

## Pasif İklimlendirme Yöntemi Olarak Termit Yuvası Prensibinin Biyomimikri Bağlamında İncelenmesi: Eastgate Centre ve TMB Binası

Sultan GÜMÜŐ\*, Nilüfer TAŐ\*\*, Murat TAŐ\*\*\*

### Öz

**Amaç:** Bu çalışma, termit yuvası prensibinin biyomimikri bağlamında pasif iklimlendirme stratejisi olarak mimarlık alanına nasıl aktarılabilirliğini incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma, mantar yetiştiren *Macrotermes* türlerinin yuvalarında gözlemlenen hava hareketi, termal tamponlama, ısı değişimi ve mikroklimatik düzenleme süreçlerinden hareketle, bu biyolojik ilkelerin farklı iklim koşullarındaki ofis yapılarında hangi mimari ve teknik sistemlerle karşılık bulunduğunu Eastgate Centre ve Türkiye Mühendisler Birliği (TMB) Binası örnekleri üzerinden değerlendirmektedir.

**Yöntem:** Çalışmada, termit yuvası analojisiyle literatürde yaygın biçimde ilişkilendirilen Eastgate Centre (Harare, Zimbabve) ile Türkiye'de düşük enerjili çevresel kontrol yaklaşımı bakımından öne çıkan Türkiye Mühendisler Birliği (TMB) Binası (Ankara), karşılaştırmalı vaka analizi yöntemiyle ele alınmıştır. İnceleme; iklimsel bağlam, havalandırma mekanizması, termal kütle kullanımı, enerji performansı ve biyomimetik ilişki parametreleri üzerinden yürütülmüştür. Çalışmada birincil saha ölçümü veya yeni bir enerji simülasyonu yapılmamış; akademik yayınlar, teknik raporlar, proje dokümanları ve kurumsal kaynaklarda yer alan ikincil veriler değerlendirilmiştir.

**Bulgular:** Bulgular, Eastgate Centre'in termit yuvası prensibini doğrudan bir biyomimetik referans olarak yorumladığını; TMB Binası'nın ise benzer çevresel ilkeleri yer altı termal labirenti, termal kütle, atrium ve hibrit iklimlendirme bileşenleri aracılığıyla bağlamsal bir sistem olarak ele aldığını göstermektedir. Eastgate Centre için literatürde yaklaşık %35 düzeyinde enerji tasarrufu aktarılırken, TMB Binası'nda termal labirent sisteminin ısıtma ve soğutma maliyetlerinde yaklaşık %35-40 oranında tasarruf sağlayacağı raporlanmaktadır. Ancak bu değerler, aynı baz bina modeli, kullanıcı yoğunluğu, işletme senaryosu ve iklim normalizasyonu üzerinden üretilmiş eşdeğer veriler olmadığından, doğrudan sayısal

### Özgün Araştırma Makalesi (Original Research Article)

**Geliş/Received:** 22.01.2026 **Kabul/Accepted:** 11.06.2026

\* Sorumlu Yazar: Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Yüksek Lisans Programı, Bursa, Türkiye. E-posta: [502512006@ogr.uludag.edu.tr](mailto:502512006@ogr.uludag.edu.tr), [sultan-gms@outlook.com](mailto:sultan-gms@outlook.com) ORCID <https://orcid.org/0009-0009-2407-5377>

\*\* Prof. Dr., Bursa Uludağ Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Bursa, Türkiye.

E-posta: [nilufertas@uludag.edu.tr](mailto:nilufertas@uludag.edu.tr), [tasnilufer@yahoo.com](mailto:tasnilufer@yahoo.com) ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3627-2011>

\*\*\* Prof. Dr., Bursa Uludağ Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Bursa, Türkiye.

E-posta: [murattas@uludag.edu.tr](mailto:murattas@uludag.edu.tr), [murattas@yahoo.com](mailto:murattas@yahoo.com) ORCID <https://orcid.org/0000-0001-6152-5650>

karşılaştırma aracı olarak değil; her yapının kendi bağlamında raporlanmış görelî performans göstergeleri olarak değerlendirilmiştir.

**Sonuç:** Çalışma, biyomimetik pasif iklimlendirme stratejilerinin değerlendirilmesinde biçimsel taklitten çok, biyolojik ilkelerin süreç ve performans düzeyinde mimari tasarıma aktarılmasının belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır. Eastgate Centre ve TMB Binası karşılaştırması, termit yuvası prensibinin tekil ve evrensel bir model olmaktan ziyade; iklimsel, teknolojik ve bağlamsal koşullara göre uyarlanabilen esnek bir tasarım stratejisi olarak ele alınması gerektiğini göstermektedir. Bu doğrultuda çalışma, biyomimikri temelli pasif iklimlendirme için "Bağlam–Prensip–Mekanizma–Performans" ilişkisine dayalı kavramsal bir sistem önerisi sunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Biyomimikri, Pasif İklimlendirme, Termit Yuvası Prensibi, Ofis Yapıları, Enerji Verimliliği.

### **Evaluation of the Termite Mound Principle as a Biomimicry-Based Passive Climate-Control Strategy: Eastgate Centre and the TMB Building**

#### **Abstract**

**Purpose:** This study aims to examine how the termite mound principle can be transferred to the field of architecture as a passive climate-control strategy within the context of biomimicry. Based on the processes of air movement, thermal buffering, heat exchange, and microclimatic regulation observed in the mounds of fungus-growing *Macrotermes* species, the study evaluates how these biological principles correspond to architectural and technical systems in office buildings located in different climatic contexts, through the examples of Eastgate Centre and the Turkish Contractors Association (TMB) Building.

**Method:** In this study, Eastgate Centre in Harare, Zimbabwe, which is widely associated in the literature with the termite mound analogy, and the Turkish Contractors Association (TMB) Building in Ankara, Turkey, which stands out in terms of its low-energy environmental control approach, were examined through a comparative case study method. The analysis was conducted through the parameters of climatic context, ventilation mechanism, use of thermal mass, energy performance, and biomimetic relationship. No primary field measurements or new energy simulations were carried out within the scope of the study; instead, secondary data obtained from academic publications, technical reports, project documents, and institutional sources were evaluated.

**Findings:** The findings indicate that Eastgate Centre interprets the termite mound principle as a direct biomimetic reference, whereas the TMB Building addresses similar environmental principles as a contextual system through its underground thermal labyrinth, thermal mass, atrium, and hybrid climate-control components. While an energy saving of approximately 35% is reported in the literature for Eastgate Centre, the thermal labyrinth system in the TMB Building is reported to provide approximately 35–40% savings in heating and cooling costs. However, since these values are not equivalent data produced through the same base building model, occupancy density, operational scenario, or climate normalization, they were not considered as a means of direct numerical comparison, but rather as relative performance indicators reported within the specific context of each building.

**Conclusion:** *The study reveals that, in the evaluation of biomimetic passive climate-control strategies, the transfer of biological principles to architectural design at the level of process and performance is more decisive than formal imitation. The comparison of Eastgate Centre and the TMB Building demonstrates that the termite mound principle should be considered not as a singular and universal model, but as a flexible design strategy that can be adapted according to climatic, technological, and contextual conditions. In this regard, the study proposes a conceptual framework for biomimicry-based passive climate control based on the relationship between "Context-Principle-Mechanism-Performance".*

**Keywords:** *Biomimicry, Passive Climate Control, Termite Mound Principle, Office Buildings, Energy Efficiency.*

## 1. Giriş

21. yüzyılda mimarlık pratiği, enerji tüketimi, karbon salımı ve iklim değişikliği sorunları nedeniyle sürdürülebilirlik ekseninde yeniden tanımlanmaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı'nın raporlarında küresel enerjile ilişkili karbon emisyonlarının yaklaşık üçte birinden bina ve inşaat sektörünün sorumlu olduğu açıklanmakta; bu durum enerji tüketimini azaltan ve çevresel verileri tasarım sürecine dâhil eden yaklaşımların önemini artırmaktadır (IEA, 2023). Pasif iklimlendirme; güneş kazanımı, doğal havalandırma, yapı kabuğu, malzeme özellikleri, ısı kütle ve yapı formu gibi tasarım kararlarının iklimsel bağlamla birlikte ele alınması yoluyla iç mekân ısı konforunu desteklemeyi ve mekanik sistemlere duyulan enerji gereksinimini azaltmayı amaçlayan bütüncül bir yaklaşım olarak değerlendirilebilir (El Khouli et al., 2015).

Biyomimikri, doğanın geliştirdiği uyum, kaynak yönetimi ve çevresel düzenleme stratejilerinden öğrenen performans odaklı bir tasarım yaklaşımıdır. Benyus'un (1997) doğayı "model, ölçüt ve mentor" olarak konumlandıran yaklaşımı, biyomimikrinin yalnızca biçimsel doğa taklidine indirgenemeyeceğini; doğal sistemlerdeki süreçlerin ve işleyiş prensiplerinin tasarım problemlerine aktarılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Mimarlıkta bu yaklaşım, özellikle doğal havalandırma, termal kütle, ısı düzenleme ve enerji verimliliği pasif iklimlendirme stratejilerinin geliştirilmesinde önemli bir araştırma zemini oluşturmaktadır.

Çalışmada ele alınan biyolojik model, mantar yetiştiren Macrotermes türlerinin inşa ettiği termit yuvalarıdır. Bu yuvalar; koloni yaşamı ve mantar bahçeleri için gerekli olan sıcaklık, nem ve solunum gazı dengesinin sağlanmasına katkıda bulunan, gözenekli kabuk yapısı ve iç boşluk organizasyonu ile çevresel koşullara yanıt veren karmaşık biyolojik yapılarıdır (Turner, 2001; Seymour et al., 2023; Ocko et al., 2017). Bu özellikleri nedeniyle termit yuvaları, mimarlık literatüründe yalnızca biçimsel bir doğa taklidi olarak değil; hava hareketi, gaz değişimi, nem dengesi, ısı tamponlama ve enerji etkin iklimlendirme ilkeleri bakımından önemli bir biyomimetik referans olarak değerlendirilmektedir (Turner & Soar, 2008). Bununla birlikte sonraki çalışmalar,

bu yapıların yalnızca basit bir baca etkisiyle açıklanamayacağını; rüzgâr etkisi, basınç farkları, gözenekli kabuk yapısı, iç boşluk organizasyonu ve günlük sıcaklık salınımlarının tür, iklim ve yuva morfolojisine bağlı olarak değişen karmaşık çevresel bir sistem oluşturduğunu göstermektedir (Turner, 2001; Turner & Soar, 2008; Ocko et al., 2017).

Literatürde termit yuvası prensibinin mimari karşılığı çoğunlukla Eastgate Centre örneği üzerinden tartışılmaktadır. Ancak bu prensibin farklı iklim bölgelerinde, özellikle karasal iklim koşullarında nasıl yorumlandığı ve hangi mimari-teknik stratejilere dönüştüğü yeterince ele alınmamıştır. Bu çalışma, söz konusu boşluktan hareketle Eastgate Centre'ı literatürde yerleşik bir biyomimetik referans olarak; Türkiye Müteahhitler Birliği (TMB) Binası'nı ise yer altı termal labirenti, termal kütle, atrium ve hibrit iklimlendirme sistemi üzerinden termit yuvası prensipleriyle bağlamsal olarak ilişkilendirilebilecek yerel bir örnek olarak incelemektedir.

Bu çalışma, termit yuvası prensibinin pasif iklimlendirme stratejisi olarak mimarlığa nasıl aktarıldığını; iklimsel bağlam, havalandırma mekanizması, termal kütle kullanımı ve raporlanan enerji performansı parametreleri üzerinden değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Bu yönüyle araştırma, mevcut literatürdeki Eastgate Centre merkezli anlatının ötesine geçerek termit yuvası prensibini farklı iklimsel ve teknolojik koşullarda yeniden yorumlanabilen esnek bir tasarım stratejisi olarak ele almaktadır. Böylece çalışma, "termit yuvası prensibi pasif iklimlendirme tasarımında genellenebilir bir model midir, yoksa iklimsel bağlama göre özelleşmiş alt stratejiler mi gerektirir?" sorusuna yanıt aramaktadır.

Çalışmanın temel sınırlılığı, birincil saha ölçümü veya yeni bir enerji simülasyonu üretmemesidir. Kullanılan performans verileri; akademik yayınlar, teknik raporlar, proje dokümanları ve kurumsal kaynaklarda yayımlanmış ikincil verilere dayanmaktadır. Bu nedenle araştırma, iki yapının enerji performansına ilişkin doğrudan nicel bir sıralama yapmaktan ziyade, biyomimetik pasif iklimlendirme stratejilerinin farklı bağlamlarda nasıl kurgulandığını ve nasıl farklılaştığını değerlendirmeye odaklanmaktadır.

