

[1610]

MAMASUN BARAJININ SU KALİTESİNE ETKİ EDEN ARAZI KULLANIMLARININ CBS VE UZAKTAN ALGILAMA VERİLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ ve MODELLENMESİ

Merve UZ¹, Müge AĞCA², Efdal KAYA³

¹Harita Mühendisi, Aksaray Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 68000, Aksaray,

²Yrd.Doç. Dr., Aksaray Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 68000, Aksaray, mugekaan@gmail.com

³Aksaray İl Özel İdaresi, Coğrafi Bilgi Sistemleri Birimi, 68000, Aksaray, kayaefdal@gmail.com

ÖZET

İklim değişiklikleri su kaynaklarını olumsuz etkilemektedir. Gün geçtikçe tatlı su kaynakları doğrudan ya da dolaylı olarak iklim değişikliklerinden etkilenmektedir. Uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri teknolojileri de bu kaynakların izlenmesinde, analiz edilmesinde yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmanın genel amacı; Mamasun Barajının su kalitesine etki eden arazi kullanımlarının CBS ve uzaktan algılama verileri ile değerlendirilmesi ve modellenmesidir. Çalışmanın ana amacına ulaşmak için Mamasun Barajından karşılanan içme suyunun kalitesi ve trofik seviyesini değerlendirmek için fiziko-kimyasal analizler yürütülecektir. Barajdan alınan numuneler laboratuvarlarda analiz edilecek ve sonuçlar uydu görüntüsü üzerine işlenecektir. Ayrıca, barajın etrafındaki değişimleri izlemek ve bölgedeki arazi kullanımını belirlemek için RapidEye uzaktan algılama verileri kullanılacaktır. Özellikle barajın etrafındaki ekili tarım alanlarının ve yerleşim alanlarının (köylerin) Mamasun Barajına olan etkileri analiz edilecektir. Arazi kullanımının ve bölgedeki değişim analizini gerçekleştirmek için RapidEye uydu görüntüsü üzerinde kontrollü sınıflandırma işlemi uygulanacaktır. Kontrollü sınıflandırmada kullanılacak sınıflar: Tarım alanı, Ormanlık alan, Sulak alan, Tarım dışı alan, Bina, Yol olacaktır. Doğruluk analizi için araziden toplanan yerel veriler kullanılacaktır. Uydu görüntüsü analizleri için ENVI 5.1 yazılımı kullanılacaktır. Elde edilen tüm sonuçlar ArcGIS ortamına taşınacak ve barajın su kirliliğinin etkilerini gösteren zone bölgeleri oluşturulacaktır. Aksaray İlinin içme suyu Mamasun Barajından karşılanmaktadır. Bölgedeki su kalitesinin değerlendirilmesi, kirlilik etmenlerinin saptanması ve gereken önlemlerin alınması gerekmektedir. Çalışmanın sonuçları bölge halkı sağlığı ve ilgili kurumlar (İlgili Belediye, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Sağlık İl Müdürlüğü gb.) için büyük önem arz etmektedir.

Anahtar Sözcükler: Uzaktan Algılama(UA), Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Mamasun Barajı, Su Kalitesi Modellemesi

ABSTRACT

Climate change has a negative impact on water resources. Day by day, fresh water resources are directly and/or indirectly affected by climate change. Remote sensing and Geographical Information Systems (GIS) technologies have been widely used to analyze and monitor this kind of resources. Overall aim of this study is to evaluate the land use affecting water quality of the Mamasun Dam using remote sensing and GIS data. To reach the main objective of the study, the quality of drinking water covered by the Mamasun Dam will be analyzed and physico-chemical analyzes will be conducted to assess the trophic levels. Samples taken from the dam will be analyzed in the laboratory and the results will be processed on the satellite image. Also, to monitor the changes around the dam and RapidEye remote sensing data will be used to determine land use in the region. Especially, the cultivated agricultural area around the dam and residential areas (villages) will be analyzed to determine the effects of these areas to the Mamasun Dam. RapidEye satellite imagery will be used to analyze land use and detect changes in the region. Supervised image classification will be used to process our data. Six classes including agricultural, forested, water, non-agricultural fields, buildings, and road will be taken into use in supervised image classification. Field work will be used for accuracy assessment analysis. ENVI 5.1 software will be used to process all remote sensing data analysis. Also, all data will be moved to the ArcGIS environment and of the zones will be created to show the effects of the dam's water pollution. Aksaray's drinking water is provided from the Mamasun Dam. Therefore, there is a need to evaluate the water quality, to determine the factors of pollution, and to take the necessary precautions in the region. The results of the study important for public health and related institutions such as Concerned Municipality, Provincial Directorate of Environment, and Urban Planning, Provincial Health Directorate.

Keywords: Remote sensing, GIS, Mamasun Dam, Water quality

1.GİRİŞ

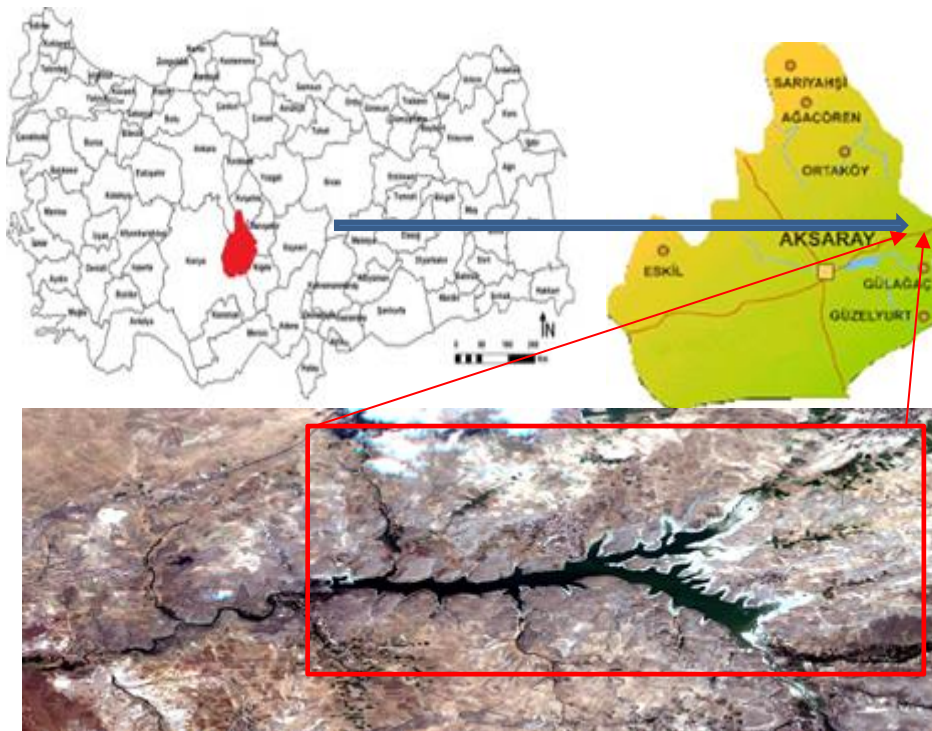
Hidrolojik araştırmalarda temel ilgi alanlarından birisi, su kalitesini etkileyen unsurların belirlenmesi konusundadır. Yüzeysel suları, su ekosistemleri için yaşamsal önemde olan çözünmüş halde çok sayıda kimyasal madde türü içerir; ancak mikroorganizmaların aşırı biçimde artması su kalitesini düşürerek birçok organizmanın sağlığını tehdit edecek boyutlara ulaşır. Endüstriyel ve evsel atıkları taşımaları sebebiyle nehir ve havzaları kirlenme olasılığı en yüksek su kütleleri arasındadır. Yerleşim merkezleri, endüstriler ve tarımsal etkinliklerden kaynaklanan atık suların akarsulara boşaltılması sonucu, suların bu atıkları özümleme kapasitesi aşılamakta ve kirlenme durumu istenmeyen boyutlara ulaşabilmektedir. İlgili durum su kaynaklarının kalitesinin belirlenmesine ve değerlendirilmesine yönelik çalışmaların yapılmasını gerekli kılmıştır. Gerçekten de son yıllarda başta gelişmiş

ülkeler olmak üzere dünyanın hemen hemen her yerinde suyun kalitesi ve korunmasına yönelik çalışmalar artmıştır. Bu durum su kalitesi ile ilgili üretilen kararların kullanılması; yönetim mekanizmasının hızlı, etkin, bilgiye dayalı karar üreten, objektif, verimli ve ekonomik çalışması için bilgi teknolojilerine olan ihtiyacı ortaya çıkarmıştır. Zira günümüzde bilgisayar destekli veri analizi ve görselleştirme araçları, su kaynaklarının korunması, geliştirilmesi ve yönetimi çalışmalarında önemli rol oynamaktadır. Böylece son yıllarda Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama eşliğinde gerçekleştirilen çalışmalar da önem kazanmıştır. CBS teknolojileri, günümüzde ekolojik analizlerde ve modelleme alanında hızla gelişen bir ilerleme kaydetmiştir (Altuntaş C., ve Çorumluoğlu Ö., 2002). CBS'nin olası uygulamaları, betimsel haritalama uygulamalarından bütüncül ekolojik değerlendirme yaklaşımlarına, tüm konumsal ölçekler ve çok farklı ekosistem tiplerine kadar geniş bir alanı kaplar. Bu sistemlerin tümü, çevresel olarak hassas alanların değerlendirilmesi, koruma çabalarının yürütülmesi ayrıca kazanım, korunum ve gelişim için alternatif planların üretilmesinde geleneksel yöntemlerden tümüyle daha etkin ve faydalı olduklarını kanıtlamıştır.

Bu çalışmada, Aksaray İli Mamasın Barajından içme suyunun buradan karşılanmasından dolayı su kalitesinin ve çevre kirliliğinin UA ve CBS uygulama yardımıyla verilerin elde edilmesi ve bu veriler (uydu görüntüler) yardımıyla gereken önlemler alınması için gerekli analizler yapılmıştır.

2. ÇALIŞMA ALANI

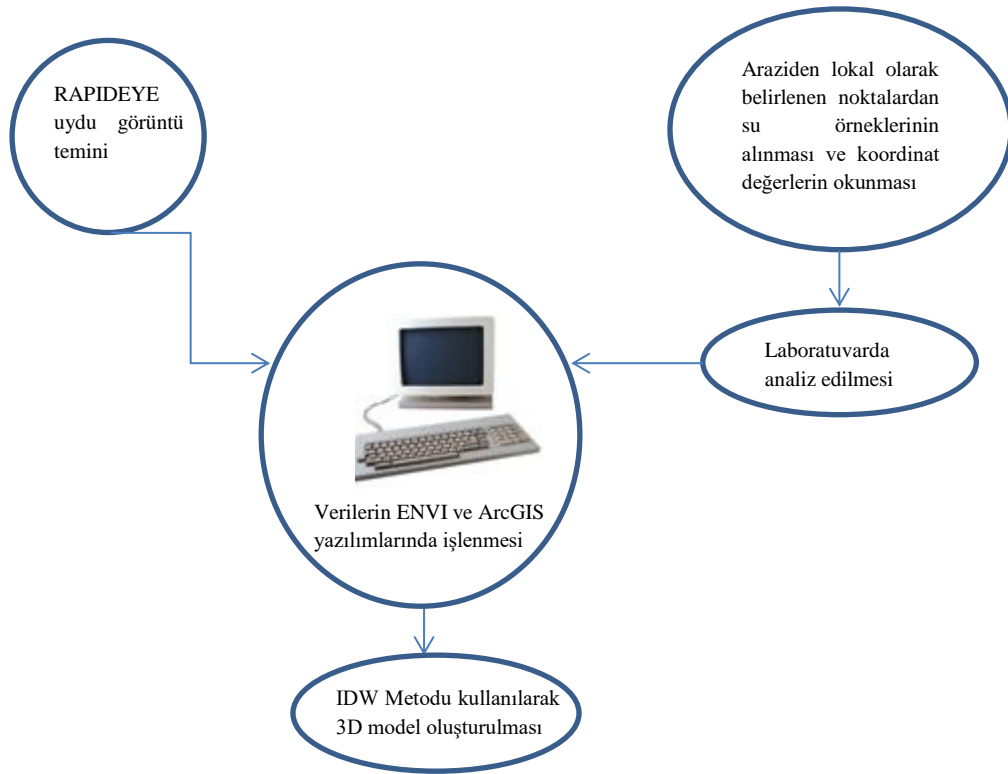
Aksaray; Edirne, İstanbul, Ankara, Adana, İskenderun karayolu ile Samsun, Kayseri, Konya, Antalya karayolu üzerindedir. 33-35 derece doğu meridyenleri ile 38-39 derece kuzey paralelleri arasında yer alır. Doğuda Nevşehir, Güneydoğuda Niğde, Batısında Konya ve Kuzeyde Ankara ile Kuzeydoğuda Kırşehir ile çevrilidir. Yüzölçümü 7626 km²'dir. Çalışma alanı, Aksaray ilinde bulunan Mamasın Barajıdır. (Şekil 1). Mamasın Barajı Aksaray'ın 12 km doğusundaki Ulurmak Çayı üzerine kaya dolgu tipinde yapılmış olan baraj sulama amacıyla kullanılmaktadır. Baraj 5 yılda bitirilmiş ve 14.477.000 liraya mal olmuştur. Barajın gövde hacmi 400.000 m³, yüksekliği 44,90 m, normal su kotunda göl hacmi 165.80 hm³, normal su kotunda gölalanı ise 16,20 km²'dir. Mamasın barajı ile yaklaşık 24,854 ha'lık alan sulanmaktadır. Ayrıca Mamasın Barajı 1962 yılında hizmete açılan sulama projesinde Türkiye'de uygulamaya geçen ilk sulama alanıdır. Şehrin içme suyunun ortalama olarak % 45'i bu barajdan karşılanmaktadır (URL-1).



Şekil 1. Çalışma alanı-Mamasın Barajı

3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu proje boyunca yapılan çalışma aşamaları Şekil 2' de verilmiştir.



Şekil 2. Çalışma aşamaları

3.1. RAPIDEYE Uydu Görüntüsü Ve Temini

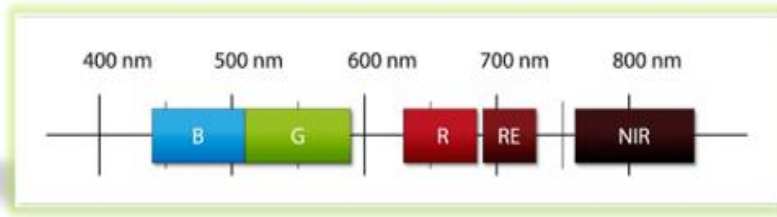
Bu çalışmada Aksaray ili Mamasun Barajına ait çevre kirliliği analizi ve su kalitesinin konumsal analiz işlemi için gerekli RAPIDEYE uydu görüntüsü kullanılmıştır (Şekil 3). Bu uydu görüntüsü NİK İnşaat Tic. Ltd. Şti.'nden temin edilmiştir. Kullanılan uydu verisi 13.08.2015 tarihli ve çok bantlıdır. Görüntüdeki her bir piksel yeryüzünde 2.5×2.5 m2 gibi bir alanı kapsamaktadır. RAPIDEYE uydusunun bant aralıkları çevre analizinde etkin bir çözüm olmuştur.



Şekil 3. Çalışma alanına ait RAPIDEYE uydu görüntüsü

RapidEye uydusu üzerinde bulunan Red-Edge Bandı, ticari olarak ilk kez bir uydu üzerinde bulunan bir bant aralığıdır. Bu bant aralığı, klorofil içeriği içindeki değişimlere karşı hassastır. Yapılan çalışmalarda bu bandın vejetasyon sağlığının izlenmesi, biokütle içindeki protein ve nitrojen içeriğinin ölçülmesi ve ürün ayırımının daha rahat yapılabilmesine olanak sağlamaktadır. Uygulama alanları tarım, ormancılık, güvenlik ve acil durum, çevre, enerji ve alt yapı gibi alanlarda kullanılmaktadır.

Rapideye uydunun teknik özellikleri ise yersel örnekleme 6.5m, yörünge yüksekliği 630km, piksel boyutu 5m, spektral bantlara (blue, green, red, red-edge, nır) sahiptir (Şekil 4).



Şekil 4.

RAPIDEYE uydu görüntüsünün spektral bant aralığı

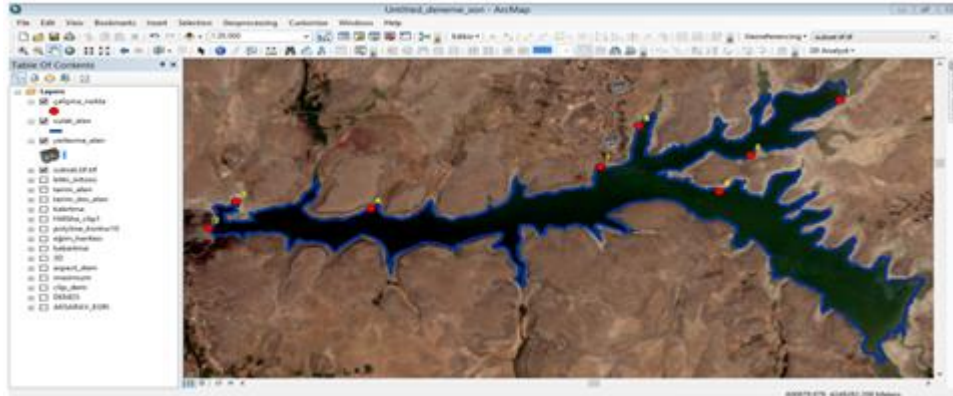
3.2. Su Kalite Analiz İşlemi

Çalışma alanı olan Aksaray İli Mamasun Barajı etrafındaki arazi kullanımlarının su kalitesine etkisini incelemek için barajda 8 noktadan su örnekleri alınmıştır. Alınan bu numuneler için ayrıca koordinatlarda okunmuştur. Bu koordinatlar Çizelge 1’de belirtilmiştir;

Çizelge 1. Lokal koordinat değerleri

NoktaAdı	X Koordinatı	Y Koordinatı
1	4251089.180	598815.521
2	4251410.482	599075.558
3	4251325.355	600349.347
4	4252645.276	604795.014
5	4251966.050	603951.072
6	4251521.549	603665.321
7	4253480.130	602504.520
8	4253365.740	602497.500

Çalışma alanına ait lokal koordinatlardan 8 adet su örnekleri alındı (Şekil 5).



Şekil 5. Lokal çalışma noktaları

Mamasun Barajından alınan su örneklerini toplandıktan sonra Çevre Mühendisleri ile beraber analiz edilmiştir. Alınan örnekler üzerinden pH, sıcaklık, elektrik iletkenliği (EC), çözülmüş oksijen (C.O), ve fosfat değerlerine bakılmıştır. Proje zamanı ve bütçesinin kısıtlı olması sebebi ile su numuneleri örnek nokta sayıları ve yapılan su analizi parametreleri kısıtlı tutulmak zorunda kalmıştır. Bu parametrelerin değerleri Çizelge 2’de belirtilmiştir;

Çizelge 2. Alınan su örneklerin değerleri

Nokta Adı	pH	Sıcaklık °C	EC $\mu\text{s}/\text{cm}$	C.O mg/L	Fosfat mg/L	Fosfat fosfor mg/L
1	8.81	27.3	441	7.78	0.3867	0.1258
2	8.90	27.4	439	8.04	0.0000	0.0000
3	8.90	26.8	441	7.73	0.0000	0.0000
4	7.60	26.6	709	6.34	0.2148	0.0700
5	8.03	26.4	541	7.25	0.2905	0.0945

6	8.77	26.3	441	7.94	0.0000	0.0000
7	8.77	26.3	459	7.74	0.0000	0.0000
8	8.77	26.6	465	7.14	0.0000	0.0000

Su kalitesine etki eden parametrelerden daha çok fizikokimyasal olanlar incelenmiştir. Ölçülen bu değerler “Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği” esaslarına uygun olarak değerlendirilmiştir. İçme suyu standartları Çizelge 3’te belirtilmiştir.

Çizelge 3. Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (Fiziksel ve İnorganik Kimyasal Parametreler)

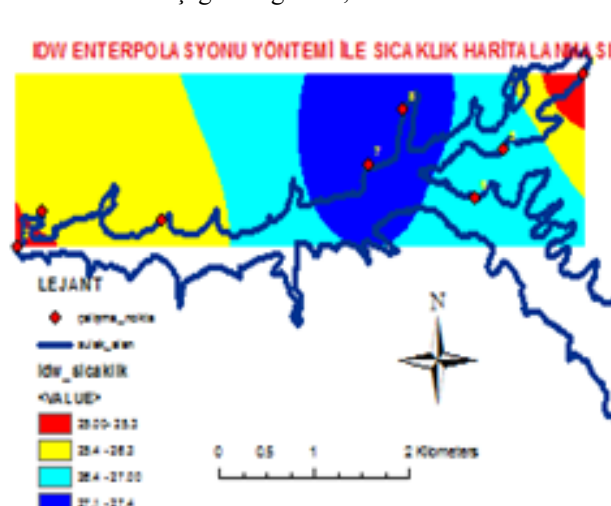
Su Kalite Parametreleri	SU KALİTE SINIFLARI			
	I	II	III	IV
Sıcaklık (0°C)	25	25	30	30
pH	6. 5-8. 5	6. 5-8. 5	6. 0-9. 0	6. 0-9. 0 dışında
Çözünmüş Oksijen (mg O ₂ /l)	8	6	3	3
Oksijen Doygunluğu (%)	90	70	40	40
Klorür iyonu(mg Cf/1)	25	200	400	400
Sülfat İyonutm(g SO ₄ ⁻² /1)	200	200	400	400
Nitrit Azotu (mg NO ₂ ⁻ -N/1)	0. 002	0. 01	0. 05	0. 05
Nitrat Azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/1)	5	10	20	20
Toplam fosfor (mg PO ₄ ⁻³ -P/1)	0. 02	0. 16	0. 65	0. 65
Toplam Çözünmüş Madde(mg/1)	500	1500	5000	5000
Renk(Pt-Co birimi)	5	50	300	300
Sodyum (mg Na ⁺ /l)	125	125	250	250

Kaynak: Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği

4.SONUÇ

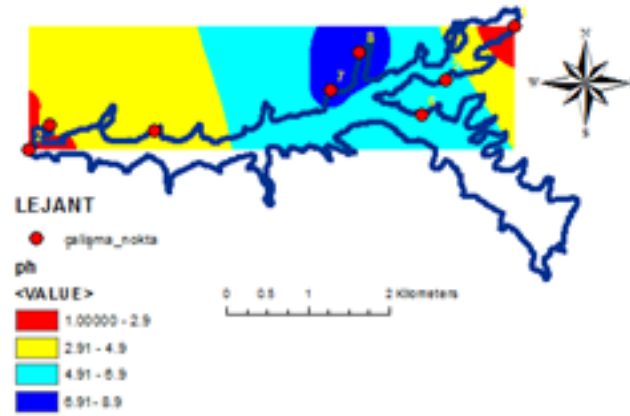
Çalışma neticesinde Mamasun Barajındaki arazi kullanımlar ve su kalitesine etki eden parametreler ph (Şekil 5), sıcaklık(Şekil 6), elektrik iletkenliği (Şekil 7), çözünmüş oksijen (Şekil 8) ve fosfat (Şekil 9) değerlerine göre CBS ve UA kullanılarak tespit edilmiştir. Ölçülen değerler neticesini “Su Kirliliği Kalite Yönetmeliğine” göre değerlendirilmiştir.

Çalışmanın sonuçlandırılması ile CBS ve UA kullanılarak Aksaray ilinin en temel su kaynağı olan Mamasun Barajının su kalitesi modellemesi yapılmıştır. Bu modelleme işlemi ArcGIS yazılımındaki IDW metodu kullanılarak yapılmıştır. Bu modeller aşağıdaki gibidir;



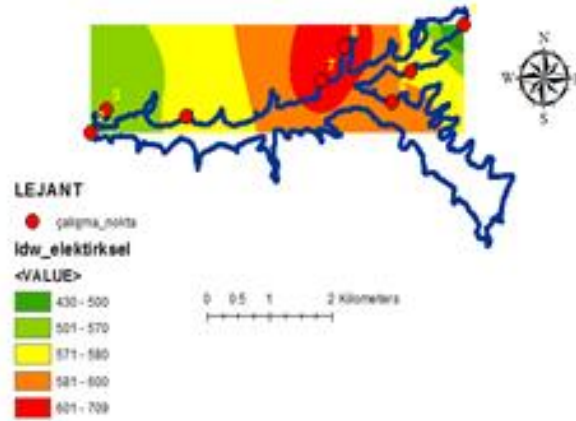
Şekil 5. IDW yöntemi ile sıcaklık değerlerine göre haritalanması

IDW ENTERPOLASYONU YÖNTEMİ İLE PH HARİTALANMASI



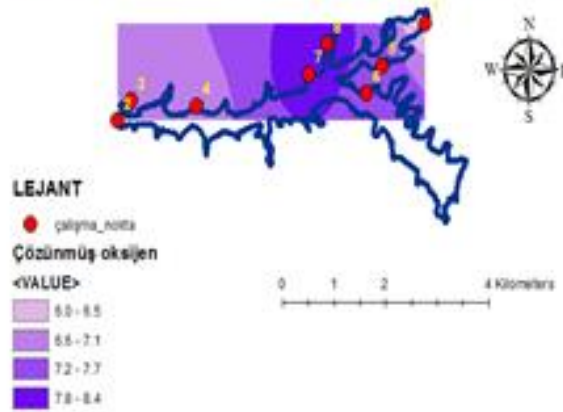
Şekil 6. IDW yöntemi ile pH değerlerin haritalanması

IDW ENTERPOLASYONU YÖNTEMİ İLE ELEKTRİKSEL İLETKENLİK HARİTALANMASI



Şekil 7. IDW yöntemi ile elektriksel iletkenlik haritalanması

IDW ENTERPOLASYONU YÖNTEMİ İLE ÇÖZÜNÜŞ OKSİJEN HARİTALANMASI



Şekil 8. IDW yöntemi ile çözünmüş oksijen değerlerine göre haritalanması

Modelleme ve ölçüm sonucunda bulunan değerlere göre;

Sıcaklık: Mamasun Barajındaki su sıcaklık değerleri için 8 farklı istasyondan yüzeysel olarak kıyıda alınan örnekler sonucunda ortalama sıcaklık değeri 26.7°C ölçülmüştür. Sıcaklık istasyonlarına göre farklılık göstermiştir. 1. İstasyondaki su numunesi baraj girişinden alınmıştır ve oldukça sıgıdır. Bu yüzden diğer noktalara göre sıcak çıkmıştır. Sıcaklık biyolojik aktivite hızını artıran oksijen doygunluğunu azaltan önemli bir iklimsel faktördür.

pH: Bir gölün pH'ı ölçülerek o gölün serbest karbondioksit miktarı, alkalik veya asidik olduğu saptanabilir. Suyun asitlik özelliğinin bir göstergesi olan pH, sudaki canlı yaşamını etkileyen önemli faktörlerdendir. Suyun yüksek pH değerleri göstermesi durumunda amonyak ve azot bileşiklerinin zararlı etkileri artar. Ölçümler sonucu olarak ortalama pH değeri 8.569 olarak saptanmıştır. Bu da tablo 3 göre 3. Sınıf ya da 4. Sınıf olduğunu gösterir.

Çözünmüş oksijen: Herhangi bir zamanda suda saptanan oksijen miktarı, o andaki suyun sıcaklığına, su yüzeyinde atmosferik gazın kısmi basıncına, suda çözünmüş tuz yoğunluğuna ve biyolojik olaylara bağlıdır. Araştırma alanında yapılan incelemede çözünmüş oksijen 6.34-8.04mg L arasında ölçülmüştür. Bu değerlere göre, su kirliliği kontrol yönetmeliğinde yüzeysel su kaynakları için belirtilen değere göre Tablo 3'te değerine göre su kalitesi 2. Sınıf olarak değerlendirilmiştir.

Fosfat: Fosfatın evsel ve organik atıklarla artması sonucu sularda istenmeyen alg artışı ve ötrofikasyon olayı görülebilir. Fosfat miktarı 0,3 mg/l'den yüksek ise kirlenmeden söz edilebilir. Doğal sularda toplam fosfor yoğunluğu; havzanın morfometresine, bölgenin jeolojik yapısının kimyasal içeriğine, suya karışan organik madde olup olmadığına ve sudaki organik metabolizmaya bağlıdır (Tanyolaç 1993). Fosfat su depolarında alglerin üremesini kolaylaştırır. Bu nedenle içme suyunda koku ve tat problemlerine yol açabilir. Bu sebepten içme suyunda fazla bulunması istenmez (Giritlioğlu 1975). Çalışma alanında özellikle yerleşme yerine yakın alanlarda ve tarla ağzında yapılmıştır. Amaç tarladan herhangi bir gübre veya fosfat suya aktığını incelemek için yapılmıştır. Çalışma noktalarından alınan örneklerde genelde 0,3 mg/L den düşük olduğu gözlenmiştir.

Elektriksel iletkenlik: Çözünmüş organik maddelerin miktarı ya da bir başka ifade ile tuzluluğa göre belirlenen iletkenlik değeri ortalama olarak 492µS/cm olarak bulunmuştur. Elektriksel iletkenlikle suda iyon varlığını araştırmak için yapılır. İletkenlik yalnızca H₂O molekülleri ile oluşan saf su hiç elektrik geçirmez; dolayısıyla iletkenlik değeri sıfırdır. Su içinde iyonize olan mineraller su içinde elektrik akışına izin verirler. Bu sebeple, su içinde bulunan mineral miktarı yükseldikçe suyun iletkenlik değeri yükselir.

Çalışmaların sonucunda yönetmeliğe göre çözünmüş oksijen parametresine dikkate alırsak 2. Sınıf kalitededir. Yani "Az kirlenmiş sular (H. Sınıf)"dır. Bu da şunu ifade eder;

İleri veya uygun bir arıtma ile içme suyu olarak

Rekreasyonel amaçlar için

Balık üretimi (Alabalık hariç)

Sulama suyu olarak

I. Sınıf sular dışında kalan diğer kullanımlar için kullanılır.

Çalışma alanının analiz sonucundaki pH değerinin yönetmeliğe göre değerlendirirsek 3.sınıf kalitededir. Bu da "Kirlenmiş Sular " sınıfında olduğunu gösterir. Kirlenmiş sular; gıda, tekstil gibi kaliteli su gerektiren sanayiler hariç, uygun bir arıtmadan sonra sanayide kullanılan sulardır. Sonuç olarak çalışmalarda CBS ve Uzaktan Algılamanın kirlilik analizinde kullanılmaktadır. Barajlardaki kirlenmeye sebep olan etmenlerin son teknolojik gelişmeler ile belirlenmektedir.

KAYNAKLAR

Altuntaş C., Çorumluoğlu Ö., 2002, Uzaktan Algılama görüntülerinde dijital görüntü İşleme ve RSImage yazılımı, Selçuk Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Öğretiminde 30. Yıl Sempozyumu,16-18 Ekim 2002, Konya

Barlas, M., 1995, Akarsu Kirlenmesinin Biyolojik ve Kimyasal Yönden Değerlendirilmesi ve Kriterleri. Doğu Anadolu Bölgesi I. Ve II. Su Ürünleri Sempozyumu, 465-479s, Erzurum.

Egemen, Ö. ve Sunlu, U., 1996, Su Kalitesi, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayın No:14, Ege Üniversitesi Basımevi Bornova-İzmir.

Foyrap, A., 1992, Erzurum İlinde Yapılan Sulama Amaçlı Göletlerin Durumu, Yeterlilikleri ve Sorunları Üzerine Bir Araştırma, Erzurum.

Giritlioğlu T., 1975, İçme Suyu Kimyasal Analiz Metotları. İller Bankası Yayını, No:18, Ankara.

Kalyoncu H., 2006, Isparta Deresi Su Kalitesinin Fizikokimyasal Parametrelere Ve Epilitik Diyatomelere Göre Belirlenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 22 Ağustos 2006, Kabul : 26 Eylül 2006.

Oruç, M., Marangoz, A.M., ve Karakiş, S., 2007, Pan-Sharp Landsat 7 ETM+ Görüntüsü Kullanılarak Piksel-Tabanlı ve Nesne-Tabanlı Sınıflandırma Yaklaşımlarının Karşılaştırılması. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 2-6 Nisan 2007, Ankara.

Prof .Dr. Çağatay Güler, Su Kalitesi, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No:43

Taş B., Derbent Baraj Gölü (Samsun)Su Kalitesinin İncelenmesi, On Dokuz Mayıs Üniversitesi, Ordu Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 52750 Perşembe-Ordu

Tepe Y., Ateş A., 2006, Hasan Çayı (Erzin-Hatay) Su Kalitesi Özellikleri ve Aylık Değişimleri E.Ü. Su Ürünleri Dergisi 2006 E.U. Journal of Fisheries&AquaticSciences 2006 Cilt/Volume 23, Ek/Suppl. (11): 149-154 Su Ürünleri Temel Bilimler / Hydrobiology, Mustafa Kemal Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 31040, Antakya, Hatay, Türkiye.

Yılmaz F., Mumcular Barajı (Muğla-Bodrum)'nın Fiziko-Kimyasal Özellikleri, Muğla Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Kötekli-MUĞLA.

Tanyolaç J., 1993, Limnoloji (Tatlı Su Bilimi). Cumhuriyet Üniversitesi Yayını, Sivas

Url-1: http://www.nik.com.tr/content_sistem_uydu.asp?id=24erişim:30/09/2015