

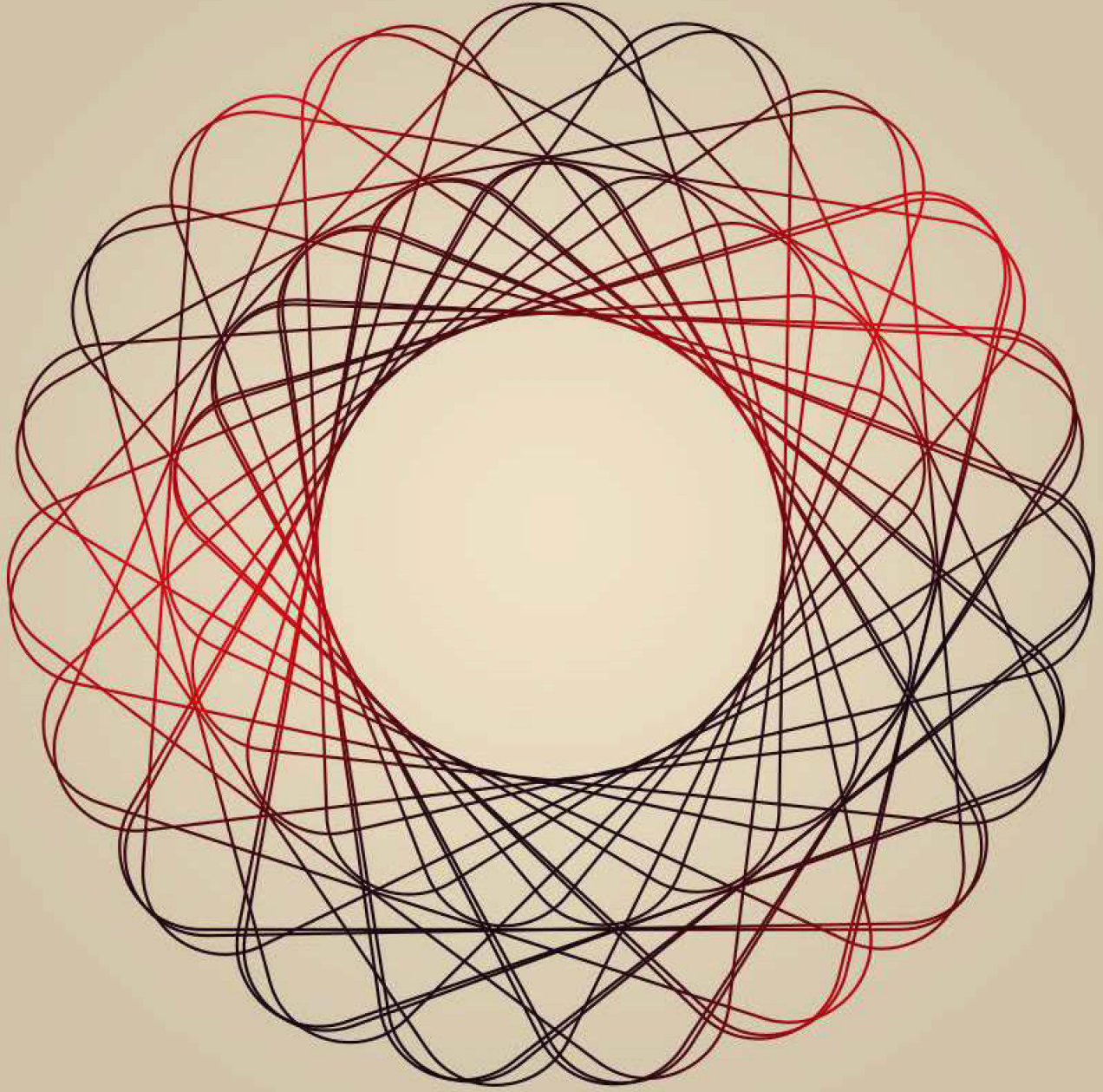
TASARIM ENFORMATİĞİ

ULUSLARARASI HAKEMLİ AKADEMİK DERGİ

MART 2019

CİLT: 01

SAYI: 01



İçindekiler

Bilgisayar Destekli Eğitim Modelleri ile Araçlarının Gelişimi, Eğitim Sistemindeki Rolü ve Fatih Projesi <i>Nur GÜNGÖRDÜ</i>	3
Biyomimikri ve Parametrik Tasarım İlişkisinin Mimari Alanında Kullanımı ve Gelişimi <i>Serra İNNER</i>	15
Sayısal Teknolojilerin Tekstil Tasarım ve Üretim Süreçlerine Etkisi <i>Şükran ÖZKAN</i>	30
Göz Hareketlerini İzleme Yöntemiyle Arama Motorlarının Otomatik Tamamlama Özelliğinin Kullanılabilirlik Açısından İncelenmesi <i>İlker Güven YILMAZ, Doğuş AYGÜN, Emre AKADAL, Sevinç GÜLSEÇEN</i>	51
Parçalı Dairesel Veri Görselleştirme Tekniğinin R “Ggplot2” Paketi İle Noktasal Tabanlı Oluşturulması <i>Sergen CANSIZ</i>	62

Editörden...

Tasarım Enformatiği dergimizin ilk sayısını sizlerle paylaşmaktan dolayı büyük sevinç ve heyecan duyuyoruz. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Enformatik Bölümü olarak bu yeni dergimizle hem ülkemizde ve hem dünyada Tasarım Enformatiği gibi adı henüz yeni duyulmaya başlamış bir alanda akademik çalışmaların paylaşılabilceği bir yayına imkan vermektten dolayı da çok mutluyuz.

Bu ilk sayı vesilesiyle bazı temel kavramları açıklamanın yararlı olduğunu düşünüyoruz. Öncelikle, enformatik, bilgi teknolojileri yoluyla, veri ve bilgiden, bir bağlam içinde araştırma veya uygulamada kullanılabilcek anlamlı çıkarımlar elde edilmesi, bu amaca yönelik faaliyetlerin yönetimi ve sistemlerin geliştirilmesi ile ilgilenen bir bilim dalıdır.

Tasarım enformatiği dergimiz, temel olarak, enformatiğin, güzel sanatlar, mimarlık ve iletişim ile ilgili dalların sanat, tasarım ve görselleştirme faaliyetlerinde kullanımına yoğunlaşmaktadır; ancak ilgi alanı daha geniş dağarcıkta birçok dalda yürütülen çalışmaları da kapsamaktadır. Dergimiz uluslararası hakemli bir dergidir. İngilizce ve Türkçe yayınlar kabul edilmektedir. Yılda Mart ve Ekim aylarında yılda iki defa çıkmaktadır.

Dergimizin bu ayki sayısına makaleleri yayınlanan Nur Güngördü, Serdar Arısu, Şükran Özkan, İlker Güven Yılmaz, Doğuş Aygün, Emre Akadal, Sevinç Gülseçen ve Sergen Cansız'a katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

Önümüzdeki sayılarımızda değerlendirmek üzere akademik çalışmalarınızı bizimle paylaşmanızı temmeni ederek saygılarımı sunarım...

Prof. Dr. Salih OFLUOĞLU

TASARIM ENFORMATIĞI

Uluslararası Hakemli Akademik Dergi

Mart 2019

Cilt : 01 - Sayı : 01

Sahibi

Prof. Dr. Salih Ofluoğlu

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü

Prof. Dr. Salih Ofluoğlu

Editörler

Prof. Dr. Salih Ofluoğlu

Yardımcı Editör

Dr. Öğr. Üyesi Bülent Onur Turan

Editörler Kurulu

Prof. Dr. Salih Ofluoğlu

Dr. Öğr. Üyesi Bülent Onur Turan

Doç. Dr. Ümit Işıkdag

Dr. Öğr. Üyesi Seher Başlık

Dr. Öğr. Üyesi Nazım Ziya Perdahçı

Dr. Öğr. Gör. Kemal Şahin

Yayın Kurulu

Prof. Dr. Salih Ofluoğlu

Doç. Dr. Ümit Işıkdag

Dr. Öğr. Üyesi Bülent Onur Turan

Dr. Öğr. Gör. Kemal Şahin

Öğr. Gör. Salih Akkemik

Öğr. Gör. Sertaç Karsan Erbaş

Hakem Kurulu

Prof. Dr. Salih Ofluoğlu

Prof. Dr. Burçin Arabacıoğlu

Doç. Dr. Ümit Işıkdag

Doç. Dr. Çetin Tüker

Doç. Dr. Derya Güleç Özer

Doç. Dr. Ozan Özener

Doç. Dr. Levent Arıdag

Dr. Öğr. Üye. Tigin Töre

Dr. Öğr. Üyesi Bülent Onur Turan

Dr. Öğr. Üyesi Nazım Ziya Perdahçı

Dr. Öğr. Üyesi Seher Başlık

Dr. Öğr. Üyesi Belinda Torus

Dr. Öğr. Üyesi Türkan İrgin Uzun

Dr. Öğr. Üye. Suzan Girginkaya Akdag

Dr. Öğr. Gör. Kemal Şahin

Kurumsal Kimlik Sorumlusu:

Öğretim Gör. Salih Akkemik

Dergi Asistanı/Dergi Sekreteri:

Gökçen Ezgi Şen

Dergi Yayın Koordinatörü:

Doç. Dr. Bülent Onur Turan

Hukuk Kurulu:

MSGSÜ Hukuk Müşavirliği

İngilizce Dil Editörü:

Doç. Dr. Ümit Işıkdag

Görsel Tasarım Sorumlusu:

Dr. Öğretim Gör. Kemal Şahin

İletişim

ADRES: MSGSÜ Enformatik Bölümü

MSGSÜ Bomonti Kampüsü - 6.Kat - Sağ Blok

Cumhuriyet Mh. Silahşör Cd. No: 89

Bomonti - Şişli / İstanbul

TELEFON : 0212 246 00 11 - 6100

E-POSTA : enformatik@msgsu.edu.tr

BİLGİSAYAR DESTEKLİ EĞİTİM MODELLERİ İLE ARAÇLARININ GELİŞİMİ, EĞİTİM SİSTEMİNDEKİ ROLÜ VE FATİH PROJESİ

Nur GÜNGÖRDÜ

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Enformatik Bölümü, Bilgisayar Ortamında Sanat ve Tasarım

e-posta:nur_gungordu@hotmail.com

ÖZET

Günümüzde eğitimin her safhasında teknoloji kullanılmaktadır. Bu çalışma; dünyada Bilgisayar Destekli Eğitim (BDE) ve Bilgisayar Destekli Öğretim (BDÖ) teknolojilerinin tasarım, gelişim aşamaları ve yeni gelişme yönelimleri açıklanması, Türkiye’de yapılan BDE ve BDÖ çalışmalarını dünyadaki çalışmalar ile karşılaştırılması ve değerlendirilebilmesi amacını taşır.

Anahtar Kelimeler: bilgisayar destekli eğitim, bilgisayar destekli öğretim, fatih projesi

ABSTRACT

Today, technology is used at every stage of education. This study aims to explain the design, developmental stages and new developmental orientations of Computer Supported Education(CSE) / Computer Aided Education(CAE) and Computer Supported Teaching(CST) / Computer Aided Teaching(CAT) technologies in the world and to compare and evaluate the BDI and BDI studies conducted in Turkey with the studies in the world.

1.GİRİŞ

Eğitim insanın doğumu ile başlar, insan geliştikçe ve var oldukça devam eder. Ebeveynlerin çocuklarına beslenmelerini, savunmalarını, savaşmalarını vb. öğretmesi eğitimin doğum ile başladığını ve sonradan ailenin yanında okulların sürece katılması insan gelişimi ile sürekli devam etmesine örnek olarak gösterilebilir. Bu açıklama eğitim ve öğretimin ne demek olduğunu ve farklılıklarının anlaşılabilmesini anlatır. “Eğitim, bireyin davranışında kendi yaşantısı yoluyla ve kasıtlı olarak istendik değişme meydana getirme sürecidir”(Ertürk,1975)olarak; öğretim ise “öğrenci gelişimini amaçlayan ve öğrenmenin başlaması, sürdürülmesi ve gerçekleşmesi için düzenli planlı

etkinliklerden oluşan bir süreçtir”(Açıkgöz,2000) olarak ifade edilmektedir. Bu ifadelerden eğitim ve öğretimin bir birinden ayrılmaması gereken fakat farklı kavramlar olduğu anlaşılabilir.

İnsanoğlu ilk eğitimi, ilk öğretmenler olan aileden alır. Okul ile birlikte sürece kitap, defter, ansiklopedi, TV, radyo vb. materyaller dâhil olur. Materyallerin sürece dâhil olması ile eğitimcinin yerini kaybetme riskini ortaya çıkarmıştır. Öğrenci eğitime ihtiyaç duymadan materyalden bilgiyi doğrudan alabilmiştir. Ama materyallerin kendini yenileyememesi, dönüt verememesi sebebiyle öğrencilere gerekli doyumu sağlayamamış ve kazanan eğitimci olmuştur. Geçmişte farklı materyallerle ile başlayan bu durum, günümüzde bilgisayarlar ile devam etmektedir. Ne kadar farklı materyal gelişirse gelişsin, materyaller eğitimcinin yerini alabileceklerdir demek olmayacaktır.

Bilgisayarlar, bilgi çağını başlatan, geçmişten günümüze kadar icat edilmiş araçlar içerisinde en önemli olanıdır. Bunun yanı sıra, Bilgi Teknolojilerinin(BT) öğrenilmesi ve öğretilmesi aşamasında yan araç olarak kullanılmıştır. BDE'nin önemi burada başlamaktadır. Bilgisayarlar son zamanlarda eğitimde, BT alanında kullanılan araçlar arasında en hızlı gelişen ve kullanılanıdır. BT’de bunu gerçekleştirmek için eğitim alanında kullanılmaya başlamıştır. Kaliteyi düşürmeden daha az maliyetle, daha fazla sayıda öğrenciyi ulaşılmak amaçlanmıştır. Bilgi olarak, yetenek olarak hayatımızın her alanında yer edinen teknolojiler gelişmişlik düzeyi ne olursa olsun tüm toplumları köklü bir değişim sürecine sokmuş, bilgi toplumlarının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu teknolojiler de bilgi toplumlarının temelini oluşturmaktadır. Yeni teknolojiler eğitimde BDE, etkileşimli video, yapay zekâ, telekonferans, elektronik haberleşme yer almıştır(Akkoyunlu,1995).

2. BİLGİSAYAR DESTEKLİ EĞİTİM

Bilgisayarların eğitim-öğretim kullanılmasıyla BDE, BDÖ, bilgisayara dayalı eğitim, bilgisayar tabanlı öğretim gibi kavramlar belirmiştir. Bilgisayarın eğitimde kullanılan ilk kavramlarından biri olan BDE kısaca, öğretimsel içerik ve

etkinliklerin bilgisayar yoluyla aktarılmasıdır (Camnalbur, 2008).

BDE’de başarılı olmak, gayeye ulaşabilmek adına sistemi destekleyen öğretmen, öğrenci, yazılım ve donanım olan ana unsurların bulunması ve birbirini tamamlaması gerekmektedir. BDE tabanlı bir öğretimde bilgisayardan yararlanma veya sistemin pozisyonunu aşağıdaki gibi gruplayabiliriz:

Bilgisayarla Öğrenme: Eğitici oyunlar, simülasyon, kelime-işlem vb. bu gruba örnek teşkil eder.

Bilgisayardan Öğrenme: Uygulama, alıştırma vb. işlemleri içerir.

Bilgisayar Yönetimli Öğretim Veri tabanı işlemleri, ölçme-değerlendirme gibi işlemler bu bölümdedir.

Bilgisayar Işığında Düşünme: Problem çözme vb. etkinliklerdir.

Yukarıda görülen modellerden anlaşılacağı üzere bilgisayar ile öğretimin birçok modeli vardır. Ama bu modelleri, eğitim düzeyine göre özenle seçmek gereklidir.

2.1. Bilgisayar Destekli Eğitim Yararları

BDE zamanımızda eğitimin vazgeçilmezleri arasındadır. Vazgeçilmezler arasına girmesinde hayata ve eğitime getirdiği yararlar neden olmuştur. Bu yararları su şekilde sıralayabiliriz:

Sabırlılık:

BDE’min yararlarından ilki sabırlı olmasıdır. Öğrenen anlaşılmayan konuları istediği kadar tekrar edip, gelişim sürecini kendi takip edebilir, bu sayede konular üzerindeki ilerleyişini planlayabilir.

Anında Dönüt:

BDE ve BDO araçları konu sonlarında sorduğu sorulara verilen cevaba göre doğru-yanlış şeklinde geri bildirim verebilir. Bu dönütün anında yapılması eksik ve yanlış olan bilgilerin anında tekrar edilmesini kolaylaştırır.

Seviye Farklarını Ortadan Kaldırabilme:

Önemli yaralarsan biri de öğrenenlerin seviye farklarını ortadan kaldırabilmesidir. Geleneksel modellerde, farklı öğrenme seviyelerinden öğrenciler bulunan bir sınıfa ortalama da olsa tek bir seviyede hazırlanmış içerik ile konu aktarıldı. Bu da düşük seviyedeki öğrenenin konuları hiç kavrayamamasına sebep olabılırken, yüksek seviyede ki öğrenenin ise derste sıkılmasına sebep olabiliyordu. BDE ve BDO araçlarında farklı seviyelere uygun konu anlatımları, alıştırmalar vb. ile bu farklılıkların sebep olabileceği olumsuzluklar en aza indirgenebilmiştir.

İlgi Çekicilik:

Klasik konu anlatımından farklı olarak kalıcı öğrenme hedefleyen BDE ve BDO araçları, bu amaca uygun olarak öğrenenin ilgisini çekebilecek şekilde tasarlanabilir. Örnek olarak yas gruplarına uygun eğitici oyunlar ile öğrencinin derse ilgisi ve katılımı artırılabilir.

Ekonomiklik:

Sınırlılıkları başlığı altına alınan ekonomi başlığını yararları başlığı altına da verebiliriz. Özellikle deneysel çalışmalar için gerekli olan maliyetli araç gereçlerin yerine, BDE ve BDO yazılımları ile geliştirilmiş uygulamalardan bahsedilebilir bu başlık içinde. Pahalı araç gereçlerin yerine daha az maliyetli olan yazılımlar, her öğrenci için fırsat eşitliği kapsamında eğitim almasını kolaylaştırmıştır.

Bağımsız Olabilme:

Zaman ve mekândan bağımsız olarak eğitim yapılma olanağı sağlar. Çeşitli sosyo-ekonomik durumdan kaynaklanan kaynaklara ve materyallere ulaşmadaki imkânsızlıkların ortadan kalması için çözüm olabilir.

2.2. Bilgisayar Destekli Eğitimin Sınırlılıkları

Her alanda olduğu gibi BDE modellerinin de sınırlılıkları vardır. Yapılan araştırmalar sonucunda madde madde bu sınırlılıkları aşağıda sıralanmaya çalışılmıştır:

Sosyal Temas:

Eğitim bilimcilerine göre BDE’nin en büyük sınırlılığı öğrenci-eğitimi ilişkisinin kurulamamasıdır. BDÖ’de öğrenci-bilgisayar ilişkisinin kurulmasının imkânsız olması, öğrencilerin deyimiyile öğretmen-öğrenci göz temasının kurulamamasının BDE ’in en büyük sınırlılığı olduğu söylenebilir.

Her Sorunun Cevaplanamaması:

BDE ve BDO uygulamaları her ne kadar anında dönüt sağlasa da öğrencinin her sorusuna cevap veremeyebilir. Bu noktada bilgisayar yeterli gelmez ve gerçek cevap verebilen eğitimciye ihtiyaç duyulur.

Uygulama Geliştirme Sorunları:

BDÖ hazırlanırken eğitimci, uygulama tasarımcısı, uygulama hazırlayıcı elemanlar çok dikkat etmelidir. BDÖ, hazırlanırken yüklenen bilgilerden fazla bir bilgi veremez, oluşabilecek yazılımsal hatalar fark edildiği anda düzeltilemeyebilir ve öğrenciye yanlış bilgi sunulabilir. Bu hatalı bilgilerin sonradan düzeltilmesi oldukça zordur. Bu sebeple hazırlanan içeriğin, uygulamanın öğrenciye

sunulmadan önce çok dikkatlice incelenmesi gerekmektedir. Örnek olarak, bir araç kullanım simülasyon materyali hazırlanırken aracın saatte 150 km hızla virajı dönebileceği söylenirse, simülasyondan öğrenilen bu bilgi, gerçek hayatta uygulanacak dolayısıyla bu hızla virajı alamayan araç kazaya sebep olacaktır.

Uzman ve Donanım Yetersizliği:

Bu sınırlılıklara ek olarak, kaliteli eleman ve uzman yetersizliği, donanım yetersizliği de söylenebilir. Bilgisayar ekranını yazı alanının sınırlı oluşu, gerekli olan yazılımı geliştirecek olan uzmanın eksik veya yeterli bilgiye sahip olmayışı da sınırlılıkları içindedir.

Sağlık Problemleri:

Bunların yanı sıra sınırlılıklarından biri de sağlık problemleridir. Psiko-sosyal ve fiziksel bazı sorunlara yol açabilmektedir. Örnek vermek gerekirse BDÖ araçları ile yapılandırılmış bir eğitim sürecinde öğrencinin sosyalleşmesi engellenir ve öğrencinin sosyal gelişimini aksatabilir.

Ekonomik Sebepler:

Ekonomik nedenler BDE ve BDO araçlarının hem yararı hem sınırlılığı olarak ele alınabilir. Bu araçlar birden fazla defa kullanılabilmesi, geliştirilebilmesi yönüyle yararlı iken, her öğrenenin ekonomik gücünün aynı olmayışı, bu araçların pahalı materyaller olması gibi nedenler ile de sınırlıdır.

3.BİLGİSAYAR DESTEKLİ EĞİTİM TARİHÇESİ

3.1. Dünya’da Bilgisayar Destekli Eğitim

BDE ilişkin ilk çalışmalar 1950’li yıllarda Skinner’ın çalışmalarıyla başlamıştır. Skinner tarafından davranışçı kuramın ilkeleri gözetilerek programlı öğretim ile öğretme makineleri üretilmiştir (Erden ve Karağaçlı,2008). Davranışçı kuramın etkisiyle üretilen öğretme makineleri öğrencilerin bireysel farklılıklarına hitap edememiştir. “1960 ve 1970lerde düşük maliyetli bilgisayar üretimi ile eğitim ile ilgili projelerde geliştirilmeye başlamıştır. Bu projelerden en önemlileri IBM 1500, PLATO ve TICCIT sistemleridir”(“BDE” ve “BÜ Ders Notları”,2017).

İlk olarak Florida Eyalet Üniversitesi’nde gerçekleştirilen IBM 1500 projesiyle üniversitelerde bilgisayar destekli fizik ve istatistik öğretimi yapılmıştır. Sonradan 1960’ların ortasında ise okuma ve matematik yeteneklerinin artırılması amacıyla öğretim yapılmıştır. 1963 yılında ise Stanford Üniversitesi tarafından ilköğretim öğrencilerinin seviyesine uygun öğretimsel amaçlı

bir matematik yazılımı geliştirildiği bilgisine ulaşılmıştır.

1970’lerde bilgisayar devrimi başlamıştır. Daha küçük, güçlü bilgisayarlar üretilmeye başlanmış, geliştirilen eğitim yazılımları çeşitlenmiştir. BDO uygulamaları gelişen bilgisayar ve yazılım teknolojisi paralelinde, konu kavratma sürecinin yanında değerlendirme sürecini de içermeye başlamıştır. (“BDE” ve “BÜ Ders Notları”,2017).

Eğitimde bilgisayar kullanılması için ilk başlatılan geniş kapsamlı ilk proje PLATO’dur. Illinois Üniversitesince, Control Data Corporation işbirliğiyle hayata geçirilmiştir. Bu proje amacı, üniversitelerde çok disiplinli olacak biçimde öğrencilerin BDO gereksinimini karşılamaktır (“BDE” ve “BÜ Ders Notları”,2017).

1977’de Texas ve Brigham Üniversiteleriyle ortak olarak geliştirilen ve özellikle matematik ve İngilizce öğretimine yer veren TICCIT projesi başlatılmıştır. Amerika’daki bu projelerin etkisiyle, 1970’li ve 1980’li yıllarda İngiltere, Fransa ve Federal Almanya’da BDO konusunda gelişim olmuştur. Federal Almanya’da 1975’te orta öğretimin üst kademelerine bilgisayar eğitimi verilmesi ve sonradan alt kademelere de geçilmesi, İngiltere’de 1980 yılında "Mikro-Elektronik Eğitim Programı, Fransa’da 1983’te belirlenen "100.000 Bilgisayar" hedefi ile 1985’te "Herkes için Enformatik" programlarının aktifleştirilmesi bu gelişmelere örnektir(“BDE” ve “BÜ Ders Notları”,2017).

1980 sonrasında bilgisayar devrimi hızlanmış ve kişisel bilgisayarlar üretilmiştir. Hipermedia-hipermetin gibi kavramlarla bu ortamların geliştirilmesi artmıştır(“BDE” ve “BÜ Ders Notları”,2017).

3.2. Türkiye’de Bilgisayar Destekli Eğitim

Türkiye’de eğitim ve öğretim kurumlarında, 1984 yılından beri BDE’nin uygulanması gündemde olan bir konu olmuştur. 1984 yılında Orta Öğretim Komisyonu’nda Bilgisayar Eğitimi Uzmanlığı kurulmuştur(Keser,2011). 1984 yılında Türkiye’de ortaöğretim kurumlarına 1100 mikrobilgisayar tedarik edilmiş ve her şehirde en az bir lisede olmak üzere bu bilgisayarlar dağıtılmıştır. 1985-1986 eğitim-öğretim yılından bu yana, "Bilgisayar" dersi ortaöğretim programında seçmeli ders olarak yer almaktadır. Pilot okul olarak seçilmiş 100 lisede bilgisayar laboratuvarı kurulumu yapılmıştır (Keser, 2011). Her okuldan 2 öğretmen 5 hafta boyunca hizmet içi eğitim almıştır (Uşun, 2004).

İstanbul’da "Türkiye’de Bilgisayar Destekli Eğitim Konferansı" 12-13 Ekim 1987’de

gerçekleştirilmiştir. Türkiye’de BDÖ konusunda çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda devletin eğitim uzmanları, temsilcileri ve yabancı uzmanlar arasında BDÖ konusunda fikir alışverişini yapılmıştır. Bu toplantıda dönem başbakanı tarafından "Bilgisayar Destekli Eğitimde Bir Milyon Bilgisayar" hedefi belirlenmiştir. Bu hedef BDE’ye devlet tarafından verilen önemi göstermektedir. BDE konusunda 5-6 Ağustos 1989 tarihlerinde İstanbul’da toplanmış olan BDE Birinci Danışma Kurulu’nda uygulama modeli, yazılım, öğretmen yetiştirme, donanım ve BDE deneme planlanması konusunda çalışmalar yapılmıştır (“BDE”,2017).

1989 yılında Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) 9 şirketle anlaşma yapmış ve şirketler 58 okulda BDÖ uygulamaları yapmışlardır. Bu başvurular sırasında 6 milyar Türk Lirası harcanmış, 18 okul için 378 bilgisayar, 2000 saat 37 derslik yazılım geliştirilmiş, 750 öğretmenin eğitimi tamamlanmıştır. MEB tarafından görevlendirilen yürütme komitesi tarafından bu BDÖ çalışmalarında belirlenen bazı eksiklikler vardı; eğitim yazılımının müfredat için hazırlanmadığı, BDÖ uygulamalarına öğretmenlerin katılımının etkili olmadığı, öğretmenler için yeteri kadar eğitim olmadığı ve bu sebeplerden ötürü BDÖ’ nün öğrencilerin ilgisini çekmediği ve etkin bir şekilde kullanılmadığı yönündeydi. Ayrıca şirketler tarafından yapılan tanıtım ve reklamlar zayıftı(Uşun,2004). Bu yüzden, BDÖ uygulaması başarılı sayılmadığı söylenebilir.

İstanbul’da toplanan "BDE Projesi Değerlendirme ve Danışma Kurulu II. Toplantısı’nda 26-27 Haziran 1990 tarihlerinde, bakanlığın hedeflerine göre BDE’ye yapılan ve yapılacak yatırımlar görüşülmüştür(Odabaşı, 1998). 1984-1990 yıllarında bilgisayarın eğitimde kullanılma çalışmalarının başladığı, MEB’e bağlı lise kurumlarında 5000 adetlik bir bilgisayar donanımı oluşturulduğu görülmüştür. MEB, 1990 yılında Dünya Bankası tarafından desteklenen 7 yıllık bir Milli Eğitim Geliştirme Projesi’ni oluşturmuştur.

Dünya Bankası, proje için Türkiye’ye 90,2 milyar ABD doları tutarında kaynak sağlamıştır. 1991’de 5121 bilgisayar satın alındı. Bu yıllara kadar, ortaokulların% 11-12’sinde bilgisayar laboratuvarı mevcuttu ve bunların çoğu MEB tarafından sağlanıyordu. Bilgisayar laboratuvarının kullanım süresinin% 70’i bilgisayar eğitimine ayrılmış ve% 30’u bilgisayar destekli öğretimden ayrılmıştır. 1995 yılının sonunda, diğer okullara donanım ve eğitim yazılımı sağlamak amacıyla 53 müfredat laboratuvarı kuruldu. 1997’ye kadar yaklaşık 250 öğretmen bilgisayar ve eğitim yazılımı eğitimi aldı(Uşun, 2004).

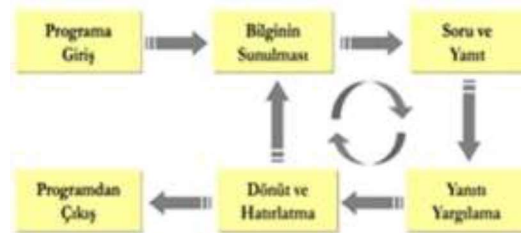
MEB, 1997-1998 eğitim-öğretim yılında, 6 milyar dolara mal olan Eğitimi Geliştirme Projesi 2000’in bir parçası olarak, her şehir ve ilçede en az iki ilköğretim okulunda bilgisayar laboratuvarı oluşturulmasına karar verdi. Projede 70000 okulun bilgisayar ağına bağlanması planlandı. 1998 yılında Türkiye Cumhuriyeti ile Dünya Bankası arasında bir anlaşma imzalandı. Bu anlaşmanın bir parçası olarak okullara donanım ve yazılım satın alınmış, İnternet’e bağlı okullar ve öğretmenler Dünya Bankasının desteğiyle BİT’ten eğitim almışlardır (Akkoyunlu ve İmer, 1998). MEB, 2002 yılında Dünya Bankası ile üç yıl BİT entegrasyonu için yeniden bir anlaşma imzaladı(MEB, 2007). 2007-2008 eğitim-öğretim yılından bu yana ilkokullarda "Bilgi Teknolojisi" dersi müfredatta seçmeli bir ders olarak yer aldı(Keser, 2011).

4.BİLGİSAYARDESTEKLİ EĞİTİMİN, EĞİTİM SİSTEMİNDE KULLANILAN YAYGIN FORMATLAR

4.1 Öğretici Programlar

Öğretilecek konunun içeriğini sunan, içeriğin öğrenilmesi için alıştırmaya imkânı veren, geri bildirim yapan, öğrencilerin performansını ölçüp değerlendirebilen, öğrencileri yönlendiren kısaca öğretmenini rolünü üstlenerek aktif bir öğrenme ortamı yaratan programlardır (“Bilgisayar Destekli Eğitim”,2017).

Sekil.1’de öğretici programların genel yapısı şematize edilerek gösterilmiştir. Program girişinde hedefler sunulur, on bilgiler hatırlatılır ve on test uygulaması gerçekleştirilir. Bilginin sunulması aşamasında öğretilmesi hedeflenen konu, kavram, becerilerin nasıl sunulacağına karar verilip sunum yapılır. Soru ve yanıt bölümünde öğrenenlere sunulanlarla ilgili klasik, doğru-yanlış, çoktan seçmeli, eşleme, kısa yanıt, açıklayıcı tarzda soru cevap teknikleri kullanılarak öğrenme ölçümü yapılır. Verilen yanıt hatalı ise dönüt düzeltme, doğruya yönlendirmek için hatırlatma yapar, ya da bilginin sunulması aşamasına geri yönlendirir öğreneni program. Yanıtlar doğru ise programdan çıkarır ve özet ilgi ve değerlendirme sunar.

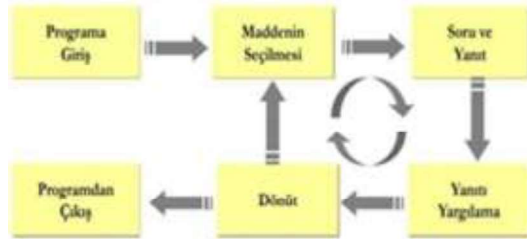


Sekil.1 Öğretici Programları Genel Yapısı (“Bilgisayar Destekli Eğitim”,2017).

4.2 Alıştırma-Uygulama Programları

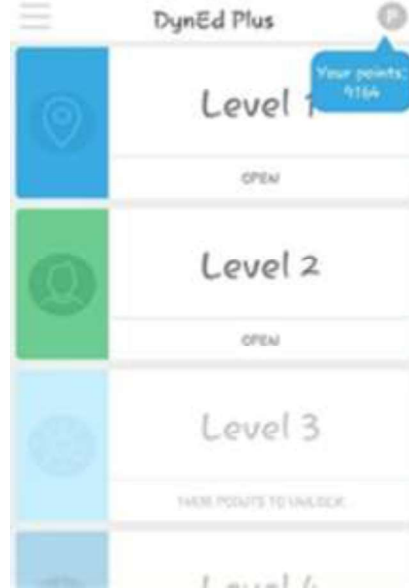
Bu programın amacı konuyu öğretmek değil, belirli düzeyde bilgisi olan öğrenciye uygulama şansı vermektir. Uygulama programları uygun bir öğretici program veya simülasyon uygulamasıyla desteklenebilir. Uygulama sonrası sınıf içi ya da dışı etkinlikler yapılabilir.

Şekil.2’de alıştırma-uygulama programları genel yapısı şematize edilmiştir. Şemaya bakıldığında öğretici programlardan farklı bilginin sunulması adımı yerine gelen madde seçilmesi adıdır. Bunun nedeni de yukarıda “konu öğretilmez, bilinen konu uygulaması yapılır” olarak açıklanmıştır. Madde seçilmesi olarak belirtilen adım uygulama yapılacak konunun seçimidir.



Şekil.2 Alıştırma-Uygulama Programları Genel Yapısı (“Bilgisayar Destekli Eğitim”,2017)

Bu programlara örnek olarak akıllı telefonlara, mağazalardan indirilen DynEd Plus uygulaması verilebilir. Uygulama İngilizce alıştırma yapma üzerine temellendirilmiştir. Konu öğretilmez, bölüm bölüm konu ile ilgili dinleme ve dilbilgisi alıştırması yaptırılır. Bölümdeki tüm alıştırma doğru yanıtlanıp, bölüm geçme puanı tamamlana kadar bir sonraki bölüme/seviyeye geçişe izin vermez program. Şekil.3, Şekil.4 ve Şekil.5’de uygulamanın ekran görüntüleri paylaşılmıştır.



Şekil.3 DynEd uygulaması ekran görüntüsü-1-



Şekil.4 DynEd uygulaması ekran görüntüsü-2-



Şekil.5 DynEd uygulaması ekran görüntüsü-3-

4.3 Hipermedya

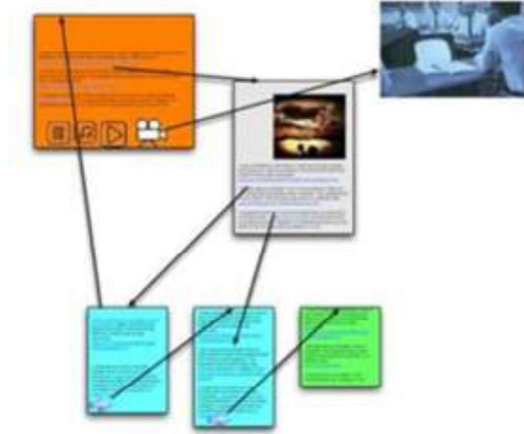
Hipermedyalar öğrenmeyi yönlendirebilmek için çeşitli erişim metotlarının bir veri tabanı aracılığı ile kullanır. Hipermedya yazılımlarının başarılı olması için açık, iyi temel sebeplendirilmiş ve amaç ile amaca uygun tasarlanmış olmalıdır.

Hipermedya biçimlerine örnek olarak,

- Ansiklopedik referans
- Alan analizleri
- Özel konu referansları
- Arşiv
- Durum çalışması
- Eğitence
- Müze
- Oluşturma Setleri

verilebilir.

Hipermedyayı tasarlariken bazı faktörlere dikkat etmek gereklidir. Bu faktörler; kullanılacak medya türleri, veri tabanı boyutu, veri tabanı organizasyonu, çözünürlük, güncellenebilir olması, görünen ve içsel yapısıdır.



Şekil.6 Örnek hipermedya ("Bilgisayar Destekli Eğitim",2017)

4.4 Benzeşim Programları (Simülâtör)

Eğitim simülasyonları, bir olay ya da eylemin etkileşim ile öğrenilmesini sağlayan programlardır. Tasarımlarındaki iki önemli özellik, etkileşimli olmaları ve belirli bir modele dayanmalarıdır. Simülâtör programları mali kazanç, güvenlik, yaşanması nadir olayları deneyimleme ve özellikleri yönünden etkili bir araçtır. Örnek olarak pilot eğitimleri için kullanılan simülâtörler, artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik ameliyat öncesi hazırlık simülasyonu örnek verilebilir. Ameliyathane eğitim simülâtörü ülkemizde de Kocaeli Bilişim Fuarı'nda 23-26 Kasım 2017 tarihinde tanıtılmıştır. Pilotların teorik eğitimleri

sonrasında pratik eğitimleri için kullanılan, farklı uçak türlerine ait(belirli modele dayanan), farklı uçarılar gerçekleştirilebilen, gerçek uçaktaki hareketler, basınç, vücuda uygulanan kuvvet gibi öğeleri içeren(etkileşimli olması) simülâtör programlarına verilecek örnekler arasında ilk akla gelendir.