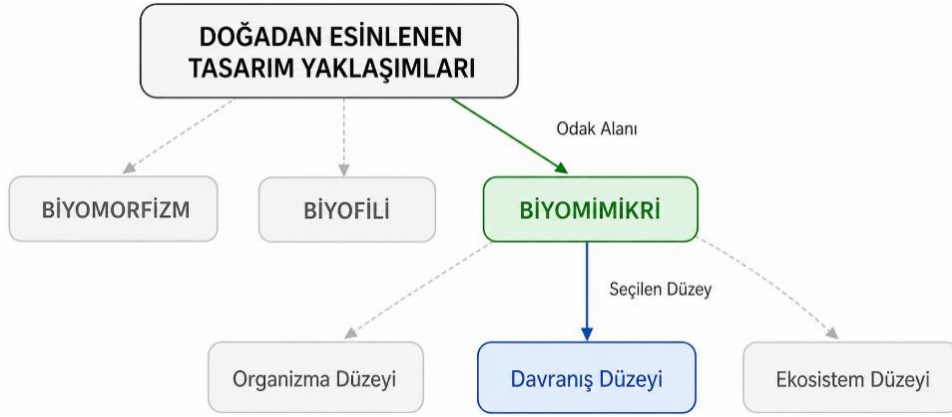
Makalenin devamında biyomimikri, biyoiklimsel tasarım, pasif iklimlendirme ve termit yuvası prensibine ilişkin kavramsal çerçeve sunulmaktadır. Eastgate Centre ve TMB Binası belirlenen analiz parametreleri doğrultusunda incelenmekte; bulgular ve tartışma bölümünde iki yapı karşılaştırmalı olarak değerlendirilmektedir. Sonuç bölümünde ise biyomimikri temelli pasif iklimlendirme için "Bağlam–Prensip–Mekanizma–Performans" ilişkisine dayalı kavramsal bir sistem önerisi sunulmaktadır.

## **2. Kavramsal Çerçeve**

Çalışmanın kuramsal altyapısı, sürdürülebilir mimari üretiminde biyolojik verilerin tasarım kararlarına nasıl dönüştürülebileceği sorusu üzerine kuruludur. Bu bağlamda enerji verimliliği, yalnızca teknolojik sistemlerin performansına indirgenen bir konu olarak değil; biyoloji, yapı fiziği,

iklimsel bağlam ve mimari tasarım kararlarının kesişiminde şekillenen disiplinlerarası bir süreç olarak ele alınmaktadır.

Bu çalışma, kavramsal çerçevesini genelden özele ilerleyen bir kurgu içinde yapılandırmaktadır. Öncelikle mimarlık ile doğa arasındaki ilişkiyi tanımlayan doğadan esinlenen tasarım yaklaşımları ele alınmakta; ardından bu yaklaşımlar içinde işlevsel ve performans odaklı bir yöntem olarak biyomimikri tartışılmaktadır. Devamında, biyomimetik bilginin mimari ürüne aktarılmasında yerel iklimsel koşulların rolünü açıklayan biyoiklimsel tasarım yaklaşımı değerlendirilmekte; son olarak bu kuramsal zemin, pasif iklimlendirme stratejileri ve termit yuvası prensibi üzerinden somutlaştırılmaktadır.



**Şekil 1.** Çalışmanın Kavram Haritası

Sürdürülebilir mimarlık pratiklerinde doğa, yalnızca biçimsel bir esin kaynağı olmanın ötesinde, uzun evrimsel süreçler sonucunda gelişmiş uyum, verimlilik ve kaynak kullanımı stratejileri barındıran çok katmanlı bir bilgi kaynağı olarak değerlendirilebilir (Benyus, 1997; Verbrugghe et al., 2023). Bu bağlamda doğadan esinlenen tasarım yaklaşımları, doğayla kurulan ilişkinin niteliğine ve biyolojik bilginin tasarıma aktarılma düzeyi doğrultusunda deneyimsel, biçimsel ve işlevsel yönelimler üzerinden ele alınabilir. Bu çalışma kapsamında söz konusu yönelimler biyofili, biyomorfizm ve biyomimikri kavramları üzerinden ayrıştırılmaktadır.

**Biyofili (Biophilia):** İnsan ile doğa arasındaki psikolojik, duyuşsal ve evrimsel bağa odaklanan yaklaşımdır. Wilson'ın (1984) biyofili kavramı, insanın yaşam ve canlı süreçlerle kurduğu içsel ilişkiye dayanırken; mimarlıkta biyofilik tasarım, doğal unsurlar ve süreçler aracılığıyla kullanıcının iyi oluş hâlini, psikolojik konforunu ve mekânsal deneyimini desteklemeyi amaçlar (Zhong et al., 2022). Bu nedenle biyofili, bu çalışma kapsamında öncelikle kullanıcı deneyimi, algı, sağlık ve iyi oluş bağlamında değerlendirilmektedir.

**Biyomorfizm (Biomorphism):** Doğadaki biçim, doku, geometri veya sembolik öğelerin mimari form üretimine aktarılmasıyla ilişkili bir yaklaşımdır. Biyomorfik tasarım, yapıya doğal formlardan türeyen görsel ve estetik bir kimlik kazandırabilir; ancak doğadaki biçimin arkasındaki biyolojik işleyiş veya çevresel performans ilkesi tasarıma entegre edilmediği sürece, salt biçimsel aktarımın yapısal veya çevresel performansı her durumda doğrudan ve ölçülebilir biçimde artırdığı söylenemez (Chayaamor-Heil, 2023; ayrıca bkz. Agkathidis, 2017).

**Biyomimikri (Biomimicry):** Doğadaki modellerin, sistemlerin ve süreçlerin insan kaynaklı tasarım problemlerine işlevsel çözümler üretmek amacıyla incelenmesine dayanan performans odaklı bir yaklaşımdır. Benyus'un (1997) doğayı "model, ölçüt ve mentor" olarak konumlandıran yaklaşımı, biyomimikrinin yalnızca biçimsel doğa taklidinden ayrıldığını ortaya koymaktadır. Bu yaklaşımda doğa, yalnızca görsel olarak taklit edilen bir form repertuarı değil; enerji yönetimi, malzeme kullanımı, adaptasyon, havalandırma, ısı düzenleme ve kaynak verimliliği gibi problemlere çözüm üreten bir bilgi sistemi olarak değerlendirilmektedir (Pedersen Zari, 2007; Verbrugghe et al., 2023).

Bu araştırma, doğadan esinlenen tasarım yaklaşımlarını estetik veya deneyimsel düzeyde değil, yapı fiziği ve enerji verimliliği bağlamında ele almaktadır. Bu nedenle çalışmanın kuramsal odağı, biyofilik ya da biyomorfik tasarım yaklaşımlarından ziyade, biyomimikrinin işlevsel ve performans dayalı boyutu üzerine kurulmuştur. Şekil 1'de de gösterildiği üzere çalışma, doğadan esinlenen tasarım yaklaşımları içinde biyomimikriyi; biyomimikri uygulama düzeyleri içinde ise davranış düzeyini temel almaktadır. Bu bağlamda termit yuvası prensibi, doğadaki bir formun doğrudan taklidi olarak değil; ısı, hava hareketi, nem ve gaz değişimi gibi çevresel süreçlerin düzenlenmesine ilişkin biyolojik bir stratejinin mimari tasarıma aktarımı olarak değerlendirilmektedir.

## 2.1. Problem Çözme Yöntemi Olarak Biyomimikri

Biyomimikri, literatürde biyomimetik, biyonik ve biyoesinli tasarım gibi yakın kavramlarla birlikte tartışılmakla birlikte, temel olarak doğadaki modellerin, sistemlerin ve süreçlerin insan kaynaklı tasarım problemlerine çözüm üretmek amacıyla incelenmesine dayanan analitik bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır (Aziz & El Sherif, 2016; Verbrugghe et al., 2023). Janine Benyus'un (1997) çalışmalarıyla sürdürülebilirlik, adaptasyon ve doğadan öğrenme ekseninde kuramsal görünürlük kazanan bu yaklaşım, doğayı yalnızca biçimsel bir esin kaynağı olarak değil, problem çözme stratejileri barındıran bir bilgi sistemi olarak konumlandırmaktadır. Bu yönüyle biyomimikri, biyomorfizmden farklı olarak formun görsel temsilinden çok, formun arkasındaki işleyiş mekanizmalarına, adaptasyon stratejilerine ve performans kriterlerine odaklanmaktadır (Benyus, 1997; Pedersen Zari, 2007; Chayaamor-Heil, 2023; Verbrugghe et al., 2023).

Benyus (1997), biyomimikri yaklaşımını doğayı "model, ölçüt ve mentor" olarak ele alan üç temel ilke üzerinden açıklamaktadır. Doğanın model olarak görülmesi, biyolojik formların, süreçlerin ve sistemlerin tasarım problemleri için incelenmesini; ölçüt olarak görülmesi, geliştirilen tasarım çözümlerinin doğadaki verimlilik, uyum ve sürdürülebilirlik ilkeleriyle karşılaştırılmasını; mentor olarak görülmesi ise doğaya hükmetmek yerine ondan öğrenen bir tasarım etiğinin benimsenmesini ifade eder. Bu ilkeler, biyomimikrinin yalnızca teknik bir yöntem olmadığını, ekolojik düşünceye dayanan bir tasarım yaklaşımı olduğunu göstermektedir.

Mimarlık bağlamında biyomimikri, yapıyı çevresel verilerle etkileşim kuran ve enerji, hava, ısı, nem, ışık ve malzeme akışlarını yöneten performans odaklı bir sistem olarak ele almayı mümkün kılar (Pedersen Zari, 2007; Verbrugghe et al., 2023). Doğada gözlemlenen enerji kullanımının azaltılması, form ve fonksiyon arasındaki uyum, değişken çevresel koşullara adaptasyon ve döngüsel süreçlerin esas alınması gibi ilkeler, özellikle enerji verimliliği ve pasif iklimlendirme açısından mimari tasarıma önemli kavramsal girdiler sunmaktadır (Aziz & El Sherif, 2016; Verbrugghe et al., 2023).

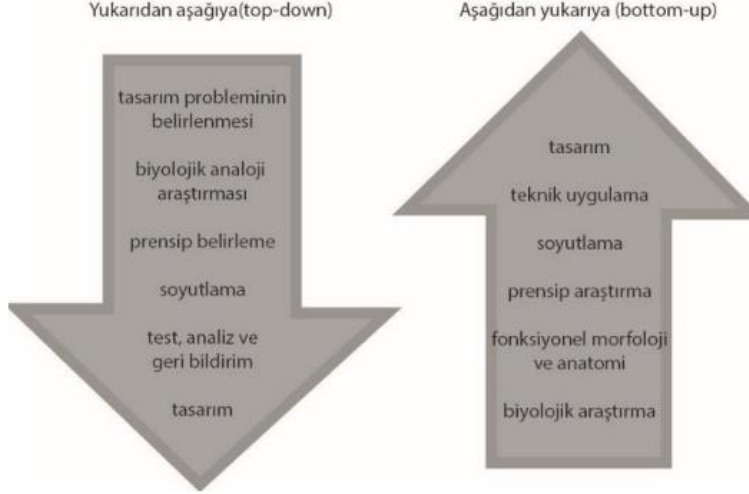
### **Biyomimikri Uygulama Düzeyleri ve Tasarım Yaklaşımları**

Biyomimikrinin mimarlık alanındaki kullanımında doğadan esinlenmenin kapsamı ve derinliği tasarımın niteliğini belirleyen temel unsurlardan biridir. Pedersen Zari (2007), biyomimetik tasarım yaklaşımlarını organizma düzeyi, davranış düzeyi ve ekosistem düzeyi olmak üzere üç temel düzeyde sınıflandırmaktadır. Organizma düzeyi, belirli bir canlıya ait form, strüktür, malzeme özelliği veya morfolojik niteliğin tasarıma uyarlanması içerir. Davranış düzeyi, organizmanın çevresiyle kurduğu ilişkiyi, uyum stratejilerini ve yaşamsal süreçlerini tasarım probleminde uyarlamaya odaklanır. Ekosistem düzeyi ise madde ve enerji döngüleri, karşılıklı bağımlılık ilişkileri, kaynak verimliliği ve döngüsellik gibi daha bütüncül sistem ilkelerinin tasarım sürecine dâhil edilmesine dayanır (Pedersen Zari, 2007; Verbrugghe et al., 2023).

Bu çalışma, termit yuvalarını yalnızca dış morfolojileri veya kule benzeri geometrileri üzerinden değerlendirmemekte; termitlerin değişken dış çevre koşulları karşısında yuva içi mikroklimayı düzenlemeye yönelik davranışsal ve süreç temelli stratejilerine odaklanmaktadır. Termit yuvası prensibi bu bağlamda, doğadaki bir formun doğrudan mimari kopyası olarak değil; hava hareketi, ısı transferi, nem dengesi ve solunum gazı değişimi gibi çevresel süreçlerin düzenlenmesine ilişkin biyolojik bir ilkenin mimari tasarıma aktarımı olarak ele alınmaktadır.

