

A model for generating visuals related to architectural facades through genetic algorithm

Faruk Can Ünal¹

ORCID NO: 0000-0002-2981-4804¹

¹KU Leuven, Faculty of Architecture, Department of Urban Design, Urbanism, Landscape and Planning, Leuven, Belgium

In this study, a genetic algorithm based model related to architectural facades was developed for generating visuals to be used in spatial augmented reality presentations. First of all, the visuals of the projection mapping referring to the architectural facade were reviewed within the scope of the study. It was seen that architectural facades could be defined by using mass/void relationship, building elements, and 3D effect. Based on this inference, the facade of the Hamburger Kunsthalle, which was also used in one of the pioneering examples of projection mapping regarding the architectural language of the facade, was used to redefine the architectural facade in the study. A genetic algorithm based framework was developed to generate visuals from the model. It was presented as a model from the perspective of mass/void relationship, building elements, and 3D effect on the redefined facade of the Hamburger Kunsthalle. The model allows different visual possibilities to be derived from identified initial visual elements. The generation of the gene population is based on the identified initial visual elements. It is provided to determine and limit the generation of visuals by the specifically defined fitness functions for the selected architectural facade. Depending on the evaluation ranking of the generated visuals, while appropriate visuals are selected, others that are not appropriate are genetically processed to enrich the gene pool. The evaluation ranking at this stage has an impact on the visuals to be produced in the cyclical process. Therefore, the user of the model has a decisive role in the visuals to be produced and must be an expert in the selection of visuals appropriate to the architectural language of the facade. At the intersection of genetic algorithms and spatial augmented reality, this model offers the possibility of generating and presenting virtual variations that include the language of architectural facades.

Received: 12.08.2023

Accepted: 12.09.2023

Corresponding Author:

farukcan.unal@kuleuven.be

Ünal, F. C. (2023). A model for generating visuals related to architectural facades through genetic algorithm, *JCoDe: Journal of Computational Design*, 4(2), 273-294. <https://doi.org/10.53710/jcode.1340880>

Keywords: Genetic Algorithm, Architectural Facade, Visual Production, Projection Mapping, Spatial Augmented Reality.

Genetik Algoritma Aracılığıyla Mimari Cephelere İlişkin Görsellerin Üretimi İçin Bir Model

Faruk Can Ünal¹

ORCID NO: 0000-0002-2981-4804¹

¹ KU Leuven, Mimarlık Fekültesi, Kentsel Tasarım Bölümü, Şehircilik, Peyzaj and Planlama, Leuven, Belçika

Bu çalışmada, uzamsal artırılmış gerçeklik sunumlarında kullanılacak görselleri üretmek için mimari cephelere ilişkin genetik algoritma tabanlı bir model geliştirilmiştir. Öncelikle, mimari cepheye referans veren projeksiyon haritalama görselleri çalışma kapsamında incelenmiştir. Mimari cephelerin doluluk/boşluk ilişkisi, yapı elemanları ve 3. boyut etkisi üzerinden tanımlanabildiği görülmüştür. Bu çıkarıma dayalı olarak, cephenin mimari diline ilişkin projeksiyon haritalamalarının öncü örneklerinden birinde de kullanılan Hamburger Kunsthalle'nin cephesi çalışmada mimari cepheyi yeniden tanımlamak için kullanılmıştır. Modele dayalı görsellerin üretilmesi için genetik algoritma tabanlı bir çerçeve geliştirilmiştir. Hamburger Kunsthalle'nin yeniden tanımlanan cephesinde doluluk/boşluk ilişkisi, yapı elemanları ve 3. boyut etkisi üzerinden model sunulmuştur. Model, tanımlanan başlangıç görsel bileşenlerinden farklı görsel olasılıkların türetilmesine izin vermektedir. Tanımlanan başlangıç görsel bileşenleri, gen popülasyonunun üretilmesinde temel alınmaktadır. Seçilen mimari cepheye özgü olarak tanımlanan uygunluk fonksiyonları aracılığıyla, üretilecek görsellerin belirlenmesi ve sınırlanması sağlanmaktadır. Üretilen görsellerin değerlendirme sıralamasına bağlı olarak uygun görseller seçilirken, uygun bulunmayanlar genetik işlemlerden geçirilerek gen havuzu zenginleştirilmektedir. Bu aşamadaki değerlendirme sıralaması, döngüsel süreç içerisinde üretilecek görseller üzerinde etkili olmaktadır. Bu nedenle model kullanıcısı üretilecek görsellerde belirleyici bir role sahiptir ve kullanıcının cephenin mimari diline uygun görsel seçiminde uzman olması gerekmektedir. Bu model, genetik algoritma ve uzamsal artırılmış gerçeklik kesişiminde mimari cephelerin dilini taşıyan sanal varyasyonlarını üretme ve sunma imkânı sağlamaktadır.

Teslim Tarihi: 12.08.2023

Kabul Tarihi: 12.09.2023

Sorumlu Yazar:

farukcan.unal@kuleuven.be

Ünal, F. C. (2023). Genetik algoritma aracılığıyla mimari cephelere ilişkin görsellerin üretimi için bir model. JCoDe: Journal of Computational Design, 4(2), 273-294.

<https://doi.org/10.53710/jcode.1340880>

Anahtar Kelimeler: Genetik Algoritma, Mimari Cephe, Görsel Üretim, Projeksiyon Haritalama, Uzamsal Artırılmış Gerçeklik.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Günümüzde kültür sanat bağlamındaki organizasyonlar kapsamında projeksiyon haritalama uygulamalarıyla karşılaşmaktadır. Bu uygulamalar genellikle kamusal alanlardaki yapıların mimari cephelerine yansıtılmaktadır. Belirli bir süre için düzenlenmiş görsellerin bir araya getirilmesiyle uygulamalar oluşturulmaktadır. Mimari cephe ile bir bütünlük taşıyan görsellerin yanı sıra, kimi örneklerde yapı ile etkileşimin yapının sadece bir perde yüzeyi görevi görmesine varacak derecede düşük olduğu da görülmektedir. Uzamsal artırılmış gerçeklik kapsamında incelenebilecek olan projeksiyon haritalama uygulamaları için mimari cephe ile kurulan etkileşim önemlidir. Bu nedenle çalışma kapsamında mimari cephenin karakteri ile görsel üretimi arasında ilişki kurabilme üzerine odaklanılmıştır. Öncelikle mimari cepheyi referans alan projeksiyon haritalama uygulamaları incelenmiş, incelenen örnekler üzerinden de çıkarımlarda bulunulmuştur. İncelemeler genel bir çerçeve altında değerlendirildiğinde mimari cephenin doluluk/boşluk, yapı elemanları ve 3. boyut etkisi üzerinden tanımlanabileceği görülmüştür.

