

# SÜRDÜRÜLEBİLİR VE EKOLOJİK MEKÂN TASARIMI BİLİNCİNİN GELİŞTİRİLMESİNE YÖNELİK BİR STÜDYO DENEYİMİ

• Dr. Öğr. Üyesi Hakan İMERT\* • Prof. Dr. İpek FİTOZ\*\*

## ÖZET

Günümüzde mimarlık mesleği, küresel ısınma ve çevresel krizlerin oluşturduğu zorlukların odağında olan bir disiplindir. Söz konusu zorlukların aşılmasında sürdürülebilir ve ekolojik mekân tasarımı bilincinin mimarlık eğitimi süreçlerinde geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma, Mimarlıkta Ekoloji ve Sürdürülebilir Tasarım (MEST) dersi kapsamındaki tasarım stüdyosunda dördüncü sınıf öğrencileri ile yürütülmüştür. Araştırmanın sınırlı biyoloji bilgisine sahip 16 lisans öğrencisi ile bir dönem sürdürülmüş olması ve sürece bir biyoloğun dahil edilmemesi çalışmanın sınırlılıklarını oluşturmaktadır. Çalışma içerisinde iki aşama üzerine oturtulmuş sürdürülebilir ve ekolojik ayak izi matrisi parametreleri ışığında öğrencilerin çıktıları analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular, sürdürülebilir ve ekolojik ayak izi matrisi parametreleri ile oluşturulmuş basit adımları öğrencilerin projelerine çeşitli seviyelerde aktardıklarını ortaya koymaktadır. Çalışma sonunda yapılan metin analizinde ise, güneş, enerji ve su gibi kavramlara öğrenciler tarafından sıklıkla değinildiğinden hareketle çevresel farkındalıklarının arttırıldığı düşünülmektedir. Bu doğrultuda, sürdürülebilir ve ekolojik mekân tasarımı bilincinin oluşturulmasını sağlayacak araçlardan biri olarak tasarım stüdyosu süreçlerine geleneksel mimarlık yaklaşımları, doğa esinli tasarım ve enerji etkin yapı çıktılarının dahil edilmesinin olumlu katkılar sağlayacağı sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Ekolojik tasarım, Stüdyo deneyimi, Sürdürülebilir mimarlık.

\* İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, hakan.imert@izu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9216-8596

\*\* Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, İç Mimarlık Bölümü, ipek.fitoz@msgsu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-5104-196X

## A STUDIO EXPERIENCE FOR DEVELOPING SUSTAINABLE AND ECOLOGICAL SPACE DESIGN AWARENESS

• Assist. Prof. Hakan İMERT\* • Prof. Dr. İpek FİTOZ\*\*

### ABSTRACT

*In the contemporary era, the field of architecture is situated at the nexus of global warming and environmental crises. In order to successfully address these challenges, it is of paramount importance to integrate sustainable and ecological space design awareness into the architectural education process. This study was conducted with fourth-year students enrolled in the design studio as part of the Ecology and Sustainable Design in Architecture (MEST) course. The study is limited in that it was carried out over the course of a semester with a small group of 16 students who lacked sufficient background knowledge in biology and where a biologist was not involved in the process. In this study, the outputs of the students were analysed in accordance with the sustainable and ecological footprint matrix parameters, which were considered in two stages. The findings indicated that the students applied the straightforward steps derived from the sustainable and ecological footprint matrix parameters to their projects at various levels. The text analysis conducted at the conclusion of the study suggests that environmental awareness has been enhanced, as evidenced by the frequent mention of concepts such as the sun, energy, and water by the students. Consequently, it can be posited that the incorporation of traditional architectural approaches, nature-inspired design, and energy-efficient building outputs into the design studio processes serves as a valuable tool for fostering awareness of sustainable and ecological space design.*

**Keywords:** Ecological design, Studio experience, Sustainable architecture.

\* Istanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Interior Architecture and Environmental Design Department, hakan.imert@izu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9216-8596

\*\* Mimar Sinan Fine Arts University, Faculty of Architecture, Interior Architecture Department, ipek.fitoz@msgsu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-5104-196X

## 1. GİRİŞ

Dünyadaki kaynakların sınırlılıkları noktasında yapılı çevrenin sürdürülebilir bir metotla ele alınması ile ilgili ilk metafor 1969 yılında Richard Buckminster Fuller tarafından ileri sürülmüştür. Buna göre, metafiziksel ve fiziksel boyutlarıyla muazzam bir işleyişi olan dünyamız için bir kullanım kılavuzuna sahip olmamanın insanları mevcut durumun anlaşılmasına, yönetilmesine, korunmasına ve sürdürülmesine yardımcı olabilecek yolları bulmaya sevk ettiği anlaşılmaktadır (Koch, 2023). Bu bağlamda, sanayi devrimi sonrası on dokuzuncu yüzyılın ortalarından itibaren başlayan küresel ısınma (Abram vd., 2016; Bose, 2010; Supran vd., 2023) ve buna bağlı olarak gelişen çevresel sorunların zaman içerisinde fark edilir olması sürdürülebilir tasarıma yönelişin gerekçelerini oluşturmaktadır. Tasarım ile sürdürülebilirliği ilişkilendiren araştırmalar 1970'lerde ortaya çıkmıştır ve o zamandan beri akademik ve profesyonel literatürde geniş ilgi görmektedir (Bhamra & Hernandez, 2021; Keitsch, 2012). Ekolojik ve sosyal sorunlarda yapılı çevrenin etkisinin ve bunlara yanıt vermede tasarımcıların hesap verme sorumluluğunun sonucu olarak dünyada birçok meslek kuruluşu ve akademik kurumun sürdürülebilir tasarım eğitimi odaklandığı görülmektedir. Ancak bu durum, aynı zamanda çevreye duyarlı tasarımın eğitim süreçlerine en iyi nasıl dahil edileceği sorusunu da gündeme getirmektedir (Gürel, 2010).

Mimari eğitim süreçleri, öğrencilerin tasarım becerilerini geliştirerek ve teknik bilgilerini arttırarak kariyerlerine hazırlamaktadır. Bu noktada tasarım stüdyoları eğitim programı içerisinde sadece bir dersi tariflerken, tasarımın kendisi benzersiz bir çıktıya ulaşmak için organize edilmiş bir süreci içeren taktiksel bir kılavuz olmaktadır. Problem çözme ve tasarım odaklı düşünme becerileri genellikle tasarım stüdyosu pedagojisinin önemli bir sonucu olarak tanımlanmaktadır (Lidgren vd., 2006; Mohamed, 2022). Her ne kadar tasarım stüdyoları sürdürülebilirliğin tartışılabilir ve değer odaklı bir kavram olduğunun kabulünü teşvik etmek için kullanılsa da (Gürel, 2010), öğrenci kitlesinin çeşitliliği göz önünde bulundurularak farklı bağlamlarla ilişki kurmak, bellek, tarih, sürdürülebilirlik ve bağlama yönelik egemen yaklaşımlar neticesinde sürece katılımı genellikle sınırlı kalmaktadır (Clune, 2014; Datey, 2023). Dolayısıyla, tasarım stüdyosu derslerinde sürdürülebilirlik ve ekolojik tasarım konularını temel alan uygulamalı ve teorik derslerin geliştirilmesi farkındalığın arttırılması noktasında büyük önem taşımaktadır (Aurandt & Butler, 2011; İmert, 2017).

Bu çalışma, sürdürülebilirlik ve ekolojik tasarım anlayışının lisans eğitimindeki kritik öneminden ötürü, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Mimarlık bölümünde 2022-2023 güz yarıyılında dördüncü sınıf öğrencileri için açılan Mimarlıkta Ekoloji ve Sürdürülebilir Tasarım (MEST) dersi kapsamında

izlenen yöntemleri, elde edilen çıktıları ve seçmeli ders stüdyosunda elde edilen deneyimi tartışmaya açmaktadır. Çalışma kapsamında 2022-2023 güz yarıyılında MEST dersinin işleyiş süreci ve çıktıları ele alınmış, teslim edilen öğrenci uygulamaları sürdürülebilir ve ekolojik ayak izi kombinasyon matrisi parametreleri çerçevesinde incelenmiştir (Tablo 1).

