

DANIMARKA GÖLLERİ PLANKTONU: UZUN DÖNEMLİ VERİ SETLERİNİN ANALİZİNİN FIRSAT VE KISITLARI

Korhan Özkan^{a,b,c}, Thomas Davidson^{b,c}, Rikke Bjerring^b, Liselotte Johansson^b, Martin Søndergaard^b, Torben Lauridsen^{b,f}, Jens-Christian Svenning^c, Erik Jeppesen^{b,d,e}

^aDeniz Bilimleri Enstitüsü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ), Mersin, Türkiye

^bLake Ecology Section, Department of Bioscience, Aarhus University, Silkeborg, Denmark

^cSection for Ecoinformatics & Biodiversity, Department of Bioscience, Aarhus University, Aarhus, Denmark

^dGreenland Climate Research Centre, Greenland Institute of Natural Resources, Nuuk, Greenland

^eSino-Danish Centre for Education and Research, Beijing, China

^fArctic Research Centre, Aarhus University, Aarhus, Denmark

(korhan@ims.metu.edu.tr)

ÖZET

"Uzun dönemli izleme programları ekosistemlerin değişen çevresel koşullara verdikleri tepkileri anlamak için anahtar konumundadırlar. Bu nedenle başarılı yönetim ve koruma stratejileri geliştirmek için çok önemlidirler. Uzun dönemli izleme faaliyetlerini sürdürmek ve veri setlerini analiz etmek ise hem önemli fırsatları hem de kısıtları barındırır. Danimarka gölleri üzerindeki ötrofikasyon ve iklim değişimi etkilerini anlamak üzere 1980'lerin sonlarında bir izleme programı başlatılmıştır. Değişik göl tiplerini temsil eden bir grup göl (c. 400) seçilmiş ve bu göller biyotik ve abiyotik özelliklerini için değişik örnekleme sıklıkları ile izlenmiştir.

Bu göllerin bir kısmı üzerinde ($n: 195$) fitoplankton cins çeşitliliğinin alansal dağılımını anlamaya yönelik olarak yapılan analizler fitoplankton çeşitliliğinin en güçlü olarak su kimyası ve özellikle de toplam azot tarafından belirlendiğini göstermiştir. Diyatomeler gibi bazı grupların ise ekolojilerini yansıtır şekilde göl morfolojisinden etkilendikleri tespit edilmiştir. Ayrıca, göl çevresindeki alan kullanımı ve ilkim değişkenlerinin fitoplankton çeşitliliği üzerindeki etkisinin sınırlı olduğu gözlenmiştir. Gölün eşit yoğunlukla örnekleşmemiş olmasa standart istatistik yöntemlerin kullanılmasını engellemiştir, bu yüzden katmanlaşırılan permütasyon ve rastgele seçime dayanan bir istatistik yöntemi izlenmiştir.

Aynı program kapsamında 20 yıl boyunca (1989-2008) iki haftalık periyodlarla izlenen 17 gölün veri seti fito- ve zooplankton ile göl fiziko-kimyası değişkenlerinin zamansal değişimlerini anlamak için incelenmiştir. Bu zamansal analizler önemli değişimleri açığa çıkarmıştır. Önceden ötrofik olan ancak besi tuzu yoğunluklarında güçlü bir düşüş yaşayan (yeniden oligotrofikleşme) göllerde, fitoplankton biyokütesinde güçlü bir düşüş ve plankton topluluk yapısında belirgin bir iyileşme gözlenmiştir. Dikkat çekici olarak plankton çeşitliliğinde yaygın bir artma eğilimi gözlenmiştir. Bu eğilim büyük oranda iyi tarım uygulamalarına bağlı olarak yaşanan besin yoğunluğu düşüşleri ile birlikte gerçekleşmiştir. Ayrıca, iklim verilerinde gözlenen değişimler göl suyu yüzey sıcaklığı ya da tabakalaşması üzerinde benzer belirgin bir değişimle neden olmamış, planktonda gözlenen değişimler büyük oranda yaygın besin tuzu düşüşleri ile ilişkili göstermiştir.

