

## GEDİZ NEHRİ SU KALİTESİ PARAMETRELERİNİN EĞİLİM ANALİZİ

Hasan Cenk ÇETİN  
İnşaat Yüksek Mühendisi  
hccetin76@yahoo.com

Prof. Dr. Nilgün HARMANCIOĞLU  
nilgun.harmancioglu@deu.edu.tr

Ayhan SARIYILDIZ  
İnşaat Mühendisi  
ayhansariyildiz@dsi.gov.tr

Aslı ERDENİR SİLAY  
İnşaat Yüksek Mühendisi  
aslisilay@dsi.gov.tr

### GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla artması, sanayileşmenin gelişmesi mevcut tatlı su kaynaklarına olan talebi artırmakta, kaynaklardan yararlananlara eşit ve sürdürülebilir su tahsisinde sıkıntılar yaratması beklenmektedir. (UN, 2003).

Doğal kaynakların sürdürülebilir olması çevre sorunlarının çözümünde ana hedef olarak belirlenmesini, Birleşmiş Milletler tarafından suyun sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada en önemli yaşamsal kaynak olarak kabul edilmesini sağlamaktadır. Sürdürülebilirlik, kısa vadeli hedeflerin yerine uzun vadeli hedeflerin gözetildiği, mevcut ihtiyaçları karşılarken doğal çevreyi ve kaynakları bozmamayı amaç edinen ve geleceğe ait taleplerin karşılanmasını içeren bir yaklaşımı ifade etmektedir (Harmancıoğlu, 2004).

Kullanılabilir su kaynaklarının dağılımındaki bölgeler arasındaki düzensizlik, iklim değişikliklerinin olumsuz etkileri ve taleplerin yoğunlaşması sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için havza bazında yönetimi gerekli kılmıştır. Havza bazında yönetim diğer bir ifadeyle entegre su yönetimi, suyun yönetiminin ekolojik ve sosyal bir bütünlük içerisinde su sistemlerinin planlanmasını, organizasyonunu ve kontrolünü ele alan işlevleri içermektedir (Grigg, 1999; Harmancıoğlu, 2003).

Entegre havza yönetiminde sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılması için su kaynaklarının miktarı ve kalitesi büyük bir önem arz etmektedir. Havza bazında su kaynaklarının miktarı ve kalitesinin düzenli olarak izlenmesi, mevcut ve gelecekteki durumuyla ilgili saptamaların yapılması gerekliliği nedeniyle Gediz havzasında kalite gözlem çalışmaları yapılmaktadır. Havza özellikle evsel, endüstriyel ve tarımsal kaynaklı kirlilik ile karşı karşıyadır.

Sunulan çalışmada, Ege Bölgesinde önemli bir yere ve ciddi bir ekonomik potansiyele sahip Gediz havzasının yerüstü su kaynağı olan Gediz nehri ve kollarının su kalitesi açısından mevcut durumu belirlenmeye, parametrik olmayan yöntemlerle (non parametrik) eğilim analizi yapılarak sonuçlar irdelenmeye çalışılmıştır.

## 1.METODUN UYGULANMASI

### 1.1-Genel Parametrik ve Parametrik Olmayan (Non Parametrik) Yöntemler

Gediz nehrinin kirlilik açısından son durumunu belirleyebilmek için havzada bulunan seçilmiş kalite istasyonlarından elde edilen verilerin zamanla değişimi incelenmiştir. Böylelikle seçilmiş kalite verilerinin zaman içindeki eğilimleri üzerinde bir öngörü yapılabilmeye imkan sağlamaktadır. Sonuçlara göre havzadaki su kalitesi hakkında olumlu veya olumsuz yöndeki değişimler değerlendirilmektedir.

Eğilim analizleri yapılırken parametrik ve parametrik olmayan (non parametrik) yöntemlerden faydalanılmaktadır. Hangi yöntemin kullanılacağı veya uygun olacağı eldeki verilerin özelliklerine göre değişmektedir. Korelasyon katsayısı iki rasgele değişken arasındaki bağımlılığın bir ölçüsü olarak ifade edilmektedir. Değişkenlerin normal dağılıma sahip olması halinde pearson (parametrik) korelasyon katsayısını, aksi halde ise parametrik olmayan (Spearman, Kendall  $\tau$ ) korelasyon katsayılarını kullanmak daha uygun olmaktadır (Bayazit M.,1996).

Özellikle su kalitesi verilerinin normal dağılmaması ve pozitif çarpıklık göstermesi nedeniyle parametrik yöntemleri uygulamakta sorunlarla karşılaşmaktadır. Ayrıca su kalitesi verilerinin düzenli zaman aralıklarında ölçülmemesi, verilerin eksik olması, bazı değerlerin tam olarak değerinin bilinmemesi, alt ve üst sınır değerinden küçük veya büyük olarak ifade edilmesi nedenleriyle parametrik olmayan yöntemleri tercih etmek gerekmektedir (Hirsch R. ve Slack J.,1984).