Bu çalışmada mimari cephe ile ilişkili görsellerin üretilebilmesi için genetik algoritma tabanlı bir modelin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Modelin sunumu için incelenen örnek çalışmalardan Hamburger Kunsthalle'nin cephesi, mimari açıdan farklı üretimlere sunduğu potansiyeller göz önünde bulundurularak çalışmada cepheyi yeniden tanımlamak için kullanılmıştır. Doluluk/boşluk ilişkisi, yapı elemanları ve 3. boyut etkisi üzerinden tanımlamalar gerçekleştirilmiş, tanımlanan başlangıç görsel bileşenlerinden farklı görsel olasılıkların türetilebilir olması hedeflenmiştir. Bu doğrultuda genetik algoritma tabanlı bir iş akış diyagramı kurgulanmış ve çalışmada görselleştirilerek süreç açıklanmıştır. Çalışma kapsamında genetik algoritma ve uzamsal artırılmış gerçeklik kesişiminde ortaya konulan model, mimari cephelerin dilini taşıyan sanal varyasyonlarını üretme ve sunma imkânı açısından önemli görülmektedir. Bu sayede mevcut mimari cepheyi referans alan yeni cephe görsellerinin üretilebilmesi ile inşa edilemeyen diğer olasılıklar da ortaya çıkarılabilir ve sunulabilir. Mimari cephenin görsellerle etkileşimi güçlendirilerek, sunum açısından mimari bir projeksiyon haritalama yaklaşımı kazandırılabilceği düşünülmektedir.

2. PROJEKSİYON HARİTALAMA VE MİMARİ CEPHE (PROJECTION MAPPING AND ARCHITECTURAL FACADE)

Projeksiyon haritalama, tasarlanmış ya da mevcut hali ile bir yüzeye görsel verilerin yansıtılması yöntemidir. Bu yöntemde projeksiyon cihazından yansıtılan 2 boyutlu olarak üretilmiş görüntü kullanılan yazılımlar aracılığı ile yansıtıldığı fiziksel yüzey ile eşleştirilir (Burczykowski ve Thébault, 2020). Genellikle bu görseller gösterim sırasında ses ile desteklenir. Görüntünün elde edilmesinde sanal objelerin gerçek objeler üzerinde hizalanması, projeksiyon cihazının konumu ve yansıtılan fiziksel yüzey önem taşımaktadır (Stella, 2020). Projeksiyon haritalama uygulamalarında özellikle yüzey üzerinde uygun yansıtma alanının belirlenmesi önemlidir. Bu alan sunulacak verinin karmaşıklığını ve miktarını sınırlar niteliktedir (Grundhöfer ve Iwai, 2018). Yüzey geometrilerinin farklılaştığı durumlarda görsellerin sunumunda ayarlanmış koordinat sistemleri kullanılabilir. Uygulamaya daha fazla sayıda projeksiyon cihazı dahil edilerek görüş açısı da genişletilebilir (Head, 2012). Günümüzde projeksiyon haritalamanın farklı görsel üretimlere olanak sağlayan, izleyiciyi de bir parçası haline getiren kamusal alanlardaki yapılar üzerinde uygulamaları ile karşılaşılmaktadır.

Moloney'e (2007) göre yapı cepheleri mimarlığın kamusal yüzü ve bilgi akışını sağlayan kentsel ara yüzlerdir. Yapıların yüzeyleri ya da cepheleri aracılığıyla uzamsal çerçevede tanımlanmış bölgeler kentsel mekânı tanımlamakta; yapı formları bağlamında biçimlenen yapı cepheleri ise bu bölgelerde yapıların karakterini yansıtarak kentlinin deneyimlemesine olanak tanımaktadır (Zülkadiroğlu, 2013). Sürekli bir devinim ve sürerlilik altında olan kentsel mekanlar için yapı yüzeyi ve kentlinin etkileşimi önem taşımaktadır (Albayrak, 2017).

Mimarlık alanına ilişkin olarak projeksiyon haritalamanın farklı kullanımları olmakla birlikte (Bölek ve diğ., 2022; Oury, 2020; Aksu, 2019; Lovell ve Griffin, 2019; Nofal ve diğ., 2018; Calixte ve Leclercq, 2017), mimari cephelerde kullanımı izleyicilere yeni bakış açıları ve mekânsal deneyimler sunmaktadır (Çetinkaya, 2020; Gökçen, 2016). Mimari cepheler, kamusal mekandaki projeksiyon haritalama uygulamaları ile izleyiciler için birer içerik taşıyıcı ara yüze dönüşür.

Yansıtılan sanal görüntüler farklı oluşlara açık ve sınırsız olasılıklar içerir. Aydın (2008), sanal mekânda sınırların, dokuların ve renklerin fiziksel mekânın Dekartçı anlayışının aksine her zaman dönüşebilir durumda olduğunu ve bu sayede mekânın süregelen ve sınırsız şekilde yeniden üretilen bir ortam haline geldiğine dikkat çeker. Sanal mekân bu yeniden üretilebilir niteliğiyle artık olasılıklı yapısı üzerinden yeni deneyimlere olanak tanımaktadır.

Griffin'e (2018) göre projeksiyon haritalama fiziksel olarak inşa edilmiş olan yapının mimari cephesinin ötesine geçip, dönüşüme açık sanal mekân olasılıklarını ortaya çıkarır. Bu sayede mevcut mimari cephe birden fazla üretilebilir ve mekânı tekrar kavrayıp yorumlama konusunda olasılıkları ortaya koyabilir. Yapılı çevrenin değişebilirliğini deneyimleme, izleyicinin meydana gelen değişiklikleri bilinçaltında sorgulamasını ve gözden geçirmesini sağlayabilir.

Işıkkaya (2023), projeksiyon haritalamayı ışık ve zaman kavramının yardımıyla görüntüler yansıtılarak yanlısamalar yaratarak cepheleri yeniden oluşturmak; bir melez görsel sanat veya aktivite olarak sayılabilecek, yapı yüzeyini yeniden inşa eden ya da onu yıkan, yapıdan bağımsız bir inşa olarak görmektedir. Kavramsal olarak projeksiyon haritalama aracılığıyla kent içinde düşsel bir mekân yaratma, kenti ve kentliyi kamusal geri kazandırma, kenti sahneleştirme, gerçeklik kavramını yeniden kurgulama, zamanda sürekli ve dinamik mekâna ulaşmanın karşılıkları aranmaktadır.

Işıkkaya ve Çatak (2010), projeksiyon haritalama uygulamalarının tasarım sürecinde yapı ile ilişkilendirilmesinde yapı yüzeylerinin ele alınış biçimleri ve tasarım yaklaşımlarına bağlı olarak farklılıkların ortaya çıktığını belirtmektedir. Her ne kadar her üretim kendine özgü olsa da, biçim üretiminde genellenebilir bir takım izlenimler olduğuna dikkat çekmektedirler. Işıkkaya ve Çatak (2010) projeksiyon haritalama uygulamalarının biçime özgü karakteristik sınıflandırılmasını şu şekilde ele almıştır;

- Mimari cepheyi koruma yaklaşımı ile mevcut cephenin varlığını renk ve ışık ile birleştirme
- Mimari cephedeki kütleli yüzeyler ve açıklıkların yorumlanmasına dayalı olarak cephenin yıkımı/yeniden inşası

- Mevcut cepheye ekli somut objeler/modüller ile yansıtımın hibrit birleşimi
- Mimari cepheye yapının iç mekânına dair görsellerin yansıtılarak yapıya yapının yansıtılması
- Perspektifin yorumlanmasıyla birden çok cepheye yansıtım yapılarak kentsel perspektifi yeniden kurgulama
- Bağımsız tasarım yaklaşımı altında mimari cepheyle ilişkisi olmayan görsellerin kullanımı

Mimari cephe referans alan projeksiyon haritalama örneklerine bakıldığında ulusal ve uluslararası ölçekte farklı örneklerle karşılaşılmaktadır. Çalışmanın bu kısmında öne çıkan özellikleri ile örnek uygulamalar ele alınmıştır. **Şekil 1**'deki 555 Kubik uygulaması hem öncü hem de kapsamlı bir örnek olarak öne çıkmaktadır. Hamburg'daki Hamburger Kunsthalle yapısının cephesi üzerine yansıtılan projeksiyon haritalama çalışmasında, mimari cephe karakteristiğini takip eden yaklaşımların kapsamlı bir uygulama altında farklı biçimlerde kullanıldığı görülmektedir (Urbanscreen, 2009). Mimari cephenin doluluk/boşluk ilişkisi üzerinden değerlendirilmesiyle fiziksel olarak mevcut yapı yüzeyindeki dolu yüzeylerin sanal olarak boşaltıldığı görülmektedir. Mevcut mimari cephe farklı mimari düzenlemeler altında izleyiciye yeniden sunulmaktadır.



