T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇANAKKALE (TÜRKİYE) VE İLÇELERİNDEKİ AÇIK VE KAPALI YÜZME HAVUZLARINDA BAZI SU KALİTE PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ

Tolga UYSAL

Kimya Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: **26/06/2014**

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Selehattin YILMAZ

ÇANAKKALE

Tolga UYSAL tarafından Prof.Dr. Selehattin YILMAZ yönetiminde hazırlanan ve **26/06/2014** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan "**Çanakkale (Türkiye) ve ilçelerindeki açık ve kapalı yüzme havuzlarında bazı su kalite parametrelerinin belirlenmesi**" başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Kimya Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

JÜRİ

Prof.Dr. Selehattin YILMAZ ……

Başkan

Doç.Dr. Muhammet TÜRKOĞLU ……

Üye

Doç.Dr. Osman DAYAN ……

Üye

Sıra No :

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Tolga UYSAL

TEŞEKKÜR

Bu tezin konusunu planlayan, tezin hazırlanmasında ve yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım, her zaman yardım ve desteğini gördüğüm değerli hocam Sayın Prof. Dr. Selehattin YILMAZ'a teşekkürlerimi sunarım.

Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi'nde Doç. Dr. Muhammet TÜRKOĞLU'na öneri ve yorumları ile sağladığı katkılar için teşekkür ederim.

Laboratuvar çalışmalarımda ve yüksek lisans eğitimim boyunca verdiği destekten dolayı Çanakkale Halk Sağlığı Laboratuvar Müdür'ümüz Biyolog Dursun CENGİZ'e teşekkür ederim.

Tezin hazırlanması aşamasında her zaman yardımcı olan işyeri arkadaşım Biyolog Yılmaz UZUNOĞLU'na teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca benden maddi ve manevi desteğini esirgemeyen eşim Biyolog Diğdem UYSAL'a teşekkür ederim.

Tolga UYSAL

Çanakkale, Haziran 2014

SİMGELER VE KISALTMALAR

UHE	Ulusal Havuz Enstitüsü
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
EPA	Çevre Koruma Ajansı
TS	Türk Standartı
H_2SO_4	Sülfirik asit
HCl	Hidroklorik asit
%	Yüzde değer
USEPA	Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı
DIN	Alman Standartlar Enstitüsü
nm	Nanometre (Dalgaboyu birimi)
$CaCO_3$	Kalsiyum karbonat
UV/VIS	Ultraviyole-Görünür bölge
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
APHA	Amerikan Halk Sağlığı Ajansı
ISO	Uluslarasası Standartlar Organizasyonu
IR	İnfrared
THM	Trihalometan
HAA	Haloasetik asit
NSPF	Ulusal Yüzme Havuzu Kuruluşu
CyA	Siyanürik asit
SK	Serbest klor
BK	Bağlı klor
TK	Toplam klor
DD	Dezenfeksiyon değeri

NH_4^+	Amonyum
NO_2^-	Nitrit
NO_3^-	Nitrat
DPD 1	N-N-dietil fenilendiamin
DPD 3	Potasyum iyodidin
HOCl	Hipoklöröz asit
OCl	Hipoklorit
NaOCl	Sodyum hipoklorit
$Ca(OCl)_2$	Kalsiyum hipoklorit
Cu	Bakır
Al	Alüminyum
$NaCl_2(NCO)_3.2H_2O$	Sodyumdikloroizoosiyanurat
$(ClNCO)_3$	Triklorizosiyanürik asit
$Al(OH)_3$	Alüminyum hidroksit
$Fe(OH)_2$	Demir hidroksit
$Al_2(SO_4)_3$	Alüminyum sülfat

ÖZET

ÇANAKKALE (TÜRKİYE) VE İLÇELERİNDEKİ AÇIK VE KAPALI YÜZME HAVUZLARINDA BAZI SU KALİTE PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ

Tolga UYSAL
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Kimya Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi
Danışman : Prof. Dr. Selehattin YILMAZ
26/06/2014, 98

Bu çalışmada, Çanakkale şehir merkezi ve ilçelerindeki 44 yüzme havuzunda bazı anyon (NO_2^-, NO_3^-), katyon (NH_4^+) ve bazı metallerin (Al ve Cu) konsantrasyonları mg/L olarak ultraviyole-görünür bölge (UV-VIS) spektroskopisi yöntemiyle tayin edildi. Spektrofotometre ile yapılan analizlerde EPA, APHA, ISO ve DIN standartlarıyla eşdeğer Merck kitleri kullanıldı. Serbest klor (SK), bağlı klor (BK) ve toplam klor (TK) miktarları, DPD 1 (N-N-dietil fenilendiamin) ve DPD 3 (Potasyum iyodin) tablet testler kullanılarak komparatörde kolorimetrik yöntemle mg/L olarak belirlendi. Toplam alkalinite ve Siyanürik asit (CyA) miktarları fotometre ile yapılan ölçümlerle mg/L olarak belirlendi. Fiziko-kimyasal parametreler (pH ve sıcaklık) potansiyometrik yöntemlerle tayin edildi. Analiz sonuçlarının yaz döneminde aylık olarak değişimi incelendi, bu değerlerin Sağlık Bakanlığı ve diğer ülkelerin standartlarında belirtilen limit değerlere uygunluğu değerlendirildi. NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-, Al, Cu, SK, BK, toplam alkalinite, CyA için en yüksek derişimler sırasıyla; 0.9992 mg/L, 0.2767 mg/L, 76.8442 mg/L, 0.6522 mg/L, 2.2162 mg/L, 5.00 mg/L, 0.55 mg/L, 391 mg/L, 725 mg/L olarak bulundu. NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-, Al, Cu, SK, BK, toplam alkalinite, CyA, pH, sıcaklık ölçüm sonuçlarının Sağlık Bakanlığı limit değerlerine göre uygunsuz numune sayısı ve oranı sırasıyla; 4 (%3.03), 0 (%0), 3 (%2.27), 3 (%2.27), 1 (%0,75), 23 (%17.42), 2 (%1.51), 26 (%19.70), 43 (%32.58), 12 (%9.09), 7 (%5.30) olarak tespit edildi.

Anahtar sözcükler: Çanakkale, Havuz suyu, DPD, Toplam alkalinite, CyA

ABSTRACT

DETERMINATION OF SOME WATER QUALITY PARAMETERS IN INDOOR AND OUTDOOR SWIMMING POOLS IN ÇANAKKALE (TURKEY)

Tolga UYSAL
Çanakkale Onsekiz Mart University
Graduate School
Chair For Chemistry Thesis of Master of Science
Advisor : Prof. Dr. Selehattin YILMAZ
26/06/2014, 98

In this study, concentrations of some anions (NO_2^-, NO_3^-), cations (NH_4^+,), some metals (Al and Cu) as mg/L were determined with ultraviolet-visible (UV-VIS) spectroscopy method in 44 swimming pools in Çanakkale city center and the surrounding towns. By spectrophotometric method for the analysis, the EPA, APHA, ISO and DIN standards equivalent to Merck kits were used. Free chlorine (SK), residual chlorine (UK) total chlorine (TC) quantities, DPD 1 (N-N-diethyl-phenylenediamine) and DPD 3 (potassium iodide) tablets using tests comparators colorimetric method mg/L respectively. Total alkalinity and the amount of cyanuric acid (CyA) measurements made with the photometer mg/L respectively. Physico-chemical parameters (pH and temperature) was determined by potentiometric methods. The monthly changes of analysis results were examined during the summer months, the standards of these values were evaluated for limit values of the Ministry of Health and other countries. NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-, Al, Cu, SK, BK, total alkalinity, CyA the highest concentrations of respectively; 0.9992 mg/L, 0.2767 mg/L, 76.8442 mg/L, 0.6522 mg/L, 2.2162 mg/L, 5.00 mg/L, 0.55 mg/L, 391 mg/L, 725 mg/L was found. NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-, Al, Cu, SK, BK, total alkalinity, CyA, pH, temperature limit values were identified according to the Ministry of Health of the measurement results and the rate of inappropriate number of samples, respectively are; 4 (3.03%), 0 (0%), 3 (2.27%), 3 (2.27%), 1 (0.75%), 23 (17.42%), 2 (1.51%), 26 (19.70%), 43 (32.58%), 12 (9.09%), 7 (5.30%).

