

**T.C.  
HARRAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HARRAN OVASINDA TOPRAK KALİTE PARAMETRELERİ ve TOPRAK  
KALİTE İNDEKSİ DAĞILIMININ JEOİSTATİKSEL METOTLA  
HARİTALANMASI**

**Yazgöl KAPLAN**

**TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI**

**ŞANLIURFA  
2018**

Doç. Dr. Ali Volkan BİLGİLİ danışmanlığında, Yazgül KAPLAN' ın hazırladığı “**Harran Ovasında Toprak Kalite Parametreleri ve Toprak Kalite İndeksi Dağılımının Jeostatistiksel Metotla Haritalanması**” konulu bu çalışma 09/03/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı' da YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Doç. Dr. Ali Volkan BİLGİLİ .....

Üye : Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU .....

Üye : Yrd. Doç. Dr. Onur ŞATIR .....

**Bu Tezin Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.**

**Prof. Dr. Halil Murat ALĞIN**  
Enstitü Müdürü

**Bu çalışma TUBİTAK tarafından desteklenmiştir**  
**Proje No: 1110706**

**Not:** Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil, fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Konumundaki hükümlere tabidir.

# İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	v
1. GİRİŞ .....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	7
2.1. Toprak Kalitesi ile İlgili Yapılan Çalışmalar .....	7
2.2. Jeostatistik İlgili Yapılan Çalışmalar .....	9
2.3. Harran Ovasında Yapılan Çalışmalar .....	12
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	16
3.1. Materyal.....	16
3.2. Yöntem .....	18
3.2.1. Toprak örneklerinin laboratuvar analizleri .....	18
3.2.2. Toprak kalite indeksinin belirlenmesi .....	20
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA .....	23
4.1. Fiziksel Kalite Parametreleri.....	23
4.2. Kimyasal kalite parametreleri .....	24
4.3. Biyolojik Kalite Parametreleri .....	27
4.4. Toprak Kalite Parametreleri Arasındaki İlişkiler .....	28
4.5. Doğrusal Skor Kullanarak Toprak Kalite İndeksinin Elde Edilmesi .....	33
4.6. Toprak Kalite Parametreleri ve Kalite İndeksinin Haritalanması .....	34
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	61
KAYNAKLAR .....	62
ÖZGEÇMİŞ .....	66

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### HARRAN OVASINDA TOPRAK KALİTE PARAMETRELERİ ve TOPRAK KALİTE İNDEKSİ DAĞILIMININ JEOİSTATİKSEL METOTLA HARİTALANMASI

Yazgöl KAPLAN

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

Danışman: Doç. Dr. Ali Volkan BİLGİLİ  
Yıl: 2018, Sayfa: 66

Toprak kalitesi (sağlığı) toprakların fonksiyonlarını yerine getirebilme kapasitesidir. Şanlıurfa Harran Ovası GAP projesi kapsamında sulamaya ilk olarak açılan tarım arazilerindedir. Bu çalışmanın amacı Harran ovasının toprak kalite parametrelerini ve toprak indeksini kullanarak ovada örnek alınmayan yerleri tahmin etmek ve haritalamak. Bu amaçla 7 farklı toprak serisi üzerinde 0-30 cm derinlikten 400' den fazla toprak örneği alınarak 30' dan fazla toprak fiziksel, kimyasal ve biyolojik kalite parametreleri analiz edilmiştir. Toprak kalite parametreleri doğrusal skor fonksiyonlarını kullanarak skorlanmıştır. Bütün toprak parametrelerini kullanarak elde ettiğimiz kalite indeksi %24,34 ile %50,14 arasında ve ortalama olarak %35,79 değerinde değişmiştir. Çalışma sonuçlarına göre örneklerin %19'u düşük, %81'i toprak kalitesi açısından çok düşük bulunmuştur. Bu değerlere göre toprak kalite indeksi düşük bulunmuştur. Toprak kalite parametrelerinin çalışma alanındaki uzaysal dağılımları ve mesafeye bağlı değişim oranları kuvvetli, orta ve zayıf seviyede bulunmuştur. Alansal olarak toprak kalitesi çalışılan toplam alanın % 10,93' ü (15590 ha) düşük, yaklaşık % 89' u (127070 ha) çok düşük olarak bulunmuştur.

**ANAHTAR KELİMELER:** Harran Ovası, Toprak Kalitesi, Toprak Kalite İndeksi, Doğrusal Skorlama, Kriging

## **ABSTRACT**

**MSc Thesis**

### **MAPPING DISTRIBUTION OF SOIL QUALITY PARAMETERS AND INDEX USING GEOSTATISTICAL METHODS IN THE HARRAN PLAIN**

**Yazgöl KAPLAN**

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

**Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ali Volkan BİLGİLİ  
Year: 2018, Page: 66**

Soil quality is ability of soils to function well. Harran plain is the first plain to be opened to irrigation in the Şanlıurfa. The goal of this study is to estimate soil quality parameters and indexes of unsampled location and map them across the study area, the Harran plain. For this purpose, more than 400 soil samples were taken at 0-30 cm from the Harran plain and analyzed for more than 30 soil quality parameters. Soil quality parameters were scored using linear scoring functions. Soil quality indexes ranged from 24.34 to 50.14 % with an average value of 35.79 %. According to study results, the 19 % of samples were low and 81 % of samples were very low in soil quality. The spatial dependences of soil quality parameters found strong, moderate and poor. In terms of area, soil quality in 10.93 % of total area (15590 ha) studied was low in soil quality, around 89 % of total area (127070 ha) studied were very low in soil quality.

**KEY WORDS:** Harran plain, Soil quality, Soil quality index, Principal Component Analysis, Kriging

## TEŞEKKÜR

Tez hazırlama aŐamasında bana sabırla yol gsteren, her turlu konuda benden bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Ali Volkan BİLGİLİ' ye teŐekkürlerimi sunarım. Çalışmam aŐamasında bana yardımcı olan ve destekleyen ablam Ziraat Yüksek Mühendisi Cemile KAPLAN' a, arkadaşım Ziraat Mühendisi Neriman EKİNCİ' ye ve desteklerini hiç esirgemeyen aileme teŐekkürlerimi sunarım.

Maddi desteklerinden ötürü TÜBİTAK ' a teşekkür ederiz.



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Toprak Kalitesi ile İlgili İşlevler .....	4
Şekil 3.1. Toprak örneklerinin çalışma alanındaki (Harran Ovası) dağılımı. Proje kapsamında örnekleme yapılan toprak serileri (Beğdeş, Çekçek, Gürgelen, Harran ve Kısas) ve toprak örnekleme noktalarının dağılımı.....	17
Şekil 4.1. Toprak kalite parametreleri (Kil, Silt) semivariogramı ve çapraz doğrulama grafikleri.....	34
Şekil 4.2. Toprak kalite parametreleri (Kum, Organik madde, CaCO <sub>3</sub> ) semivariogramı ve çapraz doğrulama grafikleri.....	35
Şekil 4.3. Toprak kalite parametreleri (pH, EC, Ca) semivariogramı ve çapraz doğrulama.....	36
Şekil 4.4. Toprak kalite parametreleri (K, Mg, Na) semivariogramı ve çapraz doğrulama grafikleri.....	37
Şekil 4.5. Toprak kalite parametreleri (KDK, Ca, K) semivariogramı ve çapraz doğrulama Grafikleri.....	38
Şekil 4.6. Toprak kalite parametreleri (Mg, Na, Hidrolik iletkenlik) semivariogramı ve çapraz doğrulama grafikleri.....	39
Şekil 4.7. Toprak kalite parametreleri (Dehidrogenaz, Katalaz, Mikrobiyal biomas) semivariogramı ve çapraz doğrulama grafikleri.....	40
Şekil 4.8. Toprak kalite parametreleri (Bakteri, Aktinomiset, Agregat stabilitesi) semivariogramı ve çapraz doğrulama grafikleri.....	41
Şekil 4.9. Toprak kalite parametreleri (Hidrolik iletkenlik, Bitkiye yarayışlı fosfor ve Zn) semivariogramı ve çapraz doğrulama grafikleri.....	42
Şekil 4.10. Toprak kalite parametreleri (Bitkiye yarayışlı Cu, Fe ve Mn) semivariogramı ve çapraz doğrulama grafikleri.....	43
Şekil 4.11. Toprak kalite parametreleri (Bitkiye yarayışlı su), kalite indeksi semivariogramı ve çapraz doğrulama grafikleri.....	44
Şekil 4.12. Toprak kalite indeksinin çalışma alanındaki dağılımını gösteren jeostatiksel harita.....	49
Şekil 4.13. Harran ovasında farklı sınıflardaki toprak kalite indeksinin alansal dağılımları.....	50
Şekil 4.14. Toprak Kalite Parametrelerinin (Kil, Silt, Kum) çalışma alanındaki dağılımlarını gösteren jeostatiksel haritalar.....	51
Şekil 4.15. Toprak Kalite Parametrelerinin (Organik madde, pH, Kireç) çalışma alanındaki dağılımlarını gösteren jeostatiksel haritalar .....	52
Şekil 4.16. Toprak Kalite Parametrelerinin (EC, Çözünebilir K ve Ca) çalışma alanındaki dağılımlarını gösteren jeostatiksel haritalar .....	53
Şekil 4.17. Toprak Kalite Parametrelerinin (KDK, Çözünebilir Mg ve Na) çalışma alanındaki dağılımlarını gösteren jeostatiksel haritalar .....	54
Şekil 4.18. Toprak Kalite Parametrelerinin (Değişebilir Mg, K, Ca) çalışma alanındaki dağılımlarını gösteren jeostatiksel haritalar.....	55
Şekil 4.19. Toprak Kalite Parametrelerinin (Değişebilir Na, Hacim ağırlığı, Hidrolik iletkenlik) çalışma alanındaki dağılımlarını gösteren jeostatiksel haritalar.....	56
Şekil 4.20. Toprak Kalite Parametrelerinin (Dehidrogenaz, Mikrobiyal biomas, Katalaz) çalışma alanındaki dağılımlarını gösteren jeostatiksel haritalar.....	57
Şekil 4.21. Toprak Kalite Parametrelerinin (Bakteri, Aktinomiset, Bitkiye yarayışlı Fe) çalışma alanındaki dağılımlarını gösteren jeostatiksel haritalar.....	58
Şekil 4.22. Toprak Kalite Parametrelerinin (Bitkiye yarayışlı Mn, Zn ve Cu) çalışma alanındaki dağılımlarını gösteren jeostatiksel haritalar .....	59
Şekil 4.23. Toprak Kalite Parametrelerinin (Fosfor, Agregat stabilitesi, Bitkiye yarayışlı su) çalışma alanındaki dağılımlarını gösteren jeostatiksel haritalar.....	60

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 4.1. Toprak fiziksel, kimyasal ve biyolojik kalite parametreleri ait tanıttıcı istatistikler ....	26
Çizelge 4.2. Toprak kalite parametreleri arasındaki korelasyonlar.....	30
Çizelge 4.2' nin devamı.....	31
Çizelge 4. 3. Doğrusal skorlama yöntemiyle belirlenen toprak kalite indeksi.....	33
Çizelge 4.4. Toprak Kalite Parametreleri ve Kalite İndekslerine ait Variogram Parametreleri...	46
Çizelge 4.5. Toprak Kalite Parametrelerinin Kriging Yöntemiyle Yapılan Çapraz Doğrulama (Cross validation) RMSE Değeri.....	47
Çizelge 4.6. Harran ovası toprak kalite indeksinin alan hesaplanması.....	48

## 1. GİRİŞ

Harran Ovası GAP kapsamında sulu tarıma açılan en önemli tarım alanlarının başında gelmektedir. Ova GAP kapsamında 1995 yılından bu yana Atatürk Barajı sularından faydalanılarak sulu tarıma açılmıştır. Ovanın sulu tarıma geçmesi ile bölgede sosyal ve ekonomik açıdan büyük bir gelişim sağlanmıştır. Harran ovası verimli topraklarında yoğun tarımsal faaliyetler yürütülmektedir. Ovada yürütülen bu tarımsal faaliyetler zamanla tarım arazilerini ve çevreyi olumsuz yönde etkilemeye başlamış ve artarak etkilemeye devam etmektedir. Tarım arazilerine uygulanan yanlış tarımsal faaliyetler örneğin kontrolsüz sulama, aşırı toprak işleme ve gübreleme toprak kalitesini düşürerek tarım arazilerinin verimini olumsuz olarak etkilemektedir.

Bitkisel üretimde doğru yapılan toprak işleme ile çimlenme ve bitki gelişimi için uygun bir tohum yatağı hazırlama, yabancı ot kontrolü, bitki artıkları ve çeşitli kimyasalları toprağa karıştırmak için iyi bir toprak strüktürünün oluşturulması amaçlanmaktadır. Günümüzde toprak işlemenin önemi ile birlikte, toprakta meydana gelen etkiyi çok iyi anlamaya olanak verecek çeşitli ölçüm ve analizler yapmak, elde edilen bulguları toprak, bitki ve çevreye olan uygunluk yönünden değerlendirmekte büyük bir önem arz etmektedir (Altıkat ve Çelik, 2009).

Tarım arazilerinde kontrolsüz sulama ve aşırı gübreleme sonunda fazla miktarda yüzey toprağının drenaj kanalları ile tarımsal alan dışına çıktığı bilinmektedir. Ovada fazla miktarda su kullanılması nedeni ile drenaj kanallarının kapasitesini aşan miktarda su taşındığı ve bu nedenle fazla miktarda üst toprak tabakasından toprağın erozyona uğradığını görmek mümkündür. Ova yarı kurak iklime sahip bir bölgede olduğu ve bölgenin topoğrafik yapısı etkisiyle yazları hava sıcaklığı 40°C üstüne çıkarak toprağın fazla ısınmasına neden olmaktadır. Bu ısınma kontrolsüz sulama sonucu yükselen taban suyunun buharlaşması ile toprak yüzeyinde bitkilerin yaşamını olumsuz etkileyecek seviyede tuz birikimine neden olmaktadır. Tarım arazilerinde yanlış sürüm tekniklerinin yanlış zamanda uygulanması toprağın

sıkışmasına neden olmaktadır. Sıkışan toprakta su ve hava hareketi düzgün olmadığı için toprakta hidrolik iletkenlik azalır bu da toprakta yaşayan canlıları ve bitkilerin besin element döngüsünü olumsuz etkilemektedir. Aynı zamanda bu topraklar rüzgar erozyonuna maruz kalarak toprak üzerindeki verimli tabakanın taşınmasına neden olmaktadır.

Toprağın yoğun ve yanlış işlenmesi toprak içerisinde bulunan gözenek karakterlerinin ve boşluklarının azalmasına ayrıca toprakta sıkışmaya sebep olmaktadır. Toprak sıkışmasıyla toprakta su hareketi olumsuz etkilenmekte toprakta yaşayan canlıların faaliyetleri ve bitki kök gelişimi engellemektedir. Toprak sıkışması su hareketini olumsuz etkilediği için sulama yapıldığında ya da yağmur yağdığında toprakta su birikmeye başlar bu da toprak kaymak tabakasının oluşmasına neden olur. Su tutma kapasitesi azalan topraklarda sulama ve yağmur sonrası su toprak üzerinde yüzey akışına neden olur ve bu da toprağın taşınmasına neden olmaktadır. Ayrıca toprak sıkışması sel ve taşkın gibi doğal afetlerin oluşmasına sebep olur.

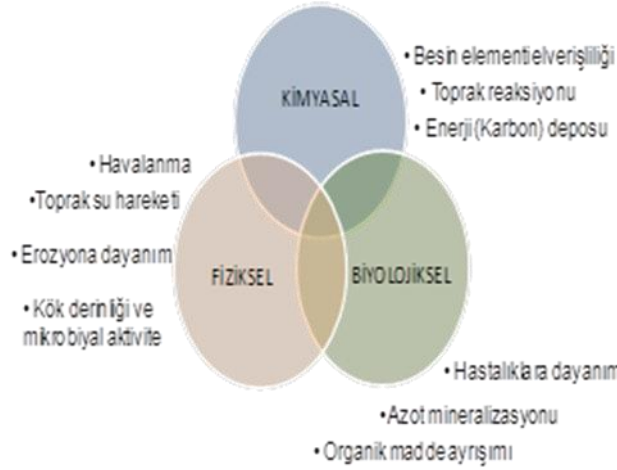
Organik madde toprak verimliliğinde ve toprak kalitesinin artmasın da büyük rol oynar. Organik madde oranı yüksek olan toprağın su tutma kapasitesi yüksek olur. Buna bağlı olarak bitki kök gelişimi ve su hareketi iyi olur. Bununla birlikte toprağın agregat yapısı iyileşerek erozyona karşı korunur. Organik madde oranının iyi olması topraktaki biyolojik aktiviteyi de iyi yönde etkiler böylece toprakta bulunan canlıların iyi yaşamalarına katkı sağlayarak bitki besin alınımını da artırır. Bu canlılar toprak havalanmasını, organik maddelerin parçalanmasını, toprağın su geçirgenliğini, hidrolik iletkenliği ve KDK artmasını olumlu olarak etkiler, toprağın agregat yapısının iyileşmesine yardımcı olur ve toprak kalitesini artırır.

Toprak üzerinde yapılan aşırı sulama, gübreleme, tek tip ürün yetiştirme ve yoğun toprak işleme toprağı oldukça yormakta ve toprağın fiziksel, kimyasal yapısını bozduğu gibi toprağın biyolojik yapısını da etkilemektedir. Özellikle yapılan bilinçsiz gübreleme topraktaki canlıların yaşamını olumsuz etkilemektedir. Bitkiye uygulanan gübreler bitkilerin köklerinden veya çürümüş bitki kalıntılarında, toprak

solucanları ve böceklerin kalıntılarında toprağa geçmektedir. Toprakta yaşayan ve bitki köklerinin gelişimini engelleyen ve bitki köklerine zarar veren solucanları öldürmek için kullanılan ilaçlarda toprağa bulaşarak toprak yapısını bozucu faaliyetlerde bulunur ve toprak canlılarına zarar verir.

Kurak ve yarı kurak bölgelerde tarım arazilerinin aşırı ve yanlış sulanması, yetersiz drenaj olan topraklarda taban suyunun yükselmesine neden olmaktadır. Yüksek sıcaklığın etkisi ile yükselen taban suyu kapılar taşınma ile tuzun toprak yüzeyinde birikmesine neden olmaktadır. Tuzlulaşmanın etkisiyle toprağın fiziksel ve kimyasal yapısında değişimler olmaktadır. Buharlaşmayla toprak yüzeyinde biriken tuz toprağın hidrojen iyonları konsantrasyonu ve toprağın iyon konsantrasyonunun değişmesine neden olmaktadır. Topraktaki Na tuzları toprağın dispers olmasına neden olmaktadır. Toprak çözeltisinde tuzun neden olduğu ozmatik basınç yükselir, bitkinin su alımı ve beslenmesi yavaşlar veya tamamıyla durur. Yüksek tuz konsantrasyonunda bitkiler su alımında güçlük çeker. Toprakta bulunan bazı tuzlar bitki besin maddelerinin alınımını zorlaştırıp, metabolizmayı bozarak bitkinin bünyesine zarar verir (Çullu, 2012). Buda toprak kalitesini olumsuz etkiler.

Toprak kalitesi; biyolojik aktiviteyi arttıran, çevre kalitesini koruyan ve devam ettiren, ekosistem sınırları içerisinde bitkisel üretim işlevini yerine getiren esas toprak özelliği olarak tanımlanmaktadır (Canbolat, 2006). Toprak kalitesinin değerlendirilmesi, toprağın fonksiyonlarını temsil eden toprağın fiziksel kimyasal ve biyolojik özelliklerinin analiz edilip bunların entegrasyonundan elde edilecek toprak kalite indekslerinin elde edilmesi ile sağlanabilir. Toprak kalite indeksi, halihazırda kullanılan ve arazilerin genellikle toprakların kalıtsal özelliklerini (topoğrafik özellikler, profil özellikleri ve tekstür vs.) dikkate alarak bitkisel verimliliğe göre sınıflandıran yaklaşıma karşılık (storie index), farklı amenajman şekillerini kıyaslama imkanı verecek olan toprakların dinamik (değişken) özelliklerinin bir entegrasyonundan meydana gelir.



Şekil 1.1. Toprak Kalitesi ile İlgili İşlevler (Bilgili ve ark., 2015)

Toprakların kalitelerinin takibi, toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin belirlenerek onların sınıflandırılması (skorlama) ve kalite indekslerinin elde edilmesi ile mümkün olabilir. Toprak kalitesinin değerlendirilmesi için kullanılacak olan toprak kalite parametrelerinin kolay ve hızlıca elde edilebilir, farklı amenajman uygulamalarına hassas, toprağın fiziksel kimyasal ve biyolojik özelliklerinin bir entegrasyonundan meydana gelmesi gerekir (Bilgili ve ark., 2015).

Burada önemli faktör, toprak kalitesinin değerlendirilmesinin bilgi ve uygulamaya dayalı bir yaklaşımla mevcut kimyasal toprak amenajman metotlarının aksine, fiziksel, kimyasal ve biyolojik işlevleri bütünlüğü bir özelliğe sahip olmasıdır (Bilgili ve ark., 2015).

Bu kapsamda toprak kalite testi:

- Toprak kalitesiyle alakalı konuların tartışılması ve eğitime
- Farklı toprak amenajman metotları sonucu oluşan toprak aşınması ve iyileştirilmesinin değerlendirilmesine ve üreticilerin, tarım danışmanlarının farklı amenajman şekillerinden meydana gelen sonuçların yorumlamasına
- Toprak veri tabanı sisteminde, toprak sürveylerinde belirlenen kalıtsal toprak kalitesinin yanı sıra dinamik toprak özelliklerinin değerlendirilmesine
- Arazilerin değerlendirilmesine yardımcı olur.

Toprakların değişkenliğinin belirlenmesi ve izlenmesi tarımsal alanlarda sürdürülebilir amenajmanın planlanabilmesinin temel şartıdır ve geleneksel toprak etütleri bu konuda ihtiyaç duyulan veriyi sağlamada önemlidir. Günümüzde kullanım açısından ayrıntılı veriye ihtiyaç duyan hassas tarım uygulamaları ve izleme gibi çalışmalarda enterpolasyon teknikleri kullanarak haritalar üretilmektedir (Akbaş, 2012). Toprak özellikleri kısa mesafelerde bile kayda değer farklılıklar görüldüğü uzunca süredir bilinmektedir (DeCourt ve ark., 1996). Dolayısıyla, belli bir alandan alınan toprak örneklerin, örnekleme noktasında yapılan çeşitli fiziksel ve kimyasal toprak analiz sonuçlarının, çevresindeki diğer örnekleme noktaları ile uzaysal (yersel) olarak değerlendirilmesi ve böylece kısa mesafede değişen toprak özelliklerine göre detaylı haritaların oluşturulması gerekir. Oysa geleneksel yöntemler ile yapılan bu işlem hem zor olmakla birlikte uzun zaman da almaktadır.

Jeostatistiksel yöntemlerin, özellikle geniş alanlarda toprak haritalama birim sınırlarının çizilmesinde kullanılabilecek önemli bir yöntem olduğu görünmektedir (İmamoğlu ve ark., 2011). Ordinary kriging yaygın olarak kullanılan bir uzaysal enterpolasyon (ara değerlendirme) metodudur ve örnek alınmamış yerlerdeki özelliklerin tahmininde kullanılır. Tahmin ederken komşu örnekleri kullanır ve onlara tahmin edilecek noktaya olan mesafelerine göre ağırlıklı ortalama tayin edilir. Co-kriging, regresyon kriging gibi metotların amacı ise yapılan tahminin doğruluk seviyesini arttırmaktır. Bu metotlar, ordinary kriging metodunun gelişmiş bir formudur ve birincil değişkenle belli bir seviyede uzaysal olarak korelasyonu ve daha fazla sayıda olan ikincil bir parametre kullanır (yardımcı değişken; co-variable).

Bu metotlarda ikincil değişkenler olarak yükseklik ve diğer topoğrafik parametreler (çalışma alanına ait mevcut sayısallaştırılmış yüksek modelinden elde edilebilecek) kullanılabilir. Jeostatistiksel analizler CBS (Coğrafî Bilgi Sistemleri) ortamında yapılarak toprak kalite parametrelerinin dağılımlarının belirlenip haritalanabilir böylece toprak kalitesi bakımından toprağın sorunlu alanları belirlenmiş olur.

Bu çalışmanın amacı jeoistatistiksel yöntemler kullanarak Harran Ovası yaygın toprak serilerinden alınan toprak örneklerinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik kalite parametrelerinin ve toprak kalite indeksinin uzaysal dağılımlarının belirlenmesi; ovada örnek alınmayan alanlarda bu kalite parametreleri ve kalite indeksinin tahmin edilerek dağılımlarının haritalanması ile toprak kalitesi yönünden sorunlu alanların ortaya çıkarılmasıdır.



## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1. Toprak Kalitesi ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Pierce ve ark. (1991), toprak kalitesini bir toprağın ekosistem sınırları içerisinde fonksiyon görebilme ve çevredeki ekosistemle interaksiyona girebilme kapasitesi olarak tanımlamıştır. Onlar ayrıca toprak kalitesini değerlendirmek için sayısal bir formül önermişler ve bu gibi değerlendirmelerin toprakların farklı amanejman uygulamalarına nasıl cevap vereceğini belirlemede yardımcı olabileceğini açıklamışlardır.

Doran ve Parkin (1994), yaptıkları çalışmada; toprak kalitesi çevresel kalitenin de bir parçasını oluşturmaktadır. Su kalitesi, gıda kalitesi, toprak erozyonu, hava gibi değerler çevresel kalite kriterleri toprakların kalitesini belirlemede ölçü alınabileceğini önermişlerdir. Toprakların kalite kriterlerine uygun olarak değerlendirmek toprak planlamanın ve yönetiminin en önemli aşamalarından biridir. Dolayısıyla toprak kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılan asgari data setinde; hacim ağırlığı, pH değeri, infiltrasyon oranı, organik madde içeriği elektriksel iletkenlik değeri, toprağın N, P ve K içeriği, porozite oranı gibi toprağın bir çok parametreleri yer almıştır.

Nortcliff (2002), toprak kalite indeksinin elde edilmesinde uygun ve gerekli toprak kalite parametrelerinin seçimi, toprak fonksiyonlarının ve sadece bitki verimliliğinin değil sürdürülebilirlik açısından üreticilerin yoğunlaşması gereken yöreye özgü amanejman hedeflerinin de düşünülmesini gerektirmiştir. Toprak kalite indeksi toprak fonksiyonlarını düşünmek zorunda, bu fonksiyonlar ise kompleks ve değişkendir. Bir toprak bir fonksiyon açısından, kalite bakımından yeterli olarak düşünülebilir fakat diğer bir fonksiyon açısından yeterli kalite de olmayabilir. Bu yüzden de potansiyel olarak düşünülecek fazla sayıda toprak

özelliğinin olduğu ve en uygun olanın seçilmesi için araştırmaya ihtiyaç duyulduğunu bildirmiştir.

Karlen ve ark. (2003), toprak kalitesi önemlidir korunması gerekir. Sürdürülebilir tarım ve çevre sağlığını korumak ve ekosistemin zarar görmemesi için toprak kalitesinin korunması ve artırılması gerekmektedir. Aynı zamanda toprak kalitesinin gıdalar üzerinde de çok büyük etkisi vardır. Toprak kalitesi iyi olan topraklarda yetişen ürünler daha sağlıklıdır.

Dengiz ve ark. (2005), Kahramanmaraş Tarım İşletmesinde dağılım gösteren toprakların kalite durumu incelenmiştir. Çalışma alanında değerlendirmeye alınan faktörlerden toprak kalite indeksi hesaplandıktan sonra her bir Harita Biriminin uygunluk sınıfları belirlenmiştir. Çalışma alanından elde edilen sonuçlara göre alanının tamamı 1994.9 ha' dır. Bu alanın % 0.51'i (10.2 ha) işletmenin yönetim, lojman, garaj gibi yerleşim yeri olduğu, alanın büyük bir kısmını kapsayan % 55.1'i (1099.1 ha) ise tarımsal yönden ve kalite özellikleri bakımından çok iyi ve iyi (S1 ve S2), % 16,5'i (329.9 ha) orta iyi (S3) ve % 27.9'u da (555.6 ha) toprakların tarımsal açıdan kullanım uygun bir sınıf olmadıkları belirlemişlerdir.

Emekçi ve ark. (2005), Tuzluluk drenaj koşullarının kötü olduğu kurak ve yarı kurak yerlerde tarımsal ya da peyzaj sulamalarında yanlış uygulamalar sonucunda ortaya çıkmaktadır. Sulamada kullanılan sularının bünyelerinde erimiş tuzlar bulundurulur topraktaki bu sular bitki kullanımıyla tüketildiğinde buharlaşarak toprakta tuzlar biriktirmektedir. Biriken bu tuzlar, toprağın yapısını bozmakta ve bitki gelişimini kötü yönde etkilemektedir. Bitki veriminde azalmalar görülür ve bu azalmalar toprak çözeltisinin konsantrasyonuna bağlı olduğu kadar, bitkinin tuza dayanımı ile ilgilidir.

Rezapaur ve Samadi (2012), toprağın morfolojik özelliklerine dayalı bir çalışma yapmışlar, bu çalışmada toprağın morfolojik özelliklerinin toprağın kalitesi ile nasıl ilişkili olduğu ortaya konulmuş. Organik maddenin toprağa ilavesi sonrasında toprağın kaliteyle ilgili özelliklerinin değiştiğini belirlemişler. Ayrıca bu

çalışmada organik maddenin toprağın besin elementi tutma kapasitesinin artırdığını ortaya koymuşlardır.

Dindaroğlu ve Canbolat (2013), yaptıkları çalışmada; toprak kalitesi ve sağlığının ormanların planlanmasında ve yönetimlerinde etkisini incelemektedir. Araştırmada fiziksel ve kimyasal toprak parametreleri (hacim ağırlığı, tekstür, pH, toplam organik karbon, toplam nitrojen, değişebilir katyonlar, bitkiye yararlı mikro elementler) kullanılarak toprak kalite indeksi (TKİ) bulunmuştur. Toprak kalitesi indeksi özelliklerinin jeostatistiksel metotla haritalanmıştır. Orman ve çayır alanlarının bulunduğu, kuzey bakılı eğimin ve yüksekliğin düşük olduğu, alanlarda toprak sağlığının çok iyi olduğu, özellikle mera alanlarının yüksek rakımlı, aşırı eğimli ve güney bakılı alanlarında ise toprak sağlığının iyi olmadığı görülmüştür.

## 2. 2. Jeostatistik İlgili Yapılan Çalışmalar

Çetin ve Diker (2003), yaptıkları çalışmada; taban suyu derinliğinde meydana gelen değişimlerin drenaj sorunu olan alanların belirlemek için Coğrafi Bilgi Sistemini (CBS) kullanmışlardır. Çalışma Adana' nın Aşağı Seyhan Ovasında 8494 ha' lık bir alanda yapılmıştır. Sulama amaçlı olarak açılan Göksu deltasında YAS (Yer Altı Suyu) kuyularından elde edilen EC, TDS ve Cl değişkenlerin analiz edilip sonuçları kullanılmıştır. İncelenen özelliklere ilişkin bazı tanımlayıcı istatistikler ve belirlenen olasılık dağılımları kullanılarak değişkenlerin yersel değişimlerinin jeostatistiksel metotla değerlendirmek ve elde edilen sonuçların tarımsal açıdan incelenmesi amaçlanmıştır.

Gündoğdu (2004), yaptığı çalışmada; sulama proje alanındaki taban suyu derinlik ölçümlerinin değerlendirilmesin de jeostatistik yöntem kullanarak veri güvenilirliğinin test edilmesi, taban suyunun genel akış yönün belirlenmek ve birbirine yakın olan ölçüm kuyularında ölçülen değerler arasındaki değişimin elde edilmesi işlemleri rahatlıkla gerçekleştirilmiştir. Bunun yanında çok yıllık taban suyu derinlik ölçüm sonuçlarının jeostatistiksel yöntemlerle değerlendirilmesi ile taban suyunun yıllara göre değişimi incelenmiştir.

Akbaş ve Yıldız (2004), doğal toprak oluşumu ve insan faaliyetleri farklı mekansal ve zamansal etkilerinin bir sonucu olarak toprakların değişkenlik gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu değişkenlik toprak etüt ve haritalama çalışmaları ile gösterilmektedir. Araziden 25x25 m mesafede alınan örnekler toprak kriging metodu ile haritalanmıştır. Haritalanan özelliklerin temel toprak haritası ile benzerlikleri ve bu haritalama tekniği ile toprak haritalarının CBS çalışmalarındaki kullanım etkinliği karşılaştırılmıştır. Ayrıca bu çalışma toprak haritası hazırlanmamış bölgelerde jeostatistik metot kullanarak haritalama yapılabileceğini dair örnek teşkil etmektedir.

Çobaner ve ark. (2011), yaptıkları çalışmada; Göksu deltasındaki 23 adet YAS (Yer Altı Suyu) kuyularından alınan yer altı suyu örneklerinin EC, toplam çözünmüş madde ve klorür değerlerinin probabilistik ve jeostatistik metot kullanarak değerlendirilmesi amaçlamıştır. Değişkenlerin kriging tahmin yöntemi ile haritalar yaparak ve alansal değişimleri incelemişlerdir. Çalışma alanının %40'ında YAS kuyularının kullanılmasının sakıncalı olduğu; denize yaklaştıkça bu oran EC, TDS ve Cl'un tarımsal üretimin sürdürülebilirliğini tehdit eder düzeylere ulaştığı sonucuna varılmıştır.

Akbaş (2012), yaptığı çalışmada; rastgele örnekleme metodu ile 0-30 cm ve 30-60cm derinliklerden alınan toplam 800 bozulmuş toprak örneğinin Ordinary Kriging yöntemine kullanılmıştır. Kazova üst topraklarının %11.56'lık bölümünde yarıyıllı fosfor oranı az, %82.16'sında yeterli ve %6.28'inde ise fazla olarak bulunmuştur. AGS (Ardışık Gauss Simülasyon) yöntemi ile yarıyıllı fosfor oranı ovanın %9.98'lik bölümünde az, %86.27'inde yeterli ve %3.75'inde ise fazla olarak sınıflandırılmıştır. Arazi boyunca fosfor seviyelerindeki değişkenlik ve bu değişkenliği gösteren haritalar gübreleme ihtiyacını belirleme, gübre miktarı planlaması ve çevre açısından risklerin belirlenmesinde kolaylık sağlayacaktır.

Budak (2012), yaptığı çalışmada; tuzlu alkali toprakların oluşumlarının incelemek, toprak etüt ve haritalanmasının yapılması, serilerin ve haritalama birimlerinin test edilmesi ve toprak özelliklerinin mesafeye bağlı değişimlerinin haritalanarak analiz edilmiştir. Çalışma alanı, Niğde ili, Kızılca kasabasında 2700 -

ha'lık bir arazidir. Çalışma alanı 400x400 m' lik gridlere ayrılmış, gridlerin birleştiği noktalardan 0-30 cm, 30-60 cm ve 60-90 cm derinliklerden toplam 152 noktadan toprak örneği alınmıştır. Toprak örneklerinin tekstür (kum, kil ve silt), agregat stabilitesi, değişebilir katyonlar (Ca, Mg, Na ve K), değişebilir sodyum yüzdesi (ESP), sodyum absorpsiyon oranı (SAR), organik madde (OM), katyon değişim kapasitesi (KDK), yarayışlı fosfor, kireç, bor, pH ve elektriksel iletkenlikleri (EC) belirlenmiştir. Çalışma alanında, toprak işleme derinliği altındaki genetik horizonları bakımından farklı olan Kızılca (253,56 ha), Leben (243,75 ha), Tektome (122,56 ha), Karadeli (1443, 96 ha), Acir (104,19 ha), Cobul (168,22 ha) ve Kızılkuyu (394,51 ha) olmak üzere 7 toprak seri tanımlanmıştır. Yüzeysel topraklarında pH 7,51-9,31, EC 0,61-27,40 dS/m, SAR 0,23-98,23, ESP %0,49-%54,82, Bor ise 1,81-97,84 mg/kg arasında değişim göstermiştir. Elde edilen veriler hem klasik istatistik hem de jeoistatistiksel yöntemler kullanılarak değerlendirilmiştir.

Turgut ve Öztaş (2012), yaptıkları çalışmada; Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Pasinler Deneme istasyonundan alınan toprak örneklerinin tekstür, organik madde ve kireç, pH ve yarayışlı fosfor miktarındaki değişimin jeoistatistiksel yöntem kullanılarak haritalanması amaçlamıştır. Çalışma alanında 0-20 cm derinliklerde toplam 68 örnek alınmıştır. Blok Kriging enterpolasyon metodu kullanılarak elde edilen dağılım haritalarında, dere yatağına yakın olan bölgelerde kum oranının yüksek, silt oranının değişiminde ise bir düzensizlik olduğu görülmüştür. Organik madde oranı hububat ekili alanlarda yüksek olduğu fakat çapa bitkilerinin ekili olduğu alanlarda ise düşük olduğu belirlenmiştir. Arazinin dere yataklarına uzak kısmında kireç ve pH oranlarının en yüksek değerler aldığı görülmüştür.

Başbozkurt ve ark. (2013), yaptıkları çalışmada; Adıyaman'ın Merkez ilçesine ait 19 köyden alınan toprak örnekleri analiz edilerek, kum, silt, kil, % saturasyon, pH, çözünebilir tuz, EC, CaCO<sub>3</sub>, değişebilir Ca, Mg ve Na içerikleri ile B (Bor) parametrelerin toprak özelliklerinin mekânsal bağımlılıklarının jeoistatistiksel yöntemle haritalanması amaçlanmıştır. Bu metotlara göre saturasyon, tuz, kireç, kil ve B'un mekânsal bağımlılığının orta ve yüksek düzeyde olduğu görülmüştür.

Taşova ve Akın (2013), Marmara Bölgesinde tarım yapılan alanlarda Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanarak bitki besin maddesi ve verimliliklerinin belirlenmesi ve haritalanması amaçlamıştır. Araştırma alanı Marmara bölgesindeki illerinden 0–20 cm derinlikte toprak örneği alınarak toprakların verimlilik analizleri (toprak bünyesi, pH, toplam tuz, kireç, organik madde) ve bitkiye yararlı makro ve mikro element (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn) analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, Marmara bölgesi toprak yapısı killi tınlı, organik madde oranı az, tuz ve kireç oranları az olduğu bulunmuştur. Ayrıca azot bakımından yetersiz, yararlı, kalsiyum, potasyum ve magnezyum bakımından ise fazla olduğu bulunmuştur. Bölge topraklarının % 47'sinde fosfor noksan bulunurken, % 53'ünde fosfor fazla bulunmuştur. Demir ve bakır içerikleri yeterli düzeyde iken, çinko ve mangan içeriklerinin ise az olduğu görülmüştür.

İmamoğlu ve ark. (2016), yaptıkları çalışmada; Çorum Alaca havza topraklarının erozyona duyarlılığı (K) belirlenerek haritalanmasını amaçlamışlardır. Araştırma İç Anadolu Bölgesi'nin Orta Kızılırmak Bölümü'nün kuzeyinde yer alan Çorum Alaca Havzasında gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanında 0-20 cm derinlikte alınan 312 yüzey toprak örneği alınmıştır. Toprakların bazı fiziko kimyasal özellikleri belirlenmiş ve K faktör eşitliği kullanılarak her bir noktaya ait toprak erodibilite değerleri hesaplanmıştır. Belirlenen her bir örnek jeostatistik yöntem ile erodibilite dağılım haritası yapılmıştır. Çalışma alanının % 57,8' inde toprakların az aşınabilir, % 42,1'inde ise orta derece aşınabilir bulunmuştur.

### **2. 3. Harran Ovasında Yapılan Çalışmalar**

Dinç ve ark. (1988), yaptıkları çalışmada; Harran ovası topraklarının fiziksel, kimyasal, minerolojik ve biyolojik özelliklerini araştırmışlar. Bu araştırmada toprak ve su karakteristikleri, toprakların potasyum durumu ve fosfor adsorpsiyonu gibi özellikleri seri bazında değerlendirilerek, toprak haritası oluşturulmuş potansiyel arazi kullanım haritaları hazırlanmıştır. Harran Ovasının 25 toprak serisinin genellikle killi, kireç miktarı fazla ve çukur alanlarda toprakların tuzdan etkilendiğini görülmüştür. Toprakların çoğunda potasyum miktarının yeterli, fosfor miktarının

yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Hidrolik iletkenlik değeri ise kil oranı yüksek ve sıkışmış topraklarda düşük bulunmuştur. Harran Ovası topraklarının %67'sinin tarım arazisi olarak kullanılabilir durumda olduğunu ve 17.000 ha'nın ise tarım dışı amaçlarla kullanılabilirliğini tespit etmişlerdir.

Erşahin ve Yeşilsoy (1993), Harran Ovasının en yaygın altı serisinde 23 noktada infiltrasyon ölçümleri yaptıkları çalışmada toprak serilerinin kil içeriği yüksek olmasına rağmen, infiltrasyon hızlarının yüksek oluşu toprağın mikro tekstürüne ve agregat dayanıklılığıyla ilişkili olduğunu belirlemişlerdir. Bu çalışmada toprakların infiltrasyon hızlarının 1.07 cm/h ile 21.31 cm/h arasında değiştiğini de tespit etmişlerdir.

Kızılkaya ve ark. (1998), yaptığı çalışmada; Harran Ovasının on farklı serisinde azot kapsamını toprakta bulunan organik maddenin oluşturduğunu, organik maddenin minarilize olması ile minarel azot formunda ortaya çıktığını belirlemiştir. Toprakların CO<sub>2</sub> üretiminin sonuçlarının 4.5-70.3 mg CO<sub>2</sub> 100g t<sup>-1</sup> arasında değiştiğini bildirmiştir. Mikroorganizma faaliyetleri glikoz ile uyarıldığında belirlenen CO<sub>2</sub> üretim miktarları 7.3-74.7 mg CO<sub>2</sub> 100g t<sup>-1</sup> 24h arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu durum, çalışma alanındaki toprakların mikro organizmaların ihtiyaç duyduğu C ilavesi ile karbondioksit üretiminin önemli düzeyde artış gösterdiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca bu serilerde bakteri miktarının 0.5x10<sup>10</sup> - 4.7x10<sup>11</sup> arasında değiştiğini, mantar sayılarının ise 9x10<sup>3</sup> - 8.6x10<sup>4</sup> olduğu, aktinomiset sayısının 7.6x10<sup>6</sup> - 8.5x10<sup>7</sup> hücre sayısı/g toprak olduğunu belirlemişlerdir.

Sayğan (2007), Harran Ovasında yaptığı çalışmada, toprağın farklı derinliklerinde; 0-20 cm, 20-40 cm ve 40-60 cm de toplam fosfor, organik fosfor, yarayışlı fosfor ve inorganik fosfor miktarlarını belirlemişler. Fosfor analiz sonuçlarına göre toplam fosfor içeriklerinin sırası ile 0-20 cm'de 343-894 mg/kg, 20-40 cm'de 313-881 mg/kg, 40-60 cm'de 298-551 mg/kg arasında değiştiği, inorganik fosforun 0-20 cm'de 307-835 mg/kg, 20-40 cm'de 281-847 mg/kg, 40-60 cm'de 280-539 mg/kg arasında değiştiği, organik fosforun 0-20 cm'de 17-60 mg/kg, 20-40

cm'de 15-38 mg/kg, 40-60 cm'de 7-39mg/kg arasında değiştiği, yarayışlı fosforun 0-20 cm'de 2-36 mg/kg, 20-40 cm'de 1-23 mg/kg, 40-60 cm'de 0.2-21 mg/kg arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çullu ve ark. (2009), Harran Ovasında yapılan çalışmada, 1995 yılında Harran Ovasının sulamaya başlamasının taban suyu seviyesinin yükselmesine neden olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada Harran Ovasında farklı zamanlarda ve farklı derinliklerde taban suyu örnekleri alınmıştır. Bu örneklerin analizleri sonucunda pH 7.12 ile 8.10 arasında değiştiği, EC'nin 3.0 dS/m ile 30.1 dS/m arasında değiştiği, çözülebilir katyonlar ve anyonlardan Na<sup>+</sup> un 2 mmol/cl ile 337 mmol/cl arasında değiştiği, K<sup>+</sup>un 0.08 mmol/cl ile 0.5 mmol/cl arasında değiştiği, Mg<sup>2+</sup>'un 4 mmol/cl ile 189 mmol/cl arasında değiştiği, CO<sub>3</sub><sup>-2</sup>'un 0.60 mmol/cl ile 8.80 mmol/cl arasında değiştiği, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>un 1.2 mmol/cl ile 4.40 mmol/cl arasında değiştiği, Cl<sup>-</sup>un 2 mmol/cl ile 151 mmol/cl arasında değiştiği, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>'un 1 mmol/cl ile 424 mmol/cl arasında değiştiği ve SAR değerinin ise 1.40 ile 36.00 arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Bilgili ve ark. (2011), Harran Ovasında tuzdan etkilenen toprakların karakteristik özelliklerinin belirlenmesinde yüksek çözünürlükte görülebilir yakın kızıl ötesi yansıma spektroskopi tekniğini kullanılmışlar. Bu çalışma Harran Ovasının Akçakale, Akören, Cepkenli, Gürgelen, Harran ve Kısas serilerinde yürütülmüştür. Çalışma sonucunda geniş alanlarda EC bakımından sorunlu topraklara rastlanmıştır. Bu topraklarda EC'nin 0.5 dSm<sup>-1</sup> ve 52 dSm<sup>-1</sup> arasında değiştiği tespit edilmiştir. EC ile sodyum oranı arasındaki ilişki r=0.49 seviyesinde ve EC ile pH arasındaki ilişkisi ise r=0.69 seviyesinde bulunmuştur. Bir diğer önemli korelasyon EC ile yükseklik arasında elde edilmiştir. Yükseklik artarken EC' nin azaldığı tespit edilmiştir.

Öztürkmen (2013), Harran Ovasında yaptığı çalışmada, Harran Ovasında toprak penetrasyon direncinin ürün rotasyonlarına olan etkisine bakmıştır. Toprağın fiziksel olarak genellikle ürünlerin ekim zamanında sıkıştığını belirtmiştir. Bu kapsamda 1999 ve 2000 yılları arasında üç tekerrürlü toprak denemesi kurmuştur.

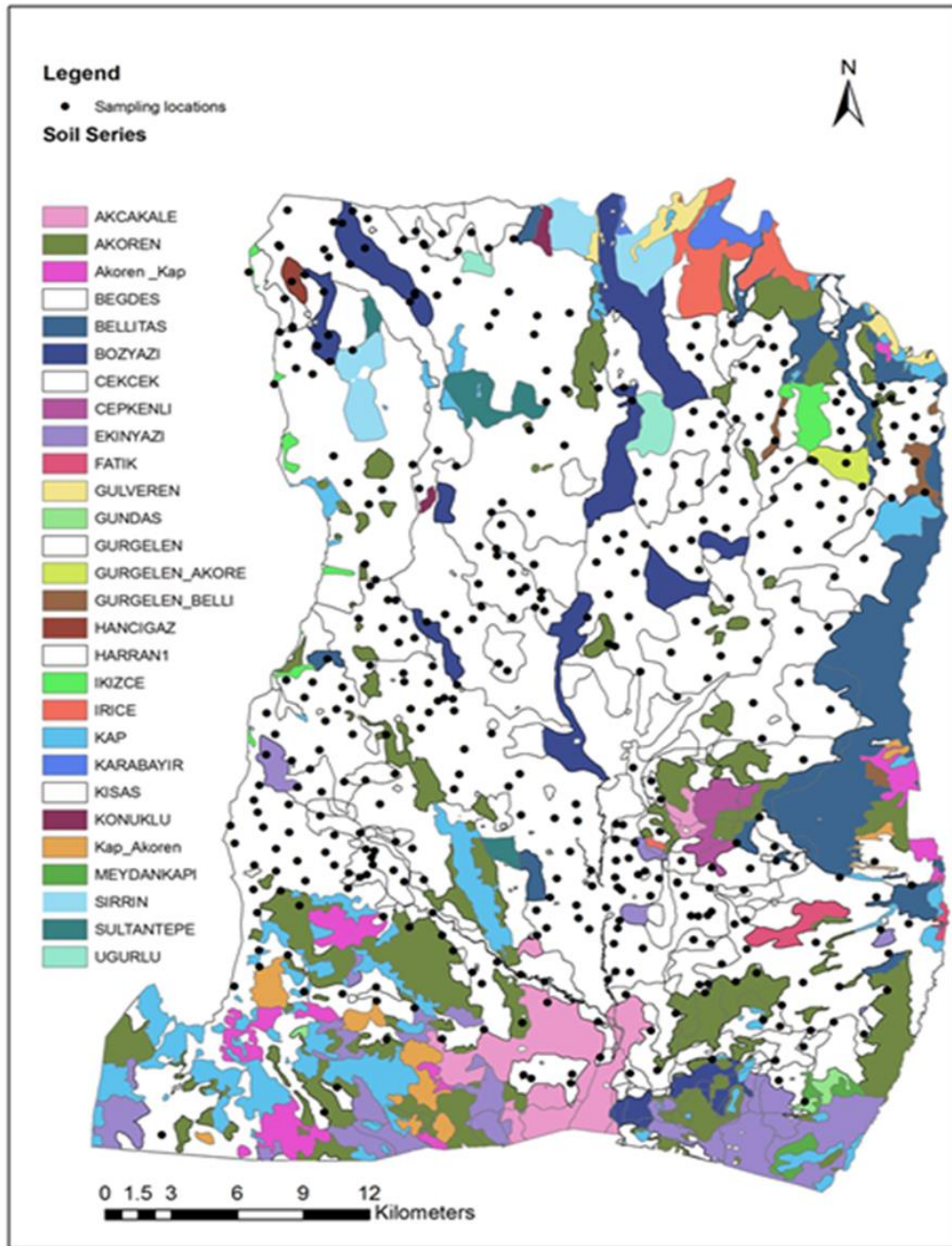
Sonuç olarak farklı münavebe yöntemleri altında toprak penetrasyon direnci, hacim ağırlığı ve porozite değerleri ölçülmüştür. Bu değerler arasında farklılık olduğu tespit edilmiştir. Toprak penetrasyon direnci 2700 ile 1600 kPa ve hacim ağırlığı 1.32 g cm<sup>-3</sup> ile 1.41 g cm<sup>-3</sup> arasında değişmiştir. Harran Ovasında en uygun ekim nöbeti buğday, soya veya mercimek ve mısır olarak belirlenmiştir.

Bilgili ve ark. (2015), GAP bölgesinde sulamaya açılan ilk alan olan Harran Ovası yaygın toprak serilerinin kalitelerini değerlendirmek, uzun dönem farklı bitki desenlerinin kalite üzerine etkilerini kıyaslamak ve toprak kalitesinin ovadaki dağılımını haritalamışlardır. Bu amaçla 5 farklı toprak serisi üzerinde 0-30 cm derinlikten 400' den fazla toprak örneği toplanarak 30'dan fazla toprak fiziksel, kimyasal ve biyolojik kalite parametresi için analiz edilmiştir. Toprak kalitesini en iyi temsil eden toprak kalite parametreleri Temel Bileşenler Analizi (PCA) kullanarak seçilmiş ve toprak kalite skorları doğrusal ve doğrusal olmayan skor fonksiyonları kullanarak belirlenmiştir. Toprak kalitesini değerlendirmek için gerekli olan Asgari veri setinde organik madde, hacim ağırlığı, hidrolik geçirgenlik, çözülebilir Ca, Na, Mg, değişebilir K, Ca, yarayışlı Cu, Fe, agregat stabilitesi, mikrobiyal biomas, dehidrogenaz ve katalaz enzim aktiviteleri gibi toprak değişkenleri yer almıştır. Genel olarak toprağın kalitesi düşük bulunmuştur. Doğrusal skorlama fonksiyonu kullanarak elde edilen toprak kalite indeksi 20/100 ile 49/100 arasında değişirken, doğrusal olmayan skorlama fonksiyonu kullanarak elde edilen toprak kalite indeksleri 31/100 ile 72/100 arasında değişim göstermiştir. Her iki yöntemle elde edilen toprak kalite indeksleri arasında yakın bir korelasyon bulunmuştur. Toprak kalitelerindeki farklılık açısından hem toprak serileri hem de farklı bitki desenleri istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (p<0.05). Yoğun kültürasyon ve herhangi bir atık bırakmaması nedeni ile pamuk tarımının yapıldığı topraklarının en düşük toprak kalite indekslerine sahip olduğu belirlenmiştir.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Araştırma Şanlıurfa'da GAP kapsamında sulamaya ilk açılan alan olan Harran ovasında gerçekleşmiştir. Ovanın mevcut olan 25 farklı toprak serisi içinde yaygın olarak kullanılan 7 farklı ( Harran, Gürgelen, Kıyas, Çekçek, Akören, Bozyazı ve Beğdeş) toprak serisi üzerinde gerçekleşmiştir (Şekil 3.1.). 0-30 cm derinlikte koordinatlı olarak GPS ile bozulmuş ve bozulmamış 400' den fazla toprak örneği alınmıştır. Alınan toprak örnekleri kurutulup 2 mm' lik elekten geçirilerek topraklarda fiziksel, kimyasal ve biyolojik analizler yapılmıştır. Araziden alınmış bozulmuş toprak örneklerinde bir kısmı biyolojik analiz için 4°C buzdolabında bekletilmiştir. Bozulmamış toprak örnekleri ise hacim ağırlığı ve alttan kapilarite ile doygun hale getirildikten sonra hidrolik iletkenlik tayin edilmiştir. Böylece bu noktalarda yapılan analiz sonuçlarının x ve y koordinatları kullanılarak bilgisayarda depolanmasını sağlanmıştır. Toprak kalite parametreleri jeostatiksel metot kullanarak haritalanmıştır.



Şekil 3.1. Toprak örneklerinin çalışma alanındaki (Harran Ovası) dağılımı. Proje kapsamında örnekleme yapılan toprak serileri (Beğdeş, Çekçek, Gürgelen, Harran ve Kısas) ve toprak örnekleme noktalarının dağılımı (HRÜ. Ziraat Fak. Toprak ve Bitki Besleme Böl. CBS laboratuvarında üretilmiştir, toprak seri haritası Dinç ve ark., 1988 çalışmasından alıntılanmıştır).

## 3. 2. Yöntem

### 3.2.1. Toprak örneklerinin laboratuvar analizleri

#### **Tekstür**

Toprak analizinde 2mm'lik elekten geçirilmiş 50g toprak örneği alınarak sodyum heksametafosfat kullanarak dispers edilen örneklerde hidrometre ile 'Bouyoucos Hidrometre' yöntemine göre yapılmıştır (Bouyoucos, 1951).

#### **Bitkiye yarayışlı su (%)**

Toprak örneklerinden 1 bar basınç altındaki tarla kapasitesi, 15 bar basınç altındaki solma noktası arasındaki fark bitkiye yarayışlı su olarak elde edilmiştir. Basınçlı seramik tabla kullanarak belirlenmiştir (Tüzüner, 1990).

#### **Toprak reaksiyonu (pH)**

Hazırlanan saturasyon çamurundan elde edilen süzükler cam elektrotlu pH metre ile ölçülmüştür (Richards, 1954).

#### **Elektriksel iletkenlik (dS/m)**

Hazırlanan saturasyon çamurundan elde edilen süzükler iletkenlik aleti (EC metre) kullanarak belirlenmiştir (Tüzüner, 1990).

#### **Organik madde (%)**

2mm'lik elekten geçirilmiş toprakların örneklerin organik madde içerikleri, Jackson (1958) tarafından bildirildiği şekilde modifiye edilmiş Walkley-Black yöntemiyle belirlenmiş ve % olarak ifade edilmiştir.

#### **Kireç (CaCO<sub>3</sub> %)**

2mm'lik elekten elenmiş seyreltik hidroklorik asitle Scheibler kalsimetresinde reaksiyona girmesi ile belirlenerek ve % olarak ifade edilmiştir.

**Alınabilir fosfor (ppm)**

Toprak örneklerin fosfor içerikleri Olsen ve ark. (1954) tarafından geliştirilen yönteme göre 0,5 M NaHCO<sub>3</sub> (pH=8,50) kullanılarak belirlenmiştir.

**Kasyon değişim kapasitesi (me/100g)**

1N sodyum asetat çözeltisi ile muamele edildikten sonra 1N amonyum asetat çözeltisi ile elde edilen ekstrakta Na okuması yapmak suretiyle belirlenmiştir (Bower ark., 1952; Kacar, 2009).

**Alınabilir potasyum (K<sub>2</sub>O kg/da)**

Toprak örneklerinin bitkiye yarayışlı potasyum içerikleri, 1 N Amonyum Asetat (pH=7,0) kullanılarak hazırlanmış ekstrakt eriyiğine geçebilen potasyum miktarı ICP ile ölçülmek suretiyle tespit edilmiştir (Richards, 1954).

**Alınabilir kalsiyum (Ca mg/kg)**

Toprak örneklerinin bitkiye yarayışlı kalsiyum içerikleri, 1 N Amonyum Asetat (pH=7,0) kullanılarak hazırlanmış ekstrakt eriyiğine geçebilen kalsiyum miktarı ICP ile ölçülmek suretiyle tespit edilmiştir.

**Alınabilir magnezyum (Mg mg/kg )**

Toprak örneklerinin bitkiye yarayışlı magnezyum içerikleri, 1 N Amonyum Asetat (pH=7,0) kullanılarak hazırlanmış ekstrakt eriyiğine geçebilen magnezyum miktarı ICP ile ölçülmek suretiyle tespit edilmiştir.

**Mikro bitki besin maddeleri (Fe, Zn, Cu, Mn mg/kg)**

Araştırma topraklarının bitkiye yarayışlı mikro element (Fe, Cu, Zn, Mn ) içerikleri; Lindsay ve Norvell (1978) tarafından bildirildiği şekilde, analize hazırlanan toprak örnekleri DTPA + TEA ile ekstrakte edildikten sonra, elde edilen süzüklerdeki Fe, Cu, Zn ve Mn miktarları ICP<sup>c</sup> de okunarak tayin edilmiştir.

**Toprak enzim analizleri (Katalaz, Dehidrogenaz aktivitesi)**

İnkübasyon çalışması ile (Pepper, 1995; Liu ve ark., 2008); toprakta mikroorganizma sayımı hazırlanan dilüsyonda bakteri, aktinomiset ve fungus sayımı ile (Garcia ve ark., 1994) yapılmıştır.

**3.2.2. Toprak kalite indeksinin belirlenmesi**

Toprak kalitesinin değerlendirilmesi için toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik kalite parametreleri analiz edilerek çıkan sonuçlar doğrusal skorlama yöntemiyle skorlandıktan sonra ortalama skor alınarak toprak kalite indeksi belirlenmiştir. Toprak parametrelerini belirlenmesinde doğrusal skorlama fonksiyonu kullanılmıştır.

**3.2.2.1. Doğrusal skorlama yöntemi**

Doğrusal skorlama için toprağın tüm değişkenleri (toprak kalite parametreleri) kullanılmıştır. Doğrusal skorlamanın hesaplanmasında toprak kalite parametreleri 2 gruba ayrılmıştır. 1.gruptaki parametreler yüksek olması arzulanan olup örneğin organik madde, çözünebilir parametreler (Ca, K, Mg,), KDK, değişebilir parametreler (Ca, K, Mg,), hidrolik iletkenlik, dehidrogenaz, katalaz, mikrobiyal biomas, bakteri, mikro elementler (P, Zn, Cu, Fe, Mn,),agregat stabilitesi, bitkiye yararlı su, gibi parametrelerdir. 2. gruptaki parametreler ise düşük olması arzulanan parametreler olup kireç, hacim ağırlığı, EC, pH, çözünebilir Na, değişebilir Na gibi parametreler bu gruba dahil edilmiştir. 1.Grupta yer alan parametrelerin skorlanması için değişkenler büyükten küçüğe doğru sıralanır. Doğrusal skorlama her bir değişken için ayrı ayrı yapılır. Her bir değişkenin içindeki değerler en yüksek değere bölünür, böylece en yüksek değere sahip olan örnek en yüksek skora sahip olur. 2.Grupta yer alan parametrelerin değişkenin skorlanması için ise topraktaki miktarı artığında toprak kalitesinin azalmasına neden olan parametreler küçükten büyüğe doğru sıralanır. Her bir değişken için ayrı ayrı yapılır. Her bir değişkenin içindeki en düşük değer tespit edilir ve bu değer

diğer tüm değerle bölünür, böylece en düşük değere sahip olan örnek en yüksek skora sahip olur. Skorlama yapıldıktan sonra her bir örneğe ait skor ortalamaları alınarak toprak örneğine ait toprak kalite indeks tespit edilmiş olur (Karlen ve ark., 2003) .

### 3.2.2.2. Toprak kalite parametreleri ve indeksinin haritalanması

Toprak kalite parametreleri ve kalite indeksi çalışma alanındaki dağılımının belirlenmesi ve haritalanması jeostatistiksel metot kullanarak yapılmıştır. Böylece örnekleme yapılmayan alanlardaki toprak kalite parametreleri ve indeksinin tahmin edilmesi ve haritalanması için ordinary kriging tekniği kullanılmıştır.

Ordinary Krigleme yaygın olarak kullanılan bir uzaysal enterpolasyon (ara değerlendirme) metodudur ve örnek alınmamış yerlerdeki özelliklerin tahmininde kullanılır. Tahmin ederken komşu örnekleri kullanır ve onlara tahmin edilecek noktaya olan mesafelerine göre ağırlıklı ortalama tayin eder (Isaaks ve Srivastava, 1989).

Eşitlik (3.1) ;

$$Z^*_{OK}(x_0) = \sum_{i=1}^n w_i Z(x_i) \quad (3.1)$$

$x_0$  örnek alınmamış yerdeki tahmindir,  $n$  komşu aralıktaki örnek sayısıdır,  $w_i$ 'nci örneğe  $Z(x_i)$  atanan ağırlık.

Her bir örneğe atanan ağırlıkların uygun bir şekilde belirlenmesi, kriging varyansı'nın ( $E\{Z^*(x_0) - Z(x_0)\}^2$ ) en düşük olmasını ve tahminlerin geçerli olmasını sağlar (Webster ve Oliver, 2001). Krigdeki ağırlıklar örnekler arasındaki kovaryansın hesaplanmasını ve uzaysal korelasyonun modellenmesini sağlayan semivariogramların hesaplanmasıyla tespit edilir (Journel ve Huijbregts,1981):

Semivaryans eşitlik (3.2) formülle hesaplanır;

$$\hat{\gamma}(h) = 0.5n \sum_{i=1}^n [Z(x_i + h) - Z(x_i)]^2 \quad (3.2)$$

Burada  $\hat{\gamma}(h)$  aralarında  $h$  kadar mesafe olan noktalardaki değerler kullanılarak hesaplanmış semivaryans,  $Z(x_i)$  ve  $Z(x_i+h)$ ,  $h$  kadar bir mesafe ile birbirinden ayrılmış olan örnekleme noktaları,  $n$  ise  $h$  mesafedeki örnek çiftlerinin sayısıdır.

Toprak kalite parametreleri ve kalite indeksleri öncelikle histogram analizine tabi tutulup, normal dağılım göstermeyen parametrelerin logaritmaları ya da karekök dönüşümü yapıp veriler normal bir dağılıma yaklaştırıldıktan sonra jeostatistik analizlere tabi tutulmuştur. Her bir parametre için farklı semivariogram modelleri (circular, spherical, exponential, linear ya da Gaussian) test edilmiş ve Nugget varyans, sill (tepe varyansı), range (etki aralığı) gibi semivariogram parametreleri tespit edilerek, her bir modelin performansı çapraz doğrulama (cross-validation) yaklaşımı ile değerlendirilmiştir. Daha sonra çapraz doğrulamada en iyi sonuçları veren model seçilmiştir. Kriglemede nokta krigleme tercih edilmiştir ve tahminlerde ordinary kriging tekniği kullanılmıştır. Toprak kalite parametreleri ve kalite indeksinin haritalanması CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) ortamında ArcGIS paket programı kullanılarak yapılmıştır (Isaaks ve Srivastava, 1989).

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Harran ovasından 7 farklı toprak serisinden alınan örneklerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik analizleri yapılarak toprak kalite indeksleri hesaplanmıştır. Belirlenen toprak kalite parametrelerine ve kalite indeksine ait tanıtıcı istatistikleri Çizelge 4.1.'de verilmektedir.

##### 4.1. Fiziksel Kalite Parametreleri

Çizelge 4.1.'de görüldüğü gibi yapılan analiz sonuçlarına göre Harran ovasının toprak yapısındaki kil, silt, kum oranlarının maximum ve minimum değerlerini sırasıyla kil için % 9,44 ile % 86,05 arasında; silt için % 15,12 ile % 64 arasında; kum için % 5,66 ile % 38,73 arasında değişmiştir. Bu sonuçlar Harran ovasının toprak yapısının büyük çoğunluğunun kili bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Daha önce Harran ovası üzerinde yapılan çalışmada toprak tekstür yapısının ortalama olarak kil, silt ve kum içerikleri sırasıyla % 39, %57 ve % 5 olarak bulunmuştur (Seyrek ve ark., 2005).

Doygun haldeki hidrolik iletkenlik analiz sonuçları 0,00004 cm/sn ile 0,070 cm/sn arasında değişmiştir. Başta toprak yapısı olmak üzere, hacim ağırlığı, organik madde içeriği gibi birçok faktörün hidrolik iletkenlik üzerinde etkisi vardır. Daha önce yapılan çalışmada hidrolik iletkenlik 1,07 cm/sn ile 21,31 cm/sn arasında bulunmuştur. Araştırmacılar toprak yapısındaki kil oranı yüksek olmasına rağmen ovadaki infiltrasyon hızının yüksek oluşunu toprağın mikro tekstürü ve agregat dayanıklılığına bağlamışlardır (Erşahin ve Yeşilsoy, 1993).

Analiz sonuçlarına göre Agregat stabilitesi %0,30 ile % 1,29 arasında değişmiştir. Yüksek Agregat stabilitesi toprakları erozyona karşı korur ve bitki kök gelişimine olumlu yönde etkisi olduğu için iyi ürünlerin yetiştirilmesine yardımcı olur. Agregat stabilitesine etkili olan en önemli faktör ise topraktaki organik madde

oranıdır. Harran ovası sulamaya açılmadan önce yapılan araştırmada agregat stabilite oranları % 42 ile % 93 arasında değiştiği görülmüştür (Bilgehan, 1994).

#### 4.2. Kimyasal kalite parametreleri

Topraktaki CaCO<sub>3</sub> analiz sonuçları % 13,51 ile % 49,14 arasında değişmiştir. Sonuçlara göre ova toprakları fazla kireçli ve çok fazla kireçli olarak görülmektedir. Harran ovasının iklim yapısı kurak ve yağış miktarının az olması toprakta yıkanma işlemleri gerçekleşmediği için kireç büyük oranda birikmektedir. Harran ovasında Dinç ve arkadaşlarının (1988) yaptığı çalışmada ova topraklarının hepsinin kireçli yapıya sahip olduğu bulunmuş ve kireç içeriği % 7 ile % 66 arasında bulunmuştur. Kireç içeriği toprakta besin elementleri alımı ve özellikle fosfor ve mikro elementlerin adsorpsiyonunda önemli bir rol oynar. Genelde yüksek kireç nedeniyle topraklarda fosfor ve mikroelementler kolayca adsorbe olarak bitkiler bu besin elementlerince noksanlık çekerler (Bilgili ve ark., 2008).

Organik madde toprak verimliliği ve toprak kalitesini büyük ölçüde etkileyen bir toprak bileşenidir. Bu çalışmada ovadaki organik madde oranları % 0,13 ile % 6,78 arasında bulunmuştur. Ovada tarım arazilerine yapılan birçok yanlış uygulama aşırı sulama ve yanlış toprak işleme gibi işlemler sonucunda mikrobiyal ayrışmayı etkileyen organik atık ilavesi olmadığı için toprakta organik madde oranı azalmaktadır. Kızılkaya ve arkadaşlarının (1998) yaptığı çalışmada organik madde oranı % 0,12 ile %1,68 arasında olup toprak organik madde oranı düşük bulunmuştur.

Harran ovasının toprak yapısındaki yüksek kil ve kireç içeriği topraktaki fosforu bitkiler için yararsız hale getirir. Kireç ana materyalden gelen kalsiyum fosforla bileşerek kalsiyum fosfat Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> bileşiği oluşur böylece fosfor çökerek adsorbe olduğu için bitkiler yararlanamaz. Bu çalışmada bitkiye yararlı fosfor 0,8 ppm ile 192,4 ppm arasında bulunmuştur. Daha önceki araştırmada Harran ovasında bitkiye yararlı fosfor 2 ppm ile 36 ppm arasında bulunmuştur (Sayğan, 2007).

Harran ovası topraklarında değişebilir potasyum oranları 0,18 me/100g ile 2,06 me/100g arasında ortalama olarak da 0,57 me/100g olarak bulunmuştur. FAO (1990) değerlendirmesine göre değişebilir potasyum oranları yeterli ve fazla seviyededir.

Bu alıŐmada Harran ovası topraklarında KDK oranları 18,56 me/100g ile 61,78 me/100g arasında bulunmuştur. Ortalama KDK ise 34,12 me/100g dir. Ovanın kil içeriğinin yüksek olması KDK değerinin yükselmesini etkilemiŐtir.

Ova topraklarında bulunan mikro elementler üzerinde yapılan çalışmalarda bitkiye yarayışlı Zn 0,012 ppm ile 23,74 ppm arasında bulunup ortalama değeri 1,39 ppm'dir. Bitkiye yarayışlı Cu 0,016 ppm ile 1,263 ppm arasında ortalama değeri ise 0,62 ppm'dir. Bitkiye yarayışlı Fe 0,037 ppm ile 6,777 ppm arasında ortalama değeri ise 1,85 ppm'dir. Bitkiye yarayışlı Mn değeri 0,013 ppm ile 22,94 ppm arasında ortalama değeri ise 3,37 ppm olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre Bitkiye yarayışlı Zn, Cu, Fe ve Mn seviyeleri yetersiz bulunmuştur. Kızılgöz ve arkadaşlarının (2011) yaptığı çalışmada ovadaki mikro element değerleri Zn için 0,32 ppm, Cu için 1,32 ppm, Fe için 1,39 ppm ve Mn için 4,21 ppm olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.1. Toprak fiziksel, kimyasal ve biyolojik kalite parametreleri ait tanıttıcı istatistikler

Toprak değişkeni	Birim	Min.	Max.	Ort.	Std. Sa.	Aralık	VK*
Kil	%	9,44	86,05	53,8	7,87	76,6	14,6
Silt	%	15,12	64	24,81	4,84	48,87	19,5
Kum	%	5,66	38,73	21,44	6,32	33,06	29,4
Org. Mad.	%	0,13	6,78	1,40	0,65	6,64	46,4
CaCO <sub>3</sub>	%	13,51	49,14	28,07	6,04	35,62	21,5
pH	-	6,84	8,67	7,93	0,39	1,83	4,9
EC	dS/cm	0,30	50,4	2,21	4,30	50,09	194,5
Çözünabilir Ca	ppm	12	3640	125,8	253,07	3628	201,1
Çözünabilir K	ppm	1,76	125,5	11,93	13,07	123,73	109,5
Çözünabilir Mg	ppm	5,28	414,7	31,37	42,41	409,41	135,1
Çözünebilir Na	ppm	15,44	7291	97,73	426,67	7275,5	436,5
KDK	me/100g	18,56	61,78	34,12	7,70	43,21	22,5
Değişebilir Ca	me/100g	17,40	77,29	30,77	11,50	59,89	37,3
Değişebilir K	me/100g	0,18	2,06	0,57	0,22	1,88	38,5
Değişebilir Mg	me/100g	0,86	8,35	3,00	0,92	7,49	30,6
Değişebilir Na	me/100g	0,08	9,26	0,43	0,62	9,18	144,1
Hacim ağırl.	g/100cm <sup>3</sup>	1,00	1,56	1,27	0,10	0,55	7,8
Dehidrogenaz	µgTPF/g	0,14	937,9	81,71	126,54	937,76	154,8
Katalaz	ml O <sub>2</sub> g/kuru t	0,07	90	12,71	17,22	89,93	135,4
Mikrobiyal biomas	mg C/100g	0,4	7145,7	1135,8	1486,7	7145,3	130,8
Bakteri	cfu/g	0,1	160	17,39	19,77	159,9	113,6
Aktinomiset	cfu/g	0	12	1,95	2,18	12	111,7
Agregat stabilitesi	%	0,30	1,29	0,63	0,10	0,99	15,8
Hidrolik iletkenlik	cm/sn	0,00004	0,070	0,004	0,006	0,070	150
Bitkiye yarayırlı P	ppm	0,8	192,4	14,31	12,87	191,6	89,9
Bitkiye yarayırlı Zn	ppm	0,012	23,74	1,39	2,07	23,72	148,9
Bitkiye yarayırlı Cu	ppm	0,016	1,263	0,62	0,166	1,24	26,7
Bitkiye yarayırlı Fe	ppm	0,037	6,777	1,85	0,82	6,74	44,3
Bitkiye yarayırlı Mn	ppm	0,013	22,94	3,37	1,75	22,92	51,9
Bitkiye yar. su içeriği	g/g	0,006	3,33	0,13	0,16	3,32	123,0
Toprak Kalite İndeksi	%	24,34	50,14	35,79	5,24	25,79	14,64

### 4.3. Biyolojik Kalite Parametreleri

Harran ovasında toprağın biyolojik aktivitesini inkübasyon çalışması ile belirlenmiştir. Çalışmada dehidrogenaz, katalaz, mikrobiyal biomas, bakteri, aktinomiset miktarı belirlenmiştir. Dehidrogenaz 0,14 µgTPF/g ile 937,9 µgTPF/g arasında, katalaz 0,07 ml O<sub>2</sub> g/kuru toprak ile 90 ml O<sub>2</sub> g/kuru toprak arasında, mikrobiyal biomas 0,4 mg C/100g ile 7145,7 mg C/100g arasında, bakteri 0,1 cfu/g ile 160 cfu/g arasında, aktinomiset 12 cfu/g olarak bulunmuştur. Kızılkaya ve arkadaşlarının (2011), yapmış oldukları çalışmada bakteri miktarını 0.5x10<sup>10</sup> hücre sayısı /g kuru toprak ile 4.7x10<sup>11</sup> hücre sayısı/g kuru toprak, mantar miktarını 9x10<sup>3</sup> hücre sayısı /g kuru toprak ile 8.6x10<sup>4</sup> hücre sayısı /g kuru toprak, aktinomiset miktarı 7.6x10<sup>6</sup> hücre sayısı /g kuru toprak ile 8.5x10<sup>7</sup> hücre sayısı /g kuru toprak, dehidrogenaz aktivitesi 447.5 µgTPE/10g top ile 3971.4 µg/10g top, katalaz aktivitesi 0.92 mgO<sub>2</sub>/10g top ile 68.24 mgO<sub>2</sub>/10g top arasında bulmuştur.

Varyasyon katsayısı (CV) araştırma alanındaki toprak kalite parametrelerinin dağılımı hakkında bilgi veren ve araştırma alanındaki değişimleri gösteren önemli parametrelerden biridir. Toprak değişkenliğini VK'na göre %15'den küçük olanlar az değişken, %16-35 arasında olanlar orta derecede değişken ve %36'dan büyük olanlar ise yüksek derecede değişken olarak üç sınıfa ayrılmıştır (Cambardella, 1994). Varyasyon katsayıları değerleri Çizelge 4.1.'de gösterildiği gibi ovanın toprak kalite parametreleri arasında çözünebilir Na en yüksek varyasyon katsayısı değerine sahip olup tarım alanında en fazla varyasyon göstermiştir. Bu toprak parametrelerini sırasıyla çözünebilir Ca, EC, dehidrogenaz, hidrolik iletkenlik ve diğer bazı biyolojiksel kalite parametreleri izlemiştir.

Toprak kalitesi toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojiksel özelliklerini bir bütün olarak değerlendirir. Toprak kalitesini değerlendirmek için toprağın bütün fonksiyonları analiz edilip elde edilen sonuçlar ile toprak kalite indeksinin belirlenmesi sağlanır. Harran ovasında yaptığımız fiziksel, kimyasal ve biyolojik

analizleri kullanıp belirlenen skorlar sonucunda ovada genel olarak toprak kalitesi düşük bulunmuştur.

Araştırmada kullanılan değerler toprak analizleri sonucunun belirlenen sınır değerlerine göre yorumlanmıştır. Bu sonuçlara bakılarak Harran ovasında organik madde oranının az olduğu, kireç oranının orta ve yüksek seviyede olduğu, yarayışlı fosfor oranının fazla olduğu, değişebilir Mg oranının ortalama olarak yeterli olduğu, değişebilir Ca oranının ortalama olarak fazla olduğu ve değişebilir K oranının ortalama olarak yeterli olduğu, bitkiye yarayışlı Fe' in ortalama olarak az olduğu, bitkiye yarayışlı Cu' ın ortalama olarak yeterli, bitkiye yarayışlı Mn' nın ortalama olarak çok az olduğu ve bitkiye yarayışlı Zn' nun ise ortalama olarak yeterli olduğu görülmektedir.

#### 4.4. Toprak Kalite Parametreleri Arasındaki İlişkiler

Toprak fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri arasındaki ilişkileri gösteren çoklu korelasyon ve korelasyon katsayıları Çizelge 4.2.'de verilmektedir. Bu sonuçlara göre toprak kalite parametreleri arasındaki pozitif değerler bulunurken bazılarında ise negatif değerler bulunmuştur. Korelasyon katsayılarını karşılaştırma sonuçlarına göre organik madde ile pH arasında önemli derecede pozitif ilişki (0,30;  $p<0,01$ ) vardır. Organik madde artıça pH oranında artış olmuştur ve organik madde toprak içerisinde bulunan OH<sup>-</sup> iyonları konsantrasyonunun artmasına neden olmuştur. Ayrıca organik madde ile çözünebilir potasyum (0,24;  $p<0,01$ ), değişebilir kalsiyum (0,27;  $p<0,01$ ), değişebilir potasyum (0,35;  $p<0,01$ ) ve mikro elementler (P, Zn, Cu, Fe, Mn) ( $p<0,01$ ) arasında önemli derecede pozitif ilişkiler vardır. Organik madde ile KDK arasında önemli derecede negatif (-0,12;  $p<0,55$ ), organik madde ile hacim ağırlığı arasında önemli seviyede negatif ilişki (-0,13;  $p<0,01$ ) vardır. Organik madde ile bazı biyolojik kalite parametreleri arasında negatif ilişki vardır.

EC ile çözünebilir katyonlar arasında önemli derecede pozitif ilişki ( $p<0,01$ ) vardır. pH ile hacim ağırlığı arasında negatif ilişki (-0,17;  $p<0,01$ ), hidrolik iletkenlik arasında önemli seviyede negatif (-0,15;  $p<0,01$ ), KDK ile negatif (-0,18;  $p<0,01$ ),

pH ile çözünebilir bazı katyonlarla ve bazı biyolojik kalite parametreleri arasında önemli negatif ilişki vardır.

Çözünebilir Na ile silt arasında önemli derecede pozitif (0,42;  $p<0,01$ ), EC ile önemli derece pozitif (0,65;  $p<0,01$ ), çözünebilir Na oranı artıkça arasında pozitif ilişkisi olan diğer çözünebilir katyonlarda da Ca (0,87;  $p<0,01$ ), K (0,19;  $p<0,01$ ), Mg (0,076;  $p<0,01$ ) artış gözlemlenmiştir. Çözünebilir Na ile kil arasında negatif ilişki (-0,31;  $p<0,01$ ), organik madde arasında önemli derecede negatif (-0,12;  $p<0,05$ ), pH ile negatif (-0,20;  $p<0,01$ ) ilişki vardır.

Çizelge 4.2. Toprak kalite parametreleri arasındaki korelasyonlar

	Kil	Silt	Kum	Org.M.	CaCO <sub>3</sub>	pH	EC	Ca	K	Mg	Na	KDK	Ca değ	K değ	Mg değ	Na değ
Kil	1,00															
Silt	-0,53**	1,00														
Kum	-0,77**	-0,09	1,00													
Org.M.	-0,04	-0,08	0,11**	1,00												
CaCO <sub>3</sub>	-0,31**	0,15**	0,26**	0,03	1,00											
pH	0,09	-0,26**	0,12*	0,30	0,01	1,00										
EC	-0,09	0,15**	-0,01	-0,06	-0,03	-0,40**	1,00									
Ca	-0,33**	0,42**	0,08	-0,13**	-0,03	-0,32	0,70**	1,00								
K	-0,05	0,07	0,01	0,24**	-0,02	0,13*	0,21**	0,23**	1,00							
Mg	-0,31**	0,34**	0,13**	-0,08	-0,03	-0,21**	0,57**	0,89**	0,28**	1,00						
Na	-0,31**	0,42**	0,07	-0,12*	-0,03	-0,20**	0,65**	0,87**	0,19**	0,76**	1,00					
KDK	0,57**	-0,22**	-0,50**	-0,12*	-0,36**	-0,18**	0,03	-0,08	-0,07	-0,17	-0,07	1,00				
Ca_değ	0,12*	-0,30**	0,11*	0,27**	-0,02	0,79**	-0,21**	-0,11*	0,18**	0,00	-0,03	-0,24**	1,00			
K_değ	0,35**	-0,14**	-0,31**	0,35**	-0,28**	0,13**	0,05	-0,10*	0,50**	-0,09	-0,08	0,26**	0,13*	1,00		
Mg_değ	0,46**	-0,29**	-0,31**	0,03	-0,25**	0,26**	0,09	0,13**	0,06	0,23**	0,22**	0,17**	0,37**	0,22**	1,00	
Na_değ	-0,09	0,15**	0,04	-0,02	-0,07	0,08	0,51**	0,74**	0,25**	0,75**	0,90**	-0,16**	0,28**	-0,01	0,40**	1,00
Hac. A.	-0,33**	0,19**	0,26**	-0,13**	0,21**	-0,17**	0,07	0,19**	-0,05	0,16**	0,16**	-0,10	-0,20**	-0,27**	-0,12**	0,07
Hid_ıt	0,07	-0,05	-0,07	0,05	-0,02	-0,15**	0,05	-0,03	-0,05	-0,04	-0,04	0,06	-0,17**	0,06	-0,02	-0,08
Dehidro.	-0,04	0,07	-0,01	-0,08	0,00	-0,25**	0,00	-0,05	-0,10*	-0,08	-0,02	0,07	-0,26**	-0,10*	-0,08	-0,10*
Katalaz	-0,03	0,17**	-0,11*	-0,12**	-0,02	-0,40**	0,25**	0,15**	0,04	0,09	0,06	0,13*	-0,36**	0,03	-0,15*	-0,07
Mikr. B.	-0,05	0,19**	-0,10*	-0,22**	-0,01	-0,52**	0,04	-0,03	-0,22**	-0,10*	-0,07	0,18**	-0,58**	-0,15**	-0,22**	-0,28**
Bakteri	0,03	0,09	-0,11*	-0,20**	-0,01	-0,31**	-0,07	-0,05	-0,20**	-0,11*	-0,08	0,18**	-0,44**	-0,10*	-0,14**	-0,22**
Aktimo.	-0,06	-0,04	0,09	0,11*	0,02	0,27**	-0,13**	-0,08	0,10	0,00	-0,05	-0,21**	0,28**	-0,02	0,01	0,05
Agr. S.	0,17**	-0,15**	-0,14**	0,15**	-0,09	-0,07	-0,04	-0,09	-0,08	-0,12	-0,09	0,23**	-0,13**	0,01	-0,02	-0,15**
AWC	0,03	0,06	-0,08	0,02	0,04	-0,02	-0,02	0,00	0,02	-0,02	-0,01	0,07	-0,01	0,10**	0,00	-0,02
P	0,07	-0,08	-0,04	0,38**	-0,10	-0,06	0,15**	-0,05	0,29**	-0,05	-0,06	0,13*	-0,12*	0,48**	-0,01	-0,10*
Zn	0,09	0,01	-0,13*	0,12**	-0,08	-0,24**	0,15**	0,13**	0,10*	0,11**	0,12**	0,12**	-0,19**	0,18**	-0,02	0,04
Cu	0,31**	-0,06	-0,32**	0,25**	-0,05	0,17**	-0,03	-0,14**	0,17**	-0,08	-0,09	0,23**	0,17**	0,41**	0,21**	0,00
Fe	0,30**	-0,12*	-0,25**	0,21**	-0,08	0,25**	0,01	-0,07	0,18**	-0,02	-0,04	0,24**	0,31**	0,33**	0,33**	0,07
Mn	-0,04	0,00	0,05	0,24**	-0,04	0,06	0,24**	0,16**	0,22**	0,17**	0,11*	0,07	0,17**	0,25**	0,06	0,12*
Kalite İ.	0,19**	-0,25**	-0,05	0,40**	-0,20**	0,68**	-0,27**	-0,19**	0,29**	-0,11*	-0,07	0,03	0,74**	0,39**	0,33**	0,16**

\*\* p&lt;0,05 seviyesinde, \* p&lt;0,01 seviyesinde

Çizelge 4.2. (devam)

	HacimAğ	Hid_ilt	Dehidro	Katalaz	Mikro. B.	Bakteri	Aktino.	Agr.S.	AWC	P	Zn	Cu	Fe	Mn	Kalite İ.
HacimAğ	1,00														
Hid_ilt	-0,16**	1,00													
Dehidro	0,05	0,04	1,00												
Katalaz	-0,05	0,08	0,08	1,00											
Mikro. B.	0,11*	0,12*	0,47**	0,15**	1,00										
Bakteri	0,15*	0,08	0,22**	-0,01	0,45**	1,00									
Aktino.	-0,08	-0,13*	-0,13**	-0,13**	-0,23**	-0,08	1,00								
Agr.S.	-0,06	0,05	0,17**	0,04	0,12*	0,05	-0,14**	1,00							
AWC	-0,08	0,00	-0,02	0,03	-0,03	-0,05	-0,01	0,03	1,00						
P	-0,04	0,14**	0,03	-0,01	0,03	0,06	-0,07	0,14**	0,02	1,00					
Zn	-0,07	0,17**	0,01	0,14**	0,02	0,00	-0,02	0,06	0,22**	0,24**	1,00				
Cu	-0,12*	0,01	-0,09	0,07	-0,18**	-0,21**	0,02	0,02	0,03	0,24**	0,16**	1,00			
Fe	-0,05	-0,01	-0,11*	0,02	-0,22**	-0,25**	0,02	-0,02	0,00	0,22**	0,07	0,73**	1,00		
Mn	0,04	-0,03	-0,09	0,01	-0,20**	-0,23**	0,01	-0,07	0,00	0,14**	0,09	0,28**	0,35**	1,00	
Kalite İ.	-0,27**	0,00	-0,05	-0,15**	-0,31**	-0,30**	0,20**	0,03	-0,01	0,14**	0,00	0,44**	0,48**	0,25**	1,00

\* p&lt;0,05 seviyede, \*\* p&lt;0,01 seviyede

Hacim ağırlığı ile kil arasında önemli derecede negatif (-0,33;  $p<0,01$ ), organik madde ile önemli derecede negatif (-0,13;  $p<0,01$ ), pH ile negatif (-0,17;  $p<0,01$ ) ilişki bulunmuştur. Hacim ağırlığı ile kireç arasında önemli pozitif ilişki (0,21;  $p<0,01$ ) bulunmuştur. Hidrolik iletkenlik ile pH arasında önemli derecede negatif ilişki (-0,15;  $p<0,01$ ) bulunmuştur. Agregat stabilitesi ile kil arasında pozitif (0,17;  $p<0,01$ ), organik madde ile arasında pozitif (0,15;  $p<0,01$ ), KDK ile arasında pozitif (0,23;  $p<0,01$ ) ilişki bulunmuştur.

Biyolojik kalite parametreleri ile pH, EC ve organik madde arasında da önemli istatistiksel ilişkiler bulunmuştur. pH ile dehidrogenaz (-0,25;  $p<0,01$ ), katalaz (-0,40;  $p<0,01$ ), mikrobiyal biomas (-0,52;  $p<0,01$ ) ve bakteri (-0,31;  $p<0,01$ ) arasında önemli derecede negatif ilişkiler bulunmuştur. Organik madde ile katalaz (-0,12;  $p<0,05$ ), mikrobiyal biomas (-0,22;  $p<0,01$ ), bakteri (-0,20;  $p<0,01$ ) ile negatif ilişkiler bulunmuştur. Aktinomiset ile organik madde (0,11;  $p<0,05$ ) ve pH (0,27;  $p<0,01$ ) arasında pozitif ilişki bulunmuştur. Mikrobiyal biomas ile bakteri ve topraktaki değişebilir katyonlarla (K, Mg, Na) önemli negatif ilişkiler bulunmuştur.

Kalite indeksi ile bütün toprak parametreleri arasındaki istatistiksel ilişkilere baktığımızda hemen hemen bütün kalite parametreleri ile önemli ölçüde pozitif ve negatif ilişkiler mevcuttur. Kalite indeksi ile kil arasında pozitif (0,19;  $p<0,01$ ), silt ile negatif (-0,25;  $p<0,01$ ) ilişki bulunmuştur. Kalite indeksi ile organik madde (0,40;  $p<0,01$ ) ve pH (0,68;  $p<0,01$ ) önemli ölçüde pozitif ilişkiler bulunmuştur. Hacim ağırlığı ile önemli negatif (-0,27;  $p<0,01$ ) ilişki bulunmuştur. Biyolojik kalite parametreleri ile ilişkisinde ise aktinomiset ile pozitif (0,20;  $p<0,01$ ), katalaz, mikrobiyal biomas ve bakteri ile negatif ilişkiler bulunmuştur. Toprak kalite indeksi ile toprak mikro elementleri arasında da önemli ölçüde pozitif ilişkiler elde edilmiştir.

#### 4.5. Doğrusal Skor Kullanarak Toprak Kalite İndeksinin Elde Edilmesi

Toprak kalite parametrelerinin analizleri sonucunda elde ettiğimiz değerler doğrusal skorlama yöntemi kullanarak 0 ile 1 arasındaki skorlara dönüştürülmüştür. Skorları hesaplanan toprak kalite parametrelerinin ortalaması alınarak toprak kalite indeksi elde edilmiştir. Toprak kalite indeksi ile ilgili tanıtıcı istatistikler Çizelge 4.3.' de gösterilmektedir.

Çizelge 4.3. Doğrusal skorlama yöntemiyle belirlenen toprak kalite indeksi

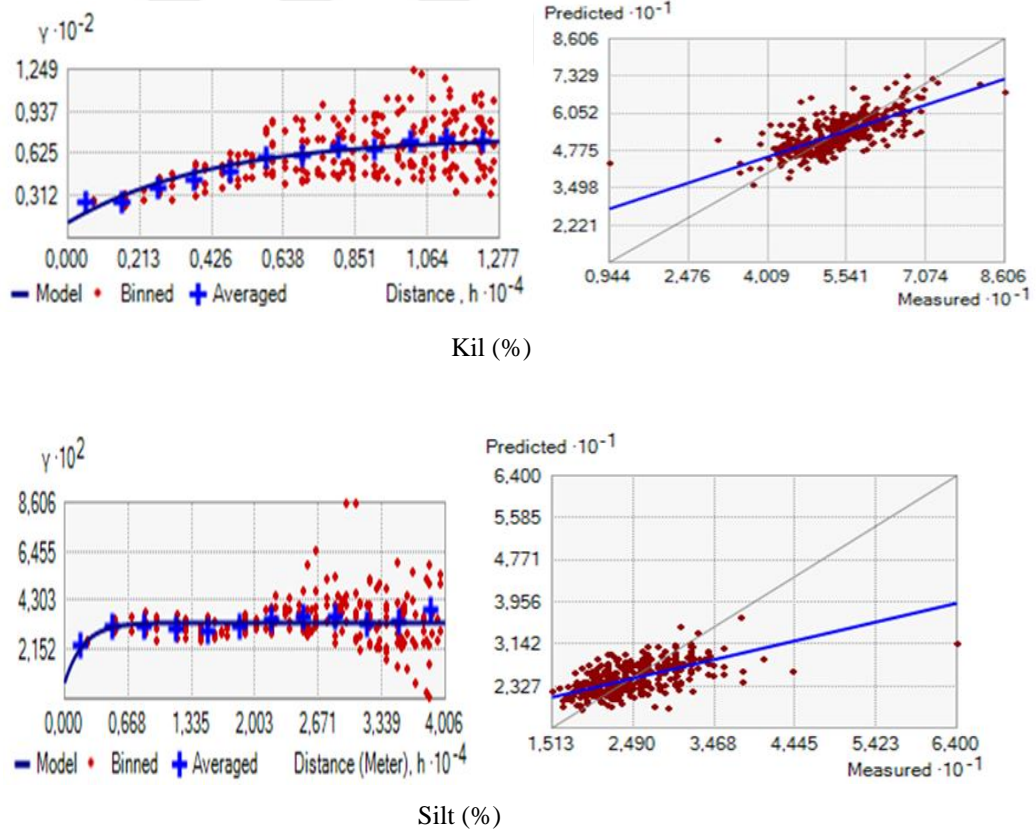
TKİ	
Ortalama	35,79
Minimum	24,34
Maximum	50,14
Standart Sapma	5,24
Varyasyon Katsayısı	14,64

Toprak kalite indeksi (TKİ) sınıflandırmasına göre  $TKİ < 40$  çok düşük ;  $40 < TKİ < 55$  düşük;  $55 < TKİ < 70$  orta;  $70 < TKİ < 85$  yüksek ve  $TKİ > 85$  çok yüksek olarak kabul edilmiştir (Karlen ve ark., 1994) .

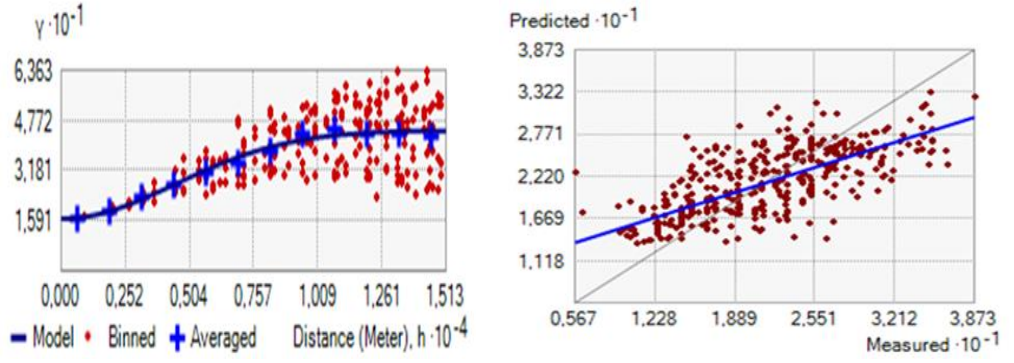
Her bir değişken için elde edilen skorlar sınıflandırıldığında 0-30 arası ise toprak fonksiyonlarını sınırlayıcı, 30-70 arası ise orta seviyede ve 70-100 arası ise toprak fonksiyonları yönünden optimum düzeyde olduğu kabul edilir (Karlen ve ark., 1994). Bu değerlere göre araştırmada kullandığımız toprak örnekleri kalite indekslerinin maximum ve minimum değerlerine bakıldığında örnekler kalite yönünden çoğunlukla çok düşük ve düşük sınıfa girmiştir. 418 tane örneğin kalite indeksini %19'u düşük (80 tane örnek ) % 81'i çok düşük (338 tane örnek) değer elde edilmiştir. Kalite indekslerinin düşük olmasındaki etken organik madde oranının çok düşük olmasıdır.

#### 4.6. Toprak Kalite Parametreleri ve Kalite İndeksinin Haritalanması

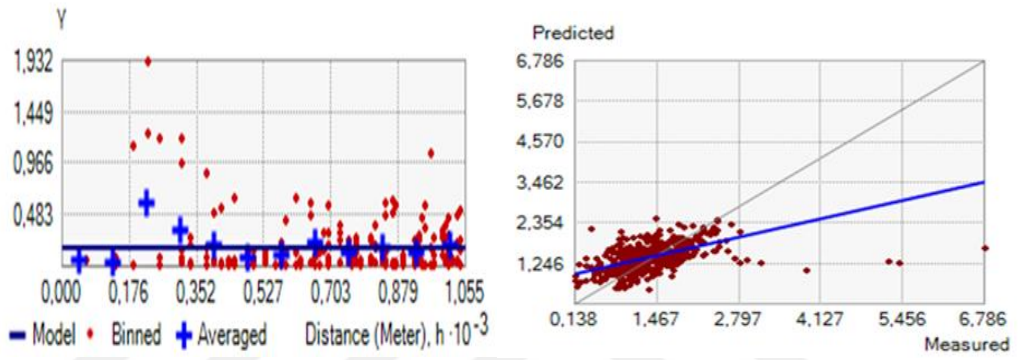
Toprak kalite parametreleri ve kalite indeksinin uzaysal bağımlılığı variogramlar ile belirlenmiştir. Değişkenlere ait variogram parametreleri Çizelge 4.4.' te verilmektedir. Toprak kalite parametreleri ve kalite indeksinin çalışma alanındaki dağılımı jeostatistiksel yöntemle haritalanmıştır. Haritalama yaparken jeostatistikte kullanılan en yaygın yöntem olan Ordinary kriging tekniği kullanılmıştır. Toprak değişkenlerine ait kriging tahmininde öncelikle semivariogramlar hesaplanmıştır. Toprak kalite parametrelerine ait semivariogramlar ve çapraz doğrulama (cross validation) yöntemiyle elde edilen kriging (predicted) tahminlerinin gerçek değerlerle (measured) karşılaştırıldığı grafik Şekil 4.1.' de verilmiştir.



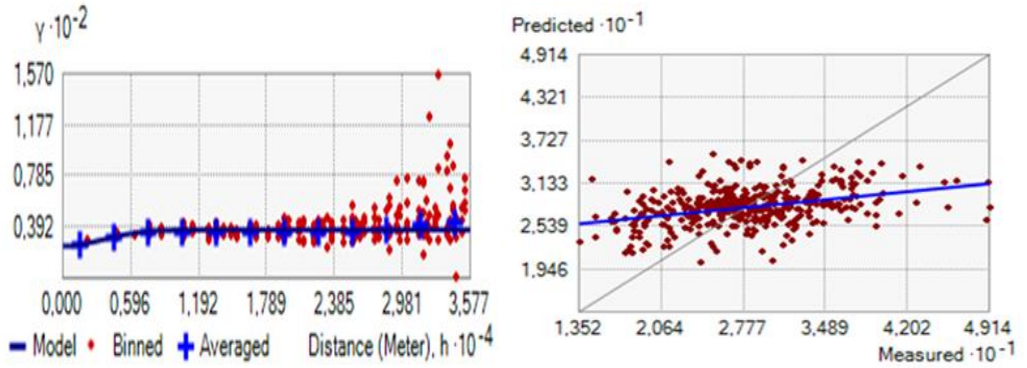
Şekil 4.1. Toprak kalite parametreleri (Kil, Silt) semivariogramı ve çapraz doğrulama grafikleri

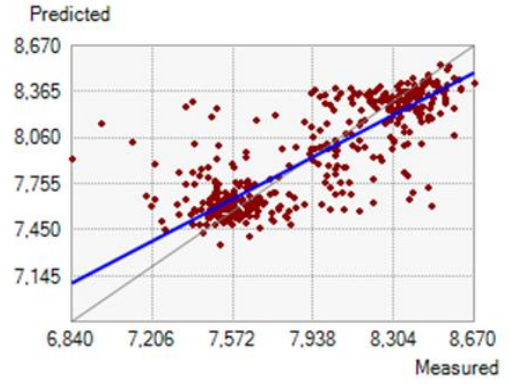
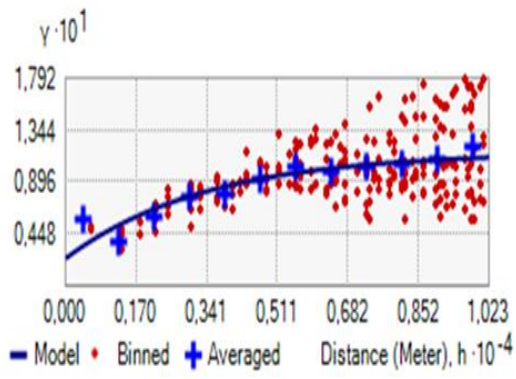


Kum (%)

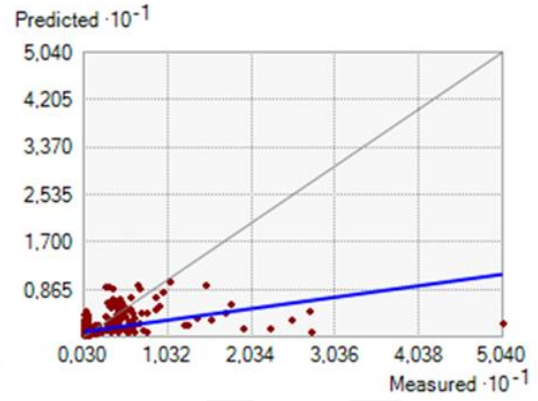
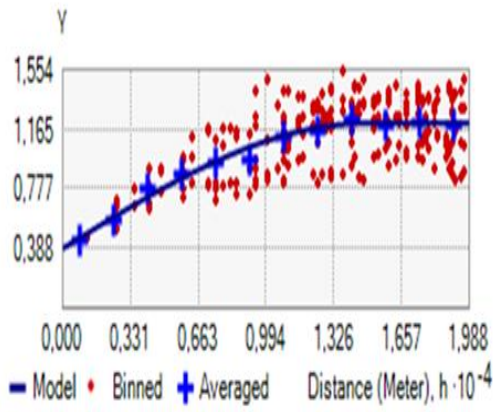


Organik Madde (%)

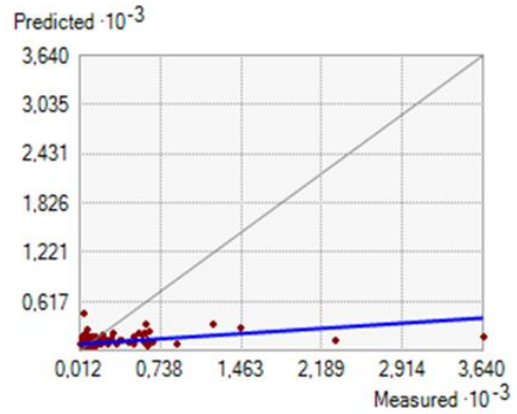
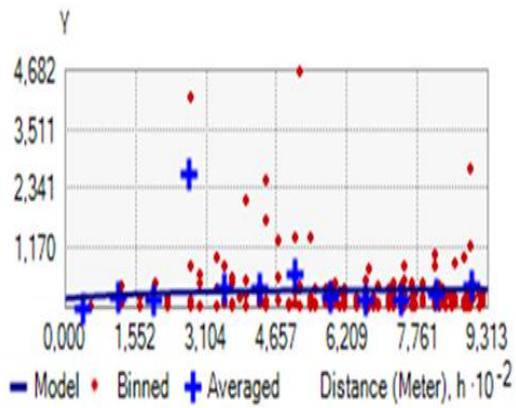
CaCO<sub>3</sub> (%)Şekil 4.2. Toprak kalite parametreleri (Kum, Organik madde, CaCO<sub>3</sub>) semivariogramı ve çapraz doğrulama grafikleri



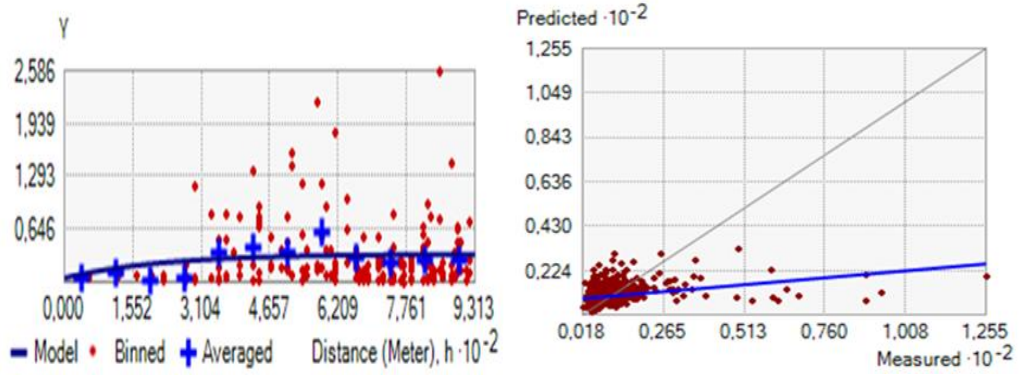
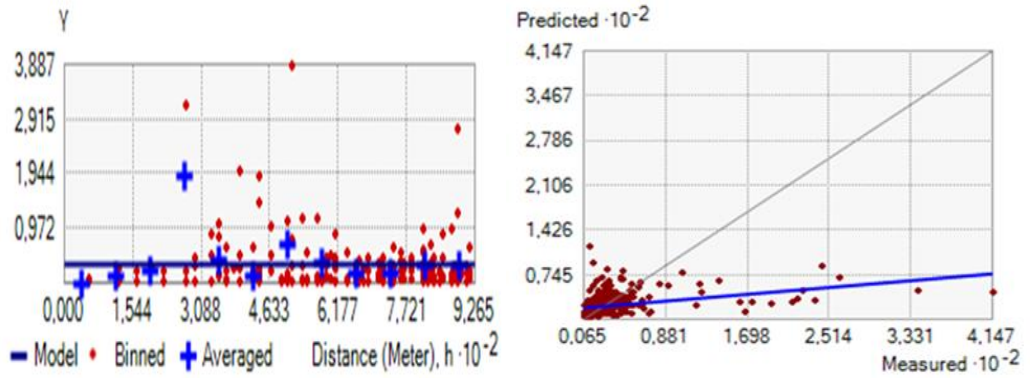
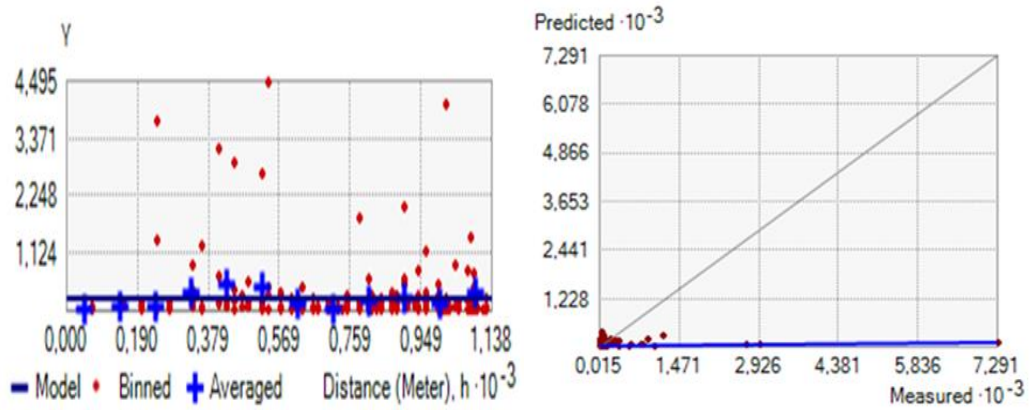
pH



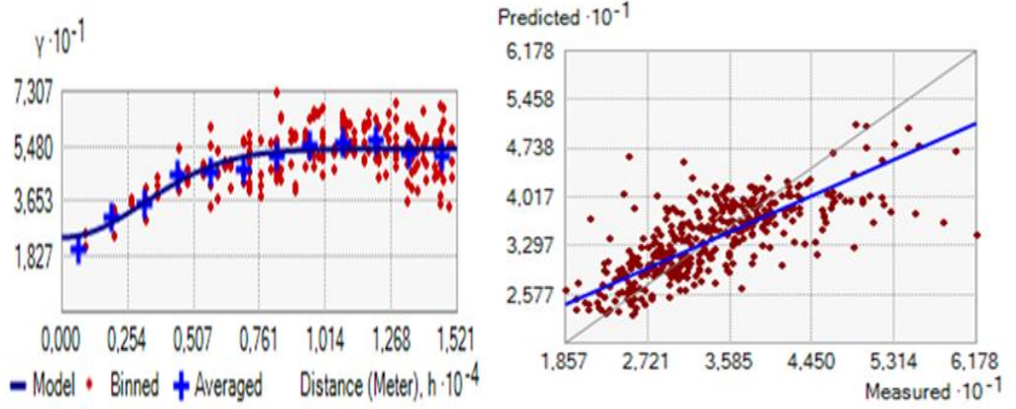
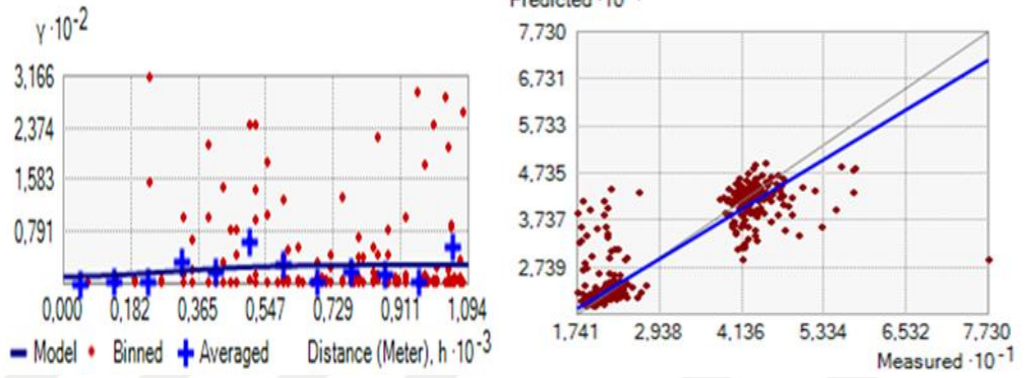
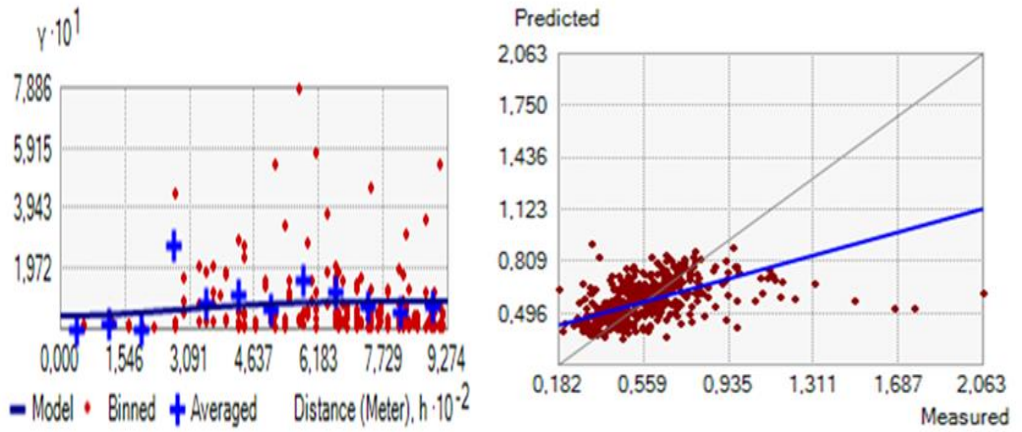
EC (dS/ m)

Ca (mg kg<sup>-1</sup>)

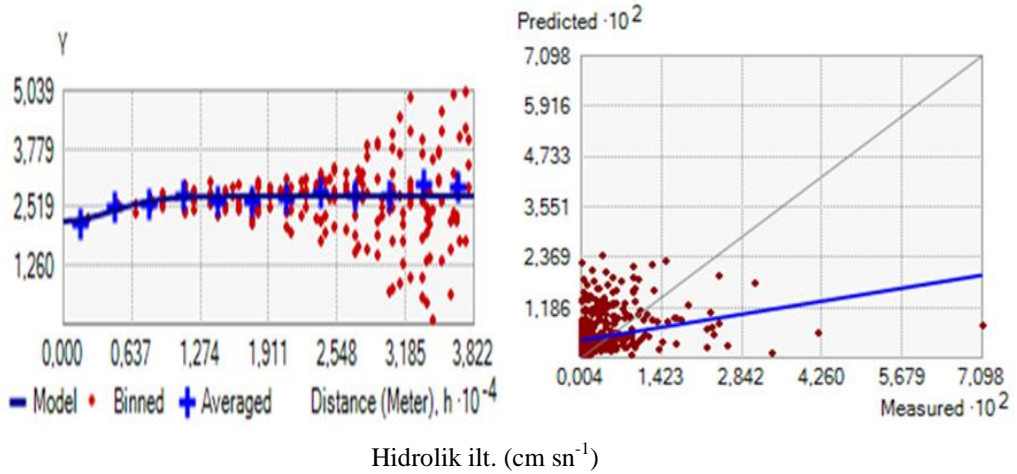
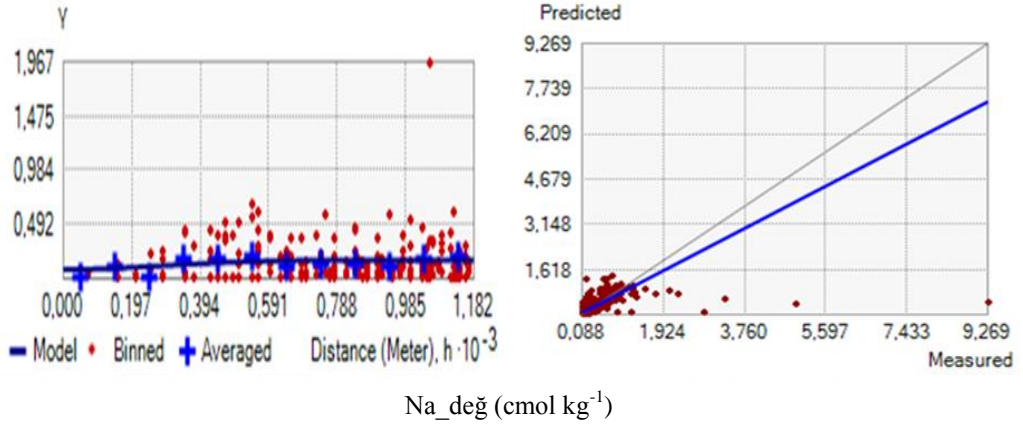
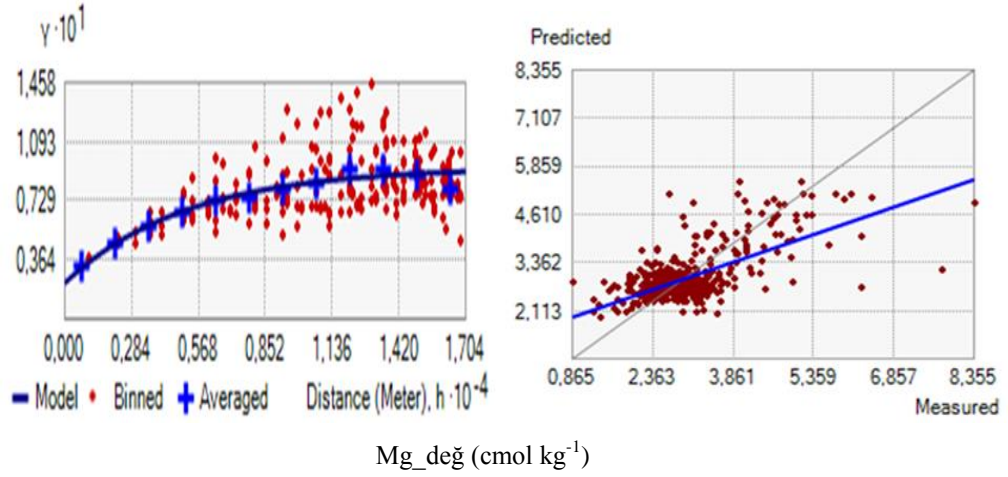
Şekil 4.3. Toprak kalite parametreleri (pH, EC, Ca) semivariogramı ve çapraz doğrulama grafikleri

K ( $\text{mg kg}^{-1}$ )Mg ( $\text{mg kg}^{-1}$ )Na ( $\text{mg kg}^{-1}$ )

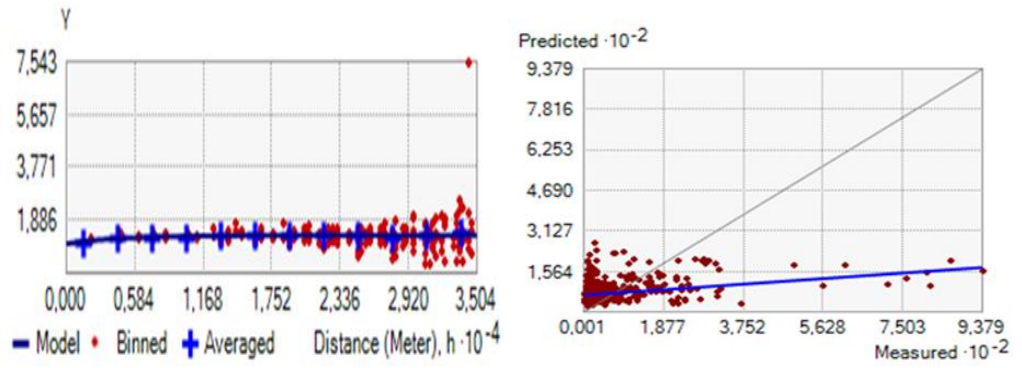
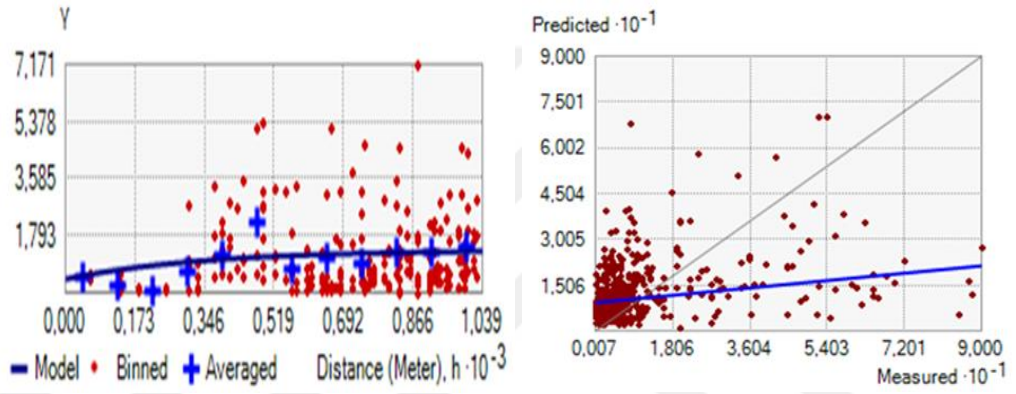
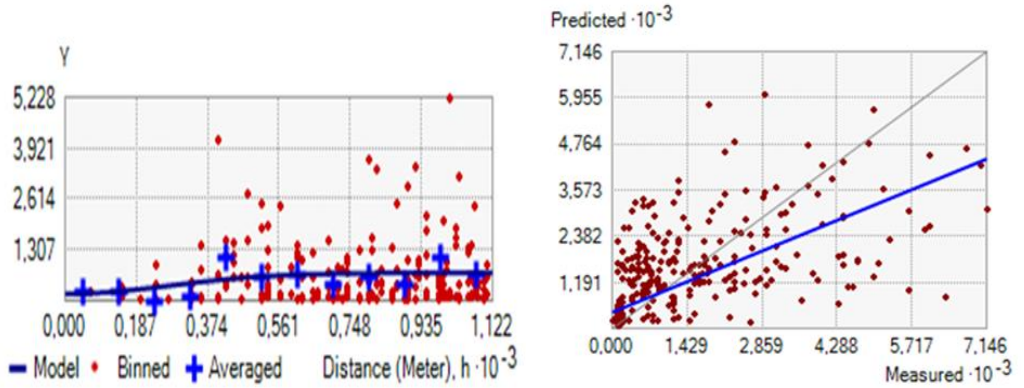
Şekil 4.4. Toprak kalite parametreleri (K, Mg, Na) semivariogramı ve çapraz doğrulama grafikleri

KDK (cmol kg<sup>-1</sup>)Ca\_değ (cmol kg<sup>-1</sup>)K\_değ (cmol kg<sup>-1</sup>)

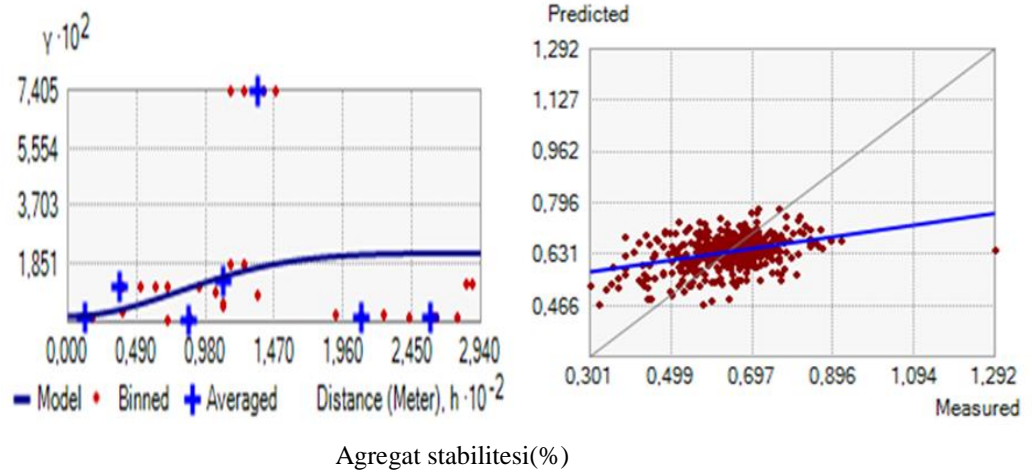
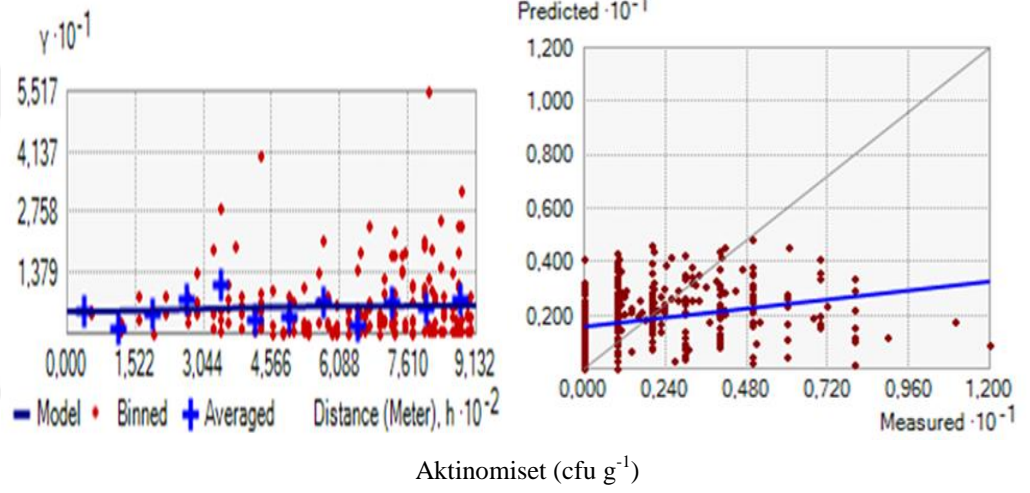
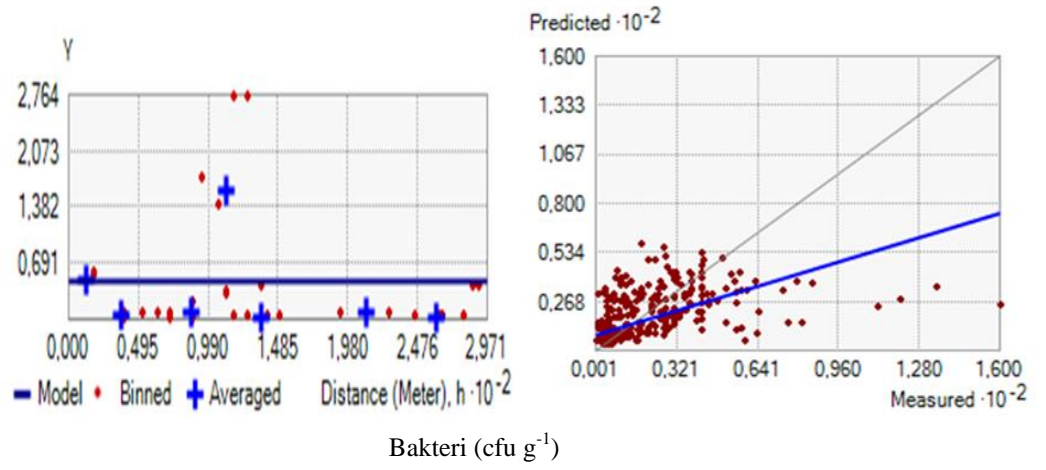
Şekil 4.5. Toprak kalite parametreleri (KDK, Ca, K) semivariogramı ve çapraz doğrulama grafikleri



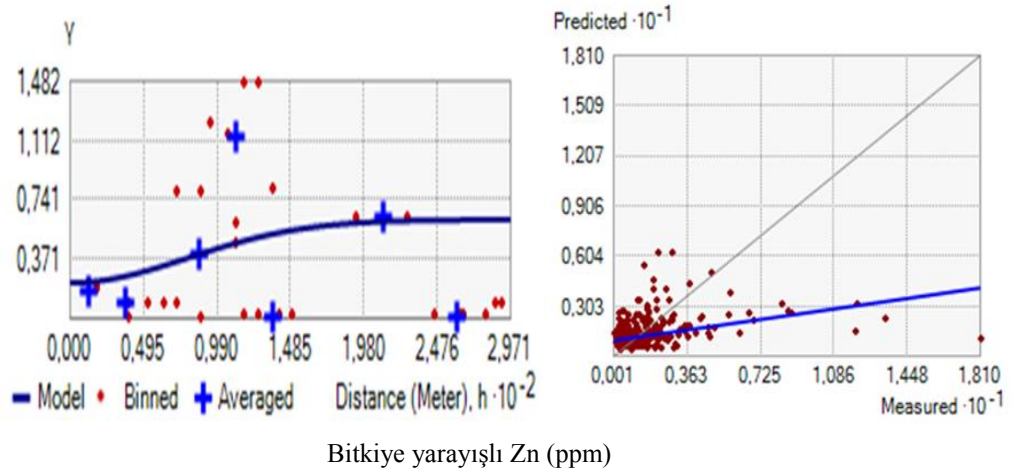
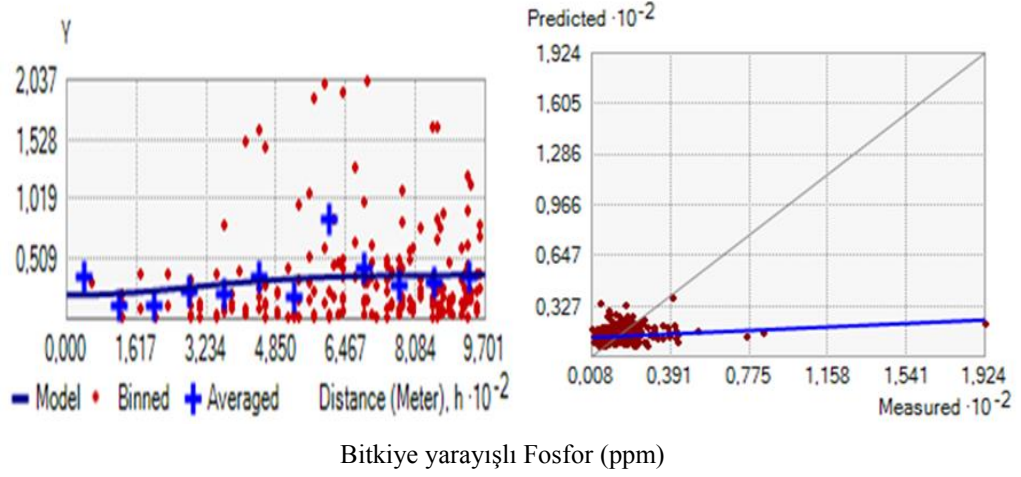
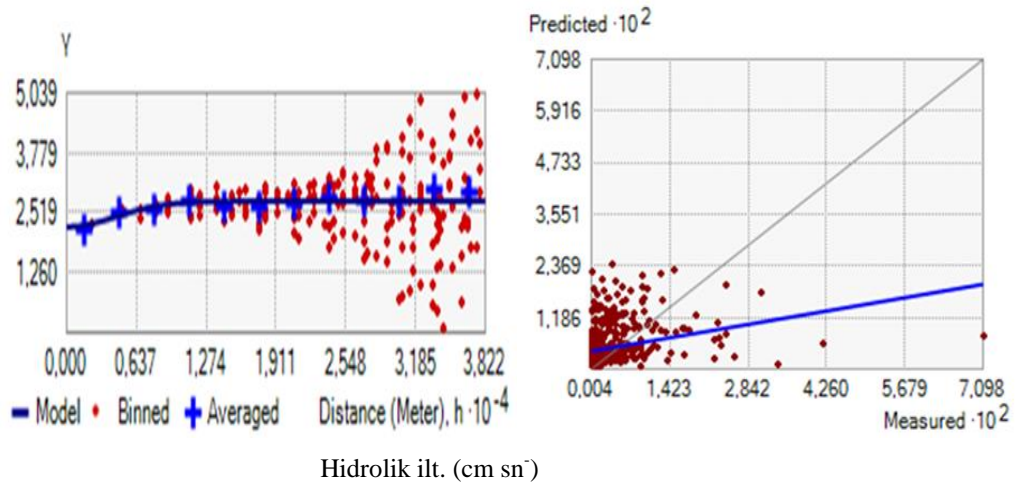
Şekil 4.6. Toprak kalite parametreleri (Mg, Na, Hidrolik iletkenlik) semivariogramı ve çapraz doğrulama grafikleri

Dehidrogenaz ( $\mu\text{gTPF g}^{-1}$ )Katalaz ( $\text{ml O}_2 \text{ g kuru t}^{-1}$ )Mikrobiyal biomas ( $\text{mg C } 100\text{g}^{-1}$ )

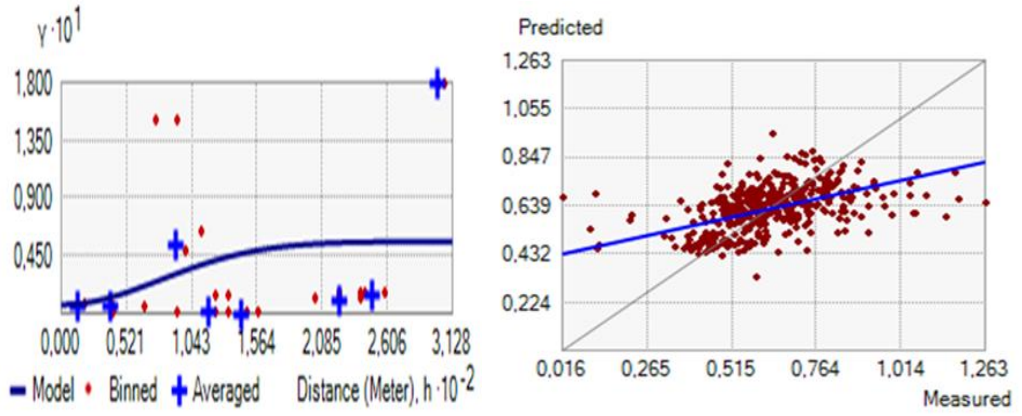
Şekil 4.7. Toprak kalite parametreleri (Dehidrogenaz, Katalaz, Mikrobiyal biomas) semivariogramı ve çapraz doğrulama grafikleri



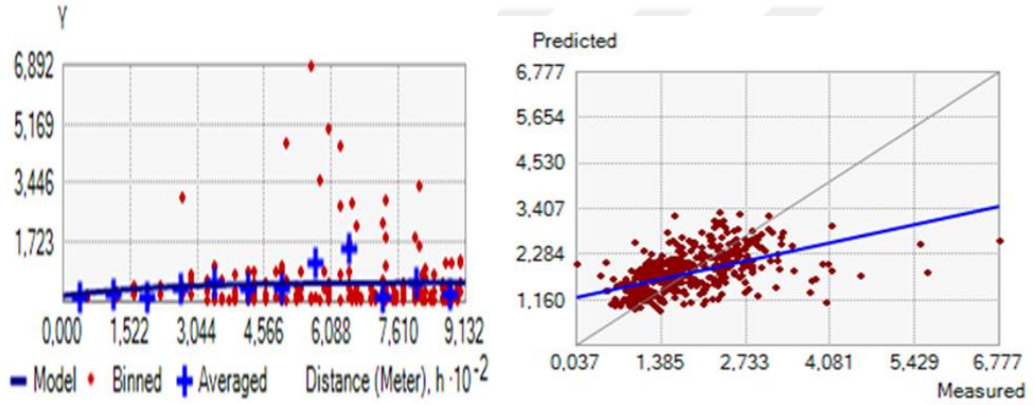
Şekil 4.8. Toprak kalite parametreleri (Bakteri, Aktinomiset, Agregat stabilitesi) semivariogramı ve çapraz doğrulama grafikleri



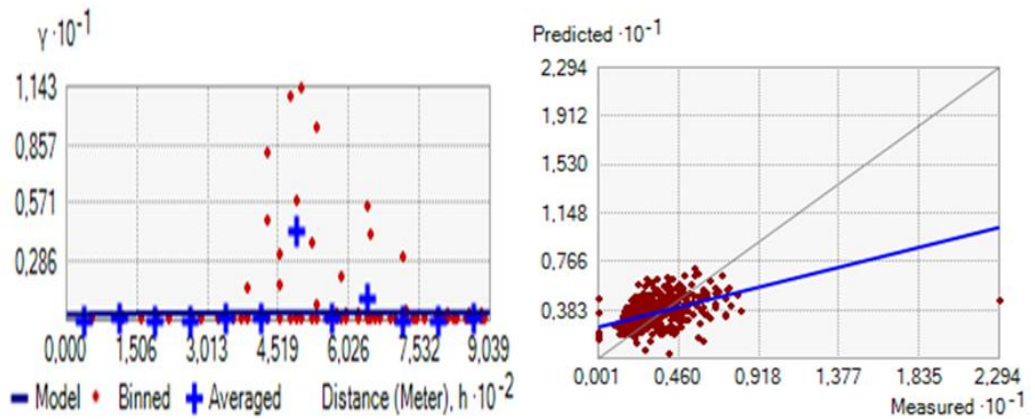
Şekil 4.9. Toprak kalite parametreleri (Hidrolik iletkenlik, Bitkiye yararılı fosfor ve Zn) semivariogramı ve çapraz doğrulama grafikleri



Bitkiye yararılı Cu (ppm)

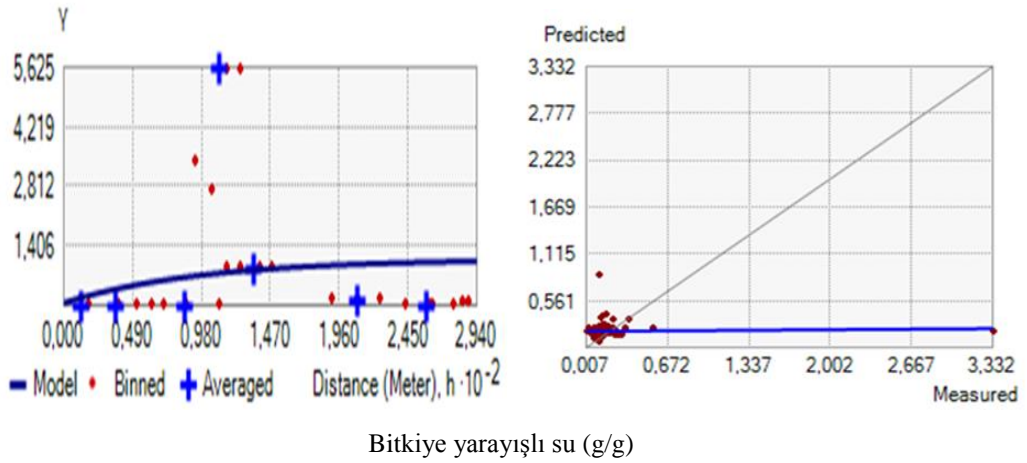


Bitkiye yararılı Fe (ppm)

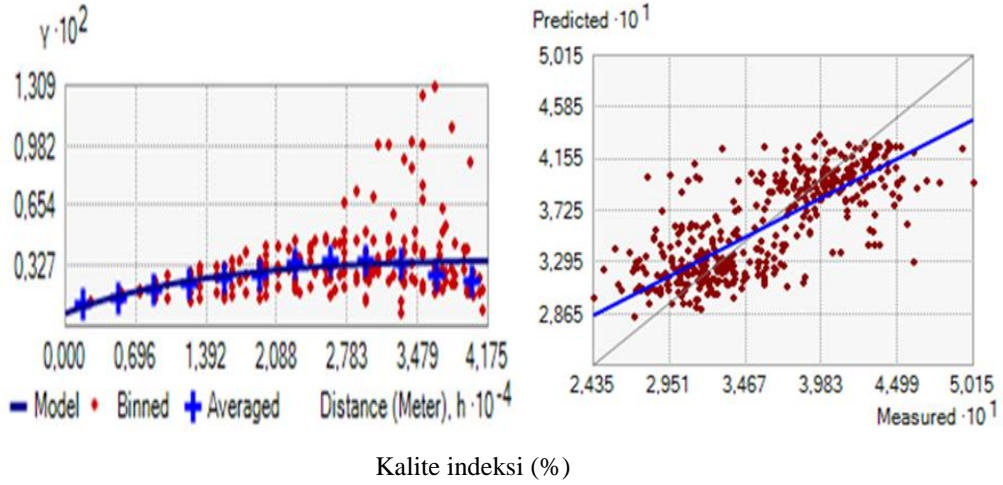


Bitkiye yararılı Mn (ppm)

Şekil 4.10. Toprak kalite parametreleri (Bitkiye yararılı Cu, Fe ve Mn) semivariogramı ve çapraz doğrulama grafikleri



Bitkiye yarayışlı su (g/g)



Kalite indeksi (%)

Şekil 4.11. Toprak kalite parametreleri (Bitkiye yarayışlı su), kalite indeksi semivariogramı ve çapraz doğrulama grafikleri

Verilen variogram parametrelerinden nugget (Co)/sill (Co+C) oranı uzaysal bağımlılıkları derecesi hakkında bilgi vermektedir. Bu oran 0.25' den az ise uzaysal bağımlılık kuvvetli, oran 0.25 ile 0.75 arasında ise uzaysal bağımlılık orta, oran 0.75' den büyükse uzaysal bağımlılık zayıf seviyede olduğu belirtilmiştir (Webster ve Oliver, 2001).

Bu değerlere göre kil, organik madde, pH, agregat stabilitesi, alınabilir Cu ve bitkiye yarayışlı su gibi kalite parametrelerinin uzaysal bağımlılıkları kuvvetli, silt, EC, değişebilir katyonlar (Ca, Mg), alınabilir mikro elementler (Zn, Fe) ve bazı biyolojik parametrelerin uzaysal bağımlılıkları orta, kireç, hacim ağırlığı, hidrolik

iletkenlik gibi bazı parametrelerin uzaysal bağımlılıkları ise zayıf seviyede olduğu görülmektedir. Toprak kalite indeksinin uzaysal bağımlılığı ise kuvvetli seviyede olduğu görülmektedir.

Doğrusal skorlama yöntemiyle bulunan toprak kalite indeksinin çalışma alanındaki dağılımını gösteren Ordinary kriging yöntemi ile elde edilmiş olan harita Şekil 4.12.' de gösterilmektedir. Toprak kalite indeksi haritasını incelediğimizde ovanın güney kısmının belli alanlarında toprak kalite indeksi yönünden sorunlu olan yani TKİ değerlerin düşük olduğu alanlarda genellikle artış görülmektedir. Özellikle ovanın güneyinin orta kısımlarında, güneydoğu ve güneybatı kısımlarında kalite indeksi yüksektir. Ovanın güney yönünün alt kısımlarına ve kuzey yönüne doğru ilerledikçe kalite indeksinin azaldığı görülmektedir. Ancak kuzeybatı yönündeki belli bir alanda kalite indeksinde artış görülmektedir. Harran ovasında toprak kalitesinin farklı dağılım göstermesinde etkili olan elementler organik madde seviyesindeki farklılık, toprak tuzluluk seviyesindeki farklılık, toprak değişkenindeki farklılık, arazi kullanımındaki farklılık ve diğer faktörler sıralanabilir. Ovada hayvan gübresi gibi organik atıkların uygulandığı alanlarda genelde toprak kalite indeksi yüksekken tuzluluk probleminin olduğu, taban suyu seviyesinin yüksek olduğu alanlarda ise toprak kalite indeksi genel olarak düşüktür. Arazi kullanımı yönünde münavebe yapılmayan örneğin sürekli pamuk tarımının yapıldığı alanlarda toprak kalitesinin düşük olduğu düşünülmektedir. Kriging haritalamasına ait çapraz doğrulama metodundan elde edilen ve tahminlerin doğruluğunu gösteren RMSE (Root Mean-Square Error) değerleri Çizelge 4.5.' de verilmektedir. Toprak kalite parametrelerinin çalışma alanındaki dağılımlarını sırasıyla gösteren jeostatiksel haritalarda Şekil 4.14.' de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Toprak kalite parametreleri ve kalite indekslerine ait variogram parametreleri

	Dönüşüm	Model	Nugget (Co)	Sill (C+Co)	Range	Co/(C+Co)	Uzaysal Bağımlılık
Kil	-	Exponential	11,48	62,96	12766	0,18	Kuvvetli
Silt	log	Exponential	0,007	0,02	5925	0,35	Orta
Kum	-	Gaussian	16,55	27,98	11012	0,59	Orta
Organik Madde	log	Spherical	0	0,19	702	0	Kuvvetli
CaCO <sub>3</sub>	-	Gaussian	24,71	12,42	8448	1,98	Zayıf
pH	-	Exponential	0,02	0,09	10229	0,22	Kuvvetli
EC	log	Spherical	0,39	0,81	14724	0,48	Orta
Çözünabilir Ca	log	Gaussian	0,18	0,17	669	1,05	Zayıf
Çözünabilir K	log	Gaussian	0,15	0,19	669	0,78	Zayıf
Çözünabilir Mg	log	Gaussian	0,33	0	926	-	-
Çözünebilir Na	log	Gaussian	0,25	0	1138	-	-
KDK	-	Gaussian	24,72	29,26	7762	0,84	Zayıf
Değişebilir Ca	-	Gaussian	11,22	17,64	669	0,63	Orta
Değişebilir K	log	Gaussian	0,04	0,04	669	1	Zayıf
Değişebilir Mg	log	Exponential	0,02	0,07	15516	0,28	Orta
Değişebilir Na	log	Gaussian	0,08	0,08	702	1	Zayıf
Hacim Ağırlığı		Gaussian	0,008	0,002	5437	4	Zayıf
Dehidrogenaz	log	Exponential	1,05	0,300	13491	3,5	Zayıf
Katalaz	log	Exponential	0,42	0,91	1038	0,46	Orta
Mikrobiyal Biyomas	log	Gaussian	0,17	0,53	669	0,32	Orta
Bakteri	log	Gaussian	0,46	0	297	-	-
Aktinomiset	-	Gaussian	5,03	1,30	669	3,86	Zayıf
Agregat Stabilitesi	-	Gaussian	0,001	0,02	194	0,05	Kuvvetli
Hidrolik İletkenlik	log	Gaussian	2,22	0,53	10973	4,18	Zayıf
Bitkiye Yarayışlı P	log	Gaussian	0,20	0,17	702	1,17	Zayıf
Bitkiye Yarayışlı Zn	log	Gaussian	0,22	0,39	194	0,56	Orta
Bitkiye Yarayışlı Cu	-	Gaussian	0,00	0,04	194	0	Kuvvetli
Bitkiye Yarayışlı Fe	log	Exponential	0,05	0,18	6467	0,27	Orta
Bitkiye Yarayışlı Mn	log	Exponential	0,28	0,11	669	2,54	Zayıf
Bitkiye Yarayışlı Su	log	Exponential	0,06	1,03	294	0,05	Kuvvetli
Kalite İndeksi	-	Exponential	0,00	0,003	41750	0	Kuvvetli

Çizelge 4.5. Toprak kalite parametrelerinin kriging yöntemiyle yapılan çapraz doğrulama (Cross validation) RMSE değeri

	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>RMSE*</b>
Kil	0,58	5,53
Silt	0,37	4,00
Kum	0,49	4,61
Organik Madde	0,42	0,59
CaCO <sub>3</sub>	0,15	5,67
pH	0,76	0,24
EC	0,20	3,97
Çözünebilir Ca	0,08	245
Çözünebilir K	0,12	12,63
Çözünebilir Mg	0,12	40,00
Çözünebilir Na	0,01	427
KDK	0,62	5,30
Değişebilir Ca	0,88	5,52
Değişebilir K	0,37	0,20
Değişebilir Mg	0,47	0,69
Değişebilir Na	0,77	0,56
Hacim Ağırlığı	0,20	0,10
Dehidrogenaz	0,11	113
Katalaz	0,13	16,73
Mikrobiyal Biomas	0,55	1133
Bakteri	0,41	17,03
Aktinomiset	0,14	2,20
Agregat Stabilitesi	0,19	0,10
Hidrolik İletkenlik	0,21	0,007
Bitkiye Yarayışlı P	0,05	12,87
Bitkiye Yarayışlı Zn	0,17	1,66
Bitkiye Yarayışlı Cu	0,31	0,15
Bitkiye Yarayışlı Fe	0,40	0,73
Bitkiye Yarayışlı Mn	0,34	1,67
Bitkiye Yarayışlı Su	0,009	0,18
Kalite İndeksi	0,63	3,52

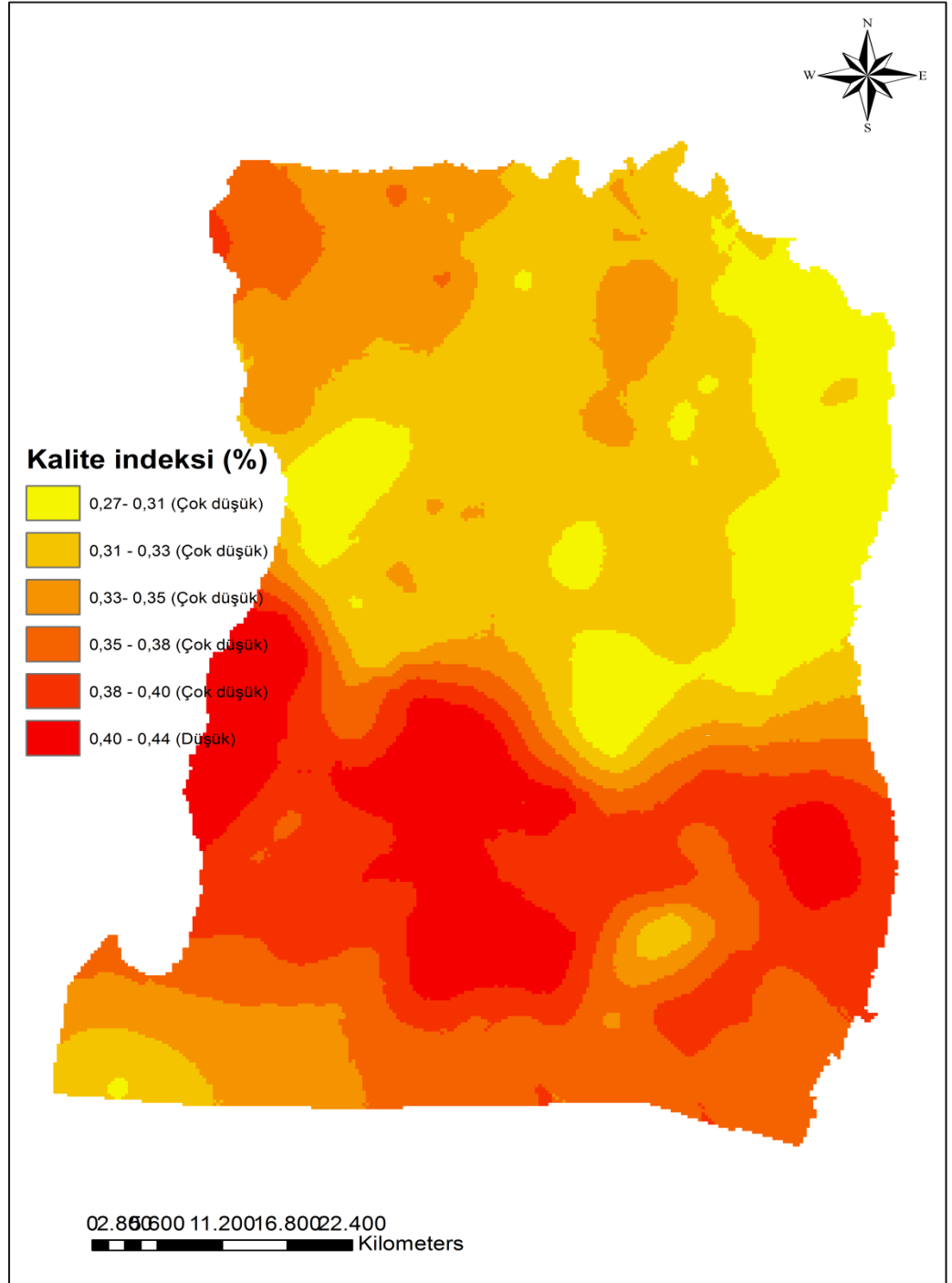
\*RMSE (Tahminlerin hata kareler ortalamasının karekökü)

Kriging tahminlerinin doğruluğunu ölçmek için gerçekleştirilen çapraz doğrulama sonuçlarını incelediğimizde değişkenlerin tahminler ve gerçek gözlemler arasındaki ilişkiyi gösteren R<sup>2</sup> değerleri genel olarak düşük bulunmuştur.

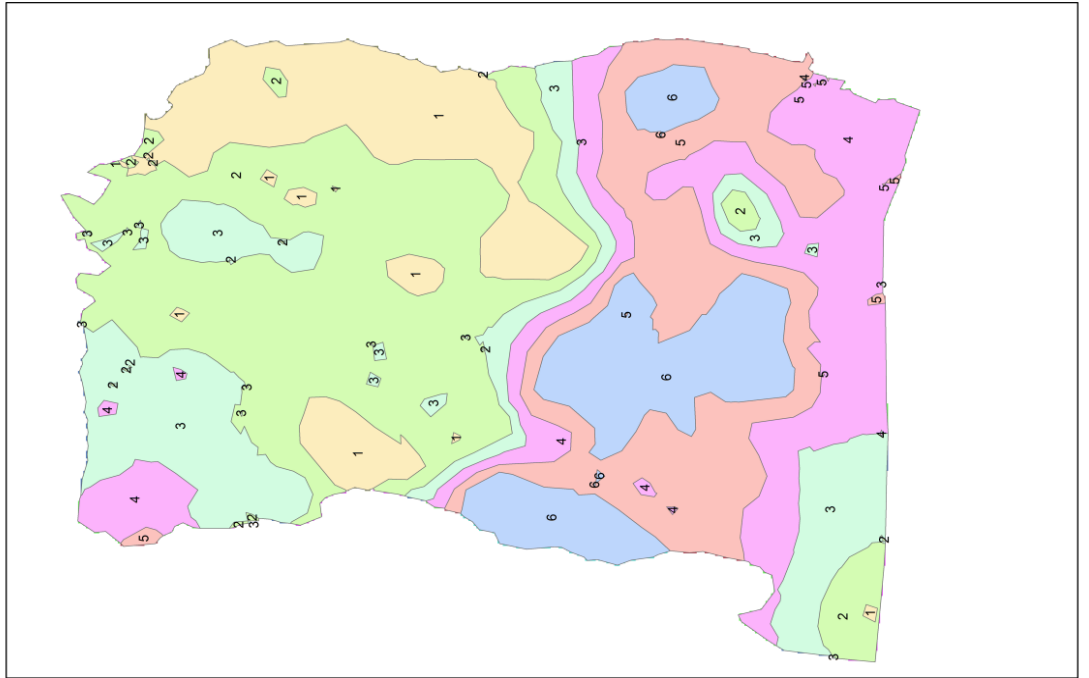
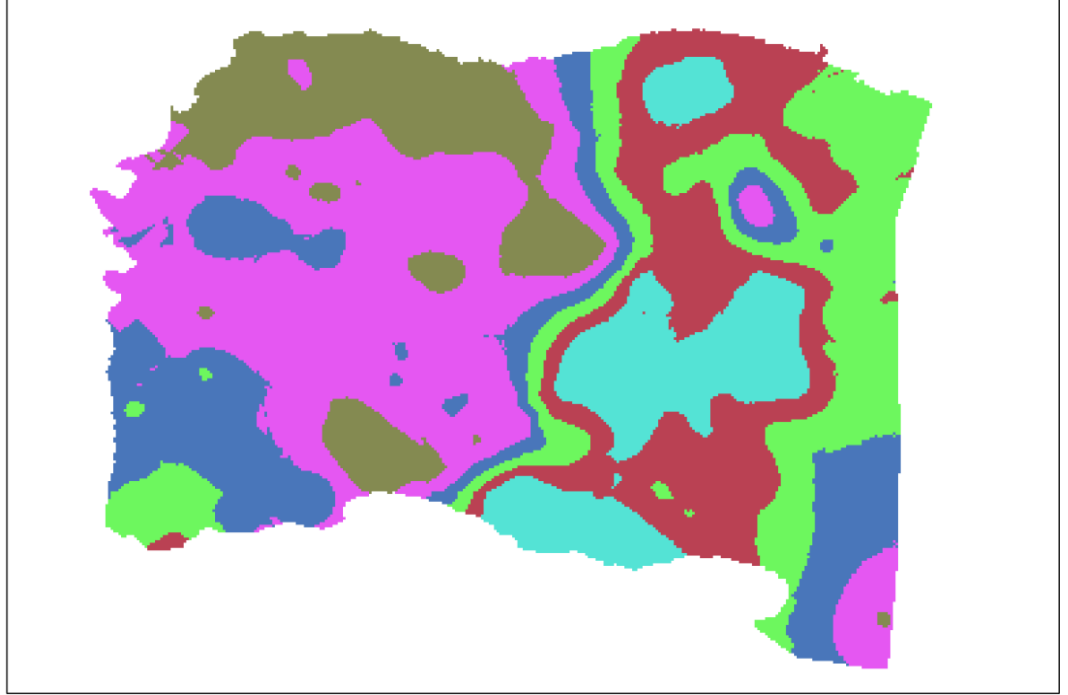
Harran ovası toprak kalite parametrelerinden doğrusal skorlama yöntemi kullanarak elde edilen toprak kalite indeksi kriging metodu ile jeostatiksel yöntemle haritalanmıştır (Şekil 4.12.). Toprak kalite indeksi haritasını 6 sınıf üzerinden değerlendirme yaparak ovadaki değişimleri daha kolay inceleyebiliriz. Kullandığımız 6 sınıfın alan hesabı yapılarak ovadaki kalite indeksi dağılımı elde edildi (Çizelge 4.6.). Çizelge 4.6' da görüldüğü gibi toprak kalite indeksi en geniş alana sahip olan sınıf 31,23 - 33,44 aralığına sahip olan 2. Sınıf (çok düşük) toprak kalite indeksidir. En az alanda ise 15590,48 ha ile 40,54 - 44,83 kalite indeks aralığındaki 6.sınıf (düşük) olan toprak kalite indeksidir. Oluşturduğumuz sınıfları kullanarak poligon oluşturulup haritaya dönüştürüldü (Şekil 4.13.). Haritada toprak kalite indeksinin alan dağılımını görülmektedir.

Çizelge 4.6. Harran ovası toprak kalite indeksinin alan hesaplanması

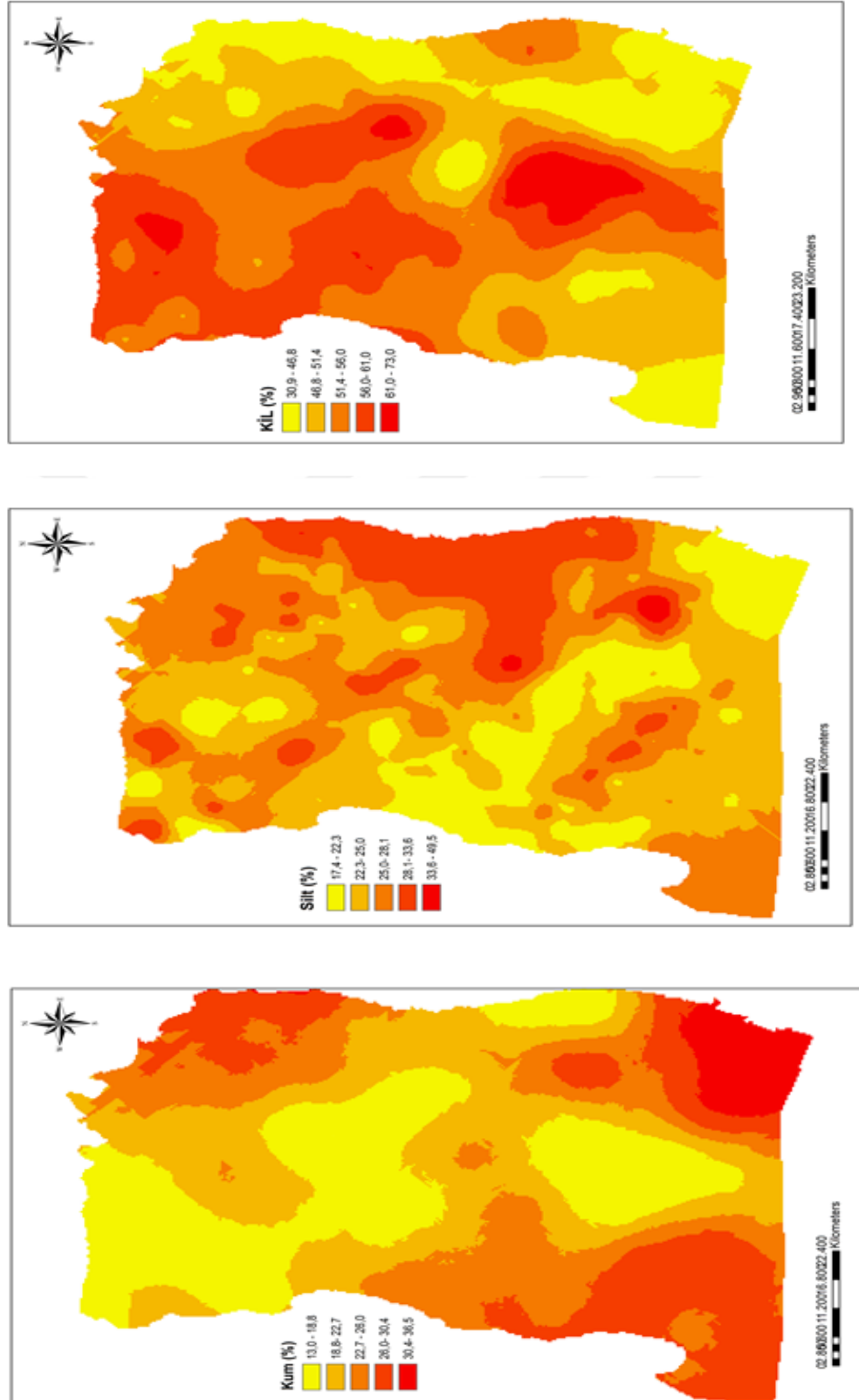
Sınıf	İndeks aralığı	Alan (ha)	Yüzde
1.	27,68 - 31,23	18621,79	13,06
2.	31,23 - 33,44	40084,63	28,09
3.	33,44 - 35,79	22207,21	15,57
4.	35,79 - 38,26	23238,22	16,29
5.	38,26 - 40,54	22918,34	16,06
6.	40,54 - 44,83	15590,48	10,93
	Toplam Alan	142660,7 ha	



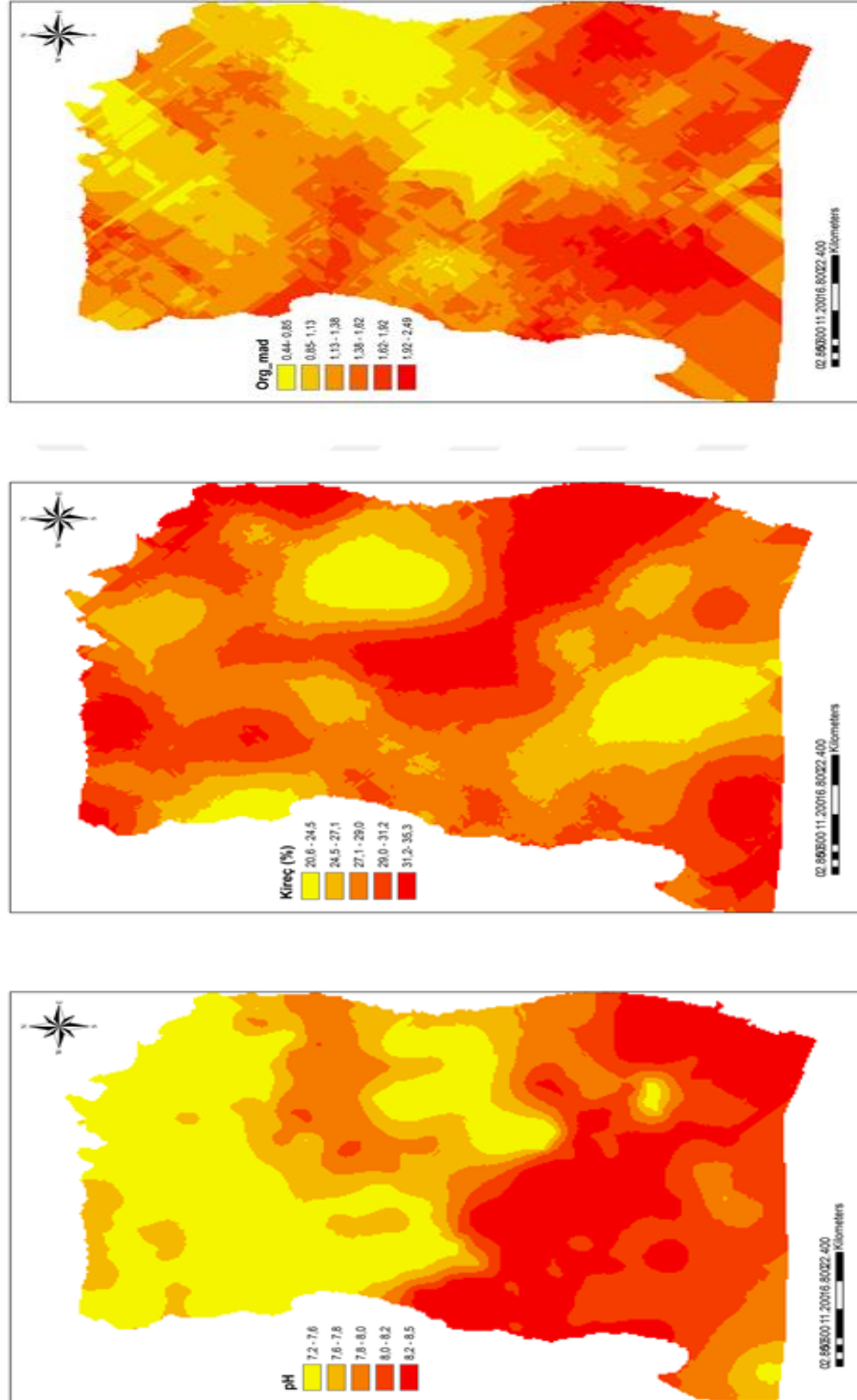
Şekil 4.12. Toprak kalite indeksinin çalışma alanındaki dağılımını gösteren jeostatistiksel harita



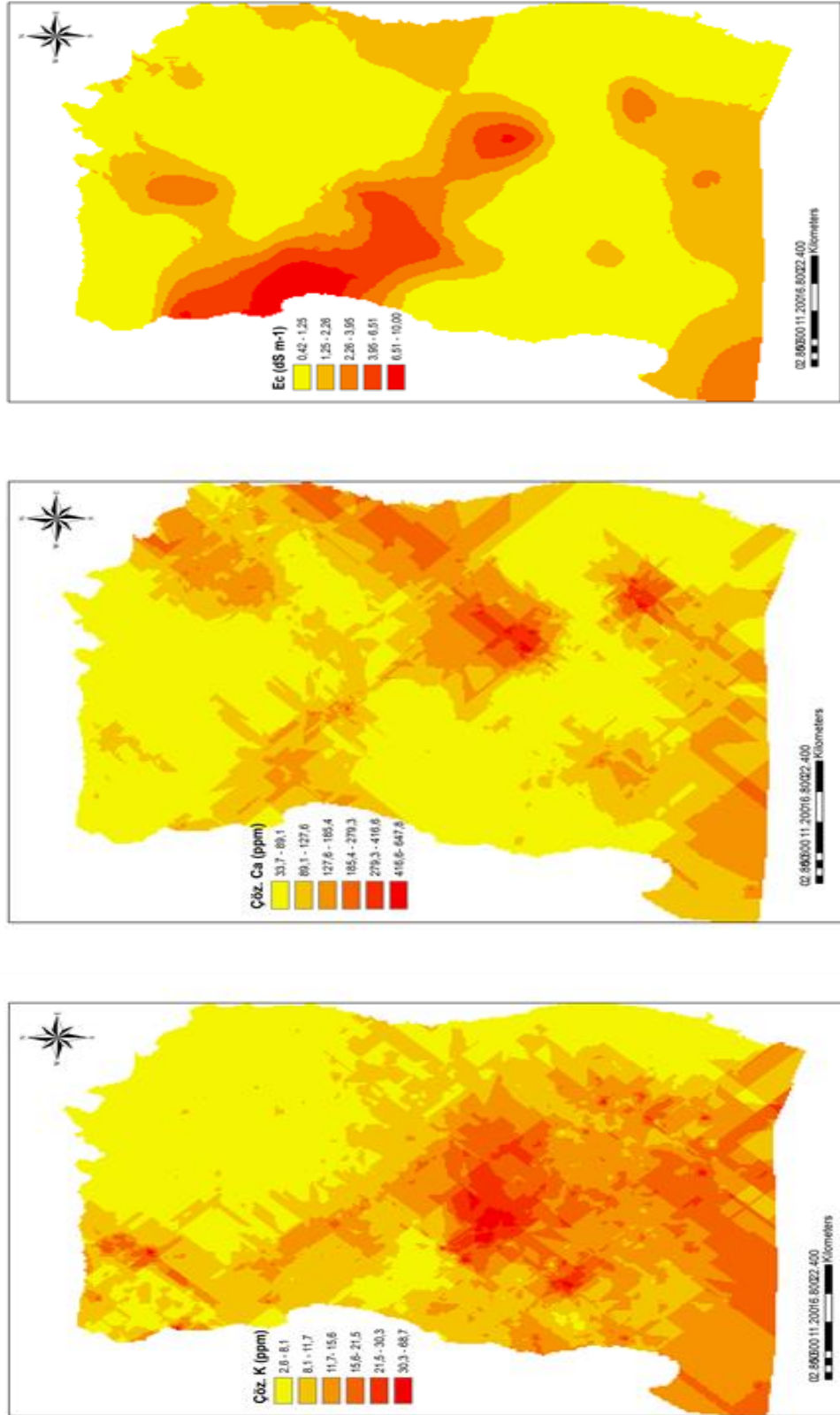
Şekil 4.13. Harran ovasında farklı sınıflardaki toprak kalite indeksinin alansal dağılımları



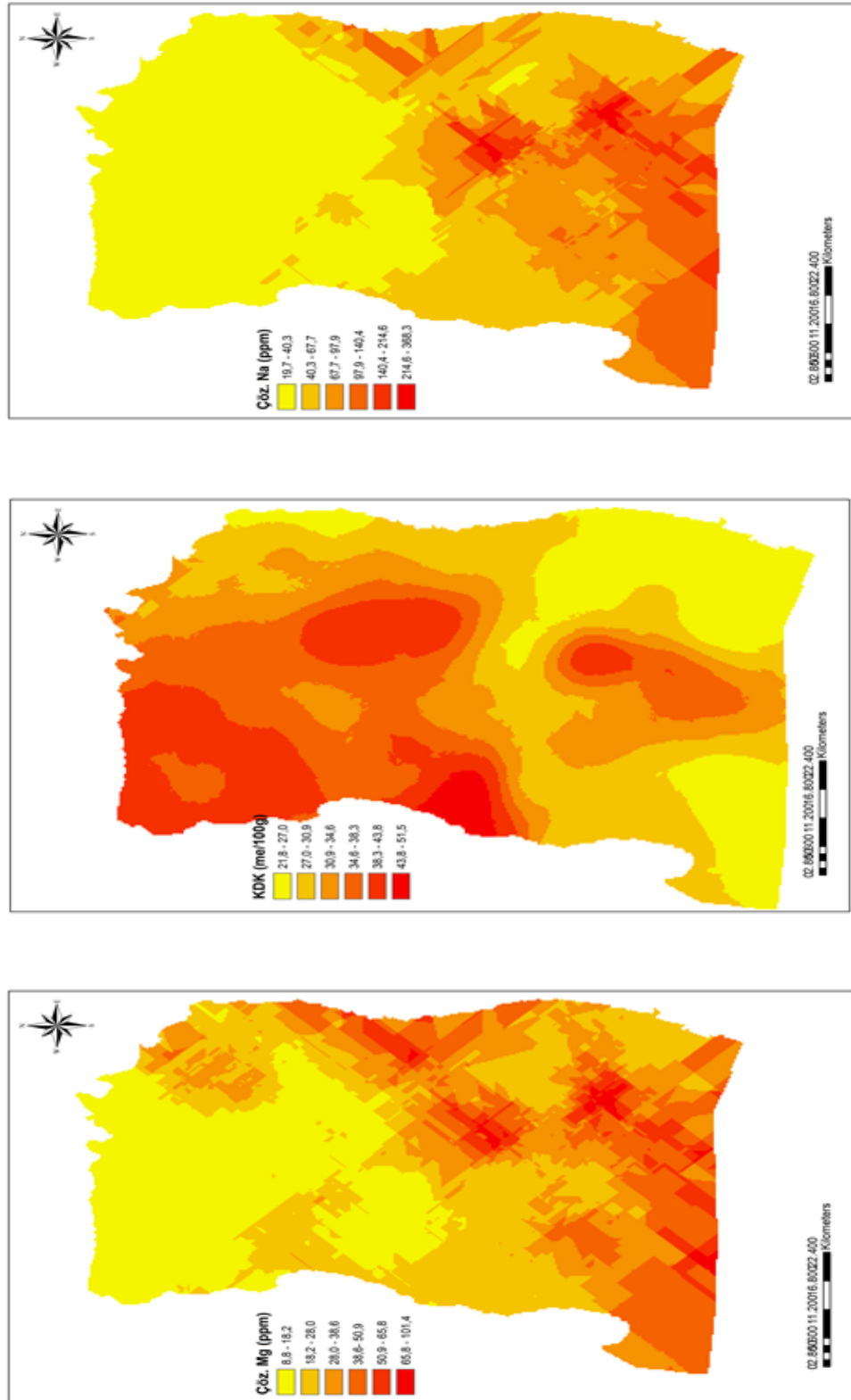
Şekil 4.14. Toprak Kalite Parametrelerinin (Kil, Silt, Kum) çalışma alanındaki dağılımlarını gösteren jeostatistiksel haritalar



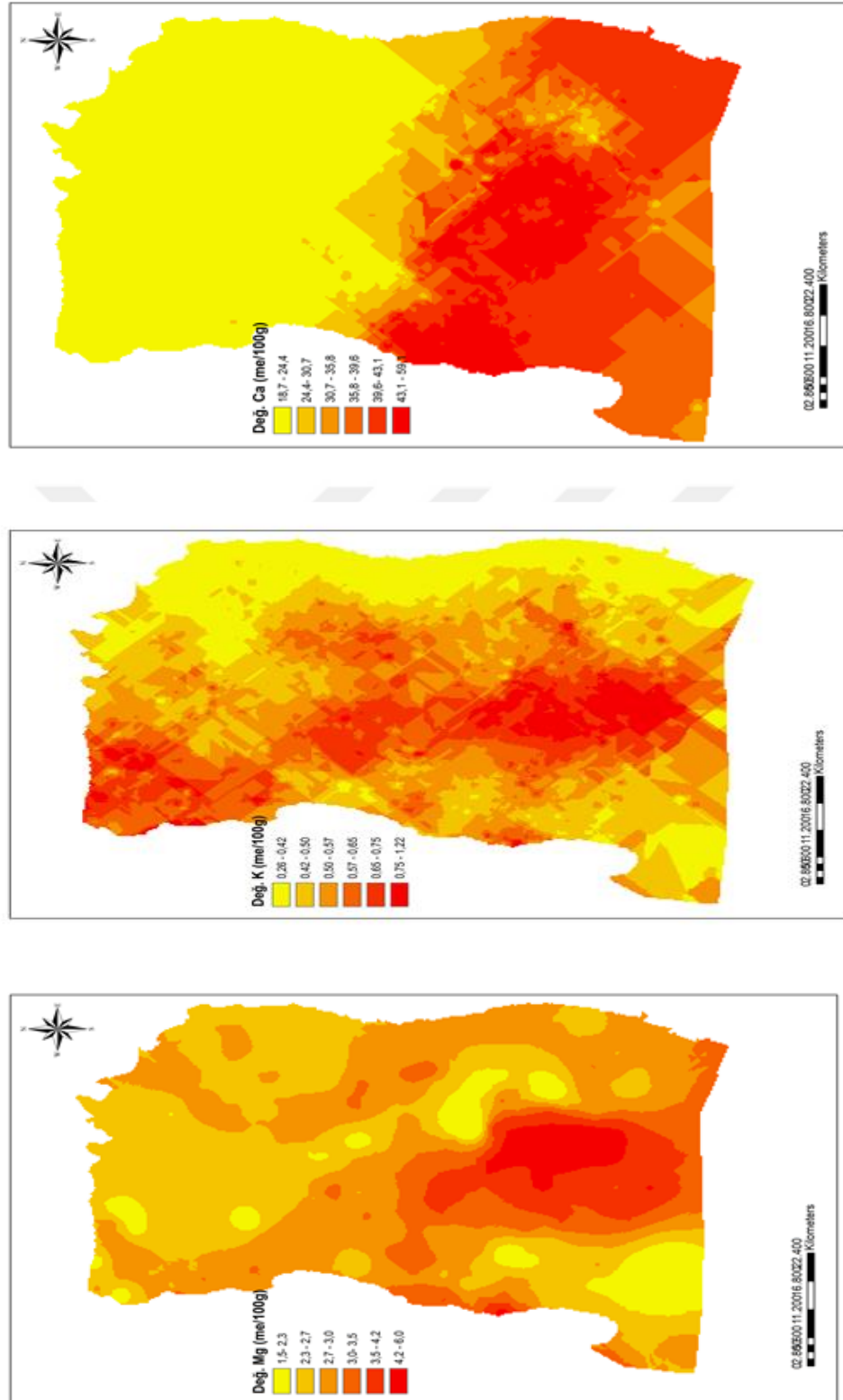
Şekil 4.15. Toprak Kalite Parametrelerinin (Organik madde, pH, Kireç) çalışma alanındaki dağılımlarını gösteren jeostatistiksel haritalar



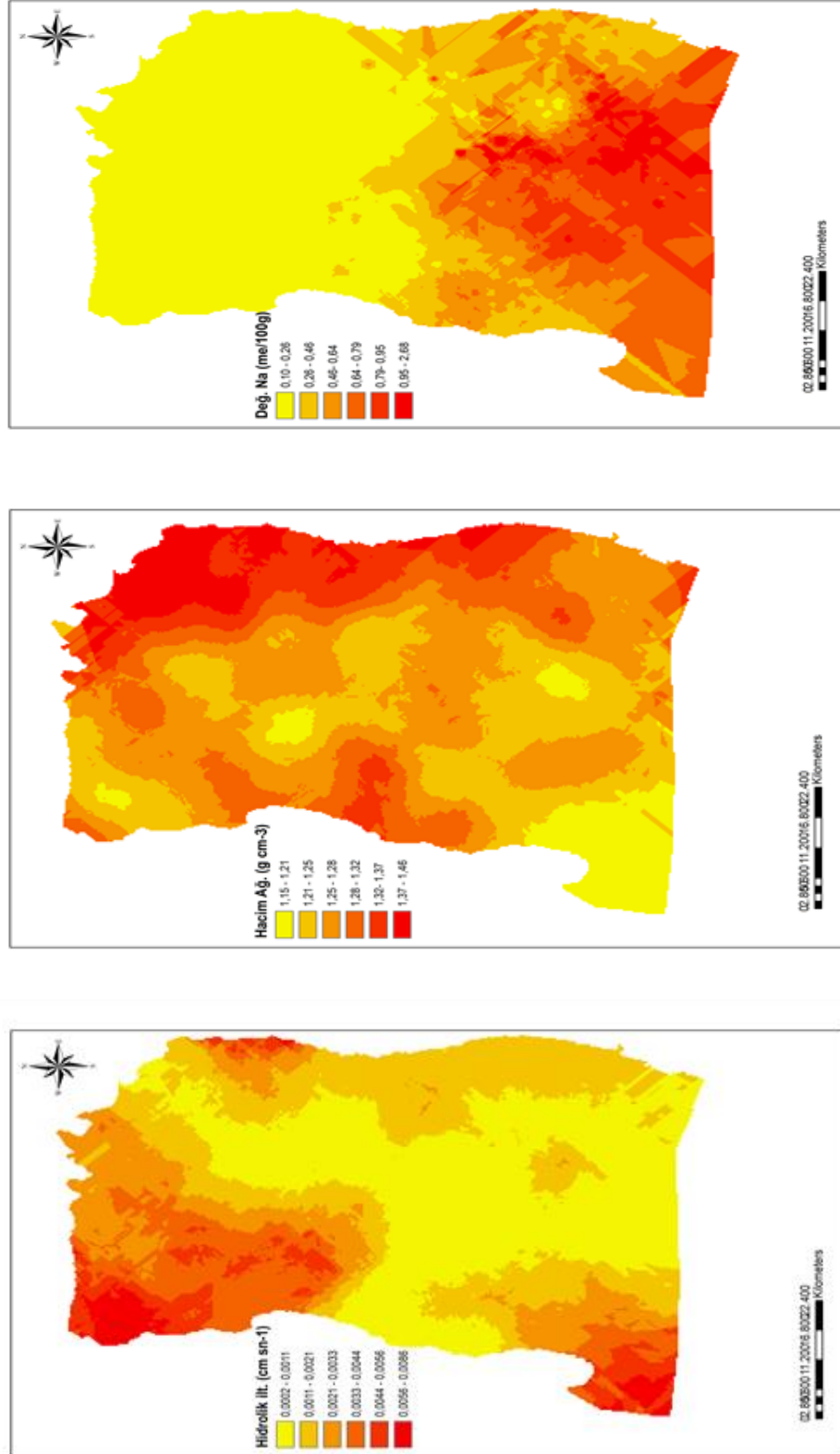
Şekil 4.16. Toprak Kalite Parametrelerinin (EC, Çözünabilir K ve Ca) çalışma alanındaki dağılımlarını gösteren jeostatistiksel haritalar



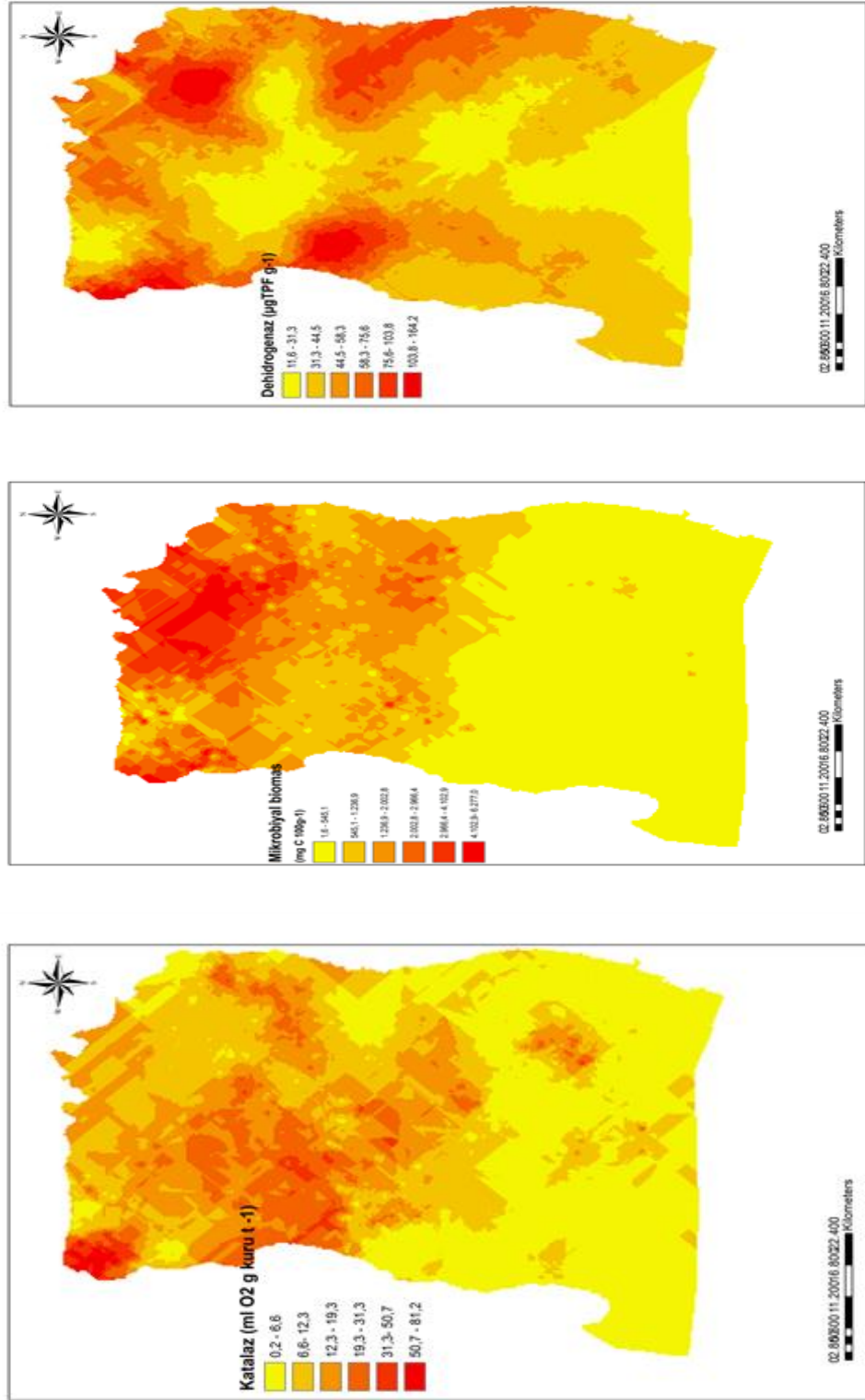
Şekil 4.17. Toprak Kalite Parametrelerinin (KDK, Çözünabilir Mg ve Na) çalışma alanındaki dağılımlarını gösteren jeostatistiksel haritalar



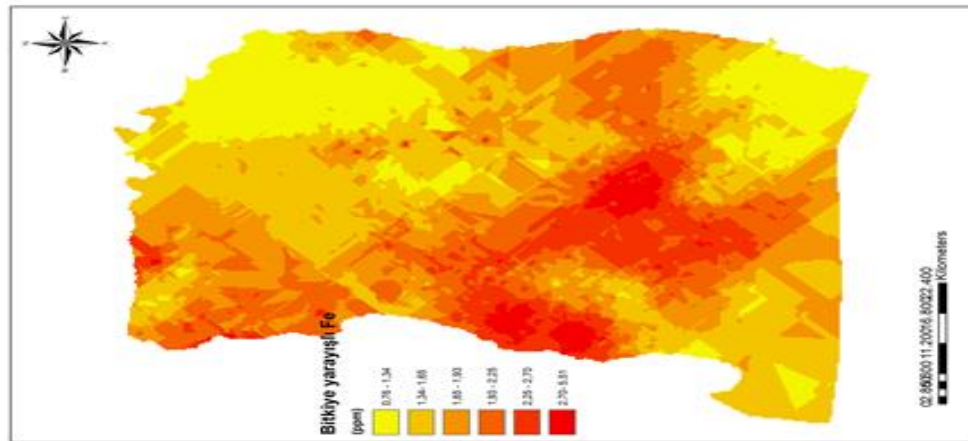
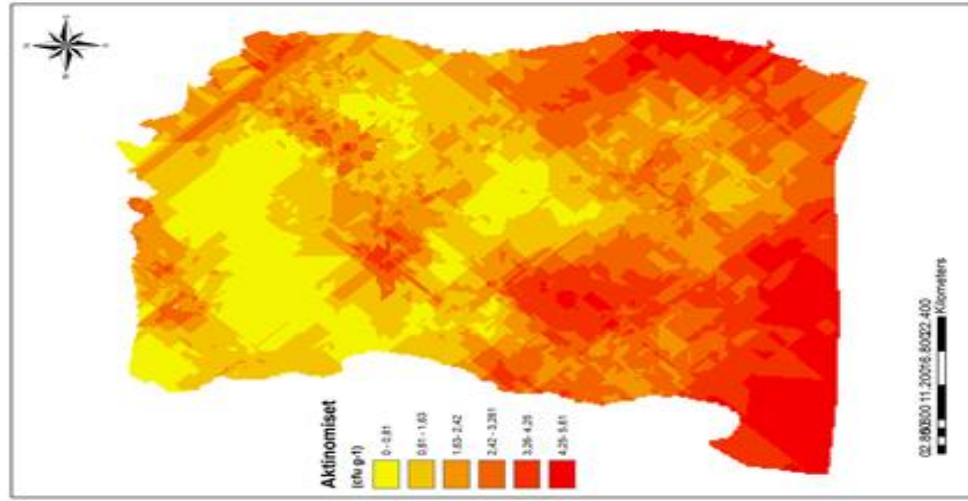
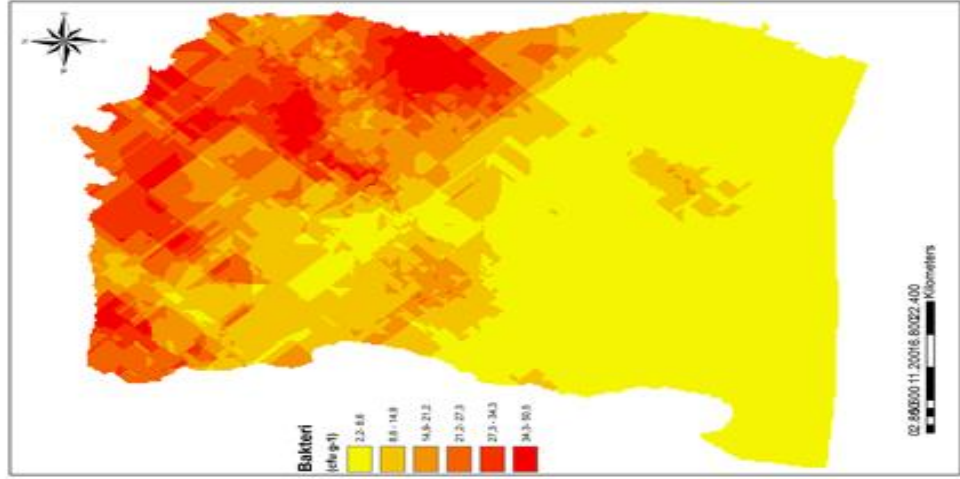
Şekil 4.18. Toprak Kalite Parametrelerinin (Değişebilir Mg, K, Ca) çalışma alanındaki dağılımlarını gösteren jeostatistik haritalar



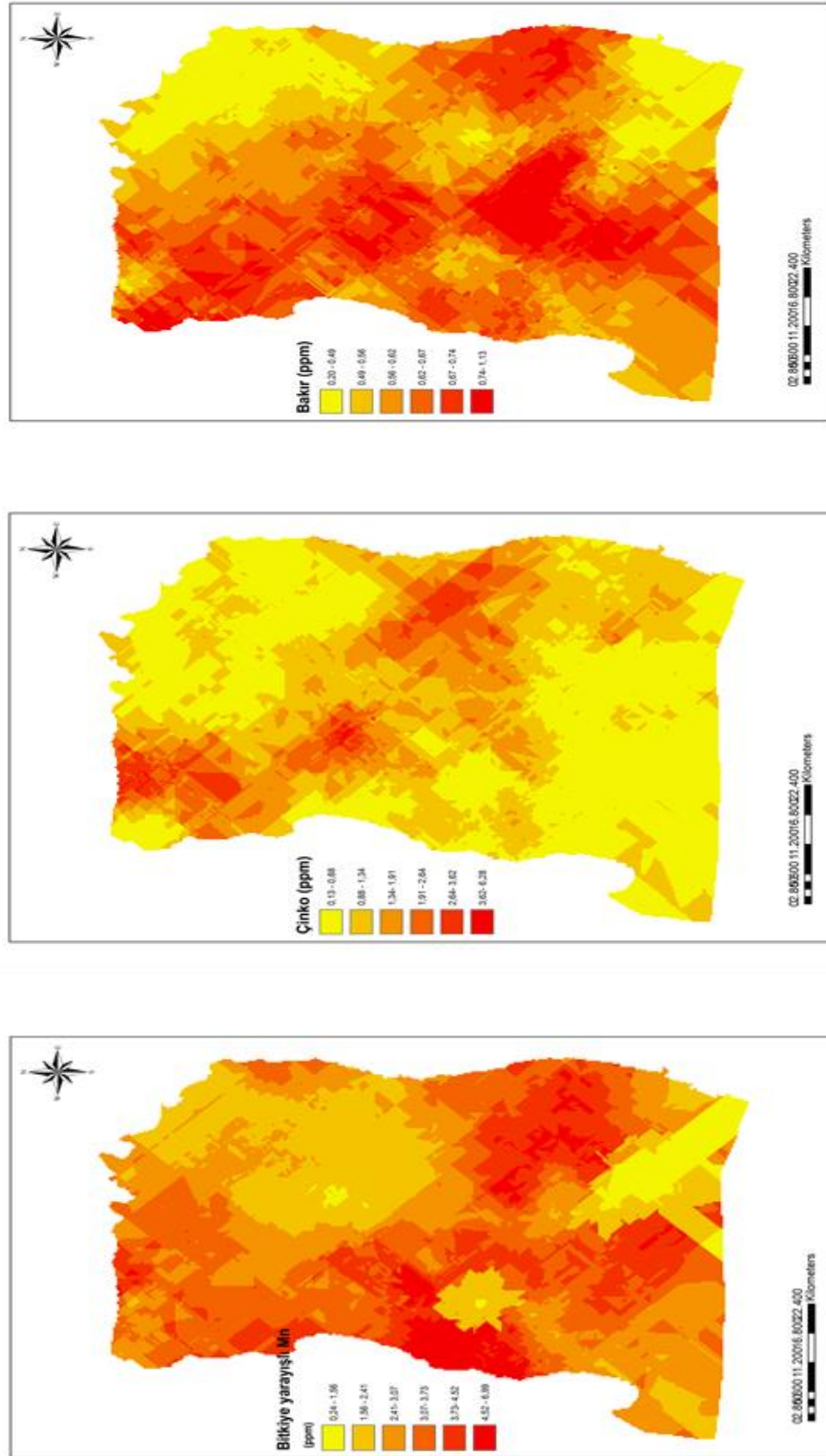
Şekil 4.19. Toprak Kalite Parametrelerinin (Değişebilir Na, Hacim ağırlığı, Hidrolik iletkenlik) çalışma alanındaki dağılımlarını gösteren jeostatiksel haritalar



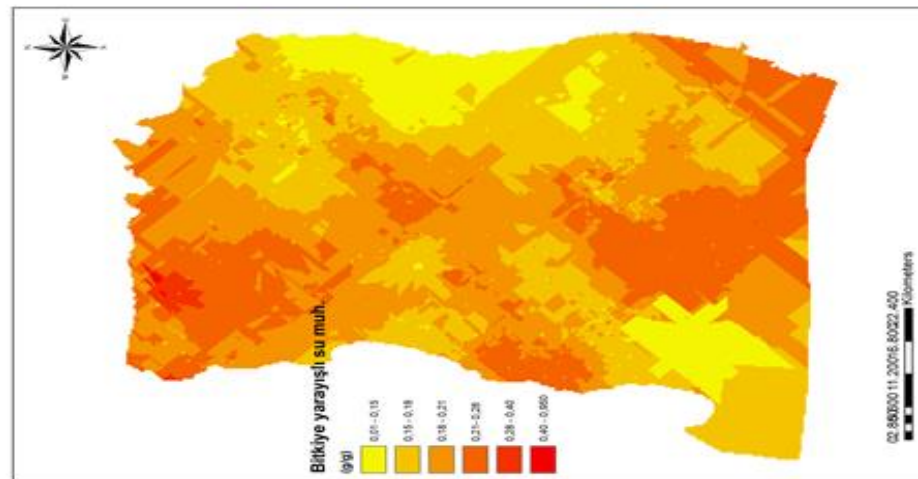
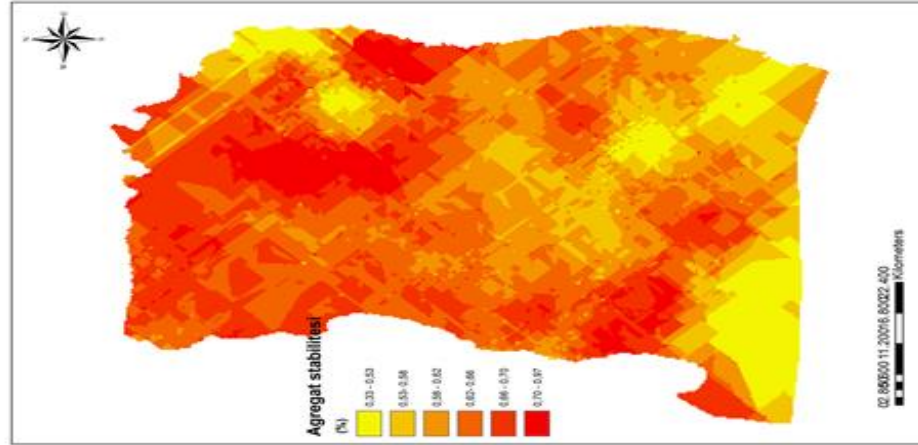
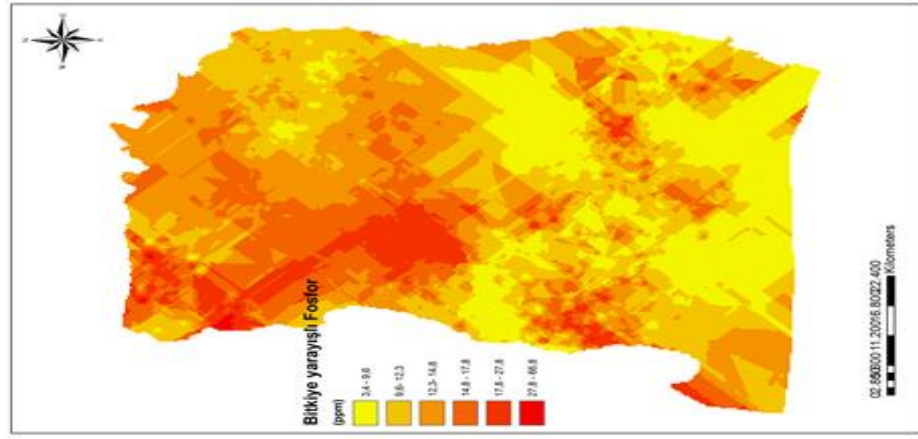
Şekil 4.20. Toprak Kalite Parametrelerinin (Dehidrogenaz, Mikrobiyal biyomas, Katalaz) çalışma alanındaki dağılımlarını gösteren jeostatiksel haritalar



Şekil 4.21. Toprak Kalite Parametrelerinin (Bakteri, Aktinomiset, Bitkiye yararlı Fe) çalışma alanındaki dağılımlarını gösteren jeostatistiksel haritalar



Şekil 4.22. Toprak Kalite Parametrelerinin (Bitkiye yararlı Mn, Zn ve Cu) çalışma alanındaki dağılımlarını gösteren jeostatistiksel haritalar



Şekil 4.23. Toprak Kalite Parametrelerinin(Fosfor, Agregat stabilitesi, Bitkiye yararlı su) çalışma alanındaki dağılımlarını gösteren jeostatiksel haritalar

## 5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Toprak kalite parametrelerinden elde ettiğimiz verilerden yola çıkarak Harran ovasının toprak kalitesi genel olarak düşük bulunmuştur. Doğrusal skorlama yöntemi kullanarak toprak kalite indeksleri belirlenmiştir. Bütün toprak parametrelerini kullanarak elde ettiğimiz kalite indeksleri %24,34 ile %50,14 arasında ve ortalama olarak %35,79 değerinde bulunmuştur. Yaptığımız çalışmada örneklerin %19'u düşük, %81'i çok düşük sınıftadır. Bu değerlere göre toprak kalite indeksleri düşüktür. Organik madde oranı, mikrobiyal biyomas, dehidrogenaz, katalaz enzim aktiviteleri, hidrolik iletkenlik, hacim ağırlığı gibi birçok parametrenin toprak kalitesinde önemli etkileri olmuştur. Analizler sonucunda bulunan kalite parametre değerlerinin birbirleri ile ilişkileri uyumlu bulunmuştur. Bazı kalite parametreleri arasında pozitif ilişkiler mevcut iken bazılarında ise negatif ilişkiler elde edilmiştir. Toprak kalite indeksinin, hemen hemen bütün kalite parametreleri ile aralarında önemli seviyede pozitif ve negatif ilişkiler elde edilmiştir. Toprak kalite parametrelerinin çalışma alanındaki uzaysal dağılımları ve mesafeye bağlı değişim oranları kuvvetli, orta ve zayıf seviyede bulunmuştur. Kil, organik madde, pH ve kalite indeksinin uzaysal dağılımları kuvvetli seviyede bulunmuştur. Alansal olarak toprak kalitesi çalışılan toplam alanın % 10,93' ü (15590 ha) düşük, yaklaşık % 89'u (127070 ha) çok düşük olarak bulunmuştur.

Harran ovasında toprak kalitesinin düşük olma nedenleri; yoğun tarımsal faaliyetler, sürekli bitkisel üretim, aynı ürün desenin tekrarlanması, yoğun sulama ve toprak işleme ile organik maddenin kaybolması ve erozyon oranlarında artışların meydana gelmesidir. Bu yüzden toprak yapısının işlevini bozan ve erozyona neden olan, aşırı sulama ve toprak işleme uygulamalarından kaçınılmalıdır. Toprağın organik madde oranının iyileştirmek için; azaltılmış toprak işleme ve hayvansal gübre, bioçar, kompost gibi organik atık uygulamaları yapılmalıdır. Ayrıca sürekli benzer bitkisel ürünlerin (örneğin sürekli pamuk tarımı) yetiştirilmesi yerine münavebe sistemleri tercih edilmelidir. Münavebede mutlaka baklagil gibi yem bitkilerine yer verilerek toprak organik madde oranları iyileştirilmelidir.

## KAYNAKLAR

- AKBAŞ, F. ve YILDIZ, H., 2004. Toprak Özelliklerinin Haritalanmasında Jeostatistiksel Tekniklerin Kullanımı. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, 6-9 Ekim, İstanbul, s.1-10.
- AKBAŞ, F., 2012. Tokat Kazova Topraklarının Yarayışlı Fosfor Düzeyinin Jeostatistik Tahmin ve Simulasyon Metodlarıyla Modellenmesi ve Haritalanması. Tarım Bilimleri Dergisi, 18: 63-67.
- ALTIKAT, S. ve ÇELİK, A., 2009. Toprak İşleme Sistemlerinin Önemli Bazı Toprak Kalite Kriterlerine Olan Etkileri. Alınteri Zirai Bilimler Dergisi,16(1): 33-41.
- BAŞBOZKURT, H., ÖZTAŞ, T., KARABRAHİMOĞLU, A., GÜNDOĞAN, R. ve GENÇ, A., 2013. Toprak Özelliklerinin Mekânsal Değişim Desenlerinin Jeostatistiksel Yöntemlerle Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 44 (2): 169-181.
- BİLGİLİ, A.V., UYGUR, S., KARACA, S., USTA, S., DENGİZ, O. ve AYDEMİR, S., 2008. Phosphorous Sorption in Some Great Soil Groups of Semi-Arid Region of Turkey. International Journal of Soil Science, (3): 75-82.
- BİLGİLİ, A.V., ÇULLU, M.A., ES. H.V., AYDEMİR. A. and AYDEMİR. S., 2011. The use of hyperspectral visible and near infrared reflectance spectroscopy for the characterization of salt-affected soil in the Harran plain. Arid Land Research and Management, 25: 19-37.
- BİLGİLİ, A.V., ÇULLU, M.A., KÜÇÜK, Ç., ALMACA, A. ve ÖZTÜRKMEN, A.R., 2015. Harran Ovası Farklı Toprak Serilerinde Toprak Kalite İndeksi (skor fonksiyonu) Kullanarak Toprakların Kalitelerinin Değerlendirilmesi ve Takip Edilme Potansiyelinin Araştırılması. TÜBİTAK TOVAG Proje 111O706, 1-69.
- BİLGEHAN, G., 1994. Sulama Başlamadan Önce Harran Ovası Topraklarının Strüktür Durumları. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 136s.
- BOUYOUCOS, G. J., 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of the Soil. Agronomy Journal, 43: 434-438.
- BOWER, C. A., REITEMEIER R. F. and FIREMAN, M. 1952. Exchangeable Cation Analysis Of Saline and Alkali Soils. Soil Science, 73: 251-261.
- BUDAK, M., 2012. Tuzlu-Alkali Toprakların Oluşumu, Sınıflandırması ve Klasik Toprak Etüd ve Jeostatistik Yöntemlerle Haritalanması. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Tokat, 254s.
- BUDAK, M. ve GÜNAL, H., 2015. Tuzlu-Alkali Topraklarda Bor Konsantrasyonunun Uzaysal Değişkenliğinin Jeostatistiksel Analizi ve Haritalanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 52 (2): 191-200.
- CAMBARDELLA, C.A., MOORMAN, T.B., NOVAK, J.M., PARKIN, T.B., KARLEN, D.L., TURCO, R. F. and KONOPKA, A. E., 1994. Field scale variability soil properties in central Iowa soils. Soil Science Society America Journal, 58: 1501-1511.

- CANBOLAT, M., 2006. Toprak kalite yönetimi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi basılmamış ders notu.
- ÇETİN, M. ve DİKER, K., 2003. Assessing Drainage Problem Area by GIS: A Case Study in the Eastern Mediterranean Region of Turkey, *Irrigation and Drainage*, 52: 343–353.
- ÇOBANER, M., ÇAKAR, A., ÇETİN, M. ve YURTAL, R., 2011. Göksu Deltasında Bazı Yeraltı Suyu Kalite Ögelerinin Probabilistik ve Jeostatistik Yöntemlerle İrdelenmesi. *İMO Teknik Dergi*, 341: 5259-5283.
- ÇULLU, M.A., AYDEMİR, S., QADİR, M., ALMACA, A., ÖZTÜRKMEN, A.R., BİLGİÇ, A. and AĞCA, N., 2009. Implication of groundwater fluctuation on theseasonal salt dynamic in the Harran plain, South-eastern Turkey. Published online 1 June in Wiley online library (wileyonlinelibrary.com), 507.
- ÇULLU, M.A., 2012. Toprak Tuzlulaşması Basılmamış Ders Notu. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü.
- DeCOURT, H., DARIUS, P.L. and BAERDEMAEKER, J.D., 1996. The spatial variability of topsoil fertility in two Belgian Fields. *Computers and Electronics in Agr.*, 14:179-196.
- DENGİZ, O., BAYRAMİN, İ. ve USUL, M., 2005. Kahramanmaraş Tarım İşletmesi Topraklarının Parametrik Yöntemle Kalite Durumlarının Belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 11 (1): 45-50.
- DİNÇ, U., ŞENOL, S., SAYIN, M., KAPUR, S., GÜZEL, N., DERİCİ, R., YEŞİL SOY, M.Ş., YEGİNGİL, I., SARI, M., KAYA, Z., AYDIN, M., KETTAŞ, F., BERKMA, A., ÇOLAK, A. K., YILMAZ, K., TUNÇGÖĞÜS, B., ÇAVUŞGİL, V., ÖZBEK, H., GÜLÜT, K. Y., KARAMAN, C., DİNÇ, O., ÖZTÜRK, N. ve KARA, E., 1988. Güneydoğu Anadolu Bölgesi toprakları (GAT) 1. Harran Ovası. TÜBİTAK Tarım ve Ormancılık Grubu Gündünlü Araştırma Projesi Kesin Sonuç Raporu. Proje No: TOAG-534.
- DİNDAROĞLU, T. ve CANBOLAT, M. Y., 2013. Yeni Toprak Kalite İndeks Değerlerine Göre Orman Toprak Sağlığının İzlenmesi, *KSÜ Doğa Bilim Dergisi*, 16(4): 1-8.
- DORAN J.W. and PARKİN T.B., 1994. Defining and Assessing Soil Quality. In: Doran JW et al. (ed), *Defining Soil Quality for Sustainable Environment*. SSSA Spec. Publ. 35, Madison, WI, 3-22.
- EKMEKÇİ, E., APAN, M. ve KARA, T., 2005. Tuzluluğun Bitki Gelişimine Etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(3): 118-125.
- ERŞAHİN, S. and YEŞİL SOY, M.Ş., 1993. The relationships between infiltration Rates and some physical and chemical properties of six widely distributed and important soil series selected in Harran plain. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 17(4): 863-873.
- FAO, 1990. Micronutrient assessment at the Country level: An International study. *FAO Soil Bulletin by Sillanpää*. Rome.
- GARCÍA, C., HERNANDEZ, T. and COSTA, F., 1994. Microbial activity in soils under Mediterranean environmental conditions. *Soil Biology and Biochemistry*, 26: 1185-1191.
- GÜNDOĞDU, K.S., 2004. Sulama Proje Alanlarındaki Taban Suyu Derinliğinin Jeostatistiksel Yöntemlerle Değerlendirilmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (2): 85-95.

- GÜNAL, H., ERDEM, H., AKBAŞ, F., YILDIZ, H., ÖZGÖZ, E., SAYILI, M., ÖNEN, H. ve ACİR, N., 2015. Kurak ve Yarı Kurak İki Farklı Bölgede Toprak Kalitesinin Değerlendirilmesi ve İzlenebilirliği İçin Minimum Veri Setlerinin Belirlenmesi ve Yeni Bir Skorlama Eğrisinin Geliştirilmesi, TÜBİTAK TOVAG Proje 112O039, 1-378.
- ISAACS, E.H. and SRIVASTAVA, M.R., 1989. An Introduction to Applied Geostatistics, Oxford University Press, New York, 561 p.
- İMAMOĞLU, M.Z., SERTEL, E., KURUCU, Y. ve ÖRMECİ, C., 2011. Jeostatistik yöntemler kullanılarak farklı toprak özelliklerine ait haritaların oluşturulması ve CBS ile analizi. II. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi, 22-25 Kasım, Ankara, 9-17.
- İMAMOĞLU, A., BAHADIR, M. ve DENGİZ, O., 2016. Çorum Alaca Havzasında Toprak Erozyon Duyarlılık Faktörünün Farklı Enterpolasyon Modeller Kullanılarak Konumsal Dağılımlarının Belirlenmesi. Toprak Su Dergisi, 5 (1): 8-15.
- JACKSON, M. L., 1958. Soil Chemical Analysis. United States of America, New York, 518.
- JOURNEL, A.G., and HUIJBREGTS, C.J., 1981. Mining Geostatistics. Academic Press, New York, 600 pp.
- KARLEN, D.I., WOLLENHAUPT, N.C., ERBACH, D.C., BERRY, E.C., SWAN, J.B., EACH, N.S., JORDAHL, J.L. 1994, Long-term tillage effects on soil quality. Soil Till. Res., 32: 313–327.
- KARLEN, D.I., DITZLER, C.A. and AVDREWS, S.S., 2003. Soil Quality: Why and How ?. Geoderma, 114: 145-156.
- KACAR, B., 2009. Toprak Analizleri. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 466s.
- KIZILKAYA, R., KIZILGÖZ, İ., ARCAK, S., KAPTAN, H. ve RAKICIOĞLU, S., 1998. Harran Ovası topraklarının mikrobiyolojik özellikleri. M. Şefik Yeşilsoy International Symposium on Arid Region Soil. 21-24 September, Menemen-İzmir.
- KIZILGÖZ, I., SAKİN, E., ÖZTÜRKMEN, A.R. ve ALMACA, A., 2011. Tuzlu ve Tuzsuz Topraklarda Yetiştirilen Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) Bitkisinin Makro ve Mikro Element Kapsamlarının Karşılaştırılması. U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 25 (2): 19-30.
- LINDSAY, W.L. and NORVELL W.A., 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Soc. Am. J., 42: 421–428.
- LİU, J., XİE, J., CHU, Y., SUN, C., CHEN. C. and WANG, Q., 2008. Combined effect of cypermethrin and copper on catalase activity in soil. J- Soil Sediments, 8: 327-332.
- NORTCLIFF, S., 2002. Standardisation of soil quality attributes. Agriculture, Ecosystems and Environment, 88: 161–168.
- OLSEN, S. R., COLE, C. V., WATANABE, F.S., and DEAN, I.A., 1954. Estimation of Available Phosphorus in Soil by Extraction with Sodium Bicarbonate. Usda, Circ., Washington, 939.
- ÖZTÜRKMEN, A.R., 2013 Effects of soil tillage methods on soil quality under corn (*Zeamays* L.) growth. Journal of food. Agriculture & Environment, 11 (2): 1413-1416.

- PEPPER, I.2., GERBA, C.P., BRENDECKE, J.W. and BRENCENKE, A. 1995. Environmental Microbiology. A Laboratory Manual. Academic Press, New York.
- PIERCE, F.J., LARSON, W.E. and DOWLY, R.H.,1991. Soil loss tolerance: maintenance of long-term soil produktivity. Journal of soil and water Conservation, 39: 136-138.
- REZAPOUR, S. and SAMADI, A., 2012. Assessment of inceptisols soil quality following long-term cropping in a calcareous environment. Environ Monit Assess, 184:1311–1323.
- RICHADR, B., 1954. in K.K. Kurihara, ed., Post-Keynesian Economics, Rutgers University Press, New Brunswick NJ, pp. 388–436.
- SAYĞAN, E.P., 2007. Harran Ovasındaki Bazı Toprak Serilerinin Fosfor Fraksiyonları. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 70s.
- SEYREK, A., AYDEMİR, S. ve İNCE, F., 2005. Harran Ovasında Tuzlulaşma Eğilimi Gösteren Toprakların Kil Mineralojisi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 36(2): 137-144.
- TAŞOVA, H. ve AKIN A., 2013. Marmara Bölgesi Topraklarının Bitki Besin Maddesi Kapsamlarının Belirlenmesi, Veri Tabanının Oluşturulması ve Haritalanması. Toprak Su Dergisi, 2 (2): 83-95.
- TURGUT, B. ve ÖZTAŞ, T., 2012. Bazı Toprak Özelliklerine Ait Yersel Değişimin Jeostatistiksel Yöntemlerle Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 7 (2): 10-22.
- TÜZÜNER, A., 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı, T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 375s.
- WEBSTER, R. and OLİVER, M.A.. 2001, Geostatistics for environmental scientists. Wiley, Chichester, Hardbound, 271 pp.

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Yazgöl KAPLAN  
**Uyruğu** : T.C.  
**Doğum Yeri ve Tarihi** : Şanlıurfa /26.04.1990  
**Telefon** : 0531 272 90 63  
**e-mail** : [gulistan63@hotmail.com](mailto:gulistan63@hotmail.com)

### EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Şanlıurfa Kız Lisesi Şanlıurfa	2007
Üniversite	: Harran Üniversitesi Zir. Fak. Şanlıurfa	2013
Yüksek Lisans	: Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Şanlıurfa	2018

**UZMANLIK ALANI:** Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı