zaman biçimleridir."

Timaeus kitabından Platon için zamanın yaratılmış olduğu ve ölçülebilir, düzenli, yinelenen harekete yani döngüsel harekete bağlı olma düşüncesi okunur. Düzensizliği ise hareket ve zaman üzerinden okumadığı, metafiziksel düşünce olarak ifade ettiği görülür. Ayrıca Platon'un zaman/hareket ilişkisinde; zamanı, iki ucundan sınırlandırılmış lineer bir çizgi olarak değil, sonsuza kadar bir döngü içinde sıralı ve sayılabilen parçalara ayrılmış dairesel bir çizgi olarak tanımladığı söylenebilir.

Platon'un öğrencisi Aristotales (MÖ 384-322), Platon'un zaman üzerine düşüncelerini 'değişim' kavramı üzerinden tekrar okumuştur. "Time for Aristo: Physics IV. 10-14" kitabında Ursula Coope, Aristotales'in değişim üzerinden düşüncesini şöyle yorumlamıştır; (Coope, 2005:91)

"Zamanın akıp gittiği, harekette ve dolayısıyla değişimde görülebilir. Değişim, bir öncesi ve bir sonrası olduğunu ima eder. Hareket halinde bir önce ve bir sonra algısı kazandığımızda zamanın geçtiğini söylüyoruz. Aristotales'e göre zaman, öncesi ve sonrası ile ölçülebilen bir hareket birimidir ve sürekli birbirini takip eden ölçülen 'şimdi' sayısı, 'önce' ve 'sonra' arasındaki sınırdır; zamanın bağlantısını oluşturur, geçmiş ve gelecek zamanı bir arada tutar."

Coope, Aristotales' in Physics IV. 10-14" kitabının 219a26-9 pasajını *"iki farklı 'şimdi' arasında ayrım yaptığımızda zamanın geçtiğini biliriz"* olarak çevirmiştir. (Coope, 2005:95)

Coope bu ifadeyi şöyle yorumlamıştır; (Coope,2005:95)

"Bu argümanlar açıkça, şimdileri sayarak saydığımız şeyin zaman olduğu iddiasını desteklemeyi amaçlamaktadır. Zamanın ölçtüğümüz bir şey olduğunu göstermek için tasarlanmamıştır. Physics IV kitabında ölçümden bahsedilen tek şey, 'şimdi kavramının tartışılmasıdır. Şimdiki ölçülerin önce ve sonra olmakla

değiştiğini söylüyor (219b11-12). Burada söylemek istediği, şimdi kavramının öncesi ve sonrası olarak ikiye ayırmasının değişimi ölçmenin ön koşullarından biri olduğudur."

Aristotales kitapta iki argüman sunmaktadır. 218b10-13 pasajının çevirisinde; (Coope, 2005:34)

"Birincisi, bir hareket veya değişim sadece değişen şeydeyken, zaman her yerde ve her şeyde eşit olarak bulunur"

218b13-18 pasajının çevirisinde; (Coope, 2005:35)

"İkincisi, değişim daha hızlı ve daha yavaşken, zaman sabittir."

Zaman, hareketle eşitlenmemelidir, çünkü hareket daha hızlı veya daha yavaş çalışabilir, ancak zamanın kendisi olamaz: 'hızlı' veya 'yavaş' olur, evet sadece zamanla belirlenir. Zaman ya harekettir ya da hareketin seyri içindeki bir şeydir. Ama tam olarak hareket olmadığına göre, hareketin seyri içinde bir şey olmalı. (Coope, 2005)

Bu argümanlara göre, Aristotales, değişimi zamandan farklı olarak tanımlamıştır. Değişim kendi içinde farklılaşırken, zaman hep aynıdır. Ölçülen zamandır, değişim değildir. Çünkü yavaş ve hızlı, zaman tarafından tanımlanır. Hızlı, aynı zamanda çok hareket eden şeydir, yavaş ise, aynı zamanda çok az hareket eden şeydir.

Andrea Falcon'un 'Aristotle on Time and Change' makalesinde, Aristotales'in Physics kitabında zaman ve parça ilişkisini anlattığı 218a3-8 pasajı şöyle çevirmiştir; (Falcon, 2013:49)

"Parçalardan oluşan her şeyde, ne zaman olursa olsun, parçalarından ya tamamı ya da bir kısmı olmalıdır. Ama parçalardan oluşan zamanın bir kısmı oldu, bir kısmı olacak ve hiçbiri olmayacak. Şimdi bir parça değildir, çünkü parça, bütünü ölçer ve bütün, parçalarından oluşmalıdır. Ancak zaman, şimdilerden oluşmuyor gibi görünüyor."

Falcon bu pasajı makalesinde şöyle yorumlamıştır; (Falcon, 2013:49)

"Şimdinin zamanın bir parçası olmadığı görüşünü savunan argüman, can alıcı biçimde, şimdinin zamanın bir anı olduğu varsayımına bağlıdır. Bir an olarak, şimdi bir çizgi üzerindeki bir noktaya benzer. Doğru, herhangi bir noktada bölünebilen bir süreklilik olsa da kendisi noktalardan oluşmaz. Bir doğru üzerinde bir nokta aldığımızda, doğruyu iki parçaya böleriz. Nokta, bir bölümün sonu ve diğerinin başlangıcıdır. Başka bir deyişle, nokta iki sürekli arasında bir sınır görevi görür. Benzer bir şekilde, şimdi zamanı ikiye böler. Bir bölümün sonu (geçmiş zaman) ve diğerinin başlangıcıdır (gelecek zaman). Bir sınır olarak, şimdinin kendisi bir zaman uzantısı değildir. Uzantısı yoktur ve zamanı ölçmek için kullanılamaz."

Bu noktada Aristotales'in geçmiş ve gelecek üzerinden zamanı tanımladığı 218a8-30 pasajını Falcon şöyle çevirmiştir; (Falcon,2013:50)

"Geçmişi gelecekten ayırıyor gibi görünen şimdinin her zaman bir ve aynı mı kaldığını yoksa farklı durumlarda farklı mı olduğunu belirlemek kolay değildir. Farklı durumlarda farklıysa ve farklı durumlarda farklı olan parçalardan hiçbiri eşzamanlı değilse, o zaman önceki şimdi, her zaman sona ermiş olmalı. Yine de önceki şimdi, o zamandan beri kendi içinde olmayı bırakamazdı; ama şimdi başka bir yerde olmaktan da vazgeçemezdi. Çünkü bir noktanın bir noktadan sonraki olamayacağı gibi, şimdilerin yan yana olması imkânsız olur. O halde bir sonraki şimdide değil de başka bir şimdide olmayı bırakmış olsaydı, aradaki sonsuz sayıdaki şimdilerle eş zamanlı olurdu ki bu imkansızdır. Ama şimdinin her zaman aynı kalması da mümkün değildir. Çünkü bölünebilir ve sonlu olanın bir boyutta veya birden fazla sürekli olmasında bir sınırı olması söz konusu değildir. Şimdi bir sınırdır ve sınırlı bir zaman dilimi almak mümkündür."

Özetle, Aristotales'e göre 'şimdiki an' zaman tanımlamasının odak noktasıdır. 'Şimdiki an geçmiş ve gelecek arasında bir sınır oluşturur ve aslında ikisini birbirine bağlar. Her şey sürekli hareket eder ve bu değişim, akış içinde zamanı oluşturur. Ancak dikkat edilmesi gereken nokta, Aristotales, zamanı bir ölçü

olarak tanımlamamakta ve değişimi ölçmek için birim oluşturma gibi bir söylemde bulunmamaktadır. Zamanı, anların ifade edilmesi ve tartışılması için tanımlamaktadır. Bu da zamanı, akış içinde olayların birbirleriyle ilişkisini ifade eden sistematik bir düzen şeklinde tanımlayabilir. Bağlam, zamanı değişimle ilişkilendirmek ile kurulabilir. Platon'a göre zaman, iki ucu sınırlandırılmamış dairesel(döngüsel) sonsuz bir hareket ederken, Aristotales'e göre zaman, bir çizgi üzerindeki nokta gibi lineer ilerleyen, şimdi ile sonra arasındaki sınırdır.

17.yüzyılda, Isaac Newton (1642-1727), 'mutlak zaman' kavramıyla zaman tanımını matematiksel bir ifade getirmiştir. 1689 yılında Newton'un yazdığı 'Newton's Principia: The Mathematical Principles of Natural Philosophy' kitabının Andrew Motte (1846) çevirisinde: (Motte, 1846:77)

"Mutlak, gerçek, matematiksel zaman, kendi başına ve kendi doğası gereği, harici hiçbir şeyle ilişkisi olmadan eşit bir şekilde akar ve başka bir adla süre olarak adlandırılır: göreli, görünür ve yaygın zaman, bir tür duyusal ve dışsaldır (doğru ya da eşitsiz). Genellikle gerçek zaman yerine kullanılan hareket yoluyla süre ölçüsü; saat, gün, ay, yıl gibi."

Philip Turetzky'in 'Time' adlı kitabında bu pasajla ilgili yorumu şöyledir; (Turetzky, 1998:76)

Newton için matematiksel zaman gerçek zamandır ve yalnızca kavramsal bir yapı ya da madde ve hareketten soyutlama değildir. Newton, gerçek zamanın tüm madde ve hareketten bağımsız olarak tek bir matematiksel çizgide aktığını düşünür. Duyulara ölçü olarak görünen nesnelere güvenmemiz gerekirken, mutlak zaman, bu tür nesnelerin durumu veya varlığı ne olursa olsun vardır. Zaman, olayların veya doğa durumlarının ne nedeni ne de bunlardan etkilenir."

Newton'un 'mutlak, gerçek ve matematiksel zaman' tanımının genişletilmiş halini Motte şöyle çevirmiştir; (Motte, 1846:78)

"Astronomide, mutlak zaman, ortak zaman denklemi ile göreceli zamandan ayırt edilir. Zamanı ölçmek amacıyla genellikle eşit kabul edilen doğal günler için,

aslında eşit değildir. Gökbilimciler, göksel hareketleri daha doğru bir zamana dayanarak ölçmek için bu eşitsizliği düzeltirler. Zamanın kesin bir ölçüye sahip olabileceği tek tip bir hareket olmaması mümkündür. Tüm hareketler hızlandırılabilir ve geciktirilebilir, ancak mutlak zamanın akışı değiştirilemez. Şeylerin varlığının süresi veya azmi, hareketleri ister hızlı ister yavaş veya boş olsun, aynıdır; buna göre, süre haklı olarak mantıklı ölçülerinden ayırt edilir ve astronomik bir denklem aracılığıyla onlardan toplanır."

Mutlak zaman, mutlak hareketin etkilerinin gözlemlenmesiyle göreli zamandan ayırt edilmektedir. O halde, bu mutlak hareketlerin analizinden mutlak zaman aralıkları türetebilmekteyiz. Ayrıca mutlak zamanın varlığı, güneşin günlük hareketi gibi daha az düzenli hareketlerin daha düzenli hareketlerle düzeltilmesinden çıkarılabilmektedir. Bu hareketleri koordine ederek ve karşılaştırarak hangilerinin daha düzenli olduğunu belirlenebilmektedir. Bu şekilde, mutlak zaman, düzenli hareketlerin ölçümlerinden türetilen zaman aralıklarının yaklaştığı ve yakınsadığı bir ideal olarak hizmet eder. (Toulmin, 1959)

Turetzky, Newton'un kurguladığı, zamanın matematiksel ilişkisiyle ilgili; (Turetzky, 1998:78)

"Her şey, zamanın ardışık düzeninde var olur ve bu ardışıklık düzeni değişmezdir. Her süreç kendisini içeren süreçlerle aynı zaman aralığında yer alır, artan uzunlukta bir dizi zaman aralığı oluşturur ve tüm diğerlerini içeren tek bir zaman ile sonuçlanır. Dolayısıyla, her zamansal aralık aynı zamanın parçasıdır. Bu, tüm dünya için mutlak zaman aralığı olacaktır. Eğer dünya, tüm hareket ve durağanlığın sürekli bir bütününü oluşturuyorsa ve tüm fenomenler bu dünyada ortaya çıkıyorsa, o zaman mutlak zaman dünyayı içerecek ve onda ortaya çıkan fenomenlerin bir koşulunu oluşturacaktır Yeni doğa yasaları kavramı ve bunların yönettiği nedensel güçler, mevcut olguları değişkenler arasındaki kesin matematiksel ilişkilerle ilişkilendirir. Bu yasalar ve kuvvetler sisteminde zaman temel bir nicelik olarak işler ve hareket bağımsız bir değişken olarak zamanın bir fonksiyonu haline gelir. Bağımsız bir matematiksel değişken olarak zaman, yeni

hareket kavramını açıklar ve analiz eder ve böylece hız, momentum, ivme ve kuvvet gibi fiziksel kavramları da tanımlar."

Newton, gerçek zaman ile mutlak zamanı ayırır. Gerçek zaman, gezegen hareketlerinden oluşturulan bir sistemdir. Mutlak zaman kavramı, zamanı bağımsız bir nicelik yapar. Doğal fenomenlerden ve nesnelerden ayrı matematiksel bir sistem oluşturur. Mutlak zamanın kendi akışı vardır. Hareket, zaman üzerinden yeni kavramlar üretir. Bu noktada Aristotales'in değişime bağlı zaman teorisi ortadan kalkmıştır.

Newton'dan sonra zaman kavramı üzerine birçok düşünür ve teorik fizikçi yeni teoriler üretmiştir. Ancak Albert Einstein (1879-1955), zamanın izafi olabileceği teorisiyle, zamana yeni bir tanım getirmiştir. Aristotales ve Newton' a göre zaman herkes için aynıyken, Einstein'a göre, zaman insana göre değişen bir yapıdadır.

Einstein, izafiyet teorisinde, hareketin herkes için eş zamanlı algılanmadığını bir düşünce deneyinde açıklar. Hareket eden bir trenin önüne ve arkasına iki yıldırım düşer. Trenin dışında duran kişi, iki yıldırımın ışığını aynı anda görecektir ve yıldırımların eş zamanda düştüğünü söyleyecektir. Ancak trenin içinde duran kişi için durum farklıdır. Yıldırım ışığının kendisine ulaştığı anda tren az da olsa ileriye hareket etmiş olacağı için öndeki yıldırımın ışığı tren içindeki kişiye daha önce ulaşacaktır. Bu nedenle iki yıldırımın eş zamanlı düşmediğini söyler. (Einstein, 1920:30-32)

Bu deney ile Newton'un 'mutlak zaman' düşüncesi çürüyerek, Einstein'ın 'izafiyet kuramı' kabul edilir. Bu deneyle, tüm hareket eden referansların kendine ait izafi zamanları olduğu, evrensel bir zaman kavramının olmadığı gözlemlenir.

Einstein'ın 1920 yılında 'Science' dergisinde yayınladığı 'Time, Space, Gravitation' makalesinde izafiyet teorisinde önerilen koordinat sistemiyle ilgili açıklaması şöyledir; (Einstein, 1920:8-10)

“Bir demiryolu treninin hareketi, zemine göre, bir gezegenin hareketi, görünür sabit yıldızların bütününe referansla anlatılır. Fizikte, hareketlerin uzamsal olarak gönderildiği cisimlere koordinat sistemleri denir. Galileo ve Newton mekaniği yasaları yalnızca bir koordinat sistemi kullanılarak formüle edilebilir. Mekanikte kullanılan koordinat sistemine atalet sistemi denir. Bir atalet sisteminin hareket durumu, mekanik söz konusu olduğunda, doğası gereği tek bir koşulla sınırlı değildir. Bir atalet sistemi ile aynı yönde ve aynı hızda hareket eden bir koordinat sisteminin kendisi bir atalet sistemidir. Bu nedenle özel görelilik kuramı, aşağıdaki önermenin herhangi bir doğal sürece uygulanmasıdır: "K koordinat sistemi açısından geçerli olan her doğa kanunu, K ve K' 'nün tekdüze hareketi olması koşuluyla, diğer herhangi bir K' sistemi için de geçerli olmalıdır.”

Bu koordinat sisteminin uzay zamanı üzerinden, Einstein, ‘Relativity: The Special And General Theory’ kitabında şöyle tanımlamıştır; (Einstein, 1920:65)

“Uzay üç boyutlu bir sürekliliktir. Bununla, bir noktanın (hareketsiz) konumunu üç sayı (koordinatlar) x, y, z aracılığıyla tanımlamanın mümkün olduğunu ve komşuluğunda belirsiz sayıda nokta olduğunu kastediyoruz. Konumu, birinci noktanın x, y, z koordinatlarının ilgili değerlerine seçtiğimiz kadar yakın olabilecek x1, y1, z1 gibi koordinatlarla tanımlanır. İkinci özellik sayesinde bir "süreklilikten" bahsediyoruz ve üç koordinat olduğu gerçeğinden dolayı ondan "üç boyutlu" olarak bahsediyoruz.

Benzer şekilde Minkowski'nin kısaca "dünya" dediği fiziksel olgular dünyası da doğal olarak uzay-zaman anlamında dört boyutludur. Çünkü her biri dört sayı, yani üç uzay koordinatı x, y, z ve bir zaman koordinatı, zaman-değeri t ile tanımlanan bireysel olaylardan oluşur. Bu anlamda "dünya" da bir sürekliliktir; çünkü her olay için, koordinatları x1, y1, z1, t1 olan ve koordinatları x olayınınkinden sonsuz derecede küçük bir miktar farklı olan, seçmeyi istediğimiz kadar "komşu" olay (gerçekleşmiş veya en azından düşünülebilir) vardır. “

Einstein’a göre izafiyet teorisi bağlamında, serbestçe hareket eden her noktanın ona göre doğrusal ve düzgün bir şekilde hareket ettiği, hareket

halinde olan bir atalet referans çerçevesi seçmek mümkündür. Bu tanımın, sadece iki olaya değil, olay sahnelerinin bedene göre konumlarından bağımsız olarak, seçmeye özen gösterdiğimiz kadar çok olaya kesin bir anlam vermek için kullanılabileceği açıktır. Bu şekilde, esas olarak gözlemlenebilen her olayla bir zaman değeri ilişkilendirilir. (Einstein, 1920)

Sonuç olarak Platon, Aristotales, Newton ve Einstein'ın zaman/hareket anlayışlarına bakıldığında;

Platon; hareket varsa zaman vardır, zaman düzenli ve sıralı bir şekilde sonsuza kadar döngüsel bir hareket içindedir düşüncesindeyken, Aristotales; zamanı 'şimdiki an' kavramına indirgemiş, öncesi ve sonrası arasında oluşan sınır ve aralarındaki bağ olarak tanımlamıştır. Bu bağ, harekettir. Bu noktada zamanı, öncesi ve sonrasına göre hareketin sayısı olduğunu ve bu ilişkilerin oluşturduğu hareketin de çizgisel tanımlandığını belirtmiştir. Platon'dan farkı zamanın hareketi bağlı olduğu tespitidir.

Newton fiziğinde ise hareketin zamana bağlı olduğu tespitine dönüşmüştür. Zaman daha öncül ve temel bir kavram olmuştur. Bu da Newton'un 'mutlak zaman' düşüncesiyle gelişmiştir. Newton' a göre zaman anlayışı, zamanın tüm hareketlerden, değişimlerden (Aristotales kavramı) bağımsız olarak bir kavram oluşudur. Ayrıca zamanı, insan ve nesnelerle ilişkiye girmeyen, kendi matematiksel sistemi olduğunu savunmuştur.

Einstein fiziği ise 20. Yüzyıla kadar zamanın herkes için aynı olduğu görüşünü değiştirmiştir. İzafiyet teorisini ortaya koyan Einstein, insanın zamanla ilişkili olduğunu ve zamanın hareket eden kişiye göre hızlanan veya yavaşlayan bir yapıda olduğunu savunmuştur. Aslında Aristotales, zamanı hareketle ilişkilendirse de her insanın aynı sonuca ulaştığını ifade etmektedir. Bu noktada Einstein, zamanın tüm insanlar için farklı işleyen bir yapıda olduğunu, insanın hareketlerine göre zamanın değişime uğradığı sonucuna varmıştır. Einstein'ın 'uzay zamanı' tanımına göre ise ayrı ayrı üç boyutlu uzay ve çizgisel bir zaman matematiksel tanımlamalarını yapmak yerine zamanı uzaydaki bir

koordinat olarak tanımlanmasını savunmuştur. Böylece Aristotales'in zamanın hareketi bağlı olduğu düşüncesi ve Newton'un hareketin zamana bağlı olduğu düşüncesi yerini Einstein'ın hareket ve zamanın oluşturduğu ortak sistem düşüncesine bırakır.

İzafiyet teorisiyle, zamanın hareket ve uzay kavramlarıyla beraber düşünülmesi gerektiği anlaşılmıştır. Bununla birlikte zaman kavramının tasarım düşüncesini, Greg Lynn 'Anytime' konferansındaki 'Dirim Zaman' makalesinde şöyle tanımlamıştır; (Lynn, 1999:275)

"Mimarlık şimdiye kadar hep zamanın deneyimsel biçim üzerindeki etkileri çerçevesinde tartışılageldi. Zamanın biçim üzerindeki etkilerinden söz etmek isterim, fakat bu tartışmada asıl varmak istediğim nokta, tasarım-zamanı ya da biçimin modelleneceği, kavramsallaştırılabileceği ve gelişen ya da büyüyen bir süreç olarak üretebileceği gerçeği üzerinde durmak olacak. Biçimi, durağan bir dizi koordinat olarak değil, devingen bir durum olarak görmek, yeni bir genel, genetik bir alan içinde tanımlanmış genel biçim kavramı üzerine tartışmayı destekleyebilir. Bu durumda genel, farklılaştırılacak ve özelleştirilecek olandır."

Einstein'a göre, uzayda etki edecek her hareket, zamanı da etkiler. Kullanıcının aynı deneyimi elde ederek donmuş zamanda yürümesini sağlamak için uzay boyunca ardışık bölümlerde zaman dondurulmuştur. Hiyerarşik olay dizilerini birbiri ardına yerleştirmek için standart hareket olay zaman birimi oluşturulmuştur. Minkowski uzay-zamanıyla ilişkilendirerek zamanın görsel olarak algılanmasını sağlamak ve olayların ne kadar sürdüğünü karşılaştırmak için zaman kavramı kullanılmıştır. Öklid uzayı ve zaman, herhangi iki olay arasındaki uzay-zaman aralığının, kaydedildikleri atalet referans çerçevesinden bağımsız olduğu dört boyutlu bir koordinat sisteminde birleştirilmiştir. (Sayary, 2016: 220)

Zamanda hareket anlar toplamıdır. Zamandan alınan kesitler ile hareket donmuş ifadelere dönüştürülür. Hareket sınırları, çerçeveyi dağıtır. (Özgencil Yıldırım, 2017) Hareket halindeki bir nesne, aynı zamanda dinamik bir birim ve

çokluktur; sadece kendi hareketini somutlaştırmakla kalmaz, aynı zamanda onu potansiyel bir sapma anlamında da üretir: verinin bir modülasyonu. Böylece bir kronofotografi, varyasyonların sürekliliği olarak görünen bir öznenin ritmik izini çeker: kendisinden dinamik bir sapmanın koreografisidir. (Vogman, 2016) Ortaya çıkan zaman/hareket grafiği bir hareketin etkili izini, bir görüntü olarak değil, uzaydaki kuvvetlerin oranı olarak şekillendirdiği için; eğri, ifade edici hareketin bir eşdeğeri olarak etkili olabilir.

Mimarlıkta zaman/hareket fikri, genellikle sebep-sonuç ilişkisini, ima eden soyut biçimsel yapılanmalar olarak ifade edilmektedir. Yer değiştirme, indirgeme, bastırma, kesim, minyatürleştirme, büyütme, ekleme, uzatma, hacmini arttırma, yerine koyma, yokluk, bulaştırma, çözünme, yerinden çıkarma, sürtünme ve içe girme, mimarlar tarafından hareket, zaman ve değişimi anlatmak için kullanılan terimlerden bazılarıdır. Mimaride hareket, zamanı ifade etmenin en çok kullanılan modeli, biçimin evrimini şekillendiren fiziksel veya biçimsel güçlerin kullanılması olmuştur. Uygulamalı fizik ve hesaplamaların kullanımıyla, tasarım uzayı, fiziksel kuvvetlerin biçim üzerindeki etkilerini keşfetmede kullanılan dinamik simülasyon ortamı haline gelebilir. (Terzidis, 2003:33) Araştırmada, tabiat fenomenlerinin etkisinde oluşacak eğriler, fizik kanunları çerçevesinde tamamen hesaplanabilir olacaktır. Hareketin diyagramları ve grafikleri üzerinden yorumlanacaktır.

Lynn'in tasarım yaklaşımında bağlam içinde değişen dinamik hareketi zaman kavramına atıfta bulunarak açıklar. Lynn, dijital tasarım ortamında zamanı sayısal olarak entegre eder ve sayısal verileri parametre olarak mimari tasarım sürecinde kullanır. Parametreler bağlamdaki hareketi temsil eder ve birden çok parametrenin etkileşimi ile varyasyonlar üretir. Lynn, Animate Form kitabında zaman kavramı ve etkilediği parametrelerle ilgili (Lynn, 1999:25); sıcaklık, yerçekimi kuvveti, rüzgar kuvveti, yaya hareketinin yoğunluğu ve araba trafiğinin yoğunluğu, dinamik tasarım süreci içinde zaman kavramını temsil eden, deforme edici kuvvetin sayısal alanları gibi parametrelerden bazılarıdır ve bu çevresel kuvvetler, bağlamdaki harekete karşılık gelir Deformasyon, yapıda

herhangi bir kaybı ifade etmez; tasarım sürecinde değişen tasarım girdileri nedeniyle biçimin geçirdiği değişimdir. Dolayısıyla Lynn'in mimari yaklaşımında, kuvvetlerin zamanla değiştikçe biçim, tasarım sürecinde deforme olur ve dönüşür.

Lynn 'Architectural Curvilineartiy' makalesinde (Lynn, 1993:12) "*Bilgisayar teknolojisi, sürekli bir dönüşümden kaynaklanan herhangi iki sabit nokta arasındaki ara görüntüleri oluşturabilir*" cümlesiyle, 'şimdiki anlar' arasında ifadeleri dijital olarak oluşturmayı önermiştir. Her biri zaman içinde bir an olan sonsuz bir dizi noktanın toplu çıktısı bir çizgi veya bir eğridir. Eğriler ve çizgiler denklemlerle tanımlanabilir Eğri, denklemdeki parametreler değiştirilerek veya topolojik nesnenin boyutu, hızı veya konumu değiştirilerek oluşturulur. Zamanı geometriye dönüştüren bir süreçtir. Eğrinin karmaşıklığı, denkleme daha fazla parametre veya kuvvet eklenerek değiştirilebilir. Denklemler, komut dosyaları ve algoritmaların tümü, zamana dayalı süreçler için gösterimlerdir.

Hareket, bir beden tarafından gerçekleştirildiği gibi uzayda geçişin fiziksel eylemidir. Marey saf bir zaman geometrisi inşa etmek istemiştir. Sonuç saf, senkronize zamanlanmış hareket geometrisidir. Marey, zamanı elementlerine ayırmak için kronofotografi kullanmıştır. Aslında, süreksiz fraksiyonel hareket serisinden sürekli hareketin nasıl oluşturulabileceğini gösterebilecek ampirik bir geometri yaratmıştır.(Sayary, 2017:528) Bu noktada, araştırmanın Marey'in araştırmalarından farklı tarafı, kesirli fraksiyonlar ile birlikte bu fraksiyonların farklı birimlere ayrılarak yeni bir parametre oluşturarak varyasyonların daha çeşitli olmasıdır.

Zaman kendini daima "bir şeyin zamansallığı" olarak gösterir. Dolayısıyla zamanı açıklamak, değişimi, hareketi, süreci açıklamayı istemektir. Diğer bir deyişle zamanda olanı açıklamak demektir. Böylece bir zaman teorisi her zaman bir değişim, hareket, süreç teorisi haline gelir. Zamanın bir aralık(uzaklık) oluşturması düşüncesi, zamanın bir parametre olarak tanımlanıp bağlamla ilişki kuracak bir düzlem oluşturma deneylerine yönlendirmiştir. Aynı şekilde, hareket de uzay-zaman içindeki dönüşümü temsil

eder. Tasarımda geleneksel düşüncelerin geride kaldığı bu dönemde, zaman/hareket en önemli parametrelerden biri olmuştur. Hareket kavramını kullanmaktan öte, varlığını kabul edip, ilerlenmesi gerekir. Bu araştırmanın felsefi düzlemini zaman/hareket oluşturur. Etrafımız hareket eden atomlardan oluşur. Durağan bir nesne bile aslında denge halinde olup bu da dengeyi oluşturan kuvvetlerin hareketini temsil eder. Hareket, kuvvetlerin dengesiyle doğrudan bağlantılıdır. Bu doğrultuda araştırmada, tabiat fenomenlerinin etkisindeki top nesnesinin hareketi incelenmiştir. Top nesnesi, topolojik olarak küre olarak tanımlanır. Küre, kuvvetlerin etkisini gözlemleyebileceğimiz optimal bir geometridir. Bu araştırmada zaman/hareket üzerinden deneysel bir çalışma yapılmıştır.

1.2. Mimaride Animasyon Tekniği ve Greg Lynn Okumaları

Animasyon, Türkçede canlandırma anlamına gelmektedir. Teknik anlamda ise; el çizimi veya fotoğraf teknikleri ile üç boyutlu dijital modeller ya da fiziksel modellerden elde edilen görüntülerin, saniyede 16 kare hızla gösterilmesi ile görüntülerin göz tarafından hareketli görüntü olarak algılanmasıdır. Mimari tasarımda ise Greg Lynn animasyon tekniğini tasarım sürecinde uygulayan ilk tasarımcıdır. Lynn'e göre animasyon, bir biçimin evrimsel olarak gelişimi ve buna sebep olan faktörlerle ilgilidir. Bu da parametrik tasarımda animasyon tekniğini kullanmamız için bir nedendir. Her şeyin parametrelere bağlı olmasıyla birlikte sürecin tasarlanmasıdır. Bu süreci izlemek, animasyon tekniği ile mümkün olabilir. (Lynn, 1999:9) Tasarım süreci, animasyon tekniği altyapısı ile tasarım parametreleri arasındaki ilişki ağının kurgusudur. Animasyon ile tasarımda, biçim üretme süreci, zaman/hareket ve kuvvetin bir arada bulunması ile tanımlanmaktadır. Kuvvet, bir başlangıç koşulu olarak, bir biçimin hem hareketinin hem de belirli dönüşümlerinin nedeni haline gelir ve animasyon tekniği, fiziksel hareketi daha iyi anlamayı ve aynı zamanda onu hızlanma veya yavaşlama gibi tanımlayan uzay-zaman ilişkisini daha iyi anlamayı mümkün kılar.

Dış bağlamda meydana gelen hareketler, sistemi etkileşime açık, uyarlanabilir bir biçim ile şekillendirmektedir. Zaman/hareket, varoluşun sebebidir. Tasarım ortamının, nötr bir boşluktan ziyade bir kuvvet ve hareket ortamı olarak kavranması, sanal hareketin kavramsallaştırılmasında çok önemli bir konudur. Mimari için geleneksel tasarım alanı olarak adlandırılan alan, "statik koordinatların pasif bir ortamı" olarak tasvir edilirken, sanal hareket için topolojinin "aktif bir etkileşim alanı" olması gerekmektedir. (Lynn, 1999:11) Bu noktada, başlangıçta nötr olarak başlayan bir nesne, zaman/hareket ile kuvvet etkilerini hissederek, hareket süresince etkileşim içerisinde dönüşmektedir. Ne kadar sanal alanda simülasyon oluşturulsa da etki eden kuvvetler gerçektir. Başka bir deyişle fiziksel olarak ölçülen kuvvetlerin dijitaldeki yansımalarıdır. Bu, uzayda sanal olan zaman ve topolojik parametrelerin etkileşimidir.

Animasyon kavramsal olarak zaman ve hareketin tasarıma katılmasını sağlamaktadır. Bağlam, aktif bir soyut düşünceye dönüşür; rüzgâr, güneş etkileri, yaya ve taşıt akışları, olaylar dizisi gibi çevresel faktörler oluşturulan sanal çevrede şiddeti artıp azalan güçler olarak yorumlanmaktadır. Güç alanlarındaki değişimler hareketi oluşturur ve ortaya çıkan biçim, bu güçlerin etkisiyle dönüşüme uğrar ve bilgisayar ortamında kurgulanan sanal güçler çevresi, bilinen zaman dilimi içinde biçimlendirme işlemine katılmaktadır. (Lynn, 1999:32)

Sanal kavramı, Greg Lynn'in Canlandırma Biçimi (Animate Form) teorisinin temelini oluşturmaktadır. Oluşturulan sanal modelin, gerçeklikle ilişkisini irdeler ve biçim, sanal hareket ve kuvvetle ilişkili olarak tasarlanmaktadır. Sanallık, çeşitli ayarlamalarda gerçekleştirilme olasılığına sahip soyut bir şemayı temsil eder. (Lynn, 1999:10) Animasyon tekniğinde, ifadelerin ile hareketi algılatması değil, hareketin kuvvetler etkisindeki dönüşümünü ifade etmesi önemlidir. Bu noktada, bilginin biçim için yerleştirilmesi, vektörel koordinatlarla topolojik uzayın tanımlanması, bilginin sıralanmasını sanal bir modelleme ile sağlanmaktadır.

Lynn (1999), ‘Animate Form’ kitabında tasarım sürecinde kuvvet ilişkilerinin kurgulanmasını tekne tasarımı örneği ile vermektedir. Bir teknenin belirli biçimi, tasarlandığı alandan çok sayıda hareket ve akış vektörü depolar. Rüzgara doğru yelken açmak için gövde, suya daha büyük bir yüzey alanı sunarak iyileşmek üzere tasarlanmıştır. Açıkçası, bir tekne gövdesi yönünü değiştirdiğinde şeklini değiştirmez, ancak yüzeyine değişken yelken noktaları dahil edilir. Bu şekilde, topoloji tek bir momentin dahil edilmesine değil, daha çok vektörlerin çokluğuna ve dolayısıyla tek bir sürekli yüzeyde çok sayıda zamana izin verir. (Lynn, 1999:10) Fiziksel veri olarak gözlemlenen doğal kuvvetlerin çeşitliliği ve aralarındaki ilişki ağının kurgusu, tasarım sürecinin sonsuz varyasyon üretmesini sağlamaktadır.

Mimarlık alanında eleştiriler yazan Brian Massumi, Architectures of Unforeseen (2019) kitabında, Lynn’in tasarım sürecinin, geometriyle her zaman ayrıcalıklı bir ilişki sürdüren ve mimarinin en temel araçlarının tabiatında var olan bir soyutluk olduğuna işaret etmektedir. Mimarlığın temel öklid figürlerinin ve platonik katıların, klasik geometrisine geleneksel olarak odaklanması, son yıllarda bilgisayar teknolojilerinin gelişmesi ve sanal arayışlarla beraber odağı topolojik tasarıma çekmiştir. Topolojik tasarım tekniklerinde öncü olan Lynn için bu gelişme, mimarlık kavramına tarafsız kalmayıp, tarihi yeniden düşünmek ve disiplinlerinin şeklini değiştirmekle ilgilenen tasarımcıları enstrümanlarına dikkat etmeye teşvik etmiştir. Bu, bilgisayar destekli tasarım alanının soyutluğuyla, özellikle topolojik soyutluğuyla ilgilenmeye istekli olmayı gerektirmektedir. Daha spesifik olarak, bilinen mimari çizim sürecini dijitalleştirmek için kullanılan geleneksel CAD'nin aksine, filmde kullanılan türde bir animasyon yazılımı tarafından erişilen topolojik soyutlamadır. (Massumi, 2019:2)

Sonuç olarak, animasyon tekniği, kavramsal olarak zaman ve hareketin tasarıma katılmasını ve aralarındaki ilişki ağını görmemizi sağlamaktadır. Bu teknik ile kuvvetlerin zamansal verileri parametrelere aktarılıp, sonsuz varyasyon üreten tasarım süreçleri kurgulanmaktadır. Bununla birlikte animasyon tekniği, mimarlığın tarih boyunca süregelen geometrik tanımlarını, zaman/harekete bağlı topolojik geometri tanımına dönüştürmektedir.

1.3. Kuvvetlerin Dengesi

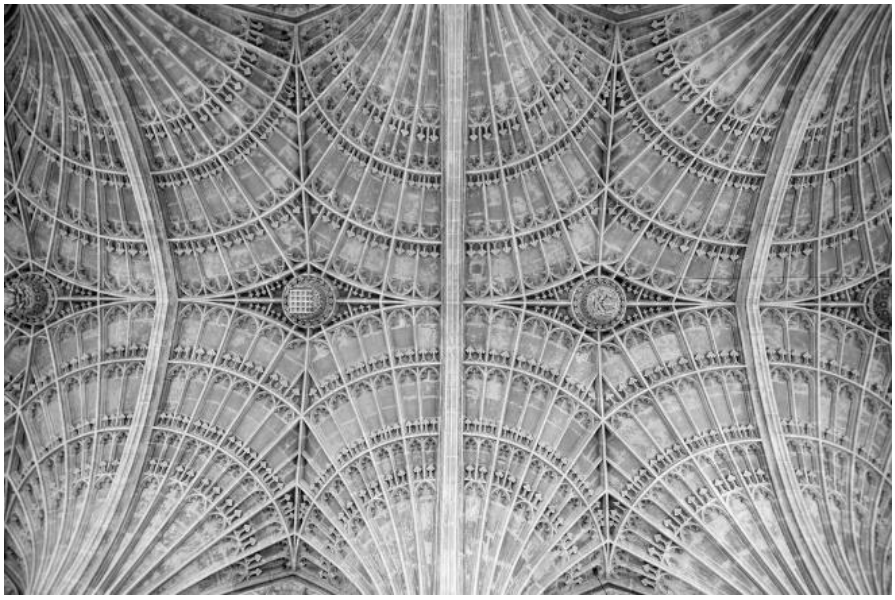
Bir nesne uzayda, kendi zamansallığı içinde dış kuvvetlerin etkisinde hareket eder ve iç kuvvetleri ile bir denge halindedir. Fiziksel deneylerle kuvvet davranışının gözlemlenmesi ve teknolojinin gelişmesiyle kuvvetlerin ölçülmesi, tasarım sürecinde gerçek zamanlı verilerin kullanmasını sağlamaktadır. Bu gerçek verilerin zamansallığı, kartezyen düzlemde tanımlanmasında yeterli olmayıp, topolojik düzlemde vektörel tanımlamayı gerektirmektedir. Bu noktada, iç ve dış kuvvetlerin dengesi, topolojik düzlemde biçimin varyasyon üretmesini sağlar.

Zamanın uzamsal olma hali ve değişkenliği, tasarım alanında değişen kuvvet alanları ve hareketlerle ifade edilmekte, dinamik süreçler ve formlar oluşturmak için mimari tasarım süreçlerine entegre edilmektedir. Biçim, kuvvetlerle etkileşim içinde büyür, duyarlı ve dinamik tasarımlar yaratır. (Lynn, 1999:11) Bu etkileşim, gerçek zamanlı veriler üzerinden biçimin dönüşmesine izin vermektedir. Vektörlerle kurulan ilişki ağı, tasarım sürecini oluşturmaktadır.

Gerçek ile kurulan ilişki, iç ve dış kuvvetlerin vektörel etkileriyle ortaya çıkar. Dış kuvvetler etkisi altında kaldığı an içinde nesne bir pozisyon alır. Başka bir anda ise bu nesnenin pozisyonu değişir. Farklı anlardaki pozisyonlar üst üste bindirilerek nesnenin kuvvetler etkisi altındaki farklı durumu resmedilebilir. (Özgencil, 2017:78)

Kuvvet ilişkilerini, gerçek verilere dayanarak fiziksel modeller ile tasarım süreci kurgulayan mimarlar -Antoni Gaudi, Frei Otto, Luigi Nervi ve Felix Candela-, biçimin doğal dönüşümünü gözlemlemiştir. Greg Lynn, kuvvet dengesinin ve bu dengenin oluşturduğu ilişki ağını, dijital olarak animasyon tekniğiyle birleştirmiştir. Greg Lynn 2005'te 'Mimaride Kalkülüsün Üzerine' adlı TedX konuşmasında;

"Gotik dönem, biçim açısından kuvvet ve hareketin birlikte düşünüldüğü ilk dönemdir. Mesela Christopher Wren'in Kralın Haçı (Fotoğraf 1) örneğinde olduğu gibi: tonozların yapısal kuvvelerinin doğrusal olarak eklemlendiğini görebilirsiniz, aslında gördüğünüz şey, yapısal kuvvet ve biçimin ifadesidir. Tüm bunun gibi kuvvet ilişkisi içeren örneklerde tek bir biçim ideali var, çünkü bunlar yapısal açıdan düşünür. " (Lynn, 2005)



Fotoğraf 1. Christopher Wren Mimarisinde Yapısal Kuvvet ve Biçimin İfadesi
Kaynak: kings.cam.ac.uk/chapel/history-of-the-chapel



Fotoğraf 2. Antoni Gaudi- Sagrada Familia Kilisesi
Kaynak: sagradafamilia.org/en/photo-gallery

Antoni Gaudi, İspanya'da Sagrada Familia Kilisesinin (Fotoğraf 2) tasarım sürecinde yer çekimi kuvvetini gözlemlemek için fiziksel deneyler yaparak, kuvvetlerin oluşturduğu doğal eğriler oluşturmuştur. Yer çekimi etkisini, fiziksel model üzerinde iplere ağırlıklar asarak, kuvvet dengesinin oluştuğunu gözlemlemiştir. (Fotoğraf 3)



Fotoğraf 3. Sagrada Familia Asmalı Modeli (Hanging Model)
Kaynak: Özgür Kavurmacıoğlu,17.03.2016

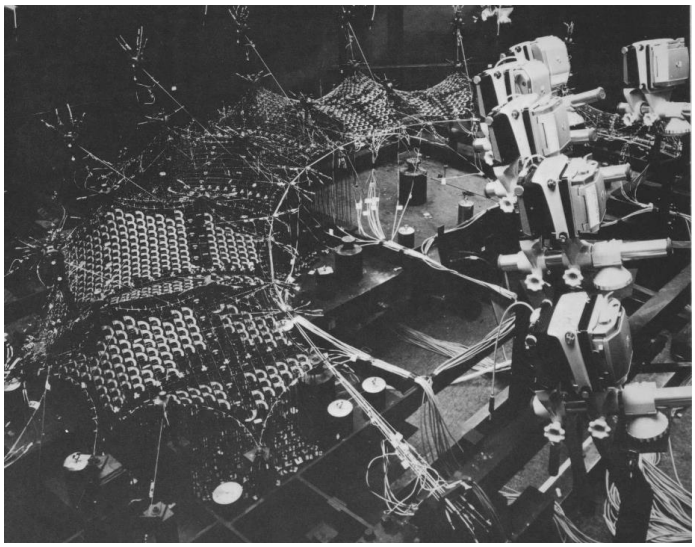
Asma tekniği, kendi kendine oluşma süreci tarafından yönetilen fiziksel bir fenomene dayanmaktadır. Burada iplere belirli aralıkla eşit yük torbaları bağlayıp, strüktürel ilişkiler gözlemlenmekte ve ortaya çıkan eğri, yer çekimi ile dönüşüme uğrayıp malzemenin içinden geçen kuvvetlerin akışını görünür kılmaktadır. Bu teknikte, yük torbaları, kuvvetleri desteklemek ve iletmek için en optimize biçimi bulmaya yaramaktadır.

Ayrıca Gaudi'nin bu tasarım araştırmasında, günümüzün parametrik tasarım düşüncesi de okunmaktadır. Gaudi, dijital olarak parametreler oluşturmasa da fiziksel olarak parametreleri bulmayı hedeflemiştir. Fiziksel modellerden geometrik çıkarımlar yapmış ve tasarım parametreleri oluşturmuştur. Kilisenin inşaatı bitmeden vefat etmesine rağmen, oluşturduğu tasarım süreci, günümüzde Mark Burry önderliğinde dijital ortamda tekrar oluşturulmuş ve kilisenin tasarımına devam edilmiştir. Bu noktada, Gaudi'nin tasarım anlayışının etkisi devam etmektedir.



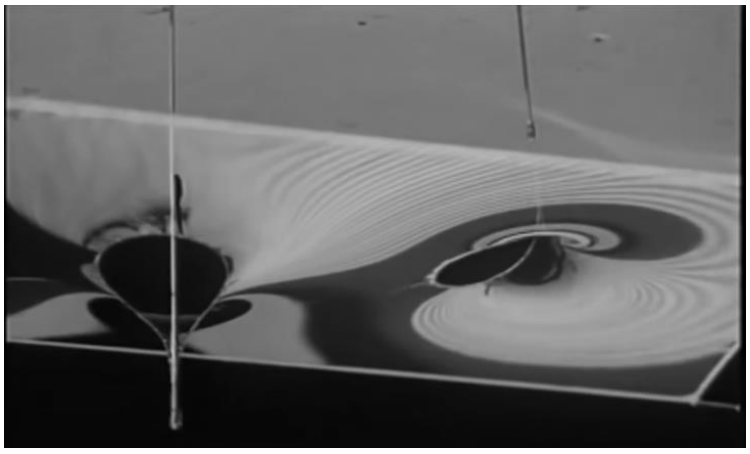
Fotoğraf 4. Frei Otto ve Gunther Behnish- Münih Stadyumu
Kaynak: freiottofilm.com/

Frei Otto, fiziksel modeller kullanarak deneysel mimari araştırmalar yapan bir tasarımcıdır. Çoğunlukla membran yapılarda geometrik açılımlar ve yüzeyin optimal biçimini araştırmıştır. Örnek olarak, Frei Otto ve Gunther Behnisch Münih Stadyumu (Fotoğraf 4) tasarımında yaptığı fiziksel deneylerde, yüzey geometrisinin denge halinde biçimi ve yüzey üstünde oluşan kuvvetlerin niceliği ve aktarım yönünü araştırmıştır. Tasarım sürecinde, yüzey biçimini araştırırken, tellerden oluşturduğu fiziksel model, yüzeyi taşıyan destekler ve yüzeyin halatlarla çekilmesiyle, kuvvetlerle dengelenmiş yüzeyin bulunmasını sağlamıştır. (Fotoğraf 5)



Fotoğraf 5. Frei Otto ve Gunther Behnisch- Münih Stadyumu Fiziksel Modeli
Kaynak: assets.moma.org/documents/moma_catalogue_2662_300299029.pdf syf.65

Ayrıca Otto, yüzeyde oluşan kuvvetleri gözlemlemek ve yüzeyin denge halinin matematiksel tanımını yapmak için sabunlu su ile deneyler yapmıştır. Sabunlu sudan oluşan köpük yüzeyi, iç kuvvetlerin dengesiyle oluşur. Otto, bu köpükte delik açıp, yüzeyin, yeni denge haline gelmesinin dönüşümünü gözlemlemiş ve bu deliğin yaratmış olduğu doğal biçimi, kuvvet dengesi üzerinden yorumlamıştır. (Fotoğraf 6)



Fotoğraf 6. Frei Otto- Sabun Deneyi
Kaynak: youtube.com/watch?v=-IW7o25NmeA

Gaudi ve Otto, tabiatı gözlemleyip, kuvvet ilişkileri üzerinden fiziksel deneyler yaparak tasarım parametrelerini belirlemiş, doğal kuvvetleri fiziksel olarak veriye çevirerek, strüktürel sistemler ve yüzeyler oluşturmuştur. Greg Lynn ise projelerinde yer çekimi, su kuvveti gibi doğal kuvvetlerin yanı sıra hız, yoğunluk, sosyal etkiler vs. gibi kavramları da tasarım süreçlerinde kuvvet olarak tanımlamış ve varyasyonlar üretmiştir.

Araştırmanın deneysel çalışmalarında, kuvvetlerin birbiriyle etkileşimi sonucunda ortaya çıkan ilişki ağı, tasarım sürecini oluşturmaktadır. Bu kuvvet ilişkilerindeki hesaplanabilirlik irdelenmektedir. Ayrıca bu ilişkileri kartezyen düzlemde ifade etmek yeterli olmadığı için topolojik düzlemde çalışılmıştır. Yer çekimi kuvveti ve rüzgar kuvvetinin etkisi, hareket yakalama tekniği ile top nesnesi üzerinde gözlemlenmiştir. Bu kuvvetlerin vektörel etkileri, eğriler oluşturmaktadır. Yer çekimi kuvveti beraberinde sürtünme kuvvetini getirmektedir. Bu araştırmada top nesnesinin seçilmesinin nedeni, tabiatta kuvvetleri homojen olarak dengeleyen bir geometrik yapıya sahip olmasıdır. Top nesnesi, sürtünme kuvvetini minimum etki ile karşılar ve yer çekimi etkisini daha gerçekçi deneyimlemeye olanak sağlamaktadır.

1.4. Topoloji Okumaları

Topolojik geometri, çizgisel akışlar, vektörler, kuvvetler ve ağırlıklar arasındaki ilişki ağıyla etkileşim halindedir. Öklidyen koordinat sistemi, zaman boyutunu tanımlamakta yetersiz kalır ve bu topolojik düzlem ile ifade edilmektedir. En basit topoloji fikirleri, çevrenin doğrudan gözlemlenmesinden doğmaktadır. Sezgisel olarak, gözlemlerin geometrik ifadelerinin öklidyen geometri ile okunmadığı matematiksel durumlardır. Günümüzde dijital olanakların gelişmesi ile topolojik gözlemler tanımlanabilir hale gelmiştir. Bu noktada topoloji, yüzey yapısının davranışını gözlemleyerek, değişkenleri ve ilişkileri hesaplamaktadır. Bu oluşan topolojik düzlemde, zaman/hareket ve kuvvete bağlı oluşan, UV vektör koordinatları ile tanımlanan ve niteliksel özelliklerini koruyan yeni yüzeyler oluşmaktadır.

Mark Burry (2010) 'The New Mathematics of Architecture' kitabında topolojiyi şöyle tanımlamaktadır; (Burry, 2010:157)

"Topoloji, Yunanca topos kavramını düşünmenin bir yoludur: yer, uzay ve içindeki her şey. Geometriden daha genel bir çerçeve olarak mimaride sağladığı özgürlük, post-dijital çağda daha fazla takdir görmüştür. Sistemlerin dinamizmi, yalnızca gerçekten dinamik modellerde -dış güçleri biçim ve organizasyona bağlayan, doğal ve sosyal sistemlerin gelişen anlayışını taklit eden modeller- temsil edilemezdi, aynı zamanda bunların tezahürleri artık görsel olarak anlaşılabilirdi. Daha basit bir seviyede, bütünlüklerini kaybetmeden değişebilen, uzayabilen, serbest biçimli eğriliği benimseyen veya geometrik mantığa uyan yüzeyleri modellemek mümkün hale geldi. Böyle bir yüzey önceden alçıda donmuş anlar olarak temsil edilmeyi gerektiriyordu, şimdi ise değişimin uzaysal sürekliliğinin bir parçası olarak canlı kalabiliyorlardı."

Dijital araçlar, yazılım ve hesaplama yoluyla uzaydaki hareketi yakalamaya ve öklid uzayı dışında, matematik tabanlı biçimleri keşfetmeye izin vermektedir. Zaman içinde hareket eden nesneler, aynı uzayda bir araya getirilir. Matematik ile zaman/hareket kavramı yeni biçimler oluşturabilir. Bu durum, Öklid uzayının hacimsel yaklaşımından, zamana dayalı esnek yüzeyler sistemine geçiştir. Zaman/hareket kavramı, bağlamsal kuvvetlerin etkisindeki biçimle dinamik bir ilişki kurarak topolojik düzlemler oluşturmaktadır. Bu noktada topoloji, sayısal zaman verilerinin parametre olarak kullanıldığı esnek yüzeylere sahiptir.

Michele Emmer ise 'Topolojik akışkan mimarlık: Bu gerçekten mimarlık mı?' makalesinde;

"*Topolojinin amacı, şekil ve boyutlar gibi tüm metrik ve projektif özelliklerini kaybedecek kadar derin dönüşümler geçirmelerine rağmen değişmez kalan geometrik şekillerin özelliklerinin incelenmesidir. Geometrik şekiller böylece niteliksel özelliklerini korurlar."* (Emmer, 2016)

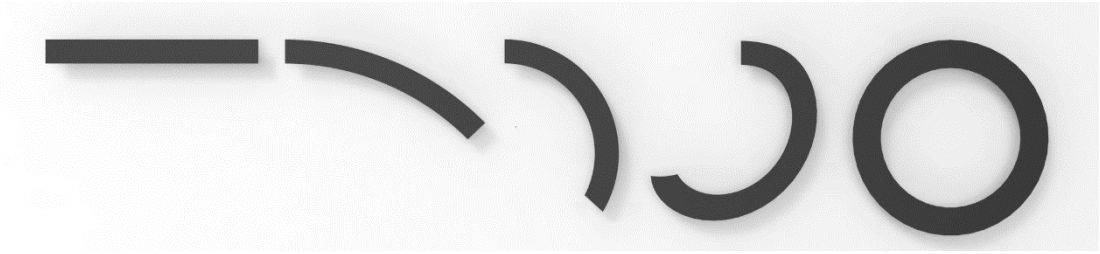
Tabiata bir model olarak bakmak yerine onu melez ve çok katmanlı bir sistem olarak değerlendirmek, ona karşı duyarlılık geliştirmenin yollarını aramaya

yardımcı olur. Üretilen yeni sistemlerin hem kendi içinde hem de çevreye adaptasyonunu artırır. Topoloji, bu çok katmalı ve uyumlu sistemin sürekli bilgi ağını kurar. (Cimşit Koş, Arıdağ, 2017) Bu tanımlar üzerinden topoloji, sürekli deformasyonlar altında korunan veri noktaları arasındaki ilişkilerin düzenlemesi ile ilgilenen bir matematiksel kavram olarak tanımlanır. Topolojinin temel düşüncesi sürekliliktir ve tek tek noktalar veya uzay parçaları birbirine bağlanarak uzayı bozmadan deforme eder, öklidyen geometrinin aksine topoloji, mesafenin uzunluğu ile değil, noktalar arasındaki bağlantı ile ilgilidir.

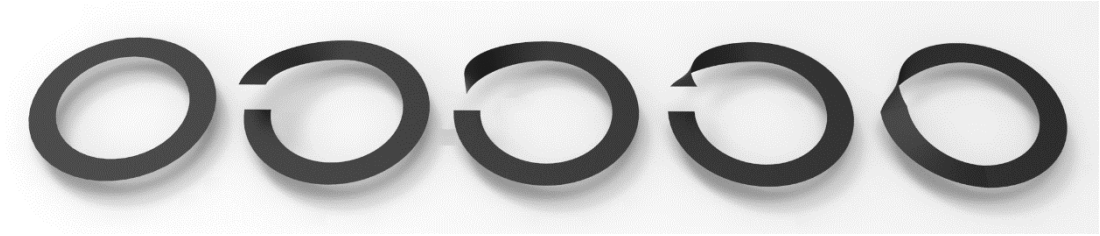
Özellikle modern geometri veya matematik, algısal psikoloji ve bilgisayar grafiklerindeki gelişmeler, mimarlığın mevcut biçimsel yenilenmesi ve mimari düşüncenin dönüşümü üzerinde bir etkiye sahiptir. Eğrilik ve bükülebilirlik mantığını kuramlaştıran durum, 'olay', 'dönüşüm', 'süreç' kavramlarının önemi ya da "topolojik mimari" olarak adlandırılan şeyin akışkan ve esnek konfigürasyonlarındaki doğuştan gelen dinamizmdir. (Di Cristina, 2001) Aynı şekilde, Kolarevic'e (2003) göre topolojiye dayalı tasarımlarda, biçimsel kompozisyonlara ait biçimlerin arasındaki ilişkisel mantığı kurmak esastır. Mantık kurulduktan sonra çeşitli dönüşümlere açık, aynı ilişkisel sistem üzerine kurulu birçok biçimsel alternatifin üretilebilmesi dinamik bir tasarımı mümkün kılmaktadır. (Kolarevic, 2003) Bu düşünce üzerinden topolojik mimari; bilgi teknolojisi, bilgisayar destekli tasarım, animasyon teknolojisi tarafından kolaylaştırılan dinamik biçim varyasyonu anlamına gelmektedir. Bu noktada topoloji; biçim, yapı, bağlam ve programın iç içe geçmiş karmaşık ilişkilere dönüştürülmesidir. Animasyon yazılımından, bilgisayar destekli üretimden ve genel olarak teknolojide var olan zamansallıklardan etkilenen topolojik geometri, zamansal olayları biçim üzerinden ilişkilendirilmesi bakımından kartezyen uzaydan farklıdır.

Bu noktada araştırmada zaman/hareket, topolojik geometri üzerinden tanımlanmaktadır. Ortaya çıkan yüzeyler, her zaman etkileşime açık ve performatik topolojik yüzeyler önerir. Topolojik yüzeyler, süreklilik içerir ve bir veya daha çok dış kuvvetin etkisine izin verir. Ayrıca zaman düzleminde

kullanılan yörüngeler ‘elastik şerit’ geometrisi üzerinden kurgulanmıştır. Şerit, önce (1) doğrusal olarak yerleştirilir, sonra esnetilerek uçlarından (2)dairesel olarak birleştirilir, son olarak birleşim yerinden kopartılıp kendi ekseninde döndürülüp tekrar birleştirilerek (3) Mobius şeridi elde edilmiştir. Araştırmada fotoğrafların yerleşeceği üç yörünge oluşturulmuştur. (Diyagram 1-2)



Diyagram 1. Elastik Şerit: Doğrusal- Dairesel Topolojik Dönüşümü



Diyagram 2. Elastik Şerit: Dairesel- Mobius Şeridine Topolojik Dönüşümü

1.5. İzomorfik Yüzeyler (Blob)

İzomorfik yüzeyler, blob (su damlası) veya metaball olarak da tanımlanırlar. ‘İzo’ ön eki eşitlik anlamı verir. Buna göre izomorfik yüzeyler, eşit olarak dönüşüme izin veren yüzeyler demektir. Bu da iki yüzeyin etkileşime girerek yeni bir topolojik yüzey oluşturmasını sağlar. Blob kavramı, Wavefront animasyon programı ile ilk defa mimari tasarım sürecinde Greg Lynn tarafından kullanılmıştır. Bloblar, bir merkez, bir yüzey alanı ve diğer nesnelere göre bir kütle ve etkileşim alanı ile tanımlanırlar. Etki alanı, blobun diğer bloblarla kaynaşacağı veya diğer bloblardan etkileneceği bir ilişkisel bölge tanımlar. İki veya ikiden fazla blob, birbirleriyle ilişkili olduğunda, yüzeylerinde

bir birleşme bölgesi, bir de bükülme bölgesi uygun yakınlığa göre etkileşime girer. (Lynn, 1999:30) Bu noktada küre ile bir blob (su damlası) arasında temel bir fark yoktur. Küre bir geometrik şekildir. Blob ise kuvvetlerin etkisini veriye çevirebilen ve başka bloblarla etkileşime geçebilen, yani bilgi içeren bir geometrik şekildir.

Bu noktada platonik bir geometrik tanıma sahip olan küre, zamansallık içeren bir süreçte, iç ve dış kuvvetlerin dengesi altında etkileşime açık bir alana sahip blob nesnesine dönüşür. Bloblar, vektör kuvvetlerini görselleştiren ve ölçülebilir bir geometriye sahip topolojik yüzeylerden oluşmaktadır. Topolojik nesneler, sadece yer kaplamak yerine birbirleriyle etkileşime girer; yeni etki alanları eklendikçe veya yeni ilişkiler kuruldukça, yeni olasılıklar ortaya çıkmaktadır. Blobun yüzey sınırı (izomorfik yüzey), etki alanları konumları ve yoğunlukları bakımından değiştikçe kayar veya hareket eder. Böylelikle nesneler statik değil dinamik bir topolojik düzlemde dönüşürler.

Kolarevic (2003), 'Architecture in Digital Age' kitabındaki makalesinde, blobların oluşturduğu etkileşim alanları ile ilgili şöyle yazmıştır. (Kolarevic, 2003:42)

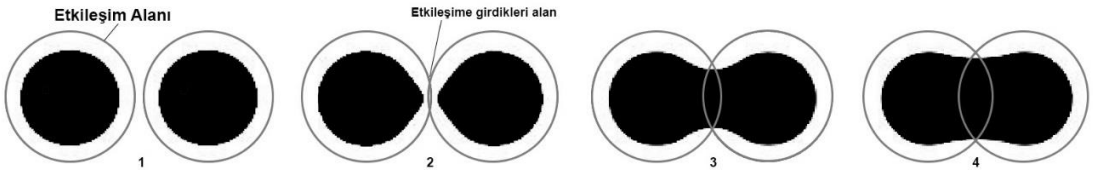
"Herhangi bir parametrik tasarım için hem dahili bir sistemin açılması hem de bağlamsal bilgi alanlarının eklenmesi önemlidir. Başka bir deyişle, mimari biçim yalnızca kendi içsel, parametre odaklı ilişkisel mantığının bir belirtisi olmamakla birlikte çevresel ve sosyo-ekonomik bağlamdan gelen dinamik ve değişken etkilere bağlanmalı ve bunlara yanıt vermelidir. Mimari biçim, durağan, atıl bir yapı olarak tasarlanmak yerine, kavramsal olarak, dış ve gradyan kuvvetlerle dönüştürücü etkileşimleri yoluyla dinamik olarak gelişen, oldukça plastik, değişebilir bir varlıktır. Kuvvet, bir başlangıç koşulu olarak, etkileri olarak hem hareketi hem de belirli biçim bükülmelerini üretir."

Bu noktada, hareket eden bloblar, oluşan etkileşim alanlarının birleşmesi veya ayrılması sonucu yeni izomorfik yüzeyler oluştururlar. (Diyagram.3) Greg Lynn 'Foldies, Bodies and Blobs' kitabında blobların hareket ve uzamsalığını üç maddede açıklamıştır. (Lynn, 1998:171-172)

“-Bloblar, akışkan uzayda hareket etme yeteneğine sahiptir. Blob formu sadece çevre tarafından değil aynı zamanda hareket tarafından da belirlenir. Bir cisim, konumu ve hızı da dahil olmak üzere içinde ideal bir statik forma sahip değildir.

-Bloblar, sıvılaştırılmış gibi nesneleri emebilir. Bu birleşik nesneler, bir iç boşluğa yutulmadan derin bir yüzeyde yüzer.

-Blob terimi tekil ve ağa bağlıymış gibi davranan, ancak biçiminde neredeyse sonsuz sayıda çoğalabilen ve dağıtılabilen bir zekayı ifade eder.”