**Tablo 1.** Sürdürülebilir ve ekolojik ayak izi kombinasyon matrisi parametreleri (İmert, 2017)

<b>1. Evre- Biçimsel ve İşlevsel İnovasyon</b>	<b>Parametreler</b>
a) Biyomimetik Tasarım Yaklaşımlarından Faydalanmak	1) <i>Organizma, davranış veya ekosistem seviyelerinden herhangi birini kullanmak</i>
b) Geleneksel Mimarlık Yaklaşımlarından Faydalanmak	1) <i>Genel tasarım prensiplerinden faydalanmak</i>
<b>2. Evre- Teknik Tasarım Optimizasyonu</b>	<b>Parametreler</b>
a) Sürdürülebilir ve Ekolojik Tasarım Yaklaşımlarından Faydalanmak	1) <i>Isıl Konfor</i>
	2) <i>Enerji Verimliliği</i>
	3) <i>Su Verimliliği</i>
	4) <i>İç Hava Kalitesi</i>
	5) <i>Doğayla Uyumlu Malzeme</i>
	6) <i>Atık Yönetimi</i>
	7) <i>Aydınlatma Düzeyi</i>
	8) <i>Yeşil Tasarım</i>
b) Enerji Etkin Yapı Sistemlerinden Faydalanmak (ve geliştirmek)	1) <i>Enerji etkin yapı sistemlerinin yöntemlerinden faydalanmak</i>

## 2. SÜRDÜRÜLEBİLİR VE EKOLOJİ TEMELLİ STÜDYO DENEYİMİ TASARLAMA SÜRECİ

Günümüzde insanların ihtiyaçları, inşaatın bağlamı, yapı ve doğal çevre arasındaki diyalektik ilişki ile inşaatın doğa üzerindeki etkisi mimarlık eğitiminde ele alınması gereken önemli konulardır (Benkari, 2013). Mimarlık eğitiminde tasarımın temel unsurlarını ve ilkelerini göz önünde bulundurarak formların deneysel kullanımı yoluyla öğrencilerin insan faktörü ile mekânsal organizasyon arasındaki ilişkiyi incelemeye yönelik çok boyutlu bir yaklaşım sağlayan bir anlayış kazanmalarına yardımcı olmak amaçlanmaktadır (Kurt, 2012). Bu doğrultuda, sürdürülebilir ve ekolojik tasarım ilkelerini eğitim süreçlerine entegre etmek için hem geleneksel tasarım stüdyosu kültürünün hem de buna ilişkin oluşturulmuş modüllerin büyük ölçüde yeniden yapılandırılmasını düşünmek önemlidir (Mohamed, 2022; Sarhan & Rutherford, 2014). Bauhaus ekolüne göre modern teknolojinin kazanımları sanatla birleştirilerek modern bir tasarım konsepti yaratmak istenirken (Sadowski, 2021), yapılandırmacı teori, öğretim ile öğretmenden çok öğrenmeye ve öğrenene odaklanmaktadır. Bu bağlamda tasarım stüdyosu öğrencileri

fikirlerini oluşturarak modelleme, çizim vb. yollarla ürüne dönüştürmektedir. Bu deneyim üzerinden ise araştırmacılar çıktıya ait bilgi ve kazanımları elde etmektedir (Kurt, 2012; Mohamed, 2022).

İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, MEST dersi kapsamında mimarlık öğrencileri sürdürülebilir ve ekolojik tasarım sürecine Tablo 1’de verilen parametreler altlık olarak alınarak dahil edilmiş, çevre ile mimari arasında doğru bir ilişki kurmaları beklenmiştir. Bu doğrultuda, stüdyo dersinin üretken kapasitesinin bir çıktısı olarak lisans programı içerisinde sürdürülebilir ve ekolojik tasarım odaklı bir proje hayata geçirilmiştir. Ancak, çevre odaklı olan tasarım problemlerine karşı çözüm üretmek notasında öğrencilerin bazı zorluklar yaşadıkları gözlemlenmektedir. Oysaki; lisans müfredatında MEST dersi dışında altıncı yarıyıldan Enerji Etkin Bina Tasarımı (EEBT) dersi seçmeli olarak verilmektedir. EEBT dersi; çevre ve iklim sorunlarını temel alarak enerji gereksinimlerini etkin kullanabilen, enerji optimizasyonu sağlanmış yapılar ile ilgili ölçüt ve aktarımları içermektedir<sup>1</sup>. Fakat, bu dersler dışında öğrencilerin birebir şekilde tasarım sürecine dahil olduğu sürdürülebilir ve ekolojik odaklı zorunlu bir ders bulunmamaktadır. Dolayısıyla, bu seviyedeki stüdyo öğreniminin temelini profesyonel yaşama atılmaya hazırlanan mimarlık öğrencilerinin müfredatı daire edindikleri teorik ve pratik bilgiler ile sürdürülebilirlik odaklı ekolojik bir mekân tasarlama sürecine katkıları oluşturmaktadır.

Proje, yedinci yarıyıldan üç kredilik bir tasarım stüdyosu şeklinde uygulanmıştır. Tasarım stüdyosu içerik olarak sürdürülebilir ve ekolojik tasarım ilkelerinin ısı konfor, enerji verimliliği, su verimliliği, iç hava kalitesi, doğayla uyumlu malzeme, atık yönetimi, doğal aydınlatma ve yeşil tasarım prensipleri doğrultusunda işlenmesini kapsamaktadır. Bu bağlamda, biyomimetik (biyo-ilham), geleneksel mimarlık ve enerji etkin yapı uygulamalarının sürdürülebilir tasarıma izdüşümlerini incelemek, mimarlıkta çevre duyarlılığının boyutlarını araştırmak ve tartışmak hedefiyle öğrencinin çevre duyarlılığını bir uzmanlık bilgisine dönüştürebilmesinin sağlanması öngörülmüştür.

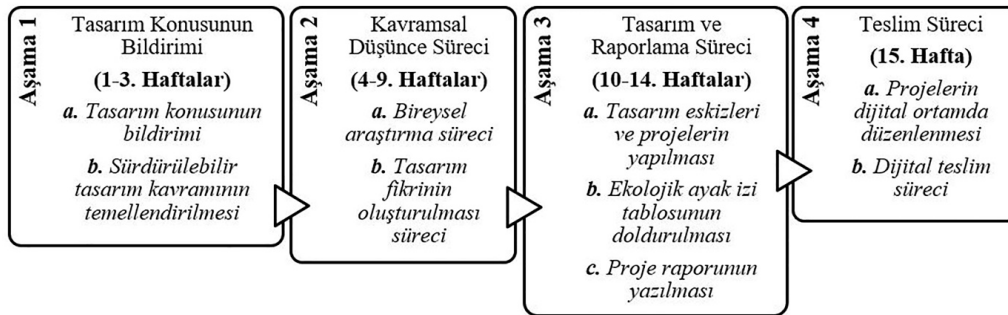
### 3. YÖNTEM

Bu çalışma, ilk tasarım aşamasından uygulama sürecine kadar öğrencinin aktif rol almasını ve öğrenmesini temel alan, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Mimarlık bölümünün 2022-2023 güz yarıyılında seçmeli MEST dersi kapsamında sürdürülebilir ve ekolojik temelli stüdyo deneyimi üzerinedir. Dönem başında 25 öğrencinin kaydolduğu MEST dersinde şartlı geçiş notları hesaba katılmaksızın tasarım çıktılarına teslim eden 16 öğrenci başarılı not olarak tamamlamıştır. Bu kapsamda çalışma nitel ve nicel bir

<sup>1</sup> EEBT ders planı için: <https://bit.ly/4dqmdR4>

araştırma yöntemi temeline dayandırılmaktadır.

Araştırma dört aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada, 1-3'üncü haftalar içerisinde konu bildirimleri yapılmış ve sürdürülebilir tasarım kavramı temellendirilmiştir. İkinci aşamada, 4-9'uncu haftaları kapsayacak şekilde bireysel araştırma süreçlerine paralel olarak öğrenciler tasarım fikirlerini oluşturmaları için kavramsal düşünce sürecine sokulmuştur. Üçüncü aşamada, 10-14'üncü haftalar içerisinde tasarım sürecinin öğrencilere daha önceden verilmiş olan sürdürülebilir ve ekolojik ayak izi matrisi parametrelerini (Tablo 1) referans olarak tamamlanması beklenmiştir. Son aşamada ise, 15'inci hafta içerisinde öğrencilerin tasarımlarını dijital ortamda teslim etmeleri istenmiştir. Teslim sürecinde ayrıca öğrencilerin uygulamaya dair ayak izi metoduna ilişkin başlıkları içeren tabloyu doldurmaları istenerek sunulan proje önerilerinin sürdürülebilir ve ekolojik ayak izi matrisi parametrelerine uyumluluğu ne ölçüde sağladıkları tablolaştırılarak analiz edilmiştir. Analiz sürecinde optimum çıktılar elde edilmesi için Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) metodlarından biri olarak literatürde sıkça kullanılan Basit Toplam Ağırlıklandırma (SAW-Simple Additive Weighting) yöntemi tercih edilmiştir. SAW alternatifleri farklı kriterlerdeki performanslarına göre değerlendiren bir yöntem olarak performans ölçümlerinde en objektif sonuçları vermesi nedeniyle kullanılmıştır. Bununla beraber, öğrencilerden tamamladıkları uygulama ile ilgili deneyimlerini ve süreçleri anlattıkları bir raporu da hazırlamaları istenmiştir. Elde edilen proje raporu metinleri etiket bulutu yöntemi (tag cloud) ile yazarlar tarafından içerik analizine tabii tutulmuştur. Bu doğrultuda, öğrencilerin uygulamalarına ait deneyimlerinden faydalanmak suretiyle MEST dersinin sürdürülebilir ve ekolojik mekân tasarımı bilincine olan katkılarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Aşağıda stüdyo sürecine dair akış tablosu verilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Stüdyo süreci akış tablosu (Yazarlar tarafından hazırlanmıştır).

### 3.1. Tasarım Konusunun Bildirimi

Çalışmanın konusu ‘50 metrekare boyutunda maksimum 4 kişinin yaşayabileceği nitelikli bir baraka projesi’ olarak belirlenmiştir. Bu doğrultuda öğrencilere Beykoz Riva Mahallesi’nde bulunan 620 metrekarelik bir arsa proje alanı olarak verilmiştir (Görsel 1). Çalışma için mevcut arsaya yerleşim ve iklimsel koşullar gibi fiziksel çevre unsurlarını içeren yaklaşımlar hususunda öğrenciler, teorik olarak edindikleri bilgilerden faydalanarak pratiğe yönelik uygulamalar yapmak hususunda serbest bırakılmışlardır. Bu sürece paralel olarak öğrencilere sürdürülebilirlik, sürdürülebilir kalkınma, ekoloji ve ekolojik denge konularının tasarım ile ilişkisinin temellendirilmesi için teorik aktarımlar yapılmıştır.



Görsel 1. Beykoz Riva mahallesinde bulunan arazinin konumu (Yazarlar tarafından hazırlanmıştır).

### 3.2. Kavramsal Düşünme Süreci

Kavramsal düşünme süreci bağlamında öğrenciler derste edindikleri haftalık teorik bilgilere ek olarak araştırma yapma süreçlerine tabi tutulmuşlardır. Tüm öğrenciler araştırmalarını bireysel olarak tamamlamışlardır. Araştırma sürecinde ilk olarak öğrencilerin seçtikleri bir mimarın üretimleri üzerinden sürdürülebilir, enerji etkin ve ekolojik yapı örneklerini içerir örneklemeler, biyoklimatik bina modeli ve yeşil bina sertifikalandırma sistemleri gibi alt başlıklar ile çeşitlendirilerek ayrı ayrı incelenmiştir. Her araştırma çalışmasının sonunda ise, öğrencilerden incelemelerine dair çıkarımlarını kendi cümleleriyle özetlemesi istenmiştir. Böylelikle analiz sürecine tutulan yapı örnekleri paralelinde öğrencilerin sürdürülebilirlik ve ekolojik tasarım ilkeleri üzerinden kavrayışlarının geliştirilmesi ve pekiştirilmesi sağlanmıştır.

### 3.3. Tasarım ve Raporlama Süreci

Tasarım süreci sürdürülebilir ve ekolojik ayak izi matrisi parametreleri temel alınarak gerçekleştirilmiştir. İlk evrede öğrencilerden biçimsel ve işlevsel inovasyon süreci çerçevesinde biyomimetik tasarım ve geleneksel mimarlık yaklaşımlarından faydalanmaları

istenmiştir.

Doğa ile uyumlu tasarım yapmak için biyomimetik altyapılı çözüm arayışlarının geniş bir yelpaze içerisindeki araç ve yöntemleri kapsadığı görülmektedir (İmert, 2017). Biyomimetik kavramı, mevcut insan-doğa ilişkilerini tanımlayan endüstriyel çağın ekolojik düzeni yıkıcı teknolojilerine, sistemlerine ve yaklaşımlarına alternatif üreten bir disiplin olarak nitelendirilmektedir (Blok & Gremmen, 2016). Biyomimetik ve biyolojik esinli tasarım literatüründe sürdürülebilirlik, doğa ve mimesisin nasıl kavramsallaştırıldığına ve uygulamaya nasıl dahil edildiğine dair farklı yaklaşımlar bulunmaktadır (Ilieva vd., 2022). Bu yaklaşımlar; “biyolojiye bakan tasarım” (Verbrugge vd., 2023), “aşağıdan yukarı (bottom up) ve yukarıdan aşağıya (top down) yaklaşım” (Knippers vd., 2013), “biyomimetik tasarım spirali” (Rossin, 2010), “biyomimetik tasarım modeli” (Kilmer & Kilmer, 1992), “problem odaklı biyolojik esinli tasarım” (Helms vd., 2009) şeklinde ifade edilmektedir.

Doğa ve canlı varlıklar hakkındaki bilimsel dayanak noktası olarak biyoloji, çağdaş biyomimetik teorisyenlerinin çoğu tarafından referans alınmaktadır (İmert, 2023; Vitalis & Chayaamor-Heil, 2022). Buna karşın, tasarımcıların organizmaları ya da ekosistemleri gözlemlemesi veya mevcut biyolojik araştırmalara erişebiliyor olması, derinlemesine bir bilimsel anlayışa ve bir biyolog ile işbirliğine gerek duymadan potansiyel biyomimetik çözümleri kullanabilmesini mümkün kılabilirdiği üzerine yaklaşımlar da bulunmaktadır (Verbrugge vd., 2023). Bu bağlamda, biyomimetik tabanlı bir tasarım süreci ile doğaya uyumluluk sağlanması noktasında doğada var olan ve deneyimlenmiş temaların tasarıma aktarılması inovasyon sürecinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır.

Mimaride geleneksel yaklaşım ise, yapılı çevrenin tarihsel gelişimi süresince ‘deneme yanılma’ süreçleriyle oluşturulmuştur (Avcı & Beyhan, 2023; Yılmaz, 2019). Mimarinin ilerlemesi, belirli bir mekân veya bina bileşeninin belirli koşullar nedeniyle işlevini yitirdiğinde, yeni formlara ve daha uygun malzemelere sahip elemanlarla değiştirildiği bir değerlendirme sistemine dayanmaktadır. Zamanla etkinliğini kanıtlayan bileşenler, gelecekteki tasarımlara model olarak alınmaktadır (Guerrero Baca & Soria López, 2018). Geleneksel mimarlık uygulamaları ile uzun süreli gözleme dayanarak yerel iklim şartlarına uyumlu, yöresel malzeme kullanımı ve basit uygulama teknikleri ile karakterize olan doğa ile etkileşimi yüksek üretimlerin var oluşu, mimarlık yapım şekillerinin çeşitlenmesine neden olmuştur (İmert, 2017). Doğa ile etkileşimi göz önüne alındığında biyomimetik tasarım süreçleri ile geleneksel mimarlık uygulamalarının eşgüdümlü olarak kullanılması nitelikli bir tasarım ortaya çıkarmak noktasında inovasyon sürecinin omurgasını oluşturmaktadır.



İkinci evrede öğrencilerden teknik tasarım optimizasyonu süreci çerçevesinde ısıl konfor, enerji verimliliği, su verimliliği, iç hava kalitesi, doğa ile uyumlu malzeme kullanımı, atık yönetimi, aydınlatma düzeyi ve yeşil mimarlık gibi uygulamaları tasarımlarında kullanmaları istenmiştir. Ayrıca, öğrencilerin hem derste hem de araştırmalarında inceleme fırsatı buldukları enerji etkin yapı örneklerine dair gözlemlerin projeye aktarımının sağlanması beklenmiştir. Teknik tasarım optimizasyonu süreci, kurgusal olarak doğa ile ilişkilendirilmiş tasarımların teknik açıdan insanların konfor ihtiyaçları çerçevesinde yaşayabileceği ölçütlere sürdürülebilirlik bağlamında ulaştırılmasını hedeflemektedir. Bu doğrultuda tasarımların tamamlanmasının ardından sürdürülebilir ve ekolojik ayak izi matrisi parametreleri tablosunda başlıklarının karşısına gelen yerlere kullanılan tasarım yöntemlerinin yazılması ve beş yüz kelimeyi aşmayacak rapor ile teslim sürecinin gerçekleştirilmesi sağlanmıştır.

### 3.4. Teslim Süreci

Çalışmaların serbest ve en fazla iki poster şeklinde dijital olarak üç boyutlu görselleri ile sunulması istenmiştir (Görsel 2). Bu doğrultuda proje posterleri, sürdürülebilir ve ekolojik ayak izi tablosu ve proje raporları analiz sürecine sokulmak üzere ayrı şekilde dijital olarak düzenlenmesi beklenmiştir.



Görsel 2. Ö10 rumuzlu öğrencinin proje posterlerine ait örnek görseller.

#### 4. BULGULAR VE ANALİZLER

MEST dersi kapsamında dönem sonunda 16 adet öğrenci tasarım önerilerini tamamlamış ve tüm çıktıları istenen formata göre hazırlamıştır. Bu bölümde sonuçlar iki kısımda değerlendirilmektedir. Kavramsal zemine oturtularak tasarım sürecine sokulmuş tüm üretilere ait bulgular genel olarak tablolaştırılmış, ardından da biçimsel ve işlevsel inovasyon süreci ile teknik tasarım optimizasyonu sürecine olan katkıları SAW yöntemi ile yüzdesel çıktılar üzerinden analiz edilmiştir. Bu analiz sürecinde öğrencilerin raporlarında kullandıkları yaklaşımlara ait metinler destekleyici bir unsur olarak kullanılmıştır.

##### 4.1. Bulgular

MEST dersine ait dönem içerisinde öğrencilere proje konusunun bildirilmesine paralel olarak, kavramsal düşünce sürecinde kafalarında oluşturdukları tasarım yaklaşımlarının sürdürülebilir ve ekolojik tasarım ayak izi ile bütünleştirilmesi gerekliliği bildirilmiştir. Teslim edilen 16 farklı proje, yapılan gözlemlere dayanarak analitik bir değerlendirme yapılabilmesi için dört farklı seviye üzerinden tablodaki biçimsel ve işlevsel inovasyon ile teknik tasarım optimizasyonu süreçlerini karşılama oranlarına göre puanlanmıştır (Tablo 2).

**Tablo 2.** Teslim edilen çıktılardan sürdürülebilir ve ekolojik ayak izi matrisi parametreleriyle etkileşimi.

Sürdürülebilir Ve Ekolojik Tasarım Süreci Matrisi	1. Evre								2. Evre							
	Biçimsel ve İşlevsel İnovasyon								Teknik Tasarım Optimizasyonu							
	Biyomimetik Tasarım Yaklaşımlarından Faydalanmak				Geleneksel Mimarlık Yaklaşımlarından Faydalanmak				Sürdürülebilir ve Ekolojik Tasarım Yaklaşımlarından Faydalanmak				Enerji Etkin Yapı Sistemlerinden Faydalanmak (ve Geliştirmek)			
Rumuzlar	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
Ö1																
Ö2																
Ö6																
Ö9																
Ö10																
Ö11																
Ö12																
Ö13																
Ö14																
Ö15																
Ö16																
Ö17																
Ö19																
Ö20																
Ö22																
Ö25																

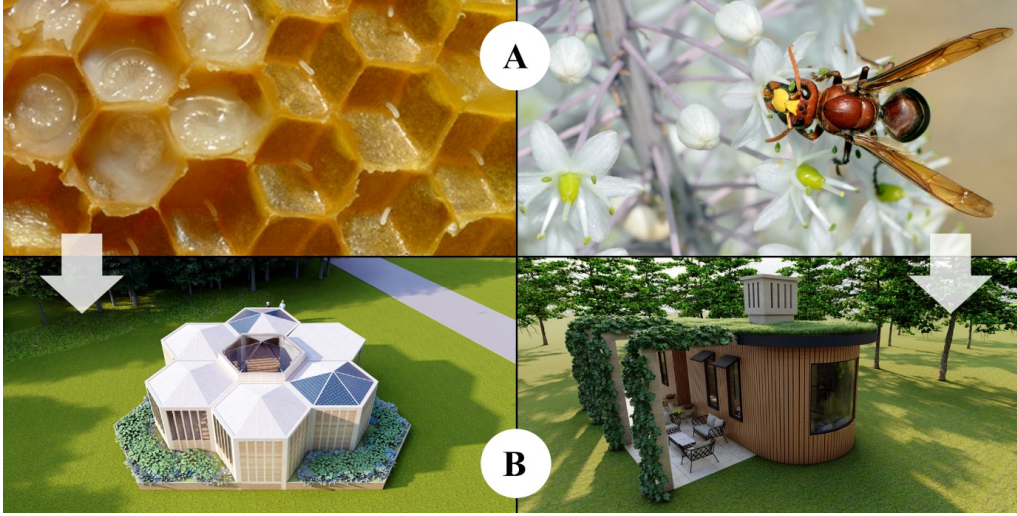
Eksik: 0 – Düşük: 1 – Orta: 2 – Yüksek: 3

## 4.2. Projelerin Analizi

Projelerin analizinde sürdürülebilir ve ekolojik ayak izi matrisi parametreleri ile etkileşimi aracılığıyla ilk evrede biyomimetik tasarım düzeyleriyle ne seviyede ilişki kurduğu ve geleneksel mimarlık ilkelerini hangi açılardan temel olarak aldığı değerlendirilmiştir. İkinci evrede ise, projelerin sürdürülebilir ve ekolojik tasarımın alt parametreleri olarak belirlenen ısı konfor, enerji verimliliği, su verimliliği, iç ortam hava kalitesi, doğayla uyumlu malzeme, atık yönetimi, aydınlatma düzeyi ve yeşil tasarıma ait uygulamaların varlığı sorgulanarak, enerji etkin yapıların herhangi bir uygulamasıyla kurulan etkileşim araştırılmıştır. Söz konusu incelemelerin derinleştirilmesinde proje raporlarında yer alan metinlere de yer verilmiştir.

### 4.2.1. Biçimsel ve işlevsel inovasyon süreci

Biyo-ilham ile tasarım yaklaşımlarının aktarımında biyomimetik kavramı tarihsel süreci de kapsayacak şekilde çeşitli proje örnekleri üzerinden irdelenmiştir. Doğada oluşan sistemler üzerine odaklanılarak biyomimetikğin düzeyleri tasarım süreci oluşturma stratejileriyle birlikte açıklanmıştır. Bir öğrencimiz tasarımındaki biyomimetik yaklaşımı açıklarken form ile kurduğu etkileşime değinmiştir: “Öncelikle tasarımı biyomimetik tasarım sürecinden ele alırsak formun modülerliği ve şematik avantajları sayesinde arıların oluşturduğu petekten referans alınmıştır. Petek formunun sağladığı avantajlar şunlardır; yapıların altıgen formuna sahip odalardan oluşarak parçadan bütüne gitmeyi sağlamaktadır, diğer bir avantajı parçaların lego gibi farklı biçimlerde bir araya getirilmesidir”. Bir başka öğrencimiz ise form ve fonksiyon ilişkisine dayalı yaklaşımını şu şekilde özetlemiştir: “Doğu eşekarasının midesindeki özel bir yapı sayesinde güneş ışığını yakaladığı ve daha sonra pigmentler aracılığıyla enerjiyi kullandığı keşfedilmiştir. Kutikula içinde yer alan melanin pigmenti kahverengi iken ksantopterin pigmenti ise sarı renktedir. Bu sarı renkli pigment ışığı doğrudan elektrik enerjisine çevirerek adeta ışık hasadı yapan bir işçi gibi çalışır. Ben de projemde doğu eşekarasının ışığı elektriğe çevirme işlevinden ve arının formundan yararlanmaya çalıştım”. Görsel 3’te yukarıdaki öğrenci tanımlamalarına ilişkin analogi (A) ve tasarım çıktısı (B) ilişkilerini gösterir bir görsel verilmiştir.



**Görsel 3.** Arı Peteği (sol) ve Doğu Eşek Arısından (sağ) ilham alan biyomimetik tasarım görselleri.

Öğrencilerin teslim ettiği 16 proje içerisinde 13 tanesinin hayvan ve bitki formlarıyla doğrudan etkileşim kurarak teslim edildiği gözlemlenmektedir. 3 adet projede ise biyomimetik tasarım yaklaşımının oluşturulamadığı anlaşılmaktadır (Tablo 2).

Biçimsel ve işlevsel inovasyon sürecinin ikinci aşamasını oluşturan geleneksel mimarlık yaklaşımları ise genel uygulama prensiplerinin aktarılmasıyla derinleştirilmiştir. Kapalı enerji döngüsü, anahtar alanların ısıtılması, maksimum hacimde minimum yüzeyin yerel malzeme ile kullanımı, açık alanların çevrelenmesi ile hayvanların yaşam alanları üzerine stratejiler, döngüsel bakım ve onarım gibi çeşitli başlıklar üzerinden aktarılan bilgilerin Türkiye, İran, Uzak Doğu ve Afrika'daki çeşitli geleneksel mimarlık örnekleri üzerinden incelemesi yapılmıştır. Bir öğrencimiz yurt çadırları ile Türk Evinde kullanılan plan tiplerinden referans aldığını belirttikten sonra yerel malzeme ile tasarımının ilişkisine şu şekilde değinmiştir: “Geleneksel tasarım sürecinden biri de yerel malzeme kullanımıdır. Bölgede elde edilen toprak sıkıştırılarak duvarlarda kullanılmıştır”. Bir diğer öğrencimiz ise benzer yaklaşımını şu şekilde özetlemiştir: “Geleneksel mimarlıkta yerel malzeme kullanımı; temininin kolay olması, kullanılan malzemenin onarılabilir olması ve yerel malzemenin bölgenin iklim şartlarına dayanabilir oluşundan kaynaklı tercih edilmektedir. Bu sebeple projede yerel malzeme olarak ahşap malzeme kullanılmıştır”. Öğrencilerin teslim ettiği 16 proje içerisinde 15 tanesinin çoğunlukla yerel malzeme kullanımına odaklandığı gözlemlenmektedir. 1 adet projede ise geleneksel mimarlık stratejileriyle bir ilişki kurulamadığı anlaşılmaktadır (Tablo 2).

#### 4.2.2. Teknik tasarım optimizasyonu süreci

Teknik tasarım optimizasyonu süreci, biçimsel ve işlevsel inovasyon aşamasının ardından ikinci çalışma evresi olarak pasif evler ve kara gemileri (*earthship'ler*) gibi enerji etkin yapı örneklerinin de referans alındığı bir yapılandırma katmanı görevi üstlenmektedir. Bu süreçte; ısı konfor, enerji verimliliği, su verimliliği, iç ortam hava kalitesi, doğayla uyumlu malzeme, atık yönetimi, aydınlatma düzeyi ve yeşil tasarıma ait çıktılarının öğrencilerin araştırma ödevlerinde inceledikleri referans teşkil eden enerji etkin yapı örnekleriyle geliştirilerek sunulması sağlanmıştır. Bir öğrencimiz teknik tasarım optimizasyonu süreci içerisinde elde ettiği birikimleri şu şekilde özetlemiştir: “*Projenin, sürdürülebilir ve ekolojik bina modeline iyi bir örnek olabilmesi için sürdürülebilir ve ekolojik tasarım yaklaşımlarının hepsinden faydalanılmıştır. Isıl konfor, güneş enerjisi ile çalışan Boyler sistem ile sağlanmıştır. Binanın kendi enerjini üretebilmesi için rüzgâr türbini ve fotovoltaik paneller kullanılarak enerji verimliliği sağlanmıştır. Yağmur suyu hasadı sistemi projeye eklenmiş böylelikle yağmur suyu mutfak, banyo, araba yıkama ve bitki sulama gibi alanlarda kullanılabilir hale getirilmiştir. İç hava kalitesi için yeterli miktarda ve boyutta pencerelerin yanı sıra çatı pencereleri de açılmıştır. Projede geri dönüştürülebilir malzemeler kullanılarak bina ile doğa arasında uyum sağlamak amaçlanmıştır. Atık yönetimi için siyah su kullanılmış ve kontamine olmuş su arınarak binada tekrar kullanılabilir hale dönüştürülmüştür. Geri dönüştürülmüş çelik ve kumaş malzemeler projenin çeşitli alanlarında kullanılmıştır. İç ve dış mekân için bütünleşik aydınlatma tercih edilmiştir. Projede yeşil duvar unsuru tercih edilmiştir*”. Öğrencilerin teslim ettiği 16 proje içerisinde tümünün farklı seviyelerde olmak suretiyle sürdürülebilir ve ekolojik tasarım yaklaşımlarından faydalandığı gözlemlenmektedir (Tablo 2 ve 3).

Teknik tasarım optimizasyonu sürecinde enerji etkin yapılar, öğrenciler tarafından kolayca ölçeklenebilir çıktılarının üretilebilmesi açısından araştırma süreçlerine eşlik eden çeşitli aktarımlar şeklinde verilmiştir. Bu aktarımların öğrenciler tarafından şablon olarak kullanılması amaçlanmıştır. Bir öğrencimiz enerji etkin yapılara ait yaklaşımlarına şu şekilde değinmiştir: “*Earthship'ten etkilendiğim sistemleri kullanarak binanın çatısından oluklarla toplanan yağmur suyunun geri kazandırılması ve binanın içinde kullanılan bir döngüye dönüşmesini sağlayan sistemi kurdum*”. Bir başka öğrencimiz ise pasif evlerle yapısının ilişkisinin varlığını şu şekilde ifade etmiştir: “*Pasif ev modelini benimseyen, sürdürülebilir ve geri dönüştürülebilir modern bir baraka tasarladım*”. Öğrencilerin teslim ettiği 16 proje içerisinde tümünün farklı seviyelerde olmak suretiyle enerji etkin yapı sistemlerinden faydalandığı anlaşılmaktadır (Tablo 2 ve 3). Aşağıda tüm parametrelerin SAW yöntemine göre sayısal karşılıkları verilmiştir. Bu doğrultuda, parametrelerin ağırlık katsayıları için sabit bir değer girilmiş, kriterlerin yüzdesel katkılarına erişebilmek

için her parametre daha sonra birbirleriyle ilişkilendirilmek üzere birbirinden bağımsız olarak değerlendirilmiştir.

**Tablo 3.** Parametrelerin SAW yöntemi ile öğrenci çıktıları üzerinden sayısal karşılıkları.

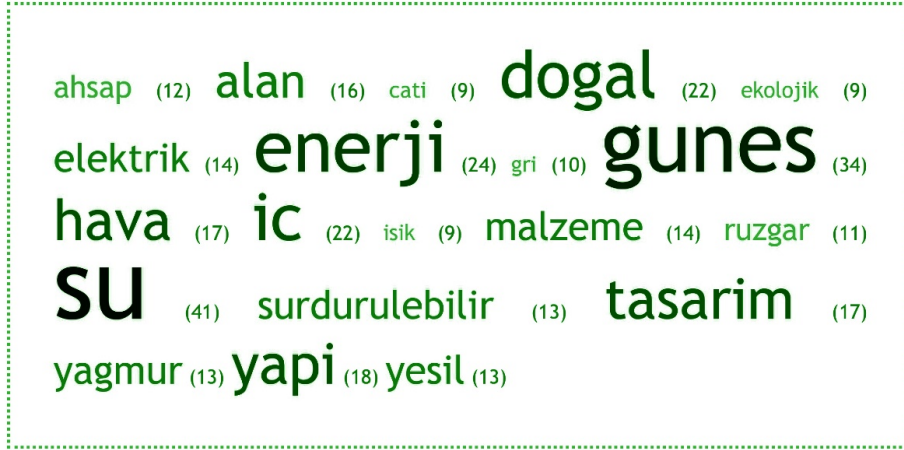
Basit Toplamlı Ağırlıklandırma Yöntemi (SAW)	Biçimsel ve İşlevsel İnovasyon		Teknik Tasarım Optimizasyonu		Toplam
	Biyomimetik Tasarım Yaklaşımlarından Faydalanmak	Geleneksel Tasarım Yaklaşımlarından Faydalanmak	Sürdürülebilir ve Ekolojik Tasarım Yaklaşımlarından Faydalanmak	Enerji Etkin Yapı Sistemlerinden Faydalanmak	
Parametreler	1	1	8	1	<b>11</b>
Sayısal Karşılıklar	<b>1</b>	<b>1</b>	0,125	<b>1</b>	<b>4</b>
Yüzdeler	1	1	1	1	
<b>Rumuzlar</b>	<b>Ö1, Ö13, Ö14</b>				
Parametreler	1	1	5	1	<b>8</b>
Sayısal Karşılıklar	1	1	0,625	1	3,625
Yüzdeler	%100	%100	%62,5	%100	<b>%90,62</b>
<b>Rumuzlar</b>	<b>Ö2, Ö6, Ö9, Ö10, Ö16, Ö17, Ö19, Ö20</b>				
Parametreler	1	1	7	1	<b>10</b>
Sayısal Karşılıklar	1	1	0,875	1	3,875
Yüzdeler	%100	%100	%87,5	%100	<b>%96,87</b>
<b>Rumuzlar</b>	<b>Ö11, Ö22</b>				
Parametreler	0	1	3	1	<b>5</b>
Sayısal Karşılıklar	0	1	0,375	1	2,375
Yüzdeler	%0	%100	%37,5	%100	<b>%59,37</b>
<b>Rumuzlar</b>	<b>Ö12</b>				
Parametreler	0	1	5	1	<b>7</b>
Sayısal Karşılıklar	0	1	0,625	1	2,625
Yüzdeler	%0	%100	%62,5	%100	<b>%65,62</b>
<b>Rumuzlar</b>	<b>Ö15</b>				
Parametreler	1	0	5	1	<b>7</b>
Sayısal Karşılıklar	1	0	0,625	1	2,625
Yüzdeler	%100	%0	%62,5	%100	<b>%65,62</b>
<b>Rumuzlar</b>	<b>Ö25</b>				
Parametreler	1	1	3	1	<b>6</b>
Sayısal Karşılıklar	1	1	0,375	1	3,375
Yüzdeler	%100	%100	%37,5	%100	<b>%84,37</b>

### 4.3. Rapor Metinlerinin Analizi

Proje analiz çalışmasının bir parçası olarak öğrencilerden dönem içerisinde kendilerine verilen proje çalışmasına ait çıkarım ve yaklaşımlarını raporladıkları beş yüz kelimeyi aşmayacak rapor metni hazırlamaları istenmiştir. Bu metinlerin oluşturulması safhasında öğrencilerden projelerini biyomimetik tasarım ile geleneksel mimarlık arakesitinde nasıl şekillendirdiklerini ve sürdürülebilir tasarım anlayışı eksenindeki yaklaşımlardan enerji etkin yapıları da referans olarak nasıl faydalandıklarını anlatmaları beklenmiştir. Hazırlanan raporlar etiket bulutu (tag cloud) yöntemi ile etiketlerin oluşturulduğu orijinal metinler internet tabanlı ve açık erişimli olarak TagCrowd üzerinden taranarak elde edilmiştir.

Etiket bulutu yöntemiyle bir sınıflandırma biçimi olan folksonomi kavramı, etiketlenmiş

kaynaklara bilgi filtreleme (BF) ve bilgi alma (BA) şeklinde iki farklı paradigma aracılığıyla erişebilmektedir (Hassan-Montero & Herrero-Solana, 2006). Çalışmanın gereksinimleri doğrultusunda seçilmiş olan BF yöntemiyle sistemin önceden tanımlanmış kaynak metinlere göre bilgi göndermesi sağlanmaktadır. Bu doğrultuda elde edilen görsel çıktı, etiketleme tabanlı sistemler tarafından bilgi erişiminin bir arayüzü olarak değerlendirilmektedir (Sinclair & Cardew-Hall, 2008). Ayrıca, söz konusu görsel bilginin temsil edilmesinin yanı sıra içinde gezinilmesine de olanak vermektedir (Torres Parejo vd., 2021). Bu bağlamda öğrencilerin projelerinin raporlarının taranmasında etiket bulutu yöntemi tercih edilmiştir. Ancak, bu tarama süreçlerinde sıkça kullanılan ve analiz süreçlerine katılmaması uygun görülen bazı kelimeler (bir, için, ise, ile, hem, sonra, daha vb.) kapsam dışında tutulmuştur. Elde edilen tüm anahtar kelimeler boyut ve renk olarak birbirinden vurgulandıkları oran derecesinde ayrıştırılarak numerik değerleriyle birlikte verilmiştir. Bu doğrultuda çalışmanın içerisinde öğrencilerin en çok kullandıkları anahtar kelimeler sırasıyla şöyledir: su, güneş, enerji, doğal, iç, yapı, hava, tasarım, alan, malzeme, elektrik, yeşil, yağmur, sürdürülebilir, ahşap, rüzgâr, gri, çatı, ekolojik ve ışık (Görsel 4).



**Görsel 4.** Etiket bulutu yöntemiyle elde edilmiş metin analiz görseli (Yazarlar tarafından hazırlanmıştır).

Öğrencilerden elde edilen raporlar mimarlık ve iç mimarlık arakesitinde biyomimetik ile sürdürülebilirlik konularını çalışan iki araştırmacı tarafından bir ön analiz süreci olan etiket bulutu yöntemiyle ekolojik ayak izi modeline uygun kategorize edilecek şekilde kümelere ayrılarak incelenmiştir. Bu doğrultuda tasarımlar üzerinde yapılan incelemelerin derinleştirilmesi sağlanmış, fark edilemeyen kavram ve bakış açılarının tasarımlarla ilişkileri incelenmiştir. Öğrenciler tarafından teslim edilen raporlar içerik analizine göre güneş, enerji ve su üzerine kavramlara yüksek oranda değinildiği görülmektedir. Bu

bakımdan ders süreci boyunca insan aktivasyonları ve küresel ısınma sonucunda ortaya koyulan ana problemlerin anlaşıldığı ve öğrencilerin farkındalık seviyesinin yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Ancak mimari tasarımın oluşmasında temel alınan sorunların çözümü için kullanılan sistemlerin yapıya aktarımında sınırlı da olsa çeşitli sorunların yaşandığı gözlemlenmektedir. Bir öğrencimiz ekolojik ayak izi yöntemini tasarıma aktarırken karşı karşıya kaldığı durumu şu şekilde ifade etmiştir: “*Ekolojik ayak izi süreçlerine uyum sağlarken en çok sistemleri projeye entegre etme sürecinde zorlandım*”. Bu bağlamda, öğrenciler sürdürülebilir ve ekolojik bir tasarım süreci oluştururken uygun bir yöntem aramak yerine verilen ekolojik ayak izi yöntemine uyum sağlamaları üzerine inşa edilmiş olan bu araştırmada, genel yaklaşımların “bitki ve hayvan formlarının doğrudan temsiline” ve “enerji etkin yapı sistemlerinin karma uygulamalarının sentezine” göre şekillendirildiği görülmektedir. Enerji etkin sistemlerin yapıya entegre edilmesi ile ilham olarak doğadan referansların kullanılmasına odaklanan öğrencilerin tasarım ve raporlarındaki yaklaşımlarının genel olarak olumlu bulunmasıyla birlikte, araziye sürdürülebilir olarak kullanmak konusunda önerilerin göz ardı edildiği anlaşılmaktadır. Kütesel olarak ele alınan barınak temasının bulunduğu arazi ile sürdürülebilirlik ilişkisinin bütününe anlama ve bütüncül bir ekolojik tasarım yaklaşımı geliştirme noktasında ortaya koyulan çalışmaların sınırlı olarak başarılı olduğu görülmektedir.

## 5. SONUÇ

Yükseköğretimin sürdürülebilir bir gelecek yaratmaya yönelik başarısını etkileyen farklı seviyelerde çok sayıda zorluk ve engel bulunmaktadır. Sürdürülebilir kalkınma hedefleri yükseköğretim kurumlarını kriz içindeki dünyamıza olumlu çözümler üretmek noktasında değişime zorlamaktadır. Çağımızın en kritik zorluklarını çözmek için tutum ve uygulamalarda bir dönüşüme ihtiyaç vardır. Bu süreçte "doğanın en iyi fikirlerinden" yararlanmak daha hızlı ve daha yenilikçi çözümlerin oluşturulmasına olanak sağlamaktadır. Bununla birlikte, biyomimetik yaklaşımın altında yatan bilişsel süreçler ve yaklaşımı öğretmek/uygulamak için kullanılan yöntemlerin halen muğlak olması nedeniyle araştırmaların çeşitli düzeylerde geliştirilmesi zorunlulukları oluşmaktadır. Bu çalışma ile iki aşama üzerine oturtulmuş sürdürülebilir ve ekolojik ayak izi matrisi parametreleri ile basitleştirilmiş adımların söz konusu sorunlara çözüm üretme potansiyelleri araştırılmıştır.

Çalışmanın ilk adımı olan biyomimetik tasarım yaklaşımlarından faydalanma aşamasında sınırlı biyoloji bilgisine sahip olan bir grup mimarlık öğrencisine verilen tasarım probleminin, doğadan ilham alınarak nasıl çözümlenebileceğine dair yaklaşımların gün



yüzüne çıkarılması beklenmiştir. Organizmadan ekosistem düzeyine kadar sistematik ilişkilerin tasarımlara aktarılması sürecinde çoğunlukla formu taklit eden, doğadaki biyomekanikler ve fonksiyonel morfolojilere odaklanan çıktıların oluşturulduğu gözlemlenmektedir. Görünenin ötesine ulaşmak için morfolojik taklidin biyomimetik tasarıma geçişin ilk adımları olduğu düşünülmektedir. Çalışmanın sadece bir dönem sürmesi, sınırlı biyoloji bilgisine sahip 16 lisans öğrencisi ile test edilmesi ve araştırma sürecine bir biyoloğun dahil edilmemesi araştırmanın sınırlılıklarını oluşturmaktadır. Bu sınırlılıklar neticesinde öğrencilerin tasarımları ve metinleri üzerinden yapılan incelemeler ışığında davranış ve ekosistem düzeyinde çözümlere erişmekte zorluklar yaşadıkları anlaşılmaktadır. Bu doğrultuda bir dönemlik stüdyo deneyimi sürecinin “sürdürülebilirlik için biyomimetik” çerçevesine ilişkin daha aktif ve daha derin tartışmalar için küçük bir adımı temsil ettiği düşünülmektedir. Dolayısıyla, mimarlık ve iç mimarlık disiplinlerinin bakış açısından daha kapsamlı tutulmuş araştırmaların gelecek çalışmalarının konusu olarak önemi vurgulanmaktadır.

Günümüzün zorlayıcı koşullarında mimarlık eğitimi karmaşık ve çok disiplinli bir görev olmasına karşın, katı bir çerçeve kullanan yaygın öğretim yaklaşımlarının modern toplumun ve bu mesleğin tüm ihtiyaçlarına cevap vermemektedir. Bu doğrultuda, problem çözmeye yönelik daha esnek bir yaklaşım oluşturmak adına geleneksel mimarlık üretimlerinden faydalanmanın farklı bir prizmadan bakmak adına sürece modül olarak entegrasyonunun sağlanmasının faydalı olacağı düşünülmektedir. Geleneksel mimarlık yaklaşımlarından faydalanma sürecini öğrencilerin yapılarına dahil ederek çok geniş coğrafyalarda doğayı uzun süreler boyunca gözlemleyerek uygulanmış örneklerin referans olarak alınması beklenmiştir. Bu doğrultuda öğrencilerin tasarımları ve metinleri incelendiğinde ders kapsamında aktarılan örnekler çerçevesinde sınırlı kalarak süreci tamamladıkları anlaşılmaktadır. Dolayısıyla, teorik derslerde çeşitli boyutlarda verilen geleneksel mimari ilgili derslerin mutlaka sürdürülebilirlik ve ekolojik tasarım ilişkisiyle de ele alınmasının önemi ortaya çıkmaktadır.

Sürdürülebilir ve ekolojik tasarım yaklaşımlarının mimarlık eğitimine entegrasyonu ise son derece acil bir konudur. Çalışmanın ikinci evresi olan sürdürülebilir ve ekolojik tasarım yaklaşımlarından faydalanılmasına ait basitleştirilmiş adımların tasarım çıktılarına aktarımı arttırdığı gözlemlenmektedir (Tablo 3). Buna rağmen, elde edilen çıktılar göz önüne alındığında söz konusu adımlara ait yaklaşımları projede belirginleştirme sürecinde öğrencilerin çeşitli zorluklar yaşadıkları anlaşılmaktadır. MEST dersi için oluşturulmuş ayak izi aşamalarını takip etmenin öğrencilerin tasarım fikirlerini olumlu etkilemiş olsa bile, daha önce aldıkları derslerde sınırlı olarak sürdürülebilir tasarım temasının işlenmiş olması bu zorlukların temelini oluşturmaktadır.

Sürdürülebilir ve ekolojik tasarım yaklaşımlarının öğrencilere birçok farklı ders içeriğinde ödev, proje, sunu vb. metotlar ile verilmesinin tasarım stüdyosunda elde edilecek çıktılarının daha nitelikli hale gelmesinde ve sürdürülebilirlik temelli problem çözme becerilerinin gelişmesinde önemli rol oynayacağını gözler önüne sermektedir. Bununla birlikte üniversitelerin meslek odaları ve özel kuruluşlar ile iş birliği yaparak çeşitli ölçeklerde sürdürülebilirlik yaklaşımlarını misyon, politika ve yatırımlarına etkin şekilde aktarır hale getirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Özellikle mekânın öğreticiliği boyutunda konu ele alındığında kampüslere ait yapıların sürdürülebilirlik açısından dönüşümü önemli bir adım olacaktır.

Günümüzde sürdürülebilir mimaride yenilikçi tasarım ve inşaat tekniklerinin enerji etkin yapı örnekleri üzerinden gözden geçirilmesi, sürdürülebilir uygulamaların yapı-lı çevrenin geleceğini şekillendirmedeki dönüştürücü potansiyelinin altını çizmektedir. Pasif tasarım ilkeleri ve sürdürülebilir malzemelerden ileri teknolojilere ve yenilenebilir enerji entegrasyonuna kadar yeşil mimarlık alanı hızla gelişmektedir. Bu gelişim süreci içerisinde enerji etkin yapı sistemlerini referans alarak tasarıma uyarlama stratejilerinin varlığı göz önüne alındığında öğrenciler tarafından aktarımların etkin bir şekilde kavranarak uygulanabildiği anlaşılmaktadır (Tablo 3).

Sonuç olarak, iki aşamalı basitleştirilmiş adımları içeren sürdürülebilir ve ekolojik ayak izi matrisi parametrelerini öğrencilerin çeşitli seviyelerde projelerine yansıtmayı başardıkları sonucuna varılmıştır. Çalışma ölçeği göz önüne alınarak ortaya koyulan mimari tasarım eğitiminde sürdürülebilirliğin entegrasyonunu iyileştirmeyi ve geliştirmeyi amaçlayan sonuç ve önerilerin, sürdürülebilir yapılar oluşturmak ve çevre bilinci geliştirmek için tüm tasarım stüdyosu derslerinde kullanılması umulmaktadır. Bu doğrultuda, sürdürülebilir ve ekolojik tasarım temasının, doğadan ilham alarak seneler boyunca gözleme dayalı geliştirilmiş deneyimler bütünü haline tüm tasarım stüdyolarına çeşitli aşamalar içerisinde ve farklı ölçeklerde entegrasyonunun sağlanmasının kritik bir öneme sahip olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte, teorik derslerin içerisinde benzer temaların varlığının artırılmasının da tasarım stüdyolarındaki çıktılarının geliştirilmesi ile sürdürülebilir ve ekolojik mekân tasarımı bilincinin artırılmasında olumlu katkılar sağlayacağı sonucuna varılmıştır.

## TEŞEKKÜR

İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Mimarlık bölümünde 2022-2023 güz yarıyılında yürütülen Mimarlıkta Ekoloji ve Sürdürülebilir Tasarım dersinin öğrencilerine değerli katkıları için teşekkürlerimizi sunarız.

**KAYNAKLAR**

- Abram, N. J., McGregor, H. V., Tierney, J. E., Evans, M. N., McKay, N. P., & Kaufman, D. S. (2016). Early onset of industrial-era warming across the oceans and continents. *Nature*, 536(7617), 411–418. <https://doi.org/10.1038/nature19082>
- Aurandt, J. L., & Butler, E. C. (2011). Sustainability education: approaches for incorporating sustainability into the undergraduate curriculum. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 137(2), 102–106. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000049](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000049)
- Avcı, A. B., & Beyhan, Ş. G. (2023). Revealing the climate-responsive strategies of traditional houses of Urla, İzmir. *International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development*, 14(1), 18–34. <https://doi.org/10.22712/susb.20230003>
- Benkari, N. (2013). The “sustainability” paradigm in architectural education in UAE. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 102, 601–610. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.777>
- Bhamra, T., & Hernandez, R. J. (2021). Thirty years of design for sustainability: an evolution of research, policy and practice. *Design Science*, 7(Rainey 2006), 1–17. <https://doi.org/10.1017/dsj.2021.2>
- Blok, V., & Gremmen, B. (2016). Ecological innovation: biomimicry as a new way of thinking and acting ecologically. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 29(2), 203–217. <https://doi.org/10.1007/s10806-015-9596-1>
- Bose, B. K. (2010). Global warming: energy, environmental pollution, and the impact of power electronics. *IEEE Industrial Electronics Magazine*, 4(1), 6–17. <https://doi.org/10.1109/MIE.2010.935860>
- Clune, S. (2014). Design for sustainability and the design studio. *Fusion Journal*, 3, 1–17. <https://fusion-journal.com/issue/003-fusion-the-studio/design-for-sustainability-and-the-design-studio/>
- Datey, A. (2023). Decolonising the design curriculum: making “sustainability” accessible, understandable and practicable to second-year undergraduate architecture students. *International Joournal of Architectural Research: Archnet-IJAR*. <https://doi.org/10.1108/ARCH-10-2022-0228>
- Guerrero Baca, L. F., & Soria López, F. J. (2018). Traditional architecture and sustainable conservation. *Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development*, 8(2), 194–206. <https://doi.org/10.1108/JCHMSD-06-2017-0036>

- Gürel, M. Ö. (2010). Explorations in teaching sustainable design: a studio experience in interior design/architecture. *International Journal of Art & Design Education*, 29(2), 184–199. <https://doi.org/10.1111/j.1476-8070.2010.01649.x>
- Hassan-Montero, Y., & Herrero-Solana, V. (2006). Improving tag-clouds as visual information retrieval interfaces. *Information Sciences*, I(2), 25–28. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2401.04947>
- Helms, M. E., Vattam, S., & Goel, A. K. (2009). Biologically inspired design: process and products. *Design Studies*, 30, 606–622. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:15682971>
- Ilieva, L., Ursano, I., Traista, L., Hoffmann, B., & Dahy, H. (2022). Biomimicry as a sustainable design methodology - introducing the ‘biomimicry for sustainability’ framework. *Biomimetics*, 7(2), 37. <https://doi.org/10.3390/biomimetics7020037>
- İmert, H. (2017). Konaklama mekânlarında ekolojik biçimleniş ve bir tasarım modeli önerisi [Mimar Sinan Fine Arts University]. In *Doktora Tezi*. <tez.yok.gov.tr>
- İmert, H. (2023). Robotik imalat sürecinde bir eşik: icd/itke biyomimetik araştırma pavyonları. *Ege Mimarlık*, 3(119), 68–73.
- Keitsch, M. (2012). Sustainable design: a brief appraisal of its main concepts. *Sustainable Development*, 20(3), 180–188. <https://doi.org/10.1002/sd.1534>
- Kilmer, W. O., & Kilmer, R. (1992). *Designing interiors* (1st Editio). Wadsworth Pub Co.
- Knippers, J., Gabler, M., La Magna, R., Waimer, F., Menges, A., Reichert, S., & Schwinn, T. (2013). From Nature to Fabrication: Biomimetic Design Principles for the Production of Complex Spatial Structures. In *Advances in Architectural Geometry 2012* (pp. 107–122). Springer Vienna. [https://doi.org/10.1007/978-3-7091-1251-9\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-7091-1251-9_8)
- Koch, N. (2023). Sustainability spectacle and ‘post-oil’ greening initiatives. *Environmental Politics*, 32(4), 708–731. <https://doi.org/10.1080/09644016.2022.2127481>
- Kurt, S. (2012). Applying constructivist instruction method to basic design course. *International Journal of Arts & Sciences*, 5(5), 253–262. <https://search.proquest.com/docview/1355855296/fulltextPDF/8B89EAEF0D1148FFPQ/44?accountid=31562>
- Lidgren, A., Rodhe, H., & Huisingh, D. (2006). A systemic approach to incorporate sustainability into university courses and curricula. *Journal of Cleaner Production*, 14(9–11), 797–809. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.12.011>

- Mohamed, K. E. (2022). An instructive model of integrating sustainability into the undergraduate design studio. *Journal of Cleaner Production*, 338(March 2021), 130591. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130591>
- Rossin, K. J. (2010). Biomimicry: Nature's design process versus the designer's process. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 138, 559–570. <https://doi.org/10.2495/DN100501>
- Sadowski, K. (2021). Implementation of the new european bauhaus principles as a context for teaching sustainable architecture. *Sustainability*, 13(19), 10715. <https://doi.org/10.3390/su131910715>
- Sarhan, A., & Rutherford, P. (2014). Integrating sustainability in the architectural design education process - taxonomy of challenges and guidelines. *Proceedings of the 32nd ECAADe Conference*, 1, 323–332. <https://doi.org/10.52842/conf.ecaade.2014.1.323>
- Sinclair, J., & Cardew-Hall, M. (2008). The folksonomy tag cloud: when is it useful? *Journal of Information Science*, 34(1), 15–29. <https://doi.org/10.1177/0165551506078083>
- Supran, G., Rahmstorf, S., & Oreskes, N. (2023). Assessing ExxonMobil's global warming projections. *Science*, 379(6628). <https://doi.org/10.1126/science.abk0063>
- Torres Parejo, Ú., Campaña, J. R., Vila, M. A., & Delgado, M. (2021). A survey of tag clouds as tools for information retrieval and content representation. *Information Visualization*, 20(1), 83–97. <https://doi.org/10.1177/1473871620966638>
- Verbrugghe, N., Rubinacci, E., & Khan, A. Z. (2023). Biomimicry in architecture: a review of definitions, case studies, and design methods. *Biomimetics*, 8(1), 107. <https://doi.org/10.3390/biomimetics8010107>
- Vitalis, L., & Chayaamor-Heil, N. (2022). Forcing biological sciences into architectural design: On conceptual confusions in the field of biomimetic architecture. *Frontiers of Architectural Research*, 11(2), 179–190. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2021.10.001>
- Yılmaz, Ş. (2019). Geleneksel ekolojik bilgi bağlamında beypazarı evleri. *Milli Folklor*, 16(124), 213–229. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/millifolklor/issue/51228/629044>