Şekil.7 Ameliyathane simülâtörü afişi



Şekil.8 Uçuş simülâtörü

4.5 Açık-Uçlu Öğrenme Ortamları

Bu araçların çok sözel öğrenme durumları oluşturmaktan, öğrenmeyi destekleyici amaçlara kadar geniş bir işlev yelpazesi bulunmaktadır. Bazısı öğretim ortamında doğrudan veya uyarlanarak kullanılabilirken, bazı ise ders dışı destekleme amacıyla kullanılırlar. Anlamlı problemleri çözme, bilgiyi test etme ve güncelleme, deneme, detaylı inceleme, hatalardan öğrenme, bütünü analiz etme, problemlere birden çok bakış açısı ile yaklaşma, grup çalışması gibi birçok fonksiyonu birlikte bulunabilir.

Avantajları olduğu gibi sınırlılıkları da vardır. Güdülemesi, daha kalıcı öğrenme ve aktarım sağlayabilmesi, birçok alana uygun olabilmesi, oluşturmacı öğrenme ortamlarını ve grup çalışmasını desteklemesi yararlılıkları arasında sayılabilir. İyi tasarlanmış ve desteklenmiş öğrenme ortamları gerektirmesi, öğretmenin rolünün değişmesi, öğrenci ve öğretmenin çok zamanını alması, bütün öğrenciler için uygun olmaması, geliştirilme güçlüğü yaşanabilmesi, etkinlik hakkındaki araştırmaların yetersizliği, öğrenci performansının değerlendirilmesinde olabilen zorluklar da sınırlılıkları arasında sıralanabilir.

4.6 Web Tabanlı Öğrenme

Öğretmenlerin ve öğrencilerin, bilgi ve internet çağı denen günümüzde üst düzey düşünme becerilerine sahip olması gerekmektedir. Bu becerileri hayatlarına aktarmak zorundadır. Bu nedenle yeni bilgi-bilişim teknolojilerine hakim olabilmeli, takip edebilmeli ve bu bilgilerini etkili bir şekilde yaşamlarına yansıtılabilmeleri gerekmektedir. Web tabanlı öğrenme de eğitim alanında bilgi teknolojilerin başında gelmektedir. Web tabanlı eğitimde dünyada giderek yaygınlığı artış göstermiştir. Eğitimde bilgisayar ve iletişim teknolojilerinin kullanımıyla beraber bilgiye daha rahat ulaşma ve bilgiyi çok kişiyle paylaşma olanağı da sağlanmıştır. Bilgisayar ve iletişim teknolojilerinin eğitim alanında kullanımıyla birlikte bilgiye ulaşma ve paylaşma imkanı da sunulmuştur.

Web tabanlı öğrenmede web kelimesi, tüm bilgisayarlara uyumlu, bilgi akışı gerçekleştiren bir ortam, iletişim ortamı, bir öğrenme metodu, bir bütünleşme ortamı, bir internet servisi anlamlarına gelmektedir. Web ortamları, geleneksel öğrenme ortamına destek olmak, iletişim, araştırma, öğretim yönetimi ve içeriğinin bütünleştirilmesi, işbirliğine dayalı aktiviteler, uzaktan öğretim, öğrenme materyallerinin sunulması, öğrenme sonrası pekiştirme, değerlendirme ve uluslararası destek amaçlarıyla kullanılabilir.

4.7 Testler

Testler değerlendirme basamağında etkili öğretim için vazgeçilmezdir. Değerlendirme, bireyleri performanslarına göre sıralama, not verme, konunun ne düzeyde anlaşıldığını ortaya çıkarma, hangi konuların anlaşılmadığını belirleme gibi farklı amaçlara hizmet eder. Bu testler bilgisayar ortamında da oluşturulabilir. Örnek olarak yabancı dil yeterlilik sınavı olan TOEFL verilebilir. Değerlendirme öğrenciler ve sistem çıktılarını alabilmek açısından son derece önemlidir. Testlerin güvenilirlik ve geçerliklerinin yüksek olması, doğru şekilde uygulanması çok önemlidir. Bu yüzden test hazırlanmasına ve uygulanmasına son derece dikkat edilmelidir.

5.FATİH PROJESİ

Acilimi Fırsatları Artırma ve Teknolojiyi İyileştirme Hareketi olan FATİH Projesi MEB tarafından “her öğrencinin en iyi eğitim şartlarına, en kaliteli eğitim içerikleri ve araç-gereçlerine ulaşabilmesi, eğitimde fırsat eşitliği sağlanması için tasarlanmış, dünyada uygulamaya koyulmuş en büyük eğitimde teknoloji kullanımı projesi” olarak tanımlanmıştır. (“MEB Fatih Projesi”,2017)

5.1 Fatih Projesi Hakkında

Eğitimde FATİH Projesine, eğitim ve öğretimde fırsat eşitliğini sağlayabilmek ve okullardaki teknolojiyi iyileştirmek amacıyla BT araçlarının öğrenme-öğretme sürecinde daha fazla duyuyu(görme, duyma vb.) etkileyebilecek biçimde, derslerde etkin kullanımı için yola çıkılmıştır. Buradan yola çıkılarak başarı elde edebilmek için beş temel etkene dikkat edilmiştir.

1. **Erişilebilirlik:** Zaman, mekân ve araçlardan bağımsız herkese hizmet verebilmeyi ifade eder.
2. **Verimlilik:** Verimli, hedefe odaklı çalışma ortamları ve gelişim imkânları sağlayabilmeyi ifade eder.
3. **Eşitlik (fırsat eşitliği):** Herkesin en iyi eğitim şartlarına ulaşabilmesini sağlamayı ifade eder.
4. **Ölçülebilirlik:** Gelişimin doğru ölçülebilmesini, değerlendirilebilmesini ve bu değerlendirmelere göre geri bildirim yapılabilmesini ifade eder.
5. **Kalite:** Bütün eğitim sürecinin ölçülebilir kalitesinin artırılmasını sağlamayı ifade eder.

Tüm bu başarı etkenlerine dikkat eden çözüm sayesinde, fırsat eşitliği sağlanıp, toplum kalitesinin artması amaçlanmaktadır(“MEB Fatih Projesi”,2017).

Kasım 2010’da başlatılarak ve 3+2 yılda tamamlanması öngörülmüştür. Okullardaki teknolojiyi iyileştirmek ve eğitimde fırsat eşitliğini sağlamak hedeflenmiştir. MEB tarafından başlatılmış, Ulaştırma Bakanlığı, Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Ekonomi Bakanlığı, Maliye Bakanlığı, Kalkınma Bakanlığı, Hazine Müsteşarlığı ve TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.(Ekici ve Yılmaz,2013).

Fatih Projesi ile öğrencinin sadece akademik başarısı ile değil, öğrenci eğilimleri, ders dışı faaliyetleri, yetenekleri ile değerlendirilebilmesi, bu yöntem ile öğrencinin tüm hayatının çözümlenmesinin de önemli olduğu çıkarımı yapılmıştır. Bunun ile amaç sadece veri toplamak değildir. Proje de eğitim yaşamı boyunca kazandığı her bilginin kimlik yönetim sisteminde kayıt altına alınması, veri havuzunda toplanan bu bilgilerin istenildiği an çözümlenmesinin yapılabileceği bir altyapı oluşturmak hedeflenmiştir (“MEB Fatih Projesi”,2017).

Havuzda toplanan bu veriler değerlendirilerek kazanılamamış öğrencilerin kazanılabilmelerini,

öğrencilerin ilerideki seçebilecekleri uygun mesleklere yönlendirme sağlanabilmesi konularında bilgi sağlama öngörülmüştür. Öğrencilerin sadece sınavla değerlendirilmesi yeterli görülmemiştir. Sınav sonuçlarına göre eksik yönlerin belirlenmesi, bu yönlerin analiz edilmesi, ders dışı ilgi alanlarının belirlenmesi, yeteneklerin belirlenmesi, bireysel öğrenme yöntemlerinin keşfedilmesi, eğilimli olduğu alanların belirlenmesi gibi şartların da değerlendirilebileceği sisteme geçiş amaçlanmıştır. (“MEB Fatih Projesi”,2017).

Bu sistemin sınıf yönetimin de öğrenci-öğretmen, etkileşimli tahta-tablet etkileşimi sağlanması, öğretmenlerin sınıf içi üretilen materyalleri öğrencileri ile paylaşması, ödev gönderebilmesi, öğrencilerin sınıftaki öğrenme seviyelerini kontrollü ölçebilmesi öngörülmüştür (“MEB Fatih Projesi”,2017).

Sistemin aktif kullanımı için, okullara yüksek hızlı ve güvenli internet (VPN) hizmeti sağlanmış okul bilgi sistemi ile okullardaki kurulu sistemler ve donanım değişimleri takip edilebilmiştir.(“MEB Fatih Projesi”,2017).

Bunların yanı sıra öğrenci okul dışında da öğrenmeye devam edebilecek veya tekrar yapabilecektir. Öğrenci, zaman mekandan bağımsız olarak ders notuna, ders projelerine, ders ödevlerine ulaşabilecektir. Aynı zamanda kendi ürettiği projeleri de öğretmenleri ve arkadaşları ile paylaşabilecektir. EBA dokümanları ile öğrenmeyi kalıcı hale getirme çalışmaları yapabilecektir (“MEB Fatih Projesi”,2017).

5.2 Fatih Projesi Kapsamı

Eğitimde FATİH Projesinin ana bileşenleri Şekil 2’de verildiği gibidir.

Fatih Projesinde; donanım ve altyapının sağlanması, eğitsel içeriğin sağlanması ve yönetimi, öğretmenlerin hizmet içi eğitimi, bilinçli, güvenilir, yönetilebilir ve ölçülebilir BT kullanımının sağlanması, öğretim programlarında etkin BT kullanımı kapsam dâhiline alındığı belirlenmiştir.

Proje sadece bir donanım veya eğitim projesi değildir. Bu nedenle, çok boyutlu bir hizmet olması ve ülke ekonomisini canlı kılmada büyük bir öneme ve yere sahip olması öngörülmüştür.

Kapsamı itibarı ile bu proje, yurtiçi üretimin ve katma değer artırılmasını, daha önce yurt içinde üretimi bulunmayan ürünlerin üretilmesini, yeni teknoloji ve ürünlere yönelik ARGE eylemlerinin yapılabilmesini amaçlamıştır(“MEB Fatih Projesi”,2017). 21. yüzyıl vatandaşlığı becerileri olarak betimlenen, teknoloji kullanımı, etkili iletişim, analitik düşünme, problem çözme, işbirliği gibi becerileri geliştirerek öğrencileri aktifleştirmeyi yani etkenleştirmeyi planlanmıştır(“MEB Fatih Projesi”,2017). Fatih Projesinin ile bilgiye erişim kolaylaştırması ve daha önce benimsenen “okulda bilgisayar teknolojisi” hedefinden “öğrenci ve öğretmenin elinde bilişim teknolojisi” hedefine geçmeyi planlamıştır(“MEB Fatih Projesi”,2017).



Şekil.9 Fatih Projesi (MEB Fatih Projesi, 2017)

5.3 Fatih Projesi Bileşenleri

Fatih Projesi başlıca bileşenleri Donanım, Erişim, Veri Merkezi, Yönetim Yazılımları, İçerik Yazılımı, İçerik, Sosyal Paylaşımlar, Destek, Öğretmen Eğitimidir (“MEB Fatih Projesi”,2017).

Bileşenlerin Donanım Ayağı etkileşimli tahta, tablet, yazıcı ve 110 adet uzaktan eğitim merkezidir. Etkileşimli tahta tüm okul, derslik, öğrenci ve öğretmene ulaştırılması hedef olarak belirlenmiştir. Ulaşılan son bilgilere göre 3 fazda kurulumları gerçekleştirilmesi planlanmış olup, ilk 2 fazda tamamlanırken 3. fazda tamamlanmamış olduğu görülmüştür. Bu fazların bilgileri Şekil.3 de paylaşılmıştır. 2011 yılında pilot dağıtımla başlatılan tablet dağıtımı daha sonraki yıllarda da

devam ettiği, 2011 yılında sayısı 13.800’ü bulan tablet bilgisayar seti dağıtımı 2014 yılında 737.800 adete çıktığı, 2015 yılında ise bu sayı neredeyse iki katına çıkarak 1.437.800 adet olduğu bilgisine ulaşılmıştır.

Fatih Projesi kapsamında içerik hizmetleri Eğitim Bilişim Ağı (EBA) tarafından yürütülmüştür. EBA Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen çevrimiçi sosyal eğitim platformudur. Platformun amacı, gerek duyulan her yerde bilgi teknolojileri araçları kullanarak, materyal kullanımını desteklemek ve teknoloji-eğitim birleşimini sağlamaktır.



Şekil.10 Etkileşimli Tahta Kurulum Fazları (MEB Fatih Projesi, 2017)

5.4 Fatih Projesi Değerlendirmesi

TÜBİTAK’ın hazırladığı, Vizyon 2023 Strateji Belgesi’nde bazı ölçütler belirlenmiştir. Vizyon 2023 stratejisinin başarıya ulaşması için gerekli olan ölçütler bunlar. Çalışma kapsamında Vizyon 2023 Strateji Belgesi ile FATİH Projesi arasında karşılaştırmalı bir inceleme yapılmıştır. Çalışmada belirlenen bu ölçütlerin Fatih projesi içinde geçerli olduğu belirtilmiştir (Akgün, Yılmaz, ve Seferoğlu, 2011).

Vizyon 2023 Strateji Belgesi ile Fatih Projesinin “bilim ve teknolojiyle ilgili güçlü ve eksik yönler ile fırsat ve engeller” bakımından keşiflerini gösteren, yani yapılan SWOT Analizi Tablo.1 de belirtilmiştir.

Fatih Projesi hakkında toplantı ve paneller yapılmıştır. Burada dile getirilen endişeler ve yanıtları

aranan sorular bu projenin planlama aşamasının proje mantığına göre geliştirilmediğini göstermektedir. Bu soru ve sorunlar şunlar olabilir :

- Proje için bir eğitim reformu çalışmasıdır denilebilir mi?
- Proje stratejisi ve yönetimi ne derece yeterlidir?
- Projenin eğitim sistemimizdeki sorunları gidermede payı ne derece olacaktır?
- Ülkemizde eğitim ile bilişim teknolojileri keşifinde yapılmış diğer çalışmaların makro ve mikro düzeyde sonuçları nelerdir?
- Proje kendinden önceki proje ve çalışmaların üstüne inşa edilerek mi tasarlanmıştır?

- Dünya’da ki benzer çalışmaların sonuçları ve bizim bunlar almamız gereken dersler nelerdir?
 - Konu hakkında Uluslararası düzeyde, bilhassa PISA’da rekabette olduğumuz ülkelerde ne gibi çalışmalar yapılmaktadır?
 - Üniversitelerde konuya hangi ölçüde katılım planlanmaktadır?
 - Eğitim fakülteleri teknolojik ve pedagojik açıdan konuyu ne şekilde değerlendirmekte?” (Özkul, 2011).
- Yukarıda sorulmuş soruların projenin tasarım basamağında planlanması ve bütün paydaşlar tarafından biliniyor olunmasının zorunlu olduğu fakat Fatih Projesi ile ilgili bu soruların yanıtlarının tam olarak bilinmemekte olduğu bulgusu elde edilmiştir(Özkul, 2011).

<p>“Güçlü Yönler</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uluslararası bilim topluluğu ile yakın ilişki içinde olan bir bilim topluluğunun varlığı. • Ülkenin bilim ve teknoloji alanında öngörü yapacak, “ne?” sorusundan “nasıl?” ve “ne zaman?” sorularına yanıt arayan bir düzeye gelmiş olması. • Çok yönlü geliştirmeye muhtaç olsa da; gelişen bilişim (enformasyon) ve iletişim altyapısı, teknoparklar, üniversite-sanayi ortak araştırma merkezleri, özgün ürün ve üretim teknolojileri geliştirme altyapısına sahip firmalar, ARGE teşvik mekanizmaları, sanayide ARGE yardımları ve proje destekleri gibi, “Ulusal Yenilik Sistemi” altyapısını teşkil eden kuvvetli bileşenlerin varlığı. • Sürükleyici ulusal projeler: Savunma tedarik programları, ulusal ARGE altyapısı programları, eDevlet, ULAKBİM, OkulNet gibi ulusal enformasyon ve iletişim altyapısı programları, büyükşehir altyapı projeleri.
<p>Eksik Yönler</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eğitim sisteminin araştırıcılığı ve yaratıcılığı tetikleyen bir yapıda olmaması; araştırma ve teknoloji bilincinin eksikliği; ileri teknoloji alanlarında uzmanlaşmanın yetersizliği ve bu alanlardaki araştırmalar için gerekli kritik araştırmacı kitlesinin olmayışı. • Devletin, uzun vadeli ulusal politika ve stratejileri hayata geçirmek için, başta bilgi temelli topluma dönüşüm sürecinin itici gücü olan enformasyon ve iletişim teknolojileri alanında olmak üzere, sanayileşme ve teknoloji geliştirme çalışmalarını kamu tedarik politikalarıyla desteklemede yetersiz kalması; uzun vadeli ve büyük ölçekli tedarik programlarında uygulanacak ARGE’ye dayalı tedarik mekanizmalarının yetersizliği. • Kamuoyunun ve kamuoyunu yönlendiren odakların, ülkenin bilim ve teknoloji geleceğine ilişkin konularda yeterli duyarlılık ve iradeye sahip olmaması; bilim ve teknoloji alanındaki çalışmaları yönlendirecek, hızlandıracak ve sisteme geri besleme verecek tartışmaların ilgili tüm kesimlerin katılımıyla yapılmasını sağlayacak sistem ve mekanizmaların olmaması. • Hazırlanmış politika ve strateji belgelerinin yürüyen süreçlerle ilişkilendirilmemesi; toplumun her kesiminde, sorunları çözmekten ziyade tespite yönelik bir yaklaşımın yaygınlığı. • Kurumlar arası görev, yetki ve sorumluluk paylaşımı, iş birliği, eşgüdüm, kurumsal öğrenme gibi hususlardaki gelişmelerin yetersiz kalması; bireysel yaklaşım ve kaygıların baskın olması; organizasyon ve takım çalışması eksikliği. • Ölçme ve denetim mekanizmalarının yetersizliği, sağlıklı veri ve istatistiksel bilgi oluşturmada görülen zafiyet; ülke genelinde ve her alanda bilgi ve verilerin toplanması, depolanması, işlenmesi ve herkesin kullanımına açılmasını sağlayacak ulusal ağ yapı ve veri tabanlarının yetersizliği.
<p>Fırsatlar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Avrupa Birliği üyeliği perspektifi ve başta Avrupa Birliği 6. Çerçeve Programı olmak üzere çeşitli uluslararası fonlardan yararlanma olanağı.
<p>Engeller</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dünyada bilim ve teknolojiadaki hızlı gelişime ayak uyduramama”

Tablo.1 Vizyon 2023 Strateji Belgesi ile FATİH projesinin SWOT Analizi
Kaynak: TÜBİTAK (2004). Ulusal bilim ve teknoloji politikaları: 2003-2023 Strateji belgesi.

TÜBİTAK Vizyon 2023 Strateji Belgesi ile Fatih projesinin SWOT Analizi tablosu incelendiğinde, projenin güçlü yönlerinden çok eksik yönlerinin olduğu görülmüştür. Bu eksiklikler BDE sınırlılıkları başlığında incelenmiş olan başlıkları da içermektedir. Bu başlıklar dışında devlet politikasının yanlış işlenmesi, kamu bilinci eksikliği, kurumlar arası sürecin yavaş ilerlemesi gibi sorunların olduğunun da tespiti yapılmıştır. Tabloda engeller başlığı altında verilmiş olan dünyada bilim ve teknolojiadaki hızlı gelişime ayak uyduramama açıklaması, aslında BDE konusunda Türkiye’nin nerede olduğunu açıklar niteliktedir.

6.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Teknolojik gelişmeler dünyada ve Türkiye’de gün geçtikçe atmaktadır. Bu gelişmeler eğitim alanına da doğrudan yansımaktadır. Fakat bu gelişmelere rağmen hala yeterli önemi görememekte ve tercih edilmemektedir.

Makalede BDE, BDÖ ve ülkemizde en bilinen uygulaması olan Fatih Projesi incelenmiştir. Daha önceden yapılan araştırmalar incelendiğinde Türkiye teknolojinin eğitimde kullanılması konusunda daha sağlam adımlar atması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. BDE ve BDÖ tarihsel gelişimi incelendiğinde Türkiye’nin dünyanın gerisinde kaldığı ve geriden gelmeye devam ettiği görülmüştür. Her sınıfta akıllı tahta ve her öğrenciye tablet sloganıyla başlayan Fatih

Projesinin de randımanlı ve sağlıklı yürümediği gözlemler sonucu elde edilmiştir. Sınıflarda bulunan akıllı tahtaların kullanımı projeksiyon makinesinden öteye pek geçmemektedir. Öğretmenler aktif içerik hazırlamak yerine konu anlatımlarında geleneksel tahtaya yazı yazmak yerine hazırlanan sunumlar üzerinden konu anlatmaktadır. Bu yönden bakıldığından sadece öğretmene ders içinde düşen iş yükünü azaltmıştır. Öğrencilerin aktif bir şekilde akıllı tahtayı kullanmadıkları gözlenmiştir. Akıllı tahtaların açılıp kapanması öğretmenlerin kontrolündedir sadece. Fatih projesi için içerik ortamı olan EBA'da ise sınırlı sayıda içerik bulunmaktadır. Bütün kademelerin, bütün derslerine ve konularına uygun içerik bulunmamaktadır. EBA web sitesi incelendiğinde bu açıkça görülmektedir. Yüksek hedefler ve amaçlar ile başlatılan bu proje yetersiz içerik, yetersiz uzman vb. sebeplerden ötürü gelişemediği düşünülmektedir.

Türkiye'nin eğitimde teknoloji kullanımı, BDE ve BDÖ konularında daha fazla çalışıp, geliştirmesi gerekmektedir. TÜBİTAK araştırması sonucunda çıkan verilere göre de Türkiye'nin dünyadaki bilim ve teknolojideki hızlı gelişime ayak uyduramaması her konuda olduğu gibi eğitim teknolojileri konusunda da Türkiye'de ki en büyük sorundur. Bu sorunun temelden çözülüp, eğitim teknolojileri konusuna da gereken önem verilmelidir.

7.KAYNAKLAR

Akkoyunlu, B. (1995). Bilgi teknolojilerinin okullarda kullanımı ve öğretmenlerin rolü. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 11(11).

Alkan, E. G. M. Y. T., Bilici, A., Akdur, T. E., Temizhan, O., & Çiçek, H. (2011). Fatih Projesi. In 5th International Computer Instructional Technologies Symposium(pp. 22-24).

Atıcı, B., & Gürol, M. (2002). Bilgisayar destekli asenkron işbirlikli öğrenme yönteminin öğrenci başarısına etkisi. Eğitim ve Bilim, 27(124).

BDE

<https://tr.0wikipedia.org/index.php?q=aHR0cHM6Ly90ci53aWtpcGVkaWEub3JnL3dpa2kvQmlsZ2lzYXlhc19kZXN0ZWtsaV9lxJ9pdGlt> Erişim tarihi: 05.12.2017

Bilgisayar Destekli Eğitim

http://www.bingol.edu.tr/media/234748/Konu-9-Bilgisayar_Destekli_Egitim_ve_e-Ogrenme_-_Sunum.pdf Erişim tarihi: 19.12.2017

BÜ Ders Notları

http://moodle.baskent.edu.tr/pluginfile.php/211/mo_d_resource/content/0/ders_notlari/Bilgisayar_Destekli_Egitim_ve_e-Ogrenme_-_Ders_Notu.pdf
Erişim tarihi: 05.12.2017

Cingi, C. C. (2013). Computer aided education. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 103, 220-229.

Çetin, E , Solmaz, E . (). BT Entegrasyonu Eğitim için Sihirli Bir Değnek mi? Singapur ve Türkiye Karşılaştırmalı Tarihsel Analizi. JOURNAL OF EDUCATION AND FUTURE, (12), 31-47.

DİNÇER, S. (2006). BİLGİSAYAR DESTEKLİ EĞİTİM VE UZAKTAN EĞİTİME GENEL BİR BAKIŞ.

Ekici, S., & Yılmaz, B. (2013). FATİH Projesi üzerine bir değerlendirme. Türk Kütüphaneciliği, 27(2), 317-339.

Engin, A. O., TÖSTEN, R., & KAYA, M. D. (2010). Bilgisayar destekli eğitim. Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitü Dergisi, 1(5).

Gülнар, B. (2003). Bilgisayar ve internet destekli uzaktan eğitim programlarının tasarım, geliştirme ve değerlendirme aşamaları (Suzep örneği) (Doctoraldissertation, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü).

KARAAĞAÇLI, M., & ERDEN, O. (2008). Internet Destekli Uzaktan Eğitimde Dokuz Aşamalı Öğretim Durumunun Tasarımı. International Journal of Informatics Technologies, 1(2).

MEB Fatih Projesi

<http://fatihprojesi.meb.gov.tr> Erişim tarihi: 01.12.2017

Memmedova, A. (2002). Bilgisayar Destekli Eğitim (BDE)'e Rol Alan Formatör Öğretmenlerin Görevlerini Gerçekleştirme Düzeylerine ve Bir Uygulamalarına İlişkin Görüşleri. Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, (4).

Mercan, M., Filiz, A., Göçer, İ., & Özsoy, N. (2009). Bilgisayar destekli eğitim ve bilgisayar destekli öğretimin dünyada ve Türkiye'de uygulamaları. Şanlıurfa: Akademik Bilişim.

Pamuk, S., Çakır, R., Ergun, M., Yılmaz, H. B., & Ayas, C. (2013). Öğretmen ve öğrenci bakış açısıyla tablet PC ve etkileşimli tahta kullanımı: FATİH Projesi değerlendirmesi.

ÜNSAL, H. (2002). WEB DESTEKLİ EĞİTİM, ELEKTRONİK ÖĞRENME VE WEB DESTEKLİ ÖĞRETİM PROGRAMLARINDAKİ ÇEŞİTLİ DERS MODELLERİ.

Varol, N. (1997). BİLGİSAYAR DESTEKLİ EĞİTİMİ.

BİYOMİMİKRI VE PARAMETRİK TASARIM İLİŞKİSİNİN MİMARİ ALANINDA KULLANIMI VE GELİŞİMİ

Serra İner

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Enformatik ABD, BOST

e-posta: serrainner@gmail.com

ÖZET

İnsanoğlu, varoluşsal bir içgüdüyle binlerce yıldır doğayı taklit ederek yaşamını sürdürmeye devam etmiştir. Doğayı taklit ederek yapılar tasarlamış ve icatlar yapmışlardır. Bu makalede doğadan ilham almanın teorikleşmesi ve tarihsel anlamda gelişimi irdelenmiştir. Doğanın gözlemlenerek insanoğlunun günlük yaşamına etkileri, bunun haricinde güzellik algısını etkileyerek mimariye yansımalarından bahsedilmiştir. Bu bağlamda biyomimikrinin parametrik tasarımla ilişkisi ve mimaride hangi alanlarda kullanıldığından bahsedilmiştir. Mimarların doğadan esinlenerek oluşturduğu parametrik formların doğaya olumlu geri dönüşleri ve doğayı manipüle etmeden doğaya nasıl uyum sağladıkları örneklendirilmiştir. Doğa ile dost bu tasarım yöntemi günümüz bilgisayarlı tasarım teknolojileriyle birleştirildiğinde ortaya çıkan mimari yapılardan örnekler verilmiştir. Mimari tasarım, doğadan ilham alan doğru parametreler belirlenerek yapıldığında karşımıza doğayla dost ve sürdürülebilir örnekler çıkartacaktır. Bunların analizleri ve tasarım süreçlerinde ise mimarların doğadan sonra en büyük aracı bilgisayarlı tasarım yöntemleridir.

Anahtar Kelimeler: Biyomimikri, biyomimetik, parametrik tasarım, mimari tasarım, mimarlıkta biyomimikri

ABSTRACT

Human beings instinctively mimicking an existential nature for thousands of years has continued to survive. They have designed and invented structures by imitating nature. The theory of nature inspiration and development by the historical meaning will be examine in this article. The effects of nature on the daily life of

mankind and the effects of beauty on the perception of architecture are mentioned. In this context, it will be mentioned about the relation with parametric design and the areas in which the architecture is used. We will exemplify how the parametric forms of architects inspired by nature are favorable returns to nature and how they adapt to nature without manipulating nature. The effects of nature on the daily life of mankind and the effects of beauty on the perception of architecture are mentioned.

Keywords: Biomimicry, biomimetic, parametric design, architectural design, biomimicry in architecture

1.GİRİŞ

Biyomimikri; latince bios ve mimesis kelimelerinin birleşmesiyle oluşmuştur. Bios yaşam, mimesis ise taklit etmek anlamına gelmektedir. Kelime kökeninden de anlaşıldığı üzere, biyomimikri doğaya taklit etmek anlamına gelmektedir. Bu kavram; Janine M. Benyus tarafından 1990'ların

sonuna doğru tanımlanmış ve literatüre kazandırılmıştır. «Biomimicry - Innovation Inspired by Nature» isimli kitabını yazmış, 1997'de yayımlamıştır.

Kitabında, doğanın kusursuz işeyişini şu şekilde ifade etmiştir (Benyus,1997);

"3,8 milyar yıllık araştırma ve geliştirme çabaları; milyonlarca fosil ve başarısızlık hikayesinden sonra hala bizi var eden gizemi çözebilmiş değiliz. İcat ettiğimiz herşey doğada, çok daha şık bir biçimde, zaten bulunuyor. Üstelik gezegene çok daha az zarar veriyorlar."

Çalışma yapılacak alanın, çevresel ve coğrafi verileri toplanarak bir tasarım süreci başlatıldığında, sonuç değil tasarım süreci planmış olur. Günümüz bilgisayar teknolojileri, doğadan aldığımız ilham ve verileri işleyerek hesaplanabilir ve algoritmalara

dayandırılabilir bir tasarım yaratmamıza olanak sağlar. Dolayısıyla biyomimetik bir çalışma gerçekleştirileceği zaman bilgisayar destekli tasarım programlarından yararlanmak tasarımcıya oldukça büyük kolaylıklar sağlar.

2. BİYOMİMİKİRİ

İnsanoğlu ürettiği ve tükettiği birçok materyal, gelecek nesillere büyük bir sürdürülebilirlik problemi yaratmaktadır. Ancak doğanın kendi stratejisini taklit ederek, insanoğlu bu soruna çözümler üretebilecektir. Biyomimikri ise sürdürülebilir çözümler arayan bir inovasyondur. Amacı zaten çok iyi çözümler üretmiş olan hayvanlar, bitkiler ve organizmaları inceleyerek zaten üretmiş oldukları çözüm yöntemlerini taklit etmektir. Benyus(1997) tarafından biyomimikri şu şekilde tanımlanmıştır:

”Biyomimikri, doğanın modellerini, sistemlerini, oluşum süreçlerini ve elementlerini inceleyen ve elde ettiği bilgilerden taklit ederek ya da yaratıcı ilham alarak yararlanan, problem çözmeye yönelik yeni bir bilimdir.”

Doğanın kendi içerisinde olan uyumuna baktığımızda, tüketmeye dayalı bir ekosistemi olmadığını görürüz. Ancak günümüzde tüketim üzerine kurulmuş olan yaşam standartları, milyonlarca yılda eskimeyen dünyamızı çok kısa bir süre içerisinde eskitmeyi başarmıştır. Halbuki, tüketmek yerine doğanın verdiği imkanlarla üretken bir şekilde doğayla ilişki kurulabilir. İklim koşullarına uygun malzemeler kullanarak evlerimizi inşa etmek, bize oldukça büyük bir enerji tasarrufu sağlayacaktır. Karıncaların yuvalarını güney cephelerine kurmaları bile buna bir örnek teşkil etmektedir. Çiçeklerin yapraklarından esinlenerek tasarlanan güneş panelleri de minimum enerjiyle güneşten korunmamızı sağlar. Bunu bir adım öteye taşımak ise güneş panellerinin konumunu ayçiçeklerinden esinlenerek tasarlanması örnek gösterilebilir. Doğanın mükemmelliği sadece hayvanlar ve bitkilerle sınırlı değildir. İnsan vücudundan örnek vermek gerekirse, iskelet sistemi muazzam bir strüktür örneği oluşturmaktadır. Kalp ise oldukça kuvvetli bir pompadır.

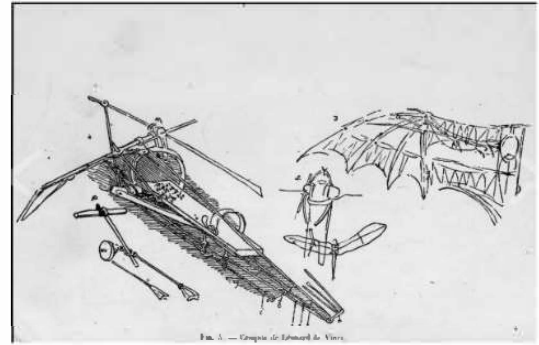
2.1. Biyomimikri örnekleri

Yaşamı oldukça kolaylaştıran ve oldukça basit yapıları icatların birçoğu aslında doğayı gözlemleyerek oluşmuştur. Pratik ve kolay çözümlerin aslında hayatımızda yer alır ve onları keşfetmek için gözlem yapmamız gerekmektedir. Tasarım, bir problemi çözmeye sürecidir. Dolayısıyla tasarım yaparken problem doğru bir şekilde belirlenmelidir. Belirlenen

problem çözümler doğa benzer problemlere nasıl çözümler üretmiş ve nasıl sonuçlar ortaya çıkarmıştır? Bunlar irdelendiğinde doğaya uyumlu bir tasarım süreci üretilmiş olunacaktır. Biyomimikri de doğada başarılı sonuçlar vermiş olan örneklerin taklidi esastır. Bu örnekler sayesinde yenilikçi ve sürdürülebilir çözümler üretilmektedir. Günlük hayatımızda kullandığımız birçok ürün ve icat biyomimikri sayesinde üretilmiştir. Bunlara birkaç örnek aşağıda verilmiştir:

Ornithopter;

Leonardo da Vinci kuşları gözlemleyerek kanatlı bir tasarım gerçekleştirmiştir.



Şekil 1. Leonardo da Vinci Ornithopter Çizimi
(Hulton Archive)



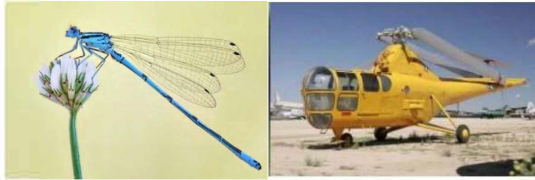
Şekil 2. Ornithopter Maketi
(Italeri Maket Leonardo Da Vinci Koleksiyonu)

Cırt cırt – Velcro;



Şekil 3. Cırt cırt

İsviçreli elektrik mühendisi George de Mestral tarafından 1955 yılında patenti alınan cırt cırtın icadı 1948 yılında başlamıştır. Köpeğiyle doğada yürüyüşe çıkan mühendis, kadife pantolonunda ve köpeğinin tüylerinde yapışmış olan top şeklindeki bitkileri fark etmiştir. Daha sonra bu bitkiyi mikroskop altında inceleyerek mini kancaların kumaşı tuttuğunu keşfetmiştir. Bundan esinlenerek cırt cırtı tasarlamıştır. Ürettiği bu bantları ise Fransızca Velours (kafide) ve Crochet (kanca) kelimelerinin birleşimiyle “velcro” adıyla tescil ettirmiştir.



Şekil 4. Yusufçuk ve H5 Dragonfly
(Sebastian Janicki)

H5 Dragonfly: Skorsky firması H5 Droganfly’ ı tasarlarlarken yusufçuk böceğinden ilham almışlardır. Yusufçuğun uçuşunu inceleyerek analizler yapmışlardır. Bu incelemeler sonucunda helikopteri geliştirmişlerdir.

2.2. Biyomimikri kullanılan alanlar

Biyomimikriden etkilenen birçok alan vardır. Mesela çatı ve strüktür sistemlerinde ağaçlardan, çiçek yapraklarından ve insan iskeletinden kopyalamalar vardır. Birçok ulaşım aracı hayvanların hareket mekanizmaları ve fizyolojik yapıları incelenerek tasarlanmıştır. Savunma sanayisinde Engerek Yılanlarının hassasiyetleri göz önünde bulundurularak füze detektörleri geliştirilmesi için engerek yılanlarının sinir sistemleri detaylı incelenmiştir. Böcek bilimci Fransız Réne-Antoine Réaumur arıların yuva yapımında odun hamurunun kullanımının daha iyi olduğunu gösterdikten sonra kağıt üreticileri de bu malzemeyi kullanmaya başladı. Tıp alanında hijyenik

olması açışın insan köpek balığı derisinin bakteri tutmayan derisinden örnek alınarak hijyenik bir yüzey kaplama malzemesi tasarlanmıştır. Mimari de ise cephe sistemleri, enerji korunumu, bina kabukları, çatı sistemleri, yalıtım, tesisat, sürdürülebilirlik gibi alanlarda biyomimikriden faydalanılmıştır.

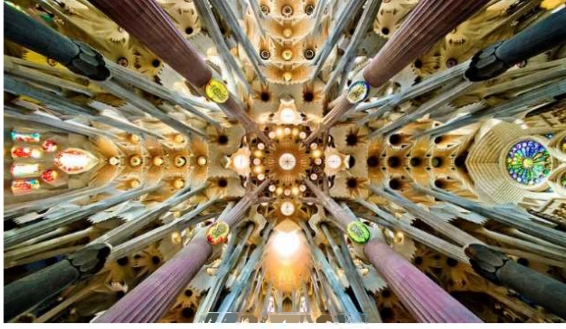
2.2.1. Mimarlıkta biyomimikri örnekleri

İlk insandan itibaren barınma ihtiyacı, insanoğlunun en temel ihtiyaçlarından biridir. Korunma ve barınma ihtiyaçları için mağaraları ve ağaç kavuklarını kullanan insanoğlu doğal form ve strüktürleri inceleyerek barınma gereksinimini hissederek barınaklar kurmaya başlamıştır. Doğayı gözlemleyerek taklit eden insanoğlu bu şekilde yapım tekniklerini geliştirmiştir (Selçuk, Sorguç 2007). 1436 yılında Filippo Brunelleschi, yumurta kabuklarını inceleyerek Floransa’daki katedralinin kubbesini tasarlamıştır. 19.yy başlarında Gemi Mimarı George Cayley, gemilerin su yüzeyindeki gidişini akıcı hale getirmek için yunusların derileri üzerinde incelemeler yaptı (Pawlyn, 2016). 19. Yy Gaudi ile iyice belirgenleşen biyomimikri akımının ardından, birçok mimar basit ve şekilsel anlamda doğadan ilhamlar almıştır. Çünkü insan gözünün aradığı mükemmel oran doğada zaten gizlidir. Amazon nilüferlerinin strüktürel yapıları incelenerek verimli çatı sistemleri, denizkulağı kabuklarına dayanan bina tasarımları, bitki hücrelerinden esinlenerek hafif köprüler geliştirilebilmektedir (Pawlyn, 2010).