Şekil 1: 555 Kubik uygulamasında mimari cephedeki doluluk/boşluk ilişkisinin değişimi (The transformation of the mass/void relationship on the architectural facade in 555 Kubik) (Urbanscreen, 2009).

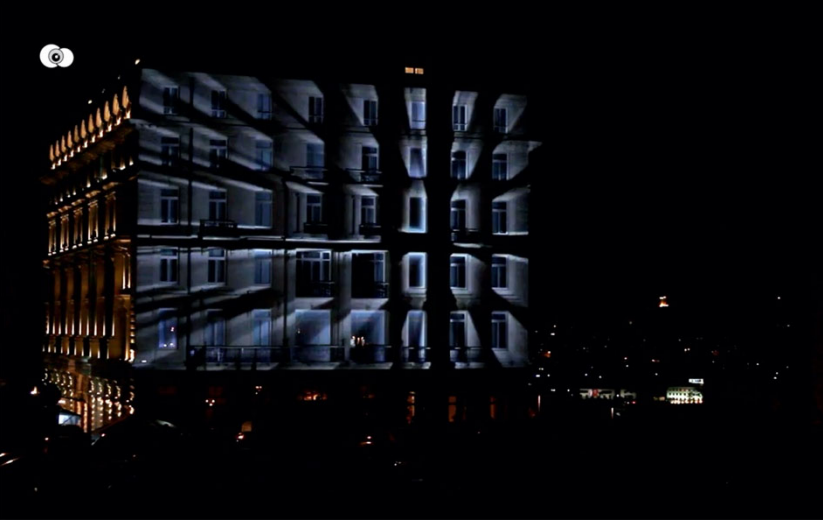
Şekil 2'de, cephenin yapı elemanı üzerinden değerlendirilmesi ile elemanın birimsel özelliği göz önünde bulundurularak oluşturulan bir tasarım kurgusuyla karşılaşılmaktadır. Bu kurgu dahilinde ele alınan 3.

boyut etkisiyle yapı elemanlarının öne çıkması ya da geriye doğru çekilmesi göze çarpmaktadır. Yapı elemanları üzerinden elemanlara dayalı birimsel bir yaklaşım benimsenirken, bu elemanlar üzerinde oluşturulan hareketli bir düzen ile de dinamik bir cephe görüntüsü oluşturulmaktadır. Mevcut mimari cephedeki sabit ve düz yüzeyler, sanalda hareketli olarak tasarlanmış yeni yüzeyler olarak izleyiciye sunulmaktadır. Ayrıca mimari cepheye yapının iç mekânına dair görselleri yansıtma/yapıya yapıyı yansıtma yaklaşımı ile de karşılaşılmaktadır. Mimari cephe karakteri açısından yapının geniş ve yalın boşluklar içeren yüzeylere sahip olması farklı yaklaşımların denenmesini de kolaylaştırmıştır.

Şekil 2: 555 Kubik uygulamasında yapı elemanları üzerinden yaklaşım ve 3. boyut etkisiyle değişim (The transformation of the building elements and the 3D effect on the architectural facade in 555 Kubik) (Urbanscreen, 2009).



Şekil 3'deki görsel Pera Palas Oteli için ilk açılış gecesinin yıldönümü kutlamalarında Nota Bene Visual tarafından hazırlanan projeksiyon haritalama uygulamasıdır (Nota Bene Visual, 2010). Bu çalışmada da mimari cepheyi referans alan görselleştirmeler ile karşılaşılmaktadır. Çalışma genellikle cephenin mevcut biçimi üzerinden ışıklandırmalarla üretilmiş görsellerden oluşmaktadır. Belirli bir ritim ve düzen altında oluşturulmuş pencerelerin yoğun olduğu bir cephe biçimlenişi içerisinde, pencere boşluklarını referans alan ışıklandırmalar dikkat çekmektedir.



Şekil 3: Pera Palas Oteli için hazırlanan uygulamada mevcut cepheye referansla pencereleri öne çıkarma (Highlighting the windows with reference to the existing facade on Pera Palas Hotel) (Nota Bene Visual, 2010).

Şekil 4'deki Quadrature projeksiyon haritalama çalışması, Santralistanbul Çağdaş Sanat Müzesi'nin ana binasının mimari cephesi ile etkileşime giren bir görsel uygulamadır. Çalışma yapının cephesini oluşturan dörtgen alüminyum modüllerin gerçek boyutuna ve formuna uyan, monokrom geometrik biçimlerden oluşturulmuştur (Quadrature, 2013). Düzenli bir ritim altında olan mevcut cephenin görsel üretiminde de bu bileşen modüllerin dikkate alınarak çalışmanın tasarlandığı görülmektedir. Çalışma yansıtıldığı yüzeylerde yapıyı yeniden biçimlendiren ve dönüştüren görseller ortaya koymaktadır. Yapının mimari cephesindeki yalın yaklaşımın dışına çıkılarak, cephe yüzeylerinde farklı karakteristikler altında geometrik değişimler yapılabildiği görülmektedir.



Şekil 4: Quadrature uygulamasında yapı elemanlarının takibi ile geometrik dönüşümler (Geometric transformations with tracking of building elements in Quadrature) (Quadrature, 2013).

Şekil 5’deki Walt Disney Concert Hall yapısı üzerinde gerçekleştirilen WDCH Dreams projeksiyon haritalama uygulamasında yapıya ilişkin geçmişteki veriler toplanarak bu veriler doğrultusunda görseller üretilmiştir (WDCH Dreams, 2019). Yapının eğrisel ve karmaşık formu göz önüne alındığında, yapıya ilişkin olarak mimari cephenin yerinde durmasını sağlayan ama dışarıdan görünmeyen taşıyıcı sisteme ilişkin görsel sunumu dikkat çekmektedir. Yapıya ilişkin verilerin yansıtıldığı, yapıya yapıyı yansıtma yaklaşımının bir örneği olarak karşılaşılmaktadır.

Şekil 5: WDCH Dreams uygulamasında taşıyıcı sistemin mimari cephede sunumu (The presentation of the structural system on the architectural facade in WDCH Dreams) (WDCH Dreams, 2019).



