



## Marmara denizi körfezlerinin baskı-etki durumu ve ötrofikasyon açısından değerlendirilmesi

İbrahim TAN

### Cite this article as:

Tan, İ. (2021). Marmara denizi körfezlerinin baskı – etki durumu ve ötrofikasyon açısından değerlendirilmesi. *Aquatic Research*, 4(2), 169-180.

<https://doi.org/10.3153/AR21014>

TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi  
Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü,  
Gebze, Kocaeli, Türkiye

### ORCID IDs of the author(s):

İ.T. 0000-0002-4948-7687

Submitted: 15.09.2020

Revision requested: 15.11.2020

Last revision received: 04.12.2020

Accepted: 04.12.2020

Published online: 14.03.2021

Correspondence: İbrahim TAN

E-mail: [ibrahim.tan@tubitak.gov.tr](mailto:ibrahim.tan@tubitak.gov.tr)



© 2021 The Author(s)

Available online at

<http://aquatres.scientificwebjournals.com>

### ÖZ

Marmara Denizi'ndeki kapalı ya da kapalı körfezlerde su kalış süresi uzun olduğundan kara kökenli kirleticiler organik madde zenginleşmesine ve sonrasında ötrofikasyona neden olabilmektedir. Bu bağlamda İzmit, Gemlik, Bandırma ve Erdek Körfez'lerinde insan aktivitelerinden kaynaklı baskıların ortaya koyulabilmesi için Baskı İndeksi yöntemi kullanılmış ve bu yöntemin uygunluğu ilk kez test edilmiştir. Baskıların değerlendirilmesi sonucunda İzmit, Gemlik iç ve Bandırma Körfezi üzerindeki baskıların yüksek, buna karşın Erdek ve Gemlik dış Körfez'lerindeki baskıların orta düzeyde olduğu belirlenmiştir. Bu körfezlerde gerçekleştirilen izleme çalışmalarına ait besin elementleri, klorofil-*a* ve seki disk verileri ötrofikasyon açısından "Kentsel Atık Suların Arıtımı Yönetmeliği Hassas ve Az Hassas Alanlar Tebliği" ve "Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği" eşik değerleriyle karşılaştırılmıştır. Yönetmeliklere göre baskı indeks değerlerinin değerlendirmelerde farklılıklar olsa da İzmit, Gemlik iç ve Bandırma Körfez'lerinde ötrofik - hipertrofik, Erdek ve Gemlik dış Körfez'lerinde ise mezotrofik koşulların hakim olduğu saptanmıştır. Kıyı sularının yönetmeliklerce değerlendirilmesinde farklı değişkenler ve sınır değerler kullanılmasından ötürü sonuçlarda farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Yönetmeliklerin tek başlık altında toplanması yanında ötrofikasyon değerlendirmesine biyolojik kalite elemanlarının da dahil edilmesi önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Marmara denizi, Ötrofikasyon, Baskı-etki, Kıyı suları, Kirlilik

### ABSTRACT

#### Evaluation of Marmara Sea bays in terms of pressure-impact status and eutrophication

Closed or semi-enclosed bays in the Marmara Sea, which have long residence time, can be exposed to eutrophication as a result of organic matter enrichment from land-based pollutants. The Pressure Index method was tested for the first time in this study in order to reveal the pressure exerted by land-based sources on İzmit, Gemlik, Bandırma and Erdek Bays. As a result of the evaluation of the pressures, it was determined that the pressures on İzmit, Gemlik inner and Bandırma Bay were high, whereas Erdek and Gemlik Outer Bays were under moderate pressure. In terms of eutrophication, the nutrient, chlorophyll-*a* and secchi disk data of the monitoring studies carried out in the bays were compared with the limit values of the "Urban Wastewater Treatment Regulation Sensitive" and "Less Sensitive Areas Declaration and the Surface Water Quality Regulation". Although there are differences according to the regulations, it has been determined that İzmit, Gemlik (Inner) and Bandırma Bays have eutrophic-hypertrophic conditions, Erdek and Gemlik (Outer) Bays have mesotrophic conditions. There are differences in the results due to the use of different variables and limit values in the evaluation of coastal waters by regulations. In addition to collecting regulations under a single heading, it is recommended to include biological quality elements in the eutrophication assessment.

**Keywords:** Marmara sea, Eutrophication, Pressure – impact, Coastal waters, Pollution

## Giriş

Ülkelerin ekonomik gelişimini, doğal kaynakların sürdürülebilirliği ve etkin kullanımı belirlemektedir. Kaynakların sürdürülebilirliği, ulusal güvenlik stratejisinin, ekonomik kalkınmanın ve toplumsal gelişim sürecinin en önemli bir birleşenlerinden biridir. Doğal kaynakların bir bileşeni olan kıyı alanları barındırdığı canlı ve cansız kaynak potansiyeline bağlı olarak özellikle son yüzyılda ekonomik ve toplumsal faaliyetler için çekici hale gelmiştir (Sönmez, 1993). İnsan kaynaklı bu faaliyetlerden en önemlileri nüfus artışı, evsel ve endüstriyel atık sular, katı atıklar, arazi kullanımının değişimi, habitat kaybı, aşırı ve tahrip edici şekilde avlanma, yabancı türler, iklim değişikliği ve gıdaya olan ihtiyacın artması sayılabilir. Bu faaliyetler özellikle açık sularla etkileşimi zayıf körfez ekosistemleri üzerinde geri dönüşümü zor olan ekolojik sorunlara neden olmaktadır (UNEP, 2006; Holon ve ark., 2015, Tan ve ark., 2017).

Antropojenik etkilerin en aza indirilmesi ve ekosistemin sürdürülebilirliğinin sağlanması amacıyla ulusal- uluslararası birçok yönetmelik ve düzenlemeler yayınlanmış olup, hala yayınlanmaya devam etmektedir (EC, 2003; MSFD, 2017). Avrupa Birliği'ne uyum sürecinde olan ülkemiz bu kapsamda, yürürlükte olan yönetmelikleri güncellenmekte ve yeni yönetmelik çalışmalarına devam etmektedir. Kıyıların ötrofikasyon hassasiyetine göre kentsel atıksuların toplanması, arıtılması ve deşarjı ile belirli endüstriyel sektörlerden kaynaklanan atıksu deşarjının olumsuz etkilerine karşı çevreyi korumayı amaçlayan “Kentsel Atıksuların Arıtılması Yönetmeliği (KAAY, RG: 26047)” 2006 yılında yürürlüğe girmiştir. Yönetmeliğin belirli maddelerine düzenleme getiren “KAAY Hassas ve Az Hassas Tebliğ” ise 2009 yılında yayımlanmış olup, ötrofikasyon açısından kıyıları sınıflandırmakta ve denizlere göre ötrofikasyon sınır değerlerini ortaya koymaktadır. Kıyıların ötrofikasyon açısından değerlendirildiği ve sınır koşulların belirlendiği diğer bir düzenleme 2016 yılında yayımlanan “Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği”dir (YSKY, RG: 29797). Bununla birlikte, havzalardan gelen yüklerin azaltılması ve kıyı ekosistemini korumak amacıyla “Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği” (SKKY, RG: 25687) 2004 yılında güncellenmiştir. Avrupa Birliği kıyı sularının kalitesinin korunması ve sürdürülebilirliği kapsamında yürürlükteki yönetmelikleri ve düzenlemeleri tekrar ele alarak ortak bir çatı altında

toplayan “Su Çerçeve Direktifi” (SÇD, 2000/60/EC) ve “Deniz Strateji Çerçeve Direktifi” (DSÇD, 2008/56/EC) birer şemsiye yönetmelik olduğu söylenebilir. SÇD, kıyı sularının “iyi kimyasal ve ekolojik duruma” ulaşmasını (EC, 2003); DSÇD ise kıyı ve deniz sularının “iyi bir çevresel duruma ulaşmasını” hedeflemektedirler (MSFD, 2017).

