

MİMARLIK ALANINDA GÜNCEL METODOLOJİK YAKLAŞIMLAR

EDİTÖR
DOÇ. DR. SONER YELER

Mimarlık Alanında Güncel Metodolojik Yaklaşımlar

Editör
Doç. Dr. Soner Yeler

İmtiyaz Sahibi
Platanus Publishing®

Editör
Doç. Dr. Soner Yeler

Kapak & Mizanpaj & Sosyal Medya
Platanus Yayın Grubu

Birinci Basım
Mart, 2026

Yayımcı Sertifika No
45813

ISBN
978-625-6971-35-2

©copyright
Bu kitabın yayım hakkı Platanus Publishing'e aittir. Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin alınmadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Adres: Natoyolu Cad. Fahri Korutürk Mah. 157/B, 06480, Mamak,
Ankara, Türkiye.

Telefon: +90 312 390 1 118
web: www.platanuspublishing.com
e-mail: platanuskitap@gmail.com



Platanus Publishing®

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1	5
Binalarda Biçimlenmenin Rüzgâr Akışı Performansına Etkisi Merve Çoban Çınar & Esra Bostancıoğlu	
BÖLÜM 2	23
Türkiye ve Almanya’da Tarihi Yapıların Restorasyonu: Ayasofya ve Frauenkirche Örneği Üzerinden Karşılaştırmalı Bir İnceleme Yusuf Pala	
BÖLÜM 3	53
Biophilic Design Principles And Sustainability In Anatolian Vernacular Architecture: Insights and Implications From Diverse Climatic Regions Sıla Yavuz & Gözde Kırılı Özer	
BÖLÜM 4	83
Reinterpreting Spatial Configuration in Gated Residential Communities: A Two-Scale Syntactic Analysis Based on the Example of Eskişehir Kadir Öz & Meliha Havva Öz	



BÖLÜM 1

Binalarda Biçimlenmenin Rüzgâr Akışı Performansına Etkisi

Merve Çoban Çınar¹ & Esra Bostancıoğlu²

1. Giriş

Fosil yakıt kullanımı çevre kirliliğine önemli ölçüde neden olarak karbon emisyonlarının artışına katkıda bulunmakta ve küresel ısınmayı hızlandırmaktadır. Buna karşılık yenilenebilir enerji kaynakları, küresel ısınmanın engellenmesine çözüm sunan umut verici alternatifler olarak öne çıkmaktadır. Bina ve inşaat sektörü küresel iklim değişikliğine önemli ölçüde katkıda bulunmakta olup, küresel sera gazı emisyonlarının yaklaşık yüzde 21'ini oluşturmaktadır. 2022 yılında binalar, küresel enerji talebinin yüzde 34'ünden ve enerji ile süreç kaynaklı karbondioksit (CO₂) emisyonlarının yüzde 37'sinden sorumlu olmuştur. (UNEP Global Status Report for Buildings and Construction, 2024). Binalarda pasif sistemler ile sağlanan enerji tasarrufunun yanında, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile üretilen enerjinin kullanımı da karbon emisyonlarının azaltılmasına önemli ölçüde katkı sağlayacaktır. 2019-2023 tarihli 11. Kalkınma Planı'nda; kendi enerjisini üreten binaların yaygınlaştırılması, mevcut binalarda enerji verimliliğini teşvik edici desteklerin artırılması, kendi elektrik ihtiyacını karşılama amaçlı lisanssız güneş enerjisi santrali ile rüzgâr enerjisi santrali uygulamalarının yaygınlaştırılması gibi birçok hedef bulunmaktadır.

2019-2023 tarihli 11. Kalkınma planını destekleyen ve uygulamaya geçişin sağlanması için Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından 19 Şubat 2022 tarihli 31044 sayılı Resmi gazetede "Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik"¹e yeni maddeler eklenmiştir. Bu yönetmelikte yer alan maddelerde, nseb (net sıfır enerjili bina) binalarda kullanılan birincil enerji ihtiyaçları arasında, bu ihtiyaçların karşılanması için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı % 10 olarak zorunlu tutulmaktadır. (2023- 2025 arası % 5 oranında başlayarak) 2000 metrekare (2023-2025 arası 5000 metrekare) ve üzerindeki nseb binalar için ise bep-tr Programı ile enerji kimlik belgesi hazırlanarak ruhsat başvurusu yapılması zorunlu tutulmuştur.

¹ İstanbul Kültür Üniversitesi, Mimarlık Ana Bilim Dalı, Mimarlık Doktora Programı, 0000-0003-2414-8942

² Prof. Dr., İstanbul Kültür Üniversitesi, Mimarlık Ana Bilim Dalı, Mimarlık Doktora Programı, 0000-0001-8434-5468

2024-2028 Tarihli 12. Kalkınma Planında, 11. Kalkınma planını destekleyen ve yenilenebilir enerji kullanımına yönelik hedefler yer almaktadır. 12. Kalkınma Planında; binaların enerji dönüşümünün hızlandırılması amacıyla yenilenebilir enerjiyle desteklenen enerji verimli binaların yaygınlaştırılması ve buna yönelik düzenlemeler geliştirilmesi, meskenlerde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılmasına yönelik potansiyel belirlenmesi, 2053 yılı net sıfır emisyon hedefi kapsamında artan elektrifikasyonun daha temiz kaynaklarla karşılanması amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik üretimi artırılması, binalarda yenilenebilir enerji kullanım oranları artırılarak enerji verimliliği yüksek binaların yaygınlaşması gibi hedeflere yer verilmektedir.

Türkiye’de potansiyel yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılması, bu kaynaklar ile enerji üretilmesi ve sürdürülebilirliğinin sağlanması gerekmektedir. Rüzgâr enerjisi yoluyla elektrik üretiminin artırılması potansiyeli, özellikle rüzgâr enerjisi açısından elverişli bölgelerde oldukça yüksektir. Yenilenebilir enerji kullanımı ile enerji üretimi konusu rüzgâr türbinlerini gündeme getirmiştir. Ege ve Marmara bölgelerinde rüzgâr türbinleri hâlihazırda kırsal alanlarda kurulu rüzgâr çiftliklerinde, binalardan bağımsız olarak kullanılmaktadır. Ancak rüzgâr potansiyelinin yükseklikle birlikte arttığı dikkate alındığında, yoğun yapılaşmış kentsel alanlarda rüzgâr türbinlerinin binalara entegre edilmesi enerji üretimini önemli ölçüde artıracaktır; bu durum hem ülke ekonomisine hem de çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlayacaktır.

Rüzgârın bina ölçeğindeki davranışına ilişkin çalışmalar, uzun yıllar boyunca ağırlıklı olarak yapısal güvenlik ve rüzgâr yüklerinin azaltılması perspektifinden ele alınmıştır. 1980’li ve 1990’lı yıllarda gerçekleştirilen araştırmaların önemli bir kısmı, yüksek binalarda köşe modifikasyonlarının basınç dağılımı, girdap oluşumu ve sürüklenme kuvveti üzerindeki etkilerini incelemiştir. Bu dönemde geliştirilen aerodinamik iyileştirme stratejileri; köşe pahları, geri çekilmiş köşeler, düşey kanatçıklar ve yuvarlatılmış kenarlar gibi müdahaleler aracılığıyla rüzgâr yüklerini azaltmayı ve yapısal performansı artırmayı amaçlamıştır. Ancak bu çalışmaların temel motivasyonu enerji üretimi değil, yapısal güvenlik ve konfor koşullarının iyileştirilmesidir.

2000’li yılların sonlarından itibaren, sürdürülebilirlik kavramının mimarlık ve kent planlama disiplinlerinde merkezi bir konuma yerleşmesiyle birlikte, bina formunun yalnızca rüzgâr yükleri açısından değil, aynı zamanda yenilenebilir enerji üretimi açısından da değerlendirilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu dönüşüm, bina aerodinamiği çalışmalarının enerji perspektifiyle yeniden ele alınmasına zemin hazırlamıştır. Özellikle 2010 sonrası literatürde, çatı geometrisi, bina yüksekliği, en-boy oranı ve çatı kenarı etkilerinin çatı seviyesindeki hız artışı ve türbülans yoğunluğu üzerindeki etkileri sayısal yöntemlerle analiz edilmeye başlanmıştır.

Mevcut literatürün önemli bir kısmı mühendislik perspektifiyle yürütülmüş olup, elde edilen sonuçların mimari tasarım sürecine nasıl entegre edileceğine dair sistematik bir rehber sunmamaktadır. Oysa bina formu, tasarımın erken evrelerinde belirlenen temel bir parametredir ve enerji üretimi potansiyelinin bu aşamada değerlendirilmesi gerekmektedir. Literatürde, aerodinamik optimizasyon ile mimari form üretimi arasında kuramsal bir köprü eksikliği bulunmaktadır. Bu çalışmada, bina biçimlenmesinin rüzgâr akış performansı üzerindeki etkileri literatürden analiz edilerek; rüzgâr potansiyelini artıran bina biçimlenmelerinin ortaya konması ve tasarım evresinde tasarımcılara yol göstermesi amaçlanmıştır. Böylece türbin entegrasyonu optimize edilerek üretilen enerji miktarı maksimize edilebilecektir.

2. Yöntem

Rüzgâr türbinlerinin binalara entegrasyonda en yüksek verimi elde etmek ve en fazla enerjiyi üretebilmek için türbin konumu ile bina yüzeylerinde en yüksek rüzgâr akış performansına ulaşmak önemlidir. Bina biçimlenmelerinin rüzgâr akışı üzerinde etkili olduğu mevcut literatürde ortaya konmuştur. Enerji üretiminde rüzgâr enerjisinden en fazla verimle yararlanabilmek için, bina biçimlenmelerinin rüzgâr akış potansiyelini artırmadaki etkisine ilişkin mevcut çalışmalar ile ilgili kapsamlı bir literatür taraması gerçekleştirilecektir.

Erişilen literatür içerik analizi ile değerlendirildikten sonra, rüzgâr akış performansını etkileyen bina biçimlenmeleri belirlenerek en uygun biçimlenmeler ortaya konacaktır. Yönteme ait akış şeması Şekil 1'de görülmektedir.

Çalışma, sistematik bir literatür taraması ve analizine dayanmaktadır. Türbin entegrasyonu bağlamında bina biçimlenmelerinin rüzgâr performansı üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla Web of Science veri tabanında tarama yapılmıştır. Dizinli dergilerde yayımlanmış toplam 60 çalışma incelenmiş ve bina biçimlenmesi ile rüzgâr akışı ilişkisi doğrultusunda analiz edilmiştir.



Şekil 1. Yönteme ait akış şeması

Bina biçimlenmesinin rüzgar akış performansı üzerindeki etkisini araştıran yayınların içerik analizi yöntemi ile değerlendirilmesi sonucunda, bina biçimlenmesine yönelik 35 yayın çalışma kapsamında detaylı olarak incelenmiştir. Rüzgar akış performansını etkileyen bina biçimlenmeleri; çatı biçimi, bina formu ve cephe biçimi kategorileri altında toplanmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Rüzgar akış performansını etkileyen bina biçimlenmeleri

3. Bulgular

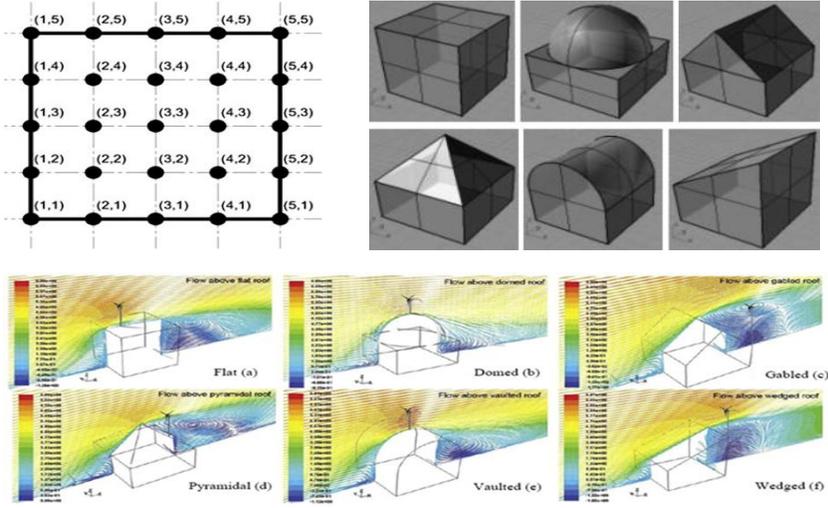
Binaların aerodinamik performansı, hem rüzgâr kaynaklı yapısal yüklerin azaltılmasında hem de yerinde rüzgâr enerjisi üretim potansiyelinin artırılmasında kritik bir rol oynamaktadır. Yüksek binalar bağlamında, geometrik tasarım parametrelerinin—özellikle köşe modifikasyonları ve çatı konfigürasyonlarının—akış ayrılması, girdap oluşumu ve çatı seviyesindeki rüzgâr hız dağılımı üzerinde önemli etkileri olduğu gösterilmiştir. Bu etkiler, yerel akış hızlanması ve türbülans karakteristiklerine son derece duyarlı olan mikro rüzgâr türbinlerinin entegrasyonu açısından özel bir önem taşımaktadır.

3.1. Çatı Biçimlenmesinin Rüzgâr Akış Performansı Üzerindeki Etkisi

Çatı biçimlenmesi bina üst kotlarında akış davranışını etkileyen kritik bir faktör olarak tanımlanmaktadır. Farklı çatı biçimlerini karşılaştıran sayısal çalışmalar, çatı geometrisinin çatı seviyesindeki hız dağılımı, basınç alanları ve türbülans şiddeti üzerinde doğrudan etkili olduğunu ortaya koymuştur (Ledo vd., 2011).

Pahlanmış ve yuvarlatılmış çatı formlarının türbülans şiddetini azalttığı ve rüzgâr enerjisi uygulamaları için elverişli olan daha homojen akış desenlerini teşvik ettiği görülmüştür (Dar vd., 2022). Çatı geometrisi ile rüzgâr yönü arasındaki etkileşim de literatürde kapsamlı biçimde incelenmiştir. Abohela ve diğerleri (2013), çatı tipinin ve rüzgâr yönünün, hem izole hem de kentsel koşullar altında akış karakteristiklerini önemli ölçüde değiştirdiğini raporlamıştır.

Abohela, Hamza ve Dudek (2013), çatılar üzerinde rüzgâr türbini kurulumunu etkileyen temel faktörleri belirlemek amacıyla, farklı bina çatı formları üzerinde hava akışını Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (CFD) yöntemiyle incelemiştir. Çalışmada dört ana parametre ele alınmıştır: çatı şekli, rüzgâr yönü, bina yüksekliği ve kentsel konfigürasyon. Çalışmanın ilk fazında, düz, kubbeli, üçgen, piramidal, beşik tonoz (barrel vault) ve gambrel çatı formları için rüzgâr yönünün etkisi incelenmiştir. Bulgular, kubbeli ve beşik tonoz çatıların rüzgâr hızını artırarak daha yüksek enerji üretimi sağladığını, beşik tonoz çatının %56,1 oranında güç artışı ile en yüksek performansı gösterdiğini ortaya koymuştur. Karşılaştırmalı analizler sonucunda, rüzgâr yönüne bağlı olarak türbin yerleşimi için en uygun çatı formları da belirlenmiştir. Rüzgâr yönünün 0° olduğu durumda, en uygun çatı formu beşik tonoz çatı olarak tespit edilmiş; bunu sırasıyla kubbeli, düz, tonoz, piramidal ve beşik çatılar izlemiştir. Çalışma, rüzgâr yönünün çatı profiline paralel olduğu koşullarda, beşik tonoz çatının rüzgâr türbini kurulumu için en uygun çözüm olduğunu; en ideal yerleşim noktasının ise çatı merkezinde ve $1,3 H$ yüksekliğinde bulunduğunu ortaya koymuştur. Araştırma, çatı şekli, rüzgâr yönü, bina yüksekliği ve kentsel konfigürasyonun rüzgâr akışı ve türbin yerleşimi üzerindeki etkilerini vurgulamış; tüm çatı formlarının rüzgâr hızını artırıcı bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Abohela ve diğerlerinin (2013) araştırmasında kullanılan türbin yerleşimleri ve farklı çatı formları

Kaynak: Abohela, I., Hamza, N. Dudek, S. (2013). Effect of roof shape, wind direction, building height and urban configuration on the energy yield and positioning of roof mounted wind turbines. *Renewable Energy*, 50, 1106-1118.

3.2. Bina Formunun Rüzgâr Akış Performansı Üzerindeki Etkisi

Mevcut çalışmalar, bina formu ile rüzgâr akış karakteristikleri arasındaki ilişkiyi incelemiş ve mimari tasarımın erken aşamalarında aerodinamik davranışın dikkate alınmasının önemini vurgulamıştır. Bina formu üzerindeki rüzgâr akışının değişiminin bina yüksekliği, plan oranı ve köşe biçimlenmeleri ile farklılık gösterdiği ortaya konmuştur.

3.2.1 Bina Yüksekliği

Rüzgâr hızının genellikle yükseklikle birlikte artması nedeniyle bina yüksekliği, rüzgâr türbinlerinin etkin kullanımı açısından kritik bir parametre olarak değerlendirilmektedir. Birçok çalışma, farklı kentsel morfolojilerde çeşitli bina yüksekliklerini analiz ederek rüzgâr enerjisi potansiyelini incelemiştir. Örneğin Al-Quraan ve diğerleri (2016), Montreal'in farklı mahallelerindeki iki farklı bina yüksekliğine sahip binalardaki rüzgâr enerjisi potansiyelini, çevredeki ortalama bina yüksekliğini referans olarak değerlendirmiştir. Lu ve Sun (2014) ise Hong Kong'da gerçekleştirdikleri hesaplamalı akışkanlar dinamiği simülasyonları aracılığıyla, yüksek yapıların hem artan kot avantajı hem de çevre yapıların oluşturduğu rüzgâr yoğunlaşma etkisi nedeniyle rüzgâr enerjisi üretimi açısından önemli bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymuştur.

3.2.2 Plan Oranı

Bina plan geometrisi, özellikle plan en-boy oranı ve taban alanı, rüzgâr enerjisi yoğunluğunun belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Wang ve diğerleri (2015), daha küçük plan alanına sahip (örneğin dar veya kısa cepheli) binaların daha yüksek rüzgâr enerjisi yoğunluğu sergilediğini belirlemiştir (Şekil 4). Ancak araştırmacılar, gerçek uygulamalarda rüzgâr yoğunluğunun yanı sıra toplam enerji üretimi ve ekonomik fizibilitenin de dikkate alınması gerektiğini vurgulamıştır.



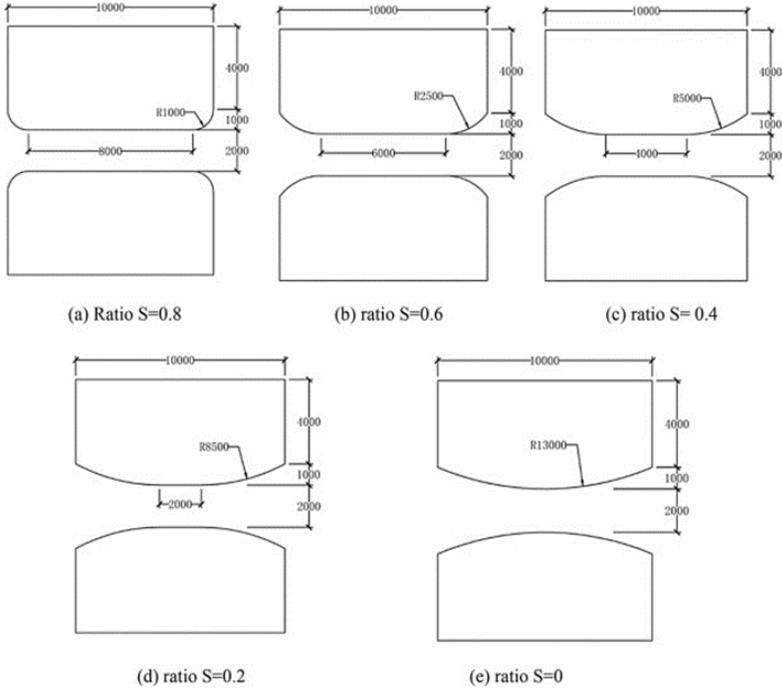
Şekil 4. Wang ve diğerlerinin (2015) araştırmasındaki bina plan oranları

Kaynak: Wang, B., Cot, L. D., Adolphe, L., Geoffroy, S., & Morchain, J. (2015). Wind energy estimation on the roofs of two high-rise buildings. *Energy and Buildings*, 88, 57–67. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.11.059>

3.2.3 Köşe Biçimlenmeleri

Bina köşelerinin biçimlenmesi, bir yapının aerodinamik performansını iyileştirmede temel bir faktör olup, hem rüzgâr kaynaklı yükleri hem de rüzgâr türbinlerinin verimliliğini etkilemektedir. Zhou ve diğerleri (2017), dört farklı az katlı bina formu üzerinde hesaplamalı akışkanlar dinamiği simülasyonları gerçekleştirmiş ve pahlanmış dikdörtgen prizma formunun daha kararlı ve artırılmış rüzgâr hızını sürdürmede en etkili form olduğunu belirlemiştir. Bulgular ayrıca 0,6 metre pah yarıçapının optimum rüzgâr koşullarını sağladığını göstermiştir (Şekil 5).

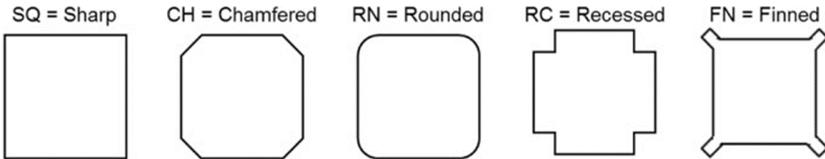
Benzer şekilde Kono ve Kogaki (2012), büyük girdap simülasyonu (LES) yöntemiyle gerçekleştirdikleri çalışmada, rüzgâr yönüne bağlı olarak çatı üst kenarlarında rüzgâr güç yoğunluğunun en yüksek seviyede olduğunu ve bu bölgelerin türbin yerleşimi açısından uygun alanlar oluşturduğunu ortaya koymuştur.



Şekil 5. Zhou ve diğerlerinin (2017) araştırmasındaki köşe biçimlenmeleri.

Kaynak: Zhou, H., Lu, Y., Liu, X., Chang, R., & Wang, B. (2017). Wind energy harvesting in low-rise residential buildings: Design and optimization of building forms. *Journal of Cleaner Production*, 167(C), 306–316. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.187>

Juan ve diğerleri (2024) hesaplamalı akışkanlar dinamiği analizleri ile gerçekleştirdikleri çalışmalarında, yuvarlatılmış köşelerin türbülansı azaltırken güç yoğunluğunu artırdığını ve böylece çatı üstü türbin performansını iyileştirdiğini vurgulamıştır (Şekil 6). Ayrıca çalışma, yuvarlatılmış kenarlara sahip binalar arasında konumlandırılan düşey eksenli rüzgâr türbinlerinin (VAWT) verimli entegrasyonu için yeni fırsatlar sunduğunu ortaya koymuştur.



Şekil 6. Juan ve diğerlerinin (2024) araştırmasındaki köşe biçimlenmeleri.

Kaynak: Juan, Y., Li, Q., & Tamura, Y. (2021). Effects of corner modifications on wind-induced responses of high-rise buildings: A CFD study. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 211, 104556. <https://doi.org/10.1016/j.jweia.2021.104556>

Binaların hâkim rüzgâr yönüne göre hizalanması ve kentsel bağlam içindeki mekânsal konfigürasyonu da rüzgâr enerjisi performansını önemli ölçüde etkilemektedir. Özellikle birbirine yakın konumlanmış yüksek yapılar arasında ortaya çıkan Venturi etkisi, rüzgâr hızını artırarak türbin verimliliğini yükseltebilmektedir (Lu & Sun, 2014). Bu nedenle bina formu yalnızca tekil yapı ölçeğinde değil, aynı zamanda çevresel bağlamı içinde değerlendirilmelidir.

3.3. Cephe Biçimlenmelerinin Rüzgar Akış Performansı Üzerindeki Etkisi

Mevcut literatürde rüzgar akış performansı etkileyen cephe biçimlenmeleri; cephe yüzeyi eğriselliği, çatı-cephe birleşimi ve cephede açılan boşluklar olarak belirlenmiştir.

3.3.1. Cephe Yüzeyi Eğriselliği

Toja-Silva ve diğerlerinin (2015) çalışmasına göre, bina geometrisinde duvar-çatı birleşimindeki eğrisellik (kavisli/yuvarlatılmış geçiş), keskin köşelere kıyasla akışın daha düzgün yönlendiğini sağlamaktadır. Bunun sonucunda çatı kenarı çevresinde rüzgâr akışı daha “açık” bir biçimde hızlanmakta ve türbülans şiddeti azalmaktadır. Bu nedenle duvar eğriselliği, kentsel rüzgâr uygulamalarında özellikle türbin yerleşimi hedefleniyorsa; hem hızlanma etkisini artıran hem de türbülansı düşürerek daha elverişli bir akış alanı oluşturan kritik bir tasarım parametresi olarak değerlendirilmektedir.

3.3.2. Çatı-Cephe Birleşimi

Çatı ile duvar yüzeyleri arasındaki geometrik geçişlerin rüzgar akışının hızlanması ve ayrılması üzerinde etkili olduğu belirlenmiş; bu durum çatı-duvar birleşim tasarımının önemini ortaya koymuştur (Toja-Silva vd., 2015). Toja-Silva ve diğerleri (2015), kentsel rüzgâr enerjisi kullanımına yönelik en uygun bina-çatı formunu tanımlamak ve analiz etmek amacıyla bina aerodinamiği üzerine bir çalışma yürütmüştür. Küresel çatı formlarında tüm durumlarda türbülans şiddetinin azaldığı; duvarlar ile çatı arasındaki pürüzsüz (kavisli) geçişlerin ise akış hızlanmasını artırdığı tespit edilmiştir. Bu çalışma, enerji üretimi açısından en avantajlı çatı formlarını ortaya koymaktadır (Şekil 7).



Şekil 7. Küresel çatı formlarında çatı-duvar geçiş geometrisinin değerlendirilmesi.

Kaynak: Toja-Silva, F., Peralta, C., Lopez-Garcia, O., Navarro, J., & Cruz, I. (2015). On Roof Geometry for Urban Wind Energy Exploitation in High-Rise Buildings. *Computation*, 3(2), 299-325.

Çatı eğimi, bağımsız bir tasarım parametresi olarak ele alınmış ve çatı yüzeyi üzerindeki akış hızlanması ile basınç dağılımı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu görülmüştür (Wang vd., 2015). Daha geniş mekânsal ölçeklerde ise, yuvarlatılmış çatı köşelerinin türbülans şiddeti ve rüzgâr güç yoğunluğu üzerinde etkili olduğu belirlenmiş; bu durum çatı kenar geometrisinin çatı üstü rüzgâr ortamını şekillendirmedeki rolünü bir kez daha ortaya koymuştur (Yang vd., 2016). Çatı kenarı ve parapet konfigürasyonlarına yönelik deneysel çalışmalar, bu geometrik bileşenlerin aerodinamik performans ve enerjiye ilişkin akış parametreleri üzerinde ölçülebilir etkiler yarattığını doğrulamıştır (Dar vd., 2022). Bu kapsamda, Dar vd. (2022), farklı çatı kenar geometrilerinin yatay eksenli rüzgâr türbinlerinin (HAWT) güç çıktısı üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla rüzgâr tüneli deneyleri gerçekleştirmiştir. Çalışma sonuçları, keskin kenarlara veya katı parapetlere sahip çatılara yerleştirilen türbinlerin, çatı çevresinde oluşan bozulmuş ve türbülanslı akış nedeniyle önemli güç dalgalanmaları yaşadığını ortaya koymuştur. Çatı geometrisindeki keskin geçişler, kararsız rüzgâr desenleri oluşturarak enerji üretiminin sürekliliğini ve etkinliğini olumsuz yönde etkilemiştir.

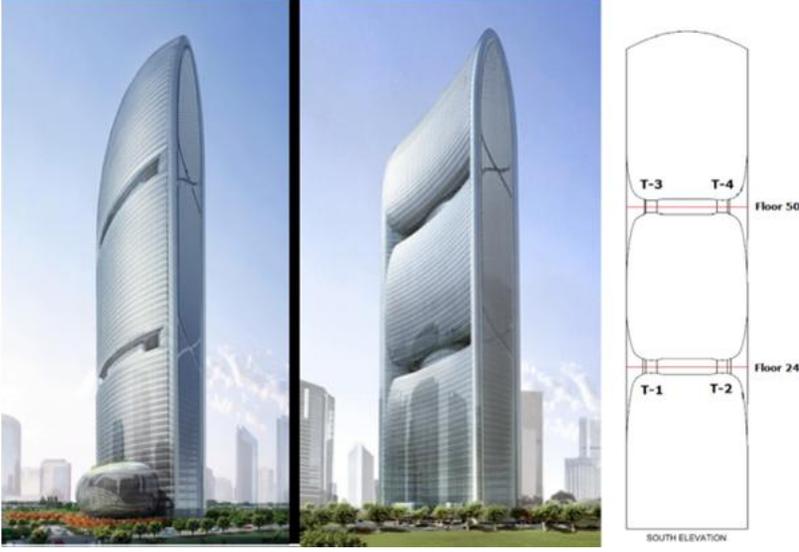
3.3.3. Cephede Açılan Boşluklar

Kwok (1988) ve benzeri erken dönem araştırmalar, yapı geometrisindeki aerodinamik modifikasyonların—örneğin delikler, oluklu köşeler veya havalandırılmalı kanatlar—basınç dağılımı ve yükler üzerindeki etkilerini sistematik biçimde incelemiştir.

Hassanlı vd. (2016) ve Jafari vd. (2016) tarafından yürütülen çalışmalar, bina içi açıklıkların çevresel basınç alanını kullanarak akışı yönlendirebileceğini ve hızlandırabileceğini göstermiştir. Bu çalışmaların çarpıcı yönü, yüksek katlı yapıların gövdesinin pasif akış kontrolü için bir “basınç makinesi” olarak kullanılabilirliği fikrini literatüre kazandırmasıdır. Bununla birlikte, açıklık oranı ve konumunun yanlış seçilmesi performans kaybına neden olabilmekte; bu durum tasarımın yön-bağımlı ve hassas ayar gerektiren bir nitelik taşıdığını göstermektedir.

Li ve diğerlerinin 2013 ve 2016 yıllarındaki çalışmalarında; Pearl River Tower gibi cephede açık tünel/çukur bulunan yüksek binalarda, tünellerin rüzgâr akışını hızlandırarak rüzgâr türbinleriyle enerji üretimine katkısı ve aynı zamanda bina üzerindeki rüzgâr yüklerine etkisi incelenmiştir (Şekil 8). Rüzgâr tüneli deneyleri ve yerel rüzgâr iklim verileri birlikte kullanılarak 1:150 ölçekli model üzerinde basınç dağılımları ile genel kuvvetler (ortalama ve dalgalanan bileşenleriyle) ölçülmüş; tünellerdeki rüzgâr hızı artış faktörleri deneysel olarak belirlenmiştir. Dört farklı durum için karşılaştırmalı analiz yapılarak, türbin kurulumunun enerji potansiyeline etkisi ile tünel açıklıklarının/çevresel

koşulların bina aerodinamiği üzerindeki rolü daha iyi açıklanmıştır. Elde edilen bulguların, türbin entegrasyonlu yüksek bina tasarımında çalışan mühendisler ve araştırmacılar için uygulamaya dönük yarar sağlayacağı vurgulanmıştır.



Şekil 8. Pearl River Tower binasının genel görünümü (sol ve ortada) ve tünellerin konumları (sağda)

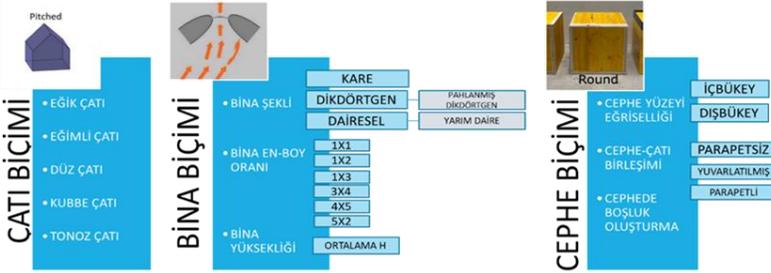
Kaynak: Li, Q. S., Shu, Z. R., & Chen, F. B. (2016). Performance assessment of tall building-integrated wind turbines for power generation. *Applied Energy*, 165, 777–788. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.12.114>

Cephede tünel/boşluk oluşturma yaklaşımı, doğru yönlenme ve uygun tünel geometrisiyle tünel içi rüzgâr hızını artırarak enerji üretimine katkı sağlayabilir; aynı zamanda uygun açıklık oranı ile genel rüzgâr yüklerini azaltma potansiyeli de gösterebilir. Bununla birlikte türbinlerin açıklık oranını düşürmesi ve daralan kesitlerin giriş bölgelerinde türbülans/emme artışı yaratması, sistemin çok-kriterli (enerji + yapısal güvenlik + konfor) optimizasyonla ele alınmasını zorunlu kılarak bütüncül tasarım yaklaşımını gerektirmektedir (Li v.d., 2013), (Li vd., 2016).

Hasanlı ve diğerleri (2017), kentsel çevrede rüzgâr enerjisinden yararlanmak amacıyla stratejik açıklıklara sahip, binaya entegre bir çift kabuk cephe (DSF) tasarımı önermektedir. Tasarımın temel fikri, bina çevresindeki basınç dağılımını kullanarak rüzgârı çift kabuk cephe boşluğuna yönlendirmek ve boşluk içindeki akışı artırmaktır. Rüzgâr cepheye dik geldiğinde hava merkezdeki dikey açıklıktan (yüksek basınç bölgesi) boşluğa girmekte, boşluk boyunca akmakta ve köşelerdeki/yan açıklıklardan (düşük basınç bölgesi) dışarı atılmaktadır. Çalışmada rüzgâr tünelli deneyleri ve hesaplamalı akışkanlar dinamiği ile farklı rüzgâr yönleri için boşluk içindeki ortalama hız, akış tekdüzeliği ve türbülans gibi

akış özellikleri incelenmekte; enerji hasadı için boşluk içinde uygun bölgeler belirlenmekte ve akış karakterine göre uygun türbin seçimi için tasarım kriterleri tartışılmaktadır. Termal etkiler dikkate alınmayıp akışın esasen rüzgâr basıncı ile yönlendiği vurgulanmakta; mimari açıdan çift kabuk cephenin türbinleri estetik olarak gizleyebileceği ve potansiyel gürültü azaltımına katkı sunabileceği belirtilmektedir. Sonuç olarak, stratejik açıklıklı çift kabuk cephenin geniş bir rüzgâr açısı aralığında boşluk içi akışı artırabildiği; 3 m/s eşik hızına sahip küçük ölçekli bir türbinin boşluğun arka tarafında rüzgâr yönlerinin yaklaşık yarısında, ön tarafa alındığında ise yaklaşık üçte ikisinde çalışabileceği; en uygun güç üretimi rüzgâr yönlerinin ise boşluğun her iki tarafında ~6–8 m/s ortalama hızların görüldüğü 0°–20° ve 45°–65° aralıkları olduğu raporlanmaktadır.

Literatür analizi sonucunda, rüzgâr akış performansını etkileyen bina biçimlenmeleri çatı biçimi, bina formu ve cephe biçimi kategorileri altında Şekil 9’da özetlenmiştir.



Şekil 9. Literatürde yer alan rüzgâr akış performansını etkileyen bina biçimlendirmelerin sınıflandırılması.

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, binadaki biçimlenmelerin rüzgâr akış karakteristikleri üzerindeki belirleyici rolünü ortaya koyarak, rüzgâr türbinlerinin kentsel ölçekte mimari yapılara entegrasyonunun enerji üretim potansiyelini önemli ölçüde artırabileceğini göstermektedir. Yüksek yapıların üst kotlarda daha güçlü ve kararlı rüzgâr akımlarına erişmesi, plan oranı ve köşe biçimlenmeleri gibi morfolojik değişkenlerin türbin performansını güçlendirmesi, bina ölçeğinde tasarımın enerji üretim stratejilerinin merkezine yerleştirilmesi gerektiğini göstermektedir. Bulgular, yuvarlatılmış ve pahlanmış köşelerin aerodinamik verimliliği artırarak türbinlerin daha uygun akış koşullarında çalışmasına olanak sağladığını doğrulamaktadır. Ayrıca çatı tipolojilerinin, kentsel doku ve hâkim rüzgâr yönleriyle olan etkileşimi, türbin yerleşimi için bütüncül bir değerlendirme yapılmasını zorunlu kılmaktadır.

Sonuç olarak çalışma, mimarlık, aerodinamik ve kentsel tasarım disiplinlerinin kesişiminde yer alan bina-entegre rüzgâr enerjisi sistemlerinin, sürdürülebilir kent vizyonunun desteklenmesi açısından güçlü bir potansiyel

sunduğunu göstermektedir. Gelecek çalışmalarda farklı kentsel morfolojilerin, mikro türbin teknolojilerinin ve parametrik tasarım araçlarının birlikte ele alındığı yenilikçi modellerin geliştirilmesi, bu potansiyelin daha etkin şekilde ortaya çıkarılmasına katkı sağlayacaktır.

5. Kaynaklar

1. Abohela, I., Hamza, N. Dudek, S. (2013). Effect of roof shape, wind direction, building height and urban configuration on the energy yield and positioning of roof mounted wind turbines. *Renewable Energy*, 50, 1106-1118. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2012.08.068>
2. Al-Quraan A., Stathopoulos T., P. Pillay, (2016). Comparison of wind tunnel and on site measurements for urban wind energy estimation of potential yield, *J. Wind Eng. Ind. Aerod.*, 158 (2016), pp. 1-10.
3. Dar, A.S, Barcos, G.A., Porte-Agel, F. (2022). An experimental investigation of a roof-mounted horizontal-axis wind turbine in an idealized urban environment. *Renewable Energy*, 193, 1049-1061. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.05.035>
4. Hassanli, S., Jafari, S. A. H., & Kwok, K. C. S. (2016). Flow enhancement in tall buildings for wind energy generation. In *Proceedings of the 8th International Colloquium on Bluff Body Aerodynamics and Applications (BBAA VIII) (June 7–11, 2016, Boston, MA, USA)*. Northeastern University.
5. Hassanli, S., Hu, G., Kwok, K. C. S., & Fletcher, D. F. (2017). Utilizing cavity flow within double skin façade for wind energy harvesting in buildings. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 167, 114–127. <https://doi.org/10.1016/j.jweia.2017.04.019>
6. Jafari, S. A. H., Kwok, K. C. S., & Hassanli, S. (2016). Integration of wind turbines in tall buildings for wind power generation. In *Proceedings of the 8th International Colloquium on Bluff Body Aerodynamics and Applications (BBAA VIII) (June 7–11, 2016, Boston, MA, USA)*. Northeastern University.
7. Juan, Y., Li, Q., & Tamura, Y. (2021). Effects of corner modifications on wind-induced responses of high-rise buildings: A CFD study. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 211, 104556. <https://doi.org/10.1016/j.jweia.2021.104556>
8. Kono, T., & Kogaki, T. (2012). Numerical investigation of wind conditions over a rectangular prism-shaped building for mounting small wind turbines. *Wind Engineering*, 36(2), 111–120. <https://doi.org/10.1260/0309-524X.36.2.111>
9. Kwok, K. C. S. (1988). Effect of building shape on wind-induced response of tall building. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 28(1–3), 381–390. [https://doi.org/10.1016/0167-6105\(88\)90134-1](https://doi.org/10.1016/0167-6105(88)90134-1)

10. Ledo, L., Kosasih P.B., Cooper, P. (2011). Roof mounting site analysis for micro-wind turbines. *Renewable Energy*, 36(5), 1379-1391. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2010.10.030>
11. Li, Q. S., Chen, F. B., Li, Y. G., & Lee, Y. Y. (2013). Implementing wind turbines in a tall building for power generation: A study of wind loads and wind speed amplifications. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 116, 70–82. <https://doi.org/10.1016/j.jweia.2013.03.004>
12. Li, Q. S., Shu, Z. R., & Chen, F. B. (2016). Performance assessment of tall building-integrated wind turbines for power generation. *Applied Energy*, 165, 777–788. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.12.114>
13. Lu, L., & Sun, K. (2014). Wind power evaluation and utilization over a reference high-rise building in urban area. *Energy and Buildings*, 68(PARTA), 339-350. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.09.029>.
14. Toja-Silva, F., Peralta, C., Lopez-Garcia, O., Navarro, J., & Cruz, I. (2015). On Roof Geometry for Urban Wind Energy Exploitation in High-Rise Buildings. *Computation*, 3(2), 299-325. <https://doi.org/10.3390/computation3020299>
15. Wang, B., Cot, L. D., Adolphe, L., Geoffroy, S., & Morchain, J. (2015). Wind energy estimation on the roofs of two high-rise buildings. *Energy and Buildings*, 88, 57–67. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.11.059>
16. Yang, A., Su, Y., Wen, C., Juan, Y., Wang, W., Cheng, C. (2016). Estimation of wind power generation in dense urban area, *Applied Energy*, 171, 213-230. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.03.007>
17. Zhou, H., Lu, Y., Liu, X., Chang, R., & Wang, B. (2017). Wind energy harvesting in low-rise residential buildings: Design and optimization of building forms. *Journal of Cleaner Production*, 167(C), 306–316. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.187>
18. Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 12. Kalkınma Planı (2024-2028), https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/12/On-Ikinci-Kalkinma-Plani_2024-2028_11122023.pdf
19. Raporlar, Yönetmelikler
20. Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 11. Kalkınma Planı (2019-2023), https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2022/07/On_Birinci_Kalkinma_Plani-2019-2023.pdf
21. Global Status Report for Buildings and Construction, (2024), United Nations Environment Programme.

<https://wedocs.unep.org/rest/api/core/bitstreams/75c570dd-e011-4bfd-a8a0-2bdef38c0599/content>

22. Resmi Gazete, Tarih: 19 Şubat 2022, Sayı: 31044, Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik.



BÖLÜM 2

Türkiye ve Almanya’da Tarihî Yapıların Restorasyonu: Ayasofya ve Frauenkirche Örneği Üzerinden Karşılaştırmalı Bir İnceleme

Yusuf Pala¹

Giriş

Bu çalışma, Ayasofya ve Frauenkirche örnekleri üzerinden Türkiye ve Almanya’daki tarihî yapı restorasyonunu, ulusal koruma politikaları ile uluslararası koruma ilkeleri arasındaki etkileşim çerçevesinde ele almaktadır. Ayasofya, Osmanlı’dan Cumhuriyet’e uzanan ve günümüzde 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu ile kurumsallaşan merkezîyetçi koruma ve denetim geleneği içinde, Vakıflar Genel Müdürlüğü ile Kültür ve Turizm Bakanlığı odaklı yapının yönettiği istisnai bir vaka olarak değerlendirilmektedir. Yakın dönem müdahalelerinde malzeme bilimi, arşiv araştırmaları, laboratuvar analizleri, sayısal modelleme ve hasarsız inceleme tekniklerine dayalı strüktürel çalışmaların bir arada kullanılmasıdır. Buna karşılık deprem riski, yoğun ziyaretçi baskısı, bürokratik ve mali sınırlılıklar ile özgün dokuya saygı ve kamusal erişim ilkeleri etrafında yürütülen tartışmalar, Ayasofya’yı Türkiye’deki koruma politikalarının gerilim alanlarını görünür kılan bir laboratuvar hâline getirmektedir.

Frauenkirche Dresden’in II. Dünya Savaşı sonrasındaki yeniden inşası ise federal yetki paylaşımı çerçevesinde Stiftung Frauenkirche Dresden koordinasyonunda yürütülen; bağış temelli finansman modeli, ulusal ve uluslararası kampanyalar, disiplinlerarası uzmanlık katkıları, dijital taş arşivleri ve şeffaf fon yönetimiyle tanımlanan, yapıyı barış, yeniden birleşme ve kültürel bellek sembolü olarak konumlandıran geniş katılımlı bir süreç olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu süreçte savaş yıkımı, harabenin uzun süre kent dokusu içinde bırakılması ve sonrasındaki rekonstrüksiyon kararı, Frauenkirche’yi hem teknik açıdan örnek gösterilen hem de otantiklik ve rekonstrüksiyon etiği bağlamında tartışılan bir uygulama hâline getirmiştir.

Karşılaştırmalı analiz, Venedik Tüzüğü (ICOMOS, 1964) ve UNESCO Dünya Mirası Sözleşmesi’nin (UNESCO, 1972) Türkiye’deki merkezîyetçi yapılanma ile Almanya’daki federatif ve görece yatay örgütlenme içinde nasıl

¹ Dr., ORCID: 0000-0003-4253-7271

farklı biçimlerde yorumlandığını; Ayasofya ve Frauenkirche örneklerinin hukuki çerçeve, kurumsal model ve yönetim yapıları, teknik ve teknolojik yaklaşımlar, finansman düzenekleri, denetim ve izleme pratikleri ile toplumsal katılım ve kültürel bellek boyutları bakımından hangi benzerlikleri ve ayrışmaları ortaya koyduğunu göstermeyi amaçlamaktadır. Bu doğrultuda çalışma, literatür ve arşiv taraması ile hukuki ve mali belgeler, uygulama raporları, teknik proje dosyaları ve strüktürel analizlerin karşılaştırmalı değerlendirilmesine dayalı nitel bir yöntem benimsemektedir. Koruma kültürlerini Jan Assmann'ın kültürel bellek kuramı (Assmann, 1995) ve Pierre Nora'nın hafıza mekânları (Nora, 1989) yaklaşımı üzerinden okuyarak, restorasyonun teknik, hukuki, kurumsal ve toplumsal boyutlarının birbirinden bağımsız ele alınamayacağını ileri sürmektedir.

Ayasofya, çok katmanlı dinî ve siyasal anlamlarıyla Nora'nın “hafıza mekânı” kavramının; Frauenkirche ise yıkım, harabe ve rekonstrüksiyon arasındaki sürekliliğiyle Assmann'ın kültürel bellek sürekliliği tartışmasının somutlandığı iki örnek olarak ele alınmaktadır. Bu makale, bu iki yapı üzerinden Türkiye ve Almanya'daki merkezî-devletçi ve vakıf/sivil temelli koruma modellerinin teknik, hukuki, kurumsal ve toplumsal sonuçlarını karşılaştırmalı olarak incelemekte; şu sorulara yanıt aramaktadır:

Ulusal koruma rejimleri, Ayasofya ve Frauenkirche'nin restorasyon kararlarını hukuki, kurumsal ve teknik açıdan nasıl biçimlendirmektedir?

Venedik Tüzüğü ve UNESCO Dünya Mirası Sözleşmesi, bu iki yapıda otantiklik, rekonstrüksiyon ve toplumsal katılım ilkeleri bakımından nasıl farklı yorumlanmaktadır?

Makale, Türkiye'deki merkezîyetçi, devlet güdümlü koruma modeli ile Almanya'daki vakıf ve bağış odaklı, çok paydaşlı koruma modelinin kültürel bellek, otantiklik ve toplumsal katılım boyutlarında farklı restorasyon kültürleri ürettiğini savunmaktadır. Ayasofya ve Frauenkirche örneklerinden hareketle, çok katmanlı miras alanlarında toplum temelli, yenilikçi ve sürdürülebilir restorasyon politikalarına yönelik tartışılabilir bir model çerçevesi önermektedir.

2. Tarihsel ve Teorik Arka Plan

Tarihsel yapı restorasyonu, yalnızca fiziksel bozulmaların giderilmesine indirgenemeyecek; kültürel mirasın korunması, toplumsal kimliğin sürekliliği ve kolektif belleğin yeniden üretimini içeren disiplinlerarası bir pratiktir. Bu nedenle mimarlık tarihi, koruma kuramı, kültürel miras yönetimi, hukuk, mühendislik ve sosyal bilimlerin kavramsal araçlarını bir araya getiren bilimsel ve bütüncül yaklaşımlar gereklidir. Jan Assmann'ın kültürel bellek kavramı, yapıların ve kamusal mekânların toplumsal kimlik ve hafıza üretiminin taşıyıcıları olarak ele alınması gerektiğini vurgularken (Assmann, 1995), Pierre Nora'nın hafıza

mekânları yaklaşımı belirli yerlerin sembolik yoğunluğunu ve tarih bilinci üzerindeki etkisini analiz ederek koruma pratiğine kuramsal bir derinlik kazandırır (Nora, 1989).

Uluslararası koruma alanında restorasyonun ilke ve sınırlarını çerçeveleyen temel metinlerin başında, özgünlüğe saygı, minimum müdahale, geri dönüşlülük ve eklerin ayırt edilebilirliği gibi ilkeleri tanımlayan 1964 tarihli Venedik Tüzüğü gelir. Bu metin müdahalelerin disiplinlerarası bilimsel araştırmalara ve ayrıntılı belgeleme süreçlerine dayanmasını zorunlu kılar (ICOMOS, 1964). 1972 tarihli UNESCO Dünya Kültürel ve Doğal Mirasının Korunmasına Dair Sözleşme ise kültürel mirası ulusal sınırları aşan ortak bir sorumluluk alanı olarak tanımlayarak, koruma politikalarının fiziksel ve estetik niteliklerin yanı sıra sosyal, ekonomik ve kültürel boyutlara eşzamanlı biçimde odaklanmasını teşvik eder (UNESCO, 1972).

Türkiye’de koruma olgusu, Osmanlı dönemindeki ferman ve nizamnamelerden Cumhuriyet döneminde 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu’na uzanan süreçte giderek daha sistematik bir yasal ve kurumsal çerçeveye kavuşmuştur. Deprem tehlikesi, hızlı kentleşme, turizm baskısı ve ekonomik kısıtlar, özgün doku ile çağdaş dayanıklılık ölçütleri arasında hassas bir denge kurulmasını zorunlu kılmıştır (Mumcu, 2023). Almanya’da ise II. Dünya Savaşı sonrasında ağır hasar gören kentlerde yürütülen yeniden inşa ve restorasyon çalışmaları, federal ve eyalet düzeyinde örgütlenmiştir. Bilimsel araştırma, teknik standardizasyon, hukuki düzenlemeler ve toplumsal katılımı bütünleştiren çok katmanlı bir koruma sisteminin gelişmesine zemin hazırlamıştır. Dresden Frauenkirche örneğinde bu model, hem yapısal güvenlik hem de simgesel temsil boyutlarıyla somut biçimde gözlemlenebilir hâle gelmiştir (Jäger, Bergander, & Pohle, 1999).

Bu teorik zemin üzerinde Assmann’ın kültürel bellek kavramı ve Nora’nın hafıza mekânları tartışması, Ayasofya ve Frauenkirche gibi anıtları salt mimari-tekni müdahale nesnelere olmaktan çıkararak, ulusal kimlik, kolektif hafıza ve kültürel süreklilik tartışmalarının merkezine yerleştirir. Böylece restorasyon, yerel teknik koşulların ötesine geçen; uluslararası koruma standartları ile çağdaş bellek kuramlarını kesiştiren çok katmanlı bir pratik olarak konumlanmaktadır. Türkiye ve Almanya’daki uygulamaların bu tarihsel ve kuramsal arka plan içinde incelenmesi koruma alanındaki dönüşümleri daha kapsamlı biçimde kavramaya imkân vermektedir. Bu çerçevede çalışma, Ayasofya ve Frauenkirche’yi hukuki ve kurumsal yapılanma, teknik ve strüktürel yaklaşımlar, finansman ve şeffaflık, denetim ve izleme mekanizmaları ile toplumsal katılım ve kültürel bellek boyutları üzerinden karşılaştırmaktadır.

Çalışma, nitel bir karşılaştırmalı vaka analizi yöntemi benimsemekte; 1990 sonrası büyük ölçekli müdahale süreçlerini odak alarak ulusal mevzuatlar,

uluslararası sözleşmeler, UNESCO karar ve raporları, Stiftung Frauenkirche Dresden'in yayımladığı belgeler, bilimsel makaleler, teknik raporlar ve arşiv kayıtlarını sistematik biçimde karşılaştırmaktadır. Analiz, Ayasofya ve Frauenkirche için seçilen kaynakları bu beş boyut çerçevesinde yan yana getirerek, iki ülkenin koruma kültürleri arasındaki benzerlik ve farklılıkları açığa çıkarmayı amaçlamaktadır.

3. Türkiye – Almanya Karşılaştırması: Hukuki Temeller ve Kurumlar Yasal Çerçeve ve Koruma Politikalarının Tarihsel Kökenleri

Bu bölüm, Türkiye ve Almanya'daki koruma politikalarının hukuki temellerini ve kurumsal yapılanmalarını, Ayasofya ve Frauenkirche örnekleri üzerinden karşılaştırmalı olarak ortaya koymaktadır. Her iki ülkede de kültürel mirasın korunması, yasama süreçleri, kurumsal örgütlenme ve tarihsel olarak şekillenmiş idari geleneklerle yakından ilişkilidir. Bu çerçevede merkezîyetçi ve federatif modellerin güçlü ve zayıf yönleri, somut vakalar üzerinden karşılaştırılmaktadır.

Türkiye'de koruma sistemi, Osmanlı'nın merkezi idari mirası ile Cumhuriyet'in seküler hukuk düzeninin bileşimi olarak, başta 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu olmak üzere ilgili yönetmelikler çerçevesinde örgütlenmiştir. Taşınmaz kültür varlıklarının tespiti, tescili, projelendirilmesi ve denetimi büyük ölçüde merkezi otorite ve koruma kurulları üzerinden yürütülmekte; Vakıflar Genel Müdürlüğü, Kültür ve Turizm Bakanlığı, müze müdürlükleri ve yerel yönetimler bu yapının başlıca aktörlerini oluşturmaktadır (Mumcu, 2023). Ayasofya gibi yüksek sembolik değere sahip anıtlarda proje onayı, uygulama denetimi ve işlevlendirme kararlarının merkezi kurumlar ve uzman kurulların sıkı gözetimi altında yürütülmesi, kalite kontrol ve hukuki bağlayıcılık açısından avantaj sağlarken, yerel özgünlüklere ve esnek uygulama modellerine alan açma kapasitesini sınırlayabilmektedir (Ahunbay, 2017).

Almanya'da ise kültürel mirasın korunması, federal devlet yapısı ve eyalet düzeyli Denkmalschutz yasaları (anıt koruma yasaları) temelinde, yerel yönetimler, eyalet anıt koruma ofisleri, kilise kurumları, vakıflar ve sivil toplum örgütlerinin ortak sorumluluğu olarak tanımlanan çok katmanlı bir sistem içinde yürütülmektedir. Frauenkirche Dresden örneğinde Stiftung Frauenkirche Dresden gibi vakıf temelli kuruluşlar, federatif yönetim modeli ve bağış odaklı finansman yapısıyla sürecin merkezi aktörleri hâline gelmiştir. Bu model demokratik karar alma, çok paydaşlı müzakere ve yerel katılımı güçlendirmiş, ancak eyaletler arası uygulama farklılıkları ve uzun müzakere süreçleri nedeniyle standartlaşma ve takvim yönetimi açısından belirli zorluklar da doğurmuştur (Peter & Lochner, Wiederaufbau der Frauenkirche, 2005).

Türkiye’de koruma politikalarının tarihsel temeli, vakıf sistemi ve padişah fermanlarına dayalı anıtsal koruma pratiklerinin Cumhuriyet döneminde seküler mevzuat ve bakanlık merkezli kurumsallaşma içinde yeniden tanımlanmasına; 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren ise uluslararası sözleşmelerin onaylanmasıyla Venedik Tüzüğü ve UNESCO çerçevesiyle uyum arayışına dayanmaktadır. Ayasofya’nın statü değişiklikleri, işlev tartışmaları ve restorasyon kararları, bu tarihsel süreklilik ve kırılmaların somutlaştığı başlıca örneklerden biridir (Ahunbay, 2017). Almanya’da II. Dünya Savaşı sonrasındaki yeniden yapılanma süreci, ağır yıkıma uğrayan tarihî kent dokularının restorasyonu ve rekonstrüksiyonu üzerinden hem hukuki hem kurumsal yenilenmeyi zorunlu kılmıştır. Denkmalschutz yasaları tarihî yapıların korunmasını demokratik toplumun kolektif hafızası ve kimlik sürekliliğinin bileşeni olarak tanımlamış, Frauenkirche’nin uzun süre harabe olarak bırakılması ve ardından ulusal-uluslararası bağış kampanyalarıyla yeniden inşa edilmesi bu yaklaşımın çarpıcı bir tezahürü olmuştur (Wenzel, 2007).

Her iki ülkede de ulusal mevzuatın Venedik Tüzüğü ve UNESCO Dünya Mirası Sözleşmesi ilkeleriyle ilişkileneş biçimi, restorasyon politikalarının yönünü ve kurumsal tasarımını belirleyen temel bir unsur olarak öne çıkmaktadır. Türkiye’de koruma kurulları ve bakanlık merkezli karar mekanizmaları, uluslararası ilkeleri merkezî denetim ve uzman odaklı süreçler içinde yorumlarken; Almanya’da eyalet yasaları ve yerel anıt koruma kurumları, bu ilkeleri federatif yetki paylaşımı ve çok aktörlü müzakere zemininde uygulamaktadır (Stiftung Frauenkirche Dresden, 2024). Ayasofya ve Frauenkirche örnekleri, bu farklı hukuki ve kurumsal geleneklerin restorasyonun teknik boyutlarının ötesinde siyasal, toplumsal ve simgesel süreçleri de belirlediğini göstererek, koruma politikalarının tarihsel arka planının güncel uygulamaların anlaşılması için vazgeçilmez bir referans noktası olduğunu ortaya koymaktadır.

4. Restorasyon Uygulamalarında Karşılaşılan Sorunlar

Bu bölüm, Türkiye ve Almanya’daki restorasyon uygulamalarında ortaya çıkan teknik, idari, ekonomik ve toplumsal sorun alanlarını, Ayasofya ve Frauenkirche bağlamında gruplayarak incelemektedir.

Türkiye ve Almanya’daki restorasyon uygulamalarında ortaya çıkan sorunlar, teknik ve ekonomik boyutların ötesine geçerek yönetsel, hukuki, kurumsal ve toplumsal düzlemlerde biriken çok katmanlı gerilimler olarak ortaya çıkmaktadır. Ayasofya ve Frauenkirche örnekleri, bu gerilimlerin özellikle teknik-yapısal riskler, finansal kısıtlar, bürokratik işleyiş, kurumsal koordinasyon, toplumsal katılım, uzmanlık kapasitesi ile bakım-izleme rejimlerinin gücü ekseninde yoğunlaştığını göstermektedir.