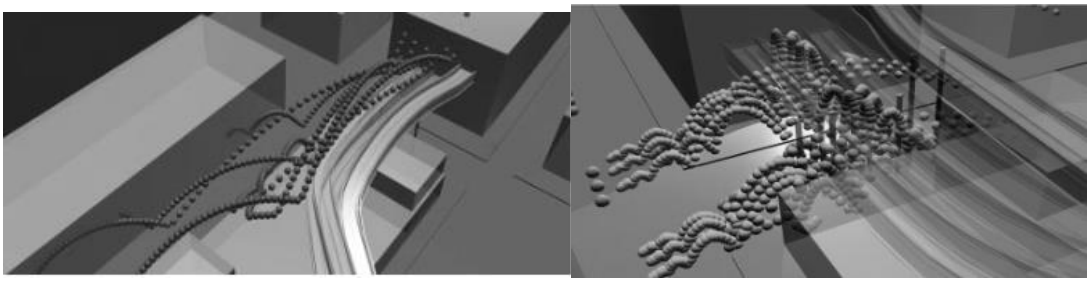


Diyagram 3. Blobların Etkileşim Alanlarının Birleşmesi

Birinci durumda iki blobun etkileşim alanları gösterilmiştir. Alanlar kesişmediği için herhangi bir topolojik dönüşüm gözlemlenmemektedir. İkinci durumda etkileşim alanları kesişmeye başladığında, bloblar birbirlerine değmeden, birbirlerine doğru dönüşmeye başlamıştır. Bu noktada blobların dönüşümü için birbirlerine değmeleri gerekmemektedir. Sadece etkileşim alanlarının kesişmesi yeterlidir. Üçüncü ve dördüncü durumda bloblar birbirlerine daha çok yaklaşmış ve kesişim alanları gitgide artmıştır ve bu da etkileşimi arttırmıştır. Artık iki ayrı blob olarak değil, tek bir blob olarak tanımlanacaktır. Bu temsili bir diyagramdır. Blobların çapları ve etkileşim alanı çapları değiştikçe farklı kesişim alanları oluşacaktır.

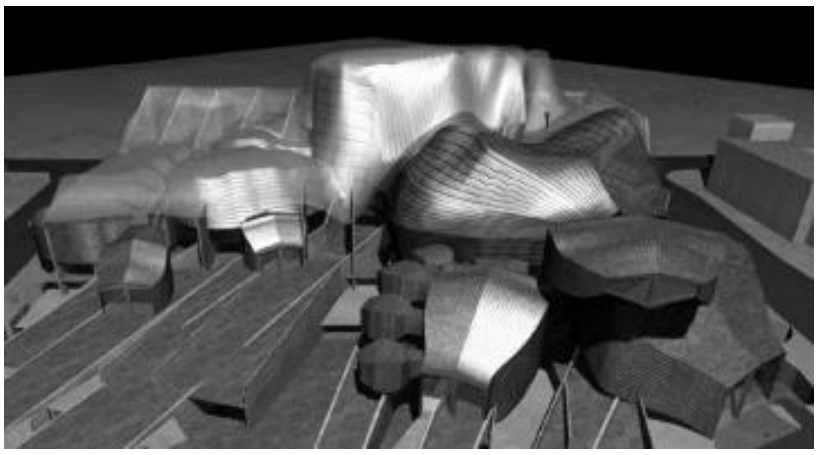
Lynn’in kuvvet ilişkilerini tasarım sürecinde ilk defa kullandığı proje, 1994’te Port Authority Triple Bridge Gateway adında köprü yarışmasıdır. Bu yarışmada trafiğin ve yayaların hareketlerinin etkileşiminden yararlanmış, çıkan kuvvetlere göre blobların yüksekliklerini ve büyüklüklerini belirlemiştir. (Diyagram 4) Bu

diyagramlarda, yayaların, arabaların ve otobüslerin hareketini ve akışını kuvvet değerleri üzerinden simüle etmektedir.



Diyagram 4. Greg Lynn Köprü Yarışması Projesi (1994)
Kaynak: Massumi, Brian. 2013. "Becoming Affirmative Critique ," Architectural Design

Ancak bu projede Lynn, kuvvetlerin niceliğini, blob çapı ve zeminden yüksekliği üzerinden kurgulamıştır. Bu noktada blob geometrisini ve aralarındaki ilişkiyi sadece diyagramatik bir ifade olarak kullanmaktadır. Oluşan yeni yüzeyler, biçimle bir ilişki kurmamaktadır. Bu kuvvetlerin kendi arasındaki etkileşim, tasarım sürecini etkilemiş ve biçimi oluşturmaktadır.



Fotoğraf 7. Greg Lynn Cardiff Bay Opera Binası
Kaynak: glform.com/buildings/cardiff-bay-opera-house/

Ayrıca Greg Lynn'ın Cardiff Bay Opera binası (Fotoğraf 7) ve Bernhard Franken'ın Bmw Bubble Pavyonu (Fotoğraf 8) blob kavramının mimari tasarım sürecinde kullanılmasına örnek gösterilebilir.



Fotoğraf 8. Greg Lynn BMW Bubble Pavyonu
Kaynak: franken-architekten.de/

Bu araştırmanın deneylerinde, izomorfik yüzey araştırmaları yapılmıştır. Bu bağlamda, dijital ortamdaki küreler, zaman düzleminde belirli bir düzende, kuvvet ilişkileri etkisinde birbirleri ile etkileşim sağlayarak yeni izomorfik yüzeyler oluşturmuştur.

1.6. İlişki Ağı Yazılımı ile Tasarım Araştırmaları

Araştırma, tasarım sürecinin algoritmasını oluşturmayı hedeflemektedir. Algoritma, zaman/hareket kavramıyla oluşan tasarım parametreleri arasında bir ilişki ağı kuracaktır. Parametrik tasarım araştırmalarında, David Rutten tarafından McNeel Associates için geliştirilen Rhinoceros3D üç boyutlu modelleme programı, algoritmik düşünce için, kendi altyapısıyla eşzamanlı çalışan grasshopper eklentisini kullanmaktadır. Grasshopper eklentisi, görsel bir programlama dili olup, tuval üzerinde bileşenlerin ilişkileri oluşturularak algoritmalar yaratır. Bu eklenti ile bitmiş bir biçime ulaşılamaz, ancak sürekli değişebilen parametrik bir sürece ulaşılabilir. Eklentinin, fizik yasalarını dijital olarak modelleme ve parametrelerle ilişkiler kurulabilme özelliği ile çevresel etmenlerin oluşturduğu kuvvetler modellenirken biçim oluşumunda da etkilidir. Araştırmaya başlamadan önce grasshopper eklentisinin kullanımına yönelik hazırlık deneyleri Ek-1 de gösterilmektedir.

Bu araştırmada grasshopper eklentisi ile deney yapmanın amacı;

-Fiziksel deneylerin dijital ortamda algoritmalarını oluşturmak,

-Fizik yasalarının dijitale aktarımını araştırmak,

-Algoritmadaki ilişki ağlarını anlamak,

-Biçim üretme sürecinin parametrelerini oluşturmak,

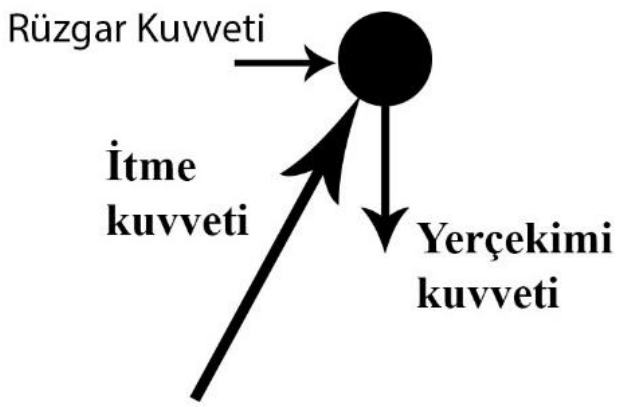
-Canlı verilerin dijital olarak parametrelere aktarılmasıdır.

Zaha Hadid Mimarlığın direktörü Patrick Schumacher makalesinde grashopper programı için, burada birbirine bağlı öğelerin ilişki ağları olarak tanımlandığı parametrik modeller kurmak için uygun bir araçtır. Tasarımcının tasarlamakta olduğu ilişkisel ağı takip edebilmesi ve müdahale edebilmesi için ilişkiler ağı kurulur ve grafiksel olarak görselleştirilir. Tasarımın tamamen ilişki ağları aracılığıyla tanımlanan topolojik parametrik geno-tiplerin kurulmasıyla ilgili olduğu birincil tasarım ortamının oluşumunda belirgindir. (Schumacher, 2016) Bu noktada, araştırma, parametreler arası ilişki ağı kurarak bir algoritmik süreç oluşturup, sonuç ürün olarak varyasyonlar üretecektir.

Grasshopper eklentisi içinde; noktaları tanımlamak ve uzayda yerleştirmek için ‘construct domain, range, unit y, move, circle, mesh, deconstruct mesh’ komutları kullanmıştır. Fotoğrafları algoritmaya eklemek ve piksel kodları üzerinden tanımlamak için, ‘Tarsier’ eklentisinin ‘import image, construct point cloud, filter point cloud’ komutları kullanılmıştır. Eğri üzerinden yapılan deneylerde, eğri ve yüzey araştırmaları için ‘polyline, loft, pipe, fields, vector force, line charge’ komutları, ‘heteroptera’ eklentisinin ‘incentious network’ komutu kulanılmıştır. Blob deneylerinde ise bu komutlara ek olarak ‘cocoon’ eklentisi komutları kullanılmıştır. Detaylı açıklamalar deneylerin algoritma tanımlamasında yapılacaktır.

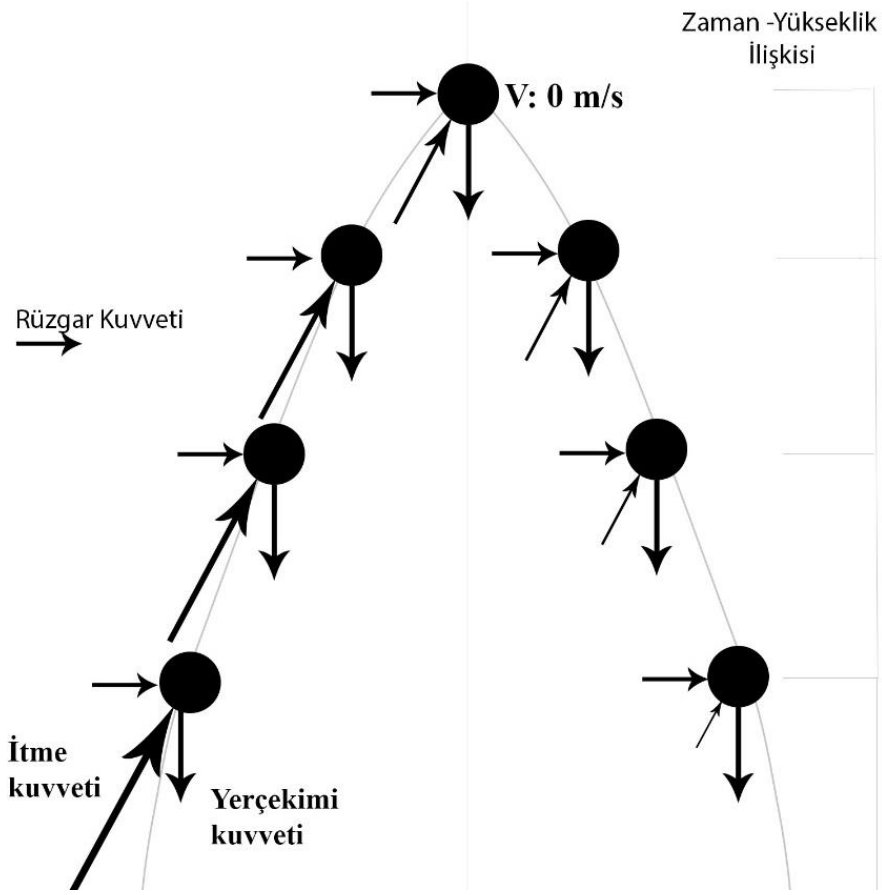
1.7. Hareket: Top Hareketi

Araştırma, topun hareketi üzerinden okunacaktır. Bedenin hareketi, bu araştırma kapsamında değildir. Topun belirli bir zaman içinde yer değiştirmesi, gözlemlenecek hareketi ortaya çıkarır. Topun hareketi, yer çekimine ve ellerden gelen itme kuvveti ve yönüne bağlıdır. Topun yer çekimi etkisindeki hareketini ele aldığımızda, oluşan iz bir eğri oluşturur. Bu eğri, itme kuvveti, havanın sürtünme kuvveti, rüzgar kuvveti ve yer çekimi kuvvetinin zaman içindeki dengesi ile oluşur (Diyagram 5). Yer çekimi doğal bir kuvvet olduğu için hesaplanabilir matematiksel bir parabol eğrisi ortaya çıkmaktadır. Ayrıca havanın sürtünme kuvveti, itme kuvvetine vektörel olarak ters yönde etkilediği için, topun oluşturduğu eğriyi anlatırken itme kuvvetinin içine dahil edilmiştir.



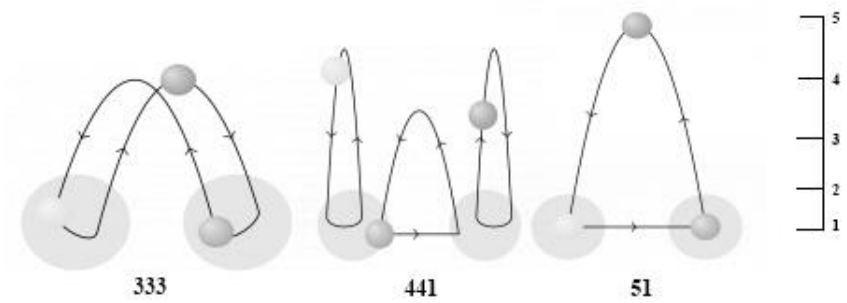
Diyagram 5. Topun Hareketinde Etki Eden Kuvvetler

İtme kuvveti başlangıçta yer çekiminden daha büyük olduğu için kartezyen koordinat sisteminde y yönünde hareket eder. Tepe noktasına kadar itme kuvveti, yer çekimi kuvvetinden büyüktür. Tepe noktasında itme kuvveti ve yer çekimi kuvveti vektörel olarak eşitlenir ve topun hızı sıfır olur ve yer çekimi kuvveti, yeryüzüne doğru topu harekete yön verir. (Diyagram 6)



Diyagram 6. Topun Hareketinde Etki Eden Kuvvetler

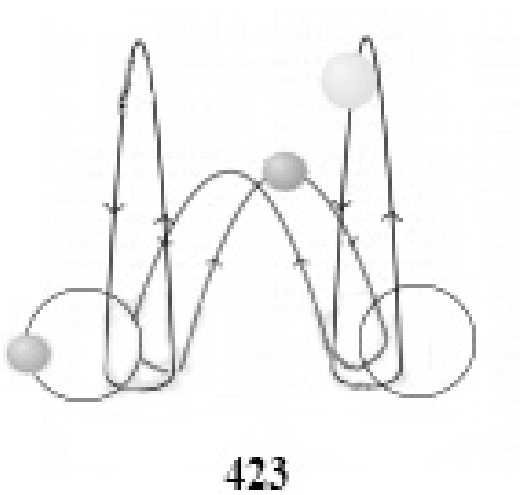
Top hareketini gözlemlemek için sirk disiplininden jonglörlük tercih edilmiştir. Jonglörlük, top nesnelerinin havada, etki eden itme ve yer çekimi kuvvetleri altında hareket etmesini baz almaktadır. Başka bir deyişle, topun yer çekimi etkisinde zamansallığı, topun yüksekliği ile ilişkilidir. Bu noktada matematik disiplini üzerinden top hareketlerinin zamana bağlı notasyonunu çıkartılmıştır. Notasyon, top hareketinin sayısal olarak ifade edildiği bir matematiksel bir dildir. 1985'te matematikçi Paul Klimer tarafından keşfedilmiştir. (Diyagram 7)



Diyagram 7. Siteswap Notasyonu
Kaynak: maths.ox.ac.uk/outreach/oxford-mathematics-alphabet/j-juggling

Örnek olarak, en temel üç top hareketi 333 sayısı ile gösterilir. Bir top 3 birim zamanda diğer ele geçmiş demektir. Bu şekilde sonsuz alternatif yaratılmaktadır. En bilinen üç top notasyonları; 333, 531, 441, 423, 55500, 975 notasyonlarıdır. Bunlara bağlı olarak bu notasyon, topların zamana bağlı yer değiştirmesinin sayılarla gösterimidir. Var olan zamanı eşit aralıklı atış sayısına böldüğümüzde, bir topun bir elden diğer ele gittiği zamanı betimler. Notasyonda çift sayılar aynı el ile atılan ve tutulanı, tek sayılar ise bir elden diğer ele geçtiğini ifade eder.

Bu araştırmada, farklı top hareketlerinin oluşturacağı varyasyonları gözlemlemek için iki hareket dizisi irdeleyecektir. Biri temel hareket (333), diğeri alternatif hareket (423) olarak belirlenmiştir. (Diyagram 8)

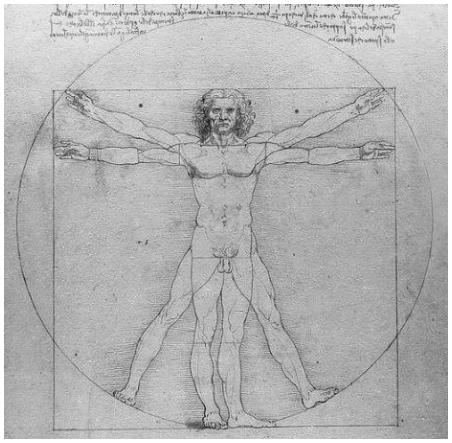


Diyagram 8. Alternatif Hareket- 423

2. DENEY

2.1. Deney Araçları: Hareket Yakalama Teknikleri

Vitrivius'a (M.Ö.80-15) göre insan bedeni kendi içinde statiktir ve tüm geometrilerin kaynağıdır. Bu görüşü tekrar yorumlayan Leonardo Da Vinci (1452-1519), bedenin statik olmadığı, ayakta ve hareket halinde olduğu çizimi 'Vitruvian Man' (1492) eskizinde uygulamıştır (Fotoğraf 9). Leonardo Da Vinci, bu sistemi, insan bedeni için on altı olası pozisyonun aynı çizimde sistematik hale getirip, daire ve kare çizerek, bedenin geometri ile olan ilişkisini göstermiştir.(Piedade Ferreira, de Mello, and Duarte 2011). Bu dinamizm, bedenin hareketinin ilkel bir temsilidir. Da Vinci, zaman/hareket ilişkisini görselleştirmiştir.



Fotoğraf 9. 'Vitruvian Man' eskizi
Kaynak: leonardodavinci.net/the-vitruvian-man.jsp

Zaman/hareketi temsil etmek, 19.yüzyılın başlarında hareketi yakalamak olarak tanımlanmaya başlamıştır. Eadweard Muybridge (1830–1904) ve Etienne Jules Marey (1830-1904) kronofotografi (chronophotograpy) adını verdikleri, fotoğrafların zamansal bir düzende çekilmesi ve kurgulanmasıyla, hareketi temsil ettikleri bir teknik geliştirmişlerdir. Kronofotografi, sinema disiplininin altyapısını oluşturmuştur. Teknoloji ilerledikçe, kronofotografinin mantıksal düzeni, günümüzde hareketi kolaylıkla yakalayabilen kamera, telefon, hareket sensoru gibi araçları ortaya çıkarmıştır. Bu tezde;

kronofotografi tekniği, ‘Kinect’ hareket sensörü, ‘Motion Capture Suit’ teknolojisi açıklanmıştır.

Araştırmadaki deneylerin altyapısı, kronofotografi tekniği ile kurgulanmıştır. Hareket yakalamanın yazılımsal düşüncesini anlamak için kinect ve motion capture teknolojisi ile deneyler yapılmıştır. Fakat bu sensörlü deneylerin geliştirilmesi doktora sonrası çalışmalarda planlanmaktadır.

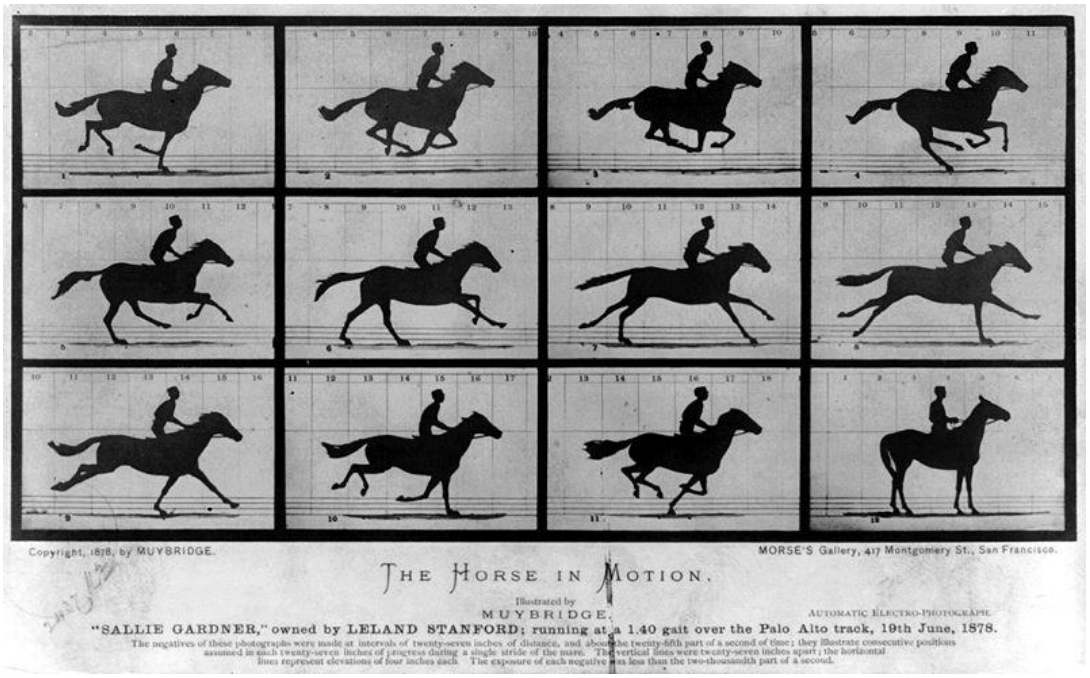
2.1.1. Kronofotografi Tekniği

Kronofotografi, zaman içindeki hareketin seri fotoğraflar çekilerek yakalanmasıdır. Beden hareketini göstermenin metodunu arayan iki araştırmacı, Etienne-Jules Marey ve Eadweard Muybridge tarafından aynı zaman diliminde farklı ülkelerde kronofotografi tekniğini geliştirmişlerdir. Her ikisi de farklı tekniklerle grafiksel olarak beden hareketini göstermeye odaklanmıştır. Çok kısa ve eşit zaman aralıklarında çekilen bir dizi anlık fotoğraf çekme sistemi tasarlamış ve bu da beden hareketlerini analiz etmelerini sağlamıştır. Bu sistemler, bedensel hareketi temsil teknikleriyle belirlenen sınırlar dahilinde mümkün olan en küçük zamansal ve uzamsal parçalara ayırmıştır. Muybridge, hareketi gösterirken sıralı birden çok fotoğrafı kullanmıştır. Marey ise birden çok fotoğrafı tek bir fotoğrafta birleştirerek hareketi göstermiştir. Muybridge ve Marey, kronofotografi tekniği ile hareket analizini somutlaştırıp, teknolojinin gelişmesine altyapı sağlamıştır.

2.1.1.1. Eadweard Muybridge Kronofotografisi

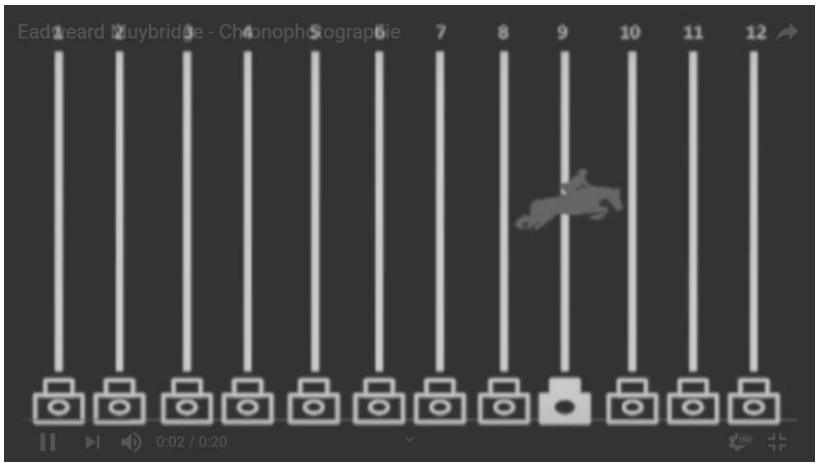
İngiliz-Amerikalı fotoğraf sanatçısı Eadweard James Muybridge, hayvan ve insan hareketlerinin fotoğraflarıyla California'da hareket analizine öncülük etmiştir. 1870'lerin sonlarında, koşan bir atın dört ayağının zemine temas edip etmediği tartışmasına, koşan bir atın eşit zaman aralığında seri fotoğraflarını çekerek, ayakların zemine temas etmediği durumu kanıtlamıştır. (Fotoğraf 10) Yeniden kaydedilen her çerçeve, at bir dizi hizalanmış kameraya bağlı bir telin

üzerine bastığında yakalanmıştır. Muybridge'in yalnızca bir dizi hareketsiz resimleri olmasına rağmen, öznenin hareketi hakkında bir izlenim elde etmek mümkündür.(Jensenius, 2013) Böylece belli bir zaman aralığıyla hareketin evrelerini ve eşit zaman aralığındaki dönüşümü gözlemlenmiştir.



Fotoğraf 10. Muybridge'in Koşan At Fotoğraf Serisi (1878)
Kaynak: smarthistory.org/eadweard-muybridge-the-horse-in-motion/

Muybridge, kronofotografi tekniği ile hareketin görselleşip diyagram haline gelmesi üzerine çalışmıştır. Sıralı koyduğu fotoğraf makinelerinin saliselik farklarla fotoğraf çekmesi için saat mekanizması geliştirmiştir. (Diyagram 9) Çektiği fotoğrafları art arda koymasıyla da hareketin görsel temsilini keşfetmiştir.



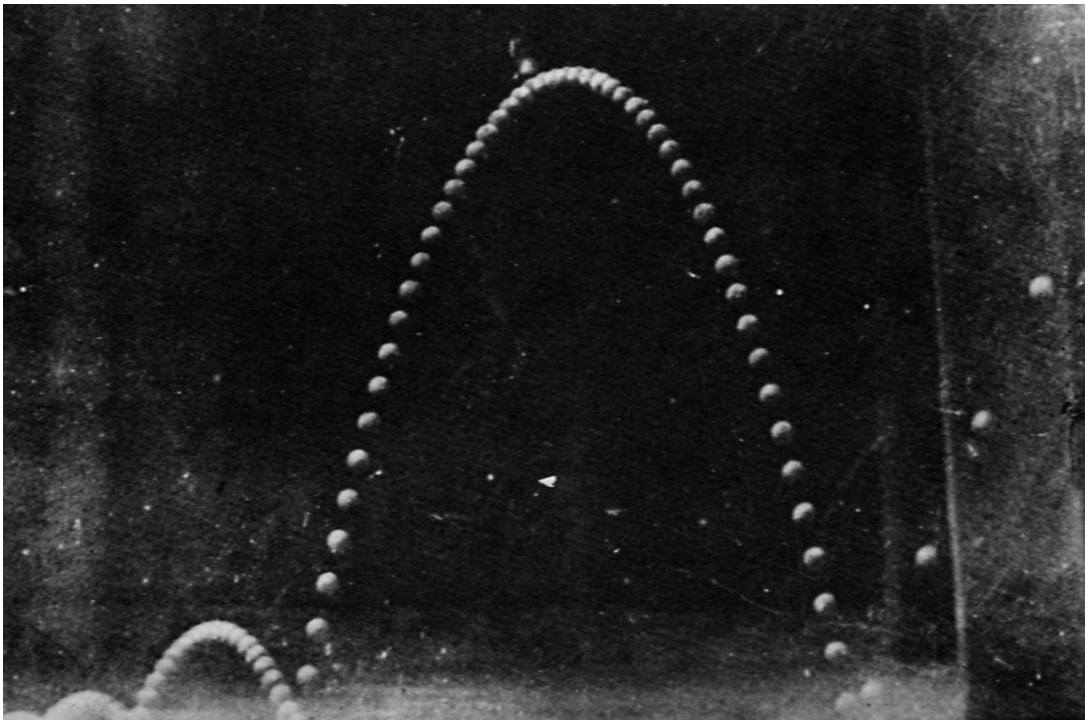
Diyagram 9. Muybridge'in Seri Fotoğraf Çekim Sistemi
Kaynak: youtube.com/watch?v=4A_x-fUlsmM

Muybridge, modelin geometrik şeklini tanımlamak için senkronize diziler (ayrı zaman çerçeveleri) yaratmıştır. Bunlara uzay zaman modeli bir diğer adıyla kronoform demiştir. Bedenlerin uzaydaki farklı noktalarını gözlemlemek için ileri veya geri hareket etmelerini sağlayan bir modeldir. Kronoform, belirli bir olayın anlatımını görselleştirerek, geometrik bir yol yörüngesiyle tanımlanan kontrollü bir dizide sıralanan anlar aracılığıyla resmederek, bir dizi anın ortaya çıkmasıdır. Bu da yörünge yolunun geometrisini ve uzunluğunu tanımlarken biçimin dinamik olmasını sağlar. (Salary, 2016)

Sonuç olarak, kronofotografinin ortaya çıkmasıyla zamanın yansıtılması ön plana çıkmıştır. Şimdiki anı kaydetme özelliğine sahip olan fotoğraf disiplini, zamanı nesnelerin hareketiyle ilişkilendiren Aristoteles'in zaman anlayışına referans vermektedir. (Syf.15) Fotoğraf, şimdiki anı kaydettiğine ve bu sayede geçmiş ile gelecek arasında bir sınır oluşturduğuna göre 'kaydetme anı' durdurulan şimdiki zamanın geçmiş ve gelecek arasında hem sınır hem de bağlantı olduğunu ileri süren Aristoteles'in zaman anlayışı çerçevesinde değerlendirilebilir. Bu noktada Muybridge, kronofotografi tekniği ile bir eylemin parçalanmış hareketinin her aşamasını ve kaydedilen tüm aşamalarla ilişkili olarak uzaydaki konumunu gösteren, eylem halindeki çeşitli modellerin salınım diyagramlarını veren çalışmalar yaptığı gözlemlenir.

2.1.1.2. Etienne-Jules Marey Kronofotografisi

Etienne-Jules Marey, Fransa'da yaşamış olan fizyolog ve fotoğraf sanatçısıdır. Tıp alanında hayvan ve insan hareketleri üzerine araştırmalar yaparken, fotoğraf disiplini ile birleştirip hareket analizleri yapmıştır. Marey'de Muybridge gibi sinemanın altyapısını oluşturan araştırmacılardan biridir. Marey," Le Mouvement" kitabında (Marey, 1984:24) '*kronofotografinin amacının, hareket eden nesnelerin işgal ettiği uzaydaki farklı konumları, yani yörüngesini (temsil ederek), bir hareketin karakterlerini kesinlik ile belirlemek*' olduğunu yazmıştır. Marey, kronofotografik kayıtlarının matematiksel çalışmasının oldukça karmaşık ve sınırlı ilgi alanı olacağını yorumlasa da belirli nesnelerin hareketinin tipik olarak matematiksel biçimlere ürettiğini de kabul etmiştir.



Fotoğraf 11. Marey'in Top Hareketi Kronofotografı (1886)
Kaynak: zeno.org/nid/20001883798

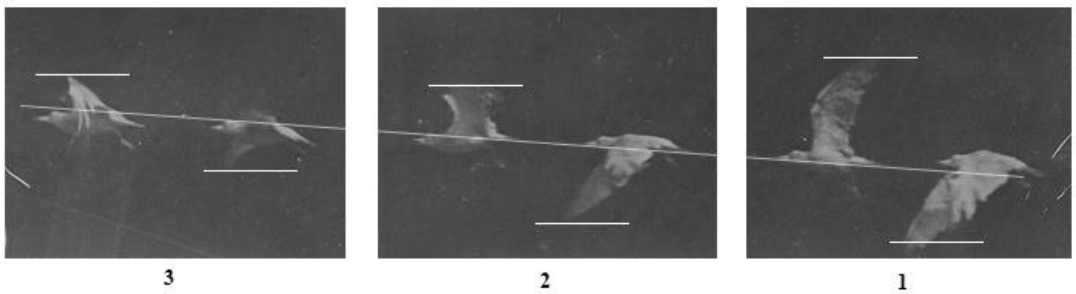
Fotoğraf 11, Marey'in topun zaman/hareket ilişkini gözlemlediği kronofotografidir. Bu fotoğrafta zaman düzleminde topların arasındaki mesafelerin zeminden uzaklaştıkça azaldığını görmekteyiz. Ancak Marey'in bu

fotoğrafla ilgili ikili ilişkilerin aralık farkını gösterdiği bir diyagramının olmadığı görülmüştür. Marey sadece hareketin izinin oluşturduğu doğal eğri ve hareketin ikili tekrarlarıyla ilgilenmiştir. Bu kronofotoğraf, araştırmada yapılan deneylere yön vermiştir. Topun oluşturduğu doğal eğri ile ikili zaman/hareket ilişkilerini de sorgulatmıştır.

Marey, görüntünün üzerine yerleştirilen dilin sözlü değil, biçimsel olduğunu fark etmiştir. Bir hareket alanı ve bir hareket süresine ek olarak, hareket anlayışının ortaya çıkan biçimin farkındalığıyla rafine edildiğini ve soyut düşüncenin bağımsız bir nesnesi olarak bu biçimin işlenmek için uzaydan ve gerçek zamandan çıkarılabileceğini göstermektedir. (Sutil, 2015) Bu hareket analizleri, hareketi oluşturan bedenin dönüşümlerini irdeler ve zamansal olarak kuvvet dengesini göstermektedir. Marey'in uçan kuş kronofotografisi örneğini ele aldığımızda; (Fotoğraf 12)



Fotoğraf 12. Marey'in 'Bird in Flight' Kronofotografisi
Kaynak: metmuseum.org/art/collection/search/286544

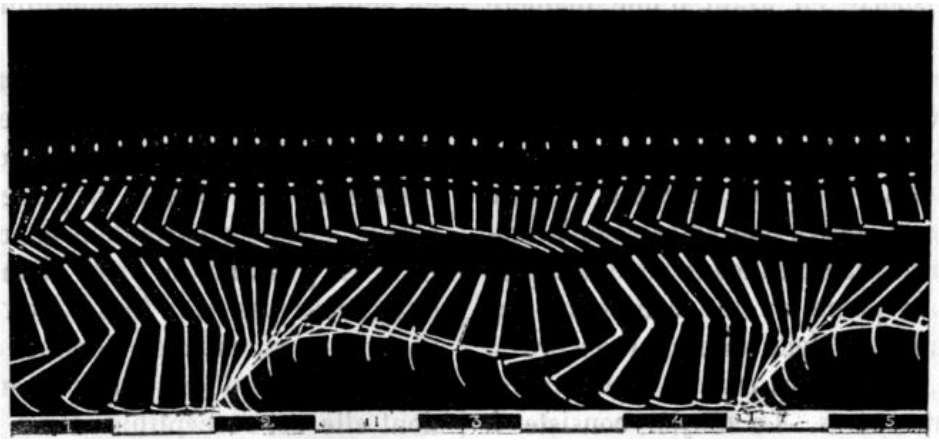


Diyagram 10. İkili Zaman/Hareket İlişkileri Diyagramı
Kaynak: Özgür Kavurmacıoğlu

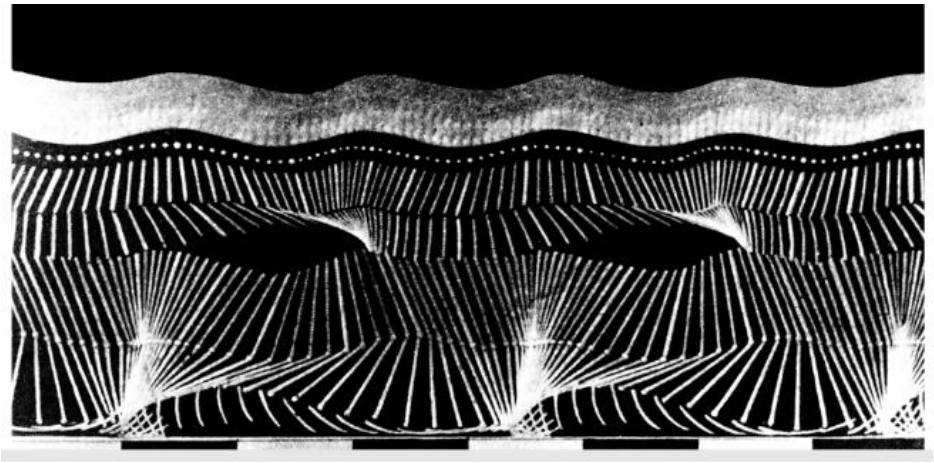
Diyagram 10.'de ikili ilişkilere baktığımızda kanat hareketinin tekrarı gözlemlenir. Ancak tekrar içinde kanatlar arası mesafe azalmaktadır ve kuş 1. Durumdan 3. duruma geçtiğinde, 1. Duruma göre yükselmiştir. Bu durumda, kuşun havalanması için kanatlar arası mesafenin azalması gerekmektedir. Bu da kanat üzerinde oluşan kuvvetlerin dengesinin zaman/harekete göre dönüştüğünü göstermektedir. Bu dönüşüm, hava yoğunluğu, rüzgar, sürtünme kuvveti, yerçekimi gibi kuvvetlerin yanında kanat yüzey alanı, kanadın iç yapısına ve biçimine bağlıdır. Aynı top hareketinde olduğu gibi ikili ilişkiler, birbirileri ile entegre olmaktadır. Ortaya çıkan iz yumuşamaktadır. Ayrıca Marey'in çalışmaları üzerine çalışan Francois Dagognet, 'Etienne-Jules Marey: A Passion for the Trace' kitabında havadaki kuş (Fotoğraf 38) kronofotografisini yorumlamıştır: (Dagognet, 1992:112)

"Hava, iki kanadın çarptığı ve geriye ittiği, zorunlu olarak yukarı ve ileriye doğru bir kaldırma meydana getiren bir dayanak noktası görevi görmüştür. Ama hem kanat kaslarının hareketinin hem de kuşun vücudunun hareketinin kaydedilmesi ayrıca kanatlara bağlı bir yükseliş olduğunu kanıtlamıştır. Daha belirgin olanı alçaltmalara karşılık gelirken, ikincisi ve daha küçük olanı ise yukarı kaldırmalarına karşılık gelir ve bu da hızın yavaşlamasına neden olmaktadır. Kanatlar alçalırken kaldırma gerçekleşmiştir."

Marey, hareketin akışının ölçülmesiyle ilgilenmiştir. Bu yüzden Marey, tek bir fotoğraf karesi üzerinde tüm zaman/hareketi görmeyi amaçlamıştır. Grafiksel kayıt metotlarını geliştirmek için bir sürü modern kayıt cihazlarını (osiloskop, elektrokardiyograf gibi) temel almıştır. Marey, fotoğrafta istediği salt hareketi yakalamak için, yansıtıcı metal şeritler takan veya beyaz çizgili takım elbise giyen insanları siyah bir arka plan önünden hareket ettirmiştir. 100ms'de flaş kullanarak çekimler yapmış ve çizgiler dışında kafa karıştıran görüntüleri elemesini sağlamıştır. (Diyagram 11-12).(Fabio, Filippucci, and Verdecchia, 2016)

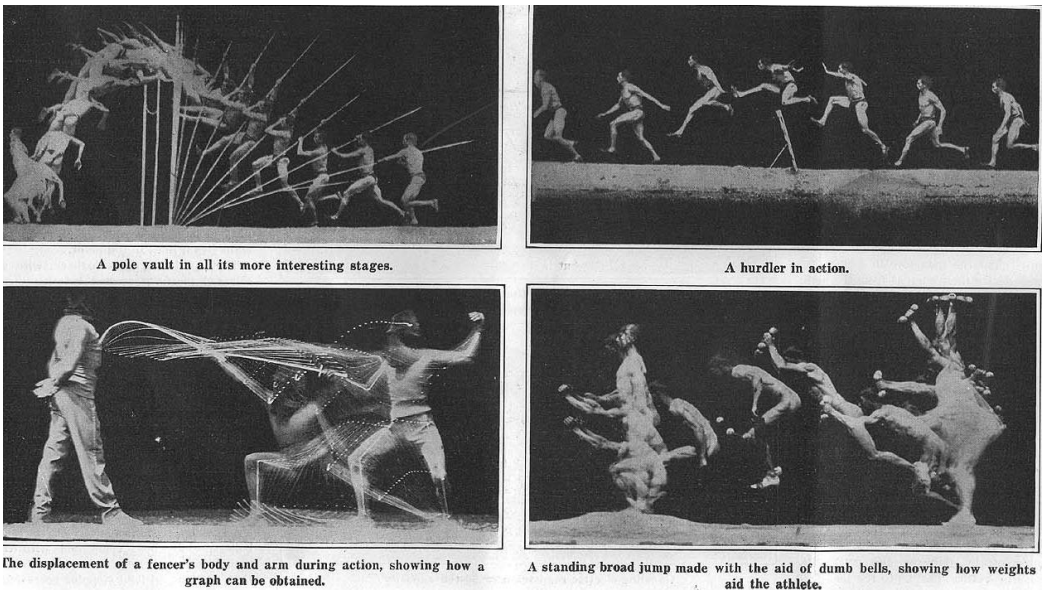


Diyagram 11. Marey'in Şerit ve Çizgilerle Hareket Yakalaması
Kaynak: F.Bianconi, M. Filippucci, and C. Verdecchia. 2016. "Body Movement Based Architecture,"



Diyagram 12. Marey'in Şerit ve Çizgilerle Hareket Yakalaması
Kaynak: F.Bianconi, M. Filippucci, and C. Verdecchia. 2016. "Body Movement Based Architecture,"

Diyagram 11 ve 12'de Marey, beden üzerindeki değişim noktalarının hareketini zamanı ardışık kullanarak bir diyagramatik ifadeye dönüştürmüştür. Fotoğrafları birleştirdiği aralık her zaman eşittir. Aralıkları eşit kullanması Marey'in kararıdır ve bu da gösteriyor ki fotoğraflar arası uzaklıkla ilgilenmemiştir. İkisinde de aynı hareket olmasına rağmen diyagram 12'nin diyagram 11'den farkı, hem bedendeki değişim noktalarının daha fazla olması, hem de fotoğraflar arası mesafenin daha az olmasıdır. Bu da çıkan grafikteki eğrilerin daha yumuşamasıdır.



Fotoğraf 13. Marey'in Çalışmaları
Kaynak: "The Human Body in Action," *Scientific American*, 1914

Sonuç olarak, Marey'in fotoğraflarında hareketin fazları eşzamanlı bir görüntüye dönüşür. Bu da hareketin uzayda bıraktığı izler olarak gözlenmektedir. Burada hareketin hem zamansal hem de uzamsal özellikleri hakkında tek bir fotoğraftan bir fikir edinmeyi mümkün kılmaktadır. Fotoğraf 13'te Marey, beden ve nesneler üzerindeki değişimi araştırdığı görülmektedir. Kurguladığı kronofotoğraflarda, kuvvet dengelerinin zamansal açılımları gözlemlenmektedir.

Marey ve Muybridge'in kronofotografi teknikleri, zaman/hareket ilişkisinin beden ve nesne üzerindeki değişimleri göstermektedir. İki teknikte de hareket, zamanın ardışık ve eşit aralıklarla kullandığı şekilde ifade edilmiştir. Ancak Muybridge'in tekniği topolojik düşünmeye daha açıktır. Marey'in tekniği daha çok kartezyen düşünmeyi önermektedir. Ayrıca Muybridge, çektiği fotoğrafları sırayla dizerek bir diyagram oluşturmuş, Marey ise çektiği fotoğrafları, tek bir fotoğraf karesinde toplamıştır.

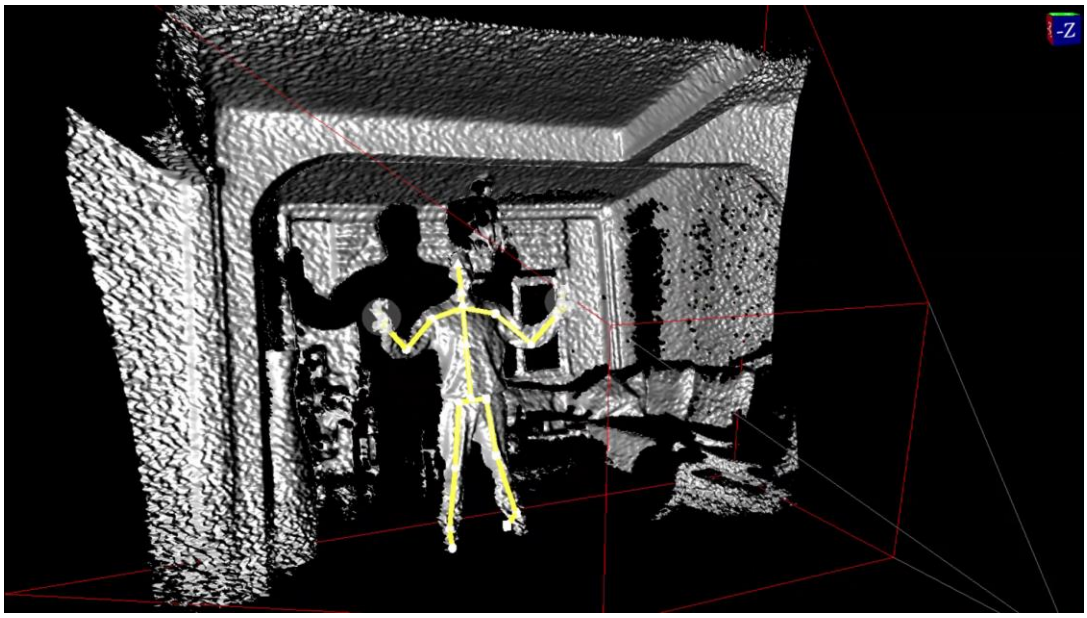
2.1.2. Kinect Hareket Sensörü

Kinect, hareket kodlayıcı bir cihazdır. Xbox 360 video oyun platformu için sensör eklentisi olarak da kullanılmaktadır. Ayrıca derinliği dahil ederek hareket yakalama özelliğine sahiptir. Temelde, kullanıcıların geleneksel bir el kumandasına ihtiyaç duymadan, oyun sistemiyle etkileşime girmesini sağlamak için tasarlanmıştır. Sensörlere yazılmış algoritmalarla vücudunun eklem noktaları algılanmaktadır. Bedeni algılayan kızılötesi lazer projektör ve sensör çubuğuna monte edilmiş kızılötesi video kameradan oluşan derinlik kamerasıdır. Kinect kamerası kullanıcıyı 80 cm ile 400 cm arasındayken algılayabilmektedir. En ideal uzaklık 120 cm ile 350 cm arasındadır.

Sistem, sensörün görüş alanındaki nesnelere yansıtılan bir benek desenini tespit etmek için kızılötesi kamerayı kullanır. Yani bir örüntü tanıma algoritması kullanan Kinect, kullanıcının farklı vücut bölümlerinin pozisyonlarını belirlemektedir. Kinect, iskelet algılama ve izleme sistemine sahiptir. (Diyagram 13) İnsan anatomisinin 20 farklı eklem noktasını algılamaktadır. (Tablo 1) Her eklem, kartezyen sistemdeki koordinatlarıyla (x, y, z) temsil edilir.

Tablo 1. Kinect'in İskelet Algılama Noktaları

Bölgeler	
Baş	Sağ diz
Sol omuz	Sol ayak
Sağ omuz	Sol ayak bilek
Sol dirsek	Sağ ayak bilek
Sol bilek	Boyun
Sağ bilek	Sağ ayak
Sağ el	Sol kalça
Sol el	Sağ kalça
Sol diz	Orta kalça
Sağ dirsek	Göğüs



Diyagram 13. Kinect ile İskeletin Algılanması

Kinect cihazı, algıladığı her veriyi nokta kümesi (point cloud) şeklinde de göstermektedir. Nokta kümesi verileri, hareketin üç boyutlu şekilde gösterilmesini sağlamaktadır. (Diyagram 13). Araştırmada hareketi yakalamayı yazılımsal olarak algılamak için Kinect ile hareket yakalama deneyleri yapılmıştır. (Ek-2)

2.1.3. 'Motion Capture Suit' Teknolojisi

Motion Capture (Mocap) teknolojisi, Kinect cihazının daha gelişmiş bir hareket yakalama teknolojisidir. Daha çok sinema sektöründe kullanılmaktadır. Kinect sensörü gibi bedeni algılayan bir kamera yoktur. Dalgıç kıyafeti gibi bir süit, sensör olarak çalışır (Fotoğraf 14). Fiziksel performansı, dijital performansa çevirir. Bu teknolojiyle toplanan veriler daha net ve hesaplaması kolaydır. Motion Capture teknolojisi ile ilgili sadece başka bir projenin uygulaması gözlenmiştir. Bu araştırmada motion capture teknolojisi uygulanmayacaktır.



Fotoğraf 14. Mocap Suit
Kaynak: qualisys.com/hardware/accessories/mocap-suits/

Mocap süitin içinde kablo şeklinde sensörler vardır. Bilgisayarla wifi üzerinden bağlanır. Kinect'e göre beden hareketinin daha kesin koordinat sistemini kaydedebilir. (Fotoğraf 15)



Fotoğraf 15. Mocap Suit ile Hareket Verileri Elde Etmek
Model/Süit: Nisan Berkol, Nebi Cihan Çankaya

2.2. Kronofotografi Deneyleri

Kronofotografi ile hareket yakalama tekniği üzerine deneyler yapılmıştır. Muybridge ve Marey, o dönemin teknolojisi ile çektikleri fotoğrafları hareket yönünde fotoğraflar çekmiştir. Sonra onları sıralı bir şekilde dizerek veya üst üste koyarak, hareketi ifade etmiştir. Sonuç olarak, kronofotografi tekniğine göre, bu araştırma için topların hareketlerinin algılandığı fotoğraflar çekilmiştir. Marey ve Muybridge gibi seri fotoğraf çekmek yerine hareketin videosu çekilip, video çekim karesine bağlı olarak fotoğraflara dönüştürülmüştür.

Fotoğrafları çekmek için önce video çekim alanı hazırlanmıştır (Fotoğraf 16). Fotoğraflarda topları arka plandan ayırmak için yeşil perde tercih edilmiştir. Ayrıca yeşil perdede, topların hareket ettirenin gölgesinin oluşmaması için yeterli ışık kaynağı sağlanmıştır.



Fotoğraf 16. Fotoğraf Çekimi Stüdyosu- Umut Erhan Stüdyo
Tarih: 11.12.2019

Canon 200D ile iki saniyelik video çekimi yapılmıştır. Zaman belirlenirken her topun bir kez, atıldığı elden yine aynı ele gelmesi durumu sağlanmıştır. Video, 24 fps ile çekilerek (Saniyede 24 kare fotoğraf) toplamda 48 fotoğraf elde edilmiştir. Videoyu fotoğraflara ayırma işlemi ise Adobe Premiere programı ile yapılmıştır.



Diyagram 14. Muybridge Tekniği ile Kronofotografi
Tarih: 12.12.2019



Diyagram 15. Marey Tekniği ile Kronofotografi
Tarih: 24.12.2019

Deneylerde kullanılması için oluşturulan 48 fotoğraf, Muybridge ve Marey teknikleri kullanılarak, iki farklı diyagram oluşturmuştur. Diyagram 14'te fotoğraflar soldan sağa okunarak, hareketin zamansal parçaları gösterilmiş, Diyagram 15'te ise hareketin zamansal parçalarının oluşturduğu eğri gözlemlenmiştir. Bu diyagramlar deneylerin altyapısını oluşturmaktadır. Bu deneylerde, topların hareketinin zaman parametresine bağlı olarak oluşturduğu eğriler araştırılmıştır. Deneyler fiziksel deneyler ve dijital deneyler olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Bu diyagramlardan okunan deney parametreleri; Yörünge (Bölüm 2.4., S.35), fotoğraflar arası mesafe (Bölüm 2.1., S.12) ve fotoğrafların sayısıdır. Deneyler, kavram bölümünden gelen referanslarla ve yapılan kronofotografi diyagramları üzerinden kurgulanmıştır.

2.2.1. Kronofotografi Fiziksel Deneyleri

Araştırmanın başlangıç deneyleridir. Zaman/hareket ilişkisini irdelemek ve topun izinin oluşturduğu eğri gözlemlemek için yapılmıştır. Fiziksel deney sonucu ortaya çıkan modellerin okunması, dijital deneylerin altyapısını kurgulamayı sağlamıştır. Topolojik düzlem bölümünden (s.35) referans alınan yörüngeler (Doğrusal, dairesel, mobius şeridi) fiziksel modelleri yapılmıştır. Bu deneyler sonucu tasarım parametreleri geliştirileceği için, sadece temel hareket kullanılmıştır

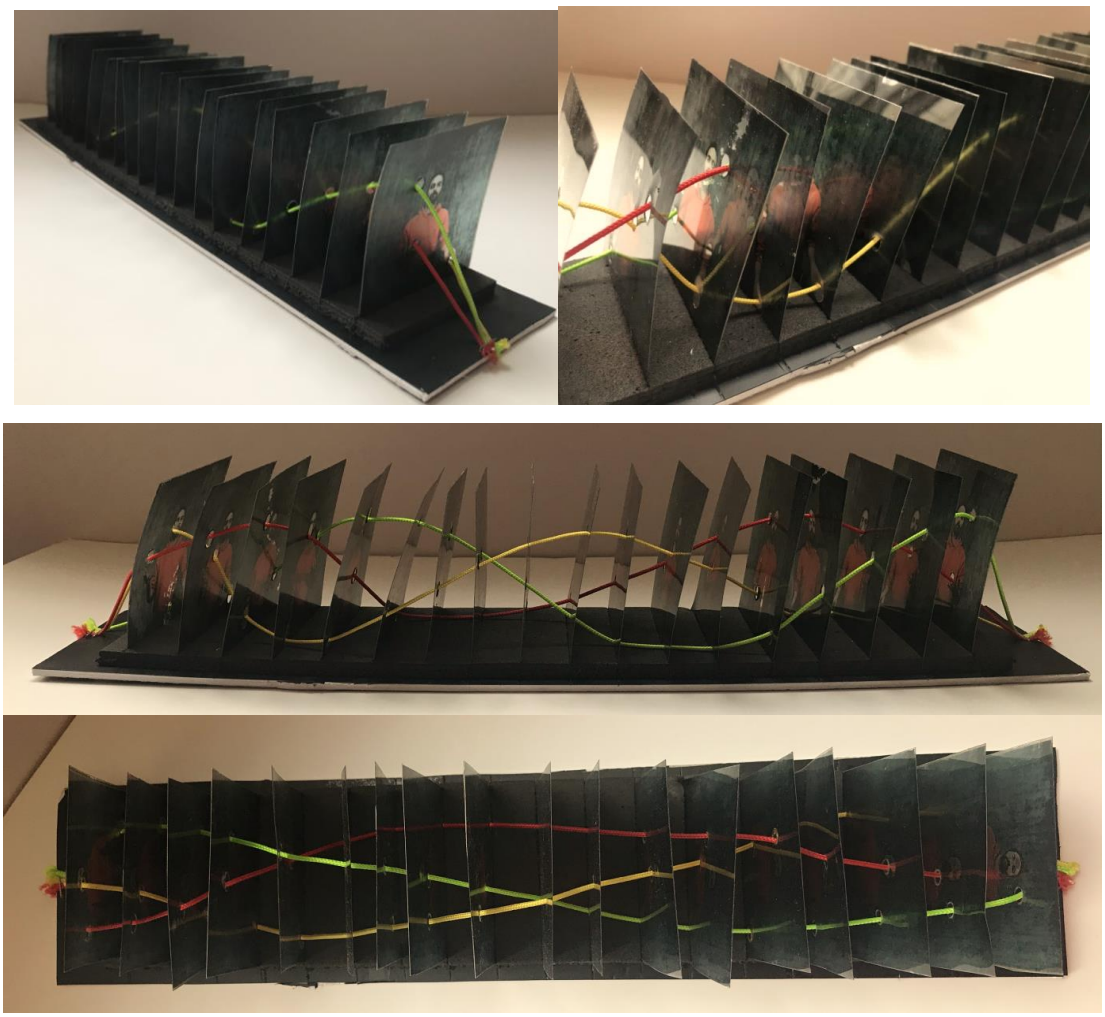
Deneylerde kullanılmak için fotoğraflar asetat kağıdına yüzde 90 opaklıkla basılmıştır. Eva malzemesi fotoğrafları yerleştirmek için kullanılmıştır. Ayrıca fotoğraflardaki toplara havya ile delik açılıp, bu deliklerden her top farklı rengi temsil edecek şekilde ipler geçirilmiştir. (Fotoğraf 17)



Fotoğraf 17. Fiziksel Modellerde Kullanılan Malzemeler
Tarih:18.12.2019

2.2.1.1. Deney 1: Doğrusal

Deneyde 18 fotoğraf 2 cm aralıklar ile doğrusal şekilde yerleştirilmiş ve aralarında 0,11 saniyelik zaman farkı vardır. Bu fiziksel modeldeki amaç, top hareketinin zaman içerisinde doğrusal olarak oluşturduğu izi gözlemlemektir.



Fiziksel Model 1. Temel Hareketin Doğrusal Yörünge ile Fiziksel Modeli
Tarih:18.12.2019

Birinci Deneyin Kazanımları

- Fiziksel modelde topun zaman düzlemindeki hareketini ifade eden ipler, oluşan eğrileri algılamayı sağlamıştır. Eğriler arası ilişkiler gözlemlenmiştir.

- Fotoğraflar arasındaki mesafe, topun oluşturduğu izin eğriliği ile doğru orantılıdır. Aralık arttıkça, eğriyi oluşturan kontrol noktalarında yumuşak geçişlerin olduğu gözlemlenmiştir.

- Fiziksel modelde eğrilerin tekrarı gözlemlenmiştir.

- Gerçek zamanlı bir çekimden alınan fotoğraflar olduğundan, top üzerindeki tüm kuvvetlerin etkisinde doğal bir eğri oluşturduğu gözlemlenmiştir. Eğri, milimetrik farklarla da olsa hep farklı noktalardan geçmiştir. Buradaki farkın nedeni gerçek zamanlı verilerin, topu atma kuvveti ve açısına sahip olmasındandır.

- Top hareketinin oluşturduğu eğrilerin doğrusal bir yörüngede gitmesi, hareketin devamında nasıl eğrilerin oluşacağına dair algıyı kolaylaştırmıştır.

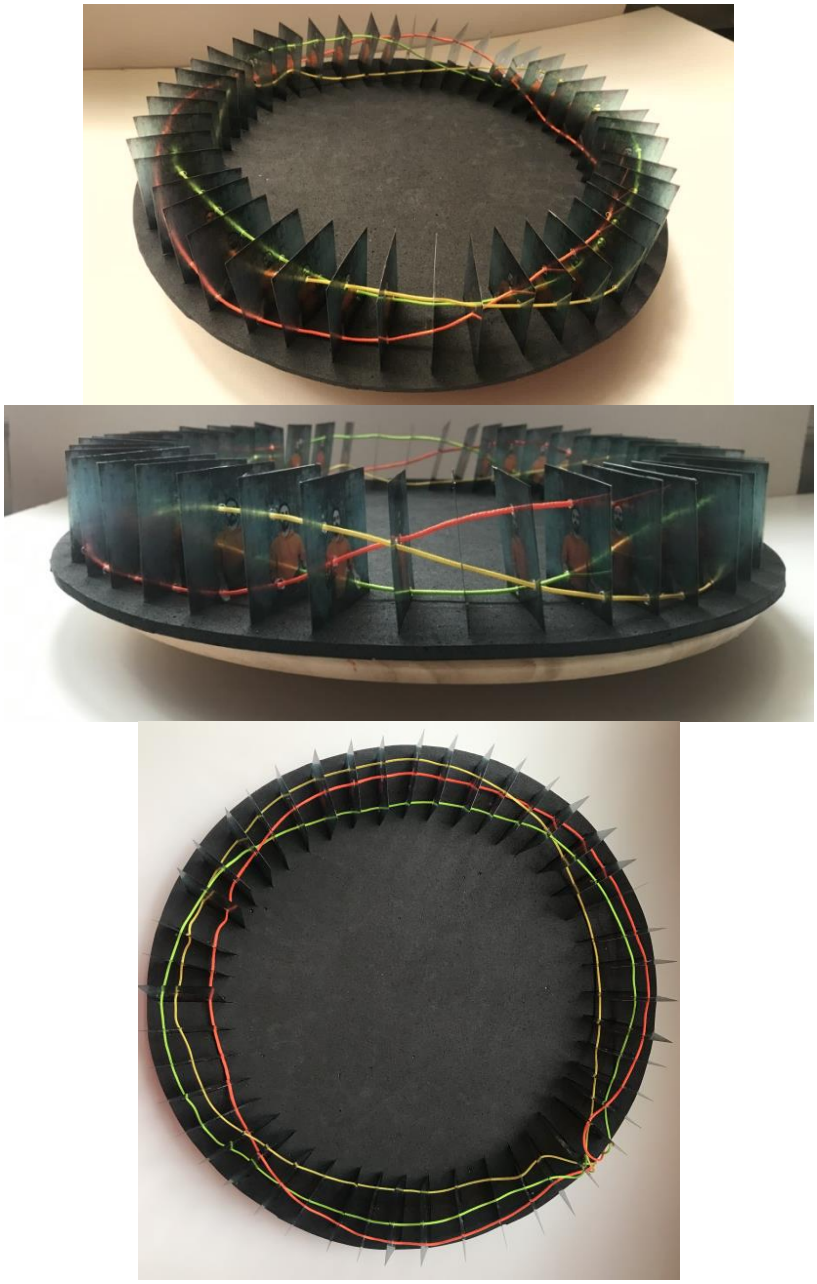
- Toplar, uzayda aynı noktalardan geçmesine rağmen, doğrusal olarak ilerleyen hareketlerinin eğrileri, birbiriyle kesişmiyordur. Başka bir deyişle, fiziksel modelde ipler birbirlerine değmemektedir. Eğrilerin kesişmeleri için uzayda aynı zamanda aynı noktadan geçmeleri gerekmektedir. Bu noktada toplar birbirlerine çarparlarsa, kesişim noktası oluşur.



Fiziksel Model 2. Fiziksel Model- Deney 1
Tarih: 18.12.2019

2.2.1.2. Deney 2: Dairesel

Deneyde 48 fotoğraf dairesel şekilde yerleştirilmiştir. Fiziksel modelde fotoğraflar açılı olarak uzun kenarı 2,75 cm kısa kenarı 2 cm aralıklar ile yerleştirilmiş ve aralarında 0,11 saniyelik zaman farkı vardır. Bu fiziksel modeldeki amaç, top hareketinin zaman içerisinde dairesel olarak oluşturduğu izi gözlemlemek ve döngüselliği araştırmaktır.