Kıyısal alanların, SÇD'nin tanımıyla iyi ekolojik ve kimyasal duruma, DSÇD'nin tanımıyla iyi çevresel duruma ulaşım/ulaşmadığını belirlenmesinin yanı sıra ötrofikasyon açısından değerlendirilebilmesinde en önemli basamak baskı ve etkilerin tanımlanmasıdır (Borja ve ark., 2006). Baskı - Etki değerlendirmesinde farklı yöntemlerde mevcut olsa da en çok uygulanan metodoloji DPSIR (Sürücü [Driver- D], Baskı [Pressure -P], Durum [State -S], Etki [Impact - I], Önlem [Response - R]) sürecidir (EC, 2003; Borja ve ark., 2006). Baskı-Etki analizi, model aracılığıyla veya baskı-etki indeksleri geliştirilmesi gibi çeşitli yöntemlerle yapılabilmektedir. Söz konusu indeksler içerisinde yer alan baskı grupları ve bunların etki dereceleri uzman görüşlerine göre belirlenmektedir. Geliştirilen indekslerin baskı- etkileri doğru tanımlanması, uyumluluğu ve sonuçların karşılaştırılabilir olması önemlidir. Bunun yanı sıra indeks yöntemlerinin seçilmesinin diğer nedeni ise hızlı, kolay ve maliyetlerinin düşük olmasıdır. Söz konusu indekslere örnek olarak Bİ (Baskı İndeksi) (Aubry ve Elliott, 2006; Borja ve Rodriguez 2010, Borja ve ark. 2011; Pavlidou ve ark., 2015; Simboura ve ark., 2016), LUSI (Land Uses Simplified Index) (Gardi ve ark., 2010; Flo ve ark., 2011; Romero ve ark., 2013), LAWA (Almanya Etki Değerlendirme Metodu) ve İtalya kıyılarına uygulanan baskı-etki analiz uygulaması verilebilir (Lopez ve ark., 2009).

Bu çalışmada, Marmara Denizi'nde yer alan İzmit, Gemlik, Erdek ve Bandırma Körfez'lerindeki insan aktivitelerin ortaya koyulması, ulusal ve uluslararası yönetmeliklere göre bütüncül bir yaklaşımla indeks yöntemi kullanılarak baskı durumlarının belirlenmesi ve “KAAY Hassas ve Az Hassas Tebliğ” ile “Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği” ötrofikasyon sınır değerleriyle karşılaştırılması hedeflenmiştir. Ayrıca, KAAY ve YSKY'nin sınır değerlerinin, ötrofikasyon durumunun değerlendirilmesinde kullanılabilirliği test edilmiştir.

## Materyal ve Metot

### Çalışma Alanı

Bir iç deniz olan Marmara Denizi Çanakkale Boğazı ile Akdeniz'e ve İstanbul Boğazı ile Karadeniz'e bağlanmaktadır. Marmara Denizi'nin genişliği 70 km uzunluğu ise 250 km olup, yüzey alanı yaklaşık 11.500 km<sup>2</sup>'dir (Tutak ve ark., 2011; Tan ve ark., 2017). Güneyde geniş kıta sahanlığına sahip olan deniz, kuzeyde ise üç derin çukura sahiptir. Bu çukurlar batıdan doğuya 1100 m, 1390 m ve 1240 m derinliklere sahiptirler. Marmara Denizi iki tabakalı bir hidrografik yapıya sahip olup, bu iki tabaka birbirinden 25 m derinlikte yoğunluk farklılığı ile ayrılmaktadır. Karadeniz kökenli az tuzlu sular üst tabakada (~18 psu) ve Akdeniz kökenli çok tuzlu sular (~38 psu) alt tabakada yer almaktadır (Ünlüata ve ark., 1990; Beşiktepe ve ark., 1994).

Marmara Denizi çevresinde, yer alan İstanbul, Kocaeli ve Bursa illeri ülkemiz nüfusunun %25'ini oluşturmakta olup, bu iller, yoğun kentleşme ve sanayinin olduğu bölgelerdir. Ayrıca, Marmara Denizi jeostratejik konumu sebebiyle yoğun deniz taşımacılığının olduğu bir denizdir. Marmara Denizi'nin kuzey şelfi nüfus ve sanayi tesisleri baskısı altında iken, güney kıyılarında yayılı kaynak baskısı daha yüksektir. Örneğin, Marmara Denizi kuzey şelfinde bulunan İstanbul ili, atıksularının büyük kısmı birincil arıtmadan sonra derin deniz deşarjı ile bırakılmaktadır. Güney şelfinde yer alan Susurluk, Biga ve Gönen nehirleri ise besin elementleri ve kirleticileri taşımaktadırlar (Tan ve ark., 2017; ÇŞB, TÜBİTAK MAM, 2017).

İzmit Körfezi, yarı kapalı bir su havzası özelliğinde olup, Marmara Denizi'nin kuzeydoğusunda yer almaktadır (Şekil 1). Körfez, dar açıklıklarla birbirine bağlanan iç, orta ve dış olmak üzere üç basenden oluşmaktadır (Morkoç ve ark., 2001). İzmit Körfezi'nin genişliği 1.5 km ile 10 km arasında değişmektedir. Dış basen, Hersek Deltasıyla orta basenden ayrılmıştır. Basenin derinliği batıda 200 m'den fazla iken, doğu kısmında 50 m'nin altına düşmektedir. Orta basen, Körfez'in en geniş kısmı olup, genişliği 10 km'ye kadar ulaşmaktadır. Basenin en derin noktası 200 m'dir. Körfez'in en iç kısmı ise en dar ve sığ kısmıdır. Söz konusu basenin uzunluğu 15 km olup, derinlikler 40 m'yi geçmez (Oğuz ve Sur, 1986; Beşiktepe ve ark., 1994; Ünlüata ve ark., 1990). Körfez'in üzerinde kentsel ve endüstriyel baskıların yanı sıra deniz taşımacılığı ve yayılı kaynaklardan da gelen yoğun baskılar mevcuttur (Tan ve ark., 2017).

Marmara Denizi'nin güney kıyısında yer Gemlik Körfezi, Marmara çukurlarından 50 m derinliği olan bir eşikle ayrılmaktadır. Körfez'in uzunluğu batı-doğu doğrultusunda 31 km olup, genişliği 14 km'dir. Gemlik Körfezi, çevresindeki yoğun endüstriyel baskı nedeniyle kalıcı organiklere ve ağır metal kirliliğine maruz kalmaktadır. Ayrıca, deniz trafiği, kentsel atık sular ve yağışla beraber akışa geçen sular diğer kirletici unsurlardır (Ünlü ve ark., 2008).

Bandırma Körfezi, Marmara Denizi güneyinde konumlanmış olup, en derin bölgesi 55 m'ye ulaşmaktadır (Şekil 1). Körfez'in güneyinde bulunan ve deniz trafiği açısından Türkiye'nin en yoğun limanlarından biri olan Bandırma Limanı, İstanbul'a olan yakınlığı sebebiyle oldukça önemlidir (Koç, 2002). Bandırma'da bulunan BAGFAŞ ve sülfürik asit tesisleri, körfez üzerindeki en ciddi baskı unsurlarıdır. Yüksek fosfat kirliliğinin körfezdeki gübre fabrikasından kaynaklı olduğu söylenebilir. Ayrıca, kentsel atıksuların ön arıtım sonrası derin deniz deşarjıyla körfez içine aktarılması ve tavukhanelerin yoğun olması körfeze baskı yaratan diğer unsurlardır. Tüm bu baskıların birlikte değerlendirildiğinde körfez olumsuz yönde etkilenmektedir.

Erdek Körfezi, Kapıdağı ve Biga Yarımada'larının arasında olup, Marmara Denizi'nin güneybatısında konumlanmaktadır (Şekil 1). Körfezin uzunluğu 130 km ve derinliği ise 55 m'dir. Körfez'in kuzeybatısında Paşalimanı Adası ve Türkeli Adaları yer almaktadır. Körfez içerisine Biga ve Gönen nehirleri dökülmektedir. Balıkçılık açısından Erdek Körfezi önemli bir alandır ve ticari balık türleri tarafından üreme veya yuvalama alanı olarak kullanılmaktadır (Okuş ve ark. 1997; Keskin, 2007; Keskin ve Gaygusuz, 2010). Özellikle kuzeyli rüzgarlarla nehirlerin taşıdığı kirlilik yüklerinin etkisi Türkeli Adaları bölgesinde bile etkisini göstermektedir. Erdek Körfezi, noktasal ve yayılı kaynakların yanı sıra turizm kaynaklı kirlilik baskısı altındadır. Özellikle kış ve yaz nüfusu arasındaki dalgalanmalar atıksu arıtma tesislerinin çalışmasını zorlaştırmaktadır. Körfezin kuzeyindeki Paşalimanı Adası, Marmara Denizi'nde deniz çayırı *Posidonia oceanica*'nın görüldüğü tek alandır (Meinesz ve ark., 2009). Yayılım alanları baskılardan dolayı gün geçtikçe azalmaktadır.

### Baskı ve Etki Değerlendirme Yöntemi

Körfezler, kentsel nüfus, tarım, endüstri, kentsel atık su arıtımı (KAAT) durumu, katı atık tesisi durumu, nehir girişi, hayvancılık, balık çiftliği, taşımacılık, liman, tersane ve diğer (HES, su çekimi vb.) aktiviteler olmak üzere tüm baskılar göz

önünde bulundurulmuş Baskı İndeksi (Bİ) yöntemiyle değerlendirilmiştir (Aubry ve Elliott, 2006; Borja ve Rodriguez 2010, Borja ve ark. 2011; Pavlidou ve ark., 2015; Simbora ve ark., 2016). Baskı İndeksi (Bİ), baskı göstergelerinin toplamının (B) göstergelerin sayısına (n) bölümünden hesaplanmaktadır.

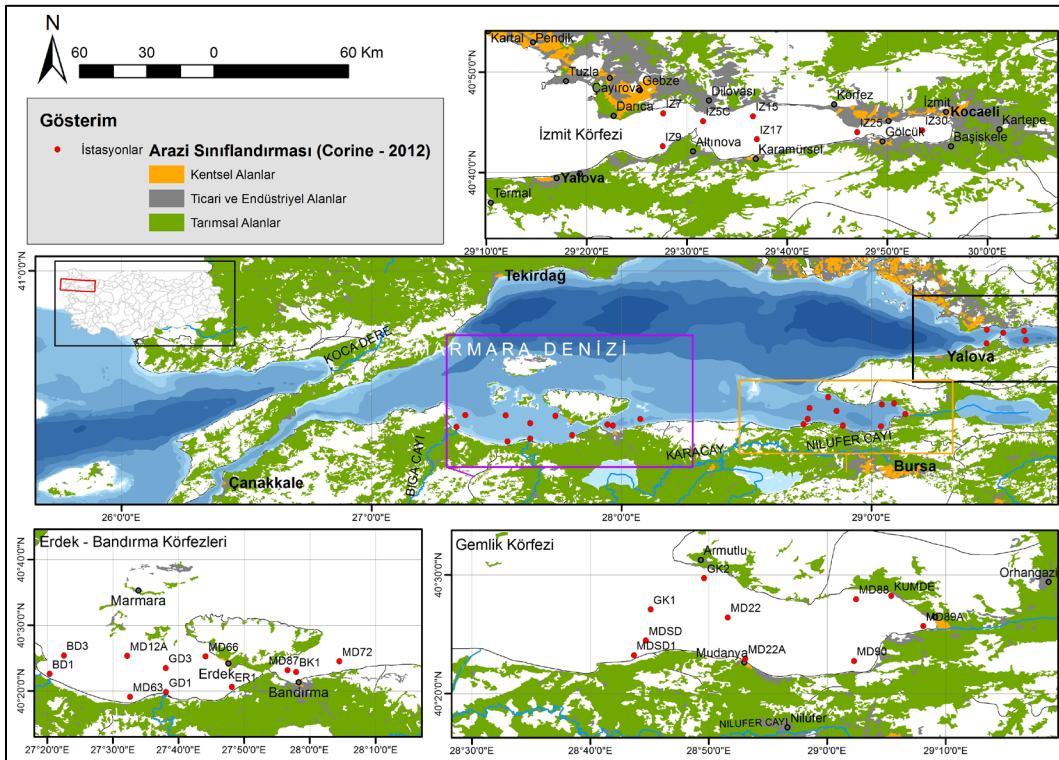
$$Bİ = \frac{\sum_{i=1}^n B}{n} \quad (1)$$

Baskı göstergeleri dört puanlık (0-3) bir sistemle uzman görüşüne göre değerlendirilmiştir (Tablo 1a). Sistemde, en düşük puan sıfırdan, en yüksek puan üç olarak belirlenmiştir. Bİ sınıflandırma yöntemi Borja ve ark. (2011)'a göre belirlenmiş olup, beş kategoride değerlendirilmiştir. Bİ sınır değerleri dikkate alındığında, < 0,56: baskı olmadığını; 0,56-0,83: az baskının olduğunu; 0,83-1: orta baskının olduğu, 1-1,27: yüksek baskının ve 1,27 - 2 çok yüksek baskının olduğunu göstermektedir (Tablo 1b). Baskıların ve Baskı İndeksinin değerlendirmesinde renk kodları kullanılmış olup, bunlara ait bilgiler Tablo 1'de sunulmuştur.

Körfez üzerindeki aktivitelerin bütüncül olarak ele alındığı baskı indeksi, su kütlelerinin güncel ötrofikasyon durumu ile

karşılaştırılmış ve etki değerlendirmesi yapılmıştır. Körfezlerin, ötrofikasyon durumunun belirlenmesi amacıyla TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsüne ait R/V TÜBİTAK MARMARA gemisiyle Denizlerde Bütünleşik İzleme Programı'nın 2014-2016 yılları arasında körfezlerde üretilen besin elementleri (NO<sub>2</sub>+NO<sub>3</sub>-N (NO<sub>x</sub>), PO<sub>4</sub>-P, TP), klorofil-*a* ve seki disk (SD) verileri kullanılmıştır (ÇŞB-ÇEDİGM ve TÜBİTAK-MAM, 2017). İzleme çalışmaları kapsamında, İzmit Körfezi'nde 7, Gemlik Körfezi'nde 10, Bandırma ve Erdek Körfezlerinde sırasıyla 3 ve 8 istasyonda olmak üzere toplamda 28 istasyonda, 3 sene boyunca kış ve yaz mevsimi verileri değerlendirilmiştir.

Körfezlerin, yüzey suyu (0-10 m) ortalamaları "Kentsel Atıksu Arıtımı Hassas ve Az Hassas Alanlar Yönetmeliği EK-6 Hassas, Az Hassas ve Gri Alanlarda İzleme Tablosu" ve "Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği Ek 7 Tablo 8b Marmara Denizi Kıyı Suları Ötrofikasyon Kriterleri" tablosu ile karşılaştırılarak ötrofikasyon durumu mevsimsel olarak belirlenmiştir. Baskı İndeksi ve ötrofikasyon durumu beraber irdelenerek körfezlerin nihai durumu ortaya konmuştur.



Şekil 1. Çalışma alanı, örnekleme istasyonları ve arazi sınıflandırma dağılımının gösterimi

Figure 1. Demonstration of the study area, stations and land classification distribution

**Tablo 1.** Baskı grupları (a) ve Baskı indeksi sınıflandırması (b) ile renk kodları.**Table 1.** Pressure groups (a) and colour codes of the Pressure indices classification (b)

Baskı Grupları	Renk Kodları
0	Baskı Yok
1	Az Baskı
2	Orta Baskı
3	Yüksek Baskı

(a)

Baskı İndeksi Aralığı	Renk Kodları
0.56	Baskı Yok
0.56-0.83	Az Baskı
0.83-1	Orta Baskı
1-1.27	Yüksek Baskı
>1.27	Çok Yüksek Baskı

(b)

## Bulgular ve Tartışma

Çalışmanın yürütüldüğü körfezlerin havza nüfusu, Marmara Denizi havzalarının toplam nüfusunun %10'unu oluşturmaktadır (TUIK, 2020). Kentsel nüfus, Bandırma ve Erdek Körfezlerinde orta yoğunlukta iken İzmit ve Gemlik Körfezlerinde yoğundur (Tablo 2). Ancak, Erdek Körfezi'nde özellikle yaz nüfusu kış nüfusunun yaklaşık 5 katı kadardır (Balıkesir İÇDR, 2019).

Tarım ve hayvancılık faaliyetleri Bandırma ve Erdek Körfezlerinde diğer körfezlere göre daha yoğun yapılmaktadır. Söz konusu körfezler, tarım ve hayvancılık açısından yüksek ve orta riskli olduğu tespit edilmiştir. Buna karşın, diğer körfezler (İzmit ve Gemlik) orta – düşük riskli kategorisinde yer almıştır (Tablo 2).

Bandırma ve Erdek Körfez'lerinin atıksuları ön arıtım sonrasında derin deniz deşarjı (DDD) ile uzaklaştırılmaktadır (Balıkesir İÇDR, 2019). İzmit Körfezi atıksu arıtma tesisleri açısından diğer körfezlere göre daha iyi durumda olup, Kullar, Dilovası, Gebze ile Plaj yolunda ileri atıksu arıtma tesisleri bulunmaktadır (Kocaeli İÇDR, 2019). Gemlik Körfezi'nde, Bursa Merkez ilçesinde doğu ve batı atıksu arıtma tesisi olmak üzere iki adet ileri arıtım mevcuttur. Gemlik ilçesinde ise ön arıtım sonrası derin deniz deşarj yer almaktadır. Ayrıca, proje aşamasında 9 adet atıksu arıtma tesisi mevcuttur (Bursa İÇDR, 2019). Atık arıtma tesislerinin hizmet ettiği nüfus göz önüne alındığında, Gemlik dış Körfezi az riskli kategoride olup, diğer körfezler orta riskli olarak değerlendirilmiştir (Tablo 2).

Kocaeli ve Bursa illerinde sanayi tesisleri oldukça yoğundur (Burak ve ark., 2004; Atmış ve ark., 2007). Kocaeli Sanayi Odasına kayıtlı 1690 adet firma bulunmaktadır. Bu firmaların 62 adedi gıda, 66 adedi tekstil, 38 adedi tarım ilaçları üretimi, 65 adedi ana metal ürünleri, 121 adedi otomotiv, 63 adedi ise

kimya ve ilaç üretimi sektörlerinde faaliyet göstermektedir. Yalova Ticaret ve Sanayi Odası kayıtlarına göre, ilde 2008 yılı itibarı ile büyük ölçekli sanayi kuruluşları ile konfeksiyon dikim atölyelerinin sayısı; 17'si gerçek, 117'si tüzel olmak üzere toplam 134'tür. Yalova'da kurulması planlanan 2 adet organize sanayi bölgesi (OSB), henüz faaliyette değildir (TÜBİTAK MAM, 2010). Bursa Ticaret ve Sanayi Odası'na kayıtlı 45.865 adet firma bulunmaktadır. Sektörel sınıflandırmaya göre %17,6'sı inşaat, %16,4'si hizmet, %14,7'si tekstil ve %9,35'i ile otomotiv sektörüdür (BTSO, 2020). Bandırma ili'nde gelişmiş önemli sektörler gıda, tarım, süt ürünleri, yem ve yem makineleri, mermercilik ve elektrik panoları sayılabilir. Bandırma Limanı'nın işletmeye girmesiyle sanayi tesisleri artmıştır. Büyük ölçekli tesisler olarak, Eti Bor A.Ş.' ait Bandırma Bor ve Asit, Mauri Maya, Savola A.Ş., BAG-FAŞ Gübre Fabrikaları A.Ş. ve Banvit A.Ş. bulunmaktadır. Türkiye'de üretilen gübrenin %15'i ve beyaz etin %22'si Bandırma ilçesinde üretilmektedir (BANTB, 2020). Erdek Körfezi'nin kıyılarında ise sanayi tesisleri az sayıdadır. Sanayi baskıları İzmit iç ve dış baseni, Gemlik iç baseni ve Bandırma Körfez'lerinde yüksek, Erdek Körfez'inde ise düşük olarak gözlenmiştir (Tablo 2). Ancak, Erdek Körfezi'ne nehirler üzerinde bulunan gıda, süt, tabakhane ve mezbahalar kaynaklı atıksular ulaşmakta ve körfez üzerinde baskı oluşturmaktadır.

Sanayi tesisleri yoğun olan İzmit, Gemlik ve Bandırma Körfezlerinde üretilen malların ulusal ve uluslararası pazarlara açılmasında en önemli unsur limanlardır. Söz konusu körfezlerin ortak noktası güçlü ve büyük limanlarının bulunmasıdır. Örneğin, Kocaeli İlinde irili ufaklı 35 liman bulunmaktadır. Bandırma Körfezinde ise Bandırma Limanı Marmara Denizi'nin İstanbul'dan sonra ikinci büyük limanı konumundadır. Bununla birlikte Gemlik Körfezi içerisinde 7 adet liman bulunmaktadır. Söz konusu limanlarda ülkemizin toplam konteyner elleçlenmesinin %10'u, dökme yük açısından %5'i

gerçekleşmektedir (Oral ve Esmer, 2011). Liman faaliyetleri beraberinde deniz trafiğinin de artışına neden olmaktadır. Bu kapsamda, liman ve taşımacılık aktiviteleri İzmit, Gemlik ve Bandırma Körfezlerinde yüksek, Erdek Körfezi'nde düşük olarak sınıflanmıştır (Tablo 2).

Körfezlere irili ufaklı birçok dere dökülmektedir. Bunların bir kısmı yazın kuruyan derelerdir. Körfezlere dökülen dereler havza içlerinden noktasal ve yayılı kirleticilerin yüklerini taşımaktadırlar. Erdek Körfezi'ne debisi yüksek olan Biga ve Gönen nehirleri akarken, Bandırma Körfezi'ne ise düşük debili dereler dökülmektedir. İzmit Körfezi'ne irili ufaklı birçok dere dökülmekte olup, bunlardan bazıları evsel ve sanayi tesislerinin atıksuları ile katı atıkların yüksek oranda girdilerine maruz kalmaktadır. Nehirler taşıdığı kirlilik yükü durumuna göre değerlendirmiş olup, bu bağlamda Erdek ve İzmit Körfez'lerine dökülen dereler yüksek, Gemlik Körfezi orta baseni ve Bandırma Körfezi'lerine dökülenler ise düşük riskli olarak sınıflandırılmıştır (Tablo 2) Körfezlere kıyısı bulunan ilçelerde oluşan katı atıklar düzenli katı atık bertaraf tesislerine gitmektedir ve düşük risk grubundadırlar (Tablo 2). Ayrıca, körfezlerde balık çiftlikleri bulunmadığından risk teşkil etmemektedir. Buna karşın Erdek Körfezi üzerindeki balıkçılık faaliyetlerinden kaynaklı baskılar dikkat çekicidir (Bandırma Manşet, 2020).

Körfez ekosistemleri noktasal/yayılı kaynaklar ve diğer baskıların etkisi altında olan besin elementi artışlarından kolay etkilenen bölgelerdir. Bu ekosistemlerin su değişim kapasitelerinin düşük olmasından dolayı kirleticilerin birikmesine uygundur. Kirleticilerin birbirleriyle olan etkileşimleri, belirsizlikler ve kısıtlamalar nedeniyle baskı-etkilerin karakterizasyonu zorlaştırmaktadır (Islam ve Tanaka, 2004).

Marmara Denizi körfezleri'nde baskı-etkilerin belirlenmesinde baskı indeksi metodu kullanılmıştır. Bu metodun seçilme nedeni, BI'nin hızlı, kolay ve maliyeti yüksek olmayan bir analiz yöntemi olmasıdır. Ayrıca indeksin farklı denizlerde denenmiş olması (Aubry ve Elliott, 2006; Borja ve ark. 2010, 2011; Pavlidou ve ark., 2015; Simboursa ve ark., 2016) indeksin sonuçların diğer ülkeler ile kıyaslaması açısından da oldukça önemlidir. Çalışmada Baskı İndeksi 0,91 – 1,82 aralığında değişim göstermiştir. En düşük değer Erdek Körfezi ve Gemlik dış Körfezi'nde, en yüksek değerler ise Bandırma, Gemlik iç ve İzmit Körfez'lerinde gözlenmiştir. Bu alanların, 2014-2016 yılı kış ve yaz mevsimi yüzey suyu (0-10 m) ortalamaları KAAY ve YSKY'e göre değerlendirildiğinde, baskıların yüksek olduğu körfezlerde kış mevsimi KAAY'a göre ötrofik, YSKY'e göre hiperotrofik durumlar oluşmuştur (Tablo 2). Buna karşın yaz mevsiminde oligotrofik şartların baskın olduğu belirlenmiştir (Tablo 2).

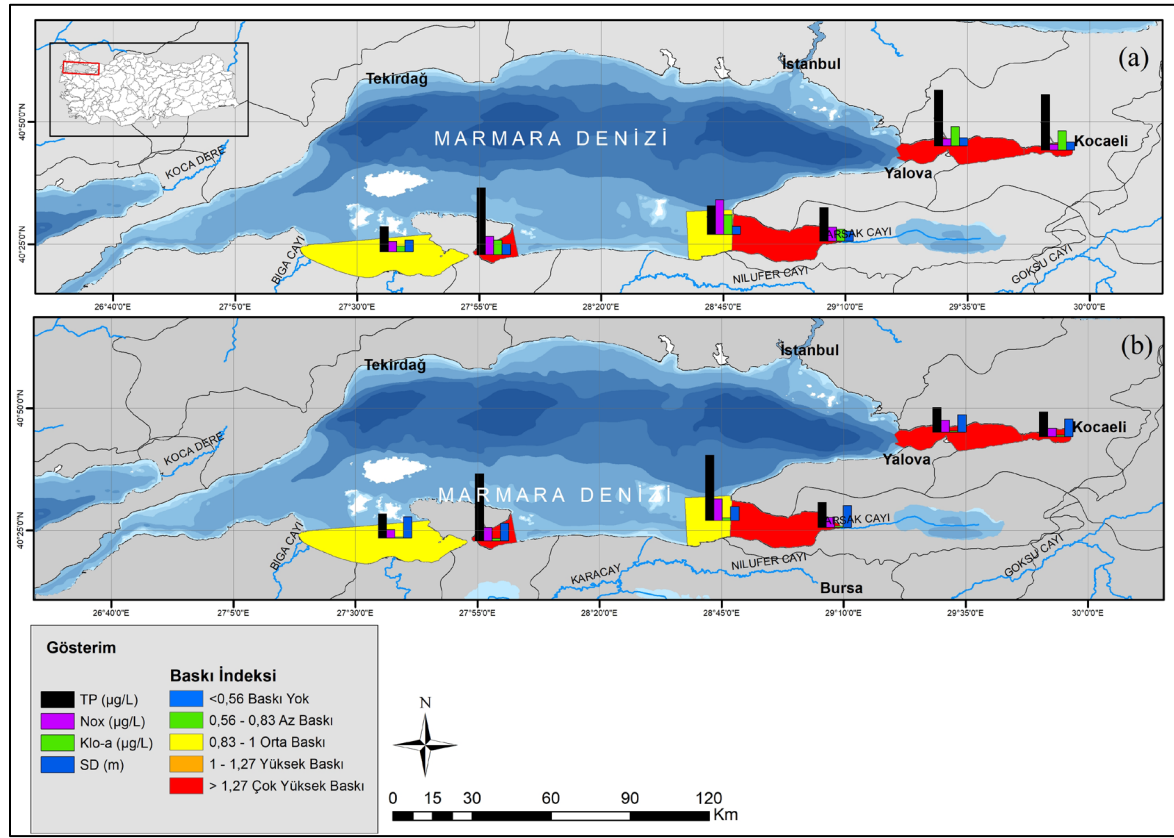
**Tablo 2.** Baskı İndeksi değerlendirmelerinin güncel yönetmeliklerin ötrofikasyon değerlendirmeleriyle karşılaştırılması

**Table 1.** Comparison of current regulation of pressure index assessment with eutrophication assessments

	Bölge	Bandırma Körfezi	Erdek Körfezi	İzmit Körfezi		Gemlik Körfezi	
				İç	Dış	İç	Dış
Etkilerin Değerlendirmesi	YSKY- Yaz						
	KAAY- Yaz						
	YSKY- Kış						
	KAAY- Kış						
Baskıların Değerlendirmesi	Kentsel Nüfus						
	Tarım						
	Endüstriyel						
	KAAT Durumu						
	Katı Atık						
	Nehir Girişi						
	Hayvancılık						
	Balıkçılığı						
	Taşımacılık						
	Liman, Tersane						
	Diğer						
	Baskı İndeksi (BI)						

**Tablo 3.** KAAy - Hassas ve Az Hassas Tebliğ ve YSKY'nin ötrofikasyon değişkenleri sınır değerleri**Table 3.** UWWT - Sensitive and Less Sensitive Notification and Eutrophication variables limit values of SWQR

Sınıflandırma	KAAy - Hassas ve Az Hassas Tebliğ				YSKY				
	TN ( $\mu\text{M}$ )	TP ( $\mu\text{M}$ )	Kl-a ( $\mu\text{g/l}$ )	SD (m)	NO <sub>x</sub> ( $\mu\text{M}$ )	TP ( $\mu\text{M}$ )	Kl-a ( $\mu\text{g/l}$ ) (ilkbahar)	Kl-a ( $\mu\text{g/l}$ ) (sonbahar)	SD (m)
Oligotrofik	<18,5	<0,32	<1	>6	<1	<0,45	<3	<1	>6
Mesotrofik	18,5-25	0,32-0,96	1-3	3-6	1-14,2	0,45-0,67	3-4,3	1-2	6-4,5
Ötrofik	28,5	0,96-1,29	3-5	1,5-3	1,42-2,42	0,67-0,96	6	2-4	4,5-3
Hiperötrofik	>28,5	>1,29	>5	<1,5	>2,42	>0,96	>6	>4	<3

**Şekil 2.** Körfezlerde baskı sınıflandırmasına göre kış (a) ve yaz (b) besin elementleri, klorofil-a ve toplam fosfordaki değişimler**Figure 2.** Changes in winter (a) and summer (b) nutrients, chlorophyll-a and total phosphorus by pressure classification in the gulfs

Bandırma Körfezi'nde yoğun tarım faaliyetleri ve endüstri tesisleri bulunmaktadır. Sanayi tesislerinin yoğunluğuna paralel olarak liman ve taşımacılık faaliyetleri de yüksektir. Bu bağlamda, Bİ skoru 1,64 olup, yüksek risk sınıfına girmektedir (Şekil 2). Özellikle gübre fabrikası kaynaklı olduğu düşünülen yüksek toplam fosfor (TP) konsantrasyonları beraberinde birincil üretimin miktarında artışa neden olup, bunu

klorofil-a (kl-a) değerlerinde artıştan gözlemlemek mümkündür. TP ve kl-a konsantrasyonları (Şekil 2) kış mevsiminde KAAy ve YSKY sınır değerlerinden yüksek olup, ötrofik-hipertrofik koşulların hakim olduğunu göstermektedir (Tablo 2). Yaz mevsiminde de çoğunlukla yüksek TP değerleri ölçülmüş olup, körfez suları mezotrofik olarak sınıflandırılmıştır (Tablo 2).

Marmara Denizi'nin kuzey ve güney doğusunda bulunan İzmit ve Gemlik iç Körfez'leri endüstriyel tesislerin yoğunluğu, yoğun liman ve taşımacılık faaliyetleri, nehir girdilerinin fazla miktarda oluşu ile hayvancılık ve tarımsal faaliyetlerin düşük olması bakımından birbirlerine çok benzemektedirler. İzmit ve Gemlik iç Körfez'leri de yüksek baskı altında olup, Bİ skorları sırasıyla 1,82 ve 1,73'tür. Baskı gruplarının benzer olmasının yanısıra besin elementlerinin seviyelerinin de benzer olduğu tespit edilmiştir. Kış mevsiminde her iki körfezde de yüksek konsantrasyonda kl-a ve orta seviyede TP değerler gözlenmiş olup (Şekil 2a), ötrofik koşulların hakim olduğu belirlenmiştir (Tablo 2). Yaz mevsiminde ise oligotrofik koşullar sıcaklıkların yükselmesi ve yağışların azalması sonucunda düşük kl-a konsantrasyonları ve seki disk derinlikleriyle (Şekil 2b) karakterize edilmiştir (Tablo 2).

Gemlik dış Körfezi'nde baskılar iç körfeze göre daha az (Şekil 2) ve açık denizle etkileşimin daha yüksek olmasından dolayı su kalitesi daha iyi durumdadır. Ancak, bölgedeki Susurluk Nehri'nin varlığı göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Susurluk Nehri, dökülmeden önce

kentsel ve endüstriyel baskıların yüksek olduğu Nilüfer Çayı ile birleşmektedir (Küçükali, 2013). Bu bağlamda, Susurluk Nehri'nin üzerindeki yoğun kirlilik taşıyan sular belli dönemlerde Gemlik Körfezi'nin su kalitesini olumsuz etkileyebilmektedir. Nehrin akıntı profillerinin çıkarılması ve nehir suları takip edilerek körfezin etkilediği bölgelerin belirlenmesi oldukça önem taşımaktadır.

Erdek Körfezi'nde sanayi tesisleri düşük yoğunluktadır. Buna karşın, körfez içerisine dökülen Biga ve Gönen Nehir'leri havza içerisinden yüksek kirlilik yüklerini taşımaktadır. Özellikle yaz nüfusu yüksek olan ilçede atık suların ön arıtma sonrasında derin deniz deşarjıyla uzaklaştırılması körfez için ciddi baskı unsurudur. Baskılar bütüncül olarak değerlendirildiğinde Bİ skoru 1.00 olup, orta riskli bir durumu işaret etmektedir (Şekil 2). Üzerindeki baskılara rağmen Akdeniz kökenli oksijence zengin alt sular körfezin özümleme kapasitesini arttırmaktadır (Beken, 2017). Körfez, KAAY ve YSKY'e göre kışın sırasıyla mesotrofik ve ötrofik, yazın ise iki yönetmelikte de oligotrofik sınıftadır (Tablo 2).

KAAY- Hassas ve Az Hassas Tebliğ ve YSKY'nin Marmara Denizi ötrofikasyon sınır değerlerine göre körfezler sınıflan-

dırıldığında farklılıklar oluşmaktadır (Tablo 2). Örneğin, Erdek Körfezi kış mevsimi KAAY Hassas ve Az Hassas Tebliğine göre mezotrofik statüde iken YSKY'ye göre ötrofik sınıfta değerlendirilmektedir (Tablo 2). Diğer körfezler kış mevsiminde KAAY'a göre ötrofik YSKY'ye göre hipertrofik. Yaz mevsiminde ise İzmit ve Gemlik dış körfezleri YSKY'ye göre oligotrofik olup, KAAY'a göre mezotrofik (Tablo 2). KAAY - Hassas ve Az Hassas Tebliği'ne göre toplam azot (TN), TP, kl-a ve SD göre ötrofikasyon değerlendirmesi yapmaktadır. YSKY, KAAY'dan farklı olarak nitrit+ nitrat azotu (NO<sub>x</sub>) ile kl-a miktarının değerlendirmesini ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde ayrı ele alarak ötrofikasyon sınıflandırması yapmaktadır (YSKY, 2012). YSKY sınır değerleri KAAY değerlerine göre daha katıdır (Tablo 3). Hem değişkenlerin farklılığı hem de sınır değerlerin farklı oluşu ötrofikasyon sınıfının belirlenmesinde farklılıklar yaratmaktadır.

Bu çalışma ile, Marmara Denizi'nin baskı-etki değerlendirmeleri farklı indeksler aracılığıyla ortaya koyulmuştur. Nitel gözlemlere dayalı objektif yöntem olan LUSI (land uses simplified index) Tan ve ark. (2017) tarafından Marmara Denizi kıyısız alanlarının değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Uzman görüşü ve nitel gözlemlere dayalı olan MA-LUSI (Makro Algea land uses simplified index) (MEDGIG; EC, 2011) ve LUSIV (land uses simplified index Valencia) (Romero ve ark., 2013) indeksleri LUSI indeksinin modifiye edilmiş halleridir. Taşkın ve ark. (2020) MA-LUSI indeksi, Tan ve ark. (2017) tarafından LUSIV indeksi kullanılarak Marmara Denizi kıyısız alanları değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada, ilk kez öznel gözlemlere dayalı bir metod olan Baskı İndeksi (Bİ) kullanılarak Marmara Denizi körfezleri'nin baskı-etki durumu değerlendirilmiştir. Marmara Denizi'nde yapılan diğer çalışmalarla Bİ sonuçları benzerlik göstermektedir (Tan ve ark, 2017; Taşkın ve ark., 2020). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı (2014 – 2016)'nda ekolojik kalite durumu çalışmasıyla benzerlik göstermektedir (ÇŞB, TÜBİTAK MAM, 2017).



## Sonuç

Bu çalışmada, baskı indeksi yönteminin Marmara Denizi Körfezleri'nde kullanımının uygun olduğu ve diğer indekslerle uyumlu sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Ülkemiz kıyı sularının ötrofikasyon açısından değerlendirmesinde kullanılan yönetmelikler (KAAY ve YSKY) farklı değişkenler ve sınır değerler kullanmasından ötürü aynı kıyı su kütleleri için farklı sonuçlar ortaya koymaktadır. Söz konusu yönetmelikler aynı çatıda birleştirilerek ve güncel verilerle sınır değerler tekrar belirlenerek değerlendirmelerin yapılması önerilmektedir. Ayrıca, Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı ekolojik kalite durumları açıkça göstermiştir ki kıyı sularının ötrofikasyon durumlarının değerlendirilmesinde sadece besin elementleri, klorofil-*a* ve seki disk değişkenlerinin kullanılması yetersiz kalmaktadır. Değerlendirmelerin etki kısmına fitoplankton veya makroalg gibi biyolojik bir kalite elemanlarının da eklenmesi değerlendirmelerin daha sağlıklı ve güvenilir yapılabilmesine olanak sağlayacaktır.

### Etik Standart ile Uyumluluk

**Çıkar çatışması:** Yazarlar herhangi bir çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

**Etik kurul izni:** Bu çalışma için etik kurul iznine gerek yoktur.

**Finansal destek:** -

**Teşekkür:** Bu verilerin üretilmesinde katkı sağlayan TÜBİTAK MAM ÇTÜE deniz ve iç sular grubu personeli ile R/V TÜBİTAK Marmara gemisi çalışanlarına teşekkürü bir borç bilirim. Yayının düzeltme okumasını yapan Dr. Gülsima D. Usluer ve Alper Evcen'e de yardımlarından ötürü teşekkür ederim.

**Açıklama:** Bu çalışmada kullanılan verilerin bir bölümü T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın sahibi olduğu TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü tarafından yürütülen "Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı" kapsamındaki izleme çalışmasından temin edilmiştir.

## Kaynaklar

**Atmış, E., Özden, S., Lise, W. (2007).** Urbanization pressures on the natural forests in Turkey: An overview. *Urban Forestry & Urban Greening*, 6, 83-92.

<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2007.01.002>

**Aubry, A., Elliott, M. (2006).** The use of environmental integrative indicators to assess seabed disturbance in estuaries and coasts: application to the Humber Estuary, UK. *Marine Pollution Bulletin*, 53, 175-185.

<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2005.09.021>

**Balikesir İÇDR (2019).** Balikesir İl Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü, Kocaeli İl Çevre Durum Raporu, Kocaeli, [https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/kocaeli\\_2019\\_cevre\\_durum\\_raporu-20200717100750.pdf](https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/kocaeli_2019_cevre_durum_raporu-20200717100750.pdf) (Erişim Tarihi: 02.09.2020).

**Bandırma Manşet, (2020, Eylül 2).** <http://bandirmamanset.com/haber/erdek-korfezi-av-baskisi-altinda-29144.html> (Erişim Tarihi: 02.09.2020).

**BANTB, Bandırma Ticaret Borsası, (2020, Eylül 3).** <http://www.bantb.org.tr> (Erişim Tarihi: 03.09.2020).

**Beken, P.Ç.S. (2017).** Marmara Denizi'nin Mevcut Kirlilik Durumunun Tarihsel Süreci. III. Marmara Denizi Sempozyumu. *Marmara Belediyeler Birliği Kültür Yayınları İstanbul*, 114-131.

**Beşiktepe, Ş.T., Sur, H.I., Özsoy, E., Latif, M.A., Oğuz, T., Ünlüata, Ü. (1994).** The circulation and hydrography of the Marmara Sea. *Progress in Oceanography*, 34, 285-334. [http://dx.doi.org/10.1016/0079-6611\(94\)90018-3](http://dx.doi.org/10.1016/0079-6611(94)90018-3)

**Borja, A., Galparsoro, I., Solaun, O., Muxika, I., Tello, E.M., Uriarte, A., Valencia V. (2006).** The European Water Framework Directive and the DPSIR, a methodological approach to assess the risk of failing to achieve good ecological status. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 66, 84-96. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2005.07.021>

**Borja, A., Barbone, E., Basset, E., Borgersen, G., Brkljacic, M., Elliott, M., Garmendia, J.M., Marques, J.C., Mazik, K., Muxika, I., Neto, J.M., Norling, K., Rodriguez, J.G., Rosati, I., Rygg, B., Teixeira, H., Trayanova, A. (2011).** Response of single benthic metrics and multi-metric methods to anthropogenic pressure gradients, in five distinct European coastal and transitional ecosystems. *Marine Pollution Bulletin*, 62, 499-513.

<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.12.009>

**Borja, Á., Rodríguez, J.G. (2010).** Problems associated with the "one-out, all-out" principle, when using multiple ecosystem components in assessing the ecological status of marine waters. *Marine Pollution Bulletin*, 60, 1143-1146.

<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.06.026>

**BTSO, Bursa Ticaret ve Sanayi Odası (2020, Eylül 3).**

<http://www.btso.org.tr> (Erişim Tarihi: 03.09.2020).

**Burak, S., Doğan, E., Gazioğlu, C. (2004).** Impact of urbanization and tourism on coastal environment. *Ocean and Coastal Management*, 47, 515-527.

<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2004.07.007>

**Bursa İÇDR, (2019).** Bursa İl Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü, Bursa İl Çevre Durum Raporu, Bursa, [https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/bursa\\_2019\\_cevre\\_durum\\_raporu-20201217210215.pdf](https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/bursa_2019_cevre_durum_raporu-20201217210215.pdf)

(Erişim Tarihi: 09.10.2020).

**ÇŞB-ÇEDİDGM ve TÜBİTAK-MAM, (2017).** Bütünleşik Kirlilik İzleme Projesi (2014-2016). ÇTÜE 5148704, Rapor No. ÇTÜE.16.330 (Marmara Denizi Sonuç Raporu, 2016), Mayıs 2017, Gebze-Kocaeli.

**ÇŞB, TÜBİTAK MAM, (2017).** Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı 2014-2016 Marmara Denizi Özet Raporu, TÜBİTAK-MAM Matbaası Gebze/Kocaeli, ISBN:978-605-5294-72-4.

**European Communities, EC, (2003).** Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance Document No 3. Analysis of Pressures and Impacts Produced by Working Group 2.1 – (IMP-RESS). Luxembourg, Office for Official publications of the European Communities. <http://circa.europa.eu/Pub-lic/irc/env/wfd/library>

**Flo E, Camp J., Garcés E. (2011).** Assessment Pressure methodology, Land Uses Simplified Index (LUSI). *BQE Phytoplankton*, Spain – Catalonia.

**Gardi C., Bosco C., Rusco E., Montanerella L. (2010).** An analysis of the land use sustainability index (LUSI) at the territorial scale based on corine land cover. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 21(5), 680-694.

<https://doi.org/10.1108/14777831011067953>

**Holon, F., Mouquet, N., Boissery, P., Bouchouca, M., De-laruelle, G., Tribot, A.S., Deter, J. (2015).** Fine-scale Car-

tography of human impacts along french Mediterranean coasts: a relevant map for the management of marine ecosystems. *Plos One*, 10(8), 106107.

<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106107>

**Islam, M.S., Tanaka, M. (2004).** Impacts of pollution on coastal and marine ecosystem including coastal and marine fisheries and approach for management: a review and the synthesis. *Marine Pollution Bulletin*, 48, 624-629.

<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2003.12.004>

**KAAY (2006).** Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği, 08.01.2006 tarih, R.G: 26047.

**KAAY Tebliğ (2009).** Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği Hassas Ve Az Hassas Su Alanları Tebliği, 27.06.2009 tarih, R.G: 27271.

**Keskin Ç. ve Gaygusuz Ö. (2010).** Length-Weight Relationships of Fishes In Shallow Waters of Erdek Bay (Sea of Marmara, Turkey). *IUFS Journal of Biology Research Articles*, 69(1), 25-32.

**Keskin, C. (2007).** Temporal variation of fish assemblages in different shallow-water habitats in Erdek Bay, Marmara Sea. *Turkey. Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, 13, 215-234.

**Kocaeli İÇDR, (2019).** Kocaeli İl Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü, [https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/kocaeli\\_2019\\_cevre\\_durum\\_raporu-20200717100750.pdf](https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/kocaeli_2019_cevre_durum_raporu-20200717100750.pdf)

(Erişim Tarihi: 09.10.2020).

**Koç, T. (2002).** Bandırma ilçesinde tavukçuluğun çevresel etkisi. *Ekoloji*, 43, 11-16.

**Küçükali, U.F. (2013).** Basin-Scale Ecological Risk Assessment Methodology, Example Of Nilufer Creek And Its Subbasins. *Journal of International Scientific Publications: Ecology & Safety*, 7(3), 1313-2563.

**Lopez y R., Cecilia S., Pergent G., Casazza G. (2009).** Assessing Human-Induced Pressures on Coastal Areas With Publicly Available Data. *Journal of Environmental Management*, 90, 1494-1501.

<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.10.007>

**MED-GIG Phytoplankton (2011).** Test of LUSI index (eutrophication) on French data transmitted for the Phytoplankton GIG-MED Second Round intercalibration exercise. Technical Report Coastal Waters, European Commission.

**Meinesz, A., Cirik, S., Akcalı, B., Javel, F., Migliaccio, M., Thibaut, T., Yüksek, A., Procaccini, G. (2009).** *P. oceanica* in the Marmara Sea. *Aquatic Botany*, 90(1), 18-22. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2008.04.013>

**Morkoç, E., Okay, O.S., Tolun, L., Tüfekçi, V., Tüfekçi, H., Legoviç, T. (2001).** Towards a clean Izmit Bay. *Environment International*, 26, 157-161, [http://dx.doi.org/10.1016/S0160-4120\(00\)00103-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0160-4120(00)00103-3)

**MSFD (2017).** European Parliament and of the Council Commission Decision (EU) 2017/848 laying down criteria and methodological standards on good environmental status of marine waters and specifications and standardised methods for monitoring and assessment, and repealing Decision 2010/477/EU.

**Oğuz, T., Sur, H.I. (1986).** A Numerical Modelling Study of Circulation in the Bay of Izmit: Final Report. TÜBİTAK-MRC, Chemistry. Department Publication, Gebze- Kocaeli (Turkey), p. 97, No. 187.

**Okuş, E., Yüksek, A., Uysal, A., Orhon, V. (1997).** Marmara Denizi'nde bazı demersal balıkların stok tayini projesi. 1992-1995 Kesin Sonuç Raporu, TÜBİTAK-DEBAG116/G. İ.Ü. Deniz Bilimleri İşletmeciliği Enstitüsü ve Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, pp. 327.

**Oral, Z. E., Esmer, S. (2011).** Bursa Gemlik limanlarının günümüzdeki ve gelecekteki rolleri. TMMOB Bursa 3. Kent Sempozyumu tarihi 30 Nisan - 2 Mayıs 2011.

**Povlidou, A., Simbhora, N., Rousselaki, E., Tsapakis, M., Pagou, K., Drakopoulou, P., Assimakopoulou, G., Kontoyiannis, H., Panayotidis, P. (2015).** Methods of eutrophication assessment in the context of the water framework directive: Examples from the Eastern Mediterranean coastal areas. *Continental Shelf Research*, 108, 156-168. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2015.05.013>

**Romero, I., Paches, M., Martinez-Guijarro, R., Ferrer, J. (2013).** Glophymed: An index to establish the ecological status for the Water Framework Directive based on phytoplankton in coastal waters. *Marine Pollution Bulletin*, 75, 218-223. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.07.028>

**Simbhora, N., Pavlidou, A., Bald, J., Tsapakis, M., Pagou, K., Zeri, C., Androni, A., Panayotidis, P. (2016).** Response of ecological indices to nutrient and chemical contaminant stress factors in Eastern Mediterranean coastal waters. *Ecological Indicators*, 70, 89-105. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.05.018>

**Sönmez, M.R. (1993).** Kıyı planlaması için yeni yaklaşım önerileri, Bayındırlık İskan Bakanlığı, Kıyılarımız Mevzuat Planlama, Uygulama Semineri, s. 125-139.

**Tan, I., Polat Beken, Ç.S., Öncel, S. (2017).** Pressure-Impact Analysis of The Coastal Waters of Marmara Sea. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(4), 2689-2699.

**Taşkın, E., Tan, İ., Minareci, E., Minareci, O., Çakır, M., Beken P., Ç. (2020).** Ecological quality status of the Turkish coastal waters by using marine macrophytes (macroalgae and angiosperms). *Ecological Indicators*, 112, 106-107. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106107>

**TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) (2020).** Adrese dayalı nüfus sayım sistemi verisi, <https://www.tuik.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 26.08.2020).

**Tutak B., Beken P. Ç, Ediger D., Hüsrevoğlu S., Atabay H., Tan İ., Tolun L., Tüfekçi V., Avaz G. (2011).** "Marmara Denizi ve Boğazlarda Bütünleşik Kirlilik İzleme Çalışması (BKİP)", Rapor No: 5118707, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Gebze, Kocaeli.

**TÜBİTAK MAM (2010).** Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi. Proje Nihai Raporu, Gebze Kocaeli. (Proje Sahibi Kurum: Çevre ve Orman Bakanlığı).

**UNEP, The united nation environment programme (2006).** Marine and coastal ecosystems and human well-being: a synthesis report based on the findings of the Millennium Ecosystem Assessment. UNEP. 76pp (UNEP teknik rapordur), <https://www.unep.org/resources/report/marine->

[and-coastal-ecosystems-and-human-well-being-synthesis-report-based-findings](#) (Erişim Tarihi: 26.08.2020).

**Ünlü, S., Topçuođlu, S., Alpar, B., Kırbaşoğlu, Ç., Yılmaz, Z.Y. (2008).** Heavy metal pollution in surface sediment and mussel samples in the Gulf of Gemlik. *Environmental Monitoring and Assessment*, 144, 169-178.  
<https://doi.org/10.1007/s10661-007-9986-6>

**Ünlüata, Ü., Oğuz, T., Latif, M.A., Özsoy, E. (1990).** On the physical oceanography of the Turkish Straits. In: Pratt, L.J. (Ed). *The Physical Oceanography of Sea Straits*, vol. 318. Kluwer Academic Publishers, Netherland, pp. 25-60.  
[http://dx.doi.org/10.1007/978-94-009-0677-8\\_2](http://dx.doi.org/10.1007/978-94-009-0677-8_2)

**YSKY (2012).** Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği, 30/11/2012 tarih R.G: 28483.