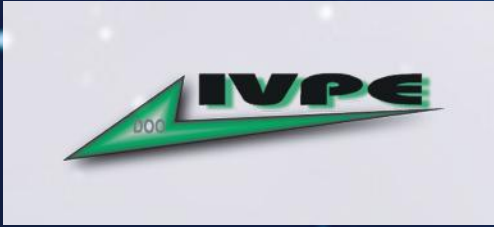


# MÜHENDİSLİK VE MİMARLIK BİLİMLERİ:

Teori, Güncel Araştırmalar ve  
Yeni Eğilimler

Dr. Öğretim Üyesi Can Çivi &  
Dr. Öğretim Üyesi Tuncay Yılmaz

MÜHENDİSLİK VE MİMARLIK BİLİMLERİ



ISBN: 978-9940-46-046-4



# MÜHENDİSLİK VE MİMARLIK BİLİMLERİ

**Teori, Güncel Araştırmalar ve Yeni Eğilimler**

Editörler

Dr. Öğr. Üyesi Can Çivi

Dr. Öğr. Üyesi Tuncay Yılmaz

Editörler  
Dr. Öğr. Üyesi Can Çivi  
Dr. Öğr. Üyesi Tuncay Yılmaz

Birinci Baskı •© Ekim 2020 /Cetinje-Karadağ

ISBN • 978-9940-46-046-4

© copyright All Rights Reserved

web: [www.ivpe.me](http://www.ivpe.me)

Tel. +382 41 234 709

e-mail: [office@ivpe.me](mailto:office@ivpe.me)



Cetinje, Karadağ

## BÖLÜM XII

### HESAPLAMALI VE DİJİTAL BİR FORM ÜRETİM YÖNTEMİ: METAMORFİK MİMARLIK

Dr. Öğr. Üyesi Emine YILDIZ KUYRUKÇU\* &  
Arş. Gör. Hatice Ülkü ÜNAL\*\*

\*Konya Teknik Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü  
e-mail: eykuyrukcu@ktun.edu.tr, Orcid no: 0000-0002-5794-3507

\*\*Konya Teknik Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü  
e-mail: huunal@ktun.edu.tr, Orcid no: 0000-0003-0515-2452

#### 1. Giriş

Metamorfoz farklı bir forma dönüşmek, görünüşünü veya karakterini çarpıcı şekilde değiştirmek anlamına gelmektedir (Merriam-Webster, 2005). Metamorfik form üretimi, anahtar şekil animasyonu, bir sınırlayıcı kutu (kafes deformasyonu), spline eğrisi, koordinat sistemi eksenini veya düzlemlerinden biri kullanarak modelin çevresindeki modelleme alanının deformasyonları ve bir seçili bir yol boyunca hareket ederken deforme olan bir objeyi ifade eden yol animasyonu gibi çeşitli teknikler içeren bir mimari üretim yöntemidir. Metamorfik mimarlık Kolarevic (2000b) tarafından hesaplamalı ve dijital mimarlık yöntemlerinden biri olarak tanımlanmıştır.

Hesaplamalı tasarım günümüzdeki kavramsal anlamını 1960'ların modernist düşünce ve keşiflerinin etkisiyle kazanmıştır. Bilgisayarın tasarımda kullanılmaya başlanması hesaplama özelliklerinden faydalanılmasını sağlamış ve bazı uygulamalar hesaplamalı tasarım olarak adlandırılmıştır. İlk olarak yapay zekâ, sibernetik, endüstriyel tasarım, film ve müzik endüstrisi gibi alanlarda kullanılmıştır (Akipek ve İnceoğlu, 2017; Papamichael ve Protzen, 1993; Simon, 1969; Wiener, 1948). Üretim tesisleri gibi fiziksel tesisler için mekansal konum modellerini optimize etmek amacıyla sezgisel (heuristic) yöntemler kullanan algoritma tabanlı bir sistem olan CRAFT, ilk uygulamadır (Armour ve Buffa, 1963, 1963).

Ivan Sytherland'ın tasarım çeşitliliği, kısıtlamaları ve parametrik örnekler hakkındaki düşünceleri mimaride hesaplamalı tasarıma geçişi etkilemiştir. Sytherland ayrıca 1963 yılında CAD (bilgisayar destekli tasarım) araçlarının atası olan Sketchpad programını tanıtmıştır (Sutherland, 1963; Ahlquist ve Menges, 2011). Mimarlık ve hesaplamalı tasarımı birleştiren ilk girişimler 1970'lerde yapılmıştır. 1980'li yıllarda hesaplamalı tasarım CAD (Bilgisayar Destekli Tasarım) ve BIM (Yapı Bilgi Modellemesi) destekli tasarım araçlarının ticarileştirilmesi sayesinde mimaride tanınır ve kullanılabilir hale gelmiştir (Koutamanis, 2005). 1990'lı yıllar boyunca tekrarlayan görevlerin otomasyonu sağlanması mimarların üretkenliğini artırdığından CAD yazılımlarının popüleritesi oldukça artmıştır. 2000'li yıllara gelindiğinde ise mimari tasarımda uygulanan bu

teknikler taslak görevlerin otomasyonunu aşmıştır (Terzidis, 2004). Son zamanlarda ortaya çıkan tasarım yaklaşımları; bina simülasyonları, evrimsel optimizasyon ve yeni üretim yöntemleri gibi farklı hesaplama tabanlı teknikleri tasarıma entegre etmektedir (Oxman, 2017). Hesaplamalı tasarımın zaman içinde görülen popülerleşme serüveni geleneksel tasarım süreçlerinde bir dönüşüme sebep olmuştur. Eski tasarım anlayışı süreç içinde manuel taslak çizimlere dayanmaktaydı. Günümüzdeki hesaplamalı tasarım kavramı ise eski mimari tasarım kabullerine ve meslek pratiklerine meydan okumakta ve onları yenilemektedir (Rocker, 2006).