Fiziksel Model 3. Temel Hareketin Dairesel Yörünge ile Fiziksel Modeli
Tarih: 19.12.2019

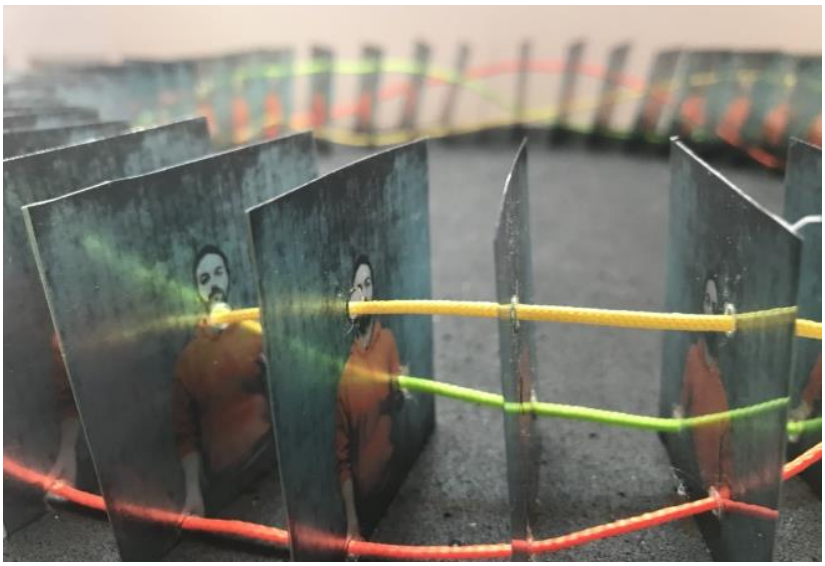
İkinci Deneyin Kazanımları

- Topların hareketini ifade eden ipler, dairesel yörüngede eğrileri oluşturmuştur. Doğrusal modelinden sonra topolojik düzlemi algılamaya zemin oluşturmuştur.

- Yörüngenin dairesel olması, hareketin başlama karesiyle bitme karesi aynı noktaya yerleşmesi demektir. Fakat topların uzaydaki konumlarının farklı olduğu gözlemlendi. Bu durum, yörünge dairesel olsa dahi döngüselliğin olmadığını göstermektedir.

- Fotoğraflar arasındaki mesafeler bir yay oluşturmuştur. Bu da yay ne kadar küçük olursa, eğriyi oluşturan kontrol noktalarında yumuşak eğriler oluşurken, aralığın azalması daha derin eğrilerin oluşmasını sağlamıştır.

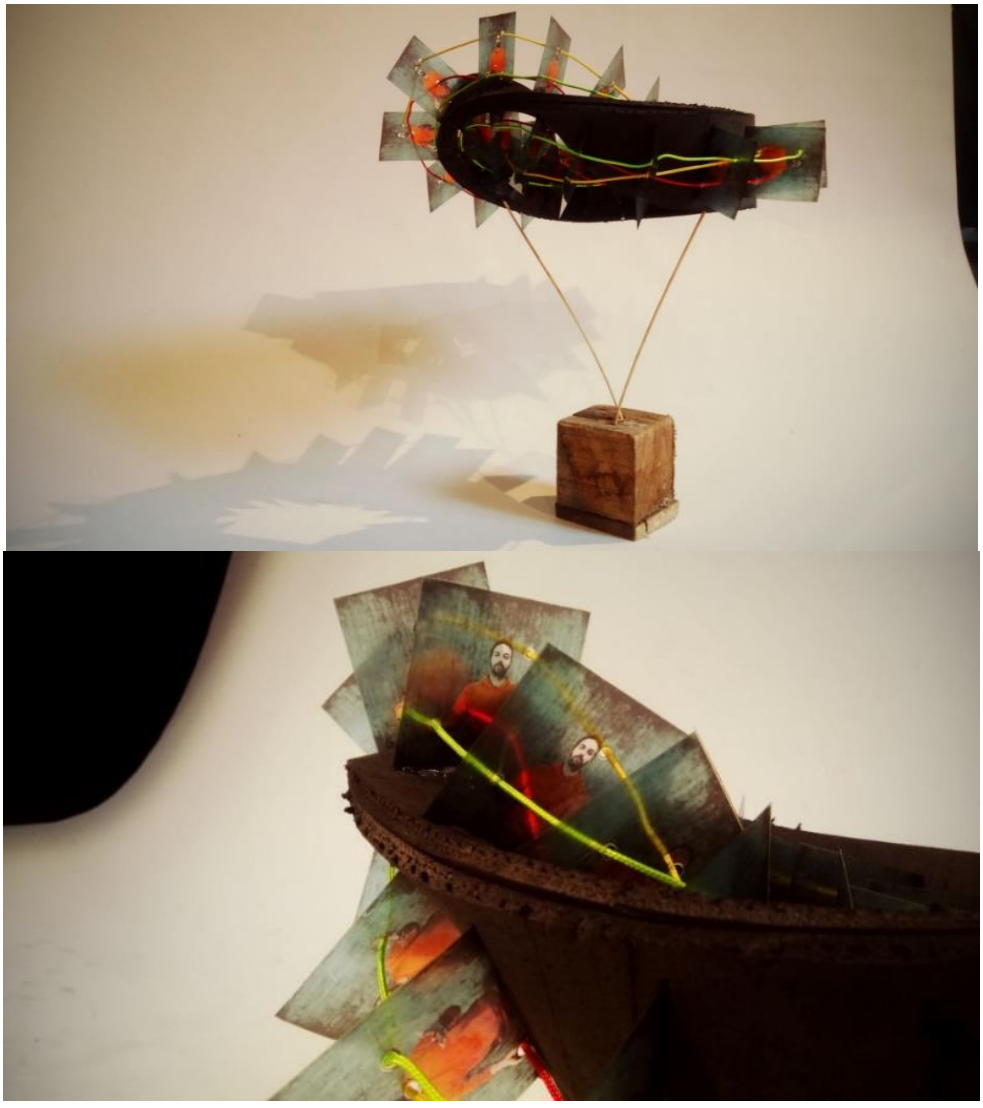
- Fiziksel modelde eğrilerin tekrarı gözlemlenmiştir. Bu modelde hareket merkeze bağlı rotasyon yaptığı için, ritim belirginleşmiştir.

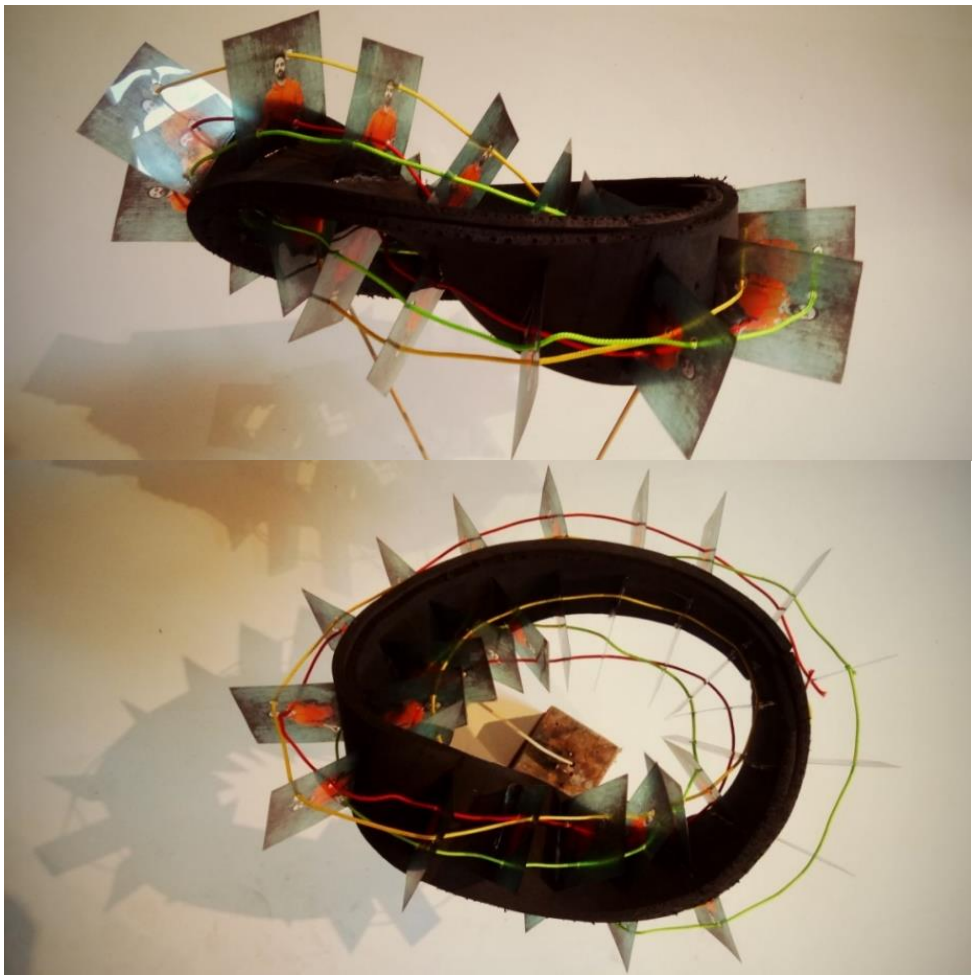


Fiziksel Model 4. Fiziksel Model- Deney 2
Tarih: 19.12.2019

2.2.1.3. Deney 3: Mobius Şeridi

Deneyde 34 fotoğraf mobius şeridi üzerine yerleştirilmiştir. Mobius şeridi, bir doğrusal bir şeridin, bir kere döndürülüp, uçlarının birleştirilmesi ile oluşan bir topolojik durumdur. (Syf.34) Bu deney, dijital deneylerden sonra yapıldığı için topolojiye referans veren bir model olmuştur. Fiziksel modelde fotoğraflar, eşit aralıklarla 4 cm aralıklar ile yerleştirilmiş ve aralarında 0,28 saniyelik zaman farkı vardır. Bu fiziksel modeldeki amaç, top hareketinin zaman içerisinde topolojik bir düzlemde oluşturduğu izi gözlemlemek ve eğrilerin yol boyunca dönmesini araştırmaktır.





Fiziksel Model 5. Temel Hareketin Mobius Şeridi ile Fiziksel Modeli
Tarih: 15.08.2020

Üçüncü Deneyin Kazanımları

- Topların hareketini ifade eden ipler, Mobius şeridi üzerinde eğrileri oluşturmuştur. Eğriler yüzey boyunca dönerek, başladığı noktaya gelmişlerdir.

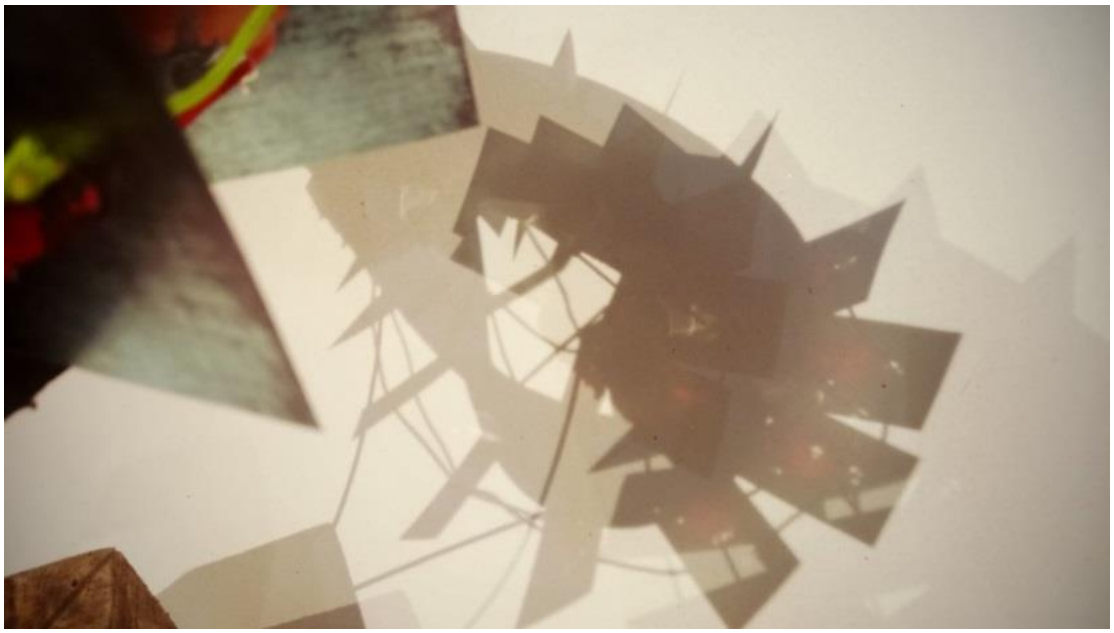
- Birinci ve ikinci deneye göre eğriler zemine referans vermeden oluşmuştur. Bu noktada eğriler, topolojik olarak gözlemlenmiştir.

- Yörüngenin mobius şeridi olması, hareketin başlama karesiyle bitme karesi aynı noktaya yerleşmesi demektir. Fakat bu modelde de topların uzaydaki konumlarının farklı olduğu gözlemlendi.

- Fotoğraflar arasındaki mesafe eşit ayarlanmasına rağmen yüzey döndürüldüğü için fotoğrafların üst noktaları arasının farklı ölçülere sahip olduğu gözlemlenmiştir.

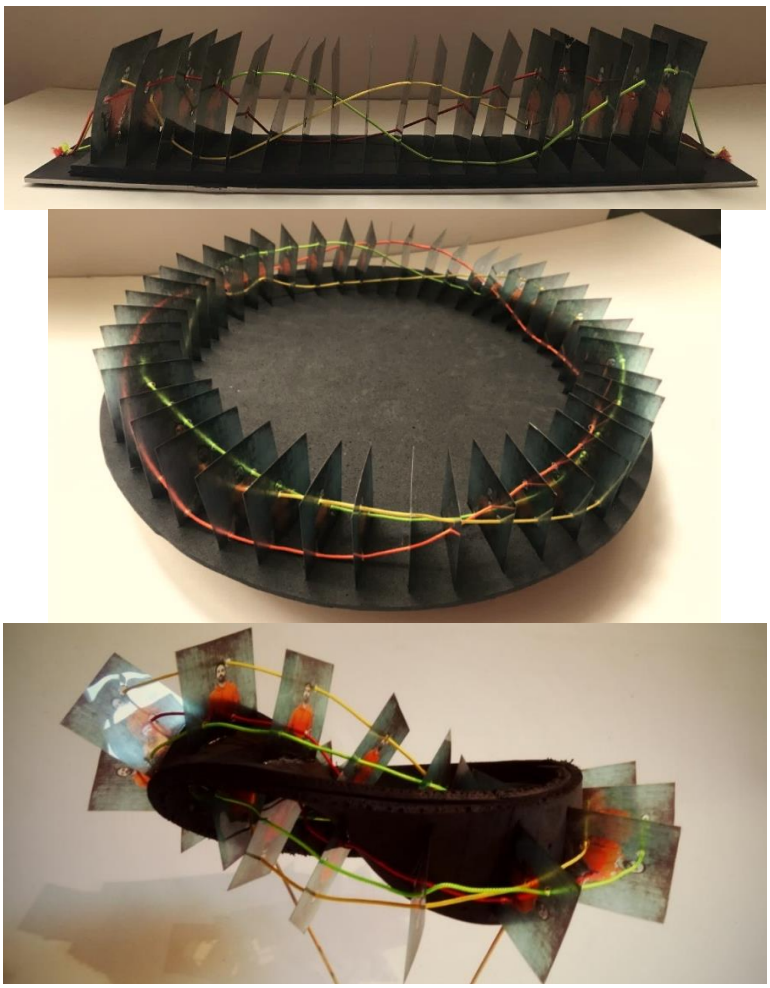
-Fiziksel modelde eğrilerin tekrarı gözlemlenmiştir. Bu modelde hareket topolojik düzlemde döndürüldüğü için, eğrilerde de dönme gözlemlenmiştir.

-Mobius şeridinin topolojik etkisi, modelle birlikte daha anlaşılır hale gelmiştir.



Fiziksel Model 6. Fiziksel Model- Deney 3
Tarih:15.08.2020

2.2.1.4. Fiziksel Deneylerin Tartışılması

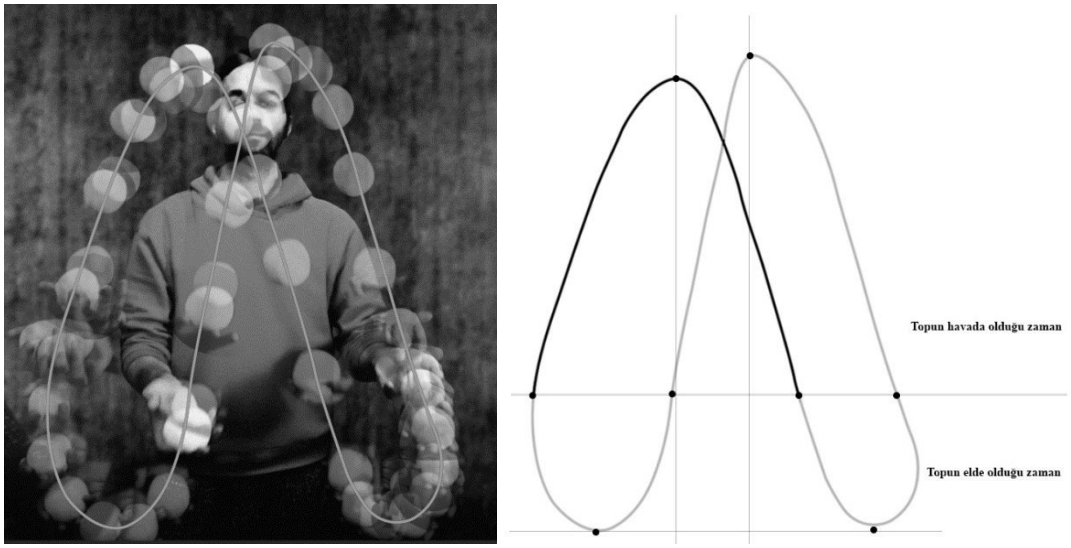


Fiziksel Model 7. Fiziksel Modeller- Deney 1,2,3

Bu üç deneyde top hareketinin zamansallık üzerinden izi, eğrileri oluşturmuştur. Bu eğriler, ipler sayesinde açıkça gözlemlenmektedir. Deneylerde, fotoğraf arası mesafelerin üç modelde de ayrı olması, eğrinin pürüzsüzlüğünün aralığa göre değiştiğini göstermektedir. Birinci deneyde derin eğriler oluşurken ikinci ve üçünde deneylerde eğriler, daha yumuşaktır. Üçüncü deney, dijital deneylerden sonra yapıldığı için, modelin zeminle ilişkisi daha azdır ve topolojik düşünceyi daha iyi algılatmıştır. İpler, üç deneyde de birbirlerine temas etmemektedir, başka bir deyişle eğriler uzayda kesişmemektedir. Birinci deneyde, hareketin doğrusal yörüngede sonsuza kadar devam edebileceği görülmektedir. İkinci ve üçüncü deneyde, başlangıç ve bitiş kareleri aynı noktada olmasına rağmen, eğriler birleşmemektedir.

2.2.1.5. Deney 4: Marey Kronofotografi Tekniği

Bu deney, Marey'in kronofotografi tekniği ile oluşturulan diyagram (Diyagram 15) üzerine kurgulanmıştır. Bu diyagramda top hareketinin oluşturduğu eğri gözlemlenmiştir. Fotoğraf üzerinde Adobe Photoshop programı ile topların orta noktalarından geçen eğri çizilmiştir. Temel hareketi baz alan bu diyagramda, atılan toplardan biri, harekete sağ elden başlayıp, sonra tekrar sağ elde hareketi bitirmiştir. (Diyagram 16).



Diyagram 16. Temel Hareketin Eğrisi
Tarih: 25.12.2019

Diyagram 16'da top hareketi izinin, dış kuvvetler dengesinde (Bölüm 2.3., S.28) doğal bir eğri (Koyu kısım) oluşturduğu gözlemlenmiştir. Gerçek zamanlı hareketin verileri olduğu için tepe noktaları aynı yükseklikte değildir. Topun elden çıktığı noktalar diyagramda belirtilmiştir. Deneyin kurgusunu, bu doğal eğrinin fiziksel ifadesinin zeminde birim aralıklarla yerleştirilmesi oluşturur. Tahtaya yapıştırılan diyagram 15'te topların orta noktasına çiviler çakılarak bir kalıp oluşturulmuştur. (Fiziksel Model



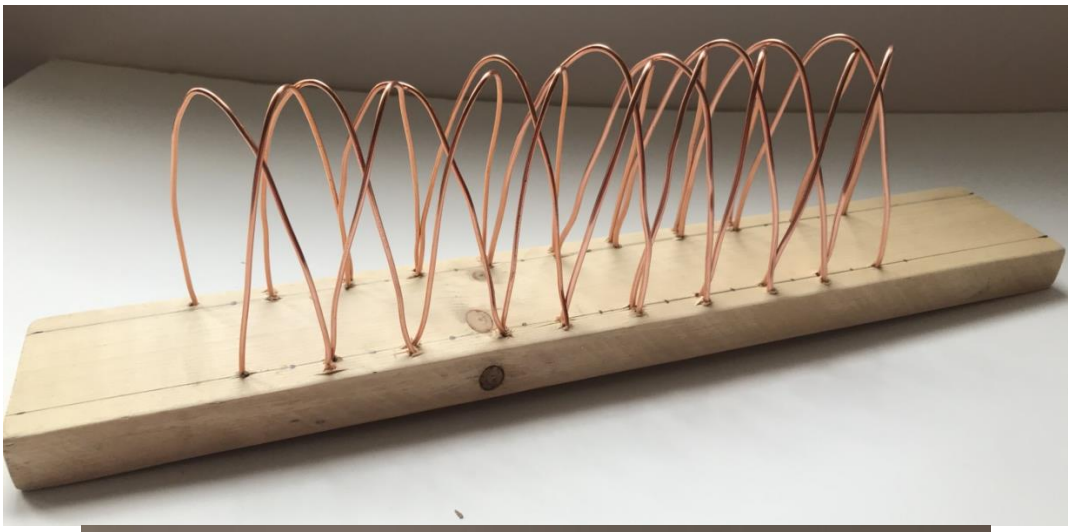
Fiziksel Model 8. Diyagramda Gözlemlenen Doğal Eğrinin Kalıbı
Tarih: 22.12.2019

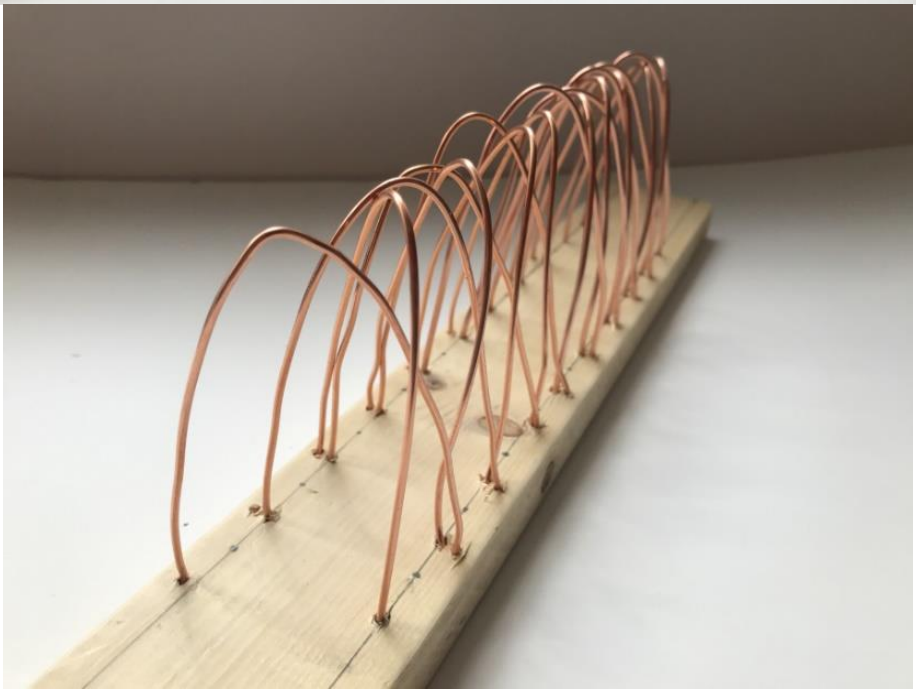
Bu sistem gözlemlenen doğal eğrinin kalıbıdır. Bu kalıp üzerinden teller bükülmüştür (Fiziksel Model 9). Malzemenin sert yapıda ve kontrolünün zor olması, bükülen teller arasındaki eğrilerin farklı olmasına sebep olmuştur.

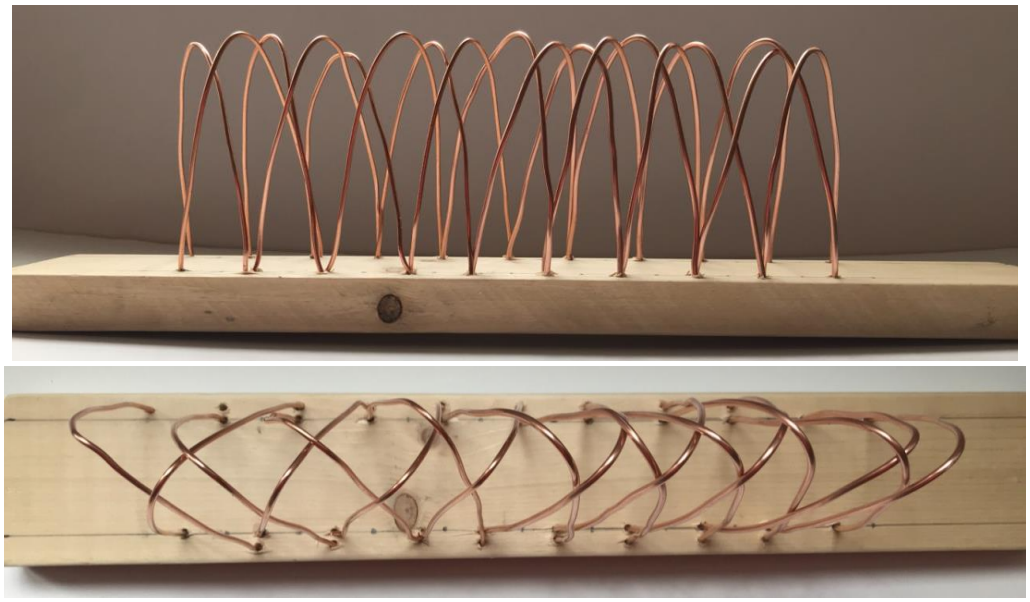


Fiziksel Model 9. Eğrinin Kalıbıyla Oluşan Teller
Tarih:22.12.2019

Birim zamana göre sağ elin ve sol elin atış ve tutuş noktalarına tahtada delikler açılarak fiziksel modeli oluşturulmuştur. Bükülen teller, tahta üzerindeki deliklere, üç birim zaman aralığı oluşacak şekilde yerleştirilmiş ve böylelikle, top hareketlerinin birim zamana bağlı grafiksel bir modeli oluşturulmuştur. (Fiziksel Model 10)







Fiziksel Model 10. Fiziksel Model – Deney 4
Tarih: 22.12.2019

Dördüncü Deneyin Kazanımları

- Diyagramda ortaya çıkan eğri, bir parabol denklemi önermektedir. Bu eğri, fizikte eğik atış denklemi ile tanımlan bir paraboldür. Bu eğri üzerindeki kuvvetlerin dengesi gözlemlenmiştir.

- Gerçek zamanlı hareket verilerinin oluşturduğu bir parabol olduğu için genel bir parabol denklemi yazmak mümkün değildir. Bunun için ölçülmesi gereken birçok farklı parametre (atış kuvveti, atış açısı, hava yoğunluğu vs.) gerekmektedir.

- Diyagram 16'da ortaya çıkan eğri, araştırmanın dijital deneylerinde kullanılmasa da bu eğri algısı verilen dijital kararlarda etkili olmuştur.

- Marey'in top hareketi kronofotografı, (Fotoğraf 13) diyagram 16'ya referans gösterilebilir. İki diyagramda da toplar arası mesafenin eşit olmadığı aynı zamansal durum gözlenmiştir.

-Diyagram 16'da kullanılan fotoğraf sayısı, ortaya çıkan eğrinin pürüzsüzlüğü ile ilişkilidir. Fotoğraf sayısı arttıkça eğri yumuşaklaşır.

- Araştırmanın algoritmik yazılımının oluşturulmasında, ayrıca oluşturulacak bir parabol denklemine ihtiyaç duyulmamaktadır. Çünkü dijital yazılım eğrinin denklemini kendi oluşturmaktadır. Bu noktada araştırmada ortaya çıkan parabol eğrisinin matematiksel tanımı irdelenmemiştir.

- Bükülen tel malzemesinin sertliği, farklı eğri potansiyelleri oluşturmaktadır.

- Fiziksel model 10., temel hareketin tekrarını vermektedir. Bu tekrar bir ritim oluşturmaktadır.

- Fiziksel modelde yerleştirilen doğal eğriler, zemin ile bir ilişki kurmaktadır. Bu ilişki, ortaya çıkan modelin, strüktürel bir sistem önermesini sağlamaktadır. Bu noktada fiziksel modelden gözlemlenen, doğal eğrinin tek başına strüktürel bir davranışta olması ve eğrilerin oluşturduğu örüntünün strüktürel bir sistem oluşturmasıdır.

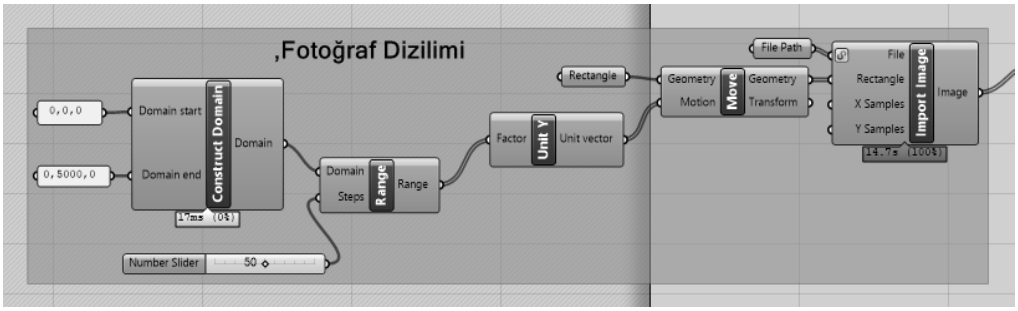
2.2.2. Kronofotografi Dijital Deneyleri

Dijital deneylerin tümünde rhinoceros3d ve grasshopper eklentisi (Bölüm 2.6., S.40) kullanılacaktır. Bu altı dijital deneyle, araştırmanın önerdiği algoritmanın parametreleri araştırılmış ve aralarındaki ilişkiler gözlemlenmiştir. Deney 5-6-7 ‘de fiziksel deneyler, dijital olarak tekrarlanmış ve eğrinin oluşmasını etkileyen değişkenler parametrik hale getirilmiştir. Bu üç deneyde aynı şekilde kurgulanmıştır. Önce fotoğraflar grasshopper eklentisine tanıtıldıktan sonra fotoğraflar nokta kümesi haline çevrilir. Nokta kümesindeki her nokta bir renk kodu içerir. Renk filtresi ile ayrı ayrı toplar tanımlanır ve orta noktaları bulunur. Son olarak, bu orta noktalar bir eğri oluşturmaktadır.

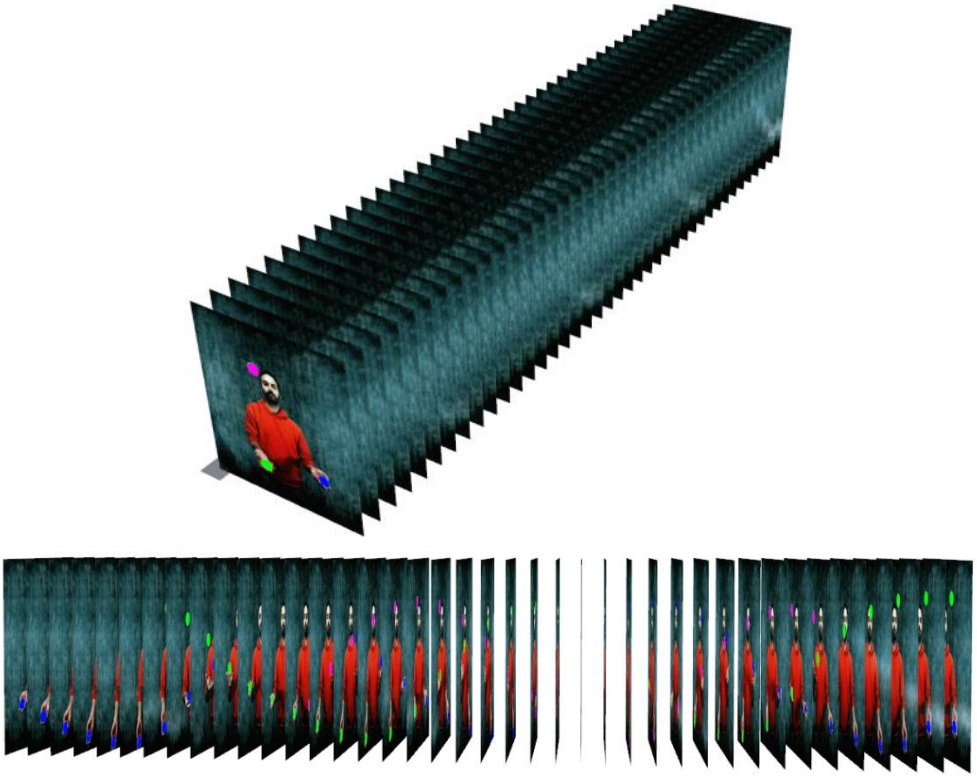
Deney 8-9-10’da eğri ve yüzey pratikleri araştırılmıştır. Bu deneyler, deney 5-6-7 de çıkan eğrileri baz almaktadır. Deney 8, eğriler arası potansiyeli inceleyen parametrik eğri araştırmasıdır. Deney 9, top hareketinin çeşitliliği üzerinden kurgulanan eğri araştırmasıdır. Deney 10, eğrinin bir çekim alanının olmasının, çevresiyle olan ilişkisinin araştırılmasıdır.

2.2.2.1. Deney 5: Doğrusal

Fiziksel deneylerde kullanılan iki saniyelik top hareketinin 48 fotoğrafı grasshopper eklentisine tanıtılıp, doğrusal olarak yerleştirilmiştir. (Dijital Model 1) Fotoğraflar arasındaki mesafeler eşit ve 1 birim olarak ayarlanmış ve bu aralık algoritmada değişken olarak tanımlanmıştır. (Diyagram 17) Ayrıca fotoğraflardaki toplar, ayrı ayrı hareketlerin algılanması için renklendirilmiştir.



Diyagram17. Fotoğrafların Doğrusal Yerleşiminin Grasshopper Tanımı



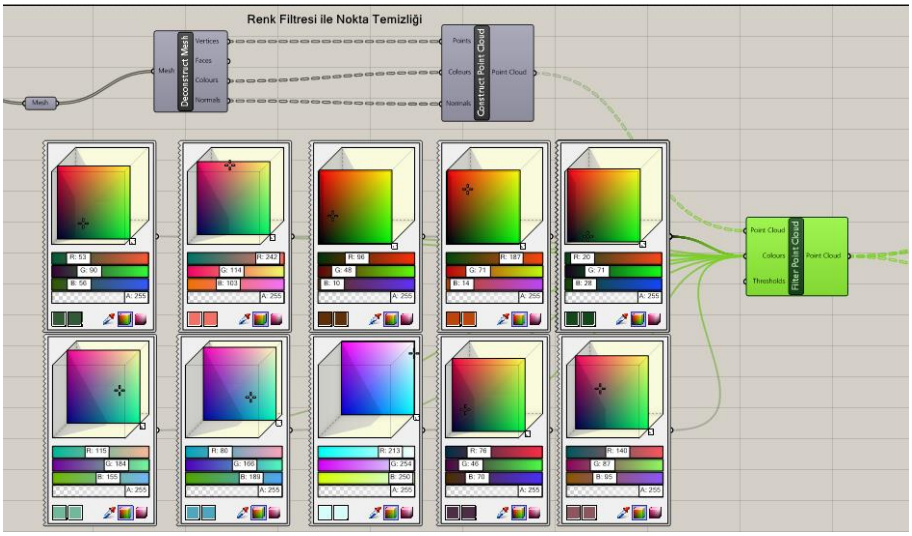
Dijital Model 1. Temel Hareketin Doğrusal Yörünge ile Dijital Modeli
Tarih: 19.12.2019

Fiziksel modelde de yapıldığı gibi eğriyi oluşturmak için topların orta noktaları belirlenmiştir. Topların orta noktalarını bulmak için, topların fotoğraftan ayrışması gerekmektedir. Bunun için, önce eklenen tüm fotoğraflar, kendi içinde nokta kümesi haline getirilmiştir. (Dijital Model 2)

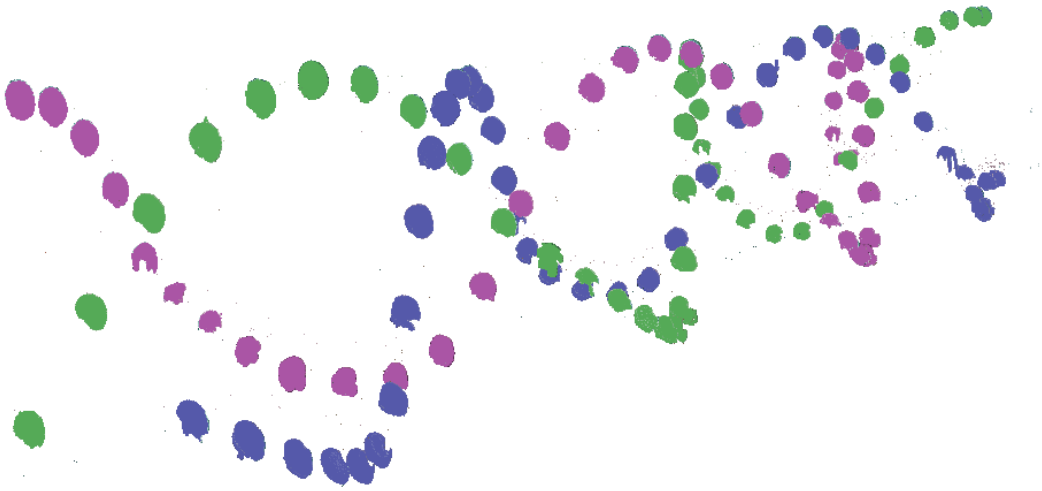


Dijital Model 2. Fotoğrafların Nokta Kümesi Haline Getirilmesi
Tarih:19.12.2019

Nokta kümelerindeki her bir nokta kendi renk koduna sahiptir. Grasshopper eklentisinde sadece fotoğraftaki topların nokta kümeleriyle işlem yapabilmek için, topların rengi olan pembe, mavi ve yeşil renk kodu dışındaki tüm renkler filtreden geçmiştir. (Diyagram 18) Sadece topların nokta kümeleri kalmıştır (Dijital Model 3)

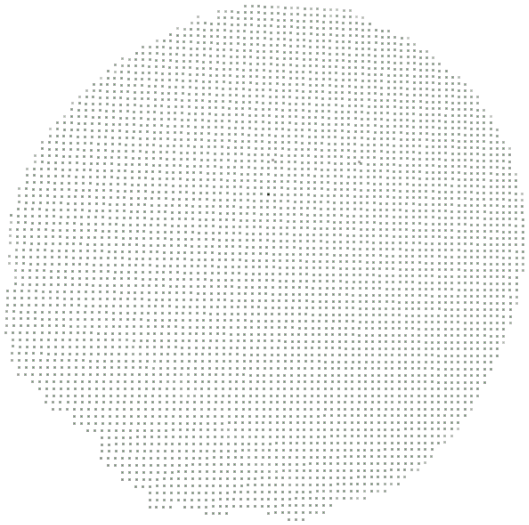


Diyagram 18. Fotoğrafların Renk Filtresinden Geçtiği Grasshopper Tanımı

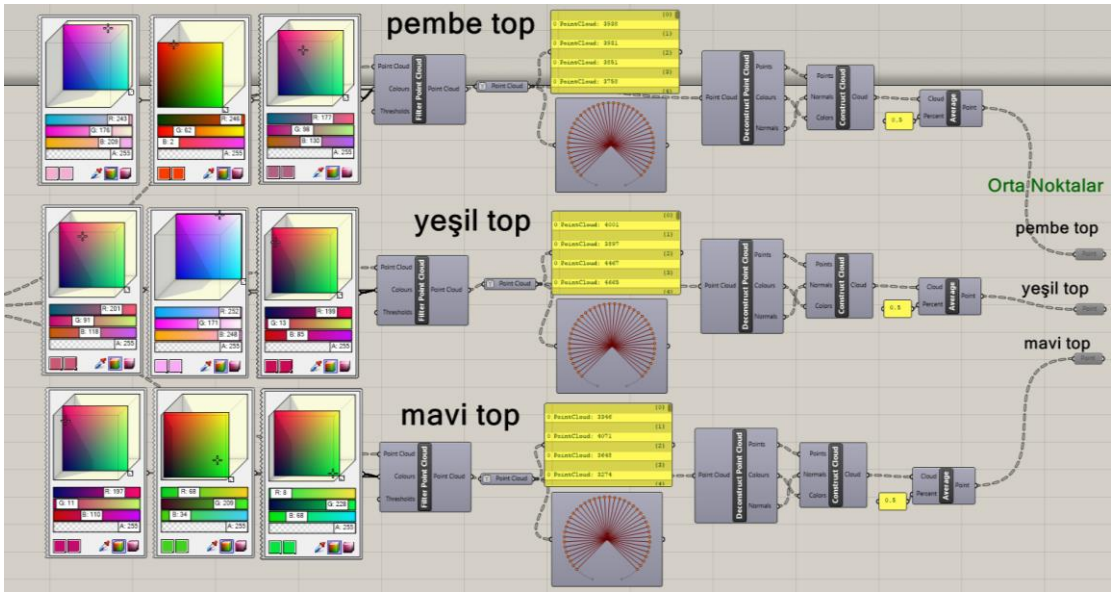


Dijital Model 3. Renk Filtresinden Geçen Topların Nokta Kümeleri
Tarih: 19.12.2019

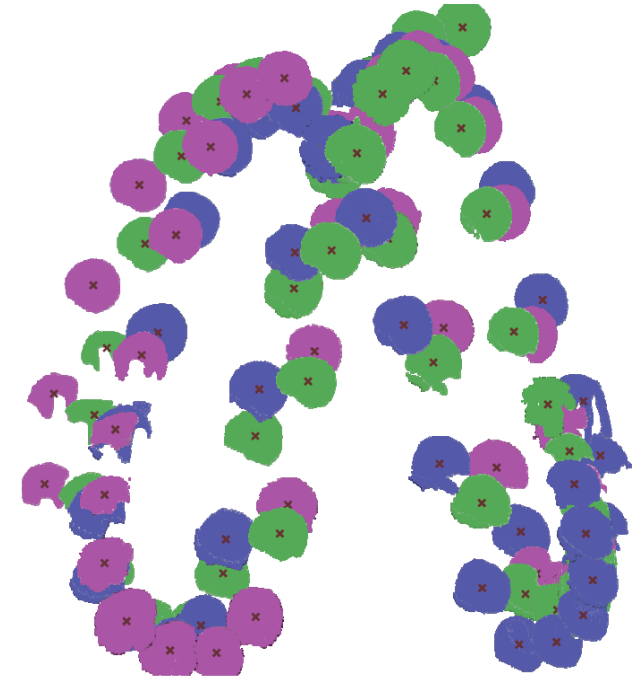
Her topun kendi nokta kümesi oluşmuş (Dijital Model 4) ve grasshopper eklentisinde üç top ayrı ayrı, renklerine göre tanıtılmıştır. Pembe, mavi ve yeşil olmak üzere üç ayrı nokta kümeleri grubu oluşturulmuştur. Bu nokta kümelerinin orta noktaları, top hareketinin eğrisini oluşturmak için bulunmuştur. (Diyagram 19) (Dijital Model 5)



Dijital Model 4. Bir Topun Nokta Kümesi
Tarih: 19.12.2019

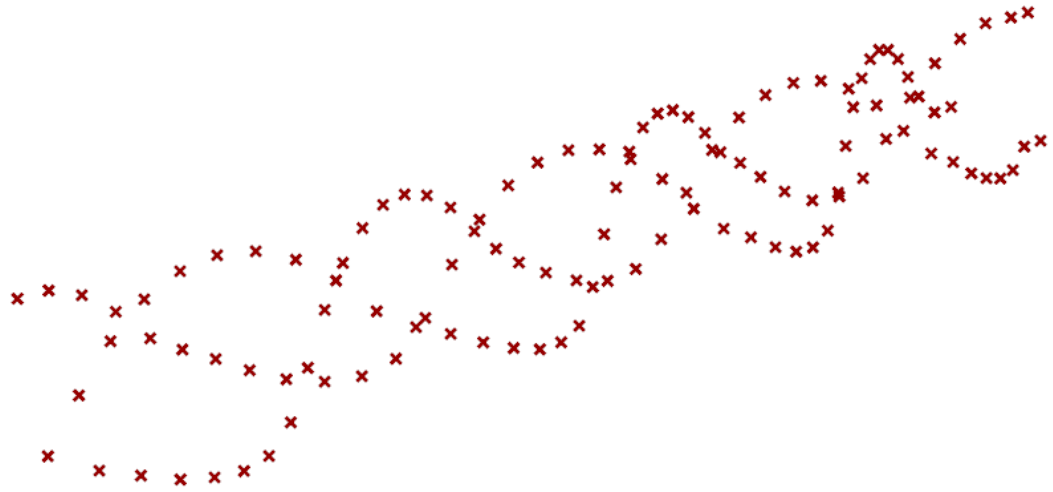


Diyagram 19. Renk Filtresi ve Orta Nokta Grasshopper Tanımı

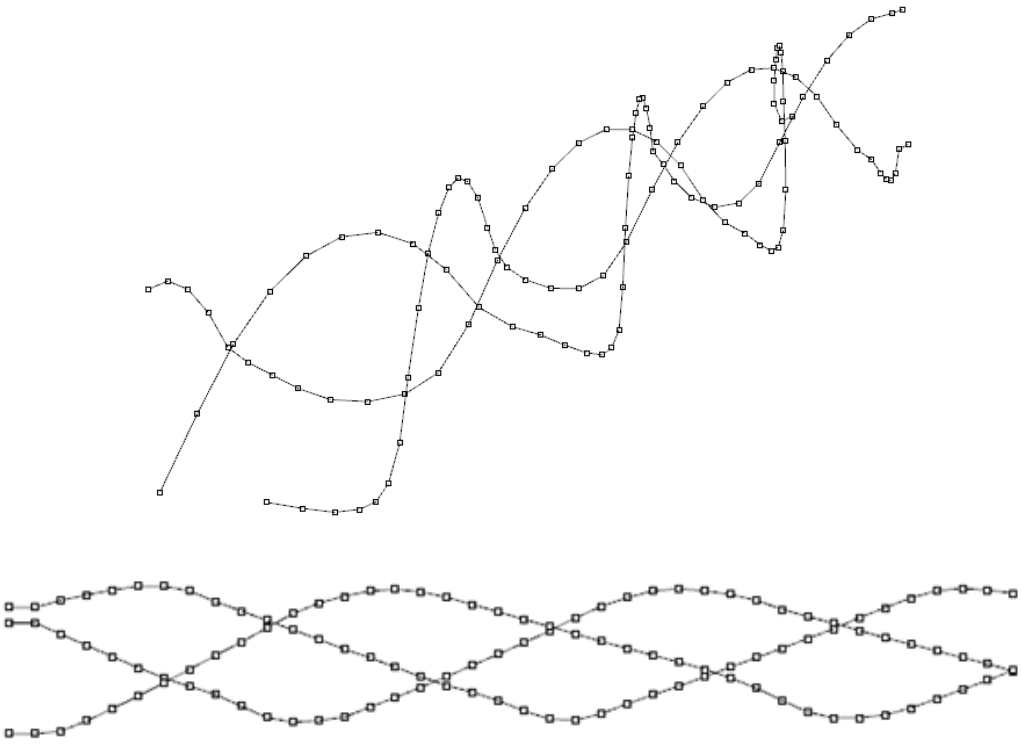


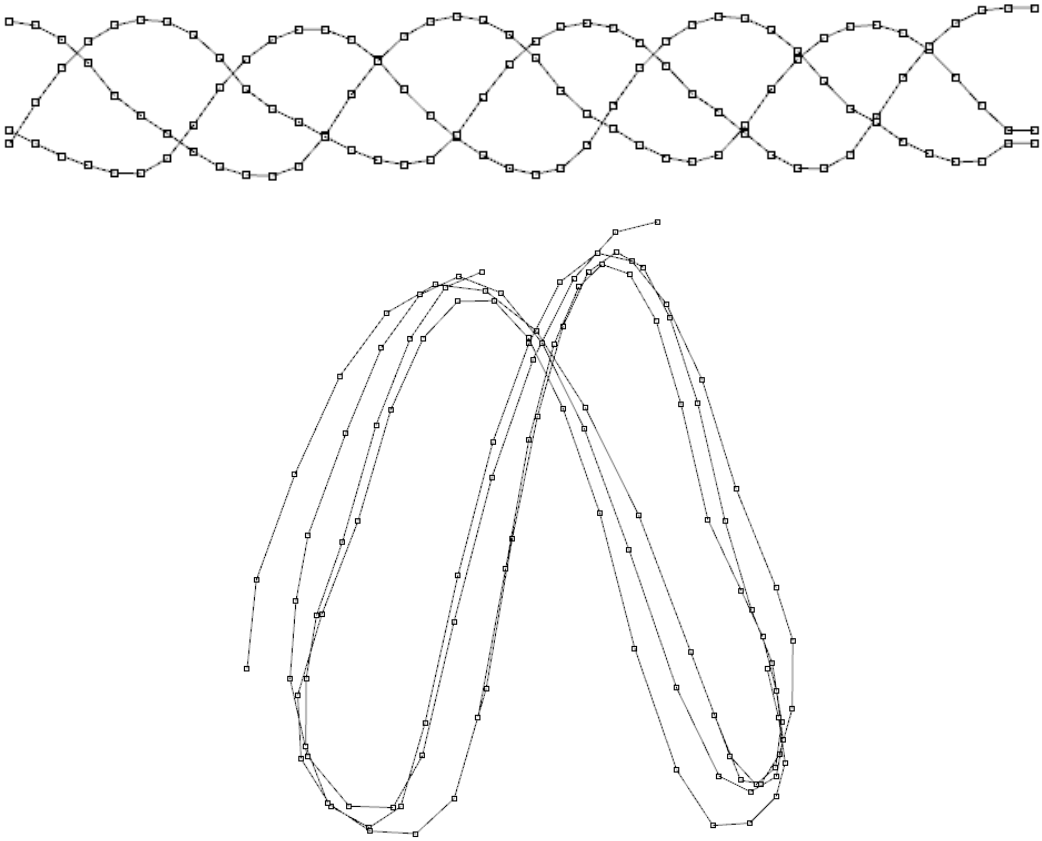
Dijital Model 5. Topların Orta Noktalarının Bulunması
Tarih:19.12.2019

Orta noktaların bulunması, kronofotografi tekniği ile dijital modelde hareketi yakalamanın birinci fazıdır. (Dijital Model 10) Sonra noktalardan geçen bir eğri oluşturulmuştur. (Dijital Model 11) Bu eğri, top hareketinin zaman düzlemindeki doğrusal olan dijital eğrisidir.



Dijital Model 6. Topların Hareket Noktaları
Tarih: 19.12.2019





Dijital Model 7. Dijital Modelde Hareketin Eğrileri
Tarih: 19.12.2019

Beşinci Deneyin Kazanımları

- Model parametrik olarak kurgulandığı için, farklı top hareketinin fotoğrafları tanımlanarak, hızlı bir şekilde yeni eğriler oluşturulabilir.

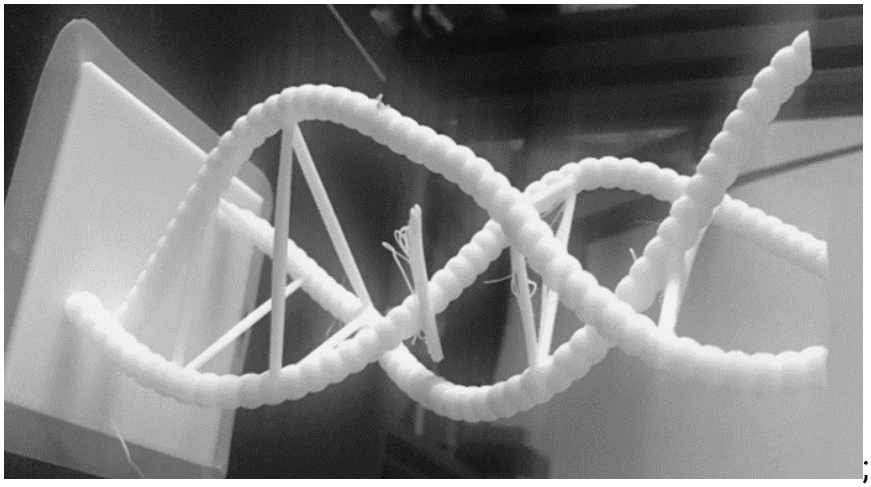
- İki fotoğraf arasındaki mesafenin değiştirilmesi, eğrinin pürüzsülüğünü etkiler. Aralığın artması, eğriyi oluşturan kontrol noktalarında yumuşak geçişler sağlarken, aralığın azalması daha derin geçişler sağlar.

- Algoritma yazılırken tanımlama önemlidir. Fotoğraflara renk filtrelemesi yapılırken arka plan renginin tek renk ve koyu olması, topların tanımlanmasında kolaylık sağlayacaktır.

-Gerçek zamanlı top hareketi verileri kullanılması kuvvetler etkisindeki eğrilerin periyodik olarak tekrar oluşturmasını sağlamıştır. Ancak tekrarlar arasında, yükseklik farklarının oluştuğu gözlemlenmiştir.

- Toplar, uzayda aynı noktalardan geçmesine rağmen, doğrusal olarak ilerleyen hareketlerinin izleri, birbiriyle kesişmemektedir. Dijital modelde daha net görülmüştür.

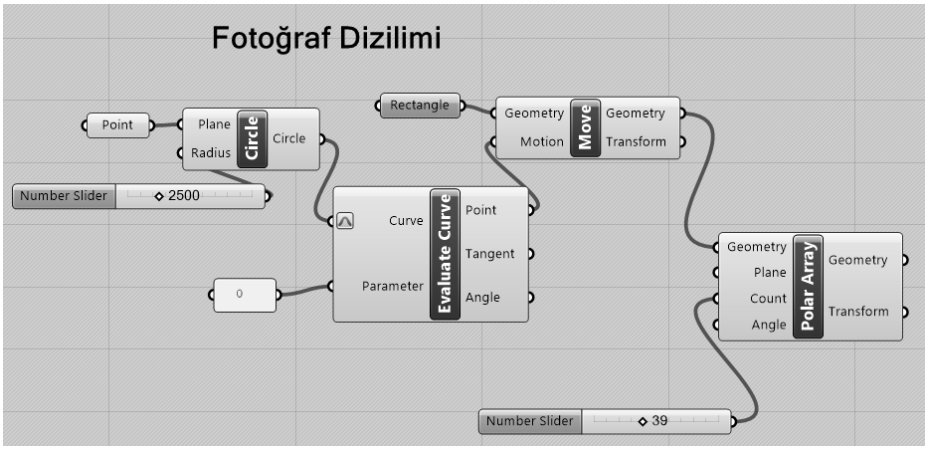
-Dijital modelde eğriler oluşturulduktan sonra, eğrilerin fiziksel halini görmek için 3d yazıcı kullanılmıştır. Bu durum, dijital modelin fiziksel model ile gözlemlenmesine olanak sağlamıştır. (Fiziksel Model 11)

;

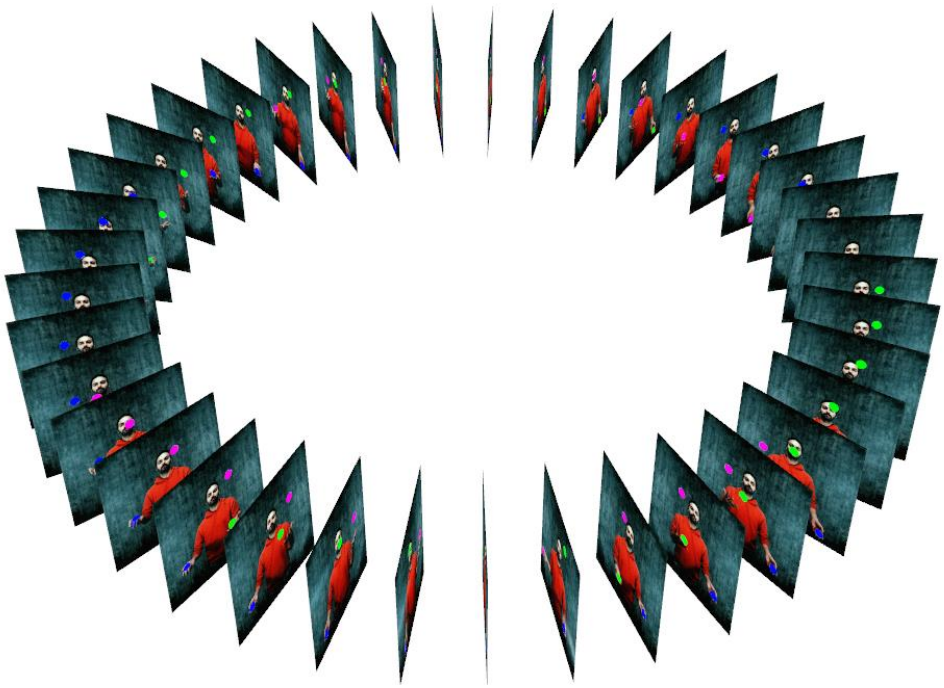
Fiziksel Model 11. Fiziksel Model – Deney 5
Tarih: 26.12.2019

2.2.2.2. Deney 6: Dairesel

Deney 5 için kullanılan grasshopper tanımında sadece birim zaman parametresinin değişkenleri değişecektir. (Diyagram 20) Önce bir daire ve üstünde eşit aralıklı 48 nokta oluşturulmuş ve bu noktalara ise fotoğraflar yerleştirilmiştir. (Dijital Model 12)

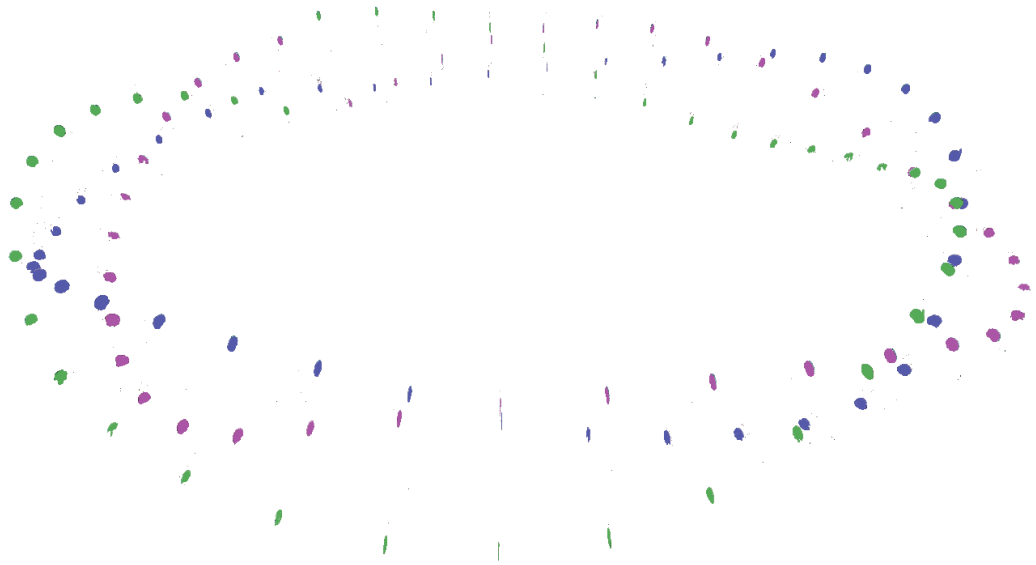


Diyagram 20. Fotoğrafların Dairesel Yerleşiminin Grasshopper Tanımı

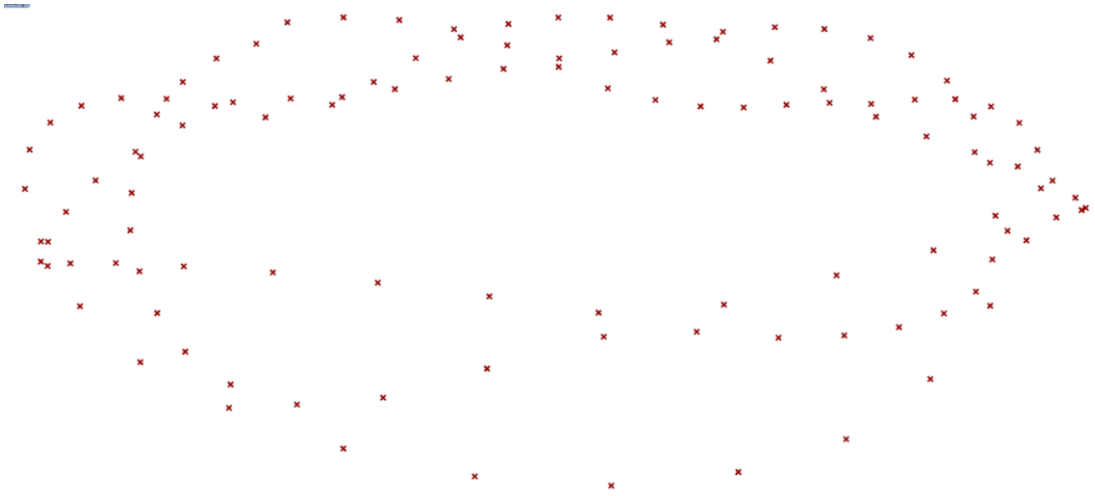


Dijital Model 8. Temel Hareketin Dairesel Yörünge ile Dijital Modeli
Tarih:20.12.2019

Deney 5'te yapıldığı gibi önce fotoğraflar nokta kümesine çevrilmiş, sonra renk filtresi kullanılarak sadece topların nokta kümeleri tanımlanmıştır. (Dijital Model 9) Her topun nokta kümesinin orta noktası bulunmuştur. (Dijital Model 10)

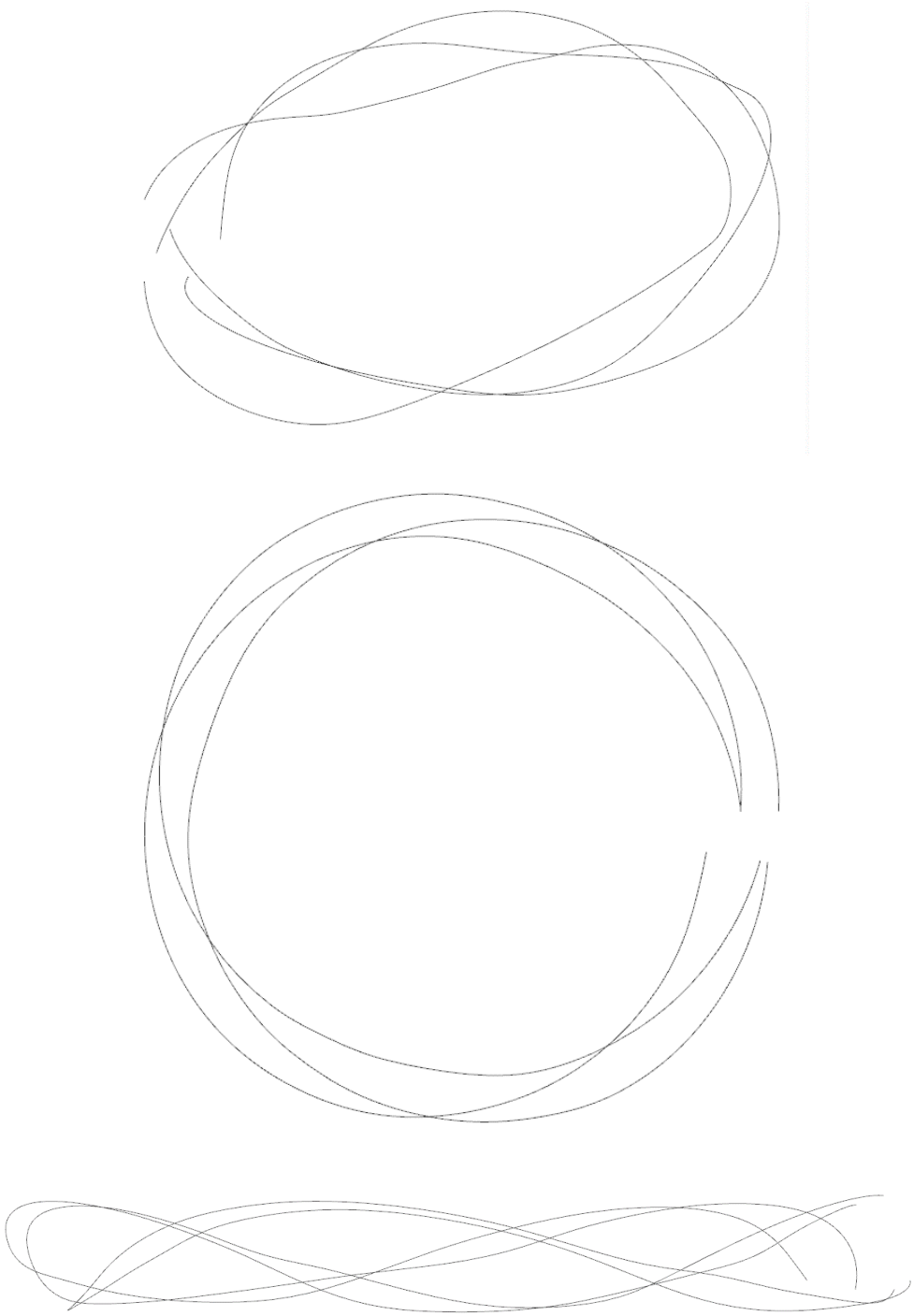


Dijital Model 9. Topların Nokta Kümeleri
Tarih: 20.12.2019



Dijital Model 10. Topların Nokta Kümelerinin Orta Noktaları
Tarih: 20.12.2019

Topların orta noktalardan geçen eğriler oluşturulmuştur. (Dijital Model 11) Dijital modelde hareketin başlangıç ve bitişi, fotoğraflarda aynı olmadığı için eğriler birleşmemiştir.



