



KAŞ (ANTALYA) KIYI BÖLGESİNİN MİKROBİYOLOJİK KİRLİLİK DEĞERLENDİRMESİ

Şehnaz ŞENER^{1*}, Erhan ŞENER², Simge VAROL¹

¹ Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

² Süleyman Demirel Üniversitesi, Uzaktan Algılama Arş. Uygulama Merkezi, Isparta, Türkiye

Anahtar Kelimeler

Deniz Suyu Kalitesi,
Fekal İndikatör,
Mikrobiyoloji,
Kaş.

Öz

Akdeniz'in batı kıyısında bulunan çalışma alanı önemli turizm potansiyeline sahip bölgelerimizden birisidir. Bu çalışmada, Kaş ilçesi kıyı bölgesinde kirlilikten etkilenmesi mümkün üç farklı lokasyondan aylık periyod ile alınan deniz suyu örneklerinin fizikokimyasal ve mikrobiyolojik kalitesi incelenmiştir. Ayrıca su kalite parametrelerinin istatistiksel analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, Kaş, Üçağız ve Kale kıyı bölgelerini temsil eden deniz suyu örneklerin tamamı limit değerlere uygundur. Ancak, genel olarak Toplam Koliform, Fekal Koliform ve Fekal Streptokok gibi fekal indikatörlerin özellikle yaz aylarında diğer aylar ile kıyaslandığında yüksek değerlerde olduğu belirlenmiştir. Aynı şekilde çözünmüş oksijen ve ışık geçirgenliği değerleri de yaz aylarında daha düşük ölçülmüştür. Deniz suyu örneklerinde yapılan Pearson Korelasyon Analizi sonuçları değerlendirildiğinde özellikle sıcaklık (°C), pH, NH₄-N ve mikrobiyolojik parametreler arasında anlamlı ilişkiler söz konusudur. Bölgede turizme bağlı olarak yaz aylarında nüfus ciddi oranda artmaktadır. Buna bağlı olarak insan faaliyetleri kaynaklı kirlilik denizel ortamı ve deniz suyu kalitesini kısmen olumsuz etkilemektedir. Elde edilen sonuçlara göre Kaş kıyı bölgesi özellikle mikrobiyolojik parametreler bakımından genel olarak kirlilik taşımamakta ve bölgede deniz suyu kalitesi iyi durumdadır.

MICROBIOLOGICAL POLLUTION ASSESSMENT OF KAŞ (ANTALYA) COAST REGION

Keywords

Sea Water Quality,
Fecal Indicator,
Microbiology,
Kaş.

Abstract

The study area located on the west coast of the Mediterranean is one of the regions with significant tourism potential. In this study, the physicochemical and microbiological quality of the sea water samples taken from three different locations that can be affected by pollution in the coastal region of Kaş district are examined. In addition, statistical analysis of water quality parameters was performed. According to the results obtained, all of the sea water samples representing the coastal regions of Kaş, Üçağız and Kale comply with the limit values. However, fecal indicators such as Total Coliform, Fecal Coliform and Fecal Streptokok were found to be high in the summer months compared to other months in general. Likewise, dissolved oxygen and light transmittance values were measured lower in the summer months. When the results of Pearson Correlation Analysis are evaluated, there are significant relationships especially between temperature (°C), pH, NH₄-N and microbiological parameters. The population increases significantly in the summer months depending on the tourism in the region. According to the obtained results, Kaş coast region do not have any pollution in terms of microbiological parameters and seawater quality is good in the region.

Alıntı / Cite

Şener, Ş., Şener, Ş., Varol, S., (2020). Kaş (Antalya) Kıyı Bölgesinin Mikrobiyolojik Kirlilik Değerlendirmesi, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 8(3), 753-765.

* İlgili yazar / Corresponding author: sehnazsener@sdu.edu.tr, +90-246-211-1324

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)	Makale Süreci / Article Process	
Ş. Şener, 0000-0003-3191-2291	Başvuru Tarihi / Submission Date	20.04.2020
E. Şener, 0000-0001-6263-8366	Revizyon Tarihi / Revision Date	22.06.2020
S. Varol, 0000-0002-1905-9454	Kabul Tarihi / Accepted Date	07.07.2020
	Yayın Tarihi / Published Date	24.09.2020

1. Giriş (Introduction)

Yeryüzündeki kaynakların hepsinden ayrı olarak suyun, özel bir önemi bulunmaktadır. Yerine başka bir şeyin koyulamayacağı doğal bir kaynak olarak su, insan hayatı için oksijenden sonra en önemli ögedir (Ulusoy, 2007; Şener ve Taştekin, 2019). İnsanlar kadar tüm ekosistemi oluşturan diğer canlıların yaşamının başında gelmektedir ve dolayısıyla suya olan talep sürekli ve devamlıdır. Ancak su kaynakları yeryüzünde dağılımındaki eşitsizliğin yanı sıra, birçok etkene bağlı olarak her geçen gün ihtiyaçlara cevap veremeyecek derecede azalmakta ve kullanımı sınırlanmaktadır. Sahip olduğu yaşamsal, ekonomik ve stratejik önem nedeniyle su, günümüzün ve yakın geleceğin en çok tartışılan konusu olma potansiyeli arz etmektedir (Özsoy, 2009; Arıman ve Koyuncu, 2019; Varol vd., 2020).

Dünyanın % 97,5'i suyla kaplıdır ve bu suların % 71'ini de denizler oluşturmaktadır (Ulusoy, 2007). Deniz suyu dünyanın var olması ile birlikte oluşmuş ve suya ihtiyaç duyan canlıların, içinde yaşam alanı bulduğu tuzlu bir yapıya sahip olan su kütleleridir. Deniz suyundaki kasit sadece denizlerde bulunan su kütlelerinden bahsedilmemekle beraber okyanuslar ve diğer tatlı su kütleleri olmayan su kütlelerini de kapsamaktadır (Baran, 2017). Deniz suları denizel organizmalar (flora ve fauna) için yaşam alanı olması açısından hayati önem taşımaktadır. Bunun dışında içinde yer alan elementler, kimyasal maddeler ve yoğun tuz sebebi ile insani kullanımlar açısından kullanılabilirliği oldukça azdır. Deniz suyunun ve denizel ortamların önemli bir kullanım alanı olan rekreasyonel veya turizm amaçlı kullanımları son yıllarda gittikçe daha ekonomik ve sosyolojik öneme sahip olmaktadır. Ancak çevresinde giderek yoğunlaşan yerleşim alanlarından kaynaklanan atıkların kontrolsüz bir şekilde denizlere deşarj edilmesi nedeni ile denizel ve kıyı ortamları daha fazla sıvı ve katı atıklarca fizikokimyasal ve mikrobiyolojik olarak kirlenmektedir (Verap vd., 2005; Gürün ve Altuğ, 2013; Taşpınar vd., 2015). İnsan temasının bulunduğu suların evsel ve endüstriyel atık kökenli mikroorganizmalar ile kirlenmesi, pek çok epidemiyolojik riski de beraberinde getirmektedir (Gurun ve Kimiran, 2013). Konu ile ilgili olarak yapılan epidemiyolojik çalışmalar, atık sular, hayvansal atıklar ve kentsel yüzey akış sularıyla kirlenen sularda yüzme ve rekreasyonel faaliyetlerin, başta gastrointestinal ve solunum yolu hastalıkları olmak üzere, göz ve kulak enfeksiyonları gibi birçok hastalığın ortaya çıkma ihtimalini arttırdığını göstermiştir (Terzi ve Sünter, 2019). Dolayısıyla sucul yaşam ve insan sağlığı için bu tür alanların kullanımında mevsimsel mikrobiyolojik su kalitesi kontrolü önem kazanmaktadır.

Mikrobiyolojik su kalitesini belirlemek için su kaynaklı hastalıklara neden olan patojen bakterilerin potansiyel olarak su içerisinde var olduğunu göstermek gerekmektedir. Bunun için total koliformlar, fekal koliformlar ve fekal streptokok'ların suların rutin analizlerinde fekal kirlilik indikatörleri olarak kullanılmaktadır (Gurun ve Kimiran, 2013). Bakteriolojik su kalitesi veya su kirliliği araştırmalarında sonuçların değerlendirilmesinde içme suları, yüzey suları ve kıyılarda rekreasyon amaçlı çalışmalar ön plana çıkmaktadır. İnsan sağlığı açısından en hassas standartlar içme sularının su kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Bu açıdan insani tüketim amaçlı olarak kullanılan su kaynaklarının ve içme sularında hiçbir mikrobiyolojik faktörün olmaması bildirilmektedir (Anonim, 2005; Taşpınar vd., 2015). Diğer yandan yüzey sularının su kalitesinin değerlendirilmesinde Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliğinde Kıta içi Yüzeysel Suların Sınıflandırılmasıyla ilgili bakteriolojik standartlar ve Rekreasyon Maksadıyla Kullanılan Kıyı ve Geçiş Sularının Sağlanması Gereken Standart Değerler kullanılmaktadır (Anonim, 2012; Taşpınar vd., 2015). Ayrıca Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliğinde de özellikle denizel alanlarda kıyı ve plajlarda yüzme ve rekreasyon amacıyla kullanılan suların sağlanması gereken kalite kriterleri su kalite sonuçlarının fizikokimyasal ve bakteriolojik olarak değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (Anonim, 2006).

Bu çalışmada da Kaş kıyı bölgesi çalışma alanı olarak seçilmiştir. Çalışma alanı, Kaş-Kekova Özel Çevre Koruma Bölgesi içerisinde olup, hem ulusal hem de uluslararası düzeyde sahip olduğu zengin biyolojik çeşitliliği ile korunarak gelecek nesillere aktarılması gereken bir yapıya sahiptir. Doğu Akdeniz'in en zengin biyolojik çeşitliliğe sahip alanlarından biri olma özelliği taşımaktadır. Ayrıca Kaş-Kekova kıyı bölgesi jeolojik yapısıyla ilişkili olarak kovuklar ve denizaltı mağaraları ile tatlı su boşalım noktalarını kapsayan bir yapıya da sahiptir. Bölge tarım, dalış, doğa ve tekne turizmi, mavi yolculuk, yatçılık, yamaç paraşütü, kano, dağ bisikleti ile yerel balıkçılık gibi rekreasyonel ve ekonomik faaliyetlere de olanak sağlamaktadır (KKÖÇKR, 2019). Tüm bu önemli özelliklerinin yanında bölgede bulunan yerleşim yerleri nedeni ile çalışma alanı olan Kaş-Kekova kıyılarında insan kaynaklı atıklarla ilişkili mikrobiyolojik kirlenme dikkati çekmektedir. Bu nedenle bu çalışmada, çevresindeki yerleşim birimleri ve turistik tesisler ile deniz içi ekosistemi için alıcı ortam vazifesi gören Kaş-Kekova kıyılarının mikrobiyolojik kirlenme durumunun ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaçla çalışma kapsamında elde edilen sonuçlarla kıyı sularının kullanılabilirliği değerlendirilmiştir. Çalışma alanında deniz

suyunun hidrokimyasal ve mikrobiyolojik kalite özelliklerinin birlikte değerlendirildiği güncel verilerin bulunmaması çalışmanın orijinalliğini ve önemini daha da arttırmaktadır.

