

## Sanatsal Bir Bakış Açısı ile Yapay Resifler

İlhan Kaya<sup>1</sup> • Muhammet Hanifi Zengin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Atatürk University, Faculty of Fine Art, Department of Sculpture, Erzurum, Türkiye, ilhankaya888@gmail.com

<sup>2</sup> Kafkas University, Kazım Karabekir Technical Sciences Vocational School, Department of Architecture and Urban Planning, Architectural Restoration Program, Kars, Türkiye, muhammethanzengin@hotmail.com

✉ Corresponding Author: ilhankaya888@gmail.com

Please cite this paper as follows:

Kaya, İ., & Zengin, M. H. (2025). Sanatsal Bir Bakış Açısı ile Yapay Resifler. *Acta Natura et Scientia*, 6(1), 20-31.  
<https://doi.org/10.61326/actanatsci.v6i1.323>

### MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi

Geliş: 17.12.2024

Düzeltilme: 24.03.2025

Kabul: 25.03.2025

Çevrimiçi Yayınlanma: 28.03.2025

Anahtar Kelimeler:

Yapay resif

Sanat

Heykel

Su altı müzesi

Dalış turizmi

### Ö Z E T

Yapay resifler, deniz ekosistemlerini restore etmek, biyoçeşitliliği artırmak ve sürdürülebilir bir çevre oluşturmak için geliştirilen yenilikçi ve insanoğlunun son yüzyılda bulduğu en önemli buluştur. Yapay resiflerin su ortamında yaşayan türlerin devamlılığı, sürdürülebilir balıkçılık faaliyetleri ve çevresel etkilerinin yanı sıra açıkça gözlemlenebilen sosyo-ekonomik faydaları vardır. Yapay resif oluşturulurken kullanılacak malzemenin, dayanıklılığının uzun süreli olması, toksik maddeler bulundurmaması ve ekonomik olması gibi bir takım özel standartları olmasının yanında yenilikçi ve farklı bakış açıları ile geliştirilmiş olması ekosisteme katkı sağlayabileceği gibi insan hayatına da dokunabilecektir. Bu bağlamda nötr pH sağlayan beton türleri ve geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanımı, projelerin çevresel etkisini azaltabileceği gibi disiplinler arası iş birliğine dayalı yapay resif projeleri, sanatın insan ve doğa arasındaki ilişkiyi güçlendirme potansiyelini daha da artıracaktır. Böylece hem ekosistemlerin korunmasına hem de insanları çevresel sürdürülebilirliğe teşvik eden bir bilinç yaratmaya hizmet edebilecektir. Ayrıca yapay resiflerin sanatsal, ekolojik ve toplumsal faydalarının bir araya getirildiği projeler, gelecekte çevresel koruma ve kültürel üretim arasında daha güçlü bağlar kurulması için ilham kaynağı olacaktır.

## Artificial Reefs from an Artistic Perspective

### ARTICLE INFO

#### Article History

Article History

Received: 17.12.2024

Revised: 24.03.2025

Accepted: 25.03.2025

Available online: 28.03.2025

#### Keywords:

Artificial reef

Art

Sculpture

Underwater museum

Diving tourism

### A B S T R A C T

Artificial reefs are the most innovative and important invention of mankind in the last century, developed to restore marine ecosystems, increase biodiversity, and create a sustainable environment. Artificial reefs have observable socio-economic benefits in addition to the continuity of species living in the aquatic environment, sustainable fishing activities, and environmental effects. In addition to the special standards of the material to be used when creating an artificial reef, such as long-term durability, not containing toxic substances, and being economical, being developed with innovative and different perspectives can contribute to the ecosystem and touch human life. In this context, using concrete types that provide neutral pH and recyclable materials can reduce the environmental impact of projects, and artificial reef projects based on interdisciplinary collaboration will further increase the potential of art to strengthen the relationship between humans and nature. Thus, it can serve both the protection of ecosystems and the creation of a consciousness that encourages people towards environmental sustainability. In addition, projects that bring together the artistic, ecological, and social benefits of artificial reefs will inspire the establishment of stronger ties between environmental protection and cultural production in the future.

### GİRİŞ

Günümüzde küresel ısınma, nüfus artışı, çevresel faktörler ve av baskısı su habitatındaki doğal yaşamı olumsuz yönde etkilemektedir. Su canlılarının ekosistemlerindeki varlıklarını muhafaza edebilmek ve türlerin devamlılığını sağlayabilmek için 21. yüzyılda insanoğlunun geliştirdiği en önemli buluş olarak yapay resifler karşımıza çıkmaktadır. Yapay resifler, deniz ekosistemlerini restore etmek, biyoçeşitliliği artırmak ve sürdürülebilir bir çevre oluşturmak için geliştirilen yenilikçi projelerdir. Ayrıca yapay resiflerin su ortamında yaşayan türlerin devamlılığı, sürdürülebilir balıkçılık faaliyetleri ve çevresel etkilerinin yanı sıra açıkça gözlemlenebilen sosyo-ekonomik faydaları vardır. Balık stoklarının yasa dışı balıkçılık faaliyetlerinden korunmasına, eğitim ve eğlence fırsatlarının yanı sıra ticari amaçlı çeşitli kabuklu deniz ürünleri türlerinin yetiştirilmesinde ek alt tabaka sağlarlar. Yapay resiflerin balık türlerinin üretkenliğini gerçekten arttırıp arttırmadığı konusunda ihtilaflar olmasının yanı sıra Kuzey-Doğu Atlantik Deniz Çevresinin Korunması Sözleşmesi (OSPAR) komisyonuna göre

yapay resifler; sadece balıkların belirli bölgelerde yoğun habitat oluşturmasını sağlamakta ve hatta yakalanmalarını kolaylaştırmaktadır. Benzer bir yaklaşımla su ortamında ova halinde olan kumlu alana resif yerleştirmenin biyolojik çeşitliliği arttırdığı iddiası da konunun bazı uzmanları tarafından desteklenmemektedir. Kumlu bir alt katman ile ilişkili biyolojik çeşitliliğin kayalık bir resifle değiştirilmesi ve kumlu dip türleri için önemli olan bu alanın aslında olumsuz etkisi olabileceği ihtimali her zaman mevcuttur. Bunun en bariz örneklerini kum şırlanı (*Donax trunculus*) ve akivades (*Ruditapes decussatus*) gibi kabuklu türlerinin yanı sıra kalkan (*Scophthalmus maximus*), dil (*Solea solea*) ve pisi (*Platichthys flesus*) gibi yassı balıkların yaşam alanlarının ortadan kaldırılması olarak değerlendirilebilir. Ayrıca resiflerin kurulumu aşamasında yapılan hatalarında doğrudan olumsuz etkileri olabilmektedir. Resiflerin yeterince sağlam olmadığı durumlarda parçalanabilir olmalarının yaşam ortamı yaratmak yerine denizde çöp olarak kirlilik sorununu artırma riski mevcuttur. Yapay resiflerin olası olumsuz etkileri planlama ve uygulama aşamasında yapılacak doğru işlemlerle asgari düzeye indirilebilir (OSPAR, 1999). Öncelikli

