



Kısa Makale

Akarçay Havzası Su Kalitesi İstatistikleri

Yılmaz İÇAĞA¹, Yalçın BOSTANOĞLU², Erhan KAHRAMAN¹

¹Afyon Kocatepe Üniversitesi, Yapı Eğitimi Böl., 03200- Afyonkarahisar

²Afyon Kocatepe Üniversitesi., Afyon Meslek Yüksekokulu, 03200- Afyonkarahisar,

ÖZET

Çalışmada, Akarçay havzasının yüzeysel sularının Fiziksel ve İnorganik Kimyasal parametrelerinin istatistik değerleri hesaplanmış, kıta içi su kaynaklarının sınıflarının kalite kriterlerine göre su kalitesi sınıfları belirlenmiştir. Bu amaçla verilerin tanımlayıcı istatistikleri, ortalama değerlerin karşılaştırılabilmesi için her bir parametrenin bu toplamlar içindeki oranı hesaplanmıştır. Korelasyon katsayıları hesaplanıp verilerdeki değişimin genel veya lokal olup olmadığı ve zamana bağlı olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Akarçay, Su kalitesi, İstatistik, Korelasyon

1.GİRİŞ

Su kaynakları planlamasında için yüzeysel suların miktarı ile birlikte kalitesinin de belirlenmesi ve kontrol edilmesi gerekmektedir. Su kirliliğine sebep olan maddelerin üretimi bugün dursa bile suların mevcut kirliliğinin hemen ortadan kalkması mümkün olmadığından, kirliliğin artışının önlenmesi ve mevcut kirlenmenin ortadan kaldırılabilmesi için öncelikle yapılması gereken şey kirletici maddelerin yüzeysel sulara atımını takip ve kontrol etmektir. Takip ve kontrol işlemi ise yüzeysel sularda kalite ölçümü yapılmasını ve elde edilen verilerin istatistik yöntemlerle analiz edilmesini zorunlu hale getirmiştir [1].

Bu çalışmada nüfusu yaklaşık 800.000 olan Akarçay havzasında bulunan ve havza ile aynı ada sahip Akarçayda 1991 yılından itibaren yapılan su kalitesi Fiziksel ve İnorganik-Kimyasal parametrelerin istatistik analizi yapılarak kıta içi su kaynaklarının sınıflandırma kriterleri kullanılarak akarsuyun mevcut kirlilik durumu ortaya konmuştur[2].

İstatistik analizi için verilerin tanımlayıcı istatistikleri bulunmuş ve kalite değişkenlerinin zamana göre artış veya azalışlarını belirlemek amacıyla korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Hesaplar için SPSS 11.0 istatistik paket programı kullanılmıştır[3].