2. Kaynak Araştırması (Literature Survey)

Çalışma alanı ve yakın çevresinin jeolojik yapısı ve biyolojik çeşitliliği ile ilgili pek çok araştırma yanısıra deniz suyu fiziksel özelliklerinin değerlendirildiği az sayıda ve güncel olmayan araştırma bulunmaktadır. Ancak çalışmanın ana hedeflerinden biri olan mikrobiyolojik su kalitesi ile ilgili güncel bir çalışma bulunmamaktadır. Özellikle inceleme alanının jeolojisine yönelik Pisoni (1967) tarafından yapılan araştırmada bölgedeki karbonatlı kayaların oluşturduğu kireçtaşlarından oluşan formasyon “Kaş Kalkeri” olarak, Şenel (1997a ve 1997b) tarafından ise Beydağları Otoktonu olarak isimlendirilmiştir.

Bölgede yapılan hidrojeolojik araştırmalardan birisi Elhatip (1992) tarafından hazırlanan “Hydrogeological Investigation of Kaş-Kalkan Area and Its Vicinity” başlıklı doktora tez çalışmasıdır. Çalışmada bölgenin genel hidrojeolojik özelliklerini incelemiştir. Çalışmaya göre, bölgede dört ana hidrolojik birim bulunmaktadır. Bu birimler yapısal ve hidrojeolojik özelliklerine göre Karstik Alt ve Üst birimler, Geçirimsiz alt birim ve Kuvaterner çökeller olarak ayırt edilmiştir. Jura-Üst Kretase yaşlı Beydağları kireçtaşı, Eosen yaşlı Susuzdağ dolomitik kireçtaşı ve Üst Miyosen yaşlı Dirgenler çakıltaşları otokton konumlu geçirimli birimleri oluştururlar. Bölgede yeraltısuyu akım yönü kıyı akiferi olan Beydağları kireçtaşına doğrudur. Yeraltısuyu kalite incelemelerine göre kıyı alana yakın bölgelerdeki kaynak sularının kısmen tuzlu olmasına rağmen genel olarak içme ve sulama açısından uygun özelliklerde olduğu belirtilmektedir.

McNeely vd. (1994) tarafından yapılmış bir başka araştırmada ise hem karada hem de denizde korunan alanların karşılaştığı temel sorunları anlatmakta ve bu konulara yönelik gerekli yaklaşımları tartışmaktadır. Özellikle kıyı deniz ortamındaki korunan alan sorunlarını ele almaktadır. Kıyı ve deniz yönetimi ile ilgili bu araştırmada doğa koruma ve her alanın kendine özgü yönetimini hedefleyerek planlama aşamaları ele alınmıştır.

2004 (a) yılında Öztan vd. tarafından yapılan “Patara-Kekova tatlı su boşalımlarının ve denizaltı mağaralarının araştırılması, Türkiye Kıyıları” başlıklı çalışmada Batı Toroslar’ın Patara Kekova bölümü, tatlı su boşalımları ve kıyı-denizaltı mağaraları açısından incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, Patara-Kekova bölgesinde denize olan başlıca tatlı su boşalımlarının yüzde 50 ile 60 arasında tatlı su içerdiğini göstermiştir. Anılan boşalımlar kıyıya paralel ya da iç kesimlere uzanan kırık hatları ile ilişkili görünmektedir. Belirlenen kıyı ve denizaltı mağaralarında ağız derinliklerinin günümüz deniz seviyesinin altında bulunması bunların gelişimlerinin orta-geç Pleistosen buzul dönemleri ile bağlantılı olabileceğini göstermektedir. Öztan vd. (2004b); tarafından yapılan bir başka çalışmada ise “ Kaş dolaylı kıyı kuşağında karstlaşmanın gelişimi: Mivini ve Altuğ denizaltı mağaraları” başlıklı çalışmada Mivini ve Altuğ mağaralarının oluşum mekanizması ve mevcut tatlısu boşalım hidrodinamiği mağara geometrisinin belirlenmesine dönük ölçümler ve hidrokimyasal gözlemler ile belirlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre Mivini mağarası tatlısu-tuzlu temas yüzeyi boyunca gelişmiş, Türkiye’de bilinen en derin deniz mağarasıdır. Altuğ mağarasının gelişimine karasal koşullar altında başladığı, olasılıkla deniz seviyesindeki yükselme sonucu bugünkü konumuna ulaştığı anlaşılmaktadır. Dönemsel hidrokimyasal gözlemler tatlısu boşalım dinamiğinin mevsimlik değişim gösterdiğine, Tatlısu katkısının sonbahar aylarına doğru azaldığına işaret etmektedir.

Bayarı vd. (2006) tarafından yapılan çalışmada “Türkiye kıyıları tatlı su boşalımlarının geri kazanılması: Patara-Tekirova pilot projesi” kapsamında güneybatı Anadolu’da, Patara-Tekirova kıyı zonundaki tatlısu boşalımlarının konumlarının ve özelliklerinin belirlenmesini amaçlanmıştır. Proje sonuçlarına göre, araştırma alanında denize tatlısu boşalımı büyük oranda incelenen 120 km’lik kıyı bandının %80’ini oluşturan otokton konumlu Beydağları karbonatlarından, kırık- çatlak ve karstik akım kanalları boyunca gerçekleşmektedir. Araştırmada, tüm kıyı kesimi tarama dalışları ile 0-30 m derinlik aralığını kapsayacak biçimde sistematik olarak incelenmiş, 145 dolayında tatlısu boşalım noktası belirlenmiştir. Bunlardan 15 adedi farklı boyutlardaki kovuk ve mağaralardan oluşmaktadır. Mağara girişleri 0-20 m derinlik aralığında yer almakta, en derin bölümler -80m’ye kadar uzanmaktadır. Özgül elektriksel iletkenlik ve duraylı izotop içeriğinden belirlenen tatlısu katkıları % 0-80 aralığında değişmekte olup, ortalama Tatlısu katkısı %40 dolayındadır. Özgül elektriksel iletkenlik değerlerinin iki değer aralığında yoğunlaşması (12,5 mS/cm-25,0 mS/cm ve 37,5 mS/cm-47,5 mS/cm) tatlısu boşalımının biri daha güçlü, diğeri daha zayıf olmak üzere iki farklı akım sisteminde gerçekleştirildiğini göstermektedir. Su örneklerinin duraylı izotop içerikleri döteryum fazlası +14 olan yerel meteorik su eşitliğine uymaktadır.

Bölgenin biyolojik çeşitliliği ve yapısı ile ilgili Demir (2011) tarafından hazırlanan “Kaş (Antalya) Deniz Koruma Planlamasında Karar Destek Sistemleri Kullanılarak Biyoçeşitlilik Araştırması” başlıklı doktora tez çalışmasında Kaş-Kekova Özel Çevre Koruma Bölgesi’nin Kaş bölümünde elde edilen biyolojik çeşitlilik verilerinin ve çevresel

etkilerin Coğrafi Bilgi Sistemleri kapsamında sayısal ortama aktarılması, analiz edilmesi ve Karar Destek Sistemleri ile değerlendirilmesi sonucunda, deniz koruma planlamasında biyoçeşitlilik araştırmalarının gelişimini irdelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma bölgedeki fiziksel ve kimyasal veriler ile bölgedeki tür çeşitliliği ortaya konmuş, biyolojik çeşitliliğe etki eden faktörler incelenerek değerlendirmeler yapılmıştır. Bölgedeki biyoçeşitliliğin doğru irdelenmesi için gerekli olan bu faktörler koruma planlaması kapsamında değerlendirilmiş, tüm veriler Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Karar Destek Sistemleri'nde analiz edilerek koruma bölgeleri belirlenmiştir.

Ornat vd. (2013) yılında hazırlanan "Kaş-Kekova ÖÇKB Denizel Yönetim Planı" başlıklı bir başka çalışmada ise bölgenin sosyoekonomik, denizel bilimsel araştırmalar ve Ölüdeniz Alanı Taşıma Kapasitesi'nin belirlenmesi araştırmaları tamamlanmış, Kaş-Kekova bölgesinin değerleri (sualtı kaynakları, doğal, tarihi ve arkeolojik) ortaya konulmuştur. Bununla birlikte, bölgedeki riskler ve sorunlar tüm paydaşlarla ortak belirlenmiş, ortak çözümler geliştirilmiş ve alınması gereken önlemler belirlenmiştir. Yönetim planına dahil edilen bulgularla zonlama haritası çıkarılmıştır. Bu bilgiler, uygulama hedeflerinin belirlenmesine veri sağlamıştır. Bilimsel araştırmalarla birlikte, alan yönetimi alternatiflerini ve yararlı stratejileri açıklayan bir coğrafi bilgi sistemi desteğiyle denizde mekânsal planlamayı öneren yönetim hedefleri, paydaşların katılımıyla belirlenmiş; dalış turizmi, tur tekneleri, yerel balıkçılık faaliyetleri gibi alan kullanımlarının belirlendiği alan çalışmaları ve yasal değerlendirmeler tamamlanmıştır. Uygulama hedeflerinin öncelikleri ve sorumlu / danışılacak kurumlar belirlenmiş, yönetim planı sürecine kurumsal destek sağlayan Yerel, Teknik ve Üst Düzey Yönlendirme Komiteleri kurulmuştur.