Bununla beraber teknoloji geliştikçe, keşfedilen yenilikçi yöntemler sayesinde bu durum sadece şekilsel değil işlevsel olarak da doğadan ilham alınmıştır. Biyomimikrinin özünde şekil aktarımı değil işlev-fonksiyon akarımı esastır. Mimari alanda çoğunlukla strüktür, cephe, kabuk, tesisat sistemlerine aktarım yapıldığı gözlemlenmiştir. Bu sayede sürdürülebilir ve tasarruflu çözümler ortaya koyulmaktadır.

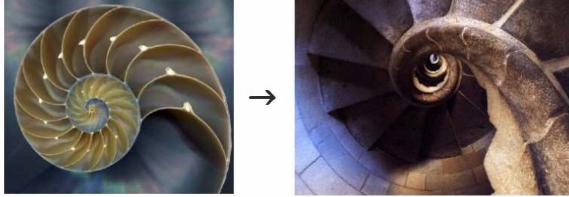
Biyomimikrinin görsel anlamda kullanımı örneği;

Sagra da Familia Kilisesi: İspanya’nın Barcelona şehrinde yer alır. 1883 yılında Antoni Gaudi tarafından devralınır. Ancak 1926 yılında Gaudi’nin ölümüyle yarım kalmıştır. Hala inşaatı devam etmektedir.



Şekil 5. Sagra da Familia Kilisesi
(*Tot conflueix / All's connected*)

Atölyemin dışındaki ağaç benim akıl hocamdır diyen Gaudi, kiliseyi de doğadan ilham alarak tasarlanmıştır. Kolonlar dallanmış ağaçları anımsatırken, iç mekânda da doğadan imgeler görmek mümkün.



Şekil 6. Sagra da Familia Kilisesi Merdivenleri
(*Griffin Rayne*)

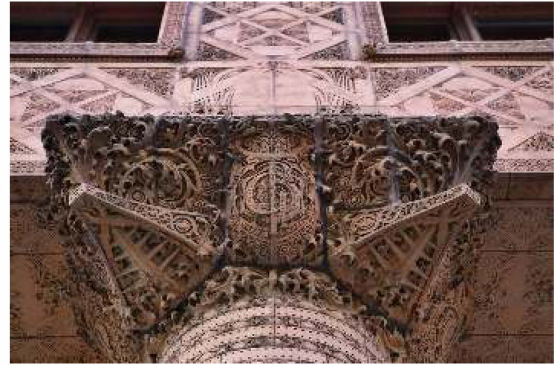


Şekil 7. Sagra da Familia Kilisesi
(*Diego Aviles, 2011*)

The Puridential (Guaranty) Building: 1896 yılında yapılan binada Louis Sullivan ve Dankmer Adler çiçek tohumları ve ağaç görsellerinden esinlenerek bunu cephe tasarımlar uygulamışlardır. Böylece görsel anlamda doğadan esinlenilmiştir.



Şekil 8. The Puridential (Guaranty) Building
(*Steven H. Photo Systems, 2012*)



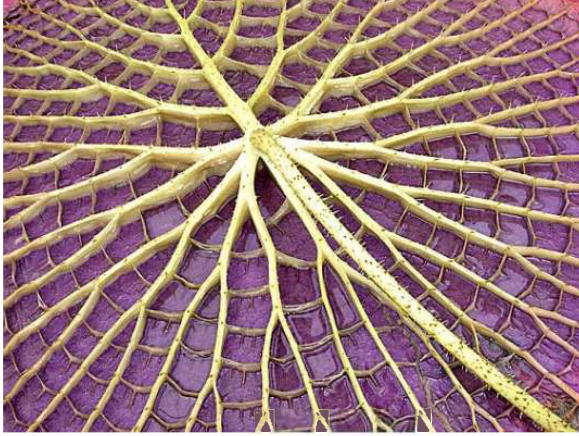
Şekil 9. The Puridential (Guaranty) Building detayları
(*Tom Fawls, 2014*)

Biyomimikrinin strüktürel anlamda kullanımı örneği;



Şekil 10. Crystal Palace
(*BBC Hulton Picture Library*)

Crystal Palace: 1851 yılında Joseph Paxton tarafından tasarlanan yapının strüktüründe Viktoria Zambağından esinlenilmiştir. Zambağın çapraz kaburgalar tarafından sağlamlştırılarak, radyal bir kaburga tarafından taşındığını gözlemlemiştir. Böylece strüktürel anlamda doğadan esinlenilmiştir.



Şekil 11. Zambağın alltan görünüşü
Phil Gates, 2007



Şekil 12. Viktoria Zambağı
Milly Cruz, 2018

Biyomimikrinin işlevsel olarak kullanım örneği;



Şekil 13. Durian Meyvesi- Esplanade Theater
(Paul Hagon, 2014-Christopher West, 2013)

Esplanade Theater: Durian meyvesi, sert kabuğu sayesinde güneş ve çevresel etkenlerden etkilenmeyerek kendini koruyabilir. Bundan etkilenen Russell Johnson, tasarımında; gün boyu güneşin açısına göre ayarlanabilen üçgen panjurlar kullanarak işlevsel çözümlerde doğadan esinlenilmiştir.

Biyomimikrinin sürdürülebilir enerji alanında kullanım örneği;



Şekil 14. Eastgate Building
(Mandy Patterson)

Eastgate Building: Zimbabve, Harere 'de bulunan Eastgate binasının iklimlendirme sistemi termitler(akkarınca) tarafından inşa edilen höyüklerinden esinlenerek tasarlanmıştır. Termitlerin biyolojik yapılarından dolayı, yaşadıkları höyüklerin nem ve sıcaklığı büyük teşkil eder. Dolayısıyla termit höyüklerinde ortam sıcaklığı sabittir. Termit kulelerinde bulunan bacalardan yükselen hava sayesinde ortam sıcaklığı sabit kalmaktadır.

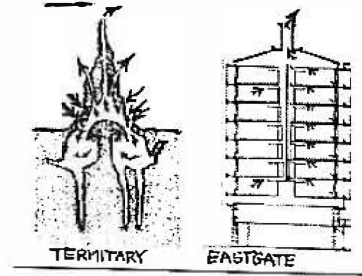


Figure 1: design model

Şekil 15. Termit kulesi – Eastgate Binası

Bu baca sistemi Eastgate binasında da kullanılmıştır. Derin saçklar kullanılarak yaz güneşinden korunmuş ve sabah vakitlerinde ise kış güneşini alarak binanın ısınması sağlanmıştır.

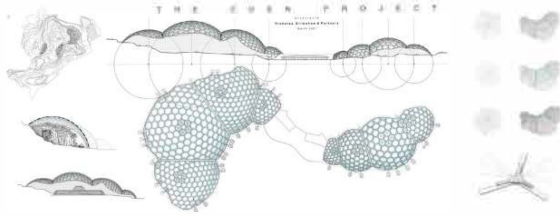
Biyomimikrinin işlevsel, strüktürel ve görsel anlamda kullanımını örneği – Eden Project

Cennet Projesi olarak da anılan Eden Projesi İngiltere'de bulunmaktadır. Kurucu ortağı Tim Smit olan proje 1996 yılında Nicholas Grimshaw tarafından tasarlanan büyük bir çevre kompleksidir.



Şekil 16. Eden Projesi
(Juliette Crawford, 2012)

Eden projesinin sürdürülebilir ve biyomimik bir yaklaşımla tasarlanması için oluşturulmuş ekibin merkezinde olan Mimar Michael Pawlyn ve ekibi, Eden Projesi tasarlanırken biyolojiden oldukça faydalanılmış ve gözlemlenen örneklerden alınan ipuçları doğrultusunda tasarımı tamamlamıştır. Sabunlardaki hava kabarcıkları binanın temel tasarımını oluşturmuştur. Polen tanecikleri, radyolaryalar ve karbon molekülleri ise altıgenler ve beşgenler kullanılarak verimli bir yapı çözümüne ulaştırmıştır. Dış cephe tasarımında bu altıgenler maksimize edilerek bir kütle tasarlandı. Ancak altıgen boyutları oluşturulabilecek cam panellerden büyük olduğu için buna uygun bir alternatif arayışına girildi. Sonucunda güçlü bir polimer olan EFTE kullanıldı.



Şekil 17. Eden Projesi Konsept

Cam panellerin maksimum boyutundan 7 kat büyük olabilmemesinin yanında çift cam sisteminin yüzde bir ağırlığında olması sebebiyle strüktürel anlamda da tasarruf edilmiş olundu. Ağırlık azaldığı için daha az çeliğe ihtiyaç duyuldu. Daha az çelik kullanımı ise daha fazla güneş ışığı alınması demektir, bu sayede ısı tasarrufu da sağlanmış olundu. Çelik parçalarının bir araya getirilmesinde ise yusufçuk böceğinin kanatlarından ilham alındı. Böylelikle doğadan ilham alınarak aslında kullanılan kaynakların çok daha azına bir proje üretebileceğine önemli bir kanıt ve örnek teşkil eden bir proje olan Eden Projesi tasarlanmıştır.

3. PARAMETRİK TASARIM

Biyomimetik örneklere baktığımızda, tasarımın herhangi bir veriye dayandırıldığı gözlemlenir. Verilerin toplanıp işlenmesi sonucunda tasarım oluşur.

Sonucunda tespit edilen problem çözülmüş olur. Probleminiz güneş enerjisinin verimli kullanıldığı bir bina yaparsanız, öncelikler güneş ışınlarıyla ilgili verileri toplanır. Bu veriler ışığından doğadan ilham alarak gerekli güneş panelleri ve solar sistemleri kurularak tasarım oluşturulur. Bu süreçte verilerin değerlendirilmesi ve sonucunda tasarımın oluşturulması için bilgisayarlı tasarıma ihtiyaç duyarız.

Parametre kelimesi, Genel Türkçe Sözlüğe göre değişken anlamını taşımaktadır. Parametrik tasarım ise tasarımın belli değişkenlere dayandırılması anlamına gelmektedir. Tasarım sürecini sistemleştiren parametrik tasarım sayesinde tasarımcı incelenen obje ile iletişim kurabilir. Parametrik tasarım, iletişim ve bilgi aktarımına ara yüz olur. (Erdoğan, Gönenç, 2011) Doğadaki biçimlerin oluşum süreçlerinin incelenmesi ve doğa insan etkileşiminin tasarım sürecine aktarımında sürecin tasarlandığı parametrik tasarım büyük kolaylık sağlamaktadır.

Benyus(1997)'a göre insanlık birçok alanda Biyomimikri Devrimini yaşamıştır. Artık görsel esinlenmelerin önüne geçilmiştir. Tasarımlarda 'model, ölçü veya kılavuz' olma niteliklerine dikkat çekmiştir. Bilgisayarlı tasarım araçları sayesinde nesnelerin somut özellikleri yanı sıra, doğanın yöntemi ve işleyişi daha kapsamlı incelenerek işlenebilir hale gelmiştir.

3.1. Mimari Tasarım Sürecinde Parametrik Tasarım

Mimari tasarım sürecinde parametrik tasarım belirli parametrelere bağlanarak yapılır. Mimari tasarım sürecinde elde edilen çevresel veriler belirli parametreler içerir. Örneğin rüzgar şiddeti, hakim rüzgar yönü, insan yoğunluk gibi veriler parametre olarak tanımlanır. Bilgisayar ortamında parametrelere girilen değerler sonucunda tasarım aşamasındaki form üretimi için ya da mekanda ışık-ses-biçim değişimleri için kullanılır.

Strüktür ve detay çözümleri içinde parametreler kullanılır. Bunlarda ise parametreler ölçü, açı ve kalınlıktır. Bu parametrelere bağlı olarak tasarım ortaya çıkar.

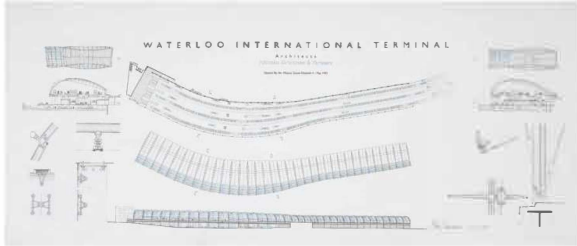


Şekil 18. Küp

Bir kağıt ikiye katlandığı zaman bu işlemin gerçekleşmesi için sonsuz tane yöntem vardır. Farklı yerlerden katlanarak binlerce farklı sonuç ve farklı veya aynı iki yüzey elde edilir. Burada kağıt katlanırken süreç tasarlanmış olunur ve tasarım aynı yöntemle olmasına rağmen sonucu değiştirir. Bu sürecin bilgisayar ortamına 3 boyutlu olarak taşındığında bir küpün katlama sürecinin planlanması olacaktır. Bu durumda nesne, elle değil bilgisayar ortamında kodlanmış bir algoritmayla katlanmış olacaktır. Şekil 18 'de bir küpün 16 adımda katlanarak elde edilmiş olan 2 farklı formu verilmiştir. 16 katlamanın ardından 400.000 yüzey elde edilmiştir (Hansmeyer, TEDGlobal 2012). Katlama yerleri ve katlama oranları değiştirildiğinde ortaya çıkan ürün tamamen farklı bir ürün haline gelir. Bu örnekte tasarlanan şeyin form değil, süreç oluğunu görüyoruz. Yani kağıt ve küp örneğinde görüldüğü gibi parametreler değiştirilerek farklı sonuçlar elde edilmiştir.

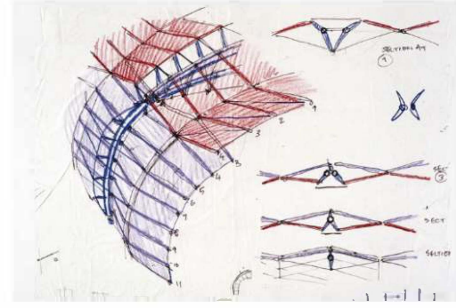
3.2. Parametrik Tasarım Kullanarak Yapılmış Olan Mimari Yapılar

Waterloo International Terminal Station



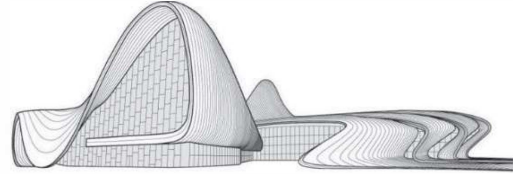
Şekil 19. Waterloo International Terminal Station kesit ve plan çizimleri

1993'te Londra'da Nicholas Grimshaw tarafından tasarlanan terminalin çatısında parametrik tasarım yöntemi kullanılmıştır. Araziye uyumlu çatı tasarımında tek bir makasın parametrik modeli yapılmıştır. Bu modelden doğacak diğer makaslar için de parametreler belirlenmiştir. Çatı strüktüründe bulunan kemerde ölçek boyut ve pozisyon gibi parametreler belirlenmiş ve terminal boyunca değişen parametre değerleriyle oluşan makaslar seri şekilde üretilebilmiştir.



Şekil 20. Waterloo International Terminal Station sistem detayı eskizleri

Haydar Aliyev Kültür Merkezi



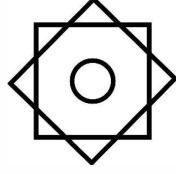
Şekil 21. Haydar Aliyev Kültür Merkezi; model

Zaha Hadid ve Patrik Schumacher tarafından tasarlanan yapı, 2013 yılında Bakü'de inşa edildi. Bina kıvrımlarının peyzaja dönüştüğü yapıda kesintisiz ve akıcı bir tasarım hakimdir. Mimari unsurlar ile zemin arasında ilişki kurulur. İnsanların iç mekanlara yönelişi, yüzey akışkanlığı, ışık alacak mekanların açıklıklarının büyüklüğü ve akustik tasarıma yön veren parametrelerdir. Bu parametrelere bağlı olarak oluşan kabuk tasarımı ise bir sistem ürünüdür (Uysal,2016). Biyomimetik olarak Hazar Denizinin yükselişinden esinlenilmiştir.



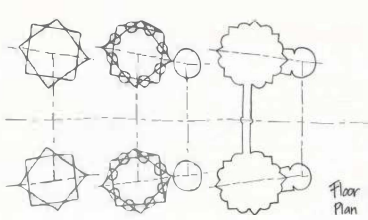
Şekil 22. Petronas İkiz Kuleleri
(Kenny Teo, 2018)

Petronas İkiz Kuleleri: 1991 yılında mimar Cesar Pelli tarafından tasarlanan Petronas Kuleleri 1998 yılında açılmıştır. Tasarımda Malezya için mimarın yanında kültürel bir değer taşıması hedeflendiğinden İslam kültüründen çizgiler taşımaktadır. İslam kültüründe önemli bir sembol olan "Rub el Hizb" şekline doğan bir plan şeması mevcuttur.



Şekil 23. Rub el Hizb motifi

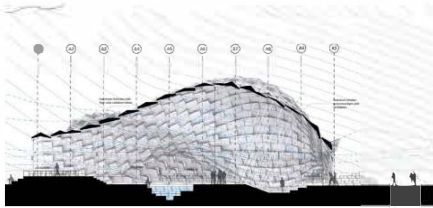
8 köşeli yıldızdan uyarlanan kat planı parametrik olarak yükselerek incelmekte ve Kuala Lumpur'a imgesel bir silüet kazandırmaktadır. İki kule birbirlerine gökyüzü köprüsü adı verilmiş olan kuleyle bağlanırlar.



Şekil 24. Kat Planı Oluşumu

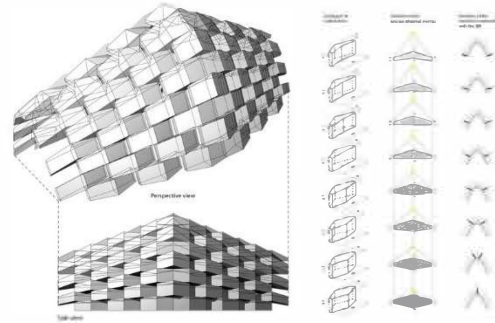
Eko-Sürdürülebilir Konut

2007 eVolo Architecture Konut Yarışmasında özel mansiyon alan projenin sahibi Federico Rossi'dir. Parametrik bir proje olan konut tasarımında çevresel verilere ve sürdürülebilirlik ilkelerine bağlı kalmıştır.



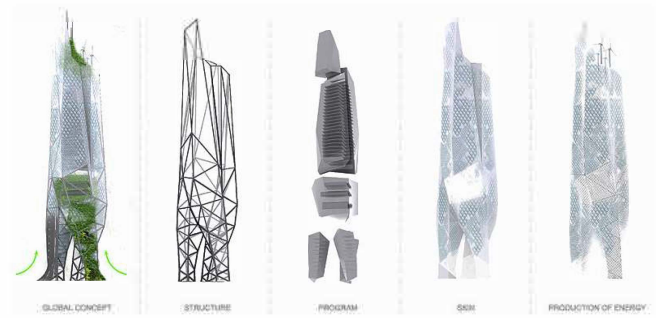
Şekil 25. Proje Kesiti

İki şerit halinde kıvrılmış elips çerçeveli bir kafes kullanılarak parametrik bir tasarım elde edilmiştir. Yüzeyin genişliği, uzunluğu ve kalınlığı belirlenen parametrelerle kontrol edilebilecek ve bu sayede yüksek sıcaklıkta kalınlık artacaktır. Baklava şeklindeki geometrik çerçeveyi iç basınç ve rüzgar hızına göre deforme ederek yaşayan bir bina tasarlanmıştır.



Şekil 26. Baklava Modüllerinin hareketi

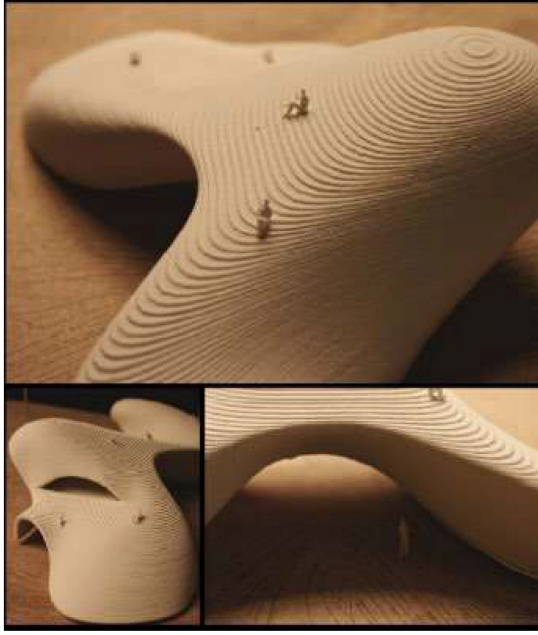
Warp Skyscraper: 2007 eVolo Gökdelen Yarışması özel mansiyon kazanan projenin tasarımcıları Bosna Hersek'ten Nenand Basic ve Güney Kore'den Keeyong Lee'dir.



Şekil 27. Warp Skyscraper Model (eVolo)

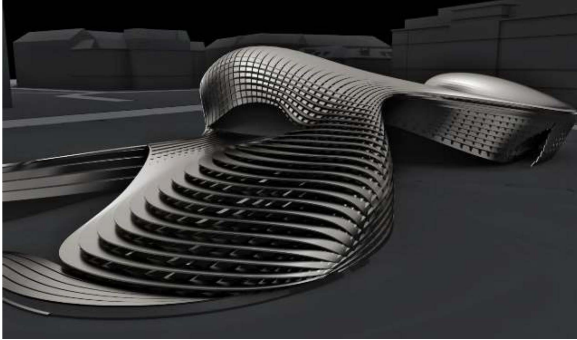
Paris'te yer alan proje tasarlanırken öncelikli olarak dikkat edilen veri, Paris şeklinin insan yoğunluğudur. Tarihi kent dokusunun yoğunluğu ve kalabalık nüfus sebebiyle minimum yüzey alanı kullanılmak zorunda kalmıştır. Çözümü anatomide bulan tasarımcılar, insan vücudu bölümlerinden ilham alarak tasarımlarını oluşturmuşlardır. Gökdeleni tasarımlarının iki ayak üzerinden yükseldiğini görebilirsiniz. Bu sayede şehir içi sirkülasyon engellenmemiş oldu. Strüktüründe ve cephe kaplamasında parametrik tasarım uygulanan projenin cephesinde ETFE kullanılarak aynı zamanda enerji tasarrufu sağlanmıştır.

Sigmund Freud Pavilion: 2009 yılında Christoph Hermann tarafından Avusturya'da tasarlanmış bir parametrik tasarım projesidir. Projede rekreasyon alanı, kafe ve sergi alanı olarak kullanılabilecek bir mimari tasarım çalışılmıştır.



Şekil 28. Proje Maketi

Bu projede, çeşitli mekansal parametrik mimari oluşumlarla geleneksel bina-zemin kompozisyonu oluşturmak yerine, alanın ihtiyaçları doğrultusunda değişebilen bir mimari yapı oluşturulmuştur. Dinamik sistemleri kullanarak tasarım yapmak, tasarımcıyı birbiriyle bağlantılı, açık ve geçirgen bir parametrik tasarıma götürür. Bu proje Gehry Technologies'in mimarlarıyla birlikte parametrik tasarım ve BIM yazılımlarıyla çizilmiştir. Bu sayede tasarım sürecinde konsept fikrinin oluşması ve gelişmesi kolaylaştırılmıştır.



Şekil 29. Proje Modeli

4. PARAMETRİK TASARIM VE BİYOMİMİKRI İLİŞKİSİNİN TASARIM SÜRECİYLE İNCELENMESİ

Lotus Tapınağı: Desibel Mimarlık tarafından tasarlanan Lotus Tapınağı, bulunduğu bölge olan Vietnam'ın ulusal çiçeği olan Lotus Çiçeğinden ilham alınarak tasarlanmıştır.

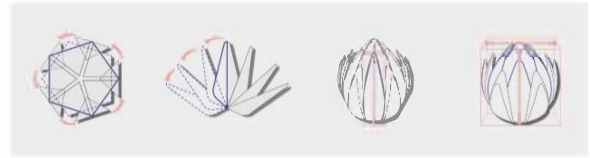


Şekil 30. Lotus Tapınağı

Bu yapının iç mekan tasarımdan peyzajına, peyzajından cephesine kadar her detayda esinlenmeler yer almaktadır.

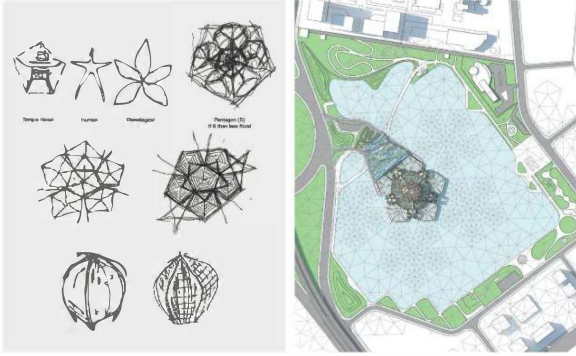
Şekil 31. Lotus Çiçeği (Kapalı Yaprak)
(Bahman Farzad, 2011)

Henüz açmamış olan lotus çiçeğinin sıkı yaprakları binanın yapısına ilham kaynağı olmuştur.



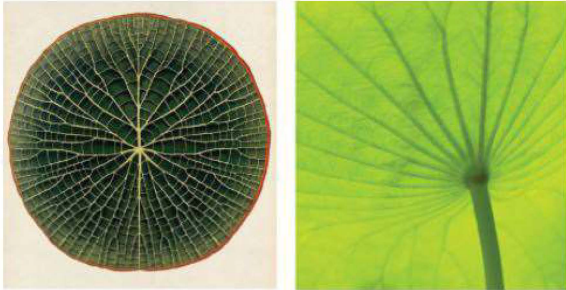
Şekil 32. Kod Çözme Süreci

Lotus biçimi, beşgen ızgaralı bir sistemden oluşur. Bu beşgen uzanan bir kişinin; başını, kollarını ve bacaklarını simgeleyen bir metafor olarak seçilmiştir. Lotus çiçeği dahil olmak üzere, doğada birçok çiçek yapısında bu oranı görülmektedir. Buradan doğa ve insan arasında bir odak kurulmaktadır.

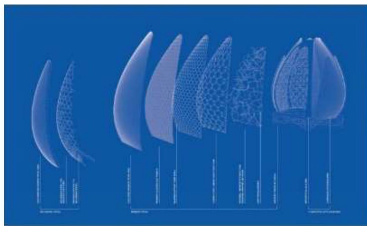


Şekil 33. Beşgen metaforu

Ana dolaşım alanının tavanı ise lotus yaprağının altında geziniyormuş hissi vermesi için o renk ve formda tasarlanmıştır.



Şekil 34. Ana Hol Tavanı- Lotus Yaprığının Altından Görünüşü



Şekil 35. Katmanlar

Yaprakların biyolojik yapısı incelenerek, Cephede de katmanlı bir yapı oluşturularak biyomimikriden aktarım yapılmıştır.

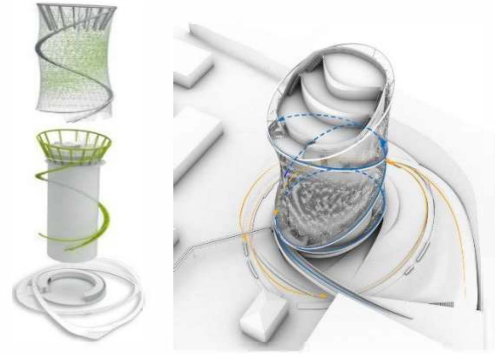
LAVA- Enerji Depolama Merkezi: 2019 yılında tamamlanması planlanan projenin inşasına Almanya,

Heidelberg de 2017 yılında başlanmıştır. Silindirik bir depolama merkezi olarak tasarlanan binanın kullanım amacı, halka açık bir sürdürülebilir enerji bilgi merkezi oluşturmaktır.



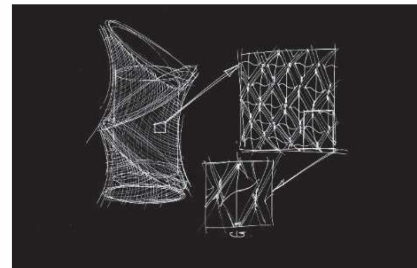
Şekil 36. Enerji Depolama Merkezi (Stadtwerke Heidelberg-Model)

Katmanlı cephe tasarımına sahip olan binada bir çok esin kaynağı vardır. Esneklik, uyarılabilirlik, enerji geçişi, yerinden yönetim ve ağ oluşturma kavramlarını sergileyebilmek adına örümcekler, yapraklar ve sürüngen derilerinden ilham alınmıştır. "Sonuç, binayı rüzgarla canlandıran, dinamik, sürekli değişen bir ışık ve gölgenin yüzeyi, binayı dinamik bir yeni enerji rejiminin işareti haline getiriyor."(Santos, S. 2016).

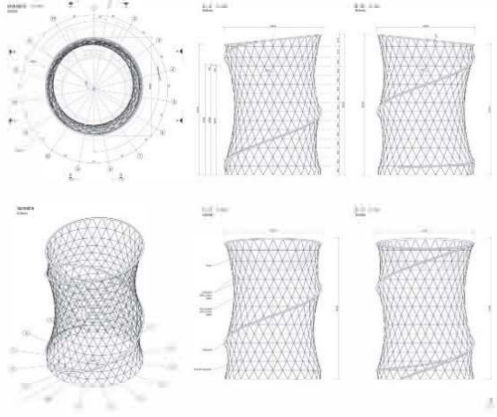


Şekil 37. Merkezin Merdiven Diyagramı (LAVA)

Cephe geometrilerinde, doğadan esintiler taşıyan yapıda baklava biçimli 11.000 adet plaka, paslanmaz çelikten yapılmıştır ve rüzgarda 45 derece dönebilen çelik kablo ağına bağlıdır.

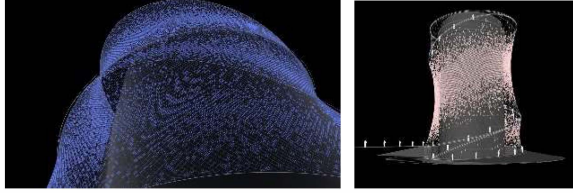


Şekil 38. Profil Detayları (LAVA)



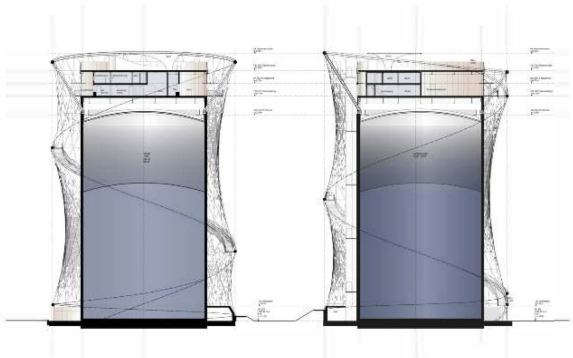
Şekil 39. Çelik Kablolar
(LAVA)

Gece saatlerinde merdivenlerin altına edilecek düşük enerjili LED aydınlatmalarla binanın aydınlatılması planlanmaktadır. Böylelikle ziyaretçiler yapıyı üç boyutlu olarak hissedebilecektir. Bu aydınlatma sayesinde cephede yanıltıcı bir iç katman efekti yaratılır ve ışık binadaki eylemleri yansıtır. Deponun doldurulması ve boşaltılması sinyallerini verir.



Şekil 39. Cephe ve Aydınlatma
(LAVA)

LAVA'nın bu yapıda uyguladığı stratejilerden biri de uygun tasarımı oluşturabilmek adına yapmış olduğu analizler ve oluşturduğu parametrelerdir. Geniş güneş analizi ve rüzgar tüneli testleri yaparak, güneş ve rüzgar enerjileri sayesinde sıcak su ve ısı enerjisi oluşturulacaktır.



Şekil 40. Kesit
(LAVA)

Pekin Ulusal Su Sporları Merkezi (Su Küpü)

2008 yılında Çin Halk Cumhuriyeti başkenti Pekin'de açılan Su Sporları Merkezi, sabun köpüklerinin doğal oluşumundan esinlenerek oluşturulmuştur.

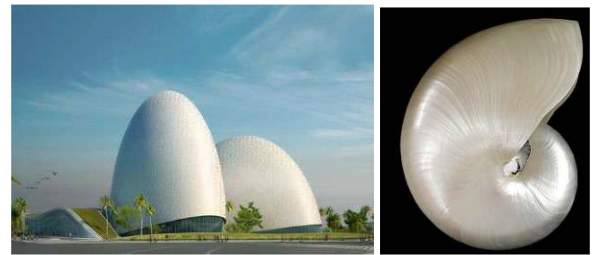


Şekil 41. Pekin Su Sporları Merkezi
(Roland Wich, 2016)

Arup tasarımcıları ve yapı mühendisleri, organik görünürken balonların tekrarlayan ve geliştirilebilir olacağını düşündüler. Rasgele dağılmış görünen cephe sistemi aslında belirli bir düzen için tekrar etmekte ve seçilen malzeme (ETFE) sayesinde güneş enerjisinin %20'sini hapsederek ısıtma için kullanılmaktadır. Aynı zamanda yarı saydam olan bu malzeme gün boyunca ışık olarak %55 aydınlatma enerjisinden tasarruf sağlamaktadır. Cephe yağmurla yıkanarak, kendi kendine temizlenir.



Şekil 42. Sabun Köpüğü ve Pekin Su Sporları Merkezi İç Mekan Görüntüsü



Şekil 43. BioLab, Model – Deniz Kabuğu

Tayvan Hastalık Kontrol Merkezi -BioLab: 2009 yılında Nicoletti Associati tarafından tasarlanmıştır.

Zararlı deniz kabuklarının formundan esinlenerek tasarlanan hastalık kontrol merkezinin cephesinde oldukça ilginç detaylar vardır. Dış cephede tehlikeli bakterilerin DNA dizilimini temsil eden geometrik desenler bulunmaktadır.



Şekil 44. Cephe Detayı ve Yeşil Yol-Model

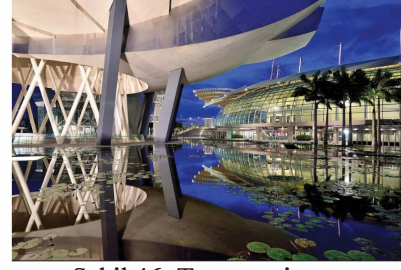
İki ana binadan oluşan yapının yalıtımı, etrafını çevreleyen yeşil yollarla sağlanmaktadır. Cephe sayesinde mekan yeterli ışığı alabiliyor ve ışığın filtrelenmesine izin vererek iç mekanının ısısını koruyor. C şeklindeki 3 katlı idare merkezi, çim ve yeşilliklerle kaplanarak yapay bir tepelik oluşturmuştur. Bu yeşillikler sayesinde izolasyon sağlanmıştır.

Sanat Bilimi Müzesi: 2011 yılında Singapur'da projelendirilen Müze binası körfez suyunun bitişiğinde yer almaktadır. Yapı, gölün üzerinde duran lotusları anımsatan bir mimari tasarıma sahiptir.



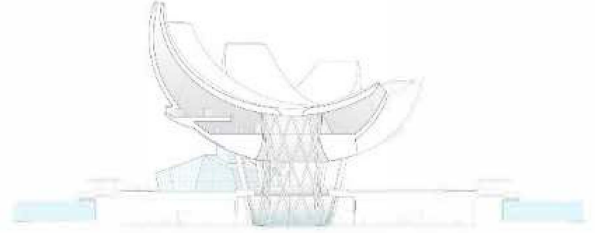
Şekil 45. Sanat Bilimi Müzesi ve Lotus Çiçeği
(Massimiliano Sechi, 2012)

10 yapraklı bir çiçeğe benzeyen yapı 10 parmağa atıfta bulunur. Her biri farklı yüksekliğe sahip olan parmaklar güneş ışığını mekanın içine alır. Bu parmaklardan dolayı arkasında bulunan bina olan Marina Bay Sands'ı geliştiren şirketin genel başkanı Sheldon Andelson tarafından "Singapur'un karşılama eli" olarak tanımlanmıştır.



Şekil 46. Taşıyıcı sistem
(Rebecca Ang, 2013)

Çanak şeklinde olan çatı formu sayesinde, yağmur suyu toplanarak iç gölete akıtılır. 60 metre yüksekliğindeki binayı çelik bir kafes taşımaktadır. Çelik kafes 10 adet sütun ile desteklenir.



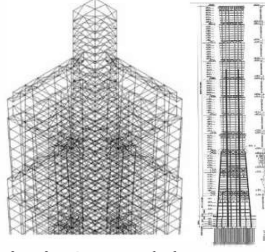
Şekil 47. Kesit

Taipei 101: Adını 101 katlı oluşundan alan yapının inşaatı 1999 yılında başlamış ve 2004 tasarihinde bitmiştir ve Tayvan'da bulunmaktadır.



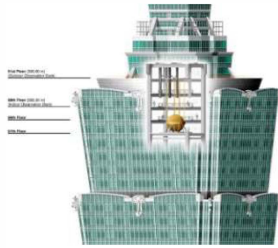
Şekil 48. Taipei 101 ve Bambu Bitkisi
(Prevlín Naidoo, 2014)

Mimar C.Y. Lee tarafından tasarlanan bina bölgenin yerel mimari öğelerinden olan pagodalar ve bambu bitkisinden esinlenerek tasarlanmıştır. Katmanlar sayesinde bina aynı bambu bitkisi gibi ince uzun bir şekilde yükselerek döneminin en uzun yapısı unvanını kazanmıştır. Bu katmanlı mimari modüler olarak 8 parçadan oluşur. Her modülde 8 kat vardır. Tayvan'ın konuşma dili olan Çince 'de sekiz kelimesi zenginlik ile eş anlamlı olduğu için bu şekilde bir atıf yapılmıştır. Çünkü Taipei 101 finansal merkez niteliğindedir.