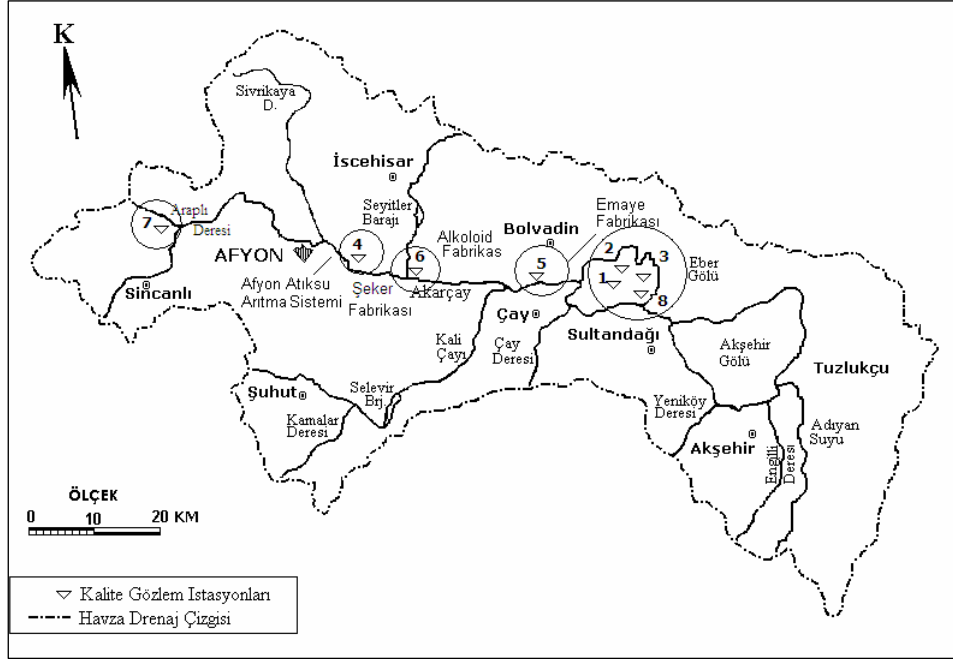
2. MATERYAL VE METOT

2.1. Akarçay Havzası

Toplam drenaj alanı 7337 km²Akarçay havzası kapalı bir havza olup KB-GD doğrultusunda 160 km, bu doğrultuya dik doğrultuda 70 km uzunluğa sahiptir (Şekil 1). Havzanın en önemli akarsuyu akarçaydır [2, 4]. Bölgenin yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlı geçmektedir. Havzada Depresyonik, Orografik ve Konvektif yağış tiplerinin her üçü de meydana gelmektedir. Yıllık ortalama yağış 442,2mm

dir. Ortalama sıcaklık 11.2 °C, en sıcak ayın ortalama sıcaklığı 21.7°C ile Temmuz, en soğuk ay -0.5°C ile Ocak ayıdır [5].

Afyon, et işleme sanayii, mezbaha ve kombina sayısı bakımından Türkiye'nin önde gelen illerindedir. Bu tesislerde hem Afyonun hem komşu il ve ilçelerin hayvanlarının kesimi yapılmaktadır. Havzada 4 adet sıcak su kaynağı olup termal turizmi hızla gelişmektedir. Kaplıca suları N, K, Ca, Mg, Cl, HCO₃ ve SO₄ içerirler. Kaplıca suları ile 4500 adet evin ısıtılması sağlanmaktadır. Akarçay üzerinde 264 ton/yıl üretim kapasiteli şeker fabrikası ve 87.5 ton/yıl üretim kapasiteli Alkol fabrikası bulunmaktadır.



Şekil 1. Akarçay havzası su kalitesi gözlem istasyonları.

2.2. Veriler

Havzada Devlet Su İşleri tarafından 1991 yılından günümüze Su Kirliliği Kontrolü yönetmeliğinde bildirilen 13 Fiziksel ve inorganik Kimyasal Parametreden 11 tanesi için ölçüm yapılmaktadır [6]. Tablo 1'de Fiziksel ve inorganik Kimyasal Parametrelerin kalite sınıfları için sınır değerleri verilmiştir. Ölçüm yapılan parametreler: Sıcaklık (°C), pH, Çözünmüş oksijen[DO], Klorür iyonu[Cl], Sülfat iyonu [SO₄], Amonyum azotu [NH₃-N], Nitrit azotu[NO₂-N], Nitrat azotu[NO₃-N], Toplam fosfor, Toplam çözünmüş madde[TDS], Renk (Pt-Co), Sodyum [Na].

Tablo 1. Fiziksel ve inorganik Kimyasal Parametreler [6].

	Fiziksel ve İnorganik-Kimyasal Parametreler	I. SINIF	II. SINIF	III. SINIF	IV. SINIF
1.	Sıcaklık (°C)	25	25	30	>30
2.	pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	<6, 9> dışında
3.	Çözünmüş oksijen[DO]	8	6	3	<3
4.	Oksijen doygunluğu %	90	70	40	>40
5.	Klorür iyonu[Cl]	25	200	400	>400
6.	Sülfat iyonu [SO ₄]	200	200	400	>400
7.	Amonyum azotu [NH ₃ -N]	0.2	1	2	>2
8.	Nitrit azotu[NO ₂ -N]	0.002	0.01	0.05	>0.05
9.	Nitrat azotu[NO ₃ -N]	5	10	20	>20
10.	Toplam fosfor	0.02	0.14	0.65	>0.65
11.	Toplam çözünmüş madde[TDS]	500	1500	5000	>5000
12.	Renk (Pt-Co)	5	50	300	>300
13.	Sodyum [Na]	125	125	250	>250

Ölçümler 8 istasyonda devam ettirilmektedir. Bu istasyonlar: 1 Akarçay Eber Göl Ortası (Donbay); 2 Akarçay Eber Gölü-Oğuz Höyüğü (Kocakandıralık); 3 Akarçay Eber Gölü-Yalı Mevkii; 4 Akarçay-Afyon Kanalizasyonu Sonrası; 5 Akarçay-Bolvadin Köprüsü; 6 Akarçay-Şeker Fabrikası Sonrası; 7 Araplı Deresi-Akarçay Öncesi; 8 Eber Gölü-Eber Regülatörü.

3. BULGULAR

Su kalitesinin Fiziksel ve İnorganik-Kimyasal Parametreleri kapsamında su kirliliği kontrol yönetmeliğinde bildirilen 13 parametrenin 11 tanesinin verileri kullanılarak tanımlayıcı istatistikler hesaplanmış, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nde verilen sınır değerlere göre parametrelerin kalite sınıfları belirlenmiş sonuçlar Tablo 1 ve Şekil 2'de verilmiştir. Verilerin ortalama değerlerinin 8 istasyondaki toplam değere oranı Şekil 3'de verilmiştir. Parametre gözlemlerinin hem zaman ve hem diğer istasyonlardaki gözlem değerleriyle olan korelasyon hesapları ise Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Tanımlayıcı istatistikler.

	N	Veri Aralığı	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	Çarpıklık	Kurtosis
CL_01	55	866,00	9,60	875,60	129,32	209,45	2,43	5,06
CL_02	52	670,00	28,40	698,40	144,60	120,47	2,68	9,00
CL_03	51	322,60	16,30	338,90	143,82	77,25	0,36	-0,40
CL_04	38	964,90	25,90	990,80	180,86	174,72	3,06	12,11
CL_05	42	284,00	,30	284,30	93,47	52,24	1,38	3,38
CL_06	54	285,30	5,70	291,00	76,23	52,53	1,69	4,76
CL_07	53	207,00	11,70	218,70	83,03	42,44	1,16	2,08
CL_08	47	289,58	,42	290,00	110,94	70,40	0,48	-0,10
Renk_01	36	155,00	5,00	160,00	13,33	26,46	5,21	28,89
Renk_02	5	40,00	20,00	60,00	36,00	15,17	1,12	1,46
Renk_03	5	120,00	20,00	140,00	86,00	44,50	-0,61	0,81
Renk_04	6	320,00	30,00	350,00	130,33	133,35	1,18	-0,25
Renk_05	41	408,50	5,00	413,50	46,79	69,56	3,97	19,56
Renk_06	49	295,00	5,00	300,00	34,49	53,03	3,28	13,03
Renk_07	48	155,00	5,00	160,00	32,77	35,52	2,10	5,14
Renk_08	38	364,50	5,00	369,50	40,43	62,38	4,23	21,53
DO_01	52	12,20	,80	13,00	8,51	2,41	-0,88	1,14
DO_02	49	58,10	,30	58,40	5,55	8,61	5,11	30,59
DO_03	50	18,00	,20	18,20	5,27	4,17	1,07	0,79
DO_04	48	21,68	,50	22,18	7,97	6,35	0,63	-0,84
DO_05	40	33,80	,80	34,60	7,35	5,43	3,65	16,70
DO_06	46	20,00	,00	20,00	6,57	4,28	1,43	3,30
DO_07	45	20,00	,00	20,00	6,57	3,68	1,50	3,26
DO_08	41	62,70	,00	62,70	9,70	9,39	4,69	26,40
NA_01	56	729,10	6,90	736,00	112,07	178,83	2,45	5,15
NA_02	52	634,80	32,20	667,00	168,19	114,76	2,28	7,07
NA_03	51	384,10	29,90	414,00	164,62	88,05	0,61	0,12
NA_04	37	1695,10	29,90	1725,00	282,41	347,15	3,10	10,17
NA_05	42	358,10	9,90	368,00	122,98	68,88	1,33	3,07
NA_06	54	256,00	8,50	264,50	95,40	58,33	0,97	1,11
NA_07	53	277,60	26,00	303,60	112,96	54,26	1,20	2,44

Tablo 2. Tanımlayıcı istatistikler (devamı).

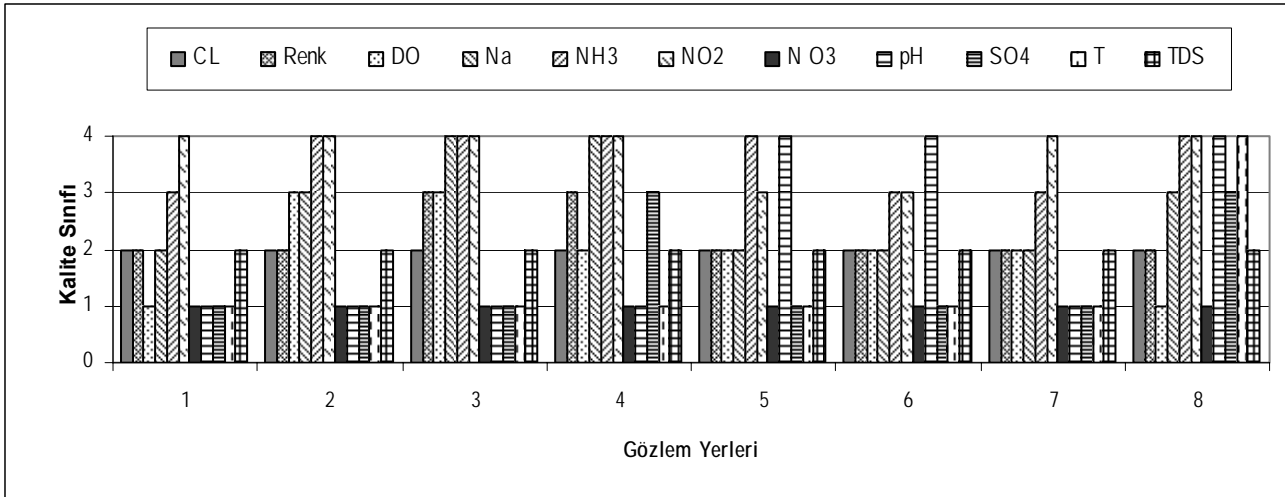
	N	Veri Aralığı	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	Çarpıklık	Kurtosis
NA_08	47	606,10	3,40	609,50	189,67	134,61	1,44	2,11
NH3_01	56	7,62	,00	7,62	1,13	1,69	2,31	5,08
NH3_02	52	49,48	,02	49,50	12,95	13,24	1,16	0,33
NH3_03	52	129,97	,03	130,00	15,75	22,51	3,17	12,93
NH3_04	51	85,40	,00	85,40	9,41	15,67	3,23	12,14
NH3_05	42	15,24	,01	15,25	2,16	3,47	2,83	7,85
NH3_06	54	13,25	,00	13,25	1,40	2,10	3,82	19,09
NH3_07	53	8,50	,00	8,50	1,30	1,46	2,63	10,69
NH3_08	48	152,40	,00	152,40	6,47	24,99	5,20	27,76
NO2_01	56	,49	,00	,49	0,07	0,11	2,66	7,00
NO2_02	51	2,58	,00	2,58	0,23	0,47	3,60	14,15
NO2_03	52	72,00	,00	72,00	1,64	9,97	7,17	51,54
NO2_04	51	6,01	,00	6,01	0,37	1,07	4,20	18,00
NO2_05	42	,54	,00	,54	0,04	0,09	5,06	28,38
NO2_06	54	,25	,00	,25	0,04	0,05	2,70	7,83
NO2_07	53	,80	,00	,80	0,05	0,12	5,01	28,67
NO2_08	48	9,50	,00	9,50	0,27	1,39	6,54	43,84
NO3_01	55	12,60	,00	12,60	1,48	1,67	5,65	38,02
NO3_02	52	6,75	,00	6,75	0,69	1,08	3,77	19,00
NO3_03	52	5,39	,00	5,39	0,65	1,04	3,21	11,09
NO3_04	51	3,28	,00	3,28	0,56	0,62	2,26	7,02
NO3_05	42	6,41	,00	6,41	0,54	1,24	3,82	15,15
NO3_06	54	1,72	,00	1,72	0,33	0,40	2,04	4,17
NO3_07	53	5,10	,00	5,10	0,58	1,02	3,49	13,44
NO3_08	48	21,60	,00	21,60	1,06	3,19	6,01	38,72
PH_01	69	9,00	3,00	12,00	7,68	1,11	,59	8,64
PH_02	52	2,61	6,29	8,90	7,57	,48	,11	,71
PH_03	52	2,40	6,50	8,90	7,57	,50	-,16	,41
PH_04	37	3,40	7,00	10,40	8,21	,81	,66	,24
PH_05	41	3,10	6,70	9,80	8,32	,67	,14	,02
PH_06	53	3,20	7,10	10,30	8,34	,74	,94	,59
PH_07	53	3,10	6,70	9,80	8,23	,63	,41	,57
PH_08	43	3,60	7,00	10,60	8,44	,73	,50	,92
SO4_01	56	432,20	9,00	441,20	79,68	72,61	3,58	14,50
SO4_02	51	229,80	12,00	241,80	96,24	55,72	0,98	0,27
SO4_03	52	327,10	20,10	347,20	105,45	69,53	1,66	2,95
SO4_04	51	3496,88	7,12	3504,00	327,82	572,08	4,40	21,39
SO4_05	41	360,10	39,90	400,00	125,53	73,46	2,11	5,14
SO4_06	54	256,60	23,40	280,00	103,57	52,79	1,29	1,85
SO4_08	45	2624,70	,30	2625,00	331,52	539,56	3,06	9,40
SO4_07	52	645,50	24,50	670,00	131,92	131,85	3,15	9,81
T_01	56	31,00	1,00	32,00	13,77	7,59	0,40	-0,37

