

GERÇEK ZAMANLI COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ TABANLI 3B SU KALİTESİ İZLEME PLATFORMU (WATER MONITOR): GÖKOVA KÖRFEZİ

Kader BENLİ¹, Ceyhun ÖZÇELİK²

¹İnş. Müh. YL, Ege Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bornova, İzmir, kaderbenli48@gmail.com

²Doç. Dr. Ceyhun Özçelik, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Kötekli, Muğla, cozelik@mu.edu.tr

ÖZET

Gökova Körfezi; Muğla'nın Akyaka Belediyesi içerisinde bulunmaktadır. Doğal ve turistik yapısıyla bölge turizmde önemli bir yere sahiptir. Dış körfez Marmaris, Datça ve Bodrum yarım adalarıyla sınırlıdır. İç körfez ise Ören, Akbük, Akyaka, Gökova, Akçapınar ve Sedir Adası gibi yerleşim yerleri ve turizm noktaları ile çevrilidir. Doğal ve kültürel güzellikleri, temiz havası, doğa sporlarına uygun iklimi, yat turizmine elverişli coğrafyası ve gündün güne artış gösteren farklı turizm aktiviteleri ile bilinen bölgenin sürdürülebilir bir çevre-turizm bütünü içerisinde kullanılması, korunması ve gelecek kuşaklara aktarılması gerekmektedir. Kadın Azmağı ve Akçapınar Azmağı arasındaki sığ sularda, yoğun deniz sporları ve turizm aktivitelerinin gerçekleştiği iç körfez, özellikle yaz aylarında yoğun kirlilik yüküne maruz kalmaktadır. Bu kirlilik yükünün mevcutta gerçekleştirilen düzenli aralıklarla ve sistematik olmayan kirlilik gözlemlerinin aksine; gerçek zamanlı olarak gözlenmesi, kirlilik yükünün anlık olarak takip edilmesi, kirlilik seviyelerinin kontrol altında tutulması, gerekli tedbirlerin alınması ve anlık denetim ve müdahalelerinin gerçekleştirilebilmesi açısından zorunludur.

Bu çalışma kapsamında, temel ve kolay ölçülebilen su kalitesi parametrelerinin (sıcaklık, pH, tuzluluk, bulanıklık ve çözünmüş oksijen) anlık ölçülmesi, bu verilerin depolanması ve bir veri işlem merkezine aktarılmasını sağlayacak CBS tabanlı 3 boyutlu bir su kalitesi izleme platformu geliştirilmiştir. Ölçüm sensörleri, radyotransmitterlar, sim modül transmitter, mikro bilgisayar, Veri Toplama/Transfer İstasyonu, Veri İşlem/Yayın Merkezi, ilgili (SQL, Web, CBS) server ve yazılımlardan oluşan bu sistemden anlık olarak elde edilen veriler, Veri İşlem/Yayın Merkezinde otomatik olarak 2 ve 3 boyutlu Coğrafi Bilgi Sistemi haritalarına dönüştürülerek web aracılığıyla yayına imkân sağlamaktadır. Gökova Körfezi'nin sürdürülebilir yönetimini mümkün kılacak bu entegre bilgi sistemi, körfezdeki kirlilik yüklerini kontrol altında tutmanın yanında, görünür ve denetlenebilir bir alansal bilgi sistemi alt yapısı sunmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Gökova körfezi, 3B su kalitesi izleme platformu, CBS, Water monitor

ABSTRACT

REAL-TIME GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS BASED 3D WATER QUALITY MONITORING PLATFORM (WATER MONITOR): GÖKOVA BAY

The Gulf of Gökova is located in Akyaka Municipality of Muğla. It is of an important location in regional tourism with its natural and touristic landscape. Outer bay is surrounded by the peninsula of Marmaris, Datça and Bodrum. The inner bay is surrounded by settlements and touristic spots such as Ören, Akbük, Akyaka, Gökova, Akçapınar and Sedir Island. With its natural and cultural beauties, its clean air, its climate allowing outdoor sports, its geography, that is suitable for yacht tourism and different touristic activities increase day by day, the region should be protected servicing, and transferred to future generations considering an integrated sustainable environment-tourism as whole. The inner bay, surrounded by Kadın Azmağı and Akçapınar Azmağı, is shallow. There is a large amount of sea sports and tourism activities. It therefore exposes heavy pollution loads especially in summer times. Contrary to current observations that are not carried out systematically and with regular intervals; real-time observations and instantaneous pollution monitoring is needed in the region, to keep pollution under control, to take precautions and to perform instant inspections and interventions.

Within the scope of this study, a GIS based 3D water quality monitoring platform has been developed to instantly measure basic and easily measurable water quality parameters (temperature, pH, salinity, turbidity and dissolved oxygen), to store these data and to transfer them to a data processing center. The data obtained instantly through this platform, consisting of measurement sensors, radio-transmitters, sim module transmitter, microcomputer, data collection station, data processing center, related servers (SQL, Web, GIS) and software, are automatically recorded in 2D and 3D at the data processing center to broadcast via the web by being transformed into GIS maps. This integrated information system is expected to have a great value for sustainable management of the Gökova Bay, as keeping the pollution loads in the bay under control while providing a visible and auditable spatial information system infrastructure.

Keywords: Gökova bay, 3D water quality monitoring platform, GIS, Water monitor

1. GİRİŞ

Gökova Körfezi kirliliğinin tespiti, sürekli izlenebilir olması, anlık takibinin yapılabilmesi böylelikle olağandışı durumlarda müdahale imkânının oluşturulması; sürdürülebilir bir çevre için olduğu kadar bölge turizminin de kalıcı olabilmesi için büyük bir önem arz etmektedir. Körfezin gelecek kuşaklara aktarılabilir bir doğal, kültürel ve ekonomik miras olarak korunabilmesi ve de bölgedeki turizm ekonomisinin sürdürülebilir olması, ancak olası kirliliğin izlenmesine ve kontrol altında tutulabilmesine bağlıdır. Bu ise sürekli alansal ve zamansal ölçümler yapan, ve bu ölçümleri gerçek zamanlı kirlilik haritalarına dönüştüren bir Coğrafi Bilgi Sistemleri altyapısının oluşturulmasıyla mümkündür (Chen vd., 2015; Gong vd., 2015; Huang & You, 2010). Böyle bir alansal bilgi sistemi altyapısı veri toplamada esneklik sağlamanın yanında, izlenebilir dolayısıyla denetlenebilir bir ortam sunarak, etkin bir kirlilik ve çevre yönetimine imkân tanıyacaktır.

