



T.C.
KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLERİ TEKNOLOJİLER ANABİLİM DALI

**KAMAN (KIRŞEHİR) BÖLGESİ YERALTI SUYU
KALİTESİNİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ (CBS)
KULLANILARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

Gözde İlkay SALMAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KIRŞEHİR / 2019



T.C.
KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLERİ TEKNOLOJİLER ANABİLİM DALI

**KAMAN (KIRŞEHİR) BÖLGESİ YERALTI SUYU
KALİTESİNİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ (CBS)
KULLANILARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

Gözde İlkay SALMAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ


**DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Zeynel BAŞIBÜYÜK**

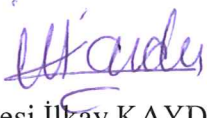
KIRŞEHİR / 2019

Bu çalışma 14/03/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından İleri Teknolojiler Anabilim Dalı, İleri Teknolojiler Tezli Yüksek Lisans Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi


Dr.Öğr.Üyesi Zeynel BAŞIBÜYÜK
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi


Dr. Öğr. Üyesi Uğur Erdem DOKUZ
Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi


Dr. Öğr. Üyesi İlkay KAYDU AKBUDAK
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Gözde İlkay SALMAN



20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi’nin aboneli olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.



ÖNSÖZ

Son zamanlarda yüzey sularındaki azalma ve kirlenme, içme suyu olarak yeraltı sularının kullanımını arttırmıştır. İnceleme sahasında da yerleşim yerlerinin büyük bir kısmı içme suyu olarak yeraltı sularını kullanmaktadır. Yeraltı suyu kalitesini etkileyen en önemli faktörler; suyun mikrobiyolojik ve fiziko-kimyasal özellikleridir. Yeraltı sularının fiziko-kimyasal özelliklerini etkileyen en önemli faktör; içerisinde bulunduğu kaya grubudur. Çalışma kapsamında, kurak ve yağışlı dönemlere ait arazide ölçülen veriler ve kimyasal analiz verileri (ana ve iz element jeokimyasal su analiz verileri Subaşı (2017) ve Girişen (2018)'in bölgede yaptıkları Yüksek Lisans Tezi çalışmalarından alınmıştır) CBS (ArcGIS Desktop 10.3) programı yardımıyla işlenmiş, jeoloji haritası ile değerlendirilerek bölgenin yoğunluk ve kirlilik haritaları oluşturulmuştur. Kaman (Kırşehir) bölgesindeki yeraltı sularının kalitesini etkileyen faktörlere bakıldığında en önemli faktörlerin bölgedeki kaya litolojisi, maden yatağı oluşumları ve tarım arazilerinde kullanılan gübrelerin olduğu görülmüştür.

Yüksek lisans tezimi yazma sürecinde bilgi birikimini, manevi desteğini hiçbir şekilde esirgemeyen, beni sürekli motive ederek destekleyen ve tez danışmanlığımı yürüten Dr. Öğr. Üyesi Zeynel BAŞIBÜYÜK'e, bilimsel desteği, içtenliği ve yardımlarından dolayı Doç. Dr. Tülay EKEMEN KESKİN'e, CBS (ArcGIS Desktop 10.3) programı ile verilerin işlenmesi konusundaki yardımlarından dolayı Dr. Öğr. Üyesi Doğukan Doğu YAVAŞLI'ya, eğitim ve öğretim hayatım boyunca gerekli maddi, manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen aileme ve gücünü hep hissettiğim, her zaman destekçim olan değerli nişanlıma çok teşekkür ederim.

Mart 2019

Gözde İlkay SALMAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
TABLO LİSTESİ.....	viii
SİMGE VE KISALTIMA LİSTESİ	ix
ÖZET	x
ABSTRACT	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Araştırmanın Amacı	2
1.2. Araştırmanın Önemi	2
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	6
3.1. Çalışma Alanının Genel Özellikleri	6
3.1.1. Çalışma Alanının Jeolojisi	6
3.1.2. Çalışma Alanının Coğrafi Yapısı.....	8
3.2. Yeraltı Suyu ve Kalitesi	9
3.3. Coğrafi Bilgi Sistemi.....	10
3.4. ArcGIS ile İlgili Temel Bilgiler	12
4. DEĞERLENDİRMELER	13
5. SONUÇLAR.....	50
KAYNAKLAR.....	53
ÖZGEÇMİŞ	57

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 3.1. İnceleme alanının jeoloji haritası	8
Şekil 4.1. Çalışma alanındaki suların kurak dönem EC değerleri.....	15
Şekil 4.2. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem EC değerleri	15
Şekil 4.3. Çalışma alanındaki suların kurak dönem pH değerleri	16
Şekil 4.4. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem pH değerleri	17
Şekil 4.5. Çalışma alanındaki suların kurak dönem Eh değerleri	17
Şekil 4.6. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem Eh değerleri.....	18
Şekil 4.7. Çalışma alanındaki suların kurak dönem Na değerleri	20
Şekil 4.8. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem Na değerleri.....	20
Şekil 4.9. Çalışma alanındaki suların kurak dönem K değerleri	21
Şekil 4.10. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem K değerleri	21
Şekil 4.11. Çalışma alanındaki suların kurak dönem Mg değerleri	22
Şekil 4.12. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem Mg değerleri.....	22
Şekil 4.13. Çalışma alanındaki suların kurak dönem Ca değerleri	23
Şekil 4.14. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem Ca değerleri.....	24
Şekil 4.15. Çalışma alanındaki suların kurak dönem NH ₄ değerleri.....	24
Şekil 4.16. Çalışma alanındaki suların kurak dönem HCO ₃ değerleri	25
Şekil 4.17. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem HCO ₃ değerleri.....	25
Şekil 4.18. Çalışma alanındaki suların kurak dönem Cl değerleri	26
Şekil 4.19. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem Cl değerleri.....	26
Şekil 4.20. Çalışma alanındaki suların kurak dönem NO ₃ değerleri.....	27
Şekil 4.21. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem NO ₃ değerleri	27
Şekil 4.22. Çalışma alanındaki suların kurak dönem SO ₄ değerleri	28
Şekil 4.23. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem SO ₄ değerleri.....	28
Şekil 4.24. Çalışma alanındaki suların kurak dönem F değerleri.....	29
Şekil 4.25. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem F değerleri	29
Şekil 4.26. Çalışma alanındaki suların kurak dönem Al değerleri	32
Şekil 4.27. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem Al değerleri	32
Şekil 4.28. Çalışma alanındaki suların kurak dönem As değerleri	33
Şekil 4.29. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem As değerleri.....	33
Şekil 4.30. Çalışma alanındaki suların kurak dönem Ba değerleri	34

Şekil 4.31. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem Ba değerleri	34
Şekil 4.32. Çalışma alanındaki suların kurak dönem Cr değerleri.....	35
Şekil 4.33. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem Cr değerleri	35
Şekil 4.34. Çalışma alanındaki suların kurak dönem Mo değerleri	36
Şekil 4.35. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem Mo değerleri.....	36
Şekil 4.36. Çalışma alanındaki suların kurak dönem Ni değerleri.....	37
Şekil 4.37. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem Ni değerleri	38
Şekil 4.38. Çalışma alanındaki suların kurak dönem V değerleri.....	38
Şekil 4.39. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem V değerleri	39
Şekil 4.40. Çalışma alanındaki suların kurak dönem S değerleri.....	39
Şekil 4.41. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem S değerleri	40
Şekil 4.42. Çalışma alanındaki suların kurak dönem Si değerleri.....	40
Şekil 4.43. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem Si değerleri	41
Şekil 4.44. Çalışma alanındaki suların kurak dönem U değerleri.....	42
Şekil 4.45. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem U değerleri	42
Şekil 4.46. Çalışma alanındaki suların kurak dönem As değerleri (TS 266-2005; WHO-2006).....	44
Şekil 4.47. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem As değerleri (TS 266-2005; WHO-2006).....	44
Şekil 4.48. Çalışma alanındaki suların kurak dönem F değerleri (TS 266-2005; WHO-2006).....	45
Şekil 4.49. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem F değerleri (TS 266-2005; WHO-2006).....	45
Şekil 4.50. Çalışma alanındaki suların kurak dönem NO ₃ değerleri (TS 266-2005; WHO 2006).....	46
Şekil 4.51. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem NO ₃ değerleri (TS 266-2005; WHO-2006).....	46
Şekil 4.52. Çalışma alanındaki suların kurak dönem NH ₄ değerleri (TS 266- 2005)	47
Şekil 4.53. Çalışma alanındaki suların kurak dönem Cl değerleri (TS 266- 2005)	48
Şekil 4.54. Çalışma alanındaki suların kurak dönem SO ₄ değerleri (TS 266-2005).....	48
Şekil 4.55. Çalışma alanındaki suların kurak dönem U değerleri (WHO-2006)	49
Şekil 4.56. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem U değerleri (WHO-2006).....	49

TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 4.1. İnceleme alanındaki suların arazi ölçüm sonucu.....	13
Tablo 4.2. Çalışma alanındaki suların kimyasal analiz sonuçları.....	18
Tablo 4.3. Çalışma alanındaki suların iz element sonuçları	30
Tablo 4.4. Türk İnsani Tüketim Amaçlı Sular Yönetmeliği (Sağlık Bakanlığı, 2005) ve Dünya Sağlık Örgütü Standartları (WHO, 2006)	43



SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
$\mu\text{S/cm}$: Mikrosimens/cm
Al	: Alüminyum
As	: Arsenik
Ba	: Baryum
Ca	: Kalsiyum
Cl	: Klorür
Cr	: Krom
F	: Florür
Fe	: Demir
HCO₃	: Bikarbonat
K	: Potasyum
Mg	: Magnezyum
Mn	: Mangan
Mo	: Molibden
Na	: Sodyum
NH₄	: Amonyum
Ni	: Nikel
NO₃	: Nitrat
S	: Kükürt (Sülfür)
Si	: Silisyum (Silikon)
SO₄	: Sülfat
U	: Uranyum
V	: Vanadyum
Zn	: Çinko

Kısaltmalar	Açıklama
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
CGIS	:Canada Geographical Information System (Kanada Coğrafi Bilgi Sistemi)
ÇKKV	: Çoklu Kriterli Karar Verme
EC	: Elektriksel İletkenlik
Eh	: Yükseltgenme- İndirgenme Potansiyeli
ESRI	: Environmental Systems and Research Institute (Çevre Sist. ve Arş. Ens.)
GIS	: Geographical Information Systems (Coğrafi Bilgi Sistemi)
IDW Yöntemi)	:Inverse Distance Weighting (Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon
İZSU	: İzmir Su ve Kanalizasyon İdaresi
pH	: Power of Hydrogen (Hidrojenin Gücü)

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KAMAN (KIRŞEHİR) BÖLGESİ YERALTI SUYU KALİTESİNİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ (CBS) KULLANILARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Gözde İlkay SALMAN

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İleri Teknolojiler Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Zeynel BAŞIBÜYÜK

İnceleme alanı Kırşehir ili Kaman ilçesi sınırları içerisindeki yaklaşık 1800 km²'lik alanı kapsamaktadır. İnceleme sahasından sondaj ve kaynak sularından kurak (42 örnek) ve yağışlı (23 örnek) dönemlerde alınan su örneklerinin arazi ve kimyasal analizlerinden elde edilen verileri ve koordinatları CBS (ArcGIS Desktop 10.3) programı yardımıyla işlenerek, yoğunluk ve kirlilik haritaları oluşturulmuştur. Bu haritalar bölgenin jeoloji haritası ve bölgede yapılan önceki çalışmalar (jeoloji, hidrojeoloji ve maden yatakları) ile birlikte değerlendirilmiş, çalışma alanındaki yeraltı suyu kalitesi ve bunu etkileyen faktörlerin yorumlanması gerçekleştirilmiştir.

Çalışma kapsamında elde edilen veriler değerlendirildiğinde, bölgedeki yeraltı suları metalik cevherleşmeye bağlı olarak güneyde arsenik (10.00-396.38 ppb), florit madeni zenginleşmelerine bağlı olarak batı ve kuzeydoğuda florür (1.5-3.35 ppm), florit madeninde zenginleşen uranyuma bağlı olarak kuzeydoğuda uranyum (kurak dönem=15.00-36.87 ppb, yağışlı dönem=15.00-33.68 ppb), tarım arazilerinde kullanılan gübrelere bağlı olarak batıda nitrat (50.00-109.94 ppm) ve kuzeyde amonyum (0.50-1.97 ppm), jips ve tuzlara bağlı olarak güneybatıda klorür (250.00-264.49 ppm) ve sülfat kirliliği (250.00-354.25 ppm) açısından problemlili olduğu, suların içme suyu kullanılabilirliği yönünden olumsuz etkileneceği düşünülmektedir.

Mart 2019, 65 Sayfa.

Anahtar Kelimeler: Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS), yeraltı suyu kalitesi, arsenik, yeraltı suyu kirliliği, Kaman

ABSTRACT

MASTER OF SCIENCE THESIS

EVALUATION OF UNDERGROUND WATER QUALITY OF KAMAN (KIRŞEHİR) REGION USING GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM (GIS)

Gözde İlkay SALMAN

Kirsehir Ahi Evran University

Institute of Science

Advanced Technologies Department

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Zeynel BAŞIBÜYÜK

The study area includes approximately 1800 km² in the Kaman district of Kırşehir province. Densities and pollution maps were generated by using GIS (ArcGIS Desktop 10.3) program and the data obtained from terrain and chemical analysis of water samples that are taken from drill and spring water in dry (42 samples) and rainy (23 samples) period. These maps were evaluated together with the geological map of the region and the previous studies (geology, hydrogeology and mineral deposits) in the region, and the groundwater quality in the study area and the factors affecting it were realized.

According to the data obtained in the study, depending on the mineral mineralization arsenic (10.00-396.38 ppb) in the south, due to fluorite mine enrichments fluoride (1.5-3.35 ppm) in the west and northeast, depending on the enrichment in the fluorite mine, in the northeast, uranium (dry period = 15.00-36.87 ppb, rainy period = 15.00-33.68 ppb), depending on the fertilizers used in agricultural land nitrate (50.00-109.94 ppm) in the west and ammonium in the north (0.50-1.97 ppm), depending on the gypsum and salts, chloride (250.00-264.49 ppm) and sulfate pollution (250.00-354.25 ppm) in the southwest and it is thought that the water will be negatively affected by the drinking water availability.

March 2019, 65 Pages.

Keywords: Geographical Information System (GIS), groundwater quality, arsenic, groundwater pollution, Kaman

1. GİRİŞ

Su, canlı yaşamı için hayati önem arz etmektedir. Yeraltı suyu dünyanın birçok yerinde göreceli olarak bol miktarlarda bulunabilen bir su kaynağıdır. Ortalama yağışın 643 mm olduğu ülkemizde, su rejimi düzensiz bir yapı arz etmekte olup, yağışın dağılımı zamana ve bölgelere göre değişmektedir. Uzun yıllara ait veriler incelendiğinde ülkemizin 98 milyar m³/yıl yerüstü ve 12.0 milyar m³/yıl yeraltı suyu potansiyeli olmak üzere toplam kullanılabilir su potansiyeli 110.0 milyar m³/yıl'dır (WWC, 2003; Başçiftçi ve diğ., 2013). Toplam yağıştan, yüzeysel akışa geçen ve buharlaşmaya maruz kalan miktarlar çıktıktan sonra geriye kalan miktar olarak tanımlanan artan yağış, toprağın derinliklerine sızar ve yeraltı suyu formasyonlarına ya da akifere süzülür, iklim koşullarına bağlı olarak yeraltı suyuna karışan yağış değişim göstermektedir. Akdeniz ikliminde yağış miktarının %10-20'si yeraltı suyuna karışırken, sıcak ve kurak iklimlerde bu oran %2'ye kadar düşebilmektedir (Bouwer ve diğ., 1999; Başçiftçi ve diğ., 2013).

Yeraltı suyu genel olarak yüzeyden daha aşağıda; su tablasının altındaki doymun zemin veya jeolojik formasyon içinde bulunan su olarak tanımlanır (Freeze ve diğ., 2003; Demir Yetiş, 2013). Başka bir deyişle yeraltı suyu, yeraltındaki geçirimli jeolojik ortamın doymun bölgesinde bulunan kuyuları, kaynakları ve akarsu, göl, deniz gibi kütlelerini besleyen sudur (Sargın, 2010; Demir Yetiş, 2013).

Su kalitesi, suyun kullanım amacına bağlı olarak, seçilmiş fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametreler dikkate alınarak kullanım uygunluğunun bir ölçüsüdür. (Cordy, 2001; Sun ve diğ., 2016; Kavurmacı ve Üstün, 2016). Su kalitesi ekolojik etkileşimlerin bir sonucu olarak olumsuz yönde değişebilir (Bardalo ve diğ., 2001; Diersing ve Nancy, 2009; Kavurmacı ve Üstün, 2016). Çözünmüş mineraller, organik madde içeriği, ağır metaller gibi parametreler su kalitesini doğrudan etkileyen önemli faktörlerdir (Taylor, 1987; Kavurmacı ve Üstün, 2016).

Su kaynaklarının korunması ve kullanım özelliklerine uygunluk açısından kalite kaybının önlenmesi için farklı kuruluşlar tarafından birçok kıstas ve standart belirlenmiştir (WHO, 2012; Kavurmacı ve Üstün, 2016). Su kalite kıstaslarının sayısındaki fazlalık ve bu kıstaslar için farklı standartlar geliştirilmesi su kalitesi değerlendirme sürecini daha da karmaşık bir hale getirmektedir. Aynı su örneğini temsil eden farklı kıstaslar için çeşitli su kalite sınıflamaları ortaya çıkabilmektedir.

Son yıllarda bu problemin çözümü için su kalitesine etki eden kıstaslar Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ve Çoklu Kriterli Karar Verme (ÇKKV) analizleri gibi alternatif çözüm ve değerlendirme teknikleri yardımıyla değerlendirilmiştir. Su kalitesinin değerlendirilmesi ve mekânsal dağılımlarının doğru analiz edilebilmesi, CBS teknikleri ile çok daha kolay ve güvenilirdir (Zarif ve diğ., 2004; Kavurmacı ve Üstün, 2016).

1.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada Kaman (Kırşehir) bölgesi yeraltı suyu kalitesinin Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) kullanılarak değerlendirilmesi ve sonuçlarının ortaya konması amaçlanmıştır. İnceleme alanındaki yeraltı sularının kurak (2016) ve yağışlı (2017) dönemlerine ait örneklerin arazi ve kimyasal analizlerden elde edilen verileri ile örneklerin alındığı bölgelerin koordinatları CBS (ArcGIS Desktop 10.3) programı yardımı ile işlenerek, EC, pH, Eh suyun arazide ölçülen değerleri, kimyasal analiz sonucunda belirlenen katyon (Na, K, Mg, Ca, NH₄) ve anyon (HCO₃, Cl, NO₃, SO₄, F) değerleri ve iz element sonucunda belirlenen Al, As, Ba, Cr, Mo, Ni, V, S, Si, U elementlerinin yoğunluk haritaları, TS 266-2005 ve WHO-2006 standartlarındaki su içerisinde insan sağlığını etkileyen As, F, Cl, U elementleri ve NO₃, NH₄, SO₄ bileşiklerinin sınır değerleri dikkate alınmış ve su kirliliği haritaları oluşturulmuştur. CBS ile elde edilen yoğunluk ve kirlilik haritaları jeoloji haritası ve bölgede yapılan önceki çalışmalar (jeoloji, hidrojeoloji ve maden yatakları) ile birlikte değerlendirilmiş, çalışma alanındaki yeraltı suyu kalitesi ve bunu etkileyen faktörlerin yorumlanması gerçekleştirilmiştir.

1.2. Araştırmanın Önemi

Kırşehir (Kaman) bölgesinde yapılan arazi çalışmaları sonrası, koordinatlar ArcGIS programına atılıp, elde edilen veriler sonrası bölgedeki yeraltı suyu kalitesinin hangi etkenlerden etkilendiği, sudaki kirliliğe ve insan sağlığı üzerinde neden olan faktörlerin belirlenmesi amacıyla bu çalışma önem arz etmektedir. Kaman (Kırşehir) bölgesindeki yeraltı sularının kalitesini etkileyen faktörlere bakıldığında en önemli faktörlerin bölgedeki kaya litolojisi, maden yatağı oluşumları ve tarım arazilerinde kullanılan gübrelerin olduğu görülmüştür.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çalışma sahasında çeşitli araştırmacılar tarafından hidrojeoloji ve jeoloji alanında çalışmalar yapılmış olup Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak su kalitesinin değerlendirilmesi ile ilgili daha önce herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Konu ile ilgili yapılan literatür taramalarında ülkemizde CBS'nin su kalitesinin değerlendirilmesinde kullanımının sınırlı sayıda olduğu gözlenmiştir.

Seymen, (1981a, 1981b, 1982), Kaman (Kırşehir) çevresinde masifin stratigrafisi ve metamorfizması üzerinde yaptığı çalışmada, masifin en yaşlı kayalarının metamorfik birimler olduğunu ve ofiyolit dilimleri ve ofiyolitik melanj tarafından üzerlendiğini ve bu birimleri de granitoid ve siyenitoidlerin kestiğini belirtmiştir. Ayrıca temeldeki metamorfikleri Kalkanlıdağ, Tamadağ ve Bozçaldağ formasyonları olarak üç farklı birim olarak ayırtlamış, bölgedeki felsik kayaları ise Kötüdağ volkanitleri, Baranadağ ve Buzlukdağ Plütonları olarak sınıflandırıp Kaman grubu olarak adlandırmıştır.

Seymen (1983), Tamadağ (Kaman-Kırşehir) çevresinde Kaman grubunun önce ilerleyen, daha sonra gerileyen metamorfizmasına eşlik eden deformasyon evrelerini saptamıştır. Yüksek dereceli metamorfiklerin dört plastik deformasyon evresi geçirdiği ve ardından Mesozoyikten önce yükselerek kırıklandığı ve bugünkü yapısını kazandığını belirtmiştir. Ayrıca Seymen, Kaman grubu, Ankara karışığı, Baranadağ plütonu ve Geç Maestrihtiyen yaşlı örtü birimlerinin aynı tektonik rejim altında bugünkü durumlarını kazandığını savunmaktadır.

Nalbantçılar, (2002), Coğrafi Bilgi Sistemleri metotlarını kullanarak, çalışma alanının yeraltı suyu kirliliği olasılığı ve bu kirlilik açısından riskli bölgeleri tespit etmiştir. Bu tespit için de, hidrojeolojik parametreler kullanarak yeraltı suyu kirlenme potansiyelinin tahmini için geliştirilen DRASTIC modelden yararlanmıştır. Çalışma sonucunda en fazla risk taşıyan yerlerin, Konya yerleşim alanının kuzey, güney ve batı kesimlerindeki lokal alanlar ile doğu ve güneydoğu kesimlerindeki geniş alanlar olduğunu tespit etmiştir.

Yıldırım, (2005), Coğrafi Bilgi Sistemlerini kullanarak, çalışma alanındaki yeraltı suyu kaynaklarını tespit edip, sayısal ortamda yapılan çeşitli analizler sonucu öncelikli koruma bölgelerini belirlemiştir. Ayrıca Antalya kentindeki yeraltı suyu kaynaklarının kirleticilere karşı hassasiyet haritasını oluşturmuştur. Analizler sonucu belirlenen 1. öncelikli koruma alanının, Topçular-Havaalanı zonu olduğu tespitine varmıştır.

İleri ve diğ., (2007), Tahtalı Barajı su toplama havzasındaki yeraltı suyu kalitesini belirlemek amacıyla 35 noktadan yeraltı suyu örneği alarak çeşitli analizler yapmışlardır. Yaptıkları analizler doğrultusunda elde ettikleri sonuçları, ulusal ve uluslararası standartlar ile karşılaştırmışlardır. Bu sayede havzanın yeraltı suyu açısından mevcut durumunun tespitini yapmışlardır. Elde ettikleri veri tabanının Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) kullanarak analizini ve haritalanmasını yapmışlardır. Buna göre, havzanın yeraltı suyu kirliliğinin farklı mekanizmaların etkisi altında olduğunu belirlemişlerdir. Kaynaklar ve Develi yakınlarında doğal arsenik kirliliği, Cumaovası yöresinde tarımsal kaynaklı nitrat kirliliği ve havzanın genelinde endüstriyel ve evsel kaynaklı kirlenmeler olduğunu belirlemişlerdir. İzmir'e içme ve kullanma suyu temin eden Tahtalı Havzası'nın, yeraltı sularının rutin olarak İZSU tarafından kontrol edilmesi ve geliştirilecek havza programlarına dahil edilmesi gerektiği kanısına varmışlardır.

Var, (2008), Analiz sonuçlarında Ca-Na-HCO₃ ve SO₄ fasiyesinde, normal klorür ve nitratlı oldukları ayrıca Çinko (Zn), Mangan (Mn), Demir (Fe) ve Sülfür (S) konsantrasyonları açısından incelendiğinde içme suyu değerlerini aşan gözlem noktalarının varlığı tespit edilmiştir. İnceleme alanındaki düzensiz yapılaşma, kontrolsüz nüfus artışı, altyapı yetersizliği, bölgede faaliyet gösteren sanayi tesislerinin varlığı, tarım, hayvancılık ve ulaşım aktivitelerinin yeraltı ve yüzey suları için kirlenici unsurlar oldukları belirlenmiştir.

Kurt ve diğ., (2011), Seracılık ve endüstriyel faaliyetlerin yoğun olarak yapıldığı Mersin ve Tarsus arasında kalan bölgede, çalışmaya esas olarak bölgedeki yeraltı sularının kalitesinin ve alansal dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ile belirlenmesini amaçlamışlardır. Bu amaçla; bölgedeki 193 adet kuyudan yeraltı suyu örneklerini almış olup, bu suların çeşitli fiziksel ve kimyasal özelliklerini arazi ve laboratuvar ortamlarında belirlemişlerdir. Ölçümler sonucu belirlenen değerler, "Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde" yer alan kıta içi su kaynaklarının kalite değerlerine göre değerlendirmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre; örnek olarak alınan yeraltı sularının çeşitli elementler açısından III. ve IV. kalite sular sınıfına girmekte olduğunu ve bundan dolayı da içme suyu olarak kullanılamayacağını belirlemişlerdir. Bölgedeki yeraltı sularının kirliliğinin nedeninin, endüstriyel ve yoğun tarımsal faaliyetler olduğu kanısına varmışlardır.

Başçiftçi ve diğ., (2013), Konya Kapalı Havzası sınırlarındaki Altınekin, Selçuklu, Kulu, Cihanbeyli ilçelerinde bulunan 18 kuyunun yıllar içinde meydana gelen su seviyesi değişimlerini Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yardımı ile çıkarıp, bölgenin yeraltı su veritabanını oluşturmuşlardır.

Kılıç, (2013), Kaman civarı ve Ebrişim civarı olarak adlandırılan iki farklı lokasyonun jeoloji haritaları yapılmıştır. Araziden toplanan örneklerden hazırlanan ince kesitlerin polarizan mikroskopta incelenmeleri sonu bölgedeki kayaların mineralojik bileşimleri, dokusal özellikleri ve bozunma ürünleri belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan petrografik incelemeler sonucu, mermerlerin poligonal dokuda, ana olarak kalsit minerallerinden oluştukları belirlenmiştir.

Yaylak, (2016), CBS'yi kullanarak, bölgenin hidrolik ve hidrolojik verilerine dayanarak il merkezinden geçen Bitlis Deresi'nin taşkın tahminlerini yapmak amacıyla, bu çalışmayı gerçekleştirmiştir. Bitlis, akarsu yatağına kurulmuş ve vadi topografyası nedeniyle düzensiz bir kentleşmeye sahip olduğundan, taşkınların meydana gelmesinden dolayı dikkat edilmesi gereken bir bölgedir. Dönemsel olarak, yağışların ve kar erimelerinin de etkisiyle debisi yükselen dere, şehir merkezi için bir tehlike oluşturmaktadır. Analizleri, CBS yazılımlarından ArcGIS ve ArcGIS yazılımıyla uyumlu çalışan HEC-GeoRAS yazılımıyla yapmıştır. Analizler sonucunda, farklı zaman dilimlerinde oluşabilecek farklı taşkın senaryolarını belirleyip, çözümlerini değerlendirmiştir.

Subaşı, (2017), Kaman kuzeyinde yapılan incelemede 19 farklı noktadan alınan, içme suyu ve kullanma amaçlı kullanılan su numunelerinin standart değerleri aştığı görülmektedir. Bölgedeki yeraltı sularında As, F, U, NO₃, NH₄ açısından kirlilikler tespit etmiştir. Bu kirliliğin nedenlerinin, bölgede işletilmiş demir ve florit maden alanlarında yapılan tahribatlar, bilinçsiz olarak kullanılan gübre ve pestisitler olabileceğini düşünmektedir.

Girişen, (2018), Kaman güneyinde yapılan incelemede 9 adet kuyu, 13 adet kaynak ve 1 yüzey suyunun büyük bir kısmında F, NO₃, U, Sb, NH₄'ün sınır değerlerini aştığı tespit edilmiştir. 15 ayrı suda gözlenen As kirliliği ise bölge için büyük bir problem teşkil etmektedir. Suda kirliliğe neden olan faktörlerin ise maden alanlarında yapılan tahribatlar, bilinçsiz kullanılan böcek ve ot ilaçları, sular etkisiyle kayaç ve maden yataklarından doğal yıkanma olduğunu düşünmektedir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Ana ve iz element jeokimyasal su analiz verileri Subaşı (2017) ve Girişen (2018)'in bölgede yaptıkları Yüksek Lisans Tezi çalışmalarından alınmıştır. Bu çalışmalarda sondaj ve kaynak sularından elde edilen veriler 42 örnek kurak (2016) ve 23 örnek yağışlı (2017) dönemlere aittir. Her bir örneğin lokasyonu WGS84 koordinat sistemi ile alınmıştır. İnceleme alanının jeoloji haritası Macromedia FreeHand MX programı yardımıyla çizilmiştir. Elde edilen sonuçlar TS 266-2005 ve WHO-2006 standartları yardımı ile Coğrafi Bilgi Sistemlerinde kullanılan ArcGIS 10.3 Desktop programında IDW (ters mesafe ağırlıklı enterpolasyon yöntemi) kullanılarak bölgenin yoğunluk ve kirlilik haritaları yapılmış ve su kalitesi değerlendirilmiştir.

3.1. Çalışma Alanının Genel Özellikleri

3.1.1. Çalışma Alanının Jeolojisi

İnceleme alanı jeoloji haritası Kara ve Dönmez (1990) ile Akçay ve diğ. (2008) tarafından hazırlanan haritaların yeniden düzenlenmesiyle çizilmiştir (Şekil 3.1).

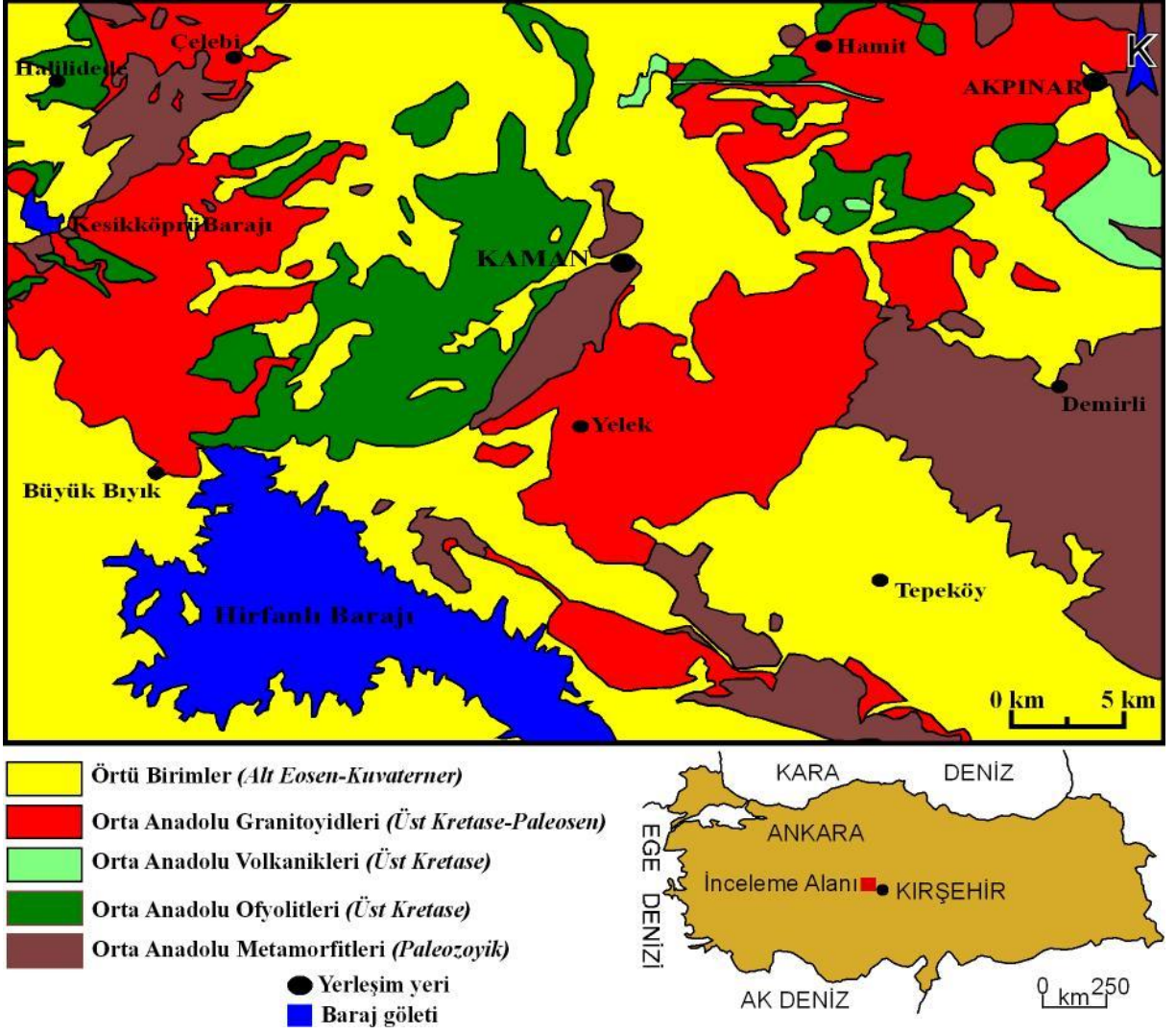
Paleozoyik yaşlı Orta Anadolu Metamorfitleri inceleme sahasındaki en yaşlı birim olup şist, gnays, amfibolit ve mermerlerden oluşmaktadır. Bölgedeki metamorfitleri Seymen (1981) Kalkanlıdağ, Tamadağ ve Bozçaldağ olarak 3 formasyona ayırmıştır. Kalkanlıdağ formasyonu, başlıca lökokrat ve daha yaygın mesokrat ve melenokrat gnayslar, biyotitşistler, amfibolşist gibi görülen piroksenşistler, yer yer rastlanabilen ince mermer bandları ve bunlara eşlik eden vollastonitli, diopsitli kalkşistlerden oluşmakta, Tamadağ formasyonuna geçişte, kalsilikatikşistler metakuvarsit ve kuvarsşistler gözlenmektedir (Seymen, 1981). Tamadağ formasyonu, mermer ve kalkşist aralanmasından meydana gelmekte, üste doğru som mermerlerden oluşan Bozçaldağ formasyonuna geçilmektedir (Seymen, 1981).

Orta Anadolu Ofiyolitleri, Orta Anadolu M^{oo}etamorfitleri üzerinde tektonik dokanakla yer almakta ve metamorfitler ile birlikte Üst Kretase yaşlı Orta Anadolu Volkanitleri ve Orta Anadolu Granitoidleri tarafından kesilmektedirler. Bu bölgedeki ofiyolitlerin dalma-batma zonunda bir ensimatik adayayı ile ilişkili olarak meydana gelmiş olabileceklerini savunmaktadır (Göncüoğlu ve Türel, 1993). Çalışma alanında birime ait iki formasyon gözlenmektedir. Bu iki birimden, Seymen (1981, 1982) tarafından Karakaya Ultramafiti

olarak adlandırılan daha yaşlı birim, arazide koyu gri - siyah renkli oldukça tıkız bir görünüme sahiptir. Birimde yaygın kloritleşme ve uralitleşmeler içermektedir. Çiçekdağı Formasyonu ise, çalışma alanının kuzeybatısında gözlenmektedir. Birim, altta diyabaz daykları, ortada bazalt ve bunlarla ardalanarak radyolarit, çört, kireçtaşı bant ve mercekleri ile üste doğru sarımsı, kahverengi volkanik elemanlı kumtaşı ve silttaşlarından oluşan volkano-tortul bir istifdir.

Üst Kretasede dasit-riyolit-riyodasit ve latit bileşimli (Kara ve Dönmez, 1990) Orta Anadolu Volkanitleri ve Üst Kretase-Paleosen yaşlı granit-siyenit-monzonit bileşimli (Otlu, 1998; Boztuğ ve diğ., 2009) Orta Anadolu Granitoidleri kendinden yaşlı birimleri keserek yerleşmişlerdir.

Tüm bu birimler, Alt Eosen-Kuvaterner yaşlı sedimanter denizel ve karasal kaya birimleri tarafından uyumsuzlukla örtülmektedir. Kara ve Dönmez (1990) tarafından yaşlıdan gence doğru, Baraklı Formasyonu, Meşeköy Formasyonu, Deliceirmak Formasyonu, Kızılırmak Formasyonu, traverten ve alüvyon olarak tanımlanan örtü birimleri, çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı, kiltası, kireçtaşı ve yer yer tuf, jipsli seviyelerin ardalanmasından oluşmaktadır.



Şekil 3.1. İnceleme alanının jeoloji haritası

3.1.2. Çalışma Alanının Coğrafi Yapısı

Karasal iklimin hüküm sürdüğü ilçede, yazları sıcak ve kurak, kışları ise kar yağışlı ve soğuk geçmektedir. Yağışlar genelde ilkbahar ve sonbahar aylarında görülmektedir. İlçenin yıllık yağış ortalaması 350-500 mm arasında değişiklik göstermekte olup yağışların büyük bir kısmı Ekim-Mart ayları arasında görülmektedir.

Yıllık ortalama sıcaklık 10-12 °C civarındadır. Yıllık ortalama karlı gün sayısı 24-42 gün, yıllık ortalama donlu gün sayısı ise 85-98 gün arasındadır (Altın, 1996; Uzun, 2006).

Karasal iklimin hüküm sürdüğü Kaman'da özellikle dağlarda bitki örtüsü yok denecek kadar azdır. Ömerkahya köyü ile Yazıyolu köyleri sınırları içinde meşe korulukları bulunmaktadır. Köylerde bulunan mevcut koruluklar yapılan kesimler sonucu yok olma tehlikesi ile karşı karşıyadır. Ayrıca Bayındır köyü ile Hamit kasabasında da meşelik

alanlar bulunmaktadır. Kaman'ın Yeşil Kaman olarak anılmasının en büyük nedeni vadilerde, bağ ve bahçelerde bulunan meyve ağaçları ile kavak, söğüt gibi ağaçların bol olarak bulunmasındandır. Bozkır bitki örtüsünün hakim olduğu Kaman'da çevrenin yeşillendirilmesi önem arz etmekte olup devlet tarafından ağaçlandırma çalışmaları devam etmektedir (Altın, 1996; Uzun, 2006).

3.2. Yeraltı Suyu ve Kalitesi

Yeraltı suyu, yağış olarak yeryüzüne düşen veya yeryüzünde bulunan suların yerçekiminin etkisiyle yerin altına sızıp orada birikmesi ile oluşan sulardır. Yeraltı suyunun oluşabilmesi için beslenme ve depolanma koşullarının uygun olması gerekir. Depolanma koşulları; yüzeyin eğimine, bitki örtüsüne ve yüzeyin geçirgenlik özelliğine bağlıdır (Yinanç, 2013).

Yüzeyden akan sular ile yeraltı sularının kaynağı yağışlardır. Ancak yeraltı suları yüzey sularından daha fazla mineral bulundurur. Yağışların düşmesi, kaya çatlakları ve benzeri boşluklardan yerin altına doğru süzülürken temas ettiği maddeleri eritir. Yerçekimi nedeniyle aşağıya doğru süzülen suya mineraller eklenir. Yeraltı sularını oluşturan kimyasal maddeler; suyun temas ettiği litolojilerin fiziksel özellikleri, bileşenleri ve temas süresine bağlıdır. Suyun maddelerle temas etme süreleri arttıkça, daha fazla madde eriyerek yeraltı suyuna karışır (Sargın, 2010; Çelik ve diğ., 2017). Tabii halde bulunan yeraltı suları genelde kaliteli olduğundan çok fazla arıtma ihtiyacı duyulmaz. Yeraltı suları fazla derinlerde bulunmadığından pompalama ve dağıtım maliyetlerini azaltır ve kullanıcılarına ucuz bir kullanım imkanı sağlar. Yeraltı sularına olan ihtiyacın diğer nedenlerinden birisi de, güvenilir, sabit ve geniş alanlara yayılmış olmasıdır. (Freeze ve diğ., 2003; Çelik ve diğ., 2017).

Yeraltı sularının değeri yalnızca yaygın olarak bulunması ve faydalanılması ile değil aynı zamanda kalitesinin iyi olması ile de ölçülür. Suların kalitesi ifadesi, kullanım amacı ile ilişkili olarak suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik karakteristiklerini belirtmektedir. Yeraltı sularının doğal niteliği, yağış olarak yeryüzüne düşen suyun kalitesi ile tayin edilir. Su belli bir süre organik madde, toprak ve kayalar ile temas halinde bulunur ve bunun neticesi olarak yeraltı suyu kalitesinde değişiklikler meydana gelir (Sargın, 2010; Demir Yetiş, 2013).

Yeraltı suyunun kalitesini korumak, kirleticilerin veya kirliliğin yayılma pozisyonunu kavramak için sistematik bir kontrol programı gerektirir. Yeraltı suyunun etkili yönetimini

sağlamak için; verimli bir şekilde saklanabilir, güncellenebilir, çözümlenebilir ve idare-kontrol edilebilir bir Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) gereklidir (Nalbantçılar, 2002).

3.3. Coğrafi Bilgi Sistemi

1950'lerin sonunda ABD'de ulaşım planlamacıları trafik akışı ve trafik verisine dayalı haritaları sayısallaştırmaya başlamışlardır. 1950'lerin sonlarında Washington Üniversitesi Coğrafi Bölümünde mekânsal istatistik ve bilgisayar destekli haritalama ile ilgili çalışmalara başlanmıştır. 1960'ların başında Kanada Coğrafi Bilgi Sistemi geliştirildi ve sistemi arazinin, doğal kaynakların ve tükenmekte olan habitat envanterinin oluşturulmasında kullanmaya başlanmıştır. Bu geliştirmede veri tabanı yapısı, çakıştırma ve alan hesaplamaları, vektör veri üretimi, katman yapısı, grafik ve öznitelik verisi ayrımı ile verilerin taranmasına dayalı veri girişi ve alan (poligon) yapıların sorgulanması kavramları ilk defa kullanılmaya başlanmıştır. Aynı yıllarda Minnesota planlama dairesi CGIS (Canada Geographical Information System)'e benzeyen arazi yönetimi bilgi sistemini geliştirdi. Yine 1960'larda ABD nüfus bürosu sayısal nüfus alanlarını geliştirdi. Jeokodlama ile adres eşleştirmesi yapmıştır. 1964'de Harward Üniversitesi Computer Graphics and Spatial Analysis Laboratuvarı'nda SYSMAP yazılımı geliştirilirken bu laboratuvarda 1960'ların sonunda CALFORM, SYMVU, GRID yazılımları ile 1970'lerin başında POLYVRT ve 1970'lerin ortalarında da ODYSSEY yazılımları CBS'nin çekirdek yazılımlarını oluşturmuştur. ABD'de 1970'deki nüfus sayımı için DIME veri yapısı kullanıldı ve kent nüfus atlası bu yapıda hazırlandı. 1970'lerde ABD ordusunda uydu görüntüleri ve hava fotoğraflarının hücreye dayalı veri yapısında saklanması için geliştirmeler başladı. Açık kaynak kodlu GRASS CBS yazılımı US Army Corps of Engineers tarafından geliştirilmeye başlandı. 1969'da ilk özel sektör girişimi olarak ESRI (Environmental Systems and Research Institute) firması kuruldu ve CBS yazılımı geliştirme çalışmalarına başladı ve 1982'de ArcInfo yazılımı ticari olarak satışa sunuldu. 1980'lerden sonra yavaş yavaş ticari yazılımlarla birlikte açık kaynak kodlu CBS yazılımları birçok CBS uygulamasında kullanılmaya başlandı ([http/ açıkders. org.tr](http://açıkders.org.tr)).

Coğrafi Bilgi Sistemleri, konuma dayalı gözlemlerle elde edilen grafik ve grafik olmayan bilgilerin toplanması, saklanması, işlenmesi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bir bütünlük içerisinde gerçekleştiren bir bilgi sistemidir (Yomralıoğlu, 2000; Başçıftçi ve diğ., 2013).

CBS, kullanıcılarının farklı disiplinlerden (uygulama gruplarından) olması nedeniyle, değişik şekillerde tanımlanmaktadır. Dünyada konumsal bilgi ile ilgilenen kişi, kurum ve kuruluşlar arasında geniş bir merak uyandırması gelişmelerdeki hızlı değişiklikler, özellikle ticari beklentiler, farklı uygulama ve fikirler, CBS'nin standart bir tanımının yapılmasını engellemiştir. CBS, birtakım araştırmacılara göre konumsal bilgi sistemlerinin tümünü içeren ve coğrafi bilgiyi irdeleyen bir bilimsel kavram, bazı araştırmacılara göre; konumsal bilgileri dijital yapıya kavuşturan bilgisayar tabanlı bir araç, geri kalan araştırmacılara göre de; organizasyona yardımcı olan bir veri tabanı yönetim sistemi olarak nitelendirilmektedir (Akropol 2002; Baştürk, 2006).

Coğrafi bilgi sistemleri fonksiyonel, teknolojik ve yönetim açılarından üç farklı bileşenden meydana gelmiştir. Fonksiyonel açıdan bakıldığında bir CBS'de veri aktarma, veri depolama, veri işleme, coğrafi analiz ve veri sunma bileşenlerinin var olması gerekir. Teknolojinin rolü ise, bu fonksiyonların gerçekleşmesini sağlayan donanım ve yazılım araçları sunmaktan ibarettir. Yönetim ise, fonksiyonel ve teknolojik bileşenlerin yanı sıra insan ve mali kaynaklarının yönetimi ile bütünü oluşturmayı ve amaca ulaşmayı hedefler (Batuk ve diğ., 1996; Sönmez ve Sarı, 2004).

İki tip CBS bilgisi bulunmaktadır. Bunlar yeryüzüne ait olan bilgi ile yeryüzüne ait olmayan bilgilerdir. Yeryüzüne ait bilgi bir noktaya (bir otobüs durağı) ait olabileceği gibi bir çizgiye (yollar) veya bir bölgeye de (alan) ait olabilir (Slagle, 2000; Şimşek, 2008).

Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin bilgi sistemlerinden farkı; sistemin değişik nesnelere ait öznelik bilgilerine ilave olarak konum bilgilerini de içermesidir (Sağlam ve diğ., 2004; Kapluhan, 2014).

CBS madencilik uygulamalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Bir ruhsat sahasında ön araştırma yaparken kullanılan verilerin çeşitliliği ve miktarı, CBS kullanımı için ideal bir ortam oluşturmaktadır. Maden sahasına ait jeoloji, tektonik, toprak sınıfı haritaları, topoğrafik haritalar gibi sayısal nitelikte olan veriler ile sondaj, yarma raporları, jeolojik formasyonlara ait raporlar gibi tablo (öznelik) verileri, bölgeye ait resim ve videolar bu sistem içinde birlikte rahatlıkla kullanılabilir. Bütün bu verilerin birlikte değerlendirilmesi ise cevher oluşumu ile ilgili doğru modelleme yapılmasını sağlar. CBS, bu aşamada klasik yöntemlerle kıyaslandığında eşsiz çözümler üretmektedir; çünkü grafik veriler sözel veriler ile ilişkilendirilmekte ve bu işlem sonucunda oluşan CBS, her türlü

verinin sorgulanmasında, analizinde, cevher medellenmesinde, üretim şekline karar verilmesinde ve sunumunda tam bir bilgisayar otomasyonu sağlamaktadır (Aydal, 2012).

3.4. ArcGIS ile İlgili Temel Bilgiler

Coğrafi Bilgi Sistemlerinde amaç coğrafi bilginin; üretimini, yönetimini, analiz ve network üzerindeki dağınmık veri tabanlarından coğrafi verileri tüm insanların paylaşabileceği profesyonel bir bilgi sistemi teknolojisi sunmaktır. Bu amaçla ESRI firması, kullanıcıların ihtiyacını karşılayacak, kullanımı kolay, modern, fonksiyonel ve profesyonel çözümleri ölçeklendirilebilir platformlarda sunabilen ArcGIS programını geliştirmiştir (<http://www.ktu.edu.tr>).

Coğrafi Bilgi Sistemlerinde (x,y) koordinatlarına bağlı verilerin sisteme aktarılmasında farklı yöntemler uygulamak mümkündür. Bu yöntemler uygulanırken verilerin toplanmasında ve vektör verilerin üretiminde kullanılan bazı altlık haritalar ve farklı kaynaklar mevcuttur. Örneğin; farklı ölçeklerdeki haritalar (topografya, imar plan, fiziki, siyasi vb.), uydu görüntüleri, hava fotoğrafları ve yersel ölçüm ile elde edilen koordinat bilgileri veri kaynakları olarak tanımlanabilir. Hatta cep telefonu ya da fotoğraf makinesi ile çekilen bir fotoğraf dahi CBS teknolojisinde veri kaynağı teşkil eder.

Coğrafi Bilgi Sistemlerinde ilgili veri kaynakları temin edildikten sonra ArcGIS teknolojisinde gerek ekran üzerinden otomatik olarak gerek elle veri üretmek mümkündür. Ayrıca ArcGIS teknolojisinde text, excel vb. dosyalarından veri üretmenin yanı sıra, farklı yazılımlarda üretilmiş ve bilgisayar ortamında bulunan verilerin gerekli dönüşümleri yapılarak da veri üretimi gerçekleştirilebilir (<http://www.ktu.edu.tr>).

IDW (Inverse Distance Weighting- Ters mesafe ağırlıklı enterpolasyon yöntemi), bilinen örnek noktalara ait değerlerin yardımıyla örneklenmeyen noktalara ait hücre değerlerinin belirlenmesi için kullanılan bir enterpolasyon tekniğidir. İlgili hücreden uzaklaşan çeşitli noktalar (değerlendirilerek) ve mesafedeki artışa bağlı olarak hücre değeri hesap edilir. Tahmin edilen değerler, komşu civardaki noktaların uzaklığı ve büyüklüğünün bir fonksiyonu olup, mesafenin artması ile tahmini yapılacak hücre üzerindeki önem ve etki azalır. Bu yöntemde verilerin genel dağılımı, eğilimi, anizotropi ve kümelenmesi gibi özellikler incelenmemektedir. Verilerin sadece yerel olarak değerlendirilip, karşılaştırılması yapılmaktadır. Deterministik bir yöntemdir (Başel ve diğ., 2008; Tural, 2011).

4. DEĞERLENDİRMELER

Çalışma alanımız Kırşehir ili Kaman ilçesi sınırları içerisindeki yaklaşık 1800 km²'lik bir alanı kapsamaktadır. Çalışma kapsamında Subaşı (2017) ve Girişen (2018) araştırmacılarına ait 2016 ve 2017 yıllarındaki kurak ve yağışlı dönemlerde kaynaklardan ve sondaj kuyularından alınan yeraltı suyu örneklerinin EC (elektriksel iletkenlik), pH (hidrojenin gücü), Eh (yükseltgenme-indirgenme potansiyeli) (Tablo 4.1.), anyon, katyon (Tablo 4.2.) ve iz element analiz sonuçları (Tablo 4.3.) kullanılmıştır. İnceleme alanındaki kurak ve yağışlı döneme ait analiz sonuçları ArcGIS Desktop 10.3 programı kullanılarak veriler işlenmiş, Kaman (Kırşehir) bölgesinde bulunan yeraltı sularının kalitesi CBS ile değerlendirilmiştir.

İnceleme alanındaki suların arazi ölçümleri sonucu elde edilen EC, pH ve Eh değerleri Tablo 4.1.'de verilmiştir.

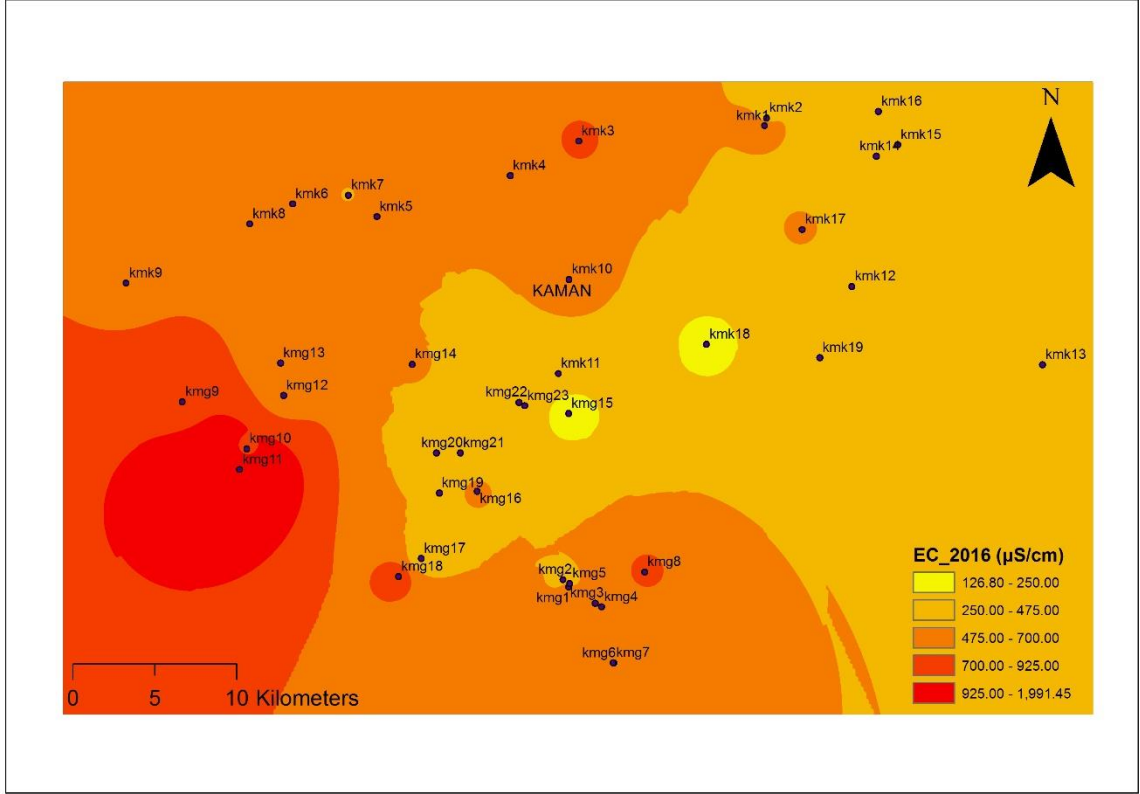
Tablo 4.1. İnceleme alanındaki suların arazi ölçüm sonucu (Subaşı, 2017; Girişen, 2018)

No	Kot	Boylam	Enlem	Örnekleme Tarihi	EC (µS/cm)	pH	Eh (mV)
Kmk1	1088	0570935	04368660	28.06.2016	499	8.15	275
Kmk2	1074	0571022	04369137	28.06.2016	461	8.11	283
Kmk2'	1074	0571022	04369137	03.05.2017	494	7.64	326
Kmk3	997	0562156	04367646	28.06.2016	731	8.04	292
Kmk3'	997	0562156	04367646	03.05.2017	786	7.28	354
Kmk4	1008	0558931	04365518	28.06.2016	481	8.15	302
Kmk4'	1008	0558931	04365518	03.05.2017	515	7.62	347
Kmk5	1010	0552656	04362975	28.06.2016	613	8.02	649
Kmk5'	1010	0552656	04362975	03.05.2017	637	7.75	344
Kmk6	1126	0548667	04363724	28.06.2016	488	8.14	367
Kmk6'	1126	0548667	04363724	03.05.2017	512	7.62	347
Kmk7	1054	0551306	04364275	28.06.2016	469	8.04	352
Kmk7'	1054	0551306	04364275	03.05.2017	503	7.56	356
Kmk8	1115	0546648	04362481	28.06.2016	529	7.94	334
Kmk8'	1115	0546648	04362481	03.05.2017	568	7.53	361
Kmk9	976	0540830	04358849	28.06.2016	637	7.99	327
Kmk9'	976	0540830	04358849	03.05.2017	676	7.50	363
Kmk10	1066	0561762	04359220	29.06.2016	624	7.65	313
Kmk10'	1066	0561762	04359220	04.05.2017	711	7.30	348
Kmk11	1265	0561301	04353468	29.06.2016	390	8.07	295
Kmk12	1225	0575146	04358912	29.06.2016	314	7.92	301
Kmk13	1216	0584206	04354231	29.06.2016	352	7.91	300
Kmk14	1213	0576218	04366858	29.06.2016	457	8.05	257
Kmk15	1229	0577224	04367552	30.06.2016	268	7.87	282
Kmk15'	1229	0577224	04367552	03.05.2017	289	7.53	339
Kmk16	1134	0576286	04369581	30.06.2016	459	7.8	279
Kmk16'	1134	0576286	04369581	03.05.2017	500	7.65	317
Kmk17	1234	0572759	04362353	30.06.2016	491	7.86	272
Kmk17'	1234	0572759	04362353	03.05.2017	516	7.36	354
Kmk18	1176	0568307	04355314	30.06.2016	199	8.03	275

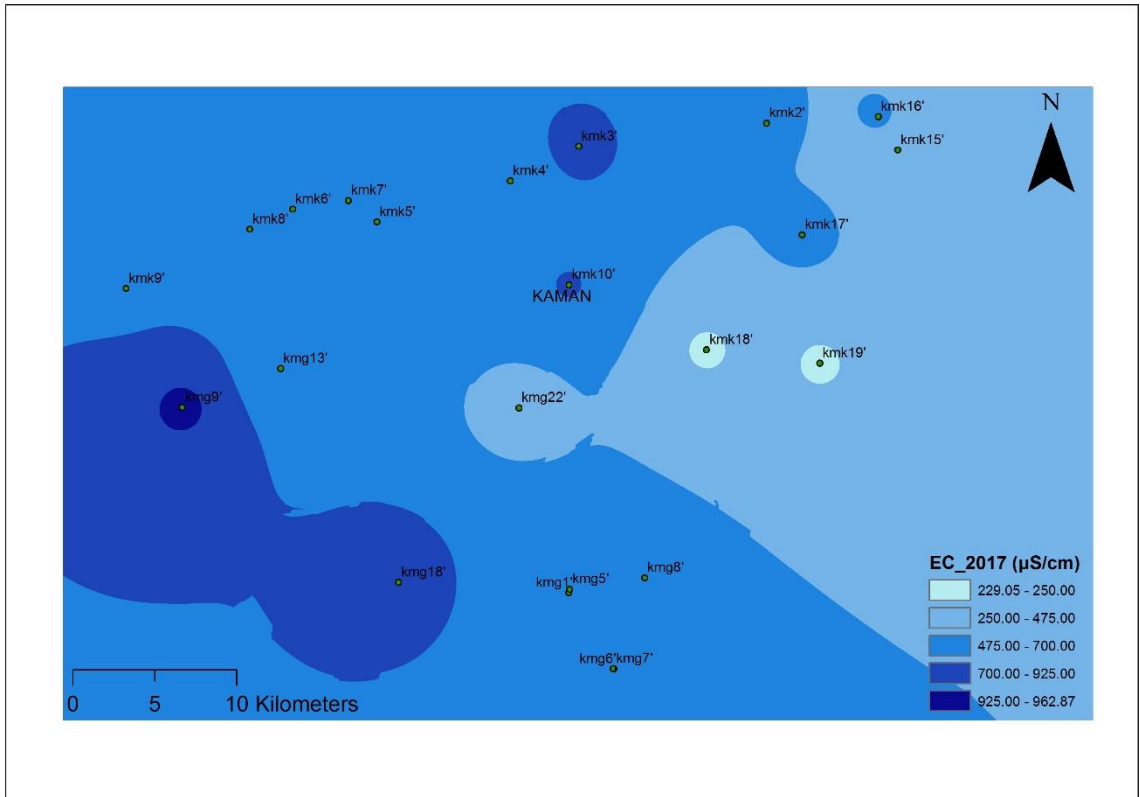
Tablo 4.1 (devam).

Kmk18'	1176	0568307	04355314	03.05.2017	229	7.92	333
Kmk19	1314	0573663	04354547	30.06.2016	299	7.87	277
Kmk19'	1314	0573663	04354547	03.05.2017	233	7.61	350
Kmg1	1011	0561893	04340463	27.06.2016	549	8.58	221.7
Kmg1'	1011	0561893	04340463	04.05.2017	595	7.29	320.6
Kmg2	1000	0561628	04340905	27.06.2016	439	8.32	238.6
Kmg3	1069	0563154	04339492	27.06.2016	497	8.23	257.5
Kmg4	1076	0563464	04339259	27.06.2016	502	8.15	255.9
Kmg5	1003	0561948	04340683	27.06.2016	430	8.70	256.5
Kmg5'	1003	0561948	04340683	04.05.2017	506	7.43	283.9
Kmg6	1015	0564101	04335841	27.06.2016	453	8.14	257.5
Kmg6'	1015	0564101	04335841	04.05.2017	504	7.46	334.4
Kmg7	1005	0564050	04335863	27.06.2016	510	8.01	259.2
Kmg7'	1005	0564050	04335863	04.05.2017	550	7.35	335
Kmg8	1230	0565493	04341403	27.06.2016	781	7.92	255.7
Kmg8'	1230	0565493	04341403	04.05.2017	511	7.38	308.2
Kmg9	929	0543524	04351624	28.06.2016	856	8.03	319.6
Kmg9'	929	0543524	04351624	04.05.2017	963	7.76	318.5
Kmg10	919	0546595	04348789	28.06.2016	801	8.08	494.4
Kmg11	906	0546256	04347514	28.06.2016	1994	8.05	372.2
Kmg12	1013	0548307	04352050	28.06.2016	586	8.11	321.4
Kmg13	1076	0548161	04354023	28.06.2016	516	8.01	322.4
Kmg13'	1076	0548161	04354023	04.05.2017	567	7.75	319.7
Kmg14	1040	0554392	04353991	28.06.2016	502	8.09	323.8
Kmg15	1288	0561820	04351046	29.06.2016	126	8.53	289.3
Kmg16	1095	0557515	04346262	29.06.2016	508	8.07	307.2
Kmg17	939	0554898	04342148	29.06.2016	339	8.15	313.2
Kmg18	917	0553829	04341046	29.06.2016	826	7.99	311.7
Kmg18'	917	0553829	04341046	04.05.2017	875	7.46	329.9
Kmg19	1072	0555720	04346142	29.06.2016	465	8.17	314.4
Kmg20	1192	0555561	04348591	29.06.2016	335	8.05	308.2
Kmg21	1229	0556709	04348602	29.06.2016	318	8.17	305.7
Kmg22	1418	0559451	04351705	29.06.2016	361	7.94	309.1
Kmg22'	1418	0559451	04351705	04.05.2017	389	7.59	346.4
Kmg23	1414	0559727	04351491	29.06.2016	286	7.86	310.5

EC değerleri kurak dönemde 700.00-1991.45 mikrosimens/cm ($\mu\text{S}/\text{cm}$) değerleri arasında (Şekil 4.1), yağışlı dönemde 700.00-962.87 $\mu\text{S}/\text{cm}$ değerleri arasında (Şekil 4.2) inceleme alanının batı kesimlerinde artmaktadır. EC değerlerinin kurak ve yağışlı dönemlerde 126.80- 475.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ değerleri arasında düşük olarak gözlendiği doğu kesiminde Orta Anadolu Metamorfileri ve Orta Anadolu Volkanikleri'nin yoğun olarak bulunduğu gözlenmiştir (Şekil 3.1).



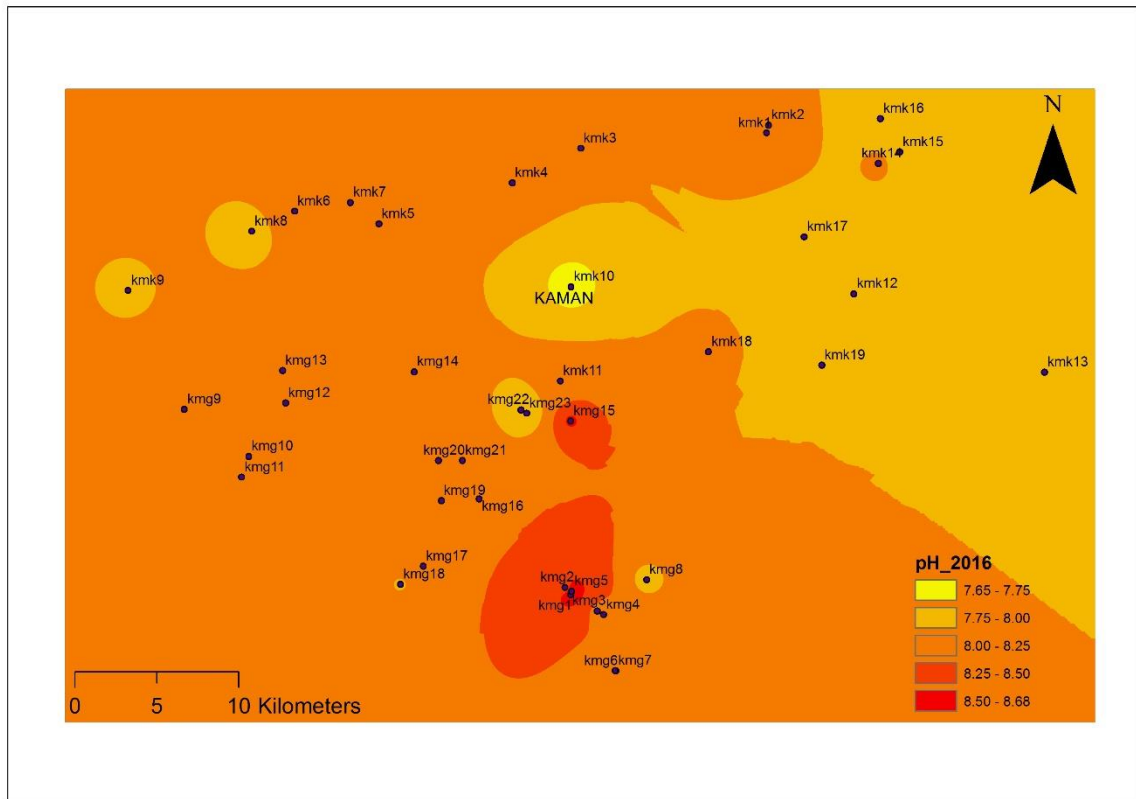
Şekil 4.1. Çalışma alanındaki suların kurak dönem EC değerleri



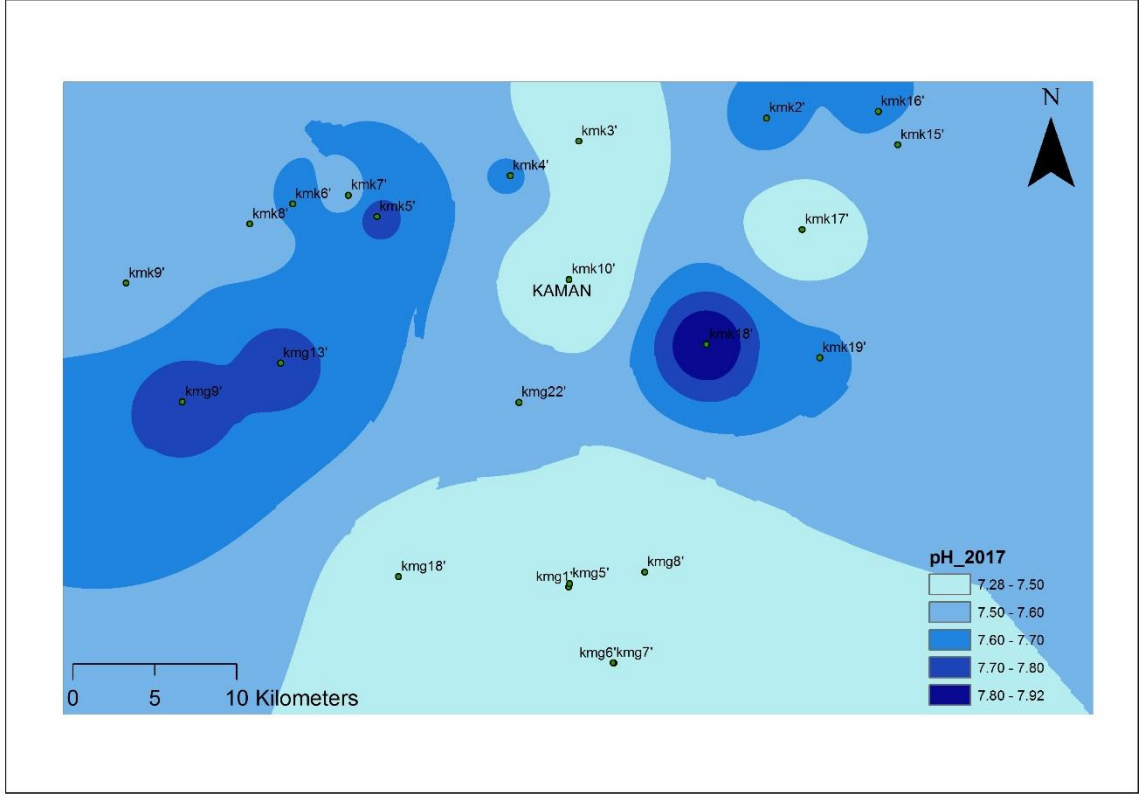
Şekil 4.2. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem EC değerleri

pH değerlerinden elde edilen kurak (Şekil 4.3) ve yağışlı (Şekil 4.4) dönemlere ait yoğunluk haritalarına göre; kurak dönemdeki pH değeri 7.65-8.68 değer aralığında olup, Orta Anadolu Metamorfitleri ve Orta Anadolu Volkanikleri'nin yoğunlaştığı inceleme alanının doğu kesimlerinde 7.65-8.00 arasında düşükken, yağışlı dönemde 7.28-7.92 değer aralığındaki pH değeri Orta Anadolu Granitoyidleri'nin yoğunlaştığı inceleme alanının doğu ve batısında 7.70-7.92 değerleri arasında yüksek sonuçlar sunmaktadır (Şekil 3.1).

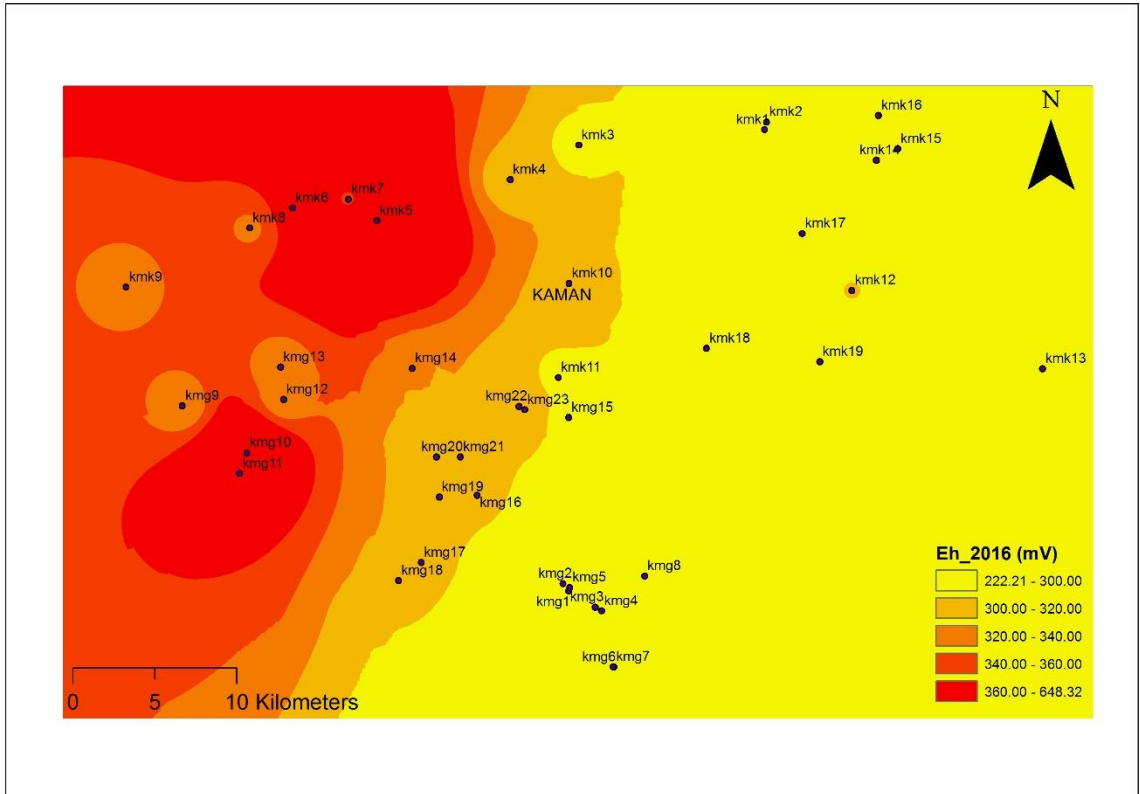
Eh değeri kurak dönemde inceleme alanının batısında 340.00-648.32 mV değer aralığında yüksekken (Şekil 4.5), yağışlı dönemde 340.00-362.99 mV değer aralığında inceleme alanının kuzeybatısında yoğunlaşmıştır (Şekil 4.6).



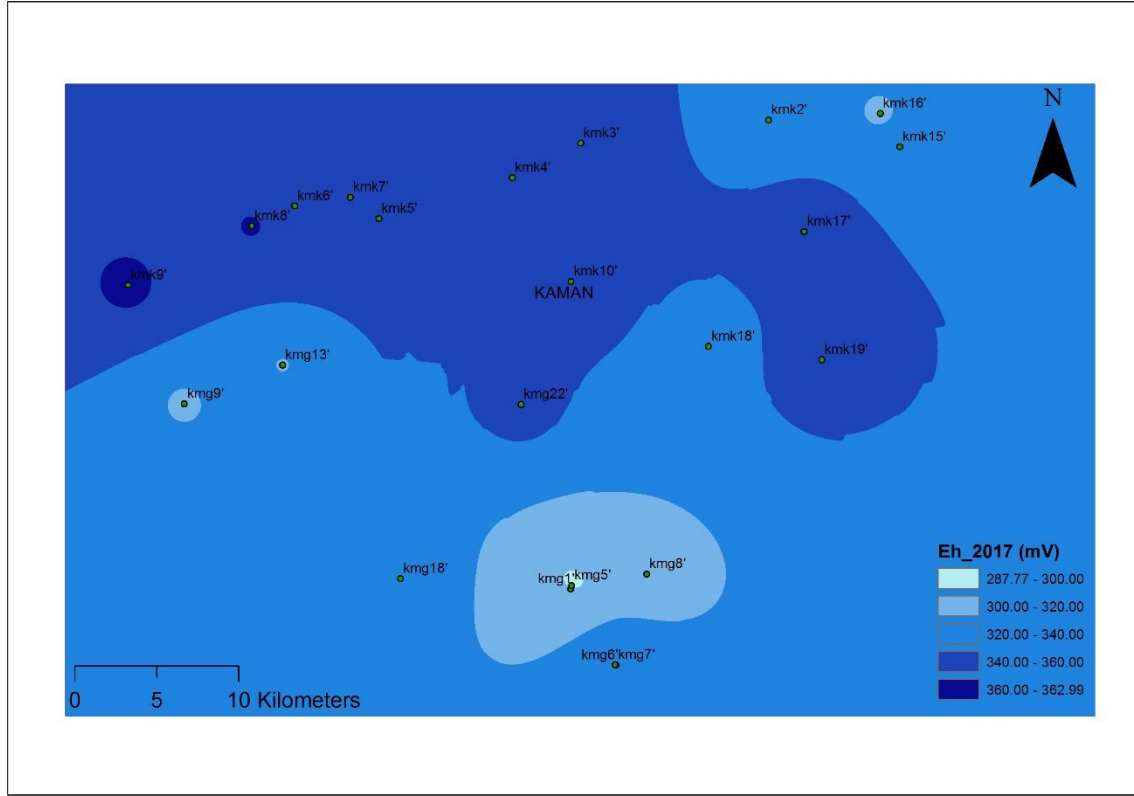
Şekil 4.3. Çalışma alanındaki suların kurak dönem pH değerleri



Şekil 4.4. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem pH değerleri



Şekil 4.5. Çalışma alanındaki suların kurak dönem Eh değerleri



Şekil 4.6. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem Eh değerleri

İnceleme alanındaki suların kimyasal analiz sonuçlarına göre elde edilen katyon (Na, K, Mg, Ca, NH₄) ve anyon (HCO₃, Cl, NO₃, SO₄, F) değerleri Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2. Çalışma alanındaki suların kimyasal analiz sonuçları (Subaşı, 2017; Girişen, 2018)

No	Örnekleme Tarihi	Katyonlar					Anyonlar				
		Na ⁺ (ppm)	K ⁺ (meq/l)	Mg ⁺⁺ (meq/l)	Ca ⁺⁺ (meq/l)	NH ₄ ⁺ (ppm)	HCO ₃ ⁻ (meq/l)	Cl ⁻ (ppm)	NO ₃ ⁻ (ppm)	SO ₄ ⁻ (ppm)	F ⁻ (ppm)
Kmk1	28.06.2016	21.60	0.05	1.75	3.14	1.99	4.71	8.86	23.56	22.09	0.95
Kmk2	28.06.2016	16.55	0.02	1.87	3.08	0.90	4.41	6.38	14.88	19.69	1.52
Kmk2'	03.05.2017	9.07	0.01	0.86	3.17	0.00	4.37	2.50	9.07	11.00	0.56
Kmk3	28.06.2016	75.89	0.03	2.12	3.36	0.72	5.10	34.69	72.55	12.97	1.14
Kmk3'	03.05.2017	41.34	0.01	1.00	3.56	0.00	5.73	16.41	35.06	7.11	0.43
Kmk4	28.06.2016	11.95	0.01	1.84	3.35	0.36	4.12	4.25	56.43	11.05	0.57
Kmk4'	03.05.2017	10.54	0.01	1.24	3.91	0.00	3.88	3.10	54.33	12.74	0.64
Kmk5	28.06.2016	28.50	0.02	2.75	3.51	0.72	5.88	10.64	29.76	19.21	0.57
Kmk5'	03.05.2017	29.91	0.00	1.78	4.32	0.00	5.73	9.96	24.59	23.39	0.42
Kmk6	28.06.2016	14.48	0.02	1.86	3.42	0.72	4.71	4.25	28.52	13.45	0.38
Kmk6'	03.05.2017	13.21	0.01	1.07	4.11	0.00	4.37	4.60	25.80	14.94	0.54
Kmk7	28.06.2016	18.84	0.02	2.09	3.05	0.54	4.12	4.61	26.66	10.09	0.38
Kmk7'	03.05.2017	19.80	0.00	1.46	3.74	0.00	4.76	3.05	26.41	11.17	0.76
Kmk8	28.06.2016	19.99	0.04	2.43	3.35	1.26	5.20	9.57	22.94	14.41	0.76
Kmk8'	03.05.2017	20.97	0.03	1.50	4.04	0.00	4.95	7.51	24.84	16.95	0.34
Kmk9	28.06.2016	34.24	0.01	3.41	3.24	0.36	6.18	6.03	36.59	25.94	1.52
Kmk9'	03.05.2017	35.00	0.01	2.50	3.96	0.00	5.83	5.30	43.88	30.3	1.44
Kmk10	29.06.2016	15.17	0.07	1.34	5.52	1.26	4.90	24.46	39.07	41.35	0.00
Kmk10'	04.05.2017	14.37	0.09	1.06	6.28	0.00	5.24	27.06	42.37	50.41	0.00
Kmk11	29.06.2016	3.18	0.01	0.44	3.32	0.18	3.31	2.84	6.82	9.61	0.00
Kmk12	29.06.2016	9.65	0.02	1.08	2.42	0.18	2.94	2.48	26.66	13.93	0.38
Kmk13	29.06.2016	2.30	0.01	1.02	3.08	0.18	3.82	1.77	15.50	3.36	0.00

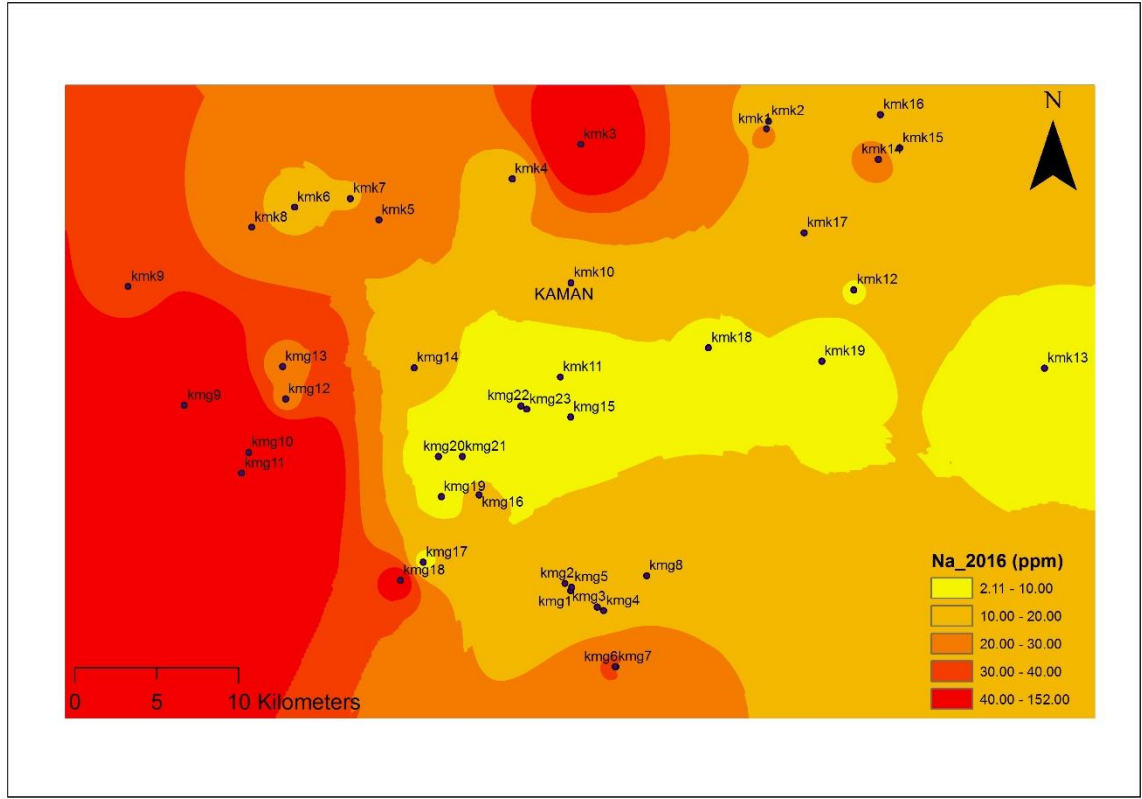
Tablo 4.2 (devam).

Kmk14	29.06.2016	21.37	0.02	1.59	3.36	0.18	5.10	3.90	0.62	14.89	1.33
Kmk15	30.06.2016	18.61	0.02	0.69	2.03	0.18	2.94	2.48	0.62	8.81	1.90
Kmk15'	03.05.2017	19.03	0.02	0.50	2.02	0.00	2.72	2.89	0.92	10.84	1.83
Kmk16	30.06.2016	19.07	0.02	2.03	3.03	0.54	4.80	3.55	11.78	22.57	0.95
Kmk16'	03.05.2017	19.82	0.02	1.27	3.82	0.00	4.66	2.99	12.77	29.67	0.90
Kmk17	30.06.2016	18.84	0.02	1.88	3.49	0.36	4.61	9.93	10.54	24.98	3.35
Kmk17'	03.05.2017	19.50	0.01	1.35	4.13	0.00	4.76	8.77	10.59	27.81	3.28
Kmk18	30.06.2016	8.50	0.01	0.59	1.74	0.18	2.16	2.13	0.62	13.93	0.19
Kmk18'	03.05.2017	9.16	0.01	0.46	2.04	0.00	2.04	3.00	0.77	26.67	0.27
Kmk19	30.06.2016	6.20	0.03	0.77	2.90	0.18	3.33	2.13	4.34	8.81	0.19
Kmk19'	03.05.2017	8.44	0.02	0.44	2.03	0.00	2.14	1.89	2.29	17.3	0.42
Kmg1	27.06.2016	17.92	0.08	1.67	4.17	0.54	4.80	13.47	8.68	42.75	0.38
Kmg1'	04.05.2017	10.26	0.04	0.78	3.85	0.00	4.85	10.23	15.25	31.05	0.04
Kmg2	27.06.2016	11.26	0.05	1.21	3.66	0.54	4.31	8.86	8.68	20.17	0.19
Kmg3	27.06.2016	17.01	0.04	2.00	3.07	0.00	4.02	12.05	14.26	41.79	0.19
Kmg4	27.06.2016	13.33	0.04	1.82	3.80	0.18	4.22	10.28	19.84	41.79	0.19
Kmg5	27.06.2016	14.25	0.04	1.03	3.48	0.18	3.92	9.22	9.30	20.65	0.19
Kmg5'	04.05.2017	7.51	0.02	0.67	3.54	0.00	4.37	5.70	6.95	16.93	0.02
Kmg6	27.06.2016	19.99	0.05	1.70	3.12	0.36	4.12	14.89	28.52	18.25	0.57
Kmg6'	04.05.2017	10.35	0.02	0.83	3.25	0.00	4.27	7.02	11.11	10.63	0.80
Kmg7	27.06.2016	42.51	0.04	1.56	2.29	0.90	4.02	16.66	19.84	23.53	1.14
Kmg7'	04.05.2017	24.34	0.02	0.91	2.83	0.00	4.47	9.27	10.55	14.78	1.13
Kmg8	27.06.2016	17.01	0.04	2.19	6.39	0.54	4.61	60.62	109.14	32.66	0.19
Kmg8'	04.05.2017	6.74	0.02	0.64	3.70	0.00	4.27	6.06	12.92	10.04	0.03
Kmg9	28.06.2016	92.15	0.12	3.41	3.40	0.18	4.02	24.11	64.49	168.96	2.41
Kmg9'	04.05.2017	42.72	0.07	1.81	3.40	0.00	4.56	14.16	30.42	108.93	0.91
Kmg10	28.06.2016	95.68	0.03	2.16	3.19	0.72	4.31	50.69	41.55	71.08	0.95
Kmg11	28.06.2016	152.15	0.16	4.27	8.57	0.72	2.95	264.95	0.62	354.84	0.19
Kmg12	28.06.2016	24.82	0.02	1.89	3.31	0.00	4.92	7.09	17.98	17.77	0.57
Kmg13	28.06.2016	22.75	0.08	1.97	3.17	0.18	4.02	5.32	31.01	19.69	0.57
Kmg13'	04.05.2017	10.4	0.02	1.05	3.53	0.00	4.85	3.18	21.33	8.63	0.71
Kmg14	28.06.2016	15.63	0.01	2.18	3.35	0.00	4.31	3.55	39.69	12.97	0.38
Kmg15	29.06.2016	6.89	0.01	0.57	1.42	0.00	1.26	9.57	25.42	7.20	0.19
Kmg16	29.06.2016	12.18	0.02	1.50	4.14	0.36	4.90	4.61	28.52	16.33	0.57
Kmg17	29.06.2016	6.2	0.02	0.90	2.74	0.00	2.94	7.09	11.78	14.41	0.19
Kmg18	29.06.2016	49.87	0.04	2.60	5.06	0.54	4.22	62.75	110.38	62.92	0.57
Kmg18'	04.05.2017	24.48	0.02	1.16	4.48	0.00	4.27	30.13	48.05	35.69	0.12
Kmg19	29.06.2016	8.27	0.02	1.48	3.84	0.18	4.31	6.03	29.14	18.25	0.19
Kmg20	29.06.2016	3.91	0.01	1.12	3.01	0.18	3.53	2.84	7.44	11.05	0.00
Kmg21	29.06.2016	2.09	0.01	0.36	3.53	0.36	3.53	2.13	3.72	7.68	0.00
Kmg22	29.06.2016	4.83	0.03	0.72	3.45	0.00	3.73	2.84	10.54	10.57	0.19
Kmg22'	04.05.2017	3.56	0.01	0.37	3.45	0.00	3.88	1.57	5.30	7.22	0.00
Kmg23	29.06.2016	3.22	0.04	0.39	3.08	0.00	3.24	2.13	3.1	6.86	0.00

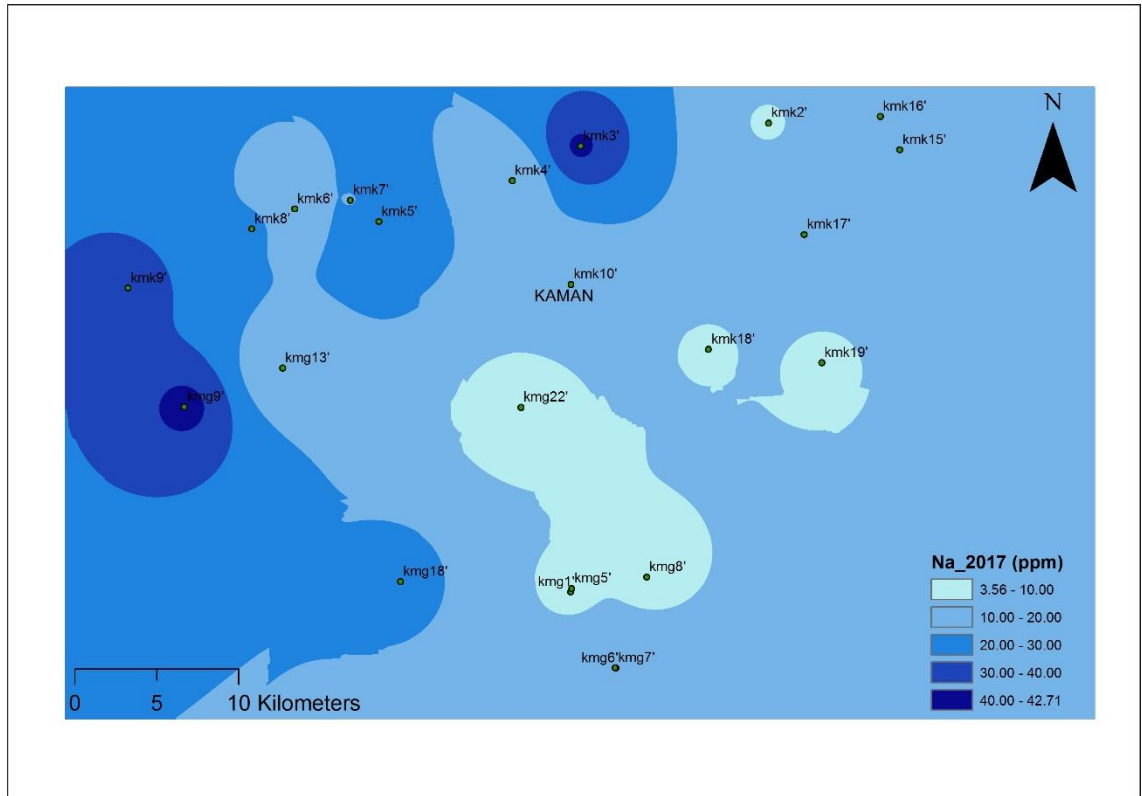
İnceleme alanının batısındaki kurak dönem Na değeri 30.00-152.00 ppm değerleri arasında (Şekil 4.7), inceleme alanının batısı ve kuzeyinde yağışlı dönem 30.00-42.71 ppm değerleri arasında yoğunluk kazanmıştır (Şekil 4.8). Na değerlerinin kurak ve yağışlı dönemlerde düşük olarak gözlenen 2.11-20.00 ppm aralığındaki orta ve doğu kesimlerinde Orta Anadolu Metamorfikleri yoğun olarak bulunmaktadır (Şekil 3.1).

K değeri kurak dönemde (Şekil 4.9) inceleme alanının kuzeyi ve doğusunda 0.01-0.04 meq/l, yağışlı dönemde (Şekil 4.10) inceleme alanının kuzeyinde 0.00-0.04 meq/l değer aralığında düşük olduğu gözlenmiştir.

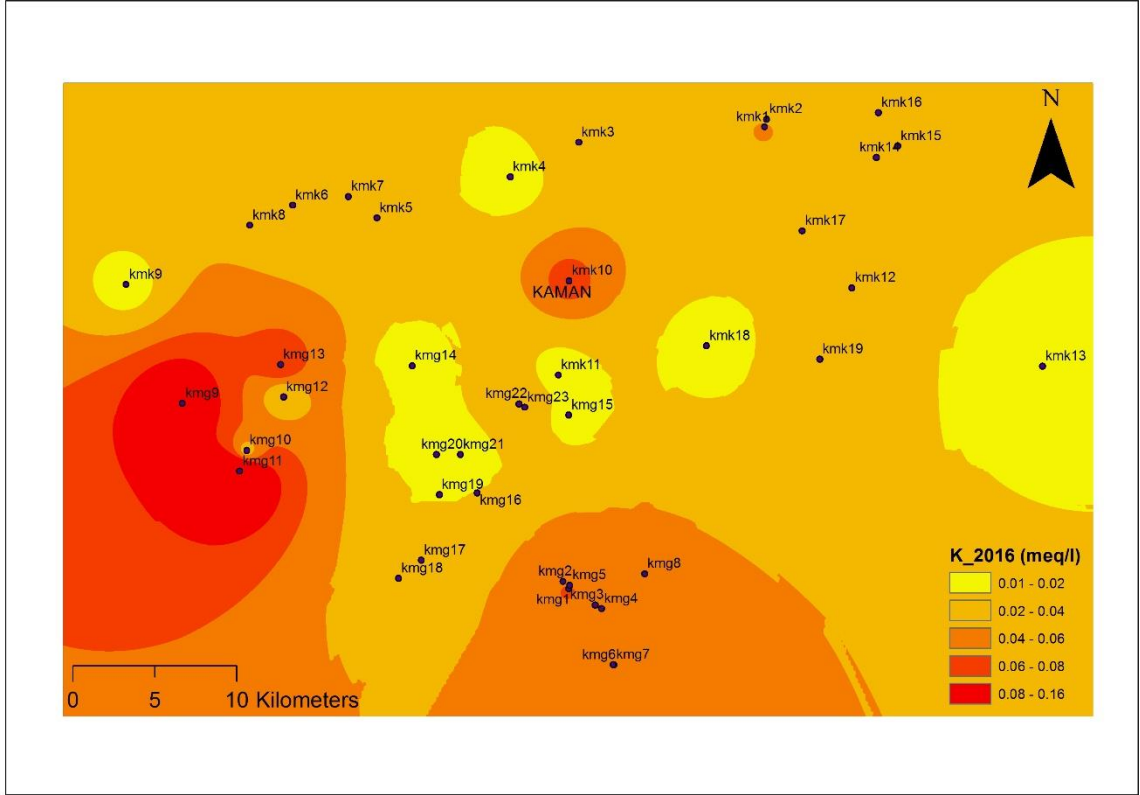
İnceleme alanının doğu kesiminde 0.36-1.20 meq/l değer aralığında kurak (Şekil 4.11) ve yağışlı (Şekil 4.12) dönem Mg değeri düşük olarak gözlenmiştir.



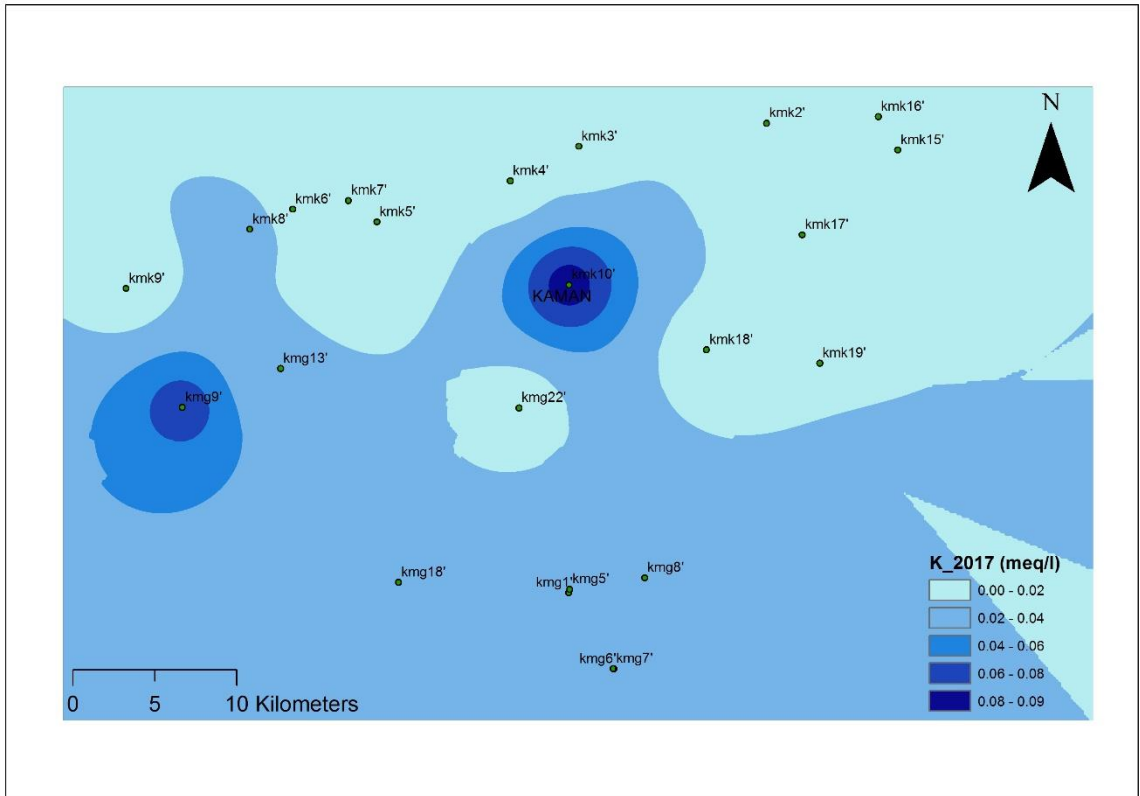
Şekil 4.7. Çalışma alanındaki suların kurak dönem Na değerleri



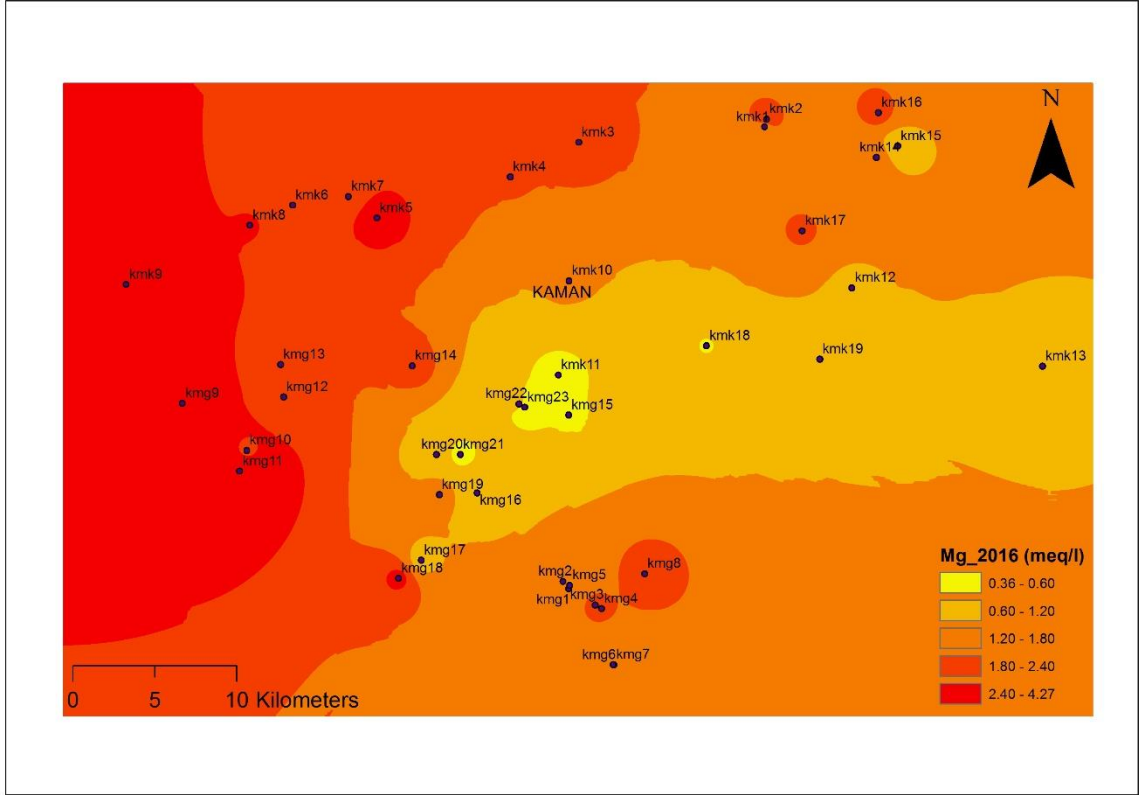
Şekil 4.8. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem Na değerleri



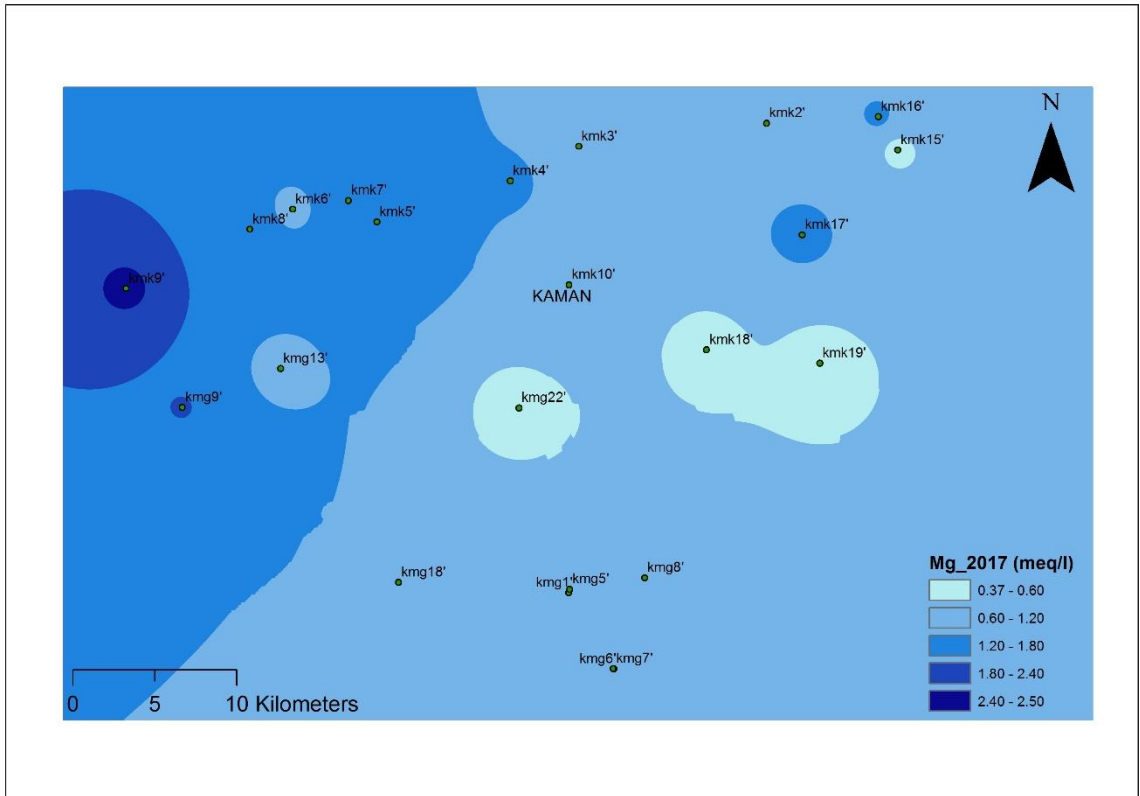
Şekil 4.9. Çalışma alanındaki suların kurak dönem K değerleri



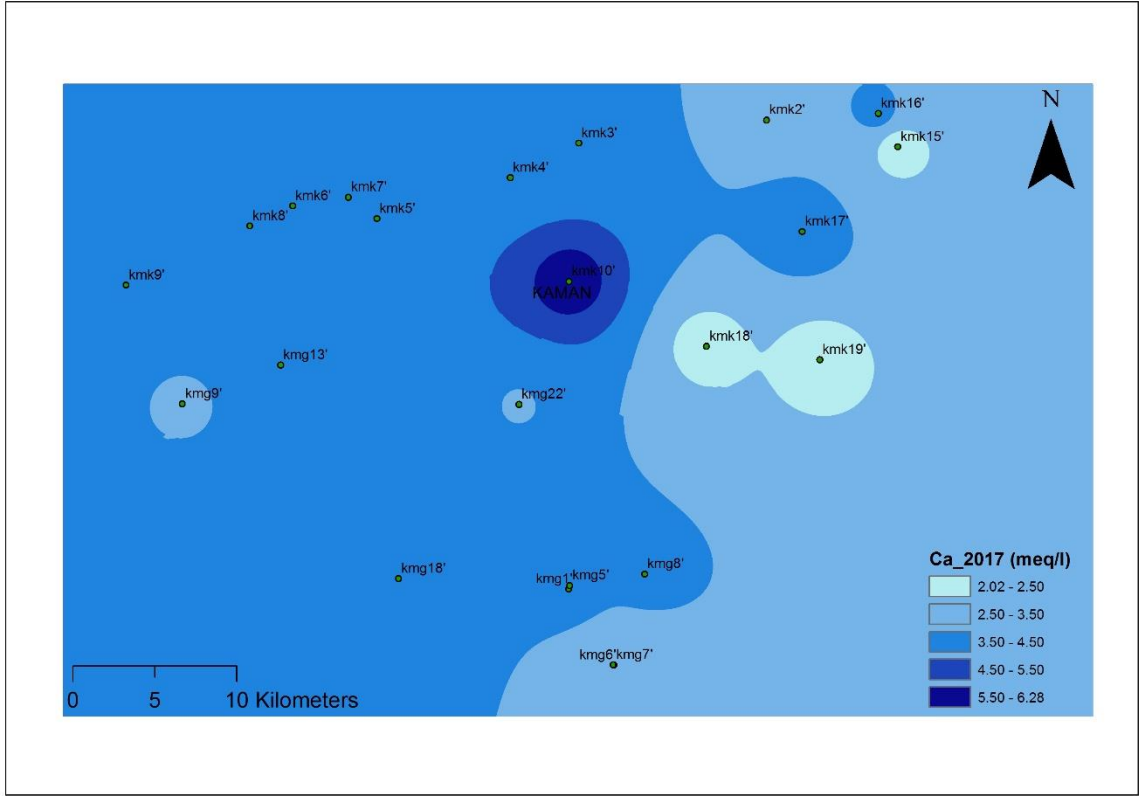
Şekil 4.10. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem K değerleri



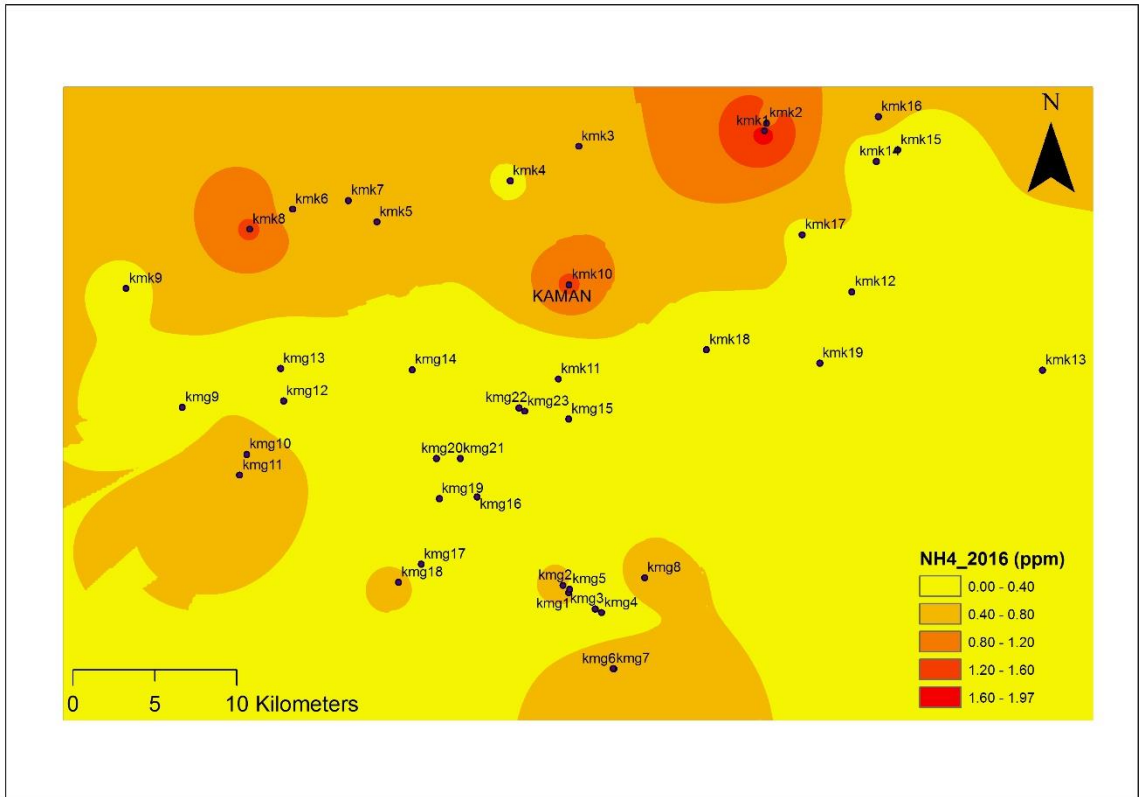
Şekil 4.11. Çalışma alanındaki suların kurak dönem Mg değerleri



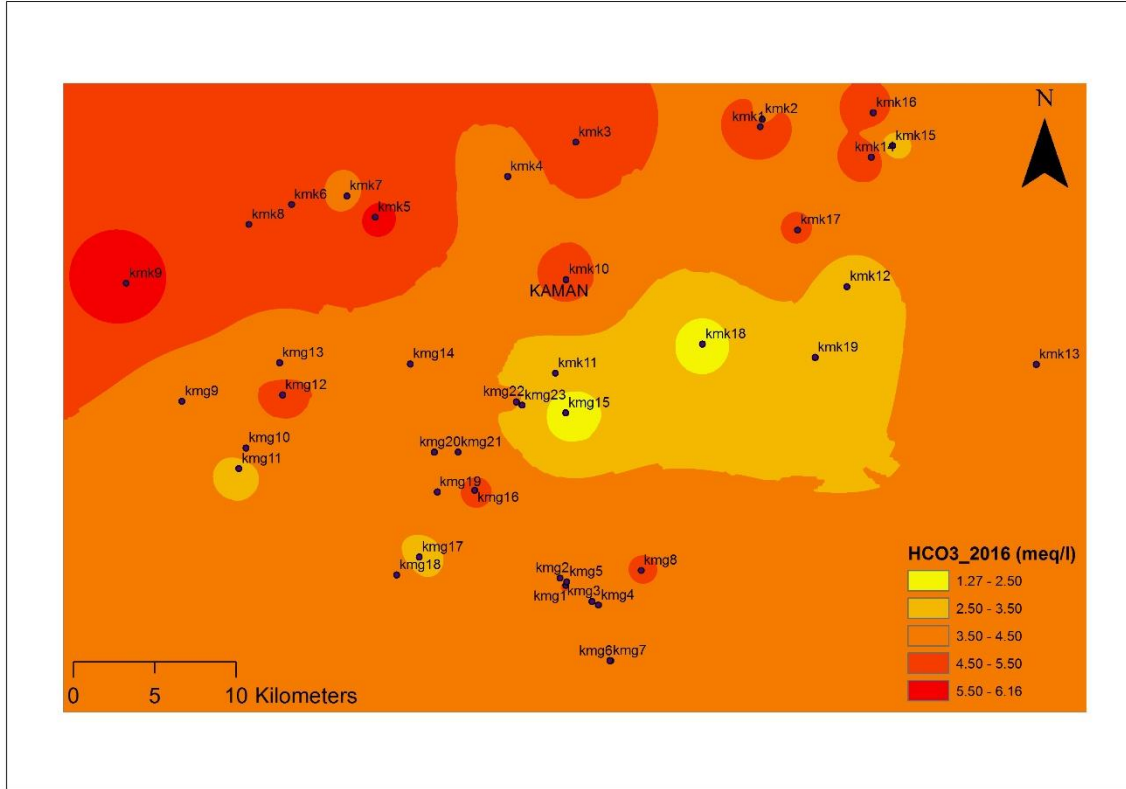
Şekil 4.12. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem Mg değerleri



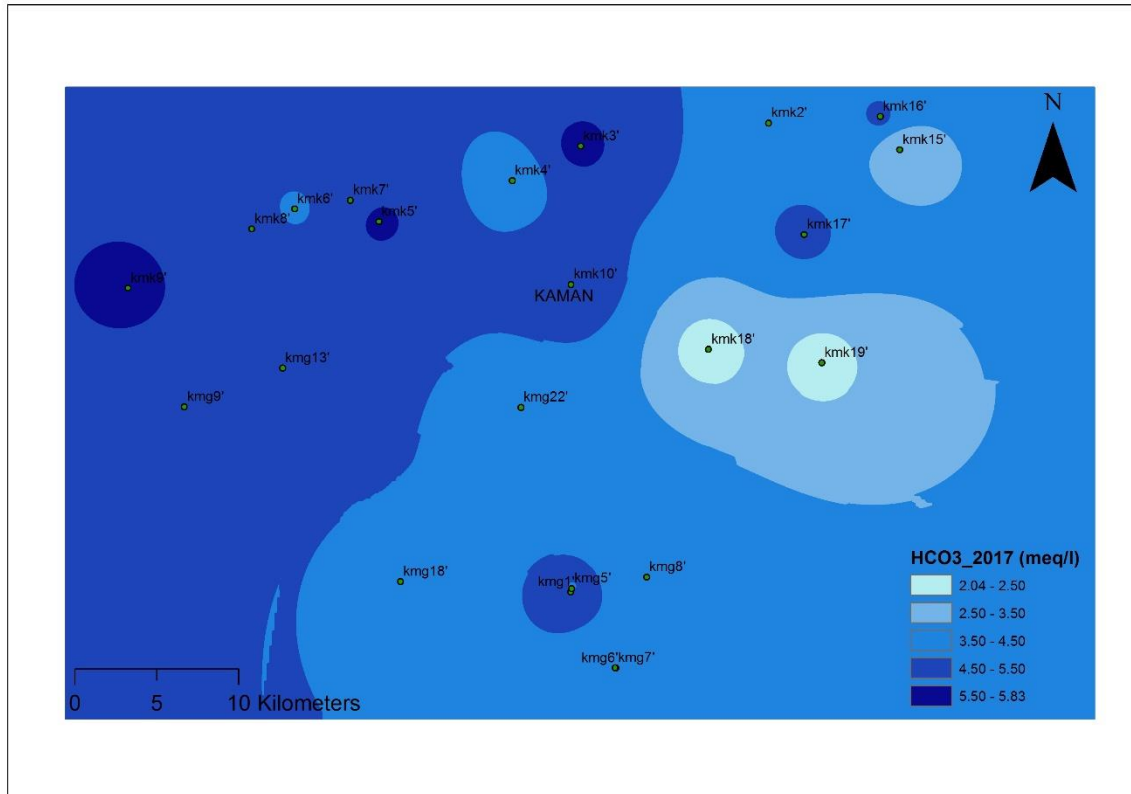
Şekil 4.14. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem Ca değerleri



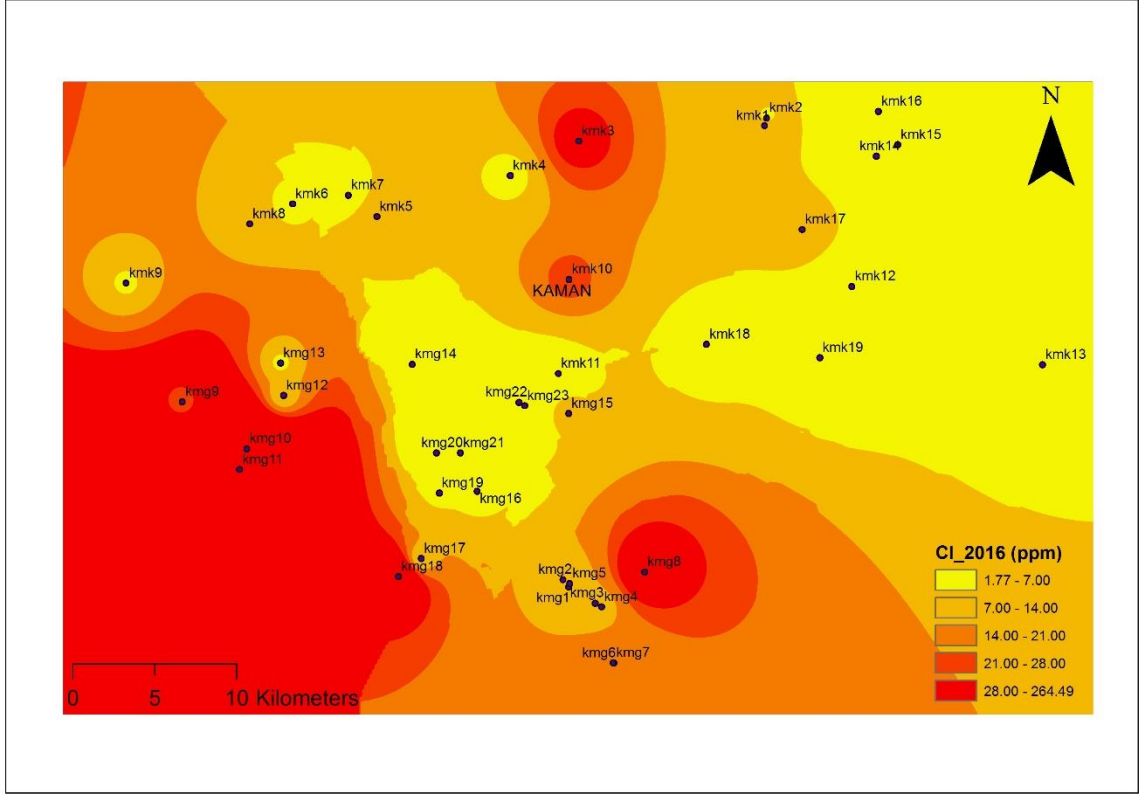
Şekil 4.15. Çalışma alanındaki suların kurak dönem NH₄ değerleri



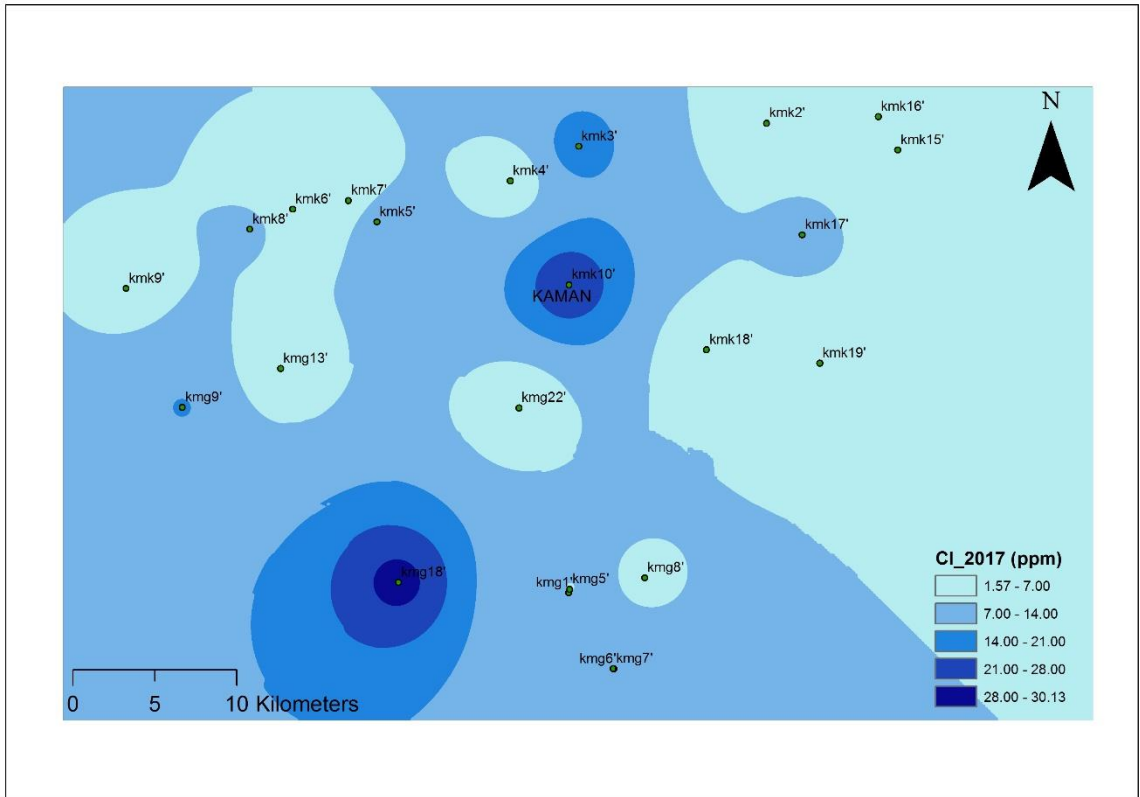
Şekil 4.16. Çalışma alanındaki suların kurak dönem HCO₃ değerleri



Şekil 4.17. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem HCO₃ değerleri

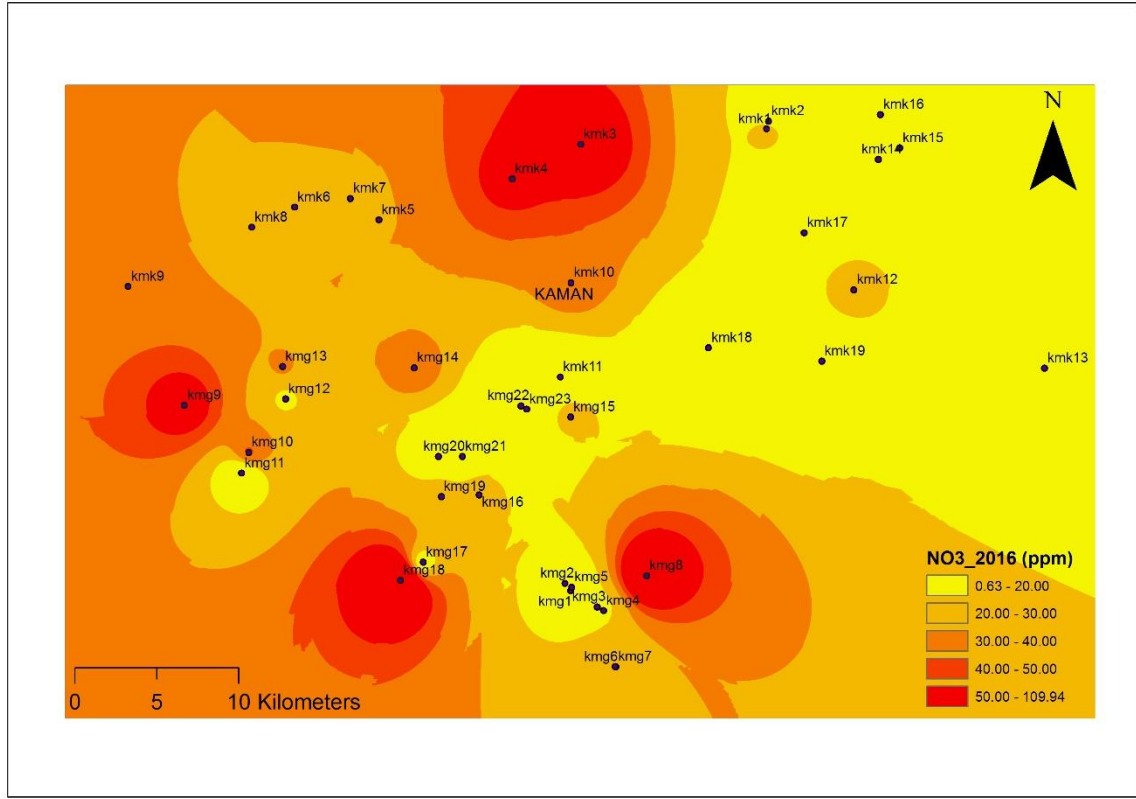


Şekil 4.18. Çalışma alanındaki suların kurak dönem Cl değerleri

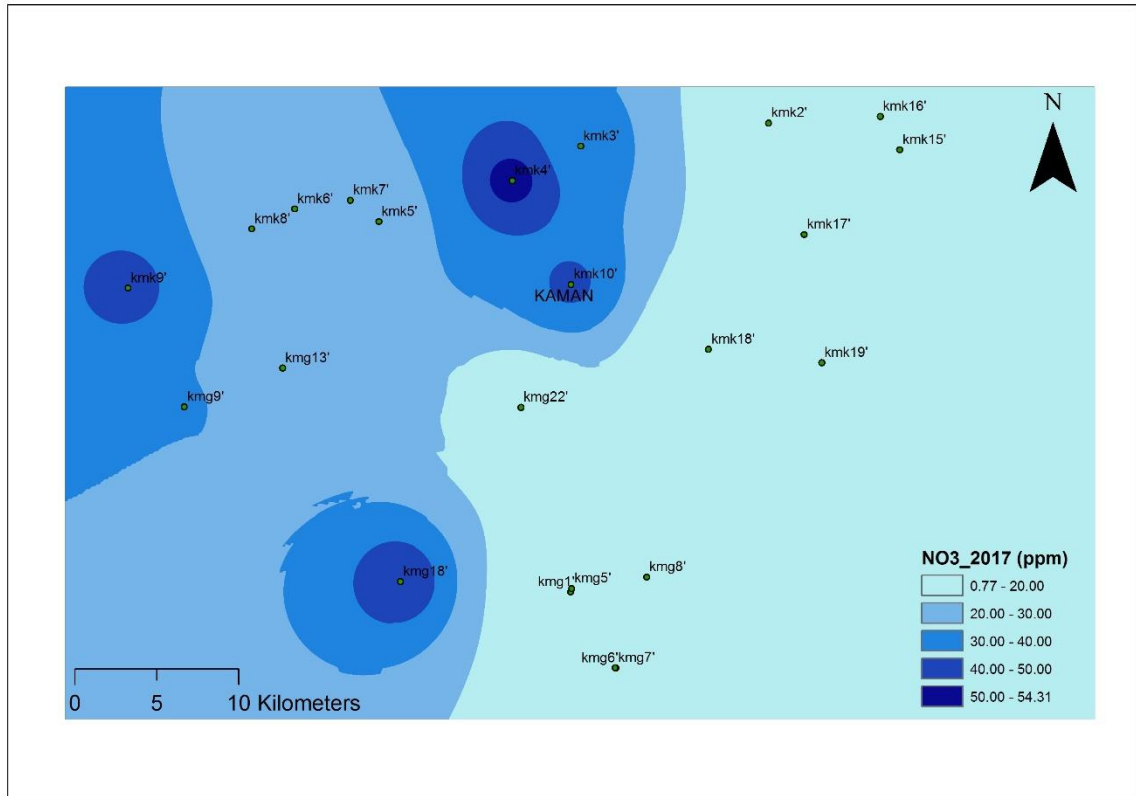


Şekil 4.19. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem Cl değerleri

NO₃ değeri inceleme alanının doğusunda kurak dönemde 0.63-20.00 ppm değer aralığında (Şekil 4.20), yağışlı dönemde 0.77-20.00 ppm değer aralığında düşüktür (Şekil 4.21).

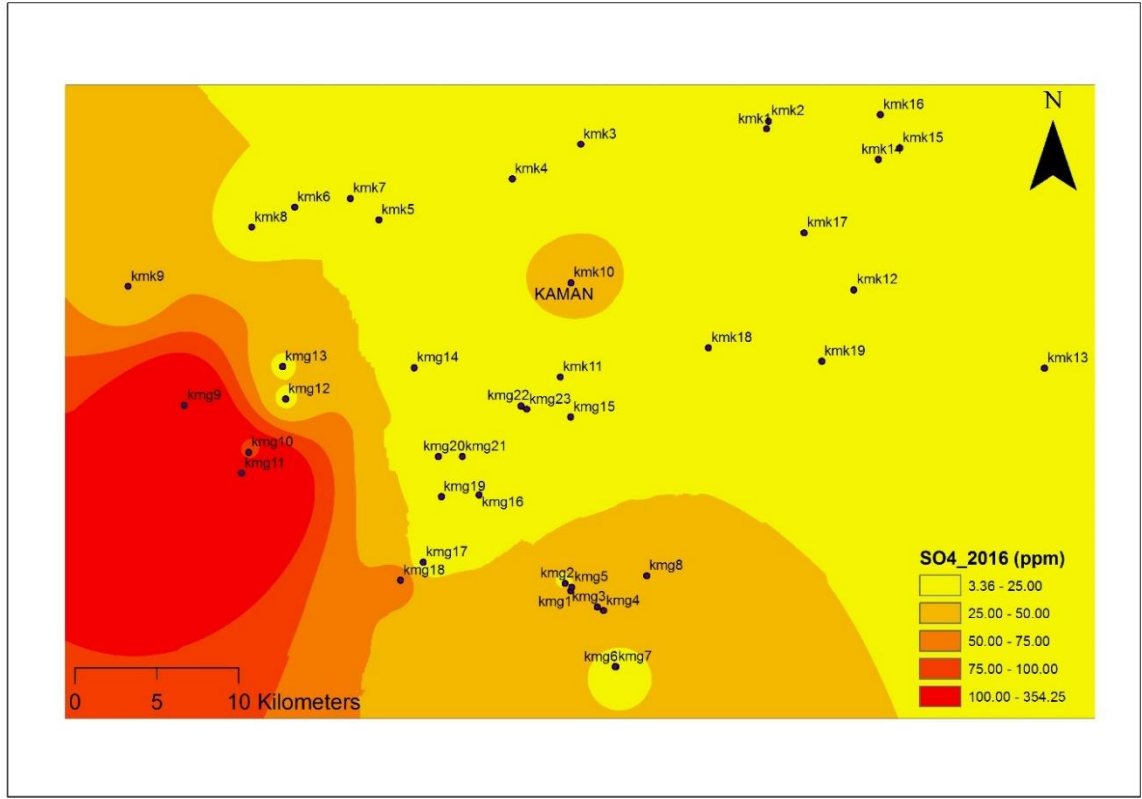


Şekil 4.20. Çalışma alanındaki suların kurak dönem NO₃ değerleri

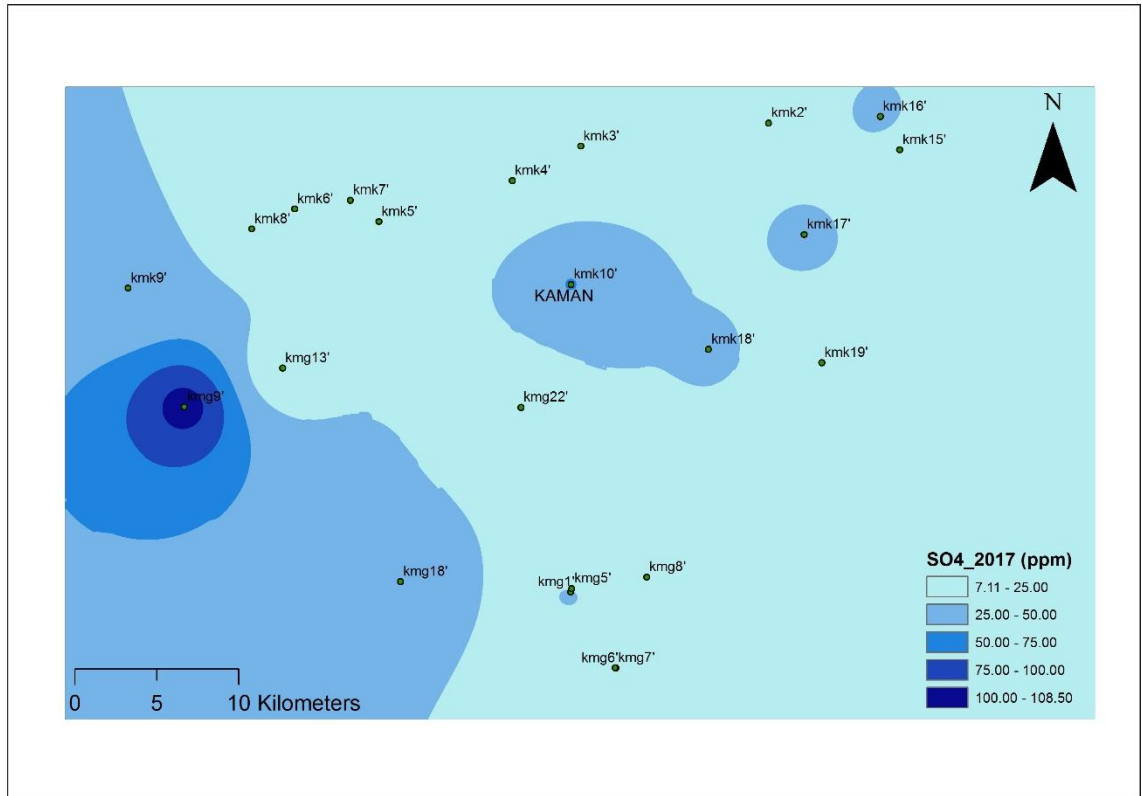


Şekil 4.21. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem NO₃ değerleri

Kurak (Şekil 4.22) ve yağışlı (Şekil 4.23) dönemlerde SO₄ değeri inceleme alanının batısında 75.00-354.25 ppm aralığında yüksektir.

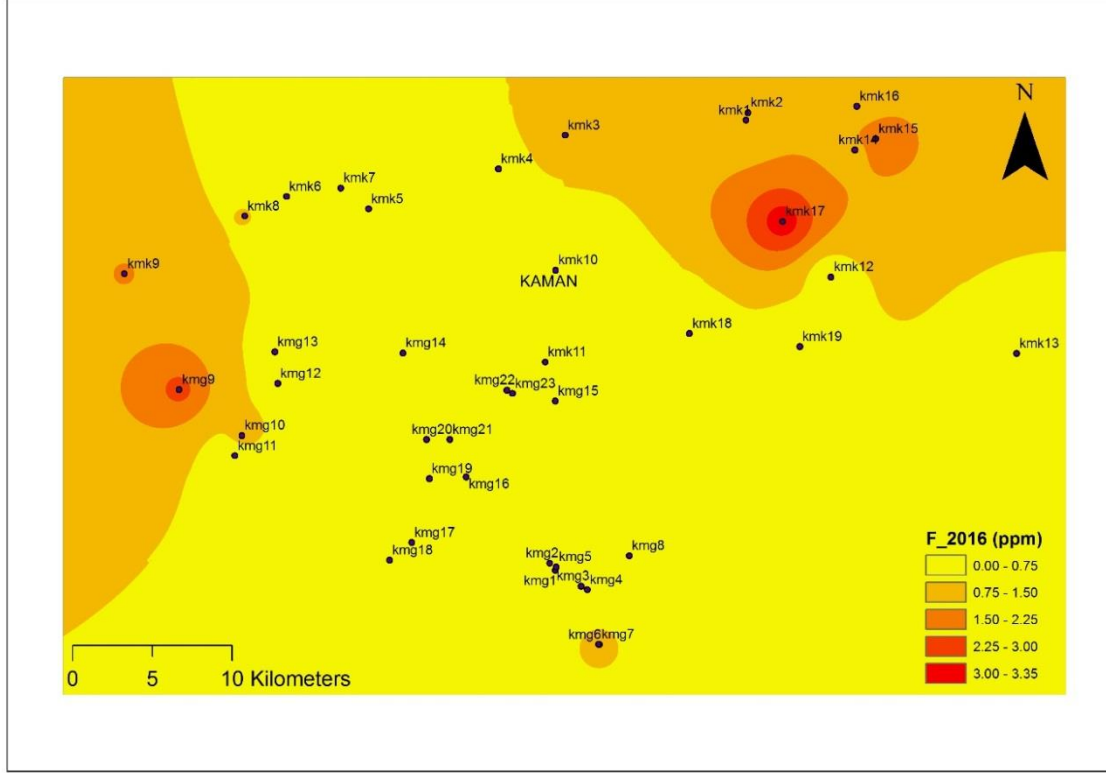


Şekil 4.22. Çalışma alanındaki suların kurak dönem SO₄ değerleri

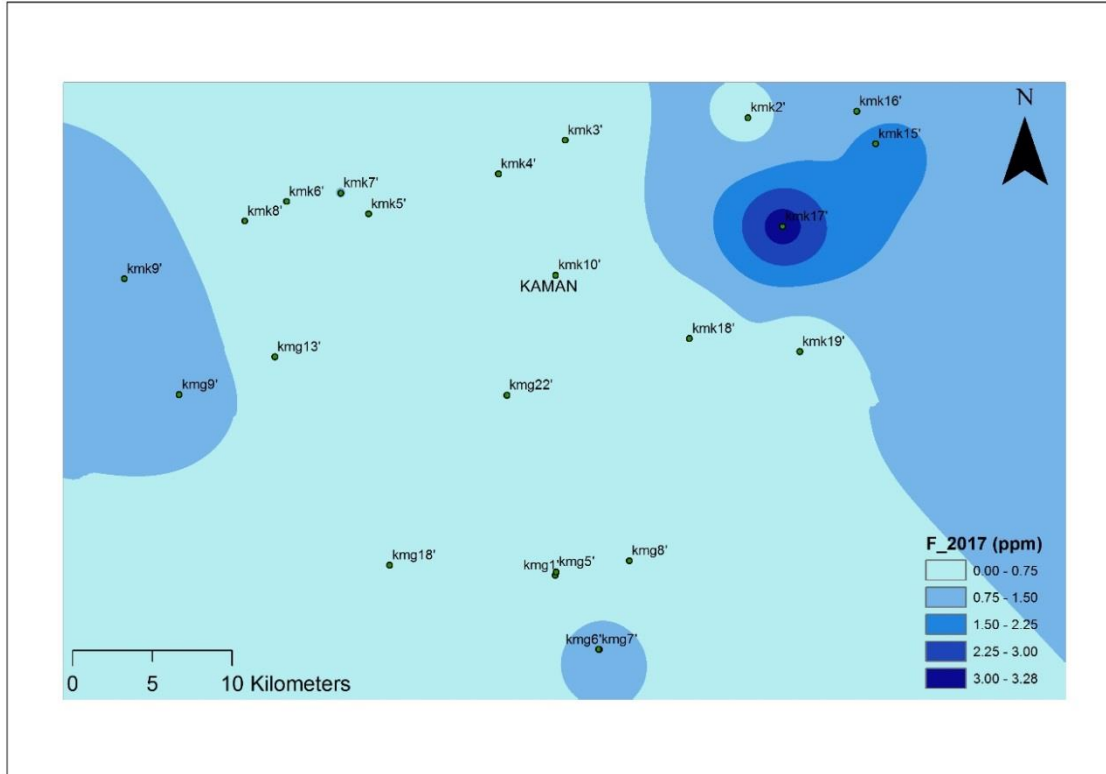


Şekil 4.23. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem SO₄ değerleri

İnceleme alanının kuzeydoğusunda kurak (Şekil 4.24) ve yağışlı (Şekil 4.25) dönem F değeri 2.25-3.35 ppm değer aralığında Orta Anadolu Granitoidleri'nin yoğun olarak gözlemlendiği bölgelerde yüksektir.



Şekil 4.24. Çalışma alanındaki suların kurak dönem F değerleri



Şekil 4.25. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem F değerleri

İnceleme alanındaki suların iz element sonuçlarına göre elde edilen değerler Tablo 4.3’de verilmiştir.

Tablo 4.3. Çalışma alanındaki suların iz element sonuçları (Subaşı, 2017; Girişen, 2018)

No	Örnekleme Tarihi	Al (ppb)	As (ppb)	Ba (ppb)	Cr (ppb)	Mo (ppb)	Ni (ppb)	V (ppb)	S (ppm)	Si (ppm)	U (ppb)
Kmk1	28.06.2016	<0.1	5.5	6.89	16.2	6.91	1.94	6.7	10.2	11.5	9.6
Kmk2	28.06.2016	<0.1	2.4	4.85	17.2	4.85	1.33	6.7	9.4	13.7	17.5
Kmk2'	03.05.2017	<0.1	1.90	26.6	15.56	4.55	1.99	5.06	7.2	13.9	16.48
Kmk3	28.06.2016	<0.1	11.7	6.93	20.3	6.96	1.91	10.0	6.0	9.0	8.0
Kmk3'	03.05.2017	0.41	10.36	130.0	21.21	6.45	2.08	7.76	4.5	9.7	7.32
Kmk4	28.06.2016	<0.1	0.4	1.53	14.3	1.53	1.91	3.2	5.5	8.1	2.4
Kmk4'	03.05.2017	<0.1	0.33	53.5	15.00	1.40	2.22	2.73	3.6	9.1	2.30
Kmk5	28.06.2016	<0.1	24.6	1.93	19.7	1.93	1.75	15.3	8.7	9.0	5.4
Kmk5'	03.05.2017	<0.1	21.53	122.1	20.58	1.63	2.52	11.67	6.5	9.7	4.78
Kmk6	28.06.2016	<0.1	23.4	29.0	16.7	0.87	1.99	14.2	6.2	12.8	2.9
Kmk6'	03.05.2017	8.18	20.32	22.8	17.53	0.71	2.14	11.41	3.9	16.1	2.67
Kmk7	28.06.2016	2.14	19.4	153.4	16.0	1.69	1.99	20.7	4.7	10.3	2.5
Kmk7'	03.05.2017	3.01	18.13	144.1	15.67	1.62	1.89	16.92	2.8	12.7	2.47
Kmk8	28.06.2016	<0.1	12.7	82.9	8.6	1.74	0.42	15.7	6.8	10.7	4.7
Kmk8'	03.05.2017	<0.1	16.22	100.5	18.54	1.63	2.07	12.74	3.9	13.3	4.99
Kmk9	28.06.2016	<0.1	9.1	64.4	12.0	4.69	0.46	33.2	12.9	10.5	15.6
Kmk9'	03.05.2017	<0.1	9.85	100.9	20.74	4.47	2.14	23.69	7.0	11.7	16.37
Kmk10	29.06.2016	<0.1	7.9	88.0	4.6	0.33	1.20	3.5	19.1	6.9	0.7
Kmk10'	04.05.2017	<0.1	9.03	131.8	18.72	0.34	3.67	2.43	10.6	8.5	1.50
Kmk11	29.06.2016	<0.1	1.1	10.3	12.5	0.26	1.62	2.1	4.4	6.2	2.6
Kmk12	29.06.2016	<0.1	1.3	45.5	9.3	2.10	1.01	2.5	6.0	10.6	3.3
Kmk13	29.06.2016	<0.1	0.7	48.8	5.7	0.45	3.65	0.5	1.8	3.9	0.6
Kmk14	29.06.2016	<0.1	6.8	49.8	17.3	2.88	2.03	2.0	6.1	11.1	14.9
Kmk15	30.06.2016	<0.1	2.3	1.6	9.3	1.72	0.82	0.5	3.9	12.8	13.1
Kmk15'	03.05.2017	3.26	2.03	1.6	10.23	1.58	0.83	0.38	1.2	15.4	9.56
Kmk16	30.06.2016	<0.1	2.0	16.3	15.2	2.64	1.39	9.9	9.2	12.2	20.7
Kmk16'	03.05.2017	<0.1	1.77	17.5	15.48	2.39	1.71	7.72	5.5	15.0	19.95
Kmk17	30.06.2016	<0.1	10.5	7.6	15.4	5.11	1.72	7.6	9.8	13.1	36.9
Kmk17'	03.05.2017	<0.1	9.39	6.8	15.19	4.83	1.88	6.03	5.2	16.6	33.69
Kmk18	30.06.2016	<0.1	27.4	5.1	6.2	1.36	0.69	1.1	5.4	11.2	2.3
Kmk18'	03.05.2017	8.95	23.94	5.8	6.28	1.04	0.87	0.75	4.5	13.8	1.44
Kmk19	30.06.2016	<0.1	23.9	13.5	10.2	0.39	1.07	3.9	3.1	11.2	1.2
Kmk19'	03.05.2017	<0.1	2.85	16.1	6.77	0.58	0.76	1.45	2.7	15.3	0.90
Kmg1	27.06.2016	<0.1	69.3	29.8	6.2	1.66	0.49	2.0	15.6	7.2	1.6
Kmg1'	04.05.2017	<0.1	87.36	40.1	17.27	1.64	3.00	1.51	9.4	9.5	2.71
Kmg2	27.06.2016	<0.1	398.4	52.2	14.5	1.14	1.39	3.1	7.0	7.0	3.0
Kmg3	27.06.2016	<0.1	16.2	47.0	13.9	1.01	1.28	1.1	14.0	7.4	2.0
Kmg4	27.06.2016	<0.1	23.1	32.7	5.6	0.88	0.61	1.8	14.5	7.3	1.2
Kmg5	27.06.2016	<0.1	221.5	29.9	5.2	1.04	0.49	2.9	6.5	6.1	1.1
Kmg5'	04.05.2017	<0.1	256.69	58.2	13.70	1.04	2.19	2.13	5.2	9.1	2.62
Kmg6	27.06.2016	<0.1	30.7	42.2	13.5	1.97	1.33	3.4	6.0	8.5	4.6

Tablo 4.3 (devam).

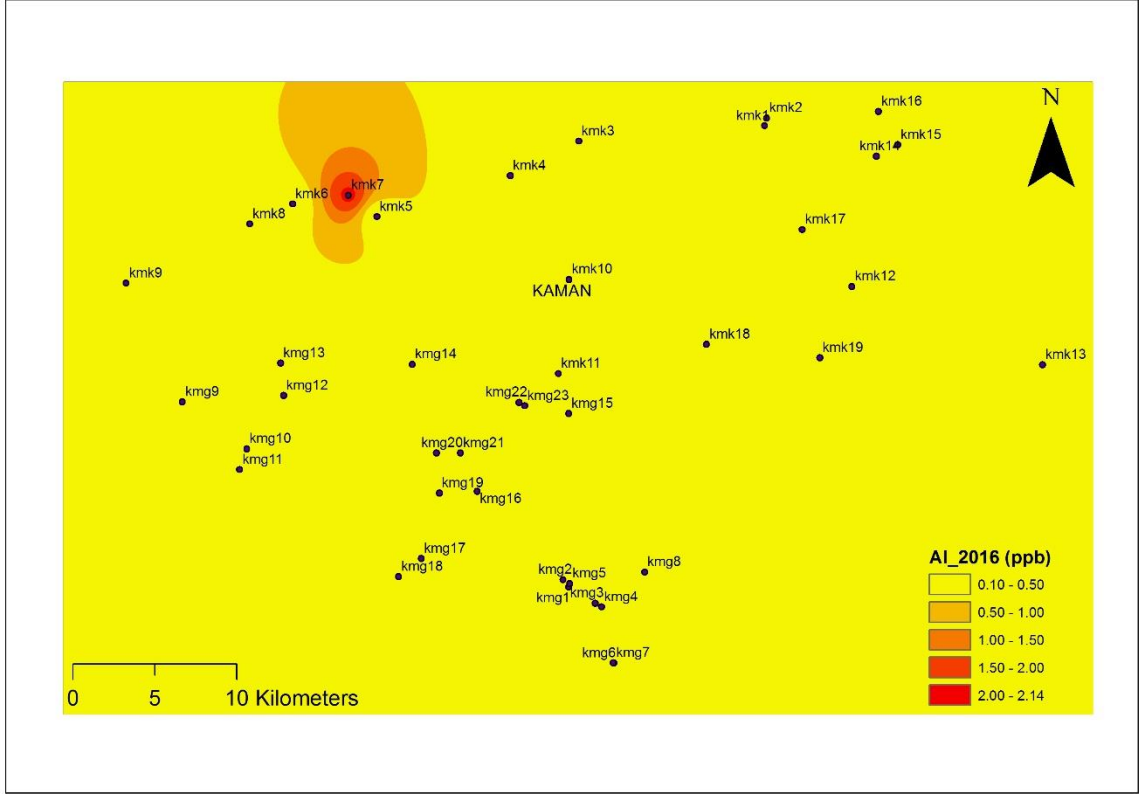
Kmg6'	04.05.2017	<0.1	37.69	45.5	13.67	1.99	1.65	3.23	2.6	11.7	4.39
Kmg7	27.06.2016	<0.1	43.3	75.3	14.7	7.55	1.01	3.2	7.9	10.8	15.0
Kmg7'	04.05.2017	<0.1	38.53	78.8	15.02	7.26	1.33	2.45	3.9	14.7	14.05
Kmg8	27.06.2016	<0.1	54.2	126.1	3.8	0.38	1.39	4.1	10.7	7.3	0.9
Kmg8'	04.05.2017	<0.1	68.10	102.4	14.71	0.48	2.12	2.64	2.4	10.0	2.18
Kmg9	28.06.2016	<0.1	9.8	39.8	15.0	9.70	1.70	2.8	44.0	7.1	8.5
Kmg9'	04.05.2017	<0.1	8.48	42.8	14.98	9.17	2.14	2.04	37.1	10.3	7.98
Kmg10	28.06.2016	<0.1	0.6	98.1	16.5	1.76	1.63	1.6	18.6	5.5	5.3
Kmg11	28.06.2016	<0.1	11.2	68.9	7.8	2.83	4.33	5.0	92.9	3.7	2.0
Kmg12	28.06.2016	<0.1	0.8	86.6	19.0	1.53	2.23	3.4	3.8	4.9	3.7
Kmg13	28.06.2016	<0.1	14.4	62.8	7.3	2.43	0.39	11.0	4.6	7.1	4.1
Kmg13'	04.05.2017	<0.1	1.68	72.4	16.63	1.60	2.08	4.61	1.3	8.6	1.71
Kmg14	28.06.2016	<0.1	0.6	27.8	14.2	0.80	1.60	2.6	2.4	4.7	1.6
Kmg15	29.06.2016	0.1	0.3	8.9	2.9	1.05	0.45	1.5	1.1	6.6	0.1
Kmg16	29.06.2016	<0.1	2.8	60.1	14.0	1.28	2.37	6.6	3.2	5.2	5.3
Kmg17	29.06.2016	<0.1	6.2	14.0	8.5	0.52	1.27	3.2	2.4	3.1	0.7
Kmg18	29.06.2016	<0.1	14.0	135.0	12.0	2.73	2.50	6.2	13.7	5.3	10.3
Kmg18'	04.05.2017	<0.1	15.37	137.5	13.98	2.64	2.90	5.97	11.2	9.4	11.06
Kmg19	29.06.2016	<0.1	2.5	30.2	11.6	0.73	1.76	3.6	2.9	4.4	3.1
Kmg20	29.06.2016	<0.1	2.7	12.0	4.5	0.31	0.51	1.5	1.3	2.8	0.3
Kmg21	29.06.2016	<0.1	20.5	8.3	9.1	0.16	1.46	1.2	0.6	2.1	0.5
Kmg22	29.06.2016	<0.1	119.6	4.6	4.0	0.85	0.49	1.1	1.2	4.5	1.2
Kmg22'	04.05.2017	<0.1	148.61	5.2	11.36	0.88	1.69	0.98	0.5	8.0	2.74
Kmg23	29.06.2016	<0.1	11.7	15.4	8.2	0.86	1.11	1.6	0.27	3.4	4.1

Kurak dönem Al değeri 1.50-2.14 ppb değer aralığında inceleme alanının kuzeybatı kesiminde yüksektir (Şekil 4.26). İnceleme alanının güney ve batı kesiminde yağışlı dönem Al değeri 0.10-1.00 ppb değer aralığında düşüktür (Şekil 4.27).

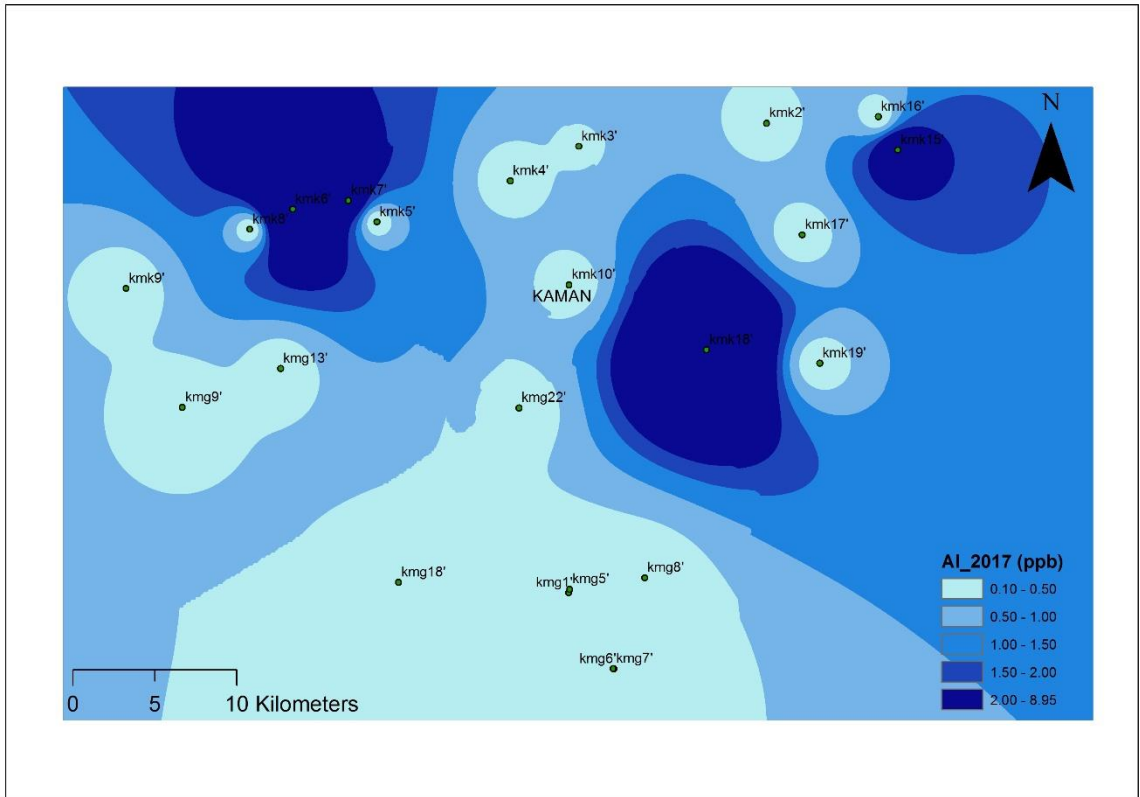
Kurak (Şekil 4.28) ve yağışlı (Şekil 4.29) dönem As değerinin yüksek olduğu inceleme alanının güney kesiminde 150.00-396.38 ppb aralığında Orta Anadolu Granitoidleri ve Orta Anadolu Metamorfikleri yoğun olarak gözlenmiştir (Şekil 3.1).

Kurak (Şekil 4.30) ve yağışlı (Şekil 4.31) dönemlerde inceleme alanının doğu ve kuzeydoğusunda 1.55-60 ppb aralığında düşük olan Ba değerinin Orta Anadolu Volkanikleri açısından yoğun olduğu gözlenmiştir (Şekil 3.1).

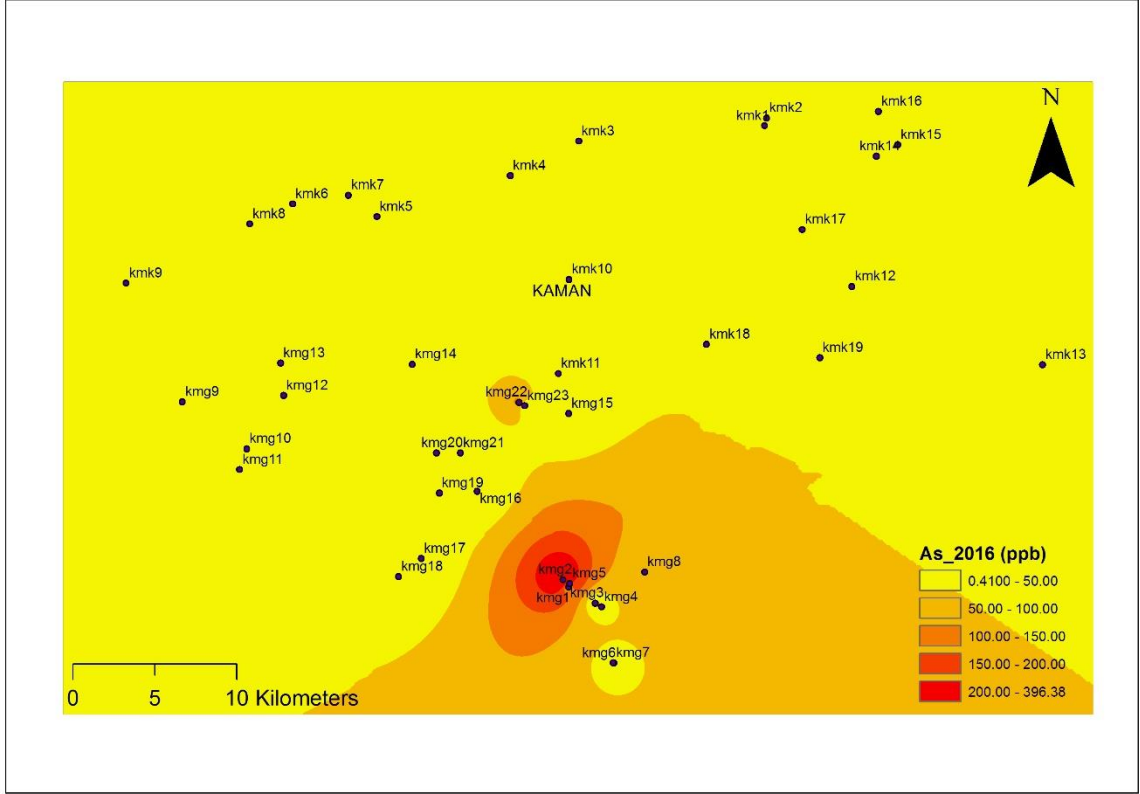
Cr değeri inceleme alanının kuzeyinde kurak dönemde 14.50-20.30 ppb değer aralığında (Şekil 4.32), yağışlı dönemde (Şekil 4.33) 14.50-21.21 ppb değer aralığında inceleme alanının kuzeyi ve batısında Orta Anadolu Ofyolitleri'nin yoğun olarak gözlendiği bölgelerde yüksektir (Şekil 3.1).



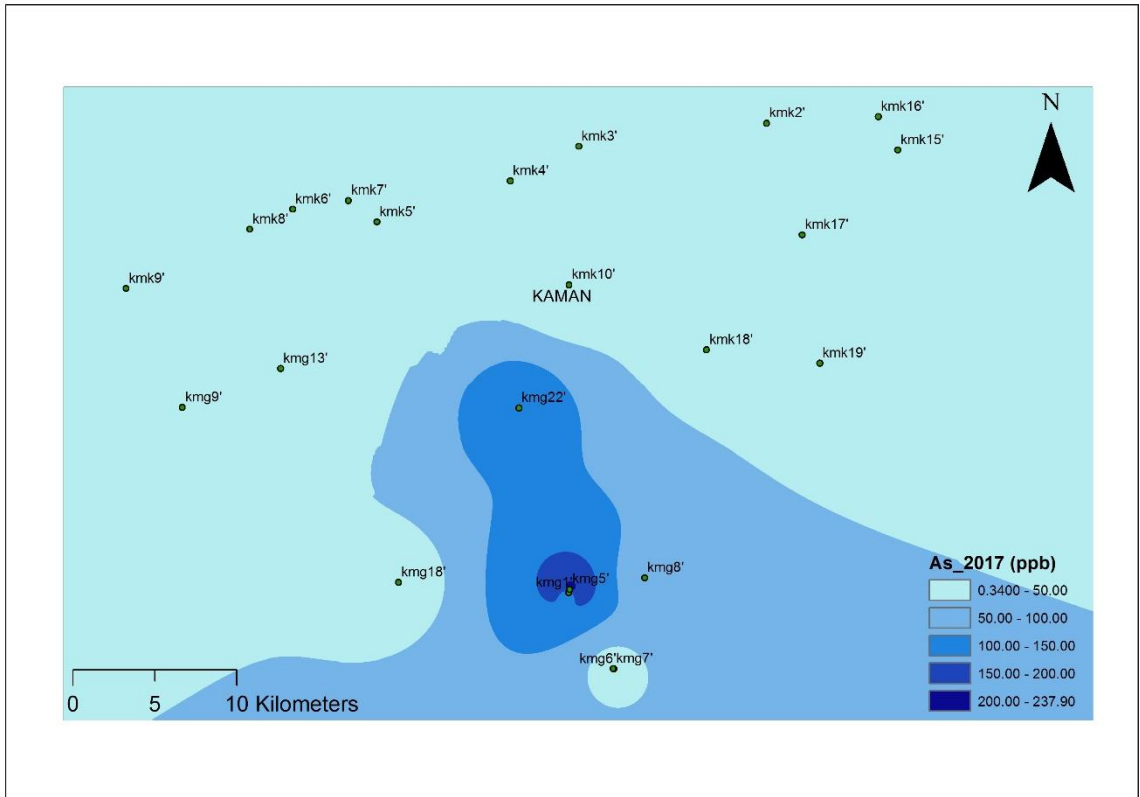
Şekil 4.26. Çalışma alanındaki suların kurak dönem AI değerleri



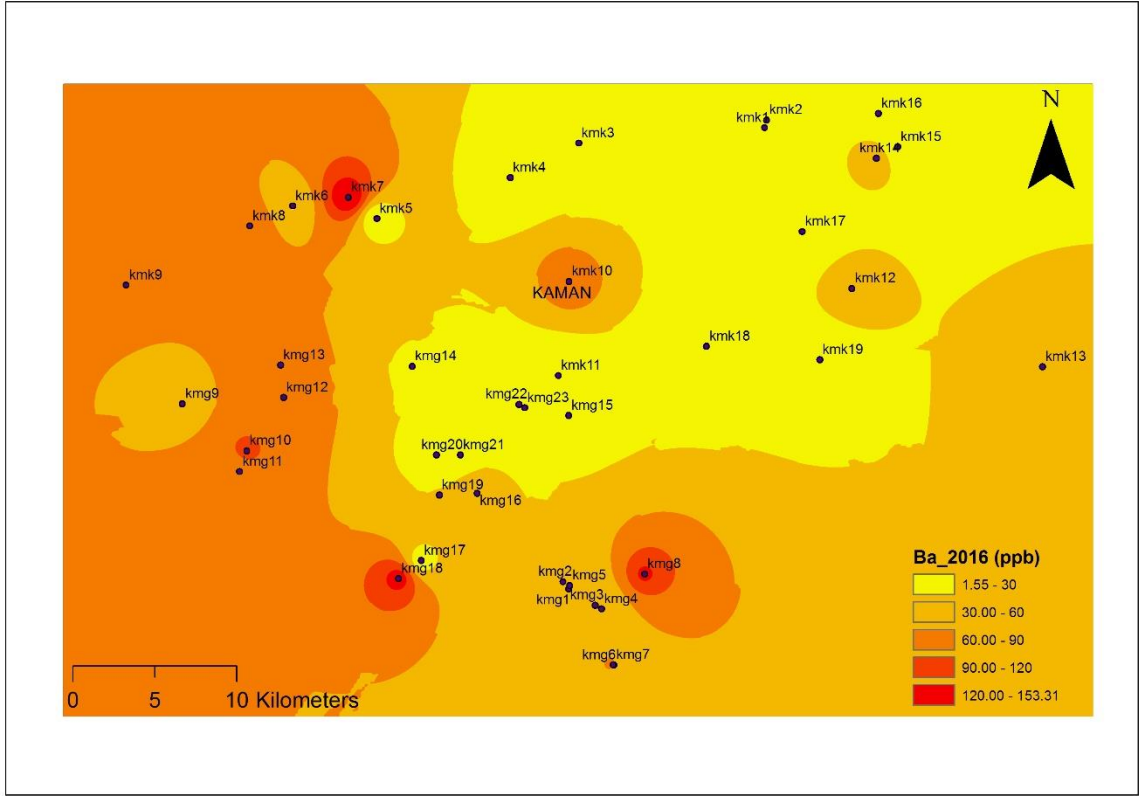
Şekil 4.27. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem AI değerleri



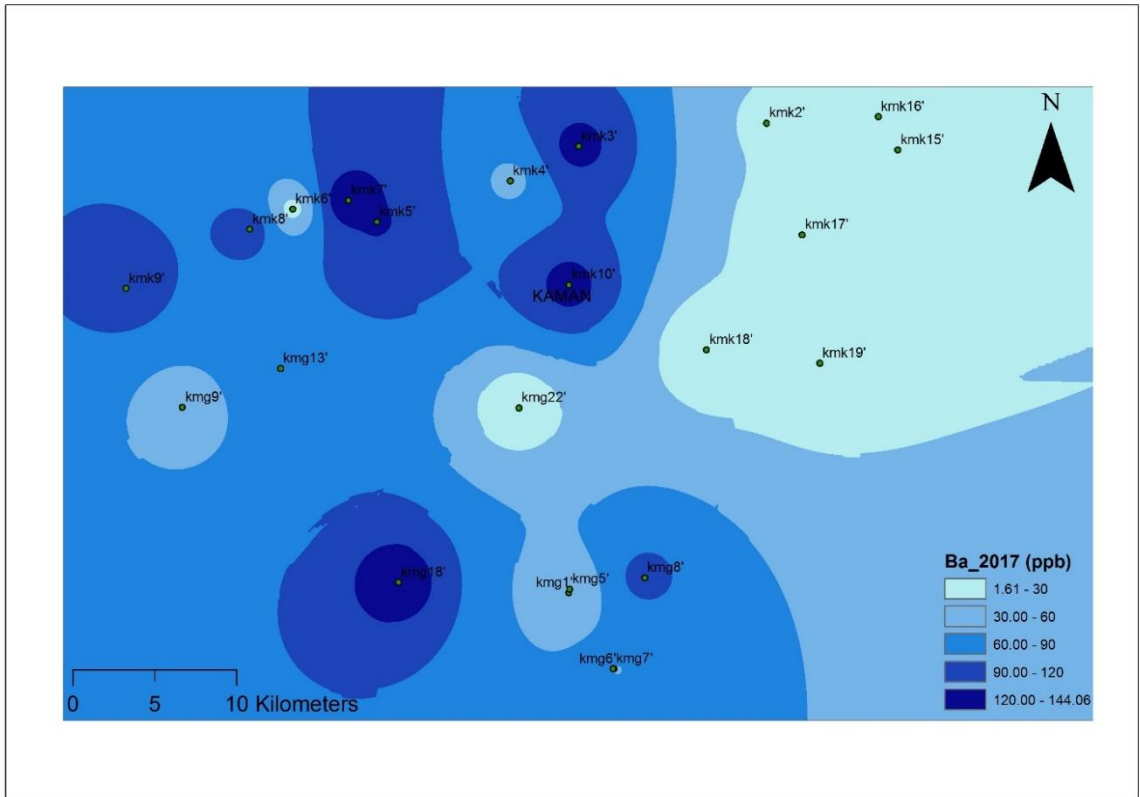
Şekil 4.28. Çalışma alanındaki suların kurak dönem As değerleri



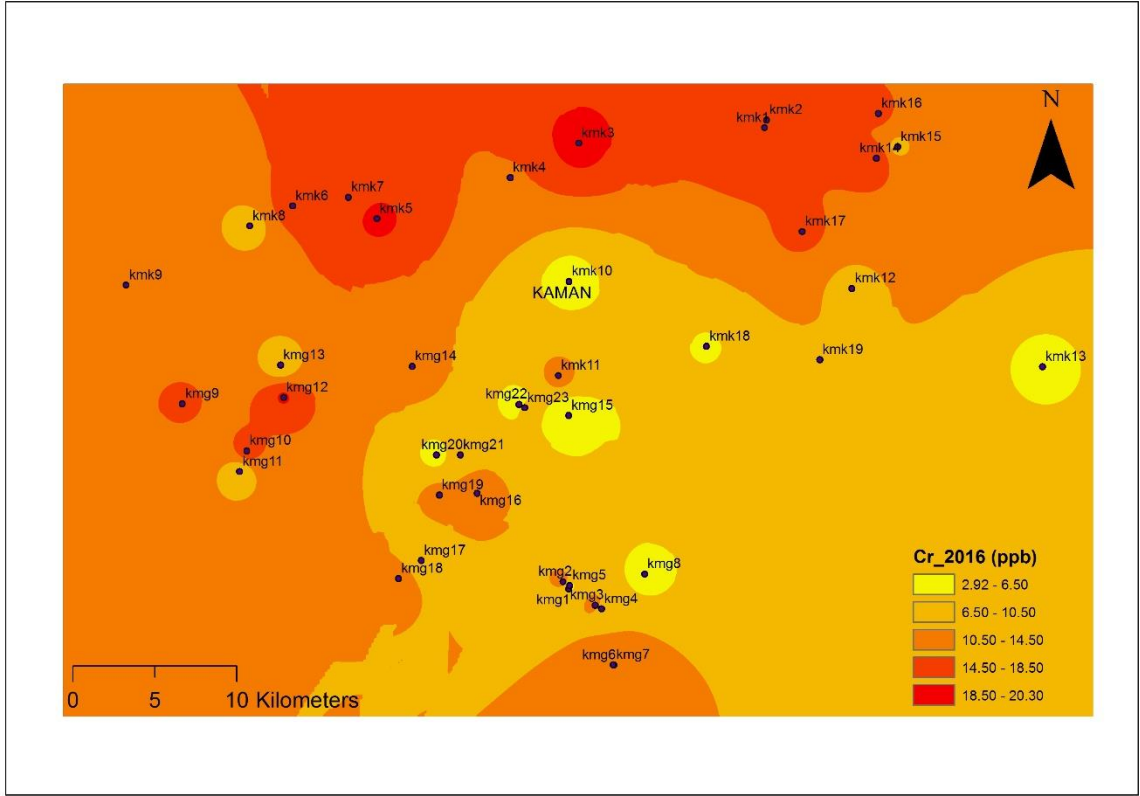
Şekil 4.29. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem As değerleri



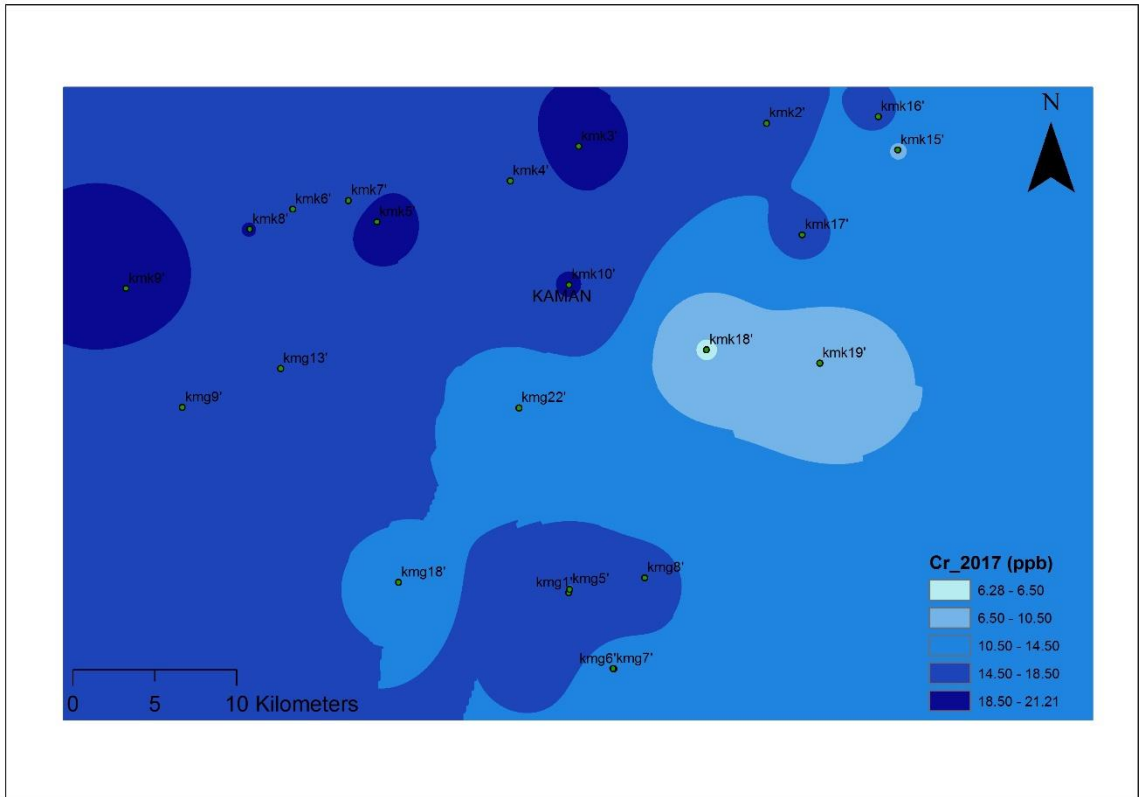
Şekil 4.30. Çalışma alanındaki suların kurak dönem Ba değerleri



Şekil 4.31. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem Ba değerleri

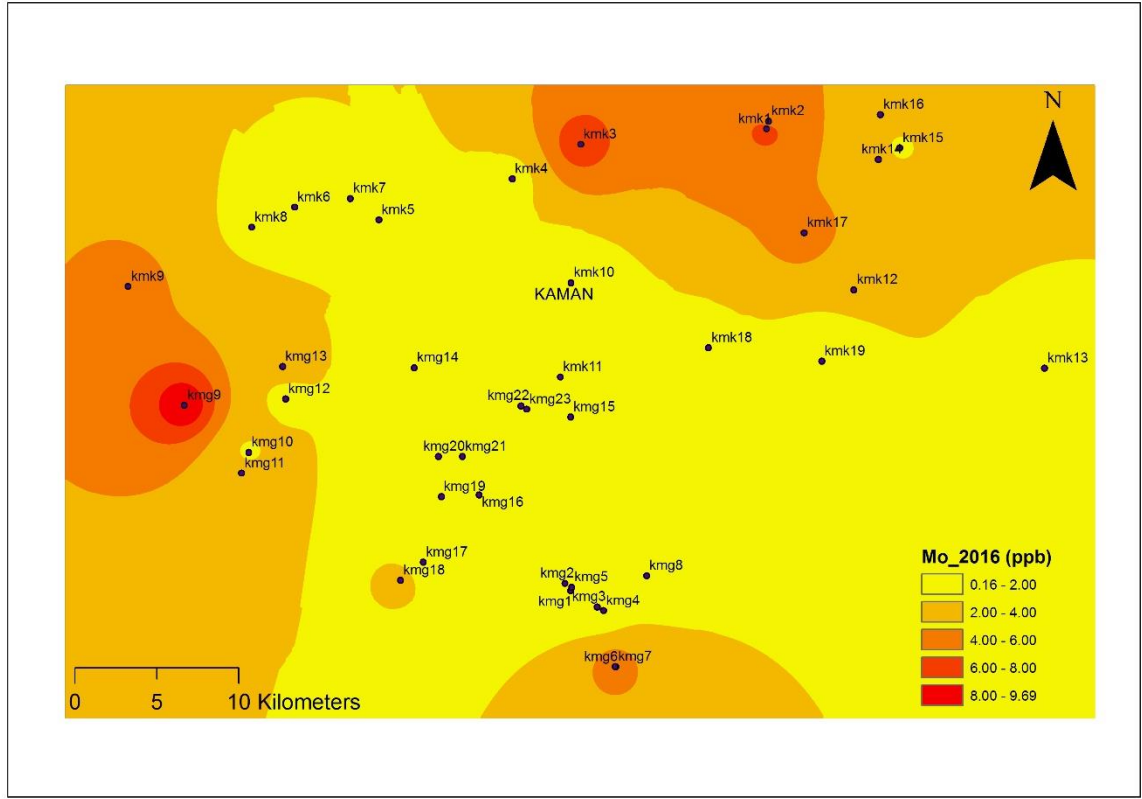


Şekil 4.32. Çalışma alanındaki suların kurak dönem Cr değerleri

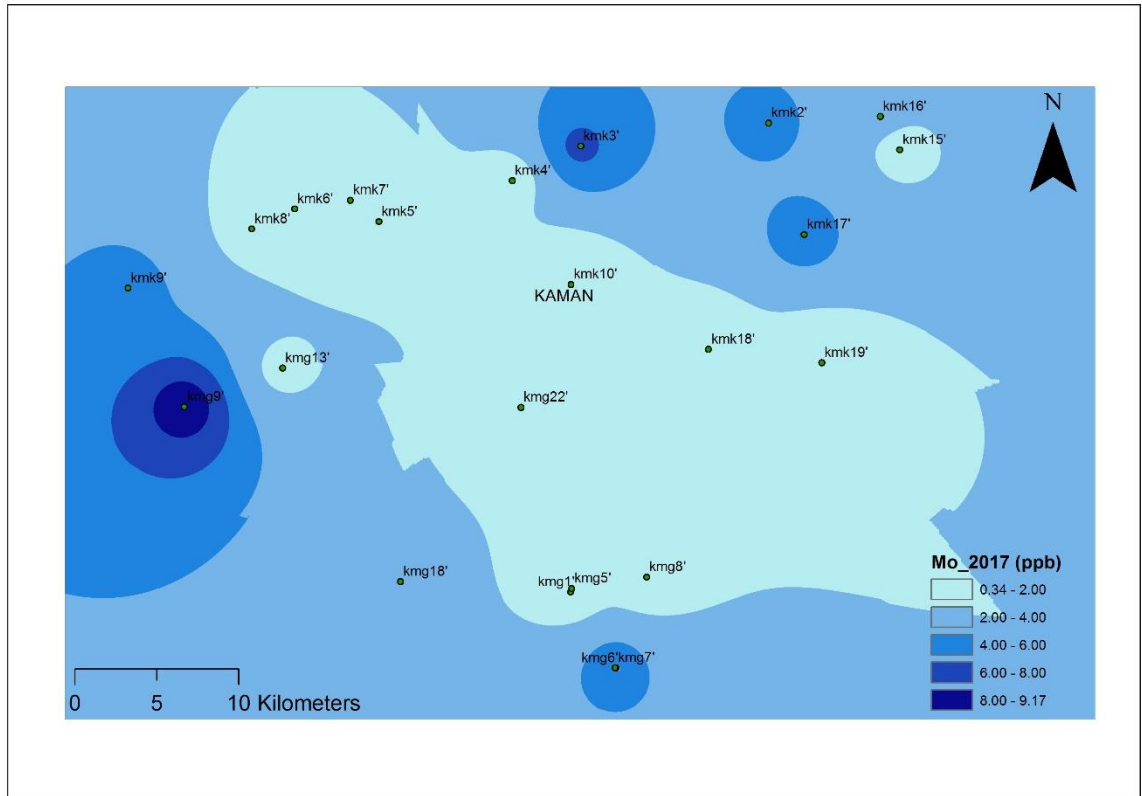


Şekil 4.33. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem Cr değerleri

İnceleme alanının orta kesiminde 0.16-4.00 ppb değer aralığında kurak (Şekil 4.34) ve yağışlı (Şekil 4.35) dönem Mo değerinin düşük olduğu gözlenmektedir.



Şekil 4.34. Çalışma alanındaki suların kurak dönem Mo değerleri



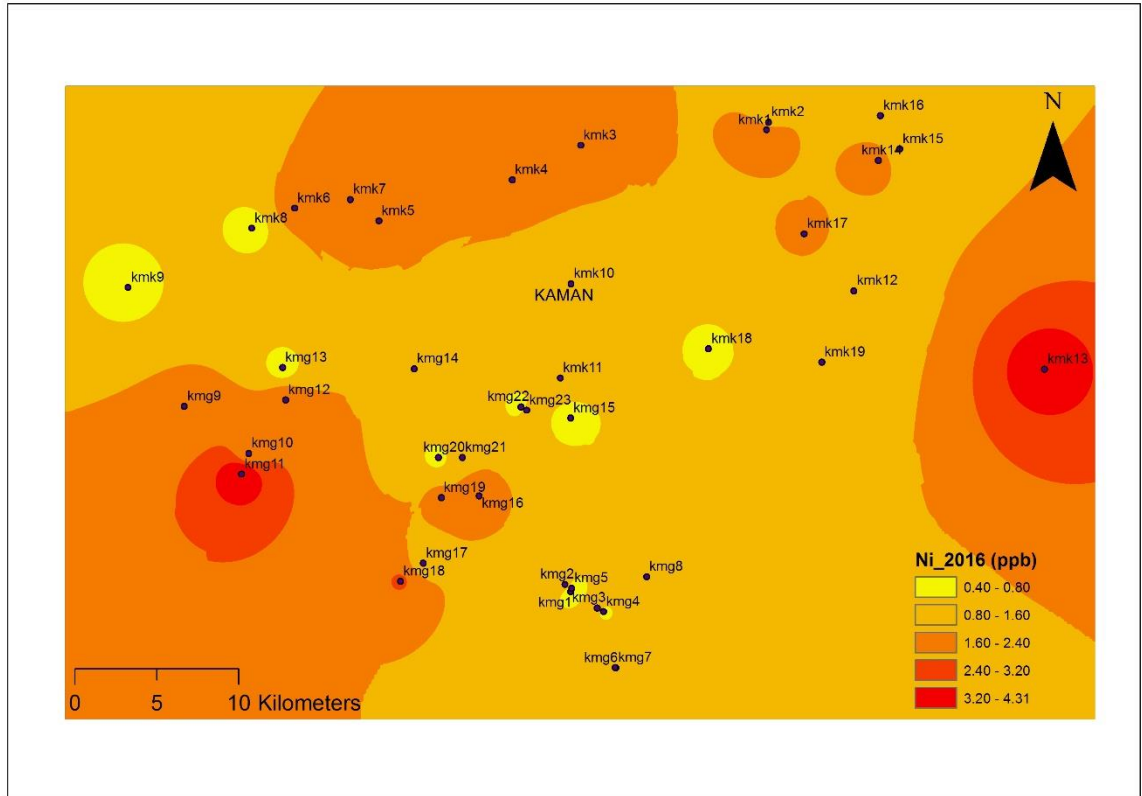
Şekil 4.35. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem Mo değerleri

Ni değeri kurak dönemde inceleme alanının güneybatı ve doğu kesimlerinde 2.40-4.31 ppb arasında (Şekil 4.36), yağışlı dönemde inceleme alanının orta kesiminde 2.40-3.67 ppb arasında yoğun olarak gözlenmektedir (Şekil 4.37).

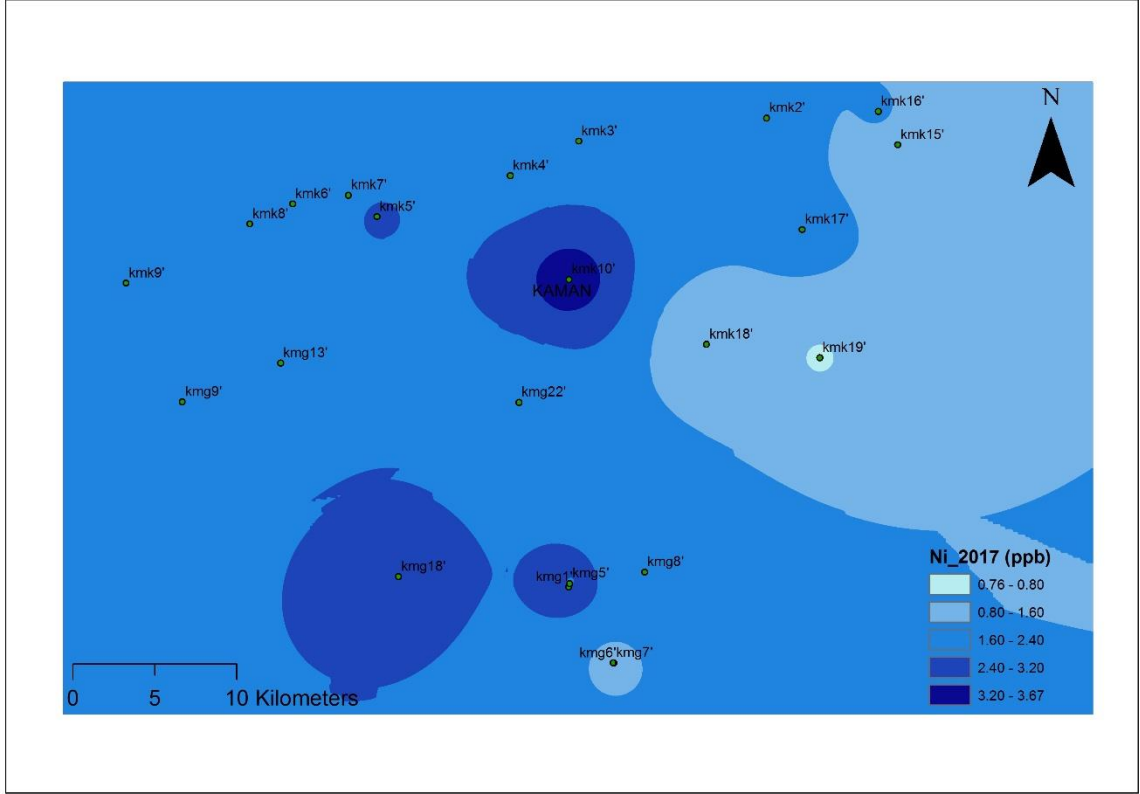
İnceleme alanının kuzeybatısında hem kurak (Şekil 4.38) hem de yağışlı (Şekil 4.39) dönemlerde V değeri yüksektir. Kurak dönem V değeri 16.50-33.19 ppb, yağışlı dönem V değeri 16.50-23.69 ppb aralığında yoğunlaşmıştır.

S değerinin kurak dönemde (Şekil 4.40) 25.00-92.74 ppm aralığında ve yağışlı dönemde (Şekil 4.41) 25.00-37.09 ppm aralığında inceleme alanının batısında yüksektir.

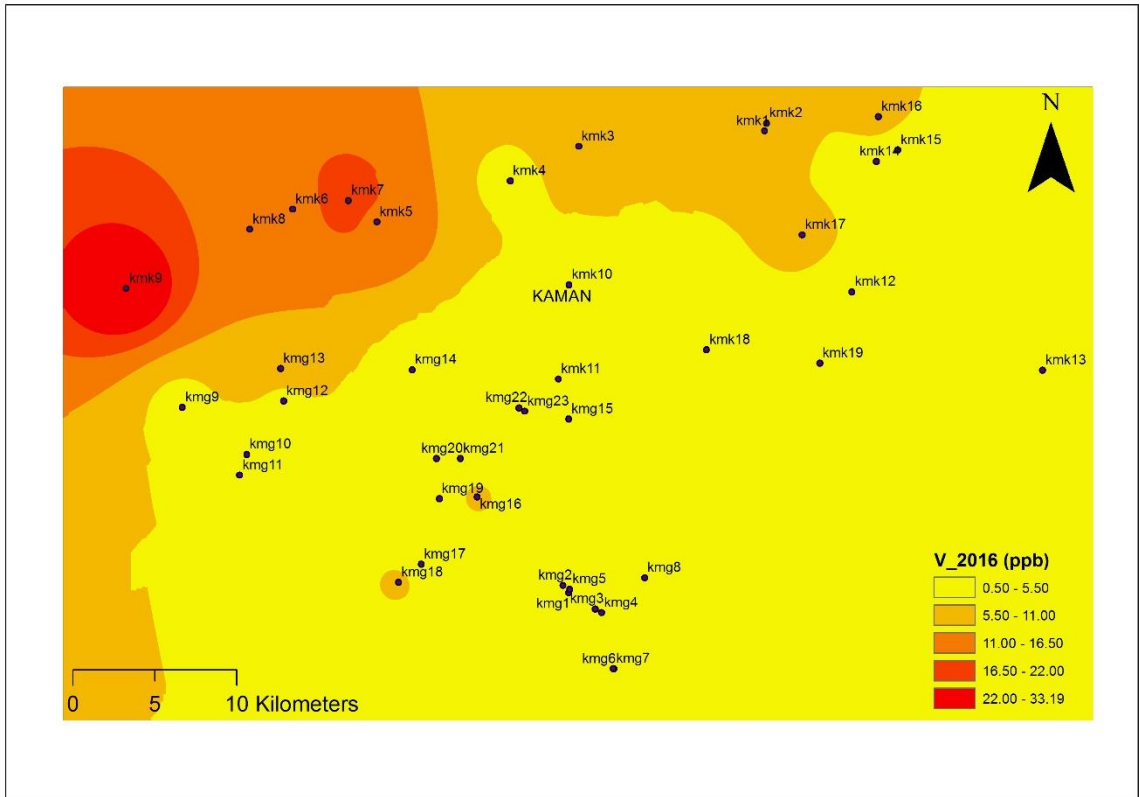
Si değerleri kurak dönemde 11.00-13.62 ppm arasında inceleme alanının kuzeydoğusunda (Şekil 4.42), yağışlı dönemde 11.00-16.60 ppm değer aralığında inceleme alanının doğu ve kuzeybatısında (Şekil 4.43) yoğun olarak gözlenmiştir.



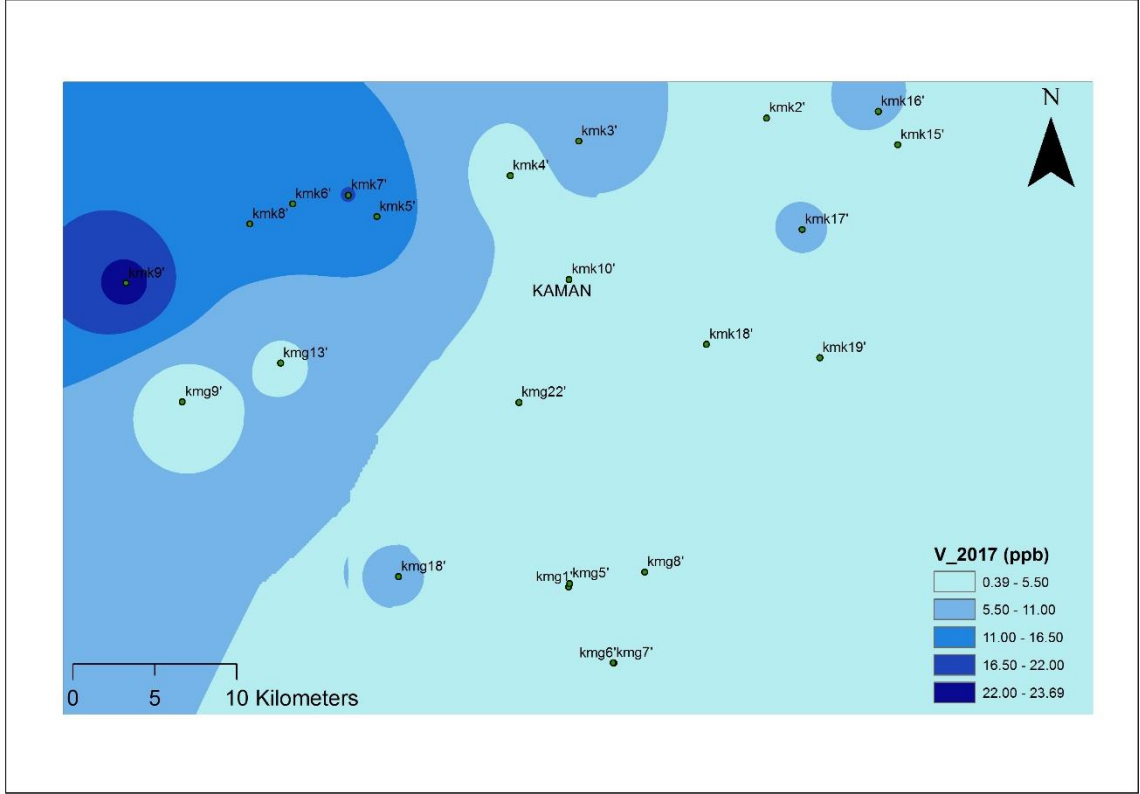
Şekil 4.36. Çalışma alanındaki suların kurak dönem Ni değerleri



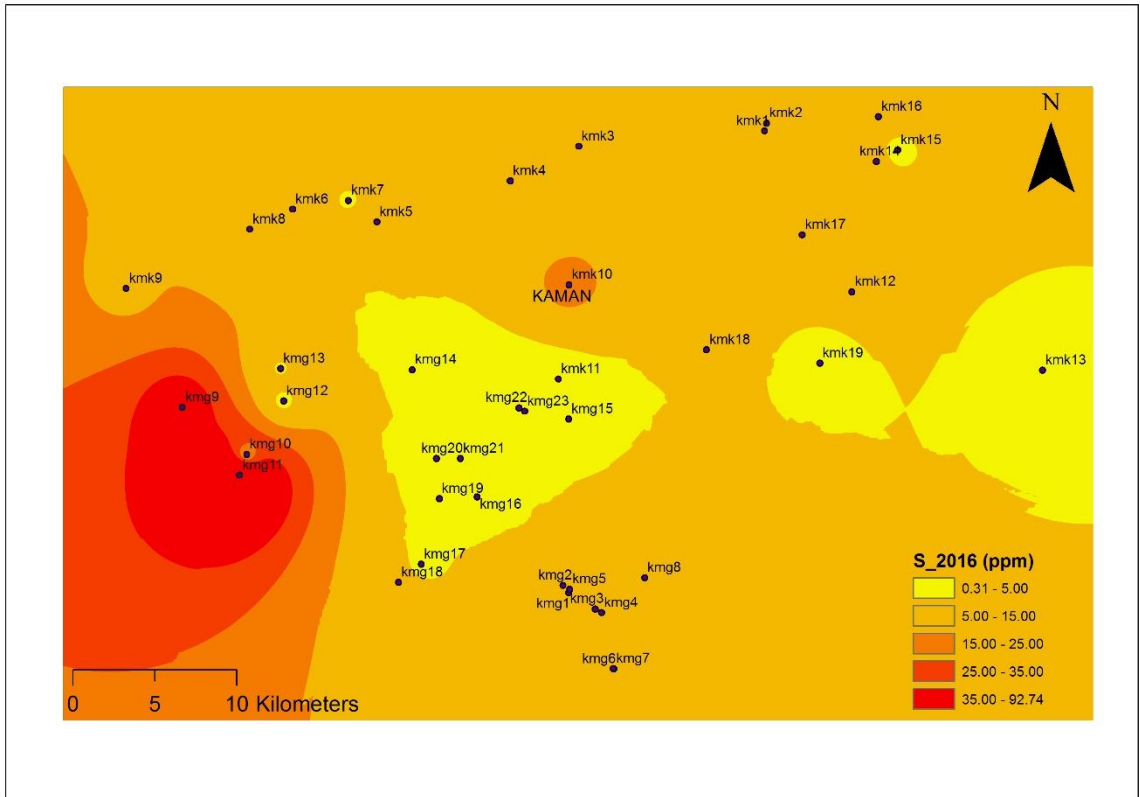
Şekil 4.37. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem Ni değerleri



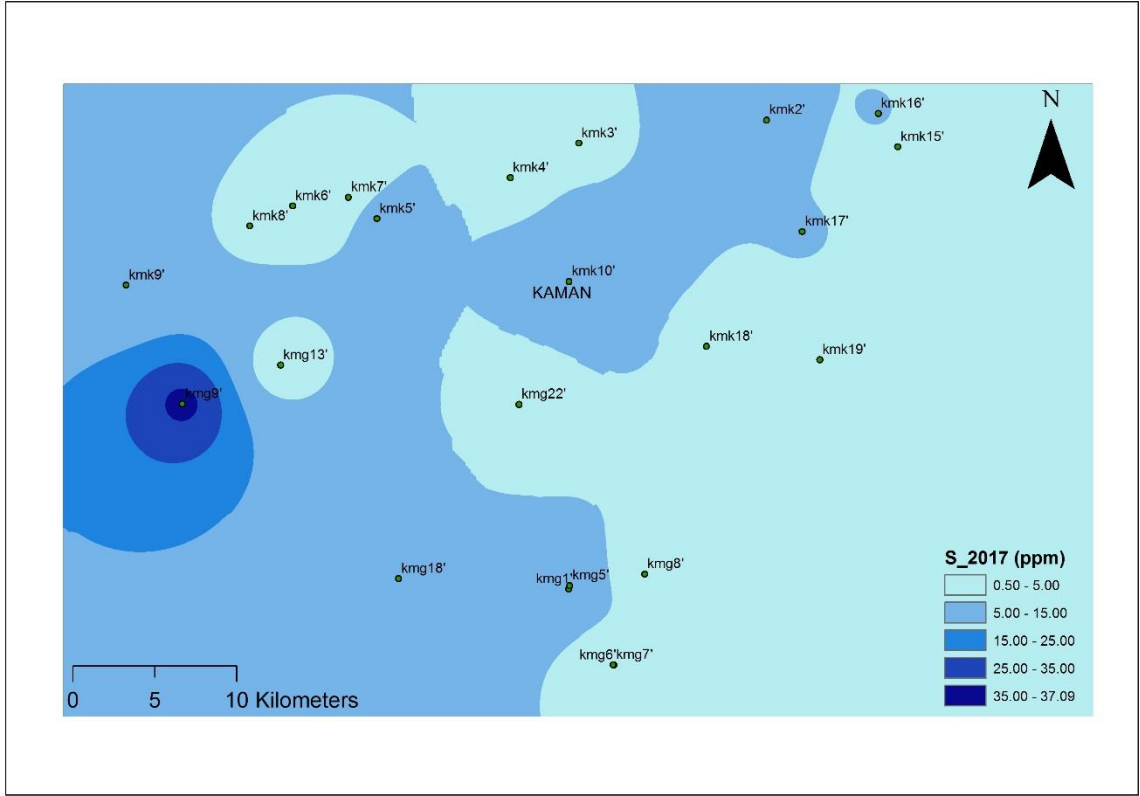
Şekil 4.38. Çalışma alanındaki suların kurak dönem V değerleri



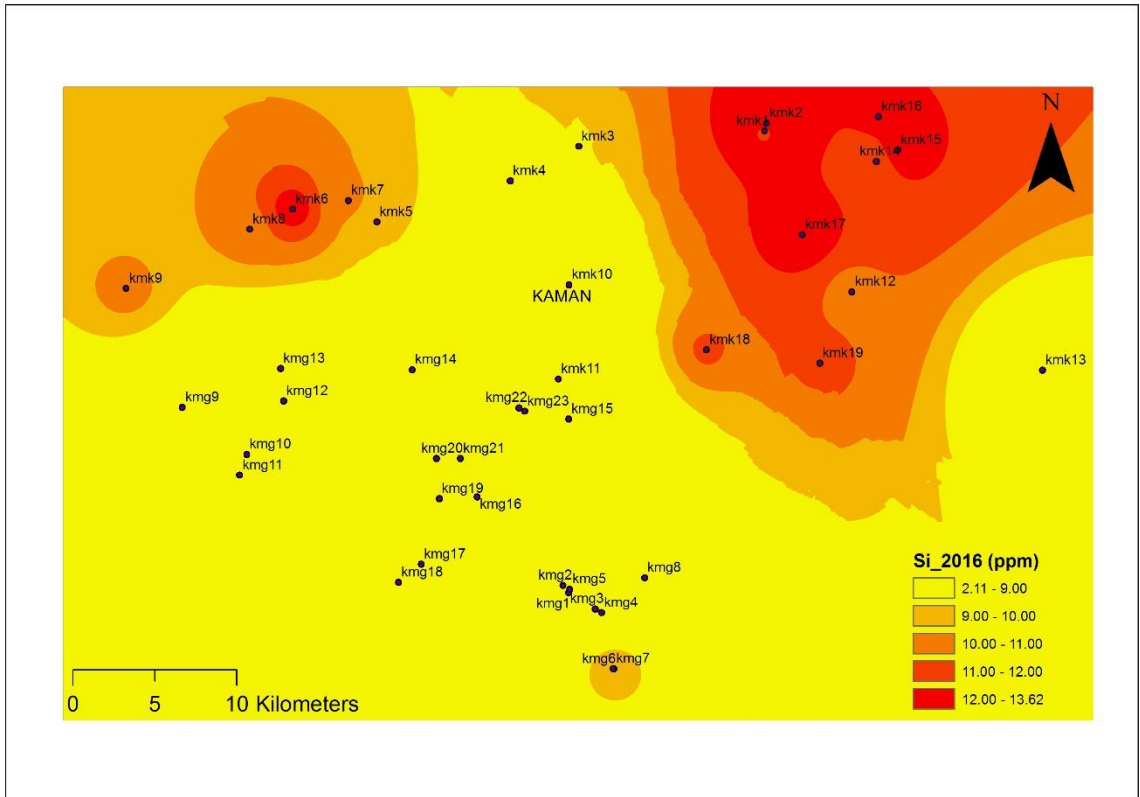
Şekil 4.39. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem V değerleri



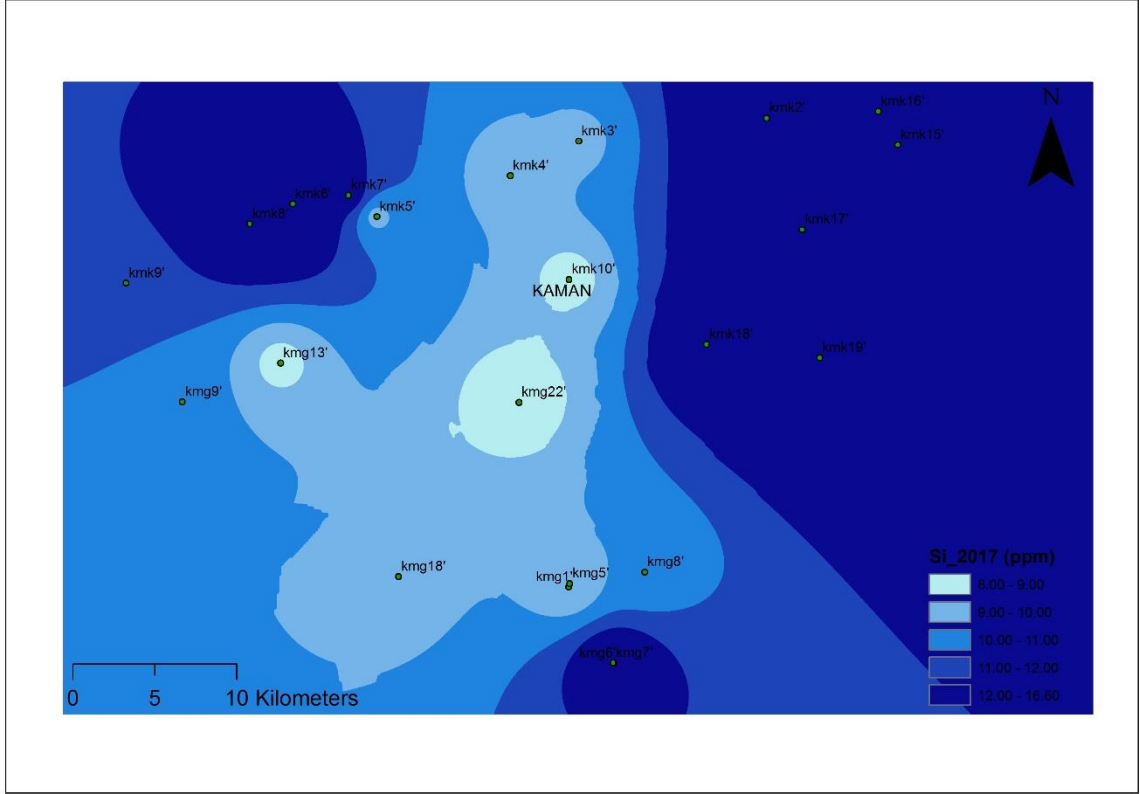
Şekil 4.40. Çalışma alanındaki suların kurak dönem S değerleri



Şekil 4.41. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem S değerleri

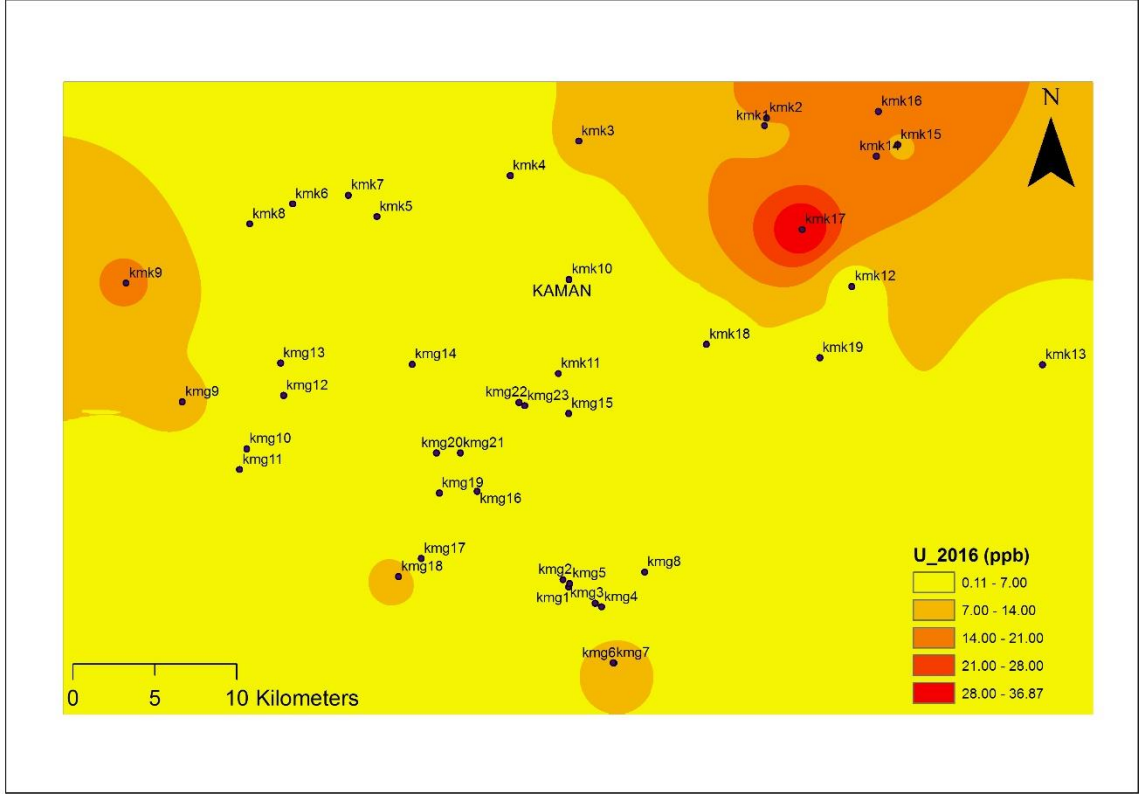


Şekil 4.42. Çalışma alanındaki suların kurak dönem Si değerleri

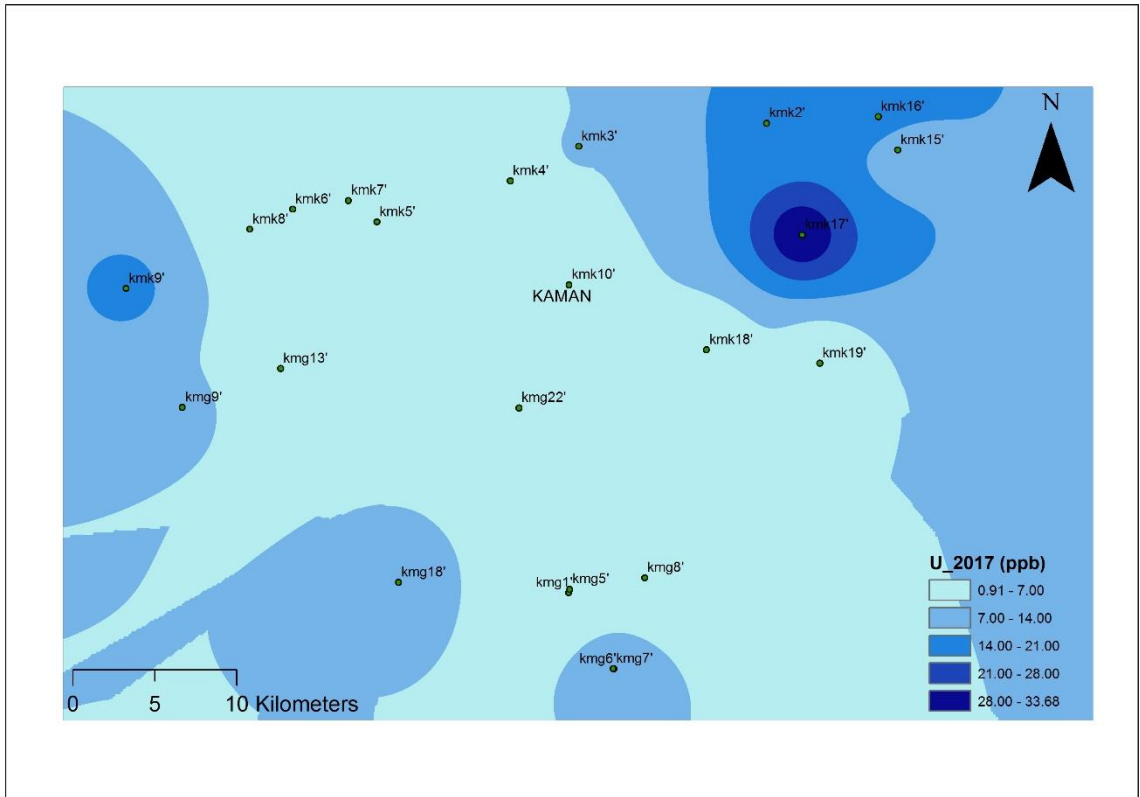


Şekil 4.43. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem Si değerleri

İnceleme alanının hem kurak hem de yağışlı dönem U değeri kuzeydoğu kesiminde artmaktadır. Şekil 4.44'e göre inceleme alanının kuzeydoğusunda 21.00-36.87 ppb değer aralığında kurak dönem U değeri, inceleme alanının kuzeydoğusunda yağışlı dönem U değeri Şekil 4.45'ya göre 21.00-33.68 ppb değer aralığında yüksektir.



Şekil 4.44. Çalışma alanındaki suların kurak dönem U değerleri



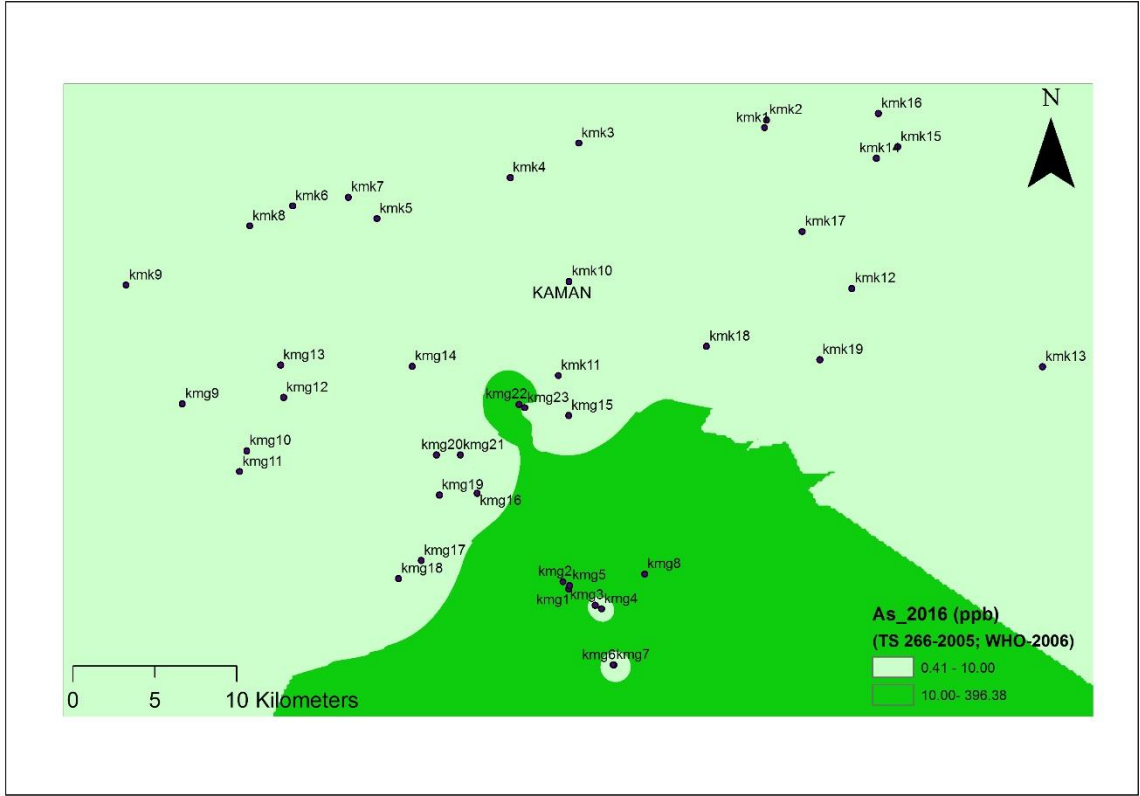
Şekil 4.45. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem U değerleri

Tablo 4.4. Türk İnsani Tüketim Amaçlı Sular Yönetmeliği (Sağlık Bakanlığı, 2005) ve Dünya Sağlık Örgütü Standartları (WHO, 2006)

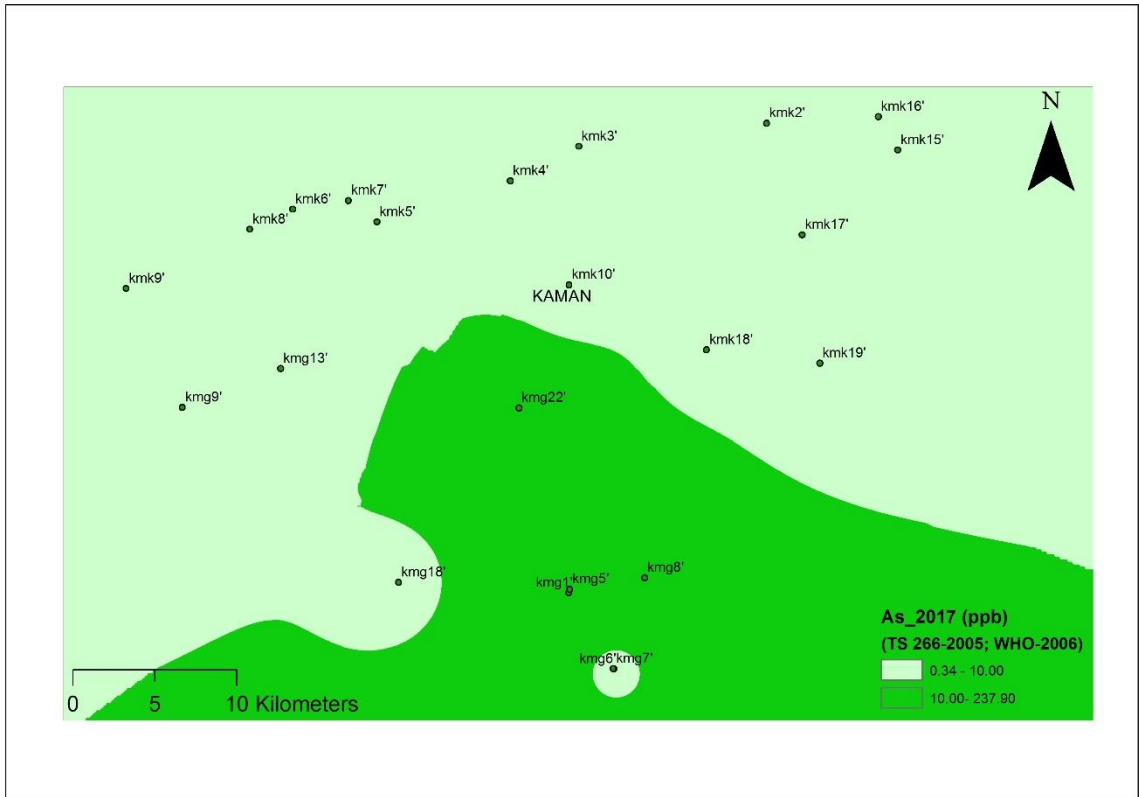
STANDART	TS 266-2005	WHO-2006
Maddenin Adı	İzin Verilebilecek Max. Miktar	Yönetmelik Değeri
1. Kimyasal Özellikler		
1.1. Arsenik (As)	10 (ppb)	10 (ppb)
1.2. Baryum (Ba)		700 (ppb)
1.3. Krom (Cr)	50 (ppb)	50 (ppb)
1.4. Florür (F)	1.5 (ppm)	1.5 (ppm)
1.5. Molibden (Mo)		70 (ppb)
1.6. Nikel (Ni)	20 (ppb)	70 (ppb)
1.7. Nitrat (NO ₃)	50 (ppm)	50 (ppm)
2. Yukarıdaki Standartlara Uygunluğun İzlenmesinde Dikkate Alınacak Özellikler		
2.1. Alüminyum (Al)	200 (ppb)	200 (ppb)
2.2. Amonyum (NH ₄)	0.5 (ppm)	
2.3. Klorür (Cl)	250 (ppm)	
2.4. İletkenlik	2500 µS/cm	
2.5. pH	6.5-9.5	
2.6. Sülfat (SO ₄)	250 (ppm)	
2.7. Sodyum (Na)	200 (pm)	
2.8. Uranyum (U)		15 (ppb)

Kurak (Şekil 4.46) ve yağışlı (Şekil 4.47) dönem As değeri Türk İnsani Tüketim Amaçlı Sular Yönetmeliği (TS 266-2005) ve Dünya Sağlık Örgütü Standartları (WHO-2006) 'na göre inceleme alanının güneyinde Orta Anadolu Metamorfileri ve Orta Anadolu Granitoidleri içerisindeki alterasyon zonlarında bulunan metalik cevherlere bağlı olarak (Yurdal ve Yürür, 2018) yoğun olduğu (10.00-396.38 ppb arasında) gözlenmiştir.

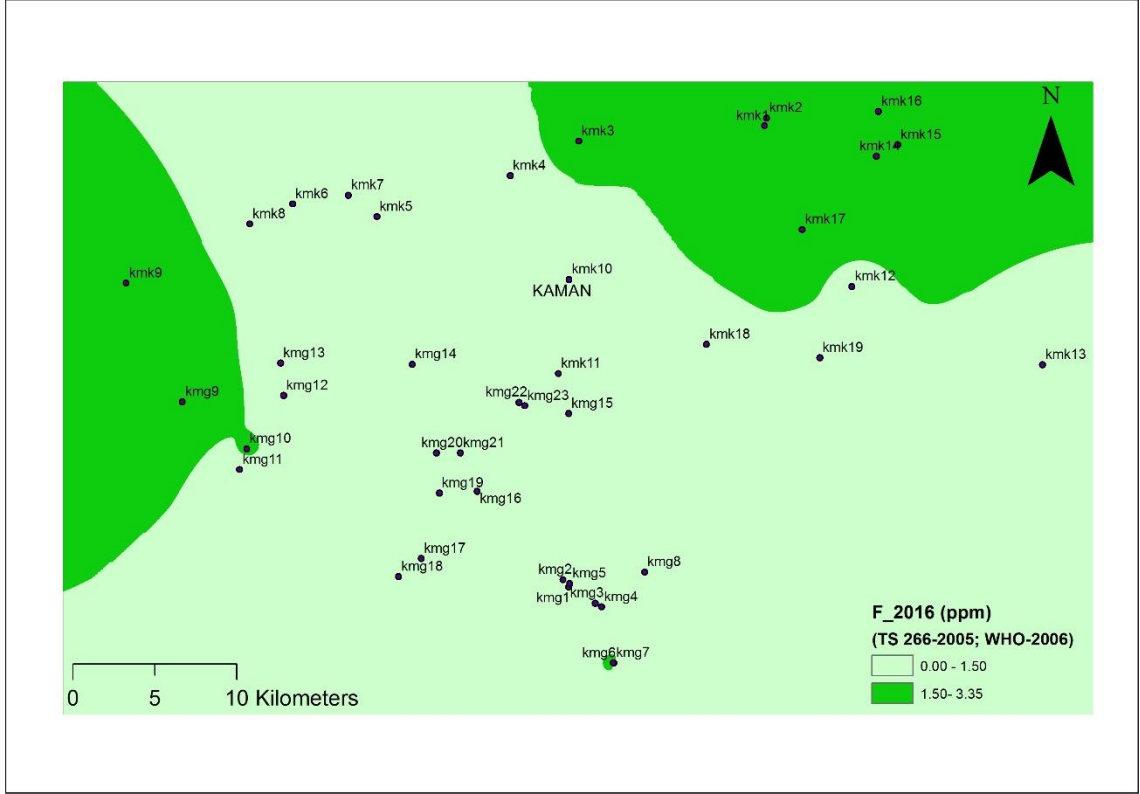
İnceleme alanındaki kurak (Şekil 4.48) ve yağışlı (Şekil 4.49) dönem F değerinin TS 266-2005 ve WHO-2006'ya göre 1.5-3.35 ppm aralığında batı ve kuzeydoğu kesiminde, Orta Anadolu Granitoidlerinin yoğun olduğu bölgede bulunan florit zenginleşmelerine (Karakurt, 2008) bağlı olarak yüksek olduğu görülmektedir.



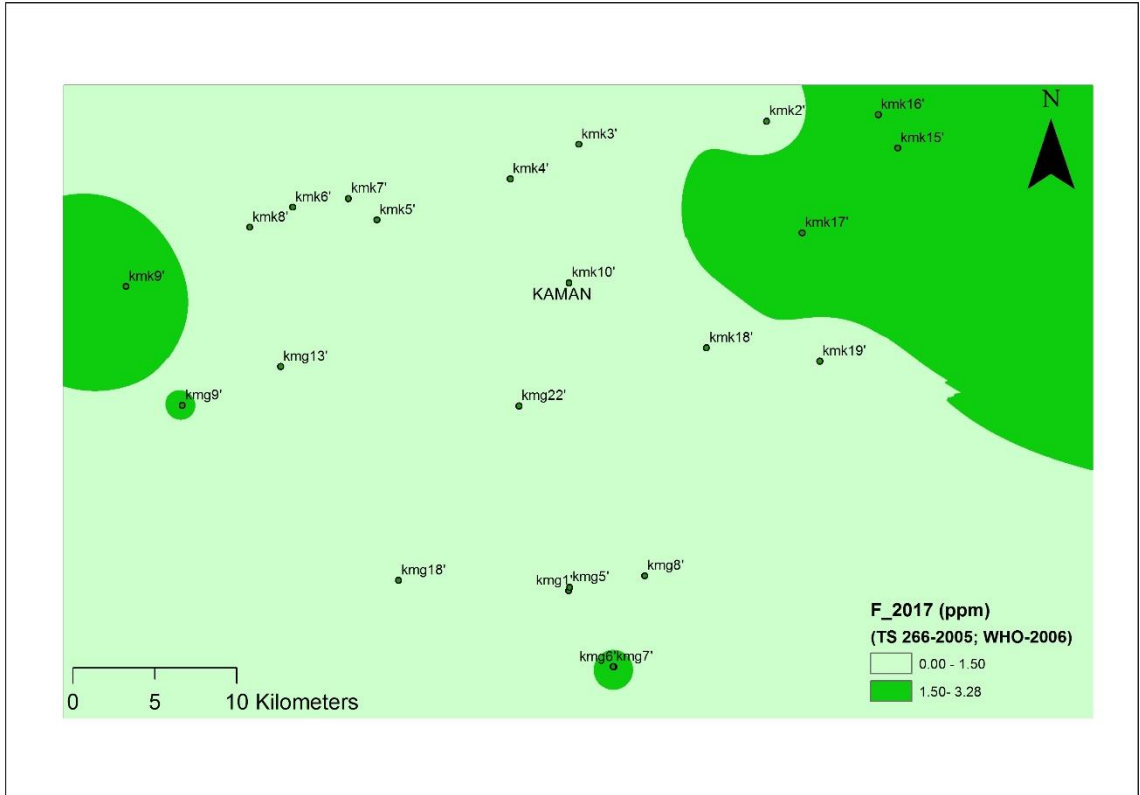
Şekil 4.46. Çalışma alanındaki suların kurak dönem As değerleri (TS 266-2005; WHO-2006)



Şekil 4.47. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem As değerleri (TS 266-2005; WHO-2006)

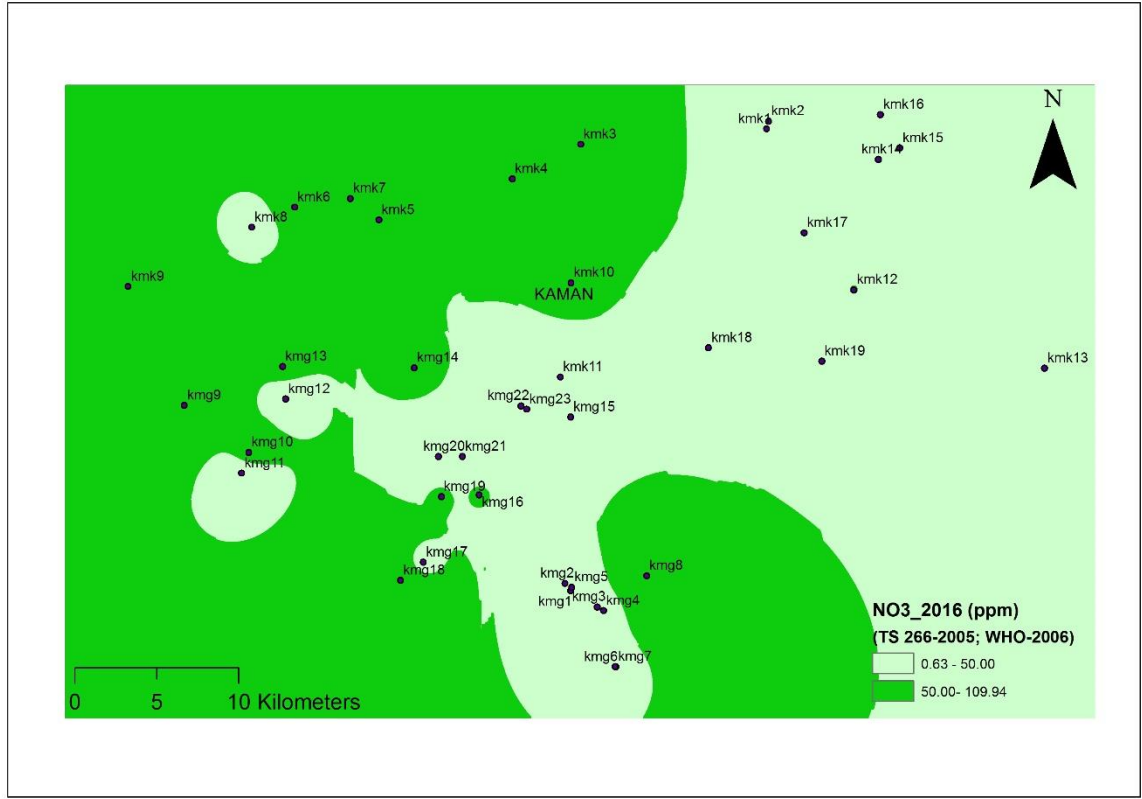


Şekil 4.48. Çalışma alanındaki suların kurak dönem F değerleri (TS 266-2005; WHO-2006)

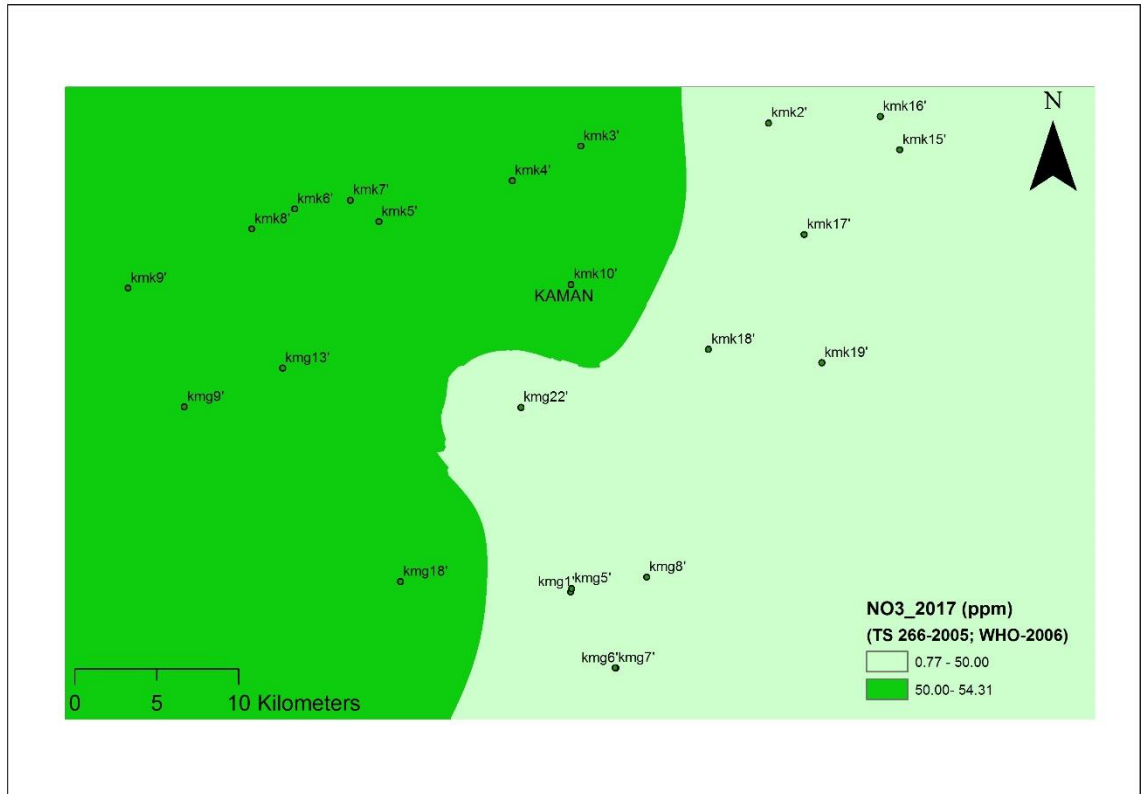


Şekil 4.49. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem F değerleri (TS 266-2005; WHO-2006)

İnceleme alanındaki kurak (Şekil 4.50) ve yağışlı (Şekil 4.51) dönem NO_3 değeri TS 266-2005 ve WHO-2006'ya göre 50.00-109.94 ppm aralığında batı kesiminde yüksektir.

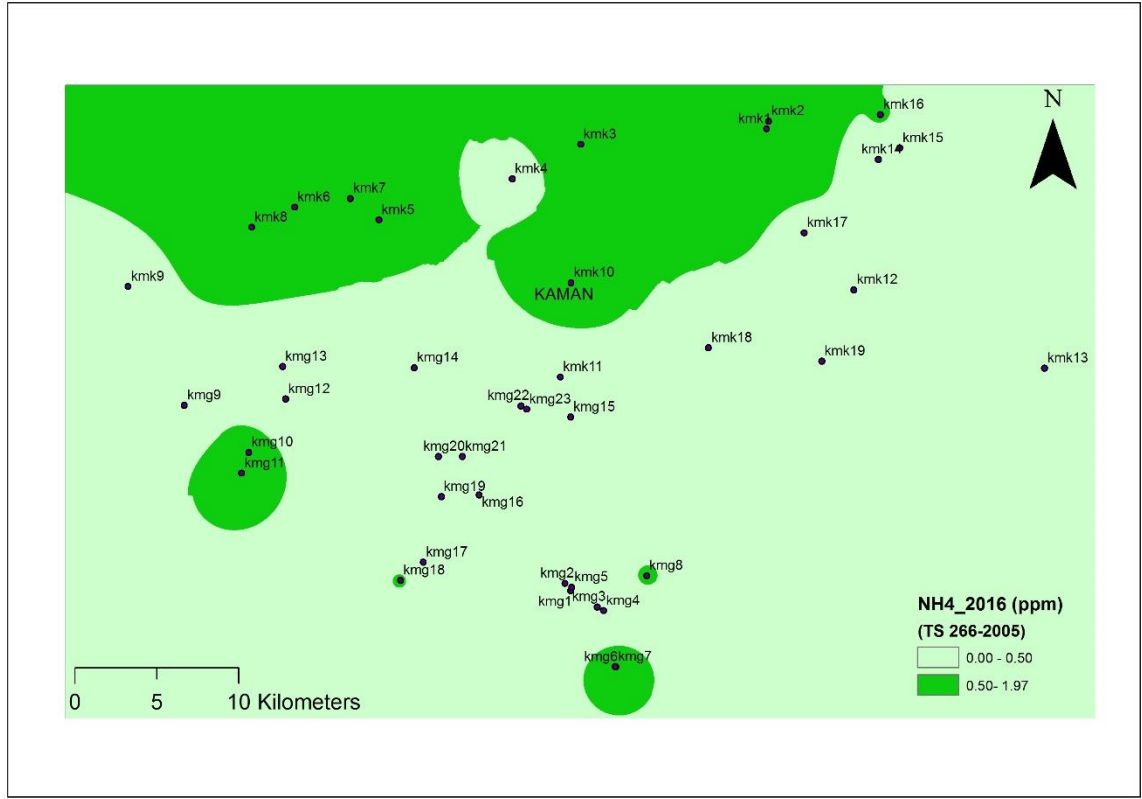


Şekil 4.50. Çalışma alanındaki suların kurak dönem NO_3 değerleri (TS 266-2005; WHO-2006)



Şekil 4.51. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem NO_3 değerleri (TS 266-2005; WHO-2006)

Kurak (Şekil 4.52) dönem NH_4 değeri TS 266-2005'e göre inceleme alanının kuzey kesiminde 0.50-1.97 ppm değer aralığında yüksektir.

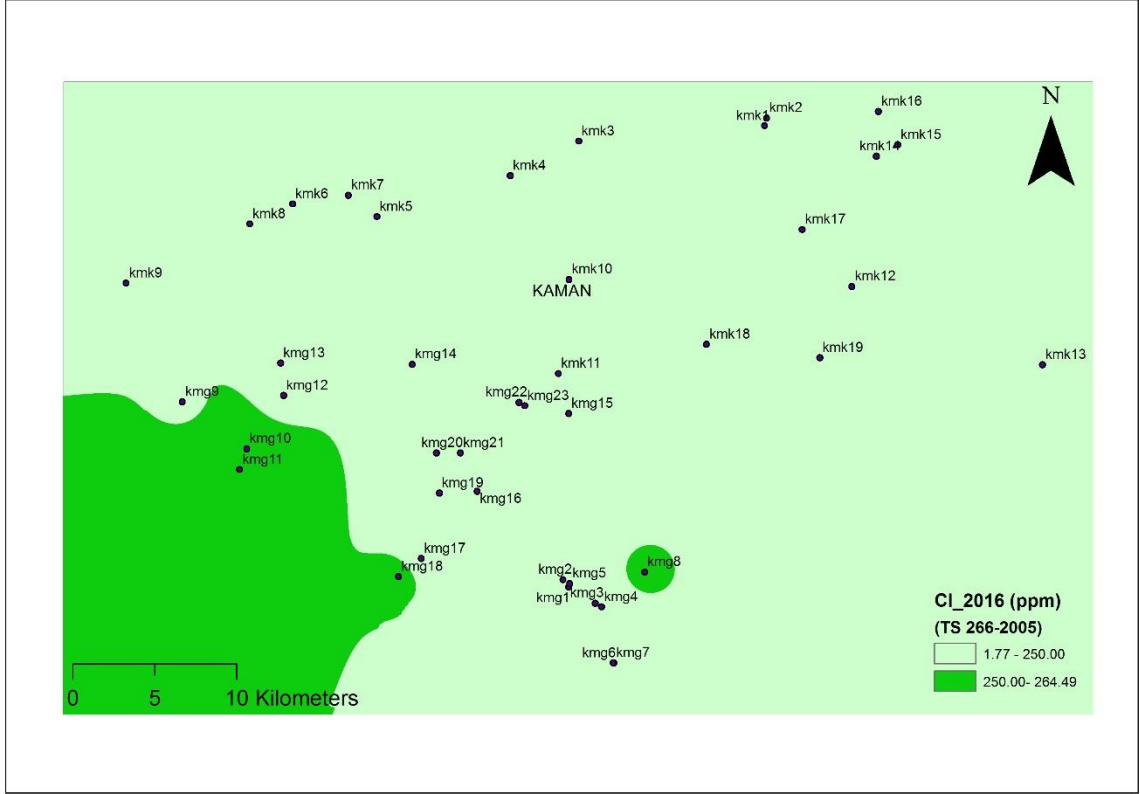


Şekil 4.52. Çalışma alanındaki suların kurak dönem NH_4 değerleri (TS 266-2005)

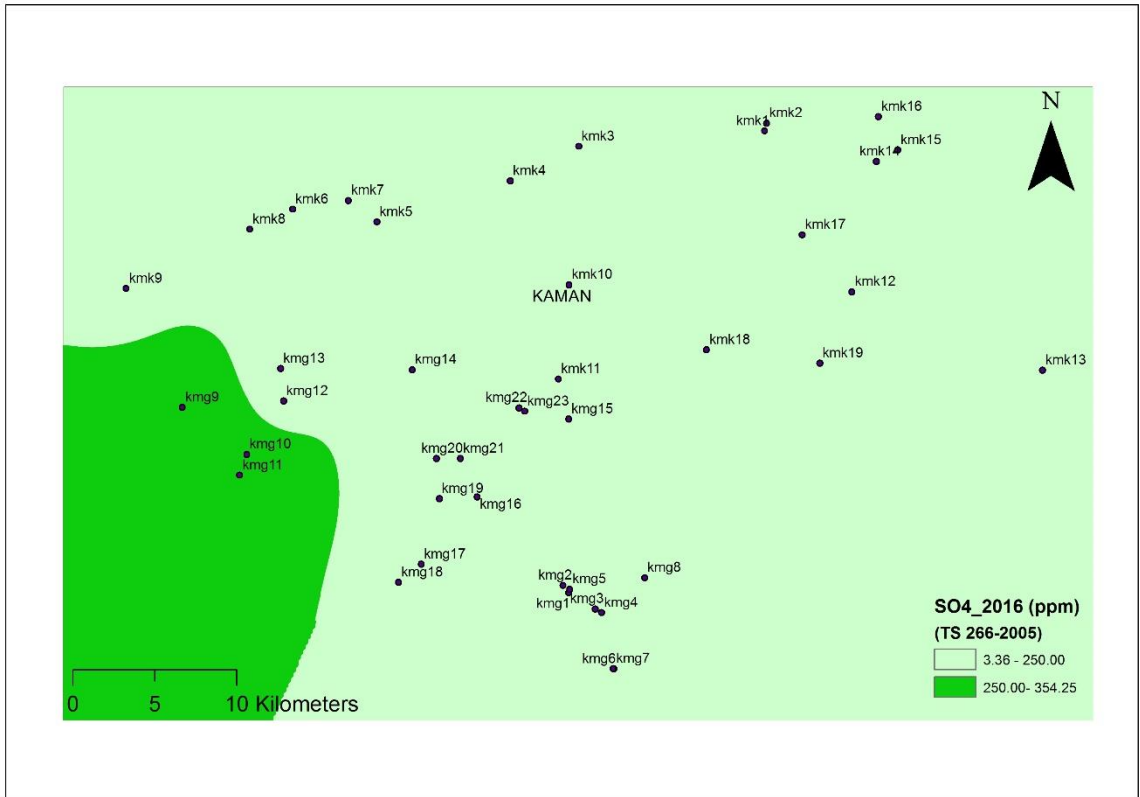
TS 266-2005'e göre kurak (Şekil 4.53) dönem Cl değeri inceleme alanının güneybatısında 250.00-264.49 ppm değer aralığında yoğun olarak gözlemlenmektedir.

Şekil 4.54'e göre inceleme alanının güneybatısında kurak dönem SO_4 değeri TS 266-2005'e göre 250.00-354.25 ppm aralığında yüksektir. İnceleme alanının güneybatı kesimlerinde yeraltı suyunda SO_4 ve Cl'deki artış örtü birimler içerisinde bulunan jips ve tuzlara bağlıdır (Barutoğlu, 1961; Sonel, N., Sarı, A., Altınok Orhan, A., 2003; Demir, 2018).

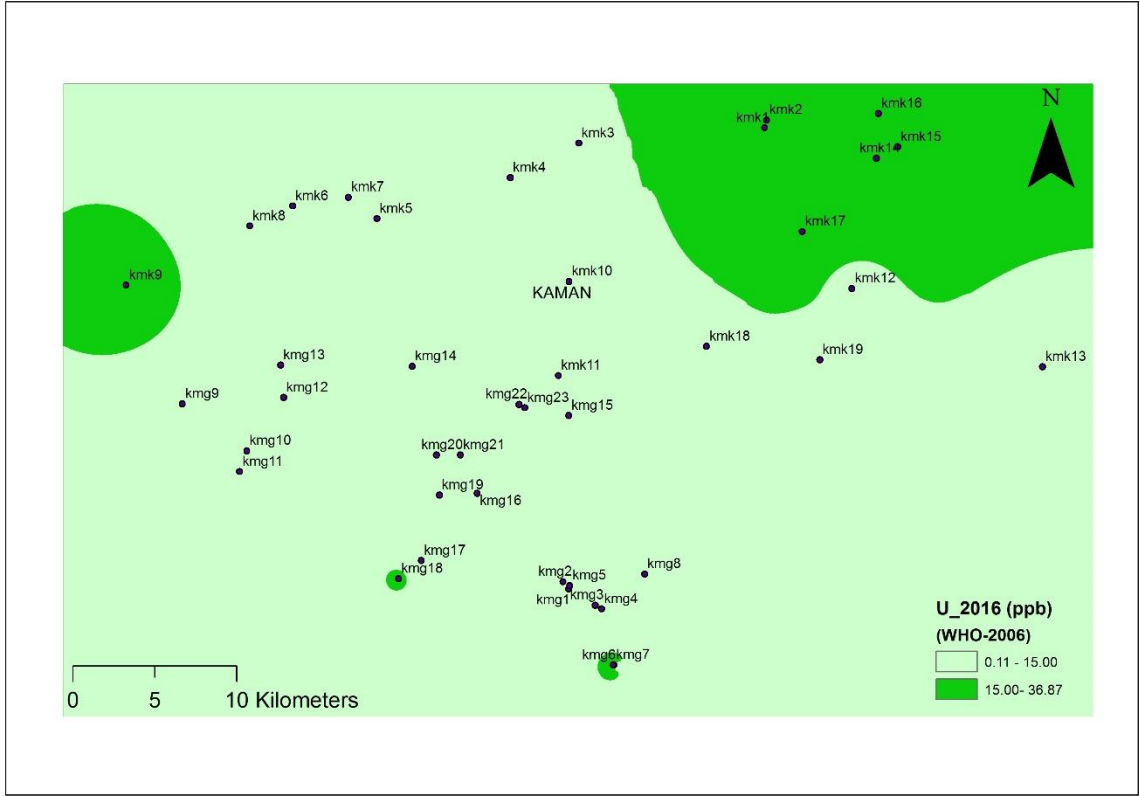
Kurak (Şekil 4.55) ve yağışlı (Şekil 4.56) dönem U değeri WHO-2006 standardına göre inceleme alanının kuzeydoğusunda yoğunlaşmaktadır. Kurak dönem U değeri 15.00-36.87 ppb aralığında, yağışlı dönem U değeri 15.00-33.68 ppb değer aralığında kuzeydoğuda Orta Anadolu Granitoyidlerinin yoğun olduğu bölgede bulunan florit madeni (Karakurt, 2008) içerisindeki uranyum zenginleşmelerine (Tokay ve Erentöz, 1959) bağlı olarak yüksek olduğu görülmektedir.



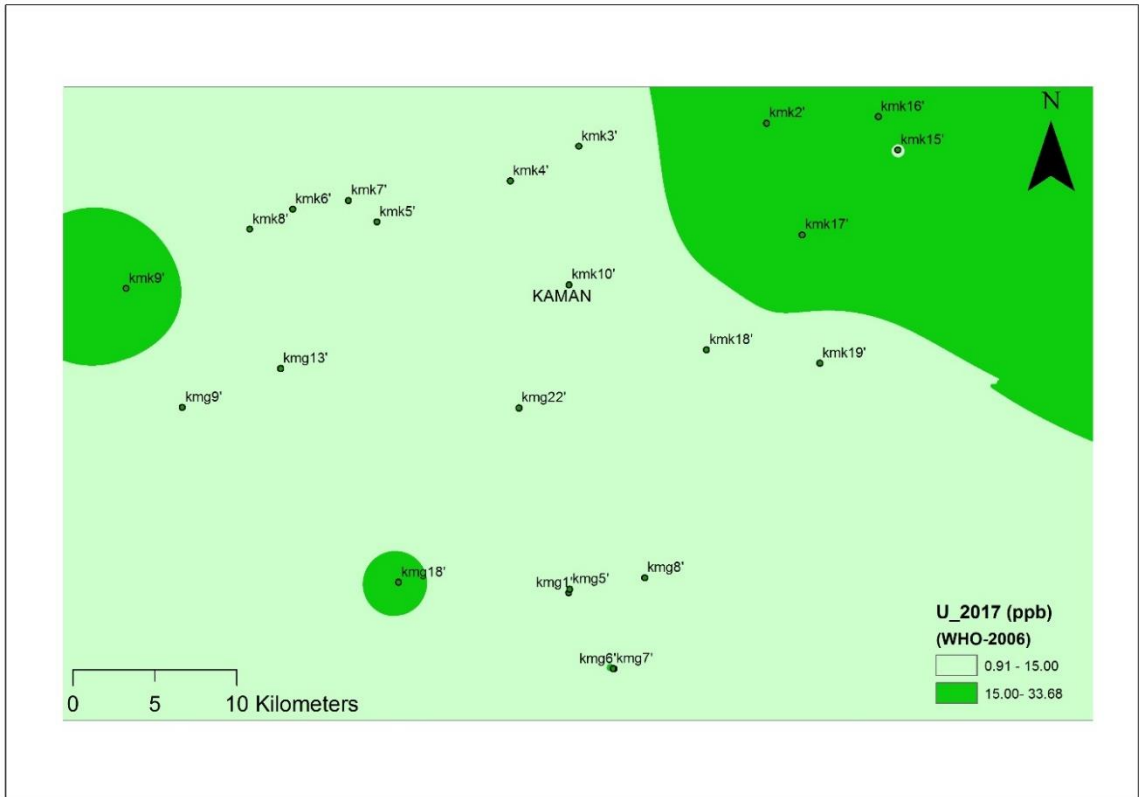
Şekil 4.53. Çalışma alanındaki suların kurak dönem Cl değerleri (TS 266-2005)



Şekil 4.54. Çalışma alanındaki suların kurak dönem SO₄ değerleri (TS 266-2005)



Şekil 4.55. Çalışma alanındaki suların kurak dönem U değerleri (WHO-2006)



Şekil 4.56. Çalışma alanındaki suların yağışlı dönem U değerleri (WHO-2006)

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, inceleme alanındaki yeraltı sularının kurak (2016) ve yağışlı (2017) dönemlerine ait örneklerin arazi ve kimyasal analizlerden elde edilen verileri ile örneklerin alındığı bölgelerin koordinatları CBS (ArcGIS Desktop 10.3) programı yardımı ile işlenerek, yoğunluk ve kirlilik haritaları oluşturulmuştur. CBS ile elde edilen yoğunluk ve kirlilik haritaları jeoloji haritası ve bölgede yapılan önceki çalışmalar (jeoloji, hidrojeoloji ve maden yatakları) ile birlikte değerlendirilmiş, çalışma alanındaki yeraltı suyu kalitesi ve bunu etkileyen faktörlerin yorumlanması gerçekleştirilmiştir.

İnceleme sahasının kurak ve yağışlı dönemlerine ait yeraltı suyu yoğunluk haritaları değerlendirildiğinde Orta Anadolu Metamorfikleri ve Orta Anadolu Volkanikleri'nin yoğun olarak bulunduğu doğu ve orta kesimlerinde EC (126.80- 475.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$), pH (kurak dönem=7.65-8.00), Eh (kurak dönem=222.21-320.00 mV), Na (2.11-20.00 ppm), Mg (0.36-1.20 meq/l), Ca (yağışlı dönem=2.02-3.50 meq/l), HCO_3 (yağışlı dönem=2.04-4.50 meq/l), Cl (kurak dönem=1.77-14.00 ppm), NO_3 (0.63- 20.00 ppm), Ba (1.55- 60.00 ppb), Cr (2.92- 10.50 ppb), Mo (0.16- 2.00 ppb), Ni (yağışlı dönem=0.76-1.60 ppb), S (0.31-5.00 ppm) değerleri arasında düşük olduğu görülmüştür.

İnceleme alanındaki Orta Anadolu Ofiyolitlerinin yaygın olarak gözlendiği kuzey ve orta kesimlerinde Eh (yağışlı dönem=340.00-362.99 mV), Cr (18.50-21.21 ppb), Ni (yağışlı dönem=3.20-3.67) değerleri arasında yüksek olduğu görülmüştür.

İnceleme alanındaki Orta Anadolu Granitoidlerinin yaygın olarak gözlendiği batı, güney ve kuzeydoğu kesimlerinde pH (yağışlı dönem=7.70-7.92), Eh (kurak dönem=340.00-648.32 mV), Mg (kurak dönem= 2.40-4.27 meq/l), F (2.25-3.35 ppm), Al (yağışlı dönem=1.50-8.95 ppb), Si (kurak dönem=11.00-13.62 ppm), U (14.00-36.87 ppb) değerleri arasında yüksek olduğu görülmüştür.

İnceleme alanındaki Örtü Birimler üzerinde tarım alanlarının yaygın olarak gözlendiği kuzey kesimlerinde NH_4 (kurak dönem= 0.80-1.20 ppm), NO_3 (40.00-109.94 ppm), jips ve tuzların yaygın olarak bulunduğu batı-güneybatı kesimlerinde Na (40.00-152.00 ppm), Cl (kurak dönem= 21.00-264.49 ppm), SO_4 (50.00-354.25 ppm), S (15.00-92.74 ppm) değerlerinin yüksek olduğu görülmüştür.

İnceleme sahasındaki yeraltı sularının arsenik (As) kirliliği, kurak ve yağışlı dönemlerin her ikisinde TS 266-2005 ve WHO-2006 'ya göre 10.00-396.38 ppb değerleri arasında bölgenin güneyinde yoğunlaşmaktadır. Bölgede bulunan yeraltı sularındaki arsenik kirliliğinin nedeninin Orta Anadolu Metamorfikleri ve Orta Anadolu Granitoidleri içerisindeki alterasyon zonlarında bulunan metalik cevherleşmeye (altın, gümüş vb.) bağlı olduğu düşünülmektedir.

İnceleme alanındaki kurak ve yağışlı dönem florür (F) değerlerinin her ikisinde TS 266-2005 ve WHO-2006'ya göre 1.5-3.35 ppm aralığında batı ve kuzeydoğu kesimlerinde yoğunlaşmaktadır. Bölgedeki yer altı sularında bulunan F kirlenmesinin nedeninin Orta Anadolu Granitoidlerinin yoğun olduğu bölgede bulunan florit madeni zenginleşmelerine bağlı olduğu düşünülmektedir.

NO₃ değeri kurak ve yağışlı dönemlerde TS 266-2005 ve WHO-2006'ya göre 50.00-109.94 ppm aralığında inceleme alanının batısında yoğunlaşmaktadır. Nitrat kirliliğinin nedeninin bölgede bulunan geniş tarım arazilerinde kullanılan gübrelerin olabileceği düşünülmektedir.

İnceleme alanının kuzeyinde kurak dönem NH₄ değeri TS 266-2005'e göre 0.50-1.97 ppm değer aralığında yüksek olduğundan amonyum kirliliği gözlenmiştir. Amonyum kirliliğinin nedeninin bölgede bulunan geniş tarım arazilerinde kullanılan gübrelerin olabileceği düşünülmektedir.

Kurak dönem Cl değeri inceleme alanının güneybatısında TS 266-2005'e göre 250.00-264.49 ppm değer aralığında yoğun olduğu gözlenmektedir. Klorür kirliliği nedeninin bölgedeki örtü birimler içerisinde yaygın olarak bulunan jips ve tuzlara bağlı olduğu düşünülmektedir. Yağışlı dönemde klor değerlerinde kirlilik saptanmamıştır.

Kurak dönem SO₄ TS 266-2005'e göre 250.00-354.25 ppm aralığında inceleme alanının güneybatısında yüksek olup, yeraltı suyunda SO₄ değerindeki kirlilik nedeninin örtü birimler içerisinde bulunan jips ve tuzlara bağlı olarak geliştiği düşünülmektedir. Yağışlı dönemde sülfat değerlerinde kirlilik saptanmamıştır.

Bölgedeki yeraltı sularının kurak (15.00-36.87 ppb arasında) ve yağışlı (15.00-33.68 ppb arasında) dönem U kirliliği nedeninin, inceleme alanının kuzeydoğusunda Orta Anadolu Granitoidlerinin yoğun bulunduğu alanlardaki florit madeninde zenginleşen uranyuma bağlı olduğu düşünülmektedir.

Sonuç olarak bölgedeki yeraltı suları, inceleme sahasının güney kesimlerinde arsenik, batı ve kuzeydoğu kesimlerinde florür, batısında nitrat, kuzeyinde amonyum, kuzeydoğusunda uranyum, güneybatısında klorür ve sülfat kirliliği açısından problemli olup bu suların içme suyu olarak kullanılabilirliğini olumsuz olarak etkilemektedir.



KAYNAKLAR

- Akçay, A. E., Dönmez, M., Kara, H., Yergök, A. F., Esentürk, K., 2008, 1:100 000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Kırşehir- J30 Paftası, MTA Yayınları.
- AKROPOL INC. , 2002. CBS (GIS), <http://www.akropol.com.tr>
- Altın, Y., 1996, Yeşil Kaman İl Gazetecilik ve Matbaacılık Ofset Tesisleri, 224 s. Ankara.
- Aydal, D., 2012, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi Tekniklerinin Jeoloji, Madencilik, Çevre Araştırmalarında ve İnşaat Sektöründe Kullanılma Örnekleri, <http://www.doganaydal.com/nesneler/uzaktanalgilama.pdf>, [Ziyaret Tarihi: 26 Şubat 2019].
- Bardalo, A. A., Nilsumranchit, W., Chalermwat, K. 2001. Water quality and uses of the Bangpakong river (Eastern Thailand). *Water Resource*, 35: 3635–3642. Diersing, N., Nancy, F. 2009. Water quality: Frequently asked questions. PDA. NOAA
- Barutoğlu, Ö. H., 1961, Türkiye Tuz Yatakları, *Bilimsel Madencilik Dergisi*, 1(2), 68-78.
- Başçiftçi, F., Durduran, S. S., İnal, C., 2013, Konya Kapalı Havzasında Yeraltı Su Seviyelerinin Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ile Haritalanması, *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5 (2), 1-15.
- Başel, E. D. K., Çakın, K., Satman, A., 2008, Türkiye'nin Yeraltı Sıcaklık Haritası ve Tahmini Isı İçeriği, *VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu*, 17-19 Aralık 2008 İstanbul.
- Baştürk, O., 2006, *Sakarya Nehri'nin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Kirlilik Yükünün Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Batuk, G., Külür, S., Sarbanoğlu, H., Toz, G., 1996, Veriden Bilgiye: GIS, *Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu*, 26-27-28 Eylül 1996, İstanbul.
- Bouwer, H., Fox, P., Westerhoff, P., Drewes, J., 1999, "Integrating Water Management and Reuse: Causes For Concern?" *Water Quality International*, January February, pp. 19–22.
- Boztuğ, D., Güney, Ö., Heizler, M., Jonckheere, R.C., Tichomirowa, M., Otlu, N., 2009. 207Pb-206Pb, 40Ar-39Ar and Fission-Track Geothermochronology Quantifying Cooling and Exhumation History of The Kaman-Kırşehir Region Intrusions, Central Anatolia, Turkey, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 18(1), 85-108.
- Cordy, G.E. 2001.A Primer on Water Quality. USGS report no: 027-01. <http://pubs.usgs.gov/fs/fs-027-01/>. Accessed December 2, 2015.
- Çelik, R., Aslan, V., Akyıldız, M. H., 2017, Harran Ovası'nın Yeraltı Suyu Potansiyelinin Coğrafi Bilgi Sistemi ile Modellenmesi, *Mühendislik Dergisi*, 8, 53-64.
- Demir Yetiş, A., 2013, *Ceylanpınar Ovası Yeraltı Suyu Kalitesinin ve Kirlenme Potansiyelinin Belirlenmesi*, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Demir, E., 2018, *Bala (Ankara) Çevresindeki Tersiyer Yaşlı Sedimanter Birimlerin Mineralojik ve Jeokimyasal Özelliklerinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Freeze, A. R., Cherry, J. A., 2003, *Groundwater*, Prentice- Hall, Inc., New Jersey USA, 604 p.
- Girişen, F., 2018, *Kaman (Kırşehir) Güneyinde Bulunan Yeraltı sularının Arsenik Kirliliği Açısından İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Göncüoğlu, M.C., Türel, T.K., 1993, Petrology and Geodynamic Interpretation of Plagiogranites From Central Anatolian Ophiolites (Aksaray-Turkey), *Doğa-Türk Yer Bilimleri Dergisi*, 2, 195-203.
- İleri B., Gündüz O., Elçi, A., Şimşek, C., Alpaslan, M. N., 2007, Tahtalı Havzası Yeraltı Suyu Kalitesinin Coğrafi Bilgi Sistemi Destekli Değerlendirilmesi, *7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi*, 24-27 Ekim 2007 İzmir, 880-888.
- Kapluhan, E., 2014, Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin (CBS) Coğrafya Öğretiminde Kullanımının Önemi ve Gerekliliği, *Marmara Coğrafya Dergisi*, 34-59.
- Kara, H., Dönmez, M., 1990, 1:100.000 Ölçekli Açınama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Kırşehir-J31 paftası, MTA Yayınları.
- Karakurt, Ü., 2008, *Orta Anadolu Fluorit Provansı (OAFP) Fluorit Yataklarının Sınıflandırılması ve Cevherleşme Potansiyeli*, Yüksek Lisans Tezi, DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 59 s., İzmir.
- Kavurmacı, M. M., Üstün, A. K., 2016, Çok Kriterli Karar Verme Analizi ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Kullanılarak Su Kalitesinin Değerlendirilmesi, *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 19 (2), 208-220.
- Kılıç, C. Ö., 2013, *Kaman (Kırşehir) Çevresindeki Metamorfiklerin Jeolojisi, Petrografisi ve Magmatik Sokulumlarla Olan Kökensel İlişkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kurt, M. A., Güler, C., Alpaslan, M., Akbulut, C., 2011, Mersin ve Tarsus Arasındaki Bölgede Bulunan Yeraltı Sularının Kalitesinin ve İçme Suyu Olarak Uygunluğunun Değerlendirilmesi, *64. Türkiye Jeoloji Kurultayı*, 25-29 Nisan 2011, MTA Genel Müdürlüğü Kültür Sitesi Ankara, 50-51.
- Nalbantçılar, M. T., 2002, *Konya Yerleşim Alanı Yeraltı Suyu Kalitesi ve Kirliliği*, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Otlu, N., 1998, *Kortundağ-Baranadağ Arası (D Kaman, Kırşehir) Plütonik Kayaçlarının Petrolojik İncelenmesi*, Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Sağlam, A., Düzgün, H.S.B. ve Usul N., 2004. "Çanakkale Savaşlarına Farklı Bir Yaklaşım: Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Gelibolu 1915", *Çanakkale Araştırmaları Türk Yıllığı - The Turkish Yearbook of Gallipoli Studies*, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Atatürk ve Çanakkale Savaşları Araştırma Merkezi, Sayı 2, Sayfa:117-133, Çanakkale.

- Sağlık Bakanlığı, 2005, "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Sargın, A. H., 2010, Yeraltı Suları Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltı Suları Dairesi Başkanlığı, 200s, Ankara, <http://www.dsi.gov.tr/docs/yayinlarimiz/yeraltisuyu-kirliligi.pdf?sfvrsn=4>
- Seymen, İ., 1981a, Kaman (Kırşehir) Dolayında Kırşehir Masifi'nin Metamorfizması, Türkiye Jeoloji Kurumu, 35. *Bilimsel ve Teknik Kurultayı, İç Anadolu'nun Jeolojisi Sempozyumu*, T.J.K. Yayını, s. 12-15.
- Seymen, İ., 1981b, Kaman (Kırşehir) Dolayında Kırşehir Masifi'nin Stratigrafisi ve Metamorfizması, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, Cilt: 24, s. 101-108.
- Seymen, İ., 1982, *Kaman Dolayında Kırşehir Masifi'nin Jeolojisi*, Doktora Tezi, İTÜ Maden Fakültesi.
- Seymen, İ., 1983, Tamadağ (Kaman-Kırşehir) Çevresinde Kaman Grubunun ve Onunla Sınırdış Oluşukların Karşılaştırmalı Tektonik Özellikleri, *T.J.K. Bült.*, Cilt: 26-2, s. 89-97.
- Slagle, M., 2000, *Gis In Community- Based School Planning*, Cornell University, Kansas.
- Sonel, N., Sarı, A., Altınok Orhan, A., 2003. Investigation Of The Diagenesis And Reservuar Geology Of Mezgit Formation (Tuz Gölü Basını), *Gazi University Journal of Science*, 16(1), 115-125.
- Sönmez, N. K., Sarı, M., 2004, Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Esasları ve Uygulama Alanları, *Derim*, 21 (1), 54-68.
- Subaşı, B., 2017, *Kaman (Kırşehir) Kuzeyi'nin Yeraltısuyu Kirliliği Açısından İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Sun, W., Xia, C., Xu, M., Guo, J., Sun, G. 2016. Application of modified water quality indices as indicators to assess the spatial and temporal trends of water quality in the Dongjiang River. *Ecological Indicators*, 66:306-312.
- Şimşek, N., 2008, Sosyal Bilgiler Dersinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Teknolojisinin Kullanılması, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 16, 191-198.
- Taylor, J.K., 1987. Quality assurance of chemical measurements. CRC Press.
- Tokay, M., Erentöz, C., 1959, Türkiye'de Muhtemel Uranyum ve Toryum Bölgeleri, *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 52 (52).
- Tural, S., 2011, *Gerçek Zamanlı Meteoroloji Verilerinin Toplanması, Analizi ve Haritalanması*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Uzun, Ö. H., 2006, *Kırşehir İli Kaman İlçesinde Pazara Yönelik Ceviz Üretimi Yapan Tarım İşletmelerinin Ekonomik Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Yaylak, M. M., 2016, *Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Yardımıyla Bitlis Deresi Taşkın Risk Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Yıldırım, M., 2005, *Antalya Kentindeki Yeraltı Suyu Kaynaklarının Kirlenme Potansiyelinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Teknolojisi ile Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yinanç, K., 2013, *Kahramanmaraş Sağ Sahil Sulama Alanında Yeraltı Suyu Kalitesi ve Sulamada Kullanılabilirliğinin Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yomralıoğlu, T., 2000, *Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar*, Seçil Ofset, İstanbul.
- Yurdal, G., Yürür, M. T., 2018, Savcılıbeyit (Kaman-Kırşehir) Gold Mineralization and Its Genetic Relationship With Post-Collisional Exhumation and Extensional Tectonics in Central Anatolia, *Yerbilimleri Dergisi*, 39(3), 155-176.
- Zarif, İ. H., Özçep, F., Seyyar, T., 2004, Yalova'daki Alüvyon Zeminlerin Sıvılaşma Tehlike Analizi, *16. Uluslararası Jeofizik Kongresi*, 7-10 Aralık 2004, Ankara, 241-245.
- Var, D., 2008, *Elmalı Havzası Güney Kesiminin Yüzey ve Yeraltı Su Kirliliği Açısından İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- WHO, 2006, "Guidelines for Drinking- Water Quality", First Addendum To Third Edition, 1, Recommendation, Geneva Switzerland.
- WHO/UNICEF 2012. Estimated with data from WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme (JMP) for Water Supply and Sanitation. Progress on Sanitation and Drinking-Water, 2012 Update.
- World Water Council, 2003, "Ministry of Foreign Affairs, Department of Regional and Transboundary Waters, General Directorate of State Hydraulic Works; Southeastern Anatolia Project Regional Development", Administration, Republic of Turkey.
- http://www.acikders.org.tr/pluginfile.php/688/mod_resource/content/2/ders_notlari/Unite1_giris_guncel.pdf [Ziyaret Tarihi: 4 Ocak 2019].
- http://www.ktu.edu.tr/dosyalar/ormanamenajmani_e0cf3.pdf [Ziyaret Tarihi: 4 Ocak 2019]

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Gözde İlkay SALMAN
Doğum Yeri	Diyarbakır
Doğum Tarihi	03.01.1993
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Bülent Ecevit Üniversitesi
Fakülte	Mühendislik Fakültesi
Bölümü	Geomatik Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	2016

Yüksek Lisans	
Üniversite	Ahi Evran Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	İleri Teknolojiler Anabilim Dalı
Programı	İleri Teknolojiler Anabilim Dalı Tezli Yüksek Lisans
Mezuniyet Tarihi	2019