T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HARRAN OVASI TABANSUYU GÖZLEM KUYULARINDAKİ KİRLİLİK PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ VE YERSEL DAĞILIMININ HARİTALANMASI

Mehmet Fatih ALPAY

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME
ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2023

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
ÇİZELGELER DİZİNİ v
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ vi
1.GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 4
3. MATERYAL ve YÖNTEM 11
3.1. Materyal 11
3.2.Yöntem 14
3.2.1. Su örneklerinde yapılan analizler 14
3.2.2. Jeoistatistiksel metotlar 15
4.ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 18
4.1. Yer Altı Sularının Genel Özellikleri 18
4.2. Su Örneklerinin Jeoistatistiksel Yöntemler ile Tahmin edilmesi ve Haritalanması 22
4.2.1. Kriging yöntemi ile yapılan tahminler 27
4.2.2. IDW Yöntemi ile yapılan tahminler 30
4.3. Su Parametrelerinin Jeoistatistiksel Yöntem ile Haritalanması 34
4.3.1. IDW yöntemi ile haritalama 34
4.3.2. Ordinary kriging (OK) yöntemi ile haritalama 41
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 50
KAYNAKLAR 53
EKLER 56

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

HARRAN OVASI TABANSUYU GÖZLEM KUYULARINDAKİ KİRLİLİK PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ VE YERSEL DAĞILIMININ HARİTALANMASI

Mehmet Fatih ALPAY

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ali Volkan BİLGİLİ
Yıl: 2023, Sayfa: 59

Şanlıurfa-Harran Ovası, Güneydoğu Anadolu Projesi kapsamında sulamaya ilk olarak açılan tarım alanlarından oluşmaktadır. Harran Ovasının verimli topraklarında yoğun tarımsal faaliyetler yürütülmektedir. Bu araştırmada yer altı suları için Ca, K, Mg, Na, PO4, F, pH ve EC gibi kirletici parametrelerin ölçülmesi ve elde edilen verilerin değerlendirilmesi ile haritalarının elde edilmesi amaçlanmaktadır. Ovanın bazı kesimlerinde taban suyu kök bölgesine kadar yükselmiş ve kirlenmiş durumdadır. Tabansuyu kirlilik sorunun boyutlarını ortaya koymak amacıyla, ovayı temsil eden 40 adet tabansuyu gözlem kuyusu ile çalışılmıştır. Jeoistatistiksel haritalar oluşturularak kirlenmeye hassas noktalar belirlenmiştir. Çalışmadan elde edilen analiz parametrelerinin sonuçlarına göre su örneklerinin değerleri incelendiğinde; Na+ içeriği 28.34 - 1193.1 mg/L aralığında, K+ içeriği 0-46.08 mg/L aralığında, Mg+2 içeriği 14.46 - 271.02 mg/L aralığında, Ca+2 içeriği 55.4 - 660.4 mg/L aralığında, F- içeriği 0.209-2.37 mg/L aralığında, CI- içeriği 0 – 956.39 mg/L aralığında, NO2- içeriği 0 - 11. 87mg/L aralığında, CIO-3 içeriği 0 – 3.17 mg/L aralığında, PO-34 içeriği 0 - 0.54 mg/L aralığında, SO-24 içeriği 11.80 – 4011.3 mg/L aralığında, pH içeriği 6.88-7.81 aralığında ve EC içeriği 407-6950 µS/cm aralığında değişmiştir. Inverse Distance Weighting (IDW) ve Ordinary Kriging teknikleri ile yapılan tahminlere ait RMSE (Root Mean Square Error) değerleri arasında Na parametresi için en düşük RMSE değerini ordinary kriging yönteminde kullanılan spherical modelden (RMSE: 197.81); K parametresi için en düşük RMSE değerini ordinary kriging yönteminde kullanılan exponential modelden (RMSE: 8.82); Mg parametresi için en düşük RMSE değerini ordinary kriging yönteminde kullanılan spherical modelden (RMSE: 43.82); Ca parametresi için en düşük RMSE değerini ordinary kriging yönteminde kullanılan spherical modelden (RMSE: 142.71); F parametresi için en düşük RMSE değerini ordinary kriging yönteminde kullanılan spherical modelden (RMSE: 0.57); CI parametresi için en düşük RMSE değerini ordinary kriging yönteminde kullanılan spherical modelden (RMSE: 147.64); NO2 parametresi için en düşük RMSE değerini IDW yönteminden (RMSE: 2.23); CIO3 parametresi için en düşük RMSE değerini ordinary kriging yönteminde kullanılan spherical modelden (RMSE: 0.49); PO4 parametresi için en düşük RMSE değerini ordinary kriging yönteminde kullanılan spherical ve exponential modelden (RMSE: 0.049); SO4 parametresi için en düşük RMSE değerini ordinary kriging yönteminde kullanılan spherical modelden (RMSE: 760.36); pH parametresi için en düşük RMSE değerini ordinary kriging yönteminde kullanılan spherical modelden (RMSE: 20.59); EC parametresi için en düşük RMSE değerini ordinary kriging yönteminde kullanılan spherical modelden (RMSE: 992.67) elde edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Taban suyu, Kirlilik, pH, EC, Gözlem Kuyuları

ABSTRACT

MSc Thesis

DETERMINATION OF POLLUTION PARAMETERS IN THE HARRAN PLAIN BASE OBSERVATION WELL AND MAPPING THE TERRACE DISTRIBUTION

Mehmet Fatih ALPAY

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Prof. Dr. Ali Volkan BİLGİLİ
Year: 2023, Page: 59

Şanlıurfa-Harran Plain consists of agricultural pipes that were first opened for irrigation within the scope of the Southeastern Anatolia Project. Intensive direction of efficient management of Harran Ova is carried out. In this study, it is aimed to measure protective parameters such as Ca, K, Mg, Na, PO4, F, pH and EC for groundwater and to evaluate the obtained data and obtain maps. In some parts of the plain, the ground water has risen as much as the root zones and is polluted. In order to reveal the dimensions of the groundwater details, 40 groundwater observation wells representing the plain were studied. Sensitive points for pollution were targeted by creating geostatistical maps. When the values of the water samples are examined according to the results of the analysis parameters obtained from the study; Na+ content is between 28.34 - 1193.1 mg/L, K+ content is between 0-46.08 mg/L, Mg+2 content is between 14.46 - 271.02 mg/L, Ca+2 content is between 55.4 - 660.4 mg/L, F- content is 0.209-2.37 mg/L, CI- content 0 – 956.39 mg/L, NO2- content 0 – 11. 87mg/L, CIO-3 content 0 – 3.17 mg/L, PO-34 content 0 – 0.54 mg/L The SO-24 content varied between 11.80 – 4011.3 mg/L, pH content 6.88-7.81, and EC content 407-6950 µS/cm. Among the RMSE (Root Mean Square Error) values of the estimations made by Inverse Distance Weighting (IDW) and Ordinary Kriging techniques, the lowest RMSE value for the Na parameter is from the spherical model used in the ordinary kriging method (RMSE: 197.81); The lowest RMSE value for the K parameter is obtained from the exponential model used in the ordinary kriging method (RMSE: 8.82); The lowest RMSE value for the Mg parameter was obtained from the spherical model used in the ordinary kriging method (RMSE: 43.82); The lowest RMSE value for the Ca parameter was obtained from the spherical model used in the ordinary kriging method (RMSE: 142.71); The lowest RMSE value for the F parameter was obtained from the spherical model used in the ordinary kriging method (RMSE: 0.57); For the CI parameter, the lowest RMSE value was obtained from the spherical model used in the ordinary kriging method (RMSE: 147.64); The lowest RMSE value for the NO2 parameter from the IDW method (RMSE: 2.23); The lowest RMSE value for the CIO3 parameter was obtained from the spherical model used in the ordinary kriging method (RMSE: 0.49); The lowest RMSE value for the PO4 parameter was determined from the spherical and exponential model used in the ordinary kriging method (RMSE: 0.049); The lowest RMSE value for the SO4 parameter was obtained from the spherical model used in the ordinary kriging method (RMSE: 760.36); The lowest RMSE value for the pH parameter was obtained from the spherical model used in the ordinary kriging method (RMSE: 20.59); The lowest RMSE value for the EC parameter was obtained from the spherical model (RMSE: 992.67) used in the ordinary kriging method.

KEY WORDS: Groundwater, Pollution, pH, EC, Observation Wells

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans çalışmalarım da bana sürekli yardımcı olan danışman hocam sayın Prof. Dr. Ali Volkan BİLGİLİ' ye teşekkürlerimi sunarım. Jürimde görev alan Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU ve Doç. Dr. Ayşegül DEMİR YETİŞ hocalarımıza teşekkür ederim. Tezimde yardımlarını esirgemeyen Doktora öğrencisi Fatma KAPLAN' a teşekkür ederim.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3. 1. Çalışma alanı ve örnek alınan noktalar 12
Şekil 3. 2. Harran ovası gözlem kuyuları 12
Şekil 3. 3. İyon kromatografisi 15
Şekil 3. 4. Laboratuvar ve arazi çalışmalarından fotoğraflar 15
Şekil 4. 1. Variogram grafikleri 23
Şekil 4. 2. Laboratuvar ve tahmin parametreleri arasındaki ilişkiyi gösteren grafikler 27
Şekil 4. 3. IDW Yöntemi ile yapılan tahminler ve laboratuvar ölçümleri 31
Şekil 4. 4. IDW yöntemi ile haritalama 35
Şekil 4. 5. Ordinary kriging yöntemi ile haritalama 42

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3. 1. Çalışma alanı kuyu mevkileri....13
Çizelge 4. 1. Su parametrelerine ait tanıtıcı istatistikler....18
Çizelge 4. 2. Su parametreleri, taban suyu seviyesi ve rakım arasındaki korelasyonlar....19
Çizelge 4. 3. Sulama Sularının Sınır Değerleri....20
Çizelge 4. 4. Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri....21
Çizelge 4. 5. Variogram parametrelerine ait değerler....26
Çizelge 4. 6.Kriging yönteminde kullanılan farklı modellerden elde edilen RMSE değerlerinin karşılaştırması....29
Çizelge 4. 7. IDW yöntemi ile elde edilen RMSE değerleri....33

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Ca^{+2}	Kalsiyum
EC	Elektiriksel iletkenlik
K^{+}	Potasyum
Mg^{+2}	Magnezyum
Na^{+}	Sodyum
pH	Toprak Reaksiyonu
OK	Ordinary Kriging
IDW	Inverse Denstia Weight
NO^{-}_{2}	Nitrit
PO^{-3}_{4}	Fosfat
SO^{-2}_{4}	Sülfat
CIO^{-}_{3}	Klorat
F^{-}	Flor
CI^{-}	Klor

1.GİRİŞ

Su canlılığın sürmesini sağlayan en temel ihtiyaçtır. Diğer bir deyişle hayatın ve canlılığım kaynağıdır. Son yıllarda artan nüfus ve buna bağlı olarak artan su ihtiyacı su krizini gündeme getirmiştir. Sulama soncu nehirlerin kuruması, açılan artezyenlerin taban suyunu azaltması ve kirleticilerin su kaynaklarını hızlı bir şekilde kirletmesi, su kaynaklarındaki kirliliğin önlenmesi için alınması gereken önlemleri ve su kaynaklarının devamlı kullanımı için takip etme, izleme ve yönetimin yapılması konusunda çalışmaların önemini iki kat arttırmıştır (Aksungur ve Feridin, 2008).

Yeryüzünde bulunan su kütlelerinin yaklaşık % 97'si okyanuslarda ve denizlerde , % 2'si göl ve akarsularda yer almaktadır. Yer altı sularının yaklaşık %1'ini ise buzul alanları ve karlı alanlar oluşturmaktadır. Su yaşam döngüsü içerisinde insanlık için hayati öneme sahip olmakta ve aynı zamanda tarımsal üretim, günlük hijyen, elektrik üretimi, endüstri ve sanayi üretimi için vb. birçok amaçla kullanılmaktadır.20.yy ilk dönemlerinde artmaya başlayan hızlı sanayi üretimleri, kent alanlarında inşaat için kullanılan arazilerin genişlemesi ve artan nüfus sonucu doğal kaynakların kullanım ihtiyacı artmıştır. Bu artış sonucunda da çevre kirliliği oluşturarak insan yaşam alanı ve yaşam kaynaklarına olumsuz etkiler bırakmış ve buda su kaynaklarında risk oluşturmuştur (Zeybek, 2006).

Kirletici parametrelerin standartların üzerinde olması İnsan ve hayvan sağlığı açısından çok önemli düzeyde risk teşkil etmektedir. Harran Ovasının bazı kesimlerinde taban suyu kirleticiler ile kirlenmiş durumdadır. Bu problemin önem seviyesini belirlemek amacı ile ve alanda daha iyi, sürdürülebilir bir toprak ve su yönetimi için riskli alanların belirlenerek gerekli tedbirlerin alınması noktasında bir çalışma yapılmıştır. Daha önce derin taban suları örneklenirken bu çalışmada yüzeye yakın taban suları örneklenerek ve ilk defa kirletici parametreler analiz edilmiştir. Daha önce yapılan iki çalışmada da 20 tane kuyudan alınan örnekler kullanılmıştır.

Bu örnek alınan kuyuların yapılan ölçümler doğrultusunda ortalama derinlik değerleri 20-50 metre arasında değişim göstermektedir. Yeşilnacar ve ark. (2007), Harran Ovasında; 2005 yılı ekim ayı ile 2006 yılı eylül ayını içine alan zaman dilimlerinde yapılan bir çalışmada ovadaki serbest akiferlerinde nitrat yününden kirlilik seviyesinin yüksek seviyelerde (164 mg/L) ölçüldüğü elde edilen sonuçlara göre belirlenmiştir

Yazıcı ve ark.(2016), 2014-2015 yılları arasında yapılan bir diğer araştırmada geçen periyotta Harran Ovası'na bulunan yeraltı sularında nitrat düzeylerindeki değişimleri izlenmiştir. Harran Ovası genelinde en az nitrat değeri, Bolatlar mevkiinde 20 mgNO3/L ölçüm değerleri olarak Ağustos ayı içerisinde elde edilmiştir. Nitrat değeri ölçüm sonuçlarına gör en fazla nitrat içeriği Uğurlu ve Uğraklı bölgelerinde 144 mgNO3/L olarak Şubatta ölçümü yapılmıştır. Gerçekleştirilen araştırmalara göre; yapılan ölçümlerin sonuçları incelendiğinde yeraltı suyunun sıcaklığı ve pH içerik değerlerinde farklılık saptanmamıştır. Yapılan araştırma sonucuna göre nitrat seviyelerinde ise 2005 yılına kıyasla genel bir azalma olduğu sonucna ulaşılmıştır. Azalan değerler olmasına karşın nitrat değerlerinin uluslararası sınır düzeyi olan göre 50 mg/L'nin üzerinde olduğu saptanmıştır.

Bu çalışmada Şanlıurfa ilinin Harran Ovasında, GAP ile sulamaya açılan tarım alanlarını kapsamaktadır. Harran Ovasında kaliteli topraklarda yoğun tarımsal uygulamalar gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmada yer altı suları için kirletici parametreler Ca^{+2}, K^{+}, Mg^{+2}, Na^{+}, PO^{-3}_{4}, SO_4, NO_2, CI^{-}, ClO_3, F^{-},taban suyu seviyesi, rakım, pH ve EC ölçülmesi ve elde edilen verilerin değerlendirilmiştir. Ovanın bazı yerlerinde tabansuyu seviyeleri ile yeraltı su seviyelerinin birleşik bir durumda olduğu gözlemlenmiştir. Bu problemin önem seviyesini belirlemek için ovanın genelini temsil edecek şekilde 40 örnek 2022 yılı ekim ayı içerisinde alınmış ve ölçümleri yapılmıştır. Alanda hassas noktalar belirlenerek jeoistatistiksel haritaları oluşturulmuştur. Ölçümler sonucu analizlerle tüm parametreler birbiriyle ilişkilendirilerek etkileri belirlenmiştir. Tezin amacı; Ovayı temsilen seçilen taban suyu kuyularında kirletici parametrelerin belirlenmesi ve oranlarının tespit edilmesi, kirletici parametrelerin yersel dağılımlarının belirlenmesi, kirletici parametrelerin

jeoistatistiksel metotlar ile haritalanması, Hot Spot, sıcak noktaların tespiti, Uygun toprak ve su amenejman yöntemlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Taş (2006), Samsun Derbent barajında suyun bazı kimyasal ve fiziksel parametreleri incelenmiş.Yapılan ölçümlerde Su sıcaklığı 4-26^{o}C arasında seyretmiş, Sıcaklık bakımından herhangi bir kirlenme olmadığı belirlenmiş. pH değeri ortalama 7,98 olarak saptanmış ve bu sonuca göre göl suyunu bazik olduğu sonucuna varılmıştır. Gölde iletkenlik 1040-1992 µs/cm olarak ölçülmüş. Bu değerin yüksek olarak çıkması göl suyunun tuz açısından zengin olduğunun işaretidir. Fosfor içeriği 0,16 mg/L ve su kalitesi açısından II.sınıf su özelliği göstermiştir.

Rastgeldi (2007), Bu çalışmada Şanlıurfa'da bulunan, evsel ve endüstriyel atıklarla kirletilmiş ve çevre sağlığını önemli ölçüde tehdit etmekte olan Karakoyun deresinde BOİ, KOİ, ÇO, bulanıklık, sıcaklık, pH ve aynı zamanda belli başlı ağır metal analizleri yapılarak derenin kirlilik düzeyinin belirlenmesi için çalışılmıştır. Karakoyun deresi ve bu dereyi besleyen yan kollarında sekiz örnekleme noktası seçilerek bu noktalardan alınan örneklerden bazı parametreler ölçülerek Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde belirtilen deşarj standartları ve yüzeysel suların kalitelerine göre sınıflandırma esaslarına göre karşılaştırılmıştır. Elde edilen değerlere göre Karakoyun deresine deşarj edilen evsel ve sanayi atık sularındaki kirletici parametrelerin deşarj standartlarının üzerindeki konsantrasyonlarda dereye deşarj edildiği, Karakoyun deresi ve yan kollarının su kalitesi bakımından, birçok kirlilik parametresi bakımından Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde belirtilen IV. Sınıf su (Çok Kirli) sınıfına girdiği belirlenmiştir.

Akın ve Akın (2007), Ülkemizin yüzey suyu potansiyeli 95 milyar metreküp olup bunu yalnızca %29 'dan faydalanılmaktadır. Bu suyun %76'sı sulama, %14'ü içme suyunda,%14'ü ise sanayide kullanılmaktadır. Ülkemiz için kişi başına düşen 1555 m^3 kullanılabilen su miktarı nedeniyle su yoksunluğu yaşayan bir ülkedir de denebilir. Ülkemizdeki su kaynaklarının sanayi, artan nüfus ve tarımsal faaliyetler sonucu hızla kirlendiği tespit edilmiştir. Bu durumun devam etmesi halinde

önümüzdeki 20-30 yıl zarfında büyük su sorunları ile karşı karşıya kalacağımız açıktır.

Arslan ve ark. (2007),Tekirdağ' da 2005 yılında Kızılırmak nehrinin sağında yer alan 10.000 ha alanda yapılan bir çalışmada sulama maçlı kullanılan yeraltı sularının kalitesinin belirlenmesi amacıyla 10 tane sondaj kuyusundan numuneler alınarak ve alınan bu numunelerden HCO_3,CO_3, Cl^- EC, , Ca^+, Mg^{+2}, Ph, ve SO^{-2}_4 , K^+, parametreleri için ölçümler yapılmıştır. Suda sodyumun zararının belirlenmesi için SAR değerine bakılmış. Kalıcı sodyum karbonat miktarları hesaplanmış ve 5ve 6 nolu kuyularda RSC yönünden sorun olduğu tespit edilmiştir. Örnek su numunelerinde pH değerlerinin 6,6 ve 8,3 arasında olduğu tespit edilmiş ve herhangi bir sorun olmadığı belirlenmiştir. Klor verileri incelenmiş 9 numaralı kuyu tüm bitkiler için kullanılabilirken ,1ve 8 orta duyarlılıktaki bitkiler için kullanılabileceği, 2, 3, 4, 5, ve 6,7,10 numaralı kuyu suyunun yalnızca dayanıklı bitkilerde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Öztürk (2009), Aydın ilinde yaklaşık olarak 450 bin dekar araziyi kaplayan Söke Ovası 25.000 hektarında sulu tarım ürünlerinin yetiştirildiği alan olarak kullanılmakta ve bu tarımsal ürünler, pamuk ve mısır bitkilerinin yetiştiriciliğinin yapıldığı tarımsal faaliyetleri kapsamaktadır. Bu araştırmada tarımsal ürün üretiminde kullanılan girdilerin bilinçsizce kullanımın getirdiği olumsuz etki olarak yeraltı su kaynaklarındaki kirliliğin gözlemlenmesi amaçlanmıştır. Söke Ovasında ölçümü yapılacak olan numunelerin alınacağı noktalar belirlenmiş ve 24 tane kuyudan örnek alınmıştır. Araştırmada kullanılan numuneler iki farklı dönemde hem toprak hemde su örnekleri Haziran ve Ağustos aylarında alınmıştır. Alınan toprak numunelerinde fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Su numuneleri için yapılan fiziksel ve kimyasal analizlerinin ölçüm değerleri elde edilmiştir. Sulama sularında yapılan ölçüm değerlerinde bazı parametreler sınır değerlerinin altında ölçülmüşken bazı parametreler ise sınır değerlerinin üstünde ölçülmüştür. Bu doğrultuda nitrat seviyeleri yüksek değerler olarak ölçülmüştür. pH parametresi ise hafif alkali-alkali reaksiyonda olduğu ölçülmüştür. EC parametresinin ölçüm değerlerinin sonuçlarına göre çok yüksek ölçülmüştür. Klor parametresinin ölçüm değerleri sınır değerlerinin

altında olduğu saptanmıştır. Sulama sularının ölçüm değerlerine göre numuneler 2. ve 3. sınıf su kapsamına girmektedir. Ölçüm değerlerine göre elde edilen sonuçlar doğrultusunda tüm mikro elementlerin bulunma seviyeleri sınır değerlerin altında kaldığı saptanmıştır. Kuyu sularından alınan numunelerde ölçülen ağır metal değerleri incelendiğinde; Pb hariç Co, Ni, Cr, Cd bulunma yoğunluğu sulama suları için belirlenen sınır değerlerinin üstünde olarak ölçülmüş ve kirlilik oluşturma nitelikte sahip olduğu belirlenmiştir.

