hiperbolik_Dakam

Yazar Izzettin Kutlu

Gönderim Tarihi: 31-Tem-2021 10:46AM (UTC+0300)
Gönderim Numarası: 1626119705
Dosya adı: H_PERBOL_K_PARABOL_D_28tem.docx (2.86M)
Kelime sayısı: 4310
Karakter sayısı: 31441

GELENEKSEL TASARIM VE BİLGİSAYAR DESTEKLİ MİMARİ TASARIM DÖNEMLERİNİN YAPILARA YANSIMASININ HİPERBOLİK PARABOLİD FORMLAR ÜZERİNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

İzzettin KUTLU[1], Zeynep Yeşim İLERİSOY[2], Asena SOYLUK[3]

[1]Ress. Ass., Department of Architecture, Faculty of Engineering and Architecture, Mardin Artuklu University, Mardin, Turkey. izzettinkutlu@artuklu.edu.tr

[2]Assoc. Prof. Dr., Department of Architecture, Faculty of Architecture, Gazi University, Ankara, Turkey. zyharmankaya@gazi.edu.tr

[3]Assoc. Prof. Dr., Department of Architecture, Faculty of Architecture, Gazi University, Ankara, Turkey. asenad@gazi.edu.tr

Öz: Bu araştırmada, 20.yüzyıl mimarlık döneminde Felix Candela'nın tasarımları ile gündemde daha çok yer almaya başlayan hiperbolik parabolid yüzeylerin, ilk kullanımından günümüze kadar geçen süreçteki tasarım ve uygulama anlayışındaki değişimler ve gelişimler incelenmiştir. Bilgisayar destekli tasarım araçlarının müfredata girmesi ve öncesi arasındaki dönemin karşılaştırılması için araştırma yönteminde, iz sürme tekniği kullanılmıştır. Dönemler arasındaki fark için karşılaştırma tabloso oluşturulmuş; tabloda yıllar içinde değişiklik gösteren malzeme, uygulama yöntemi, geçilen açıklık gibi değişken özellikler tespit edilerek kronolojik sıralama ile verilmiştir. Değerlendirmeler ardından ise öncelikle farklı işlevlerde kullanılan hiperbolik paraboloidlerin geniş açıklıkları geçmek dışında tasarım ögesi olarak kullanılabildiği ve aynı dönemler içerisinde farklı kıtalarda uygulanmaya başlandığı görülmüştür. Zaman içerisinde geniş açıklıkların geçilmesine olanak tanıyan bu formun, bilgisayar destekli mimari tasarım araçları kullanılarak desteklenmesi ile daha geniş açıklıkların geçilebildiği gözlenmiştir. 1950'lerde beton malzeme ile yapılmaya başlanan hiperbolik yüzeylerde ısıtma, aydınlatma, havalandırma gibi sorunlar ortaya çıkmıştır. Bilgisayar destekli mimari tasarım araçları ile beraber kullanılan betonarme malzemenin model üzerinde denemeler sonucunda bu sorunlara çözümler bulunduğu gözlenmiştir. Bilgisayarların tasarım aracı olarak kullanılmaya başlaması ile beraber uygulama aşamasında da farklılıklar ortaya çıkmış ve geleneksel çizim araçları döneminde kalıp ile yerinde beton dökme uygulaması ile inşa edilen yapılar, bilgisayar modelleri yardımıyla panelizasyon sistemleri prefabrik olarak üretilip yerine monte edilebilmiştir. Ayrıca 1990 itibari ile çelik sanayisinin de gelişmesiyle, hiperbolik paraboloidlerin yapımında çelik daha sık kullanılmaya başlanmıştır. **Sonuç olraka b**ilgisayar destekli tasarım araçlarının mimarlık eğitimine girmesi ile birlikte hiperbolik paraboloid yapılar özelinden tüm yapılar geneline mimarlık tarihi için önemli bir dönem başlamıştır. ~~Çalışma kapsamında oluşturulan tabloda CAAD sistemi ile daha kompleks yapıların inşa edilmesinin mümkün kılındığı ve modellemeler ile yapıların inşa sürecinin kolaylaştığı bu doğrultuda da 1985 dönemi sonrasında kompleks hiperbolik paraboloid yapı sayısının çoğaldığı görülmektedir.~~ DAHA HAVALI BİTİŞ

Anahtar Kelimeler: Form, strüktür, hiperbolik yüzey, bilgisayar destekli mimari tasarım

1. INTRODUCTION

Albertus Magnus'un *"Evrensel olarak güzelliğin özü, materyal parçalarının biçimlerinin orantılı olmasını içerir"* ifadesi, 13. yüzyılın estetik düşüncesinin ve daha genel olarak, geç ortaçağ dönem tamamının sentezi olarak gösterilmektedir. 13. ve 14. yüzyıl felsefesi ve bilimi; birliğin, tutarlılığın ve evrenin anlaşılabilirliğinin temel ifadesi olarak orantılı ilişkiler konusuna odaklanmaktadır. Oran, gerçeklik olgusunu düzenlemekte ve insan vücudundan müzik armonisine, kentsel tasarımdan mimari alana kadar en küçük varlığa bile etki etmektedir. Doğada var olan her durumu kapsayabilmektedir (Spigaroli, 1999: 105). Altın oranın varlığı ve diğer benzer oranlar, mimaride zengin bir çalışma alanı sunar. Bununla birlikte; belirli bir matematik bilgisi olmadan tasarlanan genel oranlara sahip bir oda veya cephe; kullanıcılarını etkileyemez, sadece estetik kalır. Oranların kullanılmasının nedeni rastlantısal ölçekleri tanımlamak için formları alt bölümlere ayırmaktır (Salingaros, 1999: 79).