Şekil 49. Taipei 101 Modüler Taşıyıcı Sistemi

Gökdelenin geometrik yapısının yanı sıra binanın 92. Katında bulunan 680 tonluk bir harmonik emici bulunur. Bu sayede deprem ve şiddetli rüzgarı sönümleyen bu kütle sayesinde binadaki sallanma azalarak hasar ve yapısal bozulmalar önlenmektedir.



Şekil 50. Taipei 101 Denge Topu

Binanın yapımında kullanılan çoğu malzeme geri dönüştürülebilir malzemelerdir. Binada çevre dostu birçok sistemi kullanılmıştır. Aydınlatmalar ve çift camlı duvarlar enerji tasarrufu sağlar. Binanın yönetimi dumansız hava sahası sağlayarak sigara içimini engellemiştir. Çöp ayırma ve enerji ve su tasarrufu önlemleri alınmıştır. Aydınlatmada LED kullanılarak, havalandırma sistemini de klima sistemine optimize ederek enerji tasarrufu yapılmaktadır. Binada bulunan filtrelenmiş yağmur suyu toplama sistemi ve tuvaletlerde su tasarrufu sağlayan cihazlar sayesinde yıllık yaklaşık 28000 ton su tasarrufu sağlanır. Bu sebeplerden ötürü 2011 yılında LEED (Enerji ve Çevre Tasarımında Liderlik) ile ödüllendirilmiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Doğayı tükettiğimiz ve yerine koyamadığımız çağımızda, en azından doğaya daha fazla zarar vermemek adına; doğanın milyonlarca yıldır yaptığı gibi, kendi dengesi içerisinde yaşamasına izin verilmelidir. Doğadan örnek alıp, nasıl yaşadığını gözlemleyerek tasarımların doğaya zarar vermeden de oluşturulabileceğini görülebilir. Kendi kendini sürdüren doğada ilham alarak yapılan tasarımlarda sürdürülebilir ve tasarruflu olacaktır.

İnsanoğlunun şu ana dek ürettiği en güçlü iplik olan aramid ipliği henüz örümceğin ürettiği iplikten güçlü

değildir. Bu ipliği üretebilmek için insanoğlu yüksek sıcaklık ve basınca ihtiyaç duyuyor. Bunun yanında büyük bir çevre kirliliğine sebep oluyor. Oysa ki örümcek ağını oluşturmak için ölü sinekleri yiyerek çevresel sıcaklık ve basınç koşullarında bu işlemi gerçekleştirebiliyor (Pawlyn,2010). Bu da aslında bizim doğadan, hayvanlardan ve organizmalardan çok fazla şey öğrenmemiz gerektiğinin bir kanıtıdır. Eden Projesinde çalıştıktan sonra 2007 yılında Exploration şirketini kurarak biyomimikri alanında rüştünü ispatlayan ve 2011 yılında "Mimarlıkta Biyomimikri" adlı kitabı İngiliz Kraliyet Mimarlar Enstitüsü tarafından basılan Michael Pawlyn enerji tasarrufu ve sürdürülebilirlik ile kalkınma sağlana bilinmesi için üç büyük değişimin gerçekleştirilmesi gerektiğini savunmaktadır. Bunları 2010 yılında gerçekleştirdiği TEDTalks konuşmasında şu şekilde belirtmiştir;

- Kaynak verimliliğinde radikal artış gerçekleştirmek.
- Kaynakları çizgisel, tutumsuz kirlilik yaratan bir şekilde kullanmak yerine kapalı döngü modeline dönüştürmek.
- Fosil yakıtlarının kullanıldığı ekonomiden güneş enerjisi kullanan ekonomiye geçiş yapmak.

Bu çözümlerin hayata geçirilebilmesi için ihtiyaç duyulan yöntem biyomimikridir. Bunun içinde bu maddeleri zaten 3,8 milyar yıldır gerçekleştirmeyi başarmış olan doğayı incelemek en doğru yöntem olacaktır.

Biyomimikriden ilham alarak tasarım oluşturmak için, günümüz teknolojilerinin imkanlarından yararlanarak, parametrik tasarımla biyomimikri birleştirilir. Lotus Tapınağı örneğinde de görüldüğü gibi, katmanları bilgisayar programlarını kullanmadan tasarlamak oldukça güç. Bu durumda parametrik bir tasarım yapmak için bilgisayar ortamında tasarım yapmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Mimari eğitimde bu ekolle yetişen mimarlar doğaya saygılı ve düşünceli tasarımlar ortaya koyacaktır. Hesaplamaya dayalı tasarım tasarımcının belirlediği sınırlar içerisinde olasılıklar ortaya koyarak değişim ve deformasyon imkanı sunar. Tasarım sürecinde toplanan veriler ve analizler sayesinde belirli parametreler hali hazırda elde edilmiş olacaktır. İhtiyaca yönelik parametreler de eklendiği taktirde hem tasarım süreci hızlanacak hem de girilen parametreler ışığında verimli bir yapı ortaya çıkacaktır. İncelenen örnekler, çevre koşullarının iyi analiz edilerek, olumsuz olarak değerlendirilecek çevresel etkenlerin bir şekilde ihtiyacı karşılayacak bir sisteme dönüştürüldüğü görülmektedir. Çevresel etkenlere adapte olan basit mimari çözümler tasarruf sağlarken aynı zaman da tasarım konseptinin geliştirilmesinde önemli rol oynar.

Bu mimari çözümler oluştururken yapacağı işleve uygun olan niteliklerde olan hayvanlar, bitkiler ve organizmalar incelenerek bir çok çözüm üretmek mümkündür. Böylelikle tasarım sürecinde hem doğadan yararlanarak çözümler üretilmiş olunur hem de BIM ve parametrik tasarım yazılımlarıyla tasarım süreci hızlandırılmış olunacaktır.

6. KAYNAKLAR

Bayakara, M., 2011, Yüksek Lisans Tezi, Mimarlıkta Parametrik Tasarım Ve Arazide Kütle Yerleşimi İçin Bir Model Önerisi

Erdoğan, E. ve Gönenç Sorguç A., 2011, Hesaplamalı Modeller Aracılığıyla Mimari Ve Doğal Biçim Üretim İlkelerini İlişkilendirmek

Genç, M., 2013, Sanatta Yeterlik Eseri Çalışması Raporu, Doğa, Sanat ve Biyomimetik Bilim

İleritürk, İ. 2016, Yüksek Lisans Tezi, Mimarlık Eğitiminde Doğa İle İlişki Bağlamında Biyomimikri

Karabetcan, A., 2015, 4. Ulusal İç Mimarlık Sempozyumu, Doğadan Esinlenmiş Tasarımlar: Tasarım Stratejisi Olarak Biyomimikri

Kuday, I., 2009, Yüksek Lisans Tezi, Tasarım Sürecinde Destekleyici Faktör Olarak Biyomimikri Kavramının İncelenmesi

Tekin, Ç. Kurugöl, S. 2011, e-Journal of New World Sciences Academy, Volume: 6, Number: 4, Article Number: 1A0207

Zeytün. B. 2014, Yüksek Lisans Tezi, Mimari Tasarımda Biyomorfik Yaklaşımlar

Akgöze, F., 2015, Biyomimikri: Doğanın tasarımı <https://sherpa.blog/biyomimikri-doganin-tasarimi#.WjvEHd9l-Mr>
Erişim tarihi; 15.12.2017

Archdaily.cm, 2013, Heydar Aliyev Center / Zaha Hadid Architects
<http://www.archdaily.com/448774/heydar-aliyev-center-zaha-hadid-architects>
Erişim Tarihi: 15.12.2017

AskNature Team, 2016, Mound facilitates gas exchange
<https://asknature.org/strategy/mound-facilitates-gas-exchange/#.WIKMsd9l-Mp>
Erişim Tarihi:06.01.2018

AskNature Team, 2016, Needle-like structure inserts painlessly
<https://asknature.org/strategy/needle-like-structure-inserts-painlessly/#.WIKMtt9l-Mp>
Erişim Tarihi:06.01.2018

Barber, L., 2014, Final Project: Sustainable Design
<http://laurabarber2125.pbworks.com/w/page/73060772/Final%20Project%3A%20Sustainable%20Design>
Erişim tarihi; 05.01.2018

Biomimetic-architecture.com, 2010, Biomimetic Shading Techniques of the Esplanade Theatre
<http://www.biomimetic-architecture.com/2010/biomimetic-shading-techniques-of-the-esplanade-theatre/>
Erişim Tarihi:06.12.2017

biomimicry.org, Biomimicry Examples,
<https://biomimicry.org/biomimicry-examples/>
Erişim Tarihi:06.12.2017

biomimicry.org, What is biomimicry?,
<https://biomimicry.org/what-is-biomimicry/>
Erişim Tarihi:06.12.2017

CTBUH Research Paper, CTBUH 2004 Seoul Conference, Structural Design of Taipei 101, the World's Tallest Building
<http://global.ctbuh.org/resources/papers/download/1650-structural-design-of-taipei-101-the-worlds-tallest-building.pdf>
Erişim tarihi; 05.01.2018

Desibel Mimarlık, Hanoi Lotus,
<http://www.db-a.co/work/hanoi-lotus/>
Erişim Tarihi:06.12.2017

Designboom.com, 2013, zaha hadid: heydar aliyeve cultural center shapes azerbaijan
<http://www.designboom.com/architecture/zaha-hadid-heydar-aliyev-cultural-center-shapes-azerbaijan/>
Erişim Tarihi: 15.12.2017

Dispenza, K., 2011, Zaha Hadid's Heydar Aliyev Cultural Centre: Turning a Vision into Reality
<http://buildipedia.com/aec-pros/from-the-job-site/zaha-hadids-heydar-aliyev-cultural-centre-turning-a-vision-into-reality>
Erişim Tarihi: 15.12.2017

Encyclopædia Britannica,
www.britannica.com/topic/Crystal-Palace-building-London
Erişim Tarihi:06.12.2017

Eti, A.R., 2017, Doğadan Örnek Almanın Tarihi
<http://www.altugeti.com/dogadan-ornek-almanin-tarihi/>
 Erişim Tarihi:06.12.2017

evolo.us, 2010, Warp Scrapper
<http://www.volo.us/competition/warp-skyscraper/>
 Erişim Tarihi: 05.01.2018

evolo.us, 2010, Eco-Sustainable Housing – Parametric Design
<http://www.evolo.us/architecture/eco-sustainable-housing-parametric-design/>
 Erişim Tarihi: 05.01.2018

Göreci, I., 2007, Hayatı Taklit Eden Mimari
http://www.mimarizm.com/haberler/hayati-taklit-eden-mimari_116038
 Erişim Tarihi:06.12.2017

Girvin, T., 2007, Sustenance, Biomimicry And Design
www.girvin.com/blog/sustenance-biomimicry-and-design/
 Erişim Tarihi:06.12.2017

grimshaw.global, International Terminal Waterloo London, UK
<https://grimshaw.global/projects/international-terminal-waterloo/>
 Erişim Tarihi: 13.12.2017

Hansmeyer, M., 2001, Hayal edilemeyen biçimler inşa etmek -TEDTALKS
https://www.ted.com/talks/michael_hansmeyer_building_unimaginable_shapes?language=tr#t-178699
 Erişim tarihi; 05.01.2018

Hennighausen, A. Rostan, E., 2015, 14 Smart Inventions Inspired by Nature: Biomimicry, Bloomberg
<https://www.bloomberg.com/news/photo-essays/2015-02-23/14-smart-inventions-inspired-by-nature-biomimicry>
 Erişim tarihi; 02.01.2018

l-a-v-a.net, Energy Storage Centre
<http://www.l-a-v-a.net/projects/energy-storage-centre/>
 Erişim tarihi; 28.12.2017

Lee, E., 2009, Taiwan's Beautiful Bioshell Center for Disease Control
<https://inhabitat.com/taiwans-beautiful-bioshell-center-for-disease-control/>
 Erişim tarihi; 05.01.2018

Pawlyn, M., 2010, TEDTalks, Using nature's genius in architecture
https://www.ted.com/talks/michael_pawlyn_using_nature_s_genius_in_architecture/up-next?language=en
 Erişim Tarihi: 05.01.2018

Pawlyn, M., 2016, How biomimicry can be applied to architecture, Financial Times.
<https://www.ft.com/content/e2041a1e-0d32-11e6-b41f-0beb7e589515>
 Erişim tarihi; 02.01.2018

pheiding.blogspot.com.tr, 3 Buildings with 3 Different Concept/ Approach, 2011,
<http://pheiding.blogspot.com.tr/2011/01/sj-12-3-buildings-with-3-different.html>
 Erişim tarihi; 05.01.2018

Royalacademy.org.uk, Sir Nicholas Grimshaw
<https://www.royalacademy.org.uk/artist/nicholas-grimshaw-ppra>
 Erişim Tarihi:13.12.2017

Uysal, D., 2016, Mimari Tasarım Süreç Ve Etkileşimleri
<https://mimaritasarimsurecveetkilesimleri.wordpress.com/author/dogukanuysal/>
 Erişim tarihi; 15.12.2017

Welch, A., 2014, Taiwan Centers for Disease Control – Biolab Squadron
<https://www.e-architect.co.uk/taiwan/taiwan-centers-disease-control>
 Erişim tarihi; 05.01.2018
 Wikizero.net, Prudential (Guaranty) Building
[https://en.0wikipedia.org/wiki/Prudential_\(Guaranty\)_Building](https://en.0wikipedia.org/wiki/Prudential_(Guaranty)_Building)
 Erişim Tarihi:06.12.2017

Zorn, A., 2017, LAVA Breaks Ground on Sculptural Energy Tower in Germany
<https://www.archdaily.com/877158/lava-breaks-ground-on-sculptural-energy-tower-in-germany>
 Erişim tarihi; 02.01.2018

SAYISAL TEKNOLOJİLERİN TEKSTİL TASARIM ve ÜRETİM SÜREÇLERİNE ETKİSİ

Şükran ÖZKAN
sukranozkan@hotmail.com.tr

ÖZET

Bilim ve teknolojinin etkileşimi ile gelişen, üretken sanat yaklaşımından beslenen sayısal tasarım, bilgi devrimiyle hayatımızın her alanına girmiş olan kod, yazılım ve elektronik tasarımın tekstil tasarım ve üretim süreçlerine etkisi araştırmanın konusunu oluşturmaktadır. Teknoloji ve bilgi ile çalışma kabiliyetimizi arttırmakta, aynı zamanda yeni ve farklı düşünme biçimlerinin de önünü açarak yaratıcılığın ve özelleştirilmiş tasarım ürünlerin gelişimini desteklemektedir. Araştırmada, tekstilde sayısal ve hesaplamalı tasarımın, çağdaş sanatın kreatif etkisiyle, teknoloji ve sayısal imalat yöntemlerinin avantajlarıyla harmanlandığı, yapıt niteliği taşıyan özelleştirilmiş ürün örneklerine yer verilecektir.

Anahtar Kelimeler: Üretken Sanat, Elektronik Tekstil, Hesaplamalı Tasarım, Yaratıcı Kodlama, Sayısal Üretim.

ABSTRACT

The subject of research is the digital design which is fed by the generative art approach developed by the interaction of science and technology, and by the information revolution the code, software and electronic design which have entered into every field of our life, have an influence on textile design and production processes. It enhances our ability to work with technology and knowledge, and at the same time supports the development of creativity and customized design products by opening new and different ways of thinking. The research will include examples of customized products with artistic qualities blended with the digital and computational design of the textiles, the creative impact of contemporary art, and the advantages of technology and digital manufacturing methods.

Keywords: Generative Art, Electronic Textile, Computational Design, Creative Coding, Digital Production.

1.GİRİŞ

20.yy.'ın başında plastik sanatlarda biçim ve içerik açısından büyük değişim yaşandığı görülmüştür. Endüstrileşmenin etkisiyle Kübistler, geleneksel malzemelerin yanında kolaj ile teknolojik her türlü nesnelere ve malzemelere katarak ürettikleri yapıtlarıyla, sanatta yeni yaklaşımların önünü açmış, M.Duchamp (ready-made) ile tepkisini dile getirirken, Kandinsky'nin duyguyu bütünüyle motifsiz ifadesi, soyutlamanın temellerini atmıştır.

Tekstil tasarım ve üretim teknikleri, özellikle Bauhaus döneminde 20. yy. sanat anlayışıyla paralellik gösterdiği görülmektedir. Bauhaus'un sanatsal değeri yüksek duvar dokumaları tapestryler P. Klee, A. Albers, O. Berger, G. Stölzl gibi sanatçılar tarafından üretilmiştir. J.Miro gibi sanatçıların eserlerinin etkisi dönemin iç mekan tekstillerinde güçlü bir şekilde hissedilmiştir.

Bauhaus'un anlayışı ile sanat, müze ve galerileri kısıtlamasından kurtulup insanın gündelik yaşam alanı içine, kentin sokaklarında yer almaya başladığı görülmüştür. Sanatçı, tavır koyan, düşünen, araştırmacı kişiliğini, malzeme kullanımıyla dile getirirken, sanat uygulamalarının kolaj, asamblaj, hepining olarak çağdaş sanat ortamında yer aldığı görülmektedir. Tekstil sanatı çağına paralel bir gelişimle geleneksel sınırlarını aşarak, disiplinler arası etkileşimi, sanatçının deneyselliği, tasarım ve teknolojinin sunduğu imkânların da kullanımıyla, özgün yapıtlarla plastik anlatımlara dönüştür. 1960'lı yıllarda tekstil, resim ve heykelin çizdiği sınırları zorlayarak yeni bir çağdaş sanat alanı tanımlarken, sanayi üretimi için yeni fikirlerin doğuşuna da önyak olmuştur (Özkan, 2011).

1950'li yıllarla birlikte yaşanan bilimsel ve teknolojik gelişmelerin etkisi özellikle iletişim ve bilgisayar teknolojilerine dayanan sanat uygulamalarının ortaya çıkmasıyla görülmüştür.

Örneğin; Ernest Edmonds'ın, 1960'lı yıllarda daha ilginç bir sanat üretebileceğini düşüncesiyle, fırça ve şövaleden bilgisayara geçtiği görülmüştür (Boden, Edmonds, 2010). Sayısal medyanın sunduğu potansiyel ve popülerite İzlenimciler, Kübistler ve Fütüristlerin çalışmalarıyla elde edilen görsel efektlerin 2D görüntüleme yazılımı ile oluşturulmasına olanak tanınmasıyla ve birçok alanda olduğu gibi geleneksel sanat süreçlerinede değişim getirmiştir (Braddock, Harris, 2012).

Sanal mekanda görsel fikirlerin gelişimi sürecinde sanatçıların kavram ve imaj üretmek için yeni yaklaşımlar sergilediği görülmektedir. Bilgisayarlar karmaşık imajların geliştirilebileceği, sanatçıların arasındaki işbirliğinin kolaylaştırıldığı ve fiziksel işleme ve hazırlama için yeni yöntemlerin geliştirildiği zengin ortamlar sunmaktadır (Treadaway, 2015). Bilgisayarların gerçekleştirdikleri simülasyonlar, doğanın yeni görünümüne izin vermekte, hayal gücü izleyiciyi gerçeğin yanı sıra geçmişten de ayırmakta, gelecekle yüzleştirmektedir (McCormack, 2003).

1940'lı yıllardan başlayarak, bilim ve mühendislik alanlarında çalışmaya yardımcı olmak için geliştirilen kod ile çalışmaya, sanatçı, tasarımcı ve mimarların yaklaşımının farklı olarak geliştiği görülmüştür. Sanatta kodla düşünme yaklaşımı, 1950'ler ve 1960'larda sistem estetiği gibi yazılım ve yazılımla ilgili temaları denemeye başlayan sanatçıların çalışmaları yoluyla ortaya çıkarılmıştır (Reas, McWilliams, Lust, 2010).

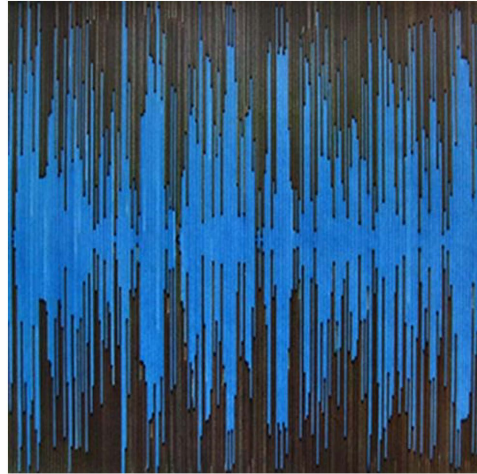
1950'li yıllarda, birkaç araştırmacı Shannon ve Weaver'ın bilgi teorisini psikolojiden daha iyi bir anlayış sunabileceği düşüncesiyle estetiğe uygulama girişiminde bulunmuş, "bilgi estetiği" teorisinin hem analiz hem de sentez için kullanılabilmesine değinmiştir. Alman filozofu Max Bense, bilgi teorisini estetik eserler ile ilişkilendiren bir 'üretken estetik teorisi' geliştirmiştir. Burnham, sistem estetiğinin sanat için yeni ve üstün bir yol olduğu düşüncesini bilimin ve teknolojinin felsefelerinde, özellikle de sistem teorisi ve sibernetikte izlemiş, ilerleyen yıllarda, sistemler estetiğinin, sanat için baskın bir paradigma haline geldiği görülmüştür (McCormack, 2003). Bu keşifler ilk olarak 1968'de Londra Çağdaş Sanatlar Enstitüsünde yapılan "Sibernetik Serendipity" ve 1970'de MoMA da "Yazılım Bilgi Teknolojisi" sergisiyle halka tanıtılmıştır (Reas, McWilliams, Lust, 2010).

"Yazılım sergisinin küratörü Jack Burnham, sergilenen eserleri "iletişim ve enerji alışverişi"

altında yatan yapılarla ilgilenen işlemsel olan sanat" olarak tanımlamıştır (Reas, McWilliams, Lust, 2010).

1.1. Üretken Sanatın Çağdaş Tasarım ve Üretim Yaklaşımlarına Kreatif Etkisi

Bilim ve teknolojinin, sanat dünyası üzerindeki etkisinin artmasıyla, 1950'ler ve 1960'lı yıllarda üniversite laboratuvarlarında ve sanatçı stüdyolarında başlayan bu sanatın kümülatif etkinin teknolojik kültür üzerinde derin etkisi olmuştur. Dolayısıyla, yaşanan yeniliklerin büyük kısmı, güzel sanat düşüncesi altında değil, ancak popüler kültür endüstrisinde çalışan kişiler tarafından (bilgisayar grafik, film, müzik videoları, oyunlar, robotik ve internet) gerçekleştirilmiştir (McCormack, 2003). Bu yeni yaklaşımlar teorik ve metodolojik açıdan ilişkili olup, genellikle bilgisayar sanatı, elektronik sanat veya üretken sanat etiketleri altında toplanmıştır (Boden, Edmonds, 2010).



Resim 1. Plotter çizimi ve taş baskı (Georg Ness, 1970)

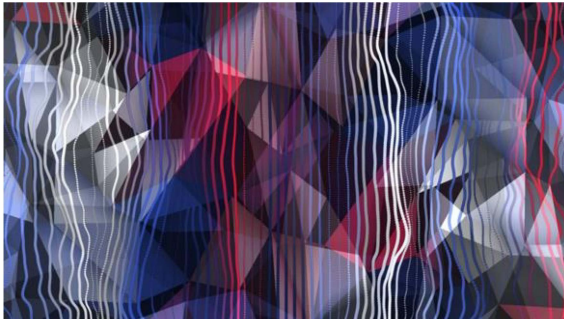
Üretken sanat alanı, kavram biliminden ve özellikle yapay zekadan beslenmekte olup, 1950'lerde sibernetik olarak, 1960'lar da hesaplamalı" olarak tanımlanmıştır. İlk bilgisayar sanatı sergisi "Generative Computer Graphic" adıyla 1965'te Stuttgart'da düzenlenerek Georg Nees'in eserlerini sergilemiştir. (Boden, Edmonds, 2010). Üretken sanatın tanımında kullanılan biyolojik metaforlar, genotip ve fenotip terimleri, bu sürecin farklı yönlerini göstermek için kullanılmaktadır. Genotip, genel olarak biçimsel bir süreç tanımlarken, bu sürecin tasviri sahnelendiğinde, fenotipi üretmekte; bu fenotip de aslında eserin deneyimini oluşturmaktadır (McCormack, 2003).

Üretken süreçte, hesaplamanın bir araç olarak keşfedilmesine yönelik analitik bir yaklaşım, bir

UTM (Evrensel Turing Makinası) gibi ideal bir bilgisayar biçimini düşünmeyi ve böyle bir makine için mümkün olan her programı incelemeyi gerektirmekteydi. Dolayısıyla, birçok farklı türdeki programı sınıflandırmak, genel olarak hesaplamanın doğası ve özellikle 'üretken hesaplama yapan program sınıfı' veya 'duran programlar' gibi belirli program türlerini kategorize etmek mümkün olmaktadır. Genel anlamda hesaplama için en basit hücrel otomata programları, sistemin kendisinden daha basit bir sistem tarafından tanımlanamayan bir karmaşıklık üretebilirler. Hücrel otomata kurallarının daha basit bir tanımlaması olmayıp, hesaplama olarak ifadeleri, sonsuz karmaşıklığı temsil etmektedir. Temsil, yazılımda model geliştiren herkes için önemli olmaktadır (McCormack, 2003).

Günümüzde bilgisayar ve hesaplamalı yöntemler sanatsal, mimari, mühendislik ve tasarım alanlarında kavramları ifade etmenin bir aracı olarak kullanılmaktadır. 2D ve 3D bilgisayar destekli tasarımdaki sayısal yöntemler, kapasite ve deneyleri artırmakta, maliyetleri düşürüp emeği azaltmakta ve yeni karmaşık hesaplamaları yönetmek için kullanılmaktadırlar.

Teknoloji, sanatçılara görüntüleri yeni yollarla keşfetme imkânı sunarken en ince detayı veya birleştirilmiş katmanların görüntüsü ile sanatçıların estetik deneyim ve bilgilerini de genişletmektedir (Treadaway, 2015). Bilim ve sanatın birbirine iyice yaklaşmasıyla, estetik ve kavramsal niteliklerin birleştiği, bazen de görünenin çok ötesindeki şeylerin ifade edildiği görülmektedir (Braddock, Harris, 2012). 1960'lı yılların sanatındaki sistem teorisi ve sibernetik vizyonunun, 21. yüzyılın yapay yaşam sanatında ve üretken sanatta etkili olduğu, günümüzde de sanat biçimlerinin modern sanayinin ve bilgi kültürlerinin teknolojik çıkarlarına hizmete devam etmekte olduğu görülmektedir.



Resim 2. Club Nomadic Night
Processing + HYPE framework + GLSL +
Minim/FFT+ SVG
(Jaoshua Davis, 2017)

2. SAYISAL TEKNOLOJİLERİN TEKSTİLE KATKISI

Tarih boyunca tekstil tasarım ve üretimi, sanatın kreatif vizyonundan esinlenmiş, bilimsel ve endüstriyel yeniliklerle yakından ilgilenmiş, her yeni teknolojiyle genişleyen yaratıcı bakış, tasarımcıların daha önce hayal edilmemiş şekilde yenilik yapmalarının önünü açmıştır. Sayısal teknolojilerin yaratıcılık alanındaki gelişimi ve etkileşimi, tekstil sanatçıların ve tasarımcıların, kavram ve imajları iletmek için yeni görsel ve malzeme dilini benimsemesini gerektirmiştir. Geleneksel süreçlerin, bilgi ve deneyimin, sayısal teknolojilerin sunduğu imkânlarla desteklenmesi, zengin bir çeşitlilikle ortaya koymaktadır.

Birçok endüstride olduğu gibi, tekstil tasarım ve üretim süreçlerinde bilgisayar tabanlı teknolojiler başlıca üç alanda toplanabilmektedir; CAD teknolojisi, tekstil tasarımcıların sanal örnekleri bilgisayar ekranı üzerinde geliştirip gösterebilmelerini ve tekstil ürünlerinin görünümünü malzeme ve imalat proseslerini simüle etmelerini sağlamaktadır. CAM tekstil üretim süreçlerini kontrol etmek için kullanılan bilgisayar teknolojisi olarak tanımlanabilir. Bilgisayar tabanlı tekstil makineleri, programlanabilir denetleyiciler, endüstriyel bilgisayarlar, veri geçitleri, hücre denetleyicileri, veri toplama, yığın denetleyicileri ve sürücü ana denetleyicileri aracılığıyla eğirme, dokuma, örme, baskı veya bitirme işlemlerini desteklemek için kullanılmaktadır. CAM, bilgisayarla tümleşik imalat CIM sisteminin en önemli parçalarından biridir. CIM, bilgisayarları genel olarak kapalı döngü kontrol süreçlerine dayanan ve sensörlerden gelen gerçek zamanlı girdilere dayanan tüm üretim sürecini kontrol etmek için kullanan üretim yaklaşımıdır. Bu, bireysel süreçlerin birbirleriyle bilgi alışverişinde bulunmasına ve planlama, yönetim ve üretim dahil eylemleri başlatmasına izin verir. CIM'in nihai hedefi esas olarak tekstil tasarımı, imalatı, testi, kalite kontrolü ve nihai ürün pazarlaması, perakende için süreç kontrolü ve bilgi iletişiminin sayısal bir platformunu sağlamaktır (Hu, 2011).

Bilgi devrimiyle üretilen araçlardan yazılım, zihin gelişimini desteklemenin yanısıra yazılımların kullanımı bilgi ile çalışma kabiliyetimizi arttırmakta, aynı zamanda yeni ve farklı düşünme biçimlerinin de önünü açmaktadır (Reas, McWilliams, Lust, 2010).

Tasarımcılar için pratik yöntem ve yaklaşımların parçası haline gelen sayısal teknolojiler, yeniliği ve uygulanabilirliği ile yeni fırsatlar yaratmakta, disiplinler arası işbirliği sağlayarak yeni tasarım ve

uygulama ortamları sunmaktadır. Bu alan, tekstil, moda, aksesuar, sanat, teknoloji ve mühendislik kesişiminde çeşitli kaynaklardan gelen örneklerle zenginleşmektedir. Günümüzde tekstili etkileyen sayısal teknolojik eğilimler içerisinde akıllı malzeme teknolojisi, elektronik, sayısal üretim, sayısal ve kod içeren hesaplamalı tasarım süreçlerinin bir tasarım alanı oluşturduğu ve ana tasarım uygulamalarının da bir parçası haline geldiği görülmektedir (Genova, Moriwaki, 2016).

2.1. Malzeme Bakımından Bilgisayar Teknolojilerinin Tekstile Katkısı

On dokuzuncu yüzyılın başlarından itibaren tarihsel süreç içerisinde, teknolojik gelişmelere paralel bir devinimle, tekstil ve modanın tasarımı, üretimi ve tüketim ve dağıtımının yeniden şekillenerek tanımlandığı görülmektedir. Tekstillerde metal lif ve iplik kullanımı M.Ö. 2000 yılından bu yana farklı kültürlerde görülebilmekte, giyilebilir teknolojiler on üçüncü yüzyılda kaydedilen ilk gözlük camlarına kadar uzanabilmektedir (Kettley, 2016).

1801'de Joseph Marie Jacquard tarafından icat edilen Jacquard tezgâhı, detaylı ve gerçekçi görüntülerden oluşan karmaşık desenler ve yüksek miktarlarda kumaş üretebilmekteydi. Bir dizi ahşap kart üzerine delinmiş olan her dokuma sırası binary sistemi ile oluşturulmuştu. Jacquard tezgâhının elde ettiği karmaşık dokuma desenlerinden esinlenerek Charles Babbage tarafından 1839'da programlanabilir otomatik tekstil tezgâhının icadı gerçekleştirilmiştir. Bir hesaplama fonksiyonu, kontrol akışı ve entegre belleğin bir araya getirilmesiyle geliştirilen "Analytical Engine" modern bilgisayarın prototip olarak ilk gerçek öncüsü olmuştur (Braddock, Harris, 2012). Endüstriyel tekstil üretiminde yaşanan artış, çağın teknolojileri, seri olarak üretilen kumaşa olan talebi de artırmıştır. Tekstil üretimindeki bu maddi değişim, bulunabilirliği ve ekonomikliği olanaklı kılarak, modanın çeşitlenmesine ve yeni pazarların gelişmesine olanak sağlamıştır.

On dokuzuncu yüzyılda dikiş makinesi giyim üretiminde devrim yaratmış, tasarımda dinamik yeni şekiller, stiller ve estetik yaratmak için yeni sentetik malzemeler denenmiştir. 1960'larda, P. Cardin, A. Courreges, R. Gernreich ve P. Rabanne gibi modernist moda tasarımcıları, uçuş cazibesinden, uzay yarışı ve Pop Art'tan esinlenerek ürünler geliştirmiştir. Akıllı tekstiller ve giyilebilir bilgisayar kullanımı ise tekstillere tamamen yeni bir işlevsellik getirmiştir. Bu alandaki çalışmalar bilgi işlem araştırmalarıyla 1960'ların sonunda başlamış, ancak 1980 ve 1990'larda komponentlerin minyatür-

leştirilmesi ile gelişme yaşanmıştır. MIT'de giyilebilir bilgisayarın ilk öncülerinden Steve Mann, Toronto Üniversitesi'nde kişisel masaüstü bilgisayar unsurlarını vücuda takıp kullanabilecek bir hale getirmek isteyen araştırmacı neslin önünü açmış, bu araştırmaların modaya yansımalarıyla cyborg estetiğine giden bir süreç yaşanmıştır (Lee, 2005).

Nanoteknolojideki son teknolojik gelişmelere de paralel olarak, sensörlerin elektronik ve bilgisayar sistemlerinde kullanılan mikro işlemci, mikro denetleyici, algılayıcı, verici, kablosuz ağ birimleri gibi sistem bileşenlerinin boyutları her geçen gün daha da küçülmektedir. Bu durum sistemlerin taşınabilir olma özelliğinin yanı sıra, giyilebilir olma özelliğini de öne çıkarmıştır. Bir ürüne "giyilebilir teknoloji" dememiz için, ürünün akıllı sensörlerden gelen bilgileri akıllı telefonunuza kablosuz ağ veya bluetooth ile bağlanarak aktarması gerekmektedir. Bu ürünler bir kişinin gereksinimlerine göre uyarlanabilen akıllı bir ortamın parçası olabilmekte ve bunların hepsi radyo dalgaları aracılığıyla bağımsız bir şekilde çalışabilmektedir.

1995 yılında MIT Medya Laboratuvarı'nda Thomas Zimmerman ve Neil Gershenfeld, başka bir kişiye veya cihaza veri veya sinyal göndermek için vücudun elektrik iletkenliğini kullanma fikrini ortaya atmıştır. Kişisel vücut ağı PAN ise bir ayakkabı altında saklanan küçük bir bilgisayar yardımıyla yaratılan vücuda zararsız elektrik sinyalleri gönderebilmektedir. Taşıyacağımız herhangi bir cihaz (saat, cep telefonu veya kredi kartı), potansiyel olarak bir PAN cihazı gibi davranabilmektedir (Lee, 2005).

Yirmi-birinci yüzyılda yaşanan gelişmeler, algılayıcıların, kumaş dokusu ile birleştirilmelerine olanak tanıyarak kumaşın elektronik bir hale gelmesini sağlamış ve yeni nesil bilgi işleme sürecinin önünü açmıştır. Kaplama, baskı, nakış, aplike, kapitone, dokuma ve örme gibi geleneksel moda ve tekstil teknikleri, elyaf, iplik, kurdele, bant, kumaş, karbon, paslanmaz çelik, gümüş ve altın vb. iletken malzeme kullanımıyla iletken kumaşlar ve giysiler oluşturulabilmektedir. Bir giysinin elektronik yapısı tasarımın bir parçası halinde kabul edilebildiği gibi gömülü bir tasarımla tamamen de gizlenebilmektedir. Bu kumaşlar, sensörler, anahtarlar, transistörler, güç kabloları, antenler ve göstergeler gibi davranarak, nasıl dokunulduğunu hissedebilmektedir. 2004'te Microsoft, insan vücudunu bir bilgisayar ağı olarak aldığı patentte vücudu sadece bir kanal olarak değil, aynı zamanda bir yüzey olarak kullanma becerisini de tanımlamıştır (Lee, 2005).

Tekstil ürünlerinde kumaş top halinde gelerek, kesme-dikme süreciyle tasarıma dahil olurken, çağdaş tekstil ve moda uygulamalarının doğrudan sıvı veya tozdan yapılmış 3D baskı giysi ve objelere yönelmekte ya da bireysel ihtiyaçlara cevap veren akıllı tekstillerden püskürtme, biyolojik büyütme ya da programlama ile imal edilebilir giysilere doğru bir gelişme süreci yaşandığı görülmektedir.

2.1.1. Akıllı Tekstiller

Bilgisayar, internet, elektronik ve tasarım alanlarında yaşanan gelişmeler, her alanda çağın farklı ihtiyaçlarıyla şekillenirken tekstil alanında da, akıllı yapıların tekstil materyalleriyle bütünleştiği uygulamalar görülmektedir.

Akıllı tekstiller teknoloji ile paralel gelişme süreci göstermekte olup tekstil sektöründe katma değeri yüksek bir potansiyele sahiptir. Yenilikçi ve çağdaş bakış açılarıyla geliştirilen tekstil ürünlerin giderek önem kazanarak yaşamımızda kullanımları artmakta sadece tekstil, moda ve aksesuarlarla sınırlı olmayıp aynı zamanda imalat, havacılık, sağlık ve güvenlik alanlarındaki endüstriyel uygulamalarda bulunan ihtiyaçlarla da gelişme göstermektedir. Farklı fiziksel uyarılara (mekanik, elektrik, termal ve kimyasal), tepki yeteneğine sahip olan akıllı tekstiller tekrarlanabilir davranış gösterebilmektedir. Bir kumaş veya liflerin yapısına entegre edilebilen bu davranışlar, pasif, reaktif veya etkileşimli olarak sınıflandırılabilir, renk, ısı, hareket, ses ve diğer çıktı biçimlerinde değişiklikler yapabilmektedir. Akıllı tekstilleri genel olarak dört başlık altında toplamak mümkündür (Kettley, 2016).