olarak habitatı yeniden canlandırmayı ve/veya korumayı amaçlayan yapay resifler, daha önce bozulmuş veya kaybolan habitatlarla ilişkilendirilen işlevlerin yerine geçmek üzere kurulmalıdır. Restorasyon amacı güden yapay resif uygulamalarında en uygun seçim doğal resiflerin taklit edilmesi olacaktır. Habitat desteklemesi ve genişletmesi çalışmaları genellikle sağlıklı ve doğal habitatlara sahip alanlarda yapılır. Yapay resifin amacı; işlevleri ne olursa olsun habitatları desteklemek ve en fazla balığa ev sahipliği yapan habitatlar oluşturmaksa, popülasyon kompozisyonundan bağımsız olarak en yüksek popülasyon yoğunluğuna ve biyokütleyle sahip yapılar uygun seçim olacaktır. Bununla birlikte habitat desteklemesi ve genişletmesinin amacı, mevcut ortamın işlevini taklit eden habitatlar kurarak mevcut ortamları desteklemek için restorasyonda kullanılanlara benzer diğer yapılar da dikkate alınmalıdır (Lemoine vd., 2019). Bu süreçte sanat, çevresel koruma ve toplumsal farkındalık yaratma için güçlü bir mekanizma olarak karşımıza çıkmaktadır. Başta heykel sanatçıları olmak üzere konuya duyarlı sanatçılar; bilim insanları, mühendisler ve çevre uzmanlarıyla iş birliği yaparak, yapay resiflerin estetik ve ekolojik işlevlerini optimize eden yaratıcı çözümler sunabilirler. Disiplinler arası iş birliğiyle ortaya çıkacak bu projeler, yapay resiflerin tasarım, uygulama ve kullanım süreçlerini dönüştürüp, çevre bilincini ve yaygın etkisini artırabilirler. Su altı sanat müzeleri ve yapay resif projelerinde kullanılan estetik ve işlevsellik odaklı tasarımlar dalış turizmi için yeni bölgeler oluşturmaktadır. Bu müzeler mercan resifleri ve deniz ekosistemleri için hayati habitat alanlarını geliştirme amaçlı çalışmalar olarak önemlidir. Bu gerekçelerle, bu çalışmanın amacı; yapay resiflerin sanatsal yapılarla birleştirilerek yapılmış olanlar ile mukayeseli bir şekilde yapılacak olan resiflere farklı bir bakış açısı getirerek katkı sağlamaktır.

## YAPAY RESİF AMAÇLI YAYGIN OLARAK KULLANILAN MATERYALLER

Yapay resifler, doğal resiflerin tahrip olduğu bölgelerde ekosistemleri desteklemek, biyoçeşitliliği artırmak, balıkçılığı geliştirmek ve dalış turizmini

teşvik etmek gibi çeşitli amaçlarla kullanılan insan yapımı yapılardır. Avrupa Yapay Resif Araştırma Ağı (EARRN) yapay resifleri “deniz tabanı üzerine kasıtlı olarak yerleştirilmiş doğal bir resifin bazı özelliklerini taklit eden batık bir yapıdır” şeklinde tanımlamaktadır (Baine, 2001). Kıyı bölgelerinde kullanımların yanı sıra, balıkçılık verimi, üretimi ve yönetimi, rekreasyonel dalış ve trol avcılığının önlenmesi gibi amaçları vardır. En çok tercih edilen yapay resif malzemelerinin başında; küpler, bloklar ve borular dahil olmak üzere beton muhteva eden materyaller gelmektedir. Beton aynı zamanda gemiler, taş ocağı kayası, lastikler ve plastik gibi diğer resif malzemeleriyle birlikte de kullanılmaktadır. Doğal taş ve kaya bir sonraki tercih edilen malzemedir (Baine, 2001). Birçok ülke, balıkçılık kaynaklarının korunması, deniz ekolojisinin iyileştirilmesi, biyoçeşitliliğin geliştirilmesi için yapılan resif inşasını kamu refahı açısından da ele almaktadır. Geçmişte, yapay resifler oluşturmak için menfez boruları, beton kazıklar, arabalar, batık gemileri ve lastikler dahil olmak üzere birçok farklı nesne kullanılmıştır. Yapay resifler, genellikle çevresel restorasyon, deniz canlılarına yaşam alanı sağlama ve deniz ekosistemlerinin korunması amacıyla inşa edilmesine rağmen doğal malzemeler yerine yapay veya sentetik malzemeler kullanıldığında çeşitli olumsuzluklar ortaya çıkabilir. Bu sorunlar, malzemenin çevresel uyumluluğu, toksisite potansiyeli ve ekosistemle etkileşimi gibi faktörlere bağlıdır. Deniz ekosistemine uygun olmayan malzemelerle yapılan resiflerin potansiyel olumsuzlukları hem ekosistem hem de toplum için önemli riskler taşımaktadır. Bu tür malzemeler, çevresel sürdürülebilirliği sağlama amacını zayıflatabilir ve deniz ekosistemlerine zarar verebilir. Yapay malzemelerin seçimi yapılırken çevresel etkiler ve ekosistemle uyum dikkate alınmalı ve çevre dostu alternatifler tercih edilmelidir. Dalış turizmini desteklemek amacıyla, özellikle mercanların bulunmadığı veya yeterli olmadığı, deniz suyunun temiz ve berrak olmadığı alanlarda yapay resifler oluşturulmaktadır. Ancak bu girişimlerin bazıları olumsuz sonuçlara yol açabilmektedir. Örneğin, plastik gibi geri dönüştürülmesi zor atıkların denize rastgele bırakılması, çevresel zararların en sık karşılaşılan örneklerindedir. 1970’lerde Amerika

Florida’ da sonucu bir felaket olacak binlerce otomobil lastiklerinin okyanusa atılması gibi çok kötü örneklerde yaşanmıştır (Şekil 1).