Kumlutaş vd. (2011) tarafından yapılan bir başka araştırmada Kaş civarı ve Kekova Adası'nda dağılım gösteren kurbağa ve sürüngen türleri tespit edilerek bölgeye ait eksik bilgiler giderilmeye çalışılmıştır. Araştırma sahasından 20 tür tespit edilmiştir. Bunlardan biri kuyruklu kurbağa, üçü kuyruksuz kurbağa, biri kara kaplumbağası, dokuzu kertenkele ve altısı yılan grubundandır.

Ülkemiz genelinde geniş kapsamlı çalışma alanının da dahil edildiği ve 2016 yılında T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü tarafından Artek Mühendislik Çevre Ölçüm ve Danışmanlık Hizmetleri Ticaret Anonim Şirketine hazırlanan bir başka proje "Belek, Patara, Kaş-Kekova, Fethiye-Göcek, Göksu Deltası, Tuz Gölü, Foça, Gölbaşı, Köyceğiz-Dalyan, Datça-Bozburun, Gökova, İhlara, Uzungöl Ve Saros Körfezi Özel Çevre Koruma Bölgeleri'nde Su Kalitesinin İzlenmesi Ve Özel Çevre Koruma Bölgeleri'nde İşletilmekte Olan Atıksu Arıtma Tesislerinin Verimliliğinin İzlenmesi Projesi" dir (Anonim, 2016). Bu proje kapsamında Belek, Patara, Kaş-Kekova, Fethiye-Göcek, Göksu Deltası, Foça, Tuz Gölü, Gölbaşı, Köyceğiz-Dalyan, Gökova, Datça-Bozburun, İhlara, Uzungöl ve Saros Körfezi Özel Çevre Koruma Bölgeleri'nde yer alan önemli akarsu, göl, drenaj kanalları ve deniz alanlarında fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametrelerin izlenerek sürekli bir veri akışının sağlanması, doğal kaynakların kirlenmesinin ve tahribinin önlenmesi için kirlilik etkenlerini kontrol etmeye yönelik gereken önlemlerin alınması ve kaynaklara ilişkin çeşitli kullanım kararlarının oluşturulması amaçlanmıştır. Ayrıca, özel çevre koruma bölgelerinde işletilmekte olan atıksu arıtma tesislerinin verimliliklerinin izlenerek varsa sorunların tespit edilmesi ve gereken önlemlerin alınması amacıyla 2006 yılından 15 Özel Çevre Koruma Bölgesinde 245 noktada izleme çalışması yapılmıştır.

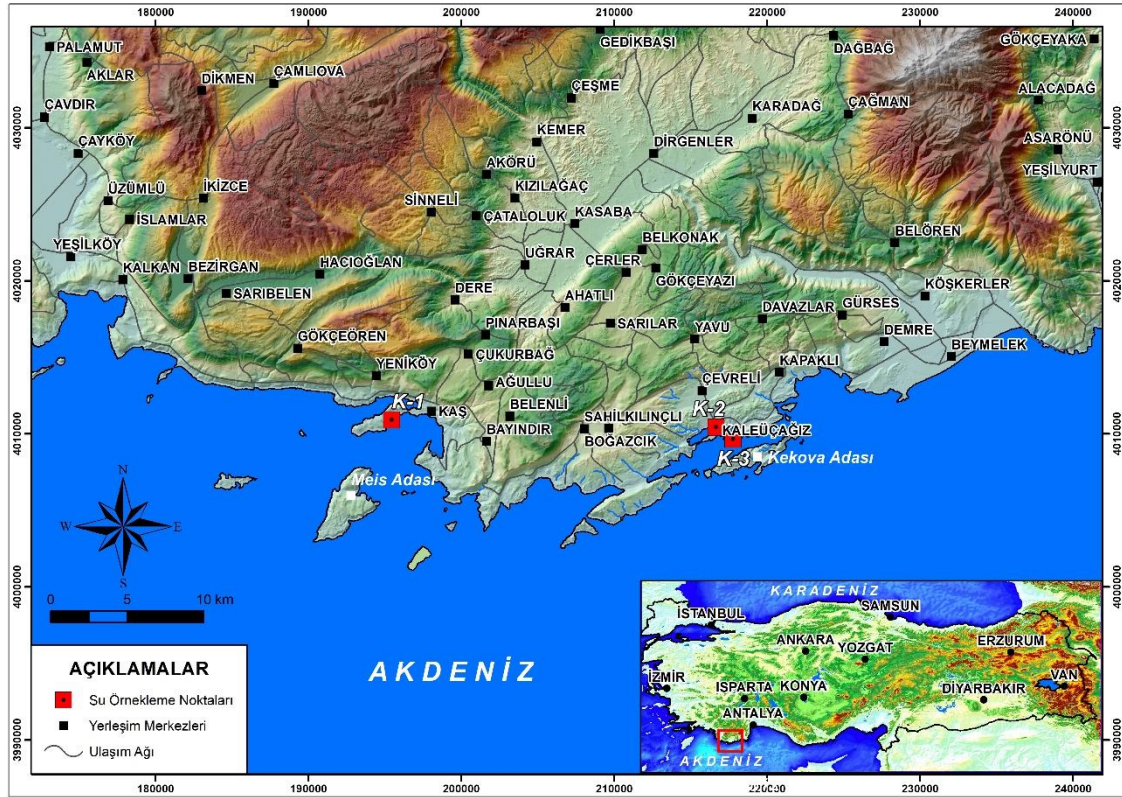
Tezel (2018) tarafından yapılan araştırmada Kaş-Kekova Bölgesi'nde mevcut flora ve fauna türlerine ait verilerin mekânsal analizleri ile ekolojik ağların planlanması hedeflenmiştir. Kaş-Kekova Bölgesi'nde mevcut 51 familyaya ait 187 cins ve bu cinslere ait 272 tür ve tür altı takson geçmiş araştırmalarla tespit edilmiştir. Bölgedeki türlerden 26'sı Türkiye'ye özgü endemiktir. Ayrıca, 20 memeli türü, 96 kuş türü, 16 sürüngen ve 4 tane iki yaşamlı türü yer almaktadır. Bölgede yer alan flora ve fauna türlerine ait veriler ile mekânsal istatistik ve nokta deseni analizinin adımları gerçekleştirilmiş, Çeyrek Yoğunluğu Tahmini (Kernel Density Estimation) ile alanlar tanımlanmıştır. Kaş-Kekova Bölgesi'nde ekolojik ağların korunması ve planlanması için mekânsal analizler ve matematik modellerle desteklenen bir koruma stratejisi önerilmiştir.

Bölgeye ait en güncel biyolojik çalışma olan KKÖÇKR, (2019)'da ise Kaş-Kekova Özel Çevre Koruma Bölgesi için, Biyolojik Çeşitlilik Araştırma Projesi hazırlanmıştır. Projede sürdürülebilir koruma ve kullanım kararlarına esas olmak üzere karasal ve denizel biyolojik çeşitliliğin (flora-fauna) tespiti, mevcut durumun ortaya konulması; endemik, nadir, nesli tehdit ve tehlike altında olan tür ve habitatların sınıflandırılması, bölgelemesi, tehditlerinin ve korunmasına esas verilerin ortaya konması, koruma ve kullanma ilkelerinin belirlenmesi ve yönetilmesini sağlamak üzere karar vericilere yol göstermesini amaçlanmıştır. Proje kapsamında alan yönetimi yaklaşımı ile sürdürülebilirlik anlayışına uygun şekilde Kaş- Kekova Özel Çevre Koruma Bölgesinde yapılacak Yönetim Planı ve Fiziki Planlama çalışmalarına altlık oluşturulmaya çalışılmıştır. Bölgenin biyolojik zenginliğinin gelecek nesillere aktarılması ve tanıtılması, bölge halkı için ekolojik ve ekonomik sürdürülebilir bir geleceğin yaratılmasının sağlanması yönünde çalışmalar yürütülmüştür.

3. Materyal ve Yöntem (Material and Method)

3.1. Çalışma Alanı (The Study area)

Çalışma alanı Antalya'nın batısında Kaş-Kekova Özel Çevre Koruma Bölgesi içerisinde yer almaktadır (Şekil 1). 18.01.1990 tarih ve 90/77 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile tespit ve ilan edilen "Kekova Özel Çevre Koruma Bölgesi"nin adı 2002 yılında gerçekleştirilen "Likya Kıyılarındaki Ekolojik Bölge Ölçekli Koruma ve Sorumlu Turizm Projesi, Denizel Biyolojik Zenginlik Araştırması" bulgularına dayanılarak, 8/11/2006 tarihli ve 2006/11266 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile alanı genişletilerek "Kaş - Kekova Özel Çevre Koruma Bölgesi" olarak değiştirilmiştir. Kaş-Kekova Özel Çevre Koruma Bölgesi'nin kuzey-kuzeydoğu sınırında Demre ilçesi, kuzey-kuzeybatı sınırında ise Kaş İlçesi ile komşudur. Çalışma alanının güney sınırı tamamen denizel alandır.



Şekil 1. Çalışma alanının yerbuldurma haritası (Location map of the study area)

Çalışma alanını oluşturan ve ülkemizin en önemli tatil bölgelerinden biri olan Kaş İlçesi, Antalya iline yaklaşık 200 km uzaklıkta olup Antalya'nın dördüncü büyük ilçesidir. İlçenin kıyısı, batıda Eşen çayından başlayarak, doğuda Üçağız bölgesine kadar uzanmaktadır. Kaş ilçesi ile Üçağız mevkiinin kıyı uzunluğu yaklaşık 90 km'dir. Kekova, Üçağız yerleşim alanının karşısında yerleşim bulunmayan bir ada şeklinde olup batık kenti ile ünlüdür. Üçağız bölgesinin doğusunda ise küçük bir yerleşim olan Kaleköy bulunmaktadır. Kıyı yerleşim birimleri olan Üçağız ve Kaleköy "Kaş - Kekova Özel Çevre Koruma Bölgesi" içerisinde yer aldığından ve morfolojik yapısından dolayı kentleşme ve yapılaşma oldukça sınırlıdır. Ancak her iki bölgede de yoğun bir şekilde yat turizmi yapılmaktadır (KKÖÇKR, 2019).

Çalışma alanında yükseklikler genellikle kıydan başlayarak kuzeye doğru artmaktadır. Ani yükseklik artışlarının gözlemlendiği bölgelerde eğim oranı da yüksektir. Alanda karayolu ile ulaşım imkanlarının zor olduğu lokasyonlarda bulunmaktadır. Bu bölgeler genellikle sarp ve dik yamaçları içermektedir. Alanda yükseklikler deniz seviyesinden yaklaşık 900 metreye kadar artmaktadır. Alanda kıyı boyunca girintili çıkıntılı koylar bulunmaktadır. Çalışma alanı güneybatı Anadolu'da Teke Yarımadası'nın güney kıyı şeridini oluşturmaktadır. Teke Torosları, kıyı şeridinden itibaren birkaç kilometre içerde, 1000 m. ve üzerinde uzanan dağlık bir morfolojiye sahiptir. Bölgedeki karbonatlı kayaların oluşturduğu kireçtaşlarından oluşan formasyon Pisoni (1967) tarafından "Kaş Kalkeri" olarak, Şenel (1997a ve 1997b) tarafından ise Beydağları Otoktonu olarak isimlendirilmiştir. Çalışma alanında tüm yıl boyunca sürekli akış gösteren yüzey suyu bulunmamaktadır. Bölgenin farklı topoğrafik ve jeomorfolojik özelliklerine bağlı olarak bölgede farklı karstik kaynaklar gelişmiştir. Yapılan meteorolojik analizlere göre Kaş meteoroloji istasyonunda ölçülen ortalama yıllık yağış miktarı 773,75 mm olarak belirlenmiştir. Karstik akiferlerin boşalımı büyük oranda denize doğru gerçekleşmektedir. Çalışma alanının en

önemli ekonomik faaliyetleri tarım ve turizmdir. Özellikle dalış, doğa ve tekne turizmi, mavi yolculuk, yatçılık, yamaç paraşütü, kano, dağ bisikleti ile yerel balıkçılık sıklıkla gerçekleştirilen faaliyetlerdir. Aynı zamanda hayvancılık önemli bir gelir kaynağıdır. Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre Kaş ilçesinde 2018 yılında 88,820 adet küçükbaş ve 6436 adet büyükbaş hayvan kaydı bulunmaktadır. İlçe genelinde seracılık faaliyetlerinde de 2004 yılı ile 2018 yılı arasında yaklaşık %70 artış söz konusudur. Çalışma alanının önemli bir bölümünün denizel ortam olması nedeniyle bölgedeki altyapı ve tarım, turizm gibi insan kaynaklı faaliyetlerin denizel ortam üzerindeki etkileri son derece önemlidir. Özellikle bölgenin sahip olduğu turizm potansiyelinden kaynaklı olarak artan/artabilecek turizm faaliyetlerinin Deniz Koruma Alanı statüsü taşıyan bölgedeki denizel alana zarar vermeyecek şekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir (KKÖÇKR, 2019).

Kaş ilçesi Çukurbağ yarımadasının girişinde Kaş Atık Su Arıtma Tesisi bulunmaktadır. Yaklaşık 25.000 nüfusa hizmet etmesi planlanan atık su arıtma tesisi, İller Bankası projesi olarak 2006 yılında yapılmış ve işletmeye alınmıştır. Bölgede tarımsal kirleticiler ile birlikte yerleşim alanlarından kaynaklanan evsel atıksuların bertarafı amacıyla kurulmuş olan tesis 2016 yılında elektro-mekanik revizyonları gerçekleştirilmiş ve üniteler işletmeye alınmıştır. Yapılan rehabilitasyon çalışması ile birlikte Kaş Atıksu Arıtma Tesisinde ön arıtma ekipmanlarının tamamı, çamur susuzlaştırma ekipmanlarının tamamı, geridevir pompaları ile Terfi istasyonlarındaki pompaların birçoğu yenileri ile değiştirilmiş ve tesislerin daha verimli çalışmaları sağlanmıştır (<https://www.asat.gov.tr/tr/>).

3.2. Yöntem (Method)

Kaş ilçesi kıyı bölgesinde deniz suyu kalitesinin ve mikrobiyolojik kirliliğin araştırılması amacıyla yapılan çalışma kapsamında, özellikle evsel kirlilikten etkilenmesi mümkün olabilecek Kaş, Üçağz ve Kale bölgelerinden alınan deniz suyu örnekleri (K-1, K-2, K-3) incelenmiştir. Örneklerle ait analiz sonuçları DSİ 13. Bölge Müdürlüğü'nden temin edilmiş olup örnek alımı ve analizlerde Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliği (76/160/AB) ile belirlenmiş kriterler ve analiz metotları kullanılmıştır. 2017 yılında aylık olarak alınmış su örneklerinin Toplam Koliform (CFU/100mL), Fekal Koliform (CFU/100mL), Fekal Streptokok (CFU/100mL) gibi fekal indikatörler olan mikrobiyolojik parametrelerinin yanı sıra pH, sıcaklık (°C), ışık geçirgenliği (m), Çözünmüş Oksijen (mg/L), O₂ (%) ve Amonyak (mg/L) parametrelerine ait analiz ve ölçüm sonuçları değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmelerde "Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliği (76/160/AB), (Anonim, 2006)" ile belirlenen kılavuz ve zorunlu limit değerler dikkate alınmıştır. Ayrıca, deniz sularında ölçülen parametrelerin birbirleri ile ilişkilerini istatistiksel olarak belirlemek için SPSS paket programı kullanılarak korelasyon analizi yapılmıştır. Korelasyon analizi, bir değişkenin iki veya daha çok değişkenle arasındaki ilişkiyi ölçer ve hesaplanan değerler -1 ile +1 arasında değişir. Hesaplanan değer pozitif ise X değeri artarken Y değeri de artıyor demektir. Negatif korelasyon durumunda ise X değeri artarken Y değeri azalıyor anlamındadır (Manish et al. 2006).

4. Araştırma Bulguları (Research Findings)

Çalışma kapsamında Kaş (Antalya) ilçesi kıyı bölgesi içerisinde bulunan ve kirlilikten etkilenme potansiyeline sahip 3 farklı lokasyondan (K-1, K-2, K-3) aylık olarak alınan deniz suyu örneklerinin kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları Tablo 1'de sunulmuştur.

4.1. Deniz Suyunun Fizikokimyasal Kalite Değerlendirmesi (Physico-Chemical Quality Qssessment of Sea Water)

K-1 nolu örnek lokasyonu Kaş ilçesi yerleşim alanının batısında bulunan Çukurbağ yarımadasının güney kıyısında yer almaktadır. Ayrıca bu lokasyon Kaş Atık su arıtma tesisinin derin deşarjının yapıldığı denizel bölgeyi temsil etmektedir. K-1 nolu lokasyondan alınan deniz suyu örneklerinin pH değeri 5,33 ile 8,80 arasında değişmekte olup Ekim, Kasım ve Aralık aylarında yüksek pH değerine sahip olduğu görülmektedir. Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliğine (Anonim, 2006) göre pH değeri 6 ile 9 arasında olması gerekmektedir ve K-1 nolu lokasyondan alınan deniz suyu örneklerinin pH değerleri limit değerler içerisinde yer almaktadır. Aylık deniz suyu sıcaklık değeri 16,50 °C ile 30 °C arasında ölçülmüştür ve olağan olarak yaz aylarında deniz suyu sıcaklığı yüksek değerlerde ölçülmüştür. Işık geçirgenlik değerleri minimum 15,00 m, maksimum 28,00 m olarak belirlenmiştir. En yüksek ışık geçirgenlik değeri 28 m ile Şubat ve Mart aylarıdır. Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliği ile ışık geçirgenlik değerlerinin zorunlu limit değeri 1 m, kılavuz limit değeri ise 2 m olarak belirlenmiş olup ölçülen değerler limit değerlere göre oldukça yüksektir. Bu da deniz suyu kalitesinin iyi durumda olduğunu göstermektedir. K-1 nolu lokasyondan alınan deniz suyu örneklerinin Çözünmüş oksijen değerleri 4,23 mg/l ile 9,1 mg/l arasında değişmektedir. Nisan ayında en düşük çözünmüş oksijen değeri, Aralık ayında ise en yüksek çözünmüş oksijen değeri ölçülmüştür. NH₄-N değerleri ise 0,11 mg/l ile 0,51 mg/l arasında ölçülmüştür. İlgili yönetmelikte Yüzme ve rekreasyon amacıyla kullanılan suların sağlaması gereken kalite kriterleri içerisinde sıcaklık, çözünmüş oksijen ve NH₄-N için limit değer verilmemiştir.

Tablo 1. Deniz suyu örneklerine ait analiz ve temel istatistik sonuçları (Analysis and basic statistical results of seawater samples)