Keywords: Canakkale, Pool water, DPD, total alkalinity, CyA

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ SINAV SONUÇ FORMU ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI iii
TEŞEKKÜR iv
SİMGELER VE KISALTMALAR v
ÖZET vii
ABSTRACT viii
ŞEKİLLER DİZİNİ xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ xviii
BÖLÜM 1 – GİRİŞ 1
1.1. Havuz Türleri 2
1.1.1. Konumuna göre havuzlar 2
1.1.2. Kullanım amacına göre havuzlar 2
1.1.3. Yapım tekniğine göre havuzlar 3
1.1.4. Kullanım suyuna göre havuzlar 3
1.1.5. Taşma tekniğine göre havuzlar 3
1.1.6. Besleme şekline göre havuzlar 3
1.2. Havuz Akışı 3
1.3. Havuz Suyunda Bulunan Başlıca Maddeler 4
1.4. Havuzlarda Kirlilik 4
1.5. Havuz Doldurma Suyunun Özellikleri 5
1.6. Yüzme Havuzu Tekniğinde Yöntem Kombinasyonları 7
1.6.1. Adsorbsiyon 7
1.6.2. Flokulasyon 7
1.6.3. Filtrasyon 8
1.6.4. Dezenfeksiyon ve oksidasyon 9
1.7. Dezenfeksiyon Değeri Hesaplaması 10
1.8. Dezenfeksiyon Yöntemleri 10
1.8.1. Klor ile dezenfeksiyon 11
1.8.1.1. Sodyum Hipoklorit (Sıvı klor) 14
1.8.1.2. Kalsiyum hipoklorit 15
1.8.1.3. Sodyumdiklorizosiyanurat ve Triklorizosiyanürikasit 15

1.8.1.4. Gaz klor 16
1.8.2. Potasyum permanganat 16
1.8.3. Gümüş, civa, kobalt, bakır ve nikel iyonları 17
1.8.4. İyot, brom 17
1.8.5. Ozon 17
1.8.6. UV 17
1.9. Havuz Sularının Fiziko-kimyasal ve Kimyasal Analizi 18
1.9.1. Sıcaklık 19
1.9.2. pH 19
1.9.3. Amonyum ve nitrit 20
1.9.3.1. Havuz suyunda azot kaynakları 21
1.9.3.2. Azot mineralizasyonu (Amonifikasyon) 22
1.9.3.3. Nitrifikasyon 22
1.9.4. Nitrat 23
1.9.5. Alüminyum 24
1.9.6. Bakır 24
1.9.7. Siyanürik asit 25
1.9.8. Serbest klor, bağlı klor ve toplam klor 27
1.9.8.1. Klor şoklaması 28
1.9.9. Toplam alkalinite 28
1.10. Havuz Suyunda Yosun Oluşumu 29
1.11. Havuz Kimyasalları Kullanımı ve Ölçümleri 30
1.11.1. pH düşürücü kullanımı 30
1.11.2. Yosun önleyici 30
1.11.3. Berraklaştırıcı(parlatıcı) 30
1.11.4. Çöktürücü 30
1.11.5. pH yükseltici kullanımı 30
1.12. Havuz Problemleri ve Çözümleri 30
1.12.1. Mekanik problemler 31
1.12.2. Kimyasal problemler 31
1.12.2.1. Taze su ile gelen problemler 31
1.12.2.2. Kullanılan kimyasallardan kaynaklanan problemler 31
1.12.2.3. Yetersiz ve doğru kullanılmayan kimyasaldan kaynaklanan problemler 31

1.13. Havuzlardan Bulaşabilecek Hastalıklar 33
1.14. Havuz Suyu Analizlerinde Bazı Avrupa Ülkelerinin Kullandığı Limit Değerler 36
BÖLÜM 2 – ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 37
BÖLÜM 3 – MATERYAL VE YÖNTEM 43
3.1. Materyal 43
3.1.1 Kullanılan kitler ve tablet testler 43
3.1.2. Kullanılan cihaz ve aletler 44
3.2. Havuz Suyu Örneklerinin Alınması 45
3.3. Havuz Suyu Fiziksel ve Kimyasal Analiz Parametreleri 46
3.3.1. Amonyum tayini 46
3.3.1.1. Yöntem 46
3.3.1.2. Analiz aşamaları 47
3.3.1.3. Karakteristik kalite verileri 48
3.3.2. Nitrit tayini 49
3.3.2.1. Yöntem 49
3.3.2.2. Analiz aşamaları 49
3.3.2.3. Karakteristik kalite verileri 50
3.3.3. Nitrat tayini 51
3.3.3.1. Yöntem 51
3.3.3.2. Analiz aşamaları 51
3.3.3.3. Karakteristik kalite verileri 52
3.3.4. Alüminyum tayini 53
3.3.4.1. Yöntem 53
3.3.4.2. Analiz aşamaları 53
3.3.4.3. Karakteristik kalite verileri 55
3.3.5. Bakır tayini 55
3.3.5.1. Yöntem 55
3.3.5.2. Analiz aşamaları 55
3.3.5.3. Karakteristik kalite verileri 57
3.3.6. Toplam alkalilik 57
3.3.7. Siyanürik asit 58
3.3.8. Serbest klor, bağlı klor ve toplam klor 58
3.3.8.1. Analiz aşamaları 59

3.3.9. pH ve sıcaklık ölçümü 60
BÖLÜM 4 – ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA 61
4.1. Analiz Sonuçlarının Aylık Değişimi 61
4.2. Amonyum Konsantrasyonunun Değişimi 64
4.3. Nitrit Konsantrasyonunun Değişimi 66
4.4. Nitrat Konsantrasyonunun Değişimi 68
4.5. Bakır Konsantrasyonunun Değişimi 70
4.6. Alüminyum Konsantrasyonunun Değişimi 73
4.7. Siyanürik Asit Konsantrasyonunun Değişimi 75
4.8. Toplam Alkalilik Konsantrasyonunun Değişimi 77
4.9. Serbest Klor Konsantrasyonunun Değişimi 80
4.10. Bağlı Klor Konsantrasyonunun Değişimi 82
4.11. Toplam Klor Konsantrasyonunun Değişimi 85
4.12. pH Değerinin Değişimi 87
4.13. Sıcaklık Değerinin Değişimi 89
BÖLÜM 5 – SONUÇLAR VE ÖNERİLER 92
KAYNAKLAR 95
ÖZGEÇMİŞ I