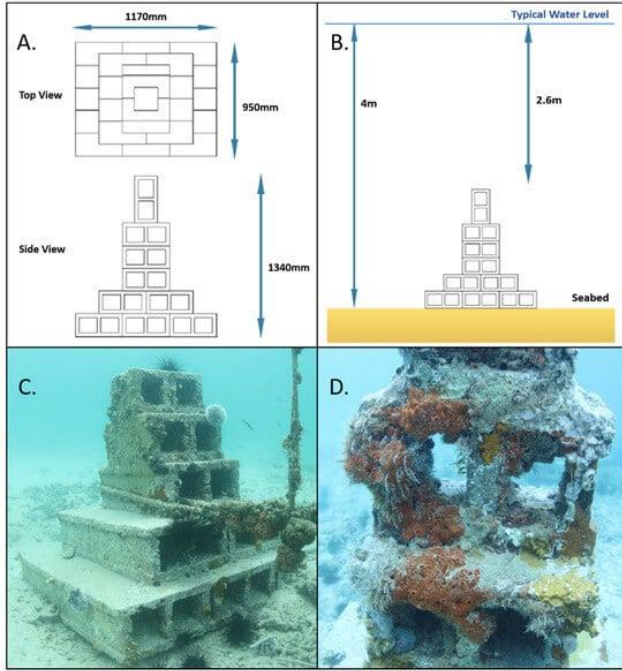
**Figure 1.** Car tires were dumped on the ocean floor in Florida to create an artificial reef in 1972 (Anonim, 2024a)

**Şekil 1.** 1972’de Florida’da yapay resif oluşturma amaçlı okyanus tabanına otomobil lastiklerinin atılması (Anonim, 2024a)

Dalış turizmi ve cazip su altı noktaları oluşturmak amacıyla eski gemi ve benzeri taşıtların batırılması da yaygın bir uygulamadır. Her ne kadar bu tür yapay resifler bazen çevresel sorunlara neden olsa da olumlu sonuçların elde edildiği örnekler de bulunmaktadır. Zamanla mercan türlerinin geliştiği ve doğal bir resif görünümüne kavuşan bu yapılar, çevresel restorasyon ve biyolojik çeşitliliğin artışı açısından başarılı bir model haline gelebilmektedir. Bu durum, yapay resiflerin tasarım ve uygulama süreçlerinde dikkatli planlama ve çevreye duyarlı malzemelerin kullanımının önemini vurgulamaktadır (Becer & Toslak, 2018). Son yıllarda, Güney Kore, Japonya ve Amerika Birleşik Devletleri gibi kıyı ülkeleri, kıyı şeridi koruması, liman istikrarı, yenilenebilir enerji kullanımı ve rekreasyon için yapay resifleri açık deniz yapılarıyla birleştirmeye başlamıştır. Bu yapıların gelecekte daha verimli kullanılması için ve birden fazla işleve sahip resiflerin geliştirilmesi için çalışmalar yapılmaktadır. Deniz tabanına oturtulan yapay resifleri kıyı ülkeleri deniz çiftliği projelerini geliştirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Pan vd., 2022). Güney Kaliforniya kıyılarındaki yapay resif oluşturmada prefabrik beton barınaklar, araba gövdeleri ve tramvaylar kullanılmıştır. Kaliforniya Balık ve Av Hayvanları Departmanı aktif olarak 1958’den bu yana kayadan resifler inşa etmektedir.

Kayadan inşa edilen resifler beton barınaklar ile karşılaştırıldığında ikinci sırada olmasına rağmen doğal olması nedeni ile tercih edilen önemli resif malzemesidir. Kayanın daha iyi bir malzeme olarak görülmesinin nedenleri maliyet, kullanım kolaylığı ve özellikle balıklar için cezbedici olmasıdır. Mevcut uygulamalar karşılaştırmalı olarak değerlendirildiğinde diğer resif malzemelerine nazaran kayalardan oluşturulan resifler çevresinde daha az aşınma ve çökme oluşumundan dolayı avantajlıdır. Kaliforniya’da taş ocağı kayalarından inşa edilen yapay kaya resifleri ile doğal kaya resifleri ve yosun ormanları arasındaki balık yoğunluklarının karşılaştırıldığı çalışmalarda, balık popülasyonlarının yoğunluğunun yapay kaya resiflerinde önemli ölçüde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle Güney Florida’daki yapılan uygulamalarda yapay resif gelişimi için taş ocağından çıkarılan kireçtaşı kullanılmaya başlanmıştır (Bell vd., 1997). Güney Florida’ya yakın bir bölge olan Grenada adası için yapay resif fidanlığı geliştirmeye yönelik ilk girişimlerde kullanılan çimento blok yapılı piramit yapay resif tasarımı, dış ve iç yüzey alanı arasında denge kurarken, mercan algleri ve mercan larvaları için ideal bir tutunma yüzeyi sağlamıştır (Şekil 2). Yüksek iç-dış yüzey alanının dengeli bir organizma alımı sağladığını ve istiflenmiş kayalarla değişen yüksekliğin balık popülasyonunu artırdığı görülmüştür. Kullanılan çimento blokları gibi iç yapının karmaşıklığı ve boyutundaki çeşitlilik, balıklarda ontogenik habitat değişimlerine izin vermektedir. Karayipler’de yapılan yapay resif çalışmalarının birçoğunda ise moloz kaya, çimento topları veya batık gemiler kullanılmış, ancak hiçbirinde istiflenmiş ve teraslanmış bir çimento piramidi tasarımı kullanılmamıştır (LeFebvre vd., 2024). Yaptığımız değerlendirmelerde beton modüllerin habitat restorasyonu için daha uygun yapılar olduğu görülmüştür. Ayrıca belirli yapı türleri yerine farklı yapıların bir karışımının kullanılmasının, aynı anda habitat restorasyonu ve habitat geliştirilmesi hedeflerine ulaşmada faydalar sağlaması da değerlendirilmesi gereken ihtimaller arasındadır. Şöyle ki Lemoine vd. (2019) yaptıkları çalışmalarda farklı yapı dizileri veya oluşumlarının özellikle balık popülasyonlarının ve tür çeşitliliğinin

değerlendirilmesinde belirli yerler için daha uygun olabileceğini bildirmişlerdir. Yapay resif çalışmalarının olumlu sonuçları farklı malzemelerden ve/veya türlerde resif inşa edilmesi yönündeki eğilimleri de hızla artmıştır. Bu esnada ise ilave faktörler olarak yapay resiflerin inşasında boyut, dayanım süresi ve yapısal özellikler önem kazanmıştır. Bunun yanında yapay resiflerin güvenlik, ekonomik, işlevsellik gibi özellikleri ile de uygun şekilde olmalıdır.



