

Esnek Tasarım İçin Biyomimikri: Bibliyometrik Bir Yaklaşım

Harun KARS* ve Arzu ÖZEN YAVUZ**

* Gazi Üniversitesi
Ankara, Türkiye
ORCID: 0000-0003-0144-1898
harunkars@gmail.com

** Gazi Üniversitesi
Ankara, Türkiye
ORCID: 0000-0002-7197-289X
arzuozen@gazi.edu.tr

Araştırma makalesi

Geliş: 19/06/2023
Son düzenleme sonrası geliş: 10/11/2023
Kabul: 30/11/2023
Yayımlanma: 31/01/2024

 z

Günümüzde hızla gelişen teknolojik gelişmelerle birlikte değişen ve artan kullanıcı gereksinimleri ortaya çıkmaktadır. Gelişen ve değişen ihtiyaçlara cevap veremeyen yapıların bulunması tasarımın en önemli problemlerinden biri haline gelmiştir. Bununla birlikte kullanıcı odaklı uyarlanabilirlik, çok fonksiyonlu tasarım yöntemlerinin gündeme gelmiş ve esnek tasarım kavramı büyük önem kazanmıştır. Esneklik, süreç içerisinde olası değişimler karşısında yapının değişimleri karşılayabilmesini sağlayan, mekânsal ve yapısal stratejiler içeren bir tasarım yaklaşımıdır. Biyomimikri yöntemi, doğada olanın incelenip mimari tasarımlardaki sorunlara yaratıcı fikirlerle çözüm öneri sunan, doğadan ilham alan bir yöntemdir. Ancak bu iki tasarım yaklaşımının birlikte kullanılması sınırlı sayıda çalışmada denenmiştir. Bu araştırma biyomimikri yaklaşımıyla kullanıcı odaklı, esnek tasarımların ortaya konulup konulamayacağının belirlenmesi için bu alandaki yayınlar üzerine bibliyometrik bir analiz çalışmasıdır. Bu çalışmanın amacı Esneklik ve biyomimikri ile ilgili araştırmaların bibliyometrik incelemesi ile bu alandaki çalışmalarda esnek tasarımda biyomimikrinin mimari bir yaklaşım olarak işbirliği yapıp yapmadığı ortaya koymak ve gelişimini araştırmaktır. Bu araştırmanın amacına ulaşmak için yayınların filtrelenmesinde Clarivate Analytics'in Web of Science veri tabanı, verilerin görselleştirilmesinde VOSviewer ve betimsel veri analizi için Biblioshiny yazılımları kullanılmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre; esnek tasarım yapılırken, biyomimikri araştırmaların yetersizliği nedeniyle işbirliğinin yetersiz olduğu ortaya koyulmuştur. Bu incelemeyle gelecekte esnek tasarımda biyomimikri yaklaşımının birlikte daha fazla kullanılacağı ve bu alandaki çalışmalara da referans teşkil edeceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Esneklik, bibliyometrik analiz, uyarlanabilirlik, biyomimikri, esnek tasarım yaklaşımları

Biomimicry for Flexible Design: A Bibliometric Approach

Harun KARS* and Arzu ÖZEN YAVUZ**

* Gazi University
Ankara, Turkey
ORCID: 0000-0003-0144-1898
harunkars@gmail.com

** Gazi University
Ankara, Turkey
ORCID: 0000-0002-7197-289X
arzuozen@gazi.edu.tr

Research article

Received: 19/06/2023

Received in final revised form: 10/11/2023

Accepted: 30/11/2023

Published online: 31/01/2024

Abstract

Today, changing and increasing user requirements are emerging with rapidly developing technological developments. Finding structures that cannot respond to developing and changing needs has become one of the most important problems of design. However, user-oriented adaptability, multifunctional design methods have come to the agenda and the concept of flexible design has gained great importance. Flexibility is a design approach that includes spatial and structural strategies that enable the building to meet the changes in the face of possible changes in the process. The biomimicry method is a method inspired by nature, which examines what is in nature and proposes solutions to problems in architectural designs with creative ideas. However, the use of these two design approaches together has been tried in a limited number of studies. This research is a bibliometric analysis of publications in this field to determine whether user-oriented, flexible designs can be created with the biomimicry approach. The aim of this study is to reveal whether biomimicry collaborates as an architectural approach in flexible design and to investigate its development through a bibliometric analysis of research on flexibility and biomimicry. In order to achieve the aim of this study, Clarivate Analytics' Web of Science database was used for filtering publications, VOSviewer for data visualization and Biblioshiny for descriptive data analysis. According to the results of this study, it was revealed that there was insufficient collaboration in flexible design due to the lack of biomimicry research. With this review, it is concluded that the biomimicry approach will be used more in flexible design in the future and will serve as a reference for studies in this field.

Keywords: flexibility, bibliometric analysis, adaptability, biomimicry, flexible design approaches

1. GİRİŞ

Esneklik kelimesi, etimolojik açıdan ele alındığında bir dış gücün etkisi altında uzama, kısalma, eğrilme vb. biçim değişikliklerine uğradıktan sonra, etkinin kalkmasıyla eski biçimini alabilme özelliğinde olan, elastik, elastiki, değişik yorumlara elverişli anlamına gelmektedir (TDK, 2023). Kelime günümüzde fizik, kimya, iktisat, yöntembilim, ruhbilim, teknoloji, vb. alanlarda sıklıkla kullanılan bir kavramdır. Disiplinlere göre değişiklik gösteren kavram hakkında yapılan tanımlamaların çoğunda bir gücün etkisiyle uyabilme, değişme söz konusu olduğu görülmektedir. Tüm disiplinlerde olduğu gibi mimarlık alanında esneklik önemli bir kavramdır. Literatürde mimarlık alanı ile ilgili esneklik tanımları ve araştırmalarına yer verilmiştir (İslamoğlu ve Usta, 2018) (Çizelge 1).

Çizelge 1. Farklı esneklik tanımlamaları (İslamoğlu ve Usta, 2018: 676)

Yazar	Yıl	Esneklik Tanımı	Kaynak Türü
Weeks	1964	Belirsiz mimarlık, bina biçiminin herhangi bir fonksiyon veya kapasiteye bağlanmamasıdır. Esneklik araştırmada, fonksiyon ve kapasite olanakları olarak ortaya konulmuştur.	Makale
Collins	1965	Mimarın belirlediği, bir değil birden fazla konfigürasyon için özelleşmiş kapalı bir devre. Esneklik araştırmada, rasyonalizm, eklektizm ve işlevselciliğin olanakları olarak ortaya konulmuştur.	Kitap
Turan	1974	Strüktürel bileşenlerin genel düzenini koruyarak, yeniden düzenleme ve genişleme sağlama kapasitesidir. Esneklik araştırmada, dönüşebilen alan, işlevsellik olanakları olarak ortaya koyulmuştur.	Makale
Tapan	1972	Yapı sistemini değiştirmeden aynı tasar ünitesinin farklı kullanıcı ihtiyaçlarına cevap verme yeteneği ve aynı hacimlerin birden fazla fonksiyon için faydalanma imkânıdır. Esneklik araştırmada, değişebilirlik ve uyarlanabilirlik olanakları olarak ortaya koyulmuştur.	Makale
Atasoy	1973	Değişkenliğin temel alındığı, minimum çaba ile değişen ihtiyaçların karşılanabilmesidir. Esneklik araştırmada, davranış, çevre ve yapı sistemi olanakları olarak ortaya koyulmuştur.	Tez
Oxman	1975	Değişebilirlik, genişleme, değişen şartlara uyabilmektir. Esneklik araştırmada, mobilite dönüşüm olanakları olarak ortaya koyulmuştur.	Makale
Yürekli	1983	Yeniden ilk şekline dönebilme yeteneği ile şekil değiştirebilme, sürekli değişme veya değişme ile sürekli uyumdur. Esneklik araştırmada, yapım tekniği, yapım sistemi olanakları olarak ortaya koyulmuştur	Tez
Maccreeanor	1998	Esneklik sonsuz değişim gerekliliği ve belirlenmiş bir şeyin çöküşü anlamına gelmeyen geleneksel düzenlemelerin çöküşüne yol açan bir tasarım fikridir. Esneklik araştırmada değişiklik, adaptasyon olanakları olarak ortaya koyulmuştur.	Makale
Forty	2000	Mimarlar yapılarının gelecekteki kontrollerini sağlayan bir illüzyondur. Esneklik araştırmada, yapı elemanları, işlevsellik olanakları olarak ortaya koyulmuştur.	Kitap

Friedman	2002	Büyüme ve bölünme yoluyla, alt bileşenlerin düzenlenmesi... Esneklik araştırmada, mobilite olanakları olarak ortaya koyulmuştur.	Kitap
Schneider ve Till	2007	Yapıda fiziksel değişikliğin sağlanabilmesidir. Esneklik araştırmada, strüktür ve konstrüksiyon olanakları olarak ortaya koyulmuştur.	Kitap
Habraken	2008	Farklı mekânsal düzenlemeler, adaptasyon, kullanım çeşitliliği ve özgürlük... Esneklik araştırmada, strüktür sistem olanakları olarak ortaya koyulmuştur.	Makale
Hertzberger	2009	Belirli problemlere nötr çözümler bulma sistemidir. Esneklik araştırmada, strüktür sistem olanakları olarak ortaya koyulmuştur.	Kitap
Kronenburg	2007	Geleceğin olası değişiklikleri ile mevcut gereksinimlerin entegre tutumu ve kullanım özgürlüğüdür. Esneklik araştırmada; adaptasyon, mobilite, dönüşüm ve etkileşim olanakları olarak ortaya koyulmuştur.	Kitap

Tanımlardan anlaşıldığı gibi esneklik gelişen ve değişen ihtiyaçlara cevap veremeyen yapıların için önemli bir kavramdır. Tarihsel olarak, binalarda esneklik çözümlerinin başarılı bir şekilde uygulanması ve etkinleştirilmesi rastgele kalmıştır. Esnek kullanımlar için çözümler sunmanın zorluğu, tasarım kararlarını almak ve bu esnekliği sağlayan teknik önlemleri seçmektir (Gijsbers ve Lichtenberg, 2014). Esneklik ve uyarlanabilirlik, yeni yaşam biçimlerinin karşılanmasına yardımcı olan dijital tasarım yazılımları, bina inşaat teknolojileri ve en son malzemelerle gelişmeye devam ediyor. 21. yüzyılda sanayileşme, robotik ve Bilgi ve İletişim Teknolojileri (BİT); konutları eğlence, dinlenme ve çalışma gibi çok sayıda etkinlikle bütünleştirdi. Tasarım, proje, mekânsal organizasyon ve inşaat sektöründeki profesyonellerin farklı esneklik yaklaşımlarını getirmesi zorunlu kılmıştır (De Paris vd., 2021). Esnekliği belirleyen yaklaşım süreçleri; tasarım, yapım, kullanım, işlevsellik süreçleridir.

Biyomimikri tasarımcılar tarafından insan problemlerini çözmeye yardımcı olmak için kullanılan doğayı taklit etme ve ilham almadır. Yüzyıllar öncesinden tasarımcılar ve mimarlar doğayı büyük bir ilham kaynağı olarak görmüşlerdir. Bir teori olarak biyomimikri, verimli, yenilikçi ve sürdürülebilir tasarım çözümleri yaratmak için doğal süreçleri taklit etmenin bir yoludur. Doğayı bir model, akıl hocası ve ölçü olarak kullanır. Mimarlar, farklı yapı türleri hakkındaki karmaşık sorularına doğadan yanıtlar aramakta ve farklı mimari amaçlar için daha iyi ve daha verimli yapılar yaratmak için doğadaki birçok formu taklit etmektedir (Aziz ve El Sherif, 2016; Gamage ve Hyde, 2012). Yapılan tanımlardan incelendiğinde biyomimikri; enerji verimliliği, strüktür, malzeme üretim ve verimliliğinde, performans sürdürülebilirlik, biçimsel ve işlevsellik olanaklarının doğa yoluyla mimari yapılarına aktarmasıdır (Çizelge 2).

Esnek tasarım ve biyomimikri kavramı ile ilgili farklı alt alanlarla ilişkili birçok araştırma yapılmıştır. Ancak esnek tasarım ve biyomimikri anlayışını tasarım verisi olarak sunan çalışmalar sınırlı sayıdadır. Biyomimikrinin tasarım probleminin çözümü için kullanılmaya başlanması ile esnek tasarım için de bir tasarım girdisi/ yöntemi olarak kullanılabilirliği öngörülmüştür. Bunun için esnek tasarım ve biyomimikri kavramlarını kullanan mevcut araştırmaların sistematik bir şekilde analiz edilmesi ve tüm yönleriyle ortaya koyulması gerekmektedir.

Çizelge 2. Farklı biyomimikri tanımlamaları (Harun KARS, 2023)

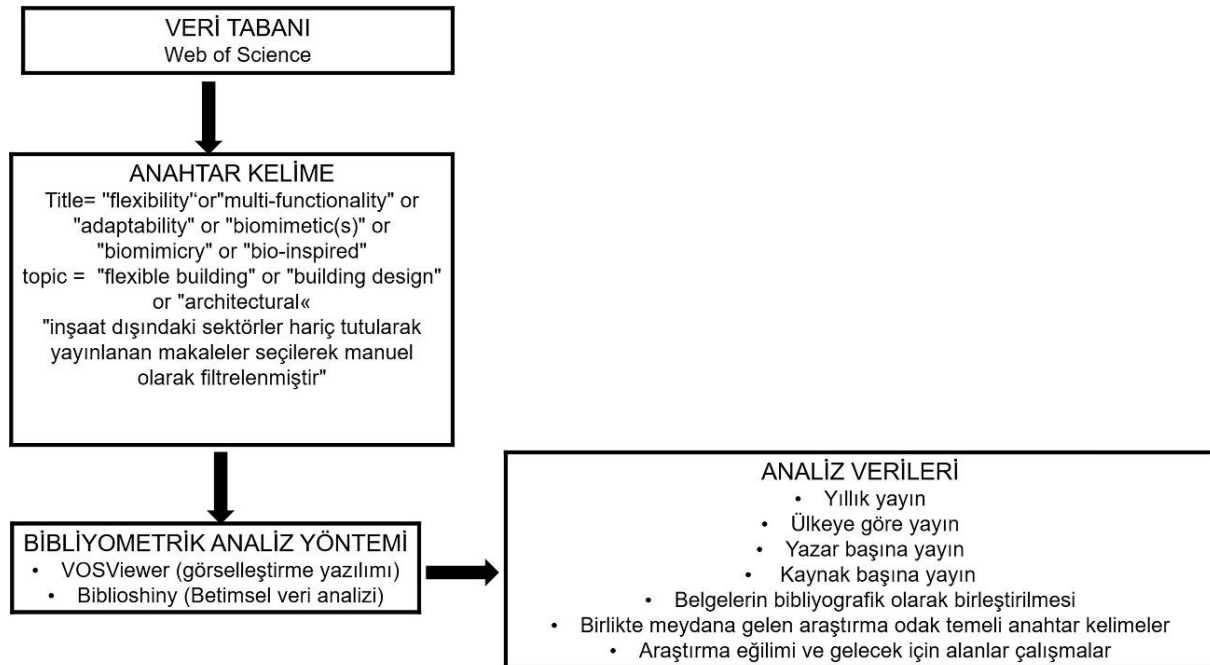
Yazar	Yıl	Biyomimikri Tanımı	Kaynak Türü
Pawlyn	2019	Biyomimikriyi, sürdürülebilir çözümler üretmek için biyolojik formların, sistemlerin ve süreçlerin işlevsel esasını taklit etme olarak tanımlamıştır. Araştırmada enerji, strüktür, malzeme, ekolojik sürdürülebilirlik olanakları ortaya konulmuştur.	Kitap
Gamage ve Hyde	2012	Biyomimikri, geleneksel tasarım sürecine uyum sağlarken, ekolojiyi analogik bir model olarak kullanan bir tasarım düşüncesi yöntemidir. Araştırmada sürdürülebilirlik, malzeme etkisi, yapısal verimlilik, enerji tüketimi, olanakları ortaya konulmuştur.	Makale
El-Zeiny	2012	Biyomimikri, doğal tasarımların, süreçlerin ve sistemlerin incelenmesi yoluyla insan sorunlarına çözüm bulmak için ilham alan uygulamalı bir bilimdir. Araştırmada gün aydınlatması, termal konfor, enerji verimlilik, dayanıklılık ve üretkenlik olanakları ortaya koyulmuştur.	Makale
Amer	2019	Biyomimikri, biyolojik varlıkların morfolojisinin, yapılarının ve işlevselliğinin altında yatan biyolojik ilkelerin insan yapımı tasarıma uygulanması sürecidir. Araştırmada enerji, yapı kabuğu, strüktür olanakları ortaya koyulmuştur.	Makale
Yılmaz	2021	Biyomimikri, insanların bilinçli veya bilinçsiz olarak kullandıkları bir yöntemdir. İzleyerek öğrenme, problemlere doğa temelli cevap verme yaşamın doğal bir sonucudur. Araştırmada biçimsel ve işlevsel olanaklar ortaya konulmuştur.	Tez
Özen	2016	Biyomimikri, doğanın nasıl öğrendiği sorusuna odaklanarak doğal biçimlerin veya canlı davranışlarının temel niteliklerini ve özelliklerini yorumlayan veya doğanın bu tasarımlarının özünü alan bir yaklaşımdır. Araştırmada örüntü, strüktür, malzeme olanakları ortaya konulmuştur.	Tez
İnner	2019	Biyomimikri, doğanın sistematiği inceleyerek onlardan edinen veriler paralelinde birebir ya da yaratıcı yorumla bir problem çözümdür. Araştırmada cephe sistemleri, enerji korunumu, bina kabukları, çatı sistemleri, malzeme, sürdürülebilirlik olanakları ortaya konulmuştur.	Makale
Radwan ve Osama	2016	Biyomimikri, insan sorunlarına çözüm için ilham kaynağı olan uygulamalı bilim olarak tanımlanmaktadır. Araştırmada yapı kabuğu ve enerji korunumu olanakları ortaya konulmuştur.	Makale

Bu çalışma kapsamında, esnek tasarım ve biyomimikri konusunda; alan yazınında yer alan çalışmaların genel görünümünü ortaya koymak, bu iki kavram hakkında yapılan güncel çalışmalar ve bu iki kavram adı altında birlikte yapılan çalışma konuları hakkında bilgi toplamak ve yakın geçmişten günümüze esnek tasarım için biyomimikri kavramının önemini belirlenmesi amaçlanmıştır. Bunun için bibliyometrik analiz yönteminden yararlanılmıştır. Bu araştırma ile birbiriyle ilişkili ve birbirini güçlendiren iki temel tasarım parametresinin kullanım olanakları ve çeşitliliği ortaya konmuş, böylelikle araştırmacılar için bir literatür incelemesi oluşturulmuştur. Daha önce esneklik kavramını kullanarak bir bibliyometrik analiz çalışması bulunmamaktadır. Biyomimikri kavramını kullanarak bibliyometrik iki adet analiz çalışması yapılmıştır. Varshabi, Arslan ve Mutlu (2022), biyomimikri ve enerji verimliliğini açıklayan bibliyometrik bir çalışma yaparken, Meena vd. (2021) inşaat ve mimarlık alanında biyomimikriyi açıklayan bir bibliyometrik bir çalışma yapmıştır. Yapılan araştırmalarda esneklik ve biyomimikri kavramı ele alarak bibliyometrik olarak inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Yapılan inceleme, esnek tasarım yaklaşımında alt kavramlarıyla birlikte

biyomimikri kavramının ilişkilendirilebileceği ve bu alanda ikili entegre çalışmaların yaygınlaşmasının kaçınılmaz olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte esnek tasarıma çözüm üretmede biyomimikrinin temel olarak kullanılabileceği bir yenilikçi araştırma alanı ortaya konulmuştur.

2. VERİ TOPLAMA VE ARAŞTIRMA METODOLOJİSİ

Literatür taraması yapmak ve veri çıkarımında bulunmak için çalışma metodolojisi aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır. İlk adımda araştırma veri tabanına karar verilmiş, anahtar kelimeler belirlenerek veriler toplanmıştır. İkinci adımda bibliyometrik analiz yapılacaktır. Anahtar kelime oluşumu, yayınlara göre alıntılar, ülkeye göre makale alıntıları ve dergiye göre alıntılar vb. Üçüncü adımda ise yayın yılı, ülkeye göre yayın, yazar başına yayın, kaynak başına yayın gibi kriterleri gösteren performans analizi ve alanın eğilimleri, yaklaşımlarını gösteren bilimsel alan harita analizi şeklinde iki değerlendirme yapılacaktır (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırma yöntemi (2023)

2.1. Veri Toplama

Esnek tasarıma biyomimikri yaklaşımının etkileri yönelik yapılan bibliyometrik analiz için araştırmalar Web of Science (2023) veri tabanı kullanılarak yapılmıştır. Veri tabanındaki araştırma için başlık = "flexibility" or "multi-functionality" "adaptability" or "biomimicry" or "biomimetic(s)" or "bio-inspired" ve konu = "flexible building" or "building design" or "architectural" anahtar kelimeleri kriter olarak belirlenmiştir. Yayın yılına herhangi bir zaman kısıtlaması yapılmamıştır. Araştırma alanları için inşaat dışındaki sektörler hariç tutularak yayınlanan makaleler seçilerek manuel olarak filtrelenmiştir. (Kamu Çevresi İş Sağlığı Veya Jeolojisi Veya Telekomünikasyon Veya Coğrafya Veya Gıda Bilimi Teknoloji Veya Elektrokimya Veya Biyoteknoloji Uygulamalı Mikrobiyoloji Veya Sağlık Bilimleri Hizmetler Veya Dilbilim Veya Matematiksel Hesaplamalı Biyoloji Veya Matematik Veya Tıbbi Bilişim Veya Sinirbilimleri Nöroloji Veya Onkoloji Veya Madencilik Cevher Hazırlama Veya Fiziki Coğrafya Veya Uzaktan Algılama Veya Robotik Veya Spektroskopi Veya Spor Bilimleri veya

Anatomi Morfoloji veya Biyomedikal Sosyal Bilimler veya Genetik Kalıtım veya Zooloji veya Bitki Bilimleri). Belirlenen kriterler sonucunda 141 yayına ulaşılmıştır.

2.2. Veri Analizi

Veri analiz sürecinde; görselleştirme için VOSviewer kullanılırken, betimsel analiz için Biblioshiny büyük ölçüde benimsenmiştir. VOSviewer (Van Eck ve Waltman, 2019; Van Eck ve Waltman, 2007) öncelikle bir görselleştirme yazılımıdır. Verilere dayalı haritalar oluşturmak için kullanılır. Ağlar öncelikle öğeler ve bağlantılar içerir. Öğeler incelenen nesnelere, bağlantılar ise iki öğe arasındaki ilişkileri gösterir (Van Eck ve Waltman, 2019).

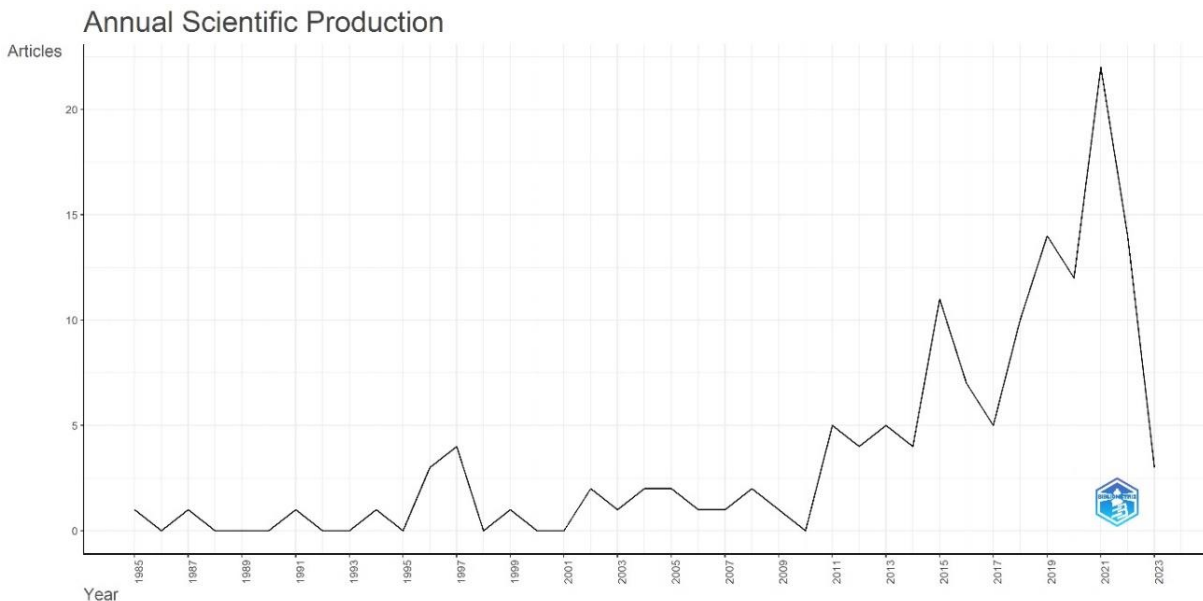
Biblioshiny, iyi organize edilmiş ve sezgisel bir ara yüze sahiptir (Moral-Muñoz vd., 2020) ve kodlayıcı olmayanlar için Bibliometrix'in bir sürümüdür. Bibliometrix tarafından desteklenmektedir (Aria ve Cuccurullo, 2017); ancak Biblioshiny web tabanlıdır. Scopus, Web of Science, Dimensions, Pubmed ve Cochrane kütüphanesi ile çalışır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

WoS (Web of Science) veri tabanından toplanan veriler, yıllık yayınlar, ülke başına yayınlar, kaynak başına yayınlar, yazar ve ortak yazar başına yayın, en çok atıf yapılan yayınlar, trend kelime analizi ve gelecekteki çalışmalar için alanlar olmak üzere altı bölümde analiz edilmiştir.

3.1. Yıllık Yayınlar

Belirlenen anahtar kelimelerin analizi sonucunda elde edilen 141 makalenin çoğunluğu dergilerden çıkmaktadır. Yayın yılı kısıtlaması yapılmayan analizde ilk yayın 1985 yılında yapılmıştır. 1985-2010 yılları arasında yayınların ara ara olmaması ve sayısının yıllık bazda bir âdeti geçmediği görülmektedir (Şekil 2). 2010 yılıyla birlikte yayınlanan makale sayıları artmaya başlamış ve 2021 yılında makale sayısı 22 ulaşmıştır. Mayıs 2023 yılında yapılan çıkarıma göre dört aylık dönemde ise 3 adet makale yayınlanmıştır. Yıllık yayınlar baz alındığında esnek tasarım için biyomimikri kavramının birlikte kullanımı iki-üç yıllık dönemde öneminin oluşmaya başlamış bu alanda güncel bir konu olduğu anlaşılmıştır.



Şekil 2. Yıllık yayın sayıları (Biblioshiny, 2023)

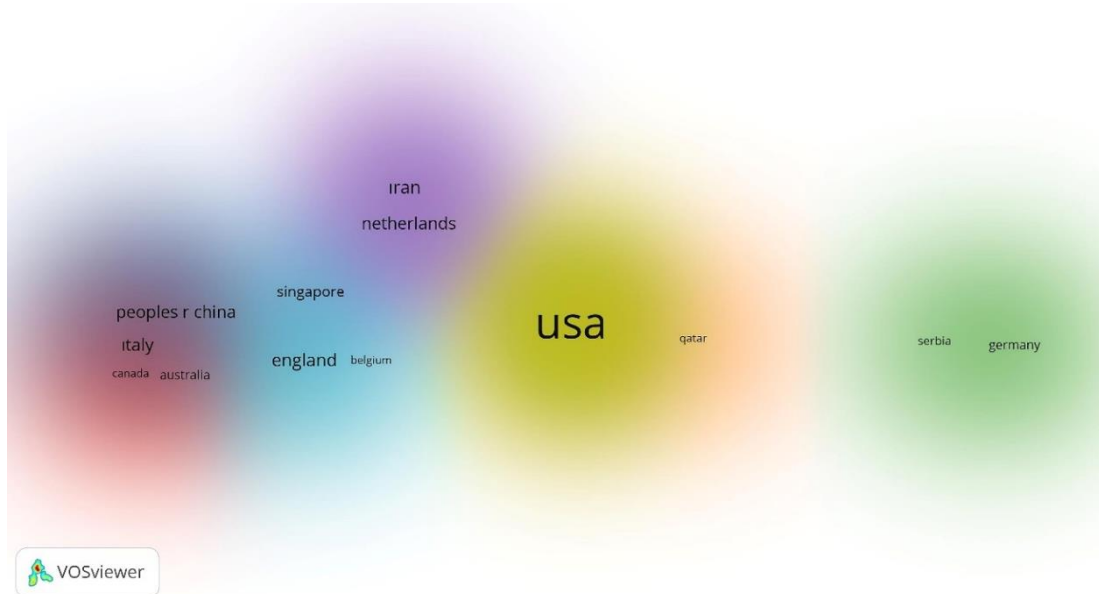
3.2. Ülke Başına Yayınlar

Ülke başına yayın sayılarına göre yapılan analizde toplam 42 ülke de konuyla ilgili çalışma olduğu gözlenmiştir. Amerika Birleşik Devleti 46 yayın sayısı ile en fazla yayın sayısına sahip ülkedir. Aynı zamanda 2646 atıf sayısına da sahiptir. Aynı yayın sayısına sahip İngiltere (383 atıf) ve İran (19 atıf), 10 yayınlı ikinci sıra da bulunmaktadır. Bunları sırasıyla İtalya (9 yayın-194 atıf), Hollanda (9 yayın-130 atıf), Çin (9 yayın- 246 atıf), Fransa (7 yayın- 195 atıf), Türkiye (7 yayın- 7 atıf), Hindistan (6 yayın-35 atıf), Singapur (6 yayın-173 atıf), Avustralya (5 yayın-59 atıf), takip etmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Ülke başına yayın (WoS, 2023)

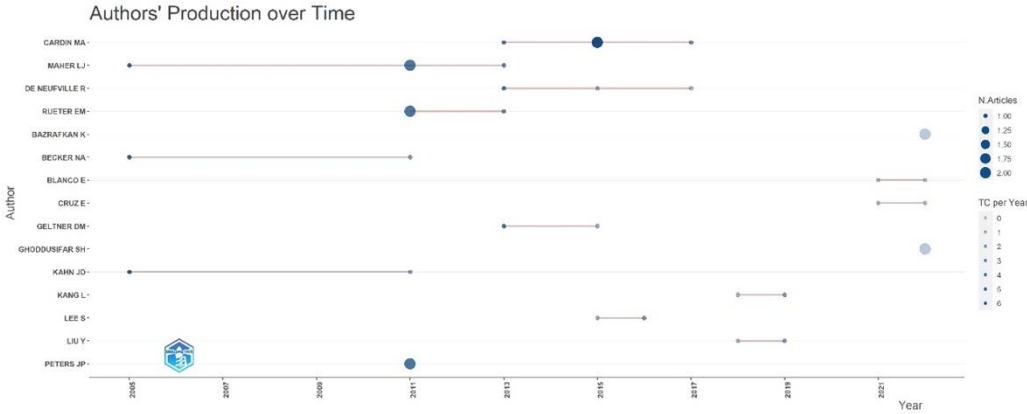
Bir yayın sayısına sahip ülke sayısı 16 ve bunlardan hiç atıf almayan ülkeler Arjantin, Kolombiya, Karadağ, Şili ve Tayland'dır. Yayın sayıları ve atıf sayıları analizine göre bu alandaki çalışmaların Amerika Birleşik Devleti dışındaki ülkelere yeterli olmadığı görülmektedir (Şekil 4). Sıralamada bazı ülkelerin birbirine yakın sayıda çalışma yapması ve birçok ülkede bir yayında olması bu ülkelerin esneklik ve biyomimikri ilişkin yayınların hala etkin olarak çalışılmamış olmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 4. Ülkelere göre atıf sayısı yoğunluk görselleştirme (VOSviewer, 2023)

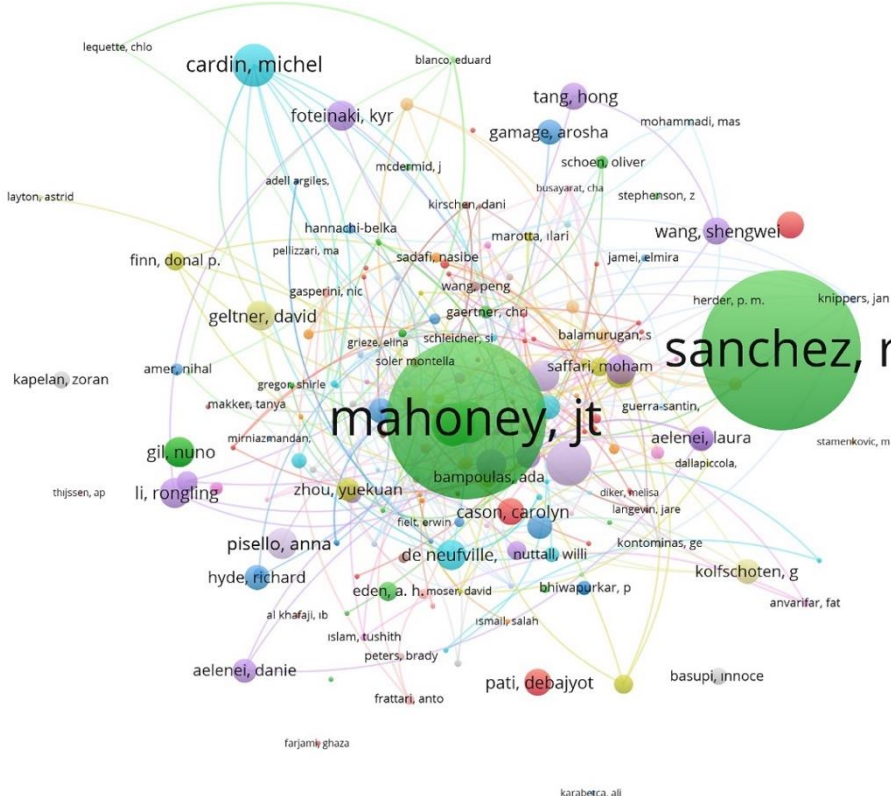
3.4. Yazar ve Ortak Yazar Başına Yayın

Değerlendirilen makaleler 419 yazardan oluşmaktadır. Tek yazarlı belgelerin yazar sayısı 15 iken, çok yazarlı belgelerin yazar sayısı 404 adettir. Çıkarımda en fazla dört makale yayını bulunan yazar sayısı ikidir. Dört yayına sahip yazarlardan Cardin, M. 118 atıfa, Maher, L., 52 atıfa, sahiptir. Üç yayına sahip yazarlardan De Neufville, R. 62 atıfa ve Ruete, E. 82 atıfa, sahiptir. Şekil 6 yıllar boyunca en çok üreten yazarların bir eğilimini sunar. 2013-2017 yılları arasında üretim eğilimlerini ve tutarlılığının yoğunlaştığı görülmektedir.



Şekil 6. Yazar ve ortak yazar başına yayın sayılarının zamansal grafiği (Biblioshiny, 2023)

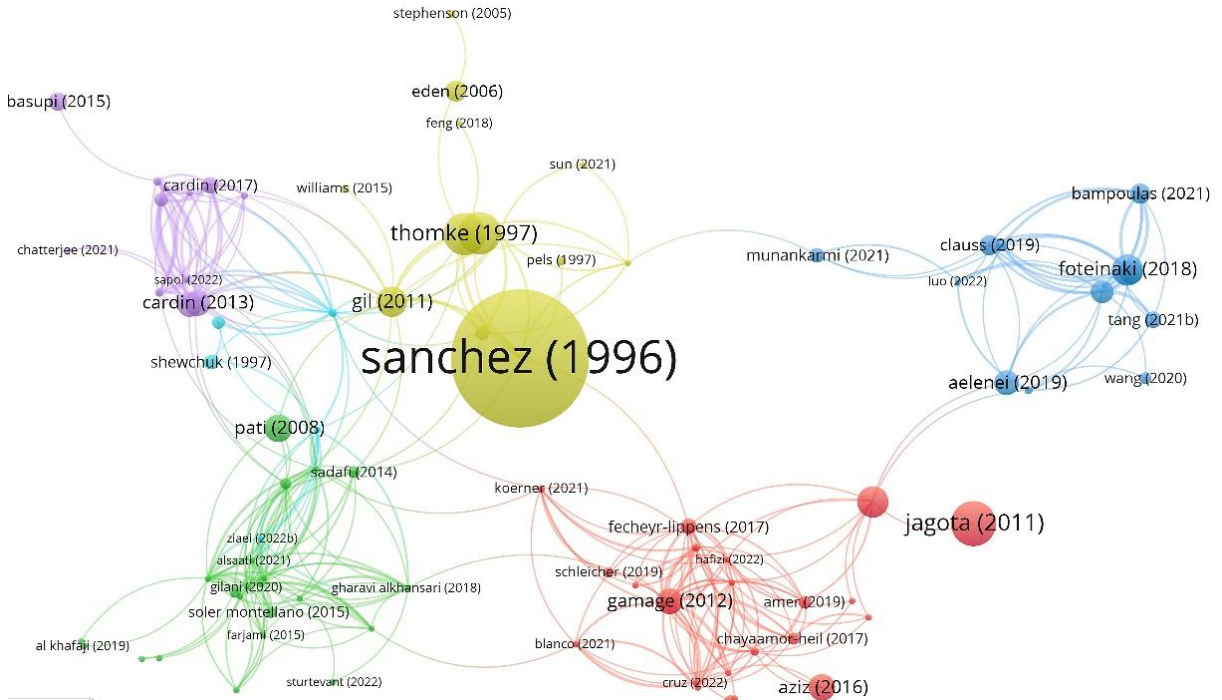
Şekil 7'ye bakıldığında yeşil kümede bulunan yazarlar Sanchez, R. ve Mahoney, J. 1209 atıf sayısı ile en çok atıf sayısına sahip yazarlardır. Sun, Y., Luo, Z., Fertala, A. ve An, K. 177 atıf sayısına sahiptir. Daha sonra atıf sayı bakımından mor, mavi ve sarı kümeler birbirini takip etmektedir. Atıf sayılarının bir noktada odaklanması ve diğer atıf sayılarıyla arasında fark bu alandaki etkin çalışmaların zayıf olduğunu göstermektedir.



Şekil 7. En çok atıf alan yazarlar (VOSviewer, 2023)

3.5. En Çok Atıf Yapılan Yayınlar

Çoğunluğunun 2022-2023 yılında yeni yayınlanan makalelerden oluşan 30 yayın hiç atıf almamıştır. En az 20 kez atıf alan 38 makale vardır. En az 100 kez atıf alan 7 makale bulunmaktadır. Ağ görselleştirme haritasıyla Şekil 8'da en çok atıf alan yayınlar gösterilmiştir. Beş farklı kümelenme gözükmekte bu belgeleri de referans alan alt çalışmalar bulunmaktadır.



Şekil 8. En çok atıf alan yayınlar (VOSviewer, 2023)

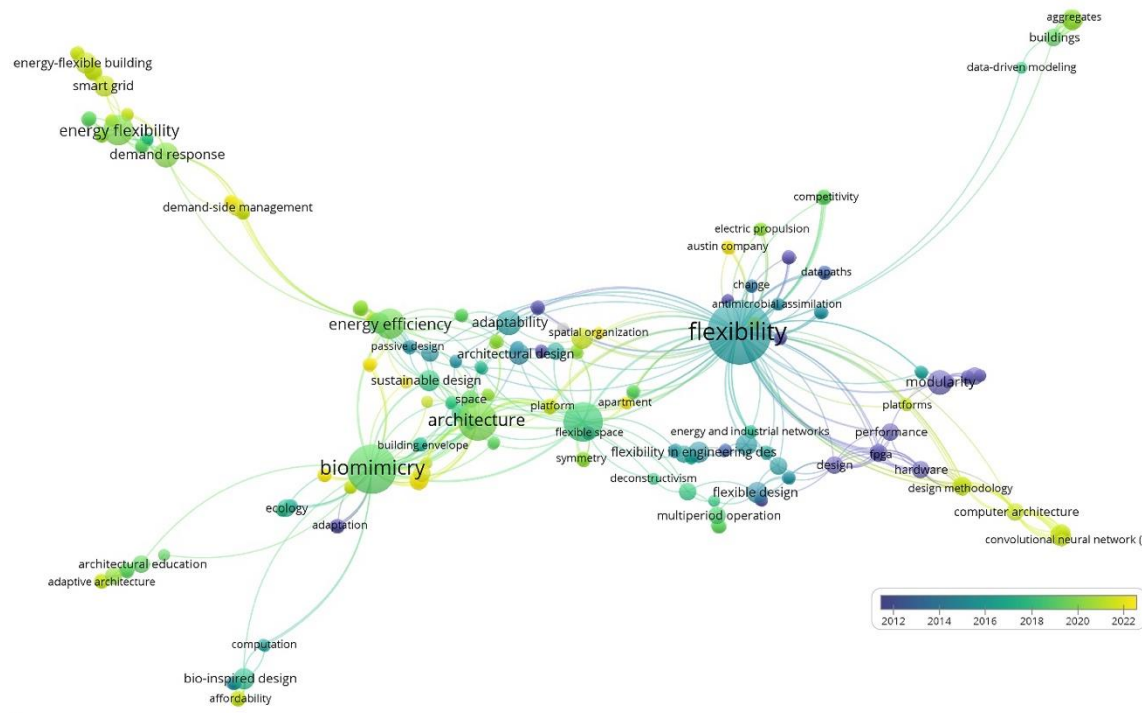
Çizelge 4'te açıklanan 100 üzeri atıf alan ilk dört makale açıklanmıştır. Birinci sırada 1209 atıfı bulunan ve Strategic Management Journal dergisinde yayınlanan Sanchez ve Mahoney (1996), ürün tasarımı, organizasyon tasarımı, bilgiyi öğrenme ve yönetme süreçleri ve rekabet stratejisi arasındaki karşılıklı ilişkileri araştırmaktadır. Bu makale, ürün geliştirme süreçlerinin koordinasyonunu yerleştirmek için bir ürün tasarımındaki bileşenler arasındaki standartlaştırılmış ara yüzlerin yeteneğini araştırmak için neredeyse ayrıştırılabilir sistemlerin ilkelerini kullanır. Standartlaştırılmış bileşen ve organizasyon ara yüzlerine dayalı olarak ürün ve organizasyon tasarımlarında modülerlik kavramları geliştirilmektedir. İkinci sırada 129 atıfı bulunan ve Materials Science and Engineering: R: Reports dergisinde yayınlanan Jagota ve Hui (2011), Doğal temas yüzeylerinin dikkat çekici mekanik özellikleri, son yıllarda büyük bir ilgi ve araştırmaya ilham kaynağı olmuştur. Bu ilginin altında yatan itici güç, genel malzeme özelliklerini kullanan yüzeye yakın mimarinin tasarımıyla elde edilebilecek yapılaşma, sürtünme ve uyum gibi şaşırtıcı yüzey mekanik özellikleri aralığıdır. Son zamanlarda geliştirilen ana biyo-mimetik ve biyo-esinli materyallerin bir tartışması yaparak, yapı ve özellikler arasındaki ilişki için nicel modeller sunmaktadır. Üçüncü sırada 129 atıfı bulunan ve MIS Quarterly dergisinde yayınlanan Allen ve Boynton (1991), bu makale, bilgi sistemleri mimarisinin 1990'larda "hız ve esneklik" ve "düşük maliyet ve verimlilik" gibi ikili zorluklarla karşı karşıya kalan kuruluşları desteklemek için nasıl kullanılabileceğini ele almaktadır. Geçmişte esnek olmayan ve birçok şirket için bilgi sistemleri, esnekliği mümkün kılanlardan daha fazla engelleyici olarak kullanılmaktadır. Makale, bu soruna yönelik iki mimari çözümü

Küme 1: 18 ortak anahtar kelimeye sahip sarı bölgedir. Kümedeki ortak kelimeler: Esneklik, değerlendirme sistemi, bayes ağı, değişim modelleri ve etki analizi, konut kalitesi, yaşam döngüsü maliyet ekonomisi, mekânsal organizasyon, risk ve fırsat yönetimi, bilgi teknolojisi, simülasyon modelleri, analitik hiyerarşi süreci, veri analizi, konut tasarımı gibi. Esneklik kavramı sistemsal olarak risk ve fırsatlar, analizler, değerlendirmeler, maliyet hesaplamaları gibi kavramlar değerlendirmeler etrafında simülasyonlarla ve analitik hesaplamalar süreçlerini kapsayacak şekilde kümelenmiştir.

Küme 2: 18 ortak anahtar kelimeye sahip mavi bölgedir. Kümedeki ortak kelimeler: Biyomimikri, uyarlanabilir termal konfor, mimari, sanat, göstericiler, bina kaplaması, eğitim, enerji simülasyonu, insan içgüdüleri, paradigma kayması, termoregülasyon, kentsel tasarım, kentsel metamorfoz vb. İkinci küme biyomimikri kavramıyla beraber enerji, bina cephesi, konfor simülasyonu, tasarım kavramları etrafında toplanmıştır.

Küme 3: 14 ortak anahtar kelimeye sahip pembe bölgedir. Kümedeki ortak kelimeler: Sürdürülebilirlik, apartman, maliyet-zaman profili, evrimsel hesaplama, esnek alan, konaklama şartları, entegre bina, üretim esnekliği, çok kriterli optimizasyon, akıllı evler, akıllı iç tasarım, akıllı teknoloji, alan verimliliği, simetri gibi. Sürdürülebilirlik kavramı etrafında toplanan pembe bölgede esnek, akıllı, verimli, çok kriterli tasarım özellikleri dikkat çekmektedir.

Küme 4: 20 ortak anahtar kelimeye sahip yeşil bölgedir. Kümedeki ortak kelimeler: bina enerji yöneticisi, bina entegre fotovoltaik, termal kütle oluşturmak, talep yanıtı, enerji esnekliği, enerji esnek bina, enerji depolama sistemleri, esnek talep, ısı pompası sistemi, hibrit enerji depolama, anahtar performans göstergeleri, yük eşleştirme, düşük enerjili bina, model karmaşıklığı, yenilenebilir enerji, kural tabanlı kontrol, sistem modelleme vb. Enerji esnekliği kavramı etrafında toplanan yeşil kümede enerji verimliliğini sağlamaya yönelik kavramlar toplanmıştır.



Şekil 10. Trend kelime yer görselleştirme haritası (VOSviewer, 2023)

Şekil 10'da 2012-2018 yılları arasında mor renk kümesiyle başlayan erken dönem araştırma konularındaki modülerlik, uyarılama, performans anahtar kavram çalışmaları daha sonraki dönemlerde biyomimikri kavramının etkisiyle detaylanarak artmıştır. Son yıllarda esneklik kavramı branşlaşarak genelde enerji esnekliği üzerine yoğunlaşmıştır. Yeşil renkle başlayıp sarı renge doğru listelenen kelimeler, gelecekteki araştırmalar için kullanacak en güncel kelimelerdir. Sarı renk yoğunluğundaki konuların güncel olması bu çalışmaların ortaya çıkmaya devam ettiğini ve bu alanlara büyük önem verilmesi gerektiği göstermektedir.

4. SONUÇ

Kullanıcı ve mekân etkileşimi bina yaşam döngüsünde oldukça önemli bir faktördür. Kullanıcı ve mekân iletişimi davranışa ve zamana bağlı mekân düzenlemesinin değiştirilebilirliğini sağlamak, bina yaşam döngüsünde işlevsel ve yapısal ömrünü arttıracaktır. Günümüze ait yaşam hızı ve ritmine ayak uyduramayan veya teknolojiyle birlikte değişen ve gelişen kullanıcı gereksinimlerine yanıt veremeyen mekânlar terk edilmektedir (Mehan Aldemir, 2019). Esneklik, süreç içerisinde olası değişimler karşısında yapının değişimleri karşılayabilmesini sağlayan, mekânsal ve yapısal stratejiler içeren bir tasarım yaklaşımıdır. Esneklik farklı ölçeklerde, farklı biçimlerde sağlanabilmektedir (İslamoğlu ve Usta, 2018).

Yapılan çalışma, 2010 yılıyla birlikte yayınlanan makale sayısının arttığını ve son yıllarda gözle görülür artışın olduğunu ortaya çıkarmıştır. En çok yayın sayısına sahip Amerika Birleşik Devleti dışındaki ülkelerin bu alandaki yetersiz çalışma sayısına sahip olması ülkeler arasındaki bilimsel iş birliğinin zayıflığını göstermektedir. İncelenen makalelerin farklı türde dergilerde yayınlanması kavramların alt içeriklerde yoğun bir şekilde entegre olabileceğini göstermektedir. Ancak yayınlanan makalelerde atıf sayılarındaki birbiriyle olan kopukluk etkin çalışmaların olmadığını göstermektedir.

Yapılan literatür taramalarında esneklik kavramının da işlevsellik, mobilite, fonksiyonel kapasite, yapı kabuğu, strüktür ve davranışsal dönüşüm kavramlarının ön planda olduğu görülmektedir (Çizelge 1). Biyomimikri kaynak araştırmalarında ise enerji, strüktür, sürdürülebilirlik, performans, yapı kabuğu, biçimsel ve işlevsel kavramlar öne çıkmaktadır (Çizelge 2). Yapılan bibliyometrik trend kelime analiziyle birlikte esneklik ve biyomimikri kavramlarının sürdürülebilirlik, performans, enerji, simülasyonlarla ve analitik hesaplamalar, kural tabanlı kontrol, akıllı, verimli, çok kriterli tasarım gibi ortak alt içeriklerde işbirliğine sahip olması bu alandaki araştırma potansiyelini göstermektedir.

Esneklik-biyomimikri kavramlarının mimari tasarımda ayrı ayrı önem arz ettiği ancak beraber kullanımının kısıtlı olduğu ortaya konulmaktadır. Tasarım ve kullanım aşamasındaki tüm bu iki stratejinin çeşitli biçimlerde bir arada aynı anda uygulanabilmesi mümkündür. Biyomimikrinin yeni bir yaklaşım olması ve bu alanda çok az araştırma yapılması esneklik kavramıyla bu alanda kayda değer araştırmaların yapılmasını zorlaştırmıştır. Yapılan çalışmaların yetersiz olması, konunun güncelliğinin giderek artması ve teknolojik gelişmelerin önümüzdeki yıllar sektörü şekillendireceği ve bu alanda daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulacağı öngörülmektedir.

Bilgilendirme / Teşekkür

Aksi belirtilmediği takdirde makalede kullanılan şekiller ve çizelgeler belirtilen tarihte yazarlar tarafından üretilmiştir.

Çıkar Çatışması Bildirimi ve Sorumluluk Bildirimi

Bu makalede araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur, olası bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Makalede belirtilen tüm görüş ve düşünceler yazarların sorumluluğundadır, bu konuda derginin sorumluluğu bulunmamaktadır.

Makalede yer alan görsellerin kullanımına dair yasal izinlerin alınması yazarların sorumluluğundadır, bu konuda derginin sorumluluğu bulunmamaktadır.

Yazar Katkı Bildirimi

Literatür araştırması ve alan çalışması Harun KARS tarafından yapılmıştır. Çalışmanın yöntemi ve strüktürü her iki yazar tarafından birlikte kurgulanmıştır.

KAYNAKLAR

Kitap

- COLLINS, P., 1965. *Changing ideals in architecture:1750-1950*. London: Faber and Faber
- FORTY, A., 2000. *Words and buildings*. London: Thames & Hudson.
- FRIEDMAN, A., 2002. *The adaptable house: designing homes for change*. New York: Mcgraw-Hill Professional.
- HERTZBERGER, H., 2009. *Lessons for student in architecture*. Rotterdam: 010 Publishers.
- KRONENBURG, R., 2007. *Flexible: Architecture that responds to change*. Laurence King.
- PAWLYN, M., 2019. *Biomimicry in architecture*. UK: Routledge.
- SCHNEIDER, T. ve TILL, J., 2007. *Flexible Housing*. Jordan Hill, Oxford: Architectural Press Elsevier Linancre.

Konferansta bildiri

- VAN ECK, N. J. ve WALTMAN, L., 2007. Vos: a new method for visualizing similarities between objects, İçinde: DECKER, R., LENZ, H.J., Advances in Data Analysis. Studies in Classification, Data Analysis, and Knowledge Organization. March 8-10, 2006, Berlin. Heidelberg: Springer Berlin. s. 299-306.
- TURAN, M., 1974. A Concept of environmental flexibility: with special reference to squatter housing in Turkey. In Man-Environment Interactions: The State Of The Art In Environmental Design Research, Ed. D. H. Carson, 175-190. Proceedings Of The Environmental Design Research Association, V. I, Milwaukee

Dergide makale

- ALLEN, B., ve BOYNTON, A., 1981. Information architecture - in search of efficient flexibility. *Mis Quarterly*. 15 (4), s. 435-445. <https://doi.org/10.2307/249447>

- AMER, N., 2019. Biomimetic approach in architectural education: case study of 'biomimicry in architecture' course. *Ain Shams Engineering Journal*. 10 (3), s. 499-506.
<https://doi.org/10.1016/j.asej.2018.11.005>
- ARİA, M. ve CUCCURULLO, C. 2017. Bibliometrix: an R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*. 11 (4), s. 959-975.
doi: 10.1016/j.joi.2017.08.007.
- AZİZ, M. S., ve EL SHERİF, A. Y., 2016. Biomimicry as an approach for bio-inspired structure with the aid of computation. *Alexandria Engineering Journal*. 55 (1), s. 707-714. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2015.10.015>
- CARDİN, M.A., DE NEUFVİLLE, R., ve GELTNER, D. M., 2015. Design catalogs: a systematic approach to design and value flexibility in engineering systems. *Systems Engineering*. 18 (5), s. 453-471. <https://doi.org/10.1002/sys.21323>
- DE PARİS, S., LACERDA LOPES, C. N., ve NEUENFELDT JUNİOR, A., 2021. The use of an analytic hierarchy process to evaluate the flexibility and adaptability in architecture. *Archnet-Ijar International Journal Of Architectural Research*. 26 (1), s. 26-45. <https://doi.org/10.1108/ARCH-05-2021-0148>
- EL-ZEİNY, R. M. A., 2012. Biomimicry as a problem solving methodology in interior architecture. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. (50), s. 502-512.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.08.054>
- GAMAGE, A., ve HYDE, R., 2012. A model based on biomimicry to enhance ecologically sustainable design. *Architectural Science Review*. 55 (3,SI), s. 224-235.
<https://doi.org/10.1080/00038628.2012.709406>
- GİJSBERS, R., ve LİCHTENBERG, J., 2014. Demand driven selection of adaptable building technologies for flexibility-in-use. *Smart and Sustainable Built Environment*. 3 (3), s. 237-260. <https://doi.org/10.1108/SASBE-01-2014-0005>
- HABRAKEN, N. J., 2008. Design For Flexibility. *Building Research & Information*. 36 (3), s. 290-296.
- İNNER, S., 2019. Biyomimikri ve parametrik tasarım ilişkisinin mimari alanında kullanımı ve gelişimi. *Uluslararası Hakemli Akademi Dergisi*. 1 (1), s. 15-29.
- İSLAMOĞLU, Ö., ve USTA, G., 2018. Theoretical overview of flexibility approaches in architectural design. *Turkish Online Journal of Design Art And Communication*. 8 (4), s. 673-683. <https://doi.org/10.7456/10804100/007>
- JAGOTA, A., ve HUI, C.-Y., 2011. Adhesion, friction, and compliance of bio-mimetic and bio-inspired structured interfaces. *Materials Science & Engineering R-Reports*. 72 (12), s. 253-292. <https://doi.org/10.1016/j.mser.2011.08.001>
- MACCREANOR, G., 1998. Adaptability. *A+T Magazine*. December, s. 40-45.
- MCCAULEY, M. J., RUETER, E. M., ROUZİNA, I., MAHER, L. J., & WİLLİAMS, M. C., 2013. Single-molecule kinetics reveal microscopic mechanism by which High-Mobility Group B proteins alter DNA flexibility. *Nucleic Acids Research*, 41(1), s. 167-181.
<https://doi.org/10.1093/nar/gks1031>

- MEENA, A. K., D'COSTA, D., BHAVSAR, S., KSHIRSAGAR, M., ve KULKARNI, S., 2021. Applications of biomimicry in construction and architecture: a bibliometric analysis. *Library Philosophy and Practice*, 1-17.
- MORAL-MUÑOZ, J. A., HERRERA-VIEDMA, E., SANTISTEBAN-ESPEJO, A., ve COBO, M. J., 2020. Software tools for conducting bibliometric analysis in science: An up-to-date review. *El Profesional de la Información*. 29(1), s. 81-100.
<https://doi.org/10.3145/epi.2020.ene.03>
- OXMAN, R. M., 1975. Flexibility As A Planing Strategy. *I.T.C.C. Review*. Jan (13), s. 60-64.
- RADWAN, G. A. ve OSAMA, N., 2016. Biomimicry, An approach, for energy effecient building skin design. *Procedia Environmental Sciences*. (34), s. 178-189.
- SANCHEZ, R., ve MAHONEY, J., 1996. Modularity, flexibility, and knowledge management in product and organization design. *Strategic Management Journal*. 17 (SI), s. 63-76.
<https://doi.org/10.1002/smj.4250171107>
- SUN, Y., LUO, Z., FERTALA, A. ve AN, K., 2002. Direct quantification of the flexibility of type I collagen monomer. *Biochemical And Biophysical Research Communications*. 295 (2), s. 382-386. [https://doi.org/10.1016/S0006-291X\(02\)00685-X](https://doi.org/10.1016/S0006-291X(02)00685-X)
- TAPAN, M., 1972. Prefabrike elemanlarla yapımda esneklik ve değişkenlik Sorunu, *İTÜ Mimarlık Fakültesi Bülteni*.
- THOMKE, S., 1997. The role of flexibility in the development of new products: An empirical study. *Research Policy*. 26 (1), s.105-119. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(96\)00918-3](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(96)00918-3)
- VARSHABI, N., ARSLAN SELÇUK, S., ve MUTLU AVİNÇ, G., 2022. Biomimicry for energy-efficient building design: a bibliometric analysis. *Biomimetics*. 7 (1), s. 21.
<https://doi.org/10.3390/biomimetics7010021>
- WEEKS, J., 1964. Indeterminate Architecture. *Transactions of the Barthlett Society*, (2), s. 85-106.

Tez

- ATASOY, A., 1973. *Değişen ihtiyaçlar karşısında konut tasarlamasının mevcut konutların değerlendirilmesi yolu ile geliştirilmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- MEHAN ALDEMİR, B., 2019. *Esnek mimari tasarım yaklaşımları ile işlevsel iyileştirme sağlanmasına yönelik bir yöntem önerisi: kuşcağız hanımlar lokali örneği*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi.
- ÖZEN, G., 2016. *Doğa referanslı tasarım: biyomimikri*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi.
- YILMAZ, T. Ş., 2021. *Mimaride biçim üretme sürecinde biyomimikri yaklaşımının incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Konya Teknik Üniversitesi.
- YÜREKLI, F., 1983. *Mimari tasarımda belirsizlik: esneklik / uyabilirlik ihtiyacının kaynakları ve çözümünü üzerine bir araştırma*. Doçentlik Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi, İstanbul.

İnternet kaynağı

TDK, 2023. *Esnek kavramı* [çevrimiçi]. Erişim adresi: <https://sozluk.gov.tr/> [Erişim Tarihi 12 Mayıs 2023].

VOSviewer, 2023, *Yazılım sitesi* [çevrimiçi]. Erişim adresi: <https://www.vosviewer.com/> [Erişim Tarihi 12 Mayıs 2023].

Biblioshiny, 2023, *Yazılım sitesi* [çevrimiçi]. Erişim adresi: <https://www.bibliometrix.org/home/index.php/layout/biblioshiny>, [Erişim Tarihi 12 Mayıs 2023].

VAN ECK, N.J. ve WALTMAN, L., 2019. *VOSviewer kılavuzu*, Leiden Üniversitesi [çevrimiçi]. Erişim adresi: https://www.vosviewer.com/documentation/Manual_VOSviewer_1.6.13.pdf, [Erişim Tarihi 25 Mayıs 2023].

Web of Science, 2023. Veri tabanı [çevrimiçi]. Erişim adresi: <https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search>, [Erişim Tarihi 12 Mayıs 2023].

Biyografiler

Harun Kars

Harun KARS, Bozok Üniversitesi Mimarlık Bölümü'nden 2018 yılında mezun olmuştur. Ardından Gazi Üniversitesi'nde yüksek lisans eğitimini 2021 yılında tamamlamış ve aynı üniversitede doktora eğitimine devam etmektedir. Halihazırda bir devlet kurumunda yönetici pozisyonunda görev yapmaktadır. Mimari tasarım, mimarlık ve tasarımda bilgi teknolojileri, sürdürülebilir mimari alanlarında araştırmalar sürdürmektedir.

Arzu Özen Yavuz

2001 yılında Lisans, 2005 yılında Yüksek lisans ve 2011 Yılında Doktora eğitimini Gazi Üniversitesi Mimarlık Bölümünde tamamladı. 2002 Yılında Gazi Üniversitesi Mimarlık Bölümünde Araştırma görevlisi olarak başladığı akademik yaşantısını, aynı bölümde Profesör Dr. olarak sürdürmektedir. Mimari tasarım ve mimari tasarım eğitimi, mimaride biçimlenme yaklaşımları, işlemsel tasarım ve mimari tasarımda bilgi teknolojileri kullanımı alanlarında araştırmalarını sürdürmektedir.