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Dezenfeksiyon işlemlerinde uygulanan yöntemler 10
Şekil 1.2. Havuz suyunda sıcaklığın dezenfeksiyona etkisi 19
Şekil 1.3. pH değişimine bağlı $HOCl^-$ ve OCl^- oranları 20
Şekil 1.4. Azotun su içindeki döngüsü 21
Şekil 1.5. Nitrifikasyon ve denitrifikasyon aşamaları 22
Şekil 1.6. Aerobik şartlarda, kirletilmiş sularda mevcut azot formundaki zamanla oluşan değişimler 23
Şekil 1.7. CyA tautomerik yapısı 25
Şekil 1.8. Siyanürik aside halojen bağlanması 26
Şekil 2.1 β-dikarbonil bileşiklerin α,α-dihalojenizasyonu 39
Şekil 2.2 β-dikarbonil bileşiklerin α-monohalojenizasyonunu 40
Şekil 3.1. Analizlerde kullanılan cihaz ve aletler 44
Şekil 3.2. Çanakkale Merkez, Bozcaada, Eceabat, Gelibolu, Ezine, Çan, Biga ve Yenice'deki havuz suyu örnekleme noktaları 45
Şekil 3.3. Ayvacık Asos, Kadırga Koyu ve Küçükkuyu'daki havuz suyu örnekleme noktaları 46
Şekil 3.4. Amonyum analiz kitlerinin hazırlanması ve spektrofotometrede ölçümü 48
Şekil 3.5. Nitrit analiz kitlerinin hazırlanması ve spektrofotometrede ölçümü 50
Şekil 3.6. Nitrat analiz kitlerinin hazırlanması ve spektrofotometrik ölçümü 52
Şekil 3.7. Aluminyum analiz kitlerinin hazırlanması ve spektrofotometrik ölçümü 54
Şekil 3.8. Bakır analiz kitlerinin hazırlanması ve spektrofotometrik ölçümü 56
Şekil 3.9. Toplam alkalilik analiz kitlerinin hazırlanması ve fotometrik ölçümü 57
Şekil 3.10. Siyanürik asit analiz kitlerinin hazırlanması ve fotometrik ölçümü 58
Şekil 3.11. Serbest klor, bağlı klor ve toplam klor ölçümü renk skalası ve komparatör 59
Şekil 3.12. Serbest klor, bağlı klor ve toplam klor ölçümü analiz aşamaları 60
Şekil 3.13. pH ölçümünün yapıldığı Delta OHM marka pH metre cihazı 60
Şekil 4.1. Çanakkale Merkez'deki yüzme havuzlarında Amonyum konsantrasyonlarının yaz döneminde aylık değişimi 64

Şekil 4.2. Bozcaada, Ezine, Eceabat, Gelibolu, Çan, Yenice ve Biga ilçelerindeki yüzme havuzlarında Amonyum konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi 64
Şekil 4.3. Ayvacık Küçükkuyu mevkindeki yüzme havuzlarında Amonyum konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi 65
Şekil 4.4. Ayvacık Asos ve Kadırga Koyu mevkilerindekiyüzme havuzlarında Amonyum konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi 65
Şekil 4.5. Çanakkale Merkez'deki yüzme havuzlarında Nitrit konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi 66
Şekil 4.6. Bozcaada, Ezine, Eceabat, Gelibolu, Çan, Yenice ve Biga ilçelerindeki yüzme havuzlarında Nitrit konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi 67
Şekil 4.7. Ayvacık Küçükkuyu mevkindeki yüzme havuzlarında Nitrit konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi 67
Şekil 4.8. Ayvacık Asos ve Kadırga Koyu mevkiilerindeki yüzme havuzlarında Nitrit konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi 68
Şekil 4.9. Çanakkale Merkez'deki yüzme havuzlarında Nitrat konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi 68
Şekil 4.10. Bozcaada, Ezine, Eceabat, Gelibolu, Çan, Yenice ve Biga ilçelerindeki yüzme havuzlarında Nitrat konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi 69
Şekil 4.11. Ayvacık Küçükkuyu mevkiindeki yüzme havuzlarında Nitrat konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi 69
Şekil 4.12. Ayvacık Asos ve Kadırga Koyu mevkiilerindeki yüzme havuzlarında Nitrat konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi 70
Şekil 4.13. Çanakkale Merkez'deki yüzme havuzlarında Bakır konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi 71
Şekil 4.14. Bozcaada, Ezine, Eceabat, Gelibolu, Çan, Yenice ve Biga ilçelerindeki yüzme havuzlarında Bakır konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi 71
Şekil 4.15. Ayvacık Küçükkuyu mevkiindeki yüzme havuzlarında Bakır konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi 72
Şekil 4.16. Ayvacık Asos ve Kadırga Koyu mevkiilerindeki yüzme havuzlarında Bakır konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi 72

Şekil 4.17. Çanakkale Merkez'deki yüzme havuzlarında Al konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi 73
Şekil 4.18. Bozcaada, Ezine, Eceabat, Gelibolu, Çan, Yenice ve Biga ilçelerindeki yüzme havuzlarında Aluminyum konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi 73
Şekil 4.19. Ayvacık Küçükkuyu mevkiindeki yüzme havuzlarında Aluminyum konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi 74
Şekil 4.20. Ayvacık Asos ve Kadırga Koyu mevkiilerindeki yüzme havuzlarında Aluminyum konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi 74
Şekil 4.21. Çanakkale Merkez'deki yüzme havuzlarında Siyanürik asit konsantrasyonlarının yaz döneminde aylık değişimi 75
Şekil 4.22. Bozcaada, Ezine, Eceabat, Gelibolu, Çan, Yenice ve Biga ilçelerindeki yüzme havuzlarında Siyanürik Asit konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi 76
Şekil 4.23. Ayvacık Küçükkuyu mevkiindeki yüzme havuzlarında Siyanürik asit konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi 76
Şekil 4.24. Ayvacık Asos ve Kadırga Koyu mevkiilerindeki yüzme havuzlarında Siyanürik asit konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi 77
Şekil 4.25. Çanakkale Merkez'deki yüzme havuzlarında Toplam Alkalinite konsantrasyonlarının yaz döneminde aylık değişimi 78
Şekil 4.26. Bozcaada, Ezine, Eceabat, Gelibolu, Çan, Yenice ve Biga ilçelerindeki yüzme havuzlarında Toplam Alkalinite konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi 78
Şekil 4.27. Ayvacık Küçükkuyu mevkiindeki yüzme havuzlarında Toplam Alkalinite konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi 79
Şekil 4.28. Ayvacık Asos ve Kadırga Koyu mevkiilerindeki yüzme havuzlarında Toplam Alkalinite konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi 79
Şekil 4.29. Çanakkale Merkez'deki yüzme havuzlarında Serbest Klor konsantrasyonlarının yaz döneminde aylık değişimi 80
Şekil 4.30. Bozcaada, Ezine, Eceabat, Gelibolu, Çan, Yenice ve Biga ilçelerindeki yüzme havuzlarında Serbest Klor konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi 81
Şekil 4.31. Ayvacık Küçükkuyu mevkiindeki yüzme havuzlarında serbest klor konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi 81