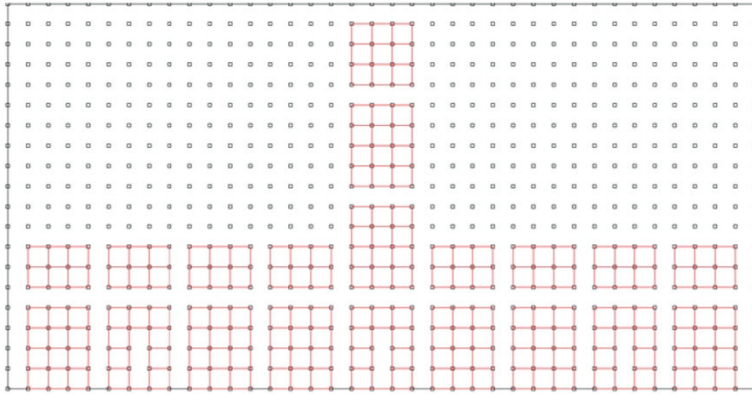
3. GENETİK ALGORİTMA ARACILIĞIYLA TANIMLAMALARA DAYALI GÖRSEL ÜRETİMİ (THE GENERATION OF VISUALS BASED ON DEFINITIONS THROUGH GENETIC ALGORITHM)

Evrin kuramı bilişim alanında farklı yaklaşımların ortaya çıkmasını sağlamıştır. Doğadaki evrim yaklaşımını referans alan evrim kuramı temelli olarak geliştirilen veri işleme teknikleri, geleneksel yöntemler altında çözümü zor olan karmaşık problemlerin çözümünde önemli bir yere sahiptir (Eiben ve Smith, 2015). Bu tekniklerden biri olan Genetik Algoritma yaklaşımı da doğadaki evrimsel sürecin işleyişini kendine temel alarak, bu doğrultuda probleme dayalı olarak verilerin işlenmesiyle çözüm üretmeye odaklıdır. Holland’ın (1992) canlılarda yaşanan genetik süreci hesaplama ortamında gerçekleştirmeyi düşünmesinin sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Geniş bir çözüm kümesinin taranması gereken problemler için diğer yöntemlere göre daha kısa sürede kabul edilebilir sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır.

Tasarım ve mimarlık alanındaki farklı problemlere ilişkin olarak da çözüm üretmek konusunda genetik algoritmalar ile çalışıldığı görülmektedir (Turner, 2012; Fasoulaki, 2007; DeLanda, 2002). Bu çalışma kapsamında da mimari cepheler için cephe dilini taşıyan görsellerin üretimine yönelik bir model çerçevesinde genetik algoritma yaklaşımından faydalanılmaktadır.

3.1 Mimari Cephenin Tanımlanması (Defining the Architectural Facade)

Modeli açıklamak ve görselleştirmeler ile desteklemek için çalışma kapsamında örneklerde ele alınan 555 Kubik uygulamasının gerçekleştirildiği Hamburger Kunsthalle yapısının cephesi kullanılmıştır. Bu cephenin tercih edilmesinde cephenin mimari açıdan farklı üretimlere sunduğu potansiyeller etkili olmuştur. Bu mimari cephe üzerinde tasarlanan 555 Kubik uygulaması ile Urbanscreen, German Design Award 2012'yi almıştır. Hamburger Kunsthalle yapısının cephesi rasyonel bir tanımlama altında ele alındığında x doğrultusunda 38, y doğrultusunda ise 19 nokta üzerinden tanımlanabileceği görülmektedir. Bu noktalar üzerinden ise ayrıt olarak x doğrultusunda 37, y doğrultusunda ise 18 olmak üzere gidilen tanımlamada, 666 adet tanımlı yüzey ortaya çıkmaktadır (Şekil 6).



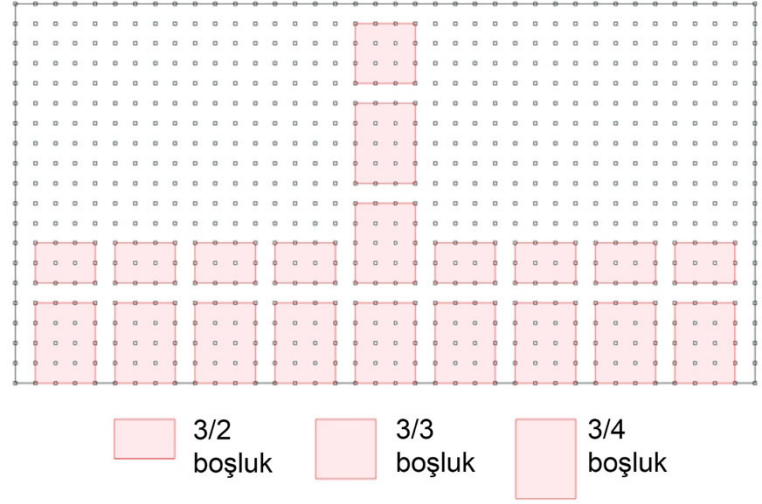
38/19 Tanımlı Nokta
37/18 Tanımlı Ayrıt
666 Tanımlı Yüzey

Şekil 6: Hamburger Kunsthalle yapı cephesinin gridal sistem altında tanımlanması (Defining the building facade of the Hamburger Kunsthalle under the gridal system)

Mimari olarak yapı cephesini referans alan projeksiyon haritalama uygulamalarının incelenmesinden sonra doluluk/boşluk ilişkisi, yapı elemanları ve 3. boyut etkisi üzerinden cephenin yeniden tanımlanabildiği görülmüştür. Bu üç tanımlama biçimi gridal bir sistem

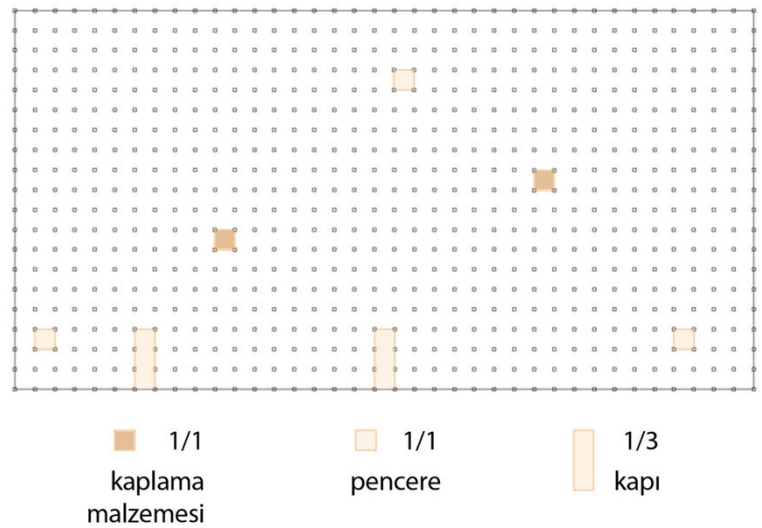
altında Hamburger Kunsthalle yapısının cephesi üzerinden değerlendirilmiştir. Mimari cephe görsellerinin bu tanımlamalar doğrultusunda üretilebileceği görülmüştür. Yapının doluluk/boşluk ilişkisi üzerinden tanımlanmasında yapıdaki boşluk verilerinden yola çıkılmıştır. Mimari cephe verileri 3/2 birim, 3/3 birim ve 3/4 birim boyutlarında açıklıkların yapının tasarım dilinde yer aldığını göstermektedir (Şekil 7).

Şekil 7: Hamburger Kunsthalle yapı cephesinin doluluk/boşluk üzerinden tanımlanması
(Defining the building facade of the Hamburger Kunsthalle on mass/void relationship)

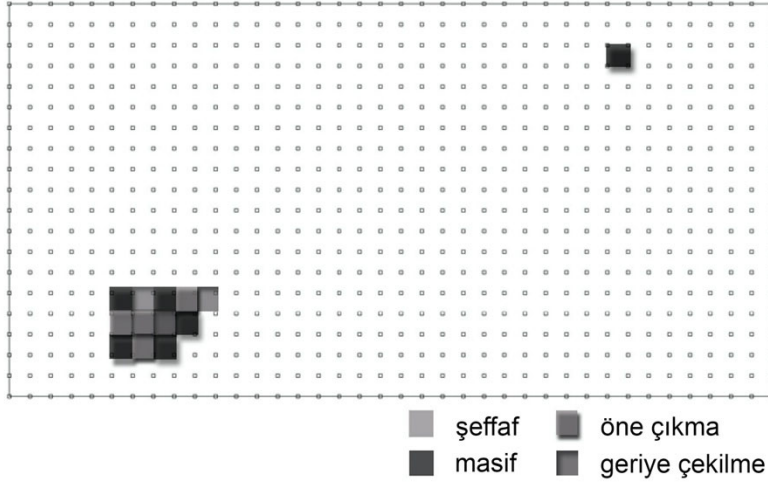


Yapı elemanları üzerinden yapılan tanımlamada yapının 1/1 birim boyutlarındaki kaplama malzemeleri, 1/1 birim boyutlarındaki pencere elemanları ve 1/3 birim boyutlarındaki kapı elemanlarından oluştuğu görülmektedir (Şekil 8).

Şekil 8: Hamburger Kunsthalle yapı cephesinin yapı elemanları üzerinden tanımlanması
(Defining the building facade of the Hamburger Kunsthalle on building elements)



3. boyut etkisi üzerinden yapılan tanımlamada ise yapıdaki birim elemanların tipolojisine ve çevresindeki diğer birimlerden farklı yükseklikte olmasına bağlı olarak tanımlanabileceği görülmektedir. Birim eleman tanımlanan yüksekliğe bağlı olarak öne çıkmakta ya da geriye çekilmektedir (Şekil 9).



Şekil 9: Hamburger Kunsthalle yapı cephesinin 3. boyut etkisi üzerinden tanımlanması
(Defining the building facade of the Hamburger Kunsthalle on 3D effect)

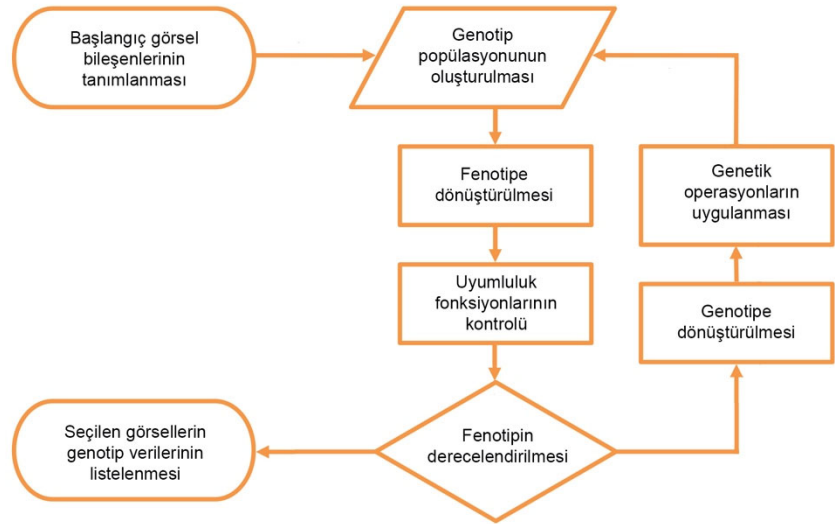
3.2 Genetik Algoritma Temelli Model Önerisi (Genetic Algorithm Based Model Proposal)

Genetik algoritma, evrimsel operatörlerin analojisine dayalı olarak işlemektedir. Kendi içerisinde barındırdığı gen, genetik kod, genotip, fenotip, popülasyon, genetik operasyonlar ve uygunluk fonksiyonu terminolojisi ile bilimsel çalışmalara hizmet etmektedir. Gen bir genotipin en küçük birimi iken, genetik kod bir genotipte kodlama için kullanılan rakamlar ya da harflerdir. Genotip, belirli bir düzene veya ilişkiye sahip gen dizilimi olarak ortaya çıkar. Fenotip ise genotipin görselleştirilmiş eşdeğeri halidir. Aynı türden genetik kodlar altındaki genotiplerin bir araya geldiği topluluklar popülasyonları oluşturur. Popülasyon içerisindeki genotipler ise çaprazlama ve mutasyon gibi genetik operasyonlar aracılığı ile zenginleştirilir (Singh ve Gu, 2012). Genetik algoritma, üretken bir tasarım yaklaşımı olarak bileşenlere dayalı tasarımlarda birden fazla tasarım alternatifi sunma ve optimizasyon açısından kolaylıklar sunmaktadır. Genetik algoritma temelli çalışmalar için problemin formüle edilmesi, uygun genetik kodlar altında genotip ve fenotiplerin temsil edilmesi ve uygunluk fonksiyonlarının belirlenmesi önem taşımaktadır. Uygunluk fonksiyonu, ortaya konulan değerlendirme ölçütlerinin sağlanıp sağlanmadığının

kontrol edilmesini sağlamaktadır. Bu nedenle genetik algoritma temelli çalışmalarda uygunluk fonksiyonlarının iyi tanımlanması gereklidir. Uygunluk fonksiyonlarının yanı sıra seçilimin yönlendirilmesinde değerlendirici katılımı, tasarımın değerlendirilmesiyle birlikte iyileştirme imkânı sunar (Bentley, 1999).

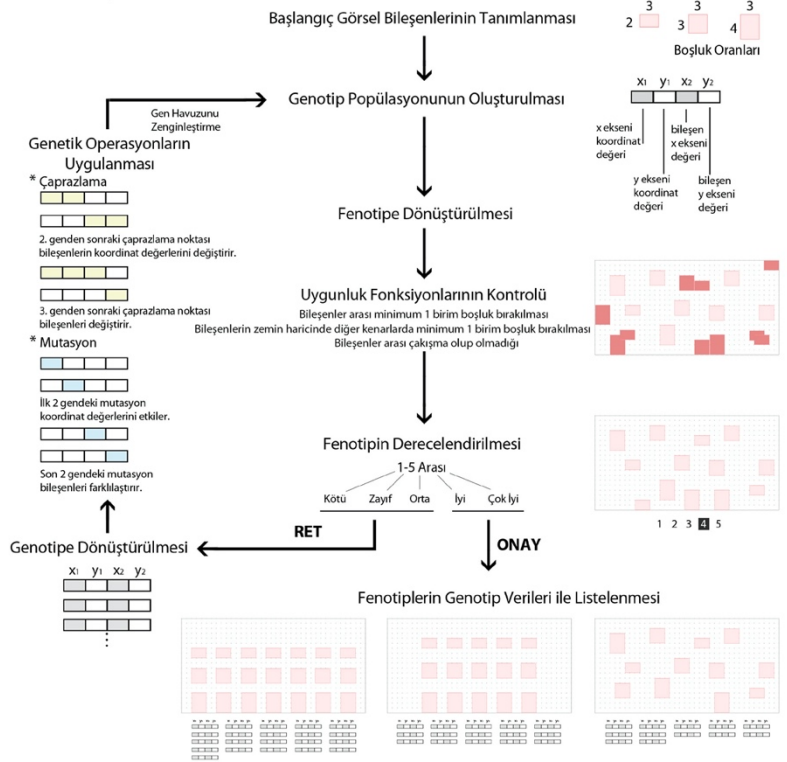
Genetik algoritma temelli olarak ortaya konulan model önerisinde doluluk/boşluk ilişkisi, yapı elemanları ve 3. boyut etkisi üzerinden yapılan tanımlamalardan faydalanarak görsellerin üretimi açıklanmıştır. **Şekil 10'**da gösterilen iş akış diyagramı, modelin çalışma sistematığını ortaya koymaktadır. Süreç, başlangıç görsel bileşenlerinin tanımlanması ile başlamakta ve bu bileşenlerden oluşan bir genotip popülasyonu oluşturulmaktadır. Oluşturulan genotip bir sonraki aşamada fenotipe dönüştürülerek uygunluk fonksiyonlarının kontrolü yapılırken, kullanıcı tarafından da aynı zamanda görsel olarak takip edilebilmesinin sağlanması amaçlanmaktadır. Nesnel değerlendirme ölçütlerinden oluşan uygunluk fonksiyonlarını sağlayan fenotipler, öznel değerlendirme ölçütleri altında kullanıcı tarafından derecelendirilmektedir. Onay alan fenotipler genotip verileri ile listelenmekte, ret alanlar ise genotipe dönüştürülerek genetik operasyonlara sokulmaktadır. Genetik operasyonlar altında çaprazlama ve mutasyon ile gen havuzunu zenginleştirecek yeni nesiller üretilmekte ve genotip popülasyonuna dahil edilmektedir. Bu süreç kullanıcının istediği sayıda uygun görsel elde edilene kadar devam etmektedir.

