



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

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**NİĞDE BÖLGESİNİN TOPRAK KİRLİLİĞİNİN TESPİTİ VE COĞRAFİ
BİLGİ SİSTEMİ İLE MODELLENMESİ**

DOKTORA TEZİ

Orhan Atakan GÜRBÜZ

DANIŞMAN

Doç. Dr. Gül den GÖK

AKSARAY, 2022

Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 142311602 numaralı Doktora öğrencisi Orhan Atakan GÜRBÜZ tarafından hazırlanan “**NİĞDE BÖLGESİNİN TOPRAK KİRLİLİĞİNİN TESPİTİ VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ İLE MODELLENMESİ**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ/OY ÇOKLUĞU ile Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir

Danışman: Doç. Dr. Gülden GÖK

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum

Üye: Unvanı: Doç. Dr. Serpil ÖZMİHÇİ

Dokuz Eylül Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum

Üye: Doç. Dr. Muhammet Kamil ÖDEN

Selçuk Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum

Üye: Doç. Dr. Hasan KOÇYİĞİT

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Özlem GÜLLÜ

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum

Tez Savunma Tarihi: 12/01/2022

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Doç. Dr. Mehmet Ali HİNİS

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca değerli bilgilerini ve yardımlarını esirgemeyen, zengin bilgi ve sabrından dolayı doktora tezimde Değerli Danışmanım Sayın Doç. Dr. Gülден GÖK'e, Kıymetli Jüri üyelerim Sayın Doç. Dr. Serpil ÖZMIHÇI' ya, Sayın Dr. Öğr. Üyesi Özlem GÜLLÜ'ye, deneysel çalışma ortamının oluşmasını sağlayan Çevre Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Mustafa IŞIK'a Çevre Mühendisliği Bölümü Akademisyenlerine saygılarımı ve şükranlarımı sunarım.

Tez çalışmama destek veren Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Müdürü'm Sayın Prof.Dr.Hamdi DOĞAN'a teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Bu zor sürecimde her an yanımda olan kıymetli eşim Öğr.Gör. Oya ÖZEL GÜRBÜZ'e kardeşim Cemil Adar YILMAZER'e, ablam Fatma BOĞA'ya ve abim Mesut ERDEMİR'e gösterdikleri sabırdan dolayı teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZET.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amacı ve Önemi	2
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	5
2.1 Toprak Oluşumu ve Toprağın Özellikleri	5
2.1.1 Toprak oluşumu	5
2.1.2 Toprak bileşimi	8
2.1.3 Toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri	8
2.1.3.1 Toprağın fiziksel özellikleri	8
2.1.3.2 Toprağın kimyasal özellikleri	10
2.1.3.3 Toprağın biyolojik özellikleri	11
2.2 Toprak Kirliliği	11
2.2.1 Kirletici tipleri.....	12
2.2.1.1 Azot formları.....	12
2.2.1.2 Fosfor formları	13
2.2.1.3 Tuzlar	13
2.2.1.4 Toksik iz elementler	14
2.2.1.5 Organik kimyasallar	15
2.2.2 Kirletici kaynakları	16
2.2.2.1 Tarımsal kaynaklı kirlilik.....	16
2.2.2.2 Kentleşme kaynaklı kirlilik.....	17
2.2.2.3 Endüstriyel kaynaklı kirlilik.....	18
2.3 Toprak Kalite İndeksleri	19
2.4 Coğrafi Bilgi Sistemi ve Jeostatistik.....	20
2.5 Dünya'daki ve Türkiye'deki Toprakların Durumu	22
2.6 Literatür Özeti	25
2.6.1 Toprak kirleticileri ile ilgili yapılan çalışmalar.....	25
2.6.2 Toprak kirliliği ve toprak kalitesi ile ilgili jeostatistiksel çalışmalar.....	29
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	37
3.1 Konya Kapalı Havzası.....	37
3.1.1 Konya Kapalı Havzası'ndaki yerleşimler	38
3.1.2 Konya kapalı havzası yerleşimlerin nüfus oranları.....	41
3.1.3 CORINE projesi	41
3.2 Çalışma Alanı.....	42
3.3 Numune Toplama Noktaları.....	46
3.3.1 Altunhisar.....	47
3.3.2 Çiftlik	49
3.3.3 Ulukışla	50
3.3.4 Bor.....	52
3.3.5 Niğde Merkez.....	53
3.3.6 Farklı noktalar	54
3.4 Çalışma Alanın Jeolojik yapısı.....	55
3.5 Laboratuvar Çalışmaları.....	56

3.5.1 Toprak numunelerinin analizler için ön hazırlıklarının yapılması.....	56
3.5.2 Toprak numunelerinin fiziksel ve kimyasal analizleri	57
3.6 Jeostatistiksel Modelleme	64
3.6.1 Yarıvariogram karakteristikleri.....	65
3.6.2 Yarıvariogram modellemesi ve krigleme.....	66
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	69
4.1 Toprak Kalite Parametrelerinin Tanımlayıcı İstatistiksel Sonuçları	69
4.2 Toprak Özelliklerinin Jeostatistiksel Modellemesi	70
4.2.1 Toprak reaksiyonu (pH)	70
4.2.2 Toprak elektriksel iletkenliği (EC)	73
4.2.3 Toprak organik madde (OM) içeriği	77
4.2.4 Toprak su muhtevası	80
4.2.5 Toplam petrol hidrokarbonları (TPH).....	82
4.2.6 Yağ-Gres	86
4.2.7 Toplam karbon (TC), Toplam organik karbon (TOC), İnorganik karbon (IC) içeriği	88
4.2.8 Toplam azot (TN).....	95
4.2.9 Nitrat (NO_3^-).....	97
4.2.10 Sülfat (SO_4^{2-}).....	101
4.2.11 Klorür (Cl).....	104
4.2.12 Florür (F).....	106
4.2.13 Bakır (Cu)	109
4.2.14 Demir (Fe).....	112
4.2.15 Mangan (Mn)	115
4.2.16 Kalsiyum (Ca).....	118
4.2.17 Magnezyum (Mg)	120
4.2.18 Potasyum (K)	123
4.2.19 Sodyum (Na).....	125
4.2.20 Kadmiyum (Cd) ve Arsenik (As).....	129
4.2.21 Nikel (Ni)	132
4.2.22 Kurşun (Pb)	134
4.2.23 Antimon (Sb).....	137
4.2.24 Cıva (Hg).....	139
4.2.25 Tarla kapasitesi (TK)	142
4.2.26 Toprak tekstürü (silt-kum-çakıl)	145
4.2.26.1 Silt	145
4.2.26.2 Kum.....	147
4.2.26.3 Çakıl	149
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	153
KAYNAKLAR	158
EKLER.....	174
ÖZGEÇMİŞ.....	177

DOKTORA TEZİ

NİĞDE BÖLGESİNİN TOPRAK KİRLİLİĞİNİN TESPİTİ VE COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİ İLE MODELLENMESİ

Orhan Atakan GÜRBÜZ

**Aksaray Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Doç. Dr. Gülden GÖK

ÖZET

Konya Kapalı Havzası içerisinde yer alan Niğde kuzeybatıda Aksaray, kuzeyde Nevşehir, kuzeydoğuda Kayseri, batı ve güneybatıda Konya, Adana ve Mersin illeriyle de komşu olması farklı iklimsel özellikleri olduğunu göstermektedir. Bu bakımdan ülkemiz için Niğde ili sebzeçilik ve meyvecilik bakımından önemli bir paya sahiptir. İlde tarım hemen hemen halkın en önemli geçim kaynaklarından biridir. Bu nedenle toprağın fiziksel ve kimyasal parametrelerinin değerleri tespit edilerek her bir parametrenin jeostatistiksel modeller oluşturularak kirliliğin mekânsal dağılımını oluşturarak Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) teknolojisi ile Niğde ilinin toprak kirlilik parametrelerinin haritasının oluşturulması amaçlanmıştır. Jeostatistiksel analiz temel anlamda üç aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada temel olarak betimleyici istatistiksel araçlar kullanılmaktadır. Bu araçlar özet istatistiksel sonuçları gösteren histogram grafiği ve Q-Q dağılım grafikleridir. İkinci aşama ise yarıvariogram eğrisinin elde edilmesi ve yarıvariogram fonksiyonunun uygun modellemesi ile bir sonraki aşamaya hazırlanmasından oluşmaktadır. Üçüncü aşamada ise uygun veri interpolasyon tekniği ve simülasyon tekniklerinin seçilip uygulandığı aşamadır. Üçüncü aşama sayısallaştırma ve görselleştirme aşamasını kapsamaktadır.

Bu çalışmada Niğde ilinin Konya Kapalı Havzasına ait ilçelerinden belirli sayılarda toprak numuneleri alarak toprak kalitesindeki değişimin doğal ve tarım ekosisteminin verimliliğine etkisi incelenmiştir. Böylelikle toprak kirliliğinde örnekleme ve analiz standartlarının Avrupa Birliği kriterlerine uygun belirlenmesi ile ileriye yönelik olarak uyumun sağlanabilmesi açısından yeni bir toprak koruma politikası oluşturma çalışmalarının başlatılması hedeflenmektedir. Coğrafi veriler hızlı bir ekonomik büyüme, doğal kaynaklara hakimiyet ve çevrenin korunması açısından büyük öneme sahiptir. Modern teknolojinin de yardımıyla günümüzde coğrafi verilere erişim ve bu verilerin dağılımı ve kullanımının yanı sıra harita çalışmalarında da gelişmiş teknikler kullanılmaktadır. Ülkemizde birçok veri bulunmasına rağmen bu bilgilere ulaşmada bazı güçlükler bulunmaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ile yapılan çalışmalarda veriler sayısal ortamda tutulduğu için veriye ulaşmak daha rahat ve hızlı olabilmektedir. CBS teknolojisi ile Niğde iline ilişkin mekânsal analizler yapılmıştır. Buna göre yaklaşık 851.480 ha araştırma alanında belirlenen noktalardan 0-20 cm derinlikten 110 adet toprak numunesi alınmıştır. Makro elementler, mikro elementler, fiziksel- kimyasal parametreler ve ağır metallerin tespiti yapılmış ve toprak sınır değerleri ile karşılaştırılmıştır. Çevre iller için emsal teşkil etmesi de düşünüldüğünde gelecekte bu ve buna benzer çalışmalara yol gösterici nitelikte olacaktır. Ayrıca bu çalışma çevresel ve kentsel sorunların giderek azaltılmasında da önemli bir temel taşı

olacaktır. Yapılan alışmalar sonucunda, Niğde ilinin toprakları genel olarak ele alındığında her bir parametre için herhangi önemli bir kirlilik tespit edilmemiştir.

Anahtar Kelimeler: Niğde, Konya Kapalı Havzası, Toprak Kirleticileri, Jeostatistiksel analiz, CBS.

Ocak, 2022; 177 sayfa



PhD. THESIS

DETECTION OF SOIL POLLUTION IN NIGDE REGION AND MODELING WITH GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM

Orhan Atakan GÜRBÜZ

**Aksaray University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Environmental Engineering**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Gülден GÖK

ABSTRACT

Niğde, which is in the Konya Closed Basin, is adjacent to Aksaray in the northwest, Nevşehir in the north, Kayseri in the northeast, Konya, Adana and Mersin in the west and southwest, which shows that it has different climatic characteristics. In this respect, Niğde province has an important share in terms of vegetable and fruit growing for our country. Agriculture is one of the most important livelihoods of the people in the province. For this reason, it is aimed to create a map of soil pollution parameters of Niğde province with Geographic Information System (GIS) technology by determining the values of the physical and chemical parameters of the soil, creating geostatistical models for each parameter, and creating the spatial distribution of pollution. Geostatistical analysis basically consists of three stages. In the first stage, descriptive statistical tools are mainly used. These tools are the histogram plot and the Q-Q scatter plots that show summary statistical results. The second stage consists of obtaining the semivariogram curve and preparing the semivariogram function for the next stage with appropriate modeling. In the third stage, the appropriate data interpolation technique and simulation techniques are selected and applied. The third stage includes digitization and visualization.

In this study, the effect of the change in soil quality on the productivity of natural and agricultural ecosystems was investigated by taking soil samples in certain numbers from the counties of the Konya Closed Basin of Niğde province. Thus, it is aimed to start the studies to establish a new soil protection policy to ensure future compliance with the determination of sampling and analysis standards in soil pollution in accordance with the European Union criteria. Geographical data is of great importance for rapid economic growth, dominance of natural resources and protection of the environment. With the help of modern technology, advanced techniques are used in map studies as well as access to geographical data, distribution, and use of these data. Although there are many data in our country, there are some difficulties in reaching this information. In studies with the Geographical Information System (GIS), it can be more convenient and faster to access the data since the data is kept in a digital environment. Spatial analyzes related to Niğde province were made with GIS technology.

Accordingly, 110 soil samples were taken from 0-20 cm depth from the determined points in the 851.480 ha research area. Macro elements, micro elements, physical-chemical parameters, and heavy metals were determined and compared with soil limit values. Considering that it will set a precedent for the surrounding provinces, it will be a guide for this and similar studies in the future. In addition, this study will be an

important cornerstone in the gradual reduction of environmental and urban problems. As a result of the studies, when the soils of Niğde province were considered in general, no significant pollution was detected for each parameter.

Keywords: Niğde, Konya Closed Basin, Soil Pollutants, Geostatistical analysis, GIS.

January, 2022; 177 pages



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Dünya katmanlarının toprak oluşumuna etkileri	6
Şekil 3.1. Konya Kapalı Havzası ve çalışma alanını Türkiye'deki konumu.	38
Şekil 3.2. Konya Kapalı Havzası ve illerin durumu.	39
Şekil 3.3. CORINE projesi arazi sınıfları dağılımı.	42
Şekil 3.4. Niğde ilçelerinin nüfus oranları.	43
Şekil 3.5. Çalışma alanın numune toplama noktaları ve dijital yükseklik modeli.	47
Şekil 3.6. Altunhisar ilçesi.	48
Şekil 3.7. Altunhisar AR1 kodlu numune alma noktası.	49
Şekil 3.8. Çiftlik ilçesi.	50
Şekil 3.9. CK7 ve CK3 kodlu numune noktaları.	50
Şekil 3.10. Ulukışla ilçesi.	51
Şekil 3.11. US2 ve US6 kodlu numune noktaları.	51
Şekil 3.12. Bor ilçesi.	52
Şekil 3.13. BR6, BR18 ve BR26 numune noktaları.	53
Şekil 3.14. Merkez ilçesi.	54
Şekil 3.15. Niğde Merkez ilçe numune noktaları.	54
Şekil 3.16. Niğde ilinin genelleştirilmiş stratigrafik (ölçeksiz) kesiti.	55
Şekil 3.17. Kurumaya bırakılan toprak numuneleri.	56
Şekil 3.18. Elüat hazırlama düzeneği.	57
Şekil 3.19. Elek analizi	58
Şekil 3.20. pH ve EC analizi.	58
Şekil 3.21. Su muhtevası analizi	59
Şekil 3.22. Organik madde tayini	60
Şekil 3.23. Ultrasonik karıştırıcı	60
Şekil 3.24. Soxhlet ekstrasyonu ve hekzan geri kazanımı.	61
Şekil 3.25. Tarla kapasitesi	62
Şekil 3.26. TOC/TN tespiti	62
Şekil 3.27. İC analizleri	63
Şekil 3.28. ICP-OS analizleri.	63
Şekil 3.29. Yarıvariogram fonksiyonu.	65
Şekil 3.30. a. Küresel, b. Dairesel, c. Üssel, ç. Gauss, d. Doğrusal yarıvariogram fonksiyonları.	66
Şekil 4.1. Çalışma Alanının pH dağılımı.	71
Şekil 4.2. Çalışma Alanın EC dağılımı (dS/m).	75
Şekil 4.3. Çalışma Alanının OM dağılımı.	78
Şekil 4.4. Çalışma alanının su muhtevası dağılımı.	81
Şekil 4.5. Çalışma alanının TPH dağılımı mg/kg.	84
Şekil 4.6. Çalışma alanının yağ-gres dağılımı.	87
Şekil 4.7. TC mekânsal dağılımları.	89
Şekil 4.8. TOC dağılımı.	90
Şekil 4.9. İC dağılımı.	91
Şekil 4.10. Çalışma Alanının TN dağılımı.	96
Şekil 4.11. Çalışma alanının nitrat dağılımı.	98
Şekil 4.12. Çalışma alanının sülfat dağılımı	102
Şekil 4.13. Çalışma alanının klorür dağılımı	105
Şekil 4.14. Çalışma alanının florür dağılımı	108
Şekil 4.15. Cu dağılımı	110
Şekil 4.16. Çalışma alanının Fe dağılımı mg/kg.	114

Şekil 4.17. Çalışma alanının Mn dağılımı.	117
Şekil 4.18. Çalışma alanının Ca dağılımı.....	119
Şekil 4.19. Çalışma alanının Mg dağılımı.....	121
Şekil 4.20. Çalışma alanının K dağılımı	124
Şekil 4.21. Çalışma alanının Na dağılımı	127
Şekil 4.22. Çalışma alanının As dağılımı.....	131
Şekil 4.23. Çalışma alanının Ni dağılımı.	133
Şekil 4.24. Çalışma alanının Pb dağılımı.....	136
Şekil 4.25. Çalışma alanının Sb dağılımı.....	138
Şekil 4.26. Çalışma alanının Hg dağılımı.....	141
Şekil 4.27. Çalışma alanının TK dağılımı.....	143
Şekil 4.28. Çalışma alanının silt dağılımı	146
Şekil 4.29. Çalışma alanının kum dağılımı.....	148
Şekil 4.30. Çalışma alanının çakıl dağılımı	150



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Türkiye’de toprak kalitesi ve kirliliği ile ilgili kanun ve yönetmelikler	24
Çizelge 3.1. Konya Kapalı Havzasında yer alan iller ve havza içindeki alanları.	39
Çizelge 3.2. 2019 ve 2020 yılı Niğde ili ve ilçelerinin demografik verileri.	43
Çizelge 3.3. Toprak numunelerin toplandığı günlerde Niğde İlinin hava kalitesi parametrelerinin minimum, maksimum ve ortalama değerleri.	44
Çizelge 3.4. Niğde ilindeki göl, gölet, yeraltı su potansiyeli.	44
Çizelge 3.5. Niğde ili belediye atığı miktarı ve toplanma, taşınma ve bertaraf yöntemleri.	45
Çizelge 3.6. Numune planından bağımsız noktalardan alınan örnekler.	54
Çizelge 4.1. Tanımlayıcı istatistiksel sonuçlar.	69
Çizelge 4.2. Toprak örtüsüne göre pH değişim aralıkları.	72
Çizelge 4.3. Toprak pH değerlerine göre reaksiyon sınıflandırılması.	73
Çizelge 4.4. Toprak örtüsüne göre EC değişim aralıkları.	76
Çizelge 4.5. Bitkilerin toprak tuzluluğuna yanıtları.	77
Çizelge 4.6. Toprak örtüsüne göre OM değişim aralıkları.	79
Çizelge 4.7. Toprak humus sınıfı.	80
Çizelge 4.8. Toprak örtüsüne göre nem değişim aralıkları.	82
Çizelge 4.9. Toprak örtüsüne göre TPH değişim aralıkları.	85
Çizelge 4.10. Toprak örtüsüne göre yağ-gres değişim aralıkları.	88
Çizelge 4.11. Toprak örtüsüne göre TC, TOC ve IC değişim aralıkları.	92
Çizelge 4.12. Toplam azotun toprak örtüsü sınıflarına göre dağılımı.	97
Çizelge 4.13. Toprak örtüsünde göre nitrat değişim aralıkları.	99
Çizelge 4.14. Toprakta bulunan makro ve mikro element reaksiyonları ve eşik değerleri.	100
Çizelge 4.15. Toprak örtüsüne göre sülfat değişim aralıkları.	103
Çizelge 4.16. Toprak örtüsüne göre klorür değişim aralıkları.	106
Çizelge 4.17. Toprak örtüsüne göre florür değişim aralıkları.	109
Çizelge 4.18. Toprak örtüsüne göre Cu içeriği.	111
Çizelge 4.19. Bazı eser elementlerin limit değerleri.	112
Çizelge 4.20. Toprak örtüsüne göre Fe dağılımı.	115
Çizelge 4.21. Toprak örtüsüne göre Mn değişim aralıkları.	118
Çizelge 4.22. Toprak örtüsüne göre Ca değişim aralıkları.	120
Çizelge 4.23. Toprak örtüsüne göre Mg değişim aralıkları.	122
Çizelge 4.24. Toprak örtüsüne göre K değişim aralıkları.	125
Çizelge 4.25. Toprak örtüsüne göre Na değişim aralıkları.	128
Çizelge 4.26. Toprak değişebilir sodyum değerlerine göre reaksiyon sınıflandırılması.	128
Çizelge 4.27. Toprak sınıfları, tuzluluk ve sodiklik özelliği.	129
Çizelge 4.28. Toprak örtüsüne göre As değişim aralıkları.	132
Çizelge 4.29. Toprak örtüsüne göre Ni değişim aralıkları.	134
Çizelge 4.30. Toprak örtüsüne göre Pb değişim aralıkları.	137
Çizelge 4.31. Toprak örtüsüne göre Sb değişim aralıkları.	139
Çizelge 4.32. Toprak örtüsüne göre Hg değişim aralıkları.	142
Çizelge 4.33. Toprak örtüsüne göre TK değişim aralıkları.	144
Çizelge 4.34. Toprak örtüsüne göre toprak silt değişimi.	147
Çizelge 4.35. Toprak örtüsüne göre kum değişim aralıkları.	149
Çizelge 4.36. Toprak örtüsüne göre çakıl değişim aralıkları.	151
Çizelge 4.37. Tane boyutu ve çapları.	152

SİMGELER VE KISALTMALAR

AR1-12	Altunhisar ilçesi numune noktaları
ASE	Ortalama Standart Hata
ASE	Ortalama Standart Hata
BTEX	Benzen, Toluen, Etilbenzen, Ksilen
C+C _o	Yapısal Varyans (Sill)
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
CK1-9	Çiftlik ilçesi numune noktaları
cmol/kg	santimol /kilogram
C _o	Kontrolsüz Etki Varyansı (Nugget)
dS/m	DesiSiemens/metre
EC	Elektriksel İletkenlik
EPA	Çevre Koruma Ajansı
F1-7	Çalışma alanında farklı noktalardan alınan numuneler
ha	Hektar
İC	İnorganik Karbon
İZAYDAŞ	İzmit Atık ve Artıkları Arıtma Yakma ve Değerlendirme A.Ş.
Kg	kilogram
km	Kilometre
m	Metre
ME	Ortalama Hata
ME	Ortalama Hata
Meq	Milieşdeğer İyon / 100 gram Toprak
Mg	miligram
mmho/cm	microhos / santimetre
MZ1-42	Merkez ilçesi numune noktaları
OM	Organik Madde
PCB	Poliklorlu Bifeniller
r ²	Belirleme Katsayısı
RMSE	Ortalama Hatanın Karekökü
RMSE	Ortalama Hatanın Karekökü
rpm	Dakikadaki Devir Sayısı
TC	Toplam Karbon
TK	Tarla Kapasitesi
TK	Tarla Kapasitesi
TN	Toplam Azot
TOC	Toplam organik karbon
TPH	Toplam Petrol Hidrokarbonları
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
US1-8	Ulukışla ilçesi numune noktaları
λ	Box-Cox dönüşüm eksponenti
µS/cm	mikroSiemens/santimetre

1. GİRİŞ

Toprak yenilenemeyen oldukça uzun periyotlar sonucu oluşan bir malzemedir. Su ve hava kendini yenileyebilir fakat toprak oluşumu için uzun zaman geçmesi gerekir bu husus da toprağı çok önemli bir ekonomik ve ekolojik etmen haline getirmektedir. Niğde ilinin toprak özelliklerinin fiziksel/kimyasal özelliklerine bakılarak kirlilik haritalandırma yaptığımız bu çalışmada, Niğde ilinin Konya kapalı havzası sınır içinde kalan tüm ilçelerinden belirlenen numune alma noktalarından alınan toprak numuneleri analiz edilmiştir. Toprak kalitesindeki değişimlerin doğal ve tarım ekosisteminin verimliliğine etkisini incelenmiştir. Bu çalışma, toprak kirliliğinde örnekleme ve analiz standartlarının Avrupa Birliği kriterlerine uygunluklarının saptanması ile ileriye yönelik olarak uyumun sağlanabilmesi açısından yeni bir toprak koruma politikası oluşturma çalışmalarının başlatılmasına katkıda bulunacaktır.

Niğde ili bölgesinde çevresel açıdan riskli bölgelerin toprak kirliliği modellemesinin yapılması doğrultusunda toprak kirleticilerinin dağılımlarını jeostatistiksel yöntemlerin geliştirilerek modellenmesi amaçlanmaktadır. Bu çalışmada kullanılan yöntem Niğde ilinin belirli bir bölgesinde bulunan toprak numunelerinden Kriging (Krigleme) modelleme tekniği ile topraklardaki kirletici konsantrasyonlarının istatistiksel tahminlerinin yapılmasıdır. Bu modelleme tekniği, toprak numunelerinden elde edilen değerlerin mekânsal ağırlıklarından yararlanarak bilinmeyen noktalara ait ölçümlerin tahmini değerlerini hesaplamak için kullanılan bir interpolasyon yöntemidir. Aynı zamanda araştırma alanının jeomorfolojik yapısına göre farklı düzeylerde ölçümlenecek toprak kimyasal ve fiziksel özelliklerinin mekânsal olarak incelenebileceğini de göstermektedir. Saha ölçümlerine gerek duyulmadan olasılık ve korelasyon analizleriyle tatmin edici tahmini verilerin üretilmesidir. Bu gaye ile herhangi bir kontaminasyonun noktasal olup olmadığı ve hatta noktasal ise kaynak tespiti yapılabilmesine olanak sağlamaktadır.

Jeoistatistiksel yöntemlerin uygulandığı alansal çalışmalarda doğruluk oranı, örnekleme sayısı ile doğrudan ilgili olup, toprak haritalarının oluşturulmasında, noktasal toprak derinliği, arazi eğimi vb. fiziksel özellikler de dikkate alınmaktadır. Böylelikle bu bölgede oluşturulacak kirlilik haritaları ile çevresel açıdan toleranslı veya kirlilik riskine açık bölgeler görülerek korumacı ve planlayıcı korumalar geliştirilebilir.

1.1 Çalışmanın Amacı ve Önemi

Disiplinler arası farklı tanımları bulunan toprak; yeryüzünün en üst katmanı olup, ekosistemin en temel habitat öğelerinden biridir. Çalışmaya konu olan toprak kirliliği toprağın dinamik yapısının kullanım alanının fazla olması sebebi ile kirlenmeye açık bir unsurdur. Toprağın ekonomik önemi içerdiği kirletici çeşitlerine göre doğru orantılı olarak azalmaktadır.

Ülkemizde toprak kirliliğinin tespiti ve giderilmesi için Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik yürürlüktedir. Bu yönetmeliğin amacı toprak kirliliğinin önlemesi ve temizlemesidir. Yönetmeliğin en önemli aşamalarından bazıları envanter bilgisi oluşturmak (Kirlenmiş Sahalar Bilgi Sistemi) ve bu verilere dijital olarak erişilebilmektedir. Yönetmeliğin uygulama aşamalarında bulunan yönetim sisteminde iki aşamalı değerlendirme adımları bulunmaktadır (RG: 27605, 2010).

Niğde’de TR-71 Çevre ve Altyapı Analiz raporuna göre (2013) toprak kirliliği kontrolsüz gübre kullanımını nedeni ile artış göstermektedir. Ayrıca 2019 yılı Niğde İli Çevre Durum Raporuna göre Niğde’de özellikle tarım arazilerinde gübreleme sonucu bozulduğu ve ilgili paydaşların konu üzerine herhangi bir çalışma yapmadığı belirtilmiştir. Niğde ilinde toprak kirliliği açısından yapılan çalışmaların özetle doğaya yeniden kazandırma çalışmaları olup bu çalışmalar da planlama aşamasındadır. Niğde’de toprak kirliliğinde öncelik aşırı gübre kullanımı sonucu toprağın kalitesinin ve ekonomik değerinin azalmasıdır. Önleme çalışmalarında ise öncelik sırası sanayi/maden atıklarının mevzuata uygun olarak uzaklaştırılması ve arazinin yeniden kullanım çalışmalarıdır (URL-1; URL-2).

Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) kullanımlarının gün geçtikçe ve birden çok bilim dalıyla beraber kullanılması yaygınlaşmaktadır. Çevre Mühendisliği anabilim dalında da kullanımı oldukça yaygın olan CBS’ye ait modelleme teknikleri ile Çevre Mühendisliği laboratuvar teknikleri ile elde edilen kirlilik verilerinin sayısallaştırılmasında hızlı ve güvenilirliği test edilebilir metotların kullanılabildiği görülmektedir.

Coğrafi veriler hızlı bir ekonomik büyüme, doğal kaynaklara hakimiyet ve çevrenin korunması açısından büyük öneme sahiptir. Modern teknolojinin yardımıyla günümüzde coğrafi verilere erişim ve bu verilerin dağılımı ve kullanımının yansırı harita çalışmalarında da gelişmiş teknikler kullanılmaktadır. CBS ile yapılan çalışmalarda veriler sayısal ortamda tutulduğu için veriye ulaşmak daha rahat ve hızlı olabilmektedir. CBS teknolojisi ile Niğde iline ilişkin mekânsal analizler yapılmıştır.

Bu tezin ana amacı; Niğde ilinin çevresel açıdan riskli bölgelerde toprak kirliliğinin tespiti ve toprak kalite verilerinin arazi kullanımına göre değişiminin araştırılmasıdır. Tezde kullanılan modelleme teknikleri ile Kirlenmiş Sahalar Bilgi Sistemi ile Kirlenmiş Sahalar Yönetim Sistemini destekleyici, toprak kirlilik tespitini ve örnek alınmayan noktalardaki durumun tahminini standardize eden metodolojiyi bilimsel olarak ispatlanmış temellere göre hesaplanmıştır. Çalışmanın sonucu ile oluşturulan toprak özelliklerinin mekânsal dağılım haritaları sayesinde, arazideki kirliliğin oluşum sebeplerini, toprağın arazi kullanımı için uygunluğu, arazinin çevresel risk durumu, arazinin toprak kalitesinin korunması için ne gibi önlemlere ihtiyaç duyulduğunun belirlenebilmesi için kullanılacaktır. Toprak kirliliği durum analizi ile arazi kullanımı ve gelecekteki arazi projeleri için ilgili paydaşlara arazi hakkında önemli bir ön değerlendirme aracı olacaktır. Kirlilik analizleri ve arazinin kullanım verileri ile oluşturulacak CBS tabanlı mekânsal modellemeler önemli bir temel literatür kaynağı olması beklenmektedir.

Bu çalışmadaki hedefler; Niğde ilinde arazi kullanımına göre toprak kirliliğinin tespiti için bölgenin coğrafi özellikleri ve arazi kullanım çeşitlerine göre optimum analiz teknikleri belirlenmesi, toprağın kalitesi ve çevresel risk durumu, kirlilik gösterge parametrelerinin analizi sonucu belirlenmesi, Niğde ilinin Konya Kapalı Havzasına ait kısmının arazi çeşitlerine göre toprak kirliliği veri tabanı oluşturulması, numunelerin kirlilik gösterge parametrelerinin analiz sonuçlarına göre arazinin ekonomik değerini düşüren noktasal kaynaklı kirlletici kaynaklarının tespit edilmesi, Niğde ilinde arazi kullanım çeşidinin toprak kalitesine olan etkisinin belirlenmesi, toprak özellik parametrelerinin mekânsal dağılımları ile hangi parametre değerlerinin hangi arazi kullanımında mekânsal küme oluşturduğunun belirlenmesi, arazinin ekonomik değerini korumak için uygulanması gerekli politika önerilerinin belirlenmesi şeklinde sıralanabilir. Niğde ilinde günümüze kadar yapılan çevresel çalışmalarda il veya havza

kapsamında bir çalışma yapılmamış olması bu çalışmanın bilimsel açıdan özgünlüğünü ortaya koymaktadır.



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1 Toprak Oluşumu ve Toprağın Özellikleri

2.1.1 Toprak oluşumu

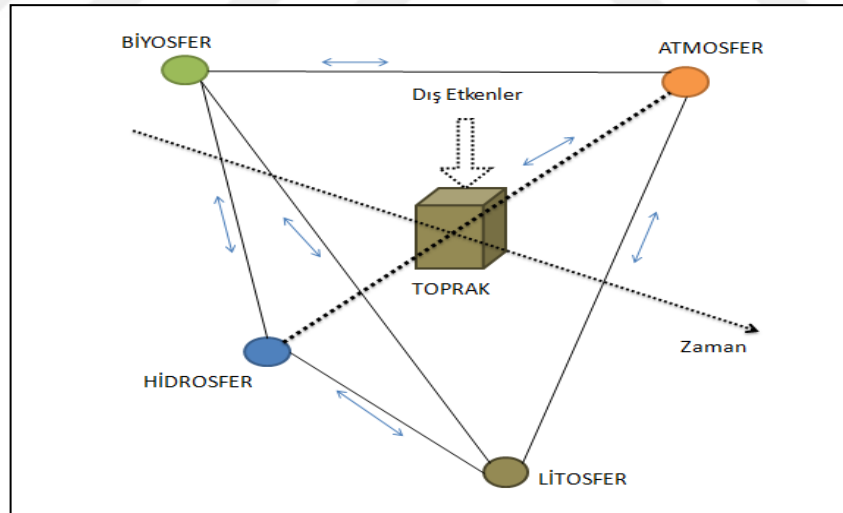
“Toprak” tanımı uzmanlık alanlarına göre farklılık göstermektedir. Yeryüzünün en önemli doğal kaynağı hatta bazı kaynaklara göre yaşamın kaynağı olarak ifade edilen toprağın, disiplinler arası ortak paydada buluşan bir tanımı bulunmamaktadır (Taşcıoğlu ve Aydın, 2017). Ziraat alanında kullanılan geleneksel tanımıyla toprak; karasal bitkilerin yetiştiği doğal ortam olarak ifade edilmektedir (Eash vd., 2015). Çevre mühendisliğinde toprak; organik ve inorganik maddelerin belirli oranlarda bir arada bulundurmasının yanı sıra mikroorganizma ve köklü bitkiler için bir yaşam alanı olan yerkürenin dış katmanını kapsayan canlı bir ortam olarak tanımlanmaktadır (Karpuzcu, 2004). Atmosfer, litosfer, biyosfer, hidrosfer katmanlarının çakıştığı katmana pedosfer yani toprak denir. En genel anlamıyla toprak maddenin üç fazının da bulunduğu, organik ve inorganik maddelerin fiziksel, kimyasal, biyolojik değişimleri sonucu oluşan dinamik bir habitat ve yeryüzü katmanıdır (Kılıç ve Aydın, 2010). Ekolojik bir faktör olarak toprak ise doğal yollardan sonucu oluşan ve biyolojik, kimyasal ve fiziksel reaksiyonların bünyesinde meydana geldiği litosferin üst tabakası olarak tanımlanır (Kocataş, 2006).

Toprak oluşumu yerkürenin en üst katmanını fiziksel veya kimyasal aşınımı sonucu oluşur. Bu aşınımında 5 adet değişkenin etkisi görülmektedir. Toprak oluşumunun gerçekleştiği materyale toprak ana materyali (a) denir. Toprak oluşumu sabit konumlarda gerçekleşir ve bu konumun uzun zaman periyotlarındaki iklim(i) özellikleri toprak oluşumuyla doğrudan ilişkilidir. Toprağın oluştuğu topografya (t) ve bu topografya da bulunan organizmaların (o) toprak oluşumuna etkisi olan diğer değişkenlerdir. Zaman (z) faktörü toprak oluşumunda her zaman aktif rol üstlenmektedir. Toprak oluşumunun uzun süreler sonucu gerçekleşmesi ve süreklilik özelliği toprağın statik bir sistem değil de dinamik bir sistem olduğunu gösterir. Yukarıdaki değişkenler doğrultusunda toprak oluşumunda bulunan faktörlerin toprak oluşum fonksiyonu (f) denklem 1.1.’de verilmiştir (Buol vd., 2011).

$$\text{Toprak (T)} = f(a,i,t,o,z) \quad (1.1)$$

Yukardaki denklemde bütün katmanların kesişim kümesi olan toprağa, biyosferin, atmosferin, hidrosferin, litosferin zaman ve dış etmenlerle beraber etkileri görülmektedir. Biyosferdeki insan etkileri, organizmaların yoğunluğu ve farklı türlerin bulunması toprak oluşumunda toprağın organik madde içeriğini etkiler. Atmosferin iklim değişkeni ve partikül madde içeriği gibi diğer özellikleri toprak oluşumu ve yapısını etkileyen önemli özelliklerdendir. Litosfer toprağın ana maddesinin karakterizasyonu için önemli olup mineral içeriği, morfolojik özellikleri bu katman tarafından belirlenir. Topraktaki su tabakasının drenajı ve hareketliliği hidrosfer katmanının etkisiyle oluşur. Dış etmenler güneş enerjisi ve toprağın içerisinde meydana gelen biyokimyasal reaksiyonlardır. Katmanlar sürekli birbirlerine bağımlı olup tek bağımsız değişken zamandır (Paz ve Rodriguez, 2008).

Şekil 2.1.'de toprak oluşuma etkin bütün Dünya katmanları görülmektedir. Katmanların kesişim kümesi olan toprağa, biyosferin, atmosferin, hidrosferin, litosferin zaman ve dış etmenlerle beraber etkileri görülmektedir. Biyosferdeki insan etkileri, organizmaların yoğunluğu ve farklı türlerin bulunması toprak oluşumunda toprağın organik madde içeriğini etkiler.



Şekil 2.1. Dünya katmanlarının toprak oluşumuna etkileri

Toprağı oluşturacak olan ve toprağın fiziksel, kimyasal ve mineralojik özelliklerinin temelini oluşturan inorganik madde ağırlıklı temel maddeye ana materyal denir. Toprak ana materyallerinin özelliklerinin çoğunu aldığı ana materyalin mineral içeriği ve mineral türleri biyolojik hayat için önemlidir. Ana kayanın tanecik boyutları aşınma hızıyla doğru orantılıdır. Tanecik boyutu ince olan kayalar daha yavaş aşındığından

toprak ana materyali daha geç oluşmaktadır. Aşınmış kil miktarı su akışını etkilemektedir. Alkali metallerin serbestliği sonraki toprak oluşum aşamaları için önemlidir. Ana kayanın geçirgenliği toprak oluşumu için önemli bir başka özelliktir (Lavelle ve Spain, 2002). Toprak ana maddesi sadece inorganik maddelerden oluşmamaktadır. Toprak oluşurken organik artıklar da toprak ana maddesini oluşturabilirler. Toprak oluşumu sadece ayrışma ile oluşmaz. Aynı zamanda atmosferik ve hidrosferik etmenler ayrışan ürünlerin taşınıp başka bir yerde birikimi ile taşınan yerde toprak oluşumuna neden olabilirler. Organik ana materyal ise herhangi bir su kütlesi altına kalmış, bitki ve/veya hayvan artıklarının çürümesiyle oluşurlar. 3 farklı organik ana materyal vardır. Ötrofik, genellikle bataklık sularında oluşan ana maddedir. Oligotrofik, genellikle yosunlardan oluşan az bitki besin maddesi içeren toprak ana materyalidir. Mesotrofik, saz veya otların ölmesi sonucu oluşan ana materyal türüdür (Kılıç ve Aydın, 2010).

Toprak oluşumunun en baskın faktörü iklimdir. İklim özellikleri toprağın oluşacağı yerdeki yerel ayrışmaları belirler. Yağış ile toprak suyu ve topraktaki su hareketlerini belirleyeceği gibi ayrışan mineraller için gerekli su ihtiyacını belirler. Taşıma ile oluşan topraklarda iklimin önemli etkileri vardır (Lavelle ve Spain, 2002). Sıcaklık toprak oluşumunda bir diğer önemli iklimsel faktördür. Isınma ve soğuma sonucu gerçekleşen birçok enerji transferi genellikle toprağın üst katmanında meydana gelmektedir. Hava sıcaklığı potansiyel buharlaşma doğrudan etkili olduğu için toprak altında su hareketliliğini ve derinliğini belirleyen temel faktördür (Buol vd., 2011).

Toprak oluşumu fonksiyonunda yer alan bir diğer önemli özellik ise topografyadır. Yer yüzü şekli toprak oluşumunda yükseklik ve eğim etmenleri başta olmak üzere bakı, dışbükeylik ve içbükeylik gibi özellikler toprak oluşumunda etkin oldukları bilinmektedir (Buol vd., 2011). Topografya hidrolik rejime etkisi olduğu kadar erozyon sonucu kolüviyal parçaların birikmesi ile de toprak oluşum fonksiyonunda yerini almaktadır. Toprak yüzeyi ve toprak yüzey altında meydana gelen yan ve yokuş aşağı hareketlerin sebebi topografyadır (Lavelle ve Spain, 2002).

Flora ve fauna toprak oluşum süreçlerinde oldukça önemli rol oynamaktadır. Toprakta organizmaların karbon ve azotu tutmalarının yanı sıra biyokimyasal tepkimeler sonucu kayalık parçalanmalarına neden olmaktadır. Organizmalar tarafından üretilen organik

maddeler su tutma kapasitesi ve erozyona karşı direnç gibi toprak oluşum için önemli görevleri bulunmaktadır (Taşcıoğlu ve Aydın, 2017).

Topraklar zamana göre oluşumları uzun döngü ve kısa döngü olarak ikiye ayrılır. Kısa dönemde oluşan toprakların oluşum süreci 1000-10000 yıl kadar sürer ve organik ana madde açısından içerikleri fazla olup kolay ayrışan ana materyal içerirler. Uzun dönemde oluşan toprakların oluşum süreci ise 100000-1000000 yıl kadar sürer ve çok hızlı şekilde ayrışan topraklarda, nemli iklimlerde görülür (Lavelle ve Spain, 2002).

2.1.2 Toprak bileşimi

Toprak heterojen ve katı-sıvı-gaz fazlarından oluşan bir bileşiktir. Katı kısım organik ve inorganik maddelerden oluşur. Katı fazda bulunan maddelerin boyutları çok farklı aralıklarda olabilir. İnorganik kısım parçalanmış kayalar ve minerallerden oluşur. Organik maddeler mineral taneciklerine bağlı halde bulunurlar. Katı fazın bileşenleri toprak gözeneklerinin boyutlarını (por çapı) belirler. Toprağın gaz ve sıvı fazı toprak gözeneklerinde bulunduğu için katı madde içeriği toprak suyu ve havasıyla doğrudan ilişkilidir (Hillel, 2003).

Toprak bileşiminin %50'si katı maddelerden oluşmaktadır. Toprak katılarının %45'lik kısmı minerallerden oluşmaktadır. Organik katı madde oranı ise %5 olarak görülmektedir. Optimum bitki büyümesi için ise toprağın %50'sinin %25 oranında hava ve %25 oranında su içermesi gerekmektedir (Hillel, 2003).

2.1.3 Toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri

2.1.3.1 Toprağın fiziksel özellikleri

Toprağın havalanması toprak tekstürüne bağlı olarak değişir. Havalanması iyi olan topraklar sürekli atmosferle temas halinde olduğundan oksijen ve karbondioksitin toprak fazından hava fazına, hava fazından toprak fazına geçişleri daimidir. Bu nedenle atmosferde bulunan gaz oranları ile toprak havasında bulunan gaz oran değerleri birbirine yakındır. Fakat iyi havalanmayan topraklarda durum özellikle karbondioksit değerlerinde oldukça farklılık gösterir. Havalandırması kötü ince parçacık tekstürü topraklarda solunum reaksiyonları nedeniyle oksijen konsantrasyonu düşük, karbondioksit konsantrasyonları ise yüksektir. Topraktaki fazla karbondioksit

konsantrasyonları özellikle bitki gelişimine olumsuz etki yapmaktadır. Toprak havalanmasını etkileyen diğer unsurlar pH, nem, sıcaklık ve derinliktir (Hillel, 2003)

Toprağın fiziksel özelliklerini toprak bünyesi, toprak yapısı, toprak suyu, toprak havası, toprak rengi ve toprak sıcaklığı etmenleri oluşturur. Toprak toprağın inorganik mineral kompozisyonuna toprak bünyesi (tekstürü) denir. Bu inorganik matriste bulunan mineraller kil, silt, kum ve çakıldır. Toprak, her mineralin grubunun oranlarına göre sınıflandırılır. Toprak tekstürü toprakta kil, çakıl veya silt miktarlarının yüzdece oranlarıdır. Toprak tekstürü genellikle toprağın ne amaçla kullanılacağı hakkında iyi bir indikatördür. Örneğin kumlu topraklar yumuşaktır fakat nemli killi topraklar genellikle sert olmaktadır (Adl, 2003).

Toprak yapısı (toprak strüktürü), toprak bünyesindeki bulunan en temel partiküller ile toprağı oluşturan diğer unsurların birleşmesine denir. Toprağı meydana getiren maddelerin bir araya toplanmasını sağlayan maddeler koloidal maddelerdir. Koloidal maddeler topraktaki organik aktiverler sonucu oluşur ve koloidal maddenin birleştirici özelliği ile agregatları yani toprak özelliği taşıyan inorganik ve organik maddelerden oluşan toprak birimlerini oluşturur. Toprağın yapısal dizilimine göre toprakta por denilen boşluklar oluşur. Porlar biyolojik aktivite ve toprak verimliliği için önemlidir. Küçük boyutlu agregatlar arasında çapları küçük olan porları oluşturur ve toplam porozite artar. Toprak agregatlarının farklı dizilişleri ve boyutları farklı boşluklara ve farklı toprak yapılarının oluşmasına sebep olmaktadır. Toprak yapısı toprakta su ve hava geçişlerini yani flora ve faunayı belirleyen en önemli özelliktir (Mirsal, 2008; Plaster, 2013).

Topraktaki biyolojik aktivite porlarda bulunan su miktarıyla yakından ilgilidir. Topraktaki su kaynağı kar erimesi veya yağmur suları gibi yağış etmenlerine bağlı olduğundan temel olarak iklim ve sıcaklık özelliklerine bağlıdır. Toprağın su tutma kapasitesi, başka bir deyişle, topraktaki su potansiyeli yerçekimi etkisi altındaki sular, adsorbe olmuş sular ve toprağın osmotik potansiyeli ile belirlenir. Su yerçekimi ile toprakta süzülerek alt horizonlara doğru devam eder. Toprakta bazı kuvvetler tarafından su porlarda yerçekimi kuvvetine karşı tutulabilir. Su organik maddelere ve minerallere hidroskopik (nem ile ilgili) kuvvetler ile yerçekimine karşı koyabilir. Kimyasal olarak bağlı olan sular genellikle bir ince bir film tabakasıyla toprak parçalarına bağlıdır. Bu bağ oldukça kuvvetli adsorbe olup su sadece yerçekimine

karşı koymaz aynı zamanda hücre veya bitki kökleri tarafından kullanılamaz. Topraktaki doğal su kayıpları; toprak yüzeyinde suyun buharlaşması, yerçekimi kuvvetiyle suyun toprak solüsyonu oluşturarak sızması ve bitkilerin terleme yoluyla toprak suyunu atmosfere vermesi sonucu oluşur (Adl, 2003).

Topraktaki renk farklılıkları toprak içeriği bakımından önemli bilgiler vermektedir. Toprak yapısı ile toprak rengi topraktaki kireç ve organik madde muhtevası ilişkisi hakkında önemli bilgiler verir (Özkan vd., 2007). Organik madde bakımından zengin toprakların rengi koyu kahverengi veya siyaha yakın bir renk alırken organik madde miktarı azaldıkça renk açılmaya başlamaktadır. Sarı veya açık kırmızı toprak rengi ise demir minerallerinin okside olduğunun göstergesidir. Gri renkli topraklar ise toprak demirinin tamamının indirgendiğini ve toprakta oksijen yetersizliğini gösterir (Plaster, 2013).

Toprak sıcaklığı fiziksel, kimyasal ve biyolojik olaylara önemli ölçüde etki eder. Sıcaklık, buharlaşma, havalandırma gibi yüzeysel toprak faaliyetlerindeki en önemli etmendir. Ayrıca, toprak sıcaklığı kimyasal reaksiyonların oran ve çeşidinde de etkilidir. Toprak sıcaklığı, tohum çimlenmesi, kök oluşumu, bitki büyümesi ve biyolojik aktivitede de önemli bir etkidir (Hillel, 2003).

2.1.3.2 Toprağın kimyasal özellikleri

Toprağın kimyasal özellikleri katyon değişim kapasitesi, baz doygunluk oranı, pH ve kireçlenme şeklinde sınıflandırılabilir.

Katyon Değişim Kapasitesi: Bitki büyümesi için önemli bir parametredir. Toprakta bulunan + yüklü iyonlara katyon denir. Bitkiler için çok gerekli olan besin maddeleri genellikle + yüklüdür. Toprakta bulunan katyonlar, - yüklü organik parçalar (humus) ve - yüklü kil parçaları tarafından tutulur. Topraktaki bu tutulma alanlarına katyon değişim kapasitesi denir. Katyon değişim kapasitesi düşük olan topraklarda + yüklü besin maddeleri (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Fe^{+++} , Mn^{++} , Zn^{++} , Cu^{++} gibi) sızma suyuna geçer ve toprak verimliliği düşer (Howell, 1997).

Baz Doygunluk Oranı: Kalsiyum, magnezyum ve potasyum toprakta bazik katyonlar, hidrojen ve alüminyum ise asidik katyonlardır. Baz doygunluk oranının %100 olduğu durumlarda tüm bazik katyonlar toprakta tutulur ve pH 7 veya 7'den büyük olduğu

görülür. Baz doygunluğu %100'den az olduğunda pH düşüktür ve toprağın verimliliği azdır (Howell, 1997).

pH ve Kireçleme: Toprak pH'ı bitki üretimi için önemli bir parametre olup optimum pH aralığı 6,5 ile 7 arasında bitki verimi daha fazladır. Topraklar genellikle asidik karakter gösterirler ve bitki yetiştirmeden önce toprağın kireçlenmesinin sebebi, toprağa Mg ve Ca katyonları vererek pH'ı optimum seviyeye çekmektir (Jhonson, 2009)

2.1.3.3 Toprağın biyolojik özellikleri

Toprakta mikro ve makro boyutlarda canlılar görülebilir. Toprak canlıları genellikle solunum türlerine göre sınıflandırılırlar. Bu sınıflandırma diğer ekosistemlerde olduğu gibi toprakta da aynı şekilde olup; çürütücüler, üreticiler ve tüketiciler şeklindedir. Makro faunalar, omurgasızlardan büyük böcekler ve larvaları, bunlarla beslenen köstebek, porsuk gibi omurgalılarından oluşur. Mesofaunalar ise nematodları eklem bacaklılar, halkalı solucanlar ve yumuşakçalardan oluşur. Toprakta bulunan mikroorganizmalar ise bakteriler, mantarlar, aktinomisetler, algler ve protozoalardan oluşur (Kılıç ve Aydın, 2010; Nardi, 2007)

Toprak canlılarının toprak dinamik sisteminde daima aktif rol oynarlar. Toprakta bulunan bitkiler yağmur sularının süzülmesine ve toprak parçalarının ayrışmalara karşı direncini artırır. Bitki artıkları toprak yüzeyinde ve alt horizonta organik madde artışına neden olup humus oluşumunda görev alırlar ve toprak suyu kayıplarını önlerler. Toprakta bulunan mikroorganizmalar bazı salgıları ile agregat oluşumuna katkı sağlayıp toprak strüktürünün korunmasında önemli rol oynarlar. Topraktaki azot, karbon-oksijen döngüleri gibi biyokimyasal döngülerin devamını sağlarlar. Organik maddenin inorganik maddelere dönüştürerek bitkiler için gerekli nutrientleri sağlarlar. Aynı zamanda gibi makro fauna toprağın havalanmasını ve toprak habitatında besin döngüsünün devamını sağlar (Eash vd., 2015).

2.2 Toprak Kirliliği

2.2.1 Kirletici tipleri

2.2.1.1 Azot formları

Toprakta başlıca inorganik azot formları NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , N_2 ve N_2O_2 'dir. Doğal şartlarda toprak en önemli azot bileşikleri NO_3^- , NO_2^- ve NH_4^+ 'dir. Toprağın üst katmanında bulunan azot formlarının miktarları iklimsel özelliklere göre farklılık gösterebilir. Sıcak iklimlerde bahar aylarında topraktaki azot miktarı 50 ppm'e kadar çıkabilirken bu değer kış aylarında ise 10 ppm'e kadar düşebilir. Toprak yüzeyinde bulunan azot bileşiklerinin %90'ı organik olarak amino asit azotu, amino şeker azotu gibi organik olarak bağlı şekilde bulunmaktadır (Yaron vd., 1996).

Doğada en çok bulunan element olan azot toprakta hem inorganik hem de organik olarak bulunabilir. Toprak kirliliği orjinli azot ve azot türevleri kanserolojen ve toksik etkileri bulunmaktadır. Toprağın transfer özelliğinden dolayı, toprak kirleticisi olan reaktif azot hem atmosferi hem de hidrosferi tehdit etmektedir. Toprak ortamında inorganik ve organik olarak bulunmaktadır. Toprak ekosisteminde organik azot bakteri, mantar veya aktinomisetler tarafından amonyuma kadar indirgenirler. Nitrifikasyon ile amonyumun önce nitrit sonrada nitrata oksitlenmektedir (Pierzynski vd., 2005)

Toprak azotunun kaynakları doğal ve yapay olabilir. Doğal kaynakları arasında en temel olarak atmosferik azot gazı gösterilebilir. Yapay kaynakları ise tarımsal faaliyetler, enerji üretim faaliyetleri ve endüstriyel faaliyetlerdir (Pierzynski vd., 2005). Nitrat toprak ortamına nitrifikasyon, yapay gübre kullanımı veya endüstriyel yan ürün olarak toprak ortamına girer. Amonyak suni gübre ve hayvan atıkları sonucu toprağa girer. Yüzeysel akış ile su ortamına ve denitrifikasyon ile hava ortamlarına ulaşır. Geri kalan azot türevleri olan diazot monoksit, nitrik oksitin kaynağı nitrifikasyon-denitrifikasyon reaksiyonlarıdır. Topraktaki çözünmüş organik azot ayrışma (mineralizasyon) reaksiyonun yan ürünüdür (Collins, 2013).

Organik ve inorganik azot bileşiklerinin toprak ortamında sayısının artması su ve hava ortamlarının kalitesinin düşmesine ve çevresel sorunların artmasına neden olur. Nitratin yer altı sularına transferi insan sağlığını ve yüzey sularını tehdit eder. Yüzey sularında azot bileşikleri ötrofikasyona neden olur. Azot bileşiklerinin yüzey sularına

taşınımı erozyon ile de gerçekleşebilir. Yıldırım fiksasyonu ile atmosferik azot amonyum ve nitrat olarak yeryüzüne düşebilir. Topraktaki azot oksitlerin miktarının artması asit yağmurlarının artması ile doğru orantılıdır (Pierzynski vd., 2005; Taşcıoğlu ve Aydın, 2017).

2.2.1.2 Fosfor formları

Fosfor toprakta organik ve inorganik olarak bulunabilir. Topraktaki fosfor organik ve inorganik kısımlar halinde bulunabilir. Organik P fraksiyonları toprakta organik içeriğe bağlı olarak %5 ile %90 arasında farklılık gösterebilir. Temel inorganik P çeşitleri Ca ortofosfatlar, tutunmuş halde bulunan ortofosfatlar ve absorbe ortofosfarlar şeklinde toprakta bulunabilir (Yaron vd., 1996). Topraktaki fosfor miktarları toprağın pH değerine, mineral kompozisyonuna ve topraktaki su miktarına göre farklılık gösterebilir (Yaron vd., 1996).

Fosforlu gübre kullanımı sonucu sulama suyunda çözünmüş haldeki fosfor toprak ortamına geçer. Çözünebilen ve kararsız haldeki P, toprak ortamında uygulandığı topraktaki P değerleri hızlı bir şekilde artış gösterir. Bu artış absorpsiyon ve çökeltme reaksiyonları ile stabil hale gelir (Yaron vd., 1996). Hayvansal atıklar, evsel veya endüstriyel biyolojik arıtım çamurları veya arıtma çamur kompostları ve endüstriyel yan ürünler çöp döküm ve düzenli depolama alanları ve hatta inşaat faaliyetleri topraktaki inorganik-organik fosfat konsantrasyonunu artırabilir. Fosforun doğal kaynakları ise fosfatlı kayalardır. Toprakta fosfor döngüsü inorganik fosforun topraktan bitkiler tarafından alınıp organik fosfora, bitki ve hayvan artıklarında bulunan fosforunda biyokimyasal ayrışması sonucu tekrar inorganik fosfora dönüşmesinden ibarettir. Fosforun en yaygın çevresel etkisi su ile taşınarak yüzey sularında ötrofikasyona tetikleyici element olmasıdır (Pierzynski vd., 2005).

2.2.1.3 Tuzlar

İnsan aktivitelerinin sonucu olarak topraktaki iyon miktarının artmasının çevresel etkileri görülmektedir. Tuzluluk ve sodiklikle ilgili başlıca problem bitki verimliliğindeki azalmalardır. Topraktaki tuz veya Na konsantrasyonlarının çok yüksek olduğu durumlarda artan ozmotik potansiyelin neden olduğu su stresi geçirimsizlik gibi toprağın fiziksel özelliklerinde değişimlere neden olur. Kirletici

potansiyeline sahip toprak anyonları sülfür, klorür; kirletici potansiyeline sahip toprak katyonları ise magnezyum ve sodyum olarak değerlendirilebilir (Pierzynski vd., 2005; Yaron vd., 1996).

Topraktaki organik-inorganik sülfürün temel kaynağı atmosferdeki SO_x emisyonlarıdır. Fosil yakıt tüketimindeki artış önce havadaki kükürt konsantrasyonunu artırır. Yağışlarla sülfür toprak ortamına geçer. Fosil yakıtlardan enerji üretilmesi sonucu veya özellikle bakır ve kömür madenlerinin drenaj suları ile sülfür toprak ortamına geçiş yapar. SO_4 , toprakta sülfürik aside dönüşerek toprağın pH değerini düşürür ve toprağın zirai açıdan verimliliğini azaltır. pH değerinin değişmesi ile toprakta meydana gelen oksidasyon reaksiyonları oksijenin bağlanmasıyla azalır, redüksiyon reaksiyonları artar. Sülfür türevleri yer altı suyuna ulaşarak temiz su kaynaklarının kalitesini düşürebilir. Sülfürün bitki ve hayvanlara da toksik etkileri vardır (Pierzynski vd., 2005).

Klorür, kontrolsüz toprak ıslahı nedeniyle toprağa eklenmesi sonucu kirletici haline gelebilir. Klorür iyonu toprakta çözünen halde serbest veya pozitif yüklü toprak yüzeyine tutunabilir. Topraktaki klorür dengesi tuzlu su ile sulama ile bozulabilir (Yaron vd., 1996).

Magnezyum, temel olarak toprak kilinin bir bileşeni olarak bulunur. Çözünebilen magnezyum konsantrasyonu havalandırma ve sızma yoluyla topraktaki konsantrasyonu azalma gösterebilir. Magnezyumun topraktaki antropojenik kaynağı tuz konsantrasyonu yüksek sulama suyu kullanılması sonucu olup toprak verimliliğini ve toprağın fiziksel özelliklerine etkisi vardır. Magnezyum bağlanması veya salınımı doğrudan toprağın pH ile ilgilidir (Yaron vd., 1996).

Sodyum iyonu genellikle toprakta NaCl şeklinde bulunmaktadır ve çözünürlüğü oldukça fazla olup sızıntı suları ile toprak derinliklerine inebilir. Sodyumun toprakta birikme oranının sızma oranından fazla olduğu durumlarda topraktaki tarımsal ürünlere toksik etkisi bulunmaktadır (Yaron vd., 1996).

2.2.1.4 Toksik iz elementler

Kavram olarak iz elementler çok geniş bir alana sahiptirler. İster toprak ana materyalinden ister antropojenik kaynaklardan gelen iz elementler toprak biyotasına

akut etki gösterebilirler. İz element kavramı doğada eser miktarda bulunmalarına rağmen topraktaki konsantrasyon artışlarında organizmalara toksik etkisi olan elementlerdir (Yaron vd., 1996). İz elementler özellikle bitki büyümesi için önemlidir. Atomik ağırlığı demirden yüksek olan elementlere ağır metaller denir. Kimyasal terminolojide arsenik ve selenyum çevresel olarak çevre kalitesini çok etkileyen iz elementlerdir ve ağır metal olmamalarına rağmen çoğu kaynakta ağır metal olarak adlandırılırlar. Toprakta yüksek konsantrasyonlarda bulunan iz elementler insan ve hayvan sağlığına ve toprak veriminin azalması sonucu bitki ölümlerine (fitotoksosite) neden olurlar. İz elementlerin insan sağlığına etkileri besin zinciri yoluyla meydana gelir. İz elementlerin besin zincirindeki konumları farklılıklar gösterebilir. Örneğin Cd bitkiler tarafından topraktan yüksek konsantrasyonlarda alınır. Cd muhtevası fazla olan bitki ürün tüketimi kemik kaybına ve lokal ağrılara neden olur. Pb bitkiler tarafından fazla kullanılmaz bu yüzden toprak parçalarının ağız yoluyla yutulması sonucu Pb insan sağlığına etki edebilir. Kurşunun insanlara özellikle çocuklara psikolojik etkileri vardır. Cıva özellikle solunum yoluyla insan vücudunda toksik etkiye neden olur. Arsenik ise halsizlik, kas ağrıları, çocuklarda duyma kaybına ve deri kanserine neden olur. Arsenik genellikle su içiminden insan bünyesine geçse de pestisit kullanımı sonucu toprağa ve sonra da bitkilere geçerek besin zincirine ulaşır. Mo ve Se toksisiteleri temel olarak yerel ve vahşi hayvan sağlığını tehdit eder. Fitotoksositeye neden olan iz elementler ise B, Cu, Ni ve Zn'dir. (Pierzynski vd., 2005).

Ana materyalden ayrışma sonucu toprakta doğal olarak bulunan iz elementler haricinde iz elementlerin kirliliğe neden olan konsantrasyonlarına insan faaliyetleri sonucu ulaşırlar. Fosfat bazlı gübre kullanımı sonucu topraktaki iz element konsantrasyonu hızlı bir artış gösterebilir. Bunun nedeni fosfatlı gübrelerin asıl kaynaklarının fosfor içeren kayalar olması ve bu kayalarda bulunan iz elementlerin fosfor ile taşınmasıdır. Genellikle fosfat gübrelerinde Cd içeriği fazla bulunmaktadır (Pierzynski vd., 2005). Endüstriyel toprak ıslahı için alçı taşı ve sönmüş kireç kullanımı topraktaki iz element konsantrasyonları toksik seviyelere çıkartabilmektedir (Yaron vd., 1996).

2.2.1.5 Organik kimyasallar

Organik kimyasallar genellikle en az bir adet C-H bağı bulunduran kimyasallara denir. Son yıllarda, birçok farklı çeşit yeni organik bileşikler oluşturulmaktadır ve uygun

şekilde bertaraf edilmezlerse birçoğu toksik etki gösterebilmektedir. Sanayi devrimi ile beraber sentetik organik bileşik üretimi ekosisteme etkileyen yeni ve gelişmiş bileşiklerin alıcı ortamlara alınmalarını sağlamıştır. Organik kimyasalların başlıca çeşitleri petrol ürünleri, pestisitler ve endüstri kaynaklı sentetik organik kimyasallardır (Pierzynski vd., 2005).

Petrol ürünleri, çözücü ve endüstriyel sentetik organik maddeler organik toprak kirleticileri sınıfına girerler. BTEX aromatik hidrokarbonları içeren petrol ürünleri benzen, tolüen, etilbenzen, alkenler ve polinükleer aromatik hidrokarbonlardır (PAH). Yeraltı depolarından sızıntı yoluyla birçok petrol ürünü toprak ortamına geçiş yapar. Bu tip sızıntılar sonucunda topraktan yeraltı suyuna; benzin, petrol ürünleri ve çeşitli endüstriyel organik maddelerin sızıntıları gözlenmiştir. 2003 Mart ayında Amerika Birleşik Devletleri'nde tespit edilen 436.494 yeraltı depolarından sızıntı sonucu kirlenmiş sahanın 300.000'i temizlenmiştir. PAH'lar fosil yakıtların tam yakılmaması sonucu oluşmaktadır. Ayrıca PAH'lar yol yapımı ve asfalt kullanımı sonucu toprak ortamına girerler. Klorlanmış alkenler genellikle çözücü olarak kullanılır ve askeri faaliyetler (füze siloları, yeraltı depoları gibi) sonucu toprak ortamına geçerler. Trikloretilen (TCE) ve tetrakloreten (PCE) en bilinen toprak solvent kirleticileridir. Organik kirleticilerin diğer bir sınıfı da poliklorürlübinefillerdir (PCB). PCB, genellikle sıcaklık yalıtımı ve elektrik iletim malzemesi olarak ticari ve endüstriyel faaliyetlerde kullanılmaktadır. Pestisitler zirai mücadele ilaçlarıdır ve hedef organizmalara göre sınıflandırılırlar. Yüksek dozlarda pestisit maruz kalma özellikle çocuklarda büyük sağlık risklerine neden olur. Yapılan araştırmalar göstermiştir ki pestisit ile mide, akciğer, karaciğer, prostat kanserleri arasında bağlantı vardır. Pestisitler merkezi sinir sistemini etkileyerek çeşitli sağlık bozuklukların çıkmasına neden olur. Fakat pestisitlerin kronik etkileri yeterli çalışma olmadığı için bilinmemektedir (Pierzynski vd., 2005; URL-3)

2.2.2 Kirletici kaynakları

2.2.2.6 Tarımsal kaynaklı kirlilik

Gıdaların üretilmesi, tüketilmesi ve depolanmaları aşamalarında gıdalara zarar verebilen her türlü canlıları yok etmek için, aynı zamanda bitkilerin büyümesine ve verimine katkı sağlamak amacıyla da kullanılan, gıdalar yoluyla ve/veya doğrudan insan, hayvan ve bitkilere hastalık etmeni taşıyan zararlıları engellemek için kullanılan

organik veya sentetik kimyasalların tümüne pestisit denir (Koçyiğit ve Sinanoğlu, 2019).

Tarımsal kaynaklı toprak kirliliği suni-doğal gübre ve pestisitlerden meydana gelmektedir. Pestisitler, ürünlere zarar veren her türlü mikroorganizma, böcek vb. ile bitkileri yok eden zirai ilaçlardır. Bu ilaçların bünyesinde endokrin bozucular ve iz element bulundurmasından dolayı toprak ekosistemini tehdit ederler. Pestisitlerin toksik maddeleri biyolojik birikim sayesinde önce bitkilerde, sonra o bitkiyi tüketen canlılarda birikerek kronik sağlık sorunlarına neden olur (Karpuzcu, 2004).

Suni gübrelerde bulunan yüksek orandaki besin maddeleri toprak ve su ekosistemini tehdit etmektedir. Fazla miktarda kullanılan amonyak-N gübreleri toprağın asiditesini nitrifikasyon prosesi sonucu artırmaktadır. Yüksek miktardaki besin maddelerinin topraktan yüzey sularına ulaşmaları sonucunda ise yüzey sularında ötrofikasyona neden olmaktadır (Pierzynski vd., 2005). Kadmiyum, kurşun, cıva suni gübre kalıntısı olarak toprakta görülebilir. Gübrelerin yanlış kullanımı toprak yapısını, toprak pH'ını topraktaki mikroorganizma aktivitelerinin yavaşlamasına ve toksik madde birikimine neden olur. (Dağhan ve Öztürk, 2015). Fosfatlı gübrelerinin üretim aşamasında oluşan ürünler içerisinde yüksek konsantrasyonlarda metal ve ametal çeşitleri bulunmasından dolayı toprak ekosistemi için tehdit unsuru olmaktadır (Taşcıoğlu ve Aydın, 2017).

Tarımda özellikle seracılıkta ve paketlemede kullanılan plastikler de toprak kirliletiçi kaynaklarından biri olarak ele alınabilmektedir. Bu tek kullanımlık malzemeler, doğada ayrışmaları zor olan polietilen veya polikarbonat temelli malzemeler olup, toprağı geri kazanılmayacak şekilde etki ederler (Taşcıoğlu ve Aydın, 2017).

2.2.2.7 Kentleşme kaynaklı kirlilik

Nüfus artması, atıkların miktar ve çeşidinin artmasına ve toprak kullanımının artmasına neden olmaktadır. Kontrolsüz nüfus artışı kontrolsüz toprak kullanımına neden olmakta ve bu da çevre kirliliğı ne yol açmaktadır. Ulaşım kaynaklı toprak kirliliğı kazalar sonucu petrol ve petrol ürünlerinin toprak ortamına geçmesinin yanı sıra yol yapım faaliyetleri ve atmosfere salınan fosil yakıtlı motorlu taşıtlardan çıkan egzoz gazları verimli toprak kullanımının azalmasına neden olur. Nüfus ve kentleşmenin kontrolsüz artması ile atık miktarının ve çeşidinin artması kaçınılmazdır.

Evsel kaynaklı ambalaj atıklarından hastane atıklarına kadar birçok atık çeşidi toprak ekosisteminde bulunabilir. Evsel atıksu arıtma tesislerinden gelen arıtma çamurları da kentsel kaynaklı kirlilik sınıfına girmektedir. Arıtma çamurlarının toprak ıslahı, gübre olarak kullanılması, çöp sahalarına gönderilmesi veya yakılması sonucu toprak ortamına bakır, kadmiyum, kurşun, çinko gibi ağır metaller ve PAH'lar gibi mikro kirlleticiler bırakılarak toprak ekosistemini tehdit etmektedir (Dağhan ve Öztürk, 2015; Mirsal, 2008).

2.2.2.8 Endüstriyel kaynaklı kirlilik

Endüstriyel kaynaklı kirlilik, her türlü endüstriyel faaliyetler sonucu oluşan çeşitli endüstriyel atıklar, termik elektrik santralleri atıkları, petrol kirliliğinden ve madencilik çalışmalarından oluşmaktadır. Endüstriyel atıklarda en çok görülen atık türlerinden biri ağır metallerdir. Bu ağır metaller hem bitkiler tarafından alınarak besin zincirine katılmakta hem de sızıntı suyu ile hidrosfere geçiş yapabilir. Böylelikle insan ve diğer canlıların sağlığını tehdit etmektedir. Ayrıca su kalitesini düşmesine yol açarken, toprakta doygunluk değerlerinden daha fazla bulunan ağır metaller organizmaların enzim aktivitelerini kesintiye uğratma, RNA ve DNA gibi büyük moleküllere bağlanma gibi toksisite etkilerine neden olmaktadır. Ağır metal kirliliği fotosentez adımlarını engellemesi, azot döngüsüne olumsuz etki etmesi, bitkiler için gerekli diğer önemli mineral alımlarını önlemeleri nedeniyle birçok canlı türü için habitat özelliği olan toprağın biyolojik kalitesini olumsuz olarak etkilemektedir (Taşcıoğlu ve Aydın, 2017).

Termik santrallerin bacalarından çıkan emisyonlar atmosferik hareketler sonucu toprak ekosistemine ulaşırlar. Uçucu partiküller, kül, NO_x, CO_x ve tam yanmanın gerçekleşmemesi sonucu oluşan hidrokarbonlar hava kirliliğinden toprak kirliliğine dönüşebilirler. Petrol ürünlerinin rafinesinde, taşınmasında, depolanması ve kullanımı sırasında toprak ortamını tehdit edebilirler. Petrol ürünlerinin kullanımı sonucu toprak ortamına ulaşmalarının yanı sıra sızma, patlama veya kaza sonucu toprak ortamında bulunabilirler. Petrol ilk olarak toprağın porlarını doldurarak su ve hava geçişlerini tıkayarak mikrobiyal aktivitenin yavaşlamasına yol açabilmektedir. Petrol ürünleri PAH içererek toprağın toksisitesini artırır. Madencilikte mineral madenciliği ve cevher işleme tesislerinden katı mineral atıkları oluşturmaktadır (Dağhan ve Öztürk, 2015). Çeşitli işletmelerden toprak ortamına verilen başlıca atıklar, radyoaktif atıklar,

patojenler, kanserolojen maddeler, patlayıcı maddeler, ağır metaller, zehirli organik bileşikler vb. olarak sıralanabilir (Karpuzcu, 2004).

Makine veya otomotiv endüstrisi kaynaklı atık yağlar, toprak kirliliğinde oldukça önemli bir yere sahiptir. Kesme veya ısıtma işlem yağları gibi endüstriyel faaliyetlerde kullanılan makine yağları, taşıt motor yağları ve gresler yapılarında bulundurdıkları petrol sentezleme sonucu oluşan organik atıkların yanı sıra endüstriyel proses kademeleri sonucu bünyelerine geçen cıva, kurşun ve arsenik gibi ağır metaller de barındırırlar (Taşcıoğlu ve Aydın, 2017).

2.3 Toprak Kalite İndeksleri

Toprak kalitesi, çevreye zarar vermeden insanlar ve hayvanlar için gerekli besinleri uzun süreli ve devamlı ürün elde eden kullanışlı ve kabiliyetli toprak olarak tanımlanır. Toprak kalitesindeki düşüşe sebep, doğal veya insani yollardan oluşan fiziksel veya kimyasal etmenler olabilir. Bu etmenler toprak erozyonu, besin maddesi azlığı asidite veya alkalinite gibi etmenler olabilir. Toprak kalitesini belirleyen indikatörler 3 ana grupta toplanır. Bunlar fiziksel, kimyasal ve biyolojik indikatörlerdir (De la Rosa ve Sobral, 2008).

Toprak kalitesinin biyolojik indikatörlerinin temeli toprak solunum oranıdır. Organik maddenin parçalanması sonucu karbondioksit dönüşümünün belirlenmesi ile ölçülebilir. Bu dönüşüm oranı toprağın biyolojik verimliliği ile doğrudan ilişkilidir. Biyolojik aktiviteye etki eden diğer unsurlar; nem, sıcaklık ve organik madde uygunluğudur. Toprak porlarının yüzde 60'ının nem olması durumu biyolojik aktivite için en uygun şarttır. Sıcaklık artışı ile biyolojik aktivite doğru orantılı olup belirli sıcaklıkta maksimuma ulaşır. Pestisitler veya benzer tarım kimyasalları topraktaki mikroorganizmaların ölmesine neden olur. Bu durumda toprak solunum oranının düşmesine neden olmaktadır (Mirsal, 2008).

Toprak kalitesinin fiziksel indikatörleri; toprağın tekstürü, strüktürü, yoğunluğu ve porozitesidir. Bu özellikler topraktaki su ve oksijen hareketini belirler. Toprak kütlesi yoğunluğu, toprağın ağırlığının hacmine oranıdır ayrıca yüksek değerleri yüzey su hareketlerini kısıtlar ve erozyon oranlarını artırır. Kök büyümesine, toprak altındaki hareketi ve toprak havalanması gibi faktörler bitki büyümesine etki eder. Su

infiltrasyonu suyun toprağa girişi olarak tanımlanabilir. Erozyonu ve drenajı azaltan bir faktördür. Temel olarak toprak tekstürüne bağlıdır. Saha su tutma kapasitesi, doyumluk seviyesinde topraktaki toplam su miktarıdır ve önemli bir fiziksel indikatördür (Mirsal, 2008).

Toprak kalitesinin kimyasal indikatörleri toprak koloidal maddeleri olan kil ve organik maddeler, pH ve toprak nitratıdır. Toprak pH'ı temel olarak ana kayacın özelliğidir fakat zamanla yağmur suyundan dolayı azalma eğilimi gösterir. Kireç taşı oluşumları pH ı istenilen seviyede tutulmasını sağlar. pH değerlerindeki ani azalma veya artma toprak toksisitesi hakkında önemli bilgi vermektedir. Nitrat ve amonyum bitkiler tarafından kullanılan nitrojen formlarıdır. Bu sebeple toprak nitratı toprak kalitesi için önemli bir parametredir (Mirsal, 2008)

2.4 Coğrafi Bilgi Sistemi ve Jeostatistik

Coğrafi bilgi sistemi, kullanıcıların büyük veri setlerini düzenleyebildikleri ve bu veri setlerinin mekânsal ilişkilerini, mekânsal eğilimleri ve davranışlarını inceleyebildikleri bilgisayar sistemleridir. “Coğrafi” terimi CBS’nin özellikle mekânsal veri çeşitleri ile ilgili olduğunu vurgulamaktadır. CBS ile kullanıcı mekânsal veri katmanlarını birleştirerek veya manipüle ederek haritalar oluşturabilmektedir (Tian, 2016).

Modelleme; gerçek dünyada bulunan bir konseptin yapısal, mantıksal veya işleyiş özelliklerine göre dizayn edilmesidir. Genellikle saha müdahalesinin zor olduğu durumlarda bir soruna çözüm veya bir soruya cevap olması için tercih edilir. Deneysel analizler ile matematiksel testler birleştirilerek gelecek durumlar ile ilgili tahmin yapılmasını sağlayan veya tehlikeli bir durum varsa ıslah planlarına temel veri kaynağı modeller sayesinde yapılabilmektedir (Mirsal, 2008).

Toprak kirliliği modellemesinde coğrafi bilgi sistemi kullanılmadan ve matematiksel olarak tasarlanan modeller de mevcuttur. Bu tip modeller daha çok çözülmüş halde bulunan kirleticilerin topraktaki taşımını ve diğer fazlara geçişlerini matematiksel olarak formüle ederler. Kirleticinin topraktaki hareketini belirleyen modeller belirleyici modeller ve olasılık modelleri olarak ikiye ayrılabilir. Belirleyici modellerde genellikle gaz fazındaki difüzyonu, su fazındaki difüzyonu ve de

hidrodinamik dağılma çevirimlerini dikkate alır. Olasılığa dayalı modeller ise herhangi bir taşıma mekanizmasını dikkate almayıp toprak yüzeyini belirli bir derinlikte zamanın olasılık fonksiyonu olarak betimlenir. Bu modellere göre çözünen maddenin taşımını toprak özelliklerinin farklılıklarına bağlıdır (Yaron vd., 1996).

Mekânsal interpolasyon, belirli konumlarda bulunan çevresel değişkenlerin yardımı ile değişken değerlerinin bilinmediği konumların tahmin edilmesini sağlayan modelleme tekniğidir. Çevresel veriler genellikle noktasal numuneler yardımıyla toplanırlar. İnterpolasyon bilinen değerlerin modellenmesi ile bilinmeyen ara değerlerin tahmin edilebilmesi esasına dayanır (Brimicombe, 2009). Mekânsal interpolasyon yardımıyla çevresel olaylar yaklaşık olarak hesaplanabilmektedir (Tian, 2016).

Toprak kirliliği modellemesinde kullanılan diğer model çeşitleri ise dijital harita tabanlı ve coğrafi bilgi sistemlerinde kullanılabilen mekânsal modellerdir. Mekânsal modellemelerinin en yaygın kullanılanını jeoistatistiksel interpolasyon modelleridir. Bu tip interpolasyonların genel adı Krigleme (Kriging) olarak literatürde kabul görmektedir. Bu teknik ilk kez 1951 yılında D. G. Krige tarafından maden sektörü için rezerv tahmini için geliştirilmiştir (Krige, 1951).

1960’larda Fransız matematikçi G. Matheron tarafından bu model geliştirildi ve lineer jeoistatistik alanı kurulmuş oldu (Hengl, 2007). Mekânsal modellemede interpolasyon kavramı ise hâlihazırdaki coğrafi veriler ile bilinmeyen verilerin tahmin edilmesi olarak tarif edilebilir. Bu tip modellemelerin altında yatan teori ise mekânsal dağılan nesneler birbirleriyle mekânsal olarak ilişkilidirler. Nesneler birbirlerine yakınlaştıkça benzer özellik sergilerler. Böylece bilinmeyen değerler bilinen değerlerin matematiksel olarak modellenmesiyle tahmin edilir (Kol ve Küpcü, 2008). Mekânsal otokorelasyon, birbirlerine yakın olarak konumlanmış iki olayın benzer değerler taşımını istatistiksel olarak açıklayan bir kavram olup, jeoistatistiksel modellemenin temelini oluşturur. Mekânsal otokorelasyon variogram analizlerinden bağımsız olarak yerel ve global şekillerde istatistiksel parametrik analizler ile de test edilebilir. Global mekânsal otokorelasyon analizleri olayların genel mekânsal bağılıklarını ölçerken, yerel versiyonları ise mekânsal dışsallıklar, kümelenme ve sıcak, soğuk nokta analizlerini içermektedirler (Gök ve Gürbüz, 2021).

Temelleri madencilik alanında atılan jeoistatistik, günümüzde birçok disiplinde kullanılmaktadır. Bu alanlar; yer bilimleri, su kaynakları, çevre bilimleri, ziraat ve/veya toprak bilimleri, matematik ve istatistik, ekoloji, inşaat mühendisliği ve petrol mühendisliğidir (Hengl, 2007). Çevre bilimlerinin ilgi alanı olan toprak, hava ve su ortamlarının değerlendirilmesi ile ilgili çalışmalar mevcuttur (Oliver ve Webster, 2015).

2.5 Dünya'daki ve Türkiye'deki Toprakların Durumu

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO) 2015 yılında yayınladığı Dünya Toprak Kaynakları Durum Raporuna göre toprak kullanımı tehdit eden unsurlar; toprak organik madde kaybı (organik karbon değişimi), topraktaki nütrient dengesizliği, toprak sızdırmazlığı, toprak sıkıştırma, toprak kontaminasyonu, toprak asidifikasyonu, toprak erozyonu, toprak tuzluluğu, toprağın biyolojik çeşitliliğinin azalması ve su basması olarak belirtilmiştir. FAO, Kuzey Amerika, Latin Amerika ve Karayipler, Avrupa ve Avrasya, Asya, Afrika ve Sahra'nın Güneyi, Güneybatı Pasifik Kuzey Afrika ve Orta Doğu bölgelerinden raporları birleştirerek ana raporunda sunmuştur. Rapora göre, Afrika ve Sahra'nın Güneyi, Asya, Latin Amerika ve Karayipler ve de Kuzey Afrika ve Orta Doğuda tespit edilen önemli toprak sorunlarının başında toprak erozyonu gelmektedir. Ayrıca bu bölgelerde doğal bitki örtüsün tahribatı ile toprak organik karbonunda bozulmalar saptanmıştır. Avrupa ve Avrasya'da ise toprak problemlerinin başında toprak tuzluluğu ve toprağın sızdırmazlığı gelmektedir. Toprak kontaminasyonun en fazla görüldüğü bölgeler ise Orta Doğu ve Kuzey Afrika olarak tespit edilmiştir. Kuzey Amerika'daki en önemli toprak problemi ise nütrient dengesizliğidir. Raporda, Avrupa ve Avrasya'daki toprak kirliliği yüksek olsa da alınan önlemler bu indeksin azalma eğiliminde olduğu belirtilmiştir (URL-4).

Avrupa'daki toprak kirliliğinin ana kaynakları ise endüstriyel ve ticari faaliyetler ile evsel ve endüstriyel atıksu arıtımı sonucu oluşan arıtma çamurları, petrol çıkarma ve üretim tesisleridir. Avrupa'daki toprak kirliliğinin ana kaynakları, endüstriyel ve ticari operasyonlar, belediye ve endüstriyel atık arıtma, petrol çıkarma ve üretimi ve depolanması sırasında oluşan noktasal kaynaklı kirliliklerdir. Bununla birlikte, ağır metaller ve madeni yağ, Avrupa'daki ana toprak kirleticileridir. Diğer kirleticiler arasında PAH, BTEX, fenoller ve klorlu hidrokarbonlar bulunur (Gök, 2012).

Türkiye, 77 milyon ha yüzölçümüne sahiptir. Ekilebilir alanların yüz ölçümü ise 1938’de 13 milyon ha iken 1960-2005 arasında yaklaşık 23,5 milyon ha yükselmiştir. Türkiye’de toprak kalitesinde temel belirleyici itici kuvvetler arazi kullanımı ve özellikle tarımsal girdilerdir. Türkiye’nin tarım politikası üretimi ve verimi artırmak yönünde belirlenmiştir ve bunun sonucu olarak sulama, drenaj, pestisit kullanımı, gübre kullanımı ve makineleşme gibi tarımsal girdilerin desteklenmesi ile ekilebilir alanların 1960-2005 periyodunda artışı görülmektedir (Kük ve Burgess, 2010).

Türkiye’de toprak kirliliğinin temel kaynağı olarak hatalı arazi kullanımı politikaları, hızlı demografik büyüme ile artan kentleşme ve sanayileşmeye sonucu verimli tarım topraklarının azalması şeklinde özetlenebilir. Tarıma elverişli arazilerin tarım dışı kullanımları geri dönüşü olmayan toprak kayıplarına neden olduğu birçok ilde görülmektedir. Türkiye’de toprak kirlenmesinin sebepleri hatalı arazi kullanımı dışında; erozyon, ana materyalin neden olduğu kirlilik, tarımsal aktiviteler ve endüstriyel aktiviteler olarak sıralanabilir (Dağhan ve Öztürk, 2015).

Türkiye’deki toprakların kimyasal problemlerinin başında toprak tuzluluğu ve toprak sodisitesidir. Biyolojik durum ele alındığında ise Türkiye’deki toprakların %19’u organik madde içeriği bakımından %1’in altındadır. Bor kontaminasyonu ise genellikle Türkiye’nin kuzeybatısında bulunan Balıkesir, Kespüt ve Karacabey ovalarında atıksu ile sulama yapılan tarım topraklarında tespit edilmiştir (Kük ve Burgess, 2010).

Türkiye’de kirlenmiş sahaların durumları Türkiye’de kirlenmiş saha sayılarının 1000-1500 aralığında olması beklenmekte olup bu sahaların en az %5’inin saha iyileştirme çalışmalarına ihtiyaç duymaktadır. 1970 ve 1988 yılları arasında İncirlik Adana’da askeri yeniden kullanım sahasında depolama bidonlarından sızan yağlar sonucunda poliklorlu bifeniller (PCB) nedeniyle toprak kirliliği meydana gelmiştir. Tahmini kirlilik hacmi 1.600 m³ olarak tespit edilmiştir. Ekim 1991’de 0,5 m derinliğinde kazı yapılarak hafriyat toprağı alınmıştır. Sahada yapılan toprak tekstür çalışmalarında sahanın kil içeriğinin %65 olduğunu ve bu nedenle kontaminasyonun yeraltı suyuna geçiş ihtimalinin düşük olduğu belirlenerek, PCB konsantrasyonlarını düşürmek için yakma ve yerinde katılaştırma ve stabilizasyon gibi iyileştirme çalışmaları gerçekleştirilmiştir (Dağhan ve Öztürk, 2015; Gök, 2012).

Kamuoyunda en çok bilinen olaylardan biri olan Tuzla Orhanlı'daki toprak kirliliği olayı, Mart 2006'da İstanbul yakınlarındaki Tuzla Orhanlı ilçesinde 640 zehirli varilin bulunmasına dayanmaktadır. Sahadan alınan numuneler Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından analiz edildi. İki veya üç farklı kimya şirketi tarafından yasa dışı olarak gömülen varillerin açık olmaları nedeniyle varillerde bulunan tehlikeli fenollü bileşikler alanda kontaminasyona neden olmuştur. Özel konteynırlarla tamamen kontamine olmuş toprak ve variller İzmit Atık ve Artıkları Arıtma Yakma ve Değerlendirme A.Ş. (İZAYDAŞ)'ye taşınmış ve aynı kuruluş tarafından saha ıslah çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Aynı tarihlerde benzer bir olay ise Çayırova Gebze'de asbest ile dolu 5 varilin Çayırova Gebze yakınlarındaki bir köyde bulunmasıdır. Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma Daire başkanlığı ve İZAYDAŞ tarafından bölgede saha ıslah çalışmaları gerçekleştirilmiştir. (Gök, 2012).

Toprak kalitesinin ve toprak kirliliğinin kontrolü bağlamında Türkiye'de konu ile ilgili kanun ve yönetmelikler Çizelge 2.1'de verilmiştir. Çizelge 2.1'e göre çevresel etiklik kavramı Anayasa'ya 1982 Anayasası ile kanunlaştırılmıştır. 1983 yılında yürürlüğe giren Çevre Kanunu ile ülke genelinde bir çevre politikası kurulmuş ve 26.04.2006 tarih ve 5491 sayılı değişiklik ile sürdürülebilirlik ilkesi tanımlanmıştır. Toprak koruma ve arazi kullanımı kanunu ve tarım kanunları ile tarım sektörünün toprak kullanımı sırasında sürdürülebilirlik ilkelerine uygun toprak kullanımı ve gerekli önemlerin alınması kanunlaştırılmıştır (Kük ve Burgess, 2010; Taşcıoğlu ve Aydın, 2017).

Çizelge 2.1. Türkiye'de toprak kalitesi ve kirliliği ile ilgili kanun ve yönetmelikler

Kanun ve Yönetmelik	Önemli Gelişmeler
1982 Anayasası	Madde 44: Devlet, erozyon nedeniyle toprak kaybını önlemek için toprağın verimli işleyişini sürdürmek ve geliştirmek için önlemler alır. Madde 45: Tarım arazilerinin, mera ve çayırların bozulmasını ve başka amaçlarla kullanılmasını önlemek Devletin görevidir. Madde 56: Herkesin sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkı vardır. Madde 166: Doğal kaynakların verimli şekilde kullanılmasını planlamak Devletin görevidir.
T.C. Resmî Gazete, çevre kanunu (2872), 09.08.1983, 5909. (26.04.2006 tarih ve 5491 sayılı kanun ile değişiklik)	Türkiye'nin çevre politikasının temelidir. Kanun amacı ise bütün canlıların varlığı olan çevrenin korunması olup, sürdürülebilir kalkınma ilkesi ortaya konmuştur.
T.C. Resmî Gazete, Toprak koruma ve arazi kullanımı kanunu (5403), 03.07.2005, 9515	Kanunun amacı, toprağı kullanırken toprak kalitesini ve miktarını korumak ve geliştirmektir. Kanun, toprak kullanıcılarının (sahiplerinin) mülkiyet haklarını kullanırken toprak fonksiyonlarını korumak/muhafaza etmek için kanunda belirtilen önlemleri almalarını gerektirmektedir.

Çizelge 2.1 (devam). Türkiye’de toprak kalitesi ve kirliliği ile ilgili kanun ve yönetmelikler

T.C. Resmî Gazete, tarım kanunu (5488), 18.04.2006, 9725	Kanunun amacı, tarım sektörünün ve kırsal alanın kalkınma plan ve stratejilerinin geliştirilmesi ve desteklenmesine (yönlendirilmesine) yönelik politikaların belirlenmesi ve düzenlemelerin yapılmasıdır. Sürdürülebilirlik, insan sağlığına ve çevreye duyarlılık, tarım politikalarının ilkelerinden biri olarak belirlenmiştir. Toprak ve su kaynaklarının geliştirilmesi ve akılcı kullanımı tarım politikalarının önceliklerinden biri olarak belirlenmiştir.
T.C. Resmî Gazete, Toprak kirliliğinin kontrolü yönetmeliği, (25831), 31.05.2005, 1	Yönetmeliğin amacı alıcı ortam olarak toprağın kirlenmesinin engellenmesi, kompost ve arıtma çamurlarının toprakta kullanımlarının düzenlenmesidir. Yönetmelik toprak kirliliğinin kontrolü ve noktasal kaynaklı kirlenmiş sahalara dair yönetmeliğin yürürlüğe girmesi ile kaldırılmıştır
T.C. Resmî Gazete, Toprak kirliliğinin kontrolü ve noktasal kaynaklı kirlenmiş sahalara dair yönetmelik, (27605), 31.05.2005, 1	Yönetmeliğin kapsamında toprak kirliliğinin önlenmesi, kirlenme potansiyeline sahip saha ve sektörlerin tespiti ve kirlenmiş sahaların ıslahı yer almaktadır.

2.6 Literatür Özeti

2.6.1 Toprak kirleticileri ile ilgili yapılan çalışmalar

Toprak, yinelenemeyen bir madde karışımı olan, canlılar için besin ve konaklama sağlaması, birçok biyolojik sürecin meydana geldiği ve çevre bilimi için birçok kirleticinin asimile olduğu karasal ekosistemin önemli bir parçasıdır (Marzaioli vd., 2010). Toprak; besin üretimi, biyolojik çeşitlilik, besin döngüleri için önemli bir ekosistem aracıdır (Hebb vd., 2017). Toprak kalitesi ise: Ekosistem sınırları içerisinde, bitki ve hayvan verimliliğini sürdürmek, insan sağlığını ve gelişimini desteklemek ve su ve hava kalitesini korumak için belirli bir çeşit toprağın kapasitesi olarak tanımlanabilir (Karlen vd., 1997; Marzaioli vd., 2010). Toprak kalitesi, toprağın durumuna göre, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak dış etmenlere karşı tepki göstermesi olarak tanımlanmıştır (Hebb vd., 2017). Toprak kalitesi yerine anlamsal olarak ifadeye yakın olan toprak sağlığı terimi kullanılabilmektedir (Bini vd., 2013; Karlen vd., 1997) ve toprak sağlığı ekosistem faaliyetlerini destekleyebilen toprak kapasitesi olarak tanımlanmıştır (Bini vd., 2013)

Toprak kapasitesini tayin etmek için belirli toprak özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu özellikler toprağın biyokimyasal ve yapısal özelliklerinin yanı sıra toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleridir (Moncada vd., 2017). Topraktaki kalite değişimlerinin, diğer çevresel kirleticilerin haricinde toprağın kullanımı sonucu; arazinin yanlış ve plansız kullanımı, kontrolsüz tarımsal faaliyetlerden, toprak endüstrisinden ve maden ocaklarından kaynaklanmaktadır (Taşcıoğlu ve Aydın, 2017). Toprak kirletici parametreleri ile nütrient parametreleri ve bu parametrelerin

yönetmelikte belirtilen referans değerleri toprağın ekosistem hizmetlerini optimum düzeyde sabitlemek için geliştirilmiştir (Hebb vd., 2017).

Toprağın verimli kullanımı ve sürdürülebilir kalkınma arasında doğru orantılı bir ilişki mevcuttur. Gong vd. (2015) göre toprak kalitesi arazi kullanımının sürdürülebilir olup olmadığını gösteren en temel göstergelerden biridir. Sürdürebilir kalkınma ele alındığında, gelişen ekonomi ve sosyal yaşam kalitesindeki artış özellikle arazi kullanımı ve arazi kullanımındaki değişimler kritik sorunlara neden olmaktadır (Mandal vd., 2010; Reidsma vd., 2012). Toprağın ekonomik değerindeki azalma, geçmişten bugüne toprağın uygun olmayan kullanımı sonucu meydana geldiği görülmüştür (Olarieta vd., 2008).

Toprak kalitesindeki değişimler sadece yerel alanda oluşan bir sürdürülebilir kalkınma sorunu değildir. Foley ve arkadaşlarına (2005) göre arazi kullanımı sonucu toprak kalitesindeki değişimler küresel boyutlara ulaşabilmektedir. Bunun en önemli nedenleri toprağın nütrient döngülerinde önemli bir eleman olması ve karbon döngüsündeki rolü ile küresel iklim değişikliğindeki katkılarıdır (Foley vd., 2005). Örneğin Gong vd. (2015) yaptığı çalışmaya göre orman alanlarının tarım arazilerine dönüştürülmesi sonucu topraktaki organik karbonun %24 oranında azaldığı belirtilmektedir.

Arazi kullanımındaki farklılıklar yapılan araştırmaya göre (Dağhan ve Öztürk, 2015) ülkemizde toprak kayıplarına neden olmuştur. Toprak azalmasının ve kalitesinin değişmesinin başlıca nedenleri toprak erozyonu ve özellikle yaylalarda yapılan kontrolsüz hayvancılık olduğu belirtilmiş ayrıca uygunsuz arazi kullanım politikaları, kontrolsüz kentleşme ve sanayileşme binlerce hektarlık verimli arazinin kullanılmaz hale gelmesine sebep olmuştur (Dağhan ve Öztürk, 2015).

Acosta ve arkadaşlarının 2011 yılında yaptığı çalışmaya göre endüstriyel faaliyetler, kentleşme ve tarımsal faaliyetler toprakta metal birikmesinin 3 temel sebebini oluşturmaktadır. Xia vd. (2011), kent alanında bulunan toprakların kalitesinin ağır metal açısından zengin olduğu ve bu arazilerin tarım için kullanılamayacağı bilinmesine rağmen insanların yoğun olarak bulunduğu bölgelerde olduğu için kirleticilerin canlılara etkisinin fazla olduğu belirtilmiştir. Benzer bir çalışmada ise (Lark ve Scheib, 2013) Londra'nın genelinde yapılan araştırmada kent topraklarında,

dinlenme alanlarında ve orman alanlarında kurşun konsantrasyonu yüzeysel topraklardan alınan numunelerde incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda ise kurşun konsantrasyonu en fazla endüstriyel ve kent alanlarından alınan numunelerde olduğu belirtilmiştir (Lark ve Scheib, 2013). Kıbrıs Rum Kesimi'nde yapılan çalışmada ise kent merkezinde ağır metal konsantrasyonun fazla olduğu hatta kent alanında bulunan oyun parklarında ise arsenik konsantrasyonlarının referans değerleri aştığı belirtilmiştir (Zissimos vd., 2018).

Geri dönüşüm suyunun sulama suyu olarak kullanıldığı tarım arazisinde topraktaki metal birikimi saptanmıştır (Chen vd., 2013; Dahal vd., 2008). Kuzey Çin'in Daxing ve Tongzhou bölgesinde Chen vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada metal birikimi tespit edilmiştir. Alınan numunelerden özellikle 0-20 cm derinlikten alınan numunelerin analiz sonuçlarına göre toprakta önemli ölçüde Cd birikimi gözlenmiştir (Chen vd., 2013). Benzer bir çalışma da Nepal'de gerçekleştirilmiştir ve 1 kg toprak örneğindeki As miktarının minimum 6,1 mg ve maksimum 16,7 mg olduğu tespit edilmiştir (Dahal vd., 2008). Ayrıca, atık su ile sulama prosesi sonucu toprakta yağ ve gress birikimi görülebilmektedir (Travis vd., 2008). Negev Çölü, İsrail'de yapılan çalışmada yağ ve gressin topraktaki birikim konsantrasyonun 200 mg/kg değerlerine kadar ulaştığı belirtilmiştir ve bu değerlerde yağ gress içeren toprağın sutaşıma kapasitesi oldukça düşük olduğu belirtilmiştir (Travis vd., 2008).

Tarım arazilerinin noktasal kirleticili kaynağa olan yakınlığı da topraktaki antropojenik ağır metal birikimine neden olmaktadır (Álvarez-Ayuso vd., 2012; Esmaeili vd., 2014; Rodríguez vd., 2009). İsfahan'da, İran endüstriyel bölgesinde yakın olan tarım arazilerinden alınan örneklerden Pb, Zn ve Cd değerlerinin referans değerlerden fazla olduğu belirtilmiştir (Esmaeili vd., 2014). Benzer bir çalışmada İspanya'nın Losacio kasabasında eski bir maden ocağından en az 10 m en fazla 75 m uzaklıkta 10 adet numune analiz edilmiştir (Álvarez-Ayuso vd., 2012). Sonuç olarak tarıma elverişli topraklarda Sb, As, ve Pb değerlerinin tolerans değerlerinin aşıldığı belirtilmiştir (Álvarez-Ayuso vd., 2012). İspanya'nın San-Quintin kentinde maden atıkları ve bu atıklara yakın tarıma elverişli topraklarda yapılan çalışmaya göre, topraklarda yüksek miktarda Pb, Zn ve Cd değerleri tespit edilmiştir (Rodríguez vd., 2009).

Çevre güvenliği ve halk sağlığı riskleri açısından tarım arazilerinde çok halkalı aromatik hidrokarbon (PAH)ların topraktaki konsantrasyonları incelenmiştir (Ding

vd., 2018; Yin vd., 2008). Çin'in Nanjing bölgesinden 5 farklı sebze tarlasından 126 toprak numunelerinden PAH konsantrasyonları en fazla (27580 ng/g) çelik fabrikasının yakınlarındaki tarım alanlarından alınan numunelerde gözlenmiştir (Yin vd., 2008).

Önemli toprak kirleticilerinden olan asbest, en önemli kanserojen maddelerden biridir. Koumantakis vd., (2009) tarafından, Kuzey Yunanistan'da on sekiz yıllık, yılda yüz bin ton asbest üretimi yapan MABE olarak bilinen fakat şu an aktif olmayan bir asbest madeni civarında bulunan Alikomonas nehri ve nehri çevreleyen topraklardan asbestin aktivitesi analiz edilmiştir. Toprak numuneleri 30 cm örnekleme derinliğinden alınıp iyice karıştırılarak, 4°C sıcaklıkta muhafaza edilmiştir. NIOSH 9000 metoduna göre X ışınları toz difraksiyonu ile asbestin tespiti sağlanmıştır. Tane boyutu 53 mm'den büyük topraklarda %39,2 oranında asbest konsantrasyonuna rastlanmıştır. Batı Avrupa'nın en eski asbest madeni İtalya'da bulunan Balangero ovasındadır. Deniz suyundan 440 m yükseklikte olan ova çevresinde asbeste maruz kalan tarım faaliyetleri, suya ve toprağa işlenen asbest konsantrasyonları ile kişisel maruziyet belirlenmiştir. Bu çalışmaya eski asbest madenin sınırları belirtilerek, yüzeysel su, derin su ve tarımsal faaliyetleri olan toprak örnekleme alanı olan mısır tarlasından olmak üzere 3 farklı yerden numune alımı yapılmıştır. Traktör ile vakumlu elektrik süpürge yöntemiyle 40 cm derinlikten toprak numuneleri alınmıştır ve X ışını difraksiyonu ile asbest tespiti sağlanmıştır ve asbestin çevreye salınımının ihmal edilebilir düzeyde olduğu belirlenmiştir. (Komnitsas vd., 2010; Turci vd., 2016).

BTEX, halk sağlığı açısından oldukça önemli bir parametredir (Hajizadeh vd., 2018). ÇEK Cumhuriyeti'nde ilaç endüstrisinin bulunduğu bölgede, monoaromatik hidrokarbonların ve ilaçların toprak ve sudaki kirlilik konsantrasyonları tespiti ile giderim yöntemlerinden söz edilmiştir. BTEX içerikli yeraltı suları UV/H₂O₂ oksidasyon prosesi artırılmasındaki giderim verimi oldukça etkili olduğu gözlenmiştir. Topraktaki BTEX konsantrasyonu ise kalsiyum peroksit ile anaerobik bakteri sayesinde monoaromatik bileşiklerin giderimi sağlanabilmektedir. Çalışmada bu yöntem ile topraktan klorobenzen %88, toluen %90 oranında giderimi sonucuna ulaşmışlardır (Lhotský vd., 2017).

2.6.2 Toprak kirliliği ve toprak kalitesi ile ilgili jeoistatistiksel çalışmalar

Toprak kirleticilerin mekânsal dağılımlarının analizleri sürdürülebilir toprak yönetimi için oldukça önemlidir. Zhang vd. (2008)'de yaptıkları çalışmada, İrlanda'nın Galway şehrinin kentsel topraklarında Pb konsantrasyonlarının sıcak nokta analizleri yerel mekânsal otokorelasyon yöntemleri ile analiz etmişlerdir. Çalışmaya göre, yerel Moran'ın I indeksi belirleyebilmek için önce mekânsal ağırlık matrisleri tanımlanmıştır. Kümeleşme ve sıcak nokta analizleri için çeşitli CBS programları kullanılmış ve Pb konsantrasyonlarının, trafiğin yoğun olduğu bölgelerde ve eski çöp döküm alanında kümeleşme eğilimi gösterdiğini tespit etmişlerdir (Zhang vd., 2008).

2009 yılında Meksiko City'nin kentleşmenin yoğun olduğu bölgesinde ağır metal değerlendirmesi yapılmıştır. Yapılan çalışmada bu bölgenin seçilmesinin nedeni; bölgede trafik yoğunluğunun fazla olması ve endüstriyel faaliyetlerin bölgede oldukça aktif olduğu belirtilmiştir. Çalışmanın amacı kent bölgesi yüzeysel toprak seviyesindeki kirleticilerin insan sağlığına olan tehditlerini belirlemek amacıyla ağır metal verilerini sayısallaştırmaktır. Çalışma bölgesinin başlıca özellikleri ise: Yıllık ortalama sıcaklık 16°C ve ortalama yağış yüksekliği 660 mm'dir. Numune alınan bölgede oldukça fazla asfalt, yol, bina ve park unsurlarının olduğu görülmüştür. Numune alma noktaları bölgesel etmenler göz önüne alınarak bölgelere ayrılmıştır. Toplam 135 adet toprak üstü numuneler (0-20 cm derinlik) numune noktalarından toplanmıştır. Toplanan numuneler 60°C sıcaklıkta kurutulmuş 20 gramlık porsiyonlara ayrılarak 2 mm'lik elekten geçirilerek ön işlem tamamlanmıştır. Cu ve Zn miktarlarının tespiti için SRS 3000 sıralı X-ray spektrofotometre cihazı kullanılmıştır. Diğer metal analizleri için ICP MS plazma kütle spektrofotometresi kullanılmıştır. Spektrofotometrik ölçümler öncesi numuneler HClO₄ ve HF çözeltileri ile parçalanmıştır. Yapılan analizler sonucunda Pb konsantrasyonu 9-452 mg/kg değerleri arasında değiştiği gözlenmiştir. Ayrıca Zn değerleri 36-1600 mg/kg arasında değişmekte ve Cu değeri 15-398 mg/kg olduğu gözlenmiştir. Arka plan değerleri için numune noktalarından 60 cm derinliğinde numuneler toplanarak analizleri yapılmıştır. 2 cm derinlikteki değerler ile 60 cm derinlikteki ağır metal değerleri oranlanarak birleşik kirlilik indeksleri (IPI) değerleri 1-5 aralığında sınıflandırılmıştır. IPI değerinin 5 den yüksek olduğu kirletici parametresi Pb ve Zn olarak tespit edilmiştir (Morton-Bermea vd., 2009).

Çin'in Shuangliu vilayetinde gerçekleşen çalışmada topraktaki Cu miktarlarının mekânsal dağılımları vilayet büyüklüğünce araştırılmıştır. 1075 km² büyüklüğündeki vilayetten alınan toprak örneklerinin organik madde ve Cu içerikleri analiz edilmiştir. Çalışmanın sonunda Cu konsantrasyon dağılımı vilayetin kuzeyindeki tarım alanlarında daha yoğun olduğu, organik madde verilerinin yardımcı veri olarak kullanıldığı kokrigleme metodu kullanılmış ve çapraz doğrulama yöntemi ile kokrigleme metodunun daha kesin sonuçlar verdiği görülmüştür. (Pang vd., 2009)

İran'ın Angouran bölgesinde toprak kullanımı yönünden iki farklı arazide yapılan çalışmada çoklu veri analiz yöntemleri ile jeostatistiksel teknikler de kullanılmıştır. Toprak yüzeyinden alınan 70 adet numune sonunda toprak özelliklerinin iki farklı arazide varyanslarının istatistiksel açıdan farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Temel bileşen analizi ile toprak verileri 2 temel bileşene ayrılmıştır. Variogram modellemesi ile bu faktörler desteklenmiştir. Sonuç olarak özellikle birinci faktör grubunun (yüksek kil içeriği) bölgenin toprak özelliklerine uygun olduğu tespiti yapılmıştır (Qishlaqi vd., 2009).

2009 yılında Çin'in Xuzhou tarım bölgesinde selenyum kirliliği incelenmiştir. Yapılan çalışmanın amaçları; farklı numune çeşitlerinde (tarım alanı, toprak profili, sulama suyu, tarım ürünleri vb.) selenyumun mekânsal dağılımının belirlenmesi, toprak kirliliğinin kaynaklarının ve sağlık risk durumlarının belirlenmesidir. Çalışma alanı Xuzhou şehrinde bulunan Huanghuai platosu olarak belirlenmiştir. Bölgede muson iklimi görülmektedir ve yağış yüksekliği 900 mm'dir. Bölgede aktif olarak çalışan 3 adet kömür termik santrali bulunmaktadır. 2x2 km²'lik plotlarda her 4 km²'ye bir numune noktası düşecek şekilde 70 adet numune toplanmıştır. Bölgenin çoğunlukla tarım alanı olduğu için 20 cm derinlikten numuneler toplanmıştır. Arka plan değeri için 2 m derinlikten alınan numuneler bulunabilecek minimum Se konsantrasyonunu temsil amaçlı alınmıştır. Se konsantrasyonu HF-HNO₃HClO₄ ile parçalanarak atomik floransan spektrofotometresi ile ölçülmüştür. CBS analizi ile Se konsantrasyonu sayısallaştırılarak interpolasyonu yapılmıştır. Çalışma sonucunda çalışma alanında üretilen çentik ve lahanada Se konsantrasyonlarının bu ürünlerin tüketilmesi halinde potansiyel sağlık sorunlarına neden olacakları sonucuna varılmıştır (Huang vd., 2009).

Çin'in Chongming adasında topraktaki enzim aktivitelerinin toprak kullanım çeşidine göre farklılaşmasının jeostatistiksel olarak modellemesi Gao vd. tarafında 2010

yılında gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan kestirim haritaları için farklı toprak derinliklerinde toplam 294 toprak numunesinin 98'i aynı konumlardan alınmıştır. Çalışmanın sonucunda arazi kullanımının özellikle toprak organik madde içeriğinde önemli etkisi olduğu görülmüş ve bu etkilerin de toprak enzim aktivitelerine etki ettiği gözlenmiştir (Gao vd., 2010).

Arsenik ve metal kontaminasyonlarının havza ölçeğinde Miyun rezervuarında mekânsal olarak değerlendirilmesi toprak yüzeyinden alınan 95 kompozit numune ile gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmada maden ocağı yakınlarında yüksek Cr ve Ni konsantrasyonları tespit edilmiştir. Ayrıca tarım alanların yoğun olduğu kısımlarda Zn ve Cu konsantrasyonlarındaki artış mekânsal olarak belirtilmiştir. Temel bileşen analizleri As konsantrasyonlarını etkileyen faktörler ile diğer elementlerin temel benzerlikleri paylaştıkları tespit edilmiştir (Luo vd., 2010).

Hırvatistan'ın Zagreb bölgesinde toprak kalitesi ve yerel kirletici kaynaklarını incelemek amacıyla majör ve iz elementlerin çoklu veri jeostatistiksel analizleri Sollitto vd. tarafından (2010) gerçekleştirilmiştir. Faktörel kriging analizinin kullanıldığı çalışmada 916 adet toprak örneklem noktasında alınan numuneler pH ve organik madde içeriklerinin yanı sıra metal analizleri de uygulanmıştır. Yapılan çalışmanın sonucunda toprak metal konsantrasyonlarındaki değişimlerin jeolojik ve insan kaynaklı sebeplerin ayrımı için kullanılabileceği savunulmuştur (Sollitto vd., 2010).

Bai vd., (2011) tarafından Yilong gölü, Çin'den gölden 31 ayrı noktadan toplanan yüzeysel sediment örneklerinden elde edilen ağır metal değişkenlerinin jeostatistiksel interpolasyonu gerçekleştirilmiştir. Yapılan araştırma sonucunda Pb, Cr ve As değerleri ekolojik risk açısından toksik miktarlarda dağıldıkları tespit edilmiştir (Bai vd., 2011).

Güneydoğu İspanya'da bulunan çok çeşitli toprak tiplerine sahip Alicante eyaletinde 2011 yılında yapılan çalışmada toprak tuzluluk miktarları elektriksel iletkenlik ölçümleri ve Na konsantrasyonları arasındaki ilişki incelenerek krigleme ve kokrigleme metotlarıyla da mekânsal interpolasyonları araştırılmıştır (Juan vd., 2011). Araştırmada Na interpolasyonunda kullanılan yardımcı elektriksel iletkenlik değerleri

ile standart hataların oldukça azaltıldığı ve güvenilir modelleme tekniklerine erişildiği bildirilmiştir (Juan vd., 2011).

Pekin'in Tongzhou bölgesinden seçilen çalışma alanından alınan 137 toprak numunesinden elde edilen ağır metal değerlerinin farklı modelleme teknikleri ile sayısallaştırılmaları gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda toprak kirlenmesi yerel sıcak noktalar (kirlilik değeri yüksek), yerel soğuk noktalar (kirlilik değeri düşük) olarak haritalanması gerçekleştirilmiştir (Xie vd., 2011). İnterpolasyon yöntemlerinin karşılaştırıldığı benzer bir çalışmada Hazar Denizi sedimentlerinden alınan örnekler ile de gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya göre metal konsantrasyonlarının (As, Cd, Cu, Hg, Pb, Zn) uzamsal dağılımları krigleme, yapay sinir ağları ve diğer modelleme yöntemleri ile gerçekleştirilmiştir (Kazemi ve Hosseini, 2011).

Amik ovası, Hatay'da yapılan çalışmada 132 farklı noktadan alınan toprak örneklerinden toprakta bulunan bazı ağır metallerin (Cd, Co, Ni, Pb) dağılımları incelenmiştir. Çalışmada Co, Cd ve Pb konsantrasyonları müsaade edilen değerlerin üstünde olduğu belirtilmiştir. Bütün metal değerlerinin variogram modellemesi küresel model olarak tercih edilerek blok krigleme yöntemi ile değerler sayısallaştırılmıştır. Sonuç olarak Cd ve Pb değerlerinin biyolojik olarak uygunluk değerleri toplam konsantrasyonlarına oranları yaklaşık %14 olarak bulunmuştur (Karanlık vd., 2011).

Marchetti vd., (2012) tarafından topraktaki organik maddenin mekânsal dağılımı için İtalya'da jeostatistiksel yöntemler kullanılmıştır. 250 lokasyondan alınan toprak numuneleri, GIS ile hesaplanan kriging yöntemiyle toprak organik madde içeriği toprak tekstürü ve C/N oranı ile birlikte incelenebilmiştir. Çalışmada kriging interpolasyonu için noktasal çiftlerin variogramları küresel olarak modellenerek toprak değişkenlerinin uzamsal dağılımları tahmin haritaları elde edilmiştir. Sonuç olarak çalışma alanının %87'si toprak tekstürüne bağlı olarak düşük toprak organik madde değerleri içerdiği görülmüştür (Marchetti vd., 2012).

Doğu Anadolu Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü Pasinler Deneme İstasyonu arazisinden (100 ha) alınan topraklarından alınan 100 aralıklarla alınan 68 toprak numunesinin pH, kireç, organik madde ve toprak tekstürü analizleri gerçekleştirilmiştir. En uygun variogram modeli belirlendikten sonra krigleme

interpolasyon yöntemi kullanılarak topraktaki pH dağılımı ve kireç dağılımı arasında pozitif bir ilişkinin olduğu, kil ve kum içerikleri arasında ise negatif bir ilişki olduğu görülmüştür (Turgut ve Öztaş, 2012).

ArcGIS coğrafi bilgi sistemi yazılımı kullanılarak mekânsal olguların modellenmesi ile ilgili bir çalışma da Kuzeybatı İran'ın Mirabad bölgesinde toprağın biyolojik özelliklerini IDW ve krigleme yöntemiyle değerlendirilmiştir. Araştırmanın sonucunda geleneksel istatistiksel hipotez testleri sonucunda toprağın biyolojik özelliklerinin toprak kullanımına göre farklılaştığı belirtilmiştir. Mekânsal modelleme sonucunda alkali fosfodiesteraz enzim aktivite değerlerinin mekânsal interpolasyonun çapraz doğrulama sonuçlarının diğer toprak özelliklerine göre daha düşük olduğu, dehidrojenaz aktivitelerinin modellenmesinin ise daha kesin sonuçlar gösterdiği belirtilmiştir (Shahbazi vd., 2013).

2013'te Novi Sad, Sırbistan'da yapılan çalışmanın amacı Kriging yöntemi ile kent etrafındaki metal konsantrasyonunun modellenmesi yapılmıştır. Kirlenici kaynakları istatistiksel metotlarla ayrı ayrı belirlenerek jeokimyasal haritalar oluşturulmuştur. Yüzeysel toprak 20km² alan 4km x 5km, 400m x 400m karelere bölünerek, 0-10 cm derinliğinden 12 farklı alt numune alınıp karıştırılarak, toplam 121 adet numune toplanmıştır. Kriging metodu ile 25x25 m²'lik alana uygulanmıştır (Dragovic vd., 2013).

Zhejiang eyaletinin güneybatısında 962 km²'lik alana sahip bölgede yapılan çalışmada alınan toprak ve pirinç numunelerinin sıcak nokta analizleri gerçekleştirilmiştir. Sıcak noktaların belirlenmesi için yerel Moran'ın I indeksi (LISA) mekânsal istatistik analiz yöntemi kullanılmıştır. Topraktaki Zn değerlerinin çalışma alanının kuzey bölgelerinde istatistiksel açıdan önemli sıcak nokta kümelenmesi oluşturdukları belirtilmiştir (Li vd., 2014).

İsviçre'nin Fribourg bölgesinde toprak P'nun mekânsal interpolasyon araştırması gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmada üç farklı arazi çeşidinden alınan numunelerin analizleri sonunda topraktaki P değerlerinin diğer arazi kullanımına göre tarım arazilerinde oldukça fazla olduğu tespit edilmiştir. Diğer coğrafi etmenlerin (yüksekti, eğim vb.) dâhil edildiği çalışmada topraktaki P dağılımının %75'nin toprak kullanım şeklinin farklı olmasından etkilendiği tespit edilmiştir (Roger vd., 2014).

Keriya nehir havzası Yutian-Hotan vahasından farklı konumlardan alınan 100 adet toprak örneği ve 16 toprak özelliği incelenerek çalışma alanın toprak kalitesi indeksi oluşturmuştur. Araştırmada toprak kalite indeksi oluşturabilmek için çoklu veri setinin temel bileşen analizi ile bütünleşmiş toprak kalite fonksiyonları kullanılmıştır. Toprak kalite indekslerinin farklı toprak kullanım türlerindeki değişimleri araştırılarak tarım alanlarında ve doğal ormanlarda toprak kalite indeksi orta, çöl ve tuzlu topraklarda da düşük olduğu tespit edilmiştir (Gong vd., 2015).

2016 yılında Şili, Talcahuano şehrinde yapılan çalışmada Cu, Zn ve Pb parametrelerinin kent alanındaki topraklardaki dağılımlarının belirlenmesi gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada toplanan numuneler 1 x 1 km²'lik grid alanlarından toplanmıştır. Numuneler topraktan alındıkları derinliklere göre gruplandırılmıştır. Derinlik değerleri 0-10 cm, 10-20 cm ve 100 cm olarak belirlenmiştir. 100 cm derinlikten alınan numuneler geri plan değerleri belirlemek için kullanılmıştır. Toprak numunelerinden Cu ölçümü aqua regia çözeltisinde parçalama işleminden sonra Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre (AAS)'de ölçümlerin yapılmasından sonra elde edilmiştir (Tume vd., 2016).

Derinkale havzası (Urumia-İran) toprakların fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin jeoistatistiksel modellemesi için 80 ayrı noktadan toprakların pH, kireç, elektriksel iletkenlik, değişebilir katyonlar ve bitki besin maddelerinin analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmada her bir toprak özelliğinin jeoistatistiksel modellemesi yapılarak toprak özelliklerinin yersel değişim tahmin haritaları hazırlanmıştır (Poorpak, 2016).

Toprak organik karbon değerlerinin haritalanmasında bir örnek Zambiya, Chongwe-Rufunsa bölgesinde yapılmıştır. Yapılan bu çalışmada 0-20 cm derinlikte alınan 100 adet numune Walkley-Black prosedürüne göre analiz edilmiştir. Yapılan bu çalışmada jeoistatistik model olarak alışlagelmiş krigleme modeli kullanılmıştır (Chabala vd., 2017).

Karadeniz Bölgesi, Karataşbağı akarsu havzasında toprak organik karbonu, birim hacim ağırlık ve toprak organik madde analizleri, 120 numune noktasından alınan toprak örneklerine uygulanmıştır. ANOVA testi sonucu toprak kullanım farklılıklarının toprak değerlerinin değişimlerinde de anlamlı olduğu bulunmuştur.

Elde edilen sonuçların GIS ile mekânsal modellemesi için IDW, blok krigleme ve kokrigleme yöntemleri kullanılmıştır. Sonuç olarak, toprak organik karbon değerleri ile açıklayıcı bir başka değişkenin interpolasyon modellemesinde kullanılması hata oranı azaltılmış model tahminlerine neden olacağı tespit edilmiştir (Göl vd., 2017).

Güneydoğu Anadolu bölgesi Harran ovasında yapılan çalışmada, ovanın yarayışlı fosfor, toplam fosfor, organik madde ve elektriksel iletkenlik değerleri 1055 örnek üzerinden değerlendirilmiştir. Çalışmada toprak değişkenlerinin variogram modelleri organik madde hariç küresel fonksiyon olarak belirlenmiştir. Organik madde için ise Gaussian fonksiyonu belirlenmiştir (Şener Güzel, 2017).

Hindistan, Batı Bengal bölgesinden mera alanı, orman alanı ve nadasa bırakılmış arazilerden alınan 27 toprak numunesinin pH, elektriksel iletkenlik, organik C, azot, fosfor ve potasyum değerlerinin mekânsal interpolasyonu gerçekleştirilmiştir. K, N ve EC mekânsal otokorelasyon değerleri orta düzeyde olduğu görülmüştür. Mekânsal olarak sayısallaştırılan değerlerden P'un çalışma alanın doğusunda, elektriksel iletkenliğin ise çalışma alanın kuzeydoğu ve güneybatısında yoğun olduğu belirtilmiştir (Bhunia vd., 2018).

Rusya'nın yarı arktik bölgesi Novy Urengoy toprak etüdünden alınan değerlerle yüksek çözünürlüklü Cr mekânsal dağılım haritaları elde etmek için yapılan çalışmada krigleme yöntemi ile yapay sinir ağları yöntemlerinin birleştirilmesi gerçekleştirilmiştir. Yapay sinir ağları simülasyonu kök ortalama kare hata değerlerini minimum hale getirecek şekilde uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda bu hibrit modelin krigleme modeline göre daha kesin sonuçlar gösterdiği belirtilmiştir (Tarasov vd., 2018).

Kuzey İran'ın Mazandaran eyaletinin Sari bölgesinden alınan 62 toprak örneğinde fizikokimyasal ve biyolojik analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın temel amacı arazi kullanımındaki farklılıkların toprak özelliklerine etkilerinin incelenmesi olup, biyolojik büyüme indeks değerlerinin krigleme metodu ile interpolasyonu gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonunda biyolojik büyüme indeksinin doğal ormanlık alanlarda daha fazla olduğu sonucu elde edilmiştir (Bakhshandeh vd., 2019).

Nepal'in Dang bölgesinde yapılan çalışmada, 120 toprak numunesinden pH, organik madde, azot, fosfor, potasyum, bor ve çinko analizleri gerçekleştirilmiştir. Numuneler,

tarım alanı, tarımsal amaçlı orman alanı ve çayır alanından toplanmıştır. Çalışmada geleneksel istatistiksel yöntemler ile jeoistatistiksel yöntemler kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda toprak P arazi kullanımına göre oldukça farklı olduğu tespit edilmiştir (Panday vd., 2019).

Kenya Doğu Mau Orman Koruma Alanından alınan 220 toprak numunesinin toprak pH'nın mekânsal tahmin modellemesi gerçekleştirilmiştir. Bölgenin diğer fiziksel toprak özellikleri ile beraber coğrafi ağırlıklı regresyon krigleme ve çoklu doğrusal regresyon krigleme yöntemleri karşılaştırmalar haritalar oluşturulmuştur. Sonuç olarak, pH ve diğer toprak özelliklerinin coğrafi ağırlıklı regresyon krigleme sonucu pH'ın uzamsal olarak durağan olmadığını ve tahmin haritalarında daha hatasız sonuçların elde edileceği belirtilmiştir (Odhiambo vd., 2020).

Niğde'de 18 ha'lık mera alanından alınan iki farklı numune planına göre toplanan (grid ile rastgele) 30 toprak numunesinin çözünmüş organik karbon, çözünmüş toplam karbon, çözünmüş inorganik karbon ve çözünmüş toplam azot değerleri analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucunda grid planına göre toplanmış numunelerin mekânsal dağılım modellemesinin rastgele toplanmış numune noktalarına göre daha az hatalı olduğu çapraz doğrulama sonuçlarına göre belirlenmiştir (Gök ve Gürbüz, 2020).

Mekân-zamansal enterpolayon yöntemine bir örnek olarak Yang vd. (2021)'de yapılan çalışmada Çin genelinde kentlerin yüzey topraklarında bulunan iz element verileri 2000-2009 yılları arasında ve 2010-2019 yılları arasında toplanan numunelerden elde edilmiştir. Ayrıca temel bileşen analizi ile bu toprak verilerine etkileyen temel faktörler belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda, iki farklı zaman periyodunda ülkenin toprak kirliliği değerlerinin sabit ve iyileşme eğiliminde olduğu belirtilmiştir (Yang vd., 2021).

Mısır'ın Dakhla vahasının Gharb El Mawhob bölgesinde yapılan çalışmada alınan 131 toprak numunesinden yapılan karbonat, organik madde, pH, kation değişim kapasitesi, sodyum absorpsiyon oranı gibi toprak kalite parametreleri analiz edilmiştir. Verilerin normal dağılıma uygunluğu için veri dönüşümlerinden sonra klasik ve jeoistatistiksel yöntemler kullanılmıştır. Çapraz doğrulama sonuçları ile en uygun variogram model fonksiyonları seçilerek mekânsal dağılım haritaları oluşturulmuştur (Selmy vd., 2021).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Konya Kapalı Havzası'nın içerisinde kalan Niğde ili topraklarında, toprak kirlilik değerlerinin sayısallaştırılması için yapılacak çalışmalar sırasıyla: Toprak numunesi için alınacak noktaları belirlemek, toprak noktalarından alınan numuneleri toplamak ve analiz için ön işlemleri gerçekleştirmek, deney düzeneklerini hazırlayarak kirlletici parametrelerini kalitatif ve kantitatif olarak tespit etmek, toprağın tespit edilen analiz sonuçlarına göre Niğde ilinin Konya Kapalı Havzasına ait topraklarının istatistiksel olarak verimlilik ve kirlletici seviyesini saptamak, Niğde ilinin toprak kirliliğinin kalitatif ve kantitatif parametreleri sonuçlarına göre toprak modellenmesindeki kullanılacak en uygun yarıvariogram fonksiyonunu belirlemek ve jeostatistiksel yöntemler ile kirlletici etmenlerin mekânsal dağılımını oluşturmaktır.

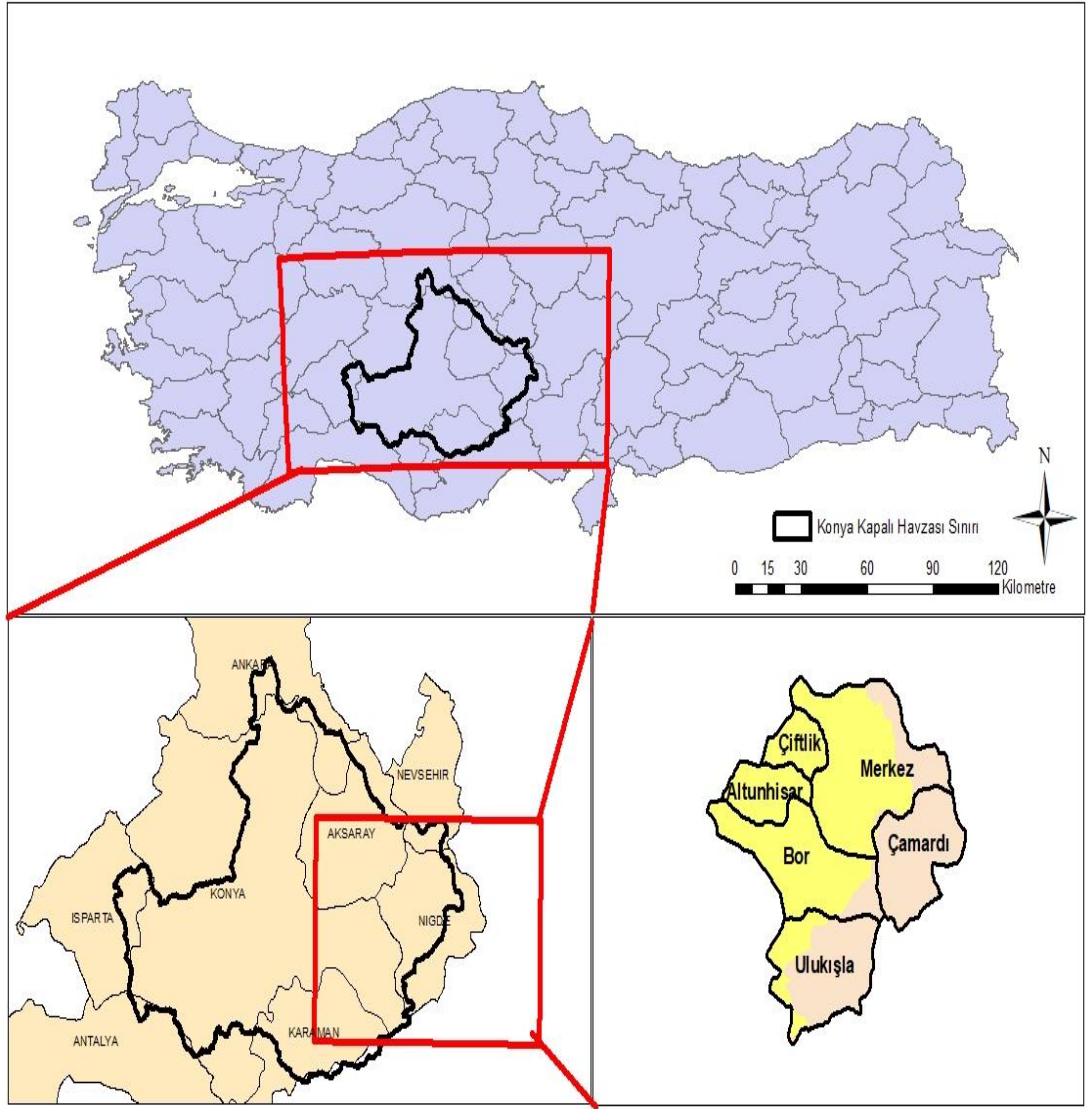
Çalışma planı dört temel unsurdan oluşmaktadır. Bu unsurlardan ilki olan arazi çalışmalarında arazide ölçümü yapılabilecek parametrelerin yerinde gerçekleştirilmesi, numunelerin toplanması, etiketlenmesi ve analiz edilecek laboratuvara ulaştırılması planlanmıştır. İkinci kısımda ise hedef Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik'te belirtilen parametrelerin birçoğunun analizlerini uygun teçhizat ve laboratuvar koşullarında ölçümlerinin sağlanması oluşturulmuştur. Üçüncü aşamada elde edilen analiz sonuçlarının istatistiksel olarak değerlendirilmesi yapılmıştır. Dördüncü ve son aşama ise jeostatistiksel modelleme teknikleri yardımıyla Niğde toprak kirliliği parametrelerinin sayısallaştırılarak kirlilik dağılım haritalarının oluşturulmasını kapsamaktadır

3.1 Konya Kapalı Havzası

Ülkemizin İç Anadolu Bölgesi'nde yer alan Konya Kapalı Havzası kuzeyden Sakarya ve Kızılırmak, doğudan Kızılırmak ve Seyhan, güneyden Doğu Akdeniz ve batıdan Antalya ve Akarçay Havzaları tarafından çevrelenmiştir (Şekil 3.1). Yüzölçümü 4.980.534 ha olup, Türkiye'nin topraklarının %7'sini oluşturur (URL-5).

Türkiye'nin 36°51' ve 39°29' kuzey enlemleri ile 31°36' ve 34°52' doğu boylamları arasında Orta Anadolu Bölgesi'nde yer alan eski bir nehir yatağının hava hareketlerine bağlı olarak oluşmuştur. Topografyası bakımından sularını denize dökülmemekte,

toprakları genellikle alüvyonlu ve tuzludur. Ova kireç taşıyla ve yaklaşık 3534 metre yükseklikte volkanik dağlık alanlarla kaplıdır. Bu dağlar denize dökülmeyi önlemekte, böylelikle bu havza Türkiye'nin en büyük havzasını oluşturmaktadır. Sularını havza içindeki göllere, bataklıklara ya da yarı bataklıklara boşaltmakta bu yüzden kapalı havza konumundadır (URL-6).



Şekil 3.1. Konya Kapalı Havzası ve çalışma alanını Türkiye'deki konumu.

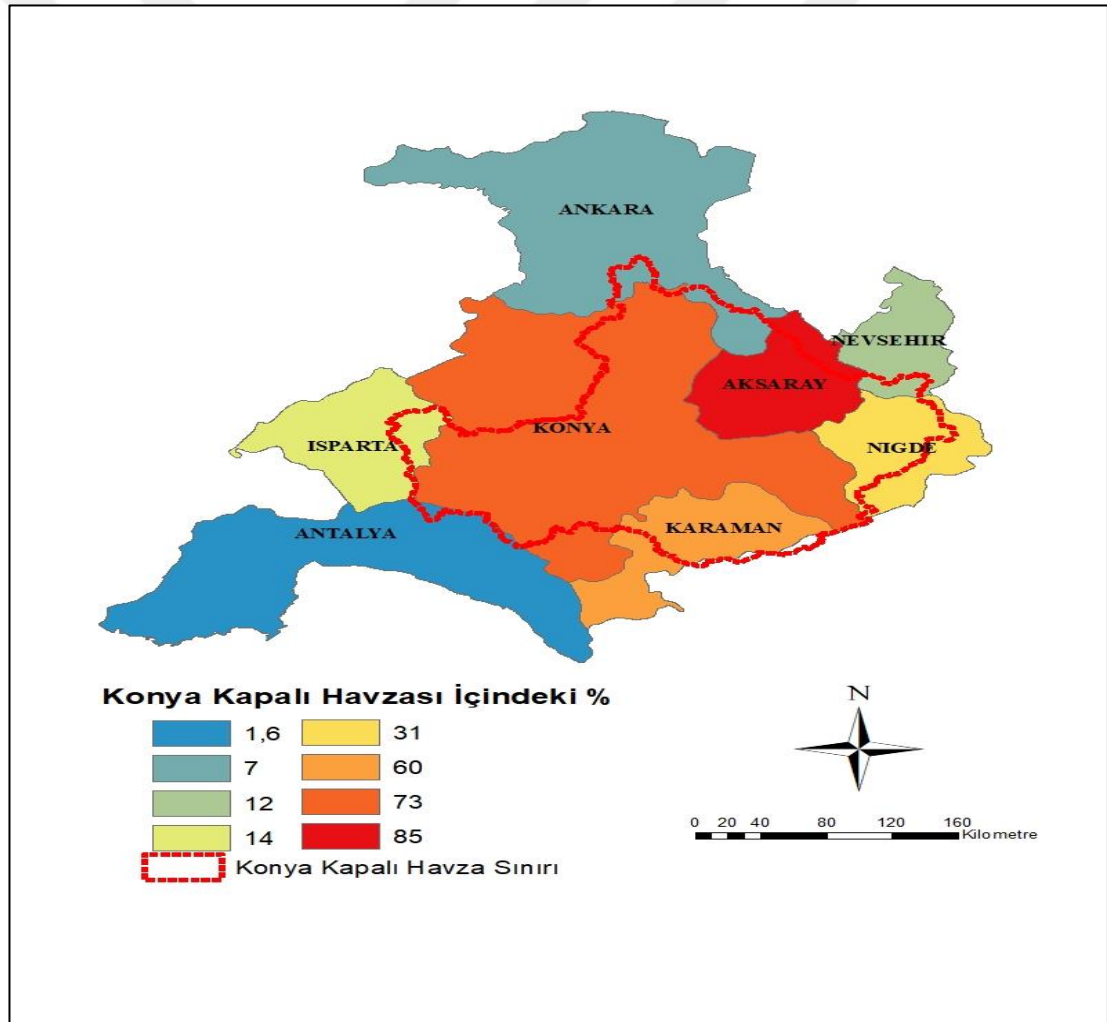
3.1.1 Konya Kapalı Havzası'ndaki yerleşimler

Konya Kapalı Havzası sınırları içinde Konya, Niğde, Isparta, Aksaray, Ankara, Karaman ve Nevşehir illerine bağlı bölgeler yer almaktadır. Ayrıca Mersin ve Antalya illerinin yerleşim olmayan bazı bölgeleri de havza sınırları dâhilindedir. Bu illerin

havza sınırları içerisinde kalan alanlarının büyüklükleri Çizelge 3.1’de; iller ise şekil 3.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Konya Kapalı Havzasında yer alan iller ve havza içindeki alanları.

İller (ha)	Toplam Alan(ha)	İlin Havza İçindeki Alanı (ha)	İl Alanının Havzaya Giren Kısım (%)	Havzanın İllere Göre Dağılımı(%)
Aksaray	799.700	682.879	85	14
Ankara	3.071.500	213.963	7	4
Antalya	2.072.300	33.690	2	1
Isparta	893.300	123.978	14	2
Mersin	1.585.300	35.405	2	1
Konya	3.825.700	2.810.988	73	56
Karaman	959.000	572.668	60	12
Nevşehir	546.700	64.619	12	1
Niğde	1.429.400	440.467	31	9



Şekil 3.2. Konya Kapalı Havzası ve illerin durumu.

Çizelge 3.1 ve Şekil 3.2’de görüldüğü gibi alansal olarak en büyük il %57,3 ile Konya, %12,9 Aksaray, %11,8 Karaman, %8,7 Niğde’dir. Konya, İç Anadolu Bölgesi’nin güneyinde, coğrafi olarak 36°41' ve 39°16' kuzey enlemleri ile 31°14' ve 34°26' doğu boylamları arasında yer alır. 31 ilçeden oluşan Konya, Türkiye’nin en büyük yüz ölçümüne sahip olup, yüz ölçümü göller hariç 38.257 km²’dir. Bu ilçelerden Meram, Karatay, Selçuklu, Ahırlı, Akören, Altınekin, Beyşehir, Bozkır, Cihanbeyli, Çumra, Derbent, Derebucak, Ereğli, Emirgazi, Güneysınır, Halkapınar, Hüyük, Karapınar, Kulu, Seydişehir, Sarayönü ve Yalıhüyük olmak üzere 22 adet ilçeye bağlı yerler Konya Kapalı Havzası’nda bulunmaktadır. Karaman 37°11' kuzey enlemleri, 33°-15' doğu boylamları arasında yer alır. Kuzeyinde Konya, güneyinde Mersin, doğusunda Ereğli, güneydoğusunda Silifke, batısında Antalya yer alır. Deniz seviyesinden yüksekliği 1033 m, yüzölçümü 9590 km²’dir. Karaman ilinin üç ilçesi Konya Kapalı Havzası sınırları içerisinde yer almaktadır. Niğde, İç Anadolu Bölgesi’nin güneydoğusunda, Orta Toroslar içinde, Bolkar ve Aladağlar’ın kuzeyinde yer almaktadır. Yaklaşık 1.429.400 ha alana sahip ve bu alanın 440.467 hektarı Konya Kapalı Havza içerisinde bulunmaktadır. Deniz seviyesinden 1.229 m yüksekliğe sahiptir. Niğde ilinin havza içerisinde bulunan ilçeler Altınhisar, Bor, Çiftlik ve Niğde (Merkez) ilçeleridir. Ayrıca Ulukışla ilçesine bağlı Yeniyıldız Beldesi de Konya Kapalı Havzası sınırları dahilindedir. Aksaray konum olarak 33°-35' doğu meridyenleri 38°-39' kuzey paralelleri arasında yer alan Aksaray İli, kuzeyinde Kırşehir, Ankara, doğusunda Nevşehir, güney doğusunda Niğde, batısında Konya, kuzey batısında Tuz Gölü bulunmakta ve yüzölçümü 7.997 km²’dir. Konya Ovası’nın büyük bir kesimi Aksaray sınırları içerisinde yer almakta ve deniz seviyesinden yüksekliği 980 m’dir. Aksaray ilinin havza içerisine giren ilçeleri Eskil, Gülağaç, Sultanhanı, Güzelyurt ve Aksaray (Merkez)’dir. Nevşehir, 38°-39' kuzey enlemleri ile 34°- 35' doğu boylamları arasında ve doğuda Kayseri, batıda Aksaray, güneyde Niğde ve kuzeyde Yozgat ile Kırşehir bulunmaktadır. İlin yüzölçümü 5.467 km² olup, Konya Kapalı Havzası’nda Derinkuyu ilçesi ile bu ilçeye bağlı Suvermez ve Yazıhüyük Beldeleri Nevşehir İline aittir. 8.933 km²’lik yüzölçümüne sahip olan Isparta ili; 30°-20' ve 31°-33' doğu boylamları ile 37°-18' ve 38°-30' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Ankara ilinin en güneyinde kalan Şereflikoçhisar ilçesi ve bu ilçeye bağlı 2 adet belde belediyesi havza sınırları içinde kalmaktadır. Ankara’nın güneyinde kalan ilçelerinden Haymana ilçesine bağlı üç adet belde belediyesi Konya Kapalı Havzası’nda bulunmaktadır. Mersin, Batı ve Orta Toros Dağları üzerinde yer alır ve

bu ilin bir bölümünü içermekte olup bu bölgelerde herhangi yerleşim bulunmamaktadır. Antalya, Türkiye'nin güneybatısında yer alır. Konya Kapalı Havzası içerisine dâhil olan il topraklarında yerleşim bulunmamaktadır (URL-6).

3.1.2 Konya kapalı havzası yerleşimlerin nüfus oranları

Konya Kapalı Havzası alanı sınırları içerisinde ve dışında kalan tüm yerleşimlerin 2020 yılı TÜİK Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemine göre nüfus sayılarına göre Konya, nüfusun en yoğun olduğu ildir (URL-7).

Konya'da nüfusun en fazla olduğu ilçeler 663.280 kişiyle Selçuklu'dur. Aksaray ilinin nüfusu, Konya ilinden sonra en yüksek nüfusa sahip 308.393, üçüncü en yüksek nüfusa sahip Niğde ilinin nüfusu ise 230.776'dır. Isparta ve Ankara Konya Kapalı Havzası içinde en az nüfusu barındırmakta ve nüfusun büyük çoğunluğu havza dışında bulunmaktadır (URL-7).

3.1.3 CORINE projesi

Avrupa Çevre Ajansı tarafından desteklenen 1985 yılında başlatılmış CORINE Projesi çevresel bilgi koordinasyonu olup, 1/100.000 ölçekte bilgisayar destekli görsel yorumlama metodu uydu görüntüleriyle birlikte arazilerin bitki örtüsü/kullanımı sınıflandırmakta olup, bu proje Türkiye ile birlikte 39 ülkede gerçekleştirilmektedir. Bu proje ile ülkemizin arazilerindeki çevresel değişimler belirlenerek doğal kaynaklarımızın doğru bir şekilde yönetilmesi amaçlanmaktadır. CORINE projesinde arazi sınıfları Şekil 3.3'de gösterilmiştir (URL-8).

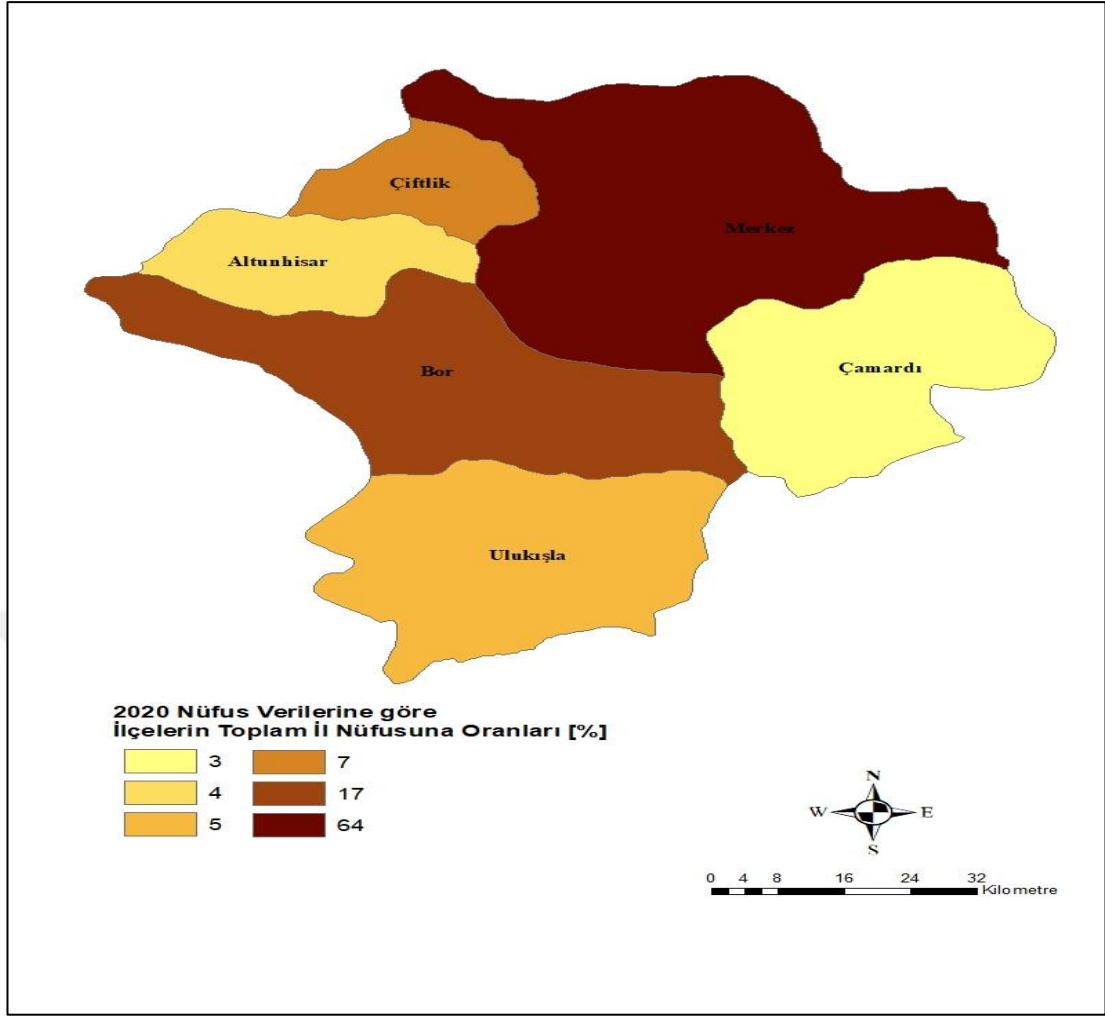


Şekil 3.3. CORINE projesi arazi sınıfları dağılımı.

CORINE projesi, çevre izleme, toprak kullanımının mekânsal durumu, çevre tahribatları izleme, ürün tahmini, tarımsal kuraklık eylem planı hazırlanması, karbon emisyonlarının hesaplanması, havza yönetim planların hazırlanması gibi programlarda kullanılmaktadır. Bu çalışmada CORINE projesinin 2018 yılına ait toprak örtüsü verilerinin CBS kullanımına uygun sayısallaştırılmış verilerinden faydalanılmıştır (URL-9).

3.2 Çalışma Alanı

2019 ve 2020 yılı Niğde ili ve ilçelerinin nüfusları, alanları, köy, mahalle sayıları ve kilometrekareye düşen kişi sayısı gibi sayısal veriler Çizelge 3.2’de gösterilmiştir. 2020 nüfus verilerine göre Niğde ilçelerinin toplam il nüfusuna göre oranları ise Şekil 3.4’de gösterilmiştir (URL-6).



Şekil 3.4. Niğde ilçelerinin nüfus oranları.

Şekil 3.4'e göre Niğde ilinin en kalabalık ilçesi merkez ilçesidir. Nüfus bakımından ikinci büyük ilçesi ise Bor ilçesi olduğu görülmektedir. Nüfusu en düşük ilçe olan Çamardı ilçesi ise Konya Kapalı Havzası içinde bulunmadığı için çalışma alanının dışındadır.

Çizelge 3.2. 2019 ve 2020 yılı Niğde ili ve ilçelerinin demografik verileri.

İlçeler	Nüfus 2019	Nüfus 2020	Nüfus Artışı %	Belediye Sayısı	Mahalle Sayısı	Köy Sayısı	Köy Nüfusu	Şehir nüfusu	Şehirde oturan %	Alanı km ²	km ² 'ye düşen kişi
Altunhisar	12.961	12.427	-4,12	3	11	6	4.527	7.900	63,57	552	23
Bor	60.462	60.233	-0,38	4	32	23	9.365	50.868	84,45	1.522	40
Çamardı	12.715	12.334	-3	1	4	21	8.748	3.586	29,07	1.163	11
Çiftlik	27.374	26.863	-1,87	4	15	9	10.032	16.831	62,65	400	67
Merkez	229.121	230.776	0,72	16	69	34	22.600	208.176	90,21	2.223	104
Ulukışla	20.228	19.438	-3,91	1	8	38	13.511	5.927	30,49	1.375	14
Niğde	362.861	362.071	-0,22	29	139	131	68.783	293.288	81	7.235	50

Niğde ilinde şeker ve çimento tesisinde olmak üzere iki adet sürekli emisyon ölçümü yapılmaktadır (URL-10).

Toprak numunelerin toplandığı zaman aralığındaki (8 Mart-12 Nisan 2021) hava kalitesi özellikleri Çizelge 3.3’de gösterilmiştir (URL-11).

Çizelge 3.3. Toprak numunelerin toplandığı günlerde Niğde İlinin hava kalitesi parametrelerinin minimum, maksimum ve ortalama değerleri.

	Hava kalitesi parametreleri							
	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO ₂	NO	NO ₂	NO _x	O ₃	CO
Birim	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Minimum	3,58	4,35	0,84	0,67	6,42	7,17	4,32	218,5
Maximum	105,65	33,08	21,25	95,37	79,86	147,66	95,76	1096,57
Ortalama	43,26	18,92	5,4	9,95	25,61	35,56	53,38	411,28
Geçerli Veri Adedi	120	117	120	120	120	120	120	120
Geçerli Veri Adedi[%]	100%	98%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Standart Sapma	25,6	6,46	4,18	12,6	15,33	24,14	27,4	155,75

Bölgedeki en temel su kaynakları incelendiğinde Kırkpınar ve Baldıra derelerinden gelen sular Gebere Barajı’nda toplanmakta, ayrıca buradaki su kaynağı Melendiz dağlarından gelmektedir. Gümüşler Barajı’nda çok sayıda Aynalı Sazan Balığı yetişmektedir. Akkaya Barajı Bor ovasındadır. Genellikle bu göletler sulama amacı ile oluşturulmuştur. Çizelge 3.4’de Niğde ilindeki su kaynakları ve miktarları verilmiştir (URL-10).

Çizelge 3.4. Niğde ilindeki göl, gölet, yeraltı su potansiyeli.

Göletin Adı	Tipi	Göl hacmi, m ³	Sulama Alanı(net), ha	Çekilen Su Miktarı, (m ³)	Katılan Su Miktarı, (m ³)	Kullanım Amacı
GEBERE	Toprak Dolgu	2.400.000	340	1.700.000	—	Sulama
GÜMÜŞLER	Toprak Dolgu	3.700.000	414	3.410.000	—	Sulama
AKKAYA	Toprak Dolgu	5.800.000	2000	5.700.000	—	Sulama
MURTAZA	Kaya Dolgu	7.700.000	1120	5.220.000	—	Sulama
ALTUNHİSAR	Homojen Dolgu	1.700.000	232	—	—	Sulama
YEŞİLBURÇ	Kaya Dolgu	3.240.000	220	—	—	Sulama
DARBOĞAZ	Kaya Dolgu	1.100.000	166	440000	—	Sulama
POSTALLI	Zonlu Toprak Dolgu	3.300.000	580	810.000	—	Sulama
ULUAĞAÇ	Toprak Dolgu	4.940.000	690	3.720.000	—	Sulama
KOYUNLU	Homojen Dolgu	800.000	155	—	—	Sulama
Yer altı su potansiyeli hm ³ /yıl						
394						

Niğde sanayi bölgelerinde atıksular kanalizasyon sistemi ile atıksu artıma tesislerine verilerek bertaraf edilmektedir. Organize sanayi bölgesinden 2019 yılında yaklaşık 730.000 m³, Bor Karma Organize sanayi Bölgesinde ise yaklaşık 547.500 m³ atıksu arıtma tesisinden atıksu deşarj edilmiştir (URL-10).

Niğde’de katı atıklar düzenli depolama tesisinde depolanmaktadır. Çizelge 3.5’de 2019 yılı il/ilçe belediyelerince toplanan ve yerel yönetimlerce (büyükşehir belediyesi/ belediye/ birliklerce) yönetilen belediye atığı miktarı ve toplanma, taşınma ve bertaraf yöntemleri verilmiştir. Atık yönetimi hizmetlerini Niğ-Kad Bir gerçekleştirmekte olup, atıklar ön işlem (Mekanik Ayırma/ Biyokurutma/ Kompost/ Biyometanizasyon), yakma ve düzensiz depolamaya tabi tutulmamaktadır. Çizelge 3.5’de 2019 yılı il/ilçe belediyelerince toplanan ve yerel yönetimlerce yönetilen belediye atığı miktarı ve toplanma, taşınma ve bertaraf yöntemler gösterilmiştir (URL-10).

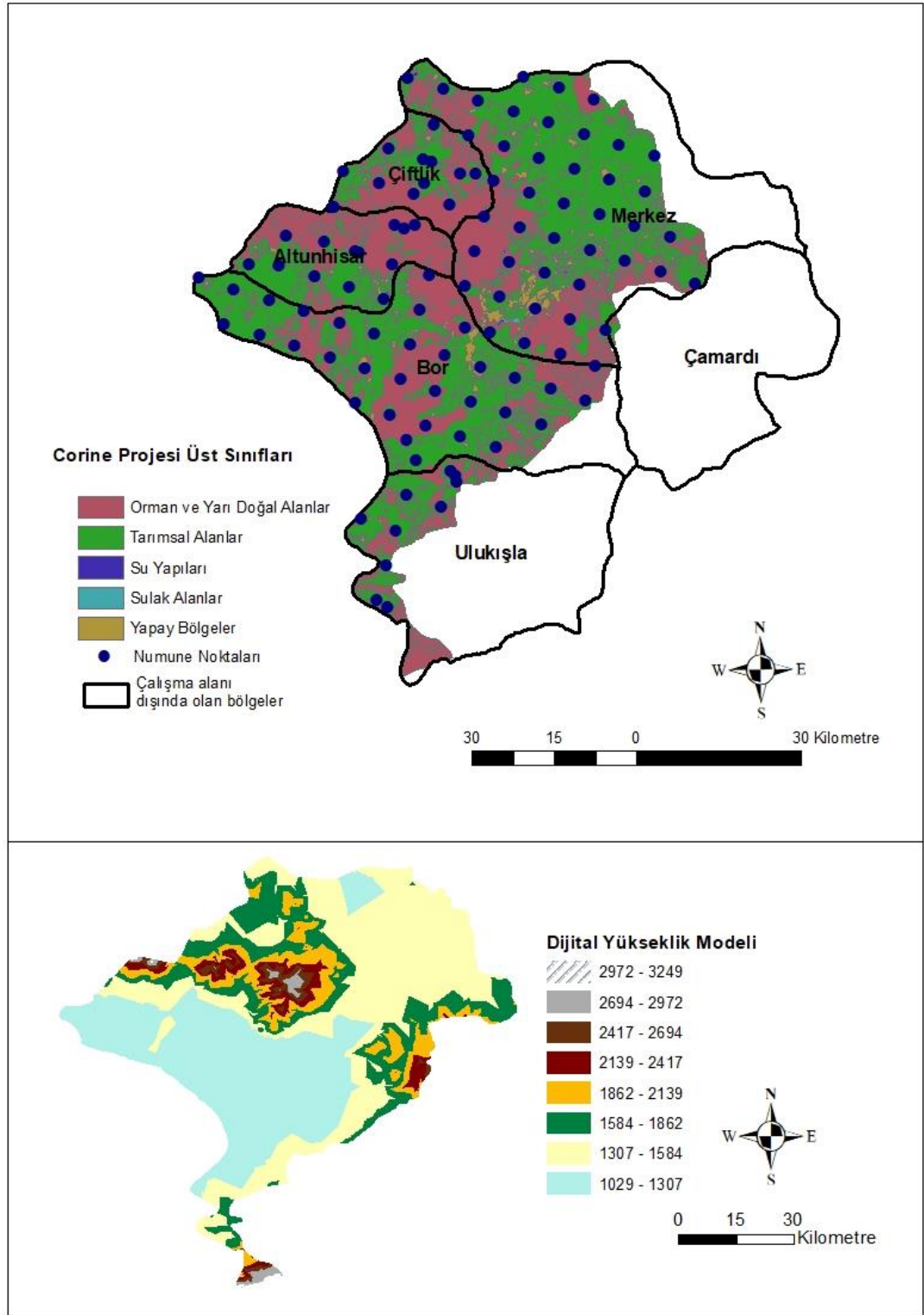
Çizelge 3.5. Niğde ili belediye atığı miktarı ve toplanma, taşınma ve bertaraf yöntemleri.

Büyükşehir/İl/İlçe Belediye veya Birliğin Adı	Büyükşehir Belediyesi/ Birlik ise birliğe üye olan belediyeler	Nüfus		Toplanan Ortalama Katı Atık Miktarı (ton/gün)		Kişi Başına Üretilen Ortalama Katı Atık Miktarı (kg/gün)		Transfer İstasyonu
		Yaz	Kış	Yaz	Kış	Yaz	Kış	
NİĞ-KAD	NİĞDE BELEDİYESİ	151010	151010	140	140	0,93	0,93	5
	İL ÖZEL İDARE	79644	79644	80	80	1	1	
	ALTUNHİSAR	3268	3268	15	15	4,59	4,59	
	BOR BELEDİYESİ	41563	41563	**	**	**	**	
	ÇAMARDI BELEDİYESİ	3564	3564	10	10	2,81	2,81	
	ÇİFTLİK BELEDİYESİ	4334	4334	15	15	3,46	3,46	
	ULUKIŞLA BELEDİYESİ	5781	5781	15	15	2,59	2,59	
	AKTAŞ BELEDİYESİ	2103	2103	4	4	1,9	1,9	
	ALAY BELEDİYESİ	3384	3384	1	1	0,3	0,3	
	AZATLI BELEDİYESİ	3902	3902	10	10	2,56	2,56	
	BAHÇELİ BELEDİYESİ	2345	2345	2	2	0,85	0,85	
	BOZKÖY BELEDİYESİ	4334	4334	4	4	0,92	0,92	
	DEĞİRMENLİ BELEDİYESİ	2011	2011	2,5	2,5	1,24	1,24	
	DİVARLI BELEDİYESİ	4040	4040	7	7	1,73	1,73	
	EDİKLİ BELEDİYESİ	4787	4787	1,5	1,5	0,31	0,31	
	GÜMÜŞLER BELEDİYESİ	2164	2164	3	3	1,39	1,39	
	HACIABDULLAH BELEDİYESİ	2044	2044	**	**	**	**	
	KARAATLI BELEDİYESİ	3308	3308	5	5	1,51	1,51	
	KARAKAPI BELEDİYESİ	2853	2853	2,5	2,5	0,88	0,88	
	KEÇİKALESİ BELEDİYESİ	1920	1920	1,5	1,5	0,78	0,78	
	KEMERHİSAR BELEDİYESİ	5100	5100	2,5	2,5	0,49	0,49	
	KİLEDERE BELEDİYESİ	5271	5271	**	**	**	**	
	KONAKLI BELEDİYESİ	3250	3250	10	10	3,08	3,08	
	ORHANLI BELEDİYESİ	2554	2554	**	**	**	**	
	SAZLICA BELEDİYESİ	3617	3617	7	7	1,94	1,94	
	SAZLICA BELEDİYESİ	5418	5418	9	9	1,66	1,66	
	YILDIZTEPE BELEDİYESİ	2117	2117	**	**	**	**	
İl Geneli		352727	352727					

3.3 Numune Toplama Noktaları

Konya kapalı havzası bölgesinde bulunan Niğde'nin beş ilçesinden toplam 110 farklı noktadan 20cm derinlikten toprak numunesi alınmıştır. Orman ve yarı doğal alanlardan 38 adet, tarımsal alanlardan 63 adet, yapay bölgelerden 2 adet toprak numunesi alınmıştır. İlçelere göre ayırırsak Merkez'den 42 adet, Bor'dan 32 adet, Altunhisar'dan 12 adet, Çiftlik'ten 9 adet, Ulukışla'dan 8 adet, toprak numunesi toplanmıştır. Saha çalışması sırasında fiziki olarak potansiyel kirlilik özelliği gösteren arazilerden ise toplam 7 farklı adet numune toplanmıştır. Şekil 3.5'te CORINE toprak örtüsü üst sınıfları ile numune toplama noktaları görülmektedir. Numune toplama sırasında numune torbaları ilçe adlarının kısaltılmalarına göre etiketlenmiştir.

Şekil 3.5'te görülen dijital yükseklik modeli ASTER GDEM (Gelişmiş Uzay Kaynaklı Termal Emisyon ve Yansıma Radyometresi Küresel Yükseklik Modeli) modelinden yararlanmıştır. Model; Japonya, NASA ve Amerika Birleşik Devletleri'nin ortak girişimleri sonucu uygu görüntülerinin değerlendirilmesi sonucu elde edilmiştir (Erol vd., 2020). Şekil 3.5'e göre çalışma alanının en düşük yükseklikler rakımı en düşük ilçe olan Bor ilçesinde görülmektedir. Merkez ilçe ise doğu ve batısında yükseltiler artmakta ve kuzeyinde ise azalma eğilimi göstermektedir.

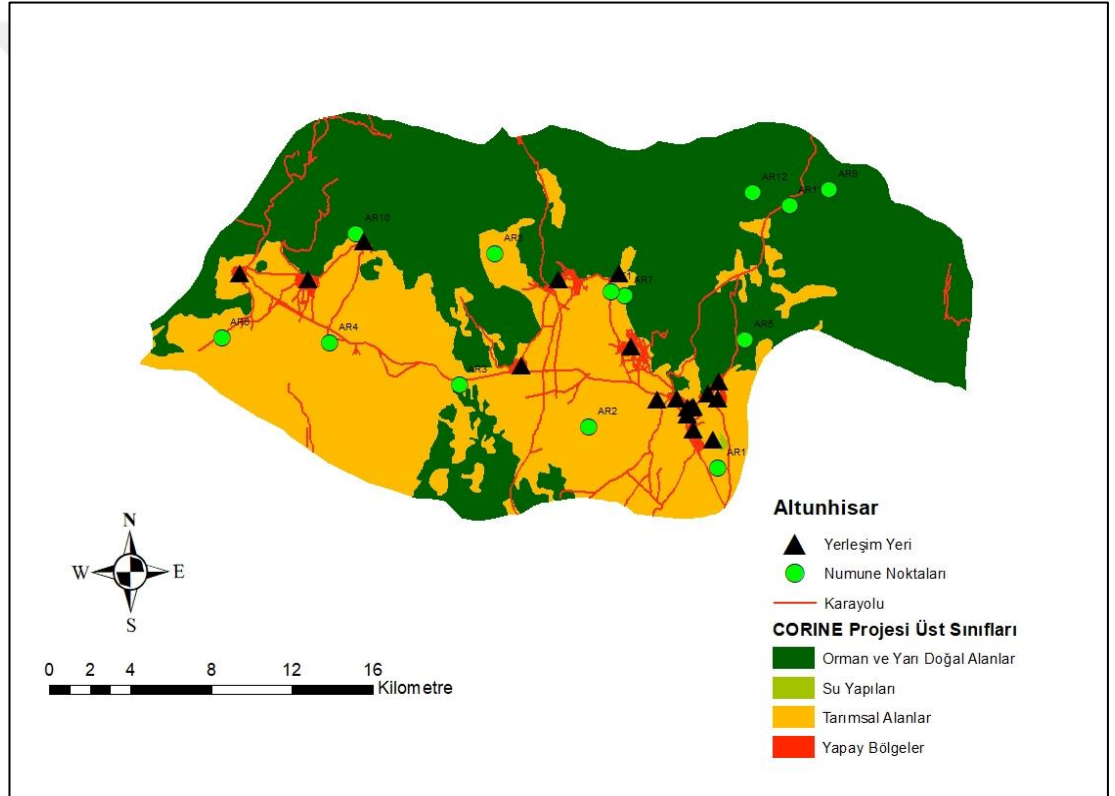


Şekil 3.5. Çalışma alanının numune toplama noktaları ve dijital yükseklik modeli.

3.3.1 Altunhisar

İç Anadolu Bölgesi'nin kuzeyinde Aksaray, batısında Konya ili Ereğli ilçesi, güneyinde Bor ilçesi, kuzeydoğusunda Çiftlik ilçesi ve güneydoğusunda da Niğde

Merkez ilçesi ile çevrilidir. İlçenin kuzeyi Melendiz Dağlarının uzantıları ile engebeli olup, güneyi yer yer meyilli ovalarla kaplıdır. İlçe toprakları Melendiz Dağlarından kaynaklanan küçük akarsularla sulanmaktadır. Deniz seviyesinden yüksekliği 1.050 m olan ilçenin doğal bitki örtüsü step bir görünüme sahiptir. İlçede İç Anadolu Bölgesi'nin karakteristik özelliği olan karasal iklim olarak yazları sıcak ve kurak, kışları ise soğuk ve yağışlıdır. İlçenin ekonomik hayatı genel olarak tarım ve hayvancılığa dayalıdır (URL-12). Altunhisar ilçesinden 20 cm derinlikten toplam 12 adet toprak numunesi toplanmıştır. Şekil 3.6'da Altunhisar ilçesinin yerleşim yerleri ve toplanan numune noktalarının koordinatları gösterilmiştir. Şekil 3.7'de ise Altunhisar ilçesinden alınan AR1 kodlu numune noktası görülmektedir.



Şekil 3.6. Altunhisar ilçesi

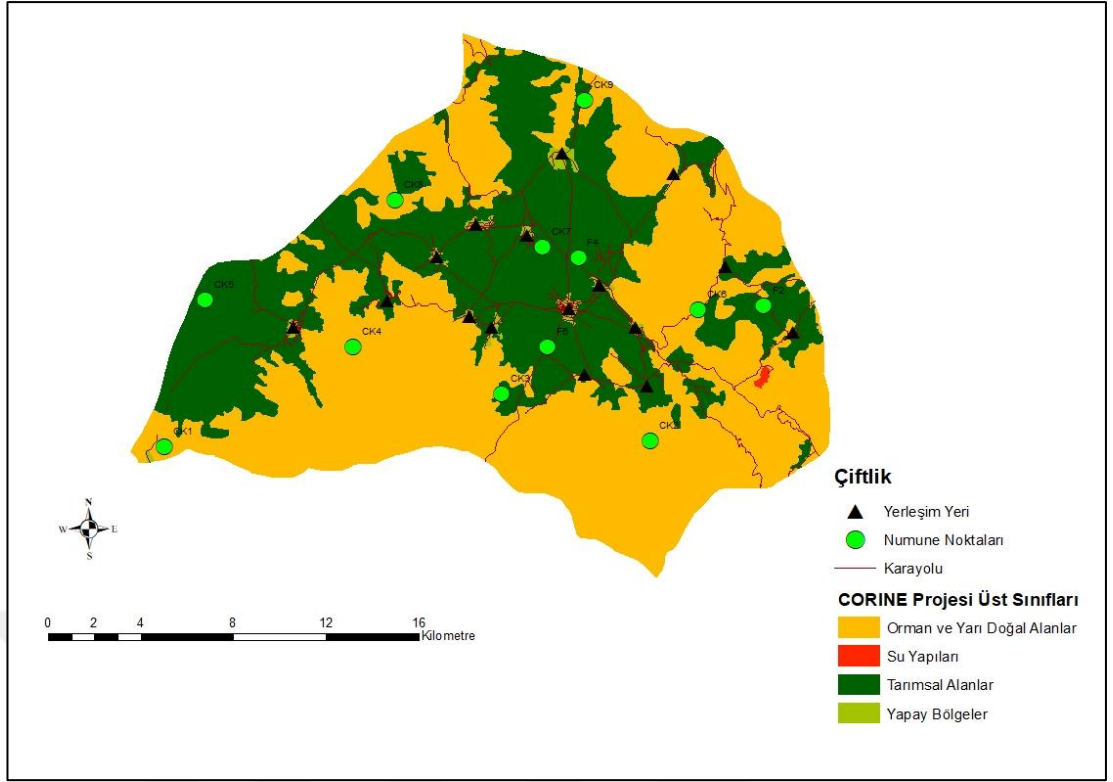


Şekil 3.7. Altunhisar AR1 kodlu numune alma noktası.

3.3.2 Çiftlik

Niğde ilinin kuzey–kuzeybatı topraklarını kapsamakta olup, ilçe konumu itibariyle Niğde, Aksaray ve Nevşehir arasında yer almaktadır.

Niğde ili Çiftlik ilçesi, Kömürcü Köyü yakınlarındaki Göllüdağ Harabeleri Hititler Döneminden kalma yerleşim alanı ve sitlere ait izlerle dolu olup, 1555 m rakımlıdır. Dağları çıplak ve yok denecek kadar az ormanlıktır. Karasal iklim hâkim olup, yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlıdır. İlçe merkezini çevreleyen Melendiz Dağları Orta Torosların devamıdır. Sultanpınar köyünden doğup Melendiz ovasını ikiye bölerek Aksaray ili Ilısu Kasabasından ve Ihlara vadisinden geçerek Mamasın barajına dökülen Melendiz Çayı ilçedeki en önemli akarsu kaynağıdır. İlçemizde, tahıl tarımı, Patates, meyvecilik, ve sebzecilik yapılmaktadır (URL-13).Çiftlik ilçesindeki yerleşim yerleri ve numune noktalarının konumları Şekil 3.8’de gösterilmiştir. Çiftlik ilçesinden toplam 9 adet toprak numunesi alınmıştır (Şekil 3.9).



Şekil 3.8. Çiftlik ilçesi.

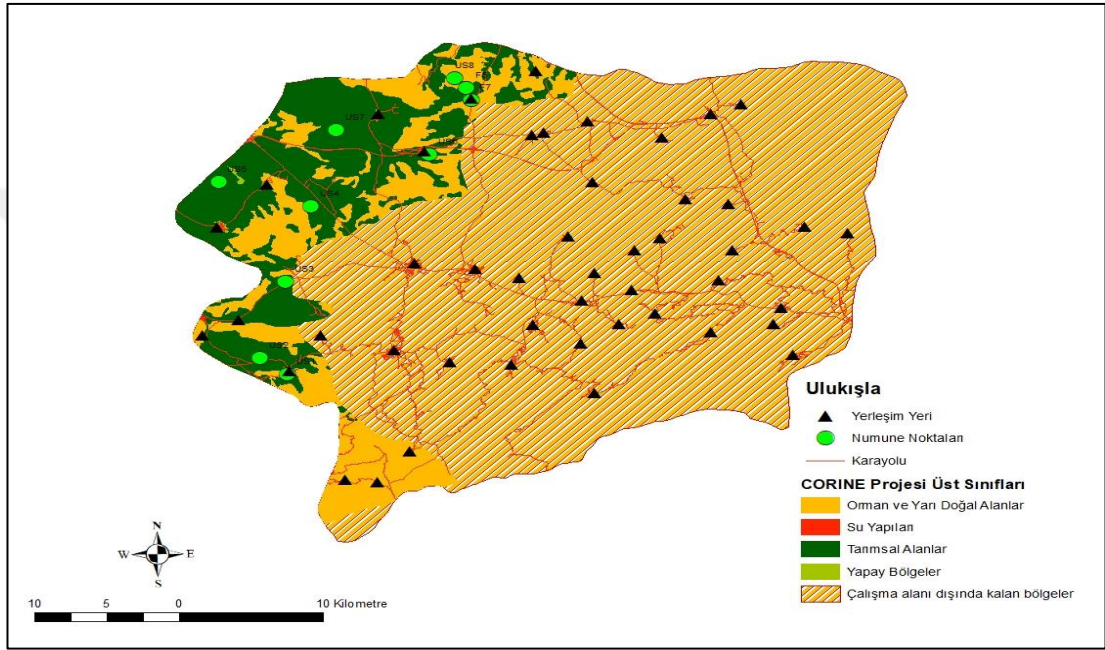


Şekil 3.9. CK7 ve CK3 kodlu numune noktaları.

3.3.3 Ulukışla

İlçe Merkezi Orta Torosların parçalarından Medetsiz ve Bolkar Dağları arasındaki geniş bölümün ağzında, iç Anadolu Bölgesi, Orta Kızılırmak bölümünde yer alır. Yüz ölçümü 1502 km², deniz seviyesinde yüksekliği 1427 m dir. Bitki örtüsü İç Anadolu

Step türüdür. Genel ormanlık saha toplamı 24673 hektardır. Sert ve kara ikliminin: (Yazlar serin ve kurak, kışlar soğuk ve yağışlı) etkisi altındadır ve bitki örtüsü bozkırdır. İklimle ilgili olarak yetiştirilen ürünlerin başında; buğdaygiller gelir. Yamaçlarda bağcılık, sulanabilen alanlarda başta elma, kiraz, armut vb. olmak üzere meyvecilik ve sebzecilik yapılır (URL-14). Ulukışla ilçesinin çalışma alanına dahil olan alanı Şekil 3.10'da gösterilmiştir. Ulukışla ilçesinden toplam 8 adet toprak numunesi alınmıştır (Şekil 3.11).



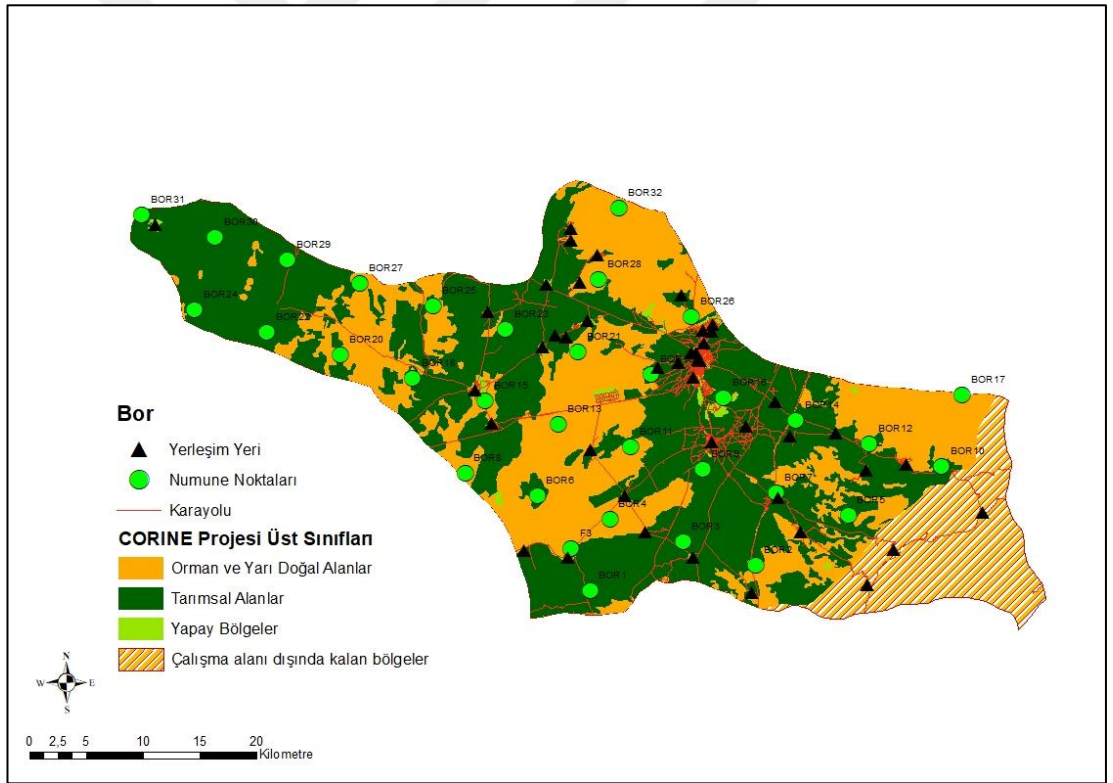
Şekil 3.10. Ulukışla ilçesi.



Şekil 3.11. US2 ve US6 kodlu numune noktaları.

3.3.4 Bor

Coğrafi konumu itibariyle İç Anadolu'nun güneyinde yer alan Bor'un yüzölçümü 1.432 km²'dir. Kuzeydoğusunda Niğde, Doğuda Çamardı, Batıda Ereğli ve Karapınar, Güneyde Ulukışla, Kuzeyde ise Aksaray ve Altunhisar ile çevrilidir. Kuzeybatısında Hasan dağı, Okçu dağları; Doğusunda Aladağlar ve Demirkazık tepesi yükselir. Bölge Doğuya doğru uzanan bir yayla, Güneye ve Batıya doğru genişleyip uzayan bir ova konumundadır. Bor'un denizden yüksekliği 1100-1150 m'dir. İlçenin iklim özelliği olarak İç Anadolu bölgesinin sıcak step iklimi hüküm sürer. Sıcak ve kurak bir yaz, az yağışlı yumuşak bir sonbahar, soğuk bir kış ve kısa bir ilkbahar göze çarpar. Yağış en fazla ilkbaharda görülür (URL-15). Şekil 3.12'de Bor ilçesinden alınan numune noktalarının koordinatları ve yerleşim yerleri gösterilmiştir. Bor ilçesinden toplam 32 adet toprak numunesi alınmıştır (Şekil 3.13).



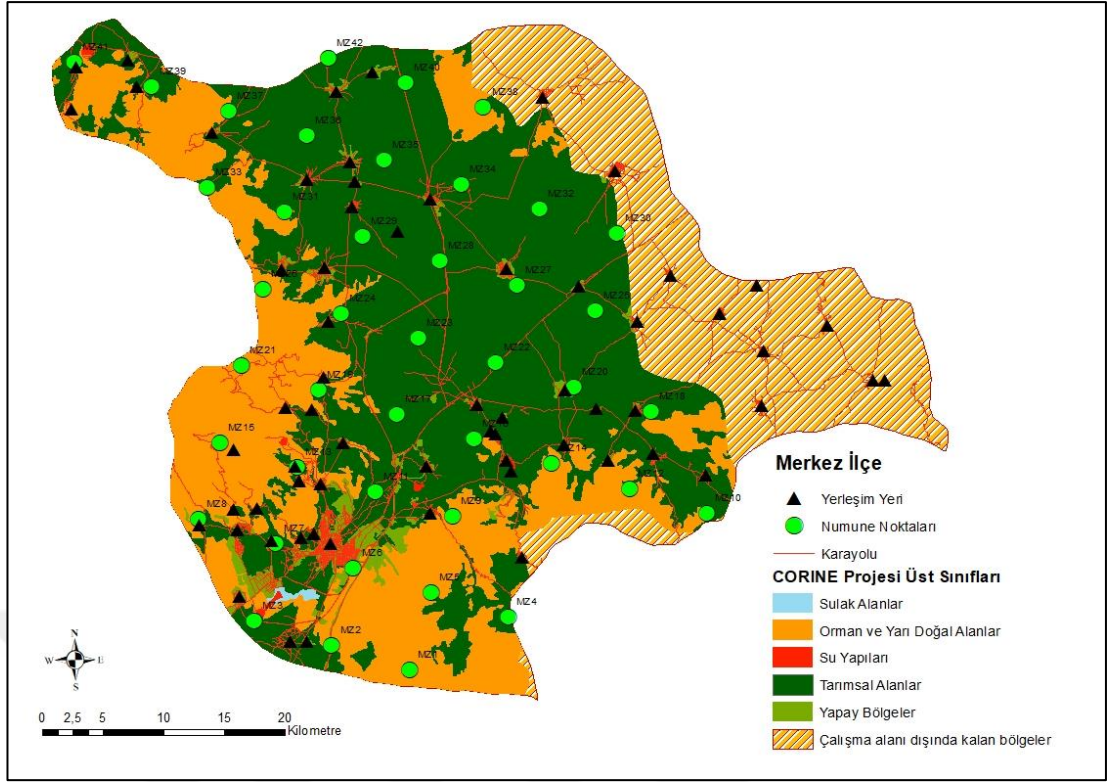
Şekil 3.12. Bor ilçesi.



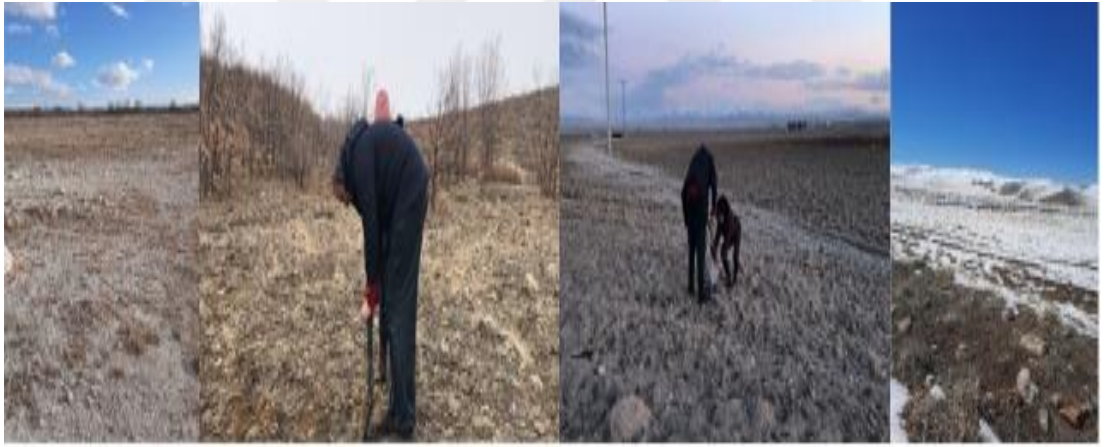
Şekil 3.13. BR6, BR18 ve BR26 numune noktaları.

3.3.5 Niğde Merkez

İç Anadolu Bölgesinin güneydoğusunda, Bolkarlar ve Aladağlar'ın kuzeyinde yer almaktadır. Kuzeybatıda Aksaray, kuzeyde Nevşehir, kuzeydoğuda Kayseri, batı ve güneybatıda Konya illeri ile komşu olan Niğde, güneyde Bolkar Dağları ile Mersin, güneydoğu ve doğuda Aladağlar'ın oluşturduğu doğal sınırlar ile Adana iliyle komşudur. Büyük bir bölümü İç Anadolu Bölgesinde yer alan Niğde'nin güneyindeki Çamardı ve Ulukışla ilçeleri Akdeniz Bölgesi içinde yer almaktadır. İlin yüzölçümü 7.312 km² olup %34,63 'ü Merkez ilçesine aittir. İlçenin büyük bölümünde bozkır iklimi özellikleri vardır. Yüksek yerlerde ise yayla iklimi hüküm sürer (URL-16). Şekil 3.14'te Merkez ilçesi numune toplama noktaları konumları, yerleşim alanları ve ulaşım bilgileri verilmiştir. Niğde Merkez ilçesinden toplam 42 adet toprak numunesi alınmıştır (Şekil 3.15).



Şekil 3.14. Merkez ilçesi.



Şekil 3.15. Niğde Merkez ilçe numune noktaları.

3.3.6 Farklı noktalar

Saha çalışmaları sırasında fiziki olarak kirlilik potansiyeli görünen topraklardan toplam 7 adet numune alınmıştır (Çizelge 3.6).

Çizelge 3.6. Numune planından bağımsız noktalardan alınan örnekler.

Farklı Noktalar	Toplandığı İlçe	Mevki
1	Altunhisar	Sarımsak Tarlası

Çizelge 3.6 (devam). Numune planından bağımsız noktalardan alınan örnekler.

2	Çiftlik	HİS Projesi
3	Bor	Badak mevki
4	Çiftlik	Briket Tarla
5	Ulukışla	Kil Yatağı
6	Çiftlik	Tarım Alanı
7	Ulukışla	Kolsuz Geçidi

3.4 Çalışma Alanın Jeolojik yapısı

Niğde ilinin arazi toprakları alttan üste doğru en altta paleoziyik yaşlı meta kırıntılara sahip Gümüşler, ortada Kaleboynu formasyonu, en üstte metakarbonat ve mermerlerden oluşan Aşıgediği formasyonu yer almaktadır. Metakarbonatlı arazi yapılarında toprağın mangan içeriği yüksek olabilmektedir. Şekil 3.16’da Niğde İlinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti verilmiştir (Şener, 2011).

Üst Sistem	Sistem	Seri	Formasyon	Litolojik Kesit	Litoloji Tanımı
SENOZOYİK	Kuvaterner	Miyosen-Pliyosen			Alüvyon, Yamaç Molozu
					Traverten
			Bor Bazalt		
			Melendizdağ Andeziti		Yer yer volkanik breş ve aglomera içeren lav akıntıları
			Melendizdağ Tufu		Gri sarımsı beyazımsı; bazik volkanik kayaç parçalarında (plajiyoklas, piroksen, olivin) volkanik cam bağlayıcıları tür oluşur.
	TERSİYER	Miyosen-Pliyosen	Melendizdağ Aglomerası		Çakıl boyutunda köşeli klastiklerden oluşur. Çakıllar andezitik özellikte ve matrisi oluşturan taneler kum boyutundadır.
			Gökbez		Yeşil, beyazımsı marn ve kireçtaşı aralanması. Çalışma alanının batısında iyi laminalı, gri, kahverenkli bitümlü çamurtaşı arakatıkları kapsar.
			Çanaktepe		Çakıtaşı, kumtaşı, silttaşı
			İnceası İğnimbriti		Pembe kırmızımsı iğnimbrit
			Çamardı		Birim düşük derecede metamorfzmaya uğramış çakıtaşı, kumtaşı, çakıllı kumtaşı, silttaşı ve çakıllı kumtaşı aralanmasından oluşur.
PALEOZOYİK-MEZOZOYİK	KRETASE	ÜST KRETASE	Üçkapılı Granodiyorit		Orta ince taneli, granoblastik dokulu az ayrışmıştır. Ganyslar ile dokanagında kordiyerit-muskovit-granat hornfels, karbonatlar ile dokanagında ise diyopsit-hedenbergit-hornfels ve epidot-granat-skapolit hornfel'se rastlanır.
			Aşıgediği		Orta kalın katmanlı beyazımsı diş görünümü renkli, eklemlili, iri kristalli mermer. Meta-Karbonat bölümünün üst seviyelerde pembe, ince taneli mermerler ve manganca zengin alacalı şist, kuvarsit ve gnayslar yer alır.
			Kaleboynu		Genel olarak; mermer, kuvarsit ve ganys aralanmasından oluşan birim çalışma sahasında sadece mermerlerle temsil edilmektedir.

Şekil 3.16. Niğde ilinin genelleştirilmiş stratigrafik (ölçeksiz) kesiti.

3.5 Laboratuvar Çalışmaları

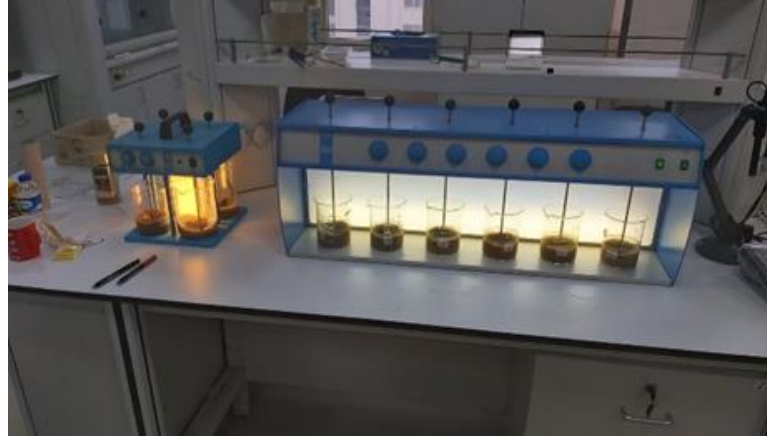
3.5.1 Toprak numunelerinin analizler için ön hazırlıklarının yapılması

Toprak örneklerinin analiz öncesi ön işlem olarak kurutma, öğütme ve eleme işlemleri yapılmıştır. Bu işlemler laboratuvar analizleri için toprak numunelerinin homojen hale getirilmesi ve analizlerde sapma olmaması amacıyla yapılmıştır. Elekten geçen toprak iyice karıştırılmakta, 0,5 mm'lik elekten geçemeyen çakıl gibi maddeler porselen bir havandan yararlanılarak ezilerek elenen toprağa karıştırılmıştır. Gereksinim dışında kalan elekten geçemeyen maddeler atık olarak ayrılmıştır (Kacar, 2012; Sheppard ve Addison, 2008). Numuneler kurutma, eleme, öğütme aşamaları numune toplandıktan hemen sonra gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.17'de kurutmaya bırakılan toprak numuneleri gösterilmiştir. Toprak numuneleri analizler için hazır hale getirilmeden önce plastik torbalarda ve oda sıcaklığında saklanmıştır (EPA Method 5035A).



Şekil 3.17. Kurumaya bırakılan toprak numuneleri.

Enstrümantal deneylerin tayini için toprak numuneleri önce hazırlık olarak elüat sistemi ile hazırlanmıştır. Buna göre 10 gram toprak numunesi ve 160 ml saf suyu 500 ml'lik behere eklenmiştir. Ekledikten sonra beherde su ve toprak numunesinin su seviyesi çizgisini laboratuvar kalemi ile işaretlenmiştir. Bu karışım 24 saat boyunca 200 rpm hızında santrifüj edilmiştir. Süre sonunda çizilen çizgiden azalan su seviyesi kadar saf su eklenip ikişer adet 50 ml'lik deney tüplerine doldurulmuştur. Şekil 3.18'de elüat hazırlama düzeneği gösterilmiştir. Böylece toplam organik karbon, toplam azot tayini, IC ve ICP ölçümleri için ön hazırlık tamamlanmıştır (EPA Method 1310B).



Şekil 3.18. Elüat hazırlama düzeneği.

3.5.2 Toprak numunelerinin fiziksel ve kimyasal analizleri

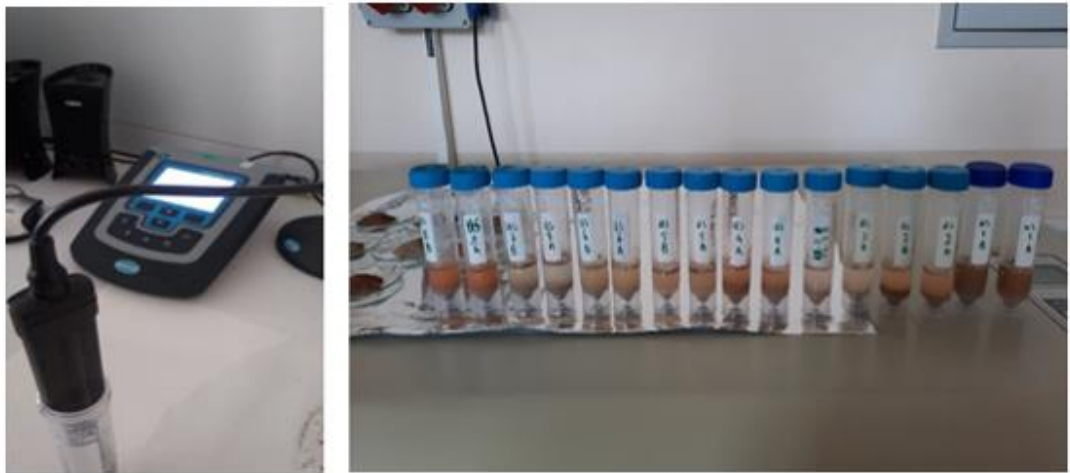
Toprak numuneleri Aksaray Üniversitesi Çevre Mühendisliği Katı Atık Laboratuvarı'nda yere serilerek yaklaşık 24-30 saat kurumaya bırakılmıştır. Tüm toprak numuneleri 0,5 mm'lik elekten geçirilerek kimyasal deneylere hazır durumuna getirilmiştir.

Tane Boyutu Analizi: Toprak numuneleri farklı elek numaraları ile elenmiştir. 500 gr toprak numunesi 7 elekten geçirilmiştir. Her bir elekte kalan toprak tartılmıştır. Elek açıklıkları; 37,5mm-11/2 in 25,0 mm-1 in(b) 19 mm-3/4 in 9,5 mm -3/8 in 4,25 mm 2,00 mm-10 mesh 0,425 mm-40 mesh 0,075 mm-200 mesh şeklinde kullanılmıştır. Şekil 3.18'de kullanılan elek düzeneği görülmektedir (Karaoğlu ve Şimşek, 2014).



Şekil 3.19. Elek analizi

pH ve EC Tayinleri: Karıştırılan toprak-su numunesi beş dakika kadar beklenerek çökmesi sağlanmıştır. Bu zaman sonunda üstte biriken karışımı 50 ml’lik santrifüj tüplerine eklenmiştir. Hazırlanan santrifüj tüpleri santrifüj makinesinde beş dakika ve 2000 rpm hızında karıştırılmıştır. Santrifüjleme işlemi bittikten sonra numuneler Hach HQ411D markalı dijital pH ve EC ölçüm cihazı ile numunelerin pH ve EC değerleri ölçülmüştür (EPA Method 9045C). Şekil 3.19’da pH metre ve santrifüjlenmiş örnekler görülmektedir.



Şekil 3.20. pH ve EC analizi

Su Muhtevası Tayini: Toprak üzerinde yaşayan canlılarda olduğu gibi toprak içinde yaşayan canlılarında bünyeleri için belli bir su ihtiyacı vardır. Saat camının hassas terazide darası alınıp sıfırlanarak 5'er gramlık toprak numuneleri hazırlanmıştır. 24 saat 105°C'de Hach Memmert UNB 400 markalı etüvde toprak numuneleri kurumaya bırakılmıştır. 24 saat sonunda oda sıcaklığına geldikten sonra hassas terazide darası alınır. Boş saat camı ile 5 gr 'lık toprak numunesi ağırlığından etüvlenen numune ağırlığı çıkarılarak su muhtevası elde edilir (Kacar, 2012). Şekil 3.21'de su muhtevasında kullanılan deney düzeneği görülmektedir.



Şekil 3.21. Su muhtevası analizi

Organik Madde Tayini: Toprak içinde yaşayan mikroorganizmaların ve bitkilerin gelişmesinde etkili olan organik madde toprağın verimliliği açısından oldukça önemlidir. Deneye boş krozelerin hassas terazide darası alınması ile başlanır. Darası alındıktan sonra hassas terazi sıfırlanarak 10'ar gramlık toprak numunesi eklenir. İki saat boyunca PLF 100/3 markalı kül fırınında 600° C sıcaklıkta bekletilir. Bu zaman sonunda alınan krozeler soğuduktan sonra hassas terazide ağırlığı alınır. Boş kroze ile 10 gr 'lık toprak numunesi ağırlığından yakılan toplam numune ağırlığı çıkarılarak organik madde miktarı elde edilir (Karaoğlu ve Şimşek, 2014). Şekil 3.22'de organik madde tayininde kullanılan yakma fırını ile porselen krozeler gösterilmiştir.



Şekil 3.22. Organik madde tayini

Toplam Petrol Hidrakerbonları (TPH) Tayini: Petrol ve türevleri bilindiği üzere kompleks bir yapıda olup kirlilik etkenlerindendir. 50ml’lik cam beherde 5 gram NaSO_4 (Sodyum Sülfat) tozu, 5 gram toprak numunesi cam çubuk yardımıyla kum haline gelene kadar manuel olarak karıştırılır. Bu karışımın üzerine otomatik cam büret yardımıyla 20 ml hekzan sıvısı eklenir. Elde edilen bu karışım daha sonra ISOLAB markalı ultrasonik banyo cihazına koyularak 10 dakika ve %70 oranında karıştırılması sağlanır. Bu süre sonunda banyodan çıkarılan numunelerin üzerinden otomatik cam büret yardımıyla toprak numunesi gelmeyecek şekilde (büretin ağız kısmına filtre kâğıdı sarılmış şekilde) 10 ml alınır ve boş darası alınmış kroze eklenir. Krozelerde hekzan buharlaşana kadar ultrasonik banyoda 85° C ‘de bekletilir. Bu aşamadan sonra hekzanı uçmuş şekilde boş kroze desikatörde yarım saat kadar bekletilir. Tepkimeler sonucu toprak numunesinde TPH mevcut ise krozede kalıntı şeklinde kalır. Desikatörden alınan krozeler hassas terazide tartımı alınır. Buradan desikatörden alınan kroze ağırlığından boş kroze ağırlığı çıkarılır (EPA Method 3550C). Şekil 3.23’te TPH analizinde kullanılan ultrasonik karıştırıcı görülmektedir.



Şekil 3.23. Ultrasonik karıştırıcı

Yağ-Gres Tayini: Yağ heterojenik olup toprağa ve suya karışması halinde arıtılması sırasında güçlük çıkaran bir organik maddedir. 250 ml’lik küresel balonun boş iken darası alınır ve balona 250 ml hekzan eklenerek deneye başlanır. 24 saat 105° C’de etüvlenmiş 10 gram toprak numunesi filtre kağıdından yapılmış külaha aktarılır. Oluşturulan bu külahın ağzı sıkıca kapatılarak ekstraksiyon ekipmanına yerleştirilir ve sifonlama işlemi yani ekstraksiyon işlemi başlatılır. Ekstraksiyon işleminde ısıtıcı 4.dereceye ayarlanır ve yaklaşık 4-5 kez sifonlanması (sifonlama işleminde artan sıcaklığı engellemek için musluk suyu açılması zorunludur) sağlanır. Yaklaşık 60-75 dakika sonra ısıtıcı kapatılır, soğuması için 15 dakika beklenir. Hekzan ile dolu olan küresel balon hekzan geri dönüşüm makinesine yerleştirilerek yağ ile tepkimeye girmiş olan hekzanın uçması sağlanır. Hekzan geri dönüşüm ile bir başka boş küresel balon bağlanır ve hekzan geri kazanılır. Bu işlem için de soğutmak amaçlı musluk suyundan faydalanılır. Hekzanı uçan küresel balonunu yarım saat desikatöre koyulur, buradan da balonun darası alınır. Sonuç olarak hekzanı uçmuş küresel balonun ağırlığından, deneyin en başında alınan küresel balonun boş ağırlığından çıkarılır ve yağ-gres miktarı elde edilir (EPA Method 3540C). Soxlet ekstrasyonu ve hekzan geri kazanım deney düzenekleri Şekil 3.24’te verilmiştir.



Şekil 3.24. Soxlet ekstrasyonu ve hekzan geri kazanımı.

Tarla Kapasitesi: 50 ml’lik mezürün boş darası alınır. 10 gr toprak numunesi cam yünü yerleştirilmiş cam huniye eklenir. Üzerine 20 ml saf su eklenerek ve cam huninin üzeri streçlenerek (saf suyun buharlaşmasını önlemek için) beklemeye alınır. Süzülmesi bittiği anda 50 ml’lik mezürün su ile birlikte darası alınır ve kaç gram su geçtiği belli olur (Karaoğlu ve Şimşek, 2014). Tarla kapasitesi için kullanılan deney düzeneği Şekil 3.25’te görülmektedir.



Şekil 3.25. Tarla kapasitesi

TOC/TN Tespiti: Ön hazırlıktan sonra hazırlanan numuneler şırınga ile alınıp 0,425mm syringe filtrelerle filtrelenip 40ml’lik şeffaf cam şişelere eklenmiştir. TOC-V CPN cihazında TOC/TN tespiti yapılmıştır (EPA Method 9060A). TOC/TN tespiti için kullanılan deney düzeneği Şekil 3.26’da verilmiştir.



Şekil 3.26. TOC/TN tespiti

IC – Nitrat/Nitrit Analizi: Ön hazırlıktan sonra hazırlanan numuneler şırınga ile alınıp 0,425mm syringe filtrelerle filtrelenip plastik kapaklı plastik numune kaplarına eklenmiştir. Dionex AS40 (İyon Kromatografi) cihazı ile toprak numunelerindeki nitrat ve nitrit ölçülmüştür (EPA Method 9056A). Deney düzeneği Şekil 3.27’de verilmiştir.



Şekil 3.27. IC analizleri

ICP –OES Ağır Metal Tayini Bazı topraklarda kobalt bulunmakta ve bu da bitkinin büyümesinde katkı sağlamaktadır. Bitkilerin büyümesinde eser miktarda gerekli olmaktadır. Bu yüzden geniş getiren hayvanların bünyesinde bitkilerden kobalt geçmektedir. Yetiştirme ortamında ihtiyacından fazla bulunan kobalt bitkilerde zehir etkisi gösterir. Kadmiyum toprakların genelinde çok az miktarlarda bulunmaktadır. Araç trafiğine yakın yerlerde alınan toprak örneklerinde kadmiyum oranları daha yüksek olabilmektedir. Cıva canlılar ve çevre için oldukça tehlikeli ve zehirli elementtir. Topraklarda doğal olarak bulunan Hg miktarları toprak ana materyalinin pH durumu gibi kimyasal özelliklerin etkisi altındadır. Gelişen sanayinin havaya verdikleri cıva ve türevleri yağmur suyuyla ya da rüzgâr ile toprağa geçmektedir. Ön hazırlıktan sonra hazırlanan numuneler şırınga ile alınıp 0,425mm syringe filtrelerle filtrelenip 10ml’lik deney tüplerine eklenmiştir. Perkin Elmer marka DV-2100 model ICP-OES (Şekil 3.28) cihazı ile toprak numunelerindeki ağır metaller (Cr, Cd, Pb, Mn, Cu, Zn, Ni, Co., vb) ölçülmüştür (EPA Method 6010D).



Şekil 3.28. ICP-OS analizleri

3.6 Jeostatistiksel Modelleme

Jeostatistiksel analiz temel anlamda üç aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşama temel olarak betimleyici istatistiksel araçlar kullanılmaktadır. Bu araçlar özet istatistiksel sonuçları gösteren histogram grafiği ve Q-Q dağılım grafikleridir. İkinci aşama yarıvariogram eğrisinin eldesi ve yarıvariogram fonksiyonunun uygun modellemesi ile bir sonraki aşamaya hazırlanmasından oluşmaktadır. Üçüncü aşamada uygun data interpolasyon tekniği ve simülasyon tekniklerinin seçilip uygulandığı aşamadır. Üçüncü aşama sayısallaştırma ve görselleştirme aşamasıdır (Yünsel, 2007)

Jeostatistiksel yöntemlerin en iyi çalıştığı durumlar verilerin istatistiksel dağılımları ile yakından alakalıdır. Jeostatistiksel analiz için verilerin histogram dağılımlarının normal dağılım göstermesi gerekmektedir. Ayrıca, numune değerlerinin ortalama değerlerinin ve varyanslarının Q-Q grafiklerinde yerleşik dağılım göstermesi jeostatistiksel çalışmaların optimum sonuç vermesini sağlamaktadır (Bohling, 2005).

Jeostatistikte mekânsal verilerin varyasyonlarını matematiksel olarak ifade etmek için kullanılan terimler:

x : 2-boyutlu mekânsal koordinat vektörü (x, y)

$z(x)$: mekânsal lokasyonda bulunan ölçülebilen değer

h : iki nokta arasındaki mesafe vektörü (lag) (Oliver ve Webster, 2014)

Yukardaki verilere göre yarıvaryans fonksiyonu aşağıdaki formüle göre belirlenebilir:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} \{z(x_i) - z(x_i + h)\}^2 \quad (3.1)$$

$\gamma(h)$ = Semivaryans değeri

$N(h)$ = h uzunluğundaki nokta çiftleri sayısı

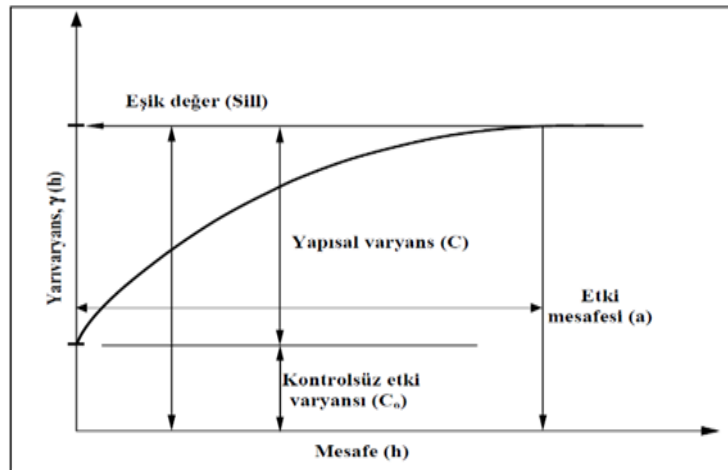
$z(x_i)$ =Değişkenin i noktasındaki ölçülen değeri

$z(x_i+h)$ =Değişkenin h kadar mesafedeki ölçülen değeri

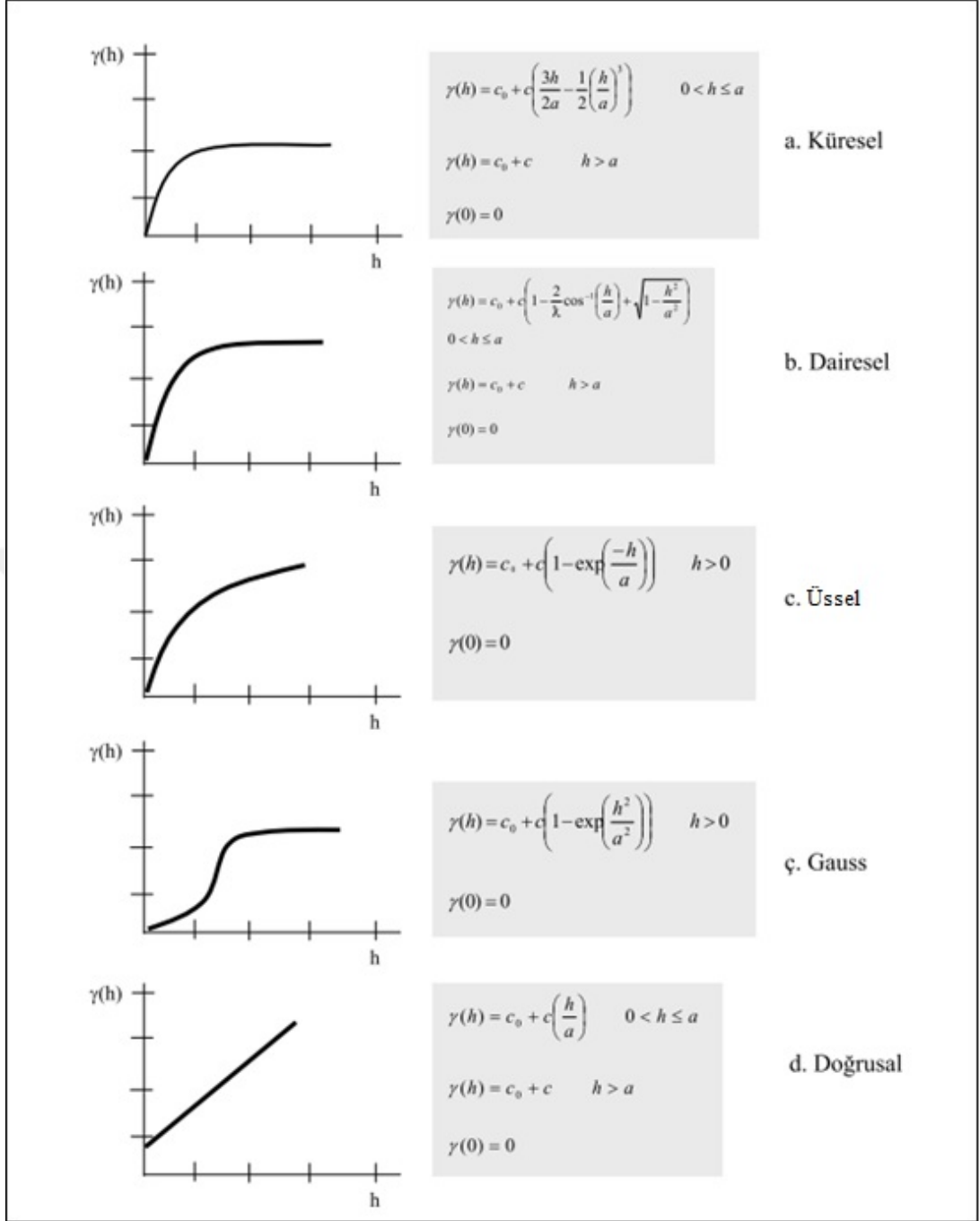
Semivaryans yada diğer adı ile yarıvaryans değerleri mekânsal dağılımda korelasyon ve kovaryans değerlerinin zıttı olarak belirsizliğin bir ölçüsüdür(Bohling, 2005).

3.6.1 Yarıvariogram karakteristikleri

Yarıvaryans değerlerinin mesafe ve yöne göre (lag) değerlerine göre grafiği aşağıdaki şekilde verilmiştir. Şekil 3.29'a (Küçükler, 2011) göre Nugget değeri diğer bir ifade ile kontrolsüz etki varyansı olarak tanımlanabilir. Co olarak ifade edilir. Bu değer örnekleme kalitesinin bir ölçüsüdür. Numune konumlandırılmasında belirlenen lag değerinden daha küçük değerlerdeki numunelerin varyansıdır. Sill, diğer bir ifade ile eşik değerdir. Değişim bittiğini veya sabit olarak devam ettiğini göstermektedir. Range (etki mesafesi) yarıvariogramın sill noktasına ulaştığı h (lag) mesafesidir. Bu mesafe içinde kalan mekânsal değerlerin birbirleriyle istatistiksel ilişkisi olduğu kabul edilir. Bu mesafe dışındaki veriler istatistiki olarak önemsizdir. Nugget/sill oranı mekansal bağlılığın bir ölçüsüdür (Gia Pham vd., 2019). Variogram modelleri çapraz doğrulama teknikleri ile en az hatayı sağlayan en uygun matematiksel model seçilerek gerçekleştirilir. En yaygın kullanılan variogram fonksiyonları Şekil 3.30'da verilmiştir (Karabulut, 2010).



Şekil 3.29. Yarıvariogram fonksiyonu



Şekil 3.30. a. Küresel, b. Dairesel, c. Üssel, ç. Gauss, d. Doğrusal yarıvariogram fonksiyonları

3.6.2 Yarıvariogram modellemesi ve krigleme

Krigleme için elde edilen deneysel yarıvariogram fonksiyonu kabul edilebilir bir modellenmiş yarıvariogram fonksiyonuna dönüştürülmesi gerekmektedir. Krigleme algoritmasında yarıvariogram değerlerince kullanılan h (lag) mesafe verilerinin modellenmesi gerekmektedir. Teknik olarak krigleme modelleme çalışması için yarıvariogram fonksiyonundan alınacak değerlerinin negatif olmaması gerekmektedir.

Krigleme algoritması ve modellemesi tekil bir sistem değildir. Bu sebeple deneysel olarak elde edilen yarıvariogramı teorik değerlere uygun hale getirmek için kontrolsüz etki varyansı modeli, Gaussian modeli, küresel ve üssel modelleme teknikler ile modellenebilir. Kontrolsüz etki varyansı modeli (Nugget modeli) rastgele olan değerler için ve de mekânsal korelasyonun istatistiksel olarak öneminin olmadığı durumlarda tercih edilebilir. Gaussian modelinin Nugget modeli ile beraber kullanılması ile parabolik etki azaltılır. Küresel ve üssel model genellikle çok fazla sayıda kısa mesafeli değişkenlik olduğu durumlarda kullanılabilir (Yünsel, 2007).

Yarıvariogram modellemesinden sonraki aşama yarıvariogramdan elde edilen fonksiyon parametreleri ile oluşturulan mekânsal ağılıklar ile numune alınmayan yerlerin değer kestirimleri yapılabilir. Noktasal krigleme (ordinary kriging) formül 3.2. ile hesaplanır. Formülde λ_i krigleme ağırlıklarını, $Z'(x_0)$ herhangi bir özelliğin kestirim değerini $Z(x_i)$ ise gerçek değerini göstermektedir.

$$Z'(x_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(x_i) \quad 3.2.$$

Kestirimlerin doğrulukları hata parametreleri ile kontrol edilmektedir. Bu parametreler; ortalama standart hata (ASE) (formül 3.3.), Ortalama hatanın karekökü (RMSE) (formül 3.4.) ve standardize edilmiş RMSE (formül 3.4.)'dir (Chabala vd., 2017) . Formüllerde bulunan $\sigma(i)$ ifadesi standart hatayı temsil etmektedir.

$$ASE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sigma(i)} \quad (3.3).$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [Z(x_i) - Z'(x_i)]^2} \quad (3.4.)$$

$$RMSSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left[\frac{Z(x_i) - Z'(x_i)}{\sigma(i)} \right]^2} \quad (3.5)$$

İstatistiksel analizlerin gerekliliği sadece jeoistatistiksel modellemeleri desteklemek amaçlı uygulanmayacaktır. Yukarıda da belirtildiği gibi jeoistatistiksel analizlerden önce Yünsel (2007) ve Küçükler (2011) yöntemlerinde de belirttikleri gibi betimleyici istatistikler ile çevresel analiz sonuçlarının birbirleriyle korelasyonlarının olup olmadığı test edilecek ve regresyon analizleri ile parametrelerin değişkenlikleri istatistiksel olarak yorumlanacaktır. İstatistiksel analizler için IBM SPSS uygulama

programı kullanılacaktır. Bu programda yapılacak istatistiksel testler; tanımlayıcı istatistikler, varyans analizleri, korelasyon analizleridir. Jeostatistiksel modelleme için ArcGIS v. 10.5 coğrafi bilgi sistemi uygulama programı kullanılacaktır. Bu programda hazırlanacak haritalar WGS 1984 coğrafi koordinat sistemine göre ve bu koordinat sisteminde hazırlanmış haritalar UTM Zone 36 Kuzey Transverse-Mercator projeksiyonuna göre özdeş baskısı hazırlanacaktır. Herhangi bir sayısallaştırma verisi eksikliğinde ve temel haritaları hazırlamak için Google Earth Pro programından elde edilen uydu fotoğrafları jeoreferans aracı ile birbirlerine simetrik dört noktanın enlem ve boylam değerleri girilerek WGS 1984 coğrafi koordinat sistemi temel haritalara uygulanacaktır. Yarıvariogram modellemesi ve krigleme interpolasyonu adımları küresel dışsallık giderimi, yerel mekânsal dışsallıkların giderimi, yarıvariogram fonksiyonunda sapmalara neden noktaların tespiti, eğilim analizleri (Kamble ve Aggrawal, 2011) ve isotropi analizleri (Bostan, 2017) ile gerçekleştirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1 Toprak Kalite Parametrelerinin Tanımlayıcı İstatistiksel Sonuçları

Yaklaşık 851.480 ha araştırma alanından 0-20 cm derinlikten 110 adet toprak numunesi toplanmıştır. Çalışma alanından toplanan toprağın fiziksel ve kimyasal parametrelerine göre tanımlayıcı istatistiksel özellikleri Çizelge 4.1 'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Tanımlayıcı istatistiksel sonuçlar.

Parametre -Birim	Ortalama	Standart Sapma	Çarpıklık	Basıklık	Minimum	Maksimum
PH	7,9935	0,683638	-1,446	5,92	5,28	9,645
EC -µS/cm	264,9214	297,9479	3,444	17,11	2,48	2048,5
Su Muhtevası-%	6,467636	4,300503	1,65	7,07	0,166	25,772
OM -%	5,822641	3,123418	2,145	11,48	0	23,358
TPH- mg/kg	0,314182	0,355387	1,824	6,31	0	1,8
Yağ - %	4,564909	4,45601	0,609	1,985	0	16,3
TOC- mg/kg	72,36401	59,57161	2,276	10,197	0,7053	388,64
TC -mg/kg	334,4579	140,7209	0,552	3,12	88	752,32
IC- mg/kg	261,6578	144,8325	0,123	2,432	6,7792	658,56
TN - mg/kg	26,03385	46,86349	8,655	84,04	3,536	482,24
Florür- mg/kg	1,64816	3,873679	8,71	84,51	0	39,4016
Cl -mg/kg	109,5259	790,5501	10,374	108,34	0,024	8295,184
Br- mg/kg*	3,277236	33,98762	10,488	109,99	0	356,4976
Nitrit- mg/kg*	1,002167	5,019945	8,49	79,57	0	49,1488
Nitrat mg/kg	1022,464	9423,675	10,463	109,63	0,2432	98881,8176
Fosfat mg/kg*	95,23808	612,6749	9,951	101,91	0	6344,7792
Sülfat mg/kg	0,440364	0,839148	4,561	26,72	0	6,0736
Al -mg/kg*	30,93276	153,4319	6,967	50,84	0	1273,44
As- mg/kg	0,039431	0,014699	6,144	51,81	0	0,1662
Cd- mg/kg*	0,003289	0,000572	6,911	50,05	0,0032	0,0079
Cr- mg/kg*	0,039056	0,107503	7,189	55,98	0	0,9592
Cu- mg/kg	0,147684	0,069626	3,738	19,28	0,008	0,5267
Fe- mg/kg	12,86172	61,63455	7	53,14	0	526,72
Hg -mg/kg	0,011678	0,004345	-1,256	0,229	0,0001	0,0144
Mn -mg/kg	0,15278	0,488928	4,64	24,48	0,0032	2,912
Ni- mg/kg	0,099507	0,152285	6,293	44,92	0,016	1,2947
Pb- mg/kg	0,055048	0,123657	5,916	41,72	0	1,0301
Sb -mg/kg	69,95508	125,2033	6,63	48,84	0	1083,2
Se- mg/kg*	0,023279	0,040203	2,507	5,327	0,0018	0,2034
Sn- mg/kg*	7,593018	34,96686	7,03	53,161	-0,384	300,8
Zn -mg/kg*	0,034243	0,162795	6,549	46,396	0,0016	1,3472

Çizelge 4.1 (devam). Tanımlayıcı istatistiksel sonuçlar

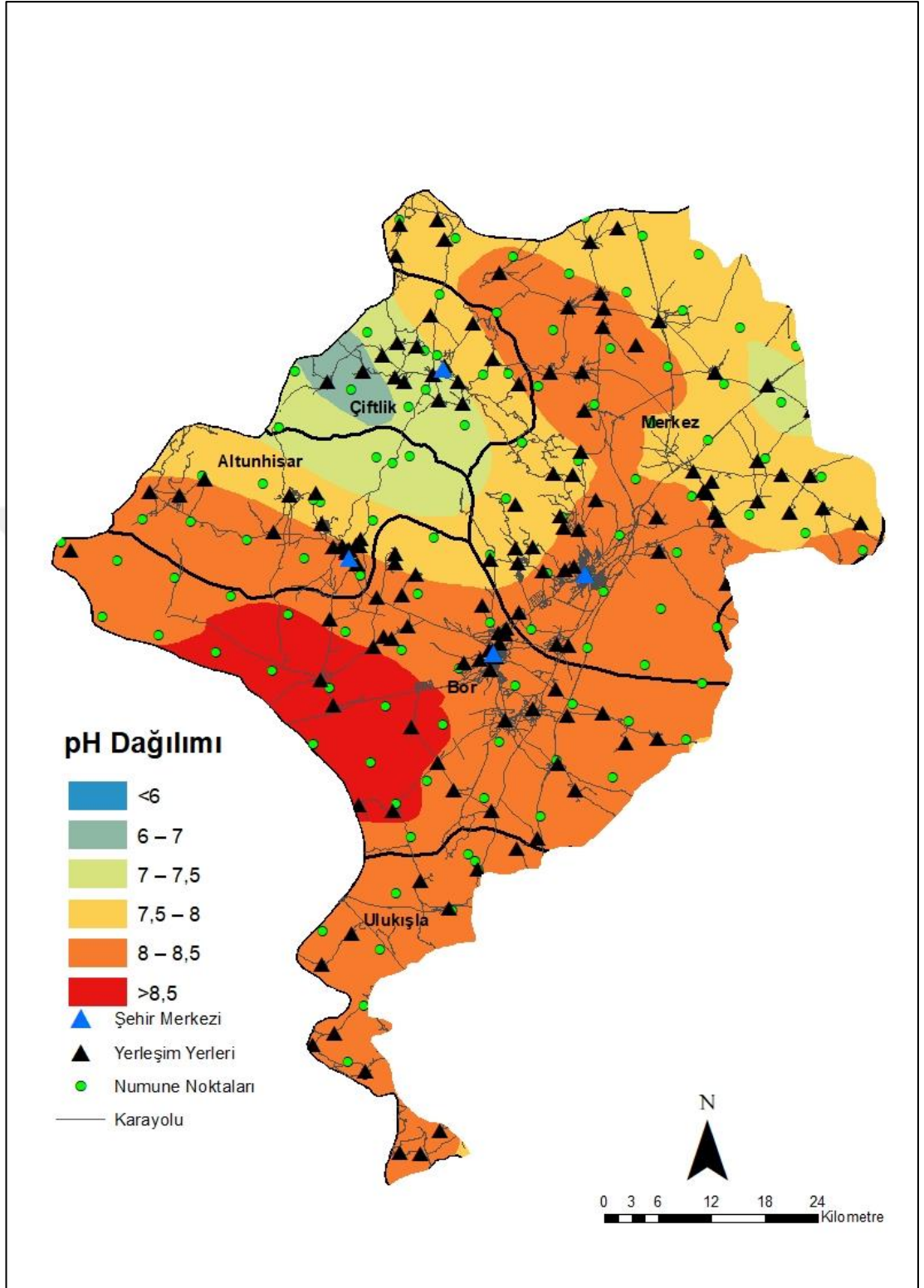
B -mg/kg*	0,024691	0,004704	-5,028	23,729	0,0001	0,0256
Ca- mg/kg	432,7684	441,3272	5,405	44,26	12,528	4092,8
K- mg/kg	128,4495	163,8222	3,114	13,956	9,152	989,12
Mg -mg/kg	58,70911	64,8956	2,533	10,55	0,0016	397,12
Na- mg/kg	51,66492	133,5055	4,655	25	0	835,68
Tarla Kapasitesi %	55,63327	5,166525	-0,697	8,38	35,745	77,7689
0,063mm<Silt ≤0,075mm(%)	0,586	0,6027	1,473	5,26	0	2,8
0,063mm<Kum≤2mm(%)	40,185	20,6529	-0,114	1,94	0	79
2 mm<Çakıl≤ 37,5 mm (%)	59,229	20,9711	0,118	1,92	19,6	100
* Belirlenme limitin altında olan veri sayısı fazla olması nedeniyle yarıvariogram modellemesi ve krigleme interpolasyonu yapılamamıştır.						

4.2 Toprak Özelliklerinin Jeostatistiksel Modellemesi

Ek-1’de toprak özelliklerine uygulanan yarıvariogram modelleme parametreleri ile krigleme interpolasyonu sonrası çapraz doğrulama değerleri verilmiştir. Uygun variogram seçimi çapraz doğrulama parametrelerine göre tercih edilmiştir. Uygulanan modelleme teknikleri sonucunda mekânsal bağılılığı en düşük özellik yağ gress parametresi olarak belirlenmiştir. Diğer toprak özellikleri ise orta veya yüksek bağılılık olarak sıralanmaktadır. Çapraz doğrulama sonucunda standardize edilmiş RMSE değeri 1 en yakın olan özellikler, K, Mg, Silt, Kum değerleridir. 1’den uzaklaşan parametreler ise yağ gress, TOC, Hg, ve Fe parametreleridir.

4.2.1 Toprak reaksiyonu (pH)

Çalışma alanından alınan numunelerin pH’ının mekânsal dağılımı Şekil 4.1’de gösterilmektedir. Birbirine yakın noktalara göre daha yüksek pH değerleri Çiftlik ve Merkez ilçelerinde genellikle tarım alanlarında görülmektedir. Şekle 4.1’ e göre pH değerleri Bor ilçesinde diğer ilçelere daha yüksek değerlere sahiptir. Altunhisar ve Çiftlik bölgelerinde en düşük pH değerleri görülmektedir. En yüksek pH değeri Bor ilçesinin yapay alanlarında görülmektedir. En düşük pH değerleri ise Çiftlik ve Altunhisar ilçelerinin orman ve yarı doğal alanlarında görülmektedir.



Şekil 4.1. Çalışma Alanının pH dağılımı.

Çiftlik ilçesinde bir kısım toprağın pH değerinin düşük olması bozuk mera alanının kavaklığa dönüştürülmesi ile açıklanabilir (Korkanç vd., 2018). Sıcaklık artışıyla

topraktaki besin elementleri organik karbon ve karbondioksit'e dönüşerek toprak pH'nın düşmesine neden olmaktadır (Yerli vd., 2020). Bu nedenle deniz seviyesinden yüksek olan ilçelerin toprak pH'nın düşük olması yükselti nedeniyle oluşan sıcaklık farklılıkları ile açıklanabilir. Ayrıca, çalışma alanının rüzgarlı olması toprak pH'nın değişken olmasının bir sonucu olabilmektedir (Savacı vd., 2021).

Çizelge 4.2'de belirtildiği gibi maksimum pH değerleri tarım alanlarında görülmektedir. Tarım alanlarında kullanılan gübreleme faaliyetleri toprak pH'nı artırmaktadır (Erdoğan ve Arpaz, 2019). Bor ilçesi çevresinde tarlaların çoğunda drenaj sorunu bulunmaktadır. Bor ilçesi toprakları alüvyonlu olup alkalidir. Badak' da yüzeysel akış olmadığı için toprak üstünde tuz parçacıkları ile kabuklanması görülmektedir bu durum Bor ilçesinin pH'nın diğer ilçelere göre yüksek olmasını açıklayabilmektedir (Korkanç ve Korkanç, 2016).

Çizelge 4.2. Toprak örtüsüne göre pH değişim aralıkları.

İlçeler	Toprak Örtüsü	pH	
		Minimum(ort.)	Maksimum
Altunhisar	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	7,024	8,405
	Tarımsal Alanlar	7,172	8,356
	Diğer Bölgeler	7,172	8,208
Bor	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	7,468	8,553
	Tarımsal Alanlar	7,468	8,553
	Diğer Bölgeler	7,715	8,553
Çiftlik	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	6,975	8,158
	Tarımsal Alanlar	6,975	8,158
	Diğer Bölgeler	7,024	7,961
Merkez	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	7,419	8,405
	Tarımsal Alanlar	7,665	8,405
	Diğer Bölgeler	7,715	8,356
Ulukışla	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	8,109	8,503
	Tarımsal Alanlar	8,109	8,503
	Diğer Bölgeler	8,109	8,503

Toprak analiz sonuçlarına göre toprak pH 'ı 5,28-9,64 aralığında değişmekte olup ortalama 7,99 olarak bulunmuştur. Çizelge 4.2' de pH ve reaksiyon sınıflamasına göre kıyaslandığında çalışma alanı toprağında hafif alkalilik reaksiyonu göstermektedir. Toprağı optimum bir şekilde yönetebilmek için toprak pH'nın uygun aralıkta bulunması gereklidir. Her bitki türünün bünyelerine azot ve fosfor alımları için pH

değeri oldukça önemlidir. Topraktaki alüminyum ve organik madde içeriği arasında önemli bir rol oynamaktadır. Toprağın gübrenmesi için önemli bir kriterdir (Jabar, 2019). pH değeri 7'den küçük olduğu durumlarda ağır metallerin toprak içindeki hareketi çok yüksektir. Molibden elementi dışında tüm mikroelementlerin pH değeri düştükçe çözünürlüğü artar (Apaydın, 2005).

pH değeri topraktaki kirleticiler ile kompleks kirletici oluşturmada önemli rol oynar. Toprakta bulunan ağır metalin gideriminde pH değeri giderim verimini etkilemektedir (Mathlouthi vd., 2017). Toprağın pH değeri mikroorganizmaların solunumlarını etkileyerek toprak giderim verimini değiştirebilmektedir. Mikroorganizmalar tarafından salgılanan enzim miktarında farklılık gösterebilmektedir (Berber vd., 2014). Tarımın verimini artırılmasında ve toprak biyotaların oluşmasında farklı kimyasal özellikler bulunmaktadır. Bu kimyasal parametrelerden en yaygın kullanılan parametresi pH değeridir. Toprak iyileştirilmesinde optimum pH sağlanmalıdır (Fekadu vd., 2018).

Çizelge 4.3'te Toprak pH değerlerine göre toprağın asitlik alkalilik sınıfları verilmiştir. Reaksiyon sınıflamasına göre kıyaslandığında çalışma alanının ortalama pH değerini “hafif alkalilik” reaksiyonu göstermektedir (Peker ve Öztürk, 2020).

Çizelge 4.3. Toprak pH değerlerine göre reaksiyon sınıflandırılması.

pH	Toprak sınıf grubu
4,5-5,5	Orta asit
5,5-6,5	Hafif asit
6,5-7,5	Nötr
7,5-8,5	Hafif alkali
8,5<	Kuvvetli alkali

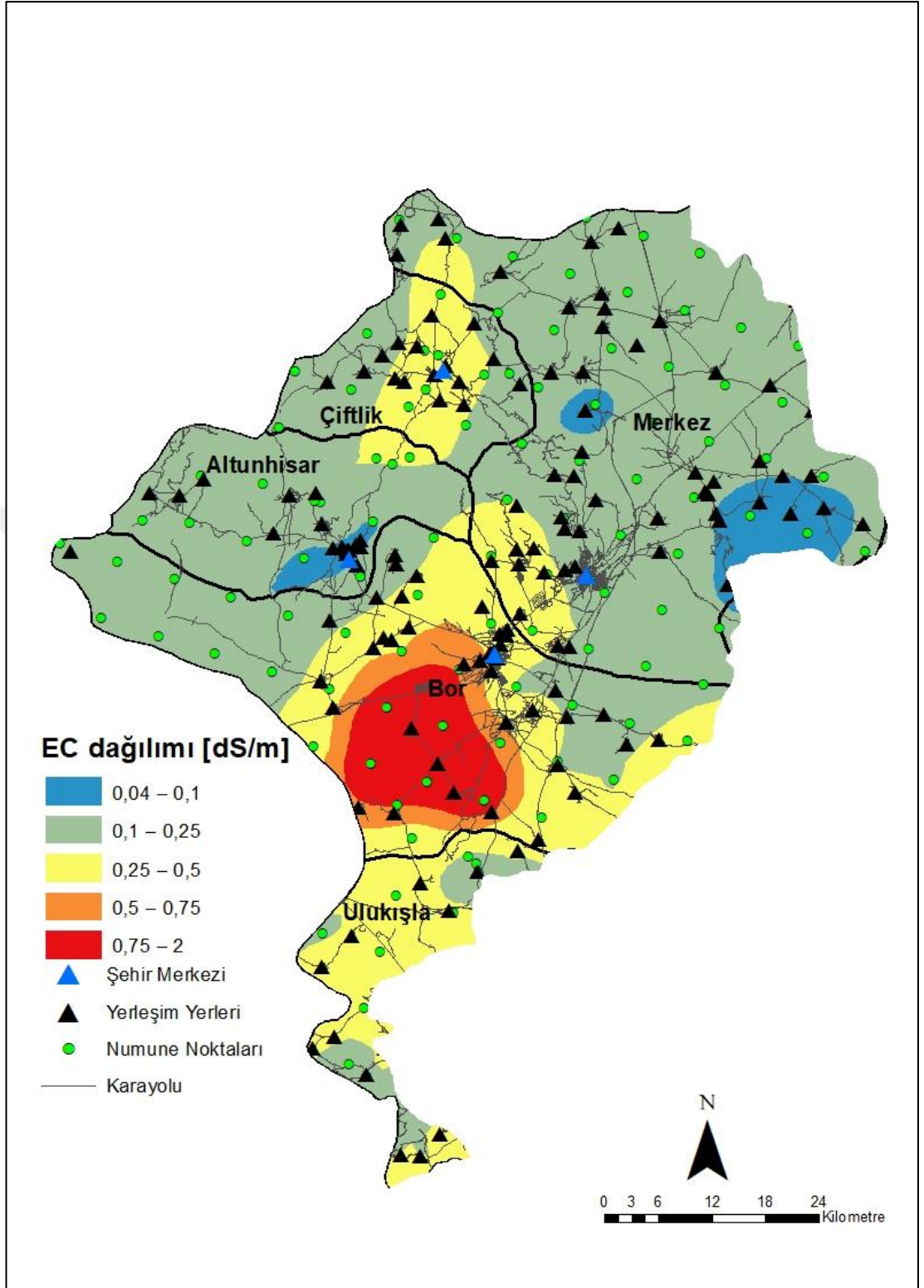
4.2.2 Toprak elektriksel iletkenliği (EC)

EC topraktaki tuzluluk miktarı hakkında bilgi vermektedir. Şekil 4.2'de çalışma alanının EC tahmini dağılımını göstermektedir ve Altunhisar ve Merkez ilçelerin EC değerleri benzer ve 0,2 dS/m aralığındadır. Bor, Çiftlik ve Ulukışla'da ise 0,257 dS/m'ye kadar elektriksel iletkenlik değerleri görülmektedir.

Bor ilçesi toprağı ana materyalinin yaşlı kireç taşlarından oluşması sebebiyle pH değerinin yüksek ve buna bağlı olarak çözünebilir tuzların yüksek olması sonucu

elektriksel iletkenliğin artmasına neden olmaktadır. Elektriksel iletkenlik ve pH haritaları da bunu göstermektedir (Şener ve Çakar, 2009). Tarımsal faaliyetler sonucunda eğimin ve drenajın az olduğu bölgelerde tuzluluk birikmesi görülebilmektedir. Şekil 3.5'e göre jeomorfolojik yapısı eğimin az olduğu Bor ilçesi Badak mevkiinin kuzeyinde EC değerlerinin fazla olduğu görülmektedir (Deliboran ve Savran, 2015). Gümüşler/Merkez ilçesi yöresinde granül formunda kalsit minerali çıkarılmaktadır. Tarım, ilaç ve yem üretimi gibi sanayilerde kullanılmaktadır. Oksit olarak Na gibi safsızlıkları içermekte olup Merkez ilçesinin doğusunda bulunan Gümüşler mevkiindeki EC değerleri etkilendiği söylenebilmektedir (Atıcı, 2017).





Şekil 4.2. Çalışma Alanın EC dağılımı (dS/m).

Toprak örtüsüne göre elektriksel iletkenlik dağılımları Çizelge 4.4'te görülmektedir. En yüksek elektriksel iletkenlik değerleri Bor'un toprak örtüsü yapay alanlar olarak

sınıflandırılan bölgesinde görülmektedir. En düşük EC değerleri Merkez ilçesinin tarımsal alanlarında görülmüştür.

Çizelge 4.4. Toprak örtüsüne göre EC değişim aralıkları.

İlçeler	Toprak Örtüsü	EC [dS/m]	
		Min.ort	Mak.ort
Altunhisar	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,1014	0,1514
	Tarımsal Alanlar	0,1085	0,1585
	Diğer Bölgeler	0,1083	0,1583
Bor	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,1907	0,3544
	Tarımsal Alanlar	0,2082	0,4431
	Diğer Bölgeler	0,2270	0,5258
Çiftlik	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,1395	0,1895
	Tarımsal Alanlar	0,1454	0,1954
	Diğer Bölgeler	0,1423	0,1923
Merkez	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,1255	0,1826
	Tarımsal Alanlar	0,1267	0,1916
	Diğer Bölgeler	0,1403	0,2123
Ulukışla	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,2010	0,3362
	Tarımsal Alanlar	0,2191	0,4145
	Diğer Bölgeler	0,2227	0,4277

Analiz sonuçlarına göre toprak elektriksel iletkenliği 0,0024-2,048 dS/m aralığında değişmekte olup ortalama 0,264 dS/m olarak bulunmuştur. Çizelge 4.4'e göre çalışma alanındaki elektriksel iletkenlik bakımından gösterdiği reaksiyon tuzsuz olarak görülmektedir. Topraktaki elektriksel iletkenlik toprak çözeltisindeki tuz konsantrasyonunun ölçülmesidir. Tahıl mahsullerin verimi topraktaki tuzluluk oranı artışıyla azabilmektedir (Jabar, 2019).

Toprakta bitkilerin büyümesini engelleyecek birkaç tuz (sodyum klorür, potasyum nitrat gibi) türü bulunabilmektedir. Rüzgâr yoluyla denizden ve sulama suyundan kaynaklanabilmektedir. Bitkilerinin toprak tuzluluğuna yanıtları Çizelgedeki gösterilmiştir. Buna göre minimum değere göre genel toprak tuzluluk sınıfı “tuzsuz” olarak belirtilmiştir. Çalışma alanından alınan toprakta tuzluluk maksimum değerimiz

2,048 dS/m olup, “hafif tuzlu” sınıfına girmektedir. Çizelge 4.5’de bitkilerinin toprak tuzluluğuna yanıtları belirtmektedir (Deliboran ve Savran, 2015).

Çizelge 4.5. Bitkilerin toprak tuzluluğuna yanıtları.

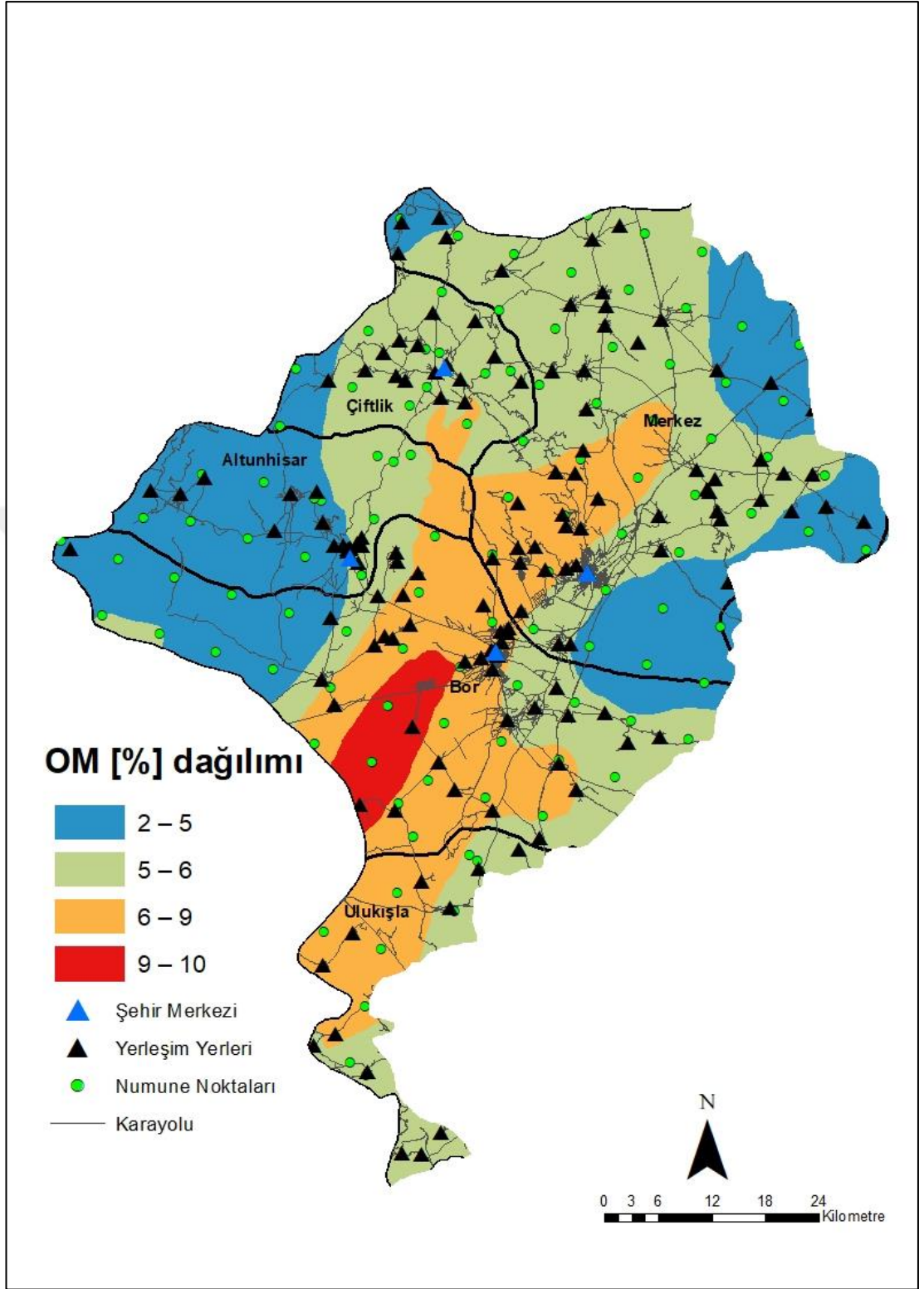
Tuzluluk Sınıfı	EC (dS/m)	Bitki Üzerine Etkisi
Tuzsuz	0-2	Tuzluluk etkileri ihmal edilebilir
Hafif tuzlu	2-4	Tuzluluğa duyarlı bitkilerde verim sınırlanabilir
Orta tuzlu	4-8	Birçok bitkide verim sınırlanabilir
Kuvvetli tuzlu	8-16	Sadece toleranslı bitkilerde tatmin edici verim
Çok kuvvetli tuzlu	>16	Sadece birkaç toleranslı bitkilerde tatmin edici verim

Topraklarda tuzlanma su kaynaklarını, tarımsal faaliyetlerini önemli ölçüde etkiler (Lhissoui vd., 2014). Tuzluluk problemi olan toprakların ıslahında oldukça pahalı yöntemler bulunmaktadır. Toprakta tuz miktarı arttığında bitkinin su alımı zorlaşmakta ve toprağı verimsizleştirmektedir. Kurak bölgelerde sulama ile topraktaki çözünmüş tuzlar birikerek çevre kirliliğine neden olur. Bilinçli sulama ile topraktaki tuzluluk ıslah edilebilir (Deliboran ve Savran, 2015).

4.2.3 Toprak organik madde (OM) içeriğı

Organik madde (OM) uzamsal dağılımının modellenmesi için kullanılan yarıvariogram fonksiyonu parametreleri Ek 1’de verilmiştir. OM dağılımının mekânsal ilişkisi dairesel yarıvariogram fonksiyonu ile açıklanmıştır OM’nin otokorelasyonu ise orta derecededir. Kriging interpolasyonu sonunda çapraz doğrulama değerleri ise kabul edilebilir aralıklardadır.

Çalışma alanının OM dağılımı Şekil 4.3’te görülmektedir. Şekil 4.3’e göre düşük organik madde dağılımının düşük olduğu ilçeler Altınhisar ve Merkez ilçesinin güneydoğı kısımları olduğu görülmektedir. Yüksek değerler ise Bor ve Merkez ilçelerinin merkezlerinde bulunmaktadır.



Şekil 4.3. Çalışma Alanının OM dağılımı.

Çizelge 4.6'ya göre en düşük organik madde değerleri Altunhisar ilçesi tarım alanlarında görülmektedir. En yüksek değerler ise Ulukışla ve Bor ilçelerinde görülmektedir.

Çizelge 4.6. Toprak örtüsüne göre OM değişim aralıkları.

İlçeler	Toprak Örtüsü	OM [%]	
		Min.ort	Mak.ort
Altunhisar	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	4,22	4,95
	Tarımsal Alanlar	4,08	4,80
	Diğer Bölgeler	4,26	4,94
Bor	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	5,07	5,76
	Tarımsal Alanlar	5,15	5,84
	Diğer Bölgeler	5,56	6,25
Çiftlik	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	5,56	6,25
	Tarımsal Alanlar	5,55	6,25
	Diğer Bölgeler	5,56	6,26
Merkez	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	4,77	5,45
	Tarımsal Alanlar	5,09	5,76
	Diğer Bölgeler	5,11	5,75
Ulukışla	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	5,67	6,35
	Tarımsal Alanlar	5,62	6,29
	Diğer Bölgeler	5,69	6,36

Analiz sonuçlarına göre toprak organik madde içeriği ortalama organik madde içeriği %5,82 olarak bulunmuştur. Toprağın organik fraksiyonu organik madde içeriğini verir. Toprağın yaklaşık %5'i azot, %48-58'i karbon oluşturur. Topoğrafya, iklim, zaman gibi faktörler topraktaki organik madde içeriğini etkilemektedir. Organik madde içeriği toprağın üst katmanlarında daha çok bulunmaktadır. Toprağın rengi de organik madde içeriği ile ilgilidir. Koyu renkli topraklarda organik madde içeriği yüksek olup, açık renkli topraklarda organik madde içeriği fakirdir. Ülkemiz topraklarındaki organik madde içeriği genel olarak düşüktür. Ülkemizde organik madde içeriği en yüksek bölgemiz Karadeniz Bölgesidir. Organik madde içeriği artarsa toprakta tutulan su miktarı da artmaktadır (Karahan vd., 2014). Yüksek organik madde içeriğine sahip topraklar ağır elementler ile reaksiyona girerek kimyasal aktiviteyi azaltmaktadır (Apaydın, 2005).

Bitki örtüsünün zayıf olduğu alanlarda ise yüzey akışları nedeniyle organik maddeler çukur alanlarda birikmektedir. Aynı iklim koşullarında farklı yükseltilerdeki toprak

organik madde içeriği değişiklik gösterebilmektedir. Bor ilçesinin yükseltisinin ve eğimin diğer düşük olması (Şekil 3.5) OM değerlerin yüksek olmasının bir sonucu olduğu düşünölmektedir. Ayrıca yükseltisi fazla olan Çiftlik ve Altunhisar ilçelerinde OM değerlerinin düşük olduğu tahmin edilmektedir ve Altunhisar ilçesi ve Merkez ilçesinin bir kısmı diğer ilçelere göre yükselti farklılıklarından dolayı daha soğuk olduğundan mikroorganizma faaliyetleri duracağı için toprakta organik madde az miktarda görölmektedir (Başayığit ve Ural, 2005; Erdoğan vd., 2021).

Topraktaki humus organik maddenin ana maddesidir. Bitkilerin çürümesiyle oluşur. Organik madde yüzdesine göre toprakların humus sınıflandırılması Çizelge 4.7’de verilmiştir (URL-18).

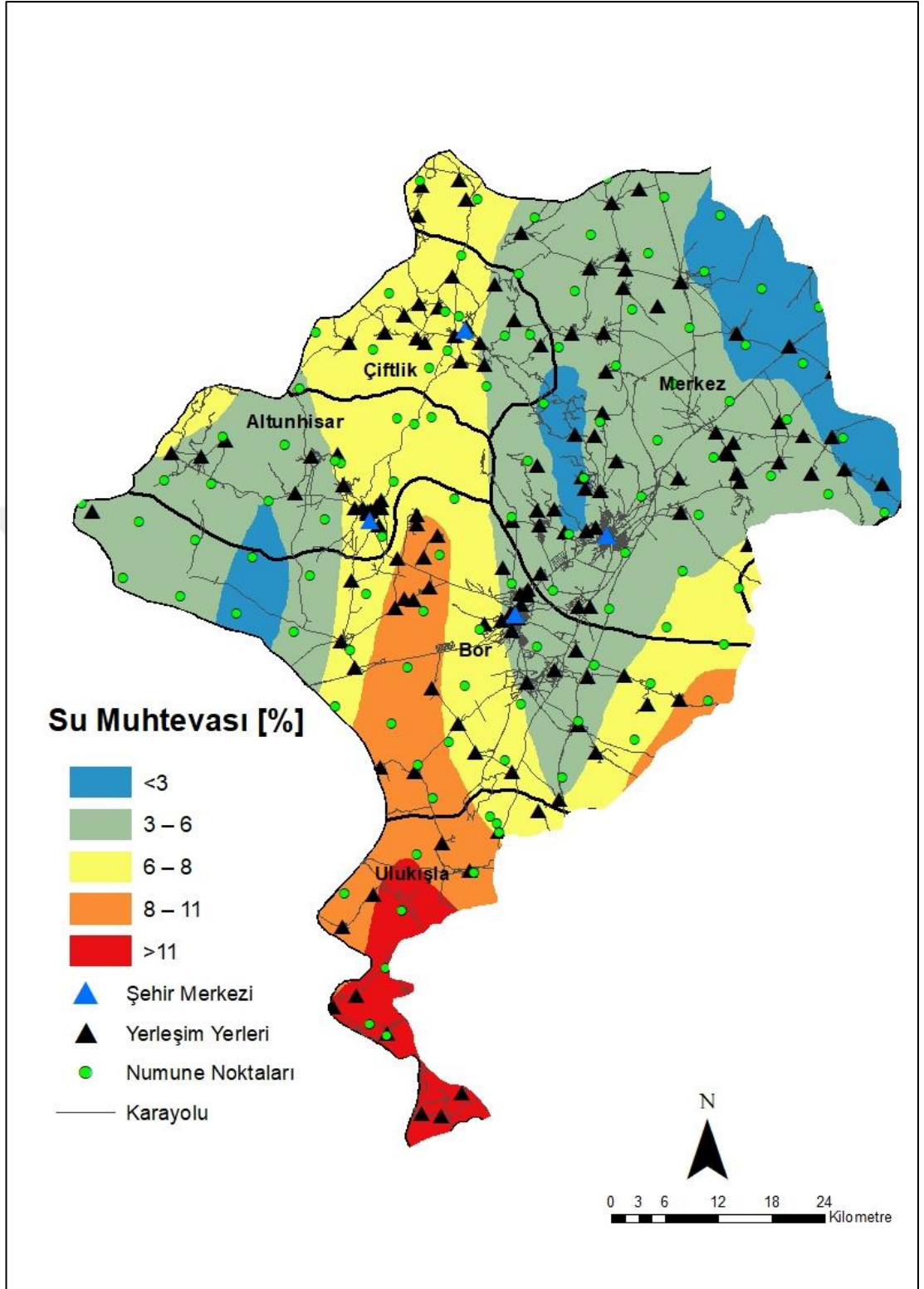
Çizelge 4.7. Toprak humus sınıfı.

Organik madde ihtivası %	Humus sınıfı
1’den düşük	çok az
1-2	fakir
2-5	orta
5-10	zengin
10-15	çok zengin
15-30	turbamsı
30’dan fazla	Çok turba

Toprakta organik maddelerin biyolojik ayrışması sırasında hümik asitler meydana gelmektedir. Organik madde ihtivası 1’den küçük olduğunda humus bakımından çok az, 5-10 aralığında ise zengin humus sınıfına girmektedir. Çalışma arazisi toprakları humus bakımından zengin sınıfına girdiği gözlemlenmiştir.

4.2.4 Toprak su muhtevası

Toprak su muhtevasının yarıvariogram modellemesinde (Ek-1) çalışma alanın dairesel fonksiyona %98 oranında uyum sağladığđ görölmüşür ve krigleme interpolasyonu bu fonksiyon parametreleri kullanılarak hesaplanmıştır. Çapraz doğrulama değerlerine göre ASE ve RMSE değerlerinin yakınlığđ interpolasyonun güvenilir olduğunu belirtmektedir. Şekil 4.4’te toprak neminin çalışma alanındaki mekânsal dağılımı verilmiştir. Çizelge 4.8’de toprak örtüsüne göre nem değişim aralıkları verilmiştir.



Şekil 4.4. Çalışma alanının su muhtevası dağılımı.

Toprağın daneler arası boşluklarında içerdiği su durumunu yansıtan bir terim olup, su kütlesinin kuru kütleyle oranı olarak tanımlanır. Toprak ekosistemi için oldukça önemli

bir parametredir. Çalışma alanında analiz sonuçlarına göre toprak nemi %0,16-24,77 aralığında değişmekte olup ortalama %6,46 bulunmuştur. Temiz bir toprakta nem %11,77 'dir (Bilgin ve Akıncı, 2010). Toprak nemi yersel ve zamansal olarak değişebilmektedir. Çevre kirlenmesi önlemek yani su kaynaklarının korunması adına önemli bir parametredir. Ayrıca verimli tarımın sürdürülebilirliğinde bitkilerin yetiştirme koşullarıyla ilgili bilgi verir (Apaydın, 2005).

Çizelge 4.8. Toprak örtüsüne göre nem değişim aralıkları.

İlçeler	Toprak Örtüsü	Su Muhtevası [%]	
		Min. Ort.	Mak. Ort.
Altunhisar	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	5,55	7,07
	Tarımsal Alanlar	5,94	7,78
	Diğer Bölgeler	7,04	9,42
Bor	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	6,13	7,99
	Tarımsal Alanlar	6,06	7,85
	Diğer Bölgeler	6,95	9,27
Çiftlik	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	5,89	7,53
	Tarımsal Alanlar	5,86	7,48
	Diğer Bölgeler	6,38	8,32
Merkez	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	4,68	5,62
	Tarımsal Alanlar	4,41	5,31
	Diğer Bölgeler	4,29	5,22
Ulukışla	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	7,83	10,72
	Tarımsal Alanlar	7,75	10,58
	Diğer Bölgeler	8,50	11,83

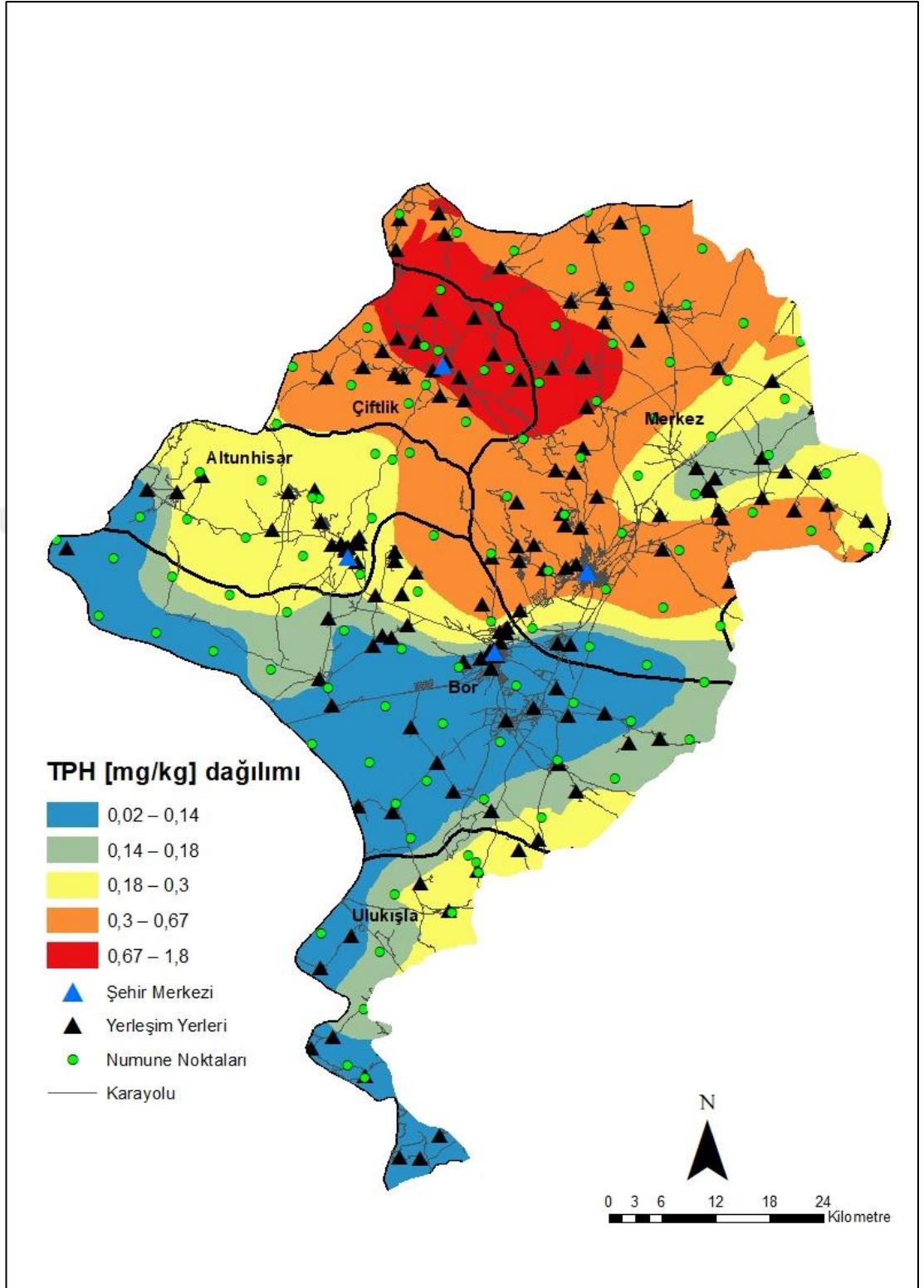
Niğde’de yıllık yağış ortalama miktarı 344 mm’dir. Su kaynaklarının yetersizliği nedeniyle çoğunlukta kuru tarım yapılması toprak neminin düşük olmasını açıklayabilmektedir. Ayrıca farklı tarım işleme metotlarının kullanımı toprak neminin bölgelere göre farklılık göstermesini açıklamaktadır (Ghiyasi vd., 2016; Saygılı ve Çakmak, 2021).

4.2.5 Toplam petrol hidrokarbonları (TPH)

TPH dağılımının mekânsal bağlılığı küresel fonksiyonuna göre (Ek-1) orta seviyede olduğu görülmektedir. Mekânsal dağılım %96 oranında küresel fonksiyon ile açıklanabilmektedir. Krigleme interpolasyonuna göre 1’den düşük standardize RMSE

değeri tahminlerin doğruluğuna az da olsa etki etmektedir. Şekil 4.5'te çalışma alanının TPH dağılımı ve Çizelge 4.9'de toprak örtüsüne göre TPH değişim aralıkları verilmiştir.

Kirlenmiş toprakta ağır metaller ve TPH bulunabilmekte ve insan sağlığına oldukça zararlı etkiler gösterebilmektedir (Bilgin ve Akıncı 2010). Analiz sonuçlarına göre toprak en yüksek TPH değeri 1,8 mg/kg, ortalama TPH içeriği 0,3142 mg/kg olarak bulunmuştur. TPH parametresi için, Noktasal Kaynaklı Toprak Kirliliği ve Kirlenmiş Sahalara Dair yönetmeliğin eklerinde bulunan jenerik kirleticiler listesinde, Toplam petrol hidrokarbonları alifatik ve aromatik olarak ayrılmıştır. Jenerik kirleticiler listesine göre, TPH değerleri eşdeğer karbon sayılarına bakılarak alifatik ve aromatik şeklinde gruplandırılmaktadır. Yönetmelik standartının altında bir kirlilik tespit edilmiştir. Ayrıca TPH değerlerinin Merkez ilçe ve Çiftlik ilçesinde yerleşim alanlarının yoğunlaştığı alanlarda fazla olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.5. Çalışma alanının TPH dağılımı mg/kg.

Petrol ve türevlerinden kaynaklanan toprak kirliliği oldukça yaygındır. Toprakta TPH mikroorganizmalar tarafından parçalanarak giderimi sağlanmaktadır. Toprağa dökülen

petrol ve türevleri süzülerek yeraltı sularına karışır ve çevre kirliliğine neden olurlar (Kurnaz ve Büyükgüngör, 2016). Doğada yaygın olarak bulunan TPH kanserojenik özelliğe sahip olduğundan çevre için oldukça tehlikelidir. Bu kirletici insan sağlığı açısından da oldukça önemli bir parametredir (Bilgin ve Akıncı, 2010).

Çizelge 4.9. Toprak örtüsüne göre TPH değişim aralıkları.

İlçeler	Toprak Örtüsü	TPH mg/kg	
		Min. Ort.	Mak. Ort.
Altınhisar	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,170	0,245
	Tarımsal Alanlar	0,194	0,279
	Diğer Bölgeler	0,174	0,251
Bor	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,190	0,274
	Tarımsal Alanlar	0,180	0,260
	Diğer Bölgeler	0,172	0,249
Çiftlik	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,392	0,557
	Tarımsal Alanlar	0,355	0,506
	Diğer Bölgeler	0,269	0,384
Merkez	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,287	0,410
	Tarımsal Alanlar	0,265	0,379
	Diğer Bölgeler	0,255	0,365
Ulukışla	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,154	0,223
	Tarımsal Alanlar	0,164	0,237
	Diğer Bölgeler	0,152	0,221

Topraktaki hidrokarbonların miktarı toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine bağlıdır. Toprak için biyolojik iyileştirme yapılabiliğini gösteren parametrelerden biridir (Erdoğan vd., 2014). Petrol hidrokarbonlar mikroorganizmalarca toprakta düşük konsantrasyonlarda nitrojen varlığında bile giderim yapabilmektedirler. Bu tür hidrokarbonlar orman yangınları, taşıtlardan, endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanmaktadır (Şanlı ve Sivri, 2019).

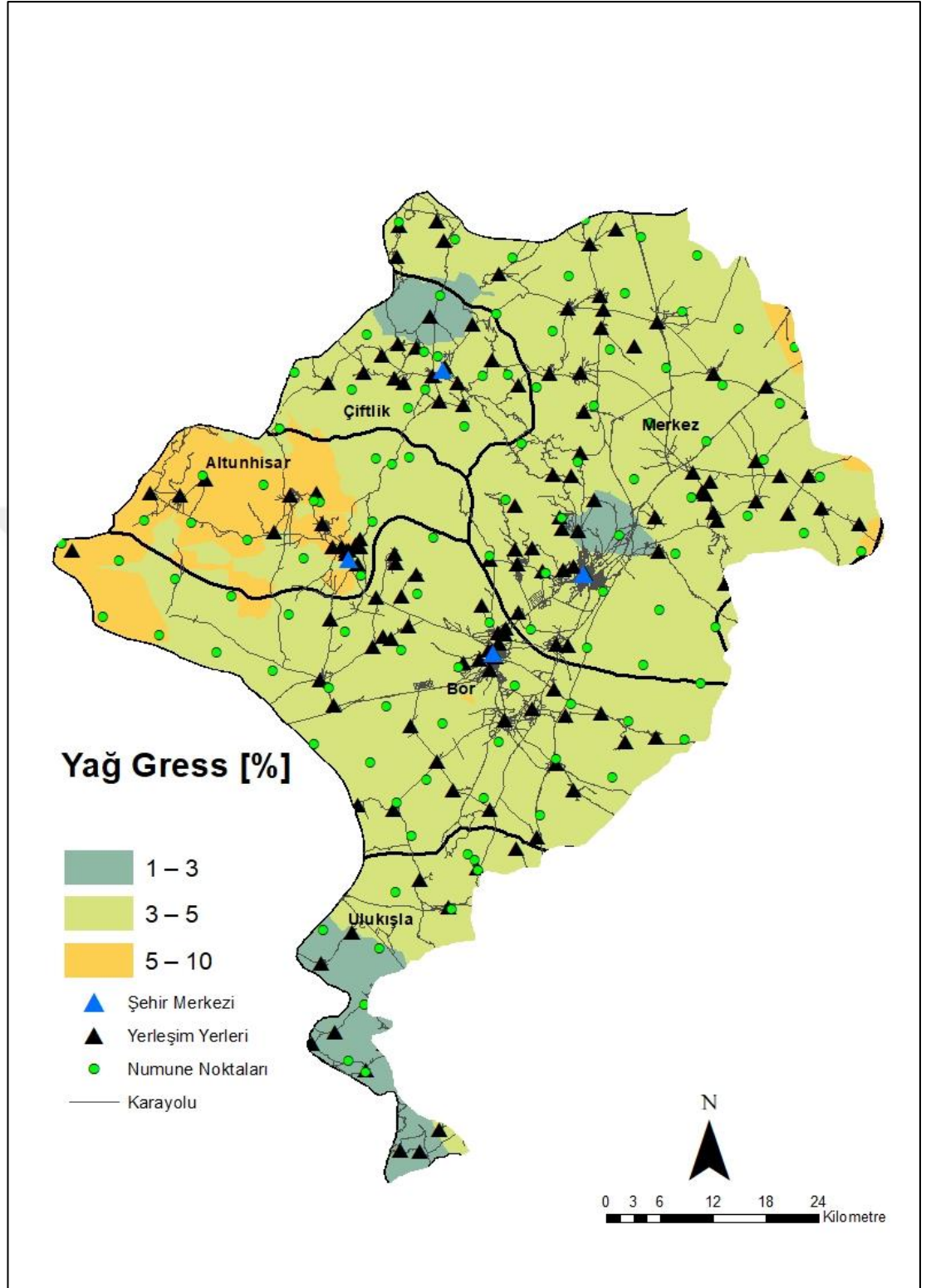
Kirlilik kavramı küresel bir problemdir çünkü belirli bir ortamda bulunan kirleticiler taşıma yoluyla başka bir ortamda birikebilirler. Kirleticiler, hava hareketleriyle yükseltisi fazla olan topraklarda birikebilirler (URL-19). Çiftlik bölgesinin dağlık olması nedeniyle (Şekil 3.5) TPH değerlerinin bu ilçede fazla olmasının nedenleri arasında olduğu düşünülmektedir.

4.2.6 Yağ-Gres

Yağ gres dağılımının modellenmesinde kullanılan parametreler Ek 1’de verilmiştir. Yapılan modelleme sonucunda yağ gres değerlerinin mekânsal bağılıklarının düşük olduğu tespit edilmiştir. Mekânsal otokorelasyondaki bu zayıflık tahmin ve çapraz doğrulama değerlerinde de görülmektedir.

Şekil 4.6’da toprak yağ-gres değerlerinin dağılımı verilmiştir. Çizelge 4.10’da toprak örtüsüne göre yağ-gres değişim aralıkları verilmiştir.

Toprak üst tabakasında bulunan atık yağlar toprağın verimini düşürebilmektedir. Yüksek orandaki atık yağ miktarı toprakta azot döngüsünü olumsuz etkilemektedir. Araç emisyonları, motor yağ sızıntıları toprağı bulaşarak çevre kirlenmesine yol açmaktadır (Dindar vd., 2017).



Şekil 4.6. Çalışma alanının yağ-gres dağılımı.

Toprak analizi sonucu yağ en yüksek %16 ortalama organik yağ içeriği %4,56 bulunmuştur. Yağ gres miktarının, Altunhisar ilçesinin doğu kısmında şehirler arası

araç trafiğinin yoğun olduğu bölgelerde fazla olduğu görülmüştür. Yağ-gres miktarındaki bu fazlalık, araç kazaları, yağmur suları ile yıkama gibi noktasal olmayan kirletici kaynaklarından oluştuğu düşünülmektedir.

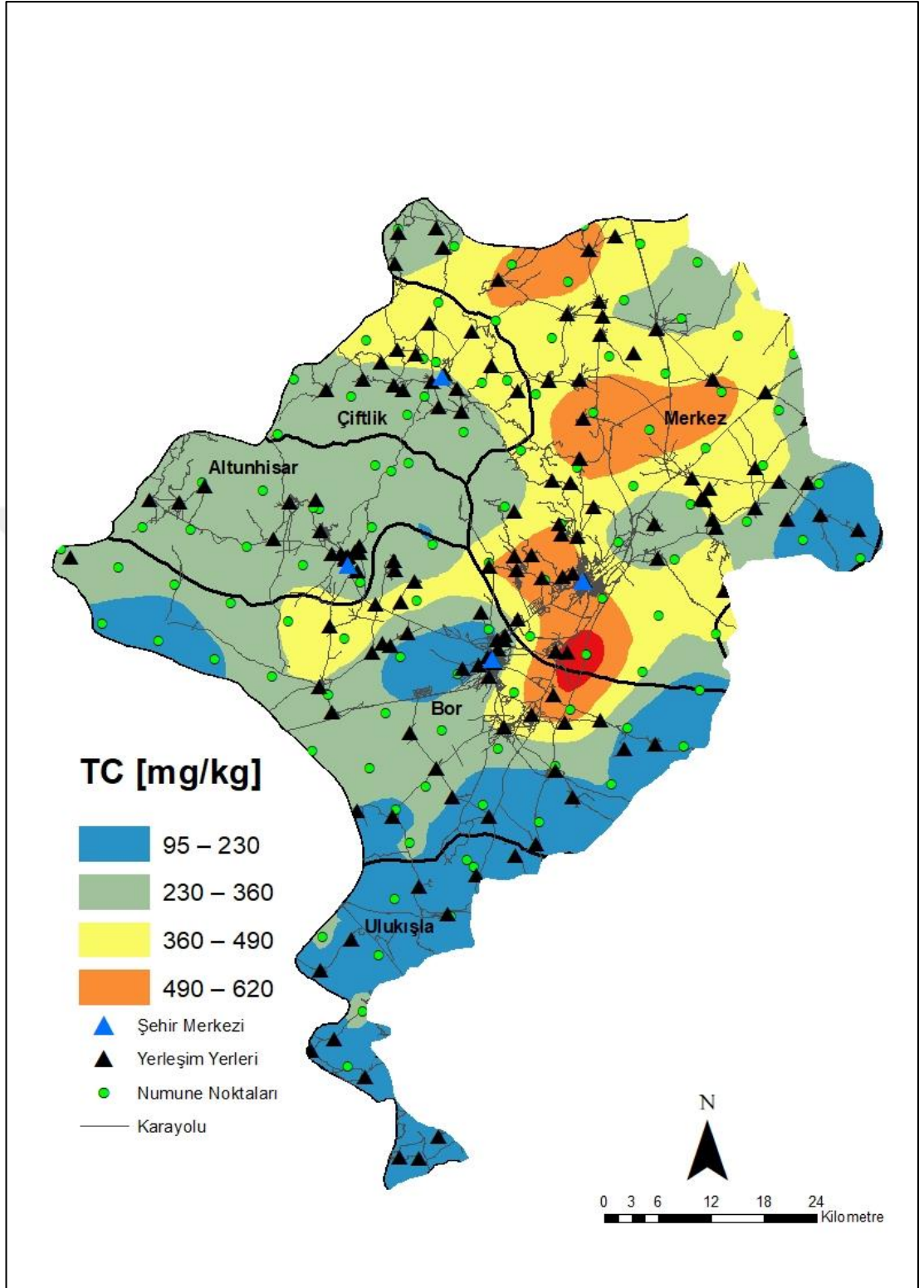
Çizelge 4.10. Toprak örtüsüne göre yağ-gres değişim aralıkları.

İlçeler	Toprak Örtüsü	Yağ-gres %	
		Min. Ort.	Mak. Ort.
Altunhisar	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	5,424	9,345
	Tarımsal Alanlar	6,135	10,527
	Diğer Bölgeler	7,559	12,899
Bor	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	3,542	6,212
	Tarımsal Alanlar	3,672	6,427
	Diğer Bölgeler	3,508	6,154
Çiftlik	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	3,858	6,737
	Tarımsal Alanlar	3,003	5,315
	Diğer Bölgeler	2,869	5,092
Merkez	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	3,295	5,800
	Tarımsal Alanlar	2,722	4,846
	Diğer Bölgeler	2,557	4,572
Ulukışla	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	2,088	3,790
	Tarımsal Alanlar	2,261	4,078
	Diğer Bölgeler	1,905	3,486

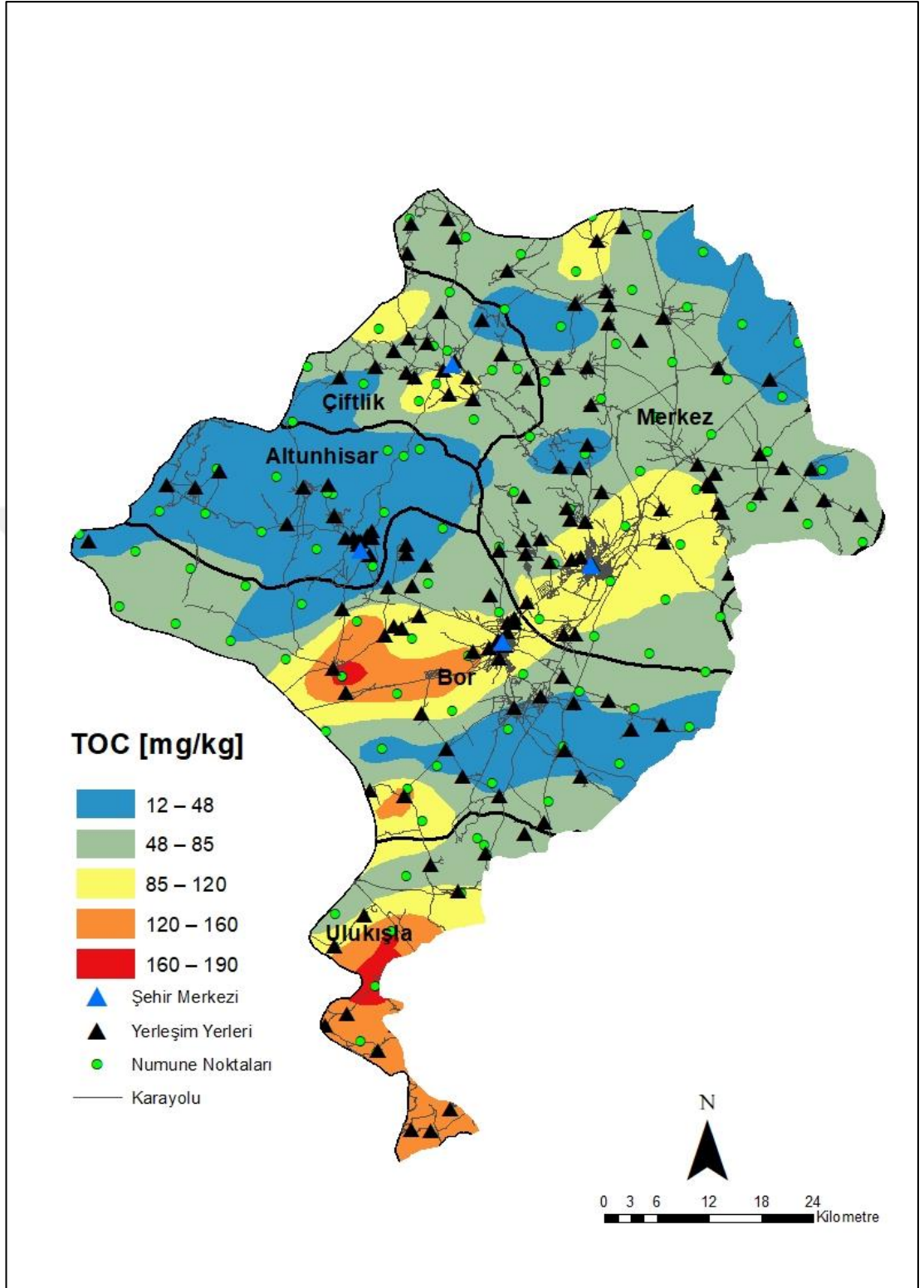
4.2.7 Toplam karbon (TC), Toplam organik karbon (TOC), İnorganik karbon (IC) içeriği

Ülkemizde toprak ekosistemlerinde farklı miktarlarda karbon depolanmaktadır. Karbondioksit orman ekosisteminde bitkilerce fotosentez yoluyla almaktadır. Bir metre derinlikteki topraklar için karbon miktarı yaklaşık iki bin ton depolanmaktadır. Ormancılık, toprak işleme, iklim koşulları, yeryüzü şekilleri, ölü örtü, yangınlar, ağaçlandırma gibi faktörler topraktaki bağlanan organik karbon miktarını değiştirebilmektedir (Tolunay ve Çömez, 2008).

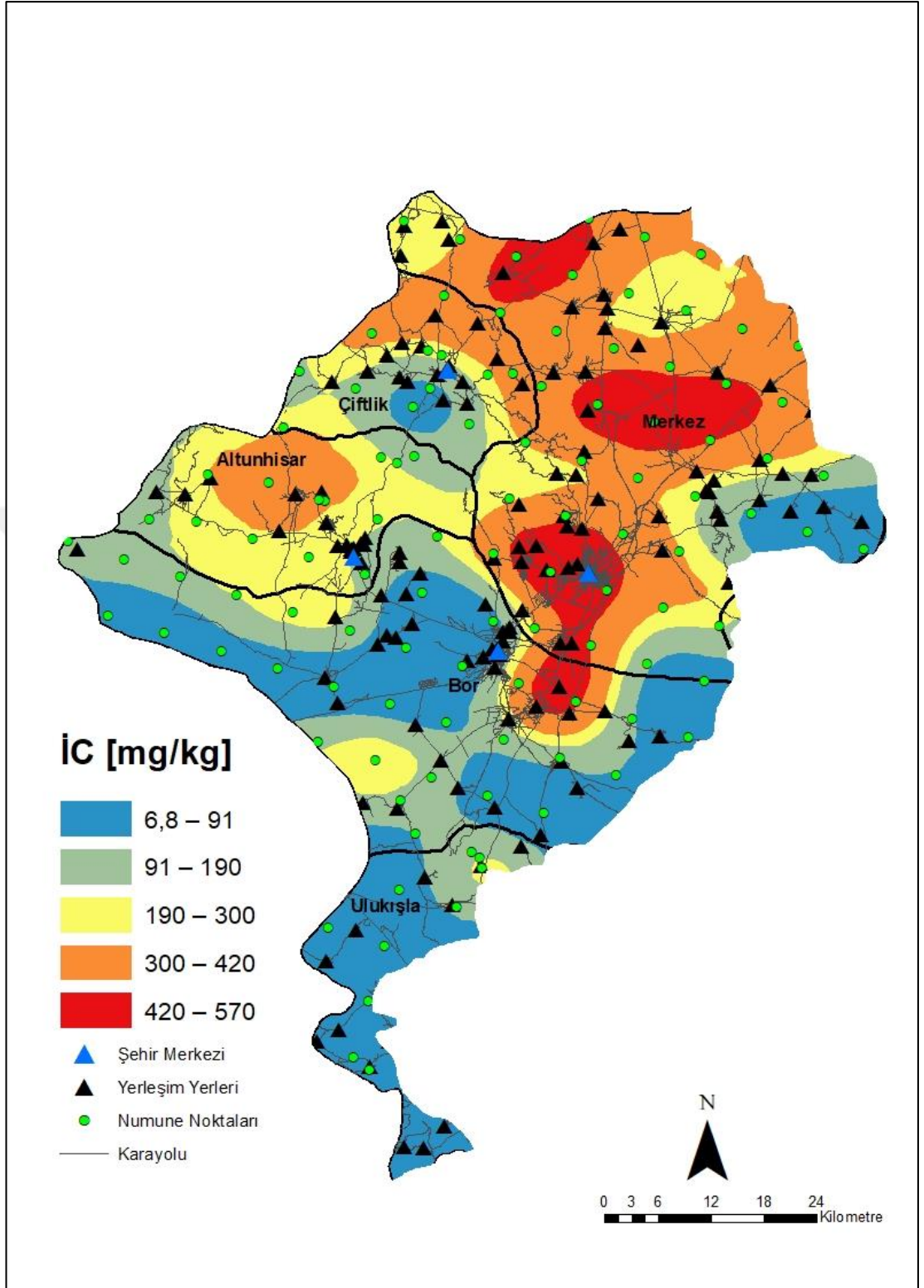
Çalışma alanından alınan toprak örneklerinin analizleri sonucunda TC, TOC ve IC mekânsal dağılım haritaları sırasıyla Şekil 4.7-4.8-4.9’da gösterilmiştir.



Şekil 4.7. TC mekânsal dağılımları.



Şekil 4.8. TOC dağılımı.



Şekil 4.9. İC dağılımı.

Bitkiler canlılığını kaybeder ve toprakta ayrışarak toprağa geri kazandırılır. Eğer karbonun toprakta organik formda depolandığında küresel iklim değişikliği etkilerinin

de azalmasına yardımcı olur. Bu duruma toprağın karbon bağlaması denir. Yüksek organik karbon içeriğine sahip topraklarda su tutma kapasitesinde de artış sağlamaktadır. Topraktaki organik karbon içeriği mikroorganizmaların gelişimi için oldukça önemlidir. Toprağın partikül boyutu ile önemli bir ilişki bulunmaktadır (Aşkin vd., 2012). Çalışma alanında toplam organik karbon en düşük 0,70 mg/kg en yüksek toplam organik karbon değeri 388 mg/kg, ortalama değeri 72,36 mg/kg; toplam karbon en düşük 88 mg/kg en yüksek toplam karbon değeri 752 mg/kg, ortalama değeri 334,45 mg/kg; topraktaki inorganik karbon en düşük 6,77 mg/kg en yüksek toplam azot değeri 482,24mg/kg, ortalama değeri 26,03 mg/kg olarak bulunmuştur. Topraklarda karbon içeriği inorganik ve organik olarak bulunmaktadır (Aşkin vd., 2014). Çizelge 4.11'e toprak örtüsüne göre TC, TOC ve IC değerlerinin maksimum ve minimum ortalama değerleri belirtilmiştir.

Çizelge 4.11. Toprak örtüsüne göre TC, TOC ve IC değişim aralıkları.

İlçeler	Toprak Örtüsü	TC [mg/kg]		TOC [mg/kg]		IC [mg/kg]	
		Min. Ort.	Mak. Ort.	Min. Ort.	Mak. Ort.	Min. Ort.	Mak. Ort.
Altunhisar	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	309,316	333,715	46,825	63,740	245,592	284,853
	Tarımsal Alanlar	299,564	326,932	41,145	55,767	252,865	291,161
	Diğer Bölgeler	295,093	324,108	37,391	50,492	233,999	270,844
Bor	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	268,956	314,401	62,659	86,248	178,436	232,073
	Tarımsal Alanlar	275,284	321,079	63,643	87,559	206,906	264,158
	Diğer Bölgeler	290,717	331,747	76,051	105,539	204,033	260,754
Çiftlik	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	366,235	408,630	64,411	89,538	293,935	341,372
	Tarımsal Alanlar	358,449	397,130	79,766	110,772	269,745	313,249
	Diğer Bölgeler	341,682	371,511	69,406	95,626	230,807	272,174
Merkez	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	334,569	379,189	64,037	87,889	257,027	311,071
	Tarımsal Alanlar	356,332	402,712	63,189	86,538	291,605	344,104
	Diğer Bölgeler	375,273	424,633	69,775	96,165	312,462	367,872
Ulukışla	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	235,460	286,452	90,454	126,397	129,970	191,040
	Tarımsal Alanlar	237,186	287,542	88,928	124,166	143,148	201,033
	Diğer Bölgeler	235,460	286,452	78,774	109,322	135,078	196,252

Çalışma toprağında TC içeriği toprak örtüsüne farklı değişim aralıkları göstermektedir. Çizelge 4.11'e göre Altunhisar ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda minimum 309,31 mg/kg, maksimum 333,71 mg/kg, tarımsal alanlarda minimum 299,56 mg/kg maksimum 326,93 mg/kg, diğer bölgelerde minimum 295,09 mg/kg, maksimum 324,10 mg/kg miktarda bulunmaktadır. Merkez ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda minimum 334,56 mg/kg, maksimum 379,18 mg/kg,

tarımsal alanlarda minimum 356,33 mg/kg maksimum 402,71 mg/kg, diğer bölgelerde minimum 375,27 mg/kg, maksimum 424,63 mg/kg miktarda bulunmaktadır.

Çalışma toprağında TOC içeriği toprak örtüsüne farklı değişim aralıkları göstermektedir. Çizelge 4.11'e göre Altunhisar ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda minimum 46,82 mg/kg, maksimum 63,74 mg/kg, tarımsal alanlarda minimum 41,14 mg/kg maksimum 55,76 mg/kg, diğer bölgelerde minimum 37,39 mg/kg, maksimum 50,49 mg/kg miktarda bulunmaktadır. Merkez ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda minimum 64,03 mg/kg, maksimum 87,88 mg/kg, tarımsal alanlarda minimum 63,18 mg/kg maksimum 86,53 mg/kg, diğer bölgelerde minimum 69,77 mg/kg, maksimum 96,16 mg/kg miktarda bulunmaktadır. Topraktaki organik karbon miktarı derinliklere inildikçe azalma göstermektedir. Toprağın organik karbon miktarı toprağın drenajına, toprağın strüktürüne göre değişiklik göstermektedir (Koçyiğit, 2008). Şekil 4.29'a göre toprak kum içeriği fazla olan bölgelerin TOC içeriğinin (Şekil 4.9) düşük olduğu tespit edilmiştir. Akkaya baraj gölü yöresi / Merkez ilçesinde yapılan bir çalışmada bozuk mera alanlarının kavaklığa dönüştürülmesi sonucu toprakta toplam organik karbon arttırmaktadır (Korkanç vd., 2018). Şekil 4.8'de Merkez ilçesinde TOC fazla olduğu alanlar şehir merkezi ve şehir merkezinin yakınında, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi kampüs alanının güneyinde bulunan Akkaya baraj gölü yakınlarındadır. Eğimli topraklarda toplam organik karbon içeriği düz arazilere göre daha az bulunabilmektedir (Erdoğan vd., 2021). Ulukışla ilçesi toprakların çoğunluğu toplam karbon bakımından fakirdir. Altunhisar geneli, Bor ve Çiftlik ilçesi toprakların bir kısmı toplam karbon miktarı oldukça düşüktür. Merkez ilçesi toprakları genelinde toplam karbon miktarı diğer ilçelere göre daha fazla miktarda bulunmaktadır.

Çalışma toprağında IC içeriği toprak örtüsüne farklı değişim aralıkları göstermektedir. Çizelge 4.11'e göre Altunhisar ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda minimum 245,59 mg/kg, maksimum 284,85 mg/kg, tarımsal alanlarda minimum 252,86 mg/kg maksimum 291,16 mg/kg, diğer bölgelerde minimum 233,99 mg/kg, maksimum 270,84 mg/kg miktarda bulunmaktadır. Merkez ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda minimum 257,02 mg/kg, maksimum 311,07 mg/kg, tarımsal alanlarda minimum 291,60 mg/kg maksimum 344,10 mg/kg, diğer bölgelerde

minimum 312,46 mg/kg, maksimum 367,87 mg/kg miktarda bulunmaktadır. Topraktaki toplam organik karbon miktarı ekosistemler için oldukça önemlidir. Bir metreyi geçen toprak derinliğinde karbon inorganik karbon şeklinde bulunmaktadır. Topraktaki inorganik karbonlar, kayaçlardan toprağa geçen litojenik inorganik karbon ve topraktaki kalsiyum ve magnezyumun karbondioksit etkileşimi sonucu oluşan padeojenik inorganik karbon olarak iki bileşenden oluşmaktadır Mera alanların tarıma alanına açılması toprağın organik karbon içeriğini azaltmaktadır (Yılmaz ve Dengiz, 2021). Tarımsal alanlardaki toprağın işlenmemesi nedeniyle toprakta toplam organik karbon miktarı artabilmektedir. Toprakta kullanılan pestisitler toprak içerisindeki karbon mineralizasyonuna toksik etki yapabilmektedir (Koçak, 2020). Ayrıca, Hayvan otlatma ve otlak yönetimi topraktaki toplam organik karbonu içeriğini etkilemektedir. Özellikle aşırı otlatma toprağı karbon bakımından fakirleştirmektedir. Topraktaki karbon miktarı iklim, yağış oranına bağlı olarak değişmektedir. Toprağın karbon bakımından zenginleştirilmesi çevre kalitesini de iyileştirir (İrfan vd., 2015). Yağışın az olduğu topraklarda toplam organik karbon miktarını azaltmaktadır. Yarı kurak ve kurak iklimde ve yağışın az olduğu bölgelerde, topraktaki inorganik karbon miktarı az bulunmaktadır. Topraklarındaki toplam organik karbon içeriği kurak bölgede yer alan topraklarda, daha yağışlı ve serin bölgelere göre daha fazla bulunabilmektedir. (Bayram vd., 2015; Sakin vd., 2014). Çalışma alanından alınan toprak numuneleri yağışlı dönemlerde alındığı için toprak İC değerlerinin TOC değerlerine göre fazla olduğu açıklanabilmektedir. Ulukışla ve Bor ilçesi topraklarının bir kısmında toplam organik karbon miktarı diğer ilçelere göre yüksek bulunmaktadır.

Ulukışla, Bor ve Merkez ilçesinin bir kısım topraklarında inorganik karbon miktarı diğer ilçelere göre daha az bulunmaktadır. Merkez ilçesinin topraklarının çoğunluğunda inorganik karbon miktarı diğer ilçe topraklarına göre daha çok miktarda bulunmaktadır. Çiftlik ve Altunhisar ilçesi toprakların genelinde inorganik karbon miktarı ortalama seviyede bulunmaktadır.

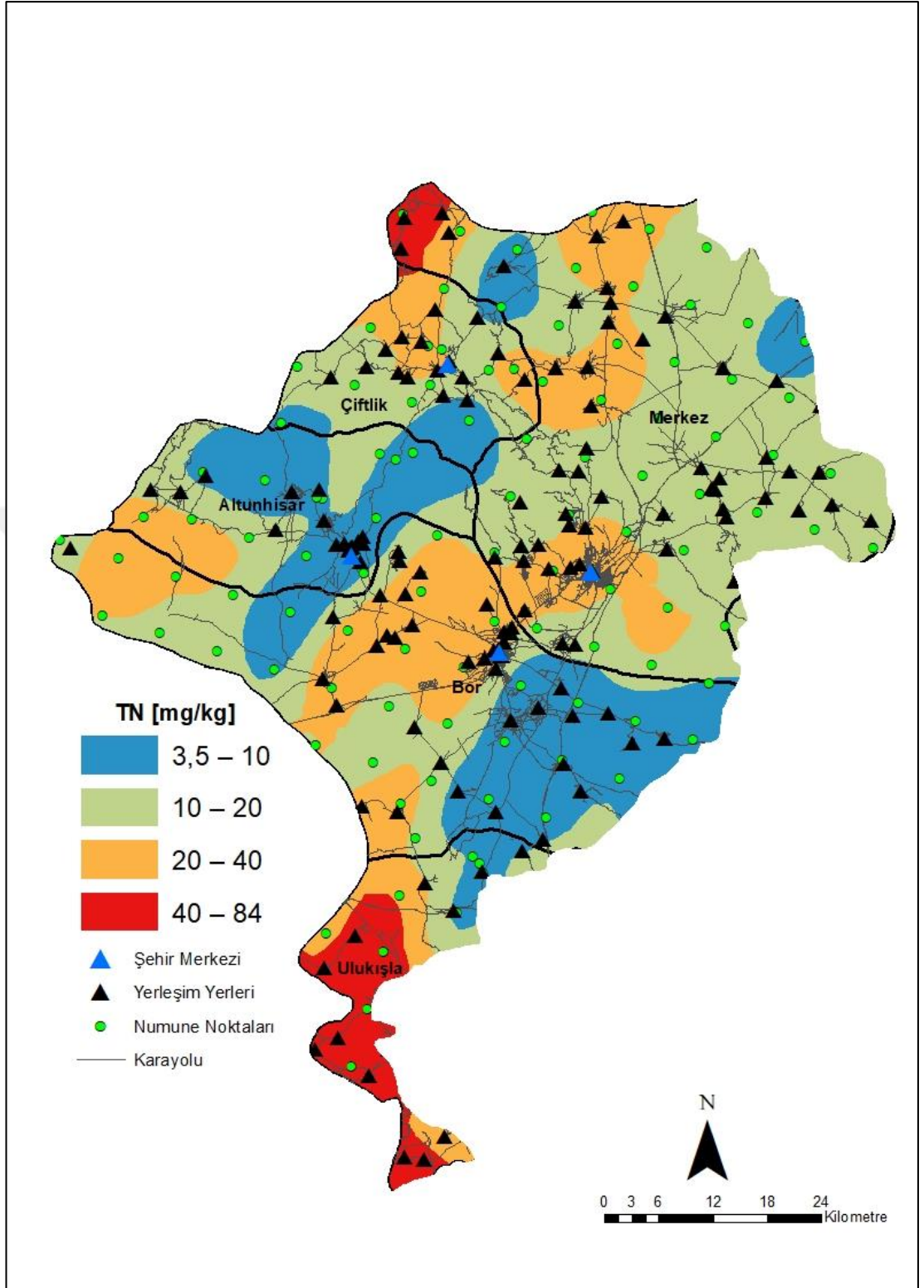
Canlılar için gerekli gıdayı sağlamak için toprak kalitesinin iyi bir şekilde yönetilmesi gerektirir. Tarım için sürdürülebilir politikalar geliştirilmelidir (Amoakwah vd., 2021).

4.2.8 Toplam azot (TN)

Toplam azot değerleri dağılım haritasının oluşturulması için kullanılan krigleme yönteminde yüksek mekânsal bağlılığa sahiptir. Modelle kullanılan diğer parametreler Ek 1’de görülmektedir. Toprak TN değerlerinin mekânsal interpolasyon haritası Şekil 4.10’da verilmiştir. Çizelge 4.12’de toprak örtüsüne göre; toplam azot içeriği (mg/kg) değişim aralıkları verilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre topraktaki toplam azot en düşük 3,53 mg/kg en yüksek değeri 658 mg/kg, ortalama değeri 261,65 mg/kg’dır. Toplam azot miktarı toprakta ‘ok az’ ve ‘az’ şeklinde reaksiyon göstermektedir (Taban vd., 2005). Arazi kullanım türlerine göre topraktaki toplam nitrojeni etkilemektedir (Savaci ve Sariyildiz, 2018). Topraktaki mikrobiyal biyokütle ve sürdürülebilir evre yönetimi için oldukça yaygın kullanılır. Toprak kirliliğinde gerekli fizikokimyasal süreçlerde yer alır (Kara ve Bolat, 2008). Topraktaki azot döngüleri toprak kalitesini etkilemektedir. Toprak ortamında en önemli besinlerden biridir (Dindar, 2021).

Toprakta biriken gübreler topraktaki azot yüksekliği bitki verimini etkileyebilmektedir (Erdoğan ve Arpaz, 2019). Ulukışla toprakları genelinde, Merkez ilçesi toprağının küçük bir kısmında toplam azot içeriği diğer ilçelere göre yüksek miktarda bulunmaktadır. Topraktaki sıcaklık arttıkça topraktaki azot miktarı azalmaktadır (Başayığit ve Ural, 2005).



Şekil 4.10. Çalışma Alanının TN dağılımı

Altunhisar ve Bor ilçesi topraklarının çoğunluk kısmında toplam azot miktarı diğer ilçelere göre daha az içermektedir. Merkez ve Çiftlik ilçesi toprakların genelinde

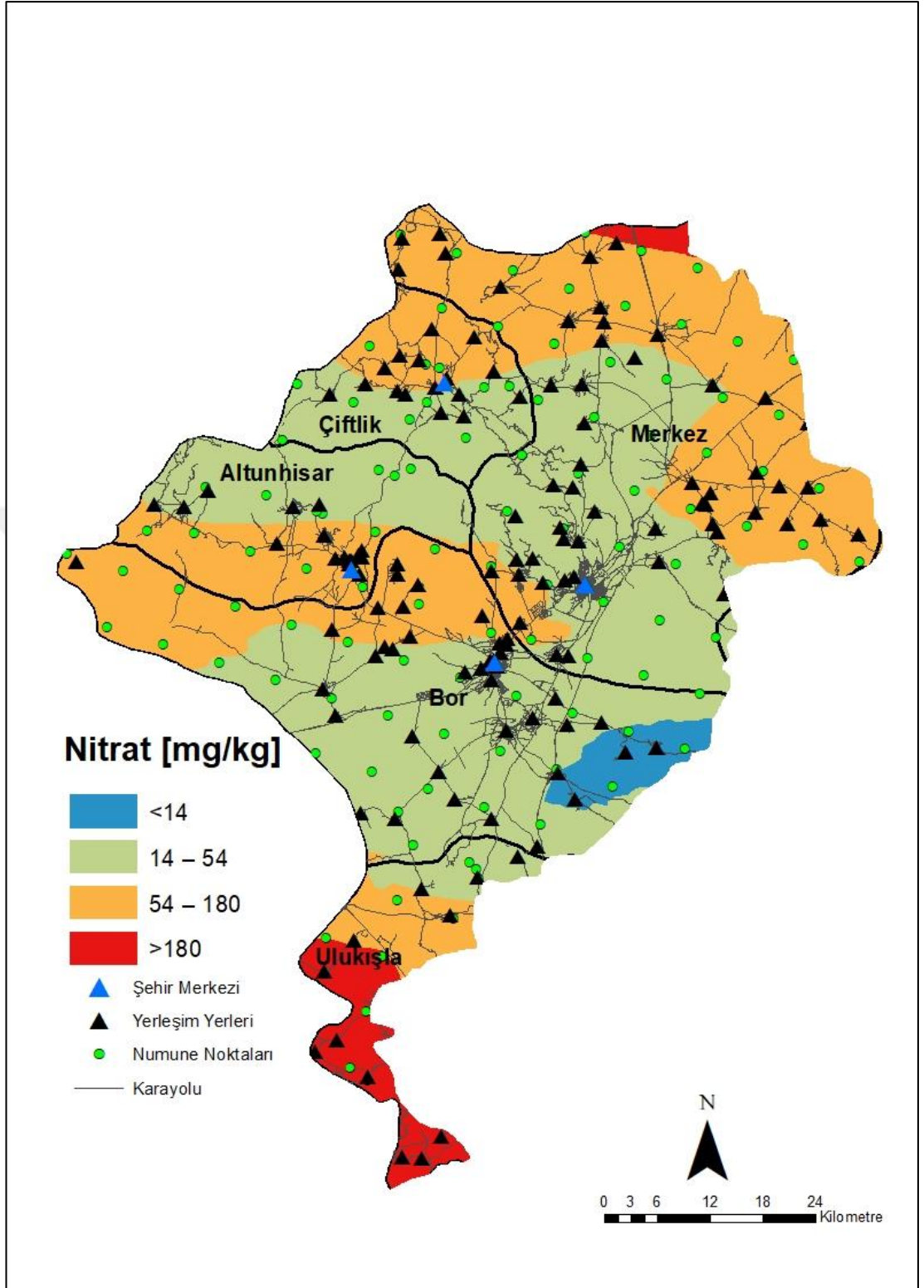
toplam azot değeri ortalama değerdedir. Soba vd. (2015) yaptıkları çalışmada toprakta bulunan makro ve mikro element reaksiyonları ve eşik değerleri Çizelge 4.14’te verilmiştir. Eşik değerlerine göre (Çizelge 4.14) ilçe değerleri (Çizelge 4.12) karşılaştırıldığında, Altunhisar, Merkez, Çiftlik ve Bor ilçesi toprağında toplam azot içeriği “çok az” seviyesinde reaksiyon göstermektedir. Ulukışla ilçesi toprağında toplam azot içeriği ise “az” seviyesinde reaksiyon göstermektedir.

Çizelge 4.12. Toplam azotun toprak örtüsü sınıflarına göre dağılımı.

İlçeler	Toprak Örtüsü	TN mg/kg	
		Min. Ort.	Mak. Ort.
Altunhisar	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	10,637	15,325
	Tarımsal Alanlar	10,205	14,525
	Diğer Bölgeler	8,513	12,614
Bor	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	14,893	21,694
	Tarımsal Alanlar	14,452	22,093
	Diğer Bölgeler	14,599	21,797
Çiftlik	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	16,927	25,089
	Tarımsal Alanlar	20,164	30,930
	Diğer Bölgeler	16,709	24,034
Merkez	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	18,005	27,105
	Tarımsal Alanlar	19,726	30,511
	Diğer Bölgeler	20,888	32,331
Ulukışla	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	28,536	48,869
	Tarımsal Alanlar	25,434	42,705
	Diğer Bölgeler	29,985	52,221

4.2.9 Nitrat (NO₃⁻)

Azot içeren gübreler organik ve inorganik formdadır. Nitrat azotu oluşum mekanizması kısaca organik azotun toprakta minerilize edilerek amonyum azotuna, amonyum azotunda nitrifike olarak nitrata dönüşmesi şeklinde açıklanmaktadır (Bellitürk vd., 2007). Şekil 4.11’e göre çalışma alanının nitrat muhtevası ve Çizelge 4.13’de toprak örtüsüne göre; toplam nitrat içeriği (mg/kg) değişim aralıkları verilmiştir.



Şekil 4.11. Çalışma alanının nitrat dağılımı.

Ulukışla toprakları genelinde, Merkez ilçesi toprağının küçük bir kısmında nitrat içeriği diğer ilçelere göre yüksek miktarda bulunmaktadır. Altunhisar ve Bor ilçesi

topraklarının çoğunluk kısmında nitrat miktarı diğer ilçelere göre daha az içermektedir. Altunhisar, Merkez ve Çiftlik ilçesi toprakların genelinde nitrat değeri ortalama değerdedir.

Çizelge 4.13. Toprak örtüşümde göre nitrat değişim aralıkları.

İlçeler	Toprak Örtüsü	Nitrat mg/kg	
		Min. Ort.	Mak. Ort.
Altunhisar	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	30,786	63,232
	Tarımsal Alanlar	44,431	95,188
	Diğer Bölgeler	46,916	103,466
Bor	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	145,753	417,199
	Tarımsal Alanlar	241,114	712,161
	Diğer Bölgeler	90,582	241,092
Çiftlik	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	103,250	280,417
	Tarımsal Alanlar	103,235	276,928
	Diğer Bölgeler	78,540	198,556
Merkez	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	120,929	335,986
	Tarımsal Alanlar	121,490	331,208
	Diğer Bölgeler	69,734	171,851
Ulukışla	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	2157,811	6573,886
	Tarımsal Alanlar	3218,353	9824,217
	Diğer Bölgeler	8256,248	25253,286

İnsan vücudu için alınan nitrat miktarı belli bir seviyededir. Topraklara uygulanan nitrat içerikli gübreler sebzeler için oldukça büyük öneme sahiptir. Dengesiz bir şekilde gübrelenen topraklarda nitrat formu bitkide birikmekte bu da toksik etkilere yol açmaktadır. Azot içeren gübrelerin parçalanması toprak tekstürü, sulama gibi birçok kritere bağlı olmaktadır. Topraktaki nitrat akümüasyonu sağlamak için doğru sulama ve doğru gübreleme yapılmalıdır (Karaman vd., 2000). Ulukışla toprakları genelinde, Merkez ilçesi toprağının küçük bir kısmında nitrat içeriği diğer ilçelere göre yüksek bulunmasının nedeni olarak tarım topraklarının doğru sulama ve gübreleme yapılmadığını açıklayabilmektedir.

Bazı çiftçiler toprakta nitrifikasyon sürecini bir süre sonra engelleyerek topraktaki azot kaybını önlemek istemektedirler. Topraktaki amonyum azotunun nitrata dönüşmesi sırasında ara basamak olan amonyum azotunun nitrite dönüşmesi, topraktaki nitratin artışıyla beraber nitritin toprakta birikimi azalmaktadır. Hava sıcaklığı artışı yağışların artması denitrifikasyonu arttırmaktadır. Denitrifikasyon sonucu topraktaki nitrat

azalmaktadır (Aydın vd., 2018). Altunhisar ve Bor ilçesi topraklarının çoğunluk kısmında nitrat miktarı diğer ilçelere göre daha az olduğu görülmektedir.

Toplam nitrat en düşük 0,2432 mg/kg en yüksek nitrat değeri 98881,81 mg/kg, ortalama değeri 1022 mg/kg'dır. Topraktaki yüksek derecedeki nitrat kirliliği mineralizasyondan dolayı oluşur. Hayvansal artıklar, fazla gübreleme toprakta azot kirliliğine neden olur, fazla miktardaki azotun bir kısmı yeraltı sularına karışarak kirlilik oluşturur. Topraktaki azot değeri arazinin ne için kullanılacağı hakkında bilgi verir (Richa vd., 2014). Çizelge 4.14'de toprakta bulunan makro ve mikro element reaksiyonları ve eşik değerleri verilmiştir (Soba vd., 2015).

Çizelge 4.14. Toprakta bulunan makro ve mikro element reaksiyonları ve eşik değerleri.

Element	Birim	Çok az	az	yeterli	fazla	çok fazla
TN	g/kg	<0,45	0,45-0,9	0,9-1,7	1,7-3,2	>3,2
P	mg/kg	<2,5	2,5-8	8--25	25-80	>80
K	cmol/kg	<0,13	0,13-0,28	0,28-0,74	0,74-2,56	>2,56
Ca	cmol/kg	<1,19	1,19-5,75	5,75-17,5	17,5-50	>50
Mg	cmol/kg	<0,42	0,42-1,33	1,33-4	4-12,5	>12,5
Zn	mg/kg	<0,2	0,2-0,7	0,7-2,4	2,4-8,0	>8
Mn	mg/kg	<4	4--14	14-50	50-170	>170
B	mg/kg	<0,4	0,5-0,9	1-2,4	2,5-4,9	>5
Fe	mg/kg	<2,5	2,5-4,5	>4,5		
Sülfat-S	mg/kg	kritik değer=10				

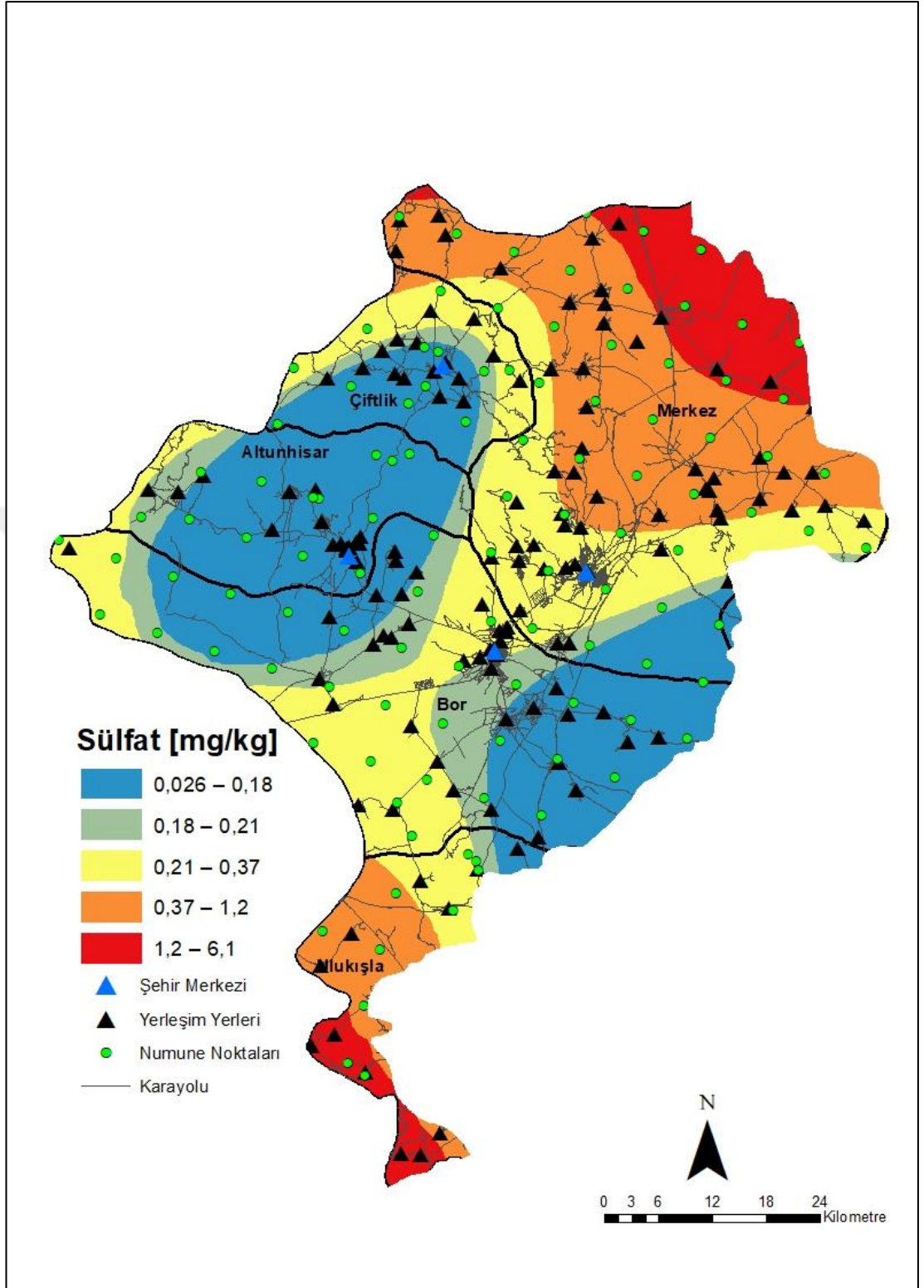
Çizelge 4.14'e göre topraktaki fosfor miktarı mg/kg cinsinden 2,5 mg/kg'dan az bulunmaktaysa toprak için "Çok Az yeterli", 2,5-8 mg/kg arasında toprak için "Az Yeterli", 8-25 mg/kg arasında ise toprak için "Yeterli", 25-80 mg/kg'dan arasında ise toprak için "Fazla Yeterli", 80 mg/kg'dan fazla bulunmaktaysa toprak için "Çok Fazla Yeterli" şeklinde değerlendirilmektedir. Topraktaki Mn miktarı mg/kg cinsinden 4 mg/kg'dan az bulunmaktaysa toprak için "Çok Az yeterli", 4-14 mg/kg arasında toprak için "Az Yeterli", 14-50 mg/kg arasında ise toprak için "Yeterli", 50-170 mg/kg'dan arasında ise toprak için "Fazla Yeterli", 170 mg/kg'dan fazla bulunmaktaysa toprak için "Çok Fazla Yeterli" şeklinde değerlendirilmektedir.

4.2.10 Sülfat (SO_4^{2-})

Toprak ıslahında ve sanayide kullanılan jipsler yarı kurak ve kurak bölgelerde yaygın görülmektedir. Toprak ıslah maddesi olarak kullanılan jipsler toprakları ve bitkileri etkilemektedir. Topraklarda yarı çözünebilir tuz beyaz renkli alçı taşı olarak da bilinmektedir. Bitki gelişiminde Ca ve S kaynağıdır. Jips'in kimyasal formülü $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ olup %22,3'ü kalsiyum ve %18,6'sı ise kükürttür. Topraktaki pH'ı dengelemekte olup sodik toprakların ıslahında kullanılmaktadır (Karahana ve Erşahin, 2016). Şekil 4.12'de toprak sülfat içeriğinin mekânsal interpolasyonu ve Çizelge 4.15'te toprak örtüsüne göre toplam sülfat içeriği (mg/kg) değişim aralıkları verilmiştir.

Çizelge 4.15'e göre sülfat Altunhisar ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda minimum 0,146 mg/kg, maksimum 0,218 mg/kg, tarımsal alanlarda minimum 0,141 mg/kg maksimum 0,207 mg/kg, diğer bölgelerde minimum 0,148 mg/kg, maksimum 0,222 mg/kg miktarda bulunmaktadır. Sülfat Merkez ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda minimum 0,222 mg/kg, maksimum 0,400 mg/kg, tarımsal alanlarda minimum 0,286 mg/kg maksimum 0,538 mg/kg, diğer bölgelerde minimum 0,279 mg/kg, maksimum 0,523 mg/kg miktarda bulunmaktadır.

Kükürt bitkilerin gelişimi için oldukça önemli olup, atmosferdeki kükürt dioksitin azalması bitkilerde kükürt eksikliğini ortaya çıkarmaktadır. Hava kalitesinin yükseltilmesi için yapılan çevre önlemleri bitki ve topraktaki kükürt miktarını azaltabilmektedir. Yapılan toprak gübrelemelerde kükürt içermeyen gübrelerin kullanılmasında topraktaki kükürt oranını düşürmektedir (Keşli, 2009). Altunhisar ilçesi geneli, Bor ve Merkez ilçesi topraklarının bir kısmında sülfat içeriği oldukça düşük bulunmaktadır.



Şekil 4.12. Çalışma alanının sülfat dağılımı

Niğde ilçeleri toprak özellikleri çeşitliliği bulunduğu alanın farklı topoğrafik özelliklere sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Bazı toprak ana materyalinin yaşlı

olması sebebiyle pH değerin yüksek ve buna bağlı olarak sülfat içeriği çözünebilir tuzların yüksek olması sonucu elektriksel iletkenliğin artmasına neden olmaktadır (Kılıç vd., 2017). Elektriksel iletkenlik (Şekil 4.2) ve pH (Şekil 4.1) haritaları da bunu göstermektedir Bu tür arazilerde drenaj eksikliği, yanlış sulanmasıyla toprakta sülfat birikebilmektedir (Deliboran ve Savran, 2015). Bor ve Çiftlik ilçesi toprakların bir kısmında sülfat değeri ortalama değerdedir.

Çizelge 4.15. Toprak örtüsüne göre sülfat değişim aralıkları

İlçeler	Toprak Örtüsü	Sülfat mg/kg	
		Min. Ort.	Mak. Ort.
Altunhisar	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,146	0,218
	Tarımsal Alanlar	0,141	0,207
	Diğer Bölgeler	0,148	0,222
Bor	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,122	0,213
	Tarımsal Alanlar	0,139	0,230
	Diğer Bölgeler	0,152	0,245
Çiftlik	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,217	0,380
	Tarımsal Alanlar	0,207	0,359
	Diğer Bölgeler	0,188	0,314
Merkez	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,222	0,400
	Tarımsal Alanlar	0,286	0,538
	Diğer Bölgeler	0,279	0,523
Ulukışla	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,254	0,465
	Tarımsal Alanlar	0,262	0,483
	Diğer Bölgeler	0,324	0,625

Toprakların daha kaliteli olması için sülfat yani kükürt içerikli gübrelerin bilinçli bir şekilde kullanılması gerekmektedir (Taban vd., 2005). Topraktaki bitki için yararlı sülfür içeriğini sülfat göstermektedir. Yağışlı iklime sahip yerlerde toprakta kükürt etkisi azalmaktadır (İlay ve Kavdır, 2017).

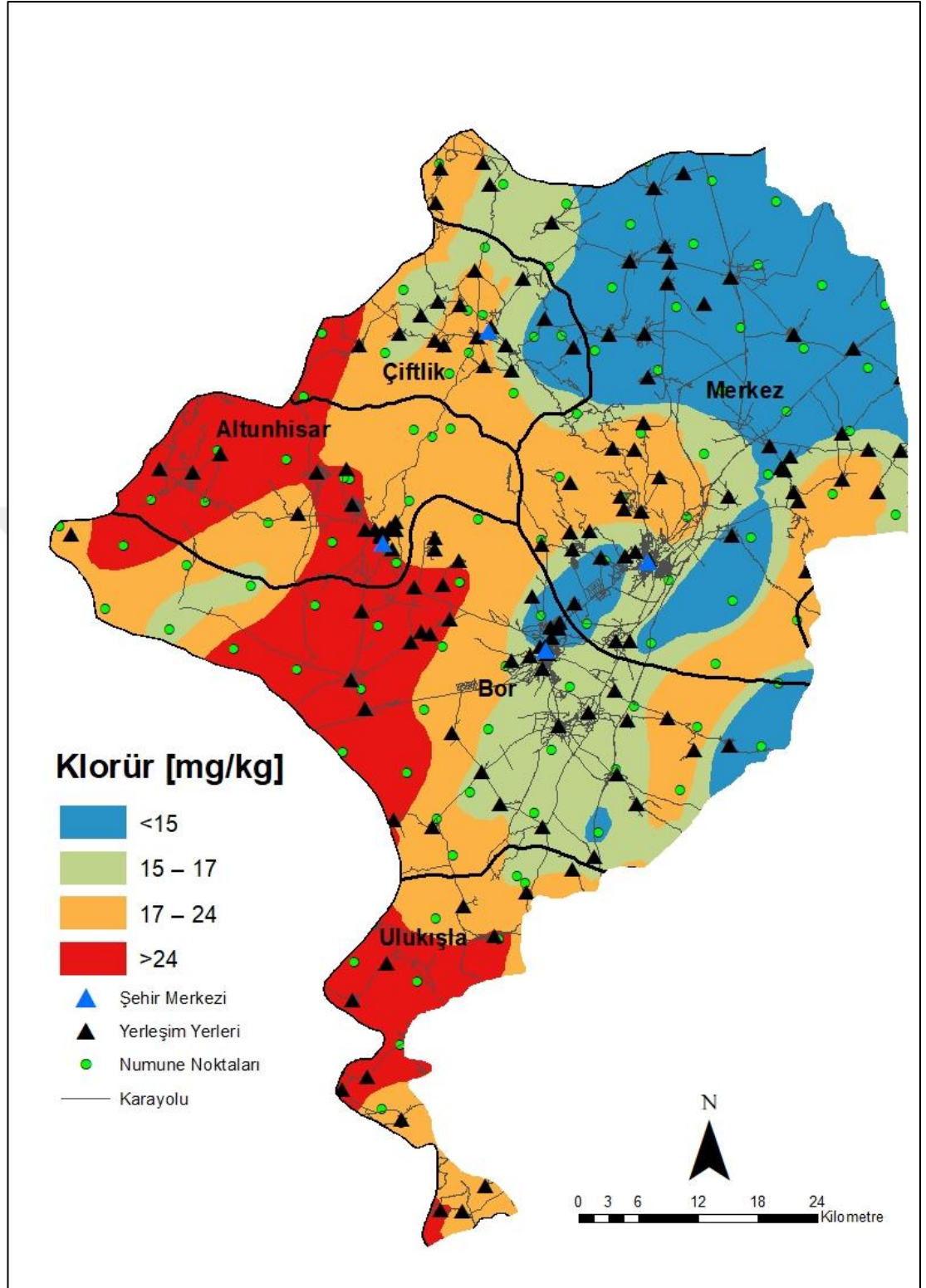
Analiz değerleri sonucu toprakta toplam sülfat en yüksek sülfat değeri 6,07 mg/kg, ortalama değeri 0,404 mg/kg'dır. Çizelge 4.14'e göre tüm ilçe toprakları için risk oluşturan kriter 10 mg/kg olduğu için yeterlidir.

4.2.11 Klorür (Cl)

Bitki büyüme sırasında topraktaki tuzluluktan etkilenebilmektedir. Topraktaki yağışlarla sodyum klorür ve kalsiyum klorür gibi çözünebilir tuzlardan kaynaklanmaktadır. İnsan kaynaklı olarak tuzlanma ise tarımsal faaliyetlerde aşırı sulama gösterilmektedir (Keyfli, 2020).

Çalışma alanının topraktaki klorür içeriğinin mekânsal dağılımı Şekil 4.13'te verilmiştir. Çizelge 4.14'te toprak örtüsüne göre; klorür içeriği (mg/kg) değişim aralıkları verilmiştir.

Topraklarda anyon olarak bulunan klorür iyonun fazla olması durumunda; klor iyonuna duyarlı türler için 4-7mg/g, klor iyonuna dayanıklı türler içinde 15-50mg/g konsantrasyonunda bulunabilmektedir. Arazide klorür en düşük 0,02mg/kg en yüksek klorür değeri 8295 mg/kg , ortalama değeri 109,5259mg/kg'dır (İlay ve Kavdır, 2017).



Şekil 4.13.Çalışma alanının klorür dağılımı

Topraklarda klorür içeriği toprak örtüsüne farklı değişim aralıkları göstermektedir. Çizelge 4.16'ya göre klorür Altunhisar ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda

minimum 37,491mg/kg, maksimum 97,821 mg/kg, tarımsal alanlarda minimum 19,291 mg/kg maksimum 38,063 mg/kg, diğer bölgelerde minimum 16,453 mg/kg, maksimum 32,373 mg/kg miktarda bulunmaktadır. Merkez ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda minimum 34,372 mg/kg, maksimum 89,291 mg/kg, tarımsal alanlarda minimum 32,730 mg/kg maksimum 82,086 mg/kg, diğer bölgelerde minimum 27,166 mg/kg, maksimum 64,707 mg/kg miktarda bulunmaktadır.

Çizelge 4.16. Toprak örtüsüne göre klorür değişim aralıkları

İlçeler	Toprak Örtüsü	Klorür mg/kg	
		Min. Ort.	Mak. Ort.
Altunhisar	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	37,491	97,821
	Tarımsal Alanlar	19,291	38,063
	Diğer Bölgeler	16,453	32,373
Bor	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	15,332	26,508
	Tarımsal Alanlar	18,000	32,567
	Diğer Bölgeler	17,483	31,625
Çiftlik	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	38,434	104,535
	Tarımsal Alanlar	20,236	42,276
	Diğer Bölgeler	19,518	48,643
Merkez	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	34,372	89,291
	Tarımsal Alanlar	32,730	82,086
	Diğer Bölgeler	27,166	64,707
Ulukışla	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	35,426	91,744
	Tarımsal Alanlar	164,068	537,599
	Diğer Bölgeler	422,899	1427,847

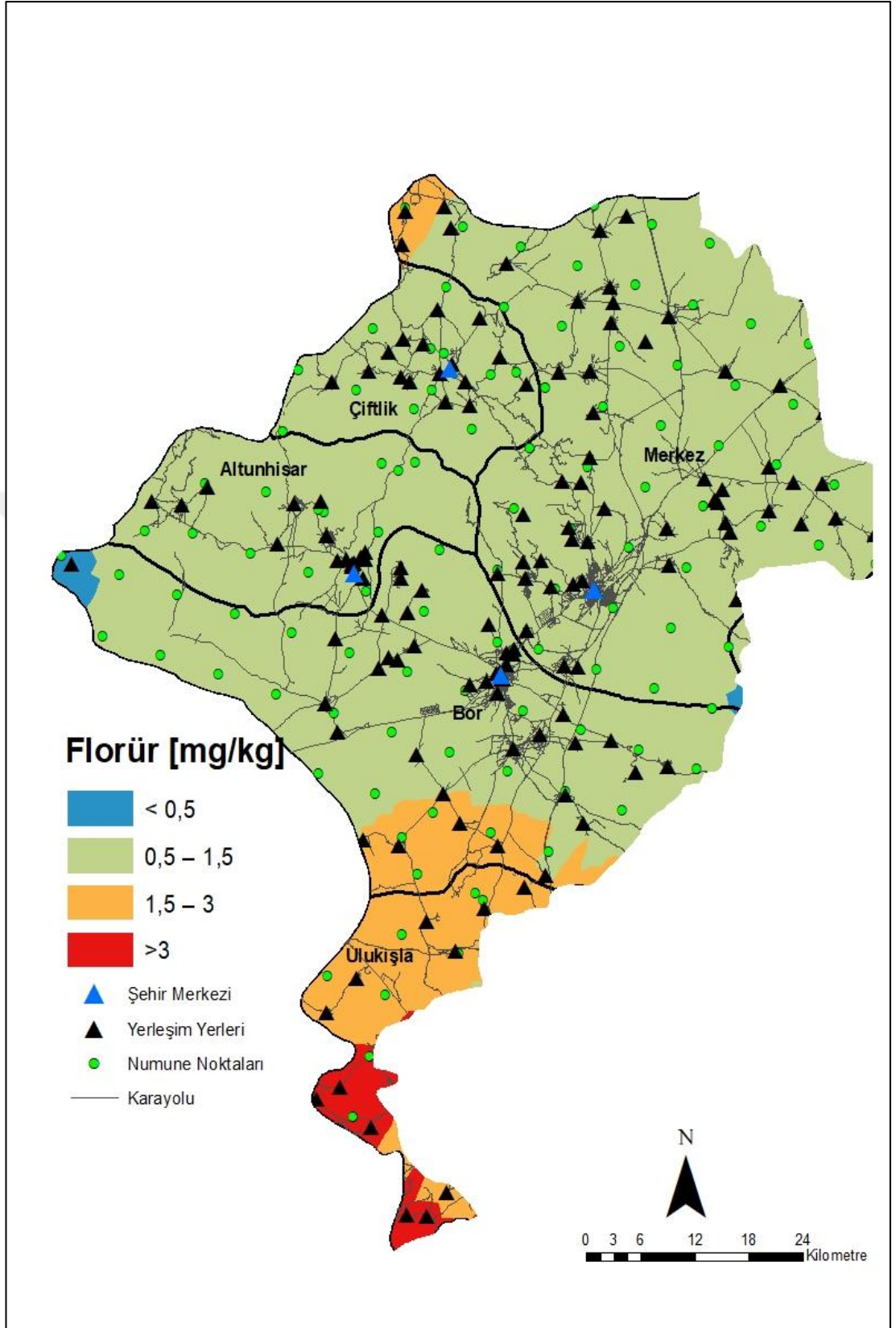
Jeomorfolojik yapısı sonucu eğimin olmadığı yerlerde de tuzluluk artmaktadır (Deliboran ve Savran, 2015). Bilinçsiz sulama ile topraktaki tuzluluk artmaktadır. Ulukışla ve Altunhisar ilçesi genelinde toprak tuzluluğuna klorür gibi mineraller neden olmaktadır. Merkez ilçesi toprakların genelinde klorür miktarı diğer ilçelere göre düşüktür. Bor ve Çiftlik ilçesi topraklarında klorür miktarı diğer ilçelere göre ortalama seviyededir.

4.2.12 Florür (F)

Fosfatlı gübre kullanımı sonucu toprakta flor miktarı artmaktadır (Camgöz ve Yaprak, 2009). Topraklarda genellikle toprak tuzluluğuna florür gibi mineraller neden olmaktadır (Deliboran ve Savran, 2015). Şekil 4.14'te florür değerlerinin mekânsal

dağılımı gösterilmiştir. Ulukışla ilçesi genelinde topraktaki florür miktarı diğer ilçelere göre oldukça yüksek bulunmaktadır. Birçok mineralin içeriğinde bulunan flor fosfat içeren kayalarda bulunmaktadır. Topraktaki yüksek flor bitki, hayvan ve insanlar tarafından önemli sağlık riski oluşturmaktadır (İlay ve Kavdır, 2017).

Topraklarda florür içeriği toprak örtüsüne farklı değişim aralıkları göstermektedir. Çizelge 4.17'ye göre florür Altunhisar ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda minimum 1,014 mg/kg, maksimum 1,612 mg/kg, tarımsal alanlarda minimum 0,880 mg/kg maksimum 1,246 mg/kg, diğer bölgelerde minimum 1,031 mg/kg, maksimum 1,534 mg/kg miktarda bulunmaktadır. Merkez ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda minimum 34,372 mg/kg, maksimum 89,291 mg/kg, tarımsal alanlarda minimum 32,730 mg/kg maksimum 82,086 mg/kg, diğer bölgelerde minimum 27,166 mg/kg, maksimum 64,707 mg/kg miktarda bulunmaktadır.



Şekil 4.14. Çalışma alanının florür dağılımı

Çizelge 4.17. Toprak örtüsüne göre florür değişim aralıkları

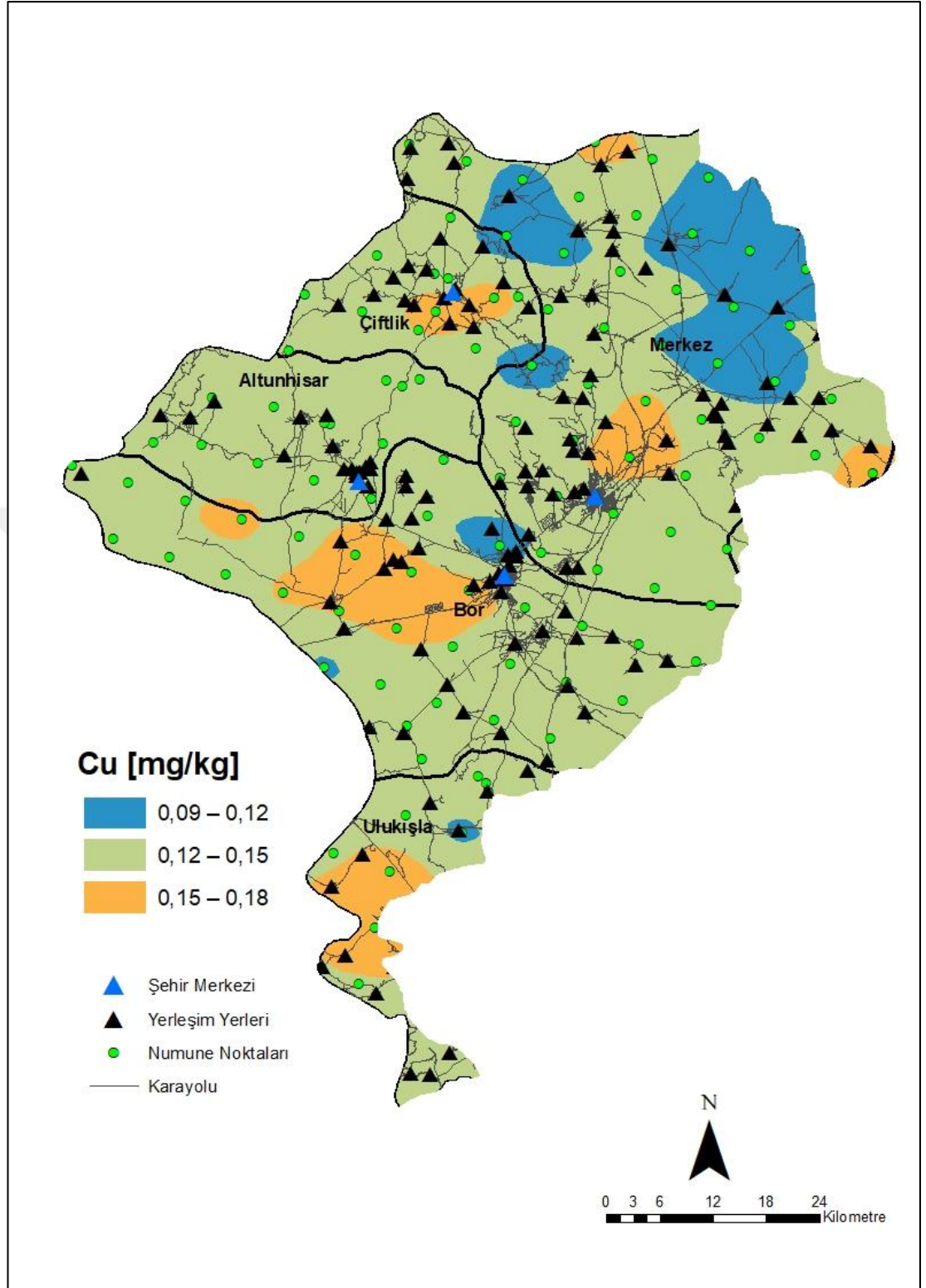
İlçeler	Toprak Örtüsü	Florür mg/kg	
		Min. Ort.	Mak. Ort.
Altunhisar	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	1,041	1,612
	Tarımsal Alanlar	0,880	1,246
	Diğer Bölgeler	1,031	1,534
Bor	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,761	1,215
	Tarımsal Alanlar	0,894	1,340
	Diğer Bölgeler	0,816	1,268
Çiftlik	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	1,016	1,603
	Tarımsal Alanlar	1,071	1,698
	Diğer Bölgeler	0,885	1,344
Merkez	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,721	1,081
	Tarımsal Alanlar	0,868	1,269
	Diğer Bölgeler	0,808	1,204
Ulukışla	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	1,990	3,350
	Tarımsal Alanlar	2,481	4,349
	Diğer Bölgeler	4,277	8,037

Cam üreten fabrikalar topraktaki florür iyonun kaynaklarından (İlay ve Kavdır, 2017). Topraktaki yüksek florür içme suyuna karışabilir ve meralarda besin zincirine katılabilir. Topraktaki florür en düşük 0 mg/kg en yüksek florür değeri 39,4 mg/kg, ortalama değeri 1,64 mg/kg'dır. Toprak kirleticilerinden biriside uçucu brom bileşikleridir (Harbili vd., 2010). Arazide yüksek bromür değeri 356,49 mg/kg, ortalama değeri 3,27 mg/kg'dır.

4.2.13 Bakır (Cu)

Bakır bitkiler için önemli element olup toprakta çok yüksek miktarda bulunduğunda zehir etkisi yaratmaktadır. Toprağın bakır miktarı artışı ile bitkinin bazı bölgelerinde önemli oranlarda fotosentezi azalttığı görülmektedir (Yerli vd., 2020).

Bakırın çalışma alanındaki mekânsal dağılımına (Şekil 4.15) göre Ulukışla ilçesinde toprakta bulunan Cu miktarlarının diğer topraklara göre yüksek olması; bölgede bu elementleri içeren cevherleşmelerin ve kayaçların varlığı (sülfürlü, karbonatlı dolgular) ile açıklanabilmektedir (Turan vd., 2012).



Şekil 4.15. Cu dağılımı

Topraklarda bakır içeriği toprak örtüsüne farklı değişim aralıkları göstermektedir. Çizelge 4.18'e göre bakır Altunhisar ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda

minimum 0,137 mg/kg, maksimum 0,152 mg/kg, tarımsal alanlarda minimum 0,136 mg/kg maksimum 0,149 mg/kg, diğer bölgelerde minimum 0,136 mg/kg, maksimum 0,148 mg/kg miktarda bulunmaktadır. Bakır Merkez ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda minimum 0,138 mg/kg, maksimum 0,156 mg/kg, tarımsal alanlarda minimum 0,134 mg/kg maksimum 0,152 mg/kg, diğer bölgelerde minimum 0,138 mg/kg, maksimum 0,162 mg/kg miktarda bulunmaktadır.

Çizelge 4.18. Toprak örtüsüne göre Cu içeriği

İlçeler	Toprak Örtüsü	Cu mg/kg	
		Min. Ort.	Mak. Ort.
Altunhisar	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,137	0,152
	Tarımsal Alanlar	0,136	0,149
	Diğer Bölgeler	0,136	0,148
Bor	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,138	0,160
	Tarımsal Alanlar	0,139	0,159
	Diğer Bölgeler	0,142	0,169
Çiftlik	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,143	0,169
	Tarımsal Alanlar	0,151	0,195
	Diğer Bölgeler	0,149	0,189
Merkez	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,138	0,156
	Tarımsal Alanlar	0,134	0,152
	Diğer Bölgeler	0,138	0,162
Ulukışla	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,154	0,204
	Tarımsal Alanlar	0,150	0,193
	Diğer Bölgeler	0,149	0,189

Bitki gelişiminde enzimlerin eser miktarda ağır metale ihtiyaç duymaktadır. Toprakta bu metaller Optimum seviyeyi aştığında ise bitkilerde stres yaratır ve gelişimini olumsuz etkiler (Özkay vd., 2014). Cu canlı gelişiminde mikrobiyal aktivitede önemli rol oynar. Toprakta yüksek Cu konsantrasyonda toprağı verimsizleştirir, besin zincirine girdiğinde önemli toksik etkiler oluşturur. Toprakta Cu konsantrasyonu artışı topraktaki makro elementlerin konsantrasyonlarında azalma gerçekleşmiştir (Eren, 2018).

Cu topraktaki konsantrasyonu en düşük 0,0080 mg/kg en yüksek Cu değeri 0,5267 mg/kg, ortalama değeri 0,1477 mg/kg'dır. Çizelge 4.19'a göre çalışma arazisindeki toprakta bakır miktarı normal aralık (2-200mg/kg) altında olduğu için Cu kaynaklı bir kirlilik tespit edilememiştir (Apaydın, 2005) .

Çizelge 4.19. Bazı eser elementlerin limit değerleri

Element	Normal Aralık (mg/kg)	Kritik Değer(mg/kg)	Kirlenmiş Toprak Aralığı(mg/kg)	Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği (31.05.2005- 25831) limit değerleri(mg/kg)		AB Müsaade edilebilir üst limit değerleri (mg/kg)	Toprak kirliliğinin kontrolü ve noktasal kaynaklı kirlenmiş sahalara dair yönetmelik (08.06.2010-27605) Genel aralığı (mg/kg)
				pH<6	pH>6		
As	0.1-40	20-50	30-500	-	-		0,3-471
Cd	0.01-2.0	3-8	1-50	1	3	3	3-1124
Cu	2-250	60-125	20-100	50	140	140	51-3129
Fe	200-100000						Çıkarılmıştır
Hg	0.01-0.5	0.3-5. 0	1-50	1	1.5	0.3-5. 0	0,6-23
Mn	20-10000	1500-3000	300-500				Çıkarılmıştır
Ni	2-750	100	20-1000	30	75	75	1-1564
Pb	2-300	100-400	30-300	50	300	300	14-400
Sb	0.2-10	5-10	30-500	-	-		0,2-31

4.2.14 Demir (Fe)

Tarımın sürdürebilir olması için sınırlandırıcı faktör niteliktedir. Toprak ana materyalinde bulunan bir elementtir. Demir için toprakta yeterlilik altı sınır değeri 8 mg/kg olarak belirlenmiştir (Gürbüz vd., 2019).

Topraklarda demir içeriği toprak örtüsüne farklı değişim aralıkları göstermektedir. Çizelge 4.20'ye göre demir Altunhisar ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda minimum 0,029 mg/kg, maksimum 0,106 mg/kg, tarımsal alanlarda minimum 0,037mg/kg maksimum 0,136 mg/kg, diğer bölgelerde minimum 0,136 mg/kg, maksimum 0,029 mg/kg miktarda bulunmaktadır. Demir Merkez ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda minimum 1,387 mg/kg, maksimum 4,891mg/kg, tarımsal alanlarda minimum 0,369 mg/kg maksimum 1,304 mg/kg, diğer bölgelerde minimum 0,094 mg/kg, maksimum 0,335 mg/kg miktarda bulunmaktadır.

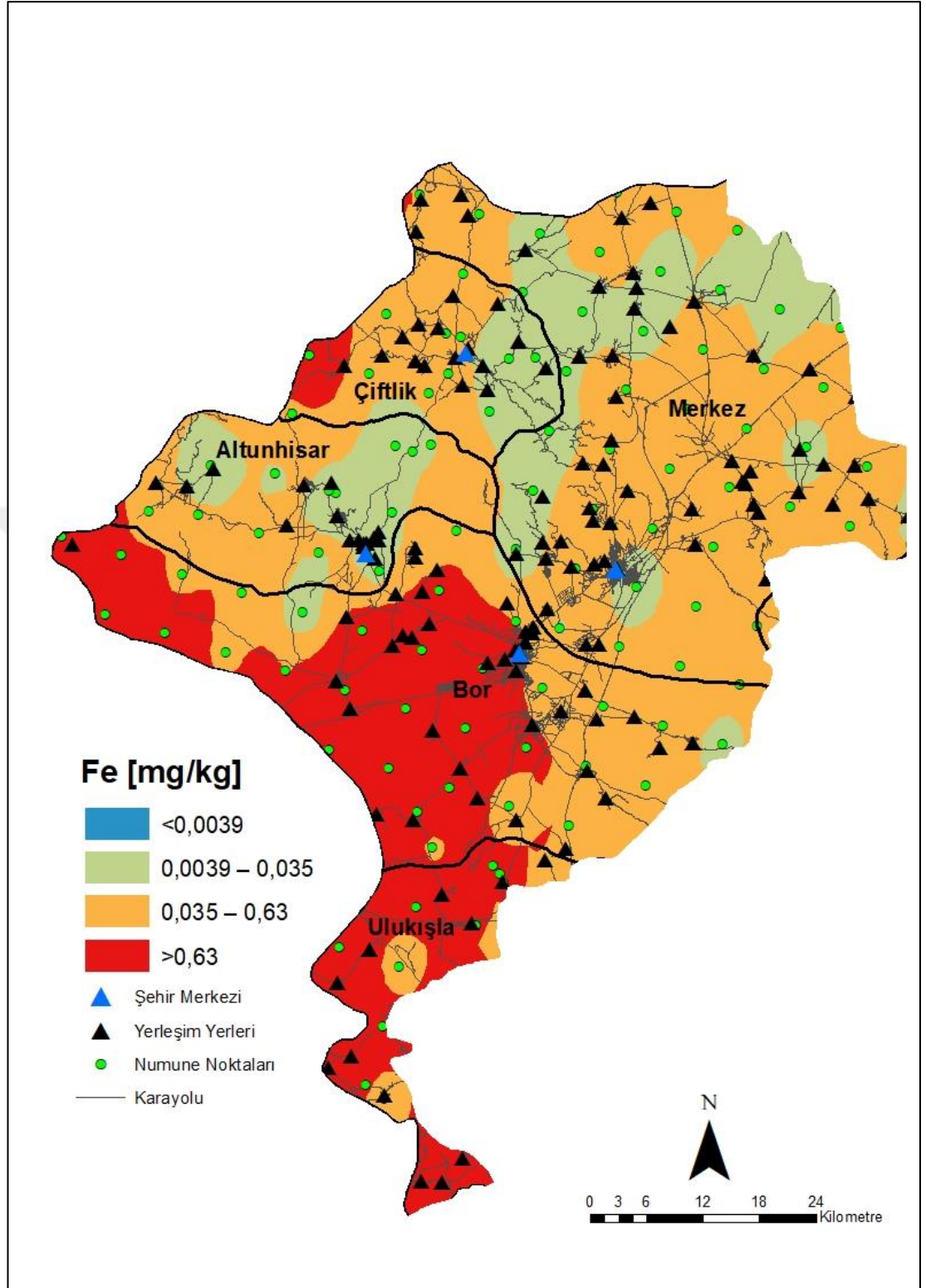
Şekil 4.16'ya göre Ulukışla ve Bor ilçesi topraklarının genelinde demir miktarı diğer ilçelere göre daha yüksek bulunmaktadır. Merkez, Çiftlik, Altunhisar ilçelerinde diğer ilçelere göre ortalama miktarda demir içermektedir.

Topraklarda yetişen bitkilerde fotosentezde görev alan bir elementte demirdir ve toprakta yüksek miktarda bulunması bitkiyi bodurlaştırmaktadır. Demir içerikli

gübreler topraklara uygulanabilmektedir. Toprağın pH değeri 8'den yüksek olduğu yerlerde bitki tarafından demir alımı engellenmektedir (Yerli vd., 2020).

Ulukışla ilçesinde demir maden yatakları büyük önem taşımaktadır. Topraktaki Fe miktarının diğer topraklara göre yüksek olması; bölgede bu elementleri içeren cevherlesmelerin ve kayaçların varlığı (slfitli, karbonatlı dolgular) ile açıklanabilmektedir (Turan vd., 2012).





Şekil 4.16. Çalışma alanının Fe dağılımı mg/kg

Çizelge 4.14'e göre topraktaki demir miktarı 2,5 mg/kg altında olanlar için “az”, 4,5 mg/kg’ın üstünde ise “yeterli” olarak tanımlanmaktadır (Soba vd., 2015). Çizelge

4.19'a göre çalışma arazisindeki toprakta demir miktarı normal aralık (200-100000 mg/kg) altındadır (Apaydın, 2005). Niğde ili geneli topraklar için demir miktarı az bulunmaktadır ve Fe kaynaklı bir kirlilik tespit edilmemiştir.

Çizelge 4.20. Toprak örtüsüne göre Fe dağılımı

İlçeler	Toprak Örtüsü	Fe mg/kg	
		Min. Ort.	Mak. Ort.
Altunhisar	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,029	0,106
	Tarımsal Alanlar	0,037	0,136
	Diğer Bölgeler	0,029	0,105
Bor	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	1,582	5,579
	Tarımsal Alanlar	1,623	5,723
	Diğer Bölgeler	1,965	6,926
Çiftlik	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,145	0,513
	Tarımsal Alanlar	0,256	0,905
	Diğer Bölgeler	0,504	1,780
Merkez	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	1,387	4,891
	Tarımsal Alanlar	0,369	1,304
	Diğer Bölgeler	0,094	0,335
Ulukışla	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	14,809	52,173
	Tarımsal Alanlar	14,106	49,695
	Diğer Bölgeler	10,683	37,636

Analiz sonuçlarına göre topraktaki Fe, en yüksek Fe değeri 526 mg/kg, ortalama değeri 12,86 mg/kg olarak bulunmuştur. Buna göre ortalama Fe miktarına göre toprakta fazla reaksiyon göstermektedir (Soba vd., 2015).

4.2.15 Manganez (Mn)

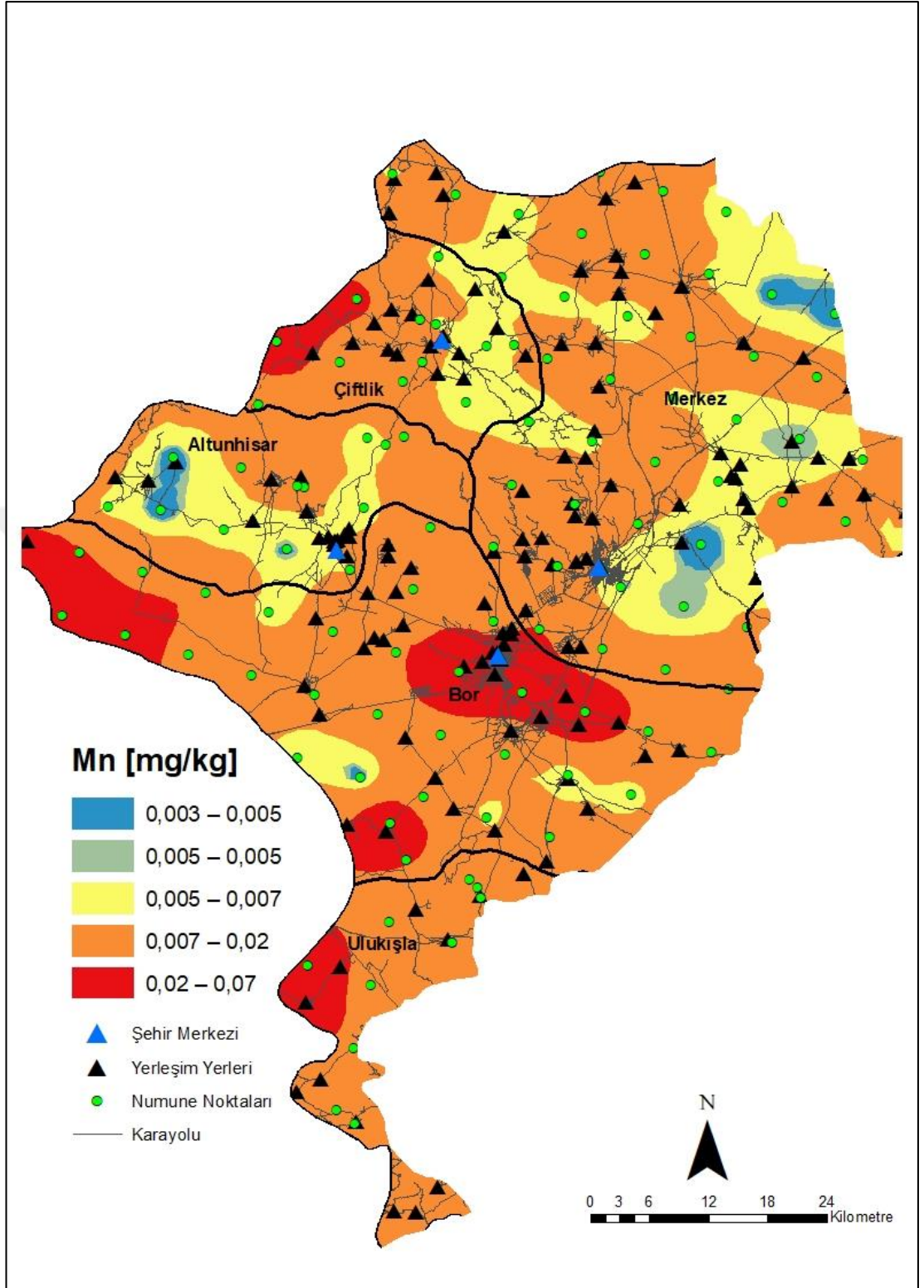
Paslanmaz çelik yapımında kullanılan manganez elementi kullanılmaktadır (Yerli vd., 2020) ve Şekil 4.17'ye göre Merkez ve Bor ilçesi sanayi üretim faaliyetleri sonucu oluşan atıklardan da toprağa geçebilmektedir

Çizelge 4.21'de toprak örtüsüne göre; Mn içeriği(mg/kg) değişim aralıkları verilmiştir. Topraklarda manganez içeriği toprak örtüsüne farklı değişim aralıkları göstermektedir. Çizelge 4.21'e göre manganez Bor ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda minimum 0, 071 mg/kg, maksimum 0,192 mg/kg, tarımsal alanlarda minimum 0,051mg/kg maksimum 0,136 mg/kg, diğer bölgelerde minimum 0,084 mg/kg,

maksimum 0,088 mg/kg miktarda bulunmaktadır. Mangan Merkez ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda minimum 0,029mg/kg, maksimum 0,074mg/kg, tarımsal alanlarda minimum 0,017 mg/kg maksimum 0,040 mg/kg, diğer bölgelerde minimum 0,015 mg/kg, maksimum 0,033 mg/kg miktarda bulunmaktadır.

Merkez, Bor, Ulukışla ve Çiftlik ilçeleri topraklarında genel olarak Mangan miktarı 0,007-0,07 mg/kg civarında bulunmaktadır. Altunhisar ilçesi toprağında mangan miktarı diğer ilçelere göre daha az miktardadır.

Ulukışla ilçesi Mangan maden yatakları açısından büyük önem taşımaktadır. Bu yörede Mn miktarlarının diğer topraklara göre yüksek olması; bölgede bu elementleri içeren cevherleşmelerin ve kayaçların varlığı (sülfürlü, karbonatlı dolgular) ile açıklanabilmektedir (Turan vd., 2012).



Şekil 4.17. Çalışma alanının Mn dağılımı.

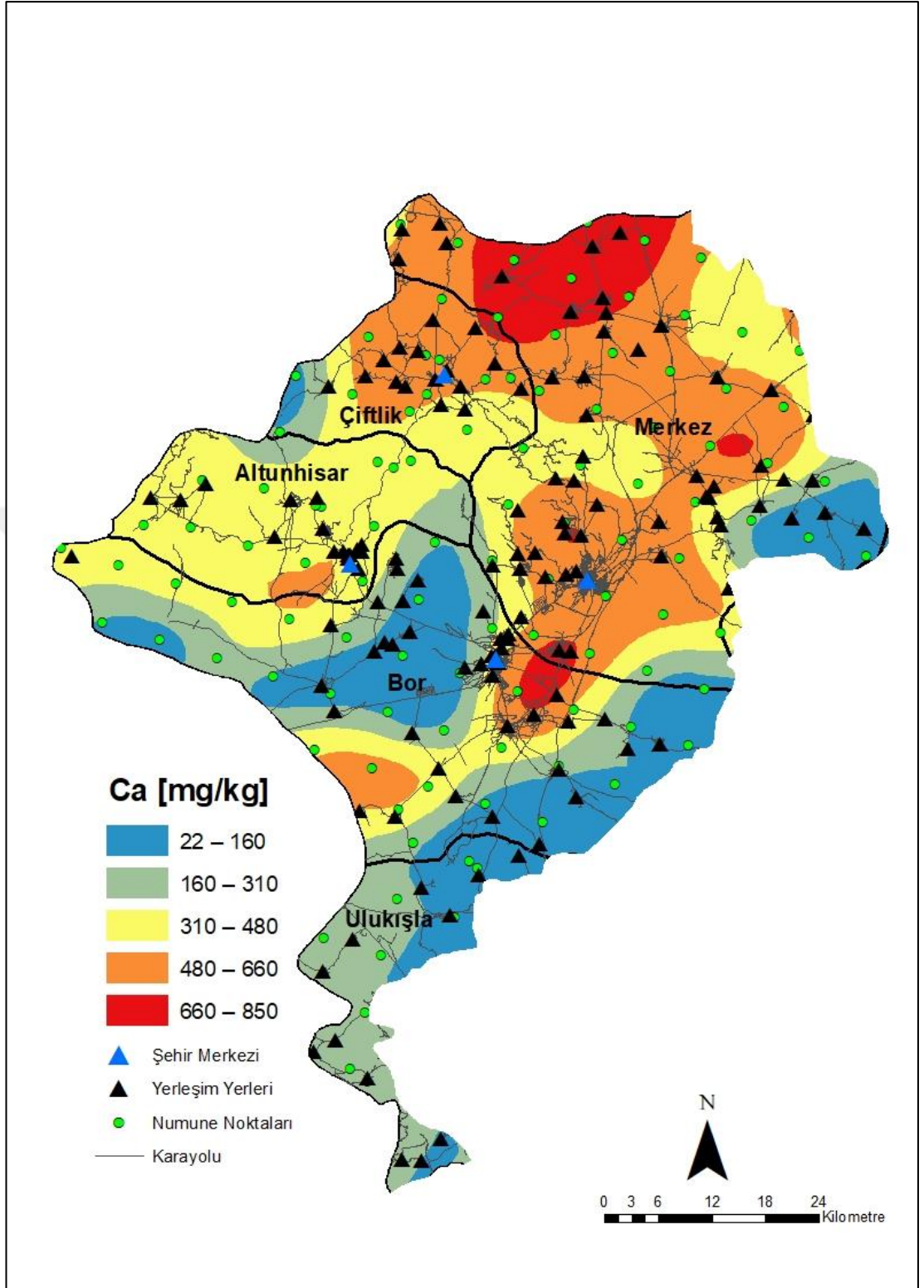
Çizelge 4.21. Toprak örtüsüne göre Mn değişim aralıkları.

İlçeler	Toprak Örtüsü	Mn mg/kg	
		Min. Ort.	Mak. Ort.
Altunhisar	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,015	0,034
	Tarımsal Alanlar	0,013	0,028
	Diğer Bölgeler	0,011	0,023
Bor	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,071	0,192
	Tarımsal Alanlar	0,051	0,136
	Diğer Bölgeler	0,084	0,231
Çiftlik	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,022	0,053
	Tarımsal Alanlar	0,025	0,062
	Diğer Bölgeler	0,034	0,088
Merkez	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,029	0,074
	Tarımsal Alanlar	0,017	0,040
	Diğer Bölgeler	0,015	0,033
Ulukışla	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,071	0,193
	Tarımsal Alanlar	0,061	0,163
	Diğer Bölgeler	0,033	0,086

Topraklardaki ağır metal içeriği yükselti arttıkça azalmaktadır. Ağır metal içerikleri toprak ve ağaçlarda değişiklik göstermektedir (Ucun ve Özel, 2012). Araziden alınan numunelerin analiz sonuçlarına göre, Mn, en düşük 0,0032 mg/kg en yüksek Mn değeri 2,91mg/kg, ortalama değeri 0,1528 mg/kg olarak bulunmuştur. Buna göre arazide Çizelge 4.14' e göre Mn az miktarda reaksiyon göstermektedir (Soba vd., 2015).

4.2.16 Kalsiyum (Ca)

Jips'in kimyasal formülü $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ olup %22,3'ü kalsiyumdur. Toprak ıslah maddesi olarak kullanılan jipsler toprakları ve bitkileri etkilemektedir. Jipsler bitki gelişiminde Ca kaynağıdır. Topraktaki pH'ını dengelemektedir ve sodik toprakların ıslahında kullanılmaktadır (Karahan ve Erşahin, 2016) Şekil 4.18'e göre Ulukışla ilçesi geneli, Bor ilçe topraklarının bir kısmında kalsiyum miktarı diğer ilçelere göre daha düşüktür. Altunhisar ilçesi toprağındaki kalsiyum miktarı diğer ilçelere göre ortalama miktarda bulunmaktadır. Toprak tuzluluğuna kalsiyum gibi mineraller neden olmaktadır. Bilinçsiz sulama ile topraktaki tuzluluk artmaktadır. Jeomorfolojik yapısı sonucu eğimin olmadığı yerlerde de tuzluluk artmaktadır. Merkez ve Çiftlik ilçe genel topraklarında kalsiyum miktarı artmaktadır (Deliboran ve Savran, 2015).



Şekil 4.18. Çalışma alanının Ca dağılımı.

Merkez ilçesi, Gümüşler beldesinde granül formunda kalsit minerali çıkarılmaktadır. Tarım, ilaç ve yem üretimi gibi sanayilerde kullanılmaktadır. Oksit olarak kalsiyum gibi saflıklar içermektedir (Atıcı, 2017).

Çizelge 4.22’de toprak örtüsüne göre; Ca içeriği değişim aralıkları verilmiştir. Arazi çalışması analiz sonuçlarına göre topraktaki Ca en düşük 12,52 mg/kg en yüksek Ca değeri 4092,8 mg/kg, ortalama değeri 432mg/kg olarak bulunmuştur. Çizelge 4.14’e göre 0,04 cmol/kg ile çok az, 13,2 cmol/kg yeterli, ortalama değerine göre 1,3 cmol/kg ile toprakta az reaksiyon göstermektedir (Soba vd., 2015).

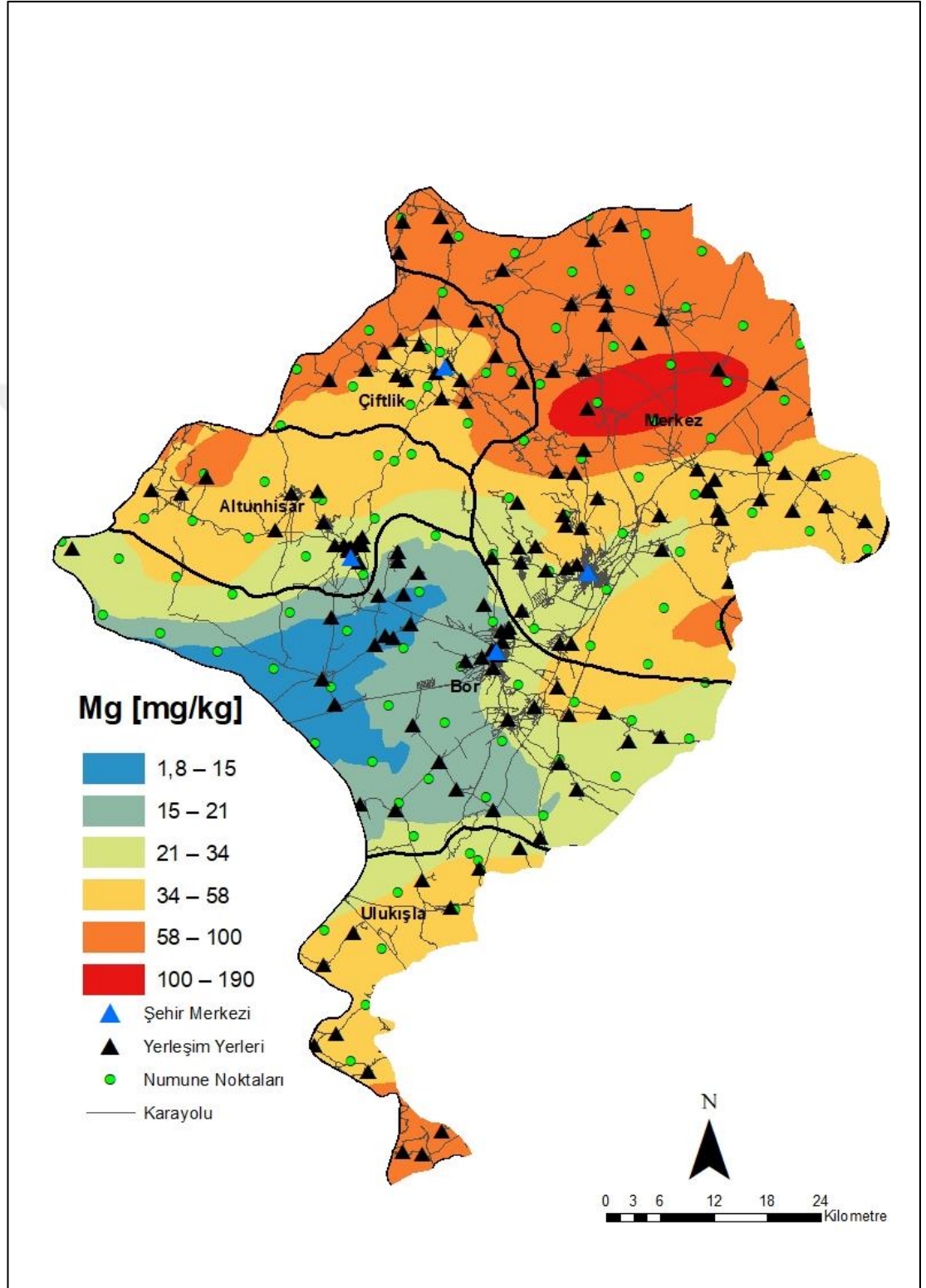
Çizelge 4.22. Toprak örtüsüne göre Ca değişim aralıkları.

İlçeler	Toprak Örtüsü	Ca mg/kg	
		Min. Ort.	Mak. Ort.
Altunhisar	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	316,538	491,4826
	Tarımsal Alanlar	367,9493	570,4055
	Diğer Bölgeler	300,2016	465,2418
Bor	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	194,0275	306,7121
	Tarımsal Alanlar	254,5636	400,6836
	Diğer Bölgeler	259,1224	409,4576
Çiftlik	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	199,0215	308,1811
	Tarımsal Alanlar	177,5683	274,8795
	Diğer Bölgeler	224,4358	347,6314
Merkez	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	304,7252	477,7187
	Tarımsal Alanlar	374,1481	581,878
	Diğer Bölgeler	422,0166	655,493
Ulukışla	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	429,0898	665,3133
	Tarımsal Alanlar	398,7711	618,2499
	Diğer Bölgeler	391,0734	606,3008

4.2.17 Magnezyum (Mg)

Topraktaki magnezyum toprak derinliklerine göre farklılıklar gösterebilmektedir (Demir ve Keskin, 2016). Çalışma alanında toprak Mg değerlerinin mekânsal dağılımı Şekil 4.19’da verilmiştir. Bor ilçe genel toprağında magnezyum diğer ilçelere göre daha az bulunmaktadır. Merkez/Gümüşler yöresinde granül formunda kalsit minerali çıkarılmaktadır. Oksit olarak MgO gibi safsızlıkları içermektedir (Atıcı, 2017). Merkez ilçe geneli, Ulukışla ilçe topraklarının küçük bir kısmı magnezyum bakımından diğer ilçelere göre daha fazla içermektedir. Altunhisar ve Çiftlik

ilçelerindeki topraklar diğer ilçelerin topraklarına göre ortalama bir değerde magnezyum içermektedir.



Şekil 4.19. Çalışma alanının Mg dağılımı

Topraklarda Mg içeriği toprak örtüsüne farklı değişim aralıkları, Çizelge 4.23'e göre Mg Çiftlik ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda minimum 55,34 mg/kg, maksimum 83,51mg/kg, tarımsal alanlarda minimum 48,47 mg/kg maksimum 72,044 mg/kg, diğer bölgelerde minimum 36,66 mg/kg, maksimum 52,065 mg/kg miktarda bulunmaktadır. Mg Ulukışla ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda minimum 63,68 mg/kg, maksimum 98,39 mg/kg, tarımsal alanlarda minimum 68,40 mg/kg maksimum 105,84 mg/kg, diğer bölgelerde minimum 59,03 mg/kg, maksimum 88,93 mg/kg miktarda bulunmaktadır.

Çizelge 4.23. Toprak örtüsüne göre Mg değişim aralıkları.

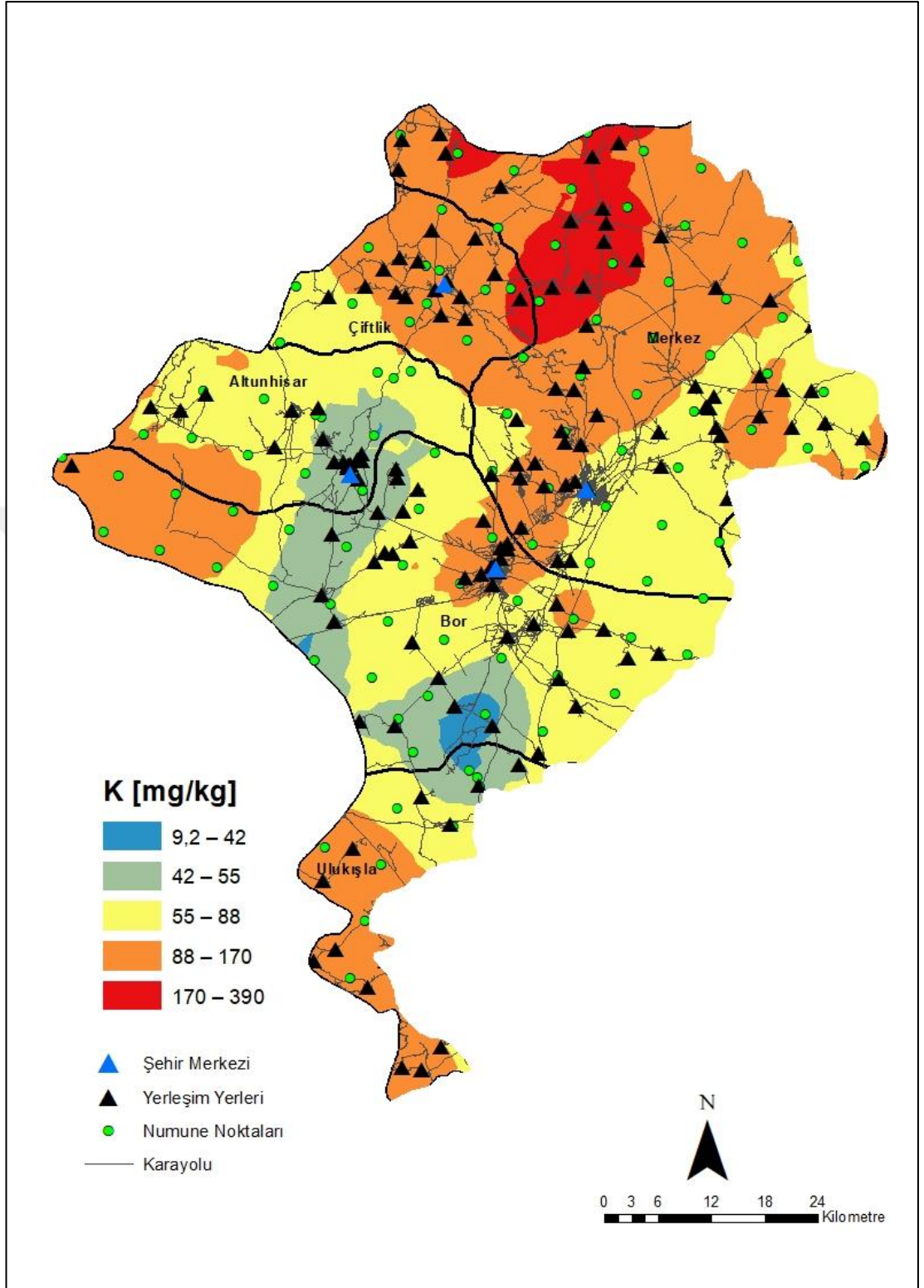
İlçeler	Toprak Örtüsü	Mg mg/kg	
		Min. Ort.	Mak. Ort.
Altunhisar	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	39,66258	58,59389
	Tarımsal Alanlar	30,03088	41,6698
	Diğer Bölgeler	30,67023	42,18489
Bor	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	22,49311	33,87964
	Tarımsal Alanlar	26,04358	39,51538
	Diğer Bölgeler	28,3954	42,36487
Çiftlik	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	55,34466	83,51199
	Tarımsal Alanlar	48,47201	72,04444
	Diğer Bölgeler	36,66469	52,06505
Merkez	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	45,17364	67,96776
	Tarımsal Alanlar	47,73291	71,48313
	Diğer Bölgeler	50,06636	75,38892
Ulukışla	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	63,68178	98,39501
	Tarımsal Alanlar	68,40846	105,8433
	Diğer Bölgeler	59,03567	88,93723

Toprakta Mg bitkinin klorofil yapısında bulunur. Eksikliği durumunda bitkiler beslenemez, yaprakları dökülerek toprak fakirleşir. Toprakta magnezyum yüksekliği ise su tutma kapasitesini etkileyerek toprağı da verimsizleştirir (Şendemirci ve Korkmaz, 2007). Analiz sonuçlarına göre topraktaki Mg en düşük 0,0016 mg/kg en yüksek Mg değeri 397,12 mg/kg, ortalama değeri 58,7mg/kg olarak bulunmuştur. Buna göre arazi toprağındaki ortalama Mg değeri 0,71 cmol/kg (Çizelge 4.14) ile Niğde ili topraklarında genel olarak ele alındığında az miktarda reaksiyon göstermektedir (Soba vd., 2015).

4.2.18 Potasyum (K)

Merkez ilçe genel topraklarında potasyum diğer ilçelere göre daha fazla bulunmaktadır (Şekil 4.20). Bor ilçesi topraklarının bir kısmında potasyum diğer ilçelere göre daha az içermektedir. Ulukışla, Çiftlik, ilçe topraklarının bir kısmı potasyum değeri diğer ilçelere göre ortalama değer ve ortalama değer in üstünde bulunmaktadır.





Şekil 4.20. Çalışma alanın K dağılımı

Topraklarda potasyum içeriği toprak örtüsüne farklı değişim aralıkları göstermektedir. Çizelge 4.24'e göre potasyum Çiftlik ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda

minimum 98,08 mg/kg, maksimum 150,76 mg/kg, tarımsal alanlarda minimum 116,23 mg/kg maksimum 183,34 mg/kg, diğer bölgelerde minimum 86,68 mg/kg, maksimum 129,53 mg/kg miktarda bulunmaktadır. K, Ulukışla ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda minimum 76,82 mg/kg, maksimum 111,98 mg/kg, tarımsal alanlarda minimum 78,50 mg/kg maksimum 114,84 mg/kg, diğer bölgelerde minimum 86,84 mg/kg, maksimum 129,81 mg/kg miktarda bulunmaktadır.

Çizelge 4.24. Toprak örtüsüne göre K değişim aralıkları

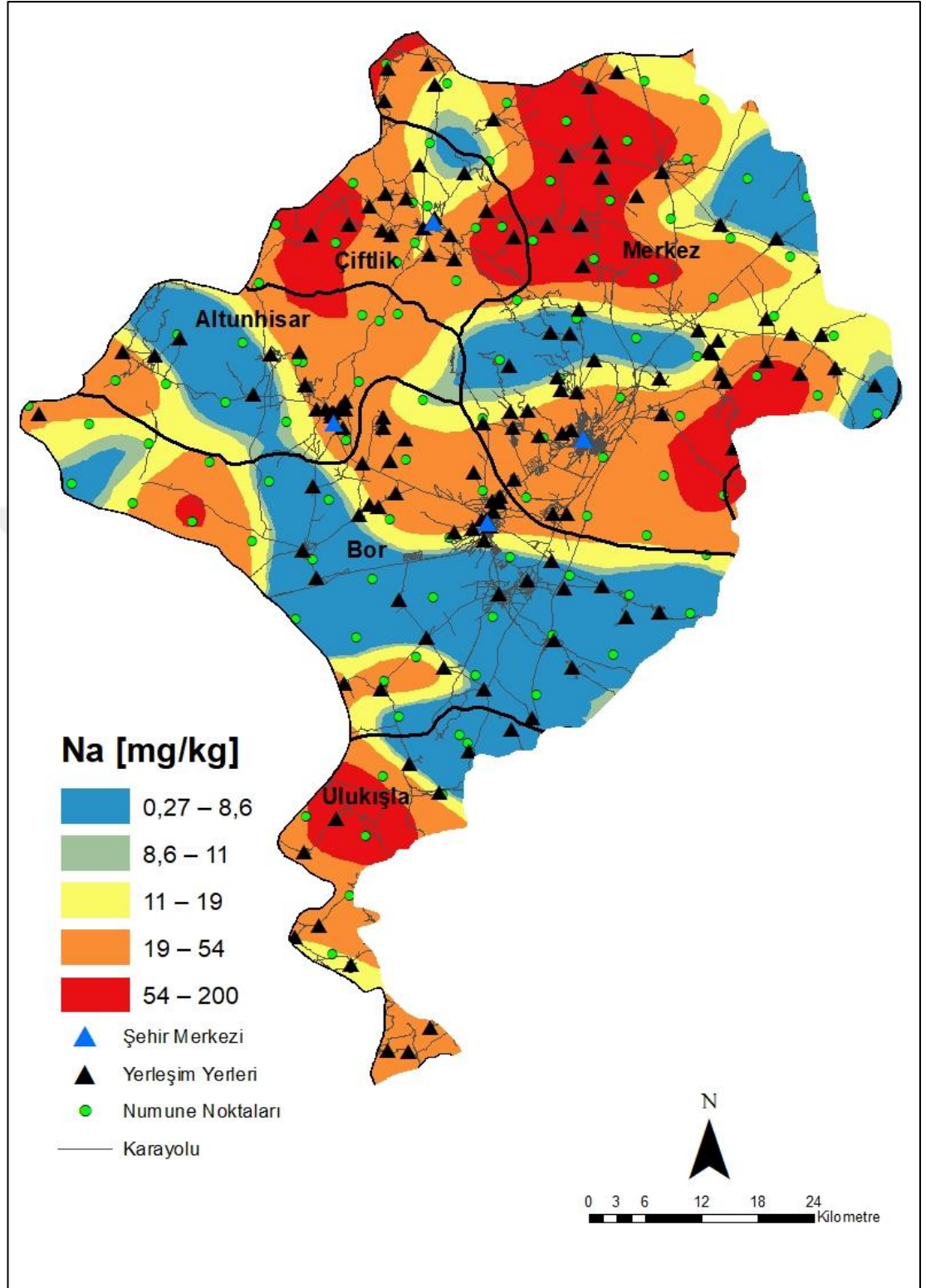
İlçeler	Toprak Örtüsü	K mg/kg	
		Min. Ort.	Mak. Ort.
Altunhisar	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	51,97901	67,36109
	Tarımsal Alanlar	52,13626	67,8449
	Diğer Bölgeler	51,95314	66,26129
Bor	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	60,5451	83,4804
	Tarımsal Alanlar	60,64351	84,83154
	Diğer Bölgeler	67,82057	97,91559
Çiftlik	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	98,08855	150,7633
	Tarımsal Alanlar	116,2352	183,3476
	Diğer Bölgeler	86,68945	129,5317
Merkez	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	79,35919	117,0134
	Tarımsal Alanlar	87,00401	130,4247
	Diğer Bölgeler	79,95522	117,9601
Ulukışla	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	76,82998	111,9898
	Tarımsal Alanlar	78,50558	114,8491
	Diğer Bölgeler	86,84636	129,8175

Toprakta makro elementler arasında yer alır. Gübre içeriğinde potasyum bulunur. Toprak kalitesi bakımından önemli bir elementtir (Eroğlu ve Sadık, 2003). Analiz sonuçlarına göre topraktaki K en düşük 9,15 mg/kg en yüksek K değeri 989,12 mg/kg, ortalama değeri 128,44mg/kg olarak bulunmuştur. Çizelge 4.14'e göre 0,05 cmol/kg ile çok az , 6,14 cmol/kg çok fazla , ortalama 0,79cmol/kg fazla olarak toprakta reaksiyon göstermektedir (Soba vd., 2015).

4.2.19 Sodyum (Na)

Bor, Altunhisar ilçe geneli, Merkez ilçenin bir kısım topraklarında sodyum içeriği bakımından diğer ilçelere göre daha düşük bulunmaktadır (Şekil 4.21). Gümüşler/Merkez yöresinde topraktan granül formunda kalsit minerali çıkarılmaktadır. Çıkarılan mineralde sodyum gibi safsızlıkları içermektedir (Atıcı,

2017). Topraklarda kurak ve yarı kurak iklime sahip arazilerde drenaj eksikliği, buharlaşma artışı nedeniyle tuzluluk görülmektedir. Toprağın sulanmasıyla topraktaki çözünebilir tuzlar toprakta birikebilmektedir. Toprak tuzluluğuna sodyum mineralleri neden olmaktadır. Bilinçsiz sulama ile topraktaki tuzluluk artmaktadır. Jeomorfolojik yapısı sonucu eğimin olmadığı yerlerde de tuzluluk artmaktadır (Deliboran ve Savran, 2015). Merkez, Ulukışla ve Çiftlik ilçesi topraklarının genelinde sodyum içeriği diğer ilçelere göre yüksek miktarda içermektedir. Şeker pancarı küspesi toprakta Na içeriğini arttırmaktadır. Bor ilçesinde şeker fabrikası bulunmakta olup ilçenin küçük bir kısmında sodyum içeriği yüksek olabilmesini açıklamaktadır (Yılmaz ve Alagöz, 2013). Çizelge 4.26'da toprak değişebilir sodyum değerlerine göre reaksiyon sınıflandırılması verilmiştir (Maltaş, 2013).



Şekil 4.21. Çalışma alanının Na dağılımı

Topraklarda sodyum içeriği toprak örtüsüne farklı değişim aralıkları göstermektedir. Çizelge 4.25'e göre sodyum Çiftlik ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda minimum 18,89 mg/kg, maksimum 39,04mg/kg, tarımsal alanlarda minimum 19,70

mg/kg maksimum 40,79 mg/kg, diğer bölgelerde minimum 16,19 mg/kg, maksimum 33,15 mg/kg miktarda bulunmaktadır. Sodyum Ulukışla ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda minimum 38,70 mg/kg, maksimum 81,43 mg/kg, tarımsal alanlarda minimum 43,72 mg/kg maksimum 92,30 mg/kg, diğer bölgelerde minimum 73,06 mg/kg, maksimum 155,85 mg/kg miktarda bulunmaktadır.

Çizelge 4.25. Toprak örtüsüne göre Na değişim aralıkları

İlçeler	Toprak Örtüsü	Na mg/kg	
		Min. Ort.	Mak. Ort.
Altunhisar	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	2,766617	5,870645
	Tarımsal Alanlar	2,208289	5,142387
	Diğer Bölgeler	0,925657	2,85661
Bor	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	2,956478	6,218221
	Tarımsal Alanlar	2,771104	6,01013
	Diğer Bölgeler	2,447919	5,432148
Çiftlik	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	18,89505	39,04062
	Tarımsal Alanlar	19,70831	40,7069
	Diğer Bölgeler	16,1976	33,15804
Merkez	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	17,29091	35,71817
	Tarımsal Alanlar	19,81766	40,99989
	Diğer Bölgeler	25,0834	52,14946
Ulukışla	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	38,70472	81,43951
	Tarımsal Alanlar	43,7247	92,30555
	Diğer Bölgeler	73,60713	155,8582

Çizelge 4.26. Toprak değişebilir sodyum değerlerine göre reaksiyon sınıflandırılması.

Na (meq/100g)	Reaksiyon Sınıfı
<0,148	Çok Düşük
0,148–0,296	Düşük
0,296–1,0	Orta
1,0–2,0	Yüksek
>2,0	Çok Yüksek

Çizelge 4.26’da göre topraktaki sodyum içeriği Çiftlik ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda minimum 0,04 meq/100g, maksimum 0,08 meq/100g, tarımsal alanlarda minimum 0,04 meq/100g maksimum 0,08 meq/100g, diğer bölgelerde minimum 0,03 meq/100g, maksimum 0,072 meq/100g ile çok düşük reaksiyon göstermektedir. Sodyum Ulukışla ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda

minimum 0,08 meq/100g ile çok düşük, maksimum 0,177 meq/100g düşük, tarımsal alanlarda minimum 0,095 meq/100g ile düşük maksimum 0,200 meq/100g ile yüksek, diğer bölgelerde minimum 0,158 meq/100g ile düşük, maksimum 0,33 meq/100g ile çok yüksek miktarda bulunmaktadır.

Toprakta bitkilerin büyümesini engelleyecek birkaç tuz (sodyum klorür, potasyum nitrat gibi) türü bulunabilmektedir. Rüzgâr yoluyla denizden ve sulama suyundan kaynaklanabilmektedir. Analiz sonuçlarına göre topraktaki Na, en yüksek değeri 835,6 mg/kg, ortalama değeri 51,66mg/kg olarak bulunmuştur. Tuzluluk-sodiklik özelliği Çizelge 4.27’de verilmiştir (URL-17). Buna göre arazi toprakları hafif tuzlu ve tuzlu sınıfına girmektedir. Çizelge 4.27’ye göre topraklarda eriyebilir tuz oranı %0,15-0,35, EC 4-8 mmho/cm aralığında, değişebilir sodyum yüzde olarak 15’ten küçük, pH ise 8,5’ dan düşük olduğu durumlarda toprak sınıfına “hafif tuzlu” olarak belirtilmektedir.

Çizelge 4.27. Toprak sınıfları, tuzluluk ve sodiklik özelliği

Sınıf	Eriyebilir Tuz % (%)	Elektriksel İletkenlik (mmho/cm)	Değişebilir Na (%)	pH
Hafif tuzlu	0,15-0,35	4 - 8	<15	<8,5
Tuzlu	>0,35	>8	<15	<8,5
Sodik	<0,15	<4	>15	>8,5
Hafif tuzlu-Sodik	0,15-0,35	4 - 8	>15	>8,5
Tuzlu-Sodik	>0,35	>8	>15	>8,5

4.2.20 Kadmiyum (Cd) ve Arsenik (As)

Çevresel sürdürülebilirlik için topraktaki ağır metallerin konsantrasyon değerleri bilinmesi gereklidir. Toprak ağır metallerden hava yoluyla kirlenebilmektedir (Ali vd., 2017). Cd toprakta önemli kirleticilerden biridir. Kanalizasyon, endüstriyel atıklar, fosfor içeren gübreler birer Cd kirliliği oluşturmaktadır. Cd bitki büyümesini yavaşlatır, insanlarda kanserojen etkiye sahiptir. Topraktaki Cd konsantrasyonu toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinden etkilenir (Sozubek vd., 2014).

Karayolları kenarından uzaklaşarak alınan toprak numunelerinde Cd içeriği azalmaktadır. Trafik nedeniyle yol kenarı yakınında alınan topraklarda Cd içeriği yükselmektedir. Oto lastiklerinde ve motor yağlarında Cd bulunması toprakta ağır metal kirliliğini böylelikle çevre kirliliğini artırmaktadır (Bilge ve Çimrin, 2013).

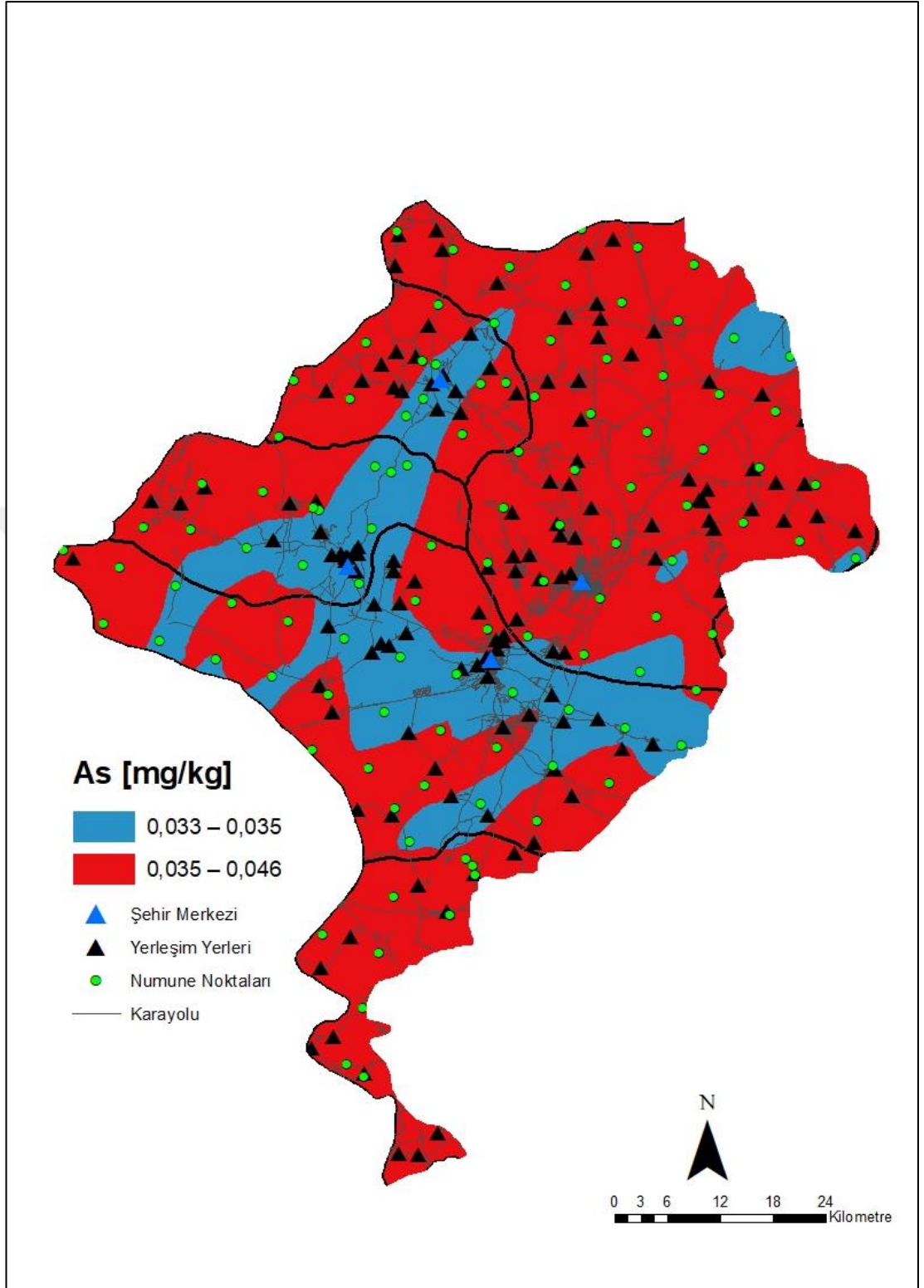
Belirlenme limitin altında olan veri sayısı fazla olması nedeniyle Cd için yarivariogram modellemesi ve krigleme interpolasyonu yapılamamıştır.

Çizelge 4.19’da bazı eser elementlerin topraklarda gözlenen konsantrasyon aralıkları ve AB Toprak Kirlilik Limitleri ve Türk Toprak Kirliliği Yönetmeliğine göre topraklarda bulunmasına müsaade edilen limit değerleri verilmiştir (Apaydın, 2005).

Topraklarda kadmiyum boya, sanayi faaliyetlerinden, motorlu taşıtlardaki yağların yanmasından, tarımda bilinçsiz ilaç kullanımından kaynaklanabilmektedir (Yerli vd., 2020). Özellikle Bor ilçesinde dericilik faaliyetlerinden dolayı toprağa kadmiyum bulaşma riski bulunmaktadır.

Arsenik doğada doğal olarak bulunabilmektedir. Fosil yakıtlar, gübreler, endüstriyel atık bertarafı sonucu toprağa karışmaktadır. Arsenik bulunan topraktaki bitki strese girmekte ve bitki gelişimini engellenmektedir. Toprakta bulunan fosfor miktarı yüksek ise bitki tarafından da arsenik alımı yüksek olmaktadır (Yerli vd., 2020).

Şekil 4.22’ye göre, Merkez ve Ulukışla ilçe toprakların genelinde arsenik 0,035-0,046mg/kg aralığında diğer ilçelere göre daha fazla içermektedir. Altunhisar, Çiftlik ve Bor ilçesi topraklarının genelinde ise 0,033-0,035 mg/kg aralığında bulunmaktadır. Ulukışla ve Merkez ilçesi diğer şehirlere bağlanan önemli bağlantı yollarını içerdiği için burada tır türü büyük araçların egzoz dumanlarından toprağa oldukça fazla kirletici geçmektedir. Seralarda yoğun bir şekilde kullanılan zirai kimyasallardan kaynaklanan ağır metaller toprağa girmektedir. Çevre ve toprak kirliliğine neden olmaktadır (Topcuoğlu, 2015).



Şekil 4.22. Çalışma alanın As dağılımı

Çizelge 4.28'e göre arsenik Bor ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda minimum 0,034 mg/kg, maksimum 0,039mg/kg, tarımsal alanlarda minimum 0,034

mg/kg maksimum 0,040 mg/kg, diğer bölgelerde minimum 0,034 mg/kg, maksimum 0,040 mg/kg miktarda bulunmaktadır. Arsenik Ulukışla ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda minimum 0,038 mg/kg, maksimum 0,041mg/kg, tarımsal alanlarda minimum 0,037 mg/kg maksimum 0,040mg/kg, diğer bölgelerde minimum 0,038 mg/kg, maksimum 0,042 mg/kg miktarda bulunmaktadır.

Çizelge 4.28. Toprak örtüsüne göre As değişim aralıkları

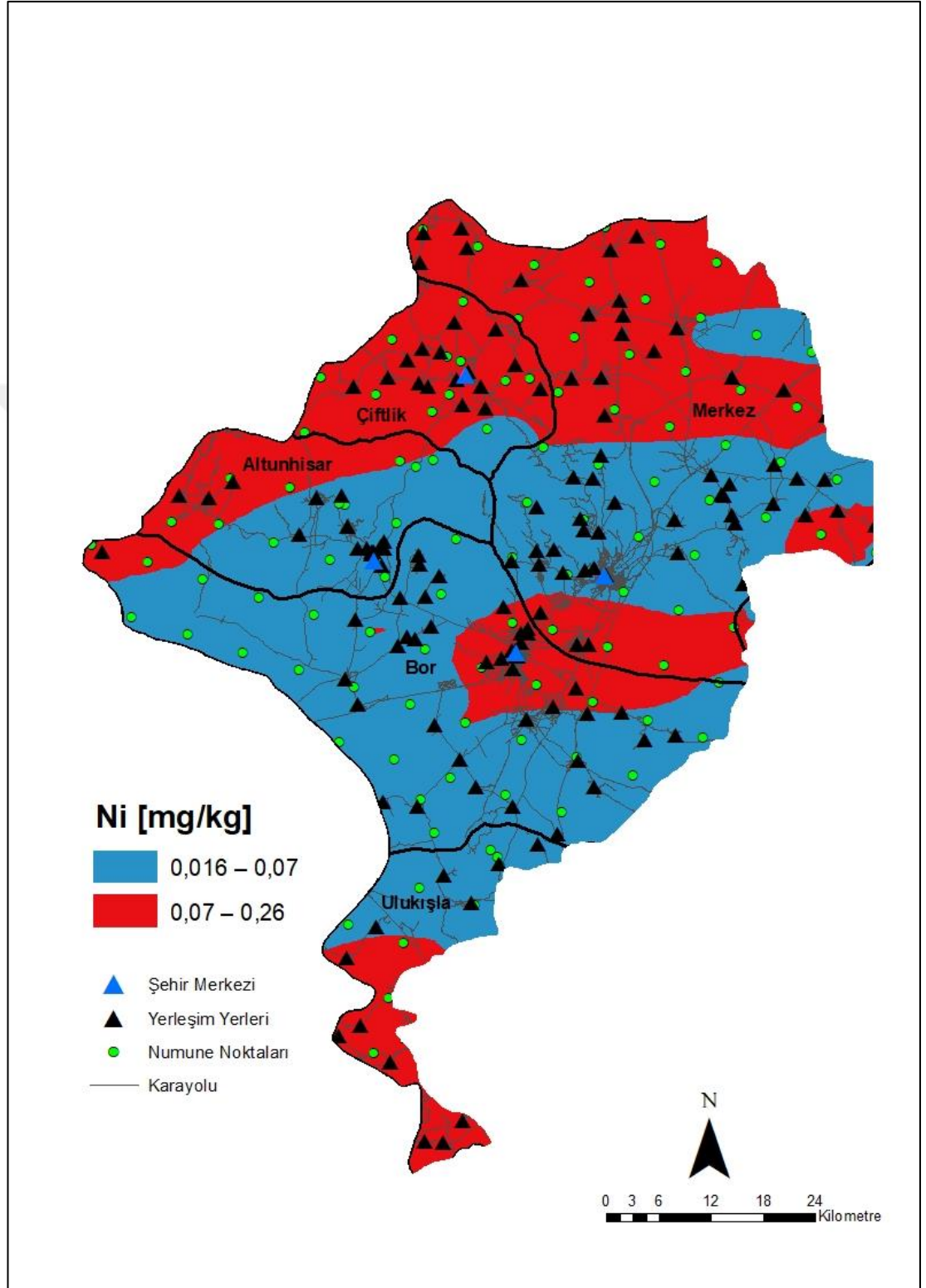
İlçeler	Toprak Örtüsü	As mg/kg	
		Min. Ort.	Mak. Ort.
Altunhisar	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,037	0,040
	Tarımsal Alanlar	0,034	0,039
	Diğer Bölgeler	0,037	0,043
Bor	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,034	0,039
	Tarımsal Alanlar	0,034	0,040
	Diğer Bölgeler	0,034	0,040
Çiftlik	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,040	0,049
	Tarımsal Alanlar	0,042	0,057
	Diğer Bölgeler	0,037	0,042
Merkez	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,038	0,042
	Tarımsal Alanlar	0,038	0,044
	Diğer Bölgeler	0,039	0,046
Ulukışla	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,038	0,041
	Tarımsal Alanlar	0,037	0,040
	Diğer Bölgeler	0,038	0,042

Toprakta en yüksek As değeri 0,1662 mg/kg, ortalama değeri 0,0394 mg/kg'dır. Topraktaki değeri normal ve normal aralık altında bulunmaktadır. Çizelge 4.19'a göre Çalışma alanında genelinde As değerleri normalin altı değerinde bulunmaktadır.

4.2.21 Nikel (Ni)

Evsel ve endüstriyel atıklarda, atıksu arıtma tesisleri sonucu oluşan arıtma çamurlarında ve fosil yakıtların yanması, tarımsal sulamada atıksuların kullanımı sonucunda toprakta nikel elementi bulunabilmektedir. Kil bünyesine sahip topraklarda, volkanik kökenli kayalarda nikel içeriği toprakta oldukça yüksek bulunabilmektedir. Asit içeriği yüksek topraklarda nikel bitkiler tarafından fazla alınmaktadır (Yerli vd., 2020). Şekil 4.23'e göre Bor, Çiftlik ilçe geneli, Ulukışla, Merkez ilçe topraklarının bir kısmında Nikel 0,016-0,07 mg/kg aralığında

bulunmaktadır. Bor, Çiftlik ilçe genelinde topraklarda nikel 0,07-0,26 mg/kg aralığında bulunmaktadır.



Şekil 4.23. Çalışma alanının Ni dağılımı.

Çalışma toprağındaki nikel içeriğı toprak örtüsüne farklı değışim aralıkları göstermektedir. Çizelge 4.29'a göre nikel Bor ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda minimum 0,058 mg/kg, maksimum 0,058 mg/kg, tarımsal alanlarda minimum 0,056 mg/kg maksimum 0,067 mg/kg, diğer bölgelerde minimum 0,060 mg/kg, maksimum 0,075 mg/kg miktarda bulunmaktadır. Nikel Ulukışla ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda minimum 0,079 mg/kg, maksimum 0,118 mg/kg, tarımsal alanlarda minimum 0,077 mg/kg maksimum 0,115mg/kg, diğer bölgelerde minimum 0,074mg/kg, maksimum 0,103 mg/kg miktarda bulunmaktadır.

Çizelge 4.29. Toprak örtüsüne göre Ni değışim aralıkları

İlçeler	Toprak Örtüsü	Ni mg/kg	
		Min. Ort.	Mak. Ort.
Altunhisar	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,067	0,085
	Tarımsal Alanlar	0,060	0,067
	Diğer Bölgeler	0,065	0,078
Bor	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,058	0,068
	Tarımsal Alanlar	0,056	0,067
	Diğer Bölgeler	0,060	0,075
Çiftlik	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,076	0,109
	Tarımsal Alanlar	0,083	0,131
	Diğer Bölgeler	0,083	0,129
Merkez	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,070	0,093
	Tarımsal Alanlar	0,067	0,085
	Diğer Bölgeler	0,067	0,085
Ulukışla	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,079	0,118
	Tarımsal Alanlar	0,077	0,115
	Diğer Bölgeler	0,074	0,103

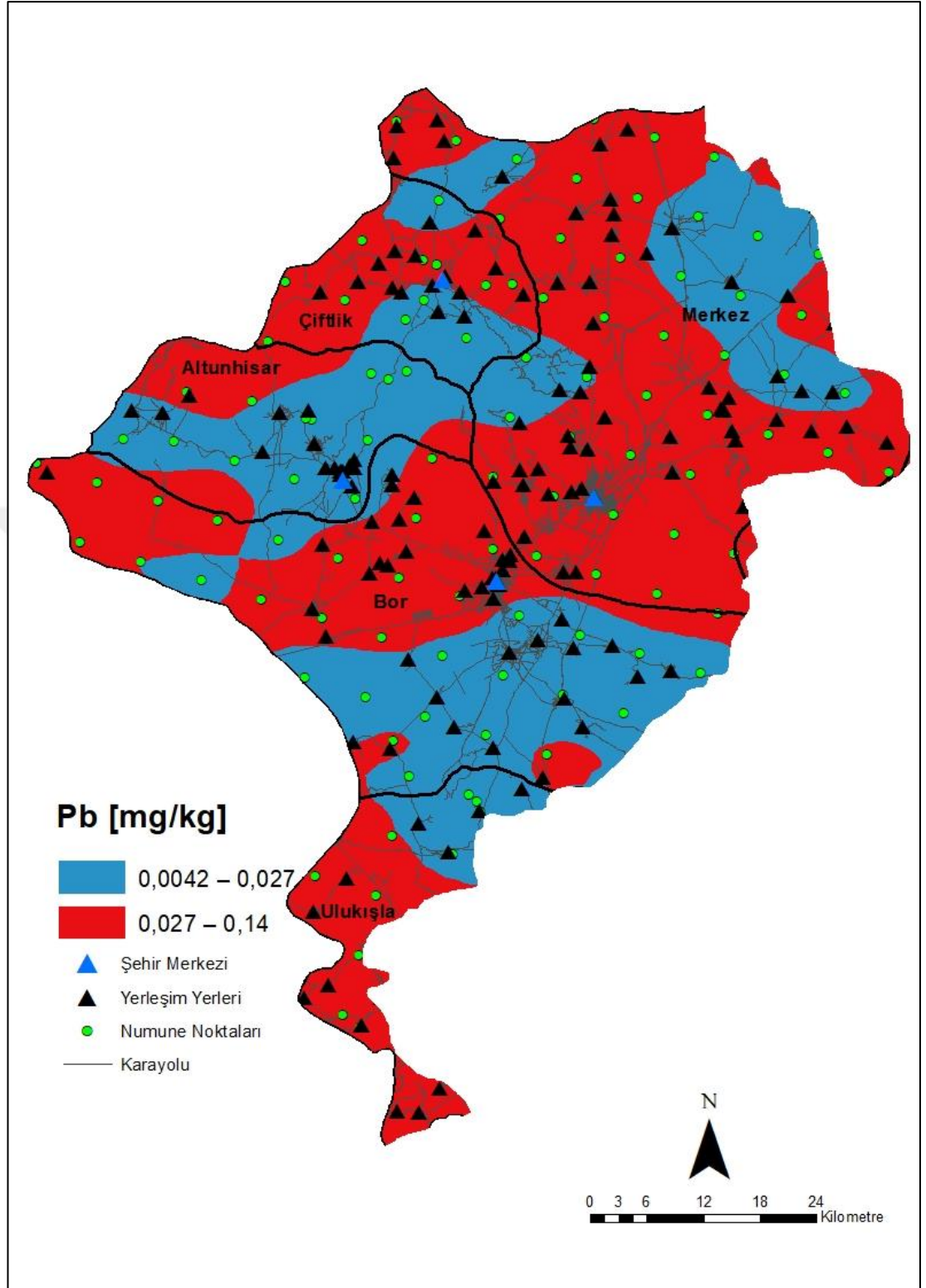
Tarıma elverişli yerlerde etrafındaki sanayilerden kaynaklanan ağır metal kirliliğı besin zincirine girerek ekosistemi kötü olarak etkilemektedir. Kirlenen toprağı tekrar kullanmak oldukça maliyetlidir (Dökmeci vd., 2017). İl geneli çalışma topraklarındaki nikel değerleri en düşük 0,0160 mg/kg en yüksek nikel değeri ise 1,294mg/kg ve ortalama değeri 0,0995 mg/kg'dır. Buna göre Çizelge 4.19'a göre normal aralıkta olup kirlilik göstermemektedir.

4.2.22 Kurşun (Pb)

İnsan kaynaklı faaliyetler sonucu toprağı karışan kurşun elementi partiküller halinde toprakta geçebilmektedir. Araç trafiğı yoğun olduğı karayolları kenarlarında toprakta

kurşun miktarı artabilmektedir. Ulukışla ve Merkez ilçesi diğer şehirlere bağlanan önemli bağlantı yollarını içerdiği için burada tır türü büyük araçların egzoz dumanlarından toprağa oldukça fazla kurşun geçmektedir (Yerli vd., 2020). Şekil 4.24'te kurşunun mekânsal dağılımı verilmiştir.

Çizelge 4.30'da çalışma toprağındaki kurşun içeriğı toprak örtüsüne farklı değışim aralıkları göstermektedir. Çizelge 4.30'a göre kurşun Merkez ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda minimum 0,025 mg/kg, maksimum 0,043 mg/kg, tarımsal alanlarda minimum 0,025 mg/kg maksimum 0,043 mg/kg, diğler bölgelerde minimum 0,027 mg/kg, maksimum 0,046 mg/kg miktarda bulunmaktadır. Kurşun Ulukışla ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda minimum 0,051 mg/kg, maksimum 0,103 mg/kg, tarımsal alanlarda minimum 0,045 mg/kg maksimum 0,088 mg/kg, diğler bölgelerde minimum 0,044 mg/kg, maksimum 0,087 mg/kg miktarda bulunmaktadır.



Şekil 4.24. Çalışma alanının Pb dağılımı.

Ulukışla ilçesi kurşun maden yatakları açısından büyük önem taşımaktadır(Turan vd., 2012). Ulukışla, Merkez ilçe geneli, Bor, Çiftlik ve Altunhisar ilçe topraklarının bir

kısımında kurşun 0,027-0,14 mg/kg aralığında bulunmaktadır. Bor, Çiftlik ve Altunhisar ilçe topraklarının bir kısmında topraklarda kurşun 0,0042-0,27 mg/kg aralığında bulunmaktadır.

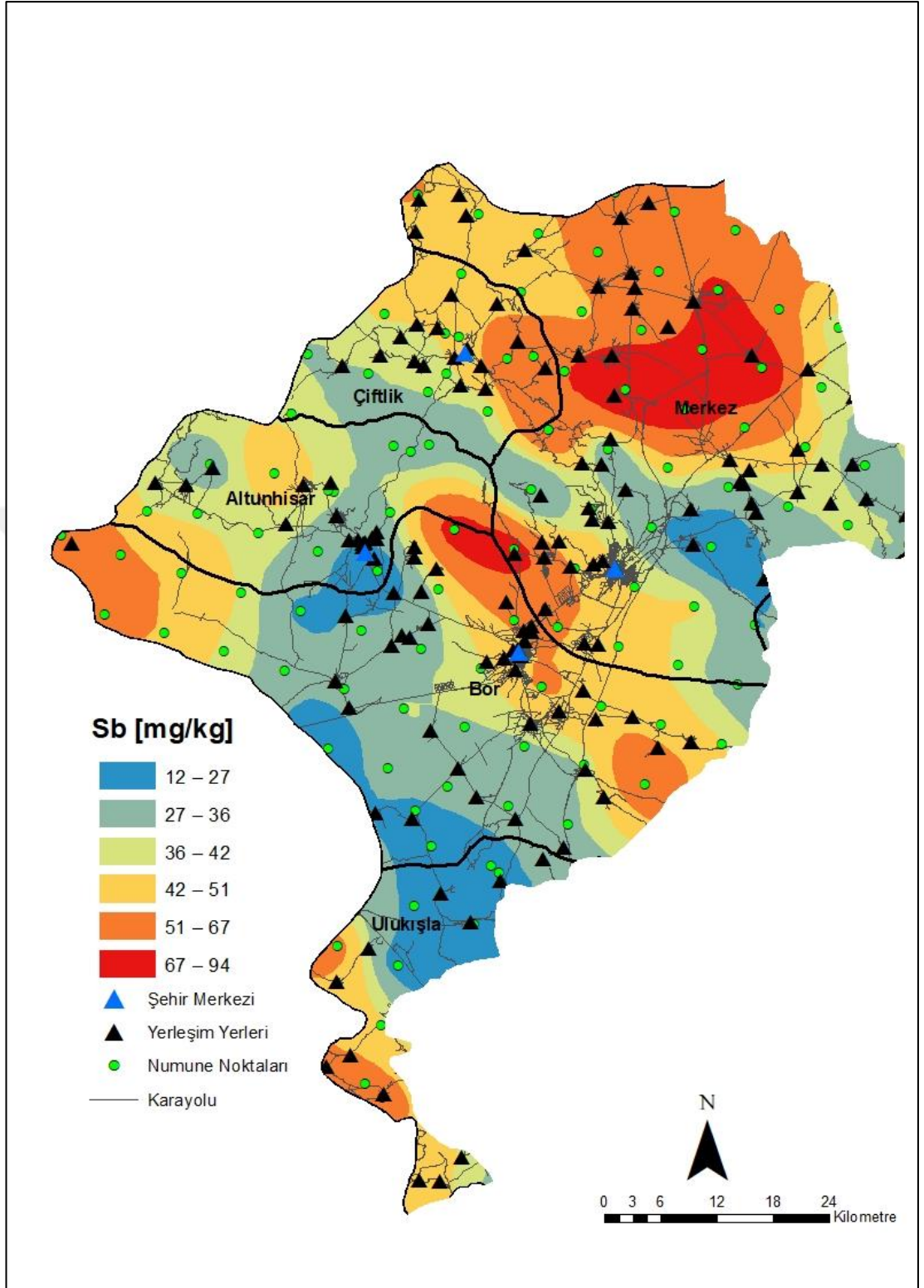
Çizelge 4.30. Toprak örtüsüne göre Pb değişim aralıkları.

İlçeler	Toprak Örtüsü	Pb mg/kg	
		Min. Ort.	Mak. Ort.
Altunhisar	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,02052	0,031771
	Tarımsal Alanlar	0,01612	0,022218
	Diğer Bölgeler	0,014729	0,020278
Bor	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,022879	0,038059
	Tarımsal Alanlar	0,020416	0,032902
	Diğer Bölgeler	0,025932	0,045224
Çiftlik	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,019759	0,033403
	Tarımsal Alanlar	0,028448	0,051026
	Diğer Bölgeler	0,026617	0,045817
Merkez	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,02505	0,043193
	Tarımsal Alanlar	0,025634	0,043467
	Diğer Bölgeler	0,027087	0,046903
Ulukışla	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,051821	0,103796
	Tarımsal Alanlar	0,045377	0,088877
	Diğer Bölgeler	0,044971	0,087937

Topraktaki en yüksek Pb değeri 1,03 mg/kg, ortalama değeri 0,0550 mg/kg'dır. Çizelge 4.19'a göre Niğde ili çalışma toprağındaki kurşun miktarı normal aralık altında bulunmakta herhangi bir kirlilik göstermemektedir.

4.2.23 Antimon (Sb)

Antimon kaynağı madencilik ve endüstriyel faaliyetler sonucu toprağına geçebilmektedir. Merkez ilçe geneli, Bor ve Altunhisar ilçe topraklarının bir kısmında antimon 67-94 mg/kg aralığında bulunmaktadır. Özellikle elektronik parça üretimi yapan fabrikalarda antimon kaynaklı atıklar toprağına ulaşabilmektedir (Özkul vd., 2011). Ulukışla, Bor ilçesi geneli, Merkez, Altunhisar ve Çiftlik ilçenin toprağıının bir kısmında antimon 12-27 mg/kg aralığında bulunmaktadır (Şekil 4.25).



Şekil 4.25. Çalışma alanının Sb dağılımı.

Çalışma arazisi topraklarında antimon içeriği toprak örtüsüne farklı değişim aralıkları göstermektedir. Çizelge 4.31'e göre antimon Altunhisar ilçesinde orman ve yarı orman

doğal alanlarda minimum 43,22 mg/kg, maksimum 47,73 mg/kg, tarımsal alanlarda minimum 41,92 mg/kg maksimum 45,40 mg/kg, diğer bölgelerde minimum 41,72 mg/kg, maksimum 44,15 mg/kg miktarda bulunmaktadır. Antimon Ulukışla ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda minimum 55,78 mg/kg, maksimum 90,24 mg/kg, tarımsal alanlarda minimum 48,39 mg/kg maksimum 69,40 mg/kg, diğer bölgelerde minimum 44,52 mg/kg, maksimum 60,41 mg/kg miktarda bulunmaktadır.

Çizelge 4.31. Toprak örtüsüne göre Sb değişim aralıkları.

İlçeler	Toprak Örtüsü	Sb mg/kg	
		Min. Ort.	Mak. Ort.
Altunhisar	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	43,22365	47,73092
	Tarımsal Alanlar	41,92795	45,40292
	Diğer Bölgeler	41,721	44,15635
Bor	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	43,28314	52,36544
	Tarımsal Alanlar	42,23267	51,23511
	Diğer Bölgeler	45,69342	56,46803
Çiftlik	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	49,44936	64,62094
	Tarımsal Alanlar	50,61723	68,34369
	Diğer Bölgeler	52,01716	72,80621
Merkez	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	44,44991	53,60211
	Tarımsal Alanlar	44,21626	53,75765
	Diğer Bölgeler	43,12358	51,29885
Ulukışla	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	55,78807	90,24047
	Tarımsal Alanlar	48,39838	69,40784
	Diğer Bölgeler	44,52844	60,41877

Toprakta en yüksek Sb değeri 1083 mg/kg, ortalama değeri 69,9 mg/kg'dır. Çizelge 4.19'a göre Niğde ili çalışma arazisi toprakları geneli ortalama olarak ele alındığında kirli toprak aralığındadır. Toprakta bulunan en yüksek değeri normal aralık değerini aşmıştır.

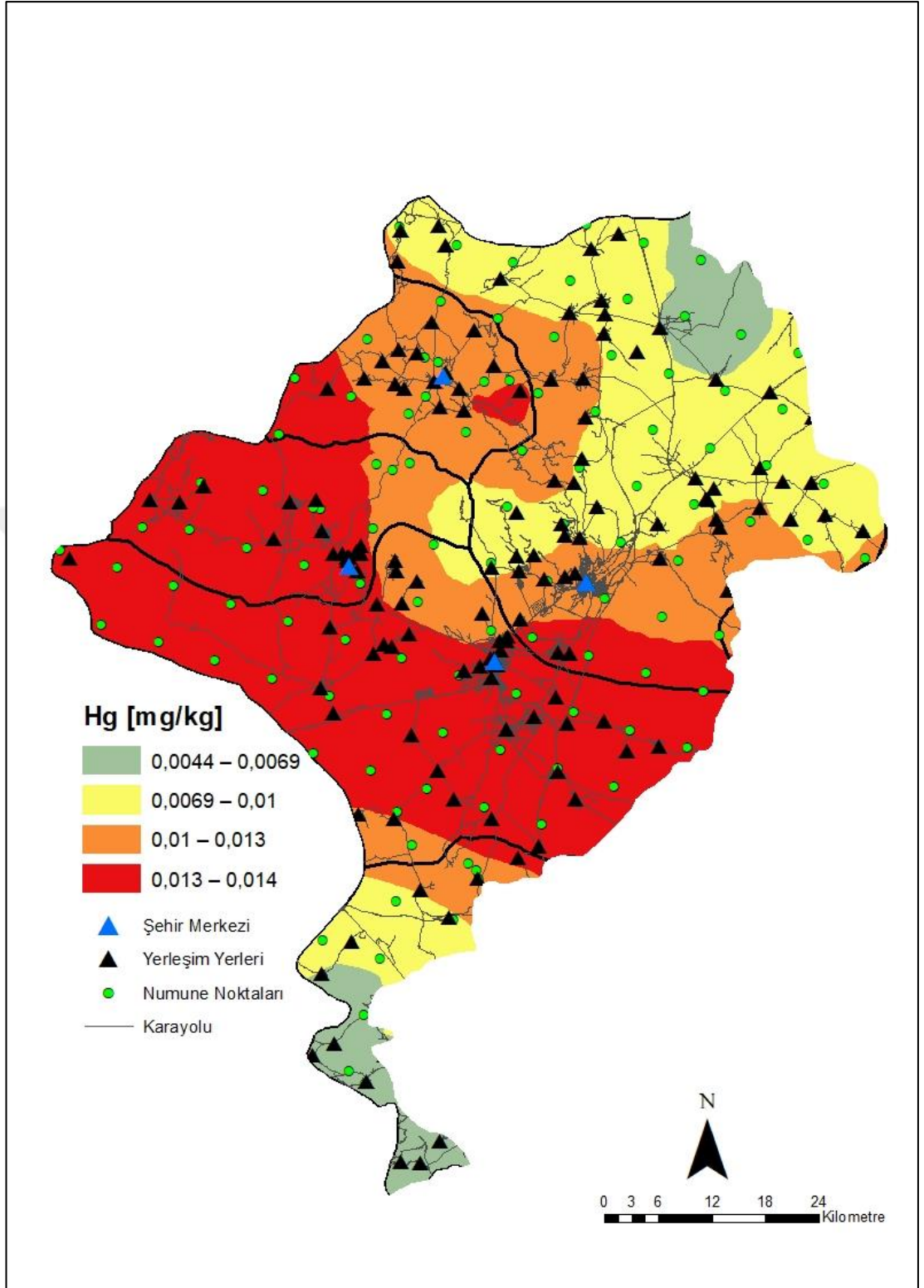
4.2.24 Cıva (Hg)

Merkez ilçe geneli, Ulukışla ilçe topraklarının bir kısmında cıva 0,0069-0,01 mg/kg aralığında bulunmaktadır. Bor ilçesi geneli, Altunhisar ve Çiftlik ilçenin toprağının bir kısmında cıva 0,013-0,014 mg/kg aralığında bulunmaktadır (Şekil 4.26).

Çalışma arazisi toprağındaki Hg en düşük 0,0001 mg/kg en yüksek Hg değeri 0,0144 mg/kg, ortalama değeri 0,0117 mg/kg'dır. Çizelge 4.19'a göre Niğde ili genel toprakları ele alındığında cıva toprakta normal aralık altında bulunmaktadır.

Tarımsal olarak kullanılan külün çevreye yayıldığında içerdığı ağır metaller eser miktarda olması gerekmektedir. Örneğin Termik santralinden çıkan küller toprağın tekstürünü geliştirmekte, toprak pH'ını, makro element miktarını ve toprakta nem tutma kapasitesini arttırmaktadır. Fakat külde kalayda bulunabilmektedir. Bazı kırsal yerleşim alanlarda ısınma amaçlı kömür kullanılmakta ve toprağına geçerek kalay miktarını arttırabilmektedir (Yılmaz, 2015)





Şekil 4.26. Çalışma alanının Hg dağılımı.

Çalışma toprağındaki cıva içeriğı toprak örtüsüne farklı değışim aralıkları göstermektedir. Çizelge 4.32'ye göre cıva Merkez ilçesinde orman ve yarı orman

doğal alanlarda minimum 0,010 mg/kg, maksimum 0,012 mg/kg, tarımsal alanlarda minimum 0,009 mg/kg maksimum 0,011 mg/kg, diğer bölgelerde minimum 0,009 mg/kg, maksimum 0,012 mg/kg miktarda bulunmaktadır. Cıva Ulukışla ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda minimum 0,008 mg/kg, maksimum 0,010 mg/kg, tarımsal alanlarda minimum 0,008 mg/kg maksimum 0,010 mg/kg, diğer bölgelerde minimum 0,008 mg/kg, maksimum 0,009 mg/kg miktarda bulunmaktadır.

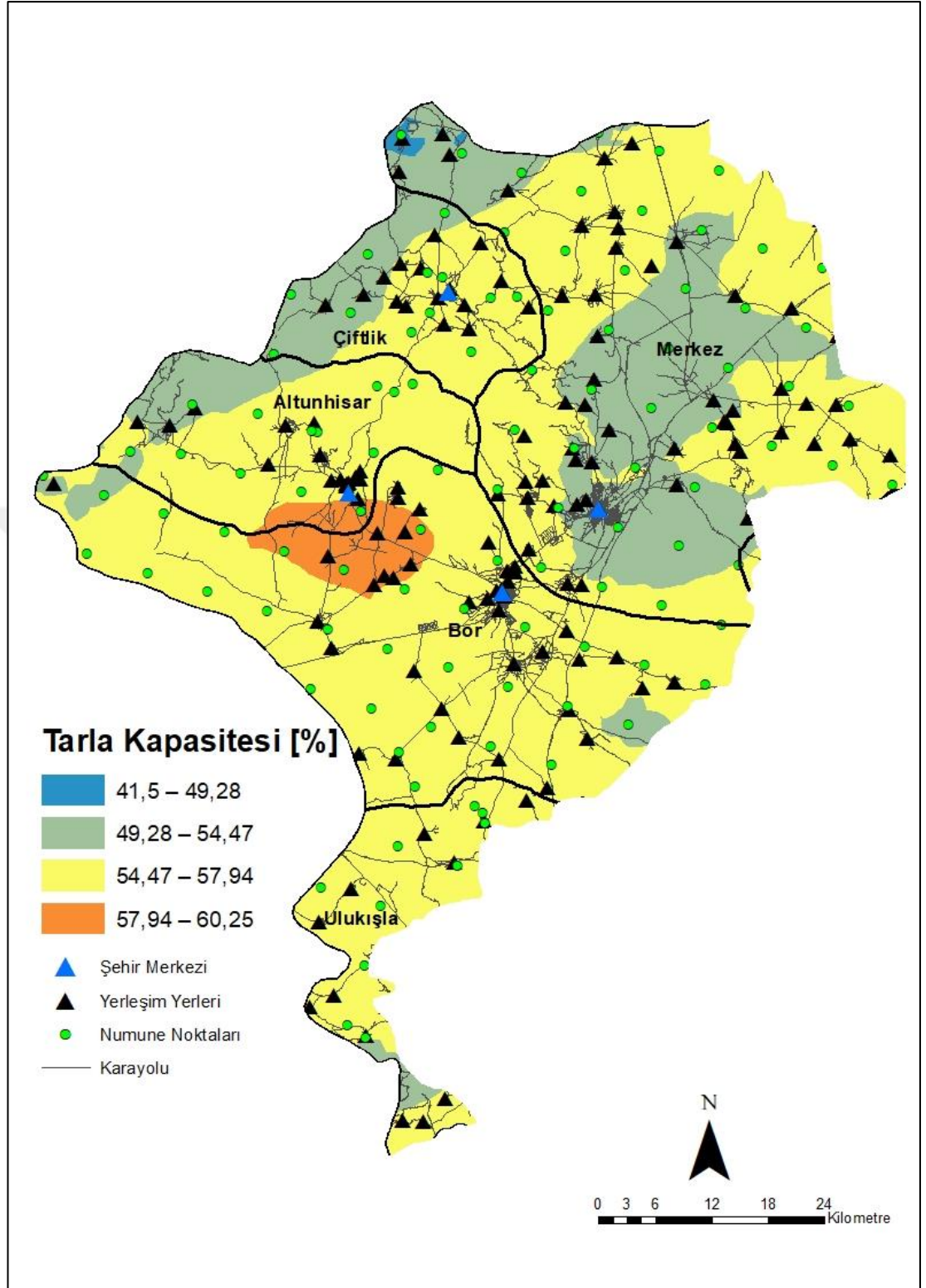
Çizelge 4.32. Toprak örtüsüne göre Hg değişim aralıkları.

İlçeler	Toprak Örtüsü	Hg mg/kg	
		Min. Ort.	Mak. Ort.
Altunhisar	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,010	0,014
	Tarımsal Alanlar	0,011	0,014
	Diğer Bölgeler	0,011	0,014
Bor	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,010	0,014
	Tarımsal Alanlar	0,010	0,014
	Diğer Bölgeler	0,011	0,014
Çiftlik	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,010	0,014
	Tarımsal Alanlar	0,010	0,014
	Diğer Bölgeler	0,011	0,014
Merkez	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,010	0,012
	Tarımsal Alanlar	0,009	0,011
	Diğer Bölgeler	0,009	0,012
Ulukışla	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,008	0,010
	Tarımsal Alanlar	0,008	0,010
	Diğer Bölgeler	0,008	0,009

Topraktaki Hg en düşük 0,0001 mg/kg en yüksek Hg değeri 0,0144 mg/kg, ortalama değeri 0,0117 mg/kg'dır. Çizelge 4.19'da verilen limit değerlere göre normal aralık altında bulunmaktadır.

4.2.25 Tarla kapasitesi (TK)

Toprağın hidroliği ile ilgili bir özellik olduğu tartışılmaktadır. Doygun bir toprakta suyun yer çekimi yönünde dikey hareketi durduktan sonra toprakta tutulan su miktarıdır. Toprak yapısı tarla kapasitesini etkilemektedir (Karahana vd., 2014). Toprak sulama zamanı ve miktarı konusunda bilgi veren bir parametredir (Canbolat, 1999). Tarla kapasitesinin mekânsal dağılımı Şekil 4.27'de gösterilmiştir.



Şekil 4.27. Çalışma alanının TK dağılımı

Tarım alanlarındaki toprağın işlenerek topraktaki boşluklar bozulmakta ve buna bağlı olarak organik madde miktarı azalmaktadır. Topraktaki gözeneklerin bozulmasıyla

tarım topraklarındaki porozite meraya göre daha düşük olmaktadır Otlak alanlarda ise porozite değeri tarım arazi topraklarından daha yüksek olmaktadır. Gözenek hacminin yüksekliği toprağın birim hacim ağırlığını da azaltmaktadır. Mera alanların tarım alanına dönüştürülmesi ile birim hacim ağırlığı artmaktadır (Korkanç vd., 2018).

Şekil 4.27'ye göre Ulukışla, Altunhisar, Bor ilçesi geneli, Merkez ve Çiftlik ilçesinin bir kısmında tarla kapasitesi yüzde olarak %54,47- 57,94 şeklinde bulunmaktadır.

Çalışma toprağındaki tarla kapasitesi toprak örtüsüne farklı değişim aralıkları göstermektedir. Çizelge 4.33'e göre tarla kapasitesi yüzde olarak Merkez ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda minimum 53,65, maksimum 55,71, tarımsal alanlarda minimum 53,51, maksimum 55,58, diğer bölgelerde minimum 53,77, maksimum 55,66 oranında bulunmaktadır. Tarla kapasitesi Bor ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda minimum 56,08, maksimum 57,72, tarımsal alanlarda minimum 55,52, maksimum 57,10, diğer bölgelerde minimum 55,41, maksimum 56,85 oranında bulunmaktadır.

Çizelge 4.33. Toprak örtüsüne göre TK değişim aralıkları.

İlçeler	Toprak Örtüsü	TK %	
		Min. Ort.	Mak. Ort.
Altunhisar	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	53,03905	55,51935
	Tarımsal Alanlar	55,34845	57,42268
	Diğer Bölgeler	54,94801	56,80471
Bor	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	56,08753	57,72231
	Tarımsal Alanlar	55,52369	57,10004
	Diğer Bölgeler	55,41669	56,85441
Çiftlik	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	52,87202	55,27903
	Tarımsal Alanlar	52,67016	55,09333
	Diğer Bölgeler	54,05777	55,78935
Merkez	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	53,6504	55,71936
	Tarımsal Alanlar	53,51819	55,58117
	Diğer Bölgeler	53,77805	55,66418
Ulukışla	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	53,66208	55,72995
	Tarımsal Alanlar	54,9737	56,54102
	Diğer Bölgeler	55,23798	56,74597

Çalışma arazisindeki toprağın analiz sonuçlarına göre Çalışma alanında topraktaki tarla kapasitesi en düşük 35,74% en yüksek tarla kapasitesi değeri 77,7%, ortalama değeri 55% olarak bulunmuştur.

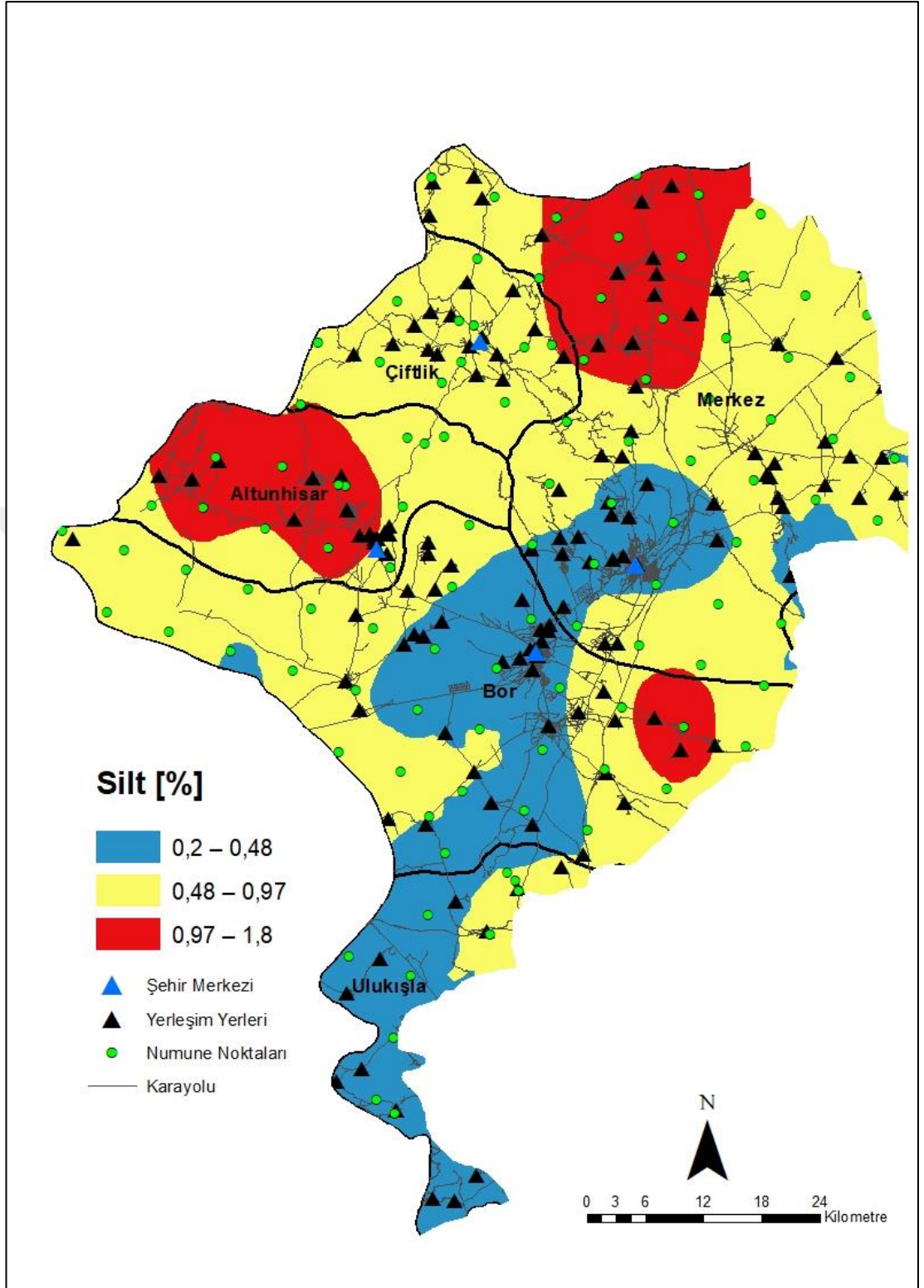
4.2.26 Toprak tekstürü (silt-kum-çakıl)

4.2.26.9 Silt

Toprak bünyesinde iki milimetreden küçük çaplı parçacıklara ince materyal, iki milimetreden büyük çaplı parçacıklara kaya parçaları olarak adlandırılır. Bünye ölçümü ile toprağın geçirgenliği, havalanması, su ve erozyona dayanıklılık derecesi gibi özellikler hakkında bilgi verir.

Derenin getirdiği, dağ yamacından yüzeysel akış ile gelen su ile kum ve çakıl boyutundaki parçacıklar dere kenarında birikim yapmaktadır. Bu yüzden silt oranı düşük çıkabilmektedir (Kılıç vd., 2017).

Ulukışla, Altunhisar ilçesi geneli, Merkez ve Bor ilçe topraklarının bir kısmı %2 'ye yakın silt ihtiva etmektedir. Merkez ilçe toprağının geneli silt oranı yaklaşık %1 'e yaklaşmaktadır. Bor ilçesi toprağın genelinde silt oranı diğer ilçelere göre oldukça düşük görünmektedir (Şekil 4.28).



Şekil 4.28. Çalışma alanının silt dağılımı.

Çalışma toprağındaki silt içeriğı toprak örtüsüne farklı değışim aralıkları göstermektedir. Çizelge 4.34'e göre silt miktarı yüzde olarak Bor ilçesinde orman ve

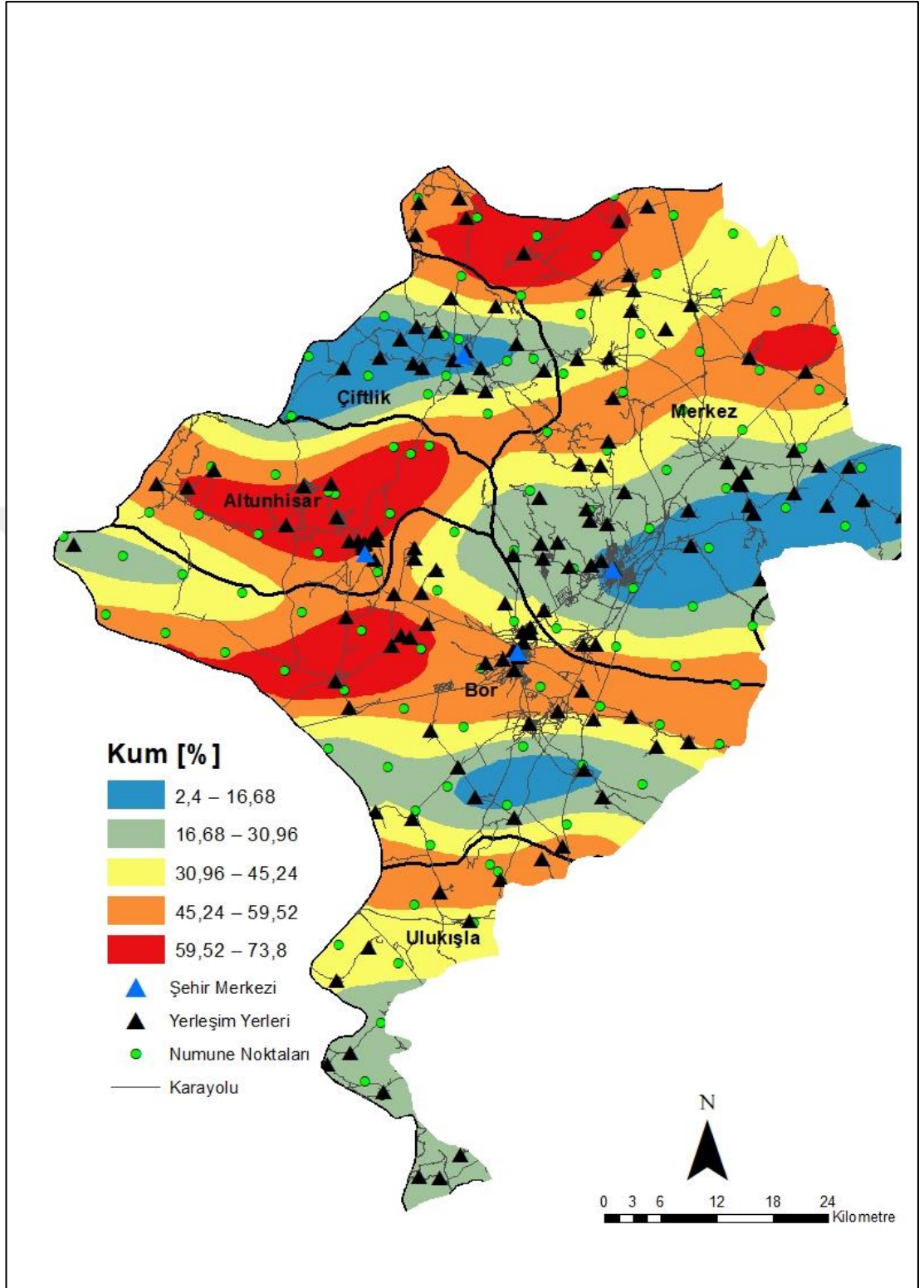
yarı orman doğal alanlarda minimum %0,72, maksimum %0,91, tarımsal alanlarda minimum %0,68, maksimum %0,87, diğer bölgelerde minimum %0,62, maksimum %0,81 oranında bulunmaktadır. Silt içeriği Altunhisar ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda minimum %1,07, maksimum %1,32, tarımsal alanlarda minimum %1,2, maksimum %1,48, diğer bölgelerde minimum %1,36, maksimum %1,67 oranında bulunmaktadır.

Çizelge 4.34. Toprak örtüsüne göre toprak silt değişimi.

İlçeler	Toprak Örtüsü	Toprak tekstür Silt %	
		Min. Ort.	Mak. Ort.
Altunhisar	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	1,0706	1,326546
	Tarımsal Alanlar	1,2053	1,484602
	Diğer Bölgeler	1,368387	1,675968
Bor	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,720431	0,917694
	Tarımsal Alanlar	0,681411	0,872252
	Diğer Bölgeler	0,628195	0,812849
Çiftlik	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,68239	0,871021
	Tarımsal Alanlar	0,668192	0,854362
	Diğer Bölgeler	0,669057	0,855376
Merkez	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,547467	0,715127
	Tarımsal Alanlar	0,549586	0,72149
	Diğer Bölgeler	0,545541	0,72003
Ulukışla	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	0,350823	0,500024
	Tarımsal Alanlar	0,411425	0,560957
	Diğer Bölgeler	0,418276	0,566079

4.2.26.10 Kum

Altunhisar ilçesi geneli, Merkez ve Bor ilçe topraklarının bir kısmı %70 ‘e yakın kum ihtiva etmektedir. Merkez ilçesinin güneyinde topraktaki kum oranı yaklaşık %16 ‘ya kadar gerilmektedir (Şekil 4.29).



Şekil 4.29. Çalışma alanının kum dağılımı.

Çalışma toprağındaki kum içeriğı toprak örtüsüne farklı değışim aralıkları göstermektedir. Çizelge 4.35'e göre kum miktarı yüzde olarak Bor ilçesinde orman ve

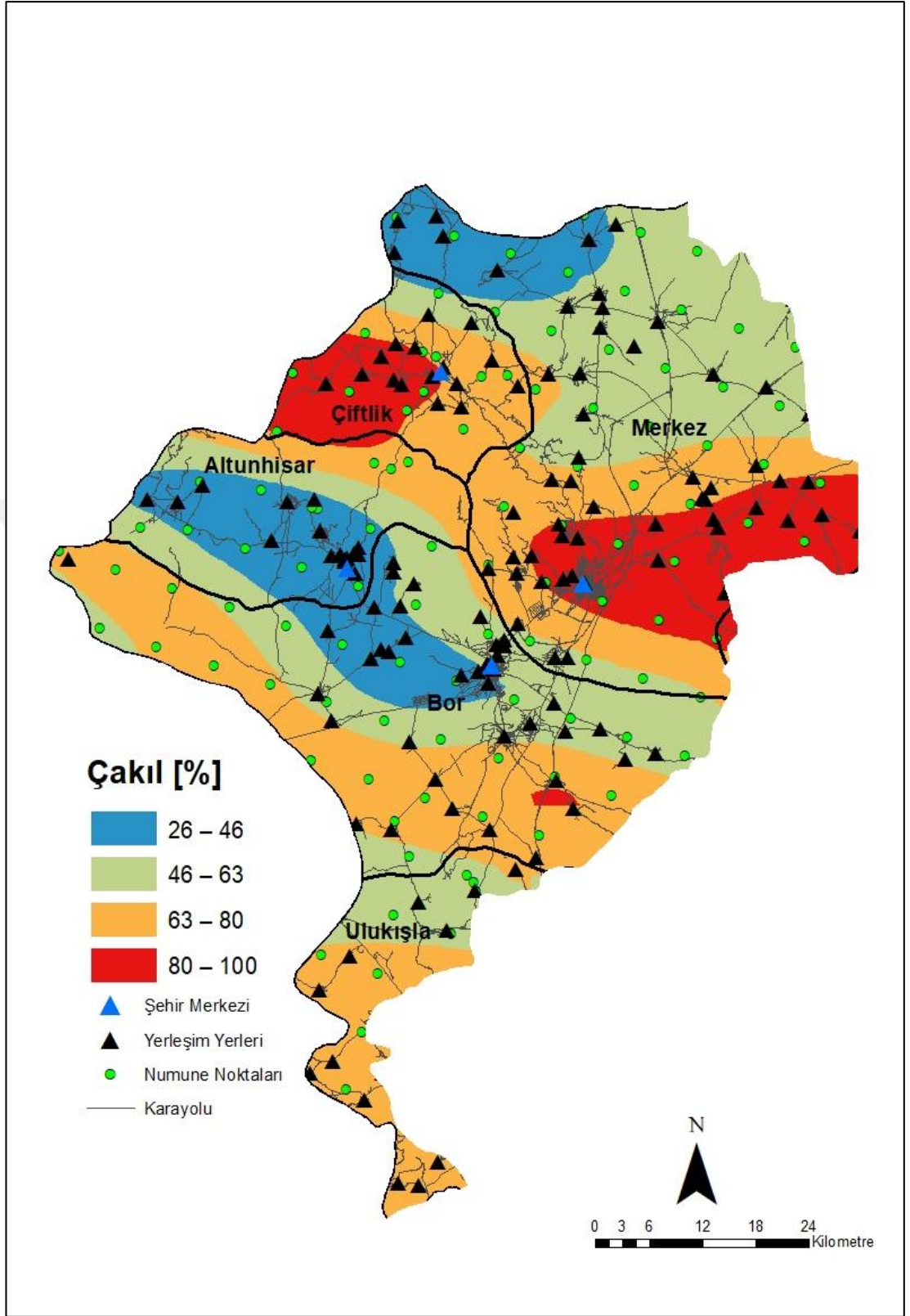
yarı orman doğal alanlarda minimum %35,70, maksimum %43,2, tarımsal alanlarda minimum %36,86, maksimum %44,37, diğer bölgelerde minimum %41,24, maksimum %48,30 oranında bulunmaktadır. Kum içeriği Altunhisar ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda minimum %41,67, maksimum %48,79, tarımsal alanlarda minimum %52,02, maksimum %58,71, diğer bölgelerde minimum %54,89, maksimum %61,79 oranında bulunmaktadır.

Çizelge 4.35. Toprak örtüsüne göre kum değişim aralıkları.

İlçeler	Toprak Örtüsü	Toprak tekstür kum%	
		Min. Ort.	Mak. Ort.
Altunhisar	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	41,67906	48,79821
	Tarımsal Alanlar	52,02184	58,7164
	Diğer Bölgeler	54,89991	61,79565
Bor	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	35,70857	43,24072
	Tarımsal Alanlar	36,86304	44,37923
	Diğer Bölgeler	41,24924	48,30369
Çiftlik	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	34,73769	42,39406
	Tarımsal Alanlar	30,47352	38,43179
	Diğer Bölgeler	25,72438	34,08633
Merkez	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	32,56238	40,50997
	Tarımsal Alanlar	31,55906	39,49986
	Diğer Bölgeler	29,43298	37,6017
Ulukışla	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	26,5581	34,84075
	Tarımsal Alanlar	28,65793	36,74088
	Diğer Bölgeler	31,09948	38,95021

4.2.26.11 Çakıl

Çiftlik ilçesinde Melendiz çayı bulunmaktadır. Altunhisar ilçesi geneli, Merkez ve Bor ilçe topraklarının bir kısmı %46 ‘ya yakın çakıl ihtiva etmektedir. Merkez ilçesinin güneyinde topraktaki çakıl oranı yaklaşık %100 ‘e kadar yükselmektedir (Şekil 4.30).



Şekil 4.30. Çalışma alanın çakıl dağılımı.

Çalışma toprağındaki çakıl içeriğı toprak örtüsüne farklı değışim aralıkları göstermektedir. Çizelge 4.36'ya göre çakıl miktarı yüzde olarak Bor ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda minimum %54,23, maksimum %62,01, tarımsal alanlarda minimum %54,19, maksimum %62,01, diğer bölgelerde minimum %52,16, maksimum %59,66 oranında bulunmaktadır. Çakıl içeriğı Altunhisar ilçesinde orman ve yarı orman doğal alanlarda minimum %49,54, maksimum %56,94, tarımsal alanlarda minimum %39,03 maksimum %46,01, diğer bölgelerde minimum %38,53, maksimum %45,88 oranında bulunmaktadır.

Çizelge 4.36. Toprak örtüsüne göre çakıl değışim aralıkları.

İlçeler	Toprak Örtüsü	Toprak tekstür çakıl %	
		Min. Ort.	Mak. Ort.
Altunhisar	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	49,54081	56,94776
	Tarımsal Alanlar	39,03944	46,02178
	Diğer Bölgeler	38,53991	45,88366
Bor	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	54,23538	62,01137
	Tarımsal Alanlar	54,19702	62,01359
	Diğer Bölgeler	52,16973	59,66512
Çiftlik	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	56,81124	64,889
	Tarımsal Alanlar	59,19896	67,45668
	Diğer Bölgeler	54,67092	62,76397
Merkez	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	56,60419	64,72464
	Tarımsal Alanlar	57,97812	66,13856
	Diğer Bölgeler	57,73264	65,89569
Ulukışla	Orman ve Yarı Doğal Alanlar	60,51838	68,83323
	Tarımsal Alanlar	59,01671	67,29895
	Diğer Bölgeler	62,98229	71,48174

Toprak bünyesinde iki milimetreden küçük çaplı parçacıklara ince materyal, iki milimetreden büyük çaplı parçacıklara kaya parçaları olarak adlandırılır. Bünye ölçümü ile toprağın geçirgenliğı, havalanması, su ve erozyona dayanıklılık derecesi gibi özellikler hakkında bilgi verir.

Bünye topraktaki kum, silt, kil parçacıklarının değışik oranlardaki karışımıdır. Tane çap uzunluklarına göre sınıflandırılır. Çizelge 4.37'de tane boyutu ve çapları verilmiştir (URL-17).

Çizelge 4.37. Tane boyutu ve çapları.

Parçacık adı	Çap (mm)
Çok kaba kum	2,00-1,00
Kaba kum	1,00-0,50
Orta kum	0,50-0,25
İnce kum	0,25-0,10
Çok ince kum	0,10-0,05
Silt	0,05-0,002
Kil	0,002'den daha kısa
Ç1 Hafif çakıllı	Profilin %2- 10'u çakıllı
Ç2 Orta çakıllı	Profilin %10- 50'si çakıllı
Ç3 Çok çakıllı	Profilin %50- 90'ı çakıllı

Çalışma arazisinin analiz sonuçlarına göre Niğde ili geneli topraktaki en yüksek silt değeri % 2,8, ortalama değeri %0,58, kum içeriği en düşük %0 en yüksek değeri %79, ortalama değeri %40,1; çakıl içeriği en düşük %19,6 en yüksek değeri %100, ortalama değeri %59,2 olarak bulunmuştur. Çizelge 4.37'de göre analiz sonuçların ortalama değerler ele alındığında toprak tekstür sınıfı orta çakıllı olmaktadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma ile yerel ve sürdürülebilir tarım politikaları oluşturmak adına katkı sağlanmıştır. Bölgede çiftçilerin gübreleme zamanı, sıklığı, gübre özelliği, toprak içeriğinde bulunan makro ve mikro elementlerin varlığı gibi kıstasların toprak verimliliğine olumlu ve olumsuz özelliklerini görmek mümkündür.

Laboratuvar analizleri sonucu kirletici parametreler tespit edilerek haritalar oluşturulmuştur. Oluşturulan bu haritalama ile alınan numune toprağın etrafında kentleşme, yanlış gübreleme, maden ocakları gibi durumların varlığı hakkında kolaylıkla bilgi sağlar. Topraktaki kalite parametrelerinin hangi miktarda bulunması durumunda parametrenin kirletici parametresi olarak adlandırılacaktır. Toprağın bu parametreleri bünyesinde bulundurduğu miktarına bakılarak yetersiz/az-hafif/orta-yeterli/çok yeterli-çok fazla –yüksek gibi reaksiyon sınıflarında değerlendirilmiştir.

Arazi kullanımı politikalarında paydaşlara önemli bir politika geliştirme aracıdır. Toprak örtüleri Orman ve yarı Orman, Tarımsal alan ve diğer alanlar olarak sınıflandırılmıştır.

Yaklaşık 851.480 ha araştırma alanından 0-20 cm derinlikten 110 adet toprak numunesi toplanmıştır. Fiziksel-kimyasal parametreler ve ağır metallerin tespiti yapılmış ve toprak sınır değerleri ile karşılaştırılmıştır. Çalışma arazisi toprak analiz sonuçlarına göre toprak pH 'ı 5,28-9,64 aralığında değişmekte olup ortalama 7,99 olarak bulunmuştur. Çalışma alanı toprağı hafif alkalilik reaksiyonu göstermektedir. Toprak elektriksel iletkenliği 0,0024-2,048 dS/m aralığında değişmekte olup ortalama 0,264 dS/m ve ortalama değere göre reaksiyon olarak tuzsuzdur. Çalışma alanı toprağı ortalama organik madde içeriği %5,82 ve humus bakımından zengin, toprak su muhtevası %16-24,77 aralığında değişmekte olup ortalama %6,46 olup normalden az reaksiyon göstermekte, TPH en yüksek TPH değeri 1,8 mg/kg, ortalama TPH içeriği 0,3142 mg/kg olarak bulunmuştur. Çalışma alanı toprağında TPH değeri yönetmelik standardın altında bir kirlilik tespit edilmiştir. Çalışma alanı toprağında toplam organik karbon en düşük 0,70 mg/kg en yüksek toplam organik karbon değeri 388 mg/kg, ortalama değeri 72,36 mg/kg; toplam karbon en düşük 88 mg/kg en yüksek toplam karbon değeri 752 mg/kg, ortalama değeri 334,45 mg/kg; topraktaki inorganik karbon

en düşük 6,77 mg/kg en yüksek toplam azot değeri 482,24 mg/kg, ortalama değeri 26,03 mg/kg olarak bulunmuştur. Toplam azot en düşük 3,53 mg/kg en yüksek değeri 658 mg/kg, ortalama değeri 261,65 mg/kg'dır. Çalışma alanı topraktaki toplam azot miktarı toprakta "çok az" ve "az" şeklinde reaksiyon göstermektedir. Çalışma alanı topraktaki toplam sülfat en yüksek sülfat değeri 6,07 mg/kg, ortalama değeri 0,404 mg/kg'dır. Buna göre toprak için risk oluşturan kriter 10 mg/kg olduğu için çalışma alanı toprağı için yeterlidir. Çalışma alanı topraktaki Cu topraktaki konsantrasyonu en düşük 0,0080 mg/kg en yüksek Cu değeri 0,5267 mg/kg, ortalama değeri 0,1477 mg/kg'dır. Bazı çalışma alanı toprak bölgelerinde Cu yeterli, bazılarında da yetersiz reaksiyon göstermiştir. Fe ortalama değeri 12,86 mg/kg olarak ve topraktaki demir miktarı 2,5mg/kg altında olanlar için "az", 4,5 mg/kg'ın üstünde ise "yeterli" olarak tanımlanmaktadır. Çalışma alanının toprakları için demir miktarı ortalama değere göre yeterli reaksiyondadır. Mn en düşük 0,0032 mg/kg en yüksek Mn değeri 2,91mg/kg, ortalama değeri 0,1528 mg/kg olup Mn çalışma alanı toprakta az miktarda reaksiyon göstermektedir. Ca en düşük 12,52 mg/kg en yüksek Ca değeri 4092,8 mg/kg, ortalama değeri 432mg/kg olarak bulunmuştur. Buna göre çalışma alanı toprakta 0,04 cmol/kg Ca ile çok az, 13,2 cmol/kg Ca yeterli, ortalama değerine göre 1,3 cmol/kg Ca ile az reaksiyon göstermektedir. Mg en düşük 0,0016 mg/kg en yüksek Mg değeri 397,12 mg/kg, ortalama değeri 58,7mg/kg olarak bulunmuştur. Çalışma alanı topraktaki 0,71 cmol/kg Mg ile toprakta az miktarda reaksiyon göstermektedir. K en düşük 9,15 mg/kg en yüksek K değeri 989,12 mg/kg, ortalama değeri 128,44 mg/kg olarak bulunmuştur. Çalışma alanı topraktaki 0,05 cmol/kg K ile çok az, 6,14 cmol/kg K çok fazla, ortalama 0,79cmol/kg K fazla olarak toprakta reaksiyon göstermektedir. Na en yüksek Na değeri 835,6 mg/kg ile toprakta çok yüksek, ortalama değeri 51,66 mg/kg ile çalışma alanı toprakta çok düşük reaksiyon göstermektedir. Cd değeri en düşük 0,0032 mg/kg en yüksek Cd değeri 0,0079 mg/kg, ortalama değeri 0,0033 mg/kg 'dır. Buna göre çalışma alanı toprakta normalden az miktarda Cd bulunmaktadır. Antimon (Sb) bitkileri inhibe edici özelliktedir. Çalışma alanı toprakta en yüksek Sb değeri 1083 mg/kg, ortalama değeri 69,9 mg/kg'dır. Ortalama olarak ele alındığında kirli toprak aralığındadır. En yüksek değeri kirli toprak miktarını aşmıştır. As en yüksek As değeri 0,1662 mg/kg, ortalama değeri 0,0394 mg/kg'dır. Çalışma alanı topraktaki değeri normal aralık altında bulunmaktadır. Ni en düşük 0,0160 mg/kg en yüksek Ni değeri

1,294mg/kg, ortalama değeri 0,0995 mg/kg 'dır. Çalışma alanı topraktaki Ni değeri normal aralıkta olup kirlilik tespit edilmemiştir. Pb en düşük 0 mg/kg en yüksek Pb değeri 1,03 mg/kg, ortalama değeri 0,0550 mg/kg'dır. Çalışma alanı topraktaki Pb değeri, normal aralık altında olup herhangi bir kirlilik bulunmamaktadır. Hg en düşük 0,0001 mg/kg en yüksek Hg değeri 0,0144 mg/kg, ortalama değeri 0,0117 mg/kg'dır. Çalışma alanı topraktaki Hg değeri normal aralık altında bulunmamaktadır. Kalay (Sn) en yüksek Sn değeri 300mg/kg, ortalama değeri 7,59 mg/kg'dır. Çalışma alanı toprakta Sn ortalama değeri normal aralıkta olup, maksimum değeri kritik değerini de aşarak kirlilik bulunmuştur. Çalışma alanı topraktaki tarla kapasitesi en düşük 35,74% en yüksek tarla kapasitesi değeri %77,7 ortalama değeri %55 olarak bulunmuştur. Silt içeriği en düşük %0 en yüksek silt değeri %2,8, ortalama değeri %0,58; kum içeriği en düşük %0 en yüksek değeri %79, ortalama değeri %40,1; çakıl içeriği en düşük %19,6 en yüksek değeri %100, ortalama değeri %59,2 olarak buna göre toprak hafif ve orta çakıllı sınıfına girmektedir.

Tüm bu analiz sonuçlarına göre, çalışma alanının ağır metal kirliliğinin olup olmadığının belirlenmesi amacıyla topraklarda ağır metal kirlilik düzeyini belirleyen mevcut yönetmelik değerleri ele alınmıştır. Tüm incelenen ilçe topraklarında yapılan analiz sonuçlarına göre; ağır metal kirliliğinden kaynaklı toprak kirliliğine dair yayımlanan “Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik” ele alındığı bu çalışmada arazilerde ağır metal kaynaklı kirlilik bulunmamaktadır. Çalışma alanında ölçülen değer, referans değere oranı alınır ve sapma değeri hesaplanmaktadır. Sapma düzeyi, sahanın, herhangi bir noktasal kaynaklı faaliyet nedeniyle etkilenip etkilenmediğini tespit etmekte kullanılmaktadır.

Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmeliğe göre, her iki toprak arasındaki değerler 1 veya 1'den küçükse “takip gerektirmeyen saha”; 1 ile 25 arasında ise “ikinci aşama değerlendirme sürecine takip gerektiren saha”; sapma değeri 25'in üzerinde olması durumunda ise “Bakanlıkça belirlenen süreç uyarınca temizlenmesi gereken kirlenmiş saha” olarak tanımlanmaktadır. Kirlenen arazideki ağır metal değerlerin 25 kat ve daha fazlası arazi toprağın kirli ve temizlenmesi gereken saha olarak değerlendirilmektedir. Buna göre

analizi yapılan Niğde ilçe topraklarının çoğunluğu bu çizelgeye göre kirlilik belirtmemektedir.

Antimon çalışma arazisi toprağının bir kısmında kirlilik konsantrasyonunda bulunmakta bunun nedeni olarak madencilik ve endüstriyel faaliyetlerden oluşabilmektedir. Merkez ilçe geneli, Bor ve Altunhisar ilçe topraklarının bir kısmında antimon 67-94 mg/kg aralığında bulunmaktadır. Özellikle elektronik parça üretimi yapan fabrikalarda antimon kaynaklı atıklar toprağa ulaşabilmektedir. Bazı kırsal yerleşim alanlarda ısınma amaçlı kömür kullanılmakta ve toprağa geçerek kalay miktarını arttırabilmektedir.

Niğde Merkez ilçesinde Akkaya Baraj gölü organize sanayi, bölge kanalizasyonundan kaynaklanan atıklardan, atıksulardan olumsuz bir şekilde etkilenmesi çevre problemi oluşması ihtimali bulunmaktadır. Merkez ilçesi Gümüşler yöresinde granül formunda kalsit minerali, oksit olarak MgO, Na gibi safsızlıkları içerdiğinden toprakta tuz birikimine neden olabilmektedir. Ulukışla Cu, Zn, Fe ve Mn miktarlarının diğer topraklara göre yüksek olması; bölgede bu elementleri içeren cevherleşmelerin ve kayaçların varlığı (sülfütlü, karbonatlı dolgular) ile açıklanabilmektedir. Arazi çalışması numune alma sırasında görülen gübre kapsülleri, araçlardan kopan lastik parçaları gibi plastik parçacıklar toprak kirlenmesine katkı sağlamaktadır. Ayrıca çalışma arazisinde toprakta bulunan çatlaklar, toprak hayvanlarının kazma davranışları, tarımsal faaliyetler ile toprak ekosistemine taşınmaktadırlar. Kurak ve yarı kurak iklime sahip çalışma arazisinde eğimin az olması, drenaj eksikliği, buharlaşma artışı, bilinçsiz sulama ile topraktaki tuzluluk artabilmektedir. Ulukışla ve Merkez ilçe genelinde insan kaynaklı faaliyetler sonucu toprağa karışan kurşun elementi partiküler halinde toprakta geçebilmektedir. Araç trafiğin yoğun olduğu karayolları kenarlarında toprakta kurşun miktarı artabilmektedir. Ulukışla ve Merkez ilçesi diğer şehirlere bağlanan önemli bağlantı yollarını içerdiği için burada tır türü büyük araçların egzoz dumanlarından toprağa oldukça fazla kurşun geçmektedir. Ulukışla, Merkez ilçe geneli, Bor, Çiftlik ve Altunhisar ilçe topraklarının bir kısmında kurşun 0,027-0,14 mg/kg aralığında bulunmaktadır. Ulukışla ilçesi kurşun maden yatakları açısından büyük önem taşımaktadır. Bor, Çiftlik ve Altunhisar ilçe topraklarının bir kısmında topraklarda kurşun 0,0042-0,27 mg/kg aralığında

bulunmaktadır. Niğde İli toprakları kurşun bakımından normal aralık altında bulunmakta olup kirlilik barındırmamaktadır.

Ulukışla toprakları genelinde, Merkez ilçesi toprağının küçük bir kısmında nitrat içeriği diğer ilçelere göre yüksek bulunmasının nedeni olarak tarım topraklarının doğru sulama ve gübreleme yapılmadığını açıklayabilmektedir.

Arazi çalışmasında kadmiyum boya, sanayi faaliyetlerinden, motorlu taşıtlardaki yağların yanmasından, tarımda bilinçsiz ilaç kullanımından kaynaklanabilmektedir. Özellikle Bor ilçesinde dericilik faaliyetlerinden dolayı toprağa kadmiyum bulaşma riski bulunmaktadır.

Sonuç olarak Konya Kapalı Havzası içerisinde kalan Niğde ili topraklarının fiziksel kimyasal parametreleri açısından değerli bilgiler elde edilmiştir. Yanlış otlatma, tarım, yem üretimi, deri gibi sanayi faaliyetleri, toprakların yanlış bir şekilde işlenmesi, bilinçsiz sulama, maden cevherlerin olması, karayolu trafiği gibi nedenlerin aynı ilin farklı ilçelerinde bulunan çalışma arazisi topraklarını fiziksel, kimyasal özelliklerini etkileyebilmektedir. Çalışma arazisindeki toprak kirletici parametrelerinin bilinmesi burada yapılacak herhangi bir çevre envanteri için bilgi sağlanacaktır. Arazi eğimleri, yağış, sıcaklık gibi fiziksel etmenler aynı ilin farklı ilçelerindeki topraklarda farklı reaksiyonlar gösterebilmektedir. Elde edilen bu sonuçlar Konya Kapalı Havzası içerisinde kalan Niğde ili toprakları ve çevresi için değerlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Acosta J., Faz A., Martínez-Martínez S. ve Arocena J., 2011. Enrichment of metals in soils subjected to different land uses in a typical Mediterranean environment (Murcia City, southeast Spain), *Applied Geochemistry*, 26, 3, 405-414.
- Adl S. M., 2003. *The Ecology of Soil Decomposition*, CABI., 330. 81-82, 88-90.
- Ali M., Elhagwa A., Elfaki J. ve Sulieman M., 2017. Influence of the artisanal gold mining on soil contamination with heavy metals: A case study from Dar-Mali locality, North of Atbara, River Nile State, Sudan, *Eurasian Journal of Soil Science*, 6, 1, 28-36.
- Álvarez-Ayuso E., Otones V., Murciego A., García-Sánchez A. ve Santa Regina I., 2012. Antimony, arsenic and lead distribution in soils and plants of an agricultural area impacted by former mining activities, *Science of the Total Environment*, 439, 35-43.
- Amoakwah E., Rahman M. A., Nketia K. A., Djouaka R., Didenko N. O. ve Islam K. R., 2021. Impact of deforestation and subsequent land-use change on soil quality, *Eurasian Journal of Soil Science*, 10, 2, 150-160.
- Apaydın A., 2005. Sanayiden kaynaklanan toprak kirliliğinin araştırılması: Samsun-Tekkeköy bölgesi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Aşkin T., Kizilkaya R., Olekhov V., Mudrykh N., Samafalova I. ve Türkmen F., 2014. Toprak organik karbonu: jeostatistiksel bir yaklaşım, *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 2, 1, 13-18.
- Aşkin T., Kizilkaya R., Yılmaz R., Olekhov V., Mudrykh N. ve Samofalova I., 2012. Soil exchangeable cations: A geostatistical study from Russia, *Eurasian Journal of Soil Science*, 1, 1, 34-39.
- Atıcı Ü., 2017. Gümüşler (Niğde) kalsitinin fiziko-mekanik özelliklerinin değerlendirilmesi. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 6, 1, 151-157.
- Aydın H. R., Kural F., Arın A., Yaylacı C. ve Coşkan A., 2018. Leonardit uygulamasının nitrifikasyon ve nitrat amonifikasyonu üzerindeki etkisi, *Ziraat Fakültesi Dergisi* 429-434.
- Bai J., Cui B., Chen B., Zhang K., Deng W., Gao H. ve Xiao R., 2011. Spatial distribution and ecological risk assessment of heavy metals in surface sediments from a typical plateau lake wetland, China, *Ecological Modelling*, 222, 2, 301-306.

- Bakhshandeh E., Hossieni M., Zeraatpisheh M. ve Francaviglia R., 2019. Land use change effects on soil quality and biological fertility: A case study in northern Iran, *European Journal of Soil Biology*, 95.
- Başayığit L. ve Ural D., 2005. Toprak taksonomisine göre toprak iklim rejimleri ve Türkiye toprakları için örnekler, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2005, 1, 83-91.
- Bayram M., Günel H. ve Özgöz E., 2015. Sürdürülebilir toprak işleme yöntemlerinin belirlenmesinde toprak kalitesi değerlendirmelerinin önemi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25, 3, 337-346.
- Bellitürk K., Danışman F. ve Yılmaz F., 2007. Üre uygulamasının topraklarda amonyum ve nitrat oluşumuna etkisi, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 22, 1, 64-72.
- Berber A. K., Farasat S. ve Namli A., 2014. Afforestation effects on soil biochemical properties. *Eurasian J. Forest Sci*, 1, 1, 25-34.
- Bhunja G. S., Shit P. K. ve Chattopadhyay R., 2018. Assessment of spatial variability of soil properties using geostatistical approach of lateritic soil (West Bengal, India), *Annals of Agrarian Science*, 16, 4, 436-443.
- Bilge U. ve Çimrin K. M., 2013. Viranşehir-Kızıltepe karayolu kenarındaki topraklarda motorlu taşıtlardan kaynaklanan ağır metal kirliliği, *Tarım Bilimleri Dergisi*.
- Bilgin M. ve Akıncı G., 2010. Petrol hidrokarbonları ile kirlenmiş doğal toprağın elektrokinetik yöntemle arıtımı, *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 12, 2, 1-16.
- Bini D., dos Santos C. A., do Carmo K. B., Kishino N., Andrade G., Zangaro W. ve Nogueira M. A., 2013. Effects of land use on soil organic carbon and microbial processes associated with soil health in southern Brazil, *European Journal of Soil Biology*, 55, 117-123.
- Bohling G., 2005. Introduction to geostatistics and variogram analysis, *Kansas Geological Survey*, 1-20.
- Bostan P., 2017. Basic kriging methods in geostatistics, *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 27, 10-20.
- Brimicombe A., 2009. GIS, environmental modeling and engineering, Second Edition, *CRC Press, Boca Raton, Florida, USA*. 378, 86.
- Buol S. W., Southard R. J., Graham R. C. ve McDaniel P. A., 2011. Soil Genesis and Classification, Volume 6, *John Wiley & Sons, West Sussex, UK*. 543. 89-90, 112, 114.

- Camgöz Y. I. ve Yaprak G., 2009. Küçük Menderes Havzası tarım topraklarında doğal radyonüklit seviyesinin belirlenmesi, *Ekoloji*, 18, 70, 74-80.
- Canbolat M., 1999. Bazı toprak nem karakteristiklerinin tane büyüklük dağılımı ve organik karbon içeriğinden tahmin edilmesi, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 30, 2, 113-119.
- Chabala L. M., Mulolwa A. ve Lungu O., 2017. Application of ordinary kriging in mapping soil organic carbon in Zambia, *Pedosphere*, 27, 2, 338-343.
- Chen W., Lu S., Peng C., Jiao W. ve Wang M., 2013. Accumulation of Cd in agricultural soil under long-term reclaimed water irrigation. *Environmental Pollution*, 178, 294-299.
- Collins J. L., 2013. Soil nitrogen dynamics and mineralization, Yüksek Lisans Tezi, Mississippi Valley State University, Itta Bena, Mississippi, USA.
- Dağhan H. ve Öztürk M., 2015. Soil pollution in Turkey and remediation methods, pp. 287-302, in: Hakeem K. R., Sabir M., Mermut A. R. ve Öztürk M. (Editör), *Soil Remediation and Plants Prospects and Challenges*, Academic Press. Elsevier, New York, USA.
- Dahal B. M., Fuerhacker M., Mentler A., Karki K., Shrestha R. ve Blum W., 2008. Arsenic contamination of soils and agricultural plants through irrigation water in Nepal, *Environmental pollution*, 155, 1, 157-163.
- De la Rosa D. ve Sobral R., 2008. Soil Quality and Methods for its Assessment, pp.167-200, in: Braimoh A.K. ve Vlek P.L.G. (Editör), *Land Use and Soil Resoruces*, Springer, Dordrecht, Netherlands.
- Deliboran A. ve Savran Ş., 2015. Toprak tuzluluğu ve tuzluluğa bitkilerin dayanım mekanizmaları, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 8, 1, 57-61.
- Demir U. ve Keskin B., 2016. Sakız geveni (*Astragalus gummifer* L.)'nin taç içi/taç dışı ve farklı toprak derinliklerindeki bazı toprak özellikleri, *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6, 4, 127-133.
- Dindar E., 2021. Lastik tozu kaynaklı kirliliğin toprak azot proseslerine etkisi: Arıtma çamuru ile biyostimülasyon çalışması, *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering*, 26, 3, 849-864.
- Dindar E., Cihan N., Şağban T. F. O. ve Başkaya H. S., 2017. Atık mineral yağ ile kirlenmiş topraklarda organik azot fraksiyonlarının belirlenmesi, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 32, 3.
- Ding Y., Huang H., Zhang Y., Zheng H., Zeng F., Chen W., Qu C., Li X., Xing X. ve Qi S., 2018. Polycyclic aromatic hydrocarbons in agricultural soils from

Northwest Fujian, Southeast China: Spatial distribution, source apportionment, and toxicity evaluation, Journal of Geochemical Exploration, 195, 121-129.

Dökmeci A. H., Çelik S. Ö., Kaykioğlu G. ve Öngen A., 2017. Tekirdağ'da Çorlu ilinde endüstriyel alanlardaki toprakta ağır metal kirliliğinin çevresel ve insan sağlığı açısından etkileri, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 19, 2, 256-263.

Dragovic S., Cujic M., Beskoski L. S., Gajic B., Bajat B., Kilibarda M. ve Onjia A., 2013. Trace element distribution in surface soils from a coal burning power production area: A case study from the largest power plant site in Serbia, Catena, 288-296.

Eash N. S., Sauer T. J., O'Dell D., Odoi E. ve Bratz M. C., 2015. Soil science simplified Volume 6, John Wiley & Sons, New Jersey. 272. 1-2, 66-70.

EPA Method 1310B < <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-12/documents/1310b.pdf> >

EPA Method 3540C < <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-12/documents/3540c.pdf> >:

EPA Method 3550C < <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-12/documents/3550c.pdf> >

EPA Method 5035A < <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-07/documents/epa-5035a.pdf> >

EPA Method 6010D < <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-12/documents/6010d.pdf> >

EPA Method 9045C
<<https://archive.epa.gov/epawaste/hazard/testmethods/web/pdf/method%209045c%2C%20revision%203%20-%201995.pdf> >

EPA Method 9056A < <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-12/documents/9056a.pdf> >

EPA Method 9060A < <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-12/documents/9060a.pdf> >

Erdoğan C. ve Arpaz E., 2019. Eisenia fetida türü toprak solucanlarının kimyasal gübre kullanılmış topraklar üzerine etkisi, Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 2, 2, 231-237.

Erdoğan E. E., Şahin F. ve Namlı A., 2014. Ham petrol ile kirlenmiş toprakların biyoremedasyon sürecinde yağ asitlerindeki (flya-flme) değişimler, Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi, 2, 3, 25-37.

- Erdoğan Ş., Koçyiğit R. ve İrfan O., 2021. Kurak iklim koşullarında yüksek rakımlı farklı arazi kullanımlarında karbon fraksiyonlarındaki kısa süreli değişim, *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 10, 3, 119-126.
- Eren A., 2018. Bakırla kirlenmiş toprakların *xanthium strumarium* l. bitkisi kullanılarak fitoremediasyonu, *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 5, 2, 152-157.
- Eroğlu H. ve Sadık U., 2003. Alüviyal bir toprakta amonyum-potasyum fiksasyon ilişkileri, *Journal of Agricultural Sciences*, 9, 01, 43-60.
- Erol B., Işık M. S. ve Erol S., 2020. Global ve bölgesel (yüksek çözünürlüklü) sayısal yükseklik modellerinin doğruluk analizi üzerine bir inceleme, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20, 4, 598-612.
- Esmaili A., Moore F., Keshavarzi B., Jaafarzadeh N. ve Kermani M., 2014. A geochemical survey of heavy metals in agricultural and background soils of the Isfahan industrial zone, Iran, *Catena*, 121, 88-98.
- Fekadu E., Kibret K., Bedadi B., Melese A. ve Yitaferu B., 2018. Organic and inorganic amendments on soil chemical properties at different period of incubation of acidic soil, *Eurasian Journal of Soil Science*, 7, 3, 273-283.
- Foley J. A., DeFries R., Asner G. P., Barford C., Bonan G., Carpenter S. R., Chapin F. S., Coe M. T., Daily G. C. ve Gibbs H. K., 2005. Global consequences of land use, *Science*, 309, 5734, 570-574.
- Gao Y., Mao L., Miao C. Y., Zhou P., Cao J. J., Zhi Y. E. ve Shi W. J., 2010. Spatial characteristics of soil enzyme activities and microbial community structure under different land uses in Chongming Island, China: geostatistical modelling and PCR-RAPD method, *Sci Total Environ*, 408, 16, 3251-3260.
- Ghiyasi M., Amirnia R. ve Rezaei-Chiyaneh E., 2016. Alternatif toprak sürme modellerin agro ekosistem biyoçeşitliliği üzerine etkisi, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 9, 2, 39-40.
- Gia Pham T., Kappas M., Van Huynh C. ve Hoang Khanh Nguyen L., 2019. Application of ordinary kriging and regression kriging method for soil properties mapping in hilly region of Central Vietnam. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8, 3, 147.
- Gong L., Ran Q., He G. ve Tiyp T., 2015. A soil quality assessment under different land use types in Keriya river basin, Southern Xinjiang, China, *Soil and Tillage Research*, 146, 223-229.
- Gök G., 2012. The factors affecting the remediation of non-aqueous phase liquid (NAPL) contaminants in soils, *Doktora Tezi, DEÜ., Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir*.

- Gök G. ve Gürbüz O. A., 2020. Application of geostatistics for grid and random sampling schemes for a grassland in Nigde, Turkey, *Environmental Monitoring and Assessment*, 192, 5, 300.
- Gök G. ve Gürbüz O. A., 2021. Evsel katı atık oluşum miktarlarının küresel ve yerel mekânsal otokorelasyon yöntemleri ile incelenmesi, *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10, 2, 472 - 478.
- Göl C., Bulut S. ve Bolat F., 2017. Comparison of different interpolation methods for spatial distribution of soil organic carbon and some soil properties in the Black Sea backward region of Turkey, *Journal of African Earth Sciences*, 134, 85-91.
- Gürbüz M. A., KAYALI E., Bahar E., Öz T. A. ve Kurşun İ., 2019. Trakya topraklarının veri tabanının oluşturulması ve bazı toprak özellikleri, *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 7, 1, 28-36.
- Hajizadeh Y., Mokhtari M., Faraji M., Mohammadi A., Nemati S., Ghanbari R., Abdollahnejad A., Fard R. F., Nikoonahad A. ve Jafari N., 2018. Trends of BTEX in the central urban area of Iran: A preliminary study of photochemical ozone pollution and health risk assessment, *Atmospheric Pollution Research*, 9, 2, 220-229.
- Harbili U., Yaşyerli N. ve İstek T., 2010. Toprak ve kaolinde etil bromürün adsorpsiyonunun incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 25, 2.
- Hebb C., Schoderbek D., Hernandez-Ramirez G., Hewins D., Carlyle C. N. ve Bork E., 2017. Soil physical quality varies among contrasting land uses in Northern Prairie regions. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 240, 14-23.
- Hengl T., 2007. A practical guide to geostatistical mapping of environmental variables. European Commission, Joint Research Centre. Institute for Environment and Sustainability. Italy.
- Hillel D., 2003. Introduction to environmental soil physics, Academic Press Elsevier, San Diego, California, USA. 494. 10-11, 192, 232.
- Howell J., 1997. Soil Basics Part II: Chemical Properties of Soil, University of Massachusetts Extension, URL Adres: <https://ag.umass.edu/vegetable/fact-sheets/soil-basics-part-ii-chemical-properties-of-soil> Erişim tarihi: 14.11.2020.
- Huang S., Hua M., Feng J., Zhong X., Jin Y., Zhu B. ve Lu H., 2009. Assessment of selenium pollution in agricultural soils in the Xuzhou District, Northwest Jiangsu, China, *Journal of Environmental Sciences*, 21, 4, 481-487.

- İlay R. ve Kavdır Y., 2017. Farklı arazi kullanım türlerinin topraktaki suda çözünebilir iyon kapsamına etkileri, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 54, 3, 367-375.
- İrfan O., Koçyiğit R. ve Erşahin S., 2015. The effect of range management on soil carbon content in degraded soil, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 32, 3, 133-137.
- Jabar F., 2019. Harran Ovası topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlı Urfa.
- Jhonson C., 2009. Biology of soil science, Oxford Book Co., Jaipur, India. 301. 103-104.
- Juan P., Mateu J., Jordan M. M., Mataix-Solera J., Meléndez-Pastor I. ve Navarro-Pedreño J., 2011. Geostatistical methods to identify and map spatial variations of soil salinity, Journal of Geochemical Exploration, 108, 1, 62-72.
- Kacar B., 2012. Toprak analizleri, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara. 37-39, 58, 98.
- Kamble K. H. ve Aggrawal P., 2011. Geostatistical analyst for deciding optimal interpolation strategies for delineating compact zones, International Journal of Geosciences, 2, 04, 585.
- Kara Ö. ve Bolat İ., 2008. The effect of different land uses on soil microbial biomass carbon and nitrogen in Bartın province, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 32, 4, 281-288.
- Karabulut A., 2010. Çukurova'da flüviyal tarım arazisinde bazı toprak verimlilik özelliklerinin jeostatistiksel modellenmesi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Karahan G., Erşahin D. ve Öztürk H. S., 2014. Toprak koşullarına bağlı olarak tarla kapasitesi dinamiği, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 30, 1-9.
- Karahan G. ve Erşahin S., 2016. Jips: özellikleri, çevresel davranışları ve toprak ıslah maddesi olarak kullanımı, Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 2, 1-2, 45-53.
- Karaman M. R., Brohi A. R., Güneş A., İnal A. ve Alpaslan M., 2000. Yöresel değişik azotlu gübre uygulamalarının Tokat bölgesinde yetiştirilen bazı kışlık sebzelerin nitrat akümülyasyonuna etkisi, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 24, 1, 1-9.

- Karanlık S., Ağca N. ve Yalçın M., 2011. Spatial distribution of heavy metals content in soils of Amik Plain (Hatay, Turkey), Environmental monitoring and assessment, 173, 1, 181-191.
- Karaoğlu M. ve Şimşek U., 2014. Toprak fiziği uygulamaları, Nobel Akademik, Ankara. 61-65, 91-93, 137-142.
- Karlen D. L., Mausbach M., Doran J. W., Cline R., Harris R. ve Schuman G., 1997. Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation (a guest editorial), Soil Science Society of America Journal, 61, 1, 4-10.
- Karpuzcu M., 2004. Çevre kirlenmesi ve kontrolü, Kubbealtı Neşriyatı, İstanbul. 381. 329-330, 334, 347.
- Kazemi S. M. ve Hosseini S. M., 2011. Comparison of spatial interpolation methods for estimating heavy metals in sediments of Caspian Sea. Expert Systems with Applications, 38, 3, 1632-1649.
- Keşli Y., 2009. Farklı hasat zamanları ve kükürt gübrelemesinin mercimeğin (lens culinaris medik.) verim, verim öğreleri ve aminoasit bileşimine etkisi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Keyfli M., 2020. Yüksük otu (Digitalis sp.) bitkisi kallus kültürlerinde tuzluluğun büyüme ve fenolik madde kompozisyonuna etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Kılıç O. M., Polat F., Buhan E. ve Doğan H. M., 2017. Zinav Gölü havzasının topoğrafik durumu, arazi kullanımı ve bazı toprak özelliklerinin CBS ve UA ile haritalanması, Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 6, 3, 45-54.
- Kılıç Ş. ve Aydın M., 2010. Toprak bilimi, Nobel Bilim ve Araştırma Merkezi, Ankara. 130. 1-2, 9-10, 85-86.
- Kocataş A., 2006. Ekoloji ve çevre biyolojisi, Ege Üniversitesi, İzmir. 597. 165.
- Koçak B., 2020. Atrazine ve Glyphosate'ın toprak karbon mineralizasyonuna olan etkileri, International Journal of Life Sciences and Biotechnology, 3, 1, 108-116.
- Koçyiğit H. ve Sinanoğlu F., 2019. Yüzeysel sularda pestisit kalıntısının araştırılması çalışma örneği; Alanya Alara Çayı, Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 5, 2, 224-236.
- Koçyiğit R., 2008. Karasal ekosistemde karbon yönetimi ve önemi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2008, 1, 81-85.
- Kol Ç. ve Küpcü S., 2008. Spatial analiz. İşlem Coğrafi Bilgi Sistemleri Müh. ve Eğtm Ltd. Şti., Ankara. 268. 163.

- Komnitsas K., Guo X. ve Li D., 2010. Mapping of soil nutrients in an abandoned Chinese coal mine and waste disposal site, *Minerals Engineering*, 23, 8, 627-635.
- Korkanç S. Y. ve Korkanç M., 2016. Physical and chemical degradation of grassland soils in semi-arid regions: A case from Central Anatolia, Turkey, *Journal of African Earth Sciences*, 124, 1-11.
- Korkanç S. Y., Şahin H., Özden A. O.ve Özkurt B., 2018. Arazi kullanımı dönüşümlerinin toprakların organik karbon depolama ve bazı özellikleri üzerindeki etkileri: Niğde yöresi örneği. *Turkish Journal of Forestry*, 19, 4, 362-367.
- Krige D. G., 1951. A statistical approach to some basic mine valuation problems on the Witwatersrand. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 52, 6, 119-139.
- Kurnaz S. Ü.ve Büyükgüngör H., 2016. Bioremediation of total petroleum hydrocarbons in crude oil contaminated soils obtained from southeast Anatolia. *Acta Biologica Turcica*, 29, 2, 57-60.
- Küçüker M. A., 2011. Kring-based Estimation of the Change in Soil Carbon Stock in the Karasu Coastal Black Sea Region of Turkey, Yüksek Lisans Tezi Boğaziçi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kük M. ve Burgess P., 2010. The pressures on, and the responses to, the state of soil and water resources of Turkey, *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 2, 2, 199-211.
- Lark R. ve Scheib C., 2013. Land use and lead content in the soils of London, *Geoderma*, 209, 65-74.
- Lavelle P. ve Spain A., 2002. Soil ecology, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands. 654. 149-150, 151, 153.
- Lhissoui R., El Harti A. ve Chokmani K., 2014. Mapping soil salinity in irrigated land using optical remote sensing data, *Eurasian Journal of Soil Science*, 3, 2, 82-88.
- Lhotský O., Krákorová E., Linhartová L., Křesinová Z., Steinová J., Dvořák L., Rodsand T., Filipová A., Kroupová K. ve Wimmerová L., 2017. Assessment of biodegradation potential at a site contaminated by a mixture of BTEX, chlorinated pollutants and pharmaceuticals using passive sampling methods—case study, *Science of the Total Environment*, 607, 1451-1465.
- Li W., Xu B., Song Q., Liu X., Xu J. ve Brookes P. C., 2014. The identification of 'hotspots' of heavy metal pollution in soil-rice systems at a regional scale in eastern China, *Science of the Total Environment*, 472, 407-420.

- Luo W., Lu Y., Zhang Y., Fu W., Wang B., Jiao W., Wang G., Tong X. ve Giesy J. P., 2010. Watershed-scale assessment of arsenic and metal contamination in the surface soils surrounding Miyun Reservoir, Beijing, China. *J Environmental Management*, 91, 12, 2599-2607.
- Maltaş A. Ş., 2013. Antalya merkez-ilçe örtüaltı güzlük domates (*Solanum lycopersicum* L.) yetiştiriciliğinde farklı asit uygulamalarının toprak pH'sı üzerine etkileri ile bitki beslenme durumlarının araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Mandal D., Singh R., Dhyani S. ve Dhyani B., 2010. Landscape and land use effects on soil resources in a Himalayan watershed, *Catena*, 81, 3, 203-208.
- Marchetti A., Piccini C., Francaviglia R. ve Mabit L., 2012. Spatial distribution of soil organic matter using geostatistics: a key indicator to assess soil degradation status in Central Italy, *Pedosphere*, 22, 2, 230-242.
- Marzaioli R., d'Ascoli R., De Pascale R. ve Rutigliano F., 2010. Soil quality in a Mediterranean area of Southern Italy as related to different land use types, *Applied Soil Ecology*, 44, 3, 205-212.
- Mathlouthi C., Kacem M., Mesticou Z. ve Dubujet P., 2017. Polluted soil leaching: unsaturated conditions and flow rate effects, *Eurasian Journal of Soil Science*, 6, 2, 161-167.
- Mirsal I. A., 2008. Soil pollution: Origin, monitoring & remediation, Second Edition, Springer, Berlin, Germany. 312. 48, 51, 96-98, 151, 247.
- Moncada M. P., Penning L. H., Timm L. C., Gabriels D. ve Cornelis W. M., 2017. Visual examination of changes in soil structural quality due to land use, *Soil and Tillage Research*, 173, 83-91.
- Morton-Bermea O., Hernández-Álvarez E., González-Hernández G., Romero F., Lozano R. ve Beramendi-Orosco L. E., 2009. Assessment of heavy metal pollution in urban topsoils from the metropolitan area of Mexico City, *Journal of Geochemical Exploration*, 101, 3, 218-224.
- Nardi J. B., 2007. Life in the Soil: A Guide for Naturalists and Gardeners. University of Chicago Press, Chicago, USA. 47-51.
- Odhiambo B. O., Kenduiywo B. K. ve Were K., 2020. Spatial prediction and mapping of soil pH across a tropical afro-montane landscape, *Applied Geography*, 114.
- Olarieta J. R., Rodriguez-Valle F. L. ve Tello E., 2008. Preserving and destroying soils, transforming landscapes: Soils and land-use changes in the Valles County (Catalunya, Spain) 1853–2004, *Land Use Policy*, 25, 4, 474-484.

- Oliver M. A. ve Webster R., 2014. A tutorial guide to geostatistics: Computing and modelling variograms and kriging, Catena, 113, 56-69.
- Oliver M. A. ve Webster R., 2015. Basic Steps in Geostatistics: The Variogram and Kriging. Springer, Cham, Germany. 3.
- Özkan K., Mert A. ve Gülsoy S., 2007. Beyşehir gölü havzası topraklarının bazı özellikleri ile toprak rengi ve strüktürü arasındaki ilişkiler, Turkish Journal of Forestry, 8, 2, 9-22.
- Özkay F., Kıran S., Taş İ. ve Kuşvuran Ş., 2014. Effects of copper, zinc, lead and cadmium applied with irrigation water on some eggplant plant growth parameters and soil properties, Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 1, 3, 377-383.
- Özkul C., Tokel S. ve Savaş M., 2011. Emet (Kütahya) neojen havzası topraklarında saptanan jeojenik arsenik ve antimon anomalileri, Journal of Science and Technology of Dumlupınar University 025, 91-102.
- Panday D., Ojha R. B., Chalise D., Das S., Twanabasu B. ve Tejada Moral M., 2019. Spatial variability of soil properties under different land use in the Dang district of Nepal, Cogent Food & Agriculture, 5, 1.
- Pang S., Li T, Wang Y., Yu H. ve Li X., 2009. Spatial interpolation and sample size optimization for soil copper (cu) investigation in cropland soil at county scale using cokriging, Agricultural Sciences in China, 8, 11, 1369-1377.
- Paz C. G. ve Rodriguez T. T., 2008. Factors of soil formation, pp. 229-230, in: Chesworth W. (Editor), Encyclopedia of Soil Science, Springer, Dordrecht, Netherlands.
- Peker A. E. ve Öztürk H. S., 2020. Sodyumlu sulama sularının toprak tuzluluk değişimine etkisi, Toprak Su Dergisi, 9, 2, 102-115.
- Pierzynski G. M., Sims J. T. ve Vance G. F., 2005. Soil and environmental quality. Taylor& Francis, New York, USA. 13, 136-150, 150-164, 198, 203, 237, 342, 352, 365, 369.
- Plaster E., 2013. Soil science and management, Sixth Edition, Delmar Cengage learning, New York, USA. 520. 68, 98-99.
- Poorpak A. S., 2016. Derinkale (Urumia-İran) havzası toprak özelliklerinin yersel değişim paternlerinin jeostatistiksel yöntemlerle belirlenmesi, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Qishlaqi A., Moore F. ve Forghani G., 2009. Characterization of metal pollution in soils under two landuse patterns in the Angouran region, NW Iran: a study

based on multivariate data analysis, *Journal of Hazardous Materials*, 172, 1, 374-384.

- Reidsma P., Feng S., van Loon M., Luo X., Kang C., Lubbers M., Kanellopoulos A., Wolf J., van Ittersum M. K. ve Qu F., 2012. Integrated assessment of agricultural land use policies on nutrient pollution and sustainable development in Taihu Basin, China, *Environmental Science & Policy*, 18, 66-76.
- Richa A., Douaoui A. ve Bettahar N., 2014. Quantification and contribution of nitrogen inputs in the soil on groundwater contamination by nitrates: Valley of High-Cheliff (North Algerian), *Toprak Su Dergisi*, 51-60.
- Rodríguez L., Ruiz E., Alonso-Azcárate J. ve Rincón J., 2009. Heavy metal distribution and chemical speciation in tailings and soils around a Pb–Zn mine in Spain, *Journal of Environmental Management*, 90, 2, 1106-1116.
- Roger A., Libohova Z., Rossier N., Joost S., Maltas A., Frossard E. ve Sinaj S., 2014. Spatial variability of soil phosphorus in the Fribourg canton, Switzerland, *Geoderma*, 217-218, 26-36.
- Sakin E., Sakin E. ve Seyrek A., 2014. Diyarbakır ili yüzey topraklarının karbon stokları ve miktarları, *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 18, 2, 1-5.
- Savacı G. ve Sariyıldız T., 2018. A comparison of soil organic carbon and total nitrogen stock capacity in adjacent cultivated, agriculture and forest soils, *Journal of Innovative Science and Engineering*, 2, 2, 51-60.
- Savacı G., Sariyıldız T., Çağlar S., Ferhat K. ve Topal E., 2021. The effects of windthrow damage on soil properties in scots pine, black pine and kazdağı fir stands in the northwest Turkey, *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 21, 3, 229-243.
- Saygılı Y. S. ve Çakmak B., 2021. Niğde ilinin tarımsal mekanizasyon düzeyinin incelenmesi, *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35, 2, 389-413.
- Selmy S., El-Aziz S. A., El-Desoky A. ve El-Sayed M., 2021. Characterizing, predicting, and mapping of soil spatial variability in Gharb El-Mawhoub area of Dakhla Oasis using geostatistics and GIS approaches, *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 1-14.
- Shahbazi F., Aliasgharzad N., Ebrahimzad S. A. ve Najafi N., 2013. Geostatistical analysis for predicting soil biological maps under different scenarios of land use, *European Journal of Soil Biology*, 55, 20-27.
- Sheppard S. C. ve Addison J. A., 2008. Soil sample handling and storage, pp. 39-45, in: Carter, M. R. ve Gregorich, E. G. (Editor), *Soil Sampling and Methods of Analysis*, CRC Press, New York, USA.

- Soba M. R., Türkmen F., Taşkin M. B., Akça M. O. ve Öztürk H. S., 2015. Ankara üniversitesi ziraat fakültesi haymana araştırma ve uygulama çiftliği topraklarının verimlilik durumlarını incelenmesi, Toprak Su Dergisi, 4, 1, 7-17.
- Sollitto D., Romic M., Castrignanò A., Romic D. ve Bakic H., 2010. Assessing heavy metal contamination in soils of the Zagreb region (Northwest Croatia) using multivariate geostatistics, Catena, 80, 3, 182-194.
- Sozubek B., Belliturk K. ve Saglam M. T., 2014. Cadmium and zinc accumulation in maize influenced by zinc fertiliser in cadmium polluted soil, Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 1, Özel Sayı 2, 1407-1412.
- Şanlı G. E. ve Sivri S., 2019. Farklı Toprak Kullanım Alanlarında Poliaromatik Hidrokarbon (PAH) Kirliliği: İlkbahar Mevsimi. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 21, 63, 805-817.
- Şener Güzel G., 2017. Harran Ovası topraklarının bazı özelliklerinin jeostatistiksel (kriging-method) yöntemle belirlenerek haritalanması, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlı Urfa.
- Şener M. ve Çakar G., 2009. Toprak yeme hastalığında jeofaji kullanılan toprakların jeolojik özellikleri Bor-Emirgazi bölgesi, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 33, 2, 143-172.
- Şener M. F., 2011. Niğde ve yakın yöresinin jeotermal kaynak potansiyeli, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde.
- Taban S., Çıkılı Y., Kebeci F., Sezer S., Konuşkan R., Taban N., Çevik N. ve Topoğlu E., 2005. Taşköprü yöresinde sarımsak tarımı yapılan toprakların potasyum durumu ve potasyumlu gübrelemenin sarımsakta verim üzerine etkisi, Tarımda Potasyumunun Yeri ve Önemi Çalıştayı, Eskişehir, Bildiriler Kitabı, 54-61.
- Tarasov D. A., Buevich A. G., Sergeev A. P. ve Shichkin A. V., 2018. High variation topsoil pollution forecasting in the Russian Subarctic: Using artificial neural networks combined with residual kriging, Applied Geochemistry, 88, 188-197.
- Taşcıoğlu S. ve Aydın A., 2017. Tüm yönleriyle toprak bilimi ve toprak kirlenmesi, Çağlayan Kitapevi, İstanbul. 544. 54-55, 86, 272, 329, 335-336, 297-298, 441, 465-474.
- T.C. Resmî Gazete, Toprak kirliliğinin kontrolü ve noktasal kaynaklı kirlenmiş sahalara dair yönetmelik, (27605), 31.05.2005, 1
- Tian B., 2016. GIS technology applications in: Environmental and earth sciences, CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. 1-2.

- Tolunay D. ve Çömez A., 2008. Türkiye ormanlarında toprak ve ölü örtüde depolanmış organik karbon miktarları, Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu, Hatay, Bildiriler Kitabı, 750-765.
- Topcuoğlu B., 2015. Evaluation of heavy metal pollution characteristics in greenhouse soils of Antalya (Turkey), International Journal of Agricultural and Natural Sciences, 8, 1, 44-49.
- Travis M. J., Weisbrod N. ve Gross A., 2008. Accumulation of oil and grease in soils irrigated with greywater and their potential role in soil water repellency, Science of the Total Environment, 394, 1, 68-74.
- Tume P., González E., King R. W., Monsal ve V., Roca N.ve Bech J., 2016. Spatial distribution of potentially harmful elements in urban soils, city of Talcahuano, Chile, Journal of Geochemical Exploration, 184, 333-344.
- Turan H., Özdemir Z. ve Zorlu S., 2012. Çiftahan (Ulukışla-Niğde) bölgesinin Cu, Zn, Fe, Mn ve Ni için biyojeokimyasal anomalilerin araştırılması, İstanbul Yerbilimleri Dergisi, 19, 2, 131-140.
- Turci F., Favero-Longo S. E., Gazzano C., Tomatis M., Gentile-Garofalo L. ve Bergamini M., 2016. Assessment of asbestos exposure during a simulated agricultural activity in the proximity of the former asbestos mine of Balangero, Italy, Journal of Hazardous Materials, 308, 321-327.
- Turgut B. ve Öztaş T., 2012. Bazı toprak özelliklerine ait yersel değişimin jeostatistiksel yöntemlerle belirlenmesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 7, 2, 10-22.
- Ucun H. ve Özel H. B., 2012. Investigation on heavy metal pollution in Uludag fir forests (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana* MATTF) in the Bartın Region, Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 12, 3, 155-160.
- Xia X., Chen X., Liu R. ve Liu H., 2011. Heavy metals in urban soils with various types of land use in Beijing, China, Journal of Hazardous Materials, 186, 2-3, 2043-2050.
- Xie Y., Chen T. B., Lei M., Yang J., Guo Q. J., Song B. ve Zhou X. Y., 2011. Spatial distribution of soil heavy metal pollution estimated by different interpolation methods: accuracy and uncertainty analysis, Chemosphere, 82, 3, 468-476.
- Yang Z., Li X., Wang Y., Chang J.ve Liu X., 2021. Trace element contamination in urban topsoil in China during 2000-2009 and 2010-2019: Pollution assessment and spatiotemporal analysis, Science of the Total Environment, 758, 143647.
- Yaron B., Calvet R. ve Prost R., 1996. Soil Pollution. Springer, Beit Dagan, Israel. 27-41, 268, 278.

- Yerli C., Çakmakci T., Şahin Ü. ve Tüfenkçi Ş., 2020. Ağır metallerin toprak, bitki, su ve insan sağlığına etkileri, Türk Doğa ve Fen Dergisi, 9, Özel Sayı, 103-114.
- Yılmaz E. ve Alagöz Z., 2013. Şeker pancarı küspesinin tarımsal kullanımı: Şeker pancarı küspesinin seçilen toprak özellikleri üzerine etkisi, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 26, 2, 121-129.
- Yılmaz M. ve Dengiz O., 2021. Bazı toprak özellikleri ile ilişkili olarak arazi kullanımı ve arazi örtüsünün toprak organik karbon stokuna etkisi, Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 8, 2, 154-167.
- Yılmaz S., 2015. Kömür Külünün Toprakların Kimyasal Özelliklerine ve Bitki Gelişimine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Yin C.-Q., Jiang X., Yang X.-L., Bian Y.-R. ve Wang F., 2008. Polycyclic aromatic hydrocarbons in soils in the vicinity of Nanjing, China, Chemosphere, 73, 3, 389-394.
- Yünsel T. Y. 2007. Maden yataklarının jeostatistiksel yöntemlerle analizi ve modellenmesi, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Zhang C., Luo L., Xu W. ve Ledwith V., 2008. Use of local Moran's I and GIS to identify pollution hotspots of Pb in urban soils of Galway, Ireland, Science of the Total Environment, 398, 1-3, 212-221.
- Zissimos A. M., Cohen D. R. ve Christoforou I. C., 2018. Land use influences on soil geochemistry in Lefkosia (Nicosia) Cyprus, Journal of Geochemical Exploration, 187, 6-20.
- URL-1 < <https://www.kalkinmakutuphanesi.gov.tr/dokumanflipbook/tr71-bolgesi-cevre-ve-altyapi-arastirma-analiz-raporu/3> >, Erişim Tarihi: 29.11.2021
- URL-2 < https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/n-gde_2019_-cdr-20200617150533.pdf >, Erişim Tarihi: 29.11.2021
- URL-3 < https://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/IR5_en.pdf >, Erişim Tarihi: 20.12.2014
- URL-4 < <https://www.fao.org/3/i5199e/I5199E.pdf> >, Erişim Tarihi: 25.12.2021
- URL-5 < <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/NHYP%20DEN%C4%B0Z/KONYA%20KAPALI%20NEH%C4%B0R%20HAVZASI%20Y%C3%96NET%C4%B0M%20PLANI.pdf> >, Erişim Tarihi: 15.12.2021

- URL-6 < https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/havza%20koruma%20eylem%20planlar%C4%B1/Konya_Kapali_Havzasi.pdf >, Erişim Tarihi: 20.06.2020
- URL-7 < <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr> >, Erişim Tarihi: 19.12.2021
- URL-8 < <https://corine.tarimorman.gov.tr/corineportal/araziortususiniflari.html> >, Erişim Tarihi: 03.03.2021
- URL-9 < <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018?tab=mapview> >, Erişim Tarihi: 07.03.2021
- URL-10 < https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/n-gde_2019_-cdr-20200617150533.pdf >, Erişim Tarihi: 19.12.2021
- URL-11 < <https://www.havaizleme.gov.tr/> >, Erişim Tarihi: 25.04.2021
- URL-12 < <https://altunhisar.bel.tr/ilcemiz/> >, Erişim Tarihi: 15.06.2021
- URL-13 < <http://ciftlik.bel.tr/index.php/tarihi/> >, Erişim Tarihi: 18.06.2021
- URL-14 < <https://www.ulukisla.bel.tr/sehir/iklim-ozellikleri/25/> >, Erişim Tarihi: 20.07.2021
- URL-15 < <http://www.bor.bel.tr/bor/cografya-ve-nufus> >, Erişim Tarihi: 06.07.2021
- URL-16 < <https://www.nitso.org.tr/index.php/tr/nigde-2/302-nigde-genel-bilgiler> >, Erişim Tarihi: 24.07.2021
- URL-17 < https://www.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Mevzuat/Talimatlar/ToprakAraziSiniflamasiStandartlariTeknikTalimativeIlgiliMevzuat_yeni.pdf >, Erişim Tarihi: 25.11.2021
- URL-18 < <https://www.ormuh.org.tr/uploads/dosya/sunular/Anakaya-Toprak.pdf> >, Erişim Tarihi: 19.12.2021
- URL-19 < <https://www.eea.europa.eu/tr/isaretler/aca-isaretler-2020/articles/arazi-ve-toprak-kirliligi-2014> >, Erişim Tarihi: 25.11.2021

EKLER

EK-1 Toprak Özelliklerinin Variogram Parametreleri

Toprak Özellikleri	Ön İşlemlerden sonra Çarpıklık, Basıklık ve Veri Dönüşümleri	Toprak Özelliklerinin Variogram Parametreleri										
		Variogram Modeli	Yapısal Uzaklık [metre]	Nugget (C ₀)	Sill C+C ₀	Nugget/Sill	Mekansal Bağlılık	r ²	Ortalama Hata (ME)	Ortalama Standart Hata (ASE)	Ortalama Hatanın Karekökü(RMSE)	Standardize RMSE
pH	Çarpıklık: 1,42 Basıklık: 5,09	Dairesel	33369	0,1431	0,30746	47%	Orta	0,87	0,0029	0,462	0,486	1,05
EC	Doğal Logaritma Çarpıklık: 0 Basıklık: 2,56	Küresel	16019	0,0909	0,5709	16%	Yüksek	0,82	-0,002	0,22	0,28	1,27
OM [%]	Doğal Logaritma Çarpıklık: -0,11 Basıklık: 3,66	Dairesel	20886	0,0562	0,1582	36%	Orta	0,98	-0,036	1,84	1,88	1,03
Nem [%]	Çarpıklık: 0,64 Basıklık: 2,78	Dairesel	36218	3,05	7,18	42%	Orta	0,98	0,03	2,28	2,39	1,055
TPH [mg/kg]	Doğal Logaritma Çarpıklık: -0,14 Basıklık: 2,78	Küresel	19748	0,25	0,63	40%	Orta	0,96	0,02	0,38	0,26	0,81
Yağ-Gres [%]	Box-Cox ($\lambda=0,15$) Çarpıklık: -0,67 Basıklık: 2,56	Üssel	24501	2,557	3,117	82%	Düşük	0,8	1,02	10,43	6,088	0,56
TOC [mg/kg]	Doğal Logaritma Çarpıklık: -0,14 Basıklık: 2,19	Üssel	21054	0	0,432	0%	Yüksek	0,77	0,04	45,3786	34,83	0,79
TC [mg/kg]	Çarpıklık: 0,5 Basıklık: 3	Küresel	16009	1945	17928	11%	Yüksek	0,82	1,576766	121,255	115,2246	0,943
İC [mg/kg]	Çarpıklık: -0,06 Basıklık: 2,26	Gaussian	11982	6933	17986	39%	Orta	0,89	0,19	113,46	132,63	0,87

EK-1 (devam). Toprak Özelliklerinin Variogram Parametreleri

TN [mg/kg]	Doğal Logaritma Çarpıklık: 0,1 Basıklık: 2,6	Gaussian	8666	0,093	0,453	21%	Yüksek	0,89	0,2	15,187	13,67	1,15
Florür [mg/kg]	Box-Cox ($\lambda=0,2$) Çarpıklık: -0,3 Basıklık: 2,6	Gaussian	13491	0,68	0,73	93%	Düşük	0,89	0,09	1,26	1,28	0,93
Klorür [mg/kg]	Doğal Logaritma Çarpıklık: 0,13 Basıklık: 6	Gaussian	21121	0,004	0,094	4,26%	Yüksek	0,89	-0,16	5,46	6,87	1,15
Nitrat [mg/kg]	Box-Cox ($\lambda=0,2$) Çarpıklık: 0,03 Basıklık: 3	Küresel	35110	3,9354	5,4054	72,80%	Orta	0,82	-2	91,1456	97,2275	0,97
Sülfat [mg/kg]	Doğal Logaritma Çarpıklık: 0 Basıklık: 4,8	Gaussian	76292	0,436	0,726	60%	Orta	0,89	-0,066	0,5	0,87	1,89
As[mg/kg]	Çarpıklık: 1,4 Basıklık: 5	Üssel	29955	0	0,003	0%	Yüksek	0,86	0	0,022	0,022	1,033
Cu[mg/kg]	Doğal Logaritma Çarpıklık: 0,12 Basıklık: 3,32	Üssel	11760	0,0014	0,0284	5%	Yüksek	0,77	-0,0005	0,0023	0,0025	1,03
Fe [mg/kg]	Box-Cox ($\lambda=-0,2$) Çarpıklık: 0 Basıklık: 2,8	Üssel	10802	0,206	8	2%	Yüksek	0,89	0,67322	13,88	2,738	0,178
Hg [mg/kg]	Çarpıklık: -1 Basıklık: 3	Gaussian	26903	3,056	7,196	42%	Orta	0,89	0	0,002	0,002	1,12
Mn [mg/kg]	Doğal Logaritma Çarpıklık: 1 Basıklık: 4,3	Üssel	13862	0,0046	0,4316	1%	Yüksek	0,88	-0,0019	0,007	0,012	1,58
Ni [mg/kg]	Doğal Logaritma Çarpıklık: 0 Basıklık: 3,7	Üssel	29853	0,0925	0,2645	35%	Orta	0,77	0,0004	0,038	0,037	1,031
Pb [mg/kg]	Doğal Logaritma Çarpıklık: 0 Basıklık: 2,4	Üssel	12733	0	0,68	0%	Yüksek	0,77	0	0,6666	0,574	0,876

EK-1 (devam). Toprak Özelliklerinin Variogram Parametreleri

Sb [mg/kg]	Çarpıklık: 0,54 Basıklık: 3	Gaussian	19275	0,16	0,273	59%	Orta	0,81	0	0,03	0,026	1,03
Ca [mg/kg]	Çarpıklık: 0 Basıklık: 1,98	Gaussian	14818	8,815	44,815	20%	Yüksek	0,88	5,44	176,1289	164,3895	0,95
K [mg/kg]	Çarpıklık: 1,54 Basıklık: 5	Küresel	19,171	3,425	5,387	64%	Orta	0,82	-1,7	72,73	72,57	0,99
Mg [mg/kg]	Çarpıklık: 1,5 Basıklık: 5	Küresel	22,642	799	1475	54%	Orta	0,82	0,612	36,89	36,5	0,99
Na [mg/kg]	Doğal Logaritma Çarpıklık: -0,6 Basıklık: 3,8	Gaussian	10845	0,0018	1,8618	0,1%	Yüksek	0,89	1,65	63,53	31,32	1,078
Tarla Kapasitesi [%]	Çarpıklık: -1,26 Basıklık: 5	Gaussian	12733	10,86	14,52	75%	Orta	0,89	0,028	3,755	4,029	1,06
Silt [%]	Çarpıklık: 1 Basıklık: 3,2	Gaussian	13168	0,089	0,177	50%	Orta	0,89	0,00744	0,3921	0,39139	1,003
Kum [%]	Çarpıklık: 0 Basıklık: 1,80	Gaussian	21147	51,09	460,501	11%	Yüksek	0,98	0,31	13,9	13,66	1,03
Çakıl [%]	Çarpıklık: 0,54 Basıklık: 2	Gaussian	35043	153	475	32%	Orta	0,98	-0,1	16,06	16,59	1,028

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Orhan Atakan Gürbüz

EĞİTİM BİLGİLERİ (Kurum ve Yıl)

Lisans : Çukurova Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü,
2004-2008

Yüksek Lisans : Cleveland State University, Çevre Çalışmaları
Anabilim Dalı, 2010-2012

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLERİ

1. DSİ / Yaz Stajı
2. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi / Öğr.Gör.

TEZDEN ÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER

Uluslararası Hakemli Dergilerde Yayımlanan Makaleler

1. GÖK, Gülden; GÜRBÜZ, Orhan Atakan. Application of geostatistics for grid and random sampling schemes for a grassland in Nigde, Turkey. Environmental monitoring and assessment, 2020, 192.5: 1-12.

Kongrelerde Sunulan Makaleler

1. GÖK, Gülden; GÜRBÜZ, Orhan Atakan. Interpolation Of Soil Quality Parameters for a Dry Agriculture Field with IDW Method, 1st International Conference on Environment, Technology and Management, Niğde/Turkey