

ALGLERLE KARBON NÖTR YERLEŞİMLERE DOĞRU ¹

TOWARDS CARBON NEUTRAL SETTLEMENTS WITH ALGAE

Yonca YAMAN¹, Ayça TOKUÇ², Gülden KÖKTÜRK³¹⁻²Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İzmir / Türkiye³Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, İzmir / TürkiyeORCID ID: 0000-0003-4393-5490¹, 0000-0002-4988-3233², 0000-0002-7466-426X³

Öz: Artan küresel ısınma sorununu çözebilmeye yönelik günümüzdeki yaşam sürdürülemez tarzının yerine iklim nötr yapılı çevre oluşturulmasına yardımcı olabilecek çok sayıda çalışma arasında biyotasarım kavramı gitgide daha popüler hale gelmektedir. Biyotasarım doğadan öğrenme, ilham alma, canlı organizmaları tasarım girdisi olarak kullanma ve biyolojik süreçleri taklit etmeyi kapsamaktadır. Bu amaçla kullanılacak organizmalardan biri olan sucul ortamlarda yaşayan mikroalgler bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır. Dünyanın ekosisteminde önemli bir yere sahip olan bu fotosentetik organizmalar atmosferde oksijen ve ozon kaynağı, karbondioksit deposu, gıda ve biyoyakıt kaynağı ve atık ürünler için ayrıştırıcı gibi işlevler görebilmektedir. Bu işlevler kentsel alanlarda da önemli gereksinimlerin arasında yer almaktadır. **Amaç:** Bu çalışmada, mikroalglerin kentsel dokuda ve karbon nötr yerleşimler tasarlamakta olası kullanımlarının değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. **Yöntem:** Çalışmada, alg uygulamalarının amaç ve etkileri çoğunlukla inşa edilmiş vaka çalışmaları üzerinden incelenmektedir. Aynı zamanda sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde mikroalg üretiminin avantaj ve dezavantajlarını anlamak için GZFT analizi yapılmıştır. **Bulgular:** Mikroalgli sistem uygulamalarının karbon döngüsü, su arıtımı, enerji dönüşümü, gıda üretimi ve hava kalitesinin iyileştirilmesi gibi ekosistem işlevlerini gerçekleştirerek yapılı çevreye yardımcı olabileceği tespit edilmiştir. **Sonuç:** Mikroalgler, biyolojik çeşitliliği teşvik ederek, sera gazı salımlarını en aza indirme, toprak, su ve hava kalitesini iyileştirme ve ekolojik sürdürülebilirlik potansiyeline sahiptir. Ayrıca, istihdam, gıda güvenliği, enerji güvenliği ve kaynak tasarrufu sunarak sosyo-ekonomik sürdürülebilirliğe hizmet etmektedir. Tüm bu özellikler, alg sistemlerinin kullanımının hem karbon-nötr kentlere hem de sürdürülebilir bir çevreye ulaşmada yardımcı olma potansiyelini işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Mikroalg, Biyotasarım, Fotobiyoreaktör, Karbon Nötrlük, Döngüsellik, Biyokütle

Abstract: Biodesign concept is becoming more popular among studies that can help with reaching climate neutral built environment and combat global warming instead of continuing the common unsustainable lifestyle. Biodesign consists of learning and taking inspiration from nature, mimicking biological processes, and designing in collaboration with living organisms. Microalgae that live in aquatic environments can be used for this purpose and are the focus of this study. These photosynthetic organisms have an essential place in the ecosystems on earth. They serve as oxygen and ozone producers in the atmosphere, a sink for carbon dioxide, a food source, a biofuel resource, and a bio-degrader for waste. These functions are among the important needs of urban areas. **Aim:** This article aims to evaluate the possibilities of microalgae in the urban fabric for designing carbon neutral settlements. **Method:** The study examines the purposes and effects of algae applications through case studies. At the same time, SWOT analysis helps to understand the advantages and disadvantages of microalgae production for sustainable development. **Results:** The results show that microalgae applications help the built environment by realizing ecosystem services including, being carbon sinks, treating water, conserving energy, producing food, and improving air quality. **Conclusion:** Microalgae have the potential to minimize greenhouse gas emissions, improve soil, water and air quality, and ecological sustainability by promoting biodiversity. In addition, they serve socio-economic sustainability by providing employment, food security, energy security and resource savings, thus they have the potential to help reaching both carbon neutral cities and a sustainable environment.

Keywords: Microalgae, Biodesign, Photobioreactor, Carbon Neutrality, Circularity, Biomass

Doi: 10.17365/TMD.2022.TURKEY.25.01

- (1) **Sorumlu Yazar - Corresponding Author** Yonca YAMAN (Öğrenci, Student), Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İzmir / Türkiye, yonca.yaman@ogr.deu.edu.tr, **Geliş Tarihi / Received:** 12.07.2021, **Kabul Tarihi / Accepted:** 30.04.2022, **Makalenin Türü: Type of Article (Araştırma – Uygulama / Research -Application), Çıkar Çatışması / Conflict of Interest: Yok / None, Etik Kurul Raporu / Ethics Committee: Yok / None**



MTD

www.mtddergisi.com

ULUSLARARASI HAKEMLİ TASARIM VE MİMARLIK DERGİSİ

Ocak / Şubat / Mart / Nisan Yıl: 2022 Sayı: 25 Kış İlkbahar Dönemi

INTERNATIONAL REFEREED JOURNAL OF ARCHITECTURE AND DESIGN

January / February / March / April Year: 2022 Number: 25 Winter Spring Semester

ID:527 K:751

ISSN Print: 2148-8142 Online: 2148-4880

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(Marka Patent No / Trademark)

(2015/04018 – 2015/GE/17595)

GİRİŞ

Sanayi Devriminden itibaren, teknolojik gelişmeler ve kentlerdeki hızlı büyüme ile enerji tüketimi ve fosil kaynaklarının kullanımı artmıştır. Bu hızlı büyüme konut, altyapı ve kent sakinlerinin ihtiyaçlarını karşılamada zorluk doğururken; ulaşım, enerji, istihdam (Kim ve Patel, 2018: 53), endüstriyel süreçler (Barragán-Escandón Terrados-Cepeda ve Zalamea-León, 2017: 1) vb. taleplerin artması ile beraber atmosferdeki sera gazı seviyesinin de artmasına neden olmuştur. Ayrıca, hızlı kentleşme ve fosil kaynakların tüketilmesinin yanı sıra, insan faaliyetleri de çevreyi olumsuz etkilemektedir (Kırdök, Altun, Dokgoz ve Tokuc, 2019: 128). Ek olarak, hava kirliliği ve su kıtlığı gibi çevre sorunlarının büyümesinde rol oynamaktadır. Bu çevre sorunları küresel bir tehdit oluşturmakla birlikte “sürdürülebilir kalkınma” kavramının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Ekonomik, ekolojik ve sosyal sürdürülebilirliğe katkıda bulunmak amacıyla, tüm sektörler çözüm arayışı içine girmiştir (Şermet ve Özyavuz, 2017: 290).

İklim değişikliğine karşı yapıları çevrenin yeniden tasarımı, küresel ve yerel ölçekte enerji verimliliği, enerji üretimi, uyarlanabilirlik stratejileri, doğal ve karbon nötr alternatiflerin kullanılmasını gerektirir (Köktürk, Unal ve Tokuç, 2018: 71). Bu nedenle, sürdürülebilir kalkınma hedeflerini uygulamak için, geleneksel ve hala yaygın olan, hammaddele-

rin alınıp ürün için kullanıldığı, ürünün kullanımından sonra da oluşan herhangi bir atığın çöpe atıldığı süreç olarak tanımlanan doğrusal ekonomi modeli yerine, geri dönüşüm, yeniden kullanım ve azaltım prensiplerinin kabul edildiği döngüsel ekonomi modeline geçmek önemli bir olgudur. Bir başka deyişle, doğrusal ekonominin kaynakları “al-kullan-at” yaklaşımı yerine döngüsel ekonominin “yap-(yeniden) kullan-geri dönüştür” yaklaşımını şehirlerin sürdürülebilirliği için önemli bir kavramdır. Kaynakların korunması, yeniden kullanılması ve geri dönüştürülmesi kentsel çevre üzerindeki etkilerin azalmasında ve kentlerin sürdürülebilir olmasında rol oynayacaktır (Öztürk Kurtaslan, 2014: 87).

Şehirler küresel atıkların %50’sinin ve sera gazı salımlarının %75’inin kaynağıdır (Williams, 2019: 2). Sera gazları içerisinde yer alan CO₂ atmosferdeki sera etkisinde en önemli rolü oynayan gazlardan birisidir ve görülen küresel ısınmanın yaklaşık %55’inin de rol oynar (Mondal, Balsora ve Varshney, 2012: 431). Sera gazı salımlarının %67’si kaynak yönetimi ile ilgilidir¹ ve kaynakları uzun vadede yönetemeyen doğrusal ekonomi yaklaşımı, sera gazı emisyonlarına neden olmaktadır. Kozaman ve Şengezer (2013: 179), Türkiye’de metropollerin çevre ve kaynaklar üzerinde yarattığı baskının devam etmesi du-

1 <https://www.undp.org/content/undp/en/home/librarypage/climate-and-disaster-resilience-/circular-economy-strategies-for-lao-pdr.html>



MTD

www.mtddergisi.com

ULUSLARARASI HAKEMLİ TASARIM VE MİMARLIK DERGİSİ

Ocak / Şubat / Mart / Nisan Yılı: 2022 Sayı: 25 Kış İlkbahar Dönemi
INTERNATIONAL REFEREED JOURNAL OF ARCHITECTURE AND DESIGN
January / February / March / April Year: 2022 Number: 25 Winter Spring Semester
ID:527 K:751

ISSN Print: 2148-8142 Online: 2148-4880

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(Marka Patent No / Trademark)
(2015/04018 – 2015/GE/17595)

rumunda sürdürülebilirlikten söz edilemeyeceğini belirtmektedir.

Günümüzün şehirleri; çevresel etkileri dengelemek, iklim değişikliğiyle mücadele etmek, yenilikçi sosyal uygulama ve öğrenmenin merkezleri olarak hareket edebilmek için ilgili teknoloji, hizmetler ve altyapı dağıtımını ölçeklendirerek büyük olanaklar sunabilirler (Williams, 2019: 1). Şehirlerin, tüketilen ve üretilen kaynakları (malzeme, enerji, su ve toprak) yönetme şekline göre döngüsel ekonomi yaklaşımı sayesinde, Birleşmiş Milletler (BM) Çevre İstatistiklerine dayanarak küresel ölçekte hem kaynak kullanımını %28, hem de karbon salımlarını %72 azaltacağı öngörülmektedir². Şehirler, döngüsel hale gelirse sürdürülebilir kalkınmayı olumlu yönde etkileyebilecek en önemli aktörler arasında yer alabilir. Döngüsel bir şehir, döngüsel ekonominin ilkelerini kendi işlevlerine gömerek, tasarımla yenilenebilir, erişilebilir bir kentsel sistem kurar. Ellen MacArthur (2017: 7), bu şehirleri, “atık kavramını ortadan kaldırmayı, varlıkları her zaman en yüksek değerinde tutmayı, fosil yakıtlar yerine yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanabilmeyi ve dijital teknolojilerle etkinleştirmeyi hedeflemektedir” şeklinde belirtmiştir³.

Sağlıklı yapıları çevreler oluşturmak için sürdürülebilir, kaynak etkin, düşük karbon, döngüsel, akıllı gibi kullanılan birçok yaklaşım bulunmaktadır. Bunlardan biri olan biyotasarım doğadaki canlı organizmaları sürecin bir parçası olarak kullanmaktadır. Biyotasarım doğadan ilham alan, ekolojik, çevre dostu, işlevsel, dayanıklı aynı zamanda ekonomik olmayı amaçlayan yenilikçi metodolojik bir yöntemdir (Deniz ve Keskin Gündoğdu, 2018: 57). Biyotasarım yaklaşımının bir ögesi olan mikroalgler, kendilerine özgü bazı özellikleri ile karbon nötr yerleşim konusunda yararlanılabilecek en cazip biyolojik tabanlı elemanlardan biridir.

Mikroalgler denizlerde ve tatlı sularda yaşayan, tek hücreli fotosentetik organizmalardır (Chia, Chew, Show, Ong, Phang, Ling vd., 2018: 5). Yapılarında protein, karbonhidrat, lipid ve vitamin bulunur. Yüksek bitkilere kıyasla gerçek kökleri, gövdeleri ve yaprakları yoktur. Kolay üretimleri ve yüksek biyodönüşüm hızları sayesinde fotosentetik mekanizmada rol alan en önemli canlılardan biridir. Dünyadaki karbonun 1/3’ü algler tarafından sabitlenir, aynı zamanda algler atmosferik oksijenin %70’ini üretir (Ahmed, Li ve Schenk, 2012: 24). Alglerden elde edilen biyokütle, günümüzde biyodizel ve biyoetanol, yüksek proteinli hayvan yemi, yüksek besin değerleri nedeniyle gıda endüstrisinde, zirai protein bakımından zengin gübre, biyopolimerler,

2 <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/our-work/activities/circular-economy-in-cities>

3 https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Cities-in-the-CE_An-Initial-Exploration.pdf



MTD

www.mtddergisi.com

ULUSLARARASI HAKEMLİ TASARIM VE MİMARLIK DERGİSİ

Ocak / Şubat / Mart / Nisan Yıl: 2022 Sayı: 25 Kış İlkbahar Dönemi

INTERNATIONAL REFEREED JOURNAL OF ARCHITECTURE AND DESIGN

January / February / March / April Year: 2022 Number: 25 Winter Spring Semester

ID:527 K:751

ISSN Print: 2148-8142 Online: 2148-4880

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(Marka Patent No / Trademark)

(2015/04018 – 2015/GE/17595)

biyoplastikler, ilaç endüstrisinde ve kozmetik sektörü gibi çok sayıda ürünün üretiminde kullanılmaktadır (Ahmad, Shariff, Yusoff, Goh ve Banerjee, 2018: 1). Rittman'a (2008: 202) göre, mikroalgler fosil yakıt kullanımının önemli bir kısmının yerini alacak kadar yüksek miktarlarda biyoenerji üretebilirler.

