

Yapay Resif İnşasında Kullanılan Birincil Malzemeler

*F. Ozan Düzbastılar, Altan Lök

Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Su Ürünleri Avlama Teknolojisi Anabilim Dalı, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye

*E mail: duzbastilar@sufak.ege.edu.tr

Abstract: Primary materials in construction of artificial reefs. It was reported that flora and fauna diversity increased with constructing block, module and systems from various materials in artificial reef applications. Recently, materials have used for artificial reefs are concrete, steel, rocks and plastics. It is possible that produces in different design or using these materials directly. Design opportunity, availability of production, deployment and transport, positive reactions of fishes and growth of flora made all these materials preferable for constructing artificial reefs.

Key Words: Artificial reef, primer material, selection of material, standards of material, reef design

Özet: Yapay resif uygulamalarında farklı malzemelerden blok, modül ve sistemler yaparak flora ve fauna çeşitliliğinin arttığı belirlenmiştir. Son yıllarda yapay resif yapımında kullanılan malzemeler beton, çelik, kayalar ve plastiklerdir. Bu malzemeleri farklı tasarımlarda üretmek veya doğrudan kullanmak mümkündür. Tasarım imkanı, üretim, yerleştirme ve nakliye kolaylığı, balıkların olumlu reaksiyonları ve denizel floranın gelişimi tüm bu malzemeleri yapay resif yapımında tercih sebebi yapmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yapay resif, birincil malzeme, malzeme seçimi, malzeme standartları, resif tasarımı

Giriş

Yapay resif çalışmaları, son yıllarda uygulama alanı, tasarım, malzeme seçimi, yerleştirme teknikleri, stabilite hesapları, çevresel ve biyolojik koşullara göre planlama gibi değişik disiplinlerde sürekli bir gelişim sürecine girmiştir. Özellikle yapay resif inşası öncesi kullanım amacına uygun malzeme seçimi ve tasarımı önemli bir konu haline gelmiştir (Seaman ve Sprague, 1991). Ekonomik kaybın önlenmesi, çalışmalar sırasında insan güvenliğinin sağlanması, yerleştirme özelliklerine cevap vermesi, çevreye zarar vermemesi ve biyolojik etkisinin en üst düzeyde olabilmesi için uygun malzeme kullanımı ve en iyi tasarımın yapılması şart olmuştur.

Yapay resiflerin doğal ortamdaki başarısı ortaya kondukça, farklı amaçlar için değişik boyut ve malzemeler kullanarak resif inşa edilmesine dünya genelinde hız verilmiştir. Yapay resif inşasında, yapısal özellikler, dayanım, şekil ve boyut, kullanılan malzemenin dayanımı ve özellikleri gibi bir çok faktör önem kazanmıştır (Grove ve diğ., 1991). Yapay resif malzemeleri emniyet, güvenilirlik, işlevini yerine getirme ve ekonomik olma özelliklerini de kapsmalıdır. Resif uygulamalarının çok eskiye dayandığı Japonya'da, bu nitelikler devlet tarafından belli standartlara getirilmiştir. Malzemenin en az 30 yıl ömre sahip olması, toksik maddeler içermemesi, resif-malzeme ilişkisine bağlı, yerleştirme alanında balık cezbetme yeteneğinin en az 1 yıl içinde ortaya çıkarılması ve işlevinin tespiti sağlanmalıdır. Tüm yapay ortam uygulamaları ekonomik açıdan kazançlı olmalıdır (Sonu ve Grove, 1985).

Bu çalışmanın amacı, yapay resif projelerinde birincil malzeme olarak sınıflandırılan beton, doğal kayalar, plastik ve

çelik malzemeleri ele alarak, değerlendirmektir. İkincil malzeme olarak sınıflandırılan atık malzemelerin resif olarak kullanımı Lök ve diğ. (2000) tarafından ayrıntıları ile ele alınmıştır.

