

**TÜRKİYE AKARSULARINDA  
BOR VE ORGANİK MADDE  
ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ**

Ayla GÜN

Yüksek Lisans Tezi  
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı  
Mart-2009

## JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Ayla Gün'ün "Türkiye Akarsularında Bor ve Organik Madde Arasındaki İlişkinin İncelenmesi" başlıklı Çevre Mühendisliği Anabilim Dalındaki, Yüksek Lisans Tezi 13.03.2009 tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

	Adı Soyadı	İmza
Üye (Tez Danışmanı) :	Yard.Doç.Dr. MİNE ALBEK	.....
Üye	: Prof.Dr. SÜLEYMAN KAYTAKOĞLU	.....
Üye	: Yard.Doç.Dr. SERDAR GÖNCÜ	.....

Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun  
..... tarih ve .....sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü

## ÖZET

**Yüksek Lisans Tezi**  
**TÜRKİYE AKARSULARINDA**  
**BOR VE ORGANİK MADDE ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ**

**Ayla GÜN**

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

**Danışman : Yard. Doç. Dr. Mine ALBEK**  
**2009, 70 sayfa**

Akarsulardaki su kalitesinin düzeyi ve kirliliğe neden olan parametrelerin kaynaklarının belirlenebilmesi, su kaynaklarının kullanımı ve planlanması açısından önem taşımaktadır. Bu konuda bazı izleyici derişimlerinin izlenmesi ve parametre oranlarının incelenmesi gibi yöntemler kullanılabilir. Benzer şekilde yer altı sularında da organik karbon ve bor gibi izleyici bileşenler kullanılarak ve bileşenler arasındaki korelasyonlar incelenerek, su kalitesinin durumu hakkında bilgi elde edilebilmektedir. Nüfusun hızla artması, hatalı kentleşme ve altyapı eksiklikleri, arıtma tesislerinin azlığı, var olan tesislerin yeterince verimli çalıştırılmaması gibi nedenlerle var olan temiz su kaynakları üzerinde yoğun baskılar artarak devam etmekte; Dünya’da olduğu gibi Türkiye’de de temiz su kaynaklarının önemi gün geçtikçe artmaktadır. Dolayısıyla temiz su kaynaklarının korunması, öncelikle monitörleme tekniklerinin geliştirilerek daha ayrıntılı analizlerle su kaynaklarının incelenmesi ve kaynaklar hakkında ayrıntılı bilgi eldesi ile mümkün olabilir. Bu çalışmada Türkiye akarsularında insan faaliyetleri sonucunda oluşan kirlenici kaynakların belirlenebilmesi için Organik Madde ve Bor arasındaki ilişki incelenmiştir. Organik madde  $BOI_5$  parametresi ile temsil edilmektedir. Bor ve Organik Madde arasındaki ilişki parametrik ve parametrik olmayan istatistiksel yöntemlerle analiz edilmiş, bu ilişkilerin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadıkları sınıanmıştır. Türkiye’de Bor açısından önemli sayılabilecek İç ve Batı Anadolu akarsuları üzerinde seçilen 21 istasyon, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğün’den alınan su kalitesi verileri kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirilmiş, bu akarsulardaki kirlilik düzeyleri ve su kalitesinin Organik Madde/Bor arasındaki beklenen doğrusal korelasyonu önemli ölçüde etkilediği belirlenmiştir. Organik madde/bor arasındaki parametrik olmayan istatistiksel analiz sonuçları klorür, nitrat ve sodyum gibi izleyici bileşen konsantrasyonları ve bunların oranları da değerlendirilerek istasyonlardaki antropojen (insan faaliyetlerinden meydana gelen) kirlilik katılımları her bir istasyon için belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler :** Antropojenik Kaynak, Bor, Organik Madde, Korelasyon Analizi

## **ABSTRACT**

**Master of Science Thesis**

### **INVESTIGATION OF THE BORON - ORGANIC MATTER RELATIONSHIP IN TURKISH STREAMS**

**Ayla GÜN**

**Anadolu University  
Graduate School of Sciences  
Environmental Engineering Program**

**Supervisor : Assist. Prof. Dr. Mine ALBEK  
2009, 70 pages**

The determination of stream water quality and the sources of the pollutants giving rise to the present quality is important for the use and planning of the water resources. For this purpose, the monitoring of tracers and calculation of parameter ratios can be utilized. Similarly, boron and organic carbon can be used as tracers in groundwaters by examining their intercorrelation and information regarding the water quality can be gained. In Turkey, water resources are under high pressure due to population increase and insufficient wastewater treatment plants together with inadequate treatment. This emphasizes the importance of protecting clean water resources in Turkey and also in the world. The protection of water resources can be accomplished primarily by investigating them with detailed analysis procedures and consequently obtaining information about them. In this study, in order to determine the effects of human activities on water resources in Turkish streams, the relationship between organic matter and boron has been investigated. The organic matter is represented by BOD (Biochemical Oxygen Demand). The relationship has been analyzed by parametric and nonparametric techniques and the correlations established have been tested for significance. 21 stations on western and inner Anatolian streams have been chosen as they are important with respect to their boron content. Data from DSI (Directorate of Turkish Water Works) have been utilized and it has been found out that the pollution and quality levels in these streams affect the correlations between organic matter and boron. The investigation has been augmented by chloride, nitrate and sodium concentrations and their respective ratios. In this way, for every station, the anthropogenic contributions to water pollution have been determined.

**Keywords:** Anthropogenic Sources, Boron, Organic Matter, Correlation Analysis

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tezimin başlangıcından bitimine kadar, paylaşımlarını, sabrını ve desteğini esirgemeyen danışman hocam **Sn.Yard.Doç.Dr. Mine ALBEK' e,**

Veri temini konusunda yol gösteren hocam **Sn.Doç.Dr. Erdem Ahmet ALBEK'e,**

Manevi yönden desteklerini hiç unutmayacağım arkadaşım **Zehra Yiğit'e,**

Ölçüm sonuçlarının temini için **DSİ Genel Müdürlüğü' ne,**

Tez çalışmam öncesinde, tez çalışmam boyunca ve sonrasında da yanımda olan ve bana inanan **Hüseyin ŞAHBAZ'a,**

Destekleri ve anlayışı için müdürüm **Benian ÇULHAOĞLU' na**

Burada olmamı sağlayan ve eğitim hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, hayatım boyunca minnettar kalacağım anneme ve babama ve de özellikle ablama sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayla GÜN

Mart 2009

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>iii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iv</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. BOR VE ÖNEMİ</b> .....	<b>3</b>
2.1. Borun Kaynakları.....	5
2.2. Borun Kullanım Alanları.....	6
2.3. Bor Üretiminden Kaynaklanan Çevre Sorunları.....	11
<b>3. KONUYLA İLGİLİ YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR</b> .....	<b>16</b>
<b>4. ÇALIŞMA ALANI</b> .....	<b>18</b>
4.1. Ankara Çayı Meşelik Ölçüm İstasyonu Hakkında Genel Bilgi .....	18
4.2. Apa Tahliye Kanalı Ölçüm İstasyonu Hakkında Genel Bilgi.....	19
4.3. Atlantı Sulama Kanalı Orhaniye ve Zaferiye Ölçüm İstasyonları Hakkında Genel Bilgi.....	19
4.4. BSA Kanalı Ölçüm İstasyonu Hakkında Genel Bilgi.....	20
4.5. Emet Çayı Hisarcık Ölçüm İstasyonu Hakkında Genel Bilgi.....	20
4.6. Göksu Çayı Boğazköy Ölçüm İstasyonu Hakkında Genel Bilgi.....	21
4.7. Mustafa Kemal Paşa Döllük Ölçüm İstasyonu Hakkında Genel Bilgi...21	
4.8. Orhaneli Çayı Kestelek Ölçüm İstasyonu Hakkında Genel Bilgi.....	22
4.9. Porsuk Çayı Ölçüm İstasyonları Hakkında Genel Bilgi.....	22
4.10. Sakarya Nehri Kavuncu ve Yenice İstasyonları Hakkında Genel Bilgi.....	25

4.11. Seydi Suyu Kozyaka Ölçüm İstasyonu Hakkında Genel Bilgi.....	26
4.12. Simav Çayı Yahyaköy Ölçüm İstasyonu Hakkında Genel Bilgi.....	27
4.13. Uluabat Gölü Gölayağı Ölçüm İstasyonu Hakkında Genel Bilgi.....	27
4.14. Ulurmak Aksaray Reg. Çıkış Ölçüm İstasyonu Hakkında Genel Bilgi.....	27
<b>5. YÖNTEM</b>	<b>29</b>
5.1. Korelasyon Analizi.....	29
5.2. RegresyonAnalizleri.....	30
5.2.1. Belirtme katsayısı.....	31
5.3. Parametrik Olmayan İstatistiksel Yöntemler .....	31
5.3.1. Kendal Tau yöntemi.....	32
5.4. Verilerin Hazırlanması .....	32
<b>6. BULGULAR</b>	<b>34</b>
6.1. Ankara Çayı Meşelik Ölçüm İstasyonu .....	34
6.2. Apa Tahliye Kanalı Ölçüm İstasyonu.....	35
6.3. Atlantı Sulama Kanalı Orhaniye Köprüsü İstasyonu.....	37
6.4. Bsa Kanalı Ölçüm İstasyonu.....	39
6.5. Atlantı Sulama Kanalı Zaferiye İstasyonu.....	41
6.6. Emet Çayı Hisarcık Ölçüm İstasyonu.....	43
6.7. Göksu Çayı – Boğazköy Ölçüm İstasyonu.....	44
6.8. Mustafakemalpaşa Çayı Döllük Ölçüm İstasyonu.....	45
6.9. Orhaneli Çayı Kestelek Mansap Ölçüm İstasyonu.....	46
6.10. Porsuk Çayı Sazılar Ölçüm İstasyonu.....	48
6.11. Porsuk Baraj Çıkışı Ölçüm İstasyonu.....	49
6.12. Porsuk Çayı Ağaçköy Ölçüm İstasyonu.....	51
6.13. Porsuk Çalça Ölçüm İstasyonu.....	53
6.14. Porsuk Yeşildon Ölçüm İstasyonu.....	54
6.15. Porsuk Beşdeğirmen Ölçüm İstasyonu.....	56
6.16. Sakarya Kavuncu Ölçüm İstasyonu.....	58

6.17. Sakarya Yenice Ölçüm İstasyonu.....	59
6.18. Seydisuyu Kozyaka Ölçüm İstasyonu.....	61
6.19. Simav Çayı Yahyaköy Ölçüm İstasyonu.....	63
6.20. Uluabat Gölü Gölayağı Ölçüm İstasyonu.....	65
6.21. Ulurmak Aksaray Regülatör Çıkışı İstasyonu.....	67
<b>7. SONUÇ VE ÖNERİLER</b>	<b>69</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>70</b>



## ŞEKİLLER DİZİNİ

4.1. İncelenen istasyonların Türkiye haritasındaki yerleri.....	18
6.1. Ankara Çayı Meşelik Ölçüm İstasyonu BOİ <sub>5</sub> -Bor Arasındaki İlişki.....	35
6.2. Ankara Çayı Meşelik Ölçüm İstasyonu KOİ-Bor Arasındaki İlişki.....	35
6.3. Apa Tahliye Kanalı Ölçüm İstasyonu BOİ <sub>5</sub> -Bor Arasındaki İlişki.....	37
6.4. Apa Tahliye Kanalı Ölçüm İstasyonu KOİ -Bor Arasındaki İlişki.....	37
6.5. Atlantı Sulama Kanalı Orhaniye Köprüsü Ölçüm İstasyonu BOİ <sub>5</sub> -Bor Arasındaki İlişki.....	39
6.6. Atlantı Sulama Kanalı Orhaniye Köprüsü Ölçüm İstasyonu KOİ -Bor Arasındaki İlişki.....	39
6.7. BSA Kanalı Ölçüm İstasyonu BOİ <sub>5</sub> –Bor Arasındaki İlişki.....	40
6.8. BSA Kanalı Ölçüm İstasyonu KOİ –Bor Arasındaki İlişki.....	41
6.9. Atlantı Sulama Kanalı Zaferiye Köprüsü Ölçüm İstasyonu BOİ <sub>5</sub> -Bor Arasındaki İlişki.....	42
6.10. Atlantı Sulama Kanalı Zaferiye Köprüsü Ölçüm İstasyonu KOİ-Bor Arasındaki İlişki.....	43
6.11. Emet Çayı Hisarcık Bor İşletmeleri Mansap Ölçüm İstasyonu BOİ <sub>5</sub> -BOR Arasındaki İlişki.....	44
6.12. Göksu Çayı – Boğazköy Ölçüm İstasyonu BOİ <sub>5</sub> -Bor Arasındaki İlişki...45	
6.13. Mustafakemalpaşa Çayı Döllük İstasyonu BOİ <sub>5</sub> -Bor Arasındaki İlişki...46	
6.14. Orhaneli Çayı Kestelek Mansap Ölçüm İstasyonu BOİ <sub>5</sub> -Bor Arasındaki İlişki.....	47
6.15. Porsuk Çayı Sazılar Ölçüm İstasyonu BOİ <sub>5</sub> -Bor Arasındaki İlişki.....	49
6.16. Porsuk Çayı Sazılar Ölçüm İstasyonu KOİ-Bor Arasındaki İlişki.....	49
6.17. Porsuk Baraj Çıkışı Ölçüm İstasyonu BOİ <sub>5</sub> -Bor Arasındaki.....	50
6.18. Porsuk Baraj Çıkışı Ölçüm İstasyonu KOİ-Bor Arasındaki İlişki.....	51
6.19. Porsuk Çayı Ağaçköy Ölçüm İstasyonu BOİ <sub>5</sub> -Bor Arasındaki İlişki.....	52
6.20. Porsuk Çayı Ağaçköy Ölçüm İstasyonu KOİ-Bor Arasındaki İlişki.....	52
6.21. Porsuk Çalça Ölçüm İstasyonu BOİ <sub>5</sub> -Bor Arasındaki İlişki.....	54
6.22. Porsuk Çalça Ölçüm İstasyonu KOİ-Bor Arasındaki İlişki.....	54
6.23. Porsuk Yeşildon Ölçüm İstasyonu BOİ <sub>5</sub> -Bor Arasındaki İlişki.....	55
6.24. Porsuk Yeşildon Ölçüm İstasyonu KOİ-Bor Arasındaki İlişki.....	56

6.25. Porsuk Beşdeğirmen Ölçüm İstasyonu BOİ <sub>5</sub> -Bor Arasındaki İlişki.....	57
6.26. Porsuk Beşdeğirmen Ölçüm İstasyonu KOİ-Bor Arasındaki İlişki.....	57
6.27. Sakarya Kavuncu Ölçüm İstasyonu BOİ <sub>5</sub> -Bor Arasındaki İlişki.....	59
6.28. Sakarya Kavuncu Ölçüm İstasyonu KOİ-Bor Arasındaki İlişki.....	59
6.29. Sakarya Yenice Ölçüm İstasyonu BOİ <sub>5</sub> -Bor Arasındaki İlişki.....	61
6.30. Sakarya Yenice Ölçüm İstasyonu KOİ-Bor Arasındaki İlişki.....	61
6.31. Seydisuyu Kozyaka İstasyonu BOİ <sub>5</sub> -Bor Arasındaki İlişki.....	63
6.32. Seydisuyu Kozyaka Ölçüm İstasyonu KOİ-Bor Arasındaki İlişki.....	63
6.33. Simav Çayı Yahyaköy İstasyonu BOİ <sub>5</sub> -Bor Arasındaki İlişki.....	64
6.34. Simav Çayı Yahyaköy Ölçüm İstasyonu KOİ-Bor Arasındaki İlişki.....	65
6.35. Uluabat Gölü Gölayağı İstasyonu BOİ <sub>5</sub> -BOR Arasındaki İlişki.....	66
6.36. Uluabat Gölü Gölayağı KOİ-Bor Arasındaki İlişki.....	66
6.37. Ulurmak Aksaray Regülatör Çıkışı Ölçüm İstasyonu BOİ <sub>5</sub> - Bor Arasındaki İlişki.....	68
6.38. Ulurmak Aksaray Regülatör Çıkışı Ölçüm İstasyonu KOİ-Bor Arasındaki İlişki.....	68

## ÇİZELGELER DİZİNİ

2.1. Borun özellikleri.....	6
4.1. Porsuk Çayı Eskişehir Bölümü 2006 Yılı Ortalama Değerlerine Göre Su Kalite Sınıfları.....	24
6.1. Ankara Çayı Meşelik Ölçüm İstasyonu Karakterizasyon Verileri.....	34
6.2. Apa Tahliye Kanalı Ölçüm İstasyonu Karakterizasyon Verileri.....	36
6.3. Atlantı Sulama Kanalı Ölçüm İstasyonu Karakterizasyon Verileri.....	38
6.4. Atlantı Sulama Kanalı Ölçüm İstasyonu Karakterizasyon Verileri.....	40
6.5. Atlantı Sulama Kanalı Zaferiye İstasyonu Karakterizasyon Verileri.....	41
6.6. Emet Çayı Hisarcık Ölçüm İstasyonu Karakterizasyon Verileri.....	43
6.7. Göksu Çayı Boğazköy Ölçüm İstasyonu Karakterizasyon Verileri.....	45
6.8. Mustafa Kemal Paşa Ölçüm İstasyonu Karakterizasyon Verileri.....	46
6.9. Orhaneli Çayı Kestelek Ölçüm İstasyonu Karakterizasyon Verileri.....	47
6.10. Porsuk Çayı Sazılar Ölçüm İstasyonu Karakterizasyon Verileri.....	48
6.11. Porsuk Baraj Çıkışı Ölçüm İstasyonu Karakterizasyon Verileri.....	50
6.12. Porsuk Çayı Ağaçköy Ölçüm İstasyonu Karakterizasyon Verileri.....	51
6.13. Porsuk Çayı Çalca Ölçüm İstasyonu Karakterizasyon Verileri.....	53
6.14. Porsuk Çayı Yeşildon Ölçüm İstasyonu Karakterizasyon Verileri.....	55
6.15. Porsuk Çayı Beşdeğirmen Ölçüm İstasyonu Karakterizasyon Verileri.....	56
6.16. Sakarya Nehri Kavuncu Ölçüm İstasyonu Karakterizasyon Verileri.....	58
6.17. Sakarya Nehri Yenice Ölçüm İstasyonu Karakterizasyon Verileri.....	60
6.18. Seydi Suyu Kozyaka Ölçüm İstasyonu Karakterizasyon Verileri.....	62
6.19. Simav Çayı Yahyaköy Ölçüm İstasyonu Karakterizasyon Verileri.....	64
6.20. Uluabat Gölü Ölçüm İstasyonu Karakterizasyon Verileri.....	65
6.21. Ulurmak Aksaray Regülatör Çıkışı İstasyonu Karakterizasyon Verileri.....	67

## 1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla artması ile gelişen endüstrileşme, zaten kısıtlı olan doğal kaynakların gün geçtikçe daha da önem kazanmasına, özellikle su kaynakları üzerindeki yoğun baskının artmasıyla suyun sanıldığı kadar bol olmadığını farkına varılmasına yol açmıştır. Türkiye’de de gün geçtikçe özellikle yerleşimlerin yoğun olduğu bölgelerde temiz su kaynakları konusunda sıkıntılar giderek artmaktadır. Su kaynaklarının sonsuz olmaması nedeniyle var olan kaynakların korunması, kaynaklara ulaşan kirleticilerin nicel ve nitel yönden belirlenmesi, incelenmesi ve bu konuda kesin çözümlerin ortaya konması gerekmektedir.

Su kaynaklarına ulaşan kirletici bileşenler doğal kaynaklı ve insan (antropojen) kaynaklı kirleticiler olarak sınıflandırılabilir. Doğal kaynaklı kirleticilerin nitelikleri ve nicelikleri su havzasının toprak ve kayaç yapısına, bölgede bulunan doğal hayatın su kaynağına olan etkisine göre değişebilir. Bu tür kirletici katılımları genellikle düşük seviyelerde olmakla birlikte doğal kirletici kaynaklarının olduğu bölgelerde araştırma yapılarak nedenleri incelenebilir. İnsan faaliyetlerinden kaynaklanan antropojen kaynaklı kirlilik ise derişimlerinin çok daha yoğun olması ve doğal kirleticilere göre daha fazla miktarda bulunması nedeniyle kirlilik potansiyeli çok daha önemli olan ve mutlaka belirlenmesi gereken bir kirlilik türüdür.

Kirlilik kaynaklarının belirlenmesine yardımcı olmak amacıyla geliştirilmiş bazı yöntemler mevcuttur. Bu yöntemler genel olarak, çok fazla reaksiyona girmeyen, diğer bileşenlere göre inert sayılabilecek elementlerin ve bileşiklerin takibi ve bunların diğer kirletici bileşenlerle ilişkilerinin istatistiksel analizine dayanmaktadır (Molina L., v.d., 2003; Chetelat, B. ve Gaillardet J., 2005; Chauveheid E. ve Denis M., 2004; Rabiet M., v.d., 2005). Literatürde kirlilik kaynaklarının belirlenmesinde genellikle  $Cl^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{+2}$  kullanılmış olmakla birlikte, bu amaçla borun kullanılabilirliği konusunda fazla çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmada kirlilik kaynaklarının sınıflandırılmasına ve incelenmesine yarayacak bor ile organik madde ilişkileri incelenmiş, bu ilişki ile diğer

parametreler karşılaştırılarak su kaynakları ile ilgili değerlendirmeler yapılmıştır. Çalışmalarda Türkiye’de bor açısından önem taşıyan bölgelerdeki başlıca su kaynaklarına yer verilmiş, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü’nden temin edilen verilerden yararlanarak bor derişimleri ile organik madde miktarları arasındaki parametrik ve parametrik olmayan ilişkiler ortaya konmuş, su kaynaklarının özellikleri de incelenerek kirlilik katılımları değerlendirilmiştir.

## 2. BOR VE ÖNEMİ

Maden ürünlerinin diğer sektörleri besleyen temel girdi olarak önemli bir rol oynaması sebebiyle ülkelerin ekonomik kalkınmalarında madenler son derece önemli bir yere sahiptir. Gelişmiş ülkelerde sahip olunan maden kaynaklarıyla bu kaynakların ülke ekonomisine kazandırılması ve değerlendirilmesi arasında doğrudan bir ilişki mevcuttur (Bor Çalışma Grubu Raporu,2006).

Coğrafya itibariyle dünyanın son derece stratejik bölgesinde olan ülkemizde çok çeşitli madenler bulunmaktadır. Bu madenler içerisinde rezerv ve üretim kapasitesi bakımından dünyada söz sahibi olduğumuz en önemli madenimiz bor cevherleri olup ülkemiz dünya bor rezervinin %72'sine sahiptir.

Periyodik sistemin üçüncü grubunun başında bulunan ve atom numarası 5 olan bor elementi, kütle numaraları 10 ve 11 olan iki kararlı izotopundan oluşur. Elementel bor 1808 yılında Fransız Kimyacı Gay-Lussac ile Baron Louis Thenard ve bağımsız olarak İngiliz kimyacı Sir Humpry Davy tarafından bulunmuştur. Bor elementinin kimyasal özellikleri morfolojisine ve tane büyüklüğüne bağlıdır. Bor, yüksek sıcaklıkta su ile reaksiyona girerek borik asit ve bazı diğer ürünleri oluşturur. Mineral asitleri ile reaksiyonu, konsantrasyona ve sıcaklığa bağlı olarak yavaş veya patlayıcı olabilir ve ana ürün olarak borik asit oluşur. Bor, yeryüzünde toprak, kayalar ve suda yaygın olarak bulunan bir elementtir. Canlıların bu elementin varlığında evrim geçirdiği düşünülmektedir (Bor Çalışma Grubu Raporu,2006).

Bor bileşikleri içinde ticari olarak en fazla önem taşıyanlar boratlardır. Bunlardan boraksın gerek doğada yaygın bulunuşu, gerekse endüstriyel kullanım alanının en çok oluşu nedeniyle, bor bileşikleri ile ilgili endüstri boraks endüstrisi; madenciliği de boraks madenciliği olarak bilinir. Boraks madenciliği ve endüstrisi, katı boratlar kadar tuzlu göl sularından ve volkan bacalarından çıkan gazlardan elde edilen bor ürünlerini de kapsar.

Bor ayrı bir element olarak ilk defa 1808'de Fransa'da Gay – Lussac, İngiltere'de Sir Humprey Davy tarafından aynı sıralarda varlığı ortaya konduğunda, bor bileşikleri birçok uygarlıklar tarafından asırlardır kullanılıyordu. Örneğin, Mısırlıların ve Mezopotamya uygarlıklarının, bazı hastalıkların tedavisinde ve ölümlerin mumyalanmasında boraks kullandıkları biliniyordu. M.Ö. 800 yıllarında Çinliler porselen cilası olarak, Himalayalar'da Babilonlar kıymetli metallerin eritilmesinde boraks kullanmışlardır. 2000 yıllık Arapça ve Farsça yazıtlarda borakstan söz edildiği, Sanskritce yazıtlarda ise tinkale eş anlamda “tincana” kelimesinin kullanıldığı görülmüştür.

Modern boraks endüstrisi ise 13. Yüzyılda boraksın Tibet'ten Avrupa'ya getirilmesi ile başlar. Her ne kadar kesinlikle bilinmese de birçok kaynak boraksı Avrupa'ya getirenin Marko Polo olduğunu belirtir.

Borik asitin Tuscany (İtalya) yakınlarındaki sıcak kaynak suları içinde Franceska Lardoret tarafından varlığının saptanması 1828'de olmuştur. Daha sonra 1852'de endüstriyel anlamda ilk boraks madenciliği Şili'de başlar, ve hemen hemen tüm dünya tüketimi bu kaynaktan karşılanır. 1964'de Kaliforniya'daki tuzlu göllerde borun varlığı saptanır ve aralıklı üretime geçilir. Her ne kadar Türkiye'deki özellikle Susurluk (Balıkesir) civarındaki, bor yataklarının ilkel olarak işletildiğini kanıtlayan veriler varsa da, ilk madenciliğin 1965'de bir Fransız kuruluşunun Osmanlı Devleti'nden “imtiyaz” almasıyla başladığı görülür. 1927 yılına kadar dünyanın çeşitli ülkelerinde dağınık ve küçük işletmeler şeklinde sürdürülen boraks madenciliği, Kaliforniya'daki boraks ve kernit yataklarının bulunmasıyla birden değişir ve dünya tüketiminin büyük bir kısmı yataklardan karşılanarak üretim denetimi ABD'nin eline geçer ve günümüze kadar sürdürülür.

Bugün bor ürünleri birçok endüstri dalının ana ham maddesidir. Kullanılan alanlarında tüketimin hızla artışı kadar, yeni kullanım alanlarının da günden güne artışı ve borun yakın gelecekte enerji üretim kaynağı olarak kullanılabilme olasılığı bu hammaddeye diğerleri arasında bir ayrıcalık kazandırır.

## 2.1. Borun Kaynakları

Bor volkanik kayaların mineral yapısında, özellikle oldukça fazla miktarda bulunan turmalinin bir bileşeni şeklinde bulunmaktadır. Bu mineral kimyasal etkilere çok dayanıklıdır ve orijinal volkanik kayalarda görülebildiği kadar dayanıklı çökeltelerde de görülebilir. Mineral tipik olarak granit kaya ve pegmatitin bir bileşimidir. Bununla birlikte bor biyotit ve amfibollerin bir yan bileşiği olarak da bulunabilirler. Bor hafif bir elementtir ve iyonik ve çözünen türleri biraz uçucu özellik gösterirler. Element bor doğada serbest olarak bulunmaz. Yapay bor ise amorf ve kristal yapısında olmak üzere iki şekilde elde edilebilir. Amorf bor, siyah veya kahverengi toz şeklinde, kristal bor ise siyah, sert ve kırılımandır (Göncü,S.,1998) .

Yapılan bazı gözlemler araştırmacıları borun kaynağının magmaya bağı olduğı görüşünü savunmaya itmiştir. Buna karşılık, Goldschmidt (1958) sedimanter kayaların, magmatiklerden daha çok bor içerdiğine değinerek , borun magmasal kökenli olabileceğı gibi, magmatiklerle dokanak haline gelen tortulardan da türeyebileceğini ileri sürmüştür.

Borun çeşitli kayalardaki dağılımına dikkat edilecek olursa, denizel tortulların bor içeriğinin, magmatik kayalardakinden çok daha fazla olduğı görülür. Bundan çıkarılacak sonuç, denizel tortulların deniz suyundan aldıkları bor miktarının, denize karalardan taşınandan daha fazla olduğudur (Akarsularla taşınan bor miktarı çok düşüktür). Bu çelişki, denizlere karalardan taşınanın dışında bol miktarda başka kaynaklardan borun geldiğini kanıtlar. Bugün levha tektoniğı ile ilgili çalışmalar, okyanus tabanları açılma zonlarından okyanuslara sürekli gaz ve çözeltilerin katıldığını ortaya koymuştur. Bu veri okyanuslara başka kaynaklardan gelen borun kaynağını açıklamada yardımcı olur.



**Çizelge 2.1.** Borun özellikleri (Tezcan ve Tezcan, 2007)

Atom numarası	5	Atom kütlesi	10.811
Elektron dağılımı	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>1</sup>	İzotopları	10,11
Yükseltgenme sayısı	+3	Atom hamcı	4.5
Erime noktası	2300 <sup>0</sup> C	Kaynama noktası	2550 <sup>0</sup> C
Yoğunluk	2,34g/cm <sup>3</sup>	İyonlaşma potansiyeli	8.3
Atom yarıçapı pm.	80	İyon yarıçapı	20
İzotopları			

## 2.2. Borun Kullanım Alanları

Bor bileşikleri günümüzde yaygın olarak yeni kullanım alanları bulmaktadır. Bu bileşikler yüzyıla damgasını vuracak değerdedir ve en büyük hammadde kaynağına sahip olan Türkiye için çok büyük önem arz etmektedir. Türkiye'nin refahı için bu kaynakların rasyonel olarak değerlendirilmesi geleceğimiz için çok önemlidir.

Yüksek Teknoloji Seramik ve Kompozitleri Araştırma Merkezi'nde (YTŞKAM) üretim teknolojileri geliştiren başlıca bor bileşikleri ve alaşımları:

- Amorf bor
- Kristalin bor
- Bor karbür
- Hekzagonal ve kübik bor nitrür
- Bor alaşımları (ferro bor, nikel bor, kobalt bor)

Kullanım alanları ve üretim teknolojileri yönünden bor bileşikleri iki grupta incelenebilir (Tolun, 1987) .

1. Büyük miktarlarda üretilen ve yaygın kullanım alanlarına sahip bor mineralleri ve ticari boratlar.

2. Özel tüketim alanları olan ve kısıtlı miktarda üretimi yapılan özellikli bor ürünleri.

Dünya pazarında geniş bir tüketici kitlesi olan ham bor ürünleri ve rafine bor ürünlerinin yanında üçüncü grup bor ürünleri özel bor ürünleridir.

Bu ürünlerin başlıcaları şunlardır;

- 1- Çinko Borat
- 2- Bor Karbür
- 3- Bor Nitrür
- 4- Bor Hidrürler
- 5- Ferrobor
- 6- İnorganik Boratlar
- 7- Elementer Bor
- 8- Borik Asit Esterleri
- 9- Fluoroboratlar
- 10- Organobor bileşikleri

21. Yüzyılın petrolü olarak nitelenen bor madenleri, Türkiye'nin tek stratejik önemi olan maden varlığıdır. Yerine ikamesi olmayan bor madenleri uzay teknolojisinden, bilişim sektörüne, nükleer teknolojiden, savaş sanayine 4000 ürünün bünyesinde çok geniş bir alanda kullanılan bir madendir.(Balıkesir Bor Sempozyumu,2002) .

Türkiye tek başına dünya bor rezervlerinin % 72'sine sahiptir. Dünyanın tek doğal tekeli konumundadır. Ciddi bir arama ve rezerv geliştirme çalışmaları sonucunda bu oran % 90'a çıkacaktır. Bor madenleri Türkiye'nin ekonomik ve siyasal bağımsızlığının teminatıdır. Doğal gaz ve petrole sahip olan ülkeler için doğal gaz ve petrol ne ölçüde önemli ve stratejik bir öneme sahip ise, bor madenleri de Türkiye için aynı öneme haizdir (Balıkesir Bor Sempozyumu,2002) .

Bor madeninin ham olarak satılması ile elde edilen kaynak, Türkiye'nin mevcut toplam dış borcunun yaklaşık on katı bir değere tekabül eder. Eğer boru işleyip satarsak ki bu bizim refahımızın anahtarı olacaktır. Bor insanların besin

maddelerinin dışında, hemen hemen her tüketim alanına girmiştir. Sanayinin her dalında kullanıldığı gibi yeni buluşlarla sıfır emisyonlu ve çevre dostu bir yakıt olarak petrol ve kömürün yerine ikame edilmeye başlanmıştır. 250 dalda ve 4000 ürünün girdiği olarak kullanılan bor, geleceğimizin vazgeçilmez bir madenidir (Balıkesir Bor Sempozyumu,2002).

Bugün A.B.D. en kritik alanlarda Türk borunu kullanmaktadır. Çünkü Türk boru kalite açısından da dünyada tektir. A.B.D.'de düşen uzay aracı Challenger'in tek parçalanmayan bölümü kabinidir; ve kabin Türk boraksı kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca A.B.D.'nin körfez savaşı sırasında Türkiye'den yoğun olarak Köstelek Kolemaniti alması, A.B.D ordusunun kullandığı yakıt ve savaş makinelerinin yakıtı olarak kullanıldığını düşündürmektedir (Balıkesir Bor Sempozyumu,2002).

Bir an için Türkiye'nin Avrupa'ya bor ve bor ürünleri ihracatını birkaç aylığına durduğunu varsayarsak, Avrupa ekonomisinin çok ciddi bir krize düşeceğini görebiliriz. Türk borlarının bu piyasada eksikliği durumunda Avrupa ve dünya bor piyasalarında büyük bir istikrarsızlık ortaya çıkacaktır. Türk borunun bu anlamdaki önemi ise her geçen yıl artmaktadır. Çünkü endüstriyel üretimde ham bor ve rafine bor ürünleri bünyesinde taşıdığı üstün özellikleri sayesinde gelişmiş ülke sanayilerinin vazgeçilmez girdisidir (Balıkesir Bor Sempozyumu,2002).

Bor ve bor ürünlerinin ekonomik değerini kavramak açısından kullanıldığı alanlara bakmak faydalı olacaktır. Görüş sistemleri, bilgisayar ve ileri teknoloji endüstri, uzay ve havacılık sanayi, askeri savunma sanayi, tıbbi cihaz ve ilaç tarımsal sanayi, kimya, metalürji, otomobil, gemi inşa sanayi, cep telefonu ve CD'lerde, yakıtı etil bor olan süpersonik bombardıman uçağında v.b. yerlerde kullanılmaktadır (Balıkesir Bor Sempozyumu,2002).

Bor ürünlerinin 500'e yakın kullanım alanı olmakla birlikte başlıca kullanım alanları aşağıda verilmektedir.

**Cam sanayii** : İzolasyon tipi cam elyafı, tekstil cam elyafı, boro-silikat camları, optik lifler, cam seramikleri, sise ve diğer düz camlar ve özel camlar

**Seramik sanayi** : Emaye ve sır, porselen boyaları vb.

**Nükleer Sanayi** : Reaktör kontrol çubuklarında, nükleer kazalarda güvenlik amaçlı ve nükleer atık depolayıcı olarak

**Uzay ve Havacılık Sanayi** : Uzay araçları ve uçaklar, helikopterler, zeplinler, radarlar, uydu vb iletişim araçları, füzelerde (kompozit malzeme-sürtünmeye-aşınmaya ve ısıya dayanıklı malzemeler, yakıt (roket yakıtı vb.), .

**Askeri & Zırhlı Araçlar** : Zırh plakaları, tanklar, helikopterler, zırhlı yelekler; portatif cihazlarda yakıt olarak.

**Elektronik-Elektrik ve Bilgisayar Sanayisinde** : Bilgisayarların mikro-chiplerinde, CD-sürücülerinde, bataryalarında, LCD ekranlarda.

**İletişim Araçlarında** : Cep telefonları, modemler, televizyonlar, uydular vb.

**İnşaat-Çimento Sektöründe** : İzolasyon ve ses yalıtımı amacıyla; daha sağlam hafif ve depreme-ısıya dayanıklı binaların yapılmasında, yalıtımda. Binaların cam bölümlerinde; termal camlarda (borosilikat camlar), çimentoya ve çeliklere mukavemet artırıcı katkı maddesi olarak kullanılmaktadır.

**Metalurji** : Paslanmaz – dayanıklı çelik (sertleştirici-korozyon önleyici), sürtünmeye aşınmaya karşı dayanıklı malzemeler,lehimleme, döküm malzemelerinde katkı maddesi olarak, bor alaşımları, kesiciler. AB ülkeleri, Rusya'dan önemli miktarda borlu çelik ithal etmektedir.

**Enerji Depolama** : Güneş enerjisinin depolanması, otomobillerde yakıt hücreleri ve güneş pillerinde koruyucu vb. amaçlı kullanılmaktadır.

**Yüksek Enerji Yakıtı** : Roket yakıtı olarak kullanılmakta olup; enerji sektöründe kullanımı için araştırmalar devam etmektedir.

**Isı ve Ses Yalıtımı**: İzolasyon amaçlı (binalarda, otomobillerde, makinalarda vb.).

**Otomobil Sanayi**: Hidrojenle çalışan arabaların hücre yakıtlarında; arabalardaki hava yastıklarında, hidroliklerde, plastik aksamda, yağlarda ve metal aksam ile çelik aksamında, izolasyon vb amaçlı kullanılmaktadır.

**Ulaşım Sektörü**: Özellikle maglev trenlerin süper ileticileri ile yüksek yoğunluktaki mıknatıslarında kullanılmaktadır.

**Tekstil sektörü** :Yanmayı geciktirici - önleyici selülozik malzemeler İzolasyon malzemeleri (alev geciktirici, ısıya dayanıklı kumaşlar vb.),Deri Sanayi (deri renklendirici),tektstil boyaları, suni ipek parlatma malzemeleri,

**İlaç ve Kozmetik Sanayi** : Dezenfekte ediciler, antiseptikler, vitaminler

Bor tabletleri, tıpta özellikle; osteoporoz tedavilerinde, alerjik hastalıklarda, psikiyatride, kemik gelişiminde, menopoz tedavisinde bor kullanılabilir. Bor, insan vücudu için günlük alınması gereken bir mineraldir. Beyin kanserlerinin tedavisi sırasında (BNCT- Boron Notron Capture Therapy), akciğer ve prostat kanseri vb. hastalıkların tedavisinde, diş macunlarında, dezenfektan ilaçları- antiseptikler (hijyen amaçlı birçok uygulamada), bazı kozmetik ürünlerinde.

**Kimya Sanayi :** Bazı kimyasalların indirgenmesi, elektrolitik işlemler, elektrokimya, flotasyon reaktifleri, banyo çözeltileri, katalizörler, Atık temizleme amaçlı, temizleme ve beyazlatma sanayi, Deterjan sanayi (toz deterjanlar, toz beyazlatıcılar, parlaticılar vb.), Çeşitli temizlik malzemeleri.

**Tarım Sektörü :**Gübreler, böcek ve bitki öldürücüler.

**Kağıt Sanayii :**Beyazlatıcı olarak.

**Kauçuk ve Plastik Sanayi:** Plastik malzemeler, ısıya dayanıklı plastikler vb.

**Emprenye :** Ahşap malzeme ve ağaçlarda koruyucu, boya ve vernik kurutucu vb.

**Boya :**Petrol Boyaları, yanmayan ve erimeyen boyalar, tekstil boyaları

**Yangına Dirençli Malzemeler :**Selülozik izolasyon malzemeleri, plastikler, tekstil

**Yangın söndürücüler:** Yangına karşı dayanıklı işlemler (otomasyon vb)

**Yapıştırıcılar, Kompozit malzemeler, Spor malzemeleri, Manyetik cihazlar**

**İleri Teknoloji Araştırmaları** (genetik, moleküler biyoloji vb.)

**Nanoyapılar, Mumyalama, Zımpara ve aşındırıcılar, Antifirizler, hidrolik yağlar, Fotoğrafçılık, Patlayıcı Maddeler** ve diğer birçok alanda kullanılmaktadır. Endüstride çok yaygın ve çeşitli kullanım alanlarına sahip bor bileşiklerinin, önemli ve kullanım alanları gün geçtikçe artmaktadır. Ticari anlamda borlar, genelde içerdikleri  $B_2O_3$  içeriğine göre tanımlanmakta ve satılmaktadır. Diğerleri içinde en fazla ticareti yapılan bor ürünleri “boraks penhidrat” ve “borik asit” olmaktadır. Kullanım alanları bölgelere göre değişiklikler göstermektedir. Örneğin, Amerika Birleşik Devletlerinde, bor ürünlerinin en önemli kullanım alanı izolasyon fiberleri olup, bunu tekstil fiberleri, borosilikat cam üretimi, deterjan ve seramik sanayi takip etmektedir. (Tezcan ve Tezcan, 2007).

### 2.3. Bor Üretiminden Kaynaklanan Çevre Sorunları

Bor ürünlerinin çevreye olumsuz etkileri diğer sanayi sektörlerine oranla çok daha düşük düzeydedir. Hatta kemoterapi sonrası radyoaktif maddelerin etkisini azaltmak üzere kullanım, insan ve canlılara gerekliliği nedeniyle çevre dostu sayılabilecek elementlerdendir. Birçok ülkede mineral takviyesi amacıyla insanlar için bor tabletleri üretilmeye başlanmıştır. Tarımda kullanımı da aynı şekilde gelişime açık görülmektedir. Bor, insanlarda beyin gelişiminden kemik gelişimine, menopozdan alerjiye ve metabolizmaya kadar birçok işlevinden dolayı günlük olarak alınması gereken elementlerden birisidir. İnsanlar günlük bor ihtiyacını suların ve yiyeceklerden karşılamaktadır. İnsanlar tarafından günlük alınan bor miktarı 1,2 mg/gün olarak tahmin edilmektedir. Global düzeydeki içme sularında kabul edilen bor seviyesi ise 0,1-0,3 mg/l'tir. Yetişkin insanların, güvenilir olarak alabileceği bor miktarı ise 1-13 mg/gün olarak kabul edilmektedir. Borların insan ve hayvanlarda kanserojen etkisi ise yoktur.

Bitkilerde ve hayvanlarda eksikliği de bazı sorunlara yol açmaktadır. Dolayısıyla, tüm canlıların bora hayati ihtiyacı vardır. Bor, ağızdan alındığında düşük toksisite değerine sahiptir. Borların canlılara etkisi konusundaki araştırmalar yetersiz olmakla birlikte, birçok canlının boru tolere edebilme kapasitesinin yüksek olduğu görülmektedir.

Borun çevreye olumsuz etkisini azaltmak için bor ürünlerinin nakliyesinde kullanılan tüm vasıtalar, sızdırmaz, tozlaşmaya ve dökülme gibi kirlenmeye ve zayıflama neden olmayacak şekilde seçilmelidir.

Cevher zenginleştirme ve rafinasyon işlemleri esnasında oluşan bor içeren sıvı atıkların sızdırmaz gölet veya barajlarda depolanması, katı atıkların ise yine çevreyi kirlilemeyecek şekilde muhafaza edilmesine özen gösterilmeli.

Eti Holding A.Ş.'nin borun gerek insan sağlığı, gerek bitki üzerindeki etkilerini incelemek üzere bilimsel kuruluşlar ve üniversitelerle işbirliği sürdürülmektedir. Borun çevreye olan etkilerini araştıran projelerin desteklenmesine devam edilmelidir.

Sulu bor gübre ve tarım sektöründe kullanılan en önemli bor ürünü olup borik asit ve borakstan üretilmektedir. Tarım ülkesi ve borik asit-boraks üreticisi

durumunda olduğumuz göz önünde bulundurularak katma değeri yüksek bu ürünün üretilmesi için girişimlerde bulunulmalıdır.

Atık barajlarında toplanan bor atıklarının sanayide kullanımı için gerekli araştırmalar yapılmalı ve ilgili endüstri dalları ile ortak projeler geliştirilmelidir.

Bor, bitkilerin gelişmesi için gerekli elementlerden biridir. Buna karşılık borun suda fazla bulunması bitki gelişimine zarar verir. Hatta bitkiyi öldürür. Borun eksik olması genel olarak bitkide çeşitli dokuların oluşumunu ve gelişimini yavaşlatır, bitkilerin su düzenini bozar. Sulama suyundaki bor derişiminin belirli sınırları aşması durumunda ise bitki yapraklarında sararma, yanma ve yarılmalar; olgunlaşmamış yapraklarda ise dökülmeler gözlenir. Sulama suyundaki bor konsantrasyonunun 0,7 ppm'den fazla olması halinde toprakta bor birikimi başlamakta, 4 ppm'e ulaştığında hiçbir bitki yetişmemektedir (Kıpçak, 2004) .

Bitkilerin gelişimi için zararlı olan bor, insan ve hayvanlar için daha az zararlıdır. İnsanlar tarafından başta meyve ve sebzeler olmak üzere, yiyecek ve içecekler yoluyla günde 10-20 mg bor vücuda alınabilmektedir. Su veya içecekler yoluyla alınan bor kısa sürede, vücutta birikmeden, üre ile atılmaktadır. Borun insanlar tarafından yüksek dozda alınması merkezi sinir sistemini etkileyerek bulantı, kramp, sara, koma vb. belirti ve hastalıklara neden olur. Yetişkinler için öldürücü dozun 5-20 g olduğu belirtilmektedir. İçme sularında ise en fazla 20 ppm bor bulunabilir (Kıpçak, 2004).

Hayvanlar için borik asitin öldürücü dozu değişik türlere göre vücudun kilogramı başına 1,2-3,45 g arasında değişmektedir. Hayvanların içtiği suda 2500 mg/L borik asit bulunması büyümeyi engellediği için zararlıdır. Denizlerde ise ortalama 4-6 ppm'e kadar olan borun deniz hayvanlarını etkilemediği saptanmıştır (Kıpçak, 2004) .

Borun çevreye insan sağlığına zarar verecek düzeydeki etkinliğinin, ancak üretimi sırasında ortaya çıkan atıkların biriktirilmesi sonrasında görüldüğü bilinmektedir. Bu durum özellikle toprak ve suların kirlenmesi şeklinde ortaya çıkmaktadır. Konsantre üretimi sırasında ortaya çıkan katı kil pestili atıkları boş arazide, sulu şlam atıkları ise atık göletine alınarak depolanmaktadır. Depolamada sulu şlam atıkları için altına kil takmanı serilen atık göletleri inşa edilmekte ve şlam bu göletlere dökülmektedir. Bilindiği üzere atık depolanması başlı başına

uzmanlık gerektiren ve sürekli takip edilmesi gereken bir uğraştır. Özellikle sulu atıkların ya da su ile temasında çözünen atıkların depolanması toprağın geçirimsizliği nedeniyle daima yüksek risk taşır. Bu tip atıkların depolanmasında kesin geçirimsizlik için kil katman altına jeomembran ya da benzeri geçirimsiz örtülen serilen depolama alanlarının kesin geçirimsizliği sağlanmalıdır. Ülkemizde mevcut bor cevheri işleme tesislerinin yanındaki depolama havuz alanları için bu önlemlerin alındığını söylemek pek mümkün değildir. Örneğin DSİ tarafından yürütülen bir çalışmada Eskişehir-Kırka'daki tıncal üretimi sırasında ortaya çıkan atıkların tarım ürünlerini kirlettiği, bu durumun da toprak ve sulama suyunun kirlenmesi nedeniyle ortaya çıktığı anlaşılmıştır. Geniş bir bölgede sulama için kullanılan Simav Çayı'nın Bigadiç Bor İşletmeleri sahasından gerçekten bor açısından önemli derecede kirlendiği yapılan çalışmalarla belirlenmiştir. DSİ'nin yürüttüğü bir başka çalışmada ise bor atıkları ile kirlenen Simav Çayı'nın suları ile sulanan bitkilerde sararma, yanma, büyüme hızında yavaşlama, verimde azalma ve kuruma gibi olumsuzluklar görüldüğü saptanmıştır (Kıpçak, 2004) .

Cevher zenginleştirme tesislerinden çıkan atıklar genellikle ince boyutlu katı ve pülp halindedir. Çevre bilinci gelişmeden önce bu atıklar maden alanlarının yakınındaki sahalara, atık barajlarına, denizlere, gölere ve nehirlere boşaltılmaktaydı. Günümüzde ise zenginleştirme tesis atıklarından yararlanmak veya eğer bu mümkün değilse uygun biçimde bertaraf etme yoluna gidilmektedir. Gelişmiş ülkeler başta olmak üzere, Dünyanın birçok ülkesinde araştırmacılar ve işletmeler bu konuda yoğun çaba harcamaktadır (Bentli ve ark.,2002) .

Yapılan araştırmalar daha çok yapı malzemeleri üretimine, cam ve seramik endüstrilerine ham madde hazırlamaya yöneliktir. Atıkların atılmasında gelecekte muhtemel değerlendirme olanakları göz önünde bulundurulmalıdır. Bor atıkları bu konumda belki de en önde gelen atıklardan biridir. Bu nedenlerden dolayı bor atıkların depolanmasına azami önem göstermek gereklidir (Bentli ve ark.,2002).

Atıkların uygun bir şekilde değerlendirilmesinde elde edilecek avantajları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür (Bentli ve ark.,2002).



➤ Atıkların stoklanmadan doğan sorunları ve stoklama maliyeti azalacaktır.

- Çevre kirliliği en az seviyeye inecektir.
- Üretilen yeni ürünle ek bir kazanç elde edilecektir.
- Atıkların yer altı ve yer üstü sularını kirletmesi önlenecektir.

Ülkemizde her yıl bor mineralleri üretimi sırasında 600 000 ton atık ortaya çıkmaktadır. Bu atıkların düzenli bir şekilde depolanması ile ileride kullanılabilme imkanı vardır. Bor atıklarının değerlendirilmesi ile aşağıdaki avantajlar sağlanmış olacaktır.

➤ Hali hazırda büyük bir potansiyel olan stoklar ülke ekonomisine kazandırılacaktır.

- Çevre kirliliği önlenmiş olacaktır.
- Atıkların atıldıkları göletlerin yapımı için işletmeler büyük meblağlar ödemektedir.

Bor atıklarının değerlendirme şekillerini üç sınıfa ayırmak mümkündür. Bu sınıflandırma şu ana kadar bor atıkları ile yapılan çalışmalar dikkate alınarak yapılmıştır. Ancak bu sınıflandırma ayrı ayrı değil de birbirlerinin devamı olarak da düşünülebilir. Çünkü en ideal değerlendirme şekli atıkların tamamının değerlendirilmesidir (Bentli ve ark.,2002).

Bor minerallerinin yan kayacının çoğunlukla kil mineralleri içermesi, bu atıkların seramik sanayiinde değerlendirilebileceğini akla getirmektedir. Atık killerin tuğla sanayiinde değerlendirmesi ile hem tuğla sanayiinde ek hammadde kaynağı sağlamakta hem de işletmede atıkların atılması sırasında ortaya çıkan problemler en aza indirilmektedir. Atık killer seramik sanayiinde frit, sır ve masse yapımında da kullanılabilir. Atık killer inşaat sektöründe çimento ve betona katkı malzemesi, yol, baraj ve köprü yapımında da dolgu malzemesi olarak değerlendirilebilir.

Atıkların atık sahasında çok fazla yer kaplamaması ve çevre kirliliğinin azaltılması amacıyla preslenerek kompaktlaştırılabilir.

Atıkların göletlere verilmeden önce uygun flokülasyon ve koagülasyon yöntemleriyle katı sıvı ayırımına tabi tutulur. Susuzlaştırma ile göletlerin hızlı bir

şekilde dolması engellenebileceği gibi elde edilen sıvı tekrar kullanılmak üzere tesise de beslenebilecektir. Atıkların diğer sektörlerde kullanılabilmesi için de susuzlaştırma işleminin gerekliliği göz ardı edilmemelidir.

### 3. KONUYLA İLGİLİ YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR

Bor ve organik madde arasındaki ilişkinin kaynak belirlenmesi çalışmalarında kullanılması konusunda literatürde fazla bir çalışma bulunmamakla birlikte, yapılan bir çalışmada yer altı suları ve yüzey sularında Bor ve Organik Karbon arasında lineer bir korelasyon tanımlanmıştır. Borun organik karbona oranı yüzey sularında yer altı sularına göre daha yüksek bulunmuştur. Bunun sebebi olarak yüzey sularındaki doğal organik madde yükünün daha yoğun olması gösterilmiştir. Sudaki bu korelasyon borun polar organik maddelerle yaptığı bileşikler sonucu ortaya çıkmaktadır. Bor/organik karbon oranından herhangi bir sapma kirlilik olaylarını saptamada, kirliliği karakterize etmede ve insan kaynaklı (antropojenik) kirlilik hakkında bize bilgi verir. Ayrıca bu tür bir korelasyon su kaynaklarının niteliğini iyileştirmek için gerekenleri tanımlar.

Yapılan araştırmada farklı jeolojik özelliklere sahip yer altı suları ve yüzey sularında, bor ve organik karbon arasında önemli korelasyonlar bulunmuştur (Chauveheid ve Denis, 2003) .

Sulardaki organik maddelerin artışına insan aktiviteleri sebep olmaktadır. Endüstriyel sulardaki organik madde toplam organik madde yada çözünmüş organik madde ile karakterize edilir. Organik karbon izlenmesi içme sularının kalitesinin belirlenmesinde önemlidir. TOC / DOC parametre oranları da içme suyu tesislerinin gelişimine yardımcı olur.