**Figure 2.** "Pyramid" artificial reef design. (A) Schematic of pyramid reefs (Cement block dimensions: 30.5 × 20.3 × 20.3 cm), (B) Depth location of pyramids. (C) Sample pyramid recently deployed (less than 6 months). (D) Pyramid with observed habitat formation (LeFebre et al., 2024)

**Şekil 2.** "Piramit" yapay resif tasarımı. (A) Piramit resiflerinin şeması (Çimento blok boyutları: 30,5 × 20,3 × 20,3 cm), (B) Piramitlerin derinlik yerleşimi. (C) Yakın zamanda yerleştirilmiş (6 aydan az) örnek piramit. (D) Habitat oluşumu gözlenen piramit (LeFebre vd., 2024)

Japonya yapay resif üretiminde resif oluşturulacak malzemenin, dayanıklılığının uzun süreli olması, toksik maddeler bulundurmaması ve ekonomik olması gibi bir takım belli standartlar getirmiştir. "Resif bloğu" adı verilen resif birimlerinde daha çok çimento ve agrega karışımından donatı olarak çeliğin kullanıldığı çeşitli tipteki kalıplara dökülerek yapay resifler üretilmektedir (Düzbastılar & Lök, 2004).

Yapay resifler konusunda yapılan çalışmalar, yapay resiflerdeki organizma popülasyonlarının doğal resiflerdekilere benzer olup olmadığını değerlendirmiş olsa da çok azı, resiflerin hangi habitat özelliklerinin yapay ve doğal resiflerdeki deniz organizmalarının topluluklarında benzerliklere veya farklılıklara neden olduğunu nicel olarak araştırmıştır. Bu çalışmalarda balık popülasyonlarının yapay resiflerde doğal resiflere göre daha yoğun olma eğiliminde olduğu belirtilmektedir, ancak bunun neden meydana geldiği açık değildir, çünkü bu farklılığa neden olabilecek birlikte değişen birkaç faktör bulunmaktadır. Genel bir değerlendirme ile yapay ve doğal resifler arasındaki bu balık yoğunluğu farkını açıklayabilecek potansiyel olarak önemli habitat farklılıkları arasında, resifin inşasında kullanılan malzemeler kayalar, beton, batık tekneler, vb. alt tabaka karmaşıklığı, dikey rölyef, boyut ve mekânsal yapılandırma yer almaktadır. Örneğin beton bloklardan inşa edilen resiflerin, doğal resiflere veya beton borulardan ya da kullanılmış lastiklerden inşa edilen yapay resiflere kıyasla daha fazla tür çeşitliliğini ve balık popülasyonunu desteklediği görülmektedir. Yapay resiflerdeki daha yüksek balık yoğunlukları genellikle doğal habitatlara kıyasla daha fazla habitat karmaşıklığına atfedilmektedir ve habitat karmaşıklığının küçük yapay resiflerdeki balık popülasyonlarını etkilediği varsayımı için sağlam bir temel vardır. Ancak, yapay resifler doğal resiflerden ek şekillerde farklılık gösterir. Genellikle daha küçük oldukları için yapay resifler doğal resiflerle karşılaştırıldığında resif çevresinin resif yüzey alanına oranı daha yüksektir. Bu farkın yapay resiflerde bulunan balık yoğunluğunun daha yüksek olmasına da katkıda bulunduğu ileri sürülmüştür (Granneman vd., 2015).

## SANATSAL RESİF PROJELERİ

Sanatsal resif projeleri, sanat, ekoloji ve toplumsal katılımın birleştiği yaratıcı girişimlerdir. Bu projeler, diğer tüm resifler gibi deniz ekosistemlerini koruma, restore etme amacı taşır ve ilave olarak sanatı çevresel farkındalık yaratmanın bir aracı olarak kullanır. İnsan faaliyetleri nedeniyle zarar gören deniz ekosistemlerinin rehabilitasyonu için yeni yaklaşımlar geliştirilirken, estetik ve deniz ekosisteminin kültürel

olarak ön plana çıkarılmasını da önemser. Sanatsal resifler, doğal resiflere benzer işlevler gören, ancak insan yapımı ve sanatsal dokunuşlarla zenginleştirilmiş yapılar olarak tanımlanır. Bu yapılar, genellikle deniz tabanına yerleştirilerek mercanlar, balıklar ve diğer deniz canlıları için yaşam alanı oluştururlar. Aynı zamanda toplumsal farkındalık yaratmayı ve çevre bilincini artırmayı hedeflerler. Sanatsal resif projelerinde kullanılan malzemeler genellikle çevre dostudur ve ekolojik uyumluluk gözetilir. Resifler, deniz ekosistemleri için kritik öneme sahiptir. Ancak, iklim değişikliği, kirlilik ve aşırı avlanma gibi tehditler, doğal resiflerin büyük ölçüde zarar görmesine neden olmaktadır. Sanatsal resifler, diğer resif türleri gibi bu zararların telafi edilmesine katkı sağlayarak ve ilave avantajlar sunarak deniz ekosistemlerinin yeniden canlandırılmasına yardımcı olabilirler. Sanat, sanatsal resif projelerinde bir ifade ve iletişim aracı olarak kullanılır. Sanatçılar, deniz ekosistemlerine özgü formları, renkleri, dokuları projelerine yansıtırlar estetik bir deneyim sunar ve toplumu çevresel sorunlar hakkında bilinçlendirmeyi amaçlarlar.

Yapay resifler doğal resifler için bir tampon sistem görevi görerek mercanların büyümesi için güvenli ortamlar sağlarlar ve yapay resifler, doğal resifler arasında bir bağlantı oluştururlar. Doğal resiflerin yapay resifler tarafından başarılı bir şekilde desteklenmesinin, omurgasız ve omurgalı su canlılarının popülasyonlarını olumlu etkilediği bilinmektedir. Gözlemlenen bu etkileşimin farklı yerlerde tamamen faydalı veya sabit olmaması muhtemeldir, bu nedenle yerel doğal resifler üzerinde fayda sağlayıp sağlamadığını ve zararlı etkileri olup olmadığını belirlemek için her bir yerde yapay resiflerin etkileri üzerine araştırma yapılması gerekmektedir. Gönüllü sivil gruplar dünya çapında pek çok yapay resif projesi başlatmakta, bu da bilimsel ve uluslararası topluluklarda etkili yapay resifler için standartların belirlenmesi konusunda endişelere yol açmaktadır. Bu nedenle bir bölgede yapay resif planlamadan önce yakınındaki resiflerle ilgili çalışma yapmak ve çalışma sonuçlarını değerlendirmek uygulanması planlanan bir yapay resif programının yararları veya zararları hakkında veriler elde etmemizi sağlayabilir (LeFebvre vd., 2024).



**Figure 3.** ReefLine Master Plan, Miami Beach (Gulliksen, 2024)

**Şekil 3.** ReefLine Projesi Ana Planı, Miami Beach (Gulliksen, 2024)

RefLine Projesi, Miami Beach şeridinde 11 kilometre uzunluğunda planlanan bir su altı heykel parkı, şnorkel yolu ve yapay resif projesidir (Şekil 3). Bu girişim iklim değişikliğinin etkilerine dikkat çekmeyi, deniz ekosistemlerini korumayı ve şehrin sanat ortamını zenginleştirmeyi amaçlamaktadır. Proje, kültürel mekân oluşturucu ve sanat küratörü Ximena Caminos'un liderliğinde kâr amacı gütmeyen BlueLab Preservation Society ve Miami merkezli sanat stüdyosu olan Coral Morphologic iş birliğiyle yürütülmektedir. ReefLine, nesli tükenme tehlikesi altındaki resif organizmaları için kritik yaşam alanları sağlayarak deniz biyoçeşitliliğini teşvik etmeyi hedeflemektedir. Proje kapsamında uluslararası tanınmış sanatçılar tarafından tasarlanan ve çevreye duyarlı malzemelerden üretilen heykeller deniz tabanına yerleştirilecektir. ReefLine, halkın su altı sanatını deneyimlemesini sağlayarak çevresel farkındalığı artırmayı ve toplumu deniz ekosistemlerinin korunmasına teşvik etmeyi amaçlamaktadır. ReefLine'ın master planı, mimar Shohei Shigematsu liderliğindeki OMA tarafından, deniz biyologları, araştırmacılar, mimarlar ve kıyı mühendislerinden oluşan bir ekiple iş birliği içinde hazırlanmıştır. Deniz tabanının topoğrafyasını takip eden geometrik, beton modüler birimlerden oluşan yapı, güney sahilinden kuzeye doğru konuşlandırılacaktır. Yapay resifler, balıklar, mercanlar ve diğer deniz organizmaları için yeni habitatlar oluşturarak ekosistemin iyileşmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. ReefLine, halka açık bir su altı parkı olarak, ziyaretçilere deniz ekosistemleri hakkında bilgi edinme ve su altı sanatını

deneyimleme fırsatı sunacak ve eko turizmi teşvik ederek yerel ekonomiye de katkı sağlayacaktır (Walsh, 2022).

Sanatçı Carlos Betancourt ve mimar Alberto Latorre'nin RefLine Projesi için denizyıldızlarından ilham alarak bir resif modeli tasarlamışlardır (Şekil 4). Bu çevreci heykeller resif olarak özel tasarlanmış olmaları nedeni ile deniz yaşam alanlarında çığır açacak niteliktedirler.



**Figure 4.** Miami Reef Star by The ReefLine, artist Carlos Betancourt and architecture Alberto Latorre (Anonim, 2024b)

*Şekil 4. Sanatçı Carlos Betancourt ve mimar Alberto Latorre'nin Miami Resif Yıldızları, ReefLine Projesi (Anonim, 2024b)*



**Figure 5.** Heart of Okeanos, ReefLine Project, by Petroc Sesti (Anonim, 2024b)

*Şekil 5. Okeanos'un Kalbi, ReefLine Projesi, Petroc Sesti (Anonim, 2024b)*

Eserin tasarımında, dünyanın en büyük kalbine sahip mavi balinanın biyolojisinden ve çevresel sürdürülebilirlikten ilham alınmıştır. Sesti'nin "Okeanos'un Kalbi," Kanada'daki Royal Ontario Müzesi'nde bilim insanları tarafından incelenen, karaya oturmuş bir mavi balinanın gerçek kalbinden esinlenmiştir. Sanatçı, mavi balinanın devasa kalbini

hem estetik hem de ekolojik bir yaklaşımla yeniden yorumlamıştır. Heykel, sera gazlarını yakalayabilen deneysel bir malzeme olan CarbonXinc kullanılarak üretilmiştir. Bu malzeme, karbonu yakalayan mercan ve diğer deniz organizmalarının biyolojisinden esinlenerek geliştirilmiştir. Ayrıca eser, canlı mercanlarla tohumlanarak yapay bir resif haline dönüşme potansiyeline sahiptir. Meditasyon yapan bir deniz feneri formunda tasarlanan eser, estetik bir sembol olmanın yanında, mercan resifi gibi işlev görerek deniz yaşamını desteklemeyi amaçlamıştır. Okeanos'un Kalbi'ni ekolojik fayda açısından değerlendirdiğimizde, heykel, önemli miktarda sera gazını tutma kapasitesine sahip karbon yakalayıcı malzemesiyle iklim değişikliğiyle mücadelede yenilikçi bir yaklaşım sunmaktadır. Canlı mercanlarla desteklenen yapısı, deniz organizmaları için bir yaşam alanı oluşturmayı hedeflemiştir. Kültürel ve mitolojik bağlantıları ile Yunan mitolojisindeki Okeanos figürü üzerinden, okyanusların yaşam döngüsündeki önemini vurgulamaktadır. Sesti, Okeanos'un kalbini okyanusa geri döndürerek hem mitolojik bir sembolü hem de çevresel bir mesajı somutlaştırmıştır (Walsh, 2022).



**Figure 6.** Coral Dreams, Miami Art Week, by Refik Anadol (Anonim, 2024c)

*Şekil 6. Mercan Düşleri, Miami Sanat Haftası, Refik Anadol (Anonim, 2024c)*

Sosyal medya platformlarından alınan 35 milyon mercan görüntüsünü bilgisayarda bir araya getirerek

işleyen Türk sanatçı Refik Anadol bu enstalasyonu 2021 yılında Art Week Miami Beach'te sergilemiştir (Şekil 6). "Mercan Düşleri" isimli bu enstalasyon çalışması New York Modern Sanat Müzesi tarafından satın alınmış, geliri resifleri koruma ve sürdürülebilirliğe odaklanan ReefLine projesine bağışlanmıştır.

Denizlerin derinliklerinde tahmini 3.000.000 civarında gemi enkazı olduğu düşünülmektedir ve bu nedenle denizler dünyanın en büyük müzesi olarak tanımlanır. Aslında suların derinliklerinde yatan bu gemiler bir bakıma zaman kapsülü olup binlerce yıldır gemiler tarafından taşınan malları, insanları ve fikirleri yansıtan toplumun bir mikrokozmozudur. Bu geniş arkeolojik repertuarın yalnızca bir kısmı keşfedilmiş ve belgelenmiştir. Keşfedilen yerler, insanlık hikayesi hakkında paha biçilmez bilgiler sağlamaktadır (Gambin vd., 2021). Zaman içinde oluşan bu türden kalıntılar dışında dünyanın birçok yerinde deniz içinde oluşturulan su altı müzeleri vardır. Bu müzeler genellikle dalış yapanlar için ilgi çekici heykellerden oluşturulmuştur. Su altı müzeleri, sürdürülebilir turizm anlayışını destekleyen yenilikçi bir modeldir. Bu yaklaşım, insan faaliyetlerinin deniz ekosistemleri üzerindeki etkilerini azaltmayı ve deniz yaşamını destekleyen koruma alanları yaratmayı hedeflemektedir. Örneğin, sanatçı Jason deCaires Taylor'ın dünyanın birçok farklı bölgesinde deniz tabanına yerleştirdiği heykelleri mercan ve deniz yaşamına habitat oluştururken sanatseverler için de ilham verici bir deneyim sunmaktadır (Şekil 7).



**Figure 7.** Cannes Underwater Eco-Museum by Jason deCaires Taylor, France (Anonim, 2024d)

*Şekil 7. Cannes Sualtı Müzesi, Jason deCaires Taylor, Fransa (Anonim, 2024d)*



**Figure 8.** The Silent Evolution, Museo Subacuático de Arte (MUSA), Cancun, Mexico by Jason deCaires Taylor (Anonim, 2024e)

*Şekil 8. Sessiz Evrim, Museo Subacuático de Arte (MUSA), Cancun, Meksika, Jason deCaires Taylor (Anonim, 2024e)*

Kıyı ekosistemleri kirlilik, kıyı geliştirme ve aşırı avlanma gibi yerel baskılara maruz kalmaktadır. Büyük ölçekte acil iklim değişikliği eylemi hayati önem taşısa da yapay resifler, artan av baskısına karşı ortak biyolojik yönetim hedefleri olmasıyla, bozulan doğal resif ekosistemlerini telafi etmek için kullanılan bir koruma aracı olarak popülerlik kazanmaktadır. Yapay resifler ayrıca habitat hasarını veya kaybını azaltmak için de uygulanır ve mercanların yeniden kolonileşmesine yardımcı olmaktadır. Sualtı heykellerine mercan dikmek, sanat, bilim, turizm ve korumayı birbirine bağlamanın yenilikçi bir yöntemidir. Sualtı sanatı, ilham vermek, çevresel sorunları vurgulamak ve koruma çabalarını yönlendirmek için bir araç olarak kullanılmıştır (Smith vd., 2022). Meksika'nın Cancun kıyılarında Jason deCaires Taylor tarafından yapılmış MUSA sualtı sanat müzesi 500'den fazla heykel içeren ve dünyanın en büyük su altı müzesi olan eşsiz bir sanat ve ekoloji projesidir. İngiliz heykeltıraş ve deneyimli dalgıç olan Taylor eserlerinde estetik ve çevresel faydayı bir araya getirmiştir. Heykeller, nötr pH üreten özel bir çimento karışımıyla yapılmıştır ve mikroorganizmaların kolonize olmasını kolaylaştırarak mercan resiflerinin oluşumuna katkı sağlamaktadır (Şekil 8). Bu süreç, su canlılarının popülasyonunu artırmakta ve türlerin üremesini desteklemektedir. Bu şekilde oluşturulmuş müzeler insanlar için estetik bir deneyim sunarken deniz ekosistemlerini restore eden, çevre korumayı



birleştiren yüce bir kompozisyon olarak öne çıkmaktadır. Burada, estetik ve fayda bu yüce kompozisyonla bir araya gelir, çünkü heykeller mercanın büyümesi için ideal bir alt tabakadır ve sonunda daha zengin bir deniz biyokütlesini sürdüren ve türlerin üremesini destekleyen bir resif oluşturmaktadır (Cué, 2015).

Sanat ve ekoloji arasında bağlantı kuran Taylor'ın projeleri, sanatı bilimsel ve ekolojik bir çözüm mekanizması olarak kullanmaktadır. Su altı heykellerinin tasarımında kullanılan malzemeler ve yerleştirildikleri alanlar, deniz yaşamını desteklemek ve mercan resiflerinin restorasyonuna katkıda bulunmak için özenle seçilmiştir. Taylor'ın heykelleri, deniz yaşamı için yapay habitatlar oluştururken, insanların daha kırılgan ve tehlike altındaki resif alanlarından uzaklaştırılmasını amaçlamaktadır. Taylor'un bu projeleri, şehir planlaması ve çevre mühendisliği yaklaşımlarını sanatla birleştiren yenilikçi yöntemdir (Kuta, 2023). Jason deCaires Taylor, su altı dünyasının dilini ve heykel formunu derinlemesine anlayarak, bu iki güçlü ifade aracını eşsiz bir simya ile birleştirmeyi başarmıştır. Yapmış olduğu su altı müzesi projeleri yalnızca hayranlık uyandıran estetik yapılar olarak değil aynı zamanda derin kavramsal amaçlarla donatılmış sanatsal enstalasyonlardır. Taylor'ın heykelleri, su altı ortamının eşsiz şiirselliği ile bütünleşerek, izleyicide büyüleyici bir hayranlık ve merak uyandırmaktadır. Taylor'ın projeleri, insan yapımı heykel ile deniz ekosisteminin organik birleşimini temsil ederken, doğa ve sanat arasındaki sınırları bulanıklaştırmıştır. Taylor'ın su altı projeleri, Robert Smithson, Michael Heizer ve Walter De Maria gibi Earthworks sanatçılarının kavramsal mirasıyla güçlü bir bağ kurmaktadır. Bu sanatçılar gibi Taylor da insanın çevresiyle olan ilişkisini sorgulayan mekân temelli eserler yaratmıştır. Taylor'ın eserleri, estetik hayranlık uyandırmanın ötesinde, izleyicide doğaya dair daha derin bir farkındalık yaratmayı hedeflemektedir. Taylor, su altı dünyasına olan saygısını bu dünyanın potansiyelini sanatsal bir ifade alanı olarak ortaya koymaktadır (Taylor vd., 2014). Heykellerinin temel amacı, çevresel farkındalık yaratmaktır. İnsan trafiğini yönlendirmek ve ekosistemleri korumak için yeni turistik modeller geliştiren Taylor, çevresel bilime

dayalı bir çözüm önerisi sunmaktadır. Taylor'ın eserleri, mistik bir deneyimden ziyade, insanların doğayla ilişkisini yeniden düşünmeye teşvik eden bir davranışsal müdahale olarak değerlendirilmelidir. Bu heykellerin varlığı, sanatseverler ile birlikte dalış yapan turistleri ve yerel toplulukları da deniz ekosistemlerinin korunması gerektiği konusunda bilinçlendirmeyi amaçlamaktadır. Taylor'un kullandığı model ve heykellerinin sualtında zaman içerisindeki değişimi Şekil 9'da verilmiştir.



**Figure 9.** Models and sculptures by Jason deCaires Taylor (Anonim, 2024e)

**Şekil 9.** Jason deCaires Taylor tarafından kullanılan model ve heykeller (Anonim, 2024e)

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmalar incelendiğinde sanatsal amaçlı çalışmalarda ve yapay resif sistemlerinde öncelikle pH değerleri deniz habitatına uygun olan beton malzemenin yaygın olarak kullanıldığı görülmüştür. Bu özel betondan üretilen resif bloklara ve su altı müzeleri genelinde üretilen sanatsal yapılara yüzeylerinin temiz ve yosunsuz olmalarından dolayı mercanların tutunduğu izlenmiş ayrıca balıklar için olumlu habitat alanları oluşturulmasında beklenen sonuçlar elde edilmiştir. Beton malzemenin ekonomik ve kolay şekillendirilebilir olması da bir diğer tercih nedenidir. Yine bu çalışmalar incelendiğinde doğal kayalardan oluşturulmuş resiflerin tercih edilen ikinci resif türü olduğu belirtilmiştir. Yapay resiflerin oluşturulmasında sanat çevresel sürdürülebilirlik ve toplumsal bilinçlendirme için güçlü bir katalizör olarak ortaya çıkmaktadır. Sanatçıların çevre dostu ve ekolojik olarak uyumlu malzemelerle tasarladıkları eserleri, deniz yaşamı için habitatlar yaratırken, insanları çevreye duyarlı olmaya teşvik etmişlerdir. Su altı müzeleri ve yapay resif projeleri sanatın bilim,

mühendislik ve çevre koruma disiplinleriyle başarılı bir şekilde nasıl entegre olabileceğini göstermektedir. Jason deCaires Taylor gibi sanatçılar, su altı heykelleriyle mercan resiflerinin oluşumunu desteklerken, estetik açıdan etkileyici yapılarla turizmi teşvik ederek doğal resiflerin korunmasına katkıda bulunmuşlardır. Musa, ReefLine ve benzeri projeler, sanat ve bilimin birleşerek çevresel sorunlara yenilikçi çözümler sunduğu örneklerdir. Yapay resif projelerinde sanat, estetik ve çevresel işlevselliği bir araya getirerek disiplinler arası iş birliğine örnek teşkil etmektedir. Bu süreçte karşılaşılan zorluklar ve eleştiriler yapay resiflerin etkinliğini artırmak için dikkat edilmesi gereken önemli noktaları ortaya koymaktadır. Çevresel etkilerin dengelenmesi açısından yapay resiflerin tasarımında kullanılan malzemelerin deniz ekosistemleri ile uyumlu olması büyük önem taşımaktadır. Çevreye zararlı veya toksik malzemelerin kullanımı projelerin amacına zarar verebilir. Bu nedenle, sanatsal düşünceleri desteklerken çevresel uyumluluğun sağlanması projelerin başarısı için kritik bir gerekliliktir. Sanatın yaratıcı özgürlüğü ile bilimin teknik gereklilikleri arasındaki denge disiplinler arası iş birliğinde dikkatle ele alınmalıdır. Estetik kaygılar, projelerin ekolojik hedeflerinden ödün vermemelidir. Örneğin, heykellerin tasarımında hem mercanların tutunabileceği yüzeylerin sağlanması hem de görsel çekiciliğin korunması önemlidir. Yapay resifler, dalış turizmini teşvik ederek ekonomik fayda sağlarken aşırı turizm baskısı yaratma riski de taşımaktadır. Bu durum, resiflerin doğal ekosistemler üzerindeki koruyucu etkisini zayıflatabilir. Turizm faaliyetleri planlanırken, resiflerin sürdürülebilirliğini ve çevresel dengeyi gözetmek önemlidir. Yapay resiflerin zamanla doğal resiflere dönüşmesi hedefi doğrultusunda bu süreçlerin sürekli izlenmesi ve gerektiğinde müdahale edilmesi gerekmektedir. Sanat eserlerinin dayanıklılığı ve ekolojik faydalarının sürdürülebilirliği projenin başarısını belirleyen önemli faktörlerdir. Çevresel olarak sürdürülebilir, biyolojik olarak uyumlu ve dayanıklı malzemelerin geliştirilmesi teşvik edilmelidir. Nötr pH sağlayan beton türleri ve geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanımı, projelerin çevresel etkisini azaltabilir. Sanatçılar, bilim insanları, mühendisler ve çevre

koruma uzmanları arasında iş birliğini artırmak için ortak eğitim programları ve atölyeler düzenlenebilir. Bu tür etkinlikler, farklı disiplinlerin bilgi ve deneyimlerini birleştirerek daha yenilikçi projelerin ortaya çıkmasını sağlayabilir. Yapay resiflerin turistik cazibesi, çevresel sürdürülebilirlik ilkesine uygun bir şekilde yönetilmelidir. Kontrollü ziyaret programları, belirli bölgelerde dalış sınırlamaları ve çevre dostu turizm uygulamaları hayata geçirilebilir. Yerel toplulukların projelere katılımı teşvik edilmeli ve çevresel bilinçlendirme kampanyaları düzenlenmelidir. Yapay resiflerin ekosisteme katkısı, biyolojik çeşitlilik ve resif gelişimi açısından düzenli olarak izlenmelidir. Bu veriler, gelecekteki projelerin planlanmasında kullanılabilir ve yapay resiflerin uzun vadeli etkileri hakkında bilimsel bilgi birikimi sağlayacak şekilde olmalıdır. Bu projelerin başarılı ve sürdürülebilir olması için planlama, uygulama ve izleme süreçlerinde dikkatli bir yaklaşım benimsenmelidir. Bilim, sanat ve çevre mühendisliği arasındaki iş birliğinin güçlendirilmesi, yapay resiflerin deniz ekosistemlerine olan katkısını artıracak ve gelecekte daha etkili projelerin hayata geçirilmesini sağlayacaktır.

Sonuç olarak, disiplinler arası iş birliğine dayalı yapay resif projeleri, sanatın insan ve doğa arasındaki ilişkiyi güçlendirme potansiyelini ortaya koymaktadır. Bu tür projeler hem ekosistemlerin korunmasına hem de insanları çevresel sürdürülebilirliğe teşvik eden bir bilinç yaratmaya hizmet etmektedir. Yapay resiflerin sanatsal, ekolojik ve toplumsal faydalarının bir araya geldiği bu girişimler, gelecekte çevresel koruma ve kültürel üretim arasında daha güçlü bağlar kurulması için ilham kaynağı olacaktır.

## Etik Standartlara Uygunluk

### Yazarların Katkısı

İK: Kavramsallaştırma, Araştırma, Yazma – orijinal taslak hazırlama, Yazma – gözden geçirme ve düzenleme

MHZ: Kavramsallaştırma, Araştırma, Yazma – orijinal taslak hazırlama, Yazma – gözden geçirme ve düzenleme

Tüm yazarlar makalenin son halini okumuş ve onaylamıştır.

### Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını deklare etmektedir.

### Etik Onay

Yazarlar bu çalışma için resmi etik kurul onayının gerekli olmadığını bildirmektedir.

### Finansal Destek

Yazarlar bu çalışma için herhangi bir finansal destek almadıklarını bildirmektedir.

### Veri Kullanılabilirliği

Bu çalışmada yeni veri oluşturulmadığı için veri kullanılabilirliği geçerli değildir.

### Yapay Zeka Kullanımı Açıklaması

Yazarlar, bu makalenin yazılmasında veya görsellerin, tabloların veya grafiklerin oluşturulmasında hiçbir üretken yapay zekanın kullanılmadığını teyit etmektedir.

## KAYNAKLAR

- Anonim (2024a). *The time Florida dumped 2 million tires in the ocean to help fish*. <https://assignmentpoint.com/the-time-florida-dumped-2-million-tires-in-the-ocean-to-help-fish> (Erişim Tarihi: 18.08.2024)
- Anonim (2024b). *ReefLine*. <https://www.thereefline.org> (Erişim Tarihi: 12.09.2024)
- Anonim (2024c). *Machine hallucinations – Coral dreams*. <https://refikanadol.com/works/coraldreams/> (Erişim Tarihi: 22.10.2024)
- Anonim (2024d). *Cannes Underwater Museum, the First Underwater Art Gallery in Europe*. <https://mybestplace.com/en/article/cannes-underwater-museum-the-first-underwater-art-gallery-in-europe> (Erişim Tarihi: 7.08.2024)
- Anonim (2024e). <https://www.alejandradeargos.com/index.php/en/all-articles/23-travel/380-underwaters-sculpturs-jason-decareis-taylor-y-lo-sublime> (Erişim Tarihi: 17.11.2024)

- Baine, M. (2001). Artificial reefs: A review of their design, application, management and performance. *Ocean & Coastal Management*, 44(3-4), 241-259. [https://doi.org/10.1016/S0964-5691\(01\)00048-5](https://doi.org/10.1016/S0964-5691(01)00048-5)
- Becer, Z. A., & Toslak, C. (2018). Türkiye’de yapay resif uygulamalarına ilişkin bir değerlendirme. 6. *ASM Uluslararası Tarım ve Çevre Kongresi, Tam Metin Kitabı*. ss. 60-67.
- Bell, M., Buchanan, M., Culbertson, J., Dodrill, J., Kasprzak, R., Lukens, R., & Tatum, W. (1997). *Guidelines for marine artificial reef materials*. Compiled by the Artificial Reef Subcommittee of the Technical Coordinating Committee. Gulf States Marine Fisheries Commission TCC Artificial Reef Subcommittee. U.S. Fish and Wildlife Service Project Report.
- Cué, E. (2015, January). Jason deCaires Taylor and the sublime. Cancun. <https://www.alejandradeargos.com/index.php/en/all-articles/23-travel/380-underwaters-sculpturs-jason-decareis-taylor-y-lo-sublime>
- Düzbastılar, F. O., & Lök, A. (2004). *Yapay resif inşasında kullanılan birincil malzemeler* [Primary materials in construction of artificial reefs]. *Su Ürünleri Dergisi*, 21(1), 181-185.
- Gambin, T., Hyttinen, K., Sausmekat, M., & Wood, J. (2021). Making the invisible visible: Underwater Malta—A virtual museum for submerged cultural heritage. *Remote Sensing*, 13(8), 1558. <https://doi.org/10.3390/rs13081558>
- Granneman, J. E., & Steele, M. A. (2015). Effects of reef attributes on fish assemblage similarity between artificial and natural reefs. *ICES Journal of Marine Science*, 72(8), 2385-2397. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsv094>
- Gulliksen, J. (2024, February 1). *The ReefLine: Art and sustainability go underwater in Miami Beach*. <https://www.artburstmiami.com/blog/the-reefline-art-and-sustainability-go-underwater-in-miami-beach> (Erişim Tarihi: 11.09.2024)
- Kuta, S. (2023, December 4). *See the Newest Underwater Sculptures Residing on the Floor of the Caribbean*. <https://www.smithsonianmag.com/smart-news/see-the-new-underwater-sculptures-on-caribbean-seafloor-180983359>

- LeFebvre, B., Saye, P., & Henkel, J. S. (2024). A report on the artificial reef use in Grenada, west indies. *Journal of Marine Science and Engineering*, 12(2), 253. <https://doi.org/10.3390/jmse12020253>
- Lemoine, H. R., Paxton, A. B., Anisfeld, S. C., Rosemond, R. C., & Peterson, C. H. (2019). Selecting the optimal artificial reefs to achieve fish habitat enhancement goals. *Biological Conservation*, 238, 108200. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108200>
- OSPAR. (1999). OSPAR guidelines on artificial reefs in relation to living marine resources. OSPAR 99/15/1-E Annex 6. Published by OSPAR Secretariat, London, UK.
- Pan, Y., Tong, H., Wei, D., Xiao, W., & Xue, D. (2022). Review of structure types and new development prospects of artificial reefs in China. *Frontiers in Marine Science*, 9, 853452. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.853452>
- Smith, A., Songcuan, A. J., Cook, N., Brown, R., Cook, K., & Richardson, R. (2022). Engineering, Ecological and social monitoring of the largest underwater sculpture in the World at John Brewer Reef, Australia. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(11), 1617. <https://doi.org/10.3390/jmse10111617>
- Taylor, J. D., McCormick, C., & Scales, H. (2014). *The underwater museum: The submerged sculptures of Jason deCaires Taylor*. Chronicle Books.
- Walsh, N. (2022, November 4). Meet the woman planning an underwater highline. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/2022/11/04/travel/reef-line-miami-beach.html>