Hesaplamalı tasarım yaklaşımı ve dijital araçların gelişimi ve kullanımlarının artışı birbirine paralel olmuştur. Bilgisayar programları gibi dijital araçların kullanımı genel anlamda dijital tasarım, tasarımı geliştirmek için hesaplama kullanımı hesaplamalı tasarım olarak basitçe adlandırılrsa da bu iki kavram süreç içinde iç içe geçmiştir. İki yöntemi birbirinden ayrı değerlendirmek mümkün değildir.

Hesaplamalı tasarım konusunda iki bakış açısı mevcuttur. Kimi yazarlar tasarım çözümleri geliştirmek için CAD programları gibi dijital araçların kullanımına dayanan bir yaklaşım olarak görürken (Alfaris, 2009; Knight ve Stiny, 2015; Stiny ve March 1981), kimileri ise tasarım sürecinde bilgisayarın tüm kabiliyetlerinden faydalanan bir uygulama olduğunu düşünmektedir. Hesaplamalı tasarım, bilgisayarı elektronik çizim tahtaları olarak kullanmanın yanında, bilgisayarın hesaplama yeteneklerinden tam olarak yararlanan dijital araçları kullanarak nihai sonuca götüren bütünsel bir süreç şeklinde tanımlanmaktadır (Albayrak, 2011; Cagan ve diğerleri, 2005; Humpfi, 2015; Oxman, 2017; Peters, 2013; Terzidis, 2006).

Dijital mimarlık ve tasarımı, tasarım çözümleri geliştirmek için CAD programları gibi bilgisayar temelli araçların kullanıldığı, tasarım kararlarının eskiz üzerinde değil, bilgisayar üzerinde üç boyutlu ortamda alındığı bir yaklaşım olarak görenler olduğu gibi (Turan, 2009; Marx, 2000), dijital olanakların mimarlıkta yalnızca görselleştirme için temsili biçimde kullanımının ötesinde hesaplama dayalı üretken süreçler olarak form oluşumu ve dönüşümü için faydalanılan bir yöntem olarak tanımlayanlar da vardır (Kolarevic, 2003).

Hesaplamalı ve dijital mimarilerin, tasarım problemine yaklaşımlardan ikisi tümdengelimsel ve tümevarım olarak nitelendirilebilir. İlkinde sonucu bilinen bir nesneye dönüşüm uygulanmaktadır. İkincisinde ise belirli bir sonuç elde etmek için verilerden bilinmeyene ulaşma söz konusudur (Chokhachian, 2014). Metamorfik form üretim yöntemlerinde de bu durum geçerlidir. Tasarlanmış geometriler üzerinde yapılan burkma, burma, modelleme alanı deformasyonu gibi topolojik olarak değişme olmadan yapılan örnekler tümdengelsel; anahtar şekil animasyonu, dönüşüm gibi

üretken sistemlerin kurulumundan sonra tasarımcının aktif form üreticisi olmak yerine sonuç ürünleri seçen bir editör rolü üstendiği örnekler tümevarımsal yaklaşımlardır.

Dijital modelleme yazılımları, bir tasarımcının zaten tasarlanmış bir geometrinin biçimsel potansiyelini daha fazla araştırmak için kullanabileceği zengin bir dönüşüm repertuarı sunar. Elde edilen sonuç ürün deformasyondan önceki formla topolojik olarak aynı özelliktedir. Topoloji kavramı mimaride formun oluşumu ve dönüşümü için belirli bir potansiyele sahiptir. Matematiksel tanımına göre, topoloji, normalde boyut veya şekil değişikliklerinden etkilenmeyen, yani germe veya elastik deformasyonlar ile değişmeyen geometrik formların içsel, nitel özelliklerinin söz konusu olduğu bir kavramdır. Örneğin bir kare ve bir dikdörtgen topolojik olarak eşdeğer kabul edilebilir, çünkü kare sırasıyla bir dikdörtgene gerilerek deforme olabilir. Kare ve dikdörtgen aynı sayıda kenara ve aynı sayıda köşeye sahiptir ve bu nedenle topolojik olarak özdeş veya homeomorfiktir. Aynı topolojik yapı sonsuz sayıda formda geometrik olarak ortaya çıkabilir. Tasarlanmış geometrilere uygulanan burkulma ve bükülme gibi basit, topolojik olarak değişmeye sebep olmayan dönüşümler, alternatif morfolojiler oluşturmak için özellikle etkili metamorfik mimarlık araçlardır.

Metamorfik form üretimi için diğer teknikler arasında, bir sınırlayıcı kutu (kafes deformasyonu), bir spline eğrisi, koordinat sistemi eksenleri veya düzlemlerinden biri kullanılarak nesnenin etrafındaki modelleme alanının deformasyonları bulunur; bu şekilde, bir nesnenin şekli modelleme alanının geometrisindeki değişikliklere uygun olarak değişir. Yol animasyonunda ise, bir nesne seçilen bir yol boyunca hareket ederken deforme olur.

