

MESOCOSM DENEYLERİ, FAYDALARI VE UYGULAMA ALANLARI

Zabit UYSAL

ODTÜ, Deniz Bilimleri Enst. PK 28, 33731 Erdemli İÇEL

ÖZET: Okyanus ekolojisinin nasıl işlediğine dair son yıllarda kapalı sistemlerde çeşitli deneysel ortamlar geliştirilmiştir. Birden fazla denizel tür ve trofik seviyeleri içeren ve hemen hemen deniz koşulları altında gerçekleştirilen deneysel amaçlı projeler 1960'lı yillardan sonra deniz bilimcilerinin yoğun ilgisini çekmiştir. Bu amaçla "Kapalı Deniz Ekosistem Deneyleri" için on'un üzerinde farklı konstrüksiyon geliştirilmiştir. Genelde bunlar, kara üzerinde, küçük körfez veya yapay havuzda ve denizde planlanmaktadır ve yapım tarzları amaca göre değişkenlikler göstermektedir. Mesocosm deneyleri, deniz ekosisteminde enerji ve maddenin dinamiği, fiziksel ve kimyasal değişimler, türlerin devamlılığı ve organizmalar arasındaki ilişkilerin saptanması açısından büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Ayrıca bu ortamlarda çeşitli çevresel faktörlerin kontrolü deneylere serilik ve tekrarlılık kazandırmıştır. Ekosistemde kimyasal maddelerin transferi ve transformasyonu ile bu maddelerin ekosisteme etkilerinin anlaşılmasına getirdiği kolaylıklar nedeni ile doğal ortamda kirlenticilerin etkilerinin belirlenmesinde önemli rol oynamıştır.

Anahtar kelimeler: Mesocosm deneyleri, faydalari, trofik seviyeler, deniz ekosistemi, kirlilik.

SUMMARY: *Mesocosm experiments, utilities and applications.* Various experimental structures have been developed in enclosed system to understand how ocean ecology works. Experimental projects using multi-species and multitrophic ecosystems under nearly natural conditions have attracted curiosity of oceanographers since 1960's. For this purpose, more than ten different constructions for Marine Ecosystem Enclosed Experiments were developed. In general, these were planned as land based type, small bay or an artificial pool and enclosure at sea with varying construction style depending on the aim. Mesocosm experiments provide easy access to study of dynamics of energy and material, physical and chemical changes, the succession of species and interactions between organisms in the marine ecosystem. Moreover, it makes it easy to control various environmental factors, which permits the performance of replicate and repeat experiments. It benefits the study of transfer and transformation of chemicals in the ecosystem and their impacts on the ecosystem, which is very important in assessment of effects of pollutants on natural ecosystem.

Key words: *Mesocosm experiments, utilities, trophic levels, marine ecosystem, pollution.*

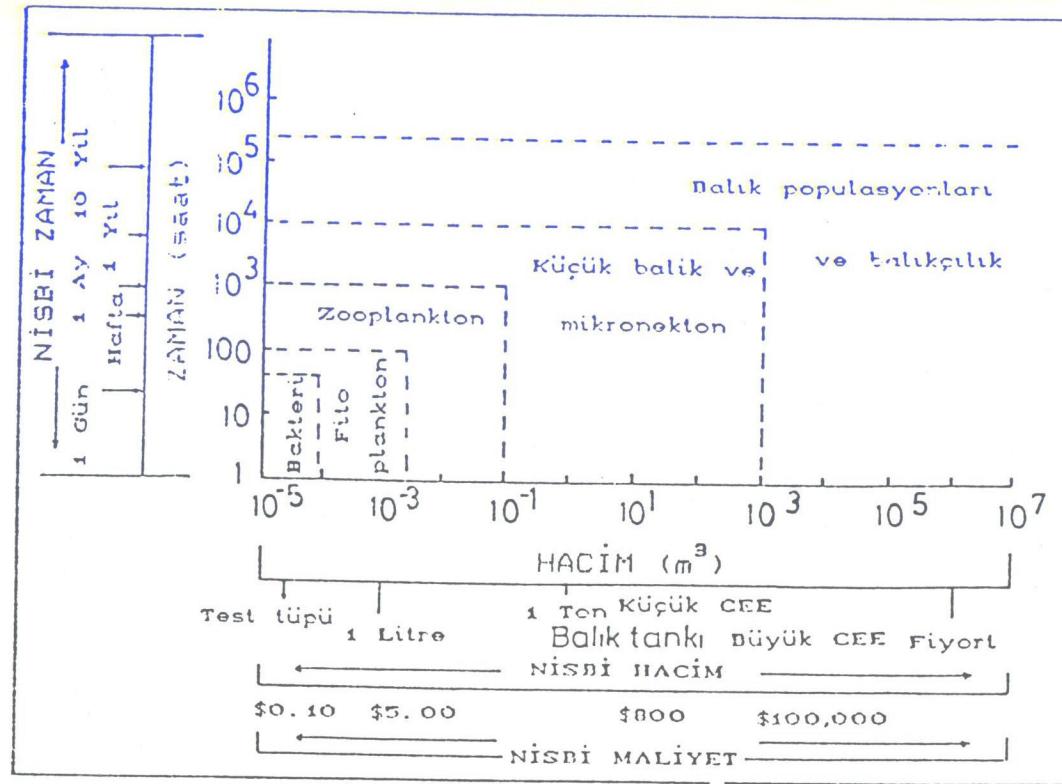
GİRİŞ

Deniz suyu ortamı sürekli dinamik bir yapı oluşturması nedeni ile deniz bilimciler ekosistem araştırmalarında çeşitli zorluklar çıkarmaktadır. Ekosistem çalışmalarında, küçük çaplı rutin laboratuvar deneyleri ve saha çalışmaları yanısıra, kapalı sistemlerde büyük çaplı arşırmalara gereksinim duyulmuştur. Böylece kompleks sistemler üzerine daha güvenilir veriler toplanabilecektir. Bu amaçla 1960'lı yıllarda sonra araştırcılar ilgilerini yoğun bir şekilde kontrol altında kapalı ekosistem deneyleri (Controlled Ecosystem Enclosure Experiment) üzerine yöneltmiş ve on'un üzerinde farklı konstrüksiyon geliştirilmiştir. Tüm bu araştırmaların esasta ana amacı çoklu tür ve çoklu trofik ekosistemleri kullanarak okyanus ekolojisinin nasıl işlediğini doğal ortam koşullarına hemen hemen benzer bir ortamda araştırmaktadır. Deneyi gerçekleştirmek için gerekli apareyler ve tekniklerin geliştirilmesi öncesi hipotez ve deneye ait dizayn belirlenmelidir. Bunun için gerekli kriterleri Parsons (1989) Tablo 1'de verildiği şekilde sıralanmıştır.

Kontrollü ekosistem çalışmaları için rölatif boyutlar ve içerebileceği organizmaların boyutları Şekil 1'de verilmiştir. Parson'un (1989) hesaplarına göre doğal fitoplankton ve zooplankton birlikte kapsayacak bir deney ortamı 1-10 ton arası su kütlesini gerektiririnde ve birim maliyeti \$1000 olmaktadır. Buna karşın kurulan en büyük konteynır yaklaşık 1000 ton hacimli olup birim maliyeti \$100,000'ı bulmustur.

Tablo 1. Kontrollü Deneysel Ekosistem Araştırması için gerekli kriterler.

	Hipotez
	I
	I
	Deneysel Dizayn
	I
	I
Teknik geliştirme	Gerekli appareyler
1. Ekolojiye redüksiyonist açıdan biyolojik emsaller	Laboratuvar kemostatları
2. Biyolojik üretimin arttırımı	Pilot plantasyon boyutlu fasiliteler
3. Ekosistem üzerine kirletici baskısı	Bir veya daha çok ekosistemi içeren fasiliteler
4. Holistik açıdan ekolojik ilişkiler	Bir veya daha çok ekosistemi içeren fasiliteler
5. İstatistikî açıdan ekolojik ilişkiler	Birçok ekosistemi içerecek tekrarlı fasiliteler



Şekil 1. Sucul organizmaların yaşam döngüsü ile bunları içine alabilecek Kontrollü Ekosistem ortamının nisbi boyutları ve maliyeti arasındaki ilişki (Menzel ve Steele, 1978'den).

MESOCOSM FAYDALARI

Deniz ekosistem araştırmaları için deniz biyologları, ekologlar, kimyaşer ve jeologlar deneysel metodların geliştirilmesi ve yeni tekniklerin tesisi için son 30 yıldır yoğun bir şekilde çalışmışlardır. Deniz çevre biliminde ve deniz kimyasında birçok teorik ve pratik sorunlar bu teknik ile ispatlanabilmektedir. Dolayısı ile mesocosm küçük çaplı laboratuvar deneyleri ile saha araştırmaları arasında köprü oluşturmaktır ve düzeyli verilerin toplanmasına olanak sağlamaktadır.

MICROCOSM deneyleri 1 m^3 ve daha az hacimleri kapsamakta ve tek tür ait prosesi hedef almaktadır. Burada trofik seviyeler arası ilişkiler gözlenmemekte, otçul (herbivor) ve etçil (karnivor) olmak üzere yüksek trofik seviyeler dışlanmaktadır olup bulgular gerçek doğal ortama yansıtılamamaktadır. Bu nedenle mesocosm çalışmaları güncelilik kazanmış olup, avantajları şöyle sıralanabilir:

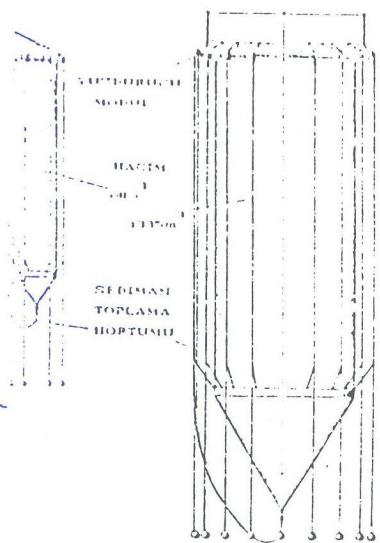
- 1- Basit mühendislik ve değişken dizayn, fiziki sınırlar ve parametreler belirli,
- 2- Saha çalışmalarına oranla daha düşük maliyetli,
- 3- Doğal biyolojik kompozisyon ve yapı ile doğal koşullar altında deneysel olanak,
- 4- En az bir yaşam döngüsü süresince ilişkili iki trofik seviyeyi kapsaması,
- 5- Aynı doğal populasyonun tekrarlı örneklenebilmesi,
- 6- Türlerin spatial(dikey) ve temporal dağılımlarının incelenmesi,
- 7- İz miktarda ortama eklenen kirlenticilerin biyolojik olarak durumlarının zamana karşı incelenmesi,
- 8- Çalkantı ve dikey karışımının olmadığı bir ortamda dikey biyolojik ve kimyasal taşımanın çalışılabilmesi,
- 9- Bu sistemlerden alınacak sonuçların matematiksel modellerle karşılaştırılabilmesi,
- 10- Deneysel sonuçların doğal sisteme daha güvenilir bir şekilde yansıtılabilmesi.

Kapalı sistem araştırmalarında örneklemeler sırasında ekosistemin normal gelişimini etkilememek için mümkün olduğunda özen göstermeli ve alınan örnekler anında deney ortamına yakın laboratuvarlarda incelenmelidir. Bu sistemin dezavantajları arasında şunlar sıralanabilir:

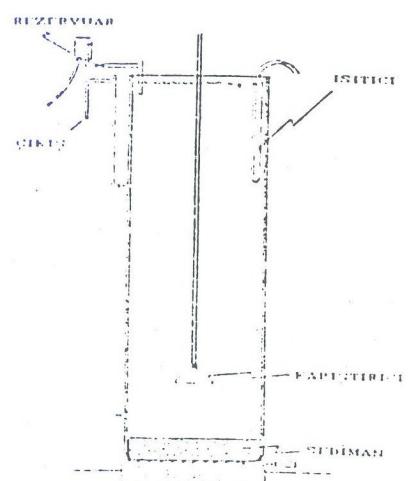
- 1- Deney suyunda dikey ve yatay suyun yetersizliği,
- 2- Doğal ortamda dikey olarak normal günlük dağılım gösteren ve yüzeye taşımanın organizmaların kontrol edilememesi,
- 3- Yüzey-hacim oranları çok yüksek olan torbalarda duvar etkisi,
- 4- Yapının nazik olması nedeniyle açık denizde kullanılamaması,
- 5- Sonuçların saha çalışmalarıyla desteklenmesi.

MESOCOSM GELİŞİMİ

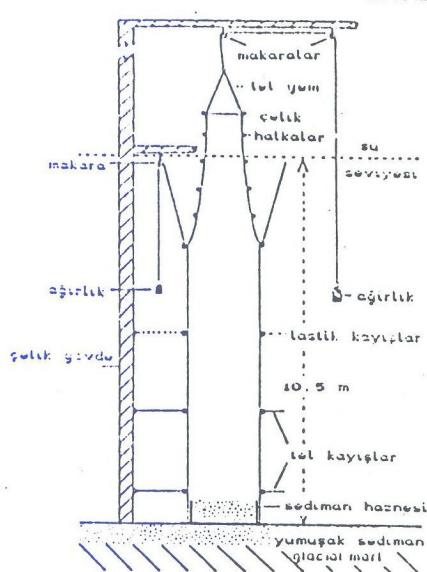
Bu alanda ilk öneri 1930'lu yıllarda İsveçli araştırmacılar tarafından yapılmış olup kıyı yüzey sularında fitoplankton ve zooplankton arasındaki ilişkiyi incelemek üzere 13 m yükseklikteki bir havuzda gerçekleştirılmıştır. Bunu 1960'ta Nanaimo Deniz Biyolojisi Enstitüsünden Strickland ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen, 6 m çapında, 3200 galon su hacimli deney ortamı izlemiştir (CIATC-MIEEE, 1989). Bu yıllarda deniz kirliliği önem kazanmaya başlamış ve kirliliğin organizma ve özellikle deniz ekosistemi üzerine etkisi, kirlenticinin ekosistemde transferi ve davranışları ile uzun dönemde etkileri bu yöntemle izlemmeye çalışılmıştır. 1970'lerin başlarında kirlilik araştırmaları için çok büyük CIEPEX (Controlled Ecosystem Pollution - sonra Population



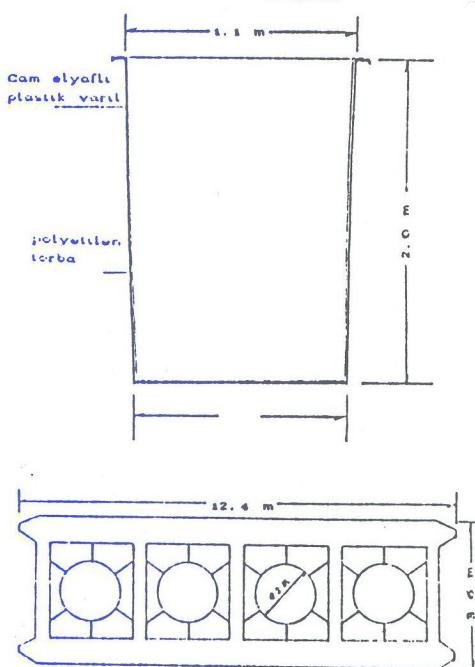
Şekil 2. (CEPEX) Kontrol Ecosistem Populasyon Deney ortamı.



Şekil 3. MERL (Deniz Ecosistem Araştırma Laboratuvarı) tankı.



Şekil 4. KIEL Plankton kulesi
(Bodungen ve dig. (1976)'den)



Şekil 5. Xiamen (Çin) Kapalı Deniz Ekosistem Araştırmaları (MEEE) için hazırlanan deney ortamı ve katamaran.

Experiment) fasiliteleri biri Kanada ve diğerisi iskoçya'da geliştirilmiştir (Şekil 2: Menzel and Case, 1977). Ağustos 1980'de Sidney-Kanada'da bu konu üzerine bir sempozyum düzenlenmiştir (Grice ve Reeve, 1989). 1983-1986 yılları arasında ise Çin ve Kanada arasında ortak çalışmalar yürütülmüştür.

Bu sisteme bentik araştırmalara yönelik ilk çalışma Zeitzschel ve Davis tarafından 1978 yılında gerçekleştirilmiştir. Amerika'daki Rhode Island University, MERL'de (Marine Ecosystem Research Laboratuary) benzeri bentik ekosistem çalışmaları gerçekleştirilmiştir (Şekil 3). Bunu 1984-1985'te petrolün sediman içindeki durumu ve bentik canlılara olan etkisini araştırmak üzere Hollanda'da MOTIFS programı izlemiştir. Buna parel olarak Norveç, yumuşak zemin ve kaya üzerindeki biyolojik komüniteler üzerine dizel hidrokarbonların etkisini araştırmak üzere kapalı sistem deney ortamı geliştirmiştir. Almanya'da ham petrol ve petrolün bentik ve planktonik ekosistemlere olan etkisini araştırmak üzere kapalı, yarı kapalı ve açık gelgit bölgelerde deney ortamları inşa etmişlerdir (Şekil 4). Son olarak plankton çalışmaları için Çin, Xiamen'de biri doğal ortamda ve diğerinin tankta olmak üzere deneyler gerçekleştirilmiştir (Şekil 5).

TEŞEKKÜR

Bu makalenin hazırlanmasında temeli oluşturan çalışmaları destekleyen Çin Halk Cumhuriyeti'ne ve deneylerin gerçekleştirildiği Third Institute of Oceanography- Xiamen personeline içten ilgi ve yardımları için en derin teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

- von Bodungen, B., von Bröckel, K., Smetacek, V., Zeitzschel, B. (1976): The plankton tower. I. A structure to study water/sediment interactions in enclosed water columns. Mar. Biol. 34:369-372.
- CIATC-MEEE (1989): Marine Ecosystem Enclosed Experiment and its application. Text for China International Advanced Training Course of Marine Ecosystem Enclosed Experiment Third Institute of Oceanography, Xiamen-China. 5.23 p.
- Grice, G.D., Reeve, R. (1989): Introduction and description of experimental ecosystem. In: References. appendix 3-2 to text for China International Advanced Training Course of Marine Ecosystem Enclosed Experiment. Xiamen, China. 1-9.
- Menzel, D.W., Steele, J.H. (1978): The application of plastic enclosures to the study of pelagic marine biota Rapp P.- V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer. 173: 5-6 .
- Menzel, D.W., Case, J. (1977): Concept and Design: Controlled Ecosystem Pollution Experiment. Bulletin of Marine Science. 27(1): 1-7.
- Parsons, T.R. (1989): The future of controlled ecosystem enclosure experiments. In: References. appendix 3-2 to text for China International Advanced Training Course of Marine Ecosystem Enclosed Experiment. Xiamen, China. 411-418.