Çobaner ve ark. (2011), Yapılan çalışmada Göksu deltasından 23 yeraltı suyu kuyusundan su örnekleri alınmış, EC, TDS, Cl^- değerlerinin parabolistik ve jeoistatistik metotlar kullanılarak değişimleri gözlemlenmiştir. Çalışma alanının %40'lık bir bölümünde yeraltı suyu kuyularının kullanılmasının sakıncalı olduğu tespit edilmiştir. EC, TDS ve Cl^-değerlerinin normal dağılmadığı görülmüştür. Kuyuların Cl^- konsantrasyonu bakımından yüksek riskli olduğu anlaşılmış. EC maximum 4,84 ds/m, minimum 0,62 ds/m iken, EC ve TDS parametreline göre sulanan arazilerin %60'ında kullanılabilir su mevcutken %30'unda önlemek almak gerektiği belirlenmiştir.

Yetim ve Kara (2011), Harran ovasındaki aşırı gübreleme ve yanlış sulama faaliyetleri sonucunda drenaj kanallarına önemli derece de ağır metal geçtiği tespit edilmiştir.2011 yılında Harran ovasında 504 adet su ve sediment örneği alınmış ve bu örneklerde kirlilik parametreleri bakır, çinko, fosfor, nitrat, magnezyum ,pH, tuzluluk analizi yapılmıştır. Belirlenen kanallardan örnekler alınmış ve laboratuvar ortamında bazı toksik elementler incelenmiştir. Öncelikli olarak sediment taşınımına bakılmış daha sonra su örnekleri ayrılarak ICP ile Pb, Cd, Cu analizi yapılmıştır. Çalışma neticesinde askıda katı madde oranı yüksek, pH değeri bazı kısımlarda 9,17'ye kadar yükselerek alkalilik göstermiştir.Sulama suyu tuzluluk yönünden C4 sınıfında ve yüksek çıkmıştır.

Acar ve ark. (2012), Kütahya ili Hisarcık ve Emet bölgelerindeki bölgeyi temsil eden 110 adet istasyondan yeraltı suyu örnekleri alınmış. Sıcaklık Ph, EC,Tuzluluk,NO_3 parametreleri incelenmiştir. Bu örneklere SPSS ile varyans analizi

uygulanmış ve Tukey çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuştur. Sıcaklık değeri yüksek olan istasyonlarda gazlar kolay çözündüğü için oksijen değeri küçük çıkmıştır. 1,7 ve 8 nolu istasyonların elektriksel iletkenliği diğer istasyonlara göre daha düşüktür. Genel olarak istasyonların ph değerleri 6-8,5 arasındadır.NO_3 değeri değişken çıkmış olup bunu nedeninin gübre, pestisitler yanlış sulama ve evsel atıkların olduğu belirlenmiştir.

Kayıkçı (2015), Akkaya Baraj Gölü'ndeki su kirliliği baraj havzasındaki verileri dikkate alarak değerlendirilmiştir. Böylece baraja su temin eden en önemli su kaynağı olan Karasu Deresi yakınlarından barajın çıkış alanına kadar olan kısmından, arazi etütleriyle belirlenmiş olan, barajlara kirletici verme potansiyeline sahip 11 noktadan 1 yıllık zaman dilimi ile aylık olarak su örnekleri alınmıştır. Aynı zamanda barajı besleyen bir diğer kaynak olan Pasa Deresi'nden de su örnekleri alınmıştır. Bazı ölçümler arazide kullanılan aletler ile anlık olarak su örneklerinin alındığı noktalarda yerinde yapılmıştır. Daha sonra laboratuvara getirilen su numuneleri kullanılarak diğer kirletici analiz parametreleri için analizler yapılmıştır. Bu parametrelerden bazılar sınır değerlerinin üstünde olurken bazıları altında kalmıştır. Yapılan analiz sonuçları yönetmeliklere göre değerlendirildiğinde baraj içinden alınan su örneklerinde biyokimyasal oksijen gereksinimi parametreleri, nitrat, kimyasal oksijen ihtiyacı açısından IV. kalite su sınıfı grubuna, ve nitrit, amonyum yönünden 3. kalitede sular sınıfı grubuna girdiği tespit edilmiştir. Barajın çıkış suyunun ise, nitrat açısından V. kalite su sınıfı grubuna, biyokimyasal oksijen ihtiyacı ve askıda katı madde açısından III. kalite su sınıfı grubuna girdiği saptanmıştır. Akkaya Barajı'ndaki kirlilik sorununun ancak havzanın genel ölçeğinde yapılacak olan önlem alma çalışmaları ile çözümlenebileceği, bu çalışmalar için kurumlar arası iletişim ve yönlendirmenin sağlanması ile havzanın problemini çözme noktasında ve havza su yönetim planının oluşturulması noktasında çok önemli fayda sağlayacağı öngörülmektedir.

Kahraman ve ark. (2016), 2014 ve 2015 yılları arasında Kahraman ve arkadaşları tarafından Harran ovasında 20 adet gözlem kuyusu seçilmiştir. Bu kuyularda Nitrat ,Ec ,Ph ve Sıcaklık değerleri ölçülmüştür. Harran ovasında sulu

tarıma geçişle beraber yoğun tarımsal işlemler fazla gübre kullanımı, kontrol dışı ve vahşi sulama yöntemleri, drenaj yetersizliği ve evsel atıklar neticesinde önemli çevre sorunları başlamıştır. Bölgedeki su seviyeleri D.S.İ den aylık olarak takip edilmiş ve sulu tarıma geçilmesinden itibaren su seviyesinin sürekli arttığı saptanmıştır. Ova genelinde su sıcaklık değeri 17-22 °C olup soğuk sular sınıfına girmiştir. pH değerleri 6,8 ile 7,7 arasında olup sınır değerler içerisine girmiştir. EC en yüksek 2450 µs/cm ortalama EC TS 266 sınıflama 1-2 tip 1'e göre fazla çıkmıştır.

İmamoğlu ve ark. (2016), Jeoistatistik istatistik bilimin bir dalı olup yer biliminde karşımıza çıkan problemlerin çözümü için kullanılmaktadır. Burda kullanılan semivariogramlar sayesinde değişen olguların mekana bağlılığı ölçülür. Semivariogramlarda kullanılan Kriging yöntemi sayesinde arazide ölçüm yapılamayan alanların tahmini yapılır.2011 yılında İstanbulun en büyük içme suyu havzalarından biri olan Büyük çekmeceden 42 farklı noktadan Ph,Kireç tuzluluk değerleri analiz yapılarak ölçülmüştür. Jeositatiksel yöntemlerle haritalar üretilmiştir. Sonuç olarak Ph kireç ,tuzluluk değeri ile topografik özelliklerle birlikte arazi, kullanımı arasındaki durum ortaya konmuştur. Jeoistatiksel metodun uygulandığı alanda doğruluk derecesinin yüksekliği örnekleme sıklığın bağlı olarak artmıştır.

Gençoğlu ve Uçan (2016), taban suyunun yükselmesi sonucu bitkide verim düşüşü tuzluluk ve sodyum problemleri meydana gelir. Hatay Kırıkhan da 2013 yılında 30 adet kuyuda taban suyu gözlemleri yapılmış ve tuzluluk seviyesin belirlemek için örnekler alınmıştır .Yaz boyunca yapılan sulamalar neticesinde sulama kayıplarının taban suyunu yükselttiği tespit edilmiştir. Yeraltı suyu kalitesi ve elektriksel iletkenlik incelenmiş olup 347 ha alanın EC değerinin 0.50-1.00 ds/m olduğu, 4426 ha alanın 1.00-1.50 ds/m olduğu saptanmıştır. Alanın tamamının taban suyu tuzluluk değeri 2 ds/m den düşük olduğu neticesinde tuzluluğa problem olacak bir tehdide rastlanmamıştır.

Kasap (2018), Samsun İlinin Ayvacık İlçesinde araştırma alanı olan Suat Uğurlu Baraj Gölü için ölçüm yapmak için dört farklı örnek noktası alma istasyonu belirlenerek, Eylül ve Ağustos aylarını kapsayan iki farklı dönemde 2014-2015

yıllarında numuneler alınmıştır. Bu süreçte örnek alma periyodları 1 yıl içerisinde aylık olarak oluşturulan düzenli bir çizelge ile sistemli bir şekilde alınmıştır. Araştırmanın amacı Suat Uğurlu Baraj Gölü'ndün su kirliliği yönünden araştırılması, ötrofikasyona sebep oluşturan kirletici ve atıkların tespit edilmesi, göldeki yaşam canlılığının seviyesinin tespit edilmesi ve gölü temizleme çalışmalarına çözüm önerileri sunmaktadır. Bu kapsamda her ay ölçüm yapılması için alınan su numuneleri ile belirli bazı parametreler ölçülmüştür. Bu parametrelerden bazıları ağır metaller ve nitrat içerikleridir. Elde edilen sonuçlar yönetmeliklerde belirlenen sınır değerlerine göre değerlendirilmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre Suat Uğurlu Baraj Gölü'nde önemli düzeylerde azot ve fosfor kirliliğinin olduğunu tespit edilirken, belirlenen istasyonlarda yıl süresince fitoplankton biyokütlesini temsil eden klorofil-a değerlerinin normalden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda alınan su örneklerinde ölçümü yapılan parametrelerden ağır metal kirliliğinin olduğu belirlenmiştir. Ağır metal kirleticileri ölçüm sonuçlarına göre sırasıyla; Hg, Pb, Cu, ve Ni' en fazla bulunandan daha az bulunana doğru sıralanmış ve kirliliğin kaynağını oluşturdukları belirlenmiştir.

Ağca ve ark. (2018), 2017 Yılında amik ovasında haziran ayında yüzey üstü sularda 56 farklı noktadan numuneler alınmış. Alınan bu numunelerde tuz konsantrasyonu, sıcaklık bazı ağır metaller (Cr,Cd,Fe,Mn) parametreleri incelenmiştir. Bu parametrelerin dağılımını belirlemek için istatistik ve Korelasyon analizi yapılmıştır. Alınan 52 su örneğinde sıcaklığın su kalite sınırının maximum limiti olan 250C'nin üstünde olduğu belirlenmiştir. Ağır metal içerikleri tüm numuneler için izin verilen sınır değerler içinde yer almıştır.

Zeydan ve ark. (2019), Günümüzde su kullanımına nüfus artışına bağlı olarak zaman geçtikçe daha fazla ihtiyaç duyulmaktadır. Suya duyulan ihtiyacın artması neticesi su kaynaklarının bilinçsizce kullanımına da neden olmaktadır. Genel olarak incelendiğinde az gelişmiş-gelişmekte olan ülkelerde atık sular, arıtma yapılmadan doğrudan alıcı ortamlara deşarj edilmektedir. Bu gibi durumlar yeraltı su kaynaklarının kalitesini azaltarak su kalite sınıfını değiştirmekte ve akarsulardan sağlanabilecek faydayı azaltmaktadır. Bu çalışma, Zonguldak ilçesinde Kozlu

Deresinde gerçekleştirilen kapsamlı ilk su kalitesi araştırma çalışmasıdır. Kozlu Deresinde su kalitesini saptamak için 2017 Haziran - Aralık ayları arasında olacak şekilde 2 farklı dönemde belirlenen 6 farklı noktadan su numuneleri alınmış ve ölçümler yapılmıştır. Derenin farklı alanlarından alınan numunelerin kimyasal ve fiziksel analiz parametreleri ölçülmüştür. Bazı analiz parametreleri için coğrafi bilgi sisteminin yazılımları kullanılmış ve su kirliliğini gösteren haritalar elde edilmiştir. Alınan numunelerden elde edilen ölçüm değerlerine göre yeraltı su kalitesi yönetmeliğinde yer alan bilgiler çerçevesinde 4. sınıf olduğu saptanmıştır.

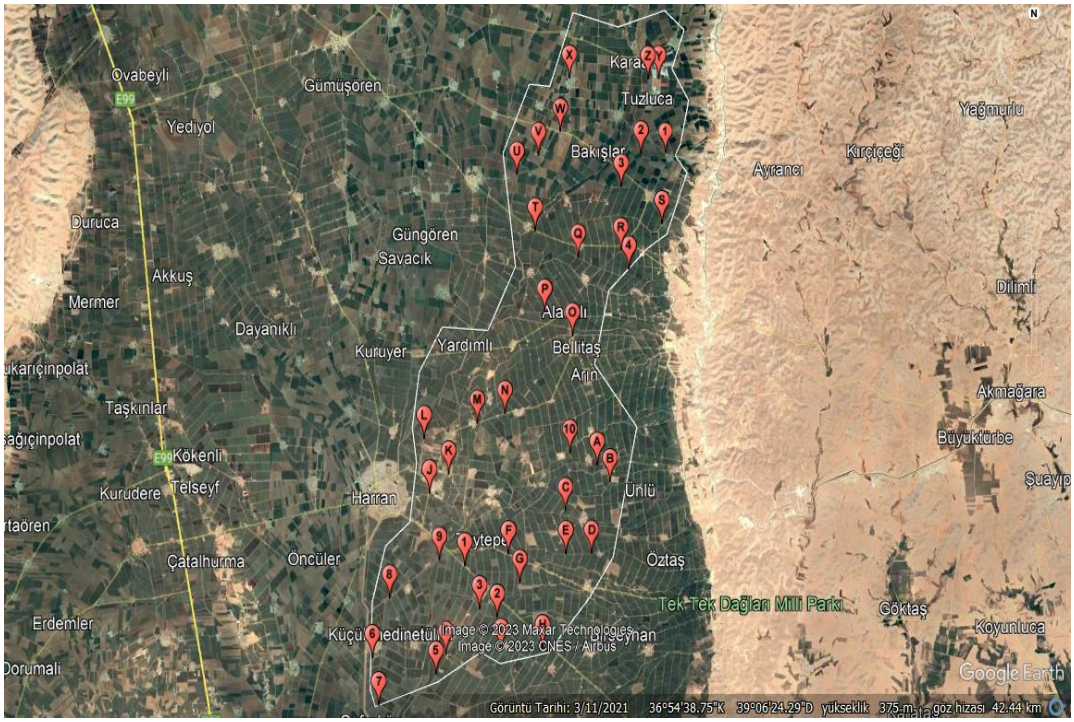
Arıman ve Koyuncu (2019), Kızılırmak Deltası'nda kritik bölgelerden olan Balık gölünde su kalitesinde meydana gelen değişiklikler belli bir periyotta gözlemlenmiş ve bu gölün içerisindeki yaşam evresi belirlenmeye çalışılmıştır. Gölün 10 farklı noktasından aylık olarak örnekler alınmış, bunların koordinatları belirlenmiştir. Fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Bu ölçüm parametrelerinden bazıları; EC, pH, Organik Madde, toplam fosfor, toplam azot ve tuzluluktur. Suyun sıcaklığı mevsimlere bağlı olarak 19,27-10,71 olarak tespit edilmiştir. pH değişimi 8,46-8,69 arasında olduğu ve çok fazla değişim göstermediği tespit edilmiştir. Yaz aylarında göldeki suyun azalmasına bağlı olarak ekositemin önemli ölçüde olumsuz etkilendiği gözlemlenmiştir. Aynı zamanda, yapılan tüm ölçüm değerlerinin sonuçlarına göre gölün tehlike altında olduğu saptanmıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

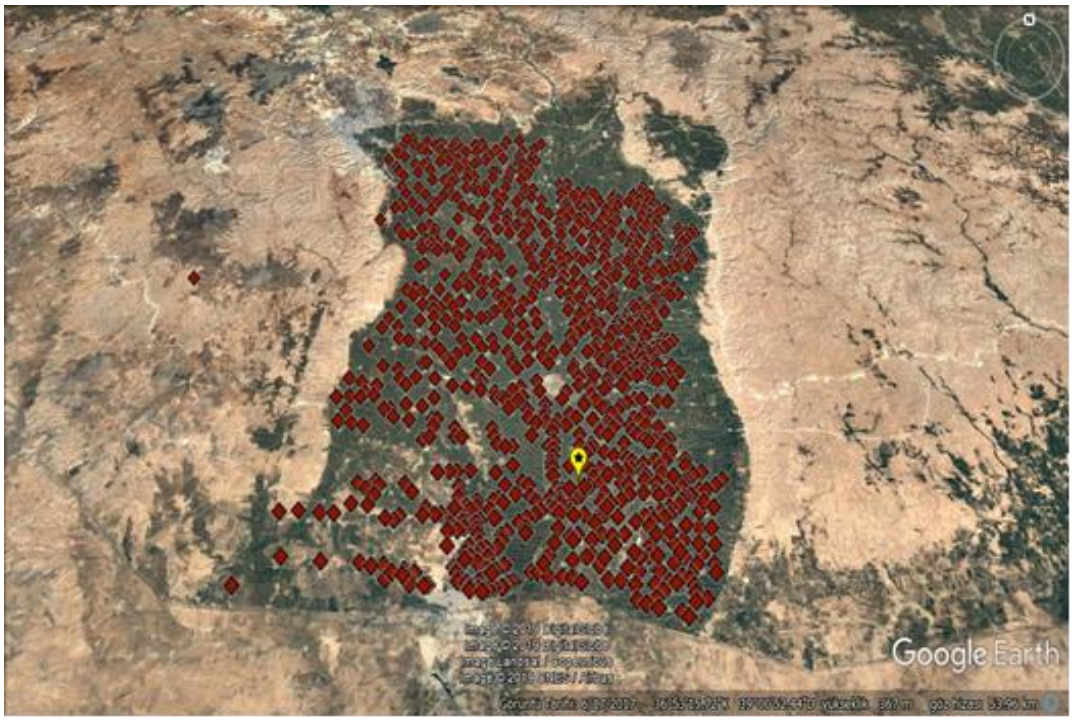
3.1. Materyal

Çalışma alanı (Şekil-1), 36° 42' Kuzey -37° 10' Kuzey enlemleriyle, 38° 50' Doğu-39° 10' Doğu boylamlarında konumlanmaktadır. Drenaj alanı 3.700 km² olup bu alanın 1.500 km²'lik bölümünü ova alanı kaplar (Yeşilnacar ve ark. 2016). Çalışma alanı yaklaşık 35000 hektarı kapsıyor. Doğu tarafında tektek dağları 600-700 m yükseklik, güneye Akçakale ilçesi ve Suriye sınırı, batıda Fatik dağları 800 metre yükseklik ve kuzey tarafında Şanlıurfa dağları ile çevrili olan saha yaklaşım olarak 225.000 hektardır. Harran ovası 141.500 hektarlık sulanabilir tarım arazileriyle GAP'ın en büyük sulama alanına ve ortadoğunun en büyük yeraltı suyuna sahiptir. Harran ovasının, ortalama rakım 375, yağış ortalaması yıllık bazda 300-365 mm ve buharlaşma oranı ise yıllık1,848 mm'dir (DMİ, 2011). GAP alanı Fırat ve Dicle havzaları da dahil Mezopotamya ovalarında bulunan 9 ili (Adıyaman, Kilis, Batman, Diyarbakır, Siirt, Gaziantep, , Mardin, Şanlıurfa, Şırnak) içine almaktadır. GAP bölgesinde her geçen gün sulamaya açılan tarım arazileri varlığı artmaktadır. Sulu tarım yapılan arazilerde endüstri bitkileri, özellikle de pamuk ekimi yoğunluktadır. Fakat bölgede sulu tarıma geçişle birlikte tuzlulaşma ve drenaj yetersizliği gibi iki önemli sorun ortaya çıkmıştır. Mevcut çiftçilerin sulu tarım noktasında deneyimsizlikleri drenaj yetersizliği, ovanın topoğrafik yapısının çanak gibi olması ve iklimsel faktörler taban suyu seviyesinin yükselmesi ve sonucunda tuzluluk, su kirliliği gibi önemli sorunları meydana getirmiştir.

Bu kuyuların ortalama derinlikleri 96-260 cm arasında değişmektedir. Harran Ovasında 2022 yılı Ekim ayında 40 adet örnekleme noktasından su örnekleri alınmıştır. Arazide örnekleme noktalarının koordinatları el tipi GPS ile ölçülmüştür. Alanda SO_4^{-2}, Cl^-,EC, Ph, K^+, Na^+,Mg^{+2}, Cl^-,ClO_3^-,PO^{-3}_4, F^-,NO^-_2 hassas olan noktalar belirlenerek jeoistatistiksel haritaları oluşturulmuştur. Topoğrafya ve diğer tüm parametreler ilişkilendirilip etkileri değerlendirilmiştir.



Şekil 3. 1. Çalışma alanı ve örnek alınan noktalar



Şekil 3. 2. Harran ovası gözlem kuyuları

Çizelge 3. 1. Çalışma alanı kuyu mevkileri

KUYU NO	MEVKİ
1	MEYDAN KAPI
2	BULGURLU
3	GÜRGELEN
4	BULGURLU
5	SU GELDİ
6	KÜPLÜCE
7	SEFERKÖY
8	KÜÇÜKMEDİNETÜLFAR
9	TOYTEPE
10	ÇİFTÇİLER KÖYÜ
11	AŞAĞI YAGIL
12	OĞULCUK
13	YAYVANDORUK
14	ULUAĞAÇ
15	BALKIR
16	ÇOLPAN
17	ÇOLPAN
18	AKÇALI
19	BURGULLU
20	İMAMBAKIR
21	İMAMBAKIR
22	TANTANA
23	YARDIMLI
24	TEKNELİ
25	BELLİTAŞ
26	ALACALI
27	BÜYÜK DÜZLÜK
28	KÜÇÜKDÜZLÜK
29	BUGDAYKUYU
30	KÜPELİ
31	SEKSENÖREN
32	VERGİLİ
33	BAKIŞLAR
34	BEŞAT

Çizelge 3.1.(devamı)

35	KARAALİ
36	KARAALİ
37	AKMEŞET
38	AKMEŞET
39	OLGUNLAR
40	KÜÇÜKDÜZLÜK

Örnekleme kuyularının yerinde EC, değerleri HANNA HI 8733 Conductivitiy meter portatif cihaz ile tespit edilmiştir. Taban suyu yükseklikleri ise su seviyesi KLL 100 tipi ölçüm cihazı ile ölçülmüştür. Su numunelerinin toplanması ve saklanması aşağıda belirtilen standart yönerge, tebliğlere göre yapılmıştır.

1. Nisan 1997 TS 5090 EN 25667-2, Su Kalitesi- örnek Alma Bölüm 2: örnek Alma Teknikleri Kitapçığı, (TSE1997a)

2. Nisan 1997 TS 5106 ISO 5667-3/, Su Kalitesi- örnek Alma Bölüm 3: örneklerin Saklanması Ve Taşınma Kuralları,örnek Alma Kılavuzu 2004-1 (TSE 1997 b)

3.2.Yöntem

3.2.1. Su örneklerinde yapılan analizler

Tez kapsamında alınan su örnekleri için laboratuvar ortamında yapılmış olan analizler aşağıda özetlenmiştir; iyon komotogrofisi kullanılarak su örneklerinde Na^{+}, K^{+}, Mg^{+2}, Ca^{+2}, F^{-}, CI^{-}, NO^{-}_{2}, CIO^{-}_{3}, PO^{-3}_{4}, SO^{-2}_{4}, pH, EC, taban suyu seviyesi ve rakım parametreleri ölçülmüştür. İyon analizleri Harran Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (HÜBTAM) bünyesinde bulunan Shimadzu HIC-20A marka iyon kromatografisi cihazında yapılmıştır.

İyon kromatografisinde, iyon değiştirme reçineleri ile iyonları ayırma ve tayin etme yöntemi uygulanır. Anyonları ayırmak için anyon değiştirme reçineleri, Katyonları ayırmak için katyon değiştirme reçineleri mevcuttur. Katı maddenin

bünyesinde mevcut iyonların, bu katı maddenin ilişkili olduğu bir çözelti içindeki aynı cins yüklü olan diğer iyonlarla bir dengeye göre değiştirilmesi prensibine göre yapılır (HÜBTAM 2022).



Şekil 3. 3. İyon kromatografisi



Şekil 3. 4. Laboratuvar ve arazi çalışmalarından fotoğraflar

3.2.2. Jeoistatistiksel metotlar

Jeoistatistik, istatistik analizlerinin uygulamalı bir dalıdır, ilk olarak yerbilimlerinde meydana gelen kestirim sorunlarının çözümünde kullanılmıştır. Jeoistatistiksel metodlarla, analizin yapıldığı noktaların mevkileri ve analiz ölçüm sonuçları arasındaki korelasyon dikkate alınarak yansız bir şekilde ve en küçük varyanslı kestirimler oluşturulabilmektedir (Olea, 1982; Çetin ve Tülcü, 1998; Başkan, 2004). Jeoistatistiksel analizler ArcMap programının 10.5 sürümünde yapılmıştır.

Variogram Analizi

Çalışma alanındaki numune alınan her bir noktanın su özelliklerinin semivariogram analizi ile uzaysal bağımlılığı elde edilmiştir. Semivariogram belirlenen x mesafesi ile birbirlerinden ayrılmış olan örnekler arasındaki varyansın mesafeyle olan münasebetini göstermektedir. Farklı tanımlama ile örnekleme çiftleri arasındaki uzaklığın bir işlevi olarak uzaysal bağımlılığı açıklar ve matematiksel olarak aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir (Hıijbregts ve Journel 1978).

$$r(X) = \frac{1}{2} N(X) \sum_{i=1}^{N} [Z(ai) - Z(ai + X)]^2 \qquad (3.1)$$

Bu denklemde (X) semivaryans; N(X) X uzaklığı ile ayrılan örnek çiftlerinin sayısı; Z(ai), araştırılan özelliğin i noktadaki ölçümünü ve Z(ai+X) araştırılan özelliğin (i+X) noktadaki ölçüm değerini ifade etmektedir. Uzaklığın bir fonksiyonu olan ve uzaysal şekilde ayrılmış veri nokta kümeleri arasındaki semivaryansı grafiğe çeviren bir semivariogram, toprak özelliklerinin uzaysal ilişkilerini iyi bir biçimde tanıtmaktadır (Warrick ve ark., 1986).

Ordinary Kriging

Ordinary Kriging yaygın bir şekilde başvurulan uzaysal değerlendirme metodudur. Örnek alınmayan noktalardaki özelliklerin tahmininde kullanılmaktadır. Tahmin yapılırken komşu örnekler kullanılmaktadır. Tahmini yapılacak olan noktaya olan uzaklıklarına göre ağırlıklı ortalamayı bulur (Isaaks ve Srivastava, 1989).

$$Z(Ao) = \sum_{i=1}^{N} Wi\, Z(Bi) \qquad (3.2)$$

Bu denklemde Z(Ao), Ao noktasına ait Kriging değerini; Z(Bi) değişkenlerden her bir Xi noktasından gözlemlenen değerleri; Wi, her bir Z(Bi)' ye gelen değerleri gösterir. Kriging metodu jeoistatistik dalında sık olarak kullanılır

(Caruso ve Quarta, 1998; Kalkhan, 2011).

Inverse Distance Weighting(IDW) Yöntemi

Inverse Distance Weight(IDW) ters mesafe ağırlık olarak bilinen bir dağınık nokta kümesiyle çok değişkenli enterpolasyon için kullanılan yöntemdir. Örnek alınmayan noktalarda bilinmeyen değerler için oluşturulan değerler, örnek alınan noktalardan elde edilen ölçüm sonuçlarının ortalama ağırlıklarına göre elde edilir.

$$Z(Y_0) = \frac{\sum_{i=1}^{n} Z(Xi).\, d_{i0}^{-r}}{\sum_{i=1}^{n} d_{i0}^{-r}} \qquad (3.3)$$

Tahminlerin yapıldığı Y_0 lokasyonu, komşu ölçümlerin'nin bir fonksiyonudur ($Z(Y_{0i}$ ve i=1,2,…,n); r gözlemlerin her birinin atanmış aralığını gösteren üstür ve d gözlem konumu X_i ile tahmin konumu Y_0' ı ayıran mesafedir.

4.ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Yer Altı Sularının Genel Özellikleri

Çalışmadan elde edilen tanıtıcı istatistik analiz parametrelerinin sonuçlarına göre su örneklerinin değerleri incelendiğinde; Na^{+} içeriği 28.34 - 1193.1 mg/L aralığında değişmiştir. K^{+} içeriği 0-46.08 mg/L aralığında değişmiştir. Mg^{+2} içeriği 14.46 - 271.02 mg/L aralığında değişmiştir. Ca^{+2} içeriği 55.449 - 660.422 mg/L aralığında değişmiştir. F^{-} içeriği 0.209-2.37 mg/L aralığında değişmiştir. CI^{-} içeriği 0 – 956.39 mg/L aralığında değişmiştir. NO_2^{-}(Nitrit) içeriği 0 - 11. 87mg/L aralığında değişmiştir. CIO^{-}_3 içeriği 0 – 3.17 mg/L aralığında değişmiştir. PO^{-3}_4 içeriği 0 - 0.54 mg/L aralığında değişmiştir. SO^{-2}_4 içeriği 11.80 – 4011.33 mg/L aralığında değişmiştir. pH içeriği 6.88-7.81 aralığında değişmiştir. EC içeriği 407-6950 µS/cm aralığında değişmiştir. Taban suyu seviyesi 96-260 cm aralığında değişmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4. 1. Su parametrelerine ait tanıtıcı istatistikler

Su parametresi	Birim	Minimum	Maksimum	Standart Sapma	Aralık	VK*
Na^{+}	(mg/L)	28.34	1193.1	233.73	1164.75	153.34
K^{+}	(mg/L)	0	46.08	8.58	46.08	196.33
Mg^{+2}	(mg/L)	14.46	271.02	61.44	256.55	104.84
Ca^{+}	(mg/L)	55.449	660.422	211.08	604.97	85.80
F^{+}	(mg/L)	0.209	2.37	0.58	2.16	69.04
CI^{-}	(mg/L)	0	956.39	152.31	956.39	202.08
NO_2^{-}	(mg/L)	0	11.87	2.09	11.87	92.88
CIO_3^{-}	(mg/L)	0	3.17	0.49	3.17	196
PO^{-3}_4	(mg/L)	0	0.54	0.13	0.54	270.83
SO^{-2}_4	(mg/L)	11.80	4011.33	1208.11	3999.53	120.66
pH		6.88	7.81	0.20	0.93	2.68
EC	(µS/cm)	407	6950	1399.27	6543	91.15
Taban suyu seviyesi	(cm)	58	260	50.61	202	28.50

VK*: Varyasyon Katsayısı

Varyasyon katsayısı, araştırma alanındaki su parametrelerinin dağılımı hakkında bilgi veren ve araştırma alanındaki değişimleri gösteren önemli parametrelerden biridir. VK %15'den aşağıda ise az değişken, %16-35 aralığında ise orta derecede değişken ve %36'dan daha fazla ise yüksek seviyede değişken olarak üç sınıfa dağılmıştır (Cambardella, 1994). Çizelge 4.1 'de gösterildiği gibi su parametreleri arasında PO^{-3}_4 en yüksek varyasyon katsayısı değerine sahip olarak çalışma alanında en çok değişim göstermiştir. Bu su parametrelerini sırasıyla CI^- parametresi, K^+ parametresi, CIO_3^- parametresi, Na^+ parametresi, SO^{-2}_4 parametresi, Mg^{+2} parametresi, NO_2^- parametresi, EC parametresi, Ca^{+2} parametresi, F^- parametresi, taban suyu seviyesi parametresi ve pH parametresi izlemiştir.

Çizelge 4. 2. Su parametreleri, taban suyu seviyesi ve rakım arasındaki korelasyonlar

	Na^+ (mg/L)	K^+ (mg/L)	Mg^{+2} (mg/L)	Ca^{+2} (mg/L)	F^- (mg/L)	CI^- (mg/L)	NO_2^- (mg/L)	CIO^-_3 (mg/L)	PO_4^{-2} (mg/L)	SO_4^{-2} (mg/L)	pH	EC (µS/cm)	Tss (cm)	R (m)
Na^+ (mg/L)	1													
K^+ (mg/L)	-0.01	1												
Mg^{+2} (mg/L)	0.86**	0.19	1											
Ca^{+2}(mg/L)	0.52*	0.22	0.76**	1										
F^-(mg/L)	0.44	0.15	0.59**	0.65**	1									
CI^- (mg/L)	0.87**	-0.04	0.73**	0.34*	0.46*	1								
NO_2^- (mg/L)	-0.16	-0.26	-0.10	0.008	-0.13	-0.25	1							
CIO^-_3 (mg/L)	0.82**	-0.05	0.69**	0.33*	0.45*	0.97**	-0.14	1						
PO_4^{-2} (mg/L)	-0.18	-0.008	-0.24	-0.30	-0.25	-0.11	-0.06	-0.06	1					
SO_4^{-2} (mg/L)	0.77**	0.19	0.92**	0.93**	0.64**	0.56*	-0.08	0.54*	-0.28	1				
pH	-0.31*	0.05	-0.39*	-0.50*	-0.32*	-0.22	-0.42	-0.24	0.19	-0.43*	1			
EC(µS/cm)	0.91**	0.10	0.95**	0.81**	0.63**	0.77**	-0.10	0.75**	-0.26	0.95**	-0.44*	1		
Tss(cm)	0.13	0.04	0.14	0.15	0.25	0.13	0.01	0.14	0.28	0.15	-0.20	0.16	1	
R (m)	-0.55*	-0.16	-0.75**	-0.74**	-0.49*	-0.41*	0.04	-0.39*	0.11	-0.78**	0.38*	-0.72**	-0.30	1

*p<0.05, **p<0.01 seviyesinde önemli, Tss: Taban suyu seviyesi, R: Rakım

Su parametreleri, taban suyu seviyesi ve rakım arasındaki korelasyon analizleri incelendiğinde(Çizelge 4.2); Na^+ parametresi, Mg^{+2}, CI^-, CIO_3^-, SO^{-2}_4, EC, parametreleri ile önemli pozitif korelasyona sahip(**p<0.01); Ca^{+2} parametresi ile önemli pozitif korelasyona sahip(*p<0.05); pH parametresi ile önemli negatif korelasyona sahiptir(*p<0.05). Mg^{+2} parametresi, Ca^{+2}, F^-, CI^-, CIO_3^-, SO^{-2}_4 ve EC

parametresi ile önemli pozitif korelasyona sahiptir(**p<0.01). pH parametresi ile önemli negatif korelasyona sahiptir(*p<0.05). Ca^{+2} parametresi, F^-, SO^{-2}_4, EC parametresi ile önemli pozitif korelasyona sahip(**p<0.01); CI^-, ClO_3^- parametresi ile önemli pozitif korelasyona sahiptir(*p<0.05). F^- parametresi, SO^{-2}_4, EC parametresi ile önemli pozitif korelasyona sahip(**p<0.01); CI^-, ClO_3^- parametresi ile önemli pozitif korelasyona sahip(*p<0.05); pH ile önemli negatif korelasyona sahiptir(*p<0.05). CI^- parametresi, ClO_3^- ve EC parametresi ile önemli pozitif korelasyona sahip(**p<0.01); SO^{-2}_4 parametresi ile önemli pozitif korelasyona sahiptir(*p<0.05). ClO_3^- parametresi, EC parametresi ile önemli pozitif korelasyona sahipken(**p<0.01); SO^{-2}_4 ile pozitif önemli korelasyona sahiptir(*p<0.05). SO^{-2}_4 parametresi, EC parametresi ile önemli pozitif korelasyona sahip(**p<0.01); pH ile önemli negatif korelasyona sahiptir(*p<0.05). pH parametresi, EC ile önemli negatif korelasyona sahiptir(*p<0.05).

Çizelge 4. 3. Sulama Sularının Sınır Değerleri

	Üst sınır (mg/l)	Optimum (mg/l)
PH	-	5-7
EC(pmhos/cm)	1250	750
Sodyum	50	0-30
Potasyum	10	0.5-10
Kalsiyum	120	40-120
Magnezyum	24	6.0-24
Alkalilik (CaCO3)	200	0-100
Bor	0.8	0.2-0.5
Sülfat	240	24-240
Klor	140	10-50
Bikarbonat	150*	30-50

Çizelge 4. 4. Kıtaiçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri

	SU KALİTE SINIFLARI			
SU KALİTE PARAMETRELERİ	I	II	III	IV
A) Fiziksel ve inorganik- kimyasal Parametreler				
1) Sıcaklık (^oC)	25	25	30	> 30
2) pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	6.0-9.0 dışında
3) Çözünmüş oksijen (mg O_2/L)[a]	8	6	3	< 3
4) Oksijen doygunluğu (%)[a]	90	70	40	< 40
5) Klorür iyonu (mg Cl7L)	25	200	400[b]	> 400
6) Sülfat iyonu (mg $SO_{4=}$/L)	200	200	400	> 400
7) Amonyum azotu (mg NH_+-N/	0.2[c]	1[c]	2[c]	> 2
8) Nitrit azotu (mg $NO_{?-}$-N/L)	0.002	0.01	0.05	> 0.05
9) Nitrat azotu (mg NO_s^--N/L)	5	10	20	> 20
10) Toplam fosfor (mg P/L)	0.02	0.16	0.65	> 0.65
11) Toplam çözünmüş madde (mg/	500	1500	5000	> 5000
12) Renk (Pt-Co birimi)	5	50	300	> 300
13) Sodyum (mg Na_+/L)	125	125	250	> 250
B) Organik parametreler				
1) Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	25	50	70	> 70
2) Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ (mg/L)	4	8	20	> 20
3) Toplam organik karbon (mg/L	5	8	12	> 12
4) Toplam kjeldahl-azotu (mg/L)	0.5	1.5	5	> 5
5) Yağ ve gres (mg/L)	0.02	0.3	0.5	> 0.5
6) Metilen mavisi ile reaksiyon yüzey aktif maddeleri (MBAS) (mg/L)	0.05	0.2	1	> 1.5
7) Fenolik maddeler (uçucu) (mg/	0.002	0.01	0.1	> 0.1
8) Mineral yağlar ve türevleri (im	0.02	0.1	0.5	> 0.5
9) Toplam pestisid (mg/L)	0.001	0.01	0.1	> 0.1
C) İnorganik kirlenme parametreleri				
1) Civa (gg Hg/L)	0.1	0.5	2	> 2
2) Kadmiyum (gg Cd/L)	3	5	10	> 10
3) Kurşun (gg Pb/L)	10	20	50	> 50

Çizelge 4.4.(devamı)

	SU KALİTE SINIFLARI			
SU KALİTE PARAMETRELERİ	I	II	III	IV
4) Arsenik (pg As/L)	20	50	100	> 100
5) Bakır (pg Cu/L)	20	50	200	> 200
6) Krom (toplam) (pg Cr/L)	20	50	200	> 200
7) Krom (pg Cr^{+6}/L)	Ölçülmeyecek kadar az	20	50	> 50
8) Kobalt (pg Co/L)	10	20	200	> 200
9) Nikel (pg Ni/L)	20	50	200	> 200
10) Çinko (pg Zn/L)	200	500	2000	> 2000
11) Siyanür (toplam) (pg CN/L)	10	50	100	> 100
12) Florür (pg F/L)	1000	1500	2000	> 2000
13) Serbest klor (pg CE/L)	10	10	50	> 50
14) Sülfür (pg $S^{=}$/L)	2	2	10	> 10
15) Demir (pg Fe/L)	300	1000	5000	> 5000
16) Mangan (pg Mn/L)	100	500	3000	> 3000
17) Bor (pg B/L)	1000[e]	1000[e]	1000[e]	> 1000
18) Selenyum (pg Se/L)	10	10	20	> 20
19) Baryum (pg Ba/L)	1000	2000	2000	> 2000
20) Alüminyum (mg Al/L)	0.3	0.3	1	> 1
21) Radyoaktivite (pCi/L)				
alfa-aktivitesi	1	10	10	> 10
beta-aktivitesi	10	100	100	> 100
D) Bakteriyolojik parametreler				
1) Fekal koliform(EMS/100 mL)	10	200	2000	> 2000
2) Toplam koliform (EMS/100 m	100	20000	100000	>100000

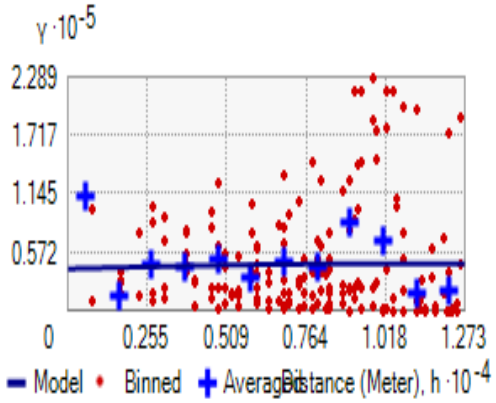
4.2. Su Örneklerinin Jeoistatistiksel Yöntemler ile Tahmin edilmesi ve Haritalanması

Ordinary kriging ve IDW (Inverse Distance Weighting) metodları kullanılarak incelenen su özelliklerinin parametrelerine ait variogram tahmin değerleri, grafikleri ve yersel dağılım haritaları elde edilmiştir.

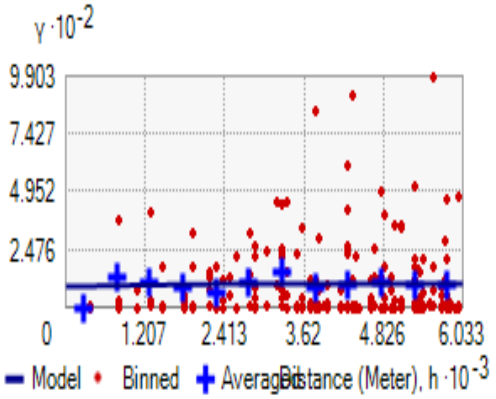
Su Parametrelerinin Uzaysal Dağılımı

Analizi yapılan su parametreleri; Na^{+}, K^{+}, Mg^{+2}, Ca^{+2}, F^{-}, CI^{-}, NO^{-}_{2}, CIO^{-}_{3}, PO^{-3}_{4}, SO^{-2}_{4}, pH, EC ve taban suyu seviyesi parametrelerine ait variogram grafikleri (şekil 4.1) verilmiştir. Variogram grafiklerinden elde dilen range, nugget ve partial sill değerleri ile yapılan hesaplamalar doğrultusunda modellerin kalitesi zayıf, orta ve güçlü olarak üç sınıfta yersel değişimler belirlenmiştir.

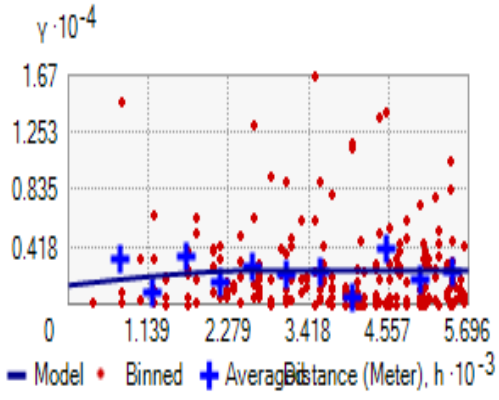
Na^{+} parametresi



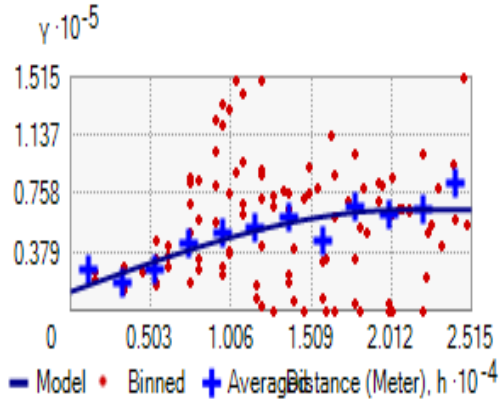
K^{+} parametresi



Mg^{+2} parametresi

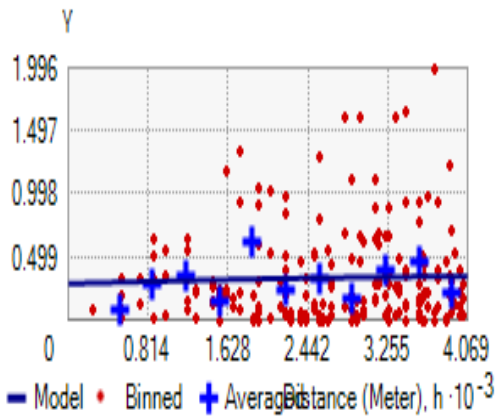


Ca^{+2} parametresi

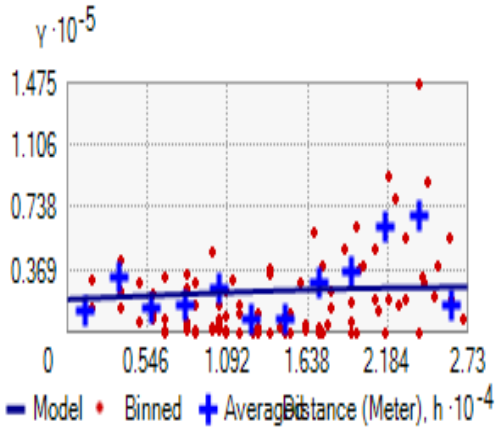


Şekil 4. 1. Variogram grafikleri

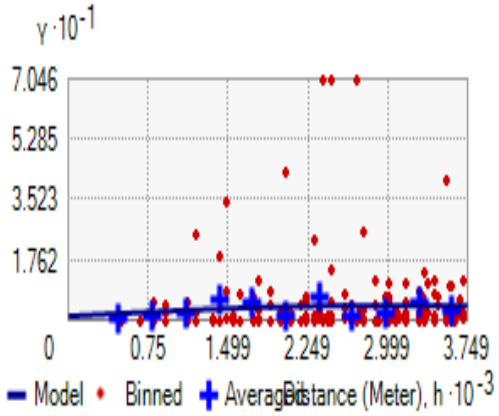
F^- parametresi



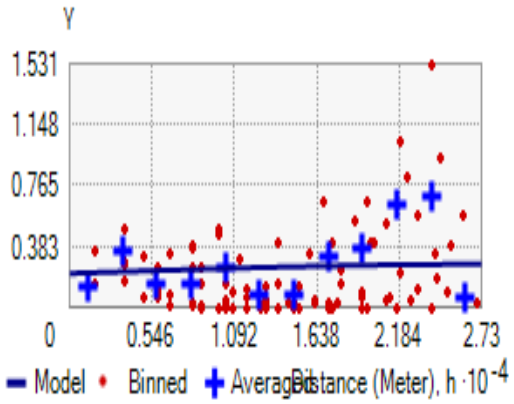
CI^- parametresi



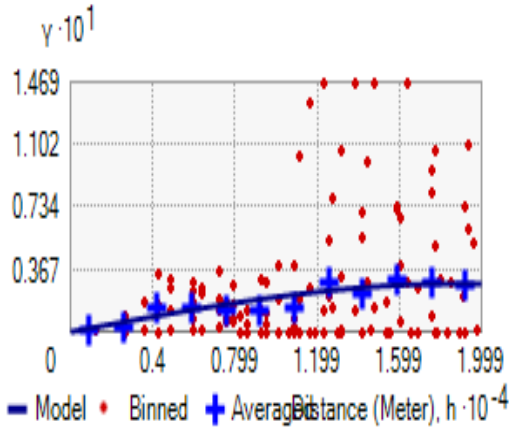
NO_2^- parametresi



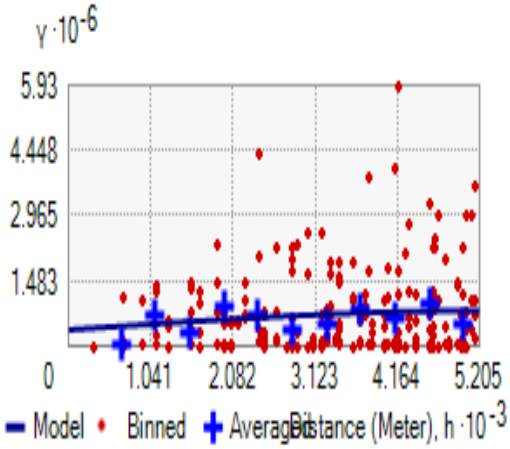
CIO^-_3 parametresi



PO^{-3}_4 parametresi

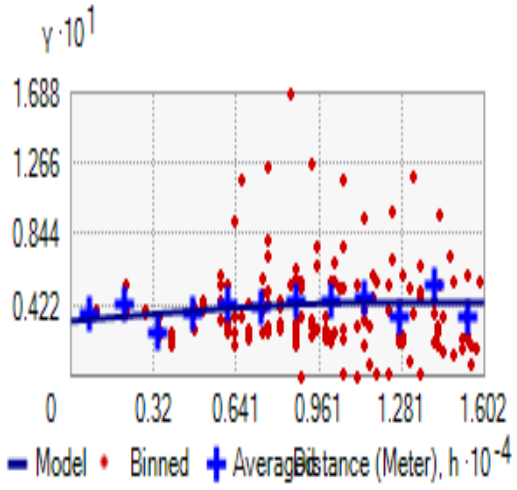


SO^{-2}_4 parametresi

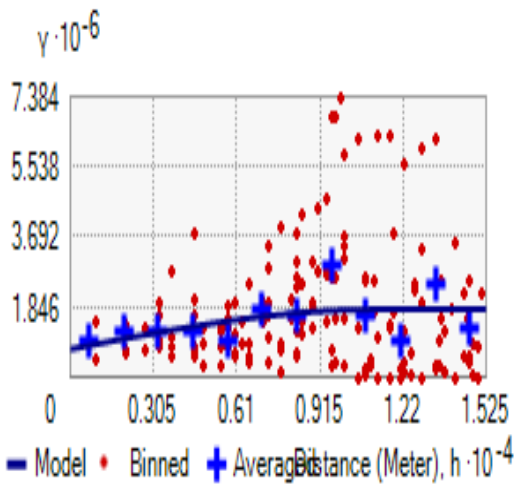


Şekil 4.1.(devamı)

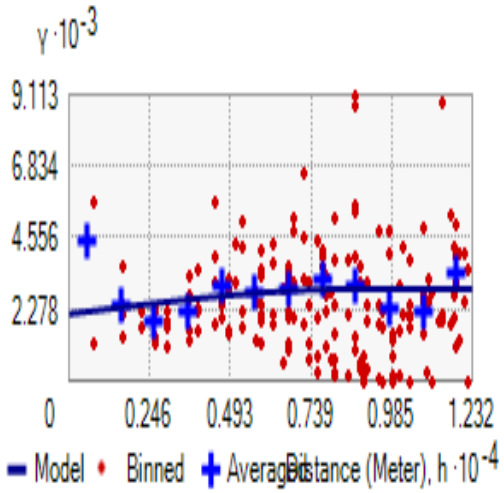
pH parametresi



EC parametresi



Taban suyu seviyesi parametresi



Şekil 4.1.(devamı)

Çizelge 4. 5. Variogram parametrelerine ait değerler

Su parametreleri	Model	Range	Nugget (Co)	Partial Sill (C)	Sill (Co+ C)	Nugget to Sill oranı (Co/Co+C)	Model Kalitesi
Na^{+}	Spherical	10120.75	40972.62	5133.86	41486.4	98	Zayıf
	Exponential	7599.03	40192.29	5373.86	45566.1	88	Zayıf
K^{+}	Spherical	3557.50	89.15	13.54	102.69	86	Zayıf
	Exponential	2798.16	88.70	13.65	102.35	86	Zayıf
Mg^{+2}	Spherical	2798.16	1381.90	1100.46	2482.36	55	Orta
	Exponential	3342.37	1145.90	1396.77	2542.67	45	Orta
Ca^{+2}	Spherical	21002.92	12184.69	53174.92	65359.6	18	Güçlü
	Exponential	25148.23	7576.78	57678.59	65255.3	13	Güçlü
F^{-}	Spherical	4069.26	0.28811	0.05544	0.3435	83	Zayıf
	Exponential	2934.74	0.22714	0.11703	0.3441	66	Orta
CI^{-}	Spherical	27298.43	19413.88	7158.79	26572.67	73	Orta
	Exponential	27298.43	19507.30	5988.03	25495.33	76	Zayıf
NO_2^{-}	Spherical	2798.16	1.2193	3.0748	4.2941	28	Orta
	Exponential	2798.16	0	4.4462	4.4462	0	Zayıf
CIO^{-}_3	Spherical	27298.43	0.2135	0.05811	0.2716	78	Zayıf
	Exponential	27298.43	0.2175	0.04357	0.2610	83	Zayıf
PO^{-3}_4	Spherical	18823.75	0	0.0284	0.0284	0	Zayıf
	Exponential	19986.78	0	0.0245	0.0245	0	Zayıf
SO^{-2}_4	Spherical	5204.83	375078.10	431934.06	807012.1	46	Orta
	Exponential	3447.90	0	787473.48	787473.4	0	Zayıf
pH	Spherical	12446.13	0.03282	0.01119	0.04401	74	Orta
	Exponential	16015.52	0.03183	0.01291	0.04474	71	Orta
EC	Spherical	11122.28	741428.96	1042593.2	1784022	41	Orta
	Exponential	15246.24	618956.63	1280276.9	1899233	32	Orta
Taban suyu seviyesi	Spherical	8949.93	2134.30	801.139	2935.43	72	Orta
	Exponential	12317.55	2104.60	901.095	3005.69	70	Orta

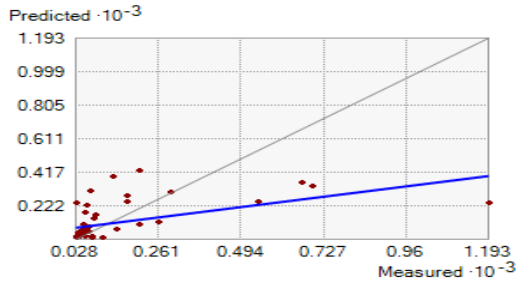
Su parametrelerine ait variogramlarda spherical ve exponential modelleri kullanılmıştır. Nugget/ Sill oranı mekânsal bağlılığı hakkında bilgi vermekte ve % 25 değerinin altında ise uzaysal dağılımı kuvvetli, % 25-75 aralığında ise mekânsal bağlılığı orta derecede, % 75 değerinden yüksek ise mekânsal bağlılığı zayıf şeklinde değerlendirilebilir (Chenk ve ark., 2007; Cambrella ve ark., 1994). Çizelge incelendiğinde en yüksek Nugget to sill oranlarının değerleri Na^{+}, K^{+}, F^{-}, NO_2^{-}, CI^{-}, CIO_3, PO^{-3}_4 ve SO^{-2}_4 parametreleri sahip olmuştur. En düşük Nugget to sill oranları ise Ca^{+2} parametresi sahipken; orta derecedeki Nugget to sill oranları ise pH, EC,

taban suyu seviyesi, SO_4^{-2}, NO_2^-, Cl^-, F^- ve Mg^{+2} sahip olduğu görülmüştür(Çizelge 4.5).

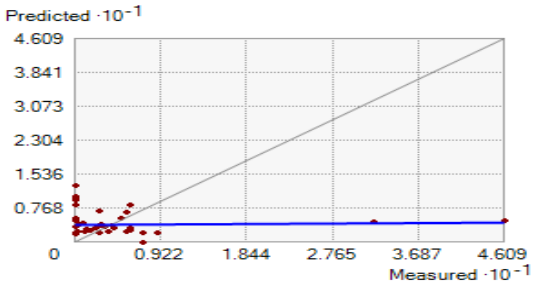
4.2.1. Kriging yöntemi ile yapılan tahminler

Kriging yöntemi elde edilen tahmin ile laboratuar analiz sonuçları arasındaki değişimleri gösteren grafikler elde edilmiştir. Bu grafikler ölçüm ve tahmin değerlerini karşılaştırmak için elde edilmiştir (Şekil 4.2).

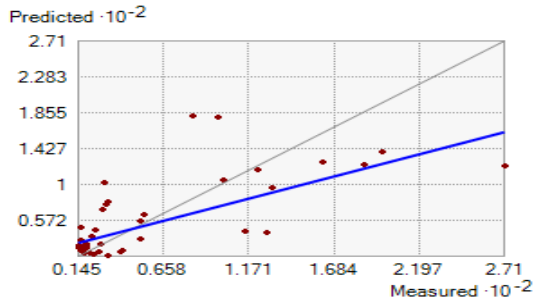
Na^+ parametresi



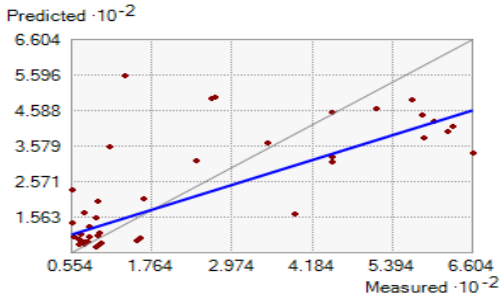
K^+ parametresi



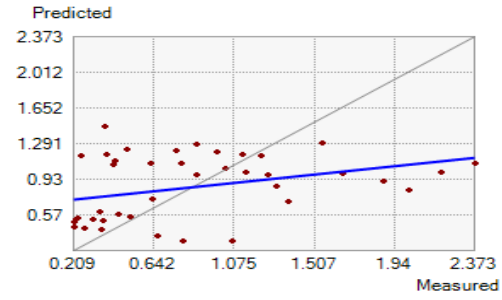
Mg^{+2} parametresi



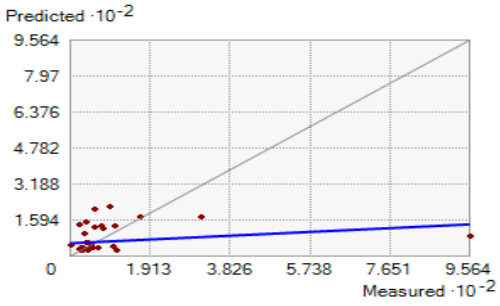
Ca^{+2} parametresi



F^- parametresi

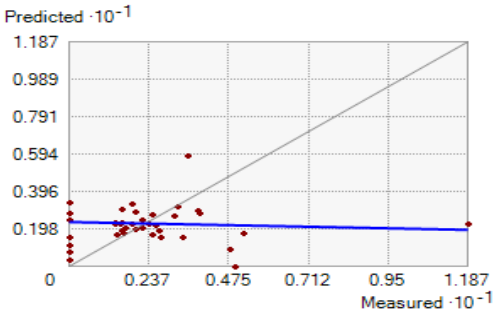


Cl^- parametresi

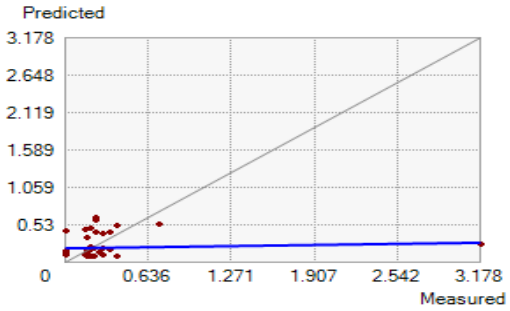


Şekil 4. 2. Laboratuvar ve tahmin parametreleri arasındaki ilişkiyi gösteren grafikler

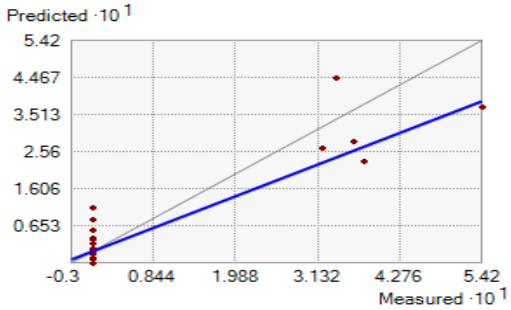
NO_2^- parametresi



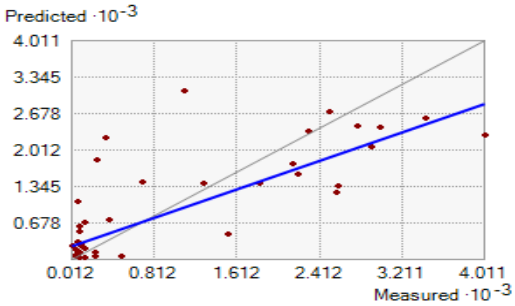
CIO^-_3 parametresi



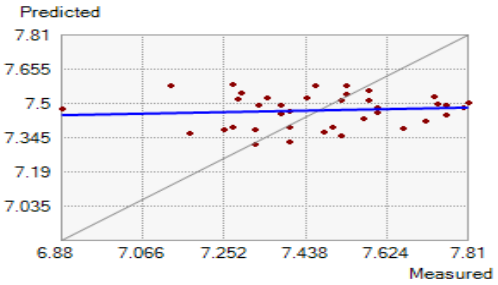
PO^{-3}_4 parametresi



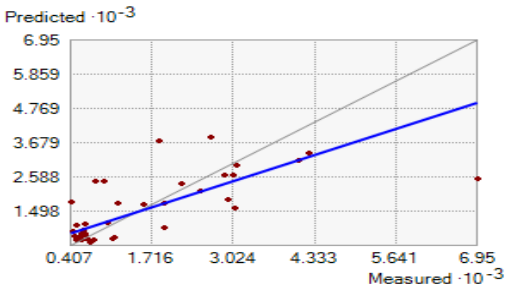
SO^{-2}_4 parametresi



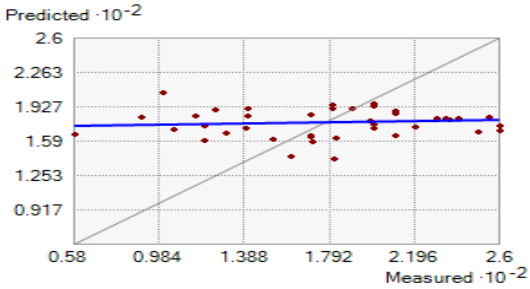
pH parametresi



EC parametresi



Taban suyu seviyesi parametresi



Şekil 4.2.(devamı)

Jeoistatistik analizleri yapılırken elde edilen tahmin ve ölçüm grafikleri incelendiğinde çizgiler arasındaki makas şeklinin birbirine yakınlığına bağlı olarak üst üste çakışacak şekilde bir yakınlığa sahip olan ölçüm ve tahmin değerleri arasındaki ilişkinin birbirine yakın olduğunu göstermektedir. Grafiklerdeki ölçüm ve tahmin değerleri arsındaki çizgiler arasındaki mesafe azaldıkça tahminlerin doğruluk derecesi artmaktayken çizgiler arasındaki mesafe arttıkça tahminlerin doğruluk derecesi azalmaktadır. Aynı doğrultuda çizgilerin makas şeklinin birbirinden ayrı olarak elde edilen grafiklerde ölçüm ve tahmin değerleri arasındaki ilişki yakınlık mesafesine göre değişim göstermektedir(Şekil4.3).

Çizelge 4. 6.Kriging yönteminde kullanılan farklı modellerden elde edilen RMSE değerlerinin karşılaştırması

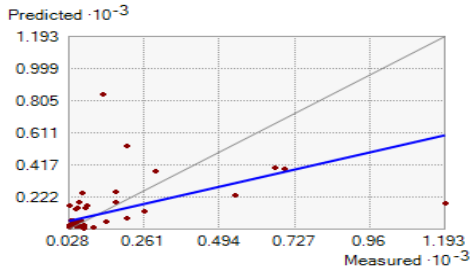
Su Parametreleri	**Kullanılan Model**	**RMSE**
Na^{+}	Spherical	197.81
	Exponential	198.63
K^{+}	Spherical	9.07
	Exponential	8.82
Mg^{+2}	Spherical	43.82
	Exponential	44.48
Ca^{+2}	Spherical	142.71
	Exponential	144.97
F^{-}	Spherical	0.57
	Exponential	0.57
CI^{-}	Spherical	147.64
	Exponential	147.95
NO_2^{-}	Spherical	2.27
	Exponential	2.25
CIO^{-}_3	Spherical	0.49
	Exponential	0.49
PO^{-3}_4	Spherical	0.04
	Exponential	0.04
SO^{-2}_4	Spherical	760.39
	Exponential	766.82
pH	Spherical	0.20
	Exponential	0.20
EC	Spherical	992.67
	Exponential	995.95
Taban suyu seviyesi	Spherical	51.45
	Exponential	51.37

RMSE değerleri elde edilen tahminlerde doğruluk oranını vermektedir. RMSE değeri küçük olan ölçüm değerinin doğruluk derecesi daha fazladır. Jeoistatistik analiz ile kriging yönteminde kullanılan modellere ait Root Mean Square Error (RMSE) değerleri (Çizelge 4.6) verilmiştir. ortalama hata kareleri kökü (RMSE) değerleri sırasıyla; Na^{+} parametresi spherical model RMSE: 197.81, exponential model RMSE: 198.63 olarak elde edilmiştir. K^{+} parametresi spherical model RMSE: 9.07, exponential model RMSE: 8.82 olarak elde edilmiştir. . Mg^{+2} parametresi spherical model RMSE: 43.82, exponential model RMSE: 44.48 olarak elde edilmiştir. Ca^{+2} parametresi spherical model RMSE: 142.71, exponential model RMSE: 144.97 olarak elde edilmiştir. F^{-} parametresi spherical model RMSE: 0.57, exponential model RMSE: 0.57 olarak elde edilmiştir. CI^{-} parametresi spherical model RMSE: 147.64, exponential model RMSE: 147.95 olarak elde edilmiştir. NO_2^{-} parametresi spherical model RMSE: 2.27, exponential model RMSE: 2.25 olarak elde edilmiştir. . CIO^{-}_3 parametresi spherical model RMSE: 0.49, exponential model RMSE: 0.49 olarak elde edilmiştir. PO^{-3}_4 parametresi spherical model RMSE: 0.04, exponential model RMSE: 0.04 olarak elde edilmiştir. SO^{-2}_4 parametresi spherical model RMSE: 760.39, exponential model RMSE: 766.82 olarak elde edilmiştir. pH parametresi spherical model RMSE: 0.20, exponential model RMSE: 0.20 olarak elde edilmiştir. EC parametresi spherical model RMSE: 992.67, exponential model RMSE: 995.95 olarak elde edilmiştir. Taban suyu yüksekliği parametresi spherical model RMSE: 51.45, exponential model RMSE: 51.37 olarak elde edilmiştir.

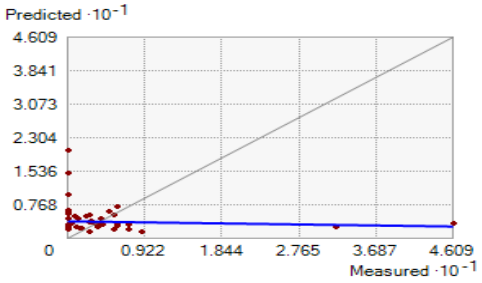
4.2.2. IDW Yöntemi ile yapılan tahminler

IDW yöntemi ile elde edilen tahmin ile laboratuvar analiz sonuçları arasındaki benzerlik oranını gösteren grafikler oluşturulmuştur. Grafikler ölçüm ve tahmin değerlerini kıyaslanması için elde edilmiştir. Elde edilen ölçüm ve tahmin değerleri arasında önemli değerler gözlemlenmiştir. Tahmin ve ölçüm değerlerinin birbirine yakınlığını gösteren grafikler (Şekil 4.3) gösterilmiştir.

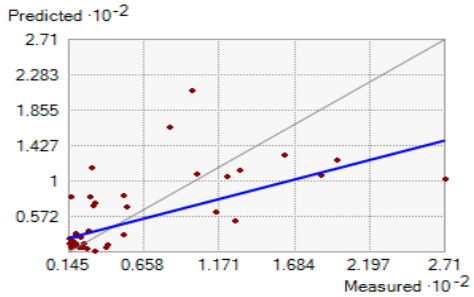
Na^{+} parametresi



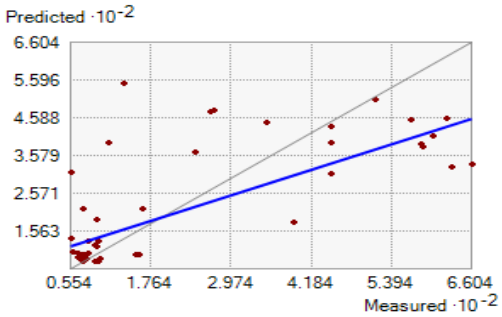
K^{+} parametresi



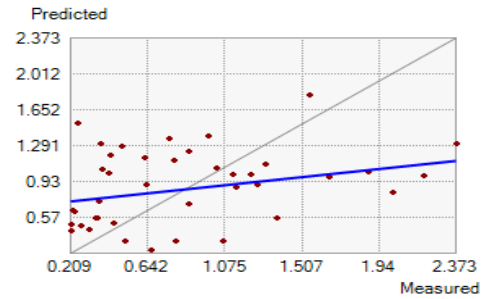
Mg^{+2} parametresi



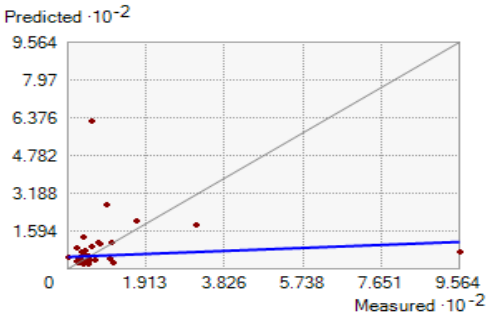
Ca^{+2} parametresi



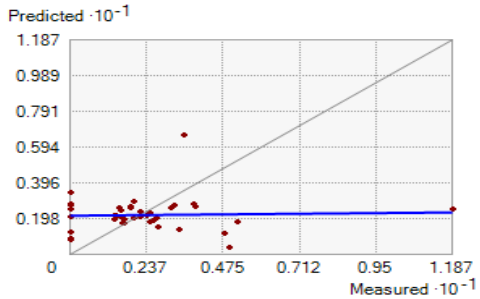
F^{-} parametresi



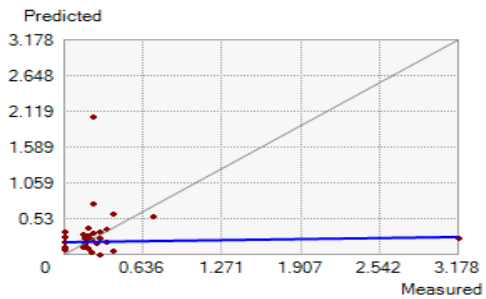
CI^{-} parametresi



NO_2^{-} parametresi

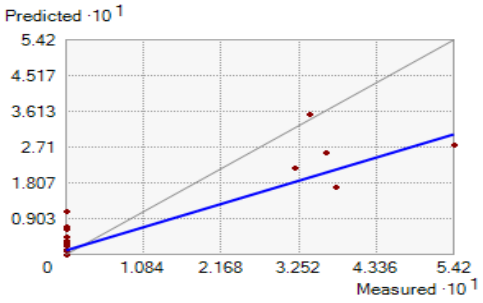


CIO^{-}_3 parametresi

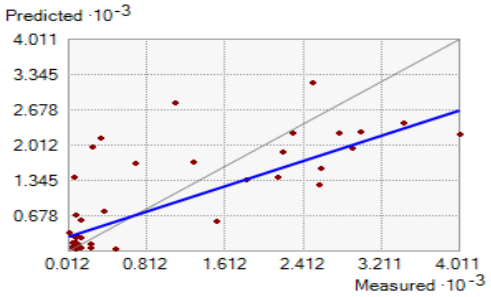


Şekil 4. 3. IDW Yöntemi ile yapılan tahminler ve laboratuvar ölçümleri

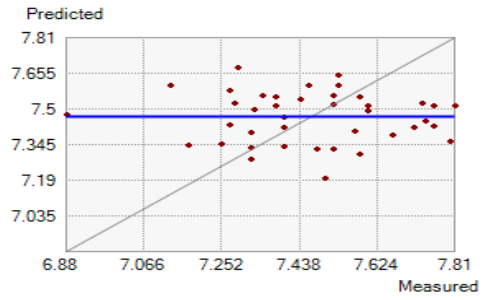
PO^{-3}_4 parametresi



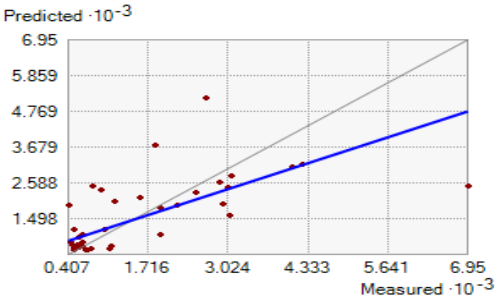
SO^{-2}_4 parametresi



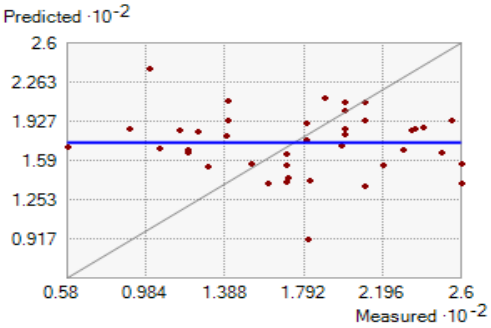
pH parametresi



EC parametresi(µS/cm)



Taban suyu parametresi(cm)



Şekil 4.3.(devamı)

Çizelge 4. 7. IDW yöntemi ile elde edilen RMSE değerleri

Su değişkeni	**Birim**	**RMSE**
Na^{+}	mg/L	226.86
K^{+}	mg/L	9.73
Mg^{+2}	mg/L	47.65
Ca^{+2}	mg/L	150.68
F^{-}	mg/L	0.5844
CI^{-}	mg/L	172.91
NO_2^{-}	mg/L	2.23
CIO^{-}_3	mg/L	0.5693
PO^{-3}_4	mg/L	0.0633
SO^{-2}_4	mg/L	783.12
pH		0.2327
EC	µS/cm	1077.91
Taban suyu seviyesi	cm	59.06
Rakım	m	7.80

Yapılan IDW analizi sonucu elde edilen tahminlerinin doğruluğunu gösteren RMSE değerleri kullanılarak belirlenmiştir. RMSE değerleri sırası ile Na^{+}(mg/L): 226.86, K^{+}(mg/L): 9.73, Mg^{+2}(mg/L): 47.65, Ca^{+2}(mg/L): 150.68, F^{-} (mg/L): 0.5844, CI^{-}(mg/L): 172.91, NO_2^{-}(mg/L): 2.23, CIO^{-}_3(mg/L): 0.5693, PO^{-3}_4(mg/L): 0.0633, SO^{-2}_4 (mg/L): 783.12, pH: 0.2327, EC(µS/cm): 1077.91, taban suyu(cm): 59.06 olarak elde edilmiştir (Çizelge 4.7).

RMSE(Root Mean Square Error) değerleri karşılaştırıldığında Na^{+} parametresi için en düşük RMSE değerini ordinary kriging yönteminde kullanılan spherical modelden(RMSE: 197.818); K^{+} parametresi için en düşük RMSE değerini ordinary kriging yönteminde kullanılan exponential modelden(RMSE: 8.8215); Mg^{+2} parametresi için en düşük RMSE değerini ordinary kriging yönteminde kullanılan spherical modelden(RMSE: 43.82); Ca^{+2} parametresi için en düşük RMSE değerini ordinary kriging yönteminde kullanılan spherical modelden(RMSE: 142.71); F^{-} parametresi için en düşük RMSE değerini ordinary kriging yönteminde kullanılan

spherical modelden(RMSE: 0.5710); Cl^- parametresi için en düşük RMSE değerini ordinary kriging yönteminde kullanılan spherical modelden(RMSE: 147.64); NO_2^- parametresi için en düşük RMSE değerini IDW(Inverse Distance Weighting)yönteminden (RMSE: 2.2319); CIO^-_3 parametresi için en düşük RMSE değerini ordinary kriging yönteminde kullanılan spherical modelden(RMSE: 0.4941); PO^{-3}_4 parametresi için en düşük RMSE değerini ordinary kriging yönteminde kullanılan spherical ve exponential modelden(RMSE: 0.04985); SO^{-2}_4 parametresi için en düşük RMSE değerini ordinary kriging yönteminde kullanılan spherical modelden(RMSE: 760.36); pH parametresi için en düşük RMSE değerini ordinary kriging yönteminde kullanılan spherical modelden(RMSE: 20.59); EC parametresi için en düşük RMSE değerini ordinary kriging yönteminde kullanılan spherical modelden(RMSE: 992.6711); Taban suyu Yükseklik parametresi için en düşük RMSE değerini ordinary kriging yönteminde kullanılan spherical modelden(RMSE: 51.3768); Rakım parametresi için en düşük RMSE değerini IDW(Inverse Distance Weighting)yönteminden (RMSE: 7.8062) elde edilmiştir.

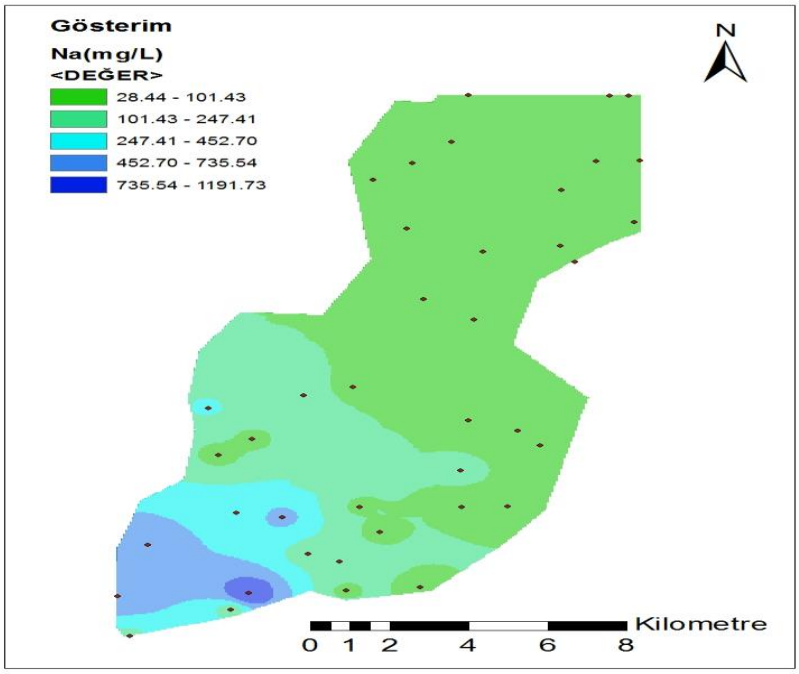
4.3. Su Parametrelerinin Jeoistatistiksel Yöntem ile Haritalanması

Jeoistatistiksel metotlar kullanarak örnekleme yapılmayan alanlarda tahminler yapılmıştır. Elde edilen haritalarda parametreler için 5 ayrı sınıf oluşturulmuştur

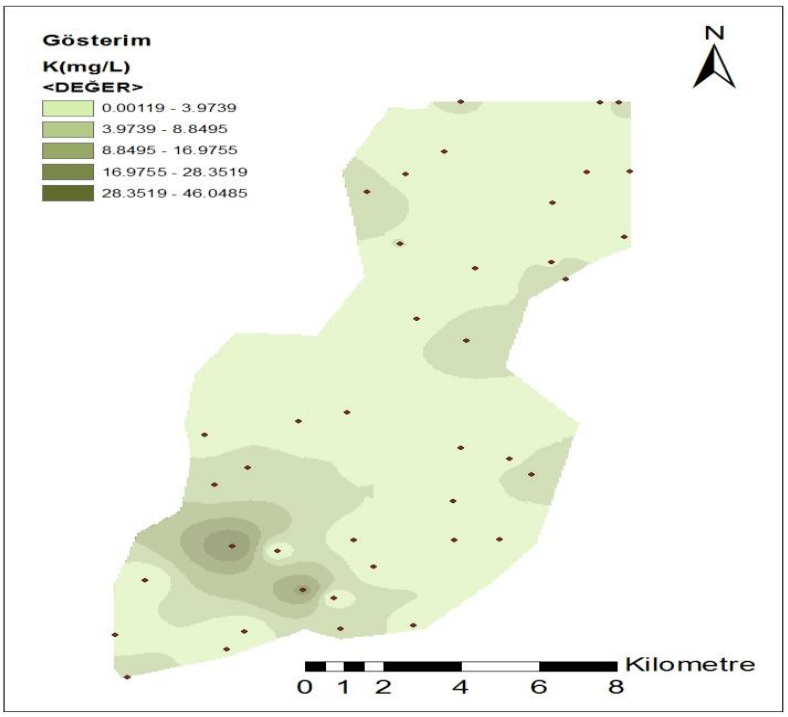
4.3.1. IDW yöntemi ile haritalama

Su parametrelerine ait IDW yöntemi ile elde edilen tahminler ve çalışma alanındaki dağılımlarını gösteren haritalar şekil 4.4’ te verilmiştir. IDW yönteminde bilinen komşu noktalardan faydalanarak bilinmeyen noktaların tahminleri yapılır.

Na^+ parametresi

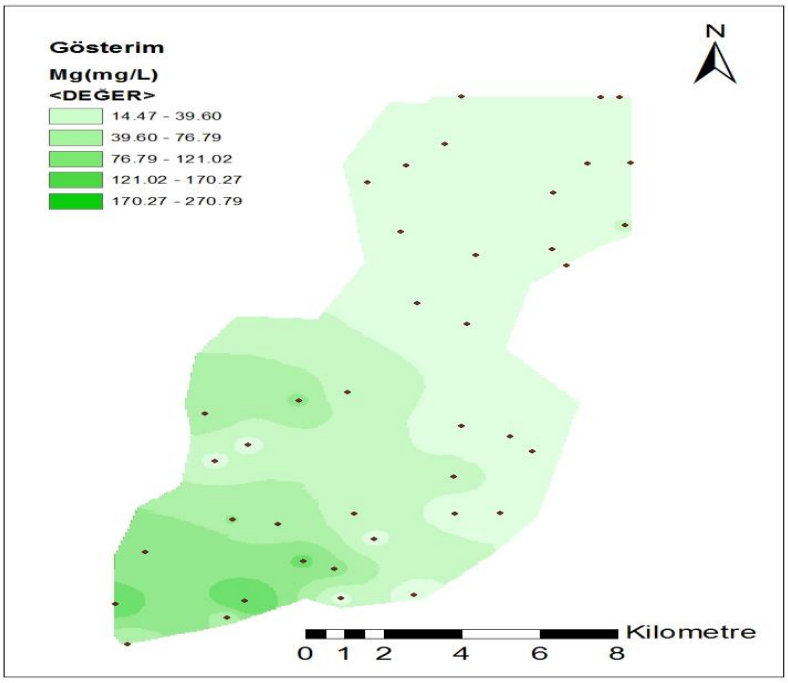


K^+ parametresi

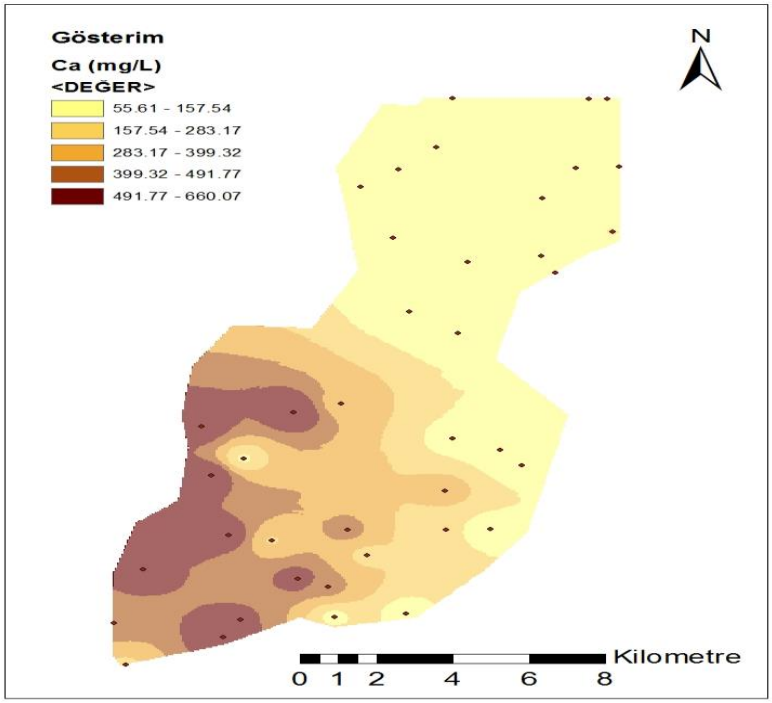


Şekil 4. 4. IDW yöntemi ile haritalama

Mg^{+2} parametresi

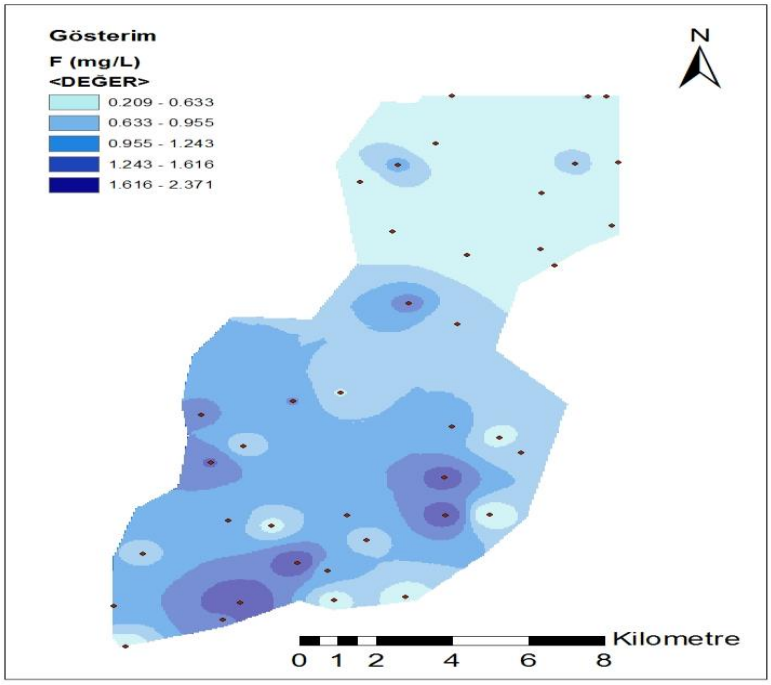


Ca^{+2} parametresi

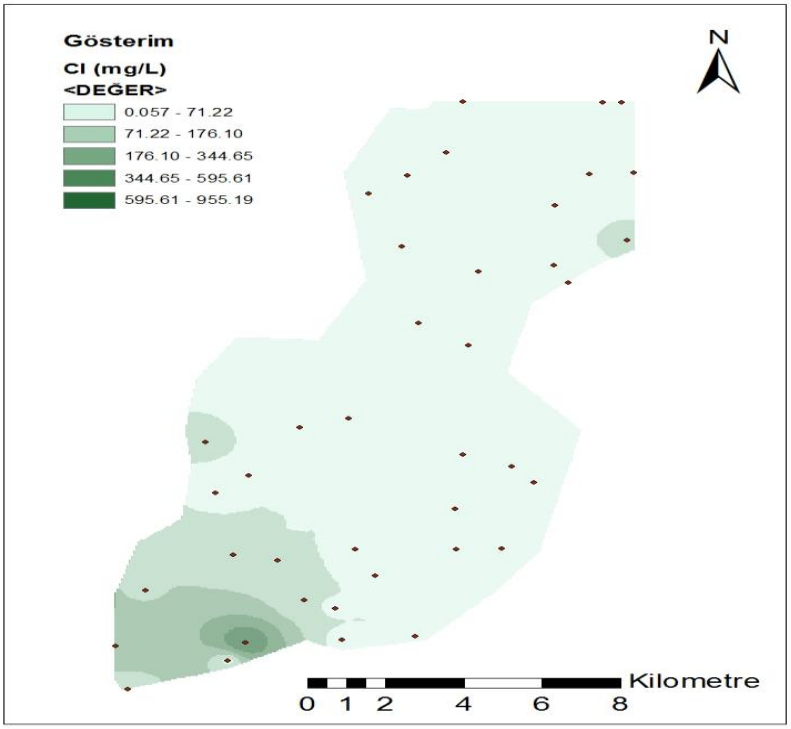


Şekil 4.4.(devamı)

F^- parametresi

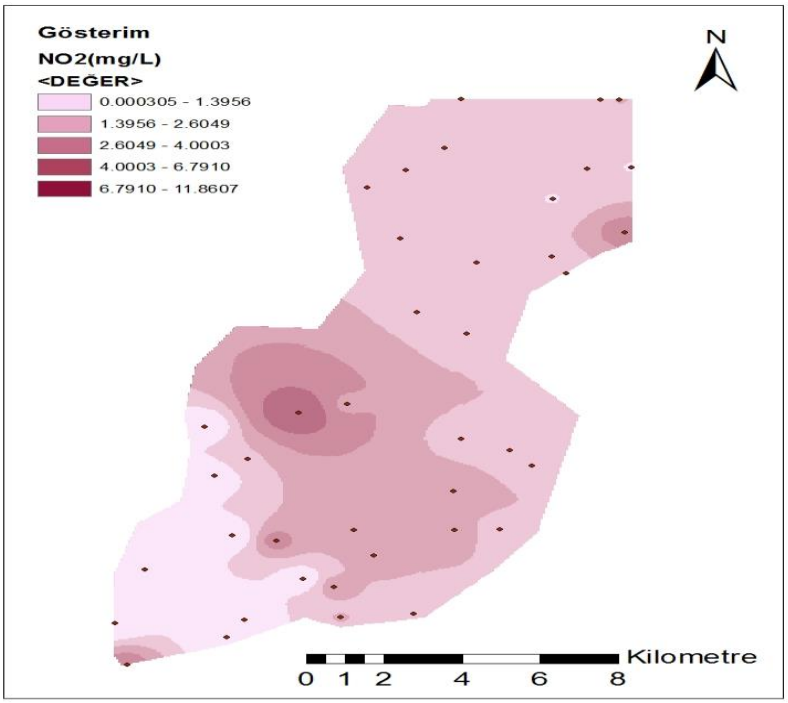


Cl^- parametresi

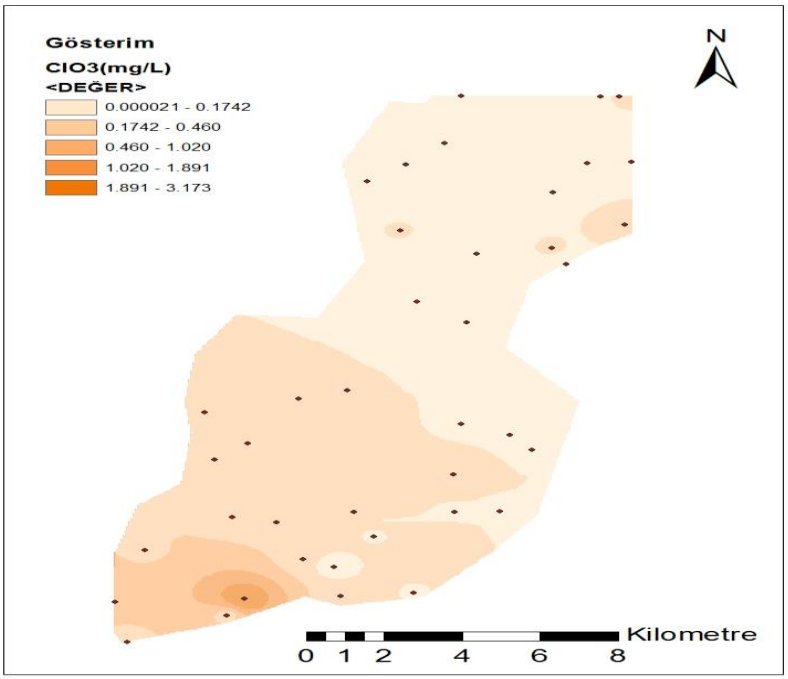


Şekil 4.4.(devamı

NO^{-}_{2} parametresi

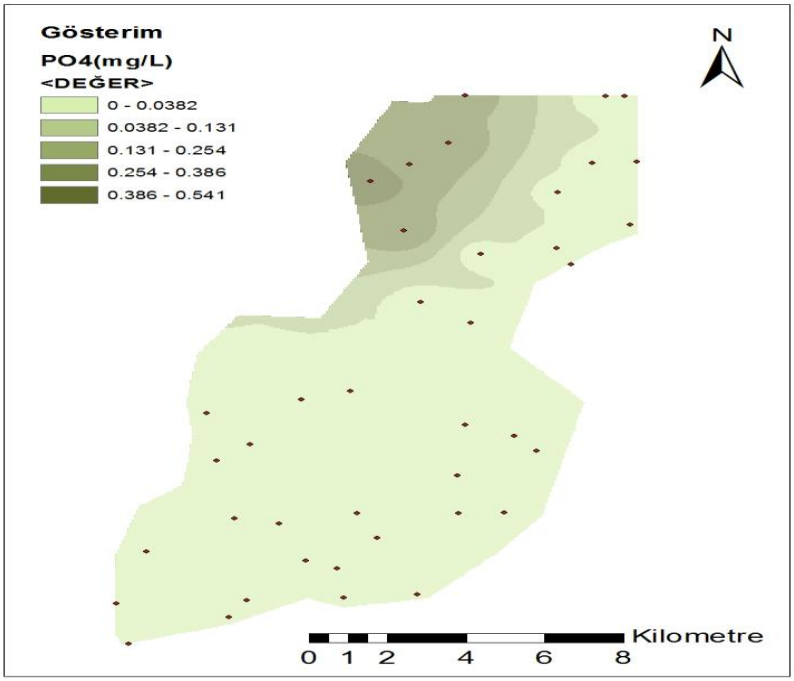


CIO^{-}_{3} parametresi

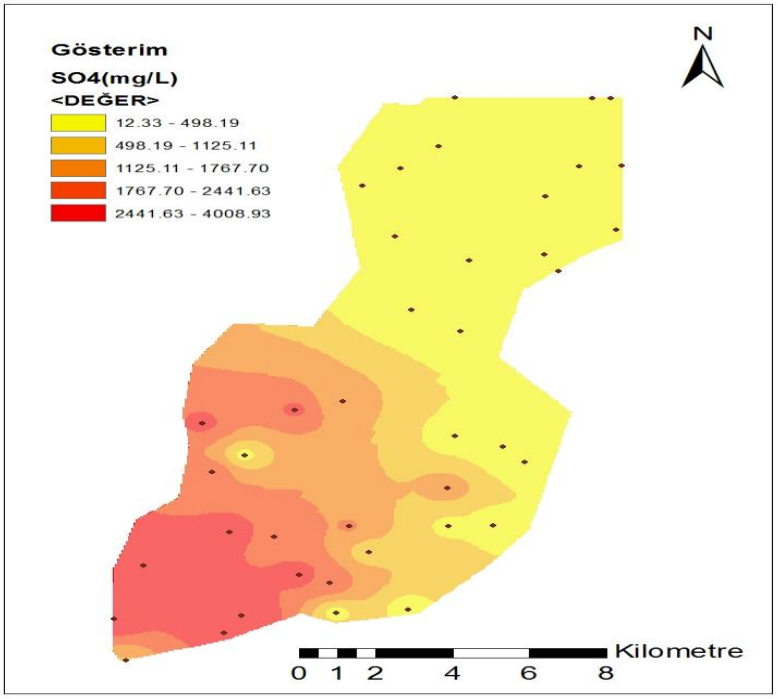


Şekil 4.4.(devamı)

PO^{-3}_4 parametresi

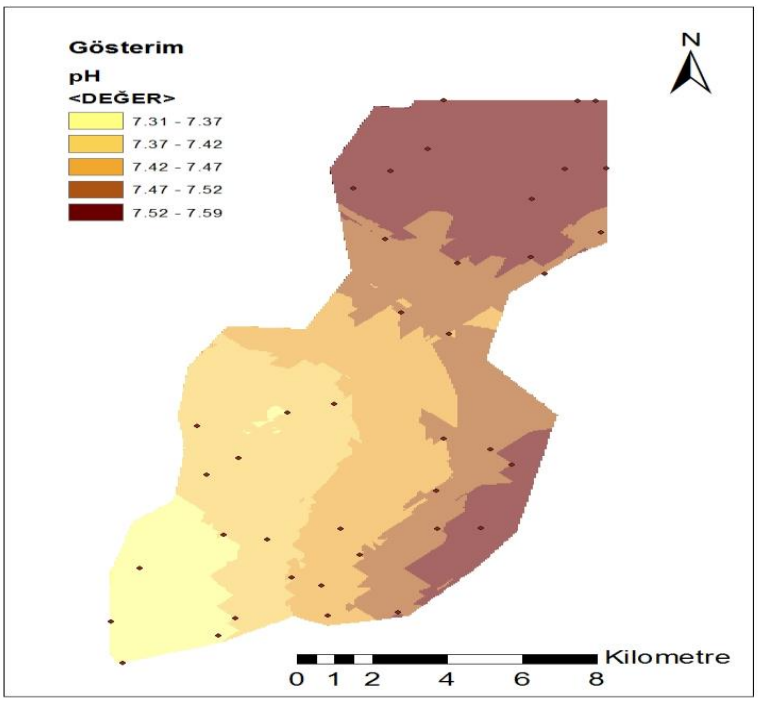


SO^{-2}_4 parametresi

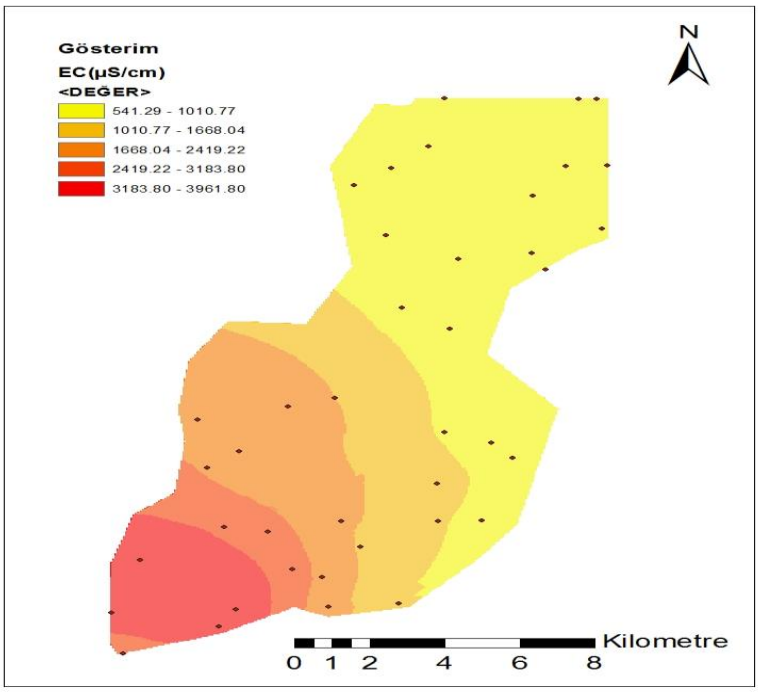


Şekil 4.4.(devamı)

pH parametresi

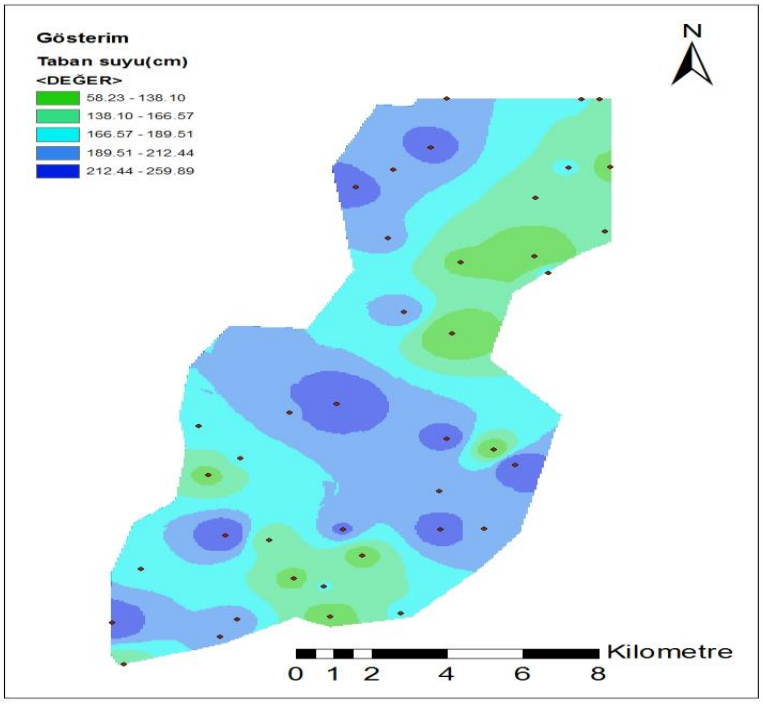


EC parametresi



Şekil 4.4.(devamı)

Taban suyu seviyesi parametresi

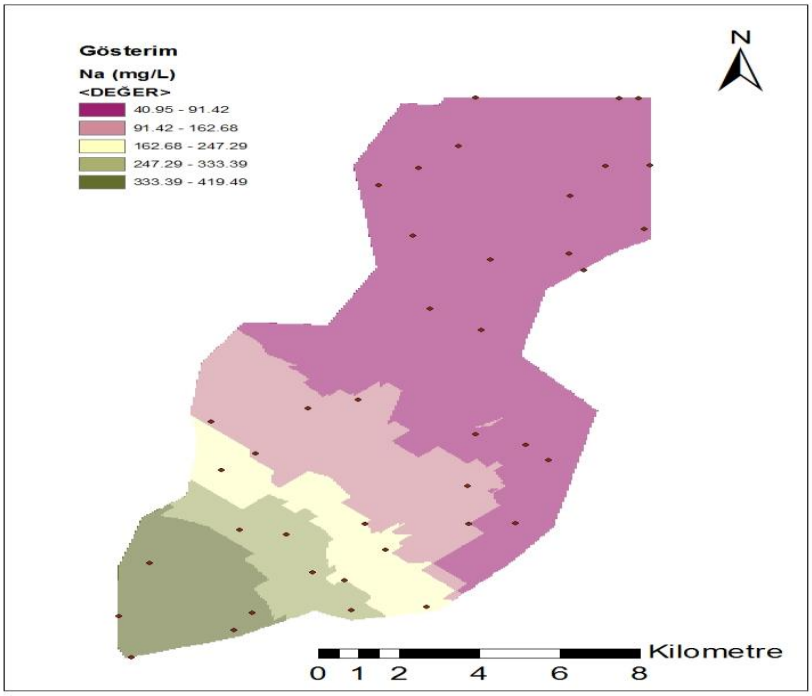


Şekil 4.4.(devamı)

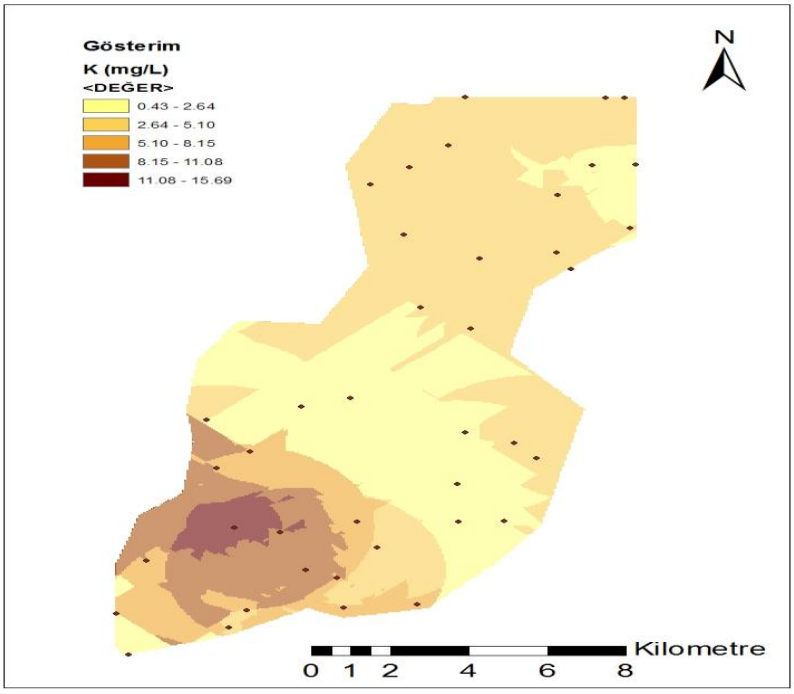
4.3.2. Ordinary kriging (OK) yöntemi ile haritalama

Su parametrelerine ait ordinary kriging yöntemi ile elde edilen tahminler ve çalışma alanındaki dağılımlarını gösteren haritalar şekil 4.5. da verilmiştir. Ordinary kriging yönteminde bilinen komşu(yan) noktalardan faydalanarak bilinmeyen noktaların tahminleri yapılır(Şekil 4.5).

Na^+ parametresi

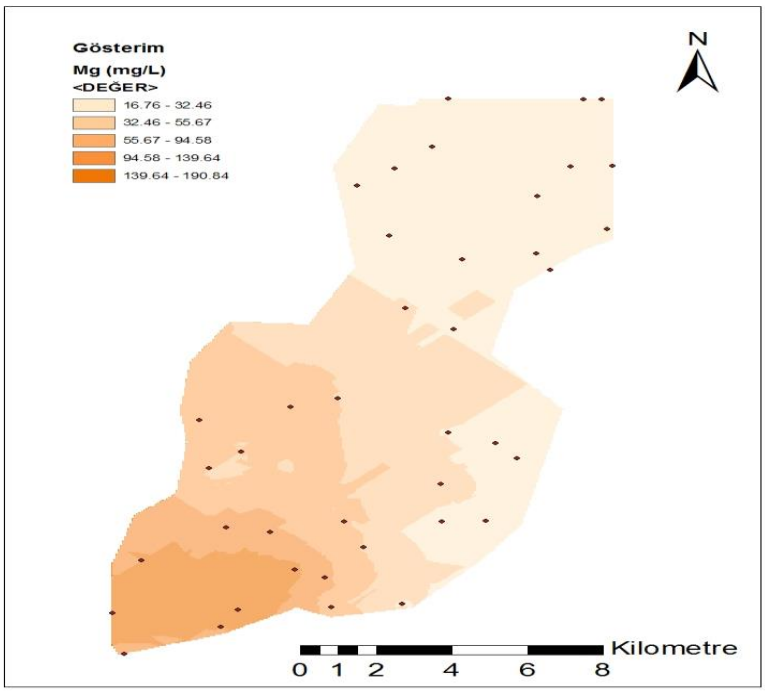


K^+ parametresi

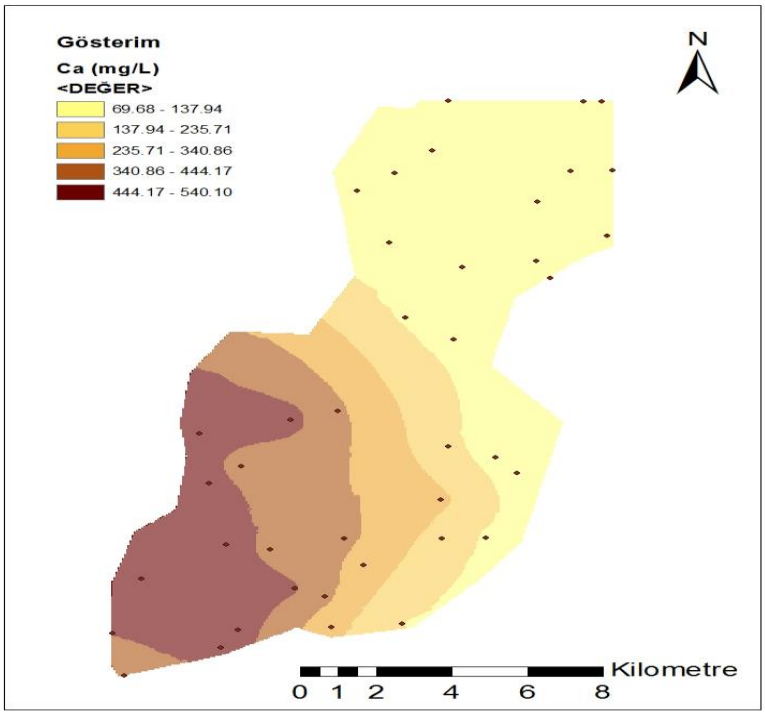


Şekil 4. 5. Ordinary kriging yöntemi ile haritalama

Mg^{+2} parametresi

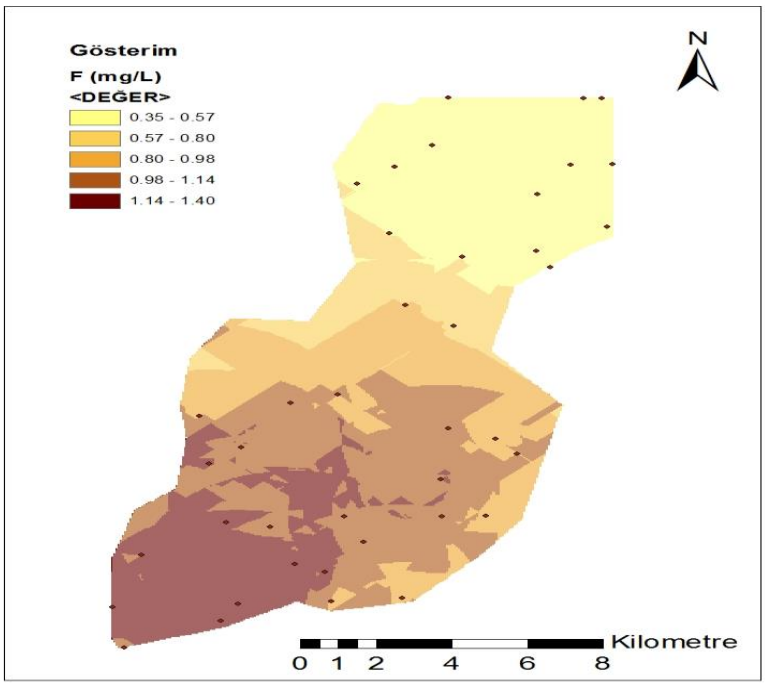


Ca^{+2} parametresi

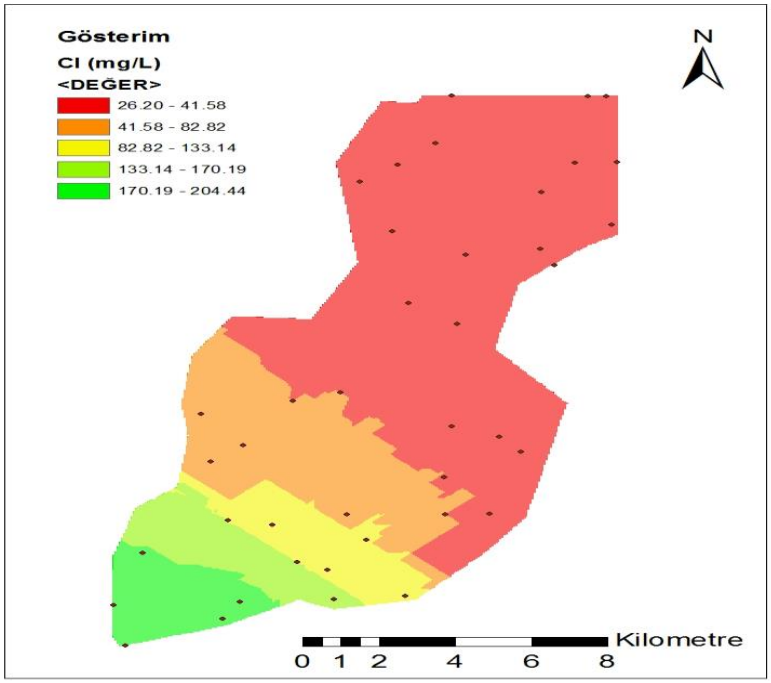


Şekil 4.5.(devamı)

F^- parametresi

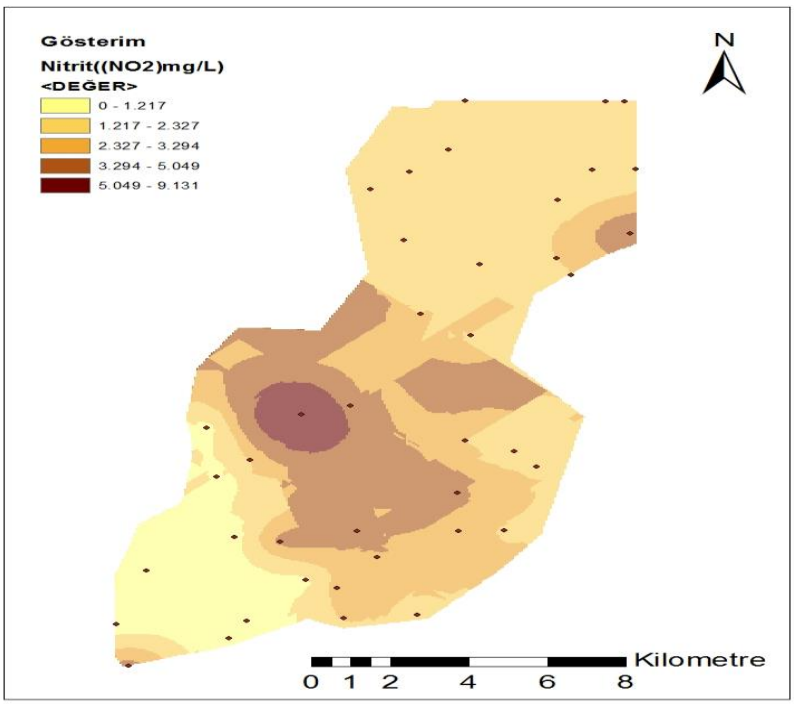


Cl^- parametresi

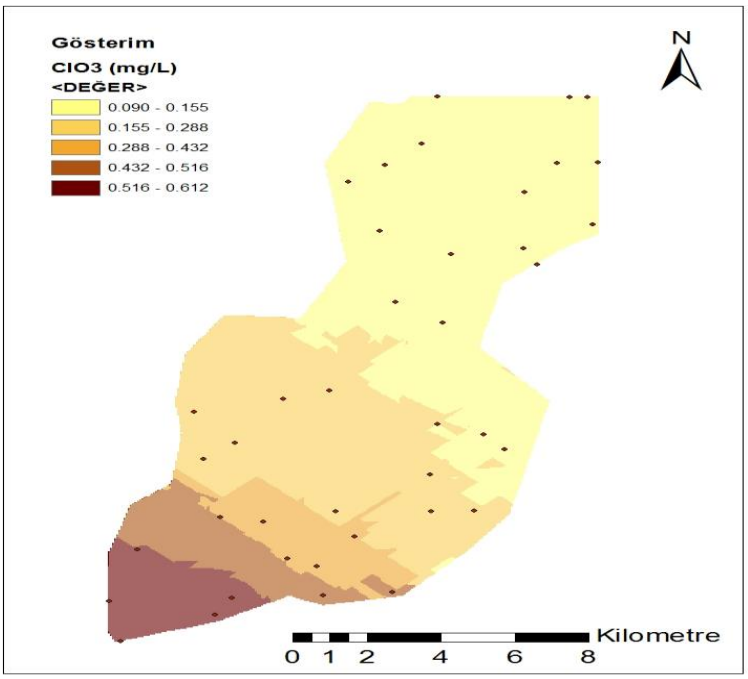


Şekil 4.5.(devamı)

NO^{-}_{2} parametresi

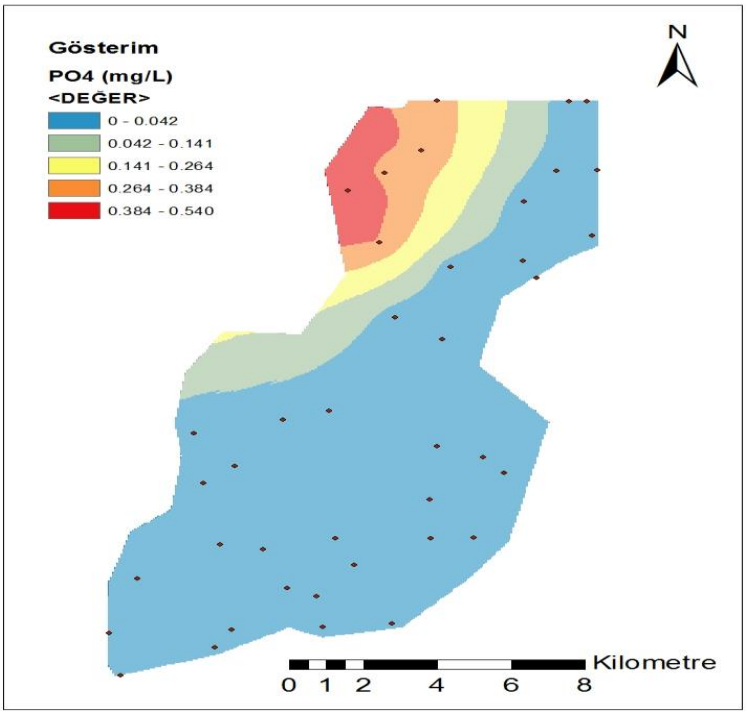


CIO^{-}_{3} parametresi

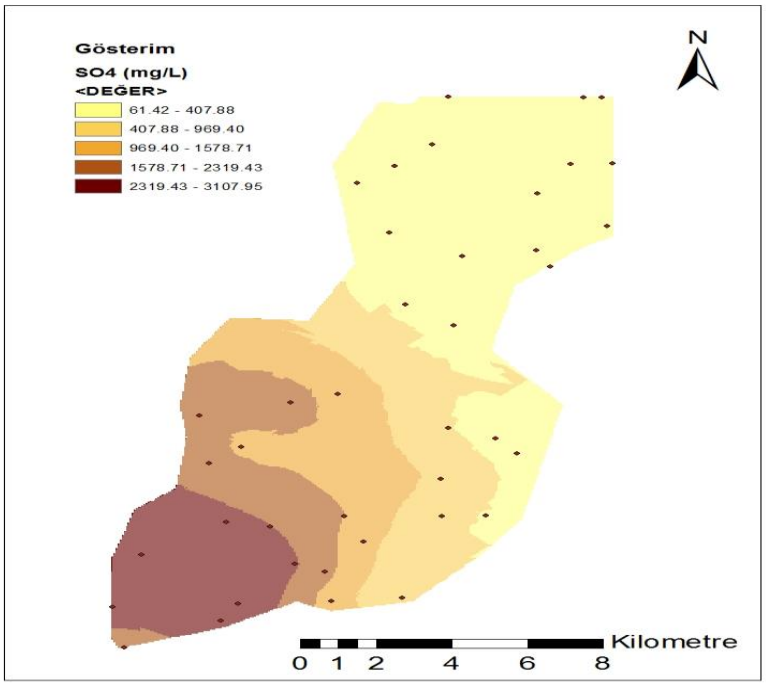


Şekil 4.5.(devamı)

PO^{-3}_4 parametresi

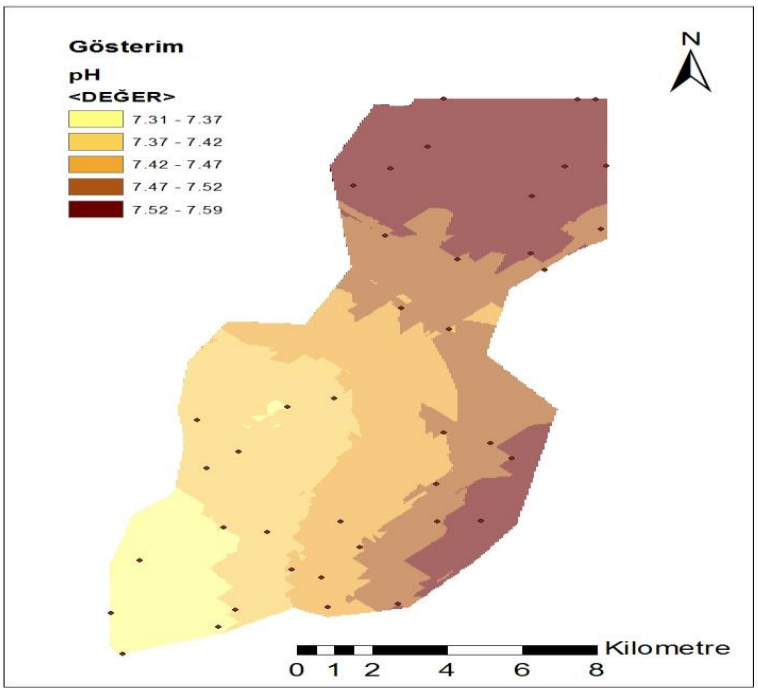


SO^{-2}_4 parametresi

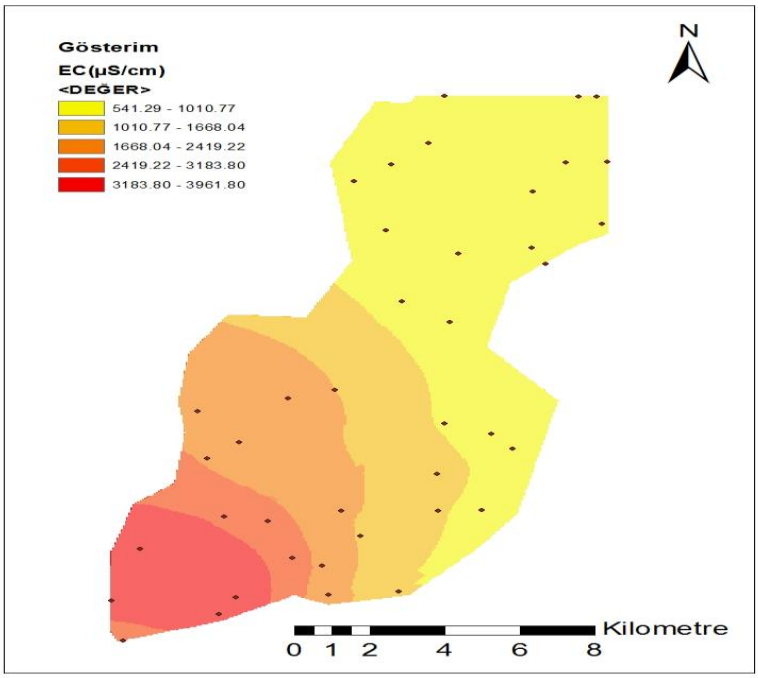


Şekil 4.5.(devamı)

pH parametresi

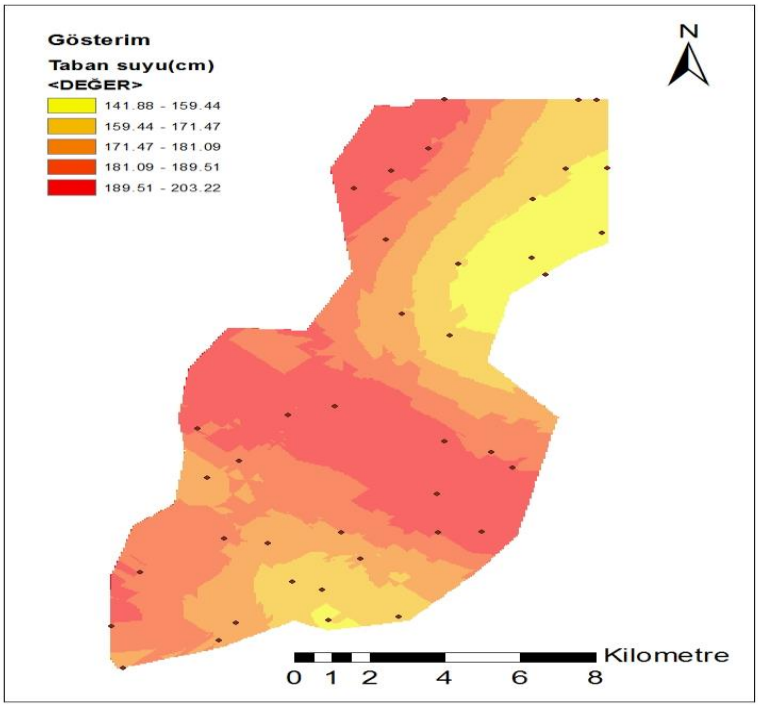


EC parametresi



Şekil 4.5.(devamı)

Taban suyu seviyesi parametresi



Şekil 4.5.(devamı)

Sulama suyundaki tuzlar K^{+}, Na^{+},Mg^{+2} Ca^{+} katyonları ve Cl^{-}, SO^{-2}_{4} anyonlarının meydana getrmiş olduğu tuzlardan oluşur. pH, sulama sularında 6,5 ve 8,4 arasında olması gerekmektedir. Sulama suyunda pH değerinin sınır değerinin üzerinde olması bitkilerde dengesiz besin alımı ve toksik madde birikmesine sebep olur. Alınan su örnekleri incelendiğinde en yüksek ph değeri 7,81 ile Küçükdüzlük mevkisinde en düşük pH 6,88 ile şükür ali mevkisindedir. SKKY 2004 tebliğine göre sular pH değeri açısından kabul edilebilir sınır değerler içerisindedir. EC açısından harran ovası yeraltı suyu tuzluluk açısından artış ve azalışlar göstermiştir. EN yüksek EC 4220 µS/cm, en düşük 407 µS/cm Akçalı mevkiinde göstermiştir. Yeraltı sularındaki bu tuz konsantrasyonları değişiklikleri ovanın taban suyunun sulama ile yükselmesine bağlıdır. Klorür doğada sularda gaz formunda değilde katyon şeklinnde bulunur. Topraklara sulama suyu kimyasal ve hayvansal gübreler ve bitki atıkları gibi yollarla karışır. Topraktan süzülen klor yeraltı suyuna bulaşan klor tuz dengesinde önemli bir yere sahiptir. En yüksek 166,82 mg/l ile seferköy mevkisinde

görülmüştür. SKKY 2004'e göre 2. Sınıf sulama suyu sınıfına girmektedir. Sülfat SO^{-2}_4 sulamada kullanılan sularda klordan daha az toksik etki gösterir. Yüksek sülfat kalsiyumun çökmesine sebep olarak bitkilerde toksik etki yapar. En yüksek sülfat 4011 mg/l ile Sugeldi mevkiinde görülmüştür. SKKY 2004 açısından 4.sınıf su sınıfındadır. Sülfat birikimini nedeni sedimenter kayaların parçalanması evsel ve endüstriyel atıklar ve gübre kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Sodyum dünya kabuğunun yaklaşık %2,6'sını oluşturur ve dünyada çokça bulunan mineraller açısından 6.sırada yer alır. Toprak tuzluluğunu kontrol etmek için tarımsal sulamada önemli bir yeri vardır. Yanlış gübreleme neticesinde toprak yapısını bozar ve yeraltı suyunu kirletir. Potasyum bitkiler tarafında topraktan K^+ formunda temin edilir. Sulama sularındaki K+ içeriğinin fazlalığı suya kirletici unsurların veya gübrelerin bulaştığını gösterir. Kalsiyumu bitkiler ilk olarak toprak çözeltisinden çözünmüş olan kalsiyumdan ve değişebilir kalsiyumdan temin ederler. Bitkiler bünyelerinde potasyumdan sonra en fazla kalsiyumu bulundururlar. Yapılan analizlerde en fazla kalsiyum 660,42,42 mg/l ile Şükürali mevkiinde görülmüştür. Ovanın bazı bölümlerinin kalsiyum ve magnezyum açısından sert su sınıfına girdiği belirlenmiştir. Magnezyum yerkabuğunun magnezyum içeriği yaklaşık olarak %1,93'tür. Bitkiler magnezyumu suda çözünen ve değişebilir magnezyum olarak alabilirler. En yüksek ölçülen magnezyum 271,02 mg/l ile su geldi bölgesinde olmuştur.Florür içeriği en yüksek 2,37 mg/l olarak su geldi bölgesinde görülmüştür. Ülkemizde suyunda yüksek oranda flor görülen bölgelerde endemik florozis görülmektedir. Birleşmiş Milletler kalıkınma programına göre florozis endemik bir halk sağlığı problemidir. Nitrit amonyak ve nitrata oranla daha az bulunur. Bunun nedeni yükseltgenme ve indirgenmenin ara ürünü olmasındandır. Yeteri kadar nitrifikasyon olmayan sularda yüksek nitrit değerleri mevcuttur. Chapman (1996)'a göre yüksek nitrit konsantrasyonları suyun mikrobiyolojik kalitesine olumsuz yönde etki eder. .Fosfor suda organik halde mevcuttur.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada Harran ovasında 35.000 hetarlık bir alandan 40 farklı noktadan alınan su örnekleri alınmış ve bu örneklerde SO_4^{-2}, Cl^-,EC, Ph, K^+, Na^+,Mg^{+2},Cl^- ,CIO_3,PO_4, F^-,NO^-_2 parametreleri ölçülmüş ve elde edilen verilerin rakım ve taban suyu yüksekliği parametreleri ile ilişkilendirilerek analizler yapılmıştır. Parametreler ile gerçekleştirilen fiziksel ve kimyasal laboratuvar analizlerinin sonuçları elde edilip değerlendirilerek haritalanması ve grafikler elde edilmesi şeklinde verilere dönüştürülmesi için ArcMap 10.5 program metotları kullanılmıştır. Bu metotlar ile taban suyu ölçme kuyularında alınan su örnekleri ile yapılan analizler kullanılarak örnek alınmayan kısımlarda tahminler yapılarak analiz parametrelerinin dağılım haritaları elde edilmiştir. Bu haritalar yardımı ile arazideki yersel değişimi görme ve yorum yapma konusunda yardımcı bir veri oluşturmaktadır. Kullanılmış olan ArcMap 10.5 programında jeoistatistiksel analizler; Ordinary Kriging (OK) yöntemi ile haritalama yapıldı ve arazideki yersel değişimler belirlendi. Jeoistatistiksel analizlerden ordinary kriging yöntemi ile elde edilen RMSE (Root Mean Square Error) değerlerine göre tahmin ve gerçek değerler arsındaki ilişkiler karşılaştırılmıştır. Çalışmada elde edilen RMSE değerleri en düşük değer en iyi sonucu verir şeklinde değerlendirilmektedir.

RMSE(Root Mean Square Error) değerleri karşılaştırıldığında Na^+ parametresi için en düşük RMSE değerini ordinary kriging yönteminde kullanılan spherical modelden(RMSE: 197.818); K^+ parametresi için en düşük RMSE değerini ordinary kriging yönteminde kullanılan exponential modelden(RMSE: 8.8215); Mg^{+2} parametresi için en düşük RMSE değerini ordinary kriging yönteminde kullanılan spherical modelden(RMSE: 43.82); Ca^{+2} parametresi için en düşük RMSE değerini ordinary kriging yönteminde kullanılan spherical modelden(RMSE: 142.71); F^- parametresi için en düşük RMSE değerini ordinary kriging yönteminde kullanılan spherical modelden(RMSE: 0.5710); Cl^- parametresi için en düşük RMSE değerini ordinary kriging yönteminde kullanılan spherical modelden(RMSE: 147.64); NO_2^- parametresi için en düşük RMSE değerini IDW(Inverse Distance

Weighting)yönteminden (RMSE: 2.2319); CIO^{-}_{3} parametresi için en düşük RMSE değerini ordinary kriging yönteminde kullanılan spherical modelden(RMSE: 0.4941); PO^{-3}_{4} parametresi için en düşük RMSE değerini ordinary kriging yönteminde kullanılan spherical ve exponential modelden(RMSE: 0.04985); SO^{-2}_{4} parametresi için en düşük RMSE değerini ordinary kriging yönteminde kullanılan spherical modelden(RMSE: 760.36); pH parametresi için en düşük RMSE değerini ordinary kriging yönteminde kullanılan spherical modelden(RMSE: 20.59); EC parametresi için en düşük RMSE değerini ordinary kriging yönteminde kullanılan spherical modelden(RMSE: 992.6711); Taban suyu Yükseklik parametresi için en düşük RMSE değerini ordinary kriging yönteminde kullanılan spherical modelden(RMSE: 51.3768) elde edilmiştir.

Su kirliliği kavramı suyun ekolojik ,fiziksel, biyolojik ,kimyasal özelliklerinde olumsuz yönde meydana gelen değişimlerdir Bu değişimler dolaylı yada doğru yollardan insan sağlığında, suyun kalitesinde, su ürünlerinde ve suyun diğer kullanım amaçlarında kullanılmasını engelleyici yönde bozulmalar meydana getiren maddesel ve enerji atıklarını ifade eder (SKKY 2004).

Yeraltı sularında kirletici olarak rol oynayan unsurlar; virüs, bakteri gibi hastalık yapan canlı, endüstri atıkları, gübreler, zirai ilaçlar ve tuzlar olarak sayılabilir. Ovada bazı bölgelerde yüksek derecede tuzlulaşma meydana gelmiştir, bunun nedeni aşırı gübreleme ve sulama sonrası toprak üzerindeki tuzun yıkanıp suya karışması olabilir. Klorür açısından yüksek noktaların halk sağlığı için takip edilmesi önem arz etmektedir. Sülfat iyonları toprak ve bitkide direk olarak zararlı bir etki göstermese de tuzluluğun artmasına yardımcı bir etkiye sahiptir. Drenaj ve içme suyu kullanımında sülfat içeriğinin düşürülmesi önemlidir. Ülkemiz toprakları Fosfor, Azot bakımından fakir, Potasyum, Magnezyum ve Kalsiyum açısından zengindir. Analiz sonuçlarına göre fosfor bakımından ovadaki su kaynakları her geçen gün kirlenmektedir. Sonuç olarak bölgede salma sulamadan vazgeçilmeli bunun yerine modern sulama yöntemleri olan damlama ve yağmurlamaya hızlı bir şekilde geçilmeli çiftçiler bu yönde teşvik edilmelidir. Eksik olan yerlerde drenaj kanalları ivedi bir şekilde yapılmalıdır. Bölgedeki sulama birlikleri sıkı bir şekilde

takip edilmelidir. Gübreleme faaliyetleri için toprak analizi yapılmalı ve buna göre toprak gübrelenmelidir. Böylece gereğinden fazla gübre verilmesinin önüne geçilerek hem maddi yönden kazanç sağlanırken toprak ve su kirliliğinin de azaltılması sağlanmış olacaktır. Ovada içme ve sulama da kullanılan suyun standartlara uygun olarak parametreleri sürekli takip edilmelidir. Kirliliğin önlenmesi için politika ve stratejiler belirlenmelidir. Su kirliliği toprak kirliliğinde önemli bir yere sahiptir bu yüzden riskli bölgelerde hassas tarım uygulamaları yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

ACAR, G., TOKATLI, C., KÖSE, E., ÇİÇEK, A., ve DAYIOĞLU, H., 2012. Emet ve Hisarcik Bölgesi (Kütahya) Yeralti Suyu Kalitesinin İncelenmesi. Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Kütahya 2, Anadolu Üniversitesi, Çevre Sorunları Uygulama ve Araştırma Merkezi, Eskişehir 3, Dumlupınar Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kütahya *cemtokatli@superposta.com.

AKIN, M. ve AKIN, G., 2007. Suyun Önemi, Türkiye'de Su Potansiyeli, Su Havzalari ve Su Kirliliği. Ankara üniversitesi dil ve tarih-coğrafya fakültesi dergisi, 47, (2) 105-118.

AKSUNGUR, N. ve FİRİDİN, Ş., 2008. Su Kaynaklarının Kullanımı ve Sürdürülebilirlik. Sumae Yunus araştırma bülteni, 8:2.

ARIMAN, S. ve KOYUNCU, S., 2019. Su Kirliliği Açisindan Hassas Alanlarin İzlenmesi: Kizilirmak Deltasi-Balik Gölü. Samsun Üniversitesi, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, Samsun, Türkiye . 2Konya Büyükşehir Belediyesi, KOSKİ Genel Müdürlüğü, Konya, Türkiye. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi 7(4), 705 – 714.

ARSLAN, H., GÜLER, M., ve B. CEMEK, B. Y., 2007. Bafra Ovası Yeraltı Suyu Kalitesinin Sulama Açısından Değerlendirilmesi. 1Devlet Su İşler, Bafra Ovası Sulaması Proje Müdürlüğü, Bafra/Samsun, 2Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Samsu, 3Gazi Osman Paşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Tokat, 4Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Samsun. Demir4Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. 4(2), Journal of Tekirdag Agricultural Faculty, 219.

AĞCA, N., DOĞAN, K. ve KARANLIK, S., 2018. Amik Ovasındaki Yüzey Sularında Amonyum, Nitrat, Fosfor ve Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Journal of Agricultural Faculty of Mustafa Kemal University, Araştırma Makalesi | Research Article, Geliş Tarihi: 19.09.2018 Kabul Tarihi: 8.10.2018, ISSN:1300-9362, 23(2):197-203 (2018), Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

BAŞKAN, O., 2004. Gölbaşı Yöresi Topraklarının Mühendislik, Fiziksel Özellik İlişkilerinde Jeoistatistik Uygulaması. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.

CARUSO, C., and QUARTA, F., 1998. Interpolation Methods Comparison. Computers and Mathematik with Application, 35(12): 109-126.

ÇETIN., 2010. Monitoring groundwater nitrate concentrations under irrigation in the cukurova region of southern turkey.

ÇULLU, M. A., 2011. Toprak Tuzlaşması, Güneydoğu Anadolu Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, GAP Eylem Planı.

ÇETİN, M. ve TÜLCÜ, K., 1998. Doğu Akdeniz Bölgesinde Aylık Yağışların Yersel Değişimlerinin Jeoistatistik Yöntemle İncelenmesi. Journal of Engineering and Environmental Science, 22(4): 279-288.

ÇOBANER, M., ÇAKAR, A., ÇETİN, M. ve YURTAL, R., 2011. Göksu Deltasında Bazı Yeraltı Suyu Kalite Öğelerinin Probabilistik ve Jeoistatistik Yöntemlerle İrdelenmesi. İMO Teknik Dergi, 5259-5283, Yazı 341.

GENÇOĞLU, M. ve UÇAN, K., 2016. Kırıkhan Sulama Birliği Alanında Coğrafi Bilgi Sistemi, (CBS) Kullanılarak Haritalanan Taban Suyu Gözlemlerinin Değerlendirilmesi. 1ksü, fen bilimleri enstitüsü, biyosistem mühendisliği abd, kahramanmaraş2ksü, ziraat fakültesi, biyosistem mühendisliği bölümü, kahramanmaraş. u. ü. ziraat fakültesi dergisi, 2016, cilt 30, sayı 1, 33-46, (journal of agricultural faculty of uludag university), *e-posta: ucan@ksu.edu.tr.

GÖKÇEN, A., 2018. Ayvacik, Suat Uğurlu Baraj Gölü'nün Su Kirliliği Açisindan Araştirilmasi. Kasap Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim. Yüksek Lisans Tezi.

İMAMOĞLU, M. Z., SERTEL, E., KURUCU, Y., ve ÖRMECİ, C., 2016. Jeoistatistik Yöntemler Kullanılarak Farklı Toprak Özelliklerine Ait Haritaların Oluşturulması ve cbs ile Analizi. yük.müh.iski genel müdürlüğü,kağıthane, İstanbul, zimamoglu@iski.gov.tr, ²İstanbul teknik üniversitesi, inşaat fakültesi, geomatik mühendisliği bölümü, maslak, İstanbul. sertele@itu.edu.tr, cankut@itu.edu.tr, ³ege üniversitesi, ziraat fakültesi. toprak bilimi ve bitki besleme bölümü, đzmir. yusuf.kurucu@ege.edu.tr.

JOURNEL, A.G., and HIIJBREGTS, C.H., 1978. Mining Geostatistics. Academic Press, United Kingdom, 600s.

KALKHAN, M.A., 2011. Spatial Statistics: GeoSpatial Information Modelling and Thematic Mapping. CRC Press, Taylor and Francis Group,154s.

KAHRAMAN, N., KARABULUT, B. Y., ATASOY, A. Y., ve YEŞILNACAR, M. İ., 2015. Harran Ovası Serbest Akiferinde Yaz ve Kış Dönemleri Nitrat Kirliliğinin Araştırılması. Harran Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa.

KAHRAMAN, N., KARABULUT, B. Y., ATASOY, A. D., ve YEŞILNACAR, M. İ., 2016. Harran Ovası Serbest Akiferinde Yaz ve Kış Dönemleri Nitrat Kirliliğinin, Araştırılması. Harran Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa, HU Muh. Der. 02 (2016) p. 01-08 HU J. of Eng. 02 (2016) p. 01-08.

KORKANÇ, Y., 2015. Akkaya Baraji Havzasindaki su Kirliliğinin Havza Yönetimi yaklasimiyla değerlendirilmesi. Kayikçi, Sedef Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı. 98 sayfa yüksek lisans tezi.

OLEA, R. A., 1982. Optimization of the High Plains Aquifer Observation Network. Kansas. Kansas Geolojical Survey, Groundwater Series 7 Report, Kansas.

ÖZTÜRK, S., 2009. Aydin Söke Ovasinda Yolun Sulu Tarim Yapilan Bazi Pilot Alanlardaki Yeralti Sularinin Kirlilik Durumlarinin Belirlenmesi Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.Toprak Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.

RASTGELDİ, T., 2007. Şanliurfa İli Atiksularinin Deşarj Edildiği Karakoyun Deresi ve Yan Kollarinin Bazi Organik Parametrelerinin ve Ağir Metallerinin Araştirilmasi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.

SELEK., 2016. Assessment of nitrate contamination in a transnational groundwater basin: a case study in the Ceylanpinar Plain, Turkey 2016.

TAŞ, B. 2006. Derbent Baraj Gölü (Samsun) Su Kalitesinin İncelenmesi. ondokuz mayıs üniversitesi, ordu fen edebiyat fakültesi, biyoloji bölümü, 52750 perþembe-ordu15, 61, 6-15.

TSE., TS 5090 EN 25667-2/Nisan 1997, Su Kalitesi-Numune Alma Bölüm 2: Numune Alma Teknikleri –Kılavuzu, 1997a.

TSE., TS 5106 ISO 5667-3/Nisan 1997, Su Kalitesi-Numune Alma Bölüm 3: Numunelerin Muhafaza ve Taşınma Kuralları, 1997b.

YETİM, S. ve KARA, H., 2011. GAP Bölgesi Harran Ovası Drenaj Kanallarında Taşınan Suyun Sediment Miktarı Potansiyel Toksik Element Kapsamları ve Bazı Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi. Proje No: 109O421. Şanliurfa.

ZEYDAN, Ö., ÖZDOĞAN N., TAŞTEPE Ş.P. ve DILEK DEMIRTAŞ., 2019. Kozlu Deresinde (Zonguldak) Su Kalitesinin İncelenmesi. Artvin Çoruh University. Natural Hazards Application and Research Center. Journal of Natural Hazards and Environment.

ZEYBEK, Z., 2016. Akgöl'deki (Karaman-Konya) Bazı Su Kalitesi Parametrelerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi.

WARRICK, A. W., MYERS, D.E. and NIELSEN, D.E., 1986. Geostatistical Methods Applied to Soil Science. Methods of Soil Analyses.

EKLER

EK1: Su parametrelerinde yapılan analizler

No	Na^{+}	K^{+}	Mg^{+2}	Ca^{+2}	F^{-}	CI^{-}	NO^{-}_{2}
1	543.425	0	101.06	272.005	0.495	77.521	4.773
2	171.086	0	130.87	447.267	0.975	55.896	3.379
3	171.762	32	186.66	584.898	2.187	72.643	0
4	1193.1	0	271.03	513.684	2.373	956.4	0
5	131.71	0	98.563	622.904	1.544	56.561	0
6	663.832	0	197.33	446.491	1.214	311.03	0
7	207.4	7.27	82.823	264.54	0.375	92.723	4.948
8	693.185	0	161.66	567.477	0.869	166.82	0
9	296.428	46.1	121.7	584.546	1.12	107.02	0
10	46.581	0.9	22.352	92.835	1.131	27.68	1.875
11	31.233	2.14	16.969	55.5	0.422	23.108	1.583
12	46.322	8.72	16.919	94.339	0.867	32.664	2.175
13	142.139	0	51.511	390.597	1.875	54.649	3.855
14	36.164	2.58	19.019	72.378	0.243	26.772	1.964
15	61.918	0.13	27.902	162.738	2.016	65.461	3.106
16	82.426	0	53.429	448.26	1.023	36.301	3.8
17	52.931	0.74	28.237	242.958	0.788	30.798	3.203
18	28.348	2.5	15.335	55.449	0.384	21.823	1.58
19	66.202	4.79	29.741	111.372	0.429	36.978	2.651
20	56.66	5.89	32.153	629.41	1.659	40.66	0
21	77.36	5.47	31.2	134.668	0.763	47.799	2.572
22	262.258	0	113.94	602.644	1.301	100.09	0
23	204.997	0	127.64	660.422	1.258	0	11.87
24	48.175	0	51.373	350.613	0.619	46.914	3.526
25	64.039	7.29	16.702	82.318	0.631	28.622	1.84
26	35.968	1.27	24.517	90.786	1.364	23.528	2.464
27	31.862	2.61	15.54	65.947	0.444	23.849	1.422
28	101.737	3.85	39.899	151.833	0.265	41.742	2.372
29	74.532	0.4	40.94	158.603	0.209	111.32	5.157
30	31.51	3.99	15.104	67.588	0.347	22.523	1.657
31	35.78	5.89	21.35	79.763	0.366	29.143	1.963
32	71.153	2.8	23.661	91.713	1.062	39.217	2.455
33	30.447	3.14	17.564	65.718	0.22	23.225	1.569
34	29.941	4.18	15.581	72.385	0.309	22.696	1.635

35	45.287	5.45	31.795	96.761	0.228	35.789	2.716
36	53.51	2.23	14.706	73.666	0.661	21.009	1.527
37	37.244	1.44	14.466	79.854	0.36	25.815	1.361
38	73.549	1.6	26.237	99.847	0.794	30.628	1.618
39	29.566	3.6	18.274	59.155	0.209	22.567	1.352
40	35.358	5.92	18.354	95.776	0.515	25.037	2.142

EK2: Su parametrelerinde yapılan analizler

No	ClO^{-}_{3}	PO^{-3}_{4}	SO^{-2}_{4}	pH	EC	Tabansuyu	Rakım
1	0.277	0	2296.11	7.4	2873	140	367
2	0	0	2196.18	7.38	2475	170	355
3	0.233	0	2907.98	7.66	3010	120	347
4	3.178	0	4011.34	7.32	6950	200	349
5	0.228	0	2510.83	7.25	2651	200	347
6	0.719	0	2996.5	7.17	4070	250	346
7	0.231	0	1093.05	7.32	1815	140	362
8	0.389	0	3434.69	7.4	4220	180	349
9	0.337	0	2778.08	7.32	3080	260	352
10	0.159	0	125.464	7.6	637	230	378
11	0.158	0	56.345	7.6	432	100	376
12	0.162	0	95.185	7.52	635	260	380
13	0.25	0	1527.67	7.28	1917	200	367
14	0.155	0	78.072	7.74	502	200	372
15	0.166	0	359.256	7.44	987	240	368
16	0.182	0	1816.96	7.57	1895	220	355
17	0.161	0	683.588	7.33	1156	115	358
18	0.149	0	64.596	7.76	407	170	361
19	0.182	0	244.686	7.4	798	105	370
20	0.194	0	2140.99	7.27	2190	125	375
21	0.212	0	329.088	7.48	942	170	378
22	0.285	0	2584.92	7.52	2922	180	360
23	0.337	0	2570.04	6.88	3040	210	358
24	0.182	0	1287.63	7.5	1579	255	364
25	0	0	132.405	7.71	630	90	390
26	0	0	76.685	7.38	606	210	381
27	0	0	98.67	7.35	481	130	368
28	0.221	0	486.261	7.8	1073	58	388
29	0.392	0	234.019	7.13	1092	161	367
30	0.185	0.38	52.912	7.52	487	198	368
31	0.161	0.54	65.885	7.58	579	236	372
32	0.166	0.34	127.408	7.53	723	190	371
33	0.166	0.36	53.329	7.73	485	234	372
34	0.154	0.32	47.415	7.46	487	210	383
35	0.281	0	47.934	7.27	682	139	390
36	0	0	76.753	7.58	550	182	385
37	0	0	72.369	7.76	535	120	392
38	0	0	225.31	7.53	777	171	377
39	0	0	51.484	7.81	461	152	375
40	0	0	11.806	7.29	568	181	384