

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**GALYAN-ATASU BARAJI HAVZASINDA ARAZİ KULLANIMININ SU VE
TOPRAK ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Orman Yük. Müh. Ayhan USTA

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"DOKTOR (ORMAN MÜHENDİSLİĞİ)"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 23.08.2011

Tezin Savunma Tarihi : 29.09.2011

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Lokman ALTUN

Trabzon 2011

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalında
Ayhan USTA Tarafından Hazırlanan

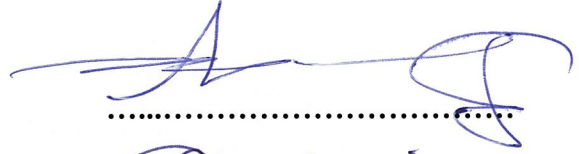
**GALYAN-ATASU BARAJI HAVZASINDA ARAZİ KULLANIMININ SU VE
TOPRAK ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 23/08/2011 gün ve 1419/4 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda

DOKTORA TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Lokman ALTUN




Üye : Prof. Dr. Cengiz ACAR



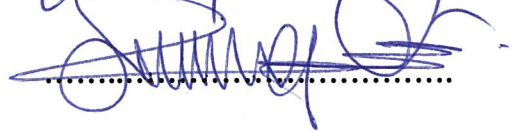
Üye : Prof. Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU



Üye : Doç. Dr. Ömer KARA



Üye : Doç. Dr. Murat YILMAZ



Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Galyan-Atasu Barajı Havzasında Arazi Kullanımının Su ve Toprak Özelliklerine Etkilerinin Araştırılması” adlı bu çalışma KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında Doktora Tezi olarak hazırlanmıştır. Bu tez çalışması, Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Dış İlişkiler ve Ar-Ge Dairesi Başkanlığı birimince Ormancılık Araştırma Projeleri kapsamında 03.6404/2009-2012 kod nolu proje ile desteklenmiştir.

Araştırma konusunun seçiminden çalışmanın bitirilmesine kadar her aşamada yakın ilgi gösteren, engin deneyimi ve özverili katkılarıyla araştırmaya yön vermiş olan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Lokman ALTUN’a en içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, çalışmanın proje aşamasında jeolojik yapının da altlık olarak alınması konusunda telkinde bulunan ve bana değerli zamanlarını ayırarak yardımlarını esirgememiş olan çok değerli hocam Sayın Prof. Dr. Ahmet HIZAL’ı rahmetle yad etmek isterim.

Doktora tez izleme komitesindeki hocalarım Sayın Prof. Dr. Cengiz ACAR’a ve çalışmanın her aşamasında yardımlarını gördüğüm Sayın Doç. Dr. Murat YILMAZ’a sonsuz teşekkürlerimi sunmak isterim. Daire’de, bana rahat bir çalışma ortamı sağlayan Araştırma Müdür Yrd. Vildane GERÇEK’e ve Toprak ve Ekoloji Başmühendisi Selvinaz YILMAZ’a teşekkür ederim. Ayrıca, arazi ve laboratuvar çalışmaları sırasında yardımlarını esirgemeyen mesai arkadaşlarım, Orman Müh. Ali SEVİM’e, Güven DEMİR’e ve kışın su örnekleme sırasında benimle birlikte 1800 m yükseltide kar üzerinde yürüyerek 6 km yol kat eden arkadaşım Tekniker Zeki ÇAKMAK’a teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmanın arazi ve laboratuvar kısmında yardımlarını gördüğüm meslektaşlarım orman mühendisleri Arş. Gör. Emre BABÜR’a Salih MALKOÇOĞLU’na, Ergün KAHVECİ’ye, Onur BEYAZOĞLU’na, Fatih BAYRAKTAR’a, Mustafa AYBAR’a ve Mehmet AKSU’ya ve dairedeki diğer mesai arkadaşlarıma ayrı ayrı teşekkür ederim. Ayrıca, bana Galyan-Atasu Barajı hakkında bilgiler sağlayan İnşaat Müh. Hasan BÜYÜKASLAN’a teşekkür ederim.

Sevgili eşime ve çocuklarıma ayrıca teşekkür ederim.

Ayhan USTA

Trabzon 2011

TEZ BEYANNAMESİ

Doktora Tezi olarak sunduğum ‘‘Galyan-Atasu Barajı Havzasında Arazi Kullanımının Su ve Toprak zelliklerine Etkilerinin Araştırılması’’ başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Lokman ALTUN’un sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuarlarda yaptığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 23/08/2011

Ayhan USTA

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
TÜRKÇE ÖZET.....	IX
İNGİLİZCE ÖZET.....	X
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XI
TABLolar DİZİNİ.....	XVII
SEMBOLLER DİZİNİ.....	XXI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Literatür Özeti.....	6
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	17
2.1. Materyal.....	17
2.2. Araştırma Alanının Genel Tanıtımı.....	17
2.2.1. Mevki.....	17
2.2.2. Atasu Barajı ve Hidroelektrik Santrali (HES).....	20
2.2.3. Nüfus Durumu.....	21
2.2.4. İklim.....	22
2.2.5. Bitki Örtüsü.....	28
2.2.6. Jeolojik Yapı.....	29
2.2.6.1. Çatak Formasyonu.....	32
2.2.6.2. Hamurkesen Formasyonu.....	33
2.2.6.3. Kaçkar Granitoidleri.....	33
2.3. Yöntem.....	34
2.3.1. Hazırlık Çalışmaları.....	34
2.3.1.1. Su Örnekleme Yerlerinin Belirlenmesi.....	35
2.3.1.2. Güncel Arazi Kullanımının Belirlenmesi.....	36
2.3.1.3. Toprak Örnekleme Yerlerinin Belirlenmesi.....	38
2.3.2. Arazi Çalışmaları.....	39
2.3.2.1. Su Örnekleme.....	39

2.3.2.1.1.	Su Örnekleme Süresi ve Sıklığı.....	40
2.3.2.1.2.	Arazide Ölçülen Bazı Parametreler	40
2.3.2.1.3.	Su Örneklerinin Alınması, Saklanması	41
2.3.2.2.	Toprak Örneklerinin Alınması.....	42
2.3.3.	Laboratuvar Çalışmaları	43
2.3.3.1.	Su Analizleri	43
2.3.3.1.1.	Toplam Azot (TN).....	44
2.3.3.1.2.	Toplam Fosfor (TP).....	44
2.3.3.1.3.	Katyonlar (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+).....	45
2.3.3.2.	Toprak Analizleri.....	45
2.3.3.2.1.	Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması	45
2.3.3.2.2.	Mekanik Analiz	45
2.3.3.2.3.	Toprak Reaksiyonu (pH)	46
2.3.3.2.4.	Elektriksel İletkenlik (EC).....	46
2.3.3.2.5.	Organik Madde	46
2.3.3.2.6.	Toplam Azot.....	46
2.3.3.2.7.	Toplam Fosfor (TP).....	47
2.3.3.2.8.	Değişebilir Katyonlar (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+)	47
2.3.4.	Değerlendirme Çalışmaları.....	48
2.3.4.1.	İstatistiksel Analizler	48
3.	BULGULAR	49
3.1.	Su Analiz Sonuçlarının Mevsimsel Değişimine İlişkin Bulgular.....	49
3.1.1.	Jeolojik Formasyonlar	49
3.1.1.1.	Çatak Formasyonu	49
3.1.1.1.1.	Dere Akımı	50
3.1.1.1.2.	Sıcaklık	52
3.1.1.1.3.	pH	53
3.1.1.1.4.	Elektriksel İletkenlik (EC).....	54
3.1.1.1.5.	Toplam Azot.....	55
3.1.1.1.6.	Toplam Fosfat.....	57
3.1.1.1.7.	Kalsiyum (Ca^{++})	59
3.1.1.1.8.	Magnezyum (Mg^{++}).....	61
3.1.1.1.9.	Potasyum (K^+)	63

3.1.1.1.10.	Sodyum (Na ⁺).....	65
3.1.1.2.	Hamurkesen Formasyonu	67
3.1.1.2.1.	Dere Akımı	67
3.1.1.2.2.	Sıcaklık	69
3.1.1.2.3.	pH	70
3.1.1.2.4.	Elektriksel İletkenlik (EC).....	71
3.1.1.2.5.	Toplam Azot.....	72
3.1.1.2.6.	Toplam Fosfat.....	75
3.1.1.2.7.	Kalsiyum (Ca ⁺⁺)	77
3.1.1.2.8.	Magnezyum (Mg ⁺⁺).....	79
3.1.1.2.9.	Potasyum (K ⁺)	81
3.1.1.2.10.	Sodyum (Na ⁺).....	83
3.1.1.3.	Kaçkar Granitoyidi	85
3.1.1.3.1.	Dere Akımı	85
3.1.1.2.2.	Sıcaklık	87
3.1.1.3.3.	pH	88
3.1.1.2.4.	Elektriksel İletkenlik (EC).....	89
3.1.1.3.5.	Toplam Azot.....	90
3.1.1.3.6.	Toplam Fosfat.....	92
3.1.1.3.7.	Kalsiyum (Ca ⁺⁺)	94
3.1.1.3.8.	Magnezyum (Mg ⁺⁺).....	96
3.1.1.3.9.	Potasyum (K ⁺)	98
3.1.1.3.10.	Sodyum (Na ⁺).....	100
3.2.	Toprak Analizlerine İlişkin Bulgular.....	102
3.2.1.	İstatistik Analize İlişkin Bulgular.....	103
3.2.1.1.	Jeolojik Formasyonlar	103
3.2.1.2.	Arazi Kullanımları.....	112
3.2.1.2.1.	Çatak Formasyonu	112
3.2.1.2.2.	Hamurkesen Formasyonu	120
3.2.1.2.3.	Kaçkar Granitoyidi	130
3.3.	Su Analiz Sonuçlarının İstatistiksel Analizine İlişkin Bulgular.....	139
3.3.1.	Jeolojik Formasyonlar	139
3.3.2.	Farklı Arazi Kullanımları	145

3.3.2.1.	Çatak Formasyonu	145
3.3.2.2.	Hamurkesen Formasyonu	151
3.3.2.3.	Kaçkar Granitoyidi	161
4.	TARTIŞMA.....	176
4.1.	Toprak Analizlerine İlişkin Bulguların Tartışılması	177
4.1.1.	İstatistiksel Analizler	177
4.1.1.1	Jeolojik Formasyonlar	177
4.1.1.2.	Arazi Kullanımları.....	180
4.1.1.2.1.	Çatak Formasyonu	180
4.1.1.2.2.	Hamurkesen Formasyonu	182
4.1.1.2.3.	Kaçkar Granitoyidi	185
4.2.	Su Analizlerine İlişkin Bulguların Tartışılması.....	187
4.2.1.	Su Analiz Sonuçlarının Mevsimsel Değişimi.....	187
4.2.2.	İstatistiksel Analizler	190
4.2.2.1.	Jeolojik Formasyonlar	190
4.2.2.2.	Arazi Kullanımları.....	194
4.2.2.2.1.	Çatak Formasyonu	194
4.2.2.2.2.	Hamurkesen Formasyonu	196
4.2.2.2.3.	Kaçkar Granitoyidi	198
5.	SONUÇLAR.....	202
6.	ÖNERİLER	207
7.	KAYNAKLAR.....	209
8.	EKLER	216
ÖZGEÇMİŞ		

Doktora Tezi

ÖZET

GALYAN-ATASU BARAJI HAVZASINDA ARAZİ KULLANIMININ SU VE
TOPRAK ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Ayhan USTA

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Lokman ALTUN
2011, 232 (Tez Sayfa), 20 (Ek Sayfa)

Galyan-Atasu Barajı havzasında arazi kullanımının su ve toprak özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırmada, jeolojik yapı üç formasyonla (Hamurkesen, Çatak ve Kaçkar Granitoyidi), farklı arazi kullanımları tarım, mera, iğne yapraklı orman ve yapraklı orman alanları ile temsil edilmiştir. Böylece, Galyan ve yan kolu Şimşirli dere havzalarında toplam 23 mikro havzada çalışılmıştır. Farklı arazi kullanımlarından 417 adet toprak örneği alınmış ve topraklarda tekstür, pH, EC, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺, Na⁺, toplam azot ve toplam fosfor gibi analizler gerçekleştirilmiştir. Su özelliklerini belirlemek için, 23 mikro havzada ayda bir olmak üzere toplam 276 adet su örneği alınmış, su örneklerinde pH, EC, dere akımı, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺, Na⁺, toplam azot ve toplam fosfor gibi analizler yapılmıştır.

Su ve toprak özelliklerinin uyumlu bulunduğu çalışmada, Kaçkar Granitoyidindeki havzaların topraklarının geçirgenliklerinin daha yüksek olması bu alanlarda dere sularına taşınan besin konsantrasyonunu arttırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca, genelde her üç jeolojik formasyon üzerindeki arazi kullanımlarından, tarım ve yapraklı (Kayın, Kızılağaç v.b.) orman alanlarının dere sularına taşınan besin konsantrasyonunu arttırdığı, mera ve ibreli (Doğu Ladini) orman alanlarının ise besin konsantrasyonunu azalttığı (Çatak formasyonu hariç) belirlenmiştir. Baraj rezervuarında toplanan suların besin konsantrasyonunun artması ise ötrofikasyonu arttıracaktır. Böylece, suyun kalitesinin olumsuz yönde etkileneceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Jeolojik Formasyon, Arazi Kullanımı, Su ve Toprak Özellikleri

PhD. Thesis

SUMMARY

INVESTIGATION of EFFECTS of LAND USE on WATER and SOIL PROPERTIES in
GALYAN-ATASU DAM WATERSHED

Ayhan USTA

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Forest Engineering PhD. Program

Supervisor : Assoc. Prof. Lokman ALTUN
2011, 232 Pages, 20 Appendix

In this study, effects of land use on water and soil properties were investigated in Galyan Atasu Dam Watershed. Geological structure with three formations (Hamurkesen, Çatak and Kaçkar Granitoid), different land uses with agricultural, pasture, coniferous forests and broad-leaved forests was represented. So, total of 23 micro-watersheds research area were determined from Galyan and Sirmsirli river basins. 417 soil samples were taken from under different land uses flourishing geological formation. Texture (sand, silt, clay), soil reaction (pH), electrical conductivity (EC), macro elements (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+), total nitrogen and available phosphorus were analyzed. 276 water samples were taken for analyses of water properties from 23 micro-watersheds one time for each month. pH, EC, stream flow, macro elements (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+), total nitrogen and available phosphorus were analyzed for each water samples. Also tried to put out the seasonal variation of water properties.

Water and soil characteristics found compatible in this study, due to soil permeability is more higher which was found to increase the concentration of nutrients carried by river waters in the Kaçkar Granitoids Basins. Also, for each of three geological formations, agricultural area and broad leaved forests (red alder, beech etc.) areas were increased the concentration of nutrients carried by river waters, In the opposite pasture and coniferous forests were reduced the concentration of nutrients carried by river waters (without Çatak formation) were determined. Increasing of nutrient concentrations collected water in the dam reservoir will increase eutrophication. So, this will adversely affect water quality.

Key Words: Geological Formation, Land Use, Water and Soil Properties

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Toprak ve su kalitesi arasındaki ilişkinin şematik gösterimi	4
Şekil 2. Araştırma alanı	19
Şekil 3. Atasu barajından bir görünüm	20
Şekil 4. Atasu barajı galyan regülatörü	21
Şekil 5. Türkiye'nin iklim tipleri haritası	23
Şekil 6. 450 – 900 m yükselti kuşağı iklim diyagramı	25
Şekil 7. 900 – 1400 m yükselti kuşağı iklim diyagramı	26
Şekil 8. 1400 – 1900 m yükselti kuşağı iklim diyagramı	27
Şekil 9. 1900 – 2380 m yükselti kuşağı iklim diyagramı	28
Şekil 10. Araştırma alanındaki mikro havzaların genelleştirilmiş dikme kesiti.....	31
Şekil 11. Araştırma alanının jeoloji haritası ve su örnekleme noktaları.....	32
Şekil 12. Araştırmanın gerçekleştirilmesinde izlenen yol.....	34
Şekil 13. Su örneklemede üç farklı yöntem.....	35
Şekil 14. Araştırma alanında belirlenen su örnekleme yerleri.....	36
Şekil 15. Uydu görüntüsü ile topoğrafik haritanın çakıştırılması.....	37
Şekil 16. Uydu görüntüsü üzerinde arazi kullanım durumunun oluşturulması	37
Şekil 17. Toprak profili açılan yerler ile su örnekleme noktaları.....	38
Şekil 18. Su örnekleme yapılan derelere numara verilmesi.....	40
Şekil 19. Dere sularında yapılan bazı ölçümler	41
Şekil 20. Kışın su örnekleme yapılan 23 nolu dere	42
Şekil 21. Arazi kullanım şekillerinde açılan profiller.....	43
Şekil 22. Dere akımlarının aylık ortalamaları	50
Şekil 23. Dere akımlarının aylık ortalamaları	51
Şekil 24. Dere sularının ve hava sıcaklıklarının aylık ortalamaları.....	52
Şekil 25. Aylık ortalama pH değişimleri	53
Şekil 26. Aylık ortalama EC değişimleri.....	55
Şekil 27. Aylık ortalama TN miktarları.....	56
Şekil 28. Havzalardan gelen hektardaki aylık toplam TN miktarları	57
Şekil 29. Aylık ortalama TP miktarları	58

Şekil 30. Havzalardan gelen hektardaki aylık TP (PO ₄ -P) miktarları	59
Şekil 31. Aylık ortalama Ca ⁺⁺ miktarları.....	60
Şekil 32. Havzalardan gelen hektardaki aylık Ca ⁺⁺ miktarları	61
Şekil 33. Aylık ortalama Mg ⁺⁺ miktarları.....	62
Şekil 34. Havzalardan gelen hektardaki aylık Mg ⁺⁺ miktarları.....	63
Şekil 35. Aylık ortalama K ⁺ miktarları.....	64
Şekil 36. Havzalardan gelen hektardaki aylık K ⁺ miktarları	65
Şekil 37. Aylık ortalama Na ⁺ miktarları	66
Şekil 38. Havzalardan gelen hektardaki aylık Na ⁺ miktarları	67
Şekil 39. Dere akımlarının aylık ortalamaları	68
Şekil 40. Dere akımlarının aylık ortalamaları	69
Şekil 41. Dere sularının ve hava sıcaklıklarının aylık ortalamaları.....	70
Şekil 42. Aylık ortalama pH değişimleri	71
Şekil 43. Aylık ortalama EC değişimleri.....	72
Şekil 44. Aylık ortalama TN miktarları.....	73
Şekil 45. Havzalardan gelen hektardaki aylık toplam TN miktarları	74
Şekil 46. Aylık ortalama TP miktarları	75
Şekil 47. Havzalardan gelen hektardaki aylık toplam TP (PO ₄ -P) miktarları.....	76
Şekil 48. Aylık ortalama Ca ⁺⁺ miktarları.....	77
Şekil 49. Havzalardan gelen hektardaki aylık Ca ⁺⁺ miktarları	78
Şekil 50. Aylık ortalama Mg ⁺⁺ miktarları.....	80
Şekil 51. Havzalardan gelen hektardaki aylık Mg ⁺⁺ miktarları.....	81
Şekil 52. Aylık ortalama K ⁺ miktarları.....	82
Şekil 53. Havzalardan gelen hektardaki aylık K ⁺ miktarları	83
Şekil 54. Aylık ortalama Na ⁺ miktarları	84
Şekil 55. Havzalardan gelen hektardaki aylık Na ⁺ miktarları	85
Şekil 56. Dere akımlarının aylık ortalamaları	86
Şekil 57. Dere akımlarının hektardaki aylık ortalamaları.....	87
Şekil 58. Dere sularının ve hava sıcaklıklarının aylık ortalamaları.....	88
Şekil 59. Aylık ortalama pH değişimleri	89
Şekil 60. Aylık ortalama EC değişimleri.....	90
Şekil 61. Aylık ortalama TN miktarları.....	91
Şekil 62. Havzalardan gelen hektardaki aylık toplam TN miktarları	92

Şekil 63. Aylık ortalama TP miktarları	93
Şekil 64. Havzalardan gelen hektardaki aylık toplam TP (PO ₄ -P) miktarları	94
Şekil 65. Aylık ortalama Ca ⁺⁺ miktarları.....	95
Şekil 66. Havzalardan gelen hektardaki aylık Ca ⁺⁺ miktarları	96
Şekil 67. Aylık ortalama Mg ⁺⁺ miktarları.....	97
Şekil 68. Havzalardan gelen hektardaki aylık Mg ⁺⁺ miktarları.....	98
Şekil 69. Aylık ortalama K ⁺ miktarları.....	99
Şekil 70. Havzalardan gelen hektardaki aylık K ⁺ miktarları	100
Şekil 71. Aylık ortalama Na ⁺ miktarları	101
Şekil 72. Havzalardan gelen hektardaki aylık Na ⁺ miktarları	102
Şekil 73. Jeolojik formasyonlara göre toprakların Kum oranının değişimi	104
Şekil 74. Jeolojik formasyonlara göre toprakların Toz oranının değişimi	105
Şekil 75. Jeolojik formasyonlara göre toprakların kil oranının değişimi	105
Şekil 76. Jeolojik formasyonlara göre toprak pH'sının değişimi	106
Şekil 77. Jeolojik formasyonlara göre toprak organik maddesinin değişimi	107
Şekil 78. Jeolojik formasyonlara göre toprakların TN değişimi	108
Şekil 79. Jeolojik formasyonlara göre toprakların TP değişimi	109
Şekil 80. Jeolojik formasyonlara göre toprakların Ca ⁺⁺ değişimi	109
Şekil 81. Jeolojik formasyonlara göre toprakların Mg ⁺⁺ değişimi	110
Şekil 82. Jeolojik formasyonlara göre toprakların K ⁺ değişimi	111
Şekil 83. Jeolojik formasyonlara göre toprakların Na ⁺ değişimi.....	112
Şekil 84. Arazi kullanımlarına göre toprakların kum oranının değişimi.....	113
Şekil 85. Arazi kullanımlarına göre toprakların toz oranının değişimi	114
Şekil 86. Arazi kullanımlarına göre toprakların pH miktarının değişimi.....	115
Şekil 87. Arazi kullanımlarına göre toprakların EC miktarının değişimi.....	115
Şekil 88. Arazi kullanımlarına göre toprakların OM miktarının değişimi	116
Şekil 89. Arazi kullanımlarına göre toprakların TN miktarının değişimi	117
Şekil 90. Arazi kullanımlarına göre toprakların TP miktarının değişimi	118
Şekil 91. Arazi kullanımlarına göre toprakların Mg ⁺⁺ miktarının değişimi	119
Şekil 92. Arazi kullanımlarına göre toprakların Na ⁺ miktarının değişimi	119
Şekil 93. Arazi kullanımlarına göre toprakların Kum oranının değişimi	121
Şekil 94. Arazi kullanımlarına göre toprakların Toz oranının değişimi.....	121
Şekil 95. Arazi kullanımlarına göre toprakların Kil oranının değişimi.....	122

Şekil 96. Arazi kullanımlarına göre toprakların pH miktarının değişimi.....	123
Şekil 97. Arazi kullanımlarına göre toprakların EC miktarının değişimi.....	124
Şekil 98. Arazi kullanımlarına göre toprakların OM miktarının değişimi	125
Şekil 99. Arazi kullanımlarına göre toprakların TN miktarının değişimi	125
Şekil 100. Arazi kullanımlarına göre toprakların TP miktarının değişimi	126
Şekil 101. Arazi kullanımlarına göre toprakların Ca ⁺⁺ miktarının değişimi	127
Şekil 102. Arazi kullanımlarına göre toprakların Mg ⁺⁺ miktarının değişimi	128
Şekil 103. Arazi kullanımlarına göre toprakların K ⁺ miktarının değişimi	129
Şekil 104. Arazi kullanımlarına göre toprakların Na ⁺ miktarının değişimi	129
Şekil 105. Arazi kullanımlarına göre toprakların Kum oranının değişimi	131
Şekil 106. Arazi kullanımlarına göre toprakların toz oranının değişimi	131
Şekil 107. Arazi kullanımlarına göre toprakların kil oranının değişimi.....	132
Şekil 108. Arazi kullanımlarına göre toprakların pH miktarının değişimi.....	133
Şekil 109. Arazi kullanımlarına göre toprakların EC miktarının değişimi.....	134
Şekil 110. Arazi kullanımlarına göre toprakların OM miktarının değişimi	135
Şekil 111. Arazi kullanımlarına göre toprakların TN miktarının değişimi	135
Şekil 112. Arazi kullanımlarına göre toprakların TP miktarının değişimi	136
Şekil 113. Arazi kullanımlarına göre toprakların Ca ⁺⁺ miktarının değişimi	137
Şekil 114. Arazi kullanımlarına göre toprakların Mg ⁺⁺ miktarının değişimi	138
Şekil 115. Arazi kullanımlarına göre toprakların K ⁺ miktarının değişimi	139
Şekil 116. Jeolojik formasyonlara göre pH değerinin değişimi	140
Şekil 117. Jeolojik formasyonlara göre EC değerinin değişimi	141
Şekil 118. Jeolojik formasyonlara göre hektardaki TN değerinin değişimi	141
Şekil 119. Jeolojik formasyonlara göre hektardaki TP değerinin değişimi.....	142
Şekil 120. Jeolojik formasyonlara göre hektardaki Ca ⁺⁺ değerinin değişimi.....	143
Şekil 121. Jeolojik formasyonlara göre hektardaki K ⁺ değerinin değişimi.....	144
Şekil 122. Jeolojik formasyonlara göre hektardaki Na ⁺ değerinin değişimi	144
Şekil 123. Tarım alanları ile pH arasındaki ilişki.....	146
Şekil 124. Tarım alanları ile Ca ⁺⁺ arasındaki ilişki	146
Şekil 125. Mera alanları ile pH arasındaki ilişki	147
Şekil 126. Mera alanları ile EC arasındaki ilişki.....	147
Şekil 127. Mera alanları ile TN arasındaki ilişki.....	148
Şekil 128. İbrelili Orman alanları ile pH arasındaki ilişki.....	148

Şekil 129. İbrelili Orman alanları ile EC arasındaki ilişki.....	149
Şekil 130. İbrelili Orman alanları ile Ca ⁺⁺ arasındaki ilişki	149
Şekil 131. İbrelili Orman alanları ile K ⁺ arasındaki ilişki	150
Şekil 132. Yapraklı Orman alanları ile pH arasındaki ilişki.....	150
Şekil 133. Yapraklı Orman alanları ile TN arasındaki ilişki.....	151
Şekil 134. Mera alanları ile pH arasındaki ilişki	153
Şekil 135. Mera alanları ile EC arasındaki ilişki	153
Şekil 136. Mera alanları ile TN arasındaki ilişki.....	154
Şekil 137. Mera alanları ile TP arasındaki ilişki	154
Şekil 138. Mera alanları ile Ca ⁺⁺ arasındaki ilişki.....	155
Şekil 139. Mera alanları ile Mg ⁺⁺ arasındaki ilişki.....	155
Şekil 140. Mera alanları ile Na ⁺ arasındaki ilişki.....	156
Şekil 141. İbrelili Orman alanları ile pH arasındaki ilişki.....	156
Şekil 142. İbrelili Orman alanları ile EC arasındaki ilişki.....	157
Şekil 143. İbrelili Orman alanları ile Ca ⁺⁺ arasındaki ilişki	157
Şekil 144. İbrelili Orman alanları ile Mg ⁺⁺ arasındaki ilişki	158
Şekil 145. Yapraklı Orman alanları ile pH arasındaki ilişki.....	158
Şekil 146. Yapraklı Orman alanları ile EC arasındaki ilişki	159
Şekil 147. Yapraklı Orman alanları ile TN arasındaki ilişki	159
Şekil 148. Yapraklı Orman alanları ile Ca ⁺⁺ arasındaki ilişki.....	160
Şekil 149. Yapraklı Orman alanları ile Mg ⁺⁺ arasındaki ilişki.....	160
Şekil 150. Yapraklı Orman alanları ile Na ⁺ arasındaki ilişki	161
Şekil 151. Tarım alanları ile Mera alanları arasındaki ilişki	163
Şekil 152. Tarım alanları ile EC arasındaki ilişki.....	163
Şekil 153. Tarım alanları ile TN arasındaki ilişki	164
Şekil 154. Tarım alanları ile TP arasındaki ilişki	164
Şekil 155. Tarım alanları ile Ca ⁺⁺ arasındaki ilişki	165
Şekil 156. Tarım alanları ile Mg ⁺⁺ arasındaki ilişki	165
Şekil 157. Tarım alanları ile K ⁺ arasındaki ilişki	166
Şekil 158. Tarım alanları ile Na ⁺ arasındaki ilişki.....	166
Şekil 159. Mera alanları ile EC arasındaki ilişki.....	167
Şekil 160. Mera alanları ile TN arasındaki ilişki.....	167
Şekil 161. Mera alanları ile TP arasındaki ilişki	168

Şekil 162. Mera alanları ile Ca^{++} arasındaki ilişki.....	168
Şekil 163. Mera alanları ile Mg^{++} arasındaki ilişki.....	169
Şekil 164. Mera alanları ile K^+ arasındaki ilişki.....	169
Şekil 165. Mera alanları ile Na^+ arasındaki ilişki.....	170
Şekil 166. İbrelili Orman alanları ile TN arasındaki ilişki	170
Şekil 167. İbrelili Orman alanları ile Mg^{++} arasındaki ilişki	171
Şekil 168. İbrelili Orman alanları ile K^+ arasındaki ilişki	171
Şekil 169. İbrelili Orman alanları ile Na^+ arasındaki ilişki.....	172
Şekil 170. Yapraklı Orman alanları ile TN arasındaki ilişki	172
Şekil 171. Yapraklı Orman alanları ile TP arasındaki ilişki.....	173
Şekil 172. Yapraklı Orman alanları ile Ca^{++} arasındaki ilişki.....	173
Şekil 173. Yapraklı Orman alanları ile Mg^{++} arasındaki ilişki.....	174
Şekil 174. Yapraklı Orman alanları ile K^+ arasındaki ilişki	174
Şekil 175. Yapraklı Orman alanları ile Na^+ arasındaki ilişki	175

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Araştırma alanındaki köy ve beldelerin 2000 ve 2010 yılları nüfus durumu.....	21
Tablo 2. Trabzon Meteoroloji İstasyonu'nuna ait bazı ölçümler.....	23
Tablo 3. Thornthwaite yöntemine göre araştırma alanı 650 m yükseltisinin su bilançosu .	24
Tablo 4. Thornthwaite yöntemine göre araştırma alanı 1150 m yükseltisinin su bilançosu.....	25
Tablo 5. Thornthwaite yöntemine göre araştırma alanı 1650 m yükseltisinin su bilançosu.....	27
Tablo 6. Thornthwaite yöntemine göre araştırma alanı 2150 m yükseltisinin su bilançosu.....	28
Tablo 7. Bazı volkanik kayalarda ortalama kimyasal yapı (Ağırlık % si) ve mineal içeriği (Hacim % si).....	30
Tablo 8. Su örnekleme noktalarının jeolojik formasyonlara dağılımı.....	31
Tablo 9 . Çatak formasyonundaki derelerin aylar itibariyle akımları.....	50
Tablo 10. Aylara göre hektardaki dere akımları.....	51
Tablo 11. Çatak formasyonundaki derelerin aylar itibariyle su sıcaklıkları.....	52
Tablo 12. Çatak formasyonundaki derelerin aylar itibariyle pH miktarları	53
Tablo 13. Dere sularının aylar itibariyle EC miktarları.....	54
Tablo 14. Dere sularının aylar itibariyle toplam azot miktarları	55
Tablo 15. Havzalardan dere sularına gelen hektardaki TN miktarları	56
Tablo 16. Dere sularının aylar itibariyle toplam fosfat miktarları.....	57
Tablo 17. Havzalardan dere sularına gelen hektardaki TP miktarları	58
Tablo 18. Dere sularının aylar itibariyle Ca ⁺⁺ miktarları	59
Tablo 19. Havzalardan dere sularına gelen hektardaki Ca ⁺⁺ miktarları	60
Tablo 20. Dere sularının aylar itibariyle Mg ⁺⁺ miktarları	61
Tablo 21. Havzalardan dere sularına gelen hektardaki Mg ⁺⁺ miktarları	62
Tablo 22. Dere sularının aylar itibariyle K ⁺ miktarları	63
Tablo 23. Havzalardan dere sularına gelen hektardaki K ⁺ miktarları	64
Tablo 24. Dere sularının aylar itibariyle Na ⁺ miktarları.....	65
Tablo 25. Havzalardan dere sularına gelen hektardaki Na ⁺ miktarları.....	66

Tablo 26. Hamurkesen formasyonundaki derelerin aylar itibariyle akımları.....	68
Tablo 27. Aylara göre hektardaki dere akımları.....	69
Tablo 28. Hamurkesen formasyonundaki derelerin aylar itibariyle su sıcaklıkları.....	70
Tablo 29. Hamurkesen formasyonundaki derelerin aylar itibariyle pH miktarları	71
Tablo 30. Dere sularının aylar itibariyle EC miktarları.....	72
Tablo 31. Dere sularının aylar itibariyle toplam azot miktarları	73
Tablo 32. Havzalardan dere sularına gelen hektardaki TN miktarları	74
Tablo 33. Dere sularının aylar itibariyle toplam fosfat miktarları.....	75
Tablo 34. Havzalardan dere sularına gelen hektardaki TP miktarları	76
Tablo 35. Dere sularının aylar itibariyle Ca ⁺⁺ miktarları	77
Tablo 36. Havzalardan dere sularına gelen hektardaki Ca ⁺⁺ miktarları	78
Tablo 37. Dere sularının aylar itibariyle Mg ⁺⁺ miktarları	79
Tablo 38. Havzalardan dere sularına gelen hektardaki Mg ⁺⁺ miktarları	80
Tablo 39. Dere sularının aylar itibariyle K ⁺ miktarları	81
Tablo 40. Havzalardan dere sularına gelen hektardaki K ⁺ miktarları	82
Tablo 41. Dere sularının aylar itibariyle Na ⁺ miktarları.....	83
Tablo 42. Havzalardan dere sularına gelen hektardaki Na ⁺ miktarları.....	84
Tablo 43. Kaçkar Granitoyidi üzerindeki derelerin aylar itibariyle dere akımları	85
Tablo 44. Aylara göre hektardaki dere akımları.....	86
Tablo 45. Derelerin aylar itibariyle su sıcaklıkları	87
Tablo 46. Formasyondaki derelerin aylar itibariyle pH miktarları.....	88
Tablo 47. Dere sularının aylar itibariyle EC miktarları.....	89
Tablo 48. Dere sularının aylar itibariyle toplam azot miktarları	91
Tablo 49. Havzalardan dere sularına gelen hektardaki TN miktarları	91
Tablo 50. Dere sularının aylar itibariyle toplam fosfat miktarları.....	93
Tablo 51. Havzalardan dere sularına gelen hektardaki TP miktarları	93
Tablo 52. Dere sularının aylar itibariyle Ca ⁺⁺ miktarları	95
Tablo 53. Havzalardan dere sularına gelen hektardaki Ca ⁺⁺ miktarları	95
Tablo 54. Dere sularının aylar itibariyle Mg ⁺⁺ miktarları	97
Tablo 55. Havzalardan dere sularına gelen hektardaki Mg ⁺⁺ miktarları	97
Tablo 56. Dere sularının aylar itibariyle K ⁺ miktarları	99
Tablo 57. Havzalardan dere sularına gelen hektardaki K ⁺ miktarları	99
Tablo 58. Dere sularının aylar itibariyle Na ⁺ miktarları.....	101

Tablo 59. Havzalardan dere sularına gelen hektardaki Na ⁺ miktarları.....	101
Tablo 60. Kum oranına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	103
Tablo 61. Toz oranına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	104
Tablo 62. Kil oranına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	105
Tablo 63. pH'ya ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	106
Tablo 64. Organik madde'ye ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	107
Tablo 65. Toplam Azota (TN) ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	107
Tablo 66. Toplam Fosfata (TP) ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	108
Tablo 67. Ca ⁺⁺ miktarlarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	109
Tablo 68. Mg ⁺⁺ miktarlarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	110
Tablo 69. K ⁺ miktarlarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	111
Tablo 70. Na ⁺ miktarlarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	111
Tablo 71. Kum oranına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	113
Tablo 72. Toz oranına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	113
Tablo 73. Toprak pH'sına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	114
Tablo 74. EC miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	115
Tablo 75. Organik Maddeye ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	116
Tablo 76. Toplam Azot miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	117
Tablo 77. Toplam Fosfat miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	117
Tablo 78. Mg ⁺⁺ miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	118
Tablo 79. Na ⁺ miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	119
Tablo 80. Kum oranına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	120
Tablo 81. Toz oranına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	121
Tablo 82. Kil oranına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	122
Tablo 83. pH miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	123
Tablo 84. EC miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	123
Tablo 85. Organik Madde miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	124
Tablo 86. Toplam Azot miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	125
Tablo 87. Toplam Fosfat miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	126
Tablo 88. Ca ⁺⁺ miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	127

Tablo 89. Mg ⁺⁺ miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar	127
Tablo 90. K ⁺ miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar	128
Tablo 91. Na ⁺ miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar	129
Tablo 92. Kum oranına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	130
Tablo 93. Toz oranına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	131
Tablo 94. Kil oranına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	132
Tablo 95. pH miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	133
Tablo 96. EC miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar	133
Tablo 97. Organik Madde miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	134
Tablo 98. Toplam Azot miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar .	135
Tablo 99. Toplam Fosfat miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	136
Tablo 100. Ca ⁺⁺ miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar	137
Tablo 101. Mg ⁺⁺ miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar	137
Tablo 102. K ⁺ miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar	138
Tablo 103. pH'ya ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	140
Tablo 104. Elektriksel iletkenliğe ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar..	140
Tablo 105. Toplam azot değerlerine ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	141
Tablo 106. Toplam fosfat değerlerine ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	142
Tablo 107. Ca ⁺⁺ değerlerine ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar	143
Tablo 108. K ⁺ değerlerine ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar	143
Tablo 109. Na ⁺ değerlerine ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar.....	144
Tablo 110. atak formasyonu üzerindeki havzaların arazi kullanımları ve alanları.....	145
Tablo 111. Hamurkesen formasyonu üzerindeki havzaların arazi kullanımları ve alanları	152
Tablo 112. Kaçkar Granitoyidi üzerindeki havzaların arazi kullanımları ve alanları	162

SEMBOLLER DİZİNİ

CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
DO	Çözünmüş Oksijen
EC	Elektriksel İletkenlik
HES	Hidroelektrik Santrali
OM	Organik Madde
pH	Toprak Reaksiyonu
TN	Toplam Azot
TP	Toplam Fosfor
EPA	Amerika Çevre Koruma Ajansı
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Bireyin varlığından devlet ölçeğindeki politikalara kadar yaşamı sürdürmede stratejik bir rolü olan su, toplumsal ve ekonomik gelişmeler için büyük önem taşır. Bu sebeple, tarih boyunca kontrol altında tutulmak istenmiş, son yıllarda ise, Birleşmiş Milletler dâhil olmak üzere uluslararası ve bölgesel örgütlerin gündeminin ön sıralarına yerleşmiştir [1].

Dünya nüfusunun çok hızlı artması ile birlikte sanayi ve teknolojinin aşırı gelişmesi, ayrıca çevre koruma bilincinin yeterince yerleşmemesi gibi sebepler dünyada içilebilir kalitedeki suyun giderek azalmasına ve kirlenmesine sebep olmaktadır [2].

Diğer taraftan, Dünya'daki toplam su miktarı yaklaşık 1.4 milyar km^3 olup, bu suyun 1.3 milyar km^3 'ü (% 97.5) tuzlu su, 0.035 milyar km^3 'ü (% 2.5) ise tatlı su kaynaklarından ibarettir. Yeryüzündeki tatlı suların % 97'si yer altı sularından oluşmaktadır. Göllerde, akarsularda, barajlarda ve göletlerde bulunan kullanılabilir ve içilebilir özellikte tatlı suların % 0.3 oranında olması, tatlı su kaynaklarının % 90'ının ise kutuplarda ve yeraltında hapsedilmiş bulunması kolaylıkla yararlanılabilecek elverişli tatlı su miktarının çok az olduğunu göstermektedir [3].

FAO'ya göre, 1995 yılında su kıtlığı ve su stresi yaşayan nüfusun dünya nüfusuna oranı sırası ile % 29 ve % 12 iken, 2025 yılında bu oranlar % 34 ve % 15'e yükseleceği ifade edilmektedir [3].

BM Dünya Su Gelişim raporuna göre ise, 21. Yüzyılın başından itibaren, çeşitli ve zengin hayat formlarıyla birlikte 6 milyarın üzerindeki insan nüfusunu da içeren Dünya'nın ciddi su kriziyle karşı karşıya olduğunu belirtilmektedir [4].

Türkiye'de yıllık ortalama yağış miktarı 643 mm olup, bu yağış miktarı yılda ortalama 501 milyar m^3 suya karşılık gelmektedir. Bu suyun 274 milyar m^3 'ü toprak ve su yüzeyleri ile bitkilerden buharlaşma yolu ile atmosfere dönmekte, 69 milyar m^3 'lük kısmı yer altı suyunu beslemekte, 158 milyar m^3 'lük kısmı ise akışa geçerek çeşitli büyüklükteki akarsular vasıtasıyla denizlere ve kapalı havzalardaki göllere boşalmaktadır [2].

Su zengini olmayan Türkiye'de, kişi başına düşen yenilenebilir su potansiyeli, 2000 yılında belirlenen nüfusumuz göz önüne alındığında yaklaşık 3500 m^3 'tür. Dünya ortalaması olan 7600 m^3 'ün yaklaşık yarısına karşılık gelen bu değer nedeniyle Türkiye, su

fakiri olmamakla birlikte, su kısıtı bulunan ülkeler arasında gösterilmektedir [3].

Türkiye, topoğrafik yapı göz önünde bulundurularak DSİ tarafından 26 hidrolojik su havzasına ayrılmıştır. Bu havzaların toplam yıllık ortalama akışları 186 milyar m³'tür. Hidrolojik su havzalarında yıllık yağış miktarı aynı olmadığından, su potansiyelleri de farklı olmaktadır. Su potansiyeli bakımından 3. Sıradaki Doğu Karadeniz Bölgesi (14.90 milyar m³), en fazla yağış alan bölge olmasına karşın, topoğrafik yapısının aşırı derecede eğimli ve jeolojik yapısının genelde volkanik kayaç niteliğinde olmasına bağlı olarak kaynak ve yer altı suyu potansiyeli açısından Türkiye'nin en fakir bölgelerindedir. Doğu Karadeniz'in güneyinin topoğrafik ve jeolojik yapısının kuzeyinden farklı olması, daha az yağış almasına rağmen kaynak ve yer altı suyu bakımından güneyinin daha zengin olmasını sağlamıştır. Doğu Karadeniz Havzasının güneyinin jeolojik birimleri yüksek oranda kalsiyum karbonat içermeleri ve akifer özelliğinde olmaları nedeniyle kaynak ve yer altı suyu miktarı da fazladır [2].

Türkiye yüzölçümünün yaklaşık 21.8 milyon hektarlık kısmı (yaklaşık % 27) ve içme suyu üretim havzalarımızın ise büyük bölümü çok farklı biçimlerdeki ormanlarla kaplıdır. Ormanlık alanların yanı sıra birçok baraj havzasında tarımsal, ormancılık, meracılık, hayvancılık, yerleşim, endüstri ve ticaret gibi insan faaliyetlerin de gerçekleştiği bilinmektedir. Havzalardaki arazi kullanımları ve insan faaliyetlerinin su üretim miktarı, rejim ve kalitesine etkileri birçok ulusal ve uluslar arası araştırmayla ortaya konulmuştur [5].

Havzalardaki akarsularda, göllerde ve sulak alanlarda noktasal kaynak kirliliği ve noktasal olmayan kaynak kirliliği olmak üzere iki kirlilik türü söz konusudur. Noktasal kaynak kirliliği belirli bir noktadan (kanalizasyon çıkışı gibi) boşalan kentsel ve endüstriyel atıksu türünde kirliliktir. Noktasal olmayan kaynak kirliliği ise tarım, hayvancılık, şehirleşme, ormancılık gibi çok çeşitli arazi kullanımına bağlı olduğundan kolaylıkla belirli bir nokta ile konumlandırılmaz [6].

Son zamanlarda, çok sayıda akarsu üzerinde su depolama tesislerinin yapımına hız verilmiştir. Bu tesisler, içme ve kullanma suyu, sulama, rekreasyon, sel ve taşkın kontrolü, elektrik üretimi ve endüstrinin gereksinim duyduğu suyu sağlamak gibi çok yönlü amaçlarla inşa edilmektedir. Böylelikle ülke nüfusunun ihtiyaç duyduğu suyu sağlamak amacıyla barajlar ve diğer su temini için tesisler kurulmuş ve hızlı bir şekilde kurulmaya devam etmektedir. Ancak, bu tesislerin inşa edilmesindeki planlama hataları, tesislerin ekonomik ömürlerini azalttığı gibi doğal dengenin bozulmasını da hızlandırabilmektedir.

Muhakkak ki, gittikçe artan nüfus karşısında ihtiyaç duyulan suyun karşılanması bir zorunluluktur. Ancak, bu zorunluluğun karşılanmasında doğal dengenin korunmasına yönelik çalışmalara ağırlık verilmesi gerekir [7].

Bir barajda her zaman yeterli miktar ve kalitede su bulundurabilmek için o barajın su toplama havzasındaki arazi ve bitki örtüsünün muhafaza edilmesi ve çok iyi yönetilmesi gerekmektedir. Baraj havzalarındaki ormanların tahrip edilmesi ve doğal dengenin bozulması ile birlikte barajlara suyla birlikte toprakların da taşınması söz konusudur. Burada, doğal dengeyi oluşturan iklim, topoğrafya ve jeolojik yapı oldukça sabit karakter gösterirler ve insanlar tarafından geniş ölçüde değiştirilemezler. İnsanın doğal dengeye etkisi, diğer bir faktör olan bitki örtüsüne yaptığı müdahale ile olmaktadır.

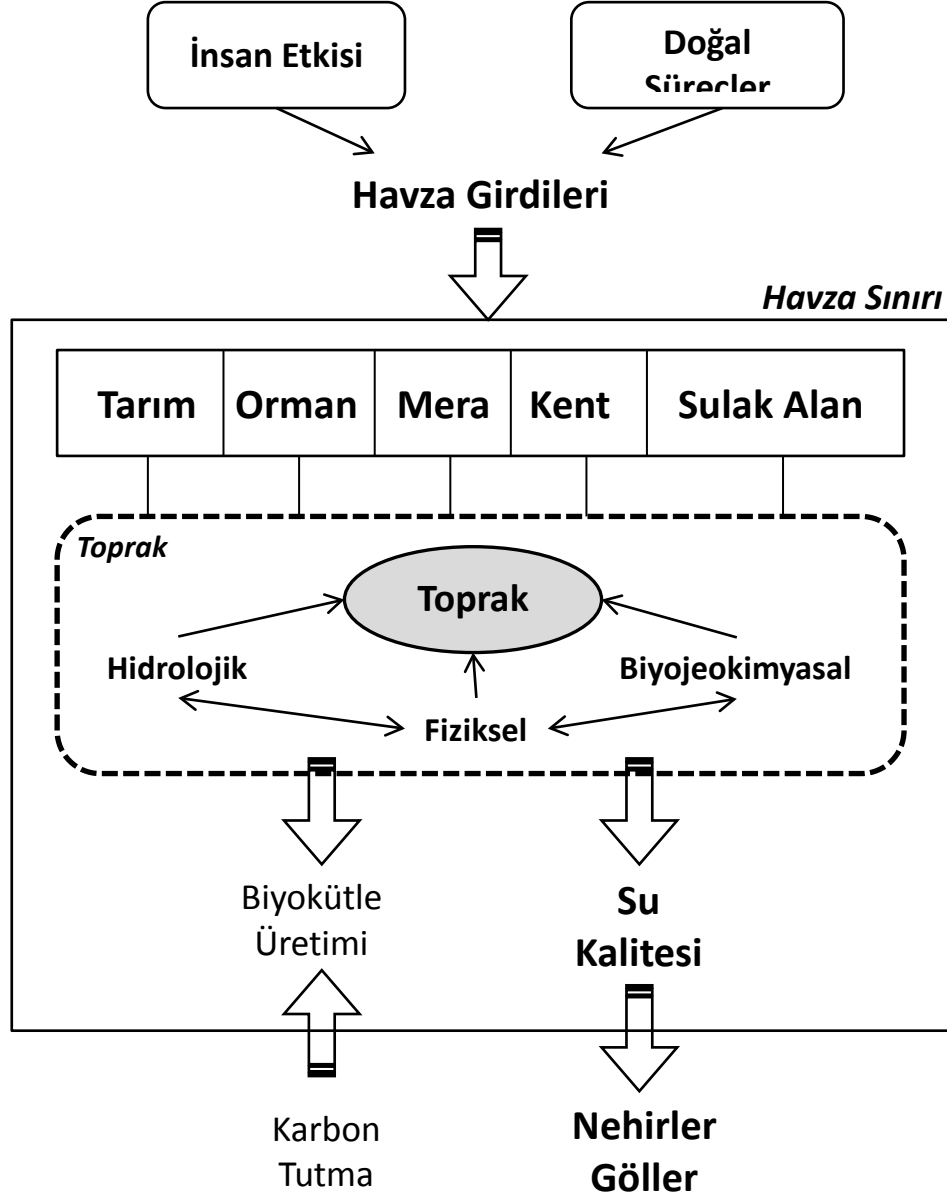
Bir havza içerisinde tarım, orman, mera, sulak alan ve kentsel araziler toprak ve su kalitesini etkilemede bir bütünü ayrılmaz parçalarıdır (Şekil 1). Bu sebeple, akarsuların, derelerin, yeraltı sularının, göllerin, sulak alanların noktasal olmayan kaynak kirliliği bu ekosistemlerde kullanılan arazi uygulamaları ile doğrudan bağlantılıdır [8].

Doğal süreçlerin ve insan etkilerinin yol açtığı geri dönülmez kirlenmeler su toplama havzalarının ve akarsuların hidrolojisini de değiştirmekte, ayrıca su üretiminde çok önemli fonksiyonu olan orman ekosistemlerinin su üretimini olumsuz yönde etkilemektedir [6].

Toprak, su ekosistemlerinin noktasal olmayan kaynak kirliliği ile doğrudan ilişkilidir. Farklı arazi kullanımları ve uygulamalardaki değişimler, bitişikteki akarsuların, sulak alanların, göllerin ve yer altı sularının kalitesini eninde sonunda etkileyecek olan toprak kalitesi önemli etkilere sahiptir [8]. Kirlenmiş araziler, çevreye her zaman potansiyel tehlike durumundadır. Toprak, kirleticileri doğrudan bünyesine alabilmektedir. Bu genelde, tarım alanlarında kullanılan gübreler ve pestisitler, tarım alanlarına eklenen aşırı miktardaki çiftlik hayvanı dışkıları, yerleşim alanlarından kaynaklanan atıklar şeklinde olabilmektedir.

Toprakların tampon etkisi, genelde çözülmüş zararlı maddelerin topraktaki iyon değiştirici yüzeylere adsorbe olmaya veya topraktaki çeşitli maddelerle reaksiyon sonucu kimyasal olarak çökelmek suretiyle zararlı maddelerin etkisiz hale getirilmesini belirlemektedir. Zararlı maddenin cinsine ve miktarına, toprak özelliklerine bağlı olarak az veya çok, zararlı maddenin bir kısmı toprak çözeltisinde kalmaktadır. Çözülmüş zararlı maddeler, hem bitki tarafından alınmak suretiyle besin zincirine ulaşırlar, hem de yıkanma yoluyla taban suyuna ulaşarak içme suyu kirliliğine sebep olurlar. Bu sebeple, zararlı maddelerdeki özellikle çözülmüş ve çözeltiliye geçebilecek kısım ekolojik bakımdan

önemlidir. Organik madde, kil ve Fe, Al ve Mn oksit içeriği fazla olan topraklar yüksek, kum içeriği fazla olan topraklar düşük tampon kapasitesi göstermektedir. Zararlı maddelerin hareketliliği için toprak reaksiyonu (pH) da büyük önem taşımaktadır [9].



Şekil 1. Toprak ve su kalitesi arasındaki ilişkinin şematik gösterimi [8].

Dünya üzerindeki bütün topraklar bazı oranlarda kirletilmesine rağmen, topraklar yaşayan organizmalara en fazla risk oluşturan kirleticiler grubu içinde yer almaktadır. Bu nedenle kirlenmenin oranını, neden olan kirleticileri, oluşturduğu riskleri ve kontrol altına alınması gerektiğini belirlemek önem kazanmaktadır [10]. Bunun için öncelikle arazi

kullanımı (tarım-yerleşim, maden sahaları, orman v.b.) altındaki toprakların yapısı, oluşumu ve işlevi hakkında yeterli bilgiye sahip olmak gerekmektedir. Çünkü toprak, kirleticiler için bir havuz ve aynı zamanda yeraltı suyuna sızan sular için bir filtre görevi üstlenmektedir. Bu sebeple, toprağın kimyasal, fiziksel ve biyolojik özellikleri, insan faaliyetinin olduğu alanlar ve su kalitesi arasındaki ilişkilerin ortaya konulması açısından oldukça önemlidir. Ayrıca, su toplama havzalarındaki farklı arazi kullanımlarını analiz etmenin bir yönü de su kalitesi gibi hidrolojik faktörleri iyi değerlendirmekten geçer.

Öte yandan su kaynakları yönetiminde fiziki sınır denildiğinde su havzaları akla gelir. “Havza”, hidrolojide sınırlarından geçen su ayırım çizgisinin çevrelediği ve çeşitli kaynaklardan gelerek toplanan suların su toplama çizgilerini takip ederek toplandığı içbükey topoğrafik yapıya sahip arazi parçası olarak ifade edilmektedir. Topoğrafik açıdan değerlendirildiğinde, doğada araziler küçük büyük birçok havzadan oluşmaktadır. Havza, insanları, kentsel ve kırsal yerleşimleri, tarım, mera ve orman alanlarını, endüstrileri, iletişim ve haberleşme ağlarını, çeşitli hizmet sektörlerini ve rekreasyonel alanları içine alan bütünleşik (entegre) sosyal, ekonomik ve biyofiziksel, aynı zamanda da dinamik bir sistemdir. Toprak, su ve bitki örtüsü gibi doğal kaynaklar, kaliteleri ve sürdürülebilirlikleri açısından birbirinden veya havza ortamından ayrı olarak değerlendirilemez [11, 12]. Su kirliliğinin giderek önemli boyutlara ulaşması, ülkeleri bu konuda ciddi önlemler almaya zorlamış, bu da bu alanda pek çok yaklaşımın ve mevzuatın oluşması sonucunu doğurmuştur [13]. Bu sebeple, bütünleşik (entegre) havza yönetimi fikri ortaya atılmıştır [12].

ABD’de havzaların yönetilmesi idaresi ABD Çevre Koruma Ajansı (USEPA)’na bırakılmıştır. Federal hükümete bağlı olarak faaliyet gösteren bu birimin havzalarla ilgili alt bölümü 1996 yılında yapılmış olup, “EPA Havza Çerçeve Yaklaşımı” ilkeleri doğrultusunda faaliyet göstermekte ve havza yönetim planları hazırlanmaktadır [12].

AB çekirdek ülkelerinin (Hollanda, Almanya, Fransa, Belçika gibi) su kaynakları geliştirme projelerini tamamıyla bitirmiş olmaları ve su kaynakları yönetiminin bir diğer safhası olan “mevcut kaynakların daha etkin kullanılması: talep yönetimi” ve “çevresel etkilerin giderilmesi” aşamalarına geçmiş olmaları, entegre su kalitesi odaklı 23 Ekim 2000 tarihli ve 2000/60/EC sayılı “Su Çerçeve Direktifi” ’nin yasalaşması sonucunu doğurmuştur [13].

Yukarıda görüşler göz önünde bulundurularak, bu araştırmada birbirini doğrudan etkileyen jeolojik yapı, farklı arazi kullanımları altındaki topraklar ve su özellikleri

arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Çalışmada, jeolojik yapı üç formasyonla (Hamurkesen, Çatak ve Kaçkar Granitoyidi), farklı arazi kullanımları tarım, mera, iğne yapraklı orman ve yapraklı orman alanları ile temsil edilmiştir. Böylece, Trabzon Galyan-Atasu barajı havzasını oluşturan Galyan ve Şimşirli dere havzalarındaki toplam 23 mikro havza araştırma alanı olarak seçilmiştir.

Her bir jeolojik formasyon üzerinde gelişen farklı arazi kullanım şekilleri altındaki topraklardan toplam 417 adet toprak örneği alınmış ve topraklar üzerinde su özellikleri ile ilişkili tekstür (kum, toz, kil), toprak reaksiyonu (pH), elektriksel iletkenlik (EC), makro elementler (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+), toplam azot ve yarıyıllı fosfor gibi analizler gerçekleştirilmiştir. Su özelliklerini belirlemek için, 23 mikro havzadan ayda bir olmak üzere 1 su yılı boyunca toplam 276 adet su örneği alınmış, su örnekleri üzerinde pH, EC, dere akımı, makro elementler (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+), toplam azot ve toplam fosfor gibi analizler yapılmıştır. İstatistiksel analizler yardımıyla da, jeolojik formasyonlar, farklı arazi kullanımları altındaki topraklar ile mikro havzalardaki derelerden alınan su örnekleri arasında ilişkiler incelenmiştir. Ayrıca, su özelliklerinin mevsimsel değişimi de ortaya koyulmaya çalışılmıştır.

Ülkemizde farklı arazi kullanımları altındaki toprakların özellikleri ile su özellikleri arasındaki ilişkileri ortaya koyan çalışmalar göz önüne alındığında, çevre konusunda daha hassas olan ülkelere göre daha yetersiz olduğu görülecektir. Bu haliyle araştırma konusu önem arz etmektedir.

Diğer taraftan yapılan çalışma, çevre koruma, su üretimi ve havza koruma, silvikültür planlama, amenajman ve toprak koruma gibi ormancılık faaliyetlerine altlık olabileceği gibi, bilhassa üzerinde baraj gibi su depolama tesislerinin bulunduğu havzalarda su kalitesini etkileyebilecek ormancılık uygulamalarına da katkı sağlayacaktır.

1.2. Literatür Özeti

Dünya’da ve Türkiye’de su kalitesi üzerine yapılan çalışmalarda, bilhassa su ile jeolojik yapı, arazi kullanımı, toprak, bitki örtüsü arasındaki ilişkilerin arandığı çalışmalar geniş yer tutar. Bu sebeple, aşağıda bu gibi çalışmalarla ilgili literatür bilgilerine yer verilmiştir.

Demirci ve ark. [14], Küçükçekmece gölü havzasında arazi kullanım değişimi ve su kalitesi ilişkilerini araştırmıştır. Çalışmada arazi kullanım değişimi, uzaktan algılama ve

CBS yöntemleriyle analiz edilmiştir. Güncel arazi kullanımının belirlenmesinde yüksek çözünürlüklü IKONOS uydu görüntüleri kullanılmıştır. Aynı zamanda çalışmada, gölün 19 farklı noktasından su örnekleri alınmış ve alınan su örneklerinin analiz sonuçları ile arazi kullanım haritası karşılaştırılmıştır. Yapılan su kalitesi analizleri ve arazi kullanımı sonucunda gölün su kalitesi üzerinde plansız şehir büyümesi ve endüstriyel gelişmenin yanı sıra, evsel ve endüstriyel atıkların göle karışmasının önemli bir etkisinin olduğu yapılan çalışmayla ortaya koyulmuştur. Ayrıca, su havzalarındaki arazi kullanım değişimlerinin tespit edilmesinde ve su kirlilik değerleriyle kıyaslanmasında uzaktan algılama ve CBS'nin araç olarak kullanımının çok faydalı olacağı çalışmada vurgulanmaktadır.

Zengin ve ark. [15], İzmit Yuvacık Barajı su toplama havzasında yaptıkları havza planlama çalışmasında, 4 farklı akarsuda su kalitesi özellikleri ile havzanın topraklarının bazı özellikleri incelenmiştir. Ayrıca, havzanın güncel arazi kullanım durumu ile arazi yetenek sınıfları haritası belirlenen çalışmada, havzanın jeolojisi, bitki örtüsü, erozyon durumu ve sosyo-ekonomik yapısı da değerlendirilmiştir. Havzanın baraj gölüne yakın kesiminde (andezit-bazalt anakayasının yer aldığı) toprak, topoğrafik yapı (dik eğim) ve yetersiz vejetasyon örtüsü nedeniyle oluşan erozyonun su üretimi açısından önemli sorun oluşturduğu çalışma ile vurgulanmıştır. Aynı zamanda, su üretimi yönünden baltalık kuruluşundaki ormanların daha ideal olduğu ve bu hususun dikkate alınarak amenajman planlarında değişiklikler yapılarak havzada baltalık ormanlarda seçme baltalık işletmesi, koru ormanlarında ise seçme işletmesinin uygulanmasının doğru bir yaklaşım olacağı ifade edilmektedir.

Hızal ve ark. [16] İzmit Yuvacık havzasının yenilenebilir doğal kaynaklarının yönetim ilkelerini su üretimi açısından belirlemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Havzanın farklı ölçeklerde siyah-beyaz ve renkli hava fotoğrafları, dijital topoğrafik haritaları, arazi kullanımı ile toprak, su ve bitki örneklerinin kullanıldığı çalışmada, jeoloji, eğim grupları, toprak, gerçek arazi kullanımı ve arazi kabiliyeti sınıfları gibi havzanın sayısal haritaları yapılmış ve yetişme ortamı koşullarını ortaya koymak için dere suları analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, çalışma alanında kahverengi orman toprağının hakim olduğunu, havzanın % 69.98'inin ziraate uygun olduğunu ve alanın % 78.46'sının ormanla kaplıyken % 17.31'inin ise tarım alanı olarak kullanıldığını göstermiştir. Ayrıca çalışmada, tabaka erozyonunun andezit/bazalt jeolojik formasyonlarında gelişen arazilerde ve tarım alanlarında bir sorun olduğu vurgulanmıştır.

Serteser ve ark. [17] yaptıkları çalışmada Akarçay deresi bölgesindeki su kalitesi, toprak özellikleri ve bitki örtüsü arasında ilişkileri incelemiştir. Akarçay deresindeki su ve havzadaki 4 bitki topluluğunun (*Limonium lilacinum* (Boiss. et Bal.) Wag., *Alhagi pseudalhagi* (M. Bieb.) Desv. *Peganum harmala* L., ve *Hordeum marinum* Huds. subsp. *Marinum*) her birinden alınan toprak örnekleri arasında korelasyon analizleri gerçekleştirilmiştir. Toprak ve su örneklerindeki B, Cl, EC, K, Mg, Na, pH ve SO₄ verileri istatistiksel analize tabi tutulan çalışmada önemli korelasyonlar elde edilmiştir ($p < 0.05$). Bu korelasyonlar, toprağın kimyasal özelliklerinin su kalitesi üzerinde temel bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Coulter ve ark. [18] yaptıkları çalışmada, üç havza grubu olarak tarım, kentsel ve karışık arazi kullanım havzalarında su kalitesinin değişimini araştırmışlardır. 1 yıl için yapılan su örneklemeinde, azot, fosfor, askıda katı madde, debi, pH, sıcaklık ve bulanıklık gibi kalite parametreleri çalışılmıştır. Çalışma sonucunda, nitrat ve ortofosfat konsantrasyonları tarım alanlarının hakim olduğu havzada daha yüksek çıkmıştır. Askıda katı madde, bulanıklık, sıcaklık ve pH genellikle kentsel ve karışık arazi kullanımlı havzalarda daha yüksek olarak belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada, kentleşmenin yoğun olduğu havzada genellikle askıda katı madde miktarı daha yüksek bulunurken, tarım havzası genellikle besin yönünden kentsel yerleşim havzasına göre daha yüksek olarak tespit edilmiştir.

Pintar ve ark. [19], “arazi kullanımının yüzey suyu kalitesine etkisinin kaba bir tahmini (Slovenya örneği)” adlı çalışmada, arazi kullanımı ve CORINE arazi örtüsü verileri ile yüzey suyundaki nitrat, amonyum ve fosfat konsantrasyonları arasındaki ilişkiler regresyon analizleri ile irdelenmiştir. Çalışma sonucunda, havzadaki farklı arazi kullanımları ile yüzey suyundaki kirleticiler arasında % 99 güven düzeyinde önemli istatistiksel ilişkiler bulunmuştur.

Bolstad ve Swank [20] Kuzeybatı Carolina'nın Appalachian dağlarında, Coweeta çayı boyunca su kalitesi değişkenlerini 109 hafta süreyle izlediler. Yaptıkları çalışmanın amacı, karışık arazi kullanımlarında çayın boyuna profili boyunca su kalitesinin değişimini gözlemlemektir. Çalışmada, pH, HCO₃⁻², iletkenlik, NO₃-N, NH₄-N, PO₄³-P, Cl⁻, Na⁺, K⁺, Ca⁺², Mg⁺², SO₄⁻², SiO₂, çözünmüş oksijen, bulanıklık, sıcaklık, toplam Fecal Coliform ve toplam Fecal Streptococ gibi su kalitesi parametrelerini incelemişlerdir. Arazi kullanımının ayırımında 1/20.000 ölçekli hava fotoğraflarından ve CBS'de girilen verilerden yararlanılmıştır. Çalışma sonucunda, Coweeta çayı boyunca arazi kullanımındaki insan

kaynaklı değişimler su kalitesindeki değişimlerle ortaya koyulmuştur. Ayrıca, çalışmada, ABD’de yönetmelikler ve mevzuatta düşük dere akımlarına göre değerlendirmelerin yapıldığı, yüksek dere akımlarının da hesaba katılması gerektiği vurgulanmaktadır.

He ve ark. [21] Japonya’da “QuickBird Uzaktan Algılama Görüntüleri İle Tarım ve Orman Havzalarından Gelen Aylık Potansiyel Azotun Tahmini” adlı çalışmayı yapmışlardır. 2007 – 2008 yılları arasında gerçekleştirilen çalışmada, su toplama havzasından Koise nehrine gelen azotu tahmin etmek için, toplam azot (TN) parametresi incelendi. Yapılan çalışma, tahmin edilen toplam azot (TN) kirletici yükünün, benzetim teknikleriyle Japonya’nın diğer nehir havzaları için kullanılabileceğini göstermiştir.

Swaine ve ark. [22] Gana’da bir yağış havzasında dere suyu ve dere vejetasyonu arasındaki ilişkileri araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada, nemli ve kurak mevsimlerde dere vejetasyonu ile su örneklemeleri yapmışlardır. Dere vejetasyonunu belirlemek için mevsimsel olarak sular altında kalan 500 m’lik mesafedeki bitki türleri toplam 26 alanda örnekleme yapılmıştır. Cluster analizi sonucu, yağış havzasında jeoloji, bulanıklık ve çözünmüş mineraller olarak farklı olan 5 farklı floristik grup tanımlandı. Mevsimsel farklılığın ortaya koyulduğu çalışmada, kurak mevsimlerde nitrat ve klor miktarlarının, yağışlı mevsimlerde ise sülfat ve kalsiyum miktarlarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Jeolojik olarak kumtaşı anakayasının olduğu alanlarda su kalitesinin daha iyi olduğu, boksit anakayasının bulunduğu alanların ise son derece düşük silisyum konsantrasyonları gösterdiği çalışmada vurgulanmıştır. Aynı zamanda çalışmada, dere suyu kalitesinin tahmininde dere vejetasyonundan ziyade havzanın yağışı ve orman örtüsünün kullanılabileceği önerilmektedir.

Karl ve ark. [23] Orta Appalachian ormanlık havzalarında dere suyundaki nitrat konsantrasyonuna anakaya jeolojisinin ve ağaç türlerinin etkisini araştırmışlardır. Ormanlık havzalardan nitrat taşınımındaki farklılıkların daha çok tabii tür çeşitliliği, yapılan tahribata ve düşük dere akımlarına isnat edilmesine rağmen, çalışmada ormanın yoğun olduğu 49 adet havzada jeolojik anakayadaki farklılıkların nitrat konsantrasyonlarını etkilediği ortaya koyulmuştur. Kumtaşı, şeyl, ve kireçtaşının bulunduğu alanlarda çalışma gerçekleştirilmiştir. Toprağın pH’sı, toprağın azot konsantrasyonu, C/N oranı, topraktaki değişebilir Ca^{++} , havzanın eğimi ile *Fraxinus americana* L., *Acer saccharum* Marsh. ve *Tsuga canadensis* L. türlerinin alanda olması dere suyundaki nitrat seviyeleri ile ilişkili olduğu kadar anakayanın jeolojisi ile de önemli ölçüde ilişkili bulunmuştur.

Mosher ve ark. [24], Alabama Bankhead Ulusal Ormanı’nda anakaya ile çözünmüş

organik madde arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla, üç kumtaşı anakayasası ve üç kireçtaşı anakayasası olmak üzere toplam 6 anakaya üzerinden akan altı dereden sediment ve su örnekleri alınmıştır. Çalışmada, kireçtaşı anakayasasının olduğu derelerdeki suların yüksek pH'sının yanı sıra, kalsiyum, magnezyum, sodyum, sülfat, çözülmüş inorganik karbonun yüksek konsantrasyonları tespit edilmiştir. Buna karşılık, kumtaşı anakayasasının olduğu derelerde ise, alüminyum ve demir konsantrasyonları daha yüksek bulunmuştur.

Tanaka ve Suzuki [25] "Bir Dağlık Alandaki Havzanın Topoğrafyasının Su Kalitesi Kimyasına Etkisi" adlı çalışmayı kuzey Japonya Alplerinin güneyinde bulunan 17 havzada gerçekleştirmişlerdir. 17 havza granit anakayasından oluşmuştur. Yapılan çalışmada, granit anakayasasındaki plajiyoklasın kimyasal bileşimi, akarsu su kalitesi ve havzanın ortalama eğimi arasındaki ilişkiler aranmıştır. Dere suyunun iyonik bileşiminin Ca-HCO₃ ve Ca-Na-HCO₃ olarak havzaların iki modelle ayrıldığı çalışmada, tüm havzada Na⁺ ve Ca⁺² plajiyoklasın kaolinleşmesi sonucu derede akan yer altı suyunda gerçekleştiği ifade edilmiştir. Ca-HCO₃ tipi dere suyunun olduğu havzalarla kıyaslandığında, Ca-Na-HCO₃ tipi dere suyunun bulunduğu havzalarda sudaki Na⁺/Ca⁺² oranı granitteki plajiyoklasın kimyasal bileşimine daha yakın olduğu çalışmada görülmüştür. Havzaların ortalama eğimi ile dere suyundaki Na⁺/Ca⁺² oranı arasında negatif (r= - 0.78, p<0.001) bir ilişki bulunmuştur. Ayrıca çalışmada, dereye boşalan yer altı suyunun derinliği ve havzaların ortalama eğimi arasında yakın bir ilişki belirlenmiştir. Dere suyundaki Na⁺/Ca⁺² oranı ile havzaların ortalama eğimi arasındaki ilişkinin, yer altı suyunun derinliğini anlamada etkin ve basit bir indis olabileceği çalışmada önerilmektedir.

Norton [26] çalışmasında, iki havzada yan yana olan Chester ve Choptank derelerinde azot ve fosfor konsantrasyonlarını kontrol eden faktörleri belirlemeye çalışmıştır. Choptank havzasında orman alanlarının tarım alanlarına dönüştürülmesi azot konsantrasyonunu artırmıştır. Chester havzasında ise ormanın dere suyu besin konsantrasyonlarında çok az bir etkisi belirlenmiştir. Chester havzasındaki dere sularında N ve P toprak yapısının aksine arazi örtüsü ile ilişkili bulunmuştur. Arazi değişkenlerinin regresyon analizleri sonucunda, havzalarda toplam azot (N), toplam fosfor (P) ve nitrat (NO₃) konsantrasyonlarının tahmininde farklı denklemler elde edilmiştir. Ayrıca yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar, dere sularında besin tahmininde alt toprak ve jeoloji kadar arazi örtüsünün de gerekli olabileceğini göstermiştir.

Ahearn ve ark. [27] Cosumnes havzasında yaptıkları çalışmada, toplam 28 alt havzada arazi kullanımı ile arazi örtüsünü 1991 – 2001 su yıllarında dere suyundaki nitrat

azotu ve toplam askıdaki katı madde ile ilişkilendirmişlerdir. Kurak su yılları için elde edilen denklemler, toplam askıdaki katı maddede doğrusal azalmanın (negatif ilişki) olduğunu göstermiş, ancak tarımın ve nüfus yoğunluğunun olduğu yerlerde ilişki pozitif olarak tespit edilmiştir. Buna karşılık, su yıllarının ortalaması alındığında nitrat ile otlak alanları pozitif ilişkili, kurak su yıllarında ise negatif ilişkili bulunmuştur.

Orta Güney Amerika’da yaptıkları çalışmada, Brion ve ark. [28] yüksek bir arazideki tarım havzasında bulunan riparian zondaki arazi kullanımlarının (kentleşme, otlatılan mera, otlatılmayan mera, sulak alan, ekili tarım ve otlak) dere suyuna etkilerini ve dere suyunda meydana gelen mevsimsel (kuru/soğuk, nemli/sıcak aylar gibi) değişimleri ortaya koymuşlardır. Su örneklemeleri Ekim 2006 – Ekim 2007 tarihleri arasında ayda 2 kez olmak üzere gerçekleştirilmiştir. Dereye elde edilen yüksek nitrat değerleri kuru/soğuk mevsimde (Ekim 2006-Mart 2007) ekili tarım ve otlak alanlarına bitişik yerde, en yüksek çözünen reaktif P değerleri ise nemli/sıcak mevsimde (Nisan 2007-Ekim 2007) derenin otlak alanına bitişik olduğu yerde elde edilmiştir. Ancak, çalışmada amonyum azotu miktarının, debi ve arazi kullanımı farklılığından etkilenmediği tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, tarım havzası içindeki farklı arazi kullanımlarının dere suyu kalitesine önemli etkilerinin olduğu vurgulanmıştır.

Compton ve ark. [29] “Oregon Kıyısı Şeridinde Ormanlık Havzalardan Azot Taşınımı: Kızılağacın Azot Fiksasyonundaki Rolü” adlı çalışmayı gerçekleştirmiştir. Ormanlarda besin dönüşümünde Kızılağacın (*Alnus rubra*) etkisini belirlemek için yapılan çalışma, dere havzasında alınan 26 küçük havzada yürütülmüştür. Kızılağacın hakim (% 94) olduğu alanda, nitrat ($r^2=0.65$) ve çözünmüş organik azot ($r^2=0.68$) konsantrasyonları kıyı alanları hariç olmak üzere pozitif ilişkili bulunmuştur. Çalışma, havzada azot taşınımında yukarı havzadaki Kızılağaç meşcerelerinin önemli rol oynadığını göstermiştir. Yıllık azot taşınımı, geniş yapraklı ve geniş yapraklı-ibrelili karışık alanlarda yapılan çoklu doğrusal regresyon sonucu 2.4 – 30.8 kg N/ha/yıl olarak havzada belirlenmiştir. Baz katyon konsantrasyonları, nitrat konsantrasyonları ile pozitif ilişki bulunan çalışmada, nitratın yıkanmasının katyon kayıplarını arttırdığı düşünülmektedir.

Yang ve ark. [30] Tayvan’da bir içme suyu koruma alanında yaptıkları çalışmada, noktasal olmayan kaynak kirliliğini, yani yayılı halde olan kirliliği araştırmışlardır. Çalışmanın yürütüldüğü Kaoping nehri havzası Tayvan’da büyük bir havza olup havzada potansiyel kirlenici kaynakların % 60’ı meyve bahçesi alanlarından gelmektedir. Ayrıca çalışmada, yasadışı tarım alanlarının hakim olduğu mango ve palmye çiftliklerinin

havzada çeşitli yerlere dağılmış olduğu ortaya çıkmıştır. Araştırmalar ise, BOİ, toplam fosfat (TP), toplam azot (TN) ve askıda katı madde yüklerinin palmye ve meyve bahçelerinden geldiğini teyit etmiştir.

Coats ve Goldman [31] Kalifornia-Nevada'da bir havzada deredeki azot taşınımının modellenmesi çalışmasını yapmıştır. Lake Tahoe havzasında yürütülen çalışmada, azot konsantrasyon modelini ortaya koymak için 10 dereeden toplam 10 yıllık veri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen model, akım-konsantrasyon ilişkileri ve toplam yükün dere sularındaki nitrat azotu, amonyum azotu ve organik azotu tahmin edebildiğini göstermiştir. Ayrıca, nitrat taşınımının büyük kış yağmurları süresince veya ilk kar yağmasında, çözünmüş organik azot konsantrasyonları yağış mevsiminde ilk zamanlarda yüksek, kar erimesi boyunca düştüğü ve bazı derelerde düşük akımlı yaz periyodunda tekrar yükseldiği çalışmada ifade edilmiştir.

Chang ve ark. [32] yaptıkları çalışmada, arazi kullanım durumu, toprak tipi ve eğim gibi özelliklerin Wulin adlı su toplama havzasındaki Chichiawan deresinin yüzey suyu kalitesine etkilerini incelemişlerdir. Su toplama havzasına akan noktasal olmayan kaynak kirliliği ve bu kirlenmenin hidrolojik sonuçlarını tahmin etmede WinVAST adlı programı kullanmışlardır. Arazi kullanımının değişimi, toprak tipi ve arazinin eğimi ile hidrolojik sonuçlar arasında önemli ilişkiler bulunan çalışmada, tarım uygulamaları ve insanoğlunun faaliyetlerinin, su ve çevre kalitesini giderek kötüleştirdiği ifade edilmiştir.

Fukushima ve ark. [33] "Japonya'nın En Uzun Fay Hattı Olan Medyan Tektonik Hattı Orta Güney Kesimindeki Nagano Prefecture'da dağlık bir bölgede dere suyunun kimyası ve su toplama havzası jeolojisi arasındaki ilişkiler" adlı çalışmada, bölgedeki küçük derelerden 200'den fazla su örnekleri toplamışlardır. Bölgede farklı jeolojik yapılar hakimdir. Fay hattının doğusunda, şist içeren metamorfik kayalar, çok bazik serpantin (Sambagawa-Mikabu), çört, kalsitli çamurtaşı (Chichibu) ve kumtaşı (Shimanto), fay hattının batısında ise, granitik kayalar (tonalit ve kuvarslı diyorit) ve önemli miktarda tortul kayalar (Ryoke) mevcuttur. Sambagawa-Mikabu, Chichibu ve Ryoke'daki derelerin Ca, Mg ve Na gibi parametreler açısından nispeten zengin olduğu çalışmada tespit edilmiştir. Ayrıca, çalışma alanından alınan kaya örneklerinin su ile tozlaştırılarak yapılan XRF deneyinde elde edilen sonuçlar su analizlerini desteklemiştir.

Bhat ve ark. [34] Gürcistan'da bir ormanlık havzada askeri arazi kullanımı ile dere suyu arasındaki ilişkileri araştırmışlardır. Çalışma kapsamında, Eylül 2003 Ekim 2001 tarihleri arasında 7 havzada dere sularında pH, sıcaklık, iletkenlik, toplam Kjeldahl azotu,

toplam fosfor, toplam organik karbon, klor ve toplam askıda katı maddeyi de içeren su kalite parametreleri ölçülmüştür. Her bir havzada askeri arazi kullanımı; açık alan, yol ağı, askeri bölgeler, toprak özellikleri ve orman tipi olarak gruplandırılmıştır. Havza değişkenleri olan alan ve toprak tekstürünün, sırasıyla, dere suyu pH'sını ve toplam fosforu etkilediği çalışmada, dere suyundaki toplam Kjeldahl azotu ve toplam organik karbon askeri arazi büyüklüğü ile negatif ilişkili bulunmuştur. Ayrıca, askeri arazi büyüklüğü toplam fosfor ve klor ile önemli ilişki göstermezken, askeri eğitimi desteklemede kullanılan yol ağı ile toplam fosfor ve klor arasında önemli ilişkiler bulunmuştur.

Benedict [35] "Kuzeybatı Ohio havzalarında riparian ormanları: arazi yapısı, arazi kullanımı/arazi örtüsü ve su kalitesi arasında ilişkiler" adlı doktora çalışmasını gerçekleştirmiştir. Riparian ormanların arazi yapısı ölçümleri nehirlerdeki suyun kalitesinin etkili göstergesi olup olmayacağı, farklı genişliklerdeki riparian koridorlarla değiştirilen arazi örtüsünün oranları ve su kalitesi arasındaki ilişkiler, riparian vejetasyonunun genişliği bitişindeki arazi örtüsü ile ilişkili olup olmadığı çalışma kapsamında incelenmiştir. Su kalitesinin yıllık sonuçları, GIS'de hesaplanan 120 m genişliğinde riparian koridorlar ve riparian dışı ormanlar gibi arazi yapısı ölçümlerinin çoklu regresyon analizleri, riparian dışı alanlardaki arazi örtüsü oranı ve havza faktörlerinin (toprak, topografya, geçirimsiz yüzeyler) su kalitesi ölçümleri olan askıdaki sediment (SS) (% 89), toplam fosfor (TP) (% 81), nitrit + nitrat (NO₂₃) (% 91) ve toplam çözünmüş katı maddeyi (TDS) (% 52) tahmin etmede, kullanılabilirliğini gösterdi. Ayrıca sonuçlar, doğal bitki örtüsünün çok parçalandığını veya riparian alanlarda giderek azaldığını ortaya koymuş ve bu ise derelerdeki kirletici ürünlerin azalmasını, ancak havzaların riparian dışı alanlarda arazi yönetimi tarafından yapılacak iyileştirilme çalışmalarına bağlı olacağını göstermiştir.

Nakane ve Haidary [36] yaptıkları çalışmada, Monte Carlo yöntemi ile dere Suyu kalitesi ile arazi örtüsü arasındaki ilişkileri araştırmışlardır. Batı Japonya'nın Chugoku bölgesinde 21 dere havzasında gerçekleştirilen çalışmada, çoklu regresyon yaklaşımı kullanılarak dere suyu toplam azotu ($r^2=0.70$, $p<0.01$) ve toplam fosfor ($r^2=0.47$, $p<0.01$) konsantrasyonları tahmin etmek için iki model geliştirilmiştir. Monte Carlo yöntemi tabanlı duyarlılık analizi, TN regresyon modelinin muhtemel negatif değer olasılığı olmadan 0,4-3,2 mg/L arasında dere suyu konsantrasyonunu tahmin edebileceğini göstermiştir. TP regresyon modelinde tahmin kapasitesinin ise 0.04, 0.32 mg/L arasında değiştiği çalışmada ifade edilmiştir.

“Karışık kırsal arazi kullanımlarında dere ekosistemi sağlığı” adlı çalışmada Brisbois ve ark. [37] bir tarım havzası olan Thomas Brook’da dere sağlığını, Nova Scotia’da ise yoğun toprak işleminin olduğu havzalarda dere ekosistemi sağlığına tarımsal arazi kullanımının etkilerini göstermek için kullanılabilecek parametreleri değerlendirmişlerdir. Bunun için, su kalitesi (besin konsantrasyonu, bulanıklık, pH, sıcaklık) ve iki havzanın hidrolojisi Mayıs-Ekim 2006 tarihleri arasında izlenmiştir. Ayrıca, her iki havzada çalışma periyodu boyunca sürekli çözülmüş oksijen (DO) ve klorofil verileri toplandı ve omurgasız hayvanların populasyonları karakterize edilmiştir. Çalışma sonucunda, tarımsal arazi kullanımının genellikle yüksek besin konsantrasyonlarına, çözülmüş oksijenin çok fazla değişmesine, bulanık sulara, yüksek klorofil içeriğine ve makro omurgasız populasyonun etkilenmesine sebep olduğu ortaya çıkmıştır. Ormanlık arazi kullanımının ise bu koşullardan genellikle uzak olduğunu göstermiştir. Ayrıca çalışmada, DO ve makro omurgasız ölçümlerinin, tarımsal havzalarda dere sağlığının genel bir değerlendirmesi için çok yararlı olacağı sonucuna varılmıştır.

Marofi ve Maryanaji [38] yaptıkları çalışmada, İran’ın dağlık olan batı kısmındaki 4 bölgede dere suyu kalitesini araştırmıştır. Bunun için bölgelerin hidrolojik havzalarında alkalinite ve Ca, K, Na, Mg, Cl, HCO₃, SO₄ gibi parametreler havzalardan alınan su örneklerinde çalışılmıştır. Dere suyundaki su kalitesinin değişimleri ortaya koymak için mevsimsel sınıflama yapılan çalışmada en yüksek ve en düşük değerler, sırayla, sonbahar ve yazın alınan örneklerde bulunmuştur. Yazın, sodyum adsorbsiyon oranı (SAR) değeri en yüksek bulunmuş ve tarımsal uygulamalar derelerdeki SAR değerini normalin (yıllık ortalama) üzerine çıkmasına sebep olmuştur. Bu sonuçlar, bütün mevsimlerde, toplam anyon ve toplam katyonların arasında önemli ilişkiler olduğunu göstermiştir. Çalışmada havza alanı ile bu kimyasal element konsantrasyonları arasında önemli ilişki saptanamamıştır.

Goonetilleke ve ark. [39] su kalitesi ve altı farklı arazi arasındaki ilişkileri araştıran çalışmalarının sonucu olarak, gelecekte kentsel alanların planlanmasında pratik rehberlik sunacağını ifade etmişlerdir. Su kalitesinin korunması açısından, nispeten daha küçük yer kaplayan yüksek yoğunluklu yerleşimin tercih edilmesi gerektiği çalışmada vurgulanmıştır. Ayrıca, araştırma sonuçları gelenekten gelen yapısal önlemlerin ötesine geçme ihtiyacını ve kentsel su ortamlarının korunmasında kentsel planlamanın oynayabileceği rolü ortaya koymuştur.

Araştırma alanının bulunduğu havzanın uzun zamandır bir içme suyu havzası olarak düşünülmesi ve bu sebeple uzun zamandır Galyan deresi üzerinde bir barajın düşünülmesi ve gerçekleştirilmesi alanda birçok araştırmanın yapılmasına sebep olmuştur. Ancak, alanda su kalitesine yönelik çalışmalarda sadece ana derelerde örneklemeler yapılmıştır. Gerçekleştirilen bu çalışmalara aşağıda yer verilmeye çalışılmıştır.

Araştırma alanında Altun ve ark. [40]'larının yaptıkları çalışmada, Trabzon ilinin Değirmendere ve Galyan derelerinin bazı su kalite parametreleri, 1997 – 2001 yılları arasında dereler üzerindeki 5 istasyondan alınan su örnekleri ile ölçüldü. Alınan su örneklerinde, sıcaklık, toplam alkalilik, toplam çözünmüş katı madde, çözünmüş oksijen (DO), pH, EC, nitrat, nitrit, toplam sertlik, fenol fitalein alkaliliği ve organik parametreler incelenmiştir. Su kalitesinin mevsimsel değişiminin istatistiksel olarak ortaya koyulduğu çalışmada, su kalite parametrelerinin TS 266, AB ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) standartlarına göre değerlendirilmesi yapıldı. Çalışmada, istatistiksel analizlerde su kalite parametrelerinde mevsimsel farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Değirmendere ve Galyan derelerinin su kirliliği parametrelerinin maksimum değerlerinin çalışma süresince sınır değerlerin altında olduğu belirlenmiştir. İki dere kıyaslandığında, Değirmendere'nin kirlilik parametrelerinin ortalama değerleri, Galyan deresinden daha yüksek bulunan çalışmada, elde edilen sonuçların su üretimi için kullanılabileceğini, ancak su kalitesinin iyileştirilmesi için arıtmanın her iki dere için de yapılması gerektiği vurgulanmıştır.

Gültekin ve ark. [41] “Aşağı Değirmendere (Trabzon) Havzasındaki Suların Kalitesi” adlı çalışmasında, Değirmendere ve kollarındaki suların yüzey, yer altı ve mineralli sular olarak incelenerek hidrokimyasal özellikleri belirlenmiş, TSE ve Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre niteliklerinin uygunluğu değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, havzadaki sular genel olarak “kalsiyum bikarbonatlı” sular sınıfında yer almıştır. Ayrıca çalışmada, bazı özelliklere göre Galyan deresinin suyunun kirli su, Değirmendere'nin suyu ise çok kirlenmiş su sınıfındadır.

Nişancı ve ark. [42] “Su Havzalarına Yönelik CBS Veri Tabanı Modellemesi: Trabzon Galyan Vadisi Örneği” adlı çalışmalarında Trabzon iline gelecekte içme suyu sağlayacak olan Atasu barajının bulunduğu “Galyan Vadisi” ne farklı meslek gruplarının ihtiyacı olan konumsal veri tabanının oluşturulmasına yönelik bir sistem tasarımı gerçekleştirmiştir. Havzaya yönelik farklı meslek gruplarına altlık olacak konumsal analizler CBS ortamında gerçekleştirilerek heyelana duyarlı alanlar, eğitim grupları,

çevresel kirlenmeye maruz kalabilecek risk bölgeleri gibi planlama için gerekli karar parametreleri çalışma kapsamında tespit edilmiştir.

Bayram ve ark. [43] Trabzon ili Galyan havzasında Galyan deresi üzerinde Temelli ve Çiftdere mevkiilerinde, Kuştul deresi üzerinde ise Değirmen mevkiinde periyodik olarak su örnekleme yapılmıştır. Yaptıkları çalışmada, çözünmüş oksijenin değişimleri, Streeter-Phelps denklemi kullanılmak suretiyle, karbon kaynaklı biyolojik oksijen ihtiyacı, sıcaklık ve çözünmüş oksijen gibi parametrelerin ölçülmesi sonucu belirlendi. Ayrıca, su kalite parametreleri Türk Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne (TSKKY) göre değerlendirilmiştir. Yıllık (2000 – 2004) ve aylık (Nisan 2004 – Ocak 2005) ortalamalar, 1. Sınıf su kalitesine sahip Galyan deresinde kritik çözünmüş oksijen eksikliği, biyokimyasal oksijen ihtiyacı, sıcaklık ve çözünmüş oksijen konsantrasyonu değerlerinin sınır değerleri aştığını göstermiştir. Aynı zamanda, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında minimum çözünmüş oksijen sınır değeri olması gereken 8 mg/L'den daha düşük bulunmuştur.

Bulut ve ark. [44] Trabzon ili, Galyan deresi ve yan kolu olan Kuştul deresinde yaptıkları çalışmada, yüzey suyu kalitesi için 20 fiziksel ve kimyasal parametreyi 2 yıl boyunca incelemiştir. Ölçülen parametreler, Türk Standartları (TS 266) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından önerilen olması gereken değerlere değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, yüzey sularının Fe ve Cr değerleri dışında önerilen sınırlar arasında olduğu bildirilmiştir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

Araştırma alanının topoğrafik haritaları (1/25.000), uydu görüntüleri (QuickBird), havzanın jeoloji haritası, amenajman planı (2002 – 2011) ve meşcere haritası, araştırma alanına ait iklim verileri, havzadaki yan derelerden (23 mikro havzadaki) alınmış toplam 276 adet su örneği ile derelerde yapılan ölçümler ve farklı arazi kullanımlarından alınan 417 adet toprak örneği araştırma materyalini oluşturmaktadır.

2.2. Araştırma Alanının Genel Tanıtımı

2.2.1. Mevki

Araştırma alanı 39° 38' – 39° 47' doğu boylamları, 40° 35' – 40° 51' kuzey enlemleri arasında yer almakta olup idari yönden Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Maçka Orman İşletme Müdürlüğü'nün Esiroğlu Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer almaktadır. Araştırma alanında Galyan Dere ve Şimşirli Dere havzaları olmak üzere iki adet havza bulunmaktadır. İki havzadan gelen Galyan ve Şimşirli derelerinin birleşiminde ise bir adet içme suyu barajı (Galyan-Atasu) bulunmaktadır. Galyan dere havzası 12.888,17 ha, Şimşirli dere havzası 5805,41 ha olup, araştırma alanı toplam 18.693,58 ha büyüklüğündedir. İki havzada yerleşim alanı olarak toplam 11 köy bulunmaktadır.

Araştırma alanının batısında Maçka Orman İşletme Müdürlüğü'nün Yeşiltepe, Maçka-Merkez, Meryemana Araştırma Orman İşletme Şeflikleri ile Altındere Milli Parkı, doğusunda ise Sürmene Orman İşletme Müdürlüğü'nün Arsin Orman İşletme Şefliği, kuzeyinde ise Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü'nün Trabzon-Merkez Orman İşletme Şefliği yer almaktadır.

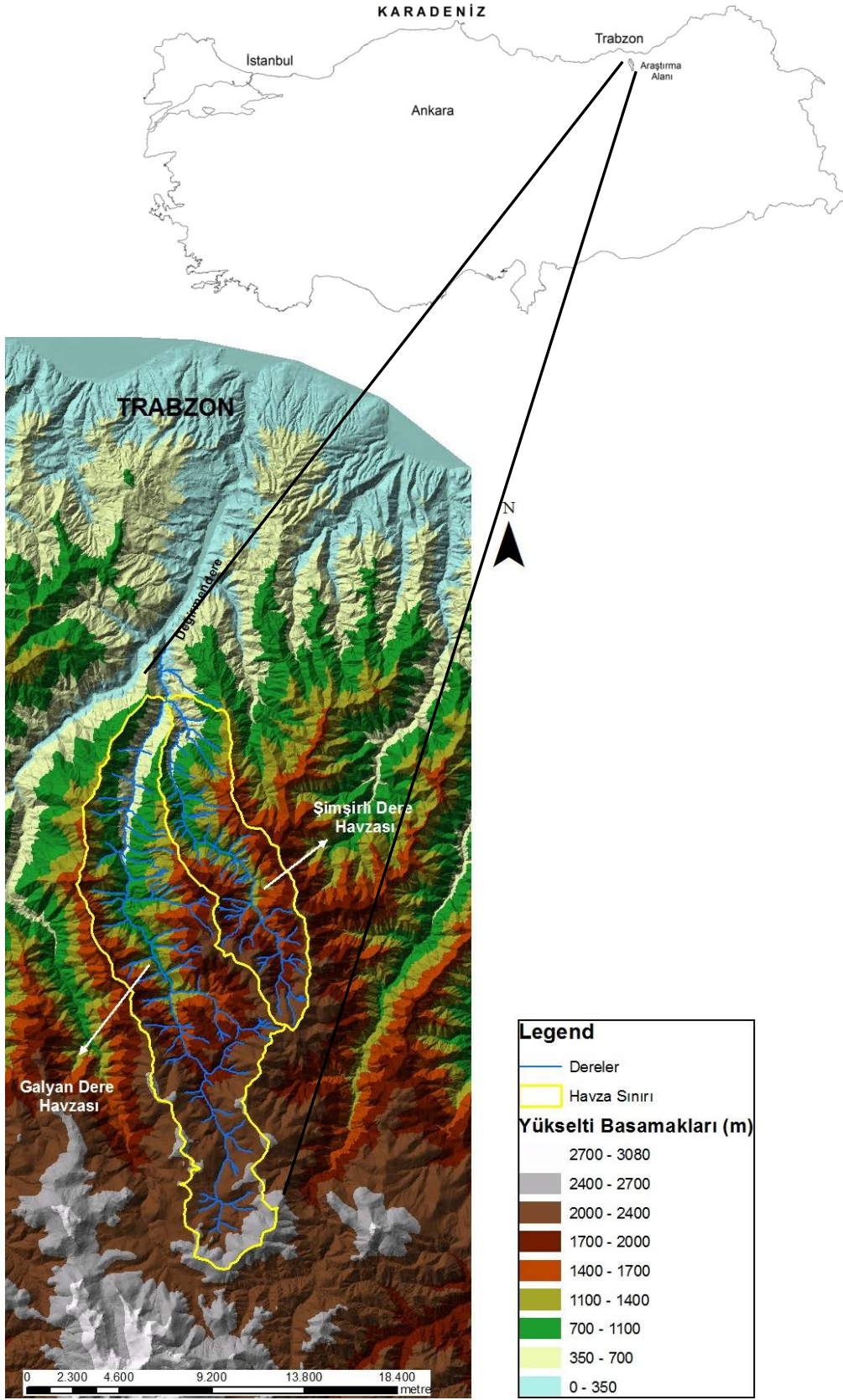
Araştırma alanının batı sınırı kuzeyden başlayarak güneye doğru sırasıyla Hafız Tepe (920 m), Akmesitbaşı Tepe (1138 m), Kilisekıran Tepe (1170 m), Süleymanağa Tepe (1145 m), Kondu Tepe (1209 m), Pilavdağı (1698 m), Yazlıkbaşı Tepe (1487 m), Cuma Tepe (1818 m), Büyük Tepe (1838 m), Kursal Tepe (1989 m), Goflagol Tepe (2241 m),

Semen Tepe (2477 m), Taşlı Tepe (2425 m), Kurtluçeşme Tepe (2506 m), Sazlık Tepe (2446 m), Tuzluk Tepe (2411 m), Sıçanyurdu Tepe (2597 m) ve Orta Tepe'de (2581 m) son bulmaktadır.

Doğu sınırı, güneyden başlayarak Kanlıkaya Tepe (2654 m), Kırtılın Tepe (2666 m), Fırın Tepe (2706 m), Karakaban Tepe (2690 m), Kazıklı Tepe (2440 m), Tekmezar Tepe (2460 m), Çatal Tepe (2470 m), Kayıngedik Tepe (2373 m), Gümüşki Tepe (2375 m), Uzun Sırtı, Sırhanlı Tepe (2212 m), Küçüksırhanlı Tepe (2130 m), Takot Tepe (2120 m), Seslikaya Tepe (2105 m), Kılıçbekir Gediği, Alovera Tepe (2039 m), Kırtıl Tepe (1820 m), Kani Tepe (1805 m), Kirazlık Sırtı, Armutdağı Tepe (1380 m), Kilise Düzü ve Hacının Düzü'nde son bulur.

Araştırma alanındaki Galyan ve Şimşirli dere havzaları arasındaki su ayırım çizgisi üzerinde kuzeyden başlayarak sırasıyla, 719.7 m rakımlı nirengi noktası, Atlı Tepe (834 m), Bölme Tepe (950 m), Manastır Tepe (1265 m), Birgi Tepe (1245 m), Tornoş Tepe (1253 m), Halkolil Mezrası, Soğuksu Mezrası, Yelef Tepe (2023), Sırhanlı Tepe (2070 m), Yukarıanbarlı Tepe (2170 m), Anbarlı Yaylası, Kadrok Yaylası, Kadrole Tepe (2263 m), Mezarlık Tepe (2205 m) ve Gümüşki Tepe (2375 m) bulunmaktadır.

Galyan Dere havzası yükseltisi 220 m – 2706 m arasında, Şimşirli Dere havzasının yükseltisi ise 220 m – 2375 m arasında olup her iki havza jeomorfolojik açıdan yüksek dağlık arazi özelliğindedir (Şekil 2). Araştırma alanı genellikle dik ve yer yer sarp kayalık arazi niteliğindedir.



Şekil 2. Araştırma alanı

2.2.2. Atasu Barajı ve Hidroelektrik Santrali (HES)

Araştırma alanındaki Atasu Barajı ve HES inşaatının 1986 – 2002 yılları arasında yapılması planlanmış, ancak yapımına 1998 tarihinde başlanabilmiştir. 28 Aralık 2010 tarihinde barajın bitirilmesini takiben aynı tarihte su tutulmaya başlanmıştır.



Şekil 3. Atasu barajından bir görünüm

Galyan ve Şimşirli derelerinin beslediği baraj, Trabzon merkez ile Yomra ve Akçaabat ilçelerinin içme, kullanma ve endüstriyel su ihtiyacını karşılamak ve enerji üretmek amacıyla planlanmıştır.