Şekil 10: Mimari cephe görsellerinin üretimi için genetik algoritma temelli modelin iş akış diyagramı (Workflow diagram of genetic algorithm based model for the generation of architectural facade visuals)



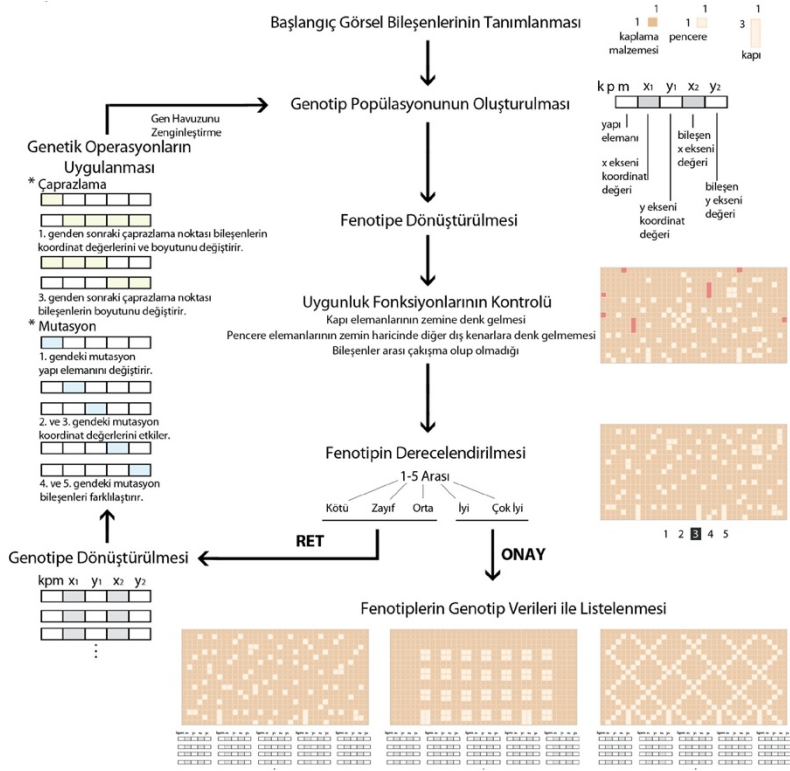
Şekil 11'de görüldüğü gibi genetik algoritma aracılığı ile doluluk/boşluk ilişkisi üzerinden mimari cephenin tanımlanması, çalışmadaki iş akış diyagramına göre oluşturulmuştur. Başlangıç görsel bileşenleri olarak yapı üzerindeki boşluk oranları birim üzerinden tanımlanmıştır. Tanımlama sonucunda 2/3 birim, 3/3 birim ve 3/4 birim oranlarında boşlukların yer aldığı görülmüştür. Tanımlanan boşluklardan seçilen bileşen sayısına bağlı olarak genotip popülasyonu oluşturulmuştur. Popülasyondaki genler 4 parçadan oluşmakta 1. parça x eksen koordinat değerini, 2. parça y eksen koordinat değerini, 3. parça bileşenin x boyutunun ve 4. parça ise y boyutunun verisini içermektedir. Oluşturulan genotip popülasyonu bir sonraki aşamada fenotipe dönüştürülmekte, kullanıcıya görsel olarak oluşturulan fenotip sunulurken uygunluk fonksiyonlarını sağlayıp sağlamadığı da görüntülenmektedir. Doluluk/boşluk ilişkisi üzerinden yapılan değerlendirmede uygunluk fonksiyonları olarak bileşenler arası minimum 1 birim boşluk bırakılıp bırakılmadığının, bileşenlerin zemin haricinde diğer kenarlarında 1 birim boşluk bırakılmasının ve bileşenler arası çakışma olup olmadığının kontrolü yapılmaktadır. Uygunluk fonksiyonlarını sağlayan fenotipler bir sonraki aşamaya aktarılmakta ve kullanıcı tarafından derecelendirilmesi beklenmektedir. Kullanıcı kötü, zayıf, orta, iyi ve çok iyi şeklinde 5 kademeli bir değerlendirmede bulunabilmekte, bu değerlendirme sonucunda iyi ve çok iyi alan fenotipler onaylanarak çözüm kümesine aktarılmaktadır. Uygunluk fonksiyonunun kontrolü sonrası gerçekleşen kullanıcı değerlendirmesi, çözüm kümesine aktarılan görsellerin nesnel değerlendirme ölçütleri sonrası kullanıcının öznel değerlendirme ölçütlerinden de geçmesini sağlamaktadır. Diğer kötü, zayıf ve orta değerlendirmeler ise ret olarak yeniden genotipe dönüştürülmekte ve genetik operasyonlara dahil edilmektedir. Çaprazlamada 2. genden sonraki çaprazlama noktası bileşenlerin koordinat değerini, 3. genden sonraki çaprazlama noktası ise bileşenleri değiştirmektedir. Mutasyonda ise ilk 2 gendeki mutasyon koordinat değerlerini etkilerken, son 2 gendeki mutasyon bileşenleri farklılaştırır. Genetik operasyonlar sonucu genlerde konum ve biçim bazlı zenginleştirme sağlanmış olur. Oluşan yeni genler gen havuzuna aktarılarak popülasyona dahil edilir ve döngü bu şekilde devam eder. Model kullanıcısı üretilen görselleri yeterli bulup, döngüyü sonlandırana kadar üretim gerçekleşir.