Örnekleme büyüklüğünün etkisinin az olması, verilerin dağılımına bağlı olmaması parametrik olmayan sıra testlerinin kullanımını kalite verileri eğilim analizlerinde etkisini artırmaktadır. Parametrik olmayan yöntemlerin gözlemlerden elde edilen verilerin büyüklüğünü göz ardı etmesi, sadece eğilimin varlığını belirlemesi, büyüklüğü veya gücü hakkında bilgi vermemesi parametrik yöntemlere karşı güçsüz olduğunu göstermektedir.

Gediz nehri seçilmiş kalite verilerinin zamanla eğilimleri spearman ve kendall t korelasyon katsayılarının bulunarak %5 anlamlılık seviyesinde student t dağılımında test edilmesiyle bulunmuştur.

### 1.2-Spearman Korelasyon Katsayısı

$$rs = \frac{\sum_{i=1}^n (Rx_i Ry_i) - n \left( \frac{n+1}{2} \right)^2}{n(n^2 - 1)/12} \quad (1)$$

$R_{xi} = x_i$  elemanın düzenlenmiş örnekteki sırası

$R_{yi} = y_i$  elemanın düzenlenmiş örnekteki sırası

n = örnek sayısı

Spearman korelasyon katsayısı değişkenlere ait gözlemlerin ayrı ayrı büyüklük sıralarına düzenlenmesi ile (1) formülü yardımıyla, Kendall- $\tau$  (2) formülüyle hesaplanmaktadır.

### 1.3-Kendall Tau Korelasyon Katsayısı

$$\tau = \frac{S}{n(n-1)/2} \quad S = P - M \quad (2)$$

$S$  =  $y_i$  değeri ile  $x_i$  değeri arasındaki bağımlılık ölçütü

$P$  = Uyumlu çift sayısı;  $x_i$  değeri artarken  $y_i$  değerinin artması;  $y_i < y_j \quad i < j$

$M$  = Uyumsuz çift sayısı;  $x_i$  değeri artarken  $y_i$  değerinin azalması;  $y_i > y_j \quad i < j$

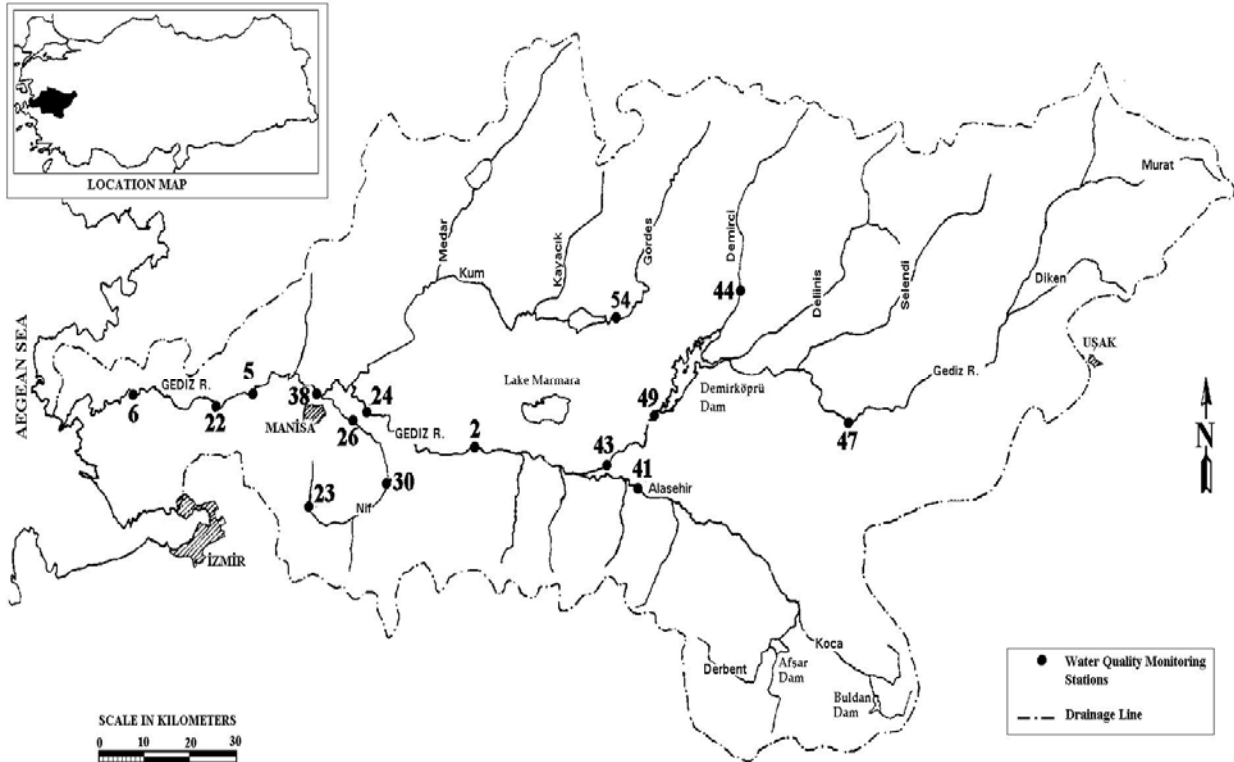
$n$  = örnek sayısı

Spearman ve Kendall- $\tau$  sıra korelasyon katsayıları değişkenler arasında doğrusal olmayan (nonlinear) ilişkiyi ölçebilmekte, aykırı değerlerden daha az etkilenmektedir (Bayazit M.,1996).