Şekil 4.32. Ayvacık Asos ve Kadırga Koyu mevkiilerindeki yüzme havuzlarında Toplam Alkalinite konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi 82
Şekil 4.33. Çanakkale Merkez'deki yüzme havuzlarında bağlı klor konsantrasyonlarının yaz döneminde aylık değişimi 83
Şekil 4.34. Bozcaada, Ezine, Eceabat, Gelibolu, Çan, Yenice ve Biga ilçelerindeki yüzme havuzlarında Bağlı Klor konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi 83
Şekil 4.35. Ayvacık Küçükkuyu mevkiindeki yüzme havuzlarında bağlı klor konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi 84
Şekil 4.36. Ayvacık, Asos ve Kadırga Koyu mevkiilerindeki yüzme havuzlarında bağlı klor konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi 84
Şekil 4.37. Çanakkale Merkez'deki yüzme havuzlarında Toplam Klor konsantrasyonlarının yaz döneminde aylık değişimi 85
Şekil 4.38. pH Bozcaada, Ezine, Eceabat, Gelibolu, Çan, Yenice ve Biga ilçelerindeki yüzme havuzlarında Toplam Klor konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi 85
Şekil 4.39. Ayvacık Küçükkuyu mevkiindeki yüzme havuzlarında toplam klor konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi 86
Şekil 4.40. Ayvacık, Asos ve Kadırga Koyu mevkiilerindeki yüzme havuzlarında Toplam Klor konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi..... 86
Şekil 4.41. Çanakkale Merkez'deki yüzme havuzlarında pH değerlerinin yaz döneminde aylık değişimi 87
Şekil 4.42. Bozcaada, Ezine, Eceabat, Gelibolu, Çan, Yenice ve Biga ilçelerindeki yüzme havuzlarında pH değerlerinin yaz döneminde aylık değişimi 87
Şekil 4.43. Ayvacık Küçükkuyu mevkiindeki yüzme havuzlarında pH değerinin yaz döneminde aylık değişimi 88
Şekil 4.44. Ayvacık Asos ve Kadırga Koyu mevkileriindeki yüzme havuzlarında pH değerinin yaz döneminde aylık değişimi 88
Şekil 4.45. Çanakkale Merkez'deki yüzme havuzlarında sıcaklık değerlerinin yaz döneminde aylık değişimi 89
Şekil 4.46. Bozcaada, Ezine, Eceabat, Gelibolu, Çan, Yenice ve Biga ilçelerindeki yüzme havuzlarında sıcaklık değerlerinin yaz döneminde aylık değişimi 90

Şekil 4.47. Ayvacık Küçükkuyu mevkiindeki yüzme havuzlarında sıcaklık değerlerinin yaz döneminde aylık değişimi 90
Şekil 4.48. Ayvacık Asos ve Kadırga Koyu mevkiilerindeki yüzme havuzlarında sıcaklık değerlerinin yaz döneminde aylık değişimi..... 91

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. Havuz suyunda bulunan maddeler 4
Çizelge 1.2. Yüzme havuzlarında kirlilik kaynakları, sağlık riskleri ve giderilme yöntemleri 5
Çizelge 1.3. 1.00 ppm SK, 7,50 pH'da ve havuz suyu sıcaklığının 25.0˚C olduğu koşullarda dezenfeksiyon değeri 10
Çizelge 1.4. Klorun dünyada ve Türkiye'de kullanımı ile ilgili tarihi gelişmeler 12
Çizelge 1.5. $HOCl^-$ ve OCl^- oranının pH'a göre değişimi 13
Çizelge 1.6. Havuzlarda en sık kullanılan dezenfektan maddeler 14
Çizelge 1.7. Sağlık Bakanlığı Yönetmeliği'ne göre ölçümelesi gereken kimyasal parametrelerin max./min. değerleri 18
Çizelge 1.8. Siyanürik asit varlığında serbest klor oranları 26
Çizelge 1.9. Havuz sularında sık rastlanan problemlerin sebep ve çözümleri 32
Çizelge 1.10. Su ile bulaşabilen hastalıklar 35
Çizelge 1.11. Havuz suyu analizlerinde bazı Avrupa ülkelerin kullandığı limit değerler 36
Çizelge 3.1. Spektrofotometrede kullanılan kitler ve ölçüm aralıkları 43
Çizelge 3.2. Lovibond Fotometrede kullanılan tablet testler ve ölçüm aralıkları 43
Çizelge 3.3. Lovibond komparatörde kullanılan tablet testler ve ölçüm aralıkları 44
Çizelge 3.4. Amonyum analizinde kimyasal maddelerin girişim sınır değerleri 47
Çizelge 3.5. Amonyum kitinin üretim kontrolünde, ISO 8466-1 ve 38402 A51 DIN'a göre belirlenmiş kalite verileri 49
Çizelge 3.6. Nitrit analizinde kimyasal maddelerin girişim sınır değerleri 49
Çizelge 3.7. Nitrit kitinin üretim kontrolünde, ISO 8466-1 ve DIN 38402 A51'e göre belirlenmiş kalite verileri 51
Çizelge 3.8. Nitrat analizinde kimyasal maddelerin girişim sınır değerleri 51
Çizelge 3.9. Nitrat kitinin üretim kontrolünde, ISO 8466-1 ve DIN 38402 A51'e göre belirlenmiş kalite verileri 53
Çizelge 3.10. Alüminyum analizinde kimyasal maddelerin girişim sınır değerleri 53
Çizelge 3.11. Alüminyum kitinin üretim kontrolünde, ISO 8466-1 ve DIN 38402 A51'e göre belirlenmiş kalite verileri 55
Çizelge 3.12. Bakır analizinde kimyasal maddelerin girişim sınır değerleri 55

Çizelge 3.13. Bakır kitinin üretim kontrolünde, ISO 8466-1 ve DIN 38402 A51'e göre belirlenmiş kalite verileri 57
Çizelge 4.1. Haziran ayı havuz suyu analiz sonuçları 61
Çizelge 4.2. Temmuz ayı havuz suyu analiz sonuçları 62
Çizelge 4.3. Ağustos ayı havuz suyu analiz sonuçları 63
Çizelge 5.1. Çanakkale il ve ilçelerinde Sağlık Bakanlığı kalite kriterlerine göre kullanımı uygun olmayan havuz sayıları 94
Çizelge 5.2. Çanakkale il ve ilçelerindeki Sağlık Bakanlığı kalite kriterlerine göre CyA, toplam alkalilik ve SK konsantrasyonu yönünden uygun olmayan havuz sayıları 94

BÖLÜM 1
GİRİŞ

Havuzlar günümüzde, eğitsel, görsel ya da dinlenme ve eğlenme ihtiyaçlarımızın, insanın su ile olan barışıklığının ve kendine verdiği rahatlama duygusunun en önemli araçlarındandır (Dedeoğlu, 2009). Çevre kirliliğinin artması, turizm yatırımlarının artması ve diğer etkenler havuza olan talebi arttırmaktadır (Uludağ, 1993).

Yüzme havuzu tasarımı, yapımı, işletim kuralları, mühendislik disiplinlerinden yararlanılarak, insan sağlığı ve hijyenik koşullar gözönüne alınarak oluşturulmuştur. Yüzme havuzu tasarımında, havuzun yerleşimi, çevre koşullan, filtrasyon tesisatı, boyutlandırılması, dezenfeksiyon sistemi, işletme, kullanım koşulları önemli etkenlerdir. Yüzme havuzları insanların serinleme ihtiyacının giderilmesi, sağlıklı bir toplumun oluşmasının sağlanması ve yüzme sporunun yapılması için gerekli tesislerdir. Gelişmiş ülkelerde çağdaş kentlerin planlanmasında 60-100.000 nüfus için bir havuz mutlaka düşünülmektedir (Uludağ, 1993).