Uzun dönemli izlemeler aynı zamanda trofik ilişkiler gibi karmaşık ekolojik ilişkileri anlamak için de nadide fırsatlar sunabilirler. Örneğin, Engelsholm Gölü'nde 1992-1993 yıllarında gölün ötrofikasyondan kurtulmasını kolaylaştırmak amacıyla biyomanipülasyon (toplu balık çıkışma) çalışması yapılmıştır. Biyomanipülasyondan önce ve sonra yapılan uzun dönemli izlemeler balığın göl besin ağından çıkarılmasının etkilerini gözlelemeye imkan vermiştir. Biyomanipülasyon fitoplankton biyokütesinde 10 kata varan bir düşüşe sebep olmuş ve bunu klorofil-a ve besin tuzu yoğunluklarında güçlü düşüşler ve aynı zamanda Secchi derinliği ve plankton çeşitliliğinde artışlar izlemiştir."

Anahtar Kelimeler: Topluluk kompozisyonu, fitoplankton, plankton çeşitliliği, trofik ilişkiler, zooplankton

DANISH LAKE PLANKTON: OPPORTUNITIES AND LIMITATIONS OF ANALYZING LONG TERM MONITORING DATASETS

Korhan Özkan^{a,b,c}, Thomas Davidson^{b,c}, Rikke Bjerring^b, Liselotte Johansson^b, Martin Søndergaard^b, Torben Lauridsen^{b,f}, Jens-Christian Svenning^c, Erik Jeppesen^{b,d,e}

^aInstitute of Marine Sciences, Middle East Technical University (METU), Mersin, Turkey

^bLake Ecology Section, Department of Bioscience, Aarhus University, Silkeborg, Denmark

^cSection for Ecoinformatics & Biodiversity, Department of Bioscience, Aarhus University, Aarhus, Denmark

^dGreenland Climate Research Centre, Greenland Institute of Natural Resources, Nuuk, Greenland

^eSino-Danish Centre for Education and Research, Beijing, China

^fArctic Research Centre, Aarhus University, Aarhus, Denmark

(korhan@ims.metu.edu.tr)

ABSTRACT

"Long term monitoring programmes are essential to understand the response of the ecosystems to changing environment. Therefore, they are very important for successful management and conservation decisions. Conducting long-term monitoring activities as well as analysing resulting datasets have both important opportunities and special challenges. A monitoring programme for Danish lakes has been initiated in late 1980's to understand the effect of eutrophication and climate change on Danish lakes. A number of lakes (c. 400) representing different lake types have been selected and monitored for biotic and abiotic characteristics with varying sampling intensity.

The spatial analyses on a subset of these lakes (n: 195) aimed at elucidating the factors driving phytoplankton genus richness in the Danish landscape have found overwhelming driving role of water chemistry, especially total nitrogen on the patterns of phytoplankton richness. Lake morphology was also important for some groups of phytoplankton, like diatoms, reflecting their ecology. However, land-use and climate had very limited effect on phytoplankton richness. Uneven sampling intensity among monitored lakes were a challenge for conventional statistical analyses and thus a stratified permutation and randomisation based statistical framework was used.

A subset of these Danish lakes (n: 17) with two-decade (1989-2008) bi-weekly time series were analysed for temporal changes observed in phyto- and zooplankton and as well as physico-chemical parameters. The temporal analyses of the dataset demonstrated significant patterns. Lakes, which were previously eutrophicated and experienced a strong decline in their nutrient concentrations (re-oligotrophication), had a strong corresponding decline in phytoplankton biomass and a recovery of plankton community composition. Notably, a widespread significant positive trend in plankton richness was observed across all lakes coinciding with widespread nutrient reductions mostly due to the implementation of better agricultural practices. Furthermore, observed trends in climate did not result in a strong corresponding trend in surface water temperature and stratification, and the trends in plankton variables were more consistently associated with the widespread nutrient reductions.

Long term lake ecosystem monitoring also provide unique opportunities to understand the effect of complex ecological dynamics like trophic interactions. For example, Lake Engelholm was biomanipulated (mass fish removal) in 1992-1993 to reinforce its recovery from eutrophication. Long term monitoring before and after the biomanipulation enabled us to elucidate cascading effects of fish removal from food web. Biomanipulation led a 10-fold decrease in phytoplankton biomass with substantial reduction of Chlorophyll-a and nutrient concentrations as well as an increase in Secchi depth and plankton diversity"

Keywords: Community composition, phytoplankton, plankton diversity, trophic interactions, zooplankton