Mikroalglerin yeşil binaların bir parçası olabilecek biyoelemanlarda kullanımı hakkında çok çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bina ölçeğinde; termal konfor, enerji verimliliği, atık su geri dönüşümü, CO₂ yakalama, yerel tarım, estetik bir manzara yaratarak binanın piyasa değerini artırma gibi faydaları bulunmaktadır. Bunun yanı sıra altyapı ölçeğinde; küresel ısınmayı azaltma, kirlilik kontrolünü sağlama, kentsel ısı ada etkisini azaltma, toplumsal ekonomik refahı sağlama gibi ekosistem servislerini destekleyici etkileri de bulunmaktadır (Öncel ve Şenyay Öncel, 2020: 97). Algler, binalarda kullanılmanın yanı sıra, yenilikçi fotobiyoreaktör (FBR) tasarımları ve teknolojileri kullanılarak kentsel ekoloji ve çevresel sürdürülebilirlik ilkelerinin kaynaşmasıyla kentsel altyapıya entegre edilebilirler. Mikroalg sistemleriyle biyoyakıt üretilebilir, gölgeleme sağlanabilir, aydınlatma ürünü olarak kullanılabilir ve fotosentez sonucunda karbon depolaması ve oksijen üretiminin yanı sıra havayı ve suyu filtreleyerek kalitesini iyileştirebilir.

Literatürde, yapılı çevrede mikroalg üretimini içeren projelerle ilgili karşılaştırmalı çalışmalar sınırlıdır. Çalışmalar daha çok bina entegrasyonu üzerine yoğunlaşmakta olup genellikle kentsel ilişkiler ve etkileri değerlendirilmemiştir. Talaei, Mahdavejad ve Azari (2020: 1), mikroalg cephelerin termal işlevi ve onlarla enerji üretiminin özelliklerini araştırmışlar, yeşil duvarlar ve çift cidar cephelerin termal performanslarını karşılaştırmışlardır. İnceledikleri çalışmalar, çoğunlukla mikroalglerin biyokütle ve biyoyakıt üretim kapasitelerine odaklıdır. Tokuç, Köktürk ve Savaşır (2019: 62), mikroalglerin hem CO₂ salımını azaltmak, hem de enerji üretmek için cephe elemanı olarak kullanılmasında etkili FBR tasarım ve özelliklerini dört vaka çalışmasıyla incelemişlerdir. Çalışmalarında, kontrolü kolay, bozulmaları olmayan, yüksek ürün getirisi olan, karbon tutma potansiyeli olan FBR'lerin seçiminin hem karbon salımının azaltılmasında hem de enerji üretiminin sağlanmasında ekonomik anlamda önem kazandığını belirtmişlerdir. Peruccio ve Vrenna (2019: 226), 2011'den bu yana uygulanan 18 bina ve kentsel vakamın potansiyellerini mekânsal ve zamansal (operasyon süresi) olarak karşılaştırmalı olarak analiz etmişlerdir. Sonuçta, her bir projede karşılaşılan problemlere yeni iş alanlarının açılması, sosyal açıdan her türlü insanın bir araya getirilmesi, çevresel sürdürülebilirliğin daha geniş alanlara aktarılabilmesi için eğiti-



MTD

www.mtddergisi.com

ULUSLARARASI HAKEMLİ TASARIM VE MİMARLIK DERGİSİ

Ocak / Şubat / Mart / Nisan Yılı: 2022 Sayı: 25 Kış İlkbahar Dönemi
INTERNATIONAL REFEREED JOURNAL OF ARCHITECTURE AND DESIGN
January / February / March / April Year: 2022 Number: 25 Winter Spring Semester
ID:527 K:751

ISSN Print: 2148-8142 Online: 2148-4880

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(Marka Patent No / Trademark)
(2015/04018 – 2015/GE/17595)

min sağlanması vb. etkisini ortaya koymuştur. Öztürk Kerestecioğlu ve Pekmezi'nin (2019: 53-54), belirlediği kriterler çerçevesinde üç kentsel vakanın pozitif ve negatif yönlerini incelemiş ve incelemeler sonunda mimariye entegre bir FBR sistemi tasarlanırken dikkat edilecek hususları göstermiştir. Literatürde yapıları çevredeki çeşitli mikroalg uygulamaları farklı açılardan değerlendirilmiş olmakla birlikte doğrudan dünya çapında karbon nötrlük hedeflerine yönelik kullanımıyla ilgili bir çalışma eksikliği göze çarpmaktadır. Bu doğrultuda, kentsel alanlarda mikroalg uygulamalarının özellikle çevresel ve sosyoekonomik olası faydalarının ortaya konması ve tartışılması bu çalışmanın özgün yönüdür.

AMAÇ

Bu makalede, mikroalg sistemlerinin yapıları çevrede uygulama olanakları vaka çalışmalarını üzerinden değerlendirilerek karbon nötr bir yerleşim tasarımında olası kullanımları incelenmiştir. Farklı ölçekli döngüsel sistemlere entegrasyonun çevresel ve sosyoekonomik sürdürülebilirliğe katkısının araştırılması amaçlanmıştır.

KAPSAM

Çalışmada, kentsel alanlardaki farklı ölçeklerde mikroalg uygulaması içeren enstasyonlar, mimari ve altyapı entegrasyonları gibi çeşitli tipteki örnekler dikkate alınmıştır.

Literatür incelendiğinde dünyada Şekil 1'de gösterilen 19 adet tasarımın yapıldığı belirlenmiştir. Vaka çalışması için, farklı ölçek, işlev ve çevresel etkilerin gözlemlenebileceği sekiz uygulama seçilmiştir. Dünyanın farklı yerlerinden projeler olduğu görülmekle birlikte örnek vakaların seçiminde coğrafi dağılım göz önüne alınmamıştır. Bu çalışmada, çevresinden bağımsız olarak mimari yapı elemanı olarak veya doğrudan bina içi ve cephe kullanımına yönelik geliştirilen projeler kapsam dışında bırakılmıştır. Mikroalg tasarım ve uygulamalarında ön plana çıkan CO₂ emilimi ve O₂ üretimi, hava kalitesinin iyileştirilmesi, besin üretimi, biyokütle-biyoyakıt üretimi, enerji üretimi, atık su arıtımı- su saflaştırma ve kozmetik ve hammadde üretimi başlıkları bu çalışmadaki bulguların değerlendirilmesinde kullanılmıştır.

ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Souza (2008: 91), birden çok vaka çalışmasının aynı bağlamda yapılacak daha sonraki çalışmalar için bir kaynak olabileceğini belirtmiştir. Bu düşünceyle, bu makalede mikroalglerin yapıları çevre ile entegrasyonları dünyadaki tasarımları temsil edecek sekiz örnek seçilerek vaka çalışması yöntemi ile araştırılmıştır. Değerlendirme ve tartışmalar, Groat ve Wang'ın (2012: 419) vaka çalışmalarının kriterleri olarak belirttiği; küresel ve yerel ölçekte sürdürülebilirliğe katkıda bulunabilmesi, uygulama ölçeğine bağlı olarak



MTD

www.mtddergisi.com

ULUSLARARASI HAKEMLİ TASARIM VE MİMARLIK DERGİSİ

Ocak / Şubat / Mart / Nisan Yıl: 2022 Sayı: 25 Kış İlkbahar Dönemi

INTERNATIONAL REFEREED JOURNAL OF ARCHITECTURE AND DESIGN

January / February / March / April Year: 2022 Number: 25 Winter Spring Semester

ID:527 K:751

ISSN Print: 2148-8142 Online: 2148-4880

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(Marka Patent No / Trademark)

(2015/04018 – 2015/GE/17595)

kullanım amaçlarının karşılaştırmalı analizlerinin yapılması, çalışmada sınıflandırmaların yapılarak bunların diğer çalışmalar için genel bir yargıya varılması doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda, çalışmada öncelikle dünyada yapılı çevreye entegrasyon amacıyla geliştirilen mikroalg tasarımları belirlenmiştir. Öncelikle; seçilen vakaların uygulama alanları, mikroalg kullanımının potansiyelleri ve projelerin kullanım amaçları “Yapılı Çevrede Algler” başlığı altında sunulmuştur. Ayrıca, projelerin temel çalışma prensibi ortaya konarak kullanım amacı analiz edilmiş ve bir tablo halinde verilmiştir. Ayrıca, sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde mikroalg üretiminin avantaj ve dezavantajlarını anlamak için bu bölümde kısa bir GZFT analizi yapılmıştır. Bu veriler doğrultusunda mikroalgli sistemlerinin kullanılmasıyla çevresel ve sosyoekonomik sürdürülebilirliğe ve karbon nötr yapıli çevreye ulaşmada olası katkıları tartışılmıştır.

ARAŞTIRMANIN KISITLARI

Mikroalg, henüz çok yeni bir biyotasarım elemanı olduğu için, bu çalışmadaki kısıtlamalardan biri olan kentsel dokuda mikroalg kullanımının mimarlığa ve sürdürülebilirliğe katkısıyla ilgili dünyada yapılan çalışmalarının azlığı göze çarpmaktadır. Ayrıca çalışmaların çoğunun uygulama aşamasına geçememesi, bu sistemlerle ilgili verilerin az olması da bu kısıtlamalar içindedir. FBR sistemle-

rinin mimariye dahil edilmesinde kullanım alanları açısından incelenen örnekler içinde kentsel ölçekte ve tekil enstalasyonların kullanımını dikkate alınıp binayla bütünleşik çalışan örnekler incelenmemiştir. Bu sistemlerin getirdiği olumlu etkiler değerlendirilmiş olup mimaride kullanımında karşılaşılabilecek sınırlayıcı faktörlerin değerlendirilmemesi bu çalışmaya başka bir sınırlama getirmektedir. Mikroalglerin türüne ve yetiştirildiği bölgeye bağlı etkiler ve elde edilen verim farklılaşabilmektedir. Ayrıca, mikroalglerin çevresel etkileriyle ilgili çok fazla yaşam döngüsü analizi yapılmamıştır. Bu çalışma, bir uygulama çalışması olmadığı için sayısal verilerle bu sistemlerde bir karşılaştırma yapılamamaktadır. Çevresel etkilerle ilgili sadece vaka çalışmalarının verdikleri bilgilere tabi olmuştur. Aynı şekilde her vakanın aynı ölçüde verilerinin olmaması da bu çalışmada genelleme yapılmasına engel olmaktadır.

ARAŞTIRMANIN PROBLEMİ

Artan küresel ısınma sorununu çözebilmek için beşerî karbon salımlarının azaltılması gerekli ve zorunludur; ancak dünya çapında birçok önlem alınmasına rağmen karbon salımları istenen değerlere düşürülemedi. İklim değişikliğine karşı yapıli çevrenin tasarlanmasında ancak doğru stratejilerin uygulanmasıyla karbon nötr yerleşimler sağlanabilecektir. Küresel enerji sorunlarına rağmen, bilim insanları tarafından yenilene-



MTD

www.mtddergisi.com

ULUSLARARASI HAKEMLİ TASARIM VE MİMARLIK DERGİSİ

Ocak / Şubat / Mart / Nisan Yılı: 2022 Sayı: 25 Kış İlkbahar Dönemi

INTERNATIONAL REFEREED JOURNAL OF ARCHITECTURE AND DESIGN

January / February / March / April Year: 2022 Number: 25 Winter Spring Semester

ID:527 K:751

ISSN Print: 2148-8142 Online: 2148-4880

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(Marka Patent No / Trademark)

(2015/04018 – 2015/GE/17595)

bilir enerji kaynakları, yeni alternatifler, enerji verimli tasarımlar ve teknolojiler aramaya devam edilmektedir.

ARAŞTIRMANIN ALT PROBLEMLERİ

Şehirlerin hızlı bir şekilde büyümesiyle, şehirlerde yaşayan kullanıcıların taleplerini karşılamakta zorluk çekilmiştir. Bu talepler şehirlerde artan enerji kullanımı, hava kirliliği ve su kıtlığı gibi çevre sorunlarının artmasına neden olmuştur. Antropojenik faaliyetlerden kaynaklanan CO₂ salımlarının sanayi öncesi döneme kıyasla büyük ölçüde arttığı bilimsel verilerle kanıtlanmıştır. Sürdürülebilir bir çevrenin gerçekleşebilmesi için karbon salımlarının en aza indirilmesi, azalan su kaynakları nedeniyle suyun arıtılması ve yeniden kullanılabilirliğin sağlanabilmesi, enerji dönüşümü, hızlı büyüme etkisiyle şehirlerde ekilebilir arazilerin azalması sonucunda sürdürülebilir gıda üretimi için çalışmaların yapılması ve hava kalitesinin iyileştirilmesi gibi çözümlerin bulunması gerekmektedir.

ARAŞTIRMANIN HİPOTEZİ

Yenilenebilir biyoenerji kaynaklarından biri de mikroalglerdir. Mikroalgler kentsel dokuda ve karbon nötr yerleşimlerin tasarlanmasında kullanılarak yapıları çevrenin gereksinimlerini karşılama potansiyeline sahiptir.

YAPILI ÇEVREDE ALGLERİN HİPOTEZ ÇERÇEVESİNDE İNCELENMESİ

Yapılı çevrede çeşitli ölçek, amaç ve işlevlere göre farklı ilişkiler kuran mikroalg tasarımlarının bulunduğu örnekler Şekil 1’de gösterilmiştir. Mikroalgler genelde fotosentez yapan, güneş ışığına tepki veren ve biyokütle üreten fotosentetik yüzeyler olarak kullanılmaktadır. Sistemler değerlendirildiğinde, incelenen makro ölçekli altyapı tasarımları arasından gerçekleştirilen uygulama bulunmadığı görülmüştür. Fakat, bu ölçekteki tasarımların da değerlendirilmesi gerektiği düşünülerek uygulanmamış olmasına rağmen Carbon T.A.P (PORT Mimarlık + Şehircilik) projesi vaka olarak seçilerek incelenmiştir. Benzer ölçekli Shoreline Regeneration projesi (Yen Chang Huang) ise az veri içermesinden dolayı seçilmemiştir. İncelenen sekiz vaka arasında uygulanmayan tek proje Carbon T.A.P projesidir.

BioUrban (Biomitech), Street lamp (Pierre Calleja), Biolamp (Peter Horvath), HYPERGIANT EOS (Hypergiant Industries) ve Algae bus stop (Zahra Mohammadganjee) projeleri yapıları çevredeki işlev ve ölçekleri ile birbirine benzeyen ticari ürünleşme yolunda projelerdir. Bu projeleri temsilen, uygulaması hakkında daha çok bilgi bulunan BioUrban projesi seçilmiştir. Perth Photobioreactor (Tom Wiscombe Architecture) projesi de benzer heykelsi bir eleman olup uygulaması gerçekleştirilmediği için seçilmemiştir. Gerçekleştirilen en büyük ölçekli uygulama olan Floating Fields (Thomas Chung) ise tam bir



MTD

www.mtddergisi.com

ULUSLARARASI HAKEMLİ TASARIM VE MİMARLIK DERGİSİ

Ocak / Şubat / Mart / Nisan Yıl: 2022 Sayı: 25 Kış İlkbahar Dönemi

INTERNATIONAL REFEREED JOURNAL OF ARCHITECTURE AND DESIGN

January / February / March / April Year: 2022 Number: 25 Winter Spring Semester

ID:527 K:751

ISSN Print: 2148-8142 Online: 2148-4880

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(Marka Patent No / Trademark)

(2015/04018 – 2015/GE/17595)

döngüsel vaka olup benzeri bulunmamaktadır. Flower Street (EMERGENT) ve Culture Urbaine (The Cloud Collective), sokak ölçeğinde uygulamalardır. Uygulamasında farklı bir ürün eldesine yönelen Culture Urbaine seçilerek incelenmiştir. Alga(e)zebo (marcosandmarjan), Algae Dome (SPACE10) ve Skyline Spriluna (Energaia) projeleri yarı açık mekân yaratan gazebo tarzı uygulamalar olup Algae Dome ile temsil edilmiştir. Urban Algae Folly (EcoLogicStudio), AlgoNOMAD, Algaevator (Jie Zhang & Tyler Stevermer) ve BIO.Tech HUT (EcoLogicStudio) projeleri geleceğin binalarında uygulanmak üzere geliştirilmiş önerilerdir. Aralarından,

çoğu farklı uygulama bir arada gösterildiği için BIO.Tech HUT seçilmiştir. Bina ölçeğinde uygulama hakkında çalışmaların fazlalığı nedeniyle bu ölçekte en yaygın uygulama olasılığına sahip olan Algo-NOMAD (XTU Architects) sistemi de incelenmeye değer görülmüştür. Bina elemanı veya bağımsız bir eleman olarak kentsel altyapıya yardım amacıyla geliştirilen, Şekil 1'deki diğer örnekler arasında benzeri olmayan, INDUS (Bio-Integrated Design Lab) projesi de değerlendirmeye alınmıştır. Seçilen vakaların konumları, çalışma prensipleri ve özellikleri aşağıda detaylandırılmıştır.

MTD

www.mtddergisi.com

ULUSLARARASI HAKEMLİ TASARIM VE MİMARLIK DERGİSİ

Ocak / Şubat / Mart / Nisan Yılı: 2022 Sayı: 25 Kış İlkbahar Dönemi

INTERNATIONAL REFEREED JOURNAL OF ARCHITECTURE AND DESIGN

January / February / March / April Year: 2022 Number: 25 Winter Spring Semester

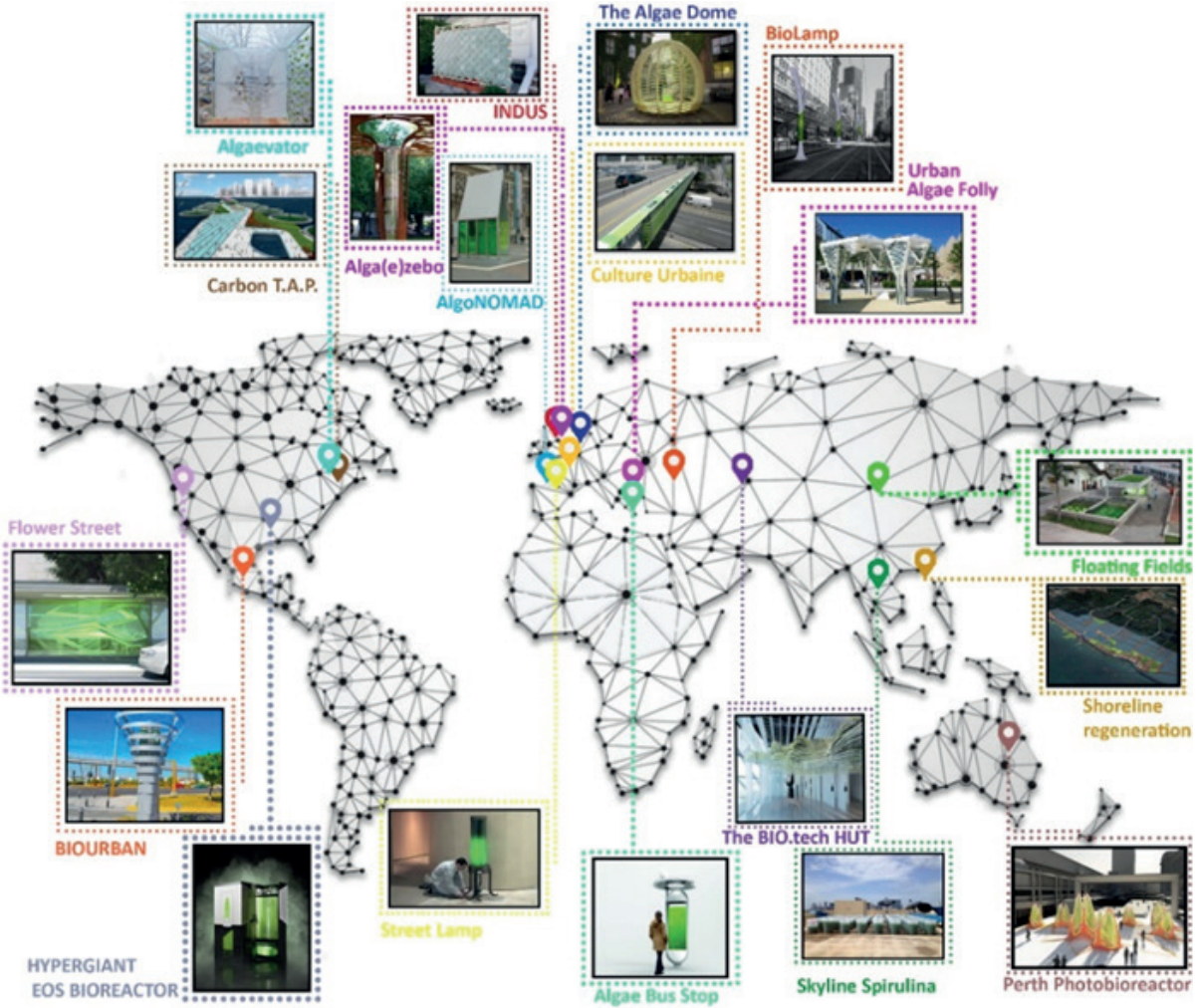
ID:527 K:751

ISSN Print: 2148-8142 Online: 2148-4880

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(Marka Patent No / Trademark)

(2015/04018 – 2015/GE/17595)



Şekil 1. Yapılı Çevrede Mikroalg Tasarımları

Carbon T.A.P. (Tünel Alg Parkı), Philadelphia, ABD

PORT Mimarlık + Şehircilik tarafından tasarlanan Carbon T.A.P (Tünel Alg Parkı), CO₂'i ekonomik ve ekolojik bir kaynak olarak dönüştüren makro ölçekli bir altyapı önerisidir.

Bu proje, UCLA WPA 2.0 yarışmasında birincilik kazanmıştır. Burada, Brooklyn-Manhattan arasında hareketli bir köprü işlevi gören kentsel bir platform önerilmektedir. Önerilen projeye, bir yandan yenilikçi bir endüstriyel altyapı tipolojisi geliştirilirken bir yandan da



MTD

www.mtddergisi.com

ULUSLARARASI HAKEMLİ TASARIM VE MİMARLIK DERGİSİ

Ocak / Şubat / Mart / Nisan Yıl: 2022 Sayı: 25 Kış İlkbahar Dönemi

INTERNATIONAL REFEREED JOURNAL OF ARCHITECTURE AND DESIGN

January / February / March / April Year: 2022 Number: 25 Winter Spring Semester

ID:527 K:751

ISSN Print: 2148-8142 Online: 2148-4880

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(Marka Patent No / Trademark)

(2015/04018 – 2015/GE/17595)

karbon azaltıcı mikroalg çiftliklerinin tanıtıldığı bir platform oluşturulmuştur⁴.

Projede başta yeraltı tüneline geçen otomobillerin saldıdığı CO₂'nin tutulması olmak üzere, deniz seviyesinde oluşturulan park ile kentte rekreasyon alanı sağlanması, alglerin tanıtılması, ayrıca FBR'ler aracılığıyla; biyoyakıt, biyoplastik, nutrasötikler ve tarımsal yemler üretilmesi ve havanın temizlenmesi amaçlanmıştır⁵. Proje, konsantre CO₂ ve sera gazı üretimi kaynaklarına sahip kentsel alanlarda kullanılabilen yeni bir "yeşil" altyapı ile sönmölenen bir karbon salımı geri dönüşüm merkezi gibi çalışmaktadır. Projenin çalışma mekanizması; mevcut havalandırma sistemi, tübüler alg biyoreaktörü ve CO₂ depolama haznelerinden oluşur. Bu depolama haznesi, havalandırma sistemi tarafından taşıtlardan yayılan CO₂'i, FBR'ye ulaştıran bir geçiş elemanıdır. Toplanan karbon kültürü, mikroalg mahsullerinin üretilmesi ve işlenmesi için kullanılan FBR'ye iletilir⁶ (Şekil 2.a).

BioUrban 2.0, MEKSİKA

Meksika dünyanın en yüksek hava kirliliğine sahip ülkelerinden birisidir. Biomitech, foto-

sentez yaparak havadaki CO₂ miktarını azaltan mikroorganizmaların gücünü kullanan BioUrban adlı bir hava temizleme sistemi oluşturmuştur. Bu teknoloji havayı temizlemede ağaçları taklit etmektedir. BioUrban birimleri çeşitli kirletici gazları ve partikülleri (CO₂, CO, NO₂, VOC, PM 10 ve 2.5) yakalayarak hava kirliliği problemini bertaraf etmektedir. Fotosentez sonucu bir yandan oksijen üretirken öte yandan üretilen biyokütleyi, biyogaz ve biyoyakıtı dönüştürerek döngüsel bir biyoekonomi yaratır.

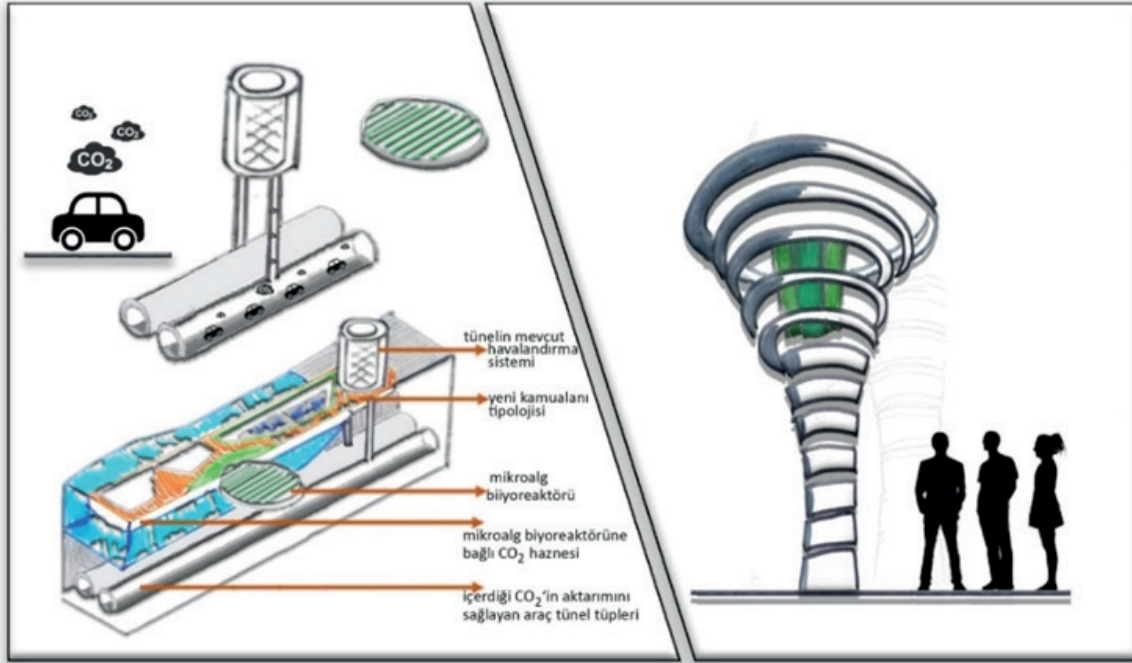
BioUrban 2.0 olarak adlandırılan tek bir yapay ağaç birimi ortalama 4,2 metre yüksekliğinde, 3 m genişliğindedir. Çelik bantlar içinde dört tane kolon FBR'den oluşmuştur⁷ (Şekil 2.b). Her bir mikroalg ağacı yaklaşık 400 tane yetişkin okaliptüs ağacının temizlediği havayla aynı miktardaki havayı temizler. 400 tane ağaç dikim alanının mümkün olmadığı kısıtlı alanlarda, sadece 1,8 m²'lik ayak izi ile bu sistemin kurulması mümkündür. Ağaç birimlerinin her birine hava sensörü entegre edilir ve performansı web platformu tarafından izlenebilmektedir.

4 <https://scenariojournal.com/strategy/carbontap/>

5 <https://www.porturbanism.com/work/carbon-t-a-p/>

6 <http://wpa2.aud.ucla.edu/info/index.php?theprojects/winners/>

7 <https://www.smartgreenpost.com/2019/08/30/biourban-from-mexico-the-artificial-tree-that-fights-pollution/>



a)

b)

Şekil 2. a) Carbon T.A.P (PORT Mimarlık + Şehircilik) b) BioUrban (Biomitech)

Floating Fields, Shenzhen, ÇİN

Thomas Chung tarafından Shenzhen UABB (Urbanism\Architecture Bi-City Biennale) için oluşturulan Floating Fields (Yüzen Alanlar), kullanılmayan endüstriyel binalarda peyzaj yoluyla keyifli bir kamusal alan yaratarak şehri yeniden canlandırmayı ve düşük karbonlu yaşam sergilemeyi amaçlamaktadır⁸. Proje, su ürünleri ve yosun yetiştiriciliği, atık su geri dönüşümü, sürdürülebilir gıda üretimi

ve su saflaştırma gibi kavramların yaşam alanlarına nasıl entegre edilebileceğini gösteren döngüsel bir üretim projesidir. Bu uygulama için, Shenzhen'deki eski bir un fabrikasının 3.200 m²'lik bahçesi dönüştürülmüştür⁹.