Havuzların kullanımı daha çok yaz aylarında olmakla birlikte; yıl boyu kullanıma açık olan havuzlar da mevcuttur. Havuzlarda önemli olan dezenfeksiyonu gerçekleştirmek ve bunun uzun süre muhafazasını sağlamaktadır. Dezenfeksiyon havuzda yüzenlerin sağlığı açısından son derece önemli bir kavram olup, havuzlarda profesyonel kişilerce bilinçli bir şekilde yapılması gerekmektedir. Dezenfeksiyon bir şekilde sağlanmakta ancak bu sağlanırken; kimyasal olarak diğer dengeler bozulabilmekte veya bazı kimyasal parametrelerin var olması dezenfeksiyonu olumsuz etkilemektedir. Ticari olarak havuz suyu kimyasalı sunan pek çok firma olup, bunlardan danışmanlık almak akılcı bir yol olacaktır. Havuz sularına yapılacak işlemler bu konuda bilgili teknik personelin gözetiminde dikkatle yapılmalıdır.

Ülkemizde yeni ve gelişmekte olan iş alanı olarak görülen havuzculuk kendi sektörünüde oluşturmuştur. Havuzlar insan sağlığını yakından ilgilendirdiğinden; tasarımından, yapımına, işletmesine kadar standartlara uygun yapılması önemli ve vazgeçilemez olmalıdır (Uludağ, 1999).

Yüzme havuzlarının işletilmesi TS 11899 ve Ulusal Havuz Enstitüsü (UHE) Standartlarına uygun olarak yapılmalıdır. Havuzların ve havuz işletme kapsamına giren yerlerin temiz olması, havuz suyunun içilebilir özellikte olabilmesi için havuz operatörünün konusunda eğitimli ve deneyimli olması gerekir. Ayrıca Sağlık Bakanlığı'nın

2007 yılında oluşturduğu genelgeye göre havuzlardaki kullanılan kimyasallar Sağlık Bakanlığı'ndan izinli olmalıdır (Dedeoğlu, 2009).

Havuzlar üzerine faaliyet gösteren firmalar, UHE'nü 1995 yılında 26 firmanın katılımı ile kurulmuştur. Ülkemizde ilk yüzme havuzlarının mikrobiyolojik ve kimyasal analizlerle incelenmesini, 2008 yılında Sağlık Bakanlığı başlatmıştır. Sağlık Bakanlığı 2008 yılında üretim sürecinin ruhsatlandırılmasına ve ruhsatsız ürünlerin piyasadan kaldırılmasına karar vermiştir (Güllüoğlu, 2010).

1.1. Havuz Türleri

Yüzme havuzları yapım tekniğine, kullanım amaçlarına, konumlarına göre, taşma ve besleme tekniğine göre gruplandırılırlar. Genel kullanıma açık yüzme havuzlarının kapasiteleri kullanım amaçlarına, TS 11899 ve UHE 1 Standartlarına göre havuz alanları ve derinlikleri dikkate alınarak hesaplanır. Tüm özellikler dikkate alınarak havuzları aşağıdaki başlıklarda gruplandırmak mümkündür (Dedeoğlu, 2009).

1.1.1. Konumuna göre havuzlar:

- Açık havuzlar
- Kapalı havuzlar
- Açılıp kapanabilen havuzlar

1.1.2. Kullanım amacına göre havuzlar:

a) Özel havuzlar: Aile bireylerinin faydalandığı havuzlardır.

b) Genel kullanıma açık havuzlar: İçinde bir veya daha fazla insanın aynı anda tek tek veya toplu olarak bulunduğu yüzme aktivitesi ile birlikte özel bir amaca yönelik yapılan, ticari amaçlı, yerel yönetimlerin veya kamunun işlettiği, otel, motel, tatil köyü, tatil sitesi, sitelerde, apartmanlarda ortak kullanım için bulunan havuzlar ve aquapark tesisleridir. Kısaca özel havuzlar dışında kalan tüm havuzları kapsar (Dedeoğlu, 2009).

- Çocuk havuzları
- Su atraksiyonları olan havuzları
- Dalga havuzları
- Su kaydırağı havuzları (düşme havuzları)
- Masaj havuzları
- Terapi havuzları:
- Hareket havuzları

- Soğuk su (şok) havuzları
- Ayak dezenfeksiyon havuzları
- Kaplıca havuzları
- Spor amaçlı havuzlar (Dedeoğlu, 2009).

1.1.3. Yapım tekniğine göre havuzlar:

- Betonarme havuzlar
- Prefabrik havuzlar
- Hazır havuzlar

1.1.4. Kullanım suyuna göre havuzlar:

- Tatlı su kullanılan havuzlar
- Deniz suyu kullanılan havuzlar
- Mineralli su kullanılan havuzlar

1.1.5. Taşma tekniğine göre havuzlar:

- Üstten taşmalı (savaklı) havuzlar
- İçten taşmalı (savaklı) havuzlar
- Skimerli havuzlar (yüzey sıyırıcılı)

1.1.6. Besleme şekline göre havuzlar:

- Tabandan beslemeli (Dikey akışlı)
- Yandan beslemeli (Yatay akışlı)
- Karışık beslemeli

1.2. Havuz Akışı

Yüzme havuzunun giriş ve çıkışları iyi planlanarak yerleştirilerek, suyun havuzun her tarafına dengeli dağılabilmesi ve aynı zamanda kirlenmiş olan su en kısa yoldan yeniden temizlenmek üzere su hazırlık tesisine geri gidebilmelidir. Yüzme havuzları için kullanılan iki akış sistemi vardır. Bunlar yatay akış sistemi ve dikey akış sistemidir (Dedeoğlu, 2009).

Günümüzde otel havuzları ve halka açık havuzların çoğunluğu üstten taşma tekniğine göre tasarlanmıştır (Dedeoğlu, 2009).

Üstten taşma sisteminin avantajları:

1. Su yüzeyindeki kirlilik kısa sürede sistemden uzaklaştırılır.

2. Mükemmel bir mimari estetik sağlar.

3. Yüzme esnasında havuzun duvarları seyri engellemez ve güvenliği artırır.

4. Havuzda oluşan dalgalar havuz duvarlarına çarpmadan taşma kanalından denge tankına gider. Havuz yüzeyinin dalgalı olmasını engeller.

5. Havuz duvarlarında lokal kirlilikler oluşmaz (Dedeoğlu, 2009).

1.3. Havuz Suyunda Bulunan Maddeler

Çizelge 1.1. Havuz suyunda bulunan maddeler (Güllüoğlu, 2010)

Katyonlar	Na, Ca, Mg, K, Al, Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, NH_4^+, H^+
Anyonlar	Boratlar, silikatlar, SO_4^{-2}, NO_3^-, NO_2^-, S^{-2}, HCO_3^-, CO_3, Cl^-, F, P, OH^-
Kolloidler	Hümik asitler, kil, kum, alüminyumoksit, toprak, silikat, ferrikoksit, magnezyumdioksit, hümik asitler, taninler
Gazlar	CO_2, H_2S, H, N, O
Canlılar	Virüsler, bakteriler, algler, mantarlar, protozoalar, böcekler, kuş, kedi, köpek vb. tüyleri ve dışkıları, yapraklar, bitkiler, polenler
İnsan kaynaklı kirlilik	Vücut kiri, yağı ve teri, kan, cerahat, tükürük, idrar, dışkı, mukus, kozmetikler, saç
Diğerleri	Klorlu bileşikler, gübreler, tarım ilaçları, boyalar,

1.4. Havuz Kirliliği

Kirlenme, tanım olarak, havuz suyunun öncelikli aranan özelliği olan berraklığını bozan unsurların meydana getirdiği toplam etkiye verilen addır. Kirlenme, özellikle açık havuzlarda, hava akımı yoluyla katı partiküllerin havuza dahil olması şeklinde olur. Kullanıcılar tarafından taşınan idrar, ter, mukoza salgıları ve kozmetik ürünler havuzların kirlenmesini etkileyen faktörlerdir (Dedeoğlu, 2009).