Doğal organik maddeler yanında bitkisel çözünme ve toprağın aşınmasından kaynaklı minerallerden dolayı suda inorganik elementler görülmektedir. Bitkilerde biyolojik bozunma olduğunda bor doğal organik madde ile birlikte tekrar toprağa döner. Bu döngü oluşan korelasyonu etkilemektedir.

Kaynak belirlenmesi amaçlı yapılan bir başka çalışmada nehirlere noktasal ve yaygın kaynak katılımlarının belirlenebilmesi amacıyla altı su kalitesi bileşeninin (klorür, çözünmüş katı, amonyak, nitrat, BOİ, toplam fosfor) istatistiksel yöntemlerle analizi gerçekleştirilmiştir (Albek, E., 2003).

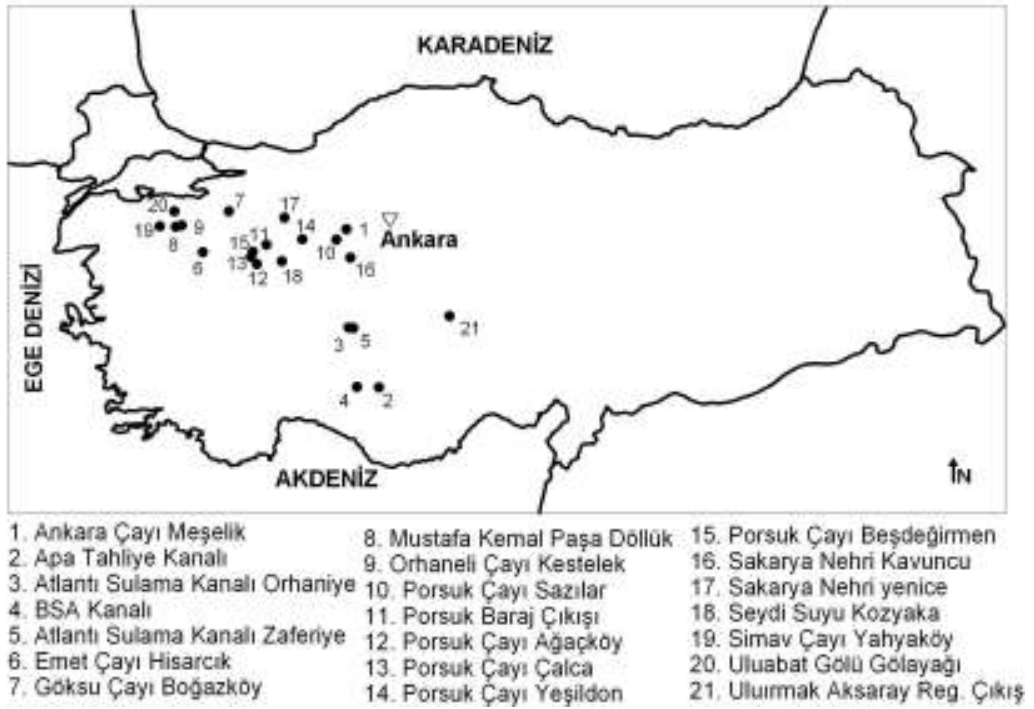
Atıksu katılımının çoklu izleyicilerle belirlenmesi amacıyla yapılan bir diğer çalışma doğal ve antropojen kaynakların ayırt edilmesi açısından önemlidir.

Çalışmada  $Ca^{2+}$ ,  $Cl^-$ ,  $NO_3$  gibi temel kirletici konsantrasyonları ve B, Sr, Gd anomalitesi gibi iz elementler kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda nitrat, bor, klorür ve Gadolin anomalitesinin arıtma çamuru deşarj edilen bölgede doğal suların olduğu bölgeye göre fazla olduğu ve su kaynaklarında atıksu katılımını ifade edebileceği bulunmuştur (Rabiet vd., 2005).

$NO_3$  konsantrasyonu genellikle gübreleme ve atıksu uzaklaştırma gibi antropojenik etkiler sonucunda artmaktadır. Klor ise doğal süreçler sonucunda sulara yer alır (Rabiet vd., 2005).

#### 4. ÇALIŞMA ALANI

Çalışma alanı olarak Türkiye’de bor açısından sorunlu olabilecek bölgeler seçilmiştir. Bu bölgelerdeki başlıca akarsular ve önemli su kaynakları belirlenmiş, bu kaynaklar üzerinde yer alan istasyonların verileri kullanılmıştır. Bu bölgelerde bor nispeten yüksek seviyelerde bulunduğundan düzenli ölçümlerle izlenmesi yapılmakta böylece verilerin daha sağlıklı analizi mümkün olabilmektedir. Seçilen istasyonların yerlerini ve istasyon adları gösteren harita Şekil 4.1’de sunulmuştur.



Şekil 4.1. İncelenen istasyonların Türkiye haritasındaki yerleri

Bu istasyonlar ile ilgili genel bilgiler aşağıda özetlenmiştir.

##### 4.1. Ankara Çayı Meşelik Ölçüm İstasyonu Hakkında Genel Bilgi

Ankara Çayı, Hatip çayının Ankara içinden geçerken Akköprü civarında güneyden gelen İncesu deresi ile kuzeydoğudan Çubuk havzasından gelen Çubuk Çayı ile birleşmesinden oluşur. Sincan civarında çaya Macun Dere ile Acıca Dere ile Güneyden Kuyucak Dere, Altıncioğlu Dere, Kutugun Dere, Kepiryatak Dere, Sazçayır Dere Kayalıboğaz Dere gibi belli başlı dereler katılır. EIE tarafından

işletilen Meşecik akım gözlem istasyonu Ankara çayının Sakarya nehrine karıştığı yerin 5 km membaındadır. Ankara Çayı'nın toplam havzası 3153 km<sup>2</sup> dir. Çay şehir merkezinden 60-70 km uzaklıkta Ova Çayı ile birleşmekte ve daha sonra Sakarya Nehri'ne dökülmektedir.

Ankara Çayı vadi tabanı üzerinde kentleşme yaygındır. Geçtiği bölgelerde tarımsal sulamalarda kullanılan dereler de Ankara çayına karışmaktadır. Yapılan araştırmalar sonucunda Ankara Çayı'nın sulama suyu kalitesinin T3A1 olduğu, deterjan, kimyasal oksijen ihtiyacı ve toplam fosfor yönünden kıta içi su kaynakları sınıflandırmasına göre IV. Sınıf (çok kirlenmiş su) olduğu bulunmuştur. Ayrıca Ankara Çayı'nda yüksek miktarda amonyak ve deterjan da bulunduğu rapor edilmiştir. Ankara Çayı'nın kimyasal kirliliği dolayısıyla yaban hayatı yoktur (Ankara İl Çevre Durum Raporu, 2007).

#### **4.2. Apa Tahliye Kanalı Ölçüm İstasyonu Hakkında Genel Bilgi**

Konya'nın batısında araziyi taşkından korumak, Konya'ya su temin etmek ve sulamada kullanmak amacı ile yapılan 4 baraj bulunmaktadır. Bunlar Apa Barajı, Altınapa Barajı, May Barajı, Sille Barajı'dır. Apa Barajı 18.840 hektar arazi sulamak amacıyla toprak dolgu biçiminde yapılmıştır. Drenaj alanı 1720 km<sup>2</sup> olup, yıllık ortalama akım 250.000.000 m<sup>3</sup>tür. Çarşamba Çayı üzerinde inşa edilmiştir (Konya İl Çevre Durum Raporu, 2005).

#### **4.3. Atlantı Sulama Kanalı Orhaniye ve Zaferiye Ölçüm İstasyonları Hakkında Genel Bilgi**

Atlantı Kanalı Ilgın ilçesinde Çavuşçu Gölü depolamasının suyunun sulama amaçlı kullanılması için kurulmuştur. Ilgın-çavuşçu gölü, Ilgın ilçesinin 7 km. kuzeybatısında, Battal ve Çebişi dereleri tarafından beslenen bir tatlı su gölüdür. Alanı ortalama 1.200 hektardır. Balıkçılık, avcılık ve kuş gözlemi yapılmaktadır. Suları tatlı olduğu için Ilgın İlçesi ve Atlantı Ovası sulamasında kullanılmaktadır. Göl 1992 yılında sit alanı ilan edilmiştir. Su seviyesi yüksek olduğu yıllarda suyu Atlantı Kanalı vasıtasıyla Sakarya Nehri'ne boşalmaktaydı. Çavuşçu Gölü'nü besleyen kaynaklar 1960 yılında Bulcuk, Eldes, Tekke göletleri

ile tutulmuş ve göl kuzey ve güneyindeki sulak alanlar kurutulmuş ve tarıma açılmıştır. Gölde yapılan seddeler ile Ilgın ve Atlantı Ovalarında toplam 22.000 ha'lık alan sulanmaktadır (Konya İl Çevre Durum Raporu, 2005).

#### **4. 4. BSA Kanalı Ölçüm İstasyonu Hakkında Genel Bilgi**

Konya'nın Beyşehir İlçesi'nde kısa adı (BSA) olan Beyşehir-Soğla-Apa Kanalı, APA Barajı'na Beyşehir Gölü'nden su aktarımı yapılması amacıyla inşa edilmiştir. Son yıllarda Beyşehir gölünün su seviyesindeki azalma nedeniyle BSA kanalındaki suların da etkilendiği hatta bazı dönemlerde su akışı olmaması nedeniyle aşırı kirlilik birikiminin olduğu rapor edilmektedir ([http 1](#)). Tuz gölünün batısında yer alan Tersakan gölü sulak alanı da BSA kanalının taşıdığı kirlilik yükü nedeniyle tehdit altında bulunmaktadır ([http 2](#)).

#### **4.5. Emet Çayı Hisarcık Ölçüm İstasyonu Hakkında Genel Bilgi**

Emet çayı Kütahya'nın önemli akarsuları arasında yer almaktadır. Gediz yöresinde Şaphane Dağı'nın kuzey eteklerinden doğan Emet Çayı, Saruhanlar ve Aşıkpaşa köyleri yakınındaki kaynaklarla beslenip Koca dereyi oluşturur daha sonra Doğanyakası Deresi ile Kayaköy altında birleştikten sonra Emet Çayı adını alır. Kuzeye doğru 180 km akıp Orhaneli Çayı ile birleşerek Mustafakemalpaşa Çayını oluşturur. Hisarcık ve Emet ilçelerinden geçerek Uluçam Köyü yakınlarından il topraklarını terk eder. Baharda taşan Emet Çayı'nın suları yazın çok azalır ([http 3](#); Bursa İl Durum Raporu, 2007).

Emet Çayı'nın, ilk 20 km'si içerisinde uğradığı Yeşilçay yöresinde tarım ilacı kullanımının artmasıyla birlikte kirlenmenin yoğunlaşmaya başladığı gözlenmektedir. Membadan 22,5 km aşağıda bor madenince zengin olan topraklarda, Etibank'ın Hisarcık Kolemanit İşletmesinin Çay'a olan etkisi, DSİ 1. ve 3. Bölge Müdürlükleri tarafından izlenmektedir. DSİ 1. Bölge Müdürlüğü tarafından, Mustafakemalpaşa Çayı'nda bor kirliliğinin sebebi olarak izlenen Etibank'ın anılan müessesesi ile 1970'li yılların sonunda diyalog kurulmuş, işletmenin Çay'a olan etkisi kanıtlanarak konsantratör atıklarının çaydan uzak tutulması için anlaşma sağlanmıştır. Etibank'ın, DSİ 3. Bölge Müdürlüğü'ne

yaptırması olduğu gölet, 1985 yılı başlarında devreye girmiştir. Gölet, konsantratörde kullanılan suyun tekrar kullanılmasına olanak sağladığından zaman zaman dereye kaçış olmakla birlikte çaya etki büyük ölçüde azalmış bulunmaktadır.

Harmancık kasabasının evsel atıksuları ile Harmancık'ta faaliyet gösteren krom madeni işletmesinin kromlu atıksuları, Hisarcık'tan 75,5 km sonra Gökçedağ civarında Kınık deresi vasıtasıyla Emet Çayı'na katılmaktadır. Devecikonağı'na gelindiğinde çayda bor konsantrasyonunun 2,5 kat arttığı gözlenmektedir (Bursa İl Çevre Durum Raporu, 2007).

#### **4.6. Göksu Çayı Boğazköy Ölçüm İstasyonu Hakkında Genel Bilgi**

Göksu Nehri Bilecik-Osmaneli İlçesinin kuzey-batı istikametinde Sakarya Nehrine karışmaktadır. Göksu Nehri 0,002 lik bir topoğrafik eğime sahiptir. Göksu Nehri, yıllık su miktarının % 7'sini Sonbahar mevsiminde, %26'sını Kış mevsiminde, %57'sini İlkbahar mevsiminde, %10'unu yaz mevsiminde geçirmektedir. Taşıdığı su miktarının en çok olduğu aylar, Mart=157 milyon m<sup>3</sup>, Nisan 13,5 milyon m<sup>3</sup>, yıllık su potansiyeli 800 milyon m<sup>3</sup> civarındadır. Göksu Nehrinin taşıdığı su miktarı İnegöl, Tahtaköprü, Mezit, Mahmudiye ve Yenişehir İlçelerine düşen yağışlara bağlı olarak artmakta veya azalmaktadır (Bilecik İl Çevre Durum Raporu, 2007).

#### **4.7. Mustafa Kemal Paşa Döllük Ölçüm İstasyonu Hakkında Genel Bilgi**

Orhaneli ve Emet Çayları, Çamandar Köyü'nde birleşmeleriyle birlikte Mustafakemalpaşa Çayı adıyla yoluna devam ederek 40 km sonra Uluabat Gölü'ne ulaşmaktadır. Birleşiminden 3 km aşağıda Döllük'te bulunan gözlem noktasında, bor konsantrasyonunun istenilenin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Ayazköy'de ise BOİ<sub>5</sub> ve toplam azot değerleri, çaya ulaşan arıtılmamış evsel nitelikli atıksulardan kaynaklanmaktadır.



#### **4.8. Orhaneli ayı Kestelek lüm İstasyonu Hakkında Genel Bilgi**

Orhaneli ayı, Gediz civarında Murat Dağı'nda doğup kuzeye doğru 276 km aktıktan sonra Emet ayı ile birleşmektedir. Çayın membasından mansabına doğru Efendiköprü, avdarhisar, Örencik gibi yerleşim merkezlerinin evsel nitelikli atıksularını alarak kirlenmeye baslar. Kayıköy mevkiinde Tavşanlı ilçesinin düzensiz deponi sahasının çöp sızıntı suyu ile ilçenin evsel nitelikli atıksularını da alarak yoluna devam eder. Daha sonra Tunçbilek kasabasına giren çay, burada bir Linyit İşletmesinin kömür yıkama ünitesinin atıksuları ile bir Termik Santralin atıksularını da alarak önemli ölçüde kirlenmiş olarak Tunçbilek'i terk etmektedir.

Cumadere karışımından sonra Orhaneli Termik Santrali'nin atıksularının da deşarj edilmesinden sonra çay'da ölçülen krom konsantrasyonunun yükseldiği görülmektedir. ınarcık'tan sonra borlu topraklara girilmiş olduğundan çay'da, yıllık ortalama olarak 0,34 mgr/L bor ve 0,055 mgr/L arsenik konsantrasyonu ölçülmüştür. Orhaneli ayı'nın son gözlem noktasında Kestelek Bor İşletmesi yer almaktadır. Bu noktada ölçülen yıllık ortalama bor konsantrasyonu ise 0,44 mgr/L'dir (Bursa İl Durum Raporu, 2007).

#### **4.9. Porsuk ayı Ölçüm İstasyonları Hakkında Genel Bilgi**

Porsuk ayı başlıca iki koldan meydana gelir. Bunlardan ilki, "Porsuk Suyu" dur. Bu kolu meydana getiren sular Murat dağından, Altıbaş ovasındaki sazlığa inerler ve burada toplanarak göl suyunu meydana getirirler. Bunun kuzeye devamı "Porsuk Suyu" ismini alır. Kütahya ovasına girmeden önce Porsuk iftliği yakınlarında Koca Dağ dibindeki pınar sularını aldıktan sonra debisi artar. İkinci kol ise, yine Kütahya ilinin batısından gelen Yoncalı ılıcalarının da fazla sularını alan ve Eskişehir'in "Porsuk ayı" ismi ile geçen koludur. Bu iki kol Kütahya merkezinin 3 km kuzey doğusunda (Çukur Ovada) birleşirler ve buradan itibaren de yine "Porsuk ayı" adı altında akarlar. Porsuk ayı Eskişehir ili sınırlarına İncesu Köyü'nün kuzey batısında yer alan Kalburcu iftlikleri mevkiinde dahil olur. ıkışından itibaren umumiyetle dar ve eğimli bir vadi içinden akan Porsuk ayı il içinde önce soldan Kunduzlar ayını sonradan

Kargın Deresini alır. Eskişehir'in 8 km güneybatısında yer alan orman fidanlığından sonra eğimi hayli azalır ve bu durum Sakarya Nehri'ne karışincaya kadar devam eder. Porsuk çayı Eskişehir il merkezine güney-batıdan sokulur ve batı yönünden girer. Daha önce şehrin batısında Ertuğrulgazi Mahallesi yakınında soldan Sarısuyu olarak batı-doğu yönünde şehrin ortasından akmaya devam eder.

İl merkezinden sonra Sakarya'ya karışincaya kadar Porsuk'a katılan kollar kısa, debisi zayıf ve önemsizdir. Bunların birkaçı hariç tamamı ovanın kuzey ve güneyindeki yükseltilerden inen geçici sulardır. Nitekim şehri geçtikten sonra soldan şeker fabrikası çiftliğinden Keskin-Muttalıp derelerini içine alır. Sakarya'ya kavuşmadan önce ilören kuzeyinden sağdan Sivrihisar dağları içinden gelen Pürtek Çayı da dahil olur. Buradan takriben kuş uçuşu 16 km doğuda il sınırını terk eder ve sınırın 6 km doğusundaki "Kıran Harman Köyü"nü 2 km kuzey-doğusundan da Sakarya'ya karıştır. Ortalama debisi 10 m<sup>3</sup>/sn dir. Porsuk Çayına il içerisinde karışan kollar;

**Kunduz Çayı:** İnönü Bucağının güneyindeki dağlık yöreden çıkarak çeşitli derelerle birleşip en son Kunduzlar çayı ismini alır ve Kütahya il hududu yakınında Nedimbey Çiftliği mevkiinde Porsuk Çayına soldan karıştır.

**Kargın Deresi:** Kütahya merkez kazasına bağlı Sabuncupınar Bucağı civarından gelen derelerin birleşmesi ile meydana gelir, Eskişehir il hududunu geçtikten sonra Kargın ismini alır. Taydeposu ve Gökçekısık istasyonları arasında sağdan Porsuk'a karıştır. Halen sebep olduğu taşkınlar önlemek ve sulamada faydalanılmak üzere yapılan inşaat ile Porsuk Çayı göl sahasına derive edilmiştir.

**Ilıca Suyu:** Türkmendağı eteklerinden gelen yayla ve kalabak dereleri birleşerek Ilıcasuyunu meydana getirirler. Uluçayır köyünün güneyinde buna yine Türkmendağı eteklerinden gelen yayla suyu deresi soldan, bu köyün 1.5 km kuzeyinde de Ilıca suyu sağdan Porsuk'a karıştır.

**Mollaoğlu Deresi :** Eskişehir merkez ilçesine bağlı Nemli Köyü yakınlarından çıkar. Mollaoğlu Köyü içinden geçerek Kızılinler Köyü'nün güneyinden Porsuk Çayına karıştır. Bu kolun üzerinde Musaözü Köyü yakınlarında sulama ve selleri önleme amacıyla bir baraj yapılmıştır. Kütahya ilinin merkez ilçesine bağlı Dodurga Köyü yakınından ve Eskişehir ili inönü Bucağının batısında sıcaksu kaynaklarından meydana gelir. Sarısu Ovasını aşar ve

Eskişehir il merkezinin batısında yer alan Ertuğrulgazi Mahallesi'nin yanında soldan Porsuk'a karışır. Kargın Deresi ile bu kol taşkınlarla Porsuk'a külliyetli su getirirler. Bu su üzerinde taşkınları önleme ve sulama tesisleri yapmak gayesiyle Dodurga Barajı yapılmıştır.

**Sarısü:** Kütahya ilinin merkez ilçesine bağlı Dodurga Köyü yakınından ve Eskişehir ili inönü Bucağını batısında sıcaksu kaynaklarından meydana gelir. Sarısü Ovasını aşar ve Eskişehir il merkezinin batısında yer alan Ertuğrulgazi Mahallesi'nin yanında soldan Porsuk'a karışır.

**Pürtek Çayı :** Sivrihisar ilçe merkezinin kuzeybatısında Sivrihisar Dağları yer alan "Karaburhan" Deresi adı ile başlar, doğuya akar, Mülk Köyü'nün doğusunda kuzeye döner ve Pürtek Çayı adını alır. Demirci ve Ortaklar köyleri yakınından geçtikten sonra İlören Köyü'nün kuzeyinde Porsuk'a karışır (Eskişehir İl Çevre Durum Raporu, 2007).

**Çizelge 4.1.** Porsuk Çayı Eskişehir Bölümü 2006 Yılı Ortalama Değerlerine Göre Su Kalite Sınıfları (Eskişehir Durum Raporundan Alınmıştır.)

BAZ İSTASYONLAR →		Porsuk Barajı Çölü	Esenkara	Benizlik	Atamirik Çölü Köprü	Selçuk Fls. Örneği	Selçuk Fls. Sarımsak	Eski Atık Arıtı	Selçuk Fls. Örneği	Selçuk Çölü	Alpa	Yedigöller	İlyaslı	Yunuslar	Sarıhisar
PARAMETRELER	SEMBOLE														
pH	pH	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Toplam Çözünmüş Katılar (mg/l)	TDS	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Çözünmüş Oksijen (mg/l)	DO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Biyokimyasal Oksijen Değeri (mg/l)	BOD5	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Kimyasal Oksijen Değeri (mg/l)	COD	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Amonyak Azotu (mg/l)	NH3-N	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Nitrat Azotu (mg/l)	NO3-N	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Toplam Fosfor (mg/l)	PO4-P	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

NOT: Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tablo 1 de verilen Kritik Süre Kaynaklarının Sınıflama göre kalite kriterleri civar alınarak değerlendirilmiştir.

Sınıf 1	Yüksek kirlilikli su	1
Sınıf 2	Az kirlilikli su	2
Sınıf 3	Kirlilikli su	3
Sınıf 4	Çok kirlilikli su	4

#### 4.10. Sakarya Nehri Kavuncu ve Yenice İstasyonları Hakkında Genel Bilgi

Sakarya Nehri Çifteler İlçesinin takriben 4-5 km güney-doğusunda yer alan “Sakarya Başı” adı verilen yerden çıkar. Birbirine yakın beş kaynağı olup, uzunluğu 824 km, toplam debisi de 3600 lt/sn.dir. Bu kaynaklar suni bir gölette toplanıp bir hidroelektrik tırbününü çevirdikten sonra Sakarya Nehri başlamış olur. Sakarya başı kaynakları önce Bardakçı Suyu, Seydisuyu ve biraz doğuda Sarısu ile birleşerek güney-doğuya doğru akışa geçerek Dedemözü Deresini de alır. Aktaş Köprüden sonra sağdan Sadıroğlu, Köprübaşı köyleri civarında yer alan Alikan Pınarlarının sularını toplayan kanalı alır ve tekrar güneydoğuya Buzluca köyüne doğru yönelir. Konya ilinde yer alan Akgöl’ün ayağı olan Gölpınar Deresi’ni de sağdan alarak Eskişehir-Ankara arasında aynı zamanda il sınırı olur ve kuzeye döner. Sağdan Ankara İlinden Çıralıözü ve Ilıcaözü derelerini, soldan Sivrihisar dağlarından inen Çardaközü suyunu alır ve biraz kuzeyde Kavuncu Köprüsüne ulaşır. DSI’nin burada yaptığı ölçümlere göre yıllık ortalama debisi 27 m<sup>3</sup>/sn dir.

Kuzeyde Beylikköprü’den itibaren Ankara hudutları içine kalır ve burada soldan en önemli kolu olan Porsuk’u alır. Kuzeyde akışına devam eder ve sağda Ankara Çayını alır. Bu mevkiide Seydipınar yakınında Sakarya tekrar iki ilin arasında sınır olur. Sarıyer Barajı mevkiinde soldan İn Deresini sağdan Girmir Suyunu alır. Bu noktada ilin kuzeydoğu köşesinde Sakarya üzerinde yapılan Sarıyer Barajı Gölünün eski yatağını eksen olarak geniş alana yayılmıştır. Baraj gölüne sağdan karışan diğer bir kolda Aladağ Çayıdır. Sarıyer Barajından sonra akışı batıya dönen Sakarya burada dar derin boğazların içinden akar ve yine il sınırı durumuna girer. Burada Sarıyer Barajından sonra 50 km mansapta Gökçekaya Barajı ve hidroelektrik santrali inşa edilmiştir. Sağdan Nallıhan, soldan Güllük, sağdan Yanlıklar, soldan Kuşbaşı yine sağdan Kızıl dereleri aldıktan sonra Sarıcakayaya ait Düzköyün kuzeyinde sınır durumu biter ve Sarıcakaya ilçesi ve toprakları içinden akmaya devam eder. Sağdan Çatakköyü batısından Bilecik iline girer. Yenice ölçüm istasyonu Göksu nehri ile birleşmeden önce, Göynük çayı ve Karasu Deresi karışmadan, Vezirhan – Gölpazarı şosesinin Sakarya nehrini kestiği köprünün üzerindedir. Sakarya’nın

belli başlı kolları: Sarısu, Seydisuyu, Bardakçı Suyu ve İhsaniye Suları, Porsuk Çayı, Kargın Deresi, Mollaoğlu Deresi, Sarısu ve Pürtek Çayı'dır.

Eskişehir ili Çifteler Sakarbaşı denilen alandan doğan Sakarya Nehri sanayi tesisleri atıksuları girişimi olmasa da evsel, tarımsal sulamadan ve hayvan besinlerinden kaynaklanan atıksular nedeniyle kalitesi bozulmaktadır (Eskisehir İl Çevre Durum Raporu, 2007).

#### **4.11. Seydi Suyu Kozyaka Ölçüm İstasyonu Hakkında Genel Bilgi**

Seydi Suyu Eskişehir'in başlıca akarsuyu Sakarya'nın kollarındandır. Seydi Suyu ilk kaynaklarını Eskişehir ve Afyon arasında yer alan ve Frig Yaylası adı verilen yüksek platonun güney tarafından alır. Şaphane Dağı'nın kuzeyindeki tepelik ve ormanlık arazide birleşen dereler kuzeybatıya doğru akan Kümbetözü Deresi'ni oluştururlar. Bu dere sağdan ve soldan çeşitli katılmalarla Kırka yakınlarına kadar ilerler. Burada sol taraftan gelen ve Kırka Bucağı'nın içinden geçen Ağzıkara Deresi (bu dere Kırka'dan sonra Balıkboğazı Deresi olarak adlandırılır) ile Yarbasan Köyü'nün kuzeyinde birleşir ve Harami Dere adını alır. Harami Dere Numanoluk Köyü'nden sonra dar boğazlara sokulur. 1986 yılından itibaren Numanoluk'dan sonra Çatören Barajı gölü dereyi kesmektedir. Çatören mevkiinden sonra Harami Dere dar bir boğaz izler. Ada Tepe ile Sazlı Gedik Tepe arasında sol taraftan Akin Deresi'ni alır. Bu dere Türkmen Dağı'nın güney tarafından kaynaklanmaktadır. Akin Deresi, Kırka düzlüğüne indikten sonra kuzey-doğuya yönelerek dar vadilere girer. Sol taraftan gene Türkmen Dağı'ndan kaynaklanan Keçeliözü Deresi'ni alır ve doğuya yönelerek Harami Dere'ye karışır. Akin Deresi üzerinde Kunduzlar Barajı kurulmuştur.

Bu birleşmeden sonra akarsu Seydi Suyu adını alır. Dar vadi bir süre daha devam ettikten sonra Seydi Suyu, Seyitgazi Ovası'na açılır. Seyitgazi İlçesi'nin batısından geçer. Çifteler İlçesi'nin doğusunda, solundan gelen Sarısu ve sağından gelen Bardakçı Suyu ile birleşerek Sakarya Nehri'ni oluşturur (Albek, M., 2001; Eskisehir Çevre raporu, 2007).

#### **4.12. Simav Çayı Yahyaköy Ölçüm İstasyonu Hakkında Genel Bilgi**

Kaynağını Kütahya'nın Simav ilçesinden aldığı için Simav Çayı diye anılır. Susurluk havzasının oluşturan ana nehir kolu olan, Kütahya ili Simav ilçesinden doğup, Sındırgı, Kepsut, Susurluk ve Karacabey ovalarından geçerek Marmara Denizi'ne ulaşan Simav Çayı'nın Doğduğu yerden denize döküldüğü yere kadar uzunluğu, yaklaşık 260 kilometredir.

Simav çayı havzasının Balıkesir İl sınırları içerisinde bulunan yerleşim alanlarından, mezbahalardan, yoğun endüstriyel ve tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan arıtılmış ve/veya arıtılmamış atıksular çaya deşarj edilmektedir (Balıkesir İl Çevre Durum Raporu, 2007).

#### **4.13. Uluabat Gölü Gölayağı Ölçüm İstasyonu Hakkında Genel Bilgi**

Uluabat Gölü'nün en büyük kaynağı, daha önce de bahsedildiği gibi Mustafakemalpaşa Çayı' dır. Bu çay, Mustafakemalpaşa İlçesi ile bazı belde belediyelerinin evsel nitelikli atıksularını, deri işleme, tesisleri (tabakhane) ve konserve fabrikalarının atıksularını göle taşımaktadır. Bursa İli sınırları dışından Emet ve Orhaneli Çayları vasıtasıyla da maden işletmeleri ve termik santralinin atıksuları ile yerleşim birimlerinin kanalizasyon atıkları da göle ulaşmaktadır. Ayrıca Göl çevresinde bulunan basta gıda isleme fabrikaları olmak üzere mezbaha ve mandıraların oluşturduğu organik kirlenme, gölde aşırı beslenme oluşturmakta ve bunun neden olduğu çözünmüş oksijen miktarındaki dalgalanmalar özellikle su ürünlerinin yaşam koşullarını zorlaştırmaktadır. Gölün günümüzde sahip olduğu hipertrofik yapı söz edilen civar kirleticilerin ortak eseridir (Bursa İl Çevre Durum Raporu, 2007).

#### **4.14. Ulurmak Aksaray Reg. Çıkış Ölçüm İstasyonu Hakkında Genel Bilgi**

Aksaray İli merkezinde yer alan en önemli akarsu kaynağı Ulurmak'tır. Yer yer 100-120m derinliğe varan Ihlara vadisini ikiye bölerek akan Melendiz Çayı Aksaray yakınlarında Ulurmak adını alarak Tuz Gölü'ne ulaşır. Melendiz Dağları' ndan çıkarak Tuz Gölü' ne dökülen Ulurmak, geniş bir plato meydana getirmektedir. Ulurmak'ın yüzey alanı 16 hektar olup, yıllık taşıdığı su miktarı ortalama 95.8 hm<sup>3</sup>'tür. Membası Mamasun Barajı'ndan başlayıp, mansabı Tuz

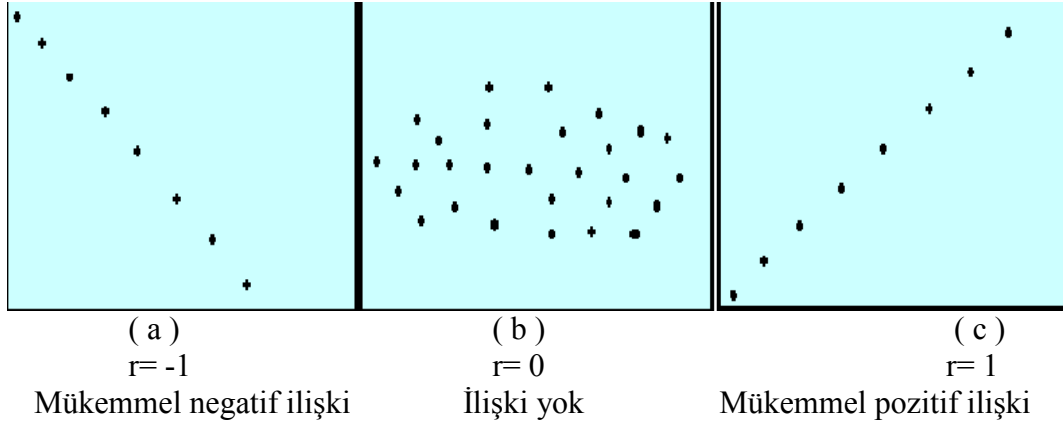
Gözü'ne kadar uzanmaktadır. Aksaray Őhrin merkezinden geçerek Aratol ilçesinin güneydoğusunda bulunan Karasu kanalı ile birleşmektedir. Ulurmak, genelde sulama suyu ihtiyacını karşılamak amacıyla kullanılmaktadır. Bu dere üzerinde DSİ' nin inşa ettiği Mamasun Barajı bulunmaktadır. Mamasun Barajı Aksaray ilinin içme ve sulama amaçlı kullanımlarında en önemli su kaynağıdır. Melendiz ve Karasu çayları, Baraj Girişi, Ulurmak boyunca, ve diğer ana yüzey su kaynaklarına kanalizasyon, deterjan, yağ, sıvı ve katı atıkları içeren evsel nitelikli atıksu deşarj edilmektedir. Özellikle yaz aylarında Ulurmak sularına yapılan yoğun atıksu deşarjı, toplam organik madde ve NO<sub>2</sub> içeriğinin artmasına neden olmuştur. Dolayısıyla, Ulurmak, organik madde ve NO<sub>2</sub> içeriğine göre IV. Sınıf su kalitesine sahiptir. Irmak sularının, fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre, I. sınıf, ağır metaller, NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub> ve amonyum içeriğine göre ise II.sınıf kalitede olduğu tespit edilmiştir (Aksaray İl Çevre durum Raporu, 2006).

## 5. YÖNTEM

### 5.1. Korelasyon Analizi

Saçılım(scatterplot) grafikleri iki değişken arasındaki ilişki hakkında genel bir bilgi edinmemizi sağlar. Ancak, ilişkinin miktarı konusunda yorum yapabilmek için korelasyon katsayısının hesaplanması gerekmektedir (http 4).

Korelasyon katsayısı (r), iki değişken arasındaki ilişkinin ölçüsüdür ve -1 ve +1 arasında değişim gösterir.



Yukarıdaki saçılım grafikleri ;

( a ) değişkenlerden birisinin artmasına bağlı olarak diğerinde azalma olan doğrusal ilişki

olduğu,

( b ) iki değişken arasında ilişki olmadığı

( c ) değişkenlerden birisindeki artışa bağlı olarak diğerinde de artış olan doğrusal ilişki

olduğu şeklinde açıklanır.

Korelasyonun katsayısının gücü ile ilgili olarak aşağıdaki tanımlamalar yapılmıştır:

0,00 – 0,25 Çok zayıf ilişki

0,26 – 0,49 Zayıf ilişki

0,50 – 0,69 Orta ilişki



0,70 – 0,89 Yüksek ilişki

0,90 – 1,0 Çok yüksek ilişki

Korelasyon katsayısı, örneklem büyüklüğünden etkilenmektedir. Küçük hacimli örneklerde, elde edilen korelasyon katsayısı büyük bile olsa istatistiksel olarak önemli bir değer olmayabilir. Dolayısıyla, elde edilen değerlerin hipotez testinin yapılması gereklidir (http 4).

## 5.2. Regresyon Analizleri

Regresyon analizi, bilinen bulgulardan, bilinmeyen gelecekteki olaylarla ilgili tahminler yapılmasına izin verir. Regresyon, bağımlı ve bağımsız değişken(ler) arasındaki ilişkiyi ve doğrusal eğri kavramını kullanarak, bir tahmin eşitliği geliştirir. Değişkenler arasındaki ilişki belirlendikten sonra, bağımsız değişken(ler)in skoru bilindiğinde bağımlı değişkenin skoru tahmin edilebilir.

Bağımlı Değişken (y):

Bağımlı değişken, regresyon modelinde açıklanan ya da tahmin edilen değişkendir. Bu değişkenin bağımsız değişken ile ilişkili olduğu varsayılır.

Bağımsız Değişken (x):

Bağımsız değişken, regresyon modelinde açıklayıcı değişken olup; bağımlı değişkenin değerini tahmin etmek için kullanılır.

• Değişkenler arasında doğrusal ilişki olabileceği gibi, doğrusal olmayan bir ilişki de olabilir. Bu nedenle, saçılım grafiği yapılmadan (ilişki yok/doğrusal ilişki var/doğrusal olmayan ilişki var) ve değişkenler arasında korelasyon varlığına rastlanmadan regresyon analizine karar verilmemesi gerekir.

Bu bilgiler doğrultusunda, tek/çok değişkenli doğrusal regresyon analizlerinin yanı sıra, tek/çok değişkenli doğrusal olmayan regresyon analizleri de mevcuttur (http 4).

### 5.2.1. Belirtme katsayısı ( $R^2$ )

Belirtme katsayısı, doğrusal modelin uyum iyiliğinin en iyi ölçüsüdür. Söz konusu katsayı, bağımlı değişkendeki değişimin ne kadarının bağımsız değişken (ler) tarafından açıklandığını ifade eder. Bu durum, regresyon modelinin açıklayıcılık gücünün iyi bir göstergesidir.

Parametrik Testlerin Uygulanma Koşulları :

1-Değişken popülasyonda normal yada normale dönüştürülebilir dağılım göstermelidir.

2- Değişken aralıklı yada oranlı ölçekli olmalıdır.

3- Değişken parametreleri  $\mu$  bilinmelidir. Parametrik verilerde istatistiki analizlerin yapılabilmesi için verilerin normal dağılması gerekmektedir (http 4).

### 5.3. Parametrik Olmayan İstatistiksel Yöntemler

Parametrik olmayan istatistiksel yöntemler, veriler için çok daha az bağlayıcı varsayımlara dayandıkları için, parametrik istatistiklere kıyasla, çok daha geniş bir uygulama alanı bulmaktadır. Özellikle, uygulama hakkında çok derin sayısal bilgilerin olmadığı ve sadece veri sağlayanların subjektif değerlendirmelerine bağlı hallerde parametrik olmayan istatistikler genellikle kullanılmaktadır. Daha az ve daha zayıf varsayımlara dayandıkları için, niceliksel ölçekli veriler elde olsa bile, parametrik olmayan yöntemler güçlü istatistikler olarakta kullanılmaktadır (http 4).

Parametrik olmayan istatistiklerin diğer bir uygulama nedeni, yöntemlerin kullanılmasının ve çıkarılan sonuçların sözle açıklanmasının, parametrik istatistiklere kıyasla çok defa daha basit olmalarıdır.

Hem daha fazla güçlü olma karakteri gösterdikleri hem de daha basit olmaları dolayısıyla, birçok istatistikçiye göre parametrik olmayan istatistikler hataların ortaya çıkmasına ve istatistiklerin bilmeyerek veya bilerek yanlış kullanılması için daha kısıtlıdır (http 4).

Parametrik olmayan testlerin uygulanma koşulları aşağıdaki gibidir;

1- Değişken herhangi bir dağılıma uygun değildir.

- 2- Değişken sınıflama yada sıralı ölçekli olmalıdır.
  - 3- Değişken parametreleri  $\mu$  bilinmez.
  - 4- Gözlemler homojen yapı oluşturmaz.
- Birim sayısı belirli bir değerde olması gerekmez

### 5.3.1. Kendal Tau yöntemi

Tau( $\tau$ ) değerlere bağlı değildir, yalnızca dizilere bağlıdır. Tau genellikle aynı değerler esas alındığında lineer uygulamalarda “r” korelasyon katsayısından daha düşüktür. Güçlü lineer korelasyon olan 0,9 ve üzeri Tau değerlerinden 0.72’ye veya daha üzerine denk gelir. Bu düşük değerler tau nun “ r “ den daha az duyarlı olduğunu göstermez fakat farklı bir korelasyon aralığı kullanılır. Tau elle hesaplanabilir, aykırı değerlere karşı dirençlidir ve tüm lineer ve lineer olmayan korelasyonları ölçebilir. Bu yöntem dizi korelasyon metodu olduğundan tau değişkenlerin lineer yada lineer olmayan değişimlerinde sabittir. Örneğin;  $\log(y)$  nin  $\log(x)$  e karşılık korelasyonu  $y$ ’nin  $\log(x)$ ’e ve  $y$ ’nin  $x$ ’e korelasyonu aynıdır (http 4).

Kendal tau iki değişken arasındaki korelasyonu , ilişkinin kuvvetliliğini ölçer. Bu yöntem için 2 değişkene ihtiyaç vardır. Bu veriler sıralı şekilde olmalıdır ve böylelikle aralarındaki korelasyon hesaplanabilmektedir. Conover 1980 de Kendall’s Tau nun nasıl hesaplanacağını detaylarını vermiştir (http 4).

Tau  $x$ ’in artışına bağlı olarak sıralama yapılarak kolay bir şekilde bulunur. Eğer pozitif bir korelasyon varsa  $x$  in artışı ile  $y$  değeri azalıştan daha çok artış gösterir. Negatif korelasyon için  $y$  değerlerinin artışından çok azalması söz konusudur. Eğer korelasyon yoksa  $y$  değerlerinin artış sayısı ve azalış sayısı aynıdır (http 4).

### 5.4. Verilerin Hazırlanması

DSİ Genel Müdürlüğü’nden alınan 21 ölçüm istasyonuna ait veriler içinden Bor,  $BOI_5$  ve  $KOI$  değerleri ele alınmıştır. Bu verilerle öncelikle EXCEL programında parametrik yöntemle doğrusal regresyon yapılmıştır. Bor parametresinin  $BOI_5$  ve  $KOI$  parametreleri ile parametrik regresyonunda istenen

hassaslıkta sonuçlar elde edilemediğinden dolayı parametrik olmayan istatistik yöntemi olan Kendal Tau Yöntemi kullanılmıştır. Her iki yöntem karşılaştırılmıştır. Kendal Tau değerlerdeki değişimlerden çok daha az etkilendiğinden dolayı parametreler arasındaki ilişki parametrik yöneme göre daha anlamlı sonuçlar vermiştir.

## 6. BULGULAR

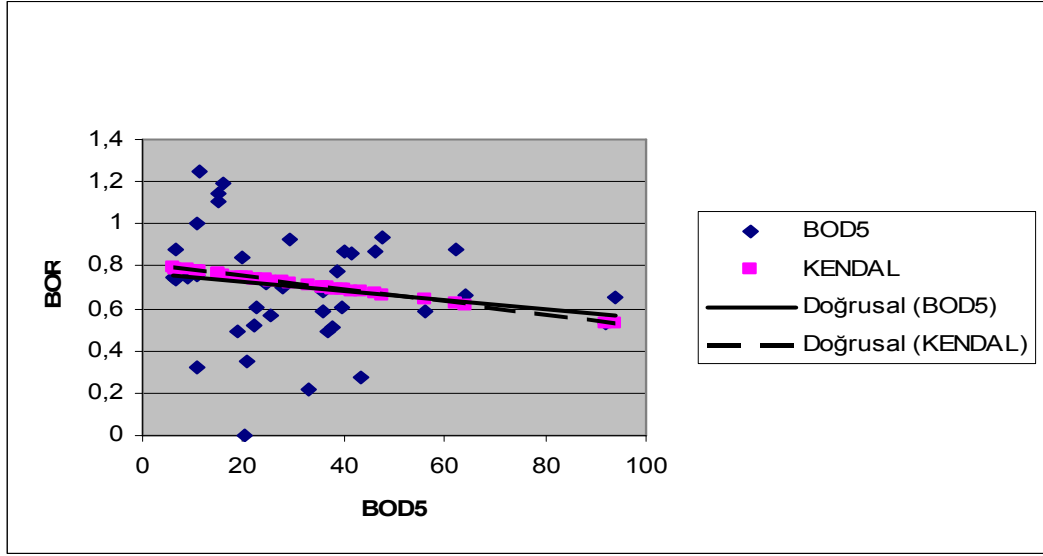
### 6.1. Ankara Çayı Meşelik Ölçüm İstasyonu

Ankara Çayı Meşelik ölçüm istasyonunda Organik madde-Bor arasındaki ilişkiyi tanımlamak amaçlı parametrik ve parametrik olmayan doğrusal regresyon sonuçları ile izleyici bileşen oranları Çizelge 6.1’de verilmiştir. Bu sonuçları değerlendirmek amacıyla kullanılacak olan izleyici bileşen oranlarına bakıldığında, bu istasyonun NO<sub>3</sub>/Na oranına göre 1.kalite, Cl/Na oranına göre 2.kalite ve Cl/B oranına göre de 2. kalite su sınıfında olduğu görülmektedir. Nitrat konsantrasyonunun sodyuma göre az olmasının, deşarj noktalarının kaynağa yakınlığı ile ilgili olduğu düşünülebilir.

Parametrik doğrusal regresyon ve parametrik olmayan Kendal Tau analizleri ile bulunan organik madde ve bor arasındaki korelasyon istatistiksel olarak % 95 güven aralığında anlamlı değildir. Daha önce istasyon bilgileri bölümünde de belirtildiği gibi, Ankara Meşelik Çayı’nın kirlilik düzeyi NH<sub>4</sub> bakımından oldukça fazladır ve kentsel yerleşim merkezine yakın olması ve tarımsal kirlenmeye maruz kalması nedeni ile bu istasyonda insan kaynaklı kirlilik yükünün fazla olduğu bilinmektedir. Bu nedenle organik madde ile bor arasında anlamlı bir korelasyon beklenmemektedir. Cl/Na oranında 2.kalite çıkması da bu bölgedeki antropojenik girdilerin bir göstergesidir.

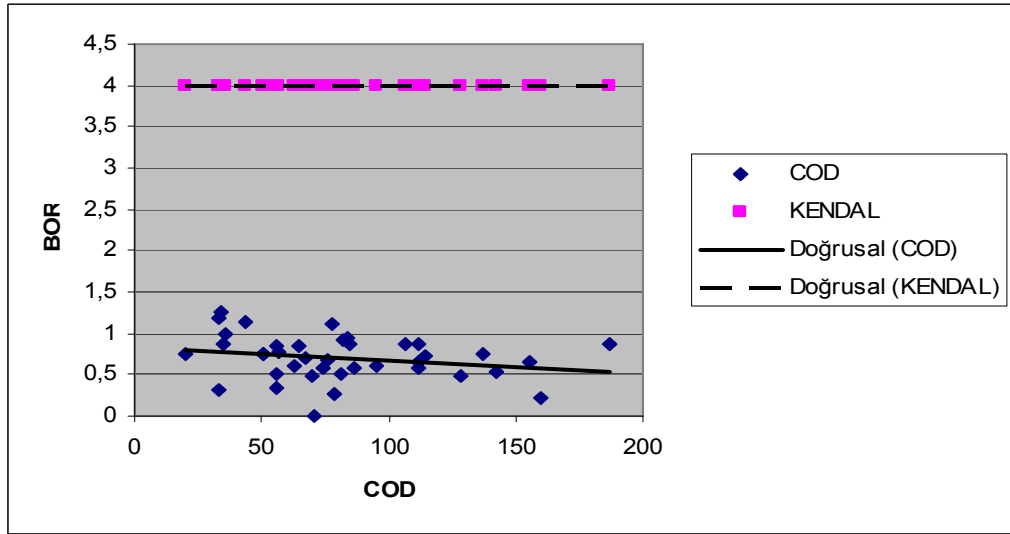
**Çizelge 6.1.** Ankara Çayı Meşelik Ölçüm İstasyonu Karakterizasyon Verileri

NO <sub>3</sub> /Na	0,016091
Cl/Na	0,790054
Cl/B	130,0542
BOİ <sub>5</sub> -BOR Kendal Tau p- value	0,1046
KOİ-BOR Kendal Tau p- value	0,9609



Şekil 6.1. Ankara Çayı Meşelik Ölçüm İstasyonu BOİ<sub>5</sub>-Bor Arasındaki İlişki

$$y = -0,0021x + 0,768 \quad R^2 = 0,0288 \quad (\text{Doğrusal regresyon}) \quad (6.1)$$



Şekil 6.2. Ankara Çayı Meşelik Ölçüm İstasyonu KOİ-Bor Arasındaki İlişki

$$y = -0,0016x + 0,8357 \quad R^2 = 0,0558 \quad (\text{Doğrusal regresyon}) \quad (6.2)$$

## 6.2. Apa Tahliye Kanalı Ölçüm İstasyonu

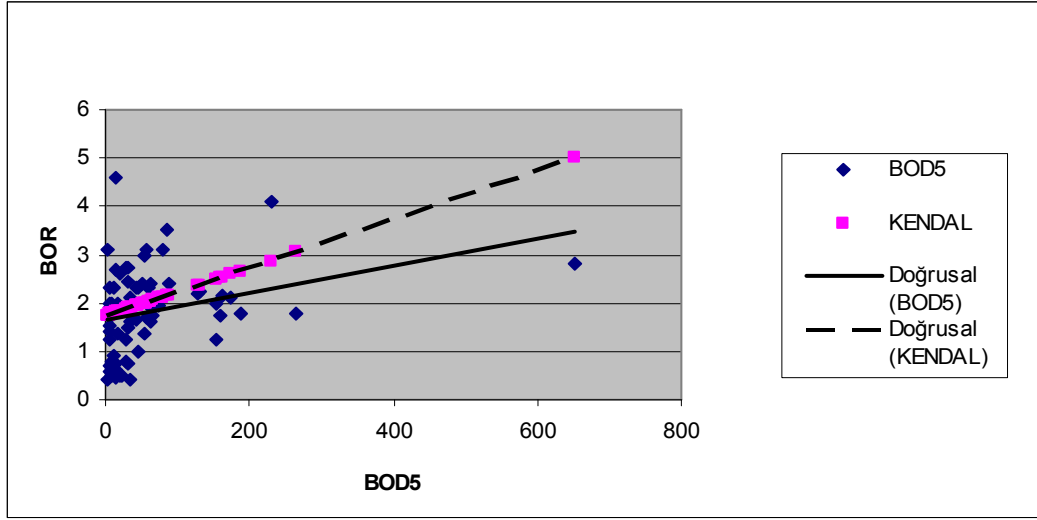
Apa Tahliye Kanalı ölçüm istasyonunda Organik madde-Bor arasındaki ilişkiyi tanımlamak amaçlı parametrik ve parametrik olmayan doğrusal regresyon sonuçları ile izleyici bileşen oranları aşağıda özetlenmiştir (Çizelge 6.2). Bu

sonuçlar incelendiğinde NO<sub>3</sub>/Na oranına göre 1.kalite, Cl/Na oranına göre 4.kalite ve Cl/B oranına göre de 4. kalite su sınıfında olduğu görülmektedir. Nitrat konsantrasyonu sodyuma göre oldukça azdır. Bu sonuç, kirliliğin yeni değarj edilmesi dolayısıyla azotun nitrata dönüşmediğinin indikasyonu olabilir.

Çizelge 6.2'den görüleceği gibi parametrik doğrusal regresyon ve parametrik olmayan Kendal Tau analizleri ile bulunan organik madde ve bor arasındaki korelasyon %95 güven aralığında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Apa tahliye kanalı daha önce değinildiği üzere, Apa barajının değarjında sulama suyu amaçlı kullanılan bir kanaldır. Kanala değarj edilen artılmamış evsel atıksu kaynağına rastlanmamıştır. Bu nedenle organik madde ile bor arasında anlamlı bir korelasyon beklenebilir. Beklendiği gibi bu korelasyonlar istatistiksel olarak anlamlıdır. Cl/Na ve Cl/B oranlarında 4. kalite çıkması artılmamış evsel atıklarla yoğun olarak kirlenmemiş bu kaynağın tarımsal kirliliğe maruz kalabildiğinin göstergesidir. Bölgedeki tarımsal arazileri sulamada kullanılan bu suyun tarımsal kirliliğe maruz kalması olasılığı çok da uzak değildir. Bu bölgede Potasyum içeren gübrelerin yoğun olarak kullanılabilceği bu gübreler (KCl gibi) nedeniyle Cl miktarının yüksek olabileceği aktır.

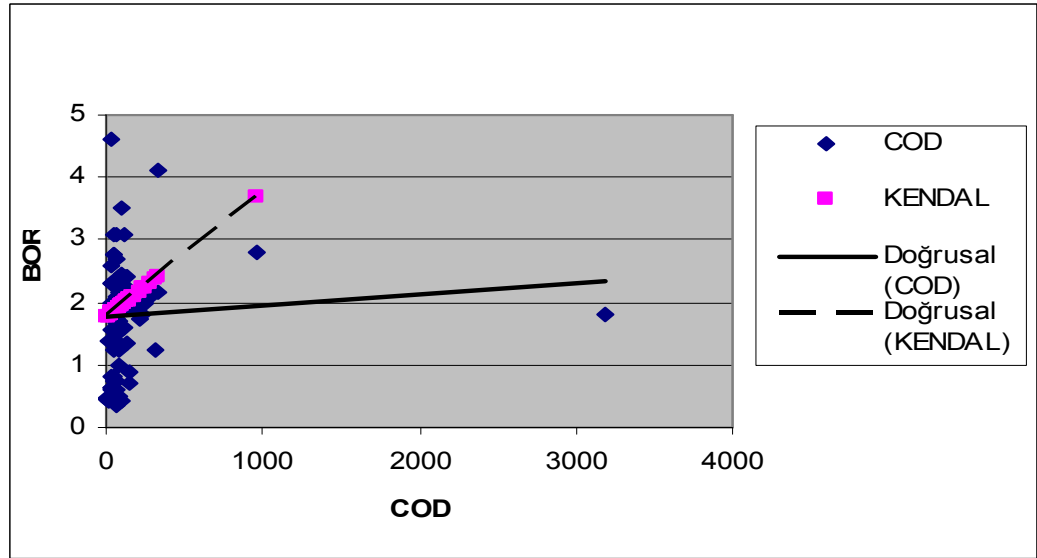
**Çizelge 6.2.** Apa Tahliye Kanalı lm İstasyonu Karakterizasyon Verileri

NO <sub>3</sub> /Na	0,00429
Cl/Na	2,330098
Cl/B	470,9597
BOİ <sub>5</sub> -BOR Kendal Tau p- value	0,0011
KOİ-BOR Kendal Tau p- value	0,0446



Şekil 6.3. Apa Tahliye Kanalı Ölçüm İstasyonu BOİ<sub>5</sub> -Bor Arasındaki İlişki

$$y = 0,0028x + 1,6634 \quad R^2 = 0,0825 \quad (\text{Doğrusal regresyon}) \quad (6.3)$$



Şekil 6.4. Apa Tahliye Kanalı Ölçüm İstasyonu KOİ -Bor Arasındaki İlişki

$$y = 0,0002x + 1,7635 \quad R^2 = 0,006 \quad (\text{Doğrusal regresyon}) \quad (6.4)$$

### 6.3. Atlantı Sulama Kanalı Orhaniye Köprüsü İstasyonu

Atlantı Sulama Kanalı Orhaniye Köprüsü ölçüm istasyonunda Organik madde-Bor arasındaki parametrik ve parametrik olmayan doğrusal regresyon sonuçları ile izleyici bileşen oranları Çizelge 6.3'de verilmiştir. Bu sonuçlar

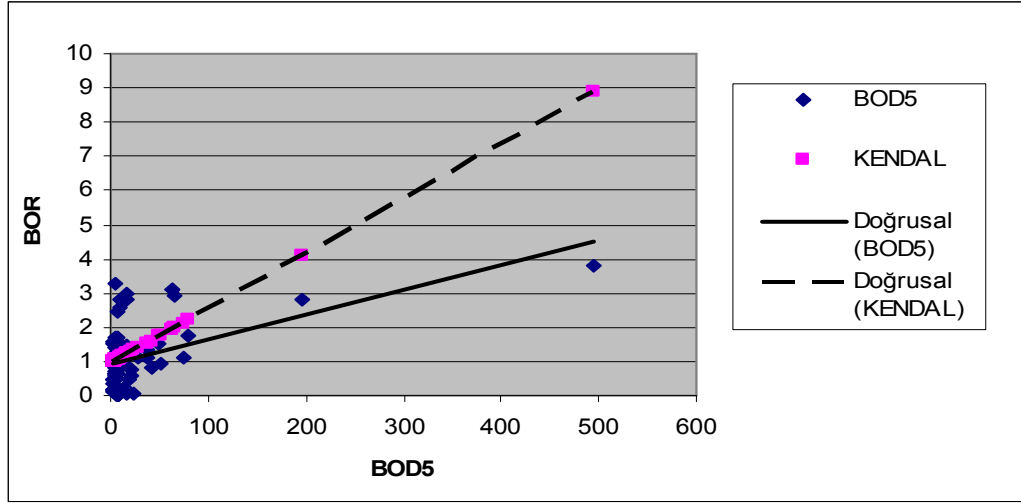


incelendiğinde  $\text{NO}_3/\text{Na}$  oranına göre 2.kalite,  $\text{Cl}/\text{Na}$  oranına göre 3.kalite ve  $\text{Cl}/\text{B}$  oranına göre de 2. kalite su sınıfında olduğu görülmektedir.

**Çizelge 6.3.** Atlantı Sulama Kanalı Ölçüm İstasyonu Karakterizasyon Verileri

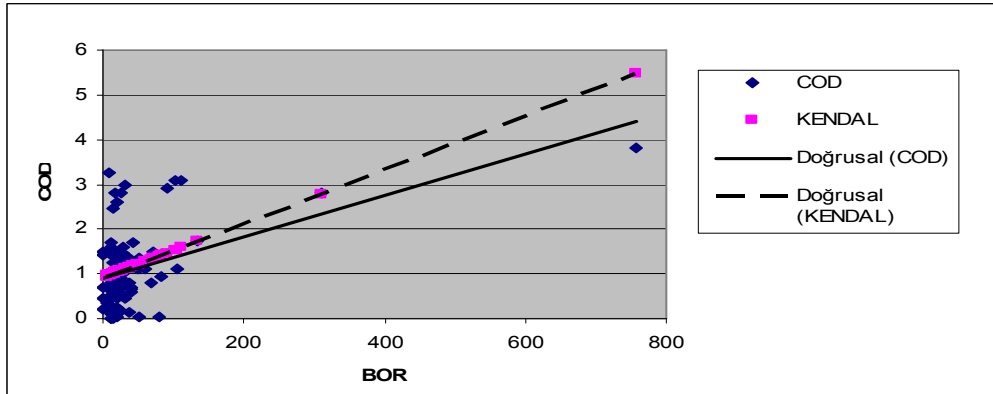
$\text{NO}_3/\text{Na}$	0.057091
$\text{Cl}/\text{Na}$	1.785734
$\text{Cl}/\text{B}$	147.4182
$\text{BOI}_5\text{-BOR}$ Kendal Tau p- value	0.0004
$\text{KOI-BOR}$ Kendal Tau p- value	0.0233

Parametrik doğrusal regresyon ve parametrik olmayan Kendal Tau analizleri ile bulunan organik madde ve bor arasındaki korelasyon %95 güven aralığında istatistiksel olarak anlamlıdır (Çizelge 6.3). Atlantı sulama kanalı Bölüm 4.3’de anlatıldığı üzere, Çavuşcu Gölü depolamasının suyunun sulama amaçlı kullanılması için kurulmuştur. Çavuşcu gölü yoğun bir kirletici yüküne maruz kalmayan bir tatlı su gölüdür. Bu nedenle organik madde ile bor arasında anlamlı bir korelasyon beklenebilir. Beklendiği gibi bu korelasyonlar istatistiksel olarak anlamlıdır.  $\text{Cl}/\text{Na}$  ve  $\text{Cl}/\text{B}$  oranları incelendiğinde ise bu istasyonun tarımsal kirliliğe maruz kaldığı söylenebilir. Zaten bu kanal sulama amaçlı kullanıldığı için bu da beklenen bir sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 6.5. Atlantı Sulama Kanalı Orhaniye Köprüsü Ölçüm İstasyonu BOİ<sub>5</sub> -Bor Arasındaki İlişki

$$y = 0,0072x + 0,9406 \quad R^2 = 0,2222 \quad (\text{Doğrusal regresyon}) \quad (6.5)$$



Şekil 6.6. Atlantı Sulama Kanalı Orhaniye Köprüsü Ölçüm İstasyonu KOİ -Bor Arasındaki İlişki

$$y = 0,0046x + 0,9042 \quad R^2 = 0,208 \quad (\text{Doğrusal regresyon}) \quad (6.6)$$

#### 6.4. Bsa Kanalı Ölçüm İstasyonu

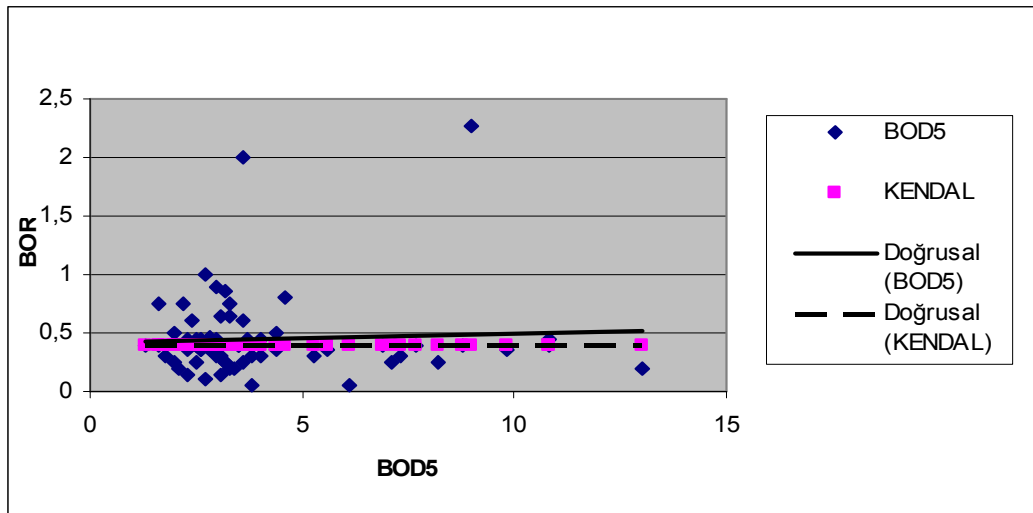
BSA Kanalı ölçüm istasyonunda Organik madde-Bor arasındaki parametrik ve parametrik olmayan doğrusal regresyon sonuçları incelendiğinde organik madde ve bor arasındaki korelasyon %95 güven aralığında istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir (Çizelge 6.4). Aslında ilk izlenim olarak bu istasyonun adından dolayı, buranın bir sulama kanalı olduğu, ve insan kaynaklı bir kirliliğin görülmemesi olasılığının yüksek olması gerektiği düşünülebilir. Ancak bu kanal ile ilgili bilgi toplandığında daha önce de açıklandığı gibi kanalın

suyunun oldukça kirli olduğu, özellikle kurak dönemlerde sularının oldukça azaldığı ve çok yoğun kirlenmeye maruz kaldığı görülmektedir. Bu bilgiler organik madde ile bor arasında anlamlı bir ilişki bulunmamasını açıklamaktadır.

**Çizelge 6.4.** Atlantı Sulama Kanalı Ölçüm İstasyonu Karakterizasyon Verileri

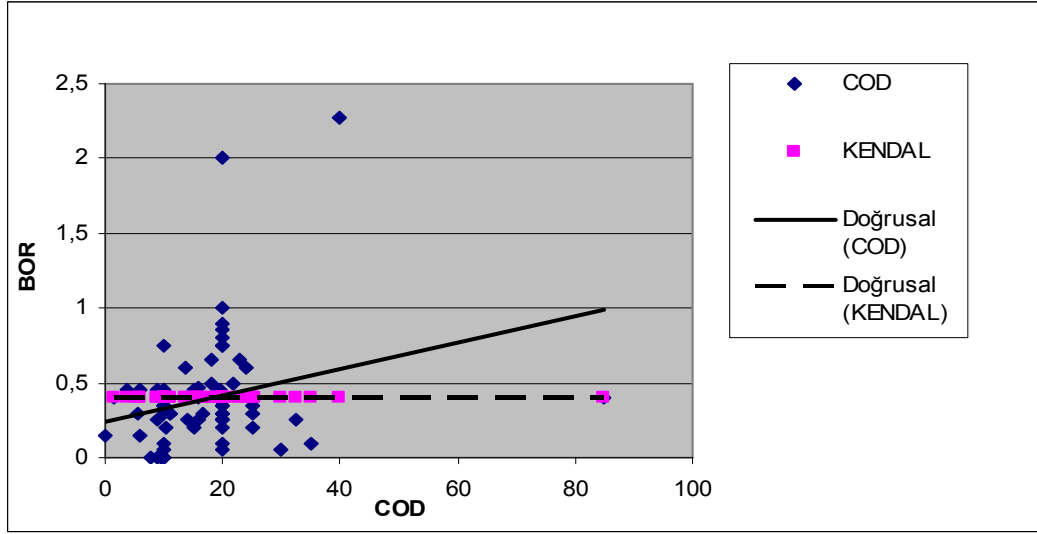
NO <sub>3</sub> /Na	0.133369
Cl/Na	3.2424
Cl/B	71.46143
BOİ <sub>5</sub> -BOR Kendal Tau p- value	0.5364
KOİ-BOR Kendal Tau p- value	0.6299

Bu sonuçlar dikkate alındığında bu istasyonun NO<sub>3</sub>/Na oranına göre 4.kalite, Cl/Na oranına göre 4.kalite ve Cl/B oranına göre de 2. kalite su sınıfında olduğu görülmektedir. Bu sonuçlardan da bu istasyonun evsel kirliliğin yanı sıra tarımsal kirlilik yüküne de maruz kaldığı söylenebilir.



**Şekil 6.7.** BSA Kanalı Ölçüm İstasyonu BOİ<sub>5</sub> –Bor Arasındaki İlişki

$$y = 0,0073x + 0,4259 \quad R^2 = 0,0026 \text{ (Doğrusal regresyon)} \quad (6.7)$$



Şekil 6.8. BSA Kanalı Ölçüm İstasyonu KOİ –Bor Arasındaki İlişki

$$y = 0,0088x + 0,2414 \quad R^2 = 0,0681 \text{ (Doğrusal regresyon)} \quad (6.8)$$

### 6.5. Atlantı Sulama Kanalı Zaferiye İstasyonu

Atlantı Sulama Kanalı Zaferiye Köprüsü ölçüm istasyonunda Organik madde-Bor arasındaki parametrik ve parametrik olmayan doğrusal regresyon sonuçları ile izleyici bileşen oranları aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

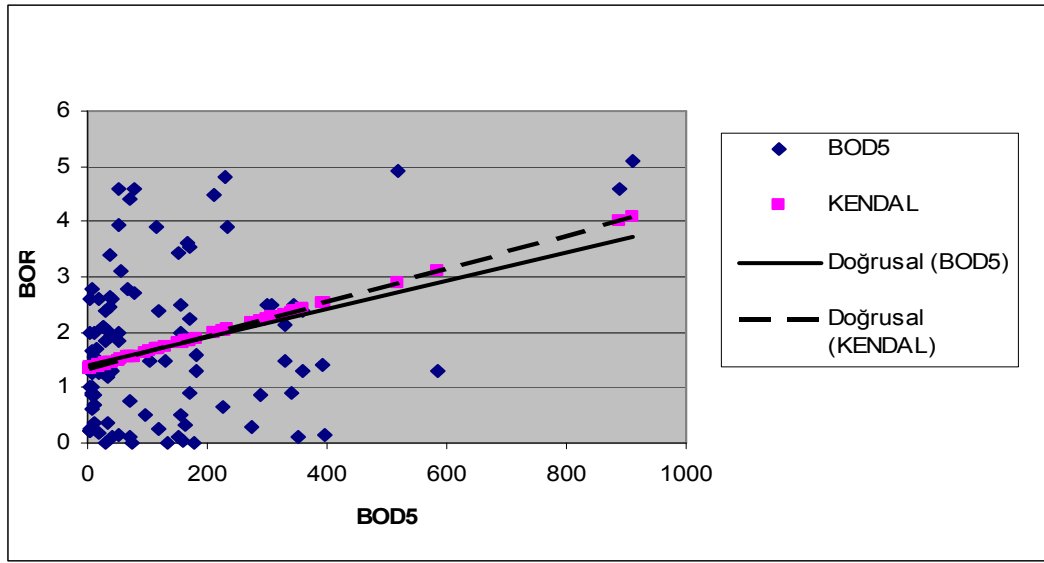
Çizelge 6.5. Atlantı Sulama Kanalı Zaferiye İstasyonu Karakterizasyon Verileri

NO <sub>3</sub> /Na	0.169185
Cl/Na	2.301611
Cl/B	55.88713
BOİ <sub>5</sub> -BOR Kendal Tau p- value	0.0053
KOİ-BOR Kendal Tau p- value	0.0602

Bu sonuçlar incelendiğinde NO<sub>3</sub>/Na oranına göre 4.kalite, Cl/Na oranına göre 4.kalite ve Cl/B oranına göre de 2. kalite su sınıfında olduğu görülmektedir.

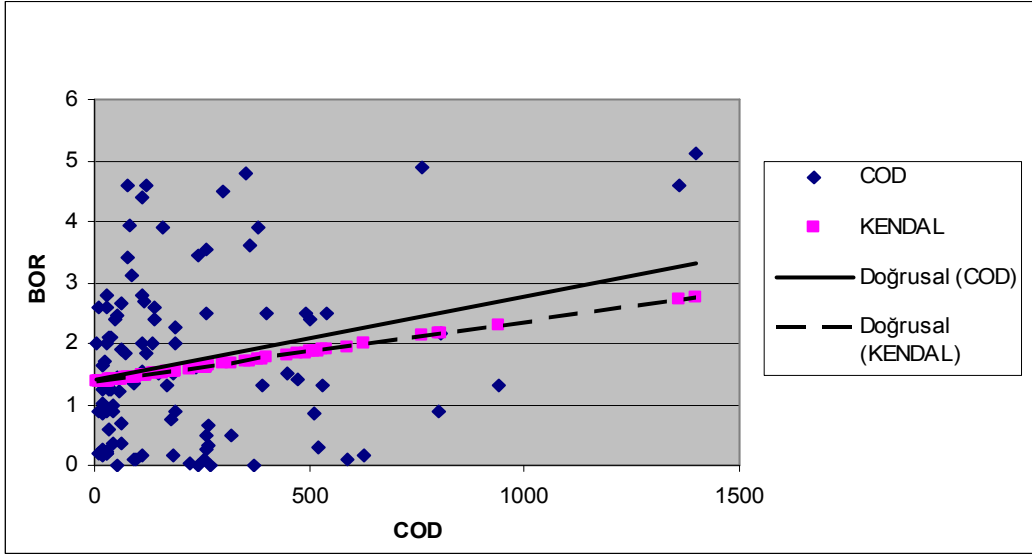
Parametrik doğrusal regresyon ve parametrik olmayan Kendal Tau analizleri ile bulunan organik madde ve bor arasındaki korelasyon %95 güven aralığında istatistiksel olarak anlamlıdır (Çizelge 6.5). Daha önce açıklandığı gibi

Atlantı sulama kanalı Çavuşcu Gölü depolamasının suyunun sulama amaçlı kullanılması için kurulmuştur. Çavuşcu gölü yoğun bir kirletici yüküne maruz kalmayan bir tatlı su gölüdür. Zaferiye köprüsü istasyonu da orhaniye istasyonu gibi bu gölün sularını boşaltan kanaldadır. Bu nedenle organik madde ile bor arasında anlamlı bir korelasyon beklenebilir. Beklendiği gibi bu korelasyonlar istatistiksel olarak anlamlıdır. İzleyici bileşiklerin oranları dikkate alındığında, bu sonuçlara göre tarımsal kirlilikten sözedilebilir.



Şekil 6.9. Atlantı Sulama Kanalı Zaferiye Köprüsü Ölçüm İstasyonu BOİ<sub>5</sub>-Bor Arasındaki İlişki

$$y = 0,0025x + 1,3897 \quad R^2 = 0,0994 \quad (\text{Doğrusal regresyon}) \quad (6.9)$$



Şekil 6.10. Atlantı Sulama Kanalı Zaferiye Köprüsü Ölçüm İstasyonu KOİ-Bor Arasındaki İlişki

$$y = 0,0014x + 1,3969 \quad R^2 = 0,0706 \quad (\text{Doğrusal regresyon}) \quad (6.10)$$

### 6.6. Emet Çayı Hisarcık Ölçüm İstasyonu

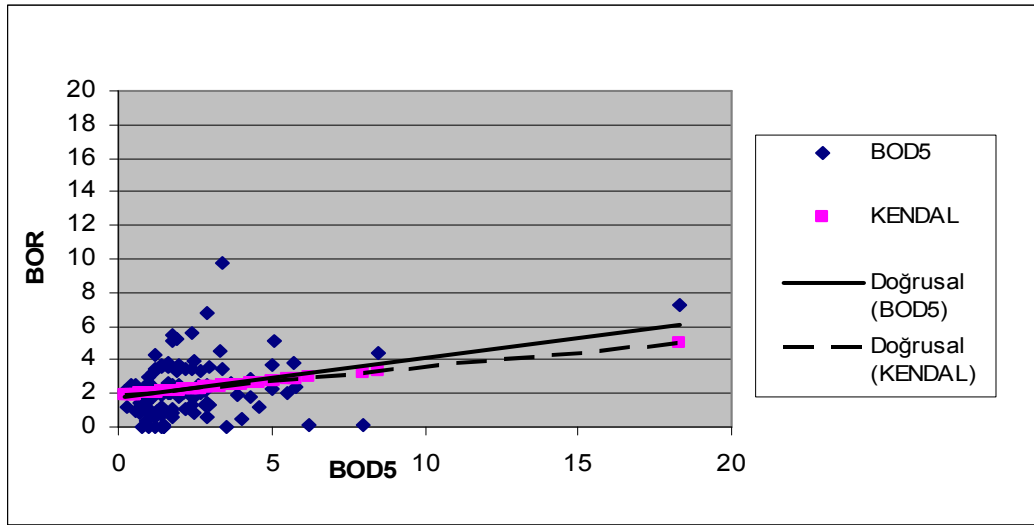
Emet Çayı Hisarcık Bor işletmeleri Mansap ölçüm istasyonunda Organik madde-Bor arasındaki ilişkiyi tanımlamak amaçlı parametrik ve parametrik olmayan doğrusal regresyon sonuçları aşağıda verilmiştir.  $\text{NO}_3/\text{Na}$ ,  $\text{Cl}/\text{Na}$  ve  $\text{Cl}/\text{B}$  izleyici bileşen oranlarına göre sırası ile 2.kalite, 2. kalite ve 1. kalite su sınıfında olduğu görülmektedir.

Çizelge 6.6. Emet Çayı Hisarcık Ölçüm İstasyonu Karakterizasyon Verileri

$\text{NO}_3/\text{Na}$	0.068206
$\text{Cl}/\text{Na}$	0.9638
$\text{Cl}/\text{B}$	16.94452
$\text{BOI}_5\text{-BOR}$ Kendal Tau p- value	0.0824

Bu istasyonda ortaya çıkan sonuçlar değerlendirmede istatistiksel hata payına bağlı olarak değişmektedir. Organik madde ve bor arasındaki ilişkinin, istatistiksel olarak % 95 güven aralığında anlamlı olmadığı, yani insan kaynaklı

kirletici bileşenlerle etkilendiği söylenebilir. (Çizelge 6.6). Bununla birlikte %90 güven aralığında incelendiğinde ise anlamlı bir ilişki varlığından söz edilebilir. Bu istasyon ile ilgili bilgiler incelendiğinde Emet çayı'nın Hisarcık ilçesi evsel atıksuları ile bir ölçüde kirlendiği, ancak bor konsantrasyonunun da bu istasyonda yüksek olduğu görülmektedir. Bu özelliğinden dolayı daha önce de değinildiği gibi, insan faaliyetleri ile ilgili bir kirlilikten bahsedilebileceği ancak bor tesislerine yakınlığı dolayısıyla bu istasyonda bor derişiminin de yüksek olması nedeniyle hata payı genişletildiğinde (%10 hata payı) kirlilik kaynağı olmadığı sonucuna varılabileceği görülmektedir. Organik madde ile bor arasındaki ilişkiye dayalı yapılacak analizlerde borun bir kirletici bileşen olarak zaman zaman sisteme verilmesinin sonucu etkileyebileceği açıktır. Cl/Na oranının 2.kalite çıkması da bu bölgedeki tarımsal kaynaklı kirlilik girdilerinin bir göstergesi olarak kabul edilebilir.



**Şekil 6.11.** Emet Çayı Hisarcık Bor İşletmeleri Mansap Ölçüm İstasyonu BOİ<sub>5</sub>-BOR Arasındaki İlişki

$$y = 0,2373x + 1,7413 \quad R^2 = 0,0988 \quad (\text{Doğrusal regresyon}) \quad (6.11)$$

### 6.7. Göksu Çayı – Boğazköy Ölçüm İstasyonu

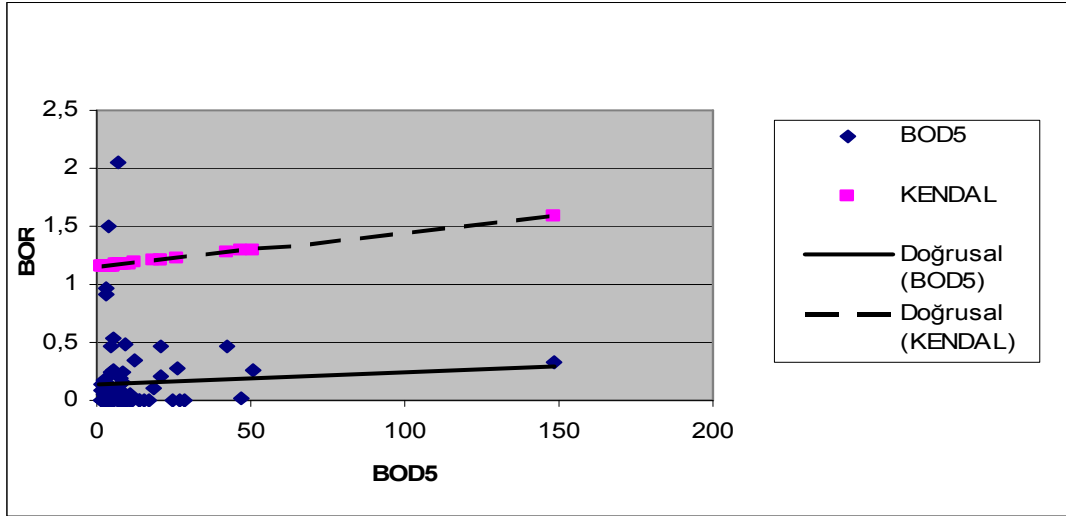
Göksu Çayı Boğazköy ölçüm istasyonunda Organik madde-Bor arasındaki ilişki incelendiğinde istatistiksel olarak % 95 güven aralığında anlamlı bir ilişki bulunmadığı görülmektedir (Çizelge 6.7). Bu sonuçları değerlendirmek

amacıyla kullanılacak olan izleyici bileşen oranlarına bakıldığında, bu istasyonun NO<sub>3</sub>/Na oranına göre 2.kalite, Cl/Na oranına göre 2.kalite ve Cl/B oranına göre de 4. kalite su sınıfında olduğu görülmektedir.

**Çizelge 6.7.** Göksu Çayı Boğazköy Ölçüm İstasyonu Karakterizasyon Verileri

NO <sub>3</sub> /Na	0.055449
Cl/Na	1.058825
Cl/B	1028.63
BOİ <sub>5</sub> -BOR Kendal Tau p- value	0.5969

Bu bulgular ışığında Göksu çayı boğazköy istasyonunun da çok yoğun olmamakla birlikte insan faaliyetleri ile kirlendiği söylenebilir. İzleyici bileşen konsantrasyonları açısından incelendiğinde yüksek Cl/B oranı nedeniyle yine tarımsal kirletici kaynakları ile kirlendiği ifade edilebilir.



**Şekil 6.12.** Göksu Çayı – Boğazköy Ölçüm İstasyonu BOİ<sub>5</sub> -Bor Arasındaki İlişki

$$y = 0,0011x + 0,1365 \quad R^2 = 0,0038 \quad (\text{Doğrusal regresyon}) \quad (6.12)$$

### 6.8. Mustafakemalpaşa Çayı Döllük Ölçüm İstasyonu

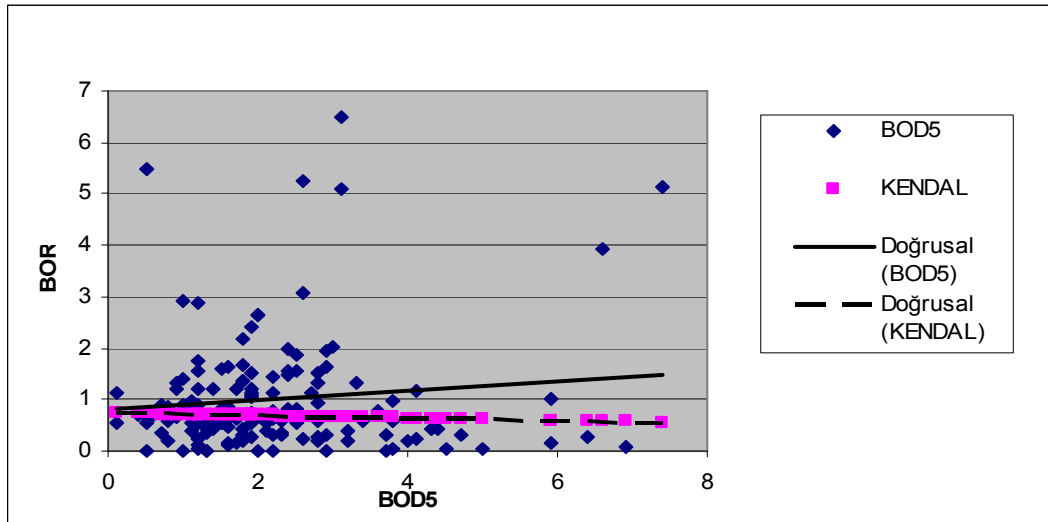
Mustafa Kemal Paşa Çayı'nda Organik madde-Bor arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlı değildir (Çizelge 6.8.1). Teorik bilgilere bakıldığında, bu istasyonun zaten yoğun insan kaynaklı kirleticilere maruz kaldığı



doğrulanmakta, bu nedenle bu istasyonda anlamlı bir ilişki beklenmemektedir. Bu sonuçları değerlendirmek amacıyla kullanılacak olan izleyici bileşen oranlarına bakıldığında, bu istasyonun NO<sub>3</sub>/Na oranına göre 4. kalite, Cl/Na oranına göre 2. kalite ve Cl/B oranına göre de 2. kalite su sınıfında olduğu görülmektedir. Nitrat konsantrasyonunun sodyuma göre çok yüksek olması, nehrin uzun zaman önce kirlendiğini ve tarımsal kirliliğin ağırlığının da fazla oluşunun göstergesi olarak değerlendirilebilir. Cl/Na ve Cl/B oranlarının 2.kalite çıkması da bu bölgedeki tarımsal girdilerin bir göstergesidir.

**Çizelge 6.8.** Mustafa Kemal Paşa Ölçüm İstasyonu Karakterizasyon Verileri

NO <sub>3</sub> /Na	0.101012
Cl/Na	0.999306
Cl/B	28.27656
BOİ <sub>5</sub> -BOR Kendal Tau p- value	0.5969



**Şekil 6.13.** Mustafakemalpaşa Çayı Döllük İstasyonu BOİ<sub>5</sub>-Bor Arasındaki İlişki

$$y = 0,1326x + 2,0755 \quad R^2 = 0,0121 \quad (\text{Doğrusal regresyon}) \quad (6.13)$$

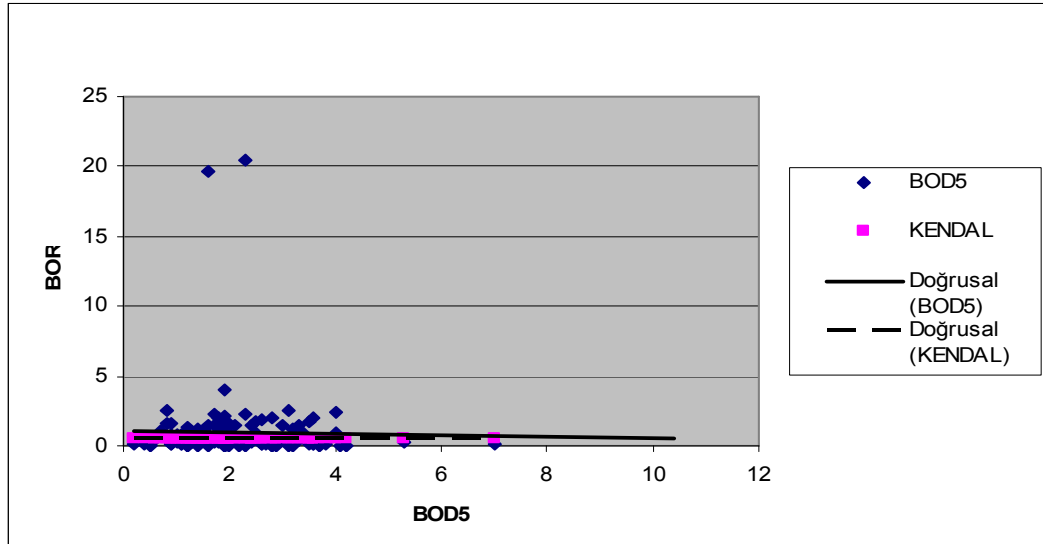
## 6.9. Orhaneli Çayı Kestelek Mansap Ölçüm İstasyonu

Orhaneli Çayı Kestelek ölçüm istasyonunda da bir önceki bölümde olduğu gibi Organik madde-Bor arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır (Çizelge 6.9). Bu çayın Tavşanlı ilçesinin çöp sızıntu sularını ve etrafındaki

yerleşim yerlerinin evsel atıksularını alarak yoluna devam ettiği bilgileri bu bulgularla birebir örtüşmektedir. Bu sonuçları değerlendirmek amacıyla kullanılacak olan izleyici bileşen oranlarına bakıldığında, bu istasyonun NO<sub>3</sub>/Na oranına göre 4.kalite, Cl/Na oranına göre 2.kalite ve Cl/B oranına göre de 2. kalite su sınıfında olduğu görülmektedir. Yine NO<sub>3</sub>/Na oranının çok yüksek olması, tarımsal kirliliğin ağırlığının da fazla oluşunun göstergesi olarak değerlendirilebilir.

**Çizelge 6.9.** Orhaneli Çayı Kestelek Ölçüm İstasyonu Karakterizasyon Verileri

NO <sub>3</sub> /Na	0.135416
Cl/Na	1.019466
Cl/B	50.90357
BOİ <sub>5</sub> -BOR Kendal Tau p- value	0.7821



**Şekil 6.14.** Orhaneli Çayı Kestelek Mansap Ölçüm İstasyonu BOİ<sub>5</sub>-Bor Arasındaki İlişki

$$y = -0,0478x + 1,061 \quad R^2 = 0,0004 \quad (\text{Doğrusal Regresyon}) \quad (6.14)$$

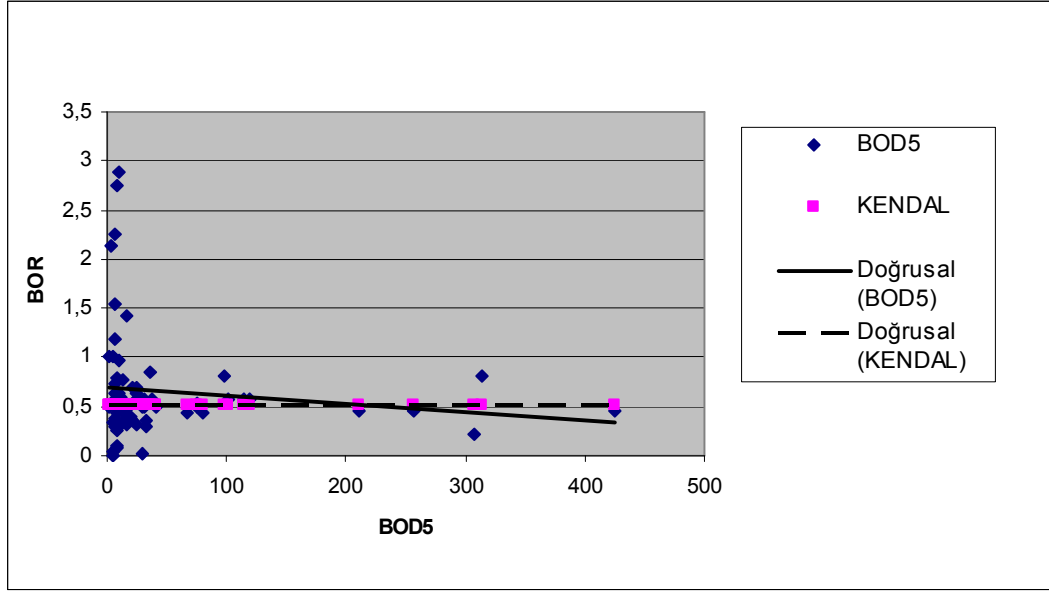
## 6.10. Porsuk Çayı Sazılar Ölçüm İstasyonu

Porsuk çayı sazılar ölçüm istasyonunda Organik madde-Bor arasındaki ilişki incelendiğinde istatistiksel olarak % 95 güven aralığında anlamlı olmadığı görülmektedir. Analiz sonuçları Çizelge 6.10'de verilmiştir. Yine bu çizelgeden istasyonun  $\text{NO}_3/\text{Na}$  oranına göre 1.kalite,  $\text{Cl}/\text{Na}$  oranına göre 2.kalite ve  $\text{Cl}/\text{B}$  oranına göre de 3. kalite su sınıfında olduğu görülmektedir. Nitrat konsantrasyonunun sodyuma göre az olmasının, deşarj noktalarının kaynağa yakınlığı ile ilgili olduğu düşünülebilir.

**Çizelge 6.10.** Porsuk Çayı Sazılar Ölçüm İstasyonu Karakterizasyon Verileri

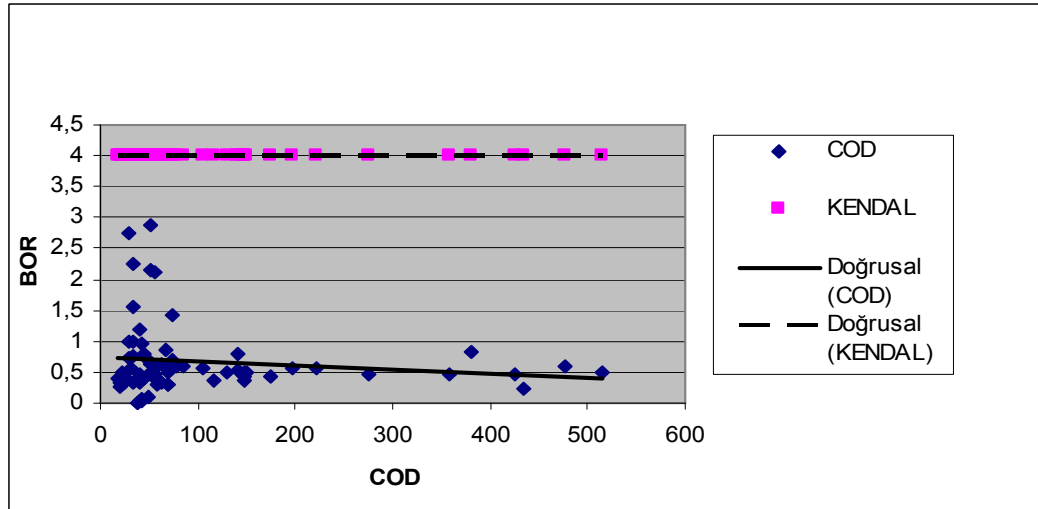
$\text{NO}_3/\text{Na}$	0.013581
$\text{Cl}/\text{Na}$	0.980405
$\text{Cl}/\text{B}$	219.965
$\text{BOI}_5\text{-BOR}$ Kendal Tau p- value	0.4285
$\text{KOI-BOR}$ Kendal Tau p- value	0.7501

Sazılar istasyonu, Porsuk Çayı Eskişehir'den geçip Sakarya Nehrine dökülmeden hemen önce yer almaktadır. Evsel ve tarımsal kirleticilerin yoğun olarak deşarj edildiği bir bölgeden geçmektedir. Dolayısıyla bu istasyonda insan kaynaklı kirlilik yükünün fazla olduğu bilinmektedir. Bu nedenle organik madde ile bor arasında anlamlı bir korelasyon zaten beklenmemektedir.  $\text{Cl}/\text{Na}$  oranında 2.kalite,  $\text{Cl}/\text{B}$  oranının 3. kalite çıkması da bu bölgedeki özellikle tarımsal anlamda antropojenik girdilerin bir göstergesidir.



Şekil 6.15. Porsuk Çayı Sazılar Ölçüm İstasyonu BOİ<sub>5</sub>-Bor Arasındaki İlişki

$$y = -0,0008x + 0,6874 \quad R^2 = 0,0151 \quad (\text{Doğrusal regresyon}) \quad (6.15)$$



Şekil 6.16. Porsuk Çayı Sazılar Ölçüm İstasyonu KOİ-Bor Arasındaki İlişki

$$y = -0,0007x + 0,7328 \quad R^2 = 0,0186 \quad (\text{Doğrusal regresyon}) \quad (6.16)$$

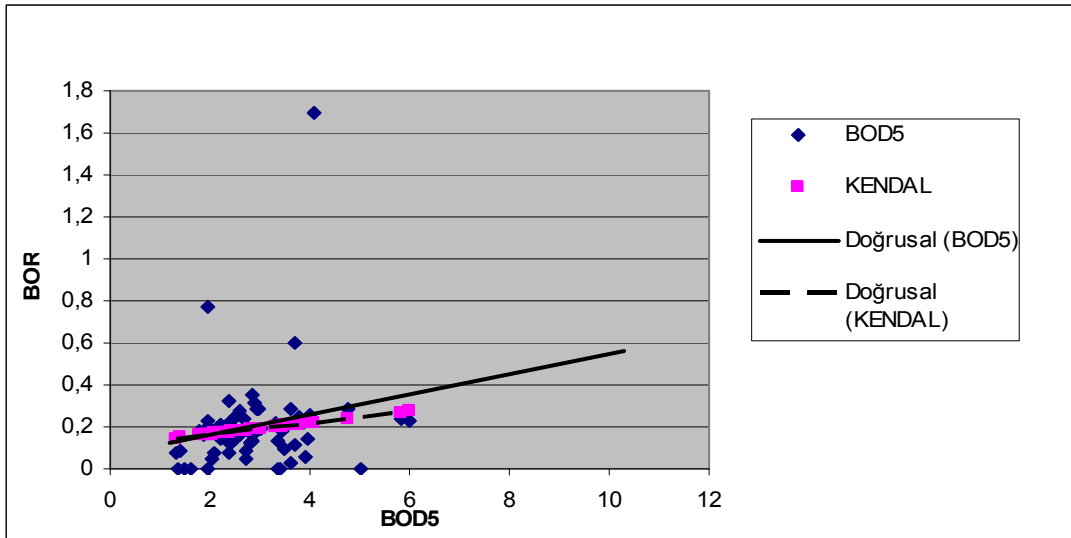
### 6.11. Porsuk Baraj Çıkışı Ölçüm İstasyonu

Porsuk Baraj Çıkışı ölçüm istasyonunda Organik madde-Bor arasındaki ilişki incelendiğinde istatistiksel olarak % 95 güven aralığında anlamlı olmadığı ancak %90 güven aralığı kabul edilirse anlamlı bir ilişkinin varlığı görülmektedir. Sonuçlar Çizelge 6.11'de verilmiştir. Bu Çizelgeden istasyonun izleyici bileşen

oranlarına göre 2.kalite olarak değerlendirilebileceği görülmektedir. Bu istasyon Porsuk'un barajda bekledikten sonra Eskişehir'e girmeden önce ilk istasyonu olduğu için bir geçiş durumundadır. Barajda bir süre dinlenmiş olan su kirlilik açısından bir ölçüde kendisini toparlayabilmektedir.

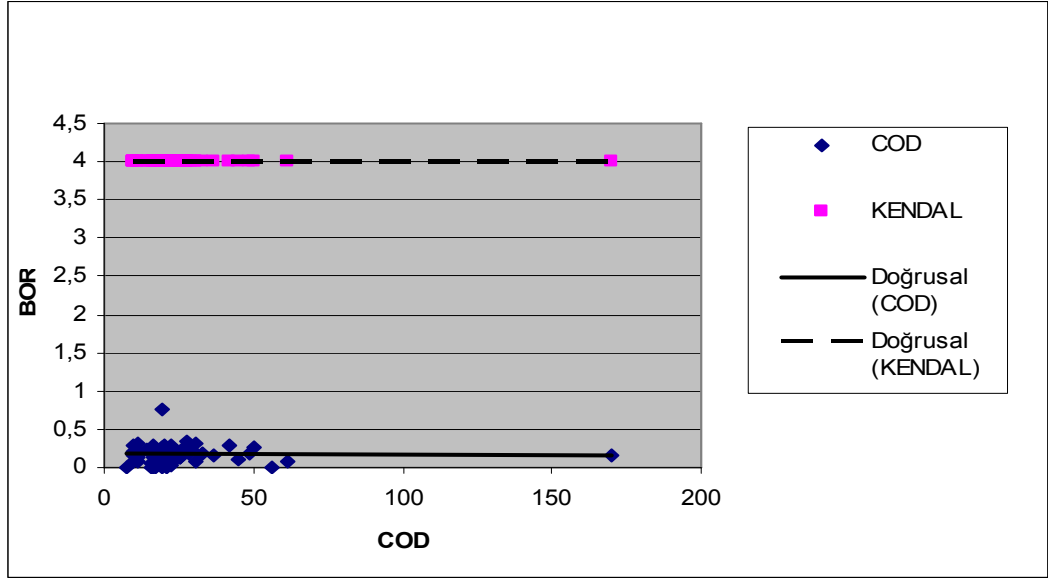
**Çizelge 6.11.** Porsuk Baraj Çıkışı Ölçüm İstasyonu Karakterizasyon Verileri

NO <sub>3</sub> /Na	0.073311
Cl/Na	0.942322
Cl/B	99.78791
BOİ <sub>5</sub> -BOR Kendal Tau p- value	0.0777
KOİ-BOR Kendal Tau p- value	0.4379



**Şekil 6.17.** Porsuk Baraj Çıkışı Ölçüm İstasyonu BOİ<sub>5</sub>-Bor Arasındaki İlişki

$$y = 0,0485x + 0,063 \quad R^2 = 0,0411 \text{ (Doğrusal regresyon)} \quad (6.17)$$



**Şekil 6.18.** Porsuk Baraj Çıkışı Ölçüm İstasyonu KOİ-Bor Arasındaki İlişki

$$y = -7E-05x + 0,1729 \quad R^2 = 0,0002 \text{ (Doğrusal regresyon)} \quad (6.18)$$

## 6.12. Porsuk Çayı Ağačköy Ölçüm İstasyonu

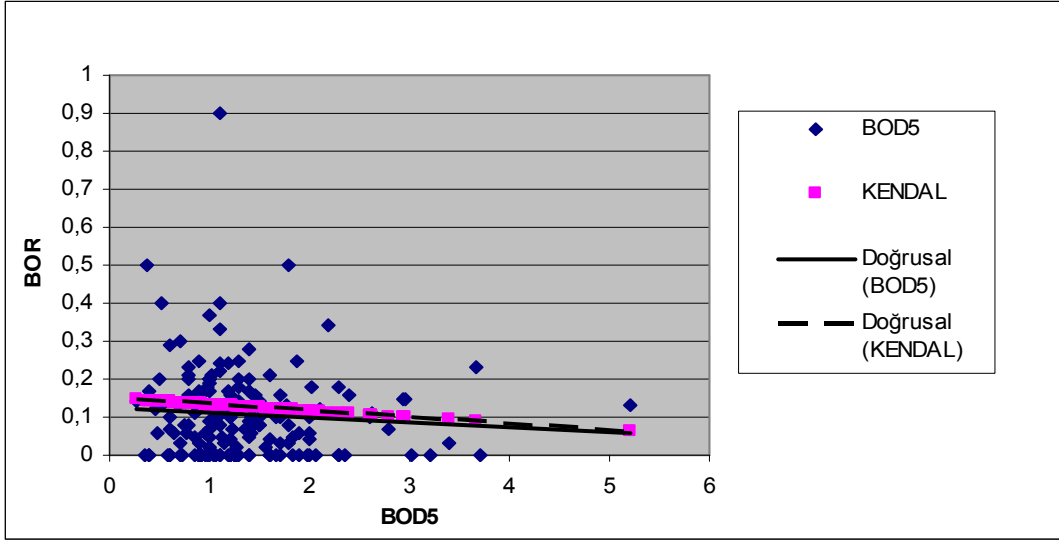
Porsuk Çayı Ağačköy ölçüm istasyonunda Organik madde-Bor arasında istatistiksel olarak % 95 güven aralığında anlamlı bir ilişki bulunmadığı görülmektedir. İzleyici bileşen oranları ve regresyon sonuçları Çizelge 6.12’de verilmiştir.

**Çizelge 6.12.** Porsuk Çayı Ağačköy Ölçüm İstasyonu Karakterizasyon Verileri

NO <sub>3</sub> /Na	0.168249
Cl/Na	0.957264
Cl/B	88.44239
BOİ <sub>5</sub> -BOR Kendal Tau p- value	0.1381
KOİ-BOR Kendal Tau p- value	0.9025

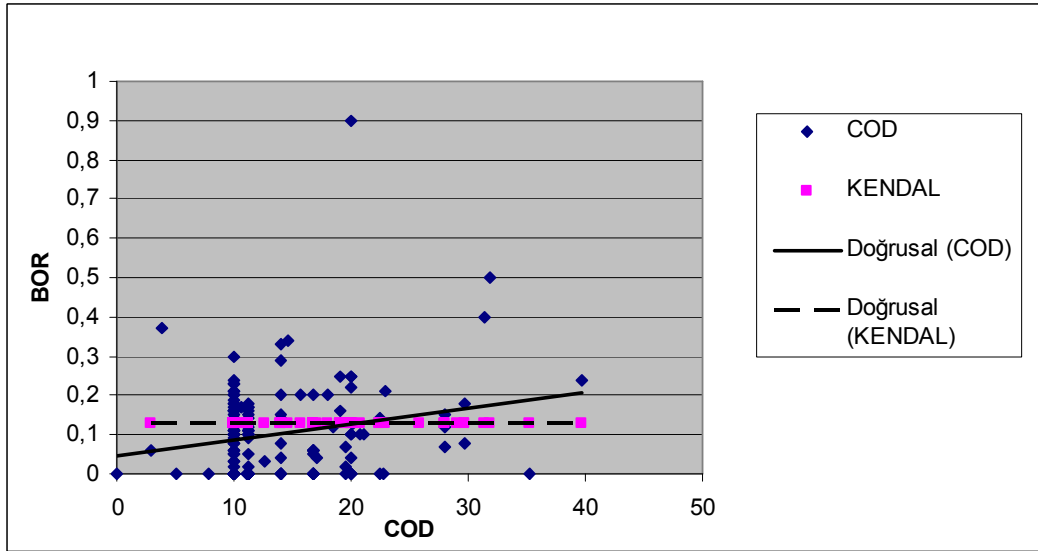
Yine bu çizelgeden istasyonun NO<sub>3</sub>/Na oranına göre 4.kalite, Cl/Na oranına göre 2.kalite ve Cl/B oranına göre de 2. kalite su sınıfında olduğu görülmektedir. Bu istasyonda önemli miktarda Nitrat konsantrasyonu bulunmakta, Kütahya’dan kaynaklanan yoğun azot kirliliğinin bu sonuçlarda

etkili olduğu düşünülmektedir. Aynı şekilde Kütahya'nın evsel atıklarını taşıyan nehirde organik madde ile bor arasında anlamlı bir korelasyon bulunmaması teorik beklentilerle örtüşmektedir.



Şekil 6.19. Porsuk Çayı Ağačköy Ölçüm İstasyonu BOI<sub>5</sub>-Bor Arasındaki İlişki

$$y = -0,013x + 0,123 \quad R^2 = 0,006 \quad (\text{Doğrusal regresyon}) \quad (6.19)$$



Şekil 6.20. Porsuk Çayı Ağačköy Ölçüm İstasyonu KOİ-Bor Arasındaki İlişki

$$y = 0,004x + 0,0475 \quad R^2 = 0,0432 \quad (\text{Doğrusal regresyon}) \quad (6.20)$$

### 6.13. Porsuk Çalça Ölçüm İstasyonu

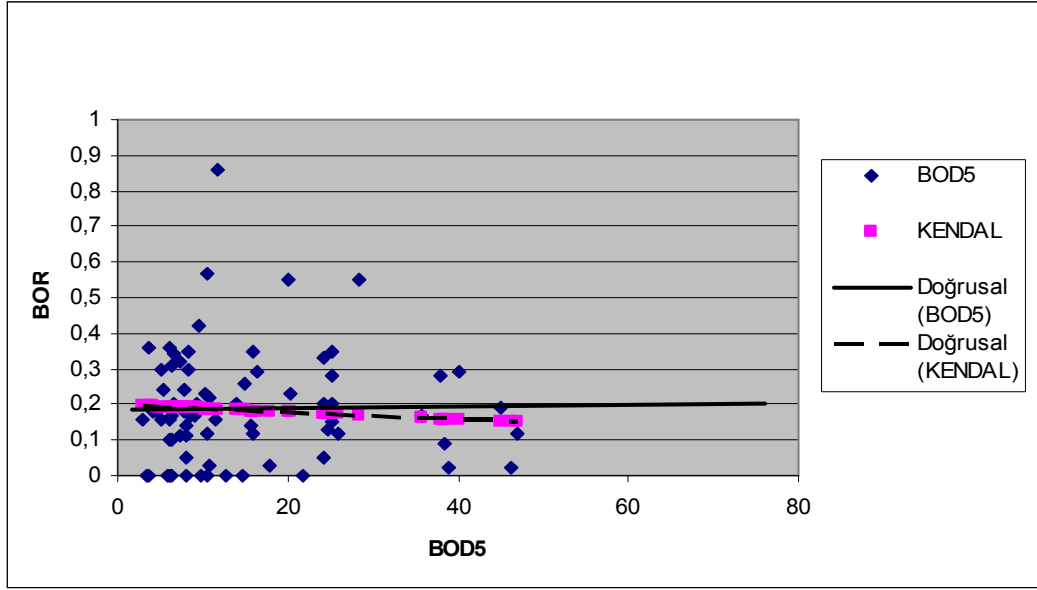
Porsuk Çayı Çalça ölçüm istasyonu, bir önceki Porsuk Nehri Ağaçköy istasyonunun hemen ilerisinde bulunmaktadır ve yine bir önceki istasyonda elde edilen izleyici oranlarının kalite sınıfları bu istasyon için de aynı değerlerde bulunmuştur. Yine bu istasyonda da Organik madde-Bor arasında istatistiksel olarak % 95 güven aralığında anlamlı bir ilişki bulunmadığı görülmektedir. Sonuçlar Çizelge 6.13’de verilmiştir.

**Çizelge 6.13.** Porsuk Çayı Çalça Ölçüm İstasyonu Karakterizasyon Verileri

NO <sub>3</sub> /Na	0.268001
Cl/Na	0.99541
Cl/B	131.1928
BOİ <sub>5</sub> -BOR Kendal Tau p- value	0.4724
KOİ-BOR Kendal Tau p- value	0.1101

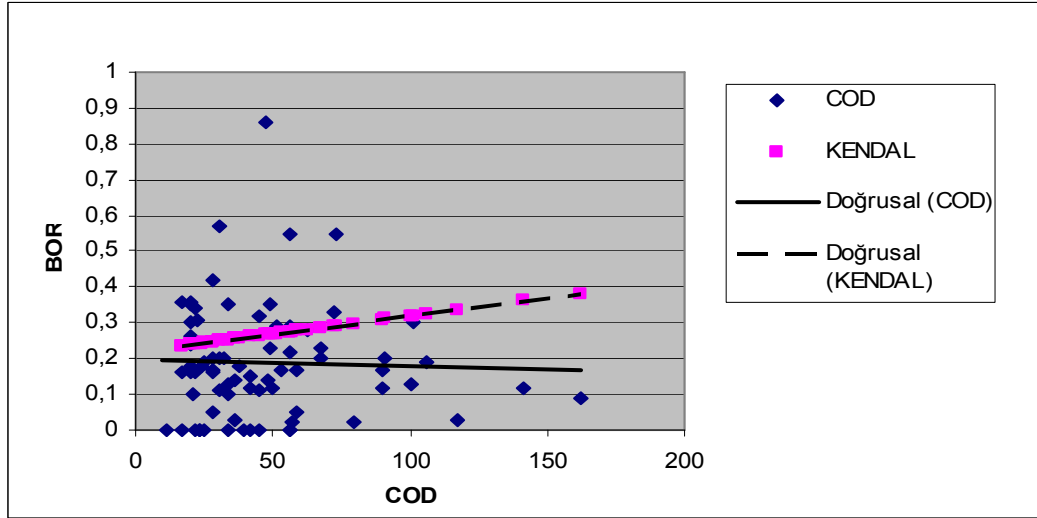
Yine bu çizelgeden istasyonun NO<sub>3</sub>/Na oranına göre 4.kalite, Cl/Na oranına göre 2.kalite ve Cl/B oranına göre de 2. kalite su sınıfında olduğu görülmektedir. Kütahya’dan kaynaklanan yoğun azot kirliliğinin bu istasyonun sonuçlarında da etkili olduğu açıktır. Aynı şekilde Kütahya’nın evsel atıklarını taşıyan nehirde organik madde ile bor arasında anlamlı bir korelasyon bulunmaması teorik beklentilerle örtüşmektedir.





Şekil 6.21. Porsuk Çalça Ölçüm İstasyonu BOİ<sub>5</sub>-Bor Arasındaki İlişki

$$y = 0,0002x + 0,1857 \quad R^2 = 0,0002 \quad (\text{Doğrusal regresyon}) \quad (6.21)$$



Şekil 6.22. Porsuk Çalça Ölçüm İstasyonu KOİ-Bor Arasındaki İlişki

$$y = -0,0002x + 0,1967 \quad R^2 = 0,0012 \quad (\text{Doğrusal regresyon}) \quad (6.22)$$

#### 6.14. Porsuk Yeşildon Ölçüm İstasyonu

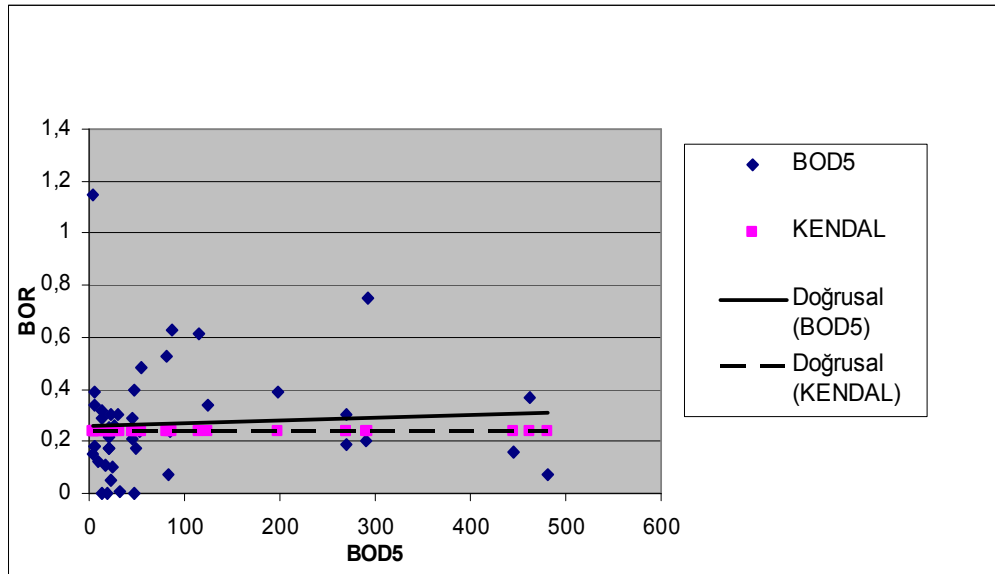
Bu istasyona ait bulgular Çizelge 6.14'de özetlenmiştir. Bu değerlere göre Organik madde-Bor arasında istatistiksel olarak % 95 güven aralığında anlamlı bir ilişki yoktur. Bu sonuç beklenen bir sonuçtur çünkü Porsuk Çayı

Yeşildon ölçüm istasyonu Porsuk üzerinde Eskişehir'den sonra yer almaktadır. Eskişehir'in evsel kaynaklı atıkları ile kirlenmektedir. Yine bu Çizelgeden istasyonun NO<sub>3</sub>/Na oranına göre 1.kalite, Cl/Na oranına göre 2.kalite ve Cl/B oranına göre de 4. kalite su sınıfında olduğu görülmektedir.

**Çizelge 6.14.** Porsuk Çayı Yeşildon Ölçüm İstasyonu Karakterizasyon Verileri

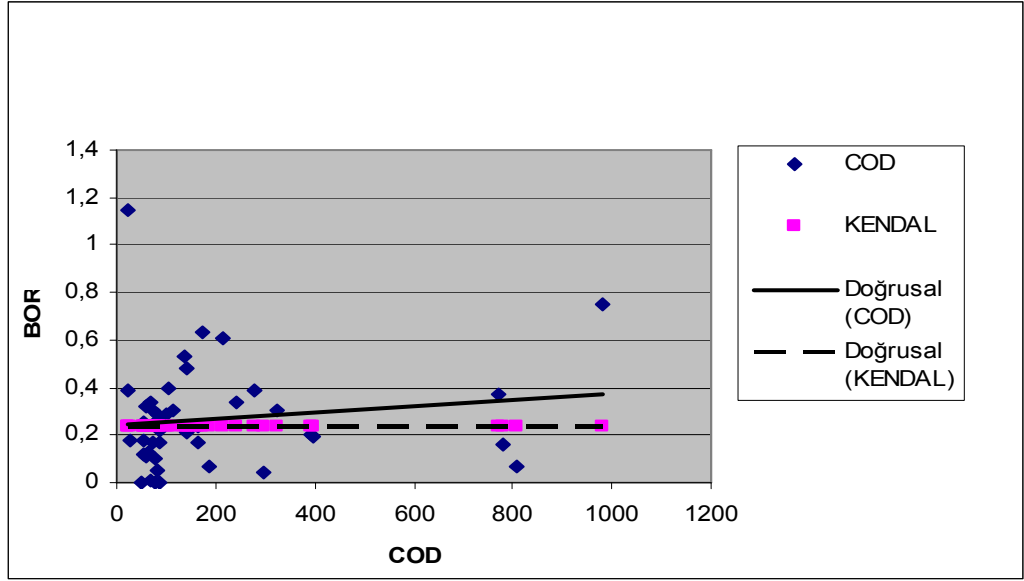
NO <sub>3</sub> /Na	0.010644
Cl/Na	0.912112
Cl/B	413.446
BOİ <sub>5</sub> -BOR Kendal Tau p- value	0.4077
KOİ-BOR Kendal Tau p- value	0.6447

Nitrat konsantrasyonunun sodyuma göre az olmasının, yine deşarj noktalarının kaynağa yakınlığı ile ilgili olduğu düşünülebilir. Cl/Na ve özellikle Cl/B oranının çok yüksek olması tarımsal kaynaklarla kirliliği ifade etmektedir.



**Şekil 6.23.** Porsuk Yeşildon Ölçüm İstasyonu BOİ<sub>5</sub>-Bor Arasındaki İlişki

$$y = 1E-04x + 0,263 \quad R^2 = 0,0034 \quad (\text{Doğrusal regresyon}) \quad (6.23)$$



Şekil 6.24. Porsuk Yeşildon Ölçüm İstasyonu KOİ-Bor Arasındaki İlişki

$$y = 0,0001x + 0,2418 \quad R^2 = 0,0173 \quad (\text{Doğrusal regresyon}) \quad (6.24)$$

### 6.15. Porsuk Beşdeğirmen Ölçüm İstasyonu

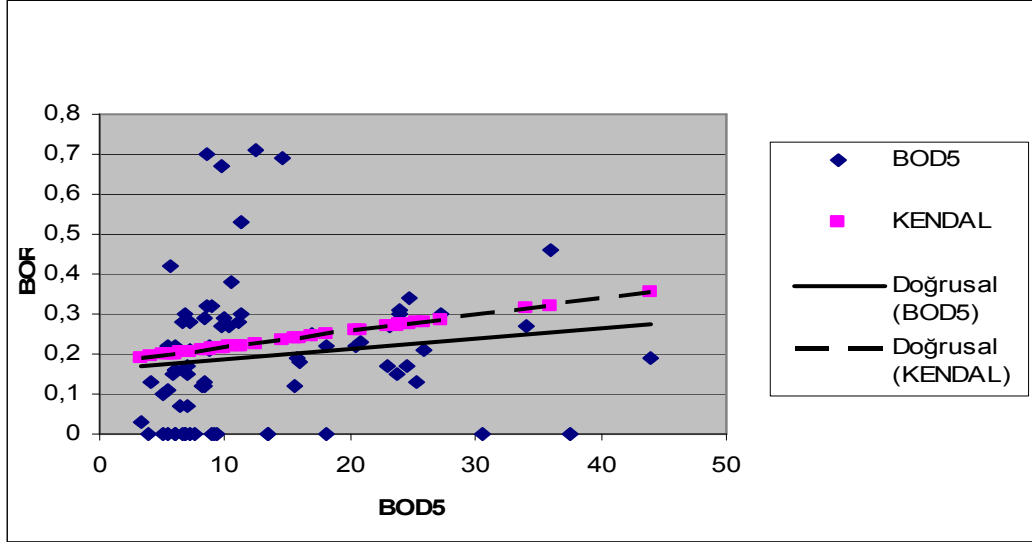
Porsuk Çayı Beşdeğirmen ölçüm istasyonunda Organik madde-Bor arasındaki ilişki incelendiğinde Çizelge 6.15’de görülebileceği gibi istatistiksel olarak % 95 güven aralığında anlamlı bir ilişkinin varlığı dikkat çekmektedir. Yine bu Çizelgeden istasyonun NO<sub>3</sub>/Na oranına göre 4.kalite, Cl/Na oranına göre 2.kalite ve Cl/B oranına göre de 2. kalite su sınıfında olduğu görülmektedir.

Çizelge 6.15. Porsuk Çayı Beşdeğirmen Ölçüm İstasyonu Karakterizasyon Verileri

NO <sub>3</sub> /Na	0.188459
Cl/Na	0.933861
Cl/B	91.20386
BOİ <sub>5</sub> -BOR Kendal Tau p- value	0.0171
KOİ-BOR Kendal Tau p- value	0.0507

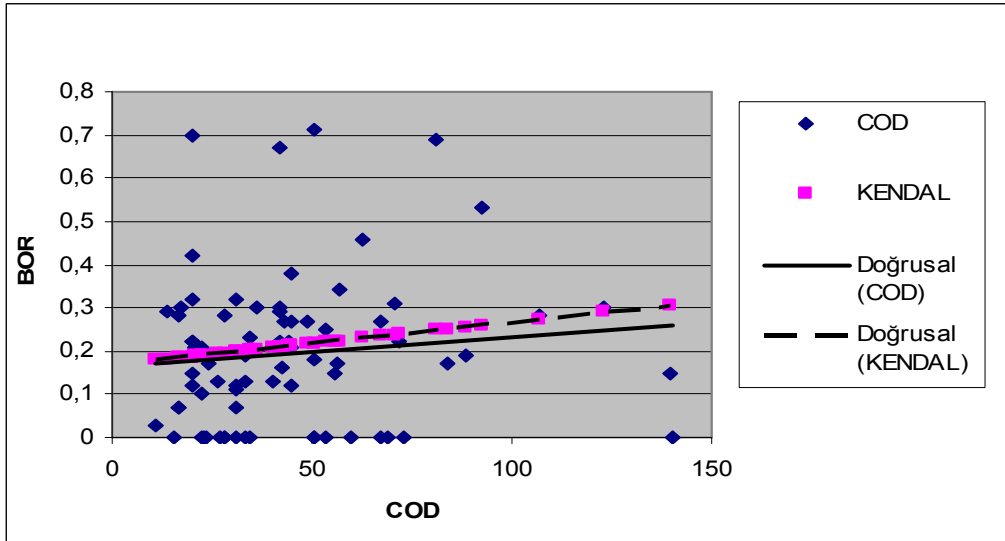
Beşdeğirmen istasyonu, Porsuk Çayı’nın Porsuk Barajına girmeden önceki istasyonudur. Yani Kütahya’nın atıklarını taşıdığı halde evsel kirlilik anlamında kirletici bileşenlere maruz kalmadığı sonucu, beklenen bir sonuç

değildir. Ancak Porsuk bu istasyona gelmeden hemen önce Kınık Deresi ile birleşmekte, nispeten temiz olan bu derenin suları ile seyrelmektedir. Dolayısıyla bu seyrelme sayesinde Bor ile organik madde arasında anlamlı bir ilişki bulunmuş olduğu düşünülmektedir.



Şekil 6.25. Porsuk Beşdeğirmen Ölçüm İstasyonu BOİ<sub>5</sub>-Bor Arasındaki İlişki

$$y = 0,0026x + 0,1632 \quad R^2 = 0,0176 \quad (\text{Doğrusal regresyon}) \quad (6.25)$$



Şekil 6.26. Porsuk Beşdeğirmen Ölçüm İstasyonu KOİ-Bor Arasındaki İlişki

$$y = 0,0007x + 0,1648 \quad R^2 = 0,0118 \quad (\text{Doğrusal regresyon}) \quad (6.26)$$

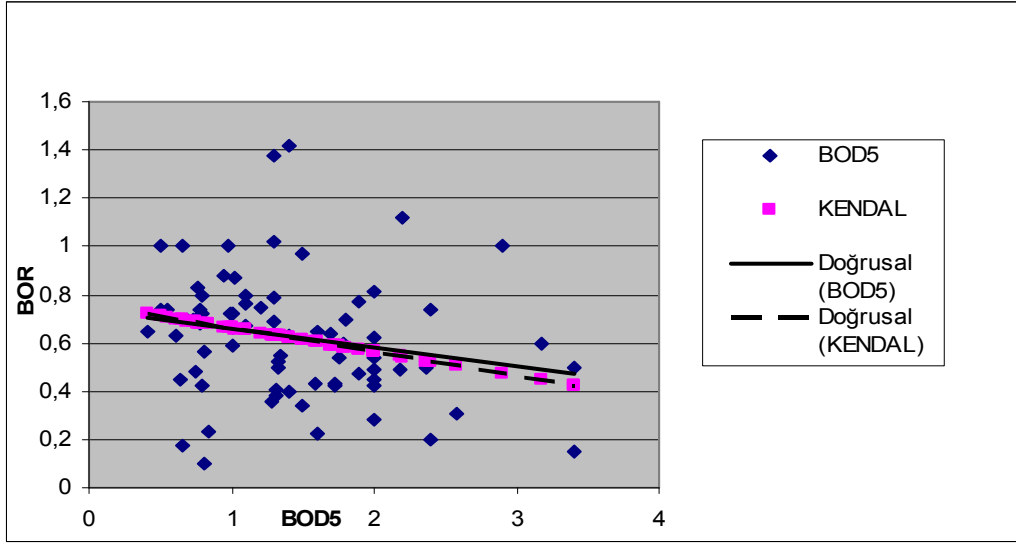
## 6.16. Sakarya Kavuncu Ölçüm İstasyonu

Sakarya Nehri Kavuncu ölçüm istasyonunda Organik madde-Bor arasındaki ilişkiyi tanımlayan regresyon sonuçları Çizelge 6.16'de verilmiştir. Bu sonuçları değerlendirmek amacıyla kullanılacak olan izleyici bileşen oranlarına bakıldığında, bu istasyonun  $\text{NO}_3/\text{Na}$  oranına göre 1.kalite,  $\text{Cl}/\text{Na}$  oranına göre 2.kalite ve  $\text{Cl}/\text{B}$  oranına göre de 2. kalite su sınıfında olduğu görülmektedir. Nitrat konsantrasyonunun sodyuma göre az olmasının, deşarj noktalarının kaynağa yakınlığı ile ilgili olduğu düşünülebilir.

**Çizelge 6.16.** Sakarya Nehri Kavuncu Ölçüm İstasyonu Karakterizasyon Verileri

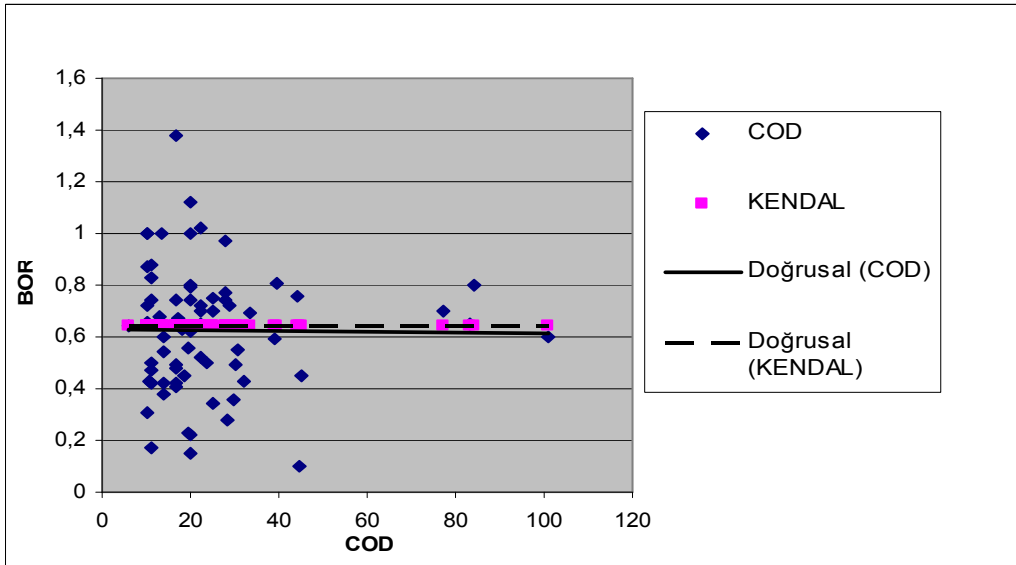
$\text{NO}_3/\text{Na}$	0.028015
$\text{Cl}/\text{Na}$	0.943586
$\text{Cl}/\text{B}$	115.4329
$\text{BOI}_5\text{-BOR}$ Kendal Tau p- value	0.323
$\text{KOI-BOR}$ Kendal Tau p- value	0.9296

Parametrik doğrusal regresyon ve parametrik olmayan Kendal Tau analizleri ile bulunan organik madde ve bor arasındaki korelasyon istatistiksel olarak % 95 güven aralığında anlamlı değildir. Daha önce istasyon bilgileri bölümünde de belirtildiği gibi, Sakarya Nehri evsel ve tarımsal atıksular nedeni ile kalitesi bozulmuş olan bir nehirdir. Bu nedenle organik madde ile bor arasında anlamlı bir korelasyon beklenmemektedir.



**Şekil 6.27.** Sakarya Kavuncu Ölçüm İstasyonu BOI<sub>5</sub>-Bor Arasındaki İlişki

$$y = -0,0752x + 0,7318 \quad R^2 = 0,04 \quad (\text{Doğrusal regresyon}) \quad (6.27)$$



**Şekil 6.28.** Sakarya Kavuncu Ölçüm İstasyonu KOİ-Bor Arasındaki İlişki

$$y = -0,0001x + 0,6279 \quad R^2 = 6E-05 \quad (\text{Doğrusal regresyon}) \quad (6.28)$$

### 6.17. Sakarya Yenice Ölçüm İstasyonu

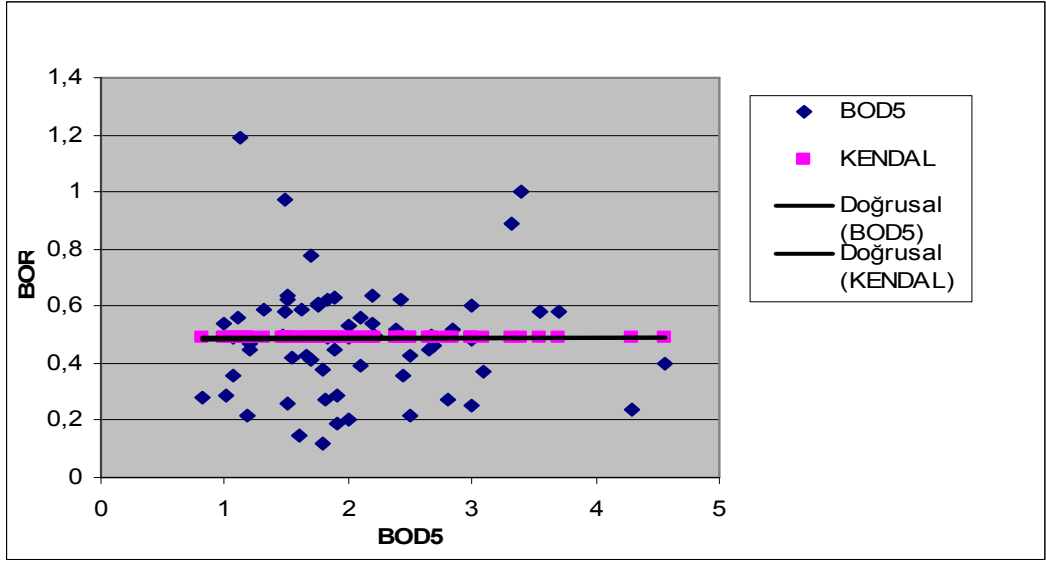
Sakarya Nehri Yenice ölçüm istasyonunda Organik madde-Bor arasındaki ilişkiyi tanımlayan regresyon sonuçları Çizelge 6.17'de verilmiştir. Bu sonuçları değerlendirmek amacıyla kullanılacak olan izleyici bileşen oranlarına

bakıldığında, bu istasyonun da kavuncu istasyonuna benzer şekilde  $\text{NO}_3/\text{Na}$  oranına göre 1.kalite,  $\text{Cl}/\text{Na}$  oranına göre 2.kalite ve  $\text{Cl}/\text{B}$  oranına göre de 2. kalite su sınıfında olduğu görülmektedir. Nitrat konsantrasyonunun sodyuma göre az olmasının, yine deşarj noktalarının kaynağa yakınlığı ile ilgili olduğu düşünülebilir.

**Çizelge 6.17.** Sakarya Nehri Yenice Ölçüm İstasyonu Karakterizasyon Verileri

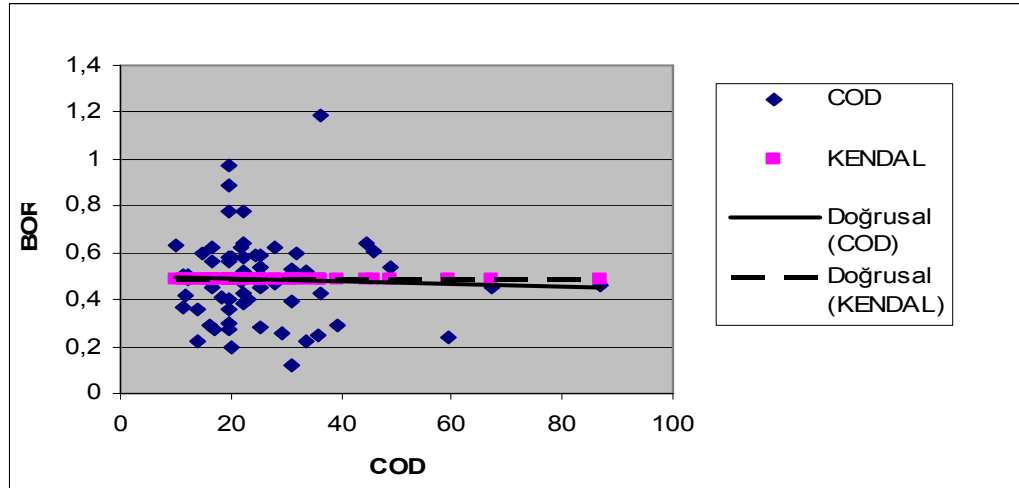
$\text{NO}_3/\text{Na}$	0.020292
$\text{Cl}/\text{Na}$	0.753594
$\text{Cl}/\text{B}$	137.1367
$\text{BOI}_5\text{-BOR}$ Kendal Tau p- value	0.9951
$\text{KOI-BOR}$ Kendal Tau p- value	0.8741

Parametrik doğrusal regresyon ve parametrik olmayan Kendal Tau analizleri ile bulunan organik madde ve bor arasındaki korelasyon da önceki istasyona benzer şekilde istatistiksel olarak % 95 güven aralığında anlamlı değildir. Yenice istasyonu Sakarya Nehri üzerinde Porsuk Çayı da katıldıktan sonra Gökçekaya Barajı çıkışında yer almaktadır. Kavuncu istasyonu gibi evsel ve tarımsal atıksu kaynağına maruz kalan bu istasyonda da organik madde ile bor arasında zaten anlamlı bir korelasyon beklenmemektedir.



Şekil 6.29 Sakarya Yenice Ölçüm İstasyonu BOİ<sub>5</sub>-Bor Arasındaki İlişki

$$y = 0,0018x + 0,4807 \quad R^2 = 5E-05 \quad (\text{Doğrusal regresyon}) \quad (6.29)$$



Şekil 6.30. Sakarya Yenice Ölçüm İstasyonu KOİ-Bor Arasındaki İlişki

$$y = -0,0005x + 0,4992 \quad R^2 = 0,0013 \quad (\text{Doğrusal regresyon}) \quad (6.30)$$

### 6.18. Seydisuyu Kozyaka Ölçüm İstasyonu

Seydi Suyu Kozyaka ölçüm istasyonunda Organik madde-Bor arasındaki ilişkiyi tanımlayan regresyon sonuçları Çizelge 6.18’de verilmiştir. Bu sonuçları değerlendirmek amacıyla kullanılacak olan izleyici bileşen oranlarına

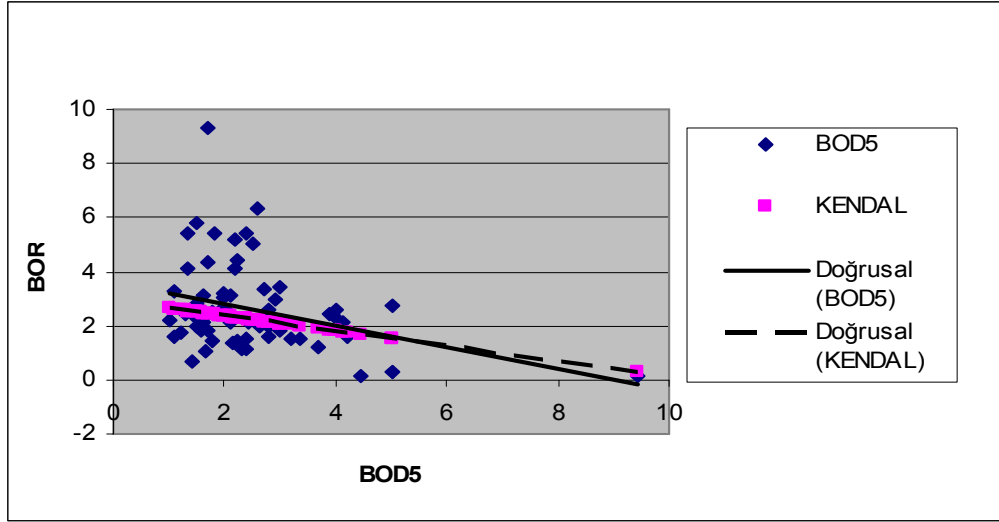


bakıldığında, bu istasyonun NO<sub>3</sub>/Na oranına göre 1.kalite, Cl/Na oranına göre 2.kalite ve Cl/B oranına göre de 1. kalite su sınıfında olduğu görülmektedir.

Parametrik doğrusal regresyon ve parametrik olmayan Kendal Tau analizleri ile bulunan organik madde ve bor arasındaki korelasyon istatistiksel olarak % 95 güven aralığında anlamlı olmamakla birlikte, %90 güven aralığında anlamlıdır. Seydi Suyu evsel atıksularla fazla kirlenmeyen ancak tarımsal kullanımı olan bir bölgede bulunmaktadır. Atıksular nedeni ile kalitesi bozulmamıştır, bu nedenle organik madde ile bor arasında anlamlı bir korelasyon beklenebilir. Tarımsal kirlilik açısından daha yüksek Cl oranları beklenebilir, ancak Cl/Na ve Cl/B oranları beklenenden düşük çıkmıştır. Bu durum kullanılan gübre çeşidi ile açıklanabilir ya da tarımdan dönen atıksulara maruz kalmadığı sonucu çıkmaktadır.

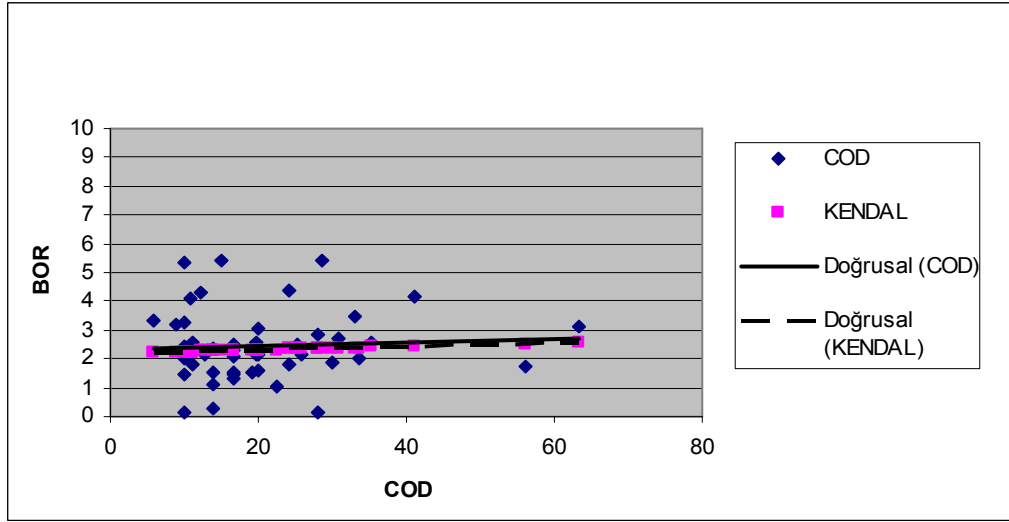
**Çizelge 6.18.** Seydi Suyu Kozyaka Ölçüm İstasyonu Karakterizasyon Verileri

NO <sub>3</sub> /Na	0.03246
Cl/Na	1.009201
Cl/B	17.80495
BOİ <sub>5</sub> -BOR Kendal Tau p- value	0.0633
KOİ-BOR Kendal Tau p- value	0.7434



Şekil 6.31. Seydisuyu Kozyaka İstasyonu BOİ<sub>5</sub>-Bor Arasındaki İlişki

$$y = -0,4027x + 3,6427 \quad R^2 = 0,1056 \text{ (Doğrusal regresyon)} \quad (6.31)$$



Şekil 6.32. Seydisuyu Kozyaka Ölçüm İstasyonu KOİ-Bor Arasındaki İlişki

$$y = 0,0061x + 2,3243 \quad R^2 = 0,0033 \quad \text{(Doğrusal regresyon)} \quad (6.32)$$

### 6.19. Simav Çayı Yahyaköy Ölçüm İstasyonu

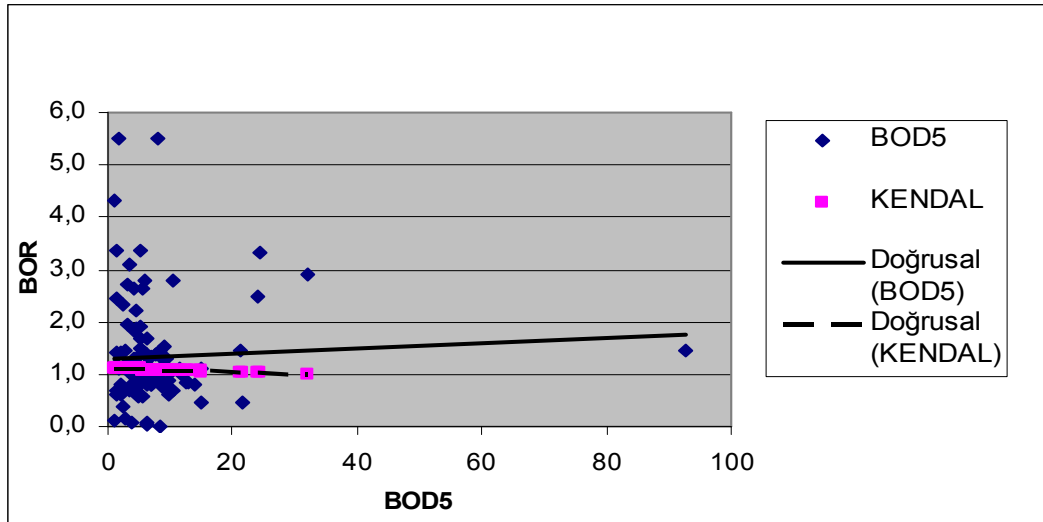
Simav Çayı Yahyaköy istasyonunda Organik madde-Bor arasındaki ilişki için bulunan regresyon sonuçları aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

**Çizelge 6.19.** Simav Çayı Yahyaköy Ölçüm İstasyonu Karakterizasyon Verileri

NO <sub>3</sub> /Na	0.079487
Cl/Na	0.968446
Cl/B	37.88146
BOİ <sub>5</sub> -BOR Kendal Tau p- value	0.801
KOİ-BOR Kendal Tau p- value	0.0315

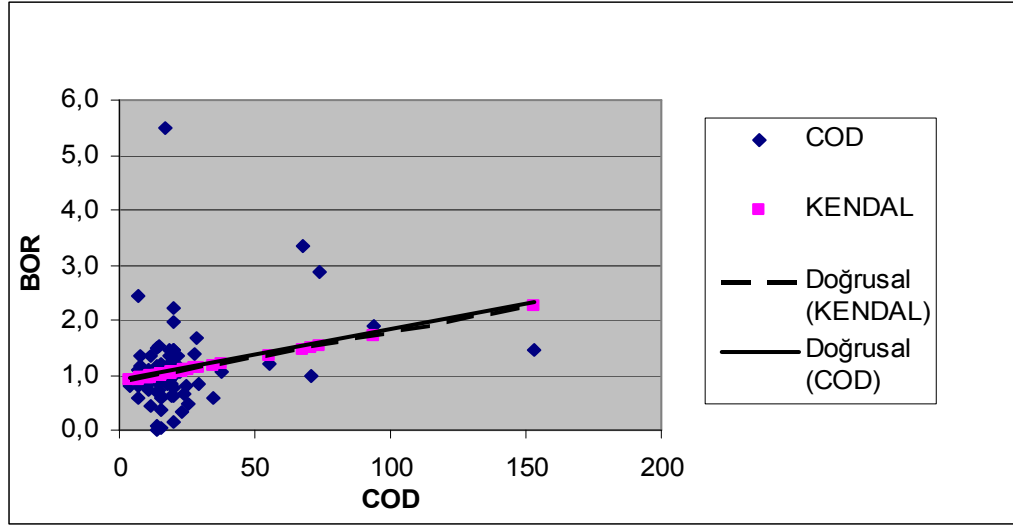
Bu sonuçları değerlendirmek amacıyla kullanılacak olan izleyici bileşen oranlarına bakıldığında, bu istasyonun NO<sub>3</sub>/Na oranına göre 2.kalite, Cl/Na oranına göre 2.kalite ve Cl/B oranına göre de 1. kalite su sınıfında olduğu görülmektedir.

Parametrik doğrusal regresyon ve parametrik olmayan Kendal Tau analizleri ile bulunan organik madde ve bor arasındaki korelasyon istatistiksel olarak % 95 güven aralığında anlamlı değildir. Bu istasyona ait bilgiler değerlendirildiğinde, insan kaynaklı kirlilik yükünün fazla olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır ki bu da bulunan korelasyon değerini açıklamaktadır. Cl/Na oranında 2.kalite ancak C/B oranının 1. kalite çıkması da bu bölgedeki Bor oranının yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Bu istasyonda da antropojenik girdiler mevcuttur.



**Şekil 6.33.** Simav Çayı Yahyaköy İstasyonu BOİ<sub>5</sub>-Bor Arasındaki İlişki

$$y = 0,0049x + 1,3064 \quad R^2 = 0,0025 \text{ (Doğrusal regresyon)} \quad (6.33)$$



**Şekil 6.34.** Simav Çayı Yahyaköy Ölçüm İstasyonu KOİ-Bor Arasındaki İlişki

$$y = 0,0091x + 0,9161 \quad R^2 = 0,0686 \quad (\text{Doğrusal regresyon}) \quad (6.34)$$

## 6.20. Uluabat Gölü Göluyağı Ölçüm İstasyonu

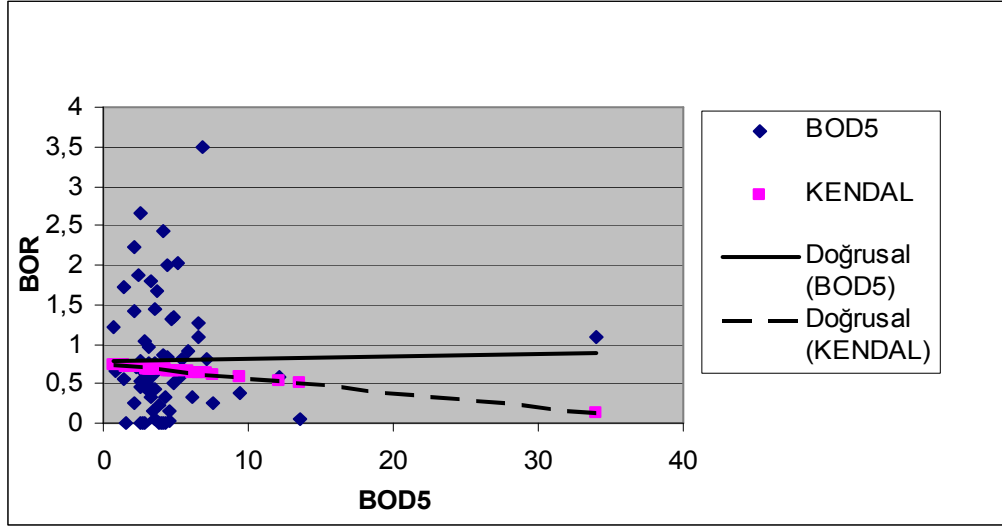
Uluabat Gölü istasyonunda Organik madde-Bor arasındaki ilişki yine istatistiksel açıdan anlamlı değildir (Çizelge 6.20).

**Çizelge 6.20.** Uluabat Gölü Ölçüm İstasyonu Karakterizasyon Verileri

NO <sub>3</sub> /Na	0.023146
Cl/Na	1.245435
Cl/B	147.4884
BOİ <sub>5</sub> -BOR Kendal Tau p- value	0.6315
KOİ-BOR Kendal Tau p- value	0.9131

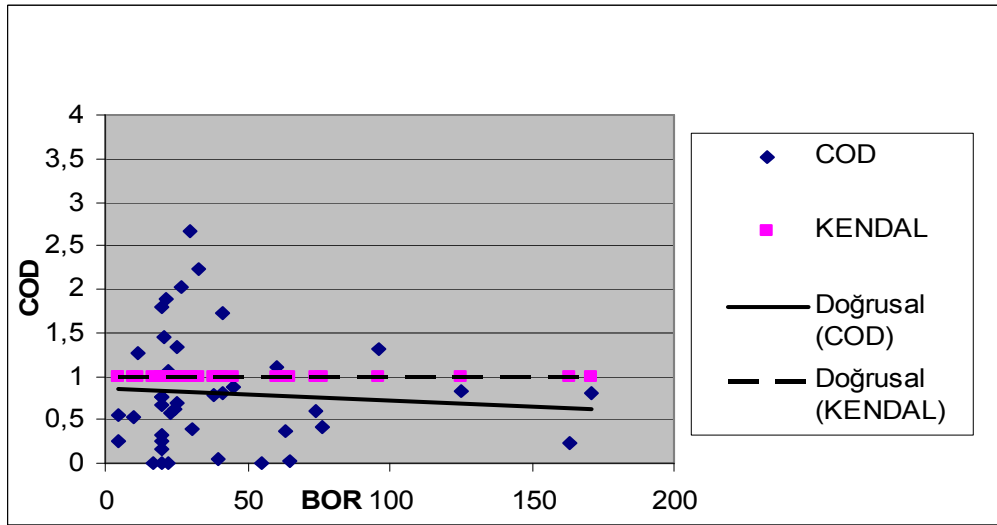
Bu istasyonun NO<sub>3</sub>/Na oranına göre 1.kalite, Cl/Na oranına göre 2.kalite ve Cl/B oranına göre de 2. kalite su sınıfında olduğu görülmektedir. Nitrat konsantrasyonunun sodyuma göre oldukça düşük olduğu gözlenmektedir. Organik madde ve bor arasındaki korelasyonun istatistiksel olarak anlamlı olmaması bu istasyon için de beklenen bir sonuçtur. Teorik bilgilere bakıldığında,

daha önce incelenen ve yoğun kirlilik taşıyan Mustafa Kemal Paşa Çayı'nın Uluabat gölü'ne boşaldığı görülmektedir. Dolayısıyla hem insan kaynaklı kirlilik yükünün fazla olması hem de tarımsal kirlilikten etkilenmesi kaçınılmazdır.



Şekil 6.35. Ulubat Gölü Göluyağı İstasyonu BOI<sub>5</sub>-BOR Arasındaki İlişki

$$y = 0,0029x + 0,7907 \quad R^2 = 0,0003 \quad (\text{Doğrusal regresyon}) \quad (6.35)$$



Şekil 6.36. Ulubat Gölü Göluyağı KOİ-Bor Arasındaki İlişki

$$y = -0,0014x + 0,8609 \quad R^2 = 0,0065 \quad (\text{Doğrusal regresyon}) \quad (6.36)$$

## 6.21.Uluurmak Aksaray Regülatör Çıkışı İstasyonu

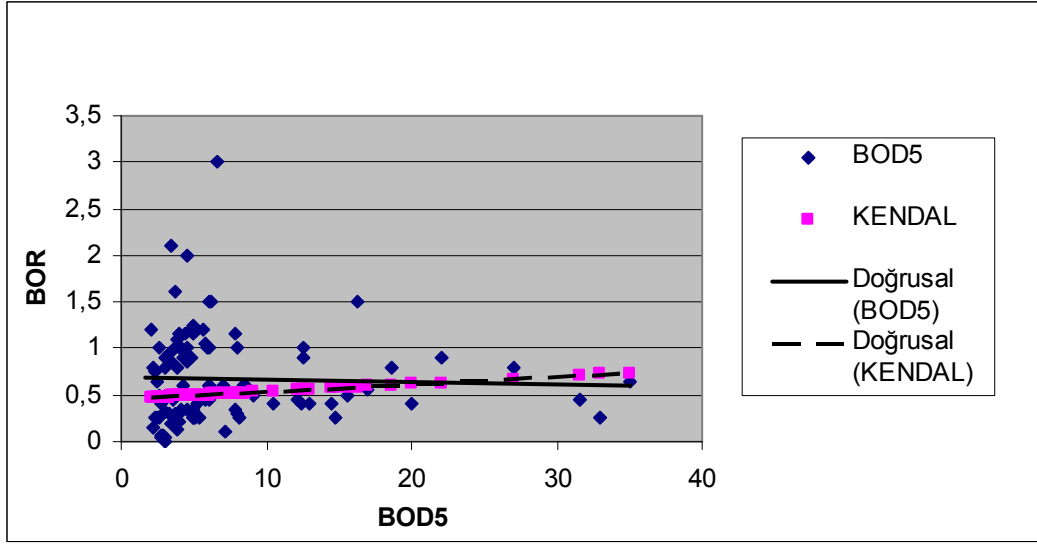
Uluurmak Aksaray Regülatör Çıkışı istasyonunda Organik madde-Bor arasındaki ilişki istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 6.21).

**Çizelge 6.21.** Uluurmak Aksaray Regülatör Çıkışı İstasyonu Karakterizasyon Verileri

NO <sub>3</sub> /Na	0.048811
Cl/Na	1.850808
Cl/B	170.4673
BOİ <sub>5</sub> -BOR Kendal Tau p- value	0.2905
KOİ-BOR Kendal Tau p- value	0.0049

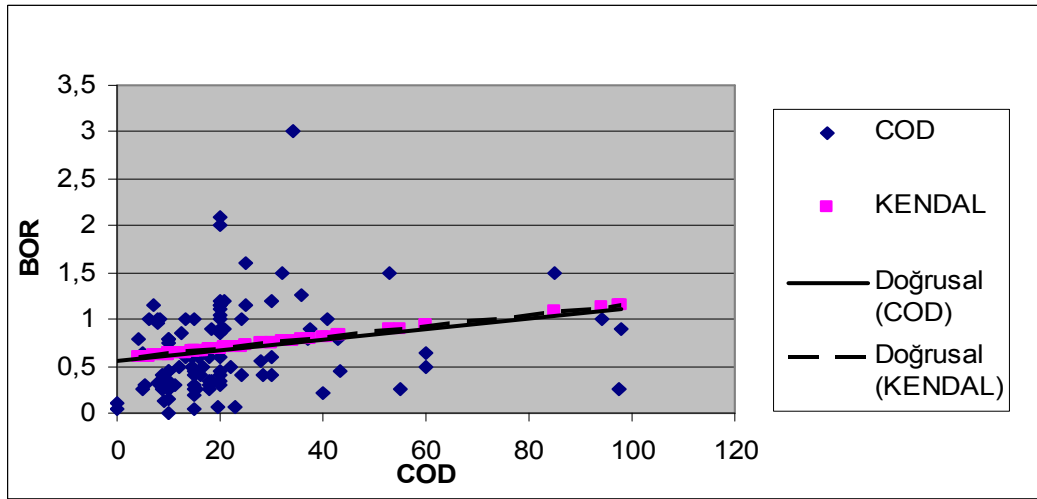
Bu istasyonun NO<sub>3</sub>/Na oranına göre 1.kalite, Cl/Na oranına göre 4.kalite ve Cl/B oranına göre de 2. kalite su sınıfında olduğu görülmektedir.

Organik madde ve bor arasındaki korelasyonun istatistiksel olarak anlamlı olmaması bu istasyon için de beklenen bir sonuçtur. Daha önce de açıklandığı gibi Uluurmak yerleşim merkezlerinden yoğun olarak kirletici yükü alan bir nehirdir. Dolayısıyla hem insan kaynaklı kirlilik yükünün fazla olması hem de tarımsal kirlilikten etkilenmesi kaçınılmazdır. Cl/Na oranının 4.kalite çıkması da bu bölgedeki tarımsal kirlilik başta olmak üzere yoğun insan faaliyetlerinden etkilendiğinin bir göstergesidir.



Şekil 6.37. Ulurmak Aksaray Regülatör Çıkışı Ölçüm İstasyonu BOİ<sub>5</sub>- Bor Arasındaki İlişki

$$y = -0,0027x + 0,7015 \quad R^2 = 0,0014 \text{ (Doğrusal regresyon)} \quad (6.37)$$



Şekil 6.38. Ulurmak Aksaray Regülatör Çıkışı Ölçüm İstasyonu KOİ-Bor Arasındaki İlişki

$$y = 0,0058x + 0,5514 \quad R^2 = 0,0501 \text{ (Doğrusal regresyon)} \quad (6.38)$$

## 7. SONUÇ ve ÖNERİLER

Kirlilik kaynaklarının sınıflandırılmasına ve incelenmesine yarayacak bor ile organik madde ilişkileri incelenmiş olup, bu ilişki ile diğer parametreler karşılaştırılarak su kaynakları ile ilgili değerlendirmeler yapılmıştır. Türkiye’de bor açısından önem taşıyan bölgelerdeki başlıca su kaynaklarına yer verilmiştir. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü’nden temin edilen verilerden yararlanarak bor derişimleri ile organik madde miktarları arasındaki parametrik ve parametrik olmayan ilişkiler ortaya konmuştur ve su kaynaklarının özellikleri incelenmiştir. Tüm bu çalışmalar sonucunda bor ile organik madde arasındaki ilişkinin parametrik olmayan yöntem olan Kendal-Tau yöntemi ile daha güvenilir incelendiği ve çıkan değerler sonucunda Bor – organik madde arasındaki ilişkinin varlığı su kaynaklarının kirlilik düzeylerine göre değiştiği bulunmuştur. Su kaynaklarının kirlilik düzeyleri ve çeşitleri Cl, Na ve NO<sub>3</sub> konsantrasyonlarının oranları ile bulunmuştur.

Çalışmanın sonucundan su kaynaklarının kalitesi ve kirlilik düzeyleri konusunda öngörülerde bulunulabilecektir.



## KAYNAKLAR

- Aksaray İl Çevre durum Raporu* (2006), İl Çevre ve Orman Müdürlüğü
- Albek, E., (2003), "Estimation of point and diffuse contaminant loads to streams by nonparametric regression analysis of monitoring data", *Water Air Soil Pollution*
- Ankara İl Çevre Durum Raporu* (2007), İl Çevre ve Orman Müdürlüğü
- Balıkesir Bor Sempozyumu (2002), "Türkiye'nin Geleceği Borda", Balıkesir Üniversitesi, 11
- Balıkesir İl Çevre Durum Raporu* (2007), İl Çevre ve Orman Müdürlüğü
- Bilecik İl Çevre Durum raporu* (2007), İl Çevre ve Orman Müdürlüğü
- Bursa İl Çevre Durum Raporu* (2007), İl Çevre ve Orman Müdürlüğü
- Bentli ,İ., Özdemir, O. Çelik, MS., Ediz, N. (2002), "Bor Atıkları ve Değerlendirme Stratejileri", 1.Uluslararası Bor Sempozyumu Kitabı , 250-255
- Bor Çalışma Grubu Raporu (2006), *Kimya Sanayi Özel İhtisas Komisyonu Dokuzuncu Kalkınma Raporu*, Ankara
- Chauveheid, E., Denis M.I, (2003) "The boron-organic carbon correlation in water", *Water Research*, **38**, 1663-1668, 2004. Water Quality Department, Brussels Water Company (CIBE), Belçika
- Eskişehir İl Çevre Durum Raporu* (2007), İl Çevre ve Orman Müdürlüğü
- Göncü, S., (1998) *Türkiye Akarsularında Bor Derişiminin Debiyle ve Zamana Bağlı Olarak İncelenmesi*, Lisans Tezi, Eskişehir,
- Kıpçak, İ., (2004), *Bor Endüstrisi Katı Atıklarından borun Katı- Sıvı Özütleme ile Geri kazanılması ve Katı Atıkların Seramik Üretiminde Kullanılması*, TC. Osmangazi Üniversitesi FBE, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, Eskişehir
- Konya İl Çevre Durum Raporu* (2005), İl Çevre ve Orman Müdürlüğü
- Rabiet, M., Brissaud, F., Seidal, J-L., Pistre, S., Poulichet, F.E.(2005), "Deciphering the presence of wastewater in a medium-sized Mediterranean catchment using a multitracer approach", France
- Tezcan, Prof.Dr.R., Tezcan, Yard.Doç.H. (2007), *Metaller Kimyası* , Ankara, 82, 86-87
- Tolun, R. (1987) , *Organik Bor Bileşikleri ve Üretim Teknolojisi*, Tübitak, Ankara
- http 1: [www.beysehirliz.biz](http://www.beysehirliz.biz)
- http 2: [www.cevreorman.gov.tr/sulak/sulakalan/tersakan.htm](http://www.cevreorman.gov.tr/sulak/sulakalan/tersakan.htm)
- http 3: [www.kutahya.gov.tr](http://www.kutahya.gov.tr)
- http 4: [www.toraks.org.tr/mse-ppt-pdf/Kenan\\_KOSE3.pdf](http://www.toraks.org.tr/mse-ppt-pdf/Kenan_KOSE3.pdf)