Galyan-Atasu Barajı temelden 116 m yüksekliğinde, ön yüzü beton kaplamalı olarak inşa edilmiştir. 3,8 milyon m³ gövde hacimli baraj, normal su kotunda gölalanı 0,83 km² ve depolama kapasitesi 37,5 milyon m³ olup Trabzon iline yılda 91 milyon m³ su verecek şekilde planlanmıştır. Ayrıca, Atasu barajında elektrik üretecek santralin kurulu gücü 45 MW olup yılda 150 milyon KWh enerji üretilmesi hedefleniyor [45].



Şekil 4. Atasu barajı galyan regülatörü

2.2.3. Nüfus Durumu

Galyan dere ve Şimşirli dere havzalarında yerleşim daha çok köy civarlarındadır. Ancak, yaz aylarındaki yaylacılık faaliyetleri nedeniyle nüfus artmakta ve yukarı havzalardaki ormanlara olan baskı da artmaktadır. Bu sebeple, havzada mevsimsel olarak nüfus farklılığı yaşanmaktadır.

Araştırma alanının nüfus durumu köy ve beldelere göre Tablo 1’de verilmiştir [46].

Tablo 1. Araştırma alanındaki köy ve beldelerin 2000 ve 2010 yılları nüfus durumu

Belde/Köy Adı	2000 Yılı	2010 Yılı
Akmescit	161	118
Alataş	205	176
Çayırlar	280	212
Erginköy	140	103
Kuşçu	145	140
Oğulağaç	347	303
Ormaniçi	126	83
Şahinkaya/Atasu (B)	4436	1770
Şimşirli	401	232
Yüzüncüyıl	222	163
Barişli	249	224
Temelli	463	405

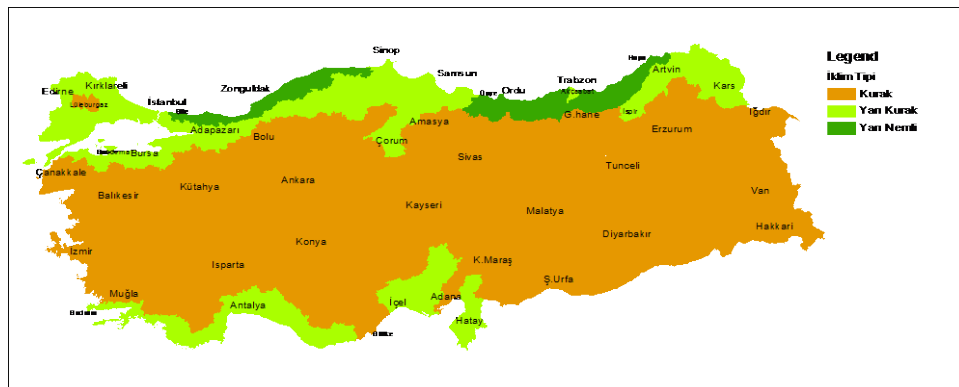
Toplam	7175	3929
--------	------	------

2.2.4. İklim

Araştırma alanı içerisinde iklim özelliklerinin belirlenmesini sağlayacak uygun bir meteoroloji istasyonu bulunmamaktadır. Araştırma alanına en yakın meteoroloji istasyonları olarak Trabzon ve Maçka meteoroloji istasyonları bulunmaktadır. Ancak, Maçka'daki meteoroloji istasyonunun 1987 yılında kapatılmasından dolayı iklim özelliklerinin belirlenmesinde Trabzon Meteoroloji İstasyonu verileri değerlendirilmiştir.

Araştırma alanı Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yer almakta olup, bölgenin iklimi, kışları ılık, yazları sıcak ve yüksek yağışlara sahiptir [47]. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde denize paralel sıradağların olması, rutubetli deniz rüzgarlarının bölgeye bol miktarda yağış bırakmasına sebep olur. Dağların yüksek oluşu ve hakim deniz rüzgarlarına karşı istikametleri bölgenin yağış rejimine tesir etmektedir. Ayrıca, sahile paralel uzanan, sıradağları yer yer kesen akarsu vadileri ise deniz ikliminin içerilere kadar etkili olmasını sağlamaktadır [48]. Derin akarsu vadilerinin çok dik yamaçlarının bakışı, deniz ikliminin alınışını değiştirmektedir. Böylece ağaç türlerinin yayılışı bakı/deniz etkisi ilişkisinden etkilenmektedir [49]. Galyan deresi (Şimşirli dere Galyan deresinin yan kolu) Değirmendere'nin yan kolu olup sahilden yaklaşık 17 km uzaklığında Değirmendere'ye bağlanmaktadır. Sahilden Değirmendere vadisi ile kuzey-güney doğrultusu boyunca gelen nemli deniz rüzgarları, aynı zamanda Galyan vadisinde de etkili olmaktadır.

Havzada yükselti farkının (Galyan havzası 220 m – 2706 m, Şimşirli havzası 220 m – 2375 m arasında) fazla olması, kışın yağışın aşağı yükseltilerde genelde yağmur şeklinde, daha yükseklerde ise kar şeklinde düşmesine sebep olmaktadır. Ayrıca tipik Doğu Karadeniz iklimi etkisindeki araştırma alanında sis oluşumu gözlenmiştir.



Şekil 5. Türkiye'nin iklim tipleri haritası [50].

Araştırma alanının iklim özelliklerinin değerlendirilmesi amacıyla, ölçüm değerlerinden yararlanılan Trabzon Meteoroloji İstasyonu'nun bazı ölçümleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Trabzon Meteoroloji İstasyonu'nuna ait bazı ölçümler [51].

Ölçüm Süresi : 1975 - 2010
Yükselti : 30 m

Enlem : 41°00'
Boylam: 39°43'

Meteorolojik Ölçümler	AYLAR												Yıllık
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Ort.Sıc. (°C)	7,3	7,0	8,5	11,8	15,8	20,4	23,2	23,4	20,2	16,4	12,3	9,3	14,6
Ort. En Yük. Sıcaklık (°C)	10,8	10,7	12,2	15,7	19,0	23,5	26,3	26,9	23,9	20,0	16,2	12,9	18,2
Ort. En Düş. Sıcaklık (°C)	4,4	4,1	5,5	8,7	12,7	16,9	20,0	20,3	17,1	13,4	9,3	6,3	11,6
Ort.Güneşlen Süresi (saat)	2,5	2,9	3,4	4,1	5,5	6,7	5,6	5,4	4,9	4,2	3,4	2,5	4,3
Ort. Yağışlı Gün Sayısı	13,5	13,0	14,0	14,8	13,2	11,3	8,4	9,7	12,0	13,8	13,1	13,0	12,5
Ortalama Yağış (mm)	78,0	63,7	59,8	59,5	52,9	51,2	38,3	46,8	77,0	121,6	100,4	83,5	832,7

Araştırma alanında su örnekleme istasyonlarının bulunduğu mikro havzalar yükseltileri 450 – 2375 m'ler arasında değişmektedir. Yükselti farkının olması araştırma alanında sıcaklık farklarına sebep olacağı düşünülmektedir. Her 100 m'lik yükselti artışı ile sıcaklığın 0.5 °C azaldığı ifade edilmektedir [52]. Çalışma kapsamında da, araştırma alanının her bir yükselti basamağına ait sıcaklık değerlerinin hesap edilmesinde 100 m'lik yükselti artışı için sıcaklığın 0.5 °C azaldığı kabul edilmiştir.

Yükselti ile yağış rejimi arasında bir ilişki olduğu ve deniz seviyesine göre ise 100 m'lik yükseklik farkının yılda 45-55 mm arasında yağışı arttıracakı belirtilmektedir [52]. Yükselti ile yağış arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacıyla çeşitli formüller geliştirilmiştir. Bu formüllerden Schreiber tarafından geliştirilen formülün ($Y_h = Y_o \pm 54h$) Türkiye'nin dağlık arazi şartlarında daha iyi sonuçlar verdiği araştırmalarla ifade edilmektedir [53].

Schreiber'in geliştirdiği formülde;

Y_h : Denizden ortalama yüksekliği bilinen ve üzerinde meteoroloji istasyonu bulunmayan alanın hesaplanacak olan yıllık ortalama yağış miktarı (mm)

Y_o : Denizden yüksekliği belli olan ve yağış ölçmesi yapılan istasyonda ölçülen yıllık

ortalama yağış miktarı (mm).

h: Meteorolojik ölçme yapılan istasyonun denizden yüksekliği ile, ölçme yapılmayan ve hesap yoluyla yıllık ortalama yağış miktarı bulunacak olan alanın denizden yüksekliği arasındaki fark (hektometre).

54: Katsayı, Türkiye için bu katsayının 45 olarak kullanılması tavsiye edilmektedir [52]. Bu katsayı yıllık olup, aylık katsayı ise, $45/12=3,75$ 'tir.

Çalışma kapsamında, 100 m'lik yükselti artışı için sıcaklık ve yağış değerleri, Trabzon Meteoroloji İstasyonu'nda ölçülen ve Tablo ..de verilen değerlerin yükseltiye göre hesaplanmasıyla elde edilmiştir.

Araştırma alanındaki mikro havzalar 450 – 2375 m yükselti arasında yer almakta olup, 5 yükselti kuşağına (450 – 900 m, 900 – 1400 m, 1400 – 1900 m, 1900 – 2375 m) ayrılmıştır. Yükselti kuşaklarının ortalama yükselti değerleri (650, 1150, 1650, 2150 m) kullanılarak su bilançosu değerleri hesap edilmiş ve iklim tipleri belirlenmiştir. Bu amaçla, Thornthwaite [54], Erinç [52] ve Kantarcı [55] tarafından geliştirilen yöntemlerden yararlanılmıştır.

Thornthwaite yöntemine göre, her bir yükselti kuşağına göre araştırma alanının su bilançosu değerleri hesaplanmış (Tablo 3 – Tablo 6) ve grafikleri çizilmiştir (Şekil 6 – Şekil 9).

Tablo 3. Thornthwaite yöntemine göre araştırma alanı 650 m yükseltisinin su bilançosu

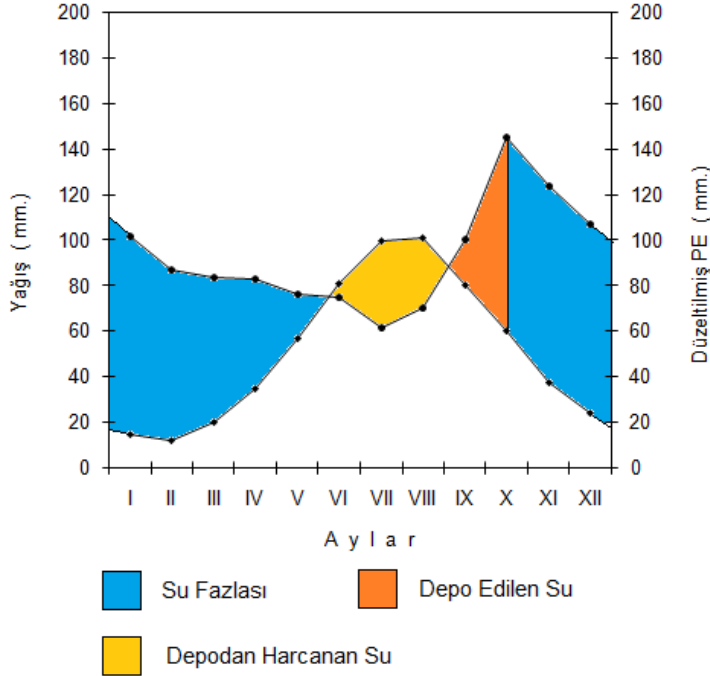
İklim Ölçmeleri	AYLAR												Büyüme Dönemi		Yıllık
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	İçi	Dışı	
Sıcaklık °C	4,2	3,9	5,4	8,7	12,7	17,3	20,1	20,3	17,1	13,3	9,2	6,2			11,5
Sıcaklık İndisi	0,8	0,7	1,1	2,3	4,1	6,5	8,2	8,3	6,4	4,4	2,5	1,4			46,8
Düz.memiş PET	14,0	12,8	19,1	34,3	54,7	80,0	96,3	97,5	78,9	57,9	36,8	22,6			
Düzeltilmiş PET	14,6	12,0	19,8	34,7	56,7	80,5	99,7	100,9	79,8	60,1	37,1	23,6	477,7	141,8	619,5
Yağış (mm)	101,3	87,0	83,1	82,8	76,2	74,5	61,6	70,1	100,3	144,9	123,7	106,8	527,3	584,4	1111,7
Depo Değişikliği	-	-	-	-	-	-6,0	-38,1	-30,9	20,4	54,7	-	-			
Depolama (FSK)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	94,0	55,8	24,9	45,3	100,0	100,0	100,0			100,0
GET	14,6	12,0	19,8	34,7	56,7	80,5	99,7	100,9	79,8	60,1	37,1	23,6	477,7	141,8	619,5
Su Noksanı	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0
Su Fazlası	86,7	75,0	63,2	48,1	19,4	-	-	-	-	30,1	86,5	83,2	49,6	442,6	492,2
Yüzeysel Akış	84,9	80,8	69,1	55,7	33,7	9,7	-	-	-	15,1	58,3	84,8	58,5	433,7	492,2

Enlem :41°00'

Boylam :39°43'

Ölçüm yılları : 1975 - 2010

450 – 900 m yükselti kuşağında; B3 B'1 r a' sembolleri ile tanımlanan “*Nemli, orta sıcaklıkta (mezotermal), su noksanı olmayan veya pek az olan, okyanus (deniz) iklim tipi*” hakimdir (Tablo 3).



Şekil 6. 450 – 900 m yükselti kuşağı iklim diyagramı

450 – 900 m yükselti kuşağında su noksanı bulunmamaktadır. Ancak, VI. ve VIII. aylar arasında yağış potansiyel evapotranspirasyonu karşılayamadığı için toprakta depo edilen sudan yararlanılmaktadır (Şekil 6).

Tablo 4. Thornthwaite yöntemine göre araştırma alanı 1150 m yükseltisinin su bilançosu

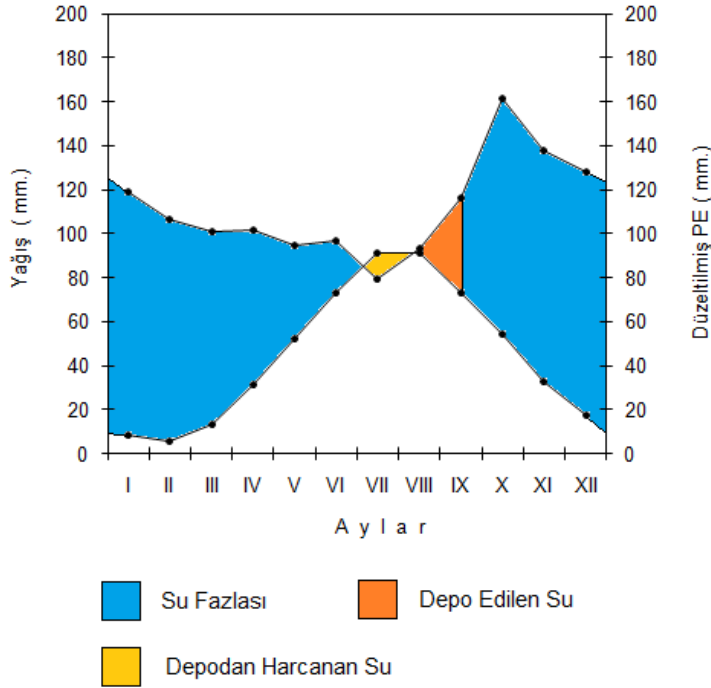
İklim Ölçmeleri	AYLAR												Büyüme Dönemi		Yıllık
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	İçi	Dışı	
Sıcaklık °C	1,8	1,4	2,7	6,4	10,2	14,6	17,5	17,6	14,5	10,6	6,7	3,6			9,0
Sıcaklık İndisi	0,2	0,1	0,4	1,5	2,9	5,1	6,7	6,7	5,0	3,1	1,6	0,6			33,9
Düz.memiş PET	8,3	6,4	12,6	30,9	50,2	72,8	87,9	88,4	72,3	52,2	32,4	17,0			
Düzeltilmiş PET	8,6	6,0	13,1	31,3	52,1	73,2	91,0	91,5	73,2	54,2	32,8	17,8	435,1	109,6	544,7
Yağış (mm)	118,8	106,8	101,0	101,6	95,0	96,5	79,1	93,5	116,1	161,3	137,7	127,9	641,5	693,8	1335,3
Depo Değişikliği	-	-	-	-	-	-	-11,9	2,0	9,9	-	-	-			
Depolama (FSK)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	88,1	90,1	100,0	100,0	100,0	100,0			100,0
GET	8,6	6,0	13,1	31,3	52,1	73,2	91,0	91,5	73,2	54,2	32,8	17,8	435,1	109,6	544,7
Su Noksanı	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0

Enlem :41°00'
Boylam :39°43'

Ölçüm yılları : 1975 - 2010

Su Fazlası	110,2	100,8	87,9	70,3	42,9	23,3	-	-	33,0	107,1	104,9	110,1	206,4	584,2	790,6
Yüzeysel Akış	110,1	105,5	94,3	79,1	56,6	33,1	11,6	-	16,5	70,1	106,0	107,5	188,0	602,6	790,6

900 – 1400 m yükselti kuşağında; A C'2 r a' sembolleri ile tanımlanan “Çok nemli, düşük sıcaklıkta (mikrotermal), su noksanı olmayan veya pek az olan, okyanus (deniz) iklim tipi” hakimdir (Tablo 4).



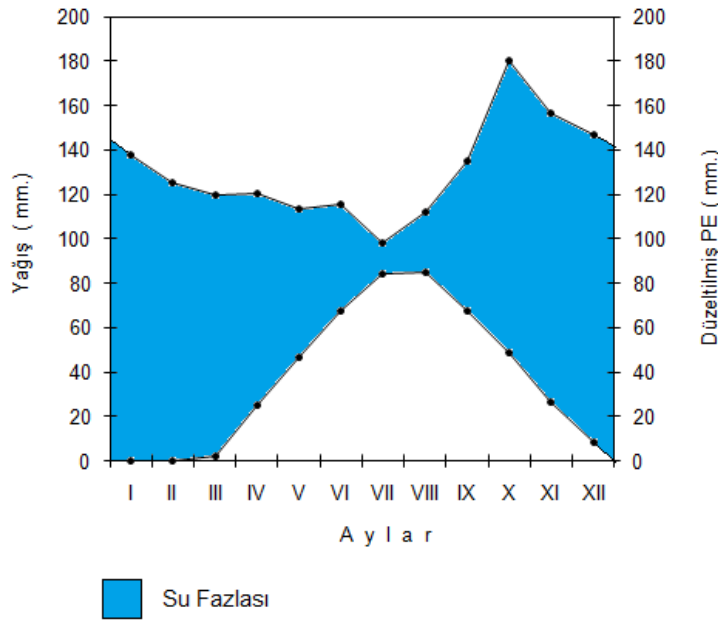
Şekil 7. 900 – 1400 m yükselti kuşağı iklim diyagramı

900 – 1400 m yükselti kuşağında su noksanı bulunmamaktadır. Ancak, VII. ayda yağış potansiyel evapotranspirasyonu karşılayamadığı için toprakta depo edilen sudan yararlanılmaktadır (Şekil 7).

1400 – 1900 m yükselti kuşağında; A C'2 r b'4 sembolleri ile tanımlanan “Çok nemli, düşük sıcaklıkta (mikrotermal), su noksanı olmayan veya pek az olan, okyanus (deniz) iklim tipi” hakimdir (Tablo 5).

Tablo 5. Thornthwaite yöntemine göre araştırma alanı 1650 m yükseltisinin su bilançosu

İklim Ölçmeleri	AYLAR												Büyüme Dönemi		Yıllık
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	İçi	Dışı	
Sıcaklık °C	-0,7	-1,1	0,2	3,9	7,7	12,1	15,0	15,1	12,0	8,1	4,2	1,1			6,5
Sıcaklık İndisi	0,0	0,0	0,0	0,7	1,9	3,8	5,3	5,3	3,8	2,1	0,8	0,1			23,7
Düz.memiş PET	0,0	0,0	1,8	24,8	45,2	67,4	81,5	82,0	67,0	47,3	26,5	8,1			
Düzeltilmiş PET	0,0	0,0	1,9	25,1	46,9	67,8	84,4	84,9	67,8	49,1	26,7	8,5	304,9	158,2	463,1
Yağış (mm)	137,6	125,6	119,8	120,4	113,8	115,3	97,9	112,3	134,9	180,1	156,5	146,7	460,2	1100,1	1560,3
Depo Değişikliği	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Depolama (FSK)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0			100,0
GET	-	-	1,9	25,1	46,9	67,8	84,4	84,9	67,8	49,1	26,7	8,5	304,9	158,2	463,1
Su Noksanı	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0
Su Fazlası	137,6	125,6	117,9	95,3	66,8	47,4	13,4	27,3	67,1	131,0	129,7	138,2	155,3	941,9	1097,2
Yüzeysel Akış	137,9	131,6	121,7	106,6	81,1	57,1	30,4	20,4	47,2	99,0	130,3	133,9	155,1	942,1	1097,2



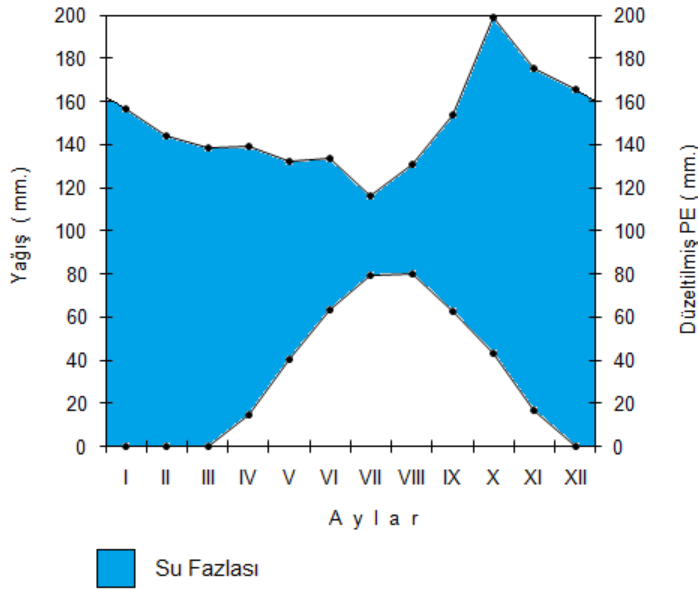
Şekil 8. 1400 – 1900 m yükselti kuşağı iklim diyagramı

900 – 1400 m yükselti kuşağında bütün aylarda su fazlası bulunmaktadır (Şekil 8).

1900 – 2380 m yükselti kuşağında; A C'1 r b'3 sembolleri ile tanımlanan “Çok nemli, düşük sıcaklıkta (mikrotermal), su noksanı olmayan veya pek az olan, okyanus iklimine yakın iklim tipi” hakimdir (Tablo 6).

Tablo 6. Thornthwaite yöntemine göre araştırma alanı 2150 m yükseltisinin su bilançosu

İklim Ölçmeleri	AYLAR												Büyüme Dönemi		Yıllık
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	İçi	Dışı	
Ölçüm yılları : 1975 - 2010													Enlem :41°00'	Boylam :39°43'	
Sıcaklık °C	-3,2	-3,6	-2,3	1,4	5,2	9,6	12,5	12,6	9,5	5,6	1,7	-1,4			4,0
Sıcaklık İndisi	0,0	0,0	0,0	0,1	1,1	2,7	4,0	4,1	2,6	1,2	0,2	0,0			16,0
Düz.memiş PET	0,0	0,0	0,0	14,5	39,3	62,7	76,7	77,2	62,2	41,6	16,8	0,0			
Düzeltilmiş PET	0,0	0,0	0,0	14,6	40,8	63,1	79,4	79,9	63,0	43,2	16,9	0,0	159,3	241,6	400,8
Yağış (mm)	156,3	144,3	138,5	139,1	132,5	134,0	116,6	131,0	153,6	198,8	175,2	165,4	247,6	1537,7	1785,3
Depo Değişikliği	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Depolama (FSK)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0			100,0
GET	-	-	-	14,6	40,8	63,1	79,4	79,9	63,0	43,2	16,9	-	159,3	241,6	400,8
Su Noksanı	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0
Su Fazlası	156,3	144,3	138,5	124,5	91,7	70,9	37,2	51,1	90,6	155,6	158,3	165,4	88,3	1296,1	1384,5
Yüzeysel Akış	160,9	150,3	141,4	131,5	108,1	81,3	54,1	44,2	70,9	123,1	156,9	161,8	98,2	1286,2	1384,5



Şekil 9. 1900 – 2380 m yükselti kuşağı iklim diyagramı

1900 – 2380 m yükselti kuşağında bütün aylarda su fazlası bulunmaktadır (Şekil 9).

2.2.5. Bitki Örtüsü

Dünya flora bölgelerinden Holarktik bölgenin Euro – Siberian (Euxine – Colchis) flora alanının Kolşik (Colchis) kesiminin kuzeyinde bulunan çalışma alanı, Davis (Davis,

1965-1988)'in grid sistemine göre A7 karesi içindedir [56, 57].

Araştırma alanı, Esiroğlu (Şahinkaya) Orman İşletme Şefliği sınırları içindedir. Son yapılan amenajman planına (münferit) (2002-2011) göre; Ladin (*Picea orientalis*) ve Kayın (*Fagus orientalis*) araştırma alanının ana ağaç türleridir. Ayrıca, Kızılağaç (*Alnus glutinosa*), Gürgen (*Carpinus betulus*), Gökmar (*Abies nordmanniana*), Kestane (*Castanea sativa*), Sarıçam (*Pinus sylvestris*), Kavak (*Populus nigra-Populus tremula*), Şimşir (*Buxus sempervirens*), Meşe (*Quercus*), Fındık (*Corylus*) türleri de asli ağaç türleriyle karışık, küçük grup veya küme halinde, saf veya karışık olarak bulunurlar [58].

Amenajman planında belirtilen diğer bitki türleri; Sütlağan (Ptendium), Ormangülü (*Rhododendron ponticum-Rhododendron luteum*), Orman Sarmaşığı (*Hedera helix*), Isırgan Otu (*Urtica dioica*), Böğürtlen (*Rubus canescens*), Yabani Üvez (*Sorbus torminalis*), Ayı Üzüümü (*Vaccinium*), *Ilex aquifolium*, Mürver (*Sambucus*), Funda (*Erica*), Yabani Çilek (*Fragaria vesca*), At Kuyruğu (*Equisetum maximum*), Kızılçık (*Cornus mas*), Çayır Otları v.b.'dir [58].

Yapılan çalışma bitki sosyolojisine yönelik bir çalışma olmadığından araştırma alanında çoğunlukta olan bitkiler üzerinde durulmuştur. Araştırma alanında Ladin ve Kayın hakim türlerdir ve geniş alanlarda yayılış gösterirler. Kayın, Ladine göre daha düşük rakımlarda, yetiştirme ortamı şartlarının daha iyi olduğu havzalarda, çoğunlukla karışık, az olarak da saf halde bulunurlar.

Araştırma alanının diğer önemli türü de Kızılağaç'tır. Daha çok dere içlerinde ve kayalık kısımlarda diğer yapraklı türlerle karışık ve saf halde bulunan Kızılağaç, Kayına olan baskıdan dolayı yayılışını yamaçlarda da göstermekte ve zamanla hakim türe dönüşmektedir.

2.2.6. Jeolojik Yapı

Anadolu'nun tektonik birlikleri sınıflamasında Doğu Pontidler olarak adlandırılan Doğu Karadeniz Bölgesi; kuzeyde Karadeniz, güneyde Çoruh vadisi ve Kuzey Anadolu Fayı, doğuda Küçük Kafkaslar ve batıda ise Kızılırmak vadisi ile sınırlanır.

Doğu Pontidler jeolojik gelişime bağlı olarak kendi içinde Kuzey ve Güney zon olarak ikiye ayrılır. Reşadiye, Alucra, Gümüşhane, Bayburt, Çoruh vadisinden geçen hattın kuzeyi Doğu Pontid Kuzey Zonu, güneyi ise Doğu Pontid Güney Zonu'dur. Doğu Pontid Kuzey Zonu'nda, çoğunlukla intrüzif ve volkanik kayalar, Güney Zonu'nda ise

çoğunlukla tortul, çok az olarak da volkanik kayalar yüzeylenir [59].

Doğu Pontid Kuzey Zonu'nda kalan araştırma alanında yüzeylenen kayalar Erken Jura-Kuvaterner zaman aralığında oluşmuştur. Havzadaki en eski birim Liyas yaşlı Hamurkesen Formasyonu olup asıl bileşenleri bazalt, andezit, dasit lav ve piroklastları ile kırmızı kumlu kireçtaşlarından oluşur.

Üzerine gelen resifal kireçtaşı, kumlu kireçtaşı ve çörtlü kireçtaşlarından oluşan Berdiga Formasyonu Geç Jura-Erken Kretase yaşlıdır. Havzada Geç Kretase-Paleosen yaşlı volkanik karakterli üç farklı birim yer alır. Bunlar kumtaşı, killi kireçtaşı ve silttaşı arakatkılı bazalt-andezitlerden oluşan Çatak Formasyonu, riyodasit ve dasitlerden oluşan Kızılkaya Formasyonu, çamurtaşı, kumtaşı ara tabakalı bazalt ve andezitlerden oluşan Çağlayan Formasyonlarıdır. Bu istif içerisinde Kaçkar Granitoyidi zaman zaman sokulum yapmıştır [60].



Yaygın olarak bulunan bazı volkanik kayaların ortalama kimyasal yapısı ve mineral içerikleri Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Bazı volkanik kayalarda ortalama kimyasal yapı (Ağırlık % si) ve mineal içeriği (Hacim % si) [9].

Kimyasal Yapı	Granit	Granodiyorit	Andezit	Bazalt
SiO ₂	73.90	66.90	54.00	50.80
TiO ₂	0.20	0.57	1.30	2.00
Al ₂ O ₃	13.80	15.70	17.20	14.10
Fe ₂ O ₃	0.78	1.30	3.50	2.90
FeO	1.10	2.60	5.50	9.00
MnO	0.05	0.07	0.15	0.18
MgO	0.26	1.60	4.40	6.30
CaO	0.72	2.60	7.90	10.40
Na ₂ O	3.50	3.80	3.70	2.20
K ₂ O	5.10	3.10	1.10	0.82
H ₂ O	0.47	0.65	0.86	0.91
P ₂ O ₅	0.14	0.21	0.28	0.23
Kuvars	27	21	5	1
K. Feldispat	35	15	40	-
Plajiyoklas	30	46	55	50
Biotit	5	3	-	-
Amfibol	1	13	15	-
Piroksen	-	-	10	40
Olivin	-	-	-	3

Havzada yüzeylenen birimler genellikle geçirimsizlikleri oldukça düşük olan ve akifer özelliğinde olmayan tortul ara katkılı volkanik kayalardır [60]. Jeoloji haritasından da görüleceği üzere, araştırma alanında çalışılan Çatak Formasyonu, Hamurkesen Formasyonu ve Kaçkar Granitoyidi birimleri havzada en fazla (% 87.5) yüzeylenen formasyonlardır (Şekil 11, Tablo 8). Bu sebeple, araştırma alanının jeolojik altlığı olarak bu formasyonlarda çalışılmıştır.

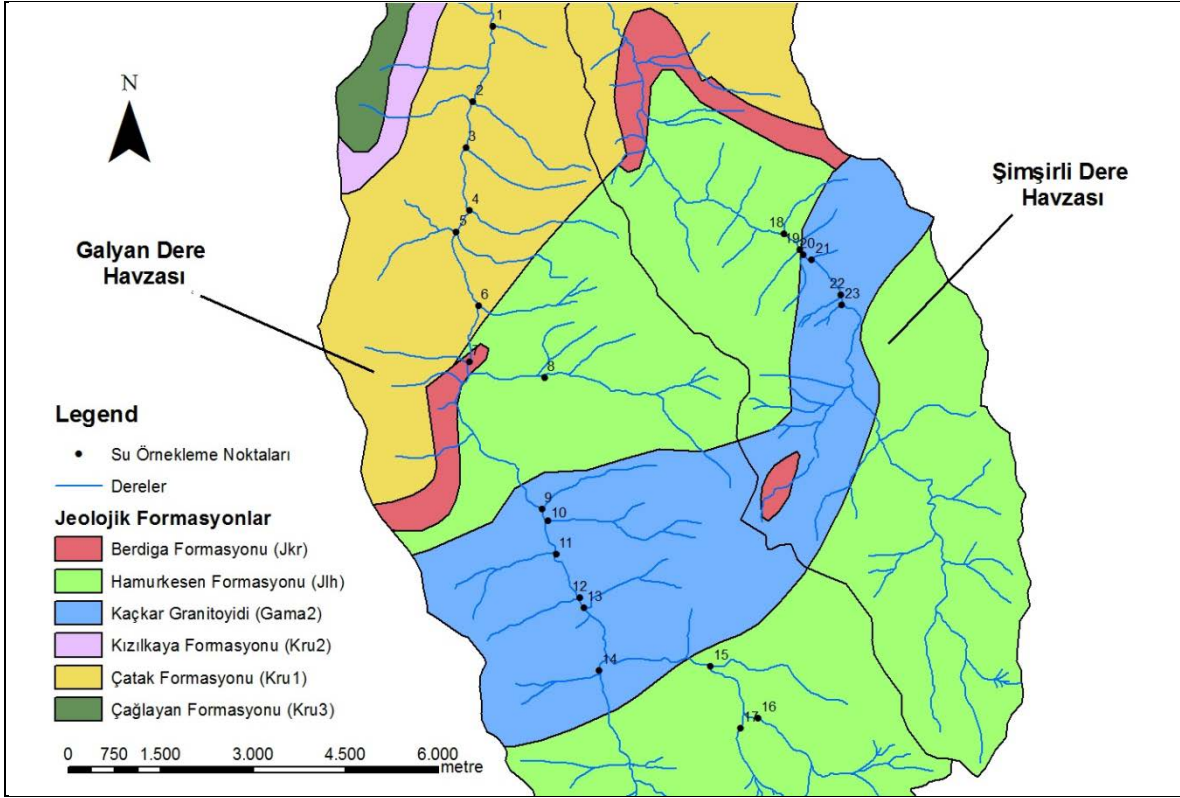
Çatak formasyonu Üst Kretase (Turoniyen-Santoniyen) yaşlı (83.5 – 93.5 milyon yıl), Hamurkesen formasyonu ise Jura-Liyas (Sinemuriyen) yaşlıdır (190 – 197 milyon yıl). Kaçkar Grantoyidleri geniş ölçüde Üst Kretase yaşlı birimlerin ve daha sonraki yenilenmesi ile de Eosen (Orta) yaşlı (40.4 – 48.6 milyon yıl) birimlerin içine sokulmuştur.

ZAMAN	SİSTEM	SERİ	FORMASYON	SEMBOLLER	KALINLIK	MİLYON YIL	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
MEZOZOİK	KRETASE	ÜST KRETASE	ÇATAK	Krül	1400	100		<p>G₂: Kaçkar Granitoyidi</p> <p>Krüf: Kumtaşı, Marn, Killi Kireçtaşı, Şeyl</p> <p>Krü1: Bazalt, Andezit, Lav ve Pr.</p> <p>Om: Serpantin, Kireçtaşı, Radyolarit, Çamurtaşı, Bazalt, Lav ve Pr.</p>
	JURA LİYAS	HAMURKESEN	JLH	1400	200		<p>JLH: Bazalt, Andezit-Dasit Lav ve Piroklastları, Kumtaşı, Silttaşı, Killi Kireçtaşı, Şeyl ve Kömür</p>	

Şekil 10. Araştırma alanındaki mikro havzaların genelleştirilmiş dikme kesiti [60].

Tablo 8. Su örnekleme noktalarının jeolojik formasyonlara dağılımı

Jeolojik Formasyon	Su Örnekleme Noktaları
Çatak	1, 2, 3, 4, 5, 7
Hamurkesen	6, 8, 9, 15, 16, 17, 18, 19, 20
Kaçkar Granitoyidi	10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23



Şekil 11. Araştırma alanının jeoloji haritası ve su örnekleme noktaları

2.2.6.1. Çatak Formasyonu

Neritik kireçtaşları (Berdiga formasyonu) üzerine uyumlu olarak gelen bazik karakterli volkano-tortul istif, Maçka güneyindeki Çatak Köyü civarında tipik olarak gözlemlendiğinden Güven [61] tarafından Çatak formasyonu olarak adlandırılmıştır. Birim başlıca bazalt, andezit lav ve piroklastları ile kumtaşı, silttaşı, marn, şeyl ve kırmızı-bordo renkli killi kireçtaşı tabaka veya seviyelerinin ardalanmasından oluşur. Birimin lav, tuf ve breşlerden oluşan volkanik seviyeleri koyu gri yer yer siyah, ayrıştığında kahve renklidir. Lavlar genel olarak kırıklı, çatlaklı ve boşluklu olup etkin şekilde ayrılmış ve

kloritleşmiştir.

Asidik karakterli lavlardan oluşan Kızılkaya formasyonu ile uyumlu olarak örtülen Çatak formasyonu tektonik hareketliliğe bağlı olarak parçalanan ve aktivite kazanan karbonat platformu üzerinde çökelmiştir.

2.2.6.2. Hamurkesen Formasyonu

Araştırma alanında en alt seviyede ve her iki zonda da gözlenen volkano-tortul istif, Ağar [62] tarafından Hamurkesen formasyonu olarak nitelendirilmiştir. Gümüşhane-Yağlıdere, Maçka-Hamsikoy, Maçka-Meryemana ve Dumanlı Köyü (Santa) dolaylarında yüzeylenen formasyon KD-GB doğrultuludur. Kalınlığı 500 m'nin üzerindedir.

Hamurkesen formasyonu genellikle mor, yeşilimsi gri renkli bazalt, andezit, dasit, lav ve piroklastlarından oluşur. Birim içinde yer yer killi kireçtaşı, şeyl ve kumtaşı ara tabakaları bulunur. İntergranüler, mikrolitik, porfirik dokulu bazalt lavları bol olivinlidir. Bazaltlarda albitleşme, serisitleşme ve kloritleşme yaygın olup seyrek olarak yastık yapıları görülür.

MTA tarafından yapılan incelemelerde Üst Jura-Alt Kretase yaşlı kireçtaşları (Berdiga formasyonu) tarafından uyumlu olarak üstlenen formasyonun stratigrafik konumu ve bölgesel korelasyon sonuçlarına dayanılarak Liyas yaşında olduğu kabul edilmiştir.

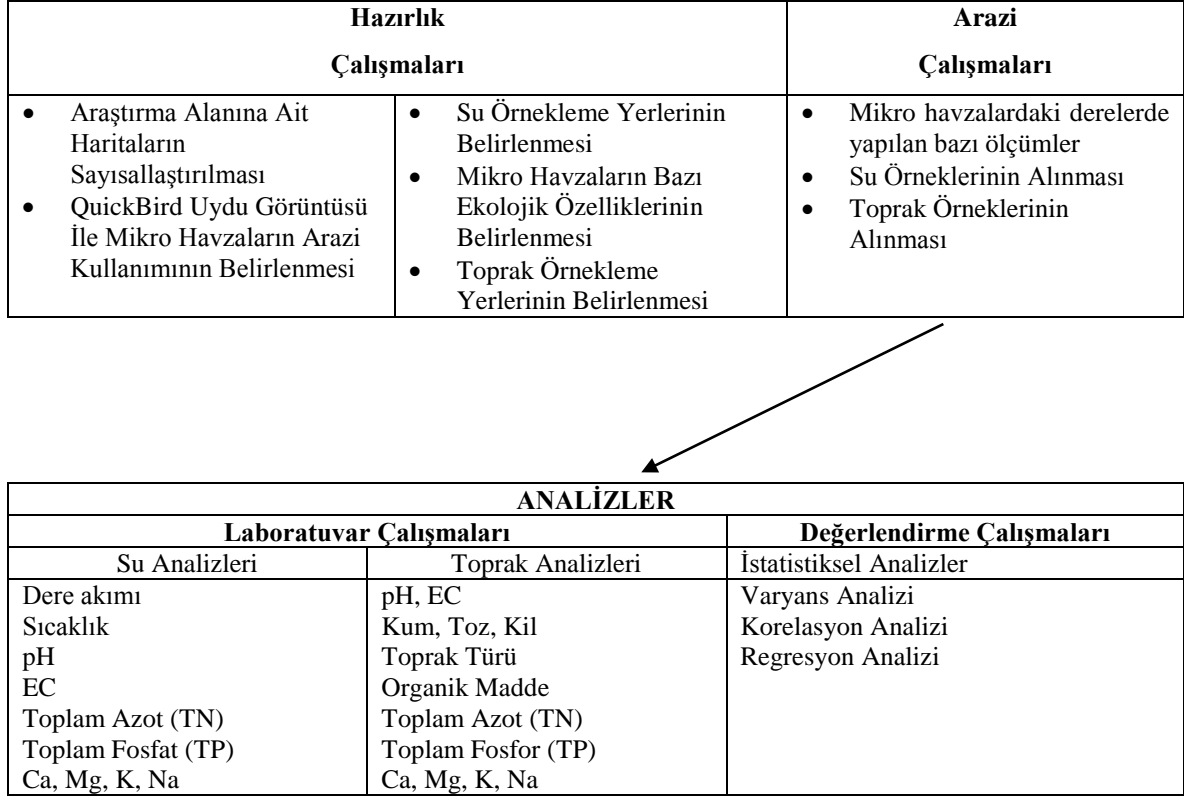
2.2.6.3. Kaçkar Granitoidleri

Doğu Karadeniz Bölgesinin doğu kesimindeki Kaçkar Dağları, Doğu Pontid kuzey zonu içindeki granitoidlerin en yoğun olduğu sahadır. Bu yörede geniş ölçüde Üst Kretase yaşlı birimlerin ve daha sonraki yenilenmesi ile de Eosen yaşlı birimlerin içine sokulan intrüzif kayalar Güven [61] tarafından, yaşa bakılmaksızın Kaçkar granitoidleri adı ile tanımlanmıştır. Kaçkar granitoidleri Çoğulu [63]'nun Rize granitinin karşılığıdır.

Genellikle gri, yeşilimsi gri, yer yer pembemsi renkte, çok kırıklı çatlaklı olan granitoidler taneli veya porfirik dokuludur. Mineral kompozisyonları ve dokularına göre, granit, granodiyorit, mikrogranit, kuvars porfir, kuvarşlı diyorit ve diyoritler ayırt edilebilir [64, 65].

2.3. Yöntem

Araştırma, hazırlık çalışmaları, arazi çalışmaları, laboratuvar çalışmaları ve değerlendirme çalışmaları olmak üzere 4 aşamada gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmaların gerçekleştirilmesinde Şekil 12’de gösterilen yol izlenmiştir [66, 67].



Şekil 12. Araştırmanın gerçekleştirilmesinde izlenen yol

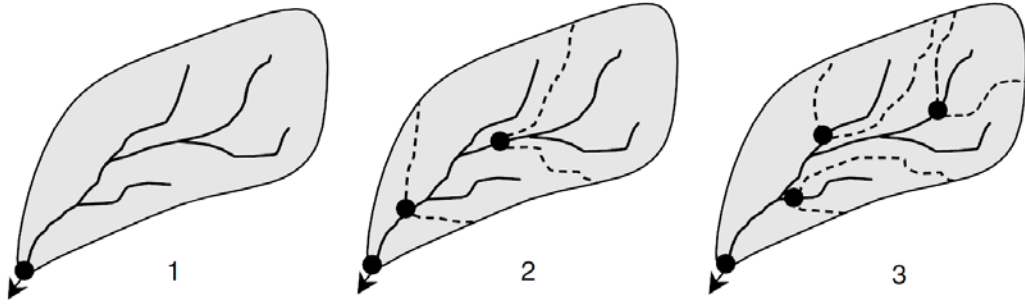
2.3.1. Hazırlık Çalışmaları

Farklı arazi kullanımlarının su ve toprak özelliklerine etkilerinin araştırıldığı çalışmanın hazırlık aşamasında, öncelikle araştırma alanında yapılacak çalışmaya altlık sağlayacak çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bunun için, araştırma alanına ait 1/25.000 ölçekli memleket haritaları, jeoloji haritaları sayısallaştırılarak alanın sayısal arazi modeli ve sayısal jeoloji haritası elde edilmiştir. Daha sonra ise, sayısal arazi modeli üzerinde su örnekleme yapılacak yerler belirlenmiştir. Uydu görüntüsü yardımıyla da su örnekleme yapılan mikro havzaların arazi kullanımları belirlenmiştir. Toprak örneklerinin alınacağı

yerler ise bu mikro havzalardaki farklı arazi kullanımları üzerinde yine sayısal arazi modeli üzerinde işaretlenmiştir.

2.3.1.1. Su Örnekleme Yerlerinin Belirlenmesi

Karışık arazi kullanımlarının olduğu havzalarda su kalite çalışmalarında genellikle üç örnekleme yönteminden söz edilmektedir [68].

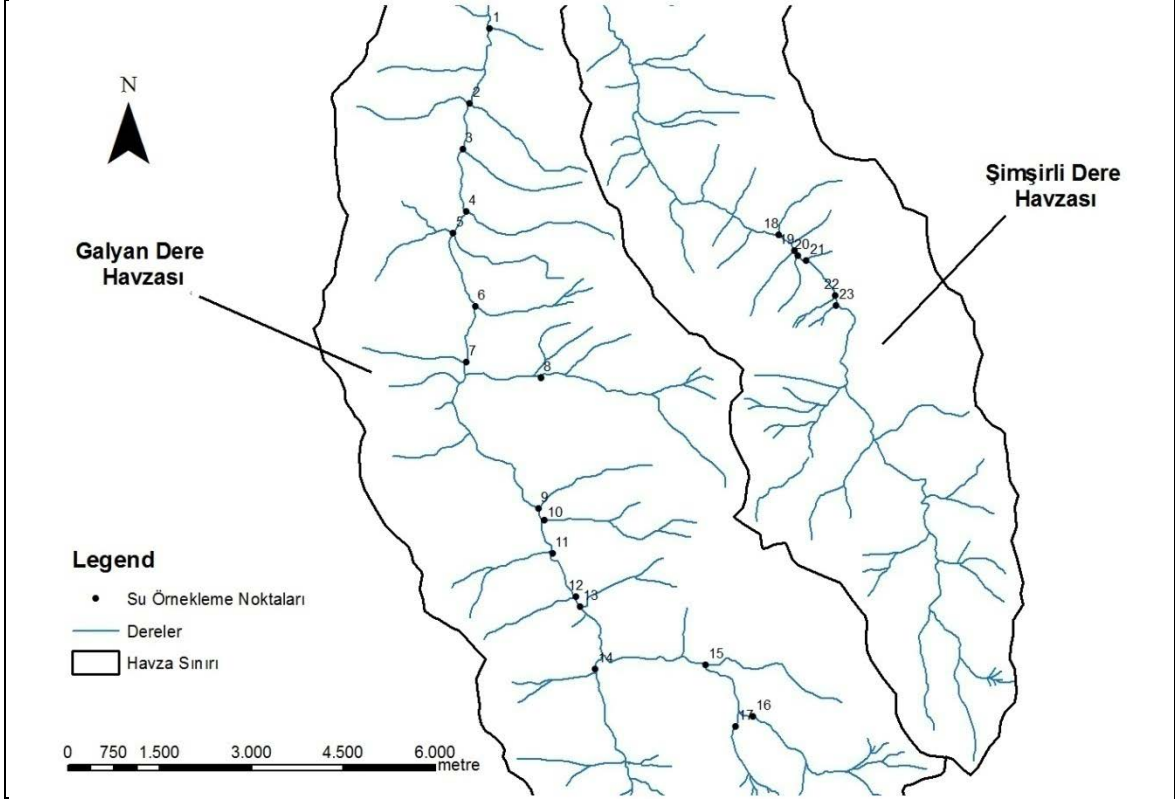


Şekil 13. Su örneklemede üç farklı yöntem

Bunlardan,

1. Bütün havzanın örneklenmesi,
2. Havzanın Boyuna Kesitinin örneklenmesi,
3. Havzadaki Dere Kollarının örneklenmesi.

Yapılan çalışmada, Şekil 13'te de görüleceği üzere havzadaki dere kollarının örnekleme yerlerinin yapıldığı üç nolu yöntem benimsenmiş ve bu yöntemle su örnekleme yerleri belirlenmiştir (Şekil 14).

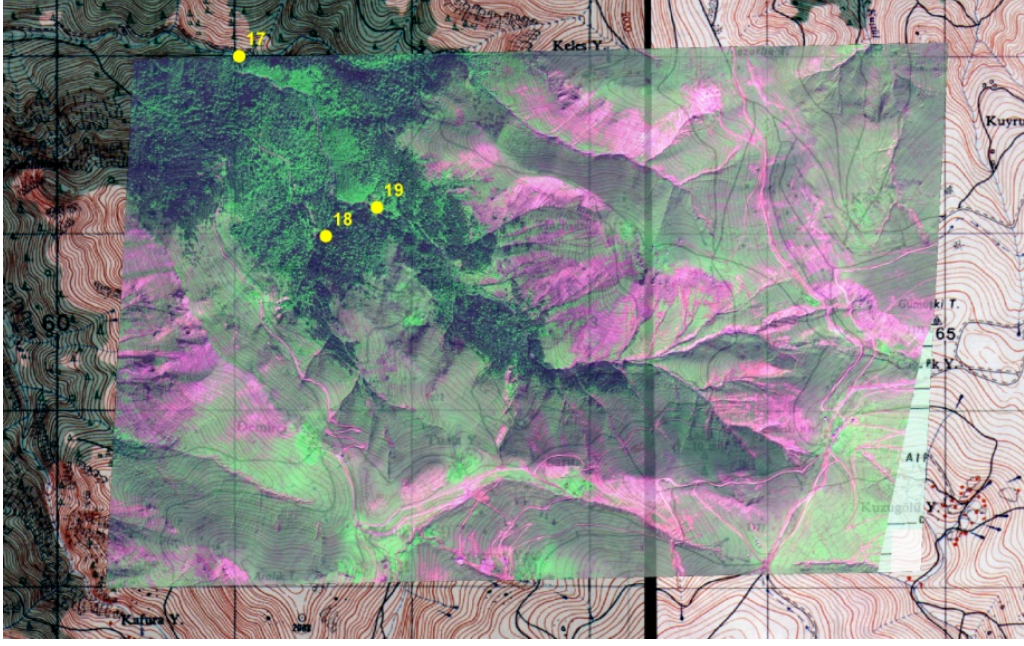


Şekil 14. Araştırma alanında belirlenen su örnekleme yerleri

2.3.1.2. Güncel Arazi Kullanımının Belirlenmesi

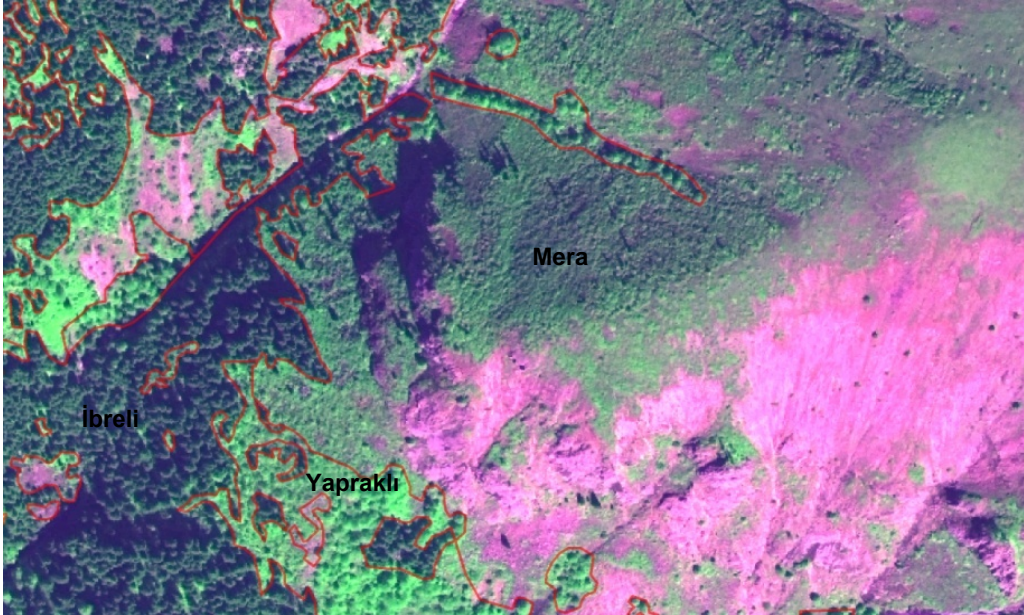
Yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin elde edilebilmesi arazi kullanımlarının belirlenmesini kolaylaştırdığından günümüzde yaygın olarak tercih edilmektedir [66, 67].

Havzanın güncel arazi kullanım durumunu elde etmek için, baraj havzasına ait 0.6 m hassasiyette Quick-Bird uydu görüntüsü kullanılmıştır. Uydu görüntüsünün topoğrafik haritalardaki bilinen objelerle (dere, sırt, tepe v.b.) tam uyumluluk göstermemesinden dolayı her bir havza ya da birkaç havza birlikte olacak şekilde parça parça sayısallaştırılarak topoğrafik haritalarla uyumu sağlanmıştır (Şekil 15).



Şekil 15. Uydu görüntüsü ile topoğrafik haritanın çakıştırılması

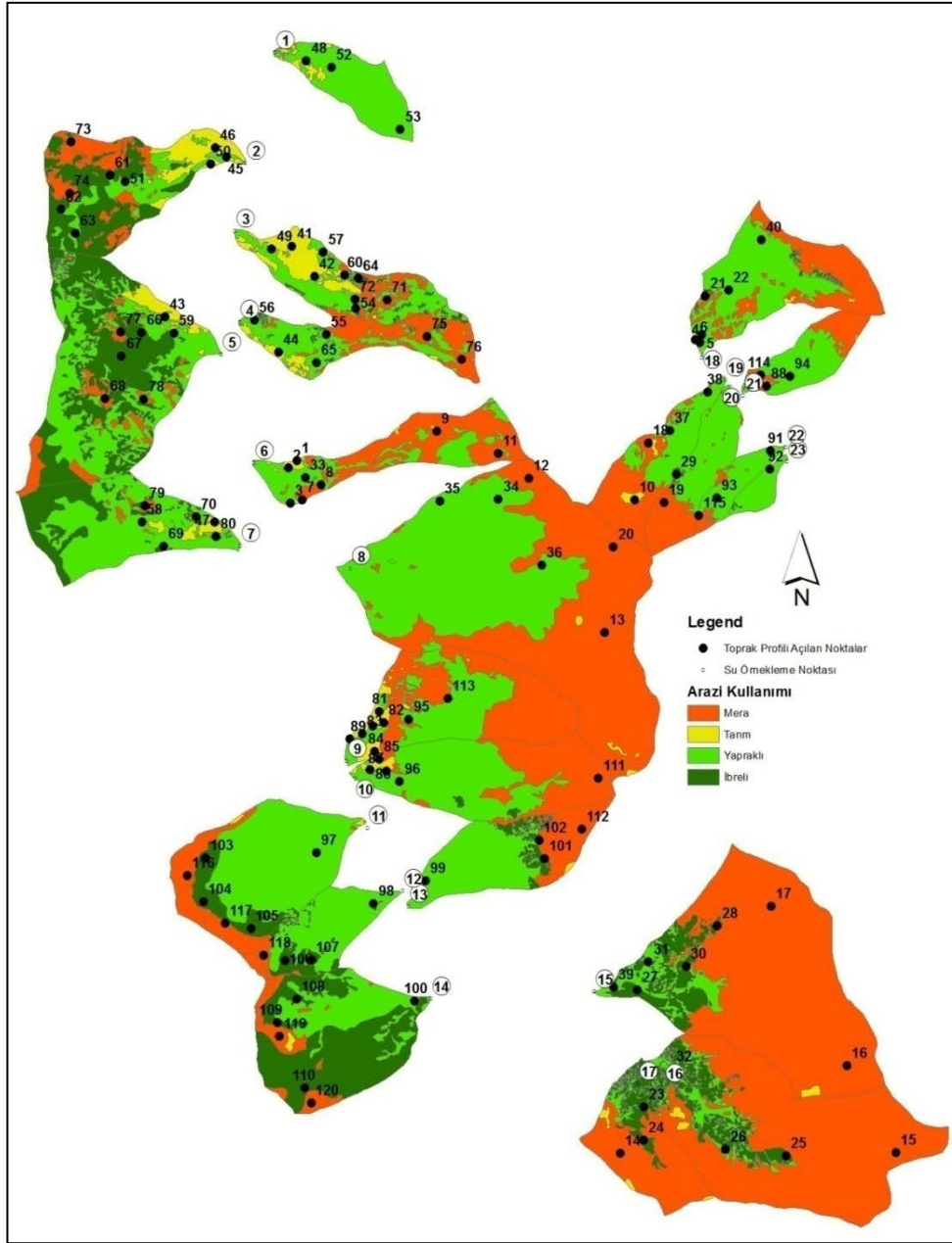
Uydu görüntüleri ile topoğrafik haritaların çakıştırılma işleminden sonra her bir mikro havzanın arazi kullanım durumu (tarım, mera, yapraklı orman ve iğne yapraklı orman) ortaya çıkarılmıştır (Şekil 16).



Şekil 16. Uydu görüntüsü üzerinde arazi kullanım durumunun oluşturulması

2.3.1.3. Toprak Örnekleme Yerlerinin Belirlenmesi

Araştırma alanında mikro havzalarda farklı arazi kullanımlarındaki toprak özelliklerinin belirlenmesi amacıyla toprak profillerinin açılacağı yerler arazi çalışması öncesi belirlenmiştir. Toprak profillerinin yerlerinin belirlenmesinde jeolojik formasyonlar üzerindeki arazi kullanımlarının temsil edilebilmesi amaçlanmıştır (Şekil 17).



Şekil 17. Toprak profili açılan yerler ile su örnekleme noktaları

Mikro havzaların bulunduğu jeolojik formasyonlar (Çatak, Hamurkesen ve Kaçkar Granitoyidi) üzerindeki her bir arazi kullanımını (tarım, mera, ibrelî, yapraklı) temsilen 10 adet toprak profilinin açılması yeterli görülmüştür (Ek Tablo 5). Böylece, 23 adet mikro havzanın bulunduğu araştırma alanında jeolojik formasyonların her biri için 40 adet olmak üzere toplam 120 adet toprak profilinin açılmasına karar verilmiştir. Toprak profili açılması düşünülen yerlerin CBS'leri yardımıyla sayısal harita üzerinde işaretlenmesi yapılarak UTM koordinatları arazi çalışması öncesi tespit edilmiştir. Elde edilen bu koordinatlar, daha sonra GPS cihazı ile toprak profili açılacak yerlere gidilmesinde kullanılmıştır.

2.3.2. Arazi Çalışmaları

Araştırma alanında arazi çalışması iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Bunlardan biri mikro havzalardaki derelerde su örneklerinin alınması, diğeri ise mikro havzalarda farklı arazi kullanımlarını (mera, tarım, yapraklı orman ve iğne yapraklı orman) temsil edecek şekilde toprak örneklerinin alınmasıdır.

2.3.2.1. Su Örnekleme

Araştırma alanında toplam 23 mikro havzadan su örneği alınmıştır. Su örneği alınacak mikro havzaların belirlenmesinden sonra araziye gidilerek her bir havzaya bir numara verilmiş ve su örneği alınacak yere yakın numaralı tahta kazık çakılmıştır (Şekil 18). Böylece, her ay yapılacak su örneklemesinin yaklaşık olarak aynı noktadan yapılmasına özen gösterilmiştir.



Şekil 18. Su örnekleme yapılan derelere numara verilmesi

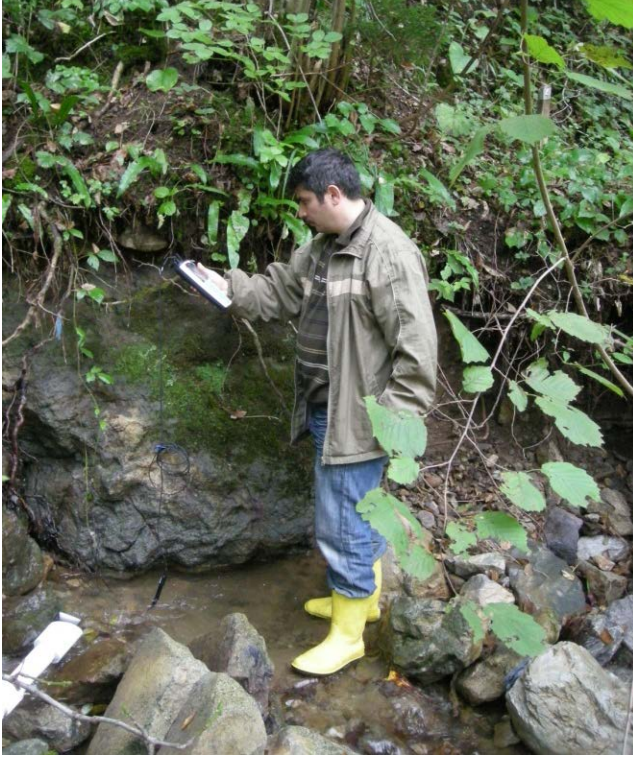
2.3.2.1.1. Su Örnekleme Süresi ve Sıklığı

Aynı havzada; arazi yapısı, bitki örtüsü, toprak özellikleri ve arazi kullanımı yönünden farklı olan mikro havzaları su kalitesi bakımından kıyaslamak için yapılan çalışmalarda her bir takvim yılı için “su yılı” ifadesi kullanılmaktadır [68]. Su örnekleme kesintisiz devam eden 12 aylık ölçüm zamanı aralığı 1 su yılını göstermektedir.

Araştırma alanında Eylül 2010 – Ağustos 2011 tarihleri arasında 1 su yılı yani 12 ay su örnekleme yapılmıştır. Havzada, 23 mikro havzada gerçekleştirilen su örnekleme çalışmasında toplam 276 adet örnekleme yapılmıştır.

2.3.2.1.2. Arazide Ölçülen Bazı Parametreler

Su kalitesine yönelik çalışmalarda bazı parametrelerin zaman geçirilmeden arazide ölçülmesi gerekmektedir. Bu sebeple, sıcaklık, debi, pH ve EC (Elektriksel İletkenlik) ve gibi parametreler Orion 5-Star marka portatif multimetre cihazı ile arazide ölçülmüştür (Şekil 19).



Şekil 19. Dere sularında yapılan bazı ölçümler

2.3.2.1.3. Su Örneklerinin Alınması, Saklanması

Mikro havzalarda, 0.5 litre kapasiteli polietilen örnek alma kapları kullanılmak suretiyle derelerin ortalarına yakın yerlerinden 2 adet olacak şekilde toplam 1 lt su örneği alınmıştır. Bazı aylarda bilhassa kış aylarındaki örneklemelemlerde yağmur veya kar yağışının olması sebebiyle yağışın olmadığı zamanlara dikkat edilerek araziye çıkılmıştır. Böylece, alınacak su örneğine dışarıdan bir müdahale (doğrudan yağmur veya yüzeysel akışın etkisi v.b.) olmaksızın mikro havzayı temsil etmesi sağlanmıştır.

Laboratuvarda yapılacak analizler için alınan su örneklerinin uygun reaktif kullanılarak +4 derecede buzdolabında saklanması sağlanmıştır [69, 70].



Şekil 20. Kışın su örnekleme yapılan 23 nolu dere

2.3.2.2. Toprak Örneklerinin Alınması

Araştırma alanında, mikro havzaların güncel arazi kullanımının belirlenmesinden sonra, 3 jeolojik formasyon (Hamurkesen, Çatak ve Kaçkar Granitoyidi) ve 4 farklı arazi kullanımını (tarım, mera, ibrelili ve yapraklı orman) temsil edecek şekilde her bir arazi kullanımında 10 adet toprak profili açılmıştır. Böylece, araştırma alanında toplam 120 adet toprak profili açılmış ve açılan toprak profillerinden toplam 417 adet toprak örneği alınmıştır.

Toprak örnekleme, tarım alanlarında açılan profillerde 0-10, 10-30, 30-60, 60-100 cm derinlik kademelerine göre, diğer arazi kullanımlarında (mera, ibrelili, yapraklı orman v.b.) ise toprak horizonlarına göre yapılmıştır.



Tarım



Mera



İbrelı Orman



Yapraklı Orman

Şekil 21. Arazi kullanım şekillerinde açılan profiller

2.3.3. Laboratuvar Çalışmaları

2.3.3.1. Su Analizleri

Araştırma alanında bulunan derelerde arazide yapılan ölçümlerin (sıcaklık, debi, pH, EC) haricindeki su analizleri (Toplam Azot, Toplam Fosfat, Ca, Mg, K, Na) laboratuvarda

gerçekleştirilmiştir.

2.3.3.1.1. Toplam Azot (TN)

Toplam azot; nitrat, nitrit, amonyak ve organik azot gibi bütün azot formlarını içerir. Azot konsantrasyonu dere sularında besin durumunu değerlendirmede iyi bir ölçüttür. Havzalardaki dere sularında yüksek konsantrasyonlardaki azotun kaynağı, gübreler (kırsal ve kentsel alanlarda), hayvan atıkları ve kanalizasyon suları olabildiği gibi azot bağlayan bitkiler (kızılağaç gibi) de olabilmektedir [71].

Su örneklerinde toplam azot (TN), UV-VIS Shimadzu 1800 marka spektrofotometre cihazında 0.5 - 15.0 mg/l N ölçüm aralığında Spectroquant marka kitler kullanılarak fotometrik yöntemle ölçülmüştür.

2.3.3.1.2. Toplam Fosfor (TP)

Fosfat, doğal suların kapsamında, organik ve inorganik şekillerde bulunur. Hayvan ve bitki metabolizmasındaki rolü, azota benzer. Birçok mineralin yapısında bulunmasına rağmen, alkali topraklardaki çözünürlüğünün az olması nedeniyle sudaki miktarı sınırlıdır. Suya kaya ve topraklardan geçebildiği gibi, gübreler, bitki ve hayvanların bozunmaları, kanalizasyon suları ve endüstriyel atıklardan geçer. Fosfat, su depolarında alglerin üremesini kolaylaştırır [72].

Doğal sular ve atık sularında fosfor, genelde fosfatlardan oluşur. Bunlar, ortofosfatlar (PO_4^{3-}), kondanse fosfatlar (piro-, meta-, ve diğer polifosfatlar) ve organik bağlı fosfatlar olarak sınıflandırılırlar. Yüksek konsantrasyondaki fosforun kaynakları, kanalizasyon, bazı endüstriyel atıklar (çiftlikler vb.), bazı deterjan, suni gübre (kırsal ve kentsel alanlarda) ve hayvan dışkılarıdır [71].

Toplam Fosfat (TP), UV-VIS Shimadzu 1800 marka spektrofotometre cihazında PMB 0.2 - 15.3 mg/l PO_4^{3-} ölçüm aralığında Spectroquant marka kitler kullanılarak fotometrik yöntemle ölçülmüştür.

2.3.3.1.3. Katyonlar (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+)

Mikro havzalardaki derelerden alınan su örneklerinde değişebilir katyonların (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+) analizi Shimadzu AA-6601 Marka Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre cihazında hava-asetilen gazı karışımı kullanılarak ölçülmüştür [73].

2.3.3.2. Toprak Analizleri

Araştırma alanında farklı arazi kullanımlarından alınan toprak örnekleri laboratuvar ortamında analize tabi tutulmuştur. Toprak analizleri olarak toprak örneklerinde, kum, toz, kil, toprak türü, toprak reaksiyonu (pH), elektriksel iletkenlik (EC), toplam karbonat (CaCO_3), organik madde, toplam azot (TN), fosfat (TP) ve değişebilir katyon (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+) analizleri yapılmıştır.

Yukarıda da görüleceği üzere, su ve toprak örnekleri üzerinde gerçekleştirilen analizler benzer ve aynı zamanda birbirleriyle ilişki kurulabilecek analizler olarak seçilmişlerdir.

2.3.3.2.1. Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması

Araziden getirilen torba ve hacim örnekleri, laboratuvarın toprak kurutma alanında kağıtlar üzerine serilmiş ve hava kurusu hale gelinceye kadar kurutulmuştur. Kurutma sonrası toprak örnekleri, porselen havanlarda usulüne uygun olarak öğütülmüştür. Daha sonra 2 mm'lik elekten geçirilen örneklerin ince kısmı cam kavanozlara, iri kısmı (iskelet) ise polietilen torbalara konularak analize hazır hale getirilmiştir [74, 75, 76, 77].

2.3.3.2.2. Mekanik Analiz

Analize hazır hale getirilmiş (2 mm'den ince kısım) toprak örneklerinin Bouyoucos'un hidrometre yöntemine göre mekanik analize tabi tutulmasıyla kum, toz ve kil oranları bulunmuştur. Daha sonra bulunan kum, toz ve kil oranlarının toprak türü (tekstürü) sınıflarının ayırımı için hazırlanmış olan özel uluslararası tekstür üçgenine (E.C. Tommerup'a) göre toprak türü belirlenmiştir [78, 79, 80, 81].

2.3.3.2.3. Toprak Reaksiyonu (pH)

Toprak örneklerinin reaksiyonları (pH), Jenway marka cihaz yardımıyla cam elektrot yöntemiyle belirlenmiştir. Aktüel asitlik için yapılan analiz 1/2.5 oranında arı suda gerçekleştirilmiştir [74, 80].

2.3.3.2.4. Elektriksel İletkenlik (EC)

Toprak örneklerinin Elektriksel İletkenliği (EC), Konduktivite marka cihaz yardımıyla cam elektrot yöntemiyle belirlenmiştir. Elektriksel iletkenlik (EC) analizi 1/2.5 oranında arı suda yapılmış ve milisimens/cm olarak kaydedilmiştir [74].

2.3.3.2.5. Organik Madde

Topraktaki organik madde, modifiye edilmiş Walkley-Black ıslak yakma yöntemine göre belirlenmiştir [74, 81, 82].

2.3.3.2.6. Toplam Azot

Toprağın anakayasında ve anakayadan gelen anorganik anamateryalde azot bileşikleri bulunmaz. Toprakta azotun kaynağı esas olarak organik materyaldir. Ayrıca yağışlarla havadan toprağa ulaşan NO_x (NO , NO_2 , N_2O_5) gazları ile diğer azot bileşikleri topraktaki azotun kaynağıdır.

Toprakta NH_4^+ , NO_2^- ve NO_3^- bileşikleri bitkiler tarafından alınabilir azot formlarıdır. Organik madde ayrışmasının devamı ile bu alınabilir formdaki azot bileşikleri de sağlanmaya devam eder [79].

Toplam Azot (TN), Leco FP-428 azot tayin cihazında kuru yakma yöntemine göre belirlenmiştir. Yöntemde toprak örneği, oksijenle yüksek sıcaklıkta yakılmakta ve Azot (N_2) miktarı % olarak ölçülmektedir [82].

2.3.3.2.7. Toplam Fosfor (TP)

Toprakta fosforun kaynağı apatit mineralidir. Apatit minerali fluor apatit ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$) veya hidroksilapatit ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$) bileşimlerinde bulunur. Toprağın oluştuğu anakayaların türüne ve minerolojik yapılarına göre fosfor miktarı da değişmektedir. Genel olarak kuvarsitler, fillitler ve mikaşitler gibi kristalin şistler az miktarda fosfor içerdikleri halde bazalt ve benzeri bazik erüptif kayalardaki fosfor miktarı daha fazladır [79].

Toprak örneklerinde Toplam Fosfor (TP), yarayışlı fosfor (P_2O_5) analiz yöntemine göre belirlenmiştir. Ancak, elde edilen $\text{PO}_4\text{-P}$ katsayı ile çarpılarak P_2O_5 'e (Yarayışlı Fosfor) dönüştürülmemiştir. $\text{PO}_4\text{-P}$ Toplam Fosfat (TP) olarak alınmış ve istatistiksel analizlerde kullanılmıştır.

Yarayışlı fosfor miktarı (P_2O_5) Bingham [83, 84] tarafından geliştirilen suda çözünebilir fosfor yöntemine göre belirlenmiştir. Yöntemde, ekstrakt çözeltisi olarak suya geçen fosfor, molibdofosforik mavi renk yöntemine göre belirlenmektedir [85].

Toprak örneklerinde yarayışlı fosfor (P_2O_5) miktarı, UV-VIS Shimadzu 1800 marka spektrofotometre cihazında ölçülmüştür.

2.3.3.2.8. Değişebilir Katyonlar (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+)

Topraktaki bitki besin maddelerinin önemli bölümünü anakayadaki minerallerin ayrışması sonucunda serbest kalıp, toprağa geçen iyonlar oluşturmaktadır. Organik madde topraktaki bitki besin maddelerinin diğer bir kaynağıdır. Ayrıca, toprağa sızıntı suyu, tabansuyu, yağışlar ve gübreleme ile de bitki besin maddeleri girebilmektedir. Bitki besin maddeleri toprakta ya suda çözünebilir tuzlar halinde veya toprak kolloidlerinde değiştirilebilir olarak tutulmuş katyon ve anyonlar durumunda bulunurlar. Bitkiler, alkali ve toprak alkali elementleri katyonlar (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+) halinde alırlar [79].

Toprak örneklerinde değişebilir katyonların (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+) analizinde, toprak örneklerine 1 Normal Nötr Amonyum Asetat çözeltisi ilave edilmiş, çalkalama cihazında 15 dk karıştırılarak elde edilen toprak süspansiyonu Whatman 42 filtre kâğıdından geçirilmiştir. Filtreleme sonrası, süzekte toplanan katyonların "Shimadzu AA-6601 Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi" ile ölçülmesi ile analiz gerçekleştirilmiştir [82].

2.3.4. Değerlendirme Çalışmaları

Arazide alınan 276 adet su örneği ve 417 adet toprak örneğine ilişkin analiz sonuçları sayısal ortama aktarılmış ve istatistiksel analize hazır hale getirilmiştir.

2.3.4.1. İstatistiksel Analizler

Araştırmanın amacı, Galyan-Atasu barajı havzasında yüzeyleyen jeolojik formasyonlar üzerindeki arazi kullanımlarının toprak ve su özelliklerine etkilerinin araştırılmasıdır.

Verilerin değerlendirilmesinde, öncelikli olarak toprak özellikleri bakımından jeolojik formasyonlar (Çatak, Hamurkesen, Kaçkar Granitoyidi) arasında fark olup olmadığı çoklu varyans analizleri kullanılmış, homojen grupların belirlenmesinde ise Duncan testi yapılmıştır. Yine, her bir jeolojik formasyon üzerindeki farklı arazi kullanımları (tarım, mera, ibrelî ve yapraklı orman) arasında fark olup olmadığının tespitinde çoklu varyans analizi, homojen grupların belirlenmesinde ise Duncan testi kullanılmıştır.

Su özelliklerinin değerlendirilmesinde, jeolojik formasyonlar arasında fark olup olmadığı çoklu varyans analizi ile, her bir jeolojik formasyon üzerindeki arazi kullanımları arasında ise fark olup olmadığı yine çoklu varyans analizi ile belirlenmiştir. Ayrıca, jeolojik formasyonlardaki arazi kullanımlarının (alan yüzdesi) su özellikleri üzerinde ne derece etkili olduğu korelasyon analizi ile saptanmıştır. Dere suyu parametreleri ile ilişkili çıkan arazi kullanımlarına çoklu regresyon analizi uygulanarak, regresyon denklemleri elde edilmiştir. İstatistiksel analizlerin yapılmasında SPSS paket programından yararlanılmıştır [86].

3. BULGULAR

Araştırma alanında elde edilen su ve toprak analizlerine ilişkin bulgular, ayrı ayrı başlıklar halinde aşağıda verilmiştir. Su ve toprak analizlerine ilişkin bulgular, jeolojik formasyonlara (Çatak, Hamurkesen, Kaçkar Granitoyidi) ve farklı arazi kullanımlarına (tarım, mera, ibreli ve yapraklı orman) göre değerlendirilmiştir.

3.1. Su Analiz Sonuçlarının Mevsimsel Değişimine İlişkin Bulgular

Araştırma kapsamında, 23 mikro havzanın temsil edildiği derelerden Eylül 2010 – Ağustos 2011 tarihleri arasında 12 ay boyunca alınan 276 adet su örneğinin analiz sonuçlarının mevsimsel değişimi aşağıda çizelge ve şekillerle açıklanmaya çalışılmıştır. Araştırma alanından alınan 276 adet su örneği üzerinde sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik (EC), toplam azot, toplam fosfat, Ca, Mg, K ve Na gibi su analizleri gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları, jeolojik formasyonlar için “Bulgular” bölümünde ayrı ayrı verilmiştir.

3.1.1. Jeolojik Formasyonlar

Jeolojik formasyonlar, araştırmanın altlığını oluşturması sebebiyle analiz sonuçları öncelikle jeolojik formasyonlara göre, daha sonra ise her bir jeolojik formasyondaki farklı arazi kullanımlarına göre değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

3.1.1.1. Çatak Formasyonu

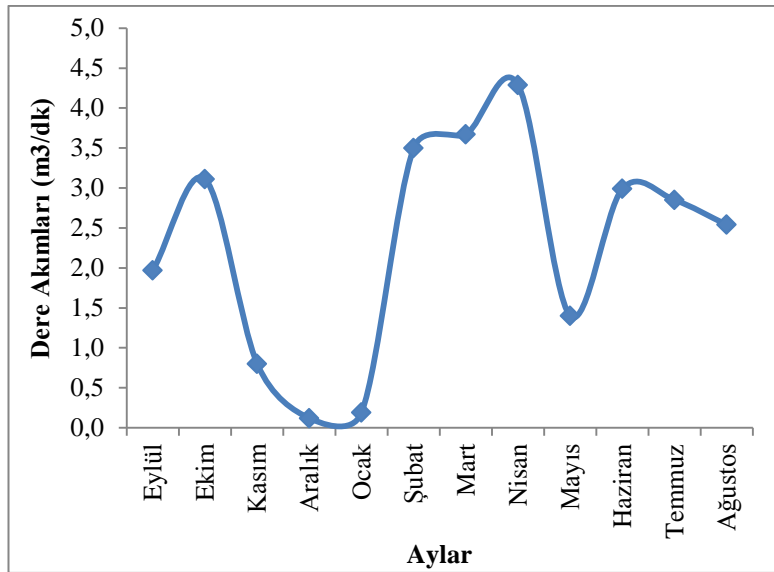
Çatak formasyonunun bulunduğu mikro havzalar, baraja en yakın konumda ve Galyan havzasının aşağı kısımlarında bulunması sebebiyle yerleşimin en yoğun olduğu havzalardır. Formasyonda farklı arazi kullanımları olan toplam 6 mikro havzada çalışılmıştır. Elde edilen analiz sonuçlarına ilişkin bulgular aşağıda verilmiştir.

3.1.1.1.1. Dere Akımı

Arazi ölçümleri sırasında örnekleme anındaki dere akımları akım ölçer (flowmeter) cihazı ile ölçülmüş ve dere akımları m^3/dk olarak hesaplanmıştır. Dere akımları, Çatak formasyonu için aylar itibariyle Tablo 9'da, havzaların ortalama dere akımları ise Şekil 22'de aşağıda verilmiştir.

Tablo 9 . Çatak formasyonundaki derelerin aylar itibariyle akımları

Havza No	AYLAR												Yıllık Ort.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	1,01	0,34	0,01	0,01	0,01	1,35	0,84	2,31	0,77	1,64	0,86	1,26	0,87
2	1,82	2,35	0,80	0,13	0,07	2,74	3,80	3,19	1,31	2,03	1,51	2,45	1,85
3	0,84	2,36	1,60	0,32	0,34	5,18	3,09	6,66	1,79	2,16	1,08	0,96	2,20
4	0,56	1,71	0,29	0,05	0,18	2,39	0,60	1,92	1,02	0,93	7,20	0,78	1,47
5	5,18	4,64	0,86	0,19	0,41	6,68	7,85	5,90	1,34	6,74	3,60	6,65	4,17
7	2,39	7,27	1,26	0,01	0,10	2,65	5,81	5,73	2,17	4,45	2,84	3,16	3,15
Ort.	1,97	3,11	0,80	0,12	0,19	3,50	3,67	4,29	1,40	2,99	2,85	2,54	2,28



Şekil 22. Dere akımlarının aylık ortalamaları

Çatak formasyonunda bulunan derelerin akımları yıllık ortalama $0.12 - 4.29 m^3/dk$ arasında değişmekte olup, tüm havzaların yıllık dere akımı ortalaması ise $2.28 m^3/dk$ olarak belirlenmiştir. Aylara göre havzalarda en düşük dere akımı $0.01 m^3/dk$ ile Kasım, Aralık ve Ocak aylarında 1 ve 7 nolu havzalarda, en yüksek dere akımı $7.85 m^3/dk$ ile Mart

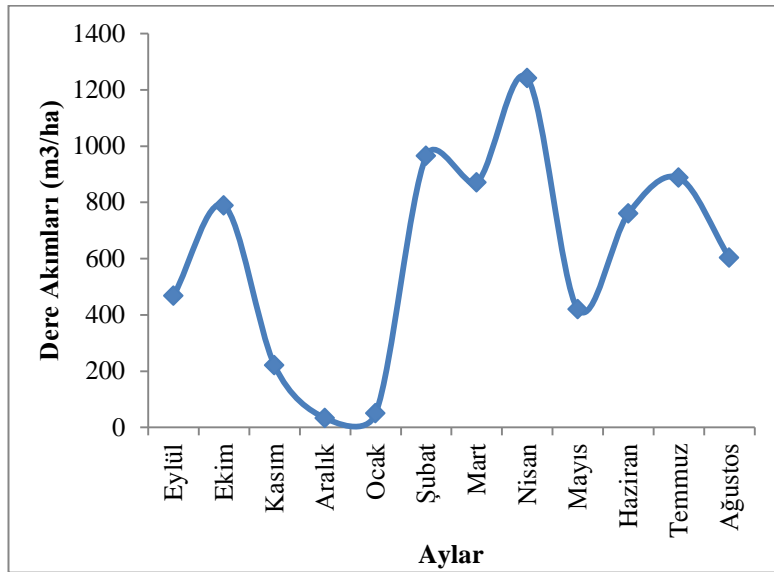
ayında 5 nolu havzada gerçekleşmiştir. Ortalama dere akımları mevsimsel değişime göre incelendiğinde, Sonbaharda 1.96 m³/dk, Kışın 1.27 m³/dk, İlkbaharda 3.12 m³/dk ve Yazın ise 2.79 m³/dk olarak belirlenmiştir.

Araştırma alanındaki mikro havzaların büyüklükleri farklı olmasından dolayı ölçülen dere akımları m³/ha'a dönüştürülmüştür. Buna göre Çatak formasyonu üzerindeki derelerde ölçülen dere akımı değerleri aşağıda verilmiştir (Tablo 10, Şekil 23).

Tablo 10. Aylara göre hektardaki dere akımları

Havza No	AYLAR												Yıllık Ort.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	564,6	190,1	5,6	5,6	5,6	754,7	469,6	1291,3	430,4	916,8	480,7	704,3	484,9
2	428,7	553,6	188,5	30,6	16,5	645,4	895,1	751,4	308,6	478,2	355,7	577,1	435,8
3	303,9	853,9	578,9	115,8	123,0	1874,3	1118,1	2409,9	647,7	781,6	390,8	347,4	795,4
4	225,9	689,9	117,0	20,2	72,6	964,2	242,1	774,6	411,5	375,2	2904,7	314,7	592,7
5	683,8	612,5	113,5	25,1	54,1	881,8	1036,2	778,8	176,9	889,7	475,2	877,8	550,5
7	601,1	1828,4	316,9	2,5	25,1	666,5	1461,2	1441,1	545,8	1119,2	714,3	794,7	793,1
Ort.	468,0	788,1	220,1	33,3	49,5	964,5	870,4	1241,2	420,1	760,1	886,9	602,7	608,7

Hektardaki dere akımlarının hesaplanması su analizlerinin bazı parametrelerinin (TN, TP, Ca, Mg, K, Na) kg/ha olarak hesaplanmasında kullanılmıştır. Ortalama dere akımları mevsimsel değişime göre, Sonbaharda 492.1 m³/ha/ay, Kışın 349.1 m³/ha/ay, İlkbaharda 843.9 m³/ha/ay ve Yazın ise 749.9 m³/ha/ay olarak belirlenmiştir (Tablo 9).



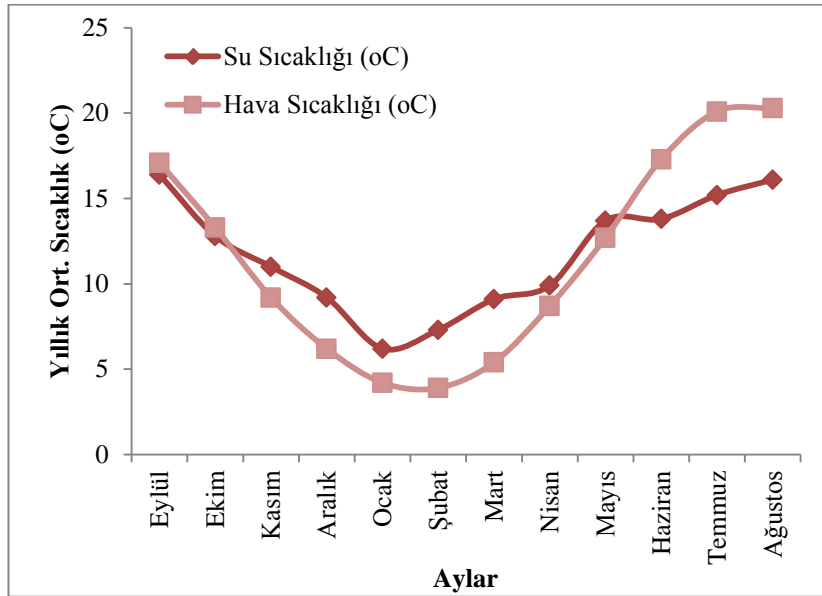
Şekil 23. Dere akımlarının aylık ortalamaları

3.1.1.1.2. Sıcaklık

Bilindiği üzere, dere suyu sıcaklıkları iklime, havzanın bakısına, arazi kullanımına, mikroorganizma faaliyetine ve yükseltiye göre değişim gösterebileceğinden Çatak formasyonunda bulunan her bir mikro havzadaki derelerin ortalama su sıcaklıkları aylar itibariyle Tablo 11’de, havzaların ortalama aylık sıcaklıkları ise Şekil 24’te aşağıda verilmiştir.

Tablo 11. Çatak formasyonundaki derelerin aylar itibariyle su sıcaklıkları

Havza No	AYLAR												Yıllık Ort.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	17,9	14,1	12,3	11,3	7,2	8,9	8,5	10,9	13,5	14	15,4	17,3	12,6
2	16,8	13,1	11,1	10,1	7,4	8,1	10,5	12,9	14,6	14,6	15,9	16,6	12,6
3	15,9	12,4	11,2	7,6	5,7	7,0	9,7	11,9	14,6	13,8	15,8	15,4	11,8
4	16,5	12,5	11,2	8,7	5,3	6,8	9,6	12	14,3	14	16,2	16,3	12,0
5	16,3	12,6	10,4	8,5	5,4	6,4	9,2	5,7	13,7	14,1	15	16,2	11,1
7	14,8	12,2	9,8	9,2	6,0	6,5	7,0	6,2	11,5	12,1	13,0	14,6	10,2
Ort.	16,4	12,8	11,0	9,2	6,2	7,3	9,1	9,9	13,7	13,8	15,2	16,1	11,7



Şekil 24. Dere sularının ve hava sıcaklıklarının aylık ortalamaları

Çatak formasyonunda bulunan derelerin su sıcaklıkları yıllık ortalama 10.2 – 12.6 °C arasında değişmekte olup, tüm havzaların yıllık sıcaklık ortalaması ise 11.7 °C olarak tespit edilmiştir. Aylara göre havzalarda en düşük su sıcaklığı 5.3 °C ile Ocak ayında 4 nolu

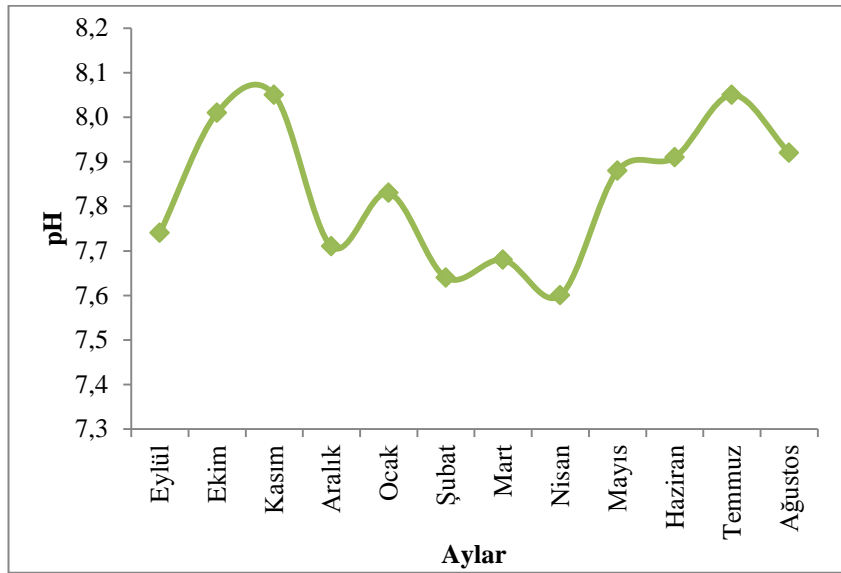
havzada, en yüksek su sıcaklığı ise 17.9 °C ile Eylül ayında 1 nolu havzada ölçülmüştür. Ortalama su sıcaklıkları mevsimsel değişime göre incelendiğinde, Sonbaharda 13.4 °C, Kışın 7.6 °C, İlkbaharda 10.9 °C ve Yazın ise 15 °C olarak bulunmuştur (Tablo 11).

3.1.1.1.3. pH

Çatak formasyonundaki havzalarda dere sularının pH'ları aylar itibariyle Tablo 12'de ve Şekil 25'te verilmiştir.

Tablo 12. Çatak formasyonundaki derelerin aylar itibariyle pH miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Ort.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	7,46	7,64	7,91	7,65	7,72	7,56	7,56	7,38	7,65	7,79	7,80	7,74	7,66
2	7,30	8,18	8,05	7,82	7,85	7,68	7,68	7,56	7,89	7,96	8,00	7,87	7,82
3	7,99	8,15	8,11	7,82	7,91	7,90	8,06	7,79	8,09	8,11	8,25	8,06	8,02
4	8,11	8,22	8,26	7,91	7,99	8,10	8,19	8,06	8,24	8,21	8,39	8,22	8,16
5	7,94	8,03	8,05	7,47	7,76	7,16	7,58	7,35	7,6	7,63	7,97	7,82	7,70
7	7,63	7,82	7,91	7,58	7,77	7,45	7,00	7,48	7,78	7,74	7,90	7,83	7,66
Ort.	7,74	8,01	8,05	7,71	7,83	7,64	7,68	7,60	7,88	7,91	8,05	7,92	7,83



Şekil 25. Aylık ortalama pH değişimleri

Çatak formasyonunda bulunan dere sularının pH miktarları yıllık ortalama 7.66 – 8.16 arasında değişmekte olup, tüm havzaların yıllık pH ortalaması ise 7.83 olarak belirlenmiştir. Aylara göre havzalarda en düşük pH miktarı 7.0 ile Mart ayında 7 nolu havzada, en yüksek pH miktarı ise 8.39 ile Temmuz ayında 4 nolu havzada ölçülmüştür. Ortalama pH miktarları mevsimsel değişime göre incelendiğinde, Sonbaharda 7.93, Kışın 7.73, İlkbaharda 7.72 ve Yazın ise 7.96 olarak bulunmuştur.

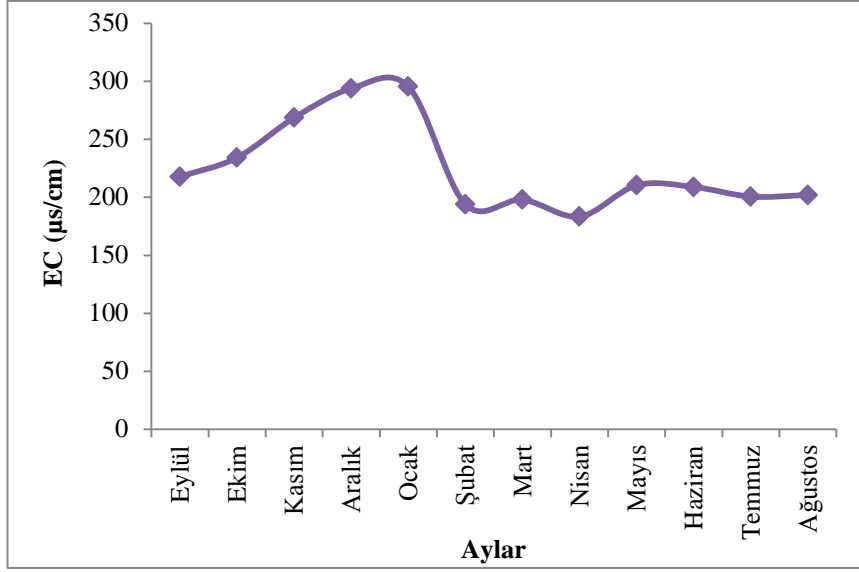
3.1.1.1.4. Elektriksel İletkenlik (EC)

Çatak formasyonundaki havzalarda dere sularının elektriksel iletkenlik (EC) değerleri aylar itibariyle aşağıda verilmiştir (Tablo 13 ve Şekil 26).

Tablo 13. Dere sularının aylar itibariyle EC miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Ort.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	233,0	268,5	349,0	346,0	351,0	169,1	196,8	164,9	210,5	185,6	179,2	197,8	237,6
2	121,0	193,3	286,1	312,0	308,0	142,6	132,4	117,5	193,7	183,3	153,7	132,3	189,7
3	253,0	293,0	194,2	293,2	302,0	217,4	262,4	223,3	248,0	246,2	250,9	243,2	252,2
4	334,0	370,0	383,0	378,0	387,0	336,0	350,0	334,0	328,0	352,0	346,0	358,0	354,7
5	221,0	156,1	191,1	204,0	196,1	142,8	112,6	125,4	138,4	133,8	131,9	135,2	157,4
7	144,0	124,5	208,1	229,8	227,6	155,6	133,0	135,1	143,5	152,5	141,6	145,3	161,7
Ort.	217,7	234,2	268,6	293,8	295,3	193,9	197,9	183,4	210,4	208,9	200,6	202,0	225,5

Çatak formasyonunda bulunan dere sularının elektriksel iletkenlik (EC) miktarları yıllık ortalama 157.4 – 354.7 $\mu\text{s/cm}$ arasında değişmekte olup, tüm havzaların yıllık Elektriksel İletkenlik (EC) ortalaması ise 225.5 $\mu\text{s/cm}$ olarak belirlenmiştir (Tablo 13). Aylara göre havzalarda en düşük EC miktarı 112.6 $\mu\text{s/cm}$ ile Mart ayında 5 nolu havzada, en yüksek EC miktarı ise 387.0 $\mu\text{s/cm}$ ile Ocak ayında 4 nolu havzada ölçülmüştür. Ortalama EC miktarları mevsimsel değişime göre incelendiğinde, Sonbaharda 240.17 $\mu\text{s/cm}$, Kışın 261.00 $\mu\text{s/cm}$, İlkbaharda 197.23 $\mu\text{s/cm}$ ve Yazın ise 203.83 $\mu\text{s/cm}$ olarak bulunmuştur.



Şekil 26. Aylık ortalama EC değışimleri

3.1.1.1.5. Toplam Azot

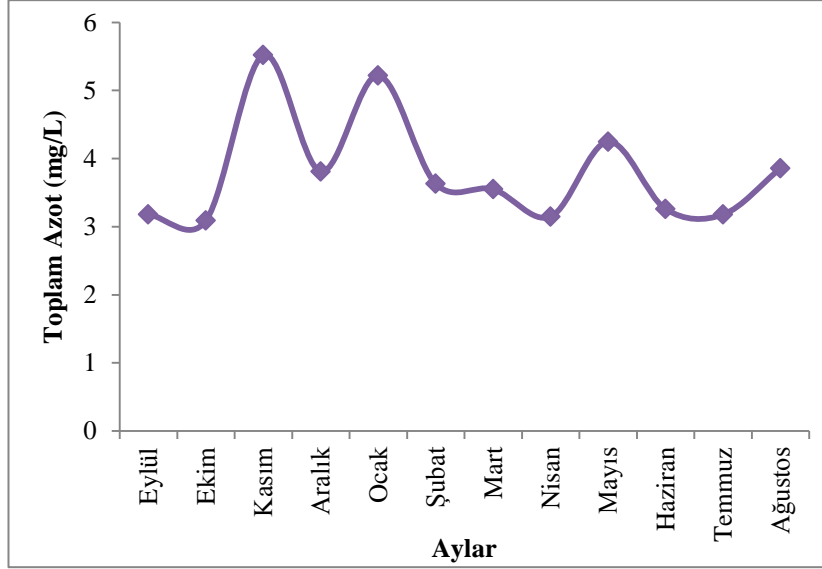
Araştırma alanında, Çatak formasyonunun bulunduğu mikro havzalardaki dere sularında ölçülen Toplam Azot (mg/L) miktarları aylar itibariyle aşağıda verilmiştir (Tablo 14, Şekil 27). Ayrıca, formasyondaki dere havzalarından aylara göre dere sularına gelen TN miktarları Tablo 15 ve Şekil 28’de verilmiştir.

Tablo 14. Dere sularının aylar itibariyle toplam azot miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Ort.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	7,02	8,50	6,91	5,37	15,78	7,51	5,15	5,31	5,99	4,53	3,76	6,51	6,86
2	1,86	1,16	4,43	1,90	2,98	1,79	1,89	2,00	3,75	2,30	1,49	2,55	2,34
3	2,41	1,39	4,01	3,27	1,87	3,33	2,35	2,53	3,45	1,37	5,48	4,02	2,96
4	1,08	0,72	4,72	2,96	1,78	1,73	1,76	2,30	3,23	2,92	2,13	2,07	2,28
5	3,57	3,18	6,19	4,21	4,43	3,33	4,52	3,40	3,56	2,96	2,22	4,58	3,85
7	3,13	3,56	6,83	5,15	4,50	4,08	5,64	3,35	5,51	5,47	3,99	3,41	4,55
Ort.	3,18	3,09	5,52	3,81	5,22	3,63	3,55	3,15	4,25	3,26	3,18	3,86	3,81

Çatak formasyonunda bulunan dere sularının Toplam Azot (TN) miktarları yıllık ortalama 2.28 – 6.86 mg/L arasında değışmekte olup, tüm havzaların yıllık toplam azot (TN) miktarları ortalaması ise 3.81 mg/L olarak bulunmuştur. Aylara göre havzalarda en düşük TN miktarı 3.09 mg/L ile Ekim ayında 4 nolu havzada, en yüksek TN miktarı ise

15.78 ile Ocak ayında 1 nolu havzada ölçülmüştür. Ortalama TN miktarları mevsimsel değişime göre incelendiğinde, Sonbaharda 3.93 mg/L, Kışın 4.22 mg/L, İlkbaharda 3.65 mg/L ve Yazın ise 3.43 mg/L olarak belirlenmiştir.

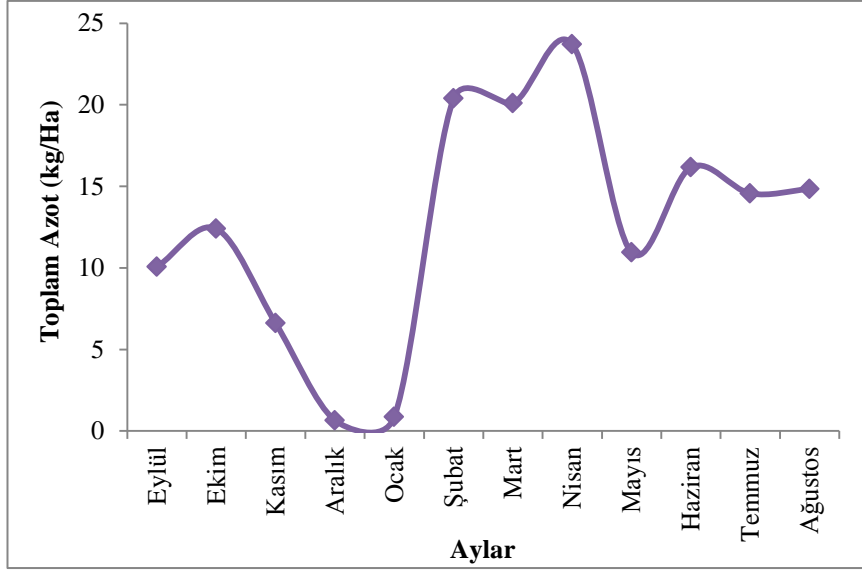


Şekil 27. Aylık ortalama TN miktarları

Tablo 15. Havzalardan dere sularına gelen hektardaki TN miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Toplam
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	3,96	1,62	0,04	0,03	0,09	5,67	2,42	6,86	2,58	4,15	1,81	4,59	33,80
2	0,80	0,64	0,83	0,06	0,05	1,16	1,69	1,50	1,16	1,10	0,53	1,47	10,99
3	0,73	1,19	2,32	0,38	0,23	6,24	2,63	6,10	2,23	1,07	2,14	1,40	26,66
4	0,24	0,50	0,55	0,06	0,13	1,67	0,43	1,78	1,33	1,10	6,19	0,65	14,62
5	2,44	1,95	0,70	0,11	0,24	2,94	4,68	2,65	0,63	2,63	1,05	4,02	24,04
7	1,88	6,51	2,16	0,01	0,11	2,72	8,24	4,83	3,01	6,12	2,85	2,71	41,16
Toplam	10,06	12,40	6,61	0,65	0,85	20,39	20,09	23,71	10,94	16,17	14,57	14,84	151,27

Havzalarda bulunan dere sularının TN miktarları hektarda yıllık 10.99 – 41.16 kg arasında değişmekte olup, havzaların tümünden gelen yıllık TN miktarı hektarda 151.27 kg olarak belirlenmiştir (Tablo 14). Aylara göre havzalarda en düşük TN miktarı hektarda 0.01 kg ile Aralık ayında 7 nolu havzada, en yüksek TN miktarı ise 6.86 kg ile Nisan ayında 1 nolu havzada hesaplanmıştır. Hektarda ortalama TN miktarları mevsimsel değişime göre incelendiğinde, Sonbaharda 9.69 kg, Kışın 7.30 kg, İlkbaharda 18.25 kg ve Yazın ise 15.19 kg olarak tespit edilmiştir.



Şekil 28. Havzalardan gelen hektardaki aylık toplam TN miktarları

3.1.1.1.6. Toplam Fosfat

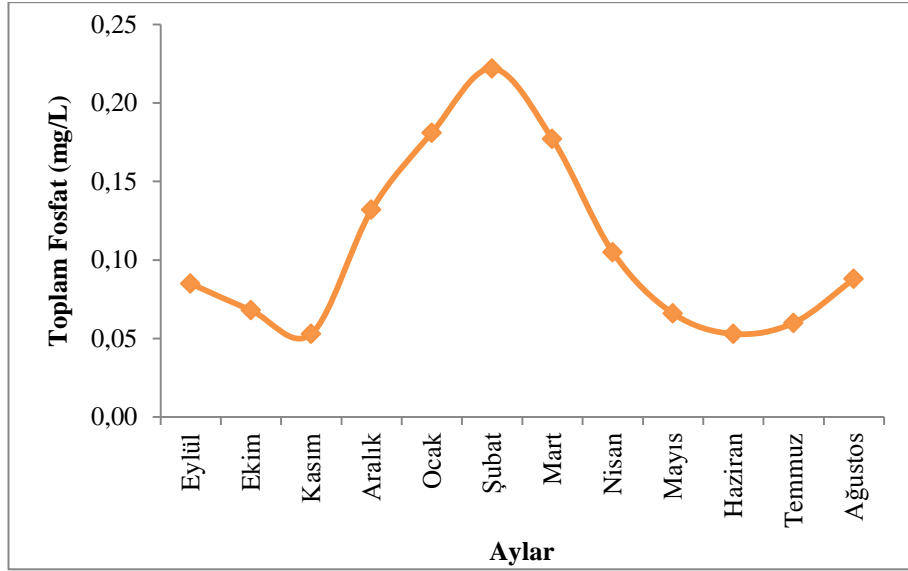
Araştırma alanında, Çatak formasyonunun bulunduğu dere sularında ölçülen Toplam Fosfat (mg/L) miktarları aylar itibariyle aşağıda verilmiştir (Tablo 16, Şekil 29). Ayrıca, formasyondaki dere havzalarından aylara göre dere sularına gelen toplam fosfat (TP) miktarları aşağıda verilmiştir (Tablo 17 ve Şekil 30).

Tablo 16. Dere sularının aylar itibariyle toplam fosfat miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Ort.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	0,093	0,036	0,058	0,114	0,205	0,424	0,186	0,298	0,083	0,073	0,132	0,113	0,151
2	0,065	0,025	0,057	0,137	0,182	0,194	0,170	0,068	0,080	0,043	0,074	0,072	0,097
3	0,096	0,107	0,073	0,149	0,199	0,192	0,184	0,061	0,081	0,096	0,044	0,098	0,115
4	0,078	0,057	0,046	0,160	0,183	0,156	0,171	0,058	0,064	0,016	0,047	0,063	0,092
5	0,082	0,043	0,047	0,110	0,161	0,230	0,176	0,063	0,055	0,066	0,045	0,086	0,097
7	0,093	0,138	0,038	0,119	0,157	0,139	0,173	0,080	0,037	0,021	0,020	0,094	0,092
Ort.	0,085	0,068	0,053	0,132	0,181	0,222	0,177	0,105	0,066	0,053	0,060	0,088	0,107

Çatak formasyonundaki havzaların dere sularındaki Toplam Fosfat (TP) miktarları yıllık ortalama 0.092 – 0.151 mg/L arasında değişmekte olup, tüm havzaların yıllık TP miktarlarının ortalaması 0.107 mg/L olarak belirlenmiştir. Aylara göre havzalarda en düşük TP miktarı 0.025 mg/L ile Ekim ayında 2 nolu havzada, en yüksek TP miktarı ise 0.424 ile

Şubat ayında 1 nolu havzada ölçülmüştür. Ortalama TP miktarları mevsimsel değişime göre incelendiğinde, Sonbaharda 0.069 mg/L, Kışın 0.178 mg/L, İlkbaharda 0.116 mg/L ve Yazın ise 0.067 mg/L olarak belirlenmiştir.

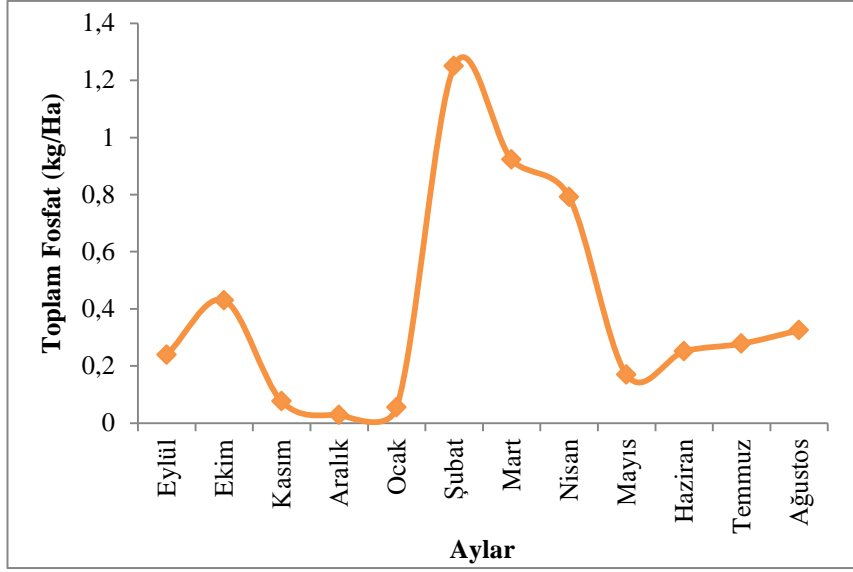


Şekil 29. Aylık ortalama TP miktarları

Tablo 17. Havzalardan dere sularına gelen hektardaki TP miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Toplam
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	0,053	0,007	0,001	0,001	0,001	0,320	0,087	0,385	0,036	0,067	0,063	0,080	1,100
2	0,028	0,014	0,011	0,004	0,003	0,125	0,152	0,051	0,025	0,021	0,026	0,041	0,500
3	0,029	0,091	0,042	0,017	0,025	0,359	0,206	0,147	0,052	0,075	0,017	0,034	1,095
4	0,018	0,039	0,005	0,003	0,013	0,150	0,041	0,045	0,026	0,006	0,136	0,020	0,503
5	0,056	0,026	0,005	0,003	0,009	0,203	0,183	0,049	0,010	0,059	0,021	0,075	0,699
7	0,056	0,253	0,012	0,001	0,004	0,093	0,253	0,115	0,020	0,023	0,014	0,074	0,917
Topl.	0,239	0,430	0,076	0,029	0,055	1,250	0,923	0,792	0,169	0,251	0,278	0,325	4,815

Havzalarda bulunan dere sularının TP miktarları hektarda yıllık 0.5 – 1.1 kg arasında değişmekte olup, havzaların tümünden gelen yıllık TP miktarı hektarda 4.815 kg olarak belirlenmiştir. Aylara göre havzalarda en düşük TP miktarı hektarda 0.001 kg ile Kasım, Aralık ve Ocak aylarında 1 nolu havzada, en yüksek TP miktarı ise 0.385 kg ile Nisan ayında 1 nolu havzada hesaplanmıştır. Hektarda ortalama TP miktarları mevsimsel değişime göre incelendiğinde, Sonbaharda 0.248 kg, Kışın 0.444 kg, İlkbaharda 0.628 kg ve Yazın ise 0.285 kg olarak bulunmuştur.



Şekil 30. Havzalardan gelen hektardaki aylık TP (PO₄-P) miktarları

3.1.1.1.7. Kalsiyum (Ca⁺⁺)

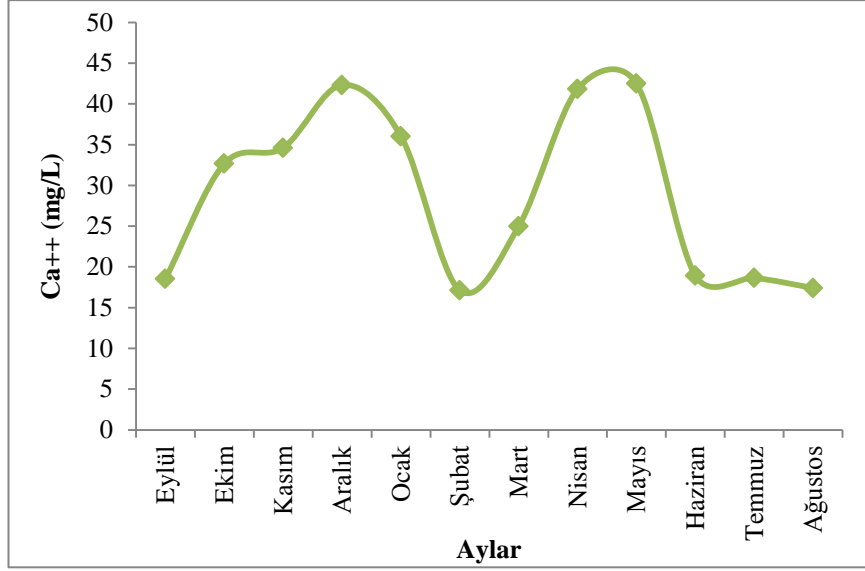
Araştırma alanında, Çatak formasyonunun bulunduğu dere sularında ölçülen Ca⁺⁺ (mg/L) miktarları aylar itibariyle aşağıda verilmiştir (Tablo 18, Şekil 31). Ayrıca, formasyondaki dere havzalarından aylara göre dere sularına gelen Ca⁺⁺ miktarları Tablo 19 ve Şekil 32’de verilmiştir.

Tablo 18. Dere sularının aylar itibariyle Ca⁺⁺ miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Ort.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	15,42	40,87	47,96	53,92	48,53	12,97	24,44	38,87	44,20	13,64	16,87	13,54	30,94
2	8,25	21,24	34,59	45,28	39,92	9,90	11,94	34,17	32,40	12,36	9,73	7,29	22,26
3	18,22	47,25	40,90	44,88	37,99	20,78	39,93	53,83	58,53	26,43	27,67	23,83	36,69
4	40,57	47,21	40,85	48,28	40,09	30,67	43,56	74,98	67,04	36,42	33,81	35,98	44,96
5	12,13	17,51	18,78	26,66	20,89	11,35	12,04	22,84	22,74	9,42	9,52	9,57	16,12
7	16,73	21,94	24,68	34,95	28,74	17,04	18,06	26,26	30,02	15,31	14,31	14,32	21,86
Ort.	18,55	32,67	34,63	42,33	36,03	17,12	25,00	41,83	42,49	18,93	18,65	17,42	28,80

Havzaların dere sularındaki Ca⁺⁺ miktarları yıllık ortalama 16.12 – 44.96 mg/L arasında değişmekte olup, tüm havzaların yıllık Ca⁺⁺ miktarlarının ortalaması 28.80 mg/L olarak bulunmuştur. Aylara göre havzalarda en düşük Ca⁺⁺ miktarı 7.29 mg/L ile Ağustos ayında 2 nolu havzada, en yüksek Ca⁺⁺ miktarı ise 74.98 mg/L ile Nisan ayında 4 nolu

havzada ölçülmüştür. Ortalama Ca^{++} miktarları mevsimsel değişime göre incelendiğinde, Sonbaharda 28.62 mg/L, Kışın 31.83 mg/L, İlkbaharda 36.44 mg/L ve Yazın ise 18.33 mg/L olarak belirlenmiştir.

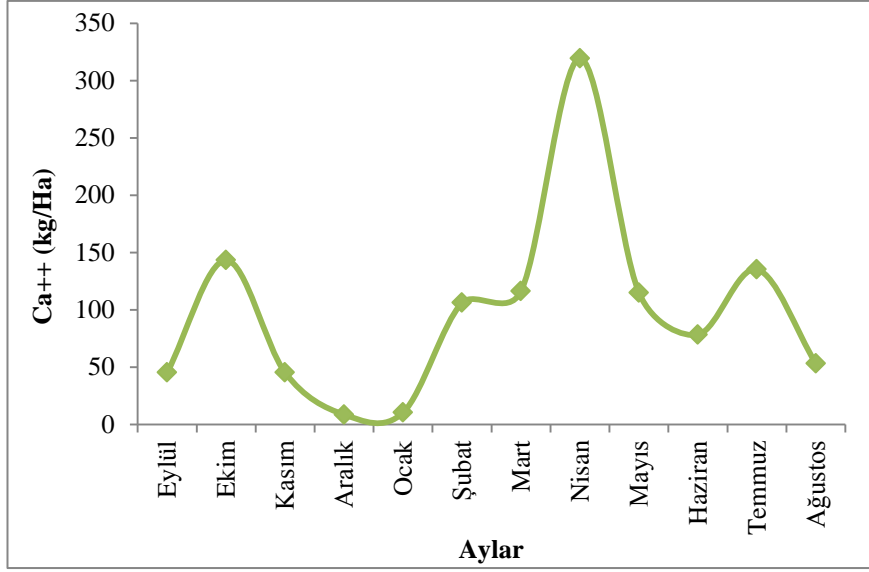


Şekil 31. Aylık ortalama Ca^{++} miktarları

Tablo 19. Havzalardan dere sularına gelen hektardaki Ca^{++} miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Toplam
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	8,7	7,8	0,3	0,3	0,3	9,8	11,5	50,2	19,0	12,5	8,1	9,5	137,9
2	3,5	11,8	6,5	1,4	0,7	6,4	10,7	25,7	10,0	5,9	3,5	4,2	90,2
3	5,5	40,3	23,7	5,2	4,7	38,9	44,6	129,7	37,9	20,7	10,8	8,3	370,4
4	9,2	32,6	4,8	1,0	2,9	29,6	10,5	58,1	27,6	13,7	98,2	11,3	299,4
5	8,3	10,7	2,1	0,7	1,1	10,0	12,5	17,8	4,0	8,4	4,5	8,4	88,6
7	10,1	40,1	7,8	0,1	0,7	11,4	26,4	37,8	16,4	17,1	10,2	11,4	189,5
Topl.	45,3	143,3	45,2	8,6	10,4	106,1	116,2	319,3	114,9	78,3	135,3	53,1	1176,0

Havzalardaki dere sularının Ca^{++} miktarları hektarda yıllık 88.6 – 370.4 kg arasında değişmekte olup, havzaların tümünden gelen yıllık Ca^{++} miktarı hektarda 1176,0 kg olarak belirlenmiştir. Aylara göre havzalarda en düşük Ca^{++} miktarı hektarda 0.01 kg ile Aralık ayında 7 nolu havzada, en yüksek Ca^{++} miktarı ise 129.7 kg ile Nisan ayında 3 nolu havzada hesaplanmıştır. Hektarda toplam Ca^{++} miktarları mevsimsel değişime göre, Sonbaharda 77.93 kg, Kışın 41.68 kg, İlkbaharda 183.48 kg ve Yazın ise 88.91 kg olarak bulunmuştur.



Şekil 32. Havzalardan gelen hektardaki aylık Ca⁺⁺ miktarları

3.1.1.1.8. Magnezyum (Mg⁺⁺)

Çatak formasyonunda, dere sularında ölçülen Mg⁺⁺ miktarları aylar itibariyle aşağıda verilmiştir (Tablo 20, Şekil 33). Ayrıca, formasyondaki dere havzalarından aylara göre dere sularına gelen Mg⁺⁺ miktarları Tablo 21'de ve Şekil 34'te verilmiştir.

Tablo 20. Dere sularının aylar itibariyle Mg⁺⁺ miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Ort.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	1,39	1,51	1,99	1,62	1,45	0,92	1,04	1,08	0,94	0,97	0,98	1,03	1,24
2	0,26	1,47	1,93	1,61	1,46	0,92	1,00	1,06	0,95	1,05	0,96	0,88	1,13
3	2,54	1,56	1,97	1,58	1,45	1,12	1,15	1,10	1,03	1,13	1,13	1,14	1,41
4	1,39	1,64	2,24	1,67	1,56	1,17	1,20	1,15	1,04	1,19	1,18	1,19	1,39
5	0,99	1,41	1,82	1,52	1,43	1,04	1,00	1,03	0,91	1,03	1,01	1,06	1,19
7	0,40	1,38	1,75	1,54	1,36	0,99	0,98	0,94	0,86	0,98	0,95	1,01	1,10
Ort.	1,16	1,50	1,95	1,59	1,45	1,03	1,06	1,06	0,96	1,06	1,04	1,05	1,24

Havzaların dere sularındaki Mg⁺⁺ miktarları yıllık ortalama 1.10 – 1.41 mg/L arasında değişmekte olup, tüm havzaların yıllık Mg⁺⁺ miktarlarının ortalaması 1.24 mg/L olarak bulunmuştur. Aylara göre havzalarda en düşük Mg⁺⁺ miktarı 0.26 mg/L ile Eylül ayında 2 nolu havzada, en yüksek Mg⁺⁺ miktarı ise 2.54 mg/L ile Ağustos ayında 3 nolu havzada ölçülmüştür. Ortalama Mg⁺⁺ miktarları mevsimsel değişime göre incelendiğinde,

Sonbaharda 1.54 mg/L, Kışın 1.36 mg/L, İlkbaharda 1.03 mg/L ve Yazın ise 1.05 mg/L olarak belirlenmiştir.

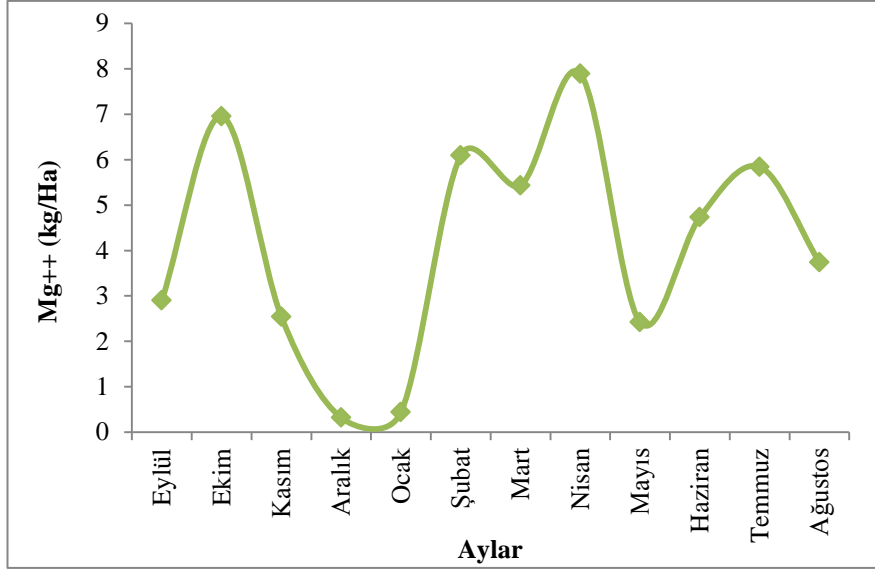


Şekil 33. Aylık ortalama Mg⁺⁺ miktarları

Tablo 21. Havzalardan dere sularına gelen hektardaki Mg⁺⁺ miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Toplam
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	0,78	0,29	0,01	0,01	0,01	0,69	0,49	1,39	0,40	0,89	0,47	0,73	6,17
2	0,11	0,81	0,36	0,05	0,02	0,59	0,90	0,80	0,29	0,50	0,34	0,51	5,29
3	0,77	1,33	1,14	0,18	0,18	2,10	1,29	2,65	0,67	0,88	0,44	0,40	12,03
4	0,31	1,13	0,26	0,03	0,11	1,13	0,29	0,89	0,43	0,45	3,43	0,37	8,84
5	0,68	0,86	0,21	0,04	0,08	0,92	1,04	0,80	0,16	0,92	0,48	0,93	7,11
7	0,24	2,52	0,55	0,01	0,03	0,66	1,43	1,35	0,47	1,10	0,68	0,80	9,85
Topl.	2,90	6,95	2,54	0,32	0,44	6,09	5,43	7,89	2,42	4,73	5,84	3,74	49,29

Havzalardaki dere sularının Mg⁺⁺ miktarları hektarda yıllık 5.29 – 12.03 kg arasında değişmekte olup, havzaların tümünden gelen yıllık Mg⁺⁺ miktarı hektarda 49.29 kg olarak belirlenmiştir. Aylara göre havzalarda en düşük Mg⁺⁺ miktarı hektarda 0.01 kg ile Kasım, Aralık, Ocak aylarında 1 ve 7 nolu havzalarda, en yüksek Mg⁺⁺ miktarı ise 2.65 kg ile Nisan ayında 3 nolu havzada hesaplanmıştır. Hektarda ortalama Mg⁺⁺ miktarları mevsimsel değişime göre, Sonbaharda 4.13 kg, Kışın 2.28 kg, İlkbaharda 5.25 kg ve Yazın ise 4.77 kg olarak bulunmuştur.



Şekil 34. Havzalardan gelen hektardaki aylık Mg⁺⁺ miktarları

3.1.1.1.9. Potasyum (K⁺)

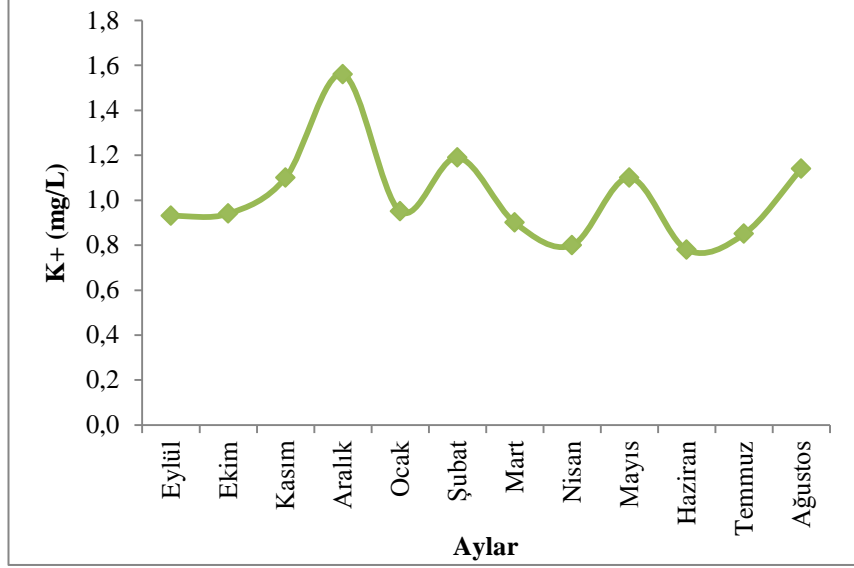
Dere sularında ölçülen K⁺ miktarları aylar itibariyle aşağıda verilmiştir (Tablo 22, Şekil 35). Ayrıca, formasyondaki dere havzalarından aylara göre dere sularına gelen K⁺ miktarları Tablo 23'de ve Şekil 36'da verilmiştir.

Tablo 22. Dere sularının aylar itibariyle K⁺ miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Ort.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	1,04	1,31	1,60	1,85	1,47	2,11	1,92	1,15	1,47	1,13	1,19	2,18	1,54
2	1,70	0,73	0,88	1,38	0,65	0,86	0,59	0,64	0,89	0,52	0,60	0,72	0,85
3	0,78	1,09	1,26	1,80	1,17	1,35	1,02	0,98	1,28	0,97	1,05	1,56	1,19
4	1,04	1,13	1,21	1,99	1,11	1,08	0,85	0,79	1,06	0,81	0,86	1,02	1,08
5	0,62	0,64	0,76	1,16	0,60	1,09	0,44	0,58	0,87	0,56	0,70	0,67	0,72
7	0,38	0,75	0,87	1,19	0,70	0,64	0,55	0,65	1,03	0,70	0,67	0,71	0,74
Ort.	0,93	0,94	1,10	1,56	0,95	1,19	0,90	0,80	1,10	0,78	0,85	1,14	1,02

Havzaların dere sularındaki K⁺ miktarları yıllık ortalama 0.72 – 1.54 mg/L arasında değişmekte olup, tüm havzaların yıllık K⁺ miktarlarının ortalaması 1.02 mg/L olarak bulunmuştur. Aylara göre havzalarda en düşük K⁺ miktarı 0.38 mg/L ile Eylül ayında 7 nolu havzada, en yüksek K⁺ miktarı ise 2.18 mg/L ile Ağustos ayında 1 nolu havzada ölçülmüştür.

Ortalama K^+ miktarları mevsimsel değişime göre, Sonbaharda 1.02 mg/L, Kışın 1.23 mg/L, İlkbaharda 0.93 mg/L ve Yazın ise 0.92 mg/L olarak bulunmuştur.

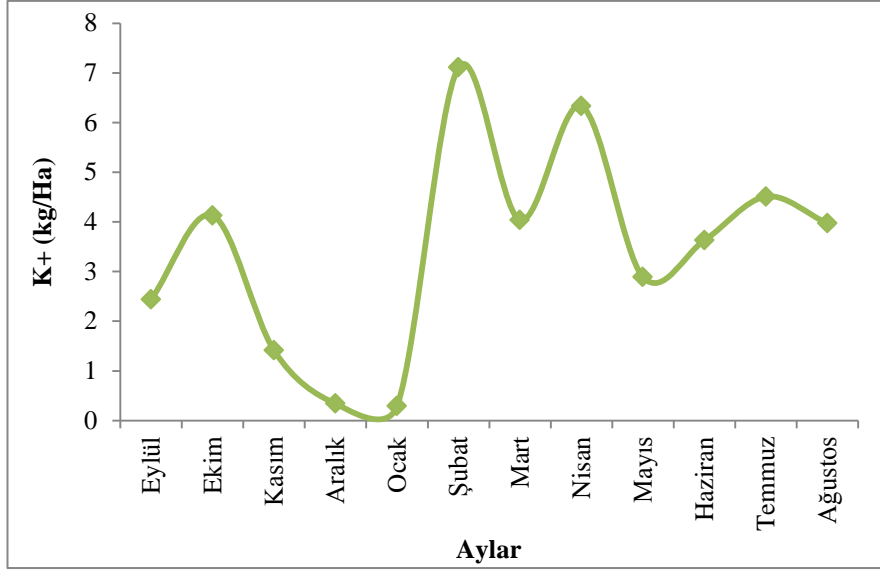


Şekil 35. Aylık ortalama K^+ miktarları

Tablo 23. Havzalardan dere sularına gelen hektardaki K^+ miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Toplam
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	0,59	0,25	0,01	0,01	0,01	1,59	0,90	1,49	0,63	1,04	0,57	1,54	8,62
2	0,73	0,40	0,17	0,04	0,01	0,56	0,53	0,48	0,27	0,25	0,21	0,42	4,07
3	0,24	0,93	0,73	0,21	0,14	2,53	1,14	2,36	0,83	0,76	0,41	0,54	10,82
4	0,23	0,78	0,14	0,04	0,08	1,04	0,21	0,61	0,44	0,30	2,50	0,32	6,70
5	0,42	0,39	0,09	0,03	0,03	0,96	0,46	0,45	0,15	0,50	0,33	0,59	4,41
7	0,23	1,37	0,28	0,01	0,02	0,43	0,80	0,94	0,56	0,78	0,48	0,56	6,46
Topl.	2,44	4,13	1,41	0,34	0,29	7,11	4,04	6,33	2,89	3,63	4,51	3,97	41,07

Havzalardaki dere sularının K^+ miktarları hektarda yıllık 4.07 – 10.82 kg arasında değişmekte olup, havzaların tümünden gelen yıllık K^+ miktarı hektarda 41.06 kg/ha olarak belirlenmiştir. Aylara göre havzalarda en düşük K^+ miktarı hektarda 0.01 kg ile Kasım, Aralık, Ocak aylarında 1 ve 7 nolu havzalarda, en yüksek K^+ miktarı ise 2.50 kg/ha ile Temmuz ayında 4 nolu havzada hesaplanmıştır. Hektarda ortalama K^+ miktarları mevsimsel değişime göre, Sonbaharda 2.66 kg/ha, Kışın 2.58 kg/ha, İlkbaharda 4.42 kg/ha ve Yazın ise 4.04 kg/ha olarak bulunmuştur.



Şekil 36. Havzalardan gelen hektardaki aylık K⁺ miktarları

3.1.1.1.10. Sodyum (Na⁺)

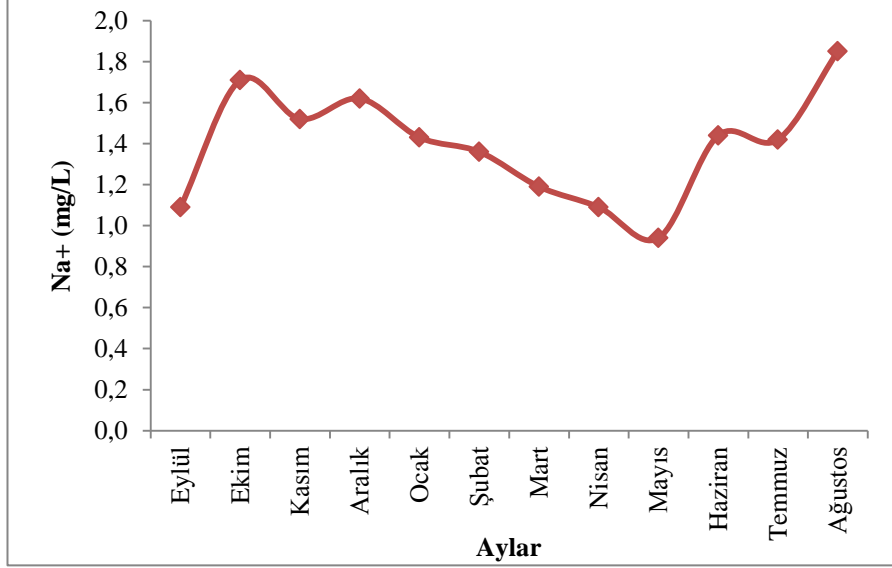
Dere sularında ölçülen Na⁺ miktarları aylar itibariyle aşağıda verilmiştir (Tablo 24, Şekil 37). Ayrıca, formasyondaki dere havzalarından aylara göre dere sularına gelen Na⁺ miktarları Tablo 25'te ve Şekil 38'de verilmiştir.

Tablo 24. Dere sularının aylar itibariyle Na⁺ miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Ort.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	1,30	1,72	1,54	1,65	1,61	1,42	1,28	1,19	0,92	1,51	1,49	1,99	1,47
2	1,31	1,71	1,56	1,64	1,56	1,40	1,29	1,29	1,09	1,53	1,56	1,99	1,49
3	0,78	1,75	1,52	1,67	1,49	1,44	1,31	1,21	1,21	1,56	1,55	2,09	1,47
4	1,17	1,68	1,45	1,57	1,15	1,35	1,04	0,88	0,73	1,19	1,12	1,45	1,23
5	1,08	1,69	1,52	1,60	1,41	1,38	1,15	1,09	0,88	1,48	1,45	1,85	1,38
7	0,89	1,71	1,50	1,58	1,36	1,18	1,09	0,90	0,79	1,38	1,34	1,71	1,29
Ort.	1,09	1,71	1,52	1,62	1,43	1,36	1,19	1,09	0,94	1,44	1,42	1,85	1,39

Havzaların dere sularındaki Na⁺ miktarları yıllık ortalama 1.23 – 1.49 mg/L arasında değişmekte olup, tüm havzaların yıllık Na⁺ miktarlarının ortalaması 1.39 mg/L olarak bulunmuştur. Aylara göre havzalarda en düşük Na⁺ miktarı 0.73 mg/L ile Mayıs ayında 4 nolu havzada, en yüksek Na⁺ miktarı ise 2.09 mg/L ile Ağustos ayında 3 nolu havzada ölçülmüştür.

Ortalama Na⁺ miktarları mevsimsel değişime göre, Sonbaharda 1.44 mg/L, Kışın 1.47 mg/L, İlkbaharda 1.07 mg/L ve Yazın ise 1.57 mg/L olarak bulunmuştur.

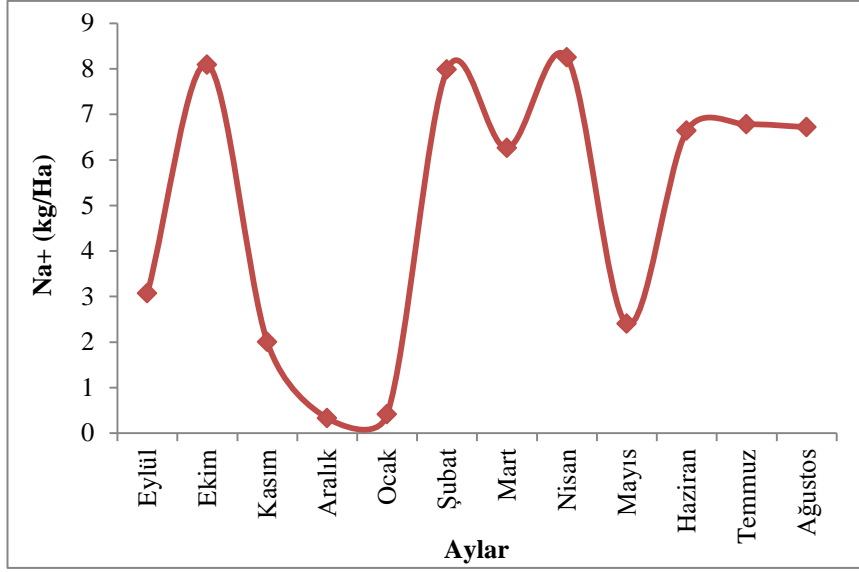


Şekil 37. Aylık ortalama Na⁺ miktarları

Tablo 25. Havzalardan dere sularına gelen hektardaki Na⁺ miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Toplam
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	0,73	0,33	0,01	0,01	0,01	1,07	0,60	1,54	0,40	1,38	0,72	1,40	8,20
2	0,56	0,95	0,29	0,05	0,03	0,90	1,15	0,97	0,34	0,73	0,55	1,15	7,68
3	0,24	1,49	0,88	0,19	0,18	2,70	1,46	2,92	0,78	1,22	0,61	0,73	13,40
4	0,26	1,16	0,17	0,03	0,08	1,30	0,25	0,68	0,30	0,45	3,25	0,46	8,40
5	0,74	1,04	0,17	0,04	0,08	1,22	1,19	0,85	0,16	1,32	0,69	1,62	9,11
7	0,53	3,13	0,48	0,01	0,03	0,79	1,59	1,30	0,43	1,54	0,96	1,36	12,15
Topl.	3,07	8,09	2,00	0,34	0,41	7,98	6,26	8,25	2,40	6,64	6,78	6,72	58,93

Havzalardaki dere sularının Na⁺ miktarları hektarda yıllık 7.68 – 13.40 kg arasında değişmekte olup, havzaların tümünden gelen yıllık Na⁺ miktarı hektarda 58.93 kg/ha olarak belirlenmiştir. Aylara göre havzalarda en düşük Na⁺ miktarı hektarda 0.01 kg ile Kasım, Aralık, Ocak aylarında 1 nolu havzada, en yüksek Na⁺ miktarı ise 3.25 kg/ha ile Temmuz ayında 4 nolu havzada hesaplanmıştır. Hektarda ortalama Na⁺ miktarları mevsimsel değişime göre, Sonbaharda 4.39 kg/ha, Kışın 2.91 kg/ha, İlkbaharda 5.64 kg/ha ve Yazın ise 6.71 kg/ha olarak bulunmuştur.



Şekil 38. Havzalardan gelen hektardaki aylık Na⁺ miktarları

3.1.1.2. Hamurkesen Formasyonu

Araştırma alanında, Hamurkesen formasyonu üzerinde farklı arazi kullanımlarının yer aldığı toplam 9 mikro havzada çalışılmıştır. Formasyon üzerindeki mikro havzaları temsil eden derelerden alınan su örneklerinin analiz sonuçlarına ait bulgular aşağıda verilmiştir.

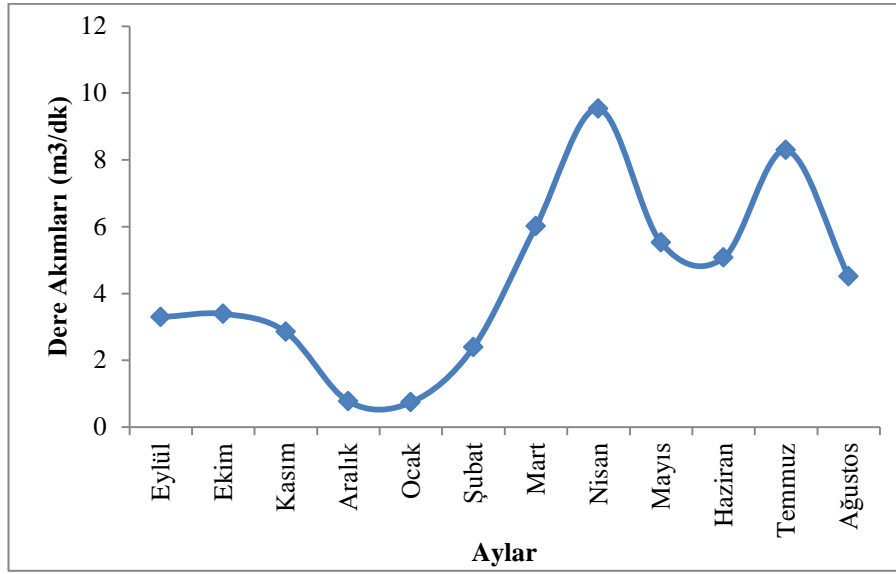
3.1.1.2.1. Dere Akımı

Dere akımları, Hamurkesen formasyonu için aylar itibariyle (Tablo 26) ve havzaların ortalama dere akımları (Şekil 39) aşağıda verilmiştir.

Havzalardaki dere akımları yıllık ortalama 1.67 – 8.37 m³/dk arasında değişmekte olup, tüm havzaların yıllık dere akımları ortalaması ise 4.36 m³/dk olarak belirlenmiştir. Aylara göre havzalarda en düşük dere akımı 0.04 m³/dk ile Aralık ayında 17 nolu havzada, en yüksek dere akımı 23.31 m³/dk ile Temmuz ayında 16 nolu havzada gerçekleşmiştir. Ortalama dere akımları mevsimsel değişime göre, Sonbaharda 3.18 m³/dk, Kışın 1.30 m³/dk, İlkbaharda 7.02 m³/dk ve Yazın ise 5.96 m³/dk olarak belirlenmiştir.

Tablo 26. Hamurkesen formasyonundaki derelerin aylar itibariyle akımları

Havza No	AYLAR												Yıllık Ort.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
6	1,24	1,84	2,50	1,22	0,53	0,64	2,85	3,74	2,96	2,65	1,42	1,64	1,94
8	7,30	6,31	3,48	2,38	2,87	6,66	8,47	13,03	13,06	9,82	17,10	10,00	8,37
9	2,09	2,63	2,61	0,41	0,34	2,63	7,14	7,28	3,60	4,17	9,43	3,48	3,82
15	10,49	3,53	3,98	0,21	0,30	2,68	11,33	12,94	5,67	12,60	12,26	14,85	7,57
16	3,73	3,16	3,64	0,72	0,43	3,49	10,58	15,48	10,44	4,23	23,31	4,58	6,98
17	1,12	2,03	0,83	0,04	0,14	0,81	2,40	6,38	2,77	4,31	3,11	1,48	2,12
18	2,56	4,03	5,94	1,50	1,46	2,22	6,96	18,51	5,60	4,03	4,17	3,28	5,02
19	0,41	3,72	1,46	0,34	0,12	0,21	1,55	4,80	3,22	1,76	1,96	0,49	1,67
20	0,63	3,27	1,18	0,13	0,44	2,16	2,85	3,63	2,40	2,05	1,88	0,78	1,78
Ort.	3,29	3,39	2,85	0,77	0,74	2,39	6,01	9,53	5,52	5,07	8,29	4,51	4,36



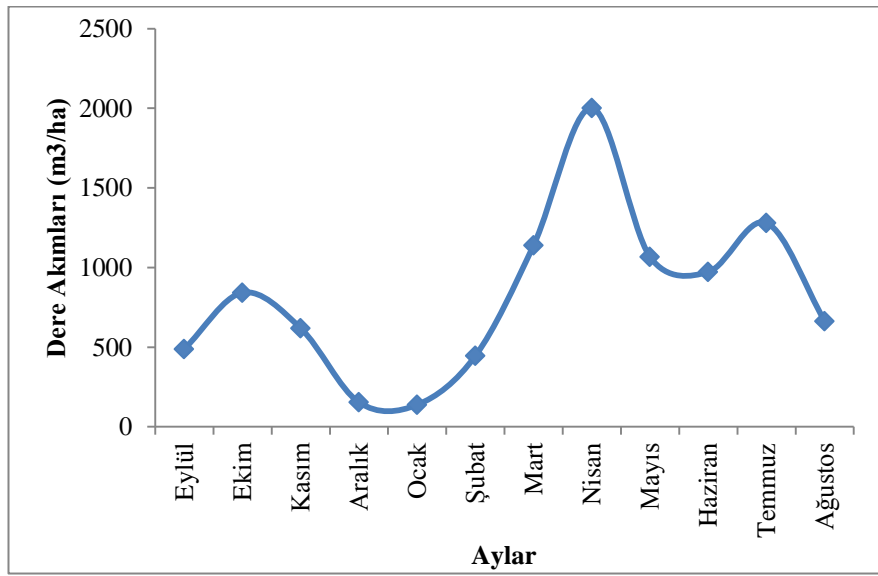
Şekil 39. Dere akımlarının aylık ortalamaları

Hamurkesen formasyonu üzerindeki derelerde ölçülen dere akımlarının m³/ha'a dönüştürülmüş değerleri aşağıda verilmiştir (Tablo 27).

Hektardaki dere akımlarının hesaplanması su analizlerinin bazı parametrelerinin (TN, TP, Ca, Mg, K, Na) kg/ha olarak hesaplanmasında kullanılmıştır.

Tablo 27. Aylara göre hektardaki dere akımları

Havza No	AYLAR												Yıllık Ort.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
6	416,3	617,7	839,2	409,5	177,9	214,8	956,7	1255,5	993,6	889,6	476,7	550,5	649,8
8	490,9	424,3	234,0	160,0	193,0	447,9	569,6	876,2	878,2	660,4	1149,9	672,5	563,1
9	442,5	556,8	552,6	86,8	72,0	556,8	1511,6	1541,3	762,2	882,8	1996,5	736,8	808,2
15	1026,0	345,3	389,3	20,5	29,3	262,1	1108,1	1265,6	554,6	1232,4	1199,1	1452,4	740,4
16	400,1	339,0	390,5	77,2	46,1	374,4	1134,9	1660,5	1119,9	453,7	2500,4	491,3	749,0
17	436,7	791,5	323,6	15,6	54,6	315,8	935,7	2487,5	1080,0	1680,4	1212,6	577,0	825,9
18	659,8	1038,6	1530,9	386,6	376,3	572,2	1793,8	4770,5	1443,3	1038,6	1074,7	845,3	1294,2
19	186,5	1692,5	664,3	154,7	54,6	95,5	705,2	2183,9	1465,0	800,8	891,8	222,9	759,8
20	341,7	1773,8	640,1	70,5	238,7	1171,7	1546,0	1969,1	1301,9	1112,0	1019,8	423,1	967,4
Ort.	488,9	842,2	618,3	153,5	138,1	445,7	1140,2	2001,1	1066,5	972,3	1280,2	663,5	817,5



Şekil 40. Dere akımlarının aylık ortalamaları

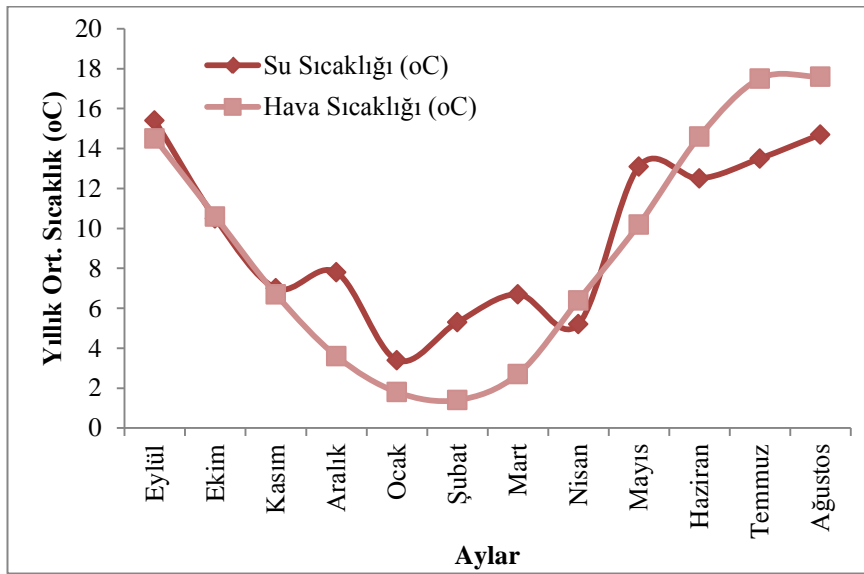
3.1.1.2.2. Sıcaklık

Hamurkesen formasyonunda bulunan her bir mikro havzadaki derelerin ortalama su sıcaklıkları aylar itibariyle Tablo 28'de, havzaların ortalama aylık su ve hava sıcaklıkları ise Şekil 41'de verilmiştir.

Derelerin su sıcaklıkları yıllık ortalama 8.5 – 10.8 °C arasında değişmekte olup, tüm havzaların yıllık sıcaklık ortalaması ise 9.6 °C olarak tespit edilmiştir. Aylara göre havzalarda en düşük su sıcaklığı 0.7 °C ile Ocak ayında 19 nolu havzada, en yüksek su sıcaklığı ise 16.8 °C ile Eylül ayında 17 nolu havzada ölçülmüştür. Ortalama su sıcaklıkları mevsimsel değişime göre incelendiğinde, Sonbaharda 11.0 °C, Kışın 5.5 °C, İlkbaharda 8.3 °C ve Yazın ise 13.6 °C olarak bulunmuştur.

Tablo 28. Hamurkesen formasyonundaki derelerin aylar itibariyle su sıcaklıkları

Havza No	AYLAR												Yıllık Ort.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
6	15,7	13,4	7,8	9,4	4,0	6,0	8,6	5,8	14,5	13,8	15,3	15,5	10,8
8	14,9	11,1	9,2	9,8	5,0	6,5	7,0	6,2	11,5	12,1	13	14,6	10,1
9	14,8	12,1	6,3	8,2	5,3	5,2	6,7	4,4	13,1	12,3	14,2	14,5	9,8
15	14,9	10,0	7,8	8,3	3,6	5,7	8,2	6,3	15,5	12,7	14,5	14,6	10,2
16	16,0	8,7	7,7	7,8	3,9	5,9	6,3	5,4	14,5	12,4	13,6	14,3	9,7
17	16,8	8,6	5,7	6,8	4,1	4,3	6,2	5,1	13,3	13,5	13,3	15,3	9,4
18	14,4	10,7	6,3	6,8	2,6	5,2	6,0	4,8	11,1	12,2	12,6	14,7	9,0
19	15,9	9,6	7,0	6,7	0,7	4,4	6,4	4,9	13,5	12,5	13,1	14,7	9,1
20	15,6	10,5	5,5	6,2	1,8	4,2	5,1	4,3	11,3	11,4	11,8	13,8	8,5
Ort.	15,4	10,5	7,0	7,8	3,4	5,3	6,7	5,2	13,1	12,5	13,5	14,7	9,6



Şekil 41. Dere sularının ve hava sıcaklıklarının aylık ortalamaları

3.1.1.2.3. pH

Havzalarda dere sularının pH'ları aylar itibariyle Tablo 29'da ve Şekil 42'de verilmiştir.

Dere sularının pH miktarları yıllık ortalama 7.24 – 7.81 arasında değişmekte olup, tüm havzaların yıllık pH ortalaması ise 7.52 olarak belirlenmiştir. Aylara göre havzalarda en düşük pH miktarı 6.59 ile Mart ayında 17 nolu havzada, en yüksek pH miktarı ise 8.08 ile Kasım ayında 6 ve 18 nolu havzalarda ölçülmüştür. Ortalama pH miktarları mevsimsel değişime göre, Sonbaharda 7.72, Kışın 7.51, İlkbaharda 7.31 ve Yazın ise 7.53 olarak bulunmuştur.

Tablo 29. Hamurkesen formasyonundaki derelerin aylar itibariyle pH miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Ort.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
6	7,72	8,00	8,08	7,72	7,79	7,47	7,78	7,36	7,90	7,90	8,05	7,91	7,81
8	7,41	7,70	7,90	7,51	7,67	7,36	7,18	7,13	7,78	7,74	7,90	7,83	7,59
9	7,82	7,75	7,81	7,52	7,51	7,19	7,14	7,00	7,49	7,49	7,60	7,49	7,48
15	7,25	7,47	7,62	7,28	7,32	7,09	6,79	6,70	7,46	7,44	7,79	7,45	7,31
16	7,60	7,54	7,61	7,29	7,34	7,20	7,02	6,94	6,84	7,20	7,33	7,24	7,26
17	7,22	7,40	7,51	7,00	6,93	7,10	7,01	6,59	7,34	7,51	7,57	7,65	7,24
18	7,91	7,61	8,08	7,84	7,95	7,92	7,72	7,80	7,01	7,34	7,22	7,27	7,64
19	7,94	7,73	8,06	7,90	7,90	7,75	7,71	7,77	7,02	7,18	7,26	7,21	7,62
20	7,93	7,72	8,05	7,86	7,81	7,58	7,70	7,63	7,46	7,56	7,52	7,60	7,70
Ort.	7,64	7,66	7,86	7,55	7,58	7,41	7,34	7,21	7,37	7,48	7,58	7,52	7,52



Şekil 42. Aylık ortalama pH değışimleri

3.1.1.2.4. Elektriksel İletkenlik (EC)

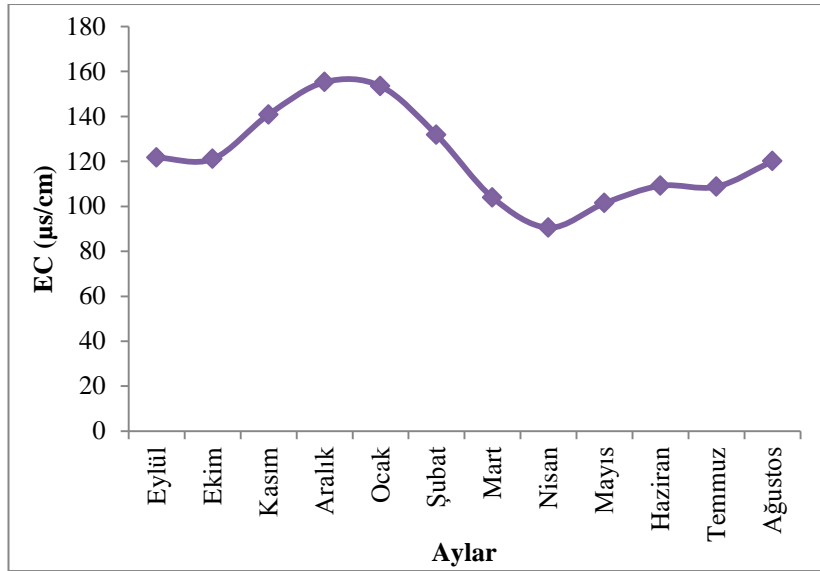
Hamurkesen formasyonundaki havzalarda dere sularının elektriksel iletkenlik (EC) değeri aylar itibariyle Tablo 30'da ve Şekil 43'de verilmiştir.

Dere sularının Elektriksel İletkenlik (EC) miktarları yıllık ortalama 59.35 – 188.53 $\mu\text{s/cm}$ arasında değışmekte olup, tüm havzaların yıllık EC ortalaması ise 121.47 $\mu\text{s/cm}$ olarak belirlenmiştir. Aylara göre havzalarda en düşük EC miktarı 31.6 $\mu\text{s/cm}$ ile Nisan ayında 17 nolu havzada, en yüksek EC miktarı ise 232.2 $\mu\text{s/cm}$ ile Aralık ayında 6 nolu havzada ölçülmüştür. Ortalama EC miktarları mevsimsel değışime göre, Sonbaharda

127.85 $\mu\text{s/cm}$, Kışın 146.79 $\mu\text{s/cm}$, İlkbaharda 98.60 $\mu\text{s/cm}$ ve Yazın ise 112.65 $\mu\text{s/cm}$ olarak bulunmuştur.

Tablo 30. Dere sularının aylar itibariyle EC miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Ort.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
6	131,1	179,5	201,7	232,2	217,6	188,1	156,5	138,7	153,0	175,3	170,6	177,7	176,83
8	68,2	75,4	91,8	102,9	102,6	80,9	62,2	55,3	61,8	65,7	55,7	66,2	74,04
9	130,1	73,1	78,2	88,5	89,4	69,6	68,3	61,0	61,3	69,7	76,7	67,4	77,77
15	54,3	63,3	76,7	91,4	94,1	71,3	43,2	40,5	45,8	42,7	40,7	48,5	59,35
16	79,0	101,8	117,1	135,3	143,3	138,4	74,9	55,6	58,8	64,8	59,8	78,2	92,25
17	46,2	36,7	72,6	93,0	97,5	113,2	37,5	31,6	38,9	34,4	35,2	42,6	56,60
18	199,0	177,2	216,4	224,9	220,6	200,2	161,6	130,2	157,8	174,9	178,9	192,1	186,15
19	178,1	190,5	186,6	197,6	198,5	178,8	166,0	162,2	165,0	178,3	176,6	202,9	181,75
20	210,0	192,1	226,2	231,2	217,1	145,2	164,8	139,7	170,0	176,5	184,4	205,1	188,53
Ort.	121,67	121,07	140,81	155,22	153,41	131,74	103,89	90,53	101,38	109,14	108,73	120,08	121,47



Şekil 43. Aylık ortalama EC değişimleri

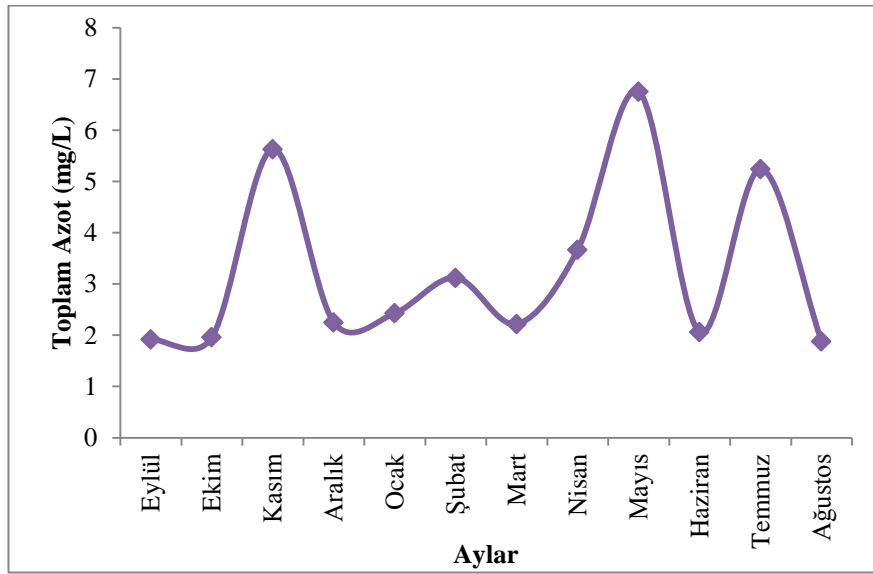
3.1.1.2.5. Toplam Azot

Araştırma alanında, Hamurkesen formasyonunun bulunduğu mikro havzalardaki dere sularında ölçülen toplam azot miktarları aylar itibariyle aşağıda verilmiştir (Tablo 31, Şekil 44). Ayrıca, formasyondaki dere havzalarından aylara göre dere sularına gelen TN miktarları Tablo 32'de ve Şekil 45'te verilmiştir.

Tablo 31. Dere sularının aylar itibariyle toplam azot miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Ort.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
6	1,43	1,12	7,91	1,62	2,61	3,05	1,52	2,76	1,82	1,76	7,76	1,90	2,94
8	1,60	1,26	6,89	2,23	2,23	2,00	1,51	3,13	7,23	1,42	6,20	2,11	3,15
9	1,77	1,87	4,81	1,59	2,96	4,31	2,44	2,43	3,87	2,06	4,46	2,06	2,89
15	1,23	0,90	2,78	1,85	1,74	1,06	1,81	1,78	5,60	0,74	2,51	1,14	1,93
16	1,12	1,04	3,76	2,28	2,32	2,62	2,17	3,48	13,20	1,25	3,01	0,81	3,09
17	0,85	0,73	4,80	1,89	1,37	1,68	1,54	4,19	9,59	1,15	3,13	0,77	2,64
18	2,45	1,92	6,18	2,54	1,86	2,61	1,43	5,50	9,58	3,51	6,60	2,75	3,91
19	3,03	3,88	6,61	3,26	3,30	5,96	3,33	4,96	3,96	3,16	7,13	2,92	4,29
20	3,79	4,88	6,96	3,03	3,51	4,80	4,26	4,79	5,94	3,47	6,39	2,43	4,52
Ort.	1,92	1,96	5,63	2,25	2,43	3,12	2,22	3,67	6,75	2,06	5,24	1,88	3,26

Hamurkesen formasyonunda bulunan dere sularının Toplam Azot (TN) miktarları yıllık ortalama 1.93 – 4.52 mg/L arasında değişmekte olup, tüm havzaların yıllık TN miktarları ortalaması ise 3.26 mg/L olarak bulunmuştur. Aylara göre havzalarda en düşük TN miktarı 0.73 mg/L ile Ekim ayında 17 nolu havzada, en yüksek TN miktarı ise 13.20 ile Mayıs ayında 16 nolu havzada ölçülmüştür. Ortalama TN miktarları mevsimsel değişime göre, Sonbaharda 3.17 mg/L, Kışın 2.60 mg/L, İlkbaharda 4.21 mg/L ve Yazın ise 3.06 mg/L olarak belirlenmiştir.

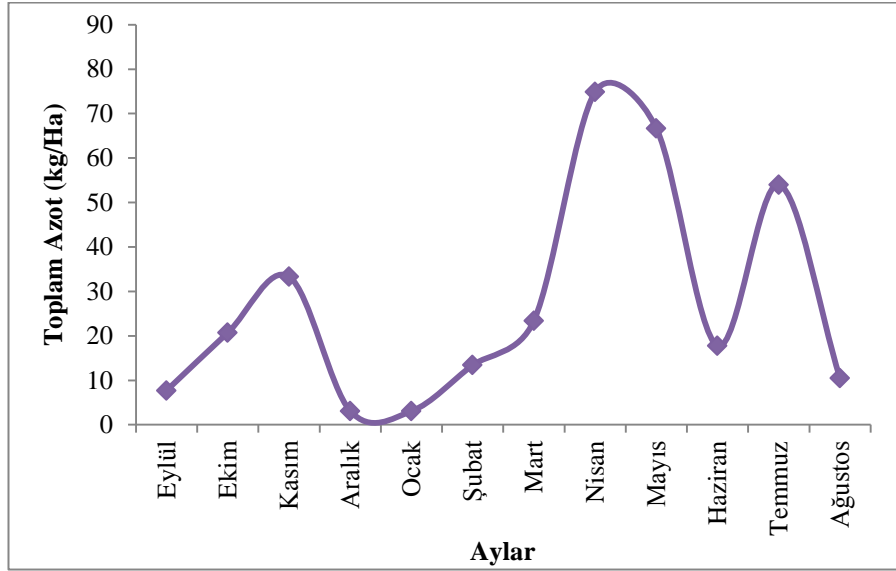


Şekil 44. Aylık ortalama TN miktarları

Tablo 32. Havzalardan dere sularına gelen hektardaki TN miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Topl.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
6	0,60	0,69	6,64	0,66	0,46	0,66	1,45	3,47	1,81	1,57	3,70	1,05	22,75
8	0,79	0,53	1,61	0,36	0,43	0,90	0,86	2,74	6,35	0,94	7,13	1,42	24,05
9	0,78	1,04	2,66	0,14	0,21	2,40	3,69	3,75	2,95	1,82	8,90	1,52	29,86
15	1,26	0,31	1,08	0,04	0,05	0,28	2,01	2,25	3,11	0,91	3,01	1,66	15,96
16	0,45	0,35	1,47	0,18	0,11	0,98	2,46	5,78	14,78	0,57	7,53	0,40	35,05
17	0,37	0,58	1,55	0,03	0,07	0,53	1,44	10,42	10,36	1,93	3,80	0,44	31,53
18	1,62	1,99	9,46	0,98	0,70	1,49	2,57	26,24	13,83	3,65	7,09	2,32	71,94
19	0,57	6,57	4,39	0,50	0,18	0,57	2,35	10,83	5,80	2,53	6,36	0,65	41,30
20	1,30	8,66	4,45	0,21	0,84	5,62	6,59	9,43	7,73	3,86	6,52	1,03	56,24
Topl.	7,72	20,73	33,32	3,10	3,06	13,43	23,41	74,91	66,71	17,77	54,03	10,48	328,67

Havzalardaki dere sularının Toplam Azot (TN) miktarları hektarda yıllık 15.96 – 71.94 kg arasında değişmekte olup, havzaların tümünden gelen yıllık TN miktarı hektarda 328.67 kg olarak belirlenmiştir. Aylara göre havzalarda en düşük TN miktarı hektarda 0.03 kg ile Aralık ayında 17 nolu havzada, en yüksek TN miktarı ise 14.78 kg ile Mayıs ayında 16 nolu havzada hesaplanmıştır. Hektarda ortalama TN miktarları mevsimsel değişime göre, Sonbaharda 20.59 kg, Kışın 6.53 kg, İlkbaharda 55.01 kg ve Yazın ise 27.43 kg olarak tespit edilmiştir.



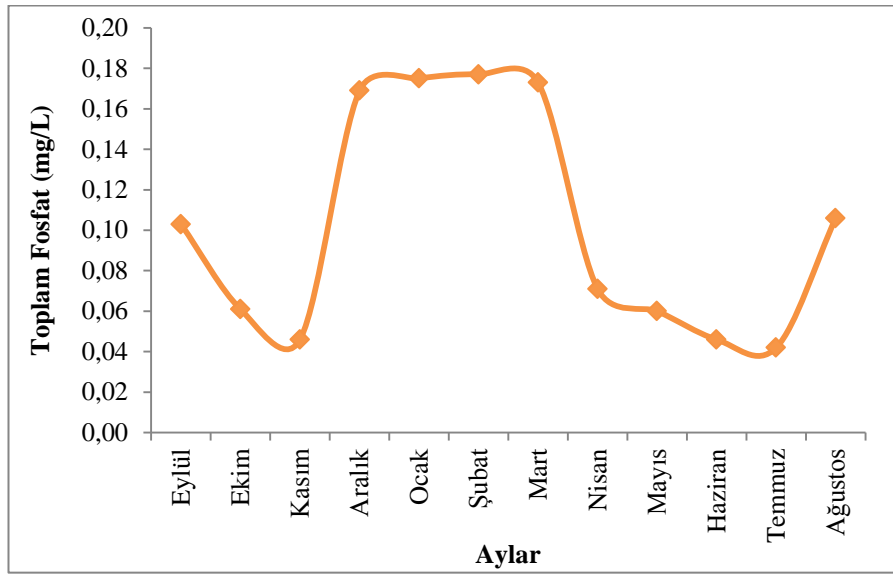
Şekil 45. Havzalardan gelen hektardaki aylık toplam TN miktarları

3.1.1.2.6. Toplam Fosfat

Dere sularında ölçülen toplam fosfat miktarları aylar itibariyle aşağıda verilmiştir (Tablo 33, Şekil 46). Ayrıca, formasyondaki dere havzalarından aylara göre dere sularına gelen Toplam Fosfat (TP) miktarları Tablo 34’te ve Şekil 47’de verilmiştir.

Tablo 33. Dere sularının aylar itibariyle toplam fosfat miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Ort.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
6	0,112	0,055	0,044	0,145	0,193	0,142	0,188	0,062	0,053	0,049	0,039	0,100	0,098
8	0,090	0,061	0,052	0,135	0,151	0,145	0,163	0,082	0,056	0,032	0,027	0,112	0,092
9	0,091	0,045	0,060	0,139	0,162	0,154	0,154	0,062	0,068	0,057	0,048	0,096	0,094
15	0,090	0,065	0,044	0,136	0,190	0,157	0,158	0,060	0,053	0,027	0,033	0,094	0,092
16	0,110	0,059	0,033	0,205	0,193	0,147	0,146	0,082	0,066	0,045	0,055	0,120	0,105
17	0,113	0,058	0,035	0,146	0,181	0,188	0,151	0,082	0,074	0,033	0,064	0,121	0,104
18	0,123	0,043	0,037	0,163	0,161	0,163	0,179	0,076	0,084	0,041	0,040	0,113	0,102
19	0,102	0,058	0,059	0,162	0,182	0,192	0,232	0,066	0,038	0,101	0,041	0,105	0,111
20	0,093	0,104	0,052	0,286	0,164	0,303	0,187	0,071	0,049	0,027	0,035	0,092	0,122
Ort.	0,103	0,061	0,046	0,169	0,175	0,177	0,173	0,071	0,060	0,046	0,042	0,106	0,102



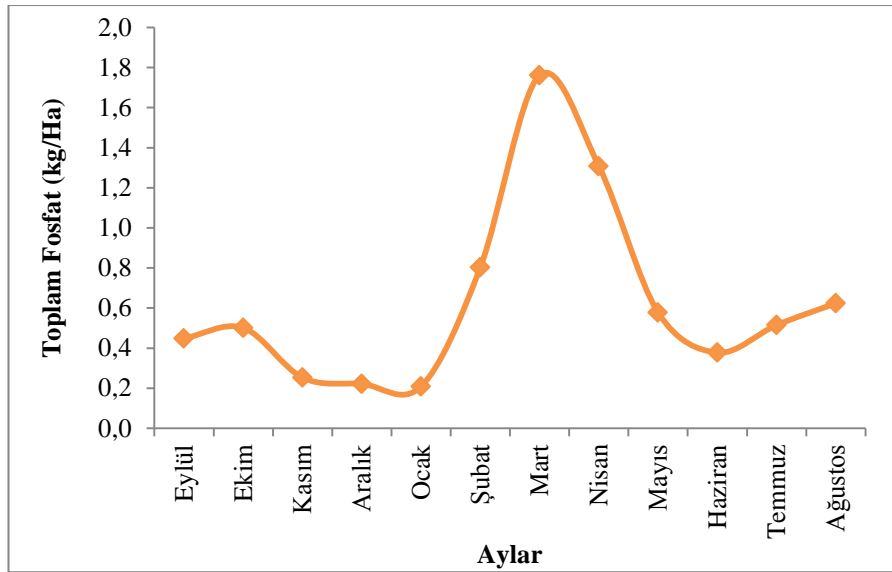
Şekil 46. Aylık ortalama TP miktarları

Hamurkesen formasyonundaki havzaların dere sularındaki Toplam Fosfat (TP) miktarları yıllık ortalama 0.092 – 0.122 mg/L arasında değişmekte olup, tüm havzaların yıllık TP miktarlarının ortalaması 0.102 mg/L olarak belirlenmiştir. Aylara göre havzalarda en düşük TP miktarı 0.027 mg/L ile Haziran ayında 20 nolu havzada, en yüksek TP miktarı

ise 0.303 ile Şubat ayında 20 nolu havzada ölçülmüştür. Ortalama TP miktarları mevsimsel değişime göre, Sonbaharda 0.070 mg/L, Kışın 0.174 mg/L, İlkbaharda 0.101 mg/L ve Yazın ise 0.065 mg/L olarak belirlenmiştir.

Tablo 34. Havzalardan dere sularına gelen hektardaki TP miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Topl.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
6	0,047	0,034	0,037	0,059	0,034	0,031	0,180	0,078	0,053	0,044	0,019	0,055	0,669
8	0,044	0,026	0,012	0,022	0,029	0,065	0,093	0,072	0,049	0,021	0,031	0,075	0,539
9	0,040	0,025	0,033	0,012	0,012	0,086	0,233	0,096	0,052	0,050	0,096	0,071	0,805
15	0,092	0,022	0,017	0,003	0,006	0,041	0,175	0,076	0,029	0,033	0,040	0,137	0,671
16	0,044	0,020	0,013	0,016	0,009	0,055	0,166	0,136	0,074	0,020	0,138	0,059	0,749
17	0,049	0,046	0,011	0,002	0,010	0,059	0,141	0,204	0,080	0,055	0,078	0,070	0,806
18	0,081	0,045	0,057	0,063	0,061	0,093	0,321	0,363	0,121	0,043	0,043	0,096	1,385
19	0,019	0,098	0,039	0,025	0,010	0,018	0,164	0,144	0,056	0,081	0,037	0,023	0,714
20	0,032	0,184	0,033	0,020	0,039	0,355	0,289	0,140	0,064	0,030	0,036	0,039	1,261
Topl.	0,449	0,501	0,253	0,222	0,209	0,803	1,761	1,308	0,578	0,378	0,515	0,624	7,601



Şekil 47. Havzalardan gelen hektardaki aylık toplam TP (PO₄-P) miktarları

Havzalarda bulunan dere sularının Toplam Fosfat (TP) miktarları hektarda yıllık 0.539 – 1.385 kg arasında değişmekte olup, havzaların tümünden gelen yıllık TP miktarı hektarda 7.601 kg olarak belirlenmiştir. Aylara göre havzalarda en düşük TP miktarı hektarda 0.003 kg ile Aralık ayında 15 nolu havzada, en yüksek TP miktarı ise 0.355 kg ile Şubat ayında 20 nolu havzada hesaplanmıştır.

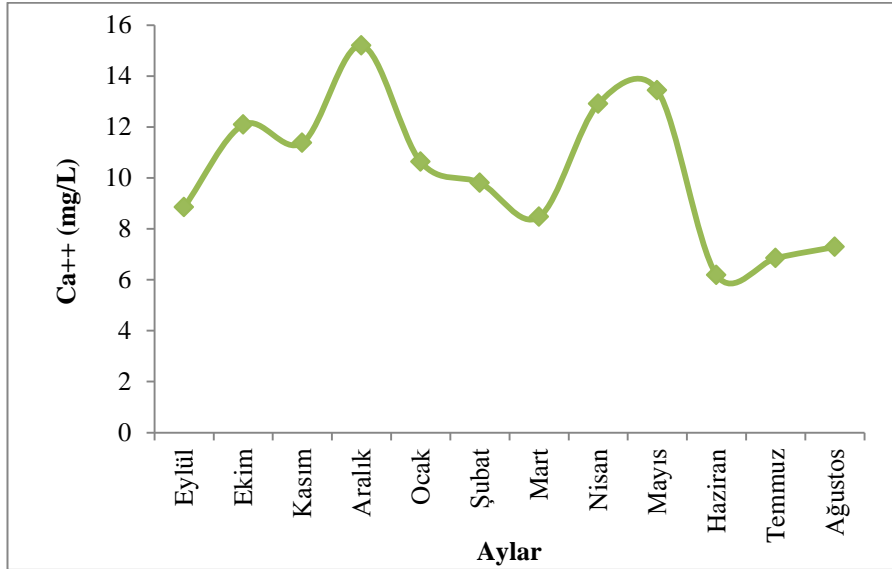
Hektarda ortalama TP miktarları mevsimsel değişime göre, Sonbaharda 0.401 kg, Kışın 0.411 kg, İlkbaharda 1.216 kg ve Yazın ise 0.506 kg olarak bulunmuştur.

3.1.1.2.7. Kalsiyum (Ca⁺⁺)

Hamurkesen formasyonundaki dere sularında ölçülen Ca⁺⁺ miktarları aylar itibariyle aşağıda verilmiştir (Tablo 35, Şekil 48). Ayrıca, formasyondaki dere havzalarından aylara göre dere sularına gelen Ca⁺⁺ miktarları Tablo 36'da ve Şekil 49'da verilmiştir.

Tablo 35. Dere sularının aylar itibariyle Ca⁺⁺ miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Ort.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
6	13,23	17,56	17,26	25,09	18,34	15,19	14,66	20,06	21,41	11,69	11,54	11,66	16,47
8	3,64	7,03	7,23	10,14	6,11	4,88	3,86	5,52	5,73	2,25	2,47	2,47	5,11
9	2,79	5,55	5,45	7,30	3,72	3,19	3,31	4,14	4,46	1,63	3,30	1,82	3,89
15	2,54	5,26	4,71	7,94	4,71	4,00	2,34	3,91	3,71	0,94	1,72	1,27	3,59
16	5,84	10,25	9,35	14,40	11,06	13,68	6,12	7,07	6,46	2,94	3,13	4,06	7,86
17	4,30	3,47	2,87	3,84	2,36	4,66	1,44	1,88	2,19	0,45	1,05	0,66	2,43
18	15,91	19,69	19,87	23,63	17,54	17,63	15,39	24,48	25,45	12,38	13,18	14,25	18,28
19	16,88	20,92	16,33	21,34	16,85	15,24	16,25	26,74	27,55	13,13	13,59	15,94	18,40
20	14,56	19,10	19,33	23,09	14,98	9,78	12,87	22,43	23,97	10,33	11,66	13,47	16,30
Ort.	8,85	12,09	11,38	15,20	10,63	9,81	8,47	12,91	13,44	6,19	6,85	7,29	10,26

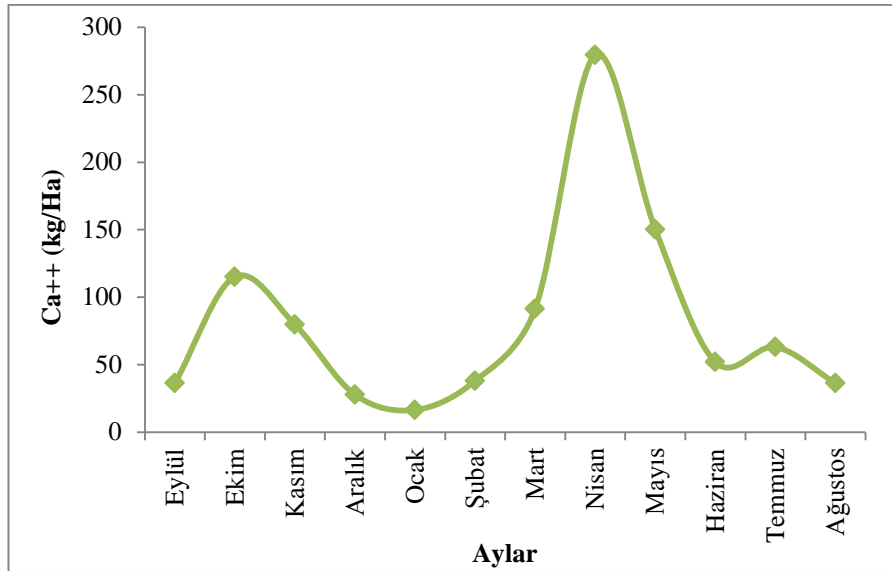


Şekil 48. Aylık ortalama Ca⁺⁺ miktarları

Ca^{++} miktarları yıllık ortalama 2.43 – 18.40 mg/L arasında değişmekte olup, tüm havzaların yıllık Ca^{++} miktarlarının ortalaması 10.26 mg/L olarak bulunmuştur. Aylara göre havzalarda en düşük Ca^{++} miktarı 0.45 mg/L ile Haziran ayında 17 nolu havzada, en yüksek Ca^{++} miktarı ise 27.55 mg/L ile Mayıs ayında 19 nolu havzada ölçülmüştür. Ortalama Ca^{++} miktarları mevsimsel değişime göre, Sonbaharda 10.77 mg/L, Kışın 11.88 mg/L, İlkbaharda 11.61 mg/L ve Yazın ise 6.78 mg/L olarak belirlenmiştir.

Tablo 36. Havzalardan dere sularına gelen hektardaki Ca^{++} miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Topl.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
6	5,51	10,85	14,49	10,28	3,26	3,26	14,03	25,18	21,27	10,40	5,50	6,42	130,44
8	1,79	2,98	1,69	1,62	1,18	2,19	2,20	4,84	5,03	1,49	2,84	1,66	29,50
9	0,57	1,43	1,39	0,29	0,12	0,82	2,31	2,95	1,57	0,66	3,04	0,62	15,78
15	5,64	3,93	3,97	0,35	0,30	2,27	5,61	10,71	4,45	2,51	4,46	3,99	48,21
16	2,34	3,47	3,65	1,11	0,51	5,12	6,95	11,74	7,23	1,33	7,83	1,99	53,28
17	1,88	2,75	0,93	0,06	0,13	1,47	1,35	4,68	2,37	0,76	1,27	0,38	18,01
18	10,50	20,45	30,42	9,14	6,60	10,09	27,61	116,78	36,73	12,86	14,16	12,05	307,38
19	3,15	35,41	10,85	3,30	0,92	1,46	11,46	58,40	40,36	10,51	12,12	3,55	191,49
20	4,98	33,88	12,37	1,63	3,58	11,46	19,90	44,17	31,21	11,49	11,89	5,70	192,24
Topl.	36,34	115,15	79,76	27,78	16,60	38,13	91,40	279,44	150,23	52,01	63,12	36,37	986,33



Şekil 49. Havzalardan gelen hektardaki aylık Ca^{++} miktarları

Havzalardaki dere sularının Ca^{++} miktarları hektarda yıllık 15.78 – 307.38 kg arasında değişmekte olup, havzaların tümünden gelen yıllık Ca^{++} miktarı hektarda 986.33 kg olarak belirlenmiştir. Aylara göre havzalarda en düşük Ca^{++} miktarı hektarda 0.06 kg ile

Aralık ayında 17 nolu havzada, en yüksek Ca^{++} miktarı ise 116.78 kg ile Nisan ayında 18 nolu havzada hesaplanmıştır. Hektarda toplam Ca^{++} miktarları mevsimsel değişime göre, Sonbaharda 77.08 kg, Kışın 27.50 kg, İlkbaharda 173.69 kg ve Yazın ise 50.50 kg olarak bulunmuştur.

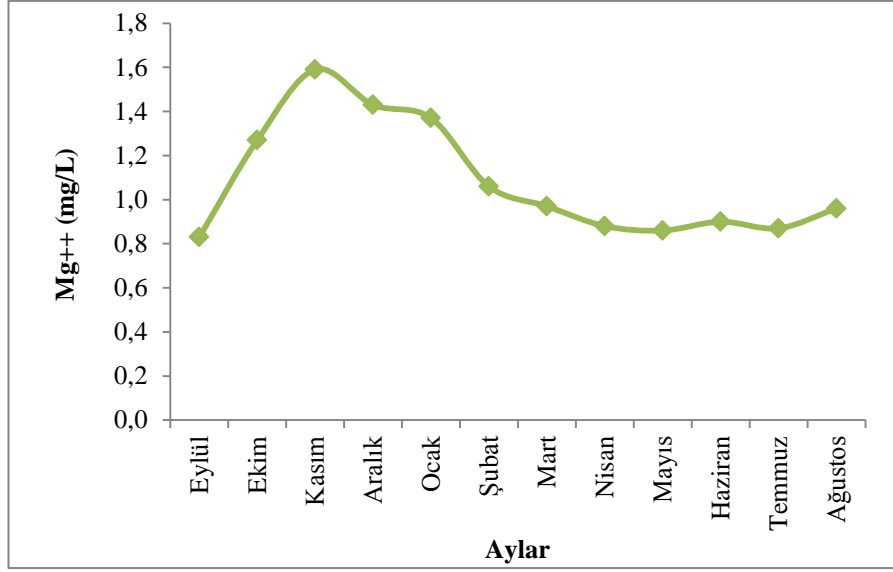
3.1.1.2.8. Magnezyum (Mg^{++})

Hamurkesen formasyonunda, dere sularında ölçülen Mg^{++} miktarları aylar itibariyle aşağıda verilmiştir (Tablo 37, Şekil 50). Ayrıca, formasyondaki dere havzalarından aylara göre dere sularına gelen hektardaki Mg^{++} miktarları Tablo 38'de ve Şekil 51'de verilmiştir.

Tablo 37. Dere sularının aylar itibariyle Mg^{++} miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Ort.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
6	0,80	1,52	1,91	1,58	1,49	1,13	1,14	1,07	0,93	1,14	1,12	1,14	1,25
8	0,42	1,10	1,35	1,35	1,29	0,93	0,87	0,88	0,73	0,81	0,67	0,84	0,94
9	0,28	1,08	1,30	1,31	1,24	0,91	0,93	0,88	0,77	0,85	0,79	0,88	0,93
15	0,30	0,94	1,23	1,29	1,29	0,94	0,67	0,69	0,62	0,56	0,54	0,67	0,81
16	0,20	1,28	1,55	1,44	1,41	1,13	0,96	0,77	0,77	0,80	0,76	0,94	1,00
17	0,58	0,88	1,09	1,28	1,25	1,08	0,67	0,61	0,59	0,49	0,49	0,67	0,81
18	1,63	1,53	1,96	1,57	1,46	1,17	1,16	0,99	1,00	1,13	1,13	1,16	1,32
19	1,57	1,54	1,89	1,52	1,46	1,16	1,16	1,02	1,24	1,15	1,15	1,16	1,34
20	1,67	1,54	2,06	1,56	1,46	1,13	1,15	0,99	1,05	1,15	1,14	1,17	1,34
Ort.	0,83	1,27	1,59	1,43	1,37	1,06	0,97	0,88	0,86	0,90	0,87	0,96	1,08

Havzaların dere sularındaki Mg^{++} miktarları yıllık ortalama 0.81 – 1.34 mg/L arasında değişmekte olup, tüm havzaların yıllık Mg^{++} miktarlarının ortalaması 1.08 mg/L olarak bulunmuştur. Aylara göre havzalarda en düşük Mg^{++} miktarı 0.20 mg/L ile Eylül ayında 16 nolu havzada, en yüksek Mg^{++} miktarı ise 2.06 mg/L ile Kasım ayında 20 nolu havzada ölçülmüştür. Ortalama Mg^{++} miktarları mevsimsel değişime göre, Sonbaharda 1.23 mg/L, Kışın 1.29 mg/L, İlkbaharda 0.90 mg/L ve Yazın ise 0.91 mg/L olarak belirlenmiştir.

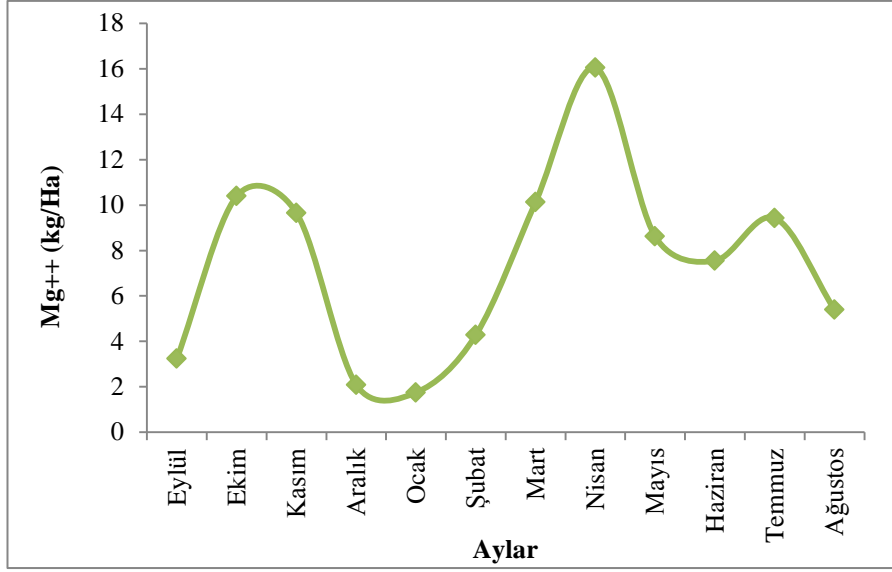


Şekil 50. Aylık ortalama Mg⁺⁺ miktarları

Tablo 38. Havzalardan dere sularına gelen hektardaki Mg⁺⁺ miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Topl.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
6	0,33	0,94	1,60	0,65	0,27	0,24	1,09	1,34	0,92	1,01	0,53	0,63	9,56
8	0,21	0,47	0,32	0,22	0,25	0,42	0,50	0,77	0,64	0,53	0,77	0,56	5,65
9	0,12	0,60	0,72	0,11	0,09	0,51	1,41	1,36	0,59	0,75	1,58	0,65	8,48
15	0,31	0,32	0,48	0,03	0,04	0,25	0,74	0,87	0,34	0,69	0,65	0,97	5,69
16	0,08	0,43	0,61	0,11	0,07	0,42	1,09	1,28	0,86	0,36	1,90	0,46	7,67
17	0,25	0,70	0,35	0,02	0,07	0,34	0,63	1,52	0,64	0,82	0,59	0,39	6,32
18	1,08	1,59	3,00	0,61	0,55	0,67	2,08	4,72	1,44	1,17	1,21	0,98	19,11
19	0,29	2,61	1,26	0,24	0,08	0,11	0,82	2,23	1,82	0,92	1,03	0,26	11,65
20	0,57	2,73	1,32	0,11	0,35	1,32	1,78	1,95	1,37	1,28	1,16	0,50	14,43
Topl.	3,24	10,39	9,65	2,09	1,75	4,28	10,13	16,04	8,62	7,55	9,43	5,40	88,56

Havzalardaki dere sularının Mg⁺⁺ miktarları hektarda yıllık 5.65 – 19.11 kg arasında değişmekte olup, havzaların tümünden gelen yıllık Mg⁺⁺ miktarı hektarda 88.56 kg olarak belirlenmiştir. Aylara göre havzalarda en düşük Mg⁺⁺ miktarı hektarda 0.02 kg ile Aralık ayında 17 nolu havzada, en yüksek Mg⁺⁺ miktarı ise 4.72 kg ile Nisan ayında 18 nolu havzada hesaplanmıştır. Hektarda ortalama Mg⁺⁺ miktarları mevsimsel değişime göre, Sonbaharda 7.76 kg, Kışın 2.71 kg, İlkbaharda 11.60 kg ve Yazın ise 7.46 kg olarak bulunmuştur.



Şekil 51. Havzalardan gelen hektardaki aylık Mg⁺⁺ miktarları

3.1.1.2.9. Potasyum (K⁺)

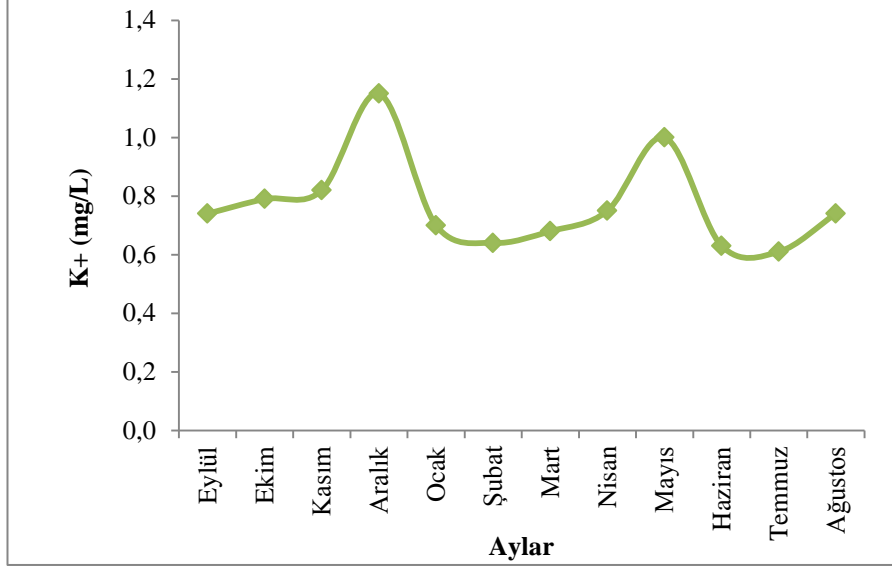
Dere sularında ölçülen K⁺ miktarları aylar itibariyle aşağıda verilmiştir (Tablo 39, Şekil 52). Ayrıca, formasyondaki dere havzalarından aylara göre dere sularına gelen K⁺ miktarları Tablo 40'da ve Şekil 53'te verilmiştir.

Tablo 39. Dere sularının aylar itibariyle K⁺ miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Ort.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
6	0,64	0,60	0,65	1,13	0,56	0,47	0,41	0,48	0,75	0,50	0,50	0,56	0,60
8	0,37	0,57	0,62	0,94	0,50	0,38	0,40	0,52	0,81	0,50	0,40	0,45	0,54
9	0,37	0,52	0,60	0,89	0,58	0,58	0,42	0,48	0,78	0,46	0,50	0,47	0,56
15	0,51	0,73	0,74	1,23	0,60	0,57	0,62	0,67	0,96	0,63	0,57	0,63	0,71
16	0,76	0,85	0,87	1,20	0,73	0,71	0,73	0,79	1,10	0,74	0,52	0,90	0,83
17	0,68	0,93	1,00	1,39	0,99	0,85	0,82	0,85	1,05	0,60	0,63	0,92	0,89
18	0,95	0,74	0,76	0,99	0,70	0,65	0,65	0,81	1,02	0,58	0,66	0,70	0,77
19	1,36	1,18	1,22	1,43	0,94	0,87	1,24	1,21	1,37	0,96	0,96	1,20	1,16
20	1,01	0,96	0,94	1,17	0,70	0,71	0,81	0,91	1,11	0,67	0,70	0,81	0,87
Ort.	0,74	0,79	0,82	1,15	0,70	0,64	0,68	0,75	1,00	0,63	0,61	0,74	0,77

Havzaların dere sularındaki K⁺ miktarları yıllık ortalama 0.54 – 1.16 mg/L arasında değişmekte olup, tüm havzaların yıllık K⁺ miktarlarının ortalaması 0.77 mg/L olarak bulunmuştur. Aylara göre havzalarda en düşük K⁺ miktarı 0.37 mg/L ile Eylül ayında 8 ve 9 nolu havzalarda, en yüksek K⁺ miktarı ise 1.37 mg/L ile Mayıs ayında 19 nolu havzada

ölçülmüştür. Ortalama K^+ miktarları mevsimsel değişime göre, Sonbaharda 0.78 mg/L, Kışın 0.83 mg/L, İlkbaharda 0.81 mg/L ve Yazın ise 0.66 mg/L olarak bulunmuştur.

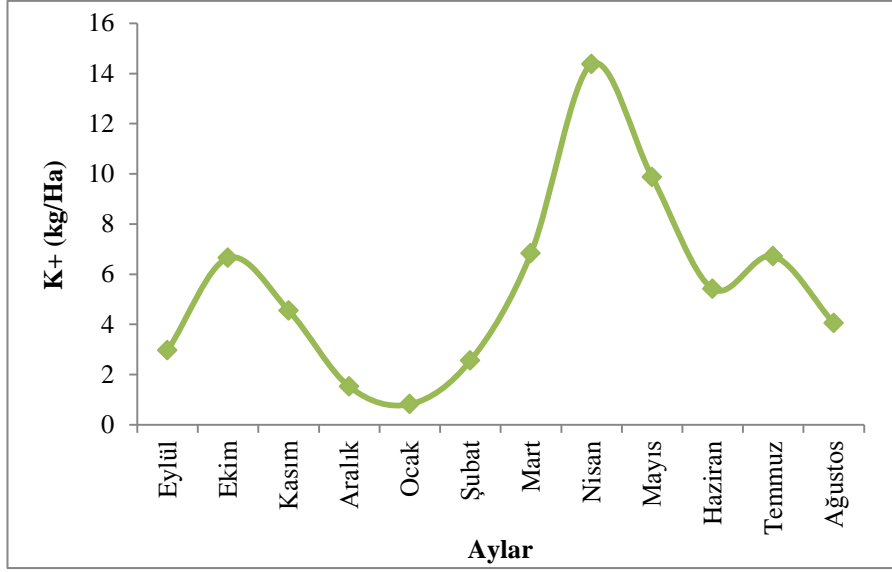


Şekil 52. Aylık ortalama K^+ miktarları

Tablo 40. Havzalardan dere sularına gelen hektardaki K^+ miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Topl.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
6	0,27	0,37	0,55	0,46	0,10	0,10	0,39	0,60	0,75	0,44	0,24	0,31	4,58
8	0,18	0,24	0,15	0,15	0,10	0,17	0,23	0,46	0,71	0,33	0,46	0,30	3,47
9	0,16	0,29	0,33	0,08	0,04	0,32	0,63	0,74	0,59	0,41	1,00	0,35	4,95
15	0,52	0,25	0,29	0,03	0,02	0,15	0,69	0,85	0,53	0,78	0,68	0,92	5,70
16	0,30	0,29	0,34	0,09	0,03	0,27	0,83	1,31	1,23	0,34	1,30	0,44	6,77
17	0,30	0,74	0,32	0,02	0,05	0,27	0,77	2,11	1,13	1,01	0,76	0,53	8,02
18	0,63	0,77	1,16	0,38	0,26	0,37	1,17	3,86	1,47	0,60	0,71	0,59	11,98
19	0,25	2,00	0,81	0,22	0,05	0,08	0,87	2,64	2,01	0,77	0,86	0,27	10,83
20	0,35	1,70	0,60	0,08	0,17	0,83	1,25	1,79	1,45	0,75	0,71	0,34	10,02
Topl.	2,96	6,65	4,55	1,52	0,82	2,56	6,83	14,37	9,87	5,42	6,72	4,05	66,33

Havzalardaki dere sularının K^+ miktarları hektarda yıllık 3.47 – 11.98 kg arasında değişmekte olup, havzaların tümünden gelen yıllık K^+ miktarı hektarda 66.33 kg/ha olarak belirlenmiştir. Aylara göre havzalarda en düşük K^+ miktarı hektarda 0.02 kg ile Ocak ayında 15 nolu havzada, en yüksek K^+ miktarı ise 3.86 kg/ha ile Nisan ayında 18 nolu havzada hesaplanmıştır. Hektarda toplam K^+ miktarları mevsimsel değişime göre, Sonbaharda 4.72 kg/ha, Kışın 1.63 kg/ha, İlkbaharda 10.36 kg/ha ve Yazın ise 5.40 kg/ha olarak bulunmuştur.



Şekil 53. Havzalardan gelen hektardaki aylık K⁺ miktarları

3.1.1.2.10. Sodyum (Na⁺)

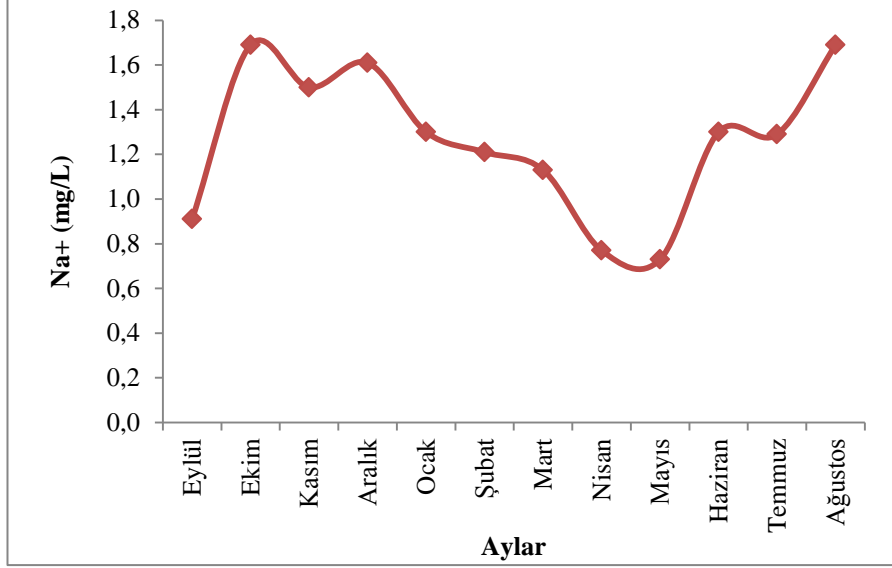
Dere sularında ölçülen Na⁺ miktarları aylar itibariyle aşağıda verilmiştir (Tablo 41, Şekil 54). Ayrıca, formasyondaki dere havzalarından aylara göre dere sularına gelen Na⁺ (kg/Ha) miktarları Tablo 42'de ve Şekil 55'te verilmiştir.

Tablo 41. Dere sularının aylar itibariyle Na⁺ miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Ort.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
6	0,99	1,72	1,49	1,61	1,46	1,26	1,27	1,22	1,00	1,52	1,51	1,94	1,42
8	1,08	1,74	1,49	1,59	1,29	1,12	1,09	0,96	0,71	1,31	1,27	1,66	1,28
9	0,97	1,69	1,51	1,58	1,36	1,22	1,22	1,06	0,84	1,47	1,42	1,85	1,35
15	0,83	1,66	1,51	1,63	1,27	1,14	1,04	0,66	0,69	1,16	1,18	1,54	1,19
16	0,88	1,72	1,49	1,61	1,15	1,21	1,01	0,53	0,60	1,09	1,10	1,46	1,15
17	0,74	1,63	1,54	1,57	1,40	1,27	1,01	0,59	0,69	1,13	1,17	1,56	1,19
18	0,99	1,70	1,51	1,63	1,32	1,16	1,19	0,62	0,73	1,37	1,38	1,79	1,28
19	0,88	1,65	1,52	1,60	1,21	1,08	1,14	0,60	0,64	1,29	1,28	1,66	1,21
20	0,86	1,72	1,49	1,62	1,25	1,40	1,16	0,74	0,71	1,33	1,32	1,71	1,27
Ort.	0,91	1,69	1,50	1,61	1,30	1,21	1,13	0,77	0,73	1,30	1,29	1,69	1,26

Havzaların dere sularındaki Na⁺ miktarları yıllık ortalama 1.15 – 1.42 mg/L arasında değişmekte olup, tüm havzaların yıllık Na⁺ miktarlarının ortalaması 1.26 mg/L olarak bulunmuştur. Aylara göre havzalarda en düşük Na⁺ miktarı 0.53 mg/L ile Nisan ayında 16 nolu havzada, en yüksek Na⁺ miktarı ise 1.94 mg/L ile Ağustos ayında 6 nolu havzada

ölçülmüştür. Ortalama Na⁺ miktarları mevsimsel değişime göre, Sonbaharda 1.37 mg/L, Kışın 1.37 mg/L, İlkbaharda 0.88 mg/L ve Yazın ise 1.43 mg/L olarak bulunmuştur.

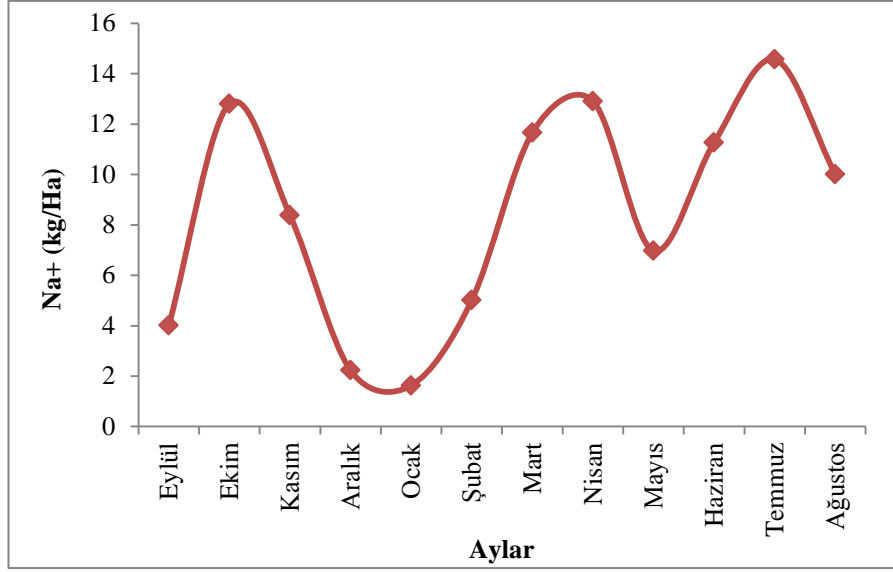


Şekil 54. Aylık ortalama Na⁺ miktarları

Tablo 42. Havzalardan dere sularına gelen hektardaki Na⁺ miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Topl.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
6	0,41	1,06	1,25	0,66	0,26	0,27	1,22	1,53	0,99	1,35	0,72	1,07	10,80
8	0,53	0,74	0,35	0,25	0,25	0,50	0,62	0,84	0,62	0,87	1,46	1,12	8,15
9	0,43	0,94	0,83	0,14	0,10	0,68	1,84	1,63	0,64	1,30	2,83	1,36	12,73
15	0,85	0,57	0,59	0,03	0,04	0,30	1,15	0,84	0,38	1,43	1,41	2,24	9,83
16	0,35	0,58	0,58	0,12	0,05	0,45	1,15	0,88	0,67	0,49	2,75	0,72	8,81
17	0,32	1,29	0,50	0,02	0,08	0,40	0,95	1,47	0,75	1,90	1,42	0,90	9,99
18	0,65	1,77	2,31	0,63	0,50	0,66	2,13	2,96	1,05	1,42	1,48	1,51	17,09
19	0,16	2,79	1,01	0,25	0,07	0,10	0,80	1,31	0,94	1,03	1,14	0,37	9,98
20	0,29	3,05	0,95	0,11	0,30	1,64	1,79	1,46	0,92	1,48	1,35	0,72	14,07
Topl.	4,01	12,80	8,38	2,23	1,63	5,01	11,66	12,91	6,97	11,27	14,57	10,01	101,45

Havzalardaki dere sularının Na⁺ miktarları hektarda yıllık 8.15 – 17.09 kg arasında değişmekte olup, havzaların tümünden gelen yıllık Na⁺ miktarı hektarda 101.45 kg/ha olarak belirlenmiştir. Aylara göre havzalarda en düşük Na⁺ miktarı hektarda 0.02 kg ile Aralık ayında 17 nolu havzada, en yüksek Na⁺ miktarı ise 3.05 kg/ha ile Ekim ayında 20 nolu havzada hesaplanmıştır. Hektarda ortalama Na⁺ miktarları mevsimsel değişime göre, Sonbaharda 8.40 kg/ha, Kışın 2.96 kg/ha, İlkbaharda 10.51 kg/ha ve Yazın ise 11.95 kg/ha olarak bulunmuştur.



Şekil 55. Havzalardan gelen hektardaki aylık Na⁺ miktarları

3.1.1.3. Kaçkar Granitoyidi

Kaçkar Granitoyidi üzerinde farklı arazi kullanımlarının yer aldığı alanlarda toplam 8 mikro havzada çalışılmıştır. Formasyon üzerindeki mikro havzaları temsil eden derelerden alınan su örneklerinin analiz sonuçlarına ait bulgular aşağıda verilmiştir.

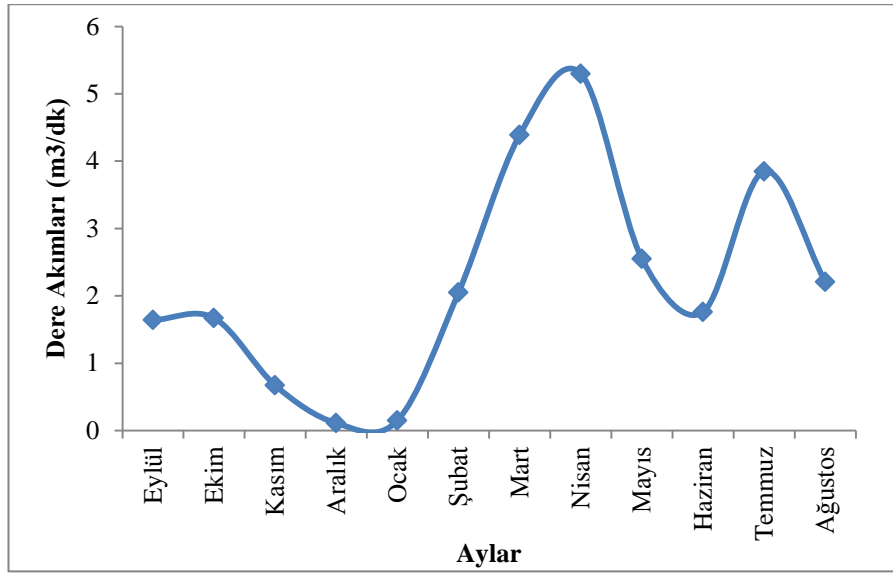
3.1.1.3.1. Dere Akımı

Dere akımları aylar itibariyle Tablo 43'te, havzaların aylık ortalama dere akımları ise Şekil 56'da aşağıda verilmiştir.

Tablo 43. Kaçkar Granitoyidi üzerindeki derelerin aylar itibariyle dere akımları

Havza No	AYLAR												Yıllık Ort.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
10	3,10	4,12	1,85	0,20	0,38	3,86	3,00	14,50	3,11	5,31	8,01	4,05	4,29
11	3,23	2,22	0,80	0,08	0,11	3,85	5,78	3,28	3,97	2,12	2,77	3,95	2,68
12	0,81	1,20	0,35	0,04	0,09	1,22	6,11	2,32	1,30	0,97	5,44	0,92	1,73
13	1,12	1,69	0,95	0,22	0,27	2,92	4,07	4,11	3,44	2,11	6,31	1,49	2,39
14	3,55	2,16	0,77	0,14	0,21	2,21	10,75	11,22	5,34	2,13	6,19	5,30	4,16
21	1,07	1,02	0,28	0,05	0,08	1,02	2,67	2,44	1,59	0,67	1,05	1,60	1,13
22	0,18	0,64	0,25	0,10	0,08	1,15	2,10	1,07	1,19	0,62	0,86	0,31	0,71
23	0,04	0,31	0,08	0,01	0,01	0,19	0,62	3,43	0,47	0,15	0,18	0,05	0,46
Ort.	1,64	1,67	0,67	0,11	0,15	2,05	4,39	5,30	2,55	1,76	3,85	2,21	2,20

Havzalardaki dere akımları yıllık ortalama $0.46 - 4.29 \text{ m}^3/\text{dk}$ arasında değişmekte olup, tüm havzaların yıllık dere akımları ortalaması ise $2.20 \text{ m}^3/\text{dk}$ olarak belirlenmiştir. Aylara göre havzalarda en düşük dere akımı $0.01 \text{ m}^3/\text{dk}$ ile Aralık ve Ocak aylarında 23 nolu havzada, en yüksek dere akımı $14.50 \text{ m}^3/\text{dk}$ ile Nisan ayında 10 nolu havzada gerçekleşmiştir. Ortalama dere akımları mevsimsel değişime göre, Sonbaharda $1.33 \text{ m}^3/\text{dk}$, Kışın $0.77 \text{ m}^3/\text{dk}$, İlkbaharda $4.08 \text{ m}^3/\text{dk}$ ve Yazın ise $2.61 \text{ m}^3/\text{dk}$ olarak belirlenmiştir.



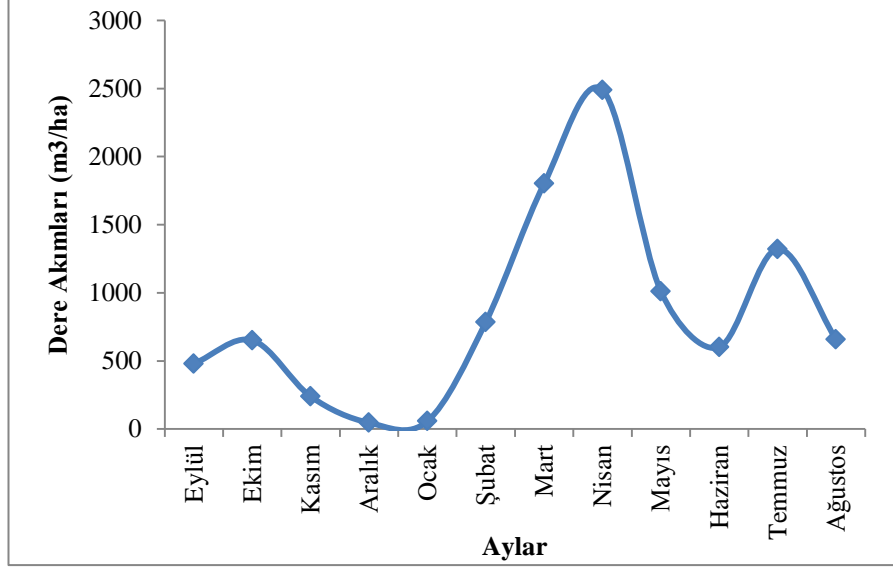
Şekil 56. Dere akımlarının aylık ortalamaları

Kaçkar Granitoyidi üzerindeki derelerde ölçülen dere akımlarının $\text{m}^3/\text{ha}'a$ dönüştürülmüş değerleri aşağıda verilmiştir (Tablo 44).

Tablo 44. Aylara göre hektardaki dere akımları

Havza No	AYLAR												Yıllık Ort.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
10	675,5	897,8	403,1	43,6	82,8	841,2	653,8	3159,8	677,7	1157,1	1745,5	882,6	935,0
11	622,5	427,8	154,2	15,4	21,2	741,9	1113,9	632,1	765,1	408,5	533,8	761,2	516,5
12	405,3	600,4	175,1	20,0	45,0	610,4	3057,1	1160,8	650,5	485,3	2721,9	460,3	866,0
13	362,3	546,7	307,3	71,2	87,3	944,5	1316,5	1329,5	1112,8	682,5	2041,1	482,0	773,6
14	695,3	423,0	150,8	27,4	41,1	432,8	2105,4	2197,4	1045,8	417,2	1212,3	1038,0	815,5
21	739,5	704,9	193,5	34,6	55,3	704,9	1845,2	1686,3	1098,8	463,0	725,6	1105,7	779,8
22	241,6	859,2	335,6	134,2	107,4	1543,8	2819,1	1436,4	1597,5	832,3	1154,5	416,2	956,5
23	96,9	750,7	193,7	24,2	24,2	460,1	1501,3	8305,8	1138,1	363,2	435,9	121,1	1117,9
Ort.	479,8	651,3	239,2	46,3	58,1	785,0	1801,5	2488,5	1010,8	601,2	1321,3	658,4	845,1

Hektardaki dere akımlarının hesaplanması su analizlerinin bazı parametrelerinin (TN, TP, Ca, Mg, K, Na) kg/ha olarak hesaplanmasında kullanılmıştır.



Şekil 57. Dere akımlarının hektardaki aylık ortalamaları

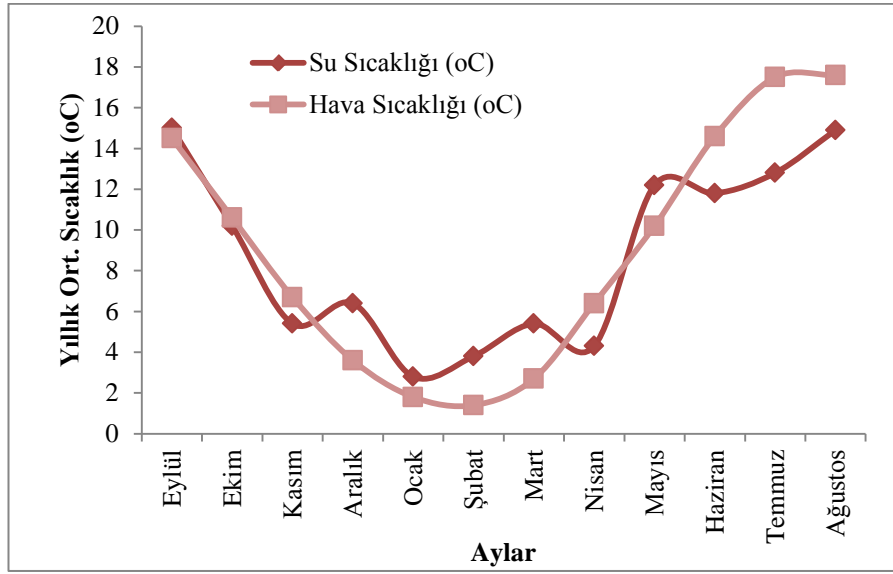
3.1.1.2.2. Sıcaklık

Hamurkesen formasyonunda bulunan her bir mikro havzadaki derelerin ortalama su sıcaklıkları aylar itibariyle Tablo 45'te, havzaların ortalama aylık sıcaklıkları ise Şekil 58'de verilmiştir.

Tablo 45. Derelerin aylar itibariyle su sıcaklıkları

Havza No	AYLAR												Yıllık Ort.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
10	14,6	10,9	7,7	7,8	5,3	5,9	6,3	5,4	14,5	12,4	13,6	14,3	9,9
11	15,6	11,1	5,7	6,8	3,6	4,3	6,2	5,1	13,3	13,5	13,3	15,3	9,5
12	15,2	10,7	6,3	6,8	3,9	5,2	6	4,8	11,1	12,2	12,6	14,7	9,1
13	15,1	11,3	7,0	6,7	4,1	4,4	6,4	4,9	13,5	12,5	13,1	14,7	9,5
14	14,5	10,1	5,5	6,2	2,6	4,2	5,1	4,3	11,3	11,4	11,8	13,8	8,4
21	13,8	10,0	4,3	5,0	0,7	3,0	5,1	3,4	11,3	10,7	12,4	14,5	7,9
22	15,8	8,7	3,6	5,9	1,8	2,1	4,3	3,1	11,5	10,8	13,7	15,5	8,1
23	15,7	8,6	3,3	5,8	0,6	1,5	3,5	3,0	11,0	10,8	12,2	16,4	7,7
Ort.	15,0	10,2	5,4	6,4	2,8	3,8	5,4	4,3	12,2	11,8	12,8	14,9	8,7

Derelerin su sıcaklıkları yıllık ortalama 7.7 – 9.9 °C arasında değişmekte olup, tüm havzaların yıllık sıcaklık ortalaması ise 8.7 °C olarak tespit edilmiştir. Aylara göre havzalarda en düşük su sıcaklığı 0.6 °C ile Ocak ayında 23 nolu havzada, en yüksek su sıcaklığı ise 15.8 °C ile Eylül ayında 22 nolu havzada ölçülmüştür. Ortalama su sıcaklıkları mevsimsel değişime göre incelendiğinde, Sonbaharda 10.2 °C, Kışın 4.3 °C, İlkbaharda 7.3 °C ve Yazın ise 13.2 °C olarak bulunmuştur.



Şekil 58. Dere sularının ve hava sıcaklıklarının aylık ortalamaları

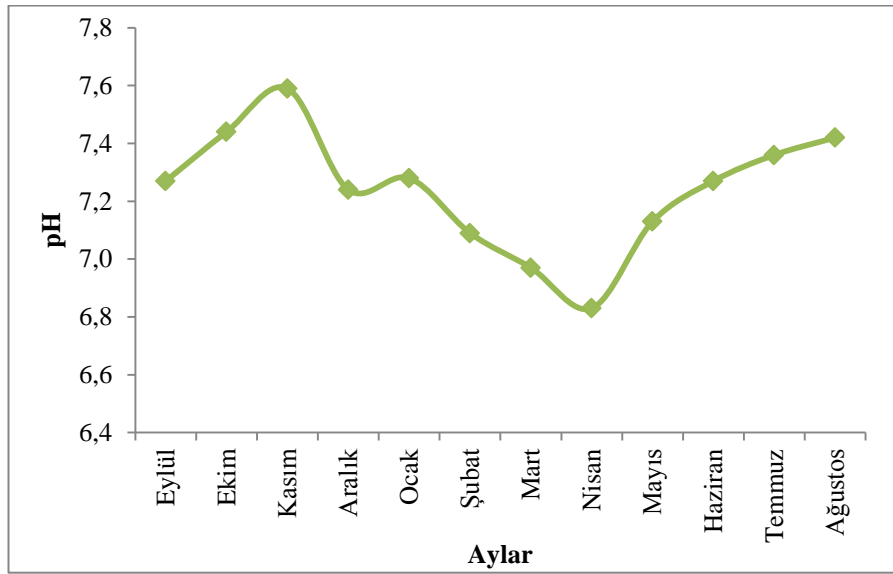
3.1.1.3.3. pH

Havzalarda dere sularının pH'ları aylar itibariyle Tablo 46'da ve Şekil 59'da aşağıda verilmiştir.

Tablo 46. Formasyondaki derelerin aylar itibariyle pH miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Ort.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
10	7,43	7,38	7,74	7,29	7,33	7,06	7,01	6,76	6,84	7,20	7,33	7,24	7,22
11	7,42	7,75	7,81	7,30	7,32	7,00	7,21	7,00	7,34	7,51	7,57	7,65	7,41
12	6,80	7,30	7,51	7,19	7,34	7,02	7,01	6,62	7,01	7,34	7,22	7,27	7,14
13	7,12	7,37	7,48	7,16	7,26	7,00	6,86	6,76	7,02	7,18	7,26	7,21	7,14
14	7,30	7,32	7,40	7,39	7,43	7,27	6,84	7,27	7,36	7,46	7,52	7,60	7,35
21	7,25	7,47	7,62	7,28	7,32	7,09	6,79	6,70	7,14	7,14	7,29	7,34	7,20
22	7,60	7,54	7,61	7,29	7,34	7,20	7,02	6,94	7,32	7,25	7,49	7,57	7,35
23	7,22	7,40	7,51	7,00	6,93	7,10	7,01	6,59	7,02	7,05	7,22	7,50	7,13
Ort.	7,27	7,44	7,59	7,24	7,28	7,09	6,97	6,83	7,13	7,27	7,36	7,42	7,24

Dere sularının pH miktarları yıllık ortalama 7.13 – 7.41 arasında değişmekte olup, tüm havzaların yıllık pH ortalaması ise 7.24 olarak belirlenmiştir. Aylara göre havzalarda en düşük pH miktarı 6.59 ile Nisan ayında 23 nolu havzada, en yüksek pH miktarı ise 7.81 ile Kasım ayında 11 nolu havzada ölçülmüştür. Ortalama pH miktarları mevsimsel değişime göre, Sonbaharda 7.43, Kışın 7.20, İlkbaharda 6.98 ve Yazın ise 7.35 olarak bulunmuştur.



Şekil 59. Aylık ortalama pH değişimleri

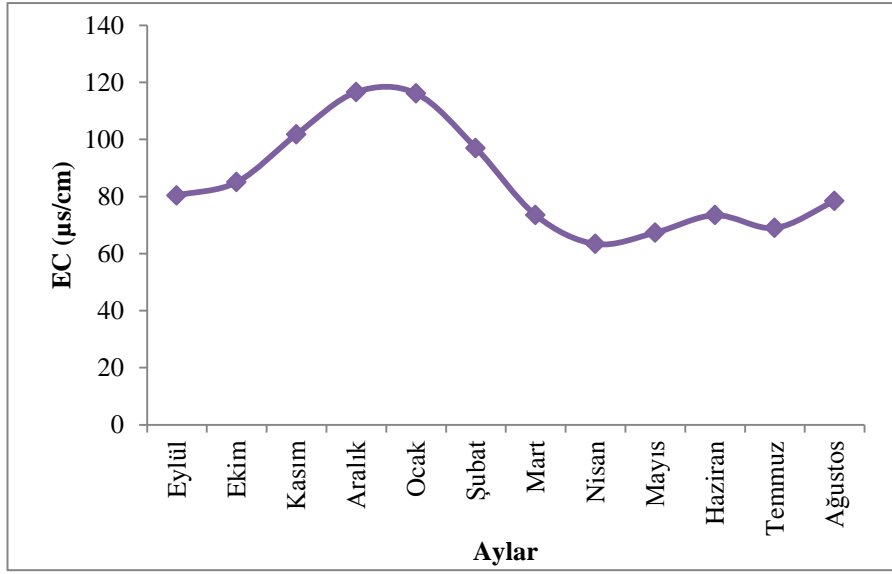
3.1.1.2.4. Elektriksel İletkenlik (EC)

Havzalarda dere sularının elektriksel iletkenlik (EC) değerleri aylar itibariyle Tablo 47'de ve Şekil 60'da verilmiştir.

Tablo 47. Dere sularının aylar itibariyle EC miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Ort.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
10	81,20	59,20	77,60	94,80	96,60	73,00	44,10	41,20	44,50	45,20	39,90	44,50	61,82
11	49,10	98,40	109,20	124,40	125,20	91,40	79,30	68,20	70,90	84,20	75,40	88,50	88,68
12	65,30	62,90	75,00	96,50	95,40	81,50	46,60	44,90	44,10	48,60	43,20	47,60	62,63
13	66,20	87,80	103,70	125,10	124,10	82,00	63,90	57,00	57,80	63,50	55,90	64,70	79,31
14	85,00	104,00	120,30	135,60	139,30	125,00	88,10	81,80	83,80	82,40	72,20	84,30	100,15
21	96,10	95,60	104,10	115,00	114,30	71,30	79,00	66,20	72,70	85,50	82,10	89,00	89,24
22	106,20	74,20	118,00	123,50	120,30	138,40	99,40	74,50	86,40	94,50	94,50	109,80	103,31
23	94,00	98,20	106,30	117,90	113,60	113,20	87,20	73,20	78,40	83,70	88,70	99,20	96,13
Ort.	80,39	85,04	101,78	116,60	116,10	96,98	73,45	63,38	67,33	73,45	68,99	78,45	85,16

Dere sularının elektriksel iletkenlik (EC) miktarları yıllık ortalama 61.82 – 103.31 $\mu\text{s/cm}$ arasında değişmekte olup, tüm havzaların yıllık Elektriksel İletkenlik (EC) ortalaması ise 85.16 $\mu\text{s/cm}$ olarak belirlenmiştir. Aylara göre havzalarda en düşük EC miktarı 39.9 $\mu\text{s/cm}$ ile Temmuz ayında 10 nolu havzada, en yüksek EC miktarı ise 139.3 $\mu\text{s/cm}$ ile Ocak ayında 14 nolu havzada ölçülmüştür. Ortalama EC miktarları mevsimsel değişime göre, Sonbaharda 89.07 $\mu\text{s/cm}$, Kışın 109.89 $\mu\text{s/cm}$, İlkbaharda 68.05 $\mu\text{s/cm}$ ve Yazın ise 73.63 $\mu\text{s/cm}$ olarak bulunmuştur.



Şekil 60. Aylık ortalama EC değişimleri

3.1.1.3.5. Toplam Azot

Havzalardaki dere sularında ölçülen toplam azot miktarları aylar itibariyle aşağıda verilmiştir (Tablo 48, Şekil 61). Ayrıca, formasyondaki dere havzalarından aylara göre dere sularına gelen hektardaki TN miktarları ise Tablo 49'da ve Şekil 62'de verilmiştir.

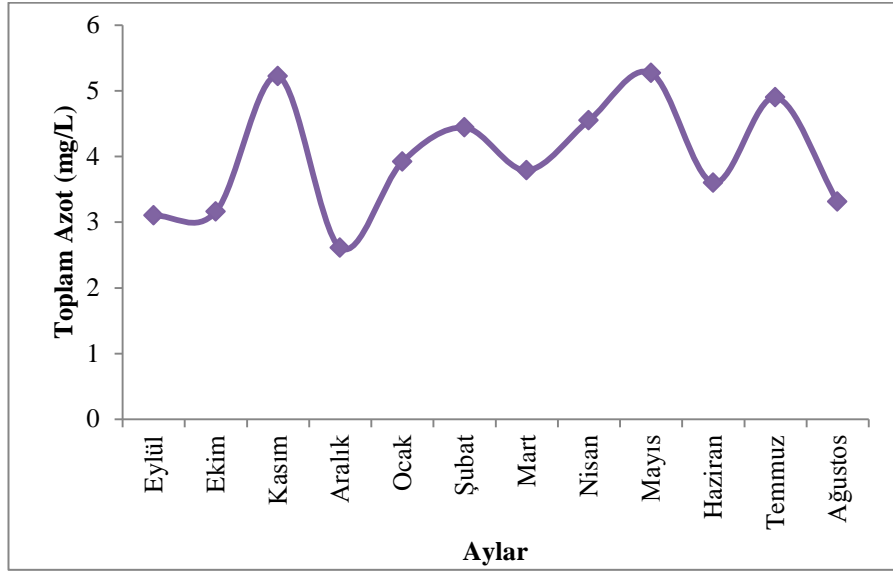
Dere sularının Toplam Azot (TN) miktarları yıllık ortalama 2.52 – 6.01 mg/L arasında değişmekte olup, tüm havzaların yıllık TN miktarları ortalaması ise 3.99 mg/L olarak bulunmuştur. Aylara göre havzalarda en düşük TN miktarı 0.98 mg/L ile Ağustos ayında 10 nolu havzada, en yüksek TN miktarı ise 11.25 ile Mayıs ayında 23 nolu havzada ölçülmüştür (Tablo 48).

Ortalama TN miktarları mevsimsel değişime göre, Sonbaharda 3.83 mg/L, Kışın 3.66

mg/L, ilkbaharda 4.54 mg/L ve Yazın ise 3.94 mg/L olarak belirlenmiştir.

Tablo 48. Dere sularının aylar itibariyle TN miktarları

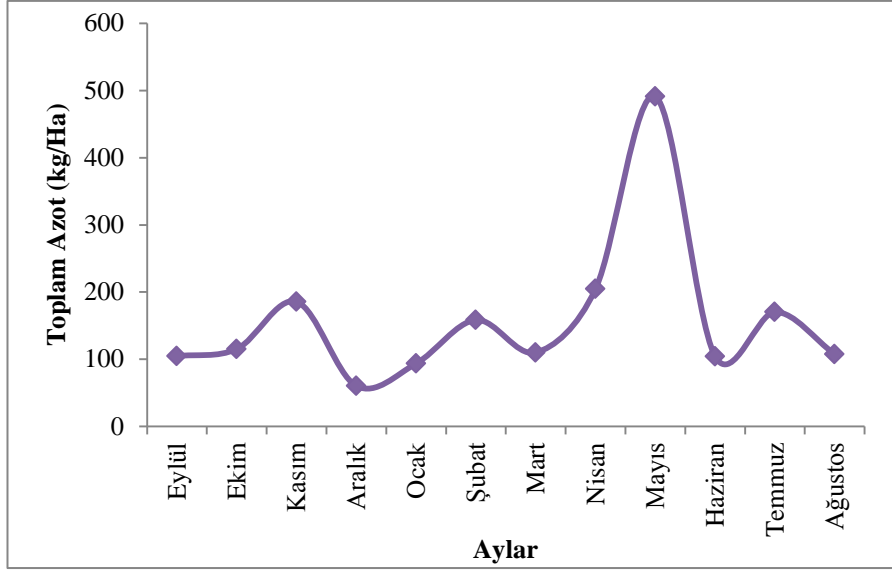
Havza No	AYLAR												Yıllık Ort.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
10	1,23	1,93	5,09	1,83	3,90	2,89	2,72	2,35	2,80	2,32	2,25	0,98	2,52
11	3,67	2,55	5,24	2,23	4,45	3,35	4,63	5,24	2,92	5,43	5,19	5,11	4,17
12	2,89	3,23	6,41	2,90	3,59	4,81	3,78	3,45	2,54	4,25	7,02	3,35	4,02
13	3,46	3,73	6,95	3,62	5,04	5,01	4,75	3,35	4,39	4,93	6,78	3,39	4,62
14	2,70	2,55	3,10	2,54	5,14	5,64	4,08	4,01	2,63	1,48	4,18	2,91	3,41
21	1,90	1,97	3,28	1,46	1,68	2,39	1,69	5,73	4,97	1,29	3,66	1,67	2,64
22	3,40	3,41	5,86	2,18	2,79	5,54	3,30	4,96	10,69	4,46	4,03	3,62	4,52
23	5,54	5,89	5,86	4,12	4,74	5,87	5,38	7,32	11,25	4,65	6,10	5,45	6,01
Ort.	3,10	3,16	5,22	2,61	3,92	4,44	3,79	4,55	5,27	3,60	4,90	3,31	3,99



Şekil 61. Aylık ortalama TN miktarları

Tablo 49. Havzalardan dere sularına gelen hektardaki TN miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Topl.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
10	0,33	0,81	5,65	0,73	3,31	1,82	1,61	1,20	1,71	1,17	1,10	0,21	19,66
11	2,60	1,25	5,29	0,96	3,82	2,16	4,13	5,29	1,64	5,68	5,19	5,03	43,05
12	4,18	5,22	20,56	4,21	6,45	11,58	7,15	5,96	3,23	9,04	24,66	5,62	107,83
13	3,87	4,50	15,62	4,24	8,22	8,12	7,30	3,63	6,23	7,86	14,87	3,72	88,18
14	1,43	1,27	1,88	1,26	5,17	6,23	3,26	3,15	1,35	0,43	3,42	1,66	30,52
21	2,49	2,68	7,44	1,47	1,95	3,95	1,97	22,69	17,07	1,15	9,26	1,93	74,05
22	15,52	15,61	46,10	6,38	10,45	41,20	14,62	33,03	153,41	26,70	21,80	17,59	402,41
23	74,32	84,01	83,15	41,10	54,41	83,44	70,09	129,75	306,47	52,36	90,10	71,93	1141,14
Topl.	104,74	115,36	185,69	60,36	93,78	158,50	110,13	204,70	491,12	104,40	170,41	107,68	1906,85



Şekil 62. Havzalardan gelen hektardaki aylık toplam TN miktarları

Havzalardaki dere sularının Toplam Azot (TN) miktarları hektarda yıllık 19.66 – 1141.14 kg arasında değişmekte olup, havzaların tümünden gelen yıllık TN miktarı hektarda 1906.85 kg olarak belirlenmiştir. Aylara göre havzalarda en düşük TN miktarı hektarda 0.33 kg ile Eylül ayında 10 nolu havzada, en yüksek TN miktarı ise 306.47 kg ile Mayıs ayında 23 nolu havzada hesaplanmıştır (Tablo 49, Şekil 62).

Hektarda ortalama TN miktarları mevsimsel değişime göre, Sonbaharda 135.26 kg, Kışın 104.21 kg, İlkbaharda 268.65 kg ve Yazın ise 127.50 kg olarak tespit edilmiştir.

3.1.1.3.6. Toplam Fosfat

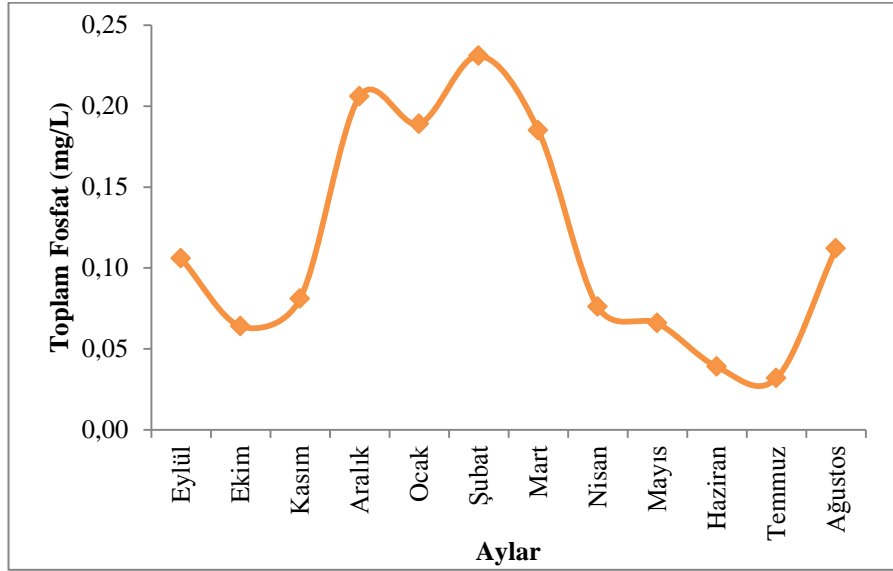
Dere sularında ölçülen toplam fosfat miktarları aylar itibariyle aşağıda verilmiştir (Tablo 50, Şekil 63). Ayrıca, formasyondaki dere havzalarından aylara göre dere sularına gelen hektardaki Toplam Fosfat (TP) miktarları Tablo 51’de ve Şekil 64’te verilmiştir.

Kaçkar Granitoyidindeki havzaların dere sularındaki TP miktarları yıllık ortalama 0.105 – 0.136 mg/L arasında değişmekte olup, tüm havzaların yıllık toplam azot (TN) miktarlarının ortalaması 0.115 mg/L olarak belirlenmiştir. Aylara göre havzalarda en düşük TP miktarı 0.015 mg/L ile Temmuz ayında 14 ve 22 nolu havzalarda, en yüksek TP miktarı ise 0.426 ile Şubat ayında 13 nolu havzada ölçülmüştür. Ortalama TP miktarları mevsimsel değişime göre, Sonbaharda 0.084 mg/L, Kışın 0.209 mg/L, İlkbaharda 0.109 mg/L ve

Yazın ise 0.061 mg/L olarak belirlenmiştir (Tablo 50).

Tablo 50. Dere sularının aylar itibariyle toplam fosfat miktarları

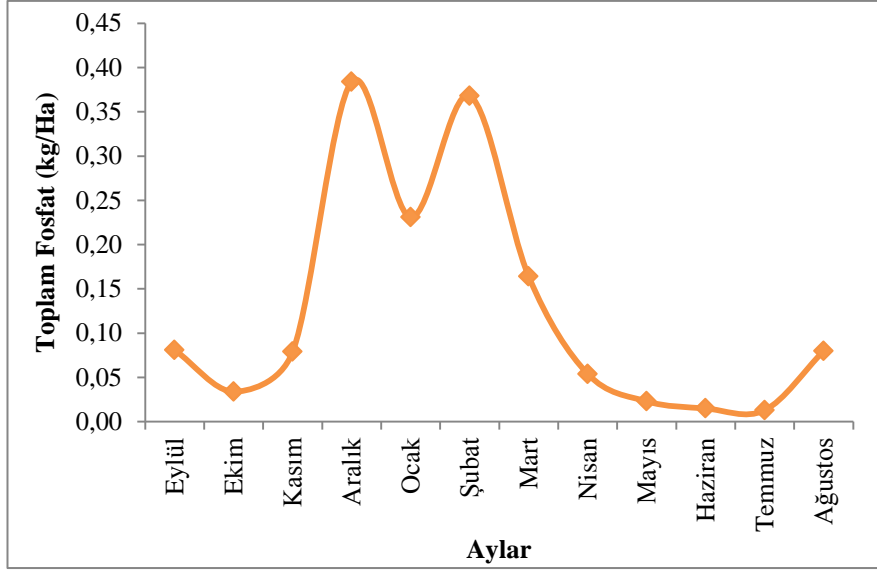
Havza No	AYLAR												Yıllık Ort.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
10	0,085	0,047	0,048	0,194	0,207	0,156	0,456	0,059	0,036	0,074	0,029	0,092	0,124
11	0,101	0,039	0,046	0,217	0,180	0,271	0,161	0,083	0,064	0,025	0,049	0,105	0,112
12	0,130	0,045	0,101	0,133	0,178	0,150	0,176	0,036	0,073	0,049	0,040	0,163	0,106
13	0,095	0,106	0,040	0,129	0,182	0,426	0,141	0,042	0,072	0,029	0,025	0,095	0,115
14	0,088	0,048	0,085	0,278	0,173	0,179	0,108	0,059	0,096	0,026	0,015	0,105	0,105
21	0,088	0,066	0,065	0,170	0,180	0,187	0,156	0,125	0,083	0,032	0,034	0,094	0,107
22	0,160	0,082	0,126	0,195	0,208	0,190	0,137	0,105	0,050	0,017	0,015	0,150	0,120
23	0,102	0,076	0,138	0,332	0,206	0,288	0,142	0,097	0,051	0,058	0,048	0,096	0,136
Ort.	0,106	0,064	0,081	0,206	0,189	0,231	0,185	0,076	0,066	0,039	0,032	0,112	0,115



Şekil 63. Aylık ortalama TP miktarları

Tablo 51. Havzalardan dere sularına gelen hektardaki TP miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Topl.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
10	0,002	0,001	0,001	0,008	0,009	0,005	0,045	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,077
11	0,002	0,001	0,001	0,009	0,006	0,014	0,005	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,044
12	0,008	0,001	0,005	0,009	0,016	0,011	0,015	0,001	0,003	0,001	0,001	0,013	0,084
13	0,003	0,004	0,001	0,005	0,011	0,059	0,006	0,001	0,002	0,001	0,001	0,003	0,097
14	0,002	0,001	0,001	0,015	0,006	0,006	0,002	0,001	0,002	0,001	0,001	0,002	0,040
21	0,005	0,003	0,003	0,020	0,022	0,024	0,017	0,011	0,005	0,001	0,001	0,006	0,118
22	0,034	0,009	0,021	0,051	0,058	0,048	0,025	0,015	0,003	0,001	0,001	0,030	0,296
23	0,025	0,014	0,046	0,267	0,103	0,201	0,049	0,023	0,006	0,008	0,006	0,022	0,770
Topl.	0,081	0,034	0,079	0,384	0,231	0,368	0,164	0,054	0,023	0,015	0,013	0,080	1,526



Şekil 64. Havzalardan gelen hektardaki aylık toplam TP (PO₄-P) miktarları

Havzalarda bulunan dere sularının Toplam Fosfat (TP) miktarları hektarda yıllık 0.040 – 0.770 kg arasında değişmekte olup, havzaların tümünden gelen yıllık TP miktarı hektarda 1.526 kg olarak belirlenmiştir. Aylara göre havzalarda en düşük TP miktarı hektarda 0.001 kg ile Ekim, Kasım, Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında 10, 11, 12, 13, 14, 21 ve 22 nolu havzalarda, en yüksek TP miktarı ise 0.267 kg ile Aralık ayında 23 nolu havzada hesaplanmıştır. Hektarda ortalama TP miktarları mevsimsel değişime göre, Sonbaharda 0.065 kg, Kışın 0.328 kg, İlkbaharda 0.080 kg ve Yazın ise 0.036 kg olarak bulunmuştur (Tablo 51, Şekil 64).

3.1.1.3.7. Kalsiyum (Ca⁺⁺)

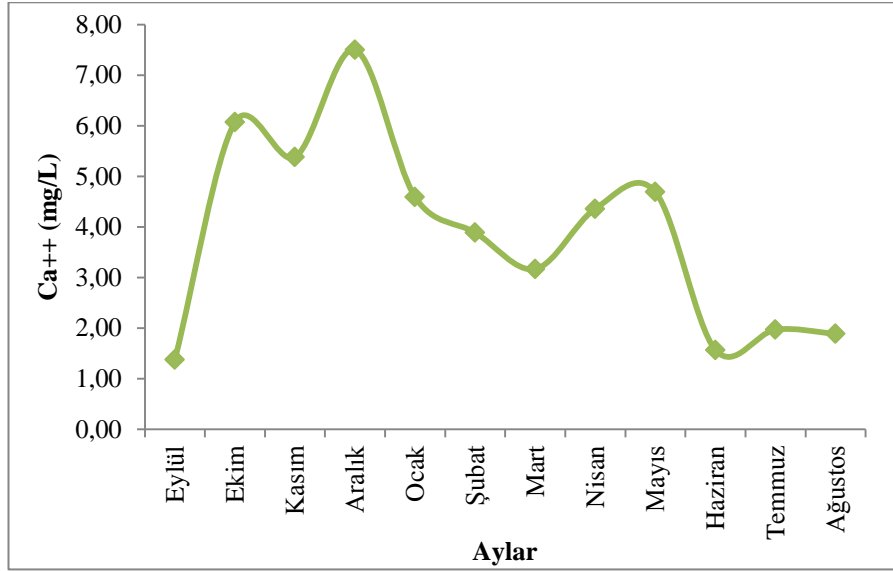
Dere sularında ölçülen Ca⁺⁺ miktarları aylar itibariyle aşağıda verilmiştir (Tablo 52, Şekil 65). Ayrıca, formasyondaki dere havzalarından aylara göre dere sularına gelen hektardaki Ca⁺⁺ miktarları Tablo 53'te ve Şekil 66'da verilmiştir.

Ca⁺⁺ miktarları yıllık ortalama 2.71 – 6.62 mg/L arasında değişmekte olup, tüm havzaların yıllık Ca⁺⁺ miktarlarının ortalaması 3.87 mg/L olarak bulunmuştur. Aylara göre havzalarda en düşük Ca⁺⁺ miktarı 0.70 mg/L ile Ağustos ayında 10 nolu havzada, en yüksek Ca⁺⁺ miktarı ise 11.74 mg/L ile Aralık ayında 14 nolu havzada ölçülmüştür. Ortalama Ca⁺⁺ miktarları mevsimsel değişime göre, Sonbaharda 4.28 mg/L, Kışın 5.33

mg/L, ilkbaharda 4.07 mg/L ve Yazın ise 1.81 mg/L olarak belirlenmiştir.

Tablo 52. Dere sularının aylar itibariyle Ca⁺⁺ miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Ort.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
10	1,82	4,13	5,38	5,71	3,44	2,94	1,62	2,66	2,91	0,71	1,07	0,70	2,76
11	1,46	9,21	9,16	11,65	8,19	5,02	5,59	6,49	7,09	3,34	3,33	3,83	6,20
12	1,32	4,74	4,45	7,39	4,43	3,58	2,34	3,18	3,63	1,35	1,53	1,93	3,32
13	1,24	5,89	4,59	7,16	4,54	3,40	2,42	3,32	3,32	1,13	1,53	1,33	3,32
14	1,58	9,33	8,47	11,74	7,82	7,22	6,42	8,68	8,44	3,15	3,27	3,36	6,62
21	1,58	4,62	3,48	4,95	2,75	2,90	2,03	3,13	3,65	0,97	1,61	1,14	2,73
22	1,28	4,94	3,16	5,14	2,50	2,78	2,24	3,16	3,75	0,83	1,52	1,25	2,71
23	0,76	5,73	4,36	6,26	3,06	3,33	2,71	4,29	4,74	1,10	1,93	1,55	3,32
Ort.	1,38	6,07	5,38	7,50	4,59	3,89	3,17	4,36	4,69	1,57	1,97	1,89	3,87

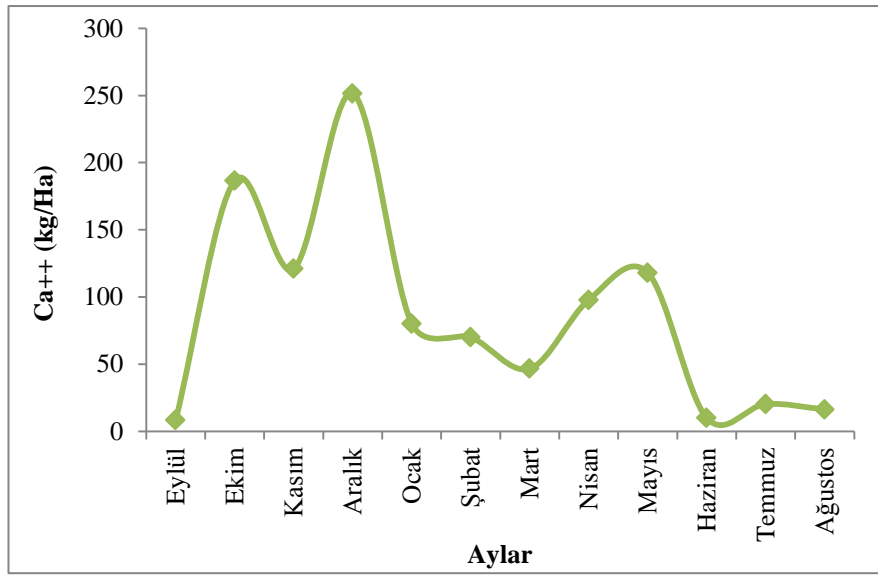


Şekil 65. Aylık ortalama Ca⁺⁺ miktarları

Tablo 53. Havzalardan dere sularına gelen hektardaki Ca⁺⁺ miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Topl.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
10	0,72	3,72	6,31	7,11	2,58	1,88	0,57	1,54	1,85	0,11	0,25	0,11	26,74
11	0,41	16,35	16,17	26,16	12,93	4,86	6,02	8,12	9,69	2,15	2,14	2,83	107,80
12	0,87	11,24	9,91	27,33	9,82	6,41	2,74	5,06	6,59	0,91	1,17	1,86	83,92
13	0,50	11,22	6,81	16,58	6,67	3,74	1,89	3,57	3,57	0,41	0,76	0,57	56,29
14	0,49	17,05	14,05	26,99	11,98	10,21	8,07	14,76	13,95	1,94	2,09	2,21	123,79
21	1,73	14,75	8,37	16,93	5,23	5,81	2,85	6,77	9,21	0,65	1,79	0,90	74,98
22	2,20	32,76	13,41	35,47	8,39	10,37	6,74	13,41	18,88	0,92	3,10	2,10	147,74
23	1,40	79,51	46,03	94,89	22,67	26,85	17,78	44,57	54,41	2,93	9,02	5,82	405,88
Topl.	8,31	186,59	121,06	251,46	80,26	70,14	46,67	97,78	118,13	10,03	20,32	16,39	1027,15

Havzalardaki dere sularının Ca^{++} miktarları hektarda yıllık 26.74 – 405.88 kg arasında değişmekte olup, havzaların tümünden gelen yıllık Ca^{++} miktarı hektarda 1027.15 kg olarak belirlenmiştir. Aylara göre havzalarda en düşük Ca^{++} miktarı hektarda 0.11 kg ile Haziran ve Ağustos aylarında 10 nolu havzada, en yüksek Ca^{++} miktarı ise 94.89 kg ile Aralık ayında 23 nolu havzada hesaplanmıştır. Hektarda toplam Ca^{++} miktarları mevsimsel değişime göre, Sonbaharda 105.32 kg, Kışın 133.95 kg, İlkbaharda 87.53 kg ve Yazın ise 15.58 kg olarak bulunmuştur (Tablo 53, Şekil 66).



Şekil 66. Havzalardan gelen hektardaki aylık Ca^{++} miktarları

3.1.1.3.8. Magnezyum (Mg^{++})

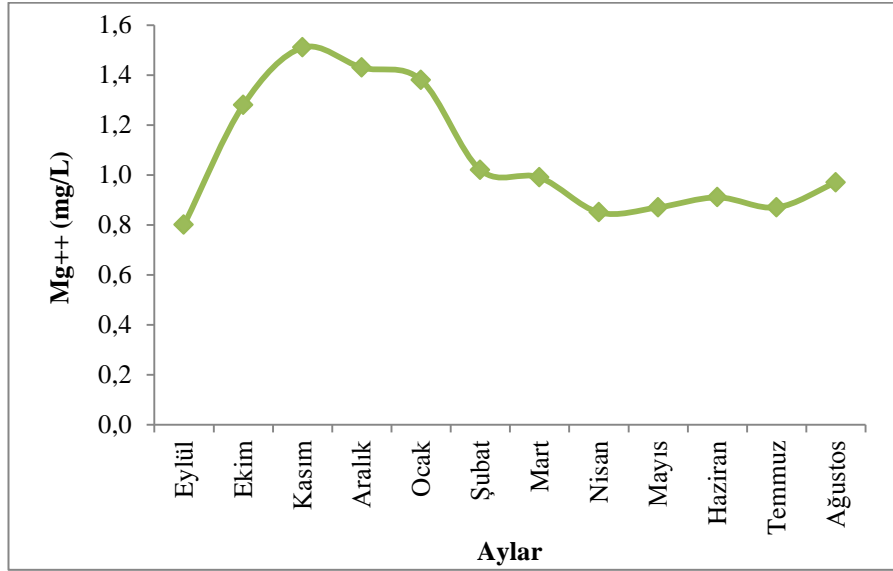
Dere sularında ölçülen Mg^{++} miktarları aylar itibariyle aşağıda verilmiştir (Tablo 54, Şekil 67). Ayrıca, formasyondaki dere havzalarından aylara göre dere sularına gelen hektardaki Mg^{++} miktarları Tablo 55'te ve Şekil 68'de verilmiştir.

Havzaların dere sularındaki Mg^{++} miktarları yıllık ortalama 0.86 – 1.25 mg/L arasında değişmekte olup, tüm havzaların yıllık Mg^{++} miktarlarının ortalaması 1.07 mg/L olarak bulunmuştur. Aylara göre havzalarda en düşük Mg^{++} miktarı 0.35 mg/L ile Eylül ayında 11 nolu havzada, en yüksek Mg^{++} miktarı ise 1.72 mg/L ile Kasım ayında 14 nolu havzada ölçülmüştür. Ortalama Mg^{++} miktarları mevsimsel değişime göre, Sonbaharda 1.20 mg/L, Kışın 1.28 mg/L, İlkbaharda 0.90 mg/L ve Yazın ise 0.92 mg/L olarak

belirlenmiştir (Tablo 54).

Tablo 54. Dere sularının aylar itibariyle Mg^{++} miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Ort.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
10	0,65	0,91	1,24	1,31	1,31	0,95	0,74	0,79	0,66	0,67	0,55	0,69	0,87
11	0,35	1,33	1,54	1,45	1,42	1,02	1,03	0,91	0,83	0,98	0,90	1,03	1,07
12	0,59	0,91	1,13	1,28	1,25	0,96	0,76	0,65	0,65	0,72	0,60	0,80	0,86
13	0,59	1,24	1,44	1,44	1,37	0,98	0,96	0,78	0,81	0,83	0,76	0,88	1,01
14	0,89	1,44	1,72	1,50	1,45	1,12	1,11	0,95	0,92	1,04	0,99	1,07	1,18
21	1,19	1,44	1,65	1,46	1,42	1,06	1,09	0,91	1,00	1,04	1,04	1,09	1,20
22	1,31	1,52	1,71	1,51	1,46	1,06	1,12	0,94	1,06	1,06	1,07	1,12	1,25
23	0,80	1,42	1,62	1,46	1,40	0,99	1,07	0,85	1,05	0,97	1,02	1,08	1,15
Ort.	0,80	1,28	1,51	1,43	1,38	1,02	0,99	0,85	0,87	0,91	0,87	0,97	1,07



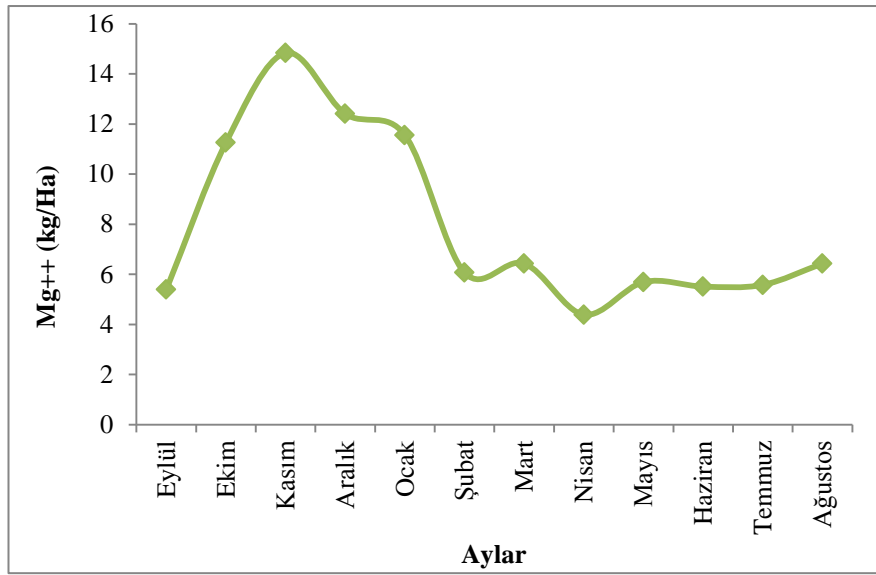
Şekil 67. Aylık ortalama Mg^{++} miktarları

Tablo 55. Havzalardan dere sularına gelen hektardaki Mg^{++} miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Topl.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
10	0,09	0,18	0,34	0,37	0,37	0,20	0,12	0,14	0,09	0,10	0,07	0,10	2,17
11	0,02	0,34	0,46	0,41	0,39	0,20	0,20	0,16	0,13	0,19	0,16	0,20	2,86
12	0,17	0,41	0,64	0,82	0,78	0,46	0,29	0,21	0,21	0,26	0,18	0,32	4,76
13	0,11	0,50	0,67	0,67	0,61	0,31	0,30	0,20	0,21	0,22	0,19	0,25	4,24
14	0,16	0,41	0,58	0,44	0,41	0,25	0,24	0,18	0,17	0,21	0,19	0,22	3,45
21	0,98	1,43	1,88	1,47	1,39	0,78	0,82	0,57	0,69	0,75	0,75	0,82	12,34
22	2,30	3,10	3,93	3,06	2,86	1,51	1,68	1,19	1,51	1,51	1,54	1,68	25,87
23	1,55	4,88	6,36	5,16	4,75	2,37	2,77	1,75	2,67	2,28	2,52	2,82	39,88
Topl.	5,39	11,26	14,84	12,41	11,56	6,07	6,43	4,39	5,69	5,51	5,58	6,43	95,57

Havzalardaki dere sularının Mg^{++} miktarları hektarda yıllık 2.17 – 39.88 kg arasında değişmekte olup, havzaların tümünden gelen yıllık Mg^{++} miktarı hektarda 95.57 kg olarak belirlenmiştir. Aylara göre havzalarda en düşük Mg^{++} miktarı hektarda 0.02 kg ile Eylül ayında 11 nolu havzada, en yüksek Mg^{++} miktarı ise 6.36 kg ile Kasım ayında 23 nolu havzada hesaplanmıştır (Tablo 55, Şekil 68).

Hektarda ortalama Mg^{++} miktarları mevsimsel değişime göre, Sonbaharda 10.50 kg, Kışın 10.01 kg, İlkbaharda 5.50 kg ve Yazın ise 5.84 kg olarak bulunmuştur.



Şekil 68. Havzalardan gelen hektardaki aylık Mg^{++} miktarları

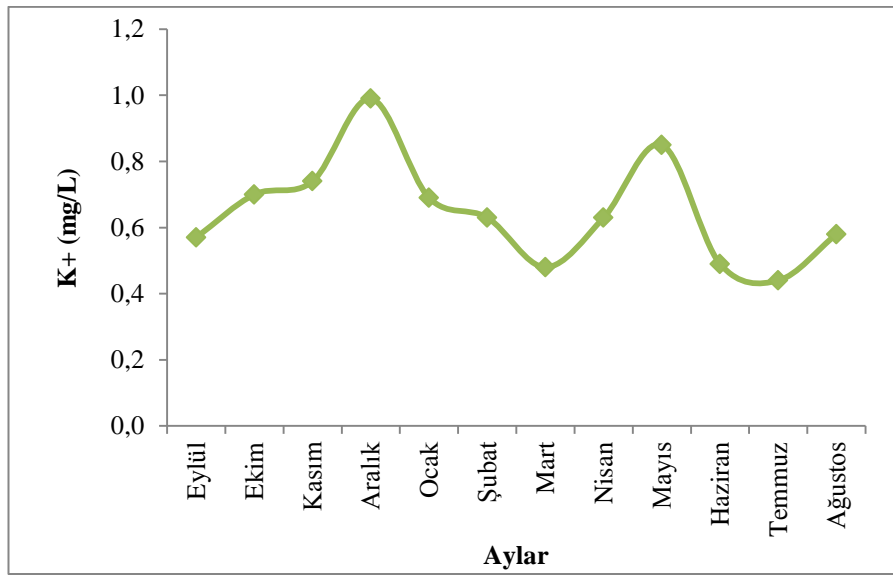
3.1.1.3.9. Potasyum (K^+)

Dere sularında ölçülen K^+ miktarları aylar itibariyle aşağıda verilmiştir (Tablo 56, Şekil 69). Ayrıca, formasyondaki dere havzalarından aylara göre dere sularına gelen hektardaki K^+ miktarları Tablo 57'de ve Şekil 70'de gösterilmiştir.

Havzaların dere sularındaki K^+ miktarları yıllık ortalama 0.51 – 0.77 mg/L arasında değişmekte olup, tüm havzaların yıllık K^+ miktarlarının ortalaması 0.65 mg/L olarak bulunmuştur. Aylara göre havzalarda en düşük K^+ miktarı 0.25 mg/L ile Mart ayında 10 nolu havzada, en yüksek K^+ miktarı ise 1.27 mg/L ile Aralık ayında 11 nolu havzada ölçülmüştür. K^+ miktarları mevsimsel değişime göre, Sonbaharda 0.67 mg/L, Kışın 0.77 mg/L, İlkbaharda 0.65 mg/L ve Yazın ise 0.50 mg/L olarak bulunmuştur (Tablo 56).

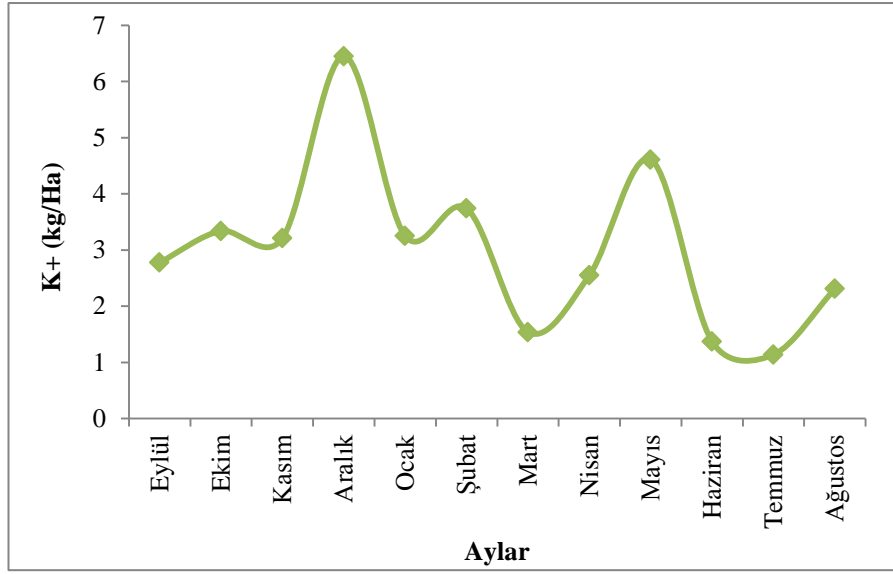
Tablo 56. Dere sularının aylar itibariyle K⁺ miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Ort.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
10	0,56	0,53	0,78	0,87	0,59	0,42	0,25	0,42	0,70	0,35	0,31	0,30	0,51
11	0,35	0,89	0,93	1,27	0,83	0,65	0,65	0,72	0,91	0,71	0,58	0,73	0,77
12	0,50	0,57	0,67	0,74	0,64	0,42	0,36	0,44	0,72	0,41	0,33	0,94	0,56
13	0,53	0,60	0,61	0,83	0,59	0,33	0,51	0,64	0,82	0,46	0,44	0,40	0,56
14	0,50	0,67	0,72	1,03	0,61	0,52	0,45	0,74	0,86	0,55	0,47	0,51	0,64
21	0,72	0,81	0,73	1,06	0,86	1,05	0,61	0,73	0,92	0,54	0,49	0,56	0,76
22	0,57	0,73	0,74	1,02	0,62	0,71	0,49	0,66	0,92	0,45	0,42	0,61	0,66
23	0,82	0,81	0,75	1,13	0,82	0,91	0,53	0,68	0,91	0,48	0,45	0,62	0,74
Ort.	0,57	0,70	0,74	0,99	0,69	0,63	0,48	0,63	0,85	0,49	0,44	0,58	0,65

Şekil 69. Aylık ortalama K⁺ miktarlarıTablo 57. Havzalardan dere sularına gelen hektardaki K⁺ miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Topl.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
10	0,07	0,06	0,13	0,16	0,08	0,04	0,01	0,04	0,11	0,03	0,02	0,02	0,77
11	0,02	0,15	0,17	0,31	0,13	0,08	0,08	0,10	0,16	0,10	0,06	0,10	1,47
12	0,13	0,16	0,22	0,27	0,20	0,09	0,06	0,10	0,26	0,08	0,05	0,44	2,08
13	0,09	0,12	0,12	0,22	0,11	0,04	0,08	0,13	0,22	0,07	0,06	0,05	1,32
14	0,05	0,09	0,10	0,21	0,07	0,05	0,04	0,11	0,14	0,06	0,04	0,05	1,02
21	0,36	0,45	0,37	0,78	0,51	0,76	0,26	0,37	0,58	0,20	0,17	0,22	5,02
22	0,44	0,72	0,74	1,40	0,52	0,68	0,32	0,58	1,14	0,27	0,24	0,50	7,53
23	1,63	1,59	1,36	3,09	1,63	2,01	0,68	1,12	2,01	0,56	0,49	0,93	17,09
Topl.	2,78	3,34	3,21	6,45	3,25	3,74	1,54	2,55	4,61	1,37	1,14	2,31	36,30

Havzalardaki dere sularının K^+ miktarları hektarda yıllık 0.77 – 17.09 kg arasında değişmekte olup, havzaların tümünden gelen yıllık K^+ miktarı hektarda 36.30 kg/ha olarak belirlenmiştir. Aylara göre havzalarda en düşük K^+ miktarı hektarda 0.01 kg ile Mart ayında 10 nolu havzada, en yüksek K^+ miktarı ise 3.09 kg/ha ile Aralık ayında 23 nolu havzada hesaplanmıştır. Hektarda toplam K^+ miktarları mevsimsel değişime göre, Sonbaharda 3.11 kg/ha, Kışın 4.48 kg/ha, İlkbaharda 2.90 kg/ha ve Yazın ise 1.61 kg/ha olarak bulunmuştur.



Şekil 70. Havzalardan gelen hektardaki aylık K^+ miktarları

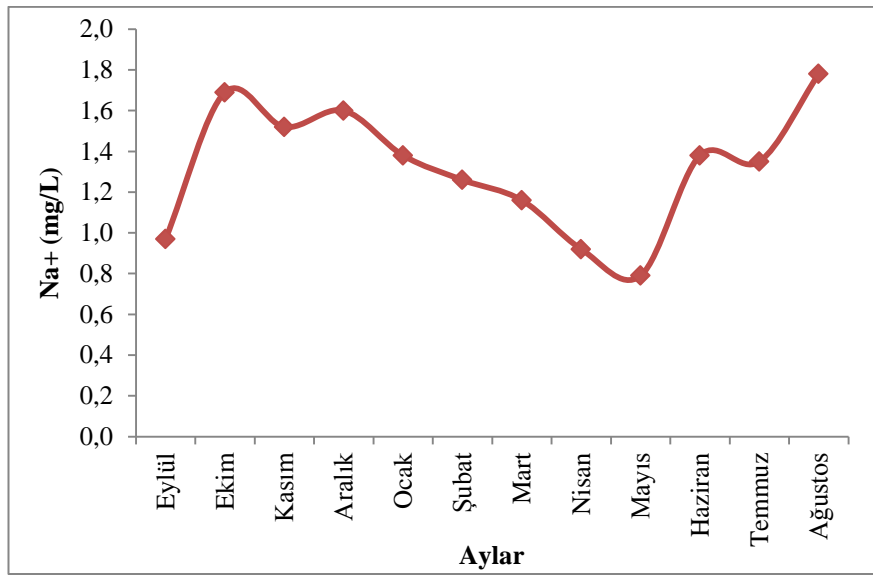
3.1.1.3.10. Sodyum (Na^+)

Dere sularında ölçülen Na^+ miktarları aylar itibariyle aşağıda verilmiştir (Tablo 58, Şekil 71). Ayrıca, formasyondaki dere havzalarından aylara göre dere sularına gelen hektardaki Na^+ miktarları Tablo 59'da ve Şekil 72'de verilmiştir.

Havzaların dere sularındaki Na^+ miktarları yıllık ortalama 1.18 – 1.41 mg/L arasında değişmekte olup, tüm havzaların yıllık Na^+ miktarlarının ortalaması 1.32 mg/L olarak bulunmuştur. Aylara göre en düşük Na^+ miktarı 0.67 mg/L ile Mayıs ayında 14 nolu havzada, en yüksek Na^+ miktarı ise 2.01 mg/L ile Ağustos ayında 23 nolu havzada ölçülmüştür. Na^+ miktarları mevsimsel değişime göre, Sonbaharda 1.39 mg/L, Kışın 1.41 mg/L, İlkbaharda 0.96 mg/L ve Yazın ise 1.50 mg/L olarak bulunmuştur (Tablo 58).

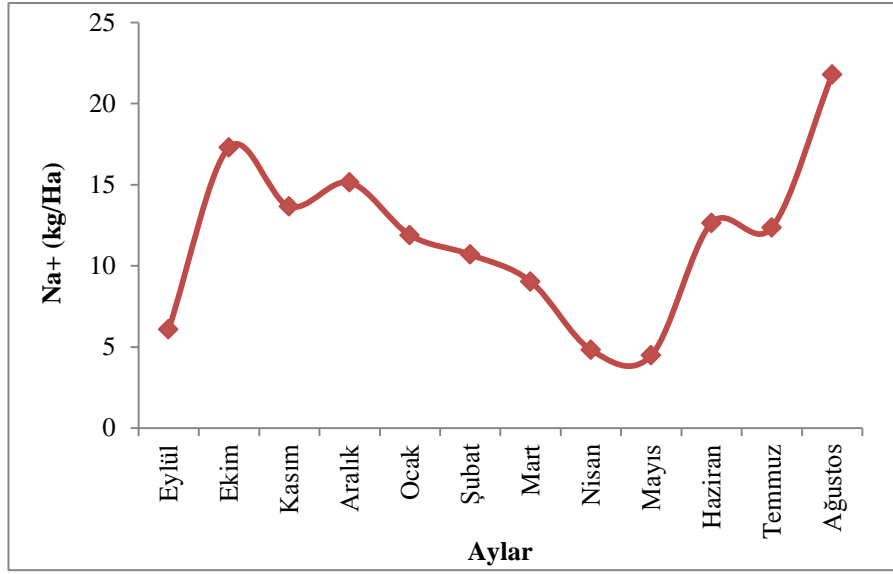
Tablo 58. Dere sularının aylar itibariyle Na⁺ miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Ort.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
10	0,94	1,70	1,54	1,60	1,43	1,21	1,12	0,98	0,70	1,32	1,29	1,68	1,29
11	0,87	1,66	1,50	1,60	1,30	1,13	1,06	1,01	0,71	1,31	1,28	1,62	1,25
12	1,04	1,66	1,53	1,60	1,36	1,20	1,05	0,99	0,74	1,31	1,24	1,81	1,29
13	1,03	1,69	1,50	1,60	1,42	1,19	1,19	1,00	0,72	1,37	1,36	1,77	1,32
14	0,80	1,66	1,50	1,61	1,26	1,16	1,00	0,74	0,67	1,17	1,16	1,48	1,18
21	1,01	1,72	1,55	1,58	1,43	1,36	1,27	0,84	0,88	1,50	1,48	1,90	1,37
22	1,05	1,71	1,54	1,59	1,41	1,41	1,28	0,92	0,97	1,49	1,50	1,99	1,40
23	1,03	1,74	1,51	1,62	1,46	1,40	1,29	0,88	0,90	1,53	1,51	2,01	1,41
Ort.	0,97	1,69	1,52	1,60	1,38	1,26	1,16	0,92	0,79	1,38	1,35	1,78	1,32

Şekil 71. Aylık ortalama Na⁺ miktarlarıTablo 59. Havzalardan dere sularına gelen hektardaki Na⁺ miktarları

Havza No	AYLAR												Yıllık Topl.
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
10	0,19	0,63	0,52	0,56	0,45	0,32	0,27	0,21	0,11	0,38	0,36	0,62	4,61
11	0,15	0,53	0,43	0,49	0,33	0,25	0,22	0,20	0,10	0,33	0,32	0,51	3,84
12	0,54	1,38	1,17	1,28	0,93	0,72	0,55	0,49	0,27	0,86	0,77	1,64	10,60
13	0,34	0,92	0,73	0,83	0,65	0,46	0,46	0,32	0,17	0,61	0,60	1,01	7,10
14	0,13	0,54	0,44	0,51	0,31	0,26	0,20	0,11	0,09	0,27	0,26	0,43	3,54
21	0,70	2,04	1,66	1,73	1,41	1,28	1,11	0,49	0,54	1,55	1,51	2,49	16,53
22	1,48	3,93	3,18	3,39	2,67	2,67	2,20	1,14	1,26	2,98	3,02	5,32	33,24
23	2,57	7,33	5,52	6,36	5,16	4,75	4,03	1,88	1,96	5,67	5,52	9,78	60,52
Topl.	6,10	17,30	13,66	15,14	11,90	10,70	9,04	4,83	4,49	12,65	12,37	21,80	139,98

Havzalardaki dere sularının Na^+ miktarları hektarda yıllık 3.54 – 60.52 kg arasında değişmekte olup, havzaların tümünden gelen yıllık Na^+ miktarı hektarda 139.98 kg/ha olarak belirlenmiştir. Aylara göre havzalarda en düşük Na^+ miktarı hektarda 0.09 kg ile Mayıs ayında 14 nolu havzada, en yüksek Na^+ miktarı ise 9.78 kg/ha ile Ağustos ayında 23 nolu havzada hesaplanmıştır. Hektarda ortalama Na^+ miktarları mevsimsel değişime göre, Sonbaharda 12.35 kg/ha, Kışın 12.58 kg/ha, İlkbaharda 6.12 kg/ha ve Yazın ise 15.61 kg/ha olarak bulunmuştur (Tablo 59, Şekil 72).



Şekil 72. Havzalardan gelen hektardaki aylık Na^+ miktarları

3.2. Toprak Analizlerine İlişkin Bulgular

Araştırma alanında 3 jeolojik formasyon (Çatak, Hamurkesen, Kaçkar Granitoyidi) toplam 120 toprak profili ile temsil edilmiştir. Buna göre, her bir jeolojik formasyondaki arazi kullanımlarından (tarım, mera, ibrelili ve yapraklı orman) 10 adet toprak profili olmak üzere toplam 40 adet toprak profili açılmıştır. Açılan toprak profillerinden toplam 417 adet toprak örneği alınmıştır. Araştırma alanında açılan 417 adet toprak örneği üzerinde % Kum, % Toz, % Kil, toprak türü, organik madde, pH, elektriksel iletkenlik (EC), toplam azot, toplam fosfat, Ca, Mg, K ve Na gibi toprak analizleri gerçekleştirilmiştir. Jeolojik formasyonlara göre toprak analiz sonuçları Ek Tablo 4'te verilmiştir.

Toprak analizi sonuçları formasyonlara göre istatistik analize tabi tutulmuş, istatistik analiz sonuçlarına ilişkin bulgulara aşağıda yer verilmiştir.

3.2.1. İstatistik Analize İlişkin Bulgular

Jeolojik formasyonlar üzerindeki arazi kullanımlarından alınan toplam 417 adet toprak örneği üzerinde yapılan fiziksel ve kimyasal analizlerden elde edilen sonuçlar istatistiksel analize tabi tutulmuştur. Jeolojik formasyonlara ve arazi kullanım şekillerine göre aralarında fark olup olmadığını ortaya koyabilmek amacıyla çoklu varyans analizi uygulanmıştır.

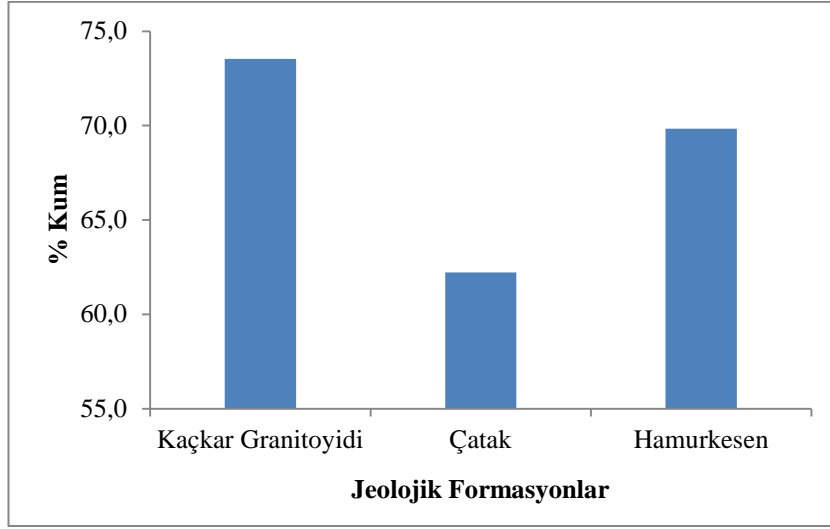
3.2.1.1. Jeolojik Formasyonlar

Jeolojik formasyonlardan alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları arasında, jeolojik formasyonlara göre fark olup olmadığını anlamak için varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonuçlarına göre; jeolojik formasyon faktörünün % Kum (F = 29.56), % Toz (F = 31.85), % Kil (F = 7.71), pH (F = 7.22), % Organik Madde (F = 21.78), TN (F = 20.28), TP (F = 11.43), Ca⁺⁺ (F = 14.13), Mg⁺⁺ (F = 21.48), K⁺ (F = 5.16) ve Na⁺ (F = 25.35) miktarları üzerinde p<0.01 önem düzeyi ile anlamlı olduğu belirlenmiştir. EC bakımından anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Uygulanan Duncan testi sonucunda oluşan homojen gruplar ile her bir jeolojik formasyon için ortalama % Kum, % Toz, % Kil, pH, % Organik Madde, TN, TP, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺ ve Na⁺ değerleri ile güven aralıkları sırasıyla aşağıda verilmiştir (Tablo 60 – 70, Şekil 73 – 83).

Tablo 60. Kum oranına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Jeolojik Formasyon	Analiz Sayısı	Ort.Kum (%)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Çatak	140	62.22	14.68	89.34	11.44	60.30	64.13	*
Hamurkesen	139	69.83	27.98	91.89	13.55	67.56	72.11	*
Kaçkar Granitoyidi	138	73.53	43.13	91.99	10.63	71.74	75.32	*

Çalışma kapsamında alınan toprak örnekleri üzerinde yapılan analizlerden elde edilen Kum oranlarının formasyonlara göre değişimini ortaya koyabilmek amacıyla, yapılan varyans analizi sonuçları Tablo 60'ta verilmiştir. Tablonun incelenmesinden görüleceği üzere Kum içerikleri bakımından her üç formasyon da farklı gruplarda yer almaktadır. Kum oranı en yüksek değerini Kaçkar Granitoyidi formasyonunda alırken, bunu sırasıyla Hamurkesen ve Çatak formasyonları takip etmektedir.

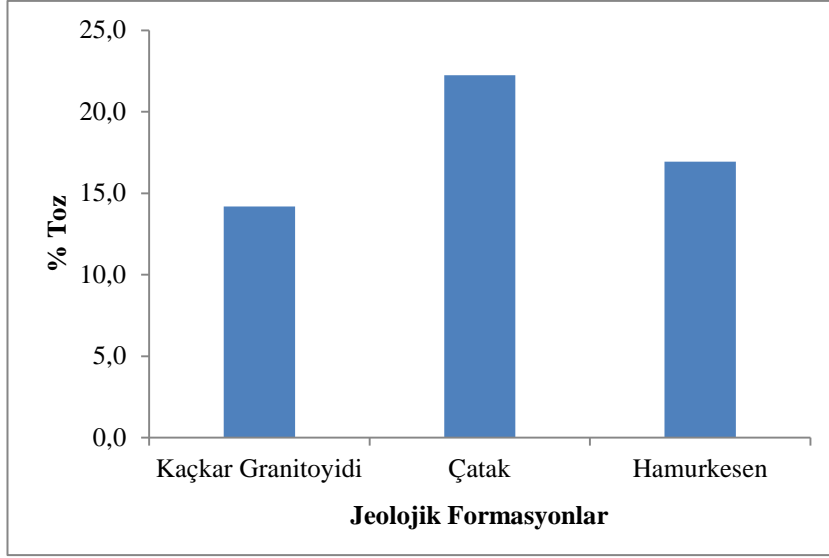


Şekil 73. Jeolojik formasyonlara göre toprakların Kum oranının değişimi

Tablo 61. Toz oranına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Jeolojik Formasyon	Analiz Sayısı	Ortalama Toz (%)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Çatak	140	22.25	6.34	60.31	9.08	20.74	23.77	*
Hamurkesen	139	16.95	5.61	52.10	9.45	15.37	18.54	*
Kaçkar Granitoyidi	138	14.20	5.94	41.82	6.91	13.03	15.36	*

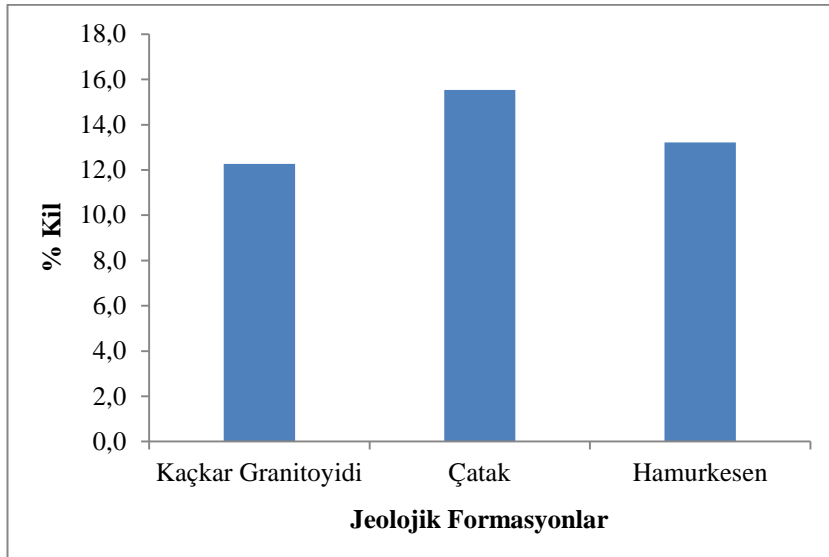
Tablo 61'de görüleceği üzere, Toz içerikleri bakımından her üç formasyon da farklı gruplarda yer almaktadır. Toz oranı en yüksek değerini Çatak formasyonunda alırken, bunu sırasıyla Hamurkesen formasyonu ve Kaçkar Granitoyidi takip etmektedir.



Şekil 74. Jeolojik formasyonlara göre toprakların Toz oranının değişimi

Tablo 62. Kil oranına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Jeolojik Formasyon	Analiz Sayısı	Ortalama Kil (%)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Çatak	140	15.53	1.38	41.41	5.85	14.56	16.51	*
Hamurkesen	139	13.21	0.31	27.87	5.99	12.21	14.22	*
Kaçkar Granitoyidi	138	12.27	0.72	23.47	5.57	11.33	13.21	*



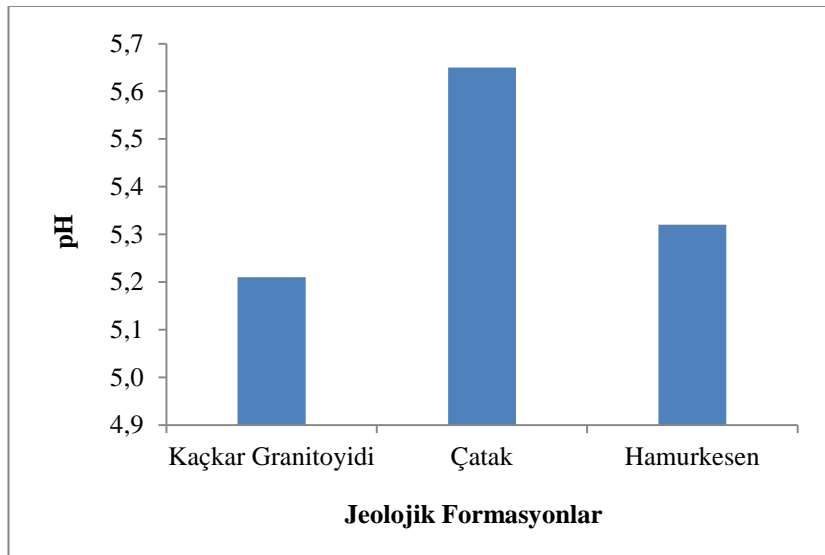
Şekil 75. Jeolojik formasyonlara göre toprakların kil oranının değişimi

Toprakların Kil oranlarının formasyonlara göre değişimleri Tablo 62’de verilmiştir. Tablo’nun incelenmesinden de görüleceği gibi, Kil oranları bakımından Hamurkesen formasyonu ve Kaçkar Granitoyidi aynı grupta yer alırken, Çatak formasyonunun bu iki formasyondan farklı grupta yer aldığı anlaşılmaktadır. Kil oranları en yüksek Çatak formasyonunda bulunurken, bunu sırasıyla Hamurkesen ve Kaçkar Granitoyidi takip etmektedir.

Tablo 63. pH’ya ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Jeolojik Formasyon	Analiz Sayısı	Ortalama pH	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Çatak	140	5.65	4.12	7.78	1.01	5.48	5.81	*
Hamurkesen	139	5.32	3.54	7.74	0.91	5.17	5.48	*
Kaçkar Granitoyidi	138	5.21	3.36	7.54	0.87	5.06	5.35	*

Tablo 63’te en düşük pH değerinin Kaçkar Granitoyidinde, en yüksek pH değerinin ise Çatak formasyonunda olduğu görülmektedir. Tablo’dan görüleceği gibi, pH bakımından Hamurkesen ve Kaçkar Granitoyidi aynı grupta yer alırken, Çatak formasyonu bu iki formasyondan farklı grupta yer almaktadır.

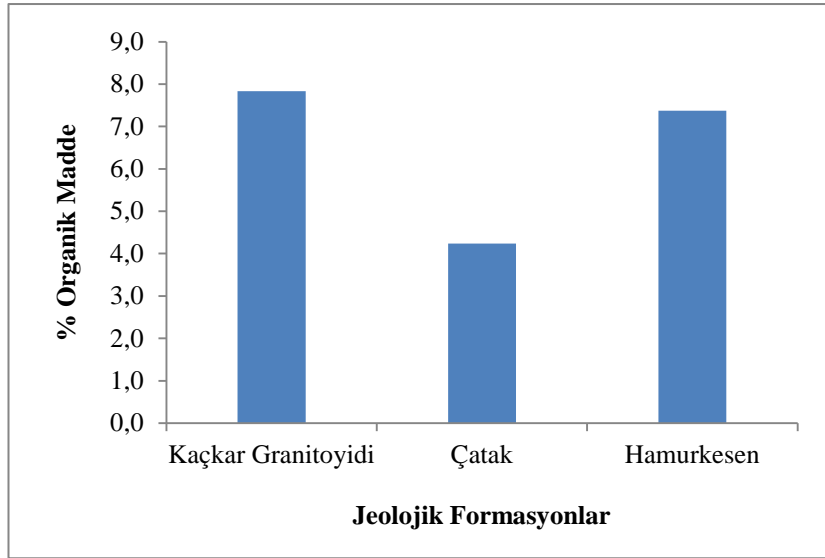


Şekil 76. Jeolojik formasyonlara göre toprak pH’sının değişimi

Tablo 64. Organik maddeye ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Jeolojik Formasyon	Analiz Sayısı	Ortalama OM (%)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Çatak	140	4.24	0.07	23.87	3.46	3.66	4.82	*
Hamurkesen	139	7.37	0.22	40.73	5.81	6.40	8.34	*
Kaçkar Granitoyidi	138	7.83	0.07	36.92	5.27	6.94	8.72	*

Tablo 64'te en düşük OM miktarının Çatak formasyonunda, en yüksek OM miktarının ise Kaçkar Granitoyidinde olduğu görülmektedir. Tablo'dan görüleceği gibi, OM miktarı bakımından Hamurkesen ve Kaçkar Granitoyidi aynı grupta yer alırken, Çatak formasyonu bu iki formasyondan farklı grupta yer almaktadır.

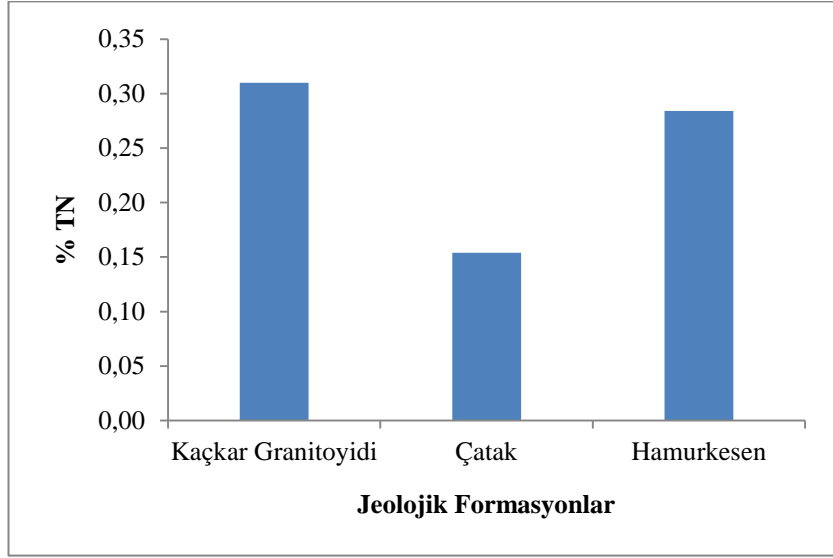


Şekil 77. Jeolojik formasyonlara göre toprak organik maddesinin değişimi

Tablo 65. Toplam Azota (TN) ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Jeolojik Formasyon	Analiz Sayısı	Ortalama TN (%)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Çatak	140	0.154	0.001	0.916	0.155	0.128	0.179	*
Hamurkesen	139	0.284	0.001	1.392	0.245	0.243	0.325	*
Kaçkar Granitoyidi	138	0.310	0.002	1.575	0.248	0.269	0.352	*

Tablo 65'te en düşük TN miktarının Çatak formasyonunda, en yüksek TN miktarının ise Kaçkar Granitoyidinde olduğu görülmektedir. Tablo'dan görüleceği gibi, TN miktarı bakımından Hamurkesen ve Kaçkar Granitoyidi aynı grupta yer alırken, Çatak formasyonu bu iki formasyondan farklı grupta yer almaktadır.

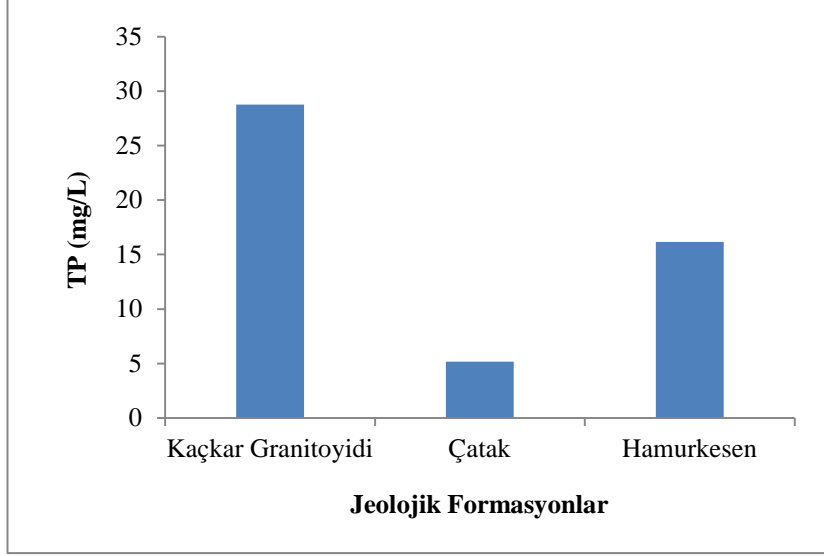


Şekil 78. Jeolojik formasyonlara göre toprakların TN değişimi

Tablo 66. Toplam Fosfat'a (TP) ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Jeolojik Formasyon	Analiz Sayısı	Ort.TP (mg/L)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Çatak	140	5.16	0.07	45.46	7.71	3.87	6.45	*
Hamurkesen	139	16.16	0.08	247.78	37.62	9.85	22.47	*
Kaçkar Granitoyidi	138	28.75	0.08	297.45	60.26	18.60	38.89	*

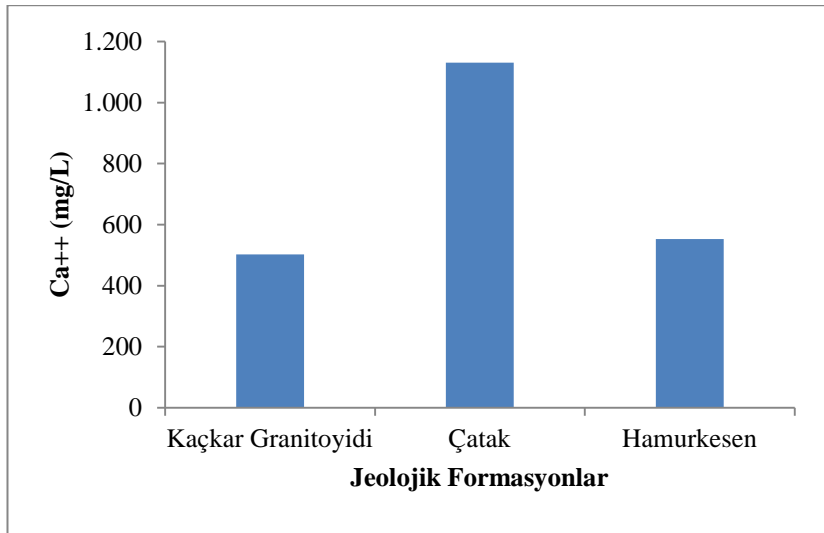
Tablo 66'da en düşük TP miktarının Çatak formasyonunda, en yüksek TP miktarının ise Kaçkar Granitoyidinde olduğu görülmektedir. Tablo'dan görüleceği gibi, TP miktarı bakımından her üç formasyon da farklı gruplarda yer almaktadır.



Şekil 79. Jeolojik formasyonlara göre toprakların TP değişimi

Tablo 67. Ca⁺⁺ miktarlarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Jeolojik Formasyon	Analiz Sayısı	Ort.Ca ⁺⁺ (mg/L)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Çatak	140	1130.7	1.80	9574,0	1254.9	921.04	1340.4	*
Hamurkesen	139	552.8	2.00	10086.4	974.1	389.5	716.2	*
Kaçkar Granitoyidi	138	502.3	0.50	8027.3	991.4	335.4	669.1	*



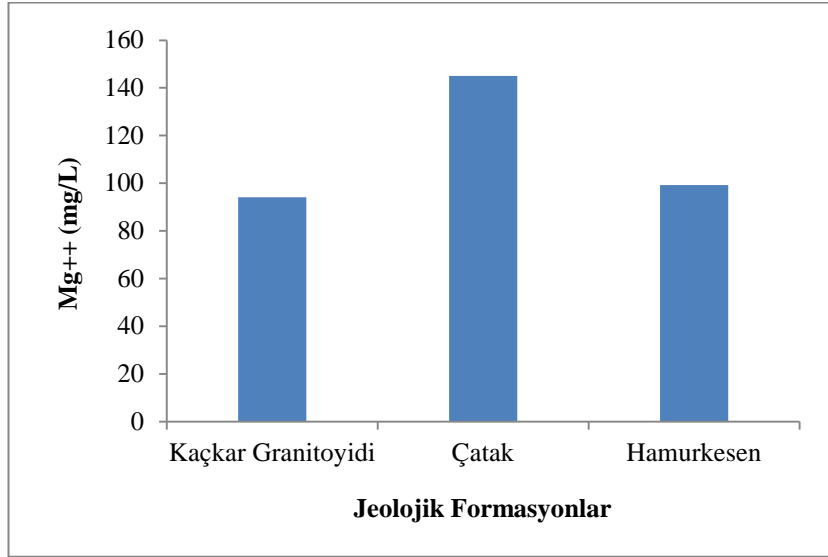
Şekil 80. Jeolojik formasyonlara göre toprakların Ca⁺⁺ değişimi

Tablo 67'de en düşük Ca^{++} miktarının Kaçkar Granitoyidinde, en yüksek Ca^{++} miktarının ise Çatak formasyonunda olduğu görülmektedir. Tablo'dan görüleceği gibi, Ca^{++} miktarı bakımından Hamurkesen ve Kaçkar Granitoyidi aynı grupta yer alırken, Çatak formasyonu bu iki formasyondan farklı grupta yer almaktadır.

Tablo 68. Mg^{++} miktarlarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Jeolojik Formasyon	Analiz Sayısı	Ort. Mg^{++} (mg/L)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Çatak	140	145.03	2.30	330.8	67.45	133.76	156.31	*
Hamurkesen	139	99.28	1.10	396.3	74.47	86.79	111.77	*
Kaçkar Granitoyidi	138	94.11	0.01	304.5	69.17	82.47	105.76	*

Tablo 68'de en düşük Mg^{++} miktarının Kaçkar Granitoyidinde, en yüksek Mg^{++} miktarının ise Çatak formasyonunda olduğu görülmektedir. Tablo'dan görüleceği gibi, Mg^{++} miktarı bakımından Hamurkesen ve Kaçkar Granitoyidi aynı grupta yer alırken, Çatak formasyonu bu iki formasyondan farklı grupta yer almaktadır.

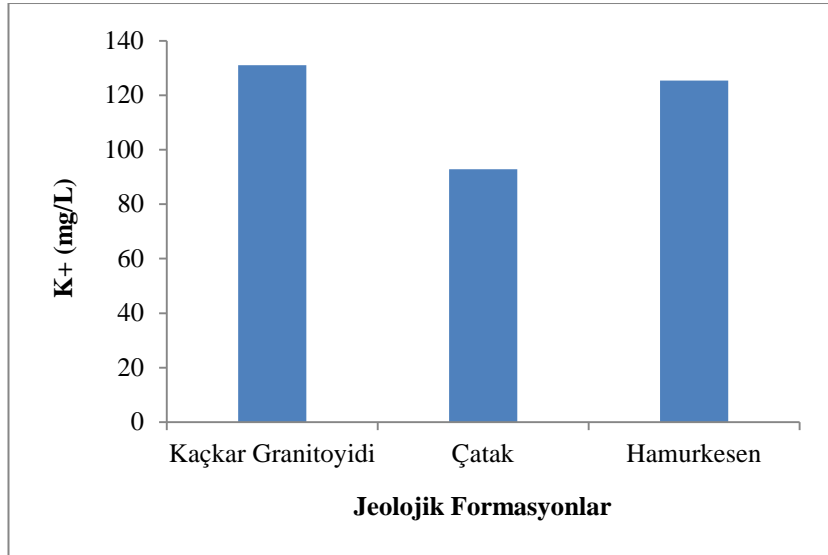


Şekil 81. Jeolojik formasyonlara göre toprakların Mg^{++} değişimi

Tablo 69. K⁺ miktarlarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Jeolojik Formasyon	Analiz Sayısı	Ort.K ⁺ (mg/L)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Çatak	140	92.81	19.8	391.6	64.8	81.99	103.64	*
Hamurkesen	139	125.35	0.6	600.6	113.3	106.34	144.35	*
Kaçkar Granitoyidi	138	131.07	3.8	842.2	132.3	108.79	153.35	*

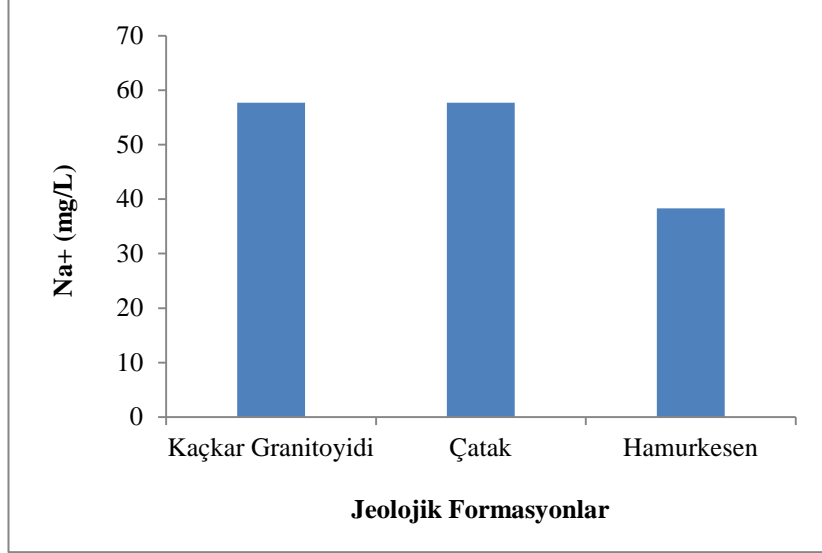
Tablo 69'da en düşük K⁺ miktarının Çatak formasyonunda, en yüksek K⁺ miktarının ise Kaçkar Granitoyidinde olduğu görülmektedir. Tablo'dan görüleceği gibi, Organik K⁺ miktarı bakımından Hamurkesen ve Kaçkar Granitoyidi aynı grupta yer alırken, Çatak formasyonu bu iki formasyondan farklı grupta yer almaktadır.

Şekil 82. Jeolojik formasyonlara göre toprakların K⁺ değişimiTablo 70. Na⁺ miktarlarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Jeolojik Formasyon	Analiz Sayısı	Ort.Na ⁺ (mg/L)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Çatak	140	57.72	19.8	177.7	29.65	52.76	62.67	*
Hamurkesen	139	38.33	12.2	130.5	21.95	34.65	42.01	*
Kaçkar Granitoyidi	138	57.70	21.9	179.6	25.89	53.34	62.06	*

Tablo 70'de en düşük Na⁺ miktarının Hamurkesen formasyonunda, en yüksek Na⁺ miktarının ise Çatak formasyonunda olduğu görülmektedir. Tablo'dan görüleceği gibi, Na⁺

miktarı bakımından Çatak ve Kaçkar Granitoyidi aynı grupta yer alırken, Hamurkesen formasyonu bu iki formasyondan farklı grupta yer almaktadır.



Şekil 83. Jeolojik formasyonlara göre toprakların Na⁺ değişimi

3.2.1.2. Arazi Kullanımları

Arazi kullanımları arasında istatistiksel olarak fark olup olmadığı jeolojik formasyonlar için ayrı ayrı analiz edilmiştir.

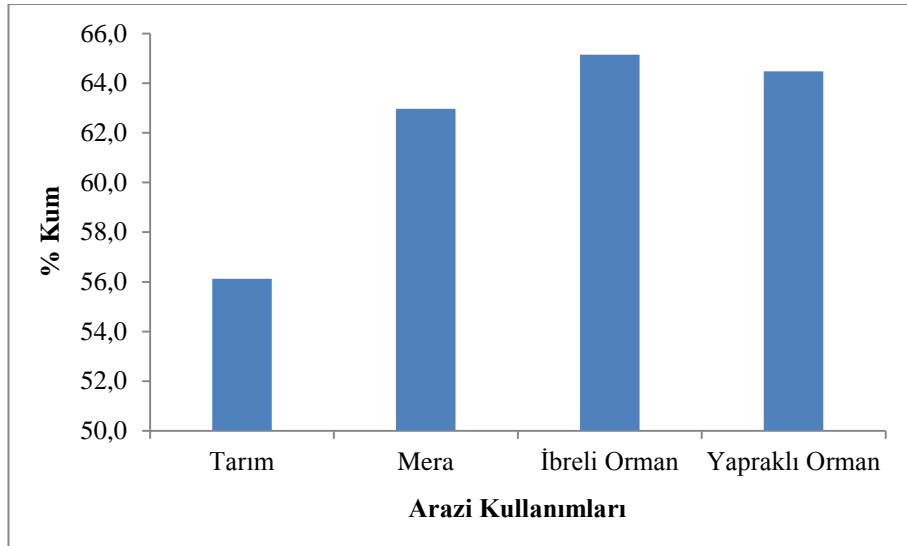
3.2.1.2.1. Çatak Formasyonu

Farklı arazi kullanımlarından (Tarım, Mera, İbrelî, Yapraklı Orman) alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları arasında, arazi kullanımlarına göre fark olup olmadığını anlamak için varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonuçlarına göre; arazi kullanımı faktörünün % Kum (F = 4.65), % Toz (F = 4.91), pH (F = 25.21), EC (F = 6.89), % Organik Madde miktarı (F = 4.78) ve Mg⁺⁺ (F = 9.02) miktarları üzerinde p<0.01 önem düzeyi ile, TN (F = 2.91), TP (F= 2.87) ve Na⁺ (F= 2.84) üzerinde p<0.05 önem düzeyi ile anlamlı olduğu belirlenmiştir. % Kil, Ca⁺⁺ ve K⁺ miktarları bakımından anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Duncan testi sonucunda oluşan homojen gruplar ile her bir arazi kullanımı için ortalama % Kum, % Toz, pH, EC, % Organik Madde, TN, TP, Mg⁺⁺ ve Na⁺ değerleri ile güven aralıkları sırasıyla aşağıda verilmiştir (Tablo 71 – 79, Şekil 84 – 92).

Tablo 71. Kum oranına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Arazi Kullanımı	Analiz Sayısı	Ort.Kum (%)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Tarım	33	56.12	14.68	77.44	12.36	51.74	60.50	*
Mera	40	62.97	44.46	80.45	8.37	60.29	65.64	*
İbrelili Orman	30	65.15	45.36	89.34	11.64	60.80	69.49	*
Yapraklı Orman	37	64.47	42.69	82.91	11.72	60.56	68.38	*

Tablo 81’de en düşük Kum oranının Tarım alanında, en yüksek Kum oranının ise İbrelili Orman (Doğu Ladini) alanında olduğu görülmektedir. Tablo’dan görüleceği gibi, Kum oranı bakımından Mera, İbrelili Orman ve Yapraklı Orman alanları aynı grupta yer alırken, Tarım alanları farklı grupta yer almaktadır.

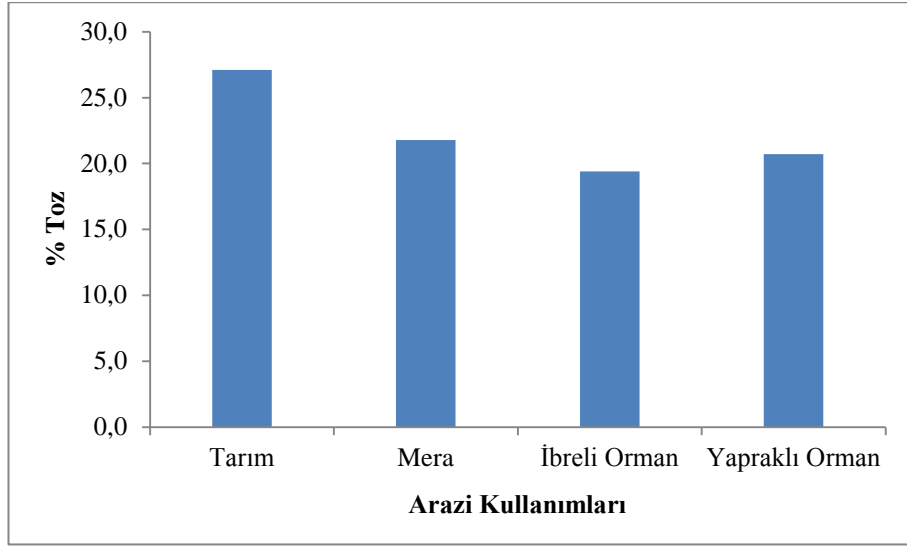


Şekil 84. Arazi kullanımlarına göre toprakların kum oranının değişimi

Tablo 72. Toz oranına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Arazi Kullanımı	Analiz Sayısı	Ortalama Toz (%)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Tarım	33	27.11	7.45	60.31	10.91	23.24	30.98	*
Mera	40	21.79	6.34	38.14	7.62	19.36	24.23	*
İbrelili Orman	30	19.40	6.75	38.79	7.41	16.64	22.17	*
Yapraklı Orman	37	20.72	7.75	36.27	8.61	17.85	23.59	*

Tablo 72’de en düşük Toz oranının İbrelili Orman alanında, en yüksek Toz oranının ise Tarım alanında olduğu görülmektedir. Tablo’dan görüleceği gibi, Toz oranı bakımından Mera, İbrelili Orman ve Yapraklı Orman alanları aynı grupta yer alırken, Tarım alanları farklı grupta yer almaktadır.

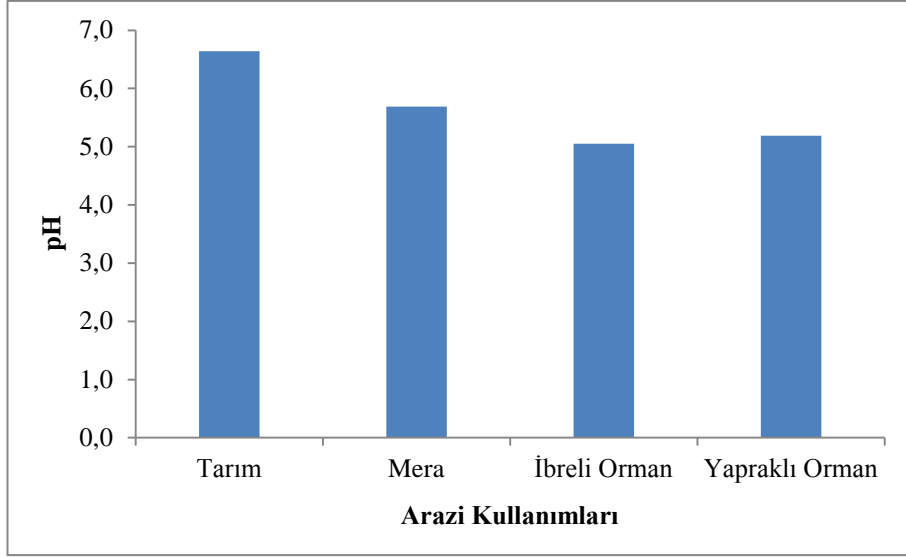


Şekil 85. Arazi kullanımlarına göre toprakların toz oranının değişimi

Tablo 73. Toprak pH’sına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Arazi Kullanımı	Analiz Sayısı	Ortalama pH	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Tarım	33	6.64	4.56	7.78	0.98	6.29	6.99	*
Mera	40	5.69	4.28	7.69	0.91	5.40	5.98	*
İbrelili Orman	30	5.05	4.22	7.54	0.76	4.77	5.34	*
Yapraklı Orman	37	5.19	4.12	6.54	0.57	5.00	5.38	*

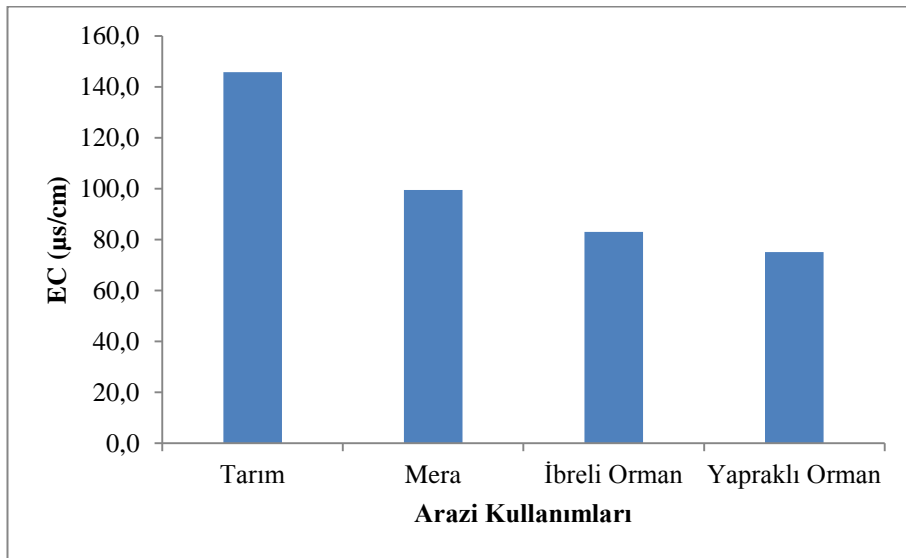
Tablo 73’te en düşük pH miktarının İbrelili Orman alanında, en yüksek pH miktarının ise Tarım alanında olduğu görülmektedir. Tablo’dan görüleceği gibi, pH miktarı bakımından İbrelili Orman ve Yapraklı Orman alanları aynı grupta yer alırken, Tarım alanları ve Mera alanları farklı gruplarda yer almaktadır.



Şekil 86. Arazi kullanımlarına göre toprakların pH miktarının değışimi

Tablo 74. EC miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Arazi Kullanımı	Analiz Sayısı	Ort.EC ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Tarım	33	145.70	9.42	381.00	94.48	112.20	179.21	*
Mera	40	99.49	13.38	236.90	64.94	78.72	120.26	*
İbrelı Orman	30	83.02	18.90	326.00	66.10	58.34	107.70	*
Yapraklı Orman	37	75.10	18.04	268.20	48.52	58.93	91.28	*



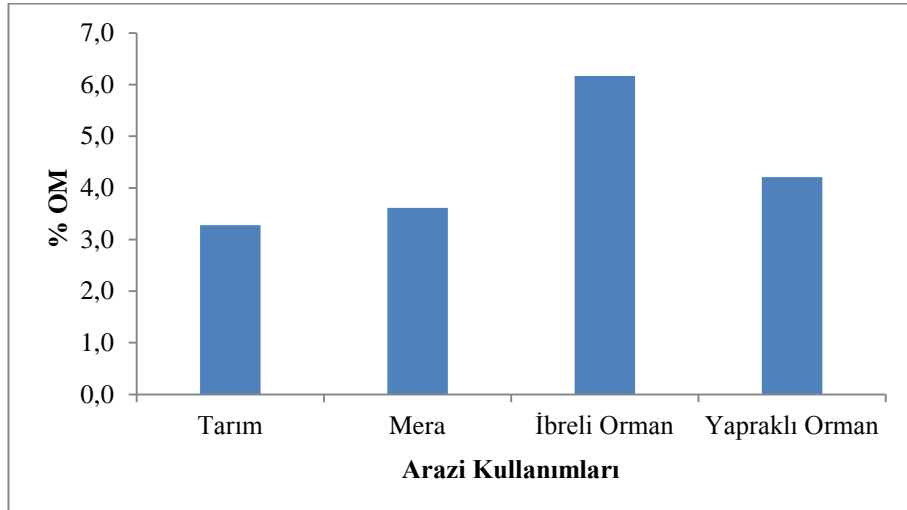
Şekil 87. Arazi kullanımlarına göre toprakların EC miktarının değışimi

Tablo 74'te en düşük EC miktarının Yapraklı Orman alanında, en yüksek EC miktarının ise Tarım alanında olduğu görülmektedir. Tablo'dan görüleceği gibi, EC miktarı bakımından Mera, İbrelili Orman ve Yapraklı Orman alanları aynı grupta yer alırken, Tarım alanları farklı grupta yer almaktadır.

Tablo 75. Organik Maddeye ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Arazi Kullanımı	Analiz Sayısı	Ort.OM (%)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Tarım	33	3.28	0.21	11.17	2.53	2.39	4.18	*
Mera	40	3.61	0.14	13.23	2.79	2.71	4.50	*
İbrelili Orman	30	6.17	1.31	23.87	5.04	4.28	8.06	*
Yapraklı Orman	37	4.21	0.07	10.29	2.65	3.32	5.09	*

Tablo 75'te en düşük OM miktarının Tarım alanında, en yüksek OM miktarının ise İbrelili Orman alanında olduğu görülmektedir. Tablo'dan görüleceği gibi, OM miktarı bakımından Tarım, Mera ve Yapraklı Orman alanları aynı grupta yer alırken, İbrelili Orman alanları farklı grupta yer almaktadır.

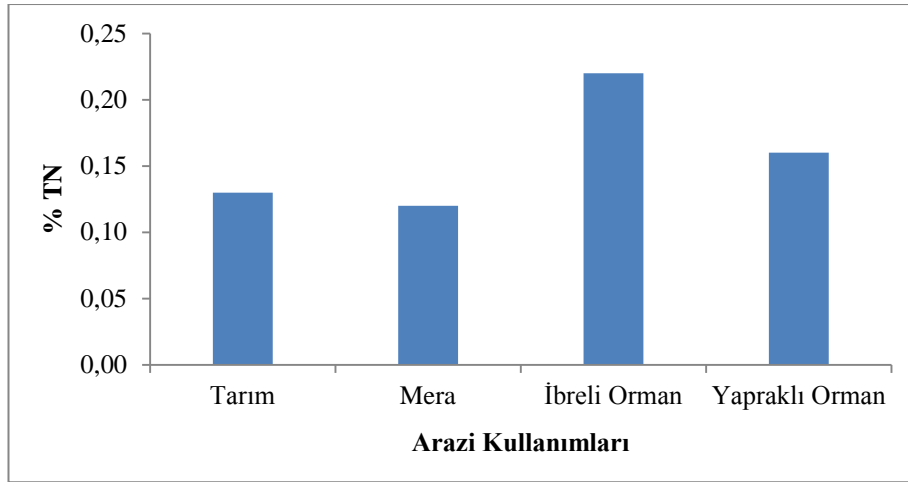


Şekil 88. Arazi kullanımlarına göre toprakların OM miktarının değişimi

Tablo 76. Toplam Azot miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Arazi Kullanımı	Analiz Sayısı	Ort.TN (%)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Tarım	33	0.13	0.005	0.527	0.13	0.081	0.173	*
Mera	40	0.12	0.002	0.396	0.09	0.088	0.147	*
İbrelili Orman	30	0.22	0.015	0.916	0.22	0.135	0.301	*
Yapraklı Orman	37	0.16	0.001	0.578	0.15	0.128	0.179	* *

Tablo 76'da en düşük TN miktarının Mera alanında, en yüksek TN miktarının ise İbrelili Orman alanında olduğu görülmektedir. Tablo'dan görüleceği gibi, TN miktarı bakımından Tarım, Mera ve Yapraklı Orman alanları aynı grupta yer alırken, İbrelili Orman ve Yapraklı Orman alanları da farklı bir grupta yer almaktadır.

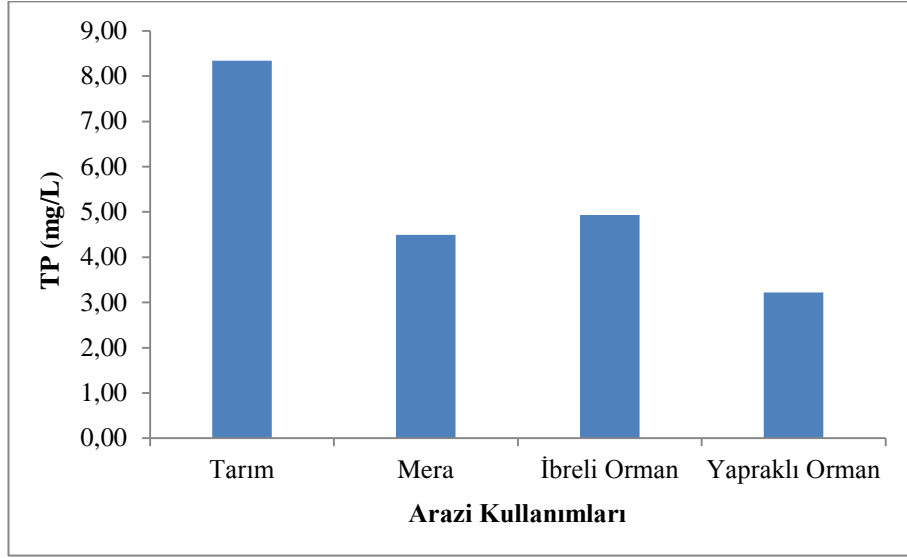


Şekil 89. Arazi kullanımlarına göre toprakların TN miktarının değişimi

Tablo 77. Toplam Fosfat miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Arazi Kullanımı	Analiz Sayısı	Ort.TP (mg/L)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Tarım	33	8.34	0.07	45.46	12.66	3.85	12.83	*
Mera	40	4.49	0.07	15.77	3.99	3.22	5.77	*
İbrelili Orman	30	4.93	0.08	37.30	7.21	2.23	7.62	* *
Yapraklı Orman	37	3.22	0.16	19.65	3.80	1.96	4.49	*

Tablo 77’de en düşük TP miktarının Yapraklı Orman alanında, en yüksek TP miktarının ise Tarım alanında olduğu görülmektedir. Tablo’dan görüleceği gibi, TP miktarı bakımından Mera, İbrelili ve Yapraklı Orman alanları aynı grupta yer alırken, Tarım ve İbrelili Orman alanları da farklı bir grupta yer almaktadır.

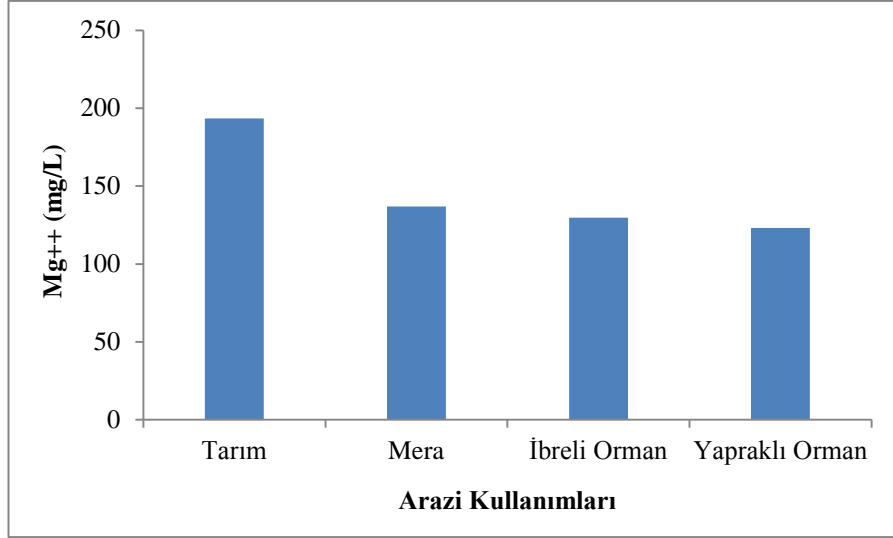


Şekil 90. Arazi kullanımlarına göre toprakların TP miktarının değişimi

Tablo 78. Mg⁺⁺ miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Arazi Kullanımı	Analiz Sayısı	Ort.Mg ⁺⁺ (mg/L)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Tarım	33	193.46	77.1	300.2	62.47	171.31	215.61	*
Mera	40	136.86	2.3	288.7	69.04	114.78	158.94	*
İbrelili Orman	30	129.66	40.4	221.2	39.62	114.86	145.45	*
Yapraklı Orman	37	123.14	24.5	333.8	68.95	100.15	146.13	*

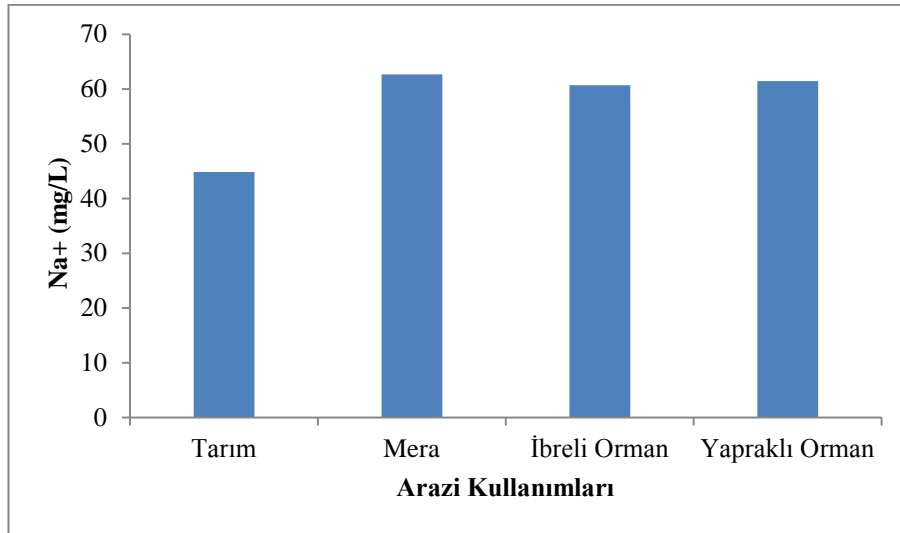
Tablo 78’de en düşük Mg⁺⁺ miktarının Yapraklı Orman alanında, en yüksek Mg⁺⁺ miktarının ise Tarım alanında olduğu görülmektedir. Tablo’dan görüleceği gibi, Mg⁺⁺ miktarı bakımından Mera, İbrelili ve Yapraklı Orman alanları aynı grupta yer alırken, Tarım alanları farklı bir grupta yer almaktadır.



Şekil 91. Arazi kullanımlarına göre toprakların Mg⁺⁺ miktarının değişimi

Tablo 79. Na⁺ miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Arazi Kullanımı	Analiz Sayısı	Ort.Na ⁺ (mg/L)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Tarım	33	44.86	19.8	177.7	38.69	31.14	58.58	*
Mera	40	62.65	27.6	117.5	25.09	54.63	70.68	*
İbrelili Orman	30	60.70	25.7	135.4	23.15	52.05	69.34	*
Yapraklı Orman	37	61.43	27.4	141.6	27.40	52.30	70.57	*



Şekil 92. Arazi kullanımlarına göre toprakların Na⁺ miktarının değişimi

Tablo 79'da en düşük Na^+ miktarının İbrelili Orman alanında, en yüksek Na^+ miktarının ise Tarım alanında olduğu görülmektedir. Tablo'dan görüleceği gibi, Na^+ miktarı bakımından Mera, İbrelili ve Yapraklı Orman alanları aynı grupta yer alırken, Tarım alanları farklı bir grupta yer almaktadır.

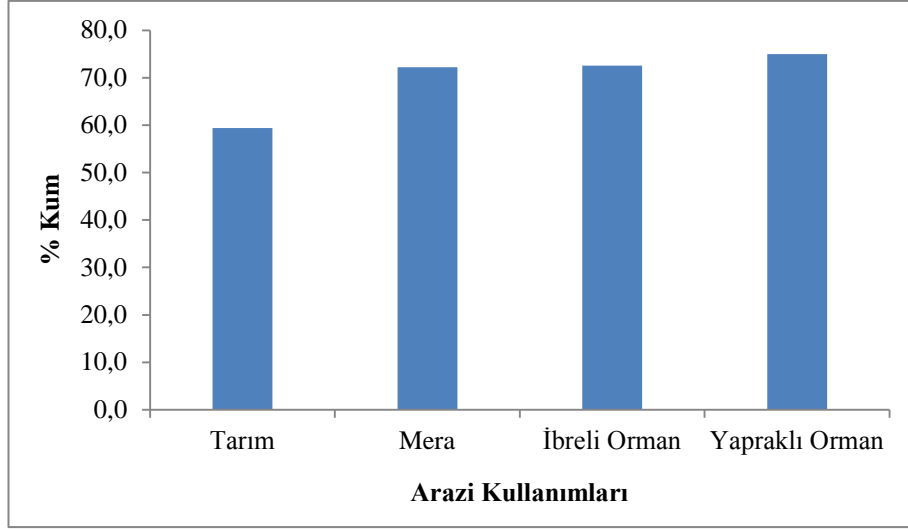
3.2.1.2.2. Hamurkesen Formasyonu

Farklı arazi kullanımlarından (Tarım, Mera, İbrelili, Yapraklı Orman) alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları arasında, arazi kullanımlarına göre fark olup olmadığını anlamak için varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonuçlarına göre; arazi kullanımı faktörünün % Kum ($F = 11.83$), % Toz ($F = 8.56$), % Kil ($F = 8.69$), pH ($F = 11.96$), EC ($F = 5.28$), % Organik Madde miktarı ($F = 9.11$), TP ($F = 14.90$), Ca^{++} ($F = 4.85$), Mg^{++} ($F = 6.73$) ve Na^+ ($F = 4.07$) miktarları üzerinde $p < 0.01$ önem düzeyi ile, TN ($F = 2.96$) ve K^+ ($F = 3.95$) üzerinde $p < 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olduğu belirlenmiştir. Duncan testi sonucunda oluşan homojen gruplar ile her bir arazi kullanımı için ortalama % Kum, % Toz, % Kil, pH, EC, % Organik Madde, TN, TP, Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ ve Na^+ değerleri ile güven aralıkları sırasıyla aşağıda verilmiştir (Tablo 80 – 91, Şekil 93 – 104).

Tablo 80. Kum oranına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Arazi Kullanımı	Analiz Sayısı	Ort.Kum (%)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Tarım	35	59.38	32.18	90.72	12.45	55.10	63.66	*
Mera	37	72.21	27.98	91.89	13.47	67.72	76.70	*
İbrelili Orman	28	72.58	37.26	90.28	13.26	67.44	77.72	*
Yapraklı Orman	39	74.99	55.52	91.65	9.64	71.86	78.11	*

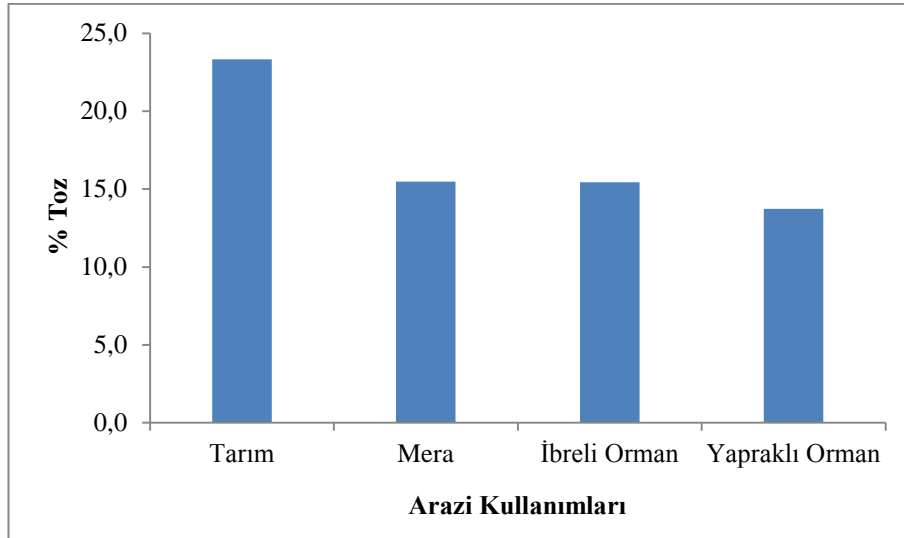
Tablo 80'de en düşük Kum oranının Tarım alanında, en yüksek Kum oranının ise İbrelili Orman (Doğu Ladini) alanında olduğu görülmektedir. Tablo'dan görüleceği gibi, Kum oranı bakımından Mera, İbrelili ve Yapraklı Orman alanları aynı grupta yer alırken, Tarım alanları farklı bir grupta yer almaktadır.



Şekil 93. Arazi kullanımlarına göre toprakların Kum oranının değışimi

Tablo 81 . Toz oranına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Arazi Kullanımı	Analiz Sayısı	Ortalama Toz (%)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Tarım	35	23.32	8.27	47.78	10.30	19.79	26.86	*
Mera	37	15.48	6.16	52.10	9.35	12.36	18.60	*
İbrelı Orman	28	15.43	5.61	45.25	9.67	11.68	19.18	*
Yapraklı Orman	39	13.74	7.64	26.76	5.32	12.01	15.46	*



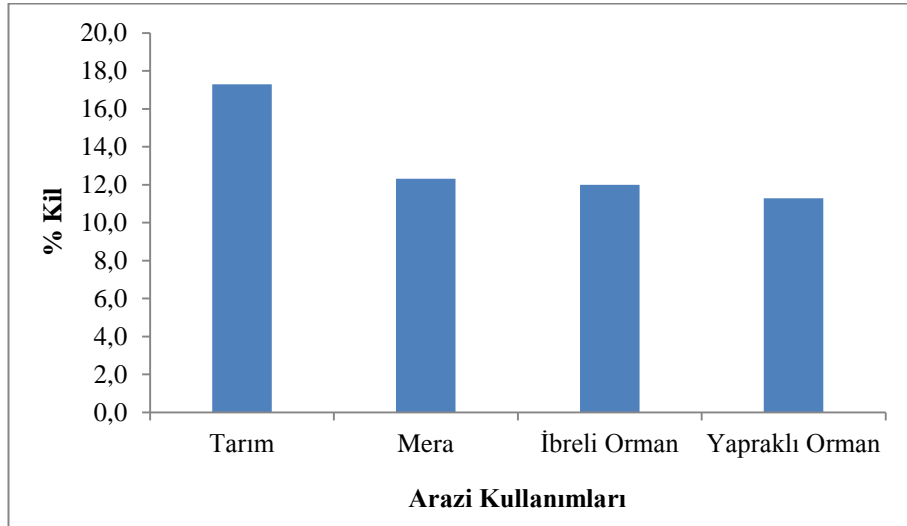
Şekil 94. Arazi kullanımlarına göre toprakların Toz oranının değışimi

Tablo 81’de en düşük Toz oranının İbrelili Orman alanında, en yüksek Toz oranının ise Tarım alanında olduğu görülmektedir. Tablo’dan görüleceği gibi, Toz oranı bakımından Mera, İbrelili ve Yapraklı Orman alanları aynı grupta yer alırken, Tarım alanları farklı bir grupta yer almaktadır.

Tablo 82. Kil oranına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Arazi Kullanımı	Analiz Sayısı	Ortalama Kil (%)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Tarım	35	17.30	1.01	23.66	4.38	15.79	18.80	*
Mera	37	12.32	0.36	27.87	6.10	10.28	14.35	*
İbrelili Orman	28	11.99	1.05	24.94	5.70	9.78	14.20	*
Yapraklı Orman	39	11.28	0.31	21.51	5.80	9.39	13.16	*

Tablo 82’de en düşük Kil oranının Yapraklı Orman alanında, en yüksek Kil oranının ise Tarım alanında olduğu görülmektedir. Tablo’dan görüleceği gibi, Kil oranı bakımından Mera, İbrelili ve Yapraklı Orman alanları aynı grupta yer alırken, Tarım alanları farklı bir grupta yer almaktadır.

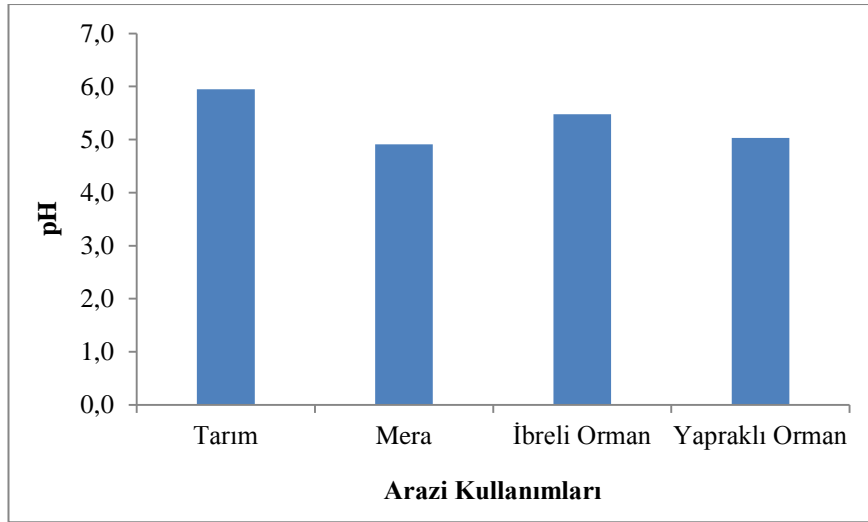


Şekil 95. Arazi kullanımlarına göre toprakların Kil oranının değişimi

Tablo 83. pH miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Arazi Kullanımı	Analiz Sayısı	Ortalama pH	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Tarım	35	5.95	4.41	7.74	0.78	5.69	6.22	*
Mera	37	4.91	3.54	7.06	0.94	4.60	5.23	*
İbrelili Orman	28	5.48	4.27	7.57	1.09	5.08	5.92	*
Yapraklı Orman	39	5.03	4.27	6.25	0.45	4.88	5.17	*

Tablo 83'te en düşük pH miktarının Mera alanında, en yüksek pH miktarının ise Tarım alanında olduğu görülmektedir. Tablo'dan görüleceği gibi, pH miktarı bakımından Mera ve Yapraklı Orman alanları aynı grupta yer alırken, Tarım ve İbrelili Orman alanları ise farklı gruplarda yer almaktadır.

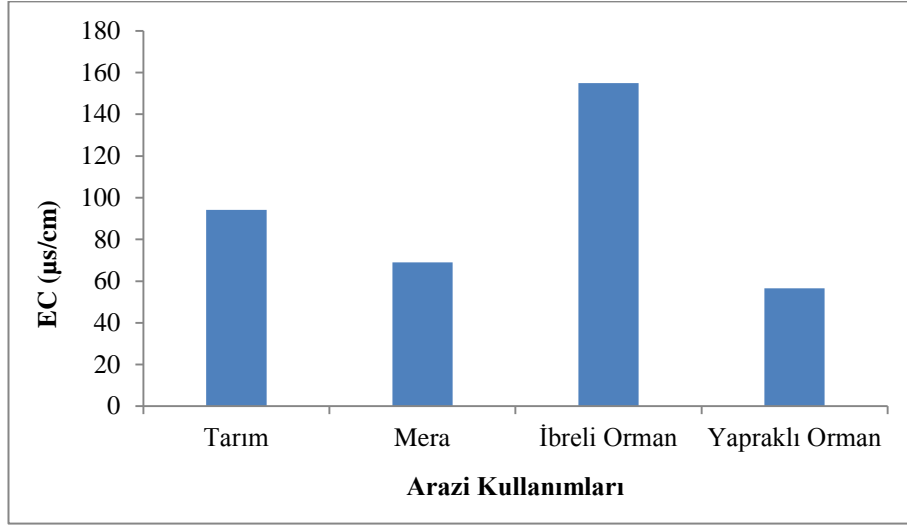


Şekil 96. Arazi kullanımlarına göre toprakların pH miktarının değişimi

Tablo 84. EC miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Arazi Kullanımı	Analiz Sayısı	Ort.EC (µs/cm)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Tarım	35	94.21	2.07	419.0	105.54	57.96	130.46	*
Mera	37	69.04	2.00	237.20	60.16	48.98	89.10	*
İbrelili Orman	28	154.95	24.2	783.0	187.59	82.21	227.69	*
Yapraklı Orman	39	56.56	5.06	189.8	40.90	43.31	69.82	*

Tablo 84'te en düşük EC miktarının Yapraklı Orman alanında, en yüksek EC miktarının ise İbrelili Orman alanında olduğu görülmektedir. Tablo'dan görüleceği gibi, EC miktarı bakımından Tarım, Mera ve Yapraklı Orman alanları aynı grupta yer alırken, İbrelili Orman alanları farklı bir grupta yer almaktadır.

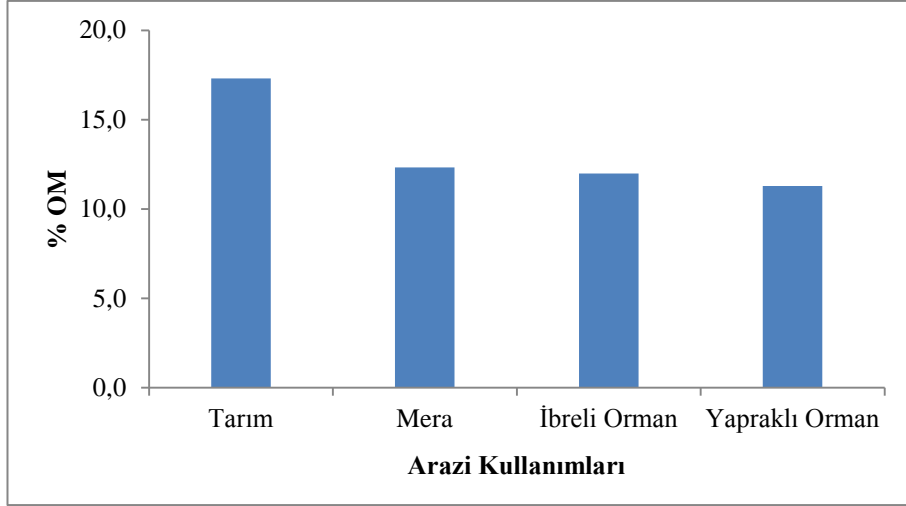


Şekil 97. Arazi kullanımlarına göre toprakların EC miktarının değişimi

Tablo 85. Organik Madde miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Arazi Kullanımı	Analiz Sayısı	Ortalama OM (%)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Tarım	35	4.13	0.43	11.74	2.36	3.32	4.94	*
Mera	37	8.46	1.62	40.73	7.29	6.03	10.89	* *
İbrelili Orman	28	10.93	1.74	22.70	6.00	8.60	13.26	*
Yapraklı Orman	39	6.68	0.22	17.89	4.57	5.19	8.16	* *

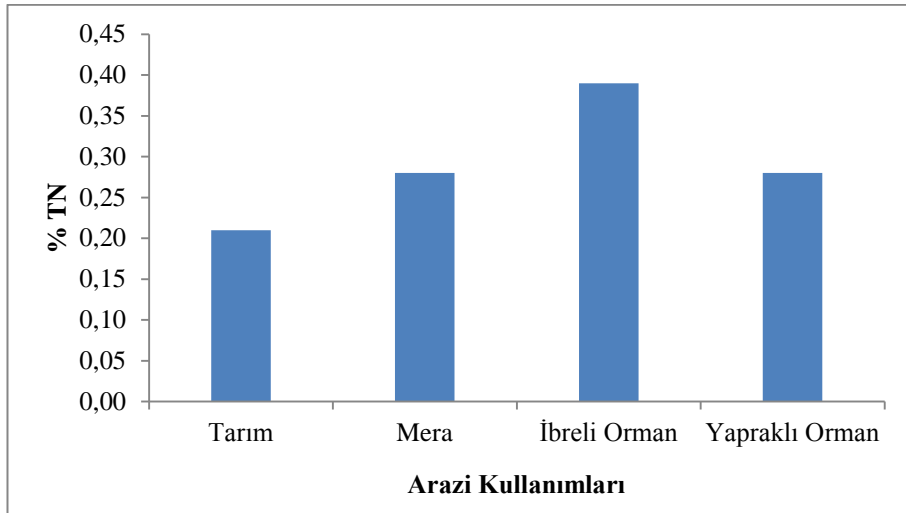
Tablo 85'te en düşük OM miktarının Tarım alanında, en yüksek OM miktarının ise İbrelili Orman alanında olduğu görülmektedir. Tablo'dan görüleceği gibi, varyans analizine göre Organik Madde miktarı bakımından üç farklı grup söz konusudur. Buna göre, Tarım ve Yapraklı Orman alanları, Mera ve Yapraklı Orman alanları ile Mera ve İbrelili Orman alanları aynı grupta yer almaktadır.



Şekil 98. Arazi kullanımlarına göre toprakların OM miktarının değışimi

Tablo 86. Toplam Azot miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Arazi Kullanımı	Analiz Sayısı	Ortalama TN (%)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Tarım	35	0.21	0.003	0.666	0.12	0.168	0.254	*
Mera	37	0.28	0.001	1.195	0.25	0.197	0.362	* *
İbrelı Orman	28	0.39	0.037	1.392	0.35	0.257	0.525	*
Yapraklı Orman	39	0.28	0.001	0.905	0.22	0.204	0.347	* *



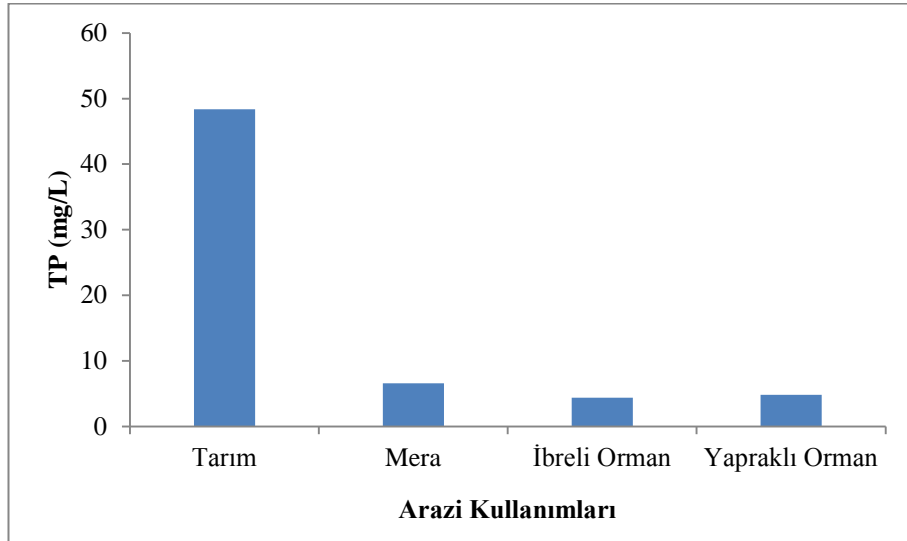
Şekil 99. Arazi kullanımlarına göre toprakların TN miktarının değışimi

Tablo 86'da en düşük TN miktarının Tarım alanında, en yüksek TN miktarının ise İbrelili Orman alanında olduğu görülmektedir. Tablo'dan görüleceği gibi, TN miktarı bakımından Mera, İbrelili ve Yapraklı Orman alanları aynı grupta yer alırken, Tarım, Mera ve Yapraklı Orman alanları ise farklı bir grupta yer almaktadır.

Tablo 87. Toplam Fosfat miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Arazi Kullanımı	Analiz Sayısı	Ort.TP (mg/L)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Tarım	35	48.36	0.08	247.78	64.83	26.09	70.63	*
Mera	37	6.56	0.08	42.22	8.40	3.76	9.36	*
İbrelili Orman	28	4.37	0.08	17.80	4.57	2.60	6.14	*
Yapraklı Orman	39	4.83	0.08	18.62	4.44	3.39	6.27	*

Tablo 87'de en düşük TP miktarının İbrelili Orman alanında, en yüksek TP miktarının ise Tarım alanında olduğu görülmektedir. Tablo'dan görüleceği gibi, TP miktarı bakımından Mera, İbrelili ve Yapraklı Orman alanları aynı grupta yer alırken, Tarım alanları farklı bir grupta yer almaktadır.

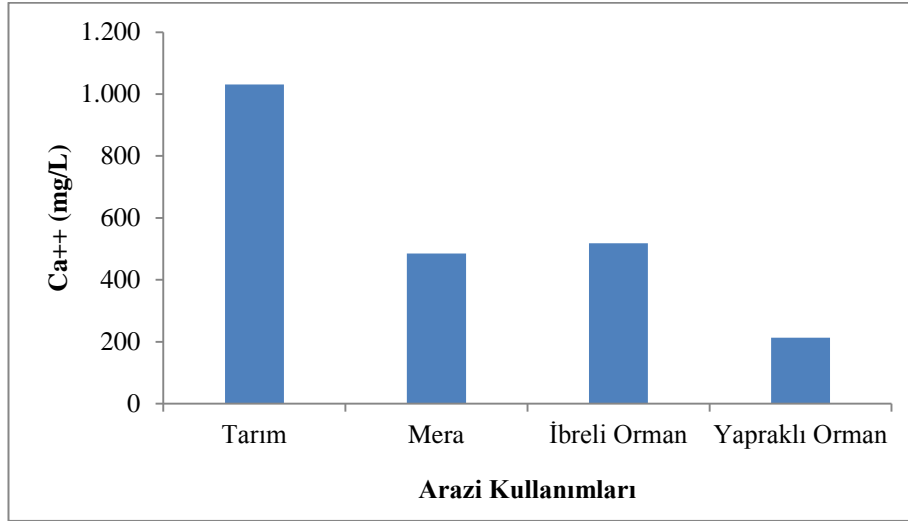


Şekil 100. Arazi kullanımlarına göre toprakların TP miktarının değişimi

Tablo 88. Ca⁺⁺ miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

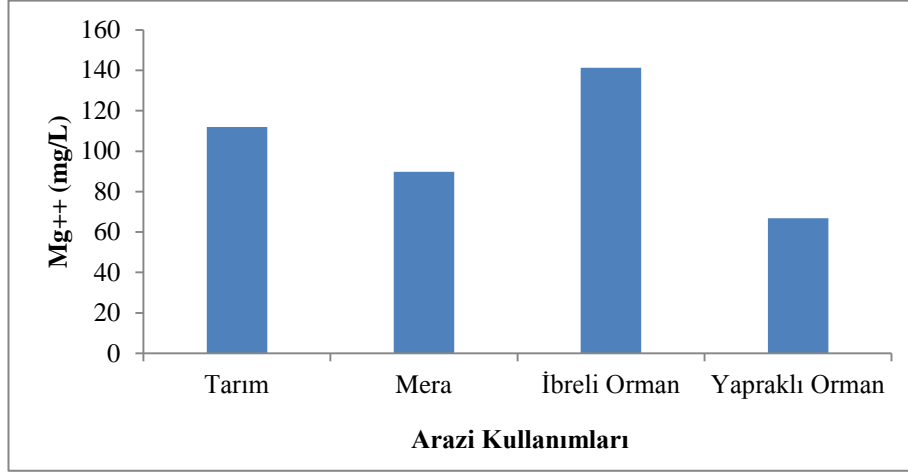
Arazi Kullanımı	Analiz Sayısı	Ort.Ca ⁺⁺ (mg/L)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Tarım	35	1031.46	119.4	10086.4	1626.11	472.87	1590.05	*
Mera	37	485.00	2.2	3711.2	770.39	228.15	741.87	*
İbrelili Orman	28	517.63	2.5	1769.9	429.85	350.95	684.31	*
Yapraklı Orman	39	212.93	2.0	906.0	226.49	139.50	286.35	*

Tablo 88'de en düşük Ca⁺⁺ miktarının Mera alanında, en yüksek Ca⁺⁺ miktarının ise Tarım alanında olduğu görülmektedir. Tablo'dan görüleceği gibi, Ca⁺⁺ bakımından Mera, İbrelili ve Yapraklı Orman alanları aynı grupta yer alırken, Tarım alanları farklı bir grupta yer almaktadır.

Şekil 101. Arazi kullanımlarına göre toprakların Ca⁺⁺ miktarının değişimiTablo 89. Mg⁺⁺ miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Arazi Kullanımı	Analiz Sayısı	Ort.Mg ⁺⁺ (mg/L)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Tarım	35	111.96	27.7	159.7	40.72	97.97	125.95	* *
Mera	37	89.81	1.2	242.8	70.74	66.23	113.40	* *
İbrelili Orman	28	141.26	4.3	396.3	104.97	100.56	181.97	*
Yapraklı Orman	39	66.75	1.1	192.4	58.88	47.66	85.83	*

Tablo 89'da en düşük Mg^{++} miktarının Mera alanında, en yüksek Mg^{++} miktarının ise İbrelili Orman alanında olduğu görülmektedir. Tablo'dan görüleceği gibi, varyans analizine göre Mg^{++} miktarı bakımından üç farklı grup söz konusudur. Buna göre, Mera ve Yapraklı Orman alanları, Tarım ve Mera alanları ile Tarım ve İbrelili Orman alanları aynı grupta yer almaktadır.

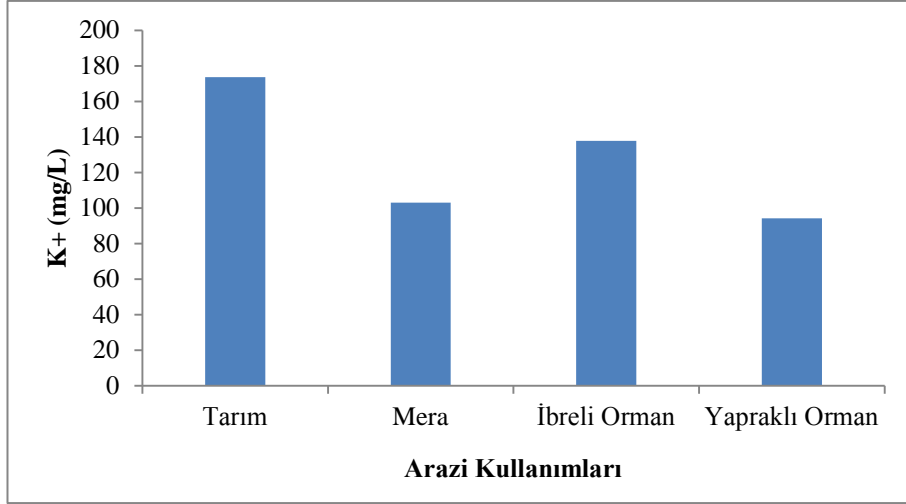


Şekil 102. Arazi kullanımlarına göre toprakların Mg^{++} miktarının değişimi

Tablo 90. K^+ miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Arazi Kullanımı	Analiz Sayısı	Ort. K^+ (mg/L)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Tarım	35	173.73	0.80	446.60	145.23	123.84	223.62	*
Mera	37	102.99	0.60	600.60	100.71	69.41	136.57	*
İbrelili Orman	28	137.88	5.50	419.60	98.56	99.66	176.09	* *
Yapraklı Orman	39	94.13	0.80	398.00	86.49	66.10	122.17	*

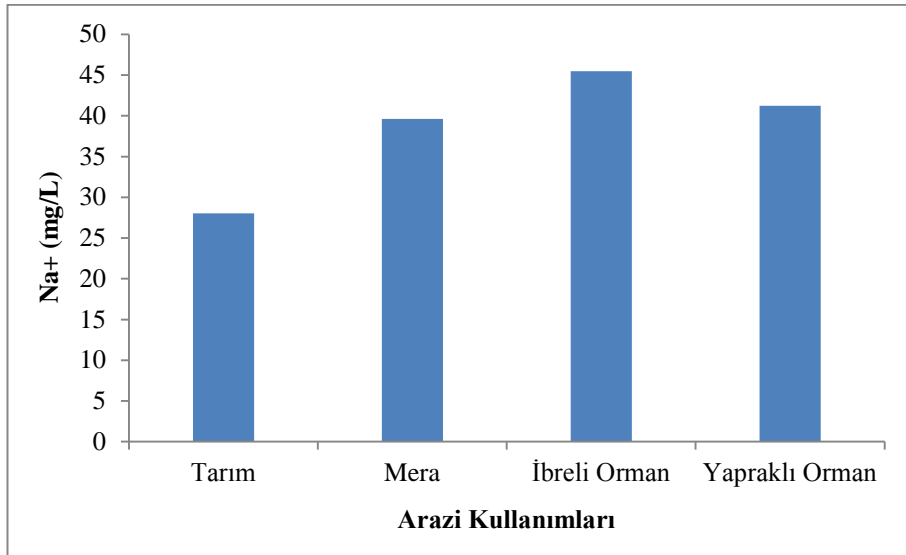
Tablo 90'da en düşük K^+ miktarının Yapraklı Orman alanında, en yüksek K^+ miktarının ise Tarım alanında olduğu görülmektedir. Tablo'dan görüleceği gibi, varyans K^+ miktarı bakımından Tarım ve İbrelili Orman alanları aynı grupta yer alırken, Mera, İbrelili Orman ve Yapraklı Orman alanları ise farklı bir grupta yer almaktadır.



Şekil 103. Arazi kullanımlarına göre toprakların K⁺ miktarının değişimi

Tablo 91. Na⁺ miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Arazi Kullanımı	Analiz Sayısı	Ort.Na ⁺ (mg/L)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Tarım	35	28.04	12.2	48.2	10.52	24.43	31.66	*
Mera	37	39.61	12.9	107.2	26.40	30.81	48.41	*
İbrelî Orman	28	45.48	15.8	130.5	23.16	36.50	54.46	*
Yapraklı Orman	39	41.21	14.7	99.5	21.54	34.23	48.20	*



Şekil 104. Arazi kullanımlarına göre toprakların Na⁺ miktarının değişimi

Tablo 91'de en düşük Na⁺ miktarının Yapraklı Orman alanında, en yüksek Na⁺ miktarının ise Tarım alanında olduğu görülmektedir. Tablo'dan görüleceği gibi, Na⁺ miktarı bakımından Mera, İbrelili Orman ve Yapraklı Orman alanları aynı grupta yer alırken, Tarım alanları farklı bir grupta yer almaktadır.

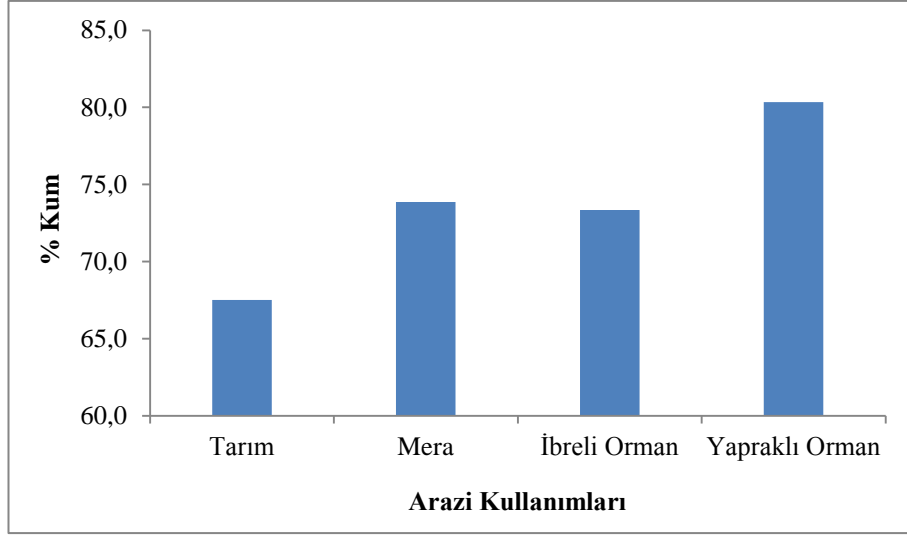
3.2.1.2.3. Kaçkar Granitoyidi

Farklı arazi kullanımlarından (Tarım, Mera, İbrelili Orman) alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları arasında, arazi kullanımlarına göre fark olup olmadığını anlamak için varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonuçlarına göre; arazi kullanımı faktörünün % Kum (F = 10.37), % Toz (F = 4.44), % Kil (F = 12.95), pH (F = 33.43), EC (F = 8.24), % Organik Madde miktarı (F = 6.88), TN (F = 8.39), TP (F = 27.16), Mg⁺⁺ (F = 10.86) ve K⁺ (F= 5.64) miktarları üzerinde p<0.01 önem düzeyi ile, Ca⁺⁺ (F = 3.73) üzerinde p<0.05 önem düzeyi ile anlamlı olduğu belirlenmiştir. Duncan testi sonucunda oluşan homojen gruplar ile her bir arazi kullanımı için ortalama % Kum, % Toz, % Kil, pH, EC, % Organik Madde, TN, TP, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺ ve K⁺ değerleri ile güven aralıkları sırasıyla aşağıda verilmiştir (Tablo 92 – 102, Şekil 105 – 115).

Tablo 92. Kum oranına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Arazi Kullanımı	Analiz Sayısı	Ort.Kum (%)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Tarım	38	67.50	47.78	80.09	7.34	65.09	69.91	*
Mera	33	73.87	51.16	91.60	11.41	69.82	77.91	*
İbrelili Orman	34	73.34	43.13	91.99	12.02	69.15	77.53	*
Yapraklı Orman	33	80.35	62.28	90.77	7.17	77.80	82.89	*

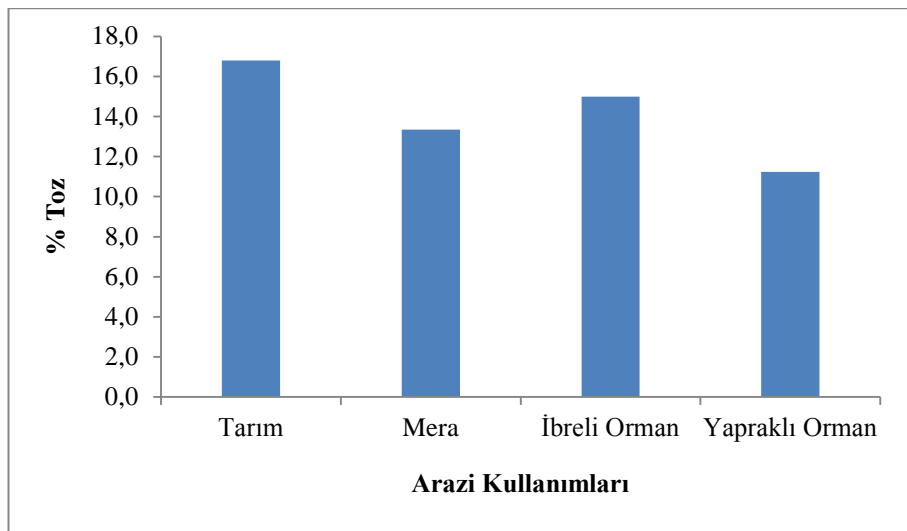
Tablo 92'de en düşük Kum oranının Tarım alanında, en yüksek Kum oranının ise Yapraklı Orman alanında olduğu görülmektedir. Tablo'dan görüleceği gibi, Kum oranı bakımından Mera ve İbrelili Orman alanları aynı grupta yer alırken, Tarım alanları ile Yapraklı Orman alanları ise farklı gruplarda yer almaktadır.



Şekil 105. Arazi kullanımlarına göre toprakların Kum oranının değişimi

Tablo 93. Toz oranına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Arazi Kullanımı	Analiz Sayısı	Ortalama Toz (%)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Tarım	38	16.80	7.64	32.00	6.23	14.75	18.85	*
Mera	33	13.35	6.23	26.49	6.42	11.08	15.63	* *
İbrelî Orman	34	14.99	5.94	41.82	8.61	11.98	17.99	* *
Yapraklı Orman	33	11.23	6.87	25.88	4.85	9.51	12.95	*



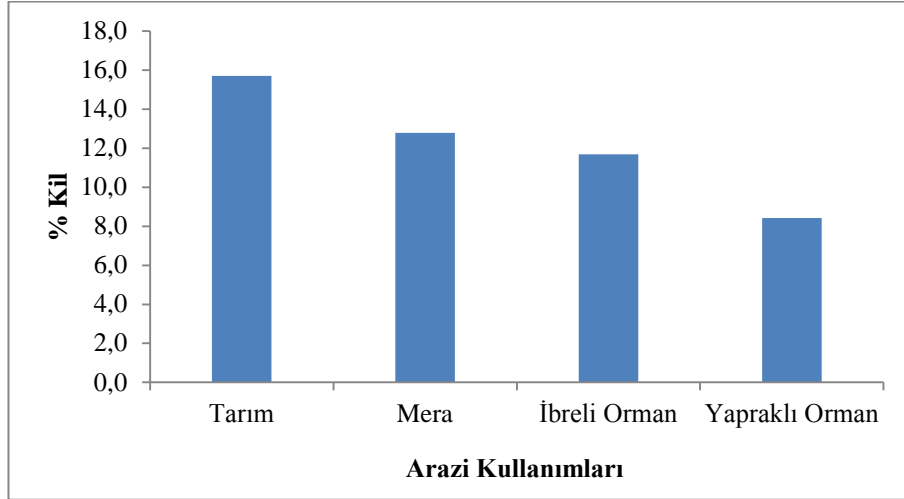
Şekil 106. Arazi kullanımlarına göre toprakların toz oranının değişimi

Tablo 93'te en düşük Toz oranının Yapraklı Orman alanında, en yüksek Toz oranının ise Tarım alanında olduğu görülmektedir. Tablo'dan görüleceği gibi, Toz oranı bakımından Tarım ve İbrelili Orman alanları, Mera ve İbrelili Orman alanları ile Mera ve Yapraklı Orman alanları aynı gruplarda yer almaktadır.

Tablo 94. Kil oranına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Arazi Kullanımı	Analiz Sayısı	Ort.Kil (%)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Tarım	38	15.70	10.13	23.20	3.95	14.40	17.00	*
Mera	33	12.78	1.60	22.36	5.93	10.68	14.88	*
İbrelili Orman	34	11.68	0.72	23.47	5.23	9.85	13.50	*
Yapraklı Orman	33	8.42	1.18	20.52	4.65	6.77	10.07	*

Tablo 94'te en düşük Kil oranının Yapraklı Orman alanında, en yüksek Kil oranının ise Tarım alanında olduğu görülmektedir. Tablo'dan görüleceği gibi, Kil oranı bakımından Mera ve İbrelili Orman alanları aynı grupta yer alırken, Tarım alanları ile Yapraklı Orman alanları ise farklı gruplarda yer almaktadır.

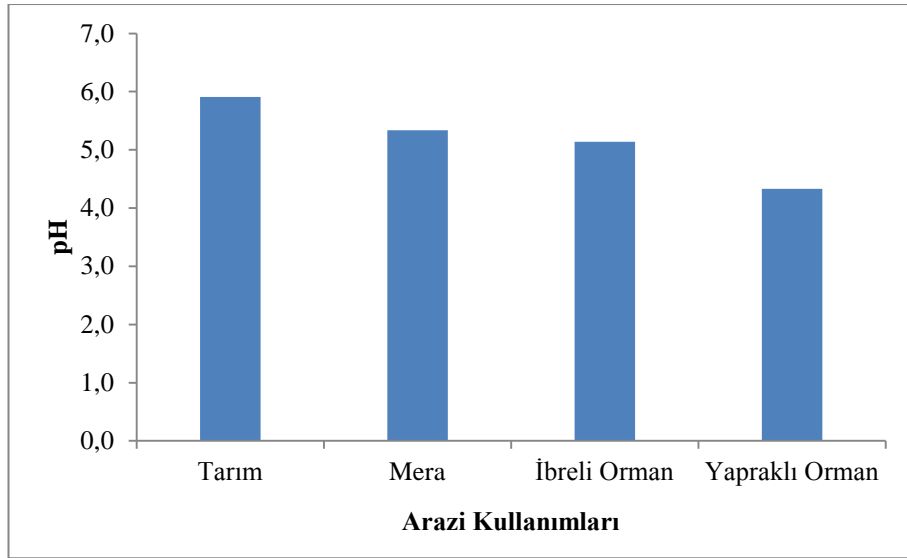


Şekil 107. Arazi kullanımlarına göre toprakların kil oranının değişimi

Tablo 95. pH miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Arazi Kullanımı	Analiz Sayısı	Ortalama pH	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Tarım	38	5.91	4.57	7.20	0.62	5.71	6.11	*
Mera	33	5.34	4.14	7.54	0.84	5.04	5.64	*
İbrelî Orman	34	5.14	4.20	6.78	0.62	4.92	5.36	*
Yapraklı Orman	33	4.33	3.36	5.96	0.58	4.13	4.54	*

Tablo 95'te en düşük pH miktarının Yapraklı Orman alanında, en yüksek pH miktarının ise Tarım alanında olduğu görülmektedir. Tablo'dan görüleceği gibi, pH değeri bakımından Mera ve İbrelî Orman alanları aynı grupta yer alırken, Tarım alanları ile Yapraklı Orman alanları ise farklı gruplarda yer almaktadır.

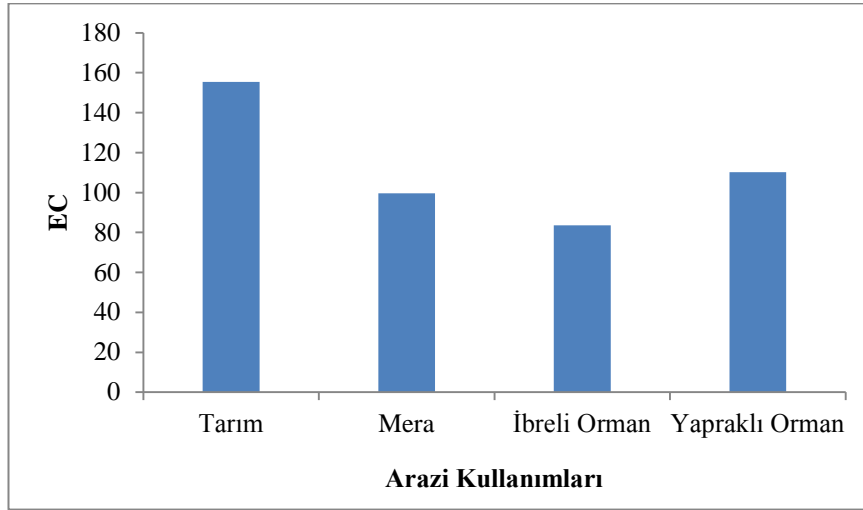


Şekil 108. Arazi kullanımlarına göre toprakların pH miktarının değişimi

Tablo 96. EC miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Arazi Kullanımı	Analiz Sayısı	Ort.EC (µs/cm)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Tarım	38	155.34	54.00	384.00	89.80	125.83	184.87	*
Mera	33	99.66	27.61	270.50	64.96	76.63	122.70	*
İbrelî Orman	34	83.66	39.90	212.80	39.77	69.78	97.53	*
Yapraklı Orman	33	110.15	25.37	252.70	48.54	127.36	25.37	*

Tablo 96'da en düşük EC miktarının İbrelili Orman alanında, en yüksek EC miktarının ise Tarım alanında olduğu görülmektedir. Tablo'dan görüleceği gibi, EC içeriği bakımından Mera, İbrelili Orman ve Yapraklı Orman alanları aynı grupta yer alırken, Tarım alanları farklı grupta yer almaktadır.

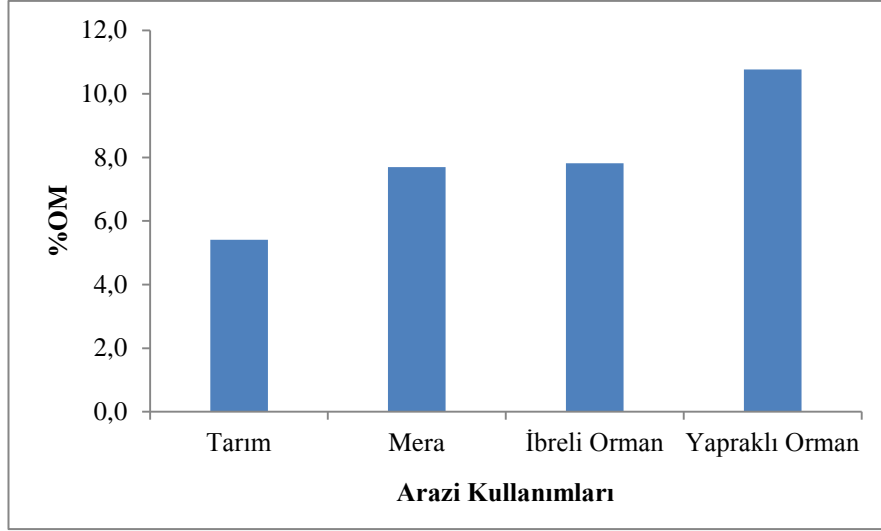


Şekil 109. Arazi kullanımlarına göre toprakların EC miktarının değişimi

Tablo 97. Organik Madde miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Arazi Kullanımı	Analiz Sayısı	Ortalama OM (%)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Tarım	38	5.41	0.25	13.41	0.44	4.51	6.30	*
Mera	33	7.70	0.07	21.00	0.74	6.20	9.20	*
İbrelili Orman	34	7.82	0.69	26.12	0.88	6.04	9.62	*
Yapraklı Orman	33	10.77	0.40	36.92	1.23	8.27	13.26	*

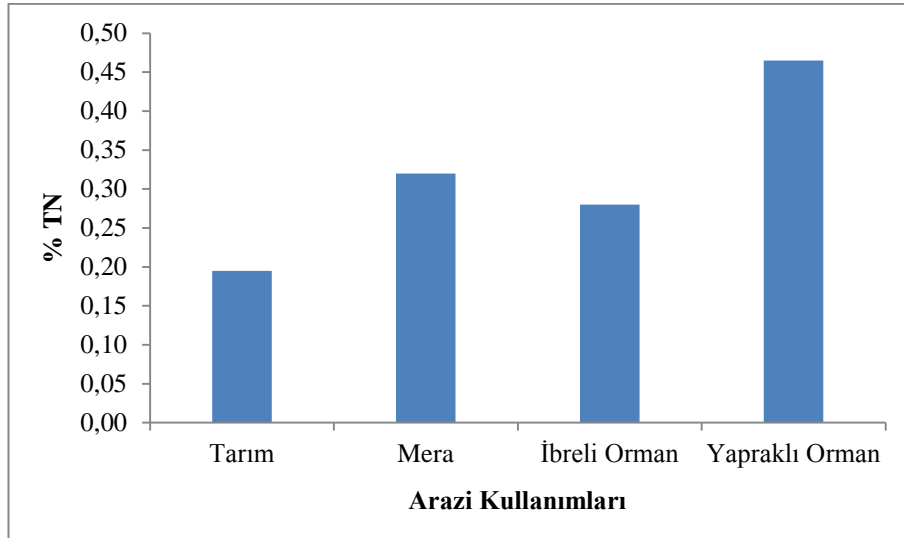
Tablo 97'de en düşük OM miktarının Tarım alanında, en yüksek OM miktarının ise Yapraklı Orman alanında olduğu görülmektedir. Tablo'dan görüleceği gibi, OM miktarı bakımından Tarım, Mera ve İbrelili Orman alanları aynı grupta yer alırken, Yapraklı Orman alanları ise farklı grupta yer almaktadır.



Şekil 110. Arazi kullanımlarına göre toprakların OM miktarının değişimi

Tablo 98. Toplam Azot miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Arazi Kullanımı	Analiz Sayısı	Ortalama TN (%)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Tarım	38	0.195	0.002	0.532	0.125	0.154	0.236	*
Mera	33	0.320	0.013	0.858	0.192	0.252	0.388	*
İbrelili Orman	34	0.280	0.031	1.047	0.210	0.206	0.352	* *
Yapraklı Orman	33	0.465	0.081	1.575	0.348	0.342	0.588	*



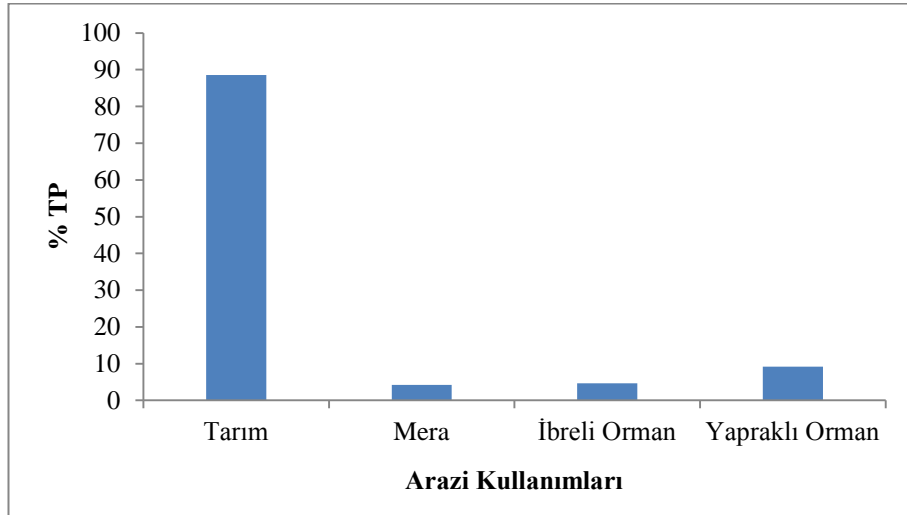
Şekil 111. Arazi kullanımlarına göre toprakların TN miktarının değişimi

Tablo 98'de en düşük TN miktarının Tarım alanında, en yüksek TN miktarının ise Yapraklı Orman alanında olduğu görülmektedir. Tablo'dan görüleceği gibi, TN miktarı bakımından Tarım ve İbrelili Orman alanları ile Mera ve İbrelili Orman alanları aynı gruplarda yer alırken, Yapraklı Orman alanları ise farklı grupta yer almaktadır.

Tablo 99. Toplam Fosfat miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Arazi Kullanımı	Analiz Sayısı	Ort.TP (mg/L)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Tarım	38	88.56	2.26	297.45	91.21	58.58	118.54	*
Mera	33	4.19	0.48	14.20	3.19	3.06	5.32	*
İbrelili Orman	34	4.68	0.08	17.98	4.31	3.18	6.18	*
Yapraklı Orman	33	9.22	2.07	18.97	4.48	7.63	10.82	*

Tablo 99'da en düşük TP miktarının Mera alanında, en yüksek TP miktarının ise Tarım alanında olduğu görülmektedir. Tablo'dan görüleceği gibi, TP miktarı bakımından Mera, İbrelili Orman ve Yapraklı Orman alanları aynı grupta yer alırken, Tarım alanları farklı grupta yer almaktadır.

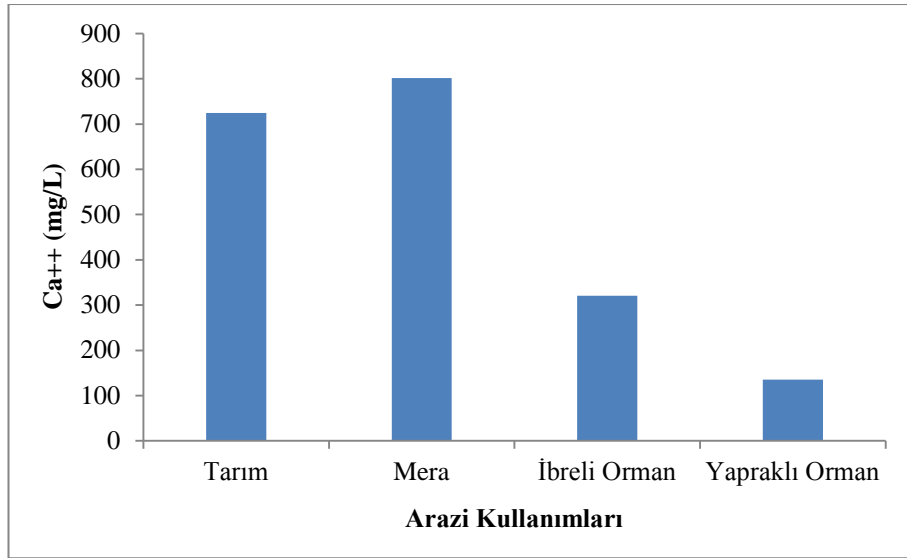


Şekil 112. Arazi kullanımlarına göre toprakların TP miktarının değişimi

Tablo 100. Ca⁺⁺ miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

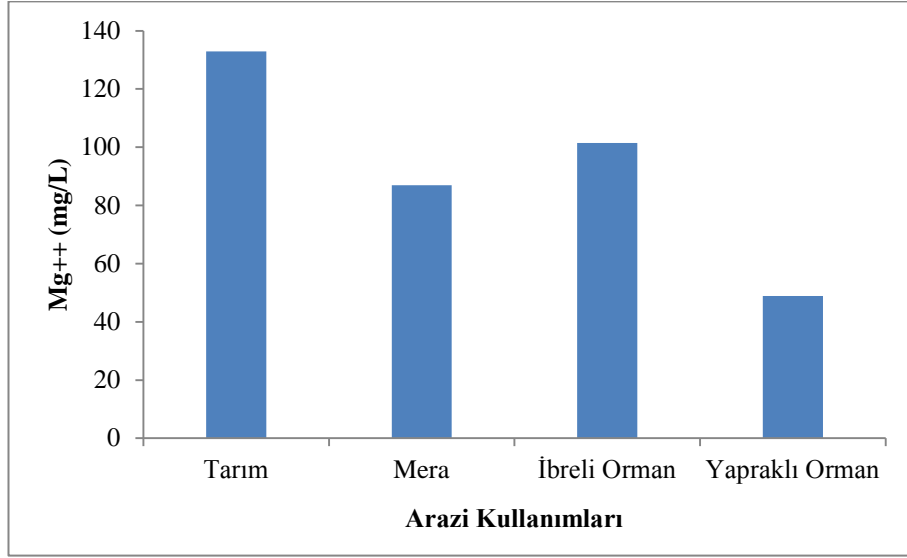
Arazi Kullanımı	Analiz Sayısı	Ort.Ca ⁺⁺ (mg/L)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Tarım	38	724.09	103.4	3260.8	652.78	509.52	938.65	*
Mera	33	801.02	0.5	8027.3	1787.22	167.30	1434.74	*
İbrelili Orman	34	320.43	2.8	1209.8	353.57	197.07	443.80	* *
Yapraklı Orman	33	135.37	0.9	1380.9	260.23	43.09	227.64	*

Tablo 100'de en düşük Ca⁺⁺ miktarının Yapraklı Orman alanında, en yüksek Ca⁺⁺ miktarının ise Mera alanında olduğu görülmektedir. Varyans analizi sonucuna göre iki homojen grup belirlenmiştir. Buna göre, Tarım, Mera ve İbrelili Orman alanları aynı grupta yer alırken, İbrelili Orman ve Yapraklı Orman alanları da farklı bir grupta yer almaktadır.

Şekil 113. Arazi kullanımlarına göre toprakların Ca⁺⁺ miktarının değişimiTablo 101. Mg⁺⁺ miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Arazi Kullanımı	Analiz Sayısı	Ort.Mg ⁺⁺ (mg/L)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Tarım	38	132.92	25.60	205.70	46.35	117.69	148.16	*
Mera	33	86.99	0.01	272.20	78.67	59.10	114.89	*
İbrelili Orman	34	101.51	13.90	274.60	66.51	78.30	124.71	*
Yapraklı Orman	33	48.92	0.30	304.50	56.95	28.72	69.12	*

Tablo 101'de en düşük Mg^{++} miktarının Yapraklı Orman alanında, en yüksek Mg^{++} miktarının ise Tarım alanında olduğu görülmektedir. Tablo'dan görüleceği gibi, Mg^{++} miktarı bakımından Mera ve İbrelî Orman alanları aynı grupta yer alırken, Tarım ve Yapraklı Orman alanları ise farklı gruplarda yer almaktadır.

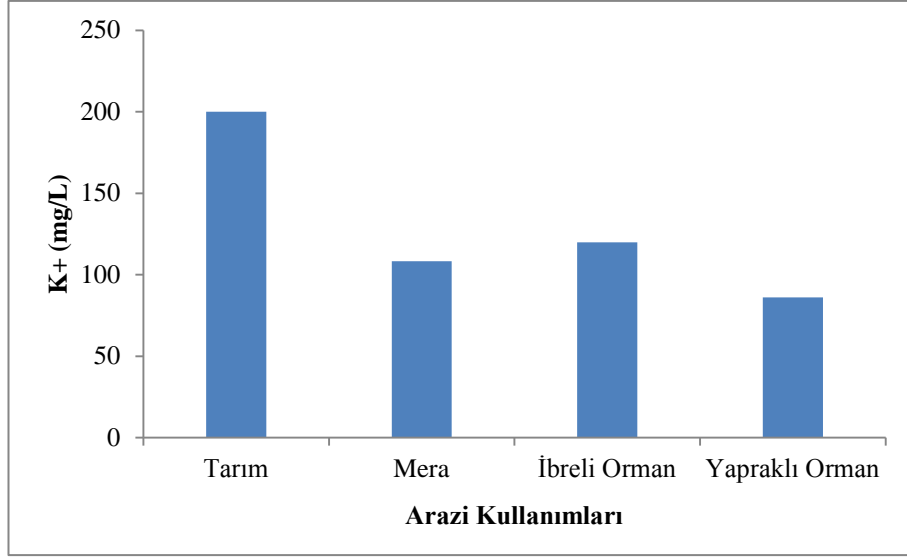


Şekil 114. Arazi kullanımlarına göre toprakların Mg^{++} miktarının değişimi

Tablo 102. K^+ miktarına ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Arazi Kullanımı	Analiz Sayısı	Ort. K^+ (mg/L)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Tarım	38	200.02	3.80	842.20	212.95	130.02	270.02	*
Mera	33	108.23	22.20	249.20	57.53	87.83	128.63	*
İbrelî Orman	34	119.84	25.00	289.10	97.48	85.82	153.85	*
Yapraklı Orman	33	86.04	26.80	163.60	32.11	74.71	97.48	*

Tablo 102'de en düşük K^+ miktarının Yapraklı Orman alanında, en yüksek K^+ miktarının ise Tarım alanında olduğu görülmektedir. Tablo'dan görüleceği gibi, K^+ miktarı bakımından Mera, İbrelî Orman ve Yapraklı Orman alanları aynı grupta yer alırken, Tarım alanları farklı grupta yer almaktadır.



Şekil 115. Arazi kullanımlarına göre toprakların K⁺ miktarının değışimi

3.3. Su Analiz Sonuçlarının İstatistiksel Analizine İlişkin Bulgular

Jeolojik formasyonlar üzerindeki mikro havzaların temsil ettiği derelerden 12 ay boyunca alınan toplam 276 su örneğinin analiz sonuçları (pH, EC, TN, TP, Ca, Mg, K, Na) istatistiksel analize tabi tutulmuştur. İstatistiksel olarak, analiz sonuçlarının jeolojik formasyonlara göre aralarında fark olup olmasının tespiti için çoklu varyans analizi yapılmıştır. Her bir jeolojik formasyondaki arazi kullanımlarının su özelliklerini nasıl etkilediğinin tespiti için korelasyon analizi gerçekleştirilmiş, ilişki çıkan parametrelere göre regresyon analizi yapılmıştır.

3.3.1. Jeolojik Formasyonlar

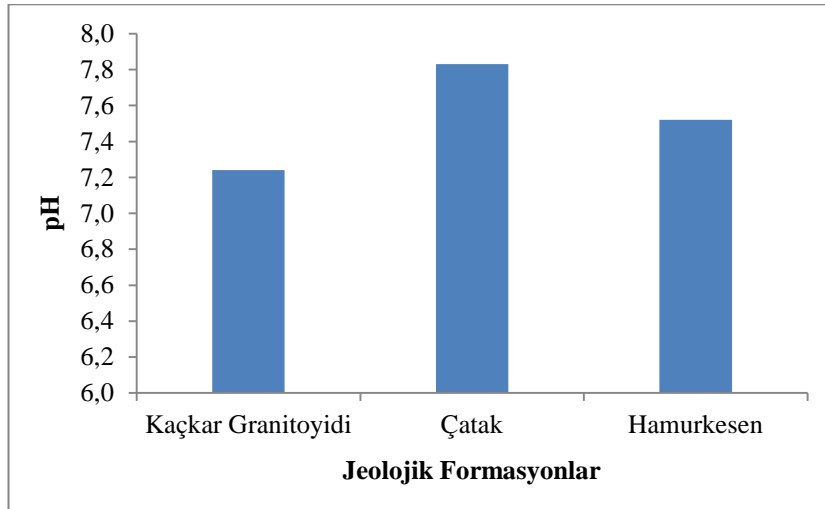
Jeolojik formasyonlardan alınan su örneklerinin analiz sonuçları arasında, jeolojik formasyonlara göre fark olup olmadığını anlamak için varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonuçlarına göre; jeolojik formasyon faktörünün pH (F = 77.61), EC (F = 120.88), TN (F = 15.70), TP (F = 20.76), K⁺ (F = 4.92) ve Na⁺ (F = 7.10) parametreleri üzerinde p<0.01 önem düzeyi ile, Ca⁺⁺ (F = 4.09) parametresi üzerinde ise p<0.05 önem düzeyi ile anlamlı olduğu belirlenmiştir. Mg⁺⁺ parametresi yönünden anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Uygulanan Duncan testi sonucunda oluşan homojen gruplar ile her bir jeolojik formasyon için ortalama pH, EC, TN, TP, Ca⁺⁺, K⁺ ve Na değerleri ile güven

aralıkları sırasıyla verilmiştir (Tablo 103 – 109, Şekil 116 – 122).

Tablo 103. pH'ya ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Jeolojik Formasyon	Analiz Sayısı	Ortalama pH	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Çatak	72	7,83	7,00	8,39	0,279	7,77	7,90	*
Hamurkesen	108	7,52	6,59	8,08	0,336	7,45	7,58	*
Kaçkar Granitoyidi	96	7,24	6,59	7,81	0,255	7,19	7,29	*

Tablo 103'te en düşük pH değerinin Kaçkar Granitoyidinde, en yüksek pH değerinin ise Çatak formasyonunda olduğu görülmektedir.

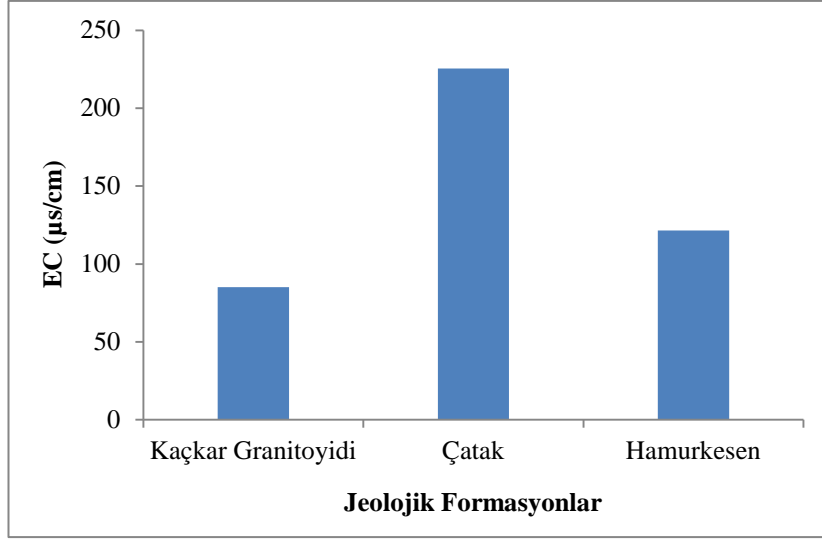


Şekil 116. Jeolojik formasyonlara göre pH değerinin değişimi

Tablo 104. Elektriksel iletkenliğe ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Jeolojik Formasyon	Analiz Sayısı	Ort.EC (µs/cm)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Çatak	72	225,54	112,6	387,0	83,301	205,97	245,12	*
Hamurkesen	108	121,48	31,6	232,2	61,555	109,74	133,22	*
Kaçkar Granitoyidi	96	85,16	39,9	139,3	25,060	80,08	90,24	*

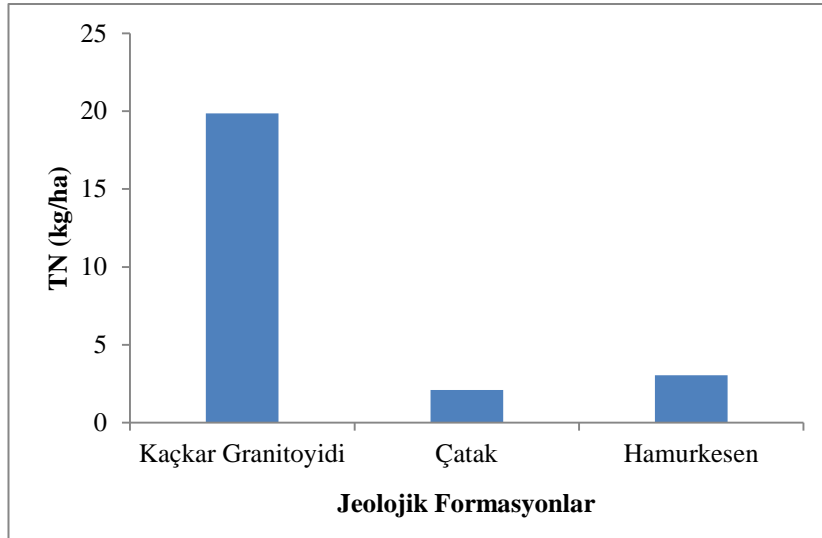
Tablo 104'te en düşük EC değerinin Kaçkar Granitoyidinde, en yüksek EC değerinin ise Çatak formasyonunda olduğu görülmektedir.



Şekil 117. Jeolojik formasyonlara göre EC değerinin değişimi

Tablo 105. Toplam azot değerlerine ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Jeolojik Formasyon	Analiz Sayısı	Ort.TN (kg/ha)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Çatak	72	2,10	0,01	8,24	1,99	1,63	2,57	*
Hamurkesen	108	3,04	0,03	26,24	3,89	2,30	3,79	*
Kaçkar Granitoyidi	96	19,86	0,21	306,47	40,96	11,56	28,16	*



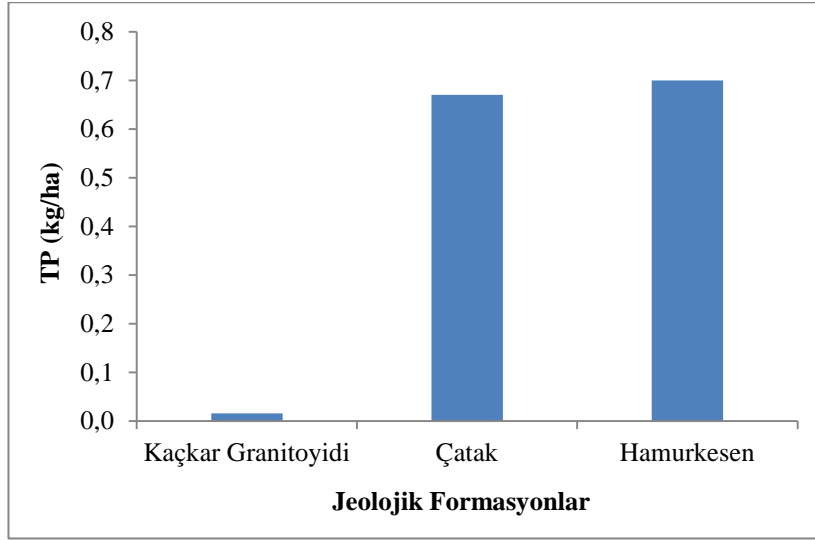
Şekil 118. Jeolojik formasyonlara göre hektardaki TN değerinin değişimi

Tablo 105'te en düşük TN değerinin Çatak formasyonunda, en yüksek TN değerinin ise Kaçkar Granitoidinde olduğu görülmektedir.

Tablo 106. Toplam fosfat değerlerine ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Jeolojik Formasyon	Analiz Sayısı	Ort.TP (kg/ha)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Çatak	72	0,670	0,001	0,385	0,010	0,047	0,087	*
Hamurkesen	108	0,700	0,002	0,363	0,007	0,057	0,084	*
Kaçkar Granitoyidi	96	0,016	0,001	0,267	0,004	0,009	0,023	*

Tablo 106'da en düşük TP değerinin Kaçkar Granitoidinde, en yüksek TP değerinin ise Hamurkesen formasyonunda olduğu görülmektedir.

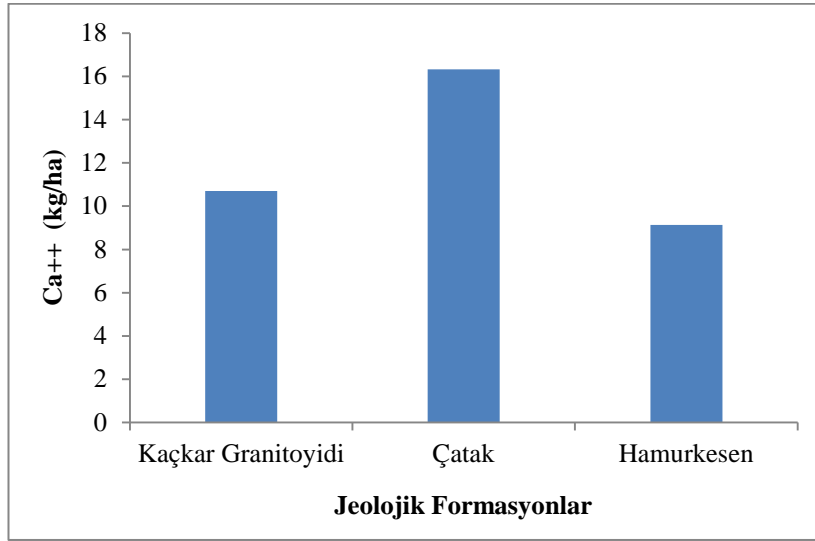


Şekil 119. Jeolojik formasyonlara göre hektardaki TP değerinin değişimi

Tablo 107'de en düşük Ca⁺⁺ değerinin Hamurkesen formasyonunda, en yüksek Ca⁺⁺ değerinin ise Çatak formasyonunda olduğu görülmektedir.

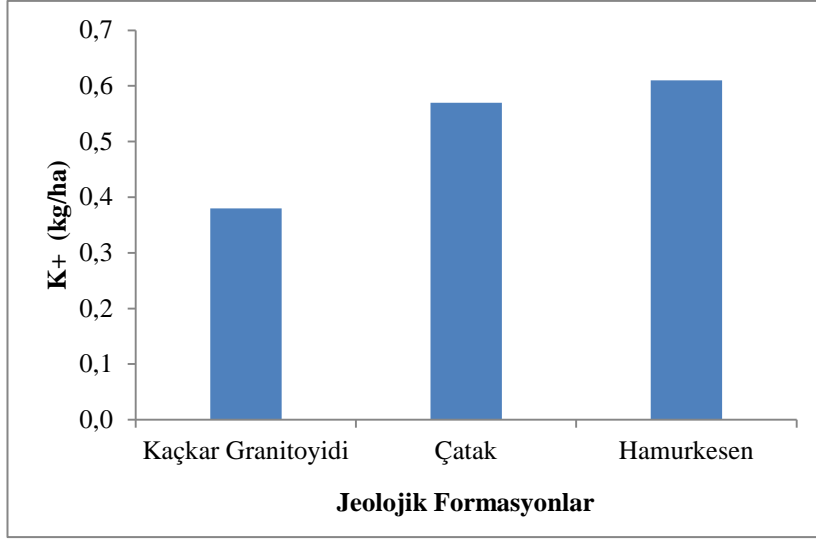
Tablo 107. Ca⁺⁺ değerlerine ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Jeolojik Formasyon	Analiz Sayısı	Ort.Ca ⁺⁺ (kg/ha)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Çatak	72	16,33	0,10	129,70	21,29	11,331	21,348	*
Hamurkesen	108	9,13	0,06	116,78	14,86	6,298	11,967	*
Kaçkar Granitoyidi	96	10,70	0,11	94,89	15,41	7,577	13,823	*

Şekil 120. Jeolojik formasyonlara göre hektardaki Ca⁺⁺ değerinin değişimiTablo 108. K⁺ değerlerine ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Jeolojik Formasyon	Analiz Sayısı	Ort.K ⁺ (kg/ha)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Çatak	72	0,57	0,01	2,53	0,55	0,441	0,699	*
Hamurkesen	108	0,61	0,02	3,86	0,59	0,501	0,726	*
Kaçkar Granitoyidi	96	0,38	0,01	3,09	0,53	0,271	0,485	*

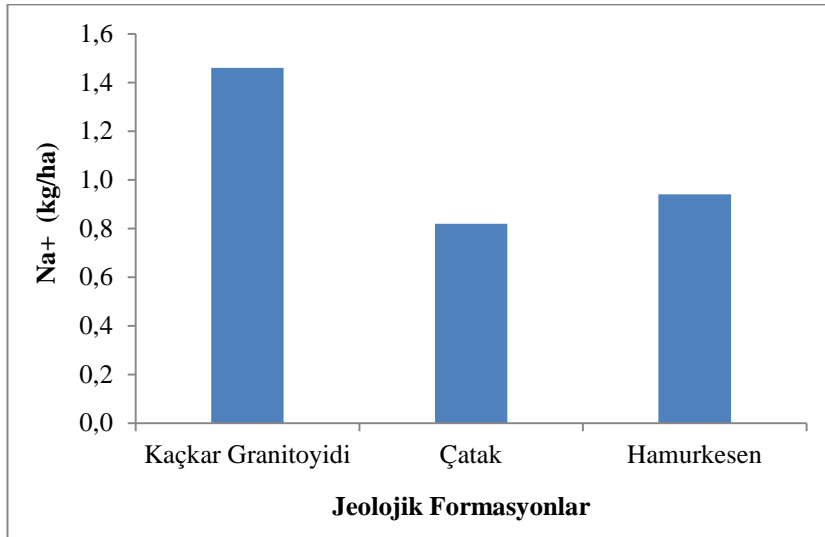
Tablo 108'de en düşük K⁺ değerinin Kaçkar Granitoyidinde, en yüksek K⁺ değerinin ise Hamurkesen formasyonunda olduğu görülmektedir.



Şekil 121. Jeolojik formasyonlara göre hektardaki K⁺ değerinin değişimi

Tablo 109. Na⁺ değerlerine ilişkin bazı istatistiksel değerler ve homojen gruplar

Jeolojik Formasyon	Analiz Sayısı	Ort.Na ⁺ (kg/ha)	Min.	Mak.	Standart Sapma	% 95 Güven Düzeyi		Homojen Gruplar
						Alt Sınır	Üst Sınır	
Çatak	72	0,82	0,01	3,25	0,72	0,085	0,988	*
Hamurkesen	108	0,94	0,02	3,05	0,68	0,066	1,069	*
Kaçkar Granitoyidi	96	1,46	0,09	9,78	1,82	0,185	1,826	*



Şekil 122. Jeolojik formasyonlara göre hektardaki Na⁺ değerinin değişimi

Tablo 109'da en düşük Na⁺ değerinin Çatak formasyonunda, en yüksek Na⁺ değerinin ise Kaçkar Granitoidinde olduğu görülmektedir.

3.3.2. Farklı Arazi Kullanımları

Jeolojik formasyonlar üzerindeki havzaların farklı arazi kullanımlarına sahip olması öncelikle arazi kullanımlarının istatistiksel olarak değerlendirilmesinde jeolojik formasyonların ayrı ayrı ele alınmasını gerekli kılmıştır. Bu sebeple, su parametreleri üzerinde arazi kullanımlarının etkisini istatistiksel olarak ortaya koyabilmek amacıyla her bir jeolojik formasyon kendi içerisinde ele alınmıştır.

3.3.2.1. Çatak Formasyonu

Çatak formasyonu toplam 6 mikro havza ile temsil edilmiş olup mikro havzaların arazi kullanım durumu ve toplam alanları aşağıda verilmiştir (Tablo 110).

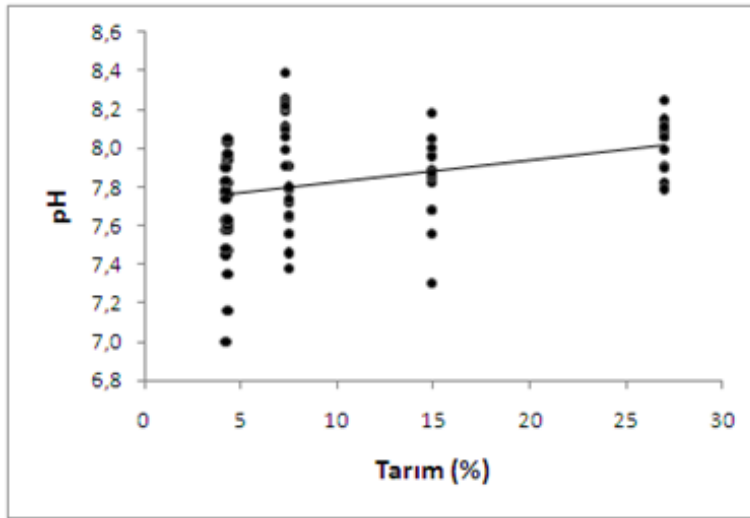
Tablo 110. Çatak formasyonu üzerindeki havzaların arazi kullanımları ve alanları

Havza No	Arazi Kullanım Durumu				Toplam Alan (ha)
	Tarım (%)	Mera (%)	İbrelili (%)	Yapraklı (%)	
1	7,5	-	-	92,5	77,28
2	14,9	23,3	43,7	18,2	183,39
3	27,0	20,0	5,1	47,9	119,39
4	7,3	43,2	2,8	46,7	107,08
5	4,3	8,6	43,5	43,7	327,26
7	4,2	4,1	26,4	65,3	171,77
Ortalama	10,8	16,5	20,3	52,4	

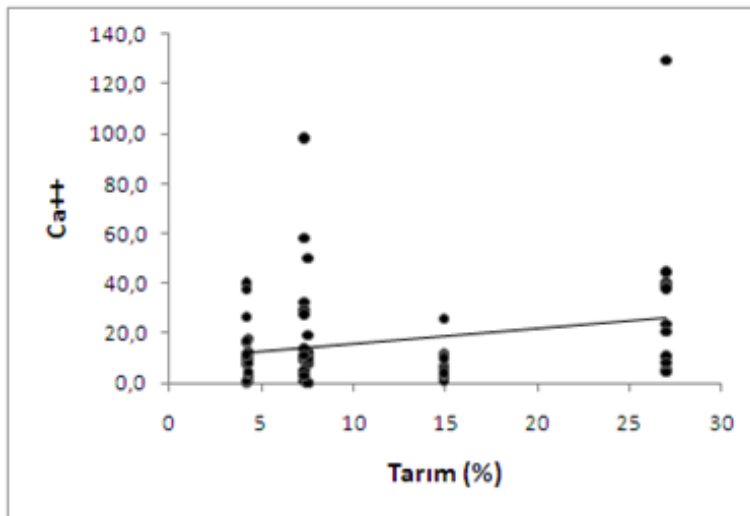
Tablo 110'da Çatak formasyonu üzerindeki mikro havzalarında tarım alanları % 4.2 ile % 27.0 arasında değişmekte, havzaların tarım alanlarının ortalaması ise % 10.8 olarak hesaplanmıştır. Havzalarda, mera alanları % 0.0 ile % 43.2 arasında, ortalama % 16.5, ibrelili orman alanları % 0.0 ile % 43.7 arasında, ortalama % 20.3 ve yapraklı orman alanları ise % 18.2 ile % 92.5 arasında, ortalama olarak % 52.4 olarak belirlenmiştir. Görüleceği üzere, havzaların geneline bakıldığında karışık yapraklı (Doğu Kayını, Kızılağaç ve Diğer Yapraklılar) orman alanlarının hakimiyeti söz konusudur. Yapraklı orman alanlarını sırasıyla ibrelili (Doğu Ladini), mera ve tarım alanları takip etmektedir.

Çatak formasyonu için yapılan korelasyon analizinde arazi kullanımları ile dere sularındaki kimyasal parametreler (pH, EC, TN, TP, Ca, Mg, K, Na) arasında ilişkiler aranmış, arazi kullanımları ile bazı kimyasal parametreler arasında önemli ve anlamlı ilişkiler bulunmuştur (Ek Tablo 1).

Yapılan korelasyon analizinden elde edilen sonuçlara göre, Tarım alanları ile pH ($p<0.01$, $r=0.334$) ve Ca^{++} ($p<0.05$, $r=0.242$) değerleri arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur (Şekil 123, Şekil 124). Bunun ekolojik açıdan anlamı, havzalarda tarım alanlarının artmasına paralel olarak dere sularındaki pH ve Ca^{++} miktarları da artmaktadır.

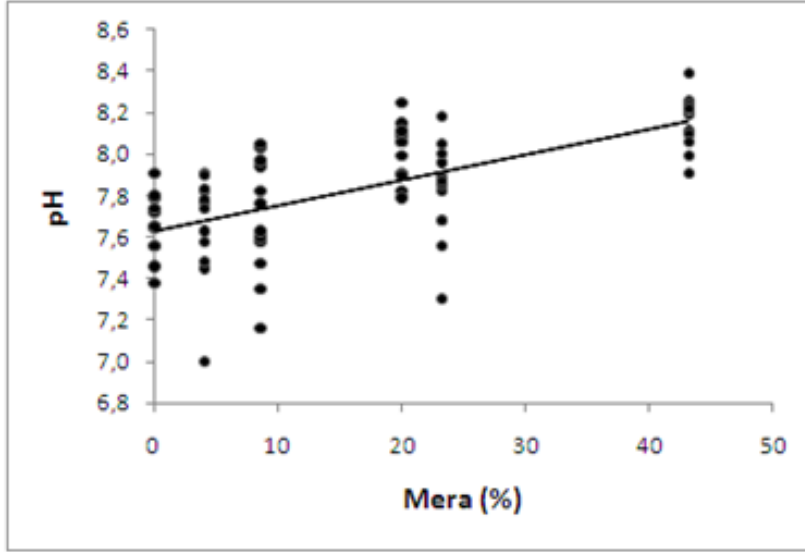


Şekil 123. Tarım alanları ile pH arasındaki ilişki

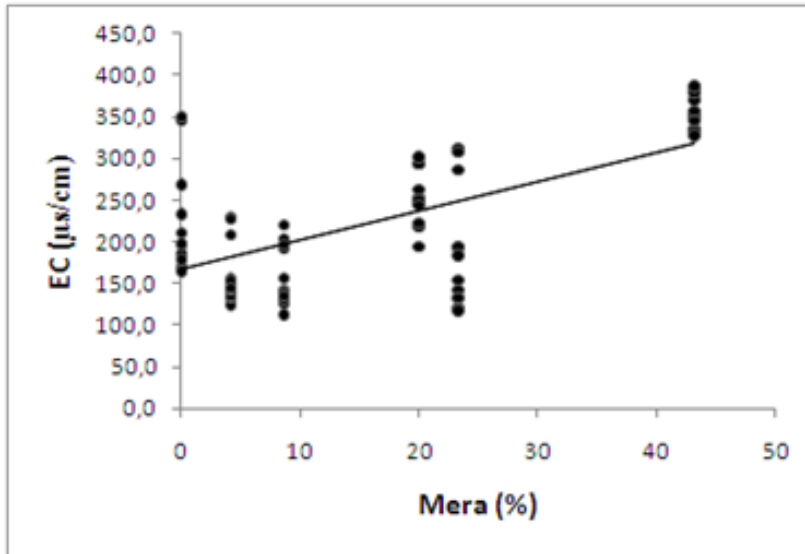


Şekil 124. Tarım alanları ile Ca^{++} arasındaki ilişki

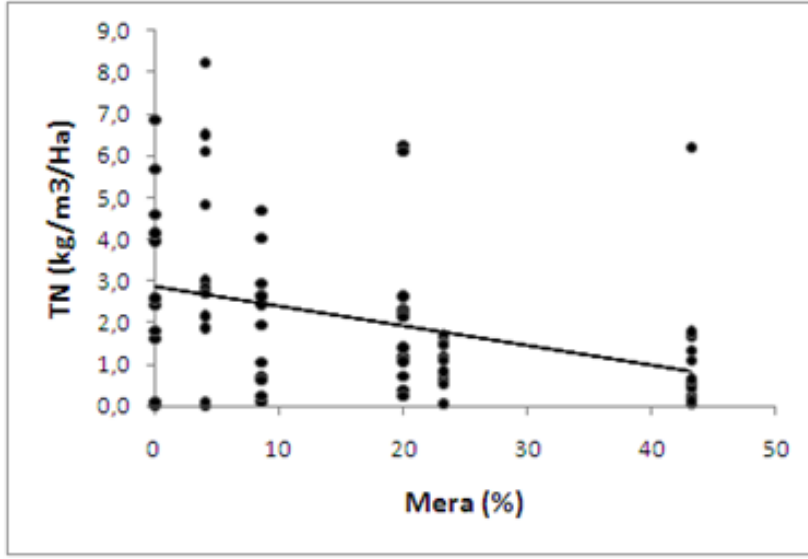
Mera alanları ile pH ($p < 0.001$, $r = 0.641$) ve EC ($p < 0.001$, $r = 0.616$) değerleri arasında pozitif, TN ($p < 0.01$, $r = -0.341$) arasında ise negatif bir ilişki söz konusudur (Şekil 125 – 127). Bu ise, Çatak formasyonundaki havzalarda yer alan mera alanlarının miktarı arttıkça dere sularındaki pH ve EC miktarları artması, buna karşın TN miktarlarının ise azalması anlamına gelmektedir.



Şekil 125. Mera alanları ile pH arasındaki ilişki

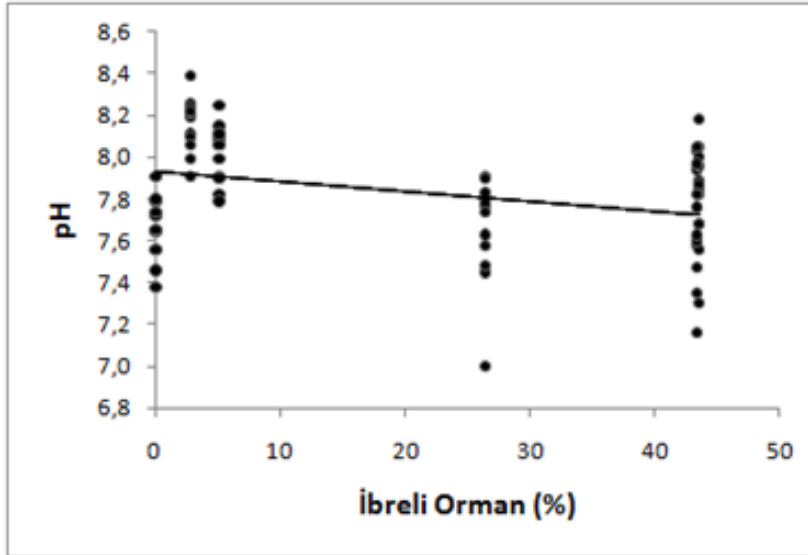


Şekil 126. Mera alanları ile EC arasındaki ilişki

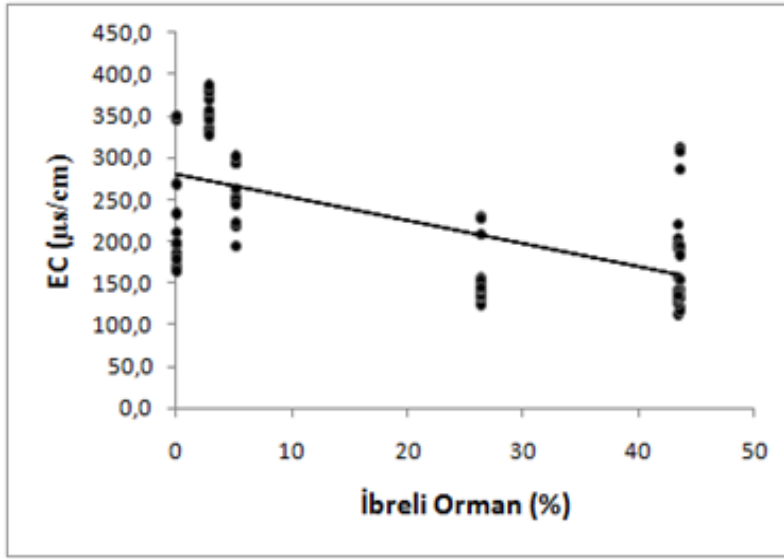


Şekil 127. Mera alanları ile TN arasındaki ilişki

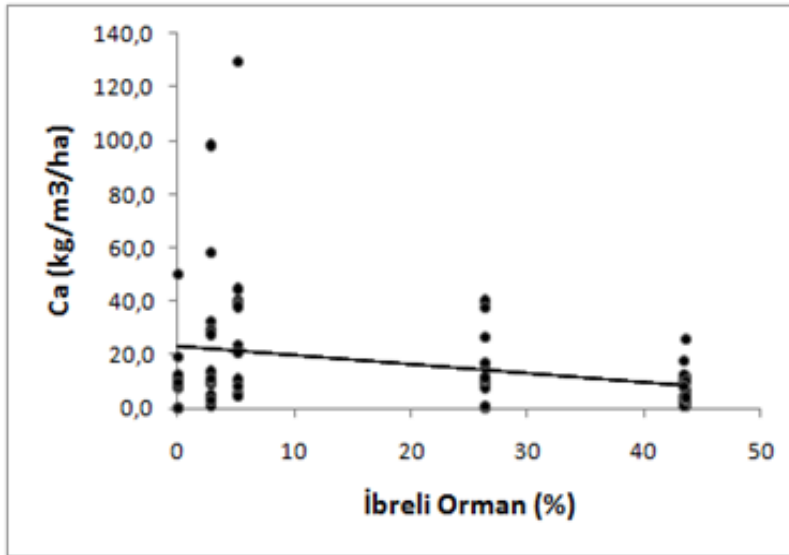
İbrelî (Doğu Ladini) Orman alanları ile pH ($p < 0.01$, $r = - 0.306$), EC ($p < 0.01$, $r = - 0.621$), Ca^{++} ($p < 0.05$, $r = - 0.293$) ve K^{+} ($p < 0.05$, $r = - 0.298$) değerleri arasında negatif bir ilişki bulunmuştur (Şekil 128 – 131). Bu ise, İbrelî Orman alanları arttıkça dere sularındaki pH, EC, Ca ve K miktarlarının azalması anlamına gelmektedir.



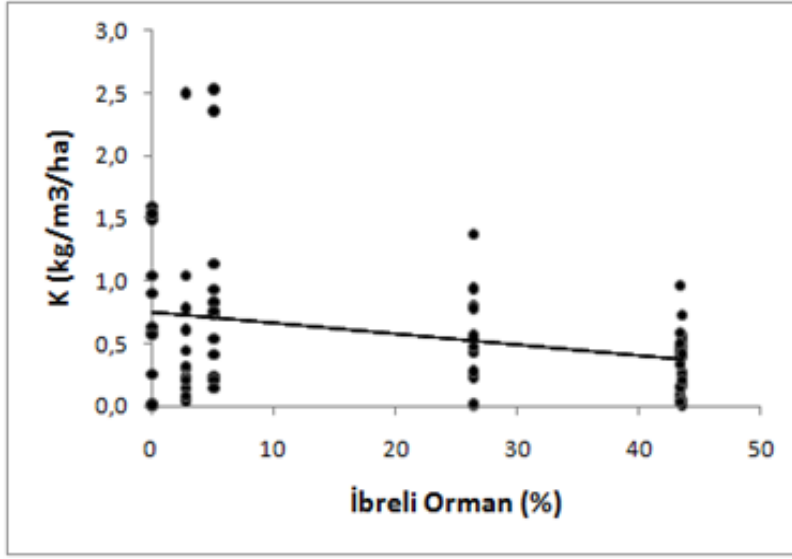
Şekil 128. İbrelî Orman alanları ile pH arasındaki ilişki



Şekil 129. İbrelî Orman alanları ile EC arasındaki ilişki

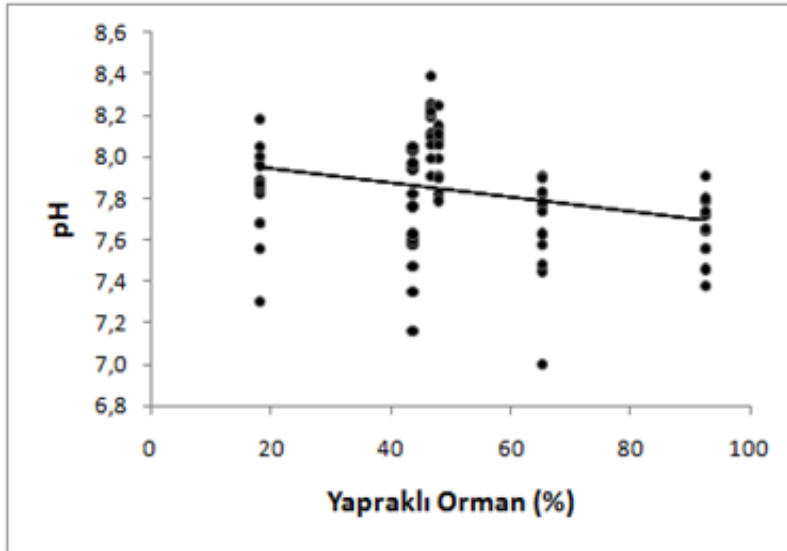


Şekil 130. İbrelî Orman alanları ile Ca⁺⁺ arasındaki ilişki

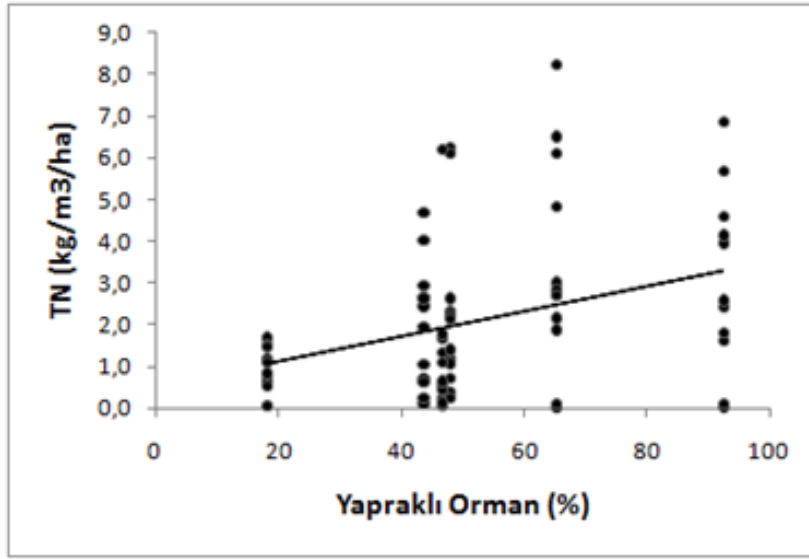


Şekil 131. İbrelî Orman alanları ile K^+ arasındaki ilişki

Yapraklı orman (Doğu Kayını, Kızılağaç ve Diğer Yapraklılar) alanları ile pH ($p < 0,05$, $r = -0,278$) arasında negatif bir ilişki, TN arasında ($p < 0,01$, $r = 0,341$) arasında ise pozitif bir ilişki belirlenmiştir (Şekil 132 – Şekil 133). Korelasyon analizinin sonuçlarının ekolojik anlamı, havzalardaki Yapraklı Orman alanları arttıkça dere sularının pH miktarının azaldığı, buna karşın TN miktarlarının ise arttığı anlamına gelmektedir.



Şekil 132. Yapraklı Orman alanları ile pH arasındaki ilişki



Şekil 133. Yapraklı Orman alanları ile TN arasındaki ilişki

Çatak Formasyonu için yapılan korelasyon analizinden elde edilen sonuçlara göre arazi kullanımları ile ilişkili çıkan kimyasal parametrelere çoğul regresyon analizleri uygulanarak parametreler üzerinde etkili olan arazi kullanımları belirlenmeye çalışılmıştır. Regresyon analizi sonucunda elde edilen denklemler sırasıyla;

1. $pH = 7.703 + 0.012 \times \text{Mera (\%)} - 0.003 \times \text{İbrelili Orman (R}^2 = 0.449)$
2. $EC = 223.881 - 2.356 \times \text{İbrelili Orman} + 2.981 \times \text{Mera (R}^2 = 0.649)$
3. $TN = 0.537 + 0.030 \times \text{Yapraklı Orman (R}^2 = 0.117)$

Regresyon analizi sonucunda elde edilen denklemler, pH'nın % 44.9'unu, EC'nin % 64.9'unu ve TN'un ise % 11.7'sini açıklayabilmektedir.

3.3.2.2. Hamurkesen Formasyonu

Hamurkesen formasyonu toplam 9 mikro havza ile temsil edilmiş olup mikro havzaların arazi kullanım durumu ve toplam alanları aşağıda verilmiştir (Tablo 111).

Tablo 111. Hamurkesen formasyonu üzerindeki havzaların arazi kullanımları ve alanları

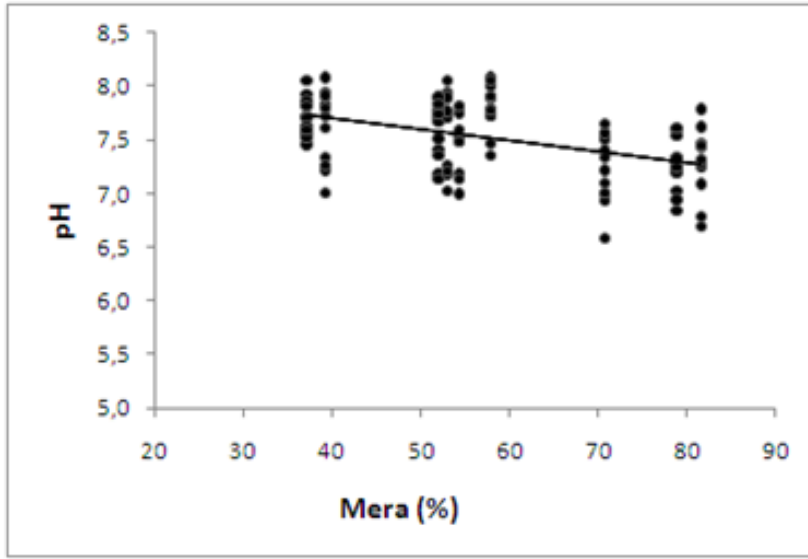
Havza No	Arazi Kullanım Durumu				Toplam Alan (ha)
	Tarım (%)	Mera (%)	İbrelili (%)	Yapraklı (%)	
6	3,7	57,9	-	38,4	128,69
8	0,4	52,0	-	47,6	642,42
9	6,5	54,3	-	39,2	204,05
15	0,5	81,6	10,4	7,5	441,69
16	0,6	78,9	11,8	8,7	402,73
17	2,2	70,8	19,7	7,3	110,80
18	1,6	39,3	2,3	56,8	167,62
19	3,7	53,0	0,8	42,5	94,95
20	-	37,1	0,6	62,3	79,64
Ortalama	2,1	58,3	5,1	34,5	

Tablo 67’de Hamurkesen formasyonu üzerindeki mikro havzalarında tarım alanları % 0 ile % 6.5 arasında değişmekte, havzaların tarım alanlarının % 2.1 olarak hesaplanmıştır. Havzalarda, mera alanları % 37.1 ile % 81.6 arasında, ortalama % 58.3, ibrelili orman alanları % 0 ile % 19.7 arasında, ortalama % 5.1 ve yapraklı orman alanları ise % 7.3 ile % 62.3 arasında, ortalama olarak % 34.5 olarak belirlenmiştir. Görüleceği üzere, havzaların geneline bakıldığında mera alanlarının hakimiyeti söz konusudur. Mera alanlarını sırasıyla yapraklı orman alanları, ibrelili orman alanları ve tarım alanları takip etmektedir.

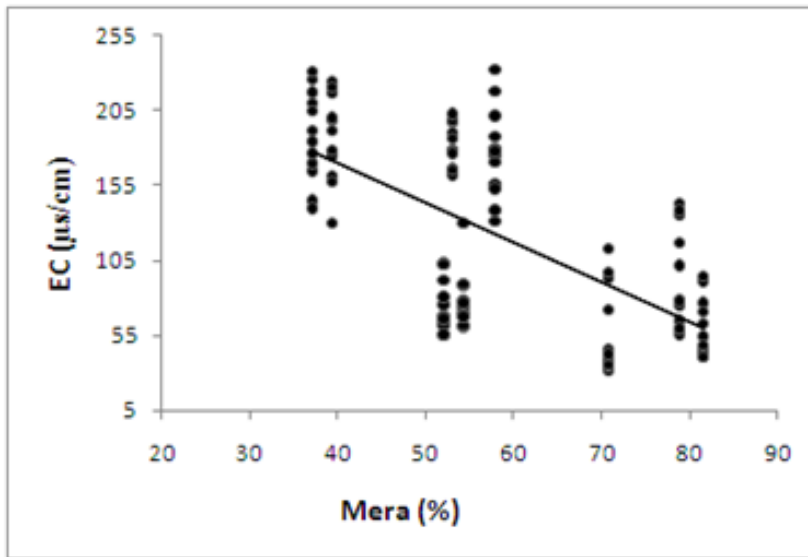
Hamurkesen formasyonu üzerindeki arazi kullanım şekilleri ile bu formasyondan beslenen (yüzey ve yüzeyaltı suyu) dere sularındaki bazı kimyasal parametreler (pH, EC, TN, TP, Ca, Mg, K, Na) arasında korelasyon analizi yapılmıştır. Korelasyon analizlerinden elde edilen sonuçlara göre, arazi kullanım şekillerinden biri olan tarım alanları ile kimyasal parametreler arasında önemli ve anlamlı ilişkiler elde edilememiştir. Buna karşın diğer arazi kullanım şekilleri ile bazı kimyasal parametreler arasında önemli ve anlamlı ilişkiler belirlenmiştir.

Mera alanları ile pH ($p < 0.001$, $r = -0.465$), EC ($p < 0.001$, $r = -0.651$), TN ($p < 0.01$, $r = -0.252$), TP ($p < 0.05$, $r = -0.202$), Ca ($p < 0.001$, $r = -0.368$), Mg ($p < 0.001$, $r = -0.377$), Na ($p < 0.05$, $r = -0.226$) arasında negatif ilişkiler tespit edilmiştir (Şekil 134 – 140).

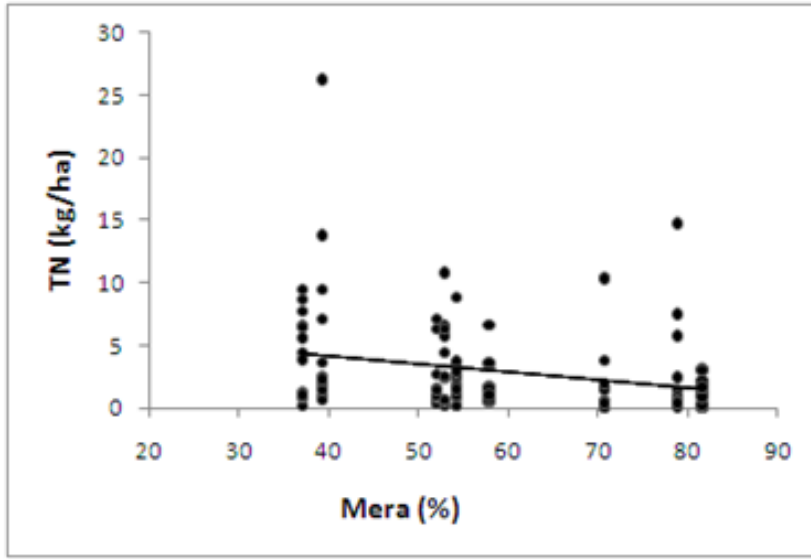
Korelasyon analizi sonuçlarına göre, havzalarda mera alanlarının artmasına paralel olarak dere sularındaki pH, EC, TN, TP, Ca^{++} Mg^{++} ve Na^{+} miktarlarının da azaldığı söylenebilir.



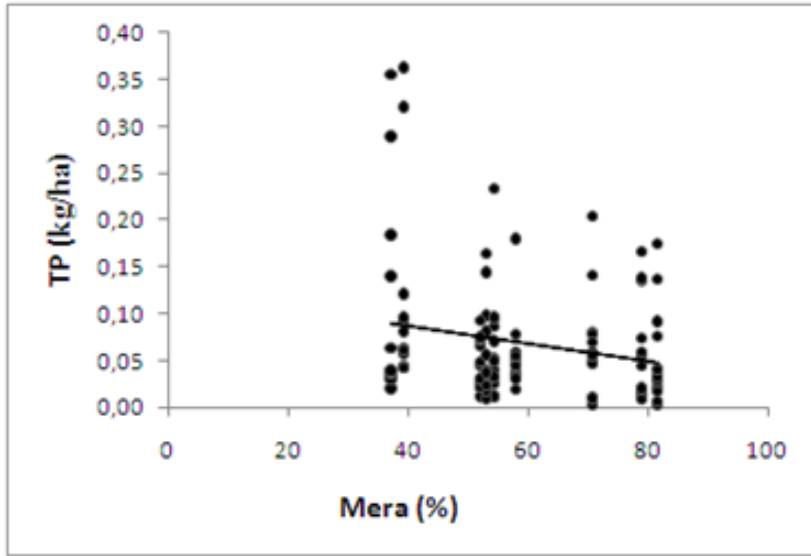
Şekil 134. Mera alanları ile pH arasındaki ilişki



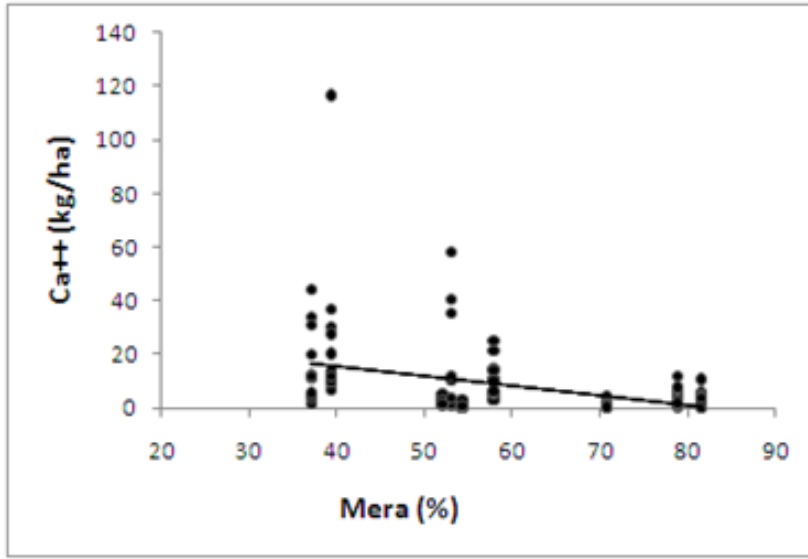
Şekil 135. Mera alanları ile EC arasındaki ilişki



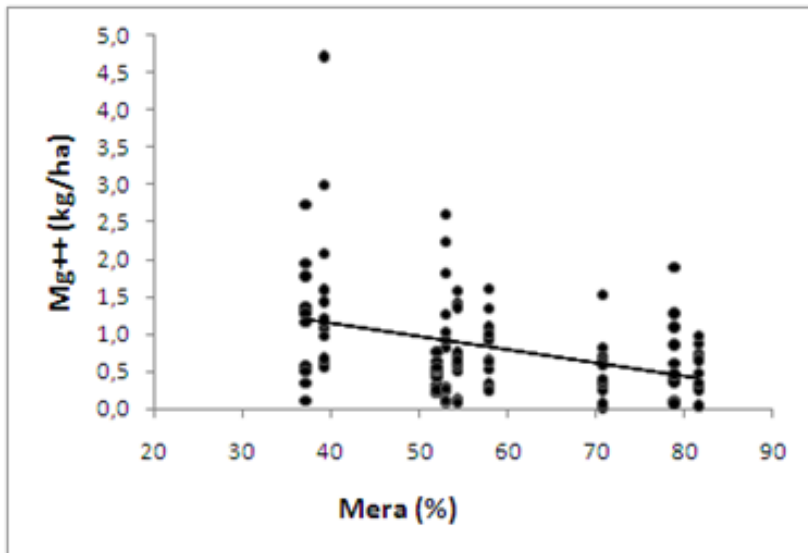
Şekil 136. Mera alanları ile TN arasındaki ilişki



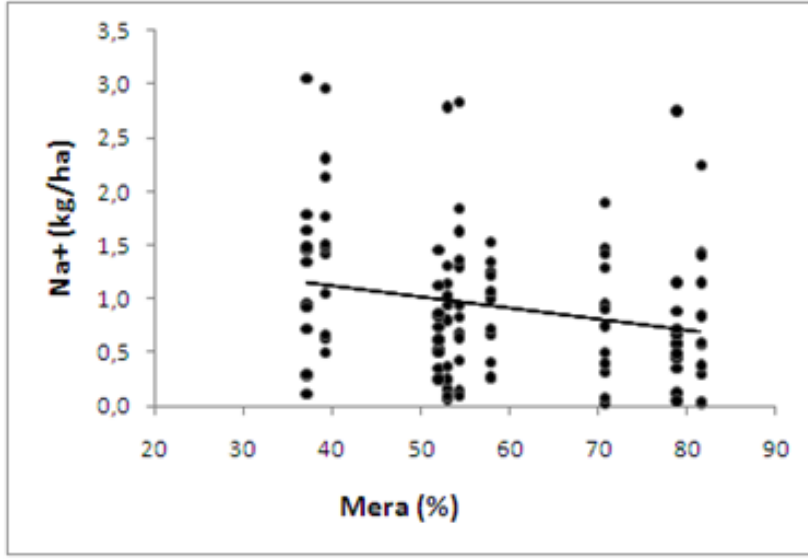
Şekil 137. Mera alanları ile TP arasındaki ilişki



Şekil 138. Mera alanları ile Ca⁺⁺ arasındaki ilişki

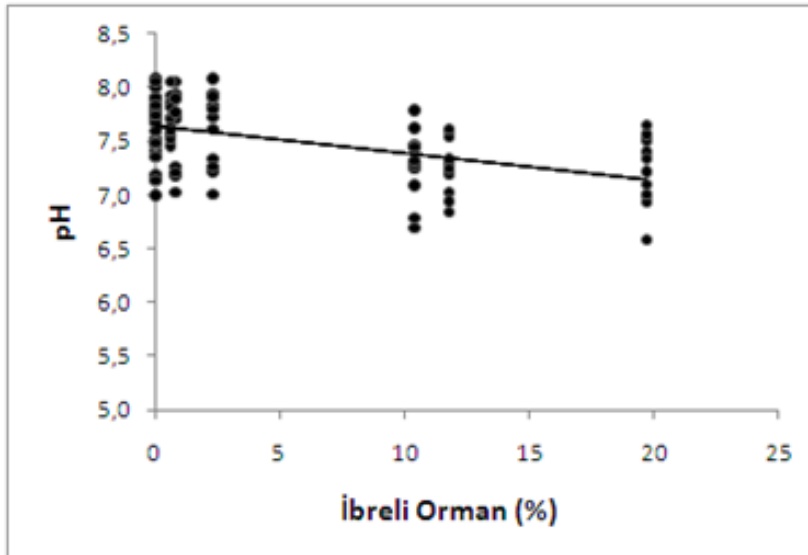


Şekil 139. Mera alanları ile Mg⁺⁺ arasındaki ilişki

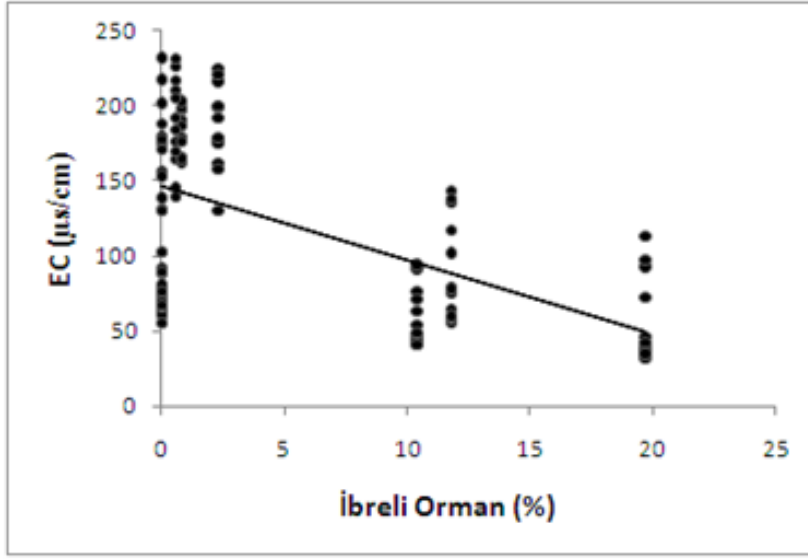


Şekil 140. Mera alanları ile Na⁺ arasındaki ilişki

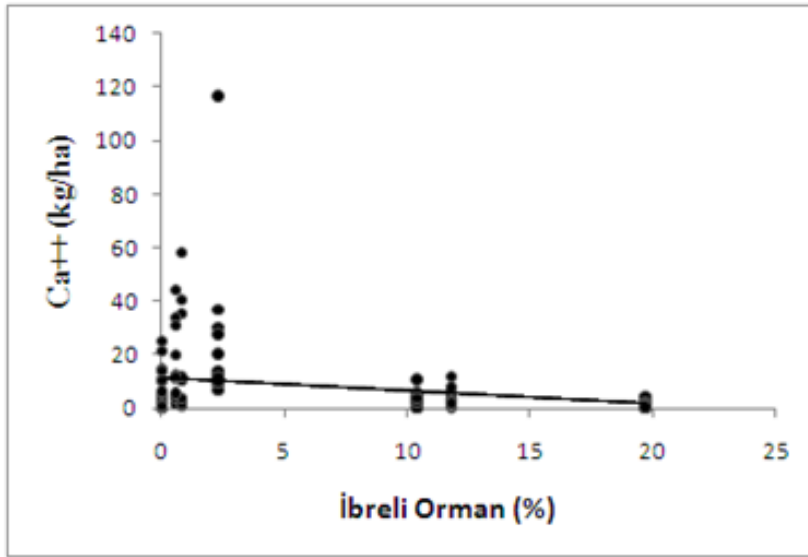
İbrelî Orman alanları ile pH ($p < 0.001$, $r = -0.504$), EC ($p < 0.001$, $r = -0.545$), Ca ($p < 0.05$, $r = -0.235$) ve Mg ($p < 0.05$, $r = -0.216$) arasında negatif ilişkiler bulunmuştur (Şekil 141 – 144). Korelasyon analizi sonucu ekolojik açıdan, Hamurkesen formasyonundaki havzalarda İbrelî Orman alanlarının arttıkça dere sularındaki pH, EC, Ca ve Mg miktarlarının azaldığını göstermektedir.



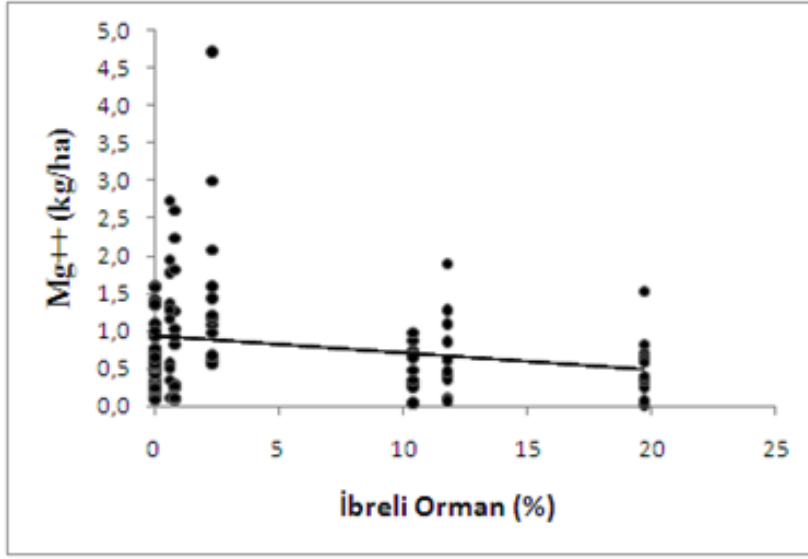
Şekil 141. İbrelî Orman alanları ile pH arasındaki ilişki



Şekil 142. İbrelî Orman alanları ile EC arasındaki ilişki

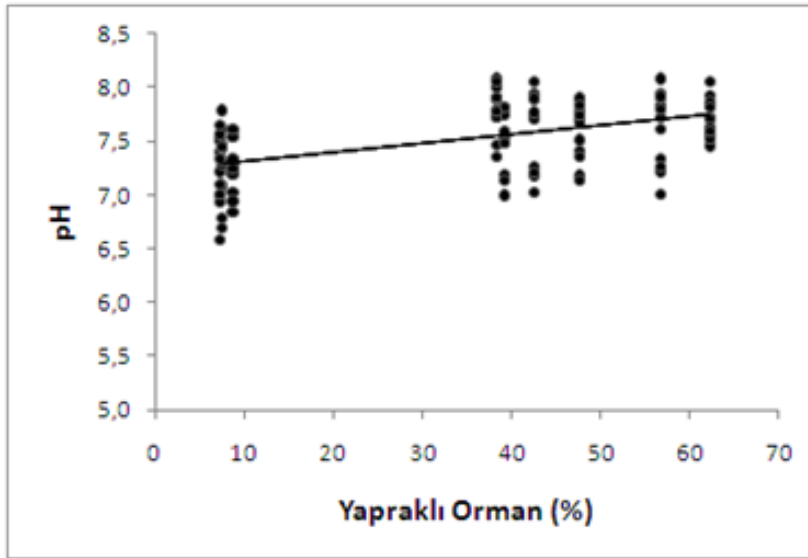


Şekil 143. İbrelî Orman alanları ile Ca⁺⁺ arasındaki ilişki

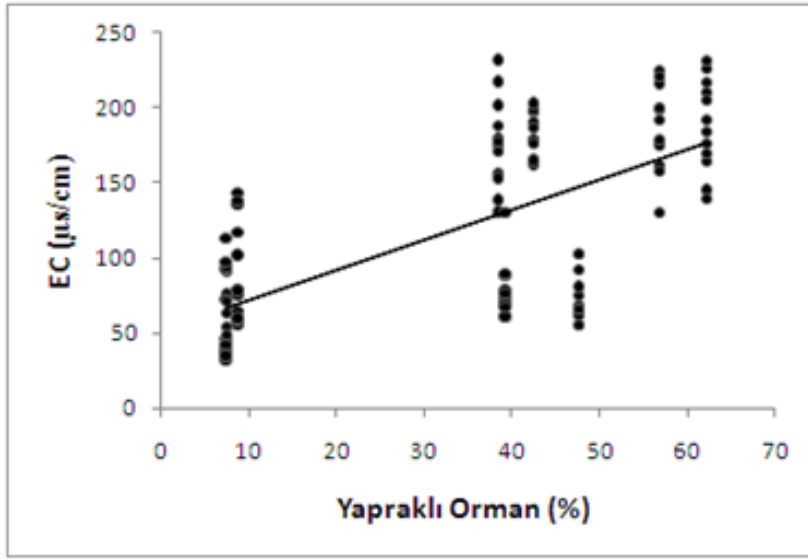


Şekil 144. İbrelili Orman alanları ile Mg⁺⁺ arasındaki ilişki

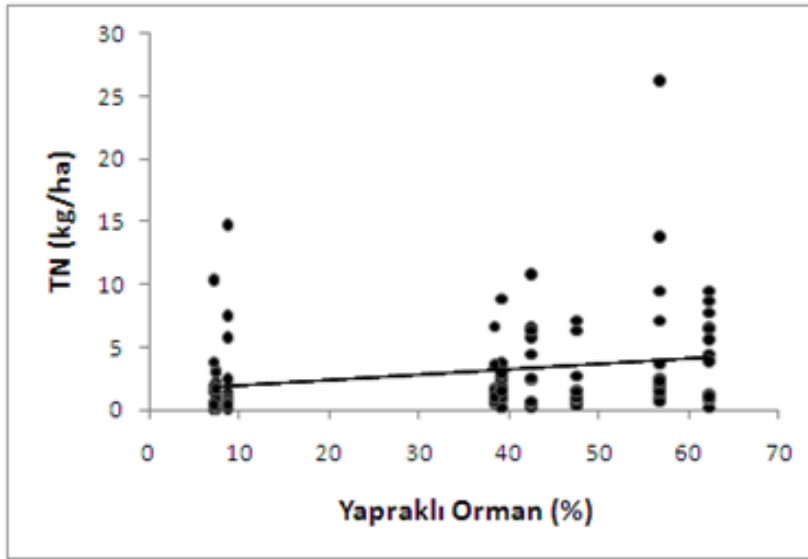
Yapraklı Orman alanları ile pH ($p < 0.001$, $r = 0.503$), EC ($p < 0.001$, $r = 0.661$), TN ($p < 0.05$, $r = 0.220$), Ca⁺⁺ ($p < 0.001$, $r = 0.358$), Mg⁺⁺ ($p < 0.001$, $r = 0.353$) ve Na⁺ ($p < 0.05$, $r = 0.201$) değerleri arasında pozitif ilişkiler bulunmuştur (Şekil 145 – Şekil 150). Korelasyon analiz sonucu, Yapraklı Orman alanlarının artmasına paralel olarak dere sularındaki pH, EC, TN, Ca, Mg ve Na miktarlarının arttığını göstermektedir.



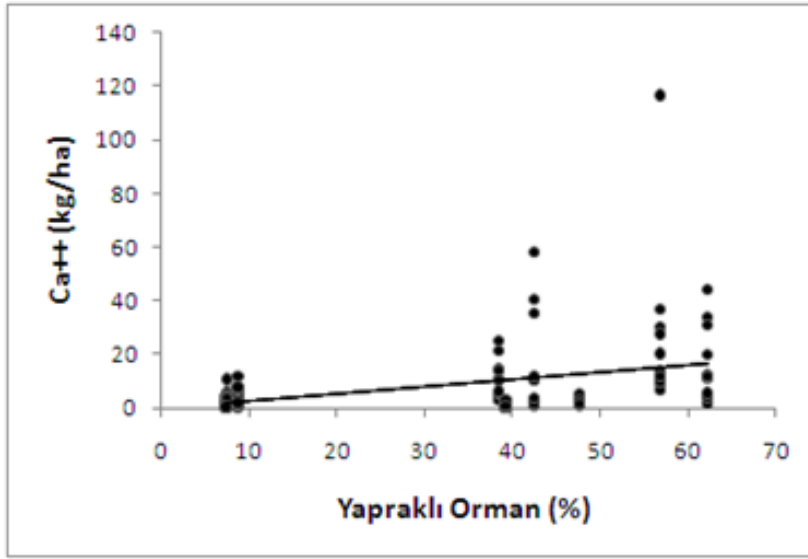
Şekil 145. Yapraklı Orman alanları ile pH arasındaki ilişki



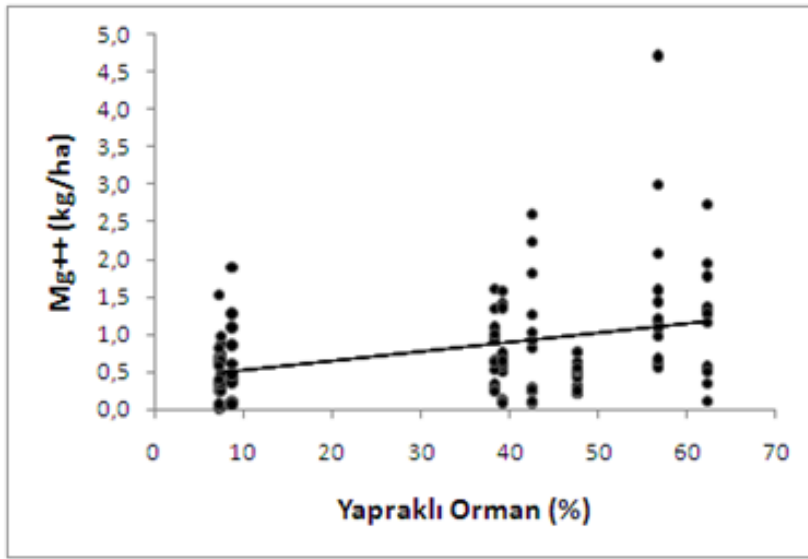
Şekil 146. Yapraklı Orman alanları ile EC arasındaki ilişki



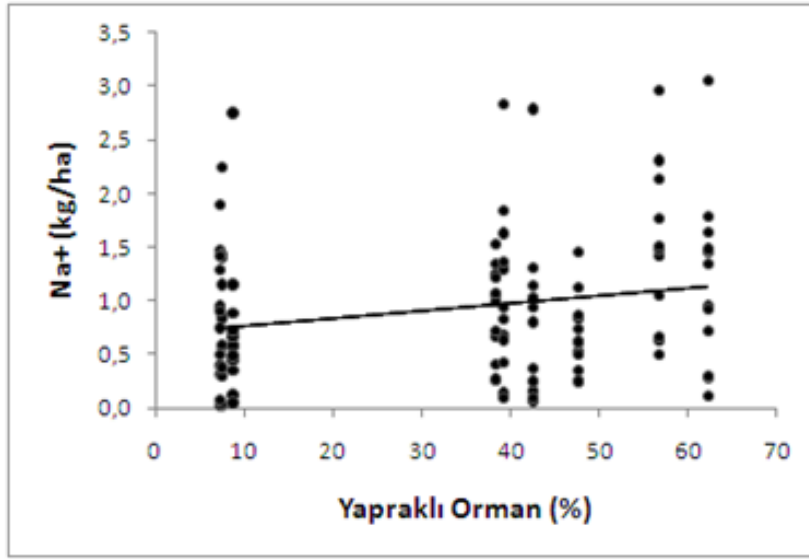
Şekil 147. Yapraklı Orman alanları ile TN arasındaki ilişki



Şekil 148. Yapraklı Orman alanları ile Ca^{++} arasındaki ilişki



Şekil 149. Yapraklı Orman alanları ile Mg^{++} arasındaki ilişki



Şekil 150. Yapraklı Orman alanları ile Na^+ arasındaki ilişki

Hamurkesen Formasyonu için yapılan korelasyon analizi sonucunda arazi kullanımları ile ilişkili çıkan kimyasal parametrelere çoğul regresyon analizi uygulanarak, parametreler üzerinde etkili olan arazi kullanımları belirlenmeye çalışılmıştır. Regresyon analizi sonucunda elde edilen denklemler sırasıyla;

1. $\text{pH} = 7.643 - 0.025 \times \text{İbrelili Orman (\%)} \quad (R^2 = 0.254)$
2. $\text{EC} = 52.361 + 2.005 \times \text{Yapraklı Orman (\%)} \quad (R^2 = 0.437)$
3. $\text{Ca} = 30.349 - 0.364 \times \text{Mera (\%)} \quad (R^2 = 0.136)$
4. $\text{Mg} = 1.872 - 0.018 \times \text{Mera (\%)} \quad (R^2 = 0.142)$

Regresyon analizi sonucunda elde edilen denklemler, pH'nın % 25.4'ünü, EC'nin % 43.7'sini, Ca^{++} 'un % 13.6'sını ve Mg^{++} 'un ise % 14.2'sini açıklayabilmektedir.

3.3.2.3. Kaçkar Granitoyidi

Formasyon, toplam 8 mikro havza ile temsil edilmiş olup mikro havzaların arazi kullanım durumu ve toplam alanları aşağıda verilmiştir (Tablo 112).

Tablo 112. Kaçkar Granitoyidi üzerindeki havzaların arazi kullanımları ve alanları

Havza No	Arazi Kullanım Durumu				Toplam Alan (ha)
	Tarım (%)	Mera (%)	İbrelî (%)	Yapraklı (%)	
10	2,5	40,0	1,0	56,5	198,24
11	0,5	20,7	12,8	66,0	224,17
12	-	5,0	17,6	77,4	86,34
13	0,5	28,4	10,4	60,7	133,55
14	0,7	11,3	59,8	28,2	220,58
21	1,1	33,1	-	65,8	62,51
22	-	14,5	-	85,5	32,18
23	-	-	1,7	98,3	17,84
Ortalama	0,7	19,1	12,9	67,3	

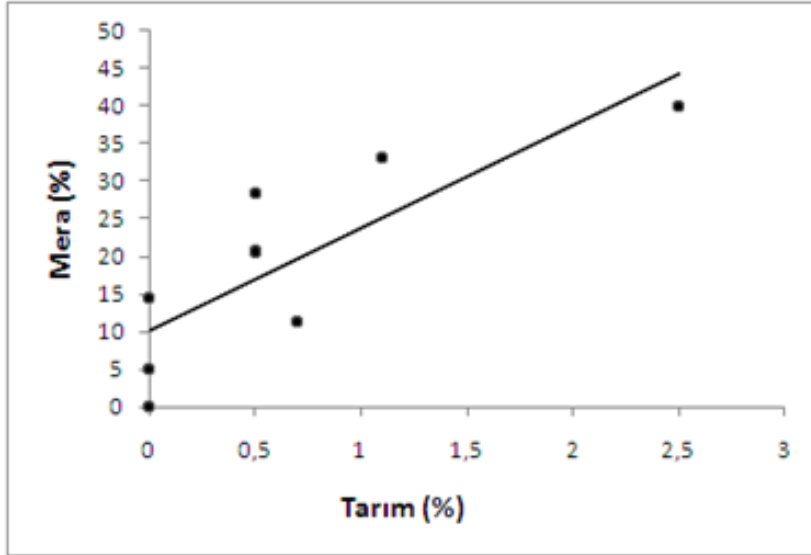
Tablo 112’de Kaçkar Granitoyidi üzerindeki mikro havzalarında tarım alanları % 0 ile % 2.5 arasında değişmekte olup havzaların tarım alanlarının ortalaması ise % 0.7 olarak hesaplanmıştır. Havzalarda, mera alanları % 0 ile % 40 arasında, ortalama % 19.1, ibrelî orman alanları % 0 ile % 59.8 arasında, ortalama % 12.9 ve yapraklı orman alanları ise % 28.2 ile % 98.3 arasında, ortalama olarak % 67.3 olarak belirlenmiştir. Görüleceği üzere, havzaların geneline bakıldığında karışık yapraklı (Kızılağaç, Doğu Kayını ve Diğer Yapraklılar) orman alanlarının hakimiyeti söz konusudur. Yapraklı orman alanlarını sırasıyla mera, ibrelî (Doğu Ladini), ve tarım alanları takip etmektedir.

Kaçkar Granitoyidi için yapılan korelasyon analizinde arazi kullanımları ile dere sularındaki kimyasal parametreler (pH, EC, TN, TP, Ca, Mg, K, Na) arasında ilişkiler aranmış, arazi kullanımları ile kimyasal parametreler arasında önemli ve anlamlı ilişkiler bulunmuştur.

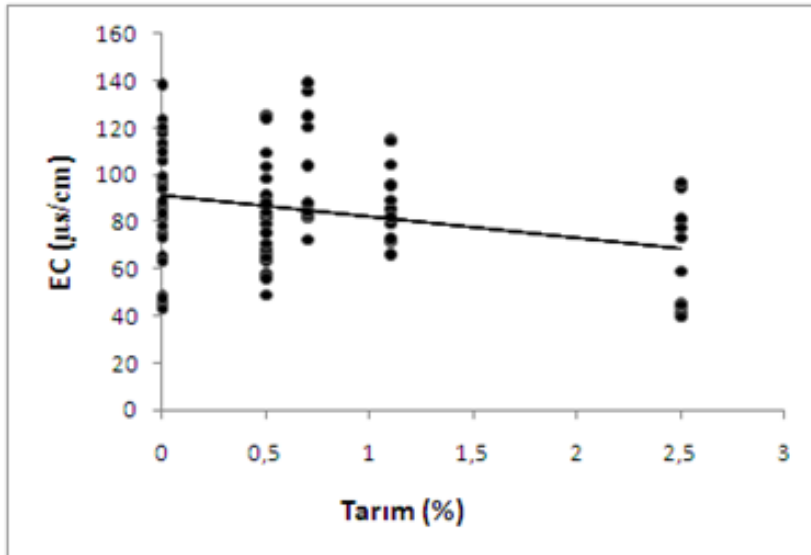
Tarım alanları ile dere sularındaki kimyasal parametreler arasında pH hariç tüm parametreler ile önemli ve anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Tarım alanları ile EC ($p < 0.01$, $r = -0.284$), TN ($p < 0.01$, $r = -0.340$), TP ($p < 0.05$, $r = -0.216$), Ca ($p < 0.01$, $r = -0.313$), Mg ($p < 0.001$, $r = -0.408$), K ($p < 0.001$, $r = -0.366$) ve Na ($p < 0.001$, $r = -0.404$) arasında negatif ilişkiler tespit edilmiştir (Şekil 152 – 158). Bu ekolojik açıdan, Kaçkar Granitoyidindeki havzalarda Tarım alanlarının arttıkça dere sularındaki EC, TN, TP, Ca, Mg, K ve Na miktarlarının azaldığını göstermektedir.

Tarım alanları ile sudaki kimyasal parametreler arasında negatif ilişkilerin bulunması düşündürücüdür. Tarım alanlarının % 0 – 2.5 arasında değişim göstermesi elde edilen korelasyonun sağlıklı olmayacağını göstermektedir. Ancak, Ek Tablo 3’den de görüleceği üzere, tarım alanlarının artışına paralel olarak mera alanlarının da artması, burada elde edilen korelasyonu önemli oranda etkilediğini söyleyebiliriz (Şekil 151). Bunun sebebi

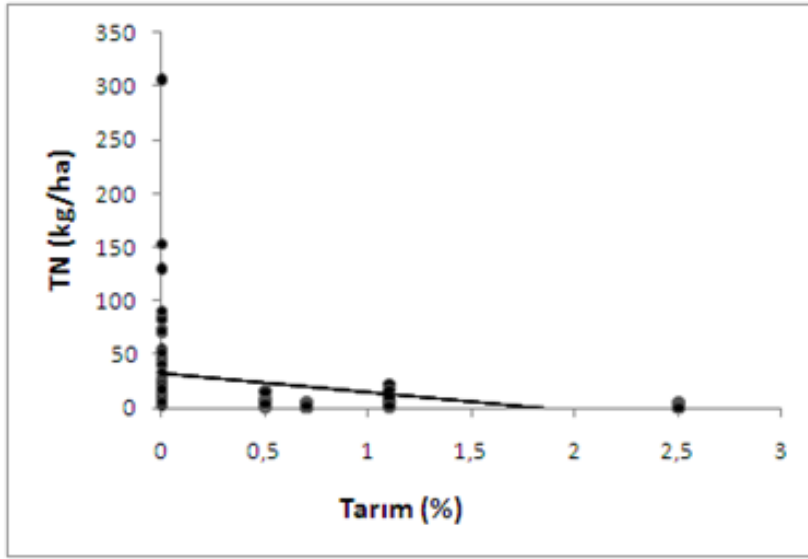
olarak da, tarım alanları ile mera alanları ($p < 0.001$, $r = 0.821$) arasında önemli ve anlamlı pozitif ilişki ile açıklamak mümkündür. Ayrıca, tarım alanları ile ilişkili çıkan parametrelerin (EC, TN, TP, Ca, Mg, K, Na) aynı şekilde mera alanları ile ilişkili çıkması da bunu desteklemektedir.



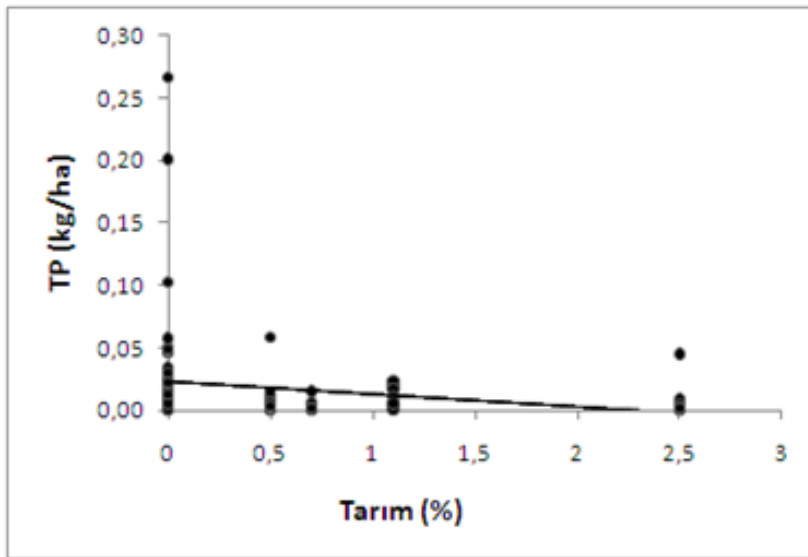
Şekil 151. Tarım alanları ile Mera alanları arasındaki ilişki



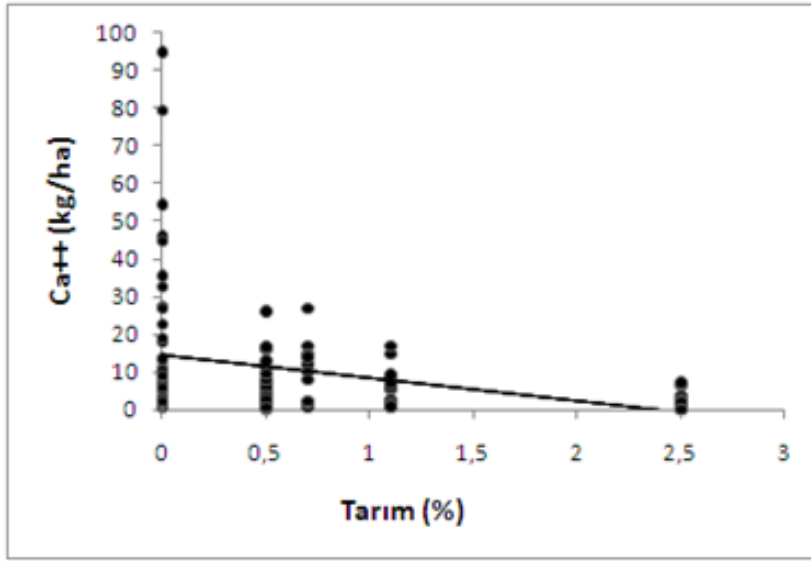
Şekil 152. Tarım alanları ile EC arasındaki ilişki



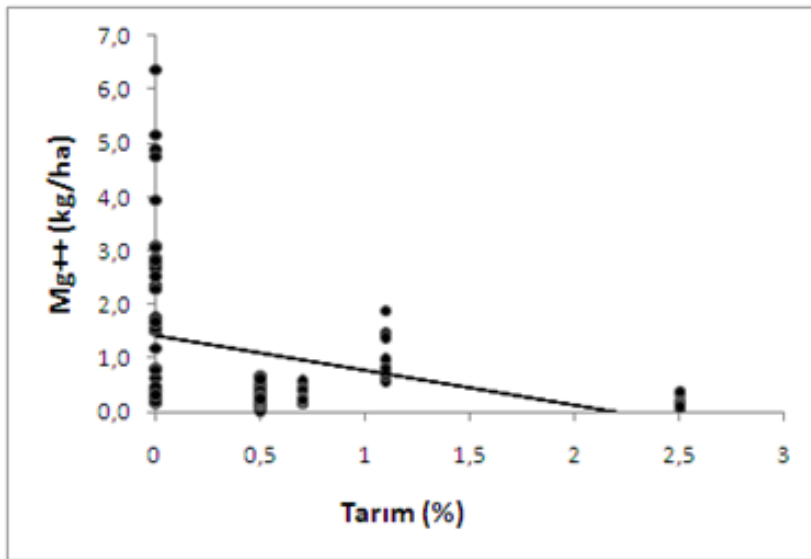
Şekil 153. Tarım alanları ile TN arasındaki ilişki



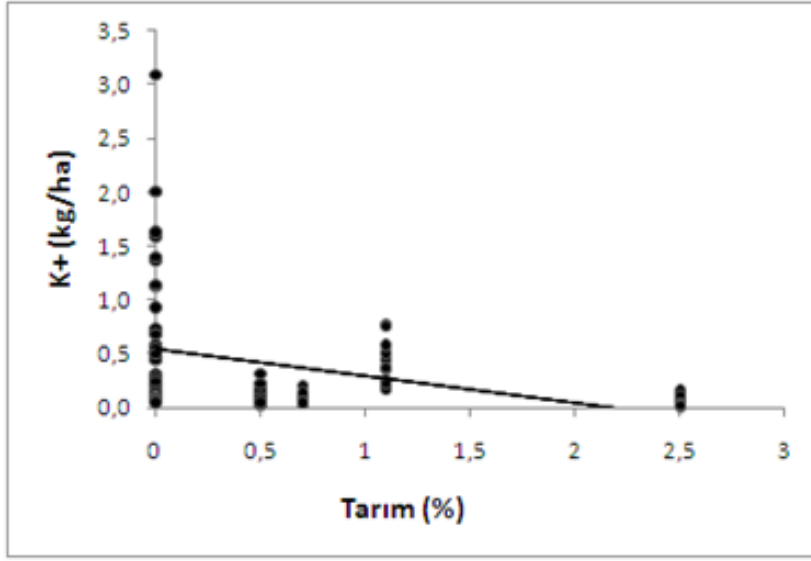
Şekil 154. Tarım alanları ile TP arasındaki ilişki



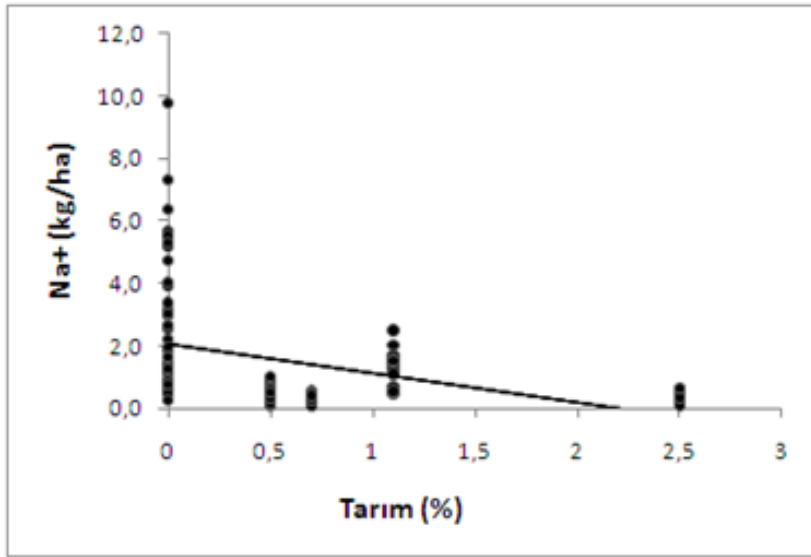
Şekil 155. Tarım alanları ile Ca^{++} arasındaki ilişki



Şekil 156. Tarım alanları ile Mg^{++} arasındaki ilişki



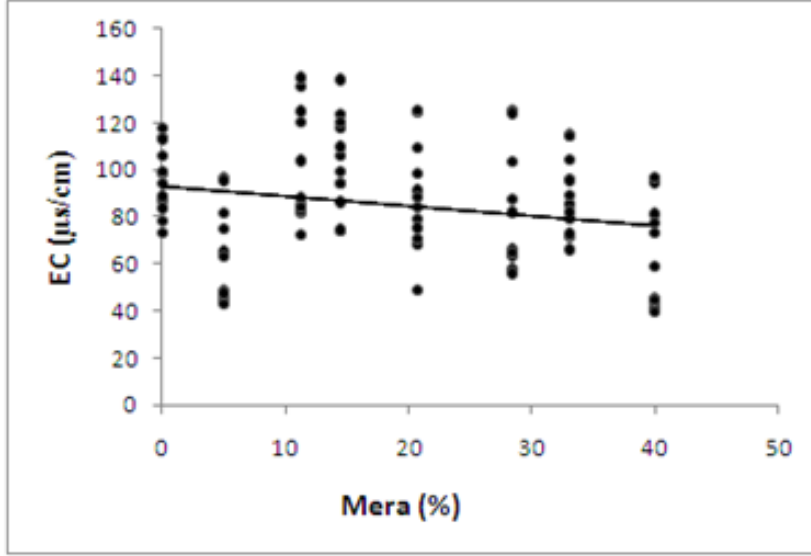
Şekil 157. Tarım alanları ile K⁺ arasındaki ilişki



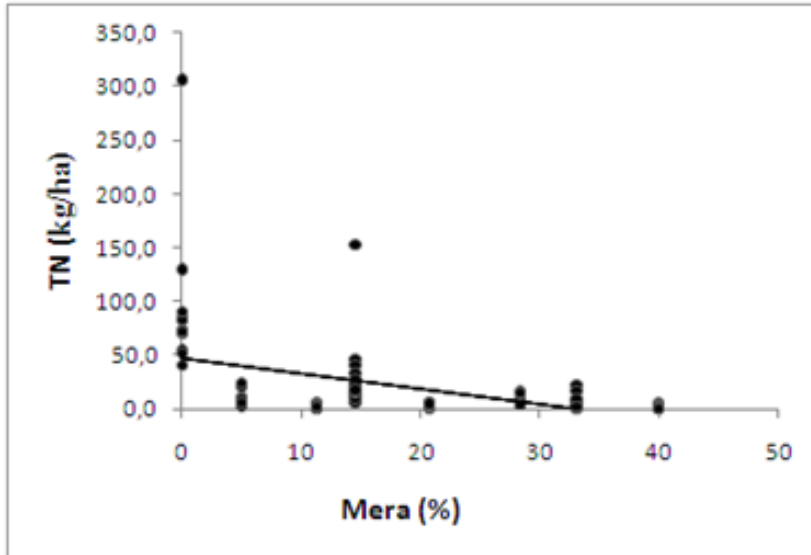
Şekil 158. Tarım alanları ile Na⁺ arasındaki ilişki

Kaçkar Granitoyidinde mera alanları ile dere sularındaki kimyasal parametreler arasında pH hariç tüm parametreler ile önemli ve anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Mera alanları ile EC ($p < 0.05$, $r = -0.219$), TN ($p < 0.001$, $r = -0.452$), TP ($p < 0.01$, $r = -0.294$), Ca ($p < 0.001$, $r = -0.431$), Mg ($p < 0.001$, $r = -0.457$), K ($p < 0.001$, $r = -0.452$) ve Na ($p < 0.001$, $r = -0.481$) değerleri arasında negatif ilişkiler tespit edilmiştir (Şekil 159 – 165). Korelasyon

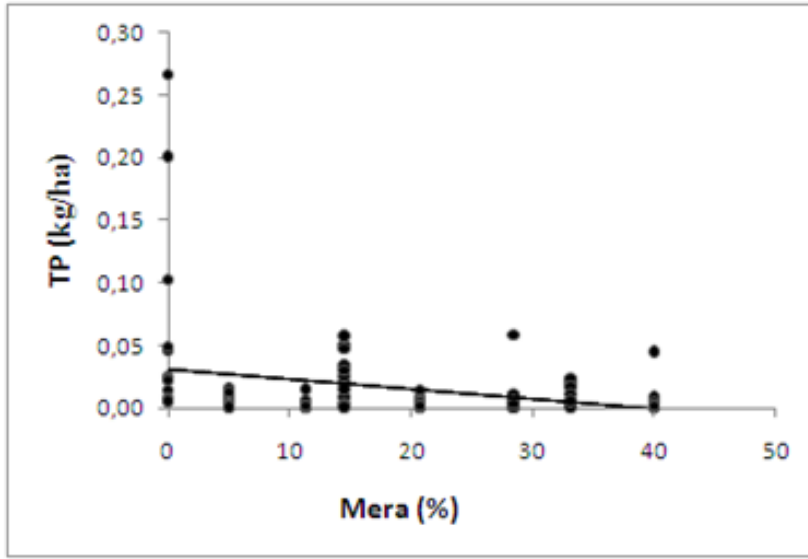
analizi sonuçları, Mera alanlarının artmasına paralel olarak dere sularının EC, TN, TP, Ca, Mg, K ve Na miktarlarının azaldığını göstermektedir.



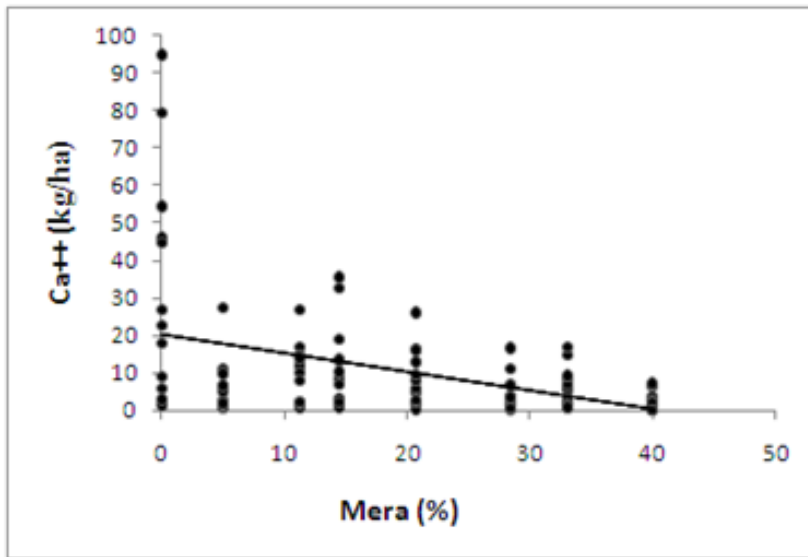
Şekil 159. Mera alanları ile EC arasındaki ilişki



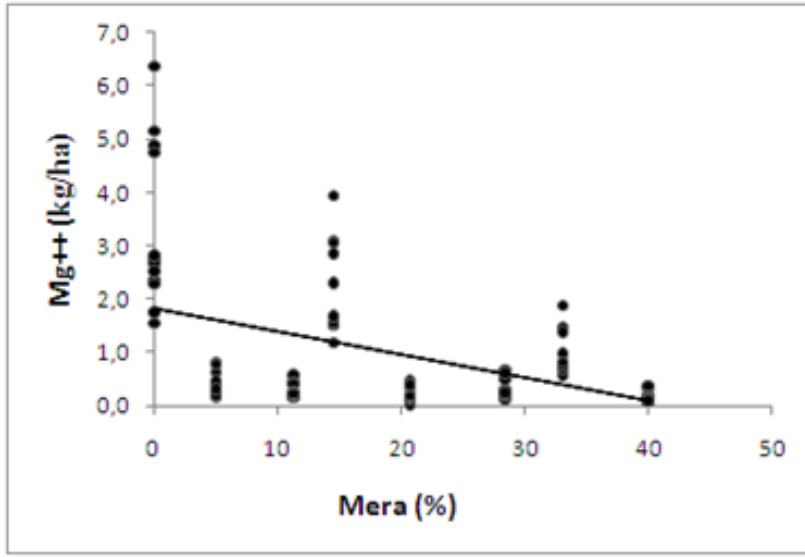
Şekil 160. Mera alanları ile TN arasındaki ilişki



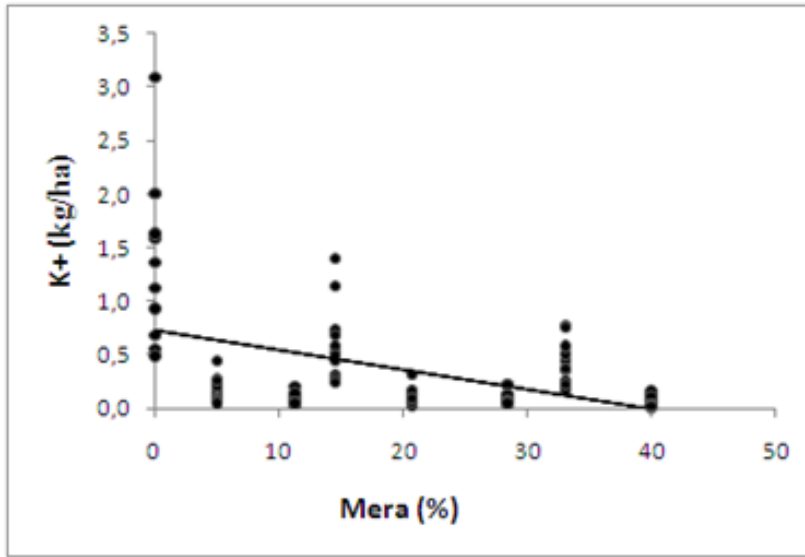
Şekil 161. Mera alanları ile TP arasındaki ilişki



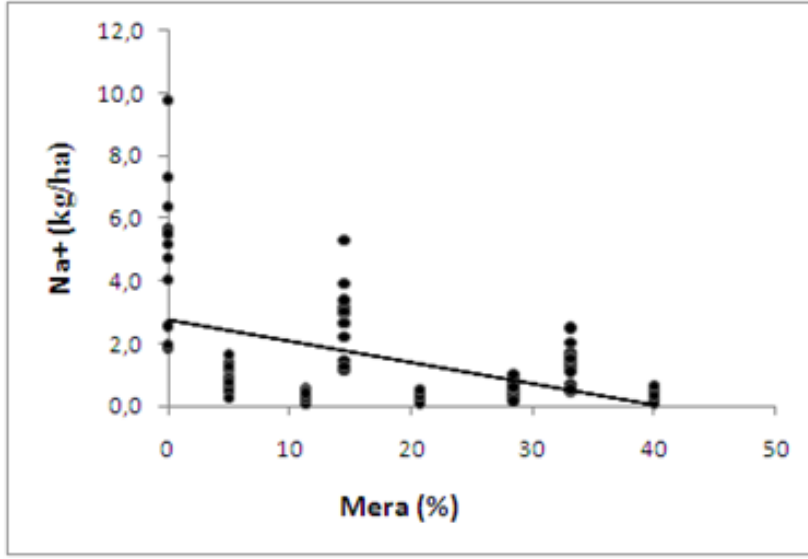
Şekil 162. Mera alanları ile Ca⁺⁺ arasındaki ilişki



Şekil 163. Mera alanları ile Mg⁺⁺ arasındaki ilişki

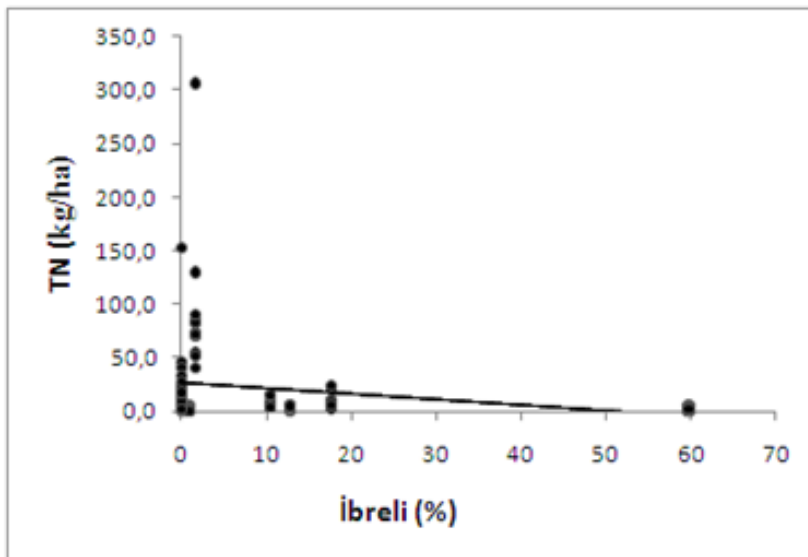


Şekil 164. Mera alanları ile K⁺ arasındaki ilişki

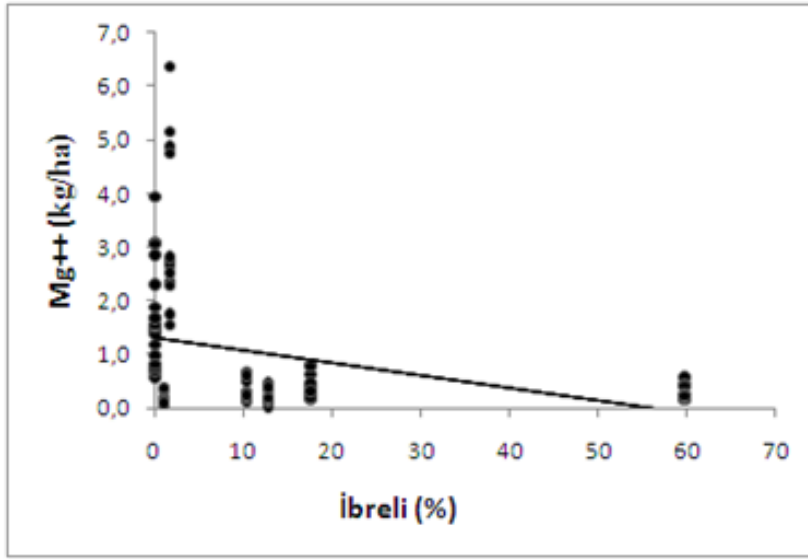


Şekil 165. Mera alanları ile Na⁺ arasındaki ilişki

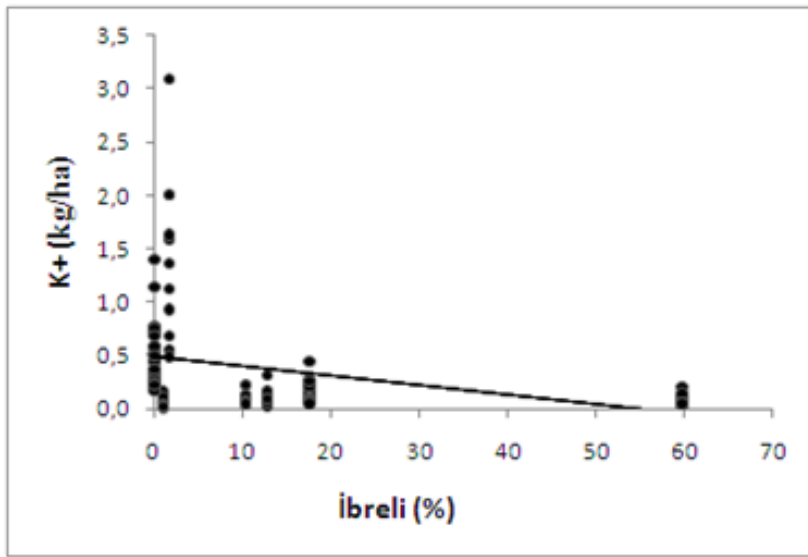
İbrelili Orman alanları ile dere sularındaki kimyasal parametreler arasında önemli ve anlamlı ilişkiler bulunmuştur. İbrelili Orman alanları ile TN ($p < 0.05$, $r = -0.238$), Mg ($p < 0.001$, $r = -0.352$), K ($p < 0.001$, $r = -0.327$) ve Na ($p < 0.001$, $r = -0.361$) değerleri arasında ise negatif ilişkiler tespit edilmiştir (Şekil 166 – 169). Korelasyon analiz sonucu, Kaçkar Granitoyidindeki mikro havzalarda İbrelili Orman alanlarının arttıkça dere sularının TN, Mg, K ve Na miktarlarının azaldığını göstermektedir.



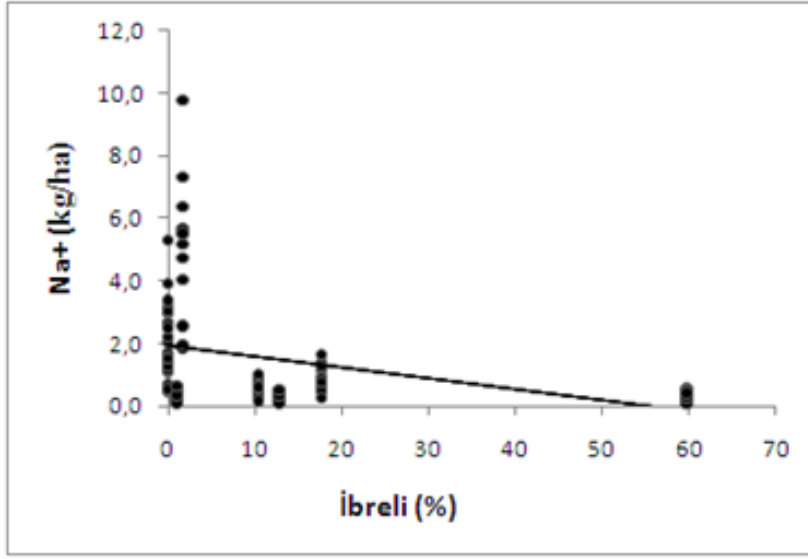
Şekil 166. İbrelili Orman alanları ile TN arasındaki ilişki



Şekil 167. İbrelî Orman alanları ile Mg⁺⁺ arasındaki ilişki

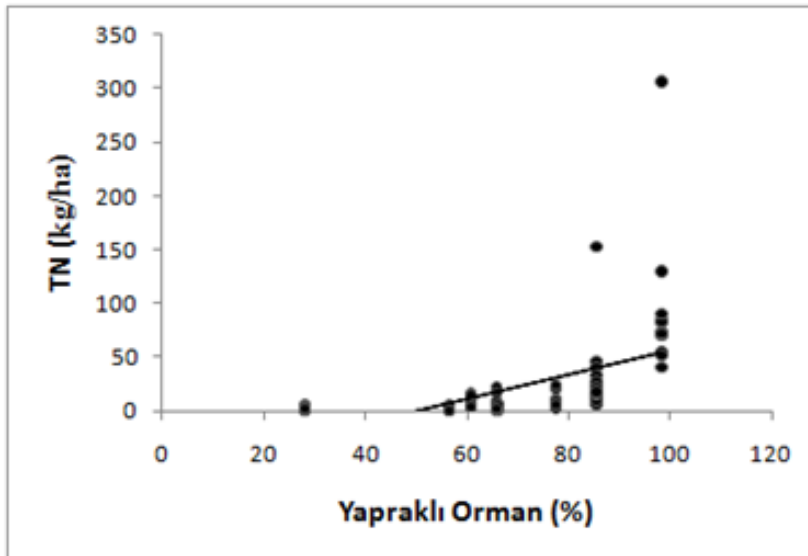


Şekil 168. İbrelî Orman alanları ile K⁺ arasındaki ilişki

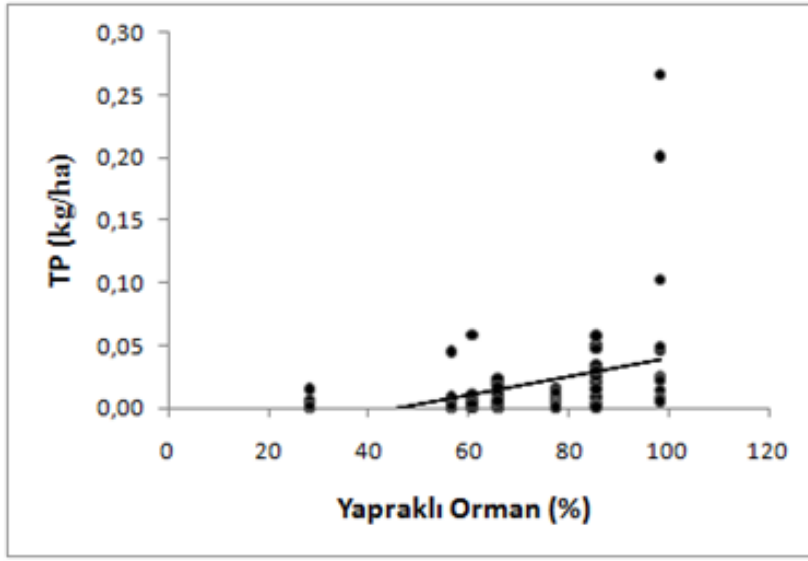


Şekil 169. İbrelili Orman alanları ile Na⁺ arasındaki ilişki

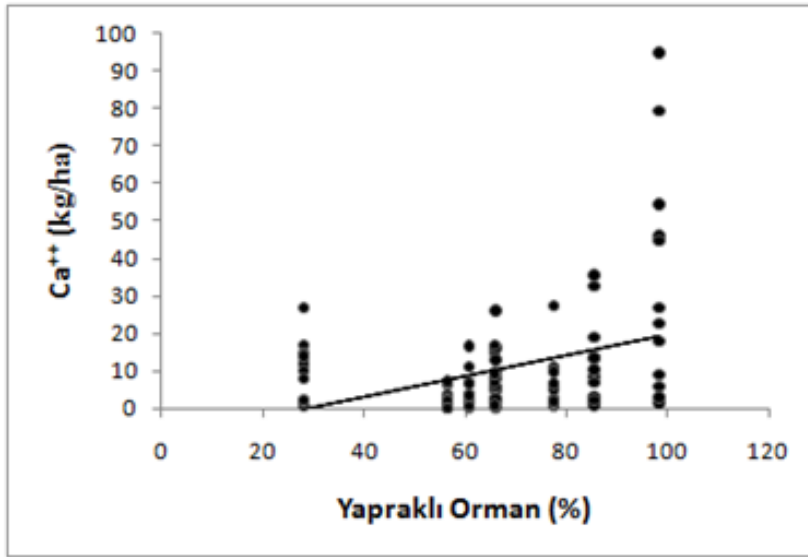
Kaçkar Granitoyidinde Yapraklı Orman alanları ile dere sularındaki TN, TP, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺ ve Na⁺ parametreleri arasında önemli ve anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Yapraklı Orman alanları ile TN (p<0.001, r= 0.542), TP (p<0.001, r= 0.393), Ca⁺⁺ (p<0.001, r= 0.358), Mg⁺⁺ (p<0.001, r= 0.657), K (p<0.001, r= 0.628) ve Na (p<0.001, r= 0.682) değerleri arasında pozitif ilişkiler tespit edilmiştir (Şekil 170 – 175). Korelasyon analizi sonuçları, Yapraklı Orman alanlarının dere sularındaki TN, TP, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺ ve Na⁺ miktarlarını arttırdığını göstermektedir.



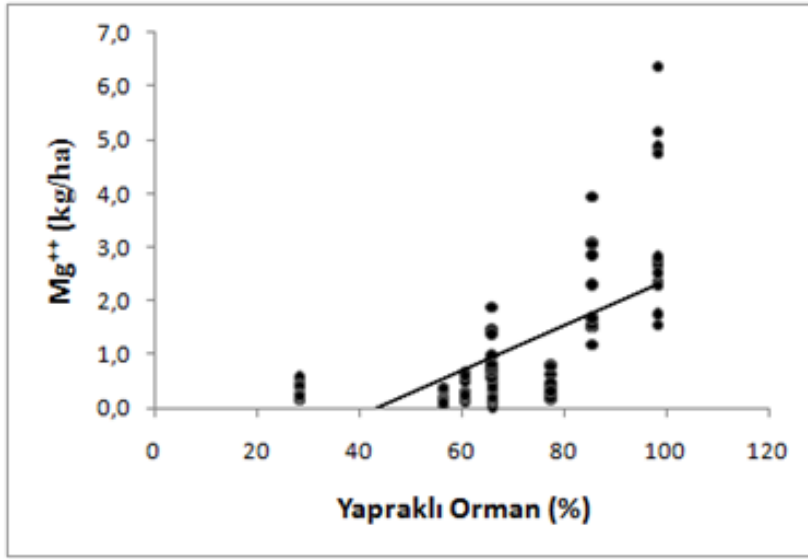
Şekil 170. Yapraklı Orman alanları ile TN arasındaki ilişki



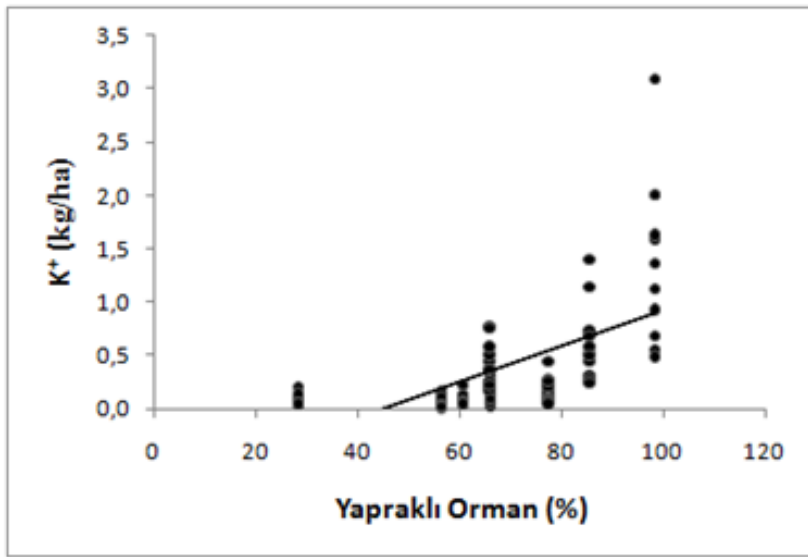
Şekil 171. Yapraklı Orman alanları ile TP arasındaki ilişki



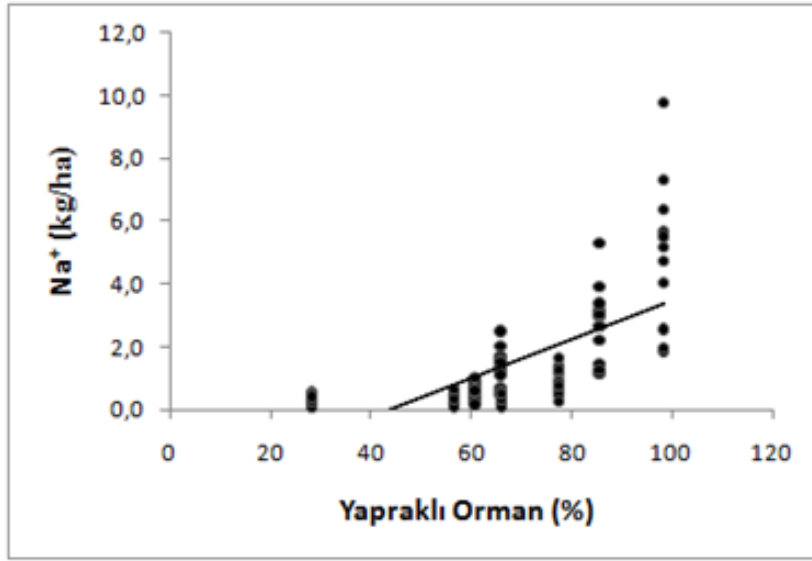
Şekil 172. Yapraklı Orman alanları ile Ca⁺⁺ arasındaki ilişki



Şekil 173. Yapraklı Orman alanları ile Mg²⁺ arasındaki ilişki



Şekil 174. Yapraklı Orman alanları ile K⁺ arasındaki ilişki



Şekil 175. Yapraklı Orman alanları ile Na^+ arasındaki ilişki

Kaçkar Granitoyidi için yapılan korelasyon analizi sonucunda arazi kullanımları ile ilişkili çıkan kimyasal parametrelere çoğul regresyon analizi uygulanarak, parametreler üzerinde etkili olan arazi kullanımları belirlenmeye çalışılmıştır. Regresyon analizi sonucunda elde edilen denklemler sırasıyla;

1. $\text{TN} = -23.439 + 0.891 \times \text{Yapraklı Orman} - 0.872 \times \text{Mera (\%)} \quad (R^2 = 0.359)$
2. $\text{TP} = -0.033 + 0.001 \times \text{Yapraklı Orman (\%)} \quad (R^2 = 0.155)$
3. $\text{Ca} = 6.772 - 0.402 \times \text{Mera (\%)} + 0.173 \times \text{Yapraklı Orman (\%)} \quad (R^2 = 0.227)$
4. $\text{Mg} = -0.999 + 0.036 \times \text{Yapraklı Orman (\%)} - 0.022 \times \text{Mera} \quad (R^2 = 0.476)$
5. $\text{K} = 19.650 - 0.220 \times \text{Mera (\%)} - 0.201 \times \text{İbrelili Orman} - 0.185 \times \text{Yapraklı Orman} \quad (R^2 = 0.470)$
6. $\text{Na} = 61.833 - 0.698 \times \text{Mera (\%)} - 0.605 \times \text{İbrelili Orman} - 0.577 \times \text{Yapraklı Orman} \quad (R^2 = 0.539)$

Regresyon analizi sonucunda elde edilen denklemler, TN'un % 35.9'unu, TP'in % 15.5'ini, Ca^{++} 'un % 22.7'sini, Mg^{++} 'un % 47.6'sını, K^+ 'un % 47'sini ve Na^+ 'un ise % 53.9'unu açıklayabilmektedir.

4. TARTIŞMA

Araştırmanın yürütüldüğü Galyan havzası üzerinde Galyan-Atasu barajı bulunmaktadır. Galyan ve Şimşirli derelerinin beslediği baraj, Trabzon merkez ile Yomra ve Akçaabat ilçelerinin içme, kullanma ve endüstriyel su ihtiyacını karşılamak ve enerji üretmek amacıyla inşa edilmiştir.

Araştırma alanında bulunan Galyan ve Şimşirli dere havzalarında yerleşim daha çok köy civarlarında yoğunlaşmıştır. Ancak, yaz aylarındaki yaylacılık faaliyetleri nedeniyle nüfus artmakta ve havzalara olan baskı da buna bağlı olarak artış göstermektedir. Bu sebeple, havzada mevsimsel olarak nüfus farklılığı yaşanmaktadır. Baraja yakın yükseltilerde yerleşim alanları yoğunlaşmış vaziyettedir. Gerekli önlemler alınmadığı takdirde dere sularının ve dolayısıyla barajın kirliliğinin artma ihtimali yüksek olacaktır.

Araştırma alanının yükselti farkının (Galyan Dere havzası 220 m – 2706 m, Şimşirli Dere havzası 220 m – 2375 m arasında) fazla olması, kışın yağışın aşağı yükseltilerde genelde yağmur şeklinde, daha yükseklerde ise kar şeklinde düşmesini sağlamaktadır. Bu durumu ilkbaharda dere akımlarının yükselmesinde gözlememiz mümkündür. Şöyle ki, kış mevsiminde özellikle yüksek kesimlere kar şeklinde düşen yağışlar dere akımlarını fazla etkilemezken, ilkbaharda havaların ısınmasına bağlı olarak karların erimesi dere akımlarını arttırmaktadır.

Araştırma alanının 2002- 2011 münferit amenajman planında, Doğu Ladini ve Doğu Kayını hakim türler olarak görülse de havzada yapılan arazi çalışmalarında Kızılağacın hakimiyetinin arttığını söylemek mümkündür. Kayın ve Ladine olan sosyal baskı sonucu alana Kızılağaç gelmektedir. Daha çok dere içlerinde ve toprak derinliğinin az olduğu kayalık kısımlarda diğer yapraklı türlerle karışık ve saf halde bulunan Kızılağaç, Kayına olan baskıdan dolayı yayılışını yamaçlarda da göstermekte ve zamanla hakim türe dönüşmektedir. Havzada yaşayan insanların Kızılağaçtan ziyade, daha çok Kayın ve Ladine yönelik baskısı Kızılağacın alanda iyice yaygınlaşmasını ve hakim türe dönüşmesini hızlandırmaktadır.

Bilindiği gibi Kızılağaç, kökleri vasıtasıyla havadaki azotu toprakta bağlama özelliğine sahiptir. Aynı zamanda yapraklarındaki azot miktarının fazla olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur. Nitekim yapılan bir çalışmada *Alnus rubra*'nın yapraklarının yüksek miktarda azot içerdiği tespit edilmiştir. Sonbaharda dökülen bu

yaprakların ayrışması sonucu açığa çıkan ve suya karışan bol miktardaki azotun su kalitesini bozduğu ifade edilmektedir. Aynı çalışmada, ibreli türlerin ise toprakta bulunan inorganik azotu tüketebileceği söylenmektedir [67].

Daha önceden de belirtildiği üzere, bu çalışmada birbirini doğrudan etkileyen jeolojik yapı, farklı arazi kullanımları altındaki topraklar ve su parametreleri arasında ilişkiler aranmıştır. Çalışmada, jeolojik yapı üç formasyonla (Hamurkesen, Çatak ve Kaçkar Granitoyidi), arazi kullanımları ise tarım, mera, ibreli orman ve yapraklı orman alanları ile temsil edilmiştir. Böylece, Trabzon Galyan-Atasu barajı havzasını oluşturan Galyan ve Şimşirli dere havzalarındaki toplam 23 mikro havza araştırma alanı olarak alınmıştır.

4.1. Toprak Analizlerine İlişkin Bulguların Tartışılması

Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları, jeolojik formasyonlara ve arazi kullanımlarına göre istatistiksel analize tabi tutularak ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Değerlendirmede, jeolojik formasyonların kimyasal yapısının ve her bir jeolojik formasyon üzerindeki farklı arazi kullanımlarının (tarım, mera, ibreli orman ve yapraklı orman) toprak özelliklerini nasıl etkilediği ortaya koyulmaya çalışılmıştır.

4.1.1. İstatistiksel Analizler

Analiz sonuçları, jeolojik formasyonlar ve arazi kullanımları faktör olarak dikkate alınarak “Basit ve Çoğul Varyans Analizleri” yapılmıştır. Etkili bulunan ($p < 0.01$ ve $p < 0.05$) faktörler için alt gruplar “Duncan Testi” ile karşılaştırılmıştır.

4.1.1.1. Jeolojik Formasyonlar

Çatak ve Hamurkesen formasyonlarında yüzeylenen birimler daha öncede belirtildiği gibi birbirine yakın birimlerdir. Çatak formasyonu başlıca bazalt, andezit lav ve piroklastları ile kumtaşı, siltaşı, marn, şeyl ve kırmızı-bordo renkli killi kireçtaşıdan, Hamurkesen formasyonu ise, genellikle bazalt, andezit, dasit, lav ve piroklastlarından oluşur. Hamurkesen formasyonu birimi içinde yer yer killi kireçtaşı, şeyl ve kumtaşı ara

tabakaları bulunur. Kaçkar Granitoidler mineral kompozisyonları ve dokularına göre, granit, granodiyorit, mikrogranit, kuvars porfir, kuvarslı diyorit ve diyoritler olarak ayırt edilir. Arazi çalışmaları (toprak profillerinin açılmasında) sırasında, Çatak ve Hamurkesen formasyonlarında daha çok andezit ve bazalt anakayalarına, Kaçkar Granitoidinde ise Granit anakayasına rastlanmıştır.

Asit kayaçlarda (Si'ca zengin) kuvars, alkali feldispatlar, Na yönünden zengin plajiyoklaslar ve mikalar, bazik (Si'ca fakir) kayaçlarda Ca yönünden zengin plajiyoklaslar ve koyu renkli piroksenler, anfiboller ve olivinler hakimdir. Volkanik kayaçların mineral içeriğine bağlı olarak kimyasal yapısı da değişmektedir. Tablo 'da görüleceği üzere, genellikle Si miktarı azaldıkça Ca, Mg, Fe ve Mn miktarları artmakta, buna karşılık K miktarı azalmaktadır [9].

Yapılan varyans analizine göre, formasyonlar arasında toprak özelliklerinden % Kum, % Toz, % Kil, pH, % OM, % TN, TP (mg/L) ve değişebilir bazlarda (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+) (mg/L) $p < 0.001$ önem düzeyinde anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir.

Kum oranları, Çatak formasyonunda % 62.22, Hamurkesen formasyonunda % 69.83 ve Kaçkar Granitoidinde % 73.53, Toz oranları, Kaçkar Granitoidinde % 14.20, Hamurkesen formasyonunda % 16.95, Çatak formasyonunda % 22.25, Kil oranları, Kaçkar Granitoidinde % 12.27, Hamurkesen formasyonunda % 13.21, Çatak formasyonunda % 15.53 olarak bulunmuştur. İstatistiksel analize göre, Hamurkesen ve Çatak formasyonları benzerdir. Andezit ve Bazalt anakayaları Ca'ca zengin plijiyoklaslardan oluştuğu için yapılarındaki Ca'dan dolayı kolay ayrışır ve kuvarssız olduklarından daha çok kil toprakları verirler. Granit anakayasası ise, iri taneli olup kolay ayrışır. Yapılarının kuvarslı oluşu Granitin kumlu türde balçık topraklar getirmesine sebep olurlar. Kumlu topraklar vermesi ise drenajı iyi süzek topraklar olmasını sağlar [79].

Formasyonlara göre pH miktarları, Kaçkar Granitoidinde 5.21, Hamurkesen formasyonunda 5.32, Çatak formasyonunda 5.65 olarak belirlenmiştir. pH miktarları üzerinde iklimin ve arazi kullanımının etkisi söz konusudur. Araştırma alanının yağış (832.7 mm) alan bir bölgede olması, yağışlarla birlikte topraktaki katyonların yıkanması pH'yı azaltmaktadır. Yağış sularındaki H^+ iyonlarının topraktaki katyonlarla yer değiştirmesi (toprağın tampon etkisi), katyonların topraktan yıkanıp gitmesini sağlamaktadır [87]. Bununla birlikte, orman alanları altındaki topraklarda mikroorganizma faaliyeti sebebiyle CO_2 solumasının fazla olması ile organik maddenin ayrışması asitleşmeyi hızlandırmaktadır [48]. Granit anakayasası daha çok kum (kumlu balçık, balçıklı

kum) türünde topraklar verir. Kum taneciklerinin yüzey alanının toz ve kile kıyasla küçük olması, ayrıca nötr elektrik yüküne sahip olması su ve besinleri tutma özelliğinin kötü olacağını gösterir [88]. Yapılan bir çalışmada, Kil oranı yüksek toprakların su tutma ve besin konsantrasyonunun yüksek olmasının pH'yı arttırdığı görülmüştür [89]. İstatistiksel analize göre, Hamurkesen ve Kaçkar Granitoyidinde elde edilen pH miktarları benzer ve Çatak Formasyonuna kıyasla daha düşük bulunmuştur. Bu ise, Çatak formasyonunda Kil oranının yüksekliğine bağlı olarak toprakta tutulan su ve besin maddesi konsantrasyonunun pH'yı yükseltmesiyle izah edilebilir.

OM miktarları, Çatak formasyonunda % 4.24, Hamurkesen formasyonunda % 7.37, Kaçkar Granitoyidinde % 7.83 olarak bulunmuştur. Görüleceği üzere, en düşük organik madde miktarı Çatak formasyonunda elde edilmiştir. Bu ise, formasyonlar üzerindeki arazi kullanımlarından kaynaklanmaktadır. Nitekim, Çatak formasyonunda İbrelî-Yapraklı Orman-Mera alanı toplam % 89.2, Hamurkesen formasyonunda % 97.9 ve Kaçkar Granitoyidinde ise % 99.3 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlardan da görüleceği üzere en fazla İbrelî-Yapraklı Orman ve Mera alanları Kaçkar Granitoyidi üzerindeki alanda bulunmaktadır. Bu sebeple, Orman ve Mera alanlarındaki ölü örtü ve humus diğer formasyonlara göre daha fazla olacaktır. Çalışmada da benzer sonuçlar çıkmıştır.

TN miktarları, Çatak formasyonunda % 0.154, Hamurkesen formasyonunda % 0.284, Kaçkar Granitoyidinde % 0.310 olarak elde edilmiştir. İstatistiksel analize göre, Hamurkesen formasyonu ve Kaçkar Granitoyidinde elde edilen TN miktarları, organik madde de olduğu gibi benzer bulunmuştur. Topraktaki TN miktarı ile organik madde arasında kuvvetli bir ilişkinin olması beklenir [88, 90, 91]. Elde edilen istatistiksel sonuç bunu desteklemektedir.

TP miktarları, Çatak formasyonunda 5.16 mg/L, Hamurkesen formasyonunda 16.16 mg/L ve Kaçkar Granitoyidinde 28.75 mg/L olarak elde edilmiştir. Formasyonlara göre TP miktarları arasında elde edilen istatistiksel sonuç, organik madde ve TN miktarları arasında elde edilen sonuçlarla paralellik arz etmektedir. Bu beklenen bir durumdur. Organik maddenin artması, topraklardaki diğer besinlerin konsantrasyonunu da artırmaktadır [88].

Ca⁺⁺ miktarları, Kaçkar Granitoyidinde 502.3 mg/L, Hamurkesen formasyonunda 552.8 mg/L, Çatak formasyonunda 1030.7 mg/L olarak belirlenmiştir. Mg⁺⁺ miktarları, Kaçkar Granitoyidinde 94.11 mg/L, Hamurkesen formasyonunda 99.28 mg/L, Çatak formasyonunda 145.03 mg/L olarak belirlenmiştir. K⁺ miktarları, Çatak formasyonunda 92.81 mg/L, Hamurkesen formasyonunda 125.35 mg/L, Kaçkar Granitoyidinde 131.07

mg/L olarak belirlenmiştir. Na⁺ miktarları, Hamurkesen formasyonunda 38.33 mg/L, Kaçkar Granitoyidinde 57.70 mg/L, Çatak formasyonunda 57.72 mg/L olarak belirlenmiştir. Değişebilir bazların (Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺ ve Na⁺) miktarları kayaların kimyasal yapısıyla genelde uyumlu bulunmuştur [9]. Bu ise, formasyon üzerinde gelişen toprakların anakayaların irsel özelliklerini taşıdığını göstermektedir [88].

4.1.1.2. Arazi Kullanımları

Arazi kullanımlarının toprak özellikleri üzerindeki etkisi göstermek için her bir jeolojik formasyon ayrı ayrı değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

4.1.1.2.1. Çatak Formasyonu

Arazi kullanımları arasında fark olup olmadığı varyans analizi ile belirlenmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre; arazi kullanımı faktörünün % Kum, % Toz, pH, EC, % OM ve Mg⁺⁺ miktarları üzerinde p<0.01, TN, TP ve Na⁺ üzerinde p<0.05 önem düzeyi ile anlamlı olduğu belirlenmiştir. % Kil, Ca⁺⁺ ve K⁺ miktarları bakımından anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

Kum oranları, Tarım alanında % 56.12, Mera alanında % 62.97, İbrelili Orman alanında % 65.15 ve Yapraklı Orman'da % 64.47 olarak belirlenmiştir. Toz oranları, Tarım alanında % 27.11, Mera alanında % 21.79, İbrelili Orman alanında % 19.40 ve Yapraklı Orman alanında % 20.72 olarak bulunmuştur. Kil oranları, Tarım alanında % 17.30, Mera alanında % 12.32, İbrelili Orman alanında % 11.99 ve Yapraklı Orman alanında ise % 11.28 olarak belirlenmiştir. Mera, İbrelili ve Yapraklı Orman alanları hem % Kum hem de % Toz oranı olarak benzer sonuçlar vermiştir. Tarım alanlarında ürün hasadına yönelik gerçekleştirilen toprak işleme ve gübreleme faaliyetleri, fiziksel ve kimyasal ayrışmaya uğrayan topraklarda kil ve toz oranını arttırarak, kum oranını düşürmektedir [48, 92, 93]. Çalışma kapsamında tarım alanlarındaki topraklarda Kil oranları diğer arazi kullanım şekillerine göre daha yüksek olup, yapılan çalışmalarla benzerlikler göstermektedir.

pH miktarları, Tarım alanında 6.64, Mera alanında 5.69, İbrelili Orman alanında 5.05 ve Yapraklı Orman alanında 5.19 olarak tespit edilmiştir. İbrelili Orman alanları ile Yapraklı Orman alanları istatistiksel olarak benzerdir. Aynı grupta yer almalarına karşın, İbrelili

Ormanların altındaki toprakların pH miktarları biraz daha düşük bulunmuştur. En yüksek pH miktarının Tarım alanında bulunması beklenen bir sonuçtur [93, 94]. Mera alanında elde edilen pH miktarı Tarım alanına yakın çıkmıştır. Tarım alanlarında pH'nın yüksek çıkması üzerinde, bu alanlarda ürün verimini arttırmak için kullanılan kireç ve bazik karakterli gübrelerin kullanılmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Aynı zamanda, toprak işleme ve gübreleme faaliyetlerinin topraktaki Kil miktarını arttırdığı daha önce ifade edilmişti. Kil oranı arttıkça tutulan su ve besin maddelerinin miktarlarında da artış olacağından pH'nın artışı da doğal bir sonuç olarak ortaya çıkacaktır. Mera alanları, tarım alanları gibi toprak işlemeye tabi tutulmamakta, ancak ot verimini arttırmak için gübreleme faaliyetleri söz konusu olabilmektedir. Bu sebeple, Tarım alanlarına yakın pH değerinin elde edildiği düşünülmektedir. İbrelili Orman ve Yapraklı Orman alanlarında ise devamlı örtünün olması alanlarda ölü örtünün miktarını arttırmaktadır. Mikroorganizma faaliyetleri sonucunda ölü örtünün ayrışması sırasında ortaya çıkan CO₂, yağmur suları ile zayıf bir asit olan karbonik asite dönüşmekte, aynı zamanda ölü örtünün ayrışması sırasında ortaya çıkan hümik asitler toprağın pH'sını düşürebilmektedir [79]. Diğer taraftan yapılan bir çalışmada, ortalama pH değeri Kayın Orman alanında 5.50, Ladin Orman alanında ise 5.30 olarak ölçülmüştür [48]. Bu çalışmada da, Yapraklı Orman (5.19) alanlarının topraklarının pH'sı İbrelili Orman (5.05) alanlarına göre daha yüksek bulunmuştur.

EC (μ/cm) miktarları arazi kullanımlarına göre, Tarım alanında 145.70, Mera alanında 99.49, İbrelili Orman alanında 83.02 ve Yapraklı Orman alanında 75.10 μ/cm olarak bulunmuştur. İstatistik olarak, Mera, İbrelili ve Yapraklı Orman alanlarındaki toprakların EC miktarları benzerdir. Tarım ve Mera alanlarında EC miktarının diğer arazi kullanım şekillerine göre yüksek bulunmasının sebebi yoğun gübreleme faaliyetlerinin besin konsantrasyonunu artırmasından ileri gelebilir [95].

Toprakların % OM miktarı, Tarım alanında % 3.28, Mera alanında % 3.61, İbrelili Orman alanında % 6.17 ve Yapraklı Orman alanında % 4.21 olarak belirlenmiştir. İstatistiksel olarak Tarım, Mera ve Yapraklı Orman alanlarındaki % OM miktarları benzerdir. Tarım alanlarında organik madde miktarının nispeten düşük olması, toprak işlemenin havalanmayı artırması, mikroorganizma faaliyetlerini teşvik etmesi, kimyasal oksidasyonu yükseltmesi ve dolayısıyla organik ayrışmanın fazla olması nedenlerine bağlanmaktadır [48, 92, 94]. Aynı zamanda, sürekli ürün hasadı organik maddenin tekrar toprağa dönmesini engelleyen unsur olarak düşünülmektedir. İbrelili Orman alanlarında ise ayrışmanın daha yavaş seyretmesi ölü örtü miktarının orman alanlarında daha fazla

miktarda olmasını sağlarken organik maddenin hızlı bir şekilde ayrılarak alandan uzaklaşmasını geciktirmektedir. Yapraklı Orman alanlarında ise İbrelili Ormanlara kıyasla ölü örtü ve dolayısıyla organik madde daha hızlı ayrılmaktadır.

Toprakların TN miktarları, Tarım alanında 0.13, Mera alanında 0.12, İbrelili Orman alanında 0.22 ve Yapraklı Orman alanında 0.16 olarak belirlenmiştir. Görüleceği üzere, elde edilen sonuçlar ile organik madde ile paralellik arz etmektedir. Bu ise, TN ile OM arasında yüksek bir ilişkinin olduğunu göstermektedir [90]. En düşük % TN miktarı Tarım alanında, en yüksek TN miktarı ise İbrelili Orman alanında bulunmuştur.

TP (mg/L) miktarları, Tarım alanında 8.34, Mera alanında 4.49, İbrelili Orman alanında 4.93 ve Yapraklı Orman alanında 3.22 olarak tespit edilmiştir. Tarım alanlarındaki TP (mg/L) miktarının diğer arazi kullanımlarına oranla yüksek çıkması, gübreleme faaliyetleri sonucu olduğu düşünülmektedir. Ayrıca düşük pH (asidik) derecelerinde fosfatın çözünürlüğü toprakta azalmaktadır [79]. Tarım alanlarının pH'sının (6.64) nötre yakın olması fosfatın çözünürlüğünü arttırdığı söylenebilir.

Toprakların Mg^{++} miktarları (mg/L), Tarım alanında 193.46, Mera alanında 136.86, İbrelili Orman alanında 129.66 ve Yapraklı Orman alanında 123.14 olarak elde edilmiştir. İstatistiksel olarak, Mera – İbrelili Orman ve Yapraklı Orman alanları benzerdir. Tarım alanlarında Mg^{++} miktarının yüksek çıkmasının gübreleme faaliyetlerinde kaynaklandığı düşünülmektedir.

Toprakların Na^+ miktarları (mg/L), Tarım alanında 44.86, Mera alanında 62.65, İbrelili Orman alanında 60.70 ve Yapraklı Orman alanında 61.43 olarak bulunmuştur. En yüksek Na^+ miktarları Mera, İbrelili Orman ve Yapraklı Orman alanlarında elde edilmiştir. Bilindiği gibi, % OM'nın artışına bağlı olarak katyon değişim kapasitesi de artmaktadır [79].

4.1.1.2.2. Hamurkesen Formasyonu

Hamurkesen formasyonundaki arazi kullanımları arasında fark olup olmadığı varyans analizi ile belirlenmiş, analiz sonuçlarına göre; arazi kullanımı faktörünün % Kum, % Toz, % Kil, pH, EC, % OM, TP, Ca^{++} , Mg^{++} ve Na^+ miktarları üzerinde $p < 0.01$ önem düzeyi ile, TN ve K^+ miktarları üzerinde $p < 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Kum oranları, Tarım alanında % 59.38, Mera alanında % 72.21, İbrelili Orman

alanında % 72.58 ve Yapraklı Orman alanında % 74.99 olarak belirlenmiştir. Toz oranları Tarım alanında % 23.32, Mera alanında % 15.48, İbrelili Orman alanında % 15.43 ve Yapraklı Orman alanında % 13.74 olarak tespit edilmiştir. Formasyondaki arazi kullanımlarına göre Kum, Toz ve Kil oranları Çatak formasyonu ile benzer sonuçlar vermiştir. Buna göre, en yüksek Kil oranı Tarım alanında elde edilmiştir. Tarım alanlarında yapılan toprak işleme ve gübreleme faaliyetlerinin Kil ve Toz miktarını arttırabildiği daha önceki değerlendirmelerde verilmişti.

Hamurkesen formasyonunda arazi kullanım şekillerine bağlı olarak pH değişimleri incelendiğinde ortalama olarak pH değerleri, Tarım alanında 5.95, Mera alanında 4.91, İbrelili Orman alanında 5.48 ve Yapraklı Orman alanında 5.03 olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, Mera alanındaki pH miktarının Tarım alanına yakın çıkması beklenirdi. Ancak, en düşük pH miktarı mera alanında elde edilmiştir. Bunun sebebi olarak, Hamurkesen formasyonundaki meralarda Çatak formasyonuna kıyasla sosyal baskının (ot verimini arttırmak için yapılan gübreleme faaliyetleri) daha az olmasını gösterebiliriz. Diğer taraftan, dikkat edilirse, Mera alanlarının TN miktarları Tarım alanlarına göre yüksek bulunmuştur. TN miktarlarının yüksek olması asitleşmeyi arttırdığı ifade edilmektedir [96]. İbrelili Orman alanlarının pH'sı Yapraklı Orman alanlarına oranla yüksek çıkmıştır. Hamurkesen ve Kaçkar Granioyidinde Yapraklı Orman alanlarında daha çok Kızılağaç hakim durumdadır. Kızılağacın köklerindeki nodüller (yumru) sayesinde azot fikse ettiği bilinmektedir. Ayrıca, yapılan çalışmalarda azotun fikse edilmesinin asitleşmeyi hızlandırdığı ifade edilmektedir [96, 97, 98, 99]. Bu sebeple, Yapraklı Orman alanlarındaki topraklarda asitleşmenin artması yıkanmayı da beraberinde getirecektir. Nitekim, Toprak analiz sonuçlarına bakıldığında en düşük katyonların (Na^+ hariç) Yapraklı Orman alanlarında elde edildiği görülecektir.

EC (μ/cm) miktarları arazi kullanımlarına göre, Tarım alanında 94.21, Mera alanında 69.04, İbrelili Orman alanında 154.95 ve Yapraklı Orman alanında 56.56 μ/cm olarak bulunmuştur. İstatistik olarak, Tarım, Mera ve Yapraklı Orman alanlarındaki toprakların EC miktarları benzerdir. Tarım alanlarındaki toprakların EC miktarlarının daha yüksek çıkması beklenir. Ancak, en yüksek EC miktarı İbrelili Orman alanlarında elde edilmiştir. Ölü örtü ve dolayısıyla daha yüksek miktardaki organik madde miktarının EC miktarını arttırdığı düşünülmektedir. Nitekim, Doğu Ladininde yapılan çalışmada, organik maddenin üst topraktan alt topraklara azalması ile birlikte EC miktarlarının da azaldığı görülmüştür [48]. En yüksek OM miktarları İbrelili Orman alanlarında bulunmuştur.

Formasyondaki arazi kullanımlarına göre OM miktarları Çatak formasyonu ile genelde benzer sonuçlar vermiştir. Yapılacak değerlendirmeler, Çatak formasyonu ile uyumlu görülmüştür.

Toprakların TN miktarları, Tarım alanında % 0.21, Mera alanında % 0.28, İbrelî Orman alanında % 0.39 ve Yapraklı Orman alanında ise % 0.28 olarak belirlenmiştir. Görüleceği üzere, elde edilen sonuçlar ile çatak formasyonunda olduğu gibi organik madde paralellik arz etmektedir. Bu ise, TN ile OM arasında yüksek bir ilişkinin olduğunu göstermektedir [90]. En düşük TN miktarı Tarım alanında, en yüksek TN miktarı ise İbrelî Orman alanında bulunmuştur.

TP miktarları, Tarım alanında 48.36 mg/L, Mera alanında 6.56 mg/L, İbrelî Orman alanında 4.37 mg/L ve Yapraklı Orman alanında 4.83 mg/L olarak tespit edilmiştir. Homojen gruplar olarak, Mera – İbrelî Orman - Yapraklı Orman benzerdir. Tarım alanlarındaki TP miktarının diğer arazi kullanımlarına oranla yüksek çıkmasını nötre yakın pH derecelerinde fosfatın çözünürlüğünün artmasıyla açıklayabiliriz. Tarım alanlarının pH'sının (5.95) nötre yakın olması çözünürlüğü arttırmaktadır [9, 79].

Ca⁺⁺ (mg/L) miktarları, Tarım alanında 1031.46, Mera alanında 485, İbrelî Orman alanında 517.63 ve Yapraklı Orman alanında 212.93 olarak belirlenmiştir. Tarım alanlarında Ca⁺⁺ miktarının yüksek bulunması beklenir. Bu ise, Tarım alanlarında elde edilen Kil ve Toz oranının yüksekliği ile açıklanabilir. Ayrıca, ürün verimini arttırmak için kireç (özellikle fındık bahçelerinde) ve bazik gübrelerin kullanımı da Ca⁺⁺ miktarını arttırabilmektedir. Diğer taraftan, diğer arazi kullanım şekilleri (Mera, İbrelî Orman ve Yapraklı Orman) istatistiksel olarak benzer bulunmuştur.

Mg⁺⁺ miktarları, Tarım alanında 111.96 mg/L, Mera alanında 89.81 mg/L, İbrelî Orman alanında 141.26 mg/L ve Yapraklı Orman alanında 66.75 mg/L olarak tespit edilmiştir. İstatistiksel olarak, Tarım – Mera, Mera – Yapraklı Orman, Tarım – İbrelî Orman alanları benzer bulunmuş ve birbirine yakın sonuçlar vermiştir. Ancak, Mera ve Yapraklı Orman alanlarındaki Mg⁺⁺ miktarının düşük çıkması yine bu alanlardaki yıkanmanın fazla olması ile açıklanabilir [79]. Nitekim, pH miktarları, Mera alanlarında 4.91, Yapraklı Orman alanlarında 5.03 ölçülmüştür.

Arazi kullanımlarına göre toprakların K⁺ miktarları, Ca⁺⁺ miktarlarıyla benzer sonuçlar vermiştir. Tarım alanında K⁺ miktarı 173.73 mg/L, Mera alanında 102.99 mg/L, İbrelî Orman alanında 137.88 mg/L ve Yapraklı Orman alanında 94.13 mg/L olarak belirlenmiştir. Homojen gruplar olarak, Tarım – İbrelî Orman ve Mera – İbrelî Orman –

Yapraklı Orman benzerdir. Tarım alanlarında K^+ 'un yüksek çıkması Ca^{++} 'da olduğu gibi, Kil oranının bu alanlarda yüksek çıkmasıyla açıklanabilir. Ancak, İbrelî Orman alanlarında Yapraklı Orman alanlarına kıyasla K^+ miktarının yüksek çıkması ise organik madde ve katyonlar arasındaki ilişki ile açıklanabilir [79, 88].

Na^+ miktarları, Çatak Formasyonundaki arazi kullanımları ile benzer sonuç vermiştir. Buna göre, Tarım alanlarında Na^+ miktarı 28.04 mg/L, Mera alanında 39.61 mg/L, İbrelî Orman alanında 45.48 mg/L, Yapraklı Orman alanında ise 41.21 mg/L olarak belirlenmiştir. Homojen gruplar olarak, Mera – İbrelî Orman ve Yapraklı Orman alanları benzerdir. Na^+ miktarı en düşük Tarım alanında elde edilmiştir. Bunun sebebi olarak, düşük organik madde miktarı gösterilebilir [79, 88].

4.1.1.2.3. Kaçkar Granitoyidi

İstatistiksel analiz sonuçlarına göre; arazi kullanımı faktörünün % Kum, % Toz, % Kil, pH, EC, % OM, TN, TP, Mg^{++} ve K^+ miktarları üzerinde $p < 0.01$ önem düzeyi ile, Ca^{++} üzerinde $p < 0.05$ önem düzeyi ile anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Kum oranları, Tarım alanında % 67.50, Mera alanında % 73.87, İbrelî Orman alanında % 73.34, Yapraklı Orman alanında % 80.35, Toz oranları, Tarım alanında % 16.80, Mera alanında % 13.35, İbrelî Orman alanında % 14.99, Yapraklı Orman alanında % 11.23, Kil oranları, Tarım alanında % 15.70, Mera alanında % 12.78, İbrelî Orman alanında % 11.68, Yapraklı Orman alanında ise % 8.42 olarak ölçülmüştür. Arazi kullanımlarına göre Kum, Toz ve Kil oranlarına bakıldığında, Yapraklı Orman alanında Kum oranının en yüksek, Kil oranının ise en düşük olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre Yapraklı Orman alanlarının aşırı bir yıkanmaya maruz kaldığı görülmektedir. Bunu, diğer toprak analiz sonuçlarında da görmek mümkündür. Örneğin, pH miktarı Yapraklı Orman alanlarında 4.33 olarak bulunmuş ve diğer arazi kullanımlarına göre en düşük olarak belirlenmiştir.

pH miktarları, Tarım alanında 5.91, Mera alanında 5.34, İbrelî Orman alanında 5.14 ve Yapraklı Orman alanında ise 4.33 olarak bulunmuştur. Burada, dikkat edilecek olursa Kaçkar Granitoyidindeki Yapraklı Orman alanlarında pH yönünden problem söz konusudur. Toprak kolloidlerinin değiştirilebilir durumda tutabildiği katyonların tamponlama etkisinin pH 4.2 – 5.0 arasında bulunduğu, pH değerinin 3.0 – 4.2 arasındaki Al^{+3} tamponlama bölgesine düşmesi ile kil mineralinin ayrışmasına sebep olacağı ifade

edilmektedir. Böylece, şiddetli asitleşme sonucunda toprak kolloidleri Al^{+3} ve H^{+} tarafından doyurulmaktadır [79, 88]. Bu kationların bu derecedeki fazlalığı ise zehir etkisi yapmakta ve bitkilerin büyümesini ve yaşamasını engellediği gibi, ağır metallerce dere sularının bozulmasına katkı sağlayabilmektedir.

EC ($\mu s/cm$) miktarları, Tarım alanında 155.34, Mera alanında 99.66, İbrelili Orman alanında 83.66 ve Yapraklı Orman alanında ise 110.15 olarak belirlenmiştir. İstatistik olarak, Mera, İbrelili ve Yapraklı Orman alanlarındaki toprakların EC miktarları benzerdir. Çatak formasyonunda olduğu gibi Tarım alanlarında EC miktarının diğer arazi kullanımlarına göre yüksek bulunmasını gübreleme faaliyetleri sonucu artan besin konsantrasyonunun arttırdığı düşünülmektedir. Özellikle, yörede fındık bahçelerinde verimi arttırmak amacıyla daha çok Kireçli Amonyum Nitrat ve NPK gübrelerinin kullanımını bunu desteklemektedir.

Toprakların OM miktarı, Tarım alanında % 5.41, Mera alanında % 7.70, İbrelili Orman alanında % 7.82 ve Yapraklı Orman alanında % 10.77 olarak bulunmuştur. İstatistiksel olarak, Tarım, Mera ve İbrelili Orman alanları benzerdir. İbrelili ve Yapraklı Orman alanlarında ölü örtü miktarının fazlalığı organik madde miktarını arttırmaktadır [88].

TN miktarları, Tarım alanında % 0.195, Mera alanında % 0.320, İbrelili Orman alanında % 0.280 ve Yapraklı Orman alanında ise % 0.465 olarak bulunmuştur. Görüleceği üzere, en yüksek TN miktarı Yapraklı Orman alanında tespit edilmiştir. Bu sonucun organik madde ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, Kaçkar Granitoidinde Yapraklı Orman alanlarında daha çok hakim tür Kızılağaçtır. Bakteriler, Kızılağacın köklerinde oluşturduğu nodüller (yumru) vasıtasıyla N_2 fiksasyonunu gerçekleştirmektedirler. Kızılağaçlarda, toprak ortamında bakteriler tarafından N_2 fiksasyonu ortak (simbiyoz) yaşama ile sağlanır. Bitkilerle ortak yaşam sürdüren mikroorganizmalar enerji kaynağı olarak konukçu bitkiler (Kızılağaç gibi) tarafından sağlanan fotosentez ürünlerini kullandıkları gibi fikse ettikleri N_2 miktarları da çok yüksek olmaktadır. Bu sistemde mikroorganizmalar tarafından fikse edilen N_2 'nin % 90 kadarı Kızılağaçlara aktarılır [100]. Ayrıca, Yapraklı Orman alanında organik maddenin yüksek miktarda olması (% 10.77), azotun da yüksek olmasını sağlamaktadır. Nitekim, yapılan bir çalışmada Kızılağacın yapraklarının azotça zengin olduğu vurgulanmaktadır [66].

TP miktarları, Tarım alanında 88.56 mg/L, Mera alanında 4.19 mg/L, İbrelili Orman alanında 4.68 mg/L ve Yapraklı Orman alanında 9.22 mg/L olarak bulunmuştur.

İstatistiksel olarak, Mera – İbrelili Orman ve Yaprak Orman alanları benzerdir. Çatak ve Hamurkesen formasyonlarında olduğu gibi Kaçkar Granitoidinde de Tarım alanlarındaki TP miktarı yüksek bulunmuştur. Daha önceden de izah edildiği gibi Tarım alanlarındaki toprakların diğer arazi kullanımlarına kıyasla pH'sının nötre yakın (5.91) olması fosfatın topraktaki çözünürlüğünü arttırmaktadır. Düşük pH derecelerinde fosfat, suda çözünmeyen bileşikler (Alüminyumfosfat, Demirfosfat gibi) oluşturmaktadır [9, 79]. Ayrıca, tarım alanı olarak kullanılan alanlarda daha çok fındık bahçelerinin olması, bu alanlarda ürün verimini arttırmak için kullanılan gübrelerin (NPK) TP miktarlarını arttırdığı düşünülmektedir.

Ca⁺⁺ miktarları (mg/L), Tarım alanında 724.09, Mera alanında 801.2, İbrelili Orman alanında 320.43 ve Yapraklı Orman alanında 135.37 olarak belirlenmiştir. Mg⁺⁺ miktarları (mg/L), Tarım alanında 132.92, Mera alanında 86.99, İbrelili Orman alanında 101.51 ve Yapraklı Orman alanında 48.92 olarak bulunmuştur. K⁺ miktarları (mg/L), Tarım alanında 200.2, Mera alanında 108.23, İbrelili Orman alanında 119.84 ve Yapraklı Orman alanında 86.04 olarak tespit edilmiştir. Görüleceği üzere, değişebilir bazların (Ca⁺⁺, Mg⁺ ve K⁺) miktarları, Tarım alanlarında genelde yüksek bulunmuştur. Bu sonuç, diğer formasyonlardaki sonuçlarla benzerdir. Diğer taraftan, en düşük değerler Yapraklı Orman alanlarında elde edilmiştir. Bunu, Yapraklı Orman alanlarındaki aşırı yıkanmayla açıklamak mümkündür. Daha öncede ifade edildiği gibi, yıkanmanın göstergelerinden biri de düşük pH dereceleri olmaktadır [79]. Nitekim, Yapraklı Orman alanlarının pH'sı (4.33) diğer arazi kullanımlarına kıyasla çok daha düşük bulunmuştur.

4.2. Su Analizlerine İlişkin Bulguların Tartışılması

Bu başlık altında, dere sularında ölçülen parametrelerin mevsimsel değişimi jeolojik formasyonlara göre değerlendirilmiş, ayrıca jeolojik formasyonların ve arazi kullanımlarının sulardaki kalite parametrelerini nasıl etkilediğini ortaya koyabilmek amacıyla istatistiksel analizler yapılmıştır.

4.2.1. Su Analiz Sonuçlarının Mevsimsel Değişimi

Dere akımları mevsimlere göre, Çatak formasyonunda Sonbaharda 1.96 m³/dk, Kışın 1.27 m³/dk, İlkbaharda 3.12 m³/dk ve Yazın 2.79 m³/dk, Hamurkesen formasyonunda,

Sonbaharda 3.18 m³/dk, Kışın 1.30 m³/dk, İlkbaharda 7.02 m³/dk ve Yazın 5.96 m³/dk, Kaçkar Granitoyidinde Sonbaharda 1.33 m³/dk, Kışın 0.77 m³/dk, İlkbaharda 4.08 m³/dk ve Yazın ise 2.61 m³/dk olarak belirlenmiştir. Bilindiği üzere, dere akımlarını havzaya düşen yağış, arazi kullanımları ve mevsimsel değişimler (kar erimesi v.b) gibi faktörler etkilemektedir. Kışın yağışın kar şeklinde düşmesi, dere akımlarını biraz düşürse de ilkbaharla birlikte karların erimesi dere akımlarını artırmıştır. Yaza ve Sonbahara doğru yağışların azalması ise dere akımlarını düşürmüştür. Bu durum, Çatak, Hamurkesen ve Kaçkar Granitoyidi formasyonlarının dere akımlarının miktarlarında değişiklik gösterse de bütün formasyonlarda dere akımlarının değişimi benzer özellikler göstermektedir.

Dere sularının sıcaklıklarının değişimi mevsimlere bağlı olarak farklılıklar arz etmektedir. Suların sıcaklığı üzerinde, günün saatleri, güneşlenme şiddeti ve süresi, arazi kullanım şekli arazide yapılan uygulamalar (ağaçlandırma, tıraşlama kesimleri v.b.), arazinin bakışı ve yükseltide etkili olmaktadır [101].

Su sıcaklıkları mevsimlere göre, Çatak formasyonunda Sonbaharda 13.4 °C, Kışın 7.6 °C, İlkbaharda 10.9 °C ve Yazın 15 °C, Hamurkesen formasyonunda Sonbaharda 11.0 °C, Kışın 5.5 °C, İlkbaharda 8.3 °C ve Yazın 13.6 °C, Kaçkar Granitoyidinde ise Sonbaharda 10.2 °C, Kışın 4.3 °C, İlkbaharda 7.3 °C ve Yazın ise 13.2 °C olarak bulunmuştur. Mevsimlere göre dere sıcaklığının değişimi üç jeolojik formasyonda da benzer özellikler göstermektedir. Buna göre, su sıcaklıkları ortalama hava sıcaklığı ile uyumlu bulunmuştur. Ancak, mevsimsel olarak ani sıcaklık değişimlerine karşı su sıcaklığında ani değişimler gözlenmemiştir. Bu ise su sıcaklığının, hava sıcaklığının yüksek olduğu mevsimlerde biraz daha düşük, hava sıcaklığının ise düşük olduğu kış aylarında ise biraz daha yüksek olmasını sağlamıştır.

Jeolojik formasyonlardan beslenen dere sularının mevsimlere göre pH değişimi benzer olup, ortalama pH miktarları mevsimlere göre değişim göstermektedir. Buna göre, Dere sularının pH miktarları mevsimlere göre, Çatak formasyonunda Sonbaharda 7.93, Kışın 7.73, İlkbaharda 7.72 ve Yazın 7.96, Hamurkesen formasyonunda Sonbaharda 7.72, Kışın 7.51, İlkbaharda 7.31 ve Yazın 7.53, Kaçkar Granitoyidinde Sonbaharda 7.43, Kışın 7.20, İlkbaharda 6.98 ve Yazın ise 7.35 olarak elde edilmiştir. Nitekim, araştırma alanındaki Galyan deresi üzerinde yapılan çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir [40]. Bunun sebebi olarak, dere akımları gösterilebilir. Kar erimeleri ile birlikte yağışların artması sonucu dere akımlarının artması dere sularındaki bazik katyonların konsantrasyonlarının düşmesine sebep olmakta ve düşen konsantrasyon sonucu olarak da

pH düşmektedir. Bunun tersine, Sonbahar ve Yazın dere akımlarının azalması ile besin konsantrasyonları artmakta ve pH'yı da yükseltmektedir. Büyüme döneminde bitkilerin topraktan besin kaldırması sonucu dere sularına taşınan besin elementlerinin azalması pH'yı düşürmektedir. Ayrıca, büyüme döneminin başlamasıyla birlikte bitkilerde kök solunumu artması topraktaki CO₂ miktarını artırmakta, CO₂'in de yağmur suları ile birlikte karbonik asite dönüşmesi derelere taşınan suyun biraz asitleşmesini sağladığı ifade edilmektedir [79].

EC miktarları mevsimlere göre, Çatak formasyonunda Sonbaharda 240.17 µs/cm, Kışın 261.00 µs/cm, İlkbaharda 197.23 µs/cm ve Yazın 203.83 µs/cm, Hamurkesen formasyonunda Sonbaharda 127.85 µs/cm, Kışın 146.79 µs/cm, İlkbaharda 98.60 µs/cm ve Yazın 112.65 µs/cm, Kaçkar Granitoyidinde Sonbaharda 89.07 µs/cm, Kışın 109.89 µs/cm, İlkbaharda 68.05 µs/cm ve Yazın ise 73.63 µs/cm olarak bulunmuştur. EC miktarlarının mevsimlere göre değişimi pH değişimlerine benzemektedir. Dere akımlarının düştüğü mevsimlerde EC miktarları artmakta, yükseldiği durumlarda ise azalmaktadır.

Genel olarak, dere suyu nitrat konsantrasyonlarının ilkbaharda kar erimeleri sonucu arttığı, daha sonra ise büyüme dönemi boyunca azaldığı ifade edilmektedir [68]. Büyüme dönemi boyunca bitkiler topraktan azot kaldıracakları için dere sularına taşınan azotta azalma, ancak büyüme dönemi dışında kök faaliyetinin durması, dere sularına taşınan azot miktarında artmaların görülmesine sebep olmaktadır. TN miktarları mevsimlere göre, Çatak formasyonunda Sonbaharda 3.93 mg/L, Kışın 4.22 mg/L, İlkbaharda 3.65 mg/L ve Yazın 3.43 mg/L, Hamurkesen formasyonunda Sonbaharda 3.17 mg/L, Kışın 2.60 mg/L, İlkbaharda 4.21 mg/L ve Yazın 3.06 mg/L, Kaçkar Granitoyidinde Sonbaharda 3.83 mg/L, Kışın 3.66 mg/L, İlkbaharda 4.54 mg/L ve Yazın ise 3.94 mg/L olarak belirlenmiştir. TN miktarlarının mevsimlere göre değişimi Hamurkesen ve Kaçkar Granitoyidinde benzer, Çatak formasyonunda ise farklı bulunmuştur. Coats ve Goldman [30] yaptıkları çalışmada, nitrat taşınımının büyük kış yağmurları süresince arttığını ifade etmektedirler. Bu ifadeler, yapılan çalışma ile benzerlik göstermektedir.

TP miktarları mevsimsel değişime göre, Çatak formasyonunda Sonbaharda 0.069 mg/L, Kışın 0.178 mg/L, İlkbaharda 0.116 mg/L ve Yazın 0.067 mg/L, Hamurkesen formasyonunda Sonbaharda 0.070 mg/L, Kışın 0.174 mg/L, İlkbaharda 0.101mg/L ve Yazın 0.065 mg/L, Kaçkar Granitoyidinde Sonbaharda 0.084 mg/L, Kışın 0.209 mg/L, İlkbaharda 0.109mg/L ve Yazın ise 0.061 mg/L olarak tespit edilmiştir. Formasyonların mevsimlere göre TP miktarlarındaki değişimi benzer bulunmuştur. Kış ve İlkbahar

aylarında TP miktarları artmakta, Yaz ve Sonbahar aylarında ise TP miktarları düşmektedir. Yapılan çalışmalarda Kış ve İlkbahar aylarında kar erimelerinin TP miktarlarında artışa sebep olabileceği ifade edilmektedir [66].

Topraktaki Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ ve Na^+ gibi bazik katyonlar yağışın artmasıyla birlikte H^+ iyonlarıyla yer değiştirmekte ve toprak suyuna geçerek derelere ulaşmaktadır. Büyüme mevsiminde bitkilerin bu yer değiştirme sonucu besin elementlerini topraktan kaldırmaları dere sularına taşınmayı azaltmaktadır. Ancak, büyüme mevsimi dışında bitkilerde kök faaliyeti olmadığı için bu dönemlerde dere sularına taşınan katyonlarda artış görülür. Yapılan çalışmada formasyonlardaki dere sularında mevsimlere göre genelde benzer sonuçlar elde edilmiştir. Büyüme mevsiminin ilk zamanlarında özellikle Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ ve Na^+ gibi bazik katyonlarda azalma, büyüme mevsimi dışında ise katyonlar topraktan yıkanır hızla dere sularına karışmakta, bu ise pH'nın yükselmesine sebep olmaktadır [87]. Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar genelde benzerlik göstermektedir.

4.2.2. İstatistiksel Analizler

Araştırma alanından su örneklerinin analiz sonuçları istatistiksel analize tabi tutulmuştur. Alınan su örneklerinin analiz sonuçları arasında jeolojik formasyonlara göre fark olup olmadığını anlamak için varyans analizi yapılmıştır. Jeolojik formasyonlarındaki arazi kullanımlarının su özelliklerini nasıl etkilediğinin tespiti için korelasyon analizi gerçekleştirilmiş, ilişki çıkan parametrelere göre regresyon analizi yapılmıştır.

4.2.2.1. Jeolojik Formasyonlar

Jeolojik formasyonlar arasında su analiz sonuçları yönünden fark olup olmadığı varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar jeolojik formasyonlardaki kayaların kimyasal yapılarıyla uyumlu çıkmıştır. Bu ise, seçilen mikro havzaların jeolojik formasyonlara uygun olduğu anlamına gelmektedir.

Varyans analizi sonuçlarına göre; jeolojik formasyonlar arasında pH, EC, TN, TP, K^+ ve Na^+ parametreleri üzerinde $p<0.01$ önem düzeyi ile, Ca^{++} parametresi üzerinde ise $p<0.05$ önem düzeyi ile anlamlı ilişkiler elde edilmiştir. Uygulanan Duncan testine göre, homojen gruplar elde edilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre, pH değerleri, Kaçkar Granitoyidinde 7.24, Hamurkesen formasyonunda 7.52 ve Çatak formasyonunda 7.83 belirlenmiştir. Ca'ca zengin olan kayalara sahip Çatak ve Hamurkesen formasyonunun pH değerlerinin yüksek, Ca'ca fakir olan Kaçkar Granitoyidinde ise düşük pH değerlerinin çıkması beklenir. Ancak, burada dikkat edilecek husus, Ca'ca zengin olan Hamurkesen formasyonunda elde edilen pH değerinin Çatak formasyonuna göre düşük elde edilmesi ve istatistik olarak Çatak formasyonuna göre farklı bulunmasıdır. Nitekim, formasyonlara göre Ca değerleri, Çatak formasyonunda 28.80 mg/L, Hamurkesen formasyonunda 10.20 mg/L ve Kaçkar Granitoyidinde ise 3.87 olarak bulunmuştu. Sulardaki Ca miktarının pH değeri ile ilişkili olduğu varsayımından hareketle, elde edilen sonucun doğruluğunu kanıtlanmaktadır. Ayrıca, daha önceden de belirtildiği gibi, Hamurkesen formasyonu Çatak formasyonuna göre daha yaşlı (yaklaşık olarak fark 105 milyon yıl) olduğu düşünüldüğünde Hamurkesen formasyonu üzerinde oluşan toprakların daha fazla yıkanmaya maruz kalması beklenir. Bu sebeple, pH değerinin düşük çıkması muhtemeldir. Toprak analiz sonuçlarına göre, formasyonlara göre toprak pH'sının değişimi ile dere sularının pH'sının değişimi arasında paralellik söz konusudur. Toprak pH'sı formasyonlara göre, Kaçkar Granitoyidinde 5.21 (suyun pH'sı = 7.24) , Hamurkesen formasyonunda 5.32 (suyun pH'sı = 7.52), Çatak formasyonunda 5.65 (suyun pH'sı = 7.83) olarak belirlenmiştir. Bu sonuca göre, jeolojik formasyonlar ve bu formasyonlar üzerinde gelişen toprakların pH'sı ile dere sularındaki pH doğrudan ilişkili çıkmıştır.

Jeolojik formasyonlara göre EC ($\mu\text{s}/\text{cm}$) değerleri, Kaçkar Granitoyidinde 85.16, Hamurkesen formasyonunda 121.48 ve Çatak formasyonunda 225.54 bulunmuştur. Görüleceği üzere, elde edilen istatistiksel analiz sonucu pH ile aynı bulunmuştur. Yapılan çalışmalarda da pH değerleri ile EC değerleri arasında yüksek bir korelasyonun olduğu ifade edilmektedir. Diğer taraftan, yapılan bir çalışmada granit anakayasından elde edilen suyun andezit ve bazalt anakayalarına göre EC miktarları daha düşük bulunmuştur [33].

Dere sularına taşınan TN miktarları (kg/ha) formasyonlara göre, Çatak (2.10) ve Hamurkesen (3.87) formasyonlarının benzer, Kaçkar Granitoyidinin (19.86) ise bu iki formasyondan farklı ve oldukça yüksek olduğu istatistiksel olarak belirlenmiştir. Buna karşılık, mg/L olarak TN miktarları, sırayla Çatak formasyonunda 3.81 mg/L, Hamurkesen formasyonunda 3.26 mg/L ve Kaçkar Granitoyidinde ise 3.99 mg/L olarak tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar genelde birbirine yakın bulunmuştur. Toprak analiz sonuçlarına bakıldığında, TN miktarları Çatak Formasyonunda % 0.154, Hamurkesen Formasyonunda

% 0.284 ve Kaçkar Granitoyidinde ise % 0.310 olarak bulunmuştur. Dere sularına taşınan TN miktarlarıyla topraklardaki TN miktarları benzer özellik göstermektedir. Ancak, Kaçkar Granitoyidinde dere sularına taşınan TN miktarları aşırı bir şekilde artış göstermiştir. Bilindiği üzere, kayaçların yapısında azot bulunmaz. Dere sularına taşınan TN miktarlarını jeolojik formasyonlara göre değerlendirdiğimizde, bu sonucu, kayaçların ayrışma ürünleri olan toprağın fiziksel yapısı ile açıklamak mümkündür. Nitekim, Granitlerin Andezit ve Bazalt kayaçlarına göre daha çok kum (Kumlu Balçık, Balçıklı Kum) türünde topraklar verdiği daha önce belirtilmişti. Bu yüzden, kum türünden topraklar veren Granit anakayasında yıkanmanın daha fazla olması, haliyle dere sularına taşınacak TN miktarını da diğer kayaçlara göre arttıracaktır. Toprak analiz sonuçları da bunu desteklemektedir. Analiz sonuçlarına göre, % Kum oranları, Çatak formasyonunda % 62.22, Hamurkesen formasyonunda % 69.83 ve Kaçkar Granitoyidinde % 73.53 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, toprak analiz sonuçlarına göre, TN (%) miktarları, Çatak formasyonunda % 0.154, Hamurkesen formasyonunda % 0.284, Kaçkar Granitoyidinde % 0.310 olarak elde edilmiştir. Buna göre, jeolojik formasyonlara göre, TN miktarları bakımından toprak ve su özellikleri birbiri ile benzer özellikler göstermektedir.

Taşınan toplam fosfat (TP) miktarları, Kaçkar Granitoyidinde 0.016 kg/ha, Çatak formasyonunda 0.670 kg/ha ve Hamurkesen formasyonunda 0.700 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Fosfatın ana kaynağı kayaçlar olup, ancak fosfat döngüsü sırasında organik materyale girdiğinden buradan da fosfat geldiği bilinmektedir. Akifer özelliği olmayan volkanik kayaçlar üzerinde yağmur suları, önce toprakla buluşmakta, daha sonra ise yerçekimi etkisi altında sızarak anakayaya kadar gelmektedir. Bu sebeple, arazi kullanımları dışında anakayaların da TP miktarları üzerinde önemli etkisi söz konusudur. Elde edilen TP miktarlarını jeolojik formasyonlar yönünden değerlendirdiğimizde, en düşük Kaçkar Granitoyidinde dere sularına taşınmasını, Granit kayaçlarının kimyasal yapısındaki P_2O_5 oranı ile açıklanabilir. Granit anakayasında, andezit ve bazalt anakayalarına göre P_2O_5 oranı daha düşüktür [9]. İstatistiksel analiz sonucu, anakayaların kimyasal yapısındaki fosfat miktarları ile uyumlu bulunmuştur.

Dere sularına taşınan Ca^{++} miktarı formasyonlara göre istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Analiz sonucuna göre, Hamurkesen (9.13 kg/ha) ile Kaçkar Granitoyidi (10.70 kg/ha) formasyonlarından taşınan Ca^{++} miktarlarının aynı homojen grupta, Çatak (16.33 kg/ha) formasyonunda taşınan Ca^{++} miktarının ise bu iki jeolojik formasyondan daha yüksek bulunmuştur. Çatak ve Hamurkesen formasyonlarındaki kayaçlar genelde

Ca'ca zengin plajiyoklaslardan oluşmuştur [9]. İki formasyondaki dere sularında Ca⁺⁺ miktarının yüksek çıkması beklenir. Ancak, sonuçlara bakıldığında Hamurkesen formasyonundan gelen Ca⁺⁺ miktarının daha düşük çıktığı görülmektedir. Bunu ise, yine pH'da olduğu gibi Hamurkesen formasyonunun Çatak formasyonuna göre daha yaşlı olması ve üzerinde gelişen toprakların daha fazla yıkanmaya maruz kalması ile açıklayabiliriz. Burada dikkat edilecek diğer husus, Kaçkar Granitoyidindeki dere sularına taşınan Ca⁺⁺ miktarının Hamurkesen formasyonuna göre bir miktar yüksek bulunmasıdır. Ancak, dere sularında mg/L olarak ölçülen Ca⁺⁺ miktarlarına bakıldığında durum anlaşılacaktır. Ca⁺⁺ miktarı formasyonlara göre Çatak formasyonunda 28.80 mg/L, Hamurkesen formasyonunda 10.26 mg/L ve Kaçkar Graitoyidinde ise 3.87 mg/L olarak tespit edilmiştir. Buna göre, Kaçkar Granitoyidinde elde edilen Ca⁺⁺ miktarı diğer formasyonlara göre düşük çıkmaktadır. Nitekim, toprak analiz sonuçları da su analiz sonuçlarını desteklemektedir. Toprak analizlerine göre, Ca⁺⁺ miktarları, Kaçkar Granitoyidinde 502.3 mg/L, Hamurkesen formasyonunda 552.8 mg/L, Çatak formasyonunda 1030.7 mg/L olarak belirlenmiştir.

Dere sularına taşınan K⁺ miktarı (kg/ha), Kaçkar Granitoyidinde 0.38, Çatak formasyonunda 0.57 ve Hamurkesen formasyonunda 0.61 tespit edilmiştir. K⁺ miktarının en yüksek Kaçkar Granitoyidinde çıkması beklenirdi [8]. Kaçkar Granitoyidinde en düşük K⁺ miktarı düşündürücüdür. Dere sularında mg/L olarak ölçülen miktarlar formasyonlara göre en yüksekten düşüğe sırayla, Çatak formasyonunda 1.02 mg/L, Hamurkesen formasyonunda 0.77 mg/L ve Kaçkar Granitoyidinde ise 0.65 mg/L olarak belirlenmiştir. Buna göre de bakıldığında durum aynıdır. En düşük miktar Kaçkar Granitoyidinde tespit edilmiştir. Kaçkar granitoyidinde K⁺ miktarının düşük bulunmasının daha çok arazi kullanımlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Toprak analiz sonuçlarına bakıldığında, K⁺ miktarları, Çatak formasyonunda 92.81 mg/L, Hamurkesen formasyonunda 125.35 mg/L, Kaçkar Granitoyidinde 131.07 mg/L olarak belirlenmiştir. Görüleceği üzere, K⁺ miktarı bakımından toprak analizi sonuçları anakayaların kimyasal yapısıyla uyumlu bulunmuştur [9]. Ancak, formasyonlara göre elde edilen sonuçlara bakıldığında topraktaki K⁺'un dere sularına az taşındığını göstermektedir.

Dere sularına taşınan Na⁺ miktarları, Çatak formasyonunda 0.82 kg/ha, Hamurkesen formasyonunda 0.94 kg/ha ve Kaçkar Granitoyidinde ise 1.46 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Formasyonlara göre Na⁺ miktarları arasında istatistiksel olarak fark bulunmuştur. Yapılan duncan testine göre, Çatak ve Hamurkesen formasyonları benzer,

Kaçkar Granitoidinin Na⁺ miktarları ise bu formasyonlardan farklı ve yüksek olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, kayaçların kimyasal yapısı ile uyumlu bulunmuştur. Daha önceden de belirtildiği gibi Granitin yapısında Na'ca zengin plajiyoklaslar vardır [9].

4.2.2.2. Arazi Kullanımları

Jeolojik formasyonlar üzerindeki havzaların farklı arazi kullanımlarına sahip olması, öncelikle arazi kullanımlarının istatistiksel olarak değerlendirilmesinde jeolojik formasyonlar ayrı ayrı ele alınmasını gerekli kılmaktadır. Bu sebeple, su parametreleri üzerinde arazi kullanımlarının etkisini istatistiksel olarak ortaya koyabilmek maksadıyla her bir jeolojik formasyon kendi içerisinde ele alınmıştır.

4.2.2.2.1. Çatak Formasyonu

Çatak formasyonu üzerindeki mikro havzalarında Tarım alanları % 4.2 ile % 27.0, Mera alanları % 0.0 ile % 43.2, İbrelili Orman alanları % 0.0 ile % 43.7, Yapraklı Orman alanları ise % 18.2 ile % 92.5 arasında değişmektedir. Görüleceği üzere, havzaların geneline bakıldığında karışık Yapraklı (Doğu Kayını, Kızılağaç ve Diğer Yapraklılar) Orman alanlarının hakimiyeti söz konusudur. Yapraklı orman alanlarını sırasıyla İbrelili (Doğu Ladini) Orman, Mera ve Tarım alanları takip etmektedir.

Çatak formasyonu için yapılan korelasyon analizinde arazi kullanımları ile dere sularındaki kimyasal parametreler (pH, EC, TN, TP, Ca, Mg, K, Na) arasında ilişkiler aranmış, arazi kullanımları ile kimyasal parametreler arasında önemli ve anlamlı ilişkiler bulunmuştur.

Buna göre, Tarım alanları ile pH arasında $p < 0.01$ önem düzeyinde, Ca⁺⁺ arasında $p < 0.05$ önem düzeyinde pozitif ilişkiler bulunmuştur. Bu ise, tarım alanlarının artmasına paralel dere sularındaki pH ve Ca⁺⁺ miktarlarının da artması anlamına gelmektedir. Elde edilen sonuç, toprak analizi sonuçlarıyla örtüşmektedir. Toprak analiz sonuçlarına göre, Ca⁺⁺ miktarına göre istatistiksel olarak farklılık çıkmamasına karşın, pH değerlerinde arazi kullanımlarına göre farklılıklar elde edilmiştir. Topraklardaki en yüksek pH değeri Tarım (6.64) alanlarında elde edilmiştir. Daha önceden de ifade edildiği gibi, Tarım

alanlarında yapılan faaliyetler (toprak işleme, gübreleme v.b) fazla olması öncelikle toprak özelliklerini değiştirmekte, daha sonra ise bu değişim dere sularına yansımaktadır [102].

Mera alanları ile pH ve EC arasında pozitif ($p < 0.001$), TN arasında ise negatif ($p < 0.01$) bir ilişki söz konusudur. Bu ise, formasyondaki havzalarda mera alanlarının artması ile dere sularındaki pH ve EC miktarlarının artması, TN miktarlarının ise azalması anlamına gelmektedir. Toprak analiz sonuçlarına göre, Mera alanlarındaki toprakların pH ve EC miktarları Tarım alanlarına yakın bulunmuş, İbrelili ve Yapraklı Orman alanlarına kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Toprak özellikleri dere sularını etkilemektedir [17].

Mera alanlarının artması, yapılan istatistiksel analiz sonucu olarak dere sularına taşınan TN (kg/ha) miktarlarını azalttığı görülmektedir. Elde edilen sonuç, toprak analizi sonuçlarıyla örtüşmektedir. Nitekim, toprakların TN (%) miktarları, Tarım alanında 0.13, Mera alanında 0.12, İbrelili Orman alanında 0.22 ve Yapraklı Orman alanında 0.16 olarak belirlenmiştir. Görüleceği üzere, en düşük TN miktarları Tarım ve Mera alanlarında elde edilmiştir.

İbrelili (Doğu Ladini) orman alanları ile pH ve EC arasında $p < 0.01$ önem düzeyinde negatif, Ca^{++} ve K^+ arasında $p < 0.05$ önem düzeyinde negatif ilişki bulunmuştur. Bu ise, İbrelili Orman alanlarının artmasının dere sularındaki pH, EC, Ca^{++} ve K^+ miktarlarını azalttığı anlamına gelmektedir. Elde edilen sonuçlar, toprak analiz sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Ancak, toprak analiz sonuçlarına göre, arazi kullanımları arasında Ca^{++} ve K^+ miktarları bakımından istatistiksel olarak farklılık bulunamamıştır. Toprak analizlerinde İbrelili Ormanların pH'sı ve EC miktarı Tarım, Mera ve Yapraklı Orman alanlarına oranla düşük bulunmuştur.

Yapraklı orman (Doğu Kayını, Kızılağaç ve Diğer Yapraklılar) alanları ile pH arasında $p < 0.05$ önem düzeyinde negatif, TN arasında pozitif ($p < 0.01$) bir ilişki belirlenmiştir. Bu ekolojik olarak, havzalardaki Yapraklı Orman alanlarının artması ile dere sularının pH miktarının azalması, TN miktarlarının ise artması anlamına gelmektedir. Dere sularının pH'sı ile toprak analizi sonuçlarına göre Yapraklı Orman alanlarında bulunan pH miktarları uyumlu olduğu görülmektedir. Nitekim, Yapraklı Orman alanlarının pH'sı İbrelili Orman alanlarında olduğu gibi Tarım ve Mera alanlarına oranla daha düşük bulunmuştur. İbrelili Orman alanları ve Yapraklı Orman alanlarındaki toprakların düşük pH miktarları dere sularını da etkilemektedir.

Dere sularına taşınan TN miktarlarının Yapraklı Orman alanlarında yüksek bulunması beklenir [34]. Yapraklı Orman alanlarındaki toprakların TN miktarları Tarım ve

Mera alanlarından daha yüksek, ancak İbrelî Orman alanlarına göre ise daha düşüktür. Daha öncede belirtildiği üzere, Yapraklı Orman alanlarında topraklarında mikroorganizma faaliyetinin İbrelî Orman alanlarına göre daha fazla olmaktadır [48]. Böylece, organik maddenin daha fazla ayrışmasının dere sularına taşınan TN miktarını arttırdığı düşünülmektedir. Organik madde ayrıştığında içerisindeki bütün besin maddeleri (Ca, Mg, K, Na, N, P v.b) toprağa karışır. Ancak, toprakların pH miktarının İbrelî Orman alanlarına göre nötre yakın olması İbrelî Ormanlara göre yıkanmanın daha az olduğunu göstermektedir. Bunu ise, topraktaki azotun kaynaklarından nitratın hareketli bir besin maddesi olması dolayısıyla dere sularına taşınan TN miktarını arttırdığı düşünülmektedir.

Çatak Formasyonu için yapılan korelasyon analizi sonucunda arazi kullanımları ile ilişkili çıkan kimyasal parametrelere çoğul regresyon analizi uygulanarak parametreler üzerinde etkili olan arazi kullanımları belirlenmeye çalışılmıştır. Buna göre,

1. $pH = 7.703 + 0.012 \times \text{Mera (\%)} - 0.003 \times \text{İbrelî Orman (R}^2 = 0.449)$
2. $EC = 223.881 - 2.356 \times \text{İbrelî Orman} + 2.981 \times \text{Mera (R}^2 = 0.649)$
3. $TN = 0.537 + 0.030 \times \text{Yapraklı Orman (R}^2 = 0.117)$

Regresyon analizi sonucu elde edilen denklemler, arazi kullanım şekillerindeki %'lik artışların dere sularındaki parametrelerin değişimini göstermektedir. Ayrıca, elde edilen denklemler pH'nın % 44.9'unu, EC'nin % 64.9'unu ve TN'un ise % 11.7'ini açıklayabilmektedir.

4.2.2.2. Hamurkesen Formasyonu

Hamurkesen formasyonu üzerindeki mikro havzalarda tarım alanları % 0 ile % 6.5 arasında, mera alanları % 37.1 ile % 81.6 arasında, ibrelî orman alanları % 0 ile % 19.7 arasında ve yapraklı orman alanları ise % 7.3 ile % 62.3 arasında değişmektedir. Görüleceği üzere, havzaların geneline bakıldığında mera alanlarının hakimiyeti söz konusudur. Mera alanlarını sırasıyla yapraklı orman alanları, ibrelî orman alanları ve tarım alanları takip etmektedir.

Araştırma alanında baraj kotundan (210 m) yukarı yükseltilere (2375 m) doğru çıkıldıkça arazi kullanım durumunda da değişimler olmaktadır. Çatak formasyonuna kıyasla Hamurkesen formasyonunda Tarım alanlarının azaldığı, Mera alanlarının arttığı, buna karşın İbrelî Orman ve Yapraklı Orman alanlarının belirgin bir şekilde azaldığı görülmektedir. Yükseltinin artışına paralel olarak formasyondaki tarım ve mera alanlarına

olan baskınında (ürün verimini artırmada kireç ve gübre kullanımı) azaldığını söylemek mümkündür. Bunun sebebi olarak insanların bu yerleri daha çok yazın yaylacılık faaliyetleri kapsamında kullanmalarını gösterebiliriz.

Hamurkesen formasyonu için yapılan korelasyon analizinde arazi kullanımları ile dere sularındaki kimyasal parametreler (pH, EC, TN, TP, Ca, Mg, K, Na) arasında ilişkiler aranmış, arazi kullanımları ile kimyasal parametreler arasında önemli ve anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Ancak, Tarım alanları ile kimyasal parametreler arasında önemli ve anlamlı ilişkiler elde edilememiştir. İlişki bulunamamasını formasyondaki tarım alanlarının düşük (% 0 – 6.5 arasında) bir yüzde ile temsil edilmesinden kaynaklanabilir. Alandaki çok düşük bir değişimin izlerini dere sularındaki parametrelerde görmek mümkün olmayabilir.

Mera alanları ile dere sularındaki kimyasal parametreler arasında K^+ hariç tüm parametreler ile önemli ve anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Mera alanları ile pH ve EC ($p<0.001$), TN ($p<0.01$), TP ($p<0.05$), Ca ($p<0.001$), Mg ($p<0.001$), Na ($p<0.05$) arasında negatif ilişkiler tespit edilmiştir. Korelasyon analizi sonuçları ekolojik açıdan, havzalarda mera alanlarının artması ile dere sularındaki pH, EC, TN, TP, Ca^{++} Mg^{++} ve Na^+ miktarlarını azalttığı anlamına gelmektedir. Hamurkesen formasyonunda Mera alanlarında elde edilen sonuç, Çatak formasyonunun tam tersi olarak bulunmuştur. Dikkat edilirse, Çatak formasyonunda Mera alanları, Tarım alanlarında olduğu gibi yoğun yerleşimden dolayı baskı altında idi. Ancak, Hamurkesen formasyonundaki Mera alanları için bunu söyleyemeyiz. Burada, Mera alanlarının artması ile artan su üretiminin dere sularının besin konsantrasyonlarını düşürdüğü düşünülmektedir. Diğer taraftan, Mera alanları ile tüm parametreler arasında negatif ilişkinin çıkması da bunu göstermektedir. Toprak analiz sonuçlarına bakıldığında, Mera alanı topraklarının pH'sının çok düşük (4.91) değerde olması, ayrıca toprakların da yıkanmaya maruz kaldığı izlenimini vermektedir.

İbrelî Orman alanları ile pH ($p<0.001$), EC ($p<0.001$), Ca ($p<0.05$) ve Mg ($p<0.05$) arasında negatif ilişkiler bulunmuştur. Bu ise, Hamurkesen formasyonundaki havzalarda İbrelî Orman alanlarının artması ile dere sularındaki pH, EC, Ca ve Mg miktarlarını azalttığı anlamına gelmektedir.

Yapraklı Orman alanları ile pH ($p<0.001$), EC ($p<0.001$), TN ($p<0.05$), Ca^{++} ($p<0.001$), Mg^{++} ($p<0.001$) ve Na^+ ($p<0.05$) arasında pozitif ilişkiler bulunmuştur. Bu ise, Yapraklı Orman alanlarının artması ile dere sularındaki pH, EC, TN, Ca, Mg ve Na miktarlarının artması anlamına gelmektedir. Daha öncede belirtildiği gibi Yapraklı Orman alanlarında ölü örtünün ayrışması İbrelî Orman alanlarına kıyasla daha hızlı

gerçekleşmektedir. Organik maddenin hızlı ayrışması toprağa giren besinlerin konsantrasyonunu arttırması beklenir. Ancak, toprak analizi sonuçlarına göre, Yapraklı Orman alanlarının OM miktarı (% 6.68), İbrelili Orman alanlarından (% 10.93) daha düşük çıkmıştır. Yapraklı Orman alanlarının EC miktarı da (56.56), İbrelili Orman alanlarından (154.95) daha düşük elde edilmiştir. Organik madde miktarının azalması ayrışmanın olduğunu, EC miktarının düşük olması ise yıkanmanın daha fazla gerçekleştiği izlenimini vermektedir. Su analiz sonuçlarına göre Yapraklı Orman alanlarının artmasının dere sularının pH, EC, TN, Ca, Mg ve K miktarlarını artırması bu görüşü desteklediği düşünülmektedir. Yapılan bir çalışmada, İbrelili Orman alanları toplam organik karbon ile negatif ilişki, Yapraklı Orman alanları ile toplam organik karbon arasında ise pozitif ilişki elde edilmiştir [34].

Hamurkesen Formasyonu için yapılan korelasyon analizi sonucunda arazi kullanımları ile ilişkili çıkan kimyasal parametrelere çoğul regresyon analizi uygulanarak, parametreler üzerinde etkili olan arazi kullanımları belirlenmeye çalışılmıştır. Buna göre,

1. $pH = 7.643 - 0.025 \times \text{İbrelili Orman (\%)} (R^2 = 0.254)$
2. $EC = 52.361 + 2.005 \times \text{Yapraklı Orman (\%)} (R^2 = 0.437)$
3. $Ca = 30.349 - 0.364 \times \text{Mera (\%)} (R^2 = 0.136)$
4. $Mg = 1.872 - 0.018 \times \text{Mera (\%)} (R^2 = 0.142)$

Regresyon analizi sonucu elde edilen denklemler, arazi kullanım şekillerindeki %'lik artışların dere sularındaki parametrelerin değişimini göstermektedir. Ayrıca, elde edilen denklemler pH'nın % 25.4'ünü, EC'nin % 43.7'sini, Ca'un % 13.6'sını ve TN'un ise % 14.2'sini açıklayabilmektedir.

4.2.2.2.3. Kaçkar Granitoyidi

Kaçkar Granitoyidi üzerindeki mikro havzalarında tarım alanları % 0 ile % 2.5 mera alanları % 0 ile % 40.0, ibrelili orman alanları % 0 ile % 59.8 ve yapraklı orman alanları ise % 28.2 ile % 98.3 arasında değişmektedir. Görüleceği üzere, havzaların geneline bakıldığında karışık yapraklı (Kızılağaç, Doğu Kayını ve Diğer Yapraklılar) orman alanlarının hakimiyeti söz konusudur. Yapraklı orman alanlarını sırasıyla mera, ibrelili (Doğu Ladini), ve tarım alanları takip etmektedir. Kaçkar Granitoyidinde yapraklı orman alanlarında hakim tür genelde Kızılağaç'tır.

Kaçkar Granitoyidi için yapılan korelasyon analizinde arazi kullanımları ile dere

sularındaki kimyasal parametreler (pH, EC, TN, TP, Ca, Mg, K, Na) arasında ilişkiler aranmış, arazi kullanımları ile kimyasal parametreler arasında önemli ve anlamlı ilişkiler bulunmuştur.

Tarım alanları ile dere sularındaki kimyasal parametreler arasında pH hariç tüm parametreler ile önemli ve anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Tarım alanları ile EC ($p<0.01$), TN ($p<0.01$), TP ($p<0.05$), Ca ($p<0.01$), Mg ($p<0.001$), K ($p<0.001$) ve Na ($p<0.001$) arasında negatif ilişkiler tespit edilmiştir. Bu ise, Kaçkar Granitoyidindeki havzalarda Tarım alanlarının artması ile dere sularındaki EC, TN, TP, Ca, Mg, K ve Na miktarlarının azalması anlamına gelmektedir. Tarım alanları ile sudaki kimyasal parametreler arasında negatif ilişkilerin bulunması düşündürücüdür. Tarım alanlarının % 0 – 2.5 arasında değişim göstermesi elde edilen korelasyonun sağlıklı olamayacağını göstermektedir. Diğer taraftan, Ek Tablo (Korelasyon Tablosu)'dan da görüleceği üzere, tarım alanlarının artışına paralel olarak mera alanlarının da artması, burada elde edilen korelasyonun önemli oranda etkilendiğini göstermektedir. Bunun sebebi olarak da, tarım alanları ile mera alanları ($p<0.001$, $r = 0.821$) arasında önemli ve anlamlı pozitif ilişkiyi gösterebiliriz. Ayrıca, tarım alanları ile ilişkili çıkan parametrelerin (EC, TN, TP, Ca, Mg, K, Na) aynı şekilde mera alanları ile ilişkili çıkması da bunu desteklediği düşünülmektedir.

Kaçkar Granitoyidinde Mera alanları ile dere sularındaki kimyasal parametreler arasında pH hariç tüm parametreler ile önemli ve anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Mera alanları ile EC ($p<0.05$), TN ($p<0.001$), TP ($p<0.01$), Ca ($p<0.001$), Mg ($p<0.001$), K ($p<0.001$) ve Na ($p<0.001$) arasında negatif ilişkiler tespit edilmiştir. Korelasyon analizi sonuçları ekolojik olarak, Mera alanlarının dere sularının EC, TN, TP, Ca, Mg, K ve Na miktarlarını azalttığı anlamına gelmektedir. Elde edilen sonuçlar, Hamurkesen formasyonu ile aynı bulunmuştur. Hamurkesen ve Kaçkar Granitoyidinde, Mera alanlarına olan baskının (gübreleme v.b.) Çatak formasyonuna kıyasla çok daha az olması daha önce izah edilmişti. Baskının az olmasının iki formasyonda da görülmesi ve her iki formasyondaki Mera alanlarının dere sularını aynı şekilde (negatif ilişki) etkilemesi yapılan izahın doğru olduğunu göstermektedir.

İbrelî Orman alanları ile dere sularındaki kimyasal parametreler arasında önemli ve anlamlı ilişkiler bulunmuştur. İbrelî Orman alanları ile TN ($p<0.05$), Mg ($p<0.001$), K ($p<0.001$) ve Na ($p<0.001$) arasında negatif ilişkiler tespit edilmiştir. Bu ise, Kaçkar Granitoyidindeki havzalarda İbrelî Orman alanlarının dere sularının TN, Mg, K ve Na miktarlarını azalttığı anlamına gelmektedir. Elde edilen sonuç, Çatak ve Hamurkesen

formasyonu ile aynı bulunmuştur.

Kaçkar Granitoyidinde Yapraklı Orman alanları ile dere sularındaki TN, TP, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺ ve Na⁺ parametreleri arasında önemli ve anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Yapraklı Orman alanları ile TN (p<0.001), TP (p<0.001), Ca⁺⁺ (p<0.001), Mg⁺⁺ (p<0.001), K (p<0.001) ve Na (p<0.001) arasında pozitif ilişkiler tespit edilmiştir. Korelasyon analizi sonuçları, Yapraklı Orman alanlarının dere sularındaki TN, TP, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺ ve Na⁺ miktarlarını arttırdığını göstermektedir. Elde edilen sonuçlar, Hamurkesen formasyonu ile benzer bulunmuştur. Aynı zamanda, toprak analiz sonuçları ile su analiz sonuçları da benzerlik arz etmektedir.

Toprak analizi sonuçlarına göre, TN miktarı en yüksek Yapraklı Orman alanında (% 0.465) bulunmuştur. Arazi kullanımlarının toprak analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde izah edildiği gibi, TN miktarlarının yüksek çıkmasında organik maddenin etkisi olabilmektedir [90]. Ayrıca, Kaçkar Granitoyidinde Yapraklı Orman alanlarında daha çok hakim tür Kızılağaçtır. Bakteriler, Kızılağacın köklerinde oluşturduğu nodüller (yumru) vasıtasıyla N₂ fiksasyonunu gerçekleştirmektedir. Kızılağaçlarda, toprak ortamında bakteriler tarafından N₂ fiksasyonu ortak (simbiyoz) yaşama ile sağlanır. Ancak, azotun fikse edilmesini ve mineralizasyonunu sağlayan bakterilerin hafif asit – nötr – hafif alkali ortamda daha çok faaliyet gösterdikleri daha önce ifade edilmişti. Yapraklı Orman alanlarındaki toprakların ortalama pH'sı 4.33 olarak belirlenmiştir. Bu sebeple, bakterilerin böyle şiddetli asit ortamda faaliyet göstermesi oldukça zor görünmektedir. Bu sebeple, azot bakımından zengin olan Kızılağaç yaprak ölü örtüsünün ayrışması sonucu açığa çıkan azot ile havadan gelen azotun bakteriler tarafından toprakta yeterince tutulmaması dere sularına taşınan TN miktarını arttırabilir. Aynı zamanda, Yapraklı Orman alanlarının toprakların Kum oranının yüksek (% 80.35) bulunması süzek topraklar olduğunu göstermektedir. Ayrıca, yıkanmanın bu alanlarda çok daha yüksek olduğunu ve dere sularına taşınan TN miktarını arttırdığını söyleyebiliriz.

Yapraklı Orman alanları ile dere sularındaki TP miktarları arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Bu ise, Yapraklı Orman alanlarındaki artmanın dere sularındaki TP miktarlarında da artışa sebep olduğu anlamına gelmektedir. Nitekim, toprak örnekleri ve su örneklerinde elde edilen TP miktarları benzer ilişki vermiştir. Toprak analiz sonuçlarına göre, TP miktarları Tarım alanları (88.56 mg/L) haricinde, Mera (4.19 mg/L) ve İbrelî Orman (4.68 mg/L) alanlarına kıyasla en yüksek Yapraklı Orman alanında (9.22 mg/L) elde edilmiştir. Yapraklı Orman alanlarının toprakların % Kum oranının yüksek (% 80.35)

bulunması da süzek topraklar olduğunu göstermektedir. Bu sebeple, yıkanmanın bu alanlarda çok daha yüksek olacağı, dere sularına taşınan TP miktarının da daha fazla olacağı düşünülmektedir.

Dere sularındaki bazik katyonların (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ ve Na^+) Yapraklı Orman alanlarındaki artışa paralel olarak arttığı istatistiksel olarak bulunmuştur. Ancak, toprak analizi sonuçlarına göre, en düşük miktarlar Yapraklı Orman alanlarında elde edilmiştir. % OM miktarı Yapraklı Orman alanında en yüksek çıkmasına rağmen, toprak analiz sonuçlarına göre en düşük miktarlar bu alanda belirlenmiştir. Bunu, TN ve TP miktarlarında olduğu gibi Yapraklı Orman alanlarında daha fazla gerçekleşen yıkanma ile açıklayabiliriz. Aynı zamanda, toprak analizlerinde Yapraklı Orman alanlarının % Kum miktarının yüksek olması da yıkanmanın daha da fazla olacağı ve dere sularına taşınan katyonların miktarının daha fazla olacağı anlamına gelmektedir. Nitekim, Yapraklı Orman alanlarının pH'sı (4.33) diğer arazi kullanımlarına kıyasla çok daha düşük bulunmuştur. Burada, Yapraklı Orman alanlarının pH'sının İbrelili Ormanlara kıyasla düşük çıkması düşündürücüdür. Bunu şu şekilde açıklayabiliriz. Kaçkar Granitoyidinde Yapraklı Orman alanlarında genelde Kızılağaç türünün hakim olduğunu daha önce ifade etmiştik. Bu sebeple, azotun fikse edilmesinin asitleşmeyi hızlandırdığı yapılan birçok çalışmada ifade edilmiştir [96, 97, 98, 99].

Kaçkar Granitoyidi için yapılan korelasyon analizi sonucunda arazi kullanımları ile ilişkili çıkan kimyasal parametrelere çoğul regresyon analizi uygulanarak, parametreler üzerinde etkili olan arazi kullanımları belirlenmeye çalışılmıştır. Buna göre,

1. $\text{TN} = -23.439 + 0.891 \times \text{Yapraklı Orman} - 0.872 \times \text{Mera} (\%) (R^2 = 0.359)$
2. $\text{TP} = -0.033 + 0.001 \times \text{Yapraklı Orman} (\%) (R^2 = 0.155)$
3. $\text{Ca} = 6.772 - 0.402 \times \text{Mera} (\%) + 0.173 \times \text{Yapraklı Orman} (\%) (R^2 = 0.227)$
4. $\text{Mg} = -0.999 + 0.036 \times \text{Yapraklı Orman} (\%) - 0.022 \times \text{Mera} (R^2 = 0.476)$
5. $\text{K} = 19.650 - 0.220 \times \text{Mera} (\%) - 0.201 \times \text{İbrelili Orman} - 0.185 \times \text{Yapraklı Orman} (R^2 = 0.470)$
6. $\text{Na} = 61.833 - 0.698 \times \text{Mera} (\%) - 0.605 \times \text{İbrelili Orman} - 0.577 \times \text{Yapraklı Orman} (R^2 = 0.539)$

Regresyon analizi sonucu elde edilen denklemler, arazi kullanım şekillerindeki %'lik artışların dere sularındaki parametrelerin değişimini göstermektedir. Ayrıca, elde edilen denklemler TN'un % 35.9'unu, TP'nin % 15.5'ini, Ca'un % 22.7'sini, Mg'un % 47.6'sını, K'un % 47'sini ve Na'un ise % 53.9'unu açıklayabilmektedir.

5. SONUÇLAR

Galyan-Atasu Barajı havzasında gerçekleştirilen bu çalışmada, jeolojik formasyonların ve arazi kullanımlarının toprak ve su özelliklerini nasıl etkiledikleri ve birbirleriyle olan ilişkileri ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Jeolojik yapı üç formasyonla (Hamurkesen, Çatak ve Kaçkar Granitoyidi), farklı arazi kullanımları tarım, mera, iğne yapraklı orman ve yapraklı orman alanları ile temsil edilmiştir. Böylece, Trabzon Galyan-Atasu barajı havzasını oluşturan Galyan ve Şimşirli dere havzalarındaki toplam 23 mikro havza'da çalışılmıştır.

Araştırma alanından jeolojik formasyonlara göre alınan topraklar üzerinde tekstür (kum, toz, kil), toprak reaksiyonu (pH), elektriksel iletkenlik (EC), makro elementler (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+), toplam azot ve yarayışlı fosfor gibi analizler gerçekleştirilmiştir. Su örnekleri üzerinde pH, EC, dere akımı, makro elementler (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+), toplam azot ve toplam fosfor gibi analizler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

1. Su analiz sonuçlarının mevsimsel değişimi genel olarak 3 jeolojik formasyonda da benzer özellik göstermiştir. Buna göre,

Kışın yağışın kar şeklinde düşmesi, dere akımlarını biraz düşürse de ilkbaharla birlikte karların erimesi dere akımlarını artırmıştır. Yaza ve Sonbahara doğru yağışların azalması ise dere akımlarını düşürmüştür.

Su sıcaklıkları ortalama hava sıcaklığı ile uyumlu bulunmuştur. Ancak, mevsimsel olarak ani sıcaklık değişimlerine su sıcaklığı da ani tepkime göstermemiştir. Bu ise su sıcaklığının, hava sıcaklığının yüksek olduğu mevsimlerde biraz daha düşük, hava sıcaklığının ise düşük olduğu kış aylarında ise biraz daha yüksek olmasını sağlamıştır.

Kar erimeleri ile birlikte yağışların artması sonucu dere akımlarının artması dere sularındaki pH miktarlarını düşürmüştür. Bunun aksine, Sonbahar ve Yazın dere akımlarının azalması ile pH miktarları yükselmiştir.

Dere akımlarının düştüğü mevsimlerde EC miktarları artmış, yükseldiği durumlarda ise azalmıştır.

Dere sularının nitrat konsantrasyonları jeolojik formasyonlarda genel olarak ilkbaharda kar erimeleri sonucu olarak arttığı, daha sonra ise büyüme dönemi boyunca azaldığı görülmüştür.

TP miktarları Kış ve İlkbahar aylarında artmış, Yaz ve Sonbahar aylarında ise TP miktarları düşüşler yaşanmıştır

Büyüme mevsiminin ilk zamanlarında özellikle Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ ve Na^+ gibi baz katyonlarda azalma, büyüme mevsimi dışında ise artma gözlenmiştir.

2. Toprak özelliklerinde jeolojik formasyonlara göre fark olup olmadığı istatistiksel olarak tespit edilmiş ve jeolojik formasyonlarda farklılıklar elde edilmiştir. Buna göre,

Arazi çalışmaları sırasında, Çatak ve Hamurkesen formasyonlarında daha çok andezit ve bazalt anakayalarına, Kaçkar Granitoidinde ise Granit anakayasına rastlanmıştır.

Yapılan varyans analizine göre, formasyonlar arasında toprak özelliklerinden % Kum, % Toz, % Kil, pH, % OM, % TN, TP (mg/L) ve değişebilir bazlarda (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+) anlamlı ilişkiler saptanmıştır.

3. Toprak özellikleri her bir jeolojik formasyondaki arazi kullanımlarına göre fark olup olmadığı istatistiksel olarak tespit edilmiş ve arazi kullanımlarına göre farklılıklar elde edilmiştir. Buna göre,

Çatak Formasyonunda, istatistiksel analiz sonuçlarına göre; arazi kullanımları arasında % Kum, % Toz, pH, EC, TN, TP, % OM, Mg^{++} Na^+ miktarları bakımından anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir.

Hamurkesen Formasyonunda, istatistiksel analiz sonuçlarına göre; arazi kullanımları arasında % Kum, % Toz, % Kil, pH, EC, % OM, TN, TP, Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ ve Na^+ miktarları bakımından anlamlı ilişkiler elde edilmiştir.

4. Dere sularının özellikleri ile jeolojik formasyonlardaki kayaçların kimyasal yapıları uyumlu bulunmuştur. Bu ise, seçilen mikro havzaların jeolojik formasyonlara göre doğru seçildiğinin kanıtı olmuştur. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre, jeolojik formasyonlar arasında pH, EC, TN, TP, Ca^{++} , K^+ ve Na^+ parametreleri bakımından anlamlı ilişkiler elde edilmiştir. Buna göre dere sularına taşınan besin miktarları aşağıda verilmiştir.

Toplam Azot (TN) miktarları, Çatak formasyonunda 2.10 kg/ha, Hamurkesen formasyonunda 3.87 kg/ha ve Kaçkar Granitoidinde ise 19.86 kg/ha olarak belirlenmiştir. Elde edilen miktarlar, jeolojik formasyonlardaki tüm mikro havzaların toplamıdır.

Toplam Fosfat (TP) miktarları, Kaçkar Granitoidinde 0.016 kg/ha, Çatak formasyonunda 0.670 kg/ha ve Hamurkesen formasyonunda 0.700 kg/ha olarak tespit edilmiştir.

Ca⁺⁺ miktarları, Hamurkesen formasyonunda 9.13 kg/ha, Kaçkar Granitoyidinde 10.70 kg/ha, Çatak formasyonunda ise 16.33 kg/ha bulunmuştur.

K⁺ miktarları, Kaçkar Granitoyidinde 0.38 kg/ha, Çatak formasyonunda 0.57 kg/ha ve Hamurkesen formasyonunda ise 0.61 kg/ha olarak tespit edilmiştir.

Na⁺ miktarları, Çatak formasyonunda 0.82 kg/ha, Hamurkesen formasyonunda 0.94 kg/ha ve Kaçkar Granitoyidinde ise 1.46 kg/ha olarak bulunmuştur.

5. Dere sularının özellikleri ile toprak özellikleri genelde birbirleriyle ilişkili bulunmuştur. Arazi kullanımlarına göre toprak özelliklerinin dere sularını etkilediği görülmüştür. Farklı arazi kullanımları ile dere sularına arasındaki ilişkiler, formasyonlara göre ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Çatak Formasyonu üzerindeki mikro havzalarda Tarım alanlarının % 4.2 ile % 27.0, Mera alanlarının % 0.0 ile % 43.2, İbrelili Orman alanlarının % 0.0 ile % 43.7, Yapraklı Orman alanlarının ise % 18.2 ile % 92.5 arasında değiştiği saptanmıştır. Havzaların geneline bakıldığında karışık yapraklı (Doğu Kayını, Kızılağaç ve Diğer Yapraklılar) orman alanlarının hakimiyeti söz konusudur. Yapraklı orman alanlarını sırasıyla ibrelili (Doğu Ladini) Orman, Mera ve Tarım alanları takip etmektedir.

Çatak Formasyonunda, Tarım alanları ile pH ve Ca⁺⁺ arasında pozitif, Mera alanları ile pH ve EC arasında pozitif, TN arasında ise negatif, İbrelili (Doğu Ladini) Orman alanları ile pH ve EC arasında negatif, Ca⁺⁺ ve K⁺ arasında negatif, Yapraklı Orman (Doğu Kayını, Kızılağaç ve Diğer Yapraklılar) alanları ile pH arasında negatif, TN arasında ise pozitif ilişki belirlenmiştir.

Çatak Formasyonu için yapılan korelasyon analizi sonucunda arazi kullanımları ile ilişkili çıkan kimyasal parametrelere çoğul regresyon analizi uygulanarak parametreler üzerinde etkili olan arazi kullanımları belirlenmiştir. Elde edilen denklemler ise,

$$1. \text{ pH} = 7.703 + 0.012 \times \text{Mera (\%)} - 0.003 \times \text{İbrelili Orman (R}^2 = 0.449)$$

$$2. \text{ EC} = 223.881 - 2.356 \times \text{İbrelili Orman} + 2.981 \times \text{Mera (R}^2 = 0.649)$$

$$3. \text{ TN} = 0.537 + 0.030 \times \text{Yapraklı Orman (R}^2 = 0.117)$$

şeklindedir.

İstatistiksel analiz sonuçlarına göre taşınan TN'u Yapraklı Orman alanlarının arttırdığı görülmüştür. İbrelili Orman alanlarının artması ise Toplam Azot, Ca⁺⁺ ve K⁺'u düşürmüştür.

Hamurkesen Formasyonu üzerinde mikro havzalarda Tarım alanlarının % 0 ile % 6.5 arasında, Mera alanlarının % 37.1 ile % 81.6 arasında, İbrelili Orman alanlarının % 0

ile % 19.7 arasında ve Yapraklı Orman alanlarının ise % 7.3 ile % 62.3 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Görüleceği üzere, havzaların geneline bakıldığında mera alanlarının hakimiyeti söz konusudur. Mera alanlarını sırasıyla Yapraklı Orman alanları, İbrelili Orman alanları ve Tarım alanları takip etmektedir.

Hamurkesen Formasyonunda, Mera alanları ile pH, EC, TN, TP, Ca, Mg, Na arasında negatif, İbrelili Orman alanları ile pH, EC, Ca ve Mg arasında negatif, Yapraklı Orman alanları ile pH, EC, TN, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺ ve Na⁺ arasında ise pozitif ilişkiler bulunmuştur.

Hamurkesen Formasyonu için yapılan korelasyon analizi sonucunda arazi kullanımları ile ilişkili çıkan kimyasal parametrelere çoğul regresyon analizi uygulanarak, parametreler üzerinde etkili olan arazi kullanımları belirlenmiştir. Elde edilen denklemler ise,

1. pH = 7.643 – 0.025 x İbrelili Orman (%) (R² = 0.254)
2. EC = 52.361 + 2.005 x Yapraklı Orman (%) (R² = 0.437)
3. Ca = 30.349 – 0.364 x Mera (%) (R² = 0.136)
4. Mg = 1.872 – 0.018 x Mera (%) (R² = 0.142)

şeklinindedir.

İstatistik analiz sonuçlarına göre, Mera alanlarının artması dere sularına taşınan TN, TP, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺ ve Na⁺ miktarlarını azalttığı grlmştir. Ancak, regresyon denklemine girmemesine rağmen, korelasyon analizine göre Yapraklı Orman alanlarının TN, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺ ve Na⁺ miktarlarını arttırdığı, İbrelili Orman alanlarının ise Ca ve Mg' u azalttığı tespit edilmiştir.

Kaçkar Granitoyidindeki mikro havzalarda Tarım alanlarının % 0 ile % 2.5 Mera alanlarının % 0 ile % 40, İbrelili Orman alanlarının % 0 ile % 59.8 ve Yapraklı Orman alanlarının ise % 28.2 ile % 98.3 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Görüleceği üzere, havzaların geneline bakıldığında karışık yapraklı (Kızılağaç, Doğu Kayını ve Diğer Yapraklılar) orman alanlarının hakimiyeti söz konusudur. Yapraklı orman alanlarını sırasıyla mera, ibrelili (Doğu Ladini), ve tarım alanları takip etmektedir.

Kaçkar Granitoyidinde Mera alanları ile EC, TN, TP, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺ ve Na⁺ arasında negatif, İbrelili Orman alanları ile TN, Mg⁺⁺, K⁺ ve Na⁺ arasında negatif, Yapraklı Orman alanları ile TN, TP, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺ ve Na⁺ arasında pozitif ilişkiler tespit edilmiştir.

Kaçkar Granitoyidi için yapılan korelasyon analizi sonucunda arazi kullanımları ile ilişkili çıkan kimyasal parametrelere çoğul regresyon analizi uygulanarak, parametreler üzerinde etkili olan arazi kullanımları belirlenmiştir. Elde edilen denklemler ise,

1. $TN = -23.439 + 0.891 \times \text{Yapraklı Orman} - 0.872 \times \text{Mera (\%)} (R^2 = 0.359)$
2. $TP = -0.033 + 0.001 \times \text{Yapraklı Orman (\%)} (R^2 = 0.155)$
3. $Ca = 6.772 - 0.402 \times \text{Mera (\%)} + 0.173 \times \text{Yapraklı Orman (\%)} (R^2 = 0.227)$
4. $Mg = -0.999 + 0.036 \times \text{Yapraklı Orman (\%)} - 0.022 \times \text{Mera} (R^2 = 0.476)$
5. $K = 19.650 - 0.220 \times \text{Mera (\%)} - 0.201 \times \text{İbrelili Orman} - 0.185 \times \text{Yapraklı Orman} (R^2 = 0.470)$
6. $Na = 61.833 - 0.698 \times \text{Mera (\%)} - 0.605 \times \text{İbrelili Orman} - 0.577 \times \text{Yapraklı Orman} (R^2 = 0.539)$ şeklindedir.

İstatistiksel analiz sonuçlarına göre, Mera alanlarının dere sularına taşınan TN, TP, Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ ve Na^+ miktarlarını arttırdığı, İbrelili Orman alanlarının TN, Mg^{++} , K^+ ve Na^+ miktarlarını azalttığı, Yapraklı Orman alanlarının ise TN, TP, Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ ve Na^+ miktarlarını arttırdığı görülmüştür.

6. ÖNERİLER

Havza, insanları, kentsel ve kırsal yerleşimleri, tarım, mera ve orman alanlarını, endüstrileri, iletişim ve haberleşme ağlarını, çeşitli hizmet sektörlerini, ve rekreasyonel alanları içine alan bütünleşik (entegre) sosyal, ekonomik, ve biyofiziksel, aynı zamanda da dinamik bir sistemdir. Toprak, su ve bitki örtüsü gibi doğal kaynaklar, kaliteleri ve sürdürülebilirlikleri açısından birbirinden veya havza ortamından ayrı olarak değerlendirilemez. Bu sebeple, yapılan çalışma, dünyada gittikçe önemi artan Bütünleşik (Entegre) Havza Planlamaya bölgesel bazda iyi bir altlık sağlayacağı düşünülmektedir. Bilindiği üzere, “Su Çerçeve Direktifi” ’ne göre AB ülkelerinin Bütünleşik (Entegre) Havza Planlarını 2015 yılına kadar bitirilmesi istenmektedir. Yapılan araştırmanın sonucu olarak öneriler aşağıda sunulmuştur.

Galyan-Atasu Baraj havzasında, barajın rezervuar alanı dolmuş olup, barajdan Trabzon merkeze su verilmeye başlanmıştır. Özellikle baraja yakın Çatak formasyonundaki yoğun yerleşim alanlarından hâlen dere sularına evsel atıkların atıldığı malumdur. Bu sebeple, öncelikli olarak evsel atıkların kontrolü ve deşarjı için mutlaka kanalizasyon sisteminin yerine getirilmesi ile ve baraj havzasının dışına verilmesi içme suyu kalitesi ve insan sağlığı açısından önem arz etmektedir.

Orman Amenajman Plan Yönetmeliğinde, ormanların fonksiyonlarından biri de “Ekolojik Fonksiyon”dur. Suyun da geldiği aşamalar dikkate alındığında ekolojik bir ürün olduğu muhakkaktır. Bu sebeple, amenajman planlarında su üretimi yapılabilecek havzaların korunması, gerekirse bu alanlarda su üretimi ve kalitesine yönelik planların yapılması sağlanmalıdır.

Yapılan birçok çalışmada, yapraklı ormanların su üretimi bakımından ibrelî ormanlara göre daha avantajlı olduğu ifade edilmektedir. Ancak, ibrelî ormanların su üretimi noktasında daha az su ürettiği ifade edilse de su üretiminin devamlılığı açısından önemli olduğu çalışmamızda tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmada, yapraklı orman alanlarının dere sularına taşınan besin konsantrasyonunu arttırdığı tespit edilmiştir. Kızılağacın hakim olduğu alanlarda bu üst seviyeye çıkmıştır. Bu ise, baraj rezervuarında toplanan suların kolayca ötrofikasyona uğramasını sağlayacaktır. Nitekim, baraj rezervuarının dolduktan hemen sonra yeşile büründüğü görülmüştür. İbrelî ormanların taşınan besin konsantrasyonunu düşürdüğü

çalışmamızda, özellikle yapılacak ağaçlandırmalarda Kızılağacın yerine Kayının ya da diğer yapraklıların (azot fikse eden yapraklı tür hariç) yanında ibreli ormanların kurulması sağlanmalıdır. Özellikle, Kaçkar Granitoyidinde oluşan toprakların kum miktarının daha fazla olması (ortalama % 70 civarında) besin konsantrasyonunu daha fazla arttıracığı düşüncesiyle bu alanlarda mutlak surette uygulanmalıdır.

Alanda, odun üretimine yönelik çalışma bir çalışma yapılacaksa, sadece kızılağacın üretimine yönelik yapılmalı, ancak, bunu yaparken ormanın toprak koruma fonksiyonu mutlaka dikkate alınmalıdır. Böylece, yapılacak üretimin erozyonla sediment taşınımı arttırmamasına dikkat edilmelidir.

Toprak analiz sonuçları göre havzanın (Özellikle Kaçkar Granitoyidinde) topraklarının gittikçe asitleştiği, pH'sının düştüğü tespit edilmiştir. Yapraklı orman alanlarında, özellikle Kızılağacın daha çok hakim olduğu alanlarda ortalama pH 4.33'e kadar düştüğü belirlenmiştir. Bu sebeple, artan asitliği düşürmek, diğer bir deyişle nötre yaklaştırmak için çareler aranmalıdır. Aksi halde, artan asitleşmeyle birlikte toprağın tampon etki alanı Fe ve Al'un bulunduğu pH = 4.2'nin altına düşmesi durumunda H⁺ iyonu ile ağır metaller olan Fe ve Al ile yer değiştirerek toprak çözeltisine geçecektir. Bundan alandaki ağaçlar zarar göreceği gibi, toprak suyuna ve oradan da dere sularına Fe ve Al gibi ağır metallerin geçmesi kolaylaşacaktır. Bu sebeple, Ca miktarı bakımından fakir olan Kaçkar Granitoyidinde yapılacak ağaçlandırmalarda, yöremizin asli türlerinden Doğu Ladini yanında Gökmar türlerine de yer verilebilir. Bilindiği üzere, yapılan çalışmalarda Gökmar ibreleri Ca'ca zengindir. Böylece, ölü örtünün ayrışması ile birlikte topraklara Ca'un geçmesi ve pH'nın zamanla bir miktar da olsa artması sağlanabilir.

7. KAYNAKLAR

1. Akın, B., Türkiye'nin Sınıırını Aşan Suları ve Politikaları, TMMOB II. Su Politikaları Kongresi, TMMOB, Ankara, 2008.
2. Akın, M. Ve Akın, G., Suyun Önemi, Türkiye'de Su Potansiyeli, Su Havzaları ve Su Kirliliği, Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 47, 2 (2007) 105-118
3. DPT, Toprak ve Su Kaynaklarının Kullanımı ve Yönetimi, Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007-2013), Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara, 2007.
4. Water for People Water for Life, The United Nations World Water Development Report, Unesco Wwap-2003, Unesco Publishing
5. Hızal, A., Serengil, Y., Özcan, M., Ekosistem Tabanlı Havza Planlama Metodolojisi ve Havza Çalışmalarında Yapılan Yanlış Uygulamalar, TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, Ankara, 2008
6. Çevre ve Orman Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü, Havza Kirliliği Konferansı, 26-27 Haziran, 5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci Türkiye Bölgesel Su Toplantıları, İzmir, 2008
7. Aydın, M., Gümüşhane-Torul Barajı yağış Havzasından Taşınan Toprak Miktarının WEPP Ortamında Belirlenmesi ve Çözümleri Üzerine Araştırmalar, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği, Doktora Tezi, Trabzon, 2008
8. Reddy, K.R., Jawitz, J.W., Soil and Water Quality: Integral Components of Watershed Management, Journal of Crop Improvement, 24: 1, 60-69, 2009
9. Schachtschabel, P., Blume, P.H., Brümmer, G., Hartge, H.K., Schwertmann, U., Toprak Bilimi (Çeviri), Ç.Ü., Ziraat Fakültesi, Genel Yayın No: 73, Ders Kitapları Yayın No: A-16, 12. Baskı, Adana, 2007
10. Sarıyıldız, T., S. Güner ve M. Küçük, "Toprak Kirlenmesi, Kirleticiler ve Kirlenmiş Toprakların İyileştirilmesinde Kullanılan Metotlar", I. Çevre ve Ormancılık Şurası "Tebliğler", I. Cilt, 129-137, Antalya, 2005
11. UN, Guidelines and Manual Land-Use Planning and Practices in Watershed Management and Disaster Reduction, Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, United Nations, 1997
12. TÜSİAD, Türkiye'de Su Yönetimi: Sorunlar ve Öneriler, TÜSİAD Yayın No: T/2008-09/469, İstanbul, Eylül 2008
13. Çiçek N, Kararaslan Y, Aslan V, Yaman C, Akça L (2008) Türkiye'de AB'ye Uyumlu Su Havzası Yönetim Stratejisi ve Su Çerçeve Direktifi, Fatih Üniversitesi, III. Çevre Sorunları Kongresi, P.170-178.
14. Demirci, A., Mcadams, M. A., Alagha, O., Karakuyu, M., The Relationship Between Land Use Change and Water Quality in Kuçukçekmece Lake Watershed, 4. CBS Bilişim Günleri, Fatih Üniversitesi, 13-16 Eylül 2006, İstanbul

15. Zengin, M., Hızal, A., Karakaş, A., Serengil, Y., Tuğrul D., Ercan, M., İzmit Yuvacık Barajı Su Toplama Havzasının Yenilenebilir Doğal Kaynaklarının Su Üretimi (Kalite, Miktar ve Rejim) Amacıyla Planlanması, Çevre ve Orman Bakanlığı, Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 197, 2005, İzmit
16. Hızal, A., Zengin, M., Serengil, Y., Karakaş, A., Ercan, M., Tuğrul, D., Planning and Settling Management Principles of Renewable Resources for Improving Water Yield in The Yuvacık Dam, watershed in İzmit, Turkey, XIII World Forestry Congress, 18 – 23 October 2009, Buenos Aires, Argentina
17. Serteser, A., Kargioğlu, İçağa, Y., Konuk, M., Vegetation as an Indicator of Soil Properties and Water Quality in the Akarçay Stream (Turkey), Environmental Management (2008) 42:764–770 DOI 10.1007/s00267-008-9165-8.
18. Coulter, C.B., Kokla, R.K., Thompson, J.A., Water Quality in Agricultural, Urban, and Mixed Land Use Watersheds, Journal of The American Water Resources Association, December 2004.
19. Pintar, M., Bremec, U., Sluga, G., A First Rough Estimation of The Impact of Land Use on Surface Water Quality – A Case Study of Slovenia, Fresenius Environmental Bulletin, Volume 15, No: 7, 2006
20. Bolstad, P.V, Swank, W.T., Cumulative Impacts of Landuse on Water Quality In a Southern Appalachian Watershed, Journal of The American Water Resorces Association, Vol. 33, No. 3, June 1997
21. He, B., Oki, K., Wang, Y., Oki, T., Yamashiki, Y., Takara, K., Miura, S., Imai, A., Komatsu, K., Kawasaki, N., Estimation of Monthly Potential Nitrogen Load From Agricultural and Forest Watersheds Using Quickbird Remote Sensing Imagery, International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science, Volume XXXVIII, Part 8, Kyoto Japan 2010
22. Swaine, M.D., Adomako, J., Ameka, G., Graft-Johnston K.A.A., Cheek, M., Forest River Plants and Water Quality in Ghana, Aquatic Botany, 85 (2006) 299–308
23. Karl W.J. Williard, David R. Dewalle and Pamela J. Edwards, Influence of Bedrock Geology and Tree Species Composition on Stream Nitrate Concentrations in Mid-Appalachian Forested Watersheds, Water, Air, & Soil Pollution, Volume 160, Numbers 1-4, 55-76, DOI: 10.1007/s11270-005-3649-4
24. J. J. Mosher, Klein, G. C., Marshall A. G., Findlay, R. H. Influence of Bedrock Geology on Dissolved Organic Matter Quality in Stream Water, Org. Geochem. 41, 11771188 (2010)
25. Tanaka, M., Suzuki, K., Influence of Watershed Topography on the Chemistry of Stream Water in a Mountainous Area, Water, Air, & Soil Pollution, Volume 196, Numbers 1-4, 321-331, DOI: 10.1007/s11270-008-9780-2
26. Norton, M.M., Fisher, T.R., The Effects of Forest on Stream Water Quality in Two Coastal Plain Watersheds of The Chesapeake Bay, Ecological Engineering, Volume 14, Issue 4, April 2000, Pages 337-362
27. Ahearn, D.S., Sheibley, R.W., Dahlgren, R.A., Anderson, M., Johnson, J., Tate, K. W., Land Use and Land Cover Influence on Water Quality in The Last Free-Flowing River Draining The Western Sierra Nevada, California, Journal of Hydrology, 313 (2005) 234–247

28. Brion, G., Brye, K. R., Haggard, B.E., West, C., Brahana, J.V., Land-Use Effects on Water Quality of a First-Order Stream In The Ozark Highlands, Mid-Southern United States, River Research and Applications River. Res. Applic. (2010) Published online in Wiley InterScience DOI: 10.1002/rra.1394
29. Compton, J.E., Church, M.R., Larned, S.T., Hogsett, W.E., Nitrogen Export from Forested Watersheds in the Oregon Coast Range: The Role of N₂-fixing Red Alder, Biomedical and Life Sciences Ecosystems, Volume 6, Number 8, 773-785, DOI: 10.1007/s10021-002-0207-4
30. Yang, T. C., Kao, C. M., Yeh, T. Y., Lin, C. E., Lai, Y. C., Non-Point Source Pollution Investigation in Drinking Water Protection Area of Kaoping River Basin, Taiwan, Proceedings of the 4th WSEAS Int. Conf. on HEAT Transfer, Thermal Engineering and Environment, Elounda, Greece, August 21-23, 2006 (pp34-40)
31. Coats, R.N., Goldman, C.R., Patterns of Nitrogen Transport in Streams of The Lake Tahoe Basin, California-Nevada, Water Resources Research, Vol. 37, No. 2, Pages 405–415, February, 2001
32. Chang, C.L., Kuan, W. H., Lui, P.S., Hu, C.Y., Relationship Between Landscape Characteristics and Surface Water Quality, Environmental Monitoring Assessment, DOI 10.1007/s10661-007-0097-1
33. Fukushima, K., Nakajima, R., Sakurai, A.S.T., Relationships Between Stream Water Chemistry and Catchment Geology in a Mountainous Region in Nagano Prefecture, Japan II: Mid to Southern Part Along the Median Tectonic Line, Limnology, (2000) 1:117–127
34. Bhat, S., Jacobs, J.M., Hatfield, K. Prenger, J., Relationships Between Stream Water Chemistry and Military Land Use in Forested Watersheds in Fort Benning, Georgia, Ecological Indicators, 6 (2006) 458–466
35. Benedict, M., Riparian Forests in Northwest Ohio Watersheds: Relations Among Landscape Structure, Land Use/Land Cover, and Water Quality in Streams, Doctor of Philosophy in Biology, University of Toledo, 2007
36. Nakane, K., Haidary, A., Sensitivity Analysis of Stream Water Quality and Land Cover Linkage Models Using Monte Carlo Method, Int. J. Environ. Res., 4(1):121-130, Winter 2010
37. Brisbois, M.C., Jamieson, R., Gordon, R., Stratton, G., Madani, A., Stream Ecosystem Health in Rural Mixed Land-Use Watersheds, J. Environ. Eng. Sci., 7: 439–452 (2008) doi:10.1139/S08-016
38. Marofi, S., Maryanaji, Z., Stream Water Quality in The Western Regions of Iran, African Journal of Biotechnology, Vol. 6 (14), pp. 1728-1731, 18 July 2007
39. Goonetilleke, A., Thomas, E.S., Gilbert, G.D., Understanding The Role of Land Use in Urban Stormwater Quality Management, Journal of Environmental Management, 74 (2005) 31–42
40. Altun L., Yılmaz M., Acar C., Turna İ., Başkent E.Z., Bilgili E., Evaluating the Seasonal Changes of Water Quality of The Değirmendere and Galyan Rivers (Trabzon, Turkey), J. Environ. Biol., 2003 Oct;24(4):415-22.
41. Gültekin, F., Dilek, R., Fırat Ersoy, A., Ersoy, H., Aşağı Değirmendere (Trabzon) Havzasındaki Suların Kalitesi, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 29 (1) 2005

42. Nişancı, R., Yıldırım, V., Yıldırım, A., Su Havzalarına Yönelik CBS Veri Tabanı Modellemesi: Trabzon Galyan Vadisi Örneği, TMMOB Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 30 Ekim-02 Kasım 2007, KTÜ, Trabzon.
43. Nas, S.S., Bayram, A., Nas, E., Bulut, V. N., Effects of Some Water Quality Parameters on the Dissolved Oxygen Balance of Streams, Polish Journal of Environmental Studies, 2008
44. Bulut, V.N., Bayram, A., Gündoğdu, A., Soylak, M., Tüfekçi, M., Assessment of Water Quality Parameters in The Stream Galyan, Trabzon, Turkey, Environ Monit. Assess., (2010) 165:1–13 DOI 10.1007/s10661-009-0922-9
45. DSİ Genel Müdürlüğü, XII. Bölge Müdürlüğü
46. TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu, 2000 ve 2010 Nüfus Verileri
47. Çepel, N., Orman Ekolojisi, İ.Ü., Orman Fak. Yayınları Yayın No: 399, Üçüncü Baskı, İstanbul, 1988
48. Türüdü, Ö.A., Trabzon İli Hamsiköyü Yöresindeki Yüksek Arazide Aynı Bakıda Bulunan Ladin Ormanı, Kayın Ormanı, Çayır ve Mısır Tarlası Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Karşılaştırmalı Olarak Araştırılması, KTÜ Orman Fak. Yayınları Yayın No: 13, Trabzon, 1981
49. Kantarcı, M.D., Türkiye'nin Yetiştirme Ortamı Bölgesel Sınıflandırması ve Bu Birimlerdeki Orman Varlığı ile Devamlılığı'nın Önemi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, ISBN: 975-404-752-9, İstanbul, 2005
50. Usta, A., Altun, L., Güvendi, E. ve Yener, İ., Türkiye'nin Bölgesel İklim Analizleri ile Ormanların Yayılışı Arasındaki İlişkiler, 1. Ulusal Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu, 16-18 Haziran 2009, Konya
51. DMİGM, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 1975 – 2010 İklim Verileri
52. Erinç, S., Klimatoloji ve Metodları, 4. Baskı, Alfa Basım Yayım Dağıtım, İstanbul, 1996
53. Ardel, A., Kurter, A., Dönmez, Y., Klimatoloji Tatbikatı, İ.Ü. Coğrafya Enstitüsü, Yayın No: 40, İstanbul, 1969
54. Thornthwaite, C.W. and Hare, F.K., Climatic Classification in Forestry, *Mnasyuva* 9, New York (1955) 50-59
55. Kantarcı, M.D., Belgrad Ormanında Toprak ve Orman Yetiştirme Muhiti Birimlerinin Haritalanması Esasları Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri : A, Cilt : XXII, Sayı : 1, (1972) 123-214
56. Anşın, R., Türkiye'nin Flora Bölgeleri ve Bu Bölgelerde Yayılan Asal Vejetasyon Tipleri, K.T.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Cilt: 6, Sayı: 2, (1983) 318-339
57. Zohary, M., Geobotanical Foundations of The Middle East, Band 1.2, Gustave Fischer Verlag, Stuttgart, Swets and Zeitlinger, Amsterdam, 1973
58. Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü, Maçka Orman İşletme Müdürlüğü, Şahinkaya Orman İşletme Şefliği, Orman Amenajman Planı (2002-2011), Münferit Planlama
59. MTA Genel Müdürlüğü, Doğu Karadeniz Bölgesinin Jeolojisi

60. Gültekin, F., Ersoy, A.F., Ersoy, H., Değirmendere Havzası'nın (Trabzon) Hidrolojisi, DMİGM, 1. Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu, 22 – 26 Eylül 2003, Gümüşhane-İzmir
61. Güven, İ.H., Doğu Pontidlerin Jeolojisi ve 1/250 000 Ölçekli Kompilasyonu (yayınlanmamış), MTA, Ankara, 1993
62. Açar, Ü., Demirözü ve Köse Bölgesinin Jeolojisi, Doktora Tezi, 159 s., İstanbul, 1977
63. Çoğulu, E., Gümüşhane ve Rize Plütonlarının Mukayeseli Petrolojik ve Jeokronolojik Etüdü, Doçentlik Tezi, İTÜ Maden Fak., İstanbul, 1970
64. MTA Genel Müdürlüğü, Trabzon Bölge Müdürlüğü Verileri, 1996
65. MTA Genel Müdürlüğü, Trabzon İlinin Genel Jeolojisi, 2006
66. Forney, W., Richards, L., Adams, K.D., Minor, T.B., Rowe, T.G., Smith, J.L., Raumann, C.G., Land Use Change and Effects on Water Quality and Ecosystem Health in the Lake Tahoe Basin, Nevada and California, U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey, Open-File Report 01-418, USA, 2001
67. Forney, W., Richards, L., Adams, K.D., Minor, T.B., Rowe, T.G., Smith, J.L., Raumann, C.G., Land Use Change and Effects on Water Quality and Ecosystem Health in the Lake Tahoe Basin, Nevada and California: Year-1 Progress, U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey, Open-File Report 02-014, USA, 2002
68. de la Crétaz, A.L., Barten P.K., Land Use Effects on Streamflow and Water Quality in the Northeastern United States, CRC Press Taylor & Francis Group, 2007
69. EPA (United States Environmental Protection Agency), Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes, Office of Research and Development Washington, DC 20460, Mart 1983
70. Şamandar, A., Büyük Melen Nehri ve Kollarında Su Kalite Modellemesi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya A.B.D., Doktora Tezi (Yayınlanmamış), 2004
71. Government of Western Australia, Department of Water, Surface Water Sampling Methods and Analysis - Technical Appendices, Standard Operating Procedures for Water Sampling Methods and Analysis, January 2009
72. Giritlioğlu, T., İçme Suyu Kimyasal Analiz Metodları, İller Bankası Yayınları, Yayın No: 18, 1975
73. APHA, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 1989
74. Irmak, A., Arazide ve Laboratuvarda Toprağın Araştırılması Metotları, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 27, İstanbul, 1954
75. Altun, L., Maçka (Trabzon) Orman İşletmesi Ormanüstü Serisinde Orman Yetiştirme Ortamı Birimlerinin Ayrılması ve Haritalanması Üzerine Araştırmalar, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Yayınlanmamış), Trabzon, 1995
76. Doğu Karadeniz Bölümü Saf Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) Ekosistemlerinde Kimi Ortam Etmenlerin Kayının Gelişimine (Verimliliğine) Etkileri Üzerine Araştırmalar, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Yayınlanmamış), Trabzon, 2005

77. Bakkaloğlu, M., Gümüşhane Orman İşletmesi Karanlıkdere Bölgesi'nde, Orman Yetiştirme Ortamı Birimlerinin Sınıflandırılması ve Haritalanması Üzerine Araştırmalar, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Yayınlanmamış), Trabzon, 2003
78. Kantarcı, M.D., Belgrad Ormanı Toprak Tipleri ve Orman Yetiştirme Ortamı Birimlerinin Haritalanması Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 275, İstanbul, 1980
79. Kantarcı, M.D., Toprak İlimi, 2. Baskı, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 462, İstanbul, 2000
80. Gülçür, F., Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 201, İstanbul, 1974
81. Arp, P.A., Soils for Plant Growth Field and Laboratory Manuals Faculty of Forestry and Environmental Management University of New Brunswick, Canada, 1999
82. USDA, Soil Survey Laboratory Methods Manual, Soil Survey Investigations Report No: 42, Version 3.0, USA, 1996
83. Bingham, F.T., Soil Test For Phosphate, Calif., Agr. 3: 11-14, 1949
84. Bingham, F.T., Chemical Soil Tests For Available Phosphorus, Soil Sci., 94: 87-95, 1962
85. Kacar, B., Toprak Analizleri, A.Ü. Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, Yayın No: 3, Ankara, 1996
86. SPSS Paket Programı, Versiyon 15.0
87. Bormann, F.H. and Likens, G.E., Pattern and Process in a Forested Ecosystem, Springer-Verlag, New York, 1994
88. Çepel, N., Toprak Fiziği, İÜ Orman Fakültesi Yayın No: 374, İstanbul, 1985
89. Silver, W.L., Neff, J., McGroddy, M., Veldkamp, E., Keller, M., Cosme, R., Effects of Soil Texture on Belowground Carbon and Nutrient Storage in a Lowland Amazonian Forest Ecosystem, Ecosystems, 3: 193-209, 2000
90. Abera, Y., Belachew, T., Effects of Land Use on Soil Organic Carbon and Nitrogen in Soils of Bale, Southeastern Ethiopia, Tropical and Subtropical Agroecosystems, Vol. 14, 229 – 235, Mexico, 2011
91. Yao, M.K, Angui, P.K.T., Konaté, S., Tondoh, J.E., Tano, Y., Abbadie, L., Benest, D., Effects of Land Use Types on Soil Organic Carbon and Nitrogen Dynamics in Mid-West Côte d'Ivoire, European Journal of Scientific Research, Vol.40 No.2 (2010), pp.211-222
92. Karagül, R., Trabzon-Söğütlüdere Havzasında Farklı Arazi Kullanım Şekilleri Altındaki Toprakların Bazı Özellikleri ve Erozyon Eğilimlerinin Araştırılması, Tr. J. of Agriculture and Forestry, 23 (1999) 53-68, TÜBİTAK
93. Yılmaz, M., Yılmaz, F., Karagül, R., Altun, L., Changes in Erodibility Indices and Some Soil Properties According to Parent Materials and Land Use Regimes Erfelek Dam Creek Watershed (Sinop, Turkey), Fresenius Environmental Bulletin, Vol. 17 – No. 12a, 2008, 2083 – 2090

94. Yilmaz, M., Usta, A., Altun, L., Tilki, F., Effects of Land-Use Regime on Soil Erodibility Indices and Soil Properties in Unye, Turkey, Fresenius Environmental Bulletin, Vol. 12b – 2007, 1636 – 1642
95. Bahrami, A., Emadodin, I., Atashi, M. R., Bork, H.R., Land-Use Change and Soil Degradation: A case study, North of Iran, Agric. Biol. J. N. Am., 2010, 1(4): 600-605
96. Mitchell, J., Ruess, R.W., N₂ Fixing Alder (*Alnus viridis* spp. *fruticosa*) Effects on Soil Properties Across a Secondary Successional Chronosequence in Interior Alaska, Biogeochemistry, (2009), Volu 95, Numbers 2-3, 215 – 229
97. Robert L. Crocker; Jack Major, Soil Development in Relation to Vegetation and Surface Age at Glacier Bay, Alaska, The Journal of Ecology, Vol. 43, No. 2. (Jul., 1955), pp. 427-448
98. Miegroet, H.V., Cole, D. W., Acidification Sources in Red Alder and Douglas-Fir Soils - Importance of Nitrification, Utah State University, Watershed Sciences Faculty Publications, 1985
99. Van Cleve, K., Dyrness, C.T., Marion, G.M. & Erickson, R. (1993) Control of soil development on the Tanana River floodplain, interior Alaska, Canadian Journal of Forest Research, 23, 941–955
100. Kacar, B., Katkat, V., Öztürk,Ş., Bitki Fizyolojisi Kitabı, Nobel Yayınları, 4. Baskı, 2010
101. Carlsen, W., Trautmann, N.M, Cunningham, C.M., Krasny, M.E., Welman, A., Watershed Dynamics, Cornell Scientific Inquiry Series Student Edition, Arlington, Virginia, 2004
102. Tong, S. T.Y., Chen, W., Modeling The Relationship Between Land Use and Surface Water Quality, Journal of Environmental Management (2002) 66, 377-393

7. EKLER

Ek Tablo 1. Çatak formasyonunda arazi kullanımları ile su parametreleri arasındaki ilişkileri gösterir korelasyon tablosu

		Correlations											
		tarým	mera	ibreli	yapraklý	pH	EC	TNkgha	TPkgha	Cakgha	Mgkgha	Kkgha	Nakgha
tarým	Pearson Correlation	1	,256*	-,238*	-,324**	,334**	,165	-,108	,071	-,242*	,140	,209	,117
	Sig. (2-tailed)		,030	,044	,005	,004	,167	,367	,555	,041	,241	,079	,326
	N	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
mera	Pearson Correlation	,256*	1	-,177	-,586**	,641**	,616**	-,341**	-,166	,206	,049	-,025	-,049
	Sig. (2-tailed)	,030		,137	,000	,000	,000	,003	,165	,083	,681	,833	,680
	N	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
ibreli	Pearson Correlation	-,238*	-,177	1	-,622**	-,306**	-,621**	-,103	-,124	-,293*	-,132	-,298*	-,051
	Sig. (2-tailed)	,044	,137		,000	,009	,000	,388	,301	,013	,268	,011	,672
	N	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
yapraklý	Pearson Correlation	-,324**	-,586**	-,622**	1	-,278*	,056	,341**	,182	,022	,027	,186	,032
	Sig. (2-tailed)	,005	,000	,000		,018	,642	,003	,126	,853	,821	,118	,793
	N	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
pH	Pearson Correlation	,334**	,641**	-,306**	-,278*	1	,588**	-,344**	-,328**	,147	,060	-,030	-,020
	Sig. (2-tailed)	,004	,000	,009	,018		,000	,003	,005	,217	,615	,801	,865
	N	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
EC	Pearson Correlation	,165	,616**	-,621**	,056	,588**	1	-,439**	-,308**	,061	-,180	-,166	-,320**
	Sig. (2-tailed)	,167	,000	,000	,642	,000		,000	,008	,613	,131	,163	,006
	N	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
TNkgha	Pearson Correlation	-,108	-,341**	-,103	,341**	-,344**	-,439**	1	,757**	,564**	,767**	,780**	,802**
	Sig. (2-tailed)	,367	,003	,388	,003	,003	,000		,000	,000	,000	,000	,000
	N	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
TPkgha	Pearson Correlation	,071	-,166	-,124	,182	-,328**	-,308**	,757**	1	,461**	,649**	,745**	,692**
	Sig. (2-tailed)	,555	,165	,301	,126	,005	,008	,000		,000	,000	,000	,000
	N	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
Cakgha	Pearson Correlation	,242*	,206	-,293*	,022	,147	,061	,564**	,461**	1	,837**	,777**	,734**
	Sig. (2-tailed)	,041	,083	,013	,853	,217	,613	,000	,000		,000	,000	,000
	N	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
Mgkgha	Pearson Correlation	,140	,049	-,132	,027	,060	-,180	,767**	,649**	,837**	1	,865**	,951**
	Sig. (2-tailed)	,241	,681	,268	,821	,615	,131	,000	,000	,000		,000	,000
	N	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
Kkgha	Pearson Correlation	,209	-,025	-,298*	,186	-,030	-,166	,780**	,745**	,777**	,865**	1	,881**
	Sig. (2-tailed)	,079	,833	,011	,118	,801	,163	,000	,000	,000	,000		,000
	N	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
Nakgha	Pearson Correlation	,117	-,049	-,051	,032	-,020	-,320**	,802**	,692**	,734**	,951**	,881**	1
	Sig. (2-tailed)	,326	,680	,672	,793	,865	,006	,000	,000	,000	,000	,000	
	N	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Ek Tablo 2. Hamurkesen formasyonunda arazi kullanımları ile su parametreleri arasındaki ilişkileri gösterir korelasyon tablosu

		Correlations											
		tarým	mera	ibreli	yapraklý	pH	EC	TNkgha	TPkgha	Cakgha	Mgkgha	Kkgha	Nakgha
tarým	Pearson Correlation	1	-,106	-,285**	,074	,098	,033	-,056	-,057	-,065	-,007	-,056	,040
	Sig. (2-tailed)		,274	,003	,449	,311	,734	,567	,558	,502	,941	,561	,679
	N	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108
mera	Pearson Correlation	-,106	1	,736**	-,976**	-,465**	-,651**	-,252**	-,202*	-,368**	-,377**	-,179	-,226*
	Sig. (2-tailed)	,274		,000	,000	,000	,000	,009	,036	,000	,000	,065	,018
	N	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108
ibreli	Pearson Correlation	-,285**	,736**	1	-,851**	-,504**	-,545**	-,082	-,046	-,235*	-,216*	,008	-,111
	Sig. (2-tailed)	,003	,000		,000	,000	,000	,397	,639	,014	,025	,937	,253
	N	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108
yapraklý	Pearson Correlation	,074	-,976**	-,851**	1	,503**	,661**	,220*	,171	,358**	,353**	,135	,201*
	Sig. (2-tailed)	,449	,000	,000		,000	,000	,022	,077	,000	,000	,163	,037
	N	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108
pH	Pearson Correlation	,098	-,465**	-,504**	,503**	1	,510**	-,054	-,133	,131	,102	-,102	,060
	Sig. (2-tailed)	,311	,000	,000	,000		,000	,580	,170	,177	,295	,294	,540
	N	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108
EC	Pearson Correlation	,033	-,651**	-,545**	,661**	,510**	1	,033	-,037	,305**	,211*	,014	-,021
	Sig. (2-tailed)	,734	,000	,000	,000	,000		,733	,703	,001	,028	,889	,832
	N	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108
TNkgha	Pearson Correlation	-,056	-,252**	-,082	,220*	-,054	,033	1	,530**	,760**	,800**	,857**	,595**
	Sig. (2-tailed)	,567	,009	,397	,022	,580	,733		,000	,000	,000	,000	,000
	N	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108
TPkgha	Pearson Correlation	-,057	-,202*	-,046	,171	-,133	-,037	,530**	1	,537**	,655**	,645**	,611**
	Sig. (2-tailed)	,558	,036	,639	,077	,170	,703	,000		,000	,000	,000	,000
	N	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108
Cakgha	Pearson Correlation	-,065	-,368**	-,235*	,358**	,131	,305**	,760**	,537**	1	,850**	,843**	,528**
	Sig. (2-tailed)	,502	,000	,014	,000	,177	,001	,000	,000		,000	,000	,000
	N	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108
Mgkgha	Pearson Correlation	-,007	-,377**	-,216*	,353**	,102	,211*	,800**	,655**	,850**	1	,879**	,838**
	Sig. (2-tailed)	,941	,000	,025	,000	,295	,028	,000	,000	,000		,000	,000
	N	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108
Kkgha	Pearson Correlation	-,056	-,179	,008	,135	-,102	,014	,857**	,645**	,843**	,879**	1	,694**
	Sig. (2-tailed)	,561	,065	,937	,163	,294	,889	,000	,000	,000	,000		,000
	N	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108
Nakgha	Pearson Correlation	,040	-,226*	-,111	,201*	,060	-,021	,595**	,611**	,528**	,838**	,694**	1
	Sig. (2-tailed)	,679	,018	,253	,037	,540	,832	,000	,000	,000	,000	,000	
	N	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Ek Tablo 3. Kaçkar Granitoyidinde arazi kullanımları ile su parametreleri arasındaki ilişkileri gösterir korelasyon tablosu

		Correlations											
		tarým	mera	ibreli	yapraklý	pH	EC	TNkgha	TPkgha	Cakgha	Mgkgha	Kkgha	Nakgha
tarým	Pearson Correlation	1	,821**	-,106	-,486**	,004	-,284**	-,340**	-,216*	-,313**	-,408**	-,366**	-,404**
	Sig. (2-tailed)		,000	,306	,000	,968	,005	,001	,034	,002	,000	,000	,000
	N	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
mera	Pearson Correlation	,821**	1	-,311**	-,401**	,023	-,219*	-,452**	-,294**	-,431**	-,457**	-,452**	-,481**
	Sig. (2-tailed)	,000		,002	,000	,827	,032	,000	,004	,000	,000	,000	,000
	N	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
ibreli	Pearson Correlation	-,106	-,311**	1	-,746**	,140	,128	-,238*	-,197	-,061	-,352**	-,327**	-,361**
	Sig. (2-tailed)	,306	,002		,000	,173	,214	,020	,054	,552	,000	,001	,000
	N	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
yapraklý	Pearson Correlation	-,486**	-,401**	-,746**	1	-,149	,035	,542**	,393**	,358**	,657**	,628**	,682**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000		,146	,735	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	N	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
pH	Pearson Correlation	,004	,023	,140	-,149	1	,359**	-,137	-,167	-,026	,077	-,105	,088
	Sig. (2-tailed)	,968	,827	,173	,146		,000	,184	,103	,804	,454	,307	,392
	N	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
EC	Pearson Correlation	-,284**	-,219*	,128	,035	,359**	1	,091	,312**	,371**	,432**	,333**	,330**
	Sig. (2-tailed)	,005	,032	,214	,735	,000		,377	,002	,000	,000	,001	,001
	N	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
TNkgha	Pearson Correlation	-,340**	-,452**	-,238*	,542**	-,137	,091	1	,208*	,506**	,523**	,661**	,452**
	Sig. (2-tailed)	,001	,000	,020	,000	,184	,377		,042	,000	,000	,000	,000
	N	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
TPkgha	Pearson Correlation	-,216*	-,294**	-,197	,393**	-,167	,312**	,208*	1	,555**	,565**	,741**	,496**
	Sig. (2-tailed)	,034	,004	,054	,000	,103	,002	,042		,000	,000	,000	,000
	N	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
Cakgha	Pearson Correlation	-,313**	-,431**	-,061	,358**	-,026	,371**	,506**	,555**	1	,689**	,776**	,499**
	Sig. (2-tailed)	,002	,000	,552	,000	,804	,000	,000	,000		,000	,000	,000
	N	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
Mgkgha	Pearson Correlation	-,408**	-,457**	-,352**	,657**	,077	,432**	,523**	,565**	,689**	1	,809**	,842**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,454	,000	,000	,000	,000		,000	,000
	N	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
Kkgha	Pearson Correlation	-,366**	-,452**	-,327**	,628**	-,105	,333**	,661**	,741**	,776**	,809**	1	,695**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,001	,000	,307	,001	,000	,000	,000	,000		,000
	N	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
Nakgha	Pearson Correlation	-,404**	-,481**	-,361**	,682**	,088	,330**	,452**	,496**	,499**	,842**	,695**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,392	,001	,000	,000	,000	,000	,000	
	N	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Ek Tablo 4. Jeolojik formasyon ve arazi kullanımına göre toprak analizi sonuçları

Sıra No	Arazi Kullanımı	Formasyon	Profil No	Derinlik (cm)	% Kum	% Toz	% Kil	Toprak Türü	pH	EC	% OM	% TN	TP (mg/L)	Ca++ (mg/L)	Mg++	K+ (mg/L)	Na+ (mg/L)
1	Tarım	Hamurkesen	1	0-10	49,83	35,51	14,66	Balçıklı Kil	6,96	241,80	5,45	0,313	4,25	1569,3	153,6	122,7	33,3
2				10-30	45,80	34,00	20,20	Balçıklı Kil	7,04	274,10	4,90	0,245	3,23	1515,8	154,2	44,9	19,6
3			2	0-10	48,89	29,12	21,99	Balçıklı Kil	6,91	419,00	8,01	0,328	5,20	10086,4	101,1	127,0	37,6
4				10-30	44,20	35,00	20,80	Balçıklı Kil	7,74	218,30	4,43	0,160	1,50	1749,2	153,7	70,3	44,0
5			3	0-10	43,45	40,14	16,41	Balçıklı Kil	4,77	4,90	3,98	0,315	2,42	901,8	159,7	72,1	34,8
6				10-30	32,33	46,88	20,80	Ağır Kil	5,44	7,51	2,28	0,196	0,33	1309,6	113,3	93,4	29,9
7				30-50	61,26	20,94	17,80	Kumlu Killi Balçık	6,00	3,12	2,70	0,148	1,77	1224,2	68,1	70,0	33,2
8			4	50-100	32,18	47,78	20,04	Ağır Kil	6,72	47,80	2,92	0,187	0,30	1497,1	102,6	86,5	27,6
9				0-10	56,42	21,31	22,27	Killi Balçık	6,71	3,30	5,62	0,211	136,17	887,1	152,3	383,8	18,6
10				10-30	59,43	24,46	16,11	Kumlu Killi Balçık	6,23	44,60	5,14	0,188	138,60	850,5	89,7	225,9	18,5
11				30-50	59,10	24,81	16,09	Kumlu Killi Balçık	6,20	150,70	4,00	0,195	114,94	589,3	148,4	352,1	15,7
12			5	50-80	55,52	24,00	20,48	Killi Balçık	6,86	2,09	3,13	0,173	134,26	794,0	88,8	223,7	27,5
13				0-10	56,79	26,07	17,14	Kumlu Kil	6,39	202,00	5,91	0,243	117,05	664,0	147,5	446,6	12,2
14				10-30	58,95	23,84	17,20	Kumlu Killi Balçık	6,38	204,30	5,38	0,235	117,02	677,6	151,5	371,5	27,5
15				30-50	56,84	21,43	21,73	Killi Balçık	6,37	146,60	4,33	0,201	95,36	634,7	148,3	337,9	16,5
16				50-70	63,14	16,46	20,40	Killi Balçık	6,32	80,30	2,06	0,141	24,86	541,8	142,1	293,3	15,2
17			6	70-90	67,71	18,09	14,20	Kumlu Killi Balçık	6,36	82,70	2,55	0,034	8,26	485,9	137,0	287,1	37,8
18				0-10	52,53	29,45	18,02	Balçıklı Kil	6,11	282,60	6,37	0,316	11,71	687,5	156,4	389,9	12,7
19				10-30	55,56	29,99	14,45	Kumlu Kil	6,26	259,50	6,51	0,335	97,28	717,5	156,9	379,4	12,6
20			7	30-50	56,64	31,78	11,58	Kumlu Kil	6,60	65,00	0,54	0,003	4,94	629,5	154,6	414,4	20,6
21				0-10	69,20	14,27	16,52	Kumlu Balçık	5,46	5,60	6,87	0,318	4,70	773,5	90,2	74,0	40,4
22				10-30	55,75	23,00	21,25	Killi Balçık	5,54	16,55	2,41	0,164	1,96	655,5	88,8	52,8	37,2
23				30-50	50,59	27,85	21,56	Balçıklı Kil	5,75	2,07	1,23	0,075	2,02	614,0	87,5	32,7	40,2
24			8	50-90	50,76	28,81	20,42	Balçıklı Kil	5,98	19,09	0,43	0,082	0,08	614,1	88,0	41,8	41,4
25				0-10	77,91	9,62	12,47	Kumlu Balçık	5,72	22,63	3,77	0,354	10,53	993,4	93,2	74,7	42,0
26				10-30	65,14	18,46	16,40	Kumlu Killi Balçık	5,86	16,91	2,18	0,116	2,90	948,4	91,6	45,9	36,8
27				30-50	70,68	14,55	14,77	Kumlu Balçık	5,81	49,00	2,06	0,078	0,33	650,8	148,8	41,3	36,2
28			9	50-100	65,01	20,69	14,31	Kumlu Killi Balçık	5,70	33,00	1,09	0,085	6,65	949,4	92,7	47,1	48,2
29				0-10	69,97	12,19	17,84	Kumlu Balçık	5,01	15,39	5,44	0,325	8,13	200,5	51,1	32,6	28,6
30				10-30	68,95	11,88	19,17	Kumlu Balçık	4,65	41,80	3,93	0,183	9,83	119,4	29,1	30,1	34,5
31				30-50	64,95	11,39	23,66	Balçık	4,72	47,50	7,38	0,171	78,36	201,9	27,7	35,5	24,4
32				50-85	74,37	12,77	12,86	Kumlu Balçık	4,41	61,30	3,09	0,097	14,14	215,0	44,5	0,8	18,2
33			10	0-10	90,72	8,27	1,01	Balçıklı Kum	5,18	138,00	11,74	0,666	143,00	515,4	153,3	373,7	19,4
34				10-30	80,14	9,20	10,66	Kumlu Balçık	5,40	64,10	4,67	0,370	247,78	385,8	81,1	177,0	24,3
35				30-70	67,60	12,29	20,11	Kumlu Balçık	4,83	24,20	2,21	0,142	142,70	251,2	71,2	228,1	14,3

Ek Tablo 4'ün Devamı

Sıra No	Arazi Kullanımı	Formasyon	Profil No	Derinlik (cm)	% Kum	% Toz	% Kil	Toprak Türü	pH	EC	% OM	% TN	TP (mg/L)	Ca++ (mg/L)	Mg++	K+ (mg/L)	Na+ (mg/L)
36	Mera		11	0-10	85,76	8,22	6,02	Balçıklı Kum	4,48	114,00	12,17	0,905	8,06	273,4	69,1	119,1	40,2
37				10-30	89,84	9,06	1,10	Balçıklı Kum	4,42	71,40	0,37	0,735	7,19	10,4	13,9	38,2	41,6
38				30-60	85,33	8,89	5,78	Balçıklı Kum	4,42	34,70	16,77	0,658	0,60	16,7	3,8	19,9	38,5
39			12	0-10	90,19	8,79	1,02	Balçıklı Kum	4,27	113,30	17,89	0,544	11,18	166,8	41,1	78,2	34,3
40				10-32	81,90	8,64	9,46	Kumlu Balçık	5,03	42,60	9,84	0,373	1,26	4,3	2,3	25,9	34,0
41				32-100	85,98	8,49	5,53	Balçıklı Kum	5,42	21,66	7,00	0,257	8,61	15,5	5,4	0,8	36,0
42			13	0-13	91,65	8,03	0,31	Balçıklı Kum	4,42	131,70	8,74	0,749	12,51	221,7	84,4	128,5	24,5
43				13-47	86,19	7,97	5,84	Balçıklı Kum	5,03	5,06	10,46	0,450	3,41	6,1	12,4	6,3	18,1
44				47-100	81,48	9,50	9,02	Kumlu Balçık	4,80	40,40	4,95	0,208	1,03	7,8	5,9	25,4	25,4
45			14	0-10	81,88	14,12	4,00	Kumlu Balçık	5,73	189,80	8,72	0,322	6,05	603,5	177,6	269,1	64,4
46				10-20	71,14	11,32	17,55	Kumlu Balçık	5,52	62,70	5,76	0,214	2,91	293,0	79,7	121,2	40,5
47				20-40	68,96	14,95	16,09	Kumlu Balçık	5,35	45,70	4,99	0,146	2,99	349,7	60,7	100,3	38,0
48				40-80	67,97	20,08	11,95	Kumlu Killi Balçık	4,86	65,10	3,95	0,199	1,46	337,4	44,3	86,7	86,7
49			15	80-100	59,76	19,26	20,99	Killi Balçık	5,50	61,20	3,60	0,001	6,70	36,9	26,1	62,4	53,2
50				0-13	76,19	13,97	9,85	Kumlu Balçık	4,81	57,50	10,54	0,423	6,99	173,2	47,7	115,7	52,3
51				13-23	69,03	13,12	17,85	Kumlu Balçık	4,42	40,00	5,50	0,219	3,93	4,2	10,1	52,6	31,0
52				23-40	65,23	18,84	15,94	Kumlu Killi Balçık	5,18	86,90	4,43	0,020	2,13	2,3	6,8	32,8	48,7
53			16	40-100	76,33	15,25	8,42	Kumlu Killi Balçık	5,08	38,50	2,67	0,065	5,05	2,0	1,1	36,0	18,7
54				0-12	67,13	21,80	11,07	Kumlu Killi Balçık	5,10	54,50	6,12	0,213	1,83	906,0	192,4	176,0	38,9
55				12-25	69,62	18,59	11,79	Kumlu Killi Balçık	5,23	44,40	5,54	0,226	3,18	637,1	163,4	149,9	45,5
56				25-48	72,18	17,02	10,80	Kumlu Killi Balçık	5,06	23,45	2,23	0,024	4,16	547,9	126,4	93,7	28,2
57			17	48-70	63,26	17,94	18,80	Kumlu Killi Balçık	5,33	55,80	0,51	0,025	1,96	676,8	145,9	30,6	30,6
58				0-10	72,43	12,36	15,20	Kumlu Balçık	5,09	103,90	9,85	0,350	3,91	462,8	134,0	187,3	83,9
59				10-30	71,90	12,60	15,49	Kumlu Balçık	5,15	86,80	6,45	0,261	2,83	205,1	64,8	102,4	85,2
60				30-50	68,25	15,31	16,44	Kumlu Killi Balçık	5,24	74,00	4,59	0,196	1,90	102,0	43,2	89,6	99,5
61			18	50-100	70,24	11,53	18,23	Kumlu Balçık	5,00	32,50	2,77	0,128	2,33	191,0	40,8	60,2	56,9
62				0-10	86,75	7,64	5,61	Balçıklı Kum	6,25	11,00	14,03	0,436	10,67	368,7	144,9	398,0	14,7
63				10-21	89,93	8,03	2,04	Balçıklı Kum	5,47	101,20	6,67	0,227	13,85	210,0	91,9	315,0	38,5
64				21-51	82,22	7,77	10,01	Kumlu Balçık	5,53	24,59	5,30	0,165	13,51	7,7	31,3	145,7	18,8
65			19	51-100	65,99	12,50	21,51	Kumlu Balçık	4,96	19,71	0,22	0,048	18,62	2,2	7,4	115,3	16,2
66	0-10	66,29		18,42	15,29	Kumlu Killi Balçık	4,86	132,30	8,49	0,359	7,37	403,2	127,4	59,6	18,1		
67	10-20	67,64		16,14	16,22	Kumlu Killi Balçık	4,76	55,70	3,00	0,102	2,41	274,1	98,6	1,5	22,9		
68	20-50	68,40		22,73	8,88	Kumlu Killi Balçık	5,12	13,29	2,78	0,114	0,16	192,1	89,9	1,9	21,5		
69	50-70	59,14		26,76	14,10	Kumlu Kil	5,13	16,13	2,17	0,110	0,08	202,4	140,9	31,2	38,9		
70				70-100	55,52	26,39	18,09	Kumlu Kil	5,82	9,19	2,05	0,080	0,16	199,6	172,8	22,3	31,2

Ek Tablo 4'ün Devamı

Sıra No	Arazi Kullanımı	Formasyon	Profil No	Derinlik (cm)	% Kum	% Toz	% Kil	Toprak Türü	pH	EC	% OM	% TN	TP (mg/L)	Ca++ (mg/L)	Mg++	K+ (mg/L)	Na+ (mg/L)
71	İbrelî		20	0-10	80,57	9,18	10,25	Kumlu Balçık	4,27	57,60	17,85	0,560	2,04	152,0	57,5	172,9	83,7
72				10-23	83,80	9,89	6,31	Kumlu Balçık	4,40	32,60	10,40	0,345	2,37	26,4	21,9	85,5	42,8
73				23-40	74,83	9,24	15,93	Kumlu Balçık	4,71	16,78	5,43	0,163	1,96	4,3	4,8	84,0	35,7
74				44-100	73,58	15,46	10,95	Kumlu Killi Balçık	4,76	18,37	5,71	0,106	1,16	7,8	10,5	29,5	29,5
75			21	0-10	37,52	45,25	17,22	Ağır Kil	6,58	380,00	7,97	0,349	5,53	1070,3	164,3	138,7	17,3
76				10-40	37,26	43,23	19,51	Balçıklı Kil	7,12	67,30	10,25	0,259	3,42	1469,9	95,9	113,2	31,5
77			22	0-10	83,66	8,12	8,21	Kumlu Balçık	7,41	622,00	16,00	0,932	1,10	1132,8	396,3	106,9	27,5
78				10-30	71,06	15,38	13,56	Kumlu Killi Balçık	7,57	32,50	11,60	0,558	0,36	1091,4	380,9	96,8	25,8
79			23	0-10	89,60	5,61	4,79	Balçıklı Kum	5,66	242,20	16,73	1,392	13,46	728,6	195,0	414,4	59,9
80				10-30	81,05	10,90	8,05	Kumlu Balçık	5,50	187,50	13,03	0,667	5,05	752,6	212,7	419,6	62,8
81			24	0-8	79,68	9,29	11,03	Kumlu Balçık	5,13	125,00	9,20	0,244	6,25	701,1	222,7	234,1	44,3
82				8-18	70,63	12,15	17,22	Kumlu Balçık	5,18	93,30	6,03	0,196	2,99	344,3	145,6	194,6	63,5
83				18-33	72,29	12,17	15,54	Kumlu Balçık	5,23	54,20	4,51	0,129	2,39	284,3	147,4	190,1	29,2
84				33-53	73,92	14,09	11,98	Kumlu Balçık	4,74	35,90	3,15	0,102	2,48	157,0	139,3	129,2	37,2
85			53-100	70,04	14,53	15,43	Kumlu Balçık	4,88	41,00	3,75	0,115	0,08	289,8	132,6	75,6	46,1	
86			25	0-10	74,75	15,83	9,42	Kumlu Killi Balçık	4,32	73,90	10,56	0,337	3,34	14,1	47,5	72,0	72,0
87				10-23	52,83	33,98	13,19	Balçıklı Kil	4,89	43,90	12,63	0,218	0,79	91,4	42,8	170,2	44,3
88				23-100	79,73	12,55	7,72	Kumlu Balçık	4,92	37,60	7,50	0,141	1,31	2,5	12,4	165,2	44,5
89			26	0-15	78,79	14,77	6,44	Kumlu Balçık	4,45	38,10	2,82	0,046	1,64	459,6	136,3	43,5	43,5
90				15-34	74,50	16,92	8,59	Kumlu Killi Balçık	4,44	24,20	2,04	0,069	1,31	382,2	151,7	121,7	28,5
91				34-100	77,24	16,49	6,27	Kumlu Killi Balçık	4,89	41,70	1,74	0,037	0,08	829,3	164,3	35,3	35,3
92			27	0-12	67,94	14,82	17,24	Kumlu Balçık	5,18	92,00	22,59	0,510	11,03	309,3	66,6	161,4	41,1
93				12-45	82,59	8,27	9,14	Kumlu Balçık	4,92	59,50	17,29	0,195	5,03	5,4	10,2	68,1	54,1
94			28	0-10	72,53	11,59	15,88	Kumlu Balçık	5,12	57,80	14,50	1,273	8,17	273,9	22,6	96,7	69,3
95				10-30	82,34	7,65	10,01	Kumlu Balçık	5,49	53,00	6,04	0,455	0,09	4,7	4,3	37,4	38,0
96				30-50	86,02	8,47	5,51	Balçıklı Kum	7,38	783,00	21,17	0,133	4,32	1050,2	343,7	92,7	20,9
97				50-90	90,28	8,66	1,05	Balçıklı Kum	7,36	459,00	13,30	0,164	0,61	1022,1	167,7	45,0	15,8
98			29	0-10	64,22	15,49	20,28	Killi Balçık	7,24	201,20	10,05	0,660	1,20	973,2	169,9	5,5	20,3
99				10-40	79,36	11,64	9,00	Kumlu Balçık	4,79	101,70	13,26	0,594	1,82	470,8	131,3	137,8	58,5
100				40-60	55,39	19,66	24,94	Killi Balçık	4,68	169,00	13,80	0,386	10,49	519,9	178,0	141,8	130,5
101			30	0-10	80,06	12,06	7,88	Kumlu Balçık	4,58	149,00	22,70	0,347	10,30	10,8	52,5	246,5	61,4
102				10-30	66,92	12,35	20,74	Kumlu Balçık	4,27	73,00	11,89	0,453	17,80	52,1	20,9	106,6	50,3
103			31	0-10	53,10	19,03	27,87	Killi Balçık	4,67	113,30	10,23	0,004	21,01	168,6	67,5	56,3	105,8
104				10-30	27,98	52,10	19,92	Ağır Kil	6,77	109,90	2,32	0,146	0,08	1276,7	79,5	88,7	31,0
105				30-50	83,13	8,39	8,48	Kumlu Balçık	4,37	140,80	18,12	0,001	42,22	1344,9	104,3	600,6	36,9

Ek Tablo 4'ün Devamı

Sıra No	Arazi Kullanımı	Formasyon	Profil No	Derinlik (cm)	% Kum	% Toz	% Kil	Toprak Türü	pH	EC	% OM	% TN	TP (mg/L)	Ca++ (mg/L)	Mg++	K+ (mg/L)	Na+ (mg/L)	
106	Yapraklı		32	50-80	82,18	16,25	1,58	Kumlu Killi Balçık	4,17	128,40	11,83	0,171	20,02	573,2	149,0	99,4	99,4	
107				0-8	78,29	9,93	11,79	Kumlu Balçık	4,51	181,60	7,21	0,703	3,82	855,4	173,6	90,8	90,8	
108				8-18	69,76	16,15	14,09	Kumlu Killi Balçık	4,80	74,00	3,04	0,495	2,43	628,4	221,2	72,0	49,0	
109				18-40	65,80	13,90	20,30	Kumlu Balçık	5,54	177,00	4,54	0,227	4,38	738,4	150,2	203,6	17,0	
110				40-100	63,77	18,07	18,16	Kumlu Killi Balçık	6,29	5,10	4,77	0,085	0,88	744,3	151,5	20,2	18,4	
111				33	0-10	63,43	20,36	16,21	Kumlu Killi Balçık	6,75	2,00	1,73	0,335	0,16	750,1	153,0	0,6	21,1
112					10-30	63,35	22,15	14,50	Kumlu Killi Balçık	6,95	50,10	1,62	0,095	3,72	761,6	151,6	30,7	21,1
113					30-50	76,80	10,83	12,37	Kumlu Balçık	4,86	69,30	16,97	0,031	10,23	2,2	14,5	106,1	32,8
114					50-90	83,66	8,12	8,21	Kumlu Balçık	5,17	14,80	10,76	0,021	6,19	4,3	6,4	93,7	35,9
115				34	0-10	74,17	11,61	14,22	Kumlu Balçık	5,35	36,30	5,19	0,531	6,48	4,0	1,2	59,3	54,9
116					10-40	90,43	9,21	0,36	Balçıklı Kum	4,44	51,50	40,73	0,367	8,09	62,7	93,5	218,7	29,4
117					40-90	82,83	12,69	4,48	Kumlu Balçık	4,90	97,80	17,91	0,326	5,27	9,1	41,1	233,2	77,0
118				35	0-12	88,52	7,49	3,99	Balçıklı Kum	4,71	8,00	14,74	1,195	6,70	155,1	71,8	197,9	22,0
119					12-38	81,66	7,61	10,73	Kumlu Balçık	5,19	50,70	7,52	0,743	0,18	6,1	14,3	105,4	23,1
120				36	0-10	84,12	8,10	7,79	Kumlu Balçık	5,14	5,40	8,61	0,633	0,86	45,7	5,1	59,6	33,6
121					10-25	85,70	7,84	6,46	Balçıklı Kum	5,24	14,99	7,27	0,100	1,64	4,3	6,8	79,3	35,1
122			25-45		70,01	13,63	16,36	Kumlu Balçık	5,46	18,40	12,83	0,349	1,09	38,7	2,5	42,3	36,4	
123			45-65		70,61	12,88	16,51	Kumlu Balçık	3,83	47,10	6,31	0,267	4,80	116,8	71,3	166,5	12,9	
124			65-90		67,79	16,74	15,47	Kumlu Killi Balçık	3,75	48,20	5,24	0,209	2,04	108,4	55,0	90,0	13,6	
125			37	0-10	72,05	12,88	15,07	Kumlu Balçık	3,96	31,50	2,56	0,287	7,30	227,6	105,8	62,7	17,6	
126				10-40	63,39	20,39	16,22	Kumlu Killi Balçık	3,90	40,30	3,94	0,187	1,00	310,5	84,3	59,0	17,9	
127				40-60	77,24	11,54	11,22	Kumlu Balçık	5,65	33,90	5,28	0,139	4,51	494,7	157,2	34,7	34,7	
128				60-100	57,32	28,68	14,00	Kumlu Kil	4,35	59,80	5,33	0,205	0,80	259,2	147,3	48,5	33,8	
129			38	0-10	57,52	28,17	14,31	Kumlu Kil	4,56	16,95	3,02	0,204	0,64	229,9	173,3	32,3	37,8	
130				10-25	57,37	32,86	9,77	Kumlu Kil	4,87	13,50	2,34	0,201	2,58	289,8	242,8	37,7	30,3	
131				25-45	91,89	7,03	1,08	Balçıklı Kum	3,54	117,70	12,85	0,150	20,15	173,4	44,2	118,2	32,6	
132				45-100	78,12	12,31	9,57	Kumlu Balçık	3,55	75,50	8,39	0,168	20,35	7,6	13,4	108,0	22,1	
133			39	0-8	85,40	8,97	5,63	Balçıklı Kum	4,23	38,60	9,32	0,100	8,82	6,0	2,7	76,4	20,4	
134				8-17	78,10	11,55	10,35	Kumlu Balçık	4,15	30,10	6,02	0,057	4,43	4,0	1,6	72,1	18,3	
135			40	0-10	72,02	11,24	16,74	Kumlu Balçık	3,98	28,66	2,85	0,594	4,13	4,0	3,1	64,0	22,8	
136				10-30	82,12	6,53	11,35	Kumlu Balçık	5,56	237,20	4,27	0,365	4,23	540,7	182,0	105,0	107,2	
137				30-50	83,15	6,16	10,69	Kumlu Balçık	4,84	138,00	2,12	0,306	5,15	470,9	165,1	70,2	79,4	
138				50-80	62,53	21,56	15,91	Kumlu Killi Balçık	4,77	52,90	16,57	0,200	6,03	2816,7	110,0	151,9	51,4	
139	80-100	46,34		29,71	23,95	Balçıklı Kil	7,06	195,20	8,73	0,153	0,39	3711,2	105,3	55,0	42,0			

Ek Tablo 4'ün Devamı

Sıra No	Arazi Kullanımı	Formasyon	Profil No	Derinlik (cm)	% Kum	% Toz	% Kil	Toprak Türü	pH	EC	% OM	% TN	TP (mg/L)	Ca++ (mg/L)	Mg++	K+ (mg/L)	Na+ (mg/L)
140	Tarım	Çatak	43	0-10	52,43	32,14	15,44	Balçıklı Kil	6,74	254,50	2,92	0,130	2,73	717,8	255,8	197,4	27,7
141				10-50	49,79	35,38	14,83	Balçıklı Kil	7,10	9,42	2,14	0,250	2,25	761,6	269,5	196,3	23,6
142				50-100	41,84	48,59	9,58	Ağır Kil	7,59	206,50	0,21	0,014	0,08	1668,8	164,2	330,3	31,5
143			44	0-10	55,05	20,27	24,67	Killi Balçık	4,69	28,41	3,81	0,149	5,85	465,0	229,4	189,2	24,4
144				10-30	52,94	30,30	16,76	Balçıklı Kil	4,56	28,90	2,46	0,127	5,56	473,0	214,4	122,0	30,0
145				30-50	52,77	23,83	23,40	Killi Balçık	4,69	27,90	3,64	0,110	3,55	524,5	236,0	71,8	37,8
146				50-90	52,37	32,81	14,82	Balçıklı Kil	5,09	18,02	0,21	0,035	2,53	645,2	280,3	61,8	42,5
147			45	0-10	57,41	19,04	23,55	Killi Balçık	5,70	73,00	10,06	0,176	45,46	1431,7	171,6	124,3	124,3
148				10-30	49,95	34,58	15,47	Balçıklı Kil	6,18	158,50	1,48	0,036	43,01	1498,8	172,8	168,8	168,8
149				30-50	48,82	33,83	17,36	Balçıklı Kil	6,42	121,90	1,70	0,050	22,56	1559,0	173,6	177,7	177,7
150			46	0-10	14,68	60,31	25,01	Ağır Kil	7,78	183,20	4,27	0,056	0,49	1942,8	177,2	60,4	60,4
151				10-30	59,42	32,00	8,58	Kumlu Kil	7,37	176,70	2,88	0,102	0,07	1860,1	164,3	125,0	38,2
152				30-50	32,80	47,29	19,90	Ağır Kil	7,55	381,00	11,17	0,527	2,75	1987,9	188,9	73,6	73,6
153			47	0-10	70,58	15,38	14,05	Kumlu Killi Balçık	7,24	309,00	3,92	0,272	5,38	1290,6	193,0	137,4	20,5
154				10-30	67,71	21,10	11,19	Kumlu Killi Balçık	7,53	124,60	1,76	0,040	1,05	1668,6	219,8	51,7	26,4
155				30-50	60,75	26,13	13,13	Kumlu Kil	7,51	131,70	1,88	0,030	0,14	1670,5	144,1	25,8	25,8
156			48	0-10	62,71	24,79	12,50	Kumlu Killi Balçık	6,84	254,20	3,88	0,119	3,34	1385,3	158,5	19,8	19,8
157				10-30	61,78	28,02	10,20	Kumlu Kil	7,45	163,50	2,70	0,059	3,58	1310,9	88,9	106,9	25,0
158				30-65	77,44	17,03	5,53	Kumlu Killi Balçık	7,17	168,10	4,07	0,006	8,46	1059,5	77,1	66,5	21,4
159			49	0-10	51,14	7,45	41,41	Balçık	5,95	98,10	5,67	0,097	1,46	3976,0	99,9	110,4	36,1
160				10-30	46,85	11,80	41,35	Balçık	6,04	94,80	4,64	0,071	1,01	1084,6	155,8	48,0	48,0
161				30-55	47,96	32,43	19,61	Balçıklı Kil	6,57	73,30	2,26	0,068	0,28	1130,4	143,6	65,2	56,7
162			50	0-10	49,49	32,85	17,66	Balçıklı Kil	7,25	285,60	8,25	0,381	7,97	1305,4	120,5	134,5	45,6
163				10-30	56,78	27,98	15,24	Kumlu Kil	7,36	271,10	4,39	0,275	4,58	1252,4	158,1	123,6	38,3
164				30-60	47,60	32,45	19,96	Balçıklı Kil	7,02	190,50	4,64	0,387	2,22	919,5	143,4	77,5	40,7
165			51	0-10	65,76	21,38	12,86	Kumlu Killi Balçık	5,07	63,90	2,68	0,333	10,88	649,6	145,1	151,7	21,4
166				10-30	64,74	23,38	11,88	Kumlu Killi Balçık	5,73	52,40	1,55	0,073	9,65	728,8	268,4	76,2	25,7
167				30-50	62,46	24,63	12,91	Kumlu Killi Balçık	6,10	52,00	1,31	0,013	33,52	753,9	270,8	93,2	21,3
168				50-90	57,40	28,12	14,48	Kumlu Kil	6,81	107,80	1,87	0,056	36,33	1103,8	154,1	126,7	25,3
169			52	0-10	68,28	16,74	14,98	Kumlu Killi Balçık	7,31	267,30	3,10	0,005	2,17	1599,7	275,3	68,2	30,7
170	10-30	67,28		18,55	14,17	Kumlu Killi Balçık	7,49	185,10	1,33	0,098	3,87	1708,5	285,1	59,3	31,3		
171	30-50	69,04		20,61	10,35	Kumlu Killi Balçık	7,60	124,10	0,73	0,056	1,41	1714,0	300,2	45,0	29,1		
172	50-80	75,90		13,55	10,55	Kumlu Balçık	7,67	123,20	0,75	0,006	1,03	1709,0	284,6	52,7	30,8		
173	53	0-10	73,98	16,16	9,87	Kumlu Killi Balçık	7,69	121,20	5,55	0,010	6,30	847,4	153,9	195,3	51,5		
174		10-30	49,86	35,35	14,79	Balçıklı Kil	7,47	166,30	1,73	0,070	0,57	1291,0	106,8	146,3	90,5		

Ek Tablo 4'ün Devamı

Sıra No	Arazi Kullanımı	Formasyon	Profil No	Derinlik (cm)	% Kum	% Toz	% Kil	Toprak Türü	pH	EC	% OM	% TN	TP (mg/L)	Ca++ (mg/L)	Mg++	K+ (mg/L)	Na+ (mg/L)	
175	Yapraklı			30-50	45,03	34,19	20,77	Balçıklı Kil	7,28	204,20	1,15	0,168	2,63	1493,3	105,1	158,5	101,7	
176				50-80	63,12	22,07	14,80	Kumlu Killi Balçık	6,23	228,20	0,62	0,259	0,16	921,5	101,3	87,2	91,1	
177				80-100	56,12	33,82	10,06	Kumlu Kil	7,12	112,20	0,77	0,027	0,17	974,2	78,1	95,4	95,6	
178			54	0-10	68,23	19,64	12,13	Kumlu Killi Balçık	5,63	115,30	6,87	0,174	9,01	745,4	144,2	53,8	53,8	
179				10-30	69,03	19,98	10,99	Kumlu Killi Balçık	5,97	130,10	2,91	0,108	3,51	605,0	111,1	64,8	64,8	
180				30-50	70,35	19,99	9,66	Kumlu Killi Balçık	5,98	128,60	2,17	0,048	2,32	604,9	115,9	69,8	69,8	
181				50-80	67,96	17,87	14,17	Kumlu Killi Balçık	6,14	116,60	1,89	0,053	5,92	598,0	102,4	57,3	57,3	
182			54	80-100	59,36	24,24	16,40	Kumlu Killi Balçık	5,86	82,40	0,84	0,058	7,76	774,3	124,1	55,6	55,6	
183				55	0-19	69,33	24,64	6,03	Kumlu Killi Balçık	4,33	64,70	3,47	0,137	3,22	4,0	5,6	38,5	35,2
184					19-67	61,84	25,28	12,88	Kumlu Kil	4,94	55,90	6,55	0,069	1,75	1,8	2,3	47,6	56,9
185			55	67-100	65,68	26,25	8,07	Kumlu Kil	4,71	31,70	0,74	0,022	2,22	9,2	9,0	27,6	27,6	
186				56	0-10	65,26	17,62	17,11	Kumlu Killi Balçık	5,50	48,10	3,00	0,224	5,18	569,2	90,9	92,0	37,2
187			10-30		55,20	30,54	14,26	Kumlu Kil	7,21	137,80	2,90	0,060	0,82	430,1	249,7	47,3	43,3	
188			30-50		71,44	12,08	16,48	Kumlu Balçık	4,82	28,71	3,77	0,133	0,08	482,9	258,4	51,2	59,9	
189			50-80		73,49	9,35	17,15	Kumlu Balçık	4,67	41,50	2,35	0,112	0,17	582,1	278,1	35,3	62,9	
190			56	80-100	65,14	17,69	17,17	Kumlu Killi Balçık	5,52	52,10	0,35	0,123	0,07	411,9	110,9	338,3	49,1	
191				57	0-10	67,16	18,14	14,70	Kumlu Killi Balçık	4,28	98,20	5,70	0,193	9,19	1478,5	81,6	129,2	44,0
192			10-20		61,96	21,57	16,47	Kumlu Killi Balçık	4,75	96,90	4,23	0,002	2,48	345,2	62,1	120,0	41,2	
193			20-40		61,76	21,47	16,77	Kumlu Killi Balçık	4,43	69,10	1,72	0,082	3,92	900,4	183,7	110,5	44,4	
194			40-80		45,98	38,14	15,89	Balçıklı Kil	5,38	82,60	1,16	0,022	0,44	1005,8	194,5	95,0	50,1	
195			80-100		61,51	27,73	10,76	Kumlu Kil	6,40	31,60	0,14	0,002	15,77	656,1	90,0	74,3	46,5	
196			58	0-20	56,95	25,73	17,32	Kumlu Kil	5,32	56,50	2,24	0,188	9,91	834,4	94,7	38,6	70,0	
197				20-40	47,45	28,68	23,87	Balçıklı Kil	5,07	54,80	5,71	0,109	2,88	1597,8	105,2	67,6	62,5	
198			58	40-70	44,46	30,11	25,43	Balçıklı Kil	5,28	63,50	6,87	0,138	1,79	2105,5	103,9	67,4	52,0	
199				59	0-10	72,37	13,02	14,61	Kumlu Balçık	6,01	219,70	6,01	0,144	9,96	527,7	265,4	78,0	38,1
200			10-32		64,10	19,24	16,66	Kumlu Killi Balçık	6,43	40,60	3,06	0,112	4,04	488,1	142,2	48,4	39,2	
201			32-48		67,08	19,15	13,76	Kumlu Killi Balçık	6,33	13,38	1,43	0,050	7,89	622,9	152,2	54,2	54,2	
202			48-76		64,14	20,26	15,60	Kumlu Killi Balçık	6,39	34,20	1,64	0,028	2,70	521,1	145,1	36,7	43,9	
203			60	0-15	80,45	6,34	13,21	Kumlu Balçık	5,63	188,60	13,23	0,396	12,43	657,5	195,0	331,9	78,1	
204				15-56	75,42	8,41	16,17	Kumlu Balçık	5,51	186,80	8,99	0,384	3,73	617,4	158,8	86,3	112,8	
205	56-100	66,47		15,50	18,03	Kumlu Killi Balçık	5,71	236,90	4,63	0,184	1,50	660,8	133,8	59,4	114,1			
206	61	0-10	67,70	21,45	10,85	Kumlu Killi Balçık	5,74	115,80	8,83	0,261	4,92	1208,9	169,4	79,4	79,4			
207		10-30	62,73	24,95	12,32	Kumlu Killi Balçık	5,54	224,20	3,65	0,108	1,51	1176,5	221,2	76,1	117,5			
208		30-80	58,91	21,50	19,59	Kumlu Killi Balçık	6,13	100,30	5,76	0,066	3,73	1152,6	169,1	99,3	99,3			
209		80-100	58,30	35,53	6,17	Kumlu Kil	6,62	118,30	2,61	0,103	7,08	820,7	288,7	33,5	102,2			

Ek Tablo 4'ün Devamı

Sıra No	Arazi Kullanımı	Formasyon	Profil No	Derinlik (cm)	% Kum	% Toz	% Kil	Toprak Türü	pH	EC	% OM	% TN	TP (mg/L)	Ca++ (mg/L)	Mg++	K+ (mg/L)	Na+ (mg/L)
210	İbrelî		62	0-13	64,96	14,24	20,80	Balçık	4,60	23,10	4,85	0,145	7,95	341,8	146,6	106,8	39,2
211				13-45	61,28	14,30	24,42	Balçık	4,43	30,40	2,17	0,063	12,84	310,3	112,1	46,8	35,7
212				45-100	57,05	19,51	23,44	Killi Balçık	4,57	28,60	2,00	0,094	1,25	391,8	111,4	49,8	37,9
213			63	0-10	55,67	22,12	22,21	Killi Balçık	4,61	22,96	2,72	0,302	4,69	394,6	145,2	122,7	54,1
214				10-32	60,94	18,03	21,03	Killi Balçık	4,38	41,60	1,67	0,089	6,70	859,9	152,2	51,7	70,3
215				0-10	59,38	24,49	16,13	Kumlu Killi Balçık	4,75	25,02	9,89	0,460	1,83	428,6	139,8	101,4	38,5
216			64	10-30	69,25	14,17	16,58	Kumlu Balçık	4,40	38,50	8,11	0,343	3,22	323,2	102,3	72,5	53,6
217				30-50	81,45	10,59	7,97	Kumlu Balçık	4,47	37,70	7,27	0,261	0,90	488,9	110,8	60,3	43,9
218				50-80	56,53	24,27	19,21	Kumlu Killi Balçık	4,46	23,33	4,22	0,210	0,64	530,9	136,8	49,9	45,5
219				80-100	61,37	22,63	16,00	Kumlu Killi Balçık	4,54	18,90	2,98	0,159	0,08	642,9	149,9	36,3	54,9
220			65	0-13	88,84	8,18	2,98	Balçıklı Kum	4,74	132,60	23,87	0,916	4,30	314,9	138,4	102,8	79,2
221				13-39	82,18	8,63	9,19	Kumlu Balçık	4,65	50,00	14,05	0,798	4,33	96,5	73,7	97,0	55,9
222				39-100	89,34	8,60	2,06	Balçıklı Kum	5,14	28,46	6,69	0,677	5,04	33,0	40,4	86,1	100,7
223			66	0-10	68,75	10,87	20,38	Kumlu Balçık	4,33	68,80	5,80	0,143	4,25	325,6	73,3	170,6	25,7
224				10-30	58,04	17,08	24,88	Killi Balçık	4,22	64,40	3,51	0,096	5,70	174,0	76,6	107,6	40,6
225				30-50	58,64	19,05	22,31	Killi Balçık	4,32	74,90	2,43	0,081	2,35	347,5	80,1	77,1	48,4
226			67	0-10	64,38	22,85	12,77	Kumlu Killi Balçık	7,54	258,10	3,94	0,027	4,40	9574,0	107,3	62,5	54,4
227				10-45	74,39	16,77	8,85	Kumlu Killi Balçık	7,31	326,00	18,17	0,022	7,21	8355,3	113,6	145,4	67,1
228			68	0-5	65,56	20,45	13,99	Kumlu Killi Balçık	4,99	114,70	8,63	0,289	6,83	929,2	161,9	391,6	39,2
229				5-35	55,31	24,43	20,26	Killi Balçık	5,36	45,00	6,41	0,100	1,50	653,9	152,9	135,2	63,4
230				35-60	84,83	6,75	8,42	Kumlu Balçık	5,31	97,70	5,77	0,015	1,48	3320,4	104,6	136,0	80,5
231				60-100	59,84	22,55	17,62	Kumlu Killi Balçık	5,26	85,90	9,60	0,052	1,13	3520,5	103,3	80,2	81,5
232			69	0-10	55,45	23,26	21,29	Killi Balçık	5,78	71,70	3,24	0,109	0,63	1259,7	166,0	212,0	48,0
233				10-30	49,62	30,56	19,82	Balçıklı Kil	5,43	52,70	1,47	0,061	0,38	1209,8	163,7	70,7	50,3
234				30-100	58,21	26,30	15,50	Kumlu Kil	4,84	56,00	2,38	0,095	5,76	771,9	166,1	62,2	62,2
235			70	0-60	45,46	38,79	15,75	Balçıklı Kil	5,05	108,80	4,67	0,100	1,16	3424,9	102,6	40,8	110,2
236				60-90	57,00	23,10	19,90	Kumlu Killi Balçık	5,56	112,10	2,95	0,149	1,94	916,8	94,2	65,1	135,4
237			71	0-7	70,55	14,39	15,06	Kumlu Balçık	5,35	136,70	8,08	0,134	5,18	575,2	174,9	171,0	35,1
238				7-43	72,77	11,64	15,59	Kumlu Balçık	5,28	78,40	4,63	0,229	3,80	742,1	221,2	103,2	62,4
239				43-100	52,05	28,13	19,82	Balçıklı Kil	4,99	76,30	2,06	0,166	1,10	606,8	158,1	51,3	61,6
240			72	0-15	75,01	23,62	1,38	Kumlu Killi Balçık	4,79	87,20	1,31	0,163	20,75	633,0	164,8	49,2	49,2
241				15-35	67,36	17,65	14,99	Kumlu Killi Balçık	4,85	93,80	5,76	0,184	37,30	455,4	157,4	50,7	50,7
242	35-60	56,23		22,15	21,63	Killi Balçık	4,94	62,30	2,93	0,123	3,25	565,7	157,6	165,2	58,4		

Ek Tablo 4'ün Devamı

Sıra No	Arazi Kullanımı	Formasyon	Profil No	Derinlik (cm)	% Kum	% Toz	% Kil	Toprak Türü	pH	EC	% OM	% TN	TP (mg/L)	Ca++ (mg/L)	Mg++	K+ (mg/L)	Na+ (mg/L)
243	Mera		73	0-11	66,41	15,57	18,02	Kumlu Killi Balçık	5,34	268,20	7,75	0,460	6,33	769,6	98,1	113,6	117,7
244				11-30	70,57	13,25	16,18	Kumlu Balçık	5,07	56,00	3,33	0,192	2,27	593,4	88,8	63,6	56,4
245				30-55	64,33	21,08	14,58	Kumlu Killi Balçık	4,97	121,00	2,58	0,131	1,84	559,6	87,8	52,8	54,7
246			74	0-10	82,91	8,74	8,35	Kumlu Balçık	4,72	107,40	7,15	0,474	11,97	703,3	92,1	91,7	48,9
247				10-30	76,56	11,99	11,44	Kumlu Balçık	4,81	83,10	4,35	0,376	6,07	836,2	95,9	59,1	67,1
248			75	0-10	69,65	16,59	13,75	Kumlu Killi Balçık	4,79	176,80	7,05	0,369	6,00	884,0	333,8	175,5	68,0
249				10-20	49,61	32,67	17,72	Balçıklı Kil	4,74	57,00	2,84	0,171	1,15	1320,5	99,2	105,8	102,8
250				20-54	58,30	25,95	15,75	Kumlu Kil	4,95	18,59	1,57	0,051	0,16	1444,2	101,1	78,4	120,2
251				54-100	53,27	30,57	16,16	Balçıklı Kil	5,24	18,04	0,07	0,061	1,94	1472,0	100,0	61,4	141,6
252			76	0-10	82,25	7,75	10,00	Kumlu Balçık	4,22	83,10	10,05	0,202	5,20	132,0	35,4	88,0	41,7
253				10-30	81,97	7,97	10,06	Kumlu Balçık	4,45	37,40	10,29	0,578	5,17	50,7	24,5	59,7	45,3
254				30-50	80,71	9,92	9,36	Kumlu Balçık	4,74	28,70	5,62	0,280	3,62	366,7	36,5	40,8	49,9
255			77	0-6	77,06	10,53	12,42	Kumlu Balçık	5,38	80,80	2,91	0,321	7,70	634,4	158,6	54,6	54,6
257				6-18	67,45	16,42	16,13	Kumlu Killi Balçık	4,67	50,80	3,42	0,115	1,22	300,3	112,7	45,1	45,1
258				18-68	58,57	30,86	10,57	Kumlu Kil	5,27	42,20	4,74	0,058	0,51	299,1	92,3	35,0	35,0
259				68-100	64,91	20,29	14,80	Kumlu Killi Balçık	4,12	41,20	3,86	0,074	0,78	279,4	86,7	34,3	34,3
260			78	0-10	63,15	20,97	15,88	Kumlu Killi Balçık	5,22	117,40	7,99	0,255	2,09	1727,4	105,6	102,9	73,6
261				10-38	61,51	23,10	15,39	Kumlu Killi Balçık	5,09	69,40	2,34	0,156	1,18	541,1	204,6	87,7	44,7
262				38-74	57,24	28,69	14,06	Kumlu Kil	5,99	71,10	5,03	0,026	0,76	1035,7	106,7	43,1	64,9
263				74-100	66,40	26,99	6,61	Kumlu Kil	6,15	79,20	3,05	0,002	0,23	1655,0	102,0	52,5	39,4
264			79	0-6	59,19	26,48	14,33	Kumlu Kil	4,81	93,80	7,29	0,295	19,65	2494,3	129,3	343,0	99,6
265				6-35	79,95	8,76	11,29	Kumlu Balçık	4,56	66,00	2,91	0,063	6,31	793,3	177,3	82,4	82,4
266				35-60	58,91	27,07	14,02	Kumlu Kil	5,10	142,70	2,19	0,008	1,15	3836,3	112,9	45,6	79,1
267			80	60-100	43,44	33,23	23,33	Balçıklı Kil	5,04	55,80	1,33	0,046	1,78	4478,3	110,1	44,9	83,0
268				0-11	73,97	12,13	13,89	Kumlu Balçık	5,60	88,50	7,70	0,389	2,66	698,2	94,5	98,8	56,1
269				11-34	69,99	13,37	16,63	Kumlu Balçık	4,73	46,10	6,93	0,114	0,35	549,7	76,8	53,7	58,1
270				34-100	49,35	32,51	18,13	Balçıklı Kil	5,40	36,20	3,41	0,038	1,82	419,2	83,0	53,8	55,7
271			81	0-10	67,67	17,18	15,14	Kumlu Killi Balçık	5,29	76,60	3,90	0,153	1,08	538,2	258,1	100,3	29,2
272				10-22	65,55	20,36	14,08	Kumlu Killi Balçık	5,55	33,50	2,33	0,041	2,24	493,9	242,9	51,0	39,8
273				22-36	67,16	17,76	15,08	Kumlu Killi Balçık	5,07	43,50	1,28	0,017	0,46	2500,3	101,2	64,0	51,4
274				36-72	69,50	20,17	10,32	Kumlu Killi Balçık	5,66	36,40	0,92	0,032	1,67	705,8	295,6	25,9	61,3
275			82	72-100	72,83	16,87	10,30	Kumlu Killi Balçık	5,18	39,90	0,45	0,001	4,54	1289,7	172,0	90,3	90,3
276	0-10	47,25		24,87	27,87	Killi Balçık	6,01	103,20	2,48	0,105	0,81	3561,5	100,3	96,7	37,2		
277	10-40	44,42		33,87	21,71	Balçıklı Kil	6,10	112,90	5,70	0,092	3,12	1012,2	161,2	27,4	27,4		

Ek Tablo 4'ün Devamı

Sıra No	Arazi Kullanımı	Formasyon	Profil No	Derinlik (cm)	% Kum	% Toz	% Kil	Toprak Türü	pH	EC	% OM	% TN	TP (mg/L)	Ca++ (mg/L)	Mg++	K+ (mg/L)	Na+ (mg/L)	
278				40-60	42,69	36,27	21,04	Balçıklı Kil	6,54	54,20	1,12	0,078	0,55	959,4	148,4	60,9	33,9	
279				60-80	45,36	32,48	22,16	Balçıklı Kil	6,33	105,30	4,02	0,017	0,72	2524,7	95,6	36,9	44,3	
280	Tarım	Kaçkar Granitoyidi	83	0-10	59,52	19,82	20,66	Killi Balçık	5,66	101,20	4,20	0,188	75,23	1206,9	93,8	249,6	47,2	
281				10-30	65,95	22,95	11,10	Kumlu Killi Balçık	5,93	113,80	3,58	0,011	14,25	311,1	132,1	109,6	54,8	
282				30-50	68,35	21,52	10,13	Kumlu Killi Balçık	5,25	73,50	0,69	0,030	11,95	250,5	87,7	67,5	36,5	
283				50-100	66,75	22,61	10,64	Kumlu Killi Balçık	6,20	174,20	0,25	0,006	5,00	103,4	25,6	55,6	43,6	
284				84	0-10	64,65	14,36	20,98	Balçık	6,69	384,00	6,99	0,417	196,91	832,7	164,7	44,1	44,1
285					10-30	69,92	9,63	20,45	Kumlu Balçık	5,63	112,30	11,63	0,370	142,68	879,8	175,0	103,5	103,5
286			30-50		67,14	18,33	14,53	Kumlu Killi Balçık	5,70	184,20	6,54	0,231	19,09	424,0	115,4	49,0	49,0	
287			85	0-10	61,28	15,52	23,20	Killi Balçık	5,56	132,80	6,69	0,281	128,78	649,4	204,0	507,8	55,4	
288				10-30	63,35	15,39	21,26	Killi Balçık	5,16	84,10	6,90	0,264	91,24	614,0	199,8	463,7	33,6	
289				30-50	62,23	23,51	14,25	Kumlu Killi Balçık	6,50	152,00	5,59	0,018	40,39	958,4	108,2	212,6	36,2	
290			86	50-100	53,05	27,95	19,00	Balçıklı Kil	4,57	68,20	1,00	0,024	9,55	658,4	90,7	252,6	45,2	
291				0-10	69,76	15,37	14,87	Kumlu Killi Balçık	5,88	274,30	7,26	0,324	107,33	720,1	205,2	107,7	91,1	
292				10-30	69,78	15,17	15,05	Kumlu Killi Balçık	5,47	93,10	3,92	0,181	30,85	585,2	133,3	47,7	47,7	
293				30-50	59,48	19,65	20,88	Killi Balçık	5,39	75,00	2,38	0,131	12,45	454,0	94,6	40,2	40,2	
294			87	50-90	65,60	17,30	17,10	Kumlu Killi Balçık	5,96	72,60	5,37	0,112	6,81	288,0	52,3	17,5	39,5	
295				0-10	75,57	13,04	11,39	Kumlu Balçık	7,20	338,00	7,10	0,227	272,33	958,4	173,3	399,3	79,0	
296				10-30	60,84	25,88	13,28	Kumlu Kil	7,20	242,40	5,18	0,112	202,46	823,4	166,6	402,1	62,0	
297				30-50	69,18	14,01	16,81	Kumlu Balçık	6,92	179,80	2,32	0,061	208,76	517,9	152,5	408,4	46,0	
298				50-100	73,80	9,65	16,55	Kumlu Balçık	6,98	105,15	4,11	0,097	185,65	523,7	189,5	512,7	66,0	
299			88	0-10	70,93	7,67	21,40	Kumlu Balçık	5,92	129,50	5,37	0,223	115,58	496,0	139,5	90,1	24,7	
300				10-30	77,47	7,67	14,86	Kumlu Balçık	5,86	119,30	6,40	0,160	99,84	612,2	152,5	78,2	38,8	
301				30-50	67,78	19,31	12,91	Kumlu Killi Balçık	5,21	55,80	6,42	0,239	32,67	351,8	102,2	46,1	31,9	
302			89	50-80	76,34	7,64	16,02	Kumlu Balçık	4,86	96,90	6,59	0,259	18,83	150,7	67,9	67,0	46,1	
303				0-10	69,47	13,41	17,12	Kumlu Balçık	6,01	219,30	9,35	0,172	2,26	566,7	205,7	33,7	55,8	
304				10-30	74,10	13,68	12,22	Kumlu Balçık	5,96	161,90	5,99	0,214	6,56	709,3	152,2	51,7	55,2	
305				30-50	68,47	15,64	15,89	Kumlu Killi Balçık	5,65	136,80	4,26	0,342	5,67	508,2	146,6	49,7	61,1	
306			90	50-100	80,09	9,63	10,27	Kumlu Balçık	5,91	90,50	2,77	0,002	2,54	358,2	128,2	3,8	26,8	
307				0-10	76,19	11,86	11,95	Kumlu Balçık	5,88	54,00	1,55	0,285	9,48	504,0	191,8	65,2	38,6	
308				10-30	72,21	17,00	10,79	Kumlu Killi Balçık	5,49	68,80	6,32	0,244	10,51	804,3	82,5	58,1	43,3	
309				30-50	78,02	9,88	12,11	Kumlu Balçık	5,35	74,70	7,42	0,067	11,47	485,7	80,1	39,9	47,3	
310			91	50-100	47,78	32,00	20,22	Balçıklı Kil	5,26	60,20	4,42	0,194	9,72	1172,8	81,4	37,7	56,3	
311				0-10	75,77	11,48	12,75	Kumlu Balçık	6,40	340,00	3,62	0,532	297,45	3260,8	105,2	842,2	39,1	
312				10-30	69,85	11,24	18,91	Kumlu Balçık	6,47	293,40	13,41	0,354	177,61	3214,6	102,2	698,1	57,0	

Ek Tablo 4'ün Devamı

Sıra No	Arazi Kullanımı	Formasyon	Profil No	Derinlik (cm)	% Kum	% Toz	% Kil	Toprak Türü	pH	EC	% OM	% TN	TP (mg/L)	Ca++ (mg/L)	Mg++	K+ (mg/L)	Na+ (mg/L)		
313	Yapraklı		92	30-50	69,67	13,46	16,87	Kumlu Balçık	6,28	264,70	4,57	0,325	113,36	853,0	160,7	373,4	51,9		
314				0-10	67,61	19,33	13,06	Kumlu Killi Balçık	6,18	297,00	7,48	0,236	232,96	454,4	175,4	439,2	81,6		
315				10-30	62,77	23,13	14,10	Kumlu Killi Balçık	6,68	148,40	7,29	0,184	244,01	551,4	158,8	64,7	64,7		
316				30-50	63,40	26,43	10,16	Kumlu Kil	5,84	179,70	5,76	0,219	187,77	482,6	157,8	95,1	95,1		
317				50-100	50,90	26,34	22,76	Balçıklı Kil	5,58	151,70	4,72	0,085	25,39	219,3	96,1	415,7	61,9		
318			Yapraklı		93	0-15	86,15	12,66	1,18	Balçıklı Kum	3,36	252,70	5,11	0,755	15,63	104,0	107,1	103,0	124,6
319						15-36	84,22	9,10	6,68	Kumlu Balçık	3,75	164,90	27,56	0,110	7,48	2,4	15,5	68,9	82,3
320						36-100	82,04	15,13	2,83	Kumlu Killi Balçık	3,64	207,80	36,92	1,575	10,64	3,6	48,9	133,3	179,6
321					94	0-12	87,56	7,96	4,47	Balçıklı Kum	3,70	137,90	11,93	1,131	11,42	106,1	57,9	49,4	49,4
322						12-40	83,50	8,57	7,93	Kumlu Balçık	4,55	62,00	13,97	0,381	6,09	2,7	14,1	75,0	50,6
323					95	0-13	81,54	8,59	9,87	Kumlu Balçık	4,71	55,70	6,63	0,246	6,04	187,7	83,6	57,4	33,9
324						13-31	81,03	8,29	10,68	Kumlu Balçık	4,48	98,50	8,04	0,323	4,72	254,4	106,9	62,6	48,9
325						31-57	79,11	18,06	2,83	Kumlu Killi Balçık	3,99	101,00	14,03	0,635	8,79	90,3	64,2	139,1	31,1
326					96	57-85	90,77	7,36	1,86	Balçıklı Kum	3,84	130,30	12,48	0,590	9,82	128,6	73,1	142,3	32,6
327						0-11	73,36	12,62	14,02	Kumlu Balçık	4,83	59,70	14,84	0,682	5,90	1380,9	112,3	94,8	74,9
328						11-32	78,41	10,33	11,26	Kumlu Balçık	5,85	85,30	9,97	0,534	2,07	420,2	304,5	56,6	50,6
329					97	32-60	85,74	8,23	6,03	Balçıklı Kum	5,96	110,80	6,38	0,437	6,06	479,7	96,7	62,2	59,0
330						0-20	80,65	9,95	9,39	Kumlu Balçık	4,65	132,60	10,08	0,477	11,67	2,3	12,6	96,0	96,0
331					98	20-50	76,50	12,03	11,48	Kumlu Balçık	4,84	179,70	10,20	0,301	8,42	4,3	4,3	121,4	121,4
332						0-10	71,29	8,19	20,52	Kumlu Balçık	4,70	129,90	15,48	0,286	17,00	36,7	58,0	66,0	59,7
333						10-25	76,99	11,88	11,13	Kumlu Balçık	4,87	89,00	5,26	0,164	14,28	44,8	26,8	54,4	69,5
334					99	25-100	63,17	19,91	16,92	Kumlu Killi Balçık	4,78	90,00	3,38	0,135	16,99	386,6	65,9	80,8	80,8
335						0-15	84,51	6,93	8,56	Kumlu Balçık	4,04	138,50	8,25	0,166	18,97	5,9	41,3	134,8	41,8
336						15-35	81,79	7,32	10,89	Kumlu Balçık	3,86	124,90	6,39	0,081	13,01	4,3	17,6	98,6	43,9
337						35-65	80,68	10,16	9,16	Kumlu Balçık	4,09	91,30	5,86	0,220	11,05	2,3	6,3	79,2	44,9
338					100	65-100	77,02	12,16	10,82	Kumlu Balçık	4,48	71,90	4,57	0,165	9,04	6,2	9,6	62,5	33,0
339						0-10	83,81	9,62	6,57	Kumlu Balçık	3,83	107,90	8,37	0,104	12,79	3,9	35,2	55,9	22,2
340						10-30	86,83	7,22	5,95	Balçıklı Kum	4,67	25,37	9,63	0,312	3,29	129,9	43,9	67,4	37,0
341						30-50	78,11	7,83	14,06	Kumlu Balçık	4,10	101,30	11,65	0,330	3,85	243,8	47,4	83,1	40,2
342					101	50-90	87,01	8,32	4,67	Balçıklı Kum	3,66	123,90	0,40	0,949	12,16	164,3	55,0	92,3	66,4
343						0-11	81,30	11,25	7,45	Kumlu Balçık	3,99	94,90	13,32	0,555	4,33	8,2	9,6	105,6	46,6
344						11-35	88,34	7,31	4,35	Balçıklı Kum	4,19	96,10	16,90	0,510	7,53	2,9	0,3	58,9	57,1
345					102	35-100	90,75	6,87	2,39	Balçıklı Kum	4,27	71,40	12,09	0,491	5,20	2,3	5,7	26,8	34,1
346						0-10	80,01	8,94	11,04	Kumlu Balçık	3,88	189,40	14,69	1,128	14,88	234,5	47,9	163,6	110,5
347						10-30	87,94	9,22	2,85	Balçıklı Kum	4,16	127,00	15,77	0,856	8,68	7,8	29,9	125,6	125,6

Ek Tablo 4'ün Devamı

Sıra No	Arazi Kullanımı	Formasyon	Profil No	Derinlik (cm)	% Kum	% Toz	% Kil	Toprak Türü	pH	EC	% OM	% TN	TP (mg/L)	Ca++ (mg/L)	Mg++	K+ (mg/L)	Na+ (mg/L)	
348				30-50	71,82	21,27	6,91	Kumlu Killi Balçık	4,38	52,80	7,22	0,318	8,36	0,9	1,5	76,2	36,8	
349				50-80	62,28	21,46	16,26	Kumlu Killi Balçık	4,42	66,70	4,51	0,216	3,31	8,3	4,8	76,1	54,4	
350				80-100	67,22	25,88	6,91	Kumlu Kil	4,46	63,70	3,42	0,192	4,93	6,3	6,0	71,2	50,9	
351	İbrel		103	0-11	91,99	7,29	0,72	Balçıklı Kum	4,48	64,40	8,24	0,233	4,73	325,1	80,5	589,1	35,2	
352					11-28	65,73	19,57	14,70	Kumlu Killi Balçık	4,59	44,00	5,28	0,146	5,52	29,3	34,9	240,9	28,6
353					28-50	90,34	8,20	1,46	Balçıklı Kum	4,20	52,70	5,18	0,204	2,29	125,5	100,2	39,3	39,3
354					50-100	78,56	8,87	12,57	Kumlu Balçık	4,61	52,40	4,59	0,152	1,25	163,6	112,8	83,5	50,6
355				104	0-13	78,99	6,35	14,66	Kumlu Balçık	4,42	70,40	12,06	0,155	17,98	142,4	90,3	190,8	49,7
356					13-43	78,19	10,65	11,16	Kumlu Balçık	4,71	115,10	26,12	0,351	6,71	4,1	23,4	138,6	114,7
357					43-85	85,02	10,29	4,69	Balçıklı Kum	4,78	66,20	21,80	0,606	10,41	2,8	15,3	99,6	50,2
358				105	0-12	67,57	17,17	15,25	Kumlu Killi Balçık	5,60	147,50	8,44	1,047	8,05	670,5	274,6	134,7	26,4
359					12-29	71,55	12,61	15,84	Kumlu Balçık	5,61	140,70	7,69	0,380	6,49	1183,2	125,2	148,8	60,3
360					29-100	69,83	16,04	14,13	Kumlu Killi Balçık	5,71	113,10	3,64	0,175	2,38	812,3	215,2	94,7	37,6
361				106	0-11	60,69	19,94	19,36	Kumlu Killi Balçık	4,44	49,20	6,85	0,251	2,95	90,6	75,7	90,4	21,9
362					11-30	49,83	26,70	23,47	Balçıklı Kil	4,80	52,00	3,74	0,153	2,20	4,9	21,4	68,6	59,3
363					30-51	58,22	26,93	14,85	Kumlu Kil	4,61	53,40	8,40	0,054	0,38	114,0	27,3	54,3	37,5
364					51-100	51,73	31,58	16,70	Balçıklı Kil	4,45	39,90	0,69	0,043	1,15	63,4	41,9	84,3	36,8
365				107	0-10	84,04	7,84	8,11	Kumlu Balçık	4,99	80,00	9,33	0,309	2,89	28,3	73,4	115,0	44,3
366					10-28	73,57	12,00	14,43	Kumlu Balçık	5,19	103,30	7,27	0,107	2,76	174,3	63,3	113,5	75,7
367					28-100	79,65	9,31	11,05	Kumlu Balçık	5,66	118,20	5,26	0,155	5,38	67,7	41,6	80,0	76,2
368				108	0-13	76,22	14,84	8,94	Kumlu Balçık	5,28	91,80	10,67	0,555	4,98	524,8	124,3	164,3	57,7
369					13-29	75,98	7,26	16,76	Kumlu Balçık	5,29	70,90	10,14	0,412	3,81	122,8	51,8	97,2	79,5
370					29-47	78,43	8,48	13,09	Kumlu Balçık	5,47	50,90	8,87	0,344	1,64	17,2	13,9	91,5	63,8
371					47-100	72,28	11,25	16,47	Kumlu Balçık	5,84	48,40	4,82	0,091	0,08	51,6	28,8	53,9	35,2
372				109	0-14	75,32	13,70	10,98	Kumlu Balçık	4,43	59,50	7,95	0,314	6,62	251,3	144,0	75,9	36,4
373					14-33	59,17	27,93	12,90	Kumlu Kil	4,74	41,30	5,37	0,162	0,69	73,4	77,2	67,2	37,6
374					33-52	76,35	9,12	14,53	Kumlu Balçık	5,13	67,40	6,75	0,275	2,40	120,1	87,6	45,3	43,2
375					52-80	68,01	18,75	13,24	Kumlu Killi Balçık	4,91	45,10	3,41	0,225	2,84	94,6	72,5	25,0	35,0
376				110	0-11	86,44	5,94	7,62	Balçıklı Kum	4,85	110,30	12,70	0,439	2,46	418,8	155,5	174,8	70,0
377					11-30	89,48	7,81	2,71	Balçıklı Kum	4,96	79,30	7,89	0,365	5,46	311,9	167,3	102,8	50,3
378					30-85	69,92	18,89	11,20	Kumlu Killi Balçık	4,94	86,80	12,44	0,323	1,17	365,4	198,5	115,2	121,3
379				111	0-11	77,32	10,98	11,71	Kumlu Balçık	6,45	212,80	10,65	0,051	6,22	1200,9	186,0	239,8	58,6
380					11-25	60,08	28,82	11,10	Kumlu Kil	6,78	166,00	4,41	0,031	1,19	1209,8	172,4	110,0	39,4
381					25-100	43,13	41,82	15,06	Balçıklı Kil	5,87	72,90	2,49	0,686	0,09	568,5	214,2	89,0	35,4
382				112	0-12	78,05	13,62	8,34	Kumlu Balçık	5,92	110,60	7,81	0,103	7,80	356,7	130,9	43,7	43,7

Ek Tablo 4'ün Devamı

Sıra No	Arazi Kullanımı	Formasyon	Profil No	Derinlik (cm)	% Kum	% Toz	% Kil	Toprak Türü	pH	EC	% OM	% TN	TP (mg/L)	Ca++ (mg/L)	Mg++	K+ (mg/L)	Na+ (mg/L)
383	Mera			12-31	79,97	11,58	8,44	Kumlu Balçık	5,80	96,80	3,40	0,237	11,33	564,4	97,8	85,2	60,3
384				31-70	91,90	7,37	0,73	Balçıklı Kum	5,23	71,00	1,80	0,369	16,80	640,5	111,5	127,5	47,5
385			113	0-13	77,92	13,55	8,53	Kumlu Balçık	4,87	57,50	15,29	0,468	5,22	265,9	80,0	119,2	78,2
386				13-40	71,86	15,82	12,32	Kumlu Killi Balçık	5,28	108,60	6,45	0,252	5,77	53,4	62,3	113,0	113,0
387			114	0-10	79,61	10,49	9,90	Kumlu Balçık	4,60	63,60	12,38	0,667	5,28	228,3	87,7	114,3	56,7
388				10-21	69,96	16,67	13,36	Kumlu Killi Balçık	4,57	77,90	11,34	0,481	14,20	0,5	12,6	102,4	109,0
389				21-39	57,50	21,53	20,97	Killi Balçık	4,99	73,00	7,49	0,232	8,72	1,9	1,3	73,0	91,6
390				39-75	56,28	24,28	19,44	Kumlu Killi Balçık	5,14	59,20	3,59	0,175	3,42	93,4	19,1	90,2	90,2
391			115	0-14	79,60	11,57	8,83	Kumlu Balçık	4,93	248,40	8,83	0,402	11,85	417,8	47,1	102,8	120,3
392				14-50	73,72	11,25	15,03	Kumlu Balçık	5,48	95,30	7,59	0,348	6,99	2,7	5,3	50,1	81,1
393				50-100	83,75	8,74	7,50	Kumlu Balçık	4,80	90,90	5,41	0,131	3,15	1,3	0,0	32,4	74,1
394			116	0-11	74,77	8,87	16,36	Kumlu Balçık	5,29	118,80	5,23	0,263	5,63	569,7	89,0	53,1	43,7
395				11-30	90,37	6,84	2,79	Balçıklı Kum	5,64	80,60	0,07	0,219	4,71	524,2	86,3	46,9	49,2
396				30-45	67,75	15,12	17,13	Kumlu Killi Balçık	5,53	85,70	4,15	0,152	3,11	530,9	189,9	42,2	48,2
397			117	0-13	63,97	16,43	19,60	Kumlu Killi Balçık	5,12	88,60	6,34	0,433	4,07	707,9	97,0	94,7	36,9
398				13-32	85,64	7,68	6,68	Balçıklı Kum	5,66	46,90	7,53	0,271	1,43	523,2	162,0	52,9	40,5
399				32-100	82,80	6,91	10,28	Kumlu Balçık	6,01	27,61	5,70	0,226	2,19	320,0	81,2	22,2	38,6
400			118	0-11	77,72	10,12	12,16	Kumlu Balçık	6,08	107,60	7,57	0,280	0,64	632,5	198,0	201,4	54,6
401				11-24	61,70	17,39	20,90	Killi Balçık	6,32	153,80	5,02	0,211	1,86	826,0	171,5	113,1	38,1
402				24-53	63,46	21,03	15,52	Kumlu Killi Balçık	6,16	104,20	2,94	0,060	2,29	692,4	221,0	95,0	57,4
403			119	0-10	90,15	7,31	2,54	Balçıklı Kum	4,94	103,20	11,96	0,407	1,72	291,9	68,5	111,2	80,9
404				10-26	77,94	7,15	14,90	Kumlu Balçık	4,77	73,80	9,61	0,271	0,85	4,7	28,7	70,4	60,5
405				26-47	65,69	14,20	20,12	Kumlu Balçık	4,92	40,30	6,03	0,229	2,90	7,1	7,5	65,6	36,1
406				47-100	61,42	16,84	21,73	Killi Balçık	5,27	87,50	4,91	0,013	6,94	2,7	2,1	58,6	78,6
407			120	0-10	79,77	11,94	8,29	Kumlu Balçık	4,87	59,60	16,34	0,858	4,30	710,6	183,4	240,9	59,5
408				10-24	77,34	7,65	15,01	Kumlu Balçık	5,36	47,30	6,88	0,339	0,59	318,6	81,3	186,7	25,3
409			121	0-12	64,18	23,54	12,28	Kumlu Killi Balçık	7,54	235,20	12,08	0,592	2,01	1683,8	272,2	167,2	51,5
410				12-32	56,91	24,19	18,90	Kumlu Killi Balçık	7,17	251,30	7,16	0,471	4,29	1529,7	251,5	146,6	38,3
411				32-50	60,67	23,61	15,72	Kumlu Killi Balçık	7,22	270,50	6,74	0,356	0,48	7025,0	113,0	121,6	39,6
412				50-80	51,16	26,49	22,36	Balçıklı Kil	5,85	164,90	6,51	0,303	4,57	8027,3	112,8	123,5	37,9
413	122	0-13	87,39	7,18	5,43	Balçıklı Kum	4,28	71,10	21,00	0,743	6,10	308,4	79,5	164,1	81,4		
414		13-30	91,60	6,79	1,60	Balçıklı Kum	4,14	38,10	5,12	0,285	7,71	71,3	19,1	249,4	70,0		
415		30-49	85,79	6,75	7,45	Balçıklı Kum	4,38	55,20	8,46	0,184	2,82	34,5	12,4	77,1	77,1		
416		49-75	84,73	6,23	9,04	Kumlu Balçık	4,52	48,10	5,97	0,149	0,56	2,1	10,6	179,7	66,7		
417		75-100	84,52	6,48	9,00	Kumlu Balçık	4,58	54,60	2,41	0,082	1,79	23,9	16,9	90,2	90,2		

ÖZGEÇMİŞ

1971 yılında Trabzon'da doğan Ayhan USTA, ilk, orta lise öğrenimini yine Trabzon'da tamamlamıştır. 1991 yılında başladığı KTÜ Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü'nden 1995 yılında mezun olmuş, yine aynı yıl girdiği KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Bölümü'nde 17 adet fark dersi alarak, 2002 yılında Orman Yük. Müh. Olarak mezun olmuştur.

1997 yılında Orman Bakanlığı Trabzon Orman Toprak Laboratuvar Müdürlüğü'nde mühendis olarak çalışmaya başlayan USTA, 2004 yılında Trabzon Orman Toprak Laboratuvar Müdürlüğü'nün Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğüne bağlanarak mülga edilmesinden sonra halen aynı birimde görevine devam etmektedir.

2006-2007 güz yarıyılında KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doktora Eğitime başlayan USTA, İngilizce bilmekte olup, evli ve 2 çocuk babasıdır.