Sularda bulanıklık, askıda maddelerin suyun içinden geçen ışığı engellemesinden kaynaklanır. Işığın geçişini engelleyen bu maddeler su içinde askıda bulunan kil, silis, organik maddeler, mikroskobik organizmalar, çökelebilir haldeki $CaCO_3$

(kalsiyumkarbonat) , $Al(OH)_3$ (alüminyumhidroksit), $Fe(OH)_2$ (demirhidroksit) vb. maddelerdir. Bu maddeler kolloid büyüklüğünden, iri taneciklere kadar değişik boyutlarda olabilmektedir (Samsunlu 1999).

Çizelge 1.2. Yüzme havuzlarında kirlilik kaynakları, sağlık riskleri ve giderilme yöntemleri (Dedeoğlu, 2009)

KİRLENME	RİSK OLUŞTURMA	ETKİ	GİDERİCİ UYGULAMA
MİNERAL KÖKENLİ Kum Kil Toprak	Tehlikesizdir.	Bulanık su	Filtre ile elimine edilir.
ORGANİK KÖKENLİ Yaprak Böcek Polen Yosun Bakteri Mantar	Enfeksiyon oluştururlar, yosun ve mikroorganizmaların çoğalmasına uygun ortam hazırlarlar.	Yosun artışı ile bulanmış ve patojen mikroorganizmaların çoğaldığı havuz suyu	Filtre ile elimine edilir. + Kimyasal ajanlarla nötralize edilir.
SUDA ERİYİK HALDEKİ MADDELER	Direkt tehlike düşüktür.	Uzun vadede suyun dengesinin bozulması söz konusudur ve mikroorganizmalara beslenme ortamı oluşturur.	Kimyasal ajanlarla nötralize edilir. + Kısmi su ilavesi yapılır.

1.5. Havuz Doldurma Suyunun Özellikleri

Ülkemizde yüzme havuzlarına su çeşitli kaynaklardan temin edilmektedir. Bunlar arasında:

- Şebeke suları
- Kuyu, sondaj ve artezyen yeraltı suları
- Göl, nehir yerüstü suları
- Deniz suları sayılabilir (Yaşa, 1999).

Suya renk veren maddeleri iki ana grupta toplamak mümkündür.

- Organik maddeler
- İnorganik maddeler

Renk bakımından, içme ve havuz sularında önemli etkiye sahip olanlar, genel olarak organik maddelerdir (Yaşa, 1999).

Suya renk veren organik maddeler:

- Yaşayan bitkisel canlılar
- Çürümeye maruz kalan bitkilerin dekompozisyonundan meydana gelen maddeler
- Topraktaki organik maddeler
- Yukandaki organik maddelerin birleşiminden oluşan bileşikler olarak dört genel grupta toplanabilir (Yaşa, 1999).

Suda renk meydana getiren inorganik maddeler ise;

- Demir bileşikleri
- Tekstil ve kağıt sanayi atık suları
- Boyalar

Renk veren organik maddeler, genellikle koagülasyon (pıhtılaşma), çökeltme ve filtrasyon işlemleri yardımı ile uzaklaştırılmaktadır. Bu amaçla en çok kullanılan pıhtılaştıncı madde Alüminyumsülfat'dır. Pıhtılaşma ancak belli pH dereceleri altında başarılı olabilmektedir. Alimünyum sülfat ile iyi sonuç alınabilmesi için suyun pH'ı 5.50–6.80 arasında olmalıdır. Bazı suların rengi ise aktif karbon filtrasyonu, şok klorlama, potasyum permanganat ve ozon gazı ile oksitlenerek giderilebilir (Yaşa, 1999).

Doldurma suyu, içilebilen suların (TS 266'ya uygun) niteliklerini taşımalıdır, eğer bu özelliği taşımıyorsa ayrı olarak düzenlenmiş özel bir su hazırlama tesisinde bu şartlara getirilmesi gerekir. Su hazırlama işlemini zorlaştıran maddeler de ön bir işlemle önceden sistemden uzaklaştırılır. Deniz suyundaki tuz miktarı ile sağlık açısından problem taşımayan mineralli sularda ve kaplıca sularındaki mevcut doğal maddeler dikkate alınmamalıdır. Doldurma amacı ile kullanılan suyun ön bir işlemle hazırlanması, TS 266'ya uygun olmaması halinde söz konusu olmaktadır (Anonim, 2000).

1.6. Yüzme Havuzu Tekniğinde Yöntem Kombinasyonları

- Adsorbsiyon-topaklama-filtrasyon-klorlama
- Topaklama – filtrasyon – ozonlama - sorbsiyon filtrasyonu - klorlama (Anonim, 2000).

1.6.1. Adsorbsiyon

Aktif kömür tozu, su hazırlık cihazlarının filtrasyon kapasitesine göre ayarlanarak, sulu bir süspansiyon oluşturularak kesintisiz bir şekilde sisteme verilir (Dedeoğlu, 2009).

1.6.2. Flokulasyon

Fulokulasyon, suni olarak oluşturulan floklardan yapılmış çökelti tabakaları arasından suyun geçirilmesiyle sudaki çok küçük parçacıkların uzaklaştırılması işlemidir. Flokulasyon ajanları suda tamamen eriyen, daha sonra su içerisinde çözünmez floklar (topaklar) oluşturan kimyasal bileşiklerdir. Genellikle kullanılan alüminyum bileşiklerdir. Çok küçük parçacıklar bu flokların yüzeyine yapışarak filtrede tutulabilen büyüklüklere ulaşırlar (Akkaya, 1993).

Havuz suyunda gözle görülen kirlilikler dışında, görülemeyen suda yüzen askıda koloidal bakteri, mikroorganizma, vücut yağları, kozmetikler gibi kirlilikler de mevcuttur. Bu çok küçük kirlilik maddelerini suda çözünmüş halde bulunan maddelerle (idrar vb.) karıştırmamak gerekir. Suya filtreden önce flok maddesi ilavesiyle küçük partiküllerin stabilitesi bozularak (elektriksel) bir araya gelip topaklaşması sağlanır. Bu şekilde filtre tarafından kolayca tutulabilir hale gelerek, filtrelerin süzme kapasitesi de arttırılmış olur. Bunu sağlayacak yöntemler:

- Kimyasal yöntem: Suya kolloidal maddeler ilave etmek (Örneğin $Al_2(SO_4)_3$ gibi.)
- Elektro fizik yöntem: Suya verilen bakır iyonları, sudaki kir tanelerini kendi üzerine çekerek topaklama olayını gerçekleştirir (Bölükbaşıoğlu, 1993).

Topaklama ve su hazırlama için aşağıdaki maddeler kullanılır (Dedeoğlu, 2009):

- Demir-III-klorid-Heksahidrat
- Demirklorosülfat
- Demir-III-sülfat
- Sodyum alüminat
- Alüminyum sülfat
- Alüminyumklorür-heksahidrat

- Alüminyumhidroksiklorür
- Alüminyumhidroksikloridsülfat
- Ozon
- Kizelgur
- Aktif kömür tozu

Flokulasyon, sirkülasyon sistemi çalışırken flokulasyon kimyasalını sürekli olarak sisteme ilave edilerek sağlanır. Bu sistemin en önemli avantajı filtrenin önünde flokların oluşumu esnasında, yalnızca sudaki kolloidal küçük parçacıklar değil, aynı zamanda suda erimiş durumda bulunan katı partiküllerin de floklar tarafından tutulmasıdır (Akkaya, 1993).