Deniz Suyu Kirliliği Kontrolü için ulusal ve uluslararası birçok kriter bulunmasına karşın, ülkemiz yüzey sularının değerlendirilmesinde genellikle Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliği dikkate alınmaktadır (SKKY, 2008). Bu yönetmelik gereğince, deniz sularının kirliliğine karar verebilmek için başlıca PH, renk ve bulanıklık, yüzer madde, askıda katı madde, çözünmüş oksijen, parçalanabilir organik kirleticiler, radyoaktivite, ham petrol ve petrol türevleri, üretkenlik, zehirlilik, fenoller, bakır, kadmiyum, krom, kurşun, nikel, arsenik, çinko, cıva, amonyak parametreleri esas alınmaktadır (SKKY, 2008). Ancak bakır, kadmiyum, krom, kurşun, nikel, arsenik, çinko, cıva, amonyak parametreleri laboratuvar ortamında zaman alan kimyasal analizler sonucunda belirlenebilmektedir. Söz konusu parametrelerin ölçülebilmesi için numune alma, laboratuvar ortamında örnek hazırlama, tepkimenin gerçekleşmesi, ölçeklendirme vb. süreçleri içinde barındırmaktadır. Diğer taraftan PH, sıcaklık, tuzluluk, renk, bulanıklık gibi parametreler yerinde anlık ve herhangi kompleks bir kimyasal süreç gerektirmeyen ölçümlerle hızlı bir biçimde tespit edilebilmektedir (Glasgow vd., 2004; O'Flynn vd., 2010; Song vd., 2010). Bu parametreler kullanılarak çeşitli kirlilik indisleri aracılığıyla deniz suyu kirliliğini pratik ve hızlı bir biçimde kabaca belirlemek mümkündür. Hızlı, kolay ve yerinde ölçülebilir kirlilik parametrelerinin otomatik bir sistemle belirlenerek eş zamanlı olarak deniz suyu kirlilik haritalarına dönüştürülmesi, deniz suyu kirliliğinin anlık olarak izlenmesine ve etkin bir kirlilik yönetimine imkân tanıyacak bir ortam sunacaktır.

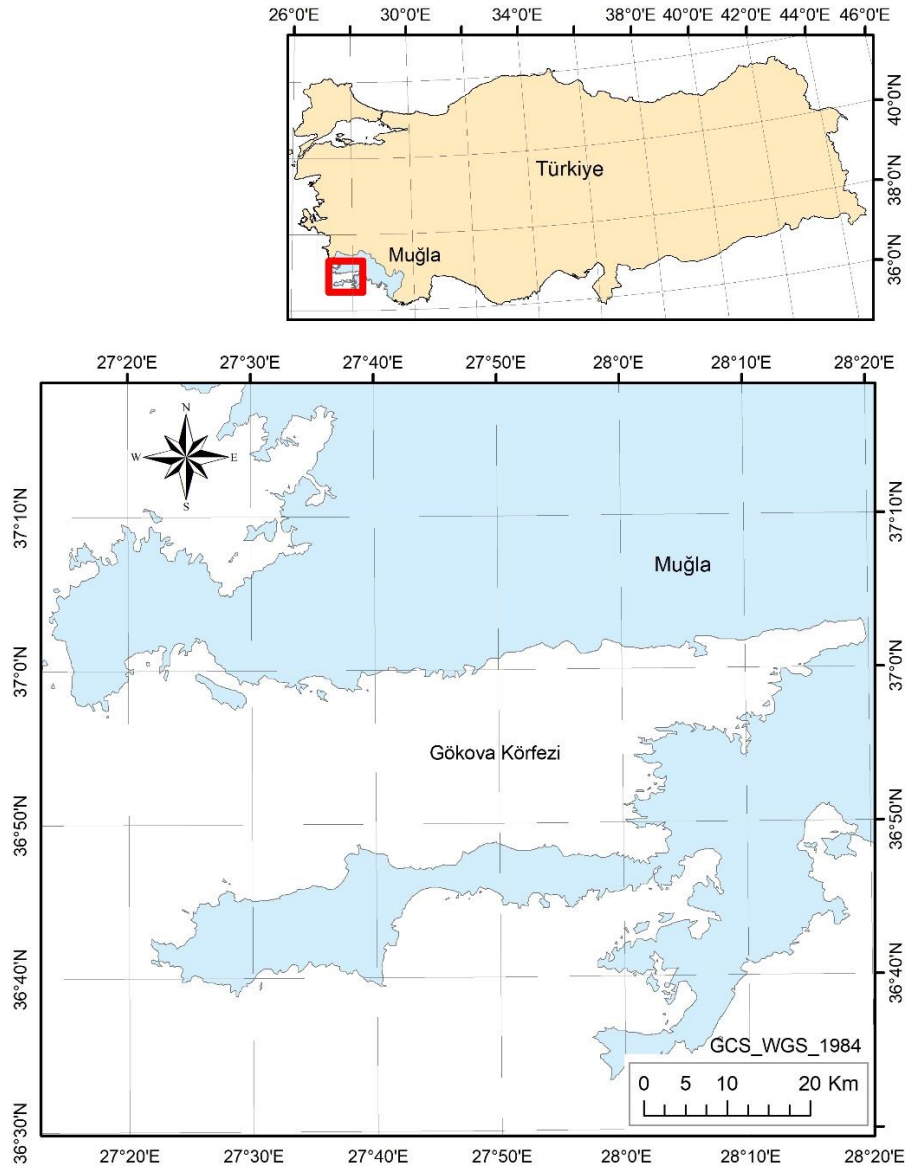
Çalışma kapsamında CBS tabanlı 3 boyutlu bir su kalitesi izleme platformu geliştirilmiştir. Geliştirilen platform veri toplama, transfer otomasyonu (Elektronik/Mobil Veri Toplama ve Transfer Sistemi) ve toplanan verilerin kirlilik haritalarına dönüştürülerek sunulması (Alansal Kirlilik Analiz Sistemi) olmak üzere başlıca 2 kısımdan oluşmaktadır. Geliştirilen Elektronik/Mobil Veri Toplama ve Transfer Sistemleri çalışma alanının batimetrisi dikkate alınarak Gökova Körfezi'ne sistematik aralıklarla yerleştirilmiştir. Anlık olarak elde edilen veriler, Veri Toplama/Transfer İstasyonuna oradan da Veri İşlem/Yayın Merkezine aktarılarak Alansal Kirlilik Analiz Sistemleri aracılığıyla kirlilik haritalarına dönüştürülmüştür. Kirlilik haritalarının güvenilirlikleri rastgele örnekleme ile belirli periyotlarla yerinde yapılan ölçümlerle test edilmiştir. Denizsel alanlarda entegre kirlilik yönetimine imkân tanıyacak ve kolaylaştıracak bir çerçeve model ortaya konulmuştur.

2. ÇALIŞMA ALANI VE VERİLER

Gökova Körfezi, Muğla il sınırları içerisinde Marmaris, Datça ve Bodrum yarım adalarıyla sınırlanan alanda yer almaktadır. Körfezin başladığı Akyaka ve Akçapınar Mahallelerinin bulunduğu bölgelerde dünyaca ünlü Kadın ve Akçapınar Azmakları bulunmaktadır. Körfezin etrafı ormanlık alanlarla kaplı dağlarla çevrilidir. Bu dağlar genellikle makilik olup zeytinlik alanlar da söz konusudur. Yer yer kızılçam, karaçam, fıstık, sedir, ardıç ve meşe gibi ağaçlar yer almaktadır. Ekolojik açıdan zengin bir flora ve fauna çeşitliliğine sahiptir. Bölgede yıllık ortalama yağış miktarı 916 mm'dir (MGM, 2022).