Örnek Lokasyonları		pH	T (°C)	Işık Geçirgenliği (m)	Çözünmüş Oksijen (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	Toplam Koliform (CFU/ 100mL)	Fekal Koliform (CFU/ 100mL)	Fekal Streptokok (CFU/ 100mL)	
Örnek No	Koordinat									
KAŞ (K-1)	N:36°11'37.8" E:29°36'38.6"	Ocak								
		Şubat	7.72	16.5	28	8.36	0.508	10	0	0
		Mart	5.33	19	28	6.66	0.21	140	12	0
		Nisan	8.23	17	18	4.23	0.257	200	10	0
		Mayıs	8.19	21	15	7.62	0.158	700	20	0
		Haziran	8	24	20	8.12	0.134	500	10	0
		Temmuz	8.16	25.6	18	8.75	0.176	650	15	0
		Ağustos	8.23	30	19	7.44	0.108	700	12	0
		Eylül	8.2	26	19	8.1	0.212	450	23	2
		Ekim	8.5	25	19	8.16	0.246	500	17	0
		Kasım	8.8	22	19	8.8	0.27	300	0	0
		Aralık	8.75	17	19	9.1	0.31	100	0	0
		Minimum	5.33	16.50	15.00	4.23	0.11	10.00	0.00	0.00
		Maksimum	8.80	30.00	28.00	9.10	0.51	700.00	23.00	2.00
		Ortalama	8.01	22.10	20.18	7.76	0.24	386.36	10.82	0.18
Standart Sapma	0.94	4.43	4.07	1.36	0.11	249.53	8.02	0.60		
ÜÇAĞIZ (K-2)	N:36°11'64.0" E:29°50'91.8"	Ocak	-	-	-	-	-	-	-	
		Şubat	8.1	16.1	5	8.15	0.058	10	0	0
		Mart	8.12	19	5	5.9	0.311	100	21	0
		Nisan	8.27	20	5	4.37	0.29	250	10	0
		Mayıs	8.2	25	5	4.57	0.051	100	20	10
		Haziran	8.4	27	6	8.95	0.023	120	15	10
		Temmuz	8.34	28.4	5	9.12	0.035	80	25	0
		Ağustos	8.2	30	6	8.65	0.026	100	35	5
		Eylül	8.26	27	6	8.63	0.217	250	40	0
		Ekim	8.5	22	6	8.9	0.287	100	24	0
		Kasım	8.6	20	6	9.1	0.269	50	0	0
		Aralık	8.5	19	10	8.2	0.239	30	0	0
		Minimum	8.10	16.10	5.00	4.37	0.02	10.00	0.00	0.00
		Maksimum	8.60	30.00	10.00	9.12	0.31	250.00	40.00	10.00
		Ortalama	8.32	23.05	5.91	7.69	0.16	108.18	17.27	2.27
Standart Sapma	0.16	4.40	1.38	1.74	0.12	74.20	13.18	3.91		
KALE (K-3)	N:36°11'37.1" E:29°51'26.5"	Ocak	-	-	-	-	-	-	-	
		Şubat	8.18	16.5	12	7.92	0.008	25	0	0
		Mart	7.93	20	12	6.7	0.282	200	50	620
		Nisan	8.22	20	10	5.14	0.306	500	20	0
		Mayıs	8.27	24	12	4.71	0.143	800	80	0
		Haziran	7.82	27	10	5.9	0.066	700	70	0
		Temmuz	7.65	27.6	10	8.24	0.113	800	65	0
		Ağustos	8.1	31	10	7.5	0.142	850	73	0
		Eylül	8.5	27	10	7.8	0.096	1000	50	6
		Ekim	8.6	22	10	8.7	0.125	500	12	0
		Kasım	8.7	22	10	8.9	0.112	400	0	0
		Aralık	8.5	20	10	8.5	0.136	180	0	0
		Minimum	7.65	16.50	10.00	4.71	0.01	25.00	0.00	0.00
		Maksimum	8.70	31.00	12.00	8.90	0.31	1000.00	80.00	620.00
		Ortalama	8.22	23.37	10.55	7.27	0.14	541.36	38.18	56.91
Standart Sapma	0.32	4.13	0.89	1.39	0.08	301.77	30.69	178.07		

K-2 nolu örnek lokasyonu Üçağız mevkiinde, tarımsal kirlilik, evsel atıksuları ve yoğun yat turizminden kaynaklanan kirliliğin olası olduğu kıyı bölgesini temsil etmektedir. K-2 nolu lokasyondan alınan deniz suyu örneklerinde ölçülen pH değerleri 8,1 ile 8,6 arasında olup bu değerler limit değerler içerisinde kalmaktadır. Su örneklerinin sıcaklık değerleri mevsimsel sıcaklık değişimleri ile uyumlu olarak Ağustos ayında maksimum değer olan 30 °C, Şubat ayında ise minimum değer olan 16,1 °C olarak ölçülmüştür. Işık geçirgenlik değerleri limit değerlerin oldukça üzerinde olup 5 m ile 10 m arasında ölçülmüştür. Deniz suyu örneklerinin Çözünmüş oksijen değerleri 4,37 mg/l ile 9,12 mg/l arasında değişmektedir. Nisan ayında en düşük çözünmüş oksijen değeri, Temmuz ayında ise en yüksek çözünmüş oksijen değeri ölçülmüştür. K-2 nolu lokasyondan alınan deniz suyu örneklerine ait NH₄-N konsantrasyonları K-1 nolu lokasyondan alınan deniz suyu örneklerine göre daha düşük

olup 0,02 mg/l ile 0,31 mg/l arasında değişmektedir.

K-3 örnek lokasyonu Üçağz'ın batısında Kale köyü mevki kıyı bölgesini temsil etmektedir. Bu bölgede küçük bir yerleşim olmasına rağmen evsel atıksularının vidanjörler ile toplandığı ve turizm faaliyetlerinin yoğun olduğu bir bölgedir. K-3 nolu lokasyondan alınan deniz suyu örneklerinin aylık pH değerleri 7,65 ile 8,7 arasında değişmekte olup limit değerlere göre uygundur. Sıcaklık değerleri Kaş ve Üçağz kıyı bölgelerinden alınan deniz suyu örnekleri ile benzer şekilde yaz aylarında yüksek (maksimum: 31 °C), kış aylarında ise düşük (minimum: 16,5°C) ölçülmüştür. K-3 nolu lokasyondan alınan deniz suyu örneklerinin ışık geçirgenlik değerleri 10 m ile 12 m arasında olup oldukça yüksektir ve limit değerlere uygundur. Aylık çözülmüş oksijen değerleri 4,71 mg/l ile 8,90 mg/l arasında ölçülmüştür. Deniz suyu örneklerinde en düşük çözülmüş oksijen değeri Mayıs ayında, en yüksek çözülmüş oksijen değeri ise Kasım ayında ölçülmüştür. K-3 nolu lokasyondan alınan deniz suyu örneklerine ait NH₄-N konsantrasyonları ise 0,01 mg/l ile 0,31 mg/l arasında değişmektedir.

Çalışma alanında daha önce Demir (2011) tarafından elde edilen fiziksel parametre sonuçları ile bu çalışmada elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında Ağustos-2009'a ait pH değerleri 8,07-8,39 iken mevcut çalışmada Ağustos-2017' de ise 8,1-8,23 arasında olduğu tespit edilmiştir. Aynı şekilde Nisan-2009'da pH değerleri 8,01-8,24 iken mevcut çalışmada Nisan-2017' de ise 8,22-8,27 arasındadır. Bu durumda deniz suyu pH değerlerinde zamansal olarak değişim bulunmamaktadır. Her iki çalışmada elde edilen deniz suyu sıcaklıkları karşılaştırıldığında ise Ağustos-2009'a ait sıcaklık değerleri 27,50-29,50 °C iken mevcut çalışmada Ağustos-2017' de ise 27-30 °C arasında olduğu tespit edilmiştir. Aynı şekilde Mayıs-2009'da sıcaklık değerleri 20,7-23,00 °C iken mevcut çalışmada Mayıs-2017' de ise 21,00-25,00 °C arasındadır. Zamansal olarak deniz suyu sıcaklıklarındaki değişim 1 °C artış ile sınırlıdır.

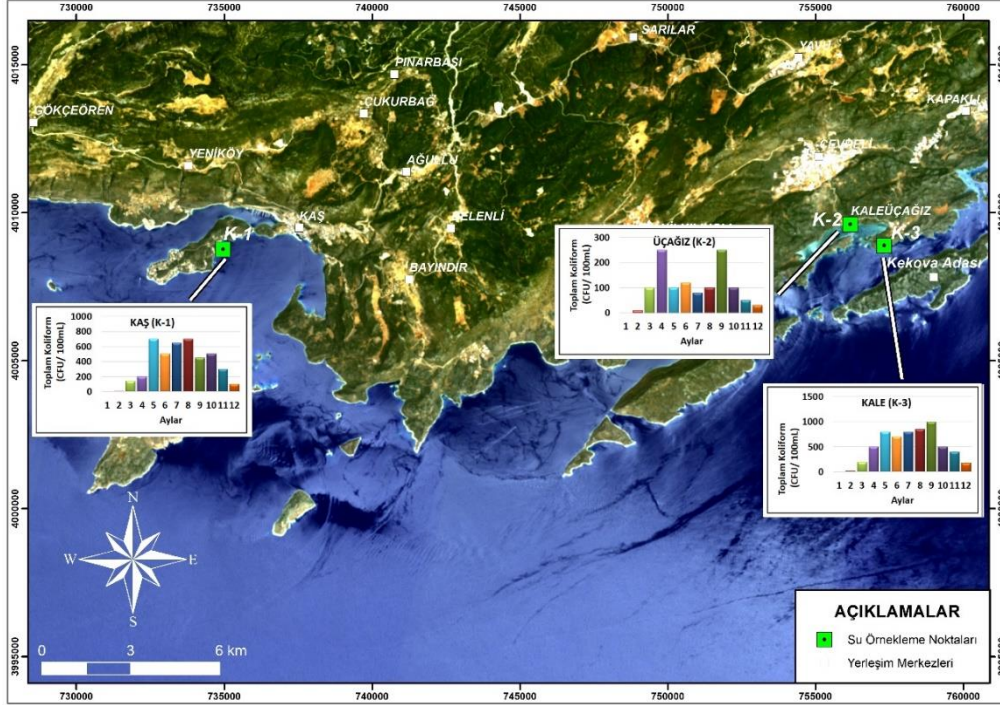
4.2. Deniz Suyunun Mikrobiyolojik Kalite Değerlendirmesi (Microbiological Quality Assessment of Sea Water)

Çalışma alanında özellikle kirlilikten etkilenebilecek kıyı bölgelerinden aylık periyod ile alınan K-1, K-2 ve K-3 nolu lokasyonlara ait deniz suyu örneklerinin Toplam Koliform (CFU/100mL), Fekal Koliform (CFU/100mL) ve Fekal Streptokok (CFU/100mL) analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Ayrıca, değerlendirilen her bir deniz suyu örneğine ait aylık Toplam Koliform (CFU/100mL), Fekal Koliform (CFU/100mL) ve Fekal Streptokok (CFU/100mL) analiz sonuçlarına ait grafik dağılımları Şekil 2, 3 ve 4 de verilmiştir. K-1 nolu lokasyondan alınan deniz suyu örneklerinin aylık toplam koliform değerleri 10 CFU/100mL ile 700 CFU/100mL arasında değişmekte olup en yüksek değerler Mayıs ve Ağustos aylarında görülmektedir. Ayrıca, genel olarak deniz suyu örnekleri yaz aylarında kış aylarına nazaran daha yüksek koliform değerlerine sahiptir. Üçağz mevkiinden alınan K-2 nolu lokasyona ait deniz suyu örneklerinde en düşük 10 CFU/100mL, en yüksek 250 CFU/100mL toplam koliform ölçülürken, Kale mevkiinden alınan K-3 nolu lokasyona ait deniz suyu örnekleri en düşük 25 CFU/100mL, en yüksek 1000 CFU/100mL toplam koliform içermektedir. K-2 nolu lokasyondan Nisan ve Eylül aylarında alınan örnekler yüksek toplam koliforma sahiptir. K-3 nolu lokasyona ait örneklerden ise yaz ayları olan Mayıs-Eylül ayları arasında alınanlarda genel olarak yüksek toplam koliform tespit edilmiştir (Şekil 2). Bu durum yaz aylarında turizme bağlı olarak bölgede artan nüfus ile ilişkili olarak ortaya çıkmaktadır. Toplam Koliform parametresi için Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliği ile belirlenen kılavuz değer 500 CFU/100mL, zorunlu değer ise 10000 CFU/100mL olarak belirlenmiştir. Buna göre, Kaş kıyı bölgesi deniz suyunun toplam koliform parametresi bakımından limit değerlerin altında olmasına rağmen özellikle yaz aylarında artış görülmesi nüfus artışına ve turizm faaliyetlerine bağlı olarak artan atık suların deniz suyu kalitesini olumsuz etkilediğini söylemek mümkündür.

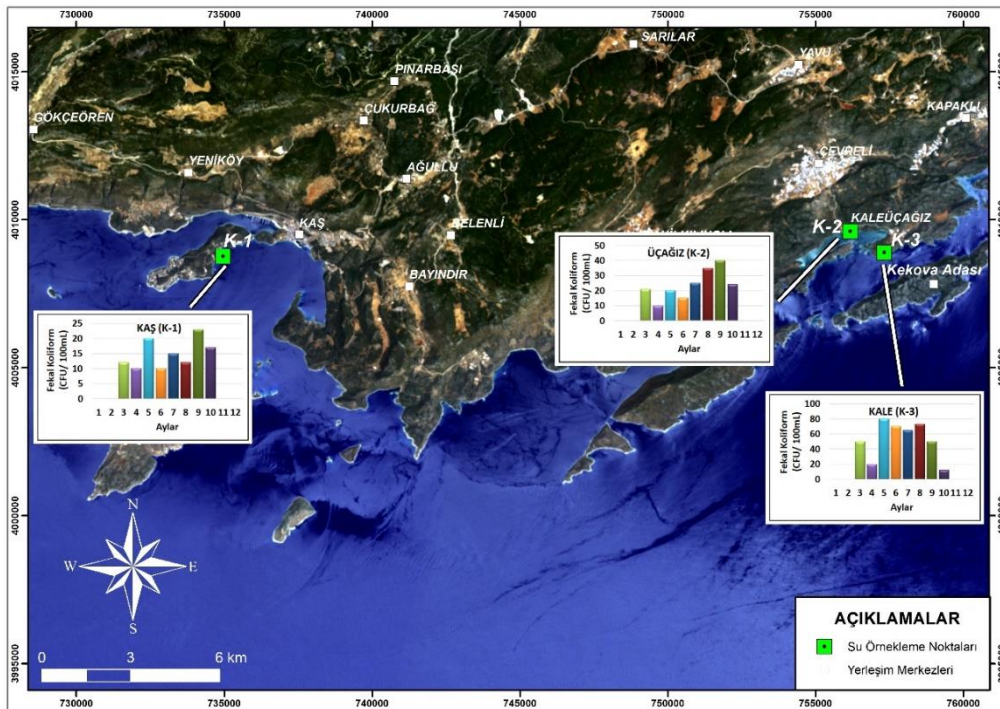
Deniz suyu örneklerinin aylık Fekal Koliform değerleri incelendiğinde, K-1 nolu lokasyondan Şubat, Kasım ve Aralık aylarına alınan deniz suyu örneklerinde fekal koliforma rastlanmazken mevsimsel olarak turizm faaliyetlerinin artış gösterdiği Mayıs-Ekim ayları arasında alınan örneklerde yüksek değerlerde (en yüksek 23 CFU/100mL) fekal koliform tespit edilmiştir. K-2 nolu lokasyondan alınan deniz suyu örneklerinde en yüksek 40 CFU/100mL, K-3 nolu lokasyondan alınan deniz suyu örneklerinde ise en yüksek 80 CFU/100mL fekal koliform ölçülmüştür. K-2 ve K-3 nolu lokasyondan alınan örneklerde K-1 nolu lokasyondan alınan örneklerde olduğu gibi Şubat, Kasım ve Aralık aylarına fekal koliform bulunmamıştır. Yüksek ölçülen aylar benzer şekilde turizm ile ilişkili nüfusun artış gösterdiği zaman aralıklarındadır (Şekil 3). Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliği (Anonim, 2006) ile belirlenen fekal koliform parametresi için kılavuz değer 100 CFU/100mL, zorunlu değer ise 2000 CFU/100mL'dir. Buna göre elde edilen sonuçların tamamı limit değerlerin altında kalmakta ve yönetmelik ile belirlenen sınır koşullara uymaktadır.

Çalışma kapsamında incelenen deniz suyu örneklerinin Fekal Streptokok analiz sonuçlarına göre Kaş ilçesi kıyı bölgesini temsil eden K-1 nolu lokasyondan sadece Eylül ayında alınan örnekte, Üçağz mevkiini temsil eden K-2 nolu lokasyondan Mayıs, Haziran ve Ağustos aylarında alınan örneklerde, Kale mevkiini temsil eden K-3 nolu

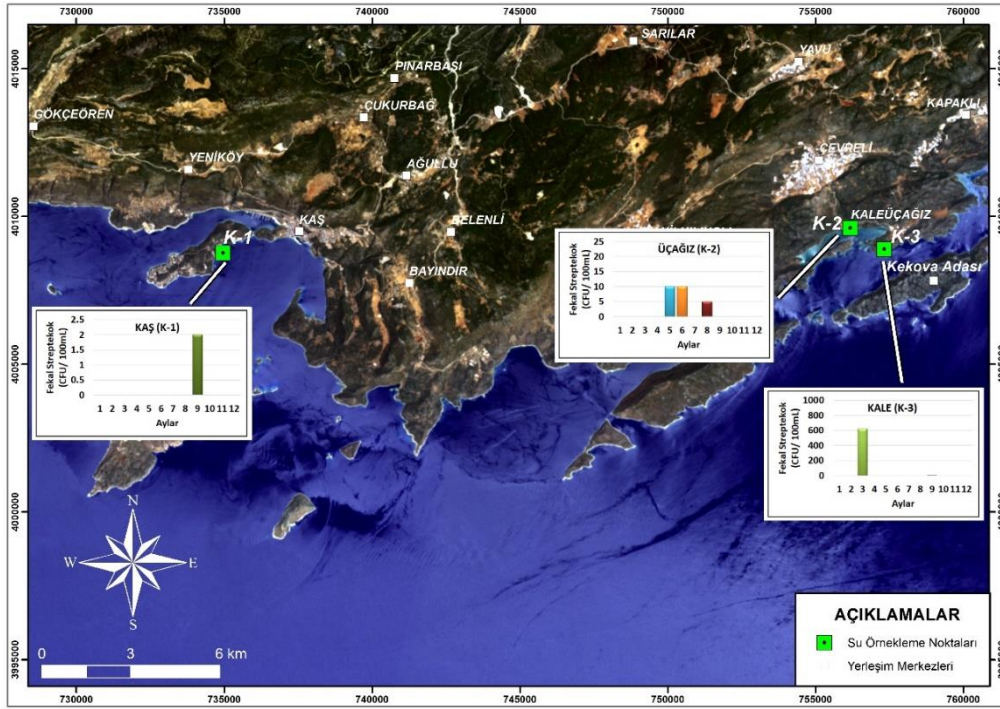
lokasyondan ise sadece Mart ve Eylül aylarından alınan örneklerde Fekal Streptokok tespit edilmiştir. K-1 nolu lokasyondan alınan örnekte 2 CFU/100mL, K-2 nolu lokasyondan alınan örneklerde en yüksek 10 CFU/100mL, K-3 nolu lokasyondan Mart ayında alınan örnekte 620 CFU/100mL, Eylül ayında alınan örnekte ise 6 CFU/100mL Fekal Streptokok bulunmuştur (Şekil 4). Kale mevkiinde Mart ayında alınan deniz suyu örneğinin diğer bölgelere ve aylara göre oldukça yüksek olması örnekleme yapıldığı zamanda bölgede lokal bir atıksu deşarjının olduğunu göstermektedir. Fekal Streptokok parametresi için Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliği ile belirlenen kılavuz değer 100 CFU/100mL, zorunlu değer ise 1000 CFU/100mL olarak belirlenmiştir. Buna göre, Kaş kıyı bölgesi deniz suyunun fekal streptokok parametresi bakımından limit değerlerin altında olmasına rağmen özellikle belli aylarda artış görülmesi yine diğer mikrobiyolojik parametrelerde olduğu gibi nüfus artışı ve turizm faaliyetleri ile ilişkilidir.



Şekil 2. Deniz suyu örneklerinde ölçülen Toplam Koliform değerlerine ait dağılım grafikleri (Distribution graphics of Total Coliform values measured in seawater samples)



Şekil 3. Deniz suyu örneklerinde ölçülen Fekal Koliform değerlerine ait dağılım grafikleri (Distribution graphics of Fecal Coliform values measured in seawater samples)



Şekil 4. Deniz suyu örneklerinde ölçülen Fekal Streptokok değerlerine ait dağılım grafikleri (Distribution graphics of Fecal Streptokok values measured in seawater samples)

4.3. İstatistiksel Analiz (PCA) (Statistical Analysis (PCA))

Çalışma alanındaki deniz suyu örneklerinin 11 ay boyunca fizikokimyasal ve mikrobiyolojik kalite özellikleri arasındaki ilişkiyi belirlemek için korelasyon analizi uygulanmıştır. Yapılan bu korelasyon analizi ile suyun, fizikokimyasal bileşenleri ile mikrobiyolojik parametreleri arasındaki prosesleri hakkında bilgi edinmek mümkündür (Varol ve Davraz 2015). Korelasyon analizinin sonuçları değerlendirilirken, korelasyon katsayısı 1 veya 1'e yakınsa, iki değişken arasında iyi bir pozitif ilişki olduğu anlamına gelmektedir. Sıfıra yakın değerler $p < 0,05$ ise önemlidir. Yani, r değeri $> 0,7$ olan parametreler arasında güçlü bir korelasyon olduğu varsayılırken, r değerinin $0,5$ ile $0,7$ arasında orta derecede korelasyonlu olduğu söylenir (Manish vd. 2006). Bu çalışmada da fizyokimyasal parametreler ile mikrobiyolojik parametreler arasındaki potansiyel ilişkiyi değerlendirmek için "Pearson Korelasyon Analizi" (PCA) yapılmıştır. Tüm işlemler Windows için SPSS 15.0 yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ayrıca parametreler arasındaki ilişkilerdeki değişiklikleri incelemek için Pearson korelasyon matrisi üç örnek noktası (K-1, K-2 ve K-3) için ayrı ayrı uygulanmıştır (Tablo 2, 3 ve 4).

K-1 örneği PCA sonuçlarına göre; Işık geçirgenliği ile pH arasında negatif güçlü bir korelasyon görülmektedir. NH_4-N ile T ($^{\circ}C$) arasında ise yine negatif orta dereceli korelasyon söz konusudur. K-1 örneği için mikrobiyolojik parametrelerden Toplam koliform ile T ($^{\circ}C$) arasında pozitif yönlü ve güçlü bir korelasyon olduğu, Toplam koliform ile NH_4-N arasında ise negatif ve güçlü bir korelasyon olduğu görülmektedir. Mikrobiyolojik parametrelerden yine Fekal Koliform ile NH_4-N arasında negatif orta dereceli korelasyon bulunurken Fekal Koliform ile Toplam koliform arasında ise pozitif ve orta dereceli korelasyon bulunmaktadır (Tablo 2). Bu durum örnekleme noktasında mevsimsel sıcaklık artışına bağlı mikrobiyolojik göstergelerde artış olduğunu ve kirlenmenin daha fazla olduğunu göstermektedir. Aynı şekilde bu lokasyonda suyun ışık geçirgenliği azaldıkça suyun pH değeri de artmaktadır. Bunun yanısıra mikrobiyolojik parametrelerden Fekal koliform ile NH_4-N arasındaki negatif ilişki NH_4-N 'in fekal koliform türü bakteriler tarafından kullanıldığını göstermektedir. Yine toplam koliform bakteri sayısı örnekleme dönemi boyunca Fekal Koliform bakteri sayısına bağlı olarak artış göstermektedir. Bunun sonucunda ortamda sıcaklığın artışına bağlı olarak mikrobiyolojik parametrelerde de artış söz konusudur. Ayrıca bu örnek noktasında ortaya çıkan NH_4-N ile T ($^{\circ}C$) arasındaki negatif korelasyon deniz içine evsel atık ve tarımsal atıklarla kirlenmenin olabileceğini bunun da özellikle deniz suyu sıcaklığının daha düşük olduğu dönemlerde NH_4-N artması şeklinde ortaya çıktığı düşünülmektedir.

K-2 örneği PCA sonuçlarına göre; Işık geçirgenliği ile pH arasında negatif ve orta dereceli korelasyon söz konusudur. NH_4-N ile T ($^{\circ}C$) arasında ise yine negatif orta dereceli korelasyon görülmektedir. K-2 örneği için mikrobiyolojik parametrelerden Fekal koliform ile T ($^{\circ}C$) arasında pozitif ve güçlü bir korelasyon, Fekal Streptokok ile NH_4-N arasında ise negatif orta dereceli korelasyon olduğu görülmektedir (Tablo 3). K-3 örneği PCA sonuçlarına göre; mikrobiyolojik parametrelerden Toplam koliform ile T ($^{\circ}C$) arasında pozitif ve güçlü bir korelasyon

bulunmaktadır. Ayrıca Fekal Koliform ile T (°C) arasında pozitif yönlü ve orta dereceli bir korelasyon varken Çözünmüş Oksijen (ÇO) ile negatif orta dereceli korelasyon olduğu görülmektedir. Buna ek olarak Fekal Koliform ile Toplam koliform arasında da pozitif ve güçlü bir korelasyon bulunmaktadır (Tablo 4). K2 ve K3 no'lu lokasyonlardan alınan örneklerde de K1 numaralı örneğe ait parametreler arasındaki ilişki görülmektedir. Bu örnekleme noktasında da mevsimsel sıcaklık artışına bağlı mikrobiyolojik göstergelerde artış olduğunu ve kirlenmenin daha fazla olduğu dikkati çekmektedir. Ayrıca K2 ve K3 noktalarında da NH₄-N ile T (°C) arasındaki negatif korelasyon deniz içine evsel atık ve tarımsal atıklarla kirlenmenin olabileceğini bunun da özellikle deniz suyu sıcaklığının daha düşük olduğu dönemlerde NH₄-N artması şeklinde ortaya çıktığını düşündürmektedir.

Tablo 2. K-1 Deniz suyu örneğine ait PCA (Pearson Korelasyon Analizi) sonuçları (PCA (Pearson Correlation Analysis) results of K-1 seawater sample)

			pH	T	Işık Geçir.	ÇO	NH ₄ -N	Top. Koli.	Fekal Koli.	Fekal Strep.
KAŞ (K1)	pH	r	1,000							
		p								
	T	r	0,220	1,000						
		p	0,516							
	Işık Geçir.	r	-0,726	-0,391	1,000					
		p	0,011	0,235						
	ÇO	r	0,322	0,256	-0,018	1,000				
		p	0,333	0,448	0,957					
	NH ₄ -N	r	0,026	-0,689	0,557	0,138	1,000			
		p	0,938	0,019	0,075	0,686				
	Top. Koli.	r	0,289	0,827	-0,672	0,134	-0,795	1,000		
		p	0,388	0,002	0,024	0,694	0,003			
	Fekal Koli.	r	-0,117	0,549	-0,391	-0,201	-0,620	0,684	1,000	
		p	0,731	0,080	0,235	0,554	0,042	0,020		
	Fekal Strep.	r	0,067	0,292	-0,096	0,084	-0,071	0,085	0,504	1,000
		p	0,845	0,383	0,778	0,807	0,836	0,805	0,114	

Çalışma alanındaki deniz suyu örneklerinde yapılan PCA sonuçları birlikte değerlendirildiğinde özellikle sıcaklık (°C), pH, antropojenik girdilerin bir göstergesi olan NH₄-N ve mikrobiyolojik parametreler arasında anlamlı ilişkiler söz konusudur. Bu durum örnek noktalarındaki mevsimsel sıcaklık artışı ve antropojenik etkilerle mikrobiyolojik kirlilik parametrelerindeki artışı göstermektedir.

Tablo 3. K-2 Deniz suyu örneğine ait PCA (Pearson Korelasyon Analizi) sonuçları (PCA (Pearson Correlation Analysis) results of K-2 seawater sample)

			pH	T	Işık Geçir.	ÇO	NH ₄ -N	Top. Koli.	Fekal Koli.	Fekal Strep.
ÜÇAĞIZ (K2)	pH	r	1,000							
		p								
	T	r	0,099	1,000						
		p	0,772							
	Işık Geçir.	r	-0,636	0,147	1,000					
		p	0,035	0,667						
	ÇO	r	0,584	0,494	0,422	1,000				
		p	0,059	0,122	0,196					
	NH ₄ -N	r	0,100	-0,654	-0,121	-0,418	1,000			
		p	0,769	0,029	0,724	0,201				
	Top. Koli.	r	-0,068	0,458	-0,046	-0,219	0,047	1,000		
		p	0,843	0,157	0,892	0,517	0,892			
	Fekal Koli.	r	-0,230	0,753	-0,020	0,211	-0,229	0,527	1,000	
		p	0,495	0,007	0,953	0,533	0,497	0,096		
	Fekal Strep.	r	-0,166	0,508	0,038	-0,017	-0,696	0,277	0,141	1,000
		p	0,625	0,110	0,911	0,959	0,017	0,410	0,680	

Tablo 4. K-3 Deniz suyu örneğine ait PCA (Pearson Korelasyon Analizi) sonuçları (PCA (Pearson Correlation Analysis) results of K-3 seawater sample)

			pH	T	Işık Geçir.	ÇO	NH ₄ -N	Top. Koli.	Fekal Koli.	Fekal Strep.
KALE (K3)	pH	r	1,000							
		p								
	T	r	-0,284	1,000						
		p	0,397							
	Işık Geçir.	r	-0,194	-0,458	1,000					
		p	0,567	0,156						
	ÇO	r	0,478	-0,092	-0,387	1,000				
		p	0,137	0,788	0,239					
	NH ₄ -N	r	-0,018	-0,115	0,129	-0,427	1,000			
		p	0,958	0,736	0,705	0,190				
	Top. Koli.	r	-0,160	0,891	-0,357	-0,324	0,041	1,000		
		p	0,638	0,000	0,282	0,331	0,905			
	Fekal Koli.	r	-0,546	0,730	0,098	-0,690	0,262	0,767	1,000	
		p	0,082	0,011	0,774	0,019	0,436	0,006		
	Fekal Strep.	r	-0,074	-0,075	0,287	-0,162	0,121	0,095	0,075	1,000
		p	0,828	0,826	0,392	0,635	0,722	0,782	0,826	

5. Sonuç ve Tartışma (Result and Discussion)

Ülkemizin en önemli turizm bölgelerinden biri olan Antalya iline bağlı Kaş ilçesinde özellikle yaz aylarında ciddi nüfus artışı gerçekleşmektedir. Çalışma alanı, Kaş-Kekova ÖÇKB içerisinde yer alması sebebiyle de bölgede kirlilik kontrolünün sağlanması ve deniz suyu kalitesinin izlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada Kaş ilçesi kıyı bölgelerinde özellikle turizm (yüzme, tekne ve yat turizmi) ve tarımsal faaliyet kaynaklı kirlilikten etkilenebilecek üç farklı bölgeden aylık periyodlarla deniz suyu örnekleri alınmıştır. K-1 nolu örnek lokasyonu Kaş ilçesi Çukurbağ yarımadasının güney kıyısında Kaş Atık su arıtma tesisinin derin deşarjının yapıldığı denizel bölgeyi; K-2 nolu örnek lokasyonu Üçağz mevkiinde yoğun yat turizminin ve tekne turlarının yapıldığı bölgeyi ve K-3 nolu örnek lokasyonu Kale mevkiinde yine tekne ve yat turizminin etkin olduğu bölgeyi temsil etmektedir. Deniz suyu örneklerinin 11 ay boyunca fizikokimyasal ve mikrobiyolojik parametreleri analiz edilmiş ve elde edilen sonuçlar ilgili yönetmelik ile belirlenen limit değerlere, aylık değişimlerine ve istatistik analiz sonuçlarına göre değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, deniz suyu örneklerinin tamamı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik parametreler bakımından limit değerlere uygundur ve kirlilik söz konusu değildir. Aylık değişimlerine bakıldığında genel olarak nüfusun ve turizm faaliyetlerinin artış gösterdiği yaz aylarında özellikle fekal indikatörlerden Toplam Koliform, Fekal Koliform ve Fekal Streptokok değerlerinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Yine yaz aylarında deniz sularının çözünmüş oksijen miktarları ve ışık geçirgenliği değerleri düşük değerlerdedir. Pearson Korelasyon Analizine göre deniz suyu örneklerinin sıcaklık (°C), pH, özellikle evsel atık suların ve antropojenik kirliliğin göstergesi olan NH₄-N ve mikrobiyolojik parametreler arasında anlamlı ilişkiler belirlenmiştir. Limit değerlere göre Kaş kıyı bölgesi özellikle mikrobiyolojik parametreler bakımından genel olarak kirlilik taşımamakta ve bölgede deniz suyu kalitesi iyi durumdadır. Kaş bölgesinde faaliyet gösteren Kaş atık su arıtma tesisinin genel olarak aktif çalıştığı ve deniz suyu kalitesinin korunmasında etkili olduğu görülmektedir. Üçağz ve Kale köylerinde ise özellikle evsel atık sular vidanjör ile toplanmakta ve atık toplama teknesi ile Demre depolama alanına transfer edilmektedir. Bunun yanı sıra çalışmada elde edilen sonuçlara göre tüm lokasyonlarda özellikle NH₄-N ve mikrobiyolojik parametrelerdeki nispi artış deniz suyuna antropojen kaynaklı girdilerin olabileceğini de göstermektedir. Bu nedenle atık suların denize karışmaması için azami gayretin ve gerekli durumlarda kontrollerin yapılması zorunlu görülmektedir.

Teşekkür (Acknowledgement)

Bu çalışmada kullanılan analiz sonuçları, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü adına "Kaş-Kekova Özel Çevre Koruma Bölgesi Biyolojik Çeşitlilik Araştırma Projesi" kapsamında DSİ 13. Bölge Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Yazarlar, projeyi finansal olarak destekleyen Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na ve analiz sonuçlarını sağlayan DSİ 13. Bölge Müdürlüğü'ne teşekkür ederler.

Çıkar Çatışması (Conflict of Interest)

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir. No conflict of interest was declared by the authors.

Kaynaklar (References)

- Anonim, 2005. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, Resmi Gazete Tarih ve Sayısı: 17.02.2005/ 25730, T.C.Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 2006. Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliği (76/160/AB), Resmi Gazete Tarih ve Sayısı: 09.01.2006/ 26048, T.C.Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme Genel Müdürlüğü Ankara.
- Anonim, 2012. Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği, Resmi Gazete Tarih ve Sayısı: 09.01.2006/ 28488, T.C.Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 2016. "Belek, Patara, Kaş-Kekova, Fethiye-Göcek, Göksu Deltası, Tuz Gölü, Foça, Gölbaşı, Köyceğiz-Dalyan, Datça-Bozburun, Gökova, Ihlara, Uzungöl Ve Saros Körfezi Özel Çevre Koruma Bölgeleri'nde Su Kalitesinin İzlenmesi Ve Özel Çevre Koruma Bölgeleri'nde İşletilmekte Olan Atıksu Arıtma Tesislerinin Verimliliğinin İzlenmesi Projesi", T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü ve Artek Mühendislik Çevre Ölçüm ve Danışmanlık Hizmetleri Ticaret Anonim Şirketi işbirliği, Ankara.
- Arıman, S., Koyuncu, S., (2019). Su Kirliliği Açısından Hassas Alanların İzlenmesi: Kızılırmak Deltası-Balık Gölü, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 7(4), 705-714.
- Baran, M.A., 2017. Dünyanın Mevcut Su Potansiyeli ve Deniz Suyu Arıtımı. *Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi*, (45), 71-84.
- Bayarı, S., Özyurt, N., Hamarat, S., Baştanlar, Y., Varinlioğlu, G., 2006. Türkiye Kıyıları Tatlı Su Boşalmalarının Geri Kazanılması: Patara-Tekirova Pilot Projesi, TÜBİTAK Projesi, ÇAYDAG-103Y025.
- Demir, V., 2011. Kaş (Antalya) Deniz Koruma Planlamasında Karar Destek Sistemleri Kullanılarak Biyoçeşitlilik Araştırması, İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Doktora Tezi, 93 sayfa, İstanbul.
- Elhatib, H., 1992. Hydrogeological investigation of Kas-Kalkan Area and its vicinity, (Doctoral dissertation, PhD Thesis, Hacettepe University Ankara, Turkey).
- Gurun, S., ve Kımırın, E.A., 2013. Ayamama Deresi'nin Marmara Denizi'ne deşarj alanındaki bakteriyolojik kirlilik düzeyinin incelenmesi. *Ekoloji*, 22(86), 48-57.
- Gürün, S., ve Altuğ, G., 2013. Güllük Körfezi'nde Bakteriyolojik Kirlilik Ve Metabolik Olarak Aktif Bakteri Düzeyi. Güllük Körfezi Bakteriyolojisi, Güllük Körfezi Bakteriyolojisi TÜBİTAK Proje Çalıştayı, çalıştay kitabı sayfa 10-15, 10 Mayıs 2013, Güllük, MUĞLA.
- KKÖÇKR, 2019. Kaş-Kekova Özel Çevre Koruma Bölgesi Biyolojik Çeşitlilik Araştırma Projesi, Kesin Raporu, T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü, 557 Sayfa, Temmuz, 2019, Ankara.
- Kumlutaş, Y., Durmuş, S.H., Ilgaz, Ç., 2011. Kaş-Kekova Özel Çevre Koruma Bölgesi'nin Herpetofaunası. *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi* 2(1): 28-33.
- Manish, K., Ramanathan, A., Rao, M.S., Kumar, B., 2006. Identification and evaluation of hydrogeochemical processes in the groundwater environment of Delhi, India. *J Environ Geol* 50:1025-1039.
- Ornat, A. L., Göktan, S., Kalem, S., Tural, U., Akça, N., Araç, N. Ve Oruç, A. (2013). Kaş-Kekova Özel Çevre Koruma Bölgesi Denizel Yönetim Planı (2014-2017). Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, WWW-Türkiye, WWW Akdeniz Program Ofisi İş Birliğinde Güney Medpan Türkiye Pilot Projesi (2009-2013), 1-67.
- Özsoy, S., 2009. Su ve yaşam: suyun toplumsal önemi. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Y. Lisans Tezi: 200 sayfa, Ankara.
- Öztan, M., Baştanlar, Y., Varinlioğlu, G., Hamarat, S., Ülkenli, H., Özyurt, N., Bayarı, S., 2004a. Patara-Kekova Tatlı Su Boşalmalarının ve Denizaltı Mağaralarının Araştırılması, Türkiye Kıyıları 04, Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları V. Ulusal Konferansı, 4-7 Mayıs 2004 Adana, Bildiriler Kitabı (Editörler: E.Özhan, H. Evliya) Cilt 2, 815-824.
- Öztan, M., Hamarat, S., Bayarı, S., Ülkenli, H., Özyurt, N., Baştanlar, Y., Varinlioğlu, G., 2004b. Kaş dolayı kıyı kuşağında karstlaşmanın gelişimi: Mivini ve Altuğ denizaltı mağaraları Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları V. Ulusal Konferansı, 4-7 Mayıs 2004 Adana.
- Pisoni, C., 1967. Kaş (Antalya ili) bölgesinin jeolojik etüdü. *MTA Ens. Derg*, 69, 42-49.
- Şenel, M., 1997a. 1/100000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları No:6 Fethiye-M10-M11 Paftaları. MTA Gn. Md. Jeol. Etüt. Dair. Ankara.
- Şenel, M., Bölükbaşı, A.S., 1997b. 1/100000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları No:5 Fethiye-M9 Paftası. MTA Gn. Md. Jeol. Etüt. Dair. Ankara.
- Şener, Ş., Taştekin, N., (2019). Beyşehir (Konya) Ovasının Hidrojeolojik ve Hidrojeokimyasal İncelemesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 7(3), 647-661.
- Taşpınar, B., Verep, B., Terzi, E., Çetindemir, D., 2015. Rize ili kıyı şeridinde bakteriyolojik kirliliğin araştırılması. *Aquaculture Studies (Eski Yunus Araştırma Bülteni)*, 15(2).
- Terzi, Ö. ve Sünter, A.T., 2019. Atakum Sahilindeki deniz suyu kalitesinin değerlendirilmesi, 2016. *Turkish Bulletin of Hygiene & Experimental Biology/Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji*, 76(3).
- Tezel, D., 2018. Kaş-Kekova (Antalya) bölgesi flora ve fauna duyarlılığı üzerine ekolojik koridorların mekansal veri analizi ile belirlenmesi (Doctoral dissertation, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü), 164 sayfa, Konya.
- Ulusoy, K., 2007. Küresel Ticaretin Son Hedefi: Su Pazarı, Kristal Kitaplar Yayınevi, Ankara.
- Varol S, Davraz A., 2015. Evaluation of the groundwater quality with WQI (water quality index) and multivariate analysis: a case study of the Tefenni plain (Burdur/Turkey). *Environ Earth Sci* 73:1725– 1744.
- Varol S., Küçük, M., Davraz A., Şener Ş., Şener E., Aksever F., Kırkan B., Tokgozlu A., (2020). Salda Gölü Havzası Güneyinin (Yeşilova/Burdur) Hidrojeolojisi ve Hidrojeokimyasal Özelliklerinin İncelemesi, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 8(1), 74-90.
- Verep, B., Serdar, O., Turan, D. ve Şahin, C., 2005. İyidere (Trabzon)'nin Fiziko-Kimyasal Açından Su Kalitesinin Belirlenmesi. *Ekoloji Dergisi*, 14(57): 24-35.