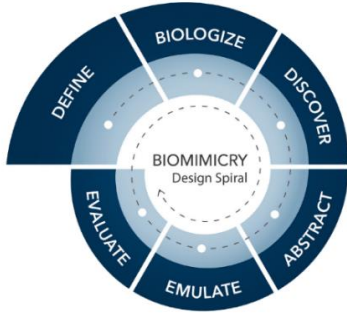
Metodolojik açıdan biyomimetik tasarım süreci, literatürde iki temel yaklaşım üzerinden açıklanmaktadır: ilki, tasarım probleminden hareketle doğada bu probleme karşılık gelen biyolojik stratejilerin araştırıldığı "tasarımdan biyolojiye" ya da problem odaklı, yukarıdan aşağıya (top-down) yaklaşım; ikincisi ise biyolojik bir gözlem veya keşiften hareketle bu stratejinin olası tasarım uygulamalarına dönüştürüldüğü "biyolojiden tasarıma" ya da çözüm odaklı, aşağıdan yukarıya (bottom-up) (Chayaamor-Heil, 2023; Verbrugghe et al., 2023) (Şekil

2). Enerji tüketimi ve pasif iklimlendirme probleminden hareket eden bu çalışma, doğadaki karşılığını termit yuvası prensibinde aradığı için problem odaklı, yani yukarıdan aşağıya biyomimetik tasarım yaklaşımı kapsamında değerlendirilmektedir.



**Şekil 2.** Biyomimikri Temelli Tasarım Yaklaşımlarının Süreçleri (Sevim ve Eser, 2025).

Biyomimetik tasarım süreci aynı zamanda tekrar eden ve geri beslemeye açık bir süreçtir. The Biomimicry Institute tarafından geliştirilen Tasarım Spirali, bu süreci tanımlama, biyolojik bağlama çevirme, keşfetme, soyutlama, öykünme ve değerlendirme aşamaları üzerinden açıklamaktadır (The Biomimicry Institute, 2017). Tanımlama aşamasında tasarım problemi ortaya konulmakta; biyolojik bağlama çevirme aşamasında bu problem doğaya sorulabilecek biyolojik bir soruya dönüştürülmekte; keşfetme aşamasında doğadaki benzer stratejiler araştırılmakta, soyutlama aşamasında biyolojik ilke tasarım bağlamından bağımsızlaştırılmakta; öykünme aşamasında bu ilke tasarım kararlarına aktarılmakta; değerlendirme aşamasında ise geliştirilen çözüm performans, sürdürülebilirlik ve bağlamsal uygunluk açısından yeniden gözden geçirilmektedir. Bu döngüsel yapı, biyomimikrinin yalnızca doğadan ilham alma süreci değil, aynı zamanda biyolojik bilginin tasarım problemine sistematik biçimde aktarılmasını sağlayan kavramsal-yöntemsel bir çerçeve olduğunu göstermektedir.



**Şekil 3.** Biyomimikri Tasarım Spirali (The Biomimicry Institute, 2017).

Bu çalışmada Tasarım Spirali, termit yuvası prensibinin pasif iklimlendirme bağlamında nasıl yorumlandığını açıklayan kavramsal-yöntemsel bir arka plan olarak kullanılmaktadır. Araştırma problemi, binalarda enerji tüketimini azaltmaya yönelik pasif iklimlendirme stratejilerinin geliştirilmesi olarak tanımlanmakta; bu problem biyolojik düzlemde "canlı sistemler, değişken dış koşullara rağmen iç ortam koşullarını enerji etkin biçimde nasıl dengeler?" sorusuna dönüştürülmektedir. Termit yuvaları bu soruya verilen biyolojik karşılıklardan biri olarak ele alınmakta; elde edilen ilkeler ise Eastgate Centre ve Türkiye Müteahhitler Birliği Binası örnekleri üzerinden mimari stratejilere dönüşme biçimleri açısından karşılaştırmalı olarak incelenmektedir.

## **2.2. Biyomimetik Verinin Bağlamsal Entegrasyonu: Biyoiklimsel Tasarım**

Biyomimetik yaklaşımların mimari tasarımda anlamlı ve performans odaklı biçimde yorumlanabilmesi, yalnızca biyolojik analoginin kuramsal tutarlılığına değil, aynı zamanda bu analoginin uygulandığı coğrafi ve iklimsel bağlamla kurduğu ilişkiye bağlıdır. Doğadaki çözümler belirli genellenebilir ilkeler barındırır da mimari üretim; yerel iklim verileri, çevresel koşullar, yapı fiziği, malzeme özellikleri ve kullanıcı gereksinimleri doğrultusunda biçimlenmektedir. Bu nedenle biyomimetik bilginin mimari ürüne dönüşümünde biyoiklimsel tasarım ilkeleri, biyolojik strateji ile yerel mimari çözüm arasında bağlamsallaştırıcı bir arayüz işlevi görmektedir (Olgay, 1963; Pedersen Zari, 2007; Verbrugghe et al., 2023).

Biyoiklimsel tasarım, yapının bulunduğu yerin iklimsel özelliklerini tasarım sürecinin kurucu girdileri olarak ele alan bir yaklaşımdır. Olgay'ın (1963) ortaya koyduğu kuramsal çerçevede güneşlenme, sıcaklık, nem, rüzgâr, yönlenme, hava hareketi, arazi ve malzeme özellikleri tasarım kararlarını destekleyen ikincil unsurlar olmaktan çok; yapı formunu, yönlenmeyi, kabuk tasarımını, doğal havalandırmayı ve ısı konfor stratejilerini belirleyen temel parametreler olarak değerlendirilmektedir. Bu yaklaşım, binanın mekanik sistemlere bağımlılığını azaltmayı ve yerel iklimin sunduğu potansiyellerden yararlanarak pasif çevresel performans üretmeyi amaçlamaktadır (Givoni, 1998; Szokolay, 2014).

Biyomimikri literatüründe doğadan alınan model, süreç veya sistemlerin tasarım problemlerine aktarılabilirliği vurgulansa da bu aktarımın mimarlıkta doğrudan kopyalama biçiminde değil, performans hedefleri ve bağlamsal koşullar doğrultusunda yorumlanması gerekmektedir. Bu nedenle biyolojik bir ilkenin mimari karşılığı, uygulandığı yapının bulunduğu iklim kuşağına, enerji gereksinimlerine, malzeme olanaklarına ve pasif sistem potansiyellerine göre farklılaşabilmektedir (Pedersen Zari, 2007; Verbrugge et al., 2023).

Biyoiklimsel tasarım, biyomimetik verinin mimari tasarıma aktarımında iklimsel ve çevresel koşulları dikkate alan bağlamsallaştırıcı bir tasarım filtresi olarak ele alınmaktadır. Bu çalışma kapsamında Eastgate Centre, termit yuvası prensibinin literatürde yerleşik bir biyomimetik referansı olarak; Türkiye Mühendisler Birliği Binası ise yerel iklimsel koşullar, pasif sistem olanakları ve hibrit iklimlendirme stratejileri üzerinden termit yuvası prensipleriyle bağlamsal olarak ilişkilendirilebilecek bir örnek olarak değerlendirilmektedir.

### **2.3. Bir Uygulama Çıktısı Olarak Pasif İklimlendirme Stratejileri**

Binalarda ısıtma, soğutma ve havalandırma gereksinimleri, yapıların işletme enerjisi tüketiminde önemli bir yer tutmakta; özellikle soğutma talebindeki artış, enerji tüketimi ve karbon salımı açısından giderek daha kritik bir sorun alanı oluşturmaktadır. Bu bağlamda pasif tasarım stratejileri, mekanik iklimlendirme sistemlerine olan bağımlılığı azaltmak ve iç mekân ısı konforunu daha düşük enerji girdisiyle sağlamak açısından önem kazanmaktadır (IEA, 2023; Al-Shamkhee et al., 2022).

Pasif iklimlendirme, binaların işletme enerjisini azaltmayı ve iç mekân ısı konforunu desteklemeyi amaçlayan; yapısal tasarım kararları, malzeme seçimi ve güneş, hava, toprak gibi doğal çevresel kaynakların bilinçli kullanımına dayanan bütüncül bir strateji olarak tanımlanabilir (El Khouli et al., 2015). Pasif iklimlendirme literatürü; yönlenme, gölgeleme, doğal havalandırma, termal kütle, gece soğutması, evaporatif soğutma, yalıtım, avlu kullanımı, zeminle ısı ilişkisi ve adaptif kabuk sistemleri gibi çok sayıda stratejiyi kapsamaktadır. Bu çalışma ise söz konusu geniş literatürü, termit yuvası prensibinin mimari tasarıma aktarımında öne çıkan çevresel süreçler üzerinden sınırlandırmaktadır.

Termit yuvalarında mikroklimatik düzenleme; hava hareketi ve gaz değişimi, ısı tamponlama, kütleli ısı depolama, nem/yüzey ilişkisi ve çevresel koşullara uyum sağlayan gözenekli kabuk davranışı gibi süreçlerle ilişkilidir. Bu nedenle çalışma kapsamında pasif iklimlendirme uygulamaları üç analitik ekseninde incelenmektedir: doğal havalandırma ve hava hareketi, termal kütle ve ısı depolama, gözenekli/adaptif kabuk davranışı ve nem ilişkisi. Bu sınıflama, pasif iklimlendirme literatüründeki tüm stratejileri kapsayan nihai bir taksonomi oluşturma iddiası taşımamakta; çalışmanın biyomimetik odağı doğrultusunda termit yuvası prensibiyle ilişkilendirilebilen temel performans mekanizmalarını görünür kılmayı amaçlamaktadır.

### • Doğal Havalandırma ve Hava Hareketi

Doğal havalandırma, pasif soğutma ve iklimlendirme stratejileri içinde temel tekniklerden biri olarak değerlendirilmektedir. İç mekân hava kalitesinin sürdürülmesi, taze hava sağlanması ve kirleticilerin uzaklaştırılması açısından havalandırma önemli bir gereksinimdir; bu gereksinim tarihsel olarak çoğunlukla doğal yollarla karşılanmıştır. Güncel pasif soğutma literatüründe doğal havalandırma, özellikle sıcak iklimlerde enerji talebini azaltan ve ısı konforu destekleyen başlıca stratejilerden biri olarak ele alınmaktadır (Al-Shamkhee et al., 2022).

Biyomimetik pasif iklimlendirme bağlamında termit yuvaları, hava hareketi ve gaz değişiminin doğal sistemler aracılığıyla düzenlenmesine ilişkin önemli bir biyolojik model sunmaktadır. Termit yuvaları uzun süre doğal havalandırma bağlamında baca etkisi ya da tek yönlü hava akışı modelleri üzerinden yorumlanmış olsa da güncel çalışmalar, bu sistemlerin yalnızca düşey hava hareketiyle açıklanamayacağını; rüzgâr etkisi, basınç dalgalanmaları, gözenekli kabuk yapısı, iç boşluk organizasyonu, günlük sıcaklık salınımları ve gaz değişimi süreçleriyle birlikte çalışan daha karmaşık mekanizmalar içerdiğini göstermektedir (Turner & Soar, 2008; Ocko et al., 2017).

Bu nedenle doğal havalandırma, bu çalışma kapsamında yalnızca açıklık düzenleri veya düşey hava kanallarıyla sınırlı bir strateji olarak değil; yapı formu, rüzgâr rejimi, yüzey geçirgenliği, iç boşluk organizasyonu, termal kütle ve sıcaklık farklarıyla birlikte çalışan çok bileşenli bir hava hareketi stratejisi olarak ele alınmaktadır. Bu yaklaşım, çalışmanın ilerleyen bölümlerinde Eastgate Centre ve Türkiye Müteahhitler Birliği Binası'nın karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi için doğal havalandırma ekseninde kavramsal bir zemin oluşturmaktadır.

### • Termal Kütle ve Isı Depolama Stratejileri

Termal kütle, yapı malzemelerinin ısıyı depolama, geciktirme ve daha sonra ortama geri verme kapasitesine dayanan temel bir pasif iklimlendirme stratejisidir. Yüksek ısı kütleye sahip yapı elemanları, dış ortam sıcaklığındaki ani değişimlerin iç mekâna doğrudan yansımaları geciktirerek sıcaklık salınımlarını azaltabilir (de Toldi et al., 2022; Shaviv et al., 2001).

Termit yuvaları bağlamında bu strateji, yuva malzemesinin, gözenekli kabuk yapısının ve kütle organizasyonunun dış sıcaklık dalgalanmalarını tamponlama kapasitesiyle ilişkilendirilebilir. Yuva kabuğu, iç boşluklar ve toprak kütlesi; ısı geçişini geciktiren, günlük sıcaklık salınımlarını düzenleyen ve mikroklimatik kararlılığa katkı sağlayan fiziksel bileşenler olarak değerlendirilebilir. Bu nedenle termit yuvası prensibinin mimari aktarımı yalnızca hava hareketiyle değil, aynı zamanda ısı depolama, ısı gecikme ve sıcaklık salınımlarının yönetimiyle de ilişkilidir.

Mimari uygulamalarda bu ilke; ağır yapı malzemeleri, açıkta bırakılmış beton veya tuğla yüzeyler, gece soğutması, yer altı hava kanalları ve termal labirentler aracılığıyla karşılık

bulabilmektedir. Eastgate Centre'da termal kütle, pasif havalandırma ve gece soğutmasıyla birlikte çalışırken; Türkiye Mühendisler Birliği Binası'nda bu yaklaşım, Ankara'nın gece-gündüz sıcaklık farklarından ve toprağın ısı kararlılığından yararlanan yer altı termal labirent sistemiyle yorumlanmaktadır (Turkish Contractors Association, n.d.; World Architecture Community, 2014).