Körfeze bakan dağlar oldukça dik eğimlidir. Yoğun orman örtüsü nedeniyle yüksek eğime rağmen şiddetli yağışlarda ciddi bir erezyon ve beraberinde askıda veya sürüntü malzemesi taşınımı görülmemektedir. Ancak son yıllarda görülen ciddi orman yangınları sonucu kül ve toprak taşınımı beklenmektedir. İç körfez sığ olup, özellikle yaz aylarında yoğun kirlilik yüküne maruz kalmaktadır. Yaz aylarında artan nüfus hareketleri ve turizm aktiviteleri kirlilik yükünü normal değerlere nazaran oldukça arttırmaktadır. Bu nedenle herhangi bir olağandışı kirlilik hareketlerine karşı çeşitli aralıklarla gerçek zamanlı gözlenmesi büyük önem arz etmektedir.

Gökova Körfezi 27.1 - 28.2 boylamları ve 36.4 - 37.03 enlemleri arasında yer almaktadır. Şekil 1'de çalışma alanının konumu gösterilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanı

CBS tabanlı 3 boyutlu su kalitesi izleme platformu geliştirilirken PH, sıcaklık, tuzluluk, renk, bulanıklık gibi yerinde anlık ve hızlı bir biçimde tespit edilebilen ve de herhangi kompleks bir kimyasal süreç gerektirmeyen parametreler dikkate alınmıştır. Bildiri kapsamında sadece sıcaklık ölçümleri için gerçekleştirilen analizlere yer verilmiştir. Topografik veri olarak 30 m çözünürlüklü Aster Uydu Verileri dikkate alınmıştır (EarthData, 2022). Batimetrik veriler Harita Genel Komutanlığı'na ait 1/100000 ölçekli ve iç bölgelerde 1/25000 ölçekli batimetrik haritalar kullanılarak sayısallaştırılmak suretiyle elde edilmiştir. Sayısal topografik ve batimetrik veriler CBS ortamında birleştirilmiş gerekli yüzey/hata düzeltmeleri ve kartografik işaretlemeler sonrasında temel CBS haritaları elde edilmiştir.

3. 3B SU KALİTESİ İZLEME PLATFORMU (WATER MONITOR)

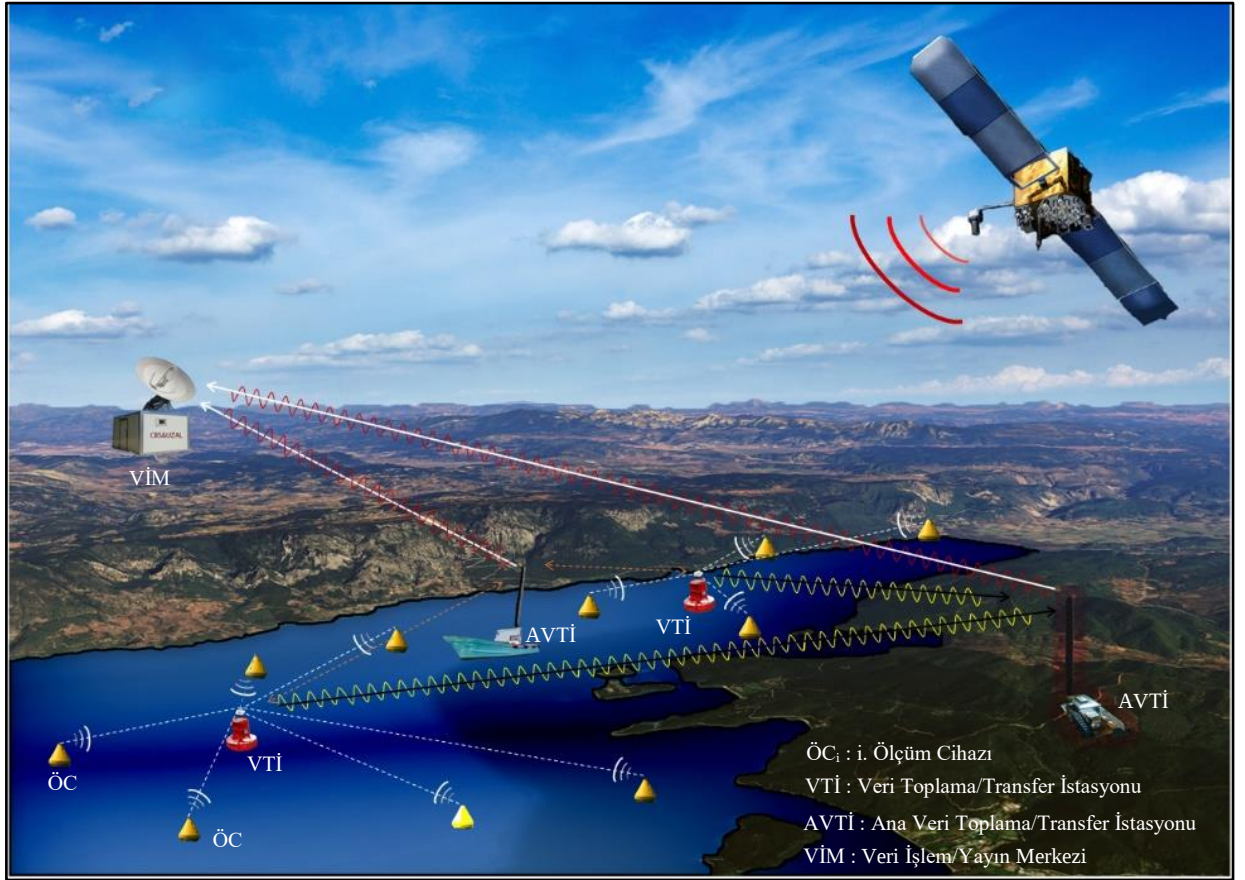
Deniz, göl, gölet vb.su ortamlarında kirlilik yükünün anlık olarak tespit edilememesi kirliliğin getirdiği zararlarla mücadele ve kirliletiç unsurlara müdahale/yaptırım konularında karşılaşılan en büyük sorunlardan biridir (Yılmaz & Özçelik, 2018). Geliştirilen CBS tabanlı 3 boyutlu bir su kalitesi izleme platformu gerçek zamanlı kirlilik gözlem, takip ve kontrolüne imkân sağlamaktadır. CBS tabanlı kirlilik haritaları oluşturarak alansal ve zamansal ölçekte kirlilik yüklerine karşı gerekli tedbirlerin alınması, anlık denetim ve müdahalelerinin gerçekleştirilebilmesi gibi etkin bir yönetimin gerçekleştirilebilmesine olanak sağlamaktadır.

3 Boyutlu Su Kalitesi İzleme Platformu (Water Monitor),

- 1) Elektronik-Mobil Veri Toplama ve Transfer Sistemi
- 2) Alansal Kirlilik Analiz Sistemi

olmak üzere 2 ana kısımdan oluşmaktadır. Elektronik-Mobil Veri Toplama ve Transfer Sistemi arazide ölçülebilen temel kirlilik parametrelerinin (sıcaklık, pH, bulanıklık, çözünmüş oksijen vb.) anlık ölçülmesini, bu verilerin geçici olarak Veri Toplama/Transfer İstasyonunda depolanarak uzakta bulunan bir Veri İşlem/Yayın Merkezine iletilmesini sağlamaktadır. Alansal Kirlilik Analiz Sistemi ise Veri İşlem/Yayın Merkezine iletilmiş olan verilerin 2 ve 3 boyutlu gerçek zamanlı CBS haritalarına dönüştürülerek web server aracılığıyla yayınına imkân tanımaktadır. Water Monitor başlıca Ölçüm Sensörleri, Veri Toplama/Transfer İstasyonları, Ana Veri Toplama/Transfer İstasyonları ve Veri İşlem/Yayın Merkezinden oluşmaktadır.

Şekil 2’de kirlilik verilerini gerçek zamanlı toplayarak alansal kirlilik haritalarına dönüştüren su kalitesi izleme platformu şematik olarak gösterilmiştir.



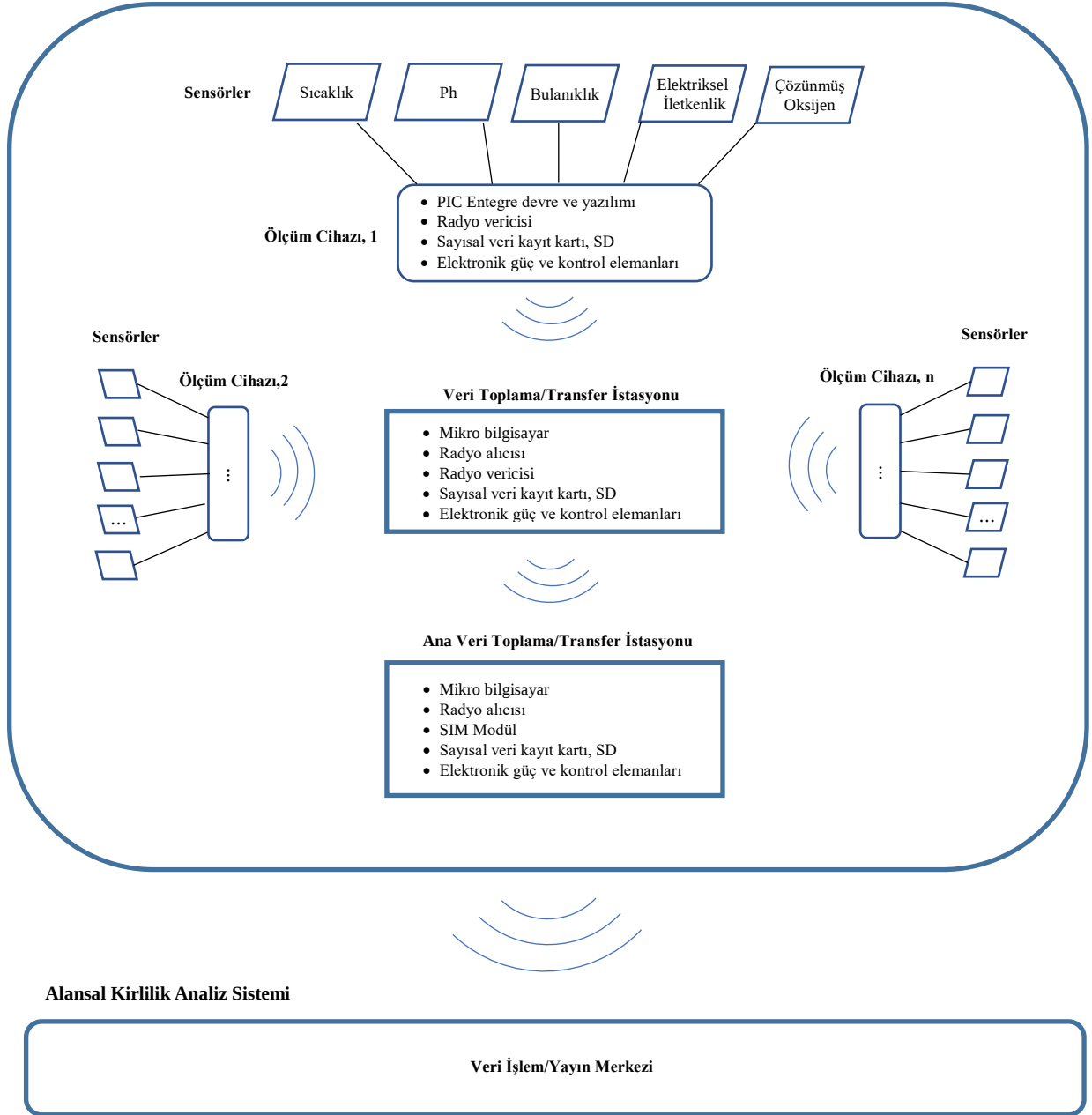
Şekil 2. Su kalitesi izleme platformu

Elektronik/Mobil Veri Toplama ve Transfer Sistemi

Arazide ölçülebilen temel kirlilik parametrelerinin (sıcaklık, pH, tuzluluk, çözünmüş oksijen vb.) anlık ölçülmesi bu verilerin depolanması, bir veri işlem merkezine aktarılmasını sağlamaktadır. Ölçüm yapılacak alanın büyüklüğüne bağlı olarak çok sayıda ara birim (Veri Toplama/Transfer İstasyonu) ve radyo iletim kapasitesine bağlı olarak ara birimlerin topladığı veriyi depolayıp Veri İşleme/Yayın Merkezine aktaran ana birimler (Ana Veri Toplama/Transfer İstasyonu) den oluşmaktadır. Ana birimlerin elektronik donanımı, ara birimlerden farklı olarak sim modülü barındırmaktadır. Sim ve Radyo iletimini mümkün kılan farklı yazılımlar barındırmaktadırlar. Ölçülecek parametrelerin sayısına göre ara birimlere sensörler ilave edilebilmektedir.

Şekil 3’de Elektronik/Mobil Veri Toplama ve Transfer Sistemi şematik olarak gösterilmiştir. Kirlilik parametrelerine ilişkin ölçümlerin yapıldığı, toplanan verilerin saklandığı ve depolandığı ve de Veri İşlem/Yayın Merkezine iletildiği sistemdir.

Elektronik/Mobil Veri Toplama ve Transfer Sistemi



Şekil 3. Elektronik-Mobil Veri Toplama ve Transfer Sistemi

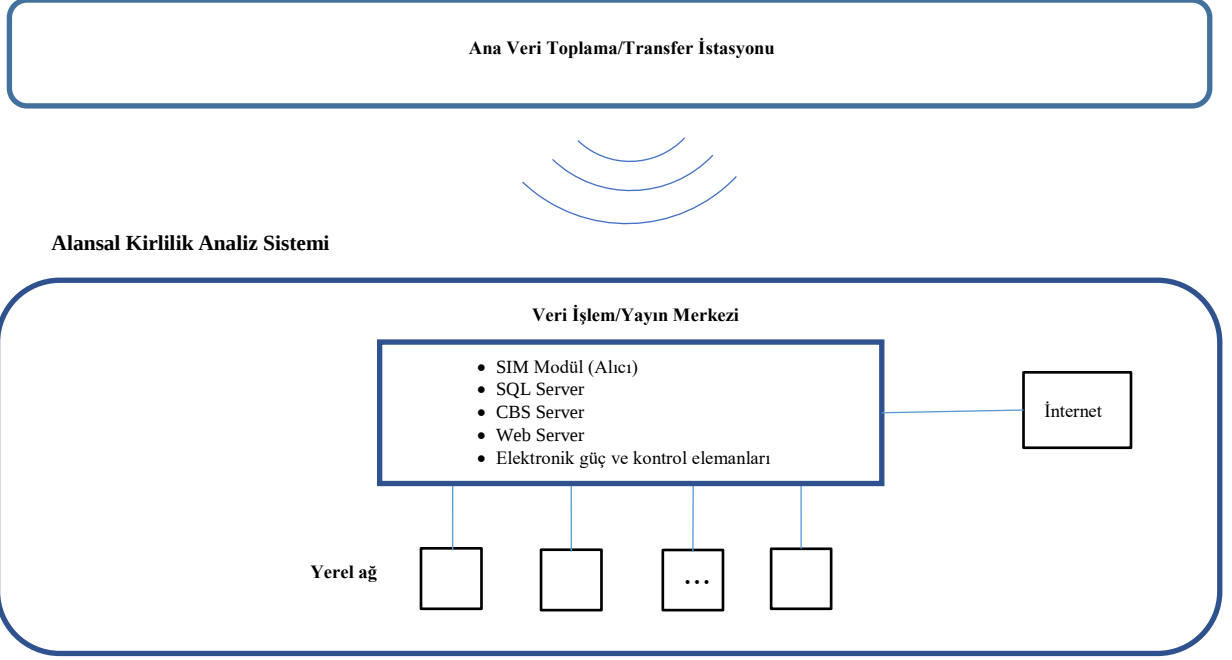
Alansal Kirlilik Analiz Sistemi

Elektronik/Mobil Veri Toplama ve Transfer Sistemi aracılığıyla Ana Veri Toplama/Transfer İstasyonundan gelen verileri zamansal olarak analiz ederek depolamaktadır. Veri İşleme/Yayın Merkezi'nde su kalitesi haritalarının oluşturulmasını ve web ortamında yayınlanmasını sağlamaktadır.

Alansal Kirlilik Analiz Sistemi yapısında SIM modülü alıcısı ve SQL, Web ve CBS serverlar bulundurmaktadır. Oluşturulan yazılımlar ile gelen veriler anlık olarak SQL serverlarda depolanmaktadır. CBS serverlarla 2 ve 3 boyutlu CBS tabanlı kirlilik haritalarına dönüştürülerek web server aracılığıyla yayınlanmaktadır. Yerel ağ üzerinde ve web ortamında çeşitli ayrıcalık seviyelerinde erişilebilir bir ortam sunmaktadır.

Şekil 4'de Alansal Kirlilik Analiz Sistemi şematik olarak gösterilmiştir. Kirlilik parametrelerine ilişkin ölçümlerin alansal kirlilik haritalarına dönüştürülerek yayınlandığı sistemdir.

Elektronik/Mobil Veri Toplama ve Transfer Sistemi



Şekil 4. Alansal Kirlilik Analiz Sistemi

Elektronik/Mobil Veri Toplama ve Transfer Sistemi ve Alansal Kirlilik Analiz Sistemi bir bütün olarak gerçek zamanlı Coğrafi Bilgi Sistemleri tabanlı 3B su kalitesi izleme platformunu oluşturmaktadır. Kısaca, Water Monitor olarak adlandırılan su kalitesi izleme platformu ile su kirlilik yüklerinin gerçek zamanlı izlenebilmesi bu doğrultuda gereken yönetsel eylemlerin gerçekleştirilebilmesine olanak sağlanmaktadır. Ayrıca, yoğun ve sistematik ölçümler için gereken iş yükü ve maddi zorlukların da önüne geçilebilmektedir.

4. UYGULAMA VE ARAZİ ÇALIŞMALARI

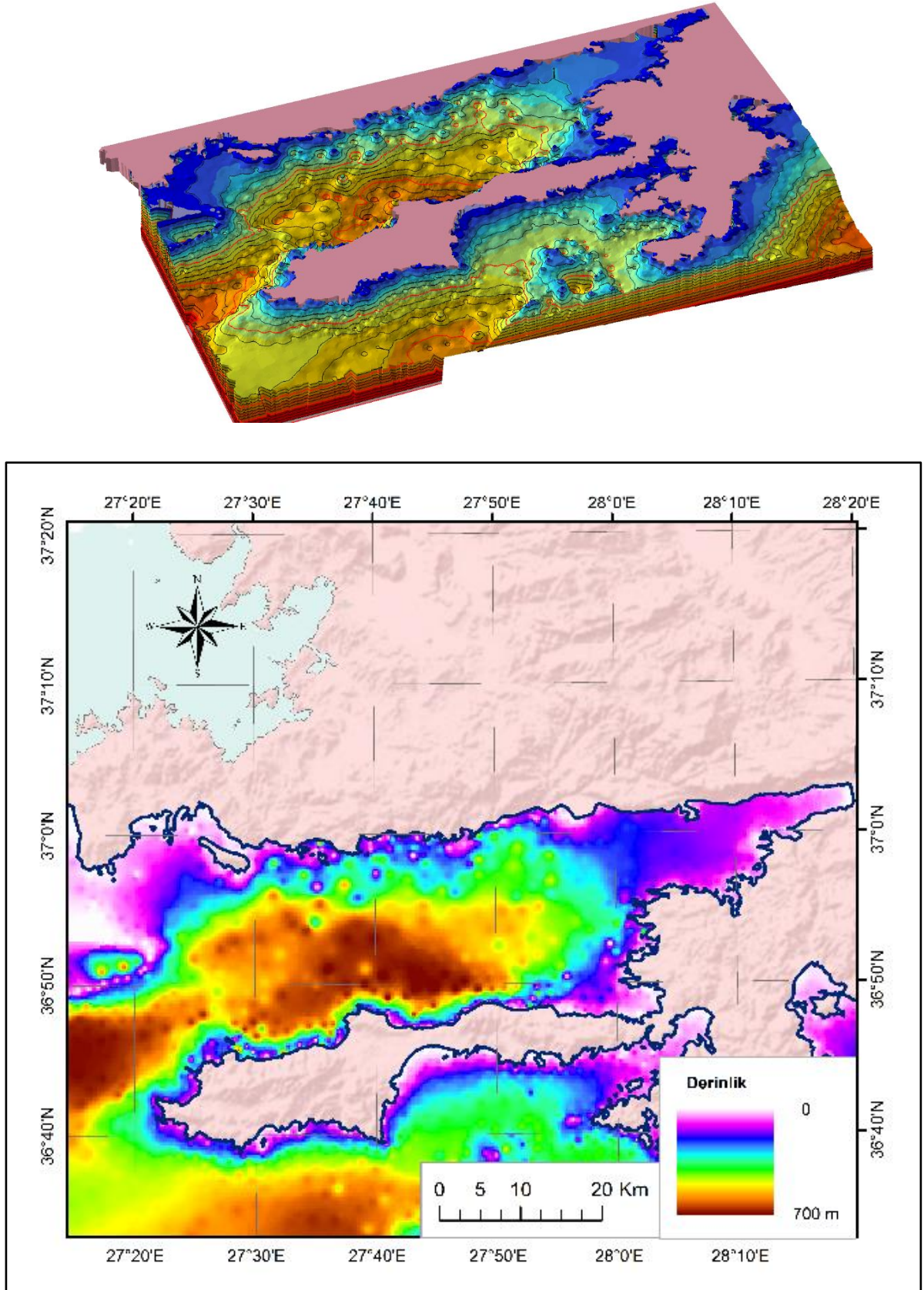
Gerçek Zamanlı Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı 3B Kirlilik İzleme Platformu (Water Monitor) Gökova Körfezi için test edilmiştir. Bu amaçla körfezde ve Veri İşlem/Yayın Merkezinde hazırlık çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Körfezde öncelikle ölçüm cihazları test edilmiş, Veri Toplama/Transfer İstasyonları tekne içerisinde ve kıyıda tesis edilmiştir. Ölçüm cihazları şamandıralarla sabitlenmek suretiyle körfezde çeşitli noktalara yerleştirilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Gökova Körfezi test çalışmaları

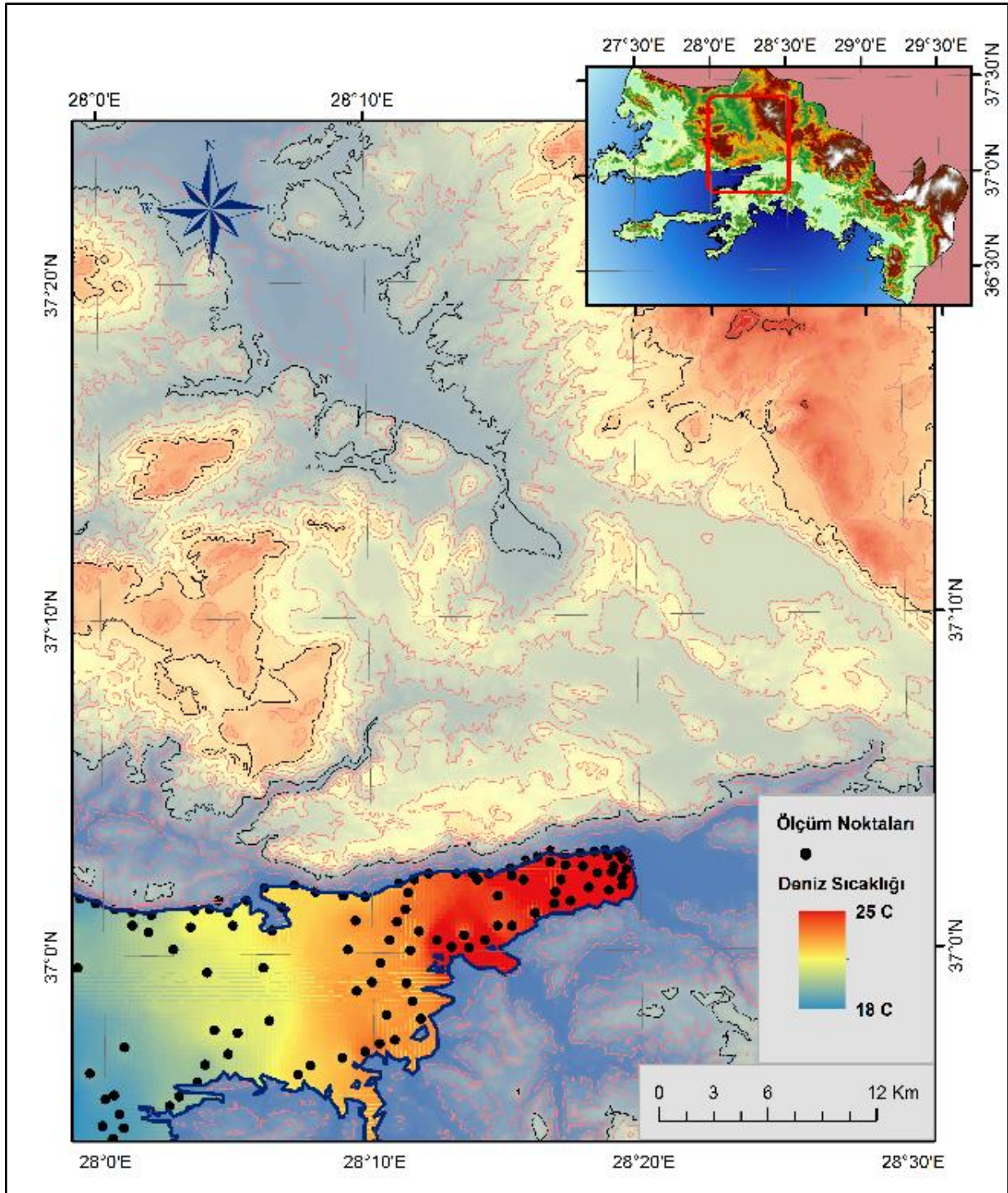
Çalışma kapsamında sadece farklı seviyedeki sıcaklık ölçümleri için elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Diğer parametre ölçümlerine ilişkin analizlere yer verilmemiştir.

Veri İşlem/Yayın Merkezinde temel altlık batimetrik haritalar oluşturulmuştur (Şekil 6). 2 ve 3 boyutlu bu haritalar, kirlilik model sonuçlarının üzerine oturtulacağı temel haritalar olarak, CBS serverda alansal analizlere hazır hale getirilmiştir.



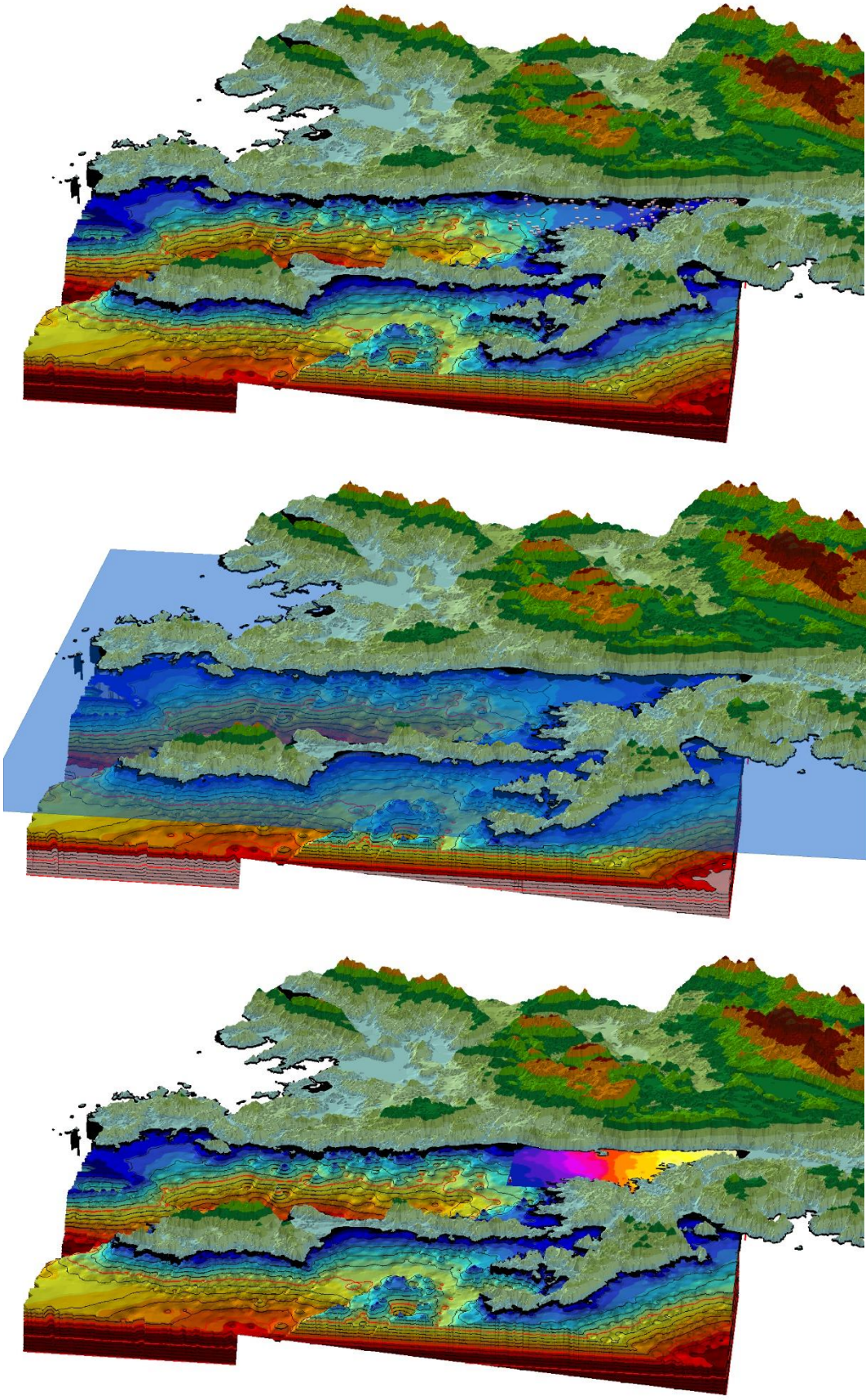
Şekil 6. 2 ve 3 boyutlu batimetrik haritalar

Elektronik/Mobil Veri Toplama ve Transfer Sistemi'nin aktif hale gelmesiyle Alansal Kirlilik Analiz Sistemi, körfezin farklı seviyedeki 2B ve 3B'lu sıcaklık haritalarını oluşturmuştur. Şekil 7'de 2 boyutlu deniz yüzeyi sıcaklığı haritası örneği sunulmuştur.

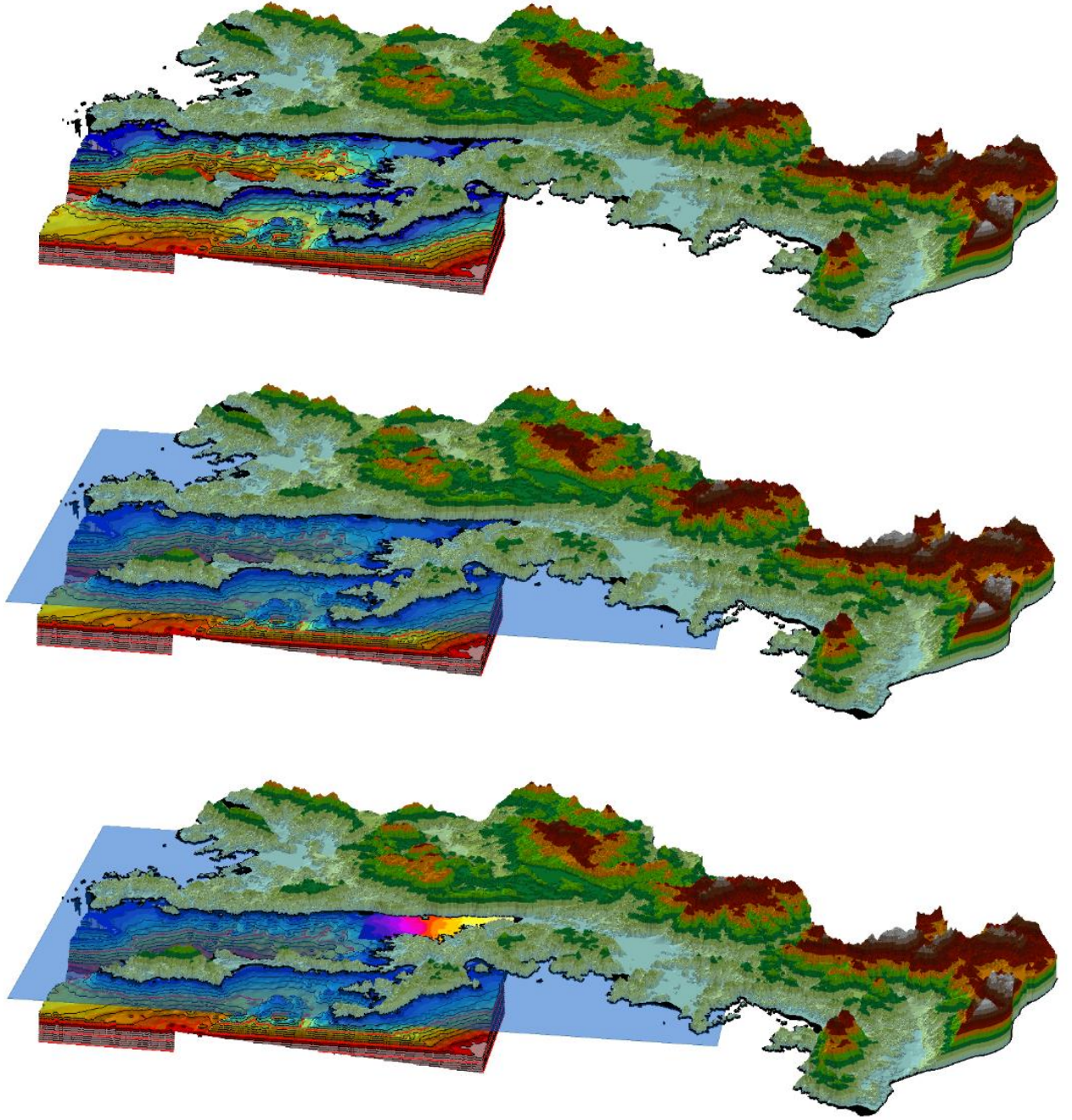


Şekil 7. Alansal kirlilik analiz sistemi örnek çıktısı (2 boyutlu deniz yüzeyi sıcaklığı haritası)

Farklı seviyedeki sıcaklık değişimlerine ilişkin Alansal Kirlilik Analiz Sistemi tarafından oluşturulan örnek haritalar ise Şekil 8'de gösterilmiştir. 3 boyutlu haritalar farklı amaçlar için çeşitli katmanlar kullanılarak oluşturulabilmektedir. Şekil 8'de sunulan haritalarda 8.a'da ölçüm noktalarının konumunu, 8.b'de üniform sıcaklıktaki su yüzeyini, 8.c'de ise iç körfezdeki sıcaklık değişimlerini ifade eden katmanlar kullanılmıştır. Şekil 9'da bu haritalar ve katmanlara ilişkin genel görünüme yer verilmiştir.



Şekil 8. Gökova Körfezinin farklı seviyedeki sıcaklık değişimlerine ilişkin örnek haritalar



Şekil 9. Gökova Körfezinin farklı seviyedeki sıcaklık değişimlerine ilişkin örnek haritalar (Genel Görünüm)

Dikkate alınan kirlilik parametresi ve kirlilik modeline göre anlık alansal kirlilik bilgisi sunan platformun (Water Monitor) Gökova Körfezi'ne ilişkin ürettiği çıktı haritaları CBS ve WEB serverlar aracılığıyla test erişimine açılmış, farklı ayrıcalık seviyelerindeki kullanıcılar için aktif hale getirilmiştir.

4. SONUÇLAR

Gerçek Zamanlı Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı 3B Su Kalitesi İzleme Platformu (Water Monitor), yalın kirlilik verisi toplayan sistemlerden farklı olarak; veri toplanmasından, kirlilik bilgisi üretilmesine ve bunun web üzerinden sunulmasına kadar bütün süreçleri içeren entegre bir platform niteliğindedir. Deniz, göl, baraj, gölet vb. her türlü sulak alanda su kirliliğinin izlenmesi, kaliteli içme, kullanma ve sulama suyu temin edilmesi ve de deniz turizmine yönelik aktivitelerin sürdürülebilirliğini sağlamak başta olmak üzere çok geniş bir yelpazede uygulama alanı bulunacağı düşünülmektedir. Bunun dışında, sulak alanlara yapılacak kirlетici deşarjlarının tespiti, yüzme havuzları için anlık kirlilik takibi, su ürünleri yetiştiriciliğine uygun su kalitesinin temini vb alanlarda da kullanılabilir.

3B Su Kalitesi İzleme Platformu (Water Monitor) 'nu oluşturan Elektronik-Mobil Veri Toplama/Transfer Sistemi ve Alansal Kirlilik Analiz Sistemi ayrı ayrı bir bütün olarak çalışabilmektedir. Elektronik-Mobil Veri Toplama/Transfer Sistemi bünyesinde yer alan Veri Toplama/Transfer İstasyonları, Ölçüm Cihazları ve Sensörlerin sayıları çalışma alanının büyüklüğüne göre arttırılabilmektedir. Alansal Kirlilik Analiz Sistemi farklı çalışma alanları için türetilen harita, altlık ve katmanlarla hizmet verebilmektedir. Bütünleşik CBS tabanlı bir platform olan Water Monitor, anlık ve konuma bağlı 2 ve 3 boyutlu su kalitesi bilgisi sağlamaktadır. Farklı ayrıcalık seviyelerinde yetkili kurumlar, ilgililer ve vatandaşlar tarafından gerek duyulduğu anda web aracılığıyla erişilebilmektedir. Bu özellikleriyle, etkin bir su kaynakları yönetimi için gereken su kalitesine ilişkin alansal ve zamansal verileri CBS tabanlı operasyonel bilgilere dönüştüren eşsiz bir altyapı sunmaktadır.

TEŞEKKÜRLER

Bu çalışmanın yürütülmesi sırasında yardım ve desteklerini esirgemeyen Doç Dr Barış Yılmaz'a, Sıtkı Koçman Vakfı'na ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Uygulama ve Araştırma Merkezinde bursiyer ve gönüllü olarak çalışan projeye katkı sağlayan tüm araştırmacı ve öğrencilerimize teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

Chen, Z., Chen, N. & Gong, J., 2015, Design And Implementation of The Real-Time GIS Data Model And Sensor Web Service Platform for Environmental Big Data Management with The Apache Storm. In 2015 Fourth International Conference on Agro-Geoinformatics (Agro-geoinformatics) (pp. 32-35). IEEE.

EarthData, 2022, ASTER Global Digital Elevation Model (ASTER GDEM), The Ministry of Economy, Trade and Industry of Japan (METI) and the National Aeronautics and Space Administration (NASA), accessed @ May 2022.

Glasgow, H. B., Burkholder, J. M., Reed, R. E., Lewitus, A. J. & Kleinman, J. E., 2004, Real-Time Remote Monitoring of Water Quality: A Review of Current Applications, and Advancements: In Sensor, Telemetry and Computing Technologies, Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 300(1-2), 409-448

Gong J, Geng J, Chen Z. 2015, Real-time GIS Data Model and Sensor Web Service Platform for Environmental Data Management. Int J Health Geogr. 2015 Jan 9;14:2. doi: 10.1186/1476-072X-14-2. PMID: 25572659; PMCID: PMC4298078.

Huang, K., & You, M., 2010, GIS-based Environmental Health Management Information System. In 2010 The 2nd Conference on Environmental Science and Information Application Technology (Vol. 3, pp. 85-87). IEEE.

MGM, 2022, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, www.meteoroloji.gov.tr, Erişim: Haziran 2022.

O'Flynn, B., Regan, F., Lawlor, A., Wallace, J., Torres, J., & O'Mathuna, C., 2010, Experiences and Recommendations in Deploying A Real-Time, Water Quality Monitoring System, Measurement Science and Technology, 21(12), 124004.

SKKY, 2008, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik, Çevre ve Orman Bakanlığı, 13 Şubat 2008, Sayı : 26786.

Song, X., Wang, C., Kagawa, M. & Raghavan, V. 2010, Real-Time Monitoring Portal for Urban Environment Using Sensor Web Technology. In 2010 18th International Conference on Geoinformatics (pp. 1-5). IEEE.

Yılmaz, B. & Özçelik, C., 2018, Evaluation of Water Quality Monitoring Networks Using Principal Component Analysis: A Case of Gediz River Basin. Celal Bayar University Journal of Science, 14(1), 65-75.