

Su Kalitesi Parametreleri ve Spektral Yansıma Değerleri Arasındaki İlişkinin Modellenmesinde İstatistiksel Analizler

Dilan Haşlak^{1,*}, Emin Özgür Avşar²

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Coğrafi Bilgi Teknolojileri Anabilim Dalı, Çanakkale

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Çanakkale

Özet

Su, yaşamın sürdürülebilmesi için gerekli olan en önemli doğal kaynaklardan biridir. Günümüzde, yoğun nüfus artışı, aşırı ve bilinçsiz tüketim, hızlı ve plansız kentleşme, sanayileşme, kimyasal gübreler ve kuraklık gibi etmenler su miktarının azalmasına ve su kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. Bu nedenle su kalitesinin zaman içerisindeki değişikliklerin analiz edilmesi, izlenmesi ve değerlendirilmesi ve kirletici unsurların belirlenmesi önemlidir. Bu çalışmada, çoklu doğrusal regresyon, polinom regresyonu ve yanıt yüzey regresyonu yöntemleri kullanılarak su kalitesi parametrelerinin analizi, analizin matematiksel olarak ortaya konulması ve bunu araştırarak algoritmaların geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla biyolojik parametrelerden klorofil-a, fiziksel parametrelerden askıda katı madde, kimyasal parametrelerden hidrojen iyonu su kalitesi parametrelerinin analizinde Göktürk-2 uydu görüntülerinin spektral yansıma değerleri kullanılmıştır. Su kalitesi parametrelerinin analizi için uydu görüntülerindeki spektral bantların tüm kombinasyonları ile matematiksel modeller oluşturulmuştur. Tüm verilerin ve oluşturulan modellerinin gerçekleştirilmesi için Matlab tabanlı bir algoritma geliştirilmiştir. Su kalitesi parametrelerinin analizinde kullanılan yöntemlerin performansı karesel ortalama hata, ortalama mutlak yüzde hata, ortalama mutlak hata, determinasyon katsayısı ve korelasyon katsayısı istatistiksel indeksleri kullanılarak ölçülmüştür. Çalışmanın sonucunda su kalitesi parametrelerinin her biri için deneysel ilişkiler elde edilmiş ve doğruluk analizi sonucuna göre su kalitesi parametrelerinin dağılım haritaları üretilmiş ve değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda önerilen algoritmanın, uzaktan algılama teknikleri kullanılarak su kalitesi parametrelerinin analizine ve su kalitesi dağılımının belirlenmesine yönelik olarak kullanılabilir bir yaklaşım olduğu değerlendirilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Su Kalitesi, Uzaktan Algılama, Regresyon, Doğruluk Analizi

Statistical Analysis of Modelling the Relationship Between Water Quality Parameters and Spectral Reflectance Values

Abstract

Water is one of the most important natural resources for the sustainability of life. Today, factors such as intense population growth, excessive and unconscious consumption, rapid and unplanned urbanization, industrialization, chemical fertilizers and drought cause a decrease in the amount of water and water quality. Therefore, it is important to monitor and evaluate the temporal changes in water quality and to identify the pollutants. In this study; it is aimed to analyse water quality parameters using multiple linear regression, polynomial regression and response surface regression methods, to define the analysis mathematically and to develop algorithms to investigate this. For this purpose, spectral reflectance values of Göktürk-2 satellite images were evaluated for the analysis of water quality parameters such as chlorophyll-a from biological parameters, suspended solids from physical parameters, hydrogen ion from chemical parameters. Mathematical models were generated with all combinations of spectral bands of the satellite images for the analysis of water quality parameters. A MATLAB-based algorithm has been developed to realize all data and generated models. The performance of the methods used in the analysis of water quality parameters was measured using statistical indexes of mean square error, mean absolute percentage error, mean absolute error, determination coefficient and correlation coefficient. As the result of the study, experimental relationships for each of the water quality parameters were obtained and distribution maps of the water quality parameters were produced and evaluated according to the results of the accuracy analysis. The algorithm proposed as a result of the study is considered to be a useful approach for analysing water quality parameters and determining water quality distribution using remote sensing techniques.

Keywords: Water Quality, Remote Sensing, Regression, Accuracy Analysis

1. Giriş

Su, yaşamın sürdürülebilmesi için gerekli olan en önemli doğal kaynaklardan biridir (Usali ve İsmail2010). Günümüzde; yoğun nüfus artışı, aşırı ve bilinçsiz tüketim, hızlı ve plansız kentleşme, sanayileşme, tarımda kullanılan kimyasal gübreler, zirai mücadele ilaçları ve kuraklık gibi nedenler su miktarının azalmasına ve su kalitesinin azalmasına neden olmaktadır. Bu nedenle su kalitesinin zaman içerisindeki değişikliklerin analiz edilmesi, izlenmesi ve değerlendirilmesi ve kirletici unsurların belirlenmesi önemlidir. Su kalitesi, genel olarak, suyun fiziksel, kimyasal, biyolojik ve estetik özellikleriyle tanımlanır (Cüce ve Bakan 2009). Klasik yöntemlerle su kalitesinin analiz edilmesi yüksek doğrulukla sonuç elde edilse de yoğun emek gerektiren ve zaman alan bir süreçtir. Uydu teknolojisindeki

* Sorumlu Yazar: Tel: (0286)2180018 E-posta: haslakdilan@gmail.com

gelişmeler ile uzaktan algılama teknikleri su kalitesinin analiz edilmesinde önemli bir araç haline gelmiştir (Gholizadeh vd. 2016).

Su kalitesi parametrelerini farklı yansıtım değerleri kullanarak tespit etmek için literatürde çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Chang ve Vannah 2013). Her nesnenin yansıtım özelliği fiziksel özelliklerine bağlı olarak farklı değerlere sahip olmaktadır (Slonecker vd. 2016). Yansıtım değerleri; Klorofil-a (Chl-a), Askıda Katı Madde (AKM) ve pH gibi farklı su kalitesi parametrelerini tespit etmek için kullanılabilir (Gholizadeh vd. 2016).