i: i. gözlem yeri.

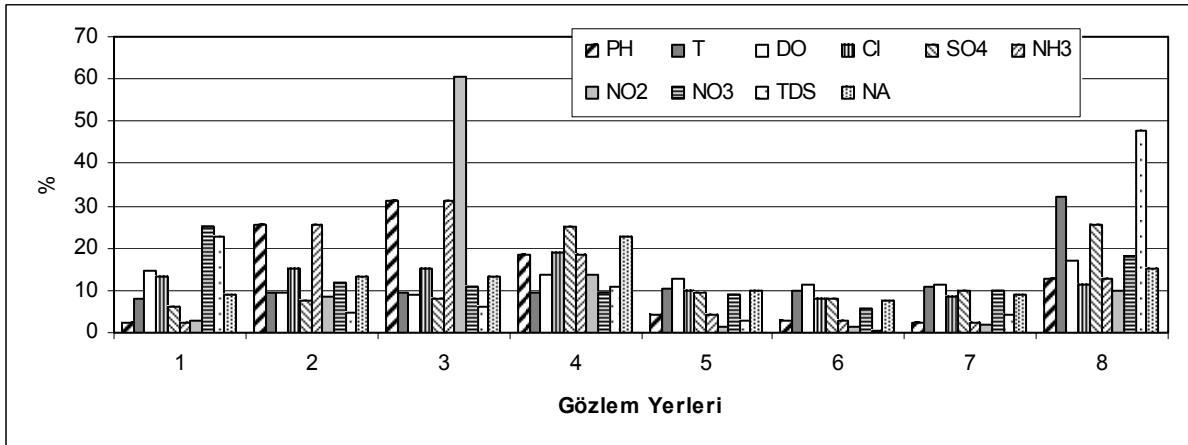
Tablo 2. Tanımlayıcı istatistikler (devamı).

	N	Veri Aralığı	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	Çarpıklık	Kurtosis
T_03	51	29,00	3,00	32,00	15,52	7,47	0,04	-1,14
T_02	52	26,00	4,00	30,00	16,04	6,66	-0,08	-1,13
T_04	37	27,00	1,00	28,00	16,05	8,00	-0,18	-1,46
T_05	12	17,10	7,90	25,00	17,74	5,86	-0,74	-0,82
T_06	16	22,60	2,40	25,00	16,76	6,69	-0,72	-0,32
T_07	11	17,00	8,00	25,00	18,36	5,09	-0,83	0,23
T_08	41	32,00	1,00	33,00	34,32	7,90	,20	-96
TDS_01	56	2708,00	23,00	2731,00	668,62	587,26	2,32	4,76
TDS_02	48	1964,00	276,00	2240,00	830,27	377,19	1,46	3,41
TDS_03	48	1561,00	95,00	1656,00	894,04	334,25	-0,20	-0,39
TDS_04	48	8892,00	337,00	9229,00	1334,56	1413,00	4,35	21,99
TDS_05	42	6643,40	3,00	6646,40	734,13	980,38	5,57	34,17
TDS_06	49	836,00	244,00	1080,00	597,62	184,84	0,43	-0,05
TDS_07	50	1561,88	4,12	1566,00	659,23	258,22	0,91	3,12
TDS_08	44	3403,00	14,00	3417,00	868,70	733,35	2,29	5,78

_i: i. gözlem yeri.



Şekil 2. Su kalitesi Fiziksel ve İnorganik-Kimyasal parametrelerin kalite sınıfları.



Şekil 3. Su kalitesi Fiziksel ve İnorganik-Kimyasal parametrelerin ortalama değerlerinin aynı parametrenin diğer gözlem yerlerindeki ortalamalarının toplamına oranları.

Cl	Z	1	2	3	4	5	6	7	8
Z				,386	,396	,467	,353	,357	
1					,366				,358
2				,700					
3	,386		,700		,507	,456	,341	,444	
4	,396	,366		,507		,569	,352		
5	,467			,456	,569		,633	,793	
6	,353			,341	,352	,633		,458	
7	,357			,444		,793	,458		
8		,358							

Renk	Z	1	2	3	4	5	6	7	8
Z							,496	,606	
1								,532	
2									
3									
4									
5							,330	,396	
6	,496					,330		,880	
7	,606	,532				,396	,880		
8									

DO	Z	1	2	3	4	5	6	7	8
Z									
1				,339					
2						,528			
3		,339			,601				
4				,601					
5			,528					,475	
6								,528	
7						,475	,528		
8									

Na	Z	1	2	3	4	5	6	7	8
Z			,274	,423		,478	,542	,359	
1					,502				
2	,274			,767					
3	,423		,767		,396	,573	,487	,385	
4		,502		,396		,549	,385	,649	
5	,478			,573	,549		,809	,747	
6	,542			,487	,385	,809		,570	
7	,359			,385	,649	,747	,570		
8									

NH ₃	Z	1	2	3	4	5	6	7	8
Z			-.38						
1						,351			
2	-.38			,605		,514	,471	,556	
3			,605		,448				
4				,448					
5		,351	,514				,608	,837	
6			,471			,608		,818	
7			,556			,837	,818		
8									

NO ₂	Z	1	2	3	4	5	6	7	8
Z								-.29	
1								,556	
2					,329		,534		
3									
4			,329				,438		
5								,832	
6			,534		,438				,403
7	-.29	,556					,832		
8							,403		

NO ₃	Z	1	2	3	4	5	6	7	8
Z									
1						,469		,645	
2				,596			,344	,655	
3			,596		,428		,402	,425	
4				,428			,346		
5		,469						,564	
6			,344	,402	,346			,472	
7		,645	,655	,425		,564	,472		
8									

pH	Z	1	2	3	4	5	6	7	8
Z		,537	,358			,373	,320		
1	,537		,311						
2	,358	,311						,364	
3					,463				
4				,463				,534	
5	,373						1,00		
6	,320					1,00			
7			,364		,534				
8									

SO ₄	Z	1	2	3	4	5	6	7	8
Z			,292						
1									
2				,577					
3			,577						
4							,438	,424	
5							,745	,899	
6						,438	,745		
7					,424	,899	,700		
8									

T	Z	1	2	3	4	5	6	7	8
Z									
1			,778	,883	,879	,794		,791	
2		,778		,866	,786	,743			
3		,883	,866		,967	,869	,676	,825	
4		,879	,786	,967		,832	,825	,778	
5		,794	,743	,869	,832			1,00	
6			,676	,825					
7		,791		,825	,778	1,00			
8									

Tablo2. devamı [%5 güven seviyesinde anlamlı korelasyon katsayıları (Z: Zaman)].

TDS	Z	1	2	3	4	5	6	7	8
Z							.318		
1				.330	.362				
2				.705					
3		.330	.705		.349	.328		.320	
4		.362		.349				.514	
5				.328				.481	
6	.318							.571	
7				.320	.514	.481	.571		
8									

4.DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Fiziksel ve İnorganik Kimyasal parametrelerin gözlem yapılan 11 tanesi için istatistik testler yapılmış, verilerin ortalama değerleri kullanılarak kalite sınıfları belirlenmiştir. Ortalama değerlerin karşılaştırılabilmesi için parametre bazında tüm istasyonlardaki gözlem değerleri toplanıp, her bir parametrenin bu toplamlar içindeki oranı hesaplanmıştır. Verilerdeki değişimin genel veya lokal olup olmadığı ve zamana bağlı olup olmadığını tespit edebilmek için korelasyon katsayıları hesaplanmıştır.

Şekil 2'den NO₂ ve NH₃ parametrelerinin havza bazında genellikle 3 ve 4. kalite sınıfında olduğu diğer parametrelerin değişik sınıflara ait olduğu görülmektedir. Bu sebeple bu iki parametrenin artışına sebep olan kirletici kaynakların öncelikle takip ve kontrol edilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Oran hesaplamalarında 8 gözlem kullanıldığından her bir parametrenin oranı %12,5'ten daha büyük olduğunda fark edilir bir artış göstermiş olduğu söylenebilir. Eber gölü su kalitesini yansıtan 1, 2, 3 ve 8 nolu örnekleme yerleri için 3 nolu örnekleme yerinde NO₂, 8 nolu örnekleme yerinde TDS parametreleri diğer gözlem yerlerindeki aynı ölçümlere göre %50'ye varan artış görülmektedir.

Çarpıklık ve kurtosis katsayılarının normal dağılım kriterlerine uymamaktadır. Bununla beraber verilerin normal dağılıma uyduğu kabul edilerek yapılan korelasyon analizinde bazı parametrelerin değişik gözlem

yerlerinde zamana bağlı hareket ettiği görülmüştür (Tablo 2). Cl, Na ve pH için zamana bağlılığın birden fazla gözlem yerinde ortaya çıktığı söylenebilir. Ancak Tablo 2'den de görülebileceği gibi korelasyon katsayıları küçük değerlerde olduğundan determinasyon katsayıları da küçük olmaktadır. Bu sebeple istatistik açıdan anlamlı olmakla beraber zamana bağlı değişimin küçük değerlerde olduğunu ifade etmek gerekir [7].

Parametrelerin gözlem yerlerine göre korelasyon hesaplamaları memba mansap ilişkisinin parametre değerlerine yansıtıp yansımadığını belirlemek için gereklidir. Tablo 2, Şekil 1 göz önünde bulundurularak incelendiğinde parametre değerlerinin mambadaki örnek yerinden gelip gelmediğine ışık tutacaktır. Bu açıdan, memba mansap ilişkisi içinde bulunan örnekleme yerlerinden 7, 4, 5, 6 nolu örnekleme yerleri arasında değişik parametrelerde anlamlı korelasyonlara rastlanılmaktadır. Akarçay göl girişinde bulunan örnekleme yeri parametre değerleri ile bu örnekleme yerine en yakın 1 nolu örnekleme yeri arasında su sıcaklığı hariç anlamlı korelasyon olmaması göldeki başlıca kirlilik kaynağının Akarçay'dan başka bir kaynaktan veya Akarçayın örnekleme yerinden sonra olabileceğini ifade etmektedir.

5.KAYNAKLAR

1. Halkman, A.K., 1991. Tarım Mikrobiyolojisi, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: No1214, ss.82.
2. Tezcan L, 1998. Revize Hidrojeolojik Etütler Kapsamında Akarçay Havzası Hidrojeolojisi ve Yer altı Suyu Akım Modeli Projesi 1. Ara Rapor, Hacettepe Üniversitesi UKAM, 73.
3. SPSS 11.0, 2001, Statistical Pacaged Program,Lead Technologies Inc.
4. Tezcan, L., 1999. Akarçay Havzası Hidrojeolojisi ve Yeraltısuyu Akım Modeli, Hacettepe Üniversitesi Uluslararası Karst su Kaynakları uygulama ve Araştırma Merkezi, Proje 2. Ara raporu, Ankara, 180s.
5. DSİ, 1998. Eber-Akşehir Projesi Hidroloji Revize Raporu, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, XVIII. Bölge Müdürlüğü, Isparta.
6. Su Kırılığı Kontrolü Yönetmeliğı, 1998, Resmi Gazete, s.13-74, no:19919.
7. Köksal, B.A., 1998. İstatistik Analiz Metotları Çağlayan Kitabevi, İstanbul, 403.