- Farklı fiziksel uyarılara (mekanik, elektrik, termal ve kimyasal), tepki yeteneğine sahip olan akıllı tekstiller.
- Giyilebilir teknoloji; vücutta giyilebilecek kadar küçük herhangi bir elektronik cihaz.
- Etkileşimli tekstiller; giysi içine yerleştirilmiş veya kontrol edilebilen, entegre bir pano veya düğme.
- E-tekstiller; Tekstil liflerine dahil edilmiş elektronik özelliklere sahip tekstiller.

Akıllı tekstiller genel anlamda, pasif akıllı, aktif akıllı veya çok akıllı olarak da tanımlanabilmektedir. Pasif akıllı tekstiller uyarıları (mekanik, termal, kimyasal, elektriksel veya manyetik durumlar olabilir), çevreden hissedebilmekte olup bu durumlara tepki vermezler, ancak başka yerlerde bir işlemciye bilgi aktarabilirler. Dolayısıyla bu tekstiller, hesaplama veya iletken materyallerin kullanılmasına gerek kalmadan ve aktif kullanıcı kontrolü olmaksızın tutarlı bir işlevsellik sağlar. Aktif akıllı tekstiller bir

mikroişlemci ya da yalnızca kullanıcı tarafından işletilen bir anahtar gerektirebilmektedir. Aktif edildiğinde tekstil, tek bir estetik ifadeye sahip olabilir (örn., Işık yanar ve yanık kalır) veya önceden programlanmış bir durum değişikliği (örn. Renk değişiklikleri) arasında geçiş yapabilmektedir. Farklı uyarılar farklı tepkiler gerektirebilmekte, dinamik kararlar vermek için basit bir yazılım kullanılabilir. Çok akıllı veya süper akıllı tekstiller, birden fazla bağlamsal bilgiye ulaşma ve kendi durumunun farkında olma becerisine sahiptirler. Yoğunlukla kompozit iletken elyaf kullanırlar ve sıcaklık, leke veya hava kalitesi gibi dış uyarılara olduğu kadar kendi performanslarını da hissedebilirler (Kettley, 2016).

2.1.1.1. Farklı Fiziksel Uyarılara Tepki Yeteneğine Sahip Akıllı Tekstiller

Teknolojinin tekstil ile bütünleşme süreci yalnızca yüzey derinliğinde değil, aslında moleküler düzeyde başlamaktadır (Kettley, 2016). İletken ve reaktif malzemeler ile bunların tekstil, moda ve aksesuar tasarımında kullanımı, eklenen elektronik etkileşimli ürünler oluşturma imkanı vermektedir. İletken malzemeler, ısı, elektrik veya ses iletimi geçirme kabiliyetine sahiptir. Bu malzeme örnekleri iletken kumaşlar, iplikler, boyalar ve bantları içerip, hepsi elektrik akımı taşıyabilmektedir. Reaktif malzemeler UV ışığına, sıcaklık değişimlerine ve suyla temasa yanıt verir. Reaktif malzemeler, harici bir tetikleyiciye tepki vererek dönüşüm sağlarlar. Kumaş, iplik, boya ve reçinelere kadar çeşitlilik göstermektedirler.



Resim 3. AIR,
(Theunseen Studio, 2014)

Theunseen Studio'nun air adlı çalışmasında malzeme bilimi ile sayısal tasarım buluşmasının yeni bir forma dönüştüğü görülmektedir. Tasarımın parçalarının oluşturulmasında lazer kesim imkanları kullanılırken, ürün çevredeki hava ile temas üzerine etkileşime girerek renk değiştiren rüzgar reaktif mürekkep uygulamasını sergilenmektedir.

2.1.1.2. Giyilebilir Teknolojiler

Giyilebilir teknoloji, üstünüze giydiğiniz teknolojik aletlerin genel adı olarak kullanılmaktadır. Sensör teknolojisi, iletişim teknolojisi ve veri analizi teknikleri giyilebilir teknolojinin temel unsurlarını oluşturmaktadır.

Giyilebilir teknolojilere ait uygulamalara, sağlık-spor endüstrisi, oyun-eğlence endüstrisi, askeri teknoloji endüstrisi gibi farklı endüstri alanlarında rastlanılmaktadır. Akıllı saatlerden, akıllı gözlüklere, elektronik tekstilden, veri eldivenlerine kadar çeşitlilik gösteren giyilebilir sistemler, iş organizasyonu, aktivite, fitness, kilo kaydı ile ilgili verilerin kontrolünde, çeşitli hastalıkların takibi, teşhis ve tedavi sürecinde rol oynamakta, farklı dillerde konuşulanları bile kendi dilinize çevirebilmektedirler.

Hüseyin Çağlayan heykeltıraş, ressam, yönetmen, koreograf ve bir fikir adamı olarak modayı kavramsal fikirlerinin ifade bulduğu bir keşif alanı olarak görmektedir. Mimari, felsefe, bilim, tarih, antropoloji, biyoloji ve teknolojiden esinlendiği çalışmalarında, teknolojik ilerleme, göçmenlik ve kültürel kimlik gibi çeşitli alanlardaki düşüncelerini çağdaş sanat uygulamalarıyla ifade ettiği görülmektedir (İstanbul Modern, 2018).



Resim 4. Fear and Love: Reactions to a Complex World, (Hüseyin Çağlayan, 2016)

Çağlayan'ın sanatsal bakış açısıyla çağdaş sanat alanındaki üretkenliğini, hem moda hem de sanatsal tasarımlarını satılabilir, piyasa gerçeklerine uygun şekilde geliştirmektedir. Çağlayan, dijital geleceği ve çağdaş sanatı, tasarımları için ilham kaynağı olarak görmekte, inovatif bir araç olarak kullanmaktadır. Kişilerin çok yönlü olmasıyla, disiplinlerin paralel

yürmesiyle heyecan verici yapıtların ortaya çıkabileceğini düşünmektedir (Çağlayan, 2018).

Günümüz çağdaş sanatında teknoloji üzerine yürüyen bir akım olduğunu dile getiren Çağlayan'ın 'Fear and Love: Reactions to a Complex World' adlı çalışmasını Intel ile gerçekleştirdiği işbirliğiyle altı aylık bir çalışma sonucunda oluşturduğu görülmektedir. Çağlayan, Intel'in Curie çipinden güç alan akıllı gözlük, beyin verilerine anlık tepki verebilmektedir. Elde ettiği veriyi optik sensörlerden gelen nabız değerleriyle ve mikrofonla ölçülen nefes hızıyla işleyerek, görüntü olarak aktarabilmektedir (Çağlayan, 2018).

2.1.1.3. Elektronik Tekstil

Tekstil katmanları üzerine doğrudan sabitlenmiş elektronik özellikli sistemler ve iletken ipliklerle dikilmiş işlemeli sensör ve bilgisayarların tekstil yapısı ile birleşimi tasarım olanakları bakımından devrim niteliğindedir (Genova, Moriwaki, 2016).



Şekil 5. Lazer Işıklı Elektronik Tekstil, (Hüseyin Çağlayan, 2008)

Elektronik tekstil alanındaki interaktif çalışmalarıyla yıllardır ilgilenen Çağlayan'ın 2008 koleksiyonundaki kıyafetlerin kristaller ve 200'den fazla gömülü lazerle ışıklandırıldığı görülmektedir.

Electra örneğinde ise Afra Sönmez tarafından gerçekleştirilen giyilebilir teknoloji tasarım kostüm uygulaması görülmektedir. Yunan mitolojik tanrıçası Electra'dan gelen bu isim parlayan kadın anlamına gelmekte olup, kostüm üzerinde kullanılan Led'lerdeki gökkuşağı döngüleri kod ile oluşturulmuştur.



Şekil 6. Electra, (Afra Sönmez, 2016)

Makerlar ise geleneksel malzeme ve yaklaşımları, ileri teknolojiyle birleştiren melez bir işçiliği genellikle kendine has bir estetik duyarlılıkla, kendi zevkleri için örnelemektedir. Zaman geçtikçe, işletmelere dönüşen bu girişimler, genellikle daha pahalı endüstriyel süreçler tarafından sunulmayan niş bir kitleyi hedefledikleri görülmektedir (Genova, Moriwaki, 2016).



Resim 7. Vega One, (Angella Mackey, 2011)

Angella Mackey tarafından kurulan Vega'nın, ürün yelpazesi sık şehirli bisikletçiler için gömülü elektronikler ile dış giyimi birleştirecek şekilde geliştirilmiştir. Ürünlerin işlevselliği, giysileri bir moda öğesi olarak basit teknoloji ile harmanlamaktan, bisiklet sürerken, koşarken veya yürürken güvenliği sağlamaktan ibaret olmaktadır.

2.2. Tasarım Bakımından Bilgisayar Teknolojilerinin Tekstile Katkısı

Tekstil ürünlerinin çözgü ve atkı ipliklerinin dokuma yoluyla ikili geçişli bir biçime sahip olması, dolayısıyla tekstilde en temel dokuma ilkesi modern bilgi işlem stratejisinin gelişmesine önyak olmuştur.

Tekstil tasarımı alanındaki bilgisayar teknolojisi, donanım ve yazılımdan oluşup, üretim ve tasarım sistemleri olarak ayrılmaktadır. Tasarım süreçlerine yardımcı olmak için kullanılan CAD sistemleri, başlangıçta üretim sistemleri olarak geliştirilip kullanılmış, 1980'lerin sonunda tasarım yazılımlarının geliştirilmesi ile tekstil tasarımcılarının ilk defa bilgisayar sistemlerine erişebilir olmuştur. Tekstil tasarımı için ilk bilgisayar sistemi 1967'de IBM tarafından tanıtılmıştır. 'Tekstil grafikleri' sistemi olarak başlatılan bu sayısal sistem, jakar dokumacılığı ve rulo baskı teknik verilerini doğrudan bilgisayarın belleğine girebilmekteydi. Böylece tasarımcılar, grafik tablet ile şekilleri doğrudan bir CRT monitörüne çizebilmekte ve teknik üretim örgüsü ve gravür bilgilerini atayabilmekteydiler. Devrim niteliğindeki bu sistem, ürün geliştirme sürecini kısaltıyor olsa da ilk etapta yaratıcı tasarım sürecine katkısı bulunmuyordu. 1970'lerin ortalarından 1980'lerin ortalarına kadar, tekstil bilgisayar sistemlerindeki gelişme özellikle dokuma ve örme üretimine yönelik yaşandığı görülmüştür (Hu, 2011).

Bu yıllarda tekstil tasarımı yazılım sistemleri yalnızca özel üretilmiş süper bilgisayarlarda işletilen pahalı tescilli yazılım sistemleri olarak mevcuttu ve bunları yalnızca sınırlı sayıdaki tekstil endüstrisi erişebilmekteydi. Unix platformlarının ve süper bilgisayarlardaki gelişmelerin, bilgisayarın bir tasarım aracı olarak popülaritesini arttırdığı, 1990'lı yılların başından itibaren piyasada bulunan hazır multimedya 'Photoshop ve illustrotor' yazılımlarının, erişilebilirliği ile tekstil tasarımcıları tarafından daha çok benimsendiği görülmüştür. Ancak tescilli tekstil tasarım yazılımının aksine, piyasada bulunan hazır yazılımların bazı işlevsel kısıtlamaları bulunur ve belirli prosedürlere ulaşmak için ilave adımlar gerektirmektedirler. Endüstri profesyonelleri şuan tescilli tekstil tasarım yazılımlarını (AVA CAD/CAM, EAT, Gerber Technology, Lectra Systems, NedGrapghics, Marvelousdesigner vb.), komple tasarım sistemleri olarak sunmak yerine, sistemleri her tasarım gelişimi aşamasına uygun modüller halinde sunmaktadır. Bu tür modüller çevrimiçi eğilim tahmini, renk ayrımı, renklendirme, tekrar tasarım, 3D doku haritalama, 3D örüntü simülasyonları, ve iç mekan mobilyalarını içeren 3D model simülasyonları, tasarım story-board sunumları vb. içerebilmektedir (Hu, 2011). Bazı CAD yazılımları, tasarım modüllerinin kesintisiz entegrasyonuna olanak tanımakta, tasarım renkleri ya da detaylarında yapılan değişiklikleri otomatik olarak algılayarak sunum modüllerine yansıtılabilmektedir.

1980'lerde kişisel bilgisayarın yaygınlaşması programlamanın daha geniş bir kitleye ulaşmasını

sağlamıştır. Programlama okuryazarlığının sanat, tasarım ve mimarlık toplulukları içindeki yükselişi, programlama seçeneklerinin hızla yaygınlaşmasını sağlamıştır. Kodun ilk etkilerinin, ekran ve yansıtılan görüntüyle sınırlı kalmayıp, fiziksel alanda da etkili olduğu görülmüştür (Reas, McWilliams, Lust, 2010). Geçmişte, bilgisayar teknolojisi, veriyi almak, depolamak ve işlemek için programlanabilir bir makine olarak kabul edilirken çağdaş sanayi ve kültürde, bilgisayar tasarımcıların yaratıcı süreçlerine yardımcı olan önemli bir araç olarak benimsenmektedir.

Bir tasarım aracı olarak bilgisayar algısı ve ilişkili kuramlar 'metamedium' ifadesini doğurmuş, bilgisayar teknolojisinin birçok süreç ve sonuçta dinamik ve yaratıcı bir araç olarak yerini almıştır. Günümüzde tekstil endüstrisinde, bilgisayar teknolojisi tüm üretim süreci boyunca uygulanmakta, ilk tasarım konseptinden nihai üretim aşamasına kadar etkili olarak kullanılmakta, tasarımcıların, daha kısa sürede daha fazla tasarım çalışması yapmalarına, uygun maliyetli tasarım ürün grupları oluşturulmasına, pazar ihtiyaçlarına ve tasarım değişikliklerine hızla cevap verebilmesine, müşterilerinin ihtiyaçlarını kısa sürede karşılmasına olanak tanımaktadır. Tekstil tasarımcıları, 1990' ların başından bu yana internet bilgi teknolojisini trend araştırmalarının ana kaynağı olarak kullanmakta eğilim tahmininde bulunan şirketlerden gelen bilgileri tasarım konseptleri için başlangıç noktası olarak kullanmaktadırlar. Tasarım profesyonelleri günümüzde, stil trendlerini bloglar ve sosyal ağ siteleri aracılığıyla da araştırarak internet teknolojisine her ortamda erişebilir durumdadırlar (Hu, 2011).

Küreselleşmenin neden olduğu küresel rekabetin etkisiyle tekstil sektöründe, hızlı tasarım ve trend döngüsü tasarımcılar için sorumlulukları daha da çeşitlendirmiş ve genişletmiştir. Tasarımcının rolü, ürünün tamamını yönetmek ve geliştirmekle daha fazla ilgilenmekte, çok görevli ve dinamik bir meslek haline gelmiştir. Dolayısıyla, bilgisayar teknolojileri komple ürün geliştirmeyi yönetmek için sistemlere odaklanmaya başlamış, PLM (ürün yaşam döngüsü yönetimi) sistemlerinin geliştirilmesiyle, koleksiyonları yönetmek, tasarlamak, geliştirmek ve üretmekle ilgili tüm süreçleri verimli bir şekilde optimize etmek mümkün hale gelmiştir.

Son yıllarda tasarımcıların sayısal tasarım ve üretim sürecine hakim olabilmeye adına prosedürel ve parametrik hesaplamalı yazılım eğitimlerine yöneldiği görülmektedir.

2.2.1. Sayısal ve Hesaplamalı Tasarım ile Tekstil Ürünü Üretimi

Kod, bilgiyi bir kanala iletmek veya bir ortamda saklamak için başka bir form veya temele dönüştüren bir kurallar sistemi olarak görülebilmektedir (Genova, Moriwaki, 2016). Kodlar kısa, öz ve katı sözdizimi kuralları ve basit kelime bilgileridir (Reas, McWilliams, Lust, 2010).

Bilgi çağında kod tarafından yönlendirilen yazılım, çağdaş tasarımın ve görsel kültürün her yönünü etkilemekte, toplumdaki birçok sistemin temelini oluşturmakta, günlük yaşamlarımızı desteklemekte ve günlük sistemlerin çalışması için gerekli olan bağlantı, işleme, depolama ve alımı sağlamaktadır (Genova, Moriwaki, 2016).

Kodlar başlangıcından bu yana genellikle üç ana hedefe hizmet etmekte olup bunlar iletişim, açıklama veya gizleme amaçlı kullanımlar olmaktadır. Birçok türü bulunan kodlar genellikle bir algoritma, prosedür veya program olarak adlandırılmaktadırlar. Belirli talimatların izlenebilmesinde yeterli ayrıntıya sahip işlemleri tanımlamakta kullanılan bu tür kodlar genellikle bilgisayar talimatları bağlamında kullanılmaktadır. Algoritmalar taşıdığı dört nitelikte tanımlanabilmektedir. Aynı hedefe götüren farklı yol tarifleri dizisi yaratan algoritmalar, varsayımlar üretir, belli kararlar içerir ve karmaşık bir algoritma modüller parçalara bölünebilmektedir. Bilgisayar programlamasında, bir bilgisayarın işlemlerini kontrol etmek için kullanılan kod (kaynak kodu), programlama dilinde yazılmış bir algoritmadır. Bir kod parçası bir bilgisayarda çalıştırılmadan önce, insan tarafından okunabilir bir formattan bilgisayarda yürütülebilir bir biçime yani makine kodu, ikili dosyalar veya çalıştırılabilir formata dönüştürülmelidirler. Yazılıma dönüştürülen kod bilgisayarda çalıştırılabilen ve genellikle makine tabanlı kod 1 ve 0 serileri olarak temsil edilmektedir (Reas, McWilliams, Lust, 2010).

Algoritma, bir eserin üretimi ya da kapsadığı sürecin görselleştirilmesi kadar önemli olurken, süreç dilin bir parçası olmakla birlikte, algoritma hesaplama teorisi veya bilgisayar programcılığı pratiği ile ilgili en fazla bilgiye sahip olan terimdir. Süreç ve algoritma kavramları, dinamizm ve değişimle olan ilişkileri bakımından yakından ilişkili olmaktadır (Dorin, 2001). Süreçleri okumak ve yazmak olarak tanımlanan prosedürel okuryazarlık, bir bileşeni programlamada kesinlikle teknik bir görev olmayıp, bir iletişim eylemi ve dünyayı temsil etmek için sembolik bir yöntem olmaktadır (Reas, McWilliams, Lust, 2010). Prosedürel bir gösterim statik olmayıp,

bir süreç yeni bir varlık yarattığında veya yeni koşullar getirdiğinde, getirdiği değişimler ile ilgili dinamik, üretken bir süreç oluşmaktadır. Bilgisayar aynı üretken süreçleri tekrar tekrar çalıştırabilir. Ayrıca, her uygulandığında yeni olay dizileri üreten süreçler ve programcı tarafından dayatılan sınırlar içinde kalırken çevre ve insan girişimine tepki veren süreçler oluşturma esnekliği de getirebilmektedir (Dorin, 2001). Prosedürel okur-yazarlık tüm programlama dillerini dışında düşünmek için geçerli olan genel bir düşünce tarzı olup, her programlama dili, çalışma ve düşünme için farklı bir materyal türü oluşturmaktadır. Görsel programlama dilleri kodla düşünmenin alternatif bir yolunu sağlamaktadır (Reas, McWilliams, Lust, 2010).

Başlangıçta bilgisayarlar tarafından sunulan avantajlar verimlilik ve hassaslık şeklinde gelişmiştir. Bilgisayarların bir üretim aracı olarak sağladığı verimlilikle, tasarlama daha fazla zaman tanımakta olduğu, yaratıcı sürece olan katkısının daha yüksek olduğu anlaşılmıştır. Tescilli yazılım ürünleri, belirli form türlerinin üretimi için tasarlanmış genel araçlardır. Genellikle, yeni veya benzersiz bir vizyon gerçekleştirmek için sanatçıların ve tasarımcıların mevcut araçların sınırlamalarını aşmaları gerekmektedir. Bu sınırlamaların ötesine geçmek için mevcut uygulamaları programlama yoluyla veya kendi yazılımlarımız yoluyla özelleştirilmek mümkündür. Bilgisayarlar bildiğimizi modellemek için kullanılabiliyorsa, bilmediğimizi simüle etmek için de kullanabilmektedir. Fransız mimar ve felsefeci Bernard Cache, bu konuyla ilgili CAD sistemlerinin tarihini şu sözleriyle özetlemektedir (Reas, McWilliams, Lust, 2010).

"... kesinlikle fikir üretkenliğini arttırdı, fakat temelde elle yapılan iş üzerinde hiçbir gelişme önermiyorlar..." "Şimdi, nesnelere artık tasarlanmadığı ama hesaplandığı ikinci nesil sistemi düşünebiliriz."

2.2.2. Baskı ve Yüzey Desenleri Oluşturma

Tasarım dünyasında artan bir güç haline gelen Kod ile çalışmak, kod temelli süreci anlamak başka deyişle mevcut genel grafik ve multimedya yazılımlarını kullanarak mümkün olmayacak karmaşık tasarımlar oluşturma fırsatı sunması bakımından önemlidir (Genova, Moriwaki, 2016).

Bilgisayarlara öncülük eden Jacquard tezgâhı dokuma talimatlarını depolamak için delgi kartları kullanmış, bu kartlar aynı deseni tekrar tekrar dokumak üzere makineyi yönlendirmiştir. Hesaplamayı tekrar tekrar gerçekleştirmek için tasarlanmış olan sayısal

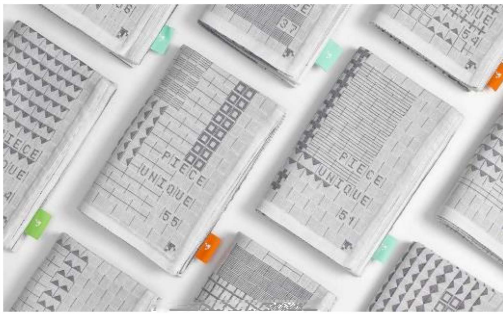
bilgisayar ortamı tekrar oluşturmak için olağanüstü sistemler olup doğru, güvenilir hesaplamalar yapmak için durumları saniyede iki milyar kez (2 GHz) değişebilmektedir. Tekrarlama, bilgi işlem dili üzerine derinlemesine gömülür ve bu nedenle programlama şekli insanlara özgüdür. Dolayısıyla tekrarlama kodun doğal bir parçasıdır ve sınırsız varyasyon alanını sunmaktadır (Reas, McWilliams, Lust, 2010).

1960'ların ortalarında Stuttgart Üniversitesi'nde Frieder Nake, estetik yaklaşımıyla koddan çizimler üreten plotter ilk kullananlar arasında olmuştur. Nake'in görsel çalışmalarındaki mükemmellik, programlanmış tekrarlama açısından öncü niteliktedir. Raster grafiklerinin gelişmesi, farklı bir görsel kalitede tekrar elde etmeye izin vermiştir. Bu teknik sunduğu yenilikle, programlanmış grafik dünyasını, iskelet taslaklarından canlı renkler ve dokular dünyasına dönüştürmüştür. Bilgisayar sanatçısı David Em, bu yeni grafik türündeki öncü çalışmalar üretmiş, kendisinden önceki sanatçılar gibi, çalışmalarını üretmek için ihtiyaç duyduğu üst düzey bilgisayarlara erişmek için araştırma (California'daki NASA, JPL lab.) laboratuvarlarında bilgisayar grafiği yeniliği yapan Jim Blinn ile çalışmıştır. Em'in yoğun, gerçeküstü ortamlar serisi üretmek amacıyla simüle edilmiş 3D bir ortamda dokularla çalışmak için kullandığı yüksek kapasiteli Macintosh bilgisayarlar böylece 1984'te ev ortamına taşınmıştır (Reas, McWilliams, Lust, 2010).

Temelde tüm görsel desenler ve örüntüler algoritmalarından oluşmaktadır. Bir eşarbin dokumasındaki örüntüye bir algoritma yaklaşımıyla bakmak ya da yazılım içine kodlanabilecek sıkı kompozisyon kuralları barındıran İskoç ekoselerindeki tekrar mantığıyla ilişkisi. Tekrarlanan desenler, tekstil veya duvar kağıtlarındaki gibi kesintisiz bir görüntünün oluşturulması için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu desenler William Morris'in tekstil ve duvar kağıtları gibi gösterişli ve karmaşık detaylar barındırabilmektedir Şekil üretmek için nesnelere kendine benzer bir şekilde tekrarına odaklanan süreç olan özyineleme tekniği de geleneksel tekstillerde oldukça yaygın kullanılan bir örüntü yöntemidir (Reas, McWilliams, Lust, 2010).

Günümüzde tasarımcılar özel yazılımlar aracılığıyla tekstillerde kullanılan yüzey desenleri, şekil ve teknik biçimler üretilebilmekte özelleştirilmiş tasarımlar ortaya çıkarılabilmektedir. Şekil üretmek için bir veya daha fazla elementin modüler bir şekilde düzenlenmesi, parametrelerle ilişkili olup sadece elementlerin yeniden konumlandırılmasıyla gerçekleştirilebilmektedir. Üretken tasarım

yaklaşımında, adım adım bir algoritma yerine, belirli bir dizi kuraldan veya kısıtlamalarla oluşturulan prosedürel olarak üretilen eserlerin önemi artmaktadır. Adım adım yaklaşımda, yazılımcı bilgisayarın eylemlerini açıkça yönlendirirken, kural tabanlı yaklaşımda, belirtilen kurallardan bilgisayar eylemlerine çeviri direkt olarak açık değildir. Üretken yöntemde sonuç öngörülemez ve bazı parametrelerin değiştirilmesiyle sınırsız alternatif oluşturmaya imkan tanımaktadır. Processing, Cinder, OpenFramework gibi yazılım platformları tasarımcılara özel tasarımlar geliştirebilme imkanı tanımaktadır.



Resim 8. Hesaplamalı Tasarım, Processing, (Pixtil Stüdyo)

Tekstil ürünlerinde uyguladığı desenleri processing ile oluşturan Pixtil studio, sınırlı sayıda ürettiği ürünlerin her kopyasında benzersiz bir desen elde etmeyi amaçlamakta olup tek olan her desen ve örgü, sayısal olarak üretilmektedir (Pixtil, 2017).

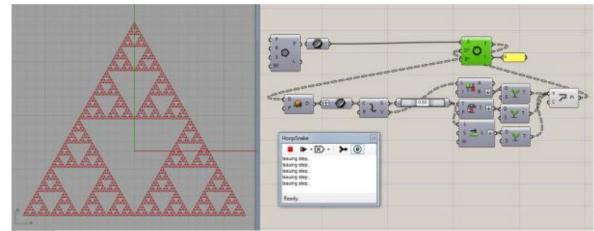
2.2.3. Şekil ve Form Oluşturma

Formun üretimi ve oluşturulmasında kod kullanılmaması biçimlerini anlamak, formun bilgisayar tarafından nasıl manipüle edildiği konusunda genel bir bilgiye gereksinim gerektirmektedir (Reas, McWilliams, Lust, 2010). Kod, orjinal silüet üretmek için çıkış noktası olarak tekstil, moda veya aksesuarların dokusunu ve 2D şeklinin kendisini ve 3D formları oluşturmak için kullanılabilir.

Solid Works, 3DSMax, Autodesk Maya ve Rhinoceros gibi yazılımlar, 3D modelleme için popüler ve yaygın olarak kullanılan yazılımlardır. Geleneksel olarak ürün tasarımı ve mimaride kullanılırlar, ancak moda tasarımında ve özellikle takı, ayakkabı, topuk veya donanım prototipleme bakımından gelişmiş tasarım ortamı sunmaktadırlar.

Rhinoceros ve Autodesk Maya gibi yazılımlarda nesnelere genellikle vektörler kullanılarak temsil edilmektedir. Bu yazılımlar, tanıdık olduğumuz iki boyutlu eğrilere, noktalara ve çizgilere ek olarak,

tasarımcıların kafesler, NURBS ve alt bölüm yüzeyleri gibi farklı nesnelere oluşturmalarına olanak tanımaktadırlar (Reas, McWilliams, Lust, 2010). Rhinoceros modellemede Mesh yerine NURBS tabanlı olması bakımından yüksek hassasiyete sahiptir ve 3D prototipleme alanında daha çok tercih edilmektedir. Grasshopper kodlama eklentisi Rhino'ya parametrik kontrol olanağı tanıyarak üretken modelleme oluşturma fırsatı sunması bakımından yüksek fonksiyona sahip bir program olarak tasarım ve üretim sektörlerinde genişçe kullanıma sahiptir.



Resim 9. Tekrarlı Desen Örneği Grasshopper Rhino Algoritmik Modelleme Eklentisi

Parametrik yazılımlar, bir kullanıcının, üretim başlamadan önce kullanıcı odaklı görselleştirme yoluyla boyutsal ve yapısal tasarım parametrelerini gözlemlemesine, analiz etmesine ve değiştirmesine olanak tanır. Bu yaklaşımdaki gelişmelerle, parametrik keşif 3D baskı gibi sayısal imalat süreçlerinin oluşturulmasına olanak tanımıştır (Vallett, Knittel, Christe, Castaneda, 2017).

2.3. Üretim Bakımından Bilgisayar Teknolojilerinin Katkısı

1952'de MIT'deki araştırmacılar tarafından, bir bilgisayar freze makinasına bağlayarak ilk dijital imalat aracı yaratılmış, o zamandan beri sayısal üretim alanında kullanılan teknikler, makineler ve işlemler katlanarak genişlemiştir (Genova, Moriwaki, 2016). Tekstil ve moda ile ilgili endüstrileri üretimle buluşturan sayısal alanlar doku, form ve yüzey olarak çeşitlilik gösterir. İlerleyen teknik arenada 'kod' yaratıcı potansiyelinin yanı sıra üretim safhasında da kritik önem taşımaktadır (Braddock, Harris, 2012).

Sayısal imalat yöntemleri, malzeme ve zaman kaybını en aza indirmeye yardımcı olan üretim öncesi görselleştirme ve analiz araçlarının benimsenmesiyle tasarım ve üretim süreçlerini yeniden şekillendirmekte olan ileri bir üretim modelidir. Sistem altyapısına (bilgi, hesaplama, yazılım, algılama, ağ oluşturma) ve yeni materyallerin kullanımına dayanan bir grup etkinliği birleştirerek ürün üretimini tanımlamak için kullanılmakta olup

(Vallett, Knittel, Christe, Castaneda, 2017), bir imalat makinesinin bir bilgisayar ve yazılım yani kod ile kontrol edildiği üretim süreci olarak da tanımlanabilmektedir. Üretim yöntemlerinde, CNC router, lazer kesim, inkjet baskı, ve 3D baskı imkanları vb. kullanılmaktadır.

Tasarımcıların, koleksiyonlarını gerçekleştirmek için giderek dijital imalat tekniklerine yöneldiği, sektörde deneyime sahip olmalarına rağmen, dijital üretim gereksinimlerinin tasarım sürecine nasıl entegre edileceğini anlamak için dijital imalat teknolojilerinin gerektirdiği bilgi ve becerileri edindiği görülmektedir (Genova, Moriwaki, 2016).

Dijital imalat makinelerinin, farklı tasarım gücüne sahip iki ana alt tipe ayrıldığı görülmektedir.

2.3.1. Subtractive Çıkarılabilir Üretim

Özellikle lazer kesiciler ve CNC yönlendiriciler bu kategoriye girmektedir.

2.3.1.1. InkJet Baskı

1980'lerin ortalarında evde kullanım için geliştirilen ilk lazer yazıcılar, tonerin kağıda kaynaştırılması için elektrik şarjı ve odaklanmış ışık kombinasyonu kullanmakta olup, nokta vuruşlu yazıcıların 72 dpi çözünürlüğünden daha yüksek, inç başına 300 dpi baskıya olanak tanımaktaydılar. İlerleyen dönemde mürekkep püskürtmeli (inkjet) yazıcının icadı, mevcut ortam ve mürekkep hacmini genişletmiş, baskı sistemlerinin gelişmiş temel püskürtme nozzle tasarımı, kağıt, plastik ve kumaş vb. çeşitli materyale baskı yapma olanağı tanımıştır (Reas, McWilliams, Lust, 2010).

Tekstil endüstrisinde geniş format inkjet yazıcılar ve uygun mürekkep gelişimi 1998'de, endüstri ölçekli yazıcıların gelişimi 2003 yılında olmuştur. 2010 yılında ise yüksek hızlı (single-pas) sistemlerinin (üretim hızı 20-75 m/dk arasında) piyasaya çıkmasıyla baskı sürecinde ciddi değişim yaşandığı görülmüştür. Tek geçişli (single-pass) baskı konsepti numuneden uzun metraj baskılara kadar seri üretimde kullanılabilir (Kanık, 2016).

InkJet baskı CAD sisteminde üretilen sayısal desen verilerini kullanarak çok ince düzeler yardımı ile baskı mürekkebinin online olarak kumaşa püskürtülmesi esasına dayanmaktadır. Inkjet baskıda, geleneksel serigrafî ve rulo baskının kısıtlamaları bulunmayıp, tekstil tasarımında tekrarlama ihtiyacını da ortadan kaldırmıştır. Rapor tekrarı olmayan

sınırsız uzunlukta desenlerin uygulanmasını mümkün kılmaktadır.

Endüstrinin ekonomik kısıtlamalarıyla geleneksel baskıda tekstil tasarımcıları, ürünlerini genellikle dört ila on renk arasında değişen renk yolunda serigrafî veya rulo baskıya yönelik hazırlamaktaydılar. Inkjet baskı, yalnızca numuneleri prototipleme aracı olarak kullanılmaktaydı. Prototipleme büyük ölçüde numune maliyetlerini düşürürken, tasarımcıların dijital baskının tasarım potansiyelinden faydalanma imkanı bulunmuyordu (Hu, 2011). Günümüzde inkjet baskı endüstri içinde yaygın kullanımı ile yerini almış durumdadır.

Analog baskı sistemlerinin aksine, sayısal inkjet baskı, herhangi bir basılı imajda binlerce rengin kullanımına olanak tanımaktadır. Akademisyenler, bir ile on milyon arasındaki renklerin göz ile ayır edilebileceğini savunmaktadır. Bilgisayar ekranları ise insan gözünün görebileceğinden çok daha fazla, 16.4 milyona kadar renk üretebilmektedir. CAD ekranlarında bulunan bu geniş renk yelpazesi, tasarımcılara basılı ürün ile aynı sonuçları elde etme isteği uyandırmaktadır (Treadaway, 2004). Ancak ilk etapta inkjet baskıdaki en büyük zorluk tasarımcıların renk kullanımına olan yaklaşımından kaynaklanmaktaydı. Geleneksel serigrafî ve rulo baskıcılıkta spot (formüle) renk kullanılıp, her bir renk tonu baskı öncesinde laboratuvarında özel olarak hazırlanmaktadır. Inkjet baskıda renkler dört temel CMYK proses renginin malzeme üzerinde tram efektiyle karışmasıyla elde edilirken, günümüzde renk sayısında standart 8 olup, 32 ye kadar çıkabilmektedir.

İnsanlar rengi iki şekilde görmektedir: Işık yayıcılarından ve ışık emicilerden. CAD ekranları, kullanıcıların RGB'yi birleştirerek milyonlarca renk algılayabilmeleri için kıllıca tasarlanmıştır. Işık emicilerde oldukça farklı olarak materyaldeki pigmentler belirli frekansları absorbe eder ve başkalarının yansımalarına izin verir. Görülen renk, olaylı ışığın seçici emiliminin sonucudur ve 'subtractive' renk olarak adlandırılır. İnsan görüşü, ana renkleri yeniden yapılandırmak için mavi, kırmızı ve sarı renkleri bir araya getirebilir. Bu nedenle, ilke olarak CMYK renkleri, CAD ekranında bulunan renkleri çoğaltmak için baskıda kullanılabilir. CMYK modelinin renk skalası RGB'ye göre daha düşüktür. Tasarımcının sanal alanda oluşturduğu görüntü, inkjet baskı sisteminin renk çıktıları ile uyumadığı için genellikle baskı sonrasında hayal kırıklığı yaratmaktadır. CIE renk uzayı, ek renk (örn., bir CAD ekranından), çıkarılabilir renk (örn., basılı bir kumaş) ve insan vizyonu arasında anlamlı

ilişkilerin kurulmasına izin verebilmektedir (Hu, 2011).

Hesaplama gücü, tekstil ürünlerini sayısal olarak basma sürecinde üç farklı aşama için kullanılır. İlk olarak, tekstil baskı tasarımı desenin sayısal ortamda hazırlanması, ikincisi tasarımın, baskı için uygun bir olacak biçimde işlenmesi ve üçüncüsü, yazıcının her pikselin doğru mürekkep karışımı ile doğru yerde bırakılacağı şekilde kontrol edilmesidir. Ortalama bir inkjet baskı kalitesi inç başına atkı yönünde 360 dpi ve çözgü yönünde 540 dpi olmaktadır. Uygulama aşamasında yaşanan zorlukların üstesinden gelmek için küresel bir sayısal renk iletişim standardı (RIP) protokollerinin geliştirilmesiyle sağlanmıştır. Raster görüntüler tarama ve dijital fotoğrafçılıkla üretilir ve yazdırma için gereklidir. İmaj manipülasyonu ve tasarım çalışmaları en iyi vektör grafikleri kullanılarak yapılmaktadır. Vektörün raster grafiklere dönüştürülmesi, görüntü yazdırma için gerekli bir adımdır. CAD görüntülerini belirli yazıcılara uygun raster grafik biçimine dönüştüren RIP yazılımıdır (Hu, 2011). Fotografik imajların aynı kalitelere, tekstil malzemesi üzerine basılabilme olanağı sağlayan InkJet teknolojisi tasarım açısından sektöre bir takım avantajlar sağlamaktadır;

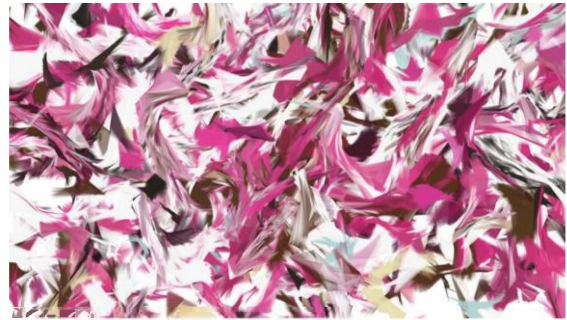
- Tasarım sürecinde desende çeşitlilik ve sınırsız varyant imkanı,
- Karmaşık ayrıntılarda ve milyonlarca renkte fotografik tasarım yapma olanağı,
- Limitsiz rapor boyları, geniş ölçekli görüntü üretme imkanı,
- Koleksiyon değişimine hızlı uyum sağlayabilme olanağı.