Uzaktan algılama teknikleri 1970'lerden beri kullanılmaktadır. Günümüzde su kalitesi parametrelerin orta ve yüksek doğrulukla analiz edilmesinde yaygın olarak kullanılmaya devam etmektedir (Ritchie vd. 2003; Alparslan vd. 2007; Bhatti vd. 2008; Hellweger vd. 2014). Su kalitesi parametrelerinin doğru bir şekilde analiz edilmesi ve izlenmesi için kullanılacak uzaktan algılama teknikleri; ölçülen maddeye, konsantrasyonuna, etkileyen çevresel faktörlere ve sensör özelliklerine bağlıdır. Bu nedenle, su kalitesi çalışmalarında kullanılacak algılayıcının mekansal, spektral ve zamansal çözünürlük bilgisi önem taşımaktadır (Gholizadeh vd.2016). Göllerin dinamik koşulları, yüksek mekansal ve spektral çözünürlüklere sahip algılayıcıların elde ettikleri verinin; ek veri ve algılayıcılar ile kontrolünün yapılmasını gerektirmektedir. Bu nedenle, uzaktan algılama ve klasik ölçme yöntemlerinin entegre bir şekilde kullanımı ile su kalitesi parametrelerin analizi hakkında gerçek zamanlı ve daha fazla bilgi elde edilmektedir.

Literatür araştırması sonucunda farklı uydu algılayıcıların spektral bantları ve bu bantların oranları kullanılarak su kalitesi parametrelerinin analiz edilmesi ve izlenmesi için birçok algoritmalar geliştirildiği görülmektedir (Dihkan vd. 2011; Khattab ve Merkel, 2014; Abdelmalik, 2016; Batur, 2019). Bununla birlikte araştırma alanına ait uydu algılayıcıların spektral bantlarının tüm kombinasyonları ele alınarak çoklu doğrusal regresyon (MLR), polinom regresyon (PR) ve yanıt yüzey regresyon (RSR) gibi veri madenciliği yöntemleri ile su kalitesi parametrelerin analizinde nasıl bir sonuç elde edileceği konusunda herhangi bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu anlamda çalışmanın amacı, Türkiye'nin ilk yüksek çözünürlüklü yer gözlem uydusu Göktürk-2 uydu görüntüsünün spektral yansıtım değerleri ve arazi ölçme verileri ile çoklu doğrusal regresyon, polinom regresyonu ve yanıt yüzey regresyonu yöntemleri kullanılarak su kalitesi parametrelerinin analizi, analizin matematiksel olarak ortaya konulması ve bunu araştırarak algoritmaların geliştirilmesidir. Bu amaçla biyolojik parametrelerden klorofil-a, fiziksel parametrelerden askıda katı madde ve kimyasal parametrelerden hidrojen iyonu kullanılmıştır. Su kalitesi parametrelerinin analizi için uydu görüntülerindeki spektral bantların tüm kombinasyonları ile matematiksel modeller oluşturulmuştur. Tüm verilerin ve oluşturulan modellerinin gerçekleştirilmesi için Matlab tabanlı bir algoritma geliştirilmiştir. Su kalitesi parametrelerinin analizinde kullanılan yöntemlerin performansı karesel ortalama hata, ortalama mutlak yüzde hata, ortalama mutlak hata, determinasyon katsayısı ve korelasyon katsayısı istatistiksel indeksleri kullanılarak ölçülmüştür.

Çalışmanın sonucunda su kalitesi parametrelerinin her biri için deneysel ilişkiler elde edilmiş ve doğruluk analizi sonucuna göre su kalitesi parametrelerinin dağılım haritaları üretilmiş ve değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda önerilen algoritmanın, uzaktan algılama teknikleri kullanılarak su kalitesi parametrelerinin analizine ve su kalitesi dağılımının belirlenmesine yönelik olarak kullanılabilir bir yaklaşım olduğu değerlendirilmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Çalışma Verileri

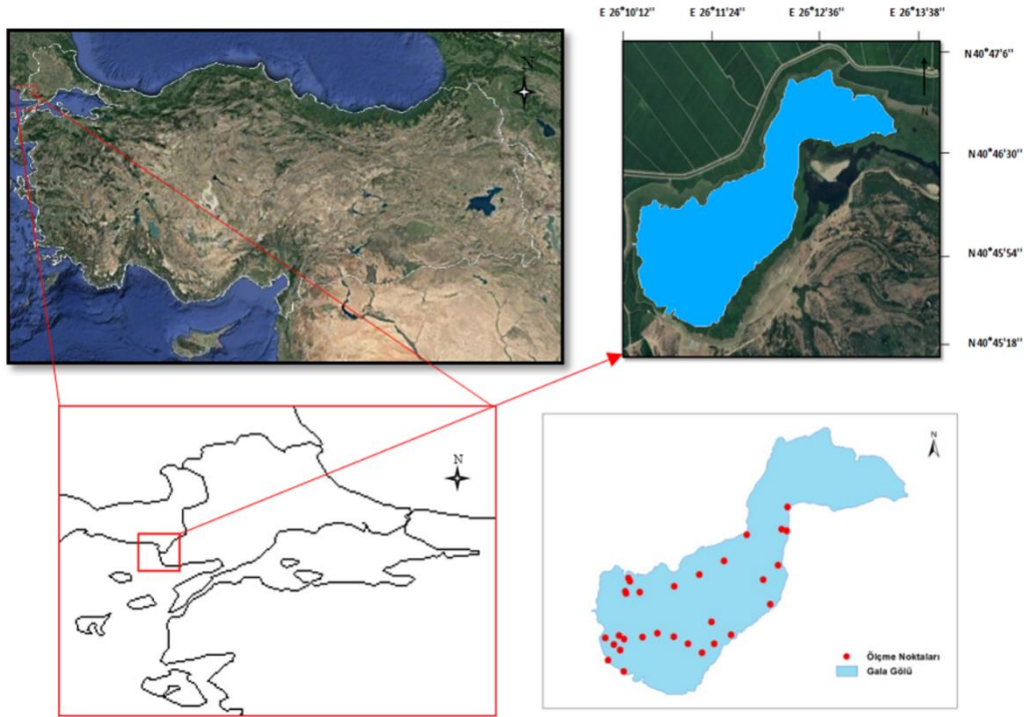
Çalışma verileri, araştırma yapılacak alanda kullanılacak uydu görüntüleri, arazi verileri ile araştırma yöntemine ilişkin gerekli verilerin bütününden oluşmaktadır.

Çalışma alanı, Türkiye'nin kuzeybatısındaki Meriç Nehri deltasında yer alan, önemli bir sulak alan olan ve milli park niteliği taşıyan Gala Gölü (40°46'11"N, 26°11'14"E) ve çevresini kapsamaktadır (Şekil 1). Çalışma alanında yapılan arazi çalışmalarında 21 Ağustos 2016 tarihinde 30 farklı noktadan örnek su numuneleri alınmış ve analizlerde aynı tarihli araştırma alanına ait Göktürk-2 uydu görüntüsü kullanılmıştır (Batur, 2019). Göktürk-2 uydu görüntüsünün teknik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

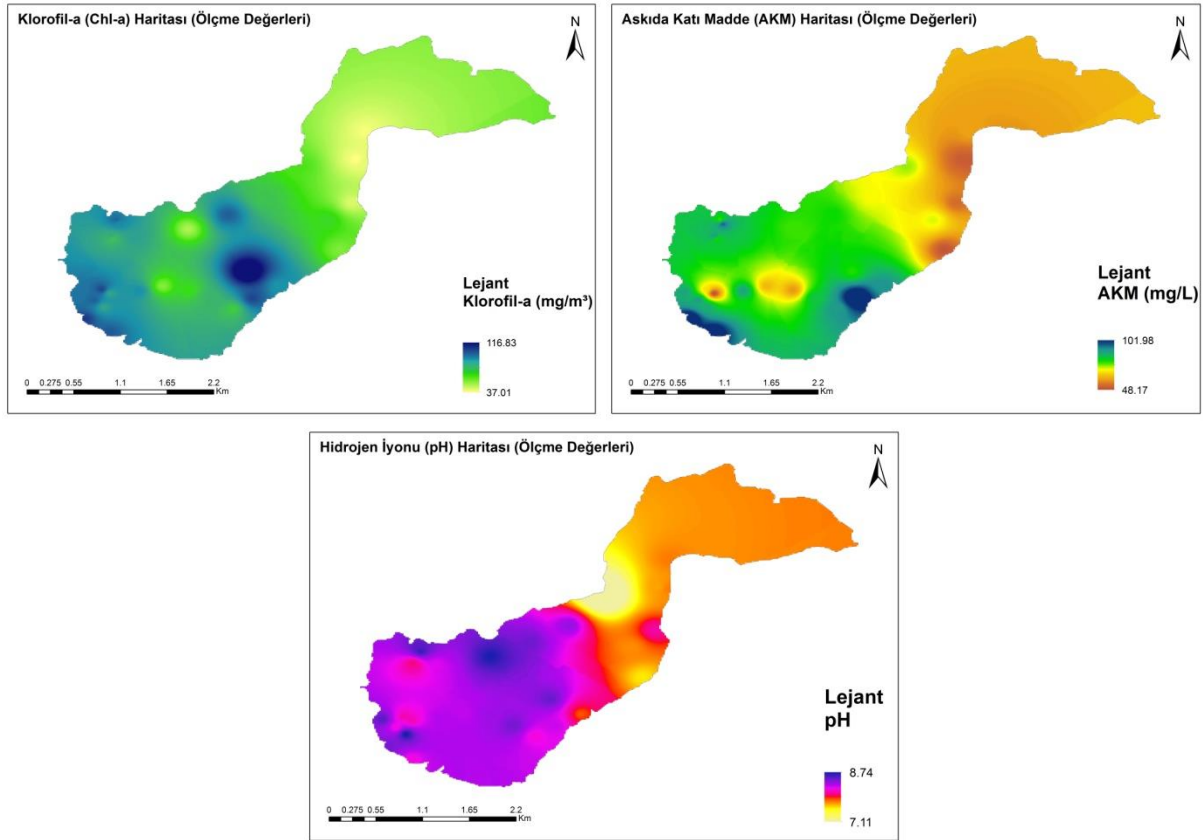
Tablo 1. Göktürk-2 teknik özellikleri

Kullanılan Bantlar ve Dalga boyları(μm)	Mekansal Çözünürlük (m)	Zamansal Çözünürlük (gün)	Radyometrik Çözünürlük (bit)
Bant 0 (Pan) : 0.42-0.75 μm	2,5 m	+/- 5° çekim açısı 11 gün, +/- 30° çekim açısı 2-3 gün	11
Bant 1 (Kırmızı) : 0.57-0.75 μm	5 m		
Bant 2 (Yeşil) : 0.47 - 0.75 μm			
Bant 3 (Mavi) :0.43 - 0.57 μm			
Bant 4 (Yakın Kızılötesi) : 0.72 - 0.92 μm			

Örnek noktalardan alınan numunelerin su kalitesi parametrelerinin analizlerinde; suyun fiziksel özelliğine bağlı olarak pH ölçmeleri arazi çalışması sırasında, biyolojik özelliğine bağlı olarak klorofil-a ve kimyasal özelliğine bağlı olarak askıda katı madde ölçmeleri ise laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir. Su kalitesi parametrelerin analizi sonucunda elde edilen dağılım haritaları Şekil 2'de verilmektedir.



Şekil 1. Çalışma Alanı



Şekil 1. Su kalitesi parametrelerinin ölçme verileri dağılım haritaları

2.2. Analiz Modelleri ve Doğruluk Analizi

Su kalitesi parametrelerinin analizi için Göktürk-2 uydu görüntüsündeki spektral bantların 31 farklı bant kombinasyonları ve arazi ölçme verileri doğrusal regresyon (MLR), polinom regresyon (PR) ve yanıt yüzey regresyon (RSR) modelleri ile matematiksel olarak modellenmiş ve elde edilen denklemlerden klorofil-a, askıda katı madde ve pH kestirimleri gerçekleştirilmiştir. Bant kombinasyonları, aynı parametreye ait farklı bantların yansıtım değerleri arasında bir ilişki olduğunda yetersiz veriyi tespit etmek ve geliştirmek için etkilidir. Analizler Matlab tabanlı bir algoritma geliştirilerek yapılmıştır. Çalışmada kullanılan yöntemlerden çoklu doğrusal regresyon iki veya daha fazla bağımsız değişken ve bir bağımlı değişken arasındaki ilişki hakkında, polinom regresyon; değişkenler arasında doğrusal olmayan ilişkiler hakkında bilgi verirken, yanıt yüzey regresyon ise doğrusal olmayan modelin polinom yaklaşımını bulmaktadır. Matematiksel modelleme oluşturulurken Göktürk-2 uydu görüntüsündeki spektral bantların yansıtım değerleri model girdisi (bağımsız değişken), arazi ölçme verisi ile elde edilen su kalitesi parametreleri ise bağımlı değişken olarak tanımlanmıştır. Daha sonra kestirim değerleri ile laboratuvar ve arazide elde edilen su kalitesi parametrelerinin değerleri arasında regresyon analizi yapılmış ve ölçülen su kalitesi parametrelerinin miktarına karşılık kestirimi edilen su kalitesi parametrelerinin grafikleri elde edilmiştir. Su kalitesi parametrelerinin analizinde kullanılan yöntemlerin performansı karesel ortalama hata (RMSE), ortalama mutlak yüzde hata (MAPE), ortalama mutlak hata (MAE), determinasyon katsayısı (R^2) ve korelasyon katsayısı (R) istatistiksel indeksleri kullanılarak ölçülmüştür. Su kalitesi parametrelerinin MLR, PR ve RSR analiz modelleri oluşturulduktan sonra R ve R^2 incelenerek modelin doğruluk derecesi kontrol edilmiştir.

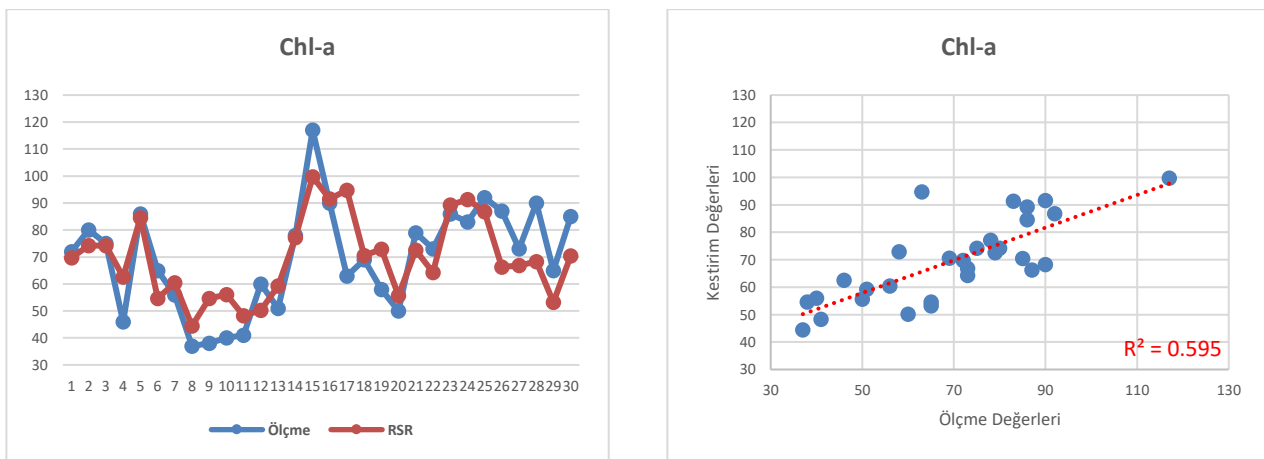
2.2.1. Klorofil-a Analiz Modelleri

Su kütlelerinin biyolojik aktivitelerini sağlıklı bir şekilde sürdürebilmeleri için ihtiyaç duyulan besin maddelerinin gerekenden fazla olması bitkilerin aşırı bir şekilde büyümesine (ötrofikasyon) yol açmaktadır. Ötrofikasyon ise alg/fitoplankton hücrelerinde bulunan klorofil-a seviyesine bağlı olarak belirlenmektedir. Bu kapsamda biyolojik parametrelerden klorofil-a ve Göktürk-2 uydu görüntüsündeki bant ve bant kombinasyonları arasında çoklu doğrusal regresyon, polinom regresyon ve yanıt yüzey regresyon analizleri yapılmış ve analiz sonucunda elde edilen denklemlerden en yüksek korelasyon katsayısına (R^2) sahip olan kombinasyonlar Tablo 2'de sunulmuştur.

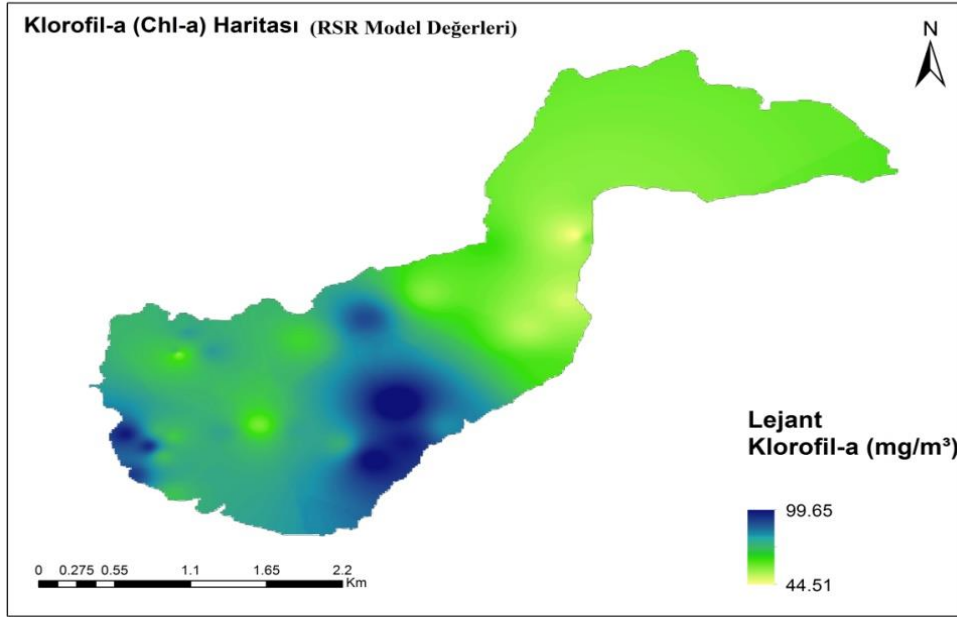
Tablo 2. Klorofil-a değeri ile bant ve bant kombinasyon değerlerinin MLR, PR ve RSR analiz sonuçları

Analiz Yöntemleri	Kombinasyon No	Sabit Terim	Bant3 (x1)	Bant2 (x2)	Bant1 (x3)	Bant4 (x4)	Değişken Sayısı	Örnek Sayısı	RMSE	MAPE	MAE	R	R^2
MLR	KN1	1	1	1	1	1	4	30	16.29	23.23	14.00	0.51	0.26
	KN5	1	1	0	1	1	3	30	16.29	23.17	13.95	0.51	0.26
	KN6	1	0	1	1	1	3	30	16.30	23.36	14.12	0.51	0.26
PR	KN1	1	1	1	1	1	4	30	15.85	18.28	11.21	0.71	0.51
RSR	KN1	1	1	1	1	1	4	30	17.00	15.54	9.59	0.77	0.59

Tablo 2'de klorofil-a değeri ile bant ve bant kombinasyonlarının MLR, PR ve RSR sonucunda en yüksek korelasyon değerleri (R^2) 0.26, 0.51 ve 0.59 olarak elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, istatistiksel analizler arasında en yüksek korelasyon yanıt yüzey regresyon (RSR) yöntemi olarak görülmektedir. RSR yöntemi ile elde edilen analiz modelin denklemi 1'de, Chl-a ölçülen ve analiz edilen konsantrasyon dağılımı Şekil 3'de, dağılım haritası ise Şekil 4'te sunulmuştur.



Şekil 3. RSR modelinin Chl-a ölçülen ve analiz edilen konsantrasyon dağılımı



Şekil 4. RSR modelinin Chl-a dağılım haritası

$$\begin{aligned}
 \text{Göktürk} - 2_{chl-a(mg/m^3)} = & 332.53 - (912.97 * B3_{GK2}) - (34070.89 * B3_{GK2}^2) + (3513.03 * B2_{GK2}) - \\
 & (19448.32 * B2_{GK2}^2) - (1138.13 * B1_{GK2}) + (4590.55 * B1_{GK2}^2) - (25110.75 * B4_{GK2}) + (532979.08 * B4_{GK2}^2) + \\
 & (44989.38 * B3_{GK2} * B2_{GK2}) + (21275.86 * B3_{GK2} * B1_{GK2}) + (13734.52 * B2_{GK2} * B1_{GK2}) - (23568.40 * B3_{GK2} * \\
 & B4_{GK2}) - (33157.76 * B2_{GK2} * B4_{GK2}) + (1091.30 * B1_{GK2} * B4_{GK2}) \quad (1)
 \end{aligned}$$

Ölçülen ve RSR yöntemi ile analiz Chl-a dağılım haritasında (Şekil 4) gölün kuzey doğu ve batı bölgelerinde Chl-a miktarının düşük olduğu görülmektedir. Gölün güneydoğusunda ise Chl-a miktarının oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir.

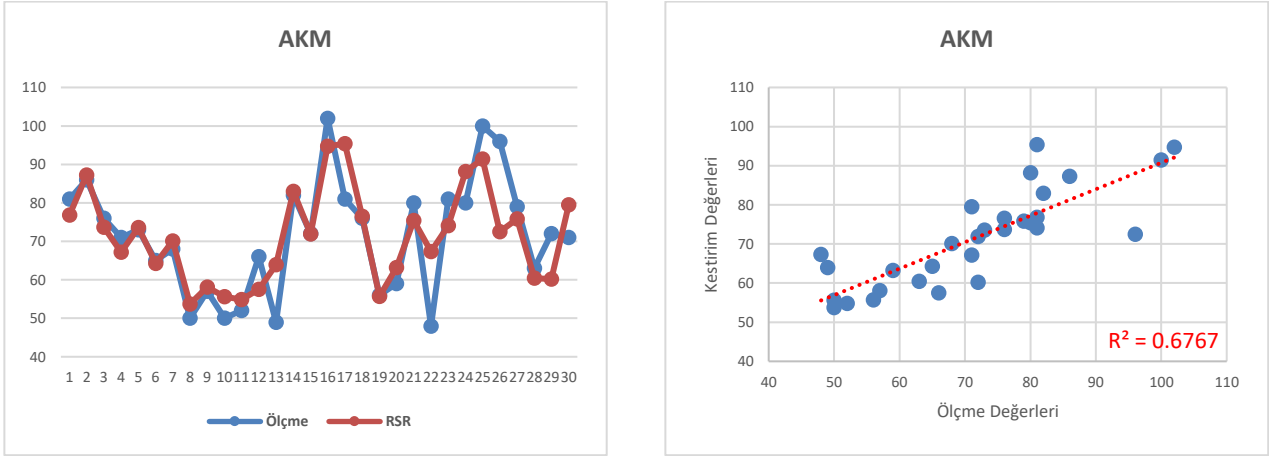
2.2.2. Askıda Katı Madde Analiz Modelleri

Artışıyla beraber sucul hayatı destekleme kabiliyetinin, çözülmüş oksijen seviyesinin ve atık su arıtma tesisinin arıtma verimliliğinin azalmasına ve su sıcaklığının artmasına neden olan askıda madde miktarı; bitki ve hayvan atığı ve toprak gibi çok çeşitli malzemeleri içerebilmektedir. Bu kapsamda fiziksel parametrelerden askıda katı madde ve Göktürk-2 uydu görüntüsündeki bant ve bant kombinasyonları arasında çoklu doğrusal regresyon, polinom regresyon ve yanıt yüzey regresyon analizleri yapılmış ve analiz sonucunda elde edilen denklemlerden en yüksek korelasyon katsayısına (R^2) sahip olan kombinasyonlar Tablo 3'te sunulmuştur.

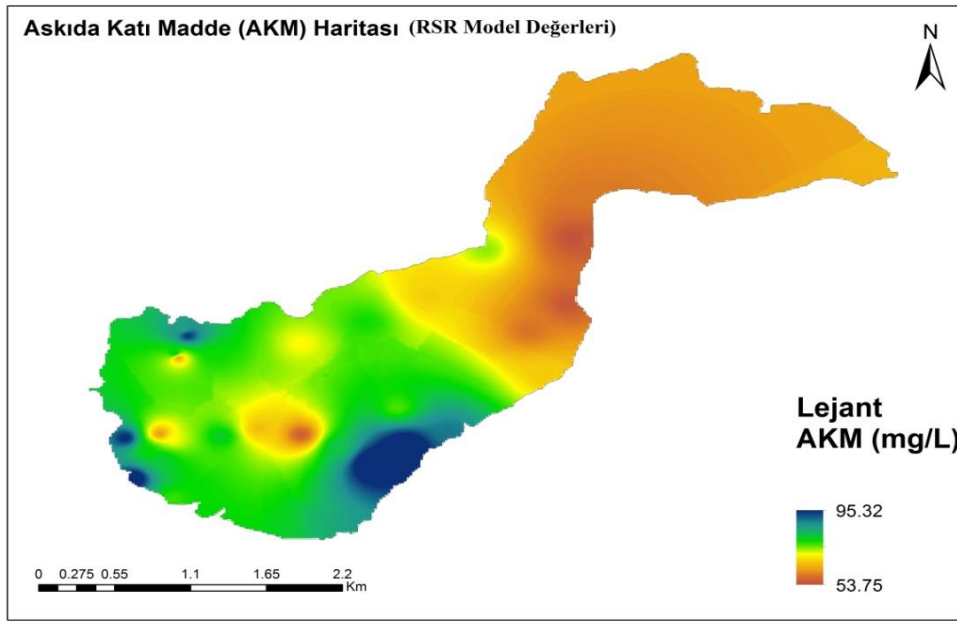
Tablo 3. Askıda Katı Madde değeri ile bant ve bant kombinasyon değerlerinin MLR, PR ve RSR analiz sonuçları

Analiz Yöntemleri	Kombinasyon No	Sabit Terim	Bant3 (x1)	Bant2 (x2)	Bant1 (x3)	Bant4 (x4)	Değişken Sayısı	Örnek Sayısı	RMSE	MAPE	MAE	R	R ²
MLR	KN1	1	1	1	1	1	4	30	13.79	17.11	11.41	0.31	0.09
	KN4	1	1	1	0	1	3	30	13.82	16.91	11.30	0.30	0.09
	KN6	1	0	1	1	1	3	30	13.85	16.94	11.26	0.30	0.09
PR	KN1	1	1	1	1	1	4	30	11.80	12.03	7.99	0.73	0.54
RSR	KN1	1	1	1	1	1	4	30	11.66	8.61	5.89	0.82	0.68

Tablo 3'te askıda katı madde değeri ile bant ve bant kombinasyonlarının MLR, PR ve RSR sonucunda en yüksek korelasyon değerleri (R^2) 0.09, 0.54 ve 0.68 olarak elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, istatistiksel analizler arasında en yüksek korelasyon yanıt yüzey regresyon (RSR) yöntemi olarak görülmektedir. RSR yöntemi ile elde edilen analiz modelin denklemi 2'de, AKM ölçülen ve analiz edilen konsantrasyon dağılımı Şekil 5'te, dağılım haritası ise Şekil 6'da sunulmuştur.



Şekil 5. RSR modelinin AKM ölçülen ve analiz edilen konsantrasyon dağılımı



Şekil 6. RSR modelinin AKM dağılım haritası

$$Göktürk - 2_{AKM(mg/L)} = 272.53 - (1530.28 * B_{GK2}) - (30631.13 * B_{GK2}^2) + (4969.98 * B_{GK2}) - (49286.78 * B_{GK2}^2) - (1927.84 * B_{GK2}) + (1393.65 * B_{GK2}^2) - (19025.80 * B_{GK2}) + (365010.85 * B_{GK2}^2) + (71144.57 * B_{GK2} * B_{GK2}) - (9559.32 * B_{GK2} * B_{GK2}) + (55659.08 * B_{GK2} * B_{GK2}) + (7460.41 * B_{GK2} * B_{GK2}) - (123949 * B_{GK2} * B_{GK2}) + (65822.31 * B_{GK2} * B_{GK2}) \quad (2)$$

RSR yöntemi ile analiz edilen AKM dağılım haritası incelendiğinde (Şekil 6) gölün güneydoğu ve güneybatı bölgesinde AKM miktarının fazla olduğu görülmektedir.

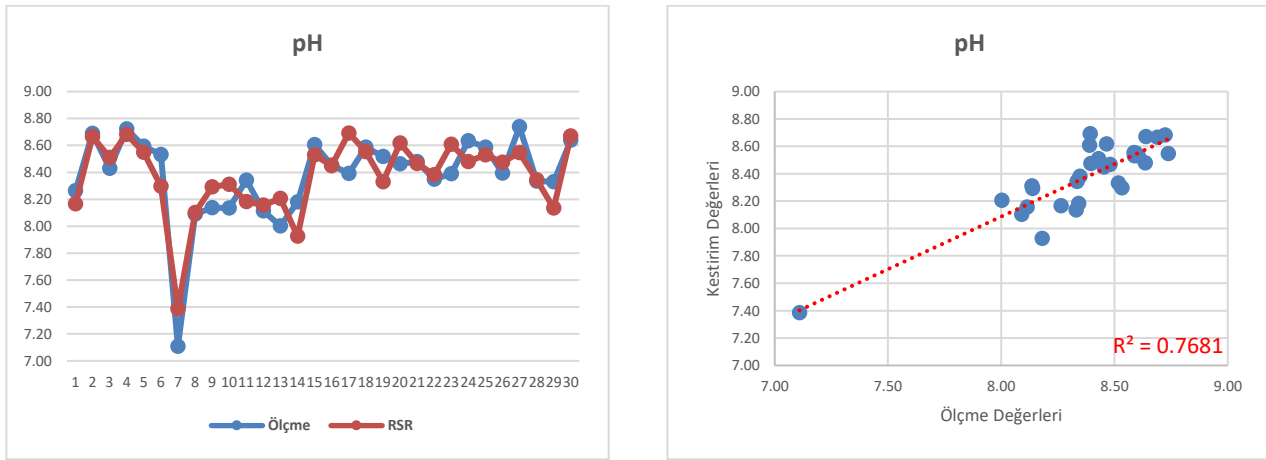
2.2.3. Hidrojen İyonu (pH) Analiz Modelleri

Sudaki asit ve bazlar arasındaki dengeyi ifade eden pH; canlılar ve su hayatı için önemli bir parametredir. Temel olarak Sudaki hidrojen iyonu konsantrasyonu ölçüsüdür. Bu kapsamda kimyasal parametrelerden pH ve Göktürk-2 uydu görüntüsündeki bant ve bant kombinasyonları arasında çoklu doğrusal regresyon, polinom regresyon ve yanıt yüzey regresyon analizleri yapılmış ve analiz sonucunda elde edilen denklemlerden en yüksek korelasyon katsayısına (R^2) sahip olan kombinasyonlar Tablo 4'te sunulmuştur.

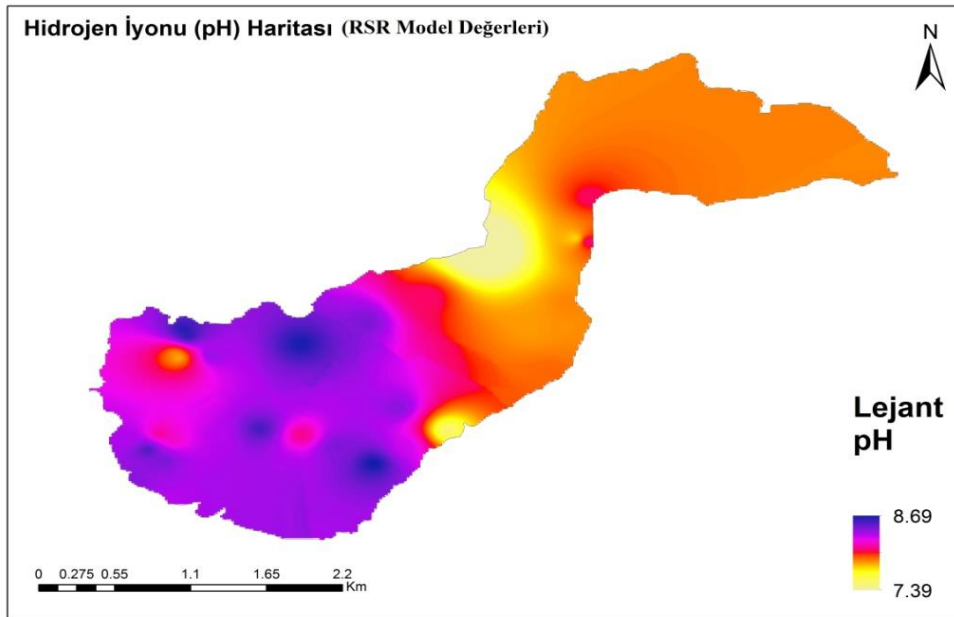
Tablo 4. pH değeri ile bant ve bant kombinasyon değerlerinin MLR, PR ve RSR analiz sonuçları

Analiz Yöntemleri	Kombinasyon No	Sabit Terim	Bant3 (x1)	Bant2 (x2)	Bant1 (x3)	Bant4 (x4)	Değişken Sayısı	Örnek Sayısı	RMSE	MAPE	MAE	R	R ²
MLR	KN1	1	1	1	1	1	4	30	0.30	2.44	0.20	0.25	0.06
	KN3	1	1	1	1	0	3	30	0.30	2.45	0.20	0.25	0.06
	KN6	1	0	1	1	1	3	30	0.30	2.45	0.20	0.25	0.06
	KN14	1	0	1	1	0	2	30	0.30	2.45	0.20	0.25	0.06
PR	KN1	1	1	1	1	1	4	30	0.32	2.15	0.18	0.51	0.26
RSR	KN1	1	1	1	1	1	4	30	0.21	1.43	0.12	0.88	0.77

Tablo 4'te pH değeri ile bant ve bant kombinasyonlarının MLR, PR ve RSR sonucunda en yüksek korelasyon değerleri (R²) 0.06, 0.26 ve 0.77 olarak elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, istatistiksel analizler arasında en yüksek korelasyon yanıt yüzey regresyon (RSR) yöntemi olarak görülmektedir. RSR yöntemi ile elde edilen analiz modelin denklemi 3'te, pH ölçülen ve analiz edilen konsantrasyon dağılımı Şekil 7'de, dağılım haritası ise Şekil 8'de sunulmuştur.



Şekil 7. RSR modelinin pH ölçülen ve analiz edilen konsantrasyon dağılımı



Şekil 8. RSR modelinin pH dağılım haritası

$$\begin{aligned} \text{Göktürk} - 2_{\text{pH}(0-14)} = & 10.07 + (7.94 * B_{\text{GK2}}) - (451.65 * B_{\text{GK2}}^2) - (39.37 * B_{\text{GK2}}) + (1072.08 * B_{\text{GK2}}^2) + \\ & (17.42 * B_{\text{GK2}}) + (299.50 * B_{\text{GK2}}^2) - (142.45 * B_{\text{GK2}}) + (2188.56 * B_{\text{GK2}}^2) - (126.48 * B_{\text{GK2}} * B_{\text{GK2}}) + \\ & (1289.56 * B_{\text{GK2}} * B_{\text{GK2}}) - (2433.51 * B_{\text{GK2}} * B_{\text{GK2}}) - (2119.38 * B_{\text{GK2}} * B_{\text{GK2}}) + (5906.22 * B_{\text{GK2}} * \\ & B_{\text{GK2}}) - (1896.99 * B_{\text{GK2}} * B_{\text{GK2}}) \end{aligned} \quad (3)$$

Göktürk-2 bant yansıtım değerleri kullanılarak RSR yöntemi ile kestirilen pH dağılım haritası incelendiğinde (Şekil 8) gölün kuzeyde kalan bölümünde pH miktarının düşük olduğu görülmektedir. Gölün orta kesimde kalan bölümünde ise AKM fazla olmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Gölün güneyde kalan bölümün belirli noktalarında ise pH miktarının gölün diğer bölümlerine göre yüksek olduğu görülmektedir.

3. Sonuç

Bu çalışmada çoklu doğrusal regresyon, polinom regresyonu ve yanıt yüzey regresyonu yöntemleri kullanılarak su kalitesi parametrelerinin uzaktan algılama tekniği ile analiz edilmesine yönelik algoritmalar geliştirilmiştir. Geliştirilen algoritmaların uzaktan algılama teknikleri kullanılarak su kalitesi parametrelerinin analizine ve su kalitesi dağılımının belirlenmesine yönelik olarak kullanılabilir bir yaklaşım olduğu değerlendirilmektedir. Yapılan doğruluk analizi değerlendirilmesine göre RSR ve PR modellerinin MLR modellerine göre daha doğru sonuçlar verildiği tespit edilmiştir. Göktürk-2 uydu görüntüsündeki spektral bant ve bant kombinasyonları ile hesaplanan su kalitesi parametrelerinin, RSR yöntemiyle en doğru sonucu verdiği görülmektedir. Türkiye'nin ilk yüksek çözünürlüklü yer gözlem uydusu Göktürk-2 uydu görüntüsündeki yansıtım değerleri ve arazi verileri yardımıyla su kalitesi parametrelerinin analiz edilebileceği görülmektedir. Uzaktan algılama verileri ile doğrudan arazi hakkında bilgi edilmesinde indekslerin önemi değerlendirildiğinde çalışmanın devamında bantlar arası olası matematiksel operasyonların da araştırılması planlanmaktadır.

Teşekkür

Çalışmada; “Uzaktan Algılama Verilerinden Su Kalitesi Parametrelerinin Tespit Edilmesi” başlıklı Doktora çalışması için elde edilen verilerin kullanılmasına izin veren Dr. Ersan Batur’a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Abdelmalik K. W. (2016). Role of statistical remote sensing for inland water quality parameters prediction. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*. 21(2). 193–200. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2016.12.002>
- Alparslan E., Aydöner C., Tufekci V., Tufekci H. (2007). Water quality assessment at Ömerli Dam using remote sensing techniques. *Environ Monit Assess* 135. 391. doi:<https://doi.org/10.1007/s10661-007-9658-6>
- Batur E. (2019). Uzaktan Algılama Verilerinden Su Kalitesi Parametrelerinin Tespit Edilmesi. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Bilişim Enstitüsü. Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 544363).
- Bhatti A.M., Rundquist D.C., Nasu S., Takagi M. (2008). Assessing the potential of remotely sensed data for water quality monitoring of coastal and inland waters. *Society for Social Management Systems Internet Journal*. 4(1). 201–207. Erişim adresi: <https://www.researchgate.net/publication/37267994>
- Chang N.B., Vannah B. (2013). Comparative data fusion between genetic programming and neural network models for remote sensing images of water quality monitoring. *2013 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, Manchester*. United Kingdom. doi: <https://doi.org/10.1109/SMC.2013.182>
- Cüce H., Bakan G. (2009). Sürdürülebilir Su Kaynakları Yönetimi Açısından Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Önemi. *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi. 02-06 Kasım 2009. İzmir*.
- Dihkan M., Karslı F., Güneroğlu A. (2011). Karadeniz Kıyısız Sularında AKM Parametresinin Uzaktan Algılanmış Görüntülerle Tespiti. *TMMOB 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı. 18- 22 Nisan 2011. Ankara*
- Gholizadeh H. M. Melesse M. A., Reddi L. (2016). A comprehensive review on water quality parameters estimation using remote sensing techniques. *Sensors*. 16(8). doi: <https://doi.org/10.3390/s16081298>
- Hellweger F., Schlosser P., Lall U., Weissel J. (2014). Use of satellite imagery for water quality studies in new york harbor. *Estuarine Coastal Shelf Science* 61:437–448. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2004.06.019>

- Ritchie J.C., Zimba P.V., Everitt J.H. (2003). Remote sensing techniques to assess water quality. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 69:695–704. doi: <https://doi.org/10.14358/PERS.69.6.695>
- Slonecker E. T., Jones D. K., Pellerin B. A. (2016). The new Landsat 8 potential for remote sensing of colored dissolved organic matter (CDOM). *Marine Pollution Bulletin*.107(2).518–527. doi: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.02.076>
- Usali N., Ismail M.H. (2010). Use of Remote Sensing and GIS in Monitoring Water Quality. *Journal of Sustainable Development* 3. No.3. doi: 10.5539 / jsd.v3n3p228