#### • Gözenekli/Adaptif Kabuk Davranışı ve Nem İlişkisi

Adaptif kabuk sistemleri, ışık, ısı, hava ve nem alışverişini çevresel koşullara göre düzenleyebilen dinamik bir arayüz olarak değerlendirilmektedir. Güncel çalışmalar, canlı sistemlerdeki çevresel uyum mekanizmalarının; güneş kontrolü, doğal havalandırma, ısı transferi ve iç mekân konforunu destekleyen performans odaklı cephe çözümlerine dönüştürülebileceğini göstermektedir (Faragalla & Asadi, 2022; Sommese et al., 2022).

Bu bağlamda organizmaların ışık, sıcaklık ve neme karşı geliştirdiği fizyolojik ya da davranışsal tepkiler, adaptif cephe tasarımları için önemli bir esin kaynağı oluşturmaktadır. Örneğin One Ocean Pavilion'da biyolojik hareket mekanizmalarından esinlenen kinetik GFRP lameller, cephe yüzeyinin farklı açılarda hareket etmesi sayesinde değişken çevresel koşullara tepki verebilmektedir. Bu yapı, biyomimetik kabuk tasarımının yalnızca biçimsel bir doğa benzetmesi değil, çevresel uyarılara tepki veren performans odaklı bir sistem olarak da kurgulanabileceğini göstermektedir (SOMA Architects, 2012; Verbrugghe et al., 2023).



**Şekil 4.** One Ocean Pavilion'da çevresel uyarılara tepki veren kinetik kabuk sistemi (SOMA Architects, 2012).

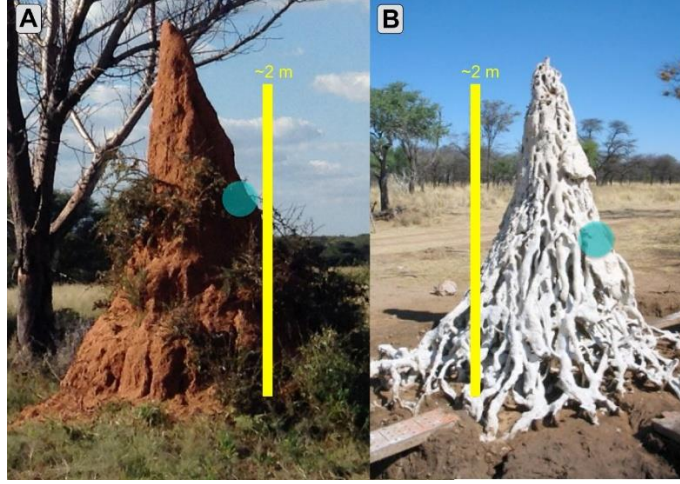
Evaporatif soğutma, suyun buharlaşması sırasında ortamdan ısı çekmesi prensibine dayanan pasif ya da düşük enerjili bir soğutma stratejisidir. Özellikle sıcak-kuru iklimlerde etkili olan bu yaklaşım, iç avlular, su öğeleri, gözenekli ve nemlendirilebilen yüzeyler veya hava akışıyla birlikte kullanıldığında iç mekân sıcaklığının düşürülmesine katkı sağlayabilir. Güncel derlemeler, evaporatif soğutma sistemlerinin uygun iklim koşullarında enerji etkin bir soğutma çözümü sunduğunu; ancak performanslarının bağıl nem, hava hareketi ve su kullanım koşullarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir (Haile et al., 2024).

Termit yuvası prensibi, doğrudan bir form benzerliğinden çok, kabuk geçirgenliği, hava hareketi, nem dengesi ve mikroklima düzenleme süreçleriyle ilişkilidir. Dış kabuk, iç boşluklar ve nem ilişkisi; hava ve gaz değişiminin yanı sıra iç ortam koşullarının dengelenmesine katkı sağlayan çok katmanlı bir çevresel sistem olarak değerlendirilebilir (Turner, 2001; Seymour et al., 2023; Ocko et al., 2017). Bu nedenle adaptif kabuk ve evaporatif soğutma stratejileri, bu çalışma kapsamında termit yuvası prensibinin mimari tasarıma aktarımında ana mekanizma olarak değil, kabuk-hava hareketi-nem ilişkisini açıklayan destekleyici pasif stratejiler olarak ele alınmaktadır.

#### **2.4. Biyolojik Model Analizi: Termitler ve Termoregülasyon**

Biyomimikri disiplinde organizma düzeyinden ekosistem düzeyine kadar pek çok biyolojik model incelenmekle birlikte, yapı fiziği ve pasif iklimlendirme bağlamında en sık referans verilen örneklerden biri mantar yetiştiren *Macrotermes* türlerinin, özellikle de *Macrotermes michaelseni*'nin inşa ettiği yuvalardır (Şekil 5). Bu yuvalar, dış çevredeki sıcaklık, nem ve gaz bileşimi değişimlerine rağmen, koloni ve mantar simbiyotları için görece dengeli iç ortam koşulları oluşturan karmaşık biyolojik yapılar olarak değerlendirilmektedir (Seymour et al., 2023; Ocko et al., 2017).

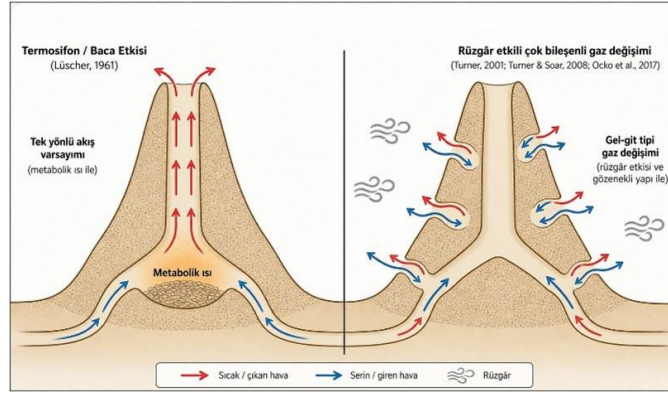
Mantar yetiştiren *Macrotermes* türleri, *Termitomyces* mantarlarıyla simbiyotik bir ilişki kurmakta ve bu mantar kültürleri koloni beslenmesinde temel bir rol oynamaktadır. Bu simbiyotik sistemin sürdürülebilmesi, mantar bahçelerinin sıcaklık açısından tamponlanmış, yüksek nemli ve yeterli gaz değişimine sahip iç ortam koşullarında korunmasını gerektirir. Bu nedenle termit yuvaları yalnızca bir barınak değil; ısı, nem ve solunum gazı değişimini düzenleyen, koloni ve mantar simbiyotlarının yaşamsal gereksinimlerini destekleyen biyolojik bir arayüz olarak okunabilir (Seymour et al., 2023; Turner, 2001).



**Şekil 5.** *Macrotermes michaelseni* yuvaları. **(A)** Yuvanın dışarıdan profil görünümü. **(B)** Yuva içinin alçıyla doldurulup orijinal toprağın yıkanmasıyla elde edilen döküm; iç hacmin (beyaz alanlar) kesintisiz bir hava kanalları ağı oluşturduğunu göstermektedir (Ocko et al., 2017).

Termit yuvalarının iklimsel işleyişine ilişkin erken dönem açıklamalardan biri Lüscher'in baca etkisi modelidir. Lüscher (1961), bazı termit yuvalarını sıcaklık ve nemi düzenlerken oksijen girişine ve karbondioksit çıkışına izin veren "air-conditioned" yapılar olarak tanımlamış; yuvadaki metabolik ısının hava hareketi ve gaz değişimi üzerinde belirleyici rol oynadığı bir model önermiştir. Bu modele göre yuva içindeki termit ve mantar aktivitesi havayı ısıtmakta, yoğunluğu azalan sıcak hava yukarı doğru hareket etmekte ve bunun sonucunda taban veya çevresel kanallardan daha serin ve taze hava içeri alınmaktadır.

Daha sonraki çalışmalar termit yuvalarındaki hava hareketlerinin yalnızca tek yönlü ve sabit bir baca etkisi modeliyle açıklanamayacağını göstermiştir. Korb ve Linsenmair (2000), Lüscher'in önerdiği havalandırma mekanizmasının uzun süre genel kabul gördüğünü, ancak eleştirel olarak test edilmediğini belirtmiş; farklı *Macrotermes* yuva tiplerinde sıcaklık, CO<sub>2</sub> konsantrasyonu ve hava akımlarını inceleyerek daha karmaşık bir havalandırma modeline ihtiyaç olduğunu ortaya koymuştur. Turner (2001) ise *Macrotermes michaelseni* yuvasını solunum gazı değişimine aracılık eden bir yapı olarak değerlendirmiş ve yuva atmosferinin düzenlenmesinde morfoloji, gözeneklilik ve hava hareketi ilişkisine dikkat çekmiştir (Şekil 6).



**Şekil 6.** Termit yuvalarında hava akış modellerinin karşılaştırılması. Kaynak: Lüscher (1961) ve Turner & Soar (2008) çalışmalarından yararlanılarak yazar tarafından şematize edilmiştir.

Bu eleştirel yaklaşım Turner ve Soar'ın (2008) çalışmalarında daha da belirginleşmiştir. Araştırmacılara göre termit yuvaları, yalnızca ısınan havanın yükseldiği tek yönlü bir tahliye sistemi olarak değil; rüzgâr etkisi, basınç dalgalanmaları, gözenekli yuva kabuğu, iç boşluklar ve gaz değişimi süreçlerinin birlikte etkili olduğu daha dinamik bir sistem olarak anlaşılmalıdır.

Ocko ve arkadaşları (2017), *Macrotermes michaelseni* yuvalarında yaptıkları alan ölçümlerinde günlük güneş kaynaklı sıcaklık salınımlarının hava hareketlerini etkilediğini ve yuvanın pasif olarak çalışan bir havalandırma sistemi gibi davranabildiğini göstermiştir. Bu bulgular, termit yuvası prensibinin mimari tasarıma yalnızca "baca etkisi" olarak aktarılmasının yetersiz kalacağını; bunun yerine hava hareketi, ısı kütle, gözeneklilik, basınç farkları, nem ve gaz değişimi gibi süreçlerin birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (Ocko et al., 2017; Turner & Soar, 2008).

### 3. Materyal ve Yöntem

Bu araştırma, doğa esinli tasarım yaklaşımı içinde, biçimsel kopyalamadan ziyade biyolojik prensiplerin mimari yapı performansına aktarılmasına odaklanan biyomimikri disiplini üzerine kurgulanmıştır. Çalışma, nitel ağırlıklı bir karşılaştırmalı vaka analizi olarak tasarlanmış; literatür taraması, iklimsel bağlamın değerlendirilmesi, mimari sistem detaylarının teknik okunması ve ikincil performans verilerinin yorumlanması yoluyla yürütülmüştür.

Araştırmanın temel amacı, termit yuvalarında gözlemlenen prensiplerin farklı iklimsel ve teknolojik bağlamlarda mimari sistemlere nasıl dönüştüğünü incelemektir. Eastgate Centre ve Türkiye Mühendisler Birliği (TMB) Binası, biyomimetik pasif iklimlendirme stratejilerinin farklı coğrafi koşullardaki karşılıklarını değerlendirmek amacıyla ele alınmıştır.

Bu çalışma kapsamında birincil saha ölçümü, enerji simülasyonu veya deneysel test yapılmamıştır. Kullanılan performans verileri; akademik yayınlar, teknik raporlar, proje dokümanları, yapı tanıtım raporları ve kurumsal kaynaklarda yayımlanmış ikincil verilere dayanmaktadır. Bu nedenle araştırma, kesin nicel performans karşılaştırması üretmekten ziyade, biyomimetik prensiplerin farklı bağlamlarda nasıl yorumlandığını ve mimari sistemlere nasıl aktarıldığını inceleyen keşifsel ve bağlamsal bir karşılaştırmalı vaka analizi olarak konumlandırılmıştır.

### **3.1. Materyal: Örneklem Seçimi ve Kriterler**

Kuramsal çerçevenin pratikteki karşılığını somut örnekler üzerinden değerlendirmek amacıyla amaçlı örnekleme tekniği kullanılmıştır. Bu kapsamda, pasif iklimlendirme stratejileriyle literatürde tanınırlığa sahip Eastgate Centre ve yerel bir örnek olarak Türkiye Mühendisler Birliği (TMB) Binası araştırma materyali olarak seçilmiştir.

Örneklem seçiminde dört temel ölçüt dikkate alınmıştır: yapıların ofis işlevine sahip olması, pasif iklimlendirme stratejileriyle ilişkilendirilebilir olması, termit yuvası prensibiyle doğrudan ya da dolaylı bir bağ kurması ve yapıların enerji/çevresel performansına ilişkin yayımlanmış verilerin bulunması. Çalışmada "bilinçli/doğrudan biyomimetik ilişki", tasarım sürecinde biyolojik modelin açıkça referans verilmesi; "bağlamsal/entegre biyomimetik ilişki" ise doğrudan biyolojik referans iddiası bulunmamakla birlikte benzer çevresel prensiplerin iklimsel ve teknik bağlam içinde mimari sisteme entegre edilmesi olarak tanımlanmıştır.

**Eastgate Centre (Harare, Zimbabve):** Termit yuvası analogisinin mimarlık literatüründeki en bilinen örneklerinden biridir. Yapı, Mick Pearce tarafından termit yuvalarında gözlemlenen hava akışı ve ısı kütlesi prensiplerinden esinlenilerek tasarlanmıştır; bu nedenle çalışmada bilinçli/doğrudan biyomimikri örneği olarak ele alınmıştır.