Flokulasyon ile havuzdaki klor sarfiyatı azalır, göz rahatsızlığı ve kötü kokuya sebep olan BK oluşumu da azalır. Yalnızca mikrorganizmaların değil, aynı zamanda onların gelişmelerini sağlayan maddeler de filtrede tutulabilir hale gelir (Akkaya,1993).

1.6.3. Filtrasyon

Filtrasyon havuz suyunun fiziksel olarak temizlenmesini sağlar. Yüzme havuzu suyu filtresi belirlenmiş şartlara (TSE11899/3.3.2 veya TSE 737) uygun olmalıdır. Filtre etmek havuz suyunu hazırlamasının en önemli bölümüdür. Tüm görünür kirlilikler ve floklama ile oluşmuş topaklar filtre tarafından tutulurarak, ters yıkama ile sistemden uzaklaştırılırlar (Dedeoğlu, 2009).

Sudaki katı maddeler büyüklüklerine göre gözle görünür parçacıklar, suda asılı kolloidal parçacıklar ve tamamen erimiş halde bulunan maddeler olarak üç sınıfa ayrılabilir. Kolloidal parçacıklar suya buğulu bir parıltı verirler. Havuz içindeki lambalar bu parçacıkların görünmesini sağlar. Suda tamamen erimiş halde bulunan parçacıkların gözle ayırdedilmesi ise ancak bu parçacıkların suya renk vermeleri ile mümkün olabilir. Mükemmel çalışan bir filtrasyon sisteminde, gözle görünen parçacıkların tamamının filtrede tutulması beklenir. Pompa ve filtre kapasiteleri birbiriyle uyumlu olmalı ve havuz kapasitesine uygun olarak seçilmelidirler. Pompa kapasitesine göre filtrenin çok küçük olması durumunda, sürekli çalışan bir filtrasyon sistemine rağmen havuz suyu hiçbir zaman tam anlamıyla temizlenmez (Akkaya,1993).

Havuz filtrasyon sistemlerinde filtreler vazgeçilmez unsurlardır. Filtre tanklarının içinde bulunan filtreleyeci ortam üzerinden su geçişi esnasında suda bulunan partiküller burada tutularak suyun berraklaşması sağlanır. Güvenilir olmak için filtre sistemleri tutmuş oldukları partiküllerin kolayca dışan atılabilmesine olanak tanır özellikte olmaları

gereklidir. Aksi takdirde tıkanma fazlasının su geçişini engellemesi ve sistemin işleyişini nötralize etmesi söz konusudur. Bununla beraber belirli seviyelerde kalan tıkanmanın normal olduğu ve hatta kum filtrelerinde bu durumun filtrasyon hassasiyetini ve filtre performansını iyileştirdiğide unutulmamalıdır. Filtreler, sudaki turbiditeyi bertaraf etmekte dezenfektan maddelerin işlevlerini etkin bir şekilde yapabilecekleri uygun ortam hazırlarlar (Tuzunalp, 1999).

Havuzlarda kullanılan filtre tipleri:

- Kuvars kumlu filtreler; Tek katmanlı
- Kuvars Kumlu filtreler; Çok katmanlı
- Kartuş filtreler
- Diatomit filtreler (Bölükbaşıoğlu, 2009).

1.6.4. Dezenfeksiyon ve oksidasyon

Havuzlarda su dezenfeksiyonunda amaç, insan sağlığı için zararlı bakteri ve diğer mikroorganizmaların çok çabuk ve sürekli olarak yok edilmesini sağlayacak sağlığa zararsız su kimyasal maddelerinin uygulanmasıdır. Yüzme havuz suyuna dezenfeksiyon uygulanırken bazı şartlar vardır (Bölükbaşıoğlu, 2009).

Havuz suyu potansiyel zararlı bakterilerden korunmalı ve arındırılmalıdır .

Havuz suyunda yosun oluşması engellenmeli, havuz suyu hiçbir şekilde havuza giren yüzücüleri rahatsız etmemeli ve kesinlikle zehirlememelidir. Havuz suyunun ağıza alınması halinde tatsız bir su niteliği taşımamalıdır (Bölükbaşıoğlu, 2009).

Aynı zamanda temiz görünümlü olmalı ve kötü kokmamalıdır (Bölükbaşıoğlu, 2009).

Dezenfeksiyonun ilk görevi, yüzücülerin enfeksiyon riskinden uzak kalabilmeleri için havuz suyu içine taşınmış hastalık yapıcı virüslerin tamamının öldürülmesidir. Dezenfeksiyonun etkinliği, mikrop öldürücü olarak (*Pseudomonas aeruginosa*) 30 saniye içinde %99'unu öldürmeye dayanır.

Havuz suyu dezenfeksiyonu üç temel şartı karşılamalıdır:

- Doğrudan havuzun içine yapılması gereken dezenfeksiyon sürekli olmalıdır.
- Filtre cihazının tutamadığı organik kirlilik, okside edici dezenfektanlarca parçalanıp yok edilmelidir.-
- Havuz suyunun dezenfektan etkinliği, basit ve güvenilir bir yolla sürekli ölçülüp kontrol edilebilmelidir (Dedeoğlu, 2009).

1.7. Dezenfeksiyon Değeri Hesaplaması

Çizelge 1.3. 1.00 ppm Serbest klor (SK), 7.50 pH'da ve havuz suyu sıcaklığının 25.0˚C olduğu koşullarda dezenfeksiyon değeri (DD) (Güllüoğlu, 2010)

Fekal (dışkı) Kirletici	Dezenfeksiyon Değeri (DD)
Esheria coli (E. coli)	1 dakika'dan az
Hepatit-A	16 dakika
Giardia	20 - 45 dakika
Cryptosporidium	9600 dakika

Çizelge 1.3. kullanılarak dezenfeksiyon etkinlik süresi hesaplanabilir. Hesaplamada:

DD = SK miktarı x Zaman

Formülü kullanılır. Örneğin Hepatit A virüsü için, 0.60 ppm SK içeren bir havuzda:

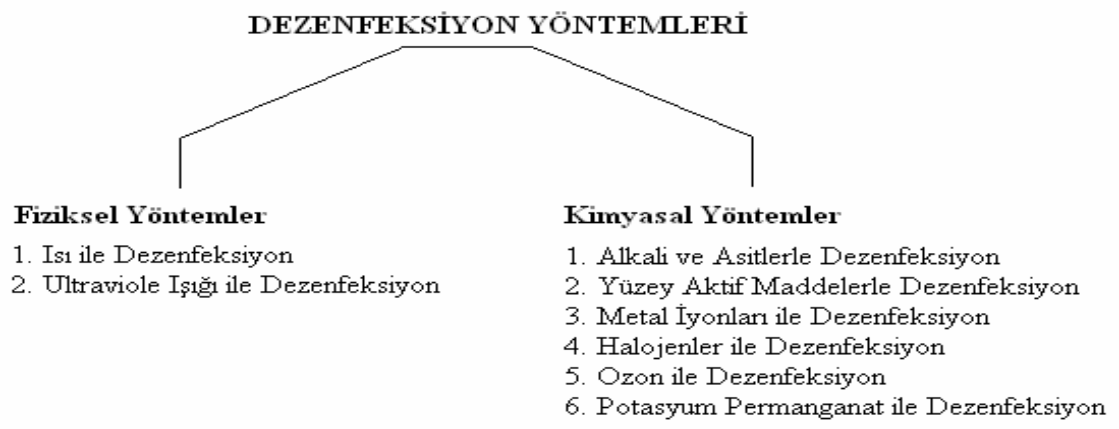
DD = SK miktarı x Zaman

16 dakika = 0,60 ppm x Zaman

Buradan zaman 27 dakika olarak bulunur. 0.60 ppm SK ile Hepatit A virüsü 27 dakikada yok edilir.