Dijital Model 11. Dijital Modelde Hareketin Eğrileri
Tarih: 20.12.2019

Altıncı Deneyin Kazanımları

- Model parametrik olarak kurgulandığı için, farklı top hareketinin fotoğrafları tanımlanarak, hızlı bir şekilde yeni eğriler oluşturulabilir.

- İki fotoğraf arasındaki mesafenin artması, eğriyi oluşturan kontrol noktalarında sert geçişler sağlarken, aralığın azalması daha yumuşak geçişler sağlar. Bu noktada doğrusal modelin tam tersi şeklinde olduğu gözlemlenmiştir. Ancak mesafe artarken doğru orantıda fotoğraf sayısı da artarsa, dairenin çapı büyüdüğü için eğriler yumuşamaktadır.

- Dijital modelde eğriler bir döngü oluşturmamıştır. Çünkü hareketin başlangıç ve bitiş karesinde topların orta noktaları devamlılık sağlamamaktadır.

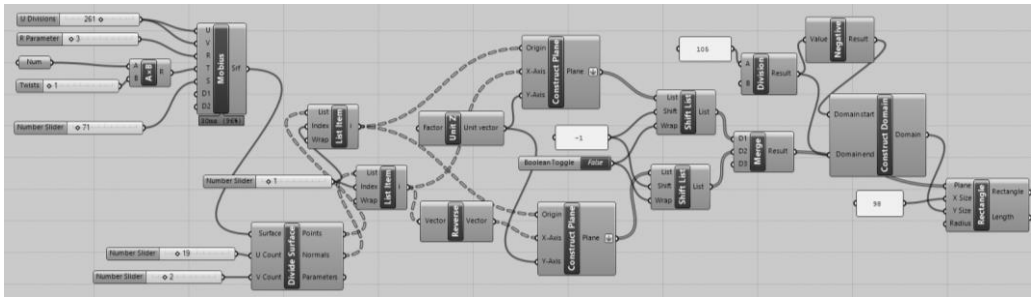
- Eğriler topun hareketinin zamansal düzlemdeki eğrisel olma durumuna, yörüngenin dairesel olmasının eğriselliği eklenmiştir.

- Gerçek zamanlı top hareketi verileri kullanılması kuvvetler etkisindeki eğrilerin periyodik olarak tekrar oluşturmasını sağlamıştır. Ancak tekrarlar arasında, yükseklik farklarının oluştuğu gözlemlenmiştir.

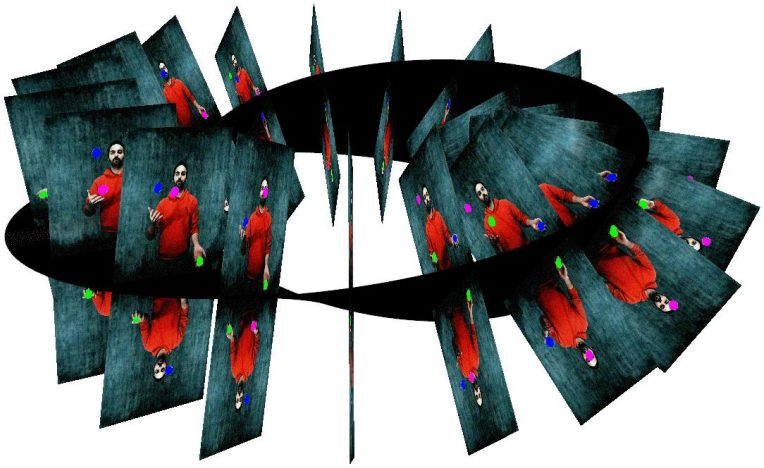
- Toplar, uzayda aynı noktalardan geçmesine rağmen, dairesel olarak ilerleyen hareketlerinin izlerinde de birbiriyle kesişmemektedir. Dijital modelde daha net görülmüştür.

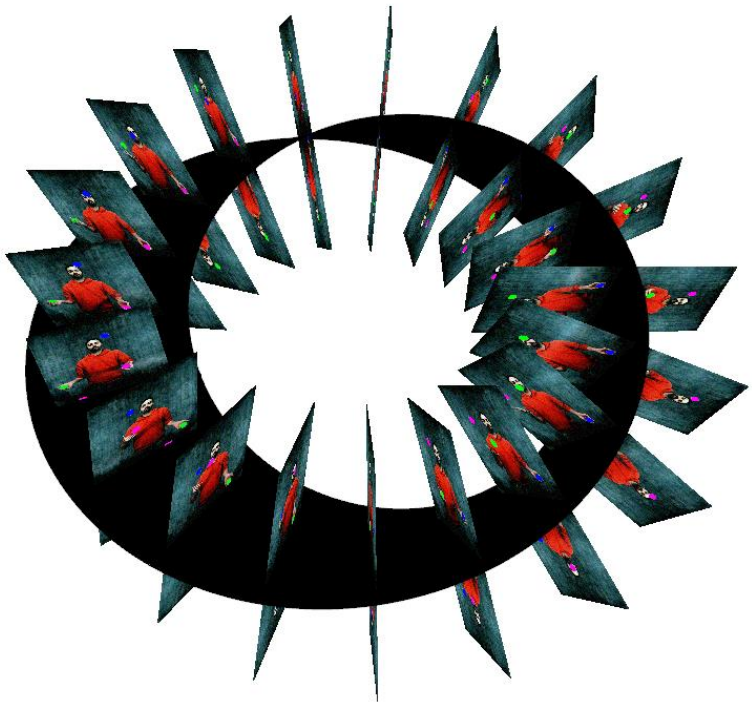
2.2.2.3. Deney 7: Mobius Şeridi

Deney 4 ve 5 için kullanılan grasshopper tanımında sadece birim zaman parametresinin değişkenleri değişecektir. Önce mobius şeridinin yüzeyinde eşit aralıklı 38 nokta oluşturulur (Diyagram 21). Sonra, fotoğraflar, bu noktalara kendi ekseni doğrultusunda yüzeye dik bir şekilde yerleştirilmiştir. Şerit, topolojik tanımından dolayı iç ve dış yüzey oluşturmaz, tek bir yüzey hem içi hem de dışı oluşturur. (Dijital Model 12)



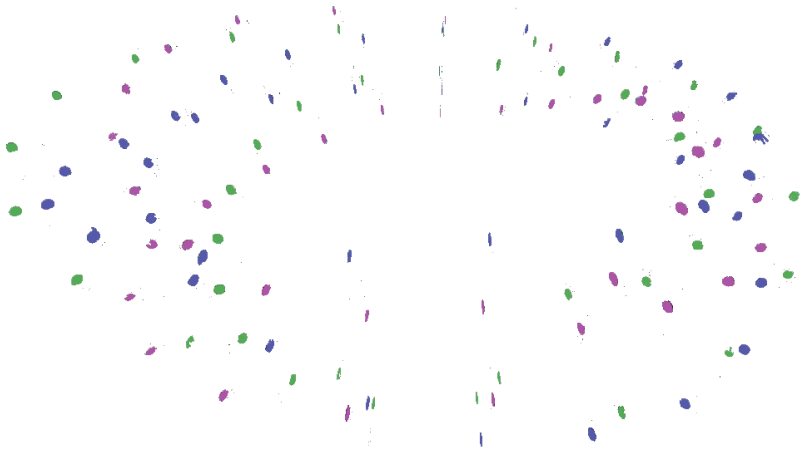
Diyagram 21. Fotoğrafların Mobius Şeridine Yerleşiminin Grasshopper Tanımı



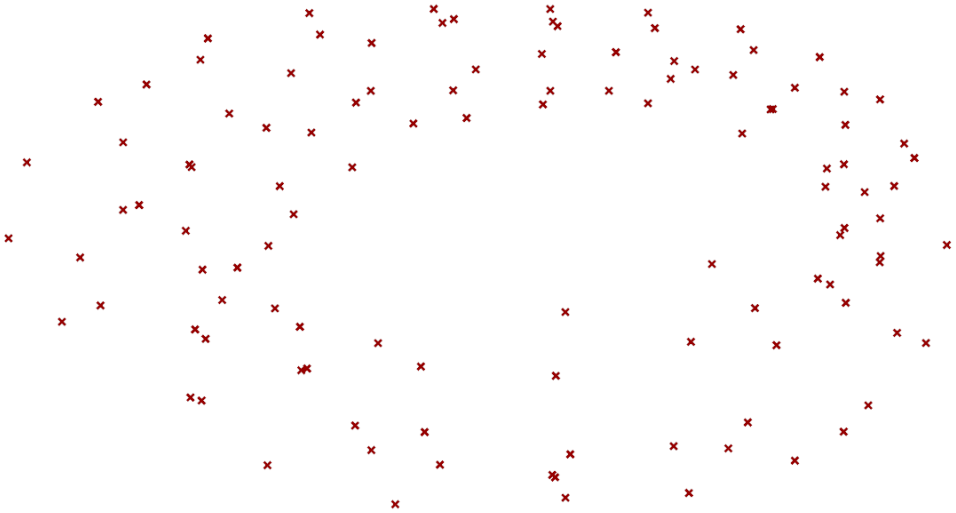


Dijital Model 12. Dijital Modelde Fotoğrafların Mobius Şeridi Dizilimi
Tarih: 12.09.2020

Deney 5 ve 6'da yapıldığı gibi önce fotoğraflar nokta kümesine çevrilmiş, sonra renk filtresi kullanılarak sadece topların nota kümeleri tanımlanmıştır. (Dijital Model 13) Her topun nokta kümesinin orta noktası bulunmuştur. (Dijital Model 14)

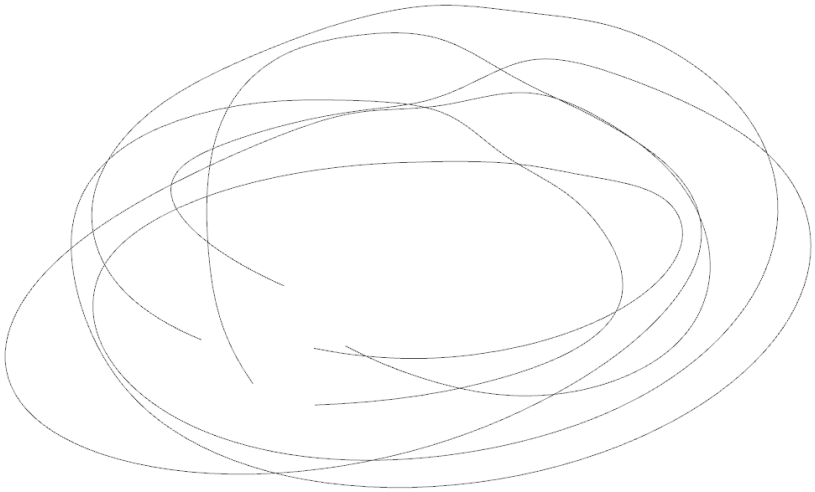


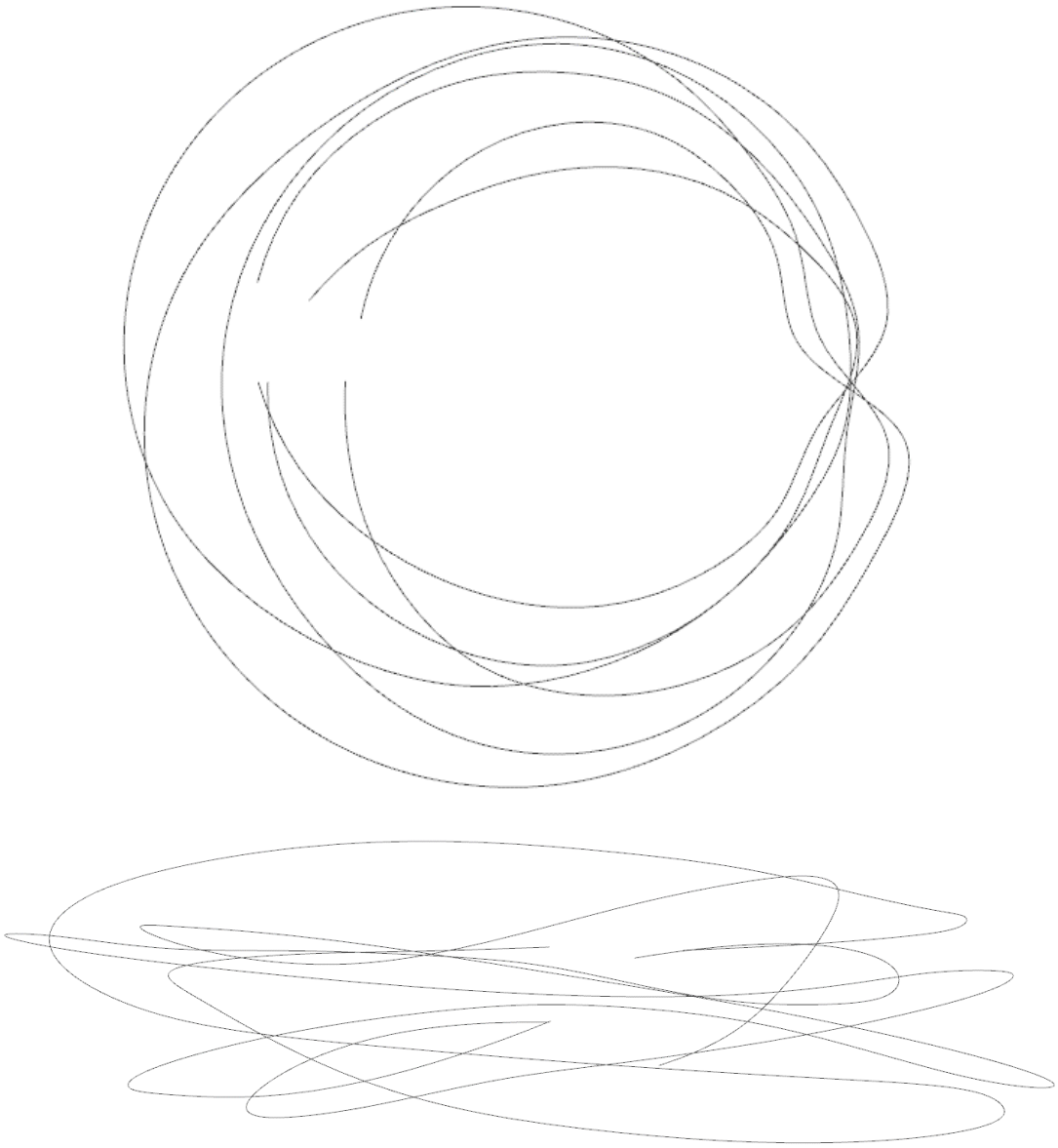
Dijital Model 13. Top Hareketlerinin Nokta Kümeleri
Tarih: 12.09.2020



Dijital Model 14. Topların Nokta Kümelerinin Orta Noktaları
Tarih: 12.09.2020

Orta noktalardan geçen eğriler oluşturulmuştur. (Dijital Model 15) Dijital modelde hareketin başlangıç ve bitişi, fotoğraflarda aynı olmadığı için eğriler birleşmemiştir.





Dijital Model 15. Dijital Modelde Hareketin Eğrileri
Tarih: 12.09.2020

Yedinci Deneyin Kazanımları

- Model parametrik olarak kurgulandığı için, farklı top hareketinin fotoğrafları konularak, hızlı bir şekilde yeni eğriler oluşturulabilir.

- İki fotoğraf arasındaki mesafenin değiştirilmesi, eğrinin pürüzsüzlüğünü kendi içinde değişken şekilde etkiler. Mobius şeridinin topolojik yapısı gereği, aralığın artması veya azalması sonucunda kontrol noktalarındaki geçişler yüzeyde ilerledikçe farklı davranmaktadır.

- Dairesel yörüngeden farklı olarak eğrilerin mobius şeridine göre yüksekliklerinde değişkenlik gözlemlenmiştir.

- Dijital modelde eğriler bir döngü oluşturmamıştır. Çünkü hareketin başlangıç ve bitiş karesinde topların orta noktaları devamlılık sağlamamaktadır.

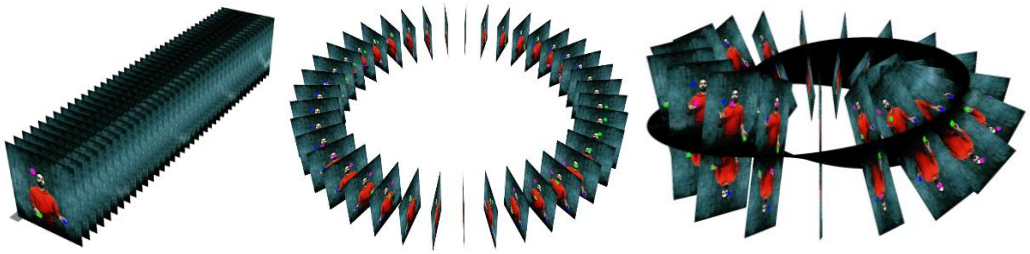
- Topun hareketinin zamansal düzlemdeki eğrisel olma durumuna, yörüngenin dairesel olmasının eğriselliği ve eğrilerin dönmesi eklenmiştir.

- Gerçek zamanlı top hareketi verileri kullanılması kuvvetler etkisindeki eğrilerin periyodik olarak tekrar oluşturmasını sağlamıştır. Ancak tekrarlar arasında, yükseklik farkları ve kendi eksenlerinde dönmelerin oluştuğu gözlemlenmiştir.

- Ortaya çıkan eğrilerin, yer ile ilişkisi gözlemlenmemiştir.

- Fiziksel modele göre daha fazla fotoğrafın kullanılmasıyla eğriselliğin arttığı gözlemlenmiştir.

2.2.2.4. Dijital Deneylerin Tartışılması (5-6-7)



Dijital Model 16. Dijital Modelde Hareketin Eğrileri

- Üç deneyde de farklı top hareketinin oluşturduğu eğrilerin çeşitliliği, parametrik olarak sağlanmıştır.

- Fotoğraflar arası mesafenin değişkenliği üç dijital modelde eğrinin pürüzsüzlüğünü belirlemektedir. Doğrusal modelde, aralık arttıkça eğrinin kontrol noktalarında geçiş yumuşar; Dairesel modelde, aralık artıkça geçişler derinleşir, Mobius şeridi modelinde ise aralık artıkça, eğrinin pürüzsüzlüğü değişkenlik göstermektedir. Bunun sebebi mobius şeridinin topolojik durumudur.

- Deney 5'te eğrinin doğrusal olarak hareket etmesi, sonsuza kadar aynı bilgiyle ilerleyebileceğini göstermektedir. Deney 6 ve deney 7'de geometrileri döngüsel olsa da ilk fotoğraftaki toplar, son fotoğraftaki topları ile aynı konumda değildir. Bu noktada iki modelde döngüsellik gözlemlenmemektedir.

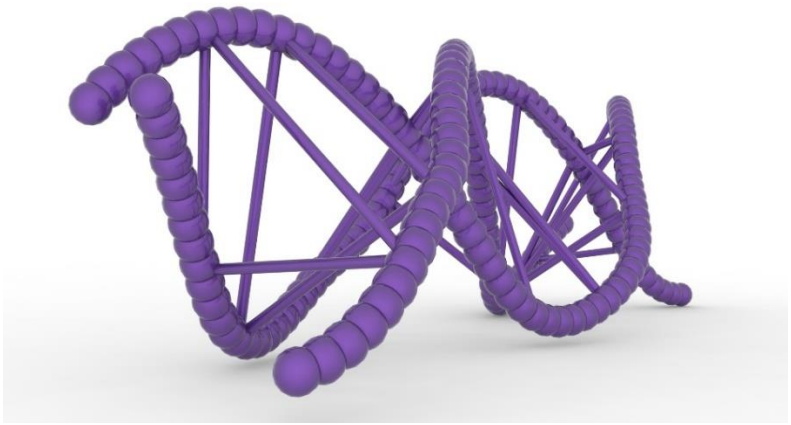
- Üç deneyde de topun hareketinin kendi eğriselliği vardır. Dairesel modelde, kendi eğriselliğinin yanında bir merkeze bağlı yatay radyal bir dönüş vardır. Mobius Şeridinde ise bu iki eğrisellikle birlikte, dikey radyal dönüş gözlemlenmektedir.

- Üç deneyde de gerçek zamanlı top hareketi verileri kullanılması kuvvetler etkisindeki eğrilerin periyodik olarak tekrar oluşturmasını sağlamıştır. Ancak tekrarlar arasında, yükseklik farklarının oluştuğu gözlemlenmiştir.

2.2.2.5. Deney 8- Parametrik Eğri Araştırmaları

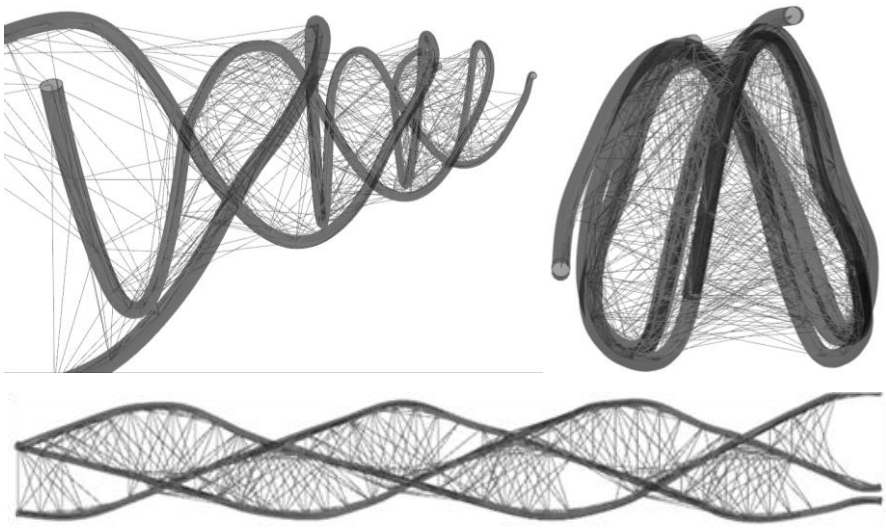
Deneyler sonucu ortaya çıkan eğriler ve kontrol noktaları ile parametrik ilişkiler kurgulanarak dijital deneyler yapılmıştır. Temel hareketin zaman düzleminde oluşan eğrileri ve eğriler üzerinde oluşan kontrol noktaları, değişkenlere bağlı olarak parametrik hale getirilmiş ve noktalar arasında eğri oluşturulmuştur. Kontrol noktaları, fotoğraflardaki topların orta noktalarıdır. Dönüşüme açık, eğri ve yüzey varyasyonları üretilmiştir. Ayrıca alternatif hareketin oluşturduğu eğrilerin parametrik araştırması Ek-3'tedir.

Bu varyasyonda, fotoğraf düzlemindeki topların orta noktaları lineer bağlantılar ile birleştirilmiştir. (Dijital Model 17) Zeminle ilişki kurduğu durumda hem yatay hem dikey konumlanması strüktürel sistem sunmaktadır.



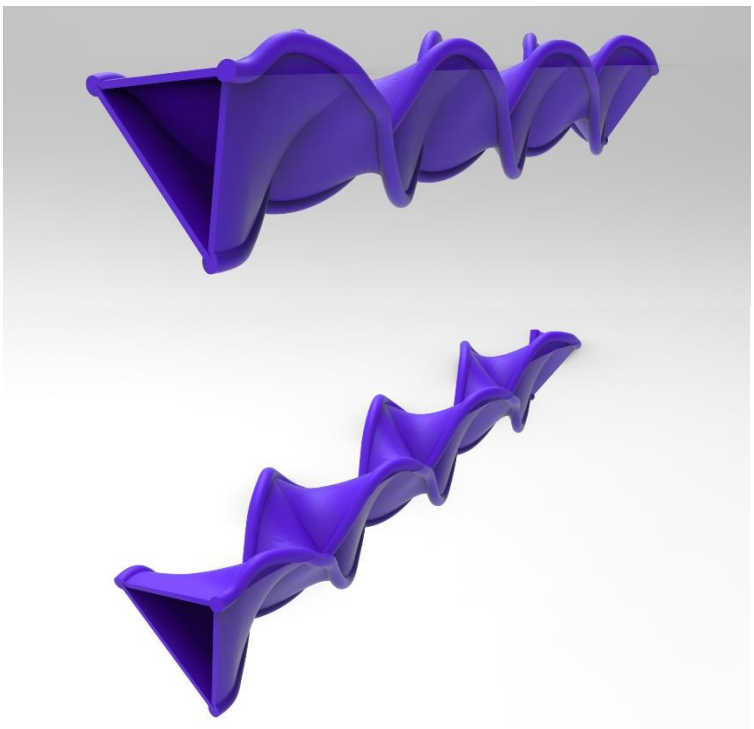
Dijital Model 17. Temel Hareketin Parametrik Eğri Araştırması
Tarih: 7.9.2020

Bu varyasyonda eğri üzerindeki kontrol noktalarından birden çok lineer çizginin diğer kontrol noktalarıyla ilişkisi gözlemlenmiştir. (Dijital Model 18) Eğriler arası ağsı bir yapı oluşmaktadır.



Dijital Model 18. Temel Hareketin Parametrik Eğri Araştırması
Tarih: 7.9.2020

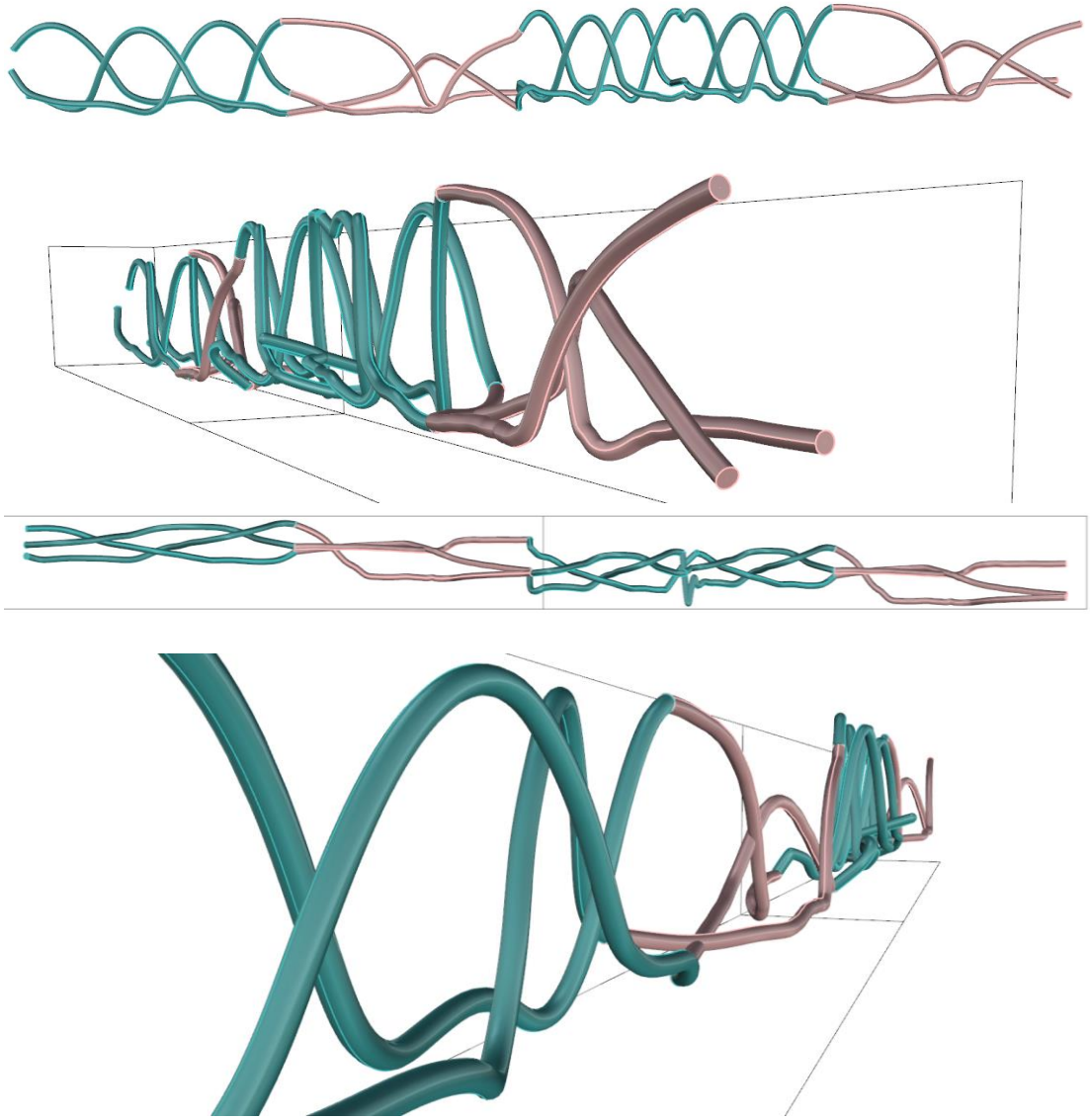
- İkili eğriler arası yüzeyler oluşturulmuştur. Minimal yüzeyler gözlemlenmiştir. (Dijital Model 19)



Dijital Model 19. Temel Hareketin Yüzey Araştırması
Tarih: 7.9.2020

2.2.2.6. Deney 9: Koreografik Eğriler

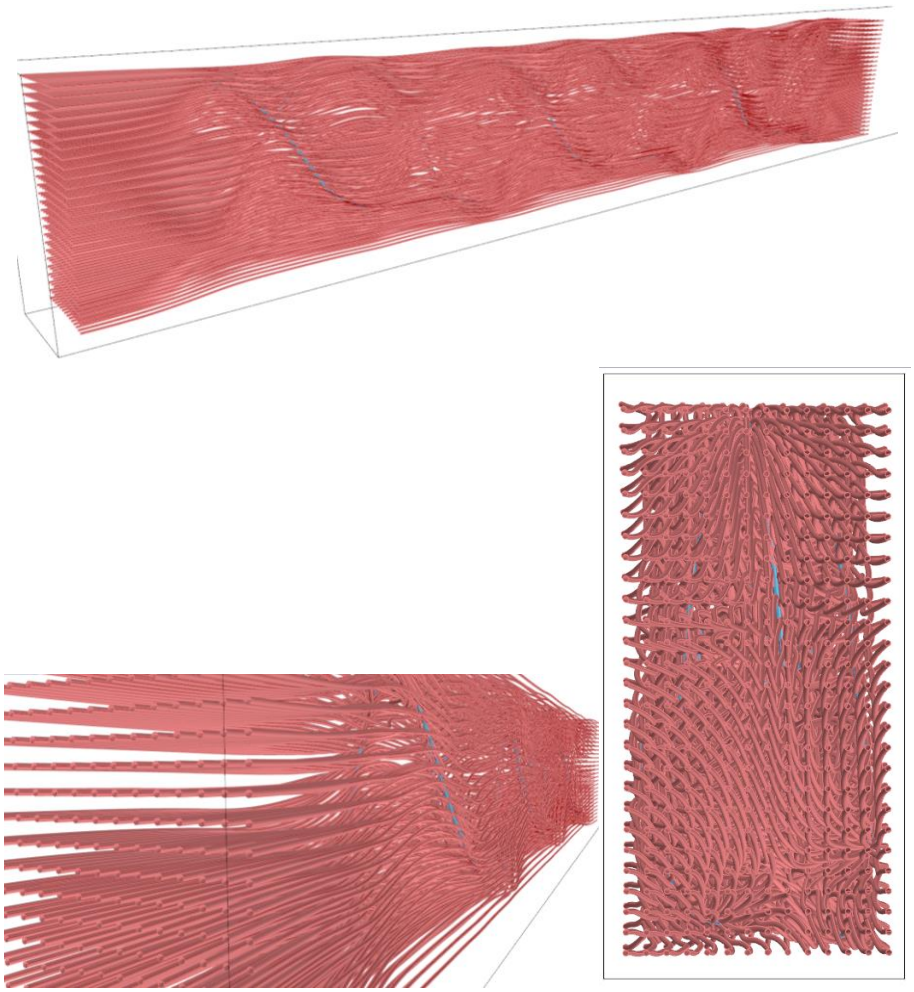
Belirli hareketler bütününe koreografi denir. Top hareketinde süreklilik kaybolmadan devam eden iki top hareketinin ilişkisi gözlemlenmektedir. Bu deneyde, farklı top hareketlerinin sırayla oluşturduğu kombinasyon tek bir eğri oluşturmaktadır. Temel hareket ve alternatif hareketin arka arkaya sıralanmasıyla oluşan eğri incelenmiştir. Tez sonrası araştırmalarda kullanılacaktır. (Dijital Model 20)



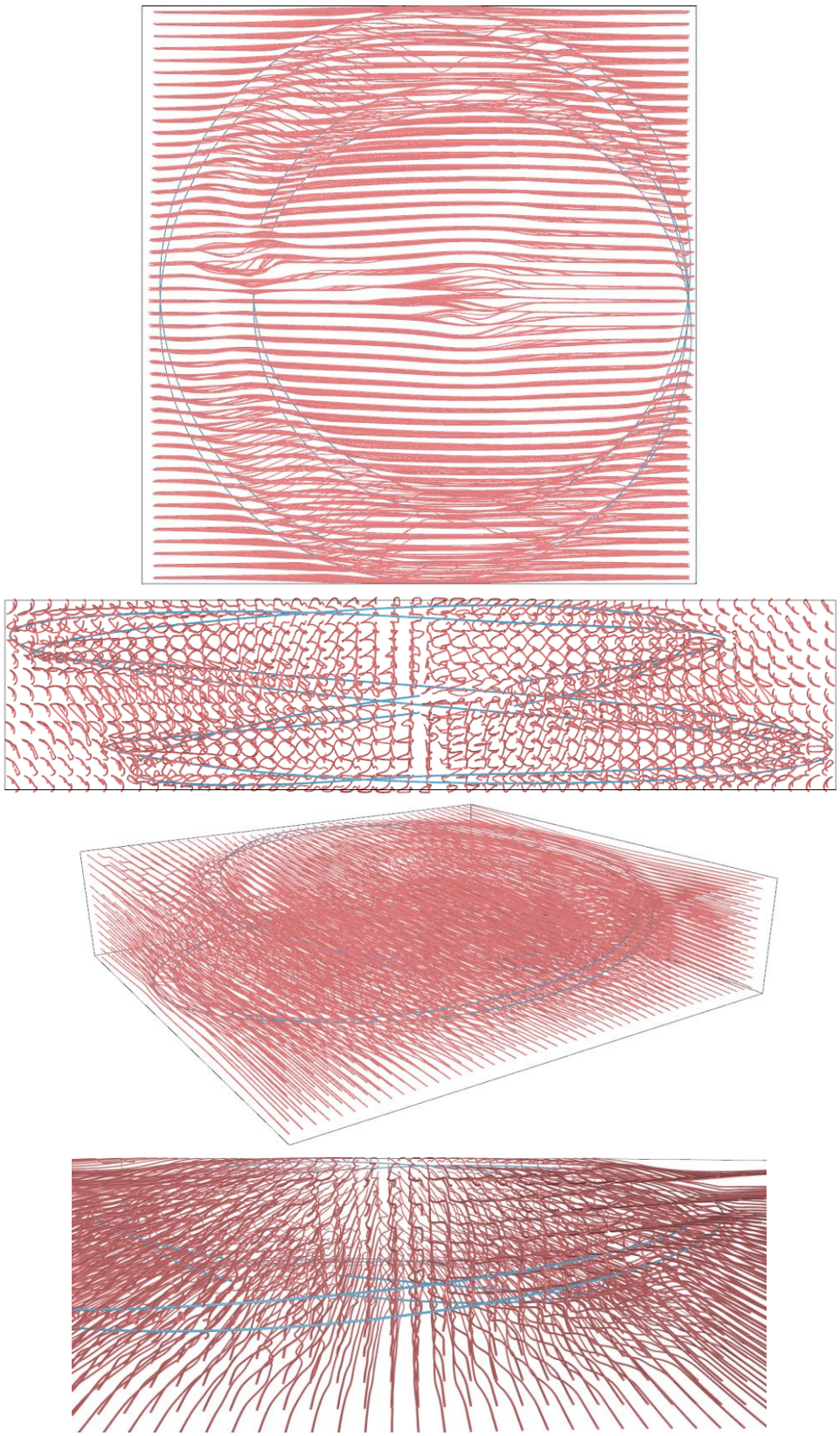
Dijital Model 20. Koreografik Eğri Deneyi
Tarih: 20.07.2020

2.2.2.7. Deney 10: Çekim Alanı Araştırmaları

Parametrik tasarımla birlikte konvansiyonel çalışma ile elde edilemeyecek kompleks düşünceler, modelleme programları ile tasarlanması kolay hale gelmiştir. Çekim kuvveti de doğal bir kuvvettir. Bu deneyde, çekim alanına sahip top hareketi eğrilerinin çevresiyle etkileşimi gözlemlenmiştir. Eğrinin çevresi, akışı temsil eden lineer çizgilerden oluşmakta ve eğrilerde çekim alanı oluştuğunda tepki vermektedir. Temel hareketin, doğrusal yörüngeyle oluşan eğrileri (Dijital Model 7) ve mobius şeridi ile oluşan eğrileri (Dijital Model 16) kullanılmıştır. Alternatif hareketin eğrileri ve koreografik eğrilerin deneyleri Ek-4'tedir.



Dijital Model 21. Temel Hareketin Doğrusal Yörünge ile Çekim Alanı Araştırması
Tarih: 21.07.2020



Dijital Model 22. Temel Hareketin Mobius Şeridi ile Çekim Alanı Araştırması
Tarih: 21.07.2020

2.2.2.8. Fiziksel Deney 1-2-3 ile Dijital Deney 5-6-7 Tartışması

- Fiziksel deneyler, dijital deneylere altyapı oluşturarak, grasshopper eklentisi için parametreler tanımlamıştır.

-Fiziksel modelde, fotoğraflar arası mesafenin değişiminin etkisini anlamak için ya tekrar model yapmak gerekmekte ya da hayal etmek gerekmektedir. Dijital modelde ise bu aralık bir değişken olarak tanımlandığından, bu etki çok daha hızlı ve karşılaştırılması kolay olmuştur.

- Dijital modelde eğriler, fiziksel modellere göre daha tanımlı olduğundan hem eğri pürüzsüzlüğü hem de eğriler arası ilişki daha net gözlemlenmiştir.

- Dijital Modelde, fiziksel modele göre daha fazla fotoğrafın kullanılması, eğrinin daha fazla sayısal veri ile oluşmasını sağlamıştır.

- Fiziksel ve dijital modellerin ikisinde de tekrar çok açık gözükmektedir.

- Dijital modelden elde edilen eğrinin, 3d yazıcı ile fiziksel modele çevrilmesi, dijital modeli daha iyi anlamayı sağlamıştır. Başka bir deyişle, fiziksel modeller, dijital modelden daha tanımsız olsa da elle tutulduğunda potansiyellerin keşfi için önemlidir.

3. GÖZLEM

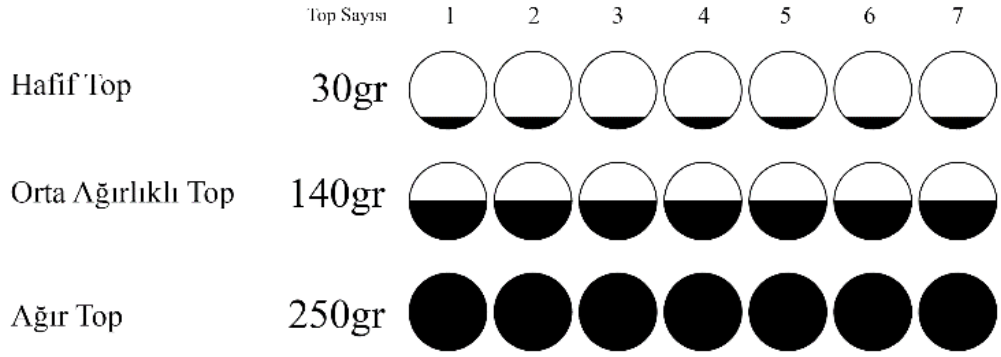
3.1. Gözlem Süreci

Topun hareketi ve uzayda oluşturduğu eğri hem fiziksel hem dijital olarak deneyimlenerek, dijital deneylerle birlikte algoritmalar oluşturulmuştur. Bu algoritmalar, gözlem bölümünde kullanılarak, yeni eğrileri ve bilgi içeren yüzeyleri ifade eden varyasyonlar üretilmiştir.

Bu bölümde, tabiat fenomenlerinden yer çekimi ve rüzgar parametrelerinin analiz edildiği çekimler yapılmıştır. Sonra video sonrası prodüksiyon süreci ile eğriler oluşturulmuştur.

Yer çekimi fenomeninin etkisini anlamak için temel hareket kullanılarak farklı ağırlıktaki top setleriyle hareket ve hareketin oluşturduğu eğri gözlenmiştir. Bu gözlemde farklı ağırlıktaki topların aynı kuvvetle atılarak hareketi sağladığı kabul edilmiştir. Kesin olarak aynı kuvvette atılamayacak olsa da önce topu aynı kuvvette atma çalışması yapılmış olup topun aynı kuvvetlere yakın şekilde atılması sağlanmıştır. Bu duruma göre üç farklı ağırlıkta top setleri deneye özel yapılmıştır. (Tablo 2). Bu ağırlıklar hassas tartı ile ölçülerek 40gr, 140gr, 240gr olarak belirlenmiştir. (Fotoğraf 18).

Tablo 2. Top Setleri Ağırlık Skalası

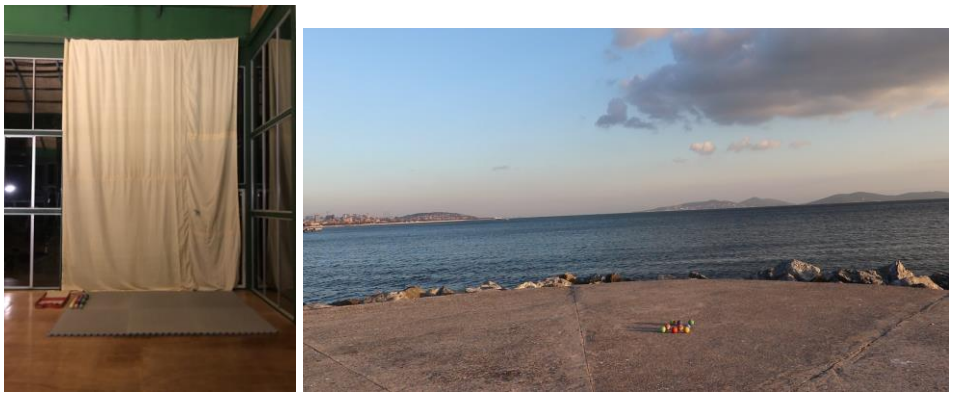




Fotoğraf 18. Top Setleri Ağırlıkları

Rüzgar fenomeninin etkisi açık alanda gözlemlenmiştir. Rüzgarın topun hareketine etkisini gözlemlemek için hem kapalı hem açık alanda çekimler yapılmıştır. Kapalı alan, Antalya'da Tadah adlı mekanda tercih edilmiştir. (Fotoğraf 19) Alan, içeride hava akımının oluşmadığı, kapıların ve pencerelerin kapalı olduğu şekilde düzenlenmiştir. Açık alan çekimi ise, İstanbul Suadiye sahilinde yapılmıştır. (Fotoğraf 19) Araştırmada rüzgarın şiddeti değerlendirilmemiştir. Topun hareketini etkileyen bir rüzgar şiddeti tercih edilmiştir. Video çekildiği zaman aralığında ortalama 20 km/sa hızla rüzgar ölçülmüştür. Rüzgar etkisinin gerçek zamanlı verilerinin kaydedilmesi önemlidir. Çünkü rüzgar etkisinin oluşan eğri üzerindeki dönüşümü ile oluşacak varyasyonlar, topolojik düzlemi sarsmaktadır.

Sonuç olarak gerçek zamanlı kaydedilen veriler, anlık oluşan kuvvet değişimleri, topun açısı, ağırlığına bağlı yüksekliği gibi parametrelerin zamansallık içinde tanımlanmasını sağlamaktadır. Bu parametreler oluşan eğrinin pürüzsülüğünü anlık olarak etkilemektedir. Araştırmada gözlemlenen en önemli durumdur.

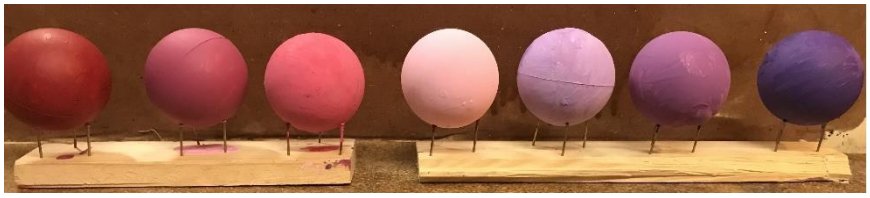


Fotoğraf 19. Kapalı Alan- Açık Alan
Kaynak: Tadah Antalya- 23.03.2021 / Suadiye Sahili- İstanbul – 12.09.2021

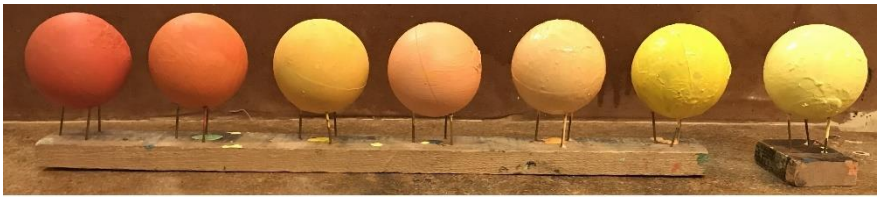
Gözlem; hazırlık, video çekimi, video sonrası prodüksiyon olarak üç aşamadan oluşmaktadır. Hazırlık aşamasında, topların video programında maskelenmesi farklı renklere sahip toplar üretilmiştir. Üç farklı ağırlıktaki top setine, üç farklı renk skalası uygulanmıştır. (Fotoğraf 20-21-22)



Fotoğraf 20. Hafif Top Seti



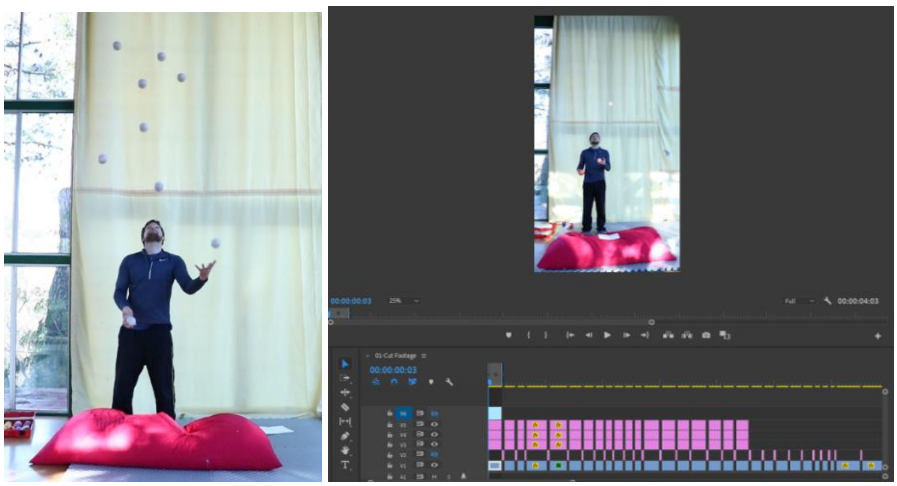
Fotoğraf 21. Orta Ağırlıklı Top Seti



Fotoğraf 22. Ağır Top Seti

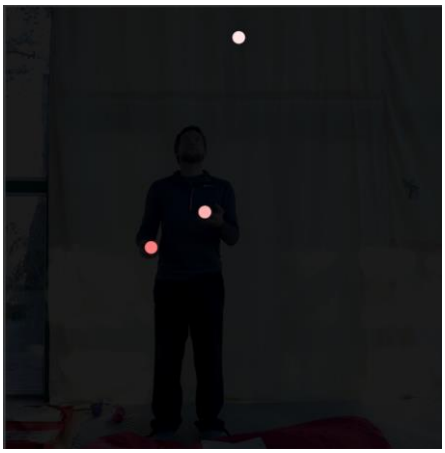
Video çekimi; Canon 200D ile 24 kare olarak çekilmiştir. (Fotoğraf 23) Hareket, topun başladığı noktadan, tekrar aynı noktaya gelmesi olarak tanımlanmıştır.

Bu da her top setinde, topun hareketinin farklı sürelerde olmasını sağlamıştır. Video sonrası prodüksiyon kısmında ise, hareket yakalama tekniği geliştirilmiştir. Bu aşamada Adobe Premiere programı kullanılmıştır. (Fotoğraf 23)



Fotoğraf 23. Video Çekimi Aşaması ve Video Sonrası Prodüksiyon Aşaması

Topların farklı renklerde olması, maskeleme aşamasında video programının topları daha kolay algılamasını sağlamıştır. Ayrıca grasshopper programında topları ve arka planı ayırmak içinde ışık ayarları ile oynanmıştır. (Fotoğraf 24)



Fotoğraf 24. Maskeleme ve Işık Ayarı Aşaması

Son aşama olarak kronofotografi tekniğini kullanmak için videolar fotoğraflarına ayrılmış ve fotoğraflar, grasshopper programında kullanmaya hazır hale getirilmiştir.

3.2. Gözlem Deneyleri

Deneyler sonucu zaman/hareket kavramı gözlemlenmiş, algoritmalar oluşturulmuştur. Algoritmada topun orta noktaları tanımlanmış ve bu noktalardan geçen eğriler oluşturulmuştur. Gözlem bölümünde ise deneyler gözlemlenip, tasarım parametreleri tanımlanmış ve bir algoritmada birleştirmek için gözlem deneyleri yapılmıştır. Gözlem deneyleri, yerçekimi etkisini tanımlamak ve rüzgar etkisini gözlemlemek üzerine kurgulanmıştır. Gözlem deneyleri sonrasında oluşan tasarım parametreleri, yer çekimi etkisiyle değişen yükseklikleri, farklı ağırlıklı toplar kullanılarak tanımlanmış, rüzgar etkisini ise açık alanda top hareketini gözlemleyerek tanımlamıştır. Bu gözlemlerden elde edilen veriler ile süreci kompleks hale getiren hesaplanabilir ve uyumlanabilir tasarım parametreleri oluşturularak, fiziksel verinin dijital veriye çevrilmesi ile doğal kuvvetlerin etkisinin gerçek zamanlı olarak algoritmik süreci oluşturması sağlanmıştır. Bu da algoritmik tasarımın zaman hareketin doğal davranışını dijital olarak ifade ettiğini anlatmaktadır. Ortaya çıkan hassas grafik araştırmanın önemli noktalarından biridir.

Sonuç olarak, gözlemlenen hareketin izi aslında bir eğri önermektense, eğriyi oluşturan tasarım sürecini önerir. Bu bölümdeki eğriler ise seçilen parametrik değerlere göre oluşan tasarım süreci varyasyonlarıdır. Bu bölümdeki deneylerde tasarım parametreleri geliştirilmiş ve birbiriyle ilişkisi kurgulanmıştır. Bu durum 5. Bölümün altyapısını oluşturmaktadır. Gözlemlenen parametreler:

- Hareket; Temel ve alternatif hareket olarak, gözlem sürecinde çekilen top hareketi fotoğrafları kullanılmıştır. 3. Bölümdeki algoritmalar kullanılarak gerçek zamanlı elde edilen verilerin, eğrilere dönüşmesi sağlanmıştır.

- Ağırlık Etkisi; Kapalı ve açık alanda gözlemlenen farklı ağırlıktaki topların, yükseklik ve ağırlık ilişkisi kurgulanmıştır.

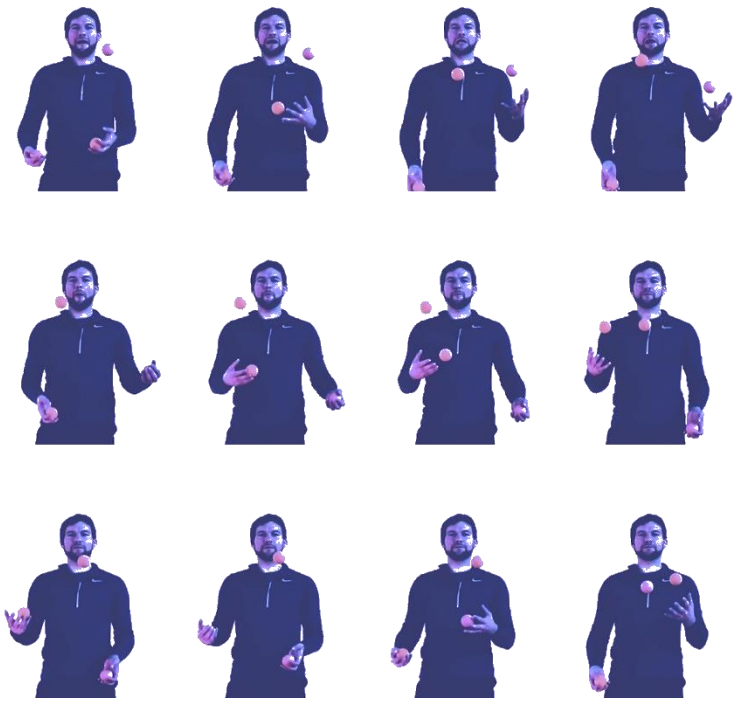
- Rüzgar Etkisi; Hafif topun açık alanda gözlemlenmesiyle ortaya çıkan eğri irdelenmiştir.

- Yörünge; Doğrusal, dairesel ve mobius şeridi olarak yörünge, top hareketinin eğrisinin farklılaşmasını ve varyasyonlar üretmesini sağlamıştır.

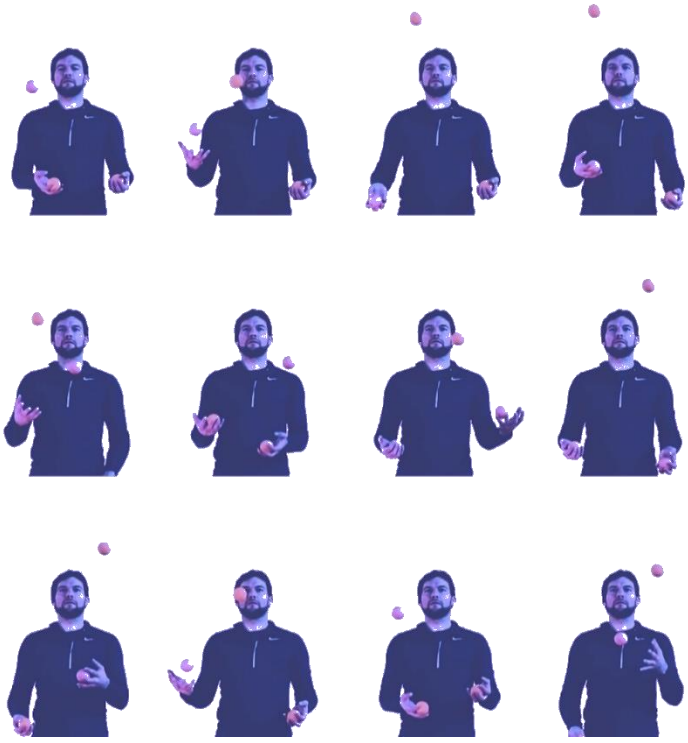
- Fotoğraflar Arası Mesafe; Fotoğraflar arası mesafe bir değişken olarak kontrol edilebilir şekilde olmuştur. Bu parametre araştırmanın ikinci bölümüne referans vermektedir. (Bölüm 2.1, s.11) Eğri pürüzsüzlüğünün zamansal olarak dönüşümü gözlemlemiştir.

3.2.1. Hareket

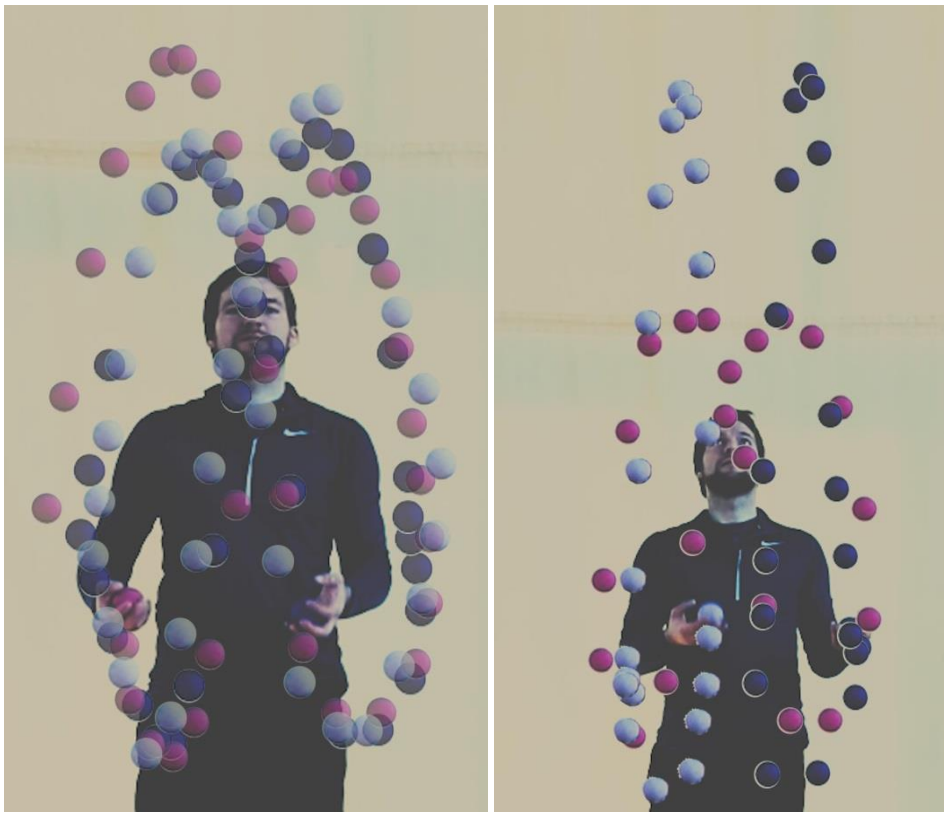
Hareket parametresi içinde, temel hareket ve alternatif hareket olarak iki farklı hareket gözlemlenmiştir. (Bölüm 2.7, s.40) Algoritmada bu parametre hareketin fotoğrafları olarak tanımlanır. Kullanılmak istenen hareketin videosunun çekilip, ardından videoyu fotoğraflara ayırmak gerekmektedir. Algoritma, fotoğraftaki topları algılayıp, orta noktalarını tanımlayacaktır.