Sanal dünyanın yaratıcı ve hesaplama gücünün genişlemesiyle, sayısal görüntü üretme imkanları da değişmiştir. InkJet baskı sistemlerinde kapasitenin yükselmesi, tasarımda renk ayrımı, raporlama ve varyant işlemleri sürecinde de hızı gerekli kılmış, buna paralel olarak CAD /CAM yazılımlarında da birtakım gelişmeler yaşanmış ve tescilli yazılımlar özel sayısal baskı modüllerini sektöre tanıtmışlardır.

Çağdaş baskılı tekstil tasarımında sayısal görüntülemenin kullanılması, sadece üretilen eserlerde değil aynı zamanda kavram ve imaj üretmek yaklaşımlarına da değişiklikler getirmiştir (Treadaway, 2004). Baskı, geleneksel anlamda kumaş boyunca aynı görüntüyü tekrar tekrar üretme yöntemidir. Günümüzde, inkjet baskı teknolojisi statik bilgiden çalışmak zorunda değildir, basılırken değişen bir tasarımı yazdırabilir özelliklere sahiptir. Sayısal teknolojinin bunu yapmak için gerekli içeriği sağlayabileceğini, sadece basılırken değiştirmekle

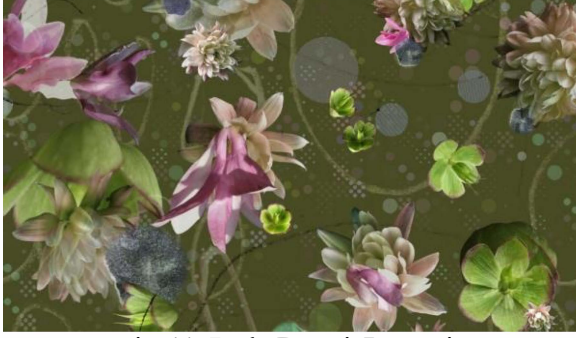
kalmayacak, aynı anda tekrarlanmayan bir tasarım oluşturabildiği görülmüştür. Inkjet baskı teknolojisine bu imkanı üretken yazılım uygulamaları sağlamaktadır. (Russell, 2014).

Daha çok tasarım stüdyoları, bireysel sanatçı, tasarımcı ya da akademisyenler tarafından geliştirilmekte olan inkjet baskıya yönelik üretken tasarım yaklaşımı, endüstrinin ekonomik kısıtlamalarından uzak bir araştırma ve süreç gerektirmektedir. Inkjet baskıda yaşanan gelişmeler endüstriyel üretim hızlarını karşılayan ve ekonomik olarak uygulanabilir olan sistemleri sağladığı için bu durum muhtemelen tasarım sürecinde de değişimi gerekli kılacaktır. Tekstil tasarımı uygulamaları her dönem üretim yöntemleri ve teknolojiyle bağlantılı olarak gelişme göstermekte, her teknolojik değişim, üretilen tekstilin görsel çıktısını etkilemekte ve teknolojiyi kullanmak için gerekli olan teknik becerilerin kazanılması, tasarımcı ile ürün arasındaki mesafeyi kısaltmakta, üretimin gerekliliklerini karşılamak üzere yeni yorumlara ve uyarlamalara olanak tanımaktadır.



Resim 10. Repeatless, Baskı Deseni, Processing, (Alex Russell, 2014)

Russel, tasarım ilkelerinin modellemesini yapılandırmak için karmaşık bir hücreli otomasyon sistemi kullanmaktadır. Böyle bir sistem içerisindeki her unsur, bir dizi kurallar temelinde çevresine tepki verir. Tasarımcıların yüzyıllar boyu tekrar kalıplarıyla çalıştıkları teknikler, potansiyel olarak sonsuz uzunlukta, tekrarlanmayan desen üreten karmaşık bir sisteme dönüşmektedir. Ayrıca bu araştırma, dijital baskının önceki teknolojilerden tamamen farklı bir şeyler yapabileceğini önermekte olup dinamik bir tasarım çıkartabilmekte ve baskı sürecinin aynı şeyi tekrar tekrar yapmakla ilgili olan paradigmasını değiştirebilmektedir (Russell, 2014).



Resim 11. Baskı Deseni, Processing,
(Casey Reas, 2018)

Dinamik ve gelişen görsel eserler yaratmak için kodla çalışan Casey Reas'ın bu düşüncüyü Processing ile oluşturduğu eserinden anlık görüntüler olarak baskı deseni uygulamaları gerçekleştirmektedir. Casey Reas gibi pek çok yazılım sanatçısının, tekstil tasarım sürecine eklenebilecek çarpıcı görüntüler oluşturmak için kod kullandığı görülmektedir. Bu durumda, bir yazılım sürecinin çıktısı tasarım sürecinin başlangıç noktası olarak görülmektedir (Reas, 2018).

Bu yöntemle, yazılım ve donanımın bir araya getirilmesiyle teknoloji tamamen yeni bir biçimde kullanılarak, sınırsız uzunlukta tekrarlanmayan bir tasarım oluşturmaya imkan tanımakta, tasarımı inkjet bir yazıcıya aktarılmak için, bölüm bölüm kaydetme imkanı bulunmaktadır (Treadaway, 2004).

2.3.1.2. CNC Yönlendirici

CNC yönlendirici, subtractive olarak tanımlanan, bilgisayar kontrollü bir kesme ve gravürleme makinesidir. Başlangıçta ahşap ve metal için kullanılmış olsa da, CNC yönlendirici çok katmanlı kumaşların, büyük ölçekli model kesimi ile giderek tekstil alanında da yaygınlaştığı görülmektedir.

CNC bıçak kesimi, otomatik kesme ve çoğaltma kesimi olarak da bilinir. CNC kesiciler yüksek hızda çalışırlar ve uygun malzemelerle saniyede 1.5m'ye kadar kesim yapabilir, CAM dosyası tarafından tanımlanan bir yolu izleyerek, x ve y eksenini parçalarında ilerler, son derece tekrarlanabilir ve nitelikli parçalar üretebilmektedirler. CNC bıçak kesiminde döner bıçak, sürüklenme bıçağı ve karşılıklı bıçak bulunmaktadır. Bıçağı tutan kafa, yatay x ve y eksenini parçaları boyunca hareket ederek, bıçağı kesme yönü doğrultusunda tutmak için döner. Döner ve sürüklenme bıçakları, tek ve düşük katlı kesimler için kullanılır. Döner bıçaklar sac malzemeye bastırarak kesilir. Sürme bıçakları, materyalin yüzeyinden çekildikçe kesim oluşmaktadır. Uzun düz bir bıçak yüksek hızda yukarı ve aşağı testere hareketi

ile kesim sağlamaktadır. Ek olarak, kesici kafa bir v-çentik bıçağı ile delik delmek için kullanılabilir. Düz bıçakların kesme hareketi sürtünme ısısı üretmesi, özellikle termoplastiklerle ilgili sorunlara neden olabilir, malzeme yumuşama sıcaklığının ötesinde ısınırsa kenarlar birlikte kaynaşabilir. Bu durumda, ısınmayı azaltan dalgalı kenarlı bir düz bıçak kullanılır (Thompson, Thompson, 2014).



Resim 12. Metal Ayakkabı
(Bryan Oknyansky, 2017)

Dünyanın ilk özelleştirilmiş titanyum alaşımlı 3D baskı ayakkabısı olması bakımından 'Heavy Metal Seri' Bryan Oknyansky tarafından tasarlanmıştır. Mimari tasarım ve sayısal üretim teknolojisi birleşimiyle ortaya çıkan koleksiyonun giyilebilir sanatsal eserleri yüksek işçilik, teknoloji, lüks ve estetiği birleştirmiştir. Ürünler tasarlanırken 3D tarama kullanılarak bir insan ayağının hassas ölçümlerine uyarlanmış, üretiminde 3D baskı ve CNC işleme teknolojisi kullanılmıştır (Oknyansky, 2018).

CNC yönlendiriciler ise daha çok sert malzemeler için kullanılır. Üç boyutlu şekiller dört veya beş eksenli CNC yönlendiricilerin kullanılmasıyla, bu yönlendiricinin birden fazla düzlemdeki profillerin etrafında dolaşması ve herhangi bir açı ile kesim elde edilmektedir. CNC kesimde, kesme yollarının programlanma ile belirlenmesi prototipleme, numune alma işlemlerinde ve seri üretime uygundur. Bilgisayarlı iç içe yerleştirme ve optik tanıma sistemleri, materyalin en verimli şekilde kullanılmasını sağlamaktadır. Takım kafaları, işaretçiler, matkaplar, zimbalar ve etiketleme aygıtlarının yanı sıra çok sayıda kesici bıçakla donatılabilirler. Bu, birden fazla işlemin tek bir işlemle ve kumaşın her seferinde tekrar sürülmesi gerekmeden gerçekleştirilebileceği anlamına gelmektedir (Thompson, Thompson, 2014). CNC bıçak kesimi mekanik bir işlemdir, bu nedenle çalışma sırasında duman veya gaz çıkmaz. CNC yönlendirme ise indirgeyici bir işlemdir, bu nedenle operasyonda atık üretmektedir.

2.3.1.3. Lazer Kesim

Lazer kesim, subtractive bir sayısal imalat süreci olarak tanımlanmakta olup başlangıçta 1960'larda ve 70'lerde endüstriyel uygulamalar için kullanılmıştır (Baker, 2016). Lazer kesim bir dizi malzemeyi kesmek, oymak, gravür ve işaretlemek için kullanılan yüksek hassasiyetli bir CNC prosesidir. Termal enerjinin kullanıldığı kesme esnasında fiziksel temas olmayıp kuvvet uygulamaz; bu sayede hassas malzemeler çok karmaşık şekillerde, maksimum performansla kesilebilmektedir. Lazerle kesme, hemen hemen tüm malzemeleri ısıtmak, eritmek, kesmek, aşındırmak veya buharlaştırmak için 0,1-1 mm genişliğinde bir noktaya termal enerjini odaklayarak çalışır. CO² ve Nd:YAG olmak üzere iki ana türü vardır. CO², lazerler ağırlıklı olarak plastik ve tekstil gibi ince tabaka malzemelerin işlenmesinde kullanılmaktadır (Thompson, Thompson, 2014). Neredeyse tüm lazer işlemlerinde, lazer enerjisinin veya enerji seviyesinin hassas kontrolü, CO² lazer işlemede yüksek kaliteli sonuç elde etmek için büyük önem taşımaktadır. Lazer ışınında çıkış gücü ve mod kararlılığı, öngörülebilir ve tekrarlanabilir enerji darbeleri şarttır. (Isarica, Dragana, Isarieb, Nastasec).



Resim 13. Wilderness Embodied, Lazer Kesim, (Iris Van Herpen, 2013)



Resim 14. Cymatics, Lazer Kesim- 3Dbaskı, (Iris Van Herpen, 2016)

SEIJAKU; Hayatın kaosu içinde huzur bulma olarak ifade eden Herpen, eserindeki ses dalgaları, geometrik desenler geliştikçe görselleşmektedir. Cymatics'te, ses dalgası frekansı ne kadar yüksekse, görünür desenler o kadar kompleks olmaktadır. Cymatics'te yaygın olan bu koleksiyonun biyomorfik hacimlerinin temelini oluşturan dairesel şekilleri ve geometrik desenleri sergilemektedir. Herpen, Japon sanatçı Kohei Nawa'nın eserlerinden esinlenilerek on binlerce Swarovski su damlası kristalinin silikon kaplanmasıyla çiğ damlacıklarla kaplı ıslak bir cilt görünümü elbise yaratılmıştır. Koleksiyon için geliştirilen inci kaplı kauçuk kumaşın lazer kesimle oluşturulan detayların siyah tül üzerine dikilmesi fosil ve çiçek katmanlaması yaratmak için kullanılmıştır (Herpen, 2018)

Lazer kesim, 0.2 mm ince tekstillerden, 40 mm'ye kalın levha plastik malzemelere kadar geniş bir kesim imkanı sağlamakta, malzeme türüne bağlı olarak da işleme hızı değişmektedir. Bazı malzemeler üzerinde görülen yanık izleri lazerle kesmeyi kozmetik uygulamalar için daha az tercih edilir kılmaktadır. Bu durumda alternatif olarak CNC bıçak kesimi kullanılabilir. Gravür, malzemenin türüne ve kalınlığına göre değişiklik gösterse de, oymalar karanlık malzemeler üzerinde daha açık alanlar ve açık renkli malzemeler üzerinde daha koyu bölgeler üretme eğiliminde olmaktadır (Thompson, Thompson, 2014). Lazer kesimde kullanılabilecek malzemeler; pamuk, ipek, polyester, şifon, ahşap, deri, süet, jarse, kot, keten, keçe gibi çeşitli kumaş, ahşap, kağıt, karton, kauçuk, metaller, cam, seramik vb. çeşitlilik göstermektedir. Bir tasarımdan geriye kalan öğeler ayrıca geri dönüştürülebilir, başka düz

bir şablon üzerine yeni bir tasarımda kabartma etkisi ile versiyon oluşturmak için yeniden kullanılabilirlikte.

Lazer kesicinin izleyeceği desen dijital bir dosyada biçimlendirilmelidir. Dosyanın tam biçimi, kullanacağınız lazer kesicinin markasına bağlı olarak değişmekle birlikte kesilecek yer ve kesme talimatları, genelde illustrator gibi vektör bazlı yazılım kullanılarak dxf ve dwg dosya biçimlerinde oluşturulmuş, bir CAD dosyası şeklinde makineye verilmektedir. Kullanılan yazılımlar arasında AutoCAD, Solidworks, Rhinoceros, Adobe Illustrator ve SketchUp bulunmaktadır (Baker, 2016).

2.3.2. Additive Katkılı Üretim

Katkı imalatı, bir nesne ortaya çıkıncaya kadar az miktarda malzeme ekleyerek nesnelere yaratır. 3D yazıcılar, bir katkı imalat teknolojisi örneğidir (Genova, Moriwaki, 2016).

2.3.2.2. 3D Baskı

Üç boyutlu baskı genel olarak üretken imalat ya da hızlı üretim olarak nitelendirilen teknolojilerin kullanımı gittikçe daha fazla ilgi görmeye başlamıştır. Bu yöndeki artan ilginin kaynağı geliştirilen imalat yaklaşımındaki kullanılabilirlik, daha yüksek kalite ve fiyat avantajından kaynaklanmaktadır.

“3D-baskı, veri toplama, geometrik verilerin ön işleme tabi tutulması, baskı makinesinin hazırlanması, baskı dizisinin kendisi ve post-processing prosedürleri gibi bütün bir işlem akışından oluşmaktadır (Schönberger, 2016).

Üretken imalat, 3D baskı bir ürün üretmek için güçlü sayısal tabanlı olasılıklar üretmeye olanak tanıyan, 3D modelleme yazılımı ile çalışılmayı gerektirmektedir. Kullanılan veri, tabaka, sıvı veya toz esaslı malzemelerden fiziksel parçalar oluşturmak için doğrudan CAD dosyasından aktarılır. 3D modellenen ürün üretme sürecinde nesne yazılımla modelledikten sonra çalışma dosyası STL biçiminde dışa aktarılır ve seçilen yazıcıyla yazdırılır.

Moda, ayakkabı ve kuyumcu tasarımcıları, düşük hacimde özel parçaların yanısıra tek kullanımlık ve özelleştirilmiş öğeler üretmek için bu tekniklerden yararlanılmaktadır. Ayakkabı tabanları, zincir metallere ve aksesuarlar gibi plastik parçalar, FDM, SLS ve SLA kullanılarak üretilmektedir (Thompson, Thompson, 2014).

Standart CAD sistemleri istenen geometriyi üretmek için kullanılabilirken, serbest formlu yüzey modelleme özelliğine sahip sistemler de 3D baskılı uygulamalar için kullanılabilir. Makine çözünürlüğü, mekansal kısıtlamalar, destek yapılarına olan ihtiyaç, malzeme sınırlamaları vb. nedeniyle her geometri 3D yazdırılmaz. Mevcut katı cisimlerin hızlı üretimine yönelik kopyalanması için de genellikle X-ışını, ultrasonik veya lazer tarama gibi optik yöntemlere dayanarak geometrik veriler elde etmek gerekmektedir. CAD verileri genellikle dilimleme olarak adlandırılan baskı yazılımı ile sayısal olarak katmanlı (STL) hale getirilmelidir. Stereolitografi dili, ilave katman bilgisi içeren 3D veriler için standart dosya formatı olarak belirlenmiştir. Destek yapılarına olan ihtiyaç, seçilen plastik malzeme özelliklerine (sıvı veya katı), imalat yöntemine ve üretilen geometrinin karmaşıklığına bağlıdır. 3D baskıda destek yapılarının kullanımını bir ölçüde durdurmak için 3D-dönen taban plakası kullanımına gidilmektedir. STL dosyası olarak adlandırılan gerçek yazdırma verileri online olarak makineye aktarılır. Kullanılan malzeme seçilen baskı teknolojisine bağlı olarak baskı makinesinde doldurulmalıdır. Özellikle lazer sinterleme uygulaması için, yeni bir toz kullanmak çok ekonomik değildir, %20 geri dönüştürülmüş toz kullanımı, şekillendirilmemiş, ancak bir önceki baskıda bir dereceye kadar ısıtılan bir lazer sinterleme sürecindeki tozlar kullanılabilir. Baskı makinesi normalde insan etkileşimi gerektirmeden baskı dizisini otomatik olarak gerçekleştirir. 3D yazdırma uygulamalarının büyük bir çoğunluğu, post-processing adımlarını belirli bir dereceye kadar gerektirmektedir. Tipik işlem sonrası adımlar, destek yapılarının çıkarılması, ultraviyole (UV) tabanlı teknolojilerin post-kürlenmesi ve yüzey işlemleridir. Süreç örneklerin durulama, dezenfeksiyon veya sterilizasyon prosedürleri ve paketleme adımları ile tamamlanmaktadır (Schönberger, 2016).

3D üretken üretimde tüm baskı yaklaşımları bir katmanlama işlemi ile 3D nesnelere üretmek için farklı tekniklerle birleştirilir. 3D yazdırma yöntemleri üç ana yaklaşımda özetlenebilir (Schönberger, 2016).

- Polimer tozu ile 3D baskı,
- Erimiş polimerle 3B baskı,
- Sıvı polimerle 3B baskı.

3D baskıyı ana teknikler dahilinde altı başlık altında sınıflandırmak mümkündür;

2.3.2.2.1. Stereolitografi STL / SLA

1980'lerde başlayan STL yaklaşımı Charles W. Hull'ın gözetiminde, ilk ticari 3D baskı teknolojisi olarak düşünülerek geliştirilmiştir (Schönberger, 2016). 0,05 mm ile 0,1 mm arasında tabaka kalınlığıyla, bir bilgisayar kontrollü merceğin yönlendirdiği bir UV lazer ışını, dokunduğu UV' ye duyarlı sıvı epoksi reçinesinin yüzey tabakasını sertleştirilmesiyle işlem gerçekleşir (Thompson, Thompson, 2014). STL prosesi, iyi yüzey kalitesi ve proses kararlılığı ile hızlı bir baskı süreci sunmaktadır. Uygulanan dalga boyları, kimyasal yapısına bağlı olarak kullanılan fotopolimerin gereksinimlerini karşılamalıdır. Bu işlem, yazdırılacak her kat için tekrarlanır. STL makineleri bir veya daha fazla lazer ile tek bir malzeme bileşeni yazdırmak üzere tasarlanmıştır (Schönberger, 2016).

2.3.2.2.2. Sayısal Işık Projeksiyonu DLP

Dijital ışık projeksiyonu DLP yaklaşımı STL'ye benzer, ancak fotopolimerler morötesi ışınlar (örn; LED kaynağı) uygulanarak sertleştirilmektedir. DLP teknolojisi, daha önce tanımlanan geometride tabaka olarak fotopolimerleri iyileştiren bir UV kaynağı ve mikro mercekler ile çalışmaktadır. Her seferinde bütün bir tabaka iyileştirildiğinden, DLP teknolojisi de yüksek yazdırma hızına sahiptir (Schönberger, 2016).

2.3.2.2.3. Multijet / PolyJet Modelleme MJM

Yeni bir süreç olan PolyJet, Stratasys tarafından patentlenmiştir. Baskı malzemesini istenilen şekle sprey olarak sıkıştıran bir baskı kafası kullanılmasıyla tam anlamıyla gerçek bir 3D baskısı olarak düşünülebilir. Renkli fotopolimer ardışık katlar halinde uygulanır ve UV ışık altında kürlenir. Süreç hızlı ve çok yönlüdür; çoklu termoplastikler katıdan esnek ve şeffaf ile opak arasında kullanılabilir. Bu işlemle birden fazla renk (Thompson, Thompson, 2014) ve malzemeyi aynı bölüme birleştirmeye olanak tanıyan birkaç paralel jetden oluşabilmektedir. (Schönberger, 2016). Bu prosesle model malzeme 0.016 mm kalınlıklarda tam kontrollü bir yazıcı kafası, tek geçişte sekiz malzeme veya renk uygulanabilmektedir. Fotopolimer ile birlikte yazıcı, karmaşık geometrileri ve çıkıntılı şekiller oluştururken gereken destek malzemesinde uygular (Thompson, Thompson, 2014).

2.3.2.2.4. Seçici Lazer Sinterleme SLS

Seçici lazerle sinterleme (SLS) teknolojisi, yüksek enerjili darbeli lazer ışınları uygulayarak yerel olarak eritilerek bağlanan termoplastik polimerleri toz olarak kullanmaktadır. Her kür aşamasından önce, dikey

olarak hareket ettirilebilen bir kap içine ince bir toz tabakası doldurulur. Daha sonra lazer ışınları termoplastik tozu, istenen konumlarda eriterek, yerel birleşmeyi katılmış bir tabakaya kadar indükler. SLS prosedürü tozun katı hali nedeniyle diğer baskı yaklaşımlarına göre daha az destekleyici yapıya ihtiyaç duymaktadır (Schönberger, 2016).

2.3.2.2.5. Kaynaştırılmış Biriktirme Modelleme FDM

FDM, 1988'de Stratasys'in kurucusu Scott Crump tarafından icat edildi. Ayrıca Fused filament fabrication FFF olarak da adlandırılmaktadır. Katmanlı plastik modelleme sürekli bir ekstrüzyon filaman kullanılarak oluşturulmaktadır (Thompson, Thompson, 2014). Filament ısıtmalı bir nozle ile beslenir ve yarı sıvı halde kalır. Bilgisayar kontrollü yollarla yönlendirilen nozle 0.2 mm kalınlıkta bir tabaka uygular ve termoplastik soğurken aşağıdaki katman ile güçlü bir bağ oluşturur. Katman tamamlandıktan sonra, yapı platformu belirli bir mesafeye iner ve bir sonraki katman üste uygulanır. Destek yapıları sağlamak için genellikle farklı bir termoplastik tipteki ikinci bir nozle kullanılmaktadır.

FDM uygulama sürecinin basitliği nedeniyle en yaygın kullanılan üç boyutlu baskı yaklaşım olarak, bir makineyi çalıştırmak için yazılımlara gerek görmeden, ayrıntılı talimatlara da olanak tanımaktadır (Schönberger, 2016).

2.3.2.2.6. Arburg Plastik Serbest Şekillendirme AKF

Arburg plastiksizleştirme AKF, teknolojisi, 2013 sonbaharından bu yana üretken imalat dünyasındaki gelişmelerde etkisiyle çığır açan ve termoplastik malzeme pazarında potansiyeli yüksek bir teknolojidir (Schönberger, 2016).

AKF yaklaşımının sağladığı olağanüstü özellik Standart termoplastik reçineler, ilk kez 3D sistemini iyileştirmek için kaplama veya ek bileşikleri özel işlem yapılmaksızın işleyebilen, imalat sanayinin gelişmiş teknoloji olan metalik insertleri veya sensörleri basitçe entegre edebilmektedir (Schönberger, 2016).



Resim 14. 3D Alçı (Deniz Karaşahin, 2014)

Deniz Karaşahin, tasarladığı ve 3D baskı teknolojisiyle prototipini oluşturduğu 'Alçı' ile 2014 Golden A'Design Award ödülüne '3D baskı formları ve ürün tasarımları' kategorisinde layık görülmüştür. Endüstriyel tasarımcı olan Karaşahin'in tasarladığı ürün 3D Alçı ayrıca kırıkların tedavi sürecinde de etkili olan giyilebilir özelliği ile dikkat çekmektedir. 3D alçı ile geliştirilen düşük yoğunluklu ultrason teknolojisi (LIPUS), kırık bulunan bölgeye günde 20dk. uygulandığında bölgedeki kırık kemik dokusunu normal süreye oranla %40 daha kısa sürede iyileştirme özelliğine sahiptir (Özdoğan, 2018)



Resim 15. 3D Alçı (Deniz Karaşahin, 2014)

3D baskı alanına, vücut mimarisi yaklaşımı yeni bir tasarım ve uygulama türü getirmektedir. Mimarlarla beden arasındaki bağlantı, 2007'de Los Angeles

Çağdaş Sanat Müzesinde düzenlenen 'Skin + Bones' sergisi ve ilgili yayınında, moda ürünlerini tasarlayan mimarlara genişçe yer vermesiyle birlikte gündeme gelmiş olup, moda endüstrisine olan ilgiyi arttırmıştır. Vücut mimarisi yaklaşımı, sadece moda ürünlerini değil, aynı zamanda insan vücuduna yönelik diğer tasarım ürünlerini de içeren yeni bir alan olarak gösterilmekte ve başka disiplinlerden, öğrenciler tasarım, üç boyutlu düşünme ve materyal davranışını mimarlıkta olduğu kadar iyi anlamaya yönelik eğitimlerle desteklenmektedir (Leach, 2017).

3D baskı teknolojisinin moda tasarım dünyasına ilk kez 2010 yılında Iris Van Herpen'in fütüristik tasarımlarıyla girdiği görülmektedir. Herpen'in Amsterdam Moda Haftası'nda sergilediği 3D baskılı giysisi koleksiyonu 'Kristalizasyon', sanatçı, tasarımcı, mimar ve heykeltıraş olan Daniel Widrig ile birlikte, Materialize'in 3D baskı şirketi MGX de hazırlamıştır.



Resim 16. Crystallization, (Iris van Herpen, 2010)

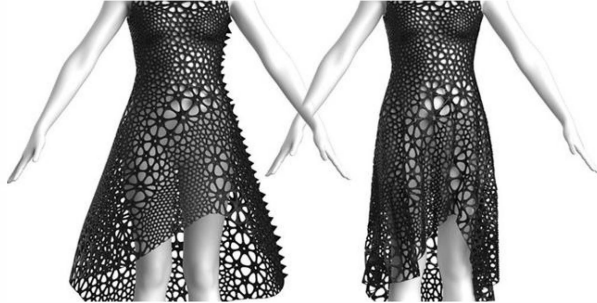
Herpen, olağanüstü işçilik, olağandışı dokular ve özel yapım malzemeler kullanarak, geleneksel giysilerin sınırlarını sorgulayan, oluşturduğu heykelsi parçalar ile inovatif bir üne sahiptir. Koleksiyonlarını genellikle dansçılar ve koreograflar, görsel sanatçılar, şapka ve ayakkabı tasarımcıları ve mimarların da dahil olduğu multi-disipliner sanatçı işbirliğinin sonucunda hazırlamaktadır. Herpen, donan sudan esinlenerek tasarladığı bu koleksiyonda, suyun farklı durumlarını, yapılarını ve kalıplarını ifade etmektedir. Kristalizasyon'un parçaları yenilikçi, karmaşık ve girift, aynı zamanda serttir. Beyaz poliamitten, 3D

baskılı tek parça olarak SLS tekniğinde üretilmiştir. (Herpen, 2018).

Bilgisayar kontrollü üretim teknikleri, özelleştirilmiş tasarımın herkes tarafından erişilebilir olmasını sağlamaktadır. Massachusetts'teki tasarım stüdyosu Nervous System'in kurucularından Jessica Rosenkrantz ve Jesse Louis-Rosenberg, bu yeni alanda bazı çığır açan girişimler yapmışlardır (Rosenkrantz, Rosenberg, 2017).

Nervous System, özel olarak geliştirilen Web uygulamaları, vücut taramaları, simülasyonu, ve biyometrik veriler arasındaki ara-yüzlerle mücevher, elbiseler ve koşu ayakkabıları gibi öğelerin, tek statik tasarımlarını yapmak yerine sayısız sonuç veren dinamik, eğlenceli sistemlerin kodlanması yoluyla, özelleştirilmiş üretken tasarımların, dijital imalat ile üretilmesine imkan veren yeni bir üretim yaklaşımını temsil etmektedir (Rosenkrantz, Rosenberg, 2017).

Kinematik tekstiller, mozaik şeklinde döşenmiş menteşelerle bağlı üçgen modüllerden oluşmakta, bileşenler sağlam olmakla birlikte, sürekli bir kumaş gibi davranarak, vücut hareketine tepki vererek esnek bir şekilde uyum sağlayabilmektedir. Geleneksel kumaşın aksine, Kinematik tekstil, gövde boyunca farklı modül boyutları ve tiplerinin uygulanması sertlik, katlama, esneklik, gözeneklilik ve desende değişiklik gösterebilmektedir (Rosenkrantz, Rosenberg, 2017).



Resim 17. Kinematics Elbise Simülasyonu,
(Jessica Rosenkrantz, 2014)

Bu yapıların, CAD modellemede oluşturulması zor ve zaman alıcı olabilmekte, ancak Nervous System'in Kinematik kumaş uygulaması, tasarımın herkes tarafından erişilebilir olmasına imkan vermektedir. Kinematik kumaş, insanların çizim ile özel 3D giysiler tasarlayabileceği bir Web uygulaması olarak geliştirilmiştir. Uygulamada elbiseler, etekler ve gömlekler de dahil olmak üzere çeşitli giyim eşyaları oluşturulabilmektedir. Kinematik kumaşın, JavaScript ve WebGL'de oluşturulan tasarım süreci, kullanıcı girdisinin anında görselleştirilmesini sağlayan gerçek

zamanlı olarak gerçekleşmektedir. Parametrik vücut modelleme teknolojisi kullanan kullanıcılar, kendi vücut şeklini 3D tarama veya geleneksel ölçümlerle uygulamaya aktarabilmekte, tüm tasarım süreci müşterinin kendi bedeninin simülasyonunda 3D olarak gerçekleştirebilmektedir. Tasarımları yazdırılabilir hale getirmek için, Nervous System'in simülasyon aracı olan Kinematics Fold ile %85'in üzerinde sıkıştırılabilmektedir. Kinematics Fold, Kinematik tasarımlarının dijital olarak sıkıştırmak için menteşeli hareketi taklit etme fikrine dayanan akıllı bir katlama stratejisi kullanmaktadır. Sistem binlerce ara parça içeren tasarımları birkaç dakika içinde 3D baskıya hazır konfigürasyonlara sıkıştırabilme yeteneğine sahiptir (Rosenkrantz, Rosenberg, 2017).



Resim 18. Kinematics Elbise,
(Jessica Rosenkrantz, 2014)

4.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Teknolojik gelişmelerin her dönem tekstilde tasarımı ve uygulama alanlarını etkilediği, sanatın kreatif etkisinin, malzemelerden yeni üretim süreçlerine kadar teknolojik gelişmelerin, tekstil ürünlerinin estetiği, stili ve işlevselliği konusundaki algımızı yükselterek anlayışımızı geliştirdiği görülmüştür. Tekstil de her zaman sanat ve teknolojiye paralel bir anlayışla gelişme göstermiştir. Tasarım açısından da yeni teknoloji ve malzeme kullanımı, sayısal, hesaplamalı ve elektronik tasarım ve sayısal imalat yöntemlerinin tasarımcılar için sunduğu olanaklar ile yeni bakış açıları geliştirdiği görülmektedir.

Elektronik tekstil ürünlerinin ilerlemesindeki önemli bir engel pil ve güç kaynağı iken bir diğer husus elektroniğin geliştirilme sürecindeki yüksek maliyetlerin tekstil ve moda için düşük kar marjlarıyla örtüşmemesinden kaynaklanmaktadır.

Bu ürünlerin ancak özelleştirilmiş tasarımlarla ilerleyen dönemde giderek hayatımızda yer alabileceği öngörülere güçlenmektedir.

Tekstil tasarımcılarının teknoloji ile sanatsal detayların harmanlandığı bir yaklaşımla oluşturduğu ürünlerin giderek yaygınlaştığı görülmektedir. Sayısal üretimin avantajlarının yaygın olarak kullanıldığı özelleştirilmiş tasarımlarla çağdaş yapıt niteliği bu ürünlerde etkin şekilde hissedilmektedir. Çağdaş tasarım ve üretim yaklaşımıyla oluşturulacak tekstil ürünlerinde, bilim, teknoloji, sanat ve tasarım gibi alanlardan multidisipliner ekiplere ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Sayısal imalat tekniklerinin yaygınlaşması, endüstri içinde yeni kurulan iş rollerinde ciddi katkı sağlayacaktır.

Hesaplama tasarım, teknolojisi ve malzemelerinin piyasada henüz yaygın olarak kullanım alanı oluşmamıştır. Ancak tarihsel süreç içerisinde teknoloji, malzeme ve tasarım gelişimine baktığımızda, benzer bir sürecin yaşanabilme ihtimalinin yüksek olduğu görülmektedir. Günümüzün tekstil ve moda ürünleri, teknolojik ve işlevsel olduğu kadar giyilebilir, son derece işçilik gerektiren karmaşık detaylar barındırabilir, sanatsal niteliği yüksek özelleştirilmiş tasarımlarla endüstrinin kısıtlamaları olmadan sayısal üretim yöntemleriyle üretilmektedir.

KAYNAKLAR

Baker, L., B., 2016. Laser Cutting for Fashion and Textiles. s. 7-10

Boden, M. A., Edmonds, E., A., 2009. What is generative art?, *Digital Creativity*, 20, ss.21-46

Braddock Clarke, S. E., Harris, J., 2012. Digital Vision in Fashion + Textiles: Made in Code.

Dorin, A., 2001. Generative processes and the electronic arts, Cambridge University Press, Printed in the UK. *Organised Sound* 6/1, s. 47-53

Genova, A., Moriwaki, K., 2016. Fashion & Technology, *A Guide to Materials and Applications* s.4.

Hu, J., 2011. Computer Technology for Textiles and Apparel.

Kanık, M., 2016. Butekom Akademi_Tekstilde Özel Konular_InkJet ve Rotasyon Baskıda Yenilikler Eğitim Kitapçığı

Kettley, S., 2016. Designing with Smart Textiles, s.10.

Lee, S., 2005. Fashioning The Future, Tomorrow's Wardrobe

Reas, C., McWilliams, C., Lust, 2010. Form + Code, In Design, Art, and Architecture.

Schönberger, M., 2016. Emerging Trends in Medical Plastic Engineering and Manufacturing, *Generative Manufacturing Technologies-The Future?*

Thompson, M., Thompson, R., 2014. Manufacturing Processes for Textile and Fashion Design Professionals.

Isariea, C., Dragana, A., Isarieb, L., Nastasec, D., 2006. Modern laser technologies used for cutting textile materials, *Proceedings of Spile Conference*.

Leach, Neil., 2017. What is 3D-Printed Body Architecture. *Architectural Design, Profile No 250*, s.6

McCormack, J., 2003. Art and the mirror of nature, *Digital Creativity Journal*, 14, s.3-22.

Rosenkrantz, J., Rosenberg, J.L., 2017. Dress/Code, Democratizing Design Through Computation and

Digital Fabrication. *Architectural Design, Profile No 250*, s.48

Russell, A., 2014. Repeatless:transforming surface pattern with generative design, *Shapeshifting Conference: Auckland University of Technolog*

Treadaway, C., 2015. Digital Imagination:The Impact of Digital Imaging on Printed Textiles, *Textile The Journal of Cloth and Culture*,s.258.

Vallett, R., Knittel, C., Christe, D., Castaneda, N., Kara, C.K., 2017. Digital fabrication of textiles: an analysis of electrical networks in 3D knitted functional fabrics, *Proceedings of Spile Conference*.

Özkan, Ş., 2011. Sanatsal Dokumalarda Geleneksel Dokuma Tekniklerinin Kullanımı. MSGSU, Sosyal Bilimler Enstitüsü YL. Tezi.

Çağlayan, H., 2018. Moda endüstrisi dinamiklerini, dijital geleceği ve sanat dünyası ile bağını Çağlayan'ın yaratıcılığına olan etkisi. <http://timtv.com.tr/etkinlikler/turkiye-tasarim-haftasi/konferans-modanin-dahisi-huseyin-caglayan> Ocak,2018

İstanbul Modern, 2018. Hüseyin Çağlayan: 1994-2010, Retrospektif sergi. http://www.istanbulmodern.org/tr/sergiler/gecmis-sergiler/huseyin-caglayan-1994-2010_262.html Ocak, 2018

Herpen, I., V., 2018. <http://www.irisvanherpen.com/haute-couture/seijaku>, Ocak, 2018

Herpen, I., V., 2018. <http://www.additivefashion.com/iris-van-herpen-and-3d-printing-the-beginning/>, Ocak, 2018

Oknyansky, B., 2018. <http://www.bryanoknyansky.com/heavymetalseries>

Özdoğan, B., 2018. Türk tasarımcıdan ödüllü 3D baskı ürünü kırık alçısı, Log.com.tr <https://www.log.com.tr/turk-tasarimcidan-odullu-3d-baski-urunu-kirik-alcisi/>

Pixtil, 2017. Generative is a software and creative process. <http://pixtil.fr/php/generatif/>

Reas, C., 2018. <http://reas.com/text>

Rosenkrantz, J., 2017. <https://n-e-r-v-o-u-s.com/projects/sets/kinematics-dress/>

Resim 1., Georg Ness,
http://www.heikewerner.com/images/nees_print3_ot.jpg, Kasım, 2017

Resim 2., Jaoshua Davis,
<http://freight.cargocollective.com/w/750/i/f95222770abde6837d7e0c9d5c5ad2c21536d940638ed39731e8e4e861f5fde2/img43.png>, Kasım, 2017

Resim 3., Theunseen,
<http://seetheunseen.co.uk/wp-content/uploads/2014/02/landscape-368x245.jpeg>, Kasım, 2017

Resim 4., Hüseyin Çağlayan,
<http://www.tekdozdijital.com/wp-content/uploads/2016/10/Show-3-1200x1800-400x600.jpg>, Ocak, 2018

Resim 5., Hüseyin çağlayan,
<http://www.dugumkume.org/wp-content/hussein-waldemeyer-2007-1.jpg>, Kasım, 2017

Resim 6., Afra Sönmez,
<https://platosanatblog.files.wordpress.com/2016/10/af-ra-sonmez-gorsel.jpg?w=1400>, Kasım, 2017

Resim 7., Angella Mackey,
http://2.bp.blogspot.com/-3hSjguh8rkM/TZxbFLrAo0I/AAAAAAAAAG3E/o6mjYHTb6Jw/s640/angellamackeySS11_19.jpg, Kasım, 2017

Resim 8., Pixtil Studio,,
<http://pixtil.fr/php/produits/img/serviette1.jpg>, Kasım, 2017

Resim 9. Grasshopper-Rhino Algoritmik
http://api.ning.com/files/AlUWUzhZhdLspJSbGBzGLoh40-G18sAbp2i5Hq7z*GgDpdnu-mKR*a1H3IG6GQ*IGWsQSAmn*c1PkqJ6IdQQZixrUAWAqIEV/Triangulorecursivo.PNG

Resim 10., Alex Russel,
http://www.artdesnet.mmu.ac.uk/gallery/resized/13806_m.jpg, Kasım, 2017

Resim 11., Casey Reas,
http://www.artpractical.com/uploads/features/_1246_1246/Casey-Reas-Process-18-Software-3.jpg, Kasım, 2017

Resim 12., Bryan Oknyansky,
<http://www.urukia.com/titanium-shoes-series-bryan-oknyansky/>

Resim 13., Wilderness Embodied, Iris Van Herpen,
http://www.irisvanherpen.com/_uploaded/IrisVHerpe_n010713-0428_1-50.jpg, Ocak, 2018

Resim 14., Cymatics, Iris Van Herpen,
http://www.irisvanherpen.com/_uploaded/LOWE_IV_H_B_COUTURE-PARIS_-435-50.jpg, Ocak, 2018

Resim 15., Deniz Kardeşahin,
<https://www.log.com.tr/wp-content/uploads/2014/04/3d-alcı.jpg>,

Resim 16., Deniz Kardeşahin,
<https://www.log.com.tr/wp-content/uploads/2014/04/3d-alcı-2.jpg>
Ocak, 2018

Resim 17., Iris Van Herpen,
http://www.irisvanherpen.com/_uploaded/Iris2-50.jpg, Ocak, 2018

Resim 18., Jessica Rosenkrantz
<http://www.3dsolusindo.com/files/5114/6098/3047/KinematicSystem.png>

Resim 19., Jessica Rosenkrantz
<http://images.mid-day.com/images/2015/aug/3D-Printed-Dress.jpg>

GÖZ HAREKETLERİNİ İZLEME YÖNTEMİYLE ARAMA MOTORLARININ OTOMATİK TAMAMLAMA ÖZELLİĞİNİN KULLANILABİLİRLİK AÇISINDAN İNCELENMESİ

İlker Güven YILMAZ¹, Doğuş AYGÜN², Emre AKADAL³, Sevinç GÜLSEÇEN⁴
 ilkerguvenyilmaz@gmail.com¹, aygundogus@gmail.com², emre.akadal@istanbul.edu.tr³,
 gulsecen@istanbul.edu.tr⁴

ÖZET

Zeki sistemler insan yaşamının vazgeçilmez bir parçası haline gelmektedir. Yapay zekâ içeren akıllı yazılımlarda bu sistemlerin zeki olması sağlayan en önemli araçlardan biridir. İnsan bu akıllı yazılımlar ile ilgili yazılımın kullanıcı arayüzünü kullanarak etkileşime geçmektedir. Bu etkileşimin doğru ve amacına uygun olması için ilgili yazılımın kullanıcı arayüzünün kullanılabilir olması gerekmektedir. Bu aşamada kullanıcı arayüzü tasarımı kavramı ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada kullanıcı arayüzü olarak bilgisayar arayüzleri ele alınmış ve literatür taramasında arayüz tasarımı insan-yapay zekâ etkileşimi ve kullanılabilirliğin önemini ortaya koyan çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışmada arama motorlarının otomatik tamamlama özelliğinin kullanılabilirlik açısından göz izleme yöntemi ile test edilmesi ve karşılaştırılması amaçlanmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgular ile arama motorlarında otomatik tamamlama özelliğinin kullanılabilirlik açısından iyileştirilmesi için çeşitli öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Arayüz tasarımı; İnsan-yapay zekâ etkileşimi; Göz-izleme; Arama motorları; Kullanılabilirlik.

ABSTRACT

Intelligent systems is becoming an indispensable part of human life. Intelligent software with artificial intelligence is one of the most important tools that make these systems intelligent. People interact with these intelligent software by using the user interface of the related software. At this stage, the concept of user interface design comes into play. In this study, as a

computer interface, user interfaces are discussed and studies related to relationship of human-artificial intelligence and usability in interface design are examined in the literature review. In this study, it is aimed to test and compare the autocomplete feature of search engines in terms of usability by using eye-tracking method. Several suggestions have been made to improve the usability of auto-complete features in search engines based on the findings of this study.

Keywords: Interface design; Human-artificial intelligence interaction; Eye-tracking; Search engines; Usability.

1.GİRİŞ

Teknolojideki gelişim insanların günlük yaşamını daha sağlıklı, güvenli, anlamlı, bağımsız, eğlenceli ve konforlu yapmak için akıllı telefonlar, akıllı evler, 3D televizyonlar vb. yeni imkanlar sunmaktadır ("Human-Technology Interaction" 2016). Akıllı veya diğer adıyla zeki sistemler karar verme, algılama, öğrenme, problem çözme, muhakeme, şekil veya resim tanıma ve doğal dil anlama özelliklerine sahiptir ve akıllı sistemlerin bu özelliklere sahip olmasını sağlayan araçlar ise yazılımlardır (Akgül, 2018). Bilgi teknolojilerindeki gelişmelere bağlı olarak insanların yaşamlarını kolaylaştırmak ve onların çeşitli ihtiyaçlarına yanıt vermek için akıllı bilgisayar yazılımları geliştirilmeye başlanmıştır ve bunun için de yapay zekâ yöntemleri de kullanılmaktadır (Yılmaz ve Çakmak 2011; Uğur ve Kınacı 2006).

İnsan ile elektronik sistemlerin etkileşimi arayüzler aracılığıyla sağlanmaktadır. Arayüz; kullanıcının gördüğü, duyduğu ve iletişime geçtiği sistemin bir parçasıdır (Sutcliffe, 1988). Kullanıcı arayüzü tasarımı, kullanıcı arayüzünün kullanıcı ve sistem arasındaki iletişim noktası olması ve bunun arayüzün sistemin kullanılabilirliği ve etkinliğinin büyük bir boyutunu belirmesi nedeniyle bir bilgisayar siste-

minin tasarımının en önemli ve en zor boyutudur (Lee ve Lochovsky, 1985). Öte yandan kullanıcı arayüzü dediğimizde aklımıza ilk olarak gelen bil-gisayar arayüzü olmasına rağmen bir pilotun kul-landığı hava aracındaki kokpit arayüzü de bir kulla-nıcı arayüzüdür ve tasarımı kullanıcı ile etkileşimi açısından oldukça önemlidir (Şenol vd., 2013). Bu çalışmada kullanıcı arayüzü olarak bilgisayar ara-yüzleri ele alınacaktır.

Bu çalışmanın esas amacı arayüz tasarımında insan-yapay zekâ etkileşiminin ele alınması ve bir durum çalışması olarak, arama motorlarında otomatik tamamlama özelliğinin kullanılabilirlik açısından göz izleme (eye-tracking) yöntemi ile test edilmesi ve karşılaştırılması örneğinin verilmesidir.

Çalışmanın birinci bölümünde konunun temellerinden bahsedilmiştir. İkinci bölümde arayüz tasarımı-nda insan-yapay zekâ etkileşimi ve kullanılabilirlik ile arama motorları ve kullanılabilirlik konularında literatürdeki çalışmalar özetlenmiştir. Üçüncü bölümde arayüz tasarımında insan-yapay zekâ etkileşimine örnek bir durum çalışması olarak arama motorlarında otomatik tamamlama özelliğinin kullanılabilirlik açısından göz izleme yöntemi ile test edilmesi ve karşılaştırılması örneği sunulmuştur.

2. LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Arayüz Tasarımında İnsan-Yapay Zekâ Etkileşimi ve Kullanılabilirlik

İnsan zekâyâ sahip bir canlıdır. Zekâ'nın sözlük anlamı “insanın düşünme, akıl yürütme, objektif gerçekleri algılama, yargılama ve sonuç çıkarma yeteneklerinin tamamı, anlık, dirayet, zeyreklik, feraset” olarak açıklanmaktadır (“Türk Dil Kurumu”, 2016). Winograd (2006) yapay zekâ araştırmacıları ve İnsan-Bilgisayar Etkileşimi (İBE) araştırmacılarının insanların ve bilgisayarların nasıl etkileşime geçtikleri konusunda genellikle fikir ayrılıklarının bulunduğunu belirtmiştir. Ancak yapay zekâ yöntemleri, insan zekâsına benzer özelliklerde tasarlandığı için, “insan” ve “yapay zekâ” kavramları birbirlerine doğrudan bağlıdır. Örneğin yapay zekâ tekniklerinden makine öğrenmesinde insan öğrenmesine benzer şekilde yazılımların öğrenmesi sağlanmaktadır (Michalski, Carbonell, ve Mitchell 2013).

Yapay zekâ terimi ilk olarak 1956 yılında Amerika'lı bilgisayar bilimci John McCarthy tarafından Dartmouth College'de düzenlenen ve iki ay süren çalışmaların sonucunda, John McCarthy'in önerisi ile “Artificial Intelligence” ismi ile ilk kez kullanılmış ve yapay zekâ bir araştırma disiplini olarak

benimsenmiştir (Yalçın, 2008). Konar (1999), yapay zekâyı; bir problemin verilen bir çözüm adımı-nda bilginin doğru parçasının belirlenmesi ve kullanılmasını sağlamak amacıyla makineyi etkili hale getirmek için bir makinede yer alan ve insan zekâsına benzer özelliklere sahip zekâ olarak tanımlamıştır. Öte yandan, yapay zekânın birçok farklı tanımına rastlamak mümkündür (Balaban ve Kartal 2015; Kok vd. 2009). Ancak Lewis (1997) yapay zekâyı tanımlayan birçok önerinin sunulduğunu fakat hiçbir tanesinin evrensel olarak kabul görmediğini belirtmiştir. Öztemel (2012) yapay zekâ teknolojilerinden özellikle; uzman sistemlerin, yapay sinir ağlarının, genetik algoritmaların, bulanık önermeler mantığının ve zeki etmenlerin günlük hayatta insanlara faydalı ürünlerin oluşmasında katkıda bulunduğunu ifade etmiştir. Öte yandan, yapay zekâ teknikleri kullanılarak oluşturulan akıllı arayüzler çeşitli alanlarda insan yaşamına kolaylık sağlamaktadır (“Can We Design Trust Between Humans and Artificial Intelligence? - Artefact”, 2016). Bu akıllı arayüzlerin insan tarafından kullanılması ilgili arayüzün sahip olduğu yapay zekâ teknolojisi ile insan arasında bir etkileşimi ortaya çıkarmaktadır. Bu etkileşimin ne derece doğru ve amacına uygun olacağı akıllı arayüzün kullanılabilirliği ile doğru orantılıdır.

Kurşun vd. (2012) bir uygulamanın kullanılabilirliğini, kullanıcıların belirli görevleri, belirli bir bağlamda etkili, verimli ve memnuniyet ile yerine getirmeleri olarak tanımlamışlardır. Buna bağlı olarak kullanılabilirlik çalışmalarında, kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi, değerlendirilmek istenen arayüzün belirlenen hedef kitleye belirlenen görevlerin yaptırılması ve bu süreçte kullanıcıdan verimlilik, etkililik ve memnuniyet değerlerinin alınması ile yapılır (Alaçam ve Çağiltay, 2007).

Luff (1992) oluşturduğu kitap özetinde Miller, Sullivan ve Tyler'in akıllı bir arayüz için önerdiği dört gerekliliği, insan-bilgisayar etkileşiminin daha net bir şekilde olması, arayüzün kullanıcıların amaç ve planlarını destekleyebilmesi, bilginin net bir şekilde sunulması ve arayüzlerin daha kolay bir şekilde tasarlanması ve uygulamaya konması şeklinde ifade etmiştir. Lieberman (2009) yapay zekâ arayüzlerinin daha uzun vadeli etkileşimlere bağlı olduğunu savunmuştur. Buna örnek olarak ise geri bildirim kabul eden sistemlerin kullanıcılardan alacağı bilgiyi öğrenmesi, toparlaması ve hangi geri bildirim daha doğru olacağını saptanması neticesinde bunun tam etkili bir şekilde gösterilmesinin süre alacağını belirtmiştir.

2.2. Arama Motorları ve Kullanılabilirlik

Google ve Microsoft'un arama motorları, masaüstü uygulaması olarak bilgisayara yüklendiğinde, bilgisayarda bir dosya arıyormuşuz gibi aynı yöntemle aranılanı bütün internette tarayabil-mektedir (Ledford, 2015). Web sitesi olarak arama motoru ise doğası gereği farklı bir arayüz kullanır ve birçok arama motoru kullanıcılara benzer bir arayüz sunar (Choi, 2010). Bir web arama motorunun görevi internet üzerinden bilgiye erişmek, incelemek ve ekrana getirmektir (Thurow ve Musica, 2009). Arama motorunda sorgulama arayüzü ve arama sonuçları sayfası kullanıcılar için mevcut olmakla birlikte kullanıcıların görebildiği tek yer de burasıdır (Ledford, 2015). Bu kısım arama motoru sonuç sayfaları (search engine results pages - SERP) olarak ifade edilmektedir (Höchstötter ve Lewandowski, 2009). Arama motorunun arka planda çalışan diğer tüm parçaları (back-end) kullanıcıların erişimine kapalıdır. Google, Yahoo gibi arama motorlarında her ay milyarlarca arama yapılmaktadır ve bu milyarlarca aramayı yapan milyonlarca kullanıcı arama motorları ile etkileşim halindedir (Thurow ve Musica, 2009). Arama motorlarının bu kadar çok popülerleşmesi sonucunda genel sorgulama alışkanlıkları (querying behaviour) üzerine bazı incelemeler yapılmakla birlikte arama davranışları günümüzde de bilgi erişimi konusunda faal bir araştırma alanıdır (Choi 2010; Jansen vd., 2009). Buna paralel olarak, Bibi vd. (2014) yaptıkları çalışmada her kullanıcının farklı bir geçmişi ve amacı olduğunu fakat mevcut bilgi erişim sistemlerinin kullanıcıların bireysel istekleri ve ihtiyaçlarına göre sonuç çıkarmadıklarını belirtmişler ve makine öğrenmesi kullanılarak web aramalarının kişiselleştirilmesi gerektiğini savunmuşlardır. Aula ve Kâki (2003) arama motorlarında uzman kişilerin kullandıkları stratejileri araştırmış, yaptıkları deneyde bilgisayar ve arama motorlarında uzmanlaşmış kişilerin arama motorlarını daha verimli kullandıklarını belirtmişlerdir. Sonuç olarak arama motorlarında aşinalığa sahip olmanın aranacak kelimeleri formüle etmede fark yarattığını iddia etmişlerdir. Choi (2010) ise kullanıcı tarafından yapılacak görevin asıl hedefinin bütün arama sürecine etki ettiğini kanıtlamıştır.

Web site tasarımında gezinme ve aramanın iyileştirilmesi günümüzde önemli bir sorun haline gelmiştir (English vd., 2001). Kullanılabilirlik testlerindeki genel perspektife göre son kullanıcı önem olarak öncelikli olmakla beraber, kullanılabilirlik testleri web sitelerini kullanıcı açısından değerlendirmek ve sitenin belirlenen amaçlara ve yapılması gereken görevlere uygun olup olmadığını ortaya çıkarmaktadır (Kılıç ve Güngör, 2006). Web sitesi kullanılabilirliği, kullanıcıların

amaçlanan görevi ne kadar verimli bir şekilde tamamladığını ölçerek tespit edilebilir (Thurow, 2007). Diğer bir deyişle web sitesi kullanılabilirliği görev yönelimlidir (task oriented). Arama arayüzü kullanılabilirliği bir web sitesi üzerindeki bütün arama davranışlarını kapsar (Thurow, 2007). Bu davranışlar çok çeşitli olabilmekte ve arama motoru arayüzünde kullanılabilirlik konusunda birçok sorunla karşılaşabilmektedir. Taksa vd. (2008)'nin yaptıkları araştırmaya göre kullanıcılar kendi dillerinde ihtiyaçları olan bilgiye nasıl ulaşacaklarını bilseler dahi düzgün bir arama yapabilmek için bu bilgiyi sadece birkaç kelimeye indirgeyebilme konusunda sorun yaşamaktadırlar. Bu durum ile alakalı olarak, Veningston ve Shanmugalakshimi (2014) web kullanıcıların genellikle kısa ve ne olduğu tam olarak belli olmayan kelimeler ile arama yaptıklarını belirtmişlerdir. Arama için kullanılan, üzerinde düşünülmemiş sadece birkaç kelimenin çıkarttığı problem ise arama motorunun çok fazla sonuç çıkarıyor olmasıdır. Zira sayıca çok fazla miktarda ortaya çıkan sonuçlar neticesinde kullanıcı sadece ilk sayfayı inceler ve tekrardan kısa ve formüle edilmemiş bir ya da birkaç kelime ile aradığı sonuç ile alakalı bir şeyler bulmayı umut eder (Taksa, Spink, ve Goldberg, 2008). Ozmutlu vd. (2004) yaptıkları araştırmada kullanıcıların arama motorlarında sonraki sayfa bağlantısına tıkladıkları andan itibaren bu şekilde diğer sayfalara da bakmaya devam ettiklerini tespit edilmekle beraber bu yolu tercih eden kullanıcıların arama yaptıkları kelimeler üzerinde çoğunlukla değişiklik yapmadıkları da gözlemlenmiştir. Jansen ve Spink (2006)'in yaptığı araştırmada kullanıcıların arama karakteristiklerini ve değişimlerini tespit etmek amacı ile arama motorlarının işlem günlükleri karşılaştırılmıştır. Bu araştırmaya göre web arama motorlarında işlem günlüğü (transaction log) gerçek arama sürecinin anlaşılmasına yardımcı olabilmekte, ancak işlem günlüğü, mevcut olan veri ile arama yapan kişinin amacı veya aranan kelimelerin nasıl ortaya çıktığı konusunda bir bilgi verememektedir.

Hanson (2007) arama motorlarının zeki sıralama metodlarına sahip olmasına rağmen bulduğu arama sonuçlarını iyi organize edemediğini, düzensiz/karışık bir şekilde sunduğunu ve kullanıcıların alakasız sonuçlar ile karşılaşabildiğini belirtmiş ve bu problemin çözümünün yapay zekânın sınıflandırma kabiliyetinin insan zekâsı ile aynı seviyeye getirilebilmesi olduğunu savunmuştur. Öte yandan bu şekilde yapılabilecek olsaydı sonuç olarak bilginin yönetimi konusunda bir bilgisayarın arama kapasitesi ile bir kütüphanecinin bunu organize edebilme yeteneğinin birleşmesinin olacağı iddia etmiştir.

Arama motorları da yakın zamanda makine öğrenmesi algoritmalarını kullanmaya başlamışlardır. Bu konuda, Bloomberg'in 2015 başında rapor ettiği gibi Google, arama sorgularına yanıt üretmeye yardımcı olan "RankBrain" adlı derin öğrenme (deep learning) temelli bir sistemi uygulamaya başladığını duyurmuştur (Metz, 2016). Makine öğrenmesi arama motorları içerisinde arama sıralama (search ranking), sorguyu anlama (query search), url / doküman anlama, arama özellikleri (search features), arama motoru botu (crawling) ve kullanıcı sınıflandırma (user classification) gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Dandekar, 2016).

3. ARAMA MOTORLARINDA OTOMATİK TAMAMLAMA ÖZELLİĞİNİN KULLANILABİLİRLİK AÇISINDAN GÖZ İZLEME YÖNTEMİ İLE TEST EDİLMESİ VE KARŞILAŞTIRILMASI ÖRNEĞİ

Arama motorları kullanıcılarının arama alanlarındaki sorgulamalarını kolaylaştırmak adına kullanıcılarına yazmış olduğu sorgu için otomatik tamamlama özelliği sunmaktadır. Bir önceki bölümde de belirtildiği üzere arama motorları yapay zekâ tekniklerinden makine öğrenmesini çeşitli alanlarda kullanmaktadır. Arama motorlarının kullanıcı ile etkileşime geçtiği arama alanları arkaplanda bu özellikleri barındırdığı ve kullanıcı ile arayüzlerindeki bu arama alanları üzerinden etkileşime geçtikleri için ilgili arayüzlerde bir insan-yapay zekâ etkileşiminden söz edebiliriz. Bu yönüyle düşündüğümüzde arama alanlarının otomatik tamamlama özelliği de bu etkileşimi içermektedir. Şekil 1'de arama

motorlarının otomatik tamamlama özelliği örnekleri verilmiştir. Örnekler oluşturulurken internet tarayıcısı olarak Google Chrome kullanılmıştır.

4. YÖNTEM

Arama motorlarının otomatik tamamlama özelliğinin kullanılabilirliğinin test edilmesi ve karşılaştırılması için 5 kullanıcı ile İnsan-Bilgisayar Etkileşimi tekniklerinden göz izleme yöntemi kullanılarak kullanılabilirlik testi gerçekleştirilmiştir. Bu yönüyle kullanılabilirliğin değerlendirilmesinde deneysel metod kullanılmıştır (Ayдын ve Kurt, 2002).

4.1. Test Edilecek Arayüzlerin Belirlenmesi

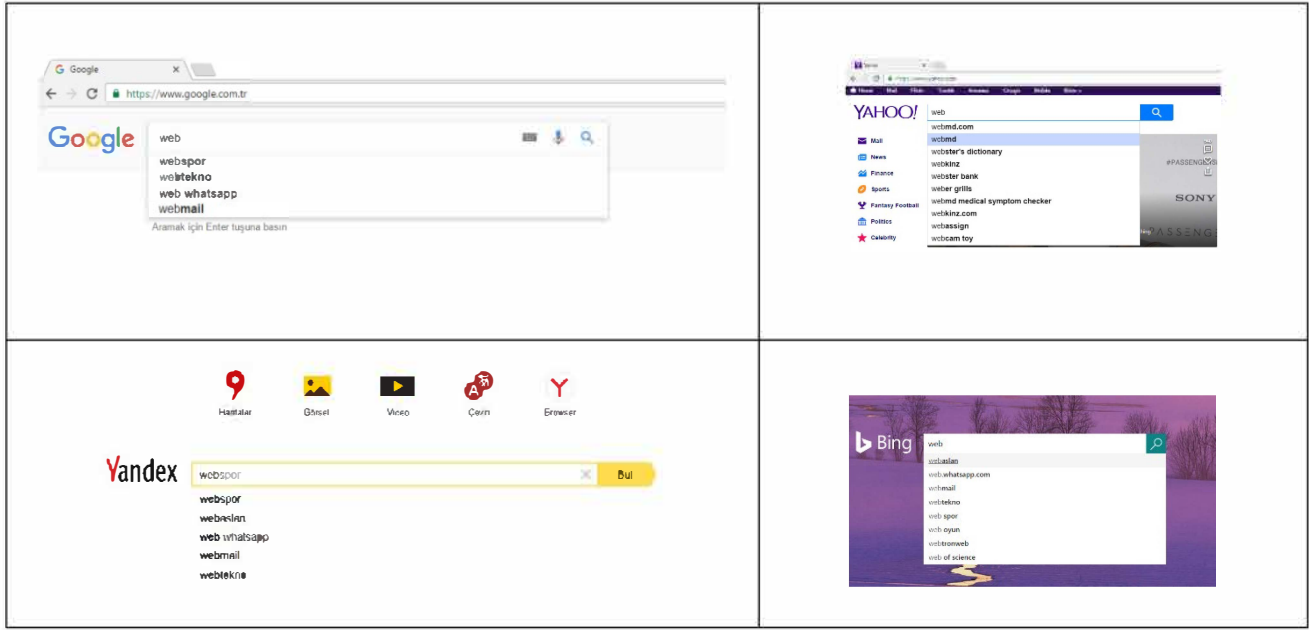
Testte Google, Yahoo, Yandex ve Bing olmak üzere 4 adet arama motorunun ana arama sayfaları testin uygulanacağı arayüzler olarak seçilmiştir.

4.2. Testte Uygulanacak Görevin Belirlenmesi

Testte 5 adet doktora öğrencisi test grubu olarak belirlenmiştir. Test grubu arama motorları hakkında yeterli bilgi ve donanıma sahip kişilerden oluşturulmuştur.

4.3. Test Grubunun Belirlenmesi

Test süresince kullanıcılara her bir arama motorunun arama alanında "web" kelimesini arattırmaları ve otomatik tamamlama özelliğinin sunduğu sonuçları arama sonuçları sayfasına geçmeden gözlemlenmeleri görev olarak verilmiştir.



Şekil 1. Google, Yahoo, Yandex ve Bing arama motorlarının otomatik tamamlama özelliği örnekleri.

4.4. Testte Kullanılan Materyaller

Testi gerçekleştirmek için çeşitli ortam, donanım, yazılım ve dokümanlar kullanılmıştır. Bunlar,

- İstanbul Üniversitesi İnsan-Bilgisayar Etkileşimi laboratuvarı,
- Tobii Eye-Tracking cihazı,
- DELL PRECISION M6800 iş istasyonu,
- Windows 10 Education işletim sistemi,
- Tobii Studio (2015) 3.3.1.757 Enterprise Edition yazılımı,
- Memnuniyet Anketi'dir.

4.5. Test Aşamaları ve Testin Uygulanması

Uygulamada izlenen adımlar aşağıda verilmiştir:

1. Kullanıcı laboratuvar ortamında göz izleme cihazına bağlı bilgisayar karşısında yerini almıştır. Test grubu bilişim alanında doktora yapan ve testte kullanılan arama motorlarını kullanan öğrencilerden olduğundan test öncesi kullanıcıya arama motoru bilgisini ölçen anket uygulanmamış olup arama motorlarını tanıyıp tanımadığı sözlü olarak sorulmuştur.
2. Sonrasında, kullanıcı için gerekli kalibrasyon ayarlamaları yapılmış ve test başlatılmıştır. İlk olarak kullanıcıya bir karşılama ekranı sunulmuş ve test sırasında 4 adet arama motorunun sırasıyla ekrana geleceği belirtilmiştir.

3. Daha sonra kullanıcıya sunulan ikinci ekranda kullanıcıdan test sırasında karşısına gelecek arama motorlarındaki ilgili arama alanına "web" kelimesini yazması ve otomatik tamamlama özelliğinin sunduğu sonuçları gözlemlemesi görev olarak istenmiştir.
4. Kullanıcının arama sonuçları sayfasına geçiş yapması önlemek için ikinci ekranda ek olarak kullanıcıdan sonraki adımlarda karşısına gelecek olan arama motoru ekranlarında enter veya arama butonunu kullanmaması istenmiştir.
5. Sırasıyla dört adet arama motoru (Google, Yandex, Bing, Yahoo) kullanıcıya ayrı ayrı ekranlarda 15 saniye süre ile sunulmuştur.
6. Kullanıcı bu ekranlardaki arama alanlarına "web" kelimesini yazmış ve otomatik tamamlama sonuçlarını arama sonuçları sayfasına geçiş yapmadan gözlemlemiştir.
7. Son olarak testin tamamlandığını belirten ekran ile test tamamlanmıştır.
8. Test sonunda kullanıcıya "memnuniyet anketi" doldurtulmuştur. Memnuniyet anketinde kullanıcıdan arama motorlarının arama alanlarında kullanıcılarına sunduğu otomatik tamamlama özelliğinin kullanılabilirlik açısından değerlendirilmesi istenmiştir. Değerlendirmede çok iyi, iyi, orta, kötü ve çok kötü seçenekleri kullanıcıya

seçenek olarak sunulmuştur ve her bir arama motoru için bir seçeneğin seçilmesi istenmiştir.

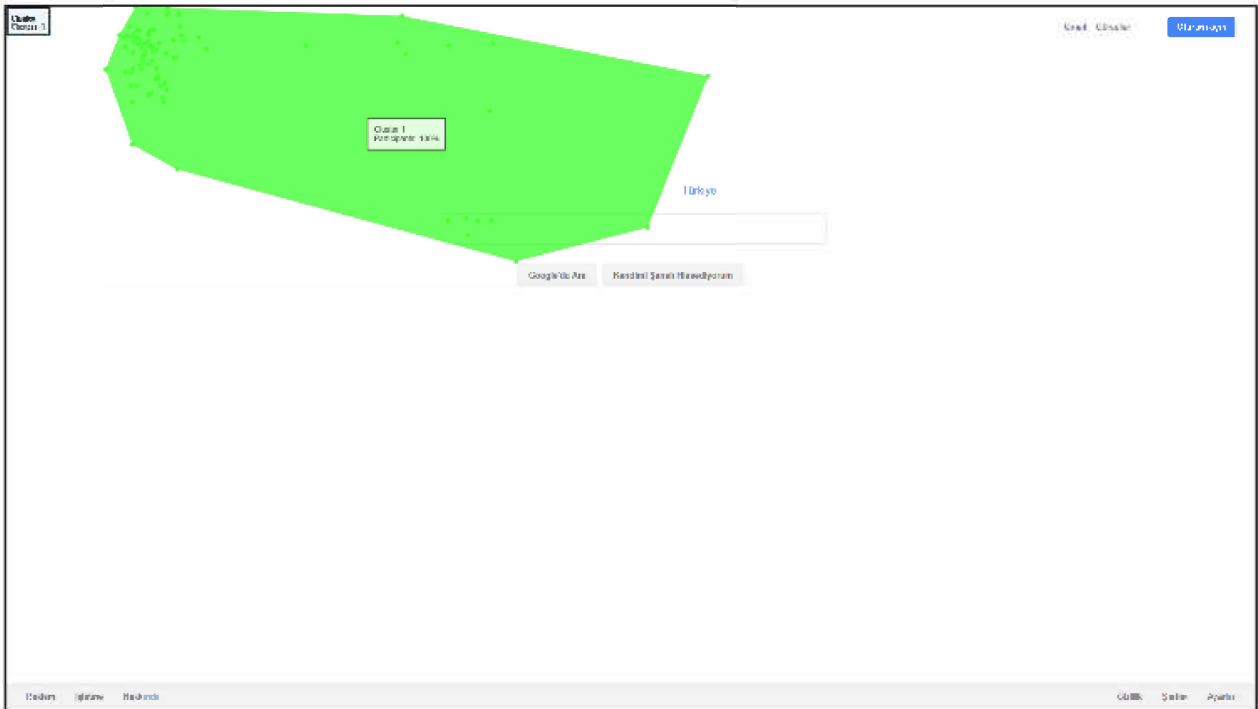
4.6. Sınırlılıklar

Kullanılabilirlik testinde kullanılacak kelimenin uzunluğu ve kelimenin içerdiği harflere göre yazılı arama motorlarında farklı otomatik arama sonuçları üreteceğinden ötürü göz izleme ile elde edilecek test sonuçlarını etkileyeceği için her kullanıcıdan 3 karakter uzunluğundaki “web” kelimesini kullanmaları istenmiştir. Ayrıca çalışmada 5 kişilik test grubu kullanılmıştır. Bunun yanında

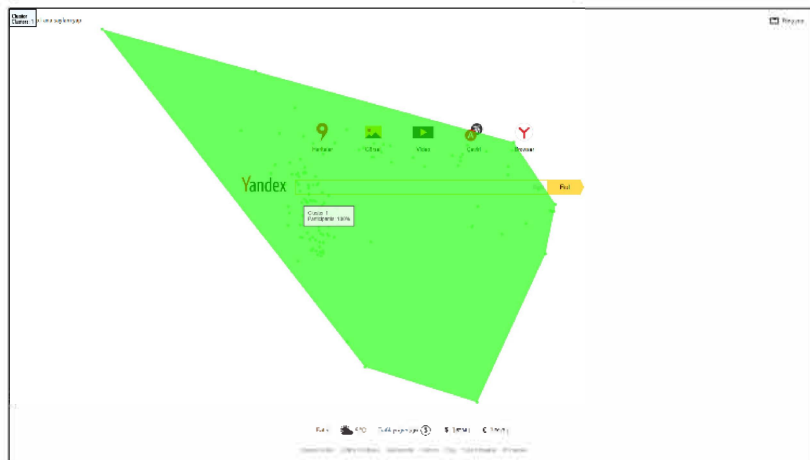
kullanılabilirlik testi yalnızca arama motorlarının bilgisayar arayüzünde uygulanmıştır. Bu durumlar çalışmanın sınırlarını oluşturmaktadır.

5.BULGULAR VE TARTIŞMALAR

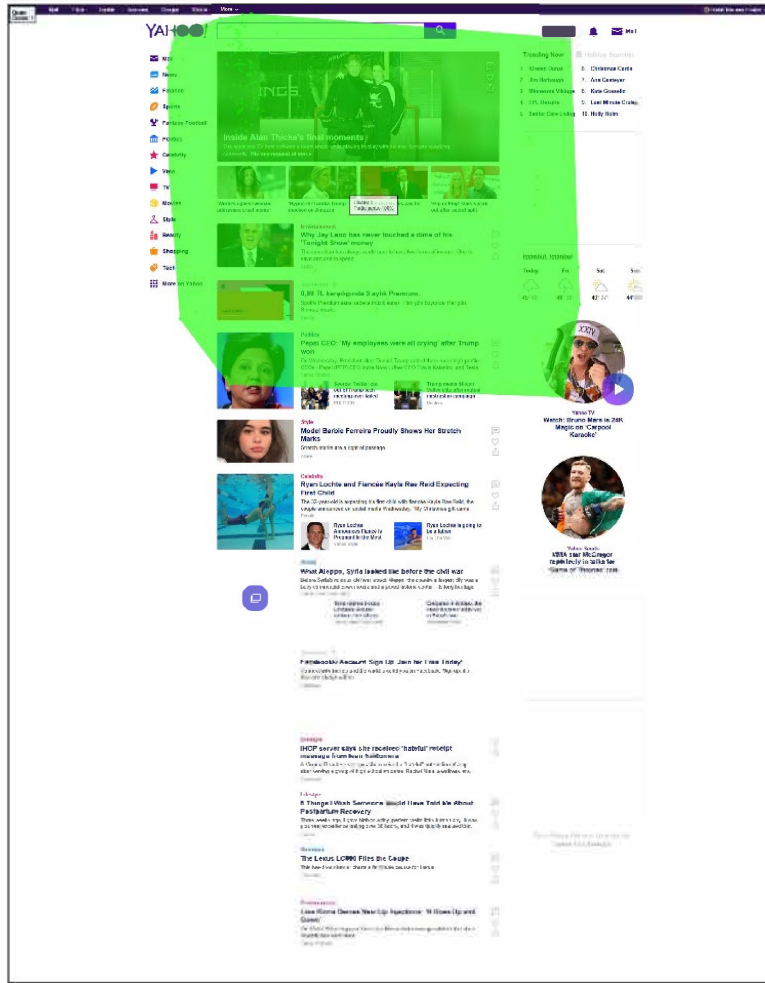
Yapılan testlerden elde edilen sonuçlara göre kullanıcılar “web” kelimesini her bir arama motorunun arama alanında aratırken, Şekil 2, 3, 4 ve 5’den de görüleceği üzere kullanıcıların göz hareketleri daha çok otomatik tamamlama özelliğinin oluşturduğu arama sonuçlarının listelendiği alanlarda kümelenmiştir.



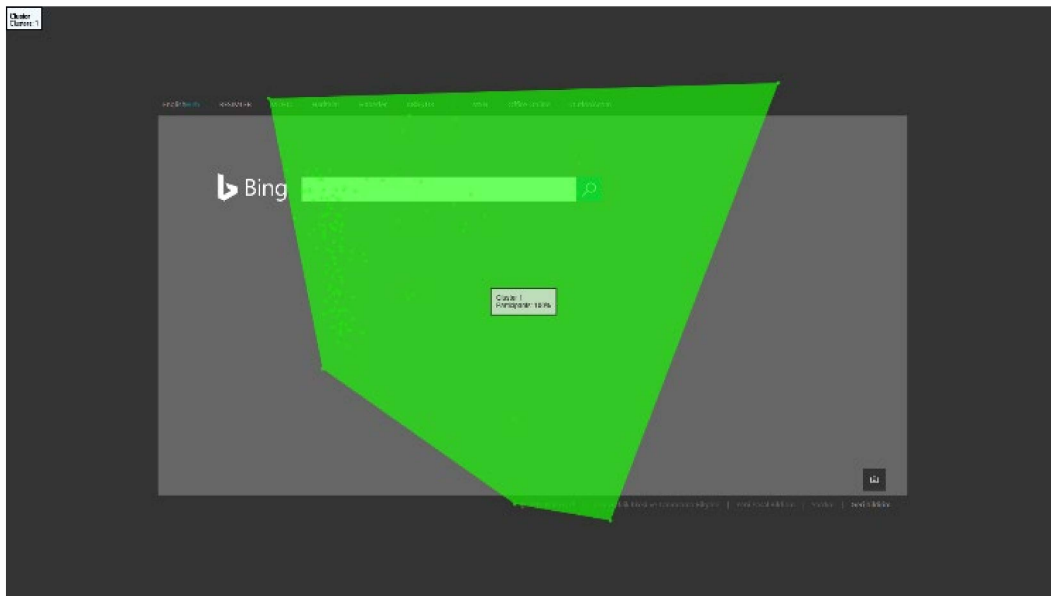
Şekil 2. Google arama motoru için göz hareketlerinin kümelendiği alan.



Şekil 3. Yandex arama motoru için göz hareketlerinin kümelendiği alan.



Şekil 4. Yahoo arama motoru için göz hareketlerinin kümelendiği alan.



Şekil 5. Bing arama motoru için göz hareketlerinin kümelendiği alan.

Tablo 1’den de görüleceği üzere kullanıcılar kendilerine verilen görevi gerçekleştirirken ortalama odaklanma sayısı en fazla olan arama motoru Yahoo’dur. Bu durum Yahoo arama motorunda kullanıcıların otomatik tamamlama sonuçlarını görüntülerken daha fazla çaba sarf ettiğini göstermektedir. Bu durumun oluşmasında sitede yer alan diğer içerikler(haber, fotoğraf vs.) de etkili olabilmektedir. Ortalama odaklanma sayısı en az olan Google arama motorudur. Bu da kullanıcıların Google arama motorunda otomatik tamamlama sonuçlarını görüntülerken daha az çaba sarf ettiğini göstermektedir. Bu test sonucuna göre Bing ve Yandex arama motorlarının sırasıyla 25,4 ve 28 adet odaklanma sayısı ile 29,4 adet odaklanma sayısına sahip Yahoo kadar ortalama odaklanma sayısına sahip olduğu görülmüştür. Bu da her iki arama motorunda kullanıcıların otomatik tamamlama sonuçlarını görüntülerken Yahoo arama motoruna benzer şekilde fazla çaba sarf ettiklerini göstermektedir.

Arama motoru	Ortalama odaklanma sayısı (adet)
Bing	25,4
Google	18,4
Yahoo	29,8
Yandex	28

Tablo 1. Ortalama odaklanma sayılarının karşılaştırılması.

Tüm kullanıcılar kendilerine verilen arama motorlarının arama alanlarına “web” kelimesinin yazılması ve otomatik tamamlama özelliğinin oluşturduğu sonuçlarının gözlemlenmesi görevini %100 başarı ile gerçekleştirmiştir.

Tablo 2’ye göre kullanıcılar aynı görevi gerçekleştirirken en fazla süreyi Bing arama motorunda, en az süreyi ise Google arama motorunda harcamışlardır. Yahoo arama motorunda, Yandex’e göre daha az süre harcanmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre Google arama motorunda ki görev gerçekleştirme süresinin diğer arama motorlarına göre ciddi oranda az olduğu görülmektedir.

Arama motoru	Ortalama görev gerçekleştirme süresi (s)
Bing	11,82
Google	8,5
Yahoo	10,39
Yandex	11,38

Tablo 2. Ortalama görev gerçekleştirme sürelerinin karşılaştırılması.

Test sonunda kullanıcılar tarafından doldurulan ve Tablo 3’de sonuçları verilen memnuniyet anketinde değerlendiriciler tarafından Google ve Bing arama motorlarının otomatik tamamlama özelliğinin kullanılabilirliği diğer arama motorlarına göre daha memnun edici bulunmuştur.

Arama Motoru	Memnuniyet Derecesi (%)				
	Çok İyi	İyi	Orta	Kötü	Çok Kötü
Google	40	60	0	0	0
Yandex	0	80	20	0	0
Bing	40	60	0	0	0
Yahoo	0	40	60	0	0

Tablo 3. Memnuniyet anketi sonuçları

6.SONUÇLAR

Yapay zekâ içeren akıllı yazılımların kullanıcı arayüzlerinin tasarımında insan-yapay zekâ etkileşiminin dikkate alınması arayüzün kullanılabilir-liğinin iyileştirilmesinde etkili olabilmektedir. Benzer şekilde bu durum arama motorlarında da kullanıcı arayüzünün kullanılabilirliğini arttırabilecektir.

Çalışmadan elde edilen bulgulara göre, kullanıcılar kendilerine verilen görevi gerçekleştirirken en az süreyi ortalama 8,5 saniye ile Google arama motorunda harcamışlardır. Bu durum, Google arama motorunda otomatik tamamlama özelliğinin diğer arama motorlarına göre kullanılabilirlik açısından verimliliğinin daha fazla olduğunu göstermektedir. Bunun yanında kullanıcılar otomatik tamamlama sonuçlarını görüntülerken en az çabayı Google arama motorunda sarf etmişlerdir. Buradan yola çıkarak Google arama motorunun otomatik tamamlama özelliğinin diğer arama motorlarına göre kullanılabilirlik açısından etkililiğinin daha fazla olduğu savunulabilir. Ayrıca kullanıcılara uygulanan memnuniyet anketine göre Google ve Bing arama motorlarının otomatik tamamlama özelliğinin kullanılabilirliği diğer arama motorlarına göre daha memnun edici bulunmuştur. Burada Google ve Bing

arama motorlarının otomatik tamamlama özelliğinin kullanılabilirliği aynı oranda memnun edici çıkmış olmasına rağmen etkililik ve verimlilik özellikleri bakımından Google test edilen diğer arama motorları içerisinde en iyi olduğu görülmüştür. Çalışmadan elde edilen tüm bu bulgulara dayanarak, Google arama motorunun otomatik tamamlama özelliğinin diğer arama motorlarına göre daha kullanılabilir olduğu gözlemlenmiştir.

7.TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın hazırlanmasında gerekli ortam, donanım ve yazılımları içerisinde barındıran İstanbul Üniversitesi İnsan Bilgisayar Etkileşimi Laboratuvarı'na bizlere sunan İstanbul Üniversitesi Enformatik Bölümü'ne teşekkürlerimizi sunarız.

8.KAYNAKLAR

Akgül, Mustafa Kemal. 2018. "Bilişim, Bilim ve Teknoloji". 2018. <https://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/bilisim-bilim-ve-teknoloji/600>.

Alaçam, Özge, ve Kürşat Çağıltay. 2007. "ODTÜ BİDB İnsan Bilgisayar Etkileşimi Laboratuvarı ve Yürütülen Çalışmalar". İçinde *Akademik Bilişim '07 - IX. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri*. Kütahya: Akademik Bilişim. http://www.academia.edu/download/30602921/alacam_cagiltay_AB07.pdf.

Aula, Anne, ve Mika Käki. 2003. "Understanding Expert Search Strategies for Designing User-Friendly Search Interfaces." İçinde *ICWI*, 759–762.

Aydın, Ali Orhan, ve Mustafa Kurt. 2002. "Bilişim Ergonomisi". *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi* 17 (4). <http://www.mmfdergi.gazi.edu.tr/article/view/106100910>.

Balaban, M.E., ve Elif Kartal. 2015. *Veri Madenciliği ve Makine Öğrenmesi Temel Algoritmaları ve R Dili ile Uygulamaları*. İstanbul: Çağlayan Kitabevi.

Bibi, T., P. Dixit, R. Ghule, ve R. Jadhav. 2014. "Web search personalization using machine learning techniques". İçinde *2014 IEEE International Advance Computing Conference (IACC)*, 1296–99. <https://doi.org/10.1109/IAAdCC.2014.6779514>.

"Can We Design Trust Between Humans and Artificial Intelligence? - Artefact". 2016. 2016. <https://www.artefactgroup.com/articles/can-we-design-trust-between-humans-and-artificial-intelligence/>.

Choi, Youngok. 2010. "Investigating Variation in Querying Behavior for Image Searches on the Web". *Proceedings of the American Society for Information Science and Technology* 47 (1): 1–10. <https://doi.org/10.1002/meet.14504701220>.

Dandekar, Nikhil. 2016. "What are some uses of machine learning in search engines?" Medium. 07 Nisan 2016. <https://medium.com/@nikhilbd/what-are-some-uses-of-machine-learning-in-search-engines-5770f534d46b#aey42ndpc>.

English, Jennifer, Marti Hearst, Rashmi Sinha, Kirsten Swearington, ve Ping Yee. 2001. "Examining the Usability of Web Site Search". Unpublished Manuscript, <http://flamenco.berkeley.edu/papers/epicuriousstudy.pdf>. <http://orange.sims.berkeley.edu/papers/epicurious-study.pdf>.

Hanson, F. Allan. 2007. *The Trouble with Culture: How Computers Are Calming the Culture Wars*. SUNY Press.

Höchstötter, Nadine, ve Dirk Lewandowski. 2009. "What users see – Structures in search engine results pages". *Information Sciences*, Special Section: Web Search, 179 (12): 1796–1812. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2009.01.028>.

"Human-Technology Interaction". 2016. 2016. <https://www.tue.nl/en/education/tue-graduate-school/masters-programs/human-technology-interaction/>.

Jansen, Bernard J., Danielle L. Booth, ve Amanda Spink. 2009. "Patterns of query reformulation during Web searching". *Journal of the american society for information science and technology* 60 (7): 1358–1371.

Jansen, Bernard J., ve Amanda Spink. 2006. "How Are We Searching the World Wide Web? A Comparison of Nine Search Engine Transaction Logs". *Information Processing & Management* 42 (1): 248–63. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2004.10.007>.

Kılıç, Elif, ve Zühal Güngör. 2006. "Kütüphane Web Sitelerinin Kullanılabilirliği: Bir Uygulama Çalışması". *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi* 21 (4).
<http://www.mmfdergi.gazi.edu.tr/article/view/1061000754>.

Kok, Joost N., Egbert JW Boers, Walter A. Kusters, Peter Van der Putten, ve Mannes Poel. 2009. "Artificial intelligence: definition, trends, techniques, and cases". *Artificial intelligence* 1.

Konar, Amit. 1999. *Artificial intelligence and soft computing: behavioral and cognitive modeling of the human brain*. CRC press.
<https://www.google.com/books?hl=tr&lr=&id=nsvQtzKF0LQC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Artificial+intelligence+and+soft+computing:+behavioral+and+cognitive+modeling+of+the+human+brain&ots=q5vsSXbsyW&sig=U3YNxnThSMllUhlEys3jzlf12AA>.

Kurşun, Engin, Türkan Karakuş, Aslı Yılmaz, Kürşat Çağıltay Veysi İşler, Serkan Gürdal, ve Ümit Tezcan. 2012. "Eğitmen Konsol Yazılımları için Kullanıcı Arayüzü Kılavuzu Geliştirilmesi ve Geçerleme Süreci". *Savunma Bilimleri Dergisi* 11 (1): 177–186.

Ledford, Jerri L. 2015. *Search Engine Optimization Bible*. John Wiley & Sons.

Lee, A., ve F. H. Lochovsky. 1985. "User Interface Design". İçinde *Office Automation*, editör Dionysios C. Tsichritzis, 3–20. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
http://www.springerlink.com/index/10.1007/978-3-642-82435-7_1.

Lewis, Harold W. 1997. *The Foundations of Fuzzy Control*. Springer Science & Business Media.

Lieberman, Henry. 2009. "User interface goals, AI opportunities". *AI Magazine* 30 (4): 16.

Luff, Paul. 1992. "Review of Intelligent user interfaces by Joseph W. Sullivan and Sherman W. Tyler. ACM Press and Reading 1991." *Computational Linguistics* 18 (3): 368–373.

Metz, Cade. 2016. "AI Is Transforming Google Search. The Rest of the Web Is Next | WIRED". 2016. <https://www.wired.com/2016/02/ai-is-changing-the-technology-behind-google-searches/>.

Michalski, R. S., J. G. Carbonell, ve T. M. Mitchell. 2013. *Machine Learning: An Artificial Intelligence Approach*. Springer Science & Business Media.
 Ozmutlu, Seda, Amanda Spink, ve Huseyin C. Ozmutlu. 2004. "A day in the life of web searching: an exploratory study". *Information Processing & Management* 40 (2): 319–345.

Öztemel, Ercan. 2012. "Yapay Sinir Ağları". http://papatya.gen.tr/PDF/yapay_sinir_aglari.pdf.

Sutcliffe, A. G. 1988. *Human-Computer Interface Design*. Springer.

Şenol, Mehmet Burak, Metin Dağdeviren, ve Mustafa Kurt. 2013. "Hava Aracı Kokpit Arayüz Değerlendirmesi İçin Çok Kriterli Bir Yaklaşım". *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi* 28 (4).
<http://www.mmfdergi.gazi.edu.tr/article/view/1061001056>.

Taksa, Isak, Amanda Spink, ve Robert Goldberg. 2008. "A Task-oriented Approach to Search Engine Usability Studies". *Journal of Software* 3 (1): 63–73.

Thurrow, Shari. 2007. "Understanding Search Usability". Search Engine Land. 01 Kasım 2007.
<http://searchengineland.com/understanding-search-usability-12593>.

Thurrow, Shari, ve Nick Musica. 2009. *When Search Meets Web Usability*. New Riders.

Tobii Pro Studio (versiyon 3.4.5). 2015. Sweden: Tobii AB. <http://www.tobii.com/product-listing/tobii-pro-studio/>.

"Türk Dil Kurumu". 2016. 2016.
http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&arama=gts&kelime=zek%C3%A2&uid=58140&guid=TDK.GTS.58012bf3508ab6.65256391.

Uğur, Aybars, ve Ahmet Cumhur Kınacı. 2006. "Yapay zeka teknikleri ve yapay sinir ağları kullanılarak web sayfalarının sınıflandırılması". *XI. Türkiye'de İnternet Konferansı (inet-tr'06), Ankara*, 1–4.

Veningston, K., ve R. Shanmugalakshmi. 2014. "Efficient implementation of web search query reformulation using ant colony optimization". İçinde *International Conference on Big Data Analytics*, 80–94. Springer.

http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-13820-6_7.

Winograd, Terry. 2006. "Shifting viewpoints: Artificial intelligence and human-computer interaction". *Artificial Intelligence, Special Review Issue*, 170 (18): 1256-58.
<https://doi.org/10.1016/j.artint.2006.10.011>.

Yalçın, N. 2008. "Konuşma Tanıma Teorisi ve Teknikleri". *Kastamonu Eğitim Dergisi* 16 (1): 249-266.

Yılmaz, R., ve E. Kılıç Çakmak. 2011. "Sanal öğrenme ortamlarında sosyal model olarak eğitsel arayüz ajanları". *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi* 12 (4).
<http://dergipark.ulakbim.gov.tr/aeukefd/article/download/5000086920/5000080849>.

PARÇALI DAİRESEL VERİ GÖRSELLEŞTİRME TEKNİĞİNİN R “GGPLOT2” PAKETİ İLE NOKTASAL TABANLI OLUŞTURULMASI

Sergen CANSIZ
sergencansiz@gmail.com

ÖZET

Bu makalede çok değişkenli ve çok fazla gözleme sahip olan veri setlerinin görselleştirilmesinde kullanılan parçalı dairesel veri görselleştirme yönteminin (Circle Segments) iki boyutlu düzlemlerde noktasal olarak nasıl uygulanabileceğine değinilmiştir. Bu uygulama sırasında oluşturulan görselde noktaların hangi oranla, nasıl bir algoritma izlenerek dağılacağı ve noktaların renklendirilmesi görünür ışık görüncesine göre hangi değerlerle eşleştirileceği tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çok değişkenli veri görselleştirmesi; Noktasal tabanlı görselleştirme, Parçalı Dairesel veri görselleştirmesi

ABSTRACT

In this article, it is mentioned how to apply fragmental circle data visualisation method used in the visualisation of data sets with many variables and observations in two-dimensional planes in a point-based way. The visual created during the application discusses the ratio and algorithm to use to distribute points, and the values to match point colouring based on the visible light spectrum.

Key Words: Multivariate data visualization; Point-based visualization; Circle Segments data visualization

1. GİRİŞ

Günümüzde birçok deneyde ve araştırmada toplanan veriler çok fazla değişken ve çok fazla gözlem içermektedir. Toplanan veriler nicel veya nitel olmak üzere kabaca iki grupta incelenebilmektedir. Birçok satır ve sütundan oluşan bu veri setlerini görselleştirmek verilerin algılanmasını daha kolay bir hale getirmektedir. Bu bağlamda oluşturulan veri görselinin tasarımı ve seçilen görselleştirme tekniği algılanma açısından çok önemlidir. Veri türlerine ve veri boyutlarına göre seçilebilecek çeşitli

görselleştirme teknikleri bulunmaktadır (Bilgin & Çamurcu 2008).

Bir araştırma sonucunda toplanan verilerden, doğru bilginin eksiksiz şekilde algılanabilmesi için görselde veri manipülasyonunu engellemek büyük önem taşımaktadır. Gözlem sayısı çok olan veri setlerinde kullanılan iki boyutlu veya üç boyutlu çubuk, çizgi, pasta gibi görselleştirme teknikleri, ortalama gibi basit istatistikleri temel alarak görselleştirme uygulandığından dolayı veri manipülasyonuna çok müsaittir. Bu tarz istatistikler veri setlerinde bulunan aykırı değerlerden (Çok büyük ve çok küçük veriler) etkilenmektedirler. Bu durumda alternatif metotların değerlendirilmesi gerekmektedir (Keim 1997).

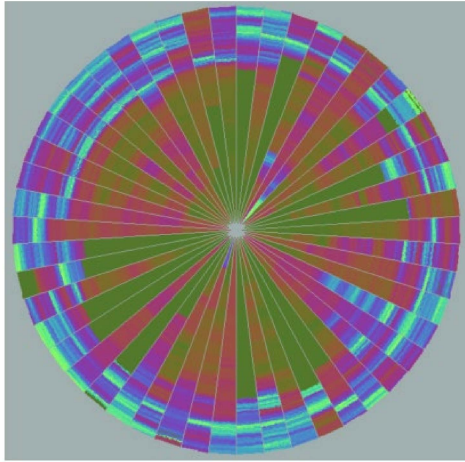
İstatistiksel birçok analizde bir veri setlerinin görselleştirmesinde, veri kaybını korumak ve bütün veri setlerini tek bir görselde görselleştirebilmek için, çeşitli doğrusal veya doğrusal olamayan metotlar uygulanmaktadır. Bunların en yaygınları Regresyon Analizi ve Temel Bileşen Analizi (PCA) olarak bilinmektedir (Dzemyda ve diğ., 2010). Fakat bu tür veri görselleştirmeleri çok hassastır ve bu durum görselin çok dikkatli bir şekilde incelenmesini gerektirmektedir (Liu ve diğ., 2006).

Literatürde “Circle Segments” olarak bilinen Dairesel Parçalı veri görselleştirme tekniği herhangi bir doğrusal ve doğrusal olamayan metot veya ortalama, medyan, yüzdelik gibi temel istatistiksel hesaplar uygulanmadan gerçekleştirilen bir veri görselleştirme tekniğidir (Ankerst ve diğ., 1996). Görselleştirme sayısal veriler görselleştirmesinde kullanılmaktadır ve temel olarak bütün veri nesnelerin hiç işleme tabi tutulmadan tek bir görselde gösterilmesini hedeflemektedir.

2. PARÇALI DAİRESEL VERİ GÖRSELLEŞTİRMESİ

Parçalı Dairesel veri görselleştirmesi piksel odaklı oluşturulan veri görselleştirme tekniklerinin arasında yer almaktadır. Piksel odaklı oluşturulan bu görselleştirme yönteminde, her bir piksel aldığı renk değerine göre veri setinde bulunan bir değeri temsil etmektedir. Böylelikle çok boyutlu ve gözlemleri veri

setleri için oluşturulan görselde veri değerlerinin üst üste binmesi engellenmiş olmaktadır (Keim & Sips 2008) (Şekil.1). Bir diğer yandan bu görselleştirme yöntemi piksel odaklı çalıştığı için çoğu istatistiksel paket programlar tarafından desteklenmemektedir. Fakat bu görselleştirme tekniğini R istatistiksel programlama dilinde, koordinat düzlemi üzerinde nokta, doğru ve poligon gibi vektör tabanlı oluşturmak mümkündür. Ayrıca bu şekilde daha fazla verinin görselleştirilmesine ve görsel çıktısının istenilen çözünürlükte alınmasına imkan sağlamaktadır.



Şekil.1 50 Değişkenden 265.000 veriden oluşan veri setinin piksel odaklı Parçalı Dairesel veri görselleştirme yöntemi ile görselleştirilmesi (Keim 1996).

2.1 Parçalı Dairesel Veri Görselleştirme Yönteminin Noktasal Tabanlı Uygulanışı

Parçalı Dairesel veri görselleştirme yöntemini, R istatistiksel programlama dilinin içinde yer alan veri görselleştirme paketleriyle, vektör tabanlı oluşturmak mümkündür. Bu görselleştirmenin oluşturulmasında en önemli nokta, algoritmasının doğru bir şekilde kurulabilmesidir. Algoritma, değişkenlik gösteren değişken ve gözlem sayısına uygun hale getirildiğinde, bütün sayısal olarak toplanmış değişkenler için bu görselleştirme tekniği uygulanabilir.

Görsel, temel olarak polar koordinat düzlemi üzerinde, yarıçap ve açı parametrelerini kullanarak, veri sayısı kadar koyulan noktanın, veri değerlerine göre renklendirilmesiyle oluşturulmaktadır. Daire içinde yer alan her bir nokta, bir piksel gibi sabit hale getirilir ve temsil ettiği değişken için, daire dilimi içerisinde orantılı bir şekilde dağılım gösterir. Noktaların orantılı bir şekilde dağılabilmesi, oluşturulacak olan görsel açısından çok önemlidir.

Noktaların üst üste binmesi sonucu, noktaların aldığı renk değerleri fark edilemez hale gelebilir, bu da veri görselleştirmesinin yanlış sonuç vermesine neden olmaktadır. Bu görselleştirmeye başlamadan önce veri seti üzerinden belirlenmesi gereken iki nicelik vardır. Bunlardan biri olan değişken sayısı; dairenin kaç dilime bölüneceğini ve dilimlerin açı değerlerinin ne kadar olacağını göstermektedir. Bu da dairenin bir diliminin veri setindeki bir değişkenini görselleştirdiğini göstermektedir. Diğeri ise veri setindeki gözlem sayısıdır. Gözlem sayısının belirlenmesi ile dairede yer alan her bir dilimin içinde kaç tane noktanın bulunması gerektiği tespit edilir. Bu iki değer tespitinden sonra yapılması gereken, noktaların daire içinde orantılı bir şekilde dağıtacak fonksiyonun bulunmasıdır.

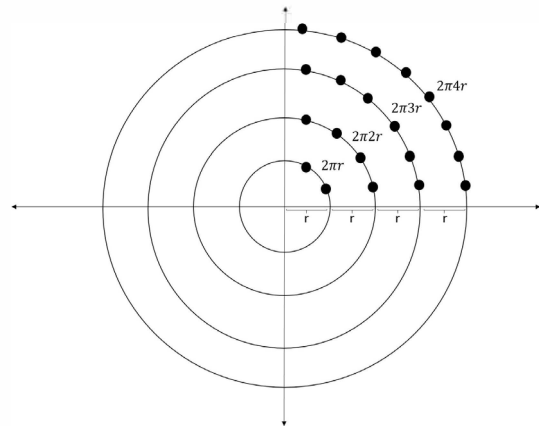
2.1.1 Dilimlerde Bulunan Noktaların Dağılımı

Bir dairenin içinde yer alan noktanın, koordinat değerlerini bulmak için gereken eşitlik, formül (2.1)'de gösterilmiştir. Bu formül temel alınarak, polar koordinat düzlemi üzerinde yer alan bir noktanın bulunması için yarıçap ve açı değerlerinin bulunması gerekmektedir.

(2.1)

$$(x, y) = (r \cdot \cos\left(\frac{\alpha \cdot \pi}{180}\right), r \cdot \sin\left(\frac{\alpha \cdot \pi}{180}\right))$$

Bu görselleştirme yönteminde, dairenin içinde noktaların eşit aralıklarda orantılı olarak dağılabilmesi için, her yarıçapta oluşturulacak olan üzerine noktaların yerleştiği çemberin çevresinin eşit oranla artması gerekmektedir (Şekil.2).



Şekil.2 Noktaların çember çevresi formülüne göre orantılı şekilde sıralanışı.

Şekil.2 de yer alan görsel incelendiğinde, yarıçaptaki bir birimlik artışta, çemberde yer alan nokta sayısının 2 fazlası kadar bir artışın olduğu görülmektedir. Bu bilgi doğrultusunda gözlem sayısı (bir dilim içerisinde yer alacak nokta sayısı) belirli olan bir veri seti için oluşturulacak olan dairesel parçalı veri görselleştirmesinde, eşit aralıkla yarıçapı artan kaç adet çemberin bulunacağı, ardışık olarak artan çift sayıların toplam formülü ile bulunabilmektedir.

$$(2.2)$$

$$\sum_{i=1}^n 2k_i = \text{Toplam Gözlem} , \quad k = (1,2, \dots, n)$$

$$(2.3)$$

$$n(n + 1) = \text{Toplam Gözlem (nokta)}$$

Formül (2.2)'e göre, n verilen dizide bulunan değerlerin sayısını belirtmektedir. Bu formülün sonucu ise bu değerlerin toplam değerini göstermektedir. Noktaların yerleşim düzeni göz önünde bulundurularak bu formül yorumlandığında, bir dilimin içinde bulunan toplam nokta sayısı (bir değişkenin gözlem sayısı) dizinin toplam değerine eşit olurken, n , dizide bulunan değerlerin sayısı, yani dairenin içinde bulunan çember sayısını (dilim içinde bulunan yay sayısı) belirtmektedir. Ardışık çift sayı olarak artan bu dizide, ilk çemberden son çemberin üzerine yerleştirilecek olan nokta sayısı, bu dizi kümesinin elamanlarının sayısal değeri kadar olacaktır. Dairenin içinde bulunan çember sayısını formül (2.4)'de yer alan eşitliğin iki dereceli denklem çözümü ile tespit edilebilir.

$$(2.4)$$

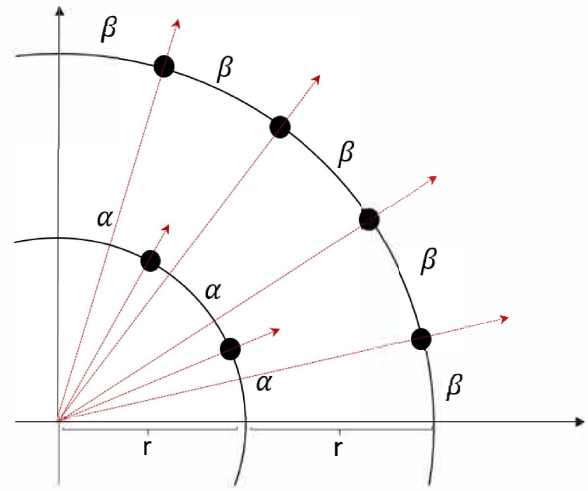
$$\text{Toplam gözlem} = TGS ,$$

$$n^2 + n - TGS = 0 ,$$

$$n_{1,2} = \pm n$$

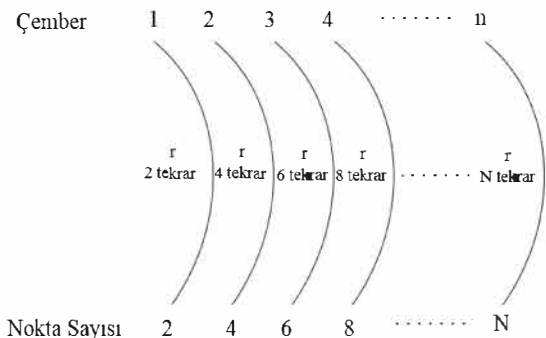
Bu eşitlik sonunda bulunan n , çember sayısını belirtmesinden dolayı, ondalık sayı çıkması durumunda bir üst tam sayısına tamamlanmalıdır. Dairenin içine veri setinin gözlem sayısına göre yerleştirilecek olan çember sayısı bulunduğundan sonra, her çemberin üzerine

konumlandırılacak olan noktalardan geçen doğruların, x eksenine yaptıkları açı değerleri bulunmalıdır. Bu açı değerleri, oluşturulacak olan görselde noktaların üst üste binmesini engellemek için, hiçbir zaman dairenin içinde bulunan dilimin başlangıç açısına ve bitiş açısına eşit olmamalıdır. Bu durumu sağlamak için, dilimin açısı çemberin içinde bulunan nokta sayısının bir fazlasına bölünmektedir. Bu uygulamanın ardında ise noktaların üzerinden geçen doğruların açı değerleri, birikimli toplam yapılarak bulunmaktadır (Şekil.3).



Şekil.3 Çemberler üzerine konumlandırılacak noktaların üzerinden geçen doğruların açı değerleri.

Bütün bu işlemler tamamlandıktan sonra, bir çemberde bulunan nokta sayısı kadar, o çemberin yarıçapı tekrarlanmalıdır. Sonuçta her bir nokta için sırasıyla dairenin içindeki bir noktayı bulmak için gereken formülün (1.1) yarıçap ve açı parametreleri elde edilmiş olur.



Şekil.4 Nokta sayılarına göre yarıçap frekansları

Elde edilen yarıçap ve açı değerleri sayesinde, bir noktayı koordinat düzleminde tanımlamak için gereken x ve y koordinatları bulunabilmektedir (1.1).

2.1.2 Parçalı Dairesel Veri Görselleştirmesinin Renklendirilmesi

Birçok veri seti, farklı birimlerde toplanmış verilere sahip olan değişkenlerden oluşmaktadır. Bu bağlamda farklı değişkenlerin sayısal olarak, minimum ve maksimum değerleri bir biriyle uyumlayabilmektedir. Bu şekilde toplanmış verilere sahip olan değişkenleri parçalı dairesel görselleştirme yöntemi kullanarak veri değerlerinin büyüklük ve küçüklüklerine göre görselleştirdiğimizde, değişkenler arasındaki ilişkiyi renk gösterge çizelgesine göre yorumlamak yanlış sonuçlara varılmasına neden olabilmektedir. Bu durumu önlemek için ilk yapılması gereken bütün değişkenleri 0 ile 1 arasında standartlaştırmak olacaktır. Bu standartlaştırma işlemi için gereken işlem formül (4.1) de gösterilmiştir.

(3.1)

$$X_{std} = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$$

Standartlaştırma işlemi gerçekleştirildikten sonra her bir değere denk gelen RGB değeri hesaplanmalıdır. İnsan gözü yaklaşık olarak 400nm ve 700nm frekansları arasında gelen ışık değerlerini algılayabilmektedir. Bu ekranda görülen yaklaşık 300 farklı rengin algılanabilir olduğunu göstermektedir. Bu durumda 300'den fazla birbirinden farklı değerler barındıran değişkenler için RGB renk değerlerini hesaplarken RGB karşılaştırma fonksiyonu kullanılmalıdır (3.1) (Liu ve diğ., 2006).

(3.2)

$$R = k * \sum_{\delta} \Phi(\delta) * r(\delta) * \Delta(\delta)$$

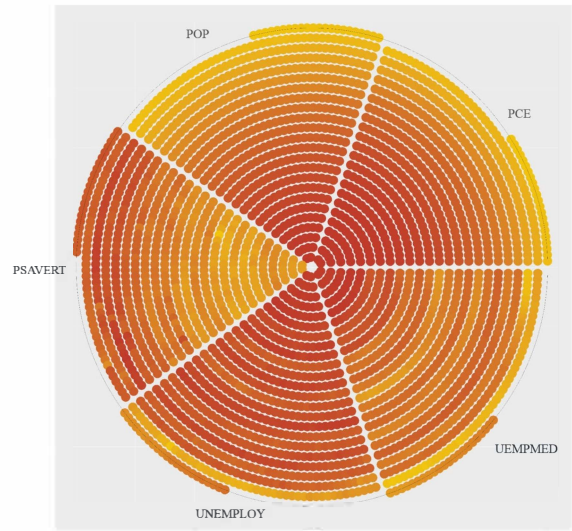
$$G = k * \sum_{\delta} \Phi(\delta) * g(\delta) * \Delta(\delta)$$

$$B = k * \sum_{\delta} \Phi(\delta) * b(\delta) * \Delta(\delta)$$

R istatistiksel programlama dilinde yer alan görselleştirme paketleriyle, renk gösterge çizelgesine göre renklendirme RGB fonksiyonu tarafından sağlanmaktadır. Bu fonksiyona göre veri setinde bir birinden farklı yaklaşık 300'den fazla değer varsa,

birbirine en yakın değerler aynı RGB değerini almaktadırlar.

Bu algoritmalar izlenerek R istatistiksel programlama dilinde “ggplot2” paketi kullanılarak noktasal tabanlı parçalı dairesel veri görselleştirmesi uygulanmıştır. Görselleştirme uygulanan veri seti, 1967-2015 arası Amerika Birleşik Devletleri'nde, nüfusu (POP), kişisel tüketim harcamalarını (PCE), kişisel tasarruf oranını (PSAVERT), bin kişi arasındaki işsiz sayısını (UNEMPLOY), haftalar bazında işsizlik oranını (UEMPMED) göstermektedir. Veri seti 5 değişken 574 gözlemden oluşmaktadır. Toplamda 2870 veri nesnesi Parçalı Dairesel veri görselleştirme tekniği kullanılarak noktasal tabanlı görselleştirilmiştir (Şekil.5).



Şekil.5 Noktasal Parçalı Dairesel görselleştirme

Şekil.5'de yer alan Parçalı Dairesel görselleştirmesinde, noktalar 1997'den 2015'e doğru sıralanmış (merkezden, dışarıya doğru), “sarı” renkler yüksek değerleri “kırmızı” renkler düşük değerleri göstermektedir. Zaman serisi halinde toplanmış bu veri seti kolaylıkla renkler temel alınarak ilişki olarak yorumlanabilmektedir.

3. SONUÇ

Bu makalede çok değişkenli ve çok fazla gözleme sahip olan veri setlerini daha anlaşılır hale getirebilmek için tercih edilebilecek yöntemler arasında bulunan ve piksel odaklı oluşturulan Parçalı dairesel veri görselleştirme yönteminin, koordinat düzlemi üzerinde görselleştirmeler uygulayan programlama dillerinde nasıl bir algoritma izlenerek oluşturulabileceği incelemiştir. Daire üzerinde noktaların dağılımının

parametrik bir şekilde sağlanabilmesi için gerek duyulan formüllere ve adımlara ayrıntılı olarak değinilmiştir. Sonuç olarak, değinilen bütün formüller ve adımlar kullanılarak, zaman serisi şeklinde toplanmış bir veri seti anlaşılır bir şekilde Parçalı Dairesel veri görselleştirme yöntemiyle görselleştirilmiştir.

Birçok veri görselleştirme tekniği, gerek doğrusal veya doğrusal olmayan iz düşün yöntemleri, gerekse ortalama gibi aykırı değerlerden etkilenen temel istatistikler kullanılarak uygulanmaktadır. Bu durum ise oluşan görselde yanlış kararlar alınmasına sebep olabilmektedir. 2870 veri nesnesinden oluşan veri seti, noktasal tabanlı tasarıma sahip olan Parçalı Dairesel görselleştirme tekniği kullanılarak, hiçbir veri kaybı veya veri manipülasyonu olmadan, verilerin doğrudan aldığı değerler doğrultusunda görselleştirmiştir.

4.KAYNAKLAR

Ankerst, M., Keim, D. & Kriegel, H., 1996. "Circle Segments": A Technique for Visually Exploring Large Multidimensional Data Sets. *Proc. IEEE Visualization '96, Hot Topic Session*, 5–8.

Bilgin, T.T. & Çamurcu, A.Y., 2008. Çok Boyutlu Veri Görselleştirme Teknikleri. In *Akademik Bilişim, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi*. Çanakkale, 107–112.

Dzemyda, G., Olga, K. & Julius, Z., *Multidimensional Data Visualization* P. M. Pardalos & D.-Z. Du, eds., Springer Optimization and Its Applications Volume 75.

Keim, D.A., 1997. Visual Techniques for Exploring Databases Daniel Exploration. *Institute for Computer Science, University of Halle-Wittenberg*, T6-104.

Keim, D.A. & Sips, M., 2008. Circle View - A New Approach for Visualizing Time-related Multidimensional Data Sets.

Keim, D. a., 1996. Pixel-oriented database visualizations. *ACM SIGMOD Record*, 25(4), 35–39.

Liu, K., Liu, P. & Jin, D., 2006. Stimulation Spectrum Based High-dimensional Data Visualization. , 1–4.



EBF19 EURASIAN BIM FORUM

31 May 2019MSGSÜ Sedad Hakkı Eldem Auditorium
Istanbul - Turkey

Building Information Modeling (BIM) is becoming a more mature information management methodology and strategy that leads to change of paradigm in academia and industry.

The forum will form a platform for exchanging academic and industrial knowledge and experience on the novel developments in BIM tools and technologies and BIM based information and project management approaches. The aim of the event is bringing together members of academic community and industry professionals from different disciplines of the AEC industry.

The focus of the forum is both regional (i.e. covering southwest Europe, Asia and Middle East) and global (i.e. covering Asia, Far East and America). The motto of the forum is "Embracing the BIM Culture" and well fits the location of the forum where "Two continents embrace each other".

As the organisers we cordially invite you to participate in the 1st Eurasian BIM Forum which will be held in Istanbul, Turkey on 31 May 2019. The prospective authors are invited to send extended abstracts, and upon acceptance the papers will be presented as oral presentations at the event. We are very much looking forward to welcoming you in beautiful Istanbul.

Prof.Dr.Salih Ofluoglu
Chair, Eurasian BIM Forum.

Topics :

Paper submissions are invited across a range of topics that typically involve the following:

- ✓ BIM and Architectural Design Issues
- ✓ Visualization and Representation Techniques in BIM
- ✓ Immersive (VR/AR/BR) Technologies in BIM
- ✓ Educational Pedagogies in BIM
- ✓ Computational BIM
- ✓ BIM in Professional Practices
- ✓ BIM and Government Sector Projects
- ✓ BIM enabled Sustainability and Performative Design
- ✓ BIM enabled Collaboration and Interoperability
- ✓ BIM Standards and Protocols
- ✓ BIM and Life Cycle Project Management
- ✓ BIM in Risk Analysis and Management
- ✓ BIM in Building Cost Control
- ✓ BIM and Construction Operations
- ✓ Project Delivery Methods in BIM
- ✓ Quality Checking of BIM Content
- ✓ BIM and Facility Management
- ✓ BIM and Legal Issues
- ✓ BIM and Health and Safety
- ✓ BIM and Internet of Things (IOT)
- ✓ BIM and Robotics
- ✓ BIM and Digital Fabrication Techniques
- ✓ BIM and Cultural Heritage
- ✓ BIM-GIS Integration

Important Dates:

- Call for Submission
15 December 2019
- Deadline for Extended Abstracts
15 February 2019
- Notification of Acceptance
1 March 2019
- Submission of Full Papers
1 April 2019