## 2.GEDİZ HAVZASI ÜZERİNDE METHODUN UYGULAMASI

### 2.1-Gediz Havzası

Gediz Havzası, Ege Bölgesi sınırları içerisinde bulunan yaklaşık 17 500 km<sup>2</sup>'lik drenaj alanına ve 1.95 milyar m<sup>3</sup>'lük yüzeysel su potansiyeline sahip bir havzadır. Havzanın kuzeyinde Bakırçay ve Susurluk, güneyinde Büyük ve Küçük Menderes havzaları bulunmaktadır. Havza alanında İzmir, Manisa ve Uşak önemli yerleşim yerleri vardır.



Şekil 1. Gediz Havzası (SUMER)

Havzadaki yüzey suları yaklaşık 386 km. uzunluğunda Gediz nehri ve kollarından oluşmakta, Murat dağı eteklerinden doğan ana kolla kuzeyden Selendi, Deliniş, Kumçayı ve Demirci çayları, güneyden Nif çayı, doğudan da Alaşehir çayı birleşerek Gediz nehrini oluşturmaktadır İzmir ilinin Çiğli ilçesinde Ege Denizine dökülmektedir (Şekil 1.).

Gediz havzasında bulunan Gediz, Alaşehir, Salihli, Turgutlu ve Bakırçay ovalarıyla Türkiye'deki toplam tarımsal üretimin %10'u karşılanmaktadır. Türkiye'de bulunan sebze alanlarının %5.6'sı, zeytin alanlarının %10'u ve üzüm bağı alanının %16'sı Gediz Havzasında yer almaktadır (Gediz Havzası Çevre Master Planı, 2005).

Gediz havzası genel olarak Akdeniz iklim özellikleri göstermekte yüksek olan kesimlerde karasal iklime geçiş bölgeleri bulunmaktadır. Bu nedenle havzada yüksek kesimlerle düşük kesimler arasında yağış yönünden farklılıklar bulunmakta yüksek kesimlerde daha fazla yağış görülmektedir. Havzanın yıllık ortalama yağış değerleri 635 mm. civarındadır.

Havzanın sanayi yapısı geleneksel olarak tarıma dayalıdır bunun yanında özellikle Manisa ili organize sanayi bölgesinde son yıllarda yoğun bir sanayileşme görülmektedir.

## 2.2-Gediz Nehri Kirlilik Durumu

Havzada bulunan önemli yerleşim yerlerinin nüfusu, tarımsal ve endüstriyel faaliyetleri havza üzerinde kirlilik yönünden baskılar oluşturmakta, Gediz nehri su kalitesinde olumsuz etkileri görülmektedir.

Gediz nehri ve kollarında 1990 yılların başından itibaren 16 ayrı noktada su kalitesi ölçümleri yapılmaktadır. Kalite verileriyle Gediz nehrinin, "Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Kıtaiçi Su Kaynakları Kalite Kriterlerine" göre durumu belirlenmektedir (Tablo 1.).

Çalışmada havzayı bir bütün olarak değerlendirebilmek için "5, 6, 24, 26, 41 ve 49" nolu gözlem istasyonları seçilmiştir. 49 nolu istasyon Demirköprü barajı mansap kısmını, 41 nolu istasyon Alaşehir nehrini, 24 ve 26 nolu istasyonlar Nif çayını, 5 nolu istasyon yan kolların birleşim yerini ve 6 nolu istasyonla da Gediz nehrinin mansap bölgesi değerlendirilmek istenmektedir.

Havza üzerine etkileyen evsel ve endüstriyel kirlenmeleri değerlendirmek için BOD5, Cl, COD, DO, EC, Na, NH4-N, o-PO4, Ph ve SS kalite parametreleri ele alınmıştır. Kalite verileri 2 ayda bir ölçülmekte ve kesikli halde bulunmaktadır. Özellikle, DO (çözünmüş oksijen), BOD5(biyokimyasal oksijen ihtiyacı) akarsudaki canlı hayatın durumunu belirlemede; fosfat ve amonyak suyun atık sularla kirlendiğini tespit etmede önem arz etmektedir.

Tablo 1. Kıta içi Su Kaynakları Sınıflarına Göre 2003 Yılı Gediz Nehri Su Kalite Sınıfları

| İSTASYONLAR                   |                           |       | Demir köprü            | Brj. | Alaşehir Nehri | Nif Çayı (Hachaliler)      | Nif Çayı (Çoban İsa) | Gediz Nehri (Muradiye) | Gediz Nehri (Menemen) |
|-------------------------------|---------------------------|-------|------------------------|------|----------------|----------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|
| Parametreler                  | Sembol                    |       |                        |      |                |                            |                      |                        |                       |
| Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı | mg/l                      | BOD5  | 2                      | 2    | 2              | 2                          | 2                    | 2                      | 2                     |
| Klor                          | mg/l                      | Cl    | 1                      | 2    | 2              | 2                          | 2                    | 2                      | 2                     |
| Kimyasal Oksijen İhtiyacı     | mg/l                      | COD   | 1                      | 2    | 3              | 3                          | 2                    | 1                      |                       |
| Çözünmüş Oksijen              | mg/l                      | DO    | 1                      | 1    | 1              | 1                          | 2                    | 2                      |                       |
| Elektriksel İletkenlik        | umho/cm                   | EC    | 2                      | 3    | 3              | 3                          | 3                    | 3                      |                       |
| Sodyum                        | mg/l                      | Na    | 1                      | 1    | 1              | 1                          | 1                    | 1                      |                       |
| Amonyum Azotu                 | mg/l                      | NH4-N | 4                      | 1    | 1              | 1                          | 1                    | 1                      |                       |
| Orto-Fosfat                   | mg/l                      | o-PO4 | 3                      | 3    | 2              | 4                          | 4                    | 4                      |                       |
| Ph                            |                           | pH    | 3                      | 3    | 3              | 3                          | 3                    | 3                      |                       |
| Askıdaki Katılar              | mg/l                      | SS    | 3                      | 2    | 4              | 4                          | 4                    | 1                      |                       |
| <b>1: Yüksek kaliteli</b>     | <b>2: Az kirlenmiş su</b> |       | <b>3: Kirlenmiş su</b> |      |                | <b>4: Çok kirlenmiş su</b> |                      |                        |                       |

### 2.3-Gediz Havzası Eğilim Analizi

Evsel, tarımsal ve endüstriyel faaliyetlerin havza üzerinde oluşturduğu baskılar havza üzerinde olumsuz etkiler yaratmıştır. Bu etkilerin havza üzerindeki su kalitesi yönünden durumunu belirlemek için, Gediz nehri üzerinde seçilen 6 gözlem istasyonuna ait 1986-2003 yılları kalite değerlerinin ve parametrik olmayan (Spearman-rs ve Kendall- $\tau$ ) korelasyon katsayıları bulunarak %5 anlamlılık seviyesinde t testi yapılarak trend analizleri gerçekleştirilmiştir (Tablo 2.).

Tablo 2. Su Kalitesi Parametreleri Korelasyon Katsayıları ve Eğilimleri

|       | <b>Demirköprü<br/>Brj. (49)</b>      | rs              | $\tau$         | rs           | $\tau$       | <b>Alaşehir Nehri<br/>(41)</b>     | rs              | $\tau$         | rs           | $\tau$       |
|-------|--------------------------------------|-----------------|----------------|--------------|--------------|------------------------------------|-----------------|----------------|--------------|--------------|
|       | <b>N (gözlem)</b>                    | <b>Spearman</b> | <b>kendall</b> | <b>trend</b> | <b>trend</b> | <b>N (gözlem)</b>                  | <b>spearman</b> | <b>kendall</b> | <b>trend</b> | <b>trend</b> |
| BOD5  | 57                                   | 0.348           | 0.246          | ▲            | ▲            | 42                                 | 0.389           | 0.286          | ▲            | ▲            |
| Cl    | 71                                   | 0.025           | 0.009          |              |              | 67                                 | 0.464           | 0.327          | ▲            | ▲            |
| COD   | 13                                   | 0.129           | 0.095          |              |              | 42                                 | 0.378           | 0.277          | ▲            | ▲            |
| DO    | 68                                   | 0.028           | 0.011          |              |              | 66                                 | 0.208           | 0.146          |              |              |
| EC    | 71                                   | -0.381          | -0.210         | ▼            | ▼            | 62                                 | 0.505           | 0.368          | ▲            | ▲            |
| Na    | 70                                   | -0.031          | -0.007         |              |              | 69                                 | -0.097          | -0.037         |              |              |
| NH4-N | 31                                   | 0.498           | 0.363          | ▲            | ▲            | 47                                 | -0.352          | -0.251         | ▼            | ▼            |
| o-PO4 | 58                                   | 0.007           | 0.006          |              |              | 61                                 | -0.151          | -0.117         |              |              |
| PH    | 65                                   | 0.224           | 0.137          |              |              | 65                                 | 0.237           | 0.170          |              | ▲            |
| SS    | 64                                   | 0.463           | 0.330          | ▲            | ▲            | 57                                 | 0.145           | 0.103          |              |              |
|       | <b>Nif Çayı<br/>Hacıhaliller(24)</b> | rs              | $\tau$         | rs           | $\tau$       | <b>Nif Çayı<br/>Çoban İsa (26)</b> | rs              | $\tau$         | rs           | $\tau$       |
|       | <b>N (gözlem)</b>                    | <b>spearman</b> | <b>kendall</b> | <b>trend</b> | <b>trend</b> | <b>N (gözlem)</b>                  | <b>spearman</b> | <b>kendall</b> | <b>trend</b> | <b>trend</b> |
| BOD5  | 71                                   | 0.112           | 0.070          |              |              | 76                                 | -0.352          | -0.217         | ▼            | ▼            |
| Cl    | 83                                   | 0.202           | 0.122          |              |              | 97                                 | 0.340           | 0.248          | ▲            | ▲            |
| COD   | 39                                   | 0.437           | 0.278          | ▲            | ▲            | 49                                 | 0.301           | 0.215          | ▲            | ▲            |
| DO    | 82                                   | 0.155           | 0.102          |              |              | 95                                 | -0.298          | -0.225         | ▼            | ▼            |
| EC    | 83                                   | 0.085           | 0.055          |              |              | 97                                 | 0.257           | 0.180          | ▲            | ▲            |
| Na    | 83                                   | 0.122           | 0.081          |              |              | 97                                 | 0.174           | 0.116          |              |              |
| NH4-N | 45                                   | 0.414           | 0.290          | ▲            | ▲            | 36                                 | 0.877           | 0.734          | ▲            | ▲            |
| o-PO4 | 78                                   | 0.188           | 0.130          |              |              | 87                                 | 0.020           | 0.000          |              |              |
| PH    | 77                                   | 0.290           | 0.200          | ▲            | ▲            | 97                                 | 0.226           | 0.162          | ▲            | ▲            |
| SS    | 81                                   | 0.691           | 0.498          | ▲            | ▲            | 89                                 | 0.596           | 0.408          | ▲            | ▲            |
|       | <b>Muradiye<br/>(5)</b>              | rs              | $\tau$         | rs           | $\tau$       | <b>Menemen<br/>(6)</b>             | rs              | $\tau$         | rs           | $\tau$       |
|       | <b>N (gözlem)</b>                    | <b>spearman</b> | <b>kendall</b> | <b>trend</b> | <b>trend</b> | <b>N (gözlem)</b>                  | <b>spearman</b> | <b>kendall</b> | <b>trend</b> | <b>trend</b> |
| BOD5  | 82                                   | -0.172          | 0.093          |              |              | 67                                 | -0.065          | -0.049         |              |              |
| Cl    | 113                                  | 0.280           | 0.192          | ▲            | ▲            | 71                                 | 0.111           | 0.082          |              |              |
| COD   | 58                                   | 0.307           | 0.210          | ▲            | ▲            | 35                                 | 0.421           | 0.299          | ▲            | ▲            |
| DO    | 120                                  | -0.175          | -0.122         |              | ▼            | 85                                 | -0.150          | -0.104         |              |              |
| EC    | 121                                  | 0.153           | 0.116          |              |              | 85                                 | 0.199           | 0.147          |              | ▲            |
| Na    | 119                                  | 0.306           | 0.209          | ▲            | ▲            | 67                                 | -0.064          | -0.034         |              |              |
| NH4-N | 79                                   | -0.541          | -0.384         | ▼            | ▼            | 53                                 | -0.663          | -0.528         | ▼            | ▼            |
| o-PO4 | 109                                  | -0.366          | -0.250         | ▼            | ▼            | 72                                 | -0.087          | -0.070         |              |              |
| PH    | 122                                  | 0.252           | 0.170          | ▲            | ▲            | 82                                 | 0.213           | 0.147          |              |              |
| SS    | 104                                  | -0.208          | -0.103         | ▼            |              | 79                                 | -0.362          | -0.223         | ▼            | ▼            |

▲ Artış yönünde eğilim (trend) var

▼ Azalış yönünde eğilim (trend) var

Ayrıca aynı çalışma kalite verilerinin mevsimsellik özelliğini de belirleyebilmek için kurak ve yağışlı olarak iki mevsime ayrılarak devam ettirilmiştir (Tablo 3.).

