T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KAYSERİ İLİNİN YERALTI SU KAYNAKLARININ HİDROJEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE SU KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Hazırlayan
Güler YÜKSEL

Danışman
Yrd. Doç. Dr. Nuray Ateş

Yüksek Lisans Tezi

Şubat 2014
KAYSERİ

T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KAYSERİ İLİNİN YERALTI SU KAYNAKLARININ HİDROJEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE SU KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Hazırlayan
Güler YÜKSEL

Danışman
Yrd. Doç. Dr. Nuray Ateş

Şubat 2014
KAYSERİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Güler YÜKSEL



YÖNERGEYE UYGUNLUK

Kayseri İlinin Yeraltı Su Kaynaklarının Hidrojeokimyasal Özellikleri ve Su Kalitesinin Değerlendirilmesi adlı Yüksek Lisans, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi'ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan

Güler YÜKSEL

Danışman

Yrd.Doç.Dr. Nuray ATEŞ

ABD Başkanı

Doç.Dr.Yalçın Şevki YILDIZ

Yrd.Doç.Dr. Nuray Ateş danışmanlığında **Güler YÜKSEL** tarafından hazırlanan "**Kayseri İlinin Yeraltı Su Kaynaklarının Hidrojeokimyasal Özellikleri ve Su Kalitesinin Değerlendirilmesi**" adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir

04/02/2014

JÜRİ:

Danışman : Yrd.Doç.Dr. Nuray ATEŞ .....

Üye : Yrd.Doç.Dr. Ergün PEHLİVAN .....

Üye : Doç.Dr. Yalçın Şevki YILDIZ .....

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 18/02/2014 tarih ve 2014/09-15...sayılı kararı ile onaylanmıştır.

...../...../.....

Prof. Dr. Kazım KEŞLİOĞLU

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ/TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca yönlendirici ve bilgilendirici katkı ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocam **Yrd. Doç.Dr. Nuray ATEŞ**' e teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışmam için gerekli Kayseri ili yeraltı su analiz sonuçlarını temin ettiğim Devlet Su İşleri Kayseri Bölge Müdürlüğüne ve Kayseri Su ve Atıksu Dairesine teşekkür ederim.

Tez jürisi olarak tezin değerlendirmesinde bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen ve katkılarıyla yön gösteren, sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Ergün PEHLİVAN' a (Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi) ve sayın hocam, değerli Bölüm Başkanımız Doç. Dr. Yalçın Şevki YILMAZ' a (Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi) teşekkür ederim.

Ayrıca; çalışmanın başından sonuna kadar maddi manevi hiçbir desteğini esirgemeyen kıymetli aileme ve sevgili eşim Ahmet Yavuz YÜKSEL' e sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Güler YÜKSEL

Şubat 2014

KAYSERİ İLİNİN YERALTI SU KAYNAKLARININ HİDROJEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE SU KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Güler YÜKSEL
Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Şubat 2014
Danışman: Yrd. Doç. Dr. Nuray Ateş

KISA ÖZET

Hidrojeokimya, yeraltı su kaynaklarında su tipini ve su-kayaç ilişkisinin tanımlanmasına yardımcı olur. Bu çalışmada, Kayseri İli merkez ilçelerinin yeraltı su kaynaklarını içme ve sulama suyu olarak ayrı ayrı ele alıp, bölgelerin su kalitesi düzeyinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Sulama suyu kaynağı olarak DSİ Bölge Müdürlüğünden alınan su analizlerinin yıllara göre değişimi, içme suyu kaynağı olarak da KASKİ Dairesinden alınan su analizlerin 2012 yılı içindeki değişimi incelenmiştir. Analizler, TS 266, WHO (Dünya Sağlık Örgütü), USEPA (ABD Çevre Koruma Ajansı), EU (Avrupa Birliği) normlarına göre karşılaştırılmıştır. Ayrıca, Piper, Durov, ABD Tuzluluk ve Schoeller yarı logaritmik diyagramlarına göre suların hidrokimyasal fasiyes sınıflandırılması ve sulama suyu açısından sınıflandırılması gerçekleştirilmiştir.

Çalışma alanında yeraltı sularının hidrokimyasal özelliklerinin incelenmesine bağlı olarak 3 farklı yeraltı suyu tipi bulunmaktadır. Bunlar Ca-HCO_3'lı sular, Ca-Mg-HCO_3'lı sular ve Na-HCO_3'lı sulardır. Tüm örneklerde bikarbonat baskın anyon iken, baskın katyon olarak kalsiyum, magnezyum ve sodyum yer almıştır.

Sulama suyu ve içme suyu kaynaklarına ait analiz sonuçlarının yürürlükte olan yönetmelik ve su kalite standartlarını sağladığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Aquachem programı, hidrojeokimya, su kalitesi, yeraltı suyu.

RESEARCH OF HYDROGEOCHEMICAL CHARACTERISTICS AND WATER QUALITY OF GROUNDWATER RESOURCES FOR KAYSERİ CITY

Güler YÜKSEL

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences

M.Sc. Thesis, February 2014

Adviser: Assist.Prof.Dr. Nuray ATEŞ

ABSTRACT

Hydrogeochemical properties help us to identify water type of wetlands and water-rock interactions. This study aims the investigation of the level of groundwater water quality for irrigation and drinking waters Kayseri's central districts. Studied databases collected from DSI Regional Directorate for irrigation water analysis by years; and KASKI for drinking water analysis for the year 2012. Analyses has been compared by the norms of TS 266 (Turkish Standards Institution), WHO (World Health Organisation), USEPA (US Environmental Protection Agency) and EU (European Union). Also the hydrochemical facies and the irrigation water classifications have been drawn and compared with Piper, Durov, US Salinity and Schoeller semi-logarithmic diagrams.

Three different groundwater types exists according to its hydrochemical properties of groundwater. These are Ca-HCO_3, Ca-Mg-HCO_3 and Na-HCO_3 type of waters respectively. It is observed that, bicarbonate is domiant anion and calcium, magnesium and sodium are dominant cations in all samples.

As a result, it has seen that analyses of drinking and irrigation waters provide the valid regulations and water quality standards.

Keywords: Aquachem program, groundwater, hydrogeochemistry, water quality.

İÇİNDEKİLER

KAYSERİ İLİNİN YERALTI SU KAYNAKLARININ HİDROJEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE SU KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK i
YÖNERGEYE UYGUNLUK ii
ÖNSÖZ/TEŞEKKÜR iv
KISA ÖZET v
ABSTRACT vi
İÇİNDEKİLER vii
TABLOLAR LİSTESİ x
ŞEKİLLER LİSTESİ xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ xv

GİRİŞ 1

1.BÖLÜM
GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Coğrafi Konum 3
1.2. İklim ve Bitki Örtüsü 4
1.3. Topoğrafyası ve Jeomorfolojik Durumu 6
1.4. Jeolojik Yapı 7
1.4.1. Metamorfizma ve Magmatizma 10
1.4.2. Tektonik ve Paleocoğrafya 11
1.4.3. Erciyes Dağı ve Oluşumu 13
1.5. Genel Hidrolojik Yapı 13
1.5.1. Hidroloji (Su durumu) 13
1.5.2. Akarsular 14
1.6. Literatür Özeti 14

2. BÖLÜM
MATERYAL VE METOT

2.1. Yeraltı Sularının Hidrojeokimyasal Analizleri 21
2.2. Yeraltı Sularının Hidrojeokimyasal Diyagramlara Göre Değerlendirilmesi 22
2.2.1. Piper Üçgen Diyagramı 22
2.2.2. Schoeller Yarı Logaritmik Diyagramı 23
2.2.3. Durov Diyagramı 24
2.3. Suların Kalitesinin Belirlenmesi 24
2.3.1. Suların Sertliği 25
2.3.2. Alkalinite 25
2.3.3. Asidite 25
2.3.4. Yüzde Sodyum (% Na) 26
2.4. Sulama Sularının Özellikleri 26
2.4.1. Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR) 26
2.4.2. ABD Tuzluluk Laboratuarı Diyagramı (Wilcox Diyagramı) 27
2.5. Suların İçme Suyu Standartlarına Göre Değerlendirilmesi 28
2.6. Aquachem Programı 31
2.7. Örnekleme Noktaları 31

3.BÖLÜM
BULGULAR

3.1. Sulama Suyu Kaynaklarına Ait Bulgular 33
3.1.1. Devlet Demir Yolları 34
3.1.2. Devlet Su İşleri 38
3.1.3. Eğribucak 43
3.1.4. Erciyes Üniversitesi 48
3.1.5. Erkilet 52
3.1.6. Gediris 56
3.1.7. Hacılar 61
3.1.8. Kayadibi 66
3.1.9. Organize Sanayi Bölgesi 71
3.1.10. Sarımsaklı Ovası 77

3.1.11. Talas 83
3.2. İçme Suyu Kaynaklarına Ait Bulgular 88
3.2.1. Ocak Ayına Ait Analizlere Göre Bölgelerin Sınıflandırılması.....89
3.2.2. Mart Ayına Ait Analizlere Göre Bölgelerin Sınıflandırılması.....92
3.2.3. Temmuz Ayına Ait Analizlere Göre Bölgelerin Sınıflandırılması.....97
3.2.4. Eylül Ayına Ait Analizlere Göre Bölgelerin Sınıflandırılması.....100
3.3. Bölgelerin Meteorolojik Veriler İle Değerlendirilmesi.....105

4.BÖLÜM
SONUÇLAR VE TARTIŞMA

KAYNAKLAR.....119
EKLER.....123
ÖZGEÇMİŞ.....134

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Kayseri İli 1960-2012 yılları arası sıcaklık ortalama değerleri.....5
Tablo 2.1. Suların İçme Suyu Kalite Standartları 29
Tablo 2.2. Çalışma Alanı Bölgeleri ve Analiz Yıllarına Ait Bilgiler.....32
Tablo 3.1. Devlet Demir Yolları Kuyusu SAR, % Na ve EC Analizleri 36
Tablo 3.2. Devlet Demir Yolları Analizlerinin SAR, % Na ve EC 'ye göre 36
Tablo 3.3. Devlet Demir Yolları Sulama Suyu Kalite Sınıflandırması.....37
Tablo 3.4. Devlet Su İşleri Kuyusu SAR, % Na ve EC Analizleri 41
Tablo 3.5. Devlet Su İşleri Kuyusu SAR, % Na ve EC 'ye Göre Sınıflandırılması 41
Tablo 3.6. Devlet Su İşleri Sulama Suyu Kalite Sınıflandırılması.....43
Tablo 3.7. Eğribucak Bölgesi SAR , % Na ve EC Analizleri 46
Tablo 3.8. Eğribucak Bölgesi SAR, % Na ve EC 'ye Göre Sınıflandırılması 46
Tablo 3.9. Eğribucak Bölgesi Sulama Suyu Kalite Sınıflandırılması 47
Tablo 3.10. Erciyes Üniversitesi SAR , % Na ve EC Analizleri.....50
Tablo 3.11. Erciyes Üniversitesi SAR , % Na ve EC' ye Göre Sınıflandırılması.....50
Tablo 3.12. Erciyes Üniversitesi Sulama Suyu Kalite Sınıflandırılması 51
Tablo 3.13. Erkilet Bölgesine Ait SAR , % Na ve EC Analizleri 54
Tablo 3.14. Erkilet Bölgesi SAR, % Na ve EC 'ye Göre Sınıflandırılması.....55
Tablo 3.15. Erkilet Bölgesi Sulama Suyu Kalite Sınıflandırılması.....56
Tablo 3.16. Gediris Bölgesine Ait SAR , % Na ve EC Analizleri 59
Tablo 3.17. Gediris Bölgesi SAR, % Na ve EC 'ye Göre Sınıflandırılması 60
Tablo 3.18. Gediris Bölgesi Sulama Suyu Kalite Sınıflandırılması.....61
Tablo 3.19. Hacılar Bölgesine Ait SAR , % Na ve EC Analizleri 64
Tablo 3.20. Hacılar Bölgesine Ait SAR , % Na ve EC' ye Göre Sınıflandırılması 65
Tablo 3.21. Hacılar Bölgesi Sulama Suyu Kalite Sınıflandırılması.....66
Tablo 3.22. Kayadibi Bölgesine ait SAR , % Na ve EC Analizleri 69
Tablo 3.23. Kayadibi Bölgesine ait SAR , % Na ve EC 'ye Göre Sınıflandırılması 70
Tablo 3.24. Kayadibi Bölgesi Sulama Suyu Kalite Sınıflandırılması.....71
Tablo 3.25. Organize Sanayi Bölgesine ait SAR , % Na ve EC Analizleri 74
Tablo 3.26. Organize Sanayi Bölgesine ait SAR, % Na ve EC 'ye Göre Sınıflandırılması.....75
Tablo 3.27. Organize Sanayi Bölgesi Sulama Suyu Kalite Sınıflandırılması.....76

Tablo 3.28. Sarımsaklı Ovasına Ait SAR , % Na ve EC Analizleri.....80
Tablo 3.29. Sarımsaklı Ovasına Ait SAR , % Na ve EC ‘ye Göre Sınıflandırılması.....81
Tablo 3.30. Sarımsaklı Ovası Sulama Suyu Kalite Sınıflandırılması 82
Tablo 3.31. Talas Bölgesine ait SAR , % Na ve EC Analizleri 86
Tablo 3.32. Talas Bölgesine ait SAR , % Na ve EC ‘ye Göre Sınıflandırılması 86
Tablo 3.33. Talas Bölgesi Sulama Suyu Kalite Sınıflandırılması.....88
Tablo 3.34. Ocak Ayı Analizlerine Göre İçme Suyu Kalite Sınıflandırılması 92
Tablo 3.35. Mart Ayı Analizlerine Göre İçme Suyu Kalite Sınıflandırılması 96
Tablo 3.36. Temmuz Ayı Analizlerine Göre İçme Suyu Kalite Sınıflandırılması.....100
Tablo 3.37. Eylül Ayı Analizlerine Göre İçme Suyu Kalite Sınıflandırılması 104
Tablo 3.38. Kayseri İli Merkez İlçelerinin Aylara Göre Yağış Değerleri.....105
Tablo 3.39. Kayseri İli Merkez İlçelerinin Aylara Göre Ortalama Sıcaklık Değerleri.106
Tablo 4.1. Sulama Suyu Kaynaklarının Hidrokimyasal Özellikleri.....114
Tablo 4.2. İçme Suyu Kaynaklarının Hidrokimyasal Özellikleri.....118

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Kayseri İli Yer Bulduru Haritası 3
Şekil 1.2. Ortalama Sıcaklık- Aylık Yağış Ortalaması 5
Şekil 3.1. Piper Üçgen Diyagramı 22
Şekil 3.2. Yarı Logaritmik Schoeller Diyagramı 24
Şekil 3.3. ABD Tuzluluk Diyagramı 27
Şekil 3.1. Kayseri İli Sulama Suyu Sınıflandırılmasında Kullanılan Bölgeler 33
Şekil 3.2. Devlet Demir Yolları Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Piper Diyagramı 34
Şekil 3.3. Devlet Demir Yolları Kuyusu Analizleri İçin Schoeller Yarı Logaritmik Diyagram 35
Şekil 3.4. Devlet Demir Yolları Kuyusu İçin Durov Diyagramı 35
Şekil 3.5. Devlet Demir Yolları Kuyusu Analizleri için ABD Tuzluluk Diyagramı 37
Şekil 3.6. Devlet Su İşleri Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Piper Diyagramı 38
Şekil 3.7. Devlet Su İşleri Kuyusu Analizleri İçin Schoeller Yarı Logaritmik Diyagram 39
Şekil 3.8. Devlet Su İşleri Kuyusu Analizleri İçin Durov Diyagramı 40
Şekil 3.9. Devlet Su İşleri Kuyusu Analizleri İçin ABD Tuzluluk Diyagramı 42
Şekil 3.10. Eğribucak Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Piper Diyagramı 43
Şekil 3.11. Eğribucak Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Schoeller Yarı Logaritmik Diyagram 44
Şekil 3.12. Eğribucak Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Durov Diyagramı 45
Şekil 3.13. Eğribucak Bölgesi Kuyu Analizleri İçin ABD Tuzluluk Diyagramı 47
Şekil 3.14. Erciyes Üniversitesi Kuyu Analizleri İçin Piper Diyagramı 48
Şekil 3.15. Erciyes Üniversitesi Kuyu Analizleri İçin Schoeller Yarı Logaritmik Diyagram 49
Şekil 3.16. Erciyes Üniversitesi Kuyu Analizleri İçin Durov Diyagramı 49
Şekil 3.17. Erciyes Üniversitesi Kuyu Analizleri İçin ABD Tuzluluk Diyagramı 51
Şekil 3.18. Erkilet Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Piper Diyagramı 52
Şekil 3.19. Erkilet Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Schoeller Yarı Logaritmik Diyagram 53
Şekil 3.20. Erkilet Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Durov Diyagramı 54
Şekil 3.21. Erkilet Bölgesi Kuyu Analizleri İçin ABD Tuzluluk Diyagramı 55
Şekil 3.22. Gediris Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Piper Diyagramı 57

Şekil 3.23. Gediris Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Schoeller Yarı Logaritmik Diyagram....58
Şekil 3.24. Gediris Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Durov Diyagramı....59
Şekil 3.25. Gediris Bölgesi Kuyu Analizleri İçin ABD Tuzluluk Diyagramı....60
Şekil 3.26. Hacılar Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Piper Diyagramı....62
Şekil 3.27. Hacılar Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Schoeller Yarı Logaritmik Diyagram....63
Şekil 3.28. Hacılar Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Durov Diyagramı....64
Şekil 3.29. Hacılar Bölgesi Kuyu Analizleri İçin ABD Tuzluluk Diyagramı....65
Şekil 3.30. Kayadibi Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Piper Diyagramı....67
Şekil 3.31. Kayadibi Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Schoeller Yarı Logaritmik Diyagram....68
Şekil 3.32. Kayadibi Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Durov Diyagramı....69
Şekil 3.33. Kayadibi Bölgesi Kuyu Analizleri İçin ABD Tuzluluk Diyagramı....70
Şekil 3.34. Organize Sanayi Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Piper Diyagramı....72
Şekil 3.35. Organize Sanayi Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Schoeller Yarı Logaritmik Diyagram....73
Şekil 3.36. Organize Sanayi Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Durov Diyagramı....74
Şekil 3.37. Organize Sanayi Bölgesi Kuyu Analizleri İçin ABD Tuzluluk Diyagramı.75
Şekil 3.38. Sarımsaklı Ovası Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Piper Diyagramı....77
Şekil 3.39. Sarımsaklı Ovası Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Schoeller Yarı Logaritmik Diyagram....78
Şekil 3.40. Sarımsaklı Ovası Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Durov Diyagramı....79
Şekil 3.41. Sarımsaklı Ovası Bölgesi Kuyu Analizleri İçin ABD Tuzluluk Diyagramı 81
Şekil 3.42. Talas Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Piper Üçgen Diyagramı....83
Şekil 3.43. Talas Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Schoeller Yarı Logaritmik Diyagram..84
Şekil 3.44. Talas Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Durov Diyagramı....85
Şekil 3.45. Talas Bölgesi Kuyu Analizleri İçin ABD Tuzluluk Diyagramı....87
Şekil 3.46. Kayseri İli İçme Suyu Sınıflandırılmasında Kullanılan Bölgeler....89
Şekil 3.47. Ocak Ayı Analizlerine Göre Piper Diyagramı....89
Şekil 3.48. Ocak Ayı Analizlerine Göre Schoeller Yarı Logaritmik Diyagram....90
Şekil 3.49. Ocak Ayı Analizlerine Göre Durov Diyagramı....91
Şekil 3.50. Ocak Ayı Analizlerine Göre ABD Tuzluluk Diyagramı....91

Şekil 3.51. Mart Ayı Analizlerine Göre Piper Diyagramı.....93
Şekil 3.52. Mart Ayı Analizlerine Göre Schoeller Yarı Logaritmik Diyagram 94
Şekil 3.53. Mart Ayı Analizlerine Göre Durov Diyagramı 95
Şekil 3.54. Mart Ayı Analizlerine Göre ABD Tuzluluk Diyagramı 95
Şekil 3.55. Temmuz Ayı Analizlerine Göre Piper Diyagram 97
Şekil 3.56. Temmuz Ayı Analizlerine Göre Schoeller Yarı Logaritmik Diyagram.....98
Şekil 3.57. Temmuz Ayı Analizlerine Göre Durov Diyagramı.....99
Şekil 3.58. Temmuz Ayı Analizlerine Göre ABD Tuzluluk Diyagramı 99
Şekil 3.59. Eylül Ayı Analizlerine Göre Piper Üçgen Diyagramı 101
Şekil 3.60. Eylül Ayı Analizlerine Göre Schoeller Yarı Logaritmik Diyagram 102
Şekil 3.61. Eylül Ayı Analizlerine Göre Durov Diyagramı 103
Şekil 3.62. Eylül Ayı Analizlerine Göre ABD Tuzluluk Diyagramı 103
Şekil 3.63. Kayseri İli Merkez İlçelerin Yıllara Göre Yağış Değerleri.....106
Şekil 3.64. Kayseri İli Merkez İlçelerin Yıllık Sıcaklık Ortalaması 107
Şekil 4.1. Kayseri İlinde Seçilen Sulama Suyu Kaynaklarına Ait Piper Diyagramı ..110
Şekil 4.2. Kayseri İlinde Seçilen Sulama Suyu Kaynaklarına Ait Schoeller Yarı Logaritmik Diyagram.....111
Şekil 4.3 Kayseri İlinde Seçilen Sulama Suyu Kaynaklarına Ait Durov Diyagramı 112
Şekil 4.4. Kayseri İlinde Seçilen Sulama Suyu Kaynaklarına Ait ABD Tuzluluk Diyagramı.....113
Şekil 4.5 Kayseri İlinde Seçilen İçme Suyu Kaynaklarına Ait Piper Diyagramı 115
Şekil 4.6. Kayseri İlinde Seçilen İçme Suyu Kaynaklarına Ait Schoeller Yarı Logaritmik Diyagram.....116
Şekil 4.7. Kayseri İlinde Seçilen İçme Suyu Kaynaklarına Ait Durov Diyagramı 117
Şekil 4.8. Kayseri İlinde Seçilen İçme Suyu Kaynaklarına Ait ABD Tuzluluk Diyagramı.....117

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

C^0 : Santigrat derece

Ca : Kalsiyum

Cl : Klorür

CO_2 : Karbondioksit

DO : Çözünmüş Oksijen

DSİ : Devlet Su İşleri

EC : Elektriksel iletkenlik

HCO_3 : Bikarbonat

K : Potasyum

mek : Miliekivalen

mek/l : Miliekivale/litre

Mg : Magnezyum

mg/l : Miligram/litre

N : Azot

Na : Sodyum

NO_2 : Nitrit

NO_3 : Nitrat

pH : Hidrojen iyonu konsantrasyonu

SAR : Sodyum adsorbsiyon oranı

SO_4 : Sülfat

TSE : Türk Standartları Enstitüsü

WHO : World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)

% Na : Sodyum iyon yüzdesi

GİRİŞ

Su, canlı yaşamın devamlılığını sağlayan en temel ihtiyaçtır. Yerkürenin üçte ikisinin su olduğunu düşünerek tüm canlılara yetecek miktarda su olduğu varsayılabilirsede bu suyun yalnız %3'ü tatlı sudur. Rakamsal olarak baktığımızda dünyadaki toplam su miktarı 1,4 milyar km3'tür. Bu suların %97,5'i okyanuslarda ve denizlerde tuzlu su olarak, %2,5'i ise nehir ve göllerde tatlı su olarak bulunmaktadır. Bu kadar az olan tatlı su kaynaklarının da %90'ının kutuplarda ve yeraltında bulunması sebebiyle, canlıların yararlanabileceği tatlı su miktarının ne kadar az olduğu anlaşılmaktadır [1].

Su kaynaklarının yönetimi, su ve çevre ilişkileri ile sınır aşan sular, son yıllarda tüm dünya ülkelerinin gündeminde ilk sıralarda yer almaktadır. Dünyanın birçok bölgesinde su kıtlığı çekilmekte olup, su küresel bir sorun haline gelmiştir. Bu yüzden az miktarda bulunan tatlı su kaynaklarının, sürdürülebilir kullanımı; tüm ülkeler için olduğu kadar, dünya düzeni içinde hayati önem taşımaktadır.

Türkiye'de su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi, uzun dönemli ekonomik kalkınmada önemli bir rol oynamaktadır. Ülke su kaynakları potansiyeli her ne kadar yüksek gözüküyorsa da mevcut kaynaklar, ve ihtiyaçlar yer ve zaman içinde uyuşmamaktadır. Son 50 yıldır giderek artan tarımsal, kentsel ve endüstriyel su ihtiyacı yeraltı sularının bazı bölgelerde yüksek kullanımına bağlı olarak su tablasında düşüşlere neden olmuştur. Su kaynakları potansiyeli doğu yörelerinde ağırlıkta iken, ihtiyaçlar batı bölgelerinde yoğunlaşmaktadır [2].

Yeraltı suları; su kalitesi yüksek olduğu için öncelikle içme suyu kaynağı olarak daha sonra ise sulamada, besicilikte, sanayide, madencilikte, termoelektrik güç üretimi gibi çeşitli alanlarda da kullanılmaktadır. Bu kısıtlı su kaynağının kirlenmeye karşı korunması diğer kaynaklara göre daha zordur [3].

Yeraltı suyu tanklarından sızmalar, atıkların kullanılmayan kuyulara dökülmesi, atık deponi sahalarından olan sızıntılar, ticari faaliyetler, arıtma tesislerindeki atıksu havuzlarından sızmalar veya taşkınlar yoluyla yeraltı suları noktasal olarak kirlenebilir. Ayrıca, yeraltı suları, tarım alanlarına ticari gübrelerin veya pestisitlerin uygulanmasıyla noktasal olmayan kirleticilerle de kirlenebilir. Ülkemizde de nüfusun hızlı artışı, sanayileşmenin büyümesi ve farklılaşması, tarımda gübre ve ilaç kullanımının yaygınlaşması ve çevre bilincinin yeterince yerleşememesi gibi nedenlerle mevcut yeraltı sularının bazılarında aşırı kirlenmelere rastlanılmıştır. Kirlenmeler azot, fosfor, kalsiyum, organik maddeler, kurşun, çinko, krom gibi kirleticiler tarafından meydana gelmektedir. Bazı su havzalarında, aşırı ağır metal kirlenmelerine bile rastlanmaktadır. Su azlığı çeken ülkeler arasında olan Türkiye'nin yüzey ve yeraltı sularında günümüzde gözlenen kirlenmeler; sağlık için büyük sorunlar yarattığı gibi, sulu ortamlardaki yaşamı olanaksız hale getirmektedir. Ülkemizdeki suların kirlenmesi bu şekilde devam ederse, 20-30 yıl sonra yarattığı sorunların geri dönüşümünün olanaksız duruma dönüşeceği hesaplanmaktadır [4].

Yeraltı sularında kirlenmenin önüne geçebilmek için ülkemizde, Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından Resmi Gazetede 28257 sayılı ''Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik'' yayınlamıştır. Bu yönetmeliğin amacı, iyi durumda olan yeraltı sularının mevcut durumunun korunması, yeraltı sularının kirlenmesinin ve bozulmasının önlenmesi ve bu suların iyileştirilmesi için gerekli esasları belirlemektir.

Bu çalışmada; yeraltı suyunun kalitesinin belirlenmesi ve korunmasına ışık tutabilmesi açısından; Kayseri İli, Merkez İlçelerinin yeraltı su kaynaklarını içme ve sulama suyu olarak ayrı ayrı ele alınarak, bölgelerin kirlilik parametrelerinin düzeyinin belirlenmesi amaçlanmış ve mevcut yönetmelikler çerçevesinde değerlendirilmiştir. Sulama suyu kaynağı olarak DSİ Bölge Müdürlüğünden alınan veriler doğrultusunda, 11 bölge seçilmiş ve bu bölgelere ait 142 adet kuyunun analizleri kullanılmıştır. Kuyu analizlerinde bölgeyi temsil edebilecek homojenliğe özen gösterilmiştir. İçme suyu kaynağı olarak da KASKİ Dairesinden alınan 9 bölgeye ait kuyulardan 2012 yılının Ocak-Mart-Temmuz-Eylül analizleri kullanılmıştır.

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Coğrafi Konum

Çalışma alanı, İç Anadolu Bölgesinin en önemli kent merkezlerinden olan Kayseri ili ve yakın çevresini kapsamaktadır. Kayseri, İç Anadolu'nun güney bölümü ile Toros Dağlarının birbirine yaklaştığı bir yerde, Orta Kızılırmak bölümünde 37 derece 45 dakika ile 38 derece 18 dakika kuzey enlemleri ve 34 derece 56 dakika ile 36 derece 58 dakika doğu boylamları arasında bulunmaktadır. Doğu ve kuzeydoğusu Sivas, kuzeyi Yozgat, batısı Nevşehir, güneybatısı Niğde, güneyi ise Adana ve Kahramanmaraş İlleri ile çevrilidir. İl yüzölçümü 16.917 km^2 dir. 2012 yılı nüfusu 1.274.968 kişi olan Kayseri ilinde bu çalışma kapsamında; İlin, merkez ilçelerinin içme ve sulama sularını incelenmiştir (Şekil 1.1) [5].



Şekil 1.1. Kayseri İli Yer Bulduru Haritası

1.2. İklim ve Bitki Örtüsü

Kayseri İl'inde kışları soğuk ve kar yağışlı, yazları ise sıcak ve kurak karasal nitelikli Orta Anadolu iklimi egemendir. Ancak il iklimi, yükseltiye göre yer yer farklılıklar gösterir. Buna bağlı olarak ilde iklim, çukurda kalan bölgelerde daha yumuşakken, yaylalardan dağlık kesimlere doğru gidildikçe sertleşir. Örneğin, çevreye göre çukur bir alanda yer alan Develi Ovası'nda kış ayları daha yumuşak geçmektedir. Sıcaklık ortalaması; il merkezine göre daha yüksek kesimlerde yer alan Sarız ve Pınarbaşı ilçelerinde, daha düşüktür. Aynı değer bir çöküntü çukurunda yer alan Develi İlçesi'nde de merkezdeki kadardır. Yağış miktarı ise, ilin yüksek kesimlerinde yer alan bölgelerinde daha fazladır [5].

Kayseri İl'inin birçok yerinde bozkır iklimi özellikleri vardır. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve kar yağışlıdır. Yüksek yerlerde ise yayla iklimi hüküm sürer [5].

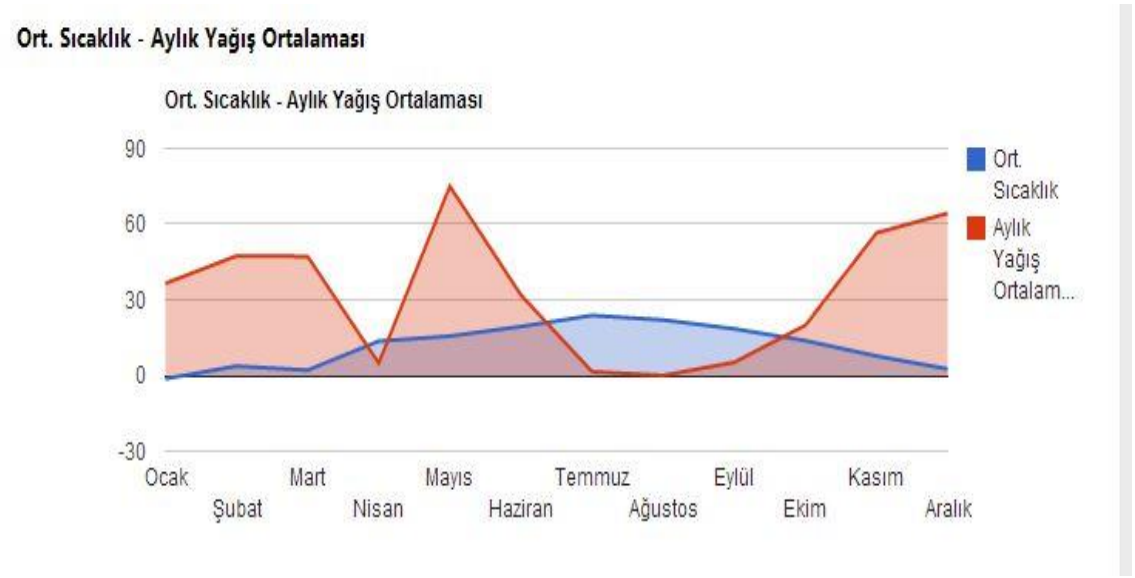
En sıcak günler Temmuz ve Ağustos aylarında olup bazen 38 ºC'ye kadar yükselir. Bu ayların ortalama sıcaklığı ise yaklaşık, 23 ºC'dir. En soğuk günler ise Aralık, Ocak ve Şubat aylarında olup sıcaklığın bazen -36º C'ye kadar düştüğü görülmektedir. Kış ortalaması ise –2 ºC ile –6 ºC arasındadır. Son altmış yıllık gözlemlere göre merkezde ortalama sıcaklık, 10,4 ºC'dir [5].

Kayseri'de, havanın kapalı olduğu gün sayısı oldukça azdır. Kapalı gün sayısı ortalama 68, açık ve güneşli gün sayısı ise 110 gün civarındadır. Ortalama nispi nem miktarı % 65'tir. Ortalama yağış miktarı ise metrekareye ortalama 375 kg'dır. İl en fazla yağışı Nisan, Mayıs ve haziran aylarında almaktadır. Kayseri il merkezi ve 10 ilçesinde yer alanı istasyonlardan meteorolojik ölçümler rutin olarak yapılmaktadır [5].

Kayseri İlinin birçok yerinde bozkır iklimi özellikleri vardır. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve kar yağışlıdır. Yüksek yerlerde ise yayla iklimi hüküm sürer. Kayseri il merkezinde ait 1960-2012 yılları ortalama sıcaklık değerleri Tablo 1.1'de gösterilmiştir. Aylara göre sıcaklık ve yağış ortalama değerleri Şekil 1.2'de gözlenebilmektedir [5].

Tablo 1.1. Kayseri İli 1960-2012 yılları arası sıcaklık ortalama değerleri

KAYSERI	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ortalama Sıcaklık (°C)	-1.8	0.0	5.0	10.6	15.0	19.1	22.6	22.0	17.1	11.6	5.0	0.5
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	4.1	6.0	11.7	17.6	22.4	26.7	30.6	30.6	26.5	20.3	12.7	6.4
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-7.0	-5.4	-1.3	3.3	6.7	9.7	12.0	11.3	7.2	3.6	-1.1	-4.4
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	3.0	4.6	4.6	6.1	8.2	10.2	11.6	11.2	9.1	6.4	4.4	2.5
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	13.3	12.4	13.4	14.0	13.7	8.9	2.3	1.8	4.0	8.2	9.9	13.0
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması(kg/m^2)	32.8	34.4	42.0	55.0	52.4	39.6	10.4	5.4	13.4	30.1	34.8	39.8
En Yüksek Sıcaklık (°C)	18.0	20.1	27.6	31.2	33.6	36.0	40.7	40.0	36.0	32.6	25.5	21.0
En Düşük Sıcaklık (°C)	-31.4	-31.2	-28.1	-11.6	-6.9	-0.5	2.9	1.4	-3.2	-12.2	-17.8	-26.0
Günlük Toplam En Yüksek Yağış Miktarı	17.05.1999	51.8 kg/m^2	Günlük En Hızlı Rüzgar	12.02.1969	162.0 km/sa	En Yüksek Kar	19.02.2008	51.0 cm				



Şekil 1.2. Ortalama Sıcaklık- Aylık Yağış Ortalaması

Bitki Örtüsü

Kayseri il topraklarında; ovalarda olduğu gibi, dağ ve tepelik alanlarda da bozkır bitki örtüsü egemendir. İlin yüksek kesimlerinde yer yer iyi orman örtüsüne de rastlanırsa da, topraklar genellikle bozuk orman ve çalılıklar ile kaplıdır. Bu duruma gelinmesinde eski orman örtüsünün insan eliyle yok edilmesinin büyük payı vardır. İlin güney kesiminde toros dağlarının yer aldığı bölümde; kara çam, kızıl çam, kök nar, ladin ve meşe ağaç türleri bulunmaktadır. İyi sayılabilecek nitelikteki ormanlar; Tomarza, Yahyalı ve Develi ilçeleri çevresinde yer almıştır. Ormandan yoksun kalmış olan iç kesimlerdeki dağlarda ise seyrek çalılarla birlikte otluklar geniş yer tutar. Dağlar arasındaki çöküntü havzalarında ve ovalarında, önceleri bozkır örtüsünün egemen olmasına karşılık, bu kesimler daha sonra geniş ölçüde tarım alanına dönüştürülmüştür. Dağların etekleri ise genellikle dağlık ve bahçeliktir. Dağların yüksek kesimlerinde güvenlikler (altragalus soyundan dikenli, yastık biçimli bitkiler), otluklar ve bunların arasında dikenlikler ve yüksek dağ çayırlarına rastlanmaktadır [5].

Kayseri ve Develi ovaları geniş ekin alanlarıdır. Dağların etekleri, bağlık ve bahçeliktir. Ovaları, bozkır bitkileri örter. Yüksek yerlerde ormanlar vardır. Ormanlar il topraklarının % 9'una yakın olup, Develi ve Yahyalı'da görülür. İl topraklarının % 39'u ekili-dikili alanlar, % 41'i çayır ve meralarla kaplı, % 11'i ise tarıma elverişsiz alanlardır. Tabiî bitki örtüsünün hâkim karakteri, steptir [5].

1.1. Topoğrafyası ve Jeomorfolojik Durumu

Kayseri, güneyden ve kuzeyden yüksek dağların ve tepelerin sınırladığı topoğrafik bir çanak içerisinde yer alır. Şehir; ana eksen Ankara-Sivas karayolu boyunca doğu-batı istikametinde, daha az yerleşmiş olan ikinci eksen Erkilet-Talas olmak üzere kuzey-güney yönünde büyümüştür. Kentin biçimlenmesinde, doğal sınırlayıcıların rolü olmuştur. İlk yerleşim bölgesi güneyindeki dağların yamaçlarına doğru olmuş, yakın geçmişte kuzeye düzlüklere doğru kaymıştır. Şehrin gelişmesi ile sanayi Şehir içinde kalmıştır. İlin etrafının yüksek dağlar ve tepelerle çevrili olması hava sirkülasyonunun büyük oranda engellemektedir [6] .

1.2. Jeolojik Yapı

Kayseri ili sınırları içinde Paleozoik, Mesozoyik ve Senozoyik zamanlarına ait birimler bulunmaktadır. Kayseri Şehir merkezi ve ilçelerini kapsayan bölgelerde; Proterozoyik, Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik (Tersiyer-Kuvaterner) yaşta, karasal ve denizel ortamlarda oluşmuş, sedimenter (çökel), volkanik (yüzey), plutonik (derinlik), metamorfik ve ofiyolitik kayaçlar yer alır [6].

Sedimanter Kayaçlar

Bölgede Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik (Tersiyer-Kuvaterner) yaşlı sedimenter kayaçlar gözlenmektedir. Özellikle Kayseri İl'inin Yahyalı, Sarız ve daha az oranda Pınarbaşı ilçeleri dolaylarında bulunan, Paleozoyik yaşlı kayaçlar; Orta Kambiriyen-Karbonifer yaş aralığında çökelmiş olup, Orta Kambiriyen yaşlı karbonatlar, Üst Kambiriyen-Ordovisiyen yaşlı kırıntılılar ve Siluriyen-Karbonifer yaş aralığındaki kırıntılı ve karbonat çökellerinden oluşmaktadır [6].

Bölgedeki Mesozoyik yaşlı sedimenter kayaçlar, yoğun olarak Yahyalı, Tomarza, Sarız ve Pınarbaşı ilçeleri ve çevresinde bulunurlar. Mesozoyik birimleri Orta Triyas-Üst Kretase aralığında çökelmiş kayaçlardan oluşur. Ancak yer yer Üst Kretase-Paleosen(Tersiyer) ve Üst Kretase Eosen (Tersiyer) aralığındaki kayaçların sınırları tam olarak birbirinden ayrılamadığından Mesozoyik kayaçları içerisinde birlikte ele alınmıştır. Orta Triyas ve bir bölüm Jura-Kretase yaş aralığındaki kayaçlar genellikle neritik kireçtaşlarından, Jura-Kretase yaş aralığındaki bir kısım çökeller pelajik ve neritik kireçtaşlarından, Üst Kretase (Senoniyen, yer yer Üst Kretaseden ayrılmamış Paleosen ve Eosen yaşlı) yaşlı çökeller ise alttan üste doğru sırasıyla, neritik kireçtaşı, kırıntılılar (kumtaşı,çakıltaşı gibi) ve karbonatlar, pelajik kireçtaşı, neritik kireçtaşı ve karbonat ve kırıntılı kayaçlardan oluşmaktadır [6].

Kayseri İlin 'deki Senozoyik yaşlı çökel kayaçlar Tersiyer ve Kuvaterner yaşlı olup, karasal ve denizel ortamlarda çökelmişlerdir. Tersiyer birimleri Paleosen yaşlı karasal ve denizel kırıntılı çökel kayaçlar ile başlayıp, Üst Paleosen-Eosen yaşlı kırıntılılar ve karbonatlar, Orta Eosen-Üst Eosen yaşlı kırıntılılar ve karbonatlar, Üst Eosen yaşlı evaporitli sedimanter kayaçlar, Alt-Orta Eosen yaşlı kırıntılılar ve neritik kireçtaşları, Oligosen yaşlı kırıntılılar, Oligosen-Alt Miyosen yaşlı Evaporitler ve sedimenter

kayaçlar, Alt-Orta Miyosen yaşlı gölsel kireçtaşları Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı gölsel kireçtaşı ve kırıntılılarla devam etmekte ve Piliyosen yaşlı gölsel karbonatlar ve karasal kırıntılı kayaçlarla son bulmaktadır. Tersiyer yaşlı kayaçlar başta Yeşilhisar, İncesu, Erkilet, Felahiye, Sarıoğlan, Akkışla, Pınarbaşı, Bünyan, Sarız, Tomarza ve Yahyalı İlçesi'nin güney kesimlerinde olmak üzere Kayseri ili ve çevre ilçelerinde yaygın olarak gözlemlenirler. Kayseri ili ve ilçelerindeki Kuvaterner yaşlı çökel kayaçlar ise ayrılmamış karasal kırıntılılar, travertenler ve yamaç molozlarından oluşmakta olup, başta Sultan sazlığı, Kayseri ovası, Tuzla gölü civarı gibi akarsuların oluşturduğu alüvyonlar ve Ovalarda gözlemlenirler. Travertenler ise Kızılırmak vadisi (Bayramhacılı, Tekgözköprü, Hırkaköy) gibi aktif fayların etkin olduğu bölgelerde bulunur [6].

Volkanik Kayaçlar

Volkanik kayaçlar Kayseri ili ve ilçelerinde oldukça fazla bulunmaktadır. Üst Triyas (Mesozoyik)-Kuvaterner (Senozoyik) yaş aralığında gözlenen volkanizma özellikle Miyosen (Tersiyer) ve Kuvaternerde etkindir. Bölgede başta Erciyes dağı ve etrafı olmak üzere Yeşilhisar, Develi, Tomarza, İncesu ve Erkilet dolaylarında çok yoğun ve farklı kaya türlerinden oluşan volkanik kayaçlar bulunmaktadır. Bölgedeki en yaşlı volkanik kayaçları Tomarza İlçesi'nin kuzey kesimleri, Belören civarında gözlenen Orta Triyas yaşlı bazaltik lavları oluşturur. Alt-Orta Miyosen'de başlayan ve giderek etkinliğini artıran Tersiyer volkanizması bazalt, piroklastik kayaçlar ve andezit türü kayaçlardan oluşmaktadır. Bölgedeki Üst Miyosen yaşlı volkanitler ise, başta İgnimbiritler olmak üzere, dasit, andezit ve bazaltlardan oluşmaktadır. Miyosen yaşlı volkanik kayaçlar özellikle Yeşilhisar, İncesu, Erkilet yönünde uzanan volkanik kuşak içerisinde ve Develi ilçesi Sarıca köyleri civarında gözlemlenir [6].

Bölgenin Ana volkanik yapılarını oluşturan Pliyosen ve Kuvaterner volkanik kayaçları; bazalt, andezit, dasit, ignimbirit ve çeşitli piroklastik kayaçlardan oluşmakta olup, Kayseri İl'inin güneyinde yer alan Erciyes dağı ve etrafında geniş alanlar kaplamaktadır. Yine Erciyes Dağı'nın güney kesimlerinde ve Koç dağı civarında yaygın olarak Pliyosen-Kuvaterner yaşlı volkanik aktiviteye bağlı olarak gelişmiş pomza oluşumları gözlenmektedir [6].

Plutonik Kayaçlar

Kayseri İli içerisinde Plutonik kayaçlar, oldukça sınırlı alanlarda gözlenmektedir. Üst Kretase, Üst Kretase-Paleosen yaşlı bu kayaçlar; Gabro, granit, granodiyorit, türü kayaçlardan oluşmaktadır. Gabrolar Yeşilhisar ilçesinin güney kesimlerinde, granit, granitoyidik kayaçlar ise; Yayalı ilçesinin güneyi, Felahiye ilçesi güneyi ve Bayram hacılı civarında sınırlı alanlarda bulunmaktadır [6].

Metamorfik Kayaçlar

Kayseri il sınırları içerisinde gözlenen metamorfik kayaçlar, Yahyalı, Sarız, Pınarbaşı ve Felahiye ilçesi kuzey ve güneybatı kesimlerinde (Hırka köyü civarında) yayılım göstermektedir [6].

Metamorfik kayaçlar Prekambriyen, Paleozoyik ve Mesozoyik yaş aralığında oluşmuştur. Prekambriyen yaşlı kayaçlar Şistlerden oluşurken, Alt Kambriyen-Permiyen yaş aralığında oluşmuş metamorfik kayaçlar sırası ile kuvarsit, mermer, şist, fillat, ve kalın mermerlerden oluşmaktadır. Alt Triyas -Üst Kretase yaşlı metamorfik kayaçlar ise şist, mermer, meta kırıntılılar ve meta karbonat kayaçlarından oluşmaktadır [6].

Ofiyolitik Kayaçlar

Kayseri il ve ilçelerindeki ofiyolitik kayaçlar; subofiyolitik metamorfitler, ayrılmamış ultramafitler, serpantinit, dunit ve peridotit türü kayaçlarla, bunların tektonik karışımlarından oluşan ofiyolitli melanjlardan oluşmaktadır. Özellikle Yahyalı ilçesinin güney-güneydoğu kesimlerinde daha geniş alanlarda görülmekte olup, Pınarbaşı ilçesinin güney ve kuzeyleri ile Sarız ilçelerinin güney kesimlerinde daha sınırlı alanlarda bulunan ofiyolitik birimler Mesozoyik yaşlıdırlar [6].

Tektonik

Kayseri ve civarı; tektonik açıdan, önemli bir bölgedir. Kayseri özellikle Ecemiş fay zonu gibi birçoğu diri olan bu faylar; bölgenin depremselliği açısından oldukça önemlidir. Güneyden, Mersin yönünden kuzeye doğru uzanan sol yönlü doğrultu atımlı bu fay zonu; Yahyalı civarında çatallaşarak, birkaç kola ayrılır. Bunlardan bir kol;

Yeşilhisar, İncesu, Erkilet yönünde, Sultan sazlığı Havzası'nın batı kenarını sınırlayacak şekilde uzanırken, bir diğer kol; Sultan sazlığının ortasından, Erciyes Dağı'nın zirvesinden geçerek Kayseri'ye doğru devam etmektedir. Başka bir kol ise Yahyalı-Develi arasında Sultan sazlığı Havzası'nın doğu kenarını oluşturmaktadır [6].

Ayrıca Kızılırmak vadisi ve Karasu'nun aktığı Boğazda önemli bir diri fay hattını oluşturmaktadır. Kayseri yönünden gelen Karasu çayının Boğaz köprü civarında doksan derece kırılarak Kızılırmak yönüne akması, Boğazdaki bu fayın varlığını göstermektedir. Gesi, Talas ve Erkilet civarında ise bu doğrultu atımlı fayların yer yer normal atımlı bileşenlerine de rastlanılmaktadır [6].

1.2.1. Metamorfizma ve Magmatizma

Metamorfizma

İl sınırları içinde görülen metamorfik birimler rejyonal Metamorfizma ürünleridir. Şiddetli basınç altında oluştuğu kabul edilen ve umumiyetle epizon ve mesozon mahsulleri olan killi şist, mikaşist, kalk şist ve mermerler Felahiye'nin yakın çevresinde ve Himmetdede'de yüksek tepeleri ve dağları oluşturmaktadır. Şistler ve mermerlerin yakın ilişkisi olup ayrımları zordur [6].

Metamorfik birimlerin yaşları kesin olarak tespit edilememiştir. Ancak aynı yoğunluğa sahip olan Kaman (Kırşehir) batısındaki Karaoğlan Dağları Kretase yaşlı ofiyolitik seri Kaman mermerlerini normal bir şekilde örtmektedir [6].

Mermerler metamorfik serinin en üst seviyesini teşkil ettiğine göre, bunların Kretase'den daha eski olduğu ve büyük bir ihtimalle de Jura'ya ait oldukları düşünülmektedir. Ayrıca granit ve gabroların metamorfik serileri kestikleri bilinmektedir. Bazik intrüzyonların yaşı Üst Kretase, asidik olanların ise Üst Kretase'den daha gençtir. Yani metamorfik birimler Kretase'den daha yaşlıdır [6].

İl'de görülen bir diğer Metamorfizma türü kontak metamorfizmedir. Bu Metamorfizma ürünlerini eski temelden başlayarak Tersiyer'e kadar muhtelif devirlerde görmek mümkündür [6].

Magmatizma

İl sınırları içindeki magmatik taşların en önemlileri; asit ve bazik plütonlar halinde oluşmuştur. Asit olanlar; granit-diyorit bileşiminde olup, yer yer iyi kristalli hornblend ve biyotitli derinlik taşlarıdır. Felahiye'nin güneyinde, Kurşun Dağı'nın doğusunda, Himmetdede'nin güneybatısında bulunurlar. Bazik olanlar ise gabro diyabaz yapısında koyu renkli kitlelerdir. Bu gruba, peridolit ve serpantin de katılabilir. Bazik plütonlar ise Pazarören, Pınarbaşı, Tomarza ve Sarıoğlan çevresinde ve daha az olarak da Boğazlayan ve Felahiye'nin yakın çevresinde bulunurlar. Asit plütonlar ile bazik olanlar birbiri ile girift vaziyette bulunur. Bu durum asit ve bazik plütonların hangisinin daha yaşlı olduğunun tayinini zorlaştırır [6].

Kayseri ve yakın çevresinde, Erciyes volkanizmasının ürünlerini görmek mümkündür. Kayseri ve Develi arasında takriben 30 km çapında 3916 m. yüksekliğinde bulunan Erciyes Dağı; merkezi bir koni ile birçok tali parazit koniden oluşan sönmüş bir volkandır. Bu dağ; andezit, bazalt, lav ve cüruflardan meydana gelmiştir. Etrafında daha geniş sahalara yayılmış tüfler bulunmaktadır. Bunlar 100 km mesafelere kadar sürüklenerek Neogen gölleri içinde çökelme oluşturmuştur. Alt pliyosen volkaniklerinden bazalt ve aglomera kalın-orta-ince tabakalaşmalı ve eklemlidir ve bloğumsu ayrışma göstermektedir. Tüfler ise ince tabakalıdır ve toprağımsı ayrışma göstermektedir. Develi ve Yahyalı arasında engebeli bir topografyaya sahip olan volkanitlerin üzerini, uyumsuz olarak üst pliyosen yaşlı volkanitler örter. Gölsel kırıntılılar içerisinde yer alan tüf ve tüfütler; üst pliyosen volkanizmasına aittir. Üst Miyosen'de başlayan volkanit faaliyetler, Kuvaterner'de de devam etmiş ve Erciyes Dağı'nın son volkanizmasına ait tüf, ignimbirit, bazalt, bimis, aglomera, volkan külü, volkan çakılları ve volkan bombalarını oluşturmuştur. Bu volkanik birimlere Erciyes, Ali Dağı, Gesi, İncesu, Develi ve Tomarza yörelerinde rastlanmaktadır [6].

1.2.2. Tektonik ve Paleocoğrafya

Kayseri il merkezi ve yakın çevresi graben çöküntü alanı içerisinde yer alır. Bu graben Kuvaterner tektonizması sonucu oluşmuştur. Erciyes volkanizmasının tamamen bitmesi düşey blok hareketlerinden dolayı olmuştur. Söz konusu graben kuzeydoğu, güneybatı doğrultusunda oluşmuştur. Grabenin güney kanadında Gesi, Mimarsinan, Tavlusun, Talas, Ali Dağı ve Erciyes'ten geçen çekim fayı ve buna paralel ovaya doğru çok sayıda

çekim fayları bulunmaktadır. Grabenin kuzey kanadında Muncusun, Erkilet, Boğaz köprü, İncesu, Yeşilhisar çekim fayları bulunur. Bu graben Develi ovası ve Ecemiş koridoruna bağlıdır. Kuzeydoğu devamında ise Tuzla gölü ve Sarıoğlan baseni vardır. Bu iki çöküntü arasında Lalebeli sırtı yer alır. Bu topoğrafik eşik iki çöküntüyü birbirinden ayırır. Bölgenin geçirdiği orojenik safhalara gelince; Bölgede Alp öncesi orojenik hareketlerin meydana gelmiştir. Ancak bu eski hareketler genç Alpin hareketlerle belirsiz hale gelmiştir. Bölgenin teknotik çehresi, asıl Alp orojenezi esnasında, bu orojenezin muhtelif safhaları sonunda oluşmuştur. Başlıca üç safha, Laremien, Pirenen ve Helvetik safhaları Orta Anadolu Bölgesi'nin tektonik gelişmesinde çok etkili olmuşlardır. Bilhassa Laremien orojenisi ile Orta Anadolu kristalin masifinin bazik ve asidik plütonları Kretase ve daha eski oluşumlar içerisine yerleşmişlerdir. Pirenen ve Helvetik safhalar esnasında paroksizma hareketleri meydana gelmiş ve bu hareketlerle ilgili olarak şiddetli kıvrılmalar meydana gelmiştir [6].

Bölgenin Paleocoğrafyasına gelince; Alt Kretase devrinde bölgede jeosenklinalin bulunduğu ve bu devirde denizaltı volkanizmasının etkili olduğu kabul edilmektedir. Bu jeosenklinalde fliş fasiyesi oluşurken çevresine, bu jeosenklinalde ek olarak palozoyik ve Mesozoyik devri ürünleri yerleşmiştir [6].

Miyosen'den önce bölge, eosen etkisinde kalmış ve eosen fliş fasiyesi oluşmuştur. Miyosen'de Erciyes volkanizması başlamış, alt pliyosen, üst pliyosen ve kuvaternerde devam etmiş ve kuvaternerde sönümlenmiştir. Volkanizma sırasında yörede sığ göl, arten göl fasiyesinde, sıcak iklim etkisinde, sedimantasyonda kırmızı renk hakimdir. Gölün sığ olan serilerinde ani buharlaşmalar sonucu jips kütleleri oluşmuştur [6].

Alt Pliyosen'de Volkanizma sonucu oluşan bütün olaylar görülürülmektedir. Bazalt sütunları, bacaları, engebeli bir topografya oluşturur. Bu engebeli topografyanın üzerini, Üst Pliyosen sığ gölü doldurmuştur [6].

Üst pliyosen, miyosen gölüne göre daha sığ olup, zayıf çimentolanma ve az belirgin tabaklanmalar neticesinde göl tamamlanmıştır. Üst pliyosenin Volkanizma faaliyetlerinin göle ulaştığı kesimlerde, gölsel kırıntılar içerisinde tüf ve tüfitler oluşmuştur [6].

Özellikle belirgin fay ve kırık hatları yerleşim bölgeleri ile çevrilmiştir. Bu yörelerde açılan yerleşim bölgelerinde; depremselliğin göz önünde bulundurulması gerekir [6].

Ayrıca ilin topoğrafik yapısının çanak şeklinde olması sebebi ile yeni yerleşimler yapılırken hava koordinatlarının etkilenmesinin dikkate alınması hava kirliliğinin artmaması açısından önemlidir [6].

1.2.3. Erciyes Dağı ve Oluşumu

Türkiye'nin en yüksek dağları arasında olan Erciyes, Kayseri İl'inin güneybatısında tek bir kütle durumunda yükselmektedir. Erciyes'in doruğu, genel görünümü ile bir kubbeye benzemektedir. Dağın sel yatakları ile derin biçimde yarılmış, yer yer üst üste kubbelerden ve sırtlardan oluşmuş doruklarında, kabaca doğu-batı doğrultulu bir sağrı uzanmakta ve bu sağrı üzerinde iki tepe bulunmaktadır. Bunlardan biri 3916 m. yükseklikteki Büyük Erciyes, aynı zamanda dağın doruğunu oluşturur. İkinci tepeyse, 2700 m. ile bunun batısında yer alan Safrakaya tepesi ya da Küçük Erciyes'tir [7].

Erciyes Dağı'nın kuzey yamaçlarında, yükseklikleri 2200 ile 2700 m. arasında değişen birçok volkan tepesi sıralanmıştır. Bunlar; Belaşma, Yılbat, Karasığır, Lifos, Kepez ve Kefelik tepeleridir. Yine dağın bu kesimlerinde, lav akıntılarıyla oluşmuş birtakım kaya yığıntı alanları bulunmaktadır. Bu yığıntılar; Peri kartını ve Selim kartını adıyla anılmaktadır. Erciyes dağı kütlesinin doğusunda yükseklikleri 1200-1700 m. arasında değişen başka volkan tepeleri de bulunmaktadır. Çarıktepe, Arkatepe, Un tepesi, Büyük Kızıltepe, Küçük Kızıltepe gibi kabartıların yer aldığı bu bölgede, asıl kütleden ayrı olan iki volkanik dağ daha vardır. Bunlar; Ali Dağı (1871 m.) ve Yılanlı Dağ'dır (1640 m.). Dağın güney ve batı yamaçlarında; Üçtepe, Evliya Dağı, Uçuk Dağ, Kırmızı tepe, Göktepe, Bozdağ, At Tepesi, Şeyharslan, Beşparmak, Karasivri, Karnıyarık gibi kartınlar ve tepeler sıralanmıştır. Erciyes Dağı'nın doğusunda yer alan ve dağdan Tekir Yaylası ile ayrılan Koç Dağı ise, 2700 m. yüksekliktedir [7].

1.3. Genel Hidrolojik Yapı

1.3.1. Hidroloji (Su durumu)

Aladağların kuzey, orta ve güney kesimlerinde akarsu aşındırması ve topografyası fazla etkili değildir. Jeolojik yapı ve yer şekillenmesi nedeni ile akarsular gelişmemiştir.

Aladağların batısında yer alan Ecemiş suyu ile dağın doğusunda görülen ve akış kazanan dereler ise yüzey ve yeraltı Karst topografyasının ürünü olan; yeraltı Karst derelerinin çıkışları ile oluşurlar. Demirkazık köyünde çıkış yapan ve Ecemiş suyunun ana kaynağını teşkil eden kaynaklar ile Kapuzbaşı yeraltı dere çıkışları bu tür oluşumlara örnektir. Özellikle buzul ve Karstik topografyanın etkili olduğu yüksek rakımlı Çımbar, Yedigöller, Karagöl vadi tabanlarında ise, göl oluşumlarına rastlanır. Hem buzkar, hem buzul, hem de Karstik aşınma sonucu oluşmuş bulunan bu göller, aynı zamanda birer ''Suyutan'' çanaklardır. Dış kuvvetler tarafından oluşturulan Çımbar vadisinde Dipsingöl, Yedigöller vadisinde Büyükgöl ve Turasanlar bölgesinde yer alan Karagöl gölleri gibi ''Glasyokarst'' şekilleri olarak tanımlanabilir [6].

Aladağlar, yeraltı su kaynakları bakımından da zengin değillerdir. Yeraltı kaynaklarının çıkış yaptığı bu sayılı yerler, genellikle yayla yerleşme yerleri olarak kullanılır [6].

1.3.2. Akarsular

Bünyan'ın 3 km güneydoğusundaki Göztepe denilen dağdan kaynağını alan Sarımsaklı suyunun kaynaktaki adı Pınarbaşı suyudur. Bu suyun kasaba içinde yaklaşık 80 m yükseklikteki çağlayandan düşüşü sırasında, üzerinde kurulan hidroelektrik santrali ile 1000 KW gücünde elektrik elde edilmektedir. Su kasaba içinde doğudan gelen Boğaz suyu ile birleşerek batıya doğru yönelir. Kayseri ovasına açılan vadi; Sarımsaklı Barajını doldurduktan sonra, Kayseri şehir merkezinin kuzeyinden batıya doğru akarak Boğaz köprüye ulaşır, burada Karasu ile birleşerek Beğdeğirmeni köyü yakınlarında Kızılırmak' a karışır. Sarımsaklı suyunun yağış alanı 2300 km den çok olup, ortalama akımı 4,988 m/sn'dir. Azami akımı 20,0 m/sn, asgari akımı 1.80 m/sn, seviyesi 58 cm, yaklaşık boyu 90 km'dir. Bu su Bünyan şehir merkezi içme suyu ihtiyacını karşılar, ayrıca Bünyan'daki bahçelerin ve bazı tarlaların sulanmasında da kullanılmaktadır [6].

1.4. Literatür Özeti

Yeraltı sularının hidrokimyasal fasiyesleri konusunda ülkemizde ve dünyada birçok çalışma yapılmıştır. Aşağıda bu çalışmalar, Kayseri ili ve Türkiye'de yapılan çalışmalar ve Türkiye dışındaki ülkelerde yapılan çalışmalar açıklanmaktadır.

Bunlardan en önemlisi ve ilki DSİ'nin, Türkiye genelindeki ovaların büyük bir çoğunluğunda benzer şekilde gerçekleştirdiği "Kayseri Sarımsaklı Ovası Planlama Kademesinde Hidrojeolojik Etüt Raporu "dur. Bu çalışmada Sarımsaklı Ovası ve ovanın beslenim alanını oluşturan bölgenin genel hidrolojik ve hidrojeolojik özellikleri açıklanmış, Sarımsaklı Ovasındaki akiferlerin beslenim boşalım ilişkileri ile yeraltı suyunun miktar ve kalitesi ortaya konulmuştur.

Değirmenci ve diğ. "Kayseri Kent İçme Suyu Havzasında Yer alan Eski Çöp Deponi Alanları Sızıntı Sularının Kent İçme Suyu Akiferlerine Olan Etkilerinin Ve Havza Koruma Alanlarının Belirlenmesi" isimli çalışma; günümüzde Kayseri kenti yerleşim alanı içerisinde kalmış olan Beştepeler ve Kumarlı Eski Çöp Depolama Alanlarını kapsamaktadır. Bu çalışmada sözkonusu bölgelerde yer alan ve kentin içme ve kullanma suyunu karşılayan akifer sistemlerine olan etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada; kent içme suyu havzasındaki akifer sistem veya sistemlerinin beslenim-boşalım ilişkisini ortaya koyarak, bu bilgiler ışığında mevcut sistemin kirlenmelere karşı korunmasına yönelik önlemleri belirlemek ve KASKİ'ye ek su temini ve mevcut yeraltı suyu işletmesi çalışmalarında anılan konular ile ilişkili önerilerde bulunmak amaçlanmıştır [7].

Dokuz "Bayramhacılı, Tekgöz Ve Çiftgöz (Kayseri) Sıcak Ve Minerallisularının Hidrokimyasal İncelemesi" isimli çalışmada; Kayseri il merkezinin batısında, Himmetdede kasabası sınırları içerisindeki Bayramhacılı, Tekgöz ve Çiftgöz sıcak ve mineralli su kaynaklarının hidrokimyasal özellikleri incelenmiştir. Hidrokimyasal incelemede, Bayramhacılı sıcak ve mineralli kaynakların Ca-Na-HCO_3 tipinde, Tekgöz ve Çiftgöz sıcak kaynaklarının ise Ca-Mg-HCO_3 su tipinde oldukları belirlenmiştir. Sıcak ve/veya mineralli su kaynaklarında yapılan jeotermometre hesaplamaları ile suların rezervuar sıcaklıkları en fazla 85ºC bulmuştur. Hidrokimyasal ve izotopik özellikler Bayramhacılı sıcak ve mineralli kaynaklarının Tekgöz ve Çiftgöz sıcak kaynaklarına göre daha derin dolaşımlı olduklarını ve su-kayaç etkileşiminin bu kaynaklarda daha baskın oldukları sonucuna ulaşmıştır [8].

Aykar ''Kayseri Kenti İçme Suyu Havzasında Yeraltısuyu Kirliliğinin İncelenmesi'' isimli çalışmada; Kayseri içme suyu havzası sınırları içerisinde yer alan yaklaşık 70 adet örnekleme noktasının hidrojeokimyasal özellikleri incelenmiş ve su kalitesi açısından

değerlendirilmiştir. Bu çalışma; arazi ölçümleri, laboratuvar analizleri ve değerlendirmeler şeklinde yürütülmüştür. Bir aylık periyotlarla (Aralık 2008 -Eylül 2009) bir yıl süresince alınmış örneklerde; fiziksel kimyasal su kalite parametre analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanındaki sularının köken ve hidrojeokimyasal fasiyes değerlendirmeleri için Schoeller ve Piper diyagramlarını kullanılmıştır [9].

Akpınar "Kayseri Kenti İçme Suyu Akiferlerinin Su Temini Ve Su Kalitesi Açısından Karakterizasyonu" isimli çalışmada; Kayseri ili kaynak sularından numuneler alınarak laboratuvar da kimyasal analizlerini gerçekleştirmiş ve sonuçlar su kalitesi açısından değerlendirilmiştir. Alınan hidrokimyasal analiz sonuçları ve mevcut litoloji verileri (kuyu logları, karotlu kuyu verileri, Lugeon test sonuçları vs.) birbirleriyle ilişkilendirilip, akifer karakterizasyonunu açıklanmaya çalışılmıştır [10].

Özdikicioğlu ''Sadık (Hacıbektaş)-Budak (Mucur) Köyleri Arasındaki Sığ Yeraltı Sularının Hidrojeokimyasal Özellikleri Ve Bazı Kirlilik Parametrelerinin İncelenmesi'' isimli çalışmada; Nevşehir ili ve Kırşehir ili arasındaki seçtikleri alanda yeraltı sularının hidrojeokimyasal özellikleri ve bazı kirlilik parametrelerini incelemişlerdir. Bölgelerden alınan numunelerle laboratuvar çalışması yapılmış ve suların içme ve sulama suyu olarak kullanılabilirliği standart ve yönetmelikler doğrultusunda değerlendirilmiştir [11].

Küçükatabey ''Gemici Köyü (Baskil) Çevresi Yeraltı Sularının Hidrojeokimyasal Özellikleri'' isimli çalışmada; seçilen bölgede yeraltı su kaynaklarına ait laboratuvar çalışması yapılmış ve sonuçları Piper, Schoeller, Wilcox ve ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramları çizip değerlendirmeleri yapılmış, bazı yeraltı sularındaki baskın hidrokimyasal fasiyesin mevsimsel etkilerle değiştiği, genelinin ise değişmediği tespit edilmiştir. Bölgedeki sularda en fazla bulunan katyon Ca^{+2}, en fazla bulunan anyon ise HCO_3^-' tır [12].

Güllüoğlu ''Harran Ovası Yeraltı Suyu Kalitesinin Araştırılması'' isimli çalışmada; 9 aylık bir periyotta 24 ayrı numune üzerinde laboratuvar çalışması yapılmış, analiz sonuçları ile Schoeller, Piper, Wilcox, ABD Tuzluluk ve Schoeller yarı logaritmik diyagramlarına göre suların hidrokimyasal fasiyes sınıflandırılması ve sulama suyu açısından sınıflandırılması gerçekleştirilmiştir [13].

Ünal ‘’ Bağlıca (Etimesgut) Yeraltı Sularının Hidrojeokimyasal Özelliklerinin Ve Bazı Kirlilik Parametrelerinin Belirlenmesi’’ isimli çalışmada; seçilen bölgede laboratuvar çalışması yapılmış analiz sonuçları grafiksel yöntemlerle, standartlar ve yönetmeliklerle karşılaştırılmıştır. İnceleme alanına ait su kimyası verilerinin değerlendirilmesi sonucu; yeraltı sularındaki baskın hidrokimyasal fasiyesin sodyum ve bikarbonat olduğu, yalnız bir örneğin sodyum ve sülfat fasiyesinde olduğu tesbit edilmiştir [14].

Bülbül ‘’Umurlu (Aydın) Jeotermal Sahası Yeraltı Sularının Hidrojeokimyasal İncelemesi’’ isimli çalışmada; jeotermal sahasında yer alan sıcak ve mineralli kaynak ve kuyu sularının hidrokimyasal ve izotopik özelliklerinden yararlanılarak bu suların kökeni, beslenim alanı, oluşum mekanizması, yeraltı dolaşım süreçleri ve sahanın kavramsal hidrotermal modelinin oluşturulması düşünülmüştür. İyon içeriklerine göre sıcak ve mineralli sular Na-HCO_3, soğuk sular ise Ca-HCO_3ve Ca-MgHCO_3’lı sular tipinde olduğu sonucuna ulaşılmıştır [15].

Yastı ‘’Çubuk Ovası Kuzeydoğusunun (Ankara) Hidrojeoloji İncelemesi’’ isimli çalışmada; bölgenin yeraltı sularının hidrokimyasal özelliklerinin alansal olarak ve kayaç türüne göre değişiminin incelenmesi amaçlanmıştır. Bölgede sularda bikarbonat baskın anyon iken, baskın katyon olarak kalsiyum, magnezyum ve sodyum olduğunun sonucuna ulaşılmıştır [16].

Brehme vd. yaptıkları çalışmada; Türkiye’nin güneyinde, Hatay Dörtyol yakınında tarım toprağı olarak kullanılan bir alan seçmişlerdir. Bu çalışmada kıyısal bölgedeki hidrojeolojik karakteristikler incelenmiştir. Deşarj suyu ve yeraltı suları seviyelerinin ölçümleri anyon ve katyona göre yapılmıştır. Sonuçlar yeraltı ve üstü suların kompozisyonlarındaki jeolojik ve insani etkileri gösterilmiştir. Bölgedeki birçok kuyuda deniz suyu etkisi görülmemiştir [17].

Demer vd. yaptıkları çalışmada; Isparta ve çevresinde içme suyu kaynaklarının hidrokimyasal özelliklerini belirlemek için 46 adet su numunesi ile çalışılmıştır. Hidrojeokimyasal analizlere göre, çalışma alanındaki sular CaMg-HCO_3 ve Ca-HCO_3 tipli sular olarak bulunmuştur. Bölgede bulunan Eğirdir Gölü Isparta sularında egemen olduğu görülmüştür. Sulardaki yüksek florür konsantrasyonun Eğirdir Gölünden geldiği düşünülmektedir. Bu nedenle Isparta’da içme sularında karıştırma işlemleri çok dikkatli yapılmalıdır [18].

Demirel yaptığı çalışmada; Göksu deltası alanında giderek artan tatlı su ihtiyacını incelemiştir. Bu çalışmada üç boyutlu bir model olan MADFLOW programı ile çalışılmıştır. Model yardımı ile yeraltı suyunun akışının güney ve doğu yönlerinde olduğu görülmüştür. Ayrıca Alüvyon derinlerden gelen yeraltı sularında, Ca-Mg-HCO_3 iyonları görülmekte fakat deniz suyunun karıştığı bölgede Na ve Cl iyonları yeraltı suyu konsantrasyonlarına eklenmektedir. Bu durum bölgenin kireçtaşı akiferine sahip olduğunu belirtir [19].

Türkiye dışında yeraltı sularının sınıflandırılması ve karşılaştırılması için yapılan çalışmalar arasından bazıları aşağıda verilmiştir.

Chadha tarafından hazırlanan çalışmada; Hindistan'ın Karnataka bölgesindeki doğal suların sınıflandırılması ve hidrokimyasal işlemlerin belirlenmesi için yeni bir hidrokimyasal bir diyagram önerilmiştir. Bu çalışmada, geliştirilen program; Durov ve genişletilmiş Piper diyagramlarından iki eşkenar üçgenin olmaması ve çalışma alanının diğer diyagramlardan farklılığıyla ayrılır. Yapılan karşılaştırmalarda önerilen diyagramın doğal suların sınıflandırılmasında temel gereklilikleri sağladığı ve hidrokimyasal işlem çalışmalarında etkin biçimde kullanılabildiği görülmüştür [20].

Korfali vd. yaptıkları çalışmada; Lübnan'ın Beyrut kentinde su kalitesi varyasyonunu araştırmaktır. Bölgede tüketiciler su ihtiyacını karşılamada görülen eksiklik için özel kuyulara başvurmuşlardır. Sonucunda içme suyu kalitesi, kuyu suyu karakteristikleri ve su dağıtım şebekesindeki sorunlar ve lağım kanallarının karışması sebepleriyle mikrabiyal kirlenme görülmüştür. Su dağıtım şebekesi boruları içindeki tartarlar suyun pH'ı, sertlik, sülfat, klorid, ve demire bağlıdır ayrıca demir borulardaki korozyon büyük ölçüde Mg sertliğine bağlıdır sonucuna ulaşılmıştır [21].

Nagarajan vd. yaptıkları çalışmada; Hindistan'ın Thanjavur şehrinde Mart 2008 tarihinde kazılmış kuyulardan ve sondaj kuyularından 102 yeraltı suyu örneği ile pH, elektriksel iletkenlik, sıcaklık, majör iyon ve nitrat parametrelerine göre analiz yapılmıştır. Örneklerin %90'ında sodyum ve klorid baskın anyon ve katyon, ve NaCl ve Ca-Mg-Cl'nin önemli su tipleri olduğu görülmüştür. Sonuç olarak yeraltı suyu kalitesinin insan aktiviteleri tarafından bozulduğu ve yeraltı su kaynaklarını korumak için düzgün bir plana ihtiyaç olduğu görülmüştür [22].

Anbazhagan vd. yaptıkları çalışmada; Hindistan'ın Raigarh bölgesindeki Panvel havzasında kireçleşmiş Eosen yaşta Deccan bazaltik kayaç türleri bulunmaktadır. Bölge çok yağış alan bir yerdir. Bazı özel bölgeler dışında bölgede su sıkıntısı ve yeraltı suyu kaynağı problemleri ile karşılaşılmaz. Bölgeden alınan örnekler klorid, sertlik, TDS ve tuzluluk parametrelerine göre değerlendirilmiştir. Idrisi 32 GIS yazılımı kullanılarak çeşitli tematik haritalar, konumsal analizler ve yeraltı suyu kalite haritası hazırlanmıştır. Çalışmada içme ve sulama suları için istenen ve istenmeyen değerler gösterilmiştir [23].

Ghoraba vd. yaptıkları çalışmada; Pakistan'ın Belucistan eyaletinin 29 ilçesinden alınan 120 adet yeraltı su örneğinde 14 adet parametrenin aquachem programını kullanarak yaptıkları analizler hidrokimyasal açıdan değerlendirilmiştir. Sularda yüksek konsantrasyonlarda florür, demir ve nitrat bulmuşlardır. Baskın anyon klorürdür. Pakistanda yeraltı sularında suların pH değerleri bazik karakterde olup elektriksel iletkenlik değerleri içilebilir sular sınıfında olduğu görülmüştür [24].

Suk vd. yaptıkları çalışmada; Hidrokimyasal verilerle değişkenli veri analizleri Incheon, Korede gerçekleştirilmiştir. Bölge iki ayrı rejimde (A ve B) incelenmiştir. Bölgelerin mevsimsel değişiklik ve hidrokimyasal açıdan değerlendirmesi yapılmıştır. Analiz değerlerinin yorumlanmasında faktör ve küme analizi yöntemleri kullanılmıştır. Buna göre, A bölgesinde sınırlı akifer koşullarında yeraltı suları, düşük DO ölçülmüş ve hidrokimyasal analizleri mevsimsel değişikliğe bağlı olmadan $NO3^{-}$, $SO4^{-2,}$ Na^{+}, Cl^{-}, and Mg^{+2} karakterlerinde çıkmıştır. B bölgesinde ise serbest akifer koşullarına göre nispeten yüksek DO ve $NO3^{-}$ ölçülmüş hidrokimyasal analizleri Na^{+} ve Cl^{-} iyonları mevsimselere göre değişiklik göstermiştir [25].

Tang vd. yaptıkları çalışmada; Çin'in Pekin kentinde 2008 yılında haziran ve ekim aylarında alınan yeraltı su numuneleri ile yeraltı su kalitesi ve hidrokimyasal özellikleri analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre; Kentte suların kalitesi kuzeyden güneye gittikçe değişmiş olduğu gözlemlenmiştir. Yeraltı sularında en önemli kirlilik ise TDS ve nitrattır. Yeraltı suları HCO_3-Ca•Mg tipli sulardır. $SO4^{-2}$, $NO3^{-}$, Ca^{+2} ve TDS konsantrasyonlarında kuzeyden güneye gidildikçe azalan bir eğilim vardır. Konsantrasyonlarda mevsimsel değişikliğin etkisi de görülmüştür [26].

Subramani vd. yaptıkları çalışmada; Chithar havzasında yeraltı suyu hidrokimyasının içme ve sulama suyu için belirlenmesini incelemişlerdir. Yeraltı suyunun fiziksel ve

kimyasal parametreleri elektriksel iletkenlik, pH, TDS, Na, K, Ca, Mg, Cl, HCO_3, CO_3, SO_4, NO_3, F, B ve SiO_2 e göre belirlemişlerdir. Konsantrasyonları meydana getiren kimyasallarda mekansal olarak ve geçici sürelere göre çeşitlilik gösterdiği görülmüştür. Analitik verilerin sonucunda Ca-Mg-Cl, Ca-Cl and Na-Cl'nin baskın hidrokimyasal fasiyeler olduğu görülmüştür. Bölgede genellikle sert, acı (sodalı) suya, tuzlu ve bazik yeraltı sularına rastlanmıştır. Bazı yerlerde yüksek toplam sertlik ve TDS, suların içme ve sulamaya elverişsiz olduğunu belirlemiştir. Florür ve bor miktarı insan tüketimi için izin verilen limitler içinde olduğu görülmüştür [27].

Stamatis vd. yaptıkları çalışmada; Batı Attica Mesogea havzasında bölge yapısını anlayabilmek için toplam 85 kuyudan (51 kuyu, 34 sondaj) örnekler alınarak yeraltı suyunun hidrojeolojisini incelemişlerdir. Yeraltısu kaynaklarında büyük alanda jeolojik yapıya bağlı olarak önemli bir kalite azalması olmasının akifer ve antropojenik faaliyetlerin kötü yönetimi etki ettiği düşünülmektedir. Bölgede 5 çeşit yeraltı suyu görülmüştür: Ca–HCO_3, Mg–HCO_3, Na–HCO_3, Na–Cl ve Mg–Cl. Bunlar dolomit ve kalsite doymuşlardır, oysa anhidrite doymamıştır. Antropojen etkenlerle yüksek iyon konsantrasyonları ve yüksek metal konsantrasyonları görülmektedir [28].

2. BÖLÜM

MATERYAL VE METOT

2.1. Yeraltı Sularının Hidrojeokimyasal Analizleri

Hidrojeolojik araştırmalardaki hidrojeokimyasal incelemeler genel anlamda 3 bölümde incelenebilir.

1-Örnekleme

2-Analiz

3-Değerlendirme (yorumlama)

1) Örnekleme: Su örneği özel şişelere alınmalı ve uygun koşullarda saklanarak en kısa sürede kimyasal analiz için laboratuvara gönderilmelidir. Örnekleme sırasında suyun T, EC, pH, S ölçümleri yapılmalıdır.

2) Analiz: Suların kimyasal analizleri, analizi yapılan her bileşenin doğru metotla ve uygun bir şekilde ölçülmesi için çok önemlidir. Eğer doğru olmayan bir analiz sonucu var ise bunun vereceği değerlendirme ve yorumlama sonucu da hatalı olur. Bu sebeple kimyasal analiz yapılan laboratuvar ve analizin yapıldığı ekipman çok önemlidir. Hidrojeokimyasal çalışmalara arazide seçilmiş su noktalarının belirlenmesi ve kimyasal analizlerinin yaptırılmasıyla başlanılır.

Major (1-1000 mg/l): Na, Ca, Mg, HCO_3, SO_4, Cl, Si

İkincil (0,01-10 mg/l): Fe, Sr, K, CO_3,NO_3, F,B

Minör ve iz bileşenler: suda eser miktarda bulunan elementler (Au, Ag, Lu, Ce, La vb.)

Katyon ve anyonlar; (+) yüklü iyonlara katyon, (Başlıca katyonlar; Na^{+}, $K^{+,}$ Ca^{+2}, Mg^{+2},) (-) yüklü iyonlara anyon denir. (Başlıca anyonlar; Cl^{-}, SO_4^{-2}, HCO_3^{-}, CO_3^{-2}) [11].

2.2. Yeraltı Sularının Hidrojeokimyasal Diyagramlara Göre Değerlendirilmesi

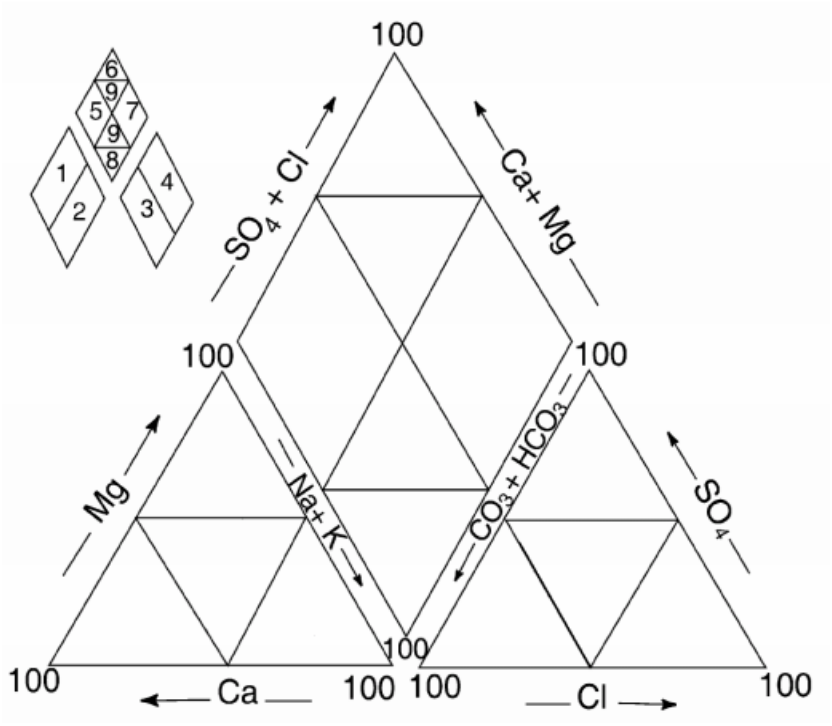
Suların grafiklerde gösterilmesi; Analiz sonuçlarının toplu halde bir arada görülebilmesi, Sınıflandırılması, birbirleriyle ilişkilerinin araştırılması ve karşılaştırılması gibi amaçlar taşır.

- Piper üçgen diyagramı
- Schoeller yarı logaritmik diyagramı,
- Durov diyagramları,

Gerek iyonların topluca tek bir diyagramda görüntüleme kolaylığı açısından, gerekse benzer ve farklı kökenli suların karşılaştırılması kolaylığı açısından hidrojeolojide oldukça sık kullanılan diyagramlardır [11].

2.2.1. Piper Üçgen Diyagramı

Aşağıda Şekil 3.1'de 9 adet bölgeden oluşan, Piper Üçgen Diyagramı verilmiştir.



Şekil 3.1. Piper Üçgen Diyagramı

Piper (Üçgen) Diyagramı İle Suların Sınıflandırılması

Piper diyagramı, % mek/L cinsinden anyon ve katyonların ayrı ayrı gösterildiği iki üçgenden ve tüm iyonların ortak gösterildiği bir eşkenar dörtgenden oluşmaktadır. Üçgen diyagramlar suların fasiyes tiplerinin saptanması, eşkenar dörtgen ise suların sınıflaması ve karşılaştırılması mümkündür. Ayrıca eşkenar dörtgen diyagram dokuz bölüme ayrılmıştır.

1 no'lu alan; Alkali Toprak Elementler (Ca^{+2}+ Mg^{+2}) > Alkali Elementler (Na^{+}+K^{+})

2 nolu alan; (Ca^{+2}+ Mg^{+2}) < (Na^{+}+K^{+})

3 nolu alan; Zayıf Asit Kökleri(CO_3^{-2} + HCO_3^{-2}) > Güçlü Asit Kökleri(Cl^{-}+SO_4^{-2})

4 nolu alan; (Cl^{-}+ SO_4^{-2}) > (CO_3^{-2} + HCO_3^{-2})

5 nolu alan; Karbonat sertliği % 50'den fazla olan sular;

6 nolu alan; Karbonat olmayan sertliği % 50'den fazla olan sular;

7 nolu alan; Karbonat olmayan alkalinitesi % 50'den fazla olan sular; NaCl, KCl, Na_2SO_4, alkaliler ve güçlü asitler egemendir. Deniz ve çok acı sular bu alanda yer alır.

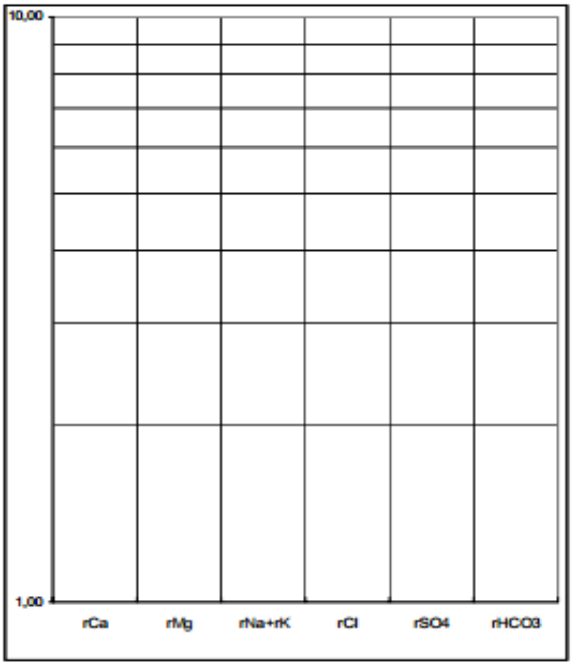
8 nolu alan; Karbonat alkalileri % 50'den fazla olan sular. Doğada az rastlanan aşırı yumuşak sular bu alana girer.

9 nolu alan; İyonların hiçbiri % 50'yi geçmeyen, karışık sular bu alana girer [11].

2.2.2. Schoeller Yarı Logaritmik Diyagramı

Suların kimyasal özellikleri kırık çizgilerle tanımlanır. Yarı logaritmik diyagramda farklı kökenli sular hemen ayırt edilebilir. Bu diyagramda benzer kökenli, aynı hazneye ve beslenme alanına sahip sular benzer kırık çizgiler oluşturur. Şekil 3.2.'de Düşey ekseni logaritmik, yatay ekseni aritmetik ölçekli kâğıtlar üzerine, eşit aralıklarla yatay eksen üzerine sırası ile rCa^{+2}, rMg^{+}, $r(Na^{+}+K^{+})$, rCl^{-}, rSO_4^{-2} ve $rHCO_3^{-}$ iyonlarının yerleştirildiği ve bir iyonun mek/1 (r) değerleri logaritmik düşey eksene işaretlenerek birleştirildiği Schoeller Yarı Logaritmik diyagram gösterilmiştir. Böylece, suların kimyasal özellikleri kırık çizgilerle tanımlanmış olur. Yarı logaritmik diyagramlarda,

farklı sular ilk bakışta ayırt edilebilir. Buna karşın, yüzde ile gösterilen diyagramlarda, kökenleri ve kimyasal özellikleri çok farklı olan sular bir arada bulunabilir [11].



Şekil 3.2. Yarı Logaritmik Schoeller Diyagramı

2.2.3. Durov Diyagramı

Durov diyagramı da Piper'in üçgen diyagramı gibi anyonların ve katyonların % mek/l değerlerinin kullanılarak ayrı ayrı iki üçgende gösterildiği ve bu üçgenlerin birbirine dik olarak iliştirildiği kare şekilli bir dörtgenden oluşur. Su noktaları öncelikle üçgenlere yerleştirilerek, daha sonra kare diyagrama iz düşürülür. Bu şekilde suların karşılaştırılması ve bir arada görülmesi sağlanır, Yorumlamasında Piper üçgen diyagramdakine benzer yorumlar yapılabilir [29].

2.3. Suların Kalitesinin Belirlenmesi

Yeraltı suyunun kalitesi birçok parametreye bağlı olmakla birlikte, genel olarak suyun içinde bulunan iyonların miktarına göre değişir. Ayrıca sertlik, hidrojen iyon konsantrasyonu (pH), alkalinite, asidite, sodyum iyonu yüzdesi (% Na), sodyum adsorbsiyon oranı (SAR) ve elektriksel iletkenlik su kalitesini belirleyen önemli parametrelerdir.

2.3.1. Suların Sertliği

Su içinde çözülmüş halde bulunan Ca ve Mg bileşiklerinden ileri gelen bir özelliktir. Bu bileşiklerin çoğu Ca ve Mg iyonlarının oluşturduğu bikarbonatlar, sülfatlar, klorürler ve nitratlardır. Ca ve Mg bikarbonatlarından ileri gelen sertliğe "geçici sertlik" denir ve ısıtılarak ya da kimyasal yöntemlerle $CaCO_3$ve $MgCO_3$ çökelerek bu sertlik giderilir. Sudaki "kalıcı sertlik" ise Ca ve Mg'un karbonatlardan başka tuzlarından ileri gelir ve ısıtılarak giderilemez. Bu sertliği azaltmak için suya Na_2CO_3 konur. Kalıcı ve geçici sertliklerin toplamı ise "toplam sertliği" oluşturur [12].

Suların sertliği Toplam Fransız Sertliği olarak tanımlanmış olup, pratik olarak

Toplam Sertlik = 5 x (rCa^{+2}+ rMg^{+2}) bağıntısıyla bulunabilir.

Suların sertliğini ifade etmek için çeşitli yöntemler vardır;

1Alman sertliği 1000 ml suda 10 mg Ca miktarıdır.

1Fransız sertliği 1000 ml suda 10 mg $CaCO_3$ ve

1 İngiliz sertliği, 700 ml suda 10 mg $CaCO_3$ olarak tanımlanır [12].

2.3.2. Alkalinite

Bir suyun alkalinitesi, asitleri nötrleştirme özelliği olarak bilinir. Yeraltı sularındaki alkalinite çoğunlukla karbonat ve bikarbonat iyonlarına bağlı olarak kazanılır. Alkalinitenin ölçülmesinde fenol ftaleyin ve metil oranj indikatörleri kullanılır.

2.3.3. Asidite

Bir suyun asiditesi, alkalinitenin karşıtı olarak bazların nötrleştirme özelliği olarak bilinir. Özellikle linyit ve maden kömürlerinin bulunduğu kısımlardan çıkan yeraltı suları asit karakterdedir. pH < 4.5 olduğu durumlarda asidik sular metalleri oldukça fazla aşındırmaktadır.

2.3.4. Yüzde Sodyum (% Na)

Yüzde sodyum oranı yeraltı sularının tarımsal alanlarda sulama suyu olarak kullanıma uygun olup olmadığını gösteren önemli bir parametredir. % Na değerine göre; sulama suyu sınıflaması aşağıdaki gibi olmaktadır [14].

% Na	Sulama suyu sınıfı
< 20	En iyi
20-40	İyi
40-60	İzin verilebilir
60-80	Kuşkulu kullanım
> 80	Kullanıma uygun değil

2.4. Sulama Sularının Özellikleri

Sulamada kullanılan suların içinde çözünmüş iyon miktarı fazla ise; bitkilere ve tarımsal toprağa fiziksel ve kimyasal yollarla etkiyerek, verimi düşürür. Bu iyonların fiziksel etkisi; bitki yapısındaki hücrelerde osmotik basıncı azaltarak, suların dal ve yapraklara erişmesini engeller. Kimyasal yolla ise, bitki metabolizmasını bozarlar. Tuzlu sulardaki sodyum; zemindeki kalsiyum iyonları ile yer değiştirerek, toprak geçirgenliğini ve havalanmasını azaltır. Dolayısıyla bitkilerin gelişmesi yavaşlar. Bitkilerin gelişmesini su kalitesinden başka; toprağın cinsi, geçirgenliği, iklim koşulları, kullanılan su miktarı, bitki türü, sulama şekilleri ve uygulanan yetiştirme yöntemleri gibi özellikleri de etkiler. Sulama sularının kimyasal özelliklerini saptamak için, çeşitli yöntemler önerilmiştir [14].

2.4.1. Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR)

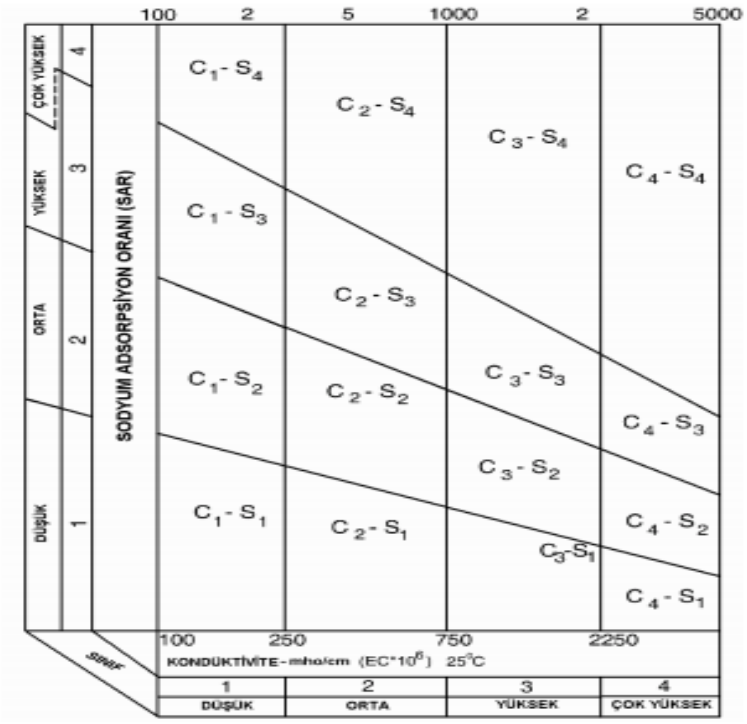
Sulama sularında sodyum miktarı önemli bir yer tutar. Toprağın yapısını bozarak, geçirgenliğini azaltan ve sulamadan sonra zeminin üst seviyelerinde soğurulan sodyum, toprak yüzeyinde kaymak şeklinde sert bir kabuğun oluşmasına neden olur ve bitki köklerinin havalanması engellenir. Ayrıca, sodyum, bitkiler için zehirli bir ortam yaratır. Cinsine bakılmaksızın, sodyumca doygun topraklarda bitkiler çok az gelişir veya gelişmezler [13].

Sodyum Adsorption Ratio (SAR) = rNa/ [(rCa+ rMg) / 2]$^{1/2}$ şeklindedir. SAR'a göre sulama suları, aşağıda verildiği gibi sınıflanır;

Suyun Niteliği	SAR (%)	Alkalinite Tehlikesi
Çok İyi Özellikte Sulama Suları	< 10	S1
İyi Özellikte Sulama Suları	10-18	S2
Orta Özellikte Sulama Suları	18-26	S3
Fena Özellikte Sulama Suları	26 >	S4

2.4.2. ABD Tuzluluk Laboratuarı Diyagramı (Wilcox Diyagramı)

Wilcox diyagramında bazı değişiklikler yapılarak hazırlanan bu diyagramda sulama suları on altı sınıfa ayrılmıştır. Şekil 3.3.'de Düşey eksende SAR (kısaca S) değeri, yatay eksende ise elektriksel iletkenlik (EC) bulunur. Suyun sınıfının saptanması, Wilcox diyagramında olduğu gibidir.



Şekil 3.3. ABD Tuzluluk Diyagramı

Bu diyagram aşağıdaki şekilde yorumlanmaktadır:

Genel Tuzluluk Özellikleri:

C1, (EC 250 mikromho/cm'den az) az tuzlu sular: Her toprakta, tüm bitkilerin sulamasına uygundur.

C2, (EC 250-750 mikromho/cm arası) orta tuzlu sular: Orta akaçlama özelliğindeki topraklarda, tuzluluk tehlikesi olmadan tüm bitkiler sulanabilir.

C3, (EC 750-2250 mikromho/cm arası) tuzlu sular: Akaçlaması kötü olan arazilerde sulamada kullanılmaz. Tuza dayanıklı bitkiler seçilmelidir.

C4, (EC 2250 mikromho/cm'den fazla) çok tuzlu sular: Geçirgenliği ve akaçlaması çok iyi topraklarda, zeminin yıkanmasını sağlamak için bol su verilmelidir.

Genel Sodyum Tehlikesi Özellikleri:

S1, (az sodyumlu sular): Tüm topraklarda sodyum tehlikesi yaratmadan kullanılabilir.

S2, (orta sodyumlu sular): Geçirgen veya bol jipsli arazilerde kullanılabilir.

S3,(yüksek sodyumlu sular): Birçok toprak cinsinde sodyum tehlikesi yaratabilir.

S4, (az sodyumlu sular): Genel olarak sulama için uygun değildir. Ancak suyun toplam tuz miktarı düşük ise, sulamada kullanılabilir.

Böylece C1-S1, C2-S1,C3-S1her türlü sulamada, C4-S1, C3-S2 bazı özel koşullarda kullanılabilir. C4-S2, C4-S3 sulamada kullanılmaz. Sulama suyunun pH 'ı 9 u geçmemelidir [11].

2.5. Suların İçme Suyu Standartlarına Göre Değerlendirilmesi

İçme sularının fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik özellikleri çeşitli standartlarla tespit edilmiştir. 7.04.2012 tarihli 28257 sayılı Resmi Gazete' de Yeraltı Sularının Kirlenmeye Ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik yayınlanmıştır. Bu yönetmelik kapsamında İçme suyu temini maksadıyla kullanılan ve/veya kullanımı planlanan YAS kütlelerinin kalite durumu İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik eklerinde yer alan parametre listesi ve standartlar dikkate alınarak bu değerlendirilir. Aynı zamanda suların içme suyu olarak kullanılabilirliğine yönelik TSE, WHO, EPA ve EU

gibi kuruluşlar tarafından da limit getirilmiştir. Tablo 2.1'de tüm değerlerin karşılaştırması yer almaktadır [30].

Tablo 2.1. Suların İçme Suyu Kalite Standartları

	TÜRK STANDARTLARI (TSE 266)	TC SAĞLIK BAKANLIĞI	DÜNYA SAĞLIK ÖRGÜTÜ (WHO)	ABD ÇEVRE KORUMA AJANSI (EPA)	AVRUPA BİRLİĞİ (EU)
BİRİNCİL STANDARTLAR (MİKROBİYOLOJİK), EMS/100 ml					
Koliform Bakteri	<1	0	0	<1	0
Bulanıklık	25	1	5	1	1
BİRİNCİL STANDARTLAR (Dezenfeksiyon yan ürünleri), µg/L					
Toplam Trihalometanlar	--	150	460	80	100
Bromat	--		25	10	10
BİRİNCİL STANDARTLAR (İNORGANİK KİMYASALLAR), mg/L					
Alüminyum	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Arsenik	0,05	0,01	0,05	0,05	0,01
Baryum	0,3		0,7	1	-
Kadmiyum	0,005		0,005	0,01	0,005
Krom (Toplam)	0,05		0,05	0,05	0,05
Florür	1,5	1,5	1,5	0,7 – 2,4	1,5
Kurşun	0,05		0,05	0,05	0,01
Civa	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001
Nitrat	50	50	50	45	50
Selenyum	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Gümüş	0,01		--	0,05	-
Antimon	0,01	0,005	0,005	0,006	0,005
Berilyum	--		--	0,004	-
BİRİNCİL STANDARTLAR (RADYOLOJİK), pCi/L					
Gross Alfa	1		2,7	15	-
Gross Beta	10		27	50	-

Tablo 2.1.'in Devamı

	TÜRK STANDARTLARI (TSE 266)	TC SAĞLIK BAKANLIĞI	DÜNYA SAĞLIK ÖRGÜTÜ (WHO)	ABD ÇEVRE KORUMA AJANSI (EPA)	AVRUPA BİRLİĞİ (EU)
İKİNCİL STANDARTLAR (GÖRÜNÜM GÜZELLİĞİ-ESTETİK), mg/L					
Klorür	600	250	250	250	250
Renk (birim)	20	Yok	15	15	-
Bakır	3	2	--	1	2
Deterjanlar	0,2		--	0,5	-
Demir	0,2		--	0,3	0,2
Mangan	0,05	0,05	0,5	0,05	0,05
pH	6,5 – 9,2	6,5–9,5	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5	6,5 – 9,5
Sülfat	250	250	250	250	250
Toplam Çözünmüş Madde	1500		1000	500	
Çinko	5		--	5	-
DİĞER GÖSTERGELER, mg/L					
Kalsiyum	200		--	--	-
Sertlik ($CaCO_3$ olarak)	--		500	--	-
Magnezyum	50		--	--	-
Potasyum	12		--	--	-
Sodyum	175	200	200	--	200
Serbest Klor	0,5	Uç	5	--	-
Amonyum	0,5	0,5	1,5	--	0,5

*Bu değerler TS-266, Nisan 2005'te de aynen korunmuş, yalnızca bor 1 mg/l değil, 1 mikrog/l olarak aktarılmıştır [30].

2.6. Aquachem Programı

Tez kapsamında Aquachem 2014.1 programının bir aylık deneme versiyonu kullanılmıştır. Aquachem 2014.1 Microsoft Excel ile bütünlük sağlayarak; zamana göre su kalitesi verilerini, özelleştirilmiş Excel şablonları kullanarak bir veya daha fazla parametre için sonuç elde edilmesini sağlamaktadır [31].

Veri analizlerini yaparken; Aquachem her bir örneğin jeokimyasal değer analizi için su tipi, toplam anyon, toplam katyon, iyon dengesi, TDS, sertlik, alkalinite, sodyum adsorbsiyon oranı, sodyum tehlikesi gibi parametreleri değerlendirir ve örneklerin karşılaştırılması için diyagramlar oluşturur [31].

Aquachem'in önemli özelliklerinden biri de; su kalitesi verilerini verimli bir şekilde yönetme, oluşturma ve bunları kullanarak geniş bir yelpazede grafiksel sonuçlar almasıdır. Piper, Schoeller, Durov, Wilcox, Scatter, Box & Whisker, histogram, Stiff gibi toplam 23 adet endüstriyel standart içeren kapsamlı bir grafik kütüphanesine sahiptir [31].

Aquachem, noktaları ve bölgeleri hızlı bir biçimde tanımlamayarak; kullanıcının grafikler ile etkileşimine olanak sağlar [31].

Tezin yazım aşamasında DSİ ve KASKİ den alınan veriler, Aquachem programı kullanarak, Piper Üçgen Diyagramı, Schoeller Yarı Logaritmik Diyagram, Durov Diyagramı ve ABD Tuzluluk diyagramları oluşturulmuştur. Böylelikle; analiz sonuçlarını sınıflandırarak, verilerin birbirleri ile karşılaştırılması kolaylaşmıştır.

2.7. Örnekleme Noktaları

Çalışma alanı kapsamında DSİ Kayseri Bölge Müdürlüğü ve KASKİ tarafından yapılan yeraltı suyu analizleri kullanılmıştır. Bu bölgelere ve analiz yıllarına ait bilgiler Tablo 2.2'de verilmiştir. Seçilen bölgelerde yıllar için ortalama değerler alınmış ve bu değerlerin bölgeyi temsil edecek homojenliğe sahip olmasına özen gösterilmiştir. Yapılan çalışma sonuçları 4. Bölüm de ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Tablo 2.2. Çalışma Alanı Bölgeleri ve Analiz Yıllarına Ait Bilgiler

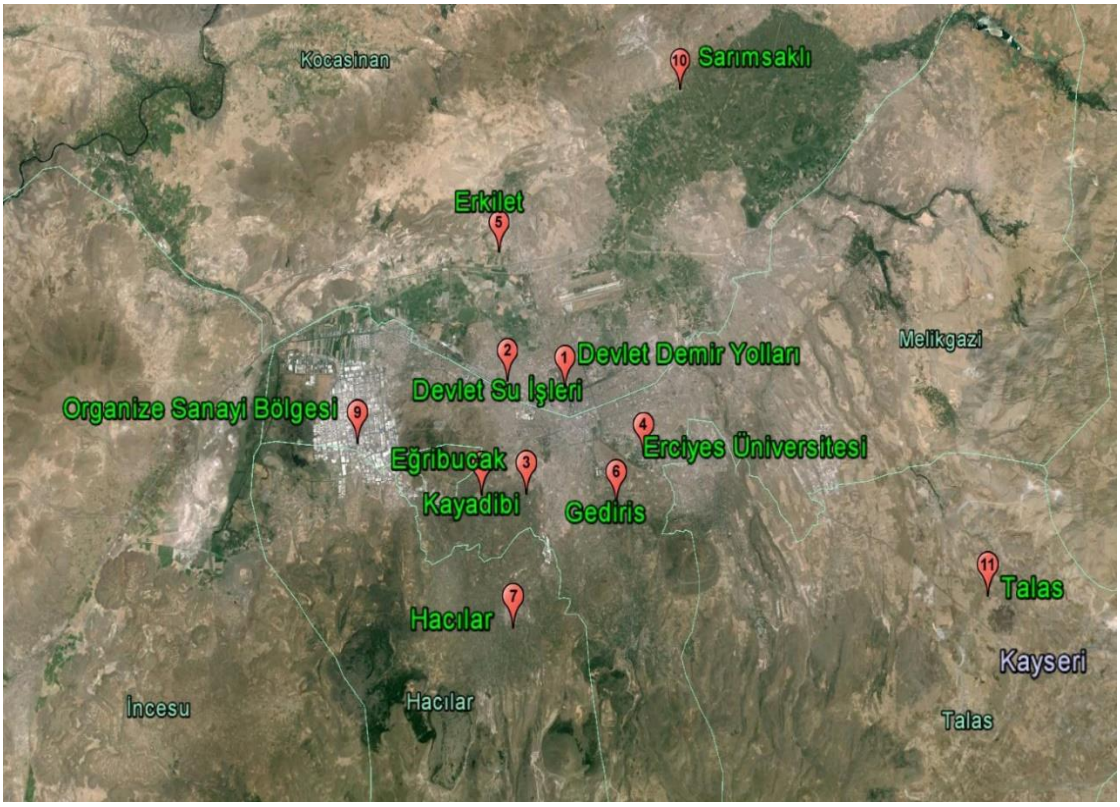
Kulanma Suyu Kaynakları		**İçme Suyu Kaynakları**	
Bölge Adı	**Analiz Yılları**	**Bölge Adı**	**Analiz Yılı**
Devlet Demir Yolları	2003-2011	Anneler Parkı	2012
Devlet Su İşleri	1966-2011	Beştepeler	2012
Eğribucak Bağları	1071-2011	Eğribucak Bağları	2012
Erciyes Üniversitesi	1994-2004	Erkilet	2012
Erkilet	1968-2011	Gediris	2012
Gediris Bağları	2006-2011	Germiraltı	2012
Hacılar	1966-2002	Karpuzatan	2012
Kayadibi Bağları	1984-2011	Keykubat	2012
Organize Sanayi Bölgesi	1988-2006	Mahrumlar	2012
Sarımsaklı Ovası	1966-2011	Talas	2012
Talas	1969-2005		

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. Sulama Suyu Kaynaklarına Ait Bulgular

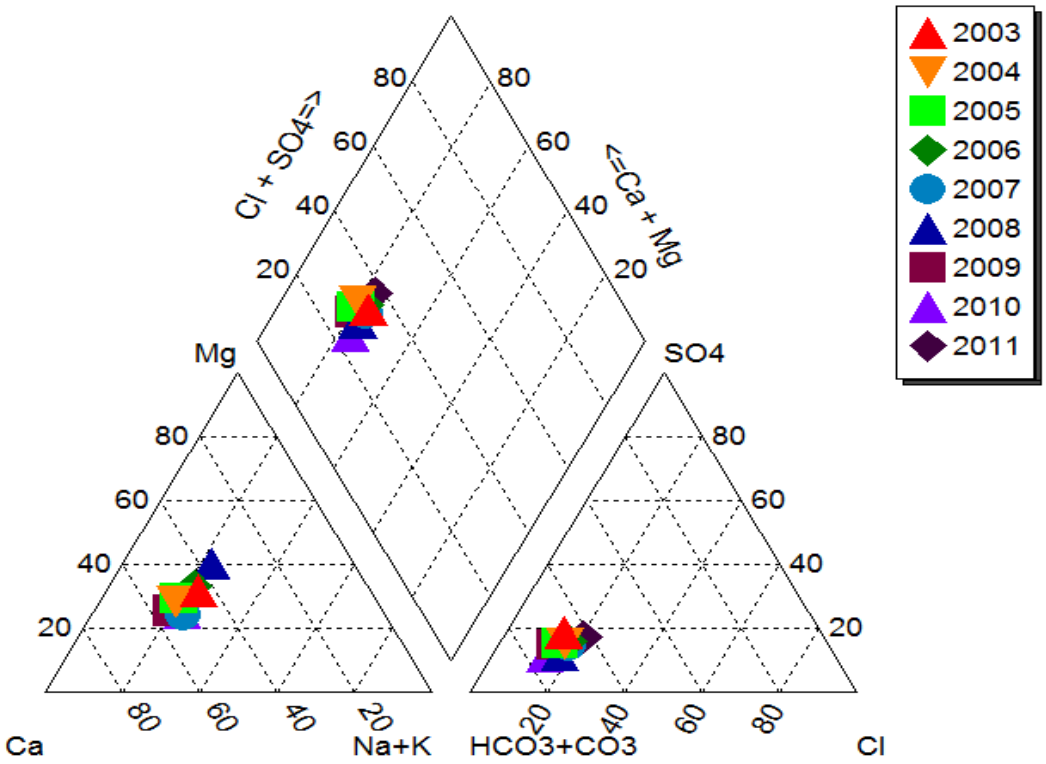
Bu bölümde Kayseri DSİ 12. Bölge Müdürlüğü'nün yapmış olduğu analizler kullanılarak 11 adet bölgenin hidrojeokimyasal açıdan su kalitelerinin sınıflandırılması yapılmıştır. Bölgelerin Kayseri ilinde konumları Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Kayseri İli Sulama Suyu Sınıflandırılmasında Kullanılan Bölgeler

3.1.1. Devlet Demir Yolları

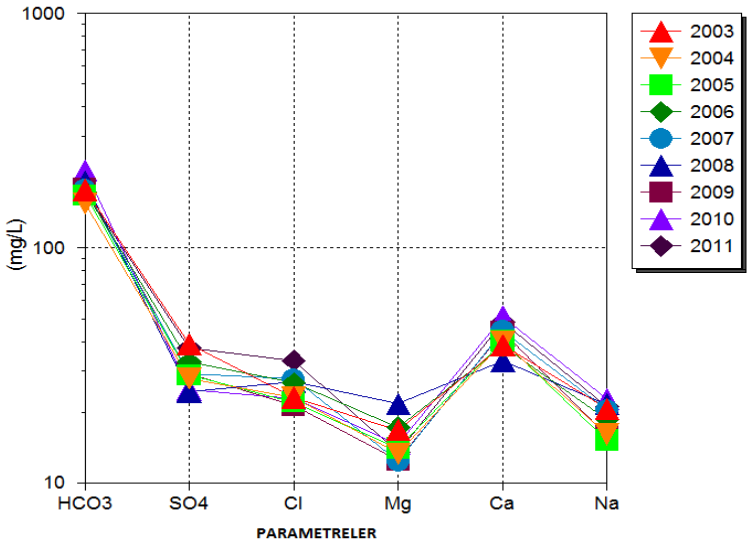
Devlet Demir Yolları adlı kullanma suyu kuyusu Kayseri ilinin Kocasinan ilçesi sınırlarında yer almaktadır. 4290018 K ve 715590 D enlemlerinde yer alan kuyuya ait 2003-2011 yılları arasında ölçümü yapılan 9 adet analiz sonuçlarına göre, su kalite değerlendirmesi yapılmıştır. Bölgeye ait analiz sonuçları kullanılarak, suların anyon ve katyon dengesini gösterebilmek amacı ile Şekil 3.2'de Piper Diyagramı çizilmiştir.



Şekil 3.2. Devlet Demir Yolları Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Piper Diyagramı

Bu diyagramda sular fasiyes tiplerine göre 1. ve 3. bölgelerde yer almaktadır. 1. Bölgede Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonlarının toplamının fazla olması suların karbonatlı ve sülfatlı olduğunun göstergesidir. 3. Bölgede olmasından dolayı suların HCO_3^- ve CO_3^- iyonlarının toplamı SO_4^{-2} ve Cl^- iyonlarının toplamından fazladır. Piper diyagramına göre suların sınıflandırılmasında ise tüm yıllara ait analizler 5. Bölgede yer almaktadır. 5. Bölgede olmasından dolayı da suların karbonat sertliği, karbonat olmayan sertliğinden fazla olan sulardır. Bu tip sular $CaCO_3$ ve $MgCO_3$'li sulardır.

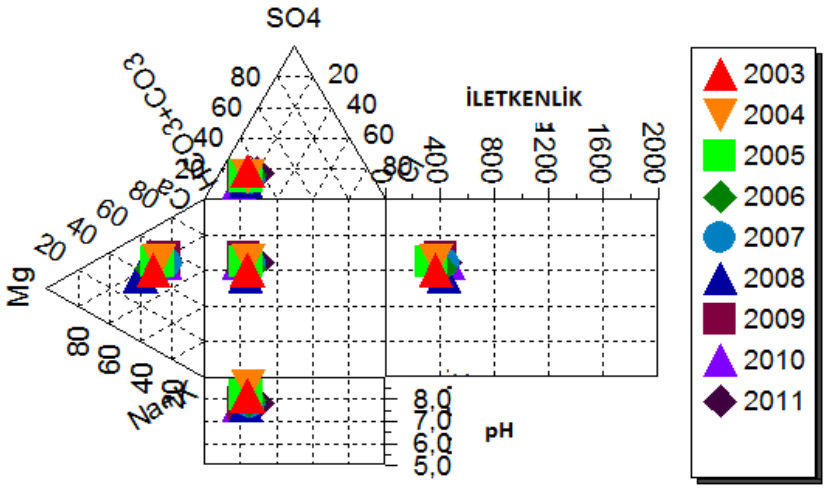
Su analizlerinin sonuçlarına göre Şekil 3.3'de Schoeller Yarı Logaritmik diyagramı çizilmiştir.



Şekil 3.3. Devlet Demir Yolları Kuyusu Analizleri İçin Schoeller Yarı Logaritmik Diyagram

Diyagrama göre 2003-2011 yılları arasında analizleri mevcut olan bölgenin suları birbirine paralel kesik çizgilere sahip olup benzer kökenlidir. Sular Ca^{+2} ve HCO_3^- 'lı sulardır. Analizlerdeki yıllara göre Ca^{+2} miktarları 33-51 mg/l arasında değişim gösterirken HCO_3^- miktarı 154-213 mg/l arasında değişim göstermektedir. Bölgedeki su örneklerinin büyük olasılıkla yeraltı suyu kireçtaşı akiferine ait olduğu söylenebilir.

Bölgeye ait Durov Diyagramı Şekil 3.4'de çizilmiştir. Bu diyagram anyon ve katyon değerlerinin yanı sıra iletkenlik ve pH değerlerinin de aynı grafikte karşılaştırılmasına olanak sağlamıştır.



Şekil 3.4. Devlet Demir Yolları Kuyusu İçin Durov Diyagramı

Bölgedeki yapılan analizlerde pH 7,73-8,61 arasında değişmekte olup suyun bazik yapıda kireçlendirici özellikte bir su olduğu anlaşılmaktadır. İletkenlik değerleri tüm yıllarda birbirine yakın değerlerdedir.

Analizlerin sulama sularının özelliklerine göre sınıflandırılması yapılırken kullanılan en önemli parametreler SAR, % Na, ve EC değerleridir. Tablo 3.1'de bölgeye ait analiz değerleri verilmiştir. Tablo 3.2'de analiz sonuçlarına göre suların kalite sınıflandırılması yapılmıştır.

Tablo 3.1. Devlet Demir Yolları Kuyusu SAR, % Na ve EC Analizleri

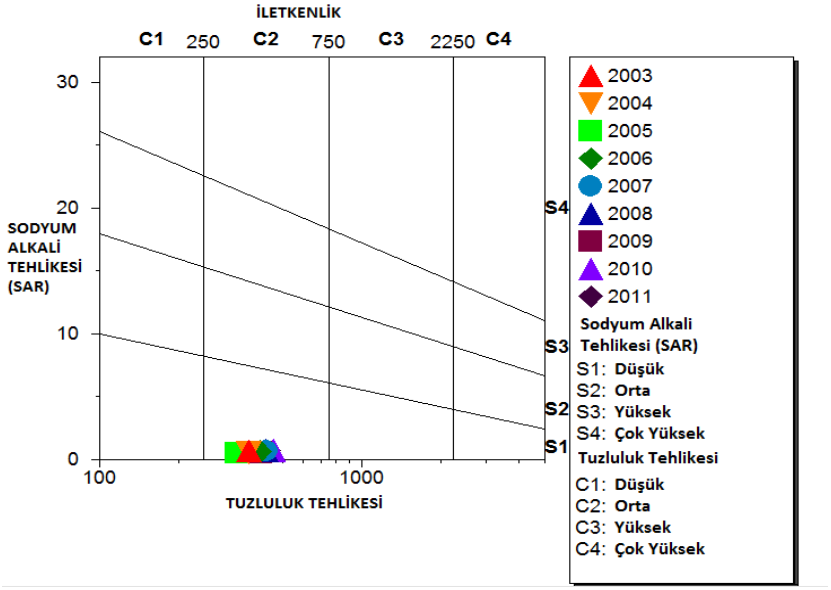
Yıllar	**SAR**	**% Na**	**EC**
2003	0,70	20,60	370
2004	0,56	18	371
2005	0,52	16,58	335
2006	0,63	18,82	408
2007	0,7	20,63	432
2008	0,71	20,5	432
2009	0,55	17,06	410
2010	0,72	20,18	460
2011	0,69	20,02	440

Tablo 3.2. Devlet Demir Yolları Analizlerinin SAR, % Na ve EC 'ye göre Sınıflandırılması

Yıllar	**SAR**	**% Na**	**EC**
2003	S1	İyi	İyi
2004	S1	Çok İyi	İyi
2005	S1	Çok İyi	İyi
2006	S1	Çok İyi	İyi
2007	S1	İyi	İyi
2008	S1	İyi	İyi
2009	S1	Çok İyi	İyi
2010	S1	İyi	İyi
2011	S1	İyi	İyi

Tüm yıllara ait analizlerde SAR değerleri < 10 olduğundan dolayı sular S1 sınıfında çok iyi özellikte sulama suyu sınıfında girmektedir. % Na ve EC değerleri de Tablo 3.2'de olduğu gibi yıllara göre ''Çok İyi'' ve ''İyi'' kaliteli sular olarak değişmektedir.

Bölgeye ait ölçümü yapılan suların uygunluğunu gözlemleyebilmek için SAR ve EC ölçümleri kullanılarak oluşturulmuş ABD Tuzluluk diyagramı Şekil 3.5'de verilmiştir.



Şekil 3.5. Devlet Demir Yolları Kuyusu Analizleri için ABD Tuzluluk Diyagramı

Diyagrama göre 2003-2011 yılları arasındaki tüm analiz sonuçları S1-C2 sınıfında yer almaktadır. Az tuzlu ve Sodyum tehlikesi de orta olan bu sular; orta derecede drenajı olan topraklarda, tuzluluk kontrolü için özel çalışmalar yapılmaksızın her türlü bitkinin sulanmasında kullanılabilir.

Analiz sonuçları Tablo 3.3'de verilen parametrelere göre sulama ve içme suyu standartları açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu değerlendirmeyi yapmak için Bölüm 2 de yer alan Tablo 2.1'deki parametre sınır değerlerinden yararlanılmıştır. Standartlara uygun olan değerler 'X' işareti ile gösterilmiştir.

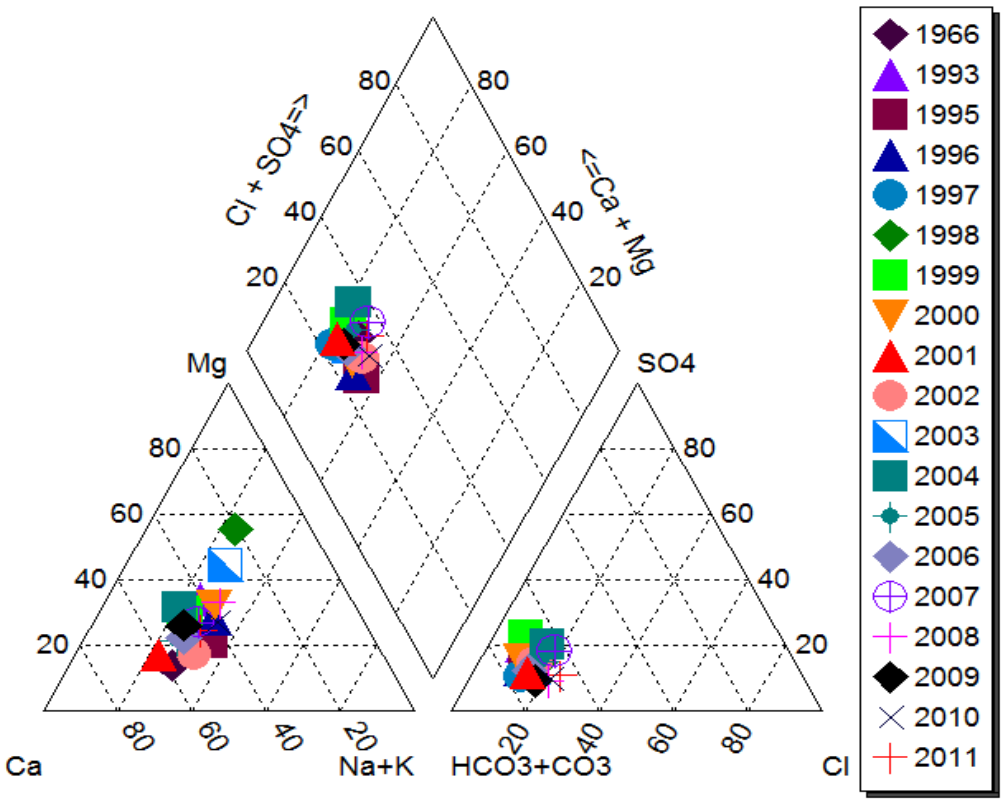
Tablo 3.3. Devlet Demir Yolları Sulama Suyu Kalite Sınıflandırması

	TÜRK STANDARTLARI (TSE 266)	TC SAĞLIK BAKANLIĞI	DÜNYA SAĞLIK ÖRGÜTÜ (WHO)	ABD ÇEVRE KORUMA AJANSI (EPA)	AVRUPA BİRLİĞİ (EU)
pH	X	X	X	X	X
*EC, µS/cm (20°C)	X	X	X	X	X
Na^{+},mg/l	X	X	X	X	X
Cl^{-}, mg/l	X	X	X	X	X
$SO4^{-2}$, mg/l	X	X	X	X	X
NO3, mg/l	X	X	X	X	X
TDS	X	X	X	X	X

Bölgede yapılan 2003-2011 yılları arasında yapılan analizlerden gösterge parametreleri kalite standartları ile karşılaştırıldığında sonuçlar, hepsi için uygun çıkmıştır.

3.1.2. Devlet Su İşleri

Devlet Su İşleri adlı kullanma suyu kuyusu Kayseri ilinin Kocasinan ilçesi sınırlarında yer almaktadır. 4290250 K ve 712675 D enlemlerinde yer alan kuyuya ait 1966-2011 yılları arasında ölçümü yapılan 19 adet analiz sonuçlarına göre su kalite değerlendirmesi yapılmıştır. Bölgeye ait analiz verileri kullanılarak Şekil 3.6'da Piper Üçgen diyagramı çizilmiştir.

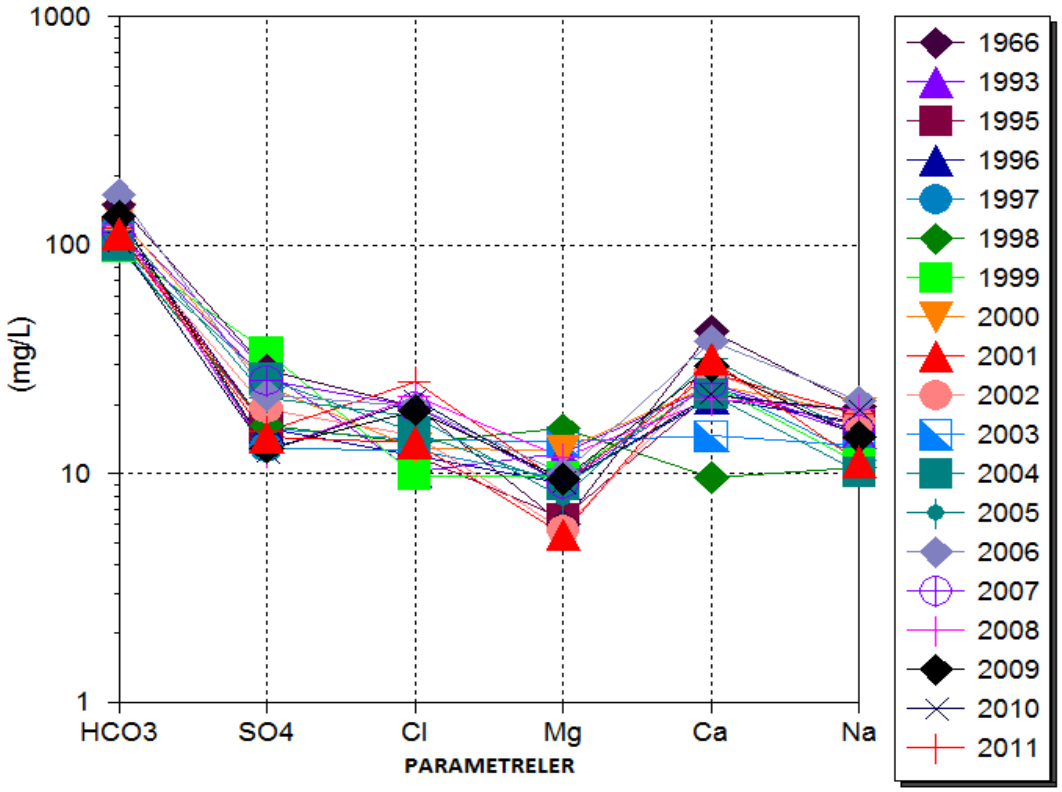


Şekil 3.6. Devlet Su İşleri Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Piper Diyagramı

Diyagrama göre suların fasiyes tiplerine bakacak olursak; Devlet Su İşleri kuyusu 1966-2011 yılları arasındaki piper diyagramına göre analiz sonuçları 1. ve 3. yer almaktadır. 1. Bölgede Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonlarının toplamının fazla olması suların karbonatlı ve sülfatlı olduğunun göstergesidir. 3. Bölgede olmasından dolayı suların HCO_3^- ve CO_3^- iyonlarının toplamı SO_4^{-2} ve Cl^- iyonlarının toplamından fazladır.

Suların sınıflandırılmasına bakacak olursak; bütün yıllara ait sular 5. Bölgededir. 5. Bölgede olmasından dolayı da suların karbonat sertliği, karbonat olmayan sertliğinden fazla olan sulardır. Bu tip sular $CaCO_3$ ve $MgCO_3$'li sulardır.

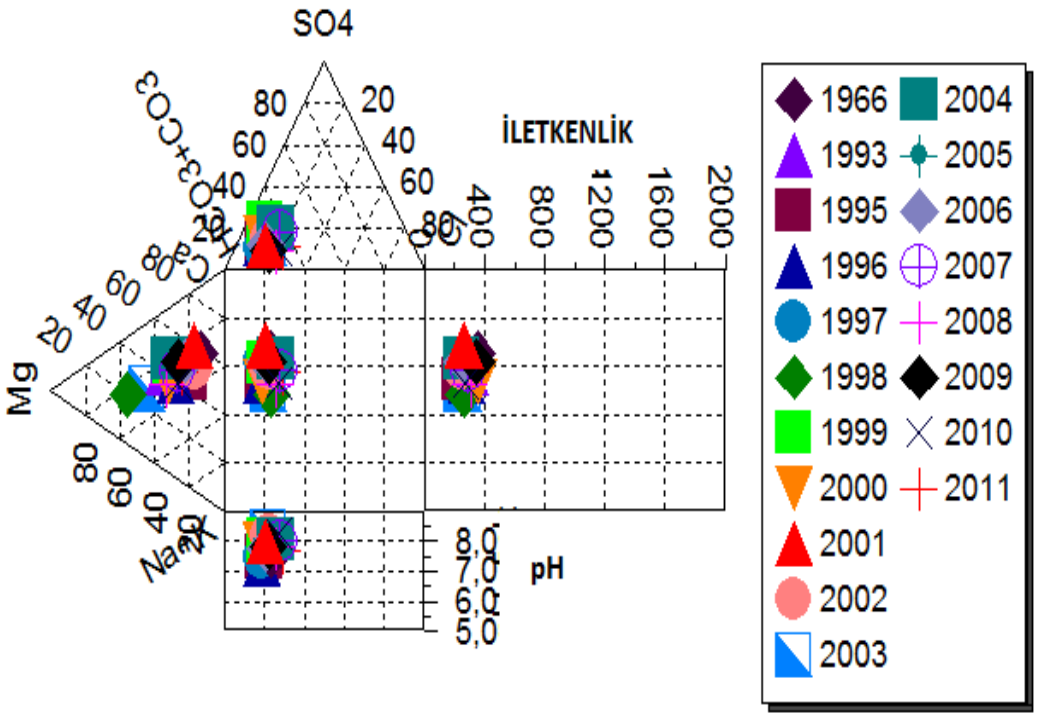
Suların kökeni hakkında bilgi sahibi olabilmek için Şekil 3.7'de Schoeller Yarı Logaritmik diyagram çizilmiştir.



Şekil 3.7. Devlet Su İşleri Kuyusu Analizleri İçin Schoeller Yarı Logaritmik Diyagram

Analiz sonuçlarına göre sular aynı kesik çizgilere sahip olup benzer kökenlidir. Sular Ca^{+2} ve HCO_3^- 'lı sulardır. Yalnız 1998 ve 2003 yıllarında Ca^{+2} miktarı diğer yıllara oranla daha düşüktür. Yıllara göre Ca^{+2} miktarları 9,6-42 mg/l arasında değişirken HCO_3^- miktarı 96-166 mg/l arasında değişmektedir. Bölgedeki su örneklerinin büyük olasılıkla yeraltı suyu kireçtaşı akiferine ait olduğu söylenebilir. Aynı zamanda kalsiyum iyonunun yanı sıra magnezyum iyonu da bol miktarda bulunuyor ise akış yolu boyunca dolomit içere kayaçların varlığından da söz edilebilir.

1966-2011 yılları arası analiz ölçümleri yapılan bölgenin Şekil 3.8'de Durov Diyagramı çizilerek elektriksel iletkenlik ve pH değerlerinin aynı diyagramda karşılaştırılması sağlanmıştır.



Şekil 3.8. Devlet Su İşleri Kuyusu Analizleri İçin Durov Diyagramı

Bölgeye ait analiz sonuçlarının pH değerleri 7,23-8,29 arasında değişmekte olup sular bazik özelliktedir. İletkenlik değerleri tüm analiz yıllarında birbirine yakın değerlerde çıkmıştır.

Sulama sularının özelliklerine göre analiz sonuçlarının sınıflandırılmasında SAR, % Na ve EC parametreleri çok önemlidir. Tablo 3.4'de bölgeye ait 1966-2011 yıllarına ait analizlerin SAR , % Na ve EC değişimleri verilmiştir. Tablo 3.5'de verilen analiz sonuçlarına göre suların kalite sınıflandırılması yapılmıştır. Tablo 3.5'e göre tüm yıllara ait analizlerde SAR değerleri < 10 olduğundan dolayı sular S1 sınıfında çok iyi özellikte sulama suyu sınıfında girmektedir. % Na ve EC değerleri de yıllara göre ''Çok İyi'' ve ''İyi'' kaliteli sular olarak değişmektedir.

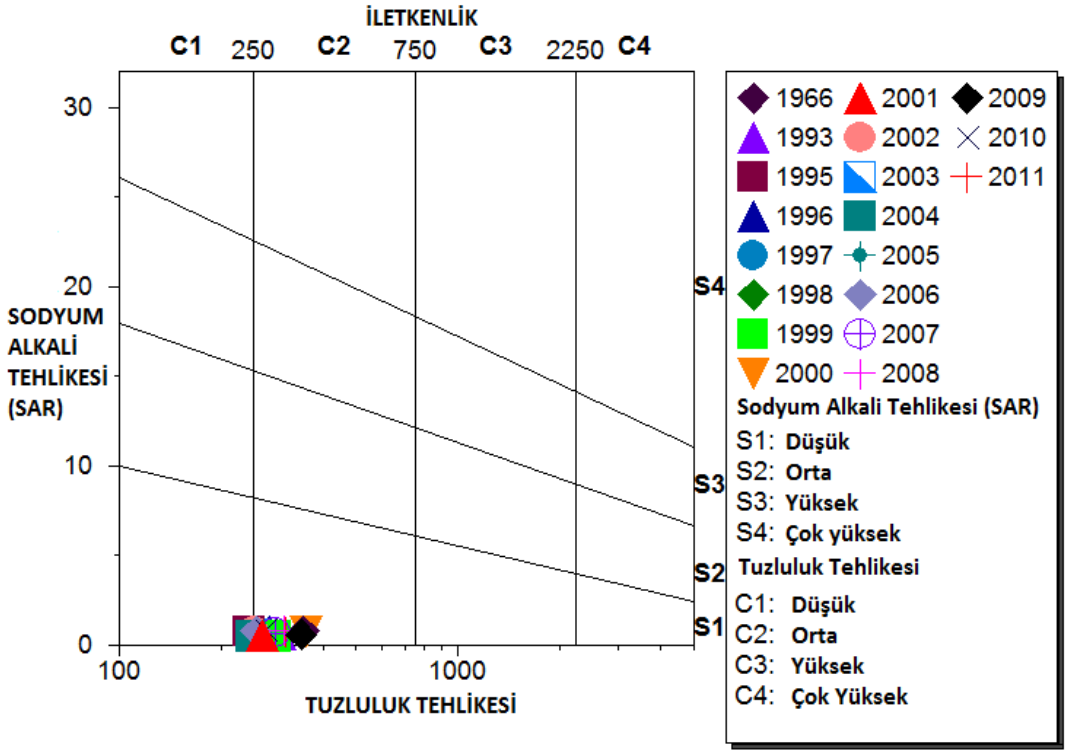
Tablo 3.4. Devlet Su İşleri Kuyusu SAR, % Na ve EC Analizleri

Yıllar	SAR	% Na	EC
1966	0,75	23,95	350
1993	0,62	21,9	299
1995	0,765	28,44	242
1996	0,77	27,3	278
1997	0,51	19,7	283
1998	0,49	17,65	261
1999	0,47	18,12	289
2000	0,76	25,2	356
2001	0,46	18,6	264
2002	0,76	26,94	250
2003	0,93	22,15	253
2004	0,45	17,99	246
2005	0,6	21	270
2006	0,75	23,38	253
2007	0,68	24,1	289
2008	0,83	27,69	306
2009	0,6	20,94	345
2010	0,85	29,24	270
2011	0,77	26,13	310

Tablo 3.5. Devlet Su İşleri Kuyusu SAR, % Na ve EC ‘ye Göre Sınıflandırılması

Yıllar	SAR	% Na	EC
1966	S1	İyi	İyi
1993	S1	İyi	İyi
1995	S1	İyi	İyi
1996	S1	İyi	İyi
1997	S1	Çok İyi	İyi
1998	S1	Çok İyi	İyi
1999	S1	Çok İyi	İyi
2000	S1	İyi	İyi
2001	S1	Çok İyi	İyi
2002	S1	İyi	İyi
2003	S1	İyi	İyi
2004	S1	Çok İyi	İyi
2005	S1	İyi	İyi
2006	S1	İyi	İyi
2007	S1	İyi	İyi
2008	S1	İyi	İyi
2009	S1	İyi	İyi
2010	S1	İyi	İyi
2011	S1	İyi	İyi

Devlet su işleri bölgesine ait analizlere göre Şekil 3.9'da ABD Tuzluluk Diyagramına göre karşılaştırması yapılmıştır. Bu diyagram SAR, EC ve Tuzluluk tehlikesi yönünden incelenerek suların sınıflandırılması yapılmıştır.



Şekil 3.9. Devlet Su İşleri Kuyusu Analizleri İçin ABD Tuzluluk Diyagramı

Bölge için yapılan ABD Tuzluluk diyagramında Şekil 3.9'da görüldüğü gibi; 1995 ve 2004 yıllarında yapılan analizlerde sular S1-C1 sınıfında diğer yıllara ait analizlerde ise sular S1-C2 sınıfında yer almaktadır. S1-C1 sınıfında yer alan sular her toprakta her türlü mahsulün sulanmasında kullanılabilir. S1-C2 sınıfında yer alan sularda iyi kalitede de olup orta derecede drenajı olan topraklarda, tuzluluk kontrolü için özel çalışmalar yapılmaksızın her türlü bitkinin sulanmasında kullanılabilir.

Analiz sonuçları Tablo 3.6'da verilen parametrelere göre sulama ve içme suyu standartları açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu değerlendirmeyi yapmak için Bölüm 2 de yer alan Tablo 2.1'deki parametre sınır değerlerinden yararlanılmıştır. Standartlara uygun olan değerler 'X' işareti ile gösterilmiştir.

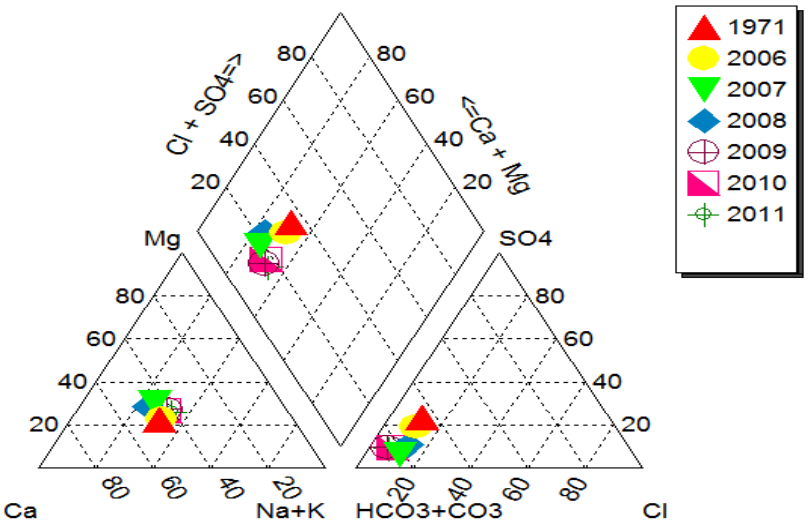
Tablo 3.6. Devlet Su İşleri Sulama Suyu Kalite Sınıflandırılması

	TÜRK STANDARTLARI (TSE 266)	TC SAĞLIK BAKANLIĞI	DÜNYA SAĞLIK ÖRGÜTÜ (WHO)	ABD ÇEVRE KORUMA AJANSI (EPA)	AVRUPA BİRLİĞİ (EU)
pH	X	X	X	X	X
*EC, µS/cm (20°C)	X	X	X	X	X
Na^{+},mg/l	X	X	X	X	X
Cl^{-}, mg/l	X	X	X	X	X
$SO4^{-2}$, mg/l	X	X	X	X	X
NO3, mg/l	X	X	X	X	X
TDS	X	X	X	X	X

1966-2011 yılları arası analiz sonuçları mevcut bölgenin Tablo 3.6'da görüldüğü gibi gösterge parametreleri tüm standartlar ile karşılaştırılmış olup hepsi için uygun çıkmıştır.

3.1.3. Eğribucak

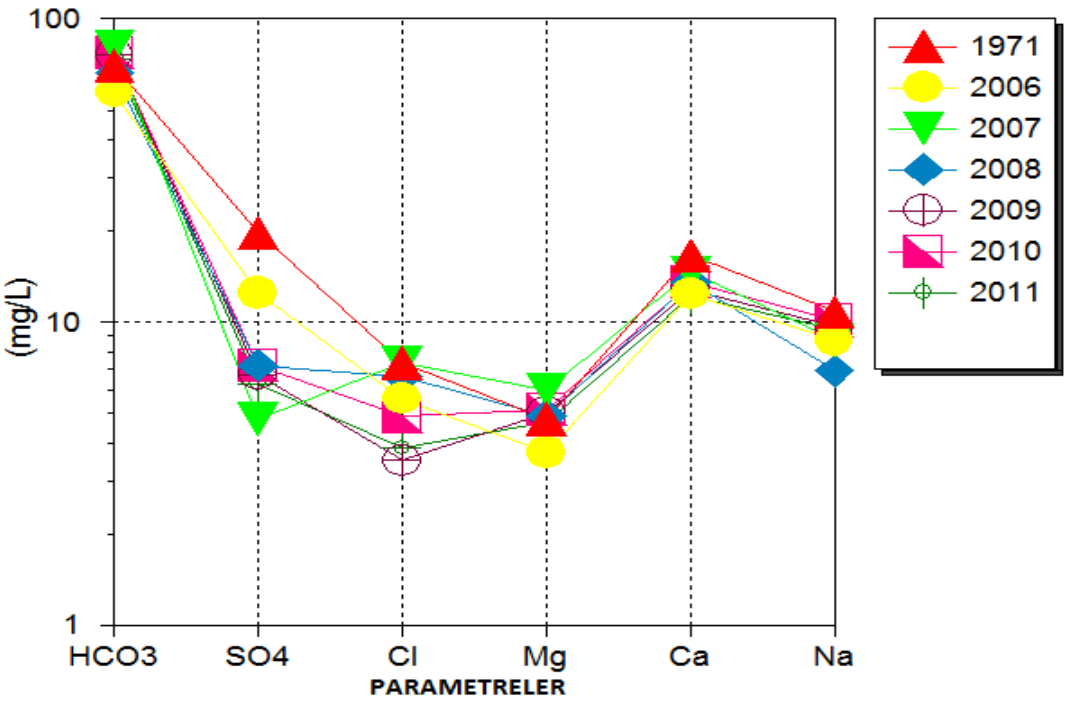
Eğribucak Bölgesi adlı kullanma suyu kuyusu Kayseri ilinin Melikgazi ilçesi sınırlarında yer almaktadır. 4285275 K ve 713786 D enlemlerinde yer alan kuyuya ait 1971-2011 yılları arasında ölçümü yapılan 7 adet analiz sonuçlarına göre su kalite değerlendirmesi yapılmıştır. Şekil 3.10'da bölgeye ait analiz sonuçlarına göre anyon ve katyon dengesini gösteren Piper Üçgen Diyagramı çizilmiştir.



Şekil 3.10. Eğribucak Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Piper Diyagramı

Suların fasiyes tiplerine bakacak olursak; Bölgedeki 1971-2011 yılları arasındaki 7 adet mevcut analiz sonuçlarına göre piper diyagramında 1. ve 3. Bölgelerde yer almaktadır. 1. Bölgede Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonlarının toplamının fazla olması suların karbonatlı ve sülfatlı olduğunun göstergesidir. 3. Bölgede olmasından dolayı suların HCO_3^- ve CO_3^- iyonlarının toplamı SO_4^{-2} ve Cl^- iyonlarının toplamından fazladır. Suların sınıflandırılmasına bakacak olursak; bütün yıllara ait sular 5. Bölgededir. 5. Bölgede olmasından dolayı da suların karbonat sertliği, karbonat olmayan sertliğinden fazla olan sulardır. Bu tip sular $CaCO_3$ ve $MgCO_3$'li sulardır.

Suların kökeni hakkında bilgi sahibi olabilmek için Şekil 3.11'de Schoeller Yarı Logaritmik diyagram çizilmiştir.

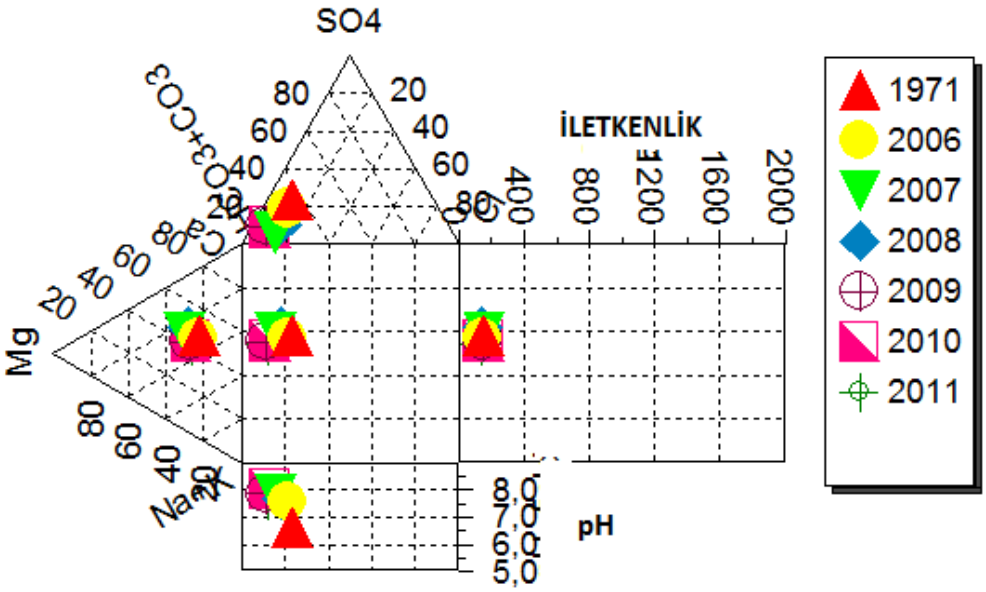


Şekil 3.11. Eğribucak Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Schoeller Yarı Logaritmik Diyagram

Şekil 3.11'e göre katyonlar 7 ölçüm içinde birbirine paralel çizgiler halinde değişim göstermiş bu yüzden sular benzer kökene sahiptir. Sular Ca^{+2} ve HCO_3^- 'lı sulardır. Yıllara göre Ca^{+2} miktarları 12-17 mg/l arasında değişirken HCO_3^- miktarı 57-82 mg/l arasında değişmektedir. Bölgedeki su örneklerinin büyük olasılıkla yeraltı suyu kireçtaşı akiferine ait olduğu söylenebilir. 2007 yılında sülfat indirgemesi gözlemlenmektedir. Sülfat indirgenmesi, sülfatın oksijensiz ortamda, çeşitli etkiler altında bozunarak

sülfürlere dönüşmesidir. Yeraltı suları, geldikleri zemin sülfatlı olmalarını gerektirdiği halde, sülfat yönünden son derece fakir olabilirler. Sularda sülfat azlığının yanında H_2S veya diğer sülfürler görülürse, bu iki olay arasında bir ilişki kurulması gerekir. Böyle bir suda sülfat indirgenmesi söz konusudur. Sülfat indirgenmesi meydana gelirken, organik bileşikler oksitlenerek CO_2 açığa çıkar. Böylece sudaki CO_2 miktarı artar. Artan CO_2 ise suyun karbonat dengesini değiştirir [32].

1971-2011 yılları arası analiz ölçümleri yapılan bölgenin Şekil 3.12'de Durov Diyagramı çizilerek elektriksel iletkenlik ve pH değerlerinin aynı diyagramda karşılaştırılması sağlanmıştır.



Şekil 3.12. Eğribucak Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Durov Diyagramı

Bölgede yapılan analizlerin Durov diyagramında görünümü Şekil 3.12'deki gibidir. Bu diyagramda pH aralığı 6,63-8,03 arasındadır. 1971 yılına ait ölçümdeki su asidik diğer yıllar ise bazik karakterdedir. İletkenlik ise tüm yıllar için yaklaşık bir birine yakın değerlerdedir.

Sulama sularının özelliklerine göre analiz sonuçlarının sınıflandırılmasında SAR, % Na ve EC parametreleri çok önemlidir. Tablo 3.7'de bölgeye ait 1966-2011 yıllarına ait analizlerin SAR , % Na ve EC değişimleri verilmiştir. Tablo 3.8'de verilen analiz sonuçlarına göre suların kalite sınıflandırılması yapılmıştır.

Tablo 3.7. Eğribucak Bölgesi SAR , % Na ve EC Analizleri

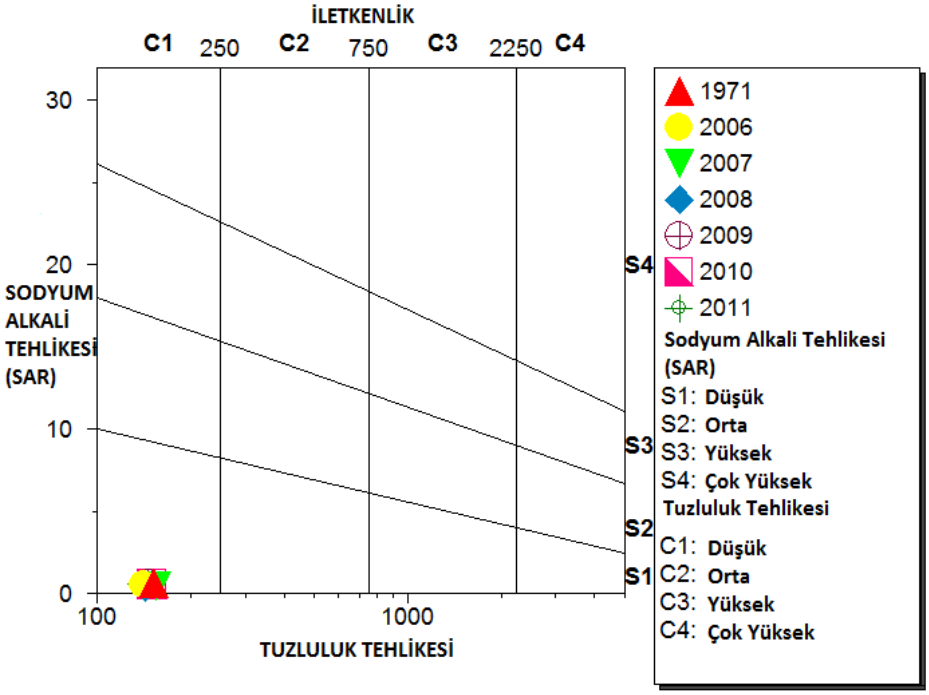
Yıllar	SAR	% Na	EC
1971	0,6	28,31	152
2006	0,56	28,3	141
2007	0,48	23,17	155
2008	0,4	20,84	143
2009	0,57	27,32	146
2010	0,59	27,38	150
2011	0,58	27,61	148

Tablo 3.8. Eğribucak Bölgesi SAR, % Na ve EC ‘ye Göre Sınıflandırılması

Yıllar	SAR	% Na	EC
1971	S1	İyi	Çok İyi
2006	S1	İyi	Çok İyi
2007	S1	İyi	Çok İyi
2008	S1	İyi	Çok İyi
2009	S1	İyi	Çok İyi
2010	S1	İyi	Çok İyi
2011	S1	İyi	Çok İyi

Tablo 3.8’e göre tüm yıllara ait analizlerde SAR değerleri < 10 olduğundan dolayı sular S1 sınıfında çok iyi özellikte sulama suyu sınıfında girmektedir. % Na değerleri İyi kalitede ve EC değerleri de ‘’Çok İyi’’ kalitede olarak sınıflandırılmıştır.

Devlet su işleri bölgesine ait analizlere göre Şekil 3.13’de ABD Tuzluluk Diyagramına göre karşılaştırması yapılmıştır. Bu diyagram SAR, EC ve Tuzluluk tehlikesi yönünden incelenerek suların sınıflandırılması yapılmıştır.



Şekil 3.13. Eğribucak Bölgesi Kuyu Analizleri İçin ABD Tuzluluk Diyagramı

Diyagramda, analiz sonuçlarına göre bölgedeki tüm sular S1-C1 sınıfında yer almaktadır. Bu sular her toprakta her türlü mahsülün sulanmasında kullanılabilir.

Analiz sonuçları Tablo 3.9'da verilen parametrelere göre sulama ve içme suyu standartları açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu değerlendirmeyi yapmak için Bölüm 2 de yer alan Tablo 2.1'deki parametre sınır değerlerinden yararlanılmıştır. Standartlara uygun olan değerler 'X' işareti ile gösterilmiştir.

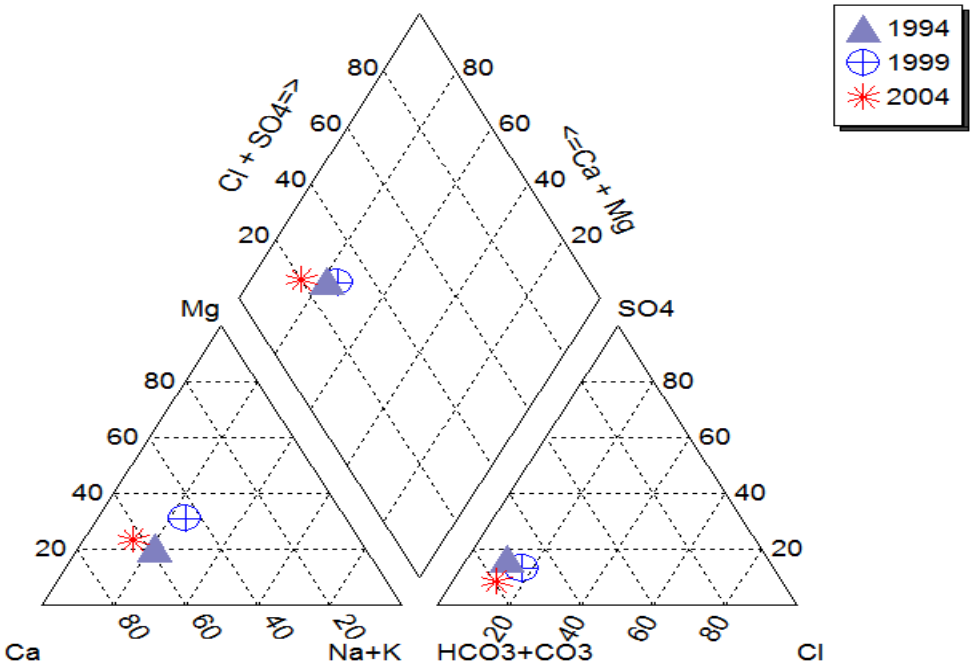
Tablo 3.9. Eğribucak Bölgesi Sulama Suyu Kalite Sınıflandırılması

	TÜRK STANDARTLARI (TSE 266)	TC SAĞLIK BAKANLIĞI	DÜNYA SAĞLIK ÖRGÜTÜ (WHO)	ABD ÇEVRE KORUMA AJANSI (EPA)	AVRUPA BİRLİĞİ (EU)
pH	X	X	X	X	X
*EC, µS/cm (20°C)	X	X	X	X	X
Na^{+},mg/l	X	X	X	X	X
Cl^{-}, mg/l	X	X	X	X	X
$SO4^{-2}$, mg/l	X	X	X	X	X
NO3, mg/l	X	X	X	X	X
TDS	X	X	X	X	X

1971-2011 yılları arası analiz sonuçları mevcut bölgenin Tablo 3.9'da görüldüğü gibi gösterge parametreleri tüm standartlar ile karşılaştırılmış olup hepsi için uygun çıkmıştır.

3.1.4. Erciyes Üniversitesi

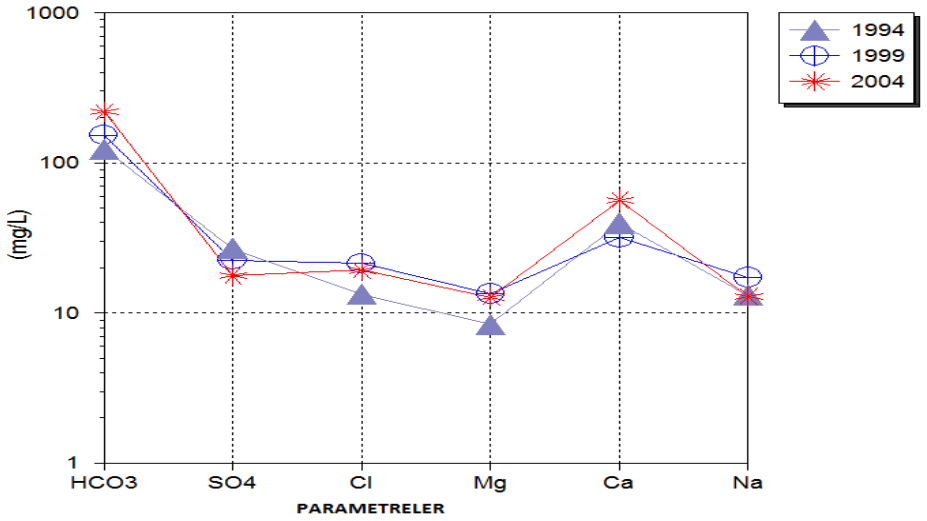
Kayseri İli Melikgazi ilçesi sınırları içinde yer alan Erciyes Üniversitesine ait Devlet Su İşleri tarafından açılmış kuyulardan 1994,1999 ve 2004 yıllarına ait yeraltı sularının analiz sonuçlarına göre su kalitesi değerlendirilmesi yapılmıştır. Şekil 3.14'de bölgeye ait analiz sonuçlarına göre anyon ve katyon dengesini gösteren Piper Üçgen Diyagramı çizilmiştir.



Şekil 3.14. Erciyes Üniversitesi Kuyu Analizleri İçin Piper Diyagramı

Suların fasiyes tiplerine bakacak olursak; Bölgeye ait 3 adet analiz değerleri piper üçgen diyagramına göre 1. ve 3. Bölgelerde yer almaktadır. 1. Bölgede Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonlarının toplamının fazla olması suların karbonatlı ve sülfatlı olduğunun göstergesidir. 3. Bölgede olmasından dolayı suların HCO_3^- ve CO_3^- iyonlarının toplamı SO_4^{-2} ve Cl^- iyonlarının toplamından fazladır. Suların sınıflandırılmasına bakacak olursak; Bütün yıllar 5. Bölgede yer almaktadır. 5. Bölgede olmasından dolayı da suların karbonat sertliği, karbonat olmayan sertliğinden fazla olan sulardır. Bu tip sular $CaCO_3$ ve $MgCO_3$'li sulardır.

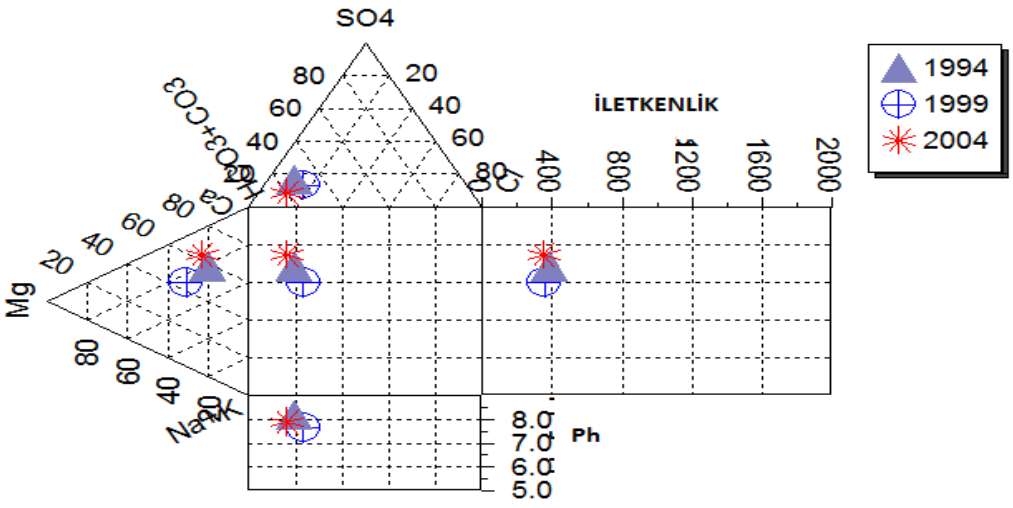
Suların kökeni hakkında bilgi sahibi olabilmek için Şekil 3.15'de Schoeller Yarı Logaritmik diyagram çizilmiştir.



Şekil 3.15.Erciyes Üniversitesi Kuyu Analizleri İçin Schoeller Yarı Logaritmik Diyagram

Analiz sonuçlarına göre sular aynı kesik çizgilere sahip olup benzer kökenlidir. Sular Ca^{+2} ve HCO_3^- 'lı sulardır. Bölgedeki su örneklerinin büyük olasılıkla yeraltı suyu kireçtaşı akiferine ait olduğu söylenebilir.

Bölgenin ölçümü yapılan yıllara göre Şekil 3.16'da Durov Diyagramı çizilerek elektriksel iletkenlik ve pH değerlerinin aynı diyagramda karşılaştırılması sağlanmıştır.



Şekil 3.16. Erciyes Üniversitesi Kuyu Analizleri İçin Durov Diyagramı

Durov diyagramında analiz sonuçlarının pH aralığının 7,66-8,20 arasında olduğu gözlemlenmektedir. Elektriksel İletkenlik değeri de 3 örnek içinde yaklaşık değerlerdedir.

Sulama sularının özelliklerine göre analiz sonuçlarının sınıflandırılmasında SAR, % Na ve EC parametreleri çok önemlidir. Tablo 3.10'da bölgeye ait 1994-1999-2004 yıllarına ait analizlerin SAR , % Na ve EC değişimleri verilmiştir. Tablo 3.11'de verilen analiz sonuçlarına göre suların kalite sınıflandırılması yapılmıştır.

Tablo 3.10. Erciyes Üniversitesi SAR , % Na ve EC Analizleri

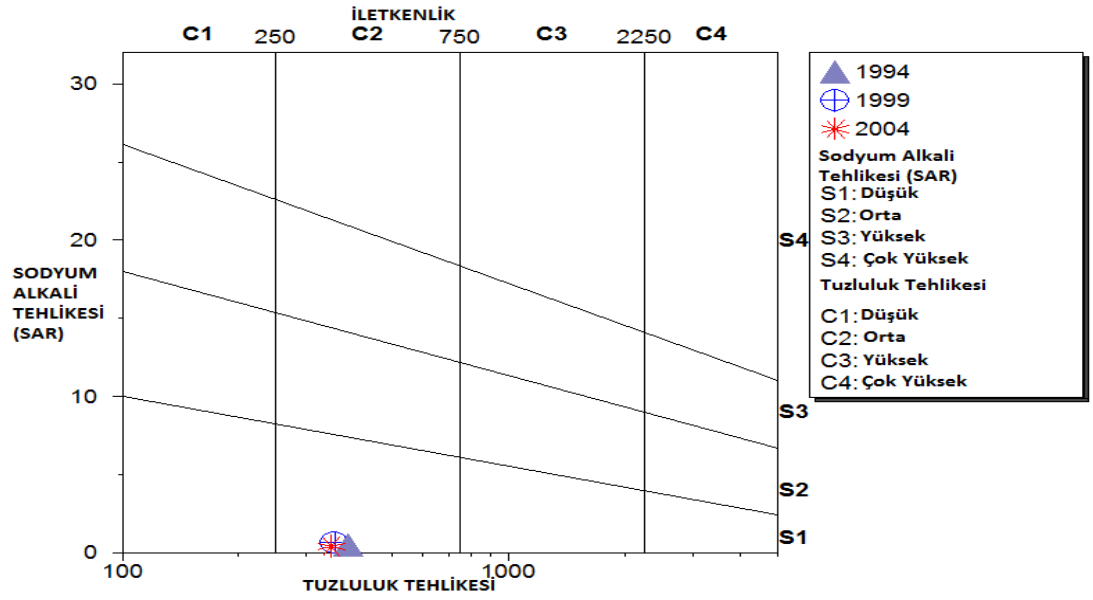
Yıllar	**SAR**	**% Na**	**EC**
1994	0,48	16,27	384
1999	0,65	20,90	355
2004	0,42	14,26	347

Tablo 3.11. Erciyes Üniversitesi SAR , % Na ve EC' ye Göre Sınıflandırılması

Yıllar	**SAR**	**% Na**	**EC**
1994	S1	Çok İyi	İyi
1999	S1	İyi	İyi
2004	S1	Çok İyi	İyi

Tablo 3.11'e göre tüm yıllara ait analizlerde SAR değerleri < 10 olduğundan dolayı sular S1 sınıfında çok iyi özellikte sulama suyu sınıfında girmektedir. % Na değerleri Çok İyi ve İyi kalitede ve EC değerleri de İyi kalitede olarak sınıflandırılmıştır.

Erciyes Üniversitesine ait analizlere göre Şekil 3.17'de ABD Tuzluluk Diyagramına göre karşılaştırması yapılmıştır. Bu diyagram SAR, EC ve Tuzluluk tehlikesi yönünden incelenerek suların sınıflandırılması yapılmıştır. Şekil 3.17'e göre Bölgeye ait sular S1-C2 sınıfında yer almaktadır. S1-C2 sınıfında yer alan sularda iyi kalitede de olup orta derecede drenajı olan topraklarda, tuzluluk kontrolü için özel çalışmalar yapılmaksızın her türlü bitkinin sulanmasında kullanılabilir.



Şekil 3.17. Erciyes Üniversitesi Kuyu Analizleri İçin ABD Tuzluluk Diyagramı

Analiz sonuçları Tablo 3.12'de verilen parametrelere göre sulama ve içme suyu standartları açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu değerlendirmeyi yapmak için Bölüm 2 de yer alan Tablo 2.1'deki parametre sınır değerlerinden yararlanılmıştır. Standartlara uygun olan değerler 'X' işareti ile gösterilmiştir.

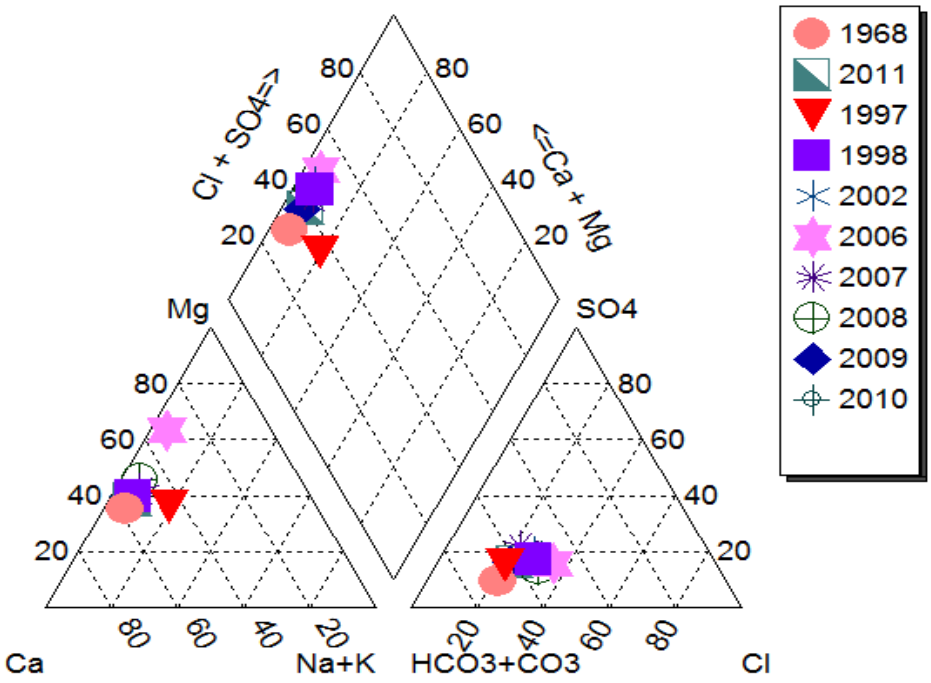
Tablo 3.12. Erciyes Üniversitesi Sulama Suyu Kalite Sınıflandırılması

	TÜRK STANDARTLARI (TSE 266)	TC SAĞLIK BAKANLIĞI	DÜNYA SAĞLIK ÖRGÜTÜ (WHO)	ABD ÇEVRE KORUMA AJANSI (EPA)	AVRUPA BİRLİĞİ (EU)
pH	X	X	X	X	X
*EC, µS/cm (20°C)	X	X	X	X	X
Na^{+},mg/l	X	X	X	X	X
Cl^{-}, mg/l	X	X	X	X	X
$SO4^{-2}$, mg/l	X	X	X	X	X
NO3, mg/l	X	X	X	X	X
TDS	X	X	X	X	X

1994-2004 yılları arası analiz sonuçları mevcut bölgenin Tablo 3.12'de görüldüğü gibi tüm standartlara uygundur.

3.1.5. Erkilet

Erkilet adlı kullanma suyu kuyusu Kayseri ilinin Kocasinan ilçesi sınırlarında yer almaktadır. 4296188 K ve 712032 D enlemlerinde yer alan kuyuya ait 1968-2011 yılları arasında ölçümü yapılan 10 adet analiz sonuçlarına göre su kalite değerlendirmesi yapılmıştır. Şekil 3.18'de bölgeye ait analiz sonuçlarına göre anyon ve katyon dengesini gösteren Piper Üçgen Diyagramı çizilmiştir.

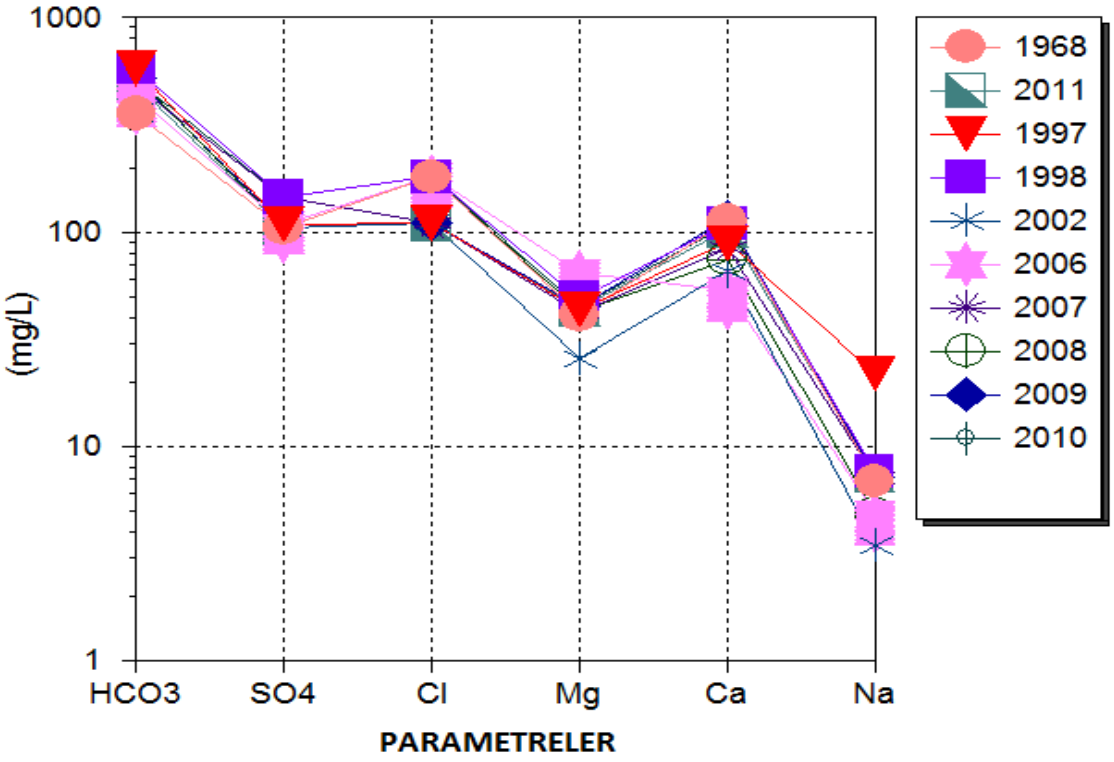


Şekil 3.18. Erkilet Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Piper Diyagramı

Suların fasiyes tiplerine bakacak olursak; Bölgede bütün yıllara ait analizlerde sular 1. ve 3. Bölgede yer almaktadır. Sular 1. Bölgede yer aldığından dolayı Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonlarının toplamının fazla olması suların karbonatlı ve sülfatlı olduğunun göstergesidir. 3. bölgede yer alan yıllarda suların HCO_3^- ve CO_3^- iyonlarının toplamı SO_4^{-2} ve Cl^- iyonlarının toplamından fazladır.

Suların sınıflandırılmasına bakacak olursak; Bütün yıllar 5. Bölgede yer almaktadır. 5. bölgede yer alan sular karbonat sertliği, karbonat olmayan sertliğinden fazla olan sulardır. Bu tip sular $CaCO_3$ ve $MgCO_3$'li sulardır.

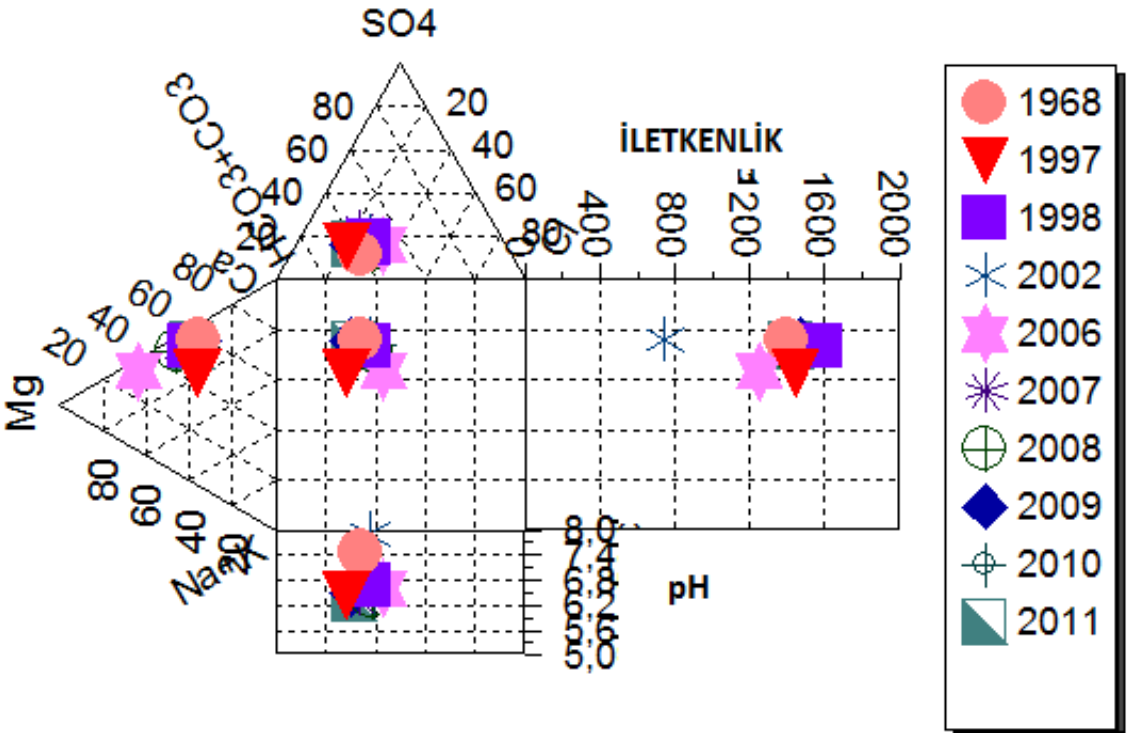
Suların kökeni hakkında bilgi sahibi olabilmek için Şekil 3.19'da Schoeller Yarı Logaritmik diyagram çizilmiştir.



Şekil 3.19. Erkilet Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Schoeller Yarı Logaritmik Diyagram

Bölgeye ait bütün sular birbirine paralel çizgiler oluşturmuştur. Sular Ca^{+2} ve HCO_3^- 'lı sulardır. Yıllara göre Ca^{+2} miktarları 53-117 mg/l arasında değişirken HCO_3^- miktarı 357-582 mg/l arasında değişmektedir. Bölgedeki su örneklerinin büyük olasılıkla yeraltı suyu kireçtaşı akiferine ait olduğu söylenebilir. 2002 yılına ait ölçüm sonuçları diğer yıllara göre daha düşük çıkmıştır. Bunun nedeni yeraltı suyunun o dönem bölgedeki kayaçla temas süresinin daha az olması olabilir.

1968-2011 yılları arası analiz ölçümleri yapılan bölgenin Şekil 3.20'de Durov Diyagramı çizilerek elektriksel iletkenlik ve pH değerlerinin aynı diyagramda karşılaştırılması sağlanmıştır.



Şekil 3.20. Erkilet Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Durov Diyagramı

Bölgede pH 6-8 arasında değişirken Elektriksel iletkenlik 100 ile 1600 µS/cm arasında değişmektedir. 1968 ve 2002 yılları bazik karakterde olup diğer yıllar asidik özellik göstermektedir.

Sulama sularının özelliklerine göre analiz sonuçlarının sınıflandırılmasında SAR, % Na ve EC parametreleri çok önemlidir. Tablo 3.13'de bölgeye ait 1968-2011 yılları arası analizlere ait SAR , % Na ve EC değişimleri verilmiştir. Tablo 3.14'de verilen analiz sonuçlarına göre suların kalite sınıflandırılması yapılmıştır.

Tablo 3.13. Erkilet Bölgesine Ait SAR , % Na ve EC Analizleri

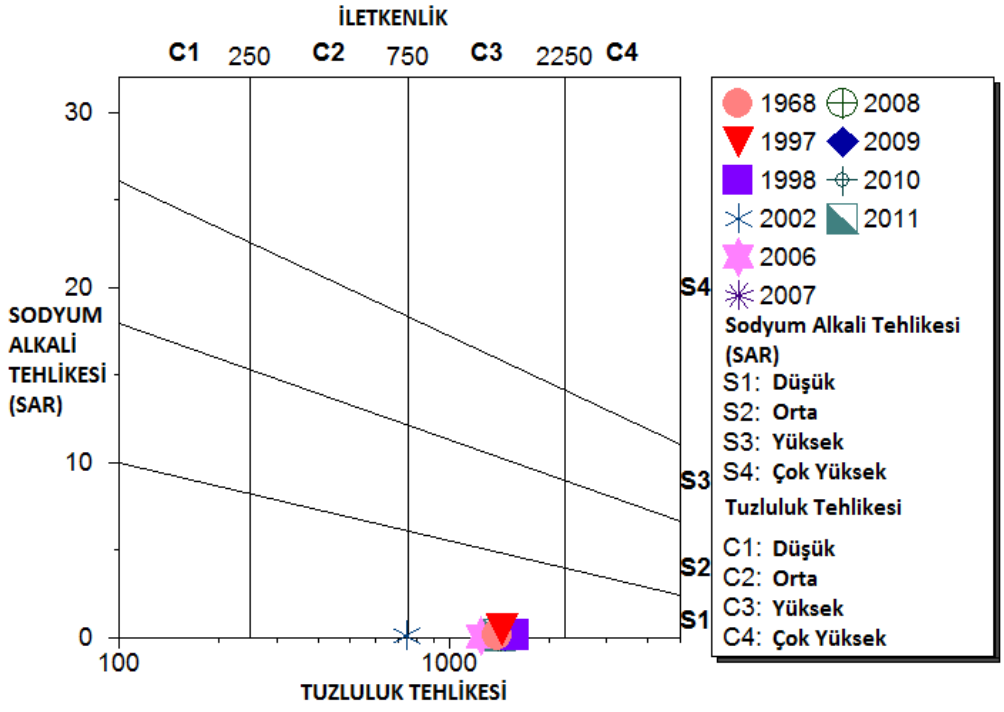
Yıllar	SAR	% Na	EC
1968	2,09	30,9	1396
1997	2,89	38,67	1446
1998	2,99	39,72	1579
2002	1,6	32,2	740
2006	2,09	33,64	1249
2007	2,85	40,61	1383
2008	3,67	47,25	1430
2009	2,25	32,83	1471
2010	2,88	39,34	1410
2011	2,92	40,17	1420

Tablo 3.14. Erkilet Bölgesi SAR, % Na ve EC 'ye Göre Sınıflandırılması

Yıllar	SAR	% Na	EC
1968	S1	İyi	Kullanılabilir
1997	S1	İyi	Kullanılabilir
1998	S1	İyi	Kullanılabilir
2002	S1	İyi	İyi
2006	S1	İyi	Kullanılabilir
2007	S1	İzin Verilebilir	Kullanılabilir
2008	S1	İzin Verilebilir	Kullanılabilir
2009	S1	İyi	Kullanılabilir
2010	S1	İyi	Kullanılabilir
2011	S1	İzin Verilebilir	Kullanılabilir

Tablo 3.14'e göre tüm yıllara ait analizlerde SAR değerleri < 10 olduğundan dolayı sular S1 sınıfında çok iyi özellikte sulama suyu sınıfında girmektedir. Bölgenin iyon dağılımı ve elektriksel iletkenlik değerleri yüksek olduğu için % Na değerleri İzin Verilebilir ve İyi kalitede, EC değerleri de kullanılabilir, İyi ve Kullanılabilir kalitede olarak sınıflandırılmıştır.

Bölgeye ait analizlere göre Şekil 3.21'de ABD Tuzluluk Diyagramına göre karşılaştırması yapılmıştır. Bu diyagram SAR, EC ve Tuzluluk tehlikesi yönünden incelenerek suların sınıflandırılması yapılmıştır.



Şekil 3.21. Erkilet Bölgesi Kuyu Analizleri İçin ABD Tuzluluk Diyagramı

Bölge için yapılan ABD Tuzluluk diyagramında tüm yıllar S1-C3 sınıfında yer almaktadır. C3 (EC 750-2250 mikromho/cm arası), tuzlu sular: akaçlaması kötü olan arazilerde, sulamada kullanılamaz. Zemindeki tuz miktarının gözlenmesi gerekebilir. Bu özellikteki sular kullanılacaksa, tuza dayanıklı bitkiler seçilmelidir. S1 az sodyumlu sular: hemen tüm topraklarda sodyum tehlikesi yaratmadan kullanılabilir.

Analiz sonuçları Tablo 3.15'de verilen parametrelere göre sulama ve içme suyu standartları açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu değerlendirmeyi yapmak için Bölüm 2 de yer alan Tablo 2.1'deki parametre sınır değerlerinden yararlanılmıştır. Standartlara uygun olan değerler 'X' işareti ile gösterilmiştir.

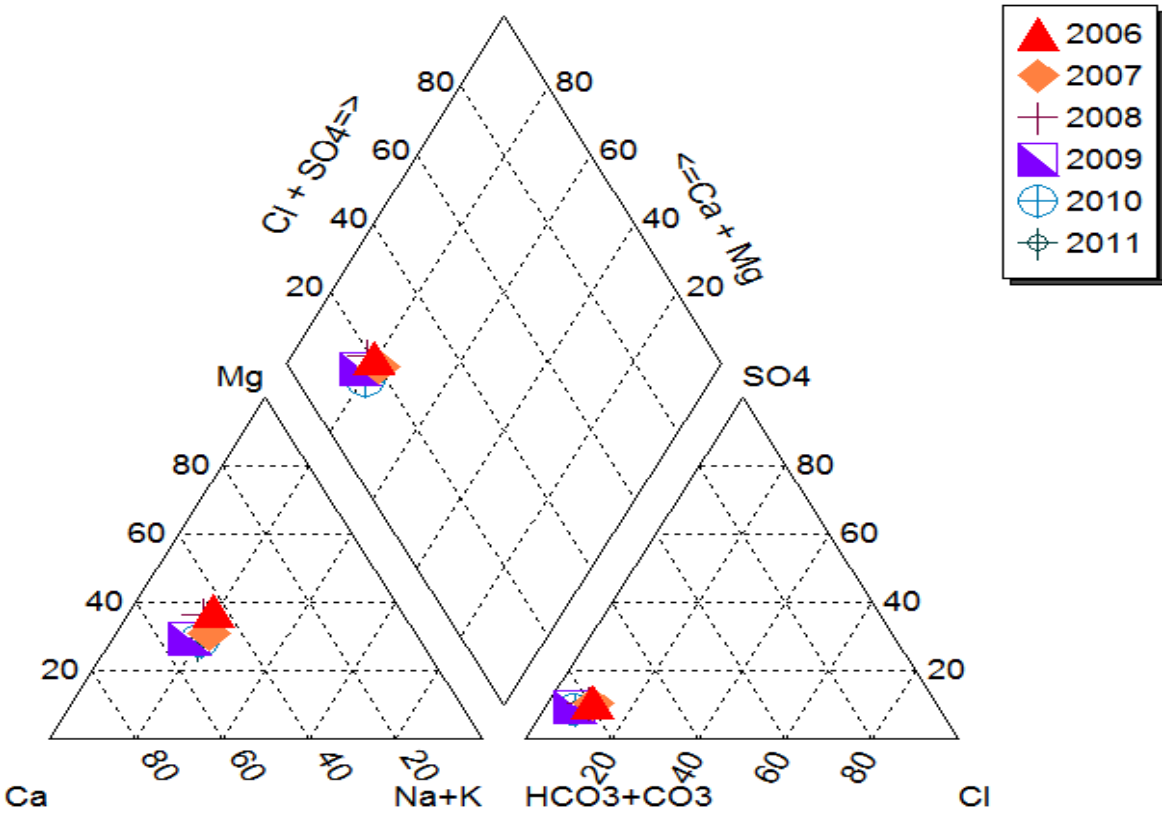
Tablo 3.15. Erkilet Bölgesi Sulama Suyu Kalite Sınıflandırılması

	TÜRK STANDARTLARI (TSE 266)	**TC SAĞLIK BAKANLIĞI**	**DÜNYA SAĞLIK ÖRGÜTÜ (WHO)**	**ABD ÇEVRE KORUMA AJANSI (EPA)**	**AVRUPA BİRLİĞİ (EU)**
pH	X	X	X	X	X
*EC, µS/cm (20°C)	X	X	X	X	X
Na^{+},mg/l	X	X	X	X	X
Cl^{-}, mg/l	X	X	X	X	X
$SO4^{-2}$, mg/l	X	X	X	X	X
NO3, mg/l	X	X	X	X	X
TDS	X	X	X	X	X

1968, 1998, 2002 ve 2006 yılları PH değerleri 6,5 den büyük olduğu için sadece bu yılların pH ölçümleri kalite standartlarına uygundur. Diğer parametreler bütün yıllar için standartlara uymaktadır.

3.1.6. Gediris

Gediris adlı kullanma suyu kuyusu Kayseri ilinin Melikgazi ilçesi sınırlarında yer almaktadır. 4284994 K ve 718206 D enlemlerinde yer alan kuyuya ait 2006-2011 yılları arasında ölçümü yapılan 6 adet analiz sonuçlarına göre su kalite değerlendirmesi yapılmıştır. Şekil 3.22'de bölgeye ait analiz sonuçlarına göre anyon ve katyon dengesini gösteren Piper Üçgen Diyagramı çizilmiştir.

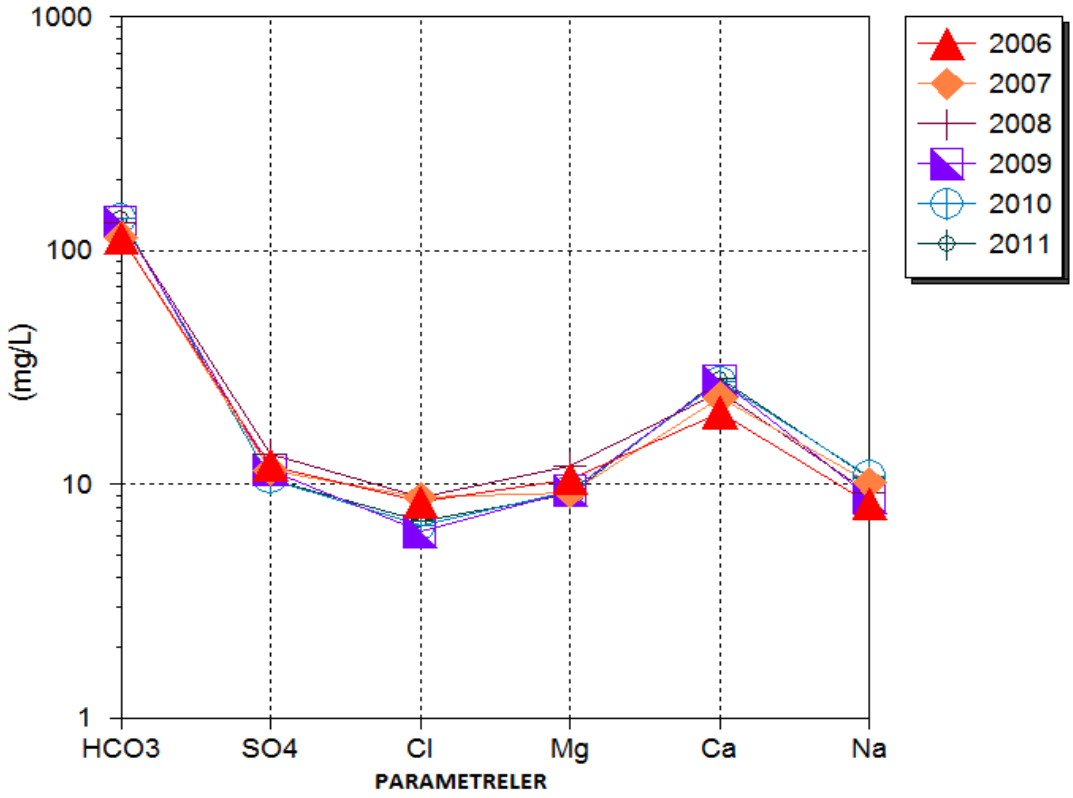


Şekil 3.22. Gediris Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Piper Diyagramı

Suların fasiyes tiplerine bakacak olursak; Diyagramda analiz sonuçlarına göre bütün yıllar 1. ve 3. Bölgelerde yer almaktadır. 1. Bölgede Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonlarının toplamının fazla olması suların karbonatlı ve sülfatlı olduğunun göstergesidir. 3. Bölgede olmasından dolayı suların HCO_3^- ve CO_3^- iyonlarının toplamı SO_4^{-2} ve Cl^- iyonlarının toplamından fazladır.

Suların sınıflandırılmasına bakacak olursak; bütün sular 5. Bölgede yer almaktadır. 5. Bölgede olmasından dolayı da suların karbonat sertliği, karbonat olmayan sertliğinden fazla olan sulardır. Bu tip sular $CaCO_3$ ve $MgCO_3$'li sulardır.

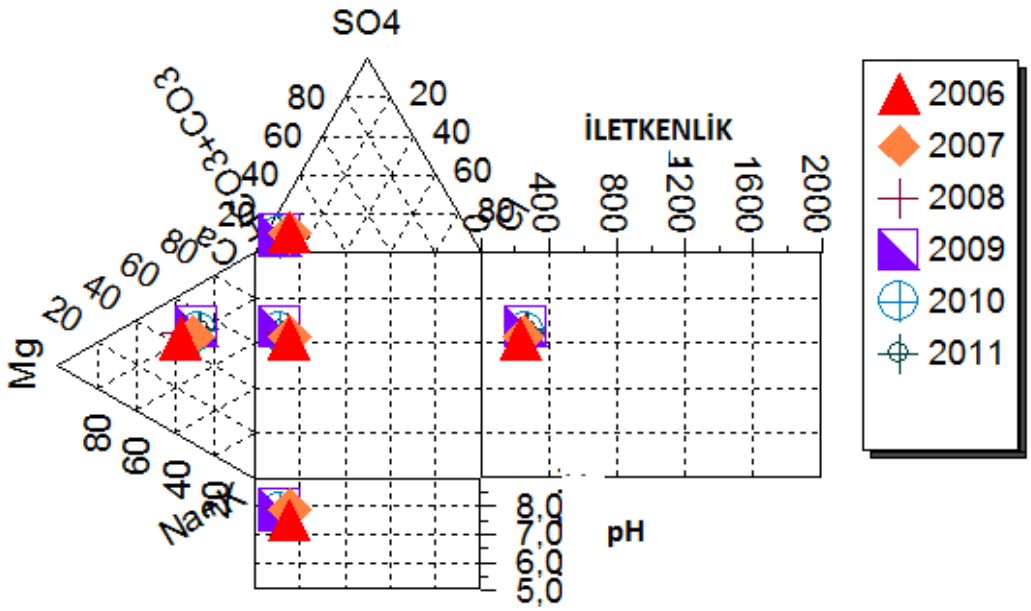
Suların kökeni hakkında bilgi sahibi olabilmek için Şekil 3.23'de Schoeller Yarı Logaritmik diyagram çizilmiştir.



Şekil 3.23. Gediris Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Schoeller Yarı Logaritmik Diyagram

Bölgenin mevcut 6 adet ölçüm sonucunda anyon ve katyon değerleri birbirine yakın değerler olduğundan Schoeller Yarı Logaritmik diyagramda tüm çizgiler birbirine paralel doğrultuda olmuştur. Bu da ölçümü yapılan yıllarda su kalitesinde herhangi bir değişiklik olmadığının göstergesi olup suların benzer kökene sahip olduğunu göstermektedir. Sular Ca^{+2} ve HCO_3^- 'lı sulardır. Yıllara göre Ca^{+2} miktarları 20-29 mg/l arasında değişirken HCO_3^- miktarı 112-138 mg/l arasında değişmektedir. Bölgedeki su örneklerinin büyük olasılıkla yeraltı suyu kireçtaşı akiferine ait olduğu söylenebilir.

2006-2011 yılları arası analiz ölçümleri yapılan bölgenin Şekil 3.24'de Durov Diyagramı çizilerek elektriksel iletkenlik ve pH değerlerinin aynı diyagramda karşılaştırılması sağlanmıştır.



Şekil 3.24. Gediris Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Durov Diyagramı

Bölgedeki suların PH değerleri bazik özellikte olup pH aralığı 7,5-8' dır. Bölgeye ait bütün sular bazik karakterdedir. Son iki yıla ait elektriksel iletkenlik değerleri diğer yıllara göre daha düşük ölçülmüştür. Elektriksel iletkenlik ölçüm sıcaklığından dolayı farklılıklar gösteren bir parametre olduğu için değişikliklerin olması görülebilir sonuçlar arasındadır.

Sulama sularının özelliklerine göre analiz sonuçlarının sınıflandırılmasında SAR, % Na ve EC parametreleri çok önemlidir. Tablo 3.16'da bölgeye ait 2006-2011 yılları arası analizlere ait SAR , % Na ve EC değişimleri verilmiştir. Tablo 3.17'de verilen analiz sonuçlarına göre suların kalite sınıflandırılması yapılmıştır.

Tablo 3.16. Gediris Bölgesine Ait SAR , % Na ve EC Analizleri

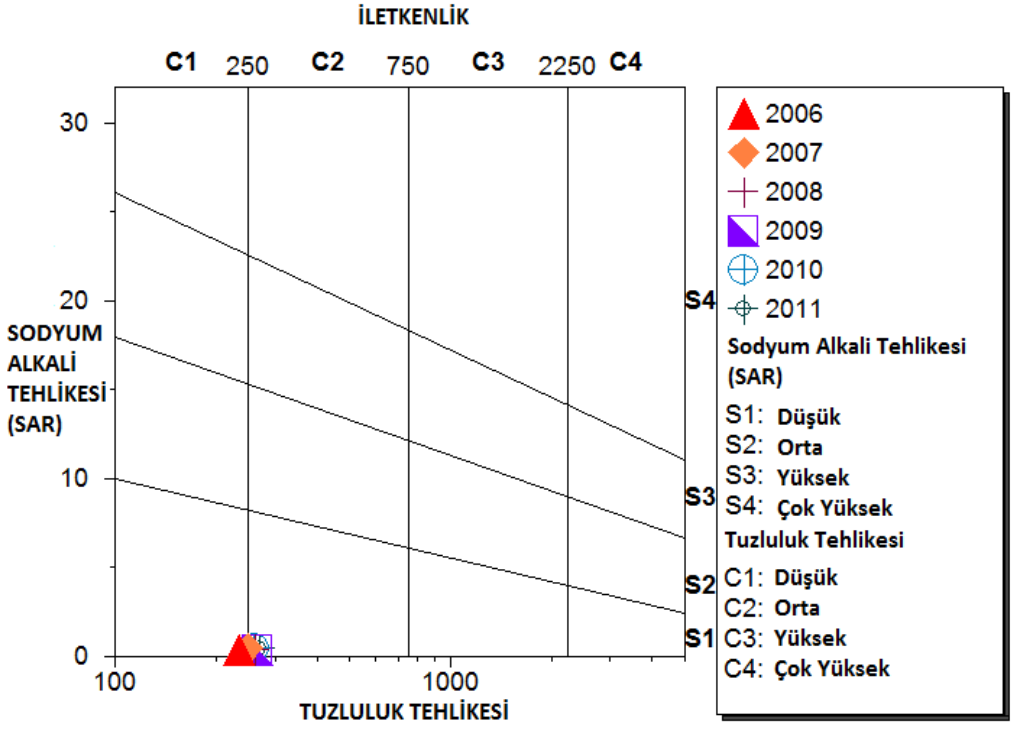
Yıllar	SAR	% Na	EC
2006	0,37	15,42	234
2007	0,45	17,59	248
2008	0,38	14,73	261
2009	0,37	14,3	266
2010	0,46	17,39	264
2011	0,44	16,82	273

Tablo 3.17. Gediris Bölgesi SAR, % Na ve EC 'ye Göre Sınıflandırılması

Yıllar	SAR	% Na	EC
2006	S1	Çok İyi	Çok İyi
2007	S1	Çok İyi	Çok İyi
2008	S1	Çok İyi	İyi
2009	S1	Çok İyi	İyi
2010	S1	Çok İyi	İyi
2011	S1	Çok İyi	İyi

Tablo 3.17'e göre tüm yıllara ait analizlerde SAR değerleri < 10 olduğundan dolayı sular S1 sınıfında çok iyi özellikte sulama suyu sınıfında girmektedir. % Na değerleri Çok İyi kalitede, EC değerleri de İyi ve Çok İyi kalitede olarak sınıflandırılmıştır.

Bölgeye ait analizlere göre Şekil 3.25'de ABD Tuzluluk Diyagramına göre karşılaştırması yapılmıştır. Bu diyagram SAR, EC ve Tuzluluk tehlikesi yönünden incelenerek suların sınıflandırılması yapılmıştır.



Şekil 3.25. Gediris Bölgesi Kuyu Analizleri İçin ABD Tuzluluk Diyagramı

2006 ve 2007 yıllarına ait analiz sonuçlarında Elektriksel İletkenlik değerleri 250 µS /cm'den düşük olduğu için S1-C1 sınıfında yer almaktadır. Diğer yıllar S1-C2

sınıfındadır. S1-C1 sınıfında yer alan sular her toprakta her türlü mahsülün sulanmasında kullanılabilir. S1-C2 sınıfında yer alan sularda iyi kalitede de olup orta derecede drenajı olan topraklarda, tuzluluk kontrolü için özel çalışmalar yapılmaksızın her türlü bitkinin sulanmasında kullanılabilir.

Analiz sonuçları Tablo 3.18'de verilen parametrelere göre sulama ve içme suyu standartları açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu değerlendirmeyi yapmak için Bölüm 2 de yer alan Tablo 2.1'deki parametre sınır değerlerinden yararlanılmıştır. Standartlara uygun olan değerler 'X' işareti ile gösterilmiştir.

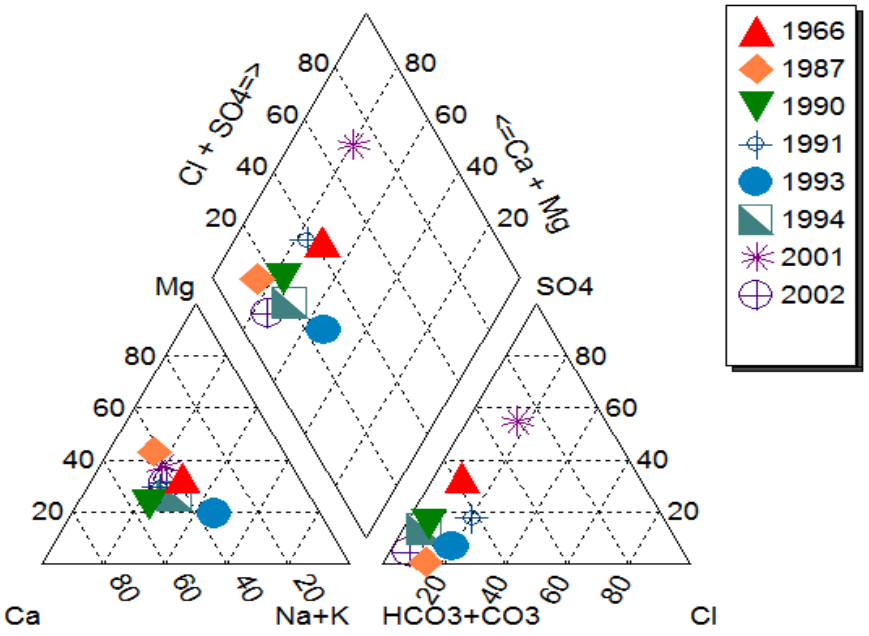
Tablo 3.18. Gediris Bölgesi Sulama Suyu Kalite Sınıflandırılması

	TÜRK STANDARTLARI (TSE 266)	TC SAĞLIK BAKANLIĞI	DÜNYA SAĞLIK ÖRGÜTÜ (WHO)	ABD ÇEVRE KORUMA AJANSI (EPA)	AVRUPA BİRLİĞİ (EU)
pH	X	X	X	X	X
*EC, µS/cm (20°C)	X	X	X	X	X
Na^{+},mg/l	X	X	X	X	X
Cl^{-}, mg/l	X	X	X	X	X
$SO4^{-2}$, mg/l	X	X	X	X	X
NO3, mg/l	X	X	X	X	X
TDS	X	X	X	X	X

Tablo 3.18'de görüldüğü gibi 2006-2011 yılları arasında yapılan analiz sonuçları gösterge parametreleri tüm standartlar ile karşılaştırılmış olup hepsi için uygun çıkmıştır.

3.1.7. Hacılar

Hacılar adlı kullanma suyu kuyusu Kayseri ilinin Hacılar ilçesi sınırlarında yer almaktadır. Kuyuya ait 1966-2002 yılları arasında ölçümü yapılan 8 adet analiz sonuçlarına göre su kalite değerlendirmesi yapılmıştır. Şekil 3.26'da bölgeye ait analiz sonuçlarına göre anyon ve katyon dengesini gösteren Piper Üçgen Diyagramı çizilmiştir.

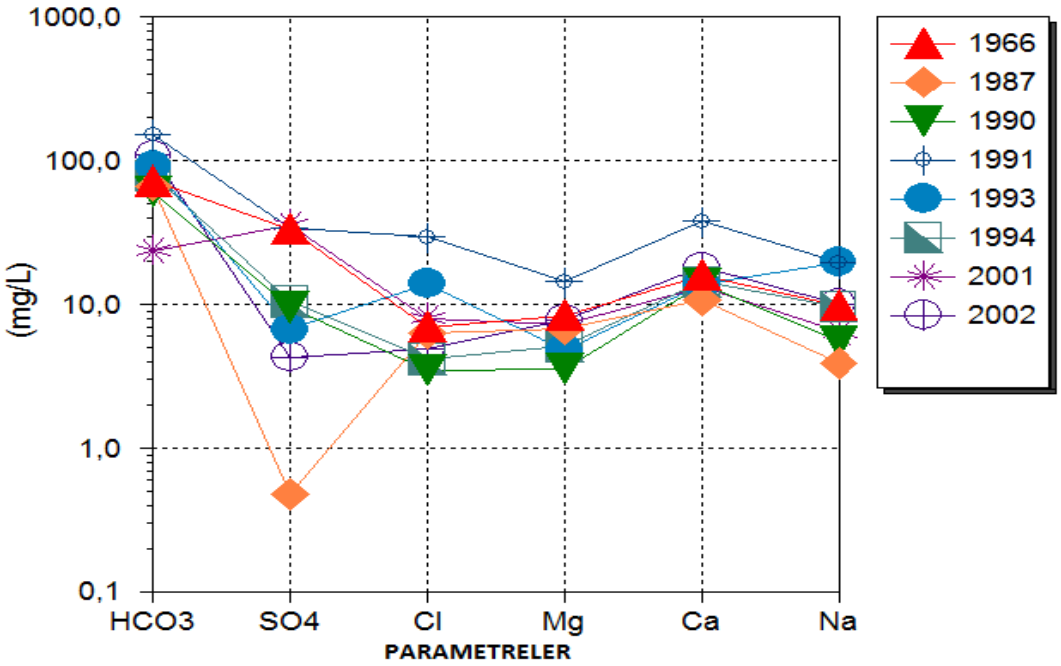


Şekil 3.26. Hacılar Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Piper Diyagramı

Suların fasiyes tiplerine bakacak olursak; 1993 yılına ait analiz 2. Bölge ve 3. Bölgede, 2001 yılı 1. ve 4. bölgede bulunmaktadır. 2. bölgede olmasından dolayı; Na^{+} ve K^{+} iyonlarının toplamı, Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonlarının toplamından fazla olup, burada yer alan sular, tuzlu ve sodalıdır. 3. bölgede olmasından dolayı; suların HCO_3^{-} ve CO_3^{-} iyonlarının toplamı SO_4^{-2} ve Cl^{-} iyonlarının toplamından fazladır. Diğer bütün yıllar 1. Bölge ve 3. Bölgededir. Analizlerin 1. bölgede olmasından dolayı; Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonlarının toplamı, Na^{+} ve K^{+} iyonlarının toplamından fazla olup, burada yer alan sular, karbonatlı ve sülfatlı sulardır. 3. bölgede olmasından dolayı; suların HCO_3^{-} ve CO_3^{-} iyonlarının toplamı SO_4^{-2} ve Cl^{-} iyonlarının toplamından fazladır.

Suların sınıflandırılmasına bakacak olursak; 2001 yılı 6. Bölgede diğer yıllar ise 5. Bölgede yer almaktadır. 6. bölgede; karbonat olmayan sertliği, karbonat sertliğinden fazla olan sulardır. Bu tip sular $CaSO_4$ ve $MgSO_4$'lısulardır. 5. Bölgede olmasından dolayı da suların karbonat sertliği, karbonat olmayan sertliğinden fazla olan sulardır. Bu tip sular $CaCO_3$ ve $MgCO_3$'li sulardır.

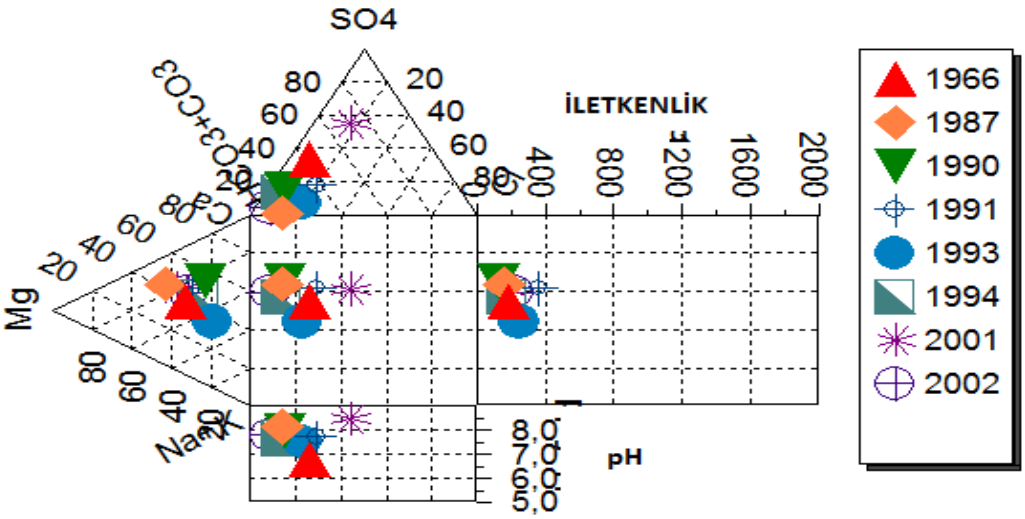
Suların kökeni hakkında bilgi sahibi olabilmek için Şekil 3.27'de Schoeller Yarı Logaritmik diyagram çizilmiştir.



Şekil 3.27. Hacılar Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Schoeller Yarı Logaritmik Diyagram

Bölgedeki 2001 yılı ve 1991 yılı hariç tüm yıllara ait sular Sular Ca^{+2} ve HCO_3^- 'lı sulardır. Yıllara göre Ca^{+2} miktarları 10-38 mg/l arasında değişirken HCO_3^- miktarı 23-154 mg/l arasında değişmektedir. 2001 yılı Ca^{+2} ve SO_4^- 'lü dır. 1993 yılı Na^{+2} ve HCO_3^- 'lıdır. Bu yüzden 2001 yılındaki analizde klorür ve sülfatın varlığı akım yolu boyunca jips ve/veya halit içeren kayaçların varlığını göstermektedir. Bölgenin diğer yıllara ait su örneklerinin büyük olasılıkla yeraltı suyu kireçtaşı akiferine ait olduğu söylenebilir. 1993 ve 1991 yılları benzer özellikte geriye kalan yıllarda birbirine paralel olduğu için kendi aralarında benzer özelliktedir. 1987 yılında sülfat indirgemesi meydana gelmiştir. 1991 yılında yapılan ölçümlerde anyon ve katyon değerleri bölgede diğer analizlere göre üst değerler çıkmıştır. Bu da yeraltı suyunun temas süresinin daha fazla olduğunun göstergesidir.

1966-2002 yılları arası analiz ölçümleri yapılan bölgenin Şekil 3.28'de Durov Diyagramı çizilerek elektriksel iletkenlik ve pH değerlerinin aynı diyagramda karşılaştırılması sağlanmıştır.



Şekil 3.28. Hacılar Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Durov Diyagramı

Analiz sonuçlarına göre pH aralığı 6,8-8,5'dir. 1966 yılı asidik diğer yıllar bazik karakterdedir. Elektriksel iletkenlik değerleri birbirine yakın ölçümlerdir. Suların yapısı piper diyagramında olduğu gibidir.

Sulama sularının özelliklerine göre analiz sonuçlarının sınıflandırılmasında SAR, % Na ve EC parametreleri çok önemlidir. Tablo 3.19'da bölgeye ait 1966-2002 yılları arası analizlere ait SAR , % Na ve EC değişimleri verilmiştir. Tablo 3.20'de verilen analiz sonuçlarına göre suların kalite sınıflandırılması yapılmıştır.

Tablo 3.19. Hacılar Bölgesine Ait SAR , % Na ve EC Analizleri

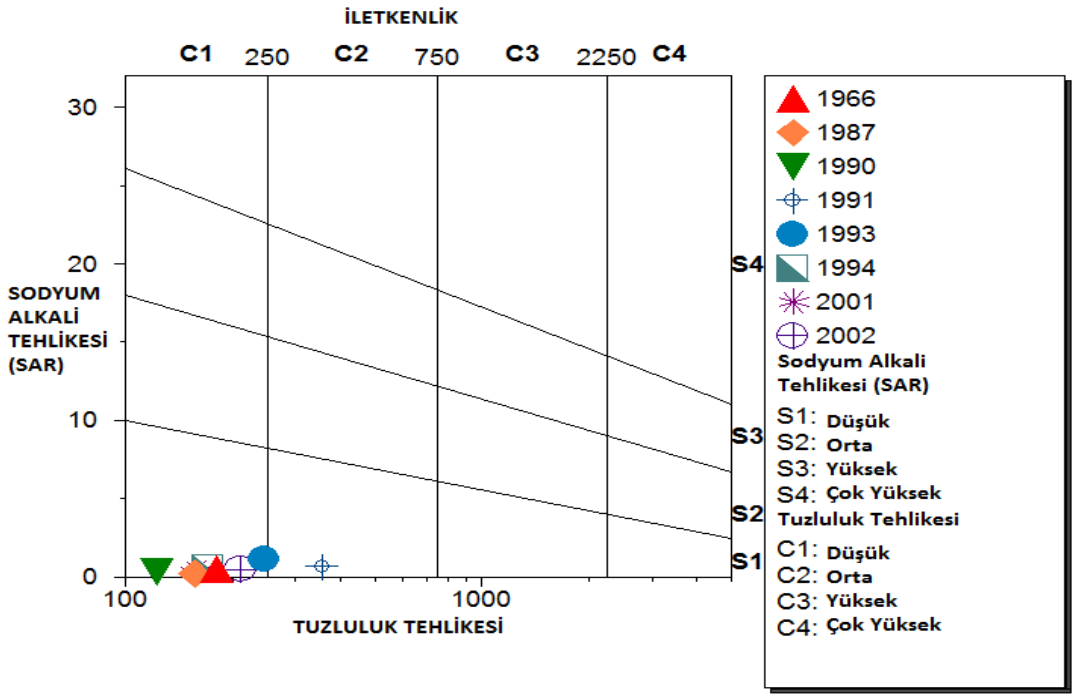
Yıllar	SAR	% Na	EC
1966	0,49	20,47	180
1987	0,23	11,70	156
1990	0,34	18,50	122
1991	0,69	21,00	356
1993	1,16	42,20	245
1994	0,55	25,60	170
2001	0,36	17,47	157
2002	0,50	21,67	210

Tablo 3.20. Hacılar Bölgesine Ait SAR , % Na ve EC' ye Göre Sınıflandırılması

Yıllar	SAR	% Na	EC
1966	S1	İyi	Çok İyi
1987	S1	Çok İyi	Çok İyi
1990	S1	Çok İyi	Çok İyi
1991	S1	İyi	İyi
1993	S1	İyi	Çok İyi
1994	S1	İyi	Çok İyi
2001	S1	Çok İyi	Çok İyi
2002	S1	İyi	Çok İyi

Tablo 3.20'e göre tüm yıllara ait analizlerde SAR değerleri < 10 olduğundan dolayı sular S1 sınıfında çok iyi özellikte sulama suyu sınıfında girmektedir. % Na değerleri İyi ve Çok İyi kalitede, EC değerleri de İyi ve Çok İyi kalitede olarak sınıflandırılmıştır.

Bölgeye ait analizlere göre Şekil 3.29'da ABD Tuzluluk Diyagramına göre karşılaştırması yapılmıştır. Bu diyagram SAR, EC ve Tuzluluk tehlikesi yönünden incelenerek suların sınıflandırılması yapılmıştır.



Şekil 3.29. Hacılar Bölgesi Kuyu Analizleri İçin ABD Tuzluluk Diyagramı

Diyagrama göre 1991 yılı S1-C2 sınıfında yer almaktadır. Diğer yıllar S1-C1 sınıfındadır. S1-C1 sınıfında yer alan sular her toprakta her türlü mahsülün sulanmasında kullanılabilir. S1-C2 sınıfında yer alan sularda iyi kalitede de olup orta derecede drenajı olan topraklarda, tuzluluk kontrolü için özel çalışmalar yapılmaksızın her türlü bitkinin sulanmasında kullanılabilir.

Analiz sonuçları Tablo 3.21'de verilen parametrelere göre sulama ve içme suyu standartları açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu değerlendirmeyi yapmak için Bölüm 2 de yer alan Tablo 2.1'deki parametre sınır değerlerinden yararlanılmıştır. Standartlara uygun olan değerler 'X' işareti ile gösterilmiştir.

Tablo 3.21. Hacılar Bölgesi Sulama Suyu Kalite Sınıflandırılması

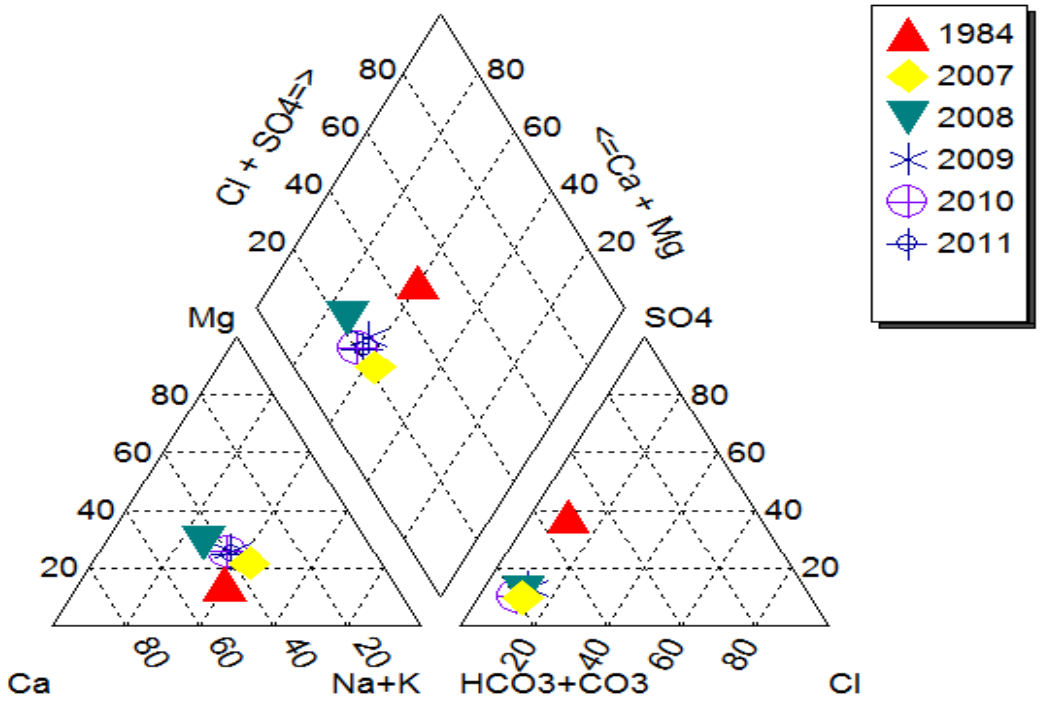
	TÜRK STANDARTLARI (TSE 266)	TC SAĞLIK BAKANLIĞI	DÜNYA SAĞLIK ÖRGÜTÜ (WHO)	ABD ÇEVRE KORUMA AJANSI (EPA)	AVRUPA BİRLİĞİ (EU)
pH	X	X	X	X	X
*EC, µS/cm (20°C)	X	X	X	X	X
Na^{+},mg/l	X	X	X	X	X
Cl^{-}, mg/l	X	X	X	X	X
$SO4^{-2}$, mg/l	X	X	X	X	X
NO3, mg/l	X	X	X	X	X
TDS	X	X	X	X	X

Tablo 3.21'de görüldüğü gibi 1966-2002 yılları arasında yapılan analiz sonuçları gösterge parametreleri tüm standartlar ile karşılaştırılmış olup hepsi için uygun çıkmıştır.

3.1.8. Kayadibi

Kayadibi adlı kullanma suyu kuyusu Kayseri ilinin Melikgazi ilçesi sınırlarında yer almaktadır. 4285176 K ve 711591 D enlemlerinde yer alan kuyuya ait 1984-2011 yılları arasında ölçümü yapılan 6 adet analiz sonuçlarına göre su kalite değerlendirmesi

yapılmıştır. Şekil 3.30'da bölgeye ait analiz sonuçlarına göre anyon ve katyon dengesini gösteren Piper Üçgen Diyagramı çizilmiştir.

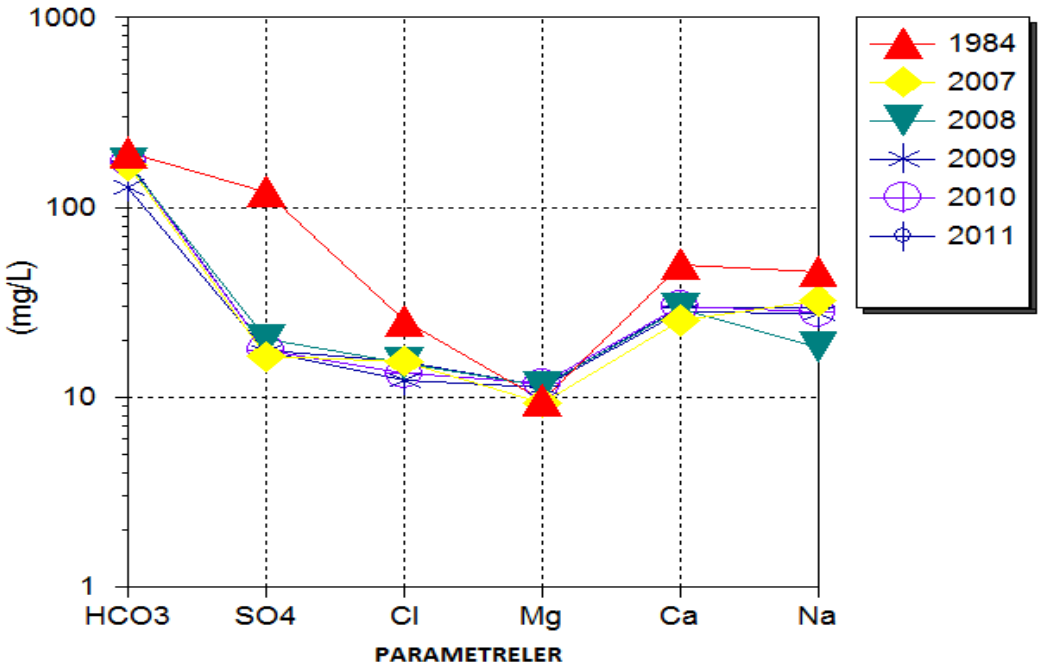


Şekil 3.30. Kayadibi Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Piper Diyagramı

Suların fasiyes tiplerine bakacak olursak; bütün yıllar 1. ve 3. Bölgede yer almaktadır. 1. Bölgede Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonlarının toplamının fazla olması suların karbonatlı ve sülfatlı olduğunun göstergesidir. 3. Bölgede olmasından dolayı suların HCO_3^- ve CO_3^- iyonlarının toplamı SO_4^{-2} ve Cl^- iyonlarının toplamından fazladır.

Suların sınıflandırılmasına bakacak olursak; Bütün Yıllar 5. Bölgede yer almaktadır. Buna göre; 5. bölgede yer alan sular karbonat sertliği, karbonat olmayan sertliğinden fazla olan sulardır. Bu tip sular $CaCO_3$ ve $MgCO_3$'li sulardır.

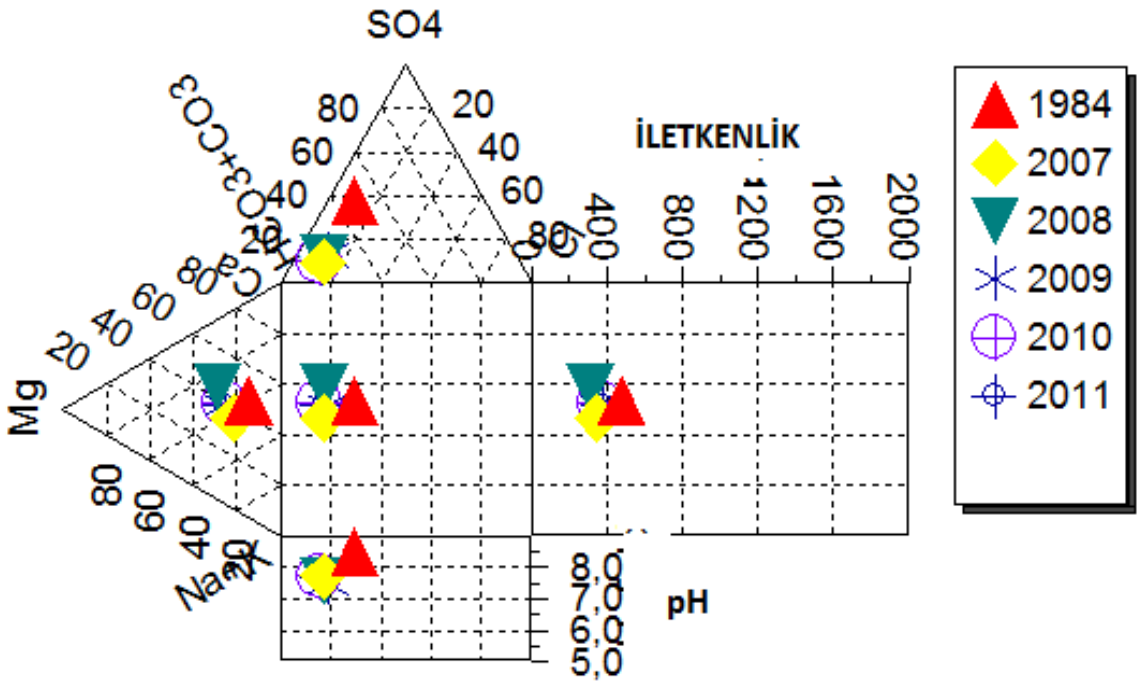
Suların kökeni hakkında bilgi sahibi olabilmek için Şekil 3.31'de Schoeller Yarı Logaritmik diyagram çizilmiştir.



Şekil 3.31. Kayadibi Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Schoeller Yarı Logaritmik Diyagram

1984 hariç diğer yıllara ait analiz sonuçları Schoeller Yarı Logaritmik diyagramda birbirine paralel kesikler oluşturmuştur. Sular Ca^{+2} ve HCO_3^- 'lı sulardır. Yıllara göre Ca^{+2} miktarları 28-50 mg/l arasında değişirken HCO_3^- miktarı 127-196 mg/l arasında değişmektedir. Bölgedeki su örneklerinin büyük olasılıkla yeraltı suyu kireçtaşı akiferine ait olduğu söylenebilir. Bu kesikler suların benzer karakterde olduğunu göstermektedir. 1984 yıllındaki analizlerde anyon değerleri katyon değerlerine göre daha baskındır. Özellikle klorür iyonu diğer yıllara göre oldukça yüksektir. Bütün tabii sularda değişik miktarlarda var olan Klorür deniz suyunun ve bazı maden sularının başlıca iyonudur. Yüksek konsantrasyonları çoğu bitkilerin büyümesini engeller ve orta miktarlar da bile bazı ürünleri zehirler.

1984-2011 yılları arası analiz ölçümleri yapılan bölgenin Şekil 3.32'de Durov Diyagramı çizilerek elektriksel iletkenlik ve pH değerlerinin aynı diyagramda karşılaştırılması sağlanmıştır.



Şekil 3.32. Kayadibi Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Durov Diyagramı

Bölgede yapılan analizlerde pH miktarı 7,5-8,5 arasında değişen sular bazik karakterlidir. İletkenlik değerleri tüm yıllarda birbirine yakın ölçüm sonuçları görülmüştür.

Sulama sularının özelliklerine göre analiz sonuçlarının sınıflandırılmasında SAR, % Na ve EC parametreleri çok önemlidir. Tablo 3.22'de bölgeye ait 1984-2011 yılları arası analizlere ait SAR , % Na ve EC değişimleri verilmiştir. Tablo 3.23'de verilen analiz sonuçlarına göre suların kalite sınıflandırılması yapılmıştır.

Tablo 3.22. Kayadibi Bölgesine ait SAR , % Na ve EC Analizleri

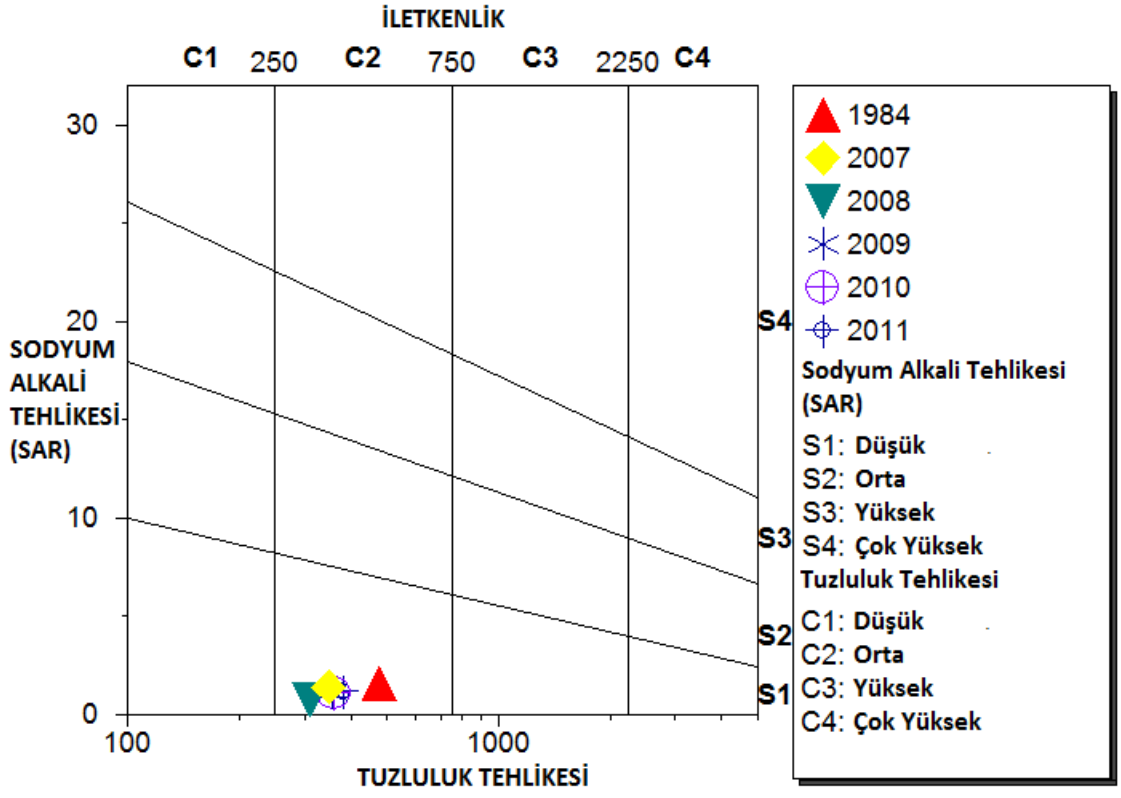
Yıllar	SAR	% Na	EC
1984	1,53	39,71	477
2007	1,38	39,44	348
2008	1,44	24,03	310
2009	1,1	33,16	355
2010	1,08	31,9	359
2011	1,16	33,85	387

Tablo 3.23. Kayadibi Bölgesine ait SAR , % Na ve EC 'ye Göre Sınıflandırılması

Yıllar	SAR	% Na	EC
1984	S1	İyi	İyi
2007	S1	İyi	İyi
2008	S1	İyi	İyi
2009	S1	İyi	İyi
2010	S1	İyi	İyi
2011	S1	İyi	İyi

Tablo 3.23'e göre tüm yıllara ait analizlerde SAR değerleri < 10 olduğundan dolayı sular S1 sınıfında çok iyi özellikte sulama suyu sınıfında girmektedir. % Na değerleri İyi kalitede, EC değerleri de İyi kalitede olarak sınıflandırılmıştır.

Bölgeye ait analizlere göre Şekil 3.33'de ABD Tuzluluk Diyagramına göre karşılaştırması yapılmıştır. Bu diyagram SAR, EC ve Tuzluluk tehlikesi yönünden incelenerek suların sınıflandırılması yapılmıştır.



Şekil 3.33. Kayadibi Bölgesi Kuyu Analizleri İçin ABD Tuzluluk Diyagramı

Diyagrama göre bütün yıllara ait analizler de sular S1-C2 sınıfında yer almaktadır. S1-C2 sınıfında yer alan sularda iyi kalitede de olup orta derecede drenajı olan topraklarda, tuzluluk kontrolü için özel çalışmalar yapılmaksızın her türlü bitkinin sulanmasında kullanılabilir.

Analiz sonuçları Tablo 3.24'de verilen parametrelere göre sulama ve içme suyu standartları açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu değerlendirmeyi yapmak için Bölüm 2 de yer alan Tablo 2.1'deki parametre sınır değerlerinden yararlanılmıştır. Standartlara uygun olan değerler 'X' işareti ile gösterilmiştir.

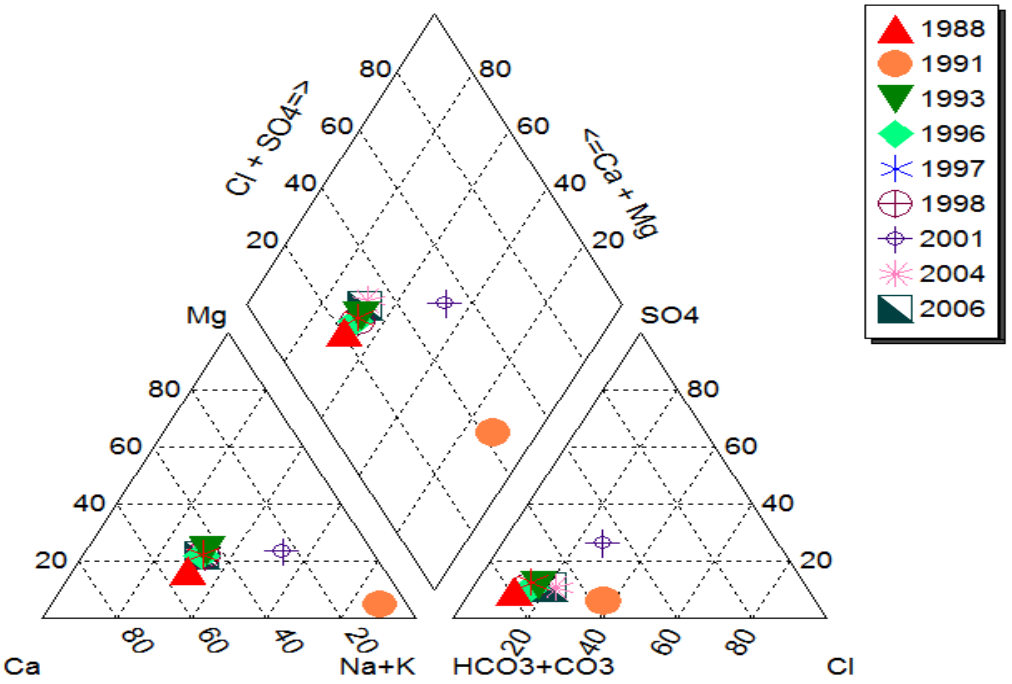
Tablo 3.24. Kayadibi Bölgesi Sulama Suyu Kalite Sınıflandırılması

	TÜRK STANDARTLARI (TSE 266)	TC SAĞLIK BAKANLIĞI	DÜNYA SAĞLIK ÖRGÜTÜ (WHO)	ABD ÇEVRE KORUMA AJANSI (EPA)	AVRUPA BİRLİĞİ (EU)
pH	X	X	X	X	X
*EC, µS/cm (20°C)	X	X	X	X	X
Na^{+},mg/l	X	X	X	X	X
Cl^{-}, mg/l	X	X	X	X	X
$SO4^{-2}$, mg/l	X	X	X	X	X
NO3, mg/l	X	X	X	X	X
TDS	X	X	X	X	X

Tablo 3.24'de görüldüğü gibi 1984-2011 yılları arasında yapılan analiz sonuçları tüm standartlarla karşılaştırılmış bütün parametreler uygun çıkmıştır.

3.1.9. Organize Sanayi Bölgesi

Kayseri İli Melikgazi ilçesi sınırları içinde yer alan Organize Sanayi Bölgesine ait Devlet Su İşleri tarafından açılmış kuyulardan 1988-2006 yıllarına ait 9 adet analiz sonucuna göre yeraltı sularının su kalitesi değerlendirilmesi yapılmıştır. Bölgeye ait analiz sonuçları kullanılarak suların anyon ve katyon dengesini gösterebilmek amacı ile Şekil 3.34'de Piper Diyagramı çizilmiştir.

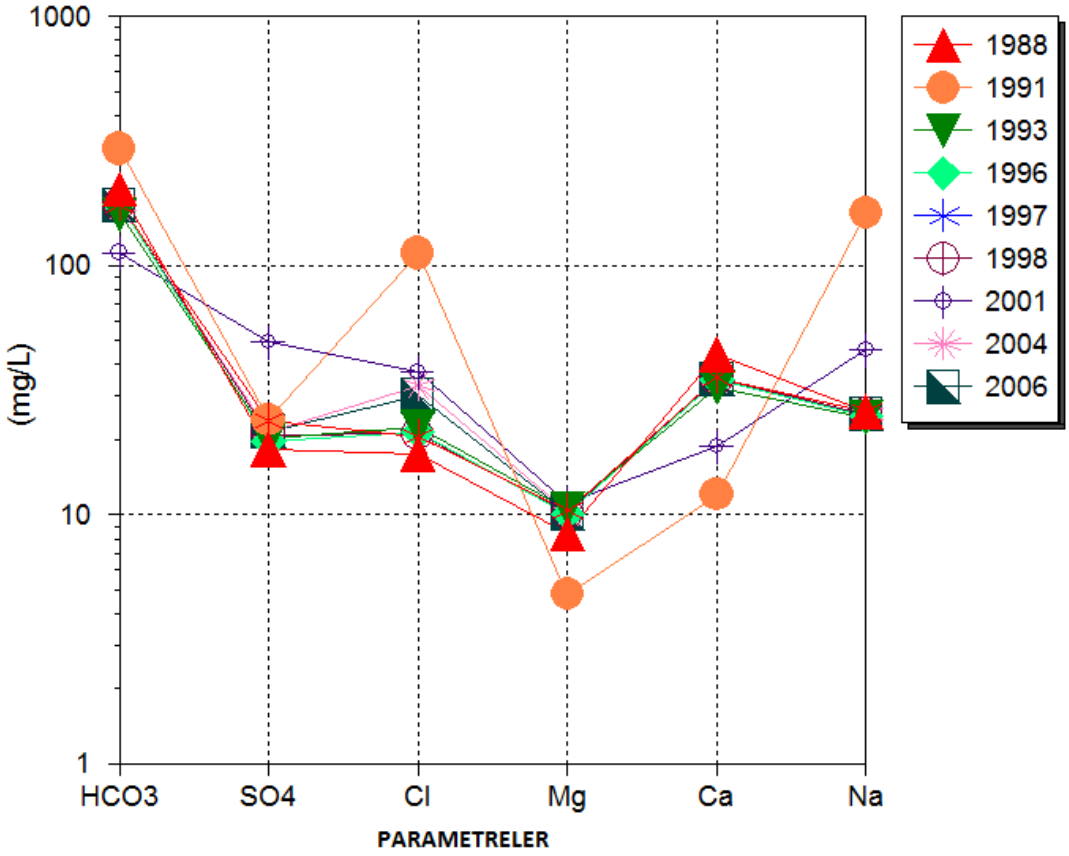


Şekil 3.34. Organize Sanayi Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Piper Diyagramı

Suların fasiyes tiplerine bakacak olursak; 1991 ve 2001 yılları 2. Bölgede diğer yıllar ise 1. Bölgededir. Aynı zamanda tüm yıllar 3. Bölgedeki suların özelliklerine sahiptir. 2. bölgede olmasından dolayı; Na^{+} ve K^{+} iyonlarının toplamı, Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonlarının toplamından fazla olup, burada yer alan sular, tuzlu ve sodalıdır. . 1. Bölgede Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonlarının toplamının fazla olması suların karbonatlı ve sülfatlı olduğunun göstergesidir. 3. bölgede olmasından dolayı; suların HCO_3^{-} ve CO_3^{-} iyonlarının toplamı SO_4^{-2} ve Cl^{-} iyonlarının toplamından fazladır.

Suların sınıflandırılmasına bakacak olursak; 1991 yılı 8. Bölgede, 2001 yılı 7. bölgede diğer yıllar ise 5. Bölgede yer almaktadır. 8. Bölgede, karbonat alkaliliği>karbonat olmayan alkalik görülmektedir. 7. bölgede; karbonat olmayan alkaliliği, karbonat alkaliliğinden fazla olan sulardır. Bu tip sular Na^{+}, Cl^{-}, Na_2SO_4 ve KCl'li sulardır. 5. Bölgede olmasından dolayı da suların karbonat sertliği, karbonat olmayan sertliğinden fazla olan sulardır. Bu tip sular $CaCO_3$ ve $MgCO_3$'li sulardır.

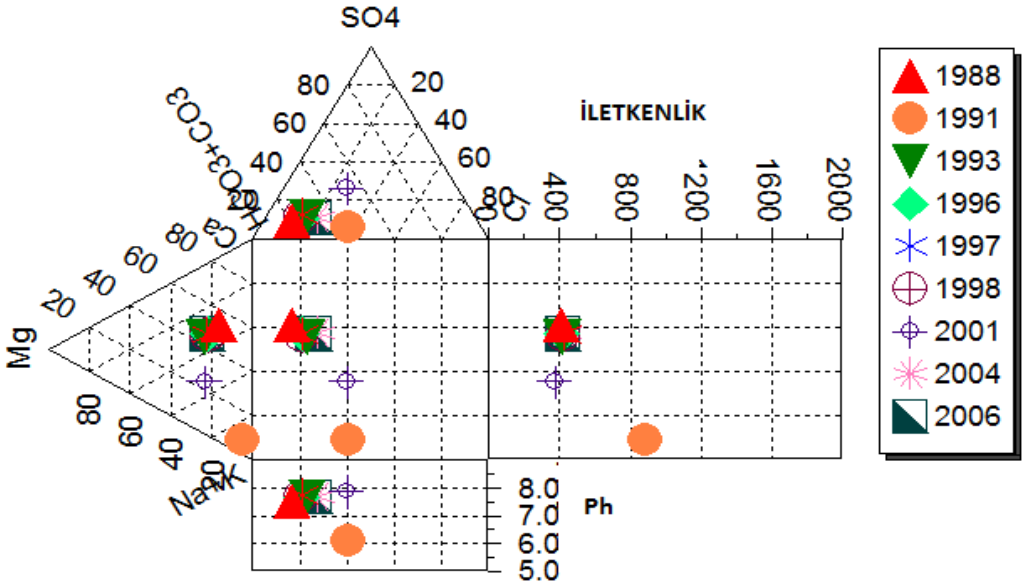
Suların kökeni hakkında bilgi sahibi olabilmek için Şekil 3.35'de Schoeller Yarı Logaritmik diyagram çizilmiştir.



Şekil 3.35. Organize Sanayi Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Schoeller Yarı Logaritmik Diyagram

Diyagrama göre 1991 ve 2001 yılları Sular Na^{+2} ve HCO_3^- 'lı sulardır. Bu bölgelerde Halit tipi kayaçların varlığı da söylenebilir. Diğer yıllar birbirine paralel kesik çizgilerden meydana gelmiştir. Sular Ca^{+2} ve HCO_3^- 'lı sulardır. Yıllara göre Ca^{+2} miktarları 12-44 mg/l arasında değişirken HCO_3^- miktarı 112-293 mg/l arasında değişmektedir. Bölgedeki su örneklerinin büyük olasılıkla yeraltı suyu kireçtaşı akiferine ait olduğu söylenebilir.

1988-2006 yılları arası analiz ölçümleri yapılan bölgenin Şekil 3.36'da Durov Diyagramı çizilerek elektriksel iletkenlik ve pH değerlerinin aynı diyagramda karşılaştırılması sağlanmıştır.



Şekil 3.36. Organize Sanayi Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Durov Diyagramı

Bu diyagramda da 1991 yılının diğerlerine göre farklı karakterde olduğu görülmektedir. En düşük pH seviyesi ve en yüksek elektriksel iletkenliğe sahip olan analiz yılıdır. Diğer bölgelerin pH aralığı 6,09-7,89 arasında olup 1991 yılı asidik diğer yıllar ise bazik karakterde sulardır.

Sulama sularının özelliklerine göre analiz sonuçlarının sınıflandırılmasında SAR, % Na ve EC parametreleri çok önemlidir. Tablo 3.25'de bölgeye ait 1988-2006 yılları arası analizlere ait SAR , % Na ve EC değişimleri verilmiştir. Tablo 3.26'de verilen analiz sonuçlarına göre suların kalite sınıflandırılması yapılmıştır.

Tablo 3.25. Organize Sanayi Bölgesine ait SAR , % Na ve EC Analizleri

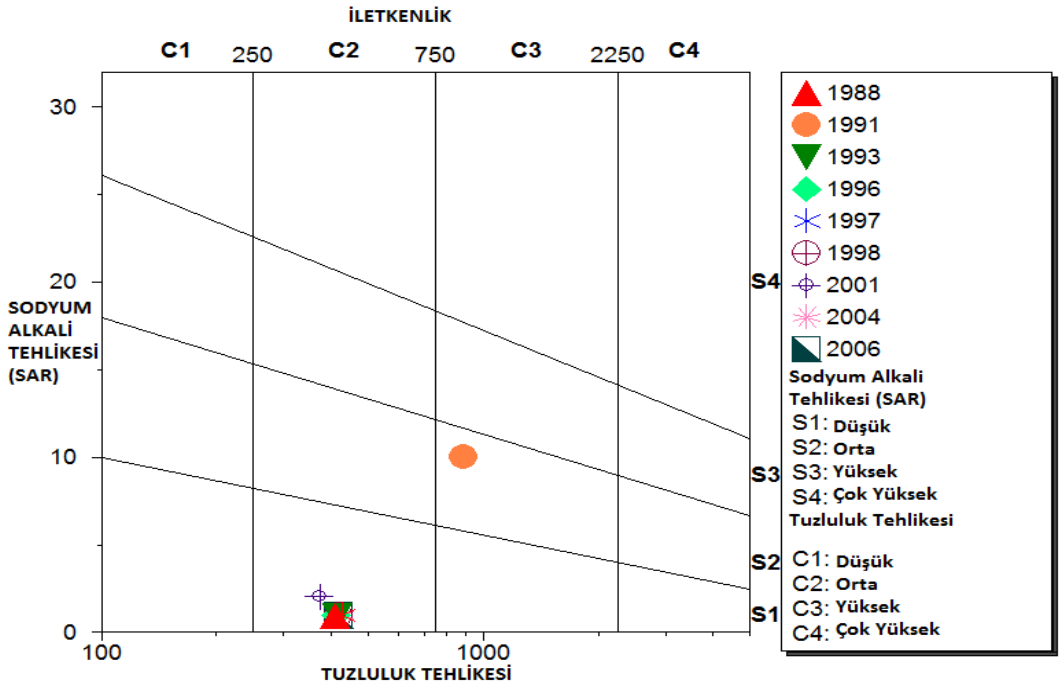
Yıllar	SAR	% Na	EC
1988	0,94	27,00	408
1991	9,93	82,90	886
1993	0,96	29,05	414
1996	0,96	28,59	412
1997	0,98	28,93	427
1998	0,96	28,71	417
2001	2,07	50,57	373
2004	0,97	28,82	420
2006	0,97	28,79	419

Tablo 3.26. Organize Sanayi Bölgesine ait SAR, % Na ve EC 'ye Göre Sınıflandırılması

Yıllar	SAR	% Na	EC
1988	S1	İyi	İyi
1991	S1	Kullanıma Uygun Değil	Kullanılabilir
1993	S1	İyi	İyi
1996	S1	İyi	İyi
1997	S1	İyi	İyi
1998	S1	İyi	İyi
2001	S1	İzin verilebilir	İyi
2004	S1	İyi	İyi
2006	S1	İyi	İyi

Tablo 3.26'a göre tüm yıllara ait analizlerde SAR değerleri < 10 olduğundan dolayı sular S1 sınıfında çok iyi özellikte sulama suyu sınıfında girmektedir. 1991 yılı % Na oranı 82,90 olduğundan % Na >80 sınır değerine göre kullanıma uygun değil çıkmıştır. EC değerleri de İyi ve Kullanılabilir kalitede olarak sınıflandırılmıştır.

Bölgeye ait analizlere göre Şekil 3.37'de ABD Tuzluluk Diyagramına göre karşılaştırması yapılmıştır. Bu diyagram SAR, EC ve Tuzluluk tehlikesi yönünden incelenerek suların sınıflandırılması yapılmıştır.



Şekil 3.37. Organize Sanayi Bölgesi Kuyu Analizleri İçin ABD Tuzluluk Diyagramı

1991 yılına ait analiz sonucuna göre S2-C3 sınıfında yer almaktadır. Buna göre; S2, orta sodyumlu sular: geçirgen veya bol jipsli arazilerde kullanılabilir. Yıkama ile toprağın tuzluluğu azaltılıyorsa, özellikle bu tip sular kullanılmalıdır. C3 (EC 750-2250 mikromho/cm arası), tuzlu sular: akaçlaması kötü olan arazilerde, sulamada kullanılamaz. Zemindeki tuz miktarının gözlenmesi gerekebilir. Bu özellikteki sular kullanılacaksa, tuza dayanıklı bitkiler seçilmelidir. Diğer bütün yıllara ait analizler de sular S1-C2 sınıfında yer almaktadır. S1-C2 sınıfında yer alan sularda iyi kalitede de olup orta derecede drenajı olan topraklarda, tuzluluk kontrolü için özel çalışmalar yapılmaksızın her türlü bitkinin sulanmasında kullanılabilir.

Analiz sonuçları Tablo 3.27'de verilen parametrelere göre sulama ve içme suyu standartları açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu değerlendirmeyi yapmak için Bölüm 2 de yer alan Tablo 2.1'deki parametre sınır değerlerinden yararlanılmıştır. Standartlara uygun olan değerler 'X' işareti ile gösterilmiştir.

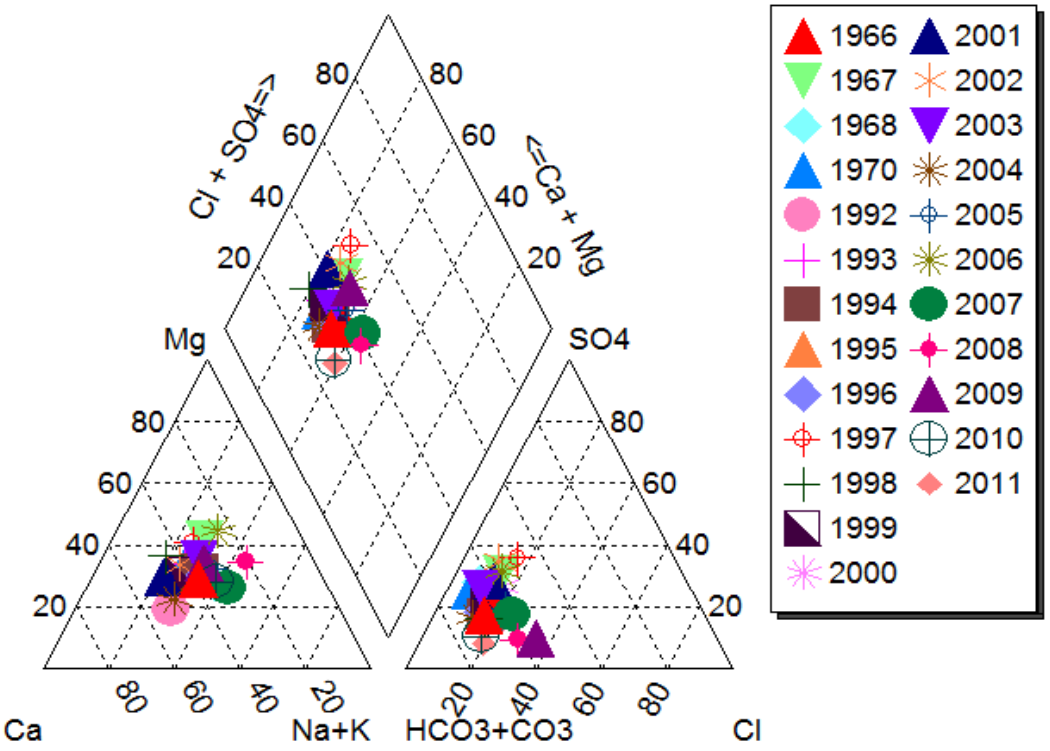
Tablo 3.27. Organize Sanayi Bölgesi Sulama Suyu Kalite Sınıflandırılması

	TÜRK STANDARTLARI (TSE 266)	TC SAĞLIK BAKANLIĞI	DÜNYA SAĞLIK ÖRGÜTÜ (WHO)	ABD ÇEVRE KORUMA AJANSI (EPA)	AVRUPA BİRLİĞİ (EU)
pH	X	X	X	X	X
*EC, µS/cm (20°C)	X	X	X	X	X
Na^{+},mg/l	X	X	X	X	X
Cl^{-}, mg/l	X	X	X	X	X
$SO4^{-2}$, mg/l	X	X	X	X	X
NO3, mg/l	X	X	X	X	X
TDS	X	X	X	X	X

Tablo 3.27'de görüldüğü gibi 1988-2006 yılları arasında yapılan analiz sonuçları tüm standartlarla karşılaştırılmış sadece 1991 yılında pH değeri 6.09 olduğundan dolayı standartların altında kalmıştır. Bunun dışında diğer bütün parametreler tüm yıllar için uygun çıkmıştır.

3.1.10. Sarımsaklı Ovası

Sarımsaklı Ovasına ait Kocasinan İlçesi sınırlarında kullanma suyu kuyusu olarak açılmış 4304325 K ve 721275 D enlemlerinde yer alan kuyuya ait 1966-2011 yılları arasında ölçümü yapılan 24 adet analiz sonuçlarına göre su kalite değerlendirmesi yapılmıştır. Bölgeye ait analiz sonuçları kullanılarak suların anyon ve katyon dengesini gösterebilmek amacı ile Şekil 3.38'de Piper Diyagramı çizilmiştir.

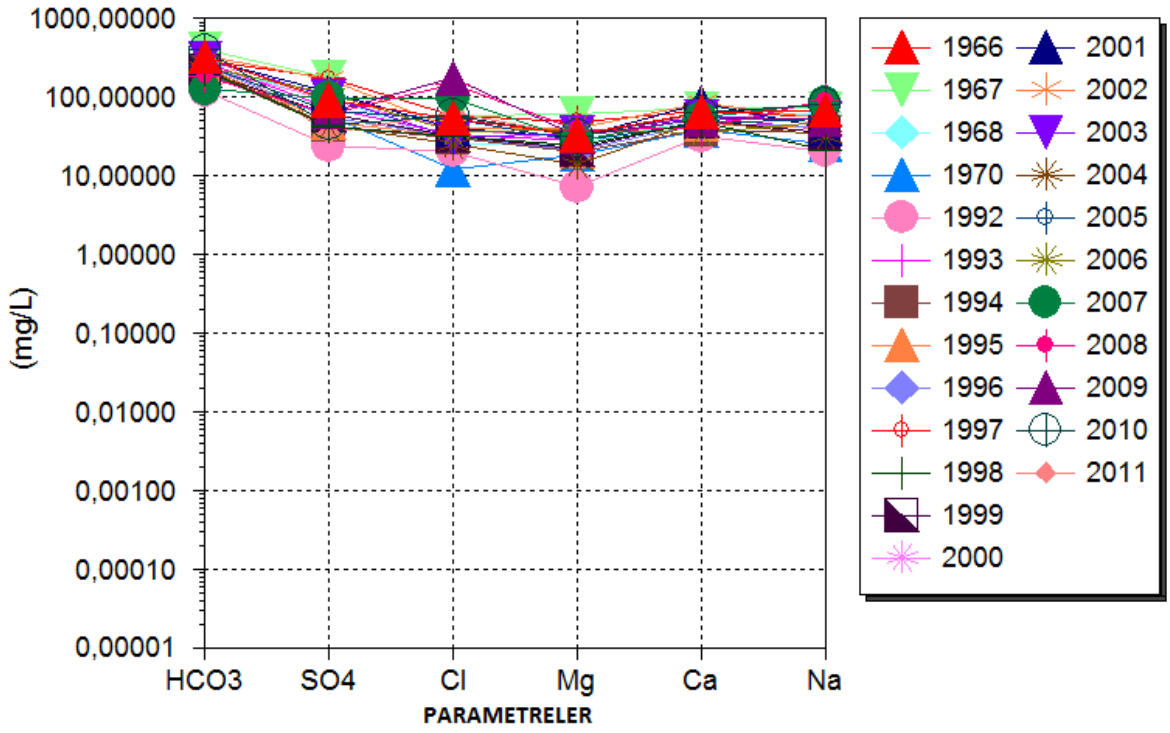


Şekil 3.38. Sarımsaklı Ovası Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Piper Diyagramı

Suların fasiyes tiplerine bakacak olursak; 2007 ve 2008 yılları 2. Bölgede geriye kalan yıllar da 1. Bölgede yer almaktadır. Buna göre 2. Bölgedeki sular; Na+K>Ca+Mg; tuzlu ve sodalı sulardır. 1. Bölgedeki sular ise; Ca+Mg>Na+K; karbonatlı ve sülfatlı sulardır. 24 ölçüm yılı da 3. Bölgede yer almaktadır. Buna göre suların HCO_3^- ve CO_3^- iyonlarının toplamı SO_4^{-2} ve Cl^- iyonlarının toplamından fazladır.

Suların sınıflandırılmasına bakacak olursak; analizlerin çoğunluğu 5. Bölgede olup suların karbonat sertliği, karbonat olmayan sertliğinden fazla olan sulardır. Bu tip sular $CaCO_3$ ve $MgCO_3$'li sulardır. 2007 ve 2008 yılları 8. Bölgeye girmektedir. Buna göre bu bölgede karbonat alkaliliği>karbonat olmayan alkalik görülmektedir.

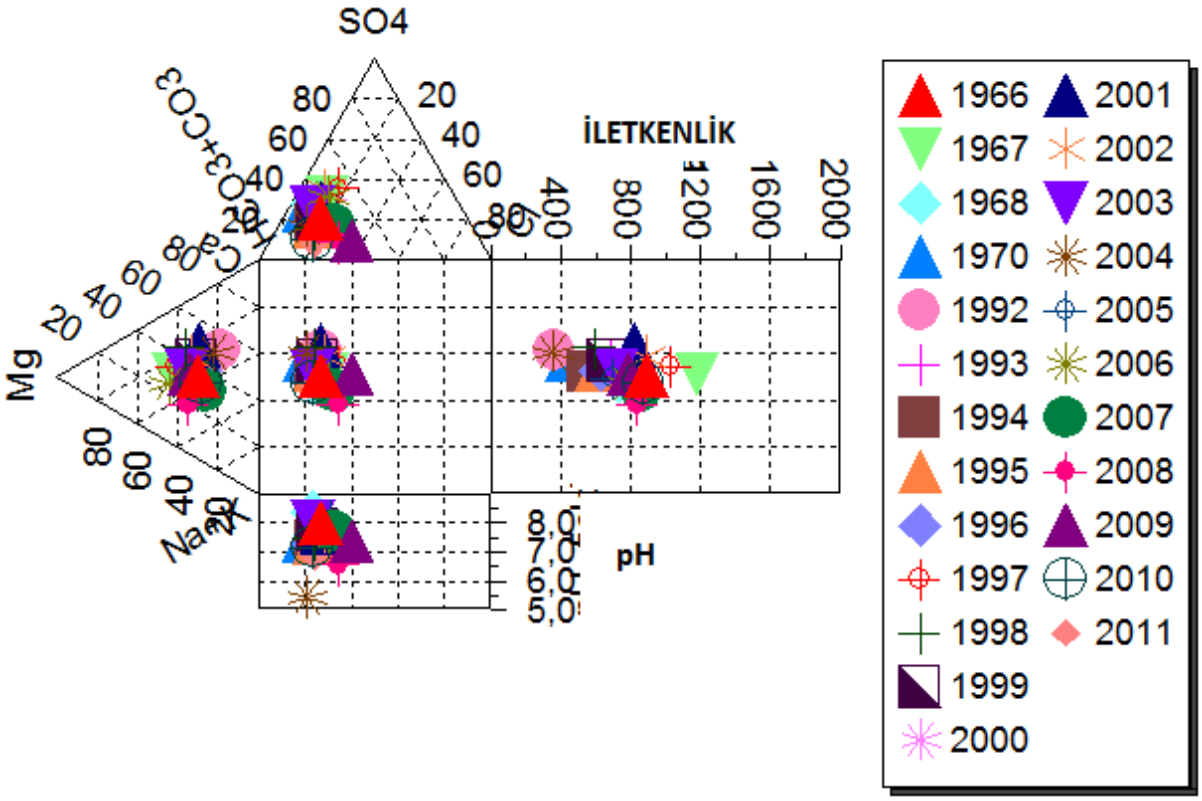
Suların kökeni hakkında bilgi sahibi olabilmek için Şekil 3.35'de Schoeller Yarı Logaritmik diyagram çizilmiştir.



Şekil 3.39. Sarımsaklı Ovası Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Schoeller Yarı Logaritmik Diyagram

2007 ve 2008 yılındaki sular Na^{+2} ve HCO_3^- 'lı sulardır. Bu bölgelerde Halit tipi kayaçların varlığı da söylenebilir. Diğer yıllar birbirine paralel kesik çizgilerden meydana gelmiştir. Sular Ca^{+2} ve HCO_3^- 'lı sulardır. Yıllara göre Ca^{+2} miktarları 32-72 mg/l arasında değişirken HCO_3^- miktarı 0-403 mg/l arasında değişmektedir. Birbirine paralel çizgilerden suların benzer karakterde olduğu anlaşılmaktadır. Bölgedeki su örneklerinin büyük olasılıkla yeraltı suyu kireçtaşı akiferine ait olduğu söylenebilir.

1966-2011 yılları arası analiz ölçümleri yapılan bölgenin Şekil 3.40'da Durov Diyagramı çizilerek elektriksel iletkenlik ve pH değerlerinin aynı diyagramda karşılaştırılması sağlanmıştır.



Şekil 3.40. Sarımsaklı Ovası Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Durov Diyagramı

Diyagramda 2004 yılı pH değeri 5,43 2011 yılı pH değeri 6,86 olup bu yıllardaki sular asidik özellikte diğer yıllarda pH aralığı 7-9 arasında olup bazik karakterdedir. Elektriksel iletkenlik 400 ile 1200 µS/cm arasında değişmektedir. Diğer yıllarda ise en fazla 1967 yılında görülmüştür.

Sulama sularının özelliklerine göre analiz sonuçlarının sınıflandırılmasında SAR, % Na ve EC parametreleri çok önemlidir. Tablo 3.28'de bölgeye ait 1966-2011 yılları arası analizlere ait SAR , % Na ve EC değişimleri verilmiştir. Tablo 3.29'da verilen analiz sonuçlarına göre suların kalite sınıflandırılması yapılmıştır.

Tablo 3.28. Sarımsaklı Ovasına Ait SAR , % Na ve EC Analizleri

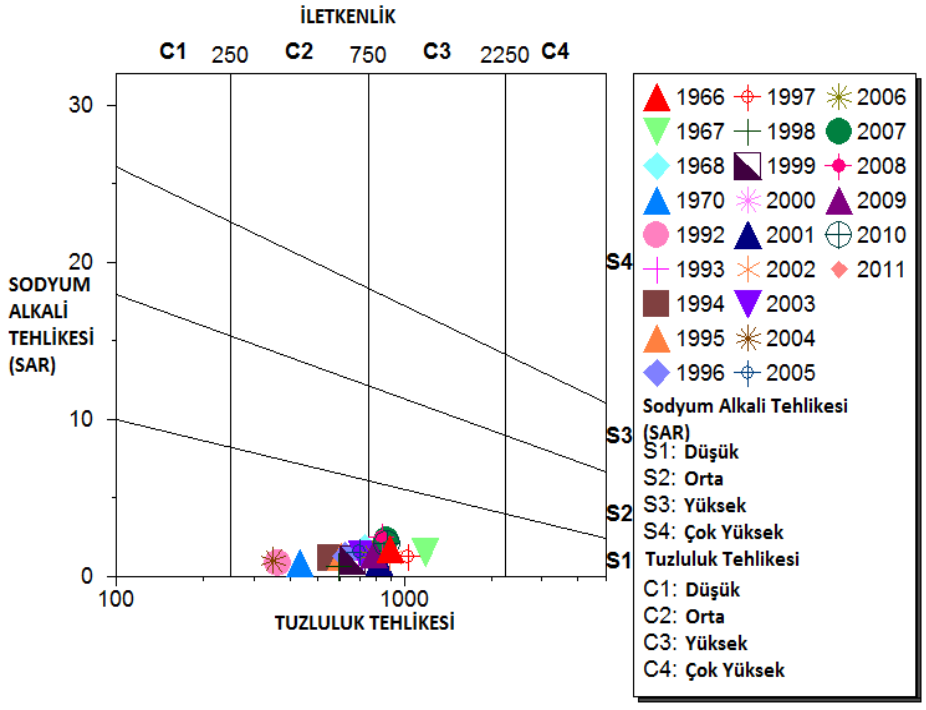
Yıllar	SAR	% Na	EC
1966	1,68	30,52	891,81
1967	1,51	26,18	1180
1968	1,76	35,97	730
1970	0,82	22,99	433
1992	0,89	28,70	363
1993	1,11	24,16	690
1994	1,18	28,65	553
1995	1,22	30,26	604
1996	1,29	29,48	623
1997	1,17	23,1	1027
1998	0,66	16,65	594
1999	1,02	23,93	665
2000	1,35	28,67	797
2001	0,97	20,57	819
2002	1,18	22,7	885
2003	1,36	27,83	714
2004	0,96	23,76	350
2005	1,545	33,335	697
2006	1,375	29,94	773
2007	2,335	41,2	865
2008	2,48	42,17	835,5
2009	1,415	29,85	783,5
2010	2,065	37,395	870
2011	2,075	37,63	857

Tablo 3.29'a göre tüm yıllara ait analizlerde SAR değerleri < 10 olduğundan dolayı sular S1 sınıfında çok iyi özellikte sulama suyu sınıfına girmektedir. % Na oranı İyi ve Çok İyi Kalitede, EC değerleri de Kullanılabilir ve İyi kalitede olarak sınıflandırılmıştır.

Bölgeye ait analizlere göre Şekil 3.41'de ABD Tuzluluk Diyagramına göre karşılaştırması yapılmıştır. Bu diyagram SAR, EC ve Tuzluluk tehlikesi yönünden incelenerek suların sınıflandırılması yapılmıştır.

Tablo 3.29. Sarımsaklı Ovasına Ait SAR , % Na ve EC 'ye Göre Sınıflandırılması

Yıllar	SAR	% Na	EC
1966	S1	İyi	Kullanılabilir
1967	S1	İyi	Kullanılabilir
1968	S1	İyi	İyi
1970	S1	İyi	İyi
1992	S1	İyi	İyi
1993	S1	İyi	İyi
1994	S1	İyi	İyi
1995	S1	İyi	İyi
1996	S1	İyi	İyi
1997	S1	İyi	Kullanılabilir
1998	S1	Çok İyi	İyi
1999	S1	İyi	İyi
2000	S1	İyi	Kullanılabilir
2001	S1	İyi	Kullanılabilir
2002	S1	İyi	Kullanılabilir
2003	S1	İyi	İyi
2004	S1	İyi	İyi
2005	S1	İyi	İyi
2006	S1	İyi	Kullanılabilir
2007	S1	İyi	Kullanılabilir
2008	S1	İyi	Kullanılabilir
2009	S1	İyi	Kullanılabilir
2010	S1	İyi	İyi
2011	S1	İyi	İyi



Şekil 3.41. Sarımsaklı Ovası Bölgesi Kuyu Analizleri İçin ABD Tuzluluk Diyagramı

1966, 1967, 1997, 2000, 2001, 2002, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010 ve 2011 yılları S1-C3 sınıfında yer almaktadır. C3; Fazla tuzlu su. Drenaj yapılmaksızın bitkiler için kullanılamaz. Bazı bitkiler için kullanılabilir. S1; Az sodyumlu su. Sodyuma karşı duyarlı olan bitkiler dışında her türlü tarım için uygun diğer bütün yıllara ait analizler de sular S1-C2 sınıfında yer almaktadır. S1-C2 sınıfında yer alan sularda iyi kalitede de olup orta derecede drenajı olan topraklarda, tuzluluk kontrolü için özel çalışmalar yapılmaksızın her türlü bitkinin sulanmasında kullanılabilir.

Analiz sonuçları Tablo 3.30'de verilen parametrelere göre sulama ve içme suyu standartları açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu değerlendirmeyi yapmak için Bölüm 2 de yer alan Tablo 2.1'deki parametre sınır değerlerinden yararlanılmıştır. Standartlara uygun olan değerler 'X' işareti ile gösterilmiştir.

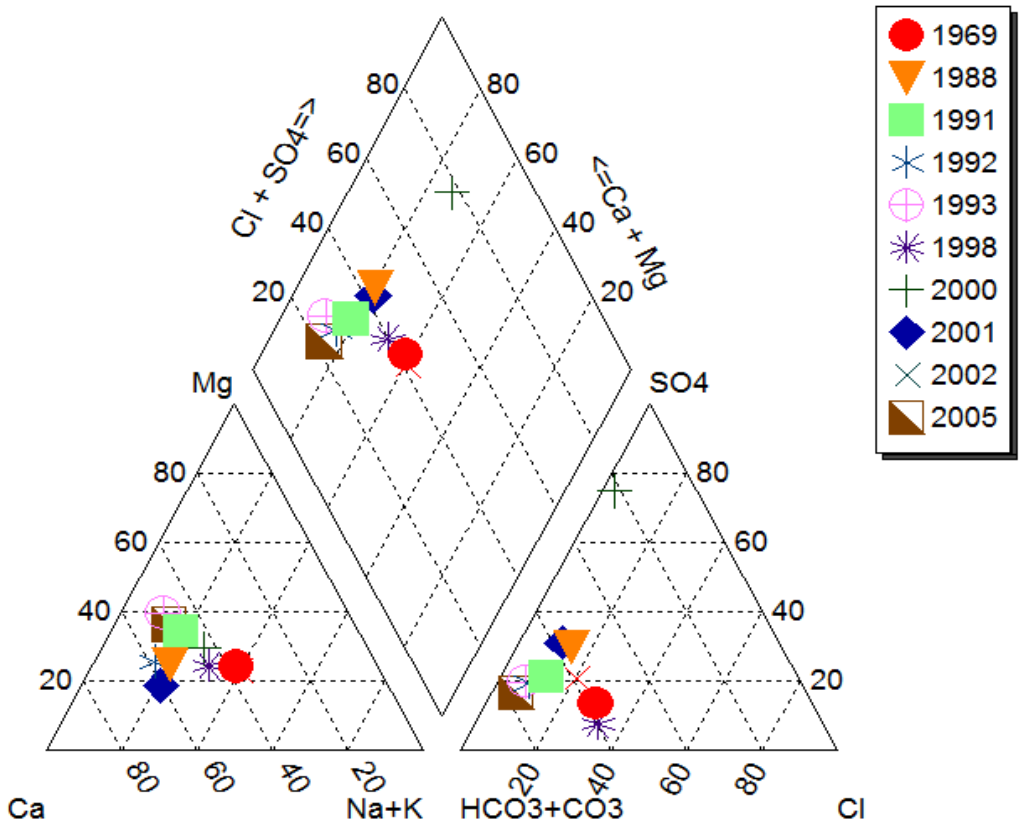
Tablo 3.30. Sarımsaklı Ovası Sulama Suyu Kalite Sınıflandırılması

	TÜRK STANDARTLARI (TSE 266)	TC SAĞLIK BAKANLIĞI	DÜNYA SAĞLIK ÖRGÜTÜ (WHO)	ABD ÇEVRE KORUMA AJANSI (EPA)	AVRUPA BİRLİĞİ (EU)
pH	X	X	X	X	X
*EC, µS/cm (20°C)	X	X	X	X	X
Na^{+},mg/l	X	X	X	X	X
Cl^{-}, mg/l	X	X	X	X	X
$SO4^{-2}$, mg/l	X	X	X	X	X
NO3, mg/l	X	X	X	X	X
TDS	X	X	X	X	X

Tablo 3.30'da görüldüğü gibi 1966-2011 yılları arasında yapılan analiz sonuçları tüm standartlarla karşılaştırılmış sadece 2004 yılında pH değeri 5,43 olduğundan dolayı standartların altında kalmıştır. Bunun dışında diğer bütün parametreler tüm yıllar için uygun çıkmıştır.

3.1.11. Talas

Talas adlı kullanma suyu kuyusu Kayseri ilinin Talas ilçesi sınırlarında yer almaktadır. Kuyuya ait 1969-2005 yılları arasında ölçümü yapılan 10 adet analiz sonuçlarına göre su kalite değerlendirmesi yapılmıştır. Bölgeye ait analiz sonuçları kullanılarak suların anyon ve katyon dengesini gösterebilmek amacı ile Şekil 3.42'de Piper Diyagramı çizilmiştir.

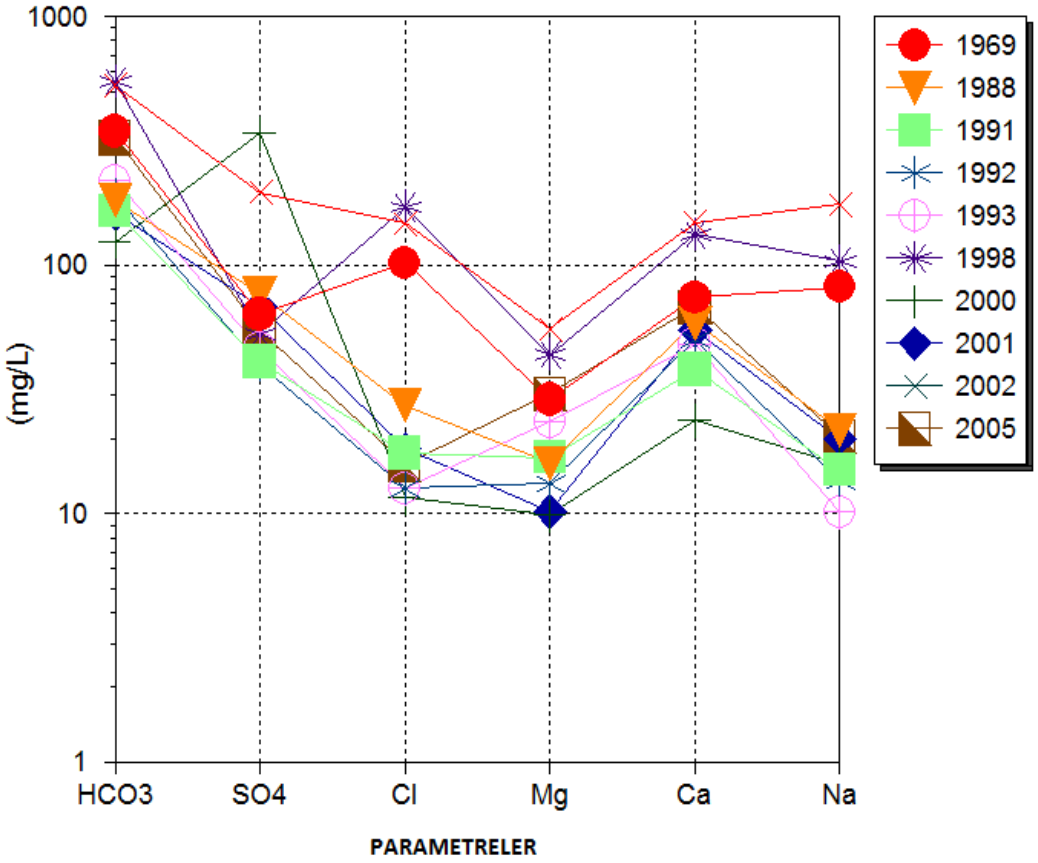


Şekil 3.42. Talas Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Piper Üçgen Diyagramı

Suların fasiyes tiplerine bakacak olursak; Bütün yıllara ait analizler 1. Bölgede ve 3. bölgede 2000 yılı ise 1. ve 4. Bölgede yer almaktadır.1. Bölgede; Ca+Mg>Na+K; karbonatlı ve sülfatlı sulardır.3. Bölgede HCO_3^- ve CO_3^- iyonlarının toplamı SO_4^{-2} ve Cl^- iyonlarının toplamından fazladır. 2000 yılında ise 4. Bölgede olmasından dolayı SO_4^{-2} ve Cl^- iyonlarının toplamı, HCO_3^- ve CO_3^- iyonlarının toplamından fazladır.

Suların sınıflandırılmasına bakacak olursak; 2000 yılı 6. Bölgede diğer yıllar ise 5. Bölgede yer almaktadır. 6. bölgede; karbonat olmayan sertliği, karbonat sertliğinden fazla olan sulardır. Bu tip sular CaSO4 ve MgSO4'lı sulardır. 5. Bölgede olup suların karbonat sertliği, karbonat olmayan sertliğinden fazla olan sulardır. Bu tip sular $CaCO_3$ ve $MgCO_3$'li sulardır.

Suların kökeni hakkında bilgi sahibi olabilmek için Şekil 3.43'de Schoeller Yarı Logaritmik diyagram çizilmiştir.

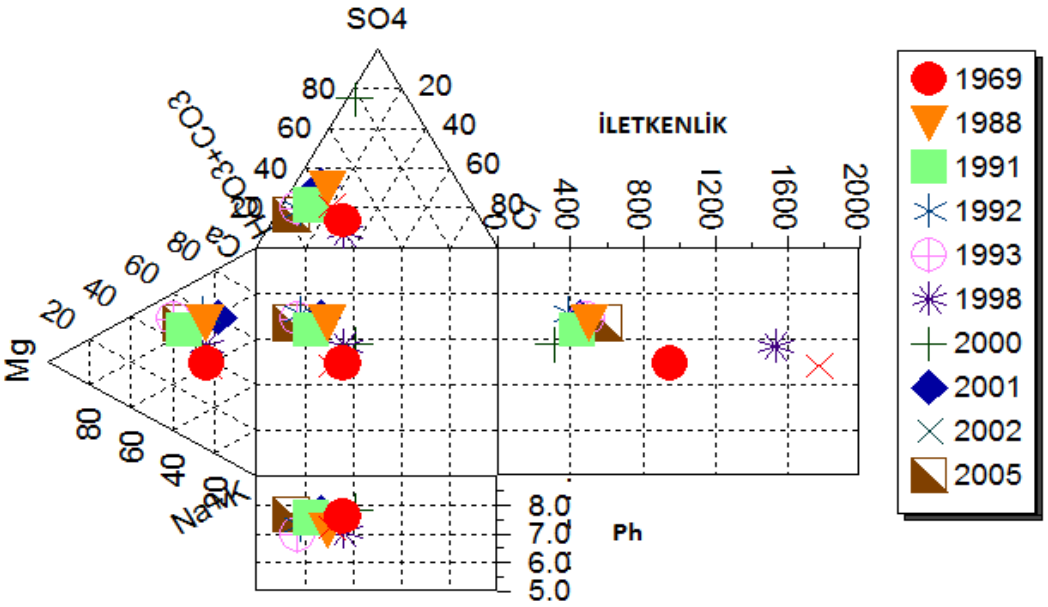


Şekil 3.43. Talas Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Schoeller Yarı Logaritmik Diyagram

Diyagrama göre 1969, 1988 ve 2002 yıllarındaki sular Na^{+2} ve HCO_3^- 'lı sulardır. Bu bölgelerde Halit tipi kayaçların varlığı da söylenebilir. Diğer yıllara ait sular Ca^{+2} ve HCO_3^- 'lı sulardır. Yıllara göre Ca^{+2} miktarları 23-148 mg/l arasında değişirken HCO_3^- miktarı 124-545 mg/l arasında değişmektedir. Bölgedeki su örneklerinin büyük olasılıkla yeraltı suyu kireçtaşı akiferine ait olduğu söylenebilir. 2000 yılında SO_4^{-2} ölçümü en fazladır. Sülfat iyonunun topraklar üzerinde, tuzluluğu artırmaktan başka

karateristik bir etkisi yoktur. Sülfat, sulama sularında yeter derecede yoğun olursa jips halinde çökelir. Sülfat iyonu bitki beslenmesi için esas olduğundan, bütün sulama sularında mevcut olmalıdır.

1969-2005 yılları arası analiz ölçümleri yapılan bölgenin Şekil 3.44'de Durov Diyagramı çizilerek elektriksel iletkenlik ve pH değerlerinin aynı diyagramda karşılaştırılması sağlanmıştır.



Şekil 3.44. Talas Bölgesi Kuyu Analizleri İçin Durov Diyagramı

Bölgenin pH aralığı diyagramda da görüldüğü gibi 6,99-7,84 arasındadır. 1993 yılı asidik diğer yılların analiz ölçümleri bazik karakterdedir. Elektriksel iletkenlik en fazla 2002 yılında ölçülmüştür.

Sulama sularının özelliklerine göre analiz sonuçlarının sınıflandırılmasında SAR, % Na ve EC parametreleri çok önemlidir. Tablo 3.31'de bölgeye ait 1969-2005 yılları arası analizlere ait SAR , % Na ve EC değişimleri verilmiştir. Tablo 3.32'de verilen analiz sonuçlarına göre suların kalite sınıflandırılması yapılmıştır.

Tablo 3.32'e göre tüm yıllara ait analizlerde SAR değerleri < 10 olduğundan dolayı sular S1 sınıfında çok iyi özellikte sulama suyu sınıfında girmektedir. % Na oranı İyi ve Çok İyi Kalitede, EC değerleri de kullanılabilir ve İyi kalitede olarak sınıflandırılmıştır.

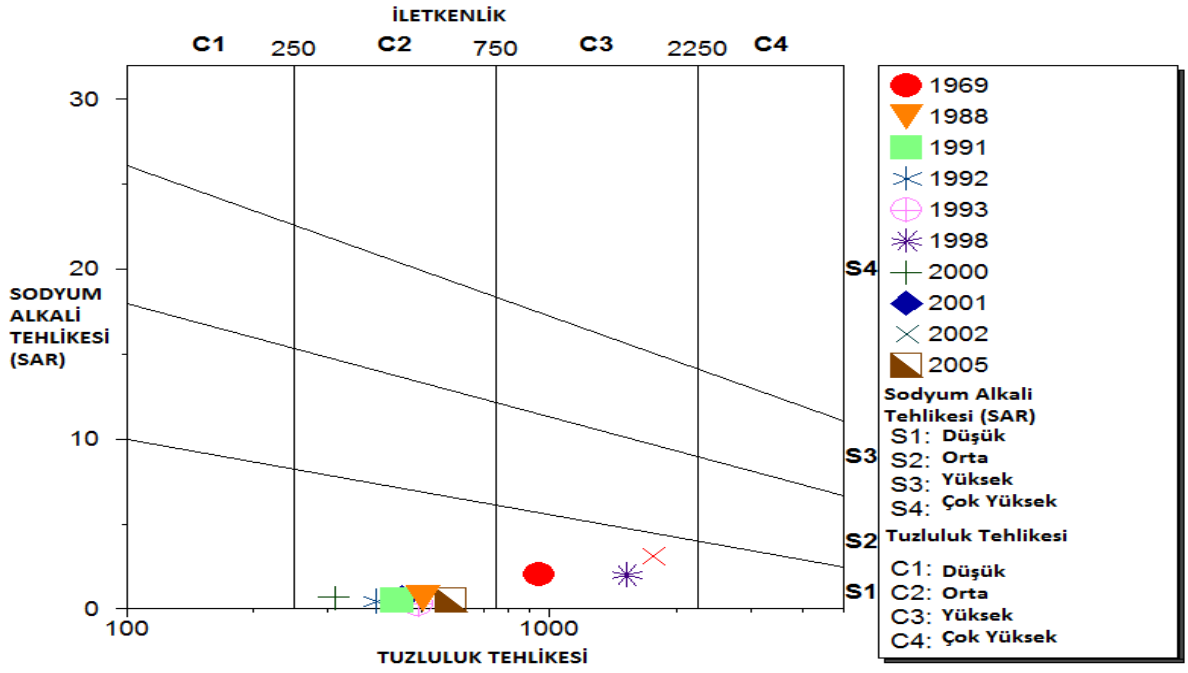
Bölgeye ait analizlere göre Şekil 3.45'de ABD Tuzluluk Diyagramına göre karşılaştırması yapılmıştır. Bu diyagram SAR, EC ve Tuzluluk tehlikesi yönünden incelenerek suların sınıflandırılması yapılmıştır.

Tablo 3.31. Talas Bölgesine ait SAR , % Na ve EC Analizleri

Yıllar	**SAR**	**% Na**	**EC**
1969	2,03	35,85	950
1988	0,65	17,95	503,5
1991	0,53	17,45	437
1992	1,05	15,3	391
1998	0,29	8,3	490
1999	1,57	22,65	1529
2000	0,15	4,49	311
2001	0,65	19,17	450,33
2002	2,81	29,41	1770
2005	0,52	12,77	586

Tablo 3.32. Talas Bölgesine ait SAR , % Na ve EC 'ye Göre Sınıflandırılması

Yıllar	**SAR**	**% Na**	**EC**
1969	S1	İyi	Kullanılabilir
1988	S1	Çok İyi	İyi
1991	S1	Çok İyi	İyi
1992	S1	Çok İyi	İyi
1998	S1	Çok İyi	İyi
1999	S1	Çok İyi	Kullanılabilir
2000	S1	Çok İyi	İyi
2001	S1	Çok İyi	İyi
2002	S1	Çok İyi	Kullanılabilir
2005	S1	Çok İyi	İyi



Şekil 3.45. Talas Bölgesi Kuyu Analizleri İçin ABD Tuzluluk Diyagramı

1969, 1998 ve 2002 yılları S1-C3 sınıfında yer almaktadır. C3; Fazla tuzlu su. Drenaj yapılmaksızın bitkiler için kullanılamaz. Bazı bitkiler için kullanılabilir. S1; Az sodyumlu su. Sodyuma karşı duyarlı olan bitkiler dışında her türlü tarım için uygundur. Diğer bütün yıllara ait analizler de sular S1-C2 sınıfında yer almaktadır. S1-C2 sınıfında yer alan sularda iyi kalitede de olup orta derecede drenajı olan topraklarda, tuzluluk kontrolü için özel çalışmalar yapılmaksızın her türlü bitkinin sulanmasında kullanılabilir.

Analiz sonuçları Tablo 3.33'de verilen parametrelere göre sulama ve içme suyu standartları açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu değerlendirmeyi yapmak için Bölüm 2 de yer alan Tablo 2.1'deki parametre sınır değerlerinden yararlanılmıştır. Standartlara uygun olan değerler 'X' işareti ile gösterilmiştir.

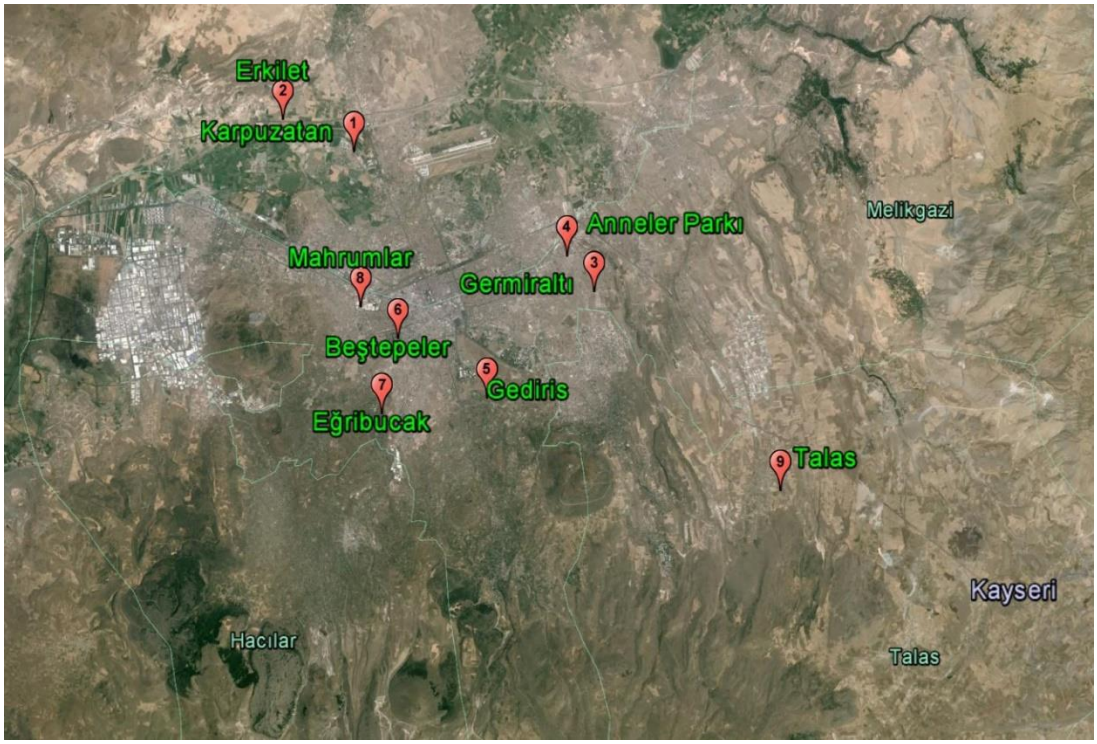
Tablo 3.33. Talas Bölgesi Sulama Suyu Kalite Sınıflandırılması

	TÜRK STANDARTLARI (TSE 266)	TC SAĞLIK BAKANLIĞI	DÜNYA SAĞLIK ÖRGÜTÜ (WHO)	ABD ÇEVRE KORUMA AJANSI (EPA)	AVRUPA BİRLİĞİ (EU)
pH	X	X	X	X	X
*EC, µS/cm (20°C)	X	X	X	X	X
Na^{+},mg/l	X	X	X	X	X
Cl^{-}, mg/l	X	X	X	X	X
$SO4^{-2}$, mg/l	X	X	X	X	X
NO3, mg/l	X	X	X	X	X
TDS	X	X	X	X	X

Tablo 3.33'de de görüldüğü gibi 1969-2005 yılları arasında yapılan analiz sonuçları tüm standartlarla karşılaştırılmış sadece 2002 yılında Na değeri 175,49 mg/l olduğundan dolayı TSE standardının 175 mg/l değerinin üstünde kalmaktadır. Diğer standartlara uymaktadır. 2000 yılında ise sülfat miktarı tüm standartların üstünde ölçülmüştür bu yüzden hiçbirine uymamaktadır. Geriye kalan yıllara ait tüm parametreler standartlara uymaktadır.

3.2. İçme Suyu Kaynaklarına Ait Bulgular

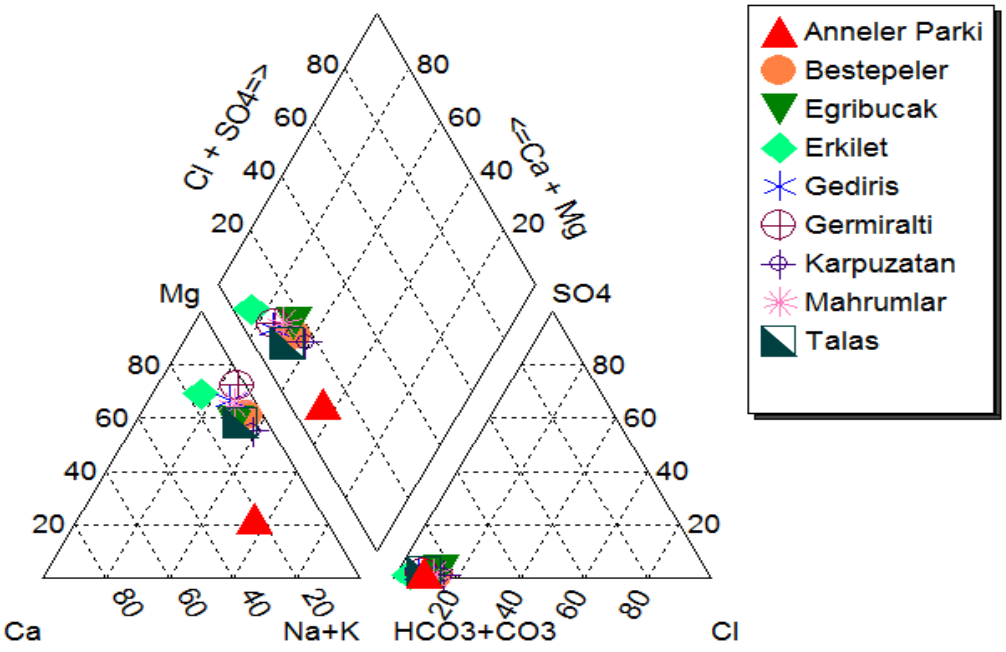
Kayserinin içme suyu ihtiyacını karşılayan ve kontrollerle kalitesini kontrol eden KASKİ laboratuvarları suların kimyasal, fiziksel ve bakteriyolojik analizlerini yapmaktadır. İçme suyu kaynaklarına ait verileri KASKİ 'nin yapmış olduğu analizler kullanılarak suların kalite sınıfları incelenmiştir. Bu bölümde 2012 yılına ait Ocak-Mart-Temmuz ve Eylül ayı verileri kullanılmıştır. Bu verilere KASKİ internet sitesinden ulaşılmıştır. Anneler Parkı, Beştepeler, Eğribucak, Erkilet, Gediris, Germiraltı, Karpuzatan, Mahrumlar ve Talas olmak üzere toplam 9 bölgenin analiz sonuçlarına göre suların karşılaştırılması ve sınıflandırılması yapılacaktır. Bölgelerin Kayseri İlindeki yerleşimleri Şekil 3.46'da gösterilmektedir.



Şekil 3.46. Kayseri İli İçme Suyu Sınıflandırılmasında Kullanılan Bölgeler

3.2.1. Ocak Ayına Ait Analizlere Göre Bölgelerin Sınıflandırılması

Bölgeye ait analiz sonuçları kullanılarak suların anyon ve katyon dengesini gösterebilmek amacı ile Şekil 3.47'de Piper Diyagramı çizilmiştir.

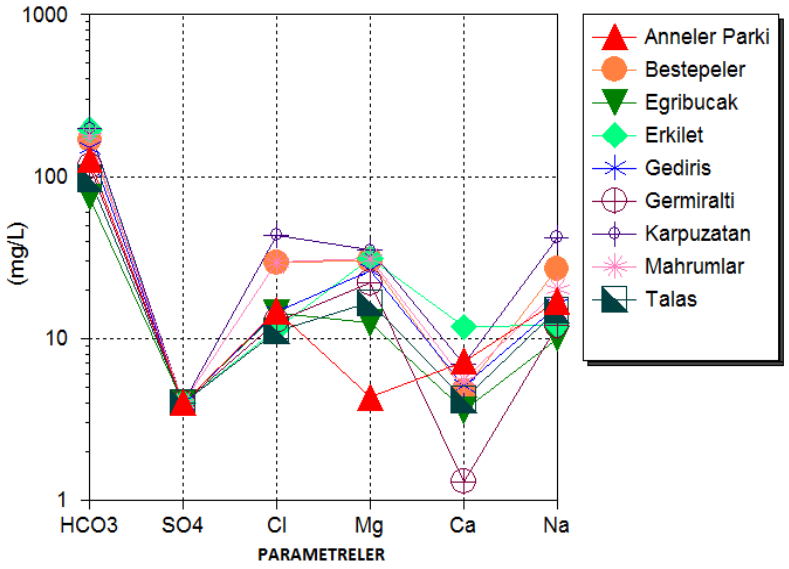


Şekil 3.47. Ocak Ayı Analizlerine Göre Piper Diyagramı

Suların fasiyes tiplerine bakacak olursak; Anneler Parkı bölgesinde sular 2. Bölgede ve 3. Bölgede, diğer bütün bölgelerde ise sular 1. ve 3. Bölgelerde yer almaktadır. 1. Bölgede; Ca+Mg>Na+K; karbonatlı ve sülfatlı sulardır. 2. Bölgede, Na+K>Ca+Mg; tuzlu ve sodalı sulardır. 3. Bölgede olmasından dolayı HCO_3^- ve CO_3^- iyonlarının toplamı SO_4^{-2} ve Cl^- iyonlarının toplamından fazladır.

Suların sınıflandırılmasına bakacak olursak; Anneler Parkı 8. Bölgede diğerleri 5. Bölgede yer almaktadır. Buna göre; 5. bölgede; suların karbonat sertliği, karbonat olmayan sertliğinden fazla olan sulardır. Bu tip sular $CaCO_3$ ve $MgCO_3$'li sulardır. 8. Bölgede, karbonat alkaliliği>karbonat olmayan alkalik görülmektedir.

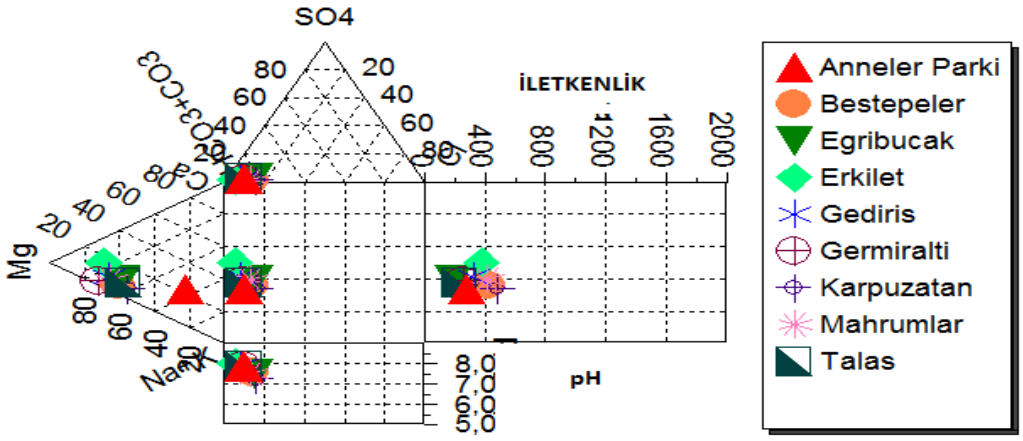
Suların kökeni hakkında bilgi sahibi olabilmek için Şekil 3.48'de Schoeller Yarı Logaritmik diyagram çizilmiştir.



Şekil 3.48. Ocak Ayı Analizlerine Göre Schoeller Yarı Logaritmik Diyagram

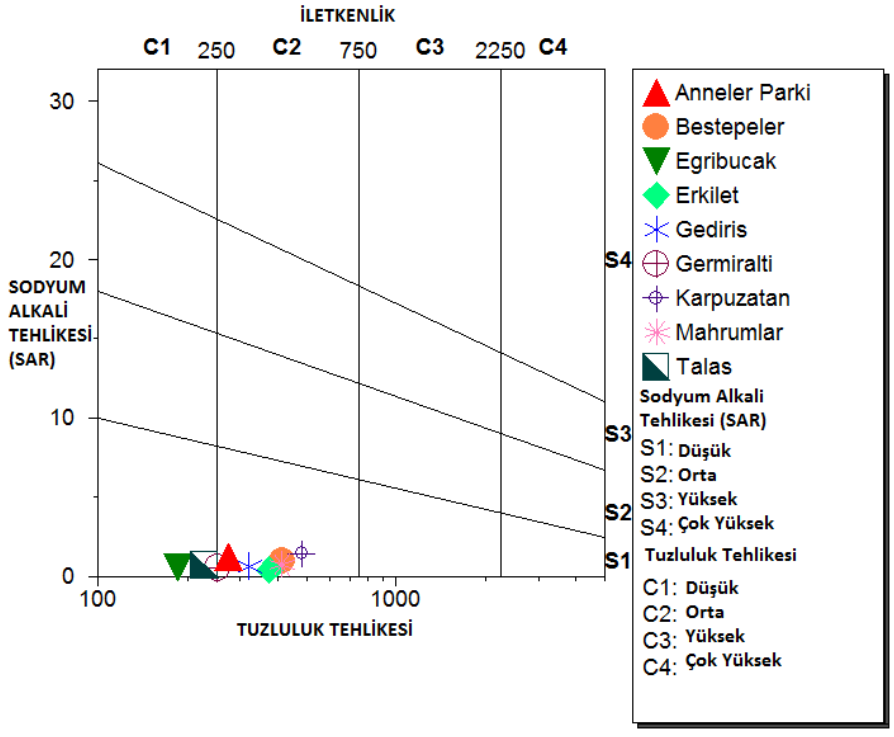
Bu diyagramdan tüm suların HCO_3'lü ve Mg'li olduğu görülmektedir. Buna göre akış yolu boyunca serpantin içeren kayaçların bulunduğu söylenebilir. Aynı zamanda magnezyum iyonunun yanı sıra kalsiyum iyonu da bol miktarda bulunuyor ise akış yolu boyunca dolomit içere kayaçların varlığından da söz edilebilir. Sülfat değerleri bütün bölgeler için < 0,8 ölçülmüş olduğundan diyagramda hepsi aynı yerde görülmektedir. Bölgelerdeki sular aynı tür iyon dağılımı göstermiştir bu yüzden birbirine paralel çizgiler görülmektedir.

2012 yılına ait yapılan ocak ayı analizlerinin Şekil 3.49'da Durov Diyagramı çizilerek elektriksel iletkenlik ve pH değerlerinin aynı diyagramda karşılaştırılması sağlanmıştır.



Şekil 3.49. Ocak Ayı Analizlerine Göre Durov Diyagramı

Bölgelerin pH aralığı 7,26-8,05 arası olup sular bazik karakterdedir. Elektriksel İletkenlik 185-482 µS/cm arasında değişmektedir. Bunun dışında Piper diyagramına benzer yorumlar yapılabilir. Bölgelerin Şekil 3.50'de ABD Tuzluluk Diyagramına göre karşılaştırması yapılmıştır.



Şekil 3.50. Ocak Ayı Analizlerine Göre ABD Tuzluluk Diyagramı

Kış mevsimini temsil eden Ocak ayına ait analiz sonuçları olan bölgelerden Eğribucak ve Talas S1-C1 sınıfında yer almaktadır. Buna göre bu sınıfta yer alan sular her toprakta her türlü mahsülün sulanmasında kullanılabilir.

Geriye kalan bölgeler ise EC>250 olduğundan S1-C2 sınıfında yer almaktadır. Bu sınıfta alan sularda iyi kalitede de olup orta derecede drenajı olan topraklarda, tuzluluk kontrolü için özel çalışmalar yapılmaksızın her türlü bitkinin sulanmasında kullanılabilir.

Analiz sonuçları Tablo 3.34'de verilen parametrelere göre sulama ve içme suyu standartları açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu değerlendirmeyi yapmak için Bölüm 2 de yer alan Tablo 2.1'deki parametre sınır değerlerinden yararlanılmıştır. Standartlara uygun olan değerler 'X' işareti ile gösterilmiştir.

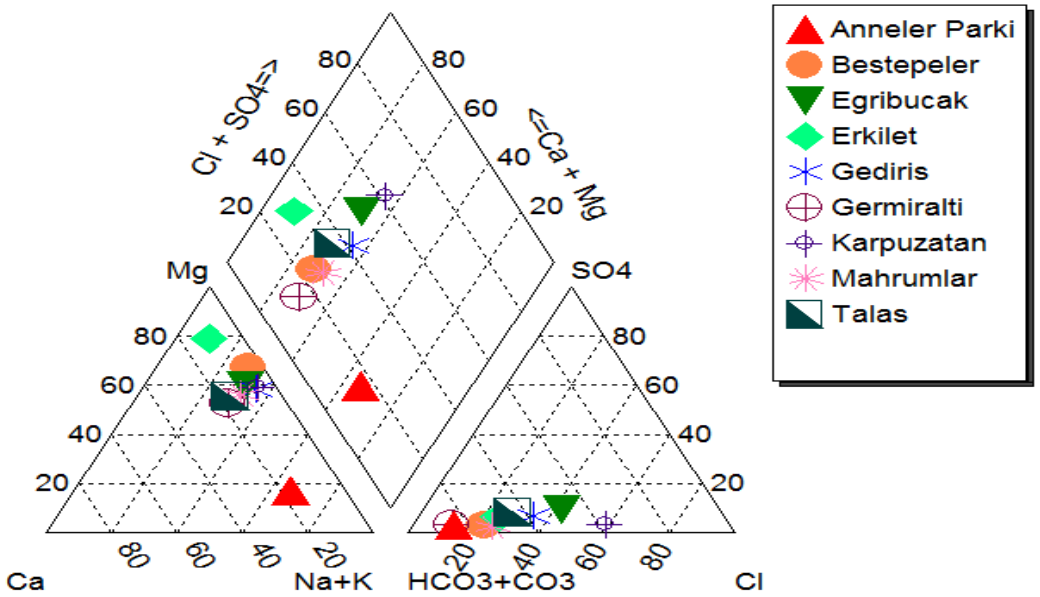
Tablo 3.34. Ocak Ayı Analizlerine Göre İçme Suyu Kalite Sınıflandırılması

	TÜRK STANDARTLARI (TSE 266)	TC SAĞLIK BAKANLIĞI	DÜNYA SAĞLIK ÖRGÜTÜ (WHO)	ABD ÇEVRE KORUMA AJANSI (EPA)	AVRUPA BİRLİĞİ (EU)
pH	X	X	X	X	X
*EC, µS/cm (20°C)	X	X	X	X	X
Na^{+},mg/l	X	X	X	X	X
Cl^{-}, mg/l	X	X	X	X	X
$SO4^{-2}$, mg/l	X	X	X	X	X
NO3, mg/l	X	X	X	X	X
TDS	X	X	X	X	X

Tablo 3.34'de görüldüğü gibi Kaski 'nin yapmış olduğu içme suyu analizlerinde bütün bölgeler için standartlara uygun çıkmıştır.

3.2.2. Mart Ayına Ait Analizlere Göre Bölgelerin Sınıflandırılması

Bölgeye ait analiz sonuçları kullanılarak suların anyon ve katyon dengesini gösterebilmek amacı ile Şekil 3.51'de Piper Diyagramı çizilmiştir.

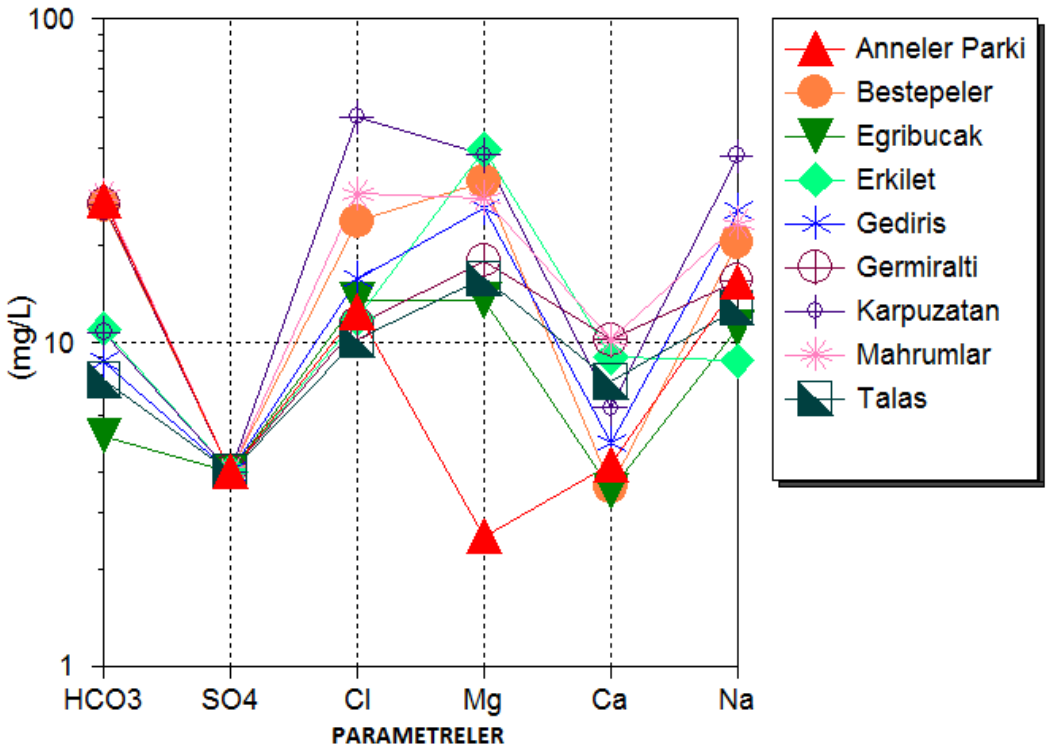


Şekil 3.51. Mart Ayı Analizlerine Göre Piper Diyagramı

Suların fasiyes tiplerine bakacak olursak; Anneler Parkı 2. Bölgede diğerleri 1. Bölgede yer almaktadır. Ayrıca Karpuzatan ve Eğribucak 4. Bölgede diğerleri ise 3. Bölge özelliği taşımaktadır. Buna göre; 1. Bölgede; Ca+Mg>Na+K; karbonatlı ve sülfatlı sulardır. 2. Bölgede, Na+K>Ca+Mg; tuzlu ve sodalı sulardır. 3. Bölgede olmasından dolayı HCO_3^- ve CO_3^- iyonlarının toplamı SO_4^{-2} ve Cl^- iyonlarının toplamından fazladır. 4. Bölgede olmasından dolayı SO_4^{-2} ve Cl^- iyonlarının toplamı, HCO_3^- ve CO_3^- iyonlarının toplamından fazladır.

Suların sınıflandırılmasına bakacak olursak; Anneler Parkı 8. Bölgede, Eğribucak ve Karpuzatan 9. Bölgede, diğerleri ise 5. Bölgede yer almaktadır. Buna göre; 5. bölgede; suların karbonat sertliği, karbonat olmayan sertliğinden fazla olan sulardır. Bu tip sular $CaCO_3$ ve $MgCO_3$'li sulardır. 8. Bölgede, karbonat alkaliliği>karbonat olmayan alkalik görülmektedir. 9. Bölgede olan bölgeler de ise hiçbir iyonun % 50'yi geçmediği sular bulunur.

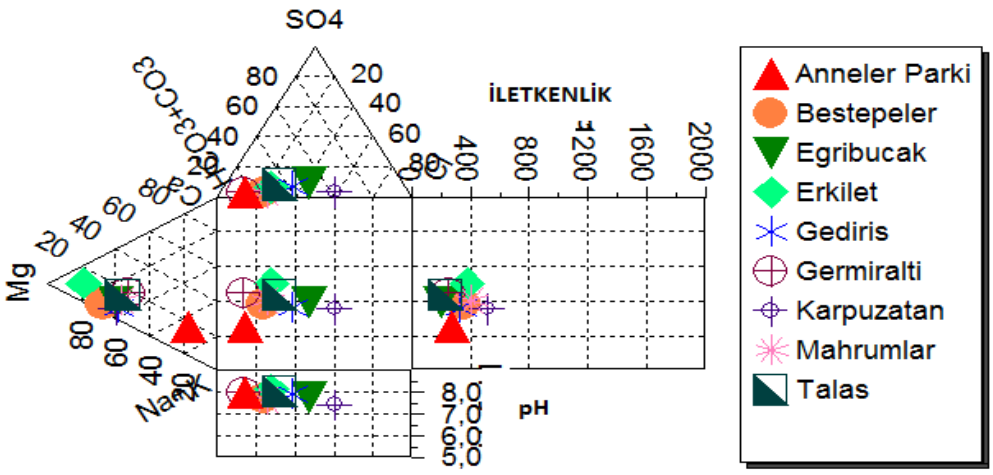
Suların kökeni hakkında bilgi sahibi olabilmek için Şekil 3.52'de Schoeller Yarı Logaritmik diyagram çizilmiştir.



Şekil 3.52. Mart Ayı Analizlerine Göre Schoeller Yarı Logaritmik Diyagram

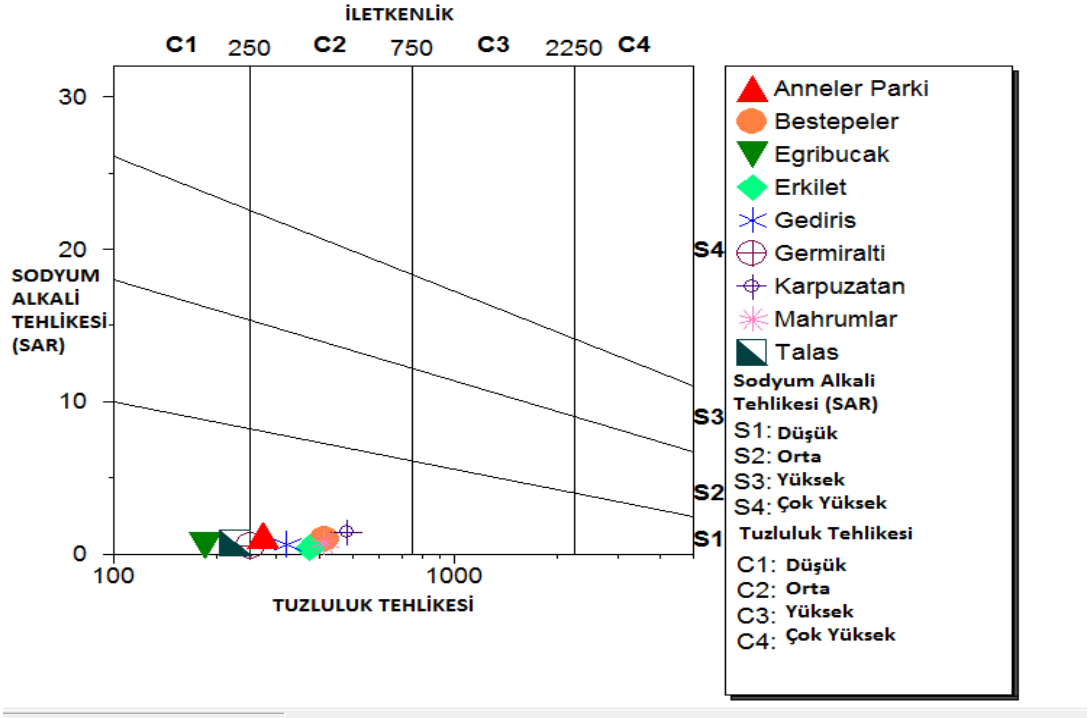
Eğribucak ve Kapuzatan bölgeleri Mg^{+2} ve Cl^{-} 'dur. Ayrıca bu bölgelerde Na^{+2} iyonuda fazla miktarda bulunmaktadır. Bu bölgelerde Halit tipi kayaçların varlığı da söylenebilir. Anneler Parkının Na^{+2} ve $HCO3^{-}$ baskın iyonlarıdır. Geriye kalan bütün bölgelerde ise Mg^{+2} ve $HCO3^{-}$ iyonları baskındır. Buna göre akış yolu boyunca serpantin içeren kayaçların bulunduğu söylenebilir. Aynı zamanda magnezyum iyonunun yanı sıra kalsiyum iyonu da bol miktarda bulunuyor ise akış yolu boyunca dolomit içere kayaçların varlığından da söz edilebilir. Sülfat değerleri bütün bölgeler için < 0,8 ölçülmüş olduğundan diyagramda hepsi aynı yerde görülmektedir. Anneler Parkındaki düşük magnezyum ölçümünün dışında bölgelerdeki sular aynı tür iyon dağılımı göstermiştir bu yüzden birbirine paralel çizgiler görülmektedir.

2012 yılına ait yapılan mart ayı analizlerinin Şekil 3.53'de Durov Diyagramı çizilerek elektriksel iletkenlik ve pH değerlerinin aynı diyagramda karşılaştırılması sağlanmıştır.



Şekil 3.53. Mart Ayı Analizlerine Göre Durov Diyagramı

Bölgelerin pH aralığı 7,45-8,13 arası olup tüm sular bazik özellik göstermektedir. Elektriksel İletkenlik 195-514 µS/cm arasında değişmektedir. Bölgelerin Şekil 3.54'de ABD Tuzluluk Diyagramına göre karşılaştırması yapılmıştır.



Şekil 3.54. Mart Ayı Analizlerine Göre ABD Tuzluluk Diyagramı

İlkbahar mevsimini temsil eden Mart Ayı ait analiz sonuçlarına göre bölgelerden Eğribucak, Germiraltı ve Talas S1-C1 sınıfında yer almaktadır. Buna göre bu sınıfta yer alan sular her toprakta her türlü mahsülün sulanmasında kullanılabilir.

Geriye kalan bölgeler ise EC>250 olduğundan S1-C2 sınıfında yer almaktadır. Bu sınıfta alan sularda iyi kalitede de olup orta derecede drenajı olan topraklarda, tuzluluk kontrolü için özel çalışmalar yapılmaksızın her türlü bitkinin sulanmasında kullanılabilir.

Analiz sonuçları Tablo 3.35'de verilen parametrelere göre sulama ve içme suyu standartları açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu değerlendirmeyi yapmak için Bölüm 2 de yer alan Tablo 2.1'deki parametre sınır değerlerinden yararlanılmıştır. Standartlara uygun olan değerler 'X' işareti ile gösterilmiştir.

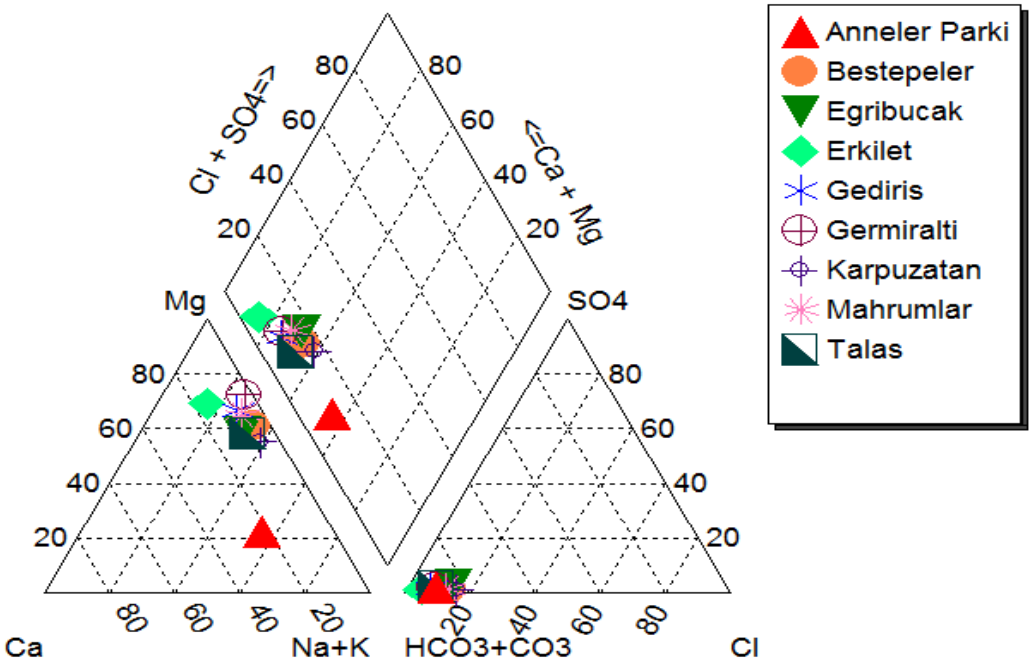
Tablo 3.35. Mart Ayı Analizlerine Göre İçme Suyu Kalite Sınıflandırılması

	TÜRK STANDARTLARI (TSE 266)	TC SAĞLIK BAKANLIĞI	DÜNYA SAĞLIK ÖRGÜTÜ (WHO)	ABD ÇEVRE KORUMA AJANSI (EPA)	AVRUPA BİRLİĞİ (EU)
pH	X	X	X	X	X
*EC, µS/cm (20°C)	X	X	X	X	X
Na^{+},mg/l	X	X	X	X	X
Cl^{-}, mg/l	X	X	X	X	X
$SO4^{-2}$, mg/l	X	X	X	X	X
NO3, mg/l	X	X	X	X	X
TDS	X	X	X	X	X

Tablo 3.35'de görüldüğü gibi Kaski 'nin yapmış olduğu içme suyu analizlerinde bütün bölgeler için standartlara uymuştur.

3.2.3. Temmuz Ayına Ait Analizlere Göre Bölgelerin Sınıflandırılması

Bölgeye ait analiz sonuçları kullanılarak suların anyon ve katyon dengesini gösterebilmek amacı ile Şekil 3.55'de Piper Diyagramı çizilmiştir.

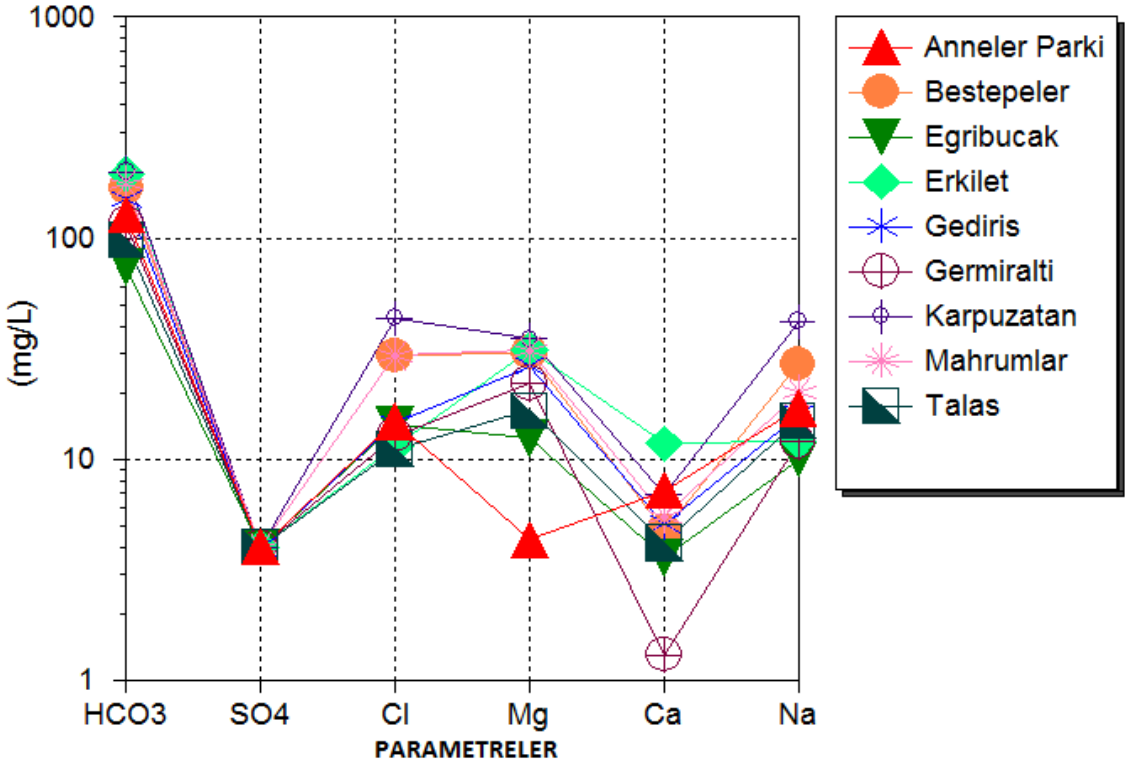


Şekil 3.55. Temmuz Ayı Analizlerine Göre Piper Diyagram

Suların fasiyes tiplerine bakacak olursak; Anneler Parkı bölgesinde sular 2. Bölgede ve 3. Bölgede, diğer bütün bölgelerde ise sular 1. ve 3. Bölgelerde yer almaktadır. 1. Bölgede; Ca+Mg>Na+K; karbonatlı ve sülfatlı sulardır. 2. Bölgede, Na+K>Ca+Mg; tuzlu ve sodalı sulardır. 3. Bölgede olmasından dolayı HCO_3^- ve CO_3^- iyonlarının toplamı SO_4^{-2} ve Cl^- iyonlarının toplamından fazladır.

Suların sınıflandırılmasına bakacak olursak; Anneler Parkı 8. Bölgede diğerleri 5. Bölgede yer almaktadır. Buna göre; 5. bölgede; suların karbonat sertliği, karbonat olmayan sertliğinden fazla olan sulardır. Bu tip sular $CaCO_3$ ve $MgCO_3$'li sulardır. 8. Bölgede, karbonat alkaliliği>karbonat olmayan alkalik görülmektedir.

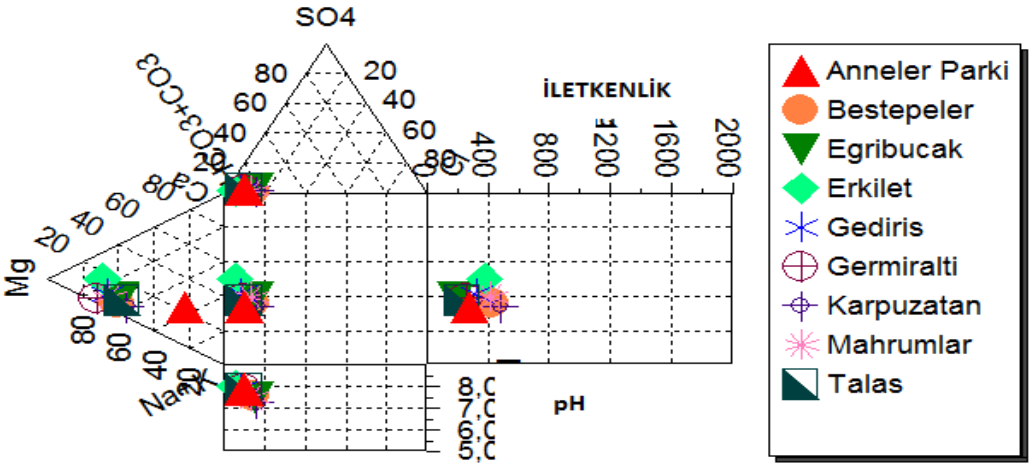
Suların kökeni hakkında bilgi sahibi olabilmek için Şekil 3.56'da Schoeller Yarı Logaritmik diyagram çizilmiştir.



Şekil 3.56. Temmuz Ayı Analizlerine Göre Schoeller Yarı Logaritmik Diyagram

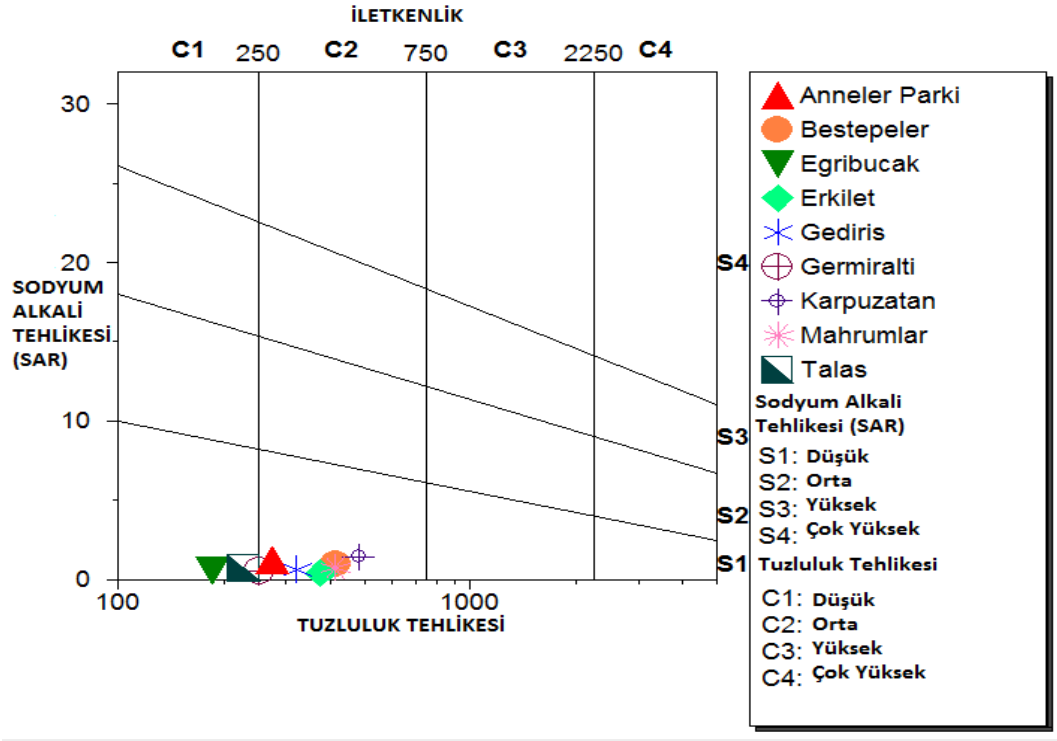
Bu diyagramdan tüm suların HCO_3'lü ve Mg'li olduğu görülmektedir. Buna göre akış yolu boyunca serpantin içeren kayaçların bulunduğu söylenebilir. Aynı zamanda magnezyum iyonunun yanı sıra kalsiyum iyonu da bol miktarda bulunuyor ise akış yolu boyunca dolomit içere kayaçların varlığından da söz edilebilir. Sülfat değerleri bütün bölgeler için < 0,8 ölçülmüş olduğundan diyagramda hepsi aynı yerde görülmektedir. Bölgelerdeki sular aynı tür iyon dağılımı göstermiştir bu yüzden birbirine paralel çizgiler görülmektedir.

2012 yılına ait yapılan temmuz ayı analizlerinin Şekil 3.57'de Durov Diyagramı çizilerek elektriksel iletkenlik ve pH değerlerinin aynı diyagramda karşılaştırılması sağlanmıştır.



Şekil 3.57. Temmuz Ayı Analizlerine Göre Durov Diyagramı

Bölgelerin pH aralığı 7,26-8,05 arası olup tüm sular bazik özellik göstermektedir. Elektriksel İletkenlik 185-482 µS/cm arasında değişmektedir. Bölgelerin Şekil 3.58'de ABD Tuzluluk Diyagramına göre karşılaştırması yapılmıştır.



Şekil 3.58. Temmuz Ayı Analizlerine Göre ABD Tuzluluk Diyagramı

Yaz mevsimini temsil eden Temmuz Ayı ait analiz sonuçlarına göre bölgelerden Eğribucak ve Talas S1-C1 sınıfında yer almaktadır. Buna göre bu sınıfta yer alan sular her toprakta her türlü mahsülün sulanmasında kullanılabilir.

Geriye kalan bölgeler ise EC>250 olduğundan S1-C2 sınıfında yer almaktadır. Bu sınıfta alan sularda iyi kalitede de olup orta derecede drenajı olan topraklarda, tuzluluk kontrolü için özel çalışmalar yapılmaksızın her türlü bitkinin sulanmasında kullanılabilir.

Analiz sonuçları Tablo 3.36'de verilen parametrelere göre sulama ve içme suyu standartları açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu değerlendirmeyi yapmak için Bölüm 2 de yer alan Tablo 2.1. deki parametre sınır değerlerinden yararlanılmıştır. Standartlara uygun olan değerler 'X' işareti ile gösterilmiştir.

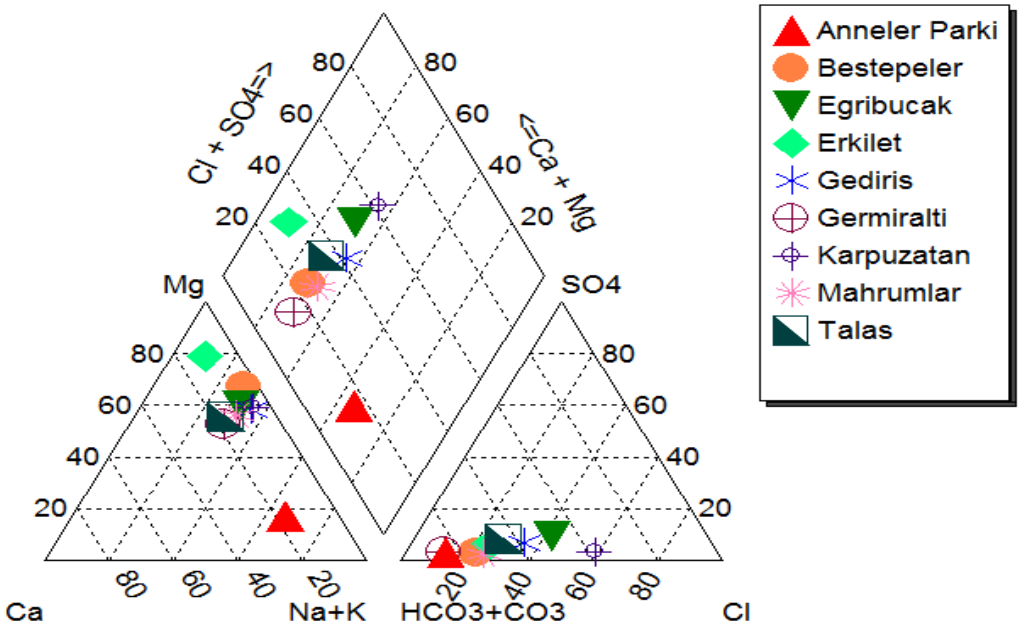
Tablo 3.36. Temmuz Ayı Analizlerine Göre İçme Suyu Kalite Sınıflandırılması

	TÜRK STANDARTLARI (TSE 266)	TC SAĞLIK BAKANLIĞI	DÜNYA SAĞLIK ÖRGÜTÜ (WHO)	ABD ÇEVRE KORUMA AJANSI (EPA)	AVRUPA BİRLİĞİ (EU)
pH	X	X	X	X	X
*EC, µS/cm (20°C)	X	X	X	X	X
Na^{+},mg/l	X	X	X	X	X
Cl^{-}, mg/l	X	X	X	X	X
$SO4^{-2}$, mg/l	X	X	X	X	X
NO3, mg/l	X	X	X	X	X
TDS	X	X	X	X	X

Tablo 3.36'da görüldüğü gibi Kaski 'nin yapmış olduğu içme suyu analizlerinde bütün bölgeler için standartlara uygun çıkmıştır.

3.2.4. Eylül Ayına Ait Analizlere Göre Bölgelerin Sınıflandırılması

Bölgeye ait analiz sonuçları kullanılarak suların anyon ve katyon dengesini gösterebilmek amacı ile Şekil 3.59'da Piper Diyagramı çizilmiştir.

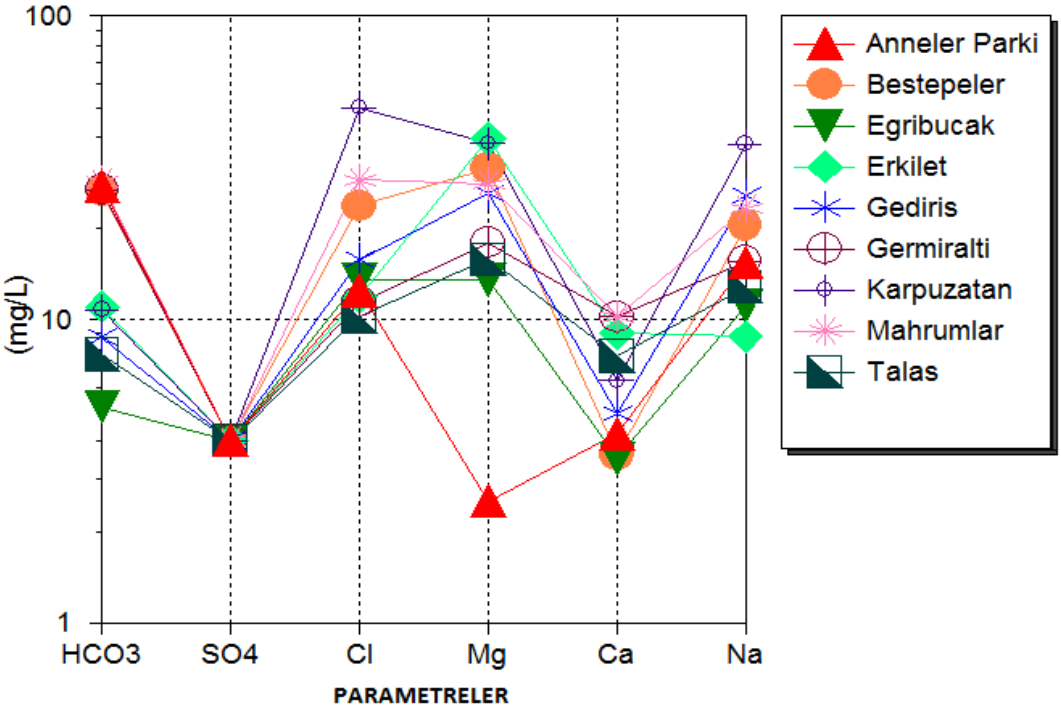


Şekil 3.59. Eylül Ayı Analizlerine Göre Piper Üçgen Diyagramı

Suların fasiyes tiplerine bakacak olursak; Anneler Parkı 2. Bölgede diğerleri 1. Bölgede yer almaktadır. Ayrıca Karpuzatan ve Eğribucak 4. Bölgede diğerleri ise 3. Bölge özelliği taşımaktadır. Buna göre; 1. Bölgede; Ca+Mg>Na+K; karbonatlı ve sülfatlı sulardır. 2. Bölgede, Na+K>Ca+Mg; tuzlu ve sodalı sulardır. 3. Bölgede olmasından dolayı HCO_3^- ve CO_3^- iyonlarının toplamı SO_4^{-2} ve Cl^- iyonlarının toplamından fazladır. 4. Bölgede olmasından dolayı SO_4^{-2} ve Cl^- iyonlarının toplamı, HCO_3^- ve CO_3^- iyonlarının toplamından fazladır.

Suların sınıflandırılmasına bakacak olursak; Anneler Parkı 8. Bölgede, Eğribucak ve Karpuzatan 9. Bölgede, diğerleri ise 5. Bölgede yer almaktadır. Buna göre; 5. bölgede; suların karbonat sertliği, karbonat olmayan sertliğinden fazla olan sulardır. Bu tip sular $CaCO_3$ ve $MgCO_3$'li sulardır. 8. Bölgede, karbonat alkaliliği>karbonat olmayan alkalik görülmektedir. 9. Bölgede olan bölgeler de ise hiçbir iyonun %50'yi geçmediği sular bulunur.

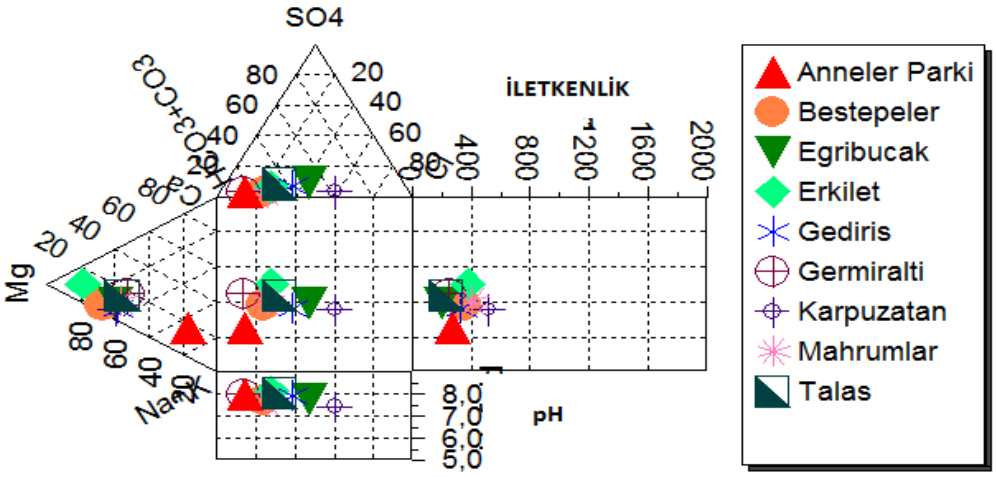
Suların kökeni hakkında bilgi sahibi olabilmek için Şekil 3.60'da Schoeller Yarı Logaritmik diyagram çizilmiştir.



Şekil 3.60. Eylül Ayı Analizlerine Göre Schoeller Yarı Logaritmik Diyagram

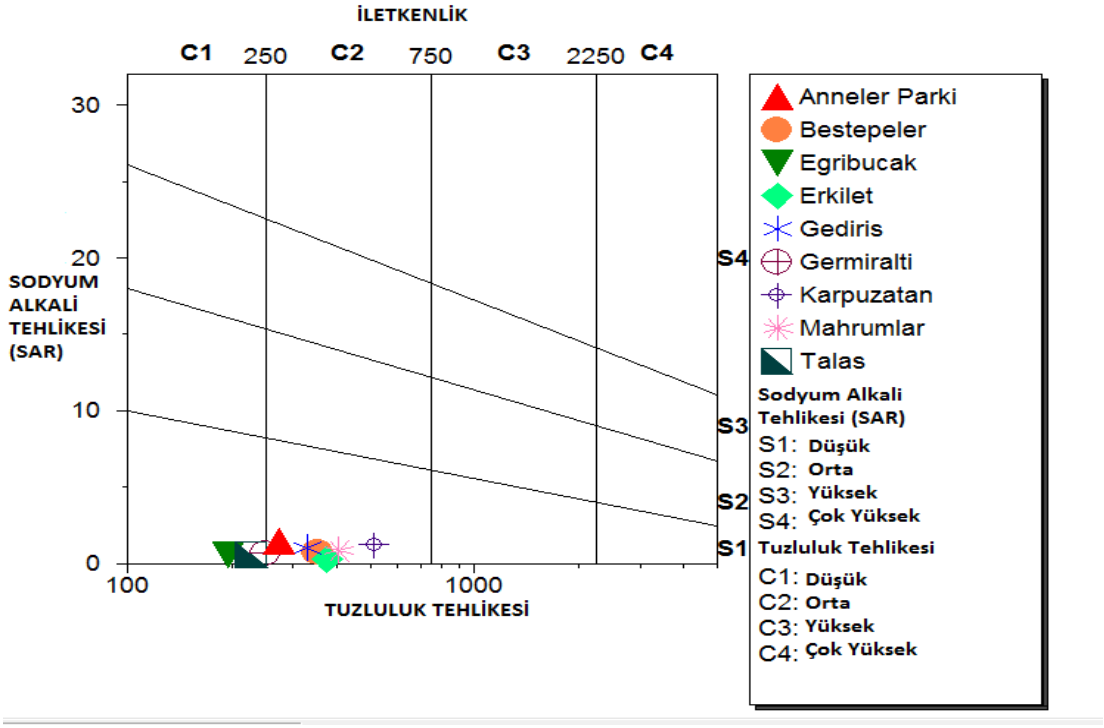
Eğribucak ve Kapuzatan bölgeleri Mg^{+2} ve Cl^{-} 'dur. Ayrıca bu bölgelerde Na^{+2} iyonuda fazla miktarda bulunmaktadır. Bu bölgelerde Halit tipi kayaçların varlığı da söylenebilir. Anneler Parkının Na^{+2} ve $HCO3^{-}$ baskın iyonlarıdır. Geriye kalan bütün bölgelerde ise Mg^{+2} ve $HCO3^{-}$ iyonları baskındır. Buna göre akış yolu boyunca serpantin içeren kayaçların bulunduğu söylenebilir. Aynı zamanda magnezyum iyonunun yanı sıra kalsiyum iyonu da bol miktarda bulunuyor ise akış yolu boyunca dolomit içere kayaçların varlığından da söz edilebilir. Sülfat değerleri bütün bölgeler için < 0,8 ölçülmüş olduğundan diyagramda hepsi aynı yerde görülmektedir. Anneler Parkındaki düşük magnezyum ölçümünün dışında bölgelerdeki sular aynı tür iyon dağılımı göstermiştir bu yüzden birbirine paralel çizgiler görülmektedir.

2012 yılına ait yapılan eylül ayı analizlerinin Şekil 3.61'de Durov Diyagramı çizilerek elektriksel iletkenlik ve pH değerlerinin aynı diyagramda karşılaştırılması sağlanmıştır.



Şekil 3.61. Eylül Ayı Analizlerine Göre Durov Diyagramı

Bölgelerin pH aralığı 7,45-8,13 arası olup tüm sular bazik özellik göstermektedir. Elektriksel İletkenlik 195-514 µS/cm arasında değişmektedir. Bölgelerin Şekil 3.62'de ABD Tuzluluk Diyagramına göre karşılaştırması yapılmıştır.



Şekil 3.62. Eylül Ayı Analizlerine Göre ABD Tuzluluk Diyagramı

Sonbahar mevsimini temsil eden Eylül Ayına ait analiz sonuçlarına göre bölgelerden Eğribucak, Germiraltı ve Talas S1-C1 sınıfında yer almaktadır. Buna göre bu sınıfta yer alan sular her toprakta her türlü mahsülün sulanmasında kullanılabilir.

Geriye kalan bölgeler ise EC>250 olduğundan S1-C2 sınıfında yer almaktadır. Bu sınıfta alan sularda iyi kalitede de olup orta derecede drenajı olan topraklarda, tuzluluk kontrolü için özel çalışmalar yapılmaksızın her türlü bitkinin sulanmasında kullanılabilir.

Analiz sonuçları Tablo 3.37'de verilen parametrelere göre sulama ve içme suyu standartları açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu değerlendirmeyi yapmak için Bölüm 2 de yer alan Tablo 2.1'deki parametre sınır değerlerinden yararlanılmıştır. Standartlara uygun olan değerler 'X' işareti ile gösterilmiştir.

Tablo 3.37. Eylül Ayı Analizlerine Göre İçme Suyu Kalite Sınıflandırılması

	TÜRK STANDARTLARI (TSE 266)	**TC SAĞLIK BAKANLIĞI**	**DÜNYA SAĞLIK ÖRGÜTÜ (WHO)**	**ABD ÇEVRE KORUMA AJANSI (EPA)**	**AVRUPA BİRLİĞİ (EU)**
Ph	X	X	X	X	X
*EC, µS/cm (20°C)	X	X	X	X	X
Na^{+},mg/l	X	X	X	X	X
Cl^{-}, mg/l	X	X	X	X	X
$SO4^{-2}$, mg/l	X	X	X	X	X
NO3, mg/l	X	X	X	X	X
TDS	X	X	X	X	X

Tablo 3.37 de görüldüğü gibi Kaski 'nin yapmış olduğu içme suyu analizlerinde bütün bölgeler için standartlara uymuştur.

3.3. Bölgelerin Meteorolojik Veriler İle Değerlendirilmesi

Toprak tuzluluğu, suda eriyebilen tuzların toprakta birikmesi sonucunda ortaya çıkmaktadır. Tuzlanmaya uğrayan topraklar Na^{+}, Ca^{+2}, Mg^{+2}, Cl^{-}, SO_4^{-2} gibi birinci derecede önemli iyonlarla K^{+}, HCO_3^{-}, CO_3^{-2}, gibi ikinci derecede önemli iyonların oluşturduğu tuzları içerir.

Tuzların asal kaynağı kayaları oluşturan minerallerdir. Minerallerin toprağa dönüşmek üzere ayrışması sırasında suda eriyebilir tuzlar serbest duruma geçmektedir. Bu tuzlar bol yağış alan bölgelerde yağış suları ile toprağın derinliklerine doğru taşınmakta, oradan da drenaj suyuyla taban suyuna ve daha sonra da akarsulara ve denizlere ulaşmaktadır. Kurak ve yarı kurak bölgelerde yağış suları eriyebilir tuzları toprak içerisinden yıkayıp uzaklaştıracak miktarda olmadığından dolayı, tuzların toprakta birikmesine neden olur [33].

Kayseri ilinde en fazla yağışlar kış ve ilkbahar aylarında görülür. En az yağış ise yaz aylarında özellikle temmuz ve ağustos aylarındadır.

Çalışma alanı sınırları içerinde Kayseri İl Çevre Durum Raporunda verilen 1988-2010 yıllarına ait aylara göre yağış değerleri Tablo 3.38' de 1993-2011 yılları arası sıcaklık değerleri ise Tablo 3.39'da verilmiştir [6].

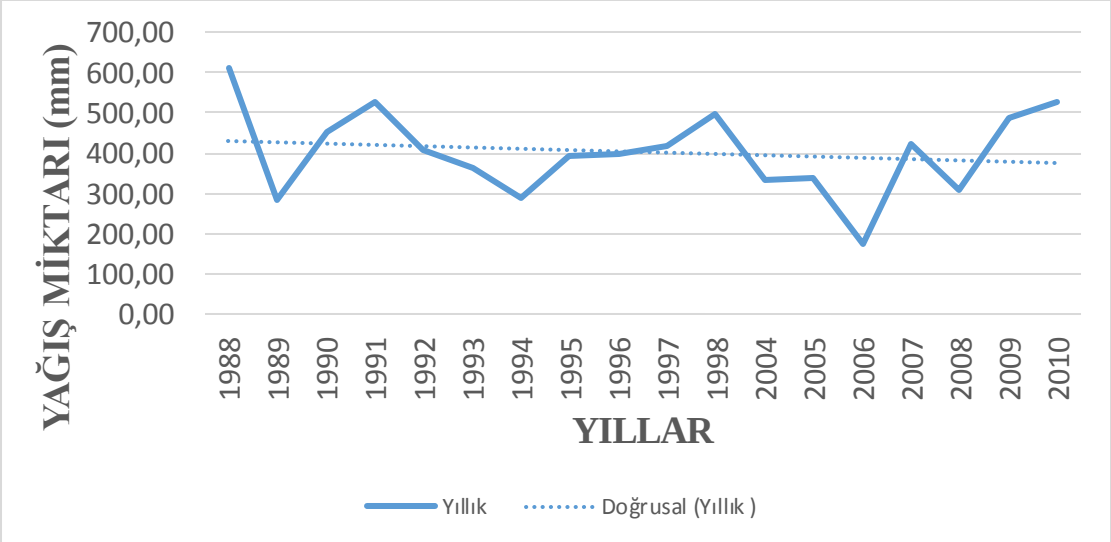
Tablo 3.38. Kayseri İli Merkez İlçelerinin Aylara Göre Yağış Değerleri

Yılı	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
1988	21,5	26,2	57,9	30,9	76,5	164,7	50	-	9,9	94,5	60,1	20,9	613,10
1989	6,1	6,5	28,8	29,8	45,7	12,7	0,2	15,5	2,3	27,7	75,3	30,8	281,40
1990	23,3	23,1	26,1	79,7	115	32,1	46,3	-	17,2	6,7	44,6	41	455,10
1991	21	42,7	34,3	86,5	103	54,3	5	-	2,9	46,1	41,3	88,8	525,90
1992	29,7	41,5	20,1	28,8	59,9	40,6	22	6,2	11,5	25,1	61,4	62,8	409,60
1993	24,7	18,9	27,3	60,4	86,8	52,9	20,9	2,3	0,1	1,7	37	31,1	364,10
1994	32	27,3	16,5	19,8	29,6	2,3	0	6,9	4,8	26,9	55,4	66,4	287,90
1995	20,8	1,6	47,5	77,2	75,8	33,1	18,3	2,2	4,1	39,6	59,8	14	394,00
1996	11,4	38,2	88	34,4	49	10,8	-	20,2	42,6	39,6	0	66,1	400,30
1997	21,1	42	32,2	50,8	30	59,3	2,8	20,4	35,9	46,5	6,1	71,5	418,60
1998	42	48,3	34,5	52,8	100,2	69,4	7,5	4,3	0,7	41,7	13,7	80,1	495,20
2004	46,5	28,5	34,3	45,9	37,5	22	11,7	1,3	0	14,4	92,3	0	334,40
2005	42,1	28	77	29,5	47,3	23,3	0,1	2,1	15,4	31,3	17,2	25,7	339,00
2006	8,2	14,1	7	47,2	15,4	28,8	4,4	2	14,8	28,4	4,4	0	174,70
2007	30	29,2	50,4	56	43,9	45,8	1,5	45,1	2,2	22,9	60,1	35,7	422,80
2008	35,1	32,2	42,8	33,6	33,6	26	0,3	2	30	14,3	25,3	31,3	306,50
2009	23,3	57	82	57,4	40,9	24,3	67,2	-	13,7	5,1	68,1	49,6	488,60
2010	99,5	53,6	92	87,4	30,3	34,2	1	1,2	15,5	87,6	0,2	24,2	526,70

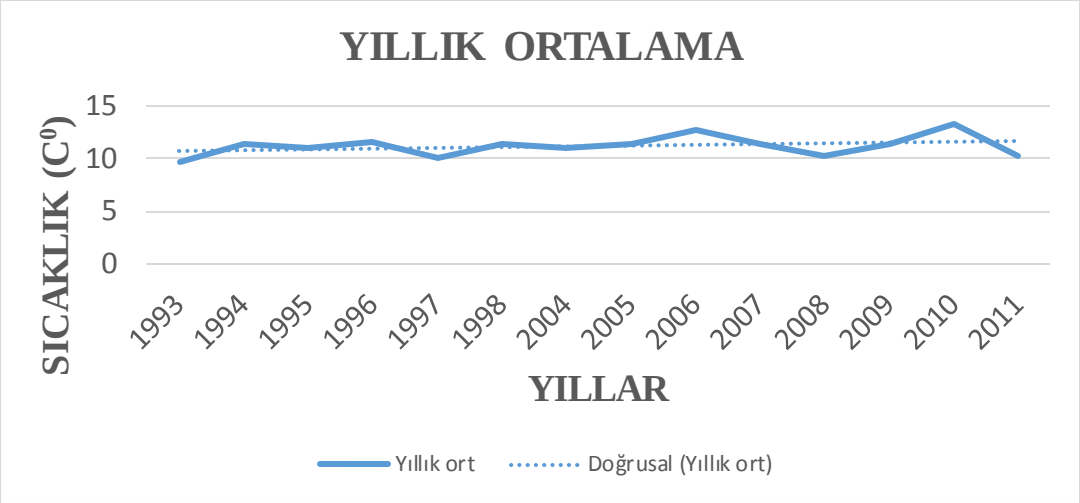
Tablo 3.39. Kayseri İli Merkez İlçelerinin Aylara Göre Ortalama Sıcaklık Değerleri

Yılı	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık ort
1993	-5,6	-2,1	4,2	10,5	12,6	17,7	21,2	21,5	17,9	12,6	2,2	2,5	9,7
1994	2,9	0,1	5,3	13,6	16,4	19,9	22,8	21,3	21,2	14,5	3,5	-3,1	11,3
1995	0,1	3,4	6,5	9,1	16,2	20,2	20,5	22,5	18	10,2	2,8	0,8	10,9
1996	0,8	3,4	4,6	8,5	16,8	18,4	23,9	22,3	17,6	11,1	6,3	5,8	11,6
1997	0,4	-3,2	1,7	7,7	16,4	18,5	22,4	21,1	15,1	12,3	5,7	1,7	10
1998	-1,5	-1,6	3,4	12,4	14,8	19,4	23,8	23,5	18,1	12,8	8,6	2,4	11,3
2004	-0,5	1,6	6,3	10,4	15	19	22,6	22,9	17,8	13,7	4,6	-2,4	10,9
2005	0,6	1,3	6,1	11,3	15,1	19	24,9	24,3	17	9,6	5,1	1,6	11,3
2006	-2,2	1,6	7,8	12,4	15,8	22,6	22,2	26,3	17,1	13	3,4		12,72
2007	-0,9	-0,1	5,3	7,4	18,6	21,2	24,6	24	18,4	13	5,2	-0,8	11,3
2008	-8	-5,7	8,6	13	13,5	20	23,6	24,1	18,4	11,2	6,4	-1,5	10,3
2009	-0,3	2,8	4,3	9,9	14,9	20,9	21,9	20,8	16	15,6	5,6	4,7	11,42
2010	1,7	5,3	8,6	10,8	16,5	21	25,6	25,5	20,2	11,4	7,9	4,9	13,28
2011	-1	0.4	5,8	9,7	14,1	18,6	24,1	22,4	17,5	10	1	0,7	10,19

Kayseri iline ait verilen yağış ve sıcaklık değerleri Şekil 3.63 ve Şekil 3.64 de yıllara göre değişimleri grafiklendirilmiştir. Uzun yıllar yağış dağılımına göre 1989, 1994, 2006 ve 2008 yıllarında yağış miktarları standartların altında kalıp kurak dönemin yaşanmasına sebep olmuştur. 2009 yılından itibaren ülkemiz daha yağışlı bir periyoda girmiştir.



Şekil 3.63. Kayseri İli Merkez İlçelerin Yıllara Göre Yağış Değerleri



Şekil 3.64. Kayseri İli Merkez İlçelerin Yıllık Sıcaklık Ortalaması

Kurak bölgelerde tuzların yıkanması ve taban suyuna karışması yetersiz yağış nedeniyle yereldir ve çoğu zaman yeraltı suları açık denizlere ulaşamaz. Bunun sonucunda da lokal kapalı havzalar meydana gelir. Ayrıca yüksek buharlaşma kurak ve yarı kurak bölgelerdeki tuzluluğun en önemli sebeplerindendir.

Analizi yapılan bölgelerde yağışlı olan dönemlerde diğer yıllara göre pH azalmış elektriksel iletkenlik artmış böylelikle sudaki iyonların derişimi de artmıştır. Sularda anyon-katyon dengesi bulunduğundan suların yapısında değişikliğe çok etki etmemiş fakat elektriksel iletkenlik değişiminden kaynaklı suların ABD Tuzluluk Diyagramına göre kalite sınıflandırılmasında daha kötü çıkmasına sebep olmuştur.

Çalışma alanında ki kuyuların debilerine ait bir veri olmadığından kaynaklı yağış-sıcaklık değişiminin debi üzerindeki etkisi yorumlanamamıştır.

Sularda aynı zamanda azot fazlalığı da insan sağlığı açısından çok önemlidir. Sulama ve içme sularında fazla bulunması özellikle bebeklerde hastalık yapmaktadır. Vücudu morarmaya başlayan bebeklerde bu hastalık ölüme dahi neden olabilir. Yeraltı sularındaki başlıca nitrat kaynakları maddeler halinde aşağıda verilmiştir [34].

- Azotlu ve organik bileşiklerin oksitlenmesi
- Azotlu gübreler
- Atmosferik azot

- Kanalizasyon ve sanayi atıkları
- Jeolojik birikimler

Bunlardan ilk dördü, özellikle yüzeye yakın yeraltı sularındaki azotlu bileşiklerin kaynağıdır. Yüzeye yakın bölgelerdeki azotun çoğu bitkiler tarafından kullanılır. Bir kısmı denitrifikasyonla atmosfere geri döner; bir kısmı ise yeraltı suyuna karışır. Ancak azot miktarı gereğinden fazla ise yeraltı suyundaki azot miktarı artabilir. Özellikle sığ kuyularda çok yüksek nitrat konsantrasyonları bu şekilde meydana gelir [34].

Ölçümü yapılan bölgelerde her yıl için NO_3 analizi yapılmadığı için çalışma kapsamında bu kriter de bir karşılaştırma yapılmamıştır fakat mevcut olan ölçümlerde NO_3 miktarı da meteorolojik verilerin değişimi ile değişim göstermiştir.

4. BÖLÜM

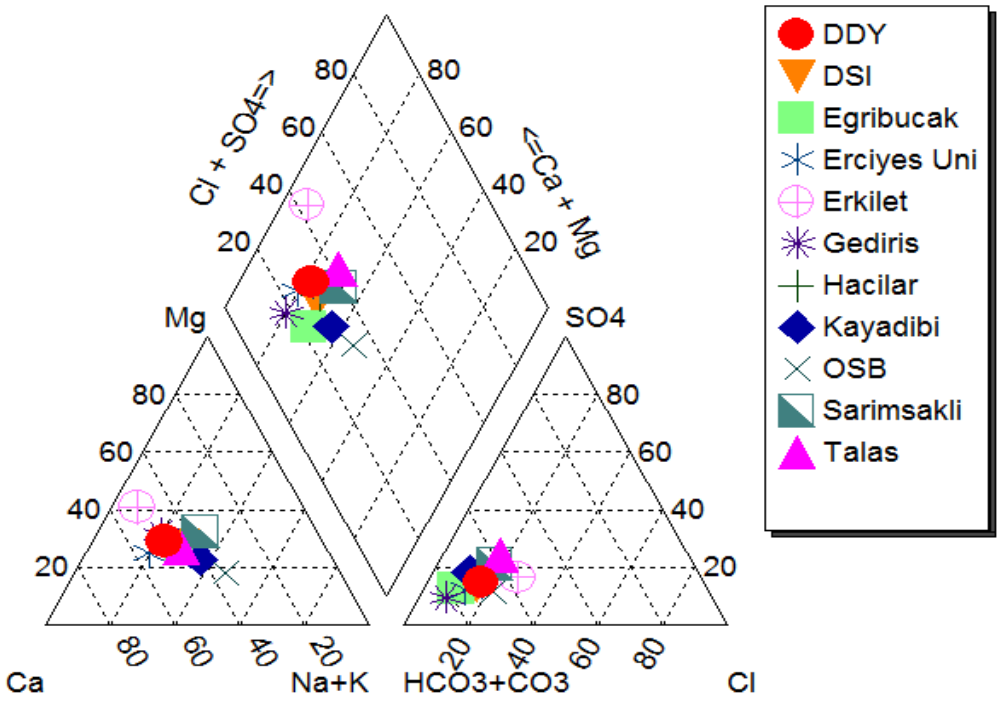
SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Kayseri ili, İçme ve Sulama Suyu kaynaklarının kalitesinin belirlenmesi amacıyla KASKİ ve DSİ'nin yapmış olduğu analizler kullanılmıştır. Bu numunelerde; Ca^{+2}, Mg^{+2}, Na^{+}, K^{+}, Cl^{-}, $SO4^{-2}$, HCO_3^{-}, NO_3, toplam katyon, toplam sertlik, pH, EC, çözünmüş oksijen, TDS, SAR, % Na, toplam anyon ve toplam iyon parametreleri incelenmiştir. Ayrıca hidrokimyasal fasiyes ve sulama suyu sınıflaması açısından Durov diyagramı, ABD Tuzluluk diyagramı, Piper diyagramı ve Yarı Logaritmik Schoeller diyagram çizilmiştir. Bu şekilde yeraltı suyu kalitesi belirlenmiş ve yürürlükteki yönetmelik ve standartlarla karşılaştırılarak numune alınan kuyularda içilebilirlik ve sulama suyu kalitesi değerlendirilmiştir.

Sulama suyu kaynakları için DSİ tarafından açılan kuyulardan 11 bölge seçilmiş olup bu bölgelerin yıllara göre su kalitesindeki değişimler Bölüm 3.1'de incelenmiştir. İçme suyu kaynakları için Kaski tarafından yapılan 2012 yılına (Ocak- Mart- Temmuz- Eylül) ait analizlerden 9 adet kuyu seçilmiş ve Bölüm 3.2'de incelenmiştir.

Kayseri ilinin sulama suyu kalitesinin belirlenmesi amacıyla DSİ kaynaklarından alınan verilerin aritmetik ortalaması alınarak bütün bölgelerin Piper diyagramı, Durov diyagramı, Yarı Logaritmik Schoeller diyagramı ve ABD Tuzluluk diyagramları çizilmiştir. Böylelikle Kayseri ilinin mevcut su kalitesi sınıfları gözlemlenebilmiştir.

Sulama suyu kaynakları için anyon ve katyon dengesini aynı grafikte görebilmek için Şekil 4.1'de Piper Üçgen Diyagramı çizilmiştir.

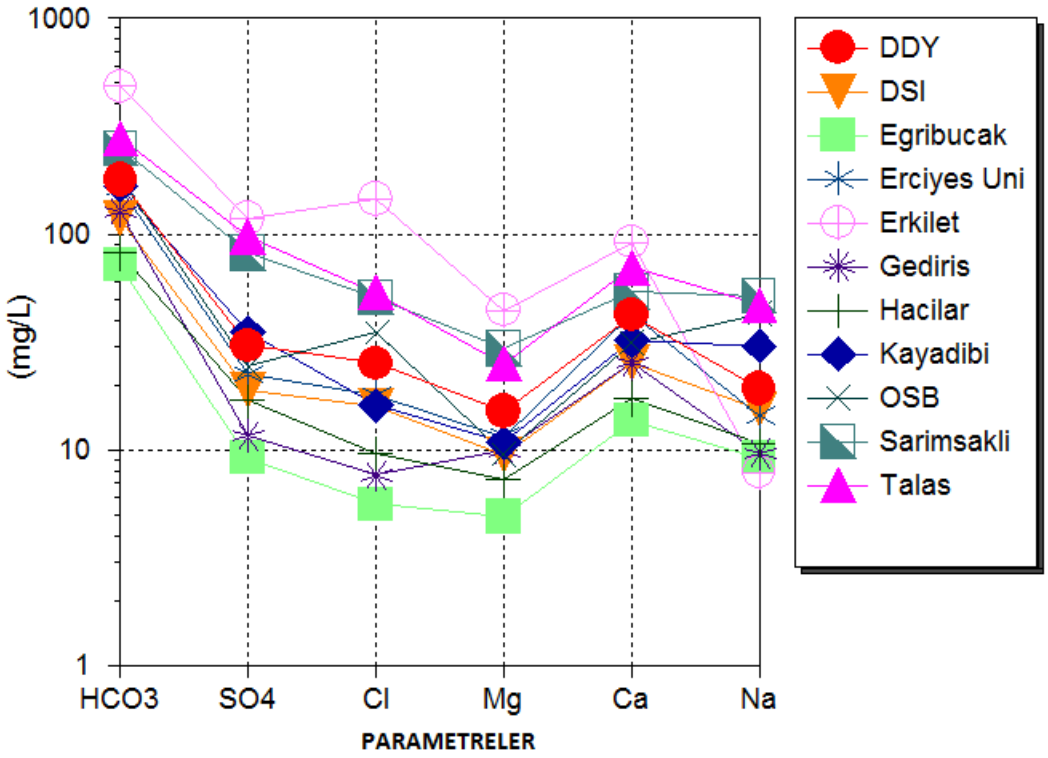


Şekil 4.1. Kayseri İlinde Seçilen Sulama Suyu Kaynaklarına Ait Piper Diyagramı

Suların fasiyes tiplerine bakacak olursak; Organize Sanayi Bölgesine ait kuyu 2. Bölgede geriye kalan bütün kuyular 1. Bölgede yer almaktadır. Buna göre 2. Bölgedeki sular; Na+K>Ca+Mg; tuzlu ve sodalı sulardır. 1. Bölgedeki sular ise; Ca+Mg>Na+K; karbonatlı ve sülfatlı sulardır. Ayrıca 11 bölgeye ait kuyular 3. Bölgede yer almaktadır. Buna göre suların HCO_3^- ve CO_3^- iyonlarının toplamı SO_4^{-2} ve Cl^- iyonlarının toplamından fazladır.

Suların sınıflandırılmasına bakacak olursak; Organize Sanayi Bölgesine ait kuyu 8. Bölgede diğer kuyular ise 5. Bölgede yer almaktadır. 5. Bölgede olup suların karbonat sertliği, karbonat olmayan sertliğinden fazla olan sulardır. Bu tip sular $CaCO_3$ ve $MgCO_3$'li sulardır. 8. Bölgeye de yer alan OSB kuyusu suyun yapısında ise karbonat alkaliliği>karbonat olmayan alkalik görülmektedir.

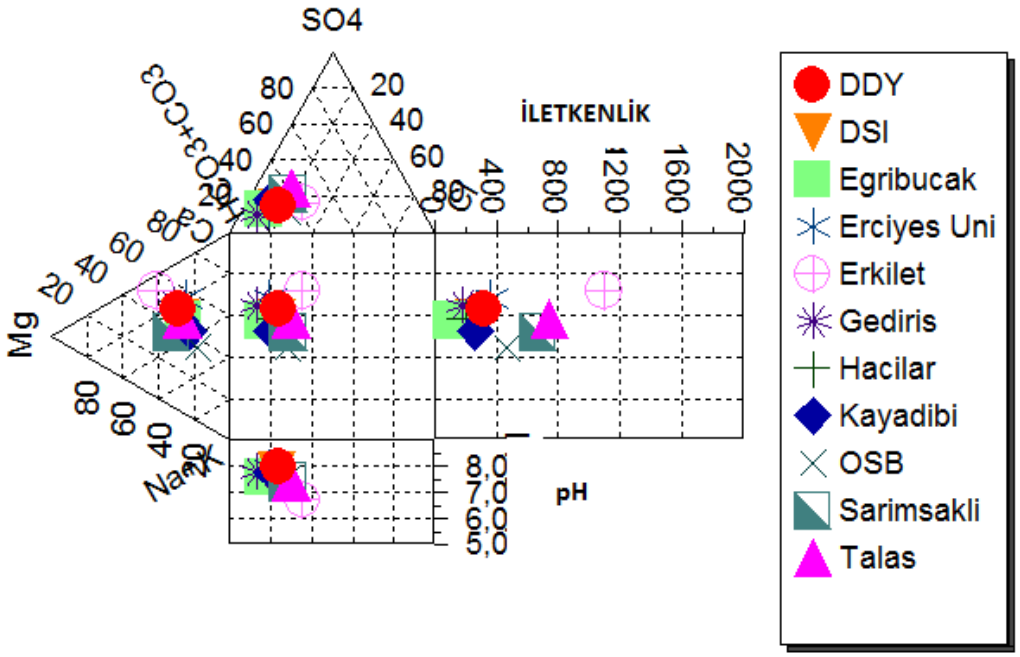
Suların kökeni hakkında bilgi sahibi olabilmek için Şekil 4.2'de Schoeller Yarı Logaritmik diyagram çizilmiştir.



Şekil 4.2. Kayseri İlinde Seçilen Sulama Suyu Kaynaklarına Ait Schoeller Yarı Logaritmik Diyagram

Diyagrama genel itibariyle baktığımızda 10 bölgenin aynı kökenli sular olduğu gözlenmektedir. Sulardaki baskın katyon Ca^{+2} ve baskın anyon HCO_3^- iyonudur. Kuyuların bulundukları bölgelerdeki yeraltı sularının kalsit mineralince zengin bir kayaç (örneğin kireçtaşı) ile akış yolu buyunca temas ettiği sonucuna ulaşılır. Karfali vd. [21] yaptıkları çalışmada Lübnan'da yaptıkları incelemede yeraltı sularında aynı baskın iyonların bulunduğunu tespit etmişlerdir. O bölgede de bulunan kayaç tipinin kireçtaşı akiferine ait olduğunu yorumlamışlardır. HCO_3^- anyonu, sulama suları için yararlıdır. Fazla miktarda bulunması toprakta kireç birikimi yapar. Böylece toprağın geçirgenliği azalır ve nem tutma kapasitesi yükselmiş olur. Organize Sanayi Bölgesinde Baskın katyon Na^{+2} ve baskın anyon HCO_3^- iyonudur. Bu bölgelerde Halit tipi kayaçların varlığı da söylenebilir. İl topraklarının %1'i az kireçli, %25'i orta kireçli, %23'ü fazla kireçli, %20'si ise çok fazla kireçlidir [4]. Ayrıca Erkilet bölgesindeki kuyunun iyon içeriği diğer bölgelere göre daha yüksektir. Bu da tüm örneklerin aynı türden kayaçlar ile temas ettiğini ancak Erkilet bölgesindeki kuyuya ulaşan yeraltı suyunun temas süresinin daha uzun olduğunu göstermektedir.

Sulama suyu kaynaklarının Şekil 4.3'de Durov Diyagramı çizilerek elektriksel iletkenlik ve pH değerlerinin aynı diyagramda karşılaştırılması sağlanmıştır.



Şekil 4.3 Kayseri İlinde Seçilen Sulama Suyu Kaynaklarına Ait Durov Diyagramı

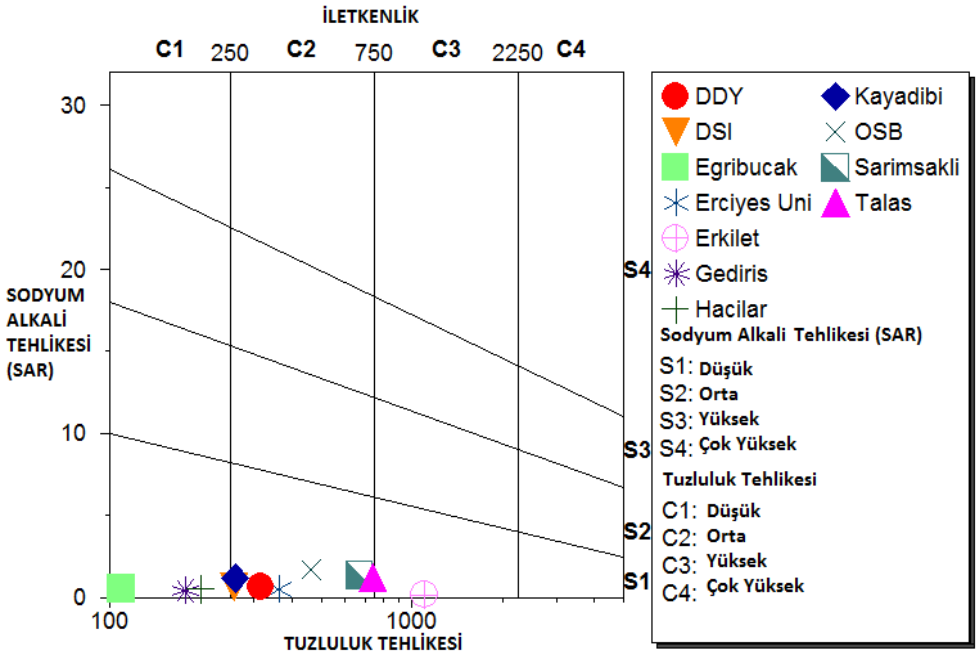
Örnekleme noktaları içinde pH değerleri 6,73- 7,98 arasında değişmektedir. Erkilet bölgesi asidik özellik gösterirken diğer tüm bölgelerdeki sular bazik özelliktedir.

Suyun kimyasal özelliklerinden biri de pH değeridir. Kirlenmemiş pH değerini, karbondioksit-bikarbonat dengesi belirler. Karbondioksit suda karbonik asit oluşturur ve pH değerini düşürür. İçme suyunun biraz bazik olması tercih edilir. Sıcaklığın artması veya basıncın azalması sonucunda CO_2 bir kısmı açığa çıkacağından pH yükselir. Kayseri İlinde tarım topraklarının %4.4'ü asit (ph 6.57ten küçük) %20.3'ü nötr (ph 6.6-7.5), %78.3'ü ise alkali (ph 7.5'ten büyük) reaksiyona sahiptir [4].

Bölge genelinde ki iletkenlik değerleri de 109-1098 µS/cm arasında değişmektedir. Suyun iletkenliği, sudaki iyon miktarı ile doğru orantıdadır. Hareketlilik, iyon çapı ile ilgilidir. Sıcaklık da bu hareketliliği artırır. Elektriksel iletkenliği nispeten yüksek olan sular, içinde çürümeye neden olacak diğer kimyasal bileşimleri içermese bile, demir ve çelik üzerinde önemli çürütme etkileri yaparlar. Elektriksel iletkenlik çözeltideki elektrik yüklü iyonların faaliyetlerinin bir sonucu olduğundan, iletkenlik arttıkça

eriyikte elektrokimyasal olayların gelişmesine daha fazla imkan sağlamış olur. Elektrokimyasal olaylarda suyun çürütücü etkilerini artırdığından, yeraltı suyunda iletkenlik yükseldikçe suyun çürütme etkilerinin artacağı tabiidir.

Sulama suyu kaynaklarının Şekil 4.4'de ABD Tuzluluk Diyagramına göre karşılaştırması yapılmıştır. Bu diyagram SAR, EC ve Tuzluluk tehlikesi yönünden incelenerek suların sınıflandırılması yapılmıştır.



Şekil 4.4. Kayseri İlinde Seçilen Sulama Suyu Kaynaklarına Ait ABD Tuzluluk Diyagramı

Kayseri ilindeki örnekleme noktalarından; Eğribucak, Gediris ve Hacılar S1-C1, Devlet Demir Yolları, Devlet Su İşleri, Erciyes Üniversitesi, Kayadibi, Organize Sanayi Bölgesi, Talas ve Sarımsaklı S1-C2, Erkilet ise S1-C3 sınıfında yer almaktadır. Buna göre; S1-C1 sınıfında yer alan bölgelerdeki sular her toprakta her türlü mahsülün sulanmasında kullanılabilir. S1-C2 sınıfında yer alan bölgelerdeki sular Az tuzlu ve Sodyum tehlikesi de orta olup; orta derecede drenajı olan topraklarda, tuzluluk kontrolü için özel çalışmalar yapılmaksızın her türlü bitkinin sulanmasında kullanılabilir. S1-C3 sınıfında yer alan Erkilet bölgesindeki sular az sodyumlu tuzlu sulardır. Bu sular ise akaçlaması kötü olan arazilerde, sulamada kullanılamaz. Zemindeki tuz miktarının gözlenmesi gerekebilir. Kayseri İlinde işlemeli tarım uygulanan toprakların %82'si tuzsuz, %17'si hafif tuzlu, %1'i ise orta tuzlu ve tuzludur [4].

Sulama Suyu kalitesinin tespitinde kullanılan en önemli parametrelerden olan SAR, % Na, ve EC değerlerine göre; su örneklerinin hepsi sulama suyu olarak kullanılabilir olarak çıkmıştır.

Sulama suyu standartlarına bütün bölgelerdeki parametreler uymaktadır. Sadece Erkilet bölgesindeki düşük pH standartlardaki 6,5-9 aralığına uymamaktadır.

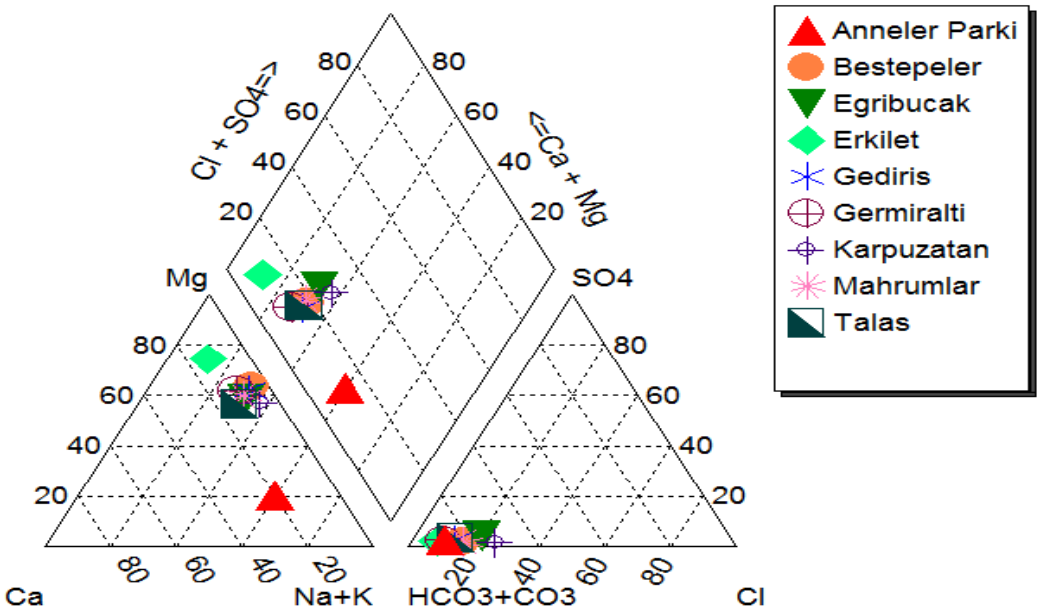
Tablo 4.1'de sulama suyu kaynaklarının bütün bölgelere ait analiz sonuçlarındaki baskın anyon, baskın katyon ve pH ile Elektriksel iletkenlik parametrelerinden belirlenen tuzluluk sınıfları toplu halde verilmiştir.

Tablo 4.1. Sulama Suyu Kaynaklarının Hidrokimyasal Özellikleri

Bölgeler	**Baskın Anyon**	**Baskın Katyon**	**Tuzluluk Sınıfı**
Devlet Demir Yolları	HCO_3^-	Ca^{+2}	S1-C2
Devlet Su İşleri	HCO_3^-	Ca^{+2}	S1-C2
Eğribucak	HCO_3^-	Ca^{+2}	S1-C1
Erciyes Üniversitesi	HCO_3^-	Ca^{+2}	S1-C2
Erkilet	HCO_3^-	Ca^{+2}	S1-C3
Gediris	HCO_3^-	Ca^{+2}	S1-C1
Hacılar	HCO_3^-	Ca^{+2}	S1-C1
Kayadibi	HCO_3^-	Ca^{+2}	S1-C2
Organize Sanayi Bölgesi	HCO_3^-	Na^{+2}	S1-C2
Sarımsaklı Ovası	HCO_3^-	Ca^{+2}	S1-C2
Talas	HCO_3^-	Ca^{+2}	S1-C2

İçme suyu kaynaklarının 2012 yılına ait Ocak- Mart- Temmuz ve Eylül Aylarına ait analiz sonuçları ayrı ayrı Bölüm 3.2'de incelenmiştir. Bir yıl içindeki yağışlı ve kurak döneme göre analiz sonuçları benzer özellik gösterdiği görülmüştür. Kayseri'de yaz ve kış mevsimlerindeki son dönemlerdeki kuraklık nedeni ile Ocak ve Temmuz Analizlerinin sonuçları aynı, yağışlı olan Mart ve Eylül aylarında ise aynı analiz sonuçları elde edilmiştir. Bu bölümde 2012 yılına ait analiz verilerinin aritmetik ortalaması alınarak bölgelerin Piper diyagramı, Durov diyagramı, Yarı Logaritmik Schoeller diyagramı ve ABD Tuzluluk diyagramları çizilmiştir. Böylelikle Kayseri ilinin mevcut içme suyu kalite sınıflandırılması yapılmıştır.

İçme suyu kaynakları için anyon ve katyon dengesini aynı grafikte görebilmek için Şekil 4.5'de Piper Üçgen Diyagramı çizilmiştir.

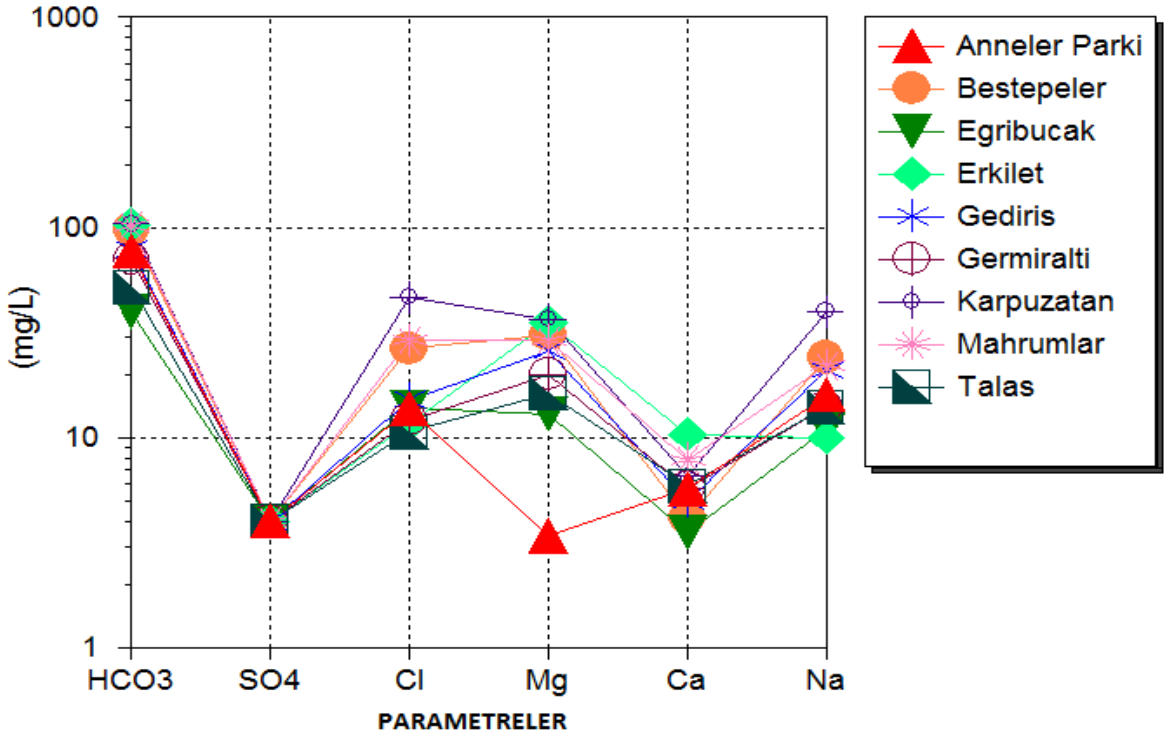


Şekil 4.5 Kayseri İlinde Seçilen İçme Suyu Kaynaklarına Ait Piper Diyagramı

Suların fasiyes tiplerine bakacak olursak; Anneler Parkı bölgesinde sular 2. Bölgede ve 3. Bölgede, diğer bütün bölgelerde ise sular 1. ve 3. Bölgelerde yer almaktadır. 1. Bölgede; Ca+Mg>Na+K; karbonatlı ve sülfatlı sulardır. 2. Bölgede, Na+K>Ca+Mg; tuzlu ve sodalı sulardır. 3. Bölgede olmasından dolayı HCO_3^- ve CO_3^- iyonlarının toplamı SO_4^{-2} ve Cl^- iyonlarının toplamından fazladır.

Suların sınıflandırılmasına bakacak olursak; Anneler Parkı 8. Bölgede diğerleri 5. Bölgede yer almaktadır. Buna göre; 5. bölgede; suların karbonat sertliği, karbonat olmayan sertliğinden fazla olan sulardır. Bu tip sular $CaCO_3$ ve $MgCO_3$'li sulardır. 8. Bölgede, karbonat alkaliliği>karbonat olmayan alkalik görülmektedir.

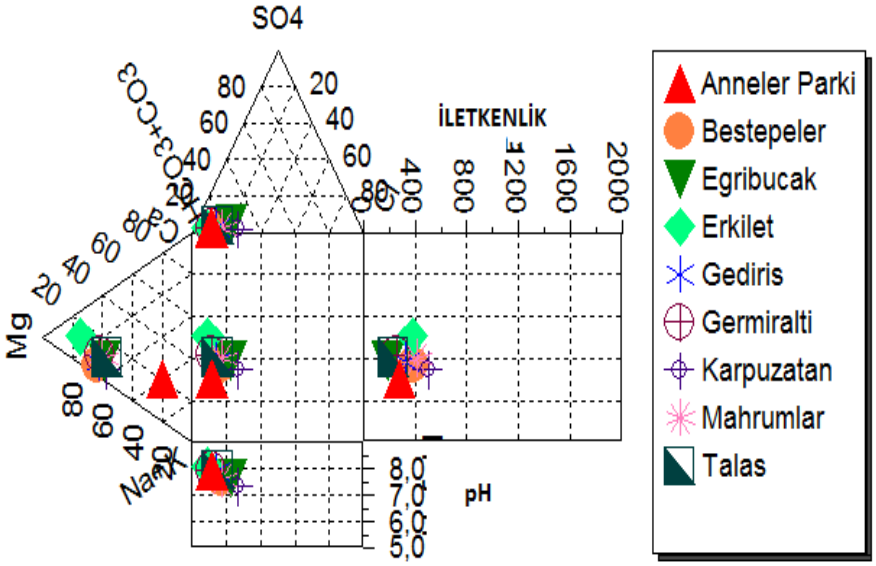
Suların kökeni hakkında bilgi sahibi olabilmek için Şekil 4.6'da Schoeller Yarı Logaritmik diyagram çizilmiştir.



Şekil 4.6. Kayseri İlinde Seçilen İçme Suyu Kaynaklarına Ait Schoeller Yarı Logaritmik Diyagram

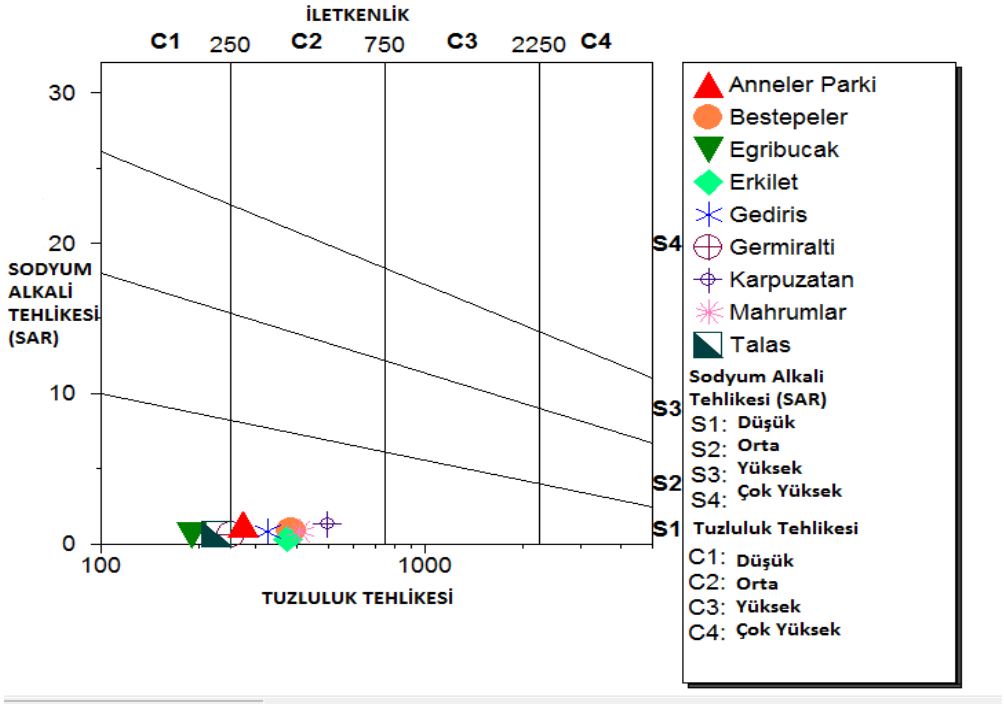
Bu diyagramdan Anneler Parkı hariç tüm suların HCO_3'lü ve Mg'li olduğu görülmektedir. Buna göre akış yolu boyunca serpantin içeren kayaçların bulunduğu söylenebilir. Aynı zamanda magnezyum iyonunun yanı sıra kalsiyum iyonu da bol miktarda bulunuyor ise akış yolu boyunca dolomit içere kayaçların varlığından da söz edilebilir. Anneler Parkında ise sular HCO_3'lü ve Na'lıdır. Sülfat değerleri bütün bölgeler için < 0,8 ölçülmüş olduğundan diyagramda hepsi aynı yerde görülmektedir. Bölgelerdeki sular aynı tür iyon dağılımı göstermiştir bu yüzden birbirine paralel çizgiler görülmektedir.

İçme suyu kaynaklarının Şekil 4.7'de Durov Diyagramı çizilerek elektriksel iletkenlik ve pH değerlerinin aynı diyagramda karşılaştırılması sağlanmıştır.



Şekil 4.7. Kayseri İlinde Seçilen İçme Suyu Kaynaklarına Ait Durov Diyagramı

Bölgelerin pH aralığı 7,35-8,09 arası olup sular bazik karakterdedir. Elektriksel İletkenlik 190-498 µS/cm arasında değişmektedir. İçme suyu kaynaklarının Şekil 4.8'de ABD Tuzluluk Diyagramına göre karşılaştırması yapılmıştır. Bu diyagram SAR, EC ve Tuzluluk tehlikesi yönünden incelenerek suların sınıflandırılması yapılmıştır.



Şekil 4.8. Kayseri İlinde Seçilen İçme Suyu Kaynaklarına Ait ABD Tuzluluk Diyagramı

Bütün yılı temsil eden ortalama analiz sonuçlarına göre bölgelerden Eğribucak ve Talas S1-C1 sınıfında yer almaktadır. Buna göre bu sınıfta yer alan sular her toprakta her türlü mahsülün sulanmasında kullanılabilir.

Geriye kalan bölgeler ise EC>250 olduğundan S1-C2 sınıfında yer almaktadır. Bu sınıfta alan sularda iyi kalitede de olup orta derecede drenajı olan topraklarda, tuzluluk kontrolü için özel çalışmalar yapılmaksızın her türlü bitkinin sulanmasında kullanılabilir.

Kalite parametrelerinde de bölgelerdeki tüm sular standart değerlerin altında kalarak Kayseri içme sularının içilebilir olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.2'de içme suyu kaynaklarının bütün bölgelere ait analiz sonuçlarındaki baskın anyon, baskın katyon ve pH ile Elektriksel iletkenlik parametrelerinden belirlenen tuzluluk sınıfları toplu halde verilmiştir.

Tablo 4.2. İçme Suyu Kaynaklarının Hidrokimyasal Özellikleri

Bölgeler	**Baskın Anyon**	**Baskın Katyon**	**Tuzluluk Sınıfı**
Anneler Parkı	HCO_3^-	Na^{+2}	S1-C2
Beştepeler	HCO_3^-	Mg^{+2}	S1-C2
Eğribucak	HCO_3^-	Mg^{+2}	S1-C1
Erkilet	HCO_3^-	Mg^{+2}	S1-C2
Gediris	HCO_3^-	Mg^{+2}	S1-C2
Germiraltı	HCO_3^-	Mg^{+2}	S1-C2
Karpuzatan	HCO_3^-	Mg^{+2}	S1-C2
Mahrumlar	HCO_3^-	Mg^{+2}	S1-C2
Talas	HCO_3^-	Mg^{+2}	S1-C1

Çalışma alanındaki sulama ve içme suyu kaynaklarına ait analiz sonuçlarında baskın anyon HCO_3^- ve baskın katyon da Ca^{+2}, Na^{+2}, Mg^{+2} iyonlarından oluşmaktadır. Bölgenin jeolojik yapısı merkez ilçelerde benzer özellikte olduğu yeraltı sularının analiz sonuçlarından da görülmektedir. Kayseri İl'inin jeoloji haritası Ek-3 de verilmiştir. Buna göre bölgede kireçtaşı, serpantin ve halit tipi kayçların varlığı görülmektedir.

KAYNAKLAR

1. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, 2012 Yılı Faaliyet Raporu, Ankara, 315 s.
2. Burak, S., Duranyıldız, İ., Yetiş, Ü., 1997. Su kaynaklarının yönetimi, 1(11/116), Ulusal Çevre Eylem Planı, Ağustos 1997, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü.
3. Şahin, Ü., Tunç, T., Örs, S., 2011. Yeraltı suyu kirliliği açısından atık su kullanımı, **Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 4 (1)**: 33-39.
4. Akın, M., Akın, G.,2002. Suyun Önemi Türkiye'de Su Potansiyeli, 105-118 , Su Havzaları Ve Su Kirliliği, **Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi**, Sayı 47.
5. T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, Kayseri Web Sitesi, **http://kurumsal.kulturturizm.gov.tr/turkiye/kayseri/genelbilgiler#content.**
6. Kayseri Valiliği Çevre ve Orman Müdürlüğü, Kayseri İl Çevre Durum Raporu, Kayseri, 2011.
7. Değirmenci, M., Ekmekçi, M., Altın, A. Atmaca, E., 2006, Kayseri Kent İçme Suyu Havzasında Yer alan Eski Çöp Deponi Alanları Sızıntı Sularının Kent İçme Suyu Akiferlerine Olan Etkilerinin Ve Havza Koruma Alanlarının Belirlenmesi. D.P.T. Projesi, Sonuç Raporu, 245s, Sivas.
8. Dokuz, E.U., 2008. Bayramhacılı, Tekgöz Ve Çiftgöz (Kayseri) Sıcak Ve Mineralli sularının Hidrokimyasal İncelemesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 135 s.
9. Aykar, E., 2009. Kayseri Kenti İçme Suyu Havzasında Yeraltı Suyu Kirliliğinin İncelenmesi. Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Sivas, 96 s.
10. Akpınar, H., 2010. Kayseri Kenti İçme Suyu Akiferlerinin Su Temini Ve Su Kalitesi Açısından Karakterizasyonu. Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Sivas, 131 s.
11. Özdikicioğlu, A., 2005, Sadık (Hacıbektaş)-Budak (Mucur) Köyleri Arasındaki Sığ Yeraltı Sularının Hidrojeokimyasal Özellikleri Ve Bazı Kirlilik Parametrelerinin İncelenmesi. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 84 s.

12. Küçükatabey, M.N., 2012, Gemici Köyü (Baskil) Çevresi Yeraltı Sularının Hidrojeokimyasal Özellikleri. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Elazığ, 93 s.
13. Güllüoğlu, M.,2006, Harran Ovası Yeraltı Suyu Kalitesinin Araştırılması, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 235 s.
14. Ünal, M., 2007, Bağlıca (Etimesgut) Yeraltı Sularının Hidrojeokimyasal Özelliklerinin ve Bazı Kirlilik Parametrelerinin Belirlenmesi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 81 s.
15. Bülbül, E., 2010, Umurlu (Aydın) Jeotermal Sahası Yeraltı Sularının Hidrojeokimyasal İncelemesi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 144 s.
16. Yastı, M.A., 2008, Çubuk Ovası Kuzeydoğusunun (Ankara) Hidrojeoloji İncelemesi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 73 s.
17. Brehme, M., Scheytt, T., Çelik, M., Dokuz, U.E., 2010, Hydrochemical characterisation of ground and surface water at Dortyol/Hatay/Turkey. **Environmental Earth Sciences, 63:** 1395–1408.
18. Demer, S., Memiş, Ü., Özgür, N., 2010, Investıgatıon Of Drınkıng Water Quality In Isparta, Sw-Turkey. **AGD Landscape & Environment, 4 (1) :** 71-82.
19. Demirel, Z., 2010, Integrated Hydrogeologıcal And Hydrochemıcal Assessment Of The Groundwater Wıthın The Internatıonal Protected Göksu Delta, Southern Turkey. **Fen Bilimleri Dergisi**, Sayı 11, 18s.
20. Chadha, D.K., 1999, A proposed new diagram for geochemical classification of natural waters and interpretation of chemical data. **Hydrogeology Journal, 7**:431–439.
21. Korfali, S.I., Jurdi, M., 2007, Assessment of domestic water quality: case study, Beirut, Lebanon. **Environmental Monitoring and Assesment, 135**:241–251.
22. Nagarajan, R, Rajmohan, N., Mahendran, U., Senthamilkumar, S., 2010, Evaluation of groundwater quality and its suitability for drinking and agricultural use in Thanjavur city, Tamil Nadu, **India. 171**:289–308.
23. Anbazhagan, S., Nair, A. M., 2004, Geographic Information System and groundwater quality mapping in Panvel Basin, Maharashtra, India. **Environmental Geology, 45:** 753–761.

24. Ghoraba, S.M., Khan, A.D., 2013, Hydrochemıstry And Groundwater Quality Assessment In Balochıstan Provınce, Pakıstan. **Hydrochemistry & Groundwater Quality Assessment, 17 (2),** 15 s.
25. Suk, H., Lee, K.K., 1999, Characterization of a Ground Water Hydrochemical System Through Multivariate Analysis: Clustering into Ground Water Zones. **Groundwater & Hydrogeology, 37 (3):** 358-366.
26. Tang, X., Zhong, W., Zhuang, D., Li, C., Liu, Y., 2013, Hydrochemical Characteristics and Water Quality Assessment of Groundwater in Daxing District of Beijing, China. **Applied Mechanics and Materials, 295-298**, 696.
27. Subramani, T., Elango, L., Damodarasamy, S.R., 2005, Groundwater quality and its suitability for drinking and agricultural use in Chithar River Basin, Tamil Nadu, India. **Environmental Geology, 47**: 1099–1110.
28. Stamatis, G., Lambrakis, N., Alexakis, D., Zagana, E., 2006, Groundwater quality in Mesogea basin in eastern Attica (Greece). **Hydrologıcal Processes, 20:** 2803– 2818.
29. Tarcan, G., 2002, Jeotermal su kimyası, Jenerum Yaz Okulu, 11-21 Haziran 2002, Jeotermalde Yer Bilimsel Uygulamalar.
30. Su kalitesi standartları, Web sayfası: **www.agri.ankara.edu.tr/soil_sciences/1139 sukalitesi.doc** , Erişim Tarihi: Aralık 2013.
31. Aquachem programı, Web sayfası: **http://www.swstechnology.com/groundwater-software/water-quality-analysis/aquachem**, Erişim Tarihi: Aralık 2013
32. Atalay, O., Kayaç-Su Etkileşimindeki Kimyasal Olaylar, Tübitak Bilim ve Teknik Dergisi, Web sayfası: **http://www.biltek.tubitak.gov.tr**, Erişim Tarihi: Ocak 2014.
33. Eruz, E., Toprak Tuzluluğu ve Bitkilerin Üzerindeki Genel Etkileri, **İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi**, Seri B, Cilt 29, Sayı 2, 120 s.
34. Doğan, L., 1981, Hidrojeolojide Su Kimyası, DSİ Jeoteknik ve Yeraltı suları Daire Başkanlığı, Ankara, 178 s.
35. Kayseri Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Sulama Suyu Kaynakları Analiz Sonuçları.
36. İçme Suyu Analiz Labaratuarı 2012 Yılı Analiz Sonuçları, Kayseri Su ve Kanalizasyon İdaresi, Kayseri.

37. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, 1/500.000 ölçekli Kayseri İli Jeoloji Haritası, 2012.

EKLER

Ek-1 Sulama Suyu Kaynakları Analiz Sonuçları [35]

Devlet Demir Yolları Bölgesi

BÖLGE	TARİH	pH	İLETKENLİK	Na	K	Ca	Mg	CO3	HCO3	CL	SO4	%SODYUM	SAR	SERTLİK	NO2	NO3	NH3	B	TOC	TDS
D.D.Y Böl. Müd.lüğü	2003	8,15	370	20,70	5,60	38,60	16,80	0,00	176,90	23,10	38,88	20,60	0,70	16,70	0,003	0,75	0,000	0,3	0,09	
D.D.Y Böl. Müd.lüğü	2004	8,61	371	16,1	2,4	40	13,32	2,4	154,94	23,1	27,84	18	0,56	15,6	0,000	3,36	0,037	0,3	0,4	
D.D.Y Böl. Müd.lüğü	2005	8,18	335	15,18	5,6	40,2	14,04	0,00	167,75	22,05	28,8	16,58	0,52	15,9	0,000	0,07	0,191	0,2	0,73	
D.D.Y Böl. Müd.lüğü	2006	7,95	408	18,63	5,2	38,2	17,28	0,00	173,85	26,6	32,64	18,82	0,63	16,75	0,022	1,73	0,039	0,2	0,21	
D.D.Y Böl. Müd.lüğü	2007	7,86	432	20,47	4,8	44,4	12,36	0,00	176,9	27,65	29,28	20,63	0,7	16,3	0,000	5,85	0,357	0,05	0,72	277
D.D.Y Böl. Müd.lüğü	2008	7,73	432	21,62	3,6	33	21,72	0,00	190,93	26,95	24,48	20,5	0,71	17,25	0,013	8,37	0,201	0,2	0,69	277
D.D.Y Böl. Müd.lüğü	2009	7,81	410	15,87	5,2	44	12,48	0,00	178,73	21,35	29,28	17,06	0,55	16,2	0,009	4,79	0,105	0,05	0,59	263
D.D.Y Böl. Müd.lüğü	2010	7,74	460	22,77	5,6	51	14,64	0,00	213,5	22,75	24,96	20,18	0,72	18,85	0,010	3,56	0,025	0,2	1,35	300
D.D.Y Böl. Müd.lüğü	2011	7,81	440	21,16	5,2	48,4	13,56	0,00	172,63	33,25	37,44	20,02	0,69	17,7	0,005	4,62	0,075	0,3	1,33	287

Devlet Su Işleri Bölgesi

BÖLGE	TARİH	pH	İLETKENLİK	Na	K	Ca	Mg	CO3	HCO3	CL	SO4	%SODYUM	SAR	SERTLİK	NO2	NO3	NH3	B	TOC	TDS
DSİ XII. Böl. Müd.	1966	7,5	350	19,78	5,2	42	6	0	148,84	19,6	28,32	23,95	0,75	13					4,8	
DSİ XII. Böl. Müd.	1993	7,51	299	14,95	4	24	12,24	0	128,1	10,15	27,84	21,9	0,62	11,1	0		0		1	
DSİ XII. Böl. Müd.	1995	7,47	242	16,33	7,2	22,8	6,36	0	111,63	11,9	15,84	28,44	0,765	7,57		10,12	0,001	0,2	0,5	
DSİ XII. Böl. Müd.	1996	7,23	278	16,79	4,8	21,4	9	0	122	11,9	15,84	27,3	0,77	9,07		11,51	0,015	0,35	0,93	
DSİ XII. Böl. Müd.	1997	7,46	283	11,96	2,4	24,8	9,48	0	120,78	12,6	12,96	19,7	0,51	10,15	0,215	9,43	0,125	0,1	1,35	
DSİ XII. Böl. Müd.	1998	7,62	261	10,58	4	9,6	15,72	0	98,21	13,65	16,32	17,65	0,49	8,95	0,011	12,03	0,05	1	0,53	
DSİ XII. Böl. Müd.	1999	8,01	289	11,04	5,2	24,6	9,72	16,8	96,99	9,8	34,08	18,12	0,47	10,15	0,016		0,1	0,2	0,64	
DSİ XII. Böl. Müd.	2000	7,89	356	18,4	6,8	24,6	12,6	6,9	130,54	12,95	24	25,2	0,76	11,35	0,004	13,64	0,15	0,1	1,55	
DSİ XII. Böl. Müd.	2001	7,99	264	11,27	4	31,6	5,4	3	111,63	13,65	14,4	18,6	0,46	10,15	0,004	13,8	0,035	0,1	0,86	
DSİ XII. Böl. Müd.	2002	8,2	250	16,79	5,6	27,4	5,64	4,5	107,36	14,7	19,2	26,94	0,76	9,19	0,092	10,13	0,14	0,1	0,52	
DSİ XII. Böl. Müd.	2003	8,29	253	13,34	4,4	14,6	13,8	5,4	101,26	14	15,84	22,15	0,93	9,4	0,005	10,82	0,145	0,4	0,21	
DSİ XII. Böl. Müd.	2004	8,06	246	10,12	2,2	22,2	8,94	3	98,515	15,05	25,92	17,99	0,45	9,65	0,004	13,91	0,069	0,15	0,26	
DSİ XII. Böl. Müd.	2005	8,1	270	14,72	5	31,8	7,8	1,5	122	17,85	21,6	21	0,6	11,2	0,0035	4,76	1,103	0,2	1,105	
DSİ XII. Böl. Müd.	2006	7,74	253	20,7	4	38,2	10,08	0	166,53	19,6	22,08	23,38	0,75	13,83	0,175	8,595	0,0875	0,1	1,14	
DSİ XII. Böl. Müd.	2007	7,99	289	15,41	4,4	24,8	9	0	112,85	19,6	25,44	24,1	0,68	10	0,01	14,69	0,25	0,1	0,55	
DSİ XII. Böl. Müd.	2008	7,79	306	19,09	3,2	21,2	11,76	0	121,39	21,7	12,48	27,69	0,83	10,2	0,015	20,23	0,192	0,5	0,78	196
DSİ XII. Böl. Müd.	2009	7,81	345	14,49	4,8	29,6	9,48	0	133,59	18,9	12,96	20,94	0,6	11,35	0,002	14,32	0,09	0,1	0,5	201
DSİ XII. Böl. Müd.	2010	8,25	270	18,86	4,8	22,2	9,12	4,2	103,09	21	12,48	29,24	0,85	9,3	0,037	7,29	0,215	0,4	0,98	179
DSİ XII. Böl. Müd.	2011	7,67	310	18,17	4,8	27,4	9	0	118,95	25,2	15,36	26,13	0,77	10,6	0,007	17,82	0,03	0,6	0,74	199

Eğribucak Bölgesi

BÖLGE	TARİH	pH	İLETKENLİK	Na	K	Ca	Mg	CO3	HCO3	CL	SO4	%SODYUM	SAR	SERTLİK	NO2	NO3	NH3	B	TOC	TDS
Eğribucak Bağları	1971	6,63	152	10,81	2,8	16,6	4,8	0	70,15	7,35	19,68	28,31	0,6	6,13	0				2,25	
Eğribucak Bağları	2006	7,55	141	8,74	1,6	12,4	3,72	0	57,34	5,6	12,48	28,3	0,56	4,65	0	4,96	0,035	0,2	1,2	
Eğribucak Bağları	2007	7,85	155	8,74	1,2	14,6	6	0	81,13	7,35	4,8	23,17	0,48	6,2	0	4,31	0	0,1	0,71	99
Eğribucak Bağları	2008	7,66	143	6,9	1,6	13,6	4,92	0	66,49	6,65	7,2	20,84	0,4	5,45	0,017	7,58	0,233	0,3	1,34	92
Eğribucak Bağları	2009	7,86	146	9,66	2	12,8	5,04	0	76,25	3,5	6,72	27,32	0,57	5,3	0,01	5,37	0,14	0,1	0,78	93
Eğribucak Bağları	2010	8,03	150	10,12	2	13,6	5,16	1,8	77,47	4,9	7,2	27,38	0,59	5,55	0,009	6,53	0,035	0,5	1,86	98
Eğribucak Bağları	2011	7,66	148	9,43	3,2	12,2	4,68	0	73,81	3,85	6,24	27,61	0,58	5	0,004	5,97	0,025	0,1	0,8	95

Erciyes Üniversitesi Bölgesi

BÖLGE	TARİH	pH	İLETKENLİK	Na	K	Ca	Mg	CO3	HCO3	CL	SO4	%SODYUM	SAR	SERTLİK	NO2	NO3	NH3	B	TOC	TDS
Erciyes Üniversitesi	1994	8,20	384	13,11	6,00	39,60	8,40	13,50	123,22	13,30	26,88	16,27	0,48	13,93		19,33	0,107	0,1	0,37	
Erciyes Üniversitesi	1999	7,66	355	17,25	4,80	31,80	13,44	0,00	152,50	21,35	22,56	20,90	0,65	13,60		13,56	0,410	0,2	1,30	
Erciyes Üniversitesi	2004	7,89	347	12,88	2,40	56,40	12,72	0,00	218,38	19,25	17,76	14,26	0,42	19,40	0,010	14,86	0,166	0,0	0,25	

Erkilet Bölgesi

BÖLGE	TARİH	pH	İLETKENLİK	Na	K	Ca	Mg	CO3	HCO3	CL	SO4	%SODYUM	SAR	SERTLİK	NO2	NO3	NH3	B	TOC	TDS
Erkilet İşl.Sahası	1968	7,47	1396	6,9	12	112	41,16	152,4	357,46	180,6	104,64	30,9	2,09	45,17					2	
Erkilet İşl.Sahası	1997	6,45	1446	21,85	38	89,2	43,68	0	577,67	110,25	108,96	38,67	2,89	40,49		24,57	0,51	0,6	0,38	
Erkilet İşl.Sahası	1998	6,69	1579	7,59	13,2	109,6	49,2	0	581,33	180,6	145,44	39,72	2,99	47,92		18,87	0,63	0,45	0,9	
Erkilet İşl.Sahası	2002	7,9	740	3,45	6	65,4	25,68	0	359,9	110,25	104,64	32,2	1,6	27,07		26,77	0,263	0,2	0,71	
Erkilet İşl.Sahası	2006	6,61	1249	4,83	8,4	53,4	64,8	0	428,22	180,6	108,96	33,64	2,09	40,4	0	8,21	0,109	0,3	0,39	
Erkilet İşl.Sahası	2007	6,47	1383	7,13	12,4	84	42,12	0	475,19	110,25	145,44	40,61	2,85	38,55	0,008	14,04	0,387	0,6	0,47	885
Erkilet İşl.Sahası	2008	6,45	1430	4,83	8,4	74,4	42,24	0	534,97	180,6	104,64	47,25	3,67	36,25	0,017	20,37	0,54	0,6	1	916
Erkilet İşl.Sahası	2009	6,48	1471	7,13	12,4	116,4	44,52	0	523,99	110,25	108,96	32,83	2,25	47,7	0,045	12,76	0,375	0,6	1,01	941
Erkilet İşl.Sahası	2010	6,42	1410	7,59	13,2	108,2	45	0	516,06	180,6	145,44	39,34	2,88	45,8	0,009	20,01	0,4	0,4	0,96	900
Erkilet İşl.Sahası	2011	6,4	1420	7,36	12,8	102,6	44,16	0	486,78	110,25	104,64	40,17	2,92	44	0,007	13,41	0,245	0,6	0,91	909

Gediris Bölgesi

BÖLGE	TARİH	pH	İLETKENLİK	Na	K	Ca	Mg	CO3	HCO3	CL	SO4	%SODYUM	SAR	SERTLİK	NO2	NO3	NH3	B	TOC	TDS
Gediris Bagları	2006	7,51	234	8,28	3,6	20,2	10,56	0	112,85	8,4	12	15,42	0,37	9,45	0	18,21	0,09	0	0,5	
Gediris Bagları	2007	7,91	248	10,12	3,6	23,4	9,24	0	114,07	8,75	11,52	17,59	0,45	9,7	0	12,64	0,37	0,1	0,98	163
Gediris Bagları	2008	7,95	261	9,2	2,8	25	11,88	0	131,76	8,75	13,44	14,73	0,38	11,2	0,013	19,66	0,39	0,2	1,11	166
Gediris Bagları	2009	7,87	266	8,74	3,6	27,8	9,36	0	132,37	6,3	11,52	14,3	0,37	10,85	0,007	14,28	0,13	0,3	0,71	170
Gediris Bagları	2010	7,78	264	10,81	3,6	27,4	9,36	0	136,64	6,65	10,56	17,39	0,46	10,7	0,005	16,09	0,05	0,6	1,59	170
Gediris Bagları	2011	7,78	273	10,58	3,6	28,2	9,12	0	137,25	7	10,56	16,82	0,44	10,85	0,002	15,75	0,07	0,4	0,69	175

Hacılar Bölgesi

BÖLGE	TARİH	pH	İLETKENLİK	Na	K	Ca	Mg	CO3	HCO3	CL	SO4	%SODYUM	SAR	SERTLİK	NO2	NO3	NH3	B	TOC	TDS
Hacılar	1966	6,80	180	9,89	6,80	16,00	8,40	0,00	73,20	7,00	33,60	20,47	0,49	7,50						
Hacılar	1987	8,15	156	3,91	0,80	10,80	6,72	0,00	67,10	6,30	0,48	11,70	0,23	5,50	0,003		0,000		0,80	
Hacılar	1990	7,99	122	5,52	2,40	14,00	3,60	0,00	61,00	3,50	9,60	18,50	0,34	5,00	0,000		0,390		0,60	
Hacılar	1991	7,74	356	19,55	4,00	38,00	14,40	0,00	152,50	29,40	34,08	21,00	0,69	16,00	0,001		0,070		1,30	
Hacılar	1993	7,54	245	19,78	3,20	14,00	4,80	0,00	91,50	14,00	6,72	42,20	1,16	6,00	0,000		0,000		1,80	
Hacılar	1994	7,69	170	9,66	2,80	14,40	5,16	0,00	79,30	4,20	10,56	25,60	0,55	5,80	0,008		0,740		1,20	
Hacılar	2001	8,48	157	6,44	1,60	13,40	7,20	0,00	23,79	8,05	36,00	17,47	0,36	6,37		6,32	0,170		0,92	
Hacılar	2002	7,81	210	10,12	2,80	18,20	7,80	0,00	109,80	4,90	4,32	21,67	0,50	7,63		8,25	0,001		0,66	

Kayadibi Bölgesi

BÖLGE	TARİH	pH	İLETKENLİK	Na	K	Ca	Mg	CO3	HCO3	CL	SO4	%SODYUM	SAR	SERTLİK	NO2	NO3	NH3	B	TOC	TDS
Kayadibi Bağlari	1984	8,5	477	46	5	50	9,6	7,5	195,2	25,2	120,96	39,71	1,53	17					1	
Kayadibi Bağlari	2007	7,71	348	32,2	4	25,4	9,36	0	167,14	15,4	16,32	39,44	1,38	10,3	0,007	24,44	0,544	0	0,35	223
Kayadibi Bağlari	2008	7,58	310	18,4	2,4	29,2	11,4	0	170,8	15,05	20,16	24,03	1,44	12,1	0.014	26,2	0,219	0,4	1,3	214
Kayadibi Bağlari	2009	7,51	355	27,6	3,2	28	11,28	0	127,49	12,25	17,28	33,16	1,1	11,75	0,005	23,85	0,115	0,25	0,68	227
Kayadibi Bağlari	2010	7,73	359	28,06	3,4	30,2	11,76	0	173,85	13,3	17,76	31,9	1,08	12,5	0,005	27,08	0,005	0	1,98	263
Kayadibi Bağlari	2011	7,69	387	29,44	3,2	29,6	11,4	0	176,9	15,4	17,76	33,85	1,16	12,4	0,023	31,62	0,085	0,35	0,83	250

Organize Sanayi Bölgesi

BÖLGE	TARİH	pH	İLETKENLİK	Na	K	Ca	Mg	CO3	HCO3	CL	SO4	%SODYUM	SAR	SERTLİK	NO2	NO3	NH3	B	TOC	TDS
Organize Sanayi Bölgesi	1988	7,51	408	25,99	6,00	44,00	8,40	0,00	201,30	17,50	18,24	27,00	0,94	14,50	0,003		0,470		1,50	
Organize Sanayi Bölgesi	1991	6,09	886	162,15	18,00	12,00	4,80	0,00	292,80	112,00	24,00	82,90	9,93	5,00	0,000		0,060		3,70	
Organize Sanayi Bölgesi	1993	7,7	414	24,61	4,8	32,4	10,56	0	160,43	22,4	20,16	29,05	0,96	12,5	0,046		0		1,45	
Organize Sanayi Bölgesi	1996	7,66	412	24,84	4,8	35	10,08	0	175,68	21,35	19,68	28,59	0,96	12,94		7,29	0,104	0,1	1,46	
Organize Sanayi Bölgesi	1997	7,73	427,111	25,81	4,61	35,52	10,41	0,00	174,87	20,51	23,75	28,93	0,98	13,23		0,00	0,070	0,1	1,74	
Organize Sanayi Bölgesi	1998	7,68	417,481	25,21	6,40	35,16	10,16	0,00	175,21	21,04	20,95	28,71	0,96	13,04		4,86	0,093	0,1	1,55	
Organize Sanayi Bölgesi	2001	7,89	373	45,77	3,20	18,80	11,16	0,00	112,24	37,45	49,44	50,57	2,07	9,37	0,013	1,17	0,120	0,3	0,63	
Organize Sanayi Bölgesi	2004	7,7	420	25,3	3,6	35	10,32	0	173,24	32,9	21,6	28,82	0,97	13,04		3,51	0,176	0,2	1,6	
Organize Sanayi Bölgesi	2006	7,7	419	25,3	4,4	35	10,2	0	173,85	30,1	21,6	28,79	0,97	13,04		3,81	0,157		1,59	

Sarımsaklı Bölgesi

BÖLGE	TARİH	pH	İLETKENLİK	Na	K	Ca	Mg	CO3	HCO3	CL	SO4	%SODYUM	SAR	SERTLİK	NO2	NO3	NH3	B	TOC	TDS
Sarımsaklı Ovası	1966	7,96	891,81	68,54	8,00	65,40	33,60	13,80	325,13	53,90	92,64	30,52	1,68	30,36					1,19	
Sarımsaklı Ovası	1967	7,50	1180	72,45	7,20	72,00	61,20	0,00	402,60	59,50	179,04	26,18	1,51	43,50					2,48	
Sarımsaklı Ovası	1968	8,37	730	63,71	6,40	53,40	26,04	29,10	239,12	25,20	103,68	35,97	1,76	24,17					4,53	
Sarımsaklı Ovası	1970	7,40	433	25,07	6,80	38,60	18,84	0,00	195,81	12,25	57,12	22,99	0,82	17,50					1,2	
Sarımsaklı Ovası	1992	7,57	363	20,47	0,40	32,00	7,20	0,00	122,00	20,65	24,48	28,70	0,89	11,00					0,6	
Sarımsaklı Ovası	1993	7,39	690	39,33	4,40	56,4	28,56	0,00	275,72	33,95	73,44	24,16	1,11	26,11		8,6	0,419	0,6	1,78	
Sarımsaklı Ovası	1994	7,37	553	35,88	5,2	38,8	20,16	0,00	215,94	30,8	43,2	28,65	1,18	18,12	0,015	13,43	0,286	0,7	1,12	
Sarımsaklı Ovası	1995	7,31	604	41,17	5,6	45,4	20,88	0	240,34	32,55	48,48	30,26	1,22	18,94	0,007	10,86	0,199	0,3	1,03	
Sarımsaklı Ovası	1996	7,25	623	41,63	6	46,4	20,88	0	251,32	32,2	54,72	29,48	1,29	20,25	0,015	14,74	0,191	0,2	0,88	
Sarımsaklı Ovası	1997	7,17	1027	55,43	3,2	68,4	49,08	0	294,63	59,15	173,76	23,1	1,17	37,58	0,032	10,05	0,572	0,4	2,48	1736
Sarımsaklı Ovası	1998	7,48	594	21,62	4,8	49	24,36	0	227,53	31,85	42,72	16,65	0,66	22,68	0,015	15,01	0,243	2,4	0,45	
Sarımsaklı Ovası	1999	7,77	665	34,96	5,6	50,8	22,32	8,7	217,16	32,55	60,96	23,93	1,02	22,03	0,041	13,94	0,245	0,4	0,73	
Sarımsaklı Ovası	2000	7,77	797	49,45	4,4	55	27,36	5,1	245,22	40,25	93,12	28,67	1,35	25,19	0,017	10,27	0,238	1	1,83	
Sarımsaklı Ovası	2001	7,62	819	40,02	4,8	84	30,96	0,9	307,44	39,55	117,12	20,57	0,97	34,42	0,005	15,14	0,344	0,4	1,26	
Sarımsaklı Ovası	2002	7,64	885	53,36	5,6	83,8	40,56	0	329,4	41,3	166,08	22,7	1,18	37,88	0,054	10,66	0,258	0,4	0,83	
Sarımsaklı Ovası	2003	8,04	714	53,13	3,6	56,8	35,28	4,8	306,22	30,1	101,76	27,83	1,36	28,88	0,025	10,74	0,269	0,3	0,35	394
Sarımsaklı Ovası	2004	5,43	350	31,74	4,4	51,8	14,28	2,4	236,68	25,2	44,16	23,76	0,96	21,01	0,007	13,9	0,088	0,3	0,72	
Sarımsaklı Ovası	2005	8,085	697	53,935	1,6	46,5	27,48	0	254,98	52,15	65,76	33,335	1,545	23,1	0,053	11,94	0,126	0,25	0,73	
Sarımsaklı Ovası	2006	7,63	773	49,335	2,6	36	39,06	0	241,255	36,225	109,2	29,94	1,375	25,3	0,077	29,075	0,0155	0,2	0,805	
Sarımsaklı Ovası	2007	7,715	865	84,985	4	54,6	28,2	141,9	125,965	99,225	97,68	41,2	2,335	25,4	0,023	20,715	0,314	0,05	0,835	573
Sarımsaklı Ovası	2008	6,565	835,5	92,805	4,6	39,5	39,48	159,75	187,27	146,125	61,44	42,17	2,48	25,35	0,0035	20,23	0,365	0,3	0,995	518
Sarımsaklı Ovası	2009	7,355	783,5	53,13	4,8	52,6	31,98	231,75	0	175,175	65,52	29,85	1,415	26,5	0,021	18,945	0,195	0,35	0,77	
Sarımsaklı Ovası	2010	7,15	870	80,615	5,2	62,9	32,28	0	396,195	58,975	45,12	37,395	2,065	29,2	0,02	17,635	0,185	0,4	0,175	557
Sarımsaklı Ovası	2011	6,86	857	80,27	5,2	60,9	31,44	0	388,57	62,65	34,56	37,63	2,075	28,3	0,005	14,1	0,19	0,1	1,15	548,4

Talas Bölgesi

BÖLGE	TARİH	pH	İLETKENLİK	Na	K	Ca	Mg	CO3	HCO3	CL	SO4	%SODYUM	SAR	SERTLİK	NO2	NO3	NH3	B	TOC	TDS
Talas	1969	7,6	950	81,65	10	74	28,8	0	345,26	102,2	63,36	35,85	2,03	30,5					1,4	
Talas	1988	7,13	503,5	21,62	6,4	58,6	15,96	0	181,78	27,3	76,32	17,95	0,65	21,25	0,076		0,353		0,82	
Talas	1991	7,54	437	14,95	4,4	38	16,8	0	164,7	17,5	40,8	17,45	0,53	16,5	0,018		0		0,75	
Talas	1992	7,33	391	13,57	4	50	13,2	0	189,1	12,6	39,36	15,3	1,05	18,5	0,087		0,08		0,6	
Talas	1993	6,99	490	10,12	4,8	48	23,4	0	218,38	12,6	46,08	8,3	0,29	21,75	0,123		0,115		1,15	
Talas	1998	7,07	1529	103,27	6	132,6	43,56	0	544,12	170,8	52,8	22,65	1,57	51,25		3,42	0,63	0,35	3,025	
Talas	2000	7,84	311	15,87	2,4	23,8	9,84	0	124,44	11,55	339,36	4,49	0,15	3,63	0	8,92	4,88	1,1	22,65	1,57
Talas	2001	7,73	450,33	20,01	3,6	54,8	10,2	0	160,43	18,2	67,68	19,17	0,65	18		3,16	0,033		0,72	
Talas	2002	7,22	1770	175,49	15,6	147,8	55,2	93,3	526,43	146,65	195,84	29,41	2,81	59,97		0,437	0,588	0,2	0,487	
Talas	2005	7,7	586	20,47	5,2	67,6	30,36	0	325,13	15,75	54,72	12,77	0,52	29,55		3,62	0,619	0	0,53	

Ek-2 İçme Suyu Kaynakları Analiz Sonuçları [36]

Ocak Ayı

BÖLGE	pH	İLETKENLİK	Na	K	Mg	Ca	CO3	HCO3	CL	SO4	SERTLİK	Aktif Klor	NH4	NO2	NO3	Siyanür	Arsenik	BOR (ppm)	Kadmiyum	Krom	TOC
Anneler Parkı	7.88	274	17	5,7	4,32	7,2	62,4	126,88	14,8	< 0,8	10,4	0,36	0.003	< 0,01	16,65	4	<0,49	0.027	1,38	3,44	0,11
Beştepeler	7,59	416	27	7,1	30,3	4,7	82,8	168,36	29,4	< 0,8	13,8	0,44	0.009	< 0,01	39,65	7	1,2	0.068	1,54	3,74	0,2
Eğribucak	7,53	185	10	4,2	12,48	3,6	36,6	74,42	14,3	< 0,8	6,1	0,45	0.012	< 0,01	14	5	<0,49	0.039	1,57	4,38	0,53
Erkilet	8,05	375	12	1,7	31,32	11,8	96	195,2	11,4	< 0,8	16	0,2	0.009	< 0,01	46,98	8	1	0.036	1,51	3,43	0,19
Gediris	7,87	321	16	5,5	26,46	5,1	73,8	150,06	14,6	< 0,8	12,3	0,32	0.009	< 0,01	24,22	9	<0,49	0.036	1,45	3,73	0,2
Germiraltı	7,89	251	12	4	22,02	1,3	57	115,9	12,8	< 0,8	9,5	0,35	0.005	< 0,01	13,81	10	<0,49	0.025	1,43	3,49	0,11
Karpuzatan	7,26	482	42	6,8	34,98	6,9	97,8	198,86	43,5	< 0,8	16,3	0,55	0.005	< 0,01	33,47	5	4,9	0.124	1,43	5,08	0,48
Mahrumlar	7,53	413	20	8,7	31	5,5	86,4	175,68	29,4	< 0,8	14,4	0,55	0.013	< 0,01	49,25	3	1,1	0.047	1,38	3,65	0,4
Talas Anayurt	7,93	227	15	4,8	16,68	4,2	48	97,6	11,1	< 0,8	8	0,36	0.010	< 0,01	11,54	9	2	0.024	1,34	3,18	0,15

Mart Ayı

BÖLGE	pH	İLETKENLİK	Na	K	Mg	Ca	CO3	HCO3	CL	SO4	SERTLİK	Aktif Klor	NH4	NO2	NO3	Siyanür	Arsenik	BOR (ppm)	Kadmiyum	Krom	TOC
Anneler Parkı	7,98	273	15,4	5,6	2,52	4,2	56,12	27,6	12,5	< 0,8	10,6	0,42	0,013	< 0,01	16,3	5	4,14	0.026	<0,5	4,96	0,05
Beştepeler	7,7	353	20,5	7,2	31,44	3,6	53,92	26,52	23,7	< 0,8	14	0,3	0.008	0.810	41,25	2	8,53	0.043	<0,5	6,38	0,2
Eğribucak	7,77	195	11,1	3,5	13,5	3,5	10,49	5,16	13,6	< 0,8	6,5	0,4	0.008	< 0,01	14,03	7	5,63	0.036	0,87	5,27	0,69
Erkilet	8,13	375	8,8	1,4	39,48	9	22,45	11,04	11,9	< 0,8	18,7	0,1	0.005	0.020	48,06	4	5,26	0.044	0,85	5,3	0,4
Gediris	7,91	328	25,6	6,5	26,1	4,9	17,81	8,76	15,8	< 0,8	12,1	0,3	0.005	< 0,01	26,78	9	8,18	0.035	0,88	4,7	0,07
Germiraltı	8	250	15,6	5,3	17,88	10,2	54,41	26,76	11,4	< 0,8	10	0,33	0.010	0.050	13,83	2	4,46	0.026	0,97	4,67	0,11
Karpuzatan	7,45	514	37,8	7,8	38,22	6,3	21,96	10,8	50	< 0,8	17,5	0,2	0.008	0.110	33,92	3	8,83	0.105	0,97	5,18	0,13
Mahrumlar	7,64	406	23,3	10,6	28	10,2	57,83	28,44	28,8	< 0,8	14,1	0,4	0.023	< 0,01	44,44	2	9,48	0.050	1,23	8,62	0,41
Talas Anayurt	8,05	227	12,8	4,3	15,84	7,6	15,61	7,68	10,2	< 0,8	8,5	0,3	0.007	0.110	8,57	6	3,93	0.024	0,83	4,39	0,08

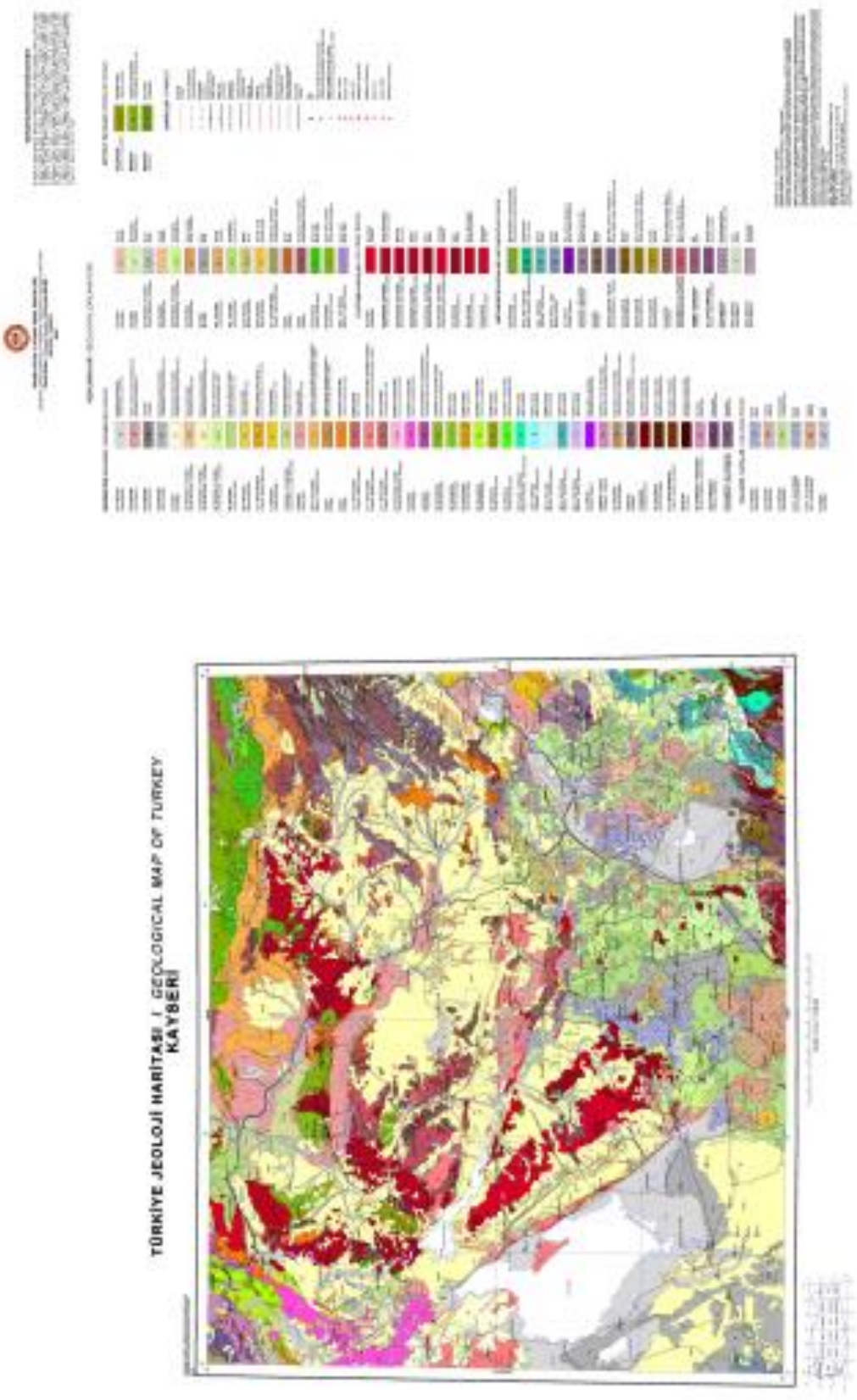
Temmuz Ayı

BÖLGE	pH	İLETKENLİK	Na	K	Mg	Ca	CO3	HCO3	CL	SO4	SERTLİK	Aktif Klor	NH4	NO2	NO3	Siyanür	Arsenik	BOR (ppm)	Kadminyum	Krom	TOC
Anneler Parkı	7,88	274	17	5,7	4,32	7,2	62	127	14,8	<0,8	10,4	0,36	0.003	<0,01	16,65	4	<0,49	0.027	1,38	3,44	0,11
Beştepeler	7,59	416	27	7,1	30,3	4,7	83	168	29,4	<0,8	13,8	0,44	0.009	<0,01	39,65	7	1,2	0.068	1,54	3,74	0,2
Eğribucak	7,53	185	10	4,2	12,48	3,6	37	74	14,3	<0,8	6,1	0,45	0.012	<0,01	14	5	<0,49	0.039	1,57	4,38	0,53
Erkilet	8,05	375	12	1,7	31,32	11,8	96	195	11,4	<0,8	16	0,2	0.009	<0,01	46,98	8	1	0.036	1,51	3,43	0,19
Gediris	7,87	321	16	5,5	26,46	5,1	74	150	14,6	<0,8	12,3	0,32	0.009	<0,01	24,22	9	<0,49	0.036	1,45	3,73	0,2
Germiraltı	7,89	251	12	4	22,02	1,3	57	116	12,8	<0,8	9,5	0,35	0.005	<0,01	13,81	10	<0,49	0.025	1,43	3,49	0,11
Karpuzatan	7,26	482	42	6,8	34,98	6,9	98	199	43,5	<0,8	16,3	0,55	0.005	<0,01	33,47	5	4,9	0.124	1,43	5,08	0,48
Mahrumlar	7,53	413	20	8,7	31	5,5	86	176	29,4	<0,8	14,4	0,55	0.013	<0,01	49,25	3	1,1	0.047	1,38	3,65	0,4
Talas Anayurt	7,93	227	15	4,8	16,68	4,2	48	98	11,1	<0,8	8	0,36	0.010	<0,01	11,54	9	2	0.024	1,34	3,18	0,15

Eylül Ayı

BÖLGE	pH	İLETKENLİK	Na	K	Mg	Ca	CO3	HCO3	CL	SO4	SERTLİK	Aktif Klor	NH4	NO2	NO3	Siyanür	Arsenik	BOR (ppm)	Kadminyum	Krom	TOC
Anneler Parkı	7,98	273	15,4	5,6	2,52	4,2	56,12	27,6	12,5	< 0,8	10,6	0,42	0.013	< 0,01	16,3	5	4,14	0.026	<0,5	4,96	0,05
Beştepeler	7,7	353	20,5	7,2	31,44	3,6	53,92	26,52	23,7	< 0,8	14	0,3	0.008	0.810	41,25	2	8,53	0.043	<0,5	6,38	0,2
Eğribucak	7,77	195	11,1	3,5	13,5	3,5	10,49	5,16	13,6	< 0,8	6,5	0,43	0.008	< 0,01	14,03	7	5,63	0.036	0,87	5,27	0,69
Erkilet	8,13	375	8,8	1,4	39,48	9	22,45	11,04	11,9	< 0,8	18,7	0,12	0.005	0.020	48,06	4	5,26	0.044	0,85	5,3	0,4
Gediris	7,91	328	25,6	6,5	26,1	4,9	17,81	8,76	15,8	< 0,8	12,1	0,27	0.005	< 0,01	26,78	9	8,18	0.035	0,88	4,7	0,07
Germiraltı	8	250	15,6	5,3	17,88	10,2	54,41	26,76	11,4	< 0,8	10	0,33	0.010	0.050	13,83	2	4,46	0.026	0,97	4,67	0,11
Karpuzatan	7,45	514	37,8	7,8	38,22	6,3	21,96	10,8	50	< 0,8	17,5	0,2	0.008	0.110	33,92	3	8,83	0.105	0,97	5,18	0,13
Mahrumlar	7,64	406	23,3	10,6	28	10,2	57,83	28,44	28,8	< 0,8	14,1	0,4	0.023	< 0,01	44,44	2	9,48	0.050	1,23	8,62	0,41
Talas Anayurt	8,05	227	12,8	4,3	15,84	7,6	15,61	7,68	10,2	< 0,8	8,5	0,3	0.007	0.110	8,57	6	3,93	0.024	0,83	4,39	0,08

Ek-3 Kayseri İli Jeoloji Haritası [37]



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı: Güler YÜKSEL

Uyruğu: Türkiye (TC)

Doğum Tarihi ve Yeri: 2 Haziran 1987, Kayseri

Medeni Durumu: Evli

e-mail: gulerakbiyik@gmail.com

Yazışma Adresi: Ostim Mh. 1317 Sk. Mücevherkent Sitesi 5E Blok No:24 Ostim /Ankara

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	EÜ Fen Bilimler Enstitüsü	2014
Lisans	Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü	2010
Lise	Melikgazi Mustafa Eminoğlu Lisesi, Kayseri	2005

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2012- 2013	Tempo Altyapı Müh. Müş. A.Ş.	Çevre Mühendisi
2011- 2012	Sera Çevre Teknolojileri	Çevre Görevlisi/ Çevre Mühendisi

YABANCI DİL

İngilizce