Bilgisayar programları gibi sistemlerin kullanımı ile basit bir tarif ve belirleme kullanılarak karmaşık formların üretilmesi de metamorfik tasarım araçları arasındadır. Hesaplamanın gücünden yararlanan; tasarım varyasyonlarını, beklenmedik sonuçları ve mutlu kazaları içeren; gelişebilen ve evrilebilen otonom sistemler aracılığıyla yaratıcı sonuçlar elde edilmektedir.

Anahtar şekil animasyonunda (*keyshape animation*), geometrideki değişiklikler anahtar kareler (*keyframes*) (anahtar şekiller (*keyshapes*)) olarak kaydedilir ve yazılım aradaki durumları hesap eder (Kolarevic, 2000a). Bu yöntemde, bir nesnenin farklı durumları (yani anahtar şekilleri veya anahtar kareler) zaman içinde ayrı noktalarda bulunur ve yazılım daha sonra enterpolasyon yoluyla aralarında düzgün, animasyonlu, zaman kodlu bir geçiş hesaplar. Enterpolasyon; en genel anlamda, verilen bir aralıktaki bilinen değerlerden faydalanılarak, bu aralık içinde bilinmeyen değerleri hesaplamaktır. Bu şekilde; hesaplama/gözlem/deneylerle elde edilen

veriler kullanılarak hesaplanması (gözlemlenmesi, deneysel olarak gerçekleştirilmesi) mümkün olmayan veya zor olan değerler bulunabilmektedir (Vatansever ve Doğalı, 2011). Bir tasarımcı, daha fazla gelişme için enterpolasyonlu durumlardan birini seçebilir veya enterpolasyonu, nesnenin geçişleri sırasında örneklerini üretmek için yinelemeli bir modelleme tekniği olarak kullanabilir, yani nesne bir durumdan diğerine dönüşür. Metamorfik mimarlıkta özellikle ilginç bir modelleme tekniği de, “taban (base)” ve “hedef (target)” nesnelerin biçimsel niteliklerini birleştiren bir dizi hibrit form üretmek için farklı formların harmanlandığı dönüşüm (morping) tekniğidir (Kolarevic, 2003).

Oldukça uzun bir tarihi geçmişe sahip hesaplamalı tasarım kavramı bilgisayar teknolojilerinin gelişmesiyle bilgisayarın hesaplama kapasitesinin kullanılması sayesinde ileri gitmiştir. Bu teknolojilerin sağladığı dijital araçlar da form üretiminde kullanılmıştır. Bu çalışma hesaplamalı ve dijital mimari tasarım yöntemlerinden biri olan metamorfik form üretimi ile ilgilidir. Yapılan literatür taramasında metamorfik mimarlık kavramı ile ilgili en kapsamlı araştırmayı Branko Kolarevic’in yaptığı görülmüştür. Bu çalışmada metamorfik mimarlığın tanımı üzerinde durularak son dönem metamorfik tasarım yöntemi kullanılarak tasarlanmış mimari örneklerin incelenmesi amaçlanmaktadır.

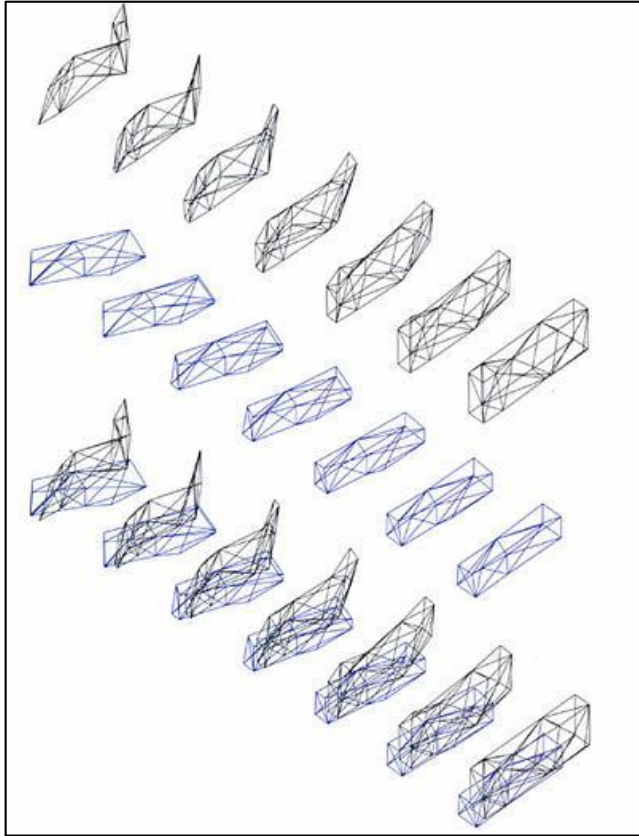
## **2. Metamorfik Mimari Tasarıma Örnekler**

### **2.1. Bibliothèque de L’HUEI**

Eisenman Mimarlık tarafından 1996-1997 yılları arasında tasarlanan yapı (Resim 1), anahtar şekil animasyonu kullanılarak oluşturulmuştur. Kütüphane binasının formunun oluşmasında kullanılan, bir durumdan diğer duruma geçişin izini yansıtan yinelemeli modelleme tekniği, nesnenin farklı durumlarını (anahtar şekillerin), animasyonlu ve zaman kodlu bir geçiş ile ifade etmektedir. Formunun oluşumunda bir durumdan diğerine dönüşürken aradaki durumları anahtar şekiller (keyshapes) olarak hesap eden ve kaydeden yazılım ile yapılan bir tasarım anlayışı görülmüştür. Bunlar arasından yapılan seçim ile form belirlenmiştir (Resim 2,3). İsviçre’nin Cenevre kentinde yapılması planlanan yapı inşa edilmemiştir.

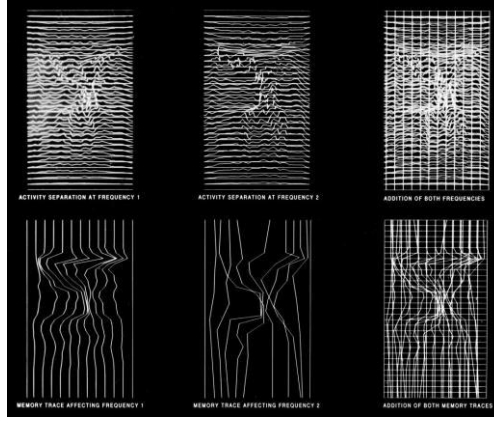


Resim 1. Bibliothèque de L'IHUEI maket fotoğrafı



Resim 2. Bibliothèque de L'IHUEI anahtar şekillerin dönüşümünü gösteren diagram





Resim 3. Bibliothèque de L'IHUEI zaman kodlu ve animasyonlu geçişleri gösteren diagram

## 2.2. Ost / Kuttner Apartmanları

Sulan Kolatan ve William J. Mac Donald birtakım projelerinde dönüşüm (morphing) tekniğini uygulamışlardır. Konut tasarımlarında, klasik üç yatak odalı, iki buçuk banyolu kolonyal konutları, daha sonra çok çeşitli günlük nesnelere haline getirilen “hedef” nesnelere dönüştürülecek “taban” nesnelere olarak kullandılar. Bu tasarımlara “kimerik” tasarımlar denilmiştir. Yunan mitolojisinde ‘Kimera’ aslan başlı, keçi vücutlu ve yılan kuyruklu, ateş püskürten efsanevi bir yaratıktır (Merriam-Webster, 2005). “Kimerik tasarım” la ifade edilmek istenen içerisinde farklı özellikler barındıran hibrit nesnelere dir. Sulan Kolatan ve William J. Mac Donald, Ost / Kuttner Apartmanları’nda yatak, lavabo, kanepeler gibi çok kullanılan ev mobilyalarının çapraz referanslı kesit profillerini “mobilya, mekân ve yüzey arasında kimerik bir durum” oluşturan yeni hibrit formlar üretmek için dijital olarak karıştırdılar (Resim 4, 5) (Kolarevic, 2003).

Sulan Kolatan Ost / Kuttner Apartmanlarının kimerik ve hibrit yapısını bu sözleriyle açıklamıştır:

*“Pastanızı saklayıp hem de onu yiyebilirsiniz.*

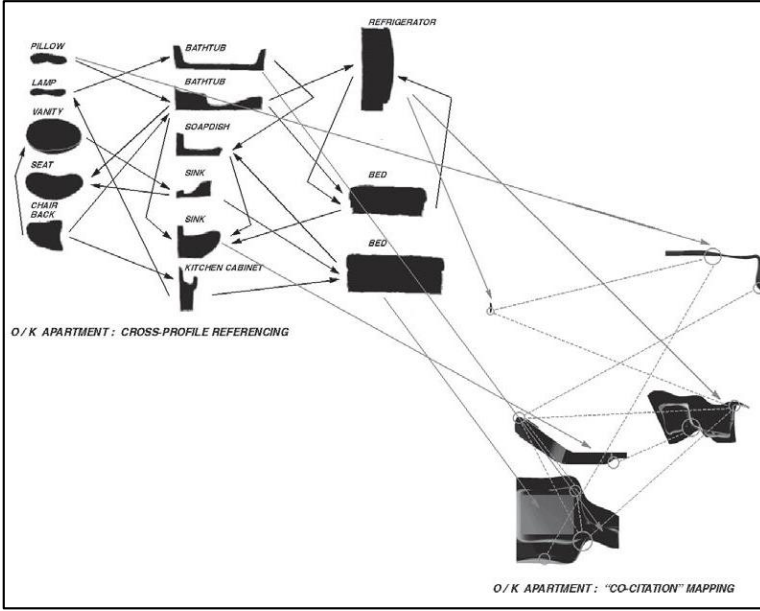
*Bir apartman daireniz olabilir ve aslında aynı zamanda iki tanedir.*

*Bir masaya sahip olabilirsiniz ki o aynı zamanda bir kapıdır.*

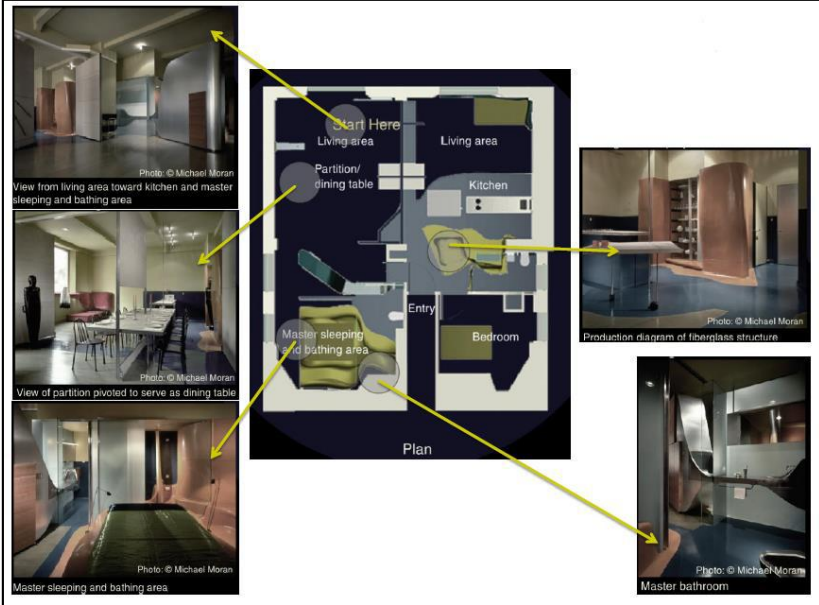
*Bir kütüphane yapabilirsiniz ki o yatak olarak da kullanılabilir.*

*Kompozit bir ortamda yaşayabilirsiniz ve aynı anda onları hissedebilirsiniz.*

*Dijital bir tasarım yapabilirsiniz ve aynı anda onu inşa edebilirsiniz*



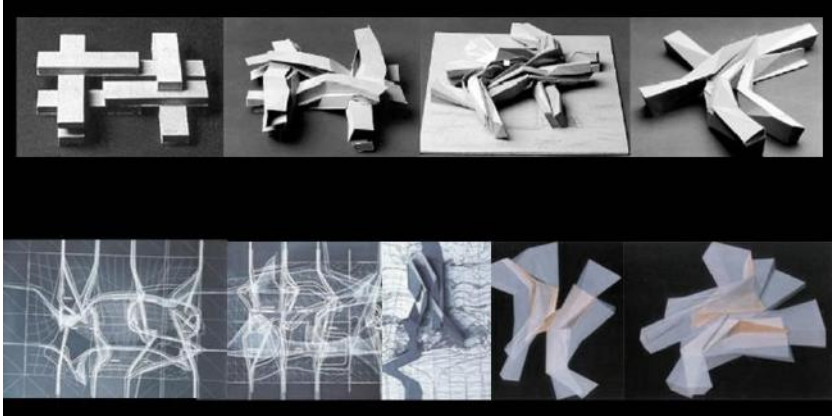
Resim 4. Ost / Kuttner Apartmanlarında kimerik tasarımı gösteren diagram (Kolarevic, 2003)



Resim 5. Ost / Kuttner Apartmanları plan şeması ve iç mekan fotoğrafları

### 2.3. BFL Software Ofis Binası

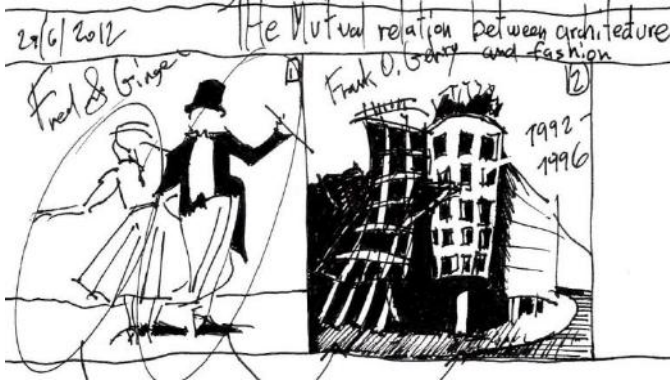
Peter Eisenman'ın 1996 yılında tasarlanan yapısında düzgün dikdörtgenler prizması şeklindeki önceden tasarlanmış bir geometrik kompozisyonun deformasyonu ile oluşan farklı tasarımlar görülmektedir. Offices of BFL Software yapısındaki deformasyonlar sonucunda oluşan yeni tasarımlar ile ilk tasarım arasında topolojik olarak fark bulunmamaktadır (Resim 6). Hindistan'ın Bangalore kentinde yapılması planlanan yapı inşa edilmemiştir.



Resim 6. BFL Software yapısının form oluşumundaki deformasyonlar (Galofaro, 1995)

### 2.4. Dancing House

Frank Gehry tarafından Prag'ın şehir merkezine tasarlanan Dans Eden Ev (Dancing House), 1992-1996 yılları arasında tamamlanmıştır. Hollywood'un 1930'lu yıllardaki ünlü dans eden çifti Fred Astaire ve Ginger Rogers'ı andırdığı için Dans Eden Ev ismini almıştır (Resim 7, 8). Dans Eden Ev, iki gövdeden oluşmaktadır. Birinci gövde eğimli sütunlar ile desteklenmiş cam bir kule, ikinci gövde ise nehre paralel olarak ilerleyen dalgalı bir yapıya sahip. Kalıplar ile oluşturulmuş bu dalgalı şekil ve pencerelerin çizgisel olarak hizalanmaması, binaya hareket ediyormuş etkisi vermektedir. Binanın zemin katında kafeler, ikinci katından yedinci katına kadar ofisler, en üst katta ise şehrin panoramik manzarasının görülebildiği bir restoran bulunmaktadır. Cam ve çelikten oluşan birinci silindirik form yapılan deformasyonla eğimli hale getirilmiştir.



Resim 7. Dans eden çift formu soyutlanarak tasarlanan yapıdaki eğilmeyi gösteren eskiz



Resim 8. Dancing House

## 2.5. Turning Torso

Santiago Calatrava tarafından İsveç'in Malmö kentinde tasarlanmış Turning Torso Dünyanın "ilk burğu gökdeleni" olma unvanına sahiptir. Calatrava kulenin formunu, heykeltıraşlarından birine yaptırmış ve sanatçı hareket halindeki insan formunu soyutlayan bir bina tasarlamıştır (Resim 9, 10). Turning Torso üst üste bindirilmiş dokuz kaydırılmış küpten oluşmaktadır. Her bir küp kendi içinde beş kata sahiptir. Kendi ekseni etrafında burğu şeklinde yükselen gökdelen 192 metre uzunluğa sahip olup toplam 54 katlıdır. Yapının ilk iki katı iş yerleri için ayrılmış, üçüncü kattan itibaren konut olarak kullanılan dairelerden oluşan binanın toplam alanı 17.500 metrekaredir. Turning Torso bükülme ile yapılan deformasyonlu metamorfik yapılara güzel bir örnektir.



Resim 9. İnsan formu soyutlamasını ve yapıdaki bükülmeyi gösteren eskiz Resim 10. Turning Torso

## 2.6. Infinity Tower

SOM Mimarlık tarafından tasarlanan yapı Dubai kentinde bulunan yapı 330 metre yüksekliğinde ve 73 katlı olup dünyanın en yüksek gökdelenlerindedir. Helezon şeklini veren 90 derecelik dönüşün sağlanabilmesi için her katta 1,2 derecelik bir kıvrımın gerçekleştirildiği Infinity Tower estetik görünüşünün yanında rüzgâr yükünü ve güneş ısı kazancını dengelemek ve manzarayı vurgulamak gibi katkılar da sağlar. Bu formuyla burkulma ile oluşmuş metamorfik mimarlık örnekleri arasında yer almaktadır (Resim 11, 12).



Resim 11. Cayan Tower

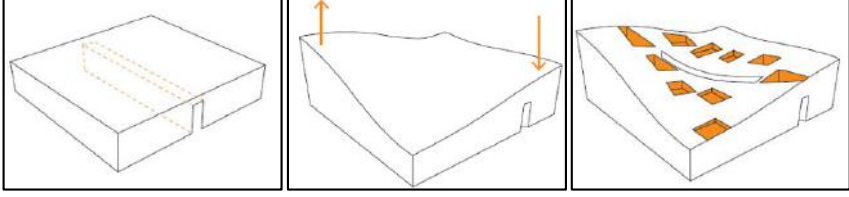


Resim 12. Dubai Marina

## 2.7. Funen Blok K Konut Bloğu

NL Architects tarafından Amsterdam'da tasarlanan bu konut bloğunda yapının pozisyonuna göre güneş ışığını dengelemek amacıyla dikdörtgenler prizması şeklindeki form deforme edilerek eğimli bir çatı tasarlanmıştır (Resim 13, 14). Böylece kimi yüzeyler 5 metre olurken kimileri 15 metre olmuş, güneş ışığının kontrollü alımı sağlanmıştır.

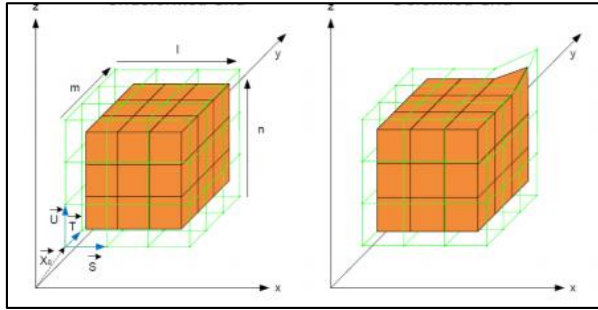
Formdaki şekil değişikliği modelleme alanının deforme edilmesi ile yapılmıştır (Şekil 15).



Resim 13. Funen Konut Bloklarının modelleme ile deformasyon form üretim sürecini gösteren diagram



Resim 14. Funen Konut Blokları

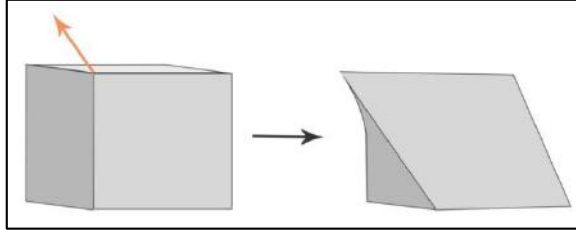


Resim 15. Modelleme ile yapılan deformasyonu gösteren diagram (Jung, Graf, Behr, ve Kuijper, 2011)

## 2.8. Distorted Metal Cube

Marte Marte Mimarlık tarafından Krem'de tasarlanan sanat galerisinin formu hem Tuna Nehri'ne hem de Kreams'in tarihi merkezine bakacak şekilde eğilmektedir. Küp şeklindeki form modelleme alanında yapılan deformasyonla eğimli hale getirilmiştir (Resim 16, 17).





Resim 16. Distorted Metal Cube yapısının form üretim aşamasında modelleme alanında yapılan deformasyonunu gösteren diagram



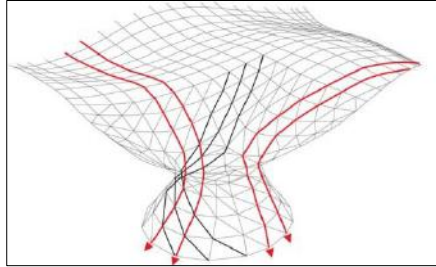
Resim 17. Distorted Metal Cube yapısı

## 2.9. BMW Welt

Coop Himmelb(l)au Mimarlık tarafından 2001-2007 yılları arasında Almanya'nın Münih kentinde tasarlanan yapı (Resim 18) BMW genel merkezinin yanında galeri, lobi, konferans salonu, test sürüş merkezi, etkinlikler ve sergiler için bir medya merkezi olarak kullanılan koni şeklindeki cam sergi salonundan oluşmaktadır. Yapının yakınında bulunan BMW genel merkeziyle ilişki kuran salon, silindirin burkulması ve bükülmesiyle (Resim 19) elde edilen bir metamorfik mimarlık örneğidir.



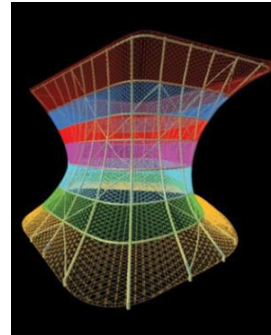
Resim 18. BMW Welt



Resim 19. BMW Welt yapısında bükülme ve burkulmayla oluşan deformasyonu gösteren diagram

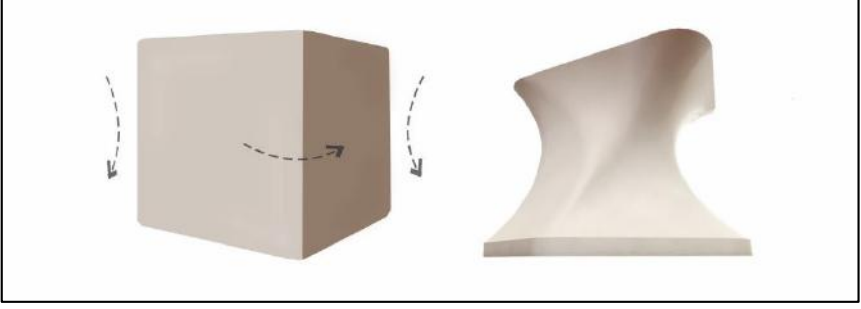
## 2.10. Soumaya Müzesi

Fernando Romero'nun 2011 yılında Meksico City'de tasarladığı müzenin (Resim 20, 21) formu eşkenar dörtgen prizmanın bükülmesiyle metamorfik olarak üretilmiştir (Resim 22). Altıgen yansıtıcı yüzeylerle kaplanan cephesi kolonyal dönemde inşa edilen seramik kiremitli yapılara göndermede bulunmaktadır.



Resim 20. Soumaya Müzesi. Resim 21. Soumaya Müzesi taşıyıcı strüktür.





Resim 22. Soumaya Müzesi'nde bükülme ve burkulmayla oluşan deformasyonu gösteren diagram

### 3. Sonuç

Bilgisayarların sağladığı hesaplama olanakları ve dijital araçlar yeni mimari form üretme tekniklerinin gelişmesine ön ayak olmuştur. Kullandığı anahtar şekil animasyonu, yol animasyonu, dönüşüm, tasarlanmış geometriler üzerinde yapılan deformasyonlar, burkulma-bükülme gibi hesaplamalı ve dijital tekniklerle metamorfik mimarlık da bu yöntemlerden biridir.

Kolarevic'in yaptığı metamorfik mimarlık tanımı ışığında Bibliothèque de L'HUEI, Ost / Kuttner Apartmanları, Bfl Software Ofis Binası, Dancing House, Turning Torso, Infinity Tower, Funen Blok K Konut Bloğu, Distorted Metal Cube, BMW Welt, Soumaya Müzesi yapıları formlarının oluşumunda kullanılan metamorfik mimarlık teknikleri açısından incelenmiştir. İncelenen örnekler ışığında metamorfik form üretiminde kullanılan anahtar şekil animasyonu, dönüşüm gibi tekniklerde mimarın üretken bir sistem tasarlayarak sistemi çalıştırdığı ve ortaya çıkan formları seçtiği belirsiz bir süreç vardır. Bu örneklerde bilgisayar teknolojisinin yarattığı hesaplama olanaklarından faydalanılmıştır. Yol animasyonu, modelleme alanının deformasyonu, burkulma ve bükülme gibi teknikler de ise mimar dijital araçları aktif şekilde kullanmış ve bilinçli şekilde formu oluşturmuştur.

Yaklaşık yirmi yıl önce ilk kez bahsedilmiş bir kavram olarak hakkında oldukça az veri bulunan metamorfik tasarım, sağladığı sonsuz form üretme olanaklarıyla mimarlar için oldukça faydalı bir araçtır. Bu yapılar farklı mimari formları, kullanılan teknolojileri ile kentler için önemli bir cazibe odağı olmakta ve şehir vizyonu açısından önemli katkılar sağlamaktadır. Çoğu kez birçok ziyaretçiyi kente çekmekte şehre ekonomik olarak da katkı sağlamaktadır. Bu yapılar bulunduğu kenti ve fiziksel çevreyi önemli ölçüde etkilemektedir. Bir süre sonra kent bu yapılar ile anılmakta, kentin popülerliği artmaktadır. Gün geçtikçe mimari tasarımda adını çokça duyuran metamorfik mimarlığın literatürdeki yerinin anlanmaya çalıştığı

bu tespit çalışmasının ardından bulunan yeni örneklerle tanımının genişletilmesine ve formülizasyonuna çalışılmalıdır.

### **Kaynakça**

- Ahlquist, S., ve Menges, A. 2. (2011). Introduction: Computational Design Thinking. A. Menges, ve S. Ahlquist (Dü) İçinde, Ad Reader: Computational Design Thinking (S. 10-29). United Kingdom: John Wiley Ve Sons Ltd.
- Akipek, F. Ö., ve İnceoğlu, N. (2017). Bilgisayar Destekli Tasarım Ve Üretim Teknolojilerinin Mimarlıktaki Kullanımları. Ytü Mim. Fak. E-Dergisi, 2(4), 237-253.
- Albayrak, C. (2011). Performative Architecture As A Guideline For Transformation Of The Defence Line Of Amsterdam. Master Tezi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Ve Delft University Of Technology.
- Armour, G., ve Buffa, E. (1963). A Heuristic Algorithm And Simulation Approach To Relative Location Of Facilities. Manag. Sci., 9, 294-309.
- Caetano, I., Santos, L., ve Leita, A. (2019). Computational Design İn Architecture: Defining Parametric, Generative, And Algorithmic Design. Frontiers Of Architectural Research, 1-14.
- Cagan, J., Campbell, M., Finger, S., ve Tomiyama, T. (2005). Framework For Computational Design Synthesis: Model And Applications. J. Comput. Inf. Sci. Eng, 5, 171.
- Chokhachian, A. (2014). Studies On Architecture Design Procedure: A Framework For Parametric Design Thinking. Master Tezi. Eastern Mediterranean University.
- Çağdaş, G., Bacınoğlu, S. Z., ve Çavuşoğlu, Ö. H. (2015). Mimarlıkta Hesaplamalı Yaklaşımlar. Dosya, 33-42.
- Ebrahimi, A. N., ve Aliabadi, M. (2015). The Role Of Mathematics And Geometry in Formation Of Persian Architecture. Asian Culture And History, 7(1), 220-239.
- Galofaro, L. (1995). Digital Eisenman: An Office Of Electronic Era. Boston, Berlin: Birkhauser Architecture.
- Humppi, H. (2015). Algorithm-Aided Building Information Modeling: Connecting Algorithm-Aided Design And Object-Oriented Design. Master Tezi. Tampere University Of Technology.
- Hussein, W. H. (2020). Flexible Design And Its Effect On Developing The Urbanism And Architecture, A Comparative Study Of Parametric Design And Its Role İn Promoting The Development Of Regionalism İn Design. International Journal Of Arts, 10(1), 1-12.

- Jung, Y., Graf, H., Behr, J., ve Kuijper, A. (2011). Mesh Deformations In X3d Via Cuda With Freeform Deformation Lattices. R. Shumaker (Dü.), Virtual And Mixed Reality -Systems And Applications: International Conference İçinde, (S. 343-351). Orlando, Fl, Usa.
- Kolarevic, B. (2000a). Digital Architectures. Proceedings Of The Acadia 2000 Conference (S. 251-256). Acadia.
- Kolarevic, B. (2000b). Digital Morphogenesis And Computational Architectures. Construindo (N)O Espacio Digital (Constructing The Digital Space): Proceedings Of The 4th Iberoamerican Congress Of Digital Graphics (S. 1-6). Rio De Janeiro, Brazil: [Https://Cumincad.Architecturez.Net](https://Cumincad.Architecturez.Net).
- Kolarevic, B. (2003). Digital Morphogenesis. B. Kolarevic (Dü.) İçinde, Architecture in The Digital Age: Design And Manufacturing (S. 17-45). New York And London: Spon Press.
- Koutamanis, A. (2005). A Biased History Of Caad. In: Proceedings Of The 23th Ecaade Conference, 629-637.
- Marx, J. (2000). A Proposal For Alternative Methods For Teaching Digital Design. Automation İn Construction, 9, 5-7.
- Merriam-Webster. (2005). Webster's Ninth New Collegiate Dictionary. Springfield, Massachusetts: Merriam-Webster, Incorporated.
- Oxman, R. (2017). Thinking Difference: Theories And Models Of Parametric Design Thinking. Design Studies, 1-36.
- Papamichael, K., ve Protzen, J. (1993). The Limits Of İntelligence İn Design. Proceedings Of The 4th International Symposium On System Research, Informatics And Cybernetics, (S. 1-10). Baden, Germany.
- Peters, B. (2013). Introduction: Computation Works: The Building Of Algorithmic Thought. Architect. Des, 83(2), 8-15.
- Rocker, I. (2006). When Code Matters. Architect. Des, 76(4), 16-25.
- Simon, H. (1969). The Sciences Of The Artificial. Cambridge, Massachusetts: Mit Press.
- Sutherland, I. (1963). Sketchpad: A Man-Machine Graphical Communication System. Doktora Tezi. Massachusetts Institute Of Technology.
- Terzidis, K. (2004). Algorithmic Design: A Paradigm Shift İn Architecture? Proceedings Of The 22nd Ecaade Conference, (S. 201-207).
- Terzidis, K. (2006). Algorithmic Architecture. Oxford: Elsevier Ltd.

- Turan, B. O. (2009). Dijital Tasarım Sürecinin Geleneksel Tasarım Stüdyosuna Etkileri. Doktora Tezi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi.
- Vatansever, F., ve Doğalı, G. (2011). Klasik Enterpolasyon Yöntemleri Ve Yapay Sinir Ağı Yaklaşımlarının Karşılaştırılması. International Advanced Technologies Symposium (Iats'11), (S. 51-54). Elâzığ.
- Wiener, N. (1948). Cybernetics: Or Control And Communication İn The Animal And The Machine. Cambridge: Mıt Press.