



İNDİR,
YAZDIR
VE
RESİFLERİ
KURTAR!



Merve Asena ÖZBEK ve Dr. Adil DENİZLİ

Hacettepe Üniversitesi, Kimya Bölümü, Beytepe, Ankara

Mercan resifleri, deniz yaşamının %25'ine ev sahipliği yapıyor. Ancak bu karmaşık yapılar ve destekledikleri ekosistem, iklim değişikliği nedeniyle ciddi bir şekilde yok olma tehlikesiyle karşı karşıyadır. Bir sanatçı ve bir deniz biyoloğu, 3D yazıcıların gücünden yararlanarak resifleri yeniden inşa etme görevini üstlendi.

Sanatçı Marie Griesmar asla su altında kalem ve kağıt olmadan dalmaya gitmez. Beline bir ağırlık kemeri takarak deniz dibinde diz çöker ve çocukluğundan beri onu büyüleyen bir su altı dünyasının parçası olan mercanların şekillerini çizer. "Bir mercan resifine baktığımda kendimi inanılmaz derecede küçük hissediyorum. Resif bize zaman ve uzayın birbiriyle nasıl ilişkili olduğunu hatırlatıyor ve bunu çok dokunaklı buluyorum." diyor. Bu olağanüstü su altı alanı binlerce yaşında ve diğer su altı habitatlarından daha fazla türe ev sahipliği yapıyor. Yine de gözden uzak bir yerde, yükselen deniz sıcaklıkları mercanların beyazlamasına ve tüm resiflerin ölümüne neden olmasıyla bu alan parçalanmaya başlıyor.

İklim değişikliğinin kontrolden çıktığı bir dünyada bununla nasıl mücadele edebiliriz? Marie Griesmar, "rrreefs" adı verilen yenilikçi bir çözüm buldu. ETH'de deniz biyoloğu Ulrike Pfreundt ile işbirliği içinde çalışarak, yapay resifler oluşturmak için su altında monte edilebilen 3D baskılı tuğlalar geliştirdi. Tuğlaların yüzeyi, mercan larvalarının tuğlalara yaklaşıp yerleşme olasılığını artırarak suda türbülans yaratmak için özel olarak tasarlanmıştır.

ÜREMEYE YARDIM ELİ UZATMAK

Çoğu mercanyıldayalnızca bir kez, tipik olarak dolunaydan sonraki birkaç gece boyunca yumurta ve sperm hücresi salgılar. Hayvanlar hem erkek hem de dişi üreme hücrelerini aynı anda serbest bırakarak döllenme şansını en üst düzeye çıkarır. Döllenmiş yumurtalar, akıntıyla uzaklaşan uzun mercan larvalarına dönüşür. Uygun bir noktaya yerleşecek kadar şanslı olan larvalar daha sonra yeni bir polip haline gelebilir ve yeni bir mercan kolonisi başlatabilir. Griesmar ve Pfreundt'ın, rreeflerin yardım eli uzattığı yer burasıdır: "Yapay bir resif oluşturarak larvaların büyüme koşullarını iyileştirebilirsek, o zaman mercanların çoğalmasına gerçekten yardımcı olabiliriz." diyor Griesmar ve Pfreundt. Pfreundt, "Mercan üretimi çok düşük bir başarı oranına sahip, sadece milyonda bir." diye açıklıyor. "Geçmişte bu iyiydi, çünkü bir mercan kayalığı eskiden uzun ömürlü bir ekosistemdi, ancak şimdi mercanlar uyum sağlamak ve yeniden çoğalmak için mücadele ediyor." İkilinin planı, yapay tuğla resiflerinde doğal larva yerleşimini destekli evrim yöntemiyle birleştirmek. Bir koloninin parçalarının "parçalama" olarak bilinen bir süreçte parçalanıp başka bir yere yeniden bağlandığı aseksüel mercan yetiştiriciliğinden farklı olarak, yardımcı evrim, daha dirençli mercanlardan yumurta ve spermaların alınmasını ve yumurtaların yapay olarak döllenmesini içerir. Bu, daha sıcak okyanus sıcaklıklarına uyum sağlama söz konusu olduğunda çok önemli olan genetik değişkenliği sağlar.