Şekil 11: Genetik algoritma aracılığıyla doluluk/boşluk ilişkisi üzerinden tanımlamalarla görsel üretimi (Visual generation with definition of mass/void relationship through genetic algorithm)



Şekil 12'de yapı elemanları üzerinden genetik algoritma aracılığı ile oluşturulmuş sürecin işleyişi sunulmuştur. Başlangıç görsel bileşenlerinin tanımlanması ile başlanan yaklaşımda 1/1 birim kaplama malzemesi, 1/1 birim pencere elemanı ve 1/3 birim kapı elemanı bileşenleri bulunmaktadır. Seçilen bileşen sayısına da bağlı olarak genotip popülasyonu oluşturulmaktadır. Popülasyondaki genler 5 parçadan oluşmakta 1. parça yapı elemanı türünün, 2. parça x eksen koordinat değerinin, 3. parça y eksen koordinat değerinin, 4. parça bileşenin x boyutunun ve 5. parça ise bileşenin y boyutunun verisini içermektedir. Oluşturulan genotip popülasyonu bir sonraki aşamada fenotipe dönüştürülmekte, kullanıcıya görsel olarak oluşturulan fenotip sunulurken uyumluluk fonksiyonlarını sağlayıp sağlamadığı da görüntülenmektedir. Yapı elemanları üzerinden yapılan değerlendirmede uyumluluk fonksiyonları olarak kapı bileşeni için elemanların zemine denk gelmesi, pencere bileşeni için zemin haricinde diğer dış kenarlara denk gelmemesinin ve bileşenler arası çakışma olup olmadığının kontrolü yapılmaktadır. Uyumluluk fonksiyonlarını sağlayan fenotipler bir sonraki aşamaya aktarılmakta ve kullanıcı tarafından değerlendirilmektedir. Değerlendirme sonucunda iyi ve çok iyi alan

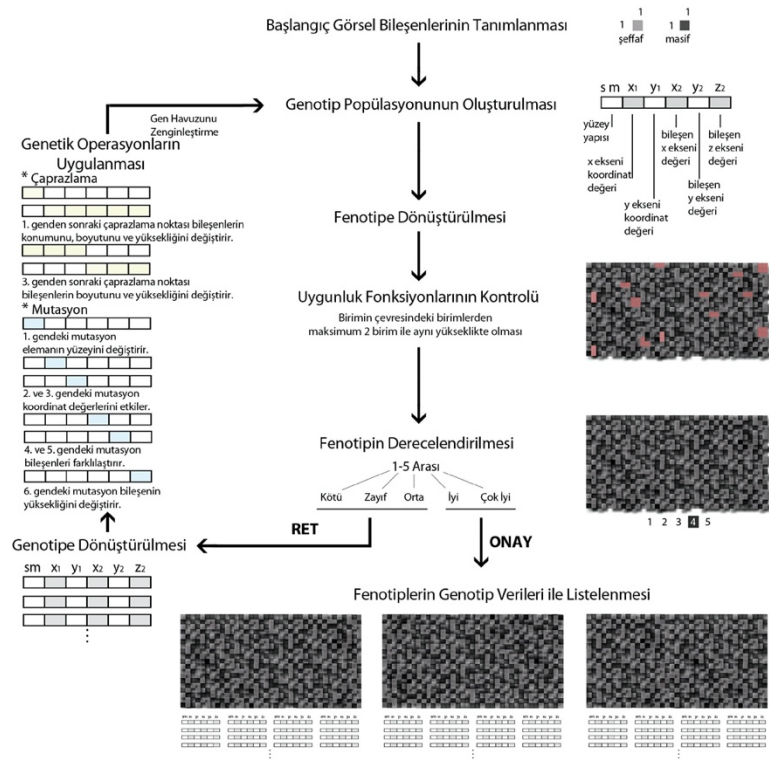
fenotipler onaylanarak çözüm kümesine aktarılmaktadır. Ret alanlar ise yeniden genotipe dönüştürülmekte ve genetik operasyonlara dahil edilmektedir. Çaprazlamada 1. genden sonraki çaprazlama noktası bileşenlerin koordinat değerlerini ve boyutunu, 3. genden sonraki çaprazlama noktası ise bileşenlerin boyutunu değiştirmektedir. Mutasyonda ise 1. gendeki mutasyon yapı elemanını değiştirirken, 2. ve 3. gendeki mutasyon koordinat değerlerini etkiler, 4. ve 5. gendeki mutasyon da bileşenleri farklılaştırır. Genetik operasyonlar sonucu genlerde yapı elemanı, konum ve biçim bazlı değişimler ortaya çıkar. Oluşan yeni genler gen havuzuna aktarılarak popülasyona dahil edilir ve döngü sonlandırılana kadar devam eder.



Şekil 12: Genetik algoritma aracılığıyla yapı elemanları üzerinden tanımlamalarla görsel üretimi (Visual generation with definition of building elements through genetic algorithm)

Şekil 13'de görüldüğü gibi genetik algoritma ile 3. boyut etkisinin tanımlanmasında ise şeffaf ve masif olmak üzere aynı boyutlardaki iki bileşen üzerinden çalışılmıştır. Tanımlanan elemanlardan seçilen bileşen sayısına bağlı olarak genotip popülasyonu oluşturulmaktadır. Popülasyondaki genler 6 parçadan oluşmakta 1. parça bileşen tipini, 2. parça x eksen koordinat değerinin, 3. parça y eksen koordinat değerinin, 4. parça bileşenin x boyutunun, 5. parça bileşenin y boyutunun ve 6. parça ise bileşen yüksekliğinin verisini içermektedir.

Oluşturulan genotip popülasyonu bir sonraki aşamada fenotipe dönüştürülmekte, kullanıcıya görsel olarak oluşturulan fenotip sunulurken uyumluluk fonksiyonlarını sağlayıp sağlamadığı da görüntülenmektedir. 3. boyut etkisi üzerinden yapılan değerlendirmede uyumluluk fonksiyonu olarak birimin çevresindeki birimlerden maksimum 2 birim ile aynı yükseklikte olmasının kontrolü yapılmaktadır. Uyumluluk fonksiyonlarını sağlayan fenotipler bir sonraki aşamaya aktarılmakta ve kullanıcı tarafından derecelendirilmektedir. Değerlendirme sonrası iyi ve çok iyi alan fenotipler onaylanarak çözüm kümesine aktarılırken, ret alanlar yeniden genotipe dönüştürülmekte ve genetik operasyonlara dahil edilmektedir. Çaprazlamada 1. genden sonraki çaprazlama noktası bileşenlerin konumunu, boyutunu ve yüksekliğini değiştirirken; 3. genden sonraki çaprazlama noktası ise bileşenlerin sadece boyutunu ve yüksekliğini değiştirmektedir. Mutasyonda ise 1. gendeki mutasyon yapı bileşenini değiştirirken, 2. ve 3. gendeki mutasyon koordinat değerlerini etkiler, 4. ve 5. gendeki mutasyon bileşenleri farklılaştırır ve 6. gendeki mutasyon bileşeninin yüksekliğini değiştirir. Genetik operasyonlar sonucu genlerde yüzey tipolojisi, konum, biçim ve yükseklik bazlı değişimler ortaya çıkar. Oluşan yeni genler de gen havuzuna aktarılarak popülasyona dahil edilir ve döngü bu şekilde devam eder.



Şekil 13: Genetik algoritma aracılığıyla 3. boyut etkisi üzerinden tanımlamalarla görsel üretimi (Visual generation with definition of 3rd dimensional effect through genetic algorithm)

4. SONUÇ (CONCLUSION)

Çalışmada ortaya konulan genetik algoritma temelli model, mimari cepheler için belirli tanımlamalar altında cephenin karakterini taşıyan diğer sanal olasılıkların üretilmesi için bir yöntem önerisi sunmaktadır. Günümüz teknolojik altyapıları ile görsel olarak mimari cephelerin kendini sunması, görünümünü değiştirebilmesi ve çevresindekilerle etkileşime girebilmesi mümkündür. Projeksiyon haritalama uygulamaları ise bu tip görsel üretimlerin kullanılabilmesi için birincil alanlar olarak görülmektedir. Projeksiyon haritalama için içerik üretim sürecinde genetik algoritma temelli yaklaşımla elde edilebilecek seçilmiş görseller ile aralarındaki geçişlerin de tanımlanmasıyla yapı cephesini referans alan animasyonlar üretilebilir. Projeksiyon haritalama uygulamaları etkileşim kurdukları her bir çalışma ile birer uzamsal artırılmış gerçeklik uygulamasıdır. Bu nedenle genetik algoritma ve uzamsal artırılmış gerçeklik kesişiminde yeni üretim ve sunum imkanlarının kurulması önemli görülmektedir.

Bu çalışmada öne çıkan çalışmalar da göz önünde bulundurularak mevcut cephe ile ilişki kuran görsel üretimlerin üzerinde durulmuştur. Çalışma kapsamında ele alınan Hamburger Kunsthalle yapısının cephesi üzerinden doluluk/boşluk ilişkisi, yapı elemanları ve 3. boyut etkisi üzerinden örnek tanımlamalar geliştirilmiştir. Bu tanımlamaların yapı yüzeylerini belirli rasyonel yaklaşımlar altında ifade etme açısından önemli olduğu düşünülmektedir. Kurgulanan 3 farklı tanımlama ile genetik algoritma temelli model belirli bir iş akış süreci altında sunulmuştur. Bu süreçlerde mimari cephenin dilini taşıyan görsellerin varyasyonlarıyla üretilebileceği çerçeveler tanımlanmıştır.

Genetik algoritma ile çalışmanın bir sınırlayıcısı olarak, model kullanıcısı üretilecek görsellerde belirleyici bir role sahiptir ve kullanıcının cephenin mimari diline uygun görsel seçiminde uzman olması gerekmektedir. Çalışma kapsamında modelin görsel üretimi adına 2 boyutlu üretim yaklaşımı benimsenmiştir, gelecek çalışmalarda 3 boyutlu üretimler için genetik algoritmalarından faydalanmaya odaklanılabileceği düşünülmektedir.

Çıkar çatışması beyanı (Conflict of Interest Statement)

Çalışmanın yazarı bu çalışmada, sonuçları veya yorumları etkileyebilecek herhangi bir maddi veya diğer asli çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Referanslar (References)

- Aksu, M. (2019). Mimarlıkta video projeksiyon haritalama kullanımı. *Tasarım Enformatiği*, 1(2), 107-117.
- Albayrak, A. (2017). Kamusal alanlarda veri kültürü: Video mapping. *Fine Arts*, 12(3), 164-176.
- Aydınlı, S. (2008). Mekân'dan mekânsal'a: Mekânın zamansallığı/zamanın mekânsallığı, *zaman-mekân* (Haz.: A. Şentürer, Ş. Ural, Ö. Berber, F. Uz Sönmez), s. 150-161, İstanbul: YEM Yayın.
- Bentley, P. (1999). An introduction to evolutionary design by computers. *Evolutionary design by computers*, 1-73.
- Bölek, B., Demirkol, H. G., & İnceoğlu, M. (2022). Architectural design with generative algorithm and video projection mapping. *Eskişehir Technical University Journal of Science and Technology A-Applied Sciences and Engineering*, 23, 50-59.
- Burczykowski, L., & Thébault, M. (2020). Points of view: Origins, history and limits of projection mapping. *Image Beyond the Screen: Projection Mapping*, 69-81.
- Calixte, X., & Leclercq, P. (2017). The interactive projection mapping as a spatial augmented reality to help collaborative design: Case study in architectural design. In *Cooperative Design, Visualization, and Engineering: 14th International Conference, CDVE 2017*, Mallorca, Spain, September 17-20, 2017, Proceedings 14 (pp. 143-152). Springer International Publishing.
- Çetinkaya, O. (2020). Investigation of the Interaction of Architecture and Digital Art Through the Projection Mapping Installations in Public Spaces (Master's thesis, Eastern Mediterranean University (EMU)-Doğu Akdeniz Üniversitesi (DAÜ)).
- DeLanda, M. (2002). Deleuze and the use of the genetic algorithm in architecture. *Architectural Design*, 71(7), 9-12.
- Eiben, A. E., & Smith, J. E. (2015). *Introduction to evolutionary computing*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Fasoulaki, E. (2007). Genetic algorithms in architecture: A necessity or a trend. In *10th Generative Art International Conference*, Milan, Italy.
- Gökçen, T. (2016). Mimari cephede çok boyutlu tasarım arayüzü olarak video haritalama ve algısal mekân deneyimi (Master's thesis, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

- Griffin, H. (2018). Moving the immovable: Projection mapping and the changing face of architecture. *In: AMPS Conference Moving Images - Static Spaces: Architecture, Art, Media, Film Digital Art and Design*, 12-13 Apr 2018, Istanbul.
- Grundhöfer, A., & Iwai, D. (2018). Recent advances in projection mapping algorithms, hardware and applications. *In Computer graphics forum* (Vol. 37, No. 2, pp. 653-675).
- Head, A. (2012). *Exploring the issues of digital outdoor architectural projections*.
- Holland, J. H. (1992). Genetic algorithms. *Scientific american*, 267(1), 66-73.
- Işıkkaya, D., & Çatak, G. (2010). An evaluation on video mapping as an architectural performance. *In 1st Annual International Conference on Fine and Performing Arts* (pp. 7-10).
- Işıkkaya, A. D. (2023). Video projection mapping as a visual urban art performance on architectural facade. *Street Art & Urban Creativity Scientific Journal*, 9(1).
- Lovell, J., & Griffin, H. (2019). Fairy tale tourism: the architectural projection mapping of magically real and unreal festival lightscapes. *Journal of Policy Research in Tourism, Leisure and Events*, 11(3), 469-483.
- Moloney, J. (2007). A framework for the design of kinetic façades. *In Computer-Aided Architectural Design Futures (CAADFutures) 2007: Proceedings of the 12th International CAADFutures Conference* (pp. 461-474). Springer Netherlands.
- Nofal, E., Stevens, R., Coomans, T., & Moere, A. V. (2018). Communicating the spatiotemporal transformation of architectural heritage via an in-situ projection mapping installation. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 11, e00083.
- Nota Bene Visual (2010). *Pera Palace Hotel - Abstract part, grand opening*. Nota Bene Visual. <https://www.notabenevisual.com/#/works/pera-palace-hotel-abstract/>
- Quadrature (2013). *Quadrature: A/V Performance at Santralistanbul*. Quadrature. <https://quadrature.co/work/quadrature/>
- Oury, J. (2020). Architectural projection mapping contests: An opportunity for experimentation and discovery. *Image Beyond the Screen: Projection Mapping*, 213-227.
- Singh, V., & Gu, N. (2012). Towards an integrated generative design framework. *Design studies*, 33(2), 185-207.
- Stella, M. (2020). Projection mapping: A new symbolic form?. *Image Beyond the Screen: Projection Mapping*, 51-67.
- Turner, J. S. (2012). Evolutionary architecture? Some perspectives from biological design. *Architectural Design*, 82(2), 28-33.

- Urbanscreen (2009). *555 Kubik, How it would be if a house was dreaming*. Urbanscreen. <https://www.urbanscreen.com/555-kubik/>
- WDCH Dreams (2019, Eylül 27). *WDCH Dreams*. Refik Anadol. <https://refikanadol.com/works/wdch-dreams/>
- Zülkadiroğlu, D. (2013). Mimari cephe temsillerinin kullanıcı algısına etkisinin incelenmesi (Doctoral dissertation, İstanbul Kültür Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü/Mimarlık Anabilim Dalı/Mimari Tasarım Bilim Dalı).

