Sürdürülebilir Mühendislik Uygulamaları veTeknolojik Gelişmeler Dergisi
Journal of Sustainable Engineering Applications and Technological Developments
2026, 9(1): 98-106

Türkiye'de Yüksek Binalarda BIM Tabanlı Sürdürülebilir Cephe Tasarımı Uygulamalarının Gelişimi

Development of BIM-Based Sustainable Facade Design Applications in High-Rise Buildings in Türkiye

Demirali QERİMİ[1*], Murat TAŞ[2], Nilüfer TAŞ[3]

[1*]Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye
[2, 3] Bursa Uludağ Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Bursa, Türkiye

ÖZET

Türkiye'de yüksek katlı binaların sayısının artmasıyla birlikte, bu yapıların mimari cephe tasarımları hem estetik hem de performans açısından önemli bir araştırma alanı haline gelmiştir. Bu çalışma, Türkiye'de yüksek katlı binaların mimari cephe tasarımında yaşanan dönüşümü, sürdürülebilirlik hedefleri ve Bina Bilgi Modellemesi (BIM) kullanımının mimari karar süreçlerine etkisi bağlamında değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Araştırmada nitel araştırma yaklaşımı benimsenmiş olup, veriler literatür incelemesi ve içerik analizi yöntemiyle ele alınmıştır. Çalışma kapsamında, Türkiye bağlamındaki mevcut durumu somutlaştırmak amacıyla İstanbul Finans Merkezi Ziraat Kuleleri gibi BIM tabanlı cephe uygulamaları içeren projeler ve akademik yayınlar incelenmiştir. Özellikle 2000'li yıllardan sonra hızlanan kentleşme, küresel mimari eğilimlerin etkisi ve gelişen teknolojiler, yüksek katlı yapıların cephelerinde belirgin bir dönüşüme yol açmıştır. Geleneksel cam–alüminyum cephelerden, enerji verimliliğini önceleyen çok katmanlı kabuk sistemlerine kadar uzanan bu evrim, Türkiye'de mimari tasarım kültürünün değişimini yansıtmaktadır. Bununla birlikte, bu değişimin ardındaki teknolojik, çevresel ve tasarımsal faktörlerin bütüncül bir şekilde değerlendirildiği çalışmalar sınırlıdır. Bu bağlamda Bina Bilgi Modellemesi (BIM), yüksek katlı binalarda sürdürülebilir cephe tasarımını destekleyen önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır. BIM tabanlı tasarım süreçleri gün ışığı kontrolü, ısıl performans analizi, malzeme optimizasyonu ve yaşam döngüsü değerlendirmesi gibi cephe performansını doğrudan etkileyen kriterlerin tasarım sürecinin erken aşamalarına entegre edilmesini sağlamaktadır. Böylece mimarlar, cephe formu, malzeme seçimi ve yapısal organizasyon gibi kararları daha veriye dayalı ve sürdürülebilir bir çerçevede şekillendirebilmektedir. Türkiye'deki mevcut BIM pratiklerinin halen ağırlıklı olarak teknik koordinasyon, çakışma tespiti ve imalat süreçlerinde yoğunlaştığı; tasarımın ilk evrelerinde sürdürülebilirlik odaklı karar destek aracı olarak kullanımının ise sınırlı kaldığı saptanmıştır. Sonuç olarak, çalışma BIM'in Türkiye'de sadece bir modelleme aracı değil, yüksek katlı binalarda çevresel duyarlılığı yüksek cephe tasarımları geliştirmek için stratejik bir platform olarak konumlandırılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bina Bilgi Modellemesi (BIM), Yüksek Katlı Binalar, Cephe Tasarımı, Sürdürülebilirlik, Türkiye.

ABSTRACT

With the increasing number of high-rise buildings in Türkiye, the architectural façade design of these structures has become an important field of research, encompassing both aesthetics and performance. This study aims to evaluate the transformation of architectural façade design in high-rise buildings in Türkiye within the context of sustainability goals and the impact of Building Information Modeling (BIM) on architectural decision-making processes. A qualitative research approach was adopted in the study, and the data were examined using a literature review and content analysis. Within the scope of the study, to clarify the current situation in Türkiye, projects incorporating BIM-based façade applications, such as the Istanbul Financial Center Ziraat Towers, as well as academic publications, were analyzed. Particularly after the 2000s, rapid urbanization, the influence of global architectural trends, and advancing technologies have led to a significant transformation in the façades of high-rise buildings. This evolution, ranging from traditional glass–aluminum façades to multi-layered envelope systems prioritizing energy efficiency, reflects the change in architectural design culture in Türkiye. However, studies that holistically evaluate the technological, environmental, and design factors behind this transformation remain limited. In this context, Building Information Modeling (BIM) emerges as an important tool supporting sustainable façade design in high-rise buildings. BIM-based design processes enable the integration of criteria directly affecting façade performance, such as daylight control, thermal performance analysis, material optimization, and life cycle assessment, into the early stages of design. Thus, architects can shape decisions on façade form, material selection, and structural organization within a more data-driven, sustainable framework. It has been identified that current BIM practices in Türkiye remain predominantly focused on technical coordination, clash detection, and construction processes. At the same time, their use as a sustainability-oriented decision-support tool in the early design stages remains limited. As a result, the study highlights that BIM should be positioned in Türkiye not merely as a modeling tool, but as a strategic platform for developing environmentally responsive façade designs in high-rise buildings.

Keywords: Building Information Modeling (BIM), High-Rise Buildings, Facade Design, Sustainability, Türkiye.

Başvuru: 09.02.2026 Kabul: 21.04.2026
Doi: 10.51764/smutgd.1882129

[1*]Sorumlu yazar: Bursa Uludağ Üniversitesi, FEN Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye; E-mail: demiraliq@gmail.com; ORCID: https://orcid.org/0009-0001-0930-9595
[2] E-mail: murattas@uludag.edu.tr ; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6152-5650
[3] E-mail: nilufertas@uludag.edu.tr ; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3627-2011

1. Giriş

Bu çalışma, Türkiye'de yüksek katlı binaların mimari cephelerinin tarihsel ve teknolojik evrimini inceleyerek BIM tabanlı sürdürülebilir tasarım uygulamalarının bu dönüşüm üzerindeki etkisini araştırmayı amaçlamaktadır. Malzeme değişimleri, cephe tipolojileri, performans beklentileri ve dijital tasarım yöntemleri birlikte ele alınarak, Türkiye bağlamına özgü bir değerlendirme çerçevesi oluşturulmaktadır. Araştırma kapsamında literatür taraması, örnek yapı analizleri ve BIM tabanlı performans değerlendirmeleri bir arada kullanılarak hem mevcut durumu ortaya koymak hem de geleceğe yönelik tasarım stratejileri geliştirmek hedeflenmektedir. Böylece çalışma, yüksek katlı binalarda daha verimli, daha dayanıklı ve çevresel açıdan daha duyarlı cephe tasarımlarının geliştirilmesine katkı sağlayacak mimari bir perspektif sunmaktadır. Bu çalışma, Türkiye'de yüksek katlı binaların mimari cephe tasarımında yaşanan dönüşümü yalnızca biçimsel ya da teknik bir değişim olarak değil, tasarım sürecinin dijitalleşmesi ve sürdürülebilirlik hedefleriyle yeniden yapılandırılması bağlamında ele almaktadır. Özellikle BIM tabanlı tasarım yaklaşımlarının cephe tasarım kararlarının erken aşamalarda alınmasına olanak tanıması, mimari, çevresel ve teknolojik parametrelerin bütüncül bir şekilde değerlendirilmesini mümkün kılmaktadır.

Bina Bilgi Modellemesi (BIM) üzerine yapılan çalışmaların tarihsel gelişimi incelendiğinde; ilk aşamalarda Azhar (2011) ve Eastman vd. (2018) gibi temel kaynakların BIM'in AEC (Mimarlık, Mühendislik, İnşaat) endüstrisindeki verimlilik potansiyelini tanımladığı görülmektedir. 2020'li yıllara gelindiğinde ise odak, Manzoor vd. (2021) çalışmasında olduğu gibi, yüksek katlı binalarda sürdürülebilirlik performansına kayılmıştır. Türkiye bağlamında yapılan araştırmalar incelendiğinde; Yaman ve İlter (2019) ile Özener vd. (2020) BIM'in sektörel benimsenme düzeylerini ortaya koyarken; Ünlütürk (2024), Okbaz vd. (2024) ve Cebecioğlu Avcı ve Akdemir (2024) gibi en güncel çalışmalar ise akıllı cephe teknolojileri ve ısıl performans simülasyonları gibi daha spesifik teknik analizlere yoğunlaşmıştır.

Uluslararası literatürde BIM'in yüksek katlı binalarda cephe performansını optimize eden bir karar destek aracı olarak kullanıldığına dair çok sayıda çalışma bulunmasına karşın, Türkiye bağlamında BIM'in cephe tasarımına mimari bir perspektiften nasıl entegre edildiğini ele alan çalışmalar sınırlıdır. Mevcut araştırmaların büyük bir kısmı, BIM'i yapım teknolojileri ve mühendislik süreçleri çerçevesinde değerlendirmekte; cephe tasarımının mimari karar alma süreçleriyle ilişkisini ikincil planda bırakmaktadır.

Bu noktada çalışma, sadece mevcut durumun bir dökümünü sunmakla kalmayıp, yüksek katlı binaların cephe tasarımında estetik, teknolojik ve çevresel parametrelerin BIM ortamında nasıl eşzamanlı yönetilebileceğine dair 'bütüncül bir değerlendirme çerçevesi' sunarak literatürdeki boşluğu doldurmayı hedeflemektedir. Araştırma, mimari tasarımın en erken aşamasından itibaren performans verilerinin (gün ışığı, ısıl yük vb.) form kararlarıyla nasıl sentezleneceğini Türkiye bağlamındaki projeler üzerinden somutlaştırmaktadır. Bu yönüyle çalışma, BIM'i teknik bir modelleme aracından sürdürülebilir tasarım kararlarını yönlendiren stratejik bir 'karar destek mekanizmasına' dönüştüren bir metodolojik yaklaşım önermesi bakımından özgün bir değer taşımaktadır.

Bu bağlamda araştırma, Türkiye'de farklı dönemlerde inşa edilmiş yüksek katlı binaların cephe tasarımlarını, malzeme seçimini, katmanlaşma biçimini ve performans kriterleri açısından BIM tabanlı analizler aracılığıyla ele almaktadır. Böylece çalışma, BIM'in Türkiye'deki yüksek katlı yapı pratiğinde sürdürülebilir mimari tasarımın yönlendirici bir bileşeni olarak nasıl konumlandırılabileceğini tartışmaya açarak, gelecekteki tasarım pratiklerine yönelik bilimsel ve veriye dayalı bir değerlendirme zemini sunmaktadır.

2. Literatür Taraması

Yüksek katlı binaların cephe tasarımı, mimarlık literatüründe hem estetik hem de çevresel performans bağlamında uzun süredir tartışılan bir konudur. Uluslararası çalışmalarda, özellikle 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren cam ağırlıklı perde duvar sistemlerinin yaygınlaşmasıyla birlikte, enerji tüketimi ve iç mekân konforu sorunlarının belirginleştiği görülmektedir. Bu durum, cephelerin yalnızca biçimsel bir unsur değil, yapının enerji performansını belirleyen aktif bir bileşen olarak ele alınmasına yol açmıştır.

Sürdürülebilir cephe tasarımına yönelik literatür, çift kabuklu cepheler, hareketli güneş kırıcı sistemler, yüksek performanslı camlar ve akıllı cephe teknolojileri gibi çözümler üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu çalışmalar, cephe tasarım kararlarının erken aşamalarda alınmasının enerji verimliliği ve kullanıcı konforu açısından kritik olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, bu kararların çoğunlukla simülasyon ve performans analizleriyle desteklenmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

Bina Bilgi Modellemesi (BIM), literatürde bu ihtiyaca cevap veren bütünleşik bir tasarım aracı olarak ele alınmaktadır. BIM tabanlı çalışmaların cephe performansının gün ışığı, ısıl konfor, enerji tüketimi ve yaşam döngüsü maliyetleri gibi parametreler üzerinden analiz edilmesini mümkün kılmaktadır. Uluslararası örneklerde

BIM'in özellikle yüksek katlı binalarda cephe tasarım sürecini yönlendiren bir karar destek sistemi olarak kullanıldığı görülmektedir.

Türkiye'deki literatür incelendiğinde ise çalışmaların büyük ölçüde BIM'in teknik ve yapısal boyutlarına odaklandığı, cephe tasarımı ile sürdürülebilirlik ilişkisini mimari bağlamda ele alan araştırmaların sınırlı olduğu tespit edilmektedir. Bu durum, yüksek katlı binaların cephe tasarımında BIM tabanlı sürdürülebilir yaklaşımların bütüncül biçimde değerlendirilmesine yönelik bir araştırma boşluğu oluşturmaktadır.

Literatürde yüksek katlı binaların cephe tipolojileri tarihsel ve fonksiyonel gelişim çerçevesinde incelenmektedir. Erken dönem yüksek katlı yapılarda genellikle tek katmanlı cam-metal sistemler tercih edilirken, çevresel performansın önem kazanmasıyla birlikte çok katmanlı, çift kabuklu ve adaptif sistemler giderek daha fazla araştırılmıştır. Çift kabuklu cephe sistemleri, ara boşluk sayesinde doğal veya mekanik havalandırma potansiyeli yaratır bu da özellikle enerji tüketimi kontrolü ve termal konfor hedefleri açısından avantaj sağlayabilir. URL - 1.

Cephe tipolojilerinin performans değerlendirmeleri, sürdürülebilir çevresel hedefler doğrultusunda çok kriterli seçim metodolojileri ile incelenmektedir. Bu çalışmalar, ekonomik, çevresel ve sosyal boyutları birlikte değerlendiren metodolojilerle farklı cephe sistemlerinin karşılaştırılmasını sağlar. Ayrıca, cephe tasarımında kullanıcı konforunu ve iç mekân iklimini yükseltmek için responsive tasarım yöntemleri önerilmektedir. Bu yaklaşımlar, cephe bileşenlerinin güneş radyasyonu, gün ışığı ve termal davranış gibi çevresel parametrelerle etkileşimini optimize etmeye çalışır. Ünlütürk, M. S. (2024).

Sürdürülebilir cephe tasarımı literatürü, enerji verimliliği, gün ışığı kontrolü ve ısıl konfor gibi performans kriterlerini odak noktası haline getirmektedir. Performans odaklı cephe stratejileri bina toplam enerji tüketimi ve iç mekân konforu üzerinde belirleyici role sahiptir. Bu nedenle, tasarımcıların cephe performansını değerlendirmeleri için analiz araçları ve simülasyon teknikleri geliştirilmiştir. BIM ortamında yapılan enerji ve performans simülasyonları, mimari tasarım kararlarının çevresel sonuçlarıyla ilişkilendirilmesine olanak tanır. (Gonçalves et al., 2024).

Literatürde çift kabuklu ve adaptif cephe sistemleri gibi yüksek performanslı çözümler, sürdürülebilir bina hedefleri doğrultusunda enerji yükünü azaltma, gün ışığı kontrolünü iyileştirme ve iç mekân konforunu optimize etme potansiyelleriyle değerlendirilmiştir. Ancak bu sistemlerin tasarımı, inşası ve işletimi sırasında karşılaşılan maliyet, bakım ve sertifika gereksinimleri gibi meydan okumalar vardır. Fernando, D., Navaratnam, S., Rajeev, P., & Sanjayan, J. (2023).

Bina Bilgi Modellemesi (BIM), mimari tasarım, analiz ve uygulama süreçlerini bir araya getiren bütüncül bir dijital yaklaşımdır. BIM ile üç boyutlu modelleme, bilgi entegrasyonu ve disiplinlerarası iş birliği sağlanmakta; bu da sürdürülebilir bina tasarımında önemli avantajlar sunmaktadır. BIM'in sürdürülebilir bina tasarım süreçlerine katkısı, entegre proje teslimi ve tasarım optimizasyonu gibi önemli faydalarla literatürde belgelenmiştir. BIM'in yüksek katlı binalarda sürdürülebilirlik performansını nasıl etkilediği üzerine yapılan çalışmalarda, BIM uygulamasının bina tasarımının erken aşamalarından itibaren sürdürülebilir hedeflerin karar süreçlerine dâhil edilmesine katkı sağladığı bulunmuştur. Bununla birlikte, BIM teknolojisinin kullanım düzeyinin proje paydaşları arasında hâlâ sınırlı olduğu ve farkındalık uygulama seviyesinin geliştirilmesinin gerektiği görülmüştür. Manzoor, B., Othman, I., Kang, J. M., & Geem, Z. W. (2021).

Araştırmalar ayrıca BIM'in sadece teknik bir araç değil, aynı zamanda tasarım kararlarını destekleyen bir süreç olduğunu vurgulamaktadır. BIM tabanlı yaklaşımlar gün ışığı analizleri, enerji performans modelleri ve cephe bileşenlerinin optimizasyonu gibi tasarım aşamalarında kriterleri karşılaştırmalı şekilde değerlendirebilme imkânı sağlar.

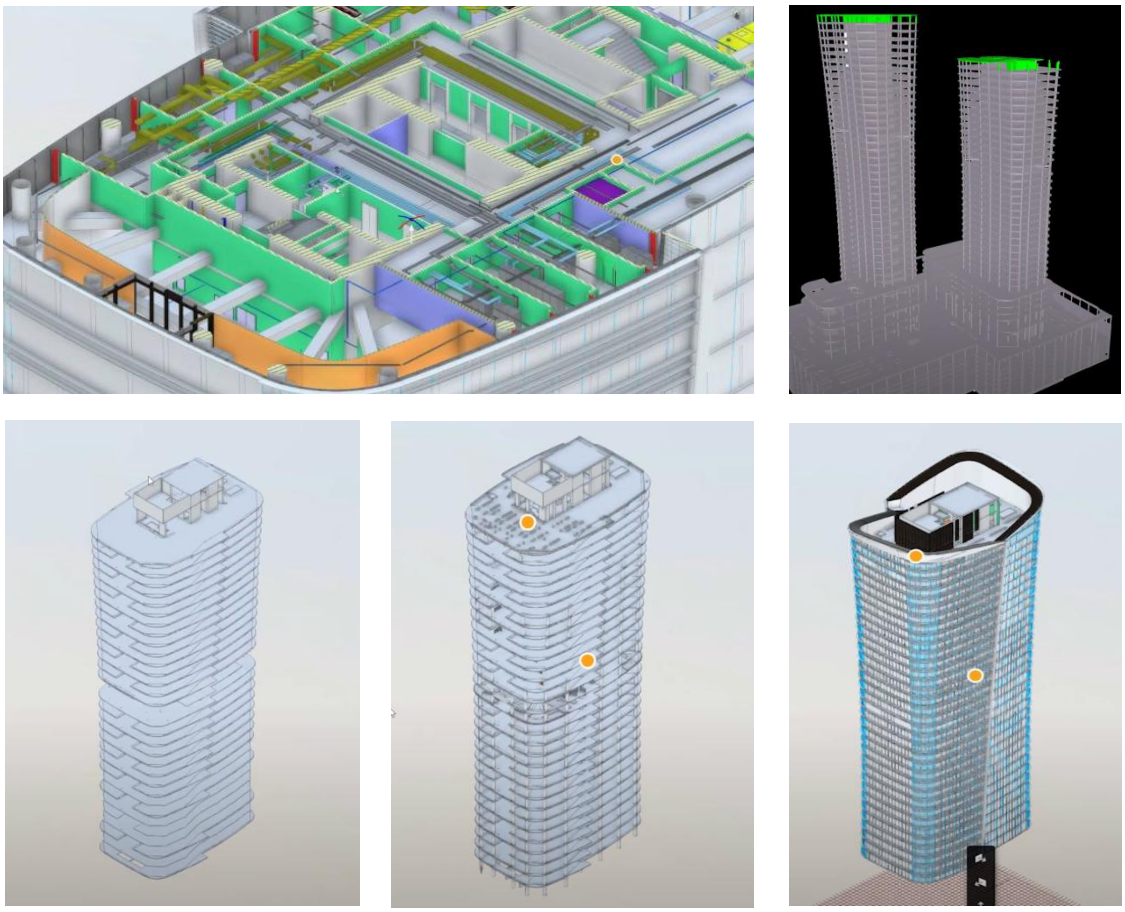
Literatürde, BIM tabanlı üretken tasarım yaklaşımlarının erken tasarım aşamasında cephe parametrelerinin enerji performansına göre değerlendirilmesine olanak tanıdığı görülmektedir. Bu kapsamda bazı çalışmalar, pencere-duvar oranı, opak-şeffaf yüzey oranı ve pencere konumlandırması gibi cepheye ilişkin temel tasarım parametrelerini parametrik modelleme ve enerji simülasyonu süreçleriyle bütünleştirerek optimize etmektedir. Revit ve Dynamo gibi BIM tabanlı araçların kullanıldığı bu yaklaşımlar, cephe tasarımının sezgisel kararlar yerine performans verilerine dayalı olarak yönlendirilmesini mümkün kılmaktadır. Türkiye'de BIM ile ilgili akademik çalışmaların büyük çoğunluğu proje yönetimi, disiplinlerarası koordinasyon ve inşaat süreci odaklıdır; sürdürülebilir tasarım, cephe performansı ve mimari karar süreçleri bağlamında ele alınan araştırmalar ise sınırlı sayıdadır. Türkiye'de yüksek katlı yapılarla ilgili literatürde BIM kullanımının, ağırlıklı olarak disiplinlerarası koordinasyonun sağlanması, çakışma tespiti ve uygulama hatalarının azaltılması gibi amaçlarla benimsendiği; cephe modelleme ve uygulama süreçlerinde ise etkin bir araç olarak kullanıldığı belirtilmektedir (Aladağ, Demirdöğen & Işık, 2016; Özener et al., 2020).

Buna karşın, BIM'in mimari tasarım sürecini yönlendiren stratejik bir araç olarak kullanımının sınırlı kaldığı ve

erken tasarım aşamalarında cephe performansına yönelik kararları doğrudan şekillendirmediği vurgulanmaktadır. Bu durum, Türkiye'de özellikle yüksek katlı binalarda BIM tabanlı cephe tasarımına ve cephe performansının mimari niteliğe etkisine yönelik daha derinlemesine akademik analizlere duyulan gereksinimi ortaya koymaktadır. Mevcut literatür, BIM'in teknik ve organizasyonel potansiyelini ortaya koymakla birlikte, bu potansiyelin tasarım sürecine nasıl entegre edildiği ve cephe performansının mimari kaliteyi nasıl etkilediği konusunda sınırlı bilgi sunmaktadır. Türkiye'de BIM'in yüksek katlı binalarda cephe tasarımına entegrasyonuna ilişkin uygulama odaklı örneklerden biri İstanbul Finans Merkezi'nde yer alan Ziraat Kuleleri projesidir. Akademik literatürde proje ismiyle ayrıntılı bir vaka çalışması bulunmamakla birlikte, sektörel raporlar ve endüstri yayınları bu projede BIM'in mimari, yapısal, mekanik, elektrik ve cephe disiplinlerine ait üç boyutlu modellerin tek bir birleşik koordinasyon modeli altında toplanması yoluyla kullanıldığını göstermektedir.

Bu yaklaşım sayesinde farklı disiplinler arasında ortaya çıkabilecek mekânsal ve yapısal çakışmalar uygulama aşamasına geçilmeden önce tespit edilerek çözümlenmiştir. Özellikle cephe sistemleri ile taşıyıcı yapı ve MEP bileşenleri arasındaki çakışmaların erken aşamada giderilmesi, uygulama sürecinde oluşabilecek montaj hatalarının ve revizyonların azaltılmasına katkı sağlamıştır. Projede giydirme cephe sistemine ait yaklaşık 9.420 farklı panel için parametrik BIM tabanlı imalat modelleri oluşturulmuş. Bu modeller aracılığıyla panel ölçüleri, konumları ve montaj ilişkileri dijital ortamda tanımlanmıştır.

Parametrik cephe yaklaşımı sayesinde her bir cephe elemanının projeye özgü geometrik ve yapısal özellikleri BIM modeli üzerinden kontrol edilmiş ve cephe tasarımının üretilebilirliği güvence altına alınmıştır. Ayrıca BIM modeli kullanılarak 11.500'ü aşkın imalat ve montaj çizimi doğrudan modelden otomatik olarak üretilmiş; bu durum geleneksel iki boyutlu çizim süreçlerine kıyasla hata riskini azaltmış ve üretim sürecini hızlandırmıştır. Ziraat Kuleleri örneğinde BIM'in saha uygulamalarına entegrasyonu da dikkat çekicidir. BIM tabanlı çizimler ve güncel model verileri bulut tabanlı sistemler aracılığıyla mobil cihazlar üzerinden erişilebilir kılınmış; böylece saha ekiplerinin doğru ve güncel bilgiye anlık olarak ulaşması sağlanmıştır. Bununla birlikte, bu kapsamlı BIM uygulamasının ağırlıklı olarak uygulama, koordinasyon ve imalat aşamalarına odaklandığı; cephe tasarımına ilişkin enerji performansı, gün ışığı kontrolü ve sürdürülebilirlik gibi kriterlerin erken tasarım aşamasında BIM tabanlı analizlerle yönlendirilmediği görülmektedir. Bu durum, Türkiye'de BIM'in cephe tasarımında güçlü bir teknik ve organizasyonel araç olarak kullanıldığını, ancak mimari tasarım kararlarını yönlendiren stratejik bir araç olarak kullanımının henüz sınırlı kaldığını ortaya koymaktadır.



Şekil 1.1. Ziraat Kuleleri BIM uygulama projesi (URL - 2).

Uluslararası literatürde BIM, yalnızca uygulama ve koordinasyon süreçlerini destekleyen bir araç olarak değil, erken tasarım aşamasında mimari kararları yönlendiren stratejik bir tasarım ortamı olarak ele alınmaktadır. Özellikle yüksek katlı yapılarda cephe sistemleri, enerji performansı, gün ışığı kontrolü, yapısal uyum ve üretilebilirlik gibi çok sayıda kriterin eşzamanlı değerlendirilmesini gerektirdiğinden, BIM tabanlı yaklaşımların bu süreçte belirleyici bir rol üstlendiği vurgulanmaktadır.

Eastman ve arkadaşları tarafından ortaya konulan BIM kuramsal çerçevesinde, cephe sistemleri parametrik bileşenler olarak tanımlanmakta ve bu bileşenler üzerinden performans analizlerinin erken tasarım aşamasında gerçekleştirilebildiği belirtilmektedir. Bu yaklaşımda BIM, cephe tasarımını yalnızca geometrik bir modelleme süreci olmaktan çıkararak, enerji tüketimi, çevresel etki ve kullanıcı konforu gibi ölçütlerle ilişkilendiren bütüncül bir değerlendirme ortamı sunmaktadır. Uluslararası örneklerde, çift cidarlı cepheler, yüksek performanslı giydirme cephe sistemleri ve adaptif cephe çözümleri BIM tabanlı simülasyonlar aracılığıyla test edilmekte ve tasarım kararları bu analizler doğrultusunda şekillendirilmektedir.

BIM'in cephe tasarımına bu biçimde entegre edildiği ülkelerde, modelleme süreci mimari tasarımın ilerleyen aşamalarına bırakılmamakta, konsept ve ön tasarım evresinden itibaren cephe performansı tasarım sürecinin ayrılmaz bir parçası olarak ele alınmaktadır. Böylece cephe sistemi, yalnızca yapının dış kabuğunu oluşturan bir eleman değil, yapının çevresel performansını belirleyen aktif bir tasarım bileşeni hâline gelmektedir.

Türkiye bağlamında yapılan çalışmalar ise BIM'in yüksek katlı yapılarda daha çok disiplinlerarası koordinasyon, çakışma tespiti ve uygulama sürecinin yönetilmesi amacıyla kullanıldığını göstermektedir. Özener ve arkadaşlarının Türkiye'de BIM benimsenmesine ilişkin çalışmaları, BIM'in cephe modelleme süreçlerinde etkin bir araç olarak kullanıldığını ancak performans temelli tasarım kararlarını yönlendirme potansiyelinin sınırlı kaldığını ortaya koymaktadır. Bu durum, uluslararası literatürde BIM'in cephe tasarımında üstlendiği rol ile Türkiye'deki uygulamalar arasında belirgin bir yaklaşım farkı bulunduğunu göstermektedir.

Bu karşılaştırma, Türkiye'de BIM'in teknik ve organizasyonel bir koordinasyon aracı olarak güçlü bir biçimde kullanıldığını; ancak cephe tasarımını yönlendiren, performans temelli ve erken aşama karar üretimine katkı sağlayan bir tasarım aracı olarak kullanımının henüz yeterince gelişmediğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, uluslararası literatürdeki yaklaşımlar Türkiye'de yüksek katlı yapılarda BIM tabanlı cephe tasarımına yönelik yeni araştırma alanları ve yöntemler geliştirilmesi açısından önemli bir referans çerçevesi sunmaktadır. (Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K., 2011).

3. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmanın temel amacı, yüksek katlı binaların cephe tasarımında Bina Bilgi Modellemesi (BIM) tabanlı sürdürülebilir yaklaşımların mimari karar süreçlerini nasıl dönüştürdüğünü analiz etmektir. Araştırma, nitel araştırma yöntemlerinden olan sistematik literatür taraması ve içerik analizi teknikleri kullanılarak kurgulanmıştır. Çalışmanın yöntemi, konuyu sadece teorik olarak özetlemek yerine, mevcut verileri Türkiye'deki uygulama pratikleriyle sentezleyen üç aşamalı bir süreçten oluşmaktadır.

Veri toplama aşamasında, Google Scholar, TR Dizin ve ScienceDirect gibi saygın akademik veritabanları üzerinden kapsamlı bir tarama yapılmıştır. Bu taramada 'BIM', 'yüksek katlı bina', 'sürdürülebilir cephe' ve 'Türkiye' anahtar kelimeleri kullanılarak son 15 yıla ait yayınlara odaklanılmıştır. Kaynak seçiminde, sadece genel bilgiler veren çalışmalar yerine, yüksek katlı yapı ölçeğinde sismik tasarım (seismic design), rüzgâr yükü simülasyonları, risk yönetimi ve blokzincir tabanlı bina bakım süreçleri gibi güncel ve teknik konuları ele alan yayınlara öncelik verilmiştir.

Analiz sürecinde ise elde edilen veriler belirli performans kriterlerine göre sınıflandırılmıştır. Bu aşamada, enerji verimliliği ve gün ışığı kullanımı gibi geleneksel kriterlerin yanı sıra, ultra yüksek performanslı beton (UHPC) gibi yenilikçi malzeme kullanımları ve dijital akıllı yöntemlerin tasarım sürecine entegrasyonu incelenmiştir. Ayrıca, Türkiye bağlamındaki mevcut durumu somutlaştırmak amacıyla İstanbul Finans Merkezi Ziraat Kuleleri gibi BIM tabanlı cephe uygulamaları içeren projeler, literatürdeki örnekleriyle karşılaştırılmıştır.

Bu karşılaştırmalı yaklaşım, BIM'in Türkiye'de sadece bir çizim aracı olarak mı kaldığını yoksa stratejik bir karar destek mekanizmasına mı dönüştüğünü saptamaya olanak tanımıştır. Literatür üzerinden yürütülen bu analitik değerlendirme, tasarımın ilk aşamalarında veriye dayalı karar almayı kolaylaştıracak bütüncül bir referans çerçevesi sunmayı hedeflemektedir.

4. Bulgular

Araştırma bulguları, Türkiye'de yüksek katlı binaların cephe tasarımında belirgin bir dönüşüm yaşandığını göstermektedir. Erken dönem örneklerde ağırlıklı olarak cam-alüminyum cephe sistemleri tercih edilirken, son yıllarda çok katmanlı, enerji verimliliğini önceleyen cephe çözümlerinin öne çıktığı görülmektedir. Bu dönüşüm, küresel sürdürülebilirlik hedefleri ve enerji yönetmeliklerinin etkisiyle hız kazanmıştır.

BIM tabanlı analizler, cephe tasarım kararlarının yapı performansı üzerindeki etkisini sayısal verilerle ortaya koymuştur. Gün ışığı analizleri, uygun cephe oranları ve gölgeleme elemanlarının iç mekân konforunu artırdığını göstermektedir. Isıl performans değerlendirmeleri ise malzeme seçiminin ve cephe katmanlaşmasının enerji tüketimini doğrudan etkilediğini ortaya koymaktadır.

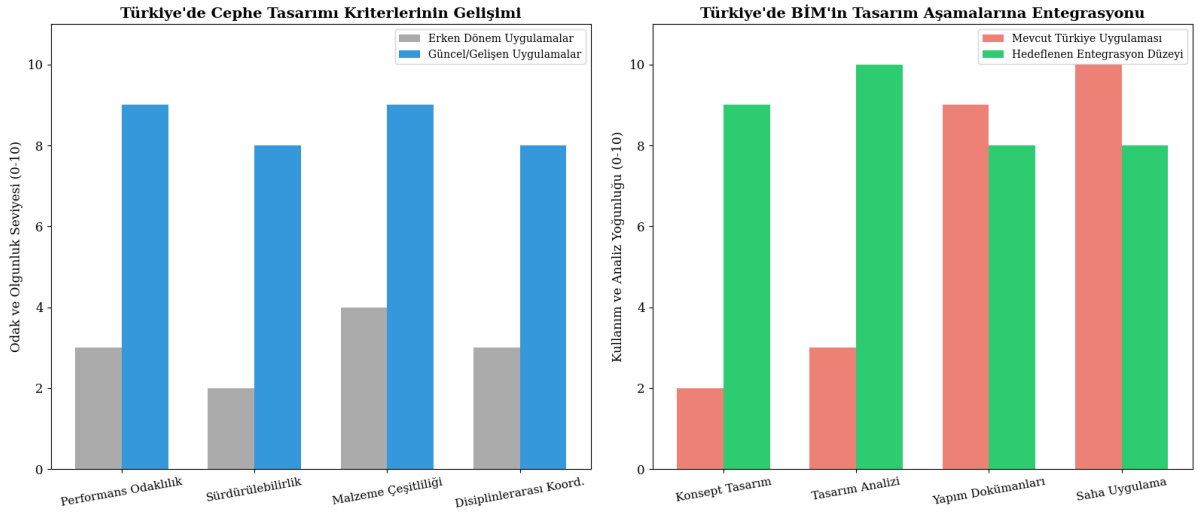
Tartışma bölümünde, BIM'in yalnızca bir modelleme aracı değil, sürdürülebilir tasarım stratejilerinin geliştirilmesini destekleyen bir platform olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ancak Türkiye'de BIM kullanımının çoğu zaman uygulama ve yapım aşamasıyla sınırlı kaldığı, tasarımın erken evrelerinde yeterince etkin kullanılmadığı görülmektedir. Bu durum, BIM'in cephe tasarımındaki potansiyelinin tam anlamıyla değerlendirilemediğini göstermektedir.

Literatür, yüksek katlı binalarda cephelerin yalnızca estetik bir kabuk olmaktan çıkarak enerji performansı, gün ışığı kullanımı ve iç mekân konforu üzerinde belirleyici bir rol üstlendiğini göstermektedir. Cam ağırlıklı perde duvar sistemlerinin yaygınlaşmasıyla ortaya çıkan yüksek enerji tüketimi ve ısıl konfor problemleri, cephe tasarımında performans odaklı yaklaşımların önemini artırmıştır. Bu bağlamda, çift kabuklu cepheler, hareketli güneş kırıcılar ve yüksek performanslı cam sistemleri gibi çözümler literatürde öne çıkan stratejiler arasında yer almaktadır.

Bulgular, BIM'in cephe tasarım sürecinde mimari kararların erken aşamalarda değerlendirilmesine olanak tanıyan bütünleşik bir araç olarak konumlandığını ortaya koymaktadır. BIM tabanlı modeller aracılığıyla, cepheye ilişkin farklı tasarım senaryoları enerji tüketimi, gün ışığı dağılımı ve kullanıcı konforu gibi kriterler üzerinden karşılaştırılabilmektedir. Bu durum, sezgisel kararların yerine performans verilerine dayalı bir tasarım yaklaşımının benimsenmesini desteklemektedir.

Literatürde, sürdürülebilir cephe tasarımına yönelik teknik çözümlerin gelişmiş olmasına karşın, bu çözümlerin tasarım sürecine bütüncül biçimde entegre edilmesinde çeşitli zorluklar olduğu vurgulanmaktadır. Özellikle disiplinlerarası koordinasyon eksikliği ve performans analizlerinin tasarımın geç aşamalarında yapılması, sürdürülebilirlik hedeflerinin sınırlı düzeyde karşılanmasına neden olmaktadır. BIM, bu noktada farklı disiplinlerin ortak bir platformda çalışmasını mümkün kılarak entegrasyon sorunlarını azaltma potansiyeline sahiptir.

Türkiye'deki literatür, BIM kullanımının ağırlıklı olarak uygulama ve yapım aşamalarında yoğunlaştığını, cephe tasarımı ve sürdürülebilirlik ilişkisini mimari karar sürecinin erken evrelerinde ele alan çalışmaların sınırlı olduğunu göstermektedir. Bu durum, BIM'in cephe tasarımında bir analiz ve karar destek aracı olarak kullanımının henüz yeterince yaygınlaşmadığını ortaya koymaktadır. Uluslararası örneklerle karşılaştırıldığında, Türkiye'de BIM'in sürdürülebilir cephe tasarımına entegrasyonu konusunda önemli bir gelişim potansiyeli bulunduğu söylenebilir.



Şekil 1.2. Türkiye'de Cephe Tasarımının Gelişimi ve BIM Entegrasyonu.

5. Tartışma

Bu çalışma, Türkiye'de yüksek katlı binaların cephe tasarımında yaşanan dönüşümü, sürdürülebilirlik hedefleri, performans odaklı tasarım yaklaşımları ve Bina Bilgi Modellemesi (BIM) kullanımının mimari karar süreçlerine etkisi bağlamında ele almaktadır. Bu bölümde, literatür taraması sonucunda elde edilen bulgular sürdürülebilir cephe tasarımı ve BIM ilişkisi çerçevesinde değerlendirilmekte ve Türkiye bağlamındaki eğilimler uluslararası yaklaşımlarla karşılaştırılmaktadır.

Araştırma bulguları, Türkiye'de yüksek katlı binaların cephe tasarımında cam-alüminyum ağırlıklı sistemlerden çok katmanlı ve enerji verimliliğini önceleyen çözümlere doğru belirgin bir yönelim olduğunu göstermektedir. Bu dönüşümün sürdürülebilirlik politikaları, enerji yönetmelikleri ve performans temelli tasarım yaklaşımlarının etkisiyle hız kazandığı görülmektedir.

BIM tabanlı tasarım süreçleri, cephe kararlarının yapı performansı üzerindeki etkisinin değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Gün ışığı, ısıl performans ve malzeme seçimine ilişkin analizler, cephe tasarımının mimari karar süreçleriyle daha doğrudan ilişkilendirilebildiğini göstermektedir. Bu durum, sezgisel yaklaşımların yerine performans verilerine dayalı tasarım kararlarının geliştirilmesini desteklemektedir.

Bununla birlikte, Türkiye'de BIM kullanımının çoğunlukla uygulama ve yapım aşamalarıyla sınırlı kaldığı; cephe performansına yönelik değerlendirmelerin tasarım sürecinin erken evrelerine yeterince entegre edilemediği görülmektedir. Bu durum, BIM'in sürdürülebilir cephe tasarımındaki potansiyelinin sınırlı kalmasına neden olmaktadır.

Bu durumun temel nedenlerinden biri, inşaat sektöründe yaygın olarak benimsenen geleneksel "tasarla-ihale et-yap" modelinin yarattığı süreçsel ayrışmadır. Tasarım ve yapım aşamalarının keskin hatlarla birbirinden ayrılması, mimari ofislerin performans analizlerini tasarım kararlarını şekillendiren stratejik bir girdi olarak kullanmak yerine, tamamlanmış bir projeyi BIM ortamına aktararak daha çok "çakışma tespiti" ve "imalat detaylandırması" yapmalarına yol açmaktadır. Dolayısıyla BIM, tasarımın yönünü tayin eden bir bileşenden ziyade, teknik bir hata denetleme aracı olarak işlev görmektedir.

Öte yandan, projelerin hızla tamamlanma gerekliliği ve maliyet optimizasyonu hedefleri, veriye dayalı tasarım süreçlerinin kapsamını daraltabilmektedir. Tasarım evresinde yürütülmesi gereken blokzincir (blockchain) tabanlı yaşam döngüsü analizleri veya kapsamlı enerji simülasyonları, uzman iş gücü ve ek zaman gerektiren süreçlerdir. Sektördeki hızlı üretim refleksi, tasarımcıları bazen bu tür detaylı dijital analizler yerine standartlaşmış konvansiyonel çözümlere yöneltebilmektedir.

Ziraat Kuleleri, Türkiye'deki mimarlık ve mühendislik vizyonunun dijital dönüşümle birleştiği en somut örneklerden biri olarak öne çıkıyor. Bu projede, geleneksel Selçuklu motifleri modern bir tasarım diliyle buluşturulurken, bu karmaşık geometrinin hayata geçirilmesi tamamen Yapı Bilgi Modellemesi (BİM) teknolojisi sayesinde mümkün olmuştur. Kulelerin kavisli ve değişken yapısı, deprem anındaki sarsıntılardan yangın güvenliğine kadar her türlü riski klasik yöntemlerle yönetmeyi imkânsız kıldığından, tasarım aşamasında her bir cephe paneli dijital ortamda tek tek analiz edilerek sismik hareketlere uyumlu hale getirilmiştir.

Bu teknolojik yaklaşım, sadece görsel bir başarı değil, aynı zamanda ciddi bir enerji verimliliği ve işletme kolaylığı da sağlamaktadır. BİM tabanlı analizler sayesinde güneş ışığının binaya girişi optimize edilerek soğutma maliyetleri düşürülmüş, kavisli yüzeylerin temizliği ve bakımı gibi zorlu süreçler henüz inşaat başlamadan dijital model üzerinde çözülmüştür.

Dünya genelindeki benzer projelerle kıyaslandığında, yurt dışındaki uygulamalar daha çok binanın tüm ömrünü takip eden "dijital ikiz" ve akıllı otomasyon sistemlerine odaklanırken, Ziraat Kuleleri Türkiye'nin karmaşık tasarım detaylarını sıfır hata ile üretme ve inşaat sürecini mükemmel şekilde koordine etme konusundaki gücünü kanıtlamaktadır. Sonuç olarak, bu yapı cephenin sadece binayı süsleyen bir kabuk olmadığını, binanın performansını ve güvenliğini doğrudan belirleyen akıllı bir mühendislik ürünü olduğunu göstermektedir.

Uluslararası literatürde BIM'in erken tasarım aşamalarında performans odaklı bir karar destek aracı olarak kullanıldığı görülürken (Azhar, 2011; Eastman vd., 2018), Türkiye'de yapılan çalışmalar BIM'in daha çok koordinasyon ve uygulama süreçlerine odaklandığını göstermektedir (Yaman & İlter, 2019; Arayici vd., 2020).

6. Sonuç

Bu çalışma, Türkiye'de yüksek katlı binaların mimari cephe tasarımında yaşanan dönüşümü, Bina Bilgi Modellemesi (BIM) tabanlı sürdürülebilirlik yaklaşımı çerçevesinde ele alarak değerlendirmiştir. Yapılan literatür incelemesi ve kavramsal analizler, cephe tasarımının günümüzde yalnızca estetik bir ifade aracı değil, enerji performansı, çevresel etki ve kullanıcı konforu üzerinde belirleyici bir rol üstlenen aktif bir tasarım bileşeni hâline geldiğini ortaya koymaktadır. Özellikle son yıllarda çok katmanlı, performans odaklı ve adaptif cephe sistemlerinin öne çıkması, sürdürülebilirlik hedeflerinin yüksek katlı yapı tasarımında giderek daha merkezi bir konuma yerleştiğini göstermektedir.

Araştırma bulguları, BIM tabanlı tasarım süreçlerinin cepheye ilişkin mimari kararların erken aşamalarda, bütüncül ve veriye dayalı bir biçimde ele alınmasına olanak tanıdığını göstermektedir. Gün ışığı kontrolü, ısıl performans analizi, malzeme seçimi ve yaşam döngüsü değerlendirmesi gibi cephe performansını doğrudan etkileyen kriterlerin BIM ortamında entegre biçimde analiz edilebilmesi, sezgisel tasarım yaklaşımlarının yerine performans temelli karar mekanizmalarının geliştirilmesini desteklemektedir. Bu durum, cephe tasarımının mimari kalite ile çevresel performans arasında kurulan ilişkiyi güçlendiren stratejik bir tasarım aracı olarak yeniden tanımlanmasını mümkün kılmaktadır.

Türkiye bağlamında yapılan değerlendirmeler ise BIM kullanımının ağırlıklı olarak uygulama, koordinasyon ve imalat süreçleriyle sınırlı kaldığını, cephe tasarımına yönelik performans analizlerinin çoğunlukla tasarımın geç aşamalarında ele alındığını ortaya koymaktadır. Bu yaklaşım, BIM'in sürdürülebilir cephe tasarımındaki potansiyelinin tam anlamıyla değerlendirilmesini sınırlandırmaktadır. Uluslararası literatürle karşılaştırıldığında, Türkiye'de BIM'in cephe tasarımını yönlendiren, erken aşama karar üretimine katkı sağlayan bir araç olarak kullanımının henüz yeterince yaygınlaşmadığı görülmektedir.

Sonuç olarak, Türkiye'de yüksek katlı binaların sürdürülebilir cephe tasarımında BIM'in yalnızca bir modelleme ve teknik koordinasyon aracı olarak değil, mimari tasarım sürecini yönlendiren stratejik bir karar destek platformu olarak ele alınması gerekmektedir. Disiplinlerarası iş birliğini teşvik eden, performans temelli ve erken tasarım aşamalarına entegre edilen BIM tabanlı yaklaşımlar, hem mimari kaliteyi hem de çevresel sürdürülebilirlik düzeyini artırma potansiyeline sahiptir. Bu çalışma, Türkiye bağlamında BIM tabanlı sürdürülebilir cephe tasarımına ilişkin literatürdeki boşluğa kavramsal bir katkı sunmakta; gelecekte gerçekleştirilecek sayısal analizlere ve uygulamalı vaka çalışmalarına yönelik araştırmalar için bir değerlendirme zemini oluşturmaktadır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkısı Beyanı

Bu araştırmada: Yazar1, fikir ve kurgu, literatür incelenmesi, yazım, veri toplanması; Yazar2, bilimsel yayın araştırması, makalenin oluşturulması, eleştirel incelenme; Yazar3, makale yazımı ve program verisi oluşturma konularında katkı sağlamışlardır.

KAYNAKLAR

Farkhad, N. N., & Beyhan, F. (2025). Generative design approach in the early stage of high-energy performance building design with BIM-based BEM process-Gazi University Journal of Science, Part B: Art, Humanities, Design and Planning.

Aladag, H., Demirdöğen, G., & Işik, Z. (2016). Building Information Modeling (BIM) use in the Turkish construction industry. Procedia Engineering.

Özener, O. Ö., Tezel, E., Kılıç, Z. A., & Akdoğan, M. (2020). Trends of building information modeling adoption in the Turkish AEC industry. In Communications in Computer and Information Science (Vol. 1188). Springer Nature.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors (2nd ed.). John Wiley & Sons.

Esener, N. Ö., & Coşgun, N. (2020). Overview of sustainable design criteria in high-rise building facade design. ICONARCH International Congress of Architecture and Planning.

Toklu, S., & Güzelçoban Mayuk, S. (2020). The implementation of building information modeling (BIM) in Turkey. ICONARCH International Congress of Architecture and Planning.

Koçhan, K., & Akın, C. T. (2022). İklim değişikliği karşısında sürdürülebilir binaların ve bütünleşik tasarımın önemi: BIM tabanlı analizler. Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi.

Okbaz, F. T., Aydınç, S., & Pakdamar, F. (2024). Utilization of intelligent facade technologies in high-rise office buildings. ICONARP International Journal of Architecture and Planning.

Ünlütürk, M. S. (2024). Integration of thermal and daylight performance of responsive facades: A comprehensive literature review. Balikesir University, Ayvalik Vocational School, Department of Architecture and Urban Planning.

Manzoor, B., Othman, I., Kang, J. M., & Geem, Z. W. (2021). Influence of Building Information Modeling (BIM) implementation on sustainability in high-rise buildings. Applied Sciences.

Fernando, D., Navaratnam, S., Rajeev, P., & Sanjayan, J. (2023). Study of technological advancements and challenges of facade systems for sustainable buildings: Current design practice. Sustainability.

Azhar, S. (2011). Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. Leadership and Management in Engineering.

Yaman, H., & İlter, D. (2019). Türkiye'de bina bilgi modellemesi (BIM) uygulamalarının mevcut durumu ve kullanım alanları. Megaron, 14(2), 247–259.

Liu, Y. (2023). Evaluating the energy performance of a double skin facade building-University of Sheffield, Sheffield, UK.

Gonçalves, M., Figueiredo, A., Almeida, R. M. S. F., & Vicente, R. (2024). Dynamic façades in buildings: A systematic review across thermal comfort, energy efficiency, and daylight performance. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 199, 114474. https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.114474 .

Esgil, M., & Yamaçlı, R. (2023). Akıllı cephelerin sürdürülebilirliğe etkisi: Türkiye ve dünyadaki örnekleri.

Yönder, V. M. (2020). Case study of generative facade design using building information modeling (BIM) tools.

Cebecioğlu Avcı, H. F., & Akdemir, Z. (2024). Enerji etkin ofis binalarında uygulanan aktif cephe sistemleri.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2018).

URL - 1 Evaluating Energy Performance of Double Skin Facade Building | Francis Academic Press

URL - 2 https://www.youtube.com/watch?v=vsNzWUqqa2A (Ziraat Kuleleri BIM uygulama projesi)