Mimaride form anlayışı, Butelski (2000)'e göre iki soru ortaya çıkarmaktadır: *"Mimarlar bugünlerde nasıl form oluşturabilir? Formlar nasıl tanımlanabilir ve sınıflandırılabilir?"*. Sadece biçimsel analizlerle çalışıldığında, daha önce hiç oluşturulmamış bir form oluşturmak önemli bir yenilik kriterine işaret etmektedir. Frank Gehry ve Peter Eisemann'ın son eserleri 20. yüzyıl sonundaki mimarlık alanında daha önce hiç görülmemiş belirli formlar kriterine çok yakındır. Gehry tarafından tasarlanan Bilbao'daki Guggenheim Müzesi ve Los Angeles'taki Disney Center Hall 20. yüzyılın eğri hat mimarisi olarak yenilikler yaratmıştır (Şekil 1a). Bu iki yapının tasarım geometrisi karmaşık ve oldukça zor çözülmüştür (Butelski, 2000: 19). Ancak Roma Tapınakları'nın, tasarım ilkeleri; toplama, çıkarma ve çarpma gibi cebirsel ifadelerle kolayca tanımlanmaktadır. Bir yandan modern mimari, bir yandan da geleneksel

mimari bize bu tür alan tanımları için çok iyi örnekler vermektedir. Frank Lloyd Wright, Louis Kahn ve Richard Meier tarafından tasarlanan binalar bu konvansiyonun tipik örnekleridir (Şekil 1b, Butelski, 2000: 21).



a b

Şekil 1. 20. yüzyıl mimarlık örnekleri, a) Guggenheim Müzesi - Frank Gehry, b) Des Moines Art Center – Richard Meier (Butelski, 2000: 20-21)

Birçok dönemde mimarlık, matematiğin bir parçası olarak ele alınmıştır ve iki disiplin birbirinden ayırt edilmemiştir. Eski yapılar dikkate alındığında; piramitler, zigguratlar, tapınaklar vb. örneklerin günümüzde hayranlık uyandıran matematiğe sahip oldukları görülmektedir (Salingaros, 1999: 78). Mimariyi; matematik ile beraber ortak disiplinde ele alan Louis Kahn, Zaha Hadid, Frank Gehry gibi önemli mimarlar; tasarımlarında yaratıcı önerilerde bulunabilmek için diğer bilim dallarındaki bilgilerden de faydalanmış ve yenilikçi uygulamalar denemişlerdir. Bu şekilde oluşturulan tasarımlar, farklı disiplinlerin potansiyelleri ile zenginleşmektedir. Bu kapsamda; matematik ve geometrinin de değerlendirilmesiyle beraber daha çok karşımıza çıkan eğri yüzeylere sahip mimari basitçe; hacimleri ve yüzeyleri, düzensiz ve eğrilikli tasarlarken aynı zamanda tanımlanabilir kılmaya çalışmaktır. Yapıların biçimindeki tasarım dili; mimari tasarımın temellerinden biri olan geometri ve geometri kuralları üzerine kuruludur. Bununla birlikte, mimaride eğrilikli formların başlangıcına kadar bu alan için pek düşünülmemiş ve bu araştırma alanına pek önem verilmemiştir. Mimari tasarımın geometrisi daha karmaşık hale gelmiş ve bu karmaşıklığın talep edilmesinin ardından; mimarlık ve geometrinin ilişkisi artmıştır. (Ghadim, 2013: 63) Eğrilikli yüzeyler eşsiz amorf şekilleri, düz akan çizgileri ve karmaşık geometrileri ile diğer yapılardan hızlı bir şekilde ayırt edilmektedir (Hambleton vd., 2009). Eğri yüzeylere sahip şekiller, çağdaş mimaride giderek daha önemli bir rol oynamaktadır. Son teknolojik gelişmeler, düzlemsel panellere kıyasla, paneller arası sürekliliği olan mimari yüzeylerin panelizasyonu mümkün kılmıştır. Bu gelişmeler ile beraber tek ve çift eğrilikli panellerin büyük ölçekli üretimi hızla yaygınlaşmaktadır.

Mimaride eğriliğin 20. yüzyıl başında betonarme kabuk strüktür ile giriş yaptığı görülmektedir. Aynı yüzyılın sonunda yeni büyük bir yenilik olarak görülen bilgisayarların yapı ve formu tanımlamak için kullanılması olayı yaşanmıştır. Bu yeni olanak, tasarım ve üretim seçeneklerinin çoğalmasına imkan tanımıştır (Pedreschi, 2008: 19). Mimarlık eğitiminde bilgisayarların gözle görülür derecede gelişimi ise 1985 – 1995 yılları arasında olmuştur. Geçmiş dönemde geleneksel mimarlık müfredatlarında gösterilen mimari tasarım kriterleri, yapı strüktürü ve malzeme, kamu yapıları vb. gibi derslere ek olarak Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) dersleri de mimarlık eğitim müfredatında tanımlanmıştır. Mimarlık eğitiminde öncü olan okullar bilgisayar destekli tasarımı müfredatlarına çok önceden eklemiş olsalar da Bilgisayar Destekli Mimari Tasarım (CAAD)'ın yaygın olarak verilmeye başlanması 1980'lerin sonu ve 1990'lı yılların başıdır (Pentilla, 1998: 348). Bilgisayar Destekli Mimari Tasarım Yayınları Hakkında Kümülatif Endeks (CumInCAD) yayınlarının yıllara göre dağılımı bahsi geçen değişimi yansıtmaktadır (Tablo 1).

Tablo 1. Bilgisayar Destekli Tasarım'ın yıllara göre yayın sayısı (Koutamanis, 2005: 631'den geliştirilmiştir.)

Önem	*CumInCAD'de yayın sayısı*
1960s	*16*
1970s	*185*
1980s	*984*
1990s	*3,226*
2000s	*2,723*
2010s	*5,267*

Rakamlar, CAAD'ın 1990'larda yayın üretimi için etkili mekanizmalar oluşturduğunu ortaya koymakta ve son on yıl bilimsel yayın sayısındaki artışı göstermektedir. Bu durum Bilgisayar Destekli Mimari Tasarım için 1990'lı yılların çok kritik bir dönem olduğunu doğrulamaktadır (Koutamanis, 2005: 631). 2000'li yıllarda CAAD ile beraber

bilgisayar ortamı ile ilişkilendirilen parametrik tasarım, yapay zeka gibi kavramların daha sık gündeme gelmesi 2010'lu yıllarda yayın sayısının da artışa neden olmuştur.

Mimaride eğrilikli yüzeyler sınıfında çift eğrilikli olan hiperbolik paraboloid yüzeyler, 1950'den önce ABD'de neredeyse bilinmemekle birlikte, 1950'den sonra geniş bir şekilde yayılmış ve bu yapılı çevrenin savaş öncesi koşullarında büyük stilistik ve maddi değişimlere katkıda bulunmuştur. 1962 yılında akademisyenler ve uzmanlar hiperbolik paraboloid formunu Amerikan inşaat endüstrisine önemli bir katkı olarak kabul etmiş ve savaş sonrası dönemin mimari eğilimleri ve yapısal yetenekleriyle kiliselerden depolara, konutlardan benzin istasyonlarına, kütüphanelerden arenalara kadar her şeyi inşa etmek için hiperbolik paraboloidler kullanmaya başlamışlardır (Sprague, 2013: 165). Bu doğrultuda çalışmada; 1950 yılı sonrasında çeşitli yeni inşaat tekniklerinin keşfedilmesiyle ve yenilikçi forma ilgi duyan öncü tasarımcıların katkısıyla dünyada hızla yayılmaya başlayan hiperbolik paraboloid formun, gelişimi ve değişimi bilgisayar destekli tasarım derslerinin mimarlık eğitimine girişi ile beraber değerlendirilmektedir. Bu araştırmanın amacı; 1950'li yıllarda Felix Candela ile beraber hızla yayılmaya başlayan çift eğrilikli hiperbolik parabolid yüzeyler ile oluşturulan mimari eserlerin özelliklerini, geleneksel çizim araçlarının kullanıldığı yıllar ile bilgisayar destekli tasarım araçlarının mimarlık eğitim müfredatına girmesi (1985-1995) itibariyle değerlendirerek yapılardaki değişim ve gelişimleri analiz etmektir. Böylece uygulamada yeni inşaat tekniklerinin (panelizasyon, prefabrik vb.) ortaya çıkışını tespiti için ve mimarlık eğitimi ile yapı üretiminin ilişkisinin anlaşılması için verimli bir karşılaştırma yapılması hedeflenmiştir.

2. MATERIALS AND METHODS_BENCE BİRLEŞSN AŞAĞISI İLE

Çalışma kapsamında, hiperbolik paraboloid yüzeylerin, geleneksel çizim araçları ile sonrasında bilgisayarların da tasarım süreçlerinin bir aracı olması sonucu değişimi ve gelişiminin mimari eserlere yansıması tespit edilmiştir. Bu bağlamda Candela ile daha sık kullanılmaya başlanan hiperbolik paraboloidlerin, 1985 yıllarına kadar geleneksel teknikler kullanılarak ortaya çıkan tasarımlar ile 1985 sonrası inşa edilen eserlerin değişimi ve gelişimi değerlendirilecektir.

Hiperbolik parabolid formların bilgisayar destekli tasarım araçlarının müfredata girmesi ve öncesi arasındaki dönemin karşılaştırılması için araştırma yönteminde, iz sürme tekniği kullanılmıştır. İz sürme / süreç izleme yöntemi, tek bir durumun ya da az sayıda vakanın incelendiği genellikle nedensel mekanizmaları inceleyen nitel bir araştırma yöntemidir. Veri toplamak, aynı zamanda örneklemenin güvenilirliğini sağlamak amacına yönelik bir yöntemdir. Hornby ve Symon iz sürme yöntemini *"bazı etiketlerin (dokümanların) yardımıyla, belirli bir zaman diliminde ve ilgili gruplar üzerinde, örgütsel süreçlerin tanımlanması"* olarak tanımlamıştır (Symon & Cassell, 1998: Yıldırım, 1999: Özcan, 2018: 60).

Hedeflenen karşılaştırma için bir tablo oluşturulmuş; tabloda yıllar içinde değişiklik gösteren malzeme, uygulama yöntemi, geçilen açıklık gibi değişken özellikler tespit edilerek kronolojik sıralama ile verilmiştir. Kronolojik sıra ile oluşturulan tablo, geleneksel çizim araçları ve bilgisayar destekli tasarım araçlarının kullanılması olmak üzere iki ana bölüme ayrılmıştır. ~~İkinci dünya savaşı sırasında kullanımın azaldığı hiperbolik paraboloid yapıların Felix Candela ile tekrar nasıl kullanılmaya başlandığı ve 1950lilerden sonra mimaride sürekli kullanılan bir yapı formu olduğu gözlenmiştir. Ayrıca bu formun bilgisayar araçlarının da mimarlık eğitimine girmesiyle birlikte gelişimi, uç noktalara gelişi ve ne tür değişimler yaşadığı tespit edilmiştir.~~ BUNLAR BULGU, BERDA NEDEN VAR~~?~~

~~ARAŞTIRMANIN KISITLARI VE PROBLEMİ~~

Araştırmada eğrisel yapı formlarından hiperbolik paraboloid formlar çift eğrilikli yüzeylerin alt başlığıdır. Bu durumda eğrisel yapı formları için bir genelleme yapılmamış, hiperbolik yüzeyler özelinde bir çalışma yapılmıştır. İki önemli döneme ayrılarak oluşturulan Tablo 2'de ele alınan 10 adet mimari eser, yapıldığı dönemde yenilikçi ve farklı özellikleriyle dikkat çeken tasarımlardır. Bu önemli eserler, aynı dönemde yapılan diğer hiperbolik paraboloid eserlerin özelliklerini barındırması nedeni ile seçilmiştir. Bu durum, seçilen eserler üzerinden hiperbolik paraboloid formlar hakkında genel yorum yapma imkanı sağlamıştır.

Çalışmanın araştırma sorusu olarak bilgisayar destekli mimari tasarım araçlarının (CAAD) mimarlık eğitimi müfredatına girmesiyle beraber çift eğrilikli form olan hiperbolik paraboloid formların nasıl değişim gösterdiği ve ne yönde gelişmeler ile uygulandığı ele alınmıştır.