Birincil Malzemeler

Beton

Yapay resif üretiminde çimento, çeşitli kayalar ve tozları, agregalar gibi mineral kökenli malzemeler kullanılmaktadır (Tablo 1). Yapay resifler son yıllarda yoğun olarak çimentodan üretilmektedir. Çimento, belirli oranlarda su, kum ve agrega ile karıştırılıp beton elde etmek için ahşap veya metal kalıplara dökülür. Stabilitenin artması için yapı çeliği donatı olarak kullanılmaktadır. Betondan yapılan tek bir yapay resif birimine "yapay resif bloğu" adı verilmektedir. Kalker ve kilin belli oranlarda karıştırılıp, pişirilmesi sonucu elde edilen çimento, silikat ve alüminatlarla bağlayıcı özellik kazanmıştır (Baradan, 1992). Ülkemizde üretilen *Portland* çimentosunun içerdiği maddeler; Kireç (CaO) %63-67, Silis (SiO₂) %20-25, Alümin (Al₂O₃) %5-9, Demir oksit (Fe₂O₃) %2-4, Magnezi (MgO) %0.5-3, Kükürttriksit (SO₃) %1-2 ve diğer maddeler %0.5-2 oranındadır (Baradan, 1992). Normal *Portland* çimentosunun (NPÇ) analizinde diğer maddeler Atiş ve Akçaözöğlü (2001)'e göre %0.7 K₂O ve %0.28 Na₂O olarak saptanmıştır.

JPFA (Japon Kıyı Balıkçılığı Destekleme Kurumu) standartlarında beton bloklarda kullanılacak su-çimento oranları ve agrega boyutları 28 günlük maksimum dayanım bazında verilmiştir. Bölge koşullarına göre, kıyından uzakta, su-çimento oranı %60, maksimum agrega boyutu 40-50 mm ve

maksimum 28 günlük dayanım 160 kg/cm^2 , kıyıya yakın bölgede, su-çimento oranı %55, maksimum agrega boyutu 40-50 mm ve maksimum 28 günlük dayanım ise 180 kg/cm^2 olarak hesaplanmıştır (Grove ve diğ., 1991).

Tablo 1. Mineral malzemelerin yapay resif üretiminde kullanımı.

Malzeme tipi	Kullanım yeri	Kullanım amacı
Çimento	Beton blok	Bağlayıcı madde
Agrega (kum ve çakıl)	Beton blok	Betonda iskelet oluşturma
D. puzolanlar ¹	Beton blok	Betonda katkı malzemesi
Y. puzolanlar (uçucu kül) ²	Beton blok	Betonda katkı malzemesi
Çamur	Beton blok	Betonda katkı (%40 çamur, %15 çimento)
Sönmüş kireç	Beton blok	Uçucu küle bağlayıcı özellik kazandırmak
Granit tozu	Beton blok	Betonda katkı malzemesi
Bazalt	Yapay resif	Resif yığınları oluşturmak
Kireçtaşı	Yapay resif	Resif yığınları oluşturmak
Diğer kayalar	Yapay resif	Resif yığınları oluşturmak

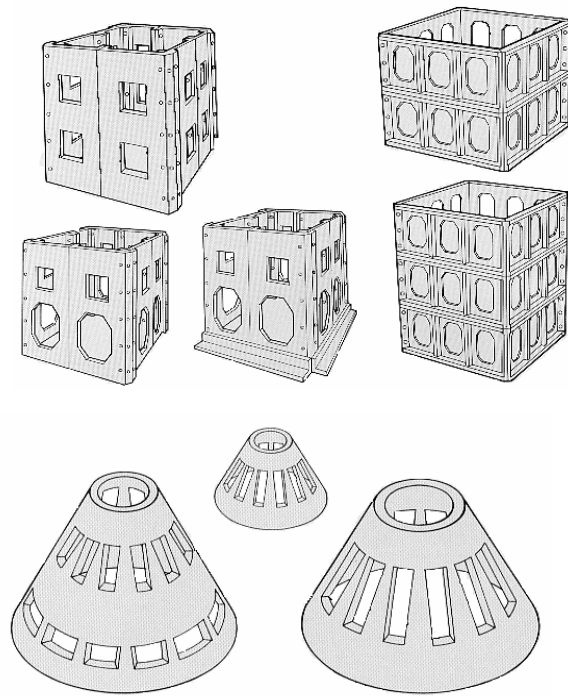
¹Doğal puzolanlar fazla miktarda silis gibi kolloidal elemanlar içeren ve tek başına bağlayıcı özelliği olmayan mineral malzemelerdir

²Yapay puzolanlar kömürün yanması ile oluştuğundan, doğal organik malzemeler sınıfına girmektedir

Beton malzeme denizel çevreyle uyumlu, dayanıklı, sağlam ve uzun ömürlüdür. Temin edilmesi kolaydır ve sorun yaratmadan, çeşitli tasarımlarda dökülebile esnekliği vardır. Ayrıca prefabrik blokların geliştirilmesi için uygun bir malzemedir (Lukens, 1997). Yapay resif projelerinde maliyeti azaltmak için betonun içine dolgu ve katkı maddesi olarak çeşitli malzemeler (moloz, parçalanmış lastik, çamur, kül vb.) kullanılabilir.

Beton resif üretiminde çelik kalıpların iç yüzeylerine yapıştırılan ve bir süre sonra beton tarafından absorbe edilen $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (demir sülfat) kristalleriyle algal oluşumun hızlanması ve yüzey yoğunluğunun artırılması amaçlanmıştır. TERRAX tabaka adı verilen kristal yapılar metal kalıplara yapıştırılmadan kalıplar iyice temizlenmektedir. Aynı işlem demir sülfat içeren bir emülsiyonun beton resif yüzeyine pülverize edilmesiyle de uygulanmaktadır. Elde edilen verilere göre, yüzeyden $500 \mu\text{m}$ tabakalara kadar dağılan sülfür ve demirle, $50 \mu\text{m}$ kalınlığında amorf demir oksit tabakaları yüzey ve yüzeye doğru şekillenmiştir. Ayrıca demir oksit tabakasından sonra kalsiyum oksit oluşmuştur. Bu maddelerin uygulandığı resif bloklarında alg üremesi ve gelişimi hızlanmış ve bu da balık cezbetme işlemini teşvik etmiştir (Suzuki ve diğ., 1996).

Beton, omurgasızlar ve balıklar için besin ve barınma alanları sağlayan, *fouling* organizmaların yerleşmesi ve büyümesinde uygun bir yüzey ve habitat oluşturur. Ağır ve hacimli olması, hareket ettirme ve nakliye işlemlerinde ağır iş makineleri gerektirir. Beton karışımında kullanılan malzemeler kum, çakıl, moloz, çimento gibi küçük partiküller halindedir. Bağlayıcı çimentonun parçaları bir arada tutması, akıntı, dalga gibi su hareketlerine karşı dayanıklı olması gerekmektedir. Servis ömrü uzun olsa da, çimentonun bağlayıcı özelliğinin zamanla kaybolması bir arada tuttuğu parçaların dağılmasına sebep olacaktır (Lukens, 1997).



Şekil 1. Japonya'da kullanılan büyük hacimli prefabrike beton resif üniteleri.

Ülkemizde yapılan yapay resif uygulamalarında beton bloklar kullanılmıştır. Urla, Çeşme, Ürkmez, Gümöldür, Gülbahçe, Kırdenez, Foça, Zonguldak ve Marmaris'te yapılan çalışmalarda farklı tasarımlara sahip resif blokları denize indirilmiştir. $0.6-2 \text{ m}^3$ lük hacim ve $0.5-1.5$ ton arasında ağırlığa sahip beton bloklar üretilmiş ve yaklaşık 10.000 m^3 lük bir hacme ulaşılmıştır (Şekil 2) (Lök ve diğ., 1999; Düzbastılar ve diğ., 1999). Bu çalışmalarda ahşap ve metal saç kalıplar kullanılmıştır. Ahşap kalıplarda dökülen blokların şekil ve ölçüleri birbirlerinden farklı ve yüzeyleri pürüzlüdür. Pürüzlü yüzey organizmaların tutunmaları için daha uygun olsa bile, metal kalıplarda yapılan üretim daha kalitelidir.



Şekil 2. Gümöldür'de kullanılan beşgen-kubbe şekilli beton resif blokları.

Doğal Kayalar

ABD'de 1958'den beri Kaliforniya Eyaleti'nde Balık ve Av Bölümü, kayaları kullanarak resif inşa etmişlerdir. Kayalardan

yapılan resiflerin prefabrik beton resif blokları ve çeşitli araçlarla (otobüs, trolleybüs vb.) karşılaştırıldığında, balık cezbetme etkinliği açısından, beton bloklardan sonra gelmektedir. Florida Eyaleti'nin farklı bölgelerinde 270-2500 ton arasında değişen miktarlarda, taş ocaklarından çıkartılan kireçtaşları resif yapımında kullanılmıştır. Benzer uygulamalar Maryland ve Mississippi Eyaletleri'nde de gerçekleştirilmiştir (Lukens, 1997). 1992 yılında, volkanik bazalt kayaç yığınlarından oluşan, yaklaşık 125 ton blok şekilli yapay resif, Hollanda'nın Noordwijk kıyılarında 8.5 km açığa bırakılmıştır (Jensen ve diğ., 1999).

Yapay resif oluşturmak için kaya kullanma nedenleri; ucuz olması, kolay işlenebilmesi, etraflarındaki oyulmayı ve sedimentasyon taşınmasını azaltmalarıdır. Kaliforniya'da yapılan bir çalışmada, yapay kaya resifleri, doğal kaya resifleri ve deniz çayırları habitatı arasında balık yoğunluğu karşılaştırılmıştır. En yüksek yoğunluk, yapay kaya resiflerinde bulunmuştur. Proje yürütücüleri bu malzemenin balık cezbetmede ve *fouling* organizmalarının yerleşmesinde çok başarılı olduğunu ifade etmişlerdir. Yapay resif yapımında kireçtaşları, CaCO₃ içermekle beraber çevreye uyumlu kabul edilmektedir. Bu malzemeler yüksek yoğunluğa sahiptir ve çok kötü koşullar dışında, resif alanında sabit kalırlar. Kayalar dayanıklıdır ve servis ömürleri çok uzundur. Ancak taş ocağından satın alındıktan sonra nakliyesi zor ve maliyetlidir. Yerleştirme yapılırken özel vinçler kullanılmalı ve tabanı açılan gemilerle zemine boşaltma yapılmalıdır (Lukens, 1997).

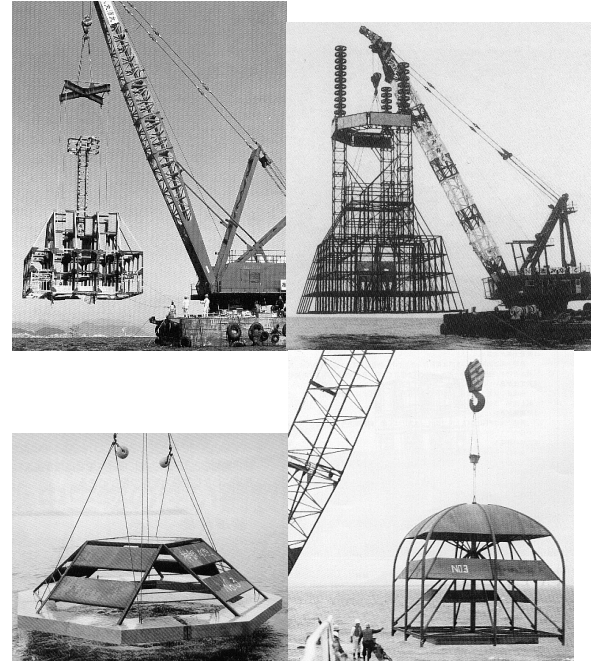
Metal

Japon araştırmacılar özellikle demir-karbon alaşımlarından yapılan özel olarak tasarlanmış yapay resiflere "yapay resif modülü" adını vermiştir (Şekil 3). Yapay resif yapımında, istiridye, midye ve alg yetiştiriciliği için metal kafes adı verilen yapılar kullanılmaktadır. Bunun yanında yaygın olarak yapılan beton resif bloklarında, yapısal bütünlüğün ve dayanımın artırılması için çelik kullanılmaktadır. Yasadışı trol avcılığının önlenmesi için tasarlanan anti-trol resiflerinde ağır takılması ve zarar görmesi için çelik profiller betonun dışına çıkacak şekilde yerleştirilmektedir.