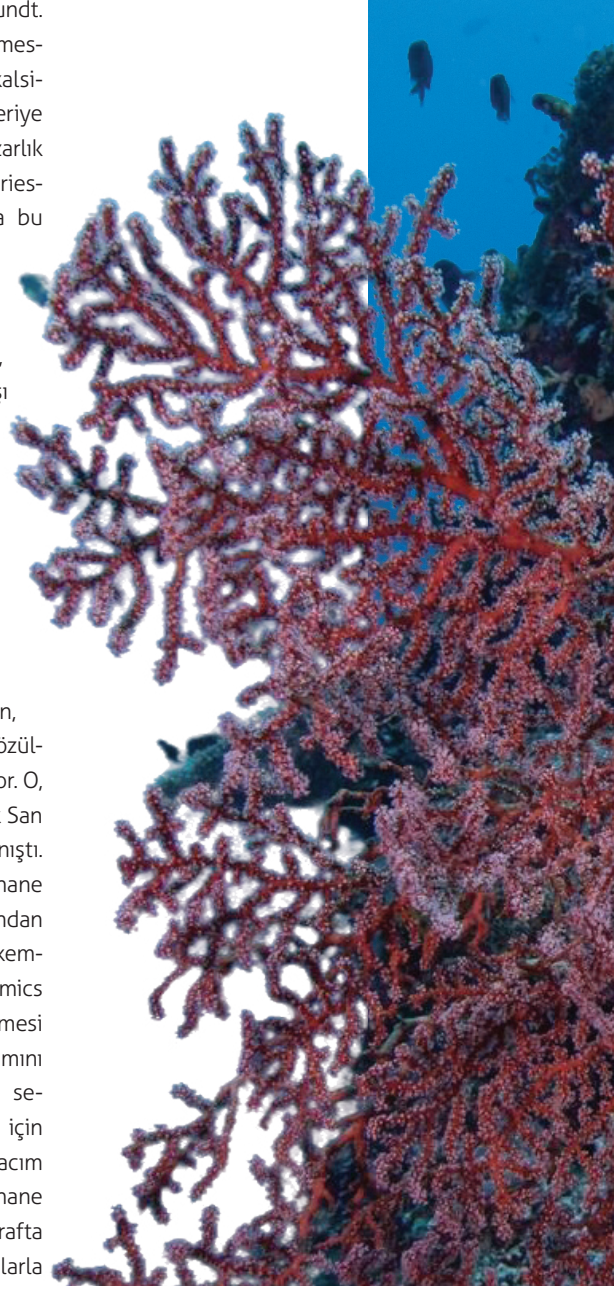
Dünya şimdiden tüm mercan resiflerinin yarısını kaybetti. En önemli nedenlerden biri, yükselen deniz sıcaklıkları ve su kirliliğinin mercan ile "zooxanthellae" adı verilen belirli bir alg türü arasındaki simbiyotik ilişkiyi yok ettiği bir süreç olan mercan ağartmasıdır. Mercanlara rengini vermenin yanı sıra zooxanthellae, mercanların birincil besin kaynağı olan oksijen ve şeker üretmek için fotosentez kullanır. "Su sıcaklığı çok yükseldiğinde, bilim adamları bunun alglerin fotosentezini engellediğinden şüpheleniyorlar. Sonuç olarak, mercanlar onları bir parazit olarak

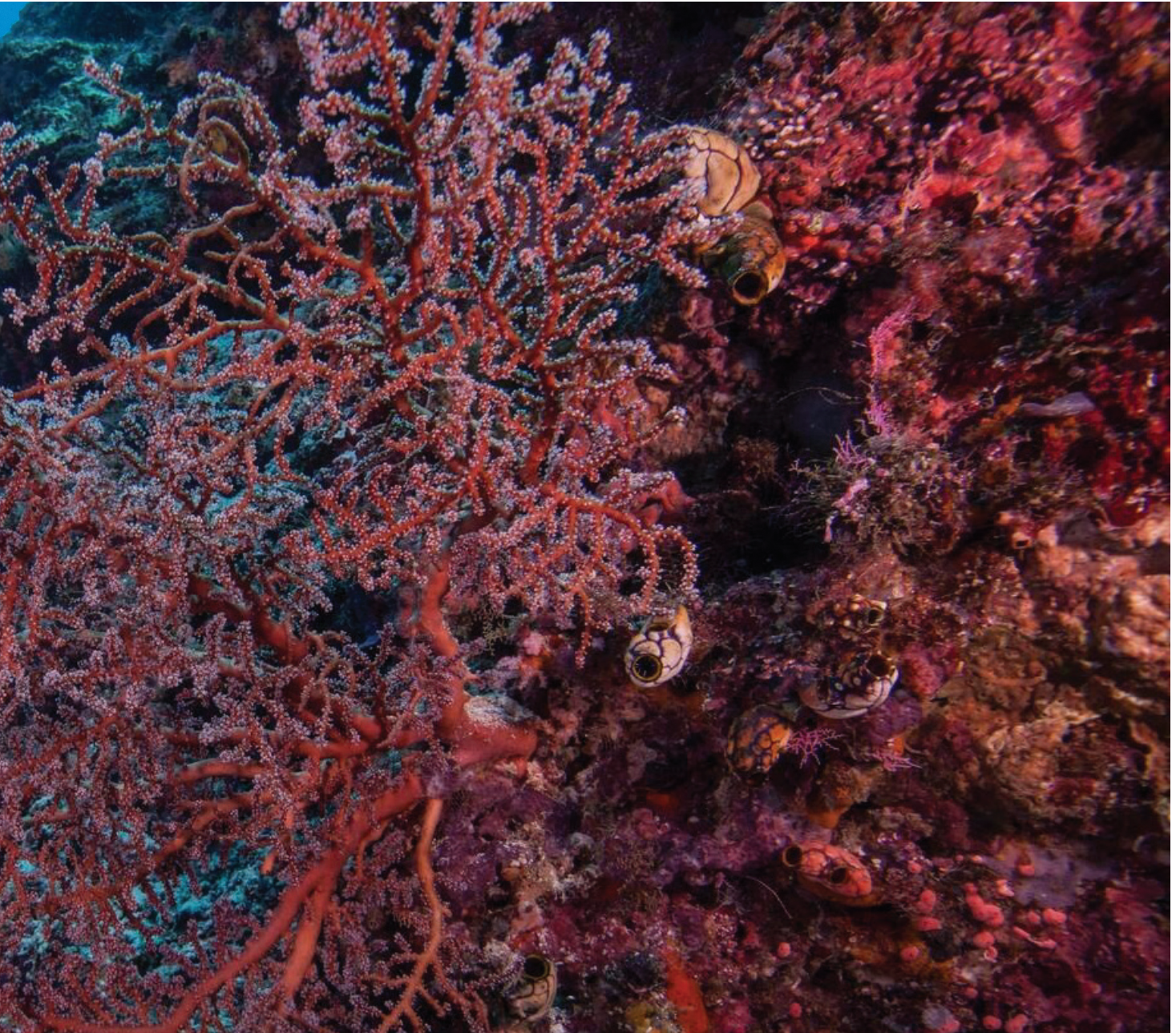
görmeye ve itmeye başlıyor." diyor Pfreundt. Bu, mercanın ağartmasına ve sonunda ölmesine neden olur. Mercan resifinin çıplak kalsiyum iskeleti parçalanmaya başlar ve geriye kalan tek şey yosunlarla tıkanmış bir mezarlık ve evi olmayan sayısız deniz canlısıdır. Griesmar, Seychelles'deki bir dalış kursunda bu süreci kendisi için gördü: "Onu yakından görmek rahatsız ediciydi." Bu ekosistemin dayandığı temellerin çöküşünün insanlar için de önemli etkileri vardır, çünkü resifler kıyı şeridini erozyona karşı korur ve turizm ve balıkçılık için önemli bir gelir kaynağıdır.

ŞANS ESİNTİSİ

ETH Kütüphane Laboratuvarı Genel Müdürü Maximiliane Okonnek, "Bu sorun, artık tek bir disiplinin sınırları içinde çözülemeyen büyük bir küresel zorluktur." diyor. O, kendini adanmış genç sanatçıyla ilk olarak San Francisco'daki sanat ihtisası sırasında tanıştı. Sohbet ettiler ve Okonnek, ETH Kütüphane Laboratuvarı'ndaki Yenilikçi Bursu'ndan bahsetti. Griesmar için zamanlama mükemmeldi. Suudi Arabistan'daki Reef Genomics Laboratuvarı ile su altı yapılarının geliştirilmesi üzerinde çalıştıktan sonra, bir sonraki adımını planlıyordu. ETH'ye başvurmaya neyin sebep olduğunu açıklayarak, "İlerlemek için 3D baskı gibi yeni teknolojilere ihtiyacım olacağını fark ettim." diyor. ETH Kütüphane Laboratuvarı ile yaptığı işbirliği her iki tarafta da faydalar sağladı: Griesmar, 3D yazıcılarla çalışabilirken, Kütüphane Laboratuvarı, yöntemlerinin temelini oluşturan veri ve bilgi altyapısı hakkında içgörüler elde etti. Griesmar, İsviçre çapındaki Material Archive ağı için modeller yapmak için 3D baskı tekniklerini de kullandı. "3D baskı bilim camiasında giderek daha önemli hale geliyor. Kütüphanelerin bu alanda bilgi paylaşımı için ilgili altyapıyı takip etmeleri ve insanların verileri ve yazılımı nasıl kullandıklarını kaydetmeleri önemlidir." diyor Okonnek, projenin ETH Kütüphane Laboratuvarı'nın hedefleriyle nasıl örtüştüğünü vurgulayarak...

Griesmar'ın "Denizin Altında" projesinin başarılı sunumu, hem ETH Mimarlık ve Dijital Üretim'deki Gramazio Kohler Araştırma Grubu'ndan hem de Zürih Sanat Üniversitesi'nden, kilden resif tuğlaları üretmeye yönelik araştırmasına destek tekliflerine yol açtı. "İlk olarak, aynı dili konuşmayı öğrenmemiz gerekiyordu - ve CAD tasarımını ve programlamasını öğrenmem gerekiyordu. Bu biraz zaman aldı." diyor Griesmar. 3D baskı için doğru kil karışımını elde etmek bile Griesmar'ın adına birçok deneme yanılma gerektirdi: "Neyse ki kilin geri dönüşümü çok kolay. Ve yerel bir aile şirketi





olan Bodmer Ton bana çalışmam için bir ton verdi.”

Bu arada, deniz biyoloğu Pfreundt aynı binada aynı konu üzerinde çalışıyordu, ancak o sırada iki kadın bundan tamamen habersizdi. Pfreundt, hangi şekil ve yapıların mercan larvalarının yerleşmesine yardımcı olabileceğini bulmak için kumla 3D baskıyı araştırıyordu. “Çalışmasını duyduğum an, güçlü yönlerimizi birleştirmemiz gerektiğini anladım!” diyor Griesmar. İki araştırmacı, mercan resiflerini yeniden canlandırma amacı ile yeni teknolojileri

ve yerel halkın desteğini kullanarak düşük maliyetli bir yapay resif üretme vizyonunu paylaşıyor. Örtüşen ilgi alanları, “Dijital Üretim Teknolojileri Başkanlığı”nın da katılımını içeren Mimarlık ve Dijital Üretimde ETH İleri Araştırmalar Yüksek Lisans araştırma tezi olan “Bilgisayarlı Kilden Mercan Şehirler”i doğurdu. Tez, Mimarlık Bölümü’nden iki yüksek lisans öğrencisinin yapay resifler inşa etmeye yardımcı olmak için “hızlı kil oluşumunun” kullanılıp kullanılmayacağını incelemek için bir çerçeve sağladı. Hızlı kil oluşumu, robotik kolların silindirik kil parçalarını tutup bunları tanımlanan paramet-

relere göre birbirine bastırdığı bir yöntemdir. Öğrenciler “Deniz Araştırmaları ve Yüksek Eğitim Merkezi (MarHE)”nden gelen verileri kullanırken, “Çevresel Akışkanlar Mekaniği Başkanlığı”ndaki araştırmacılar yapay resif boyunca akış modelini inceledi.

Disiplinler arası bulgularla güçlendirildiğinde Griesmar, geleneksel 3D baskıyı kullanarak kendi yapısını kilden üretmeye karar verdi. Sanatçı, "Bu yöntem daha az malzeme gerektiriyor ve aynı zamanda tuğlaların ve yazıcının taşınmasının daha kolay olduğu anlamına geliyor, bu da yerel koşullara uyum sağlamayı kolaylaştırıyor." diyor. Programcı Jonas Ward Van den Bulcke'nin yardımıyla, istifleenebilir hale getiren iki bağlantı parçası ile tamamlanmış yapı taşları üretti. Onlar, bir kez monte edildikten sonra, dış kuvvetlerin etkisini yayabilen sağlam bir yapı oluşturdular. Griesmar, "Amacım kurulumu kolay ve

bakması çekici, eğlenceli bir havaya sahip modüler bir tuğla sistemi oluşturmaktı." diyor. Pfreundt'un araştırma sonuçları da sürece dahil edildi: "Kil, mercan larvaları için mükemmel olan pürüzlü bir yüzeye sahiptir. Ve tuğlaların kenarından birkaç santimetre dışarı çıkıntı yapan bölümler, larvaları kumdan ve aç balıkların çenelerinden koruyor." diyor deniz biyoloğu. Griesmar'ın dokulu kil yüzeylerinin örnekleri şu anda MaRHE araştırmacılarının mercan larvalarının yerleşim modellerini izlediği Hint Okyanusunda asılı.

BİLİME DAYALI LEGO

"ETH Kütüphane Laboratuvarı doğru insanları bulmama yardımcı oldu ve disiplinler arası yaklaşımım için ihtiyacım olan metodolojik çerçeveyi sağladı. Bu çok faydalı oldu." diyor Griesmar. ETH'deki bursunu tamamladıktan sonra, Pfreundt ile güçlerini birleştirerek rreefs adlı bir sivil toplum örgütü kurdu - üç "R" resifleri yeniden düşünmeyi, yeniden inşa etmeyi



ve canlandırmayı temsil ediyor. Griesmar, "Amacımız yerel toplulukları dahil eden bütünsel bir çözüm bulmak." diyor. Bunun temeli, geliştirdiği rreef tuğla sistemidir. İkili, Kolombiya ve Maldivler'de iki pilot resif inşa etmek için gönüllülerle atölye çalışmaları düzenlemeyi umuyor. "İnsanların resifin görkemli güzelliğini deneyimlemelerini, umudunu kaybetmelerini ve hatta belki harekete geçmelerini sağlayabilirsem, bu harika bir başlangıç olur!" diyor Griesmar. İkili, resif inşası ve izleme konusundaki uzmanlıklarını aktarmaya istekli. Pfreundt, "Bir biyolog olarak

beni rahatsız eden şey, bugüne kadar inşa edilen yapay resiflerin çoğunun titizlikle izlenip değerlendirilmemesi." diyor. O ve Griesmar bu nedenle en az iki yıl boyunca pilot resiflerindeki biyolojik çeşitliliği ve mercan büyümesini belgelemeyi planlıyorlar. Yaklaşımlarını sürekli olarak iyileştirmek için, kazandıkları bilgi ve içgörülerini projeye ve araştırmalarına aktaracaklar.

RRReefs, her konum için 200 tuğla üretme ve bunları pilot resif alanlarına gönderme hedefini belirledi. Griesmar, "Özellikle malzemenin hazırlanması söz konusu olduğunda, yoğun

emek isteyen ve zaman alıcı bir iş." diyor. Bununla birlikte, insanların bir tuğlaya sponsor olabileceği ve hatta resifin inşasına katılabileceği bir kitle fonlaması kampanyası başlatma kararı... Gelecekte, yerel sakinlere verileri kendileri indirmek, tuğlaları yazdırmak ve denizde istifleme için ihtiyaç duydukları eğitim verilebilir. Bu arada, ekibin tuğla ateşleme sürecini basitleştirmek için bir çözüm bulması gerekiyor - örneğin, ateşleme sıcaklığını düşürmelerine izin verecek katkı maddelerini belirleyerek. Bu iki araştırmacının iklim değişikliğiyle mücadele tutkusuyla bir cevap bulmaları uzun sürmemeli.