1.8. Dezenfeksiyon Yöntemleri

Dezenfeksiyon işlemlerini sadece kimyasal madde ilavesiyle değil, mekanik, fiziksel yöntemler ve radyasyonla muamele işlemleriyle de gerçekleştirmek mümkündür. Dezenfektan olarak klor ve klor bileşikleri, brom ve iyot bileşikleri, ozon, fenol ve fenolik bileşikler, alkoller, ağır metaller, çeşitli boyalar, sabunlar ve sentetik deterjanlar, amonyum bileşikleri, hidrojen peroksit, çeşitli alkaliler ve asitler kullanılabilmektedir (Şekil 1.1). Dezenfeksiyon prosesinde kullanılan fiziksel yöntemler ise, ısı ve ışık, ultraviyole (UV) ile muamele yöntemlerdir. Isı ile dezenfeksiyon işlemi daha çok, debisi düşük olan içme suyu arıtma ünitelerinde kullanılmaktadır (Kestioğlu 2001).



Şekil 1.1. Dezenfeksiyon İşlemlerinde Uygulanan Yöntemler (Kestioğlu 2001)

1.8.1. Klor ile dezenfeksiyon

Klor 1774'te Scheele tarafından bulunmustur. Klor gazı sıkıştırılarak sıvı hale getirilmiş ve basınçlı tüplerde saklanmıştır. Bu tüplerden çekilen sıvılaştırılmış klor gazı dezenfeksiyon amacı ile kullanılmıştır. Su klorlaması islemini ilk kullanan Carl Darnall olmustur (Sengül ve Küçükgül, 1995).

Klor'un dünya'da ve Türkiye'de kullanımı ile ilgili tarihi gelişmeler Çizelge 1.4.'de verilmektedir.

Piyasada kullanılan sodyum hipolorit (NaOCl) depolandıkça aktivitesini kaybetmesi, havuz suyunun pH dengesini bozması, UV ışına dayanıksız olması nedeniyle tavsiye edilen bir Cl türü değildir. Havuz yapımcı ve kullanıcıları artık aktiviteleri yüksek (%60- 95) nötr olduğu için havuz suyu pH dengesini bozmayan, depolandıkça ve UV ışın karşısında aktivitelerini uzun süre kaybetmeyen stabilizatörlü kloru tercih etmektedirler (Akkaya,1993).

Çizelge 1.4. Klorun dünyada ve Türkiye'de kullanımı ile ilgili tarihi gelişmeler (Oğur ve ark., 2004)

Yıl	Gelişme
1870-1880	Mikroorganizmaların hastalıklara neden olabileceği bilimsel olarak ıspatlanması
1896	Klorun ilk olarak ABD'nde Louisville şehrinde kullanılması
1897	Klorun İngiltere'de içme sularının dezenfeksiyonunda kullanılması
1905	İngiltere'de içme sularının düzenli olarak klorlanmaya başlanması
1908	Klorun ABD New Jersey ve Chicago eyaletlerinde içme sularının dezenfeksiyonunda sürekli olarak kullanılmaya başlanması
1909	1909 yılında sıvı klorun ticari olarak üretiminin başlaması
1912	Sıvı klorun ilk kez Niagara şelalerinden elde edilen suyun klorlanmasında kullanılmaya başlanması
1915	ABD'nin bakteriler için ilk içme suyu standardını yayınlaması
1917	Kloraminli bileşiklerin ilk olarak ABD ve Kanada'da kullanılmaya başlanması
1918	ABD'nin 1000'den fazla şehrinde klor kullanılmaya başlanması
1920'ler	Sıvı klorun, su dezenfeksiyonunda diğer klor formlarının yerini alması
1925	İçme suyu bakteriyel standartları netleştirilmesi ve ABD'de yasal olarak uygulanmaya başlanması
1932	Ülkemizde ilk olarak İstanbul'da Terkos içme ve kullanma suyu tesislerinin Kağıthane'deki arıtma istasyonunda kireç kaymağı ile klorlama işleminin başlaması
1936	Ankara'da Çubuk Barajı'ndan getirilen içme ve kullanma suyunun arıtma tesislerinde gaz klor kullanılarak dezenfeksiyonu
1940'lar	Türkiye genelinde klorlama ile dezenfeksiyonun yaygınlaşması
1960'lar	Başta gelişmiş ülkeler olmak üzere dünya genelinde klor kullanılarak su dezenfeksiyonunun yaygın hale gelmesi
1970	ClO_2'in içme ve kullanma sularının dezenfeksiyonunda diğer klorlu bileşiklere göre daha yaygın olarak kullanılmaya başlanması
1974	Klor ile su dezenfeksiyonu sonucu sularda halojenli dezenfeksiyon yan ürünlerinin oluşumunun saptanması

Havuz suyunda klor oksidasyon basamakları

1. Fe^{+2} ve Mn^{+2} Oksidasyonunu
2. Amonyum iyonları ile bağlı klor oluşumunu
3. Organik maddelerin oksidasyonunu
4. Dezenfeksiyonu gerçekleştirir.

Klor ve klorlu bilesiklerin dezenfektan etkisi daha çok organizmaların yapısındaki organik bilesiklerin oksidasyonu şeklinde olur. Genel olarak dezenfektanların organizmaları tahribi ve etkisiz hale getirmeleri, başlıca hücre duvarlarının tahribi, hücre zarı geçirgenliğinin bozulması, plazmanın yapısının degistirilmesi ve enzim inhibisyonu seklinde kendini gösterir (Yalçın ve Gürü, 2002).

Klor gazı suya ilave edildiğinde arka arkaya iki reaksiyon gerçekleşir. Bunlar hidroliz ve iyonizasyon olarak tanımlanır.

Hidroliz: $Cl_2 + H_2O \longrightarrow HOCl^- + H^+ + Cl^-$ (Hipokloröz asit zayıf olduğundan hemen ayrışır) **(1.1)**

İyonizasyon: $HOCl \longrightarrow H^+ + OCl^-$ (OCl^- = Hipoklorit). **(1.2)**

HOCl zayıf olmasına karsın kuvvetli bir dezenfektandır. Hipoklorit ise zayıf bir dezenfektandır. Hipokloröz, hipokloritten 80 kat daha kuvvetli bir dezenfektandır. Bu nedenle hidroliz reaksiyonunun sağa doğru, iyonizasyon reaksiyonunun ise sola dogru olması istenir. Bu özellikler ise ortamın pH aralığı ile ilgilidir. Bununla ilgili Çizelge 1.5. aşağıda verilmiştir (Sengül ve Küçükgül, 1995).

Çizelge 1.5. $HOCl^-$ ve OCl^- oranının pH'a göre değişimi (Sengül ve Küçükgül, 1995)

pH	%$HOCl^-$	%OCl^-
5.00	100	0
6.00	96.0	4.00
7.00	75.0	25.0
7.20	66.0	34.0
7.50	49.0	51.0
7.80	33.0	67.0
8.00	23.0	77.0

En yaygın dezenfektan olan klor, tüm yer altı ve yerüstü suları arıtma tesislerde dezenfektan olarak tercih edilmektedir. Kloru pek çok kullanıcı için cazip hale getiren özellikleri; suda bulunan patojenlerin büyük bir kısmını etkin bