



**YUKARI KELKİT HAVZASININ BAZI
TOPRAK VE YÜZEY SUYU ÖZELLİKLERİNİN
MODELLENMESİ ve HARİTALANMASI
GÜLİN KARAN
DOKTORA TEZİ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANA BİLİM DALI
DOÇ. DR HAKAN METE DOĞAN
Aralık - 2015
Her hakkı saklıdır**

**T.C.
GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANA BİLİM DALI**

DOKTORA TEZİ

**YUKARI KELKİT HAVZASININ BAZI
TOPRAK VE YÜZEY SUYU ÖZELLİKLERİNİN
MODELLENMESİ ve HARİTALANMASI**

GÜLİN KARAN

**TOKAT
Aralık - 2015**

Her hakkı saklıdır

Doç. Dr. Hakan Mete DOĞAN danışmanlığında, Gülin KARAN tarafından hazırlanan bu çalışma 11/12/2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Toprak Anabilim Dalı'nda doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Kadir SALTALI

İmza :

Üye : Doç. Dr. Levent BAŞAYIĞIT

İmza :

Üye : Doç. Dr. Hakan Mete DOĞAN

İmza :

Üye : Doç. Dr. Halil ERDEM

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ekrem BUHAN

İmza :

Yukarıdaki sonucu onaylarım.



**Prof. Dr. Mehmet Ali Sakin
Enstitü Müdürü**

16/12/2015

ÖZET

Doktora Tezi

YUKARI KELKİT HAVZASININ BAZI TOPRAK VE YÜZEY SUYU ÖZELLİKLERİNİN MODELLENMESİ VE HARİTALANMASI

Gülin KARAN

Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Doç.Dr. Hakan Mete DOĞAN

Bu çalışmada Yukarı Kelkit Havzasının toprak ve tüm Kelkit Havzasının yüzey suyu özellikleri coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ve uzaktan algılama (UA) yöntemleri kullanılarak ayrıntılı bir şekilde araştırılıp haritalanmıştır. Yukarı Kelkit Havzası olarak adlandırılan Giresun ilinin Çamoluk, Gümüşhane ilinin Şiran, Kelkit, Köse ve Erzincan'ın Refahiye ilçelerini kapsayan çalışma alanından toplam 225 coğrafik referanslı yüzey (0-20 cm) toprak örneği alınmıştır. Toprak örnekleri laboratuvarında analiz edilmiş ve toplam 18 toprak değişkeni belirlenmiştir. Su numuneleri dört ayrı gözlem zamanında (2013-Şubat-Nisan-Ağustos-Ekim) tüm Kelkit Nehri boyunca belirlenen 24 örnekleme istasyonundan alınmıştır ve 19 su değişkeninin analizi yapılmıştır. Belirlenen toprak parametreleri CBS`de Kriking metodu (spHerical semivariogram) kullanılarak bir raster haritalara (20 m çözünürlük) dönüştürülmüştür. Toprak arazi örnekleme verileri ve çalışma alanını kapsayan LANDSAT-7 ETM+ ve LANDSAT-8 (OLI) görüntülerinin bantları arasındaki ilişkiler korelasyon ve regresyon analizi yöntemleri ile araştırılmıştır. LANDSAT-7 ETM+ band 5 DN değerleri ile organik madde, azot, pH ve CaCO₃ toprak değişkenleri arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak önemli bulunmuş ve modellenmiştir. Elde edilen modeller CBS de çalıştırılarak, bu toprak değişkenlerine ait model haritalar raster formatında üretilmiştir. Su değişkenlerine ait sonuçlar ANOVA ile analiz edilmiş, su örnekleme istasyonları arasındaki farklılıklar ve su örnekleme zamanları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak araştırılmıştır. Ayrıca, su analiz sonuçları Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği'ne göre değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır.

2015, 117 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Coğrafi Bilgi Sistemleri, Uzaktan Algılama, Kelkit Havzası, Su Kalitesi, Toprak Özellikleri

ABSTRACT

PHD Thesis

MODELING AND MAPPING SOME SOIL AND SURFACE WATER PROPERTIES OF UPPER KELKIT BASIN

Gulin KARAN

Gaziosmanpasa University

**Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department Of Soil Science and
Plant Nutrition**

Supervisor: Associate Proffesor Hakan Mete DOĞAN

In this study, soil features of Upper Kelkit Basin and suface water characteristics of whole Kelkit River were researched and mapped in detail by using geograpHic information systems (GIS) and remote sensing (RS) methods. A total 225 georeferenced surface (0-20 cm) soil samples were collected from the study area called Upper Kelkit Basin which covers Çamoluk district of Giresun province, Refahiye district of Erzincan province, and Şiran, Kelkit and Köse districts of Gümüşhane province. Soil samples were analyzed in laboratory and a total 18 soil variables were determined. Water samples were taken from the determined 24 sampling stations through the Kelkit River in four different observation times (2013-February-April-August-October), and a total 19 water variables were analyzed. Determined soil parameters were transformed to raster maps (20 m resolution) by employing Kriging (spHerical semivariogram) method in GIS. Relationships among the field sampling data of soil and LANDSAT-7 ETM+ and LANDSAT-8 (OLI) images bands that cover the study area were investigated by correlation and regression methods. The relationship between LANDSAT-7 ETM+ band 5 and soil variables of organic matter, N, pH and CaCO₃ were found statistically significant, and modelled. Runnig the obtained models in GIS, model maps of these soil variables were produced in raster format. The results of the water variables were analyzed by ANOVA, and the differences between water sampling stations and differences between water sampling periods were statistically investigated. Results of the water were also evaluated and interpreted according to Water Pollution and Control Regulations of the Ministry of Environment and Urbanization

2015, 117 Pages

**Keywords: GeograpHic Information Systems, Remote Sensing, Kelkit Basin,
Water Quality, Soil features**

ÖNSÖZ

Tez konumun belirlenmesinden bitimine kadar benden desteğini esirgemeyen, tez çalışmamda ve danışabileceğim her konuda bana yardımcı olan ve beni yönlendiren danışman hocam Doç. Dr. Hakan Mete DOĞAN' a, tez çalışmamın örnekleme ve analiz aşamasında yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Ekrem BUHAN'a, Dr. Orhan Mete KILIÇ'a ve Yrd. Doç. Dr. Yasin Bedrettin KARAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Gülin KARAN

Aralık 2015

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	iv
KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	4
3. MATERYAL VE METOD.....	21
3.1. Materyal.....	21
3.1.1. Araştırma Alanının Coğrafik Özellikleri.....	21
3.1.2. Araştırma Alanının Toprak Özellikleri.....	22
3.1.3. Araştırma Alanının İklim Özellikleri.....	26
3.1.4. Araştırma Alanının Jeolojik Özellikleri.....	29
3.1.5. Araştırmada Kullanılan Uydu Görüntülerinin Özelleikleri.....	32
3.2. Metod.....	36
3.2.1. Toprak Çalışmaları.....	36
3.2.2. Su Çalışmaları.....	40
3.2.3. CBS ve UA Çalışmaları.....	46
3.2.4. İstatistiksel Analizler ve Modelleme Çalışmaları.....	47
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	49
4.1. Toprak Bulguları.....	49
4.2. Su Bulguları.....	77

5. SONUÇ.....	104
KAYNAKÇA.....	107
ÖZGEÇMİŞ.....	115

KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar	Açıklama
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
DSİ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
EİEİ	Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü
UA	Uzaktan algılama

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1. Yukarı Kelkit Havzasının Coğrafik Konumu ve Topografik Özellikleri.....	21
Şekil 3.2. Yukarı Kelkit Havzası Büyük Toprak Grupları.....	22
Şekil 3.3. Yukarı Kelkit Havzası Erozyon Sınıfları.....	24
Şekil 3.4. Yukarı Kelkit Havzası Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfları.....	25
Şekil 3.5. Yukarı Kelkit Havzası'nın maksimum-minimum-ortalama sıcaklık (°C) ve yağış (mm) haritaları.....	27
Şekil 3.6. Yukarı Kelkit Havzası'nın potansiyel evapotranspirasyon (mm), bağıl nem (%), rüzgar hızı (m/s) ve güneşlenme (%) haritaları.....	28
Şekil 3.7. Yukarı Kelkit havzasının jeolojik formasyonları.....	31
Şekil 3.8. Çalışmada Kullanılan LANDSAT- 7 ETM+ görüntüsü, kontrolsüz sınıfları (10 ve 15 Sınıf) ve bantları.....	34
Şekil 3.9. Çalışmada Kullanılan LANDSAT- 8 OLI görüntüsü, kontrolsüz sınıfları (10 ve 15 Sınıf) ve bantları.....	35
Şekil 3.10. Toprak örnekleme yapılan noktaların coğrafik dağılımı.....	36
Şekil 3.11. Su örnekleme istasyonlarının coğrafik dağılımı.....	40
Şekil 4.1. Toprak tekstürü (kum, kil ve silt) raster haritaları (projeksiyon: UTM, WGS-84, zon: 37K, çözünürlük: 20mX20m)	55
Şekil 4.2. N, P, K, organik madde içeriği raster haritaları (projeksiyon: UTM, WGS-84, zon: 37K, çözünürlük: 20mX20m).....	56
Şekil 4.3. CaCO ₃ , toprak reaksiyonu, EC, Na ve hava kuru nem raster haritaları (projeksiyon: UTM, WGS-84, zon: 37K, çözünürlük: 20mX20m).....	57
Şekil 4.4. Ağır metal (Zn, Pb, Ni, Fe, Cu, Cd) raster haritaları (projeksiyon: UTM, WGS-84, zon: 37K, çözünürlük: 20mX20m).....	58
Şekil 4.5. Geliştirilen modellere ait grafikler ve model eşitlikleri.....	74
Şekil 4.6. Model tahmin değerleri ve arazide gözlemlenen gerçek değerlerin karşılaştırılması.....	75

Şekil 4.7. Geliştirilen modellerden elde edilen grid haritalar ve enterpolasyon yöntemiyle üretilen grid haritaların karşılaştırılması.....	76
Şekil 4.8. Toplam fosfor, ortofosfat, amonyum azotu, nitrit azotu, nitrat azotu, nitrit azotu, klorofil-a, bulanıklık, biyolojik oksijen ihtiyacı, askıda katı madde su değişkenlerine ait histogramlar.....	77
Şekil 4.9. Toplam koliform, fekal koliform, sıcaklık, oksijen doygunluğu, pH, oksidasyon redüksiyon potansiyeli (ORP), elektriksel iletkenlik (EC), toplam çözünmüş katı madde (TDS) ve tuzluluk su değişkenlerine ait histogramlar.....	78
Şekil 4.10. Tüm ölçüm zamanlarında ve istasyonlarda birinci sınıfa giren su değişkenlerinin istasyon bazında dağılımı.....	80
Şekil 4.11. Tüm ölçüm zamanlarında ve istasyonlarda genellikle birinci sınıfa giren biyolojik oksijen ihtiyacı ve fekal koliform ile genellikle ikinci sınıfa giren toplam koliform su değişkenlerinin istasyon bazında dağılımı	82
Şekil 4.12. Tüm ölçüm zamanlarında ve istasyonlarda genellikle birinci sınıfa giren Amonyum azotu ve genellikle ikinci sınıfa giren Nitrit azotu su değişkenlerinin istasyon bazında dağılımı.....	84
Şekil 4.13. Tüm ölçüm zamanlarında ve istasyonlarda genellikle ikinci sınıfa giren toplam fosfor ve birinci sınıfa giren elektriksel iletkenlik su değişkenlerinin istasyon bazında dağılımı.....	85

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1. LANDSAT- 7 ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus) uydusu bantları ve çözünürlükleri (path/row: 173/32, tek bir görüntünün kapladığı alan 183 km X 170 km.....	32
Çizelge 3.2. LANDSAT-8 OLI (Operational Land Imager) uydusu bantları ve çözünürlükleri (tek bir görüntünün kapladığı alan 183 km X 170 km).....	33
Çizelge 3.3. Topraktaki ağır metal sınır değerleri (8 Haziran 2010 tarih ve 27605 sayılı Resmi Gazete`de yayınlanan, Çevre ve Orman Bakanlığı, Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği`nden alınmıştır).....	38
Çizelge 3.4. Toprak değişkenleri sınır değerleri.....	39
Çizelge 3.5. Kıtaiçi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (30 Kasım 2012 tarih ve 28483 sayılı Resmi Gazete`de yayınlanan, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi `nden alınmıştır).....	45
Çizelge 4.1. Toprak değişkenlerinin tanımsal istatistikleri.....	59
Çizelge 4.2. Toprak değişkenlerinin normallik testi değerleri.....	61
Çizelge 4.3. Toprak değişkenleri arasındaki korelasyonlar.....	62
Çizelge 4.4. Toprak değişkenleri ve LANDSAT-7 ETM+ kontrolsüz sınıflandırma (10 ve 15 sınıf) ve bantları arasındaki korelasyonlar.....	64
Çizelge 4.5. Toprak değişkenleri ve LANDSAT-8 OLI kontrolsüz sınıflandırma (10 ve 15 sınıf) ve bantları arasındaki korelasyonlar.....	64
Çizelge 4.6. pH (bağımlı değişken) ve LANDSAT7 ETM+ band5 (x bağımsız değişken) kübik regresyon istatistiği ve geliştirilen pH modeli.....	66
Çizelge 4.7. CaCO ₃ (bağımlı değişken) ve LANDSAT7 ETM+ band5 (x bağımsız değişken) kübik regresyon istatistiği ve geliştirilen CaCO ₃ modeli.....	67
Çizelge 4.8. Organik madde (bağımlı değişken) ve LANDSAT7 ETM+ band5 (x bağımsız değişken) kübik regresyon istatistiği ve geliştirilen organik madde modeli.....	68
Çizelge 4.9. Azot (bağımlı değişken) ve LANDSAT7 ETM+ band5 (x bağımsız değişken) kübik regresyon istatistiği ve geliştirilen azot modeli..	69

Çizelge 4.10. pH (bağımlı değişken) ve LANDSAT8 band6 (x bağımsız değişken) kübik regresyon istatistiği ve geliştirilen pH modeli.....	70
Çizelge 4.11. CaCO ₃ (bağımlı değişken) ve LANDSAT8 band6 (x bağımsız değişken) kübik regresyon istatistiği ve geliştirilen CaCO ₃ modeli.....	71
Çizelge 4.12. Organik madde (bağımlı değişken) ve LANDSAT7 ETM+ band5 (x bağımsız değişken) kübik regresyon istatistiği ve geliştirilen organik madde modeli.....	72
Çizelge 4.13. Azot (bağımlı değişken) ve LANDSAT7 ETM+ band5 (x bağımsız değişken) kübik regresyon istatistiği ve geliştirilen azot modeli..	73
Çizelge 4.14. Şubat su değişkenleri tanımsal istatistik sonuçları (N=24 istasyon)	86
Çizelge 4.15. Nisan su değişkenleri tanımsal istatistik sonuçları (N=24 istasyon).....	86
Çizelge 4.16. Ağustos su değişkenleri tanımsal istatistik sonuçları (N=24 istasyon).....	87
Çizelge 4.17. Ekim su değişkenleri tanımsal istatistik sonuçları (N=24 istasyon)	87
Çizelge 4.18. Orijinal su değişkenlerinin normallik testi sonuçları.....	91
Çizelge 4.19. Normal dağılım gösteren (orijinal ve dönüştürülmüş) su değişkenlerinin normallik testi değerleri.....	92
Çizelge 4.20. Normal dağılım gösteren su (bağımlı) değişkenleri ve istasyon faktörü için Varyans Analizi (ANOVA) Sonuçları (Ho: su değişkenleri yönünden istasyonlar arasında farklılık yoktur hipotezi.....	93
Çizelge 4.21. Normal dağılım gösteren su (bağımlı) değişkenleri ve ölçüm zamanı faktörü için Varyans Analizi (ANOVA) Sonuçları (Ho: su değişkenleri yönünden ölçüm zamanları arasında fark yoktur hipotezi test edilmiştir).....	94
Çizelge 4.22. Dönüştürülmüş Toplam fosfor (LOG10(10000*Toplam Fosfor) bağımlı değişkeni ve istasyon faktörü için Tukey HSD Sonuçları	95
Çizelge 4.23. Dönüştürülmüş Klorofil-a ($\sqrt{\text{KLOROFIL}}$) bağımlı değişkeni ve istasyon faktörü için Tukey HSD Sonuçları.....	96
Çizelge 4.24. Dönüştürülmüş Bulanıklık (LOG10(10000*BUL)) bağımlı değişkeni ve istasyon faktörü için Tukey HSD Sonuçları.....	97

Çizelge 4.25. Dönüştürülmüş askıda Katı Madde (LOG10(10000*AKM)) bağımlı değişkeni ve istasyon faktörü için Tukey HSD Sonuçları.....	98
Çizelge 4.26. Oksijen Doygunluğu (OD) bağımlı değişkeni ve istasyon faktörü için Tukey HSD Sonuçları.....	99
Çizelge 4.27. Dönüştürülmüş Elektriksel İletkenlik (\sqrt{EC}) bağımlı değişkeni ve istasyon faktörü için Tukey HSD Sonuçları.....	100
Çizelge 4.28. Tuzluluk bağımlı değişkeni ve istasyon faktörü için Tukey HSD Sonuçları.....	101
Çizelge 4.29. Normal dağılım gösteren su bağımlı değişkenleri ve ölçüm zamanı faktörü için Tukey HSD Sonuçları.....	102

1. GİRİŞ

Canlıların yaşaması için vazgeçilmez unsurların en önemlileri toprak ve sudur. Toprak, bitki örtüsünün beslendiği kaynakların ana deposudur. Ekosistem içinde önemli bir yeri bulunan toprak en önemli doğal kaynaklardan birisi olup; günümüzde tarım dışı amaçlarla kullanılmakta ağır metallerle kirlenmekte, erozyon sonucu kayıplara uğramakta ve verimliliği düşmektedir. Kaybedilen toprakların ise yeniden kazanılması çok zordur. Toprak doğal bitki örtüsünün şekillenmesinden başlayarak insan faaliyetleri sonucunda gerçekleşen tarımsal üretime kadar hemen her aşamada önemini korumaya devam etmektedir.

Toprak reaksiyonu, kireç, makro ve mikro besin elementlerinin miktar ve oranları gibi kimyasal özelliklerin yanı sıra, toprak eğimi, bakı, makro ve mikro topografya gibi fiziksel özellikler doğal bitki örtüsünün şekillenmesinde rol oynayan önemli toprak değişkenlerini oluşturmaktadır. Bu değişkenlerin iyi anlaşılıp haritalanması vejetasyon ve bitki çeşitliliğinin de modellenip haritalanmasına yardımcı olmaktadır. Türkiye’de toprak ve su özelliklerinin değişimi ile ilgili sayısız araştırma yapılmıştır. Ancak bu çalışmaların çoğu alansal dağılımı içermemektedir ve haritalara dönüştürülmemiştir. Haritalara dönüştürülebilen çalışmalar ise küçük ölçeklidir. Örneğin Türkiye Geliştirilmiş Toprak Haritası etütlerine dayalı olarak hazırlanan Tokat İli Arazi Varlığı adlı yayında ilin bütün ilçelere ait toprak bilgisi 1/100 000 ölçekli olarak yayınlanmıştır (Anon., 1997). Ayrıca Tokat İl topraklarının bünye, tuz, kireç, pH gibi fiziksel ve kimyasal özellikleri ile ihtiva ettikleri bitki besin maddeleri ve gübre ihtiyaçları belirlenmiş ve haritalanmıştır (Anon., 1984). Ancak bu ölçekteki haritalar günümüzde yapılacak olan detaylı modelleme çalışmaları için çok küçük ölçekli kalmakta, güncel bilgileri içermemekte başka bir deyişle yeterli detayda verileri sağlamamaktadır. Bu nedenle beklenen faydalara tam anlamıyla ulaşamamıştır.

1974 yılında 1/25000’ ölçekli toprak haritalarının yapımına başlanmış ve bu haritalar 1998–2000 yılları arasında sayısallaştırılmıştır. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü’nce sayısallaştırılan bu haritalar Türkiye’nin Ulusal Toprak Veri Tabanı, “Büyük Toprak Grupları”, “Arazi Kullanım Kabiliyetleri”, “Erozyon Dereceleri” vb. gibi önemli özellikleri veri tabanında bulundurmaktadır. Ancak bu haritalar da 1938 eski toprak

sınıflama sistemine göre yapılmış olup bitkisel açıdan önemli olan pH, kireç, çeşitli bitki besin elementleri gibi bilgileri içermemektedir. Doğru ve etkili planlamaların yapılması için bu eksikliklerin giderilmesi gerekmektedir.

Bundan başka, küresel ısınma nedeniyle akarsu havzalarımızda son yıllarda daha belirgin hale gelen su kıtlığı, kirlilik ve bunlara neden olan yönetim eksiklikleri gibi sorunların çözülmesi için sağlıklı, güvenilir ve gerçekçi bir yönetim yaklaşımının oluşturulması gereklidir. Bu yaklaşım: sürdürülebilir kalkınma hedefini taşıyan ve sosyoekonomik, fiziksel ve çevresel açıdan pek çok faktörün dengeli bir biçimde değerlendirilmelerine olanak sağlayan Bütünleşik Nehir Havzası Yönetimi (BNHY) yaklaşımıdır. Bu yaklaşım; Avrupa Birliğinin 2000/60/AT sayılı Su Çerçeve Direktifi (SÇD) ile birlikte Gündem 21'de ve 2000 yılında Birleşmiş Milletler tarafından Milenyum Hedefleri olarak belirlenen öngörülere dayanmakta, sürdürülebilir kalkınmanın temel taşlarını, ekonomik verimlilik, çevresel uygunluk ve sosyal eşitlik olarak esas almaktadır (Aküzüm ve ark., 2010; Akkaya ve ark., 2006; Dalkılıç ve Harmancıoğlu, 2008).

Bütünleşik Nehir Havzası Yönetimi (BNHY), Su Çerçeve Direktifi (SÇD) tarafından desteklenen temel amaçtır (Council of the European Communities, 2000; European Commission, 2003). BNHY; nehirler, göller, geçiş suları, kıyı suları ve yeraltı sularının kalitesinin yanı sıra havza içinde su ve onun ekolojisinde bozulma veya risk oluşturma baskılarına işaret eden bütüncül bir yaklaşımdır (Griffiths, 2002). Hem karasal hem de sucul habitatların sürdürülebilir yönetimi SÇD'nin ayrılmaz bir parçasıdır. Sürdürülebilir yönetim ise baskıların sularda neden olduğu etkiler ve sucul sistemlerin bunlara tepkisinin daha iyi kavranmasını gerektirmektedir (Global Water Partnership, 2000). BNHY'nin temel amacı nehir sisteminin mevcut doğal işlevleri ve sistemin geliştirilmiş yönleri arasında bir denge kurmaktır (Lee ve Dinar, 1996). BNHY temel amacına ulaşmak için; ele alınan bir nehir havzasının tarımsal ve endüstriyel yapısının yanı sıra toprak, topografya, jeoloji, jeomorfoloji, hidroloji, hidrojeoloji, iklim, yerüstü ve yeraltı su özelliklerinin detaylı ve güncel verilerle ortaya konulması, bu verilerin bütünleşik modellemeye izin verecek şekilde bir araya getirilerek düzenlenmesi, sayısal ortama aktarılması ve ayrıntılı bir veri tabanına dönüştürülmesi gerekmektedir. Ayrıntılı bir veri tabanı oluşturulup modellenmesi ise coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ve uzaktan

algılama (UA) gibi gelişmiş teknolojilerin kullanılması ve bu alanda geliştirilen yazılım destekli modellerin uygulanmasıyla gerçekleştirilebilmektedir. Model çıktılarının elde edilip yorumlanması; yönetim eylemleri endüstriyel kullanım, eğlence, doğa yönetimi ve tarımsal amaçlar için toplumun beklentilerini yerine getirmelidir.

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) teknolojilerinin gelişmesi ve yüksek alansal çözünürlüklü uyduların hizmete girmesiyle birlikte bitki örtüsü, toprak özellikleri, arazi kullanımı, su havzası yönetimi gibi konularda analiz ve modellemeler daha kolay yapılabilir hale gelmiştir. Bu teknolojilerin yardımıyla, toprak özellikleri modellenip haritalanabilmekte, değişkenler arasındaki ilişkiler tespit edilerek araştırmacılara daha iyi karar alma fırsatı sunulmaktadır. Su kaynaklarının kullanımı doğal çevre ve insanoğlunun, sosyal ve ekonomik aktivitelerinin üzerinde büyük etkisi bulunan ana faktörlerden birisidir. Çok zamanlı, farklı çözünürlüklü değişik ölçeklerde su kalitesi verileri, doğal kaynak ve çevrenin yönetimi, farklı disiplinlerin bir arada çalışması gibi bilimsel araştırmalar için çok kullanışlıdır. Ayrıca bu tip veri tabanları, tarım envanterlerinin ortaya çıkarılması, ulusal planlamalar için önemli bir altlıktır (DeMers, 1997). Özellikle ülkemizin büyük oranda tarım ihracatı yapması, arazi kullanım haritalarının planlama aşamalarındaki önemini artırmaktadır.

Su kaynakları açısından kritik bir jeopolitik konumda bulunan ülkemizde yerel koşullara uygun, yüksek nitelikli ve kolay ulaşılabilir hidrolojik veri setlerinin halen mevcut bulunmaması önemli bir eksiklik olarak dikkat çekmektedir. Bu eksikliğin giderilmesi amacıyla Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) ve Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü (EİEİ) tarafından toplanmakta olan su kalitesi verilerine CBS ortamında ulaşılabilmesini ve bu veriler üzerinde istatistiksel analizler yapılabilmesini sağlayan bir uygulama geliştirilmiştir (Girgin ve ark., 2004). Geliştirilen bu uygulamayla mevcut gözlem istasyonlarına ait bilgilere tablo veya grafik olarak ulaşılabilmekte, bazı istatistiksel analizler yapılabilmekte ve su kalitesine yönelik tematik haritalar oluşturulabilmektedir (Girgin ve ark., 2004). Ancak DSİ ve EİE kayıtlarına göre Kelkit Havzasında herhangi bir su gözlem istasyonu bulunmamaktadır. Bu nedenle çalışma alanını temsil edecek istasyonların oluşturularak gerekli örneklerin belirli zaman aralıklarında alınması, analiz edilmesi ve CBS içinde sorgulanabilecek bir

veri tabanına dönüştürülmesi gerekmektedir. Çalışma alanına ait bu şekildeki bir veri tabanının oluşturulmasının ekolojik risk değerlendirmelerine ışık tutacağı düşünülmektedir.

Bu projeye Yukarı Kelkit Havzası ekosisteminin önemli bileşenlerinden olan yüzey toprağı ve yüzey suyu özellikleri CBS ve UA yöntemleri kullanılarak ayrıntılı bir şekilde araştırılacak ve haritalanacaktır. Ele alınacak 18 toprak özelliğı şunlardır; toprak tekstürü (% kum, kil ve silt miktarları), N (%), P (ppm), K (me 100g⁻¹), organik madde miktarı (%), CaCO₃ (%), toprak reaksiyonu (pH), EC (mmhos cm⁻¹), Na (cmol kg⁻¹), hava kuru nem (%) ve ağır metallerdir (ppm olarak Zn, Pb, Ni, Fe, Cu, Cd). Ele alınacak 18 su özelliğı ise şu şekildedir; sıcaklık (°C), oksijen doygunluğu OD (%), elektriksel iletkenlik EC (µmhoscm⁻¹), tuzluluk SAL (ppt), pH, oksidasyon redüksiyon potansiyeli ORP (mV), bulanıklık TURB (NTU), askıda katı madde AKM (mg/l), Amonyum azotu NH₄-N (mg/l), nitrit azotu NO₂-N (mg/l), nitrat azotu NO₃-N (mg/l), toplam fosfor Top-P (mg/l), ortofosfat (mg/l), klorofil *a* (µg/L), toplam çözünmüş katı madde TDS (g/l), fecal koliform (EMS/100 mL), toplam koliform (EMS/100 mL) ve biyolojik oksijen ihtiyacıdır (BOİ) (mg/L).

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Toprak yeryüzünün dışını kaplayan, kayaların ve organik maddelerin türlü ayrışma ürünlerinin karışımından meydana gelen içerisinde ve üzerinde geniş canlılar alemi barındıran, bitkilere durak yeri ve besin kaynağı olan, belirli oranlarda su ve hava ihtiva eden, üç boyutlu doğal dinamik ve canlı bir varlık olarak tanımlanmaktadır (Çağlar, 1949; Akalan, 1977, Atalay, 2006). Toprak, kimyasal bileşiminde başat düzeyde “Si” ve “Al” içeren, litosfer olarak bilinen, yerkürenin en dış yüzeyini oluşturan tabakanın yüzeyinde yer alan ve pedosfer olarak isimlendirilen, birkaç cm ile 100 m arasında değişen derinliklerde bulunan, doğal bir öge olarak da tanımlanabilmektedir (Altınbaş, 1988; Strahler ve Strahler, 1996; Atalay, 2005). Belirli bir yörede oluşmuş herhangi bir toprak çeşidinin, özelliklerine bağlı olarak kendine özgü kullanım biçimi ve yönetim isteğı vardır. Toprağın sahip olduğı karakteristikleri ve kalitesi onun davranışlarını önemli ölçüde etkilemektedir (Dinç ve ark., 1987).

Toprağın oluştuğu ana özdek, metamorfik, mağmatik ve tortul kayaçların aşınma ya da ayrışma ürünleri olup, ya yerinde oluşurlar ya da buzul, yerçekimi, su ve rüzgar gibi taşıma güçleri ile bir yerden bir başka yere taşınırlar. Toprakların, oluşum şekillerine bağlı olarak ayrımlı kimyasal ve mineral bileşim, yapısal görünüm, fiziksel ve mikrobiyolojik özellikler göstermesi bunların birbirlerine benzemediklerini göstermektedir (Özkan, 1985; Altınbaş, 1988; Strahler ve Strahler, 1996).

Temel olarak, toprak dört ana maddeden oluşur. Bunlar; (1) mineral madde, (2) organik madde (humus), (3) hava ve (4) su olarak özetlenebilir. Hava ve su toprak canlılarının yaşaması için gerekli olan iki önemli doğal maddedir. Toprak havası ve suyu toprağın içindeki gözenek boşluklarında bulunur. Toprak canlılarının beslenebilmeleri ve yaşayabilmeleri için toprağın belli miktarda su ve hava içermesi gerekir. Aksi halde toprak canlılığını kaybeder (Akalan,1977; Haktanır ve Arcak, 1997; Atalay, 2006). Mineral maddeler ise toprakta en çok bulunan kısımdır.

Toprağın mekanik bileşimi, toprak kitlesinin en büyük kısmını oluşturan mineral unsurları içeren ve toprağın değişmeyen sabit özelliklerini gösteren kısımdır ve genel olarak tekstür (bünye) terimi ile ifade edilmektedir. Başka bir ifadeyle; bir toprağın içerisinde bulunan farklı boyutlardaki toprak taneciklerinin yüzdesel oranı toprak tekstürünü oluşturmaktadır. Toprağın mineral parçacıkları boyut, şekil, yoğunluk ve kimyasal bileşimlerine göre ayrı ayrı sınıflandırılabilir. Fakat mekanik yapı özelliklerine göre sınıflandırmada sadece toprak parçacıklarının boyutları temel alınır (Akalan, 1977; Tunçay, 1983). Genel olarak, 2 cm'den daha büyük boyutlardaki materyaller "taşlar" olarak ayrılır. 2 cm ile 2 mm büyüklük sınırları arasındaki materyal ise "çakıl" olarak sınıflandırılır. 2 mm den küçük toprak kısmına ise "ince toprak" adı verilir ve toprağın fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve verimlilik özellikleri üzerine doğrudan etkili olan bu kısım Çizelge 2.1`de verildiği gibi kum, silt ve kil olmak üzere üç fraksiyona ayrılır (Akalan, 1977; Tunçay, 1983). Toprak bünyesi özellikle 2 mm`den küçük çaptaki kum, silt ve kilin birbirine oranıdır (Saatçı, 1975). Bunlardan silt ve özellikle kil gözle görülemeyecek kadar küçüktür, ancak binlercesi bir araya geldiği zaman görülebilirler. Bütün bunlar toprakta birbirine karışmış ve kümeleşmiş halde bulunurlar. Kum ve silt, daha çok toprağın havalanmasına, kil ise toprakta suyun tutulmasına, bitkilerin

beslenmesine ve toprak taneciklerinin kümeleşmesine hizmet eder (Çağlar, 1949; Ergene, 1972; Akalan, 1977).

Toprakta organik maddenin kaynağını mikroorganizmalar, ölü bitkiler, bitki kökleri ile hayvanların atık ve artıkları oluşturur. Bitkilerin gerek toprak üstü kısımları gerekse kökleri toprakta kalarak toprağa organik madde sağlarlar. Mikroorganizmalar topraktaki organik maddeleri ayrıştırarak beslenir. Bu ayrıştırma sonucu humus meydana gelir. Humus, toprağın korunmasına, üretkenliğine ve sağlıklı kalmasına hizmet eder. Organik maddeler, toprağın iyi ürün verebilmesi için çok gerekli ve yararlıdır. Toprakta organik madde ne kadar çoksa, bitkiler de o kadar çabuk büyür ve gelişir. Çünkü organik madde, bitkilere gerekli olan besin maddelerini verir (Akalın, 1977).

Topraklar, bitkisel üretimdeki başarı derecelerinin belirlenmesi ve kullanım şekillerinin ne olması gerektiğine karar verilebilmesi için iyi incelenmelidir. Bu nedenle, arazi özelliklerinin yanı sıra toprakların morfolojik, fiziksel, kimyasal, mineralojik ve biyolojik özelliklerinin hem buldukları doğal ortamlarda ve hem de laboratuvarlarda analiz edilerek ortaya çıkarılması zorunluluğu bulunmaktadır (Akalın,1977, Haktanır ve Arcak, 1997).

Toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri genellikle laboratuvar analizleri ile elde edilebilmektedir. Çeşitli cihazlar ve analiz metodları kullanılarak belirlenen fiziksel toprak özelliklerden bazıları; toprak tekstürünün oransal bileşimi (% kum, silt ve kil miktarları), strüktür (kümeli yapı), hacim ağırlığı, özgül ağırlık, strüktür stabilitesi, su tutma kapasitesi, gözeneklilik ve infiltrasyon kapasitesi'dir. Toprakların kimyasal özelliklerinden en önemlileri; toprak reaksiyonu (pH), organik madde miktarı, tuzluluk ve alkalilik (çoraklık) derecesi, toprağın besin elementlerini absorbe edebilme ve salıverme düzeyi (KDK: kation değişim kapasitesi), toprak tarafından absorbe edilen kationların cinsi ve miktarı (değişebilir kationlar), topraktaki anyonların (absorbe edilemezler) cinsi ve miktarı ve kireç miktarıdır (Akalın,1977; Haktanır ve Arcak, 1997; Atalay, 2006).

Topraklar asit, nötr ve alkali reaksiyonlarından birini gösterebilir. Toprak reaksiyonu pH birimleri ile ifade edilir. pH, solüsyondaki aktif H iyonu konsantrasyonunun negatif logaritması olarak tarif edilmektedir. Toprak pH'sı 7'den daha az ise asit, 7'den yüksek

ise alkali ve 7 ise nötürdür. Normal verimli toprakların pH değerleri 4,5 ile 8,5 arasında değişir. Toprak reaksiyonu, toprağın verimliliğini etkileyen önemli bir faktördür. Topraktaki bitki besin maddelerinin bitkilere yararlı olması o toprağın reaksiyonu ile çok yakından ilgilidir. Gerek bitki besin maddelerinin yararlı olması ve gerekse topraktaki mikrobiyal faaliyetler için en uygun pH değerleri 6-7 arasındadır (Ünal ve Başkaya, 1981).

Topraktaki kireç miktarı bitkiler için önemlidir. Temel kireç bileşikleri; kalsiyum ile magnezyum karbonatlar ve dolomittir. Laboratuvar koşullarında, karbonat miktarı nicel olarak belirlenerek % toplam CaCO_3 miktarı cinsinden ifade edilir (Ünal ve Başkaya, 1981).

Bir kationla yer değiştirerek çözeltiye geçen Na, Ca, K, Mg, Al, H gibi kationlara değişebilir kationlar denilir. Birim aralıkta kuru toprağın adsorbe edileceği kation miktarına tanım olarak “Kation Değişim Kapasitesi” (KDK) denir. Başka bir tanımlamayla topraktaki değişebilir kationların miktar olarak toplamları KDK’ yı verir (Ünal ve Başkaya, 1981).

Topraktaki azotun kaynağı, organik maddedir; yani toprakta kalan bitkiler ve hayvansal artıklarıdır. Bu nedenle organik maddesi az olan toprak genellikle azot bakımından fakir topraktır. Toprak organik maddesinin çürüyüp parçalanması sonucunda meydana gelen azot, bitkiler tarafından kullanılır. Topraktaki toplam azot miktarı genellikle % 0,05 ile % 0,2 arasında değişmektedir (Çağlar, 1949; Ergene, 1972; Akalan, 1977; Ünal ve Başkaya, 1981).

Fosfor bitki için en önemli besin maddelerinden biridir. Topraktaki toplam miktarı genellikle % 0,02 ile 0,14 arasında değişmekte olup azot ve potasyum gibi diğer bitki besin maddelerine göre azdır. Derinliği 20 cm olan bir dönüm sahada 50-350 kg. kadar total fosfor (P) bulunur. Bitkilerin yararlanabildiği fosfor miktarı ise çok daha az olup bu değerlerin yaklaşık olarak % 1-2’si kadardır (Foth ve Turk, 1972; Kacar, 1984).

Elektriksel iletkenlikle ifade edilen toprak tuzluluğu kurak ve yarı kurak iklime sahip bölgelerde büyük bir problemdir. Tuzluluk, yıllık buharlaşma-terleme yoğunluğunun yıllık yağış yoğunluğunu aşmasıyla oluşur. Tuzluluk veya topraktaki tuz konsantrasyonu, doymuş eriyiğin (özüt) elektriksel iletkenliğiyle belirlenir. Elektriksel iletkenlik, elektriksel direncin karşılığıdır. 25°C da 4 dSm ve üzeri iletkenlikteki toprak, tuzlu kabul edilir (Richards, 1954). Tuzluluk sınıfları Çizelge 2.5 de verildiği gibi değerlendirilmektedir (TOVEP, 1984).

Farklı niteliklere sahip toprakların en üretken şekilde kullanılması amaçlandığında çeşitli kullanım türlerinin gereksinimleri dikkate alınarak bir planlamaya gidilmesi zorunludur. Bu nedenle çok karmaşık bir yapıya sahip olan topraklarında bitkiler, hayvanlar ve diğer objeler gibi sınıflandırılması zorunluluğu vardır (Roberts, 1979). Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler doğal kaynak araştırmaları konusunda karşılaştırıldığında, gelişmekte olan ülkelerde doğal kaynaklara ilişkin verilerin bulunmaması veya çok yetersiz oluşu en belirgin fark olarak ortaya çıkmaktadır (Dinç, 1980).

Doğal akarsular dünyamızın çok önemli ekosistemlerinden biridir. Akarsu ve ilişkili bulunduğu havza insanı da içerisine alan hem biyotik hem de abiyotik birçok elemanla kuşatılmış kompleks bir ekosistemdir. Bu kompleks kaynak bölgesinden döküldüğü denize kadar uzanan bir çok ekolojik faktörün etkisi altındadır. Akarsular aynı zamanda yeryüzündeki su döngüsünün önemli elemanlarıdır. Göl ve nehirler dünya yüzeyinin sadece %2,5`luk kısmını kapsamaktadır (Shiklomanov, 1999). Akarsular yeryüzünün küçük bir parçasını oluşturmakla beraber, enerji, madde ve biyoçeşitlilik açısından zengin ekosistemlerdir (WCD, 2000; Anonim, 2004).

Dünya`da küresel ısınma ile birlikte su seviyelerinde düşme beklenmektedir. Bununla birlikte artan su sıcaklıkları, düşük çözünmüş oksijen yoğunlukları ve bunlarla ilişkili faktörler tuzluluğu ve sediment kaynaklı fosfor yüklemesini artırırken, denitrifikasyonu baskılayacaktır. Bütün bunlar azot ve fosfor seviyelerini yükseltecek, küresel ısınma ile beraber bulanık su koşulları artacaktır. Sonuç olarak bu bulanık su koşullarında su içi bitki gelişimi baskılanacaktır. Daha sıcak koşulların ise, anoksik su koşullarında balık

ölümlerine ve artan tuzlulukla birlikte tatlı su türlerinde azalmaya yol açması beklenmektedir (Beklioğlu ve Özen, 2007).

Türkiye dünyanın oluşumundan bugüne kadar görülen, iklim değişikliğinden en fazla etkilenen ülkeler arasındadır (Öztürk, 2002). İklim değişiklikleri ve onunla bağlantılı tüm değişiklikler madde ve besin döngüsünü, atık kalitesini, akarsu rejimini ve akışını, toprak erozyonunu, hava kalitesini ve iklimi kontrol ederek mal ve hizmet üretimine katkı sağlayan ekosistemleri etkileyecektir. Bu tür olumsuzlukları hafifletmek amacıyla, kuzey- güney ve doğu- batı yönlü koridorlarda özel olarak ayrılmış ve düzenlenmiş parklara ve rezerv alanlarına ihtiyaç vardır. Birçok araştırmacı küresel iklim değişimi ile mücadelede sulak alanların korunması ve çoğaltılmasını önermektedir (Türkeş,1996).

Bundan başka, dünya yüzeyinde sulama amacıyla veya elektrik üretimi için baraj inşa edilmesi ve kanal yapımı suretiyle birçok büyük nehirlerin su akış hızına insanoğlu müdahale etmektedir. Bu gibi değişiklikler nehirlerin hidrografyasının değişimine yol açmaktadır. Bu ise nehirlerin yıllık su akış hızının tahminini zorlaştırmaktadır. Sonuçta insanoğlunun diğer ihtiyaçlarını karşılamak için nehirlerde yapmış oldukları bu düzenlemeler balık topluluk yapısında ve sucul ortamda çok kalıcı hasarlara neden olmaktadır (Bernacsek,1984). Baraj vb. su yapıları; akarsu rejimlerinin düzenlenmesi, tarımın ve balıkçılığın geliştirilmesi gibi olumlu değişimler yanında biyolojik yaşamda değişimler, doğal habitatların su altında kalması ve yok olması, tarihi ve kültürel varlıkların sular altında kalması veya etkilenmesi, mikro klima değişiklikleri ile gelişebilecek hastalık vektörleriyle ortaya çıkabilecek sorunlara yol açmaktadır. Bu nedenlerle büyük barajların yarattığı çevresel değişiklikler hem insan hem de doğal çevreyi etkiler (Mock, 1991; Sönmez, 1993; Bergkamp ve ark., 2000). Bu sorunların ortaya çıkmaması için etkin önlemlerin uygulamaya geçmeden önce ele alınması ve uygulama sürecinde de devam ettirilmesi gerekir (Anonim, 2004).

Baraj inşası o nehrin su kalitesini ve tür çeşitliliğini etkiler; sucul ekosistemdeki değişim karasal ekosistemi de etkisine alır ve sonuçta önemli toplum sağlığı sorunlarının da içinde yer aldığı sosyal problemler de oluşabilir. Barajların doğal ekosistem ve biyolojik çeşitliliğine olan etkileri, büyük barajların yapımıyla açığa çıkan

temel konulardan birisidir. Özellikle son on yıllık süreç içinde, bu etkilerin azaltılması yönünde önlemlerin geliştirilmesi için büyük yatırımlarda bulunulmuştur (WCD, 2000). Barajlar tarafından habitatta meydana gelen değişimler genelde akarsu balık faunasını akarsuyun üst kısımlarına sınırlar. Çünkü baraj setteleri balık dağılımı ve akarsuyun alt ve üst geçiş hareketlerine engel olur ve bu populasyonlar genellikle izole olurlar. Bu küçük ve parçalanmış populasyon nehir havzasında yıllarca yaşayabilir, ama bunun orijinal genetik varyasyonu yok olabilir (Wilson, 1988). Bu istenmeyen kötü durum, barajlarda balık geçitlerin olmamasına bağlı olup, balığın uygun habitatlarda tekrar koloni kurma yeteneğini kısıtlar. Böylece, barajlar yerli türlerin neslinin tükenmesine sebep olduğu gibi, bazı lokal türlerin parçalanmasına da neden olur. Bu nedenle balık geçitleri balıkçılık için özel bir önem arz etmektedir (FAO, 2000).

Çelikyay (2006) doğal kaynakları göz önüne almayan fiziki planlamalar sonucu, doğal kaynak değerlerinin tahrip edildiğini ve taşıma kapasiteleri zorlanarak yenilenemez hale geldiğini belirtmiştir. Gerek bugünkü kuşakların gerekse gelecek kuşakların yaşam ortamlarının tehlikeye atılmaması için doğal kaynakların akılcı bir şekilde ve tüketilmeden kullanımı gerekmektedir. Bu ise planlama süreçlerinde doğal ve ekolojik dengenin gözetilmesi, arazi kullanımları ile doğal kaynaklar arasındaki etkileşimin hesaba katılması ve izlenmesi ile sağlanabilecektir. Ekolojik planlama, doğal kaynakların doğru ve akılcı bir şekilde yönetilmesini sağlayacak temeli oluşturmaktadır.

Avrupa Birliği adaylık sürecinde bulunan ülkemizi de ilgilendiren, Su Politikası Alanında Topluluk Faaliyeti için bir Çalışma Çerçevesi oluşturan 23 Ekim 2000 tarihli ve 2000/60/EC sayılı Çerçeve Direktifi (Water Framework Directive), iç yerüstü sularının, geçiş sularının, kıyı sularının ve yer altı sularının korunması için bir çerçeve oluşturmayı amaçlamıştır. Direktifin 4. ve 5. Maddesinde nehir havzalarının korunması ve sürdürülebilir kullanımının sağlanması (Entegre Havza Yönetimi) öngörülmektedir. Bu amaçla üye ülkelerin su havzaları için koruma ve izleme planları yapmaları ve bunları uygulamaları istenmektedir. Bu durum tez çalışma konusunun önemini daha da artırmaktadır.

Balıklar başta olmak üzere tüm sucul canlıların yaşamında ve dağılımında etkili olan faktörler abiyotik ve biyotik faktörler olarak sınıflandırılırlar. İklim şartları, nehir morfolojisi, ışık, sıcaklık, tuzluluk, basınç, su hareketleri, substrat, oksijen, karbondioksit, pH ve besleyici elementler gibi abiyotik faktörler ile besin, beslenme, predasyon ve rekabet gibi biyotik faktörler balık topluluklarını etkileyen faktörlerdir (Jackson ve ark., 2001; Aarts ve Nienhuis, 2003; Tanyolaç, 2004).

Çevresel şartlardaki değişimler balıkta stres yaparak balığın direncini etkiler ve balığı enfeksiyonlara karşı hassaslaştırır. Genel stresörlerin başında; kötü su kalitesi, gelmektedir (Edmonson,1991). Beveredge ,1987; çevresel durumları önem sırasına üç kategoriye ayırmıştır. Birincisi; sıcaklık, tuzluluk, oksijen, pH, bulanıklık, kirlenme, algal patlama, hastalık amilleri, su değişimi, fouling, ikincisi; hava şartları, akıntılar, derinlik, substrat ve üçüncüsü ise; sosyal uygulamalardır.

Akarsu ortamlarındaki balık topluluklarının tanımlanmasında su kalitesinden mevcut kullanılabilir habitatlara kadar değişen bir çok abiyotik faktörler etkilidir (Bain ve ark. 1988; Angermeier ve Schlosser 1989). Akarsuların kaynak bölgesinden döküldüğü noktaya kadar olan bölgedeki çevresel özelliklerin değişimi balık ve diğer canlı türlerinin dağılımı, çeşitliliği ve bolluğunda farklılıklar oluşturur (Taylor ve ark., 1993; Korkmaz, 2005; Wellcomme ve ark., 2005).

Balıklar başta olmak üzere tüm sucul canlıların yaşamında ve dağılımında etkili olan faktörler abiyotik ve biyotik faktörler olarak sınıflandırılırlar. İklim şartları, nehir morfolojisi, ışık, sıcaklık, tuzluluk, basınç, su hareketleri, substrat, oksijen, karbondioksit, pH ve besleyici elementler gibi abiyotik faktörler ile besin, beslenme, predasyon ve rekabet gibi biyotik faktörler balık topluluklarını etkileyen faktörlerdir (Jackson ve ark., 2001; Aarts ve Nienhuis, 2003; Tanyolaç, 2004).

Abiyotik faktörler fiziksel ve kimyasal olmak üzere iki grupta incelenebilir. Fiziksel faktörlerden iklim koşulları türlerin yayılım alanlarını belirlemektedir. Türün bu yayılım alanında görülüp görülmemesi tarihsel ve biyocoğrafik koşulların kombinasyonuna bağlı olarak bölgesel tür havuzlarının belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Sıcaklığın

sudaki canlıların coğrafik yayılım alanlarının belirlenmesinde, akarsu ve göllerde daha uygun şartlardaki alanlarla sınırlanmasında etkisi bulunmaktadır. Sıcaklıktaki artış, sudaki çözülmüş oksijen değerini düşürmesi yüksek fizyolojik istekler ve strese yol açmaktadır. Artan metabolik istekler ve düşük oksijen seviyesinin canlılar üzerinde sınırlandırıcı hatta ölümcül etkileri olabilmektedir. Akarsu sistemlerinde özellikle yaz mevsiminde derin havuzlarda bu olumsuz durumun etkisi yeraltı sularının girişiyle biraz azalmaktadır. Akıntı hızının düşük olduğu dönemlerde nispeten sığ bölgelerde ise sıcaklığın etkisi artış gösterebilir (Allan, 1995; Jackson ve ark., 2001).

Akarsu kimyasında, kimyasal faktörlerin başında sudaki çözülmüş oksijen seviyesi ve pH'sı gelmektedir. Sudaki oksijen seviyesi akıntı hızı, derinlik, sıcaklık ile etkileşim içindedir. Sudaki çözülmüş oksijen seviyesinin düşmesi, bozulma oranının artmasına ve solunum şartlarının değişmesine neden olur. Bu değişimler balıklar üzerinde strese yol açarak *Salmonidae* üyeleri gibi oksijene toleransı olmayan türlerin akarsu sisteminden ayrılmasına sebep olabilir. pH'nın balık toplulukları üzerinde kuvvetli etkisi bulunmaktadır. Asidik akarsularda canlı türleri ve sayısında azalma görülür. Akarsulardaki yüksek konsantrasyondaki organik asidin kaynağı civarındaki sulak alanlar olabilir (Allan, 1995; Jackson ve ark., 2001).

Akarsularda balık stoklarının dağılımını ve miktarını etkileyen en önemli su kalitesi parametreleri çözülmüş oksijen, sıcaklık, tuzluluk, pH ve su akış hızı'dır. Bu parametrelerde optimum değerden sapmalar balıkları daha çok fizyolojik olarak etkilemektedir. Sudaki oksijenin kritik seviyenin altına düşmesi, balıkların davranış ve fizyolojik süreçlerinin yerine getirememesine neden olmaktadır. Kritik seviyenin altında balık metabolizması doğrudan çözülmüş oksijene bağlı hale gelmektedir (Fry 1947, 1971).

Balıkların ve yem organizmalarının gelişim, yumurtlama ve göçünü doğrudan etkileyen fizikokimyasal koşullar balık üretkenliğini etkileyen önemli çevresel faktörlerdir. En önemli faktörler su sıcaklığı, ışık geçirgenliği, pH, çözülmüş gazlar ve inorganik tuzlardır. Su sıcaklığı, balıklar ve yem organizmaların beslenme, gelişim ve yumurtlaması kadar metabolik oranını da etkiler. Bununla beraber, depolandıktan sonra

su sıcaklığı asıl nehirdekinden daha yüksektir. Daha yüksek su sıcaklığı, balıklar ve besin organizmaların gelişmesi ve yayılmasını hızlandırır. Buna karşın fazla sıcaklık, düşük oksijene ve dolayısıyla balıkların sindirim hızı ve beslenmesinde sınırlayıcı etken olabilir (Yılmaz ve Solak,1999).

Hidrojen iyonlarının konsantrasyonunun ifadesi olan pH değerini, nehirlerin bulunmuş olduğu havzanın jeolojik yapısı ve nehrin kaynak kısmından çıkan su belirlemektedir (Allan, 1995). pH değerinde günlük ve mevsimsel olarak meydana gelen değişimlerin asıl nedeni fotosentezdir. Fotosentez ile hidrojen molekülleri kullanılarak hidrojen iyonları konsantrasyonu düşmeye başlar. Bu ise pH'nın artmasına neden olur. Bu yüzden ekosistemlerde gündüz ile bitkilerin ve fitoplanktonların artışlarının olduğu zamanlarda pH değeri yükselir. Balıklar belirli pH aralıklarına tolerans gösterebilir. pH'daki değişiklikler sadece balıklar ve sucul organizmaların fiziksel koşullarını ve hayatta kalmasını değil, sudaki besin maddelerinin taşınması ve kullanımını da doğrudan etkiler (Sifa and Senlin,1995). Balıkların belirli pH aralıklarına (pH 7-9) tolerans gösterebildiği, pH'daki değişikliklerin sadece balıklar ve akuatik organizmaların fiziksel koşullarını ve hayatta kalmasını değil, sudaki besin maddelerinin taşınması ve kullanımını da doğrudan etkilediği bildirilmiştir (Sifa and Senlin,1995). Hafif alkali suların organik maddenin dekompozisyonu, fitoplankton ve akuatik makrofitler tarafından nutrientlerin absorpsiyonu ve kullanımını için daha uygun olduğu bildirilmektedir (Sifa and Senlin,1995).

Çözünmüş oksijen (ÇO) sudaki canlı tüm organizmaların metabolizması için gereklidir. Balıklar çözünmüş oksijeni solungaçlarından absorbe ederler ve yaşamlarının sürdürmek için belirli bir miktarda çözünmüş oksijene ihtiyaç duyarlar. Su sıcaklığı ve diğer ekolojik koşullar uygun ve ÇO 5 mg/L'nin üzerinde olduğunda, balıklar genellikle yüksek bir beslenme oranı, hızlı büyüme ve düşük bir yem katsayısına sahip olur. ÇO 2 mg/L'den az olduğunda, balıklar beslenemez ve yüksek bir yem katsayısına sahip olurlar. ÇO 1 mg/L'nin altına düşerse, balıklar boğulur. Yüksek ÇO, akarsu ve göllerde balıkların gelişimini desteklemek için gereken en önemli faktörlerden biridir. Üst akarsu ve alt akarsu bölgeleri arasında ÇO bakımından farklılık azdır ve ÇO içeriği sığ göllerin yüzey ve taban tabakalarında benzerlik gösterir. Ancak derin göllerde, yüzeydeki ÇO

seviyesi genellikle tabandakinden daha yüksektir (Sifa and Senlin,1995). Çözünmüş oksijen değeri kirli olmayan nehir sularında genellikle doyum noktasındadır (Allan, 1995; Molles, 2002). Bununla birlikte özellikle geniş havzası olan nehirlerde yüzey yıkanımı ve karasal kaynaklardan nehre giren birçok organik maddenin parçalanmasını sağlayan mikroorganizmalar bu işlevlerini yerine getirebilmesi için oksijene ihtiyaç duyarlar (Allan, 1995). Bu gibi maddelerin akarsuda birikmesi çözünmüş oksijen konsantrasyonunda düşmelere neden olabilmektedir (Allan, 1995).

Nitratlar, fosfatlar, silikat ve demir göldeki balıklar ve besin organizmalar için gerekli önemli besin maddeleridir. İnorganik azotlar suda NH_4^+ , NO_2^- ve NO_3^- formunda bulunur. İnorganik azot asıl olarak yağıştan kaynaklanır ve bu nedenle konsantrasyonları akıntılı bölgeler ve koylarda yüksektir. Fosfor, organizmalar için önemli bir besleyici elementtir ve organizmaların gelişimini doğrudan etkiler. Nitratlar, fosfatlar, silikat ve demir göllerdeki balıklar ve besin organizmalar için gerekli önemli besin maddeleridir. İnorganik azotlar suda NH_4^+ , NO_2^- ve NO_3^- formunda bulunur. İnorganik azot asıl olarak yağıştan kaynaklanır ve bu nedenle konsantrasyonları akıntılı bölgeler ve koylarda yüksektir. Fosfor, organizmalar için önemli bir besleyici elementtir ve organizmaların gelişimini doğrudan etkiler. Maalesef, fosfor doğal olarak mevcut besin maddelerinin en düşük konsantrasyonda olanıdır (Sifa and Senlin,1995). Nitrat değerlerinin 0.25 mg/l 'in (Molony,2001) ve Amonyum değerlerinin 1.8 mg/l' nin üzerinde olması özellikle soğuksu balıklarının (Alabalıklar) yaşamını olumsuz etkilemektedir (Molony, 2001).

Sularda iletkenlik (EC) suyun elektrik akımını iletme kabiliyetidir. Suların iletkenliğini çözünmüş halde bulunan organik maddeler, inorganik maddeler klor, nitrat, sülfat ve fosfat etkilemektedir. Bunun yanında suyun sıcaklığı elektriksel iletkenliği artıran önemli etmenlerin başında yer almaktadır (Allan, 1995). Yüksek sıcaklık değerine sahip sular yüksek iletkenlik değerine sahiptirler. pH da olduğu gibi nehrin bulunduğu havzanın jeolojik yapısı iletkenlik değerini belirleyen önemli bir faktördür. Yapılan çalışmalar, granit zemin yapısına sahip havzada bulunan nehirlerin düşük elektriksel iletkenliğe sahip olduğunu, buna karşın toprak ve balçıklı zemin yapısına sahip havzalarda bulunan nehirlerin ise yüksek iletkenlik değerine sahip olduğunu

göstermiştir. İletkenlik değeri nehirlerin su kalitesini belirlemede kullanılan önemli parametrelerden biridir. İletkenlik değerinde meydana gelen önemli değişimler nehirlerle kirlenici etmenlerin girmiş olabileceğinin işareti olabilir. Amerika Birleşik Devletleri'nde nehirlerin iletkenlik değerleri 50 ila 1500 $\mu\text{mhos/cm}$ arasında değişmektedir.

Sudaki askıda katı madde (AKM) ile etkileşim içinde olan bulanıklık akarsulardaki canlı topluluklarını etkileyen önemli faktörlerden bir tanesidir. Toprak erozyonu, atık deşarjı, yüzeysel akışlar, kıyasal bölgenin erozyonu, sediment tabakasını karıştırarak beslenen balıklar, aşırı alg büyümesi akarsulardaki bulanıklığın başlıca kaynaklarıdır. Bulanıklığın akarsudaki canlı topluluklarının büyümesine ve beslenmesine olumsuz etkisi bulunmaktadır. Ayrıca bulanıklığın artmasıyla birlikte suyun ışık geçirgenliği azalır ve fotosentez sonucunda üretilen oksijen miktarında düşüşler görülebilir (Sigler ve ark, 1984; Boran ve Sivri, 2001; Bonner ve Wilde, 2002).

Su kalitesini etkileyen diğer önemli bir parametre ise Koliform bakterilerdir. Bu bakteriler, enfeksiyon oluşturacak miktarlarda alınırca hastalığa sebep olma yetenekleri diğer patojenik mikroorganizmalardan fazladır. Bu bakteriler potansiyel olarak hastalık oluşturma yeteneğinin varlığını gösterir. Böylece, eğer sudaki koliformlar standartların üzerinde bulunursa, suyun insanlara veya hayvanlara enfeksiyon hastalıklarını muhtemelen geçirdiği varsayılır (APHA,1995).

Türkiye'de su kalitesinin belirlenmesinde, Resmi Gazetede 31.12.2004 tarihinde yayınlanarak yürürlüğe giren Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği esas alınmaktadır. Yönetmelikte kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri de ayrıca belirtilmiştir.

Bir su havzasının sürdürülebilir kullanımını sağlamak, yalnızca, öngörülen beklentileri karşılayacak izlemelerin sonuçlarını içeren ayrıntılı bilgilerin toplanması ve bir veri tabanı olarak organizasyonu ile mümkün olabilir. Su havzası yönetiminin tasarlanan kullanım gereksinimlerini karşılayıp karşılamadığının veya bir aktivitenin su havzası üzerinde etkilerinin değerlendirilmesi, kaynağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik

koşullarını belirleyen özgün izleme çalışmalarından elde edilen sonuçlara bağlıdır. Bu sonuçların bir CBS veri tabanına entegrasyonu izleme ve planlama aşamalarında karar vericilere önemli avantajlar sunmaktadır (DeMers, 1997). Bu bağlamda, UA teknolojilerinden elde edilen görüntüler çok geniş alanlar için hızlı veri sağladığından, arazi kullanım karakteristiklerini açıklamada etkilidir ve CBS için en iyi veri kaynaklarından birini oluşturur. CBS ve UA en uygun arazi kullanımı yöntemlerini arazi plancılarının karar vermesinde yardımcı olan modellerin oluşturulmasını sağlayan analitik gücü yüksek araçlardır (DeMers, 1997, Szymanski, 1998).

CBS karmaşık planlama ve yönetim sorunlarının çözülebilmesi için tasarlanan; coğrafi konumu belirlenmiş verilerin toplanması, yönetimi, işlenmesi, analiz edilmesi, modellenmesi ve görsel olarak sunulması işlemlerini kapsayan donanım, yazılım, personel ve yöntemler sistemi olarak tanımlanmaktadır (DeMers, 1997; ESRI, 2004, ESRI, 2005). CBS konumsal analiz özellikleri, önceleri elde edilemeyen daha doğru ve güncel bilgi ile yeni bilgiler üretme, bu bilgilerle daha derin anlam kabiliyeti kazanma, en iyi seçimi yapma veya gelecek için düzen hazırlamaya yardımcı olur (DeMers, 1997; Mitchell, 1999).

UA ise genel anlamda çoğunlukla görüntünün oluşturulması ile konum olarak durağan veya hareketli, uzak mesafelerden yer yüzeyinin gözlenmesinde kullanılan yöntemler, teknikler ve araçların bütünüdür (Jensen, 1996). Başka bir deyişle, UA sistemleri yer yüzeyine ait yararlı bilgiler elde etmek için yapılan bütün kayıt, işleme, analiz, yorumlama ve sonuç olarak bilgi üretme gibi aktiviteleri kapsar (Sabins, 1987).

Yeryüzü üzerinden coğrafi bilgilerin toplanması birçok yöntemle gerçekleştirilebilir. Özellikle planlama amaçlı ve çok geniş arazi parçalarından doğrudan ölçülerek veri toplamak için UA tekniği yaygın olarak kullanılır. Günümüz teknolojisinde UA verileri dijital olarak kaydedilmekte, görüntü yorumlama ve analiz işlem elemanları yardımıyla görüntülerden bilgi alınabilmektedir. Örneğin, bugün birçok doğal kaynak haritası UA kullanılarak yapılmaktadır. Uydu görüntüleri; tüm topografik haritalarda, birçok orman, jeoloji, arazi kullanımı ve toprak haritalarının üretilmesinde temel altlık olarak kullanılmaktadır. Bundan daha önemli olarak, günümüzde tarım arazilerinin sezon

boyunca düzenli aralıklarla izlenmesi, problemlı alanların tespiti ve ürün verim tahminlerinde UA başarıyla kullanılmaktadır. Ayrıca kent haritalarının detaylandırılmasında ve belediyelerin kaçak arazi gelişmelerini tespit etmede uydu görüntüsü yardımıyla elde edilen verilerden faydalanılmaktadır (Aronoff, 1989; Campbell, 1996; DeMers, 1997).

Koruma biyologları tarafından yeni farkına varılan ve alansal analizlerde rol alan CBS koruma biyolojisi alanı için de uygun ve güçlü bir araçtır (Kadmon ve Danin, 1997; Kress ve ark., 1998; Lenton ve ark., 2000; Doğan ve Doğan, 2006). Biyolojik verilerin alansal özelliği CBS'ye tahmini haritalama için bir çözüm olarak kullanılabilen alansal modellerin geliştirilmesi fırsatını vermektedir (Franklin, 1998; Gottfried ve ark., 1998). İzleme sonuçları ve önceki dönemlere ait haritalar bu şekildeki CBS veri tabanları için hayati bilgiler olarak değerlendirilmektedir. Biyolojik çeşitlilik çalışmaları için bu ihtiyaç genel olarak dünyanın bazı bölgelerinde 1950'lerin başlarına kadar gidebilen hava fotoğraflarından günümüz yüksek çok bantlı küresel veri seti katmanlarına kadar uzanan uzaktan algılama (hava-uzay) verileri ile karşılanmaktadır (Fjeldsa ve ark., 1997). Sonuç olarak UA tekniklerinden faydalanmanın amacı geniş alanlar hakkında hızlı, sağlıklı ve ucuz veri elde etmektir.

Uçaklardan çekilen analog hava fotoğraflarıyla başlayan UA, günümüze kadar çeşitli teknik özelliklere sahip çok bantlı dijital kameralarla çekim yapan uydular ve insansız hava araçlarına (İHA) doğru bir gelişim göstermiştir (Lillesand ve Kiefer, 2015). Görüntü sağlayan uyduların ana karakterleri radar uyduları hariç güneş eş zamanlı olmaları yani dünyanın sadece güneş alan kısımlarını taramaları, multispektral yani çok bantlı olmaları ve yerden yönlendirilmeli uydular hariç çoğunluğunun meridyenlere paralel dairesel yörüngeye sahip olmalarıdır (Sabins 2007; Welte, 2012).

Uydu görüntülerinde en önemli kavramlardan biri çözünürlüktür. UA'da uzaysal (spatial), tayfsal (spektral), radyometrik ve zamansal olmak üzere toplam dört önemli çözünürlük kavramı vardır (Sabins 2007; Lillesand ve Kiefer, 2015). Bunlardan uzaysal (spatial, alansal veya yersel) çözünürlük uydu görüntüsündeki en küçük görüntü birimi olan 1 pikselin dünya üzerinde kapladığı birim alandır (Champbell, 2011; Lillesand ve

Kiefer, 2015). Örneğin, LANDSAT-7 ETM+ uydusunun uzaysal veya yersel çözünürlüğü 30 x 30 m dir (USGS, 2015). Bunun anlamı uydu görüntüsündeki en küçük birim olan bir pikselin, yeryüzünde 30 x 30 m lik bir alana karşılık gelmesidir. Tayfsal (spektral) çözünürlük ise elektromanyetik tayftaki bant genişlikleri ile ilgili bir kavramdır. Farklı teknik özellikteki uydular elektromanyetik tayfin belirli kısımlarını farklı sayıdaki bant aralıklarına bölerek kaydederler. Bu nedenle herhangi bir uydunun tayfsal veya spektral çözünürlüğü denildiğinde o uydunun bant sayısı ve bu bantların elektromanyetik spektrumdaki aralıkları anlaşılmaktadır (Chambell, 2011; Lillesand ve Kiefer, 2015). Örneğin, LANDSAT-7 ETM+ uydusunun 8 bandı vardır (USGS, 2015). Radyometrik çözünürlük: 2^n ile ifade edilen piksel derinliği (ton) ile ilgili bir kavramdır. Yine LANDSAT-7 ETM+ uydusundan örnek verilecek olursa bu uydunun radyometrik çözünürlüğü 2^8 'dir ve birimi bite'dır (USGS, 2015). Bunun anlamı uydu görüntüsündeki renk tonu değerlerinin 0 (siyah) ile 256 (beyaz) ($2^8=256$) bite değerleri arasında değiştiğidir. Son olarak zamansal (temporal) çözünürlük, sabit yörüngeli uyduların dünya üzerindeki aynı alanın üstüne gelip görüntü aldığı ana kadar (iki görüntü arasında) geçen süredir. LANDSAT-7 ETM+ uydusunun zamansal çözünürlüğü 16 gündür (USGS, 2015).

Günümüzde farklı çözünürlük özellikleri taşıyan pek çok uydu bulunmaktadır. Ancak çözünürlük değerleri özellikle uzaysal ve spektral çözünürlük arttıkça uydu görüntülerinin maliyetleri de o oranda artmaktadır. Bu nedenle UA teknolojilerinden faydalanmada en önemli konulardan biri görüntünün kullanım amacının iyi belirlenmesidir. Örneğin NOAA uydu görüntülerinin uzaysal çözünürlüğü düşük (1.1 km), buna karşın zamansal çözünürlüğü yüksektir (12 saat). Eğer geniş alanlardaki orman yangınlarının veya okyanuslardaki kirliliğin zaman içindeki değişimi izlenecekse, zamansal çözünürlüğü yüksek ve maliyeti en düşük olan NOAA görüntülerinin seçilmesi en uygun çözümdür. Buna karşın küçük alanlardaki tarla parsellerinin sınır haritaları oluşturulacaksa, uzaysal çözünürlüğü yüksek olan IKONOS (0.8 m pankromatik) veya QICKBIRD (0.6 m pankromatik) görüntüleri tercih edilmelidir (Weng, 2012).

Havza bazlı çalışmalar geniş alanları kaplamakta, farklı peysaj ve arazi kullanım tiplerini içermektedir. Bu tür geniş alanlarda çözünürlüğü çok yüksek uydu görüntülerinin kullanılması maliyeti çok artırdığından tercih edilmemektedir. Öte yandan çözünürlüğü çok düşük olan görüntülerle çalışılması da istenilen detaydaki alansal bilgilere ulaşmayı güçleştirmektedir. Havza ve tarımsal bazlı çalışmalarda uzaysal, spektral ve zamansal çözünürlüğü orta seviyede olan görüntülerin tercih edilmesi en uygun olanıdır. Bu bağlamda LANDSAT uyduları hala en önemli ve ekonomik görüntü kaynağı durumundadırlar (McHale, 2012). Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu (USGS) görüntü arşivlerini ücretsiz olarak tüm internet kullanıcılarına açması bu görüntülerin havza bazlı çalışmalar için önemini daha da artırmaktadır (USGS, 2015).

Genel olarak UA süreci “veri elde etme” ve “veri işleme” aşamalarından oluşur. Her şeyden önce hedefe bir kaynak tarafından enerji gönderilmesi gerekmektedir. Bu kaynak hedefi aydınlatır veya hedefe elektromanyetik enerji gönderir. Optik uydular için enerji kaynağı güneştir, ancak radar uyduları kendi enerji kaynaklarını üzerlerinde taşır ve elektromanyetik enerji üreterek hedefe yollarlar. Enerji, ister güneş isterse başka bir kaynaktan çıkarak hedefe yol alırken atmosfer ortamından geçer ve bu yol boyunca bazı etkileşimlere maruz kalır. Atmosferin ışık ve elektromanyetik enerji üzerinde hem saçılma hem de yutulma etkisi vardır. Güneş ışınımı, atmosferdeki gaz molekülleri ve duman, buhar, toz, tuz kristalleri, yağmur damlaları gibi askıda maddeler nedeni ile saçılır. Ayrıca güneş ışınımı, su buharı, karbondioksit ve ozon ortamlarında yutulur. Atmosfer ortamından geçen elektromanyetik dalga, hedefe ulaştığında hem ışınım hem de hedef özelliklerine bağlı olarak etkileşimler oluşur. Cisme gelen ışınımın dalga uzunluğuna ve cismin fiziksel özelliklerine bağlı olarak, geçirilme, yansımaya ve yutulma gerçekleşir. Yeryüzündeki cisimler, radyometrik yansıtımlarındaki farklılıklarından ayırt edilebilirler. Farklı cisimler elektromanyetik spektrumun farklı bölgelerinde farklı yansıtım gösterirler (Sabins,1987; Lillesand ve Kiefer, 1994; Tosun, 2004).

UA'nın tarımda kullanımı ile ilgili olarak birçok çalışma yapılmıştır. Bu konuda çalışan Russel ve ark., (1992); Gonzales ve ark., (1992); Miller ve ark., (1992); Brisco ve Brown (1995): iyi bir arazi sürveyi, hava fotoğrafları ve diğer yardımcı verilerle

kombine edilmiş yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin detaylı ve doğru arazi sınıflamasını sağlayacağını belirtmişlerdir. Bundan başka toprak organik maddesi belirli yansıma değerleri ile korelasyon göstermektedir (Dalal ve Henry, 1986; Shonk ve ark., 1991). Bu nedenle çok bantlı görüntüler toprak haritalama birimlerinin otomatik olarak sınıflandırılmasında büyük potansiyele sahiptir (Leone ve ark., 1995). Ancak, UA'nın bu şekildeki uygulamaları sınırlıdır. Çünkü toprak işleme ve nem içeriği gibi yansımayı etkileyen pek çok faktör vardır. Bununla beraber araziden toplanan koordinatlı verilerin enterpolasyonu ile elde edilen yüzey haritaları ile çıplak topraktan yansıyan değerler arasında direkt veya endirekt ilişkiler bulunabilmektedir. Post ve ark., (1988) toprağın ilk 30 cm lik katındaki kum ve kil oranları ile yansıma değerleri arasında ilişki olduğunu tespit etmişlerdir. Vejetasyon yansıma değerleri de toprak koşullarını ortaya koymada kullanılabilir. Örneğin, Wiegand ve ark., (1994) şeker kamışı alanlarında toprak tuzluluğunun haritalanmasında vejetasyon indeksi değerlerinin faydalı olacağını göstermişlerdir. Ayrıca ürünlerin azot durumları uzaktan algılama verileri ile tespit edilmektedir (Blackmer ve ark., 1995; Filella ve ark., 1995).

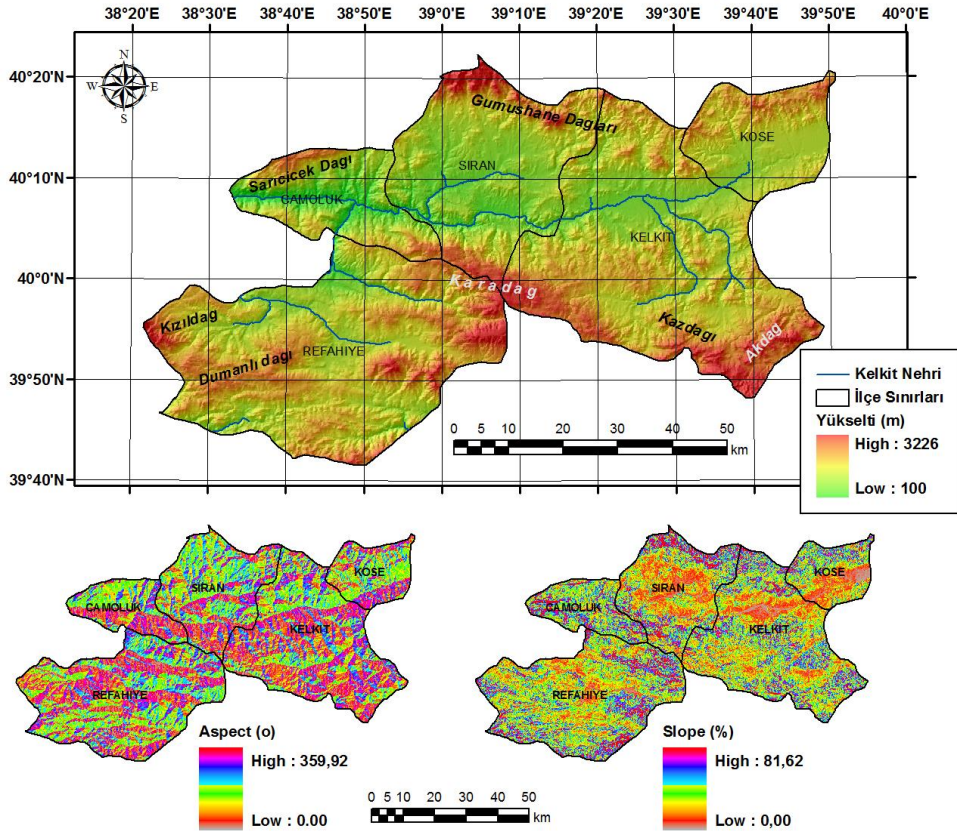
Yang ve Anderson (1996) çok bantlı görüntülerin belirli tarımsal uygulamaları gösteren alanlarda nasıl kullanılabileceğini tarif etmişlerdir. Kurucu ve ark., (2000), yaptıkları bir çalışmada organik madde, pH, toprak bünyesi, kation değişim kapasitesi ve değişebilir kanyonları içeren toprak değişkenleri ile Landsat-TM uydu görüntüleri arasındaki korelasyonları incelemişler, sonuçta başta tuzluluk olmak üzere toprak değişkenleri ile en iyi sonucu 7 3 2 band kombinasyonunun verdiği bulmuşlardır. Saha ve ark., (1990) Hindistan'da yaptıkları bir çalışmada; spektral tanımlayıcılar (signature) ve arazi verilerini kullanarak tuzdan etkilenen alanları belirlemişlerdir. Altı TM bandının (1,2,3,4,5 ve 7) dördü (3,4,5 ve 7) zayıf korelasyon göstermiş ve spektral belirleyicilik 4, 5 ve 7 numaralı bantlarda daha yüksek bulunmuştur. Bu durum ışık tayfındaki 1.5 ve 2.5 µm aralığındaki yansıma değerlerini işaret etmektedir. Başayığıt ve ark., (2006), Beyşehir'de yaptıkları bir çalışmada ASTER uydusunun SWIR band 1 (1.6-1.70 µm) değerleri ile CaCO₃ değerleri arasında pozitif korelasyon tespit etmişlerdir. Doğan ve Kılıç (2013), Orta Kelkit'de yaptıkları bir araştırmada LANDSAT-7 ETM+ band 5 DN değerleri ile pH, CaCO₃, organik madde ve Azot arasında önemli ilişkiler bulmuş ve modellemiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma Alanının Coğrafik Özellikleri

Toprak çalışmalarının yürütüldüğü araştırma alanı; Yukarı Kelkit Havzası olarak adlandırılan Giresun ilinin Çamoluk, Gümüşhane ilinin Şiran, Kelkit, Köse ve Erzincan'ın Refahiye ilçelerini kapsamakta, 39°42'-40°23' Kuzey enlemleri ve 38°22'-39°51' Doğu boylamları arasında bulunmakta ve toplam 5276 km² lik alanı kaplamaktadır (Şekil 3.1). Söz konusu alanda yükselti 100 ile 3266 m arasında değişmektedir. Çalışma alanında bakı (aspect) değerleri 0° - 359.92° arasında, eğim (slope) değerleri ise %0 - %81.62 arasında değerler almaktadır. Yukarı Kelkit'in kuzeyinde Sarıççek ve Giresun dağları, güneyinde Karadağ, güneydoğusunda Kazdağı ve Akdağ, Güneybatısında ise Kızıldağ ve Dumanlı Dağı bulunmaktadır (Şekil 3.1).



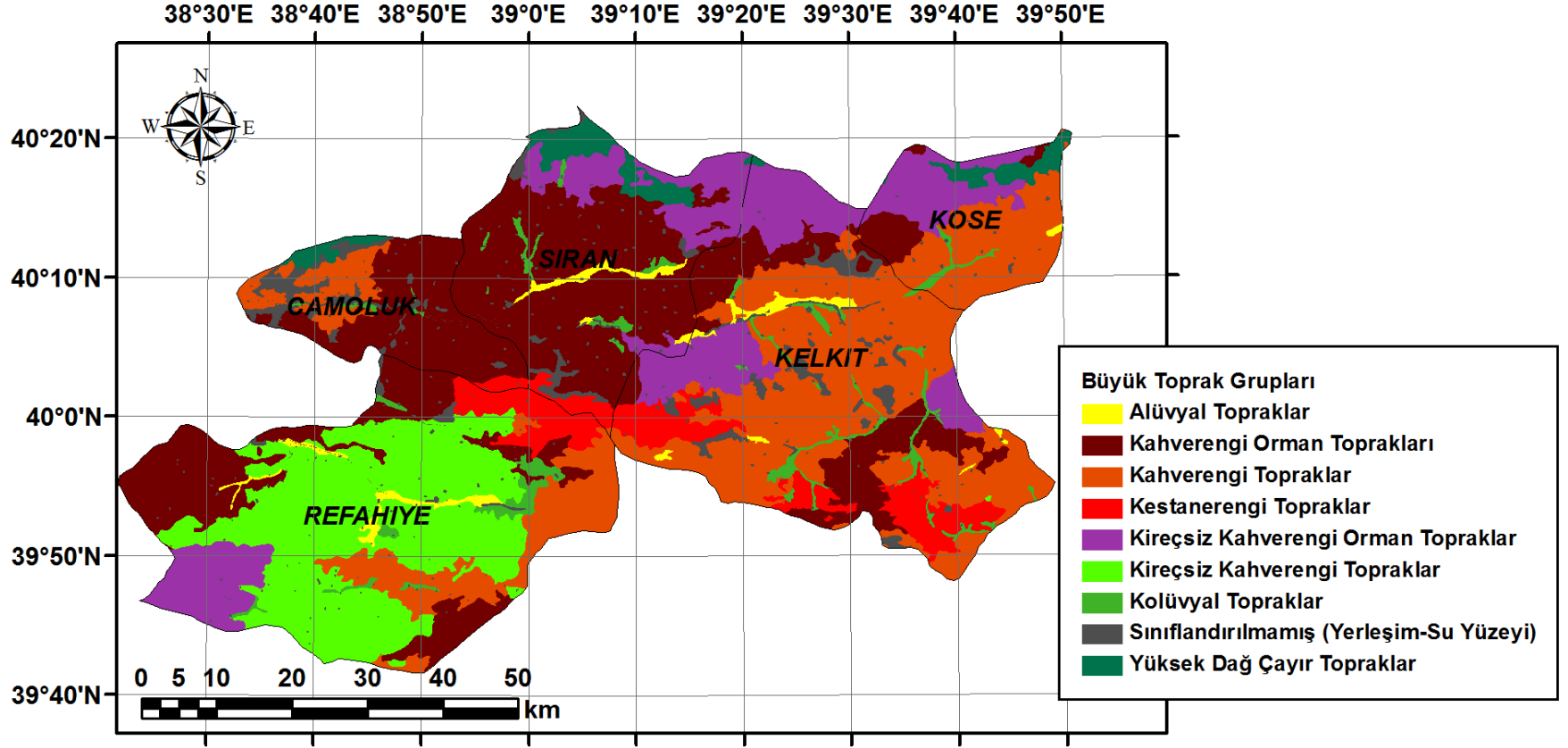
Şekil 3.1. Aşağı Kelkit Havzasının Coğrafik Konumu ve topografik özellikleri.

3.1.2 Araştırma Alanının Toprak Özellikleri

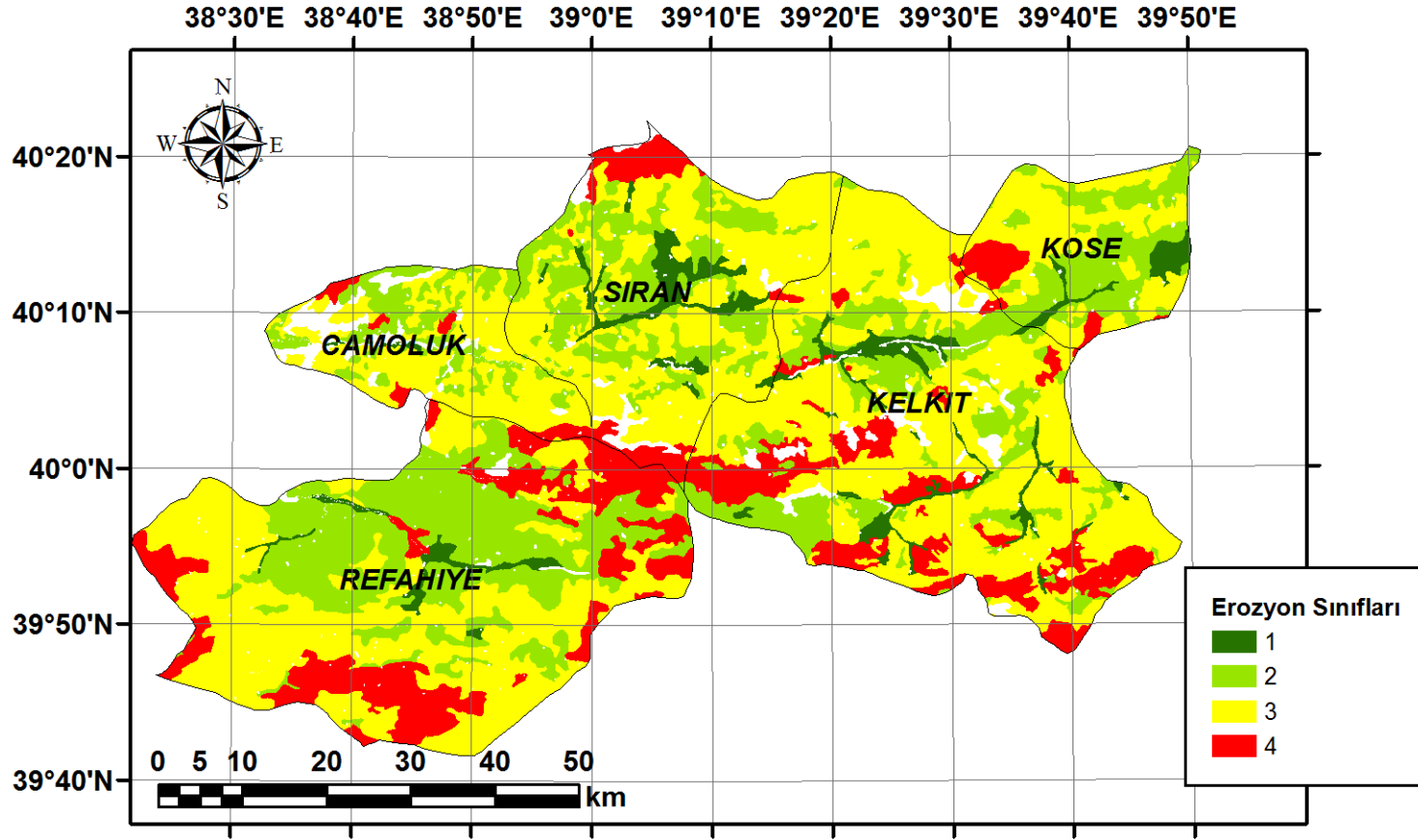
Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Ulusal Toprak Veri Tabanı'na göre (KHGM, 2002), çalışma alanındaki büyük toprak grupları % olarak kapladıkları alana göre sırasıyla; Kahverengi Orman Toprakları (%29,59), Kahverengi Topraklar (%25,68), Kireçsiz Kahverengi Topraklar (%15,68), Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları (%12,92), Kestanerengi Topraklar (%5,63), Yüksek Dağ Çayır Toprakları (%2,59), Kollüvyal Topraklar (%2,52) ve Alüvyal Topraklardır (%1,45). Çalışma alanının geriye kalan %3,94'ü sınıflandırılmamış (yerleşim-su yüzeyi) alan olarak belirtilmiştir (Şekil 3.2).

Çalışma alanının su erozyon sınıfları ise % olarak kapladıkları alana göre sırasıyla; şiddetli (%50,09), orta (%27,62), çok şiddetli (%14,20), hiç veya çok az (%4,15) erozyon sınıflarıdır. Çalışma alanının geriye kalan %3,94'ü sınıflandırılmamış (yerleşim-su yüzeyi) alan olarak belirtilmiştir (Şekil 3.3). Bu haritadan anlaşılacağı gibi çalışma alanının yarısından fazlası (%64,29) şiddetli ve çok şiddetli erozyona maruzdur. Çalışma alanının geriye kalan %3,94'ü sınıflandırılmamış (yerleşim-su yüzeyi) alan olarak belirtilmiştir (Şekil 3.3).

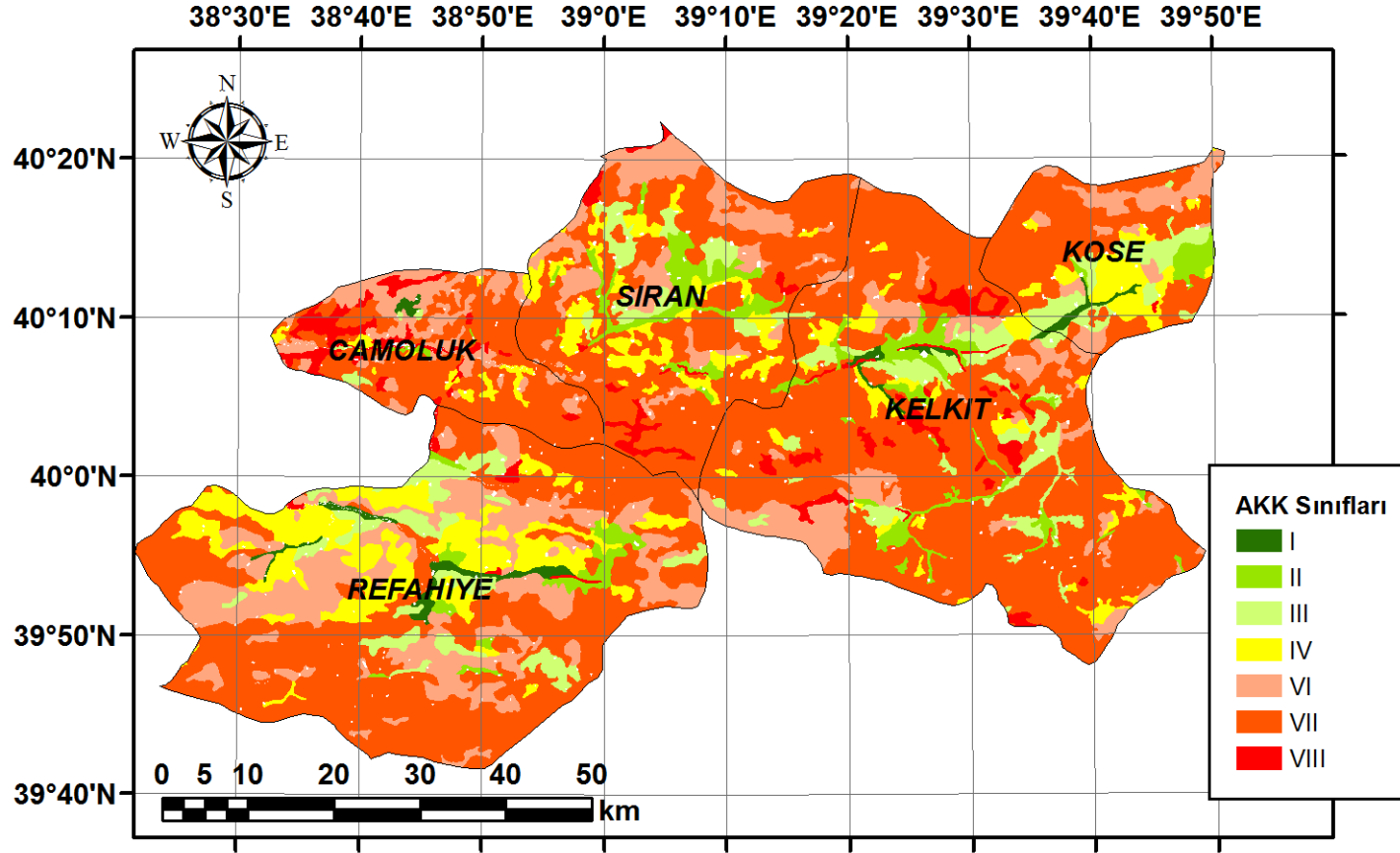
Çalışma alanının arazi kullanım kabiliyet sınıfları % olarak kapladıkları alana göre sırasıyla; VII (%56,46), VI (%17,64), IV (%10,33), III (%6,93), II (%4,19), VIII (%3,38) ve I (%1,07) olarak belirlenmiştir (Şekil 3.4). Alanın çok büyük bir kısmı (%77,48) tarım dışı olarak nitelendirilen VI, VII ve VIII sınıf arazilerden oluşmaktadır. Buna karşın ülke ekonomisinde önemli yeri olan tahıl ve bazı endüstri bitkilerinin yetiştirilmesine uygun araziler olarak tanımlanan II sınıf araziler, tesis edilmiş bağ-bahçe ve özel ürün arazileri olarak tanımlanan III sınıf araziler ve işlemeli tarıma uygun olmayan veya sınırlı olarak uygun olan arazilerle orman rejimindeki araziler olarak tanımlanan IV sınıf araziler toplam olarak daha küçük bir alanı (%22,52) kaplamaktadır. Ulusal Toprak Veri Tabanı'na göre Yukarı Kelkit'te önemli (mutlak) tarım arazisi olarak adlandırılan I sınıf ve tarım dışı arazi olarak değerlendirilen V sınıf arazi bulunmamaktadır (KHGM, 2002).



Şekil 3.2. Yukarı Kelkit Havzası Büyük Toprak Grupları (KHGM, 2002)



Şekil 3.3. Yukarı Kelkit Erozyon Sınıfları (KHGM, 2002)



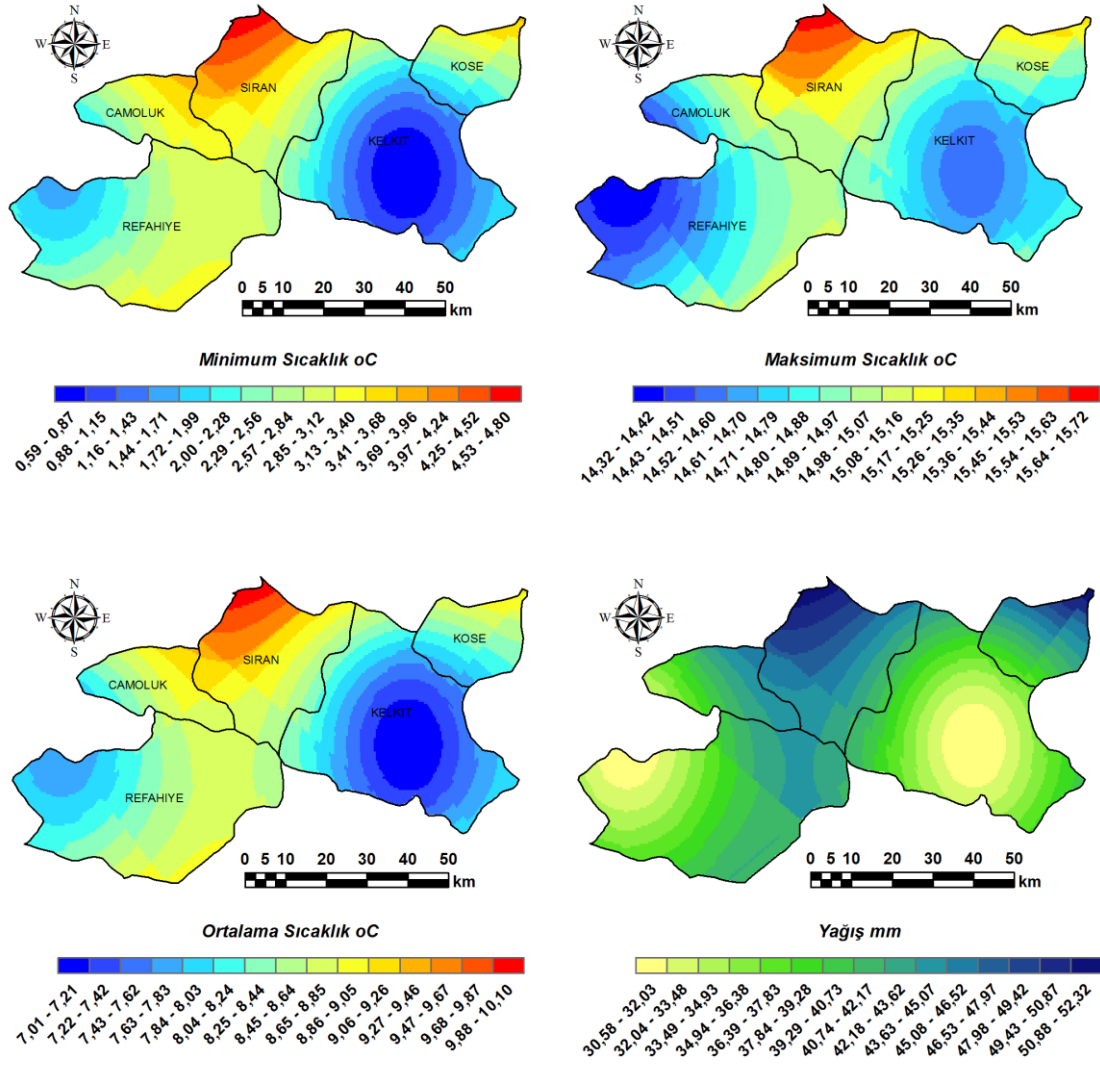
Şekil 3.4. Yukarı Kelkit Büyük Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfları (KHGM, 2002)

3.1.3. Araştırma Alanının İklim Özellikleri

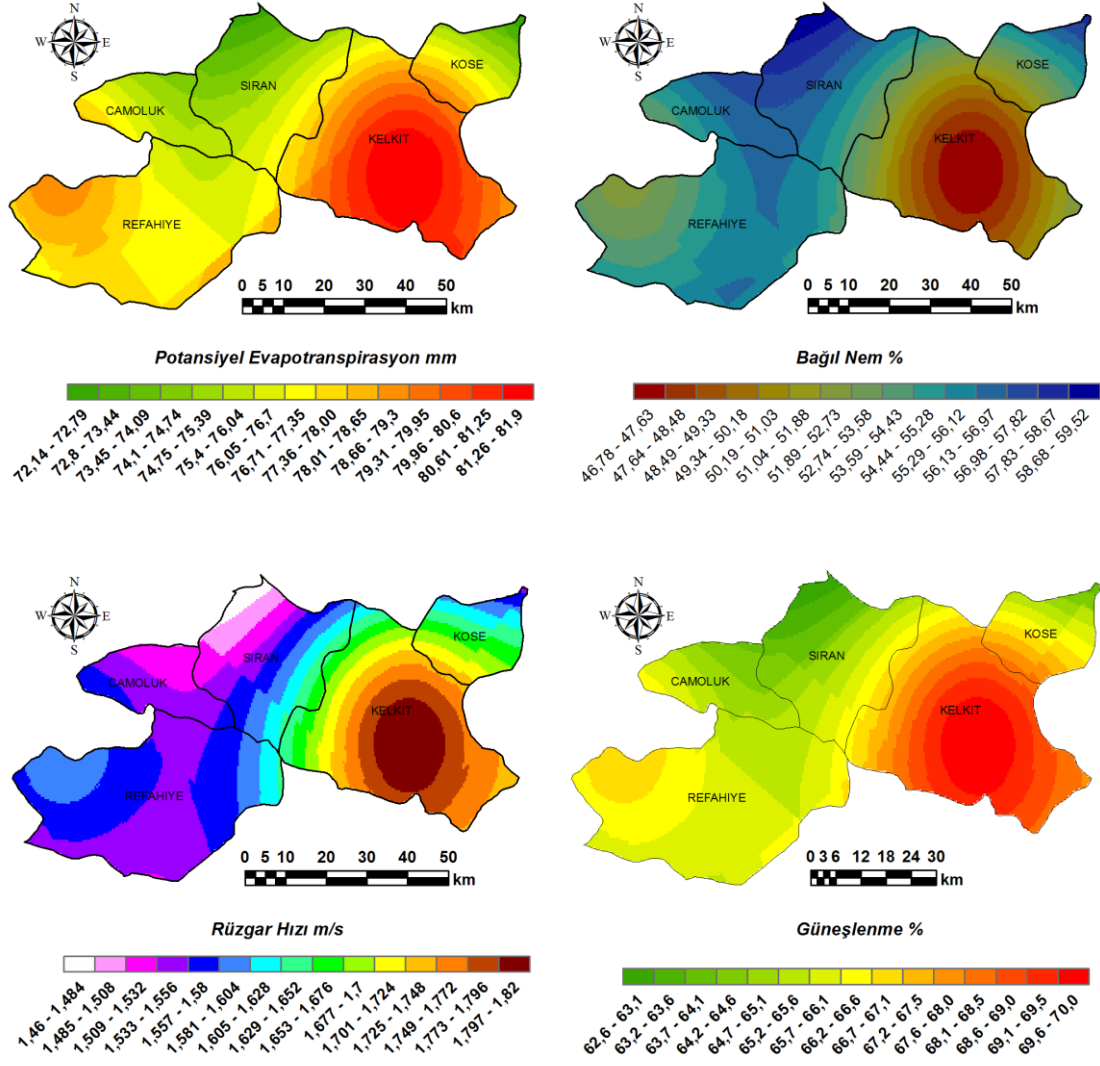
İklim önemli ekosistem bileşenlerinden biri olup Aşağı Kelkit Havzası'nda Doğu Karadeniz Bölümü iklimiyle, Doğu Anadolu İklimi arasında bir geçiş iklimi görülür. Bu nedenle çalışma alanında her iki iklim özelliğini de görmek mümkündür. Ayrıca çalışma alanının jeomorfolojisi, topografik yapısı da bölgenin iklimi üzerine etkili olmaktadır. Araştırma alanında; yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk, ilkbahar ve sonbahar ayları oldukça yağışlı geçmektedir. Bu durum bölgedeki bitki çeşitliliğini artıran en önemli etkenlerden birisidir.

FAO Tarım Meteoroloji Grubunun geliştirdiği LOCCLIM yazılımından faydalanarak Doğan (2007) tarafından oluşturulan iklim katmanları Şekil 3.5 ve Şekil 3.6'da verilmiştir. Şekil 3.5'de Yukarı Kelkit Havzası'nın yıllık ortalama olarak minimum-maksimum-ortalama sıcaklıklarının (°C) ve yağış (mm) miktarlarının uzaysal dağılımı verilmiştir. Buna göre Yukarı Kelkit Havzası yıllık ortalama minimum sıcaklıkları 0,59-4,80 °C arasında değişen değerler almıştır. Yıllık ortalama maksimum sıcaklıklar ise 14,32-15,72 °C arasında değişmektedir. Buna bağlı olarak yıllık ortalama sıcaklıklar da 7,01-10,10 °C arasında değişen değerler almaktadır. Yıllık ortalama yağış değerleri ise 30,58-52,32 mm arasında değişmektedir bu miktar yıllık toplam yağışın 366,96-627,84 mm arasında olduğuna işaret etmektedir. Sıcaklık değerleri alanın kuzeyinde yüksek, güneydoğu kısmında (Doğu Anadoluya yaklaşan kısmında) ise düşüktür. Yağışlarda buna paralel olarak sıcaklığın yüksek olduğu lokasyonlardan sıcaklığın düşük olduğu lokasyonlara doğru artmaktadır (Şekil 3.5).

Yıllık ortalama olarak potansiyel evapotranspirasyon PET (mm), bağıl nem (%), rüzgar hızı (m/s) ve güneşlenme (%) iklim parametrelerinin uzaysal dağılımı ise Şekil 3.6'da verilmiştir. Bu haritalarda görüldüğü gibi çalışma alanının PET değerleri 72,14-81,90 mm, bağıl nem değerleri %46,78-59,52, rüzgar hızı değerleri 1,46-1,82 m/s ve güneşlenme değerleri %62,60-70,00 arasında değişmektedir. Bağıl nem değerleri kuzeyden güneydoğu istikametine doğru azalmaktadır, buna karşın PET, rüzgar hızı ve güneşlenme değerleri artmaktadır (Şekil 3.6).



Şekil 3.5. Yukarı Kelkit Havzası'nın maksimum-minimum-ortalama sıcaklık (oC) ve yağış (mm) haritaları (Doğan, 2007)



Şekil 3.6. Yukarı Kelkit Havzası'nın potansiyel evapotranspirasyon (mm), bağıl nem (%), rüzgar hızı (m/s) ve güneşlenme (%) haritaları (Doğan, 2007)

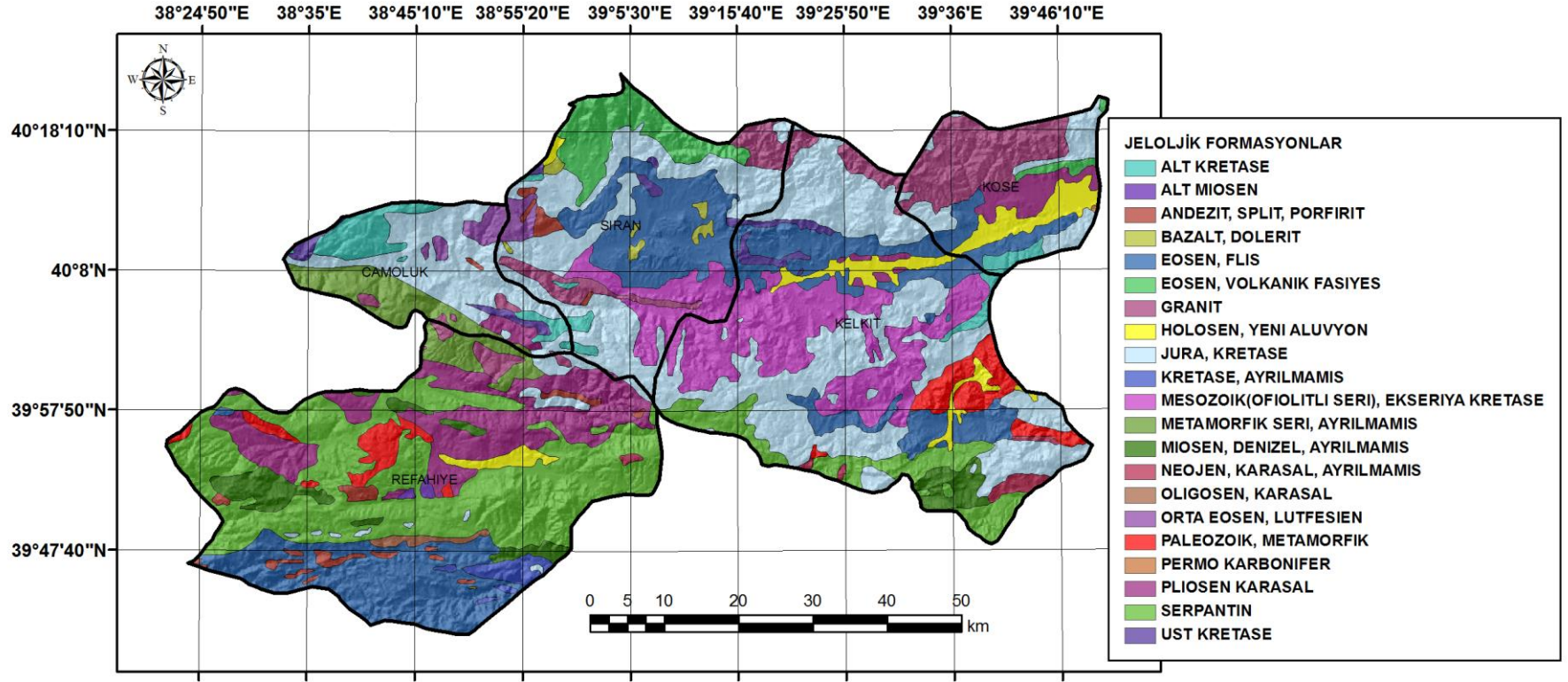
3.1.4. Araştırma Alanının Jeolojik Özellikleri

Türkiye Jeoloji Haritası'ndan (Ternek ve ark., 1964) faydalanılarak sayısallaştırılan çalışma alanının jeolojik formasyonları Şekil 3.7'de verilmiştir (ölçek: 1/100 000). Türkiye Jeoloji Haritasına göre çalışma alanının jeolojik formasyonları % olarak kapladıkları alana göre sırasıyla; Jura Kretase (%23,59), Serpantin (%16,41), Eosen Fliş (%15,87), Mesozoik (Ofiyolitli Seri)- Ekseriya Kretase (%9,1), Pliosen Karasal (%7,78), Granit (%5,93), Eosen-Volkanik Fasiyes (%2,97), Metamorfik Seri-Ayrılmamış (%2,95), Holosen-Yeni Alüvyon (%2,83), Paleozoik-Metamorfik (%2,75), Miosen- Denizel-Ayrılmamış (%2,46), Alt-Kretase (%2,35), Andezit-Split- Porfirit (%1,11), Üst Kretase (%1,02), Orta Eosen-Lutfesien (%0,94), Kretase-Ayrılmamış (%0,64), Neojen- Karasal-Ayrılmamış (%0,52), Bazalt-Dolerit (%0,36), Oligosen-Karasal (%0,28), Alt Miosen (%0,12) ve Permo Karboniferdir (%0,02).

Şekil 3.7'de açıkça görüldüğü gibi, Yukarı Kelkit Havzası'nın yarıdan fazla bir kısmı (%55,87) Jura Kretase, Serpantin ve Eosen Fliş formasyon sınıflarından oluşmaktadır. Jura- Kretase çoğunlukla yaşlı kireç taşlarından ibaret formasyonlardır. Bu nedenle tebeşir dönemi olarak da bilinen bir dönemdir (Hazen, 2013). Serpantin ise koyu yeşil mumsu ve yağlımsı ısıya ve soğuğa çok dayanıklı formasyonları içerir. Serpantin bir çok mineralin ve yer altındaki sıcak suların başkalaşması sonucu oluşan bir doğal taş türüdür (Dixon, 1992; Symes, 2008). Eosen fliş formasyonları ise Eosen jeolojik devrinde oluşmuş ve çoğunlukla kireçtaşı, kiltası, kumtaşı gibi karışık tortul kayalardan meydana gelen formasyonlardır (Hazen, 2013).

Çalışma alanının %22,81'i ise Mesozoik (Ofiyolitli Seri)- Ekseriya Kretase, Pliosen Karasal ve Granit formasyonlarından oluşmaktadır. Bunlardan Ofiyolit, Mafik ve Ultramafik kayaların oluşturduğu bir birliğin adıdır. Bütün birimleriyle oluşan bir ofiyolitte Ultramafik kompleks (Harzburjit, Lertzolit ve Dünit), Gabroik kompleks (Piroksenit), Mafik sheeted dayk kompleksi (Mafik volkanik kompleks – yastık lavlar) ve Çört, ince tabakalı şeyl, kireçtaşı, ve sodik-felsik intrüzif ekstrüzif kayalar ile podiform yapıli kromitlerin oluşması beklenmelidir (Hazen, 2013). Bu nedenle çalışma alanında dayk komplekslerine sıklıkla rastlanılmaktadır.

Çalışma alanının geriye kalan %21,32'lik kısmı ise Eosen-Volkanik Fasiyes, Metamorfik Seri-Ayrılmamış, Holosen-Yeni Alüvyon, Paleozoik-Metamorfik, Miosen-Denizel-Ayrılmamış, Alt-Kretase, Andezit-Split- Porfirit, Üst Kretase, Orta Eosen-Lutfesien, Kretase-Ayrılmamış, Neojen- Karasal-Ayrılmamış, Bazalt-Dolerit, Oligosen-Karasal, Alt Miosen ve Permo Karbonifer formasyonlarından oluşmaktadır. Bunların % kapladıkları alan %2,97 ile %0,02 arasında değişmektedir.



Şekil 3. 7. Yukarı Kelkit Havzası'nın jeolojik formasyonları, ölçek: 1/100 000 (Türkiye Jeoloji Haritası'ndan (Ternek ve ark., 1964) faydalanılarak sayısallaştırılmıştır.)

3.1.5. Araştırmada Kullanılan Uydu Görüntülerinin Özellikleri

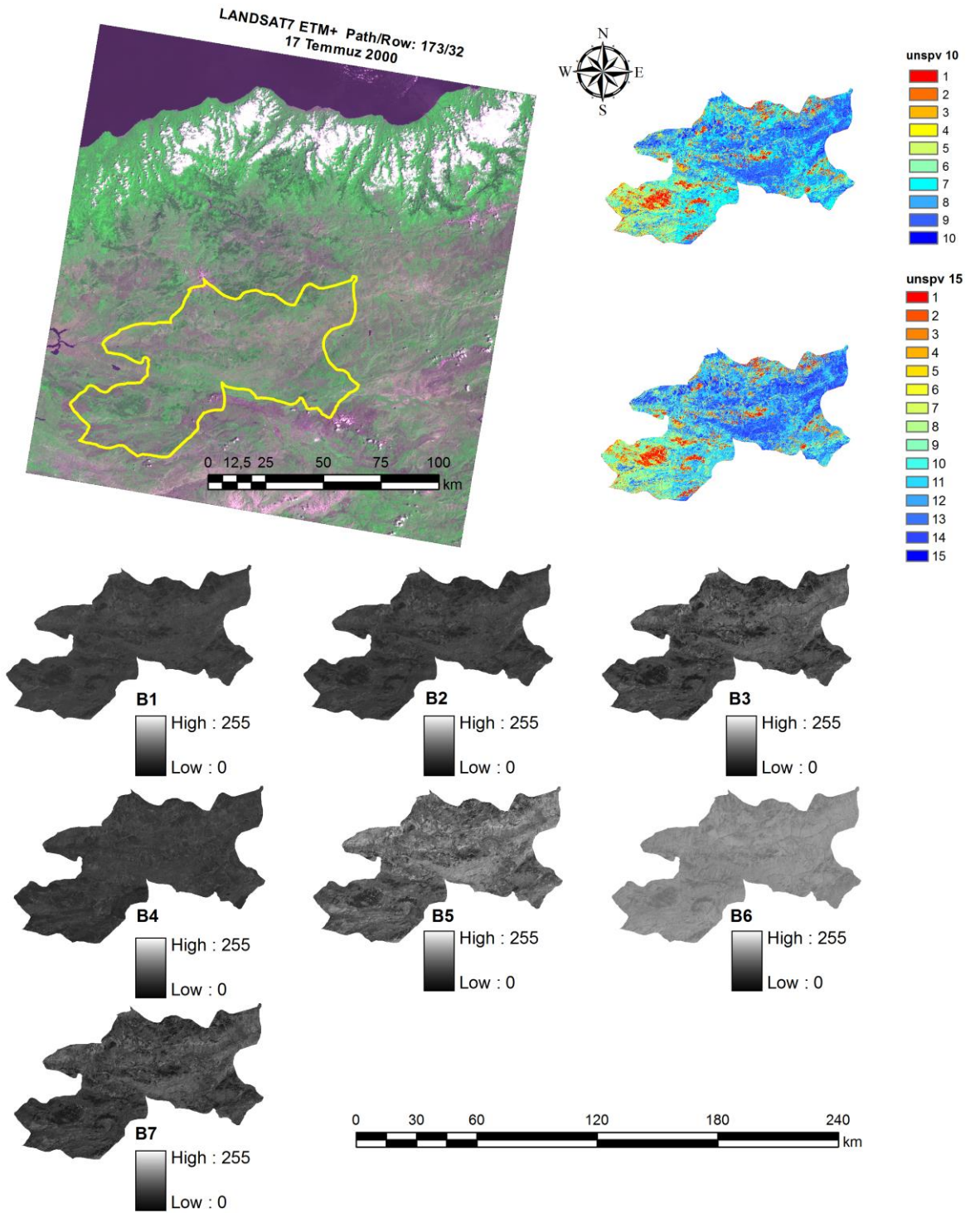
Araştırmada iki adet LANDSAT arşiv görüntüsünden faydalanılmıştır. Görüntüler Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırma Kurumu (USGS) web sitesindeki (<http://glovis.usgs.gov/>) LANDSAT arşivinde yapılan bir inceleme sonucu seçilmiş ve yine aynı adresten zip dosyası şeklinde indirilmiştir: Görüntüler seçilirken teknik hata (SLC off) içermemesine, en az bulutluluk oranına sahip olmasına ve çalışma alanını en net şekilde kapsamasına dikkat edilmiştir. Bu çalışmada 17 Temmuz 2000 tarihinde çekilen LANDSAT-7 ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus) ve 27 Haziran 2013 tarihinde çekilen LANDSAT-8 OLI (Operational Land Imager) görüntülerinden faydalanılmıştır. LANDSAT-7 ETM+ ve LANDSAT-8 OLI ve uydu görüntülerinin teknik özellikleri sırasıyla Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2’de verilmiştir. Kullanılan görüntüler, ve bu görüntülere ait kontrolsüz sınıflandırma (10 ve 15 Sınıf) katmanları ve bantlar Şekil 3.8 ve Şekil 3.9’da görüldüğü gibidir.

Çizelge 3.1. LANDSAT- 7 ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus) uydusu bantları ve çözünürlükleri (USGS, 2015) (path/row: 173/32, tek bir görüntünün kapladığı alan 183 km X 170 km)

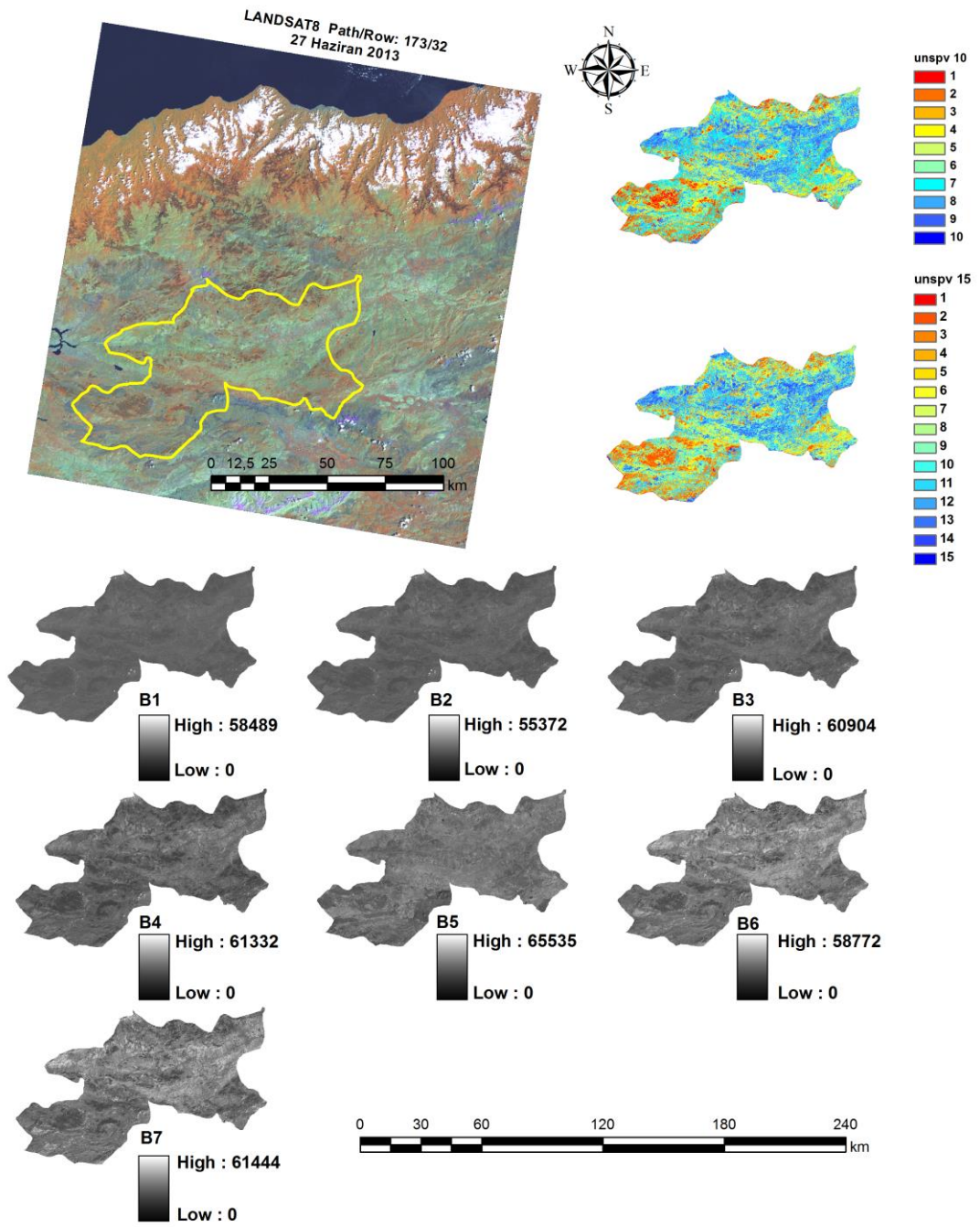
Spektral Çözünürlük		Uzaysal	Radyometrik	Zamansal
Bantlar	Dalga Boyu mikrometre (μm)	Çözünürlük (m)	Çözünürlük	Çözünürlük
Band 1	0.45-0.52	30	2^8	16 gün
Band 2	0.52-0.60	30	2^8	
Band 3	0.63-0.69	30	2^8	
Band 4	0.77-0.90	30	2^8	
Band 5	1.55-1.75	30	2^8	
Band 6	10.40-12.50	60 * (30)	2^8	
Band 7	2.09-2.35	30	2^8	
Band 8	0.52-0.90	15	2^8	

Çizelge 3.2. LANDSAT-8 OLI (Operational Land Imager) uydusu bantları ve çözünürlükleri (USGS, 2015) (tek bir görüntünün kapladığı alan 183 km X 170 km)

Spektral Çözünürlük		Uzaysal Çözünürlük (m)	Radyometrik Çözünürlük	Zamansal Çözünürlük
Bantlar	Dalga Boyu mikrometre (μm)			
Band 1 Kıyı/ Aerosol	0.433 - 0.453	30	2^{16}	15 gün
Band 2 Mavi	0.450 - 0.515	30	2^{16}	
Band 3 Yeşil	0.525 - 0.600	30	2^{16}	
Band 4 Kırmızı	0.630 - 0.680	30	2^{16}	
Band 5 Yakın Infrared	0.845 - 0.885	30	2^{16}	
Band 6 - Kısa Dalga Infrared	1.560 - 1.660	30	2^{16}	
Band 7 - Kısa Dalga Infrared	2.100 - 2.300	30	2^{16}	
Band 8 Pankromatik	0.500 - 0.680	15	2^{16}	
Band 9 Sirkus	1.360 - 1.390	30	2^{16}	
Band 10 Termal Infrared	10.30 - 11.30	100	2^{16}	
Band 11 Termal Infrared	11.50 - 12.50	100	2^{16}	



Şekil 3.8. Çalışmada Kullanılan LANDSAT- 7 ETM+ görüntüsü, kontrolsüz sınıfları (10 ve 15 Sınıf) ve bantları

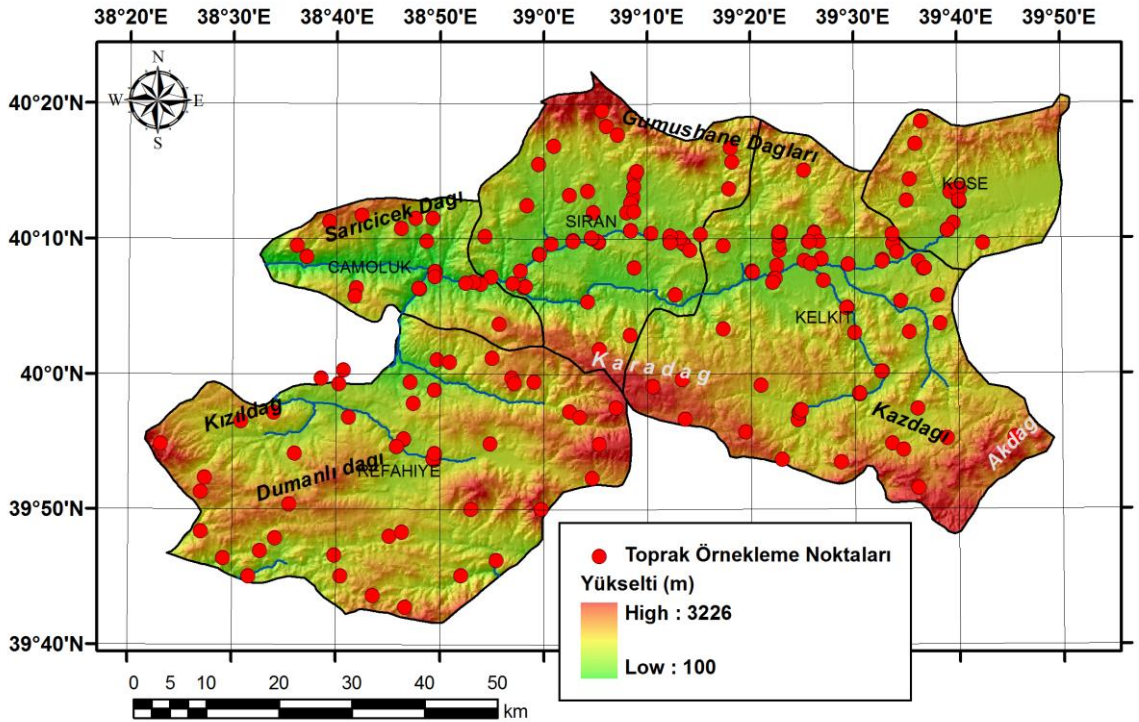


Şekil 3.9. Çalışmada Kullanılan LANDSAT- 8 OLI görüntüsü, kontrolsüz sınıfları (10 ve 15 Sınıf) ve bantları

3.2. Metot

3.2.1. Toprak Çalışmaları

Toprak örneklemelerinde McGrew ve Monroe (1993) tarafından bildirilen katmanlandırılmış tesadüfi örnekleme metodu izlenmiştir. Toprak örneklerinin alınacağı alanlar sayısal yükselti modelinden (Şekil 3.1), 1/25000 ölçekli mevcut sayısal toprak haritalarından (Şekil 3.2, Şekil 3.3, Şekil 3.4), jeoloji haritasından (Şekil 3.7) ve LANDSAT uydu görüntüsülerinin kontrolsüz sınıflarından (Şekil 3.8, Şekil 3.9) faydalanılarak katmanlara ayrılmıştır. Elde edilen katmanların dikkate alınmasıyla örneklerin alınacağı alanlar arazi çalışmalarından önce belirlenmiştir. Örnekleme noktaları ise 2013 yılında yürütülen arazi çalışmaları süresince bu katmanlar içinde tesadüfi dağıtılmıştır. Çalışma alanında toplam 225 farklı noktadan coğrafik referanslı toprak örneği alınmıştır (Şekil 3.10). Coğrafik referansların alınmasında +/- 5 m hassasiyetli Magellan Explorist GPS cihazından faydalanılmıştır.



Şekil 3.10. Toprak örnekleme noktalarının coğrafik dağılımı

Arazi örneklemelelerinde her noktada yüzey toprağından (0-20 cm) ortalama 1.5-2.0 kg kadar toprak örnekleme yapılmış ve örnekler plastik torbalara konularak etiketlenmiştir. Araziden toprak örnekleri alınırken Ateşalp (1976) tarafından bildirilen esaslar dikkate alınmıştır. GPS ile alınan koordinatlar da hem torbalara konulan etiketlere hem de arazi gözlem defterine kaydedilmiştir. Toprak örnekleri, asit ve baz buharının bulunmadığı bir ortamda oda sıcaklığında kurutulmuştur. Örnekler hava kuru haline geldikten sonra, 2mm'lik elekten geçirildikten sonra analize hazır hale getirilmiştir.

Analize hazır hale getirilen toprakların; toprak tekstürü (% kum, kil ve silt miktarları), toplam N (%), yarıyışlı P (ppm), K (me 100g⁻¹), organik madde içeriğı (%), CaCO₃ (%), toprak reaksiyonu (pH), EC (mmhos cm⁻¹), Na (cmol kg⁻¹), hava kuru nem (%) ve ağır metal (ppm olarak Zn, Pb, Ni, Fe, Cu, Cd) analizleri yapılmıştır. Toprak analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde Çizelge 3.3 ve Çizelge 3.4'de verilen sınır değerler kullanılmıştır. Analizlerin yapılmasında izlenen metodlar ise aşağıda verilmiştir.

Tekstür (Bünye) tayini; Toprağın kum, silt, kil içerikleri Bouyoucus Hidrometre yöntemi ile % olarak belirlenmiştir (Bouyoucus, 1951). Azot (N), Kjeldahl metoduyla (Kacar,1994) (NH₄)₂SO₄'e çevrilip sonra amonyum borik asit içinde destile edilmiş ve brom gresol green methylyred indikatör karışımı kullanılarak standart H₂SO₄ ile titre edilmiş ve % olarak ölçülmüştür (Chapman ve Pratt, 1961).

Fosfor (P), Olsen metoduna göre, NaHO₃ ile ekstrakte edilen çözeltideki fosforun spektrofotometrede okunmasıyla ppm (mgkg⁻¹) olarak belirlenmiştir (Olsen ve ark., 1965). Değişebilir potasyum (K), amonyum asetat yöntemi ile fleymfotometrik olarak me100g⁻¹ olarak belirlenmiştir (Richards,1954). Organik madde İçeriğı, Modifiye Walkley-Black yaş yakma yöntemiyle % olarak belirlenmiştir (Walkley-Black, 1934).

Toprak örneklerinin CaCO₃ (kireç) içeriğı Scheibler kalsimetresi kullanılarak, volümetrik metotla % olarak belirlenmiştir (Çağlar,1949; Nelson ve Sommers, 1982). Toprak reaksiyonu (pH); 1:2.5 oranında toprak örneklerinin saf su ile sulandırılması ile elde edilen süspansiyonun 15 dakikalık aralarla 3 kez karıştırılması ve 15 dakika

bekletildikten sonra cam elektrodlu Neel pH metresinde ölçümü ile belirlenmiştir (Jackson, 1959). Elektriksel iletkenlik (EC); 1:2.5 oranında sulandırılan örneklerin Conductivitymeter ölçümleri ile mmhos cm^{-1} olarak tespit edilmiştir (Richards, 1954).

Değişebilir Na, toprak örnekleri 1.0 N sodyum asetat (pH=8.2) ile doyurulduktan sonra toprak tarafından tutulan sodyum, 1.0 N amonyum asetat (pH=7) ile ekstrakte edilerek Na-alev fotometresinde cmol kg^{-1} olarak belirlenmiştir (Richards, 1954). Hava kuru nem: Sönmez ve Ayyıldız'ın (1964) belirttiğine göre, alüminyum nem kabında 24 saat süre ile kurutulan toprak örneklerinin içerdiği % nem dikkate alınarak hesaplanmıştır.

Ağır metaller (Zn, Pb, Ni, Fe, Cu, Cd), ICP (Inductively Coupled Plasma) cihazında ppm (mg kg^{-1}) olarak tayin edilmiştir (Montaser, 1998). Bunun için 1 gram toprak örneği kral suyu (3 hacim HCl asit+1 hacim HNO_3 karışımı) ile extract edilmiş ve çözülmüş ve kurumaya bırakılmıştır. Daha sonra 10 ml 2 M HNO_3 ile çalkalandıktan sonra elde edilen süspansiyon mavi bandlı filtre kağıdı ile süzülmüştür. Daha sonra filtre edilen miktarın 6-8 ml kalana kadar buharlaşması sağlanmış ve kalan miktar saf su ile 10 ml'ye tamamlanmıştır. Solüsyonun toplam metal içerikleri ICP cihazında ölçülmüştür.

Çizelge 3.3. Topraktaki ağır metal sınır değerleri (8 Haziran 2010 tarih ve 27605 sayılı Resmi Gazete`de yayınlanan, Çevre ve Orman Bakanlığı, Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği`nden alınmıştır).

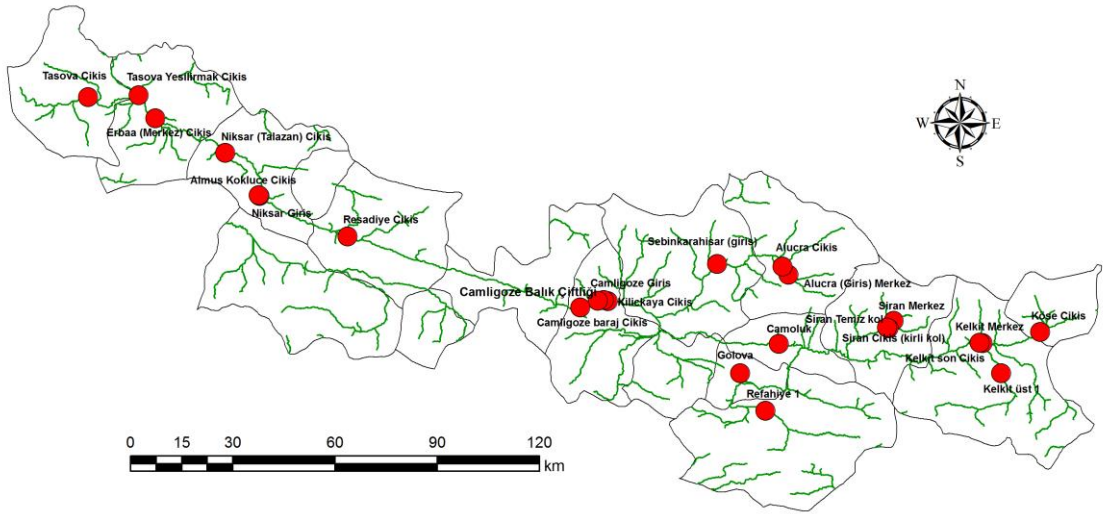
Ağır Metal (Toplam)	PH 5- 6 mg kg^{-1} Fırın Kuru Toprak	pH>6 mg kg^{-1} Fırın Kuru Toprak
Kurşun (Pb)	50	300
Kadmiyum (Cd)	1	3
Bakır (Cu)	50	140
Nikel (Ni)	30	75
Çinko (Zn)	150	300
Civa (Hg)	1	1,5

Çizelge 3.4. Toprak değişkenleri sınır değerleri

Toprak Özelliği	Yeterlilik Sınıfı						Kaynak
	Çok düşük	Düşük	Orta	Yüksek		Çok yüksek	
N (%)	<0,045	0,045-0,090	0,090-0,170	0,170-0,320		>0,320	Anonim, 1980
P (mg kg ⁻¹)	<3,0	3,0-7,0	7,1-20,0	>20,0			Olsen ve ark., 1954
K (mg kg ⁻¹)	<100	101-200	201-250	251-320		>320	Anonim, 1980
Kireç (%)	<1,0	1,0-5,0	5,1-15,0	15,1-25,0		>25,0	Allison ve Moodie, 1965
Organik Madde (%)	<1,0	1,0-2,0	2,1-3,0	3,1-4,0		>4,0	Walkley-Black, 1934
pH	Kuvvetli asit	Orta asit	Hafif asit	Nötr	Hafif alkali	Kuv. alkali	Jackson, 1959
	<4,5	4,5-5,5	5,6-6,5	6,6-7,5	7,6-8,5	>8,5	
Tuz (EC) (mmhos/cm)	Tuzsuz	Az tuzlu	Orta tuzlu		Çok tuzlu		Waters ve ark., 1972
	<0,50	0,51-1,50	0,51-2,25		>2,25		

3.2.2. Su Çalışmaları

Su örneklemeleri 2013 yılının Şubat, Nisan, Ağustos ve Ekim ayları olmak üzere toplam 4 zamanda ve 24 istasyonda gerçekleştirilmiştir. Örnekleme yapılan istasyonlar Yukarı Kelkit Havzası'nın üst noktalarından başlayarak aşağılara doğru sırasıyla şunlardır; (1) Köse çıkış, (2) Kelkit üst-1, (3) Kelkit Merkez, (4) Kelkit son çıkış, (5) Siran Merkez, (6) Siran çıkış (kirli kol), (7) Siran temiz kol, (8) Çamoluk, (9) Aluçra (Giriş) merkez, (10) Aluçra çıkış, (11) Şebinkarahisar (giriş), (12) Refahiye 1, (13) Gölova, (14) Kılıçkaya çıkış, (15) Çamlığöze giriş, (16) Çamlığöze balık çiftliği, (17) Çamlığöze baraj çıkış, (18) Resadiye çıkış, (19) Niksar giriş, (20) Niksar (Talazan) çıkış, (21) Erbaa (Merkez) çıkış, (22) Almus Köklüce çıkış, (23) Tasova çıkış ve (24) Taşova Yeşilirmak çıkış (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Su örnekleme istasyonlarının coğrafik dağılımı

Arazide su örnekleme çalışmalarına başlanmadan önce, örnekleme araçları ve 1 litre hacimli polipropilen örnek şişeleri laboratuvarında herhangi bir temizlik maddesi kullanmadan doğrudan yıkama fırçası ve musluk suyu ile temizlenmiş ve distile su ile durulanmıştır. Arazi çalışmalarında, su örnekleri kıyıda en az bir metre açıkta örnek şişesi suya ağzı aşağıda dik olarak daldırılarak alınmıştır. Su yüzeyinden elli santim aşağıda şişe ters çevrilmiş ve tabandaki çöktürmeleri içine kaçırmadan doluncaya kadar beklendikten sonra çıkarılmıştır. Şeffaf polikarbonat yapıda 1,7 litre hacimli Nansen Şişesi ile alınmış su örnekleri, Nansen Şişesinin musluğundan alınan bir miktar suyla örnekleme şişeleri çalkalandıktan sonra, şişelere boşaltılarak doldurulmuştur. Koruma amacıyla örneklere herhangi bir kimyasal madde eklenmemiş, şişeler hava boşluğu kalmayacak şekilde doldurularak, kapakları sıkıca kapatılıp, tarih ve örnekleme noktası bilgilerini içerecek şekilde etiketlenip ve laboratuvara ulaşıncaya kadar karanlıkta saklanmıştır. Örnekler aynı gün içinde hızlı bir şekilde laboratuvara nakledilmiştir. Her örneğin alındığı istasyonun koordinatları küresel konumlama sistemi (GPS) cihazı ile kaydedilmiştir.

Örnekleme sonrasında (1-2 saat içerisinde) laboratuvara getirilen örneklerin 0,25-0,5 litre hacmi, cam filtrasyon ünitesine yerleştirilen 0,45 µm gözenek açıklığına sahip nitroselüloz yapıda marka membran filtreden süzümüştür. Filtrat temiz bir polipropilen şişeye alınmış, kapağı kapatılan şişe, tarih ve örnekleme noktası bilgileriyle etiketlenerek buzdolabına yerleştirilmiştir. Filtre kağıdı, filtrasyon yüzeyi içe gelecek şekilde katlanıp bir parça alüminyum folyo ile sarılarak, tarih, örnekleme noktası ve filtre edilen hacim bilgileriyle etiketlenip klorofil *a* analizinde kullanılmak üzere buzlukta saklanmıştır. Alüminyum folyoya sarılarak buzlukta saklanan filtre kağıtlarında klorofil *a* analizine, diğer analizler bittikten sonra başlanmıştır.

Filtre edilmiş örneklerde Amonyum azotu (NH₄-N), nitrit azotu (NO₂-N), nitrat azotu (NO₃-N) ve ortofosfat analizlerine filtrasyon işlemi tamamlandıktan hemen sonra başlanmış ve kalan filtre edilmiş örnek buzdolabında saklanmaya devam edilmiştir. Kullanılan analitik tekniğin hızı nedeniyle bu analizler çoğunlukla örneklemeden sonraki 4-5 saat içerisinde tamamlanmıştır. Kalan filtre edilmiş örnekte karbonat analizlerinde ise örneklemeyi takip eden günün ertesinde ve genellikle örneklemeden

sonra en geç iki gün içerisinde analizler tamamlanmıştır. Kalan filtre edilmemiş örnek kısmı da buzdolabında saklanmış ve daha sonra bu alt örneklerde bulanıklık, askıda katı madde, toplam azot ve toplam fosfor analizleri yapılmıştır. Toplam azot ve toplam fosfor analizlerinin ayrıştırma işlemleri, örneklemeden sonraki 24-30 saat içerisinde tamamlanmıştır. Filtre edilmemiş örnek kısmında yürütülen bulanıklık ve askıda katı madde analizlerine de, örneklemeden sonraki günün sabahında başlanmış ve en geç örneklemeden sonraki 32 saat içerisinde tamamlanmıştır.

Alınan su örneklerinde; sıcaklık (°C), oksijen doygunluğu OD (%), elektriksel iletkenlik EC (μmhoscm^{-1}), tuzluluk SAL (ppt), pH, oksidasyon redüksiyon potansiyeli ORP (mV), bulanıklık TURB (NTU), askıda katı madde AKM (mg/l), Amonyum azotu NH₄-N (mg/l), nitrit azotu NO₂-N (mg/l), nitrat azotu NO₃-N (mg/l), toplam fosfor Top-P (mg/l), ortofosfat (mg/l), klorofil *a* ($\mu\text{g/L}$), toplam çözünmüş katı madde TDS (g/l), fecal koliform (EMS/100 mL), toplam koliform (EMS/100 mL) ve biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) (mg/L) olmak üzere toplam 18 su parametresinin analizi yapılmıştır. Su analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde Çizelge 3.5`de verilen sınır değerler kullanılmıştır. Analizlerin yapılmasında izlenen metodlar ise aşağıda verilmiştir.

Sıcaklık (°C), oksijen doygunluğu OD (%),elektriksel iletkenlik EC (μmhoscm^{-1}), çözünmüş katı madde, tuzluluk SAL (ppt), pH ve oksidasyon redüksiyon potansiyeli ORP (mV) suya daldırılabilen problu YSI 556 MPS model çoklu ölçüm cihazı ile çalışmanın yürütüldüğü derinliğe (0-50cm) daldırılarak arazide ölçülmüştür.

Bulanıklık TURB (NTU), Hach 2100Q model taşınabilir bulanıklık ölçüm cihazı ile laboratuvarında doğrudan ölçülmüştür. Askıda katı madde AKM (mg/l), Hach DR/2800 model spektrofotometre kullanılarak 860 nm dalga boyunda distile su şahidine karşı doğrudan okumayla belirlenmiştir (Hach, 2006).

Amonyum azotu NH₄-N (mg/l), salisilat metodu (Hach-8155/ 0 to 0,50 mg/L NH₄-N/Powder Pillows) kullanılarak Hach 2800 Marka spektrofotometre ile okunmuştur (Hach ve Lange, 2006).

Nitrit azotu NO₂-N (mg/l), diazotitasyon metodu (Hach-8507/ 0,002- to 0,300 mg/L NO₂-N/ Powder Pillows) kullanılarak Hach 2800 Marka spektrofotometre ile okunmuştur (Hach ve Lange, 2006).

Nitrat azotu NO₃-N (mg/l), kadmiyum indirgeme metodu (Hach-8192/ 0,01- to 0,50 mg/L NO₃-N/ Powder Pillows) kullanılarak Hach 2800 Marka spektrofotometre ile okunmuştur (Hach ve Lange, 2006).

Toplam fosfor (mg/l), Lange LCK 349 (0.05-1.50 mg/l PO₄-P/0.15-4.50 mg/l PO₄/0.15-3.50 mg/l P₂O₅) metodu kullanılarak Hach 2800 Marka spektrofotometre ile okunmuştur. Prensibi; fosfat iyonlarının asidik solüsyonda molibdat ve antimon iyonlarıyla reaksiyona girmesine ve antimonil fosfomolibdat karışımı oluşturmasına, bunun da askorbik asitle fosfomolibden mavisine indirgenmesine dayanır (Lange, 2006).

Ortofosfat (mg/l), askorbik asit metodu (Hach-8048/ 0,02–2,50 mg/L PO₄³⁻ Powder Pillows) kullanılarak Hach 2800 Marka spektrofotometre ile okunmuştur. Bu analiz; su, atık su ve deniz suyu için atık su analizlerinin raporlanmasında Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (USEPA) tarafından onaylanmıştır (USEPA, 1998). Metot su ve atık su incelemesinde Standart Metotlar'dan uyarlanmıştır. Prosedür içme suyu için USEPA metodu 365.2 ve Standart Metot 4500-P-E'ye eşdeğerdir (Hach and Lange, 2006).

Klorofil *a* (µg/L), örneğin geçirildiği filtrelerin sulu alkali asetonla ekstraksiyonu ardından Dr 2800 Hach marka spektrofotometrede absorbansı ölçülerek (Wetzel ve Likens, 1991) ve monokromatik metotla hesaplanarak (Lorenzen, 1967) tayin edilmiştir. Bu amaçla 500 mL örnek 0,45 µm gözenek açıklığına sahip nitroselüloz yapıda membran filtreden süzölmüş ve filtreler cam doku öğütücüde %90 alkali aseton solüsyonuyla ekstrakte edilmiştir. Doku öğütücünün içeriği hacim çizgili ve kapaklı santrifüj tüpüne boşaltılmış, tüpler maksimum 3000-4000 rpm hızda 5 dakika santrifüj edilmiş, çökelek dağıtılmadan süpernatant bir pipetle 5 cm ışın yoluna sahip bir küvete alınarak spektrofotometrede sırasıyla 750 nm (bulanıklık şahidi) ve 665 nm dalga

boylarında absorbanları ölçülmüştür. Aynı küvete 1 N hidroklorik asit eklenerek asitlendirilmiş, 5 dakika beklenmiş ve tekrar aynı dalga boylarında absorbanları ölçülmüştür (Wetzel ve Likens, 1991). Klorofil *a* aşağıdaki (1) numaralı eşitlikle hesaplanmıştır.

$$\text{Klorofil } a \text{ (}\mu\text{g/l)} = [\text{k} \times \text{F} \times (\text{E}_{665\text{o}} - \text{E}_{665\text{a}}) \times \text{v}] / \text{V} \times \text{Z} \quad (1)$$

Formülde; k klorofil *a*'nın absorpsiyon katsayısını (11.0), F absorbanstaki azalmayı eşitleme faktörünü (2.43), $\text{E}_{665\text{o}}$ asidifikasyondan önce 665 nm dalga boyunda bulanıklığı düzeltilmiş absorpsiyonu ($=\text{A}_{665\text{o}} - \text{A}_{750\text{a}}$), $\text{E}_{665\text{a}}$ asidifikasyondan önce 665 nm dalga boyunda bulanıklığı düzeltilmiş absorpsiyonu ($=\text{A}_{665\text{a}} - \text{A}_{750\text{a}}$), v ekstrakt hacmini (ml), V filtre edilen örnek hacmini (l) ve Z kuvvetin ışın yolu uzunluğunu (cm) göstermektedir.

Toplam çözünmüş katı madde TDS (g/l), Hanna HI 9812 model ölçüm cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Toplam koliform (EMS/100 mL) ve fecal koliform (EMS/100 mL) tayininde Membran filtrasyon yöntemi uygulanmıştır (Rice ve ark., 2012). Fecal kolifomlar için Mfc toplam koliformlar için endo besiyeri içeren hazır steril pedlerden faydalanılmıştır. Su örnekleri 0-45 mikrom'lik selüloz membran filtreden süzöldükten sonra pedler üzerine hava boşluğu kalmayacak şekilde yerleştirilmiştir. Süzme işleminde 100 ml su kullanılmış, süzme işleminin sonucunda hazır pedleri içeren petri kutuları fecal koliformlar için 44°C de 22-24 saat, toplam koliformlar için 37°C de 18-24 saat inkübe edilmiştir (APHA, 1995). Çalışmada Hach MEL marka arazi tipi mikrobiyoloji çevre laboratuvarı kullanılmıştır.

Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) (mg/L) YSI Professional Plus ve Hach marka BOİ Trak cihazı yardımı ile; 5 günlük test ilerleyişi, ölçüm eğrileri olarak kontrol ve inkübasyona dayalı olarak seyreltme yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Rice ve ark., 2012).

Çizelge 3.5. Kıtaıçi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri (30 Kasım 2012 tarih ve 28483 sayılı Resmi Gazete`de yayınlanan, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi `nden alınmıştır. NOT: Çalışmada ele alınmayan su değışkenleri çizelgeden çıkarılmıştır)

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları			
	I	II	III	IV
Genel Şartlar				
Sıcaklık (°C)	≤ 25	≤ 25	≤ 30	> 30
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,0-9,0	6,0-9,0 dışında
İletkenlik (µS/cm)	< 400	400-1000	1001-3000	> 3000
(A) Oksijenlendirme Parametreleri				
Oksijen doygunluğu (%)	90	70-90	40-70	< 40
Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ ₅) (mg/L)	< 4	4-8	8-20	> 20
(B) Nutrient (Besin Elementleri) Parametreleri				
Amonyum azotu (mg NH ₄ ⁺ -N/L)	< 0,2	0,2-1	1-2	> 2
Nitrit azotu (mg NO ₂ ⁻ -N/L)	< 0,002	0,002-0,01	0,01-0,05	> 0,05
Nitrat azotu (mg NO ₃ ⁻ -N/L)	< 5	5-10	10-20	> 20
Toplam fosfor (mg P/L)	< 0,03	0,03-0,16	0,16-0,65	> 0,65
(D) Bakteriyolojik Parametreler				
Fekal koliform (EMS/100 mL)	≤10	10-200	200-2000	> 2000
Toplam koliform (EMS/100 mL)	≤100	100-20000	20000-100000	> 100000

3.3.3. CBS ve UA Çalışmaları

Toprak değişkenlerinin uzaysal veri tabanının oluşturulması, arazi çalışmaları ve laboratuvar analizleri sonucunda elde edilen toprak değişkenlerine ait verilerin XYZ veri tabanına işlenmesi ve alansal dağılım haritalarına başka bir deyişle kareler ağı (raster veya grid) haritalarına dönüştürülmesi sürecidir. Bu çalışmada elde edilen XYZ veri tabanının raster haritalarına dönüştürülme işlemi ARCGIS 9.1 (ESRI 2004, 2005) CBS yazılımında gerçekleştirilmiştir. Raster haritaların oluşturulmasında enterpolasyon metodu olarak Kriking metodu (spHerical semivariogram) ve piksel çözünürlüğü olarak 30 m çözünürlük kullanılmıştır. Böylece herbir toprak değişkenine ait raster harita katmanı üretilmiştir.

Araştırmada çalışma alanını temsil edebilecek 17 Temmuz 2000 tarihinde çekilen LANDSAT-7 ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus) ve 27 Haziran 2013 tarihinde çekilen LANDSAT-8 OLI (Operational Land Imager) görüntülerinden faydalanılmıştır (Şekil 3.8 ve Şekil 3.9). Bu görüntülerin teknik özellikleri materyal kısmında Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2'de verilmiştir. LANDSAT görüntüleri Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırma Kurumu (USGS) web sitesindeki (<http://glovis.usgs.gov/>) LANDSAT-7 ETM+ ve LANDSAT-8 OLI arşivinlerinde yapılan bir inceleme sonucu seçilmiş ve yine aynı adresten zip dosyaları şeklinde indirilmiştir. İndirilen zip dosyaları görüntülere ait band değerlerini içeren tiff dosyalarından oluşmaktadır. Söz konusu tiff dosyaları ERDAS-Imagine (versiyon: 9.2) yazılımında tek bir görüntü (image) dosyası olarak birleştirilmiş (grid stack) ve materyal kısmında Şekil 3.8 ve Şekil 3.9'da verilen uydu görüntüleri elde edilmiştir. Çalışma alanının sınırlarını içeren şekil (shp) dosyası ERDAS-Imagine yazılımında Şekil 3.8 ve Şekil 3.9'da sarı ile gösterilen ilgi alanı (AOI) dosyasına dönüştürülmüş ve bu dosya kullanılarak uydu görüntüleri kesilmiştir (subset edilmiştir). Elde edilen subset görüntülerden istatistik analiz ve modelleme çalışmalarında faydalanılmıştır.

Coğrafi bilgi sistemleri çatısı altında toprak parametrelerine ait noktasal veri tabanı (Şekil 3.10) uydu görüntüleri üstüne oturtularak band (piksel veya DN: dijital rakam) ve kontrolsüz sınıf değerleri (10 ve 15 sınıf) değerleri çekilmiştir (extract edilmiştir).

Çekme işleminde coğrafi bilgi sistemleri yazılımı olarak ArcGIS (versiyon 3.1) yazılımı kullanılmıştır. Bu çekme işleminden sonra istatistiksel analizlere hazır bir excel dosyası elde edilmiştir.

Su değişkenlerinin noktasal veri tabanının oluşturulması da ARCGIS 9.1 CBS yazılımında gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmaları ve laboratuvar analizleri sonucunda elde edilen su değişkenlerine ait verilerin XYZ veri tabanına işlenmiş ve noktasal dağılım şekil (shp) haritasına dönüştürülmüştür.

3.3.4. İstatistiksel Analizler ve Modelleme Çalışmaları

Tüm istatistiksel analizlerde SPSS (versiyon 16) istatistik yazılımından faydalanılmıştır (SPSS, 2007). İstatistiksel analizlerin ilk aşamasında, toprak değişkenlerinin tanımsal istatistikleri yapılmış ve range, minimum, maksimum, ortalama, standart sapma, varyans, çarpıklık ve basıklık değerleri belirlenmiştir. Toprak parametreleri ve uydu görüntüsü band (DN)-kontrolsüz sınıf değerleri arasındaki ilişkiler korrelasyon (Pearson) analizi uygulanarak araştırılmıştır. Yüksek korrelasyon gösteren ilişkiler regresyon analizi (eğri tahmini: curve estimation) yöntemiyle modellenerek değerlendirilmiştir. Bundan başka toprak değişkenlerinin kendi arasındaki ilişkiler de korrelasyon (Pearson) analizi uygulanarak araştırılmış ve yorumlanmıştır.

Modelleme aşamasında ilk olarak bağımlı değişken olarak kabul edilen toprak değişkenlerine ait dağılımların normal olup olmadığı Komogorov Smirnov ve Shapiro-Wilk normallik testleri ile araştırılmıştır. Normal olmayan dağılımlarda çeşitli dönüştürme işlemleri denenmiş ve en sonunda normal dağılım gösteren toprak değişkenleri ile uydu görüntüsü DN değerlerinin modellemesi eğri tahmini (kübik) regresyon analiziyle gerçekleştirilmiştir.

Su değişkenlerine ait sonuçların tanımsal istatistikleri ve normallik (Kolmogorov-Smirnov) testleri SPSS yazılımında gerçekleştirilmiştir. İki yönlü ANOVA analizinden önce normal dağılım göstermeyen değişkenlere çeşitli dönüştürme (KARE, LOG10, LN, $\sqrt{\quad}$) işlemleri uygulanarak bunlardan normal dağılıma dönüşen değişkenler ANOVA

için seçilmiştir. Çünkü ANOVA normal dağılımlara uygulanabilir bir metottur. Normal dağılım gösteren ve dönüştürmeyle normal dağılıma dönen değişkenler iki yönlü ANOVA ile analiz edilmiş, su örnekleme istasyonları arasındaki farklılıklar ve su örnekleme periyodları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak araştırılmıştır. Ayrıca, su analiz sonuçları Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği'ne göre değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Toprak Bulguları

Toprak tekstürü (% kum, kil ve silt miktarları), N (%), P (ppm), K (me 100g⁻¹), organik madde içeriği (%), CaCO₃ (%), toprak reaksiyonu (pH), EC (mmhos cm⁻¹), Na (cmol kg⁻¹), hava kuru nem (%) ve ağır metal (ppm olarak Zn, Pb, Ni, Fe, Cu, Cd) değişkenleri için toplam 18 toprak değişkenine ait raster haritalar üretilmiştir. Elde edilen raster haritalardan kum, kil ve silt miktarları Şekil 4.1`de; N, P, K, organik madde içeriği raster haritaları Şekil 4.2`de; CaCO₃, pH, EC, Na, hava kuru nem raster haritaları Şekil 4.3`de ve ağır metal (Zn, Pb, Ni, Fe, Cu, Cd) raster haritaları Şekil 4.4`de verilmiştir.

Yukarı Kelkit Havzasında kum oranları %74,45 ile %6,22 arasında değişmektedir. En fazla kum oranlarına Çamoluk ve Refahiye ilçelerinin doğusunda, Şiran ilçesinin batısında, Kelkit ilçesinin güneyinde rastlanmaktadır. Kum oranı fazla olan alanların Çamoluk, Şiran ve Refahiye ilçelerinin ortak sınırlarına yakın olan alanlarda toplanması dikkat çekmektedir. Kum oranı düşük olan alanlar ise Refahiye ve Çamoluk ilçelerinin batısında, Şiran ilçesinin doğusu ve Kelkit ilçesinin batısı ve kuzeyinden orta kısımlarına kadar olan kısımlarda yoğunlaşmıştır (Şekil 4.1). Kil oranları ise %69,42 ile %13,43 arasında değişmekte olup alansal dağılımı kum oranlarının gösterdiği dağılımın hemen hemen tam tersidir. En yüksek kil oranlarına Çamoluk ve Refahiye ilçelerinin batısında, Şiran ilçesinin doğusunda, Kelkit ilçesinin orta ve kuzeyinde rastlanmaktadır. Kum oranı düşük olan alanlar ise Refahiye ve Çamoluk ilçelerinin doğusunda, Şiran ilçesinin batısında ve Kelkit ilçesinin güneyinden orta kısımlarına kadar olan alanlarda yoğunlaşmıştır. Köse ilçesindeki kil oranları ise kum değişkeninde olduğu gibi orta seviyelerdedir (Şekil 4.1).

Yukarı Kelkit Havzası`nın silt oranları %70,64 ile %5,61 arasında değişmektedir. En yüksek silt oranları Çamoluk ilçesinin batısında ve güney batısında, Refahiye ilçesinin kuzeyinde, Siran ilçesinin kuzey-orta-güney kısımlarında, Kelkit ilçesinin büyük bir kısmında (kuzey-orta ve güney batısı) gözlemlenmiştir. Buna karşın, Köse ilçesinin çoğunluğunda, Kelkit-Köse, Kelkit-Siran, Siran-Çamoluk ortak sınırlarına yakın alanlarda ve Refahiye ilçesinin büyük bir çoğunluğunda silt oranları düşüktür (Şekil 4.1)

Yukarı Kelkit Havzası'nda Azot oranları %0,22 ile %0,02 arasında değişmektedir. Çizelge 3.4'de verilen toprak değişkenleri sınır değerleri dikkate alındığında, çalışma alanı Azot değerlerinin çok düşük-yüksek arasında değişen sınıflarda yer aldığı görülmektedir. Azot miktarları Refahiye ve Çamoluk ilçelerinin kuzeyinde, Çamoluk-Siran, Siran-Kelkit, Kelkit-Köse ortak sınırlarına yakın alanlarda ve Kelkit ilçesinin kuzey ve güneyindeki alanlarda çok düşüktür. Buna karşın yüksek azot oranları alanda en fazla Refahiye ilçesinin doğusu ve orta-batısındaki alanlarda tespit edilmiştir. Çamoluk ilçesinin batı ve orta-güney kısımlarında, Şiran ilçesinin kuzey, orta ve güney kısımlarında, Kösenin orta-güney kısmında ve Kelkit ilçesinin orta ve güney kısımlarında Azot miktarının yüksek olduğu alanlar göze çarpmaktadır (Şekil 4.2).

Çalışma alanındaki Fosfor miktarları ise 108,93 ppm ile 6,59 ppm arasında değişmektedir. Çizelge 3.4'de verilen toprak değişkenleri sınır değerleri dikkate alındığında, çalışma alanı Fosfor değerlerinin düşük, orta ve yüksek sınıflarında yer aldığı görülmektedir. Fosfor miktarları Refahiye'nin kuzey, güney ve orta kısımlarındaki geniş alanlarda, Çamoluk'un güneyinde, Siran'ın kuzey, orta ve güney kısımlarında, Kelkit'in kuzey ve güneyinde, Köse'nin güneyinde düşüktür. Buna karşın yüksek Fosfor miktarları çalışma alanında en fazla Kelkit'in orta, Köse'nin kuzey, Siran'ın orta ve kuzey, Çamoluk'un kuzey ve güneydoğu ve Refahiye'nin kuzeybatı ve batı kesimlerindeki alanlarda tespit edilmiştir. Geriye kalan alanlarda Fosfor miktarları orta seviyededir (Şekil 4.2).

Yukarı Kelkit Havzası'nın Potasyum miktarları $1,06 \text{ me}100\text{g}^{-1}$ ile $0,09 \text{ me}100\text{g}^{-1}$ arasında değişmektedir. Bu değerler Potasyum için $41,34 \text{ ppm}$ ile $3,51 \text{ ppm}$ değerlerine karşılık gelmektedir ($2 \text{ meq K } 100\text{-}1 \text{ g} = 78 \text{ ppm}$). Çizelge 3.4'de verilen toprak değişkenleri sınır değerleri dikkate alındığında, çalışma alanı Potasyum miktarlarının çok düşük sınıfında yer aldığı görülmektedir. Orta ve Doğu Karadeniz topraklarının %41,29'unda Potasyum miktarlarının çok düşük ve düşük sınıflarında yer aldığı bildirilmiştir (Özyazıcı ve ark., 2013). Potasyum bulguları literatürle uyum göstermiştir. Potasyum miktarları Refahiye'nin kuzey batı, orta ve güneyinde, Şiran'ın orta, kuzey ve doğusunda, Köse'nin orta, güney ve batısında, Çamoluk'un kuzeyinde çok küçük bir alanda düşmekte. Buna karşın Çamoluk ilçesinin kuzeyi ve güneyi başta olmak üzere

hemen hemen tamamında, Şiran`ın kuzey, orta, güney ve batı kısımlarını içeren geniş alanlarında, Kelkit`in orta, doğu ve güneydoğu kısımlarında, Köse`nin orta, güney ve doğusunda nispeten yükselmektedir (Şekil 4.2).

Yukarı Kelkit Havzası`nın organik madde miktarları %10,03 ile %0,40 arasında değişmektedir. Çizelge 3.4`de verilen toprak değişkenleri sınır değerleri dikkate alındığında, çalışma alanı organik madde miktarlarının çok düşükten çok yükseğe bütün sınıflarda yer aldığı görülmektedir. Başka bir deyişle çalışma alanındaki organik madde dağılımı çok değişken olup çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek sınıflarının hepsini birden ihtiva etmektedir. Organik maddece çok yüksek sınıfta olan alanlar dikkate alındığında Refahiye ilçesinin özellikle doğusu ve kuzeyindeki geniş alanlar dikkati çekmektedir. Şiran`ın kuzeyinde de organik maddece çok yüksek sınıfta olan lokal alanlar tespit edilmiştir. Çamoluk ilçesinin büyük bir kısmında, Şiran, Kelkit ve Köse`nin küçük lokal alanlarında organik madde sınıfı orta bulunmuştur. Buna karşın organik madde miktarları Çamoluk`un kuzey batısında ve güneydoğusunda, Refahiye, Çamoluk ve Şiran ortak sınırına yakın alanlarda, Şiran`ın batısında ve doğusunda, Kelkit-Köse ortak sınırına yakın yerlerde ve Kelkit`in büyük bir kısmında düşmekte ve çok düşük sınıfına girmektedir (Şekil 4.2).

Yukarı Kelkit Havzası`nda CaCO_3 oranları %58,36 ile %3,04 arasında değişmektedir. Çizelge 3.4`de verilen toprak değişkenleri sınır değerleri dikkate alındığında, çalışma alanı CaCO_3 değerlerinin çok düşük ile çok yüksek arasında değişen sınıflarda yer aldığı görülmektedir. Çalışma alanındaki CaCO_3 dağılımı çok değişken olup çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek sınıflarının hepsini birden ihtiva etmektedir. Orta ve Doğu Karadeniz bölgesi tarım topraklarının düşükten çok yükseğe tüm sınıfları ihtiva ettiği ve bu toprakların %61,15`lik bir kısmının düşük kireçli sınıfta yer aldığı bildirilmiştir (Özyazıcı ve ark., 2013). CaCO_3 bulguları literatürle uyumlu bulunmuştur. CaCO_3 miktarları özellikle Refahiye ilçesinin batısında ve güneyindeki geniş alanlarda ve kuzeyindeki lokal alanlarda çok düşük bulunmuştur. Buna karşın Çamoluk`un batısında, Refahiye, Çamoluk ve Şiran ortak sınırına yakın geniş alanlarda Şiran`ın

doğusunda, Kelkit-Köse ortak sınırına yakın alanlarda ve Kelkit'in kuzey ve güneyindeki alanlarda CaCO₃ miktarları çok yüksek bulunmuştur (Şekil 4.3).

Yukarı Kelkit Havzası'nda pH değerleri 9,02 ile 6,92 arasında değişmektedir. Çizelge 3.4'de verilen toprak değişkenleri sınır değerleri dikkate alındığında, çalışma alanı pH değerlerinin hafif asit (pH 5,5-6,5) ve kuvvetli alkali (pH>8,5) arasında değişen sınıflarda yer aldığı görülmektedir. Çalışma alanındaki pH dağılımı değişkenlik göstermekte olup; hafif asit, nötr, hafif alkali ve kuvvetli alkali sınıflarının hepsini birden ihtiva etmektedir. Orta ve Doğu Karadeniz bölgesi tarım topraklarının kuvvetli asitten kuvvetli alkaliye kadar tüm sınıfları ihtiva ettiği ve bu toprakların %70,35'lik bir kısmının hafif asit (pH 5,5-6,5) ve kuvvetli alkali (pH>8,5) arasında değişen sınıflarda yer aldığı bildirilmiştir (Özyazıcı ve ark., 2013). pH bulguları literatürle uyumlu bulunmuştur. pH miktarları özellikle Refahiye ilçesinin batısında ve güneyindeki geniş alanlarda ve kuzeyindeki lokal alanlarda düşmektedir (hafif asit ve nötr olmaktadır). Buna karşın, Refahiye'nin kuzey batısında ve kuzeyinde, Çamoluk'un güney, güneybatı, batı, kuzeybatı ve kuzeyindeki kısımlarda, Şiran'ın kuzeybatı ve kuzeyinde birbirini takip eden alanlarda (Şekil 4.3) pH değerleri yükselmektedir (kuvvetli alkali ve hafif alkali olmaktadır). Genel olarak CaCO₃ ve pH haritalarında bir paralellik göze çarpmaktadır. CaCO₃ değerlerinin düşük olduğu yerlerde pH değerleri de düşmektedir (Şekil 4.3). Bulgular Yukarı Kelkit Havzası'nda pH değerlerinin büyük bir çoğunluğunun hafif asit, nötr ve hafif alkali sınıflarında olduğunu göstermiştir. Sonuçlar toprak reaksiyonunun kuvvetli alkali olduğu lokal alanlar dışında kalan geniş bir alanda önemli bir pH problemi olmadığına işaret etmiştir.

Çalışma alanında elektriksel iletkenlik (EC) değerleri 0,63 mmhos cm⁻¹ ile 0,04 mmhos cm⁻¹ arasında değişmektedir. Çizelge 3.4'de verilen toprak değişkenleri sınır değerleri dikkate alındığında, çalışma alanı EC değerlerinin tuzsuz (EC<0,50) ve az tuzlu (EC 0,51-1,50) sınıflarında yer aldığı görülmektedir. Orta ve Doğu Karadeniz bölgesi tarım topraklarının tamamının tuzsuz sınıfında yer aldığı bildirilmiştir (Özyazıcı ve ark., 2013). EC bulguları literatürle uyumlu bulunmuştur. EC miktarları özellikle Refahiye ilçesinin batısında ve kuzeyindeki geniş alanlarda, Çamoluk ilçesinin kuzey, kuzeybatı, batı ve güneybatısı olmak üzere ilçenin yarısından fazlasını kaplayan geniş alanlarda,

Şiran`ın kuzeyi, Kelkit ve Köse`in orta kısımlarındaki lokal alanlarda nispeten yüksek olup az tuzlu sınıfında yer almaktadır (Şekil 4.3). Bulgular Yukarı Kelkit Havzası`nda önemli bir tuzluluk problemi olmadığına işaret etmektedir.

Yukarı Kelkit Havzası`nda değişebilir Na miktarları 0,05 meq 100⁻¹ g ile 0,19 meq 100⁻¹ g arasında değişmektedir. Bu değerler 1,15 ppm ile 4,37 ppm arasında değişen değerlere karşılık gelmektedir (1 meq Na 100⁻¹ g = 23 ppm). Bu değerlerin % olarak karşılıkları sıfıra yakın olup çok havza genelinde değişebilir Na miktarları çok düşük bulunmuştur. Havza genelinde değişebilir Na miktarlarının nispeten yüksek olduğu alanlar Refahiye`nin kuzeybatısı ve kuzeyi, Çamoluk`un güneybatı, güney ve güney doğusunu içeren kısımları, Şiran`ın doğusu, Kelkit`in orta ve kuzey kesimleri ve Köse`nin orta kısmındaki alanlardır (Şekil 4.3).

Çalışma alanındaki toprakların hava kuru nem (HKN) miktarları %99,05 ile %91,38 arasında değişen yüksek değerler almıştır. Refahiye`nin kuzey, kuzeydoğu, orta ve batı kısımlarında, Çamoluk`un kuzey ve güneydoğu kısımlarında, Şiran`ın güneybatı ve orta kısımlarında, Kelkit`in kuzeydoğu ve orta kısımlarında, Köse`nin orta kısımlarında toprak HKN miktarları nispeten daha yüksek bulunmuştur (Şekil 4.3).

Çalışma alanında Çinko (Zn) miktarları 197,25 ppm ile 0,02 ppm arasında değişen değerler almıştır. Bu değerler Çizelge 3.3 de pH>6 için belirtilen Zn sınır (300 ppm) değerinden küçük bulunmuştur. Araştırma alanında Çamoluk, Şiran ve Kelkit ilçeleri nispeten yüksek Zn değerlerine sahip ilçeler olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.3).

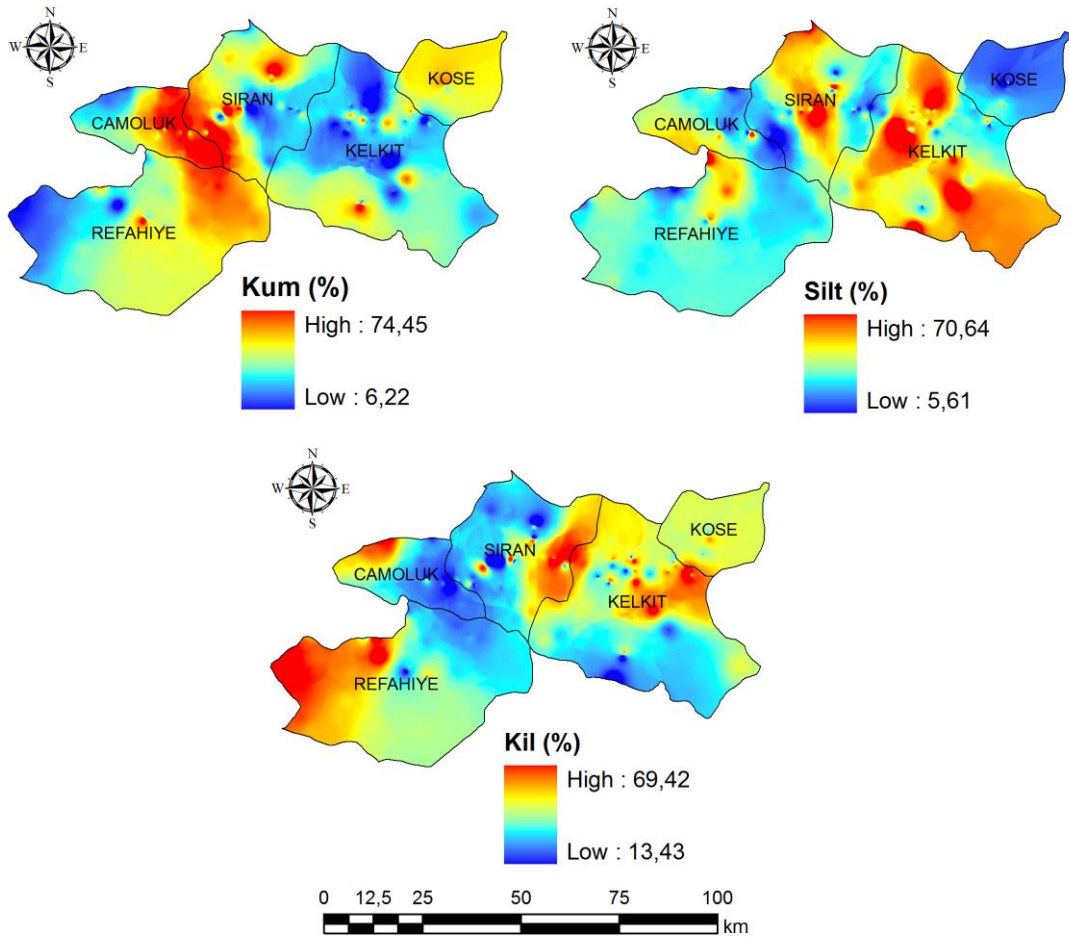
Yukarı Kelkit Havzası`nda Kurşun (Pb) miktarları ise 72,70 ppm ile 0,02 ppm arasında değişmektedir. Bu değerler Çizelge 3.3 de pH>6 için belirtilen Pb sınır (300 ppm) değerinden küçük bulunmuştur. Çalışma alanında Şiran ilçesinin kuzeyindeki geniş alanlar en yüksek Pb miktarlarının bulunduğu alanlar olarak göze çarpmaktadır. Köse`nin orta ve kuzey kısımlarıyla, Kelkit`in orta kısımlarına yakın lokal alanlarda Pb değerleri yüksek bulunmuştur. Geriye kalan geniş alanlarda Pb miktarları sıfıra yakındır (Şekil 4.3).

Çalışma alanında Nikel (Ni) miktarları tüm ağır metallere göre daha yüksek çıkmıştır. Ni değerleri 1562,60 ppm ile 0,02 ppm arasında değişen değerler almıştır. Bu değerler Çizelge 3.3 de pH>6 için belirtilen Ni sınır (75 ppm) değerinden büyük bulunmuştur. Araştırma alanında Ni değerlerinin en yüksek bulunduğu alanlar Refahiye ilçesinde yoğunlaşmış ve büyük bir alan kaplamıştır. Refahiye topraklarının %75`nine yakın bir kısmında Ni değerleri sınır değerlerin üstünde bulunmuştur. Bu durum bundan sonraki çalışmalarda dikkate alınmalıdır. Geriye kalan ilçelerde (Çamoluk, Şiran, Kelkit ve Köse`de) Ni değerleri düşük hatta sifıra yakın bulunmuştur (Şekil 4.3)

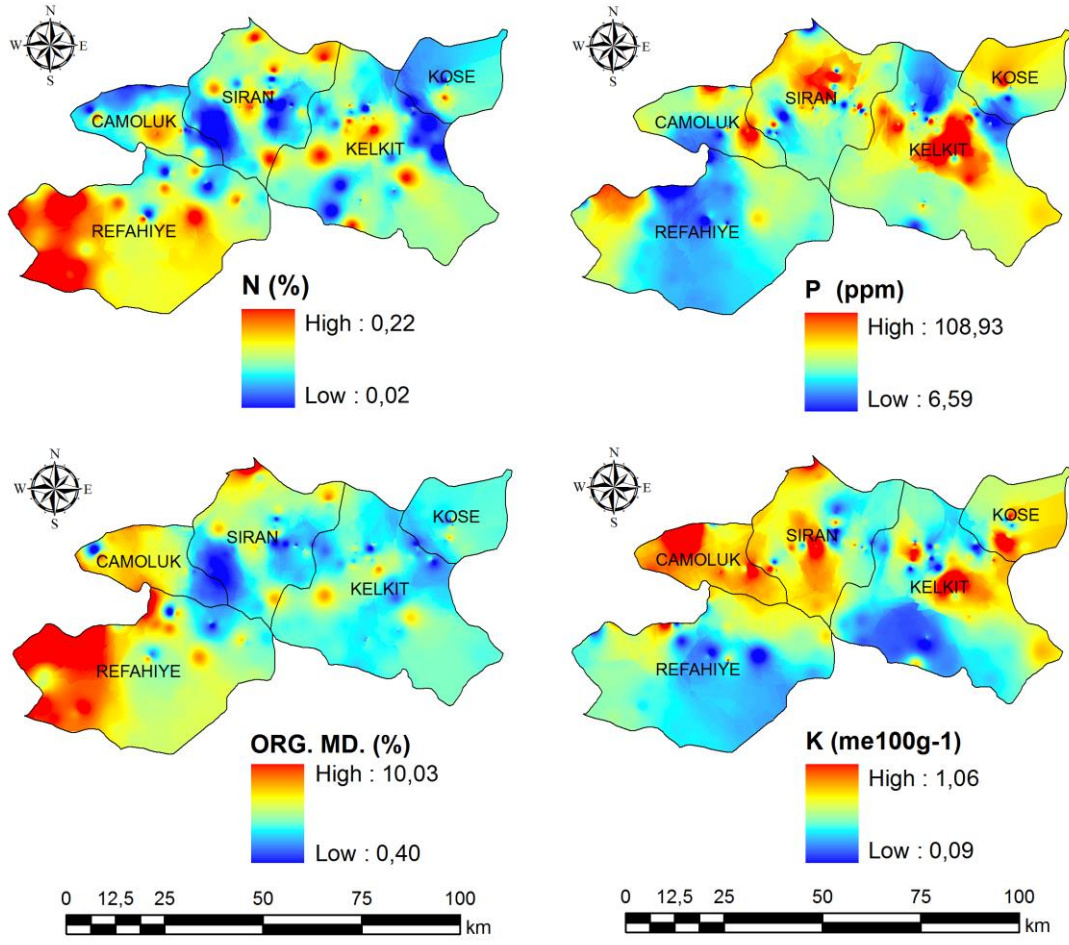
Araştırma alanında Demir (Fe) miktarları ise 6,00 ppm ile 0,42 ppm değerleri arasında değişmekte olup, oldukça düşüktür. Tüm çalışma alanında nispeten en yüksek Fe değerlerine Refahiye`nin orta, Çamoluk`un kuzey ve güneydoğusunda, Şiran`ın doğu ve batısında, Kelkit`in kuzeyinde ve güneyinde, Kelkit ve Köse`nin ortak sınırına yakın alanlarda rastlanmıştır (Şekil 4.3).

Yukarı Kelkit Havzası`nda Bakır (Cu) değerleri 41,54 ppm ile 0,02 ppm arasında değişen değerler almıştır. Bu değerler Çizelge 3.3 de pH>6 için belirtilen Cu sınır (140 ppm) değerinden küçük bulunmuştur. Araştırma alanında, Çamoluk`un batısı, Refahiye`nin orta ve kuzey kesimleri, Kelkit`in doğu kısımları ve Şiran ilçesinde orta kısımlara yakın küçük lokal alanlar Cu miktarlarının nispeten yüksek olduğu alanlar olarak belirlenmiştir. Buna karşın Köse`nin tamamında Cu miktarları sıfır veya sifıra yakın değerler almıştır (Şekil 4.3).

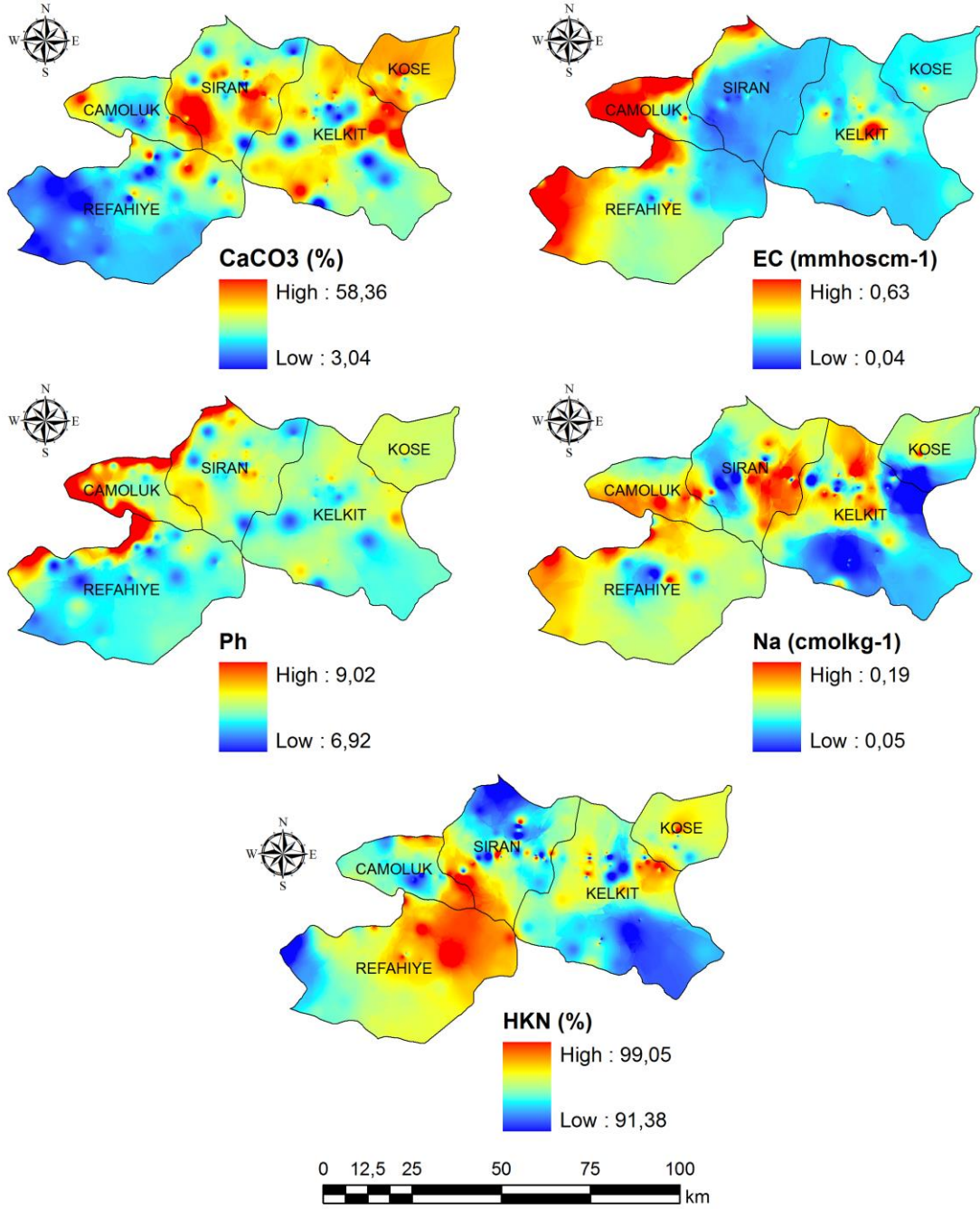
Çalışma alanının Kadmiyum (Cd) değerleri 47,07 ppm ile 0,02 ppm arasında değişmektedir. Bu değerler Çizelge 3.3 de pH>6 için belirtilen Cd sınır (3 ppm) değerinden yüksek bulunmuştur. Cd değerinin yüksek bulunduğu alanlar sadece Şiran`ın kuzeyinde bulunmaktadır. Diğer ilçelerde Cd değerleri düşük hatta sifıra yakındır. Bu durum bundan sonraki çalışmalarda dikkate alınmalıdır (Şekil 4.3).



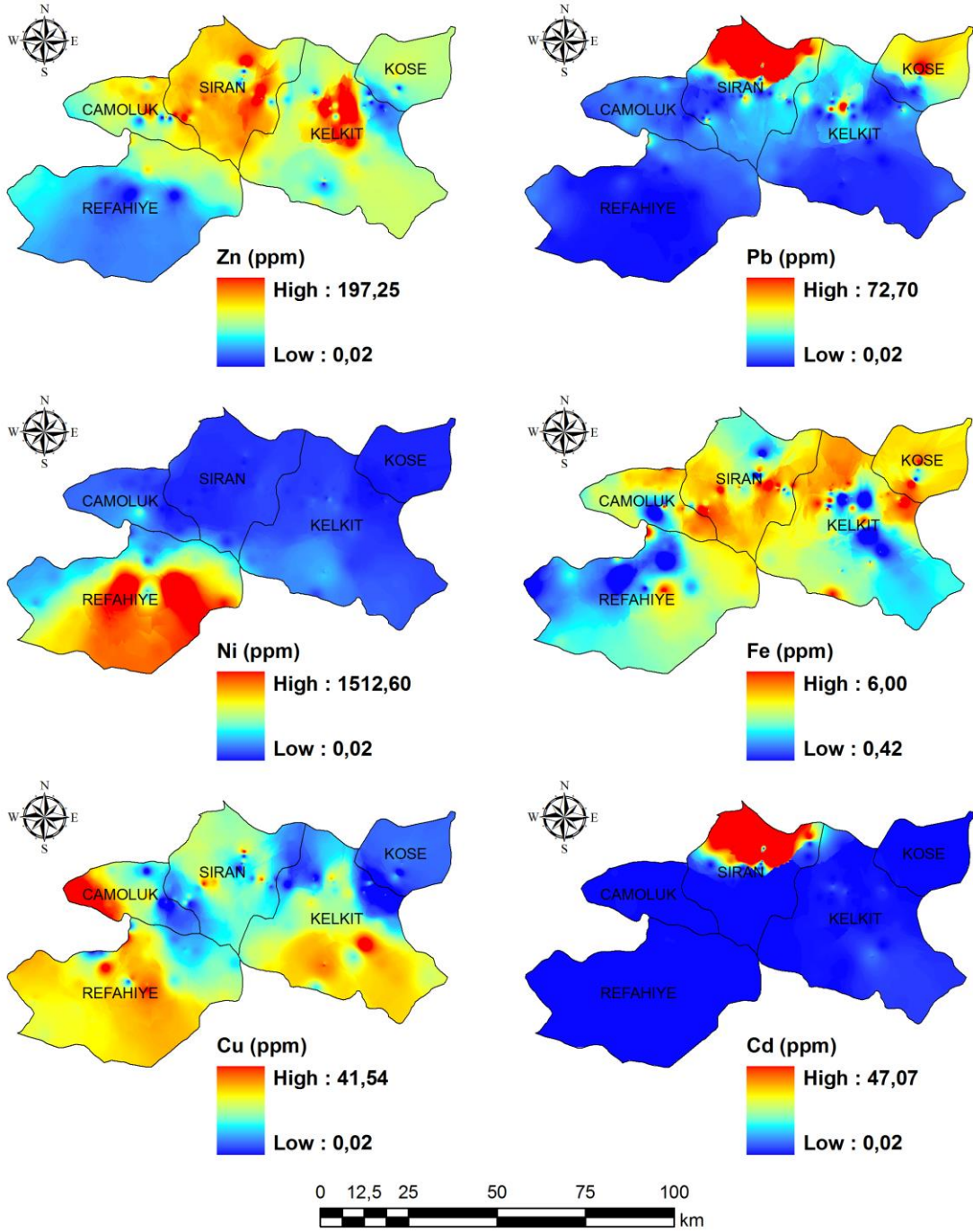
Şekil 4.1. Toprak tekstürü (kum, kil ve silt) raster haritaları (projeksiyon: UTM, WGS-84, zon: 37K, çözünürlük: 20mX20m)



Şekil 4.2. N, P, K, organik madde içeriği raster haritaları (projeksiyon: UTM, WGS-84, zon: 37K, çözünürlük: 20mX20m)



Şekil 4.3. CaCO₃, toprak reaksiyonu, EC, Na ve hava kuru nem raster haritaları (projeksiyon: UTM, WGS-84, zon: 37K, çözünürlük: 20mX20m)



Şekil 4.4. Ağır metal (Zn, Pb, Ni, Fe, Cu, Cd) raster haritaları (projeksiyon: UTM, WGS-84, zon: 37K, çözünürlük: 20mX20m)

Çalışma alanını temsil eden 225 ayrı noktadan 0-20 cm derinliklerden alınan toprak örneklerinde fiziksel ve kimyasal analizler yapıldıktan sonra elde edilen toprak değişkenleri verilerine tanımsal istatistik analizi uygulanmış ve elde edilen tanımsal istatistik (range, minimum, maksimum, aritmetik ortalama, standart sapma, varyans, çarpıklık ve basıklık) sonuçları Çizelge 4.1'de verilmiştir. Çizelge 4.1'de görülen çarpıklık değerleri dağılımın simetrisini göstermektedir. Pozitif çarpıklık değerleri dağılımın sağa, negatif çarpıklık değeri ise dağılımın sola yatık olduğunu göstermektedir. Simetrik dağılımlarda ise çarpıklık değeri sifıra eşittir (Turanlı ve Güriş, 2000).

Çizelge 4.1. Toprak değişkenlerinin tanımsal istatistikleri

	Range	Min.	Mak.	Ort.	Std. Sap.	Var.	Çarp.	Bas.
KUM (%)	70,9	4,8	75,7	34,2	12,2	149,4	0,7	1,6
KİL (%)	56,8	13,4	70,2	41,4	10,9	118,6	-0,2	-0,1
SILT (%)	72,5	5,0	77,5	24,4	10,3	105,5	2,3	7,6
PH	0,5	6,9	7,5	7,2	0,1	0,0	-0,2	-0,6
ORG.MD. (%)	4,8	0,1	4,9	2,6	1,0	1,0	-0,1	-0,5
CACO3 (%)	58,0	2,9	60,9	28,2	13,5	182,7	0,3	-0,5
Na (cmolkg-1)	0,19	0,01	0,20	0,1	0,0	0,0	0,5	1,8
P (ppm)	117,9	0,7	118,7	29,2	14,2	202,8	2,4	10,9
EC (mmhoscm-1)	0,58	0,02	0,60	0,2	0,1	0,0	2,2	5,9
K (me100-1)	1,1	0,1	1,2	0,4	0,2	0,0	1,5	4,1
N (%)	0,18	0,02	0,20	0,1	0,1	0,0	-0,1	-0,7
HKN (%)	7,8	91,4	99,1	95,6	1,7	3,0	-0,3	-0,2

Değerlendirilen toprak özelliklerinden kum, silt, CaCO₃, Na, P, EC ve K pozitif basıklık değerlerine sahip olup, silt en yüksek pozitif basıklık değerine (2,3) ve CaCO₃ (0,3) en düşük pozitif basıklık değerine sahiptir. Buna karşın kil (-0,2), pH (-0,2), organik madde (-0,1), Azot (-0,1), hava kuru nem (-0,3) değişkenleri negatif çarpıklık göstermiştir (Çizelge 4.1). Tanımlayıcı istatistik sonuçları ele alınan toprak değişkenlerinin çoğunluğunun normal dağılıma sahip olmadığına işaret etmektedir. Özellikle +/- 1`den büyük basıklık ve çarpıklık (Skewness ve Curtosis) değerleri ele alınan değişkenlerin dağılımlarının normal simetrik dağılımdan önemli olarak farklı olduğuna işaret etmektedir (Çizelge 4.1).

Geliştirilen istatistiksel analizlerin büyük bir çoğunluğu ele alınan veri setlerinin normal bir dağılıma sahip olduğunu varsaydığından, ele alınan değişkenlerin normallik testlerinin önceden yapılması gereklidir. Özellikle regresyon analizinde bağımlı değişkenlerin normal dağılıma sahip olması gerekmektedir. Bu çalışmada, incelemeye alınan toprak değişkenlerine ait normallik testi sonuçları Çizelge 4.2`de verilmiştir. Çizelge`de Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk önemlilik (sig) değerlerinin 0,05 veya daha büyük değerleri normal dağılıma, bundan küçük değerleri ise normal olmayan dağılıma işaret etmektedir. Genelde Shapiro-Wilk testi 50`ye kadar olan veri setleri için Kolmogorov-Smirnov testi ise 50`den büyük veri setleri için daha iyi sonuç üretmektedir. Bu çalışmada n=225 lik veri seti kullanıldığından Kolmogorov-Smirnov Normallik testi sonuçlarını dikkate alınmıştır. Çizelge 4.2`deki Kolmogorov-Smirnov önem (sig.) değerleri incelendiğinde; kil, pH, organik madde, CaCO₃, azot ve hava kuru nem (HKN) değişkenlerinin normal dağılım gösterdiği görülmüştür. Normal dağılım göstermeyen değişkenlere, normal dağılıma dönebilmeleri için yapılan dönüştürme (transformasyon) işlemlerinden ise sonuç alınamamıştır. Bu nedenle modelleme çalışmalarında sadece normal dağılım gösteren toprak değişkenleri dikkate alınmıştır.

Çalışmada ele alınan tüm toprak değişkenlerinin kendi aralarındaki ilişkileri gösteren korelasyon analizi (Pearson) sonuçları Çizelge 4.3`de verilmiştir. Korelasyon analiz sonuçlarına göre, toplam 16 farklı ilişki 0,01 seviyesinde, 4 farklı ilişki 0,05 seviyesinde istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Ortaya çıkarılan ilişkiler arasında en yüksek korelasyonların gözlemlendiği ilişkiler; kum-kil (-0,610), kum-silt (-0,543),

pH-organik madde (-0,746), pH-CaCO₃ (+0,848), pH-N (-0,743) ve CaCO₃-N (-0,791) arasında olan ilişkilerdir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.2. Toprak değişkenlerinin normallik testi değerleri

TOPRAK DEĞİŞKENİ	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
KUM	0,088	225	0,000	0,961	225	0,000
KIL	0,055	225	0,092	0,990	225	0,102
SILT	0,151	225	0,000	0,804	225	0,000
PH	0,036	225	0,200*	0,988	225	0,068
ORG.MD.	0,032	225	0,200*	0,991	225	0,168
CACO ₃	0,057	225	0,073	0,979	225	0,002
NA	0,131	225	0,000	0,954	225	0,000
P	0,144	225	0,000	0,830	225	0,000
EC	0,212	225	0,000	0,766	225	0,000
K	0,125	225	0,000	0,893	225	0,000
N	0,046	225	0,200*	0,982	225	0,006
DK	0,136	225	0,000	0,940	225	0,000
HKN	0,049	225	0,200*	0,984	225	0,013
* normal dağılım						

Çizelge 4.3. Toprak değişkenleri arasındaki korrelasyonlar (Pearson)

	KUM	KIL	SILT	PH	ORG. MD.	CACO₃	NA	P	EC	K	N	DK	HKN
KUM	1												
KIL	-,610**	1											
SILT	-,543**	-,334**	1										
PH	-,034	,094	-,058	1									
ORG.MD.	-,061	,005	,068	-,746**	1								
CACO₃	-,043	,058	-,010	,848**	-,789**	1							
NA	-,088	,057	,044	-,098	,183**	-,129	1						
P	,056	,028	-,097	-,005	-,084	,055	,239**	1					
EC	-,190**	,240**	-,028	-,079	,243**	-,144*	,139*	,243**	1				
K	-,007	-,009	,018	,124	-,042	,101	,052	,098	,080	1			
N	-,044	-,025	,078	-,743**	,839**	-,791**	,162*	-,043	,171**	-,069	1		
DK	-,019	,052	-,032	-,031	,032	-,042	-,097	-,013	-,111	-,031	,024	1	
HKN	,120	,024	-,168*	,029	-,035	,077	,085	-,065	-,010	,102	-,014	,055	1
<p>** korrelasyon %1 seviyesinde önemli * korrelasyon % 5 seviyesinde önemli</p>													

Toprak değişkenleri ve LANDSAT-7 ETM+ kontrolsüz sınıflandırma (10 ve 15 sınıf) ve bantları arasındaki korrelasyonlar (Pearson) Çizelge 4.4`de verilmiştir. Çizelge 4.4`de görüldüğü gibi en yüksek pozitif ilişkiler %1 seviyesinde band5-pH (+0,814), band5-CaCO₃(+0,823) ve en yüksek negatif ilişkiler ise %1 seviyesinde band5-organik madde (-0,814), band5-N (-0,802) değişkenleri arasında tespit edilmiştir. Önemli bulunan ilişkiler için regresyon analizleri yapılmıştır.

Toprak değişkenleri ve LANDSAT-8 OLI kontrolsüz sınıflandırma (10 ve 15 sınıf) ve bantları arasındaki korrelasyonlar (Pearson) ise Çizelge 4.5`de verilmiştir. Çizelge 4.5`de görüldüğü gibi en yüksek pozitif ilişkiler %1 seviyesinde band6-pH (+0,612), band6-CaCO₃(+0,568) ve en yüksek negatif ilişkiler ise %1 seviyesinde band6-organik madde (-0,585), band6-N (-0,587) değişkenleri arasında tespit edilmiştir. Önemli bulunan ilişkiler için regresyon analizleri yapılmıştır.

Önemli korelasyon gösteren LANDSAT-7 ETM+ band5-pH, band5-CaCO₃, band5-organik madde ve band5-N kübik regresyon analizi sonuçları ve geliştirilen modeller sırasıyla Çizelge 4.6, Çizelge 4.7, Çizelge 4,8 ve Çizelge 4.9`da verilmiştir.

Önemli korelasyon gösteren LANDSAT-8 OLI band6-pH, band6-CaCO₃, band6-organik madde ve band6-N kübik regresyon analizi sonuçları ve geliştirilen modeller sırasıyla Çizelge 4.10, Çizelge 4.11, Çizelge 4,12 ve Çizelge 4.13`de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Toprak değişkenleri ve LANDSAT-7 ETM+ kontrolsüz sınıflandırma (10 ve 15 sınıf) ve bantları arasındaki korrelasyonlar (Pearson)

	KUM	KIL	SILT	PH	ORG.MD.	CACO₃	NA	P	EC	K	N	DK	HKN
L7UNSPV10	-,009	-,004	,015	,724**	-,713**	,687**	-,095	,032	-,201**	,016	-,654**	-,004	-,005
L7UNSPV15	-,013	,010	,006	,709**	-,700**	,680**	-,093	,066	-,229**	-,005	-,643**	,005	-,038
L7ETMBAND1	,004	-,039	,036	,658**	-,671**	,648**	-,094	,040	-,205**	-,027	-,618**	,014	-,039
L7ETMBAND2	-,046	-,006	,061	,696**	-,705**	,696**	-,066	,060	-,191**	-,018	-,656**	,019	,001
L7ETMBAND3	-,065	,032	,044	,692**	-,718**	,702**	-,061	,070	-,203**	-,018	-,668**	-,020	,007
L7ETMBAND4	-,124	,140*	,000	,192**	-,083	,118	,038	,043	,288**	,089	-,143*	,036	,076
L7ETMBAND5	,000	,032	-,033	,814**	-,814**	,823**	-,118	,059	-,159*	,071	-,802**	-,001	,009
L7ETMBAND6	,050	-,061	,006	,487**	-,590**	,519**	- ,141*	,075	-,425**	-,005	-,497**	-,025	-,053
L7ETMBAND7	-,020	,022	,001	,783**	-,790**	,793**	- ,137*	,032	-,203**	,015	-,759**	-,013	,006
** korrelasyon %1 seviyesinde önemli													
* korrelasyon % 5 seviyesinde önemli													

Çizelge 4.5. Toprak değişkenleri ve LANDSAT-8 OLI kontrolsüz sınıflandırma (10 ve 15 sınıf) ve bantları arasındaki korrelasyonlar (Pearson)

	KUM	KIL	SILT	PH	ORG.MD.	CACO₃	NA	P	EC	K	N	DK	HKN
L8UNSPV10	-,038	,038	,005	,573**	-,546**	,540**	-,032	,070	-,162*	,047	-,548**	,105	-,023
L8UNSPV15	-,024	,009	,020	,564**	-,564**	,542**	-,044	,053	- ,192**	,038	-,556**	,127	-,002
L8BAND1	,058	-,053	-,013	,431**	-,400**	,395**	,040	,014	- ,185**	,023	-,395**	,117	-,016
L8BAND2	,043	-,035	-,014	,453**	-,422**	,418**	,036	,017	- ,171**	,011	-,417**	,121	-,007
L8BAND3	,006	-,004	-,003	,509**	-,484**	,479**	,036	,020	- ,181**	,007	-,479**	,130	,019
L8BAND4	-,004	,018	-,015	,518**	-,498**	,490**	,014	,022	- ,173**	,029	-,495**	,104	,028
L8BAND5	-,100	,091	,023	,214**	-,257**	,201**	,054	,090	,027	-,032	-,212**	,032	,105
L8BAND6	,000	,018	-,019	,612**	-,585**	,568**	-,032	,023	-,115	,092	-,587**	,100	,002
L8BAND7	,007	,000	-,008	,566**	-,531**	,519**	-,021	,019	-,141*	,082	-,541**	,108	-,031
** korrelasyon %1 seviyesinde önemli													
* korrelasyon % 5 seviyesinde önemli													

Regresyon tablolarının model özeti kısmında R, R², düzeltilmiş R² ve tahminin standart hatası değerleri gösterilmiştir. Burada belirtilen R değeri bağımlı değişkenin gözlenen ve tahmin edilen değerler arasındaki korelasyonunu ifade etmektedir. Bire yaklaşan yüksek R değerleri güçlü ilişkileri göstermektedir. R² değeri ise bağımsız değişken tarafından açıklanan bağımlı değişken varyasyon oranı olarak tanımlanmaktadır. Bire yaklaşan yüksek R² değerleri modelin verilere iyi uyduğuna işaret etmektedir (SPSS, 2007).

Varyans analizi (ANOVA) sonuçları sırasıyla bağımsız değişken tarafından açıklanan regresyon ve açıklanmayan artık değerleri hakkında bilgi vermektedir. Artık kareler toplamı ile karşılaştırıldığında daha büyük olan regresyon kareler toplamı, bağımlı değişkendeki varyasyonun çoğunluğunun model tarafından açıkladığına işaret etmektedir. Başka bir deyişle sağlıklı olan modellerde regresyon kareler toplamının artık kareler toplamından her zaman daha büyük olması beklenir. ANOVA tablosundaki F istatistiği önem (sig.) değerlerinin yüzde beşten küçük olması (<0.05) bağımsız değişkenin bağımlı değişkendeki varyasyonu açıkladığına işaret eder. İyi bir modelde önem (sig.) değerlerinin 0.05 den küçük olması beklenir (SPSS, 2007).

Regresyon tabloları incelendiğinde; tüm modellerin ANOVA tablosundaki F istatistiği önem (sig.) değerleri %5`den küçük bulunmuştur (<0.05). Bu nedenle geliştirilen tüm modellerde bağımsız değişken, bağımlı değişkendeki varyasyonu açıklamaktadır. Ancak, Çizelge 4.10`da verilen pH, Çizelge 4.11 verilen CaCO₃, Çizelge 4.12`de verilen organik madde ve Çizelge 4.13`de verilen azot modellerinde regresyon kareler toplamının artık kareler toplamından küçük olduğu görülmüştür. Bu nedenle söz konusu modeller sağlıklı bulunmamıştır.

Sonuç olarak LANDSAT-7 ETM+ band5 DN değerlerinin bağımsız değişken olarak alındığı Sırasıyla Çizelge 4.6, Çizelge 4.7, Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.9`da verilen pH, CaCO₃, organik madde ve Azot modelleri modelleri uygulanabilir modeller olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.6. pH (bağımlı değişken) ve LANDSAT7 ETM+ band5 (x bağımsız değişken) kübik regresyon istatistiği ve geliştirilen pH modeli

Model	Kareler Toplamı (Sum of squares)	df	Kareler ortalaması (Mean square)	F	Önem Sig.
Regresyon	1,998	3	0,666	145,513	0,000
Artık	1,011	221	0,005		
Toplam	3,009	224			
R	R kare (R square)	Düzeltilmiş R kare (Adjusted R square)	Tahminin standart hatası (Standard error of the estimate)		
0,815	0,664	0,659	0,068		
PH = -0,00000008x³ + 0,00003x² - 0,0009x + 6,9436					

Çizelge 4.7. CaCO₃ (bağımlı değişken) ve LANDSAT7 ETM+ band5 (x bağımsız değişken) kübik regresyon istatistiği ve geliştirilen CaCO₃ modeli

Model	Kareler Toplamı (Sum of squares)	df	Kareler ortalaması (Mean square)	F	Önem Sig.
Regresyon	28734,065	3	9578,022	173,506	,000
Artık	12199,853	221	55,203		
Toplam	40933,918	224			
R	R kare (R square)	Düzeltilmiş R kare (Adjusted R square)	Tahminin standart hatası (Standard error of the estimate)		
0,838	0,702	0,698	7,430		
CaCO₃ (%) = -0,00002x³ + 0,0103x² - 1,0607x + 41,749					

Çizelge 4.8. Organik madde (bağımlı değişken) ve LANDSAT7 ETM+ band5 (x bağımsız değişken) kübik regresyon istatistiği ve geliştirilen organik madde modeli

Model	Kareler Toplamı (Sum of squares)	df	Kareler ortalaması (Mean square)	F	Önem Sig.
Regresyon	151,051	1	151,051	437,827	0,000
Artık	76,935	223	0,345		
Toplam	227,986	224			
R	R kare (R square)	Düzeltilmiş R kare (Adjusted R square)	Tahminin standart hatası (Standard error of the estimate)		
0,814	0,663	0,661	0,587		
ORG.MD. (%) = 0,0000009x³ - 0,0004x² + 0,0295x + 3,6197					

Çizelge 4.9. Azot (bağımlı değişken) ve LANDSAT7 ETM+ band5 (x bağımsız değişken) kübik regresyon istatistiği ve geliştirilen Azot modeli

Model	Kareler Toplamı (Sum of squares)	df	Kareler ortalaması (Mean square)	F	Önem Sig.
Regresyon	0,411	3	0,137	148,812	0,000
Artık	0,203	221	0,001		
Toplam	0,615	224			
R	R kare (R square)	Düzeltilmiş R kare (Adjusted R square)	Tahminin standart hatası (Standard error of the estimate)		
0,818	0,669	0,664	0,030		
AZOT (%) = 0,00000009x³ - 0,00004x² + 0,004x + 0,0528					

Çizelge 4.10. pH (bağımlı değişken) ve LANDSAT8 band6 (x bağımsız değişken) kübik regresyon istatistiği ve geliştirilen pH modeli

Model	Kareler Toplamı (Sum of squares)	df	Kareler ortalaması (Mean square)	F	Önem Sig.
Regresyon	1,143	2	0,571	67,980	0,000
Artık	1,866	222	0,008		
Toplam	3,009	224			
R	R kare (R square)	Düzeltilmiş R kare (Adjusted R square)	Tahminin standart hatası (Standard error of the estimate)		
0,616	0,380	0,374	0,092		
PH = -0,0000000007x² + 0,00005x + 6,5945					

Çizelge 4.11. CaCO₃ (bağımlı değişken) ve LANDSAT8 band6 (x bağımsız değişken) kübik regresyon istatistiği ve geliştirilen CaCO₃ modeli

Model	Kareler Toplamı (Sum of squares)	df	Kareler ortalaması (Mean square)	F	Önem Sig.
Regresyon	13187,361	2	6593,680	52,756	0,000
Artık	27746,558	222	124,984		
Toplam	40933,918	224			
R	R kare (R square)	Düzeltilmiş R kare (Adjusted R square)	Tahminin standart hatası (Standard error of the estimate)		
0,568	0,322	0,316	11,180		
CaCO₃ (%) = 0,00000001x² + 0,0024x - 13,991					

Çizelge 4.12. Organik madde (bağımlı değişken) ve LANDSAT8 band6 (x bağımsız değişken) kübik regresyon istatistiği ve geliştirilen organik madde modeli

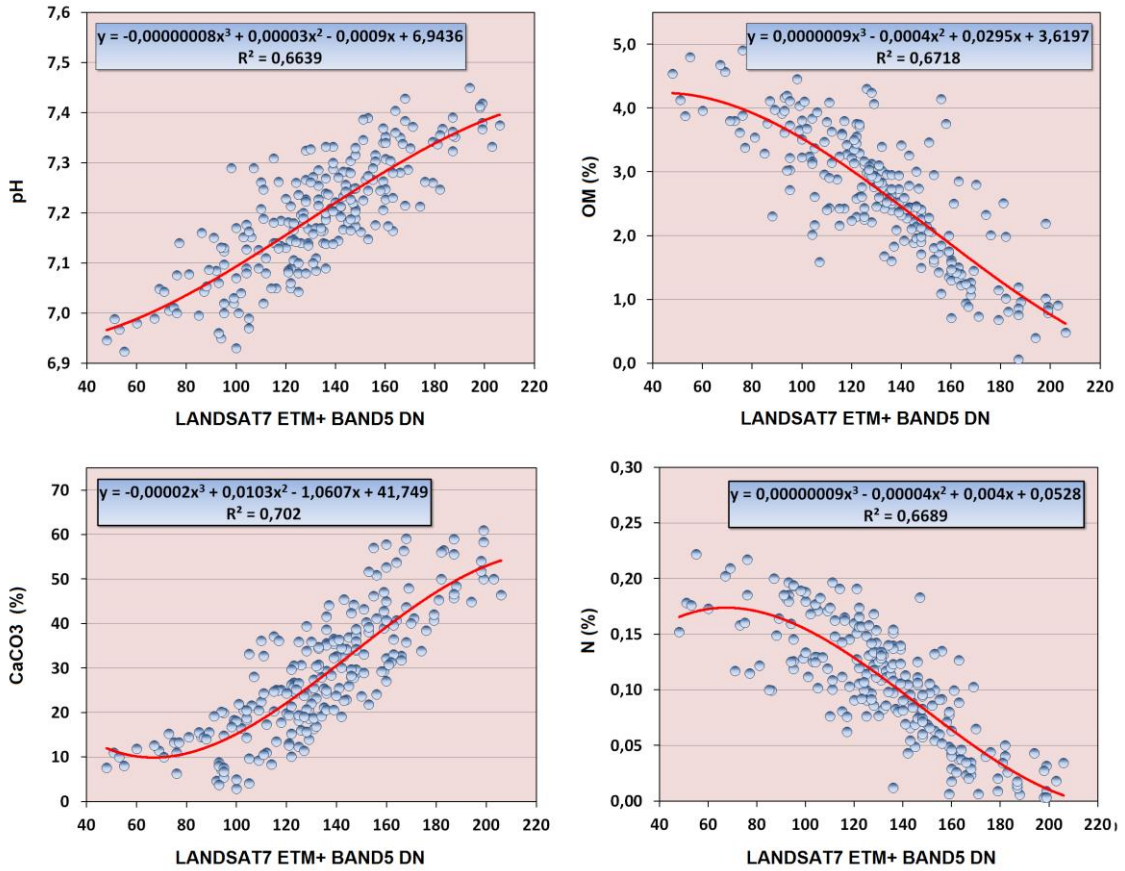
Model	Kareler Toplamı (Sum of squares)	df	Kareler ortalaması (Mean square)	F	Önem Sig.
Regresyon	78,272	2	39,136	58,032	0,000
Artık	149,714	222	0,674		
Toplam	227,986	224			
R	R kare (R square)	Düzeltilmiş R kare (Adjusted R square)	Tahminin standart hatası (Standard error of the estimate)		
0,586	0,343	0,337	0,821		
ORG.MD. (%) = 0,000000002x² - 0,0003x + 6,6059					

Çizelge 4.13. Azot (bağımlı değişken) ve LANDSAT8 band6 (x bağımsız değişken) kübik regresyon istatistiği ve geliştirilen Azot modeli

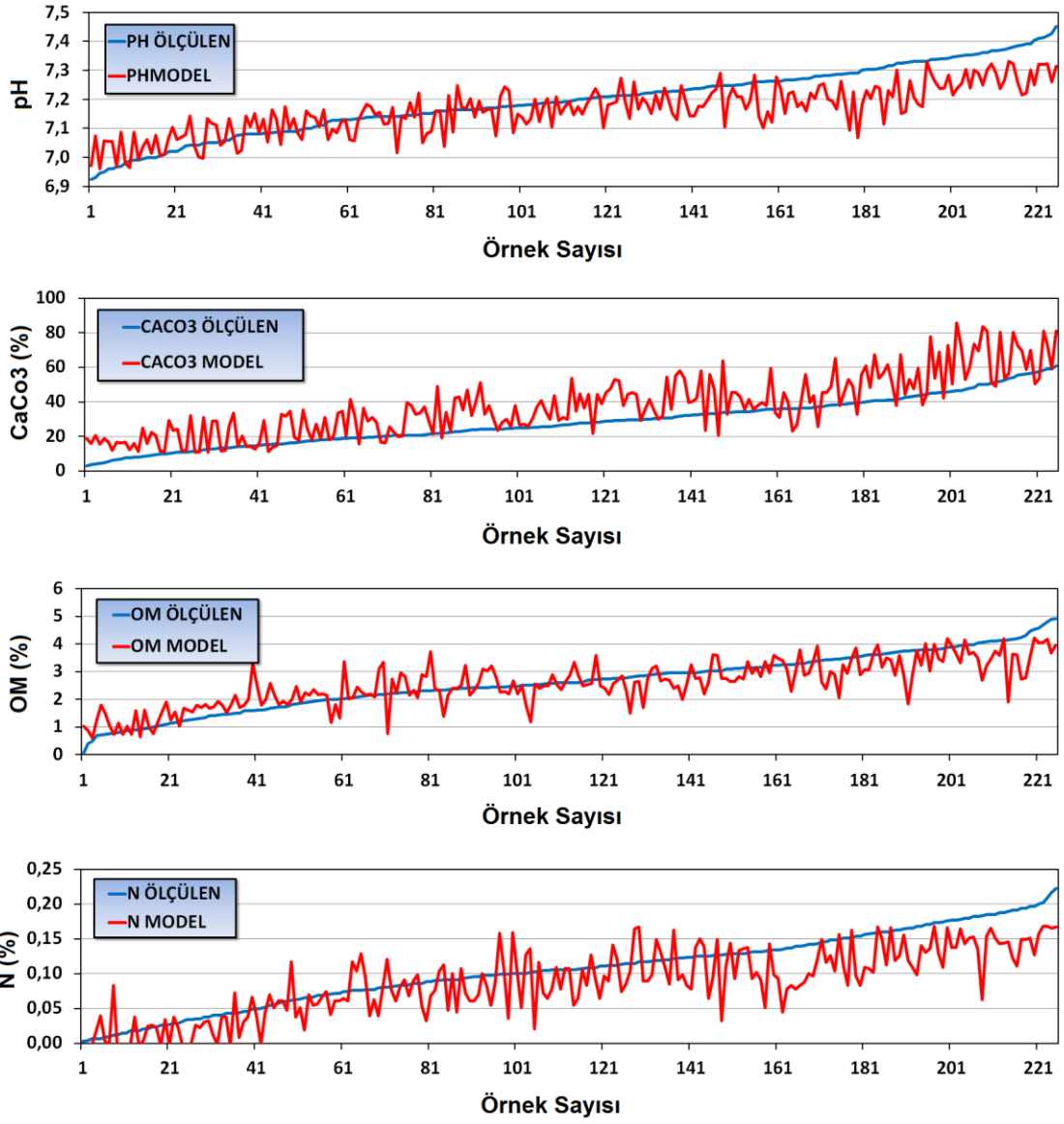
Model	Kareler Toplamı (Sum of squares)	df	Kareler ortalaması (Mean square)	F	Önem Sig.
Regresyon	0,213	2	0,106	58,829	0,000
Artık	0,402	222	0,002		
Toplam	0,615	224			
R	R kare (R square)	Düzeltilmiş R kare (Adjusted R square)	Tahminin standart hatası (Standard error of the estimate)		
0,589	0,346	0,341	0,043		
AZOT (%) = -0,0000000002x² - 0,000005x + 0,2388					

Uygulanabilir olarak kabul edilen modellere ait grafikler ve model eşitlikleri Şekil 4.4`de verilmiştir. Modellerin tahmin ettiği değerlerle, arazide gözlemlenen gerçek değerlerin karşılaştırıldığı grafikler ise Şekil 4.5`de verilmiştir.

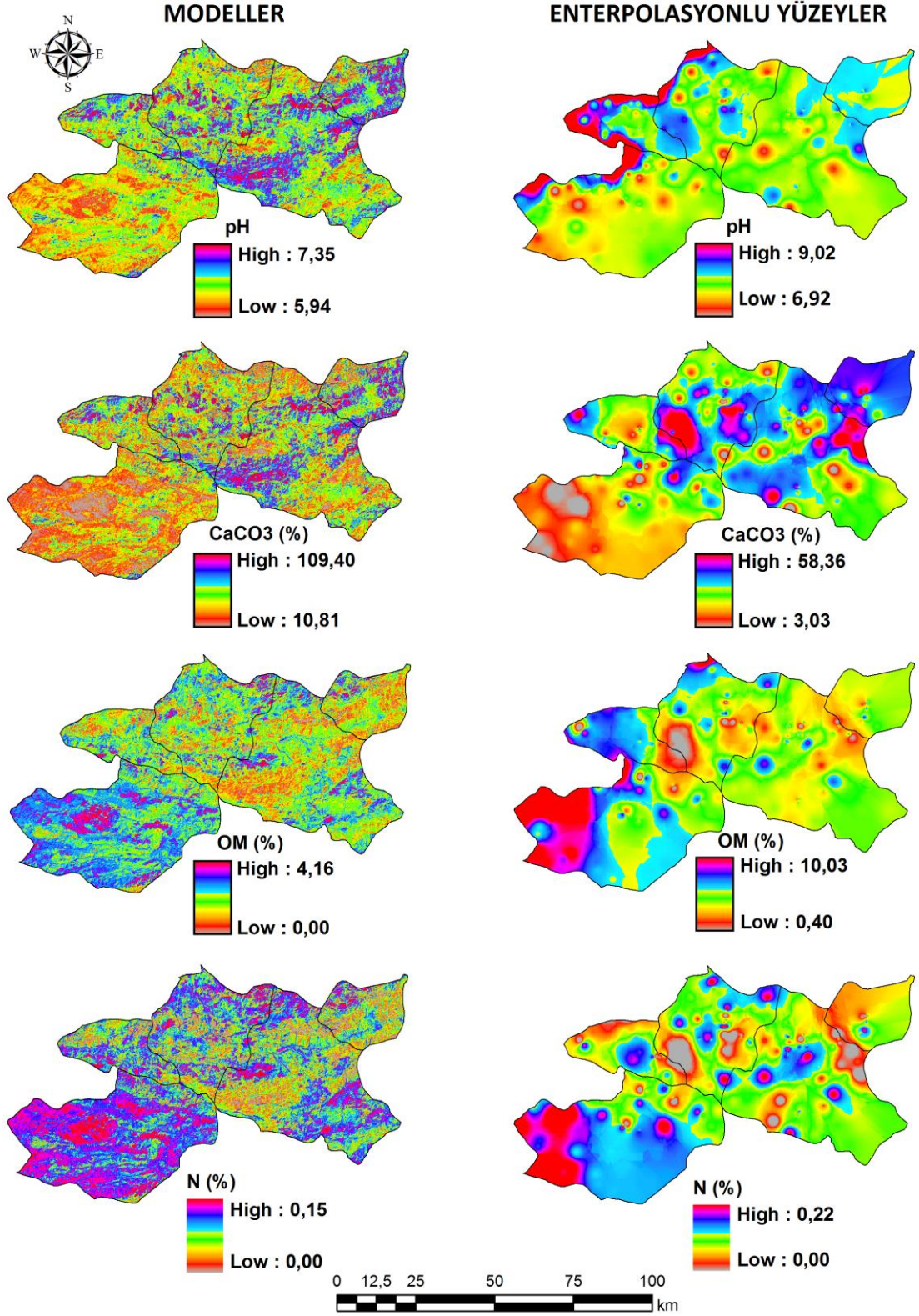
ArcGIS yazılımı uzaysal analiz modülünün matematik fonksiyonları (çarpma, toplama ve çıkarma), elde edilen modeller ve LANDSAT-7 ETM+ band değerleri kullanılarak model haritaları üretilmiştir. Elde edilen model haritalar Şekil 4.6`da verilmiştir. Görsel anlamda bir karşılaştırma yapabilmek için, model haritalarla birlikte aynı değişkenler için enterpolasyon yöntemiyle üretilen haritalar da Şekil 4.6`da verilmiştir. Şekil 4.6`da görüldüğü gibi model haritalar enterpolasyonla üretilen haritalara uyumluluk göstermiştir. Bu durum model haritaların uygulanabilirliğini göstermektedir.



Şekil 4.4. Geliştirilen modellere ait grafikler ve model eşitlikleri



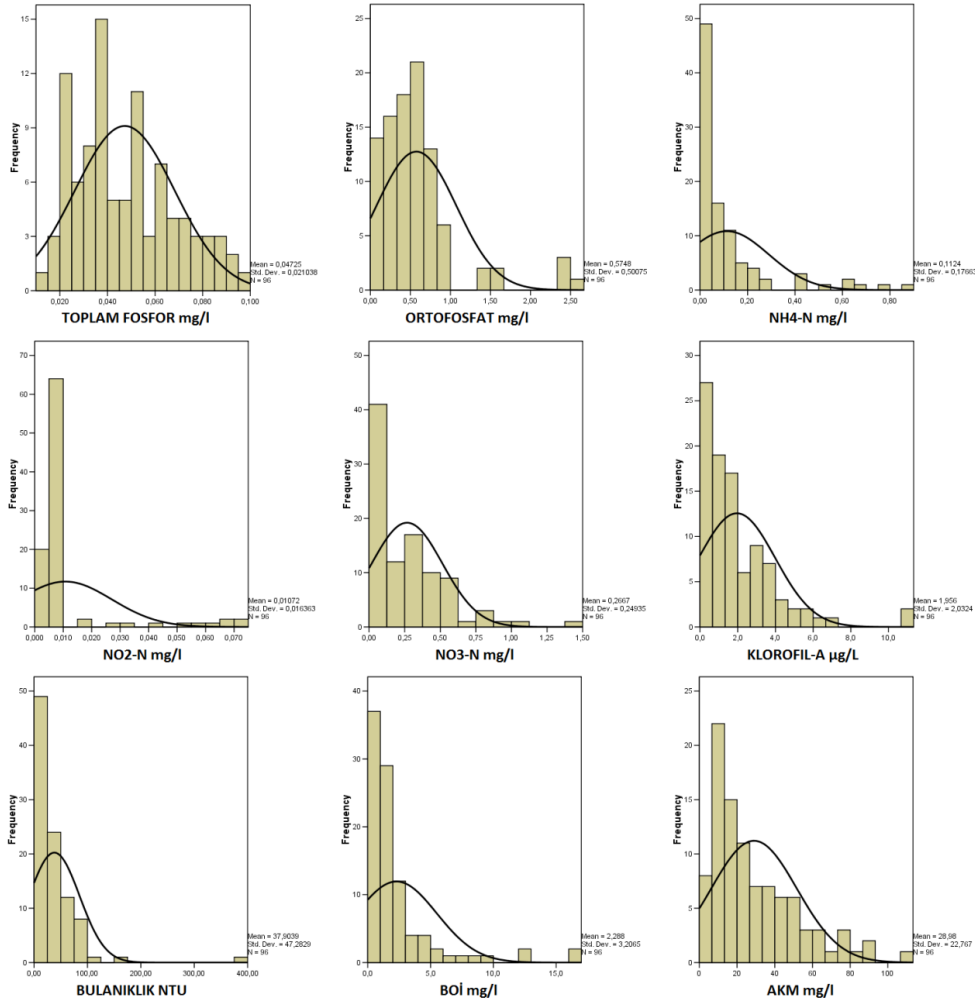
Şekil 4.5. Model tahmin değerleri ve arazide gözlemlenen gerçek değerlerin karşılaştırılması



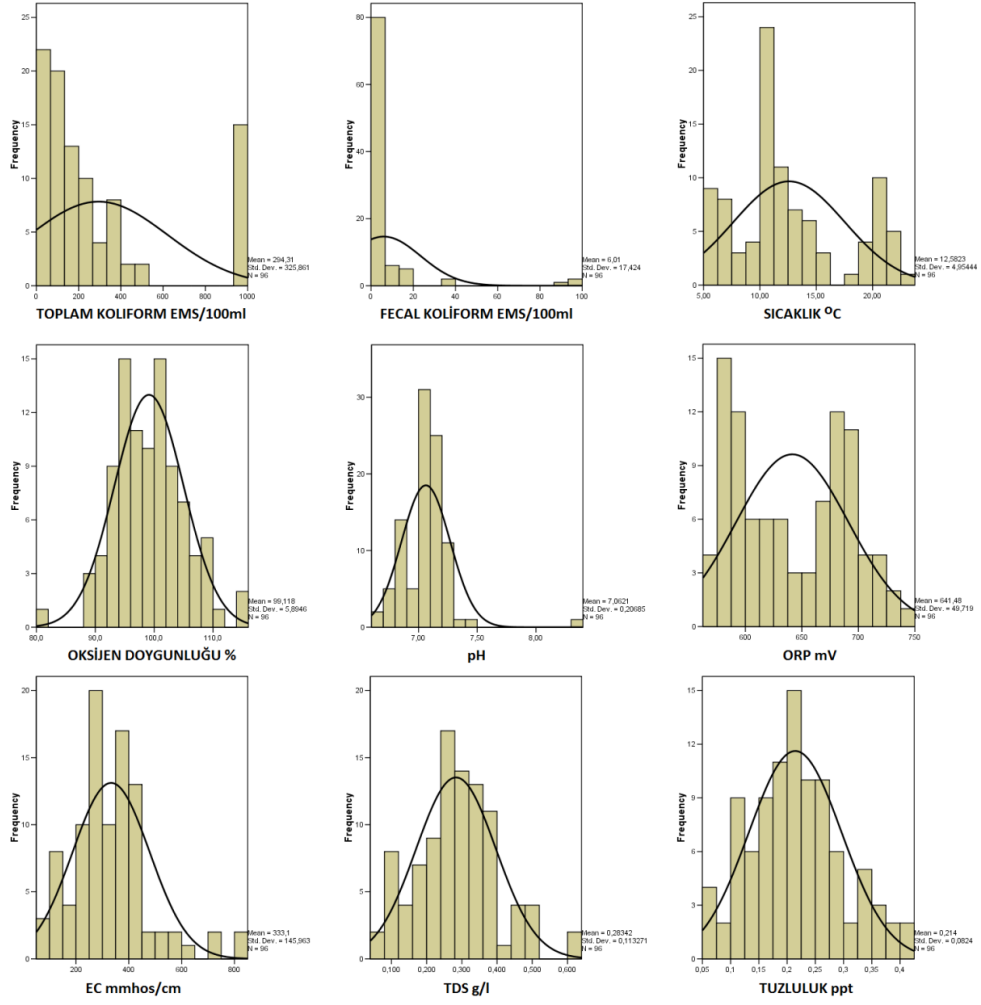
Şekil 4.6. Geliştirilen modellerden elde edilen grid haritalar ve enterpolasyon yöntemiyle üretilen grid haritaların karşılaştırılması.

4.2. Su Bulguları

Su değişkenlerine ait tanımsal istatistik sonuçları 2013 Şubat, Nisan, Ağustos ve Ekim ayları için sırasıyla Çizelge 4.14, Çizelge 4.15, Çizelge 4.16 ve Çizelge 4.17'de verilmiştir. Tanımlayıcı istatistik sonuçları ele alınan su değişkenlerinin çoğunluğunun normal dağılıma sahip olmadığına işaret etmektedir. Özellikle +/- 1`den büyük çarpıklık ve basıklık (çarpıklık ve basıklık) değerleri ele alınan su değişkenlere ait dağılımların büyük bir çoğunluğunun normal simetrik dağılımdan önemli olarak farklı olduğuna işaret etmektedir. Bu durum su değişkenlerine ait histogramlarda daha belirgin görülmektedir (Şekil 4.8-4.9)



Şekil 4.8. Toplam fosfor, ortofosfat, amonyum azotu, nitrit azotu, nitrat azotu, nitrit azotu, klorofil-a, bulanıklık, biyolojik oksijen ihtiyacı, askıda katı madde su değişkenlerine ait histogramlar.

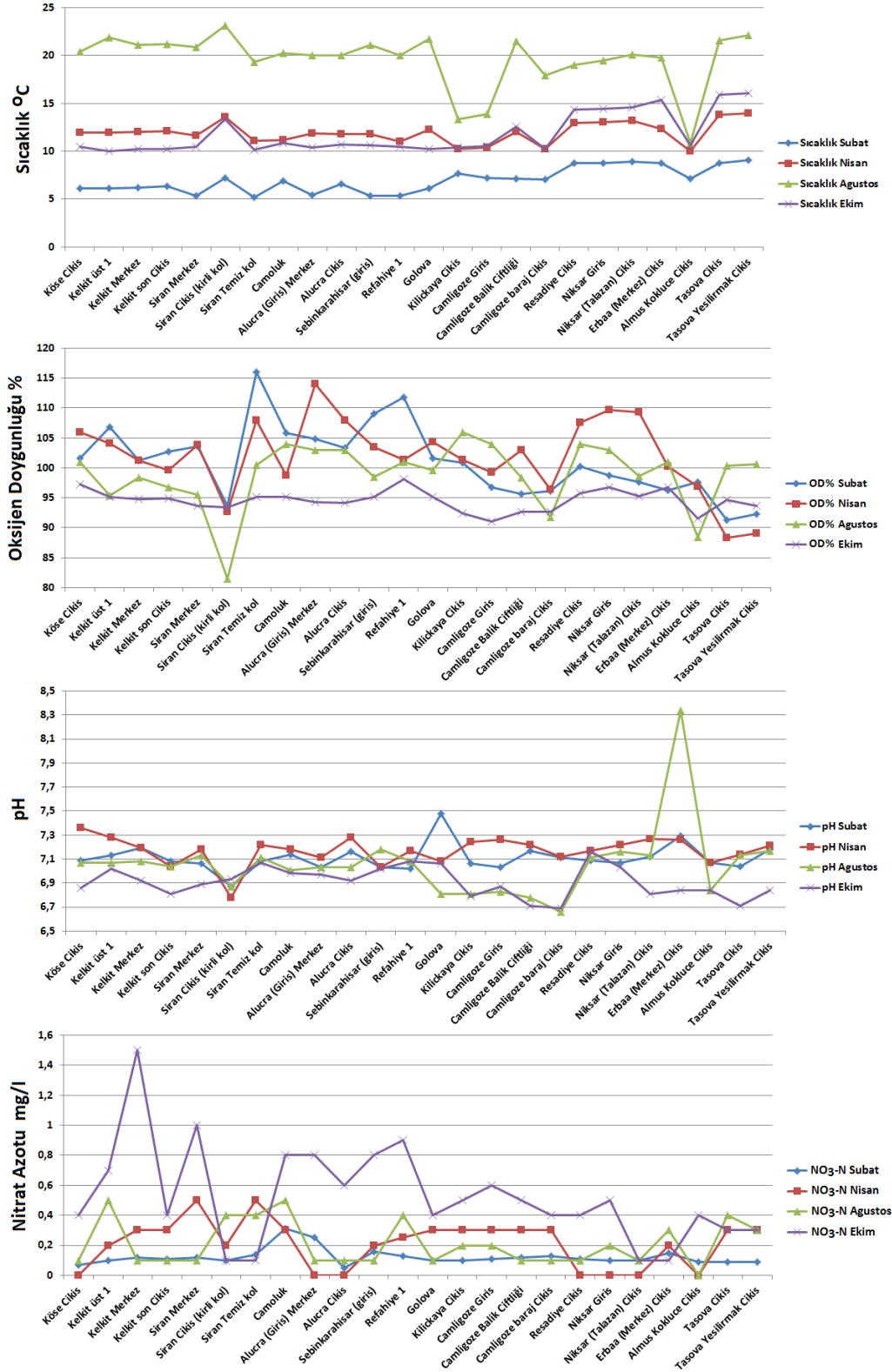


Şekil 4.9. Toplam koliform, fekal koliform, sıcaklık, oksijen doygunluğu, pH, oksidasyon redüksiyon potansiyeli (ORP), elektriksel iletkenlik (EC), toplam çözünmüş katı madde (TDS) ve tuzluluk su değişkenlerine ait histogramlar.

Su değişkenlerinin tanımsal istatistik değerlerinden (Çizelge 3.5, Çizelge 4.14-4.16) ve daha önce metod kısmında verilen Çizelge 3.5`de verilen su kalite kriterlerinden faydalanılarak sonuçlar değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmenin sonucunda Su değişkenlerinden sıcaklık, oksijen doygunluğu, pH ve Nitrat Azotu (NO₃-N); su kalite sınıf değerlerine göre tüm zamanlarda ve istasyonlarda birinci sınıfa girdiği görülmüştür (Şekil 4.10). Başka bir deyişle bu su parametreleri için şimdilik bir sorun gözükmemektedir.

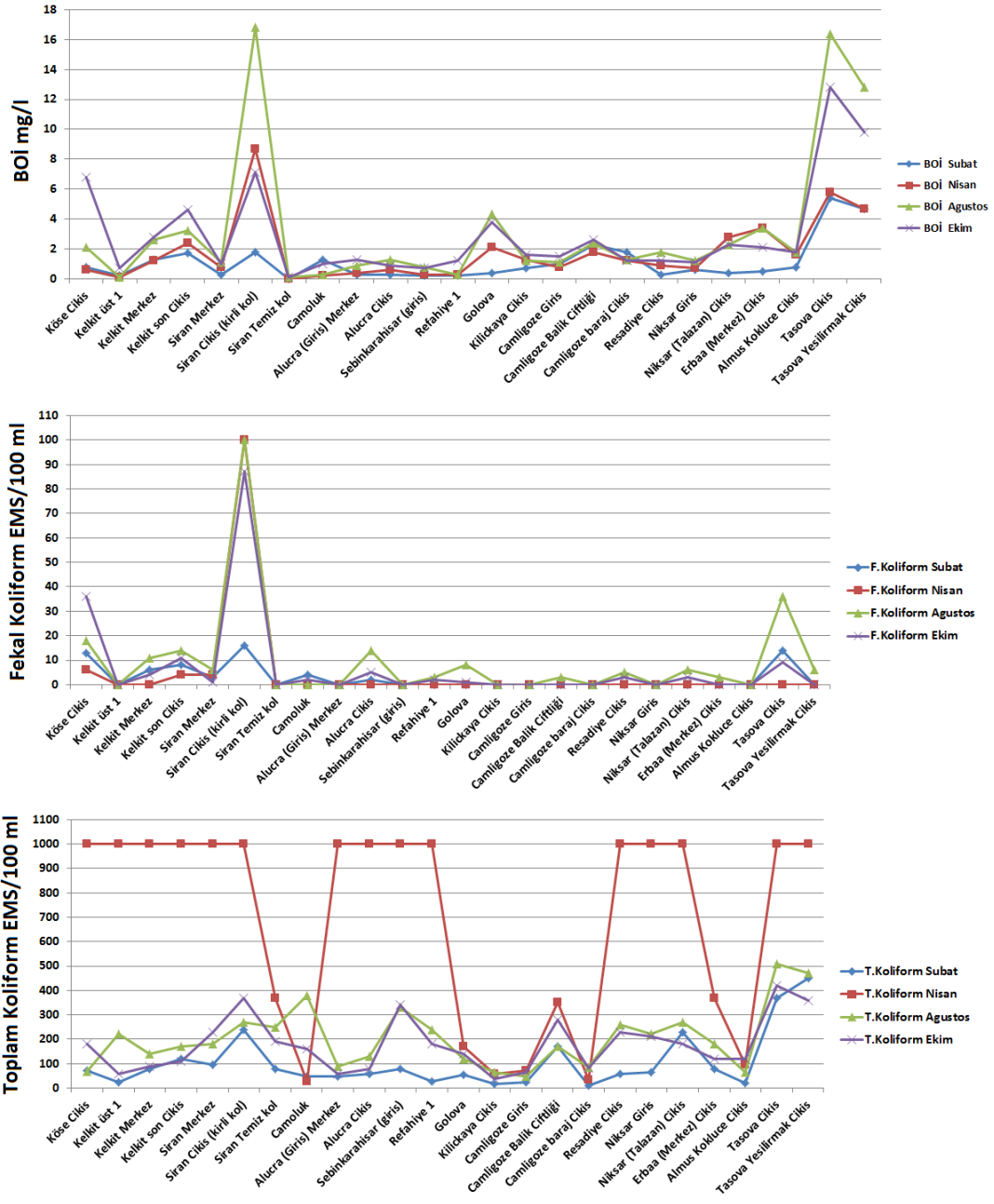
Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) su değişkeni su kalite sınıf değerlerine göre tüm zamanlarda ve istasyonlarda genellikle birinci sınıfa (<4 mg/l) girmiş olmasına rağmen (Çizelge 3.5, Çizelge 4.14-4.16), Ekim ayında Köse Çıkış, Kelkit Son Çıkış, Şiran Çıkış (kirli kol) istasyonlarında ikinci sınıfa (4-8 mg/l), Taşova Çıkış istasyonunda üçüncü sınıfa (8-20 mg/l) giren değerler kaydedilmiştir (Şekil 4.11). Ağustos ayında ise BOİ değerleri Gölova istasyonunda ikinci sınıfa (4-8 mg/l), Şiran Çıkış (kirli kol), Taşova Çıkış ve Taşova-Yeşilırmak Çıkış istasyonlarında ise üçüncü sınıfa (8-20 mg/l) girmiştir. Görüldüğü gibi BOİ bakımından bu istasyonlarda su kalitesi Ekim ve Ağustos aylarında düşmektedir.

Benzer şekilde Fekal Koliform su değişkeni su kalite sınıf değerlerine göre tüm zamanlarda ve istasyonlarda genellikle birinci sınıfa (≤ 10 EMS/100 ml) girmiş olmasına rağmen (Çizelge 3.5, Çizelge 4.14-4.16), Şubat ayında; Köse Çıkış, Şiran Çıkış (kirli kol) ve Taşova Çıkış istasyonlarında, Nisan ayında; Şiran Çıkış (kirli kol) istasyonunda, Ağustos ayında; Köse Çıkış, Kelkit Merkez, Kelkit Son Çıkış, Aluçra Çıkış, Taşova Çıkış istasyonlarında, Ekim ayında; Köse Çıkış, Şiran Çıkış (kirli kol) istasyonlarında ikinci sınıfa (10-200 EMS/100 ml) giren ölçümler bulunmaktadır (Şekil 4.11). Çalışmada en yüksek Fekal Koliform değerleri Nisan, Ağustos ve Ekim aylarında Şiran Çıkış (kirli kol) istasyonunda ölçülmüştür.



Şekil 4.10. Tüm ölçüm zamanlarında ve istasyonlarda birinci sınıfa giren su değişkenlerinin istasyon bazında dağılımı

Toplam Koliform su değişkeni su kalite sınıf değerlerine göre tüm zamanlarda ve istasyonlarda genellikle ikinci sınıfa (100-20000 EMS/100 ml) girmektedir (Çizelge 3.5, Çizelge 4.14-4.16). En düşük değerlerin gözlemlendiği Şubat ayında 24 istasyonun sadece altısında (Kelkit Son Çıkış, Çamlıgöze Balık Çiftliği, Niksar Talazan Çıkış, Şiran Çıkış (kirli kol), Taşova Çıkış ve Taşova Yeşilırmak Çıkış) Toplam Koliform değerleri ikinci sınıfa girmiş, geriye kalan 18 istasyonda Toplam Koliform değerleri birinci sınıf (≤ 100 EMS/100 ml) olarak belirlenmiştir (Şekil 4.11). Çalışmada en yüksek Toplam Koliform değerleri Nisan ayında ölçülmüştür (1000 EMS/100 ml). Bu dönemde Toplam Koliform değerleri sadece 5 istasyonda (Çamoluk, Çamlıgöze Baraj Çıkış, Kılıçkaya Çıkış, Çamlıgöze Giriş Almus Köklüce Çıkış) birinci sınıfa girmiş geriye kalan 19 istasyonda ise ikinci sınıfta yer almıştır. Ağustos ayında ise sadece 6 istasyon (Çamlıgöze Giriş, Kılıçkaya Çıkış, Almus Köklüce Çıkış, Köse Çıkış, Çamlıgöze Baraj Çıkış, Aluçra Giriş Merkez) Toplam Koliform bakımından birinci sınıfa girmiştir, geriye kalan 18 istasyon ikinci sınıf olarak değerlendirilmiştir. Son olarak Ekim ayında sadece 7 istasyonun (Kılıçkaya Çıkış, Kelkit Üst 1, Aluçra Giriş Merkez, Çamlıgöze Giriş, Aluçra Çıkış, Çamlıgöze Baraj Çıkış, Kelkit Merkez) Toplam Koliform değerleri birinci sınıfa, geriye kalan 17 istasyonda ikinci sınıfa girmiştir. Genel bir değerlendirme yapılacak olursa; Şubat ayında düşük olan Toplam Koliform değerleri Nisan ayında en yüksek değerlerine ulaşmakta, Ağustos ve Ekim aylarında ise orta seviyelerde yer almaktadır (Şekil 4.11).

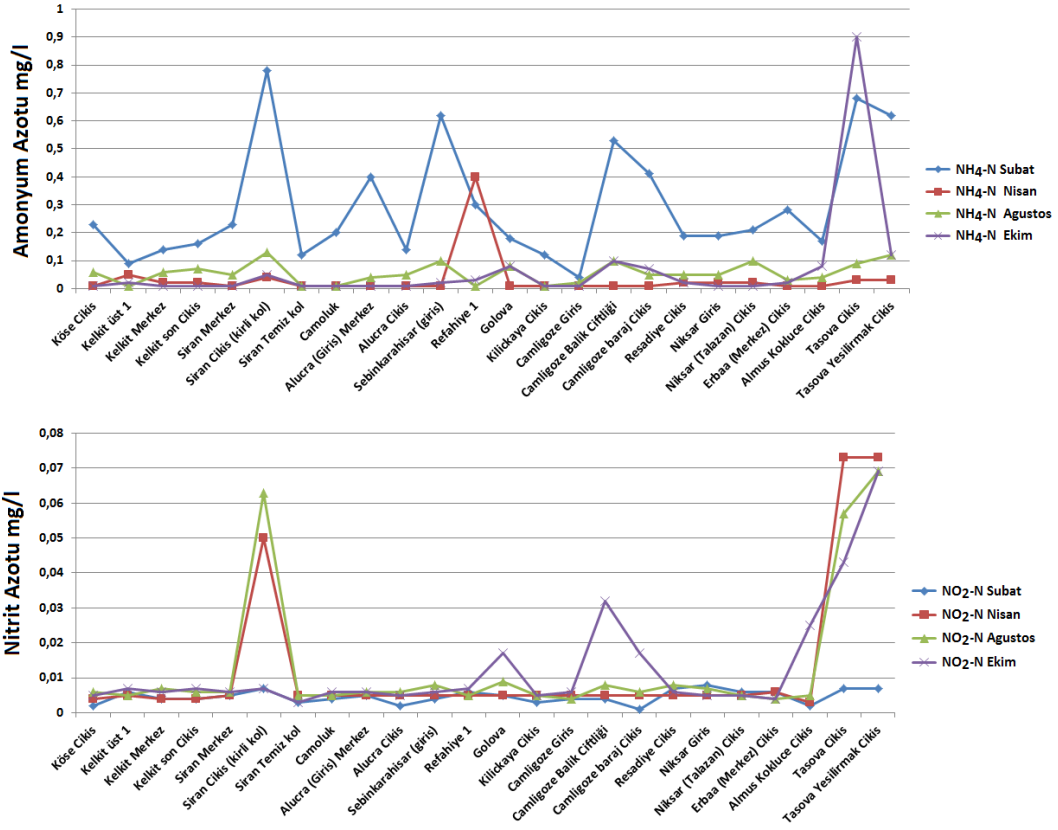


Şekil 4.11. Tüm ölçüm zamanlarında ve istasyonlarda genellikle birinci sınıfa giren biyolojik oksijen ihtiyacı ve fekal koliform ile genellikle ikinci sınıfa giren toplam koliform su değişkenlerinin istasyon bazında dağılımı

Amonyum Azotu ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) su değişkeni su kalite sınıf değerlerine göre tüm zamanlarda ve istasyonlarda genellikle birinci sınıfa ($<0,2$) girmiştir (Çizelge 3.5, Çizelge 4.14-4.16). Ancak Şubat ayındaki yüksek miktarlar göze çarpmaktadır ve bu ayda toplam 12 istasyonda (Köse Çıkış, Şiran Merkez, Şiran Çıkış (kirli kol), Aluçra Giriş Merkez, Şebinkarahisar Giriş, Refahiye 1, Çamlıgöze Balık iftliği, Çamlıgöze Baraj Çıkış, Niksar Talazan Çıkış, Erbaa Merkez Çıkış, Taşova Çıkış, Taşova Yeşilirmak Çıkış) su kalitesinin ikinci sınıfa ($0,2-0,1$ mg/l) düştüğü görülmektedir (Şekil 4.12). Geriye kalan 12 istasyonda ise $\text{NH}_4\text{-N}$ miktarları birinci sınıf olarak belirlenmiştir. Nisan ayında $\text{NH}_4\text{-N}$ miktarları yılın en düşük seviyesine ulaşmış, sadece Refahiye 1 istasyonu ikinci sınıfta yer almış ve geri kalan 23 istasyon birinci sınıf bulunmuştur. Ağustos ayındaki $\text{NH}_4\text{-N}$ miktarları Nisan ayına göre biraz artmış görülmekle beraber tüm istasyonlardaki $\text{NH}_4\text{-N}$ miktarları birinci sınıf bulunmuştur. Ekim ayında $\text{NH}_4^+\text{-N}$ miktarları sadece Taşova Çıkış istasyonunda ikinci sınıfa, diğer 23 istasyonda birinci sınıfa girmiştir.

Nitrit Azotu ($\text{NO}_2\text{-N}$) su değişkeni genel olarak tüm ölçüm zamanı ve istasyonlarda ikinci sınıfta ($0,002-0,01$ mg/l) yer almıştır (Çizelge 3.5, Çizelge 4.14-4.16). Buna karşın Nisan ve Ağustos aylarında Şiran çıkış (kirli kol), Taşova çıkış, ve Taşova Yeşilirmak çıkış istasyonlarında ve Ekim ayında Taşova çıkış istasyonunda nc, Taşova Yeşilirmak çıkış istasyonunda dördüncü sınıfta ($>0,05$) yer aldığı görülmektedir (Şekil 4.12).

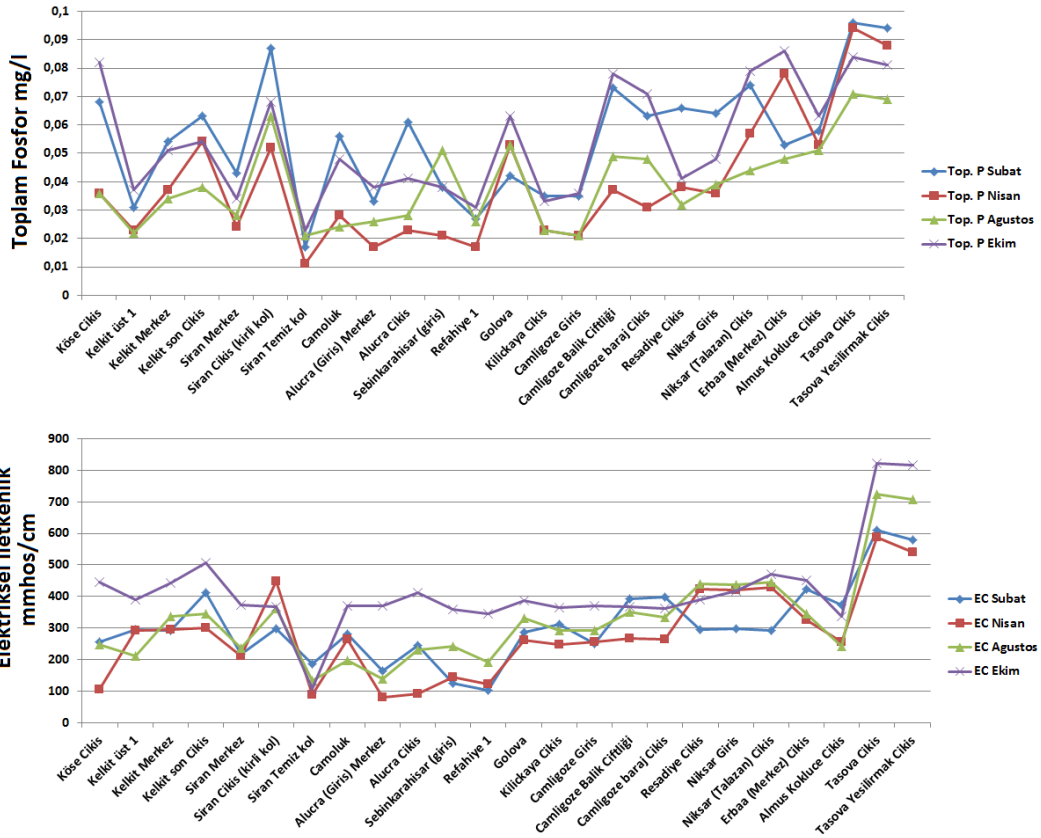
Toplam Fosfor su değişkeninin genel olarak tüm ölçüm zamanı ve istasyonlarda ikinci sınıfa ($0,03-0,16$ mg/l) girdiği görülmektedir (Çizelge 3.5, Çizelge 4.14-4.16). Şubat ve Ekim aylarında sadece 2 istasyon (Şiran temiz kol ve Refahiye 1) birinci sınıfa ($<0,03$ mg/l), geriye kalan 22 istasyonda ikinci sınıfa girmiştir (Şekil 4.13). Nisan ayında 10 istasyon (Şiran temiz kol, Aluçra (giriş) Merkez, Refahiye 1, Şebinkarahisar (giriş), Çamlıgöze giriş, Kelkit st 1, Aluçra çıkış, Kılıçkaya çıkış, Siran Merkez, Çamoluk) birinci sınıfta yer alırken geriye kalan 14 istasyon ikinci sınıf olarak değerlendirilmiştir. Ağustos ayında 6 istasyon (Şiran temiz kol, Çamlıgöze giriş, Kelkit st 1, Kılıçkaya çıkış, Çamoluk, Aluçra (giriş) Merkez) birinci sınıfta geriye kalan 18 istasyon ikinci sınıfta yer almıştır.



Şekil 4.12. Tüm ölçüm zamanlarında ve istasyonlarda genellikle birinci sınıfa giren Amonyum azotu ve genellikle ikinci sınıfa giren Nitrit azotu su değişkenlerinin istasyon bazında dağılımı

Elektriksel İletkenlik (EC) su değişkeni genel olarak tüm ölçüm zamanı ve istasyonlarda birinci sınıfta (<400 mmhos/cm) yer almıştır (Çizelge 3.5, Çizelge 4.14-4.16). Ancak bu değişken bakımından su kalitesi aylara bağlı olarak bazı istasyonlarda ikinci sınıfa (400-1000 mmhos/cm) düşmüştür. Örneğin Şubat ayında toplam 20 istasyon birinci sınıfa girerken geriye kalan 4 istasyon (Kelkit son çıkış, Erbaa merkez çıkış, Taşova Yeşilirmak çıkış, Taşova) ikinci sınıfta yer almıştır (Şekil 4.13). Nisan ayında ise 18 istasyon birinci sınıfta yer almış, geriye kalan 6 istasyonda (Niksar giriş, Reşadiye çıkış, Niksar Talazan çıkış, Şiran çıkış (kirlil kol), Taşova Yeşilirmak çıkış, Taşova çıkış) su kalitesi ikinci sınıfa düşmüştür. Ağustos ayında 19 istasyon birinci sınıfa girerken sadece 5 istasyonda (Niksar giriş, Reşadiye çıkış, Niksar Talazan çıkış, Taşova Yeşilirmak çıkış, Taşova çıkış) su kalitesi ikinci sınıf olarak belirlenmiştir. Ekim ayında

toplam 15 istasyon birinci sınıf olarak nitelenirken, geriye kalan 9 istasyon (Aluçra çıkış, Niksar giriş, Kelkit Merkez, Köse Çıkış, Erbaa Merkez çıkış, Niksar Talazan çıkış, Kelkit son çıkış, Taşova Yeşilirmak çıkış, Taşova çıkış,) ikinci sınıfta (400-1000 mmhos/cm) yer almıştır.



Şekil 4.13. Tüm ölçüm zamanlarında ve istasyonlarda genellikle ikinci sınıfa giren toplam fosfor ve birinci sınıfa giren elektriksel iletkenlik su değişkenlerinin istasyon bazında dağılımı

Çizelge 4.14. Şubat su değişkenleri tanımsal istatistik sonuçları (N=24 istasyon)

	Range	Min.	Mak.	Ort.	Std. Sap.	Var.	Çarp.	Bas.
Toplam P	0,08	0,02	0,10	0,06	0,02	0,00	0,20	-0,50
Orto P	2,31	0,23	2,54	1,04	0,71	0,51	1,22	0,08
NH₄-N	0,74	0,04	0,78	0,29	0,21	0,04	1,11	0,11
NO₂-N	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	-0,14	-0,84
NO₃-N	0,26	0,05	0,31	0,12	0,05	0,00	2,31	6,25
Klorofil	2,80	0,00	2,80	0,94	0,91	0,84	0,77	-0,58
Bulanıklık	391,96	4,04	396,00	38,69	77,55	6014,00	4,61	22,02
BOİ	5,40	0,00	5,40	1,14	1,36	1,84	2,22	4,87
AKM	81,00	6,00	87,00	40,58	25,34	641,91	0,29	-1,18
T.Koliform	441,00	9,00	450,00	104,21	112,54	12660,00	2,01	3,70
F.Koliform	16,00	0,00	16,00	2,75	4,97	24,72	1,80	2,08
Sıcaklık	3,90	5,16	9,06	6,98	1,29	1,66	0,30	-1,13
DO	24,70	91,30	116,00	101,05	6,04	36,52	0,62	0,37
pH	0,61	6,87	7,48	7,11	0,11	0,01	1,44	5,09
ORP	110,00	564,00	674,00	594,08	26,18	685,12	1,95	3,62
EC	507,00	104,00	611,00	307,67	121,48	14760,00	0,82	1,19
TDS	0,27	0,12	0,39	0,27	0,07	0,01	-0,63	-0,14
SAL	0,20	0,10	0,30	0,21	0,06	0,00	0,24	0,61

Çizelge 4.15. Nisan su değişkenleri tanımsal istatistik sonuçları (N=24 istasyon)

	Range	Min.	Mak.	Ort.	Std. Sap.	Var.	Çarp.	Bas.
Toplam P	0,08	0,01	0,09	0,04	0,02	0,00	1,10	0,59
Orto P	1,39	0,14	1,53	0,64	0,30	0,09	0,89	2,42
NH₄-N	0,39	0,01	0,40	0,03	0,08	0,01	4,75	22,99
NO₂-N	0,07	0,00	0,07	0,01	0,02	0,00	2,57	5,30
NO₃-N	0,00	0,00	0,50	0,21	0,16	0,02	-0,12	-0,73
Klorofil	6,10	0,10	6,20	1,83	1,99	3,95	1,03	-0,49
Bulanıklık	157,45	6,65	164,10	48,45	38,35	1471,00	1,40	2,18
BOİ	8,70	0,00	8,70	1,78	2,08	4,31	2,10	4,73
AKM	102,00	6,00	108,00	34,67	27,44	753,01	1,31	1,09
T.Koliform	972,00	28,00	1000,00	689,25	419,24	175800,00	-0,69	-1,51
F.Koliform	100,00	0,00	100,00	4,75	20,35	414,20	4,85	23,66
Sıcaklık	3,90	10,03	13,93	11,93	1,11	1,23	0,05	-0,57
DO	26,00	88,00	114,00	101,93	6,33	40,02	-0,46	0,19
pH	0,58	6,78	7,36	7,17	0,12	0,01	-1,59	4,36
ORP	55,00	574,00	629,00	602,54	16,00	256,00	0,09	-0,95
EC	508,00	80,00	588,00	280,38	139,72	19520,00	0,46	-0,22
TDS	0,42	0,06	0,48	0,23	0,11	0,01	0,56	0,34
SAL	0,32	0,05	0,37	0,17	0,08	0,01	0,64	0,73

Çizelge 4.16. Ağustos su değişkenleri tanımsal istatistik sonuçları (N=24 istasyon)

	Range	Min.	Mak.	Ort.	Std. Sap.	Var.	Çarp.	Bas.
Toplam P	0,05	0,02	0,07	0,04	0,02	0,00	0,60	-0,60
Orto P	0,30	0,11	0,41	0,18	0,08	0,01	2,14	4,29
NH₄-N	0,12	0,01	0,13	0,06	0,04	0,00	0,43	-0,73
NO₂-N	0,07	0,00	0,07	0,01	0,02	0,00	2,44	4,45
NO₃-N	0,50	0,00	0,50	0,21	0,15	0,02	0,77	-0,82
Klorofil	10,90	0,10	11,00	2,38	2,20	4,85	2,71	10,12
Bulanıklık	91,66	3,80	95,46	37,70	25,35	642,57	0,70	0,01
BOİ	16,70	0,10	16,80	3,32	4,80	23,06	2,28	4,10
AKM	48,00	6,00	54,00	24,88	15,63	244,29	0,40	-1,21
T.Koliform	462,00	48,00	510,00	205,21	124,62	15530,00	0,93	0,56
F.Koliform	100,00	0,00	100,00	9,71	20,95	438,91	3,84	16,22
Sıcaklık	12,29	10,85	23,14	19,62	2,93	8,60	-1,89	3,29
DO	24,00	82,00	106,00	98,93	5,49	30,13	-1,70	3,58
pH	1,68	6,66	8,34	7,06	0,31	0,10	3,12	13,34
ORP	127,00	620,00	747,00	682,75	33,37	1113,00	0,04	-0,75
EC	590,00	133,00	723,00	325,58	148,18	21960,00	1,46	2,45
TDS	0,41	0,11	0,52	0,25	0,10	0,01	1,28	1,94
SAL	0,31	0,08	0,39	0,19	0,07	0,01	1,50	2,74

Çizelge 4.17. Ekim su değişkenleri tanımsal istatistik sonuçları (N=24 istasyon)

	Range	Min.	Mak.	Ort.	Std. Sap.	Var.	Çarp.	Bas.
Toplam P	0,06	0,02	0,09	0,05	0,02	0,00	0,26	-1,40
Orto P	0,57	0,21	0,78	0,44	0,14	0,02	0,84	0,42
NH₄-N	0,89	0,01	0,90	0,07	0,18	0,03	4,64	22,19
NO₂-N	0,07	0,00	0,07	0,01	0,02	0,00	2,63	7,29
NO₃-N	1,40	0,10	1,50	0,53	0,33	0,11	1,07	1,94
Klorofil	10,70	0,30	11,00	2,68	2,37	5,60	2,27	6,00
Bulanıklık	88,22	3,11	91,33	26,78	29,33	860,49	1,18	0,09
BOİ	12,70	0,10	12,80	2,92	3,17	10,08	1,97	3,54
AKM	40,00	1,00	41,00	15,79	11,33	128,35	1,03	-0,12
T.Koliform	382,00	38,00	420,00	178,58	109,11	11900,00	0,78	-0,28
F.Koliform	87,00	0,00	87,00	6,83	18,67	348,49	3,90	16,12
Sıcaklık	6,02	10,02	16,04	11,80	2,12	4,48	1,03	-0,64
DO	7,00	91,10	98,10	94,56	1,74	3,01	-0,07	-0,13
pH	0,47	6,69	7,16	6,91	0,13	0,02	0,05	-0,70
ORP	88,00	634,00	722,00	686,54	18,26	333,48	-1,16	2,53
EC	715,00	108,00	823,00	418,79	143,06	20470,00	1,58	4,84
TDS	0,50	0,12	0,62	0,38	0,10	0,01	0,42	2,95
SAL	0,30	0,11	0,41	0,29	0,06	0,00	-0,45	2,85

Su değişkenlerinin ilk aşamada gerçekleştirilen normallik testi sonuçları Çizelge 4.18`de verildiği gibidir. Bu sonuçlara göre sadece iki (tuzluluk ve doymuş oksijen) su değişkeni normal dağılım göstermektedir (Çizelge 4.18). Varyans Analizi`nin (ANOVA) yapılabilmesi için kullanılacak verilerin bir takım ön şartları sağlaması gerekmektedir. Bu şartlar özetle şunlardır; (1) bağımlı değişken sürekli düzeyde (oransal veya arasal) ölçülmüş olmalı, (2) bağımlı değişken normal bir dağılıma sahip olmalıdır. Bu nedenle geriye kalan su değişkenlerinde çeşitli dönüştürme (KARE, $\sqrt{\quad}$, LOG10, LN) işlemleri yapılmıştır. Böylece 5 su değişkeninin (toplam fosfor, bulanıklık, askıda katı madde, klorofil-a ve elektriksel iletkenlik) daha normal dağılım göstermesi sağlanmıştır. Geriye kalan su değişkenleri için yapılan dönüşümler sonuç vermemiştir. Tüm dönüştürme çalışmalarından sonra normal dağılıma dönen su değişkenleri ile orijinalinde normal dağılım gösteren su değişkenlerinin normallik testi sonuçları toplu olarak Çizelge 4.19`da verilmiştir. Bu değişkenlere iki aşamada ANOVA uygulanmıştır. Birinci aşamada H_0 : su değişkenleri yönünden istasyonlar arasında farklılık yoktur hipotezi test edilmiştir. İkinci aşamada H_0 : su değişkenleri yönünden ölçüm zamanları arasında fark yoktur hipotezi test edilmiştir. ANOVA sonuçları Çizelge 4.20 ve 4.21`de verilmiştir. ANOVA sonuçlarına göre hem istasyonlar hem de ölçüm zamanları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuş ($\text{sig} < 0,05$) ve H_0 hipotezleri reddedilmiştir. Söz konusu farklılıkların ne ölçüde olduğunu görebilmek için uygulanan Post Hoc (Tukey HSD) analizi sonuçları ise Çizelge 4.21-4.29`da verilmiştir.

Toplam fosfor su değişkeni açısından istasyonlar 8 farklı grup oluşturmuştur (Çizelge 4.22). Toplam fosfor yönünden ilk grubu sadece bir istasyon (Şiran temiz kol) oluşturmuştur. İkinci grup da benzer şekilde bir istasyondan (Refahiye 1) ibarettir. Aluçra (giriş) Merkez, Çamlıgöze giriş, Kelkit üst 1 ve Kılıçkaya çıkış istasyonları üçüncü grupta yer almışlardır. Dördüncü grup Şiran Merkez, Şebinkarahisar, Aluçra çıkış ve Çamoluk istasyonlarından ibarettir. Reşadiye çıkış, Kelkit Merkez, Niksar giriş, Çamlıgöze baraj çıkış, Kelkit son çıkış, Köse çıkış ve Gölova beşinci grubu oluşturmuştur. Altıncı grupta sadece Almus Köklüce çıkış ve Çamlıgöze balık çiftliği istasyonları bulunmaktadır. Niksar (Talazan) çıkış, Erbaa (Merkez) çıkış, Şiran çıkış (kirli kol) istasyonları yedinci grubu oluşturmuştur. Taşova Yeşilirmak çıkış ve Taşova

istasyonları ise son grup olan sekizinci grubu oluşturmuşlardır. Burada toplam fosfor yönünden en fazla dikkat çeken istasyonlar son gruplarda yer alan istasyonlardır. Çünkü bu istasyonlar Toplam fosfor açısından kirliliğin arttığı istasyonlardır. Bu noktalara bundan sonraki çalışmalarda ayrı bir önem verilmelidir.

Klorofil-a su değişkeni açısından istasyonlar 10 farklı grup oluşturmuştur (Çizelge 4.23). İlk grubu sadece bir istasyon (Şiran temiz kol) oluşturmuştur. İkinci ve üçüncü gruplar da benzer şekilde birer istasyondan (Kelkit üst 1 ve Çamoluk) ibarettir. Buna karşın dördüncü grup toplam 13 istasyon (Aluçra (giriş) Merkez, Aluçra çıkış, Şebinkarahisar (giriş), Kılıçkaya çıkış, Şiran Merkez, Köse çıkış, Niksar giriş, Reşadiye çıkış, Kelkit Merkez, Çamlığöze giriş, Şiran çıkış (kirli kol), Niksar (Talazan) çıkış, Kelkit son çıkış) içeren en büyük gruptur. Erbaa (Merkez) çıkış ve Almus Köklüce çıkış istasyonları beşinci, Çamlığöze baraj çıkış istasyonu altıncı grubu oluşturmuştur. Yedinci grupta Çamlığöze balık çiftliği istasyonu, sekizinci grupta ise Gölova ve Taşova çıkış istasyonları bulunmaktadır. Taşova Yeşilirmak çıkış istasyonu ise dokuzuncu ve son grubu oluşturmuştur. Görüldüğü gibi klorofil-a yönünden en yüksek su kalitesi Şiran temiz kol, Kelkit üst 1 ve Çamoluk istasyonlarında tespit edilirken, en düşük su kalitesi; Çamlığöze balık çiftliği, Gölova ve Taşova çıkış istasyonlarında göze çarpmaktadır.

Bulanıklık su değişkeni açısından istasyonlar arası fark istatistiksel anlamda önemli (Çizelge 4.20) olmasına karşın tüm istasyonlar tek bir grupta yer almıştır Çizelge 4.24. Başka bir deyişle bu değişken bakımından istasyonlar arasındaki fark gruplandırma yapmaya yetmemiştir. Aynı durum askıda katı madde (AKM) su değişkeni için de gözlemlenmiştir (Çizelge 4.20 ve Çizelge 4.25). Bu durumun ele alınan değişkenlerin özelliğinden kaynakladığı düşünülmektedir.

Oksijen doygunluğu su değişkeni toplam 3 farklı grup oluşturmuştur (Çizelge 4.26). Oksijen doygunluğu yönünden ilk grubu sadece bir istasyon (Şiran çıkış (kirli kol)) oluşturmuştur. Son grup da benzer şekilde bir istasyondan (Şiran temiz kol) oluşmaktadır. Bu iki istasyon dışında kalan 22 istasyon ise ortada yer alan ikinci gruba girmiştir.

Elektriksel iletkenlik su değişkeni 10 farklı grup oluşturmuştur (Çizelge 4.27). İlk grubu sadece bir istasyon (Şiran temiz kol) oluşturmuştur. Aluçra (giriş) Merkez ve Refahiye 1 istasyonları ikinci grupta yer almıştır. Üçüncü grupta 10 istasyon (Şebinkarahisar (giriş), Aluçra çıkış, Köse çıkış, Şiran Merkez, Çamoluk, Çamlığöze giriş, Kelkit üst 1, Almus Köklüce çıkış, Kılıçkaya çıkış, Gölova) yer almaktadır. Çamlığöze baraj çıkış istasyonu dördüncü grubu oluşturmuştur. Beşinci grupta Kelkit Merkez ve Çamlığöze balık çiftliği bulunmaktadır. Altıncı grupta sadece bir istasyon (Şiran çıkış (kirli kol)) yer almıştır. Yedinci grup Reşadiye çıkış, Erbaa (Merkez) çıkış, Kelkit son çıkış ve Niksar giriş istasyonlarından oluşmaktadır. Son üç grup ise birer istasyondan (Niksar (Talazan) çıkış, Taşova Yeşilirmak çıkış ve Taşova çıkış) ibarettir.

Tuzluluk su değişkeni 7 farklı grup oluşturmuştur (Çizelge 4.28). Birinci (Şiran Temiz kol), üçüncü (Çamlığöze baraj çıkış), altıncı (Taşova Yeşilirmak çıkış) ve yedinci (Taşova çıkış gruplar) sadece birer istasyon içermektedir. İkinci grupta 12 istasyon (Aluçra (giriş) Merkez, Refahiye 1, Şebinkarahisar (giriş), Şiran Merkez, Aluçra çıkış, Çamoluk, Almus Köklüce çıkış, Kelkit üst 1, Köse çıkış, Çamlığöze giriş, Kılıçkaya çıkış, Çamlığöze balık çiftliği) yer almaktadır. Dördüncü grupta 6 istasyon (Gölova, Kelkit Merkez, Reşadiye çıkış, Niksar giriş, Kelkit son çıkış ve Erbaa Merkez çıkış) bulunmaktadır. Şiran çıkış (kirli kol) ve Niksar (Talazan) çıkış istasyonları ise beşinci grupta yer almıştır. İstasyonların yukardan aşağı dizilişleri EC ile paralellik göstermiştir. Burada özellikle Taşova Yeşilirmak çıkış ve Taşova çıkış istasyonları sadece Tuzluluk ve EC değerleri değil aynı zamanda toplam fosfor (Çizelge 4.22), klorofil-a (Çizelge 4.23), Bulanıklık (Çizelge 4.24) ve askıda katı madde (Çizelge 4.25) değişkenleri yönünden düşük kalitede bulunmuştur. Bu durumun da ilerde yapılacak olan çalışmalarda dikkate alınması gerekmektedir.

Ele alınan ölçüm zamanlarında (Şubat, Nisan, Ağustos, Ekim) toplam fosfor, klorofil-a, bulanıklık, askıda katı madde, oksijen doygunluğu, elektriksel iletkenlik ve tuzluluk su kalite değerleri istatistiksel olarak önemli derecede farklılık göstermektedir (Çizelge 4.21). Toplam fosfor su değişkeni Nisan ayında en düşük, Şubat ayında ise en yüksek değerlerine ulaşmaktadır (Çizelge 4.29). Klorofil-a ise Şubat ayında en düşük, Ağustos

ve Ekim aylarında en yüksek değerlerini almıştır. Bulanıklık Ekim ayında en düşük, Şubat ve Ağustos aylarında orta ve Nisan ayında en yüksek değerlerini almıştır. Askıda katı madde Ekim ayında en az, Ağustosta orta, Nisan ve Şubat aylarında ise en yüksek değerlerine ulaşmıştır. Oksijen doygunluğu en düşük Ekim, en yüksek Ağustos, Şubat ve Nisan aylarında tespit edilmiştir. Tuzluluk Nisan ve Şubat aylarında en düşük, Ağustosta orta, Ekimde ise en düşük değerlerini almıştır. Son olarak Nisan, Ağustos ve Şubatta düşük olan tuzluluk değerleri, Ekimde en yüksek seviyesine ulaşmıştır (Çizelge 4.29).

Çizelge 4.18. Orijinal su değişkenlerinin normallik testi sonuçları

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
TOP_P	,128	96	,001	,954	96	,002
ORT_P	,179	96	,000	,740	96	,000
NH ₃	,281	96	,000	,622	96	,000
NO ₂	,431	96	,000	,451	96	,000
NO ₃	,166	96	,000	,808	96	,000
KLOROF	,175	96	,000	,787	96	,000
BUL	,231	96	,000	,584	96	,000
BOD	,257	96	,000	,625	96	,000
AKM	,139	96	,000	,878	96	,000
TOPCOLI	,228	96	,000	,717	96	,000
FCOLI	,365	96	,000	,369	96	,000
SIC	,136	96	,000	,918	96	,000
DO	,063	96	,200*	,988	96	,530
pH	,138	96	,000	,819	96	,000
ORP	,139	96	,000	,922	96	,000
EC	,103	96	,013	,935	96	,000
TDS	,114	96	,004	,972	96	,039
SAL	,071	96	,200*	,983	96	,237
a. Lilliefors Significance Correction						
*. This is a lower bound of the true significance.						

Çizelge 4.19. Normal dağılım gösteren (orijinal ve dönüştürülmüş) su değişkenlerinin normallik testi değerleri

Su Değişkeni	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
LOG10(10 ³ *Top. P)	,079	96	,156*	,976	96	,070
√Klorofil	,089	96	,057*	,968	96	,019
LOG10(10000*Bulanıklık)	,082	96	,122*	,975	96	,059
LOG10(10000*AKM)	,079	96	,163*	,968	96	,018
DO	,063	96	,200*	,988	96	,530
√EC	,090	96	,055*	,972	96	,040
SAL	,071	96	,200*	,983	96	,237
* normal dağılım						

Çizelge 4.20. Normal dağılım gösteren su (bağımlı) değişkenleri ve istasyon faktörü için Varyans Analizi (ANOVA) Sonuçları (Ho: su değişkenleri yönünden istasyonlar arasında farklılık yoktur hipotezi)

ANOVA						
		Kareler Toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.
LOG10(10000*TOP_P)	Gruplar arası	2,858	23	,124	7,770	,000*
	Gruplar içi	1,151	72	,016		
	Toplam	4,009	95			
√KLOROFIL	Gruplar arası	27,593	23	1,200	5,576	,000
	Gruplar içi	15,492	72	,215		
	Toplam	43,085	95			
LOG10(10000*BUL)	Gruplar arası	8,609	23	,374	2,733	,001
	Gruplar içi	9,861	72	,137		
	Toplam	18,470	95			
LOG10(10000*AKM)	Gruplar arası	5,574	23	,242	2,288	,004
	Gruplar içi	7,625	72	,106		
	Toplam	13,199	95			
OD	Gruplar arası	1250,407	23	54,366	1,909	,020
	Gruplar içi	2050,513	72	28,479		
	Toplam	3300,920	95			
√EC	Gruplar arası	1060,726	23	46,119	7,376	,000
	Gruplar içi	450,206	72	6,253		
	Toplam	1510,932	95			
SAL	Gruplar arası	,390	23	,017	4,789	,000
	Gruplar içi	,255	72	,004		
	Toplam	,645	95			

Çizelge 4.21. Normal dağılım gösteren su (bağımlı) değişkenleri ve ölçüm zamanı faktörü için Varyans Analizi (ANOVA) Sonuçları (Ho: su değişkenleri yönünden ölçüm zamanları arasında fark yoktur hipotezi test edilmiştir)

		Kareler Toplamı	df	Ortalama Kare	F	Sig.
LOG10(10000*TOP_P)	Gruplar arası	,615	3	,205	5,557	,002
	Gruplar içi	3,394	92	,037		
	Toplam	4,009	95			
√KLOROFIL	Gruplar arası	7,137	3	2,379	6,088	,001
	Gruplar içi	35,949	92	,391		
	Toplam	43,085	95			
LOG10(10000*BUL)	Gruplar arası	2,162	3	,721	4,065	,009
	Gruplar içi	16,308	92	,177		
	Toplam	18,470	95			
LOG10(10000*AKM)	Gruplar arası	2,343	3	,781	6,618	,000
	Gruplar içi	10,856	92	,118		
	Toplam	13,199	95			
OD	Gruplar arası	778,164	3	259,388	9,459	,000
	Gruplar içi	2522,755	92	27,421		
	Toplam	3300,920	95			
√EC	Gruplar arası	207,258	3	69,086	4,875	,003
	Gruplar içi	1303,673	92	14,170		
	Toplam	1510,932	95			
SAL	Gruplar arası	,192	3	,064	12,987	,000
	Gruplar içi	,453	92	,005		
	Toplam	,645	95			

Çizelge 4.22. Dönüştürülmüş Toplam fosfor (LOG10(10000*Toplam Fosfor) bağımlı değişkeni ve istasyon faktörü için Tukey HSD Sonuçları

ISTASYONLAR	N	Subset for alpHa = 0.05					GRUP
		1	2	3	4	5	
Siran Temiz kol	4	2,24					A
Refahiye 1	4	2,39	2,39				A B
Aluçra (giriş) Merkez	4	2,44	2,44	2,44			A B C
Çamlıgöze giriş	4	2,44	2,44	2,44			A B C
Kelkit üst 1	4	2,44	2,44	2,44			A B C
Kılıçkaya çıkış	4	2,45	2,45	2,45			A B C
Şiran Merkez	4	2,50	2,50	2,50	2,50		A B C D
Şebinkarahisar (giriş)	4	2,55	2,55	2,55	2,55		A B C D
Aluçra çıkış	4	2,55	2,55	2,55	2,55		A B C D
Çamoluk	4	2,56	2,56	2,56	2,56		A B C D
Reşadiye çıkış	4		2,63	2,63	2,63	2,63	B C D E
Kelkit Merkez	4		2,63	2,63	2,63	2,63	B C D E
Niksar giriş	4		2,66	2,66	2,66	2,66	B C D E
Çamlıgöze baraj çıkış	4		2,71	2,71	2,71	2,71	B C D E
Kelkit son çıkış	4		2,71	2,71	2,71	2,71	B C D E
Köse çıkış	4		2,71	2,71	2,71	2,71	B C D E
Gölova	4		2,72	2,72	2,72	2,72	B C D E
Almus Köklüce çıkış	4			2,75	2,75	2,75	C D E
Çamlıgöze balık çiftliği	4			2,75	2,75	2,75	C D E
Niksar (Talazan) çıkış	4				2,79	2,79	D E
Erbaa (Merkez) çıkış	4				2,81	2,81	D E
Şiran çıkış (kirli kol)	4				2,82	2,82	D E
Taşova Yeşilirmak çıkış	4					2,92	E
Taşova çıkış	4					2,93	E
Sig.		0,07	0,07	0,09	0,08	0,14	

Çizelge 4.23. Dönüştürülmüş Klorofil-a ($\sqrt{\text{KLOROFIL}}$) bağımlı değişkeni ve istasyon faktörü için Tukey HSD Sonuçları

ISTASYONLAR	N	Subset for $\alpha = 0.05$						GRUP
		1	2	3	4	5	6	
Şiran Temiz kol	4	0,30						A
Kelkit üst 1	4	0,48	0,48					A B
Refahiye 1	4	0,55	0,55	0,55				A B C
Çamoluk	4	0,61	0,61	0,61	0,61			A B C D
Aluçra (giriş) Merkez	4	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80		A B C D E
Aluçra çıkış	4	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83		A B C D E
Şebinkarahisar (giriş)	4	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95		A B C D E
Kılıçkaya çıkış	4	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97		A B C D E
Şiran Merkez	4	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99		A B C D E
Köse çıkış	4	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06		A B C D E
Niksar giriş	4	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10		A B C D E
Reşadiye çıkış	4	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11		A B C D E
Kelkit Merkez	4	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18		A B C D E
Çamlığöze giriş	4	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19		A B C D E
Şiran çıkış (kirli kol)	4	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32		A B C D E
Niksar (Talazan) çıkış	4	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33		A B C D E
Kelkit son çıkış	4	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39		A B C D E
Erbaa (Merkez) çıkış	4		1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	B C D E F
Almus Köklüce çıkış	4		1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	B C D E F
Çamlığöze baraj çıkış	4			1,72	1,72	1,72	1,72	C D E F
Çamlığöze balıkçiftliği	4				1,83	1,83	1,83	D E F
Gölova	4					1,89	1,89	E F
Taşova çıkış	4					2,02	2,02	E F
Taşova Yeşilirmak çıkış	4						2,64	F
Sig.		0,16	0,097	0,087	0,059	0,061	0,19	

Çizelge 4.24. Dönüştürülmüş Bulanıklık (LOG10(10000*BUL)) bağımlı değişkeni ve istasyon faktörü için Tukey HSD Sonuçları

ISTASYONLAR	N	Subset for alpHa = 0.05	
		1	GRUP
Kılıçkaya çıkış	4	4,96	A
Aluçra çıkış	4	4,96	A
Şiran Temiz kol	4	4,99	A
Çamlığöze baraj çıkış	4	5,03	A
Aluçra (giriş) Merkez	4	5,03	A
Kelkit üst 1	4	5,07	A
Refahiye 1	4	5,14	A
Çamlığöze giriş	4	5,16	A
Almus Köklüce çıkış	4	5,19	A
Şiran Merkez	4	5,25	A
Çamlığöze balık çiftliği	4	5,26	A
Köse çıkış	4	5,30	A
Kelkit Merkez	4	5,32	A
Kelkit son çıkış	4	5,33	A
Gölova	4	5,50	A
Şebinkarahisar (giriş)	4	5,53	A
Reşadiye çıkış	4	5,56	A
Niksar giriş	4	5,57	A
Çamoluk	4	5,64	A
Erbaa (Merkez) çıkış	4	5,72	A
Niksar (Talazan) çıkış	4	5,74	A
Taşova Yeşilirmak çıkış	4	5,83	A
Şiran çıkış (kirli kol)	4	5,88	A
Taşova çıkış	4	5,89	A
Sig.		0,095	

Çizelge 4.25. Dönüştürülmüş askıda Katı Madde (LOG10(10000*AKM)) bağımlı değişkeni ve istasyon faktörü için Tukey HSD Sonuçları

ISTASYONLAR	N	Subset for alpHa = 0.05	
		1	GRUP
Aluçra çıkış	4	4,96	A
Almus Köklüce çıkış	4	5,02	A
Çamlıgöze baraj çıkış	4	5,04	A
Şiran Temiz kol	4	5,05	A
Kılıçkaya çıkış	4	5,05	A
Aluçra (giriş) Merkez	4	5,09	A
Çamlıgöze giriş	4	5,11	A
Çamlıgöze balık çiftliği	4	5,12	A
Refahiye 1	4	5,24	A
Kelkit Merkez	4	5,24	A
Kelkit üst 1	4	5,25	A
Niksar giriş	4	5,33	A
Reşadiye çıkış	4	5,35	A
Şiran Merkez	4	5,36	A
Niksar (Talazan) çıkış	4	5,36	A
Çamoluk	4	5,39	A
Gölova	4	5,41	A
Köse çıkış	4	5,47	A
Şebinkarahisar (giriş)	4	5,48	A
Kelkit son çıkış	4	5,50	A
Erbaa (Merkez) çıkış	4	5,64	A
Taşova Yeşilirmak çıkış	4	5,73	A
Taşova çıkış	4	5,78	A
Şiran çıkış (kirli kol)	4	5,79	A
Sig.		0,078	

Çizelge 4.26. Oksijen Doygunluğu (OD) bağımlı değişkeni ve istasyon faktörü için Tukey HSD Sonuçları

ISTASYONLAR	N	Subset for $\alpha = 0.05$		
		1	2	GRUP
Şiran çıkış (kirliliği)	4	90,28		A
Almus Köklüce çıkış	4	93,63	93,63	A B
Taşova çıkış	4	93,65	93,65	A B
Taşova Yeşilirmak çıkış	4	93,93	93,93	A B
Çamlıgöze baraj çıkış	4	94,25	94,25	A B
Çamlıgöze balık çiftliği	4	97,40	97,40	A B
Çamlıgöze giriş	4	97,80	97,80	A B
Kelkit son çıkış	4	98,48	98,48	A B
Erbaa (Merkez) çıkış	4	98,53	98,53	A B
Kelkit Merkez	4	98,90	98,90	A B
Şiran Merkez	4	99,13	99,13	A B
Gölova	4	100,15	100,15	A B
Kılıçkaya çıkış	4	100,15	100,15	A B
Niksar (Talazan) çıkış	4	100,20	100,20	A B
Kelkit üst 1	4	100,38	100,38	A B
Çamoluk	4	100,90	100,90	A B
Köse çıkış	4	101,48	101,48	A B
Şebinkarahisar (giriş)	4	101,55	101,55	A B
Reşadiye çıkış	4	101,90	101,90	A B
Niksar giriş	4	102,05	102,05	A B
Aluçra çıkış	4	102,13	102,13	A B
Refahiye 1	4	103,05	103,05	A B
Aluçra (giriş) Merkez	4	104,03	104,03	A B
Şiran Temiz kol	4		104,93	B
Sig.		0,073	0,326	

Çizelge 4.27. Dönüştürülmüş Elektriksel İletkenlik (\sqrt{EC}) bağımlı değişkeni ve istasyon faktörü için Tukey HSD Sonuçları

İSTASYONLAR	N	Subset for alpHa = 0.05					GRUP
		1	2	3	4	5	
Şiran Temiz kol	4	11,25					A
Aluçra (giriş) Merkez	4	13,20	13,20				A B
Refahiye 1	4	13,41	13,41				A B
Şebinkarahisar (giriş)	4	14,41	14,41	14,41			A B C
Aluçra çıkış	4	15,17	15,17	15,17			A B C
Köse çıkış	4	15,79	15,79	15,79			A B C
Şiran Merkez	4	15,98	15,98	15,98			A B C
Çamoluk	4	16,59	16,59	16,59			A B C
Çamlığöze giriş	4	17,03	17,03	17,03			A B C
Kelkit üst 1	4	17,16	17,16	17,16			A B C
Almus Köklüce çıkış	4	17,30	17,30	17,30			A B C
Kılıçkaya çıkış	4	17,41	17,41	17,41			A B C
Gölova	4	17,75	17,75	17,75			A B C
Çamlığöze baraj çıkış	4		18,38	18,38			B C
Kelkit Merkez	4		18,43	18,43			B C
Çamlığöze balık çiftliği	4		18,52	18,52			B C
Şiran çıkış (kirli kol)	4		19,15	19,15	19,15		B C D
Reşadiye çıkış	4		19,62	19,62	19,62	19,62	B C D E
Erbaa (Merkez) çıkış	4		19,62	19,62	19,62	19,62	B C D E
Kelkit son çıkış	4		19,69	19,69	19,69	19,69	B C D E
Niksar giriş	4		19,79	19,79	19,79	19,79	B C D E
Niksar (Talazan) çıkış	4			20,15	20,15	20,15	C D E
Taşova Yeşilirmak çıkış	4				25,61	25,61	D E
Taşova çıkış	4					26,14	E
Sig.		0,067	0,058	0,195	0,071	0,065	

Çizelge 4.28. Tuzluluk bağımlı değişkeni ve istasyon faktörü için Tukey HSD Sonuçları

ISTASYONLAR	N	Subset for alpHa = 0.05				GRUP
		1	2	3	4	
Şiran Temiz kol	4	0,09				A
Aluçra (giriş) Merkez	4	0,13	0,13			A B
Refahiye 1	4	0,14	0,14			A B
Şebinkarahisar (giriş)	4	0,15	0,15			A B
Şiran Merkez	4	0,16	0,16			A B
Aluçra çıkış	4	0,16	0,16			A B
Çamoluk	4	0,19	0,19			A B
Almus Köklüce çıkış	4	0,20	0,20			A B
Kelkit üst 1	4	0,20	0,20			A B
Köse çıkış	4	0,20	0,20			A B
Çamlığöze giriş	4	0,20	0,20			A B
Kılıçkaya çıkış	4	0,21	0,21			A B
Çamlığöze balık çiftliği	4	0,21	0,21			A B
Çamlığöze baraj çıkış	4	0,22	0,22	0,22		A B C
Gölova	4	0,22	0,22	0,22	0,22	A B C D
Kelkit Merkez	4	0,23	0,23	0,23	0,23	A B C D
Reşadiye çıkış	4	0,24	0,24	0,24	0,24	A B C D
Niksar giriş	4	0,24	0,24	0,24	0,24	A B C D
Kelkit son çıkış	4	0,25	0,25	0,25	0,25	A B C D
Erbaa (Merkez) çıkış	4	0,25	0,25	0,25	0,25	A B C D
Şiran çıkış (kirli kol)	4		0,26	0,26	0,26	B C D
Niksar (Talazan) çıkış	4		0,26	0,26	0,26	B C D
Taşova Yeşilirmak çıkış	4			0,37	0,37	C D
Taşova çıkış	4				0,38	D
Sig.		0,056	0,271	0,066	0,066	

Çizelge 4.29. Normal dağılım gösteren su bağımlı değişkenleri ve ölçüm zamanı faktörü için Tukey HSD Sonuçları

Dönüştürülmüş Toplam fosfor (LOG10(10000*Toplam Fosfor)) bağımlı değişkeni ve ölçüm zamanı (dönem) faktörü					
DÖNEM	N	Subset for alpHa = 0.05			GRUP
		1	2	3	
Nisan	24	2,54			A
Ağustos	24	2,56	2,564		A B
Ekim	24		2,707	2,707	B C
Şubat	24			2,709	C
Sig.		,953	,055	1,000	
Dönüştürülmüş Klorofil-a ($\sqrt{\text{Klorofil-a}}$) bağımlı değişkeni ve ölçüm zamanı (dönem) faktörü					
DÖNEM	N	Subset for alpHa = 0.05			GRUP
		1	2		
Şubat	24	0,81			A
Nisan	24	1,16	1,16		A B
Ağustos	24		1,42		B
Ekim	24		1,52		B
Sig.		0,229	0,193		
Dönüştürülmüş Bulanıklık (LOG10(10000*Bulanıklık)) bağımlı değişkeni ve ölçüm zamanı (dönem) faktörü					
DÖNEM	N	Subset for alpHa = 0.05			GRUP
		1	2		
Ekim	24	5,15			A
Şubat	24	5,32	5,32		A B
Ağustos	24	5,45	5,45		A B
Nisan	24		5,55		B
Sig.		0,070	0,239		
Dönüştürülmüş Askıda Katı Madde (LOG10(10000*Askıda Katı Madde)) bağımlı değişkeni ve ölçüm zamanı (dönem) faktörü					
DÖNEM	N	Subset for alpHa = 0.05			GRUP
		1	2		
Ekim	24	5,08			A
Ağustos	24	5,30	5,30		A B
Nisan	24		5,41		B
Şubat	24		5,50		B
Sig.		0,143	0,177		
Oksijen Doygunluğu bağımlı değişkeni ve ölçüm zamanı (dönem) faktörü					
DÖNEM	N	Subset for alpHa = 0.05			GRUP
		1	2		
Ekim	24	94,56			A
Ağustos	24		98,93		B
Şubat	24		101,05		B
Nisan	24		101,93		B
Sig.		1,000	0,201		

Çizelge 4.29. (Devamı) Normal dağılım gösteren su bağımlı değişkenleri ve ölçüm zamanı zamanı faktörü için Tukey HSD Sonuçları

Dönüştürülmüş Elektriksel İletkenlik (\sqrt{EC}) bağımlı değişkeni ve ölçüm zamanı (dönem) faktörü				
Dönem	N	Subset for $\alpha = 0.05$		
		1	2	GRUP
Nisan	24	1,62		A
Şubat	24	1,72		A
Ağustos	24	1,77	1,77	A B
Ekim	24		2,02	B
Sig.		0,546	0,097	
Tuzluluk bağımlı değişkeni ve ölçüm zamanı (dönem) faktörü				
		Subset for $\alpha = 0.05$		
		1	2	GRUP
Nisan	24	0,17		A
Ağustos	24	0,19		A
Şubat	24	0,21		A
Ekim	24		0,289	B
Sig.		0,381	1,000	

5. SONUÇ

Tarımsal İstatistikler, kayıt sistemleri, veri tabanları geliştirilmesi ve sağlıklı hale getirilebilmesine yönelik araştırmalar tarımsal planlama ve sürdürülebilir tarım uygulamalarında önem arz eden konulardır. Veri tabanlarının geliştirilmesinde CBS ve UA teknikleri günümüzde hemen her kesim tarafından talep edilmekte ve kalkınma programları çerçevesinde ön planda yer almaktadır. Gelişmiş ülkelerde; tarım, orman, şehirleşme, meteoroloji, çevre, su-mineral, balıkçılık, altyapı hizmetleri, doğal afetler, vb. gibi temel yaşam kaynaklarını kapsayan uygulama sektörlerinde başarıyla kullanılan bu tekniklerin Türkiye’de de kullanım alanları gün geçtikçe artmakta ve bölgesel bazda başarılı projeler tamamlanmaktadır.

Kelkit Havzası tarımsal aktiviteler ve biyolojik çeşitlilik yönünden önem arz eden bir bölgede yer almaktadır. Bu öneme dayanarak, uzaysal veri tabanlarına ilişkin bazı çalışmalar Yeşilirmak Havzasındaki İl Özel İdareleri tarafından kurulan Yeşilirmak Havzası Kalkınma Birliği’nin “Yeşilirmak Havza Gelişim Projesi” kapsamında yapılmıştır. Şüphesiz sözü edilen veri tabanları değerlidir ve CBS kapsamında önemli altlık veriler durumundadırlar. Ancak günümüz koşullarında ayrıntılı tarımsal planlama çalışmaları için gerekli yeterliliği taşımamaktadır.

Örneğin iklim veri tabanı sadece yağış ve sıcaklık katmanlarını içermektedir. Bu katmanlar da bölgedeki mevcut iklim istasyonlarının verilerinden uzun yıllar ortalaması alınarak üretildiğinden önemli mikro-iklim alanlarını ortaya koyacak detayları içermemektedir. Bundan başka ayrıntılı tarımsal planlama ve erken uyarı sistemleri için gerekli olan aylık bazda hazırlanmış potansiyel evapotranspirasyon, en yüksek ve en düşük sıcaklıklar, rüzgar hızı ve yönü, su buhar basıncı, güneşlenme yüzdesi gibi önemli iklim parametrelerini içermemektedir. En önemlisi, günümüzde küresel ısınma nedeniyle uzun yıllar ortalamasından önemli iklimsel sapmalar olduğu açıktır. Bu durum güncel ve ayrıntılı iklimsel veri tabanlarının oluşturulmasını gerektirmektedir.

Benzer bir problem toprak veri tabanında karşımıza çıkmaktadır. Yeşilirmak Havzası Kalkınma Birliği, Yeşilirmak Havza Gelişim Projesi kapsamında oluşturulan toprak uzaysal veri tabanı ULUSAL TOPRAK VERİ TABANI’ndan (UTV) alınmıştır ve

sadece erozyon sınıfları ve arazi kullanım kabiliyeti sınıflarını içermektedir. UTV'nin temelini 1/25000 ölçekli toprak haritaları oluşturmaktadır. Bu toprak haritaları 1938 Amerika sınıflama sistemi kullanılarak 1966-1972 yılları arasında hazırlanmıştır ve haritalama ünitesi olarak büyük toprak grupları ile bunların önemli fazlarını esas almaktadır. Toprak haritalarında altlık olarak 1:25000 ölçekli topoğrafik haritalar kullanıldığı için coğrafi koordinatlara sahip olan halihazırdaki en kaliteli veri setidir.

Toprak haritaları 1997-2000 yıllarında Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından CBSnde sayısal ortama geçirilerek kullanıcıların hizmetine sunulmuştur. Ancak, 1938 Amerika sınıflama sistemi günümüzde terk edilmiştir ve toprak haritalarında altlık olarak 1:25000 ölçekli topoğrafik haritaların kullanması toprak haritalarının ölçek hassasiyetinin de 1:25000 olduğunu göstermemektedir. Toprak haritası yer etüdlerinin yapıldığı 1966-1972 yıllarında günümüz anlamında 1:25000 ölçek hassasiyetini sağlayacak sayıda yer örnekleme yapılmadığı bilinmektedir. UTV deki toprak verileri 38-44 yıl öncesine aittir. Bu nedenle UTV de yer alan şimdiki arazi kullanma durumu (SAK) veri tabanı 1966-1972' lerin arazi kullanım durumunu yansıtmaktadır. 44 yıldan bu yana arazi kullanımında ve ıslahında çok büyük bir değişim olduğu gerçeği bu verilerin de güncelliğini ortadan kaldırmıştır. Son olarak, UTV ayrıntılı tarımsal planlama için önemli olan; bitki besin elementleri, pH, tuzluluk, alkalilik, tekstür vb. bilgileri içermemektedir.

Yeşilirmak ve kolları üzerindeki kirlilik araştırmaları 1982 yılında 8 istasyon ile başlatılmıştır. 1990 –1992 yılları arasında istasyon sayısı 37'ye ulaşmıştır. Bu yıllardaki çalışmaların sonucu DSİ İçmesuyu ve Kanalizasyon Dairesi Başkanlığı'na 1993 yılında yayınlanmıştır. Bundan başka Yeşilirmak ve kollarında su kalitesini izlemek amacıyla DSİ tarafından 19 gözlem istasyonunda çalışmalar yapılmıştır. DSİ tarafından yürütülen çalışmalarda amonyum azotu, nitrit azotu, nitrat azotu, ortofosfat, kimyasal oksijen ihtiyacı, permanganat değeri ve biyolojik oksijen ihtiyacı değişkenleri belirlenmiştir. Yeşilirmak Havzası Kalkınma Birliği, Yeşilirmak Havza Gelişim Projesi kapsamında ise toplam 10 istasyondan alınan gözlemlere dayanarak kirlilik kaynakları, kirlilik sınıfları ve kirlilik derecelerine ait veri tabanları da oluşturulmuştur. Görüldüğü

gibi hem DSİ hem de Yeşilirmak Havza Gelişim Projesi kapsamında yapılan çalışmalar yürütüldüğü zamana göre değerli veriler üretmiştir. Ancak, bölgedeki tarım ve balıkçılık faaliyetlerinin ayrıntılı olarak planlanması, projelendirilmesi ve başarılı bir şekilde uygulamaya konulması için su kalitesinin çok daha fazla istasyonda ve alt havzalarda da izlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle eldeki mevcut su veri tabanı yeterli detayı içermemektedir ve güncelliğini kaybetmiştir. Su veri tabanının da ayrıntılı bir şekilde çalışılarak güncellenmesi gerekmektedir.

İklim, toprak ve su veri tabanlarındaki ihtiyaçlar göz önüne alındığında, çalışma alanı için günümüze kadar üretilmiş veri tabanlarının güncelliğinin kaybolduğu ve günümüz ihtiyaçlarına cevap vermekten uzak olduğu açıktır. Bu çalışmada CBS ve UA teknikleri bütünleştirilerek, Yukarı Kelkit Havzasına ait ayrıntılı toprak ve tüm Kelkit Nehrinin su kalitesi uzaysal veri tabanları oluşturulmuştur. Oluşturulan bu veri tabanları çalışma alanının ayrıntılı tarımsal üretim planlamasında kullanılacak detayda ve nitelikte üretilmiştir. Bu katmanların tesisinde mevcut haritalar, güncel uydu görüntüleri ve arazi çalışmalarında coğrafik referanslı olarak toplanan verilerden faydalanılmıştır.

Çalışma sonucunda; toprak tekstürü, N, P, K, organik madde miktarı, CaCO₃, toprak reaksiyonu, elektriksel iletkenlik, Na, hava kuru nem (%) ve ağır metalleri (Zn, Pb, Ni, Fe, Cu, Cd) içeren toprak veri tabanları ile sıcaklık, oksijen doygunluğu, elektriksel iletkenlik, tuzluluk, pH, oksidasyon redüksiyon potansiyeli, bulanıklık, askıda katı madde, amonyum azotu, nitrit azotu, nitrat azotu, toplam fosfor, ortofosfat, klorofil *a*, toplam çözünmüş katı madde, fecal koliform, toplam koliform ve biyolojik oksijen ihtiyacını içeren su veri tabanları ayrıntılı olarak üretilmiştir. Oluşturulan veri tabanları istatistiksel anlamda değerlendirilerek kullanıcıların ve karar vericilerin hizmetine sunulmuştur.

Toprak değişkenlerinden pH, N, organik madde ve CaCO₃ ile LANDSAT-7 ETM uydu görüntüleri ve LANDSAT-8 OLI uydu görüntüleri ile geliştirilen modellere baktığımızda: LANDSAT-8 OLI uydu görüntüleri ile geliştirilen modelde artık değer regresyon değerinden büyük olduğundan dolayı modelimiz iyi çalışmamıştır. Bunun nedeninin LANDSAT-8 OLI uydu görüntüsünün 6. Bandının (1,56-1,66 mikrometre) ,

LANDSAT-7 ETM uydu görüntüsünün 5. Bandından (1,55-1,75 mikrometre) dalga boyunun daha dar olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Aarts, B.G.W. and Nienhuis, P.H., 2003. Fish Zonations and Guilds as the Basis for Assessment of Ecological Integrity of Large Rivers. *Hydrobiologia* (500), s:157-178.
- Akalan, İ., 1977, Toprak Oluşu, Yapısı ve Özellikleri. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, 662/204.
- Akkaya, C., Efeoğlu, A., Yeşil, N., 2006. Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi ve Türkiye’de uygulanabilirliği. TMMOB Su Politikaları Kongresi, 21-23 Mart 2006, pp. 195-204.
- Aküzüm, T., Çakmak, B., Gökalp, Z., 2010. Türkiye’de Su Kaynakları Yönetiminin Değerlendirilmesi, *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3(1): 67-74
- Allan, J.D., 1995. *Stream Ecology*. Kluwer Academic Publishers, 388 p., London, England.
- Allison, L.E. and Moodie, C.D., 1965. Carbonate. In : C.A. Black et al (ed.) *Methods of Soil Analysis, Part 2*. Agronomy 9:1379-1400. Am. Soc. Of Agron., Inc., Madison, Wisconsin, U.S.A.
- Altınbaş, Ü., 1988. Toprak Genetiği (Bileşimi, Morfolojisi, Oluşumu ve Sınıflandırılması). Teksir No:17/11, E.Ü.Z.F. Toprak Bölümü, Bornova, İzmir.
- Angermeier, P.L. and Schlosser, I.J., 1989. Species-Area Relationship for Stream Fishes. *Ecology* 70 (5), s:1450-1462.
- Anonim. 1980. *Soil and Plant Testing and Analysis as a Basis of Fertilizer Recommendations*. F.A.O., Soils Bulletin 38/2, p.95.
- Anonim, 2004. GAP Bölgesi Su Ürünleri Üretimini ve Tüketimini Arttırma Etüt Projesi, (P.Yöneticisi:E.Buhan), Başbakanlık GAP İdaresi Başkanlığı, Ankara, 2004.
- APHA, AWWA and WEF 1995, *Standart Methods for Examination of Water and Wastewater*. 16th ed. American Public Health Assosiciation, Washington, 1268p.
- Atalay, İ. 2005. *Genel Fiziki Coğrafya, Genişletilmiş 6. Baskı*. META Basım ve Matbaacılık Hizmetleri, Bornova, İzmir.
- Atalay, İ., 2006, *Toprak Oluşumu, Sınıflandırılması ve Coğrafyası*. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü Yayını, 3. baskı (third edition), Ankara, pp. 73-74.
- Atesalp, M., 1976. *Soil and water sampling for analysis*. Soil and Fertilizer Research Institute, General No: 68, Farmer Pub. No: 3.

- Bain, M.B., Finn, J.T., Booke, H. E. 1988. Streamflow Regulation and Fish Community Structure. *Ecology* (69), s: 382–392.
- Başayığıt, L., M. Akgül, H. Şenol., 2006. TERRA-ASTER Bandlarından Olan Yansıma Değerleri ve Bazı Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi, Toprak Haritalarının Üretilmesinde Kullanılabilirliği. 1. Uzaktan Algılama - CBS Çalıştay ve Paneli:1-7
- Beklioğlu, M. ve Özen A., 2007. Hidroloji, Besin Tuzları ve Balık Stokunun, Küresel Isınma ile Birlikte Türkiye'deki Sığ Göllerin Ekolojisine Etkileri, 7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, 24-27 Ekim 2007 – İZMİR.
- Bergkamp, G., McCartney, M., Dugan, P., McNeely, J., Acreman, M., 2000. Dams, Ecosystem Functions and Environmental Restoration. World Commission on Dams (WCD).
- Bernacsek, G.M. 1984. Dam Design and Operation to Optimize Fish Production in Impounded River Basins. CIFA. Tech. Pub. 11. FAO, Rome, 98 pp.
- Beveredge, M. C. M., 1987 . Cage Aquaculture. Fishing News Books Ltd.352 p.
- Bonner, T.H. and Wilde, G.R., 2002. Effects of Turbidity on Prey Consumption by Prairie Stream Fishes. *Transactions of the American Fisheries Society* (131), s: 1203-1208.
- Boran, M. ve Sivri, N., 2001. Trabzon (Türkiye) İl Sınırları İçerisinde Bulunan Solaklı ve Sürmene Derelerinde Nütriye ve Askıda Katı Madde Yüklerinin Belirlenmesi. *E.Ü.Su Ürünleri Dergisi* 18 (3-4), s: 343-348.
- Bouyoucos, G.J., 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for making Mechanical Analysis of Soil. *Argon. Jour.* 43: 434-438.
- Çelikyay, S., 2006. Research on New Residential Areas using GIS. *Innovations in Design & Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning*. Eds: J.P. van Leeuwen, H.J.P. Timmermans, Published by Springer. Dordrecht, The Netherlands, pg:221-233.
- Chapman, D. and Pratt, F.P., 1961. *Methods of Analysis for Soils, Plant and Water*, Univ. of California Div. Agr. Sci.
- Campbell, J.B., 2011, *Introduction to Remote Sensing, Fifth Edition*. The Guilford Press, New York-London.
- Çağlar, K. Ö., 1949. Toprak Bilgisi A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları no: 10, ANKARA.
- Council of the European Communities, 2000. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Official Journal L* 327, 22/12/2000, pp. 0001-0073.

- Dalkılıç, Y., Harmancıoğlu, N., 2008. Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi'nin Türkiye'de uygulama olanakları. TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, 20-22 Mart 2008, pp. 415-424.
- Demers, M.N., 1997. Fundamentals of GeographHic Information Systems. John Wiley Sons, Inc. New York.
- Dinç, U., 1980. LANDSAT Görüntülerinin Toprak Etüd ve Haritalama Çalışmalarında Kullanma Olanakları Üzerine Bir Araştırma. Ç.Ü. Zir. Fak. Yay. 163. Adana.
- Dinç, U., Kapur, S., Özbek, H., Şenol, S., 1987. Toprak Genesisi ve Sınıflandırılması. Ç.Ü. Yayınları Ders Kitabı. No:7.1.3. ADANA.(6-7)S.
- Dixon, D., 1992. The Practical Geologist: The Introductory Guide to the Basics of Geology and to Collecting and Identifying Rocks. Simon & Schuster Inc. New York.
- Doğan, H.M. ve Dogan, M., 2006. A New Approach to Diversity Indices-Modeling and Mapping Plant Biodiversity of Nallihan (A3-Ankara) Forest Ecosystem in Frame of GeographHic Information Systems,” Biodiversity and Conservation, Springer, 15:855-878.
- Doğan, H. M., 2007. FAO LOCCLIM Yazılımı ve CBS Kullanılarak Üretilen Türkiye İklim Veri Tabanı. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- Doğan, H.M.,Kılıç, O.M. 2013. Modelling and mapping some soil surface properties of Central Kelkit Basin in Turkey by using Landsat-7 ETM+ images. International Journal of Remote Sensing. Vol:34, No:15. Pp:5523-5640.
- Edmonson, J.,1991. Environment and Fish Health Water Quality for Aquaculture. Training Course On Disease Diagnosis And Prevention, Bodrum, November 17-30 1991. FAO Corporate Document Repository, Fisheries Department, 32 p
- Ergene, A., 1972. Toprak Biliminin Esasları. Atatürk Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 245/a, Erzurum.
- ESRI, 2004. ArcGIS 9, Geoprocessing in ArcGIS. Environmental Systems Research Institute, Redlands, California, U.S.A.
- ESRI, 2005. ArcGIS 9, What is in ArcGIS 9.1. Environmental Systems Research
- European Commission, 2003. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance Document No. 11. Planning process. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- FAO, 2000. Dams, fish and fisheries: Opportunities, challenges and resolution. FAO Fisheries Technical Paper, 419.

- Fjeldsa, J., D. Ehrlich, E. Lambin, E. Prins, 1997. Are biodiversity 'hotspots' correlated with current ecoclimatic stability? A pilot study using the NOAA-AVHRR remote sensing data. *Biodiversity & Conservation*, 6 (3): 401-422.
- Foth, H. D. ve Turk, L.M., 1972. *Fundamentals of Soil Science*. J.Wiley and Sons., Inc., N.Y., USA.
- Franklin, J., 1998. Predicting the distribution of shrub species in southern California from climate and terrain-derived variables. *J. Veg. Sci.*, 9: 733-748.
- Fry, F. E. J. 1947. *Effects of the environment on animal activity*. University of Toronto Studies, Biological series, No. 55: 5-62.
- Global Water Partnership, 2000. Integrated Water Resources Management. Technical Advisory Committee (TAC). TAC Background Papers no. 4.
- Gottfried, M., Pauli, H. & Grabherr, G., 1998. Prediction of Vegetation Patterns at the Limits of Plant Life: A New View of the Alpine-Nival Ecotone. *Arctic and Alpine Research*, 30: 207-221.
- Griffiths, M., 2002. The European Water Framework Directive: An Approach to Integrated River Basin Management. *European Water Management Online Official Publication of the European Water Association (EWA)*, pp. 1-15.
- Hach, 2006. *Wastewater and Biosolids Analysis Manual Digestion and Selected Methods for Determining Metals, Minerals, and Other Related Parameters 1st Edition*. Hach Company, U.S.A.
- Hach and Lange, 2006. DR 2800 Spektrofotometre Çalışma Prosedürleri, 1. Baskı (DOC022.94.00725), Printed in Germany. pH/ck.
- Haktanır, K. ve Arcak, S., 1997. *Toprak Biyolojisi (Toprak Ekosistemine Giriş)*. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 1486, Ders Kitabı No: 447, Ankara.
- Hazen, R.M., 2013. *The Story of Earth: The First 4.5 Billion Years, from Stardust to Living Planet*. Penguin Group (USA) Inc. New York.
- Jackson, M.L., 1959. *Soil chemical Analysis*, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Jackson, D.A., Peres-Neto, P.R., Olden, J.D., 2001. What Controls Who is Where in Freshwater Fish Communities – the Roles of Biotic, Abiotic, and Spatial Factors. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* (58), s: 157-170.
- Kacar, B., 1984. *Bitki Besleme*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No: 899, Ankara.
- Kacar, B., 1994. *Toprak Analizleri*. Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No: 3.
- Kadmon, R., Danin A., 1997. Floristic variation in Israel - a GIS analysis. *Flora* 192:341-345.

- KHGM, 2002. Türkiye Ulusal Toprak Veri Tabanı. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Korkmaz, A.Ş., 2005. Kadıncık Deresi'ndeki (Çamlıyayla-Mersin) Balık Yoğunluğu ve Biyoması. Tarım Bilimleri Dergisi 11 (1), s: 91-97
- Kress, W. J., W. R. Heyer, P. Acevedo, J. Coddington, D. Cole, T. L. Erwin, B. J. Meggers, M. Pogue, R. W. Thorington, R. P. Vari, M. J. Weitzman, S. H. Weitzman, 1998. Amazonian biodiversity: assessing conservation priorities with taxonomic data. *Biodiversity & Conservation*, 7 (12): 1577-1587.
- Kurucu, Y., Altınbaş, Ü., Bolca. M., Türk, T., 2000. Ege Bölgesi Koşullarında Pamuk Ekili Alanların Uzaktan Algılama Tekniği İle Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. B. Menderes Havzası 3. Tarım Ve Çevre Sempozyumu. 2-4 Eylül 1996 MUSSA, 1996: KURUCU ve ark., 1988'den
- Lange, 2006. AD 138 H/Druckfarbe blau/2a
- Lee, D. J., Dinar, A., 1996. Integrated Models of River Basin Planning, Development, and Management. *Water International*, 21(4): 213-222.
- Lenton, S. M., J. E. Fa, J. P. Del Val, 2000. A simple non-parametric GIS model for predicting species distribution: endemic birds in Bioko Island, West Africa. *Biodiversity & Conservation*, 9 (7): 869-885.
- Lillesand, T. M. ve Kiefer, R.W., 2015. Remote sensing and image interpretation, seventh edition. John Wiley & Sons, Inc. U.S.A.
- Lillesand, T. M., R.W. Kiefer, 1994. Remote sensing and image interpretation. Third Edition, John Wiley & Sons, Inc. Canada.
- Lorenzen, C.J., 1967, Determination of chlorophyll and pheo-pigments: Spectrophotometric equations, *Limnol. Oceanogr.* 12: 343-346.
- McGrew, J.C.Jr., ve Monroe, C.B., 1993. Statistical Problem Solving in Geography. Wm. C. Brown Publishers, Dubuque.
- McHale, R.K. 2012. Landsat and its Valuable Role in Satellite Imagery of Earth (Environmental Science, Engineering and Technology). Nova Science Pub Inc. New York.
- Mitchell, A., 1999. GIS ANALYSIS Volume 1. ESRI, California.
- Mock I J., Bolton P., 1991: Environmental Effects of Irrigation, Drainage and Flood Control Projects. Revised draft for discussion Report OD/TN 50 Feb. 1991.
- Molles, Jr.M.C., 2002. Ecology Concepts and Applications. McGraw-Hill Higher Education, 586 p, New York, USA.

- Molony, B., 2001. Environmental requirements and tolerances of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Brown trout (*Salmo trutta*) with special reference to Western Australia: A review. Fisheries Research Report No. 130,22 p. 2001, Fisheries Research Division, WA Marine Research Laboratories, North Beach, W.Australia.
- Montaser, A., 1998. Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry. Wiley-VCH, New York.
- Nelson D.W. and L.E.Sommers, 1982. Total Carbon , Organic Carbon and Organic Matter. in Page, A. L., Miller, H.R.& Keeney, R.D. (Eds). Methods of Soil Analysis, Part 2. American Society of Agronomy and Soil Science of America, Madison, Wisconsin, Usa, pp. 539-577.
- Olsen, S.N. Cole, C.V., Watanabe, F.S., Dean, L.A., 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodiumbicarbonate, USDA, Circ. 939 P.
- Olsen S.R., and Dean, L.A., 1965. PHospHorus Ed. C. A. Black Methods of Soil Analysis Part 2. American Society of Agronomy Inc. Publisher Madison, Wisconsin, 1035-1049.
- Özkan, İ., 1985. Toprak Fiziği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No: 946, Ankara.
- Öztürk, K. 2002. Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri , G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi Cilt 22, Sayı 1 (2002) 47-65.
- Özyazıcı, M.A., Aydoğan, M., Bayraklı, B., Kesim, E., Şeker, F., Dengiz, O., Urla, Ö., Yıldız, H., Ünal, E., 2013. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi Tarım Topraklarının Bitki Besin Maddesi ve Potansiyel Toksik Element Kapsamlarının Belirlenmesi, Veri Tabanının Oluşturulması ve Haritalanması. GTHB. Karadeniz Tarımsal Araştırma Enst. Müd. TAGEM-BB-080202H1, Samsun.
- Rice, E.W, Baird, R.B., Eaton, A.D., Clesceri, L.S., Standard Methods for the examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, AWWA (American Water Works Association), Water Environment Federation. U.S.A.
- Richards, L. A. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils, Us Salinity Laboratory, Usda, Handbook, 60.
- Roberts, J.C., 1979. Principles of Land Use Planning Ame. Soc.Agr. No: 21. (47)S.
- Saatçı, F., 1975. Toprak İlimi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No: 214, Bornova-İzmir.
- Sabins, F.F.Jr., 2007, Remote Sensing Principles and Interpretation, Third Edition. W. H. Freeman & Co. New York.

- Sabins, F.F.Jr., 1987, Remote Sensing Principles and Interpretation, Second Edition. W. H. Freeman & Co. New York.
- Shiklomanov, I.A., 1999. .World Water Resources: Modern Assessment and Outlook for the 21st Century.. Federal Service of Russia for Hydrometeorology and Environment Monitoring: State Hydrological Institute. (Summary of the monograph World Water Resources at the Beginning of the 21st Century, prepared in the framework of IHPUNESCO, 51 pp.).
- Sigler, J.W., Bjornn, T.C., Everest, F.H. 1984. Effects of Chronic Turbidity on Density and Growth of Steelheads and Coho Salmon. Transactions of the American Fisheries Society (113), s: 142-150.
- Sifa, L.; Senlin,X.(1995). Culture&capture of fish in Chinese Reservoirs. p.123-125, ISBN 983-9054-11-2.
- Sönmez, N., ve Ayyıldız, M., 1964. Tuzlu ve Sodyumlu Toprakların Teşhis ve Islahı, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 229, Ankara.
- Sönmez N., 1993: Büyük Barajlar ve Çevre. GAP ve ÇEVRE Bildirileri. Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yay. 16-28.
- SPSS. 2007. SPSS 16.0 for Windows. Chicago, IL: SPSS.
- Strahler, A. ve Strahler, A., 1996. Irtducing PHysical GeograpHy, Environmental Update. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Szymanski, D., 1998, A strategy to improve forest cover classification accuracy in New York using landsat and ancillary data [microform] State University of New York. College of Environmental Science and Forestry, Syracuse, NY, 1998.
- Symes, R.F., 2008. Rocks & Minerals. Dorling Kindersley Ltd. New York.
- Tanyolaç, J., 2004. Limnoloji Tatlısu Bilimi. Hatiboğlu Basım ve Yayın Sanayi 235 s, Ankara.
- Taylor, C.M., Winston, M.R., Matthews, W.J., 1993. Fish Species-Environment and Abundance Relationships in a Great Plains River System. EcograpHy (16), 16-23.
- Ternek, Z., Arıç (Sayar), C., Akartuna, M., Akkuş, M., Aslaner, M., Abdüsselamoğlu, Ş., Baykal, F., Chaput, E., Çetinçelik, M., Egger, A., C. Erentöz, Ersk, S., Erguvanlı, K., Erentöz, L., Endriss, W., Gökçen, N., Kurtman, F., Kalafatçioğlu, A., Ketin, İ, Kaaden, V., Ozansoy, F., Parejas, E., Pamir, H. N., Paeckelmann, W., Penck, W., Toula, F., Tolun, N., Türkünal, S., Ternek, Z., Uysallı, H., Yalçınlar, İ., Deilmann, S., 1964. Türkiye Jeoloji Haritası (1/100 000). Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü (MTA), Ankara. (Harita Genel Müdürlüğü Matbaası, Ankara`da Basılmıştır)

- Tosun, F., 2004. Uydu Görüntüsü Ürünleri Ve Uzaktan Algılama Yöntemiyle Yükseklik Analizi Çalışmalarına Bakış Yüksek Lisans Tezi Gebze İleri Teknoloji Enstitüsü Gebze
- TOVEP, 1984. Erzurum İli Verimlilik Envanteri ve Gübre İhtiyaç Raporu. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları. Yayın No: 33/775, Ankara.
- Tunçay, H., 1983. Toprak Fiziği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Teksir No: 76-I. Bornova-İzmir.
- Turanlı, M., ve S.Güriş, 2000. Temel İstatistik. Ders Yayınları: 273, İstanbul, 783s.
- Türkçes, M., 1996. "Spatial and Temporal Analysis of Annual Rainfall Variations in Turkey" International Journal of Climatology, 16, 1057-1076,
- USEPA, 1998. Guidelines for Ecological Risk Assessment. Federal Register 63 (93): 26846-26924) Risk Assessment.
- USGS, 2015. Landsat Missions. United States Geological Survey. <http://landsat.usgs.gov//index.php>.
- Ünal, H. ve Başkaya, H., 1981. Toprak Kimyası. Ankara Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 759, Ankara.
- Walkley, A., and Black, L.A., 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 39:29-38.
- Waters, W.E., NeSmith, J., Geraldson, C.M. and Woltz, S.S., 1972. The interpretation of soluble salt tests and soil analysis by different produces. Florida Flower Grower, 9(4): 5.
- WCD, 2000. Dams, Ecosystem Functions and Environmental Restoration. Final Version: Prepared for the World Commission on Dams (WCD) by: Ger Bergkamp, Matthew McCartney, Pat Dugan, Jeff McNeely and Mike Acreman. 200 p., November 2000.
- Wellcomme, R.L., Winemiller, K.O., Cowx, I.G., 2005. Fish Environmental Guilds as a Tool for Assessment of Ecological Condition of Rivers. River Research and Applications (21), s: 1-20.
- Welti, C.R., 2012. Satellite Basics for Everyone, an Illustrated Guide to Satellites for Non-Technical and Technical People. iUniverse Inc. U.S.A.
- Weng, Q., 2012. An Introduction to Contemporary Remote Sensing. Mc Graw Hill Inc. New York.
- Wetzel, R.G. and Likens, G.E., 1991, Limnological Analyses, Second Edition. Springer-Verlag, New York, 391p.

Wilson, E.O. 1988. The Current State of Biological Diversity, Washington, DC, USA: National Academy Press.

Yılmaz, F., ve K. Solak, 199. Dicle Nehri' nde yaşayan *Capoeta trutta* (Heykel, 1843)' nin beslenme organizmaları ve bu organizmaların aylara ve yaşlara göre değişimleri. Doğa Tr. J. of Zoology, 23, Eksayı 3,973-978, 1999.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Gülin KARAN

Doğum Tarihi ve Yer : 30 Ekim 1981/ TOKAT

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

Telefon : 0532 594 62 07

E-Mail : gln_1381@hotmail.com

Eğitim Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Y. Lisans	Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi	2009
Lisans	Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi	2006
Lise	Gaziosmanpaşa Lisesi	1999

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2007-2011	Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi	Araştırma Görevlisi
2011-.....	İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü Tokat	Mühendis