3. EĞRİSEL MİMARİ YÜZEYLER

"*Geometrinin mimariyi anlamak için temel teşkil ettiğine inanıyorum. Ben çalışmalarıma geometri ile başlarım. Mimarlık dünyasını anlamada, geometri dili yapı dili kadar önemlidir.*" (Calatrava, 2016). Günümüzün en önemli mimar ve mühendisi Santiago Calatrava'nın yukarıdaki söylemi ile tasarım kararlarında matematik (geometri) ile mimarlığın birbiriyle çok yakın bağlantılı olması gerektiğini, geometriyi anlamanın yapıyı anlamak kadar önemli olduğunu vurguladığı görülmektedir. Geometrik olarak eğri yüzeyler kullanılarak üretilen yapılar, düzlemsel

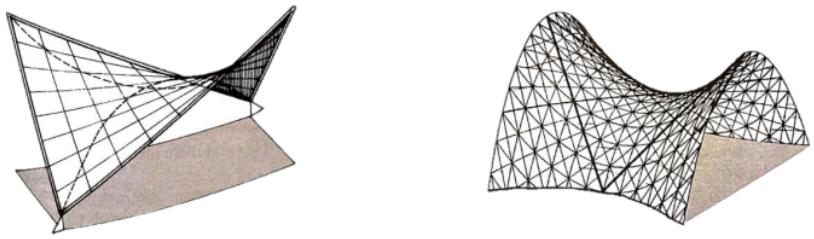
yüzeylere oranla daha dayanıklı olmasına ve estetik açıdan daha iyi yapılandırılmaya imkan sağlamaktadır. Félix Candela'nın ince kabuklu yapıları en başarılı örnekleri oluşturmaktadır (Susam, 2013: 63).

Eğrilerden türetilen yüzeylerin mimaride kullanılmaya başlanmasının nedenleri kavisli yüzeylerin düzlemsel yapılardan daha dayanıklı ve ayrıca estetik açıdan iyi yapılandırılmış olmalarıdır. Kabukların yapısal davranışı, diğer yapı türlerine kıyasla, daha yüksek bir mekanik verimlilik sağlamaktadır. Beton kabuklar, stabilite için kütlelerine değil, yapılandırmalarına bağlıdır. Uygun tasarımlar yapılırsa, kabuklar yüksek yükleri destekleyebilir ve az malzeme ve/veya kalınlık kullanarak önemli alanları kaplayabilir (Tomás & Martí, 2010: 1650). Geleneksel karkas sistemlerin aksine, çoğu eğrilikli yüzeyler ana yapısal sistem olarak kendisi işlev görmektedir. Form ve yapısal sistemin entegrasyonu uygun tasarlandığında, minimum malzeme ile maksimum dayanım sağlanabilmektedir.

Eğri yüzeylerin geometrisi için birçok sınıflandırma mevcuttur. En genel sınıflandırma (i) Tek eğrilikli, (ii) Çift eğrilikli, (iii) Eş eğrilikli, (iv) Ters eğrilikli, (v) Eş ve ters eğrilikli kombinasyonu ve (vi) Serbest biçimli şeklinde ele alınabilir (Pérez & Suárez, 2007: 853-854). Çalışma kapsamında bu sınıflandırmadan çift eğrilikli yüzeyler ele alınmış, hiperbolik paraboloid formlar üzerine bir değerlendirme yapılmıştır.

3.1. Çift eğrilikli yüzeyler; Hiperbolik Paraboloid Formlar

Yüzeylerin üretimi geometrik veya geometrik olmayan tekniklerle gerçekleştirilebilir. Geometrik yüzeyler; translasyonel, öteleme, regle, serbest form yüzeyler gibi farklı alt başlıklara ayrılmaktadır. Hiperbolik paraboloid yüzeyler, translasyonel ve regle yüzeylerden üretilebilir (Osmani et all., 2017: 92). Hiperbolik paraboloidler, çizgilerin basit çevirisi veya döndürülmesi ile üretilebilen çift eğriliğe sahip yüzeylerdir. Genellikle iki farklı yolla tanımlanmaktadırlar. Birincisi, iki boyutlu bir düzlemin çevrilmesi veya bükülmesiyle (Şekil 2a); ikincisi ise karşıt eğriliğin ikinci bir hiperbolik yayı boyunca bir parabolik yayın çevrilmesiyle oluşturulabilmektedir (Şekil 2b). Her iki durumda da yüzeyler karşıt işaretin temel eğrilerine sahip olan negatif bir Gauss eğriliğine sahiptir.



a b

Şekil 2. Hiperbolik paraboloid yüzeyler – a) Düz kenarlı, b) Eğri kenarlı (Türkçü, 2009)

İki eksen boyunca zıt eğriliğe sahip, hiperbolik paraboloidler dikkat çekici rijitliğe sahip olmakta ve yükler kabuk düzleminde gerilme, sıkıştırma veya kesme kuvvetleri olarak taşınmaktadır. Bu formlar uzun açıklıklarda kayda değer bir incelik sağlamakta ve düzlem dışı eğilmeyi önlemektedir (Sprague, 2013). Türkçü (2017) ise kitabında mimari yapılarda hiperbolik paraboloidlerin önemli yer edinmesini aşağıdaki nedenlere bağlamıştır;

- Çift eğriliğe sahip olması ile büyük bir strüktürel güce sahiptir.
- Ters eğrilik nedeniyle her noktada aynı anda basınç ve çekme gerilmelerinin ortaya çıkması, basınç elemanlarındaki burkulma eğilimini azaltmaktadır.
- Çizel yüzey olduğundan kalıp giderleri, eğrilikleri aynı yöndeki diğer çift eğrilikli yüzeylere oranla daha azdır.
- Görünüşü güzel olup mimari ve estetik etkisi hoştur. (Türkçü, 2017, s141)

1939'da II. Dünya Savaşı'nın başlangıcı, hiperbolik paraboloid yüzey uygulamalarını azaltmış ancak 1945'teki savaşın bitiminden sonra forma olan ilgi geri dönmüştür. Birçok mimar, mühendis ve inşaatçının Amerika Birleşik Devletleri'ne (savaş sırasında ve sonrasında) göç etmesi ve savaş sırasında geliştirilen alüminyum alaşımları ve kontrplak gibi yeni malzemeler inşaatta yenilikçi girişimlere sebep olmuştur. Bu yenilikçilik nihayetinde, hiperbolik paraboloidin ABD'de yerleşik bir form olarak yeniden keşfedilmesine yol açılmıştır (Sprague, 2013). Amerika'da Earo Saarinen çeşitli küre ve paraboloid uygulamalarıyla, Meksika'da Candela hiperbolik paraboloid uygulamaları ile çağdaş kabuk tasarımında öncü olmuşlardır (Şekil 3a). Diğer kıtalarda; Bernard Laffaille, 'Memories de l'Association Internationale des Ponts et Charpanter' adlı enstitüde doğrusal yüzeyli kabuk konstrüksiyonlar üzerine 1926'dan beri yaptığı çalışmalar (elastik olmayan ince hiperbolik paraboloidlerin statik

araştırmasını inceleyerek hesap metotlarını) geliştirmiş ve günümüzde kullanılan temel prensiplerini bulmuştur. 1933'te dört doğru kenarlı hiperbolik paraboloid ile oluşmuş Zagreb'teki Fransız pavyonunu tasarlamıştır (Şekil 3b). İtalya'da Giorgio Baroni hiperbolik paraboloid kabuklar üzerine çalışmaları sonucunda 1934 de Milano'da bir dökümhane uygulamıştır. Rusya'da Konrad Hruban'da hiperbolik paraboloid kabuklar üzerine çalışmaları yürütmüş ve 1940'lardan sonra endüstri yapılarında kullanıma elverişli bir tip geliştirmiştir. 1945'de Nove Mesto'da, 1948'de Prostejov'da yaptığı fabrika binalarında bu tipi tasarlamıştır (Şekil 3c). İspanya'da Eduardo Torroja, uyguladığı çeşitli kabuk çatı örtüleriyle dikkati çekmiş; 1935 de Zarzuela 'da hipodrom tribünlerinde hiperbolik paraboloid kabuk prensiplerini uygulamıştır (Şekil 3d, Güler, 2011: 51-52).



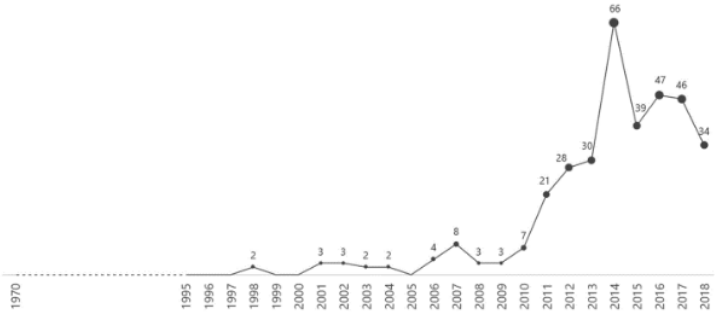
a b c d

Şekil 3. Hiperbolik paraboloid yüzeylerin mimaride kullanımı - a) Kennedy Havalimanı, New York, Earo Saarinen, b) Zagreb Pavilyonu, Zagreb, Bernard Laffaille, c) Prostejov Fabrika Yapısı, Prostejov, Konrad Hruban, d) Zarzuela Hipodromu, Madrid, Eduardo Torroja

Betonarme malzeme kullanılarak üretilen, ince kabuklu bu yüzey uygulamalarında zaman içerisinde edinilen deneyimler ışığında yeni arayışlar olmuştur. Geleneksel tasarım araçları ile gelinen noktadan daha ileriye ise teknolojiye bağlı olarak geçilebilmiştir. Bu noktada farklı tasarımları gerçekleştirme ve uygulama isteği, mimarlık alanının bilgisayar ile tanışması ile ivme kazanmış; bilgisayar destekli tasarım imkanı ile mimarlık uygulamalarında ve eğitiminde yepyeni bir değişim sürecine girilmiştir.

3.2. Bilgisayar Destekli Mimari Tasarım (CAAD)

Yakından ilişkili olmalarına rağmen, bilgisayar destekli tasarım (CAD) ve bilgisayar destekli mimari tasarım (CAAD) kısaltmaları farklı şeyleri ifade etmektedir. Bilgisayar destekli tasarım terimi, endüstri tarafından tanımlandığı gibi taslak hazırlama için vektör tabanlı grafik yazılımı ile ilgili iken; bilgisayar destekli mimari tasarım, mimari hakkında soyut hesaplama düşüncesinden daha somut olana kadar bilgisayar uygulamaları ve otomatik imalat teknolojisi gibi geniş bir araştırma alanını tanımlamak için kullanılmıştır. CAAD gelişiminin kökenleri, 1962'de Londra'da düzenlenen ilk Tasarım Yöntemleri Konferansı ile başlayan 1960'ların Tasarım Yöntemleri Hareketi ile yakından ilişkilidir (Celani & Veloso, 2015: 48). Tasarım Yöntemleri Hareketi bir dizi konferans ve yayından oluşmuş ve ana hedefleri; tasarım sürecini anlayarak daha iyi tasarım yapmak, tasarım sürecini dışsallaştırmak ve bunları uygularken de bilgisayar teknolojisinden faydalanmaktı. Mitchell 1989 yılında yayınladığı yazısında *"Bilgisayar destekli tasarım teknolojisi, ilk hayal edildiğinden beri otuz yıl içinde birçok metamorfozdan geçti ve yüzyıl bitmeden daha fazla şeyden geçecek"* ifadesi ile yüzyıl bitmeden CAD sisteminin gelişime devam edeceğini öngörmüş, sonraki yüzyıllardaki gelişimine de işaret etmiştir (Mitchell, 1989: 493). Pentilla (1996) ise yazısında yer verdiği tarihsel analizde CAD'nin mimarlık eğitimine etkisini ele almış ve *"geleneksel mimarlık müfredatı ve geleneksel müfredatlara ek CAD kursları"* olmak üzere iki ana döneme ayırmıştır (Penttila, 1996: 347-348). Tüm mimarlık okullarının bu iki ana döneme doğal olarak uymadığını ve tarihte net bir ayrım yapılamayacağını belirterek, yaptığı basitleştirmenin nedenini açık bir evrimsel yol tanımlamak olarak ifade etmektedir. Bu ayrımda, 1980'lerde ve sonrasında hesaplamalı tasarımlar (computational design) ile beraber CAAD'in tanınabilirliğinin ve kullanılabilirliğinin artması ile mimarlıkta farklı yaklaşımların, tekniklerin ve tasarımların benimsenmesine aracı olmuştur (Şekil 4).



Şekil 4. Hesaplamalı tasarım teriminin zaman içinde kullanımı: Literatürde anahtar kelime veya ana araştırma konusu olarak hesaplamalı tasarım ifadesinin kaç kez göründüğüne ait bir zaman çizelgesi (Caetano, Santos & Leitão, 2020: 4).

Günümüzde CAAD; mimari tasarım ve bina inşaatındaki tüm aşamaları ve uzmanlıkları kapsayan nitelikli bir yapı oluşturmak için kullanılan önemli bir araç haline gelmiştir (Koutamanis, 2005). Teknolojinin gelişmesi, günümüz mimari tasarım süreçlerinin de geleneksel biçimden çıkıp, teknolojik tasarım haline dönüşme sürecini zorunlu kılmıştır. Bu bağlamda, bilgisayar teknolojilerini kullanarak tasarım yapma, uygulamada geleneksel yöntemle varılamayacak sonuçlara ve uygulamalara varmada önemli bir faktör olmuştur (Topçu, 2012).

4. BULGULAR

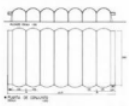
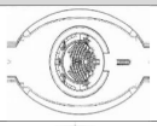
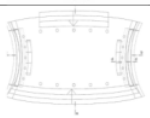
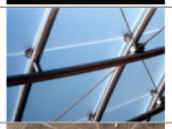
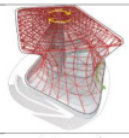
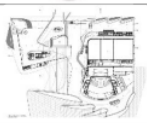
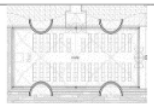
Candela etkisi sayesinde, hiperbolik paraboloid formun cazibesi mimarların ve mühendislerin zihinlerinde daha fazla yer etmeye başlamıştır. Kısa süre sonra da bu formun inşaat endüstrisi pazarlanabilir potansiyelini fark etmeye başlanmış ve birçok üretici ve ürün endüstrisi birliği, hiperbolik paraboloid formunun başlangıcı olan 1950'li yıllarda askeri uygulamalar için geliştirilmiş olan yeni malzemeler ile yerel bir kullanım arayışına girmiştir. Hiperbolik paraboloid, yeni malzemelerle deney yapmak için ideal bir form olmuştur. Sadece lineer parçaların dönüşünden veya düz bir tabakanın hafif bir şekilde bükülmesinden inşa edilemeyen hiperbolik paraboloidler, yeni malzemelerin gelişmiş özelliklerini vurgulayan ve çarpıcı bir fiziksel form olmasıyla dikkat çekmektedir (Sprague, 2013: 179). Ayrıca bilgisayar ve iletişim teknolojilerinin modern mimaride kullanılması ile de radikal değişiklikler yaşanmıştır. Bilgisayar ortamında algoritmalarla üretilebilir hale gelmesi, mimari form ve biçim arayışlarında tasarımcıya yeni ufuklar sunduğu ve bilgisayarların tasarımcıları özgürleştirdiği söylenebilir. Euclid formları dışında kalan diğer formların da sayısal ortamda tanımlanıp üretilebilmesi mümkün olmuştur.

Çalışma kapsamında öncelikle; geleneksel çizim teknikleri ile bilgisayar destekli tasarım araçları dönemi üretilen tasarımları arasındaki farklılıkları tespit etmek amacıyla incelenen yapılar kronolojik olarak iz sürme tekniğiyle değerlendirilmiştir. Bu farklılıklar incelenirken; konum, işlev, yapı malzemesi, geçilen açıklık, plan ve iç mekan kriterleri ele alınmıştır (Tablo 2).

Farklı kıtalardaki eğrisel yüzeylerin gelişimini tespit etmek amacıyla konum incelemesi yapılmıştır. Hiperbolik yüzeylerin kullanılmaya başlandığı dönemde iletişim araçlarının yaygın olarak kullanılmamasına rağmen farklı kıtalarda benzerlik gösteren gelişimlerin olduğu görülmüştür. İşlev değerlendirmesi, eğrisel yüzeyler ile işlev arasındaki ilişkinin dönemler arasındaki değişimini tespit etmek amacıyla yapılmıştır. Başlangıçta küçük ölçekli yapılarda rastlanılan eğrisel yüzeylerin bilgisayar destekli tasarım araçları dönemiyle daha kompleks yapılarda da uygulandığı görülmüştür.

Yapı malzemesi, ilk olarak betonarme kullanılarak oluşturulan yüzeyler, bu malzemenin inceliği nedeniyle yalıtım ve aydınlatma sorunlarına neden olması sonucunda çoğunlukla çelik malzeme kullanılarak üretilmeye başlanmıştır. Geçilen açıklık, bilgisayar destekli tasarım araçlarının daha sık kullanılmaya başlanmasının yapıya yansıması tespit edilmiştir. Teknoloji ile beraber bu araçlarının sunduğu imkanların da artmasıyla geçmişte geçilemeyen ve yapılamayan inşa tekniklerinin rahatlıkla yapılmaya başlandığı görülmektedir. Planlar değerlendirildiğinde, hiperbolik paraboloidlerin geleneksel çizim teknikleri döneminde küçük ölçekli ve sınırlayıcı matematik kuralları ile tek fonksiyona ait yapılar için kullanılırken; bilgisayar destekli çizim araçlarının da gündeme daha sık gelmesi ile farklı fonksiyonlara ait mekanların aynı eğrisel yüzey ile örtüldüğü, plan ölçeklerinin büyüdüğü ve mekansal akışkanlığın arttığı görülmüştür. Bu durum iç mekan tasarımlarına da yansımıştır.

Tablo 2. Hiperbolik Paraboloid formların geleneksel çizim teknikleri ile CAAD dönemleri arasındaki gelişimin ve değişimin mimari yapılara yansımasının kronolojik olarak gösterimi

Yapı Adı/Mimar	Yılı	Konum	İşlevi	Yapı Malzemesi	Geçilen Açıklık	Plan	İç Mekan	Görsel	Kaynak
GELENEKSEL ÇİZİM ARAÇLARI DÖNEMİ (1950 – 1985…)									
Kozmik Işık Pavilyonu/ Felix Candela	1951	Meksika	Pavilyon	1,5 cm Betonarme	10,90 x 11,80 m				(Susam, 2013)
Los Manantiale/ Felix Candela	1958	Meksika	Restoran	Betonarme	30,0 x 30,0 m				(Susam vd. 2012)
St. Mary Katedrali/ Kenzo Tange	1964	Japonya	Katedral	Betonarme	40,0 x 55,0 m				(Güler, 2011)
Brasilia Katedrali/ Oscar Niemeyer	1970	Brezilya	Katedral	Betonarme	60,0 m				(Yazar, 2018)
Salto Otobüs Terminali/ Eladio Dieste	1973	Uruguay	Terminal	Betonarme	25 x 35 m				
BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIMIN MİMARLIK EĞİTİMİNE ENTEGRE DÖNEMİ (1985 - ….)									
The Hemisferic/Santiago Calatrava	1997	İspanya	Müze	Çelik	230 x 70 m				(Tola ve Vokshi, 2013)
Schubert Club Band Shell/ Peter Kramer	2002	ABD	Paviliyon	Cam + Çelik	7.6 x 15.2 m				(Weller vd. 2012)
Soumaya Müzesi/ Fernando Romero	2011	Meksika	Müze	Çelik	70 m				(Romero ve Ramos, 2013)
Heydar Aliyev/ Zaha Hadid	2013	Azerbaycan	Kültür Merkezi	Çelik	-				(Güler, 2011)
Bosjes Şapeli/ Steyn Studio	2016	G. Afrika	Şapel	Betonarme	36 x 7 m				(Günel, 2017)

İki önemli döneme ayrılarak oluşturulan Tablo 2'de;

- Hiperbolik paraboloid yapı kabuklarının geniş açıklıkları geçmek amacıyla inşa edilmeye başlanmadığı (Kozmik Işık Pavilyonu), Candela'nın deneysel bir form oluşturması üzerine ortaya çıktığı ancak daha sonraki dönemlerde geniş açıklıkları geçmek amacıyla da kullanıldığı görülmüştür (Heydar Aliyev Kültür Merkezi).
- Bu yapı formunun tek bir işlev özelinde değil; pavilion, restoran, katedral, terminal, müze, kültür merkezi, şapel gibi farklı kullanıcılara hitap eden birçok işlev için kullanılabildiği tespit edilmiştir.
- Haberleşme tekniklerinin ileri düzeyde olmadığı yıllarda dahi farklı coğrafyalarda bu formun kullanılmaya başlandığı görülmüştür (Meksika, Japonya, Brezilya, Uruguay).
- Geleneksel çizim araçları kullanıldığı dönemde karkas sistem yapılara göre geniş açıklıklar geçilmiş olmasına rağmen, bilgisayar destekli mimari tasarım ile beraber daha geniş açıklıklara ulaşılabildiği tespit edilmiştir.
- Geleneksel çizim araçları döneminde yapıda taşıyıcı özellik gösteren hiperbolik paraboloid formlar kullanılırken; bilgisayarlar ile beraber tasarım ögesi olarak da kullanılmaya başlanmıştır.
- Malzeme olarak geleneksel çizim araçları döneminde betonarme kabuk sisteminin ince olması nedeniyle yalıtım problemi, geniş açıklıkları tek parça kabuk ile geçme zorunluluğundan doğal aydınlatma problemleri ortaya çıkmıştır. Bundan dolayı çelik sanayisinin gelişmesiyle beraber bilgisayar destekli tasarım araçlar ile çelik üzerine yoğunlaşılmış; betonarme malzeme kullanıldığında ise programlar üzerinde test edildikten sonra uygulandığı görülmüştür.
- Bilgisayar araçlarından önce kalıp oluşturularak yerinde beton dökme işlemi yapılırken, bilgisayar araçları ile yapının model üzerinde panellere ayrılıp prefabrik üretiminin ardından araziye getirilip uygulandığı görülmüştür. Bu durum büyük ölçekte yapıların yapılmasını kolaylaştıran en önemli etkendir.
- İlk dönemlerinde geometrik olarak yalın haliyle hiperbolik paraboloid formun kullanıldığı, bilgisayar araçları ile beraber daha karmaşık formlar içerisinde hiperbolik paraboloid formuna yer verildiği görülmüştür.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ_sonuçlarda kaynak verilir mi ya?

Mimarlık disiplininde gelişen hesaplamalı teknolojilerin ve bilgisayar destekli tasarımların temelinde geometri, önemli bir yere sahip olmaktadır. Geometri alanındaki gelişim ve değişimler, tasarım anlayışını ve 1990'lı yıllardan sonra bilgisayar destekli mimari tasarım araçları olarak geliştirilen yazılım programlarının işleyiş mantığını da etkilemiştir. Zamanla geometride ortaya çıkan gelişmeler doğrultusunda mimarlara tasarımlarında özgünlük ve özgürlük yolu da açılmıştır. Mimarların tasarımlarında farklı geometrileri kullanabilmeleri ve üretebilmeleri, tasarımlarının temsilinde kolaylıklar sağlamıştır ~~(Terzi, 2009).~~ Günümüz mimari ortamında, teknolojinin gelişmesi ile tasarımların temsilinde bilgisayarlar önemli bir araç olmuştur. Teknik çizim, üç boyutlu model oluşturma ve animasyon gibi geleneksel tasarım sürecini desteklemek için görselleştirme teknikleri bilgisayar ortamlarında hazırlanabilmektedir. Bilgisayar destekli tasarım teknolojisi ilk olarak; endüstriyel tasarım, uçak ve gemi tasarımında, film ve müzik sektörlerinde kullanılmaya başlanmıştır. Bu teknolojilerin mimari tasarımda kullanılması 1990'lı yıllara dayanmaktadır. Bilişim teknolojisindeki gelişmelerin de etkisiyle teknoloji transferi yaygınlaşmakta ve tasarım alanları birbirinden beslenmeye başlamaktadır. Günümüzde bilgisayarlar bir görselleştirme aracı olarak değil, dijital tabanlı bir tasarım ortamı olarak düşünülmelidir ~~(Akipek & İnceoğlu, 2007: 238)~~. Bilgi tabanlı tasarım sistemleri, gerektiğinde tasarım bilgilerini temsil etme, biriktirme ve çağırma kapasiteleriyle bilgisayar destekli tasarımda önemli bir yere sahiptir. Ayrıca tasarım sürecinde bilgisayarları, belirli bir çıkarım ve yorum yapma mekanizması ile desteklemek gerekmektedir ~~(Kuzgun, 2004: 186~~). Felix Candela bilgisayar araçları olmadan yenilikçi bir form arayışına girmiş ve 1950li yıllarda hiperbolik paraboloid formun gündeme gelmesine vesile olmuştur. Bu form 1980-90lı yıllara kadar belirgin bir değişim göstermemiş ve genellikle betonarme malzeme kullanılarak inşa edilmiştir. İnce kabuklu betonarme yapılarda yalıtım sorunu ve yekpare dökülmesi nedeniyle de doğal ışık ve havalandırma sorunları görülmüştür. Bilgisayar destekli tasarım araçlarının mimaride daha yoğun kullanılmaya başlanması (çelik endüstrisinin de gelişmesiyle beraber) hiperbolik paraboloid formların serbest biçimli eğrilikli yüzeyler arasında da yer aldığı büyük ölçekli yapı tasarımını ortaya çıkmıştır. Zaman ile yapı malzemesi olarak eğrisel formlarda çelik üzerine yoğunlaşılmış, betonarme malzeme kullanıldığında ise bilgisayar programları üzerinde test edildikten sonra uygulanmıştır ~~(Susam, Gürcü, & Korkmaz, 2012: 33).~~

Fazla fonksiyona sahip kompleks yapı hesaplamalarının ve uygulamalarının matematiksel analizi genellikle karmaşıktır. Bilgisayar destekli mimari tasarım araçları (CAAD), yoğun matematiksel hesaplamaları azaltır;

tasarımcıların, tasarım ve konstrüksiyona daha fazla zaman ayırmalarını sağlamaktadır. Analitik yöntemler, bazen matematiksel yöntemlerin önemli varsayımlarını basitleştiren farklı boyutlardaki modellerde yapılan testlerle desteklenmektedir ~~(Velimirović et all., 2008: 627).~~

20. yüzyılın başında betonarme yapılar inşa edilmeye başlanırken, aynı yüzyılın sonunda: yapı ve formu tanımlamak için bilgisayar kullanımı başka bir büyük yenilik daha yaşattırmıştır. Bu durum tasarım ve üretim seçeneklerinin çoğalmasına ve mimari üretim çeşitliliğini sağlamıştır. Bilgisayarın keşfi günümüzde endüstri devrimi gibi bir devrim niteliğinde görülmekte ve bu devrim ile dünyada bilgisayar kullanımı her alanda hızla artmaktadır. Mimarlık alanında çizim ile başlayan bu süreç, bilgisayar destekli tasarım ile devam etmiş ve bilgisayarlar ile üretime kadar gelişmiştir. Bilgisayar destekli mimari tasarım; mimarlara yeni görselleştirme aracı, tasarım ve üretim mekanı sunmaktadır. Candela'nın 1950'li yıllarda strüktürel olarak farklı formları denemesi sonucunda ulaştığı hiperbolik paraboloid form, mimarlığın matematik ve geometri ile beraber düşünüldüğü zaman yenilikçi türde tasarımların yapılabileceğini göstermiştir. Çalışma kapsamında geleneksel çizim araçları ve bilgisayar destekli tasarım araçları olmak üzere iki döneme ayrılarak oluşturulan Tablo 2'de, hiperbolik paraboloid formların malzeme türü olarak çelik sanayisinin gelişmesiyle çelik kullanımının arttığı görülmektedir. Çelik kullanılarak tasarlanan yapılarda geçilen açıklık mesafeleri de artmıştır. Bilgisayar destekli tasarım ile proje üzerinde tasarım sürecinde geniş açıklıkların güvenilirliği test edilmeye de başlanmıştır. Uygulama sırasında da bilgisayar programları üzerinden modellenen yapı, model üzerinde panelizasyon tekniği ile üretilebilecek parçalara bölünerek prefabrik olarak inşa edilmiştir. Bu durum hiperbolik paraboloid form gibi akışkan yüzeyli yapılarda yekpare kalıp kurma zorunluluğunu ortadan kaldırmış, prefabrik olarak üretilen malzemelerin uygulama sahasına getirilip monte edilmesini kolaylaştırmıştır. Böylece Tablo 2'de görüldüğü üzere özellikle 1990'dan sonra daha büyük ölçekli karma fonksiyonlu yapılar gündeme gelmeye başlamıştır.

Bu çalışmanın gösterdiği gibi, mimarlar, üç boyutlu yazılımların yardımıyla, yıllar içinde karşılaştıkları tüm kısıtlamalara rağmen -betonarme malzemenin ince ve tek parça dökülmesi sonucu yalıtımın ve doğal aydınlatmanın sağlanamaması- zihinlerinde öngördükleri tüm form ve yapıları hayata geçirmeye başlamıştır. Karmaşık formların oluşturulması durumunda hem geometride hem de yapıda benzer algoritmalar tasarlanırken bilgisayar da kontrollü imalat yöntemleri için olanak sağlamaktadır.

Sonuç olarak Candela geleneksel çizim araçlarını kullanarak sadece matematik ve malzeme bilgisi ile deneysel olarak 1950'lerde başladığı hiperbolik paraboloid gibi yapı teknolojisini derinden etkileyen sistem kurgusunu; günümüz mimarlarının gelişmiş bilgisayar yazılımları, malzeme, yapı ve yapım tekniklerini kullanarak daha da farklı varyasyonlara dönüştüreceği açıktır. Kullanılan araçların, artan hesaplama kapasitesi ve CAAD yöntemlerinin çeşitliliği, mimarın tasarım sürecini daha verimli hale getirmiş ve kavramsal sınırlarının gelişmesini sağlamıştır.

hiperbolik_Dakam

ORİJİNALLİK RAPORU

%6	%5	%2	%1
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	AKİPEK ÖZSEL, Fulya and İNCEOĞLU, Necati. "Bilgisayar Destekli Tasarım ve Üretim Teknolojilerinin Mimarlıktaki Kullanımları", Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, 2007. Yayın	%1
2	dergipark.org.tr İnternet Kaynağı	%1
3	dspace.yildiz.edu.tr İnternet Kaynağı	%1
4	docs.neu.edu.tr İnternet Kaynağı	%1
5	www.mimarlikdergisi.com İnternet Kaynağı	%1
6	etasr.com İnternet Kaynağı	<%1
7	cumincad.architexturez.net İnternet Kaynağı	<%1
8	www.scribd.com İnternet Kaynağı	

<%1

Alıntıları çıkart	Kapat	Eşleşmeleri çıkar	< 5 words
Bibliyografyayı Çıkart	Kapat		