**Türkiye Mühendisler Birliği (TMB) Binası (Ankara, Türkiye):** Yapı doğrudan bir "termit taklidi" iddiası taşımamakla birlikte; termal labirent sistemi, ısı kütlesi kullanımı, yer altı hava kanalları ve kontrollü havalandırma stratejileri aracılığıyla termit yuvalarında tartışılan ısı tamponlama, hava hareketi ve kütleli/yer altı kararlılık ilkeleriyle dolaylı bir ilişki kurmaktadır. Bu nedenle TMB Binası, biyomimetik prensiplerle bağlamsal düzeyde ilişkilendirilebilecek hibrit bir örnek olarak analize dâhil edilmiştir.

Seçilen yapıların künyeleri Tablo 1'de sunulmuştur.

<b>Yapı Adı</b>	<b>Konum</b>	<b>İklim Tipi (Köppen)</b>	<b>Mimar / Mühendis</b>	<b>İncelenen Temel Strateji</b>	<b>Biyomimetik İlişki Türü</b>
<b>Eastgate Centre</b>	Harare, Zimbabve	Cwb -Subtropikal Yayla İklimi	Mick Pearce / Arup	Doğal havalandırma, gece soğutması ve ısıl kütle	Bilinçli / Doğrudan
<b>TMB Binası</b>	Ankara, Türkiye	BSk/Csa sınırında -Yarı Kurak Karasal İklim	Avcı Architects / Atelier Ten	Termal kütle ve yer altı labirenti	Bağlamsal / Entegre

Tablo 1. Araştırma materyali olarak seçilen yapıların künyeleri

Not: İklim tipleri Köppen-Geiger iklim sınıflandırması esas alınarak verilmiş; Ankara için farklı veri setlerinde BSk ve Csa sınıflandırmaları görülebildiğinden, yapı bağlamı yarı kurak/karasal nitelikli geçiş iklimi olarak değerlendirilmiştir.

### 3.2. Yöntem: Analiz Parametreleri ve Karşılaştırma Kurgusu

Biyomimetik bir tasarımın değerlendirilmesi, yalnızca biyolojik formun taklit edilmesine değil; biyolojik prensibin çevresel verilerle ilişkilendirilerek mimari performansa nasıl dönüştürüldüğünün incelenmesine dayanmaktadır. Bu nedenle çalışmanın analiz kurgusu, pasif iklimlendirme stratejilerinin işleyiş mantığını açıklayan "Bağlam (Girdi) – Mekanizma (Süreç) – Performans (Çıktı)" şeması üzerine kurulmuştur.

Analiz parametreleri, kuramsal çerçevede belirlenen pasif iklimlendirme eksenleriyle uyumlu biçimde oluşturulmuştur. Buna ek olarak, yapıların bağlamsal farklılıklarını açıklamak için iklimsel bağlam; stratejilerin sonuçlarını değerlendirmek için ise enerji performansı parametresi dâhil edilmiştir. Bu doğrultuda dört temel analiz parametresi belirlenmiştir:

**İklimsel Bağlam (Girdi):** Yapıların bulunduğu coğrafi ve iklimsel koşulların, pasif iklimlendirme stratejisinin oluşumundaki belirleyici rolü değerlendirilmiştir. Harare ve Ankara'nın farklı iklim karakterleri, sistemlerin neden farklı biçimlerde kurgulandığını açıklayan temel değişkenlerden biri olarak ele alınmıştır.

**Havalandırma Mekanizması ve Hava Hareketi (Süreç – Akış):** Hava hareketinin yapı içinde nasıl yönlendirildiği incelenmiştir. Eastgate Centre'da hava şaftları, düşey hava kanalları, termal kütle ve gece soğutmasıyla birlikte çalışan pasif havalandırma kurgusu öne çıkarken; TMB Binası'nda yatay yer altı termal labirenti, atriyum ve hibrit havalandırma sistemi birlikte değerlendirilmiştir.

**Termal Kütle ve Malzeme Kullanımı (Süreç – Depolama):** Termit yuvalarında toprak kütlelerinin ısıl tamponlama işleviyle ilişkili olarak, yapılarda beton, tuğla ve toprakla temas eden yapı elemanlarının ısı depolama ve ısı geciktirme kapasiteleri incelenmiştir.

**Enerji Performansı (Çıktı):** Yapıların geleneksel mekanik iklimlendirme sistemli ofis binalarına kıyasla sağladığı raporlanmış enerji tasarrufu oranları değerlendirilmiştir. Bu veriler, mutlak ve birebir karşılaştırılabilir performans ölçümleri olarak değil; her yapının kendi bağlamında raporlanmış göreceli performans göstergeleri olarak ele alınmıştır.

Bu dört parametre, karşılaştırmalı analizde ortak değerlendirme eksenleri; başka bir ifadeyle çalışmanın sabit analiz başlıkları olarak kullanılmıştır. Yapıların bulunduğu iklim koşulları, tasarım yaklaşımı, kullanılan pasif sistem türü, veri kaynaklarının niteliği ve raporlanan performans değerlerinin üretim biçimi ise değişkenler olarak kabul edilmiştir. Böylece karşılaştırma, nicel bir ölçüm protokolü olarak değil, biyomimetik prensiplerin farklı bağlamlarda nasıl mimari ve teknik stratejilere dönüştüğünü inceleyen nitel bir analiz çerçevesi içinde yürütülmüştür.

### **Veri Kaynakları, Performans Göstergeleri ve Sınırlılıklar**

Çalışmada kullanılan performans verileri birincil ölçümlere değil, ikincil kaynaklara dayanmaktadır. Eastgate Centre'a ilişkin enerji tüketimi, iç mekân sıcaklık değişimleri, gece soğutması ve sistem işleyişine dair bilgiler; yapı hakkında yayımlanmış akademik çalışmalar, teknik kaynaklar ve proje dokümanlarından derlenmiştir. TMB Binası'na ilişkin veriler ise TMB'ye ait yapı tanıtım ve teknik dokümanları, proje kaynakları ve yayımlanmış değerlendirmeler üzerinden elde edilmiştir.

Farklı iklim bölgelerinde yer alan yapıların enerji performanslarının doğrudan karşılaştırılması; iklimsel değişkenler, kullanıcı yoğunluğu, işletme senaryoları, teknik sistem farklılıkları ve veri üretim yöntemlerinin çeşitliliği nedeniyle metodolojik sınırlılıklar içermektedir. Bu nedenle Eastgate Centre ve TMB Binası'na ilişkin enerji performans verileri, aynı baz senaryoya dayanan kesin ölçüm değerleri olarak değil, her yapının kendi iklimsel ve teknolojik bağlamında raporlanmış göreceli performans göstergeleri olarak değerlendirilmiştir.

Böylece çalışma, "hangi yapı daha verimlidir?" sorusundan çok, "benzer biyolojik prensipler farklı iklimsel ve teknolojik koşullarda nasıl farklı mimari stratejilere dönüşmektedir?" sorusuna odaklanmaktadır. İklim normalizasyonu, kullanıcı yoğunluğu, işletme saatleri ve bakım koşulları gibi değişkenlerin birebir kontrol edilememesi çalışmanın temel sınırlılıkları arasında yer almaktadır. Ancak bu sınırlılık, yöntemsel çerçeve içinde açık biçimde tanımlanmış; bulgular, biyomimetik pasif iklimlendirme stratejilerinin bağlamsal performansını inceleyen keşifsel bir değerlendirme olarak yorumlanmıştır.

### **Analiz Süreci**

Analiz süreci üç aşamada yürütülmüştür. İlk aşamada biyomimikri, pasif iklimlendirme, termit yuvası prensipleri ve biyoiklimsel tasarım konularına ilişkin literatür taranmış; çalışmanın kuramsal zemini oluşturulmuştur. İkinci aşamada Eastgate Centre ve TMB Binası kendi

bağlamları içinde incelenmiş; yapıların iklimsel koşulları, havalandırma mekanizmaları, termal kütle kullanımları ve enerji performansına ilişkin veriler derlenmiştir. Üçüncü aşamada ise elde edilen bulgular, belirlenen dört analiz parametresi doğrultusunda karşılaştırılmış ve biyomimetik prensiplerin farklı iklimsel bağlamlarda nasıl özelleştiği tartışılmıştır.

Bu yönlemsel kurgu sayesinde çalışma, termit yuvası prensibini tekil ve evrensel bir tasarım modeli olarak değil; iklimsel koşullara göre yeniden yorumlanan esnek bir biyomimetik tasarım stratejisi olarak değerlendirmeye olanak tanımaktadır.

### **3.3 Örneklerin İncelenmesi**

Bu bölümde, tanımlanan metodolojik çerçeve doğrultusunda seçilen örnek yapılar; iklimsel bağlam, pasif iklimlendirme sistemi, termal kütle kullanımı ve raporlanan enerji performansı göstergeleri üzerinden karşılaştırmalı olarak analiz edilmektedir. İnceleme süreci, termit yuvası prensibinin mimarlık literatüründe doğrudan ve bilinçli bir biyomimetik referans olarak ele alındığı Eastgate Centre ile başlamakta; ardından benzer pasif iklimlendirme prensiplerini doğrudan biyolojik bir referans iddiası taşımadan, bağlamsal ve teknik bir sistem olarak yorumlayan Türkiye Müteahhitler Birliği Binası ile devam etmektedir.

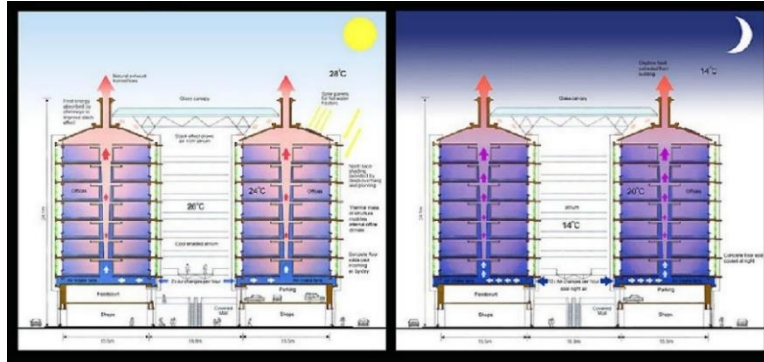
#### **3.3.1. Eastgate Centre (Zimbabve)**

Eastgate Centre, Harare'de Mick Pearce tasarımı ve Ove Arup & Partners mühendislik katkısıyla 1996 yılında tamamlanan ofis ve ticaret kompleksidir. Yapı, biyomimetik mimarlık literatüründe termit yuvalarından esinlenen pasif iklimlendirme stratejileriyle öne çıkan erken dönem örneklerden biri olarak değerlendirilmektedir. Andrew, Uwa ve Odion'a (2023) göre Eastgate Centre, termit yuvalarında gözlemlenen doğal tekniklerden ve sürdürülebilir malzeme kullanımından yararlanarak pasif soğutma sağlayan biyomimikri temelli yapılardan biridir. Pearce'ın (t.y.) proje anlatımında da yapı, "makine" yerine termit yuvasına benzer biçimde çalışan "yaşayan bir sistem" metaforuyla açıklanmaktadır.



**Şekil 7.** Eastgate Centre (Smith, 1997).

Eastgate Centre'nin pasif iklimlendirme kurgusu, Harare'nin iklimsel bağlamıyla doğrudan ilişkilidir. Harare'de gündüzlerin sıcak, gecelerin ise serin geçtiği; günlük sıcaklık farkının yaklaşık 10–14 °C aralığında olduğu belirtilmektedir (Smith, 1997). Bu durum, gece serinliğinin yapı kütlesinde depolanmasına ve gündüz oluşun ısı kazançlarının dengelenmesine olanak tanımaktadır. Bu nedenle yapının pasif soğutma sistemi, yerel iklimin gece-gündüz sıcaklık farkından yararlanan bir termal kütle ve havalandırma stratejisi üzerine kurulmuştur.

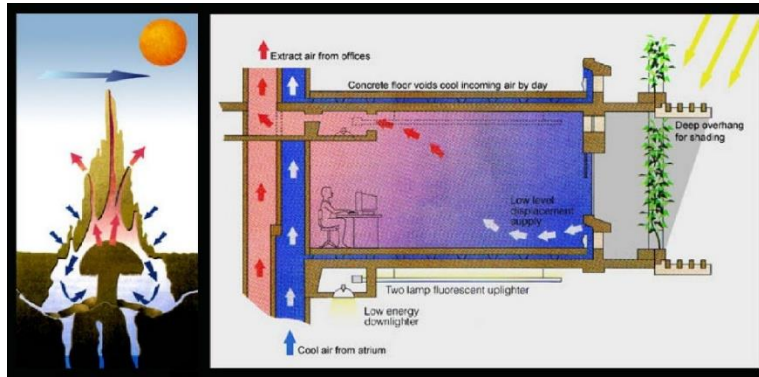


**Şekil 8.** Eastgate Centre Dış Cephe Kurgusu (Pearce, t.y.)

Yapının kütle ve kabuk kararları da ısıl yükleri azaltma amacıyla geliştirilmiştir. Eastgate Centre iki uzun ve dar bloktan oluşmakta; blokların doğu-batı doğrultusunda yerleştirilmesiyle doğal aydınlatma olanakları korunurken doğrudan güneş kazancı azaltılmaktadır. Teknik raporda kuzey ve güney cephelerde cam oranının yaklaşık %25 ile sınırlandırıldığı; iyi gölgelenmiş %25 cam oranına sahip cephe ile %50 cam oranına sahip cephe arasında tepe iç

sıcaklığı açısından yaklaşık 1 °C fark öngörüldüğü belirtilmektedir (Smith, 1997). Ayrıca yerinde dökme beton, çift kalınlıkta tuğla duvarlar ve açıkta bırakılmış betonarme yüzeyler, yapının termal kütle kapasitesini artırmaktadır.