Diyagram 22. Temel Hareket (s.56)
Performans: Till Rautert



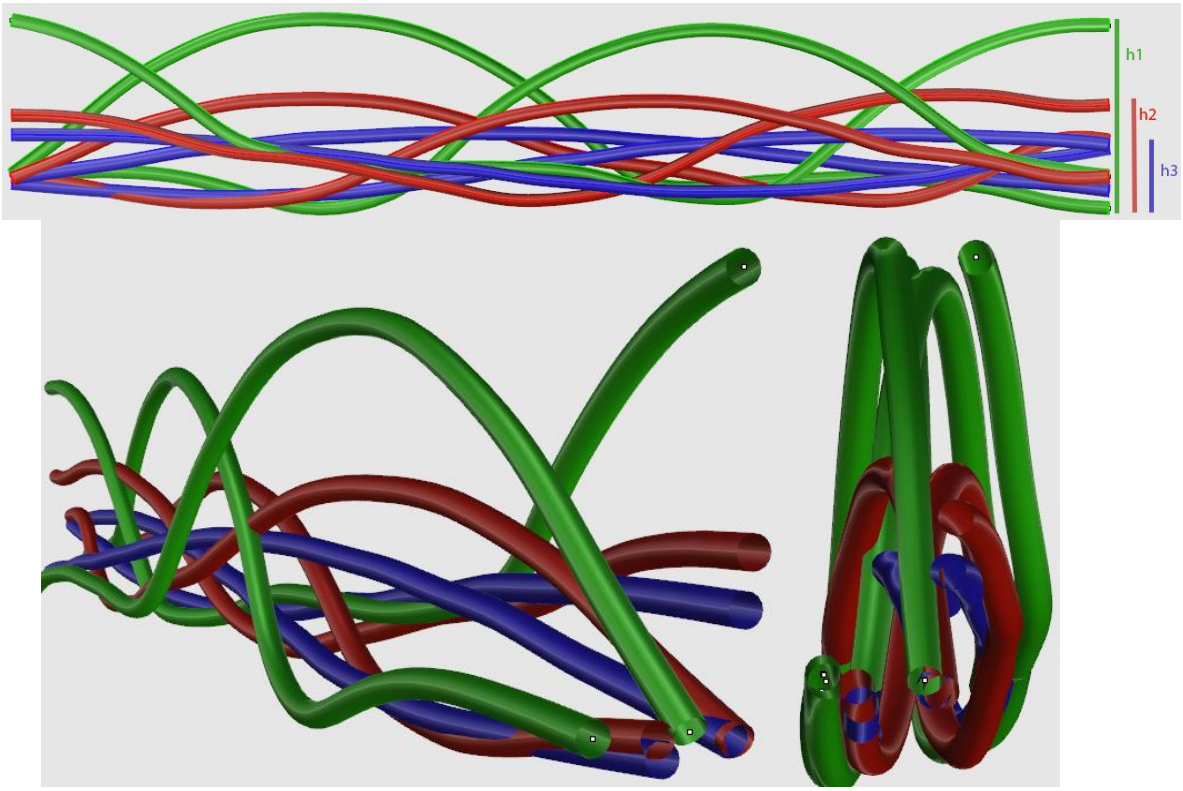
Diyagram 23. Alternatif Hareket (s.57)
Performans: Till Rautert



Diyagram 24. Temel Hareket ve Alternatif Hareket (s.57)
Performans: Till Rautert

3.2.2. Ağırlık Etkisi

Yer çekimi, topun havada yer değiştirmesini etkiler. Top, elden bir kuvvetle atılır. Bu atış kuvvetinin etkisi, top yükseldikçe yerçekimi kuvveti ile azalır ve tepe notasında topun hızı sıfır olur. Yer çekimi kuvvetinin etkisi devam ettiği için top düşmeye başlar. Atış kuvvetinin etkisi tepe noktasında yerçekimi kuvveti ile eşitlenir. Tüm bu atış sürecinde kuvvet dengeleri (Bölüm 2.3, s.27) bir dönüşüm içindedir. Bu dönüşüm eğrinin pürüzsüzlüğü ve yüksekliği ile ilişkilidir. Bu deneyde, hafif top(30gr), orta ağır top(140gr) ve ağır top(250gr) olmak üzere üç ayrı ağırlıkta top kullanılmıştır. Yaklaşık aynı kuvvette atılan 3 farklı ağırlıkta topun, tepe noktası yüksekliği ile ilişkisi olduğu gözlemlenmiştir.



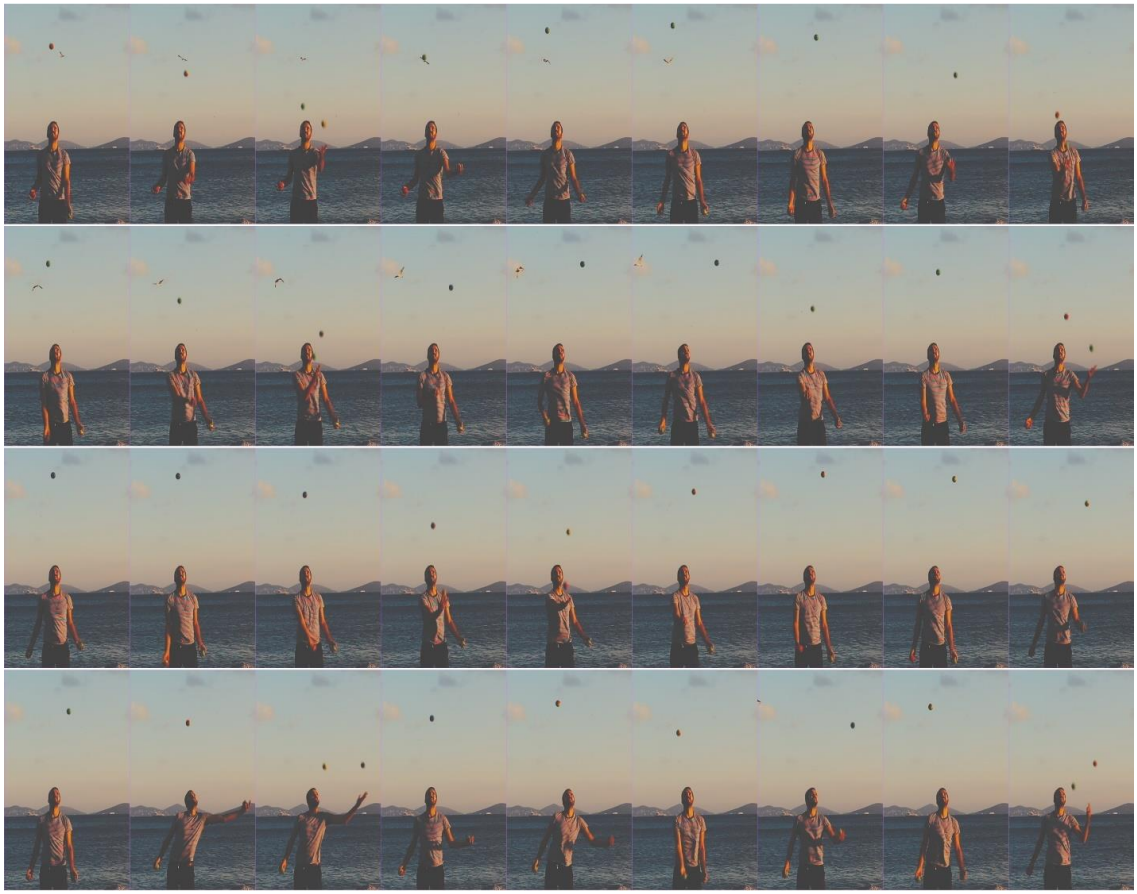
Diyagram 25. Farklı Ağırlıktaki Topların Yükseklik İlişkisi
Tarih: 20.06.2021

Bu gözleme göre çıkan sonuç, ağırlık arttıkça yükseklik azalmaktadır. Hafif küre en yüksek seviyeye çıkar. (Diyagram 25) Algoritmada yükseklik farkı kullanılacaktır. 30 gr.- 250 gr arası küre ağırlığı, parabolların tepe noktaları ile ilişkilidir.

Ayrıca diyagram 24'te, doğrusal yörüngeyle oluşmuş üç farklı topun eğrilerinde, yükseklik farkı gözlemlenmektedir. Yeşil olan hafif top, mavi olan ise ağır topu temsil eder. Ağırlık arttıkça yükseklik azalır. Buna göre 30gr-140gr- 250gr, sırasıyla h3-h2-h1 olarak parametrik hale getirilmiştir.

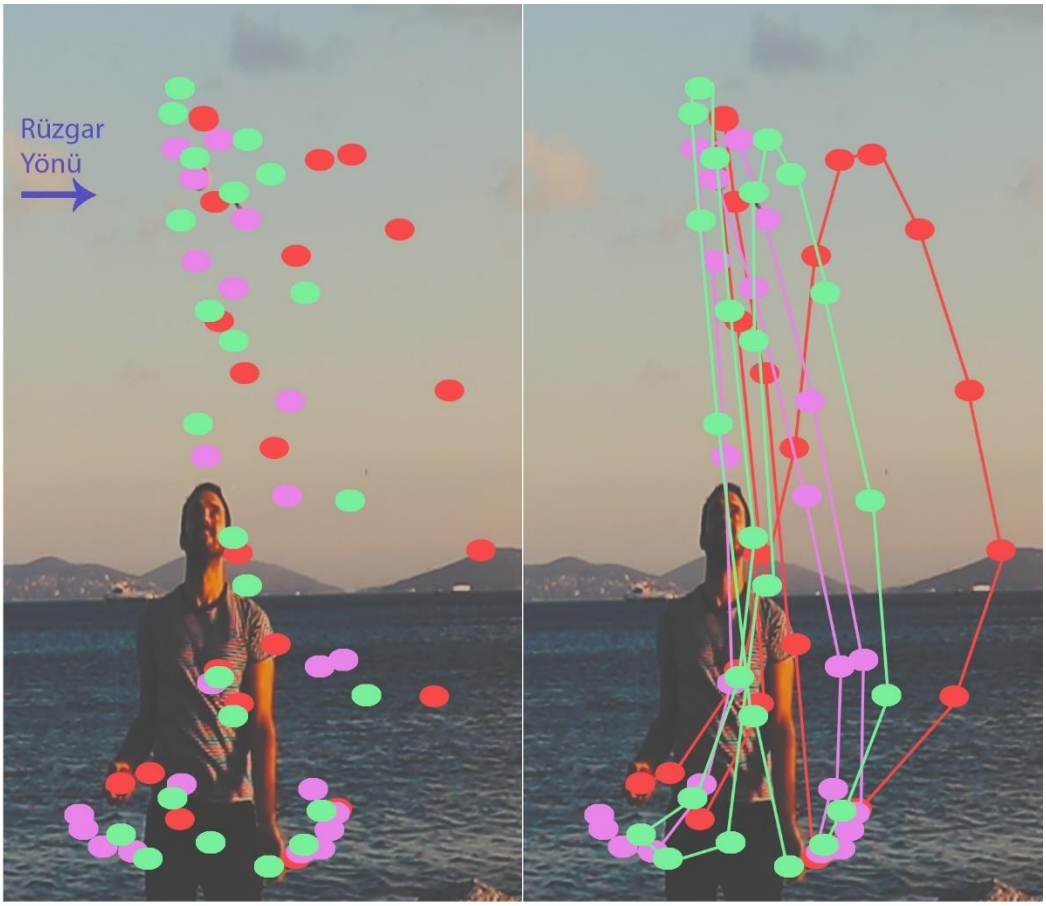
3.2.3. Rüzgar Etkisi

Gözlemde rüzgar etkisinin doğal bir şekilde toplara etki etmesi için rüzgarlı bir havada sahilde çekim yapılmıştır. Gerçek zamanlı verinin kullanıldığı bir araştırma olduğu için, dijital olarak rüzgar simülasyonu tercih edilmemiştir. Fiziksel olarak rüzgar etkisinde top hareketi gözlemlenmiş ve eşit zaman aralığındaki noktaları belirlenmiştir. Temel hareket üzerinden hafif top ile deney yapılmıştır. (Diyagram 26)

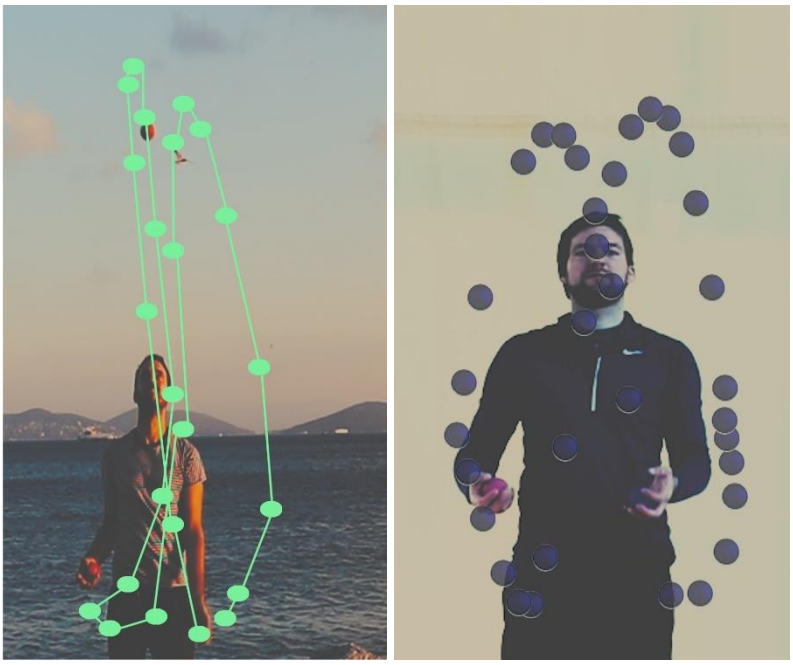


Diyagram 26. Rüzgar Etkisinde Temel Hareket
Tarih: 14.06.2021

Top hareketinde rüzgar etkisi ile ağırlık ters orantılıdır. Ağırlık arttıkça rüzgar kuvvetinin etkisi azalır. En çok hafif topta yatay yönde bir yer değiştirme gözlemlenmiştir. Aynı rüzgar şiddetinde ağır topta, yatay yönde bir yer değiştirme gözlemlenmemiştir. Bu yüzden sadece hafif top gözlemlenip, (Diyagram 27) ortaya çıkan eğriler irdelenmiştir ve kontrol noktaları yörüngede eğriler oluşturacaktır.



Diyagram 27. Rüzgar Etkisinde Temel Hareket
Tarih: 14.06.2021



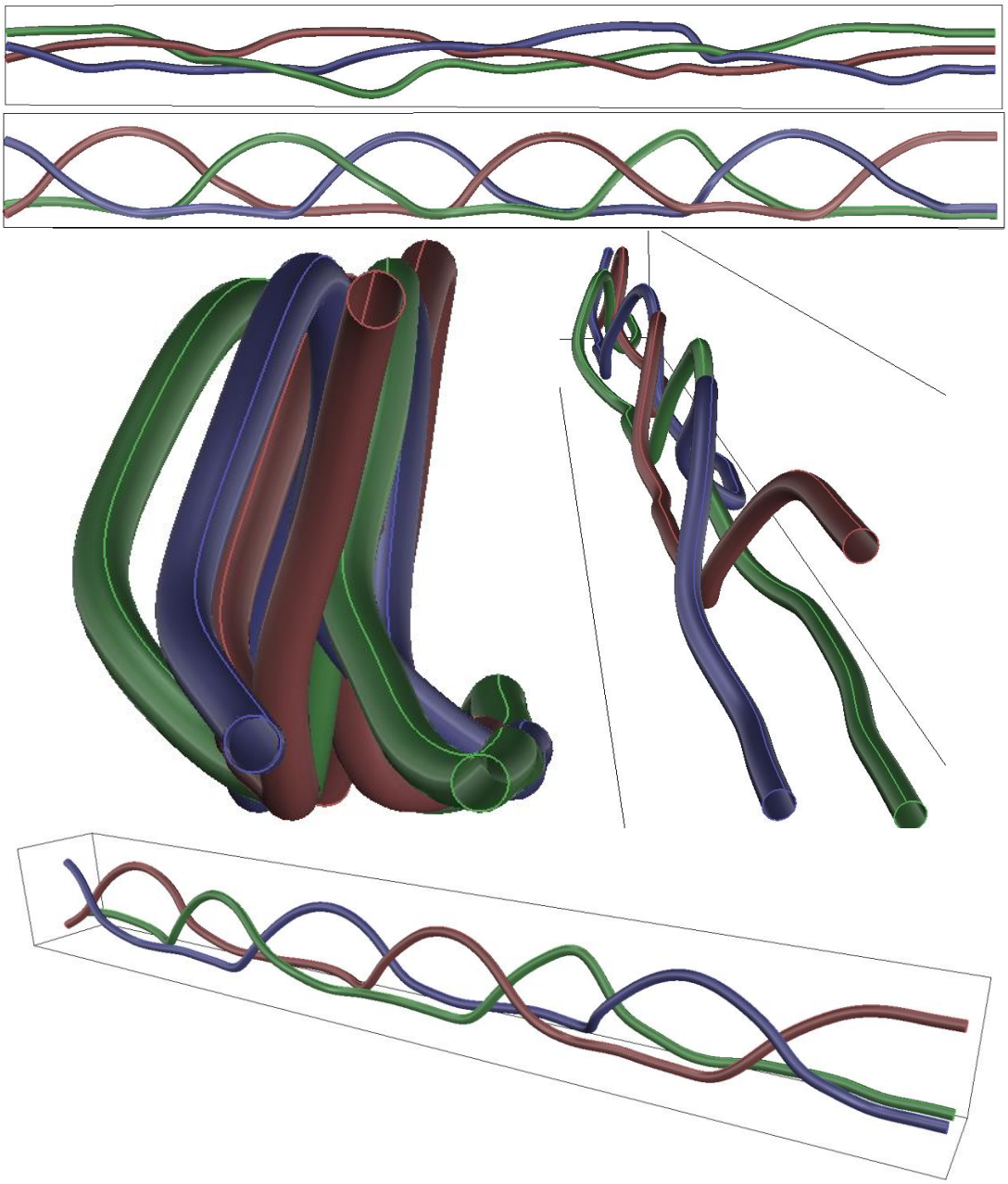
Diyagram 28. Açık Alan ve Kapalı Alan Gözlemi
Tarih: 14.06.2021

Diyagram 28'da kapalı alanda rüzgarsız gözlemlenen top hareketinde eğri tekrar eden bir döngü oluşturur. Belirli bir ritimdedir. Açık alanda ise rüzgarın etkisinin oluşan eğride ise değişim tepe noktasında belirginleşir. (Diyagram 29) Rüzgar yönünde bir yer değiştirme ile tekrarı bozar. Hareket, kuvvetlerin etkileşimin net bir şekilde gözlemlendiği doğal bir eğri oluşturur.



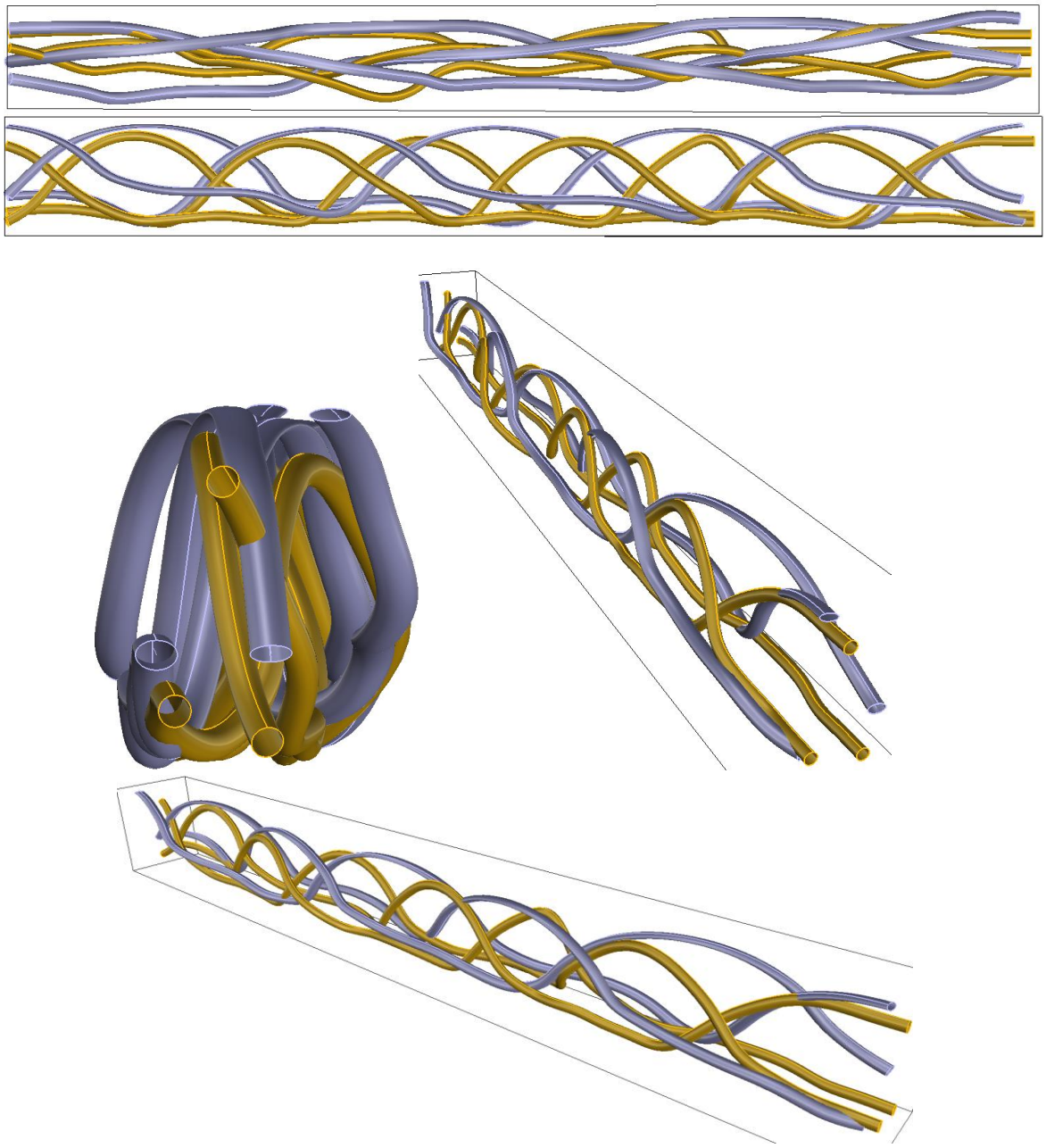
Diyagram 29. Eğrinin Tepe Noktasında Değişimi
Tarih: 14.06.2021

Temel hareketin doğrusal yörünge algoritması kullanılarak eğriler oluşturulmuştur. (Dijital Model 23)



Dijital Model 23. Rüzgar Etkisi ile Oluşan Eğriler
Tarih: 16.06.2021

Kapalı alan ve açık alanda oluşan eğriler, dijital ortamda karşılaştırılmıştır. (Diyagram 30) Mor eğriler, kapalı alan eğrileri; sarı eğriler ise açık alan eğrileridir.

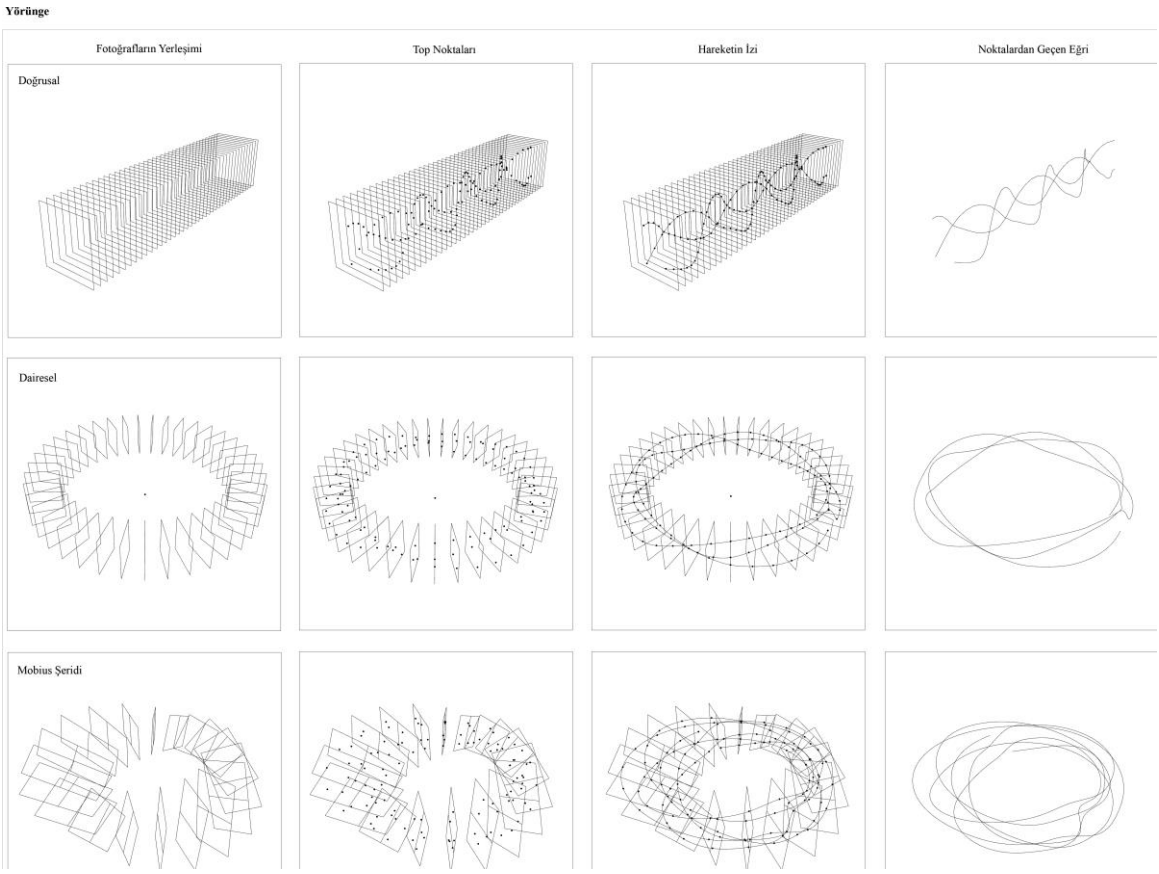


Diyagram 30. Kapalı ve Açık Alanlarda Oluşan Eğrilerin Karşılaştırılması
Tarih: 16.06.2021

Rüzgar kuvveti etkisindeki eğrilerde birbirini tekrar etmeyen, fakat hesaplanabilir noktalar oluşmuştur. Bu noktaların gözlemlenmesi, kuvvet ilişkisini anlamamızda önemli rol oynar ve topolojik geometriye referans verir.

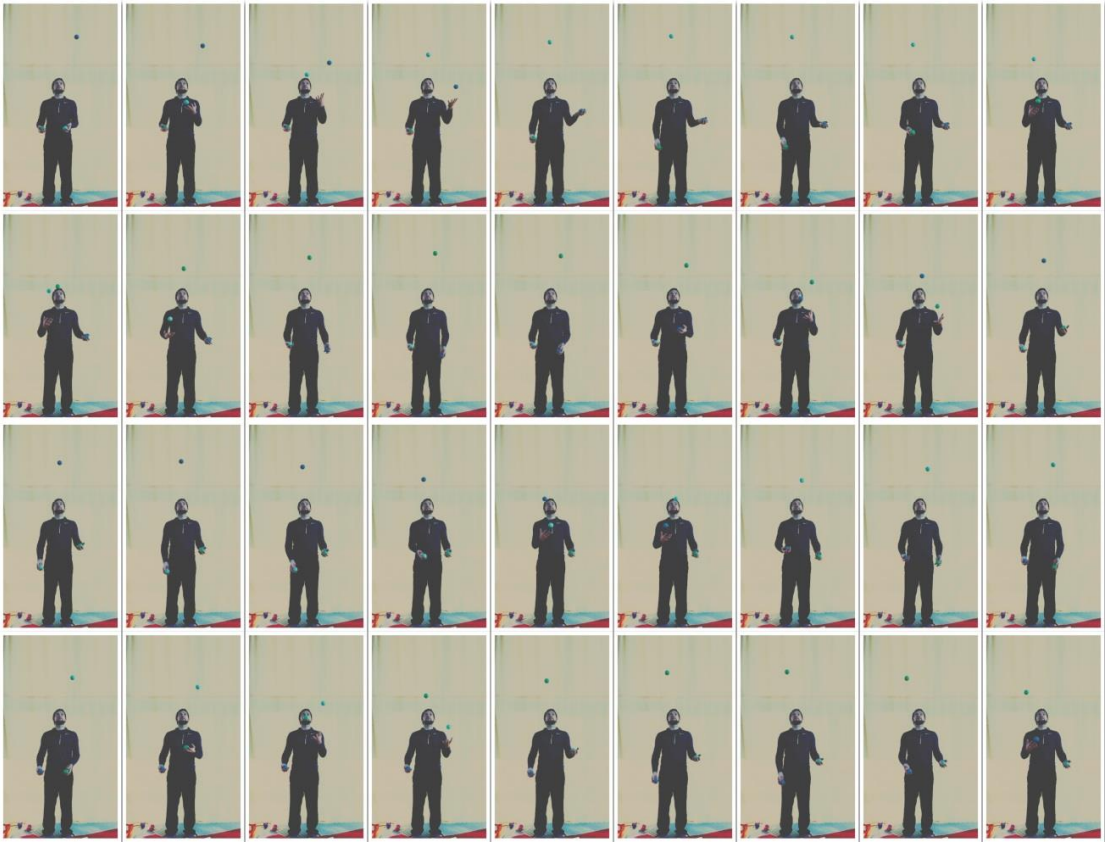
3.2.4. Yörünge

Yörünge kavramı ilk önce 2. bölümde topoloji okumaları (s.32) başlığında tartışılmış, sonra fiziksel deneylerle (Bölüm 3.2.1, s.58) ve dijital deneylerle parametrik hale gelmiştir. Doğrusal, dairesel, mobius şeridi olarak yörüngeler seçilmiştir. Yörünge parametresiyle Muybridge kronofotografi tekniği kullanılarak, gözlem aşamasında, farklı ağırlıklı toplarla deneyler tekrardan dijital olarak gözlemlenmiştir. Ek olarak alternatif hareket gözlemlenmiştir. Bu bölümde hafif topun oluşturduğu doğal eğriler irdelenmiştir. Temel hareketin ve alternatif hareketin, orta ağırlıklı küre ve ağır küre ile oluşturduğu eğriler ektedir. (Ek-5)



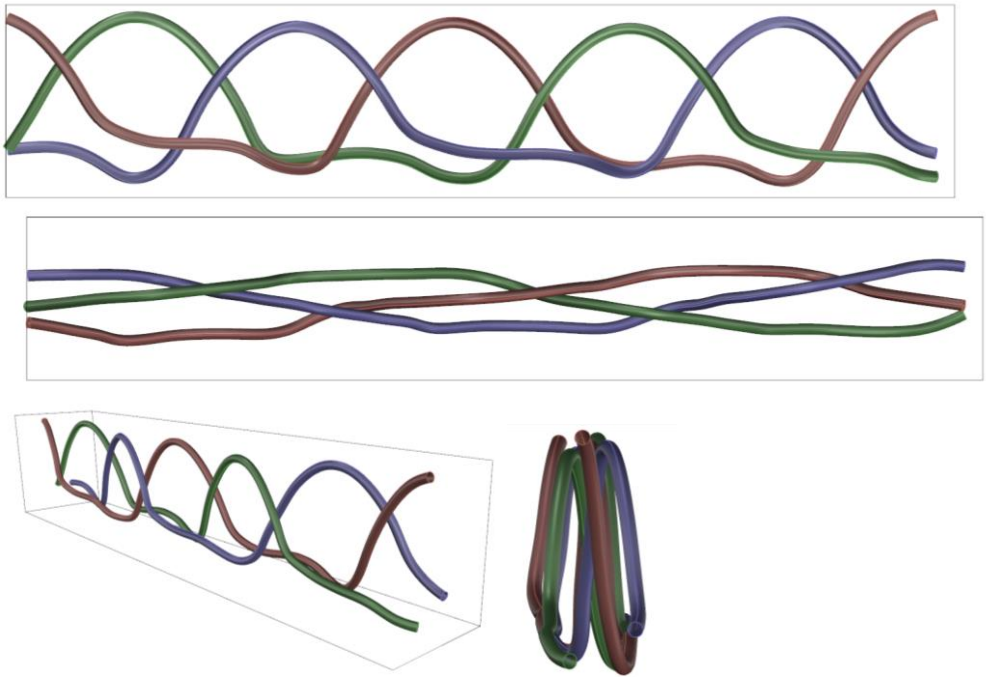
Diyagram 31. Yörünge Parametresi

Temel Hareket -Hafif Küre (30gr) (4.03 sn.)



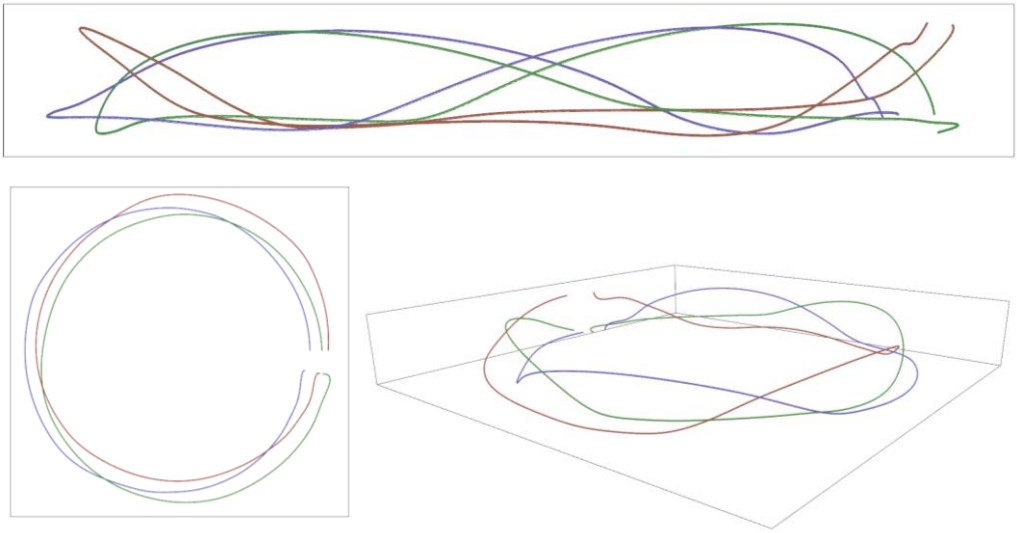
Diyagram 32. Hafif Top ile Temel Hareket
Performans: Till Rautert

-Doğrusal



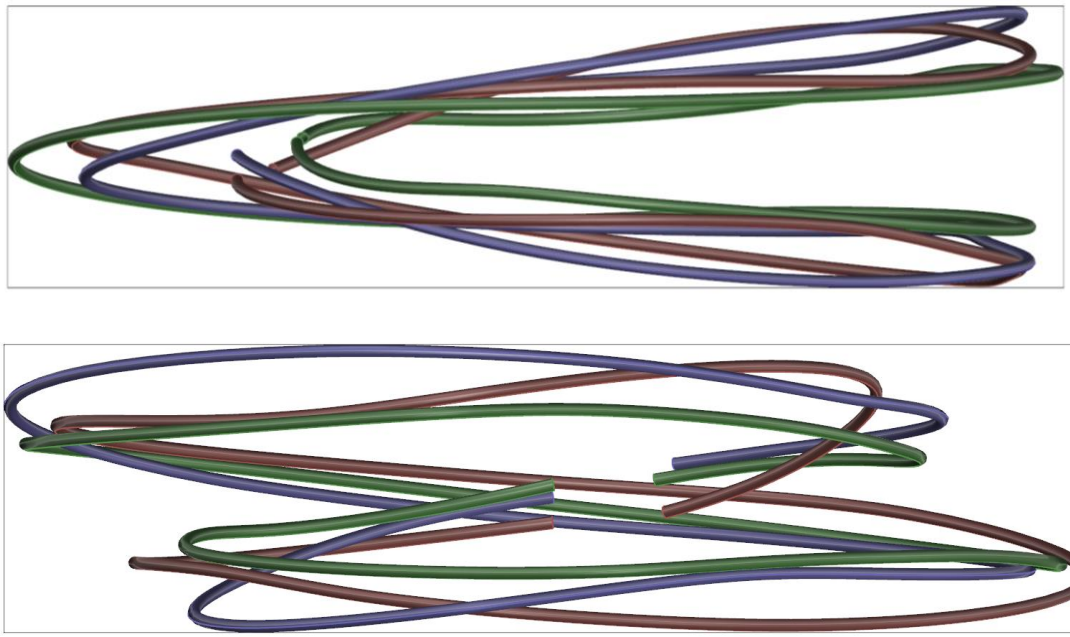
Dijital Model 24. Temel Hareketin Gözlem Eğrileri
Tarih: 24.08.2020

-Dairesel



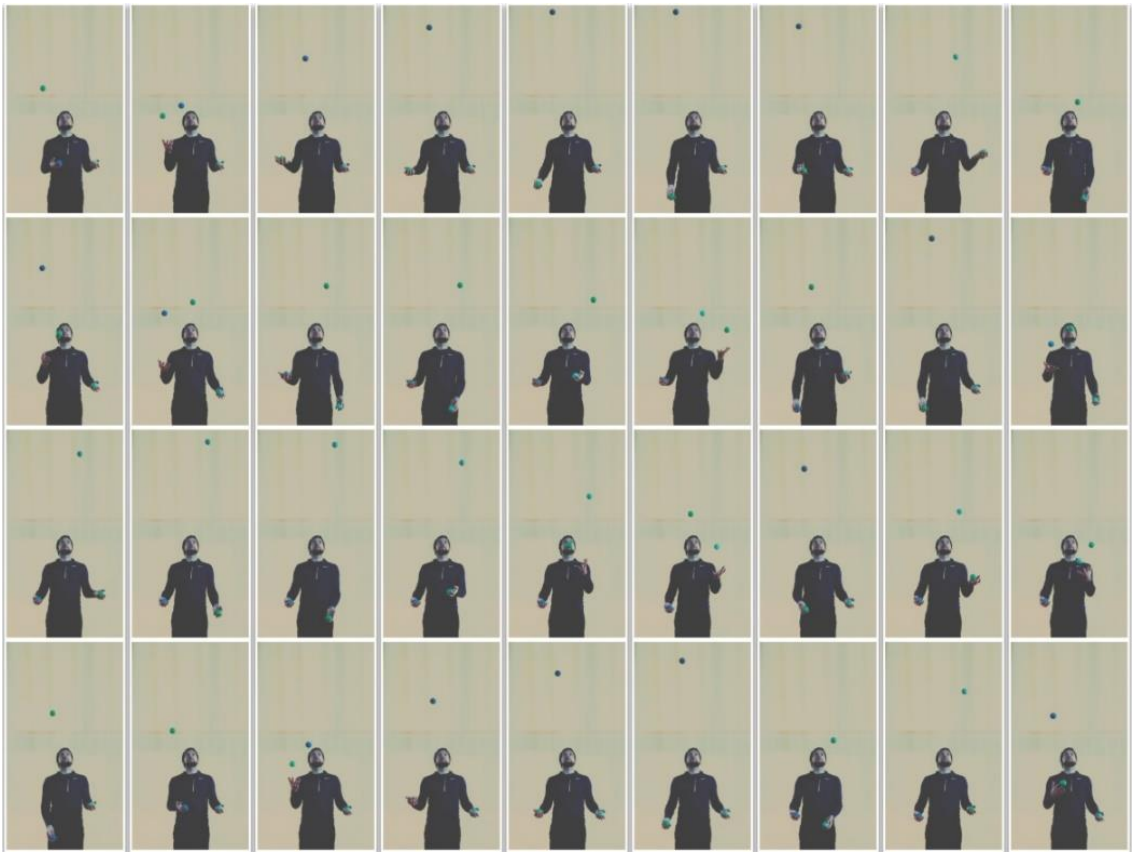
Dijital Model 25. Temel Hareketin Gözlem Eğrileri
Tarih: 24.08.2020

-Mobius Şeridi



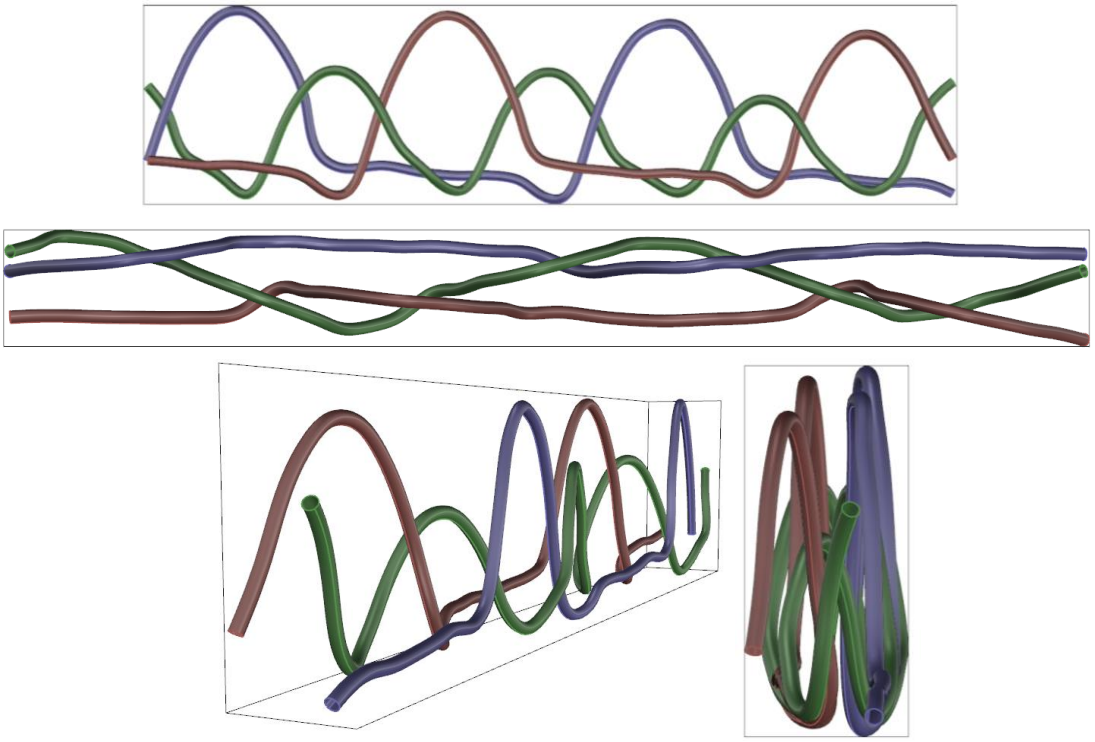
Dijital Model 26. Temel Hareketin Gözlem Eğrileri
Tarih: 24.08.2020

Alternatif Hareket Dizisi -Hafif Küre (30gr) (5,43 sn.)



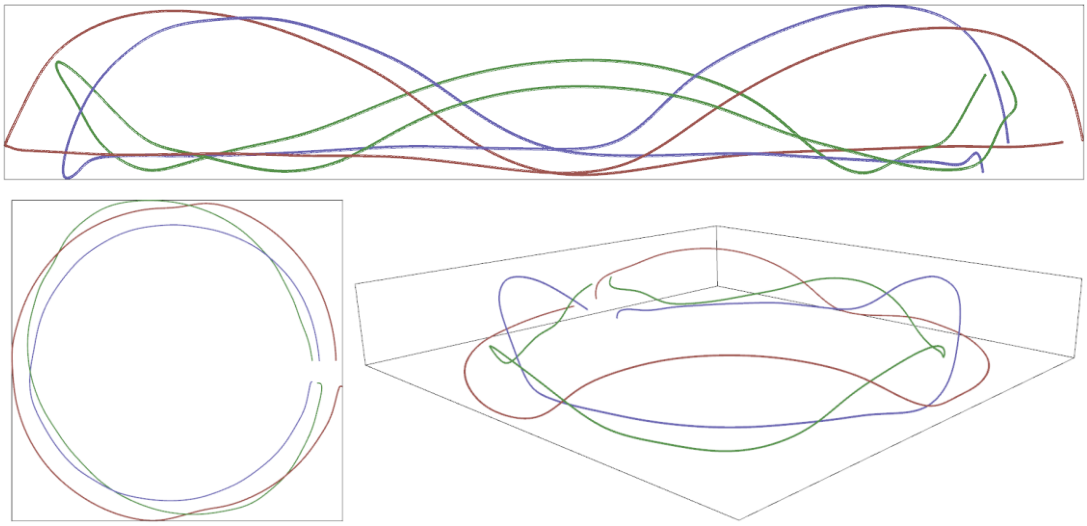
Diyagram 33. Alternatif Hareket
Performans: Till Rautert

-Doğrusal



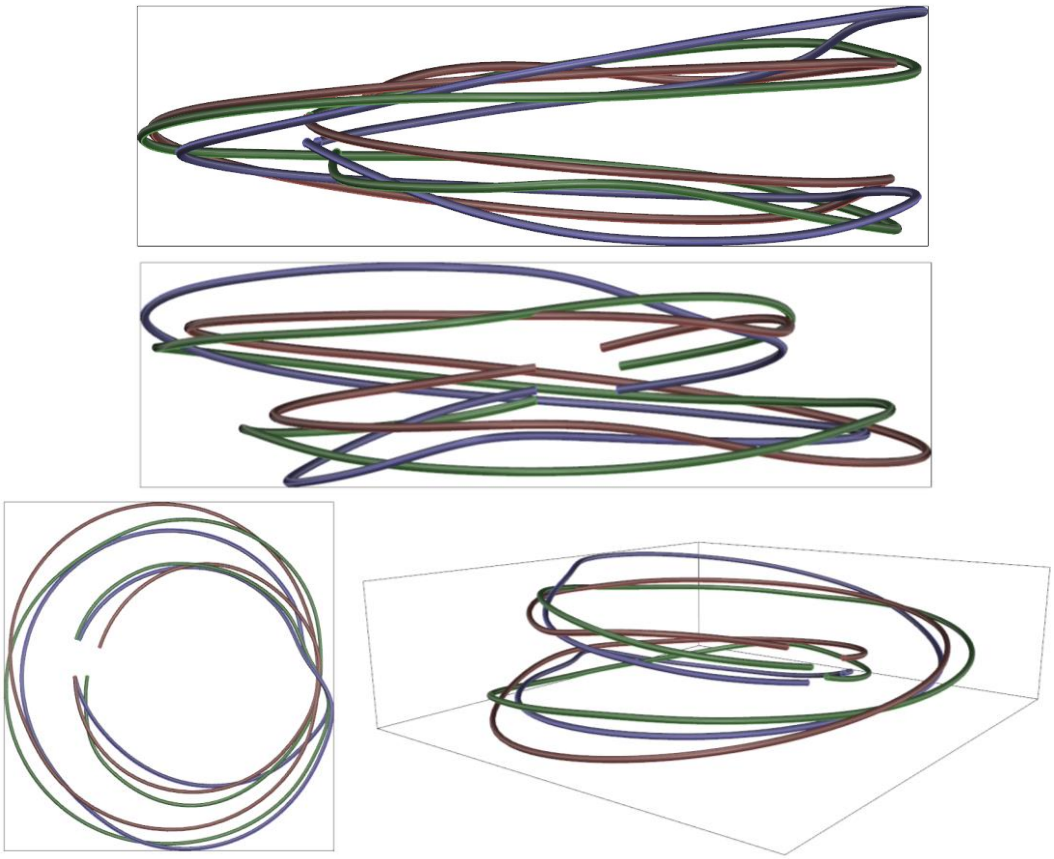
Dijital Model 27. Alternatif Hareketin Gözlem Eğrileri
Tarih: 24.08.2020

-Dairesel



Dijital Model 28. Alternatif Hareketin Gözlem Eğrileri
Tarih: 24.08.2020

-Mobius Şeridi



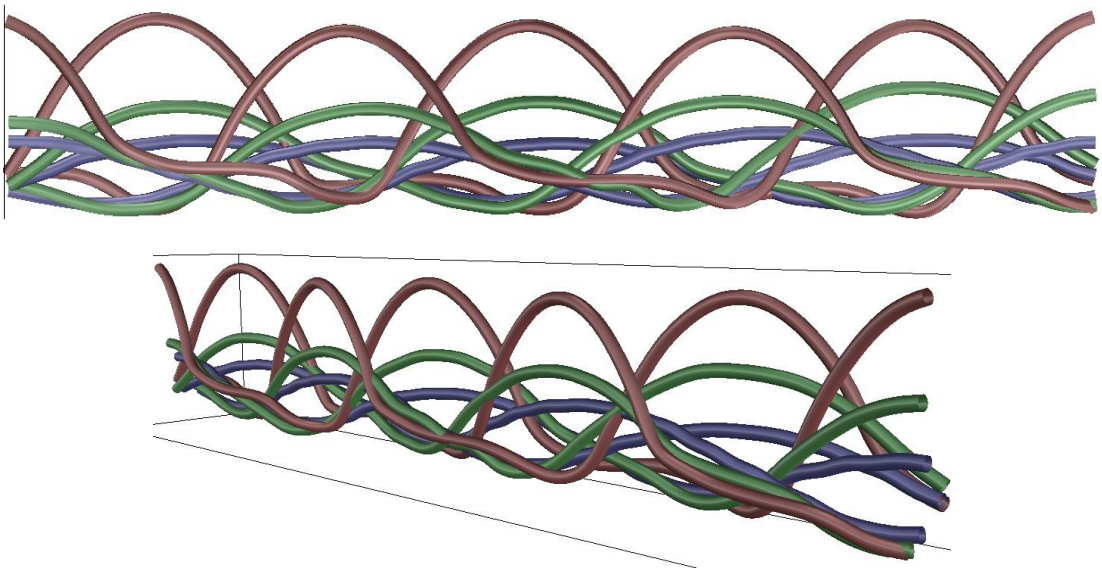
Dijital Model 29. Alternatif Hareketin Gözlem Eğrileri
Tarih: 24.08.2020

Yörüngelerin doğrusal, dairesel, mobius şeridi kullanılmasının nedeni, zaman düzleminde yerleşim kurgusunun çeşitliliğini irdelemektir.

Ayrıca ağırlık etkisiyle oluşan yükseklik ilişkisi karşılaştırılmıştır.

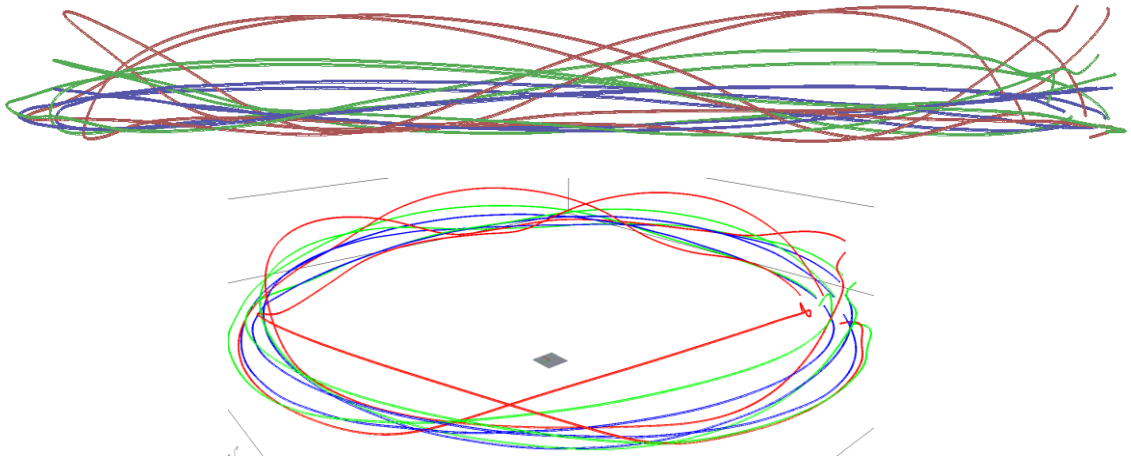
Temel Hareket

-Doğrusal Yörünge ile Gözlem Eğrileri Karşılaştırması



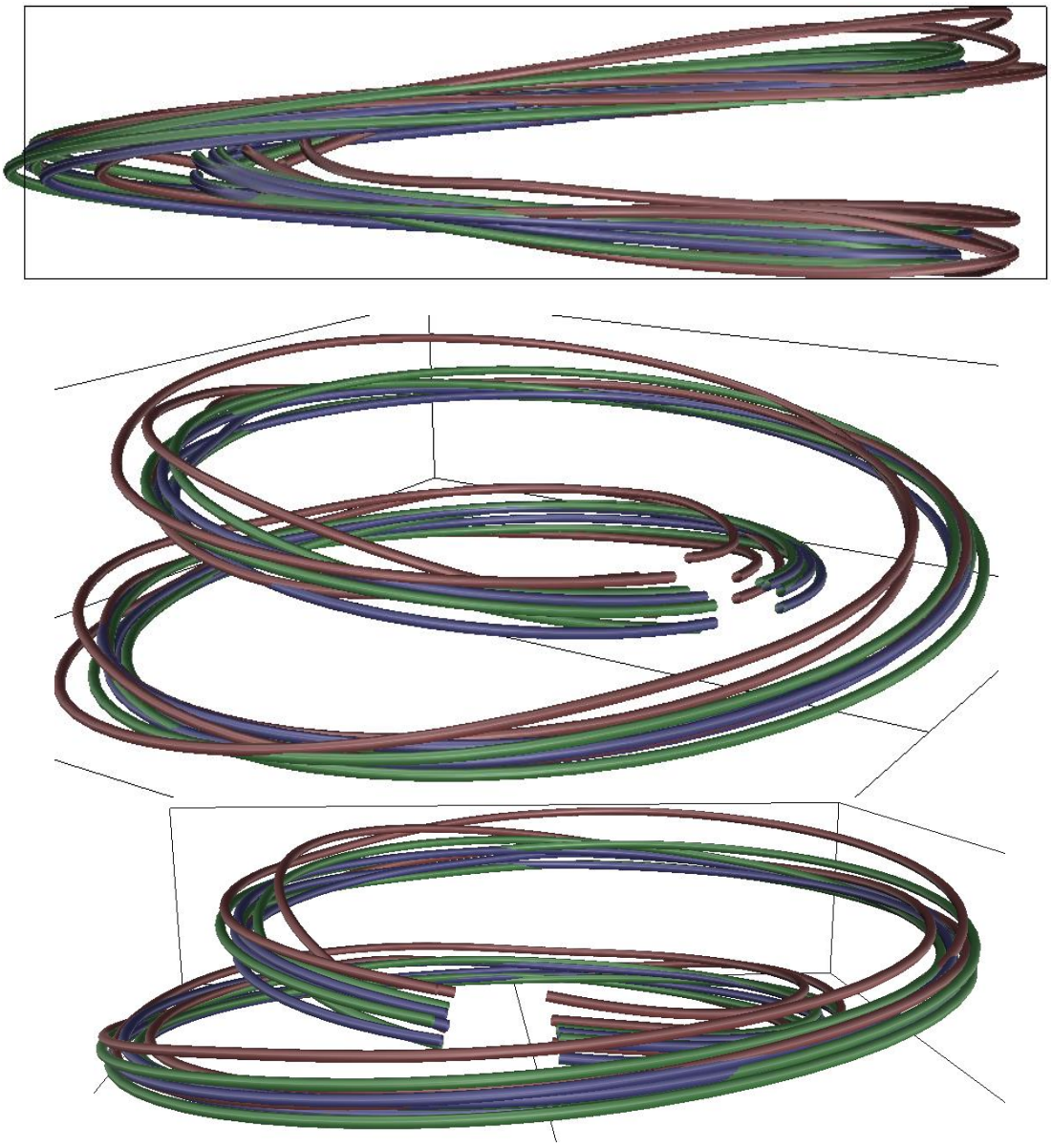
Diyagram 34. Doğrusal Yörünge ile Gözlem Eğrileri Karşılaştırması
Tarih: 30.08.2020

-Dairesel Yörünge ile Gözlem Eğrileri Karşılaştırması



Diyagram 35. Dairesel Yörünge ile Gözlem Eğrileri Karşılaştırması
Tarih: 30.08.2020

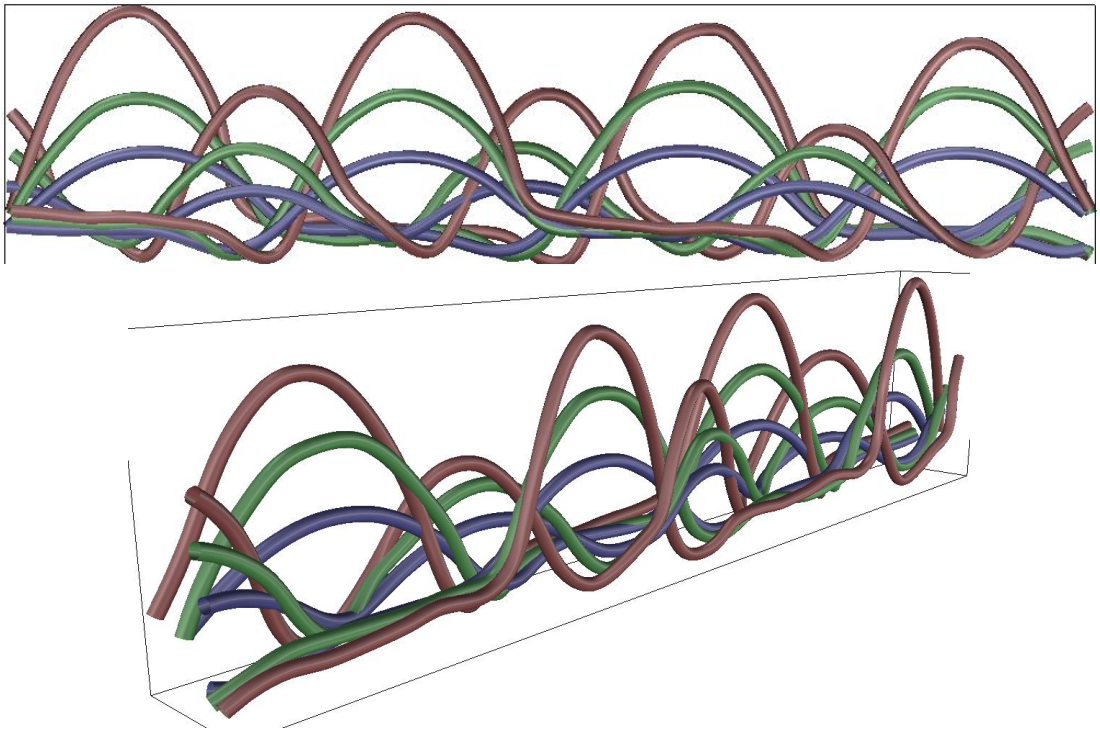
-Mobius Şeridi ile Gözlem Eğrilerin Karşılaştırması



Diyagram 36. Mobius Şeridi ile Gözlem Eğrileri Karşılaştırması
Tarih: 30.08.2020

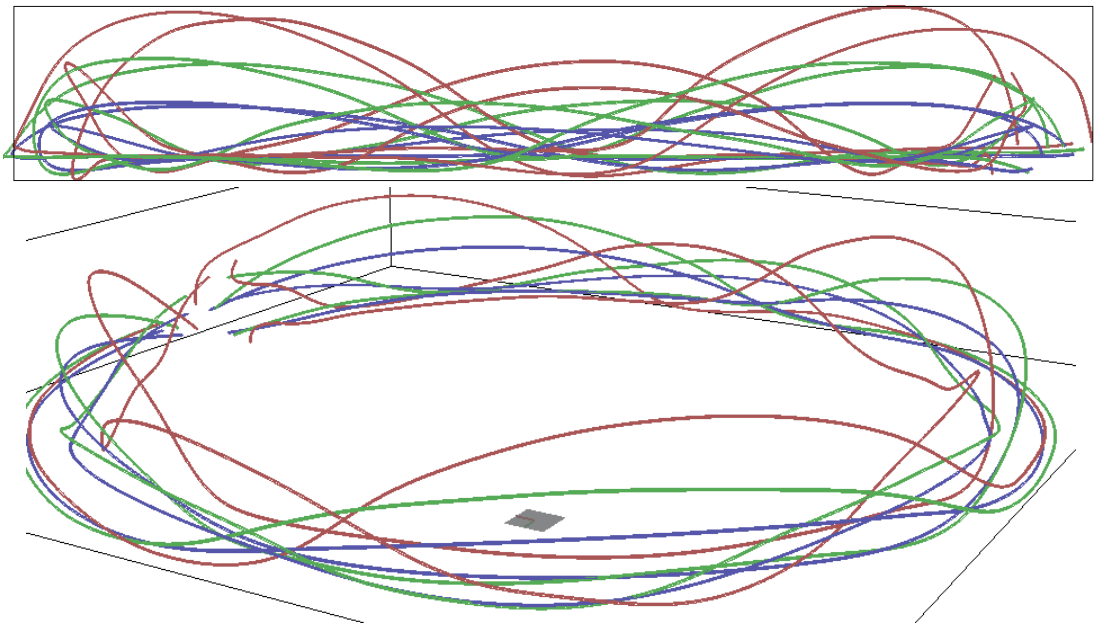
Alternatif Hareket

-Doğrusal Yörünge Karşılaştırması



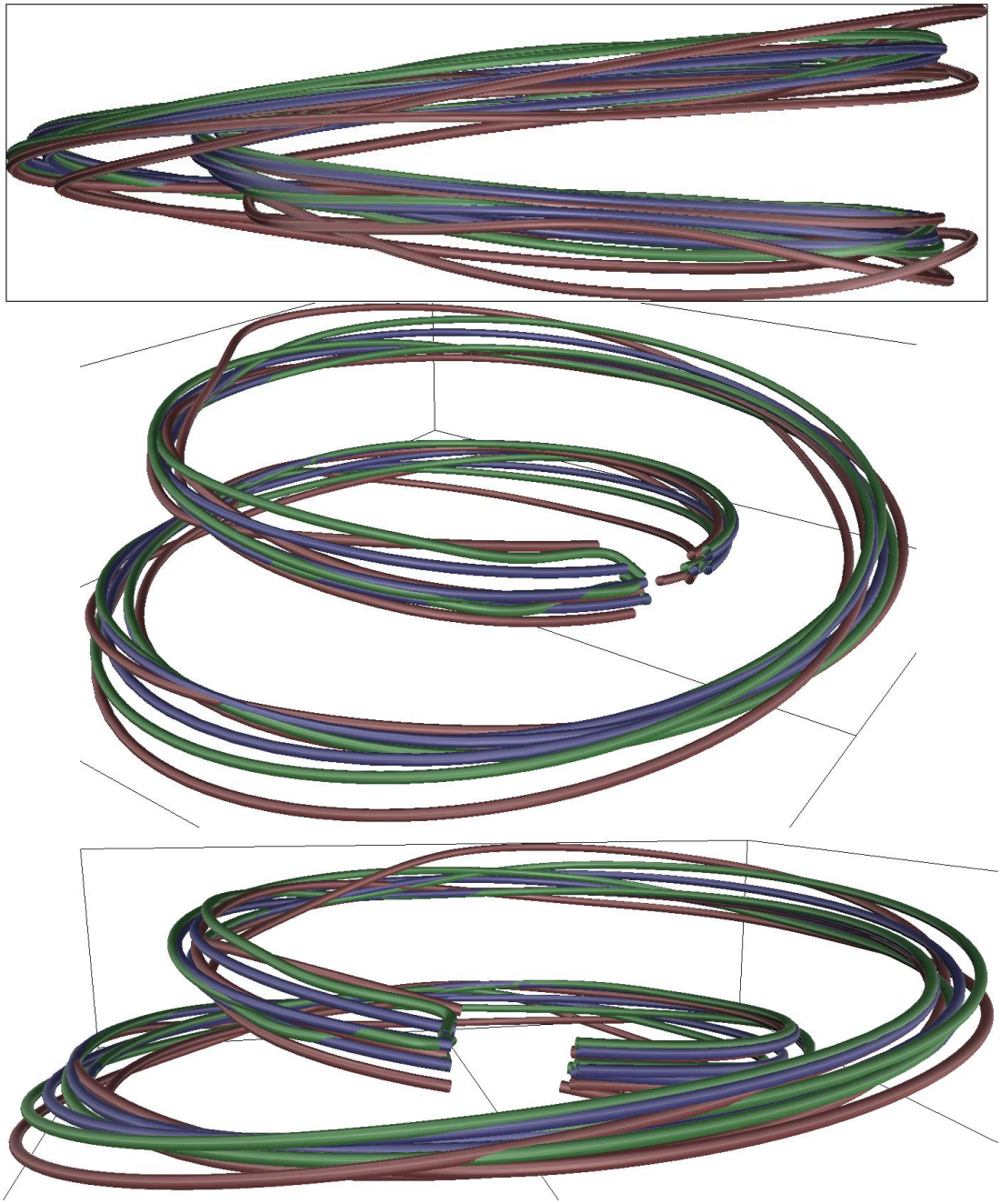
Diyagram 37. Doğrusal Yörünge Karşılaştırması
Tarih: 30.08.2020

-Dairesel Yörünge Karşılaştırması



Diyagram 38. Dairesel Yörünge Karşılaştırması
Tarih:30.08.2020

-Mobius Şeridi Karşılaştırması

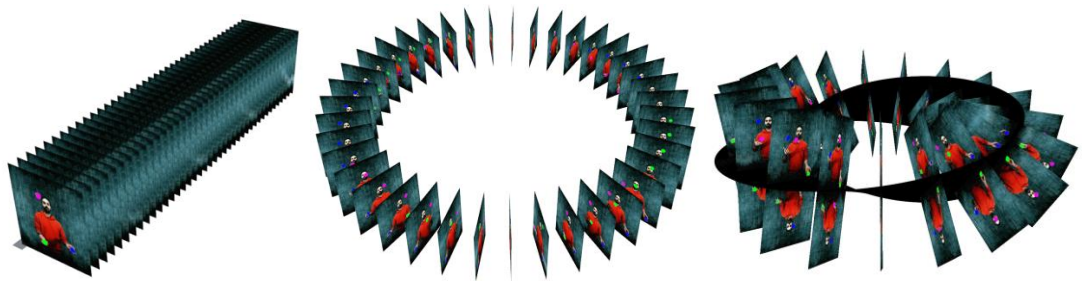


Diyagram 39. Mobius Şeridi Karşılaştırması
Tarih:30.08.2020

3.2.5. Fotoğraflar Arası Mesafe

Kronofotografi, hareketin iki boyutlu bir ifadesidir. En az iki farklı konumdan fotoğrafın çekilmesi veya aynı konumdan çekilen fotoğrafların yan yana yerleştirilmesiyle oluşmaktadır. Muybridge, çektiği fotoğrafları yan yana göstererek iki boyutlu ifade ile hareketi algılatmıştır. Marey ise aynı konumdan veya farklı konumlardan çektiği fotoğrafları tek bir fotoğraf karesinde göstererek hareketi tanımlamıştır.

Bu araştırmada ise aynı konumdan çekilen fotoğraflar, zaman düzleminde (Bölüm 2.1.) yerleştirilmiştir. Hareket, Muybridge ve Marey kronofotografi tekniklerinde olduğu gibi iki boyutlu olarak değil, zaman düzleminin eklenmesiyle tanımlanır.(Dijital Model 30)



Dijital Model 30. Araştırmada Kullanılan Yörüngeler

Algoritmada zaman düzlemi, fotoğraflar arası uzaklık ve fotoğraf sayısı üzerinden kurgulanmıştır. İki parametrede eğrinin pürüzsüzlüğünü ve uzunluğunu vermektedir. Bu parametreler, yörünge parametresi ile kullanılacaktır. Bu gözlemle, hareket için zamanın gerekli olduğunu fakat zamanı kendi içinde varyasyonlar üretebildiği görülmüştür.

Muybridge ve Marey, deneylerinde fotoğraflar arası eşit uzaklıkta aralıkları kullanmış ve bunun çıktıları üzerinden yorumlamışlardır. Bu araştırmada bundan farklı olarak, topolojik düzlemde çalışıldığından fotoğraflar arası uzaklık istenildiği gibi çeşitlenebilir. Algoritma buna göre düzenlenebilir. Bu durum, sonsuz varyasyon üretmeyi sağlar. Marey'in top kronofotografisinde bu durum tartışılmıştır. (s.47)

4. MODEL

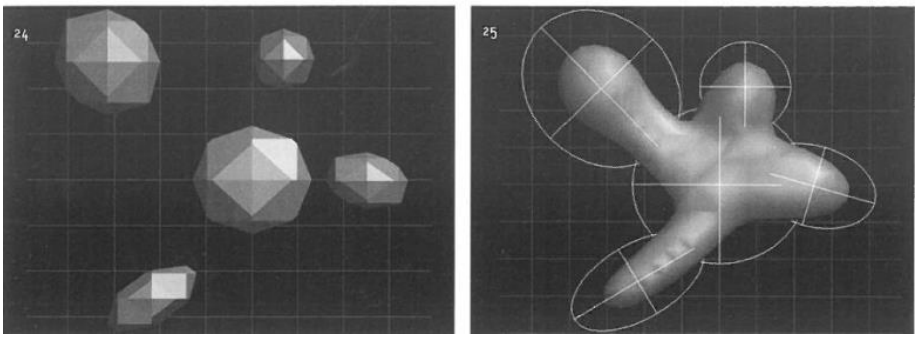
Bölüm başlığında kullanılan ‘model’ terimi, tasarım süreci modelini ifade eder. Önceki deneylerde gerçek zamanlı elde edilen hareketin verileri kullanılarak eğriler oluşturulmuştur. Bu deneyler yapıldıkça eğrilerin oluşumuna dair karşılaştırmalar yapılarak, tasarım parametreleri geliştirilmiştir. Bu bölüme kadar olan deneylerde fotoğraflardaki top bir nesne olarak tanımlanmış ve topun orta noktası kullanılarak, hareketin zamana bağlı eğri varyasyonları üretilmiş ve yüzeyin bilgi üretmesine dair deneyler yapılmamıştır. Beşinci bölüm, önceki bölümlerde belirlenmiş olan olasılıkların, dijital model üzerinden tekrardan nasıl varyasyon üreteceğine dair ayrı bir süreçtir. Bu bölümdeki araştırmalar bir tasarım önermesi değildir. Bunlar sadece temel teşkil eden süreci gösteren araştırmalardır. Ortaya çıkan her yüzey bir varyasyondur. Araştırmada asıl odaklanılan durum, bilgi içeren yüzeylerin süreç algoritmasıdır.

Beşinci Bölümde top nesnesi dijital ortamda küre olarak tanımlanmıştır. Küre, iç ve dış kuvvetlerin dengesinde, yüzeyin her noktasının homojen olarak kuvvet etkileşimine açık olduğu topolojik yüzeylere sahiptir. Greg Lynn, ‘Folds, Bodies and Blobs’ kitabında küreyi tanımlamıştır. (Lynn, 1998:166)

“Küre, oldukça düşük seviyedeki etkileşimlerin indeksidir; damla ise zaman içinde bileşenler arasında farklılaşan yüksek derecede bir bilgi indeksidir. Bu bakımdan, küre gibi görünen şey bile aslında etkisi olmayan bir damladır; bitişik kuvvetlerden izole edildiği için yalnızca kesin bir biçim gibi görünür. Gerçekten de küre, aynı anda daha yüksek derecelerde tekillik ve çokluk oluşturmak üzere bükülebileceği veya kaynaşabileceği komşu güçlerle etkileşimlere dayalı olarak akışkan ve sürekli farklılaşma kapasitesini gösterdiğinde bir damla olarak açığa çıkar.”

Bu tanımlama, araştırmada dijital ortamda küreyle çalışmanın altyapısını oluşturmuştur. Lynn, kürenin su damlası gibi (Blob; bölüm 2.5, s.35), dış kuvvetlerin etkisiyle yüzey dönüşümünün iç kuvvetlerle dengeleneceğini

belirtmiştir. Ancak bu bölümdeki deneylerde, iç ve dış kuvvet, materyalin niteliksel özelliklerine göre dengelenecektir. Materyalin yoğunluğu azalınca, yüzey yumuşar ve etkileşim alanı artar. Bu da diğer kürelerle etkileşimini arttırarak, küreler arası oluşan yeni yüzey eğrilerinin yumuşak geçişlere sahip olmasını sağlamıştır. Etkileşim alanı ve materyalin yoğunluk değeri, yeni oluşan yüzey eğrilerinin pürüzsüzlüğünü belirlemektedir. Bu düşünceye bağlı olarak materyal ve etkileşim alanı arasında kurulan ilişki, Lynn'in blob tanımındaki ilişkilere referans vermektedir. (Diyagram 39) Araştırmada küre, bilgi içeren yüzey olarak tanımlanmıştır.



Diyagram 40. Blobların Etkileşim Alanı ile İlişkisi

Kaynak: Lynn, Greg. 1999. "Animate Form":31

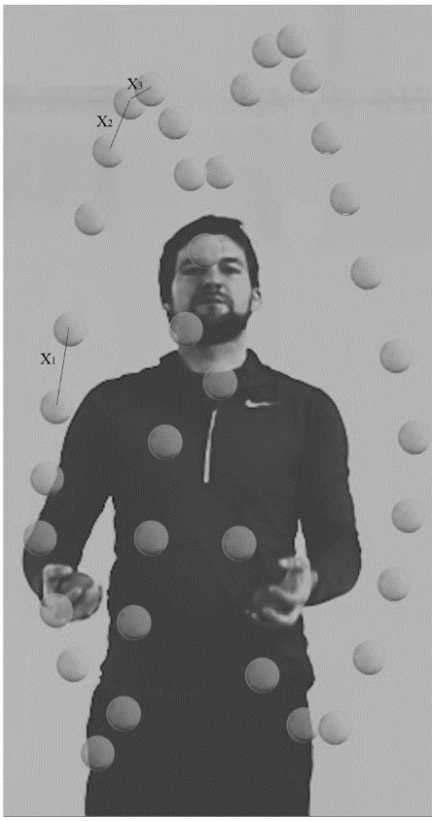
Ayrıca Architectural Design dergisinde Brain Massumi (2013), Lynn' blob tanımı üzerine: (Massumi, 2013:52)

"Bir blob, yer çekimine benzer bir etki alanı yayan esnek bir küredir. Alanın kuvveti, blobun yüzey alanına ve atanan kütle ye göre değişir. İki veya daha fazla blob yakınlığa girdiğinde, etki alanları etkileşerek bir ilişki bölgesi veya karşılıklı dönüşüm oluşturur. İlişkilerinin nasıl oynadığına bağlı olarak, ya birbirlerinin yüzeyini öngörülemeyen şekillerde bükecekler ya da tek bir bloba dönüşecekler."

Sonuç olarak, araştırmanın bu bölümünde, önceki deneylerin bilgisini referans alarak yeni deneyler yapılmıştır. Yeni bilginin üreteceği varyasyonlar araştırılmıştır. Kürelerin birbiri arasındaki etkileşim, materyal nitelikleriyle ilişkilendirilecektir. Aynı zamanda önceki deneylerde keşfedilen parametrelerde etkili olacaktır. Zamansal düzlemde küreler arası mesafe, etkileşimi farklılaştıracak en önemli ilişkidir.

4.1 Küreler Arası Mesafe Tartışması

Yer çekiminin topun atış kuvveti ile kurduğu ilişki, top hareketinin eğrisini ortaya çıkarır. Top elden çıktığından itibaren yerçekimi kuvvetinin etkisiyle atış kuvveti azalmaya başlar, top tepe noktasına çıktığında hızı sıfırlanır ve yerçekimi etkisinde düşer. Bu hareket, eşit zaman aralığına bölündüğünde toplar arası yükseklik farkı oluştuğu gözlemlenmiştir. (Diyagram 25) Kontrol edilemeyen doğal bir durumdur.



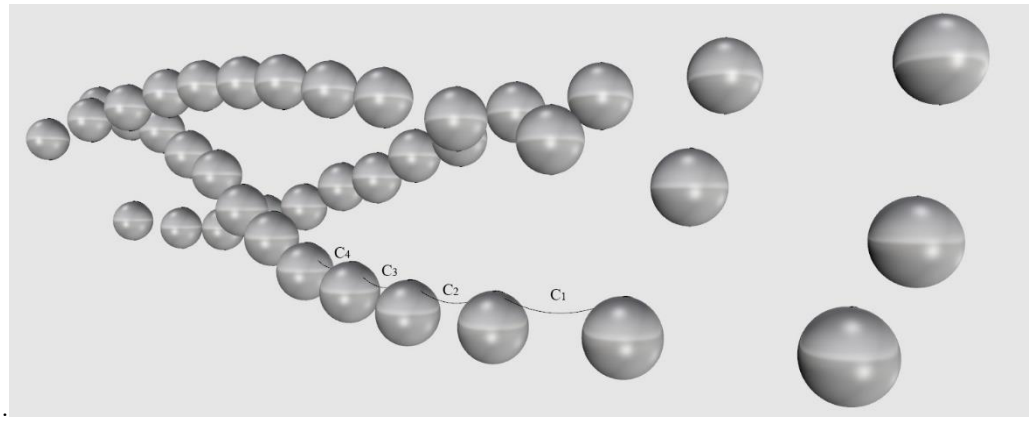
Diyagram 41. Toplar Arasındaki Yükseklik Farkları
Tarih: 25.10.2020

Diyagram 25'te toplar arası mesafe, büyükten küçüğe sırasıyla; X_1, X_2, X_3 tür. Tepe noktasına yaklaştıkça kürelerin kendi arasındaki uzaklığı azalır. Bu da kontrol edilemeyen ama var olan bir doğal parametre ortaya çıkartır. Bu parametre dijital ortamda bir değişken olarak kullanılacaktır.

Michael Schumacher, (2010) 'The Poetics of Movement in Architecture' makalesinde hareket ve hız ilişkini şöyle tanımlamıştır.

"Hareketin içkin bir parçası, hareketin gerçekleştiği hızdır. Hız olmadan veya iki farklı durum arasında bir değişiklik olmadan hareket olmaz. Hareket, hızlanma ve yavaşlama yoluyla durağan bir durumdan yeni bir durağan duruma doğru bir konum değişikliğinden kaynaklanır. Hızdaki değişim genellikle fizik yasalarını takip eder, doğrusal bir düzende eşit olarak artar, sonra durana kadar tekrar eşit şekilde azalır.' (Schumacher, 2010, s.8)

Bu noktada topların birbiriyle fiziksel olarak bir ilişkide olmaması, dijital olarak kürelerin etkileşim alanlarının farkındalığını sağlamıştır. Yerçekimi kuvvetinin etkisi arttıkça küreler birbirine daha çok yakınlaşmakta ve aralarındaki mesafe azaldıkça etkileşim alanı büyümektedir. Bu durum zaman düzleminde gözlemlendiğinde yükseklik farkı, küreler arasında oluşan eğrinin pürüzsüzlüğünü etkiler. (Diyagram 41)



Diyagram 42. En Küçük Eğri
Tarih: 25.10.2020

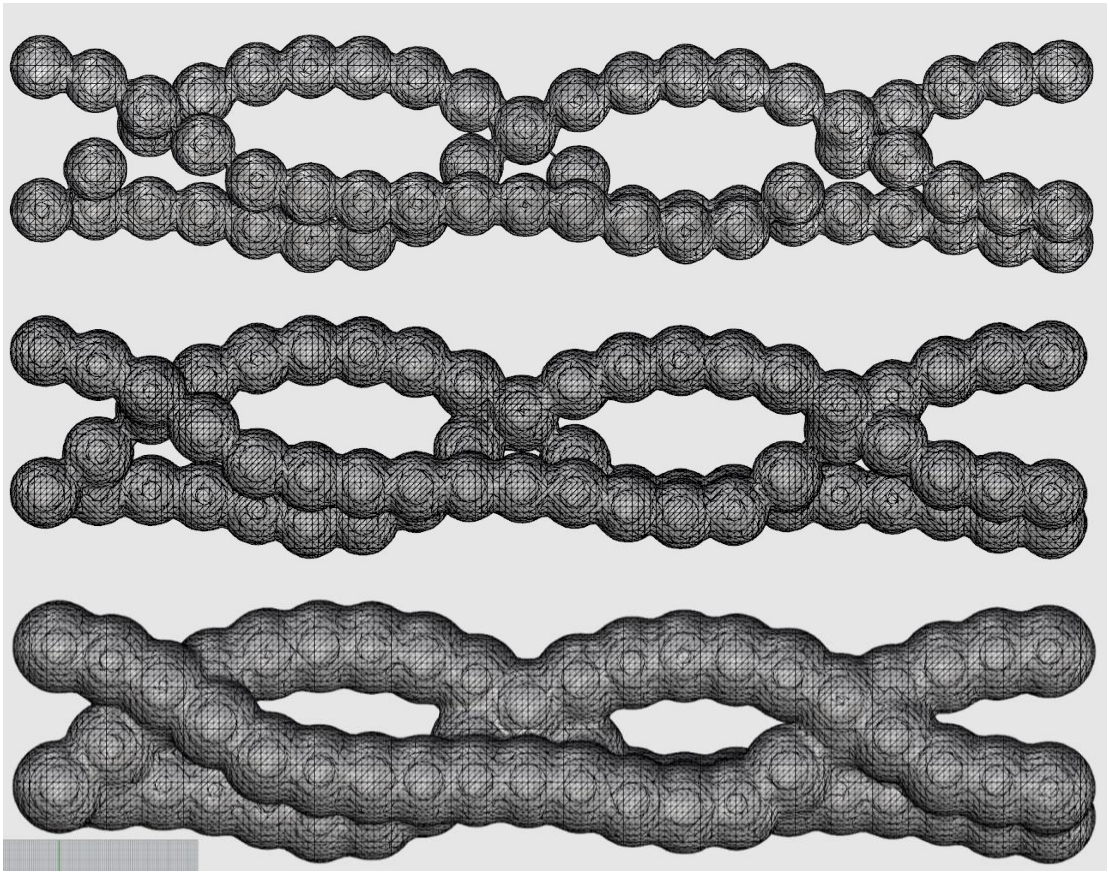
Diyagram 42'de C_1, C_2, C_3, C_4 gibi eğriler, en küçük eğrileri temsil etmektedir. En küçük eğri, tasarım süreçlerinde modelin birimini oluşturan topolojik eğridir. Ancak bu araştırmada tek bir standart en küçük eğri oluşmamaktadır. Küreler arasında farklı küçük eğriler oluşur. Oluşan çıkan eğriler, parametrelere göre değişkenlik sağlar.

4.2. Yüzey Materyali

Bu bölümde, önceki deneylerin parametrelerine, yüzey materyali parametresi eklenerek deneyler yapılmıştır. Materyal terimi, malzemenin niteliksel özelliklerini içerir. Değişken olarak materyal yoğunluğu ve küre çapı kullanılmıştır. Materyal yoğunluğu, sertlik derecesi olarak tanımlanmıştır. Aslında materyalin esnekliğinin ilişkilendirilmesidir. Bu sertlik derecesi, iki kürenin etkileşim alanının değişimiyle ilişkilidir. Sertlik azaldıkça, etkileşim alanı artar ve yüzey eğrilerini yumuşatır. Materyal yoğunluğu, yüzey eğrilerinin pürüzsüzlüğünü farklılaştırır. Ayrıca gerçek malzeme bilgisi araştırmada kullanılmamıştır.

Önceki deneylerde toplar, sert yüzeye sahiptir. Yumuşak yüzeye sahip bir topla çalışılmamıştır. Bu yüzden topun yüzeyine ait gerçek zamanlı veriler kullanılmamıştır. Ancak bu bölümde dijital modellenen top, yüzey bilgisine sahip küre olarak tanımlanmıştır. Kürenin materyal nitelikleri, iç ve dış kuvvetlerin dengesini dönüştürmüştür. Aslında bu parametrenin amacı, dönüşen yüzeyin topolojik ilişkilerini araştırmaktır.

Kürenin çapının değişmesi, diğer tüm parametreler ile ilişki kurmaktadır. Çapın artmasıyla oluşacak yüzey eğrileri; yükseklik, fotoğraflar arası mesafe, materyal yoğunluğu değişkenlerinin etkisinde de ayrıca dönüşecektir. Sadece küre çapının değişmesi ve diğer parametrelerin sabit kalmasıyla oluşacak eğriler arasındaki farklılaşma gözlemlenmiştir. (Diyagram 42) Farkı göstermek için üç farklı çapta küre kullanılmıştır.

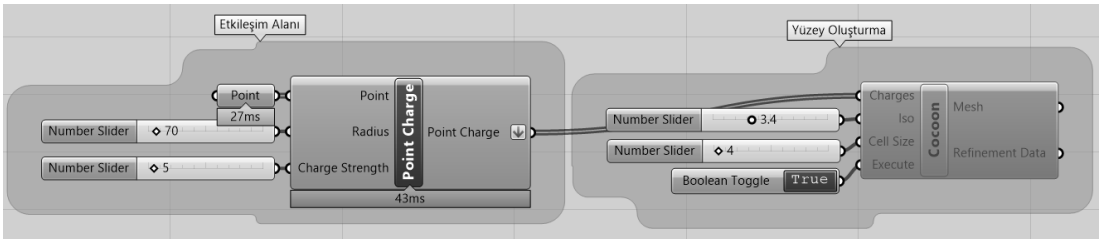


Diyagram 43. Üç Farklı Çapta Kürenin Yüzey Oluşturması
Tarih: 20.06.2021

Küre çapının büyümesi, kürelerin merkezleri arasındaki mesafe aynı olsa da küre yüzeyleri birbirine yaklaşmaktadır. Bu durum kürelerin etkileşim alanlarını artmasına sebep olur ve oluşan yeni yüzey eğrileri yumuşar. Diyagram 42'de sert yoğunluklu materyal kullanılmıştır. Materyal yoğunluğunun değişmesi model varyasyonları bölümünde irdelenecektir.

4.3. Algoritmanın Grasshopper Tanımı

Dijital deneylerde (Bölüm 3.2.2.) kullanılan algoritmalar değişmemiştir. Bu bölümde yüzey materyali parametresi için ek bir algoritma yazılmıştır. Önce fotoğraflardan alınan topun orta noktası bilgileri, seçilen yörüngede yerleştirilir ve bu noktalara istenen çapta ve materyal yoğunluğunda küre tanımlanır. Sonra etkileşim alanları tanımlanınca, yeni yüzeyler oluşmaya başlar. Ayrıca önceki deneylerde fotoğraflar arası mesafe eşit aralıklarla tanımlanmıştır. Bu bölümde aralık bilgisi de değişken hale getirilmiştir. Eşit olmayan aralıklar kullanılmıştır.



Diyagram 44. Algoritmanın Grasshopper Tanımı

Etkileşim alanı algoritmasında; Point sekmesine topolojik düzlemde oluşturulan noktalar, radius sekmesine kürenin çapı, charge strength sekmesine çekim gücü değeri tanımlanır. Yüzey oluşturma algoritmasında charges sekmesine, etkileşim alanları bilgisi iletilir, iso ve cell size sekmesine, yüzeyi tanımlayan katsayılar yazılır.

4.4. Model Varyasyonları

Tüm parametrelerin ilişkisi kurularak varyasyonlar üretilmiştir. Bu varyasyonlarda kullanılan değişkenler belirtilmiştir. 39 fotoğraf kullanılarak yapılmıştır.

Tüm varyasyonların 3d Modelleri. https://skfb.ly/oQvzJ

Varyasyon 1

Hareket: Temel Hareket

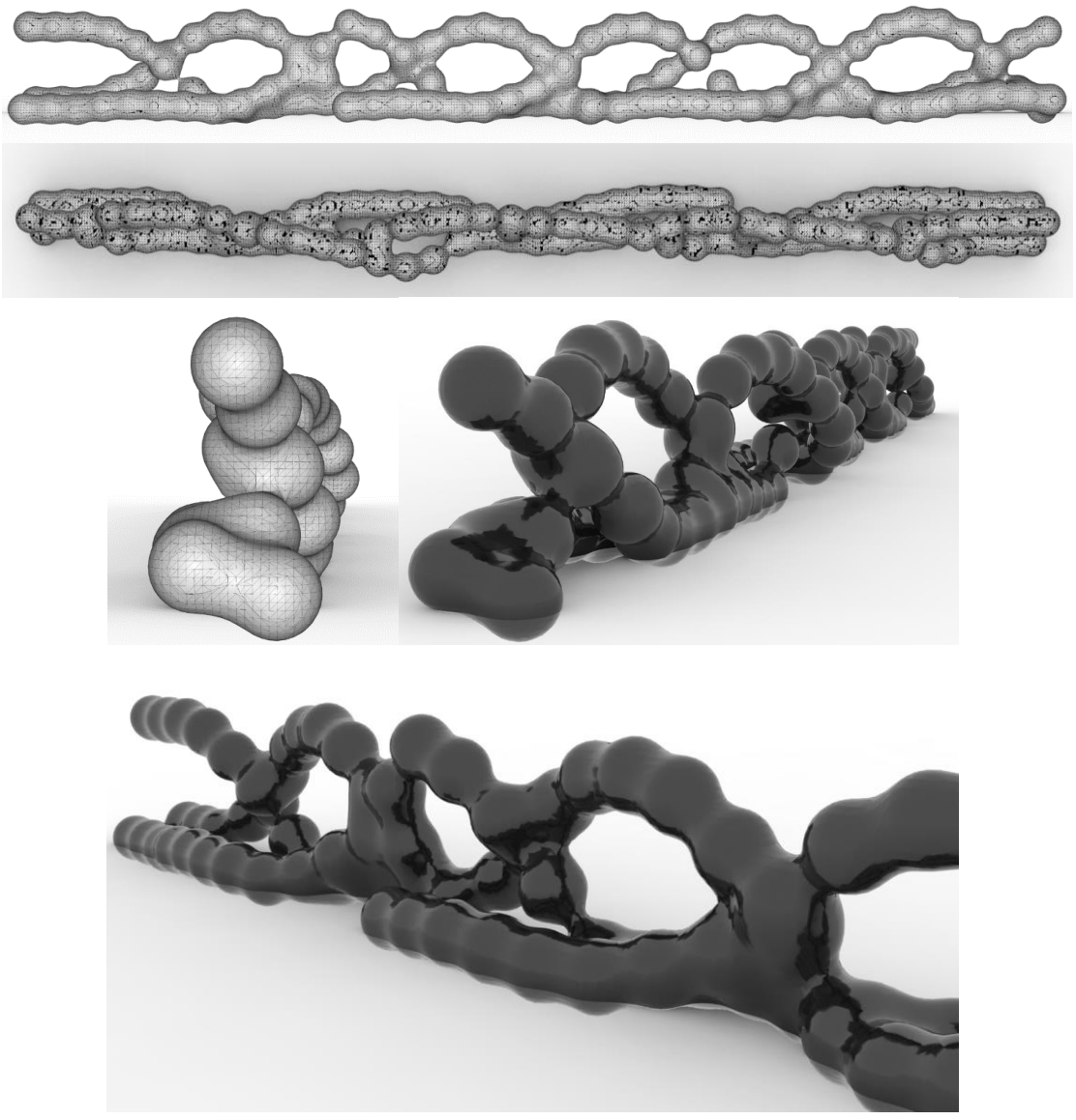
Ağırlık Etkisi: h1 yüksekliği

Rüzgar Etkisi: Açık alanda rüzgar etkisinde topların oluşturduğu noktalar

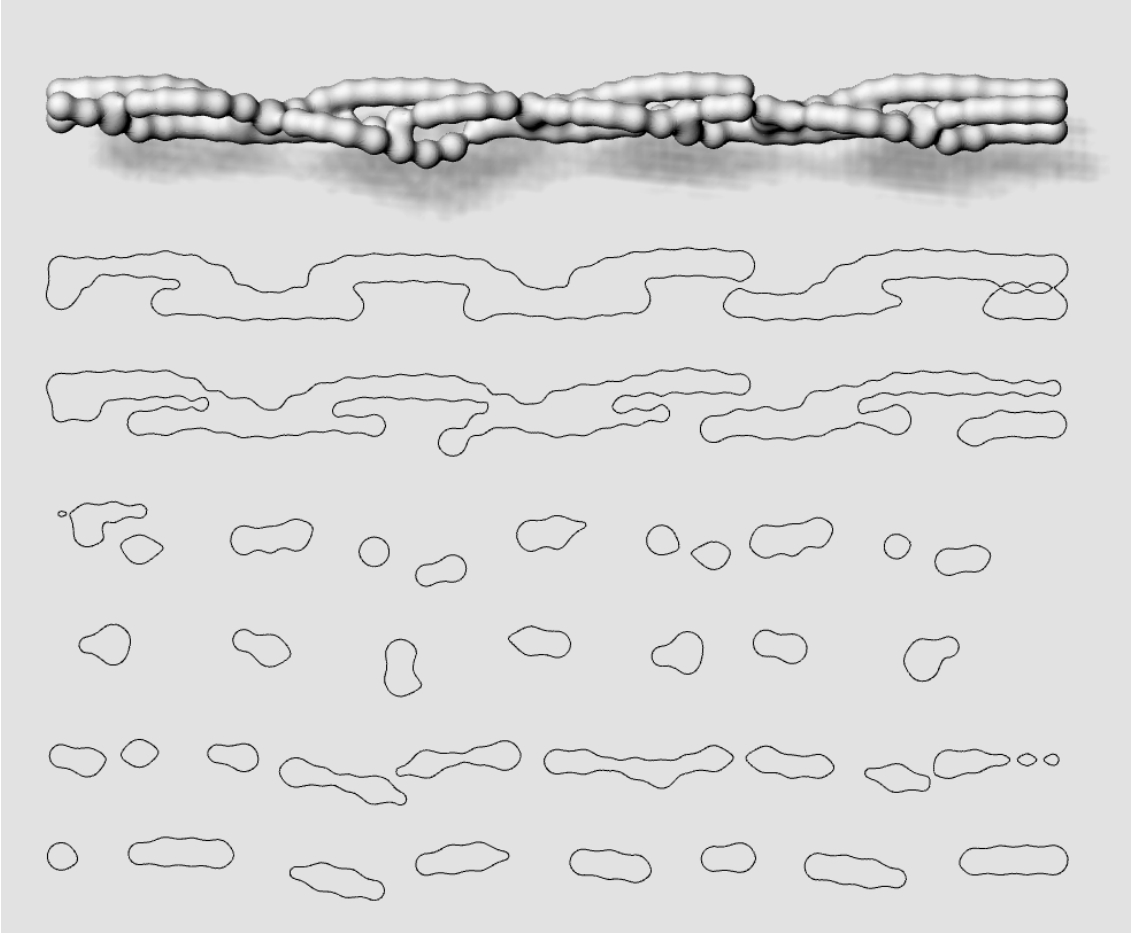
Yörünge: Doğrusal

Fotoğraflar Arası Mesafe: 35 birim aralıklı

Yüzey Materyali: 55 birim çap- Sert yoğunluk



Dijital Model 31. Varyasyon 1
Tarih: 20.06.2021



Diyagram 45. Varyasyon 1 Kesitler

Varyasyon 2

Hareket: Temel Hareket

Ağırlık Etkisi: h1 yüksekliği

Rüzgar Etkisi: Açık alanda rüzgar etkisinde topların oluşturduğu noktalar

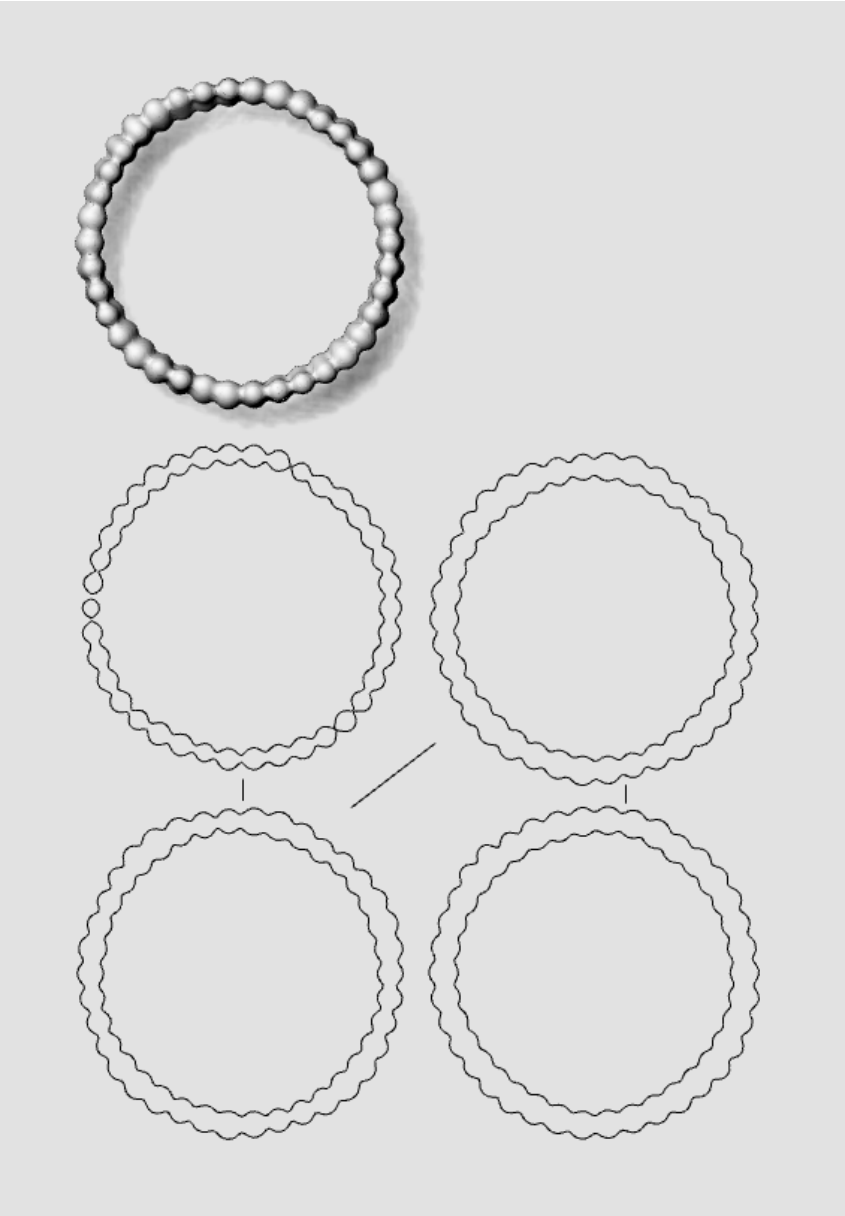
Yörünge: Dairesel

Fotoğraflar Arası Mesafe 25 birim aralıklı

Yüzey Materyali: 20 birim çap- Sert yoğunluk



Dijital Model 32. Varyasyon 2
Tarih: 20.06.2021



Diyagram 46. Varyasyon 2 Kesitler

Varyasyon 3

Hareket: Temel Hareket

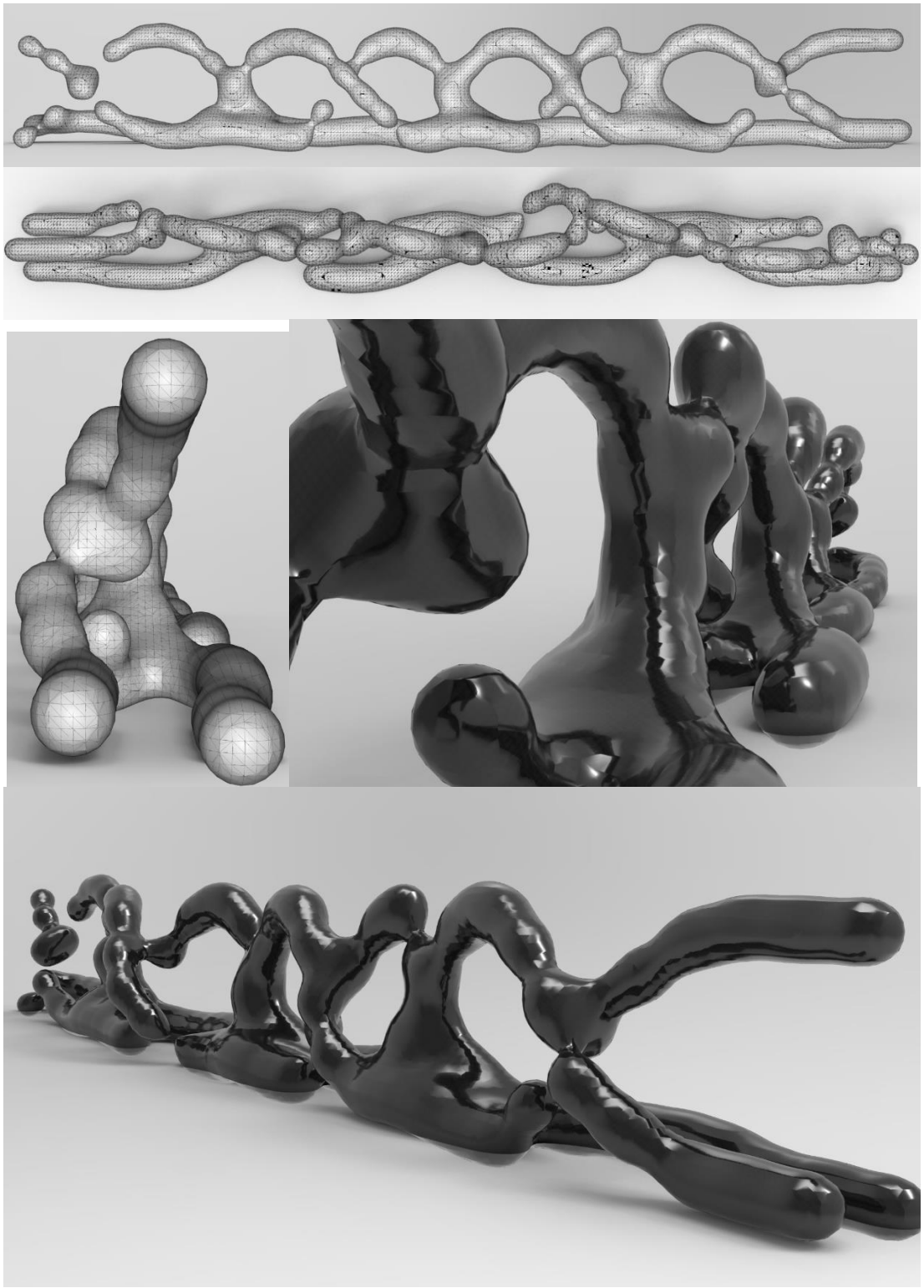
Ağırlık Etkisi: h1 yüksekliği

Rüzgar Etkisi: Açık alanda rüzgar etkisinde topların oluşturduğu noktalar

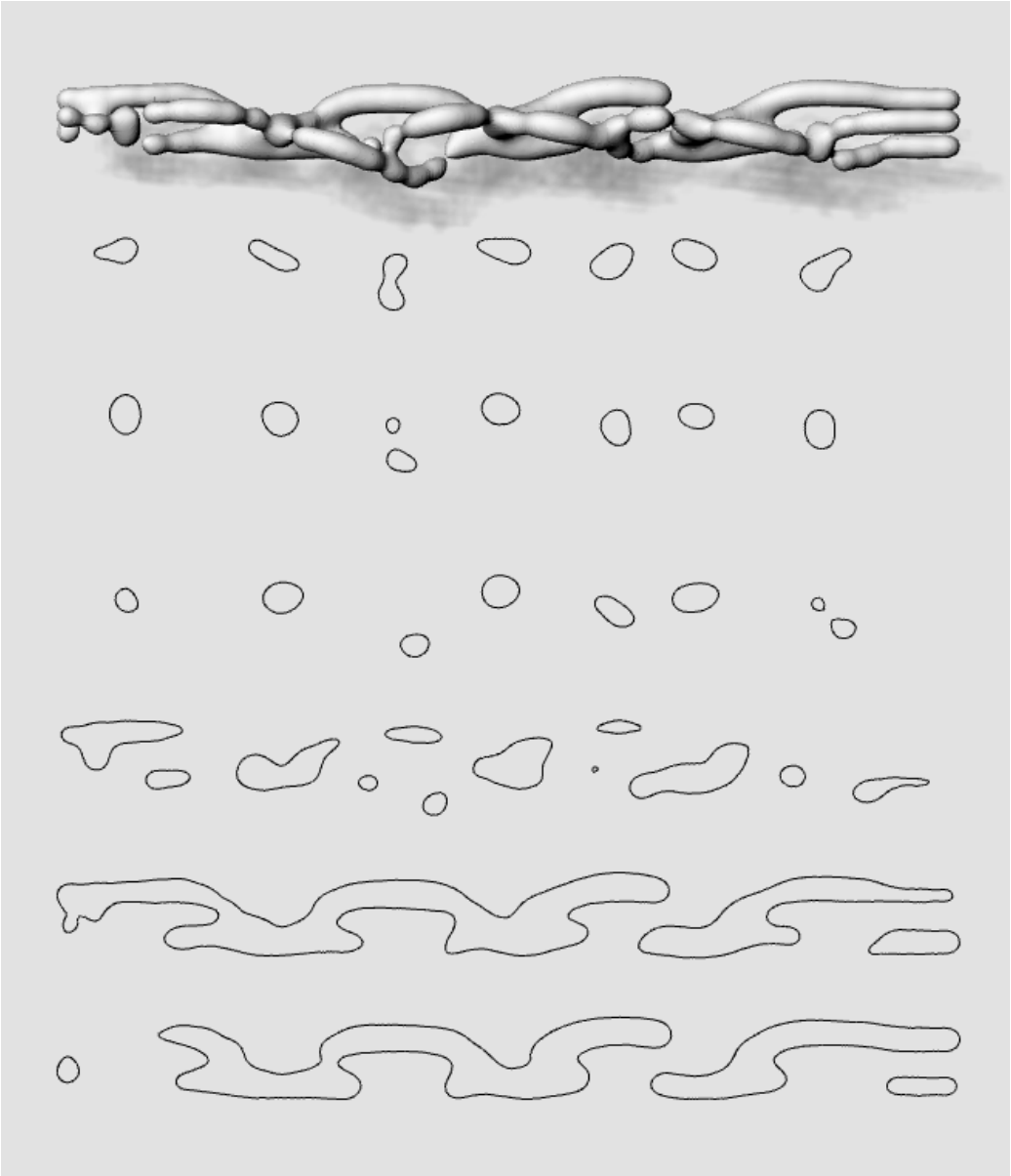
Yörünge: Doğrusal

Fotoğraflar Arası Mesafe 35 birim aralıklı

Yüzey Materyali: 55 birim çap- Yumuşak yoğunluk



Dijital Model 33. Varyasyon 3
Tarih: 20.06.2021



Diyagram 47. Varyasyon 3 Kesitler

Varyasyon 4

Hareket: Temel Hareket

Ağırlık Etkisi: h1 yüksekliği

Rüzgar Etkisi: Açık alanda rüzgar etkisinde topların oluşturduğu noktalar

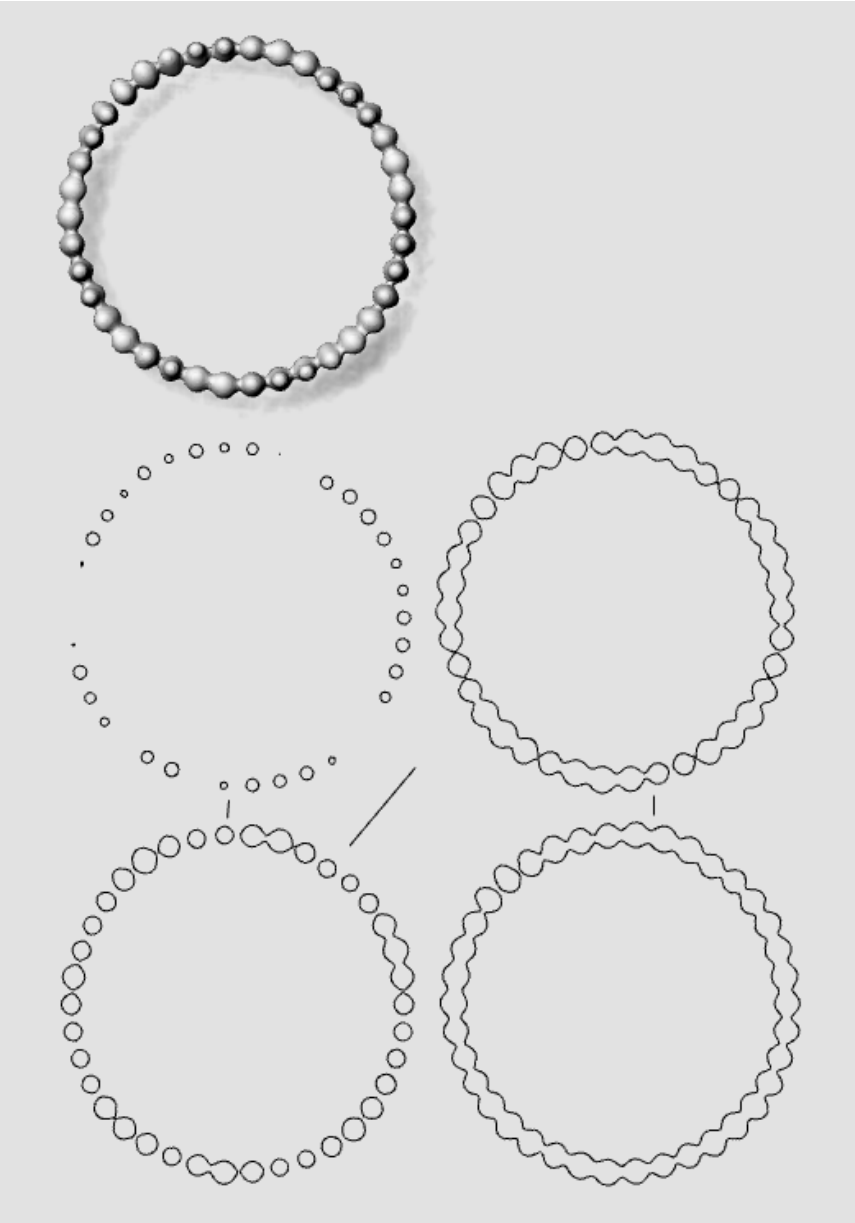
Yörünge: Dairesel

Fotoğraflar Arası Mesafe: 25 birim aralıklı

Yüzey Materyali: 20 birim çap- Yumuşak yoğunluk



Dijital Model 34. Varyasyon 4
Tarih: 20.06.2021



Diyagram 48. Varyasyon 4 Kesitler

Varyasyon 5

Hareket: Temel Hareket

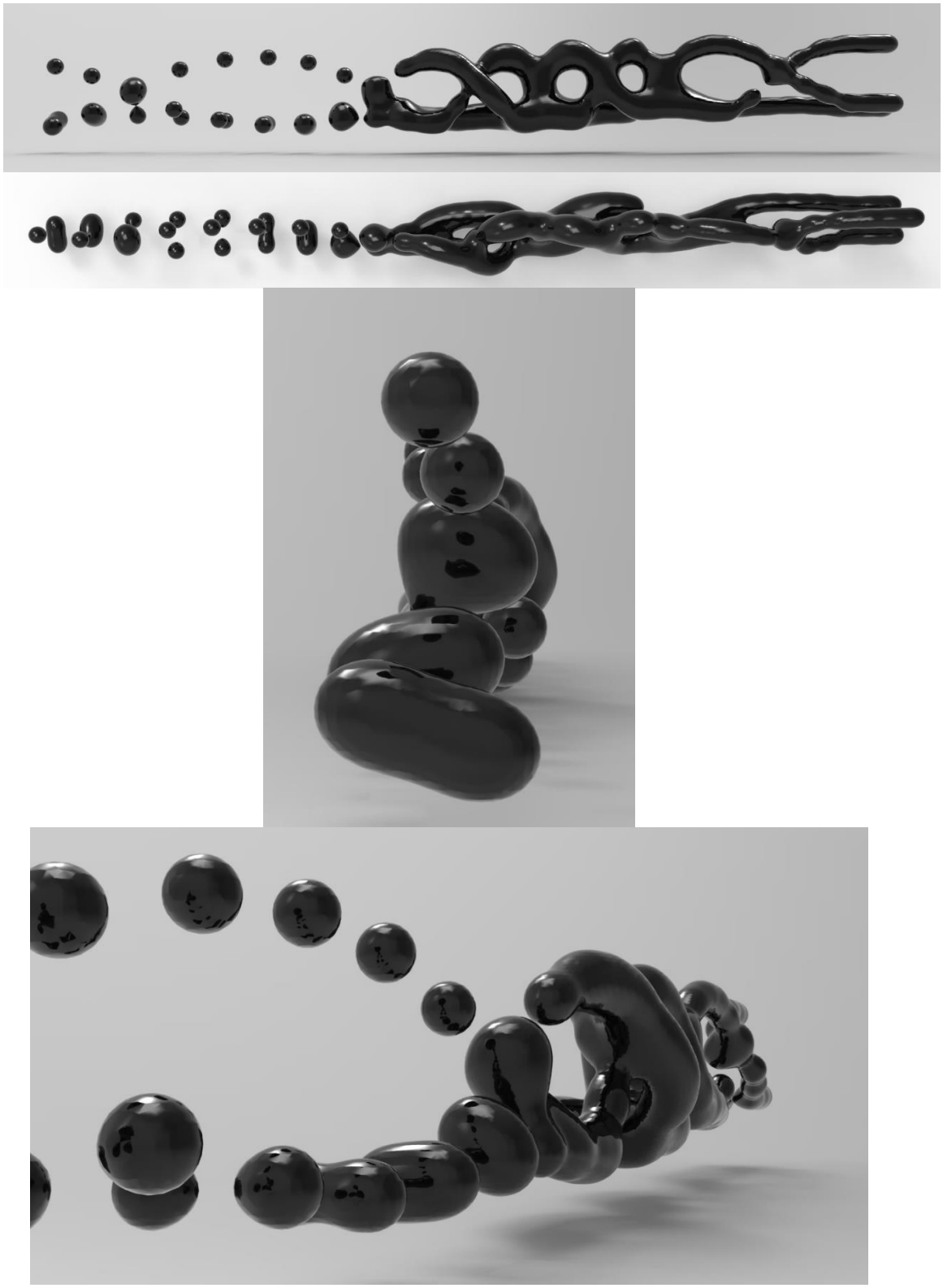
Ağırlık Etkisi: h1 yüksekliği

Rüzgar Etkisi: Açık alanda rüzgar etkisinde topların oluşturduğu noktalar

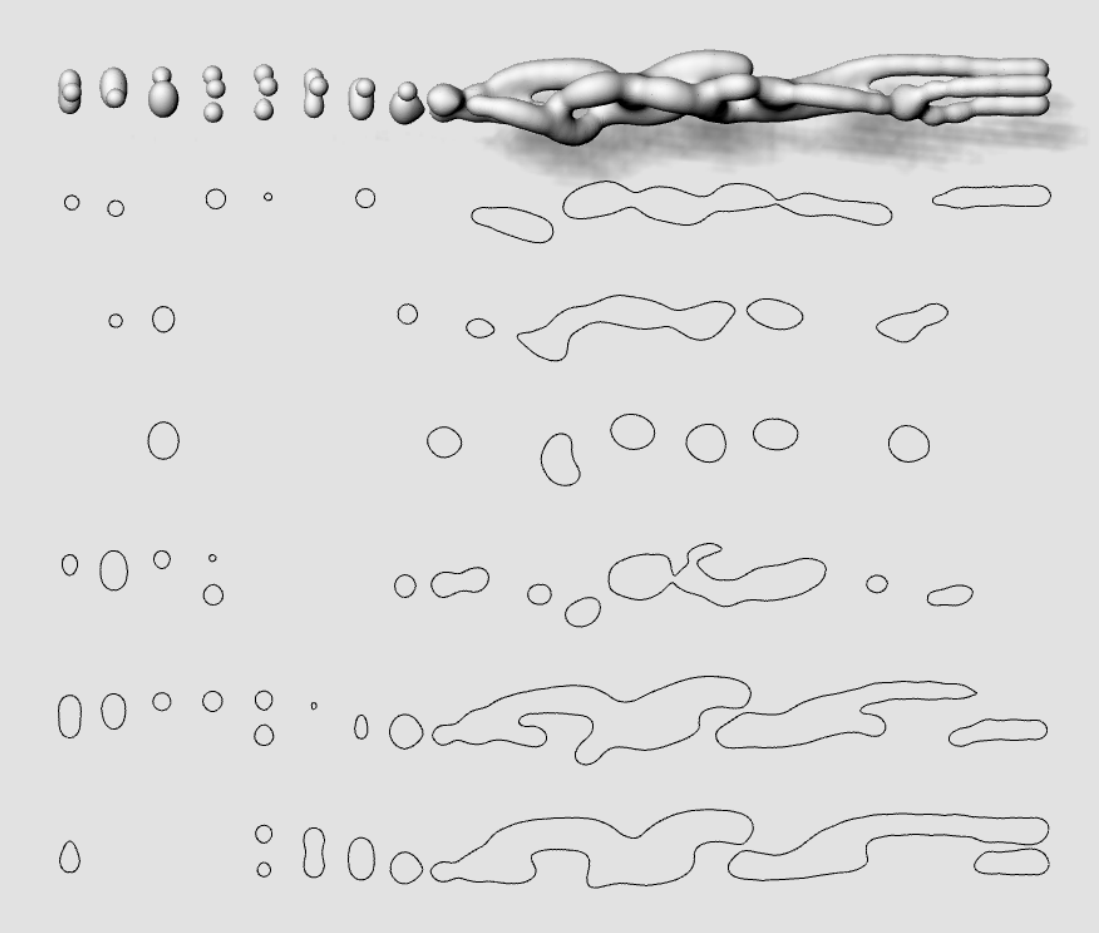
Yörünge: Doğrusal

Fotoğraflar Arası Mesafe: 35-15-25 birim arasında değişkenlik gösterir.

Yüzey Materyali: 20 birim çap- Yumuşak yoğunluk



Dijital Model 35. Varyasyon 5
Tarih: 29.04.2022



Diyagram 49. Varyasyon 5 Kesitler

Varyasyon 6

Hareket: Temel Hareket

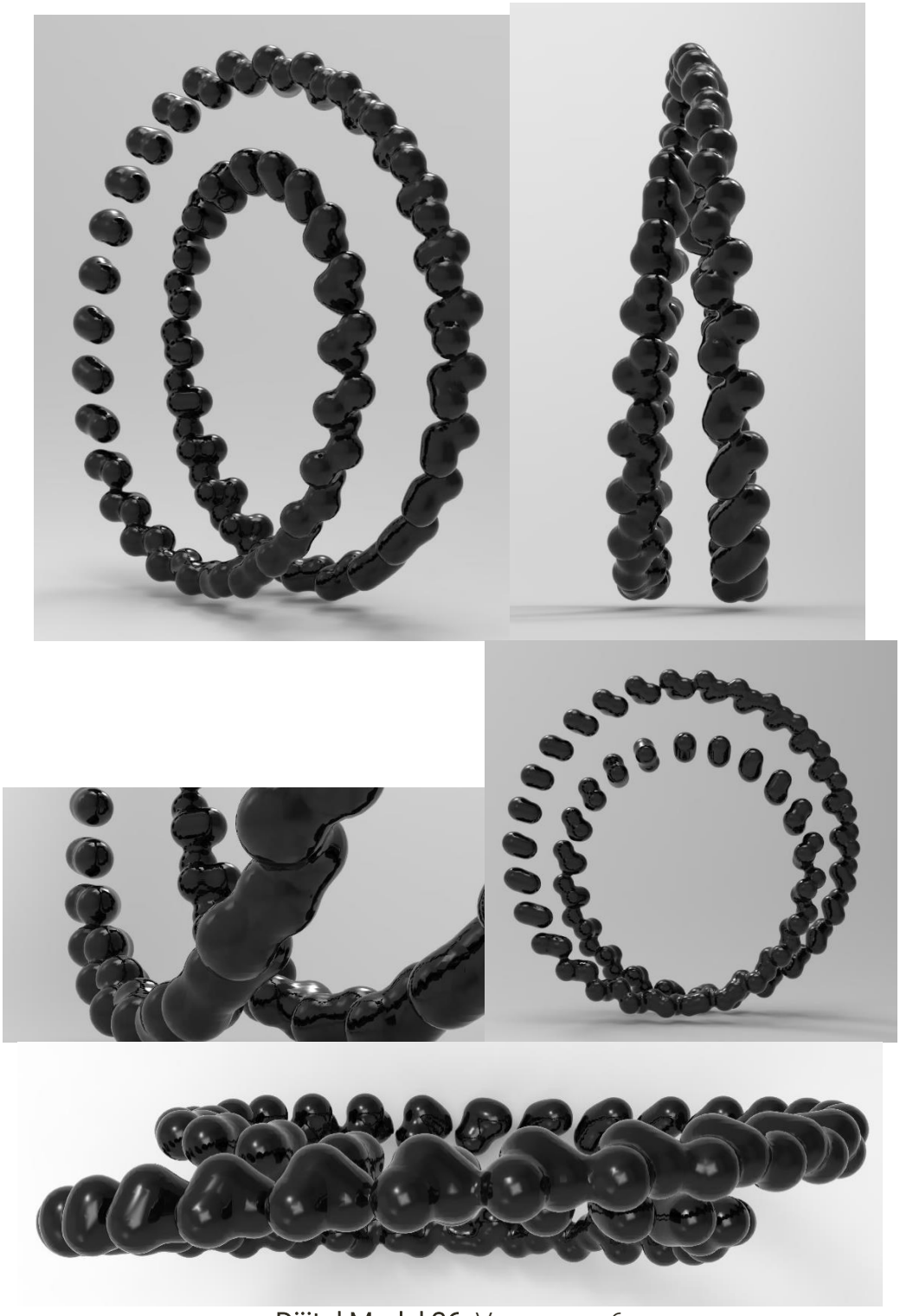
Ağırlık Etkisi: h2 yüksekliği

Rüzgar Etkisi: Kapalı Alan

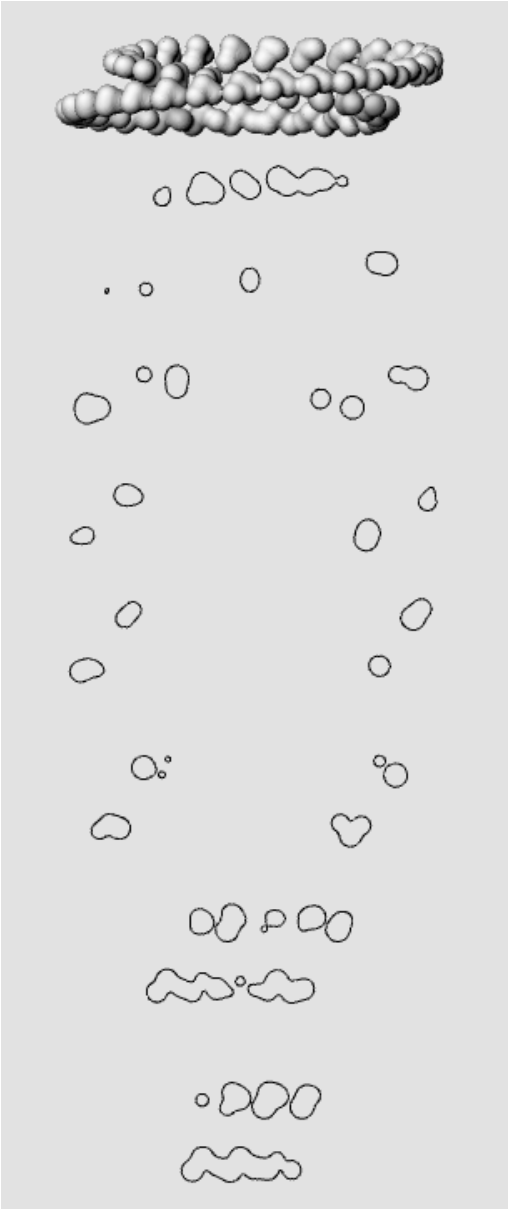
Yörünge: Mobius Şeridi

Fotoğraflar Arası Mesafe: 25 birim aralık.

Yüzey Materyali: 20 birim çap- Yumuşak yoğunluk



Dijital Model 36. Varyasyon 6
Tarih: 12.09.2022



Diyagram 50. Varyasyon 6 Kesitler

Varyasyon 7

Hareket: Alternatif Hareket

Ağırlık Etkisi: h3 yüksekliği

Rüzgar Etkisi: Kapalı Alan

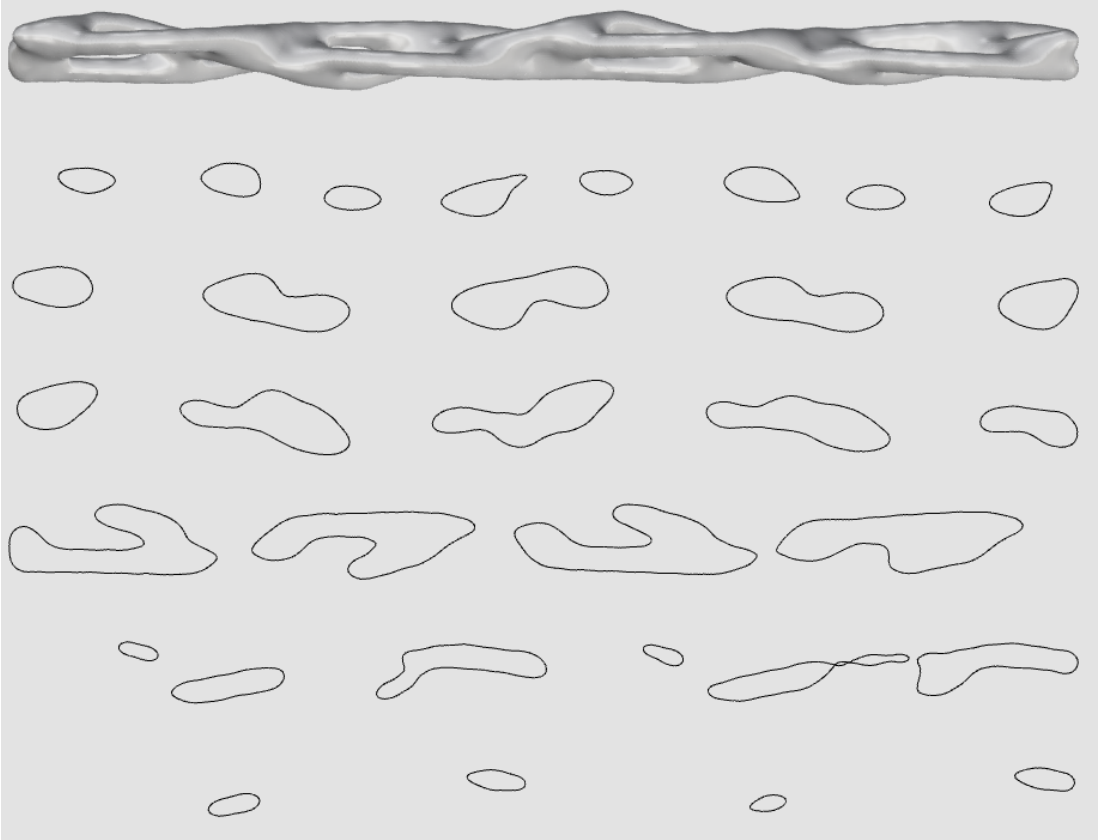
Yörünge: Doğrusal

Fotoğraflar Arası Mesafe: 35 birim aralık.

Yüzey Materyali: 20 birim çap- Yumuşak yoğunluk



Dijital Model 37. Varyasyon 7
Tarih: 12.09.2022



Diyagram 51. Varyasyon 7 Kesitler

Varyasyon 8

Hareket: Temel Hareket

Ağırlık Etkisi: h3 yüksekliği

Rüzgar Etkisi: Kapalı Alan

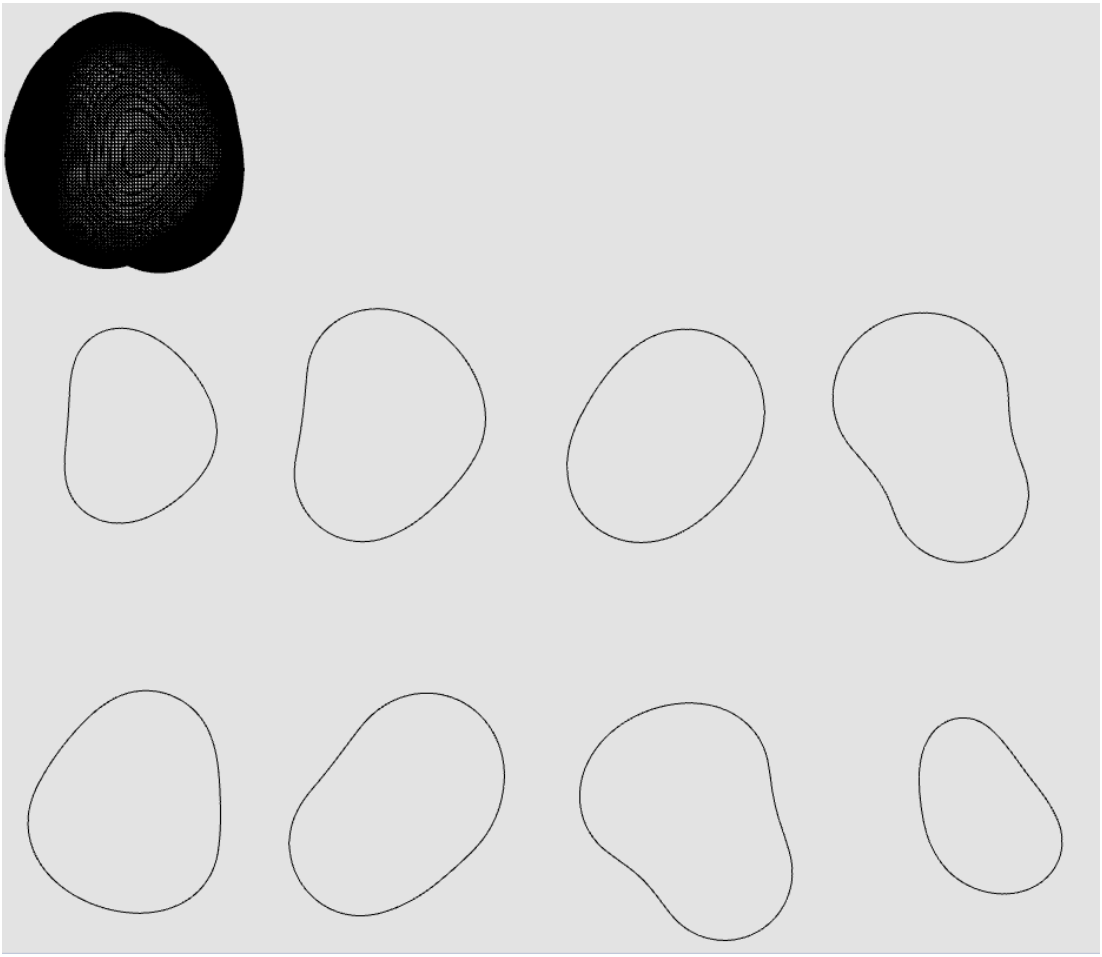
Yörünge: Doğrusal

Fotoğraflar Arası Mesafe: 35 birim arası artan mesafe

Yüzey Materyali: 50 birim çap- Yumuşak yoğunluk



Dijital Model 38. Varyasyon 7
Tarih: 12.09.2022



Diyagram 52. Varyasyon 8 Kesitler

Varyasyon 9

Hareket: Alternatif Hareket

Ağırlık Etkisi: h2 yüksekliği

Rüzgar Etkisi: Kapalı Alan

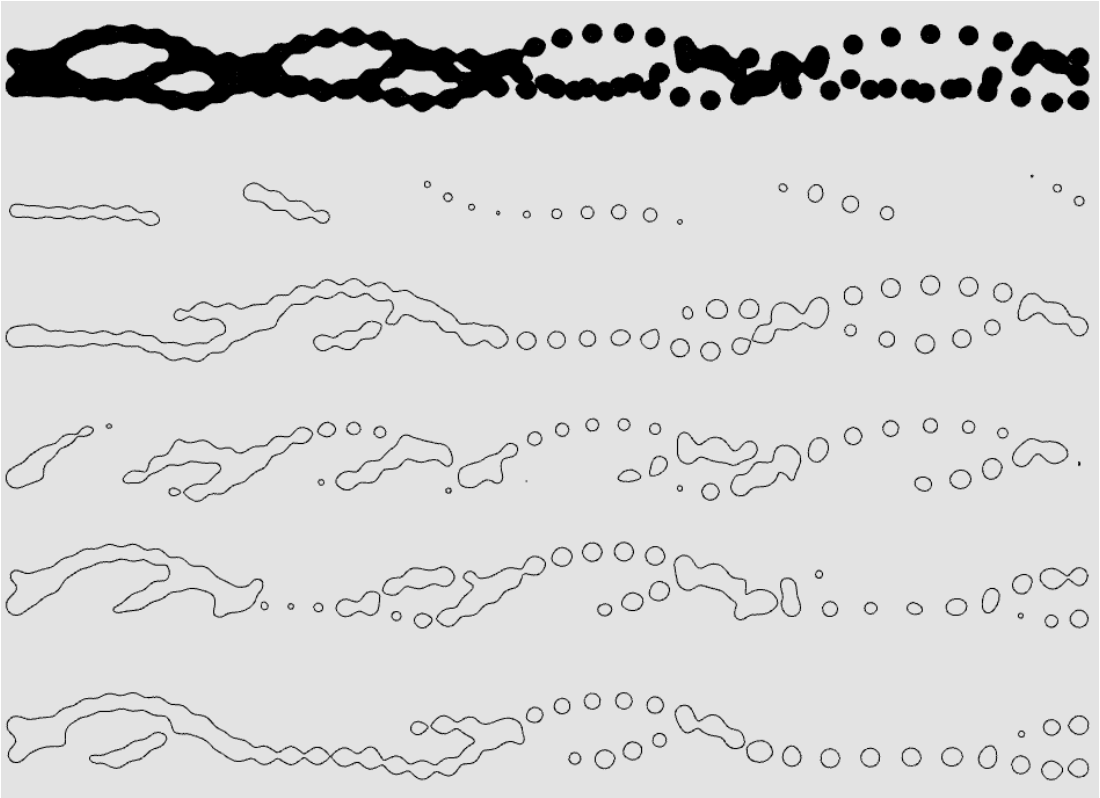
Yörünge: Doğrusal

Fotoğraflar Arası Mesafe: 25-55 birim arası artan mesafe

Yüzey Materyali: 20 birim çap- Sert/Yumuşak yoğunluk



Dijital Model 39. Varyasyon 8
Tarih: 12.09.2022



Diyagram 53. Varyasyon 9 Kesitler

Varyasyon 10

Hareket: Alternatif Hareket

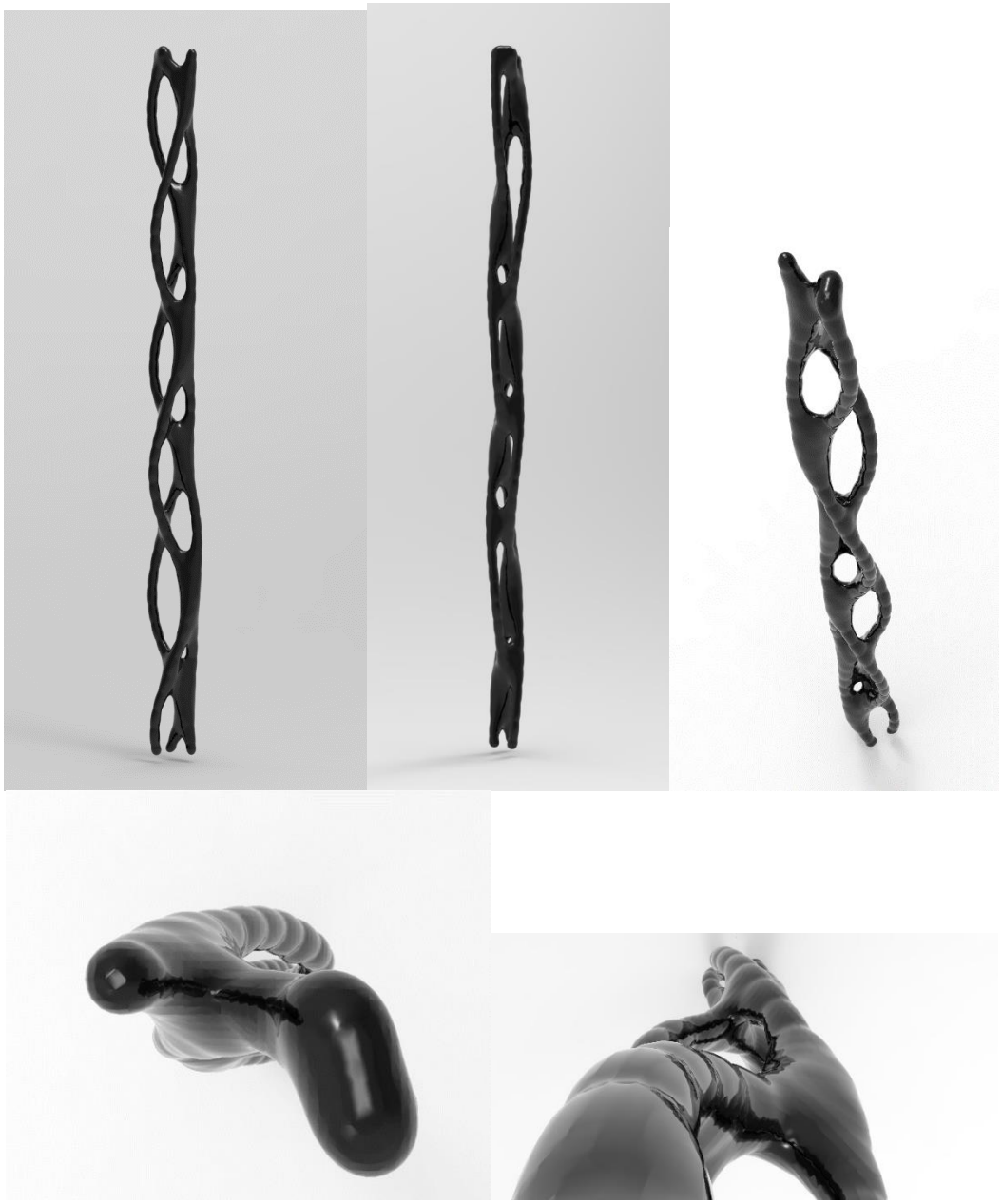
Ağırlık Etkisi: h3 yüksekliği

Rüzgar Etkisi: Kapalı Alan

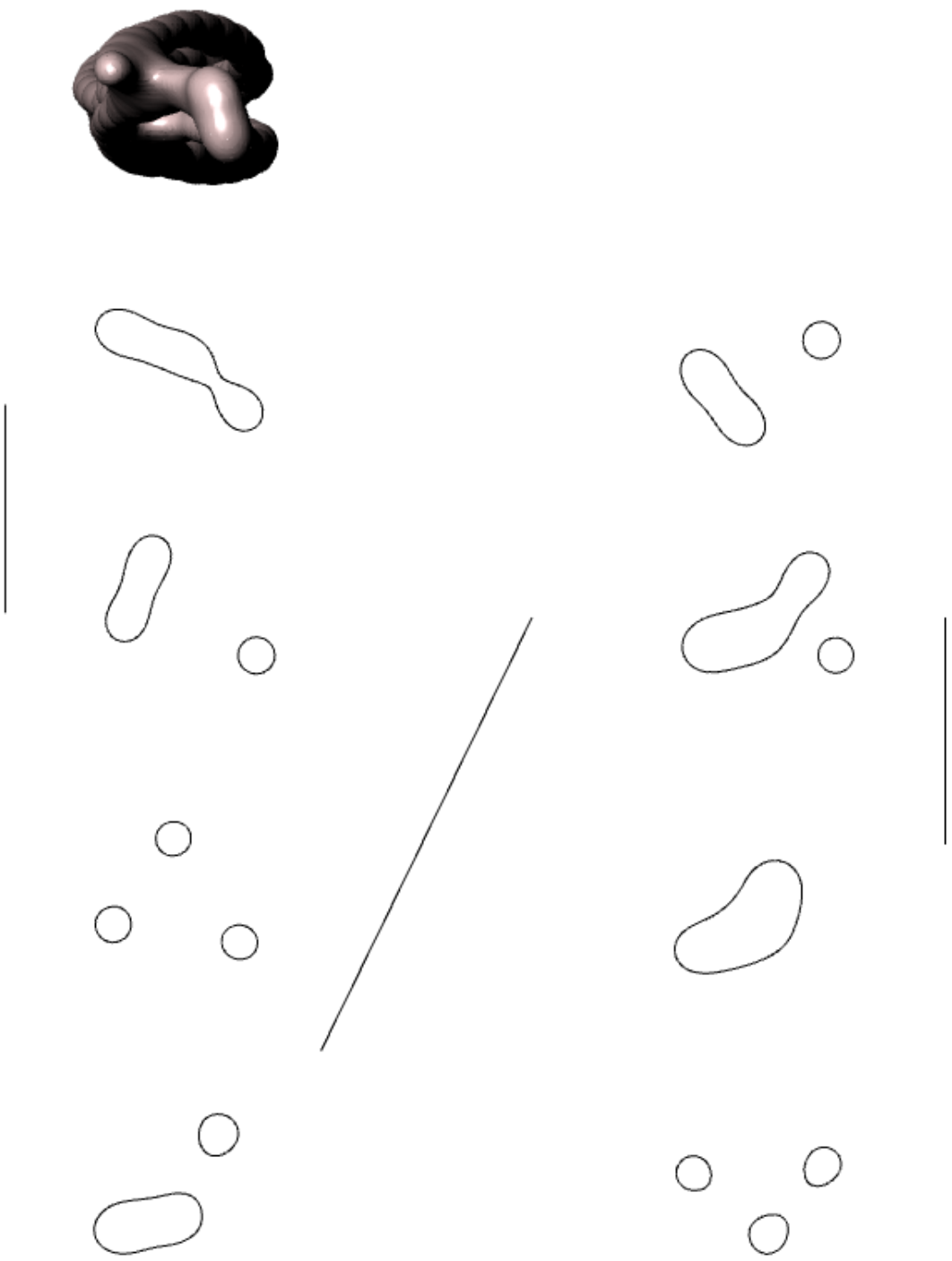
Yörünge: Doğrusal

Fotoğraflar Arası Mesafe: 35 birim aralık.

Yüzey Materyali: 20 birim çap- Yumuşak yoğunluk



Dijital Model 40. Varyasyon 10
Tarih: 12.09.2022

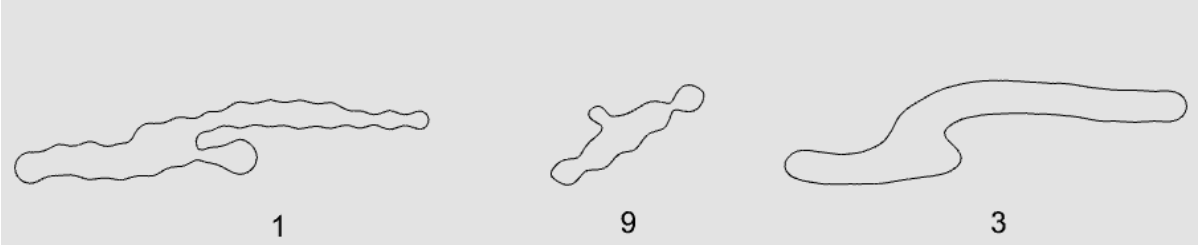


Diyagram 54. Varyasyon 10 Kesitler

4.5. Karşılaştırmalar ve Kazanımlar

- Materyal yoğunluğu sert olan (1-2) varyasyonların kesit eğrileri daha derindir.

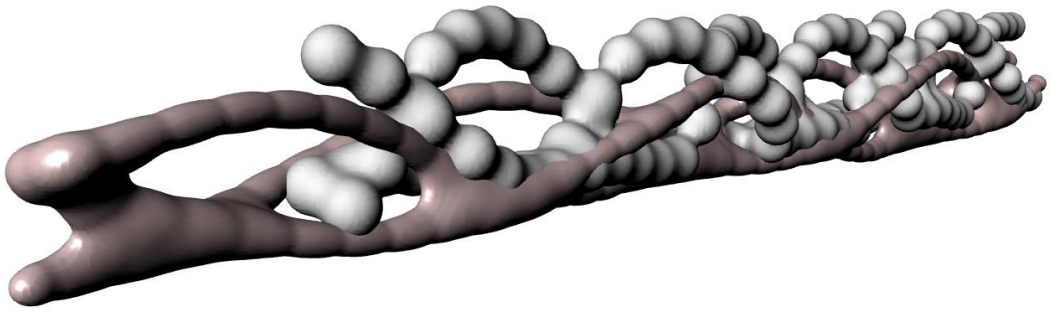
- Varyasyon 9'da diğer varyasyonlardaki sert ile yumuşak materyal değerlerinin arasında bir değer verilmiştir. Derin eğriden, yumuşak eğriye geçiş gözlemlenmektedir. Bu demek oluyor ki materyal yoğunluğu parametresinde yoğunluğun azalması, yumuşak yüzey eğrilerini oluşturmaktadır. (Diyagram 55)



Diyagram 55. Materyal Yoğunluğu Etkisi

- Varyasyon 8 de, diğer varyasyonlardan farklı olarak küre çapı daha büyüktür. Küre çapının büyümesi etkileşim alanını arttırmıştır. Çapın büyümesi hem fotoğraflar arasındaki mesafeyi hem de kürelerin kendi aralarındaki mesafeyi kısaltmıştır. Etkileşime giren kürelerin sayısı artınca, etkileşim alanları genişlemektedir.

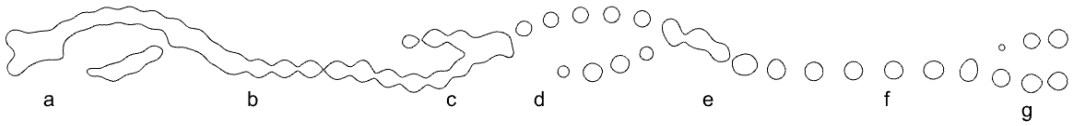
-Varyasyon 1 ve Varyasyon 10'da farklı hareketler kullanılmış ve farklı yükseklik değerleri ile tanımlanmıştır. Yükseklik, ağırlık etkisi parametresinin değeridir. Bu varyasyonlarda, gözlem deneylerinde (Bölüm 4.2.) ağır top ve hafif top ile oluşturulan eğriler kullanılmıştır. Ağır topun yüksekliği, hafif topa göre daha azdır. (Diyagram 55) Ayrıca materyal yoğunluğu, ağırlık etkisi ve top hareketi parametrelerinin iki varyasyon farklı olması, oluşan yüzeyler arasındaki farkı göstermektedir. Varyasyon 10 daha yumuşak eğrilere sahiptir. (Diyagram 55)



Diyagram 56. Varyasyon 1 ve Varyasyon 10

- Ayrıca diyagram 56'da farklı top hareketinin etkileşim alanı farkları, oluşan yüzeylerin çeşitliğini sağlamaktadır.

- Fotoğraflar arası mesafe parametresi, varyasyon çeşitliliği açısından önemli bir bulgudur. 5. Bölümde algoritma, mesafeyi eşit aralıklarla kurgulamadan, bir değişken olarak tanımlamıştır. Varyasyon 9'da mesafe, giderek artmıştır. Aralık arttıkça, küreler arası etkileşim azalmıştır. (Diyagram 57)



Diyagram 57. Varyasyon 9 Kesit Diyagramı

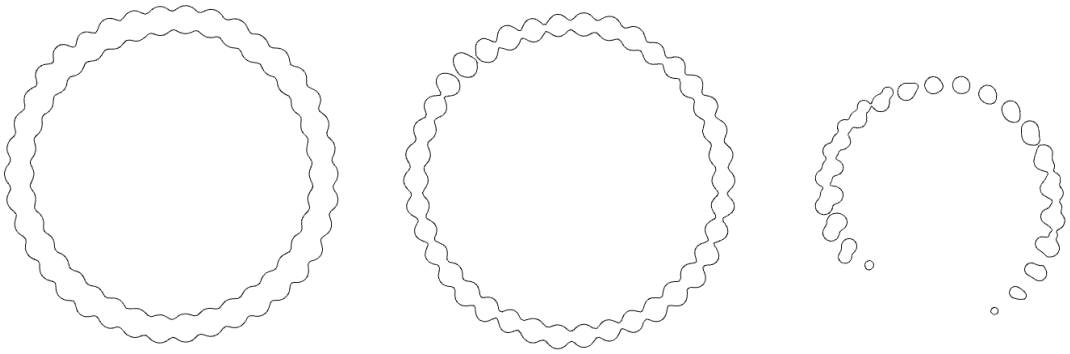
A noktasından g noktasına kadar, aralık düzenli bir şekilde artmaktadır. B noktasından itibaren eğri pürüzsüzlüğü değişmeye başlamıştır. 'C, e' noktalarında eğrilerin yakın olması durumu ve 'd, f 'noktalarında kürelerin kendi aralarındaki mesafenin azalması durumu, etkileşim alanlarını arttırmıştır.

- Araştırma topolojik düzlemde yapıldığı için varyasyon modellerinin düşey ya da yatay olması, oluşan yüzeyleri etkilememektedir. Bu durum sadece ifade için kullanılmıştır. Görüntülerdeki zemin algısı ve gölgeleme, derinliğin algılanması içindir, kartezyen bir düzlem önermez.

- Varyasyon 6'nın kesitlerinde eğriler, mobius şeridinin topolojik dönüşünü yansıtmıştır. Dijital modelde bu dönüş gözlemlenmektedir.

- Tüm varyasyonlarda tekrar gözlemlenmektedir. Ancak hiçbir tekrar birbirine benzememektedir.

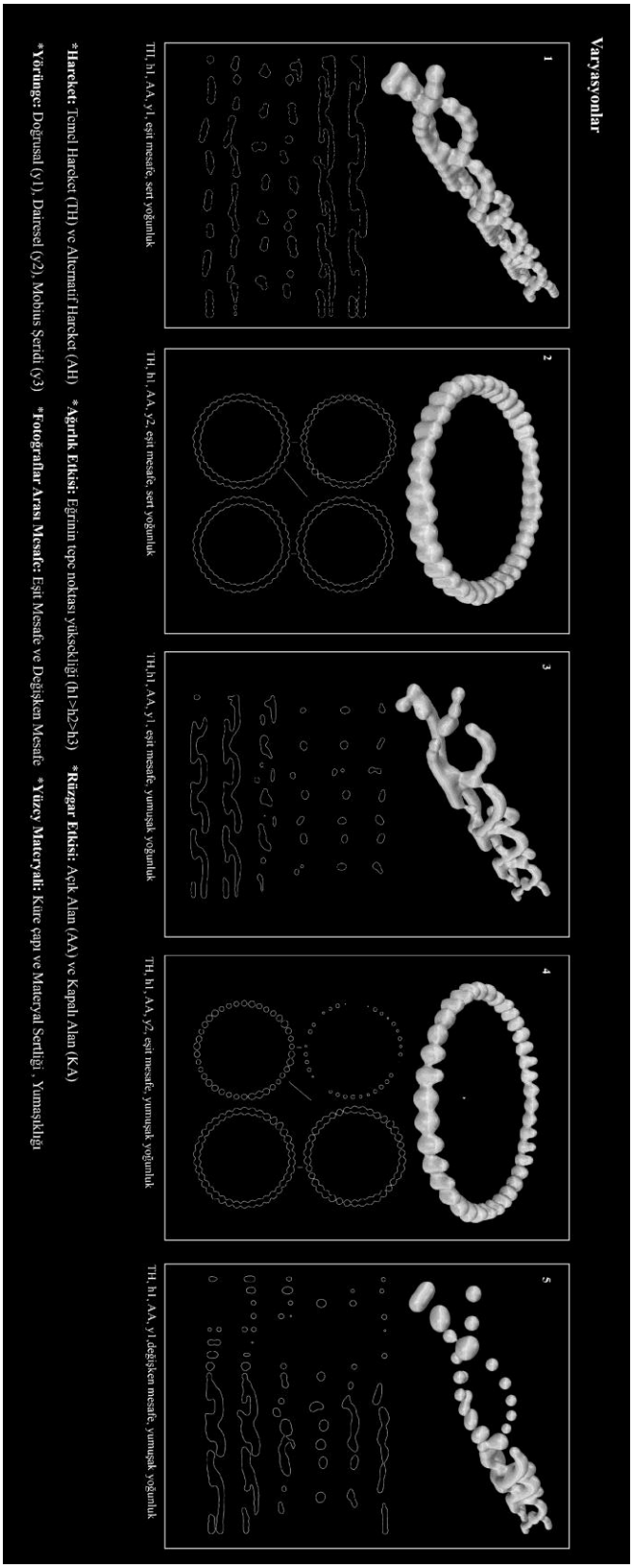
- Varyasyon 2-4-6 'da topolojik bir dönme eylemi, açılı aralıklar oluşturmuştur. Bu varyasyonların kesitlerinde, eğri pürüzsüzlüğü farklılığı gözlemlenmektedir. (Diyagram 58)

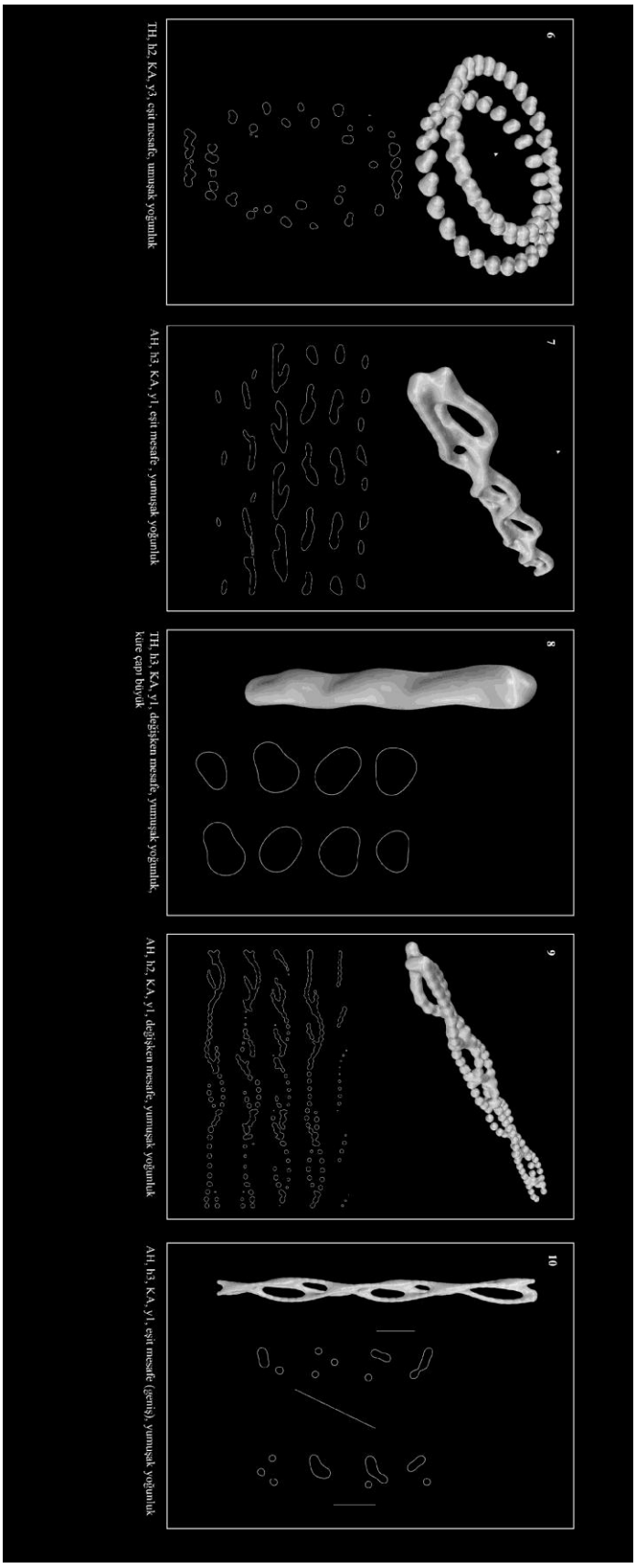


Diyagram 58. Açılık Aralık Durumu

4.6. Varyasyon Diyagramı

Varyasyonların 3D modelleri: https://skfb.ly/oQvzJ





Diyagram 59. Varyasyon Diyagramı

5. SONUÇ

Araştırma, konvansiyonel tasarım pratikleri ile yenilikçi tasarım pratiklerinin sentezlendiği; fiziksel ifadeler ile dijital ifadelerin bir arada kullanıldığı bir araştırma yaklaşımını içerir. Kavram ve üretim pratikleri arasındaki ilişki üzerinden "zaman/hareket" bu araştırmanın temel kavramıdır. Bu bağlamda, tabiatta hareket eden bir top nesnesinin potansiyellerine bağlı süreç modelleri ve sonuç ürünü olmayan ara/biçim varyasyonları ortaya konmuştur. Araştırma, giriş bölümünde sorulan 'hareket yalnızca ardışık zaman kavramı ile mi tanımlanır?' sorusuna cevap arar ve zaman/hareket kavramının topolojik düzlemle olan ilişkisini ortaya koyar. Kavram-Deney-Gözlem-Model olarak dört bölümden oluşan araştırma kapsamında, sonuçlarının da bu ilişkiler bağlamında ele alınması önemlidir.

Araştırma, hareketin ardışık zaman kavramı üzerinden değil, topolojik bir düzlemde değişken oluşlar ile tanımlanabileceğini gösterir. Bu durum, deney bölümünde fiziksel modeller (Deney 1-2-3) ve dijital modeller (Deney 5-6-7) ile doğrusal, dairesel ve mobius şeridi üzerinden gözlemlenmiştir. Fotoğraflar, sabit bir noktadaki eylemi gösterir. Deneylerde ise bu fotoğraflar oluşturulan topolojik düzlemde yerleştirilmektedir. Bu noktada sonsuz olasılık ile fotoğraflar yerleştirilebilir. Kullanılacak yörünge dışında, fotoğraflar arası mesafe de varyasyonları çeşitlendirecek bir parametre oluşturur. Fotoğraf 11, (syf.47) Marey'in topun zaman/hareket ilişkini gözlemlediği kronofotografidir. Bu fotoğrafta zaman düzleminde topların arasındaki mesafelerin zeminden uzaklaştıkça azaldığı gözlemlenmektedir. Ancak Marey'in bu fotoğrafla ilgili ikili ilişkilerin aralık farkını gösterdiği bir diyagramının olmadığı görülmemektedir. Marey sadece hareketin izinin oluşturduğu doğal eğri ve hareketin ikili tekrarlarıyla ilgilenmiştir. Bu kronofotoğraf, araştırmada yapılan deneylere yön vermiştir. Topun oluşturduğu doğal eğri ile ikili zaman/hareket ilişkilerini de sorgulatmıştır. Ayrıca araştırmanın 4.2. gözlem sonucu oluşan parametrelerinde (syf.95) bu durum tasarım sürecine dahil edilmiştir. 4.2.4.

topolojik yörünge (syf.104) başlığı altında zamanın topolojik düzlemdeki değişimi gözlemlenmiştir.

Araştırma, tabiat fenomenleri etkisinde uyumlanabilen yüzeylerin (Bölüm 5.4.) hem performansını ve hem varyasyon üretimini ortaya koymaktadır. Bu ortaya konan varyasyonlar hem tasarım sürecine ve hem de sonuç ürüne yöneliktir. Yüzeyi oluşturan eğrileri, dış kuvvetlere ve kendi aralarındaki ilişkiye göre, o anlık topolojiyi oluşturur. Bölüm 4.2.3. Rüzgar etkisi (syf.99) parametresinde, diyagram 27'te oluşan hareketin, rüzgar etkisini ve bu etkiye bağlı eğriyle uyumlanabildiği görülmektedir. Ayrıca Diyagram 28'te ise dış kuvvetin etkisi irdelenmektedir. Böylece, 5. Bölümde değişkenlere göre oluşan yüzey uyum sağlar ve denge halini alır. Yüzey materyali parametresi başta olmak üzere diğer parametreler bu duruma referanstır. Model varyasyonları (Bölüm 5.4) karşılaştırıldığında, değişkenlerin uyum sağlayıp, denge hallerini alması gözlemlemektedir.

Deneylerde topolojik düzlemde zaman/hareketi anlamak ve hareketi yakalamak için video teknolojisi kullanılmıştır. Çekilen video fotoğraflara ayrılıp, Muybridge ve Marey' in kronofotografi tekniği ile deneyler kurgulanmıştır. 19. yüzyılda keşfedilen sinemanın ilk tekniği, günümüzde dijitalleşme ile hala ilham vermektedir. Deneylerde ilk önce fiziksel modellerle (Deney 1-2-3) fiziksel diyagramlar oluşturulup, dijital deneylerle (Deney 5-6-7) dijital ortama aktarılmıştır. Ortaya çıkan diyagramlar, doğal hareketin, topolojik düzlemde diyagramlarını vermektedir. Çıkan grafikler ile araştırmanın parametreleri kurgulanıp, buna bağlı bilgi içeren yüzeylere sahip varyasyonlar üretilmektedir. (5.bölüm: Model). Bu noktada, ortaya çıkan biçimsel ifadeler, tasarım tartışmalarında geçen 'durağan' kelimesinden uzak bir durum oluşturur. Çünkü hareket hep devam eder, fiziksel olarak hareketsiz bir durumda zaman üzerinden hareket olarak okunur. Bu yüzden araştırmada biçimsel grafikler akıştan çıkartılıp, ifade edilmiştir. Fiziksel ve dijital deneyler ile hareket, diyagramatik dile tercüme edilmektedir.

Fiziksel Model ile yapılan deneylerden çıkan sonuçlara bakıldığında: (Deney 1-2-3)

Bu üç deneyde top hareketinin zamansallık üzerinden izi, eğrileri oluşturmuştur. Bu eğriler, ipler sayesinde açıkça gözlemlenmektedir. Deneylerde, fotoğraf arası mesafelerin üç modelde de ayrı olması, eğrinin pürüzsüzlüğünün aralığa göre değiştiğini göstermektedir. Birinci deneyde eğriler daha yumuşak iken ikinci ve üçünde deneylerde eğriler, daha çizgiseldir. Üçüncü deney, dijital deneylerden sonra yapıldığı için, modelin zeminle ilişkisi daha azdır ve topolojik düşünceyi daha iyi algılatmıştır. İpler, üç deneyde de birbirlerine temas etmemektedir, başka bir deyişle eğriler uzayda kesişmemektedir. Birinci deneyde, hareketin doğrusal yörünge sonsuza kadar devam edebileceği görülmektedir. İkinci ve üçüncü deneyde, başlangıç ve bitiş kareleri aynı noktada olmasına rağmen, eğriler birleşmemektedir.

Fiziksel deneylerde kullanılan yörüngeler, grasshopper programı ile fotoğrafların yerleştirildiği dijital deney ortamında kullanılmıştır. (Deney 5-6-7) Model parametrik olarak oluştuğu için, farklı top hareketi fotoğrafları doğru sırayla klasöre konularak yeni eğriler oluşturmaktadır. Bu da yeni eğrilerin hızlı bir şekilde oluşmasını sağlar. Dijital modelde eğriler oluşturulduktan sonra, eğrilerin fiziksel halini görmek için 3d yazıcı kullanılmıştır. Araştırmadaki tüm eğriler 3d yazıcıda basılarak, dijital modelin fiziksel model olarak gözlemlenmesine olanak sağlamaktadır.

Dijital deneylerden çıkan sonuçlara bakıldığında: (Deney 5-6-7)

- Fotoğraflar arası mesafenin değişkenliği üç dijital modelde eğrinin pürüzsüzlüğünü belirlemektedir. Doğrusal modelde, aralık arttıkça eğrinin kontrol noktalarında geçiş yumuşar; Dairesel modelde, aralık artıkça geçişler derinleşir, Mobius şeridi modelinde ise aralık artıkça, eğrinin pürüzsüzlüğü değişkenlik göstermektedir. Bunun sebebi mobius şeridinin topolojik durumudur.

- Deney 5'te eğrinin doğrusal olarak hareket etmesi, sonsuza kadar aynı bilgiyle ilerleyebileceğini göstermektedir. Deney 6 ve deney 7'de geometrileri döngüsel olsa da ilk fotoğraftaki toplar, son fotoğraftaki topları ile aynı konumda değildir. Bu noktada iki modelde döngüsellik gözlemlenmemektedir.

- Üç deneyde de topun hareketinin kendi eğriselliği vardır. Dairesel modelde, kendi eğriselliğinin yanında bir merkeze bağlı yatay radyal bir dönüş vardır. Mobius Şeridinde ise bu iki eğrisellikle birlikte, dikey radyal dönüş gözlemlenmektedir.

- Üç deneyde de gerçek zamanlı top hareketi verileri kullanılması kuvvetler etkisindeki eğrilerin periyodik olarak tekrar oluşturmasını sağlamıştır. Ancak tekrarlar arasında, yükseklik farklarının oluştuğu gözlemlenmiştir.

Gözlem bölümünde, tabiat fenomenleri; yer çekimi kuvveti ve rüzgar etkisinin göz önüne alındığı video çekimleri yapılarak, deneye ait topun hareketi ve uzayda oluşturduğu yüzey potansiyelleri gözlemlenmiştir. Fiziksel verinin dijital veriye çevrilmesi ile oluşan eğri üzerindeki kuvvetlerin etkisinin gerçek zamanlı olarak algoritmik süreç üretmesini sağlar. Bu da tasarım süreci modelinin hareketin doğal davranışını ifade ettiğini anlatır.

Tabiat fenomenleri kuvvetleri, her ağırlıkta kendi içinde de toplar arası yükseklik farkı oluşturmuştur. Top, tepe noktasına çıkıp, inerken hızı değişir ve bu da nesnelerin kendi içinde de yükseklik farkı oluşturduğunu gösterir. Bu kontrol edilemeyen doğal bir durumdur. Sayfa 110'da tüm yörüngelerdeki yükseklik farkları diyagram olarak ifade edilmiştir. (Diyagram 34-35-36) Bu diyagramlardan, ağırlık etkisini, ağır olan topun tepe noktası yüksekliğinin en az, hafif olan topun tepe noktasının yüksekliğinin en yüksek değerde olduğu gözlemlenmektedir.

Rüzgar etkisi (4.2.3. Rüzgar etkisi, syf. 99) ile ağırlık ile ters orantılıdır. Ağırlık arttıkça rüzgar etkisi kuvveti azalır. En çok hafif topta yatay yönde bir yer değiştirme gözlemlenirken aynı rüzgar şiddetinde ağır nesnede, yatay yönde bir yer değiştirme gözlemlenmemiştir. Kapalı alanda gözlemlenen hareket

eğrisinde belirli bir ritimde tekrar vardır. Belirli bir ritimdedir. Rüzgarın etkisinin oluşan eğride ise değişim tepe noktasında belirginleşir. (Diyagram 29) Rüzgar yönünde bir yer değiştirme ile ritim bozulmuş ve kuvvetlerin dengesinin gözlemlendiği bir eğri oluşmuştur. Rüzgar etkisi ile birbirini tekrar etmeyen, fakat hesaplanabilir noktalar oluşmuştur.

Yörünge parametresinin kullanılmasının nedeni, zaman düzleminde yerleşim kurgusunun çeşitliliğini irdelemektir. (4.2.4 syf.104) Algoritmada zaman düzlemi, fotoğraflar arası uzaklık ve fotoğraf sayısı üzerinden kurgulanmıştır. İki parametrede eğrinin pürüzsüzlüğünü ve uzunluğunu vermektedir. Bu parametreler, yörünge parametresi ile kullanılacaktır. Bu gözlemle, hareket için zamanın gerekli olduğunu fakat zamanı kendi içinde varyasyonlar üretebildiği görülmüştür. Muybridge ve Marey, deneylerinde fotoğraflar arası eşit uzaklıkta aralıkları kullanmış ve bunun çıktıları üzerinden yorumlamışlardır. Bu araştırmada bundan farklı olarak, topolojik düzlemde çalışıldığından fotoğraflar arası uzaklık istenildiği gibi çeşitlenebilir. Algoritma buna göre düzenlenebilir. Bu durum, sonsuz varyasyon üretmeyi sağlar. Marey'in top kronofotografisinde bu durum tartışılmıştır. (s.47)

Araştırmada önerilen tasarım süreci ile disiplinler arası araştırmalar yapılabilir. Başka disipline ait bir düşüncenin, bu algoritmanın kullanılması ile katı nesnelerin farklı kuvvetlere bağlı hareketleri üzerinden varyasyonlar alınabilir.

Bu araştırmada kullanılan hareket yakalama metodunun geliştirilip, kamera ve opencv yazılım programı kullanılarak daha hızlı ve net nokta bulutları alınıp, üzerinde manipülasyonlar yapılabilir. Ayrıca bu yazılımsal gelişme ile dijital olarak materyal yoğunluğu değiştirilen nesnelerin, farklı fiziksel şartlarda hareketi gözlemlenip, yer çekiminin ve rüzgarın gerçek zamanlı etkisi görülebilir.

Araştırma, deneysel bir tasarım süreci modellemesidir. Tabiat fenomenlerinin kuvvet ilişkileri gözlemlenmiş ve doğal hareketin deneyleri yapılmıştır. Bu noktada rastgelesellikten uzak, tamamen gerçek zamanlı veriler ile eğriler

oluşturulmuştur. Dış kuvvetlerin, top hareketi üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. 5. Bölümde parametrelere, materyal yoğunluğu parametresi eklenerek küre yüzeyi dışına yeni farklı yüzeyler ortaya çıkmıştır. Oluşan eğriler ile izomorfik geometri üzerinden yüzey yeni bir model ortaya çıkmıştır. Oluşan yüzeyler, doğadan gelen bilgiye sahip; oluşturan parametreler ise anlık bilgi değişimine uyumlanabilmektedir. Bu durum yüzeylerde esneklik durumunu sorgulamaya açmaktadır. Bu esneklik durumu, parametrelerin birbiriyle olan ilişkisinin uyumu ve tabiattan gelen bilgilerin anlık olarak etkileşime geçmesini sağlamaktadır.

Araştırmadaki algoritma, mimari yüzeye yeni bir yorum getirmektedir. Mimari yüzeyin konvansiyonel tanımını sarsan bu algoritma, bilgi içeren olasılıkların belirdiği varyasyonlar üretir. Yüzeyin zamansallığı, beraberinde topolojiyi getirmiştir. Mimari yüzeyin tanımı, çıkan algoritma ile zaman üzerinden dönüşüme uğramıştır.

Bu durumda, 5. Bölümde yeni yüzeyleri ifade eden tasarım süreci modeli oluşturulmuştur. Varyasyonlar, somut bir yüzey önermektense, yüzeyi oluşturan tasarım süreci modelini ifade etmektedir. Küre biçimindeki cismin çapının değişmesi, diğer tüm parametreler ile bağlantı kurmaktadır. Çapın büyümesiyle oluşacak olan izomorfik eğriler, yükseklik, fotoğraflar arası mesafe gibi değişkenlerle dönüşecektir. Ayrıca kürenin yoğunluğunun kontrol edilmesi, oluşacak olan bilgi içeren yüzeyleri etkilemiştir. (5.2.3, syf. 119)

Araştırmada kullanılan temel parametreler; hareket, ağırlık etkisi, rüzgar etkisi, yörünge, fotoğraflar arası mesafe ve yüzey materyalidir. Araştırmada ortaya çıkan algoritma, hareket ve zaman üzerinden bir tasarım süreci kurgulamaktadır. Parametrik olarak hesaplanabilir/uyumlanabilir eğriler ve yüzeyler değişkenlerle üretilecek şekildedir. Bu demektir ki, parametrelere bağlı olarak sonsuz sayıda varyasyon üretilebilir. Bu bağlamda, önemli nokta tüm varyasyonların, kendi içinde bir değere sahip olmasıdır. Sonuç olarak gerçek zamanlı kaydedilen veriler, anlık oluşan kuvvet değişimleri, topun açısı, ağırlığına bağlı yüksekliği gibi parametrelerin zamansallık içinde

tanımlanmasını sağlamaktadır. Bu parametreler oluşan eğrinin pürüzsüzlüğünü anlık olarak etkilemektedir. Araştırmada gözlemlenen en önemli durumdur. Bu araştırma, hareketin zaman üzerinden gerçek verileriyle, dijital ortamda varyasyon üreten bir tasarım süreci modelidir.

5. KAYNAKLAR

Abdel, Hassan, and Salam Elbanna. 2008. “Timing and Spacing in Architecture: Architecture with Motion” 2:89–95.

Arıdağ. Levent, 2017. “Yaratıcılığın Kuramsallaşması Olarak Yöntem Biofold 2.0”, 2. Uluslararası Mühendislik Mimarlık ve Tasarım Kongresi, Kongre Kitabı: 82-87

Beek, Peter J., and Arthur Lewbel. 1995. “The Science of Juggling.” Scientific American,195:92

Berkel, Van, Ben; Bos, Carolina. 1999. “Imagination; Techniques, Effects”

Braids, Auto. 2006. “Codes, Eros and Craft: An Interview with Evan Douglis.” Architectural Design 76 (4): 62–71.

Buhler J., Eisenbud D., Graham R., Wright C., 1994. "Juggling Drops and Descents", The American Mathematical Monthly Vol. 101, No. 6:507-519

Burry, J., Burry, M., 2010. "The New Mathematics of Architecture". London: Thames & Hudson:157-161

Burry, Mark, 2016. “Antoni Gaud and Frei Otto: Essential Precursors to the Parametricism Manifesto” Architectural Design, 86/2

Carpo, Mario, 2015. “The New Science of Form-Searching”, Architectural Design Magazine, 85/5

Cimşit, Koş, Fitnat, 2017. “Geçicinin Poetikası”, 2. Uluslararası Mühendislik Mimarlık ve Tasarım Kongresi, Kongre Kitabı: 88-92

Cimşit Koş, Fitnat; Arıdağ, Levent. 2017. “Mimari Tasarımda Eko-Topolojik Yaklaşımlar”. Yapı Dergisi, No:422, Yem Yayınları, Ocak 2017:132

Coope, Ursula. 2005.” Time for Aristotle: Physics IV. 10-14”, Oxford University Press, Newyork: 27,34,35,47,91,95

Dahan- Dalmedico, Amy, 2011. “Mathematics and Sensible World: Representing, Constructing, Simulating”, Architectural Design Magazine

Dagognet, Francois. 1992. “Etienne-Jules Marey: A Passion For Trace”. MIT Press:112

Di Cristina, G., 2001. "The Topological Tendency in Architecture". Architecture and Science. Chichester: Wiley–Academy: 6–13

Douglis, Evan. 2013. Autogenic Structures. Autogenic Structures.

Einstein, Albert., 1920. “Relativity: The Special and General Theory”, çev: Robert W. Lawson, Henry Holt and Company:30-32,65

Einstein, Albert., 1920. “Time, Space and Gravitation”. Science Volume:51. The Science Press, Newyork:8-10

Emmer, Michele. 2016. “Topological Fluid Architecture: Is It Really Architecture?” Xy 1 (1): 68–83

Fabio, Bianconi, Marco Filippucci, and Chiara Verdecchia. 2016. “Body Movement Based Architecture,” 744:70.

Falcon, Andrea. 2013., “Aristotle on Time and Change”, A Companion to the Philosophy of Time, Editörler: Adrian Bardon, Heather Dyke., John Wiley and Sons Press:49,50

Gorczica, Adam. 2005. “Motion As Modern Way of Expressing Architecture.” Computer Graphics & Geometry, no. 3: 22–40.

Jensenius, Alexander Refsum. 2013. “Some Video Abstraction Techniques for Displaying Body Movement in Analysis and Performance.” Leonardo 46 (1): 53–60.

Kolarevic, Branko. 2003. “Architecture in the Digitl Age”. Spon Press, Newyork and London:28,42

Lynn, Greg. 1998. "Blobs: Why Tectonics is Square and Topology is Groovy", Any Magazine 14. Yeniden Basım: "Folds, Bodies and Blobs" Collected Essays, Bruxxelles 1998:171,172

Lynn, Greg. 1999. “Animate Form”. Princeton Architectural Press: 9,10,11,25,30,31,32

Lynn, Greg. 2005. "Organic Algoritms in Architecture", TedX konuşması. https://www.ted.com/talks/greg_lynn_organic_algorithms_in_architecture?language=tr

Lynn, Greg. 1993.” Architectural Curvilinearity: The Folded, The Pliant and The Supple” Architectural Design Magazine 63: Folding Architecture. London: Academy Edition:12,38

Lynn, Greg. 1999. “Dirim Zaman/ Bio Time.’ Mimarlar Derneği 1927, No:5, çev: Özlem Deniz:275

Lynn, Greg; Tea, Alessi, 2003. “Calculus-based Form: An Interview with Greg Lynn”, Architectural Design Magazine, 78/2

Lynn, Greg, 2006. “Blobwall”, Architectural Magazine, 79/2

Marey, E., 1984."La Chronophotographie." Association des Amis de Marey et Ministere de la Culture, Beaune. Editör: Michel Frizot:24

Massumi, Brian. 2013. “Becoming Affirmative Critique,” Architectural Design Magazine no 83, sayı 1:52

Massumi, Brian. 2019. "Architectures of the Unforseen: Essays in the Occurent Arts" University of Minnesota Press, Minneapolis, London:2

Maze, John, Mark McGlothlin, and Kim Tanzer. 2022. “Fluid (in)Form: Influencing Design Through Dynamic Particle Simulation.” Proceedings of the 23th Annual Conference of the Association for Computer-Aided Design (ACADIA), 357–63.

Motte, Andrew. 1846., “Newton’s Principia: The Mathematical Principles of Natural Philosopy, by Sir Isaac Newton” çev: Andrew Motte, Daniel Adee Press, Newyork:77,78

Oxman, Rivka. 2006. “Theory and Design in the First Digital Age.” Design Studies 27 (3): 229–65.

Özgencil Yıldırım, Sercan. 2017. “Tasarım Pratiğinden Üretilen Bir Kavram: Sensogram”, 2. Uluslararası Mühendislik Mimarlık ve Tasarım Kongresi, Kongre Kitabı: 77,78

Özgencil, Yıldırım, Sercan. 2015. “Mimarlıkta Bilimsel Bilgi Üretiminde Deneysel Yaklaşımlar” Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, Sayı 8(1), syf:93-112

Pedreschi, Remo. 2007. “Force and Remo Pedreschi Discusses the Work Of.” Architectural Design 78 (2): 12–19.

Picon, Antoine. 2011. “Architecture and Mathematics: Between Hubris and Restraint.” Architectural Design 81 (4): 28–35.

Piedade Ferreira, M., Duarte Cabral de Mello, and José Pinto Duarte. 2011. “The Grammar of Movement: A Step Towards a Corporeal Architecture.” Nexus Network Journal 13 (1),131:49

Sayary, Samer E L. 2016. “Using Time as a Sustainable Tool to Control Daylight in Space.” In Parametrism vs. Materalism: Evolution of Digital Technologies for Development, 217–26. 8th ASCAAD Conference 2016:220

Sayary, Samer El. 2017. “Adding Time Dimension as a Shaping Parameter of Architectural Form (Chrono Form): Fusing Time and Space in Chronoform Wayfinding.” International Journal of Parallel, Emergent and Distributed Systems 32: S26–38:528

Schumacher, Patrick. 2016. "Design Parameters to Parametric Design." The Routledge Companion for Architecture Design and Practice: Established and

Emerging Trends Edited by Mitra Kanaani and Dak Kopec, Routledge, Taylor and Francis, New York: 9

Schumacher, Patrick, 2009. “Parametric Patterns” Architectural Design Magazine

Schumacher, Michael. 2010. “The Poetics of Movement in Architecture”, Move: Architecture in Motion: Dynamic Components and Elements. Birkhauser Press, Basel:8

Sutil, Nicolas Salazar. 2015. Motion And Representation: The Language of Human Movement. MIT Press.

Tein, Karel. 2021., ”Planets and Time: A Timaean Puzzle.” Plato’s Timaeuss: Proceedings of the Tenth Symposium Platonicum Pragense, Brill’s Plato Studies Series, Volume:5:104,107

Terzidis, Kostas., 2003."Expressive Form: A Conceptual Approach to Computational Design." Taylor and Francis:33

Toulmin, Stephen. 1959., “Criticism in The History of Science: Newton on Absolute Space, Time and Motion, I “. The Philosophical Review, Vol.68, No.1:15

Turetzky, Philip. 1998. “Time”. Routledge Press, London and Newyork:76,78

Vazguez, Daniel. 2022., “Chapter 4: Before the Creation of Time in Plato’s Timeaeus.” Time and Cosmology in Plato and the Platonic Tradition:119

Vogman, Elena. 2016. “Dynamographie: Andrej Belyjs Rhythmische Figuren.” *Le Foucaldien* 2/1:3

EKLER

Ek-1

Rhino3d ve Grasshopper

Programı geliştirme deneyleri

Doğal eğrilerin algoritmaları oluşturulmadan önce, algoritmik düşünceyi geliştirecek deneyler yapılmıştır.

Parçacık düşmesi

Grasshopper'da fizik motoru temelinde kurulan algoritmada birden çok parçacığın bir baz üstüne bırakılması ve parçacıkların hareketi araştırılmıştır. (Diyagram 59)

Bu deneyde;

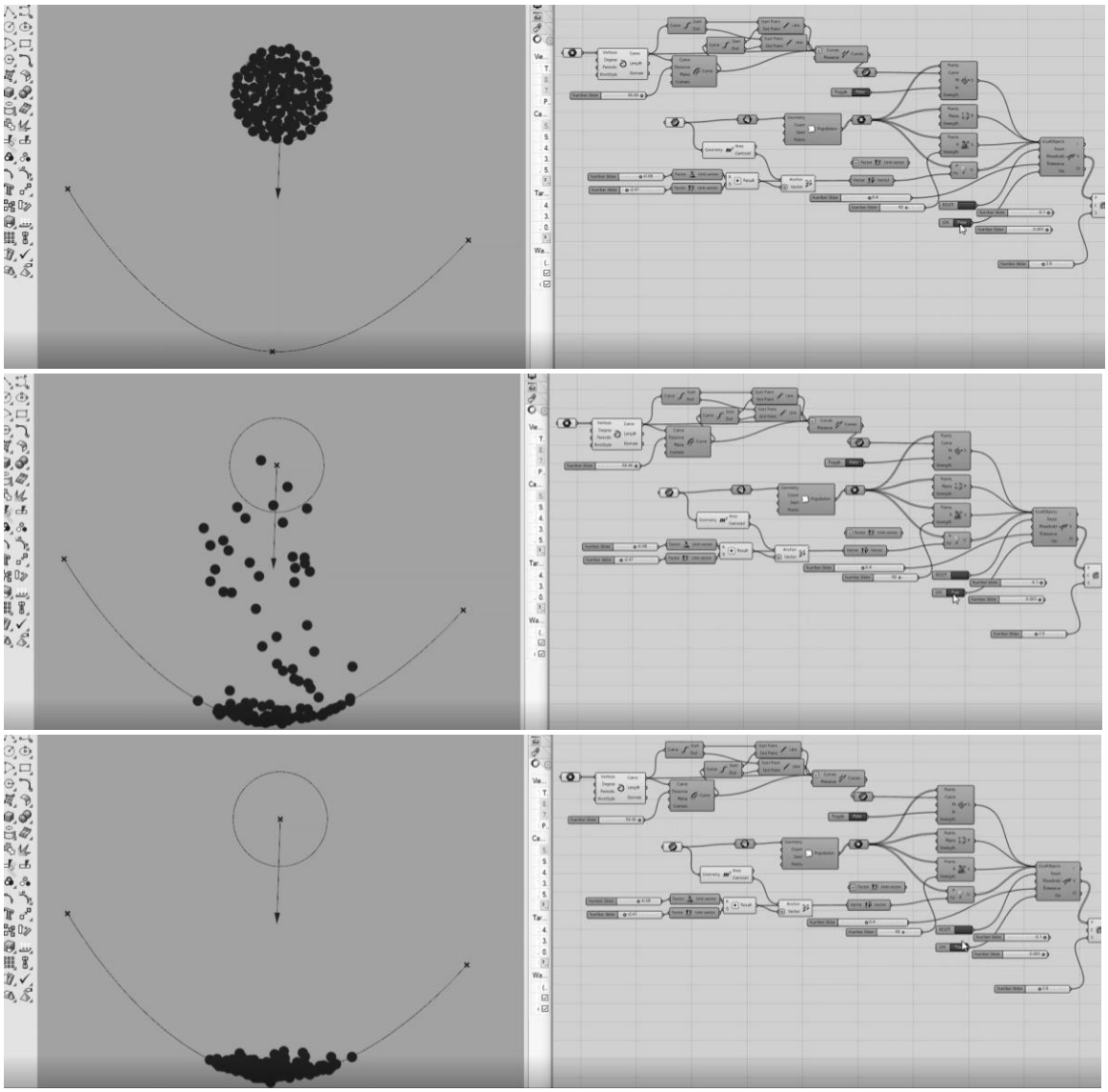
-Parçacıkların bırakılma yüksekliğinin hareketle olan ilişkisi

-Parçacıkların malzeme özelliği olan katılık değerlerinin değişiminin, birbirlerine çarpmasındaki etki tepki kuvvetindeki değişimi

-Baz olarak kullanıla bir ipin yer çekimi ile olan ilişkisi ve köşelerinin yüksekliğinin değişmesi ile parçacıkların hareketinin değişmesi

-Parçacıkların düştükleri andaki kuvvetler sonucu oluşan hareket gözlemlenmiştir.

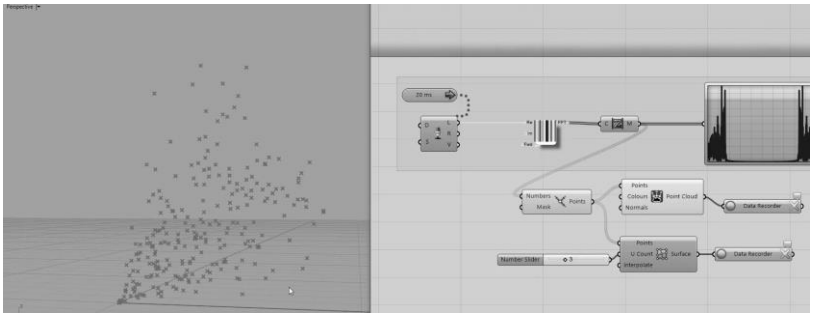
-Parçacıkların x ve y yönündeki hareketi, vektörle tanımlanmıştır.



Dijital Model 41. Grasshopper Programı – Parçacık Düşmesi
Tarih: 12.09.2019

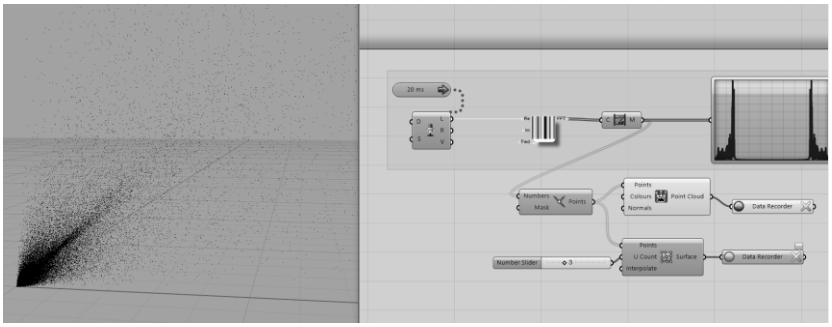
Ses araştırması

Grasshopper programında sesin algılanıp, frekans değerlerine göre noktalar oluşturulmuştur.



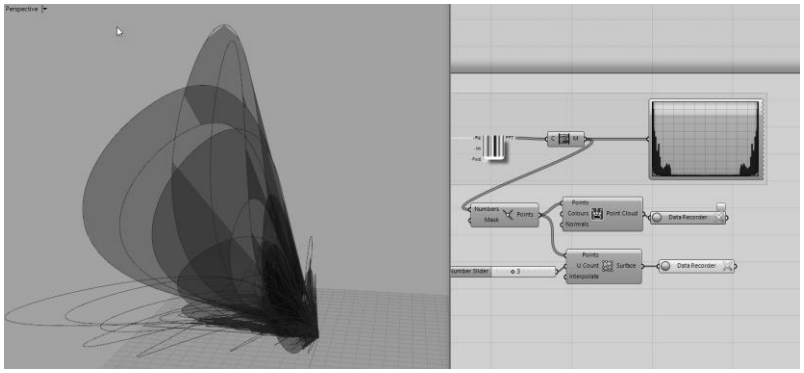
Dijital Model 42 Grasshopper Programı – Ses Araştırması
Tarih: 14.09.2019

Canlı alınan sese göre sürekli yenilenen nokta kümelerini kaydederek yeni bir nokta küme verisi elde edilmiştir.



Dijital Model 43. Grasshopper Programı – Ses Araştırması
Tarih: 14.09.2019

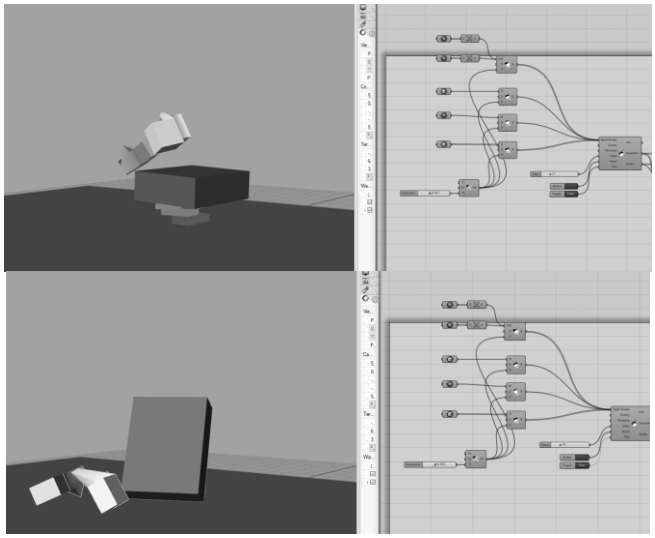
Sonrasında yüzeyler arası noktalar oluşturulmuştur.



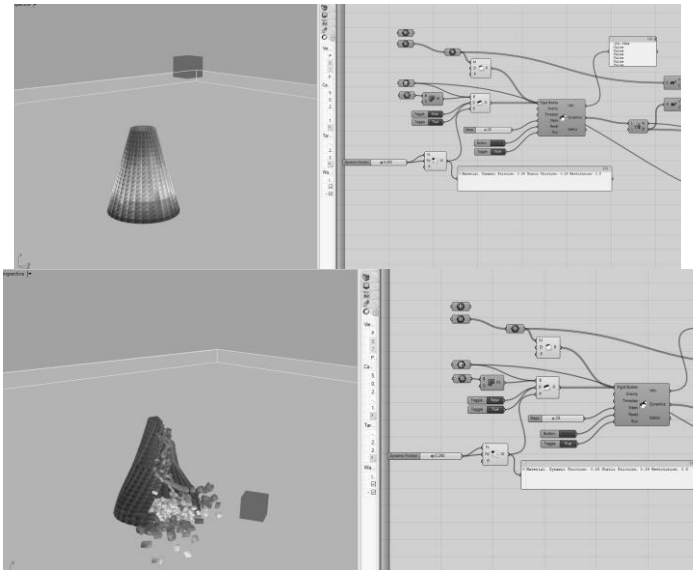
Dijital Model 44. Grasshopper Programı – Ses Araştırması
Tarih: platonia

Düşen objeler

Grasshopper da fizik motoru kullanarak düşen objeler modellenerek yer çekimi kuvvetinin etkisinin gözlemlenmiştir. Aralarındaki etki tepki kuvveti ile yer değiştirmeleri araştırılacaktır. Bunun için objelerin malzeme özellikleri atanacaktır. Böylelikle malzemenin sertliği ile yer çekiminin etkisi gözlemlenebilir.



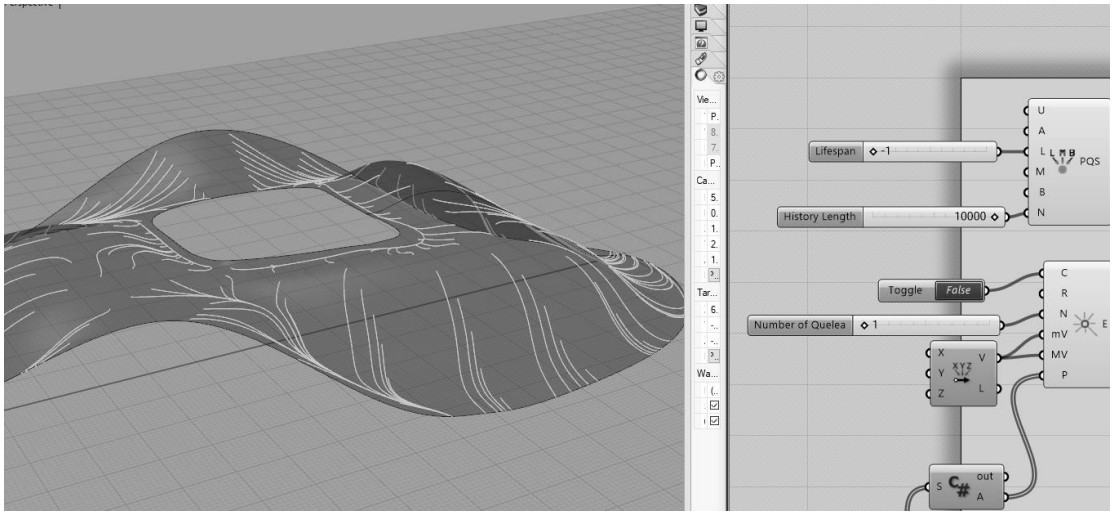
Dijital Model 45. Grasshopper Programı – Düşen Objeler
Tarih: 15.09.2019



Dijital Model 46. Grasshopper Programı – Düşen Objeler
Tarih:15.09.2019

Yüzeyde suyun hareketi

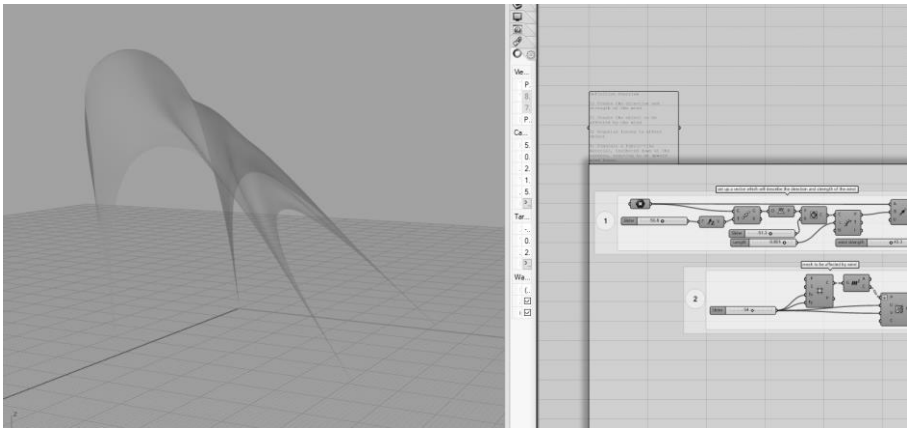
Grasshopper eklentisinde suyun bir yüzey üzerinde hareketi gözlemlenmiştir. Yüzey ve su ilişkisi incelenmektedir.



Dijital Model 47. Grasshopper Programı – Yüzeyde Suyun Hareketi
Tarih: 19.09.2019

Kumaşın rüzgarda hareketi

Dört noktadan sabit bir kumaşın rüzgar karşısındaki hareketi incelenmiştir. Rüzgarın yönü ve şiddeti vektörel olarak tanımlanmıştır.



Dijital Model 48. Grasshopper Programı – Kumaşın Rüzgarda Hareketi
platonia
Tarih: 20.09.2019

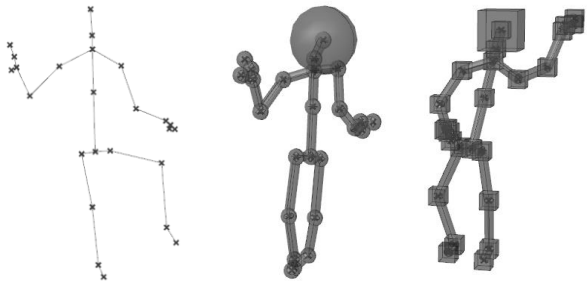
Kinect ile Hareket Yakalama Deneyleri

Kinect hareket sensörü için grasshopper programında Firefly ve Tarsier eklentileri araştırılmıştır. Bu eklentiler ile hem iskeletin algılanması hem de kartezyen düzlemde nokta kümesi olarak derinliğin algılanması sağlanmaktadır. Araştırma kapsamında sadece topun hareketi çalışılacak olsa da hareket yakalama tekniğinin geliştirilmesi için bu bölümde bedeninde hareketleri çalışılmıştır. Kinect cihazındaki kızılötesi projektörler kameranın algıladığı her alanın derinliğini de hesaplamaktadır. Bu da üç boyutlu nokta kümelerinin oluşmasını sağlar (Dijital Model 49). Ayrıca nokta kümesindeki her noktanın renk verisi de mevcuttur.



Dijital Model 49. Kinect ile Nokta Kümesi Oluşturma
Tarih: 12.10.2019

Kinect cihazının kendi algoritması olan iskelet tanıma sistemi, grasshopper eklentisinde deneyimlenmiştir. Ayrıca gerçek zamanlı hareketi, 20 eklem noktası ve eklem noktaları arasındaki eğriler olarak algılayarak, bu nokta ve eğrilere istenilen geometriler atanabilmektedir. (Dijital Model 50)

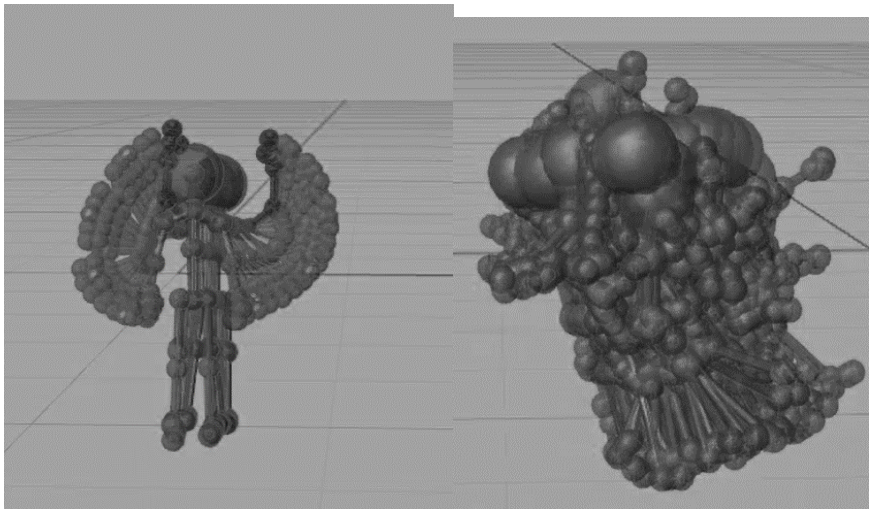


Dijital Model 50. Kinect ile İskelet Tanıma ve Geometri Atama
Tarih: 12.10.2019

Kinect cihazı ile gerçek zamanlı nokta kümesi oluşturup, hareket süresince kaydedilince ortaya hareketin oluşturduğu yüzeyler çıkmıştır. (Dijital Model 51-52)



Dijital Model 51. Kinect ile Yüzey Araştırması
Tarih: 12.10.2019



Dijital Model 52. Kinect ile Yüzey Araştırması
Tarih: 12.10.2019

Deney Kazanımları

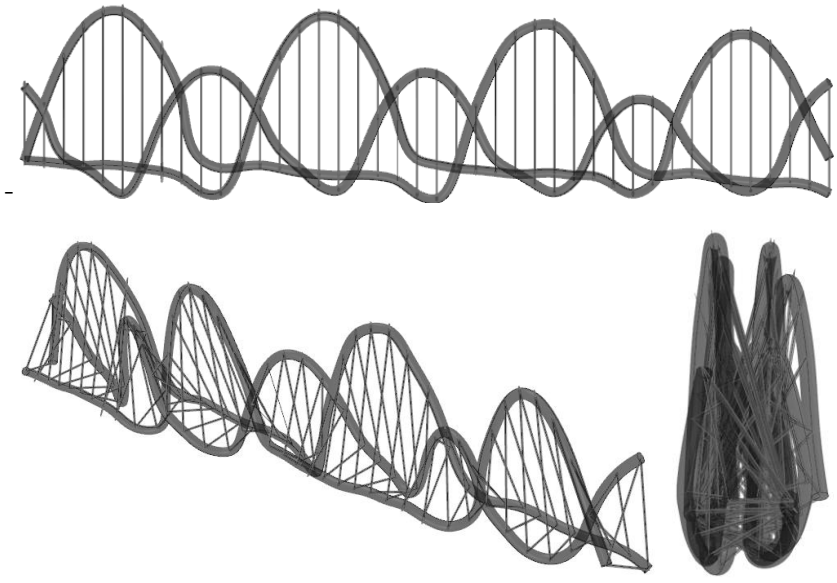
- Kronofotografi tekniğine göre hareket yakalanmak daha hızlı olmuştur.

- Derinlik sensörü olduğundan üç boyutlu olarak hareketi, nokta kümesi olarak oluşturmuştur.

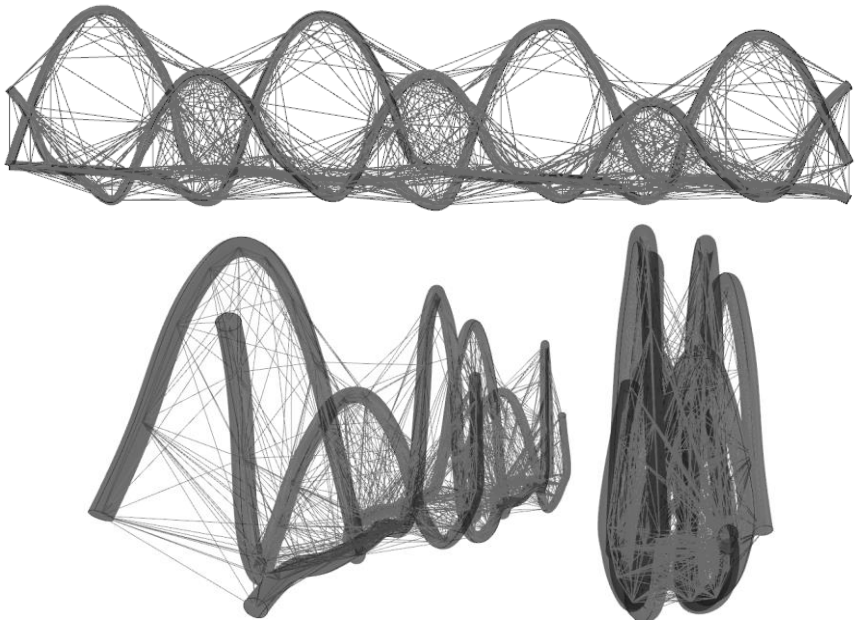
- Bir adet cihaz olmasından kaynaklı, eksik nokta kümesi problemi yaşanmıştır. Bu noktada yeterli verimi karşılamadığı için araştırmanın deneylerinde kullanılmamıştır.

Ek-3

Alternatif Hareket

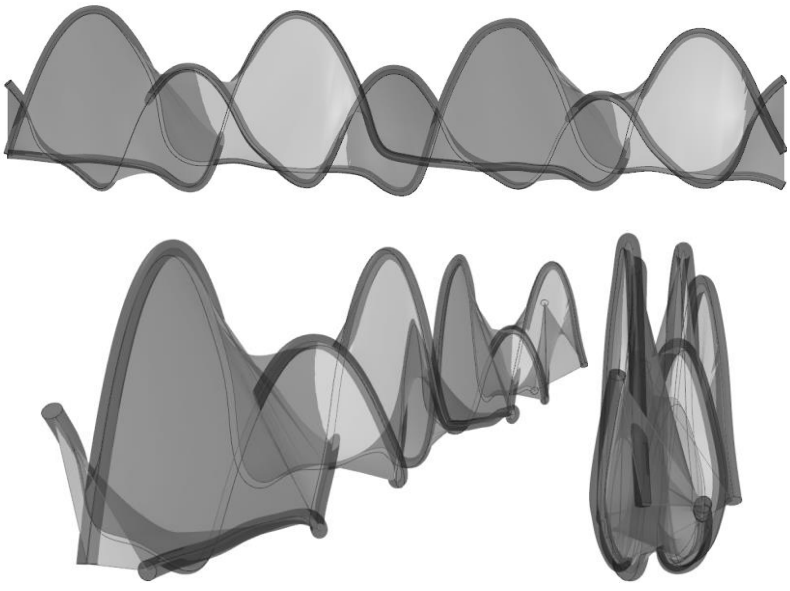


Dijital Model 53. Alternatif Hareketin Parametrik Eğri Araştırması
Tarih: 7.9.2020



Dijital Model 54. Alternatif Hareketin Parametrik Eğri Araştırması
Tarih: 7.9.2020

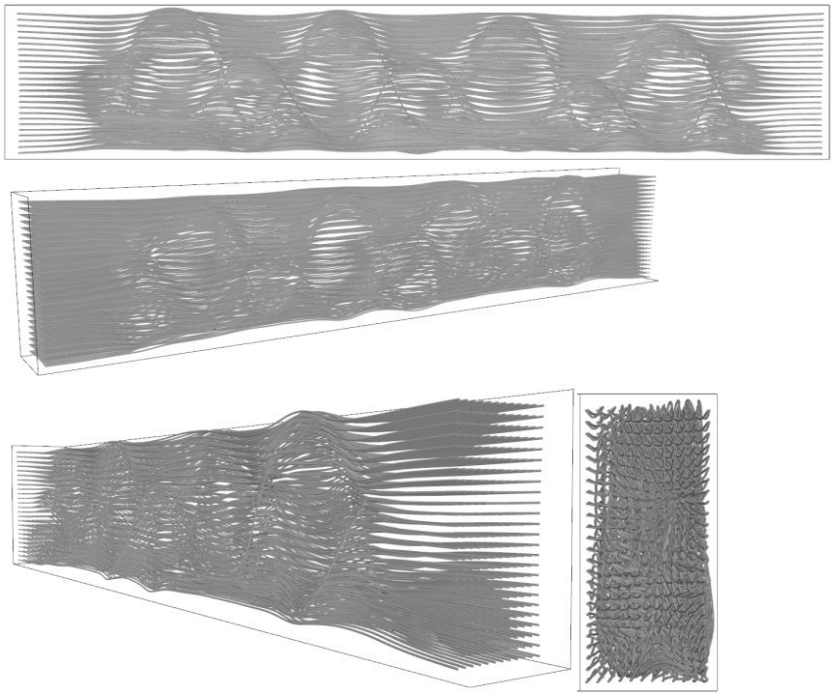
- İkili eğriler arası yüzeyler



Dijital Model 55. Alternatif Hareketin Yüzey Araştırması
Tarih:7.9.2020

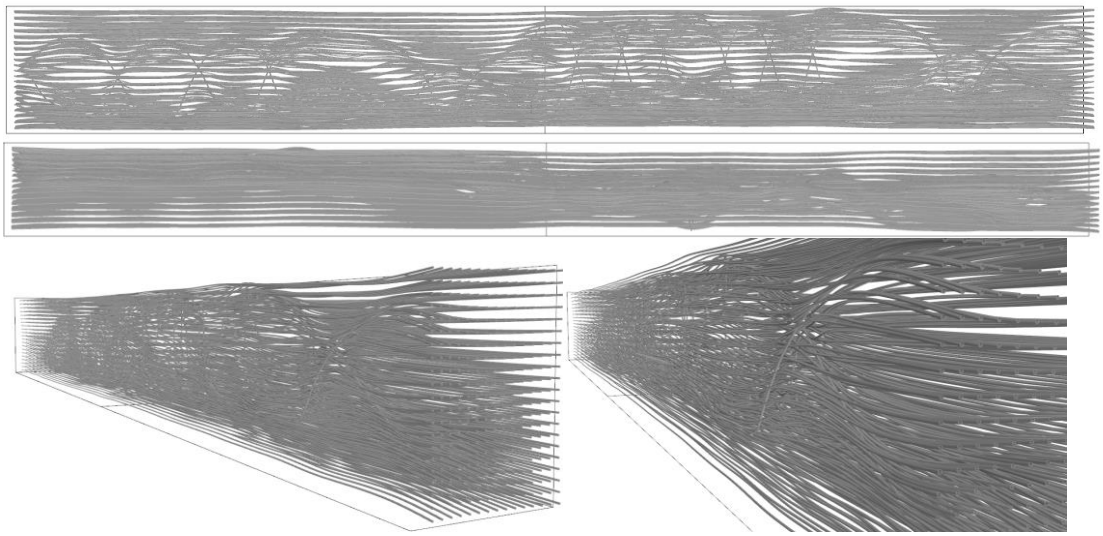
EK-4

Alternatif Hareket



Dijital Model 56. Alternatif Hareketin Çekim Alanı Araştırması
Tarih: 20.07.2020

Koreografik Eğriler

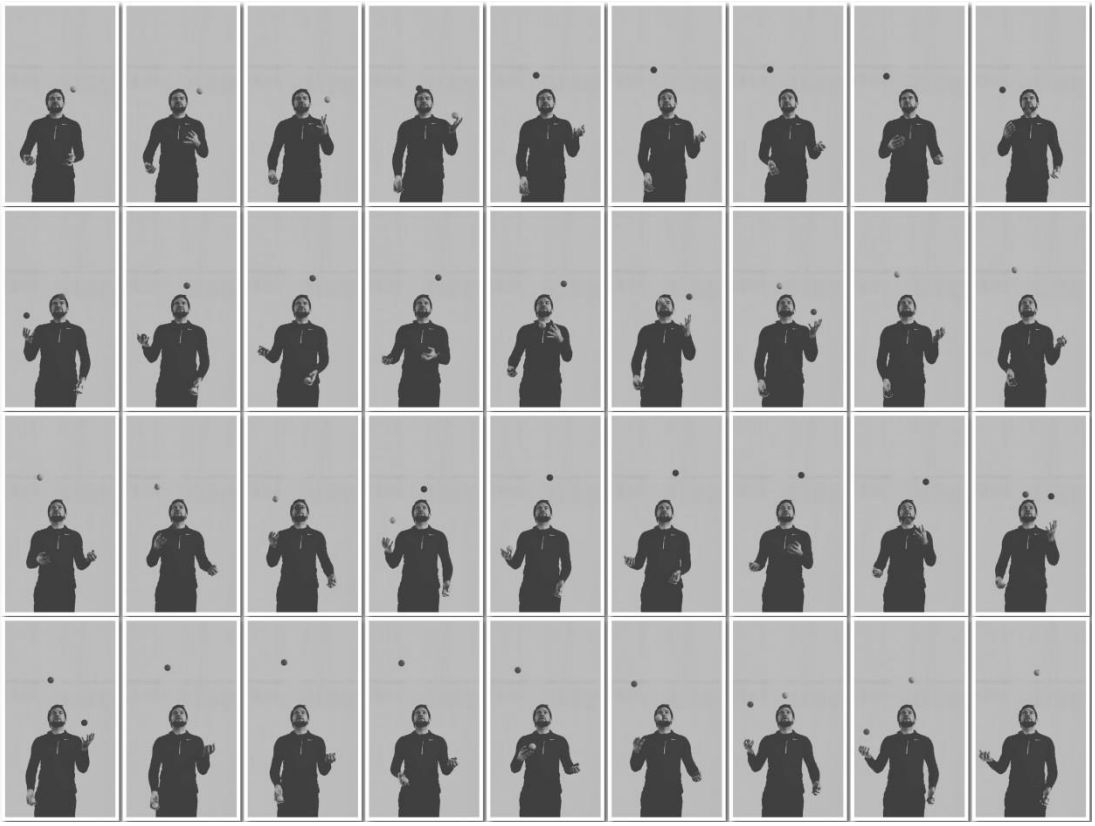


Dijital Model 57. Koreografik Eğriler Çekim Alanı Araştırması
Tarih: 20.07.2020

Ek-5

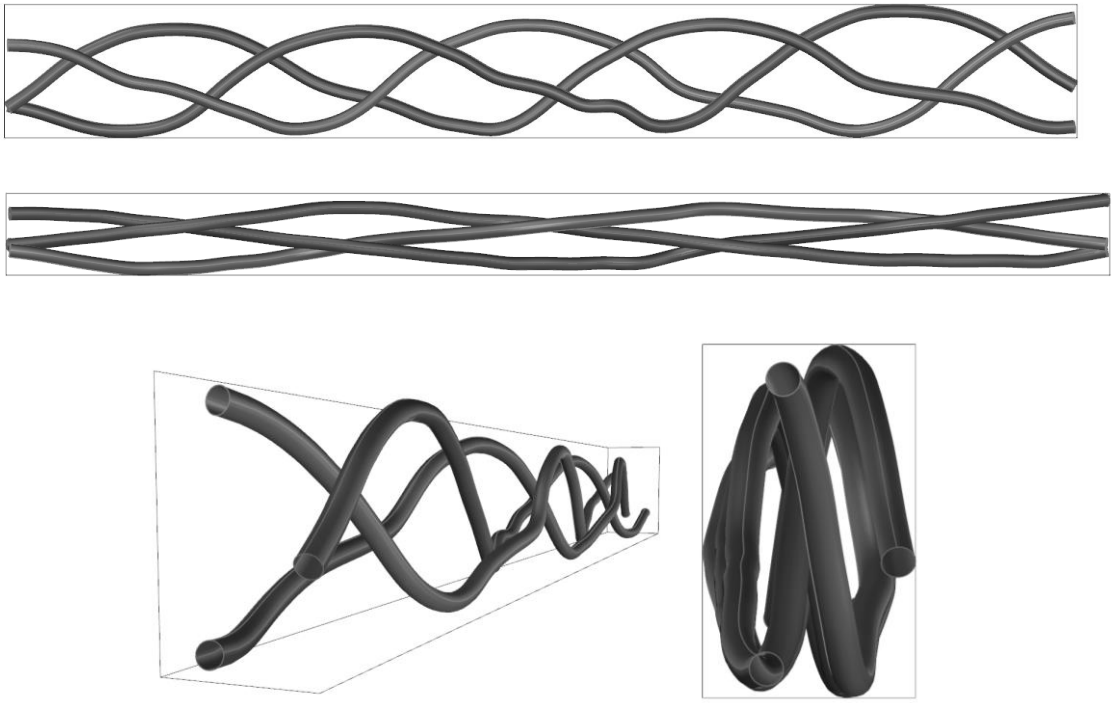
Temel hareket

Orta Ağırlıklı top (140gr) (2,57sn)



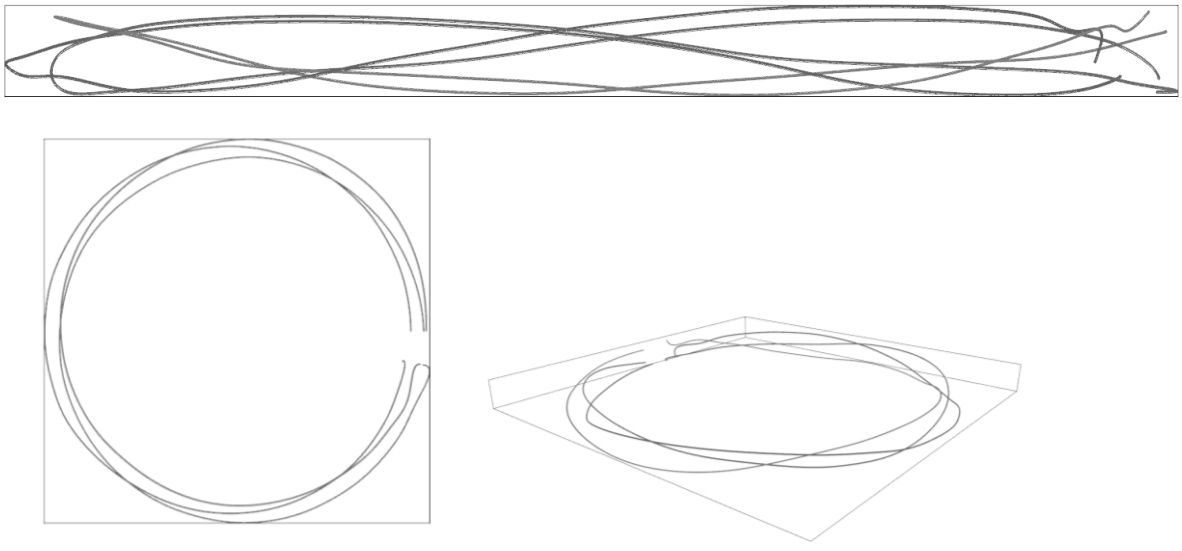
Diyagram 60. Orta Ağırlıklı Top ile Temel Hareket
Performans: Till Rautert

--Doğrusal



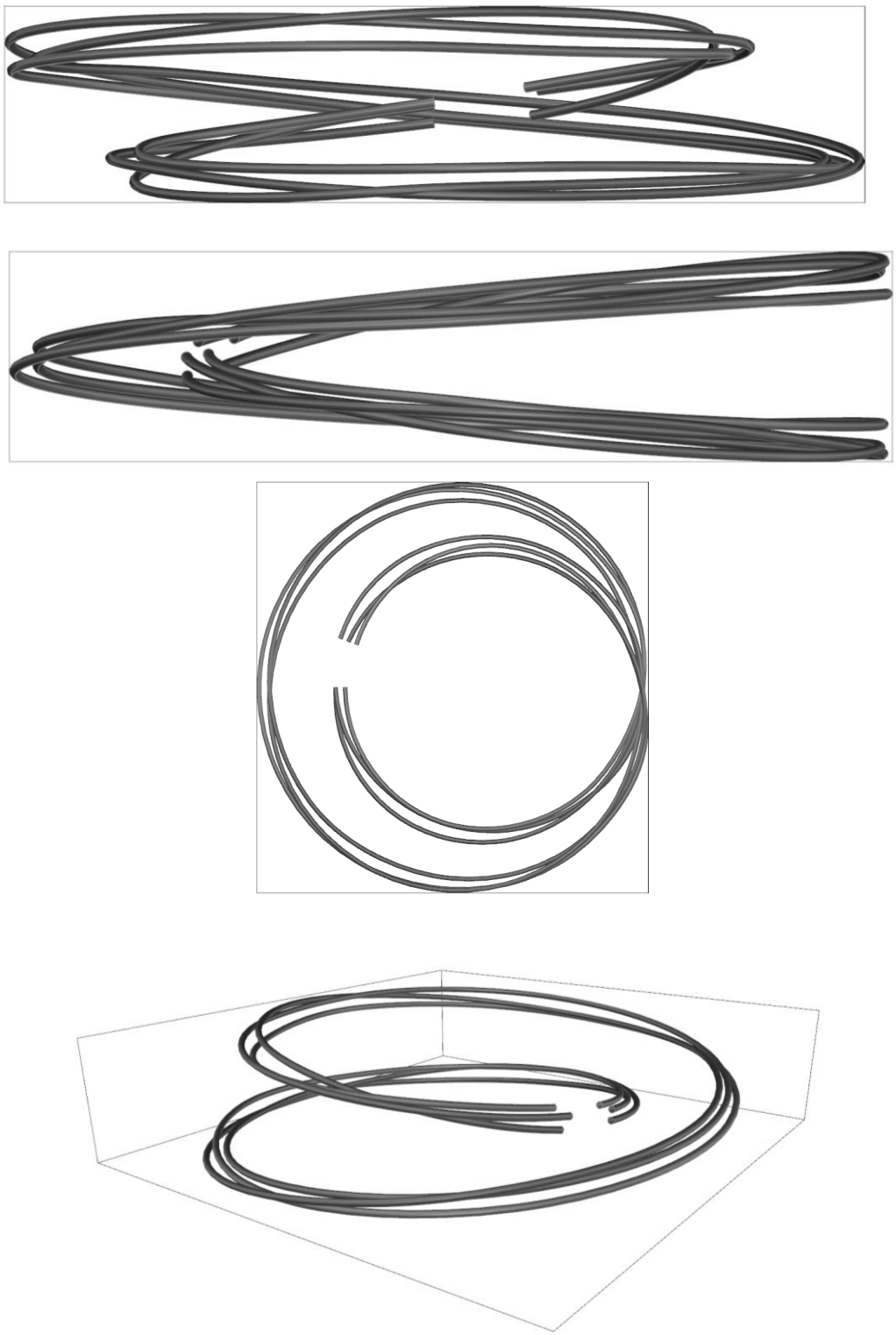
Dijital Model 58. Temel Hareketin Gözlem Eğrileri

--Dairesel



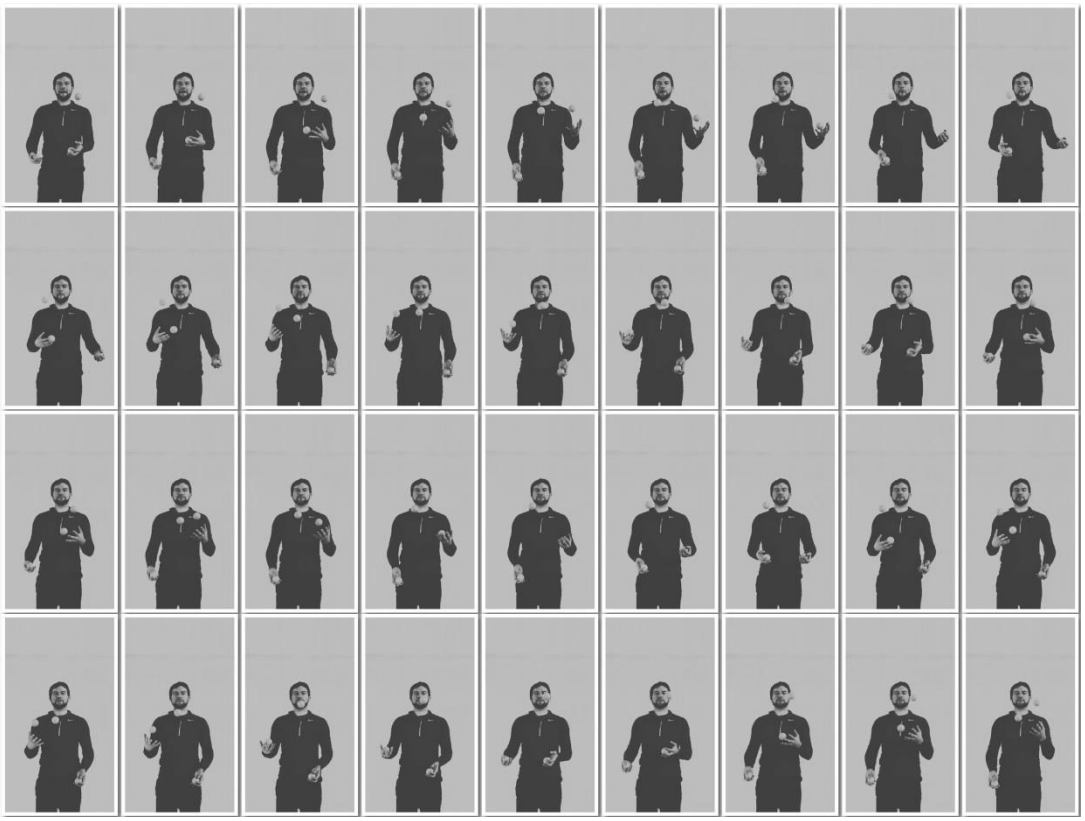
Dijital Model 59. Orta Ağırlıklı Top- Temel Hareketin Gözlem Eğrileri

--Mobius Şeridi



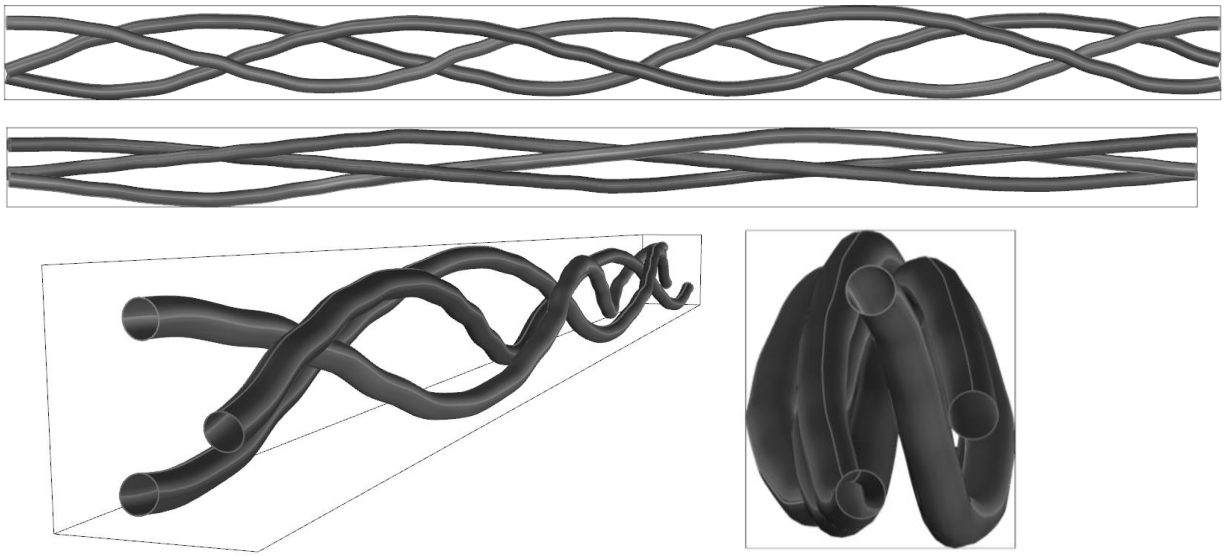
Dijital Model 60. Orta Ağırlıklı Top- Temel Hareketin Gözlem Eğrileri

-Ağır Top (250gr) (1,58sn)



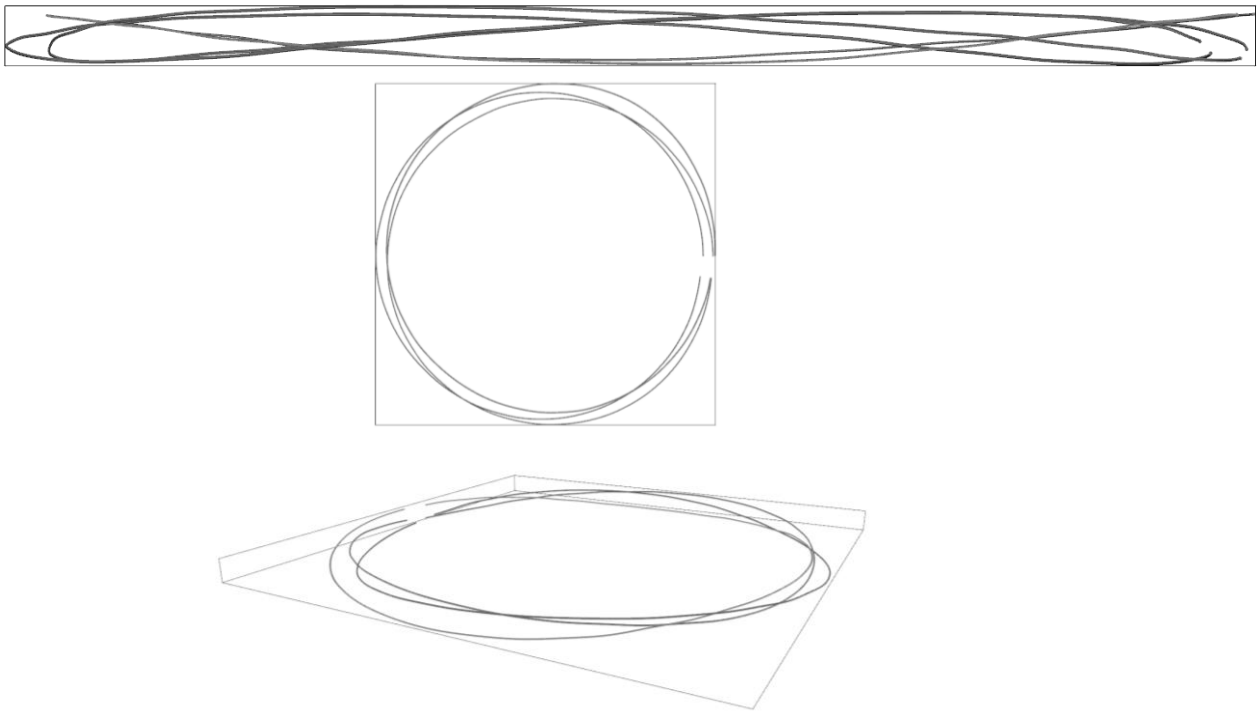
Diyagram 61. Ağır Top ile Temel Hareket
Model: Till Rautert

--Doğrusal



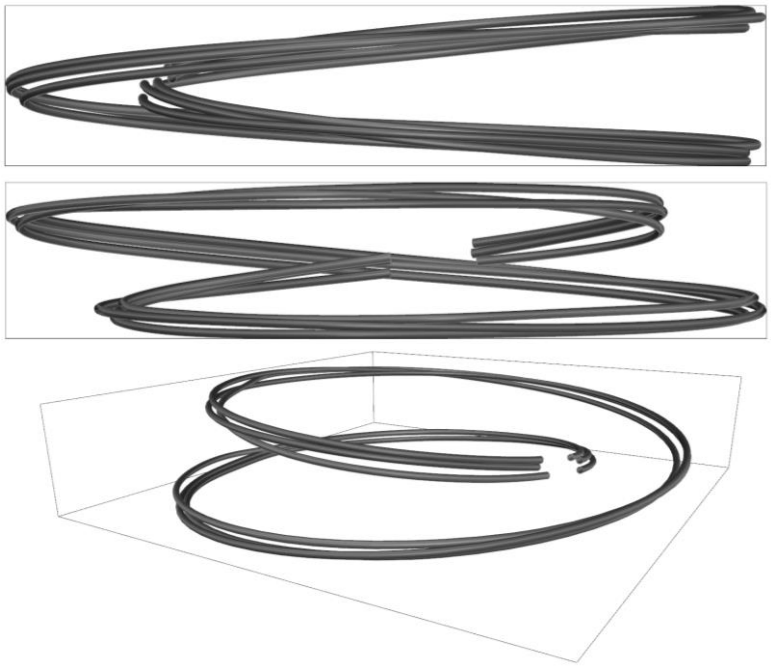
Dijital Model 61. Ağır Top- Temel Hareketin Gözlem Eğrileri

--Dairesel



Dijital Model 62. Ağır Top- Temel Hareketin Gözlem Eğrileri

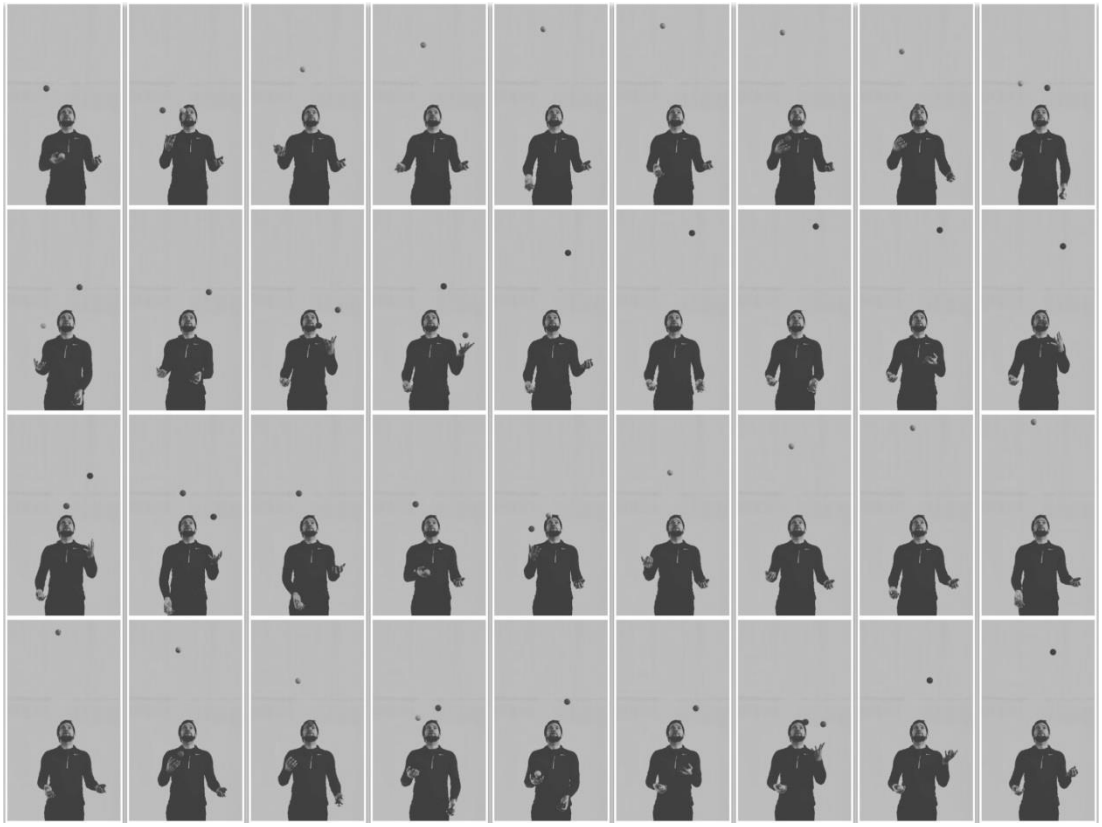
-Mobius Şeridi



Dijital Model 63. Ağır Top- Temel Hareketin Gözlem Eğrileri

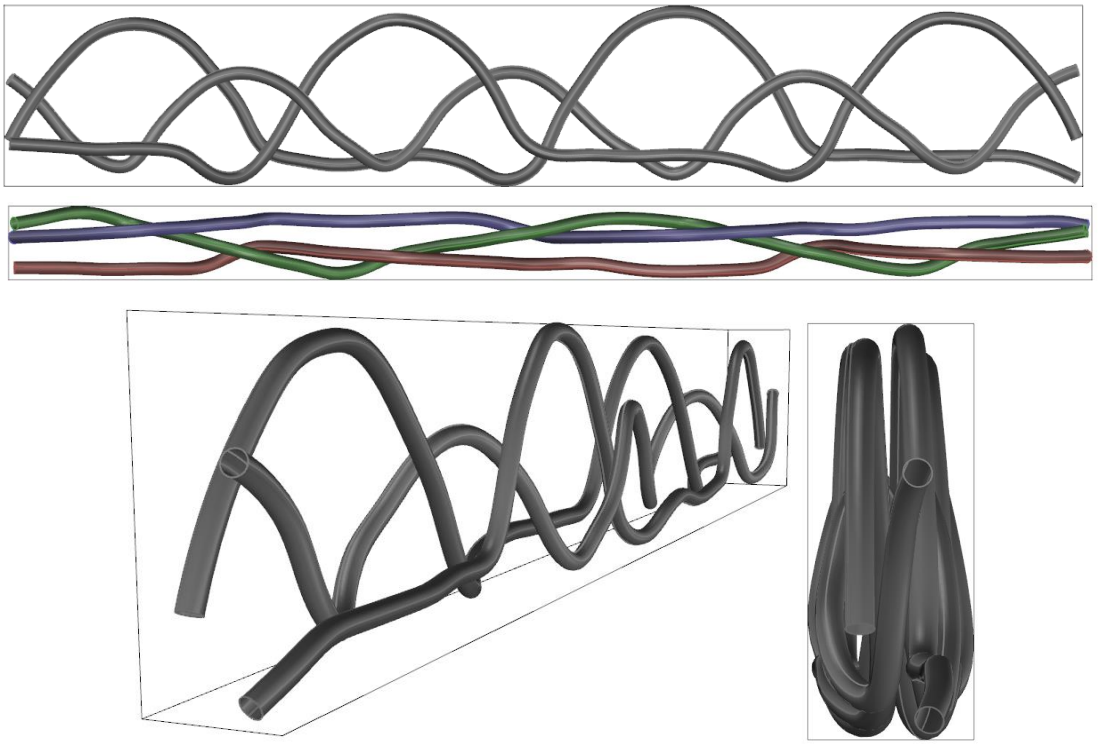
Alternatif Hareket

-Orta Ağırlıklı Top (140gr) (4,48sn)



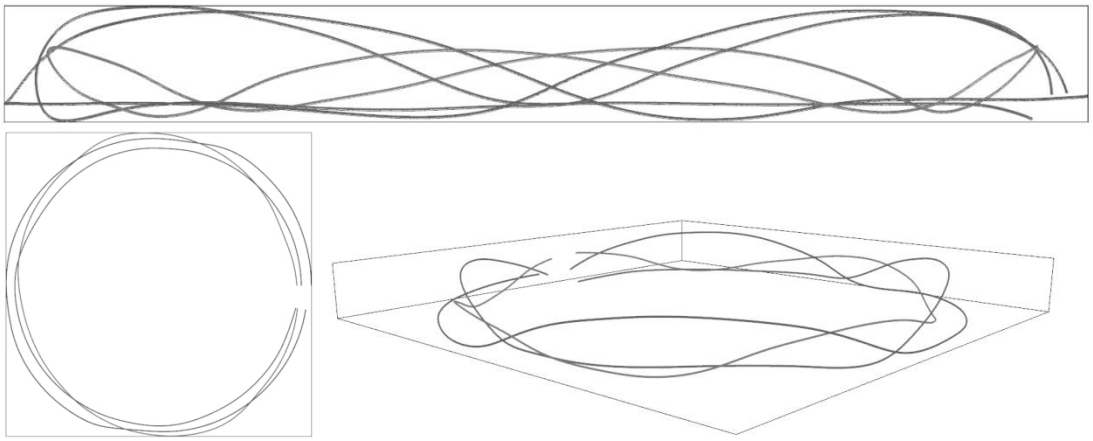
Diyagram 62. Orta Ağırlıklı Top ile Alternatif Hareket
Performans: Till Rautert

--Doğrusal



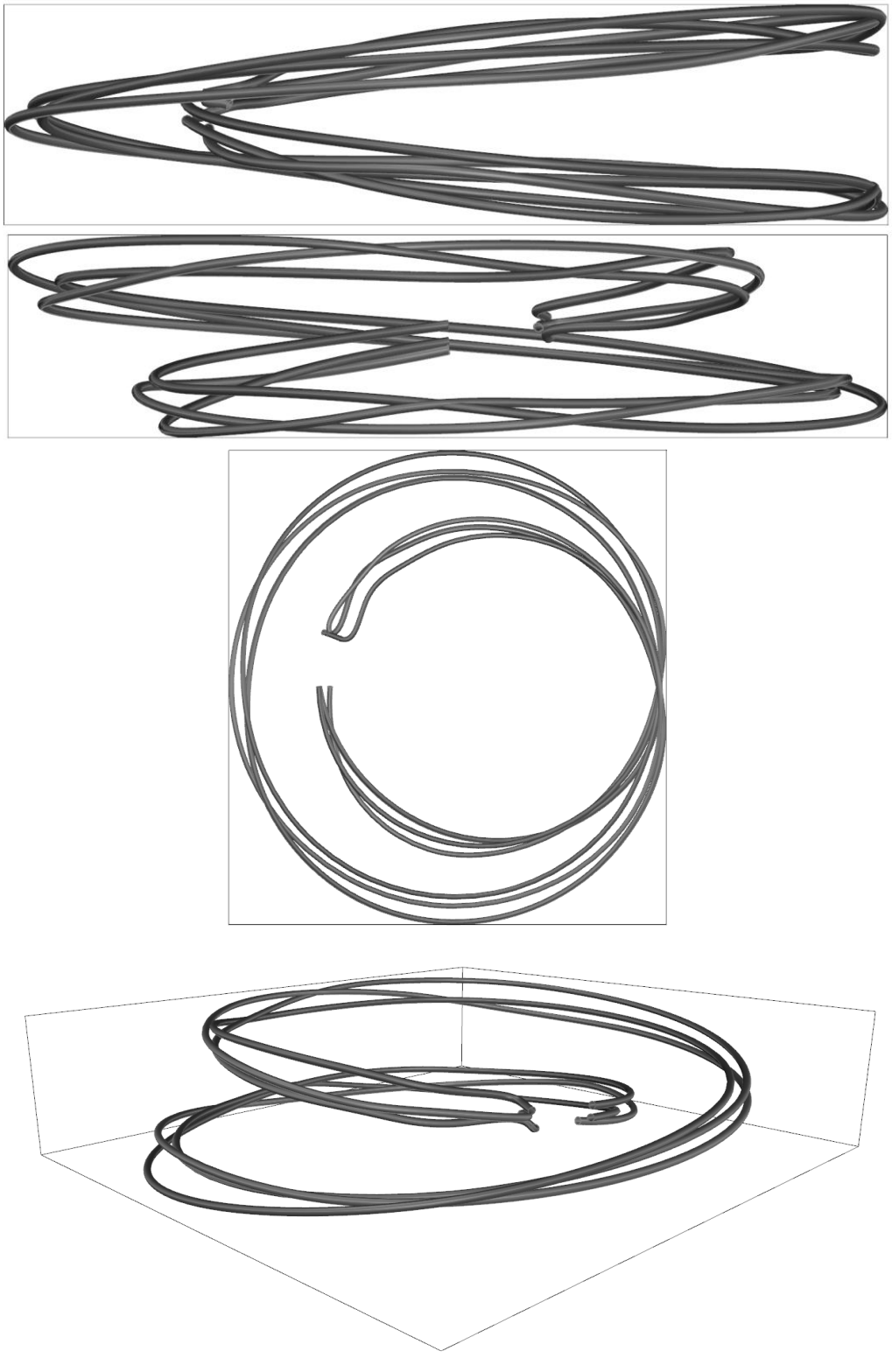
Dijital Model 64. Orta Ağırlıklı Top- Alternatif Hareketin Gözlem Eğrileri

--Dairesel



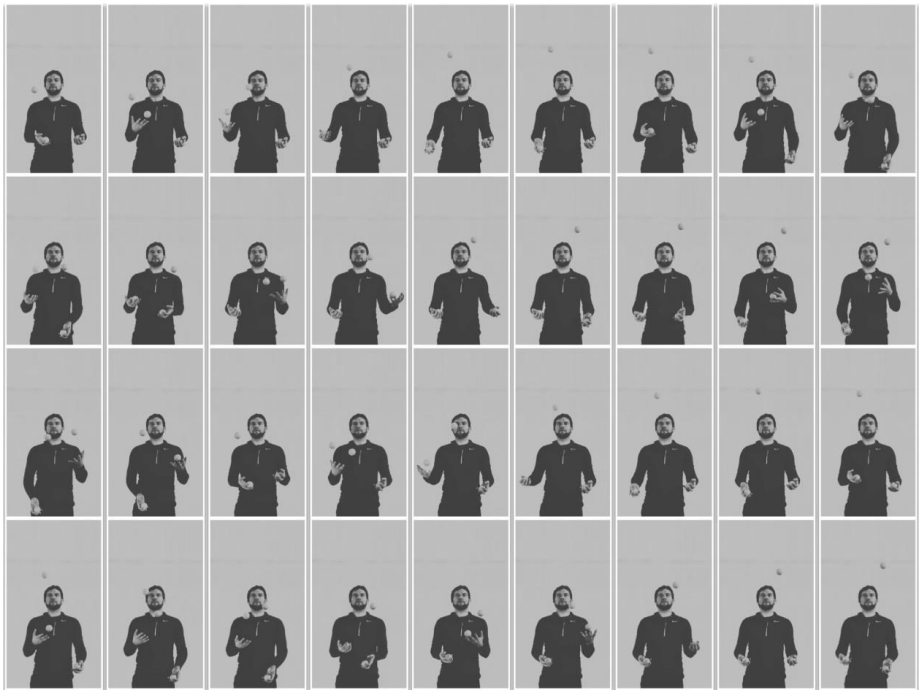
Dijital Model 65. Orta Ağırlıklı Top- Alternatif Hareketin Gözlem Eğrileri

--Mobius Şeridi



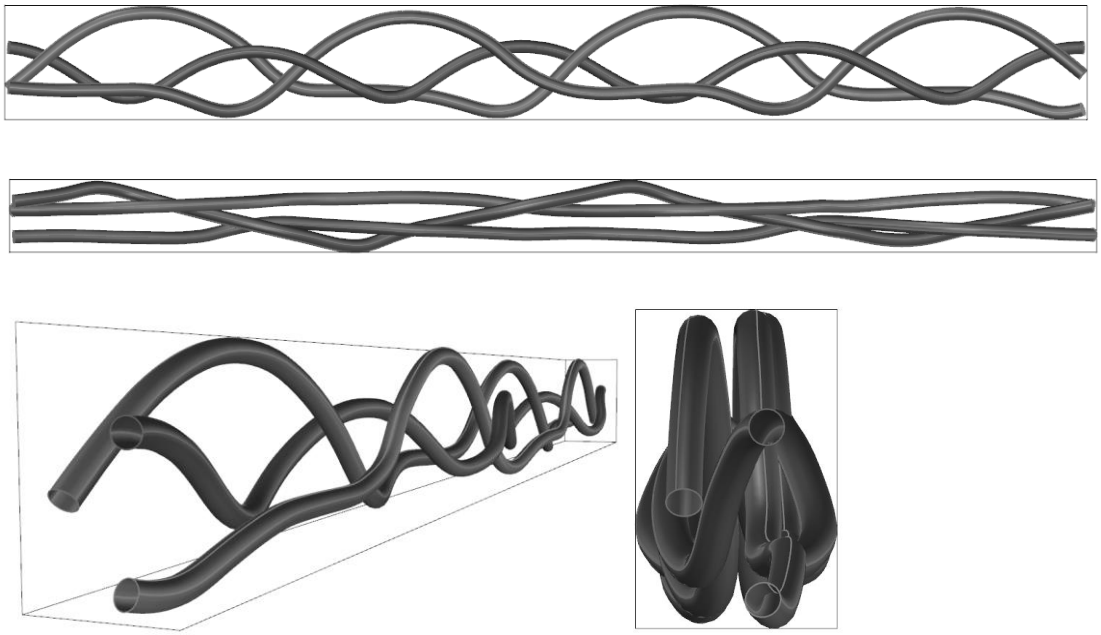
Dijital Model 66. Orta Ağırlıklı Top- Alternatif Hareket

-Ağır Top (250gr) (3,25sn)



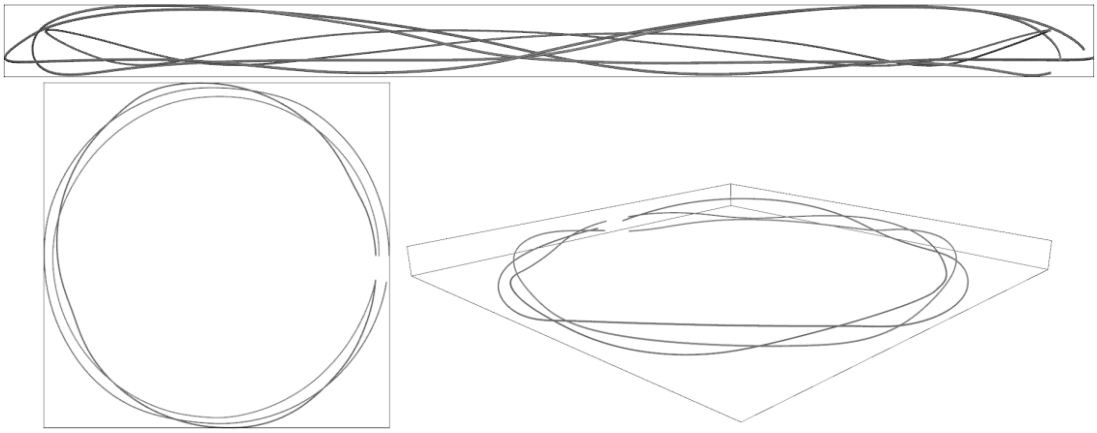
Diyagram 63- Ağır Top ile Alternatif Hareket
Performans: Till Rautert

--Doğrusal



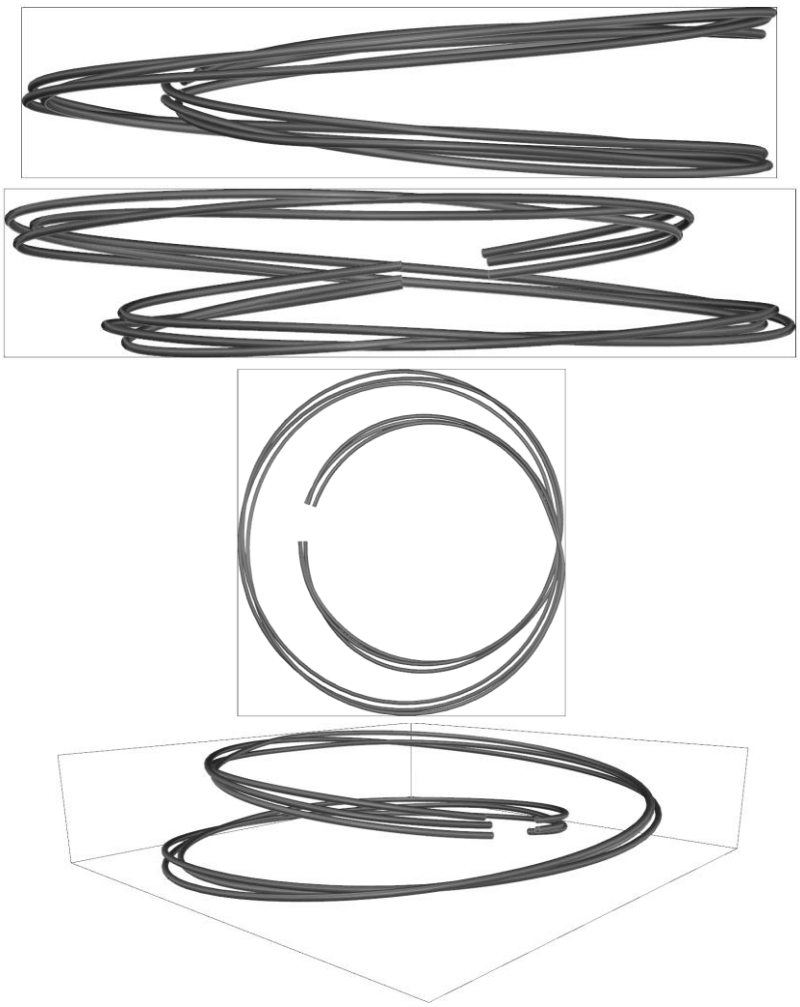
Dijital Model 67 Ağır Top- Alternatifin Hareket Gözlem Eğrileri

--Dairesel



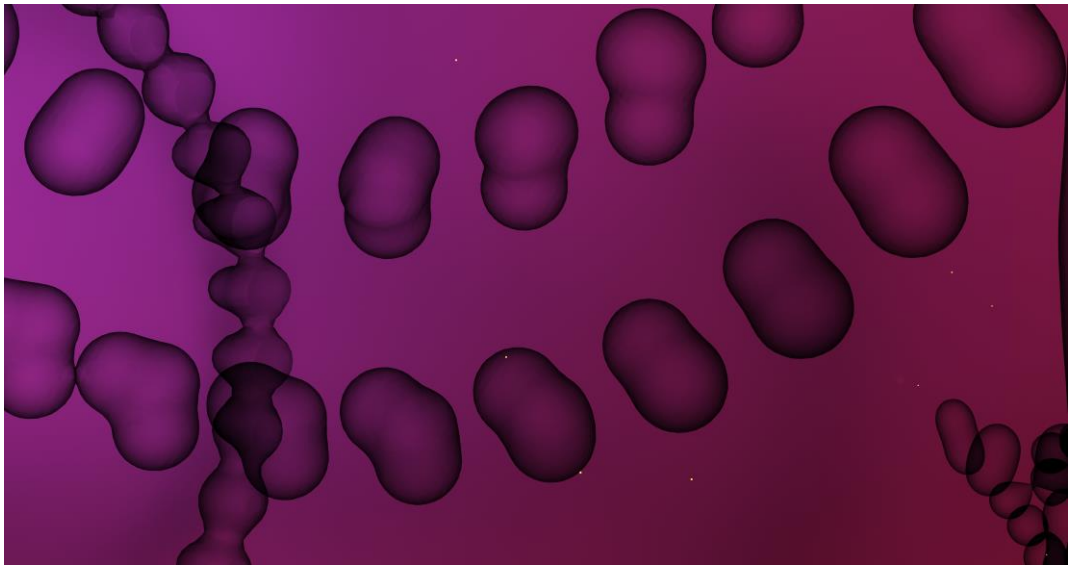
Dijital Model 68. Ağır Top- Alternatifin Hareket Gözlem Eğrileri

--Mobius Şeridi



Dijital Model 69. Ağır Top- Alternatifin Hareket Gözlem Eğrileri







Okuduğunuz için teşekkürler.

Tartışmak, eleştirmek, konuşmak isterseniz iletişim bilgilerim aşağıdadır.

ozgur.kavurmacioglu@gmail.com

+90535652490

instagram
@ozgurkavurmaci
@000lab
@platonia.land
@quida.m.otion
@theurbanarts
@kabiledans_offical
@sanat.departmani