Mikroalgler, kendi kendini idame ettiren su döngüsünün bir parçasıdır. Algler döngüde su saflığını arttırmak, balık yemi üretmek ve organik gübreye dönüşmek işlevlerini gerçekleştirmekte, yetişen algler ise hasat edilmek-

⁸ <http://www.arch.cuhk.edu.hk/research/research-projects/floating-fields-prof-thomas-chung/>

⁹ <https://www.futurarc.com/project/floating-fields/>



MTD

www.mtddergisi.com

ULUSLARARASI HAKEMLİ TASARIM VE MİMARLIK DERGİSİ

Ocak / Şubat / Mart / Nisan Yıl: 2022 Sayı: 25 Kış İlkbahar Dönemi

INTERNATIONAL REFEREED JOURNAL OF ARCHITECTURE AND DESIGN

January / February / March / April Year: 2022 Number: 25 Winter Spring Semester

ID:527 K:751

ISSN Print: 2148-8142 Online: 2148-4880

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(Marka Patent No / Trademark)

(2015/04018 – 2015/GE/17595)

tedir¹⁰. Projede, su döngüsü, mikroalg havuzlarındaki yosun yetiştiriciliği için besin sağlayan “atık” su ile başlar, daha sonra filtreleme havuzlarında temizlenir ve nilüfer havuzunda arıtılır. “Temizlenmiş” su, balık ve ördek havuzlarından geçerek yüzen araziler ile büyük akuaponik havuzlara akmaktadır. Akuaponik havuzlardaki balıklar suyun içindeki besinleri kısmen emerken balıkların dışkıları, kolonize olmuş bakteriler tarafından bitkilerin özümleyebileceği besin haline getirilir. Bitkilerin besinlerini almak için kökleriyle suyu filtrelemeleri de balıkların yaşamasına olanak verecek ortama katkıda bulunmaktadır. Daha sonra bitki ve balık atıklarıyla kirlenen su, mikroalg pavyonuna aktarılıp döngünün tekrar edilmesi sağlanmaktadır¹¹ (Şekil 3.a).

Culture Urbaine, Cenevre, İSVİÇRE

2014 yılında Cenevre ‘Villes et Champs’ festivali için The Cloud Collective tarafından tasarlanan proje, alg teknolojisinin kamu altya-

pılarına entegrasyonuna örnektir. Proje, yoğun kentsel ortamlarda altyapı kullanımının yeniden yorumlanmasına ve yeşil alanların korunmasına yeni bir bakış açısı getirmektedir¹². Bir araç yolundaki üst geçide FBR’nin entegre edildiği projede, öncelikle alglerin trafik nedeniyle ortaya çıkan CO₂’i yakalayıp O₂ üretimine katkıda bulunmaları ve havayı temizleyerek havadaki CO miktarını azaltmaya yardımcı olmaları amaçlanmıştır. Ayrıca bu kurulum ile kozmetik endüstrisi için hammadde, gıda ve biyoyakıt üretilmektedir¹³ (Şekil 3.b). Başka bir deyişle, The Cloud Collective “karbon emici, oksijen üreten, hava temizleyici alternatif kaynak, vitamin açısından zengin gıdalar” kavramlarını; bir karayolu köprüsü üzerine entegre etmiştir. Proje, pompalar, filtreler ve güneş panelleri gibi tüm ikincil ekipmanları destekleyen çelik bir yapıya bağlı kapalı şeffaf cam tübüler FBR’den oluşmaktadır¹⁴.

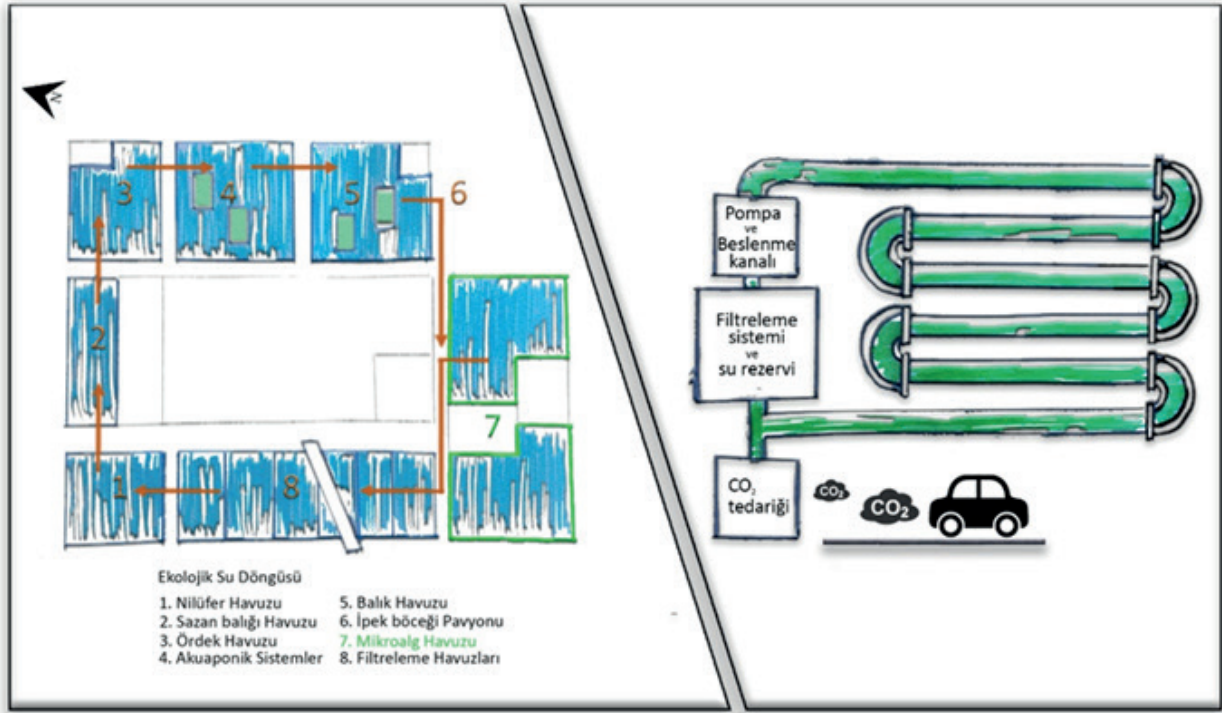
10 <https://inhabitat.com/abandoned-factory-in-china-becomes-a-giant-floating-field-of-fish-and-algae/>

11 <https://www.archdaily.com/783314/floating-fields-wins-shenzhen-uabb-award-and-is-set-to-continue-through-2016>

12 <https://urbannext.net/culture-urbaine/>

13 <https://www.designboom.com/technology/the-cloud-collective-culture-urbaine-suburban-viaduct-algae-geneve-villes-et-champs-switzerland-10-31-2014/>

14 <https://urbannext.net/culture-urbaine/>



a)

b)

Şekil 3.a) Floating Fields (Thomas Chung) b) Culture Urbaine (The Cloud Collective)

The Algae Dome, Kopenhag, DANİMARKA

Algae Dome, dört metrelik kapalı devre bir sistemdir ve “gıda üreten mimari pavyon” olarak da tanımlanmaktadır. SPACE10 tarafından tasarlanıp, 2017 CHART Sanat Fuarı sırasında Kopenhag’da sergilenmiştir. Bu proje ile mikroalglerin iklim değişikliğinin etkilerini azaltmak, biyoteknoloji hakkında çevre bilincini artırmak ve geleceğin kentlerinde yetiştirilebilecek sürdürülebilir besleyi-

ci gıdaları üretme potansiyellerini yansıtmak amaçlanmıştır¹⁵. Algae Dome, pavyonun etrafına dolanmış 320 metrelik borulardan ve merkezi tank sisteminden oluşmuştur¹⁶ (Şekil 4.a). Zamanla, şeffaf tüplerdeki mikroalg kütlesi artmasıyla, renk açık yeşilden koyuya değişir ve yoğunluk artar. Kubbe biçimli gazebo, sosyal etkileşim için bir alan yaratmasının

¹⁵ <https://space10.com/project/algae-dome/>

¹⁶ <https://design-milk.com/space10s-algae-dome-can-potentially-solve-worlds-biggest-problems/>



MTD

www.mtddergisi.com

ULUSLARARASI HAKEMLİ TASARIM VE MİMARLIK DERGİSİ

Ocak / Şubat / Mart / Nisan Yıl: 2022 Sayı: 25 Kış İlkbahar Dönemi

INTERNATIONAL REFEREED JOURNAL OF ARCHITECTURE AND DESIGN

January / February / March / April Year: 2022 Number: 25 Winter Spring Semester

ID:527 K:751

ISSN Print: 2148-8142 Online: 2148-4880

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(Marka Patent No / Trademark)

(2015/04018 – 2015/GE/17595)

yanı sıra, mimaride sürdürülebilir çözümler hakkında bilgi sağlar. Fuarda üç gün boyunca yaklaşık 450 litre mikroalg üretilmiştir¹⁷.

AlgoNOMAD Pavyonu, Paris, FRANSA

COP21 sırasında tartışmaların gerçekleştiği binanın önündeki meydana sergilenen AlgoNOMAD pavyonuyla, yapılı çevrenin geleceğinde biyolojik fotosenteze halkın dikkatini çekmek hedeflenerek oluşturulmuş bir projedir. Pavyon, yedi yıl boyunca yosun cepheleri üzerine araştırma yapan SIMBIO2 konsorsiyumunun parçası olan XTU Mimarları tarafından tasarlanmıştır. Sistem, alg cephesini oluşturan 3m x 1m boyutlarında dört aktif düz panel FBR içermektedir¹⁸ (Şekil 4.b). Projede

amaç, yapılı bir çevre için bina cephelerinde büyüyen mikroalglerin teknik ve ekonomik fizibilitesini göstermektir¹⁹.

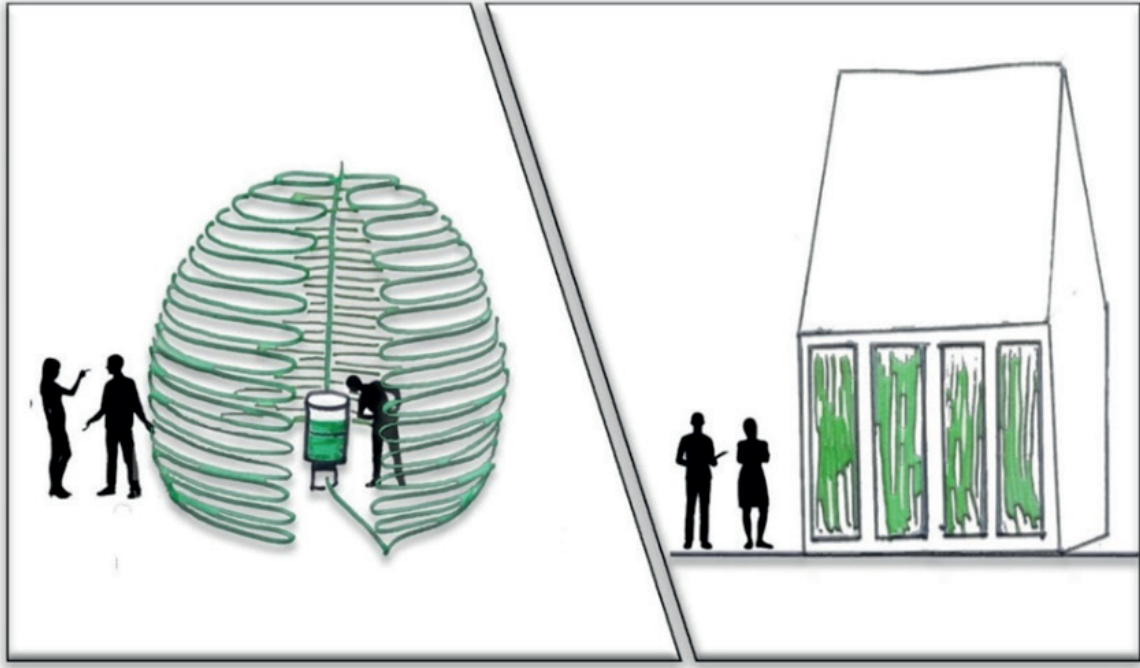
Pavyondaki sistem sayesinde, mikroalg kültürleri cephelere entegre edilerek çevresel ayak izini azaltabilecektir. Önerilen sistem, iki programı birleştirecek ve doğal simbiyozdan (yani Sym-BIO2) ve endüstriyel ekolojiden ilham alarak maliyeti azaltacaktır. Başka bir deyişle, her sistemin ayrı ayrı (2) + (2) olduğu sistem geliştirilmiştir ve birlikte kullanıldığında 2 + 2 = 3'e indirgenmiştir²⁰. Başka bir yararının da sağlık, kozmetik ve yiyecek sektörü için yüksek değerli biyohammadde üretimi olacağı düşünülmektedir.

17 <https://www.designboom.com/design/space10-algae-dome-chart-art-fair-copenhagen-09-05-2017/>

18 https://issuu.com/fauzanwassil/docs/synthesis_final_version_-_fauzan_wa

19 https://www.pole-valorial.fr/success_stories/article-symbio2-algonomad/?cn-reloaded=1

20 https://www.pole-valorial.fr/success_stories/article-symbio2-algonomad/?cn-reloaded=1



a)

b)

Şekil 4.a) The Algae Dome (SPACE10). b) AlgoNOMAD (XTU Architects)

The BIO.tech HUT, Astana, KAZAKIS-TAN

BIO.tech HUT, EcoLogicStudio tarafından oluşturulan ve enerji temalı Astana Expo 2017’de sergilenmiş bir pavyondur. EcoLogic Studio, enerji gereksinimleri açısından kendi kendine yeterli olmakla sınırlı kalmayan, yapılı çevre için oksijen ve kullanıcıları için yenilebilir gıda üretebilen bir ev prototipi oluşturmuştur. Tasarımcılar, alglerin insanların yaşadığı ve çalıştığı mevcut binalara nasıl eklenebileceğini göstermek istemişlerdir. Bir

yaşam alanının temel programlarını somutlaştıran pavyon, birbirine bağlı üç mekândan oluşmaktadır. Bunlar; Bio.light, HORTUS ve Garden’dir²¹. Tasarımcılarına göre, pavyonun temel amaçlarından biri yosun üretimini ortaya çıkarmak, yosun çiftçiliğini altyapının bir parçası haline getirmek ve insanların bu konuyu görselleştirmesine ve anlamasına izin vermektir²².

21 <https://www.photosynthetica.co.uk/copy-of-application-interior-1>

22 <https://www.azuremagazine.com/article/ecologicstudio-bio-tech-hut/>



MTD

www.mtddergisi.com

ULUSLARARASI HAKEMLİ TASARIM VE MİMARLIK DERGİSİ

Ocak / Şubat / Mart / Nisan Yıl: 2022 Sayı: 25 Kış İlkbahar Dönemi
INTERNATIONAL REFEREED JOURNAL OF ARCHITECTURE AND DESIGN
January / February / March / April Year: 2022 Number: 25 Winter Spring Semester
ID:527 K:751

ISSN Print: 2148-8142 Online: 2148-4880

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(Marka Patent No / Trademark)
(2015/04018 – 2015/GE/17595)

BIO.tech HUT, insan ve insan olmayan şehir sakinleri arasındaki simbiyozu temsil eder²³. BIO.tech HUT'taki mikroalgler bina kaynaklı CO₂ salımlarını ve güneş ışığını kullanarak fotosentez yapar. Fotosentez sonucunda biyokütle üretilir. Biyokütle, bina sakinleri tarafından enerji ve gıda kaynağı olarak kullanılır. Ayrıca, hasat edilen algler ısıtma veya elektrik enerjisi üretmek için de kullanılabilir.

Serginin ilk bölümü olan Biolight Odası, biyoluminesan bakterilerin bulunduğu karanlık bir odadır. Hava kontrol sistemi tarafından çalkalandığında ve oksijenlendiğinde organizmalar pavyonun karanlık alanını aydınlatır. Serginin ikinci bölümü olan H.O.R.T.U.S., fotosentetik mikroorganizmaların bulunduğu aydınlık bir odadır. Tavanında 700 metre uzunluğunda hafif ve geri dönüştürülebilir cam tüpler asılıdır²⁴. Siyanobakteriler ile ziyaretçilerini etkileşime geçirmek için cam tüplere pompalar tutturulmuştur. Ziyaretçiler pompalara bastığında nefeslerinden çıkan CO₂ siyanobakterilerin beslenmesine ve O₂'e çevirmelerine yardımcı olmaktadır. Bu şekilde kullanıcılar sistemin aktif bir parçasıdırlar. Son bölüm olan Garden, biyokütlenin

işlenmesi, gıda ve elektriğe dönüştürülmesi için bir hasat alanıdır. Cam tüplerdeki hızlı bir hava akışı sayesinde kullanılarak istenen oksijen ve CO₂ değişiminin gerçekleşmesine izin veren bir karıştırma etkisi üretir. Yolun sonunda yerçekimi etkisi ile döngü tamamlanır²⁵. (Şekil 5.a).

BIO.tech HUT, 1600 litre mikroalg kültürünün bulunduğu ve günde 2 kg CO₂'inin yakalanıp 1,5 kg oksijen üretilbildiği bir prototiptir. Bu, 32 büyük ağaç tarafından emilen günlük CO₂ miktarına eşdeğerdir. İçindeki mikroalg türü olan *Chlorella*'nın içeriğinde yaklaşık %60 protein bulunur ve bu nedenle günde 12 yetişkinin ihtiyaçlarını karşılayabileceği 600 g protein üretilir. Ayrıca, bu alg günde yaklaşık 1 kg biyoyakıt üretililecek şekilde 672 g yağ üretebilir²⁶.

Indus, Londra, İNGİLTERE

Hindistan'ın yüzey suyunun %80'i, artırılmamış kanalizasyon ve tekstil üretimi nedeniyle açığa çıkan boyalar ve istenmeyen kimyasallarla kirlenmektedir. Bu nedenle, Indus kirli yüzey suyunu arıtabilmek için tasarlanmıştır. Barlet Mimarlık Okulu'ndaki Biyo-Entegre Tasarım Laboratuvarı tarafından yapılan tasarım, bir çevre kirleticisinin ya da çevre kirliliğinin mikroorganizmalar yardımıyla

23 https://www.domusweb.it/en/news/2017/07/05/bio_tech_hut.html

24 <https://www.megliopossibile.it/green-architecture/8303-rss-algae-producing-architecture-a-future-energy-highlight-at-aстана-expo-2017-58>

25 <http://ecologicstudio.com/v2/project.php?idcat=3&idsubcat=71&idproj=162>

26 <https://www.photosynthetica.co.uk/copy-of-application-interior-1>



MTD

www.mtddergisi.com

ULUSLARARASI HAKEMLİ TASARIM VE MİMARLIK DERGİSİ

Ocak / Şubat / Mart / Nisan Yılı: 2022 Sayı: 25 Kış İlkbahar Dönemi

INTERNATIONAL REFEREED JOURNAL OF ARCHITECTURE AND DESIGN

January / February / March / April Year: 2022 Number: 25 Winter Spring Semester

ID:527 K:751

ISSN Print: 2148-8142 Online: 2148-4880

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(Marka Patent No / Trademark)

(2015/04018 – 2015/GE/17595)

ortamdan uzaklaştırılması anlamına gelen “biyoremediasyon” prensibine dayalı çalışan seramik esaslı modüllerden oluşmaktadır²⁷. Indus’un amacı, kırsal zanaatkârlar topluluğunun suyu yeniden üretmesini ve üretim süreçlerinde tekrar kullanmasını sağlamaktır. Modüllerde, atık sudan toksik kimyasal boyalar ve ağır metaller, kimyasal kullanmak yerine mikroalgler ile filtrelenerek temizlenmektedir²⁸.

Yaprak biçimine benzeyen modüller bir araya gelerek bir duvar veya heykel gibi görülmektedir. Oluşturulan modüllerin aynı zamanda yerel düzeyde işlenebilen basit, ölçeklene-

bilir ve sürdürülebilir olması önemsenmiştir. Kil veya benzeri düşük maliyetli yerel bir malzemenin yaprak şekilli kalıplara bastırılmasıyla seramikten üretilmişlerdir²⁹. Yaprak şeklinden esinlenen damar benzeri kanallarına deniz yosunu bazlı bir hidrojel aşılantısı³⁰ (Şekil 5.b). Sistem bir giyim fabrikasının duvarına yerleştirilmiştir. Atık su deposundan aşağıya yerçekiminin etkisiyle inen su herhangi bir enerji ihtiyacı olmadan artılmaktadır. Kullanılan mikroalg türü tekstil fabrikasının neden olduğu kimyasallar sebebiyle suda oluşan kadmiyum miktarını 45 dakikada on kat azaltmıştır³¹.

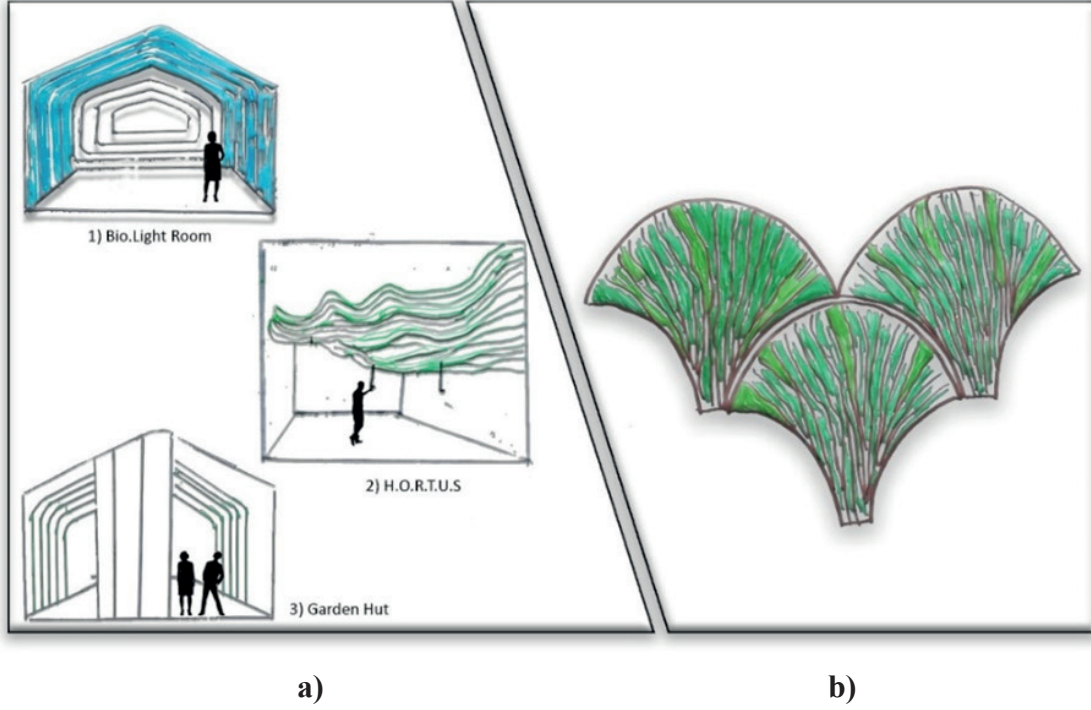
27 <https://www.dezeen.com/2019/09/21/bio-id-lab-indus-algae-tiles-water/>

28 <https://www.yankodesign.com/2019/10/17/these-toxin-absorbing-algae-coated-tiles-could-be-the-next-big-eco-friendly-trend/>

29 <https://designwanted.com/architecture/indus-algae-tiles/>

30 <https://www.materialsource.co.uk/the-indus-project-tile-based-bioremediation/>

31 <https://www.inceptivemind.com/indus-algae-wall-cost-effectively-purify-polluted-water/9781/>



Şekil 5.a) The BIO.Tech HUT (EcoLogicStudio). b) INDUS (Bio- Entegrated Design Lab)

BULGULAR

Doğal sistemlerin biçimleri ve işlevleri daima mimarları, tasarımcıları ve bilim insanlarını etkilemiştir. Bu sayede, yüzyıllar boyu geliştirilen tasarım ve teknolojilerde canlı organizmalardan ilham alınmış ve çıkarımlarda bulunulmuştur. Ancak, canlıların karmaşıklığı ve gereksinimleri, doğrudan inşa süreçlerinde kullanımlarını sınırlamaktadır. Bu bağlamda, mikroalglerin yapılı çevrede kullanımıyla ilgili günümüzde kavramsal ve teorik çalışmalar yapılmaya başlanmıştır ve bunların bazıları denenmiş, birkaçı ise uygulamaya konulmuştur.

Mikroalgli sistemlerin yapılı çevrede uygulanabilirliğinin incelenmesi için çalışmada GZFT analizi yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, mikroalgli sistemlerin istenilen yerlere kurulumuyla çevre sorunlarına getirilen çözümlerin yanında kullanıcıların kendi besinlerini üretmesi, çevre farkındalığının artması, kurulduğu yerlerde istihdam sağlama potansiyeli gibi sosyoekonomik unsurlar da taşıdığı görülmektedir (Tablo 1). Sistemlerin bu gibi olumlu unsurlarının yanında, uygulamaların kısıtlı olmasının nedenleri de belirlenmiştir.



MTD

www.mtddergisi.com

ULUSLARARASI HAKEMLİ TASARIM VE MİMARLIK DERGİSİ

Ocak / Şubat / Mart / Nisan Yılı: 2022 Sayı: 25 Kış İlkbahar Dönemi
INTERNATIONAL REFEREED JOURNAL OF ARCHITECTURE AND DESIGN
January / February / March / April Year: 2022 Number: 25 Winter Spring Semester
ID:527 K:751

ISSN Print: 2148-8142 Online: 2148-4880

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(Marka Patent No / Trademark)
(2015/04018 – 2015/GE/17595)

Tablo 1. Sürdürülebilirlik Açısından Mikroalg Üretimi-GZFT Analizi

Güçlü Yönler	Zayıf Yönler
<p>Fotosentez sürecinde bulunduğu ortamdaki ve atmosferdeki havayı filtreler ve hava kalitesini iyileştirir.</p> <p>Mikroalg yetiştiriciliği ekilebilir arazi gerektirmez.</p> <p>Sürdürülebilir gıda üretimi sağlanır.</p> <p>Diğer bitkilere göre daha etkin fotosentez yapar.</p> <p>Mikroalg biyokütleri biyoyakıtlara dönüştürülebilir.</p> <p>Mikroalgler kaynakları yeniden kullanılabilir olarak dönüştürür. Böylece kaynak korunumu sağlanır.</p>	<p>Sistemin kurulum ve işletim maliyetinin diğer yenilenebilir sistemlere göre fazladır.</p> <p>Taşıyıcı sisteme ek taşıma yükü getirir.</p> <p>İklim koşullarından etkilenebilme potansiyeli vardır.</p> <p>FBR sisteminin büyük depolama ve işletim sistemlerine ihtiyaç duyar ve mevcut altyapıya uyumsuzluğu olabilir.</p> <p>Gerçek hayatta uygulamaları azdır.</p> <p>Teknolojik ve mekanik sistem gereksinimi vardır.</p>
Fırsatlar	Tehditler
<p>Yeni iş gücü için istihdam yaratır.</p> <p>Bina uygulamalarında; estetik bir manzara yaratarak binanın piyasa değerini artırabilir.</p> <p>Bina ve kent uygulamalarında enerji tasarrufu ve verimliliği için yeni fırsatlar sunabilir.</p> <p>Biyokütleden elde edilen son ürünlerin ekonomik açıdan fırsatlar sunmaktadır.</p>	<p>Sistem hakkında ve mikroalglerin potansiyelleri hakkında yeterli bilgiye sahip olunmamasıdır.</p> <p>Fizibilite çalışmalarının yapılmasında zorluk yaşanmaktadır.</p> <p>Ülkelerin destek politikalarının yetersiz olmaktadır.</p>

Bu çalışmadaki vakaların analizi sonucunda, tüm vakalarda mikroalg sistemlerinin farklı sebeplerle de olsa çevresel bir soruna çözüm getirmeyi amaçladığı tespit edilmiştir. Vakaların karbon nötrlük açısından sunduğu potansiyel yararlarının değerlendirilmesi amacıyla Tablo 2 oluşturulmuştur.

TARTIŞMA

GZFT analizinde de tespit edildiği üzere, mikroalg sistemleri yapılı çevrede hava ve atık politikalarından doğal kaynakların kullanımının yaygınlaşmasına kadar çeşitli döngüsel ekonomik faydalar sunmaktadır (Tablo 1). Bu

sayede, mikroalg sistemlerinin üretim-tüketim odaklı kent planlama yaklaşımı yerine 1990'lı yıllardan başlayan çevre odaklı yaklaşımlardaki gibi ekolojik unsurları barındırdığı, ek olarak sürdürülebilir gelişmeyi desteklediği ve karbon nötr yerleşimlerde bir tasarım elemanı olarak uygulanabilecekleri tespit edilmiştir. Bununla birlikte, bazı zorluklar hala mikroalg gelişimini sınırlamaktadır. Bu zorlukları çözmek için teknolojik kısıtların aşılması ve hükümet politikalarının gelecekte mikroalg üretimini desteklemesi gerekmektedir (Tala-ei, Mahdavinejad ve Azari, 2020: 3), (Öncel, Köse ve Ş. Öncel, 2016: 275).



MTD

www.mtddergisi.com

ULUSLARARASI HAKEMLİ TASARIM VE MİMARLIK DERGİSİ

Ocak / Şubat / Mart / Nisan Yıl: 2022 Sayı: 25 Kış İlkbahar Dönemi

INTERNATIONAL REFEREED JOURNAL OF ARCHITECTURE AND DESIGN

January / February / March / April Year: 2022 Number: 25 Winter Spring Semester

ID:527 K:751

ISSN Print: 2148-8142 Online: 2148-4880

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(Marka Patent No / Trademark)

(2015/04018 – 2015/GE/17595)

Tablo 2. Vaka Çalışmaları- Sağladığı Yararların Değerlendirilmesi

Vaka Çalışmaları	Carbon T.A.P	Culture Urbane	Floating Fields	The Algae Dome	Algo-nomad	Biourban 2.0	Indus	The Biotech. Hut
Sağladığı Yararlar								
Co ₂ Emilimi- O ₂ Üretimi	✓	✓		✓		✓		✓
Hava Kalitesinin İyileştirilmesi		✓		✓	✓	✓		
Besin Üretimi	✓	✓	✓	✓	✓			✓
Biyokütle- Biyoyakıt Üretimi	✓	✓		✓		✓		✓
Enerji Üretimi					✓			✓
Atık Su Arıtımı- Su Sıfırlama			✓				✓	
Kozmetik Hammadde Üretimi		✓			✓			

Alg sistemlerinin yapıları çevrede kullanılmalarının en yaygın nedenlerinden birinin buldukları ortamdaki CO₂'i yakalayarak bir yandan karbon depolarken bir yandan da havaya oksijen salması ve aynı zamanda havayı filtreleyerek hava kalitesinin iyileştirilmesi olduğu görülmüştür (Tablo 2). Daha büyük ölçülerde, CO₂ emiliminin daha yüksek olması beklenmektedir. Aynı zamanda bu faydayı sağlamak için geleneksel çözümlere kıyasla büyük alanlar gerekmemektedir. Örneğin Bi-

oUrban projesinde tek bir modül kurulumu zeminde sadece 1,8 m²'lik yer kaplamasına rağmen, 400 okalıptüs ağacının CO₂ emilimine eş değer bir emilim gerçekleştirmektedir. Hypergiant Industries tarafından geliştirilen Eos biyoreaktörü ise yapay zeka algoritmaları kullanarak, yaklaşık 2 m³'lük bir hacime sahip yapısıyla (90x90x210 cm) 1 dönüm ormanın karbon tutma kapasitesine eşdeğer CO₂ tutmaktadır. Aynı zamanda aynı ayakizi-



MTD

www.mtddergisi.com

ULUSLARARASI HAKEMLİ TASARIM VE MİMARLIK DERGİSİ

Ocak / Şubat / Mart / Nisan Yılı: 2022 Sayı: 25 Kış İlkbahar Dönemi
INTERNATIONAL REFEREED JOURNAL OF ARCHITECTURE AND DESIGN
January / February / March / April Year: 2022 Number: 25 Winter Spring Semester
ID:527 K:751

ISSN Print: 2148-8142 Online: 2148-4880

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(Marka Patent No / Trademark)
(2015/04018 – 2015/GE/17595)

ne sahip ağaçlardan 400 kat daha verimlidir.³² Biyoreaktör, CO₂'yi emmenin yanı sıra hava akışımı, biyolojik yoğunluğu, pH'ı, ışık türünü ve hasat döngülerini de izlemektedir. Havanın kalitesini tamamen izleyebilen ve arındırabilen bir sistemdir.³³ Urban Algae Folly çalışması ise, EXPO Milano 2015'de inşa edilen bir pavyondur ve normalde 25 büyük ağacın sağlayabileceği değerde günde yaklaşık 4 kg CO₂ yakalayıp 2 kg O₂ üretir; bu, 3 yetişkinin hayatta kalmak için ihtiyaç duyduğu oksijen miktarıdır.³⁴ Aynı zamanda sadece CO₂ emilimi değil hava kirliliğine neden olan diğer zararlı gazları da filtreleyecek şekilde tasarlanarak hava kalitesini iyileştirmesi sağlanmıştır. İncelenen örnekler arasında, BIO.Tech projesinin bina içinde uygulanabilecek bir prototip olup, günde 32 ağaca eşdeğer emilim gerçekleştirdiği belirtilmiştir. Bu faydadan yararlanmak amacıyla, incelenen vakaların trafiğin çok yoğun olduğu kentsel alanlarda kurulduğu gözlenmiştir. Bu sayede, özellikle taşıtlardan çıkan kirleticilerin emilmesiyle hava kirliliğine çözüm aranmıştır.³⁵⁻³⁶

32 <https://newatlas.com/environment/algae-fueled-bioreactor-carbon-sequestration/>

33 <https://inhabitat.com/eos-bioreactor-uses-ai-and-algae-to-combat-climate-change/>

34 <https://www.photosynthetica.co.uk/urban-algae-folly-milan>

35 <https://www.designboom.com/technology/biomitech-biourban-robotic-tree-fights-pollution-08-19-2019/>

36 <https://www.designboom.com/technology/the-cloud-collective-culture-urbaine-suburban-viaduct-algae-geneve-villes-et-champs-switzerland-10-31-2014/>

CO₂ emilimi ve O₂ üretiminin yanı sıra sürdürülebilir gıda üretmek amacıyla da algli sistemler fazlaca kullanılmaktadır (Chu, 2012: 24). Mikroalg yetiştiriciliğinde; çatılarda, terk edilmiş endüstriyel binalarda, kamusal alanlarda, rekreasyon alanlarında ve aynı zamanda kapalı alanlarda mikroalg çiftliklerinin kurulabilmesi, geleneksel tarım alanlarıyla rekabet etmeden gıda üretilbildiği için bir avantajdır (Ozkan, Kinney, Katz, Berberoglu 2012: 542), (Brennan and Owende, 2010: 559). Mikroalgler zengin protein, karbonhidrat ve yağ asidi içeriğine sahiptirler. En yaygın yetiştirilen mikroalgler; *Chlorella* ve *Spirulina*'dır. *Chlorella*, yüksek protein ve yağ içeriği nedeniyle kentsel alg sistemlerinde tercih edilmektedir. Algae Dome pavyonunda üretilen *Spirulina* ise, et de dahil olmak üzere diğer tüm gıda kaynaklarından çok daha fazla protein içermektedir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) *Spirulina*'yı dünyadaki en büyük süper gıdalardan biri olarak adlandırmıştır ve NASA *Spirulina*'yı uzay yolculuğu için mükemmel bir kompakt gıda olarak görmektedir. Çünkü, küçük bir miktarı ile çok çeşitli besin maddeleri sağlanabilmektedir (Chacón-Lee ve González-Mariño 2010: 660). Algae Dome projesinde, tasarımcıları pavyonun kurulu kaldığı sürede *Spirulina*'dan üretilen alg cipslerini tanıtarak sürdürülebilir gıdalar hakkında bilgi vermeyi amaçlamışlardır. Üretilen besinlerin sadece insanlar için de-

switzerland-10-31-2014/



MTD

www.mtddergisi.com

ULUSLARARASI HAKEMLİ TASARIM VE MİMARLIK DERGİSİ

Ocak / Şubat / Mart / Nisan Yıl: 2022 Sayı: 25 Kış İlkbahar Dönemi

INTERNATIONAL REFEREED JOURNAL OF ARCHITECTURE AND DESIGN

January / February / March / April Year: 2022 Number: 25 Winter Spring Semester

ID:527 K:751

ISSN Print: 2148-8142 Online: 2148-4880

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(Marka Patent No / Trademark)

(2015/04018 – 2015/GE/17595)

ğil, hayvansal yem ve tarımsal gübre olarak da kullanıldığı görülmektedir. Urban Algae Folly çalışmasında, günde 2 kg et proteini eşdeğerinin üretebildiği gösterilmiştir, bu da 12 yetişkinin beslenmesi için yeterli bir miktardır.³⁷ Floating Fields projesinde alglerin ürettikleri biyokütleden balıkların beslenmesi amacıyla yemler üretilerek döngüsellğe katkıda bulunulmuştur.

Günümüzde yenilenebilir bir enerji kaynağı olan biyoyakıt üretimi için mikroalg potansiyeli, daha yüksek büyüme oranları ve daha yüksek miktarda lipid biriktirme kapasitesi nedeniyle fosil yakıtlara alternatif bir enerji kaynağı oluşturmaktadır (Schlagermann, Gottlicher, Dillschneider, Rosello-Sastre, Posten, 2012: 1). Ekolojik açıdan değerlendirildiğinde, enerji kaynağı olarak biyoyakıtların kullanımı ile fosil yakıtlardan kaynaklanan CO₂ salımları azalmaktadır. Sosyoekonomik olarak değerlendirildiğinde ise fosil yakıt rezervlerine bağlı kalımsızlık, enerji güvenliği artmaktadır. Biyoyakıt üretme potansiyeli, yenilenemeyen kaynaklara olan bağımlılığı azaltabilmekte, ekolojik ve ekonomik faydalar sağlayabilmektedir (Kim ve Patel, 2018: 53). Böylece biyoyakıt üretimiyle döngüsel ekonomiye katkıda bulunmaktadır. Biyokütleden biyogaz eldesinin elektriğe dönüştürülmesi BIO.Tech HUT projesinde

olduğu gibi binalarda ısınma, ısıtma ve aydınlatma konusunda, binaların enerji yükünü azaltmaktadır. Bu pavyonun tasarımcıları üretilen yağ miktarının biyoyakıtla dönüştürülmesi sonucu ortaya çıkan enerjinin ortalama bir İngiliz evine yeteceğini belirtmiştir³⁸. Böylece, fosil yakıtların yerine biyoyakıtların kullanılmasıyla CO₂ salımının azaltılmasına katkıda bulunmaktadır.

INDUS ve Floating Fields projelerinde atık suyun arıtılması ile suyun geri döndürülmesinde hem su kirliliği sorununa çözüm bulunurken, hem de kaynağın korunması ile karbon nötrlüğe katkıda bulunulmuştur. Mikroalg sistemlerinin gıda ve enerji sektörlerinin yanı sıra kozmetik, sağlık sektörü için biyohammadde üretimi gibi konularda da yarar sağladığı görülmüştür. Uygulama çeşitliliği ve kolaylığı göz önüne alındığında, mikroalgler farklı bağlamlarda öncü çözümlerde önemli bir rol oynayabilmektedir. Vaka çalışmaları yapıları çevrede kullanım ölçeklerine göre değerlendirildiğinde; makro ölçekte mikroalg yetiştiriciliği, endüstriyel işletmeler ve büyük kentsel altyapıların çevresel ayak izini ve CO₂ salımını azaltabilir. Yenilikçi parklar için tasarım projesi olan Carbon T.A.P'de gösterildiği gibi, kentsel peyzajın bir parçası olabilir (Proksch, 2012: 14). Mezo ölçekte sokak sanatı enstalasyonları,

37 <https://www.photosynthetica.co.uk/urban-algae-folly-milan>

38 <https://www.worldbuildingsdirectory.com/entries/bio-tech-hut/>



MTD

www.mtddergisi.com

ULUSLARARASI HAKEMLİ TASARIM VE MİMARLIK DERGİSİ

Ocak / Şubat / Mart / Nisan Yılı: 2022 Sayı: 25 Kış İlkbahar Dönemi

INTERNATIONAL REFEREED JOURNAL OF ARCHITECTURE AND DESIGN

January / February / March / April Year: 2022 Number: 25 Winter Spring Semester

ID:527 K:751

ISSN Print: 2148-8142 Online: 2148-4880

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(Marka Patent No / Trademark)

(2015/04018 – 2015/GE/17595)

pavyonlar ve kentsel gölgelikler olarak yenilikçi FBR tasarım ve teknolojileri, kentsel ekoloji ve çevresel sürdürülebilirlik ilkelerinin kaynaşmasıyla kentsel altyapıya entegre edilebilirler. Bu yapılar makro ölçekte biyoyakıt üretebilir, gölge sağlayabilir, aydınlatma ürünü olarak kullanılabilir ve ayrıca fotosentez sonucunda oksijeni serbest bırakarak hava kalitesi iyileştirebilir. Mikro ölçekte ise mikroalg yetiştiriciliği, örneğin yeni cephe teknolojilerinin entegrasyonu yoluyla, bireysel binaların performansını potansiyel olarak artırabilir. Ercoşkun ve Karaaslan (2009: 27), ekoloji ve teknolojinin birbiriyle zıt kavramlar olarak görülmesine karşın, geleceğin doğa ile uyumlu eko kentlerinde ikisinin bir arada bulunduğu yaklaşımların değerlendirilmesi gerektiğini belirtmektedir. Alg sistemleri de bu kapsamda değerlendirilebilir. Mikroalgler kullanılarak tasarlanan ve mimariye entegre bir FBR yardımıyla enerji eldesine ilişkin mimari tasarım örnekleri incelendiğinde, sistemin getirdiği avantajların yanı sıra sistemin uygulama maliyetinin diğer güncel yenilenebilir enerji kaynaklarına göre yüksek olması, taşıyıcı sisteme getirdiği ek taşıma yükü, iklim koşullarından etkilenebilme potansiyeli, FBR sisteminin büyük depolama ve işletim sistemlerine ihtiyaç duyması ve mevcut altyapı uyumsuzluğu gibi sorunlarla karşılaşmaktadır. Culture Urbaine projesinde olduğu gibi alglerin mevcut altyapıya entegre edilmesi, mikroalg kütesinin hasadı için gerekli

mekanik ve kimyasal süreçler için fazladan yer, maliyet ve estetik açıdan önemli problemler doğurmaktadır. Ayrıca, Culture Urbaine örneğinde, kentsel ölçekteki köprüye sistemin entegre edilmesi, mevcut yapıya ek yük getirmektedir. Öztürk Kerestecioğlu ve Pekmezci'nin (2019: 64) çalışmalarında da belirttiği üzere mikroalg cephesinin ağırlığı, hareketli kültürün zamanla çoğalması ile daha da artacak ve rüzgâr, yağmur, kar gibi çevresel etkiler de belirli periyotlarda FBR sisteminin ağırlığının ve dengesinin değişmesine sebep olacaktır. Tokuç, Köktürk ve Savaşır (2019: 63), bu gibi uygulama sorunlarının tasarım aşamasında öngörülerek sistemin kullanım amacı ve elemanları dahil çeşitli değişkenlerin etkilerinin değerlendirilmesini önermektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada, son yıllarda fosil kaynakların tüketilmesi sonucu artan iklim değişikliğinin ve etkilerinin azaltılmasına yönelik karbon nötr yapılı çevreler tasarlanmasında bir eleman olarak mikroalg kullanan sistemlerin yapılı çevreye entegrasyonunun potansiyeli incelenmiştir. Mikroalgli sistemlerin kullanımı aslında çevresel ekosistemleri yapılı çevreye entegre etmek demektir. Böyle bir durum, hem fosil yakıtlara dayanan ve uzun vadede kaynakları yönetemeyen sistemdeki salımların azaltılmasını, hem de küresel ısınmanın etkilerine karşı dirençliliği artırarak krizle



MTD

www.mtddergisi.com

ULUSLARARASI HAKEMLİ TASARIM VE MİMARLIK DERGİSİ

Ocak / Şubat / Mart / Nisan Yıl: 2022 Sayı: 25 Kış İlkbahar Dönemi
INTERNATIONAL REFEREED JOURNAL OF ARCHITECTURE AND DESIGN
January / February / March / April Year: 2022 Number: 25 Winter Spring Semester
ID:527 K:751

ISSN Print: 2148-8142 Online: 2148-4880

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(Marka Patent No / Trademark)
(2015/04018 – 2015/GE/17595)

mücadeleye yardımcı olacaktır. Bu yaklaşım sayesinde hava kalitesinin iyileştirebileceği, su kirliliğinin azaltılabileceği ve biyolojik çeşitliliğin korunabildiği görülmüştür.

Bu çalışmada, bir karbon nötr tasarım elemanı olarak mikroalg sistemlerinin farklı ölçekli döngüsel sistemlere entegrasyonun çevresel ve sosyoekonomik sürdürülebilirliğe katkısı, sekiz vaka çalışmasıyla incelenmiş, karşılaştırılmış ve mikroalglerin yapıları çevrenin gereksinimlerini karşılama potansiyeline sahip oldukları tespit edilmiştir. Ayrıca, bütün bu vakaların ortak hedeflerinin çevresel sürdürülebilirlik, sağlıklı beslenme ve gıda güvenliği ile ilgili ilkelerin daha geniş bir topluma aktarılması, kullanıcı bilgisinin ve bilincinin artırılması olduğu görülmektedir.

Mikroalg sistemlerinin mimariye entegrasyonunun temel amacı, karbon nötr/negatif enerji üretimini çevre kirleticilerinin ekolojik geri dönüşümü ile birleştirerek sürdürülebilir tasarıma yeni bir boyut kazandırmaktadır. İklim nötr bir yapıyı çevre oluşturmak için, fosil kaynaklar yerine yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmalıdır. Biyokütle enerjisi kullanımında üretim ve tüketim sırasında depolanan ve çevreye salınan karbon miktarı dengeli olduğu için karbon nötr olarak kabul edilmektedir. Doğa tabanlı uygulama örneklerinin mimariye dahil edilmesi mevcut tüketim uygulamalarının çevresel etkilerini azaltmanın yanı sıra sürdürülebilirlik açısından ar-

tan kaygı yüzünden bir farkındalık yaratarak çevre bilincinin oluşmasına yardımcı olmaktadır. Bu açıdan umut vadeden bir biyokütle kaynağı olan mikroalgler, biyolojik çeşitliliği teşvik ederek, sera gazı salımlarını en aza indirme, toprak, su ve hava kalitesini iyileştirme ve ekolojik sürdürülebilirlik potansiyeline sahiptir. Ayrıca, istihdam, gıda güvenliği, enerji güvenliği ve kaynak tasarrufu sunarak sosyoekonomik sürdürülebilirliğe hizmet etmektedir. Tüm bu özellikler, alg sistemlerinin kullanımının döngüsel ekonomiye ulaşmaya yardımcı olma potansiyelini işaret etmektedir. Bu gibi yenilikçi teknolojilerin mimari ile bütünleşmesi sayesinde günümüzde dünya çapındaki sorunlara farklı bakış açıları ortaya çıkmakta ve çözüm fırsatı yaratan yeni tasarım elemanları mimari sözlük dağarcığına katılmaktadır. Örneğin, mimarlar da dahil olmak üzere tüm bilim camiasını ilgilendiren Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Gelişme Hedefleri (11. Hedef) kapsamında “kentleri ve yaşam alanlarını kapsayıcı güvenli dirençli ve sürdürülebilir kentlere ulaşmak”³⁹ için alg sistemlerinin mimari uygulamalarından yararlanılabilir. Bir diğer sürdürülebilir gelişme hedefi olan “iklim değişimi ve etkileri ile savaşmak için acil önlem alınması” konusunda da kullanılabilecek kendi renk, doku ve diline sahip bir mimari teknoloji bu çalışmada aktarılmıştır.

³⁹ <https://sdgs.un.org/goals>



MTD

www.mtddergisi.com

ULUSLARARASI HAKEMLİ TASARIM VE MİMARLIK DERGİSİ

Ocak / Şubat / Mart / Nisan Yılı: 2022 Sayı: 25 Kış İlkbahar Dönemi
INTERNATIONAL REFEREED JOURNAL OF ARCHITECTURE AND DESIGN
January / February / March / April Year: 2022 Number: 25 Winter Spring Semester
ID:527 K:751

ISSN Print: 2148-8142 Online: 2148-4880

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(Marka Patent No / Trademark)
(2015/04018 – 2015/GE/17595)

ÖNERİLER

Karbon nötr bir yapılı çevre oluşturmak önemlidir. Bu nedenle, yapılı çevrenin olumsuz çevresel etkilerini azaltmak ve binaların girdi ve çıktılarını en aza indirmek için canlı organizmalar sisteme dahil edilebilir. Ancak bu makalede değerlendirilmiş vakalar benzeri alg uygulamalarının yaygınlaştırılmasında bazı sınırlayıcı faktörlerin de olduğu göstermiştir. En büyük engel, bu sistemlerin varlığı ve yararları hakkında yeterli bilgiye sahip olunmamasıdır. Ayrıca, ilk yatırım aşamasında yüksek maliyet, kentsel altyapıya entegrasyon ve teknolojik gereksinimler gibi problemler göz önünde tutularak tasarlanan örnek projelerdeki gibi akılcı çözümler geliştirmek gerekmektedir. Bu sınırlayıcı faktörler aşıldığı takdirde alg sistemlerinin uygulamaları daha da artacaktır. Bu nedenle, ileriki çalışmalarda sınırlayıcı etkenler ve bu etkenlerin yapılı çevreye etkileri incelenecektir. Ayrıca bu çalışma kapsamında değinilmemekle birlikte bina kabuğunda alg üretimiyle ilgili az sayıda çalışma bulunmaktadır. Gelecek çalışmalarda bina ile bütünleşen mikroalg sistemler de değerlendirilecektir.

KAYNAKÇA

AHMED, F., LI, Y., SCHENK, P.M., (2012).

Algal biorefinery: sustainable production of biofuels and aquaculture feed?. In R. Gordon, J. Seckbach (Ed.), The Scien-

ce of Algal Fuels. Cellular Origin, Life in Extreme Habitats and Astrobiology, Dordrecht: Springer, ss.23-41

AHMAD, M.T., SHARİFF, M., YUSOFF, F.M.D., GOH, Y.M., BANERJEE, S., (2018). Applications of microalga *Chlorella vulgaris* in aquaculture. Reviews in Aquaculture, 1–19. Doi: 10.1111/raq.12320

BARRAGÁN-ESCANDÓN, A., TERRADOS-CEPEDA, J., ZALAMEA-LEÓN, E., (2017). The Role of Renewable Energy in the Promotion of Circular Urban Metabolism. Sustainability, 9 (12), 2341, 1-29

BRENNAN L., OWENDE, P., (2010). Biofuels from microalgae—A review of technologies for production, processing, and extractions of biofuels and co-products. Renewable and Sustainable Energy Reviews 14, 557-577

CHIA, S.R., ONG, H.C., CHEW, K.W., SHOW, P.L., PHANG, S.M., LING, T.C., NAGARAJAN, D., LEE, D.J., CHANG, J.S., (2018). Sustainable approaches for algae utilisation in bioenergy production. Renewable Energy, 838-852

CHACÓN-LEE, T., GONZÁLEZ-MARIÑO, G., (2010). Microalgae for healthy foods—possibilities and challenges. Comp-



MTD

www.mtddergisi.com

ULUSLARARASI HAKEMLİ TASARIM VE MİMARLIK DERGİSİ

Ocak / Şubat / Mart / Nisan Yıl: 2022 Sayı: 25 Kış İlkbahar Dönemi

INTERNATIONAL REFEREED JOURNAL OF ARCHITECTURE AND DESIGN

January / February / March / April Year: 2022 Number: 25 Winter Spring Semester

ID:527 K:751

ISSN Print: 2148-8142 Online: 2148-4880

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(Marka Patent No / Trademark)

(2015/04018 – 2015/GE/17595)

- rehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 9, 655-675
- CHU, W.L., (2012).** Biotechnological applications of microalgae. *IeJSME*, 6 (1), ss.24-s37
- DENİZ, I., KESKİN GUNDOĞDU, T., (2018).** Biomimetic Design for a Bioengineered World. In G. Köktürk, D.Akyol Altun (Ed.), *Interdisciplinary Expansions in Engineering and Design With the Power of Biomimicry*, Rijeka: Intechopen, ss.57–75
- ERCOSKUN, O.Y., KARAASLAN, S., (2009).** Geleceğin Ekolojik ve Teknolojik Kentleri, *Megaron*, 4(1), 27-34
- GROAT, L., WANG, D., (2002).** *Architectural Research Methods*, Canada: Wiley, ss. 1-468
- KIRDOK, O., ALTUN, D., DOKGOZ, D., TOKUC, A., (2019).** Biodesign as an innovative tool to decrease construction induced carbon emissions in the environment. *International Journal of Global Warming*, 19(1-2), 127-144
- KIM, K.H., PATEL S., (2018).** Sustainable Tall Buildings: Microalgae Facades for City's Energy Production, Water Conservation, and Good Air Quality. 125th IAS-TEM International Conference, Se-oul, South Korea, 53–58
- KOKTURK, G., UNAL. A., TOKUC A., (2018).** A New Approach For A Control System of an Innovative Building-Integrated Photo-bioreactor. In I. Dincer, C. O. Colpan, O. Kizilkan (Ed.) *Exergetic, Energetic and Environmental Dimension*, 1st Edition: Academic Press, ss.71–85
- KOZAMAN, S., SENGEZER, B., (2013).** Sosyo-Ekolojik Sistem Yaklaşımı Bağlamında Türkiye'de Çevresel Değişimler ve Sosyo Ekonomik Yapı İlişkisi. *Megaron*, 8(3), 179-189
- MONDAL, M.K., BALSORA, H.K., VARS-HNEY, P., (2012).** Progress and trends in CO₂ capture/separation technologies: A review. *Energy*, 46,(9), 431-41
- ONCEL S.S., KÖSE, A., ŞENYAY ONCEL. D., (2016).** Façade integrated photobioreactors for building energy efficiency. In F. Pacheco-Torgal, E. Rasmussen, C.G. Granqvist, V. Ivanov, A. Kaklauskas, S. Makonin (Ed.), *Start-Up Creation: The Smart Eco-Efficient Built Environment*, 1st Edition: Woodhead Publishing, ss.237–299
- ONCEL S.S., ŞENYAY ONCEL. D., (2020).** Bioactive Façade System Symbiosis as a Key for Eco-Beneficial Building. In I. Dincer, C.O. Colpan, M.A Ezan (Ed.), *Environmentally-Benign Energy Soluti-*



MTD

www.mtddergisi.com

ULUSLARARASI HAKEMLİ TASARIM VE MİMARLIK DERGİSİ

Ocak / Şubat / Mart / Nisan Yılı: 2022 Sayı: 25 Kış İlkbahar Dönemi

INTERNATIONAL REFEREED JOURNAL OF ARCHITECTURE AND DESIGN

January / February / March / April Year: 2022 Number: 25 Winter Spring Semester

ID:527 K:751

ISSN Print: 2148-8142 Online: 2148-4880

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(Marka Patent No / Trademark)

(2015/04018 – 2015/GE/17595)

ons Element, Switzerland AG: Springer
International Publishing, ss.97-122

bioreactor. Bioresource Technology, 542-
548

**OZTURK KERESTECIOGLU, F., PEK-
MEZCI, Y.T., (2019).** Defining The
Problems in Integration of Microalgae
Photobioreactor Systems to Architecture.
International Journal of Engineering Sci-
ence and Application, 3(2), 52–70

**SCHLAGERMAN, P., GOTTLİCHER,
G., DİLLSCHNEİDER, R., ROSEL-
LO-SASTRE, R., POSTEN, C., (2012).**
Composition of Algal Oil and Its Potenti-
al as Biofuel, 2012, 285185, 14

OZTURK KURTASLAN, B., (2014). Kent-
sel yeşil yollar ve sürdürülebilirlik: Bos-
ton Rose Fitzgerald Kennedy Yeşil Yolu
örneği. Uluslararası Hakemli Tasarım ve
Mimarlık Dergisi, 2(1), 86-97

SOUZA, R.C.F., (2008). A Place-Theoretical
Framework for the Development of IT
in Urban Spaces. Doctoral dissertation,
School of Architecture of the University
of Sheffield, 1-194

PERUCCIO, P.P., VRENN, M., (2019).
DESIGN AND MICROALGAE Susta-
inable systems for cities. AGATHÓN –
International Journal of Architecture, Art
and Design, 6, 218-227

ŞERMET, R., ÖZYAVUZ, M., (2017). Ulus-
lararası Yeşil Bina Sertifika Sistemlerinin
Değerlendirilmesi. Uluslararası Hakemli
Tasarım ve Mimarlık Dergisi, 10, 290-
303

PROKSCH, G., (2012). Growing Sustaina-
bility- Integrating Algae Cultivation into
the Built Environment. Edinburgh Archi-
tectural Research Journal, 33, 1-17

**TALAEI, M., MAHDAVİNEJAD, M., AZA-
Rİ, R., (2020).** Thermal and Energy Per-
formance of Algae Bioreactive Façades:
A Review. Journal of Building Engineer-
ing, 28, 1-14

RITTMANN, B.E., (2008). Opportunities for
Renewable Bioenergy Using Microorga-
nisms. Biotechnology and Bioengineer-
ing, 100, 203–12

**TOKUC, A., KOKTURK, G., SAVAŞIR, K.,
(2019).** Alglerle Yeşeren Cepheleer. Mi-
marlık Dergisi, 408, 59-63

**OZKAN, A., KINNEY, K., KATZ, L., BER-
BEROGLU, H., (2012).** Reduction of
water and energy requirement of algae
cultivation using an algae biofilm photo-

WILLIAMS, J., (2019). Circular cities. Ur-
ban Studies, ss.1-17



MTD

www.mtddergisi.com

ULUSLARARASI HAKEMLİ TASARIM VE MİMARLIK DERGİSİ

Ocak / Şubat / Mart / Nisan Yılı: 2022 Sayı: 25 Kış İlkbahar Dönemi

INTERNATIONAL REFEREED JOURNAL OF ARCHITECTURE AND DESIGN

January / February / March / April Year: 2022 Number: 25 Winter Spring Semester

ID:527 K:751

ISSN Print: 2148-8142 Online: 2148-4880

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(Marka Patent No / Trademark)

(2015/04018 – 2015/GE/17595)

YAZAR NOTU: Şekiller aksi belirtilmediği sürece yazar tarafından oluşturulmuştur.

İNTERNET KAYNAKLARI

<https://www.undp.org/content/undp/en/home/librarypage/climate-and-disaster-resilience/circular-economy-strategies-for-lao-pdr.html> (E.T. 28.04.2020)

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/our-work/activities/circular-economy-in-cities> (E.T.28.05.2020)

https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Cities-in-the-CE_An-Initial-Exploration.pdf (E.T.: 13.08.2020)

<https://scenariojournal.com/strategy/carbon-tap/> (E.T. 13.03.2020)

<https://www.porturbanism.com/work/carbon-t-a-p/> (E.T. 13.03.2020)

<http://wpa2.aud.ucla.edu/info/index.php?/theprojects/winners/> (E.T. 13.03.2020)

<https://www.smartgreenpost.com/2019/08/30/biourban-from-mexico-the-artificial-tree-that-fights-pollution/> (E.T. 20.08.2020)

<http://www.arch.cuhk.edu.hk/research/research-projects/floating-fields-prof-thomas-chung/> (E.T. 27.03.2020).

<https://www.futurarc.com/project/floating-fields/> (E.T. 27.03.2020)

<https://www.archdaily.com/783314/floating-fields-wins-shenzhen-uabb-award-and-is-set-to-continue-through-2016> (E.T. 23.07.2020)

<https://inhabitat.com/abandoned-factory-in-china-becomes-a-giant-floating-field-of-fish-and-algae/> (E.T. 28.03.2020)

<https://urbannext.net/culture-urbaine/> (E.T. 24.08.2020)

<https://space10.com/project/algae-dome/> (E.T. 24.08.2020)

<https://design-milk.com/space10s-algae-dome-can-potentially-solve-worlds-biggest-problems/> (E.T. 24.08.2020)

<https://www.designboom.com/design/space10-algae-dome-chart-art-fair-copenhagen-09-05-2017/> (E.T. 24.08.2020)

https://issuu.com/fauzanwassil/docs/synthesis_final_version_-_fauzan_wa (E.T. 10.04.2020)

https://www.pole-valorial.fr/success_stories/article-symbio2-algonomad/?cn-reloaded=1 (E.T. 10.04.2020)

<https://www.photosynthetica.co.uk/copy-of-application-interior-1> (E.T. 22.08.2020)



MTD

www.mtddergisi.com

ULUSLARARASI HAKEMLİ TASARIM VE MİMARLIK DERGİSİ

Ocak / Şubat / Mart / Nisan Yılı: 2022 Sayı: 25 Kış İlkbahar Dönemi

INTERNATIONAL REFEREED JOURNAL OF ARCHITECTURE AND DESIGN

January / February / March / April Year: 2022 Number: 25 Winter Spring Semester

ID:527 K:751

ISSN Print: 2148-8142 Online: 2148-4880

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(Marka Patent No / Trademark)

(2015/04018 – 2015/GE/17595)

- <https://www.azuremagazine.com/article/ecologicstudio-bio-tech-hut/> (E.T. 02.07.2020)
- https://www.domusweb.it/en/news/2017/07/05/bio_tech_hut.html (E.T. 22.08.2020)
- <https://www.megliopossibile.it/green-architecture/8303-rss-algae-producing-architecture-a-future-energy-highlight-at-astana-expo-2017-58> (E.T. 24.08.2020)
- <http://ecologicstudio.com/v2/project.php?idcat=3&idsubcat=71&idproj=162> (E.T. 23.08.2020)
- <https://www.dezeen.com/2019/09/21/bio-id-lab-indus-algae-tiles-water/> (E.T. 24.03.2020)
- <https://www.yankodesign.com/2019/10/17/these-toxin-absorbing-algae-coated-tiles-could-be-the-next-big-eco-friendly-trend/> (E.T. 22.08.2020)
- <https://designwanted.com/architecture/indus-algae-tiles/> (E.T. 22.08.2020)
- <https://www.inceptivemind.com/indus-algae-wall-cost-effectively-purify-polluted-water/9781/> (E.T. 25.03.2020)
- <https://www.materialsource.co.uk/the-indus-project-tile-based-bioremediation/> (E.T. 22.08.2020)
- <https://newatlas.com/environment/algae-fueled-bioreactor-carbon-sequestration/> (E.T. 26.04.2021)
- <https://inhabitat.com/eos-bioreactor-uses-ai-and-algae-to-combat-climate-change/> (E.T. 26.04.2021)
- <https://www.photosynthetica.co.uk/urban-algae-folly-milan> (E.T. 25.04.2021)
- <https://www.designboom.com/technology/biomitech-biourban-robotic-tree-fights-pollution-08-19-2019/> (E.T. 25.04.2021)
- <https://www.designboom.com/technology/the-cloud-collective-culture-urbaine-suburban-viaduct-algae-geneve-villes-et-champs-switzerland-10-31-2014/> (E.T. 16.05.2020)
- <https://www.worldbuildingsdirectory.com/entries/bio-tech-hut/> (E.T. 26.04.2021)
- <https://sdgs.un.org/goals> (E.T. 19.10.2021)



MTD

www.mtddergisi.com

ULUSLARARASI HAKEMLİ TASARIM VE MİMARLIK DERGİSİ

Ocak / Şubat / Mart / Nisan Yılı: 2022 Sayı: 25 Kış İlkbahar Dönemi

INTERNATIONAL REFEREED JOURNAL OF ARCHITECTURE AND DESIGN

January / February / March / April Year: 2022 Number: 25 Winter Spring Semester

ID:527 K:751

ISSN Print: 2148-8142 Online: 2148-4880

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(Marka Patent No / Trademark)

(2015/04018 – 2015/GE/17595)

EXTENDED ABSTRACT

Introduction: Since the Industrial Revolution, energy consumption and use of fossil resources have increased with technological developments and rapid growth in cities. In addition, CO₂ emissions from anthropogenic activities have increased significantly, causing environmental problems to increase by adversely affecting the environment. In this context, cities can offer great opportunities by scaling the distribution of relevant technologies, services and infrastructure to balance environmental impacts and struggle with climate change (Williams, 2019: p.). Carbon neutral settlements can only be achieved by applying the right strategies in designing the built environment against climate change. Despite global energy problems, scientists continue to search for renewable energy sources, new alternatives, energy efficient designs and technologies. There are many approaches that are used such as sustainable, resource efficient, low carbon, circular, smart to create healthy built environments. One of these, the concept of biodesign, is becoming more and more popular and uses living organisms in nature as part of the process. Microalgae, an element of the biodesign approach, is one of the most attractive bio-based elements that can be utilized in carbon neutral settlement, with some unique features. Although various microalgae applications in the built environment have been evaluated from different perspectives in the literature, there is a lack of studies directly related to its use for carbon neutrality targets worldwide. In this direction, the original aspect of this study is reveal and discuss the possible environmental and socioeconomic benefits of microalgae applications in urban areas. **Aim:** In this study, the possible uses of microalgae in the urban texture and for designing carbon neutral settlements are examined. This article aims to determine and evaluate the contribution of integrating circular systems with microalgae into the urban fabric in different scales for the design of carbon-neutral settlements. **Method:** In the study, various types of architectural designs, such as installations involving microalgae application at different scales in urban areas, architectural and infrastructure integrations are considered. An examination of the literature showed 19 designs (Figure 1) through the world. Eight applications were selected for the case studies, in which different scale, function and environmental effects could be observed. The application areas of selected cases, potentials of microalgae use and the intended use of the projects were examined. Thus, possible contributions to environmental and socioeconomic sustainability and to a carbon-neutral environment by using microalgae systems are evaluated. In addition, a SWOT analysis is performed to understand the advantages and disadvantages of microalgae production within the framework of carbon-neutral and sustainable deve-



MTD

www.mtddergisi.com

ULUSLARARASI HAKEMLİ TASARIM VE MİMARLIK DERGİSİ

Ocak / Şubat / Mart / Nisan Yılı: 2022 Sayı: 25 Kış İlkbahar Dönemi

INTERNATIONAL REFEREED JOURNAL OF ARCHITECTURE AND DESIGN

January / February / March / April Year: 2022 Number: 25 Winter Spring Semester

ID:527 K:751

ISSN Print: 2148-8142 Online: 2148-4880

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(Marka Patent No / Trademark)

(2015/04018 – 2015/GE/17595)

lopment. **Findings and Results:** The results show that in all cases, microalgae systems are utilized with the aim of solving an environmental problem, albeit the problems differ. It has been determined that microalgae systems contain ecological elements like environment-oriented urban planning approaches instead of production-consumption oriented approaches. Besides, such applications support sustainable development and can be applied as a design element in carbon neutral settlements. It has been observed that one of the most common reasons for using algae systems in the built environment is that they can both store carbon and release oxygen to the air by capturing CO₂ during the growth of microalgae. Moreover, they can improve air quality by filtering the air. When the case studies are examined, although higher CO₂ absorption is expected in larger scales, it has been found that sufficient benefits can be reached even in small scale studies, without the need for large areas. For example, in the BioUrban project, a single module installation takes up only 1.8 m² of space on the ground but it the amount of CO₂ it captures is equivalent to the CO₂ absorption of 400 eucalyptus trees. Another example is that although the BIO.Tech project is a prototype that can be applied inside a building, it has been reported to absorb the equivalent of 32 trees per day. It is observed that such cases are mostly established in urban areas with the highest traffic to take advantage of this benefit. Another area where algae systems are used extensively is sustainable food production. In such cases microalgae farms can be established on roofs, abandoned industrial buildings, public spaces, recreation areas or indoors. This has highlighted that food can be produced without competing with traditional agricultural lands. Microalgae can be preferred in urban food systems because they have rich protein, carbohydrate and fatty acid content and some microalgae types even have more protein content than meat of equivalent weight. The food produced is used not only for humans but also as animal feed and agricultural fertilizers. In the Floating Fields project, fish is fed by the microalgal biomass which contributed to the circularity of the system. Converting biomass to biofuel provides ecological and socioeconomic benefits. From an ecological perspective, biofuels cause zero CO₂ emissions, and from a socioeconomic point of view, biofuels increase energy security without being dependent on fossil fuel reserves. In addition, biofuel production contributes to a circular economy. Converting biomass to electricity reduces the energy load of buildings in terms of heating, cooling and lighting, as in the BIO.Tech HUT project. The INDUS and Floating Fields projects both proposed a solution to the problem of water pollution by the treatment of wastewater and the recycling of water, while decreasing carbon emissions by conserving the resource. It has been observed that microalgae systems provide benefits for the food and energy sectors, as well as cosmetics, bio-raw material produc-



MTD

www.mtddergisi.com

ULUSLARARASI HAKEMLİ TASARIM VE MİMARLIK DERGİSİ

Ocak / Şubat / Mart / Nisan Yılı: 2022 Sayı: 25 Kış İlkbahar Dönemi

INTERNATIONAL REFEREED JOURNAL OF ARCHITECTURE AND DESIGN

January / February / March / April Year: 2022 Number: 25 Winter Spring Semester

ID:527 K:751

ISSN Print: 2148-8142 Online: 2148-4880

(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)

(Marka Patent No / Trademark)

(2015/04018 – 2015/GE/17595)

tion for the health sector. Given the variety and ease of application, microalgae can play an important role in pioneering solutions in different contexts. The SWOT analysis and the case studies show that there are some limiting factors in the common application of the system besides its advantages. These include the high cost of implementation compared to commonly utilized renewable energy sources, the additional load on the structural system, the potential to be affected by climatic conditions, the need for large storage and operating areas, and compatibility with the existing infrastructure. To solve these challenges, technological and socio-economic constraints must be overcome in the future. **Conclusion:** This study concluded that the utilization of microalgae systems as an architectural element have the potential to meet the needs of the built environment for a carbon neutral design. Microalgae systems can help to fight the global crisis by both reducing emissions from the system and managing natural resources, and by increasing resilience to the effects of global warming in the long term. This approach can improve air, water and soil quality and biodiversity, thus contribute to ecological sustainability. Moreover, it serves socioeconomic sustainability by providing employment, food security, energy security and resource savings. All these features point to the potential of using algae systems to help reach carbon neutral cities. Thus, this innovative element with its own color, texture and visual language deserves its own place in the architectural lexicon. It was mentioned above that there are some limiting factors in the popularization of algae applications. The biggest obstacle is the lack of sufficient information about the existence and benefits of these systems. However, due to the low number of projects implemented, feasibility studies cannot be carried out. If these limiting factors are overcome and government policies support microalgae production, the applications of algae systems will increase