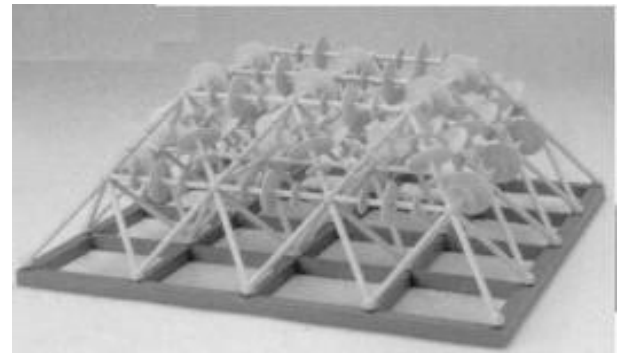
Betonda donatı olarak veya tek başına kullanılan çelikler farklı özellikler taşırlar. Genellikle donatı çeliği için, yapı çeliği (S ve P %0.050-0.065) kullanılır. Resif modülü sadece metalden oluşacaksa, elektro-kimyasal korozyona dayanıklı olan paslanmaz çelik (%0.08-0.25 C, %1 Si, %2 Mn, %16-26 Cr ve diğ., S, P, Ni, Mo) kullanılmalıdır. JPFA standartlarına göre, deniz suyuna maruz kalan çelikteki elektro-kimyasal korozyon, kıydan uzakta, yüksek su seviyesinin üzerinde 0.3 mm/yıl, deniz zemini ve yüksek su seviyesi arasında 0.1 mm/yıl, deniz zeminine gömülü ise 0.03 mm/yıl olarak, kıyıya doğru, havaya yakın 0.1 mm/yıl, su seviyesinin üzerinde 0.03 mm/yıl ve su seviyesinin altında 0.02 mm/yıl olarak hesaplanmıştır (Grove ve diğ., 1991).

Japonya'da çelik modüller ve küp şekilli beton resif üniteleri arasında *Crustacea* ve *Polychaeta* yoğunluğuna bağlı yapılan karşılaştırmada, çelik malzemeden yapılan resiflerin balık türlerindeki birim av gücü, beton resiflerin 2.6 katı bulunmuştur (Itosu ve diğ., 1999). Japonya'da TR55 çelik-

beton resif modüllerinin yerleştirilmesinden (1992) 5 ay sonra, uzatma ağları ile yapılan 6 örneklemeden ikincisinde, 25.16 kg av miktarı elde edilmiştir (Şekil 4). Bu çalışmada 8 ayrı balık türü ve 41 birey (1 pelajik, 7 demersal tür) tespit edilmiştir. Ağustos-Eylül 1993 arasında yapılan bir çalışmada, 1.5x1.5x1.5 m³lük beton blok ile TR55 modülü arasındaki uzatma ağları ile yapılan karşılaştırmada, metal modüllerde 13.2 kg, beton bloklarda ise 6.39 kg av miktarı kaydedilmiştir. TR8 adı verilen diğer bir modül, 1992'de yerleştirilmiş ve 1 yıl sonra, 2 kişi tarafından yapılan olta balıkçılığında (toplam 7 saat, 8:00-10:00 arası, ilk örnekleme) 38.2 kg/kişi av miktarı elde edilmiştir. 13 ay sonra aynı modüle (toplam 7 saat, 12:30-17:30 arası) 36.9 kg/kişi av miktarına ulaşılmıştır. Bu modüllerde yerleştirmeden 2 yıl sonra tabanda oluşan gömülme 2-5 cm ile sınırlı kalmıştır (YAMAHA MOTOR CO. LTD. 1999A, YAMAHA MOTOR CO. LTD. 1999b).



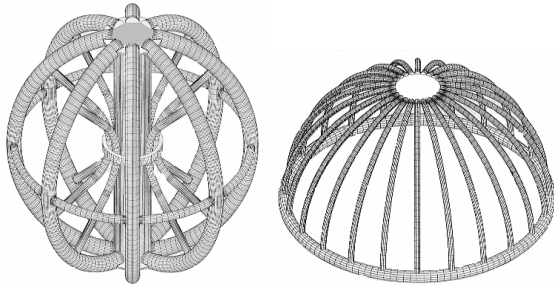
Şekil 3. Japonya'da kullanılan çelikten yapılmış bazı resif üniteleri.



Şekil 4. Balık cezbetme amaçlı kullanılan TR55 tipi metal modül (genişlik : 12.648 m, boy : 12.648 m, yükseklik : 5.470 m, ağırlık : 48.604 ton) (YAMAHA MOTOR CO. LTD. 1999a).

Plastik

Yapay resif yapımında plastik malzemelerin kullanımı bir alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır (Şekil 5). Bunlardan biri modül yapımında kullanılan vinilklorürün polimerleşmesi sonucu elde edilen ve özgül ağırlığı 1.39 civarında olan PVC'dir. Malezya'da 10 cm'lik PVC borularla 18 m derinlikte resif kompleksleri oluşturulmuştur (Omar ve diğ., 1994). PVC modüllerin özellikle primer *fouling* organizmaların yüzeye yerleşmelerini hızlandırdığı ifade edilmektedir. Mikroorganizmaların resife tutunabilmeleri için, yüzeyleri oluklu ve tırtıklı bir yapıya sahiptir. Küçük balık bireylerinin ve *crustacea*'ların barınma ve yerleşmesine izin verir. Resif yüzeyinin kalkerleşmesi ve *fouling* organizmaların homojen olarak dağılımı plastik modüllerde gözlenmiştir. Plastik resiflerde bölmeler, pencereler, delikler yapmak ve istenen tasarımı gerçekleştirmek üretim teknolojisi açısından daha kolaydır. PVC modüllerle 2500-130.000 m³'lük resif alanları yaratmak mümkündür. Birbirinden bağımsız, üçgen profilli üniteler bir araya getirilerek resif kompleksi oluşturulmaktadır (ARCOA, 1998). CTP (cam takviyeli poliester) yapay resif olarak kullanılan diğer bir plastiktir. CTP ve PVC modüllerde özgül ağırlıkları nedeniyle, özellikle fırtınalı havalarda ve balıkçı donamlarının takılması sonucu devrilme ve stabilite problemleri ortaya çıkmıştır (Bell ve diğ., 1989; Omar ve diğ., 1994).



Şekil 5. Plastikten yapılan yapay resif üniteleri.

1996 yılında İtalya'da 11 m derinliğe küre şeklinde polietilen (PE) resif modülleri yerleştirilmiştir. 4 m çapında, 149 m²'lik yüzey alanına sahip resiflerin hacmi 33.5 m³ ve ağırlığı ise 280 kg'dır. 8 ay süresince toplam 800 kg midyenin (*Mytilus galloprovincialis*) PE modüllerin yüzeyin kapladığı gözlenmiştir. 1998 yılında 450 m² alan, 483 m³ hacim ve 1000 kg ağırlığa sahip küre ve yarı küre 2 resif modülü kombinasyonu balık cezbetme amaçlı kullanılmıştır. PE malzemenin bulunduğu ortamda diğer maddelerle reaksiyona girmemesi nedeniyle bazı özel uygulamalarla organizmaların yüzeye tutunmaları sağlanmaktadır (Odorico ve Bussani, 1999).

Sonuç ve Öneriler

Japonya resif inşa standartlarına sahip tek ülkedir. İlk kapsamlı tasarım kılavuzu 1978 yılında Kıyı Balıkçılığını Geliştirme Programı (*Coastal Fisheries Development Program, CFDP*) kapsamında Yapısal Tasarım Kılavuzu olarak hazırlanmış ve 1984'te genişletilmiştir. Japon Kıyı Balıkçılığı Destekleme

Kurumu (*Japan Coastal Fisheries Promotion Association, JCFFA 1984*) çelik yapay resif için 1982'de 98 sayfa, planlama şartları için 1986'da 1184 sayfa ve yapay resif tasarımı için 1989'da 398 sayfa içeren kılavuzları düzenlemiştir. Tüm proje sahipleri Japon hükümetinden para yardımı olarak, hazırlanan bu kılavuza uygun resif projeleri üretmiştir. Kılavuzlar önemli deneyimlere dayanmaktadır ve halen tam olarak bitmemiştir (Grove ve diğ. 1989).

Yapay resif yükleme, nakliye ve yerleştirme süresince çevreye zarar vermemeli ve denizel ortamda zararlı kimyasal özelliklere sahip olmayan malzemelerden yapılmalıdır. Genellikle bir çok ülkede yapılan çevresel düzenlemeler, Cd, Pb, Cr ve As gibi maddeler için izin verilebilir dozlarda kullanıma izin vermektedir. Ayrıca, balıkçılık amaçlı resif uygulamalarında kullanılan malzemeler içinde organik fosfat, CN, Hg ve PCB (Poliklorür bifenil) kesinlikle yasaktır (Grove ve diğ. 1991).

Yapay resif uygulamalarında kullanılan malzemeler, ekonomiklik, toksisite, dayanım, organizmalarla etkileşim, temin edebilme ve üretim kolaylığı, farklı tasarımlar oluşturabilme imkanı vb. faktörlere bağlı olarak seçilmektedir. Bunlardan en önemlisi ise çevreye olan uyumdur. Resif sistemleri oluşturmak için kimyasal reaksiyonların en az seviyede meydana geldiği malzemeleri seçmek, resif üzerinde ve etrafında oluşacak fauna ve floranın olumsuz etkilenmesini önleyecektir.

Son yıllarda çimento ve farklı katkı maddeleri ile yapılan yapay resif blokları yaygın bir hale gelmiştir. Çimentonun çelik ile güçlendirilmesiyle elde edilen donatılı beton dayanım kriterlerine cevap vermekte ve arzu edilen tasarımda üretime imkan vermektedir. Ayrıca içerik olarak çevreye zararlı olabilecek maddeler en az seviyededir. Yapay resif modülü adı verilen çelik yapılar ise genellikle alg, istirdiye ve midye kültürü için kullanılmakta ve betona oranla daha verimli oldukları ifade edilmektedir. Bununla birlikte, kullanılacak çelik kalitesinin standart dışı olmaması, oluşacak korozyonun en az seviyede kalmasını sağlayacaktır. Plastik malzemelerden yapılan resif modülleri özellikle *fouling* organizmaların tutunmalarını sağlayan özel yüzeylere sahip oldukları ve farklı tasarımlarda üretim kolaylığı sağladıkları için tercih edilmektedir.

Balıkçılık ve diğer amaçlarla yapılacak yapay resif uygulamalarında ilk amaç, ortamda bulunan canlı popülasyonunu artırmak ve doğal yaşama destek vermektir. Doğal dengenin bozulmaması için ortamda bulunan canlı organizmalara zarar vermeyecek standartta ve özellikte malzeme kullanımı çok önemlidir. Bunun öneminin kavranması için yapay resif projelendirme kılavuzunda yer alan malzeme kısıtlamalarına uyulmalıdır. Yeni malzeme gruplarının denenmesi için uzun süreli pilot çalışmalar yapılmalı ve araştırma sonuçlarına göre kullanımına karar verilmelidir.

Kaynakça

ARCOA, 1998. Artificial Reef Company of America, Inc., Madison, Box 9703, WI 53715-0703.

- Atiş, C. D., K. Akçaözoğlu, 2001. Drying shrinkage of high volume fly ash concrete (in Turkish), Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, Cilt: 2, Sayı: 1: 117-123.
- Baradan, B., 1992. Material of Construction II (in Turkish), 2. Baskı, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Yayınları No.207, Basım Ünitesi, İzmir.
- Bell, M., C. J. Moore, S. W. Murphey, 1989. Utilization of manufactured reef structures in South Carolina's marine artificial reef program. Bull. Mar. Sci., 44, 818-830.
- Düzbastlar, F. O., A. Lök, A. Ulaş, C. Metin, 1999. Deployment and Arrangement of Artificial Reefs Underwater (in Turkish), Sualtı Bilim ve Teknolojisi Toplantısı Bildiriler Kitabı, İ.Ü. Teknik Bilimler M. Y. Sualtı Teknolojisi Programı, 11-12 Aralık, SBT99, İstanbul, 85-91 s.
- Grove, R. S., C. J. Sonu, M. Nakamura, 1989. Recent Japanese trends in fishing reef design and planning. Bulletin of Marine Science 44: 984-996.
- Grove, R. S., Sonu, C. J., Nakamura, M., 1991. Design and Engineering of Manufactured Habitats for Fisheries Enhancement, Artificial Habitats for Marine and Freshwater Fisheries, Ed.by Seaman, W. Jr., Sprague, L. M., Pp.109-152, Academic Press, Inc., California 92101, U.S.A.
- Itosu, C., Y. Komai, H. Sakai, 1999. Estimation of Food Organism Production on Steel-made Artificial Reef, 7th International Conference on Artificial Reefs and Related Aquatic Habitats, October 7-11, 1999, San Remo (IM)-Liguria-Italy, 150-157 pp.
- Jensen, A., K. Collins, P. Smith, 1999. Artificial reefs of Europe, perspective and future, 7th International Conference on Artificial Reefs and Related Aquatic Habitats, October 7-11, 1999, San Remo (IM)-Liguria-Italy, 3-10 pp.
- Lök, A., C. Metin, A. Ulaş, F. O. Düzbastlar, A. Tokaç, 1999. Artificial reefs in Turkey, Artificial Reef, 7th International Conference on Artificial Reefs and Related Aquatic Habitats, October 7-11, 1999, San Remo (IM)-Liguria-Italy, 255-263 pp.
- Lukens, R. R., 1997. Guidelines For Marine Artificial Reef Materials. Gulf States Marine Fisheries Commission, Number 38, Ronald R. Lukens (Project Coordinator), January 1997, 118 pp.
- Odorico, R., M. Bussani, 1999. Use of Polyethylene in Artificial Structures : ECOMARE PROJECT, Artificial Reef, 7th International Conference on Artificial Reefs and Related Aquatic Habitats, October 7-11, 1999, San Remo (IM)-Liguria-Italy, 652-654 pp.
- Omar, R. M. N. R., C. E. Kean, S. Wagiman, A. M. M. Hassan, M. Hussein, R. B. R. Hassan, C. O. M. Hussin, 1994. Design and Construction of Artificial Reefs in Malaysia. Bull. Mar. Sci., 55 (2-3) 1050-1061.
- Seaman, J. W., L. M. Sprague, 1991. Artificial Habitats Practices in Aquatic Systems, Artificial Habitats for Marine and Freshwater Fisheries, Academic Press, Inc. San Diego, California 92101, U.S.A., 1-29, p. 285.
- Sonu, C. J., R. S. Grove, 1985. Typical Japanese reef modules. Bulletin of Marine Science 37: 348-355.
- Suzuki, T., Y. Ishii, T. Kawashima, 1996. Surface Modification of Concrete with Ferrous Sulfate, Corrosion Engineering, Japan, 45, 773-777 pp.
- YAMAHA MOTOR CO. LTD., 1999a. OES Truss Group, The Truss Reef survey reports of attracting fish, International Cooperation Group, Overseas Project Division, Overseas Markets Development Operations, 1400 Nippashi, Hamamatsu-Shi, Shizuoka-Ken 432-8058, Japan, 19 pp.
- YAMAHA MOTOR CO. LTD., 1999b. Truss Reef, Artificial coral reef, International Cooperation Group, Overseas Project Division, Overseas Markets Development Operations, 1400 Nippashi, Hamamatsu-Shi, Shizuoka-Ken 432-8058, Japan, 19 pp.