Tablo 3. Kurak-Yağışlı Aylar Su Kalitesi Parametreleri Korelasyon Katsayıları ve Eğilimleri

|       | Kurak Aylar                  |          |         |        |        | Yağışlı Aylar                |          |         |       |        |
|-------|------------------------------|----------|---------|--------|--------|------------------------------|----------|---------|-------|--------|
|       | Demirköprü Brj. (49)         | rs       | $\tau$  | rs     | $\tau$ | Demirköprü Brj. (49)         | rs       | $\tau$  | rs    | $\tau$ |
|       | N (gözlem)                   | spearman | kendall | trend  | trend  | N (gözlem)                   | spearman | kendall | trend | trend  |
| BOD5  | 26                           | 0.578    | 0.391   | ▲      | ▲      | 31                           | 0.279    | 0.199   |       |        |
| Cl    | 35                           | -0.124   | -0.095  |        |        | 36                           | 0.109    | 0.073   |       |        |
| COD   | 5                            | 0.783    | 0.598   |        |        | 8                            | -0.220   | -0.189  |       |        |
| DO    | 34                           | 0.093    | 0.040   |        |        | 34                           | -0.058   | -0.059  |       |        |
| EC    | 35                           | -0.296   | -0.146  |        |        | 36                           | -0.488   | -0.245  | ▼     | ▼      |
| Na    | 34                           | 0.079    | 0.081   |        |        | 36                           | -0.175   | -0.137  |       |        |
| NH4-N | 15                           | 0.639    | 0.509   | ▲      | ▲      | 16                           | 0.429    | 0.303   |       |        |
| o-PO4 | 28                           | 0.096    | 0.108   |        |        | 30                           | -0.041   | -0.064  |       |        |
| PH    | 32                           | 0.186    | 0.104   |        |        | 33                           | 0.233    | 0.150   |       |        |
| SS    | 30                           | 0.420    | 0.298   | ▲      | ▲      | 34                           | 0.513    | 0.359   | ▲     | ▲      |
|       | Alaşehir Nehri (41)          |          |         |        |        | Alaşehir Nehri (41)          |          |         |       |        |
|       | rs                           | $\tau$   | rs      | $\tau$ | rs     | $\tau$                       | rs       | $\tau$  | rs    | $\tau$ |
|       | N (gözlem)                   | spearman | kendall | trend  | trend  | N (gözlem)                   | spearman | kendall | trend | trend  |
| BOD5  | 13                           | 0.215    | 0.148   |        |        | 29                           | 0.420    | 0.312   | ▲     | ▲      |
| Cl    | 25                           | 0.248    | 0.157   |        |        | 42                           | 0.557    | 0.400   | ▲     | ▲      |
| COD   | 14                           | 0.371    | 0.326   |        |        | 28                           | 0.419    | 0.294   | ▲     | ▲      |
| DO    | 23                           | 0.309    | 0.246   |        |        | 43                           | 0.292    | 0.185   |       |        |
| EC    | 23                           | 0.254    | 0.202   |        |        | 39                           | 0.634    | 0.473   | ▲     | ▲      |
| Na    | 26                           | -0.351   | -0.219  |        |        | 43                           | -0.073   | -0.011  |       |        |
| NH4-N | 17                           | -0.076   | -0.024  |        |        | 30                           | -0.475   | -0.366  | ▼     | ▼      |
| o-PO4 | 22                           | -0.071   | -0.092  |        |        | 39                           | -0.218   | -0.163  |       |        |
| PH    | 25                           | 0.115    | 0.075   |        |        | 40                           | 0.295    | 0.192   |       |        |
| SS    | 25                           | -0.266   | -0.171  |        |        | 32                           | 0.349    | 0.251   |       | ▲      |
|       | Nif Çayı (Hacıhaliller) (24) |          |         |        |        | Nif Çayı (Hacıhaliller) (24) |          |         |       |        |
|       | rs                           | $\tau$   | rs      | $\tau$ | rs     | $\tau$                       | rs       | $\tau$  | rs    | $\tau$ |
|       | N (gözlem)                   | spearman | kendall | trend  | trend  | N (gözlem)                   | spearman | kendall | trend | trend  |
| BOD5  | 35                           | -0.037   | -0.029  |        |        | 36                           | 0.249    | 0.175   |       |        |
| COD   | 18                           | 0.586    | 0.435   | ▲      | ▲      | 21                           | 0.310    | 0.168   |       |        |
| DO    | 41                           | 0.129    | 0.082   |        |        | 41                           | 0.264    | 0.194   |       |        |
| EC    | 42                           | 0.109    | 0.084   |        |        | 41                           | -0.006   | -0.001  |       |        |
| Na    | 42                           | 0.281    | 0.185   |        |        | 41                           | -0.093   | -0.057  |       |        |
| NH4-N | 23                           | 0.451    | 0.326   | ▲      | ▲      | 22                           | 0.381    | 0.274   |       |        |
| o-PO4 | 39                           | 0.111    | 0.086   |        |        | 39                           | 0.287    | 0.186   |       |        |
| PH    | 39                           | 0.193    | 0.117   |        |        | 38                           | 0.372    | 0.259   | ▲     | ▲      |
| SS    | 41                           | 0.603    | 0.426   | ▲      | ▲      | 40                           | 0.749    | 0.563   | ▲     | ▲      |
|       | Nif Çayı (Çoban İsa) (26)    |          |         |        |        | Nif Çayı (Çoban İsa) (26)    |          |         |       |        |
|       | rs                           | $\tau$   | rs      | $\tau$ | rs     | $\tau$                       | rs       | $\tau$  | rs    | $\tau$ |
|       | N (gözlem)                   | spearman | kendall | trend  | trend  | N (gözlem)                   | spearman | kendall | trend | trend  |
| BOD5  | 34                           | -0.402   | -0.230  | ▼      |        | 42                           | -0.327   | -0.211  | ▼     |        |
| COD   | 22                           | 0.291    | 0.214   |        |        | 27                           | 0.308    | 0.220   |       |        |
| DO    | 44                           | -0.420   | -0.317  | ▼      | ▼      | 51                           | -0.228   | -0.174  |       |        |
| EC    | 46                           | 0.490    | 0.336   | ▲      | ▲      | 51                           | 0.055    | 0.054   |       |        |
| Na    | 46                           | 0.429    | 0.280   | ▲      | ▲      | 51                           | -0.086   | -0.052  |       |        |
| NH4-N | 18                           | 0.893    | 0.740   | ▲      | ▲      | 18                           | 0.879    | 0.761   | ▲     | ▲      |
| o-PO4 | 41                           | -0.010   | -0.029  |        |        | 46                           | -0.037   | -0.018  |       |        |
| PH    | 46                           | 0.111    | 0.079   | -      | -      | 51                           | 0.252    | 0.195   |       | ▲      |

\*Bu Bildiri İnşaat Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

| SS    | 43           | 0.594       | 0.415   | ▲     | ▲     | 46            | 0.596    | 0.409   | ▲     | ▲     |
|-------|--------------|-------------|---------|-------|-------|---------------|----------|---------|-------|-------|
|       |              | Kurak Aylar |         |       |       | Yağışlı Aylar |          |         |       |       |
|       | Muradiye (5) | rs          | τ       | rs    | τ     | Muradiye (5)  | rs       | τ       | rs    | τ     |
|       | N (gözlem)   | spearman    | kendall | trend | trend | N (gözlem)    | spearman | Kendall | trend | trend |
| BOD5  | 42           | -0.209      | -0.117  |       |       | 40            | -0.139   | -0.090  |       |       |
| Cl    | 54           | 0.214       | 0.141   |       |       | 59            | 0.303    | 0.220   | ▲     | ▲     |
| COD   | 26           | 0.249       | 0.155   |       |       | 32            | 0.344    | 0.259   |       | ▲     |
| DO    | 58           | -0.208      | -0.148  |       |       | 62            | -0.159   | -0.115  |       |       |
| EC    | 59           | 0.147       | 0.104   |       |       | 62            | 0.116    | 0.097   |       |       |
| Na    | 58           | 0.327       | 0.217   | ▲     | ▲     | 61            | 0.266    | 0.190   | ▲     | ▲     |
| NH4-N | 41           | -0.430      | -0.315  | ▼     | ▼     | 38            | -0.657   | -0.454  |       |       |
| o-PO4 | 52           | -0.376      | -0.263  | ▼     | ▼     | 57            | -0.333   | -0.225  | ▼     | ▼     |
| PH    | 59           | 0.275       | 0.182   | ▲     | ▲     | 63            | 0.230    | 0.161   |       |       |
| SS    | 52           | -0.189      | -0.100  |       |       | 52            | -0.228   | -0.124  |       |       |
|       | Menemen (6)  | rs          | τ       | rs    | τ     | Menemen (6)   | rs       | τ       | rs    | τ     |
|       | N (gözlem)   | spearman    | kendall | trend | trend | N (gözlem)    | spearman | kendall | trend | trend |
| BOD5  | 31           | -0.051      | 0.002   |       |       | 36            | -0.062   | -0.039  |       |       |
| Cl    | 33           | 0.058       | 0.047   |       |       | 38            | 0.117    | 0.075   |       |       |
| COD   | 16           | 0.585       | 0.443   | ▲     | ▲     | 19            | 0.306    | 0.207   |       |       |
| DO    | 39           | -0.221      | -0.149  |       |       | 46            | -0.065   | -0.037  |       |       |
| EC    | 39           | 0.165       | 0.127   |       |       | 46            | 0.180    | 0.137   |       |       |
| Na    | 31           | -0.009      | -0.017  |       |       | 36            | -0.205   | -0.118  |       |       |
| NH4-N | 27           | -0.683      | -0.552  | ▼     | ▼     | 26            | -0.670   | -0.539  | ▼     | ▼     |
| o-PO4 | 32           | -0.061      | -0.045  |       |       | 40            | -0.100   | -0.079  |       |       |
| PH    | 38           | -0.035      | -0.020  |       |       | 44            | 0.396    | 0.271   | ▲     | ▲     |
| SS    | 38           | -0.481      | -0.323  | ▼     | ▼     | 41            | -0.270   | -0.160  |       |       |

### 3.SONUÇLAR

Gediz havzasında bulunan yerleşim yerlerinde görülen nüfus artışı tarımsal ve endüstriyel faaliyetlerin artmasına, beraberinde evsel, tarımsal ve endüstriyel kirliliğe neden olmaktadır.

Havzanın kalite açısından mevcut durumuna bakıldığında, Gediz nehri memba kısmında I. kalite su değerlerine sahiptir. Uşak ili evsel ve endüstriyel atık sularının Gediz nehrine deşarjı nedeniyle kirlilik sorunu yaşanmaya başlanmaktadır. Demirköprü Barajı mansabında bulunan 49 nolu istasyon su kalitesi değerlerinde Uşak ilinin ve Demirci ilçesinin kirlilik etkileri etken olmaktadır. Özellikle atık sulardan kaynaklanan fosfat ve azot yönünden sıkıntı yaşanmakta, kurak mevsim eğilim değerlerinde azotta, biyokimyasal oksijen ihtiyacında ve askıdaki katı maddelerde kirlilikten kaynaklı bir artış görülmektedir.

Gediz nehrine yan kol olarak katılan Alaşehir çayı kalite değerlerinde çayın geçtiği bölgelerde yoğun yerleşim yerlerinin bulunmaması nedeniyle daha çok tarımsal kökenli kirliliklerle karşılaşmaktadır.

Alaşehir çayı ve Demirköprü barajı mansabından gelen Gediz nehri birleşerek Manisa iline doğru ilerlemektedir. Havzada nehrin geçtiği bu bölgede tarımsal faaliyetler ön plana çıkmakta, kimyasal gübre etkileri görülmektedir. Nif çayı "Çoban İsa Mansap" adlı 26 nolu istasyon kalite değerlerinde tarımsal faaliyetler sonucu sulamanın etkisiyle kimyasal oksijen



ihtiyacı(COD), askıdaki katı maddeler, suyun klor konsantrasyonu, elektriksel iletkenliği ve Ph değerinde artışa neden olmaktadır.

Manisa ili yakınında Gediz nehriyle birleşen Nif çayında tarımsal faaliyetler için sulama yapılmaktadır. “24 nolu Hacıhaliller” istasyonu kalite değerlerinde sulamadan kaynaklı 26 nolu istasyondaki parametrelere benzer artışlar görülmekte, kurak mevsimde özellikle kimyasal gübre kökenli azot artışı önem arz etmektedir.

Gediz nehrine özellikle Kemalpaşa evsel ve endüstriyel atıklarının, Manisa, Muradiye ve Menemen yerleşim yerlerinin evsel atıklarının deşarjıyla su kalitesi önemli ölçüde zarar görmektedir. Fosfat, klorür ve Ph açısından önemli bir yük getirmektedir. Özellikle Manisa ili civarında yoğun olarak kirletilen Gediz nehri kalite parametrelerinde önemli bir değişiklik veya iyileşme gözükmemektedir. Kalite sınıfı çoğu parametre için IV. sınıftır, ayrıca tarımsal faaliyetlerden dolayı sularda kirlilik yükü taşınmaktadır.

Çalışma sonucunda, Gediz havzası üzerinde yoğun yerleşim, artan tarımsal faaliyetler ve endüstrileşme kaynaklı yerüstü su kaynaklarında kirlilik yönünden baskılarla karşılaşmaktadır. Özellikle Gediz nehrinin mansap bölgesine doğru belirtilen nedenlerden dolayı su kalitesi önemli derecede düşüktür ve eğilim analizleri sonucunda iyileşme açısından dikkat çekici bir adım görülmemektedir.

Kirlilikle ilgili çalışmaların havzanın bütününe kapsamı, evsel ve endüstri kaynaklı kirlilik kaynaklarının arıtma sistemlerinin devreye girmesiyle kirlilik yüklerinin azaltılması ve havzada bulunan karar vericilerin ortak hareket etmesiyle Gediz havzasının sorunlarının çözümü kolaylaşacak ve Avrupa Birliği havza kriterlerine uyumu çabuklaşacaktır.

## KAYNAKLAR

Bayazıt, M., İnşaat Mühendisliğinde Olasılık Yöntemleri, 1996, İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası.

Devlet Su İşleri II.Bölge Müdürlüğü-İzmir, Gediz Havzası Çevre Master Planı, 2005, DSİ.

Grigg, N.S., Integrated Water Resources Management: Who should Pay?, Journal of American Water Resources Association, 1999, vol.35, pp. 527-534.

Harmancıoğlu, N., Fıstıkoğlu, O., Özkul, S., Onuşluel, G., Gül, A., Çetinkaya, C., Su Kaynakları Yönetimi Ders Notları, 2003.

Harmancıoğlu, N., Su Kaynaklarının Yönetiminde Sürdürülebilirlik Göstergeleri, IV. Ulusal Hidroloji Kongresi, 2004.

Hirsch, R.M., Slack, J.R., A nonparametric Trend Test For Seasonal Data with Serial Dependence, Water Resources Research, 2(6), 1984, pp. 727-732.

United Nations, The United Nations World Water Development Report, World Water Assesment Programme, 2003.