Türkiye’de yüksek deprem riski, tarihî yapı stokunun özgün malzeme ve strüktürel karakteri korunarak güçlendirilmesini zorunlu kılmaktadır. Ayasofya gibi büyük açıklıklı kubbelere sahip anıtlarda hasarsız tespit yöntemleri, üç boyutlu modelleme ve yapısal analizlerin geleneksel malzeme ve tekniklerle uyumlu biçimde birleştirilememesi durumunda dayanıklılık–özgünlük dengesi bozulabilmektedir (Mark, Çakmak, & Erdik, 1993). Ekonomik düzlemde merkezi bütçeye bağımlılık, önceliklendirme sorunları ve uzun onay süreçleri hem takvimleri geciktirmekte hem de nitelikli malzeme, uzman işçilik ve uzun vadeli bakım programlarının sürdürülebilirliğini zayıflatmaktadır. Koruma ve konservasyon alanlarında eğitim–araştırma altyapısının sınırlılığı da geleneksel tekniklerin bilimsel temelde yaşıtılmasını güçleştirmektedir (Mumcu, 2023).

Almanya’da Frauenkirche örneğinde görüldüğü üzere savaş hasarı, yeniden yapılanma ve çağdaş teknik standartların entegrasyonu, özgün taşların yeniden kullanımı, yeni malzeme seçimi, enerji verimliliği ve sembolik bütünlüğün korunması arasında sürekli bir denge arayışını gerektirmekte; sayısal modeller ve deneysel verilerle desteklenen rekonstrüksiyon, etik ve teknik ikilemleri de beraberinde getirmektedir (Peter & Lochner, Wiederaufbau der Frauenkirche, 2005). Federatif yapıya dayalı çok kaynaklı finansman modeli (federal–eyalet bütçeleri, kilise ve vakıf fonları, bağışlar, AB kaynakları) finansal sürdürülebilirlik ve risk dağılımı açısından avantajlı olmakla birlikte, fon yönetimi, şeffaflık ve denetim mekanizmalarının sürekliliğini zorunlu kılmaktadır. Avrupa Sayıştay’ı, bu çerçevede koordinasyon ve hesap verebilirlik ihtiyacına dikkat çekmektedir (Europäischer Rechnungshof, 2020).

Bürokratik ve kurumsal açıdan Türkiye’de koruma kurulları, bakanlık birimleri, Vakıflar Genel Müdürlüğü ve yerel yönetimler arasında çok halkalı onay ve denetim zinciri, belge yükü ve karar gecikmelerine yol açarak özellikle büyük ölçekli projelerde yönetimi zorlaştırmaktadır. Dijital belgeleme ve yapı bilgi modellemesi gibi yeni teknolojilerin mevzuata sınırlı entegrasyonu, teknik yeniliklerin sahaya yansımaları yavaşlatmaktadır (Mumcu, 2023). Almanya’da federal yapı yerel uyum ve esnekliği artırırken, eyaletler arasında farklılaşan anıt koruma yasaları uygulama standartlarında heterojenlik ve bilgi akışında parçalanma yaratmaktadır. Bu durum, ülke ölçeğinde bütüncül kalite kontrolünü güçleştirmektedir (Europäischer Rechnungshof, 2020).

Toplumsal katılım ve kültürel bilinç açısından Türkiye’de birçok projede sivil katılım planlama ve uygulama aşamalarında sınırlı kalmaktadır. Projelerin çoğu kamuoyuna tamamlandıktan sonra açılması, yerel bilgi ve beklentilerin tasarım ve uygulamaya yeterince yansımamasına neden olmakta, hızlı kentleşme ve turizm baskısı ise koruma ile ekonomik kullanım arasındaki dengelyi kırılgan hâle getirmektedir (Mumcu, 2023). Almanya’da kent forumları, danışma kurulları, sivil platformlar ve geniş bağış kampanyaları restorasyonun toplumsal

meşruyetini güçlendirmekte; ancak çok aktörlü müzakere süreçleri karar alma süresini uzatarak yönetsel yükü artırabilmektedir (Wenzel, 2007).

Disiplinlerarası işbirliği, uzmanlık birikimi ve eğitim alanındaki boşluklar her iki ülkede de restorasyon kalitesi üzerinde belirleyici etkiler yaratmakta; mimar, mühendis, sanat tarihçisi, konservatör, sosyolog ve hukukçulardan oluşan ekiplerin sürekliliğinin sağlanamaması ile üniversite–kamu–özel sektör işbirliklerinin sınırlılığı özellikle karmaşık tarihî yapılarda riskleri artırmaktadır. Restorasyon sonrası bakım, izleme ve raporlama mekanizmalarının finansman ve personel yetersizlikleri nedeniyle aksaması, Türkiye’de uzun vadeli koruma zincirini zayıflatırken, Almanya’da kurumsallaşmış izleme sistemleri ve dijital araçlar bu süreci görece daha şeffaf ve denetlenebilir kılmaktadır.

Bu sorun alanları birlikte değerlendirildiğinde, Türkiye ve Almanya’da restorasyonun başarısının yalnızca teknik çözümlerle değil, disiplinlerarası, katılımcı, şeffaf ve sürdürülebilir yönetim modelleriyle doğrudan ilişkili olduğu; deprem riski, ekonomik kısıtlar, kurumsal karmaşıklık, sınırlı katılım ve yetersiz bakım mekanizmalarına karşı geliştirilecek stratejilerin sürekli eğitim, teknik yenilik, finansal çeşitlilik ve toplum temelli yaklaşımlarla desteklenmediği takdirde, tarihî yapıların fiziksel sürekliliği kadar kolektif hafıza ve kültürel sürekliliğin de ciddi risk altında kalacağı anlaşılmaktadır.

5. Restorasyon Uygulamalarının Denetimi

Bu bölüm, Ayasofya ve Frauenkirche’nin restorasyon süreçlerinde uygulanan ulusal ve uluslararası denetim mekanizmalarını, hukuki araçlar, kurumsal aktörler ve şeffaflık düzeyi açısından karşılaştırmalı olarak değerlendirmektedir.

Türkiye ve Almanya’daki restorasyon uygulamalarının denetimi, tarihî yapıların yalnızca fiziksel bütünlüğünü değil, aynı zamanda kültürel mirasın anlam ve değerini korumayı amaçlayan hukuki, kurumsal ve etik mekanizmaların bütününe ifade eder. Denetim, proje hazırlığından uygulama sürecine ve tamamlanma sonrasındaki bakım ile izlemeye kadar tüm aşamalarda, yasal çerçevenin, teknik standartların, şeffaflık ilkelerinin ve toplumsal katılımın ne ölçüde hayata geçirildiğini görünür kılan stratejik bir araç niteliğindedir. Ayasofya ve Frauenkirche örnekleri üzerinden, bu bölümde Türkiye ve Almanya’daki denetim sistemlerinin yapısı, işleyişi ve sorun alanları karşılaştırmalı olarak ele alınmaktadır.

Türkiye’de tarihî yapı restorasyonuna ilişkin denetim mekanizmaları, başta 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu olmak üzere ilgili yönetmelikler ve uygulama rehberleri doğrultusunda şekillenmektedir. Proje tasarımından uygulama aşamasına kadar koruma bölge kurulları, belediyeler, valilikler, müze müdürlükleri, Vakıflar Genel Müdürlüğü ve müellif mimarlar başlıca aktörler olarak sürece dâhil olmaktadır. Projelerde önce kurul onayı

alınmakta, sahadaki uygulama ise uzman heyetler ve ilgili idareler tarafından raporlar, fotoğraf belgeleri ve yerinde incelemeler yoluyla periyodik olarak izlenmekte, tamamlanan uygulamalar nihai uygunluk raporu ve belgelenmiş proje dosyasıyla sonuçlandırılmaktadır. Bununla birlikte personel yetersizliği, yoğun belge trafiği, kurumlar arası koordinasyon eksikliği ve bölgesel uygulama farklılıkları, denetimin sürekliliği ve derinliği bakımından önemli sınırlılıklar yaratmaktadır (Mumcu, 2023).

Almanya’da denetim sistemi, federal ve eyalet düzeyindeki anıt koruma yasaları (Denkmalschutz) ve ilgili yönetmelikler temelinde; Denkmalschutzbehörde (Anıt Koruma Kurumları), yerel yönetimler, kilise kurumları, vakıflar ve bağımsız uzman kurulları arasında paylaşılan bir sorumluluk alanı olarak yapılandırılmıştır. Frauenkirche Dresden örneğinde, Stiftung Frauenkirche Dresden’in koordinasyonunda yürütülen süreçte bilimsel danışma kurulları, bağımsız uzman raporları, kamusal bilgilendirme toplantıları ve bağışçuları hedefleyen şeffaflık araçları denetimin vazgeçilmez bileşenleri hâline gelmiştir. Uygulamanın her aşamasında teknik raporlar, malzeme ve statik analizler, mali denetim belgeleri ve kamuya açık ara raporlar üretilmiştir. Bu çerçevede uygunsuz müdahaleler yalnızca hukuki yaptırımların değil, aynı zamanda akademik eleştiri ve kamuoyu denetiminin de konusu olabilmektedir (Wenzel, 2007).

Uluslararası standartlar, her iki ülkede denetimin ilkesel zeminini oluşturur. Venedik Tüzüğü özgünlük, minimum müdahale, geri dönüşlülük, kapsamlı belgelenme ve çağdaş eklerin ayırt edilebilirliği gibi ilkeleri ile hem proje onayında hem de şantiye denetimlerinde temel referans çerçeve olarak kabul edilmektedir (ICOMOS, 1964). UNESCO Dünya Mirası Sözleşmesi (UNESCO, 1972) ve ilgili operasyonel rehberler ise, özellikle Dünya Mirası listesine kayıtlı alanlar için periyodik raporlama, izleme misyonları, etki değerlendirme raporları ve uyarı mekanizmaları üzerinden uluslararası denetim boyutunu güçlendirmekte; İstanbul’un Tarihî Alanları bağlamında Ayasofya, Dresden Elbe Vadisi bağlamında (Crocchi, 1999) Frauenkirche bu küresel izleme ağının odağına yerleşmektedir.

Türkiye’de mevcut denetim yapısı, hukuki bağlayıcılığı ve merkezî denetim gücünü öne çıkarırken, süreçlerin şeffaflığı ve toplumsal katılım düzeyi bakımından gelişmeye açık bir görünüm sergiler. Proje kararları çoğu zaman uzmanlar ve bürokratik kadrolar arasında şekillenmekte, sivil toplum örgütleri, yerel halk ve kullanıcıların sürece sistematik katılımı sınırlı kalmaktadır. Bu durum, denetimin teknik doğruluk bakımından görece güçlü, ancak yerel bilgi, kültürel beklentiler ve toplumsal meşruiyet açısından kırılgan olmasına yol açmaktadır (Mumcu, 2023). Almanya’da ise çok aktörlü ve yatay denetim modeli, demokratik meşruluk ve kamusal şeffaflığı güçlendirirken, eyaletler arası

farklılaşmalar ve uzun müzakere süreçleri karar alma hızını düşürerek uygulama takvimlerinin yönetimini zorlaştırabilmektedir (Kunath, 2005).

Denetimin restorasyon sonrası bakım, izleme ve kullanıcı eğitimi boyutu, uzun vadeli koruma için belirleyici bir ölçüt olarak öne çıkar. Türkiye’de mevzuat periyodik bakım ve kontrol programlarını zorunlu kılmakla birlikte, finansman, kurumsal örgütlenme ve insan kaynağı yetersizlikleri nedeniyle pek çok yapıda izleme ve raporlama süreklilik kazanmakta zorlanmaktadır (Mumcu, 2023). Almanya’da ise bağımsız teknik izleme kuruluşları, bölgesel veri tabanları, düzenli durum raporları ve kullanıcıya yönelik bilgilendirme programlarıyla desteklenen daha kurumsallaşmış bir bakım–denetim ekosistemi dikkati çekmekte; sayısal modelleme, titreşim ölçümleri ve sürekli izleme uygulamaları bu ekosistemin teknik bileşenlerini oluşturmaktadır (Mark, Çakmak, & Erdik, 1993).

Her iki ülkede de yetkin, bilimsel, katılımcı ve şeffaf denetim sistemlerinin güçlendirilmesi, restorasyonun teknik doğruluğu kadar kültürel mirasın sürdürülebilirliği, kolektif hafızanın korunması ve toplumsal sahiplenmenin artırılması açısından vazgeçilmez bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır.

6. Ayasofya ve Dresden Frauenkirche Restorasyonlarının Karşılaştırmalı ve Detaylı İncelemesi

Bu bölümde Ayasofya ve Dresden Frauenkirche örnekleri, tarihsel–mimari gelişim, planlama ve kurumsal süreçler, teknik–idari sorunlar ve restorasyon sonuçları bakımından karşılaştırmalı ve analitik bir çerçevede ele alınmaktadır. Her iki yapı da savaş, deprem, kentleşme ve işlev değişimi gibi geniş ölçekli dönüşümlere maruz kalmış; bu süreçlerde geliştirilen restorasyon stratejileri, ulusal koruma sistemlerinin işleyişini ve uluslararası standartlarla kurulan ilişki biçimlerini görünür kılmıştır.

6.1 Ayasofya

6.1.1 Tarihsel ve Mimari Gelişim

Ayasofya, İmparator I. Justinianus döneminde 6. yüzyılda inşa edilen, merkezi plan ile bazilika şemasını birleştiren büyük kubbeli anıt yapısı olarak erken Bizans mimarisinin en çarpıcı örneklerinden biri kabul edilir. Geniş açıklıklı ana kubbe, onu taşıyan yarım kubbeler ve kemer sistemi, tarih yazımında büyük açıklıklı örtü sistemleri için dönüm noktalarından biri olarak değerlendirilmiştir. Osmanlı döneminde camiye dönüştürülen yapı, Mimar Sinan’ın eklediği dış payandalar ve strüktürel takviyelerle deprem güvenliği açısından güçlendirilmiştir. Minareler, türbeler, medrese ve diğer yan birimlerin eklenmesiyle klasik Osmanlı cami külliyesi tipolojisine yaklaşan çok katmanlı bir kompleks hâline gelmiştir (Ahunbay, 2017).

Cumhuriyet döneminde önce müze, ardından yeniden cami statüsüyle ele alınan Ayasofya'da, Bizans ve Osmanlı katmanlarının birlikte korunmasını hedefleyen bir koruma anlayışı benimsenmiştir. Mozaikler, strüktürel elemanlar ve iç mekân yüzeyleri, bilimsel yöntemlere dayalı konservasyon ve onarım kampanyaları aracılığıyla müdahaleye konu olmuştur (Şahin, 2018). Yapının tarihsel süreç boyunca maruz kaldığı depremler, çevresel etkiler ve önceki onarımlar, kubbe, ana taşıyıcı elemanlar ve dış cephelerde yinelenen hasar biçimlerine yol açmıştır. Deneysel ölçümler, gözlemler ve raporlar, kubbe ve minarelerde süreklilik gösteren çatlaklar, dış cephede hava kirliliği ve nem kaynaklı yüzey bozulmaları, zemin ve galeri katlarında su ve deformasyon sorunları ile mozaik tabakalarında ayrılma risklerine işaret etmiştir. Böylece Ayasofya'nın tarihsel-mimari gelişimi, farklı dönemlere ait strüktürel ve estetik müdahalelerin üst üste bindiği, çok katmanlı bir koruma ve restorasyon tarihini ortaya koymaktadır (Billur, Cesur, & Altunbaş, 2020).

6.1.2. Planlama ve Kurumsal Süreç

Ayasofya'daki restorasyon süreçleri, Türkiye'deki merkeziyetçi koruma modeli ile İstanbul'un Tarihî Alanları'nın UNESCO Dünya Mirası statüsünden kaynaklanan uluslararası yükümlülüklerin kesişiminde yürütülmektedir. Planlama ve karar alma aşamalarında Kültür ve Turizm Bakanlığı, Vakıflar Genel Müdürlüğü, İstanbul Valiliği, koruma bölge kurulları ve Ayasofya'ya ilişkin bilimsel danışma heyetleri temel ulusal aktörlerdir; UNESCO ve ICOMOS ise Dünya Mirası alanı bağlamında rehberlik ve izleme fonksiyonuyla sürece dâhil olmaktadır (Cengiz, 2021).

Planlama, mevcut durumun ayrıntılı bilimsel analiziyle başlar. Deprem riski ve taşıyıcı sistem davranışının değerlendirilmesi için hasarsız tahribatsız muayene yöntemleri (lazer tarama, radar, ultrason, jeoradar), üç boyutlu sayısal modelleme ve laboratuvar destekli malzeme testleri kullanılmaktadır. Bizans ve Osmanlı dönemlerine ait arşiv belgeleri, önceki onarım raporları, gravürler ve fotoğraflar yardımıyla özgün bileşenler ile tarihsel müdahaleler ayrıştırılmaya çalışılmaktadır (Aoki & Ural, 1997).

Bilimsel danışma kurulları, müdahale önceliklerinin, malzeme seçimlerinin ve güçlendirme stratejilerinin belirlenmesinde belirleyici rol oynamaktadır. Hazırlanan projeler koruma kurullarında değerlendirilerek onaya sunulmakta, sonrasında ilgili idareler bütçe, ihale ve şantiye organizasyonunu yürütmektedir (Ahunbay, 2017). Bu çok aktörlü yapı, kuramsal olarak denge ve denetimi güçlendiren bir çerçeve sunsa da, yetki alanlarının kesiştiği noktalarda koordinasyon güçlüklerini de beraberinde getirmektedir. Dünya Mirası alanı içinde gerçekleştirilen müdahalelere ilişkin UNESCO'ya bilgi aktarımı, etki değerlendirmesi ve periyodik raporlama yükümlülüklerinin zamanlama ve içerik bakımından nasıl yerine getirildiği, uluslararası değerlendirmelerde özellikle

izlenen başlıklardan biridir. Bu çerçevede planlama ve kurumsal süreç, bilimsel analize ve uluslararası ilkelere dayalı koruma anlayışı ile merkezi idare, yerel kurumlar ve uluslararası aktörler arasındaki karmaşık etkileşimleri bir arada barındırmaktadır (Crocì, 1999).

6.1.3. Uygulamada Karşılaşılan Sorunlar

Ayasofya'daki restorasyon uygulamalarında gözlenen sorun alanları, teknik–strüktürel risklerden idari–bürokratik zorluklara, yoğun kullanım baskısından uluslararası yükümlülüklere uzanan çok katmanlı bir yapı sergiler. Teknik düzlemde deprem riski ve statik denge, başat sorunsal olarak öne çıkar. Tarihsel depremler ana kubbe, yarım kubbeler ve taşıyıcı kemerlerde süreklilik gösteren çatlak ve deformasyonlara yol açmış, bu da güçlendirme kararlarında minimum müdahale ilkesi ile güvenlik gerekliliği arasında hassas bir denge kurulmasını zorunlu kılmıştır. Hasarsız tespit yöntemleri, jeofizik incelemeler ve endoskopik çalışmalar kubbe kaburgaları ve duvar içi boşluklara ilişkin kritik veriler sağlasa da, bu verilerin hangi müdahale tiplerini gerektirdiği konusunda mühendislik yaklaşımları arasında farklılıklar ortaya çıkabilmektedir (Aoki & Ural, 1997).

Nem, su ve çevresel etkiler, taşıyıcı sistem ve yüzeylerdeki bozulmayı hızlandıran diğer temel etmenlerdir. Çatı kaplamalarındaki sızıntılar, zemin ve döşemelerde su birikimi, biyolojik kolonizasyon ve atmosferik kirlenme, özellikle galeri katı, mermer kaplamalar ve dış cephe taş dokusunda gözle görülen hasarlara neden olmuş; enjeksiyon uygulamaları, drenaj düzenlemeleri ve yüzey koruma tedbirleriyle bu sorunlara müdahale edilmeye çalışılmıştır (Diker, 2017).

Malzeme ve işçilik temini, Bizans ve Osmanlı dönemlerine ait malzemelerle uyumlu yeni tuğla, harç, taş ve kurşun üretiminin sağlanması açısından önemli bir güçlük alanıdır. Sertifikasyon ve laboratuvar analiz süreçleri hem maliyet hem de süre baskısını artırmaktadır (Şahin, 2018).

İdari ve bürokratik düzlemde Kültür ve Turizm Bakanlığı, Vakıflar Genel Müdürlüğü, Valilik, koruma kurulları, bilim kurulları ve UNESCO gibi farklı ölçeklerdeki aktörler arasındaki koordinasyon ihtiyacı, yetki ve sorumluluk sınırlarının zaman zaman tartışmalı hâle gelmesine neden olmaktadır.

Teknik rapor ve bilimsel önerilerin karar süreçlerine tam olarak yansımaması, proje–ihale süreçlerinde teknik yeterlilik ile maliyet baskısı arasındaki gerilim ve modern yönetim araçlarının (yapı bilgi modellemesi, bütünleşik proje yönetim yazılımları, şeffaf ihale platformları) denetim ve uygulama süreçlerine sınırlı entegrasyonu, uygulamanın niteliği ve takvimi üzerinde olumsuz etkiler yaratabilmektedir (Şahin, 2018).

Toplumsal ve işlevsel düzlemde Ayasofya'nın eşzamanlı olarak hem ibadet mekânı hem de yoğun ziyaretçi çeken bir kültürel miras alanı olarak kullanılması,

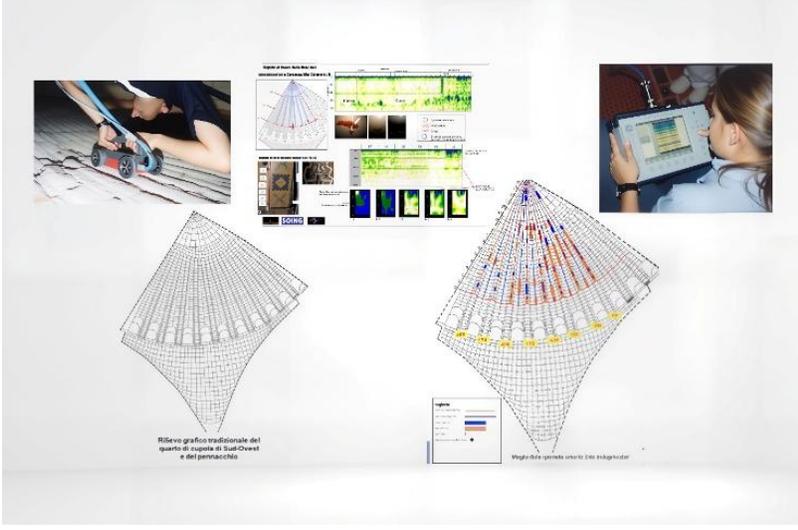
aşırı kullanıcı baskısı, yüzey aşınması ve vandalizm risklerini artırmaktadır; restorasyon çalışmalarının ibadeti asgari düzeyde kesintiye uğratarak sürdürülmesi gereği, şantiye organizasyonunu karmaşıklştırmakta ve geçici örtü, yönlendirme ile erişim düzenlemelerini zorunlu kılmaktadır (Cengiz , 2021). Proje kararlarının ve uygulamaların kamuoyu ve uzman çevrelerle sınırlı ölçüde paylaşılması; işlev değişikliği, mozaik ve fresklerin görünürlüğü gibi konularda ulusal ve uluslararası düzeyde dile getirilen eleştiriler, şeffaflık ve katılım mekanizmalarının güçlendirilmesi gereğini ortaya koymaktadır.

Dünya Mirası statüsü çerçevesinde UNESCO'ya zamanında ve yeterli içerikte raporlama yapılmadığı yönündeki uyarılar, uluslararası normlara uyum ve yönetim kalitesi bağlamında Ayasofya restorasyonunu önemli bir tartışma alanı hâline getirmiştir (Crocı, 1999). Bu çok katmanlı sorunlar, Ayasofya'daki restorasyonun yalnızca teknik bir mühendislik ve konservasyon süreci değil, aynı zamanda karmaşık bir yönetim, toplum–mekân ilişkisi ve uluslararası yükümlülük alanı olarak değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

6.1.4. Restorasyonun Sonuçları

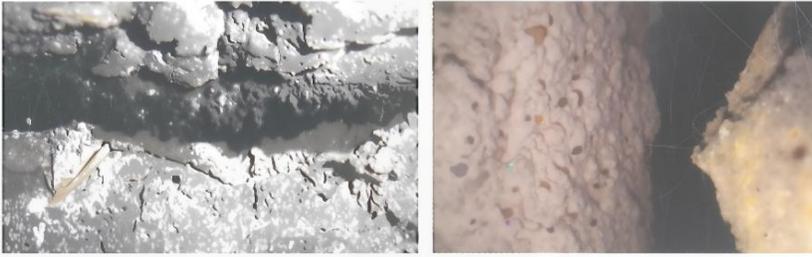
Ayasofya'da yürütölen restorasyon çalışmaları, yalnızca teknik ve mühendislik boyutundaki iyileştirmelerle sınırlı kalmamakta; yapının strüktürel güvenliği, taşıdığı simgesel anlam ve ulusal–evrensel hafızadaki konumu açısından çok katmanlı sonuçlar üretmektedir. Bu çerçevede elde edilen çıktılar, hem taşıyıcı sistemin performansına hem de yapının kullanım biçimleri ve algılanışına ilişkin yeni değerlendirmeleri gündeme getirmektedir (Mark, Çakmak, & Erdik, 1993).

Teknik ve mimari açıdan ana kubbe, kemerler, galeri döşemeleri ve dış cepheye yönelik müdahaleler, üç boyutlu strüktürel analizler, lazer tarama verileri ve jeofizik incelemelerle elde edilen bulgulara dayanılarak kurgulanmıştır (Şekil 1). Çatlakların enjeksiyon harçlarıyla doldurulması, zayıflamış bölgelerin takviye edilmesi, zemin mermerlerinin konservasyonu ve belirli noktalarda demir gergilerin beden duvarlarına ankrajlanması, yapının hem statik hem dinamik davranışını iyileştirmeye yönelik uygulamalar olarak belgelendirilmiştir (Mark, Çakmak, & Erdik, 1993).



Şekil 1. Boşlukların yerlerinin *jeoradar* yöntemi ile tespiti (Cura, 2024).

Mozaik, fresk ve duvar resimlerinde gerçekleştirilen mikro enjeksiyon, yüzey temizliği ve sabitleme işlemleri, nem ve titreşim kaynaklı riskleri azaltmayı hedeflerken; çimento esaslı eski müdahalelerin sökülerek yerlerine kireç esaslı ve özgün doku ile daha uyumlu harçların kullanılması, malzeme uyumluluğu ve uzun dönem davranışı açısından önemli bir eşik olarak değerlendirilmektedir (Şekil 2, 3). Bununla birlikte, bu müdahalelerin gerçek etkilerinin sağlıklı biçimde değerlendirilebilmesi için uzun süreli izleme, düzenli ölçüm kampanyaları ve periyodik teknik raporlamanın sürdürülmesi gereği devam etmektedir (Ayasofya Batı Cephesi Bilimsel Değerlendirme Kurulu, 2021).



Şekil 2. Endoskopik fotoğraf. Solda mikro makro geçişin kurum oluşmuş siva katmanı ayrığı, Sağda mikro makro geçişin bulunmadığı kurum oluşmamış siva katmanı ayrığı (Cura, 2024).



Şekil 3. Solda mikro enjeksiyon, sağda makro enjeksiyon (Cura, 2024).

Toplumsal ve kültürel düzlemde Ayasofya'nın eşzamanlı olarak ibadet mekânı ve küresel ölçekte tanınan bir kültürel miras alanı olarak varlığını sürdürmesi, ulusal aidiyet, kolektif hafıza ve anıtsal temsil eksenindeki tartışmaları daha görünür hâle getirmiştir (Cengiz, 2021). Külliye bileşenlerinin onarılarak yeniden kullanıma açılması, yapının tarihsel sosyal işlevlerinin bir bölümünün canlanmasına imkân tanırken; işlev değişiklikleri, mekânsal düzenlemeler ve ikonografik unsurların görünürlüğüne ilişkin tercihler, farklı toplumsal gruplar ve uluslararası çevreler nezdinde birbirinden oldukça farklı yorumlara konu olmaktadır. Bu durum, restorasyon sonrasındaki kullanım biçimleri, ziyaretçi yönetimi, bilgilendirme ve aracı anlatıların, koruma politikalarının toplumsal kabulü ve meşruluğu açısından belirleyici hâle geldiğini göstermektedir (Ahunbay, 2017).

Uluslararası düzeyde Ayasofya'ya yönelik müdahaleler, UNESCO Dünya Mirası Sözleşmesi ve ilgili rehberlerin öngördüğü raporlama ve değerlendirme süreçleri içinde ele alınmakta; işlev değişimi, restorasyon müdahaleleri ve yönetim düzenekleri, Dünya Mirası alanlarında çok katmanlı mirasın nasıl ele alınacağına ilişkin küresel tartışmalarla doğrudan ilişki kurmaktadır (Crocì, 1999).

Bizans, Osmanlı ve Cumhuriyet dönemlerine ait katmanları bir arada barındıran bir miras alanı olarak Ayasofya'nın yönetimi, "çok katmanlı miras" yaklaşımının hem kuramsal hem de pratik sınamalarını içeren örnek bir laboratuvar olarak okunabilmektedir. Bu bağlamda Ayasofya'daki restorasyon, teknik ve estetik açıdan sağlanan ilerlemelerin yanı sıra, yönetim, şeffaflık, katılım ve uluslararası yükümlülüklerle uyum bakımından sürekli gözden geçirme ve iyileştirme gerektiren, durağan olmayan bir süreç olarak değerlendirilmekte; bu süreçte geliştirilecek modellerin, benzer çok katmanlı miras alanları için de referans oluşturma potansiyeli taşıdığı görülmektedir (Mumcu, 2023).

6.2. Frauenkirche

6.2.1 Tarihsel ve mimari gelişim

Frauenkirche Dresden'in tarihsel ve mimari gelişimi, Saksonya kent tarihinin ve Protestan kutsal mimarisinin merkezinde yer alan çok katmanlı bir süreç olarak okunabilir. Ortaçağdaki erken misyoner kilisesinden barok dönemin anıtsal kubbeli yapısına ve savaş yıkımı sonrasında gerçekleştirilen rekonstrüksiyona uzanan bu süreç, her dönemin toplumsal, siyasal ve estetik gereksinimlerinin yapıda farklı katmanlar hâlinde iz bıraktığı bir dönüşümü yansıtmaktadır. Ortaçağ'da Sorb yerleşimlerinin Hristiyanlaşmasına hizmet eden erken kilise, 12. yüzyıldan itibaren Dresden'in kentleşmesiyle cemaat kilisesi işlevi üstlenmiştir (Şekil 4). 15. yüzyıl sonlarında gotik biçimde yeniden inşa edilerek Reformasyon sonrasında başlıca Protestan ibadet ve cenaze mekânlarından biri hâline gelmiştir (Gilbert, 2005).



Şekil 4. Frauenkirche 1881 (Edlich, 2025).

Barok dönemde, 1722'de kent konseyinin yeni bir anıtsal Protestan kilisesi inşa etme kararı almasıyla, marangoz kökenli usta Georg Bähr'in tasarladığı yeni Frauenkirche'nin temeli 1726'da atılmış; sekizgen planlı, Elbe kumtaşıyla örülüş büyük taş kubbesi ve “çan” formu, kısa sürede Dresden silüetinin belirleyici unsurlarından biri olmuştur. Yaklaşık 45 × 45 m zemin ölçüleri ve 23,5 m çapında, 67 m yüksekliğindeki kubbesiyle yapı, taş yığma kubbe sisteminin Kuzey Alpler bölgesindeki en önemli örneklerinden biri olarak değerlendirilmektedir. Dış cephede kullanılan farklı taş türlerinin renk tonları hem malzeme çeşitliliğini hem de barok estetik dili vurgulamaktadır. 18. ve 19.

yüzyıllarda Silbermann orgu ve Johann Sebastian Bach'ın 1736 tarihli konseri gibi olaylar, kiliseyi kentin müzik ve sanat yaşamının odağına taşımıştır. Neumarkt Meydanı'ndaki konumu, Frauenkirche'yi Saksonya'nın dinsel ve siyasal temsil mekânlarından biri olarak pekiştirmiştir (Gilbert, 2005).

13–15 Şubat 1945 Dresden bombardımanı sırasında Frauenkirche doğrudan isabet almamış olsa da, çevredeki yangın fırtınasının etkisiyle iç mekândaki sıcaklığın bin derece civarına yükselmesi, kubbe ve ana gövde taşlarında ani gevşeme, çatlama ve kademeli çökmelere yol açmıştır. Ana kubbe 15 Şubat sabahı çökmüş ve binlerce ton taş alt katlara göçerek yapıyı harabe hâline getirmiştir.

Savaş sonrasında enkaz yaklaşık yarım yüzyıl boyunca bilinçli şekilde kaldırılmadan bırakılmıştır. Bu süre içinde harabe, Dresden'de savaş yıkımı, yas ve barış arayışının mekânsal bir sembolü olarak algılanmış ve DDR döneminde siyasi–ekonomik koşullar nedeniyle yeniden inşa edilmemiştir (Wenzel, 2007).

Almanya'nın birleşmesinin ardından 1990'lı yıllarda başlatılan yeniden inşa sürecinde, orijinal taşların önemli bir bölümü numaralandırılarak kataloglanmış, üç boyutlu “taş arşivi” oluşturulmuş ve yapılan değerlendirmeler sonucunda yaklaşık yüzde 45'inin yeniden kullanılabilirdiği tespit edilmiştir. Eksik hacimler için yeni Elbe kumtaşı blokları jeolojik özellikler ve renk uyumu gözetilerek seçilmiştir. 2005'te tamamlanan rekonstrüksiyon, barok formun titiz biçimde yeniden kurulmasını, savaş yıkımının izlerini taşıyan yanık ve kararmış taşların bilinçli olarak görünür bırakılmasıyla birleştirerek Frauenkirche'yi hem işlevsel bir kutsal mekân hem de kolektif hafıza taşıyıcısı konumuna yerleştirmiştir (Şekil 5, 6). (Jäger, Bergander, & Pohle, 1999).



Şekil 5. Frauenkirche harabe resmi (Newald, 1983).



Şekil 6. Yeniden İnşa (Stiftung Frauenkirche Dresden, 2003).

6.2.2. Restorasyon Öncesi Fiziki Durum

Frauenkirche'nin restorasyon öncesi fiziki durumu, II. Dünya Savaşı bombardımanının doğrudan etkileri, bunu izleyen yaklaşık yarım yüzyıllık harabe dönemi ve bu süreçte biriken çevresel etkilerin yol açtığı ağır strüktürel ve malzeme bozulmaları ile, enkazın kent hafızasındaki simgesel rolü üzerinden tanımlanabilir.

Bombardıman sırasında oluşan aşırı ısı, Elbe kumtaşı kubbe ve taşıyıcı duvarlarda kararma, çatlama, kabuk ayrışması ve dayanım kaybına neden olmuştur. Ana kubbenin çökmesiyle yaklaşık 6.000 tonluk taş ve moloz kütlesi alt katlara geçerek bodrum ve zemin seviyelerinde ek yükler ve stabilite sorunları yaratmıştır.

Savaş sonrasında harabenin bilinçli olarak kaldırılmaması, enkaz yığınlarının uzun süre yağmur, don-çözülme döngüleri ve biyolojik etkilere açık kalmasına yol açmıştır. Özellikle temel ve bodrum bölgelerinde rutubet, tuzlanma ve mikrobiyal bozulma süreçleri hızlanmıştır. Kalan taş bloklarının önemli bir bölümünde yüzey erozyonu, derin çatlaklar ve gözenek yapısında zayıflama gözlenmiştir. Bu durum yeniden inşa sürecinde hangi taşların tekrar kullanılabilceğinin belirlenmesi için ayrıntılı sınıflandırma, numaralandırma ve deney programını zorunlu kılmış, barok iç mekâna ait altar, freskler, org ve dekoratif elemanların büyük kısmı yıkımla birlikte kaybedilmiş, molozlar arasından kurtarılan sınırlı sayıda özgün parça ise kimyasal ve fiziksel analizler sonucunda yeni yapıya seçici biçimde entegre edilmiştir (Jäger, Bergander, & Pohle, 1999).

Enkazın uzun süre kent dokusu içinde varlığını sürdürmesi, Frauenkirche'yi yalnızca teknik bir yıkım meselesi olmaktan çıkararak, Dresden'in savaş sonrası

kimliğinde yas, hatırlama ve barış arayışının odak mekânlarından biri hâline getirmiştir.

DDR döneminde gerçekleştirilen anma törenleri, barış ayinleri ve toplumsal buluşmalar, harabeyi bir tür açık hava hafıza mekânına dönüştürmüŒ; bu simgesel konum, birleşme sonrasındaki yeniden inşa sürecinin hem teknik önceliklerini (taşların korunması, belgelendirme, rekonstrüksiyon derecesi) hem de sembolik kurgusunu (yanık taşların görünür bırakılması, savaş hafızasının mekânda okunabilirliği) belirleyen temel çerçevelerden birini oluşturmuştur (Kunath, 2005).

6.2.3. Planlama ve Kurumsal Sürec

Frauenkirche'nin yeniden inşası, Almanya'nın birleşmesinin ardından sivil toplum girişimleri, kilise ve vakıf yapıları, yerel ve eyalet düzeyindeki otoriteler ile ulusal–uluslararası bağışçı ve uzman çevrelerin ortaklığıyla yürütölen çok katmanlı bir planlama ve kurumsal sürecin ürünü olarak şekillenmiştir. Bu süreçte Stiftung Frauenkirche Dresden, projenin ana kurumsal taşıyıcısı konumunda hem bağış kampanyalarının organizasyonunu üstlenmiş hem de planlama, proje geliştirme ve uygulama aşamalarında farklı disiplinlerden uzmanlarla yürütölen işbirliğini koordine eden merkezî aktör olarak rol almıştır (Stiftung Frauenkirche Dresden, 2003).

Planlama aşamasında savaş öncesi planlar, fotoğraflar, gravürler ve yazılı belgeler, harabenin ayrıntılı dokümantasyonu ve taş envanteri ile birlikte değerlendirilmiştir. Özgün barok geometrinin mümkün olduğunca doğru biçimde yeniden üretilebilmesi için kapsamlı bir belgeleme ve analiz programı geliştirilmiştir. Enkazda bulunan her taş blok numaralandırılmış, konumu kaydedilmiş, fiziksel ve kimyasal testlerden geçirilerek yeniden kullanıma uygunluk açısından derecelendirilmiştir. Bu veriler bilgisayar destekli üç boyutlu modellerle birleştirilerek yeni strüktürel tasarımın temel girdilerini oluşturmuştur. Böylece planlama süreci, yalnızca bir rekonstrüksiyon projesi değil, aynı zamanda harabenin bilimsel envanterinin çıkarılması ve “eski–yeni” taşların mekânsal ilişkilerinin kurgulanması olarak tanımlanabilecek bir belgeleme ve tasarım pratiğine dönüşmüştür (Jäger, Bergander, & Pohle, 1999).

Kurumsal düzlemde Stiftung Frauenkirche Dresden'in yanı sıra eyalet ve kent yönetimleri, kilise kurumları, bilimsel danışma kurulları ve geniş bağışçı ağı karar alma süreçlerine dâhil olmuştur. Proje finansmanının büyük bölümünün bireysel ve kurumsal bağışlarla sağlanması, fon yönetiminde şeffaflık, düzenli raporlama ve kamuya açık bilgilendirme araçlarını kurumsal yapının vazgeçilmez bileşenleri hâline getirmiştir. Bu düzenek, planlama aşamasında teknik doğruluk ile toplumsal kabulün birlikte gözetildiği, çok aktörlü ve katılımcı bir modelin gelişmesine olanak tanımıştır. Frauenkirche rekonstrüksiyonunu hem

mühendislik ve sanat tarihi açısından hem de yönetim ve toplumsal katılım bakımından örnek bir uygulama konumuna taşımıştır (Kunath, 2005).

6.2.4. Uygulamada Karşılaşılan Sorunlar

Frauenkirche Dresden'in yeniden inşa sürecinde karşılaşılan güçlükler, teknik, lojistik, yönetsel ve toplumsal boyutları birlikte ele alınması gereken, nadir yoğunlukta bir sorunlar kümesini ortaya koymuştur. Süreç, yalnızca yıkılmış bir anıtın yeniden ayağa kaldırılmasından ibaret olmayıp, büyük ölçüde harabeye dönüşmüş ve kısmen belgelenmiş bir yapı üzerinden, barok dönemin en karmaşık taş kubbelerinden birinin özgün malzeme ile çağdaş mühendislik yaklaşımlarını birleştirerek yeniden kurgulanmasını gerektirmiştir (Jäger, Bergander, & Pohle, 1999).

Geometri ve Statik

Geometrinin yeniden oluşturulması ve statik çözümleme, savaşta bütünüyle çökmüş bir yapının özgün şekil ve yük taşıma sisteminin yeniden kurulması gerekliliği nedeniyle başlı başına kritik bir sorun alanı olmuştur. 18. yüzyıla ait planlar, gravürler, geç dönem fotoğraflar ve müdahale kayıtları, taş işçiliğine dair arşiv verileriyle birlikte kullanılarak ayrıntılı strüktürel modeller geliştirilmiştir. Barok eğimli kubbe ve kıvrımlı cephe yüzeylerinin bilgisayar destekli üç boyutlu modellenmesinde ve taşıyıcı sistem analizlerinde toleranslar milimetre düzeyinde tutulmuştur. Özellikle kubbe, iç payandalar ve taş bloklar arasındaki düşey ve yatay yük aktarımının yeniden tanımlanması, çok sayıda yeniden hesaplama ve revizyonu gerektirmiş, bu da sürecin mühendislik karmaşıklığını artırmıştır (Şekil 7) (Peter & Hertenstein, Reconstruction of the Frauenkirche Dresden, structural proof-checking using a complete 3D , 1999). Bu süreç, rekonstrüksiyon projelerinde tarihsel geometriye bağlılık ile çağdaş güvenlik standartları arasında sürekli bir hesaplaşma ve yeniden değerlendirme gerektirdiğini göstermektedir.



Şekil 7. Taş Blokların kullanımı (Peter & Lochner, Wiederaufbau der Frauenkirche, 2005).

Eski–Yeni Taş ve Etik

Eski ve yeni taşların birlikte kullanımı, hem teknik hem etik açıdan sürecin merkezî tartışma başlıklarından birini oluşturmuştur. Enkazdan çıkarılan yaklaşık 12.000 ton taş içinden yeniden kullanılabilir durumda olan kumtaşı bloklar tek tek belgelenmiş, fiziksel–kimyasal özellikleri ve renk tonları açısından değerlendirilmiş ve buna göre konumlandırılmıştır. Eksik hacimler için kullanılan yeni Elbe kumtaşları, strüktürel ve görsel uyum gözetilerek seçilmiştir. Cephedeki kararmış ve yangın izleri taşıyan taşların bilinçli biçimde görünür bırakılması, mimari bütünlük ile savaş hafızasının mekânda nasıl temsil edileceğine ilişkin tartışmaların odağında yer almıştır. Derz kalınlıklarının ve harç karakterinin özgün taş işçiliğiyle uyumlu biçimde belirlenmesi, eski ve yeni elemanlar arasında mikroskobik ölçekte bütünlük sağlama çabasını zorunlu kılmıştır (Wenzel, 2007). Dolayısıyla, Frauenkirche'nin cephe ve kubbe tasarımında, malzeme otantikliğinin yalnızca eski taşların korunmasıyla değil, yangın izlerinin ve kararmaların bilinçli biçimde görünür bırakılmasıyla da etik bir tercih olarak mekâna kaydedildiği söylenebilir.



Şekil 8. Enkazdan çıkan Taş Blokların yeniden kullanımı (Stiftung Frauenkirche Dresden, 2003).

İç Mekân ve Çağdaş Sistemler

İç mekânın yeniden kurgulanmasında barok dönemden geriye çok az sayıda özgün altar, fresk ve süsleme unsurunun kalmış olması, sanat tarihi ve restorasyon ekipleri için önemli bir sınırlılık olarak ortaya çıkmıştır. Tarihî fotoğraflar, gravürler ve renk analizleri temel alınarak iç mekân donatılarının rekonstrüksiyonu yapılmıştır. Mekânın akustiği, ışık düzeni ve görsel algısının tarihsel verilere mümkün olduğunca yakın biçimde yeniden üretilmesi hedeflenmiştir. Aynı zamanda çağdaş kullanım gereksinimleri doğrultusunda havalandırma, ısıtma ve enerji sistemleri, özgün mekânsal kurgu ve cephe algısını görünür biçimde etkilemeden, galeri boşlukları, döşemeler ve koro alanları içine gizli biçimde entegre edilmiştir (Wenzel, 2007). Bu çözüm, Venedik Tüzüğü'nün "çağdaş eklerin ayırt edilebilirliği" ilkesini form düzeyinde sınırlı, işlevsel düzeyde ise yoğun bir entegrasyonla yorumlayarak, tarihsel mekânsal algıyı bozmayacak, ancak konfor ve kullanım gereksinimlerini karşılayacak bir denge arayışını yansıtmaktadır.

Lojistik ve Finans

Lojistik ve finansal açıdan uzun süreli bir şantiyenin yönetimi, milyonlarca avroluk bağışların şeffaf biçimde idare edilmesi, farklı disiplinlerden uzmanların koordinasyonu ve kapsamlı belgeleme süreçlerinin sürekliliği ek zorluklar doğurmuştur. Çok sayıda bireysel ve kurumsal bağışçıya karşı hesap verebilirlik yükümlülüğü, düzenli raporlama ve kamuya açık bilgilendirme uygulamalarını zorunlu kılmıştır. Teknik kararların toplumsal beklentilerle uyumlu biçimde gerekçelendirilmesini gerektirmiştir (Europäischer Rechnungshof, 2020). Bu deneyim, bağış temelli ve vakıf odaklı projelerde, teknik kararların yalnızca

mühendislik ve sanat tarihi uzmanlarına değil, aynı zamanda bağışçılar ve geniş kamuoyuna açıklanmasını gerektiren, şeffaf ve hesap verebilir bir yönetim modelini gerektirmektedir.

6.2.5. Restorasyonun Sonuçları

Frauenkirche Dresden'in yeniden inşası, savaş sonrası Avrupa'da kültürel mirasın yeniden inşası ve kolektif hafızanın mekânsal temsili tartışmalarında sıkça atıf yapılan bir örnek konumuna gelmiştir. Teknik ve mimari açıdan barok taş kubbe ve cephelerin yeniden inşası, özgün form ve oranların büyük ölçüde korunmasıyla birlikte modern mühendislik ve malzeme teknolojilerinin entegrasyonunu başarmıştır. Yeniden kullanılan özgün taşların yeni taşlarla birlikte yığma strüktüre katılması, bir yandan tarihî öğelerin cephede ve iç mekânda okunabilir kalmasını sağlamış, diğer yandan taşıyıcı sistemin çağdaş güvenlik standartlarına uyarlanmasına imkân tanımıştır. İç mekânda barok düzenin ve sanat programının rekonstrüksiyonu, tarihî fotoğraflar ve gravürlere dayalı titiz bir çalışma sonucunda gerçekleştirilmiştir. Enerji, iklimlendirme ve akustik sistemlerin “görünmez” entegrasyonu sayesinde hem ibadet hem de konser kullanımı için uygun, çok işlevli bir mekânsal ortam elde edilmiştir. Böylece, Frauenkirche'de yeniden inşa edilen taş kubbe ve cepheler, özgün barok formun korunması ile güncel mühendislik ve iklimlendirme teknolojilerinin entegrasyonu arasında örnek gösterilebilir bir uyum düzeyi ortaya koymaktadır.

Toplumsal ve kültürel düzeyde Frauenkirche'nin yeniden inşası, Almanya'nın birleşmesi bağlamında barış ve uzlaşma söyleminin başlıca sembollerinden biri hâline gelmiştir. Geniş çaplı bağış kampanyaları ve uluslararası katılım, projeyi yerel sınırları aşan, küresel ölçekte sahiplenilen bir girişim hâline getirmiştir. Açılış ve sonrasındaki törenler, savaşın anısı ve barış ideali etrafında kurgulanan söylemlerle ilişkilendirilmiştir. Kilisenin “barışın evi” olarak tanımlanmasına zemin hazırlamıştır. Yanık ve kararmış taşların cephede bilinçli biçimde görünür bırakılması, yıkımın ve yeniden doğuşun aynı cephe düzleminde birlikte okunabildiği bir bellek katmanı oluşturmuştur. Bu yaklaşım, mekânsal temsil ile hafıza politikaları arasındaki ilişkinin somut bir ifadesi olarak öne çıkmıştır (Wenzel, 2007). Bu durum, Frauenkirche'yi yalnızca yeniden inşa edilmiş bir barok kilise olmaktan çıkararak, savaş hafızası ile barış ve uzlaşma ideallerini aynı mekânsal kurgu içinde birleştiren bir “hafıza mekânı” hâline getirmektedir. Bu yönleriyle Frauenkirche, savaşta ağır hasar görmüş tarihî yapıların rekonstrüksiyonunda teknik doğruluk, malzeme uyumu, etik tartışmalar ve toplumsal katılımın birlikte ele alınmasını gerektiren karmaşık süreçler için referans niteliğinde bir örnek sunmaktadır.

Yıkım, harabe ve yeniden inşa arasında kurduğu süreklilik, mimarlık ve restorasyon literatürünün yanı sıra hafıza çalışmaları ve barış araştırmalarında da tartışılan bir model hâline gelmektedir. Ancak, savaşta neredeyse tamamen

yıkılmış bir yapının yüksek doğrulukla da olsa yeniden inşa edilmesi, Venedik Tüzüğü'nün rekonstrüksiyona yönelik çekinceleri ve otantiklik tartışmaları açısından, Frauenkirche'yi koruma kuramı içinde hâlen eleştirel değerlendirmelere açık, tartışmalı bir örnek olarak konumlandırmaktadır.

7. Ayasofya ve Frauenkirche Dresden: Restorasyon Yaklaşımlarının Karşılaştırılması

Bu bölüm, Ayasofya ve Frauenkirche'nin restorasyon yaklaşımlarını teknik-strüktürel çözümler, hukuki ve kurumsal modeller, finansman ve şeffaflık mekanizmaları, toplumsal katılım ve kültürel bellek ile otantiklik ve koruma etiği boyutlarında karşılaştırmalı olarak tartışmaktadır.

Teknik ve Strüktürel Yaklaşımlar

Ayasofya'da restorasyon, öncelikle deprem riski, malzeme yorgunluğu, nem ve su etkisi gibi yapısal sorunların bilimsel yöntemlerle tespitine dayanmaktadır. Kubbe, kemerler, payandalar ve zemin sistemlerinde tekrarlayan çatlak ve deformasyonlar ile mozaik ve duvar resimlerindeki katman ayrılması ve yüzey bozulmaları, 20. yüzyıl sonlarından itibaren gerçekleştirilen üç boyutlu lazer tarama, fotogrametri, jeofizik ölçümler ve laboratuvar analizlerine dayalı kapsamlı belgeleme çalışmalarıyla ortaya konulmaktadır (Mark, Çakmak, & Erdik, 1993). Müdahalelerde özgün tuğla ve taş malzeme, kireç esaslı harçlar ve geleneksel işçilik, çelik ankraj ve gergi sistemleri gibi çağdaş güçlendirme çözümleriyle birleştirilmekte; mozaiklerde yüzey temizliği, mikro enjeksiyon ve kimyasal sabitleme teknikleri kullanılmaktadır (Bingöl, 2019). Frauenkirche Dresden'de ise rekonstrüksiyon süreci, savaşta neredeyse tamamen yıkılmış bir yapının yaklaşık elli yıl harabe olarak kaldıktan sonra yeniden inşasının anlamı ve sınırları etrafında şekillenmiştir. Enkazdaki her taş blok numaralandırılarak dijital envantere işlenmiş, fiziksel ve kimyasal testlerden geçirilmiş ve yeniden kullanılabilir kabul edilen taşlar, bilgisayar destekli üç boyutlu modelleme ile özgün barok plana göre konumlandırılmıştır (Jäger, Bergander, & Pohle, 1999). Eksik hacimler için kullanılan yeni Elbe kumtaşı blokları malzeme ve renk uyumu gözetilerek seçilirken, yanık ve kararmış özgün taşların cephede bilinçli biçimde görünür bırakılması, savaşın izlerinin mimari kompozisyonun parçası olarak korunmasını hedeflemiştir. Dolayısıyla Ayasofya'da koruma kararları, deprem riski altındaki özgün çok katmanlı dokunun güçlendirilmesi etrafında yoğunlaşırken, Frauenkirche'de odak, savaşta yok olmuş bir yapının yeniden inşasında malzeme ve form otantikliğinin ne ölçüde sağlanabileceği ve bunun hangi koşullarda meşru kabul edilebileceği sorusuna kaymaktadır.

Hukuki ve Kurumsal Modeller

Ayasofya'da hukuki ve kurumsal zemin, vakıf mülkiyeti, 2863 sayılı yasa, devletin merkezîyetçi koruma sistemi ve UNESCO Dünya Mirası yükümlülükleri

arasındaki gerilimli dengede biçimlenmektedir. Karar süreçleri ağırlıklı olarak bakanlıklar, Vakıflar Genel Müdürlüğü, koruma kurulları ve bilim kurulları gibi merkezi kurumlar ile uzman kadrolar üzerinden yürütülmekte, toplumsal katılım ise sınırlı kanallar aracılığıyla gerçekleşmektedir (Mumcu, 2023). Frauenkirche’de ise Stiftung Frauenkirche Dresden, ulusal ve uluslararası bağışçı ağını yöneten, şeffaf finansman ve raporlama mekanizmalarını sürdüren, bilimsel ve etik komisyonların sürekliliğini sağlayan merkezî aktör olarak öne çıkmakta; karar alma ve uygulama aşamalarına kilise kurumları, yerel yönetimler ve sivil toplumun dâhil olduğu geniş toplumsal katılım ve uluslararası dayanışma eşlik etmektedir (Kunath, 2005). Bu çerçevede Ayasofya, devlet güdümlü ve merkezî denetimin ağır bastığı, uzman odaklı bir kurumsal model sergilerken; Frauenkirche, vakıf temelli, bağış ve katılım odaklı, görece yatay bir kurumsal örgütlenme ile temsil edilmektedir.

Finansman ve Şeffaflık

Ayasofya’da restorasyon projeleri büyük ölçüde kamu bütçesi, Vakıflar Genel Müdürlüğü kaynakları ve zaman zaman proje bazlı fonlarla finanse edilmektedir. Bütçelendirme ve ihale süreçleri merkezî idare ve ilgili kurumlar üzerinden yürütülmekte, şeffaflık ve kamuya yönelik bilgilendirme ise çoğunlukla resmî açıklamalar ve sınırlı raporlama pratikleriyle sınırlı kalmaktadır (Mumcu, 2023). Frauenkirche’de ise yeniden inşa sürecinin önemli bir bölümü ulusal ve uluslararası bağış kampanyalarıyla desteklenmiştir. Stiftung Frauenkirche Dresden tarafından yürütülen bu süreçte bağışçı listeleri, mali raporlar ve proje ilerleme bilgileri düzenli olarak kamuya açılmış, finansman yönetimi ile teknik kararlar arasındaki bağ şeffaflık ilkesi çerçevesinde gereğelenmiştir (Europäischer Rechnungshof, 2020). Böylece Ayasofya’da finansman modeli ağırlıklı olarak devlet bütçesi ve kurumsal kararlar üzerinden şekillenirken, Frauenkirche’de geniş bir bağışçı tabanı ve şeffaf vakıf yönetimi, hem finansal sürdürülebilirliği hem de toplumsal meşruiyeti belirleyici hâle getirmiştir.

Toplumsal Katılım ve Kültürel Bellek

Ayasofya’da restorasyon süreçleri, çok katmanlı dinî ve kültürel kimliğe sahip bir yapının, hem ibadet mekânı hem de küresel ölçekte tanınan bir kültürel miras alanı olarak yönetilmesini gerektirmektedir. Buna rağmen proje kararları ve uygulamalar çoğunlukla uzmanlar ve idari kurumlar arasında şekillenmekte, sivil toplum örgütleri, yerel kullanıcılar ve uluslararası uzman çevrelerin sürece katılımı sınırlı ve çoğu zaman dolaylı kalmaktadır (Cengiz, 2021). Buna karşılık Ayasofya, Bizans, Osmanlı ve modern Türkiye’nin koruma politikalarının kesiştiği, statü değişiklikleri ve iç mekân düzenlemeleri üzerinden ulusal kimlik, dinî temsil ve uluslararası baskıların çakıştığı bir bellek sahası olarak yoğun sembolik anlam taşımaktadır. Frauenkirche’de ise uzun harabe dönemi boyunca yapı, Dresden’in savaş yıkımı, yas ve barış arayışının mekânsal sembolü hâline

gelmiştir. Birleşme sonrasında yürütülen rekonstrüksiyon süreci, geniş bağış kampanyaları, yurttaş inisiyatifleri ve uluslararası destek ile “barış ve uzlaş” söylemi etrafında kurgulanmıştır (Wenzel, 2007).

Yanık ve kararmış taşların cephede bilinçli biçimde görünür bırakılması, yıkım ve yeniden doğuşun aynı cephe düzleminde birlikte okunabildiği bir bellek katmanı oluşturmuştur. Bu bağlamda Ayasofya, farklı dönemlere ait katmanların bir arada kullanımı ve temsilinden beslenen “çatışmalı ve müzakereye açık” bir kültürel bellek mekânı olarak öne çıkarken; Frauenkirche, savaş hafızası ile barış ve uzlaş ideallerini, rekonstrüksiyon süreci boyunca geniş toplumsal katılımın taşıdığı, daha konsolide bir bellek anlatısı çerçevesinde mekâna yerleştirmektedir.

Otantiklik ve Koruma Etiği

Ayasofya’da otantiklik tartışmaları, Bizans mozaikleri ile Osmanlı eklerinin birlikte korunması, işlev değişikliklerinin mekânsal düzene ve ikonografik unsurların görünürlüğüne etkisi, deprem güvenliği için yapılan güçlendirmelerin özgün dokuya müdahale sınırları gibi çok katmanlı bir zeminde şekillenmektedir. Burada “otantiklik”, hem malzeme ve strüktürel sürekliliği hem de farklı tarihsel katmanların birlikte okunabilirliğini koruma hedefiyle yorumlanmaktadır (Ahunbay, 2017).

Frauenkirche’de ise neredeyse tamamen yıkılmış bir yapının yüksek doğrulukla yeniden inşası, eski ve yeni taşların birlikte kullanımına rağmen, yapının bir “rekonstrüksiyon” mu yoksa “tarihsel anıt” mı olarak değerlendirileceği sorusunu gündeme getirmektedir. Venedik Tüzüğü’nün rekonstrüksiyona yönelik çekinceleri, malzeme otantikliğinin mi yoksa tarihsel anlamın ve hafızanın sürdürülmesinin mi öncelikli olması gerektiği tartışmalarını beslemektedir (Kunath, 2005). Bu bağlamda Ayasofya, farklı tarihsel katmanların bir arada korunması ve işlevlendirilmesi üzerinden “çok katmanlı otantiklik” tartışmasını gündeme getirirken; Frauenkirche, neredeyse tümüyle yeniden inşa edilmiş bir kabuğun, savaş hafızasını görünür taş izleriyle taşıyıp taşıyamayacağı sorusu üzerinden otantiklik kavramını yeniden tartışmaya açmaktadır.

Sonuç olarak Ayasofya’da özgün çok katmanlı tarihî dokunun ve farklı dönemlere ait kültürel katmanların bir arada korunması, deprem riski ve yoğun kullanım baskısı altında yürütülen merkezîyetçi bir koruma yaklaşımının odağında yer alırken; Frauenkirche Dresden’de savaş yıkımının izleri, rekonstrüksiyonun barış ve uzlaş söylemiyle birleştiği, toplumsal sahiplenme ve şeffaf vakıf yönetiminin belirleyici olduğu bir hafıza mekânı inşasını öne çıkarmaktadır. Her iki örnek de mimari koruma, kültürel kimlik, kolektif hafıza ve koruma etiği tartışmaları için çağdaş referans noktaları oluşturmakta; ancak

kullandıkları hukuki ve kurumsal araçlar, katılım düzeyleri ve “otantiklik” ile hafızayı mekâna kaydetme biçimleri bakımından farklı koruma kültürlerini temsil ederek, kuram ve pratiğin eleştirel karşılaştırılması için verimli bir çerçeve sunmaktadır.

8. Sonuç

Bu makale, Ayasofya ve Dresden Frauenkirche örnekleri üzerinden, Türkiye’deki merkezî, devlet güdümlü koruma modeli ile Almanya’daki vakıf ve bağış temelli, çok paydaşlı koruma modelinin teknik, hukuki, kurumsal ve toplumsal sonuçlarını aynı analitik çerçevede ele alan karşılaştırmalı bir okuma önermektedir.

Bulgular, güncel kültürel miras yönetiminin yalnızca taş yapıların teknik korunmasına indirgenemeyeceğini; siyaset yapma biçimleri, toplumsal hafıza, etik ilkeler ve kimlik inşası süreçleriyle yakından ilişkili, çok katmanlı bir alan olduğunu ortaya koymaktadır.

Ayasofya için öne çıkan temel bulgular, çok katmanlı dinî ve kültürel kimliğin Bizans, Osmanlı ve modern Türkiye’nin koruma politikalarının kesiştiği gerilimli bir alan yarattığını; devlet güdümlü ve merkezîyetçi kurum modelinin teknik uzmanlık, hukuki normlar ve uluslararası denetimi bir araya getirmekle birlikte, toplumsal katılım ve şeffaflık bakımından sınırlı kaldığını göstermektedir. Dijital modelleme, laboratuvar analizleri, hasarsız testler ve mozaik konservasyonunda kullanılan çağdaş yöntemler koruma standartlarını yükseltmekte; buna karşılık uzun vadeli yönetim planlaması, enerji verimliliği ve ziyaretçi yönetimi gibi alanlarda kurumsal kapasitenin güçlendirilmesine ihtiyaç devam etmektedir.

Frauenkirche Dresden için temel bulgular, savaş yıkımı sonrası rekonstrüksiyon kararının yurttaş inisiyatifi, bağış mekanizmaları ve vakıf temelli şeffaf kurumsallıkla birleşerek “kolektif barış ve hafıza anıtı” kurgusunu mümkün kıldığını; dijital taş kataloglama, ayrıntılı üç boyutlu modelleme ve disiplinlerarası işbirliğinin çağdaş koruma pratiği açısından örnek teşkil ettiğini göstermektedir. Modern enerji ve iklimlendirme sistemlerinin baştan itibaren bütünleştirilmesi, şantiye sürecinin kamusal görünürlüğü ve gönüllülük–eğitim programları, sürdürülebilirlik ve toplumsal sahiplenme boyutunu güçlendiren başlıca bileşenlerdir.

Karşılaştırma, hukuki ve kurumsal düzeyde Türkiye’de geleneksel, devletçi ve merkezîyetçi bir normatif düzenin karar ve denetim süreçlerinde belirleyici olduğunu; Almanya’da ise sivil/vakıf odaklı model, şeffaf bağış yönetimi ve uluslararası danışma kurullarının öne çıktığını göstermektedir. Ayasofya’da sorun alanları işlev ve statü değişiklikleri, mülkiyet ve vakıf rejimi, bilimsel–etik denetim ve raporlama eksiklikleri etrafında yoğunlaşırken; Frauenkirche’de rekonstrüksiyonun meşruluğu, eski ve yeni taşlar arasındaki etik ayrımlar, savaş

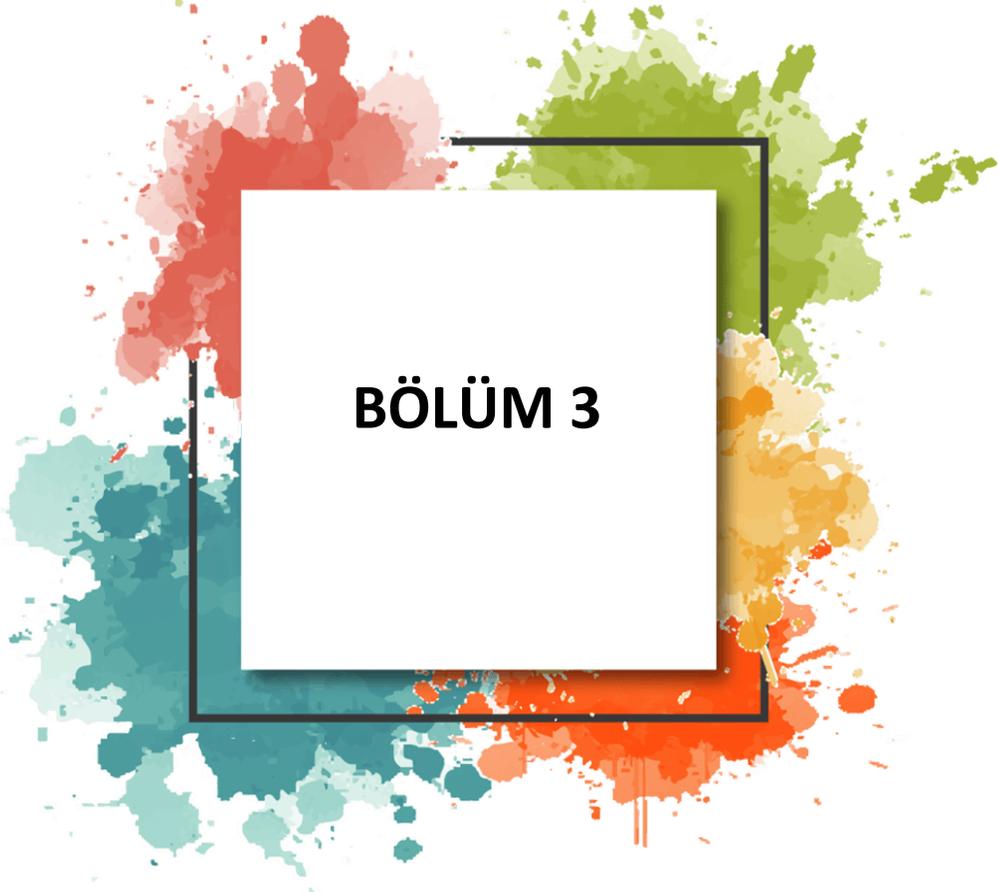
izlerinin görünürlüğü ve demokratik katılımın sınırları gündemdedir. Enerji verimliliği ve dijitalleşme bakımından Frauenkirche, entegre tasarım kararları ve açık veri politikasıyla öne çıkarken, Ayasofya'da bu başlıklar daha sınırlı ölçekte ve ikincil düzeyde ele alınmaktadır.

Ayasofya ve Frauenkirche örnekleri, çok katmanlı mirasın korunması, bellek ve kimlik politikalarının yönetimi ile disiplinlerarası işbirliği, dijitalleşme ve toplumsal katılım başlıklarında, ulusal ve uluslararası düzeyde referans kabul edilebilecek iki farklı restorasyon kültürünü temsil etmektedir. Bu karşılaştırma, geleceğin restorasyon paradigmasının yalnızca teknik ve hukuki araçlarla değil, aynı zamanda kapsayıcı, etik temelli ve toplum odaklı yaklaşımlarla şekillendirilmesi gerektiğini açık biçimde ortaya koymaktadır.

KAYNAKÇA

- Ahunbay, Z. (2-4. Kasım 2017). Bir dünya mirasının korunması: Ayasofya. *Uluslararası Katımlı 6. Tarihi Yapıların Korunması ve Güçlendirilmesi Sempozyumu*, 37-46. Trabzon: İnşaat Mühendisleri Odası .
- Aoki, T., & Ural, A. (1997). Principle of structural restoration for Hagia Sophia Dome. In WIT Press (Hrsg.), *Structural Studies, Repairs and Maintenance of Historical Buildings (STR 97)*, 26, s. 467-476. Southhampton.
- Assmann, J. (1995). Collective memory and cultural identity. *New German Critique*, 65, 125-133.
- Ayasofya Batı Cephesi Bilimsel Değerlendirme Kurulu. (2021). Ayasofya Camii restorasyon uygulama ve fiziki sorun raporu. [*Bilimsel değerlendirme raporu*]. Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü.
- Billur, I., Cesur, S., & Altunbaş, E. (24-25. September 2020). Ayasofya galeri katı restorasyonu ve tespit edilen bulgular. *Proceeding of the International Hagia Sophia Symposium*, 41, 799-833. İstanbul: Fatih Sultan Mehmet Vakıf University Publications.
- Bingöl, C. (2019). Structural Maintenance of Hagia Sophia Dome by criteria of material and structural inventions. *Mühendislik Dergisi*, 10(2), 45-68.
- Cengiz , H. (Ocak 2021). Ayasofya-i Kebir Camii Şerifi. *Yeditepe Fatih Kültür Sanat Yaşam Dergisi*, 10-13.
- Croci, G. (1999). *Report on the Mission at Haghia Sophia*. Technical Report, UNESCO World Heritage Centre, Rom.
- Cura, M. (2024). Ayasofya kubbe mozaiklerinin onarım çalışmalarındaki enjeksiyon harçları üzerine bir tespit. *Journal of Mosaic Research*, 17, 239-249.
- Diker, H. (2017). Ayasofya ve onarımları. *Güney-Doğu Avrupa Araştırmaları Dergisi*, 2(32), 95-98.
- Edlich, F. (2025). Frauenkirche, 1881. Dresden: Deutsche Fotothek. Abgerufen am 20. November 2025 von <https://www.deutschefotothek.de/documents/obj/90120139>
- Europäischer Rechnungshof. (2020). Sonderbericht: Kulturelle Investitionen der EU – Ein Thema, das mehr Aufmerksamkeit und Koordinierung verdient. *Bericht Nr. 08/2020*. Publications Office of the European Union. Von <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/cultural-investments-08-2020/de/ abgerufen>
- Gilbert, A. (2005). Frauenkirche church, Dresden, Germany. *Britannica*. Chicago: Encyclopædia Britannica, Inc.

- ICOMOS. (1964). *The Venice Charter 1964*.
- Jäger, W., Bergander, H., & Pohle, F. (1999). The reconstruction of the sandstone cupola of the Frauenkirche in Dresden. *Transactions on the Built Environment*, 39, 855 - 873.
- Kunath, C. (2005). Frauenkirche Dresden – Referenzen und dokumentation. *Stiftung Frauenkirche Dresden*. IPROconsult GmbH.
- Mark, R., Çakmak, A., & Erdik, M. (1993). Modelling and monitoring the structure of Hagia Sophia in Istanbul. (ETH-Bibliothek Zürich, Hrsg.) *Bulletin d'Association Internationale des Ponts et Charpentiers (IABSE Reports)*, 70, 178-186. doi:<https://doi.org/10.5169/seals-53293>
- Mumcu, B. (2023). Türkiye’de kültürel mirası korumaya yönelik politikaların kamu yönetimine yansımaları: Alan Başkanlığı modeli. Ankara: Ankara Hacı Bayram Üniversitesi Lisansüst Eğitim Enstitüsü.
- Newald, R. (1983). Ruine der Frauenkirche Dresden/DDR, 1983. Wien. Abgerufen am 20. November 2025 von <https://www.newald.at/ddr-dresden-ruine-der-frauenkirche-1983/>
- Nora, P. (1989). Between memory and history: Les lieux de mémoire. *Representations*, 26, 7-24. <https://doi.org/10.2307/2928520>.
- Peter, J., & Lochner, G. (2005). Wiederaufbau der Frauenkirche.
- Peter, J., & Hertenstein, M. (1999). Reconstruction of the Frauenkirche Dresden, structural proof-checking using a complete 3D. (WIT Press, Hrsg.) *Structural Studies, Repairs and Maintenance of Historical Buildings*, 39, 843-854.
- Şahin, F. (2018). Ayasofya Müzesinin restorasyon teknikleri. *Mimari Restorasyon Restorasyon Teknikleri Ders Sınavı*. İstanbul: Nişantaşı Üniversitesi.
- Stiftung Frauenkirche Dresden. (22. Mai 2003). Bauchronik: Wichtige Stationen des Wiederaufbaus Frauenkirche Dresden. Dresden. Abgerufen am 15. September 2025 von <https://www.frauenkirche-dresden.de/bauchronik>
- Stiftung Frauenkirche Dresden. (2024). The History of the Dresden Frauenkirche. *Frauenkirche Dresden*. Dresden. Von <https://www.frauenkirche-dresden.de/history> abgerufen
- UNESCO. (1972). *Convention concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage*.
- Wenzel, F. (2007). Berichte vom Wiederaufbau der Frauenkirche zu Dresden. Karlsruhe: Universitätsverlag Karlsruhe.



BÖLÜM 3

Biophilic Design Principles And Sustainability In Anatolian Vernacular Architecture: Insights and Implications From Diverse Climatic Regions

Sıla Yavuz¹ & Gözde Kırılı Özer²

1. Introduction

Biophilia, a concept introduced by Eric Fromm in the 20th century, refers to humanity's intrinsic connection to nature (Browning et.al., 2014). This idea inspired biophilic design and architecture development, which integrates natural elements into built environments to enhance human well-being and promote environmental sustainability (Kellert, 2008).

Derived from the Greek words "bio" (life) and "philia" (love), biophilia emphasizes humanity's innate positive response to nature (Ryeard, 2022). It underscores individuals' emotional connection with the natural world and other living organisms (Gunnarsson & Hedblom, 2023). Biophilia is not merely an aesthetic preference but a fundamental factor influencing physical and mental health, serving as the foundation for many sustainable and ecological design practices (Parsaee et.al., 2021; Szewrański et. al., 2024). These tendencies are realized through the components defined by biophilic design, which preserves the importance of natural systems and processes in interior environments to optimize human performance and well-being (Kellert, 2008). Biophilic architecture supports this connection by offering spatial solutions that contribute to sustainability. While a romanticized view of nature often leads us to idealize it, biophilia emphasizes the biological and evolutionary relationship between humans and nature, viewing nature as essential for physical and mental health and a core element of sustainable design (Szewrański et al., 2024). Rather than mimicking natural forms, it incorporates the underlying principles and rules governing them (Ramzy, 2015). Biophilic design is founded on the notion that connecting to nature in our spaces helps protect us from the detrimental effects of daily life (Hartig et.al., 2008). This approach, therefore, fosters mutual benefit by facilitating interaction between humans and nature. In essence, biophilic

¹ MSc Arch. Candidate, Department of Architecture, MSc Arch. Candidate in Faculty Of Architecture, Bursa Uludag University, Türkiye, 0009-0004-2497-8780

² Assist. Prof. Dr., Department of Architecture, Faculty Of Architecture, Bursa Uludag University, Türkiye, 0000-0003-4921-3958

design embodies humanity's intrinsic tendency to relate to, respect, and integrate with nature for the health and well-being of individuals. Biophilia redefines the relationship between human and natural biology in spatial design, materials, and construction systems to fulfill the human need to return to one's roots, living naturally, healthily, and peacefully. This integrated approach also encompasses the qualities of space that ensure its physical and cultural sustainability. An interdisciplinary approach is required for biophilic design to contribute to sustainable development and improve quality of life effectively (Szewrański et al., 2024). While prioritizing energy consumption reduction in buildings for a sustainable future, enhancing the interaction of spaces where people live, work, play, and heal with nature is equally crucial to ensuring the sustainability of buildings (Kellert, 2005).

Although biophilic design principles were first defined in the 20th century, their instinctive embodiment can be detected in vernacular architecture. Vernacular buildings are shaped by the social, cultural, and technical characteristics of the society they belong to. These structures are designed according to the climatic conditions and livelihoods of their environment, using local materials that meet the physical, economic, social, and cultural needs of the inhabitants. Moreover, traditional buildings serve as valuable sources of information on sustainable design through their respectful relationship with the environment, use of local materials, and ability to respond to local climatic challenges (Salman et.al., 2021). In this regard, vernacular architecture has been continuously studied from various perspectives and methodologies, serving as a reference for researchers, architects, and students alike (Corbusier, 1957). Despite frequent examinations, the sustainability knowledge embedded in traditional architecture has not been sufficiently reflected in contemporary architecture today (Weber & Yannas, 2014).

2. Biophilic Design Principles: A Conceptual Framework

Biophilic design provides a conceptual framework that integrates natural elements into the built environment to enhance human well-being and promote environmental sustainability (Kellert, 2008). This approach draws its foundation from the concept of biophilia and centers on the intrinsic connection between humans and nature, emphasizing its positive effects on mental and physical health (Browning et al., 2014). In architectural practice, biophilic design aims to create spaces that support environmental sustainability and prioritize user health through natural light, ventilation, and local materials (Ryeard, 2022).

The place of this design approach within sustainable architecture goes beyond an aesthetic preference; it aims to improve the quality of life of human communities and ensure the continuity of the natural environment (Kellert, 2005) Biophilic design provides multi-layered contributions such as reducing energy

consumption, optimizing resource use, and increasing environmental resilience by establishing a harmonious relationship between people and nature. It also has the potential to integrate cultural continuity with contemporary sustainability approaches. In this regard, it repositioned traditional architecture not merely as a heritage to be preserved but also as a valuable resource capable of generating solutions to contemporary design challenges (Szewrański et al., 2024).

This study is structured to evaluate traditional housing types located in different climate zones of Anatolia in terms of biophilic design principles. The main objective of the research is to reveal the potential of these structures in terms of environmental, cultural, and structural sustainability.

The study focuses on local housing examples in regions with different climatic characteristics and analyzes the dimensions of the relationship these structures establish with their surroundings. Through a literature review, the essential elements of biophilic design were first defined; then, the extent to which these elements are present in Anatolian local architecture and how they are interpreted were evaluated. In particular, elements such as using local and natural materials, natural lighting and ventilation strategies, and the sensitivity of structures to climatic conditions were analyzed.

The findings reveal that traditional Anatolian houses carry cultural heritage value and offer important insights into contemporary sustainable living practices. In this context, the research aims to highlight the insights and applicable recommendations that can be drawn from local architecture regarding how biophilic design principles can be integrated into contemporary architecture.

The research method was designed in five basic stages to reveal the extent to which biophilic design principles have been integrated into traditional Anatolian houses through a systematic and comparative approach. The stages are interrelated; first, the conceptual framework was defined, then the application areas were selected, data was collected, this data was scored and made measurable, and finally, a comparative evaluation was carried out. This sequence enables the identification of the spatial counterparts of the literature-based theoretical framework and a consistent analysis of housing types in different climate zones.

1. Identification of biophilic elements: The literature on sustainable architecture and biophilic design was reviewed, drawing on the work of Stephen Kellert, 'Biophilic Design: The Theory, Science and Practice of Bringing Buildings to Life' (Kellert et al., 2008) This list was created based on Kellert's study titled 'Dimensions, Elements, and Attributes of Biophilic Design' and Kellert and Calabrese's (2015) study titled 'The Practice of Biophilic Design.' This list is structured to evaluate buildings within the framework of [1]

environmental characteristics, [2] relationship with nature, and [3] people-orientedness.

2. Selection of sample areas: The structures to be examined in the context of biophilic design and sustainability were selected from among the characteristic building types found in regions in different climate zones of Anatolia where traditional housing fabric has been preserved. In this context, local housing types in the cities of Bursa, Safranbolu, Mardin, and Antalya were evaluated within the scope of the study.

3. Data collection and analysis: The physical characteristics, spatial organization, material use, and functional structures of traditional dwellings in the selected areas were evaluated using written and visual sources, plan analyses, and literature reviews. Each dwelling type was analyzed according to the criteria in the biophilic elements list created in the first phase.

4. Scoring system and calculation of the Biophilic Index: A scoring system has been developed to assess and compare the environmental sustainability, relationship with nature, and user-oriented spatial characteristics of selected examples of local Anatolian dwellings in terms of biophilic design principles at both structural and contextual levels. The Biophilic Index (B) is calculated as the sum of the scores assigned to each of the 18 sub-criteria under three main categories.

Table 1. Scoring System Categories and Sub-criteria

CATEGORIES						
Environmental Characteristics (E)		Relationship with Nature (N)		People-Orientedness (P)		
SUB-CRITERIA	utilisation of daylight	0/3	geomorphology	0/3	shaping with culture	0/3
	daylight protection	0/3	biomorphy	0/3	shaping with history	0/3
	Natural ventilation	0/3	biomimicry	0/3	ecological connection	0/3
	topography utilisation	0/3			geographic connection	0/3
	plant use	0/3			privacy	0/3
	design for animals	0/3			belonging	0/3
	use natural and local materials	0/3			security	0/3
	views and vistas	0/3				
	score	0/24			0/9	
TOTAL SCORE	0/54					

During the evaluation phase, each subcriterion was scored between 0 and 3 according to the statements:

S _i	{	0	Feature not observed / not observed
		1	Weak or indirectly present / low
		2	Partially implemented, discernible in context / medium
		3	Clearly implemented and integrated into spatial integrity. / high

After the criteria are scored, the total score is calculated using the formula:

$$B = \sum_{i=1}^8 E_i + \sum_{j=1}^3 N_j + \sum_{k=1}^7 P_k \quad B = \sum_{i=1}^8 E_i + \sum_{j=1}^3 N_j + \sum_{k=1}^7 P_k$$

BB: Total biophilic index score

E_iE_i: Score given to each environmental feature criterion

N_jN_j: Score given to nature-related criteria

P_kP_k: Score given to human-centered criteria

Total score range: $0 \leq B \leq 54$

Values indicating the level of holistic and effective biophilic design of the structure based on the evaluation results

- . **0–13 points:** Very low biophilic integration
- . **14–27 points:** Weak biophilic characteristics
- . **28–40 points:** Moderate biophilic compatibility
- . **41–54 points:** Classified as high-level holistic biophilic design.

This indexing system has made it possible to measure the biophilic potential of residential buildings in different climatic and cultural contexts, and the findings have been used in comparative analyses between cities.

5. Comparative evaluation and conclusions: Comparisons were made between housing types based on the scores obtained; an analysis was conducted to determine the extent to which biophilic design stood out in the traditional houses of each region. This analysis identified the strengths and areas for improvement specific to each region, laying the groundwork for unique design strategies that can be used in modern architecture.

3. Sustainability in Vernacular Architecture

Vernacular architecture, developed over centuries to meet the specific needs of local communities, offers invaluable insights into sustainable building practices (Coch, 1998; Nguyen et.al., 2019). Grounded in the cultural, climatic, and environmental circumstances of their era, traditional structures were crafted with a profound awareness of local resources and ecological contexts. This inherent connection between architecture, environment, and culture demonstrates vernacular architecture as an exemplary model for tackling modern sustainability issues. Research conducted by Oliver (1997) and Fathy (1986) emphasizes that these methods were fundamentally sustainable, utilizing low-tech yet highly effective techniques adapted to specific regional conditions. The sustainability found in vernacular architecture is not only linked to resource efficiency but also to its capacity to seamlessly blend with the natural surroundings, serving as a lasting model for contemporary sustainable practices (Fajer et.al., 2019).

One of the defining features of vernacular architecture is the use of locally sourced, natural materials that minimize the carbon footprint associated with construction. Materials such as stone, clay, timber, and thatch are not only abundant and renewable but are also well-suited to the local climate, providing both thermal insulation and durability against environmental forces. Traditional architecture and vernacular materials that used to protect occupants from climate change and reduce dependence on other energy resources (Fajer et al., 2019).

By responding intelligently to climatic variables, vernacular buildings achieve significant energy savings with minimal mechanical intervention. The energy efficiency of these traditional structures is largely attributed to passive design strategies, such as thick walls for heat retention, strategic window placement for natural ventilation, and roof designs that offer shade during hot seasons while allowing solar gain in colder months (Anna-Maria, 2009; Gou et.al., 2015). Research has demonstrated that vernacular architecture, constructed utilizing local resources and materials, has adapted to mitigate the impact of local issues (Vegas et.al., 2022). These passive strategies enable vernacular buildings to maintain a comfortable indoor environment with minimal reliance on artificial heating or cooling, thereby significantly reducing energy consumption (Baran et.al., 2011; Bodach et.al., 2014; Du et.al., 2014; Gou et al., 2015; Nguyen et.al., 2011; Oikonomou & Bougiatioti, 2011; Shanthi Priya et.al., 2012).

In regions with extreme climatic conditions, such as the Anatolian Plateau, the adaptability of these buildings to both hot summers and cold winters highlights an intrinsic understanding of climate-responsive design. Additionally, the orientation of buildings and the use of courtyards, optimizing natural airflow, demonstrate an intuitive understanding of the region's climatic behavior. Research shows that vernacular architecture is well adapted to local climate and

nature and embodies a deep knowledge that can be used to develop sustainable practices today (Nguyen et al., 2019; Salman, 2018; Salman et al., 2016)

In addition to environmental and energy-related benefits, vernacular architecture also plays a significant role in preserving cultural heritage. These structures represent a cultural legacy, reflecting the social practices, values, and traditions of the communities that created them. Thus, the conservation of vernacular buildings is not merely an environmental or aesthetic challenge but is also essential for maintaining cultural identity and continuity (Ceylan, 2022; Gonsalves, 2020; Lidón de Miguel et al., 2024; Murillo Camacho, et al., 2023). These spaces serve as micro-level ecosystems that sustain local communities socially and culturally. In this sense, they become instruments of intangible cultural heritage, as defined by UNESCO, ensuring the preservation of both architecture and community life practices.

Incorporating traditional design principles into modern architecture can offer sustainable alternatives that respect cultural heritage while addressing contemporary issues such as climate change and resource depletion. Thus, vernacular architecture is a repository of knowledge that can guide future sustainability initiatives.

The conservation of these buildings contributes to the protection of cultural heritage and the promotion of sustainable practices, positioning it as an essential component of sustainable development. Furthermore, traditional buildings often include design elements that foster social cohesion, such as communal spaces and shared courtyards, which encourage social interaction and strengthen community bonds. Comprehending the methodologies employed in local edifices is instrumental in fostering environmental preservation and social resilience (Fathy, 1986; Oliver, 1997; Olukoya & Atanda, 2020). These features enhance the built environment's cultural value and contribute to communities' social sustainability.

Vernacular architecture, emphasizing climate responsiveness, energy efficiency, and sustainable material usage, provides valuable lessons for contemporary building practices. By revisiting and incorporating the principles of traditional architecture, modern design can achieve a balance among environmental, social, and cultural sustainability. This approach highlights the importance of preserving cultural heritage while adapting to the changing demands of society, positioning vernacular architecture as a vital resource in the quest for a sustainable future.

4. Anatolian Vernacular Houses Across Climatic Regions

This section examines the vernacular houses of Bursa, Safranbolu, Mardin, and Antalya by evaluating their geographical location, climate, vegetation, urban texture, materials, and construction techniques.

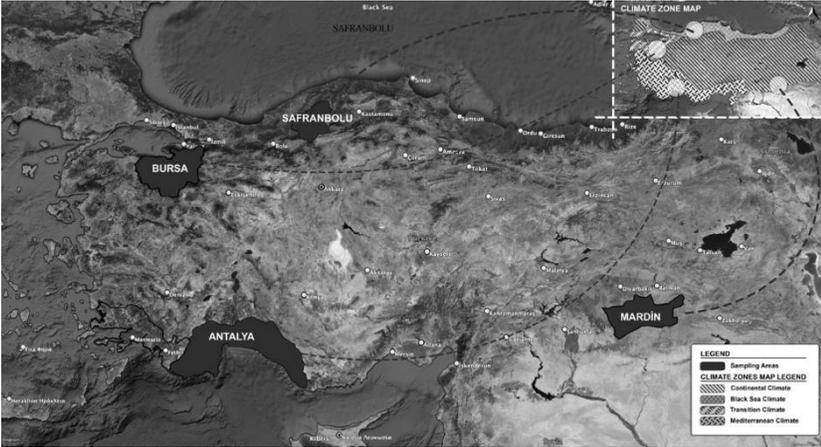


Figure 1. Studied Regions and Cities.³

Bursa, situated at the foothills of Uludağ, features a varied topography with elevation differences of up to 150 meters between neighborhoods (Aksoy, 2011; Aru, 1998). The climate in Bursa is transitional, combining characteristics of both Mediterranean and Black Sea climates. The northern areas experience a mild climate influenced by the Marmara Sea, while the southern regions are subject to the harsher, colder conditions of Uludağ. Traditional Bursa architecture, rooted in Ottoman foundations, developed separate commercial and residential zones, with early neighborhoods organized around key complexes (Bakır, 2023; Küçükerman, 1985). Over time, these areas grew, particularly in the 20th century, expanding around business hubs. While some traditional residences have been altered or disappeared, important examples such as the houses in Cumalıkızık, Tophane, Kale Street, and Trilye have been partially preserved (Sözen, 2001). Vernacular Cumalıkızık houses are typically designed with a central garden, offering privacy and connection to the outdoors, with ground floors facing inner courtyards and first floors projecting to engage with the street (fig.3a, fig.4a). The spatial organization includes a paved courtyard (fig.2b), a sofa (fig.4d), and rooms that reflect daily life, with ground floors used for functional activities and upper floors for family needs (fig.2a, fig.3c, fig.4c). These houses, often built with wooden load-bearing systems and brick or mudbrick filling, integrate local materials such as wood and river stones, contributing to their climate adaptability (Şimşek, 2021). The use of multi-story structures adapted to the sloping topography further enhances functionality, with basement levels built into the slope (fig.4b, fig.4e). The construction techniques of these homes demonstrate a deep understanding of the environment and local traditions, ensuring both comfort and sustainability in response to the region's diverse climatic conditions.

³ Prepared by the authors.

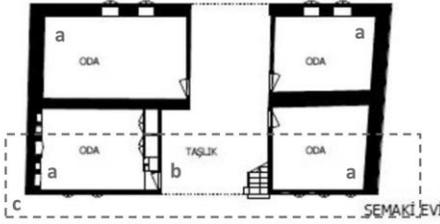


Figure 2. Bursa House – open paved courtyard (Aksoy, 2011).

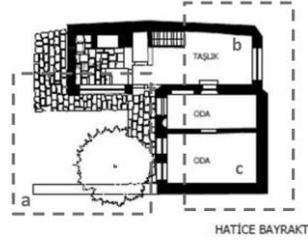


Figure 3. Bursa House – covered paved entrance (Aksoy, 2011).

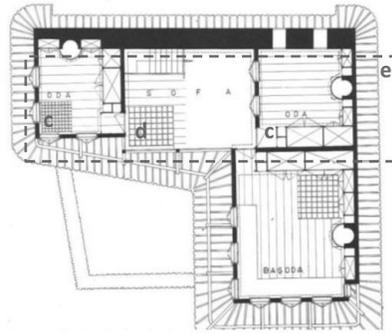
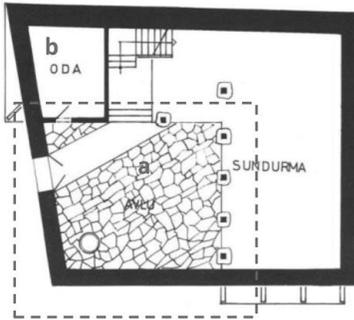


Figure 4. Ferfuri Yalçın House- Exterior Sofa (Aksoy, 2011).

Safranbolu, located in the Northwest Black Sea Region of Turkey established between valleys at the foothills of hills ranging from 1200 to 1544 meters in elevation (Akın, 1997). Situated on a south-facing slope, the settlement developed along streets that narrow and widen in response to the topography, creating a natural layout that promotes both summer and winter living arrangements (Gürel, 2010).

The region falls under the Black Sea climate zone, characterized by rainfall throughout the year, with hot summers, cold winters, and mild, cool springs. The city is shielded from cold winds in winter but experiences very hot summers. The surrounding area is rich in forests, featuring both broad-leaved and coniferous trees and expansive plateaus. Climate, cultural factors, and family structure have played a significant role in shaping the architectural design of the houses in Safranbolu.

One of the most notable factors shaping the structure is the crowded family structure, which has influenced the number of rooms and the overall layout of the homes. Safranbolu houses typically consist of a ground floor, a winter mezzanine, and an upper floor (fig.5). The ground floor often includes functional spaces such

as a warehouse, barn, and boiler stove (fig.5a, fig.5b, fig.5c). This semi-open space, referred to as "life," is either earth-covered or stone-covered, depending on the region. The upper floor serves as the main living area (fig.5a). The "sofa" (fig.5f), a key element in the layout, forms the central space for family activities and helps determine the house's plan type, with variations in design (Bozkurt Azezli, 2009). Another significant feature is the "eyvan" (fig.5d), which extends the sofa and shapes the plan.

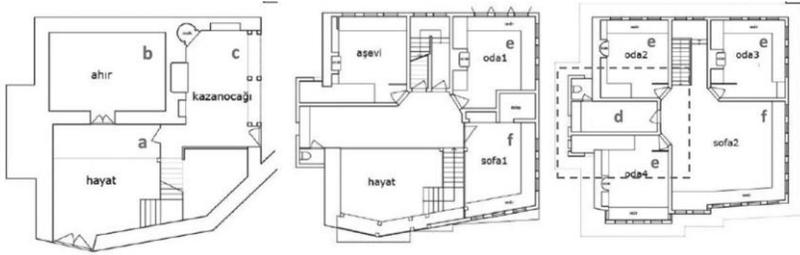


Figure 5. Safranbolu House entrance, middle and upper floor plans (Günay, 1998).

The urban fabric of Safranbolu is divided into two distinct residential zones: the winter settlement in the valley and the summer settlement located to the northwest on a south-facing slope, known as the "vineyards" area (Günay, 1998; Gürel, 2010). Streets in Safranbolu are narrow, winding, and designed for both human and animal use. The residential walls follow the natural curve of the streets, and the houses are arranged in a way that respects the topography, ensuring they do not obstruct each other's views, sunlight, or breezes (Sertel, 2020).

The architecture of Safranbolu houses reflects the region's abundant natural resources, particularly wood, which is locally sourced and used extensively in the construction. The settlement's arrangement, developed with respect to the topography, plays a crucial role in the design of the houses (Bozkurt & Altınçekiç, 2013). Despite the harsh climate, the dense housing development ensures that houses are positioned in a way that maximizes natural light, ventilation, and scenic views (Bozkurt Azezli, 2009). The ground floor serves as the foundation for the upper floors, which are built with wooden frames. Shared living areas (fig.5f) and rooms (fig.5e) are arranged on the intermediate and upper floors, and the houses' courtyards, located close to the street, are oriented with bay windows that open to the street (Bayazıt, 2014).

Mardin, an ancient city located on the southern slopes of the Mazı Mountains overlooking the Mesopotamian Plain, presents a unique example of vernacular architecture shaped by its topography and climate. The city is situated on the mountains, which extend east west and rise from 600 to 1000 meters above the

plain. This elevation results in cooler summers and colder winters compared to the surrounding areas. Mardin exhibits the typical characteristics of a continental climate, with dry, hot summers and cold, rainy winters. The high mountains to the north influence the climate, limiting the amount of greenery, as water from rainfall either flows away due to the slope or is absorbed by the region's limestone and basalt composition. However, the water collected at the foot of the mountain contributes to fertile soil, allowing oak forests and bushes to thrive in the Mardin threshold, while the plain is characterized by a steppe landscape (Alioğlu, 1989).

The city's organic streets, shaped by the topography, play a central role in its urban fabric. The streets, designed for both human and animal movement, are narrow and winding. Their dimensions were influenced by historical transportation methods. Topography also contributed to the formation of streets that run parallel to the east-west slope or are steep and stepped along the north-south axis. The high courtyard walls surrounding these streets provide shade during the summer and create warmer, wind-protected areas in the winter (Karagülle, 2009). The social structure of the city, characterized by strong kinship ties, has influenced the design of the streets, which include both interconnected and dead-end pathways (Özbek, 2004).

Mardin's houses, situated on the city's sloping topography, are built on the southern-facing slopes of the mountains overlooking the Mesopotamian Plain. The limited space available for settlement has led to vertical development, with buildings often reaching two, three, or even four stories. This vertical design utilizes the slope of the land, sometimes leveling the ground, while at other times, creating terraces to maximize available space. The city's houses are built with local materials, especially limestone, which is a prominent feature in the facades, interiors, and structural systems. The choice of limestone was driven by its availability in the region and its thermal properties, making it ideal for regulating internal temperatures in the city's extreme climate (Özbek, 2004).

Mardin's houses are characterized by a modular design approach, where privacy is ensured through introverted ground-floor layouts, separated from the street by high courtyards and thick building walls (fig. 6c). The courtyards, which are the central element of the house, form the core of social life within the home. The design of these houses emphasizes a continuous relationship between indoor and outdoor spaces. Courtyards are paired with terraces on the upper floors (fig. 6a), creating a transition between the private interior and the public exterior. The *eyvan* (fig. 6d) and porticoes (fig. 6e) on the facades of these courtyards provide semi-open spaces that are shaded in summer and sheltered in winter, offering a balance between privacy and social interaction.

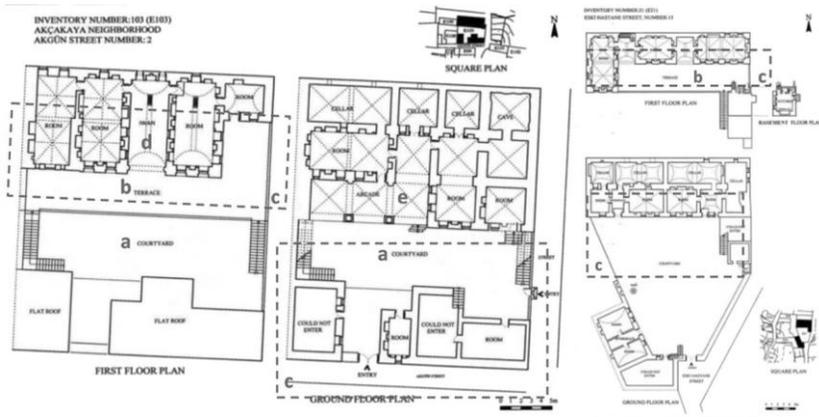


Figure 6. Mardin House Plan (Dalkılıç, 2012).

In summary, Mardin’s traditional houses are a direct response to the city’s challenging topography and climate. The use of local materials, the spatial organization, and the interaction between private and public spaces within the houses are all shaped by the environmental and socio-cultural factors present in the region. The houses in Mardin are not only functional but are also an integral part of the city’s identity, reflecting the harmonious relationship between people, nature, and architecture.



Figure 7. Section of Mardin housing settlement (Alioğlu, 1989).

Antalya, situated on Turkey’s southern coast, has been home to numerous civilizations throughout history and continues to preserve its distinctive urban fabric. The city is defined by steep slopes and the Taurus Mountains to the north and is established on rocky cliffs 39 meters above sea level, with natural topographical defenses (Aktuna, 2007).

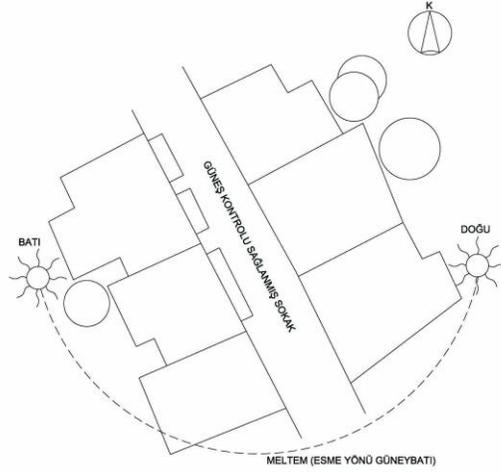


Figure 8. Kaleiçi settlement and streets (Aktuna, 2007).

The city's Mediterranean climate, characterized by hot, dry summers and mild, rainy winters, has played a significant role in shaping its urban design and architecture (Kaya, 1992; Kocaboyun, 2009). Kaleiçi, the historical center of Antalya, is composed of traditional two-story houses. These houses feature rubble stone ground floors with wooden upper floors, often incorporating bay windows that overlook the streets (fig. 10c). Enclosed courtyards and gardens (fig. 10b), shaded by trees, are integral to outdoor living during the summer months (Kara, 2015; Oral, 1996). Semi-open spaces, such as paved courtyards (fig. 10a), serve as central areas for daily activities. The ground floors typically house service rooms (fig. 9a), while living spaces (fig. 9b, fig. 11a, fig. 12a) are located on the upper levels (Aktuna, 2007; Kaur, 1994). The construction techniques of these houses utilize local materials such as rubble stone and wooden frames, with mortar and lime used for masonry and plastering (Kara, 2015; Oral, 1996). Roofs are traditionally pitched and covered with tile, reflecting the characteristics of Turkish architecture (Aktuna, 2007).

Kaleiçi developed around the harbor, which served as a trade center, and its urban form still retains the layout of an inner fortress, with narrow streets and organic patterns that connect the housing areas (Öztürk, 2017; Sunar, 1991). As an urban conservation area, Kaleiçi's streets have been carefully aligned to optimize airflow and provide shade (fig. 8). These design strategies are exemplary of adaptive responses to the Mediterranean heat (Aktuna, 2007; Canan et.al., 2020).

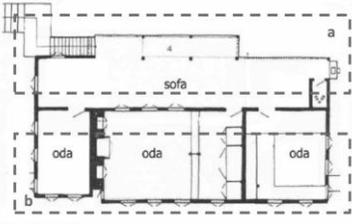


Figure 9. Abdullah Baykara House (Aktuna, 2007; Bektaş, 1980).

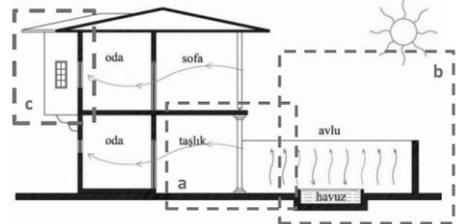


Figure 10. Tekelioğlu House (Aktuna, 2007; Bektaş, 1980).



Figure 11. Hacı Ömer Ağa House (Aktuna, 2007; Bektaş, 1980).

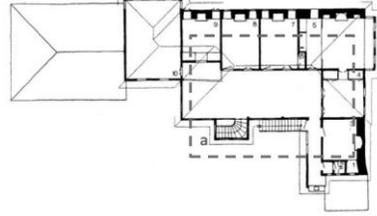


Figure 12. Utilizing the wind in Kaleiçi houses (Aktuna, 2007).

In summary, the vernacular housing typologies of Bursa, Safranbolu, Mardin, and Antalya reflect a profound integration of climatic, geographic, and cultural factors, offering sustainable architectural solutions that remain relevant today. Each region's traditional houses are uniquely adapted to their environments, providing valuable insights for contemporary design practices.

Cumalıkızık houses exemplify a garden-centered layout that prioritizes privacy and functionality. Their south-facing orientation, use of local materials such as creek stones, and natural ventilation systems demonstrate a sophisticated approach to climatic adaptability and sustainable design.

Safranbolu houses are marked by dense urban textures and narrow streets, reflecting the region's response to a four-season climate. The design incorporates high ceilings and large windows for ventilation during summer, while low ceilings help retain heat in winter, demonstrating a nuanced approach to climatic challenges.

Mardin houses take advantage of vertical development on sloped terrain and feature thick limestone walls to buffer against the extreme heat. Their introverted courtyard layouts not only offer privacy but also ensure thermal comfort by providing shaded spaces and facilitating strategic airflow.

Kaleiçi houses harmonize functional design with climatic considerations, incorporating rubble stone ground floors, wooden upper stories, and enclosed courtyards. These features, combined with narrow streets and rainwater collection systems, contribute to a thermally comfortable and resource-efficient environment.

This comparative analysis highlights the architectural ingenuity embedded in these regional typologies, where cultural heritage is harmonized with environmental and functional needs. Contemporary architecture can draw from these examples to create innovative and sustainable solutions that honor local contexts and address global challenges.

5. Findings and Discussion

This section evaluates the biophilic design elements in traditional housing across selected cities, applying criteria derived from the literature and systematized through Kellert’s and Kellert and Calabrese’s biophilic frameworks. The analysis examines how these traditional dwellings integrate environmental, natural, and cultural elements, reflecting biophilic principles. Specific design features are identified and scored based on their impact on the overall design (Tab. 2). This comparative analysis underscores the interaction between architecture, nature, and people, providing insights into biophilic design in diverse contexts.

Table 2. Biophilic Evaluation of Studied Vernacular Houses

	Cumalıkızık H.	Safranbolu H.	Mardin H.	Kaleiçi H.	
Environmental C.	utilisation of daylight	3	2	1	3
	daylight protection	0	2	3	3
	natural ventilation	2	3	3	3
	topography utilisation	2	1	2	3
	plant use	1	1	0	2
	design for animals	1	1	2	0
	use natural and local materials	3	2	3	1
	views and vistas	1	2	2	1
Rel. With Nature	geomorphology	1	2	3	1
	biomorphy	0	1	0	0
	biomimicry	2	1	3	0
People-Oriented	shaping with culture	3	3	3	2
	shaping with history	0	2	2	1

ecological	0	1	0	1
geographic	1	0	0	0
privacy	2	3	1	2
belonging	2	2	3	1
security	2	1	3	1

Bursa - Cumalıkızık House

The Cumalıkızık residence exhibits a strong relationship with environmental factors, mainly through its use of natural materials and effective daylight integration. Natural lighting (3/3) is maximized via window size, facade placement, and upper-floor skylights. Southern orientation further supports daylight use without requiring additional protective measures. However, the absence of shading elements results in a score of 0/3 for daylight protection. Natural ventilation (2/3) is partially achieved through window reciprocity, interior voids, and chimneys.

The buildings adapt well to topography, forming stepped settlements on sloped terrain where partially buried basement floors improve thermal insulation (2/3). Local materials—river stone, oak, chestnut, and pine—define the structures’ identity and enhance sustainability (3/3). Nevertheless, the courtyard-focused layout limits visual connection with the external landscape (1/3). Vegetation use is minimal and mostly confined to courtyards (1/3). Traces of past animal-related spaces, such as stables, persist only indirectly (1/3).

The houses display limited integration in terms of formal and functional relationships with nature. While geomorphological adaptation is partially achieved (1/3), there is a lack of organic forms or nature-referencing architectural elements (0/3). Functional strategies such as thick walls, shaded sofas, and passive ventilation reflect nature-inspired solutions (2/3). Settlement orientation toward wind, water, and sunlight aligns with biomimicry principles.

Human-centered design features show moderate performance. The spatial organization aligns well with traditional lifestyles and cultural values (3/3), yet historical layering and adaptive reuse are weakly represented (0/3). No ecological systems exist for rainwater collection or sustainable production-consumption cycles (0/3). The relationship with geographic context is partial—materials and construction reflect regional characteristics, but spatial design lacks full contextual responsiveness (1/3). Values like privacy (2/3) and belonging (2/3) are maintained through the ground-floor enclosure and upper-floor openness. Social life centered around courtyards and sofa spaces also reinforces semi-public interactions. A compact urban fabric and house-street relationships create a sense of security (2/3).

The Cumalıkızık house demonstrates notable biophilic strengths in natural material use, daylight strategy, and cultural integration. However, its limited symbolic relationship with nature and lack of ecological infrastructure result in a moderate biophilic compatibility score of 26/54.

Safranbolu House

Safranbolu houses present a strong and balanced relationship with environmental factors, earning 14/24 points. Their spatial layout maximizes daylight use—rooms have multiple windows, and skylights ensure illumination even when shutters are closed (3/3). Wooden lattices, eaves, and projections help control sunlight while providing shade (2/3). Seasonal comfort is addressed through low-ceilinged, small-window lower floors for winter and well-ventilated upper floors for summer (2/3). The terraced layout aligns with the sloped topography, aiding drainage and offering varied visual perspectives (2/3).

Vegetation is limited and mostly confined to private gardens (1/3), and although traditional dwellings included animal spaces, these are primarily absent today (1/3). The valley location shields homes from wind and cold—local materials like stone, wood, and tile support environmental adaptation (2/3). However, the inward-facing courtyard layout restricts landscape views (1/3).

Direct relationships with nature remain limited, reflected in a 4/9 score. While the tiered topographical arrangement ensures functional and visual cohesion (1/3), natural form-inspired details are rare (1/3). Nonetheless, heat regulation and rainwater management indicate biomimetic strategies (2/3). These choices promote environmental harmony over symbolic interaction.

In terms of human-centered design, Safranbolu houses score 12/21. Their layout reflects Ottoman urban life, enhancing social interaction (3/3). Although historical elements are partially preserved, they are not always legible to users (1/3). Ecological systems, such as traditional storage areas, are present in limited forms (1/3). The connection to place is strong, with local craftsmanship, climate-responsive roofs, and material choices reinforcing this bond (2/3).

Privacy is achieved through garden entrances and upper-floor windows, mainly supporting gendered spatial roles (2/3). Compact planning and controlled street access promote security (2/3). While the sense of belonging is supported through integration with the traditional street fabric, it is somewhat weaker than other values (1/3).

In conclusion, Safranbolu houses display a medium-high level of biophilic performance (30/54), with notable strengths in natural material use, privacy, and cultural integration. However, symbolic and formal mimicry of nature remains

underdeveloped, suggesting opportunities for reinterpretation within contemporary biophilic design frameworks.

Mardin House

When evaluated through biophilic design, Mardin houses exemplify strong environmental integration, climate-responsive strategies, and user-oriented spatial planning. With a high environmental performance score of 16/24, these houses effectively apply passive design solutions suited to the region's hot, arid climate. Dense layouts, thick stone walls, and small windows block summer heat while admitting winter sunlight. Terraces and high-walled courtyards support natural lighting (3/3), shade and thermal protection (2/3), and ventilation (2/3) while also offering semi-open living spaces sheltered from wind and heat.

Adapting to steep topography through terraced settlements enhances spatial function and environmental fit (3/3). The widespread use of local materials like yellow limestone and basalt strengthens thermal performance and cultural continuity (3/3). However, greenery remains confined to private courtyards (1/3), and traditional features such as animal shelters survive only as traces (1/3). Inward-facing designs also limit visual access to the landscape (1/3).

Scoring 6/9 in the nature relationship category, Mardin houses show environmental harmony and functional integration. Buildings align with topography to optimize comfort (2/3), and although symbolic references to nature are minimal (1/3), features like integrated water wells reflect biomimicry in managing heat and water (3/3).

In human-centered design, the houses score 12/21. Privacy is ensured through inward-looking plans and minimal street-facing openings (2/3), while reception rooms maintain social balance. The spatial layout and integration with the historic neighborhood fabric express a strong cultural identity (3/3). However, historical continuity is not consistently perceived (1/3), and ecological systems like rainwater collection remain limited (1/3). Material choices and spatial orientation reflect high geographical awareness (2/3), and the closed street fabric and thick walls enhance both safety (2/3) and, to some extent, a sense of belonging (1/3).

In conclusion, Mardin houses stand out among the four case studies with the highest biophilic score (34/54), offering a well-balanced synthesis of environmental adaptation, cultural continuity, and user comfort. They provide a compelling model for sustainable architecture rooted in local traditions and natural systems.

Antalya Kaleiçi House

The Kaleiçi house scored relatively well in environmental characteristics, achieving 16/24 points. Despite narrow streets, natural light enters through

courtyard-facing windows and layered plans (3/3), while upper-floor windows and skylights enhance lighting and ventilation. Though modest, shading elements like wooden eaves, shutters, and projections aid in light control (2/3). The compact urban fabric and close-set buildings offer natural shading and cooling airflow, supported further by courtyard trees and south-facing plantings. Courtyards and terraces also promote adequate natural ventilation (3/3).

The settlement adapts partially to sloped terrain, though irregularities are noted (2/3). Vegetation is limited to courtyards (1/3), and no animal-related spaces remain used (1/3). Natural materials such as local stone and wood are widely used, reinforcing the connection to place (3/3). However, the inward-facing design and dense street network restrict visual access to the landscape, resulting in a lower score for scenic connection (1/3). Overall, Kaleiçi houses show strength in passive climate control and material use, though they lack greenery and visual openness.

In nature-related design, Kaleiçi houses received the lowest score of 1/9. Their linear forms lack integration with topography (0/3), and references to natural shapes are absent (0/3). Only minimal features indirectly support air circulation (1/3). Although climatic adaptation is present—such as narrow, winding streets aiding airflow and some rainwater reuse—these strategies are neither widespread nor systematic, limiting their biophilic value.

In human-centered criteria, Kaleiçi houses scored 8/21. While partially aligned with traditional layouts, recent changes have compromised historical integrity (2/3). Continuity and ecological functions like food or water systems are weak or missing (1/3, 0/3). Privacy is maintained in some units (1/3), and narrow alleys contribute to basic security (2/3). However, the relationship between users and public space has weakened; social interactions are limited, and a sense of community has faded (1/3).

In conclusion, Kaleiçi houses represent a valuable but incomplete application of biophilic design. While they demonstrate regional adaptation and traditional architectural traits, they fail to establish meaningful links with nature and community—their potential lies in being reinterpreted through contemporary sustainable design that reintroduces natural systems and strengthens cultural continuity.

Conclusion

This study offers a comprehensive and comparative analysis of four traditional residential typologies: Cumalıkızık (Bursa), Safranbolu, Mardin, and Kaleiçi (Antalya) through the lens of biophilic design. Using a structured evaluation framework grounded in Kellert and Calabrese's principles, the research highlights

how vernacular Anatolian houses respond to environmental, cultural, and human-centered criteria across varied climatic and topographical contexts.

Among the examined cases (Tab. 3), Mardin houses demonstrated the highest overall biophilic performance (33/54), integrating passive cooling techniques, local materials, and spatial arrangements supporting thermal comfort and cultural values. Safranbolu, with 30/54, stood out for its integration of natural ventilation, privacy mechanisms, and urban cultural alignment. Cumalıkızık achieved 26/54, showcasing strong use of local materials and traditional spatial organization but limited ecological integration. Kaleiçi, with 25/54, reflected challenges in symbolic and functional connections with nature and showed reduced continuity due to contemporary transformations.

Table 3. Biophilic Evaluation of Vernacular Houses

	Bursa Cumalıkızık H.	Safranbolu H	Mardin H.	Antalya Kaleiçi H.
Environmental Characteristic	13/24	14/24	16/24	16/24
Relationship with Nature	3/9	4/9	6/9	1/9
People- Orientedness	10/21	12/21	14/21	8/21
Total Score	26/54	30/54	33/54	25/54

These findings reveal that vernacular Anatolian houses embody sustainability by adapting to environmental conditions while preserving cultural traditions. They demonstrate biophilic design principles as theoretical ideals and embedded spatial practices promoting human-nature interaction. Thick stone walls in Mardin, terraced layouts in Safranbolu, and passive air ventilation in Cumalıkızık all present tangible lessons for modern architecture. In particular, biomimicry emerges as a recurring strategy in climate-regulating thick walls and water-integrated courtyard systems, offering energy-efficient, context-responsive solutions.

From a broader perspective, these houses underscore traditional architectural knowledge's economic, political, and spatial value. Regional development plans can leverage traditional construction techniques and local materials to stimulate local economies, especially in UNESCO-recognized towns like Safranbolu and Cumalıkızık. Restoration projects and tourism strategies can create employment and preserve intangible heritage. Moreover, integrating traditional passive design

principles into contemporary social housing can reduce energy consumption and support municipal sustainability agendas.

Regionally, these vernacular models provide a template for sustainable urban-rural interaction, where conservation efforts align with economic revitalization. Adaptive reuse and urban regeneration projects can connect historic housing patterns with modern planning demands. Incentivizing such projects promotes a continuum between the past and future, between cultural preservation and innovation.

In conclusion, this study affirms the relevance of vernacular Anatolian houses as living laboratories of biophilic and sustainable design. They represent a holistic architectural ethos, combining functional adaptation, cultural continuity, and ecological intelligence. By reinterpreting these spatial strategies through modern design tools and policy frameworks, architects and planners can forge a more sustainable and culturally resonant future built environment. These findings offer a critical bridge between tradition and innovation, contributing to the global discourse on sustainable architecture and resilient cities.

Acknowledgements

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Funding

The author(s) received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

Disclosure statement

The authors report there are no competing interests to declare.

Data availability statement

The data used in this study may be accessed by contacting the corresponding author.

REFERENCES

- Akın, U. (1997). Safranbolu kentinin planlama süreci ve tarihi kentlere yönelik fiziki ve sosyal model önerileri (Master's Thesis). Mimar Sinan Fine Arts University, Istanbul. Accessed from Mimar Sinan Fine Arts University Institutional Repository <https://hdl.handle.net/20.500.14124/4235>
- Aksoy, F. (2011). Structural analysis of the 17th & 18th century Bursa houses (Master's Thesis). Mimar Sinan Fine Arts University, Istanbul. Accessed from Council of Higher Education Thesis Center <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=VVSwLmSr21b9kOFIHZBvjw&no=Sl-I1bPXxLcBvM9QC60BuA>
- Aktuna, M. (2007). The analysis of buildings in vernacular architecture regarding to sustainable design principles with example of Antalya Kaleiçi houses (Master's Thesis). Yıldız Technical University, Istanbul. Accessed from Council of Higher Education Thesis Center. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=vuPz6-ISxuhWNscixX8m2A&no=0aova311VkWq6j_Pc0cdDw
- Alioğlu, F. (1989). Geleneksel Mardin şehir dokusu ve evleri üzerine bir deneme (PhD Thesis). Istanbul Technical University, Istanbul. Accessed from Council of Higher Education Thesis Center. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=bJp-jQpBU5urJHyOgOHb9A&no=bJp-jQpBU5urJHyOgOHb9A>
- Anna-Maria, V. (2009). Evaluation of a sustainable Greek vernacular settlement and its landscape: Architectural typology and building physics. *Building and Environment*, 44(6), 1095–1106. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2008.05.026>
- Aru, K. A. (1998). Türk kenti [Turkish city]. Istanbul: YEM.
- Bakır, B. (2023). Traditional Bursa houses used as museums (Master's Thesis). Yıldız Technical University, Istanbul. Accessed from Council of Higher Education Thesis Center. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Baran, M., Yıldırım, M., & Yılmaz, A. (2011). Evaluation of ecological design strategies in traditional houses in Diyarbakir, Turkey. *Journal of Cleaner Production*, 19(6–7), 609–619. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.11.001>
- Bayazıt, N. (2014). Safranbolu evlerinin plan tipolojisi ve kullanıcı ihtiyaçları hiyerarşisi [Plan typology and user needs hierarchy of Safranbolu houses]. *Tasarım+Kuram*, Mimar Sinan Fine Arts University-Journal of the Faculty of Architecture, 10(17). <https://doi.org/10.23835/tasarimkuram.239609>
- Bektaş, C. (1980). Antalya. Istanbul: Arkeoloji ve Sanat Publications.

- Bodach, S., Lang, W., & Hamhaber, J. (2014). Climate responsive building design strategies of vernacular architecture in Nepal. *Energy and Buildings*, 81, 227–242. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.06.022>
- Bozkurt Azezli, G. (2009). Investigation at instance of Safranbolu houses of indoor montage in Ottoman domestic architecture in 19 th century (Master's Thesis). Istanbul Kültür University. Accessed from Council of Higher Education Thesis Center. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=j9zIna76gRKNpHGODqbS2A&no=zOFtKuvf901LmJHIgq-7jw>
- Bozkurt, G., & Altınçekiç, H. (2013). The evaluation of patterns and historical development considering traditional houses and patios of Anatolia by using Safranbolu houses as samples. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 63(1), 69–91. <https://doi.org/10.17099/jffiu.69807>
- Browning, W., Ryan, C., & Clancy, J. (2014). 14 Patterns of Biophilic Design: Improving Health and Well-Being In the Build Environment. New York: Terrapin Bright Green llc. <https://www.terrapinbrightgreen.com/wp-content/uploads/2014/09/14-Patterns-of-Biophilic-Design-Terrapin-2014p.pdf>
- Canan, F., Kobya, H. B., Aköz, A. B., & Temizci, A. (2020). Comparative analysis of vernacular and contemporary architecture examples in the context of sustainability: The case of Antalya Kaleiçi and Deniz Neighborhood. *Süleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Sciences*, 24(2), 256–266. <https://doi.org/10.19113/sdufenbed.651622>
- Ceylan, S. (2022). Vernacular architecture of Turkish eastern Black Sea region: a case study in Senoz (Büyükdere) Valley. *Open House International*, 47(3), 513–532. <https://doi.org/10.1108/OHI-08-2021-0174>
- Coch, H. (1998). Bioclimatism in vernacular architecture. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2(1–2), 67–87. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032198000124>
- Corbusier, L. (1957). *Entretien avec les étudiants des écoles d'architecture [Interview with architecture school students]* (1st ed.). Les Éditions de Minuit.
- Dalkılıç, N. (2012). The architectural analysis of traditional houses of Midyat-Mardin, Turkey. *International Journal of Academic Research*, 4(2), 10–31. <https://www.researchgate.net/publication/318361933>
- Du, X., Bokel, R., & van den Dobbelaars, A. (2014). Building microclimate and summer thermal comfort in free-running buildings with diverse spaces: A Chinese vernacular house case. *Building and Environment*, 82, 215–227. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.08.022>

- Fajer, A. T., Braganca, L., & Mateus, R. (2019). Contribution of the vernacular architecture to the sustainability: A comparative study between the contemporary areas and the old quarter of a Mediterranean city. *Sustainability*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/su11030896>
- Fathy, H. (1986). *Natural energy and vernacular architecture: principles and examples with reference to hot arid climates* (W. Shearer & A. A. Sultan, Eds.). Chicago: The University of Chicago Press. <https://archive.org/details/naturalenergyver00fath/page/n8/mode/1up>
- Gonsalves, K. (2020). *The Relationship Between Vernacular Architecture and Cultural Environments*. Edinburgh: Heriot Watt University. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21880.47367>
- Gou, S., Li, Z., Zhao, Q., Nik, V. M., & Scartezzini, J. L. (2015). Climate responsive strategies of traditional dwellings located in an ancient village in hot summer and cold winter region of China. *Building and Environment*, 86, 151–165. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.12.003>
- Günay, R. (1998). *Tradition of the Turkish house and Safranbolu House* (2nd ed.). Istanbul: YEM.
- Gunnarsson, B., & Hedblom, M. (2023). Biophilia revisited: nature versus nurture. *Trends in Ecology and Evolution*, 38(9), 792–794. Access Address (29.12.2025): <https://doi.org/10.1016/j.tree.2023.06.002>
- Gürel, S. (2010). *Effects of climate in designing the traditional houses: Safranbolu* (Master's Thesis). Yıldız Technical University, Istanbul. Accessed from Council of Higher Education Thesis Center. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=66Jd0Dey9Gn4eKj6Nowixg&no=sFXTbZ4c4x5q7VD-8NPwRA>
- Hartig, T., Bringslimark, T., & Patil, G. G. (2008). Restorative environmental design: What, when, where, and for whom? In *Biophilic design: The theory, science, and practice of bringing buildings to life* (pp. 133–153). New Jersey: John Wiley & Sons.
- Kara, M. A. (2015). *Antalya Ömer Lütfü Lülü House restoration project* (Master's Thesis). Istanbul Technical University, Istanbul. Accessed from ITU Academic Open Archieve. <http://hdl.handle.net/11527/14385>
- Karagülle, C. (2009). *The evaluation of local data in house design process: Mardin example* (PhD Thesis). Istanbul Technical University. Accessed from Council of Higher Education Thesis Center. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=_AokWgMP-RCKGfkaQ7wHHw&no=kKwPIVKs0UC-WMX-HWFIRw

- Kaur, H. (1994). Antalya'da eski ve yeni yerleşmelerin iklimle dengeli yapı tasarımı yönünden karşılaştırmalı olarak incelenmesi (Master's Thesis). Yıldız Technical University, Istanbul.
- Kaya, M. (1992). Antalya Kaleiçi'nin Sosyo-Kültürel Değişiminin Yapılaşma Üzerine Etkileri (Master's Thesis). Yıldız Technical University, Istanbul.
- Kellert, S. (2005). *Building for life: Designing and understanding the human-nature connection*. Washington, DC: Island Press. <http://ndl.ethernet.edu.et/bitstream/123456789/63322/1/4.pdf>
- Kellert, S. (2008). Dimensions, Elements, and Attributes of Biophilic Design. In S. R. Kellert, J. H. Heerwagen, & M. L. Mador (Eds.), *Biophilic Design: The Theory, Science and Practice of Bringing Buildings to Life* (pp. 3–21). New Jersey: John Wiley & Sons.
- Kellert, S., & Calabrese, E. F. (2015). *The Practice of Biophilic Design*. London: Terrapin Bright LLC. Access Address (29.12.2025): <https://www.biophilic-design.com/>
- Kellert, S. R., Heerwagen, J. H., & Mador, M. L. (2008). *Biophilic Design: The Theory, Science, and Practice of Bringing Buildings to Life*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Kocaboyun, H. (2009). Search of Antalya Kaleiçi settlement as natural, cultural and historical heritage and sustainable usage of area in terms of tourism (Master's Thesis, Süleyman Demirel University). Süleyman Demirel University, Isparta. Accessed from Council of Higher Education Thesis Center. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=mTQjvS9nWERAmsDam5DGRQ&no=692ZESMwyUPI5_gkkXwvSA
- Küçükerman, Ö. (1985). *Turkish House in search of spatial identity* (2nd ed.). Istanbul: Türkiye Turing ve Otomobil Kurumu.
- Lidón de Miguel, M., López-Manzanares, F. V., Mileto, C., & Soriano, L. G. (2024). Vernacular heritage for an underlying principle of unity in the architectural process. *Frontiers of Architectural Research*. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2024.07.016>
- Murillo Camacho, K. S., Fouseki, K., & Altamirano, H. (2023). Sustainability and Energy Efficiency in the World Heritage Site of the Historic Centre of Mexico City. *Heritage*, 6(9), 6343–6357. <https://doi.org/10.3390/heritage6090332>
- Nguyen, A. T., Tran, Q. B., Tran, D. Q., & Reiter, S. (2011). An investigation on climate responsive design strategies of vernacular housing in Vietnam. *Building and Environment*, 46(10), 2088–2106. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.04.019>

- Nguyen, A. T., Truong, N. S. H., Rockwood, D., & Tran Le, A. D. (2019). Studies on sustainable features of vernacular architecture in different regions across the world: A comprehensive synthesis and evaluation. *Frontiers of Architectural Research*, 8(4), 535–548. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2019.07.006>
- Oikonomou, A., & Bougiatioti, F. (2011). Architectural structure and environmental performance of the traditional buildings in Florina, NW Greece. *Building and Environment*, 46(3), 669–689. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.09.012>
- Oliver, P. (1997). *Encyclopedia of Vernacular Architecture of the World*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Olukoya, O. A. P., & Atanda, J. O. (2020). Assessing the social sustainability indicators in vernacular architecture—application of a green building assessment approach. *Environments*, 7(9). <https://doi.org/10.3390/environments7090067>
- Oral, Ö. (1996). The restoration project of the Hakkı Misistireli house and the Tekeli house at Antalya citadel (Master's Thesis). Istanbul Technical University, Istanbul. Accessed from ITU Academic Open Archive. <http://hdl.handle.net/11527/17086>
- Özbek, H. (2004). Contemporary Mardin settlement evolving from vernacular (Master's Thesis). Yıldız Technical University, Istanbul. Accessed from Council of Higher Education Thesis Center. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=1jdUqkuJA3_evfkACC_5nQ&no=9ogd0_ZcV2bTwwSARgCX0w
- Öztürk, S. (2017). Investigation of the deterioration and damage reasons of traditional dwellings' facade: Sample of Antalya-Kaleici (Master's Thesis). Gebze Technical University, Kocaeli. Accessed from Council of Higher Education Thesis Center. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=psXqEestiFymUOxwNT0ptQ&no=CDxywGG94Pt2oQsM-QLP7g>
- Parsaee, M., Demers, C. M., Hébert, M., Lalonde, J. F., & Potvin, A. (2021). Biophilic, photobiological and energy-efficient design framework of adaptive building façades for Northern Canada. *Indoor and Built Environment*, 30(5), 665–691. <https://doi.org/10.1177/1420326X20903082>
- Ramzy, N. S. (2015). Sustainable Spaces with Psychological Connotation: Historical Architecture as Reference Book for Biomimetic Models with Biophilic Qualities. *International Journal of Architectural Research Nelly Ramzy Archnet-IJAR*, 9(2), 248–267. <https://doi.org/10.26687/archnet-ijar.v9i2.464>

- Ryeed, M. (2022). Biomimicry as a source for sustainable design innovation to support beach tourism in the field of industrial design. *International Design Journal*, 12(6), 183–193. <https://doi.org/10.1017/S0890060405050109>
- Salman, Maha. (2018). Sustainability and Vernacular Architecture: Rethinking What Identity Is. In K. Hmood (Ed.), *Urban and Architectural Heritage Conservation within Sustainability*. IntechOpen. <https://www.intechopen.com/chapters/64381>
- Salman, Maha, Sabie, S., Easterbrook, S., & Abate, J. (2016). Sustainable and Smart: Rethinking What a Smart Home is. *ICT for Sustainability 2016*, 184–193. Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/ict4s-16.2016.22>
- Salman, Mohammad, Siddiquee, T. A. R., Mohd, N., & Kunwar, R. (2021). Paradigm for Liveable & Sustainable City: Biophilic Design as a tool to bridge the gap in between the nature and human interaction. *Palarch's Journal Of Archaeology Of Egypt/Egyptology*, 18(4), 6291–6298. <https://www.researchgate.net/publication/350372724>
- Sertel, S. (2020). Tarihi süreçte Safranbolu kent dokusu [Safranbolu city texture in the historical process]. <https://www.academia.edu/80591450/>
- Shanthi Priya, R., Sundarraja, M. C., Radhakrishnan, S., & Vijayalakshmi, L. (2012). Solar passive techniques in the vernacular buildings of coastal regions in Nagapattinam, TamilNadu-India - A qualitative and quantitative analysis. *Energy and Buildings*, 49, 50–61. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.09.033>
- Şimşek, H. K. (2021). Integrating traditional and local house architectural values with modern and universal housing producing: Bursa sample (Master's Thesis). Bursa Uludağ University. Accessed from Bursa Uludag University Research Information System. <https://avesis.uludag.edu.tr/yonetilen-tez/bf9cedb3-3ad3-45cf-9a41-404c8d683175/geleneksel-ve-yerel-ev-mimarisinin-degerlerini-modern-ve-evrensel-konut-uretimi-ile-butunlestirmek-bursa-ornegi>
- Sözen, M. (2001). *Tradition of houses in Turkish Culture*. Istanbul: Doğan Kitap.
- Sunar, A. (1991). *The present situation of Antalya-Kaleiçi buildings* (Master's Thesis). Istanbul Technical University, Istanbul. Accessed from ITU Academic Open Archieve. <http://hdl.handle.net/11527/22281>
- Szewrański, S., Mrówczyńska, M. M., & Hoof, J. van. (2024). Biophilia in contemporary design: Navigating future opportunities and challenges. *Indoor and Built Environment*, 0(0), 1–4. Access Address (29.12.2025): <https://doi.org/10.1177/1420326X241262626>

- Vegas, F., Mileto, C., Escobar, A. H., & de Miguel, M. L. (2022). Sustainability, Risks and Resilience of Vernacular Architecture. *International Journal of Architectural Heritage*, 16(6), 817–819. <https://doi.org/10.1080/15583058.2022.2067435>
- Weber, W., & Yannas, S. (2014). *Lessons from vernacular architecture* (1st ed.). London: Routledge. <https://www.scribd.com/document/920338699/83131>



BÖLÜM 4

Reinterpreting Spatial Configuration in Gated Residential Communities: A Two-Scale Syntactic Analysis Based on the Example of Eskişehir

Kadir Öz¹ & Meliha Havva Öz²

INTRODUCTION

From the past to the present, different typological approaches have developed in housing production. These typological approaches are defined as detached houses, semi-detached houses, terraced houses, terraced houses, multi-storey houses, point and wall blocks, while over time, garden walls have been built within the plot boundaries of these housing types. Today, these garden walls have become more prominent, forming gated housing estates. The main factors in the formation of these estates are security, comfort and the desire for easy access to social amenities, leading to the development and spread of 'gated housing estates'. These estates are mostly areas with clearly defined boundaries, consisting of multi-storey blocks and various social amenities, where access from public areas is controlled. This controlled entry and exit system restricts public access, bringing the gated residential estate closer to a semi-public character while producing an inward-looking 'neighbourhood' form. Therefore, gated residential communities do more than just constitute a form of housing production; they directly influence the physical pattern of the city and the network of social relations.

Today, the concept of housing has evolved beyond being merely a physical shelter providing protection; it has become a different living space where social relationships and lifestyles are redefined, and the individual's daily life practices are transferred to spaces, reshaping their lifestyles. The most important factor in this transformation is the shift from the extended family structure of the past to the nuclear family structure, which has changed lifestyles and needs. This change and transformation has undoubtedly been instrumental in reshaping the concept of housing.

¹ Department of Interior Architecture, Faculty of Fine Arts, Istanbul Gelişim University, Istanbul, Turkey, ORCID: 0000-0002-2301-1621

² Department of Interior Design And Environmental Design, Faculty of Fine Arts, Istanbul Gelişim University, Istanbul, Turkey, ORCID: 0000-0002-6521-4996

In a globalising world, while distances are shortening, sharp boundaries are being created in urban spaces. These boundaries between different strata of society are materialised in the form of 'gated communities' (Yıldırım, 2016).

Gated communities are not merely a form of housing defined by physical boundaries such as security walls and controlled access. They are also a 'spatial threshold system' that contributes to the construction of degrees of publicness within the city. Therefore, the impact of these communities should not be considered solely in terms of socio-economic preferences and management models. Instead, it should be conceptualised in conjunction with the concept of spatial relationship patterns. The syntactic approach used in this study does not treat space as individual room/functional units; rather, it adopts a configuration approach based on the transitions between spaces (Hillier & Hanson, 1984; Özen Yavuz, 2011). Thus, how the phenomenon of "enclosure" materialises in design decisions such as access stratification, the location of common areas, and internal circulation within the dwelling has been revealed through measurable indicators.

In the post-industrial lifestyle, the industrialisation of production and people's transition to offices and digital platforms have led to changes in space usage and the spaces required. The spatial differentiation resulting from the proliferation of gated residential communities has been analysed within the scope of this study, specifically in Eskişehir.

Eskişehir is renowned as one of Turkey's most liveable cities and is known as a brand city (URL 1). The 'gated residential community' phenomenon, which has become widespread in recent years, has also become common in Eskişehir, integrating into the urban fabric alongside changes in people's lifestyles. The reasons for the proliferation of gated residential communities can be defined as the perception of security, a sign of social status, and the need for social spaces. The study examines how the social amenities and spatial design of gated residential communities have been shaped in Eskişehir, in line with the changing and evolving concept of housing.

The spatial organisation concept created in gated residential complexes, which are designed as inward-looking neighbourhoods with sharply defined boundaries, has been analysed in the context of Eskişehir Province. Examples were selected from gated residential complexes in Eskişehir to form the sample group. The selected samples were chosen based on the concepts of size, enclosure, usage, and recency. The selected samples were analysed using syntactic analysis to identify the spatial design, both in terms of social amenities and in terms of housing.

How is spatial design constructed in 'closed' and 'segregated' settlement forms within the context of Eskişehir Province, which has an 'open' and 'highly socially

interactive' urban identity? What is the diversity of social amenities (swimming pools, sports areas, cafeterias, etc.) in closed residential settlements and how are these amenities spatially positioned within the settlement? What are the spaces in residential formations and what is the process of spatial organisation within the residence? During the planning and design phase, what common spatial units were used in these settlements in Eskişehir? These questions form the framework of this study.

This study examines gated residential communities at two different scales. The first scale is the settlement scale, while the second is the housing unit scale. Within this scope, the study aims to address both scales together within the same analytical framework. This approach;

1- The form of social amenities creating a "shared core" within the settlement and

2- The levels of privacy and accessibility of internal circulation within the housing units can be compared independently of individual case studies.

The contribution of this approach is that it enables the identification of recurring spatial patterns (e.g. central amenity layout, point block preferences, the integrated role of corridors) even with a limited number of samples.

METHODOLOGY

The scope of the study covers the settlement of Eskişehir. Eskişehir stands out for its neighbourhood culture and traditional settlement fabric. Despite this characteristic of the city, it has been observed that gated residential complexes are becoming increasingly widespread. This has been particularly evident in the new residential areas in the central districts of Tepebaşı and Odunpazarı. Sample gated residential complexes were selected from these two central districts to form the sample group. These complexes in the sample group were analysed both at the site plan scale and the floor plan scale (Figure 1).

The sample selection was made using a purposive sampling approach, aiming to see how the spatial configuration is repeated within a specific typology. The four housing estates selected within this scope were chosen from samples with high common characteristics to enhance comparability. Within this scope;

1- All samples are closed residential complexes with clearly defined parcel boundaries.

2- The absence of commercial units serving the public space in all samples has been considered within a restrictive framework that allows for a clearer reading of the "semi-public common space" debate.

3- The preference for multi-storey point blocks in all examples at the housing typology level has reduced variables, making it possible to trace spatial differences through the social amenity design and internal housing organisation.

4- As the central location of social amenities at the settlement scale was observed as a common pattern, the sample was selected from among settlements exhibiting this pattern. In this way, rather than a heterogeneous universe where different typologies are mixed, a comparative ground has been established where configurational differences are more legible within a similar typological framework.

When viewed at the site plan scale, analyses were conducted on the type of housing, the layout of the dwellings, the social amenities, and the location of the settlement.

When viewed at the floor plan scale, analyses were conducted to determine the type of flat, the spatial elements, and the spatial configuration. Syntactic analysis (Asriana & Khidmat, 2024; Dettlaff, 2019), one of the rule-based analysis methods, was used to determine the relationship between spaces.

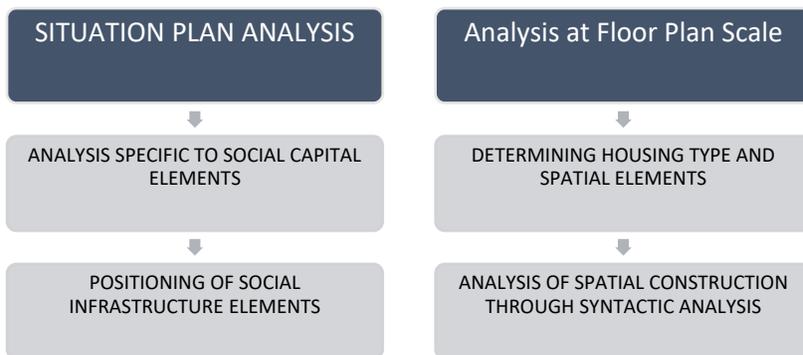


Figure 1. The analytical framework used in the study at two different scales

Syntactic analysis is the syntactic level of morphological analysis, which examines the morphological characteristics (Figure 2) of any structure and the relationship between the interior and exterior of the structure in the context of spatial relationships (Özen Yavuz, 2011). It reveals the solutions to design problems by using geometric and mathematical methods to analyse the spatial construct created by humans and to formulate the created architectural design so that it can be interpreted (Özyılmaz, 2007).



Figure 2. Types of morphological analysis (Liou, 1992)

Graph theory, used in syntactic analysis, is a mathematical and graphical representation that attempts to explain spatial organisation through the abstraction of spaces. A graph (Figure 3) consists of n nodes that are related to each other, the relationships between these nodes are expressed as 'edges', and the closed areas formed between the relationships are expressed as 'regions' (Clark and Holton, 1991).

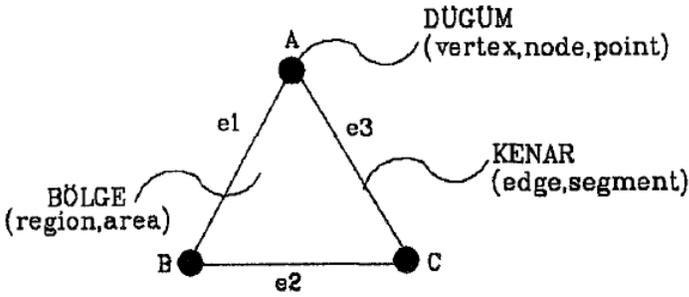


Figure 3. Graph elements (Yıldırım, 2001)

The beta index provides information about the shape of the network based on the node and edge relationships of the analysed network. If the beta index is < 1 , it indicates a tree structure; if the beta index is $= 1$, it indicates a cycle; if the beta index is > 1 , it indicates a complex circuit. Whether the network (Figure 5) is a tree, a cycle, or complex indicates which of the linear, cyclic, or composite forms the structure corresponds to. The beta index (Figure 4) is obtained by dividing the total number of edges by the total number of nodes. Beta index = Graph Edge / Graph Node (Broadbent, 1973).

$$\beta = \frac{E}{V}$$

Figure 4. Beta index formula (Broadbent, 1973)

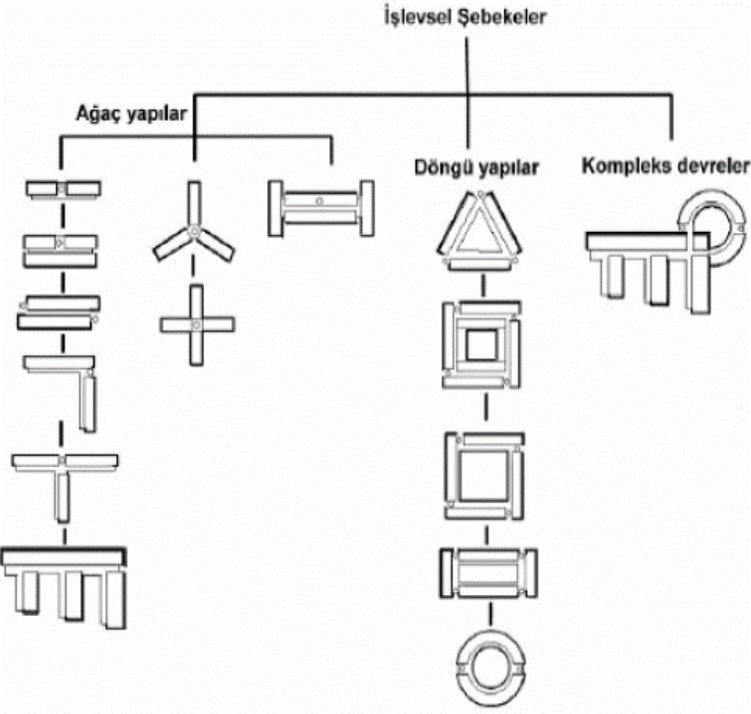


Figure 5. Relationship between formal formation and the beta index of formal formation (Yıldırım, 2001)

The gamma index is a numerical representation of the connectivity ratio of the network system (Figure 7). If the gamma index (Figure 6) is high, the structure is compact; if the gamma index is low, the structure is fragmented (Broadbent, 1973).

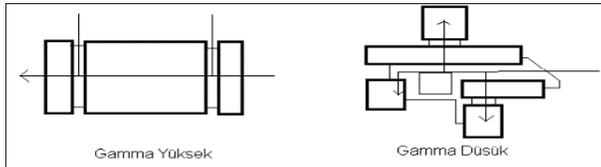


Figure 6. Relationship between gamma index and shape (Yıldırım, 2001)

$$G = \frac{E}{V^2 - V} \cdot 2$$

Figure 7. Gamma index formula (Broadbent, 1973)

The number of cycles refers to the number of circulation axes that return to their starting point among the structural subunits (Özen Yavuz, 2011).

Spatial syntax is a method developed for analysing and defining the spatial configuration of structures (Figure 8). The aim here is to analyse the spatial organisation and reveal the design of the spatial system.

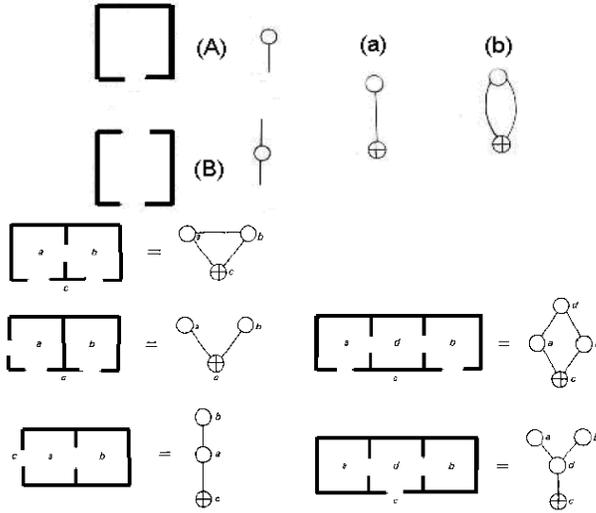


Figure 8. Representation of spaces as nodes (Hillier and Hanson, 1984)

The number of spaces refers to the number of spaces excluding the outer space.

Depth is an important configuration feature in spatial designs. It is a concept that indicates the number of steps taken when moving from any space or entrance in the spatial system to another space.

The diameter of the graph (space depth) is the depth of the space furthest from the outer space.

Total depth is the expression of the depth of each space relative to the root or external space.

Average depth is obtained by summing the depth values of the spaces in the system relative to the root space and dividing by the total number of spaces.

$$\text{Total depth: } \sum d = (1 \times \sum 1o) + (2 \times \sum 2o) + (3 \times \sum 3o) + (n \times \sum no)$$

$$\text{Average depth value: } MD = \sum d / k - 1$$

$\sum d$: total depth, k : total number of cells (Hillier and Hanson, 1984)

This approach provides a detailed introduction to the tools used in syntactic analyses conducted within the scope of Eskişehir Province.

Within the scope of this study, spatial units were defined in the analysis process based on access relationships on the plan. Each space was represented as a "node", while direct transitions between spaces were represented as "edges". At the site scale, the root/external space was defined as "external = road" for the comparability of the study. Common areas and fixtures within the settlement were positioned within the network according to their relationship on the access line. At the dwelling scale, the root/external space is accepted as "external = block floor hall", and measurements of spatial depth and connectivity are produced from the point of entry into the flat. These two root definitions provide a consistent coding framework that allows the settlement-residential relationship to be read at two different threshold levels (public→semi-public and semi-public→private).

FINDINGS

Closed residential complexes, which have gained significant attention since the 1980s due to the influence of modernism, are types of settlements that can offer many features such as garden walls that clearly separate them from the city with sharp lines, semi-public walkways, green areas, different types of housing, and controlled access with security systems -exit points, and social amenities (Yıldırım, 2016).

According to Frantz (2006), gated residential communities are private residential settlements where residents use mechanisms created from architectural and landscape elements to isolate themselves from the outside world. According to Blakely and Snyder (1997), the walls surrounding gated communities carry a meaning beyond that of a simple physical barrier and harbour many contradictions. These are described as the danger arising from the exclusion of the urban dweller, along with the need for personal and social control of the environment, based on feelings of fear, exclusion, the privatisation of public services, and the creation of an ideal society. According to Burke (2001), gated communities define a new form of neighbourhood.

The analysis of the spatial design of gated residential complexes (Tables 1, 2, 3, 4) was conducted by selecting examples from gated residential complexes in Eskişehir to form the sample group. The selected gated residential complexes were chosen from the central districts of Odunpazarı and Tepebaşı in Eskişehir. The most fundamental criterion in the sample selection was that the housing estates were gated communities, and attention was paid to their being medium-sized settlements. In the selected samples, attention was paid to the absence of commercial units serving the public area in the gated community, and this

criterion was used as a restrictive factor in the sample selection of gated communities.

In the selected examples, the basement floor (Figure 9), which must be buried in the ground according to the Eskişehir residential zoning regulations, was constructed on the ground floor, rising from ground level to +2.20 metres. Thus, the basement floor rose to +2.20 metres. In areas where the height was insufficient, the basement level was lowered by a certain distance. The basement floor created was used for enclosed parking and technical facilities. The residential floor level starts at +2.20 metres.



Figure 9. Example of a basement floor on the ground surface – basement floor plan and existing car park doors (URL-4)

Sample 1 = LOCA 222 gated residential complex is located in the Odunpazarı district of Eskişehir. It is situated in a remote, newly developing location away from the city centre (Figure 10).

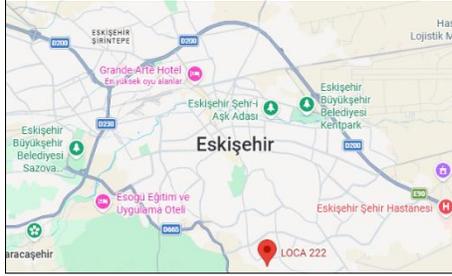


Figure 10. Location of the LOCA 222 closed residential complex (URL-6)

Within the gated residential complex (Figure 11), the following social amenities are provided: an artificial lake, basketball court, tennis court, children's playground, indoor social facility, fitness centre, indoor swimming pool, sauna and steam room, green areas, open and covered car parks, walking areas, and open and semi-open seating areas (Figure 12). The social amenities are centrally located.



Figure 11. LOCA 222 position example (URL-2)



Figure 12. Examples of LOCA 222 social infrastructure elements (URL-2)

In the LOCA 222 gated residential complex, the residential type used is multi-storey point block housing. The flat type used is 3+1 housing.

Sample 2 = DÖRTEL IHLAMURKENT HOUSING ESTATE is a gated residential complex located in the Odunpazarı district of Eskişehir (18N4B sheet, 3106 block 1 parcel/ Odunpazarı/ Eskişehir). It is situated in a newly developing location away from the city centre (Figure 13).

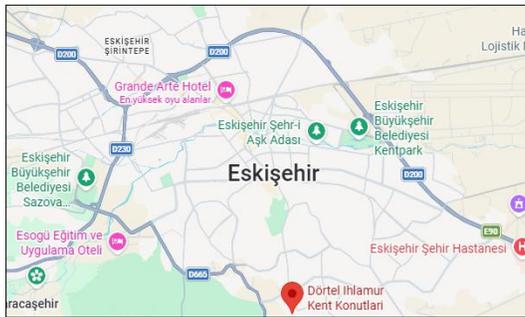


Figure 13. Location of the DÖRTEL IHLAMURKENT RESIDENCES gated residential complex (URL-7)

The social amenities within the gated residential complex include an outdoor swimming pool, children's playground, green spaces, open and covered car parks, walking areas, and open and semi-open seating areas. The social amenities are centrally located (Figure 14).



Figure 14. Examples of social amenities at DÖRTEL IHLAMURKENT HOUSING ESTATE (URL-3)

In the DÖRTEL IHLAMURKENT HOUSING closed residential complex, the multi-storey point block housing type has been used. The flat housing type used is 3+1 (Figure 15).



Figure 15. Floor plan of DÖRTEL IHLAMURKENT RESIDENTIAL BUILDINGS (URL-3)

Sample 3 = MOOR LIFE gated residential complex is located in the Tepebaşı district of Eskişehir. It is situated in a remote location from the city centre (Figure 16).

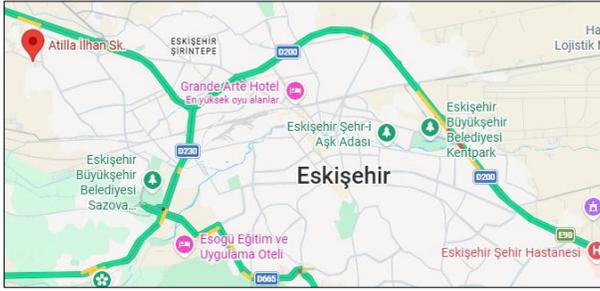


Figure 16. Location of the MOOR LIFE closed residential complex (URL-8)

Within the gated residential complex, the social amenities (Figure 17) include a children's playground, indoor social facilities, an outdoor swimming pool, green spaces, open and covered car parks, walking areas, and open and semi-open seating areas. The social amenities are centrally located within the complex.



Figure 17. Example of MOOR LIFE site and social amenities (URL-4)

The MOOR LIFE gated residential complex utilises multi-storey point block housing as the residential type. The flat housing type utilised is 4+1 (Figure 18).

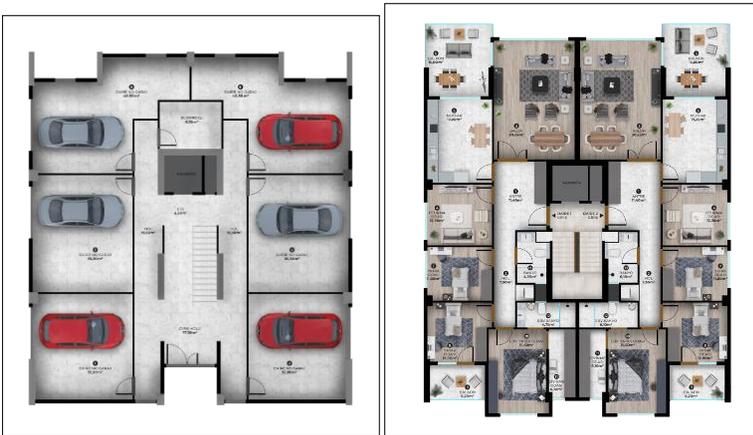


Figure 18. MOOR LIFE basement and standard floor plan (URL-4)

Sample 4 = LINDENPARK gated residential complex is located in the Odunpazarı district of Eskişehir. It is situated in a remote, newly developing location away from the city centre (Figure 19).



Figure 19. Location of the LINDENPARK gated residential complex (URL-9)

Within the gated residential complex, the following social amenities are provided: children's playground, outdoor swimming pool, green areas, open and covered car parks, walking areas, basketball court, social facilities, fitness centre, and open and semi-open seating areas (Figure 20). The social amenities are centrally located within the complex.



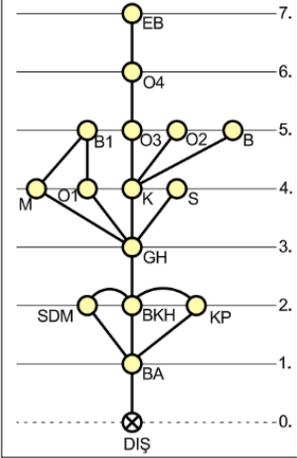
Figure 20. Example of LINDENPARK site and social amenities (URL-5)

The multi-storey point block housing type was used as the housing type in the LINDENPARK gated residential complex. The 3+1 housing type was used as the flat housing type (Figure 21).



Figure 21. LINDENPARK floor plan (URL-5)

Table 1. Sample 1 analysis table

EXAMPLE 1	LOCA 222	ODUNPAZARI / ESKİŞEHİR
SITUATION	SYNTACTIC ANALYSIS (OUT=PATH)	
		

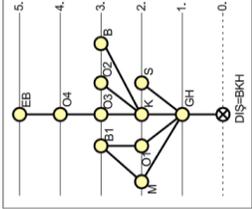
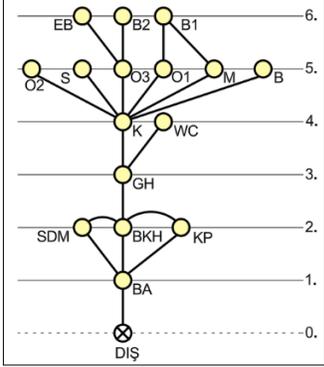
<p>SOCIAL-FACILITIES ELEMENTS</p>	<p>Artificial lake, basketball court, tennis court, children's playground, indoor social facility, fitness centre, indoor swimming pool, sauna and steam room, green areas, open and covered car park, walking areas, open and semi-open seating areas</p>																
<p>SITUATION SOCIAL-FACILITIES ELEMENTS SETTLEMENT</p>	<p>Central Location</p>																
<p>RESIDENTIAL TYPE</p>	<p>Dot Block</p>																
<p>APARTMENT TYPE</p>	<p>3+1</p>																
<p>FLOOR PLAN</p>	<p>SYNTACTIC ANALYSIS (EXTERNAL=BLOCK CAT HALL)</p>																
	<table border="1" data-bbox="736 851 988 1248"> <tr> <td>1</td> <td>0,18</td> <td>30</td> <td>2,78</td> </tr> <tr> <td>BETA INDEKSI</td> <td>GAMMA INDEKSI</td> <td>TOPLAM DERINLIK</td> <td>ORTALAMA DERINLIK</td> </tr> <tr> <td>5.</td> <td>4.</td> <td>3.</td> <td>2.</td> </tr> <tr> <td>1.</td> <td>0.</td> <td>DIS-BKH</td> <td></td> </tr> </table> 	1	0,18	30	2,78	BETA INDEKSI	GAMMA INDEKSI	TOPLAM DERINLIK	ORTALAMA DERINLIK	5.	4.	3.	2.	1.	0.	DIS-BKH	
1	0,18	30	2,78														
BETA INDEKSI	GAMMA INDEKSI	TOPLAM DERINLIK	ORTALAMA DERINLIK														
5.	4.	3.	2.														
1.	0.	DIS-BKH															
<p>BA=Garden, SDM=Social Amenity Areas, BKH=Block Floor Hall, GH=Entrance Hall, M=Kitchen, B1=Balcony 1, B2=Balcony 2, O1=Living Room, S=Lounge, B=Bathroom, O2=Children's Room 1, O3=Master Bedroom, O4=Dressing Room, O5=Children's Room 2, EB=Master Bathroom, KÍ=Pantry, KP=Covered Car Park</p>																	

Table 2. Example 2 analysis table

EXAMPLE 2	DÖRTEL IHLAMURKENT TOWNHOUSES	ODUNPAZARI / ESKİŞEHİR
SITUATION	SYNTACTIC ANALYSIS (OUT=PATH)	
		
SOCIAL-FACILITIES ELEMENTS	Outdoor swimming pool, children's playground, green areas, open and covered car park, walking areas, open and semi-open seating areas	
SITUATION SOCIAL- FACILITIES ELEMENTS SETTLEMENT	Central Location	
RESIDENTIAL TYPE	Dot Block	
APARTMENT TYPE	3+1	
FLOOR PLAN	SYNTACTIC ANALYSIS (EXTERNAL=BLOCK CAT HALL)	

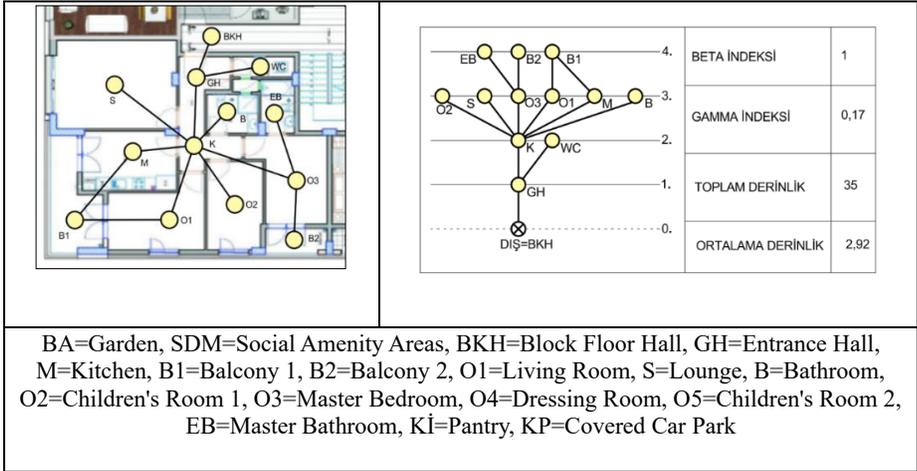
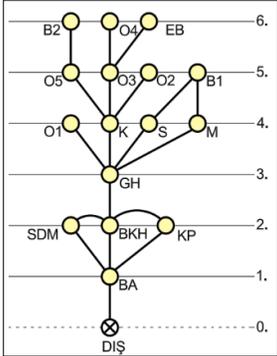


Table 3. Sample 3 analysis table

EXAMPLE 3	MOOR LIFE	TEPEBAŞI / ESKİŞEHİR
SITUATION	SYNTACTIC ANALYSIS (OUT=PATH)	
		
SOCIAL-FACILITIES ELEMENTS	Children's playground, indoor social facility, outdoor swimming pool, green areas, open and covered car park, walking areas, open and semi-open seating areas	
SITUATION SOCIAL-FACILITIES ELEMENTS SETTLEMENT	Central Location	
RESIDENTIAL TYPE	Dot Block	

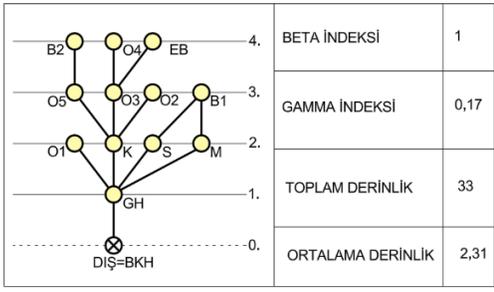
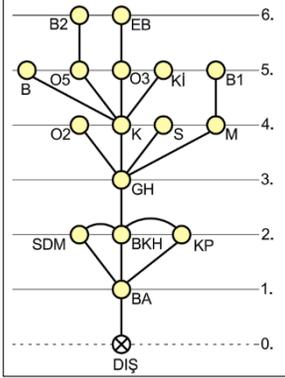
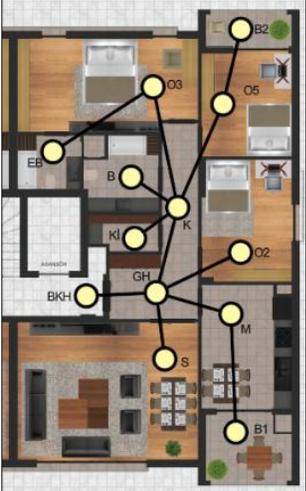
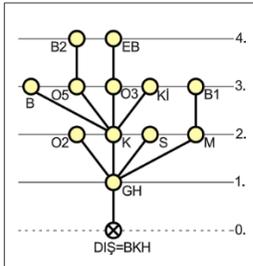
APARTMENT TYPE	4+1								
FLOOR PLAN	SYNTACTIC ANALYSIS (EXTERNAL=BLOCK CAT HALL)								
	 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>BETA İNDEKSİ</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td>GAMMA İNDEKSİ</td> <td style="text-align: center;">0,17</td> </tr> <tr> <td>TOPLAM DERİNLİK</td> <td style="text-align: center;">33</td> </tr> <tr> <td>ORTALAMA DERİNLİK</td> <td style="text-align: center;">2,31</td> </tr> </table>	BETA İNDEKSİ	1	GAMMA İNDEKSİ	0,17	TOPLAM DERİNLİK	33	ORTALAMA DERİNLİK	2,31
BETA İNDEKSİ	1								
GAMMA İNDEKSİ	0,17								
TOPLAM DERİNLİK	33								
ORTALAMA DERİNLİK	2,31								
<p>BA=Garden, SDM=Social Amenity Areas, BKH=Block Floor Hall, GH=Entrance Hall, M=Kitchen, B1=Balcony 1, B2=Balcony 2, O1=Living Room, S=Lounge, B=Bathroom, O2=Children's Room 1, O3=Master Bedroom, O4=Dressing Room, O5=Children's Room 2, EB=Master Bathroom, K=Pantry, KP=Covered Car Park</p>									

Table 4. Sample 4 analysis table

EXAMPLE 4	LİNDENPARK	ODUNPAZARI / ESKİŞEHİR
SITUATION	SYNTACTIC ANALYSIS (OUT=PATH)	

									
<p>SOCIAL-FACILITIES ELEMENTS</p>	<p>Children's playground, outdoor swimming pool, green areas, open and covered car park, walking areas, basketball court, social facilities, fitness centre, open and semi-open seating areas</p>								
<p>SITUATION SOCIAL-FACILITIES ELEMENTS SETTLEMENT</p>	<p>Central Location</p>								
<p>RESIDENTIAL TYPE</p>	<p>Dot Block</p>								
<p>APARTMENT TYPE</p>	<p>3+1</p>								
<p>FLOOR PLAN</p>	<p>SYNTACTIC ANALYSIS (EXTERNAL=BLOCK CAT HALL)</p>								
	<table border="1" data-bbox="587 1066 1049 1332"> <tr> <td>BETA İNDEKSİ</td> <td>0,92</td> </tr> <tr> <td>GAMMA İNDEKSİ</td> <td>0,15</td> </tr> <tr> <td>TOPLAM DERİNLİK</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>ORTALAMA DERİNLİK</td> <td>2,67</td> </tr> </table> 	BETA İNDEKSİ	0,92	GAMMA İNDEKSİ	0,15	TOPLAM DERİNLİK	32	ORTALAMA DERİNLİK	2,67
BETA İNDEKSİ	0,92								
GAMMA İNDEKSİ	0,15								
TOPLAM DERİNLİK	32								
ORTALAMA DERİNLİK	2,67								
<p>BA=Garden, SDM=Social Amenity Areas, BKH=Block Floor Hall, GH=Entrance Hall, M=Kitchen, B1=Balcony 1, B2=Balcony 2, O1=Living Room, S=Lounge, B=Bathroom,</p>									

O2=Children's Room 1, O3=Master Bedroom, O4=Dressing Room, O5=Children's Room 2,
EB=Master Bathroom, Kİ=Pantry, KP=Covered Car Park

The findings are structured on the basis of a two-tiered reading. In the first tier, the spatial components of each sample settlement are introduced at the scale of the site and housing plan. In the second layer, configurational similarities and differences are highlighted through a common comparison table (e.g., variety of amenities, housing/apartment type, beta-gamma indices, graph diameter, total and average depth, most integrated and deepest spaces) to enable all examples to be read using the same set of variables. This approach has identified patterns that repeat or deviate at the typological level for decisions that appear "unique within each settlement".

CONCLUSION

A common feature of gated residential complexes in Eskişehir is that the plot boundaries are clearly separated by dividing elements such as garden walls. It has been observed that gated residential complexes, which represent a turning point in housing typology, isolate city dwellers from the city due to the social amenities being within easy reach of the residents. It has been observed that all examples in the sample group are located outside the city centre, on the city periphery. These settlements, which contain many social amenities within themselves, have created a disconnect in urban relations.

Entry to gated residential complexes, which form their own world on the city periphery, is restricted and not everyone is allowed in. This turns the garden of the gated residential complex into a semi-public space, whereas the road is public space. The transformation of their gardens into semi-public spaces has led to the incorporation of social amenities into common areas, namely the garden or units accessible from the garden. Therefore, the analyses were conducted at two different scales, namely the site scale and the floor plan scale, and were also compared in a comparative study table (Table 5).

The comparative results show that two strong common patterns emerged in the sample group. The first is the central location of social amenities at the settlement scale and the establishment of access via the garden/common area. This situation reveals that, rather than being directly linked to the public space, the common core within the settlement is strengthened, and in this context, the spatial groundwork for the production of a "semi-public" interior space/community is laid. The second is that corridors form the backbone of circulation at the residential scale and appear to be the most integrated space in all examples. This finding shows that the gradation of privacy is organised

through the corridor in the transition from living spaces to night-time spaces. The repetition of the master bathroom and balconies in the deepest spaces reveals that in closed residential complexes, the 'private sphere' establishes a hierarchy that is reproduced through depth within the plan.

When viewed on a situational scale;

- Entrances are located in the garden of the gated residential complex,
- Access to social amenities is provided from the common area after entering the garden of the gated residential complex, without entering the blocks,
- All examples feature social amenities with different characteristics,
- Social amenities are centrally located,
- An artificial lake, tennis court, indoor swimming pool, sauna and steam room are only found in one example. Therefore, it has been shown that these amenities are not commonly used amenities,
- A basketball court and fitness centre were observed in two of our examples, while an indoor social facility was observed in three of our examples.
- A children's playground, outdoor swimming pool, green areas, open and covered car parks, walking areas, and open and semi-open seating elements were observed in all of the sample group. Therefore, these social amenities are the most commonly used.
- The indoor car park was constructed in the basement of all flats in the examples, and direct access from the indoor car park to the block floor lobby was provided.

When viewed at the residential scale;

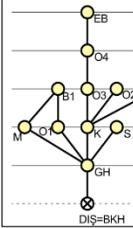
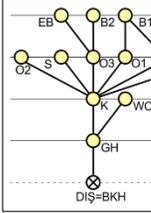
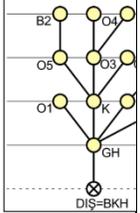
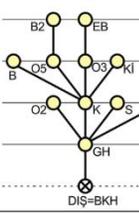
- As for the housing type, the point block type was used in all samples in the sample group. Therefore, it was observed that the use of the point block type was more common.
- As for the flat type, it was observed that the 3+1 flat type was used in three samples and the 4+1 flat type in one sample. This also showed that the 3+1 flat type was more commonly chosen. Furthermore, the 3+1 and 4+1 flat types are predominantly housing types designed for families. Therefore, it was observed that these types of residences were built in a style more appealing to families.
- Access to the flats was provided from the block floor hall.

- All examples had an entrance hall upon first entering the flat.
- In most examples, the entrance hall connected to living spaces such as the living room, kitchen, and sitting room, as well as the corridor. This means that the entrance hall is fully connected to the living areas but disconnected from the bedrooms, which offer more privacy.
- The entrance hall connects to the corridor to provide access to the night-time areas.
- Circular formations are seen on the balconies. One example of a living room-kitchen-balcony circular formation is seen, while two examples of a kitchen-living room-balcony circular formation are seen.
- The master bathroom is seen in all examples, but the dressing room is only seen in two examples. Therefore, the master bathroom is more common than the dressing room.
- The most connected and integrated space was a corridor in all examples, while the deepest spaces could be the en-suite bathroom, dressing room, balcony 1 and balcony 2.
- Additional spaces such as en-suite bathrooms, dressing rooms and pantries, which have been seen in flats in recent years, were more common in closed residential complexes.

Table 5. Comparative analysis results table

SAMPLE GROUP	LOCA 222	DÖRTEL IHLAMURKE NT KONUTLARI	MOOR LIFE	LINDENPARK
SOCIAL SITUATION - PLACEMENT OF SOCIAL WELFARE ELEMENTS	CENTRAL LOCATION	CENTRAL LOCATION	CENTRAL LOCATION	CENTRAL LOCATION
ARTIFICIAL LAKE	+	-	-	-
BASKETBALL COURT	+	-	-	+
TENNIS COURT	+	-	-	-

CHILDREN'S PARK	+	+	+	+
CLOSED SOCIAL FACILITY	+	-	+	+
FITNESS CENTRE	+	-	-	+
INDOOR SWIMMING POOL	+	-	-	-
OUTDOOR SWIMMING POOL	+	+	+	+
SAUNA AND STEAM ROOM	+	-	-	-
GREEN AREAS	+	+	+	+
OPEN CAR PARK	+	+	+	+
CLOSED CAR PARK	+	+	+	+
WALKING AREAS	+	+	+	+
OPEN – SEMI-OPEN SEATING ELEMENTS	+	+	+	+
SYNTACTIC ANALYSIS (OUT=PATH)				
RESIDENTIAL TYPE	DOT BLOCK	DOT BLOCK	DOT BLOCK	DOT BLOCK

APARTMENT TYPE	3+1	3+1	4+1	3+1
SYNTACTIC ANALYSIS (EXTERNAL= BLOCK CAT HALL)				
BETA INDEX	1	1	1	0,92
NETWORK STRUCTURE	CYCLE	CYCLE	CYCLE	CYCLE
RING FORMATION	+	+	+	-
GAMMA INDEX	0,18	0,17	0,17	0,15
DIAMETER OF THE GRAPH	5	4	4	4
TOTAL DEPTH	30	35	33	32
AVERAGE DEPTH	2,78	2,92	2,31	2,67
THE MOST INTEGRATED SPACE	CORRIDOR	CORRIDOR	CORRIDOR	CORRIDOR
THE DEEPEST PLACE	PARENTAL BATHROOM	PARENTAL BATHROOM, BALCONY1, BALCONY2	PARENTAL BATHROOM, DRESSING ROOM, BALCONY 2	PARENTAL BATHROOM , BALCONY2

The limitation of this study is that the sample size is restricted to four housing estates. However, the sample was constructed from examples with high common typological characteristics (closed estate nature, absence of commercial units,

point block preferences, and central amenity layout) to enhance analytical comparability rather than representativeness. Therefore, the conclusions are outside the scope of statistical generalisation for "all closed residential settlements in Eskişehir". This study aims to establish a basis for future research with a larger sample size by clarifying the comparison variables and the reading framework.

REFERENCES

- Asriana, N., & Khidmat, R. P. (2024). Decoding spatial layout patterns of traditional houses in urban kampung settlements. *Journal Of Architecture And Urbanism*, 48(2), 151–175. <https://doi.org/10.3846/jau.2024.20832>
- Blakely, E.J. ve Snyder, M.G., (1997). *Fortress America: Gated Communities in the United States*, Brookings Institution Press Washington, D.C.
- Broadbent, G., “Design in Architecture”, John Wiley & Sons, London, 224-251(1973).
- Burke, M. (2001). *The Pedestrian Behaviour of Residents in Gated Communities. Walking the 21st Century*, Australia, 20-22 February 2001. Western Perth
- Clark J., Holton D.A., 1991, *A First Look at Graph Theory.*, World Scientific Publishing Co., London.
- Dettlaff, W. (n.d.). *Space syntax analysis – methodology of understanding the space.*
- Fahmy, A., E., “Theoretical and Computation Frameworks for the Analysis and Derivation of the Morphological Structure of Orthogonal Building Plans and Sections”, Ph. D dissertation, Submitted to The University of Michigan Department of Architecture, Michigan (1998).
- Frantz, K. (2006). *Private Gated Neighborhoods; A Progressive Trend in US Urban Development*, in *Private Cities: Global and Local Perspectives*, .(Eds.) G. Glasze, C. Webster, and K. Frantz, Routledge Abingdon, Oxon
- Hillier, B., Hanson J. (1984) *The Social Logic of Space*, London: Cambridge University Press
- Liou, S., R., A., “A Computer-based Framework for Analyzing and Deriving the Morphological Structure of Architectural Designs”, Ph, Doctoral Dissertation, The Univeristy of Michigan Department of Architecture, Michigan, 65-86 (1992)
- Özen Yavuz, A. (2011) “Çağdaş Konut Örneklerinin Morfolojik Analizi Ve İşlemsel Tasarım Ortamında Üretimine Yönelik Kavramsal Ve Deneysel Bir Model Önerisi” Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Özyılmaz, H. (2007) ‘Diyarbakır Geleneksel Konut Mimarisinde Morfolojik Analiz: Geleneksel Konutların Güncel Kullanımında Değerlendirilmesi’ Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Yıldırım, A. (2016) *Kapalı Konut Yerleşkelerinin Antalya Kenti Örneğinde İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara

Yıldırım, T., “Bina Gereksinme Programı İle Bina Morfolojisi İlişkisinde Graflar ve Geometrik Sentaks Olanaklarının Kullanımına Yönelik Bir Yöntem Yaklaşımı”, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul (2001).

Internet resources:

URL-1 <https://www.eskisehir.net/turkiyenin-en-yananabilir-6-sehri-aciklandi-eskisehir-zirvede> erişim tarihi: 10/11/2025

URL-2 <https://www.hanoguzhan.com/portfolio/loca-222-eskisehir> erişim tarihi: 10/11/2025

URL-3 <https://www.dortelakaryakit.com.tr/insaat/d-dortel-ihlamurkent-konutlari> erişim tarihi: 10/11/2025

URL-4 <https://mooryasam.com/proje/moor-life/1> erişim tarihi: 10/11/2025

URL-5 https://goldyapi.com/upload/lindenpark_yeni.pdf erişim tarihi: 10/11/2025

URL-6 Google. (n.d.). LOCA 222 [Map]. Google Maps. Retrieved November 10, 2025, from <https://www.google.com/maps/place/LOCA+222/@39.7747065,30.4801667,12.5z/data=!4m6!3m5!1s0x14cc3de2f364b72f:0xc47866bd9ec0e6ec!8m2!3d39.736164!4d30.5363602!16s%2Fg%2F11fjb1wkbjg>

URL-7 Google. (n.d.). Dörtel İhlamur Kent Konutlari [Map]. Google Maps. Retrieved November 10, 2025, from <https://www.google.com/maps/place/D%C3%B6rtel+İhlamur+Kent+Konutlari/@39.7370198,30.5309794,12z/data=!4m6!3m5!1s0x14cc3d81ca6163ff:0xf7849c2d73c58043!8m2!3d39.7369211!4d30.5309834!16s%2Fg%2F11j38hbz3k>

URL-8 Google. (n.d.). Batıkent, Atilla İlhan Sk., 26180 Tepebaşı/Eskişehir [Map]. Google Maps. Retrieved November 10, 2025, from https://www.google.com/maps/place/Bat%C4%B1kent,+Atilla+%C4%B0İhan+Sk+26180+Tepeba%C5%9F%C4%B1%2FEski%C5%9Fehir/@39.7831675,30.4707774,12.5z/data=!4m15!1m8!3m7!1s0x14cc16adef0c02c5:0xcaf23b9a4235df32!2zQmF0xLFrZW50LCBBdGlsbGEgxLBSaGFuIFNrLiwgMjYxODAgVGVwZWJhXZ_EsS9Fc2tpxZ9laGly!3b1!8m2!3d39.790795!4d30.440622!16s%2Fg%2F1w02gzh0!3m5!1s0x14cc16adef0c02c5:0xcaf23b9a4235df32!8m2!3d39.790795!4d30.440622!16s%2Fg%2F1w02gzh0!5m1!1e1?entry=ttu&g_ep=EgoyMDI2MDEyOC4wIKXMDSoASAFQAw%3D%3D

URL-9 Google. (n.d.). LİNDENPARK KONUTLARI [Map]. Google Maps. Retrieved November 10, 2025, from <https://www.google.com/maps/place/L%C4%B0NDENPARK+KONUTLARI>

RI/@39.7584425,30.3492855,11.75z/data=!4m10!1m2!2m1!1zTMSwTkR
FTIBBUksgRVNLxLDFnkVixLBS!3m6!1s0x14cc3d734887440b:0x3204c
15a846cca16!8m2!3d39.7345994!4d30.5569224!15sChhMxLBOREVOUE
FSSyBFU0vEsMWeRUjEsFKSARFhcGFydG1lbnRfY29tcGxleOABAA!1
6s%2Fg%2F11sm774n4k!5m1!1e1?entry=ttu&g_ep=EgoyMDI2MDEyOC
4wIKXMDSOASAFQAw%3D%3D

Note: The visual data used in this section regarding the plan/layout and site have been compiled from promotional documents made publicly available by the relevant institutions/companies and materials published in online sources.