Havalandırma mekanizması, doğal hava hareketi ile düşük enerjili fan desteğini birlikte kullanan hibrit bir sistemdir. Yapıda serin hava alt kotlardan alınmakta, betonarme ve duvar kanalları aracılığıyla ofis alanlarına iletilmekte, ısınan hava ise üst kotlardan düşey şaftlar ve bacalar aracılığıyla dışarı atılmaktadır. Şaftlar doğal baca etkisinden yararlanacak biçimde tasarlanmış; ancak sistemin dengelenebilmesi için fan desteği de kullanılmıştır (Smith, 1997). Bu noktada Eastgate Centre'in, güncel biyolojik literatürde tartışmalı hâle gelen basitleştirilmiş "baca etkisi" yorumuyla ilişkili olduğu belirtilmelidir. Turner ve Soar'ın (2008) termit yuvalarındaki havalandırmanın yalnızca tek yönlü baca etkisiyle açıklanamayacağını vurgulaması, Eastgate'in biyolojik modeli birebir aktaran bir yapıdan çok, dönemin termit yuvası yorumunu mimari ölçekte yeniden işleyen bir pasif iklimlendirme örneği olarak değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Pearce'in (t.y.) proje açıklamasına göre sistemde 48 tuğla baca ve 32 düşük/yüksek hacimli fan grubu yer almakta; gece yaklaşık 10 hava değişimi/saat, gündüz ise yaklaşık 2 hava değişimi/saat düzeyinde hava hareketi sağlanmaktadır.

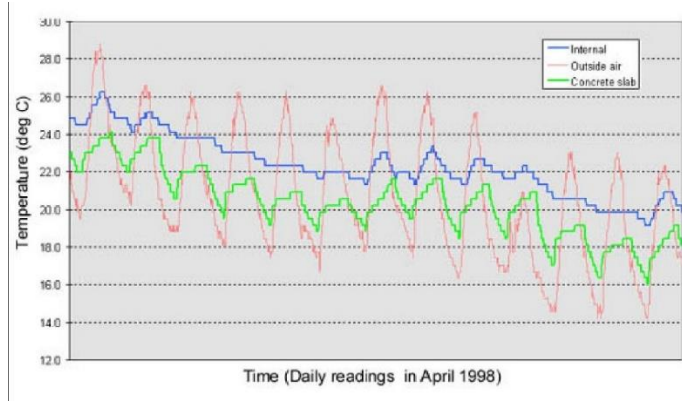


**Şekil 9.** Pasif Soğutma Sistemi Kesiti. Gece Soğutması ve Baca Tahliyesinin Şematik Anlatımı (Pearce t.y.)

Eastgate Centre'da gece soğutması, pasif iklimlendirme sisteminin temel süreçlerinden biridir. Serin gece havası, boşluklu beton döşemeler ve ağır kütle elemanları üzerinden geçirilerek gündüz depolanan ısının uzaklaştırılmasına yardımcı olur. Smith'in (1997) aktardığı ölçüm verileri, beton kütlelerin belirli dönemlerde yaklaşık 20 °C civarında daha dengeli bir ısı davranış sergilediğini göstermektedir. Bu yönüyle yapıdaki termit yuvası analogisi, biçimsel bir taklit değil; hava akışı, termal kütle ve günlük sıcaklık salınımı arasındaki ilişkinin mimari ölçekte yeniden yorumlanması olarak değerlendirilebilir. Riani, Melkounian, Harvey ve Akmeiliawati

(2025) de termit yuvaları gibi doğal sistemlerin, verimli hava değişimi ve ısı düzenlemesi bakımından biyoesinli havalandırma sistemleri için önemli modeller sunduğunu belirtmektedir.

Enerji performansı açısından Eastgate Centre, geleneksel mekanik soğutmalı ofis yapılarıyla karşılaştırmalı olarak ele alınmaktadır. Smith'in (1997) aktardığı ilk altı aylık işletme verilerine göre Eastgate'in ofis alanlarında enerji tüketimi 9,1 kWh/m<sup>2</sup> olarak ölçülmüş; Harare'deki altı benzer yapıda bu değer 11–18,9 kWh/m<sup>2</sup> aralığında değiştiği belirtilmiştir. Pearce (t.y.) ise yapının, Harare'de tam HVAC sistemine sahip altı konvansiyonel binanın ortalama tüketimine kıyasla yaklaşık %35 daha az toplam enerji kullandığını ifade etmektedir.



**Şekil 10.** Eastgate Centre iç mekân, dış hava ve beton döşeme sıcaklıkları performans grafiği (Pearce, Nisan 1998 verileri).

Şekil 10'da verilen iç ortam, dış hava ve beton döşeme sıcaklıkları grafiği, Eastgate Centre'in pasif soğutma mantığını görsel olarak desteklemektedir. Dış hava sıcaklığının gün içinde belirgin dalgalanmalar göstermesine karşın, iç ortam sıcaklığının daha sınırlı bir aralıkta seyrettiği görülmektedir. Beton döşeme sıcaklığının iç ortam sıcaklığına göre daha düşük ve daha dengeli bir çizgi izlemesi, yapı kütesinin ısıl tampon olarak çalıştığına işaret etmektedir. Bu durum, Harare'nin gece-gündüz sıcaklık farkından yararlanan gece soğutması stratejisinin, gündüz iç mekân sıcaklık dalgalanmalarını azaltmada etkili olabildiğini desteklemektedir.

### 3.3.2 Türkiye Mühendisler Birliği (TMB) Binası

Türkiye Mühendisler Birliği (TMB) Genel Merkez Binası, Ankara'da Avcı Architects tarafından tasarlanmış ve 2013 yılında tamamlanmış LEED Platinum sertifikalı bir ofis yapısıdır. Karaca ve Gültekin (2017), TMB Binası'nı Ankara'daki sürdürülebilir yapı örneklerinden biri olarak ele almakta; yapının enerji verimliliği, doğal havalandırma ve pasif ısıtma-soğutma teknikleriyle öne çıktığını belirtmektedir.

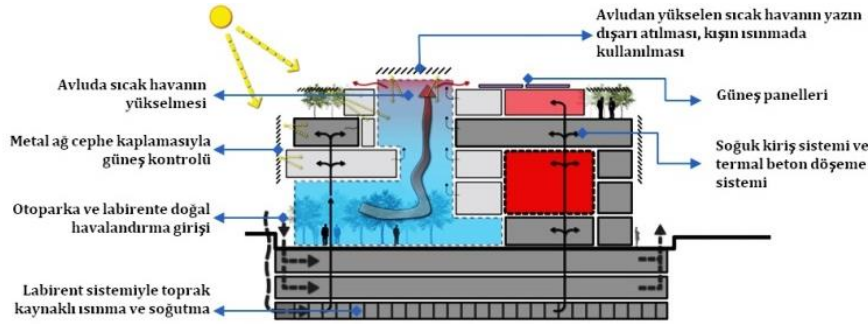
TMB Binası'nın pasif iklimlendirme kurgusu, Ankara'nın belirgin gece-gündüz sıcaklık farkları gösteren yarı kurak/karasal nitelikli iklim koşullarıyla doğrudan ilişkilidir. Yapının temel pasif iklimlendirme bileşeni, bodrum kat otoparklarının altında konumlanan betonarme termal labirent sistemidir. TMB'nin labirent sistemi açıklamasına göre, Ankara'da yaz aylarında 15–20 °C'ye ulaşabilen gece-gündüz sıcaklık farklarından yararlanılmakta; yer altı sıcaklığının yıl boyunca yaklaşık 16 °C civarında sabit kalması ise dış havanın ön şartlandırılmasına olanak sağlamaktadır (Türkiye Mühendisler Birliği [TMB], t.y.b). Karaca ve Gültekin (2017) de TMB Binası'ndaki termal labirent sisteminin Ankara'daki yaz gündüz-gece sıcaklık farklarından ve yıllık ortalama zemin sıcaklığı koşullarından yararlanarak soğutma yüklerini azaltmayı ve kış döneminde doğal ısıtma desteği sağlamayı hedeflediğini aktarmaktadır. Bu sistemde yaz döneminde serin gece havası ve beton kütlelerin ısı kapasitesi, gündüz alınan havanın pasif olarak soğutulmasına yardımcı olurken; kış döneminde yer altı sıcaklığı, içeri alınan havanın doğal biçimde ön ısıtılmasına katkı sağlamaktadır.

Havalandırma mekanizması, termal labirentte ön şartlandırılan havanın mekanik dağıtım ve doğal tahliye ilkeleriyle birlikte kullanıldığı hibrit bir sistemdir. Karaca ve Gültekin'e (2017) göre 910 m<sup>2</sup> büyüklüğündeki termal kütleli beton labirent, otoparkların en alt seviyesinin altında konumlandırılmıştır. Sistem, Ankara'daki yaz gündüz-gece sıcaklık farklarından yararlanarak yapının soğutma enerji talebini azaltmayı; kış döneminde ise yıllık ortalama zemin sıcaklığı koşullarından yararlanarak doğal ısıtma desteği sağlamayı hedeflemektedir (Şekil 11). Aynı kaynakta, labirentten geçen taze havanın doğal olarak ılımlaştırıldıktan sonra klima santrallerine ulaştığı; ardından düşey havalandırma şaftları ve ikincil kanal sistemi aracılığıyla katlara dağıtıldığı belirtilmektedir. Ayrıca aktif termal döşeme sistemi ve aktif soğuk kireşlerin birlikte çalışarak iç mekân termal konforunu desteklediği ifade edilmektedir. Bu nedenle TMB Binası, yalnızca pasif bir sistem olarak değil; termal labirent, termal kütle, atrium, aktif döşeme ve soğuk kireşlerin birlikte çalıştığı düşük enerjili hibrit bir çevresel kontrol modeli olarak değerlendirilebilir.



**Şekil 11.** Termal labirent sistemi. Kaynak: Türkiye Mühendisler Birliği [TMB]

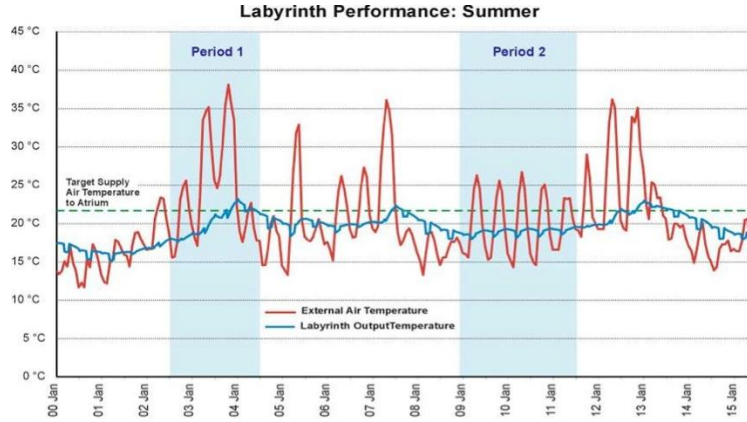
Yapının merkezî atriumu, havalandırma stratejisinin tamamlayıcı bileşenlerinden biridir (Şekil 12). TMB'nin mimari yaklaşım açıklamasında atriumun yapı içindeki sıcak havanın yükselmesine olanak tanıdığı; atrium üst kotunda yer alan otomatik havalandırma pencerelerinin yaz döneminde fazla ısıyı dışarı attığı, kış döneminde ise ısının tutulmasına destek olduğu ifade edilmektedir (TMB, t.y.a). Karaca ve Gültekin (2017) de yapının merkezî atrium aracılığıyla baca etkisinden yararlandığını ve cam çatıda yer alan otomatik havalandırma kontrol sistemlerinin doğal havalandırmayı desteklediğini belirtmektedir. Bu yönüyle atrium, yapı içinde hava hareketini ve ısı dengesi destekleyen çevresel bir bileşen olarak ele alınabilir.



**Şekil 12.** TMB Binası termal labirent ve pasif iklimlendirme kurgusu. (Türkiye Mühendisler Birliği [TMB] t.y.)

Yapının cephe kurgusu da pasif iklimlendirme stratejisinin parçasıdır. Cephe kabuğu iki katmandan oluşmaktadır: ilk katman cam panel sistem, ikinci katman ise gölgeleme ve güneş kontrolü sağlayan paslanmaz çelik mesh katmandır (Arkiv, t.y.). Karaca ve Gültekin (2017), enerji modelleme ve test süreçleri sonrasında yapının cephe yüzeylerinin büyük bölümünün 900 m<sup>2</sup> büyüklüğünde ikinci bir paslanmaz çelik mesh katmanla gölgelendirildiğini; üç farklı cephe yönlenmesine göre değişen yoğunluklarda tasarlanan bu mesh sistemin güneş ısı kazancını ve buna bağlı soğutma enerjisi gereksinimini azaltmayı hedeflediğini aktarmaktadır. Yanılmaz'ın (2023) yeşil bina sertifikalı ofis yapılarında cephe özelliklerini incelediği çalışmada da TMB Binası; çift cephe uygulaması, cam ve paslanmaz çelik mesh kullanımı, fotovoltaik/solar kolektör sistemleri, mesh cephe-gölgeleme elemanları ve atrium bileşenleriyle tanımlanmaktadır.

Enerji performansı açısından TMB'nin kurumsal açıklamasında termal labirent sisteminin ısıtma ve soğutma maliyetlerinde %35–40 oranında tasarruf sağlayacağı belirtilmektedir (TMB, t.y.b). Karaca ve Gültekin (2017) ise labirent sistemi için yaklaşık %40 düzeyinde ısıtma ve soğutma maliyeti azaltımı bilgisini aktarmaktadır.



**Şekil 13.** Termal labirent sistemi yaz dönemi performans grafiği (Arkiv t.y.)

Şekil 13'te verilen yaz dönemi performans grafiği, TMB Binası'ndaki termal labirent sisteminin dış hava sıcaklığındaki ani dalgalanmaları sönmüleyerek daha dengeli bir besleme havası sıcaklığı üretebildiğine işaret etmektedir. Grafikte dış hava sıcaklığının gün içinde yaklaşık 35–38 °C seviyelerine yükseldiği dönemlerde, labirent çıkış sıcaklığının çoğunlukla 18–22 °C aralığında kaldığı görülmektedir. Bu durum, yer altı sıcaklık kararlılığı ve betonarme labirent kütlelerinin dış havayı iç mekâna verilmeden önce pasif olarak ön şartlandığını; böylece yaz döneminde mekanik soğutma yükünün azaltılmasına katkı sağlayabildiğini desteklemektedir.

Sonuç olarak TMB Binası, termit yuvası prensibinin doğrudan biçimsel bir taklidi olarak değil; yer altı boşlukları, hava ile betonarme kütle arasında geniş temas yüzeyi oluşturan termal labirent sistemi, atrium yoluyla hava tahliyesi, termal kütle kullanımı ve hibrit iklimlendirme entegrasyonu üzerinden termit yuvalarında gözlemlenen ısı tamponlama ve hava hareketi ilkeleriyle bağlamsal düzeyde ilişkilendirilebilecek bir örnek olarak değerlendirilebilir. Bu yönüyle yapı, Ankara'nın karasal iklim koşullarında pasif iklimlendirme stratejilerinin aktif sistemlerle desteklenerek nasıl yerelleştirilebileceğini göstermektedir.

#### 4. Bulgular ve Tartışma

<b>Değerlendirme Parametreleri</b>	<b>Küresel referans: Eastgate Centre, Zimbabve</b>	<b>Yerel referans: TMB Binası, Türkiye</b>
<b>İklimsel Bağlam</b>	Harare'de gündüzlerin sıcak, gecelerin serin geçtiği subtropikal yayla iklimi etkili olup, günlük sıcaklık farkı yaklaşık 10–14 °C aralığındadır. Bu iklimsel özellik, gece soğutması ve termal kütle	Ankara'nın karasal iklim koşullarında yaz aylarında gündüz-gece sıcaklık farkı yüksektir. TMB'nin teknik açıklamasında yaz döneminde 15–20 °C'ye ulaşabilen günlük sıcaklık farklarından ve yıl boyunca yaklaşık 16 °C civarında kararlı kalan yer altı sıcaklığından yararlandığı belirtilmektedir (TMB, t.y.b).

	kullanımını destekleyen temel çevresel girdilerden biridir (Smith, 1997).	Karaca ve Gültekin (2017) ise termal labirent sisteminin Ankara'daki yaz gündüz-gece sıcaklık farklarından ve yıllık ortalama zemin sıcaklığı koşullarından yararlanacak biçimde tasarlandığını; soğutma enerji talebini azaltmayı ve kış döneminde doğal ısıtma desteği sağlamayı hedeflediğini aktarmaktadır.
<b>Havalandırma Mekanizması</b>	Eastgate Centre'da havalandırma, düşey hava kanalları, şaftlar ve bacalar aracılığıyla çalışan; düşük enerjili fan desteğiyle dengelenen pasif ağırlıklı hibrit bir sistemdir. Gece soğutması, yer değiştirmeli havalandırma ve baca etkisi sistemin temel süreçleridir (Smith, 1997; Pearce, t.y.).	TMB Binası'nda havalandırma, yer altı termal labirentinde ön şartlandırılan havanın klima santralleri, aktif döşeme, soğuk kirişler ve atrium etkisiyle desteklendiği hibrit bir çevresel kontrol sistemi içinde çalışmaktadır. Karaca ve Gültekin'e (2017) göre taze hava labirentten geçerek doğal olarak ılımlaştırılmakta, ardından klima santrallerine ulaşmakta ve ikincil kanal sistemiyle katlara dağıtılmaktadır. Atrium ve cam çatıdaki otomatik havalandırma kontrol sistemleri ise doğal havalandırma ve sıcak hava tahliyesini desteklemektedir (Karaca & Gültekin, 2017; TMB, t.y.a).
<b>Termal Kütle Kullanımı</b>	Beton, tuğla ve boşluklu döşeme kurgusu ısı depolama ve ısı geciktirme amacıyla kullanılmaktadır. Gece serinliği yapı kütlelerinde depolanarak gündüz iç sıcaklık dalgalanmalarının azaltılması hedeflenmektedir. Teknik raporda beton kütlelerin yaklaşık 20 °C civarında kararlı bir ısı davranış gösterdiği belirtilmektedir (Smith, 1997).	Yer altında konumlanan 910 m <sup>2</sup> büyüklüğündeki betonarme termal labirent, dış hava sıcaklık dalgalanmalarını azaltan bir ısı değişim ortamı oluşturmaktadır. Karaca ve Gültekin (2017), labirentin otoparkların en alt kotunun altında konumlandığını; yazın soğutma enerji talebini azaltmayı, kışın ise ortalama zemin sıcaklığı koşullarından yararlanarak doğal ısıtma desteği sağlamayı hedeflediğini belirtmektedir. Ayrıca aktif termal döşeme sistemi ve soğuk kirişler, iç mekân termal konforunun sağlanmasında labirent sistemiyle birlikte çalışmaktadır (Karaca & Gültekin, 2017; TMB, t.y.b).
<b>Enerji Performansı</b>	Smith'in (1997) aktardığı ilk altı aylık işletme verilerine göre Eastgate'in ofis alanlarında enerji tüketimi 9,1 kWh/m <sup>2</sup> olarak ölçülmüş; Harare'deki altı benzer mekanik soğutmalı ofis yapısında bu değer 11-18,9	TMB kurumsal kaynaklarında termal labirent sisteminin ısıtma ve soğutma maliyetlerinde yaklaşık %35-40 oranında tasarruf sağlayacağı belirtilmektedir (TMB, t.y.b). Karaca ve Gültekin (2017) de labirent sistemi için yaklaşık %40 düzeyinde ısıtma ve soğutma maliyeti azaltımı bilgisini aktarmaktadır. Bu nedenle söz konusu

	kWh/m <sup>2</sup> aralığında gerçekleşmiştir. Pearce'ın proje anlatımında ise yapının tam HVAC sistemli altı konvansiyonel Harare binasının ortalamasına kıyasla yaklaşık %35 daha az toplam enerji kullandığı belirtilmektedir (Pearce, t.y.).	oran, bağımsız ölçüm verisi olarak değil; TMB'nin teknik açıklamalarına dayanan raporlanmış performans bilgisi olarak değerlendirilmelidir.
<b>Biyomimetik İlişki / Yorumlama Biçimi</b>	Eastgate Centre, literatürde termit yuvalarından esinlenen pasif soğutma stratejileriyle ilişkilendirilen doğrudan biyomimetik örneklerden biridir. Yapı, termit yuvalarında gözlemlenen hava hareketi, ısı düzenleme ve doğal soğutma prensiplerinin mimari ölçekte yorumlanması bakımından değerlendirilmektedir (Andrew et al., 2023; Riani et al., 2025; Pearce, t.y.).	TMB Binası doğrudan termit yuvası taklidi olarak değil; yer altı boşlukları, genişletilmiş ısı değişim yüzeyi, termal kütle, atrium yoluyla hava tahliyesi ve hibrit iklimlendirme entegrasyonu üzerinden termit yuvası prensipleriyle ilişkilendirilebilecek bağlamsal/dolaylı bir biyomimetik okuma olarak değerlendirilebilir. Yapı literatürde daha çok termal labirent, mesh cephe, atrium ve aktif-pasif sistem entegrasyonu ile ele alınmaktadır (Yanılmaz, 2023; TMB, t.y.a, t.y.b).

**Tablo 2.** Eastgate Centre ve TMB Binası'nın biyomimetik pasif iklimlendirme stratejileri bağlamında karşılaştırılması

Enerji performansı verileri aynı baz bina modeli, kullanıcı yoğunluğu, işletme senaryosu ve iklim normalizasyonu üzerinden üretilmiş eşdeğer simülasyon sonuçları değildir. Bu nedenle değerler, her yapının kendi bağlamında raporlanmış göreceli performans göstergeleri olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 2'de yer alan bulgular, Eastgate Centre ve TMB Binası'nın pasif iklimlendirme stratejileri bakımından ortak bir çevresel mantığı paylaştığını; ancak bu mantığı farklı iklimsel, teknolojik ve mimari bağlamlarda yorumladığını göstermektedir. Eastgate Centre'da sistem, Harare'nin gündüz-gece sıcaklık farkından yararlanan termal kütle, gece soğutması, düşey hava kanalları, baca etkisiyle ilişkilendirilen hava tahliyesi ve düşük enerjili fan desteği üzerinden kurgulanmıştır. Bu yaklaşımda yapı kütleleri, hava şaftları ve gece havalandırması, pasif soğutma sisteminin temel bileşenleri olarak çalışmaktadır.

TMB Binası'nda ise benzer çevresel prensipler, Ankara'nın yarı kurak/karasal nitelikli iklim koşullarına uyarlanmış farklı bir sistem kurgusu içinde ele alınmaktadır. Yapıda yer altı termal labirenti, betonarme kütle, atrium, aktif termal döşeme ve soğuk kiriş sistemleri birlikte çalışmakta; dış hava iç mekâna verilmeden önce toprak sıcaklığı ve beton kütlelerinin ısı

kapasitesi aracılığıyla ön şartlandırılmaktadır. Bu nedenle TMB Binası, Eastgate Centre'da görülen açık biyomimetik referanstan farklı olarak, termit yuvalarında gözlenen hava hareketi, ısı değişimi ve termal tamponlama ilkeleriyle bağlamsal düzeyde ilişkilendirilebilecek bir çevresel kontrol yaklaşımı sunmaktadır.

Performans grafikleri birlikte değerlendirildiğinde, her iki yapıda da dış ortam sıcaklığındaki dalgalanmaların iç mekâna veya besleme havasına daha sınırlı bir aralıkta yansıdığı görülmektedir (Şekil 10; Şekil 13). Eastgate Centre'da beton döşeme ve yapı kütlesi iç ortam sıcaklığını dengeleyici bir ısıl tampon görevi üstlenirken, TMB Binası'nda termal labirent sistemi dış hava sıcaklığındaki ani değişimleri sönmüleyerek daha kararlı bir labirent çıkış sıcaklığı sağlamaktadır. Bu bulgu, iki yapının pasif iklimlendirme stratejilerinde ısıl sönmüleme, hava hareketinin yönlendirilmesi ve termal kütle kullanımının belirleyici olduğunu desteklemektedir.

Bununla birlikte, iki yapının enerji performansı değerleri doğrudan eşdeğer nicel veriler olarak yorumlanmamalıdır. Eastgate Centre ve TMB Binası farklı iklim bölgelerinde, farklı yıllarda, farklı yapı teknolojileri ve işletme koşullarıyla tasarlanmıştır. Ayrıca performans verileri aynı baz bina modeli, kullanıcı yoğunluğu, işletme senaryosu ve iklim normalizasyonu üzerinden üretilmiş eşdeğer simülasyon sonuçları değildir. Bu nedenle çalışma kapsamında enerji performansı, birebir sayısal karşılaştırma aracı olarak değil; her yapının kendi bağlamında raporlanmış görece performans göstergesi olarak değerlendirilmiştir.

Eastgate Centre ve TMB Binası'nın karşılaştırılması, termit yuvası prensibinin mimarlıkta tekil ve değişmez bir model olarak değil; farklı iklimsel ve teknolojik bağlamlarda yeniden yorumlanabilen bir çevresel tasarım ilkesi olarak ele alınabileceğini göstermektedir. Eastgate Centre bu ilkeyi doğrudan biyomimetik bir referans üzerinden ortaya koyarken, TMB Binası aynı temel ilişkileri yer altı termal labirenti, termal kütle, atrium ve hibrit iklimlendirme entegrasyonu üzerinden yerel koşullara uyarlamaktadır.

## 5. Sonuç

Bu çalışma, biyomimikri temelli pasif iklimlendirme stratejilerinin termit yuvalarında gözlemlenen termoregülasyon prensipleri üzerinden mimarlık disiplinine nasıl aktarılabilceğini, Eastgate Centre ve Türkiye Mühendisler Birliği (TMB) Binası örnekleri üzerinden karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Elde edilen bulgular, biyolojik modellerin mimari tasarıma yalnızca biçimsel taklit düzeyinde değil; süreç, mekanizma ve performans ilişkileri üzerinden aktarılmasının, pasif iklimlendirme stratejileri açısından anlamlı bir tasarım zemini oluşturduğunu ortaya koymaktadır.

Eastgate Centre örneği, termit yuvası analogisinin mimarlık literatüründe doğrudan ve bilinçli bir biyomimetik referans olarak nasıl yorumlandığını göstermektedir. Yapıda hava hareketi, gece soğutması ve termal kütle kullanımı, Harare'nin gündüz-gece sıcaklık farkından yararlanan pasif ağırlıklı hibrit bir sistem içinde bir araya getirilmiştir. Buna karşılık TMB Binası,

doğrudan bir termit yuvası taklidi olarak değil; yer altı termal labirenti, termal kütle, atrium ve hibrit iklimlendirme bileşenleri aracılığıyla benzer çevresel prensiplerin yarı kurak/karasal nitelikli iklim koşullarında bağlamsal olarak yorumlanabileceğini ortaya koymaktadır.

Bu karşılaştırma, termit yuvası prensibinin mimarlıkta tekil ve evrensel bir model olarak ele alınmasından ziyade; iklimsel, teknolojik ve yapısal koşullara göre özelleşen esnek bir tasarım stratejisi olarak değerlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Bu doğrultuda çalışma, biyomimikri temelli pasif iklimlendirme için "Bağlam–Prensip–Mekanizma–Performans" ilişkisine dayalı kavramsal bir sistem önerisi sunmaktadır. Buna göre biyolojik modelden aktarılan ilke, öncelikle yapının bulunduğu iklimsel bağlamla ilişkilendirilmeli; ardından bu ilke hava hareketi, termal kütle, kabuk davranışı veya yer altı ısı değişimi gibi mimari mekanizmalara dönüştürülmeli; son aşamada ise enerji kullanımı, ısı konfor ve iç çevre performansı açısından değerlendirilmelidir.

Gelecek çalışmalar açısından, biyomimetik pasif iklimlendirme stratejilerinin farklı iklim bölgelerinde uzun dönemli izleme verileri, enerji simülasyonları ve kullanıcı konforu ölçümleriyle birlikte ele alınması önem taşımaktadır. Özellikle termal kütle, yer altı hava kanalları, atrium etkisi ve hibrit havalandırma sistemlerinin değişen iklim koşulları altında nasıl performans göstereceği, biyomimikri temelli pasif iklimlendirme yaklaşımlarının gelecekteki uygulanabilirliği açısından ayrıntılı biçimde araştırılmalıdır.

Sonuç olarak bu araştırma, biyomimetik pasif iklimlendirme yaklaşımlarının Türkiye gibi farklı iklim bölgelerine sahip coğrafyalarda inşa edilecek enerji etkin ofis yapıları için kavramsal ve uygulamalı bir değerlendirme zemini sunduğunu göstermektedir. Termit yuvası prensibi, doğrudan biçimsel bir model olarak değil; iklimsel bağlama göre dönüştürülebilen, hava hareketi ve ısı yönetimi süreçlerine dayalı bir tasarım yaklaşımı olarak ele alındığında, sürdürülebilir mimarlık pratiği için önemli bir potansiyel taşımaktadır.

## KAYNAKÇA

AGKATHIDIS, A. (2017). *Biomorphic structures: Architecture inspired by nature: Form + technique*. Laurence King Publishing.

AL-SHAMKHEE, D., AL-AASAM, A. B., AL-WAELI, A. H. A., ABUSAIBAA, G. Y., & MORIA, H. (2022). Passive cooling techniques for ventilation: An updated review. *Renewable Energy and Environmental Sustainability*, 7, Makale 23. <https://doi.org/10.1051/rees/2022011>

ANDREW, N. Y., UWA, J. N., & ODION, A. (2023). Passive cooling techniques in historical building versus contemporary bio mimic concepts: An overview. *American Journal of Civil Engineering and Architecture*, 11(4), 111–119. <https://doi.org/10.12691/ajcea-11-4-2>

Sultan Gümüő, Nilüfer Taő, Murat Taő, "Pasif İklimlendirme Yöntemi Olarak Termit Yuvası Prensibinin Biyomimikri Bağlamında İncelenmesi: Eastgate Centre ve TMB Binası", **ART/icle: Sanat ve Tasarım Dergisi**, 6 (1), Haziran 2026, ss. 122-153.

ARKİV. (t.y.). *Türkiye Mütcaahhitler Birliği Merkez Binası*.

<https://www.arkiv.com.tr/proje/turkiye-muteahhitler-birligi-merkez-binasi/2851>

AZIZ, M. S., & EL SHERIF, A. Y. (2016). Biomimicry as an approach for bio-inspired structure with the aid of computation. *Alexandria Engineering Journal*, 55(1), 707–714.

<https://doi.org/10.1016/j.aej.2015.10.015>

BENYUS, J. M. (1997). *Biomimicry: Innovation inspired by nature*. HarperCollins.

CHAYAAMOR-HEIL, N. (2023). From bioinspiration to biomimicry in architecture: Opportunities and challenges. *Encyclopedia*, 3(1), 202–223.

<https://doi.org/10.3390/encyclopedia3010014>

DE TOLDI, T., CRAIG, S., & SUSHAMA, L. (2022). Internal thermal mass for passive cooling and ventilation: Adaptive comfort limits, ideal quantities, embodied carbon. *Buildings and Cities*, 3(1), 42–67. <https://doi.org/10.5334/bc.156>

EL KHOULI, S., JOHN, V., & ZEUMER, M. (2015). Sustainable construction techniques: From structural design to interior fit-out: Assessing and improving the environmental impact of buildings. DETAIL Green Books.

FARAGALLA, A. M. A., & ASADI, S. (2022). Biomimetic design for adaptive building facades: A paradigm shift towards environmentally conscious architecture. *Energies*, 15(15), Makale 5390. <https://doi.org/10.3390/en15155390>

GIVONI, B. (1998). *Climate considerations in building and urban design*. John Wiley & Sons.

HAILE, M. G., GARAY-MARTINEZ, R., & MACARULLA, A. M. (2024). Review of evaporative cooling systems for buildings in hot and dry climates. *Buildings*, 14(11), Makale 3504.

<https://doi.org/10.3390/buildings14113504>

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. (2023). *Buildings*. <https://www.iea.org/energy-system/buildings>

KARACA, N. K., & GÜLTEKİN, A. B. (2017). Business management in sustainable buildings: Ankara-Turkey case. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 245, Makale 062008. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/245/6/062008>

KORB, J., & LINSENMAIR, K. E. (2000). Ventilation of termite mounds: New results require a new model. *Behavioral Ecology*, 11(5), 486–494. <https://doi.org/10.1093/beheco/11.5.486>

LÜSCHER, M. (1961). Air-conditioned termite nests. *Scientific American*, 205(1), 138–145. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0761-138>

Sultan Gümüő, Nilüfer Taő, Murat Taő, "Pasif İklimlendirme Yöntemi Olarak Termit Yuvası Prensibinin Biyomimikri Bağlamında İncelenmesi: Eastgate Centre ve TMB Binası", **ART/icle: Sanat ve Tasarım Dergisi**, 6 (1), Haziran 2026, ss. 122-153.

OCKO, S. A., KING, H., ANDREEN, D., BARDUNIAS, P., TURNER, J. S., SOAR, R., & MAHADEVAN, L. (2017). Solar-powered ventilation of African termite mounds. *Journal of Experimental Biology*, 220(18), 3260–3269. <https://doi.org/10.1242/jeb.160895>

OLGYAY, V. (1963). *Design with climate: Bioclimatic approach to architectural regionalism*. Princeton University Press.

PEARCE, M. (t.y.). *Eastgate Building Harare*. <https://www.mickpearce.com/Eastgate.html>

PEDERSEN ZARI, M. (2007). Biomimetic approaches to architectural design for increased sustainability. *Proceedings of the SB07 New Zealand Sustainable Building Conference*.

RIANI, U., MELKOUMIAN, N., HARVEY, D., & AKMELIAWATI, R. (2025). Learning from nature: Bio-inspired designs and strategies for efficient on-Earth and off-Earth ventilation systems. *Biomimetics*, 10(11), Makale 754. <https://doi.org/10.3390/biomimetics10110754>

SEVİM, H., & ESER, A. (2025). Mimarlıkta biyomimikri üzerine bir literatür çalışması. *Karatay Sanat ve Tasarım Dergisi*, 1(1), 47–62. <https://izlik.org/JA28EG29ZY>

SEYMOUR, C. L., KORB, J., JOSEPH, G. S., HASSALL, R., & COETZEE, B. W. T. (2023). Need for shared internal mound conditions by fungus-growing *Macrotermes* does not predict their species distributions, in current or future climates. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 378(1884), Makale 20220152. <https://doi.org/10.1098/rstb.2022.0152>

SHAVIV, E., YEZIORO, A., & CAPELUTO, I. G. (2001). Thermal mass and night ventilation as passive cooling design strategy. *Renewable Energy*, 24(3–4), 445–452. [https://doi.org/10.1016/S0960-1481\(01\)00027-1](https://doi.org/10.1016/S0960-1481(01)00027-1)

SMITH, F. (1997). Eastgate, Harare, Zimbabwe. *The Arup Journal*, 32(1), 3–8. <https://www.arup.com/globalassets/downloads/arup-journal/the-arup-journal-1997-issue-1.pdf>

SOMA ARCHITECTS. (2012). *One Ocean Pavilion*. [https://www.soma-architecture.com/index.php?page=theme\\_pavilion&parent=2#](https://www.soma-architecture.com/index.php?page=theme_pavilion&parent=2#)

SOMMESE, F., BADARNAH, L., & AUSIELLO, G. (2022). A critical review of biomimetic building envelopes: Towards a bio-adaptive model from nature to architecture. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 169, Makale 112850. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112850>

SZOKOLAY, S. V. (2014). *Introduction to architectural science: The basis of sustainable design* (3. bs.). Routledge.

THE BIOMIMICRY INSTITUTE. (2017). *Biomimicry design spiral*. Biomimicry Toolbox.  
[https://toolbox.biomimicry.org/wp-content/uploads/2017/10/Design.Spiral-Diagram\\_10.17.pdf](https://toolbox.biomimicry.org/wp-content/uploads/2017/10/Design.Spiral-Diagram_10.17.pdf)

TURKISH CONTRACTORS ASSOCIATION. (t.y.). *General information*.  
<https://www.tmb.org.tr/en/p/606588d64e2c483e72ff8f9d/general-information>

TURNER, J. S. (2001). On the mound of *Macrotermes michaelseni* as an organ of respiratory gas exchange. *Physiological and Biochemical Zoology*, 74(6), 798–822.  
<https://doi.org/10.1086/323990>

TURNER, J. S., & SOAR, R. C. (2008). Beyond biomimicry: What termites can tell us about realizing the living building. *Industrialised, integrated, intelligent sustainable construction* içinde (s. 233–248). I3CON/BSRIA.

TÜRKİYE MÜTEAHHİTLER BİRLİĞİ. (t.y.a). *TMB yeşil bina*.  
<https://www.tmb.org.tr/tr/p/606581c54e2c483e72ff8f95/tmb-yesil-bina>

TÜRKİYE MÜTEAHHİTLER BİRLİĞİ. (t.y.b). *Labirent sistemi*.  
<https://www.tmb.org.tr/tr/p/606588f24e2c483e72ff8f9f/labirent-sistemi>

TÜRKİYE MÜTEAHHİTLER BİRLİĞİ. (t.y.c). *LEED Platin Sertifikası*.  
<https://www.tmb.org.tr/tr/p/606588ac4e2c483e72ff8f9b/leed-platin-sertifikasi>

VERBRUGGHE, N., RUBINACCI, E., & KHAN, A. Z. (2023). Biomimicry in architecture: A review of definitions, case studies and design methods. *Biomimetics*, 8(1), Makale 107.  
<https://doi.org/10.3390/biomimetics8010107>

WILSON, E. O. (1984). *Biophilia*. Harvard University Press.

WORLD ARCHITECTURE COMMUNITY. (2014, 3 Kasım). *The Turkish Contractor's Association HQ*. <https://worldarchitecture.org/architecture-projects/hzhfh/the-turkish-contractors-association-hq-building-page.html>

YANILMAZ, Z. (2023). Evaluation of facade features in green building certified office buildings in terms of energy efficiency. *International Journal of Energy Studies*, 8(4), 685–700.  
<https://doi.org/10.58559/ijes.1185136>

ZHONG, W., SCHRÖDER, T., & BEKKERING, J. (2022). Biophilic design in architecture and its contributions to health, well-being, and sustainability: A critical review. *Frontiers of Architectural Research*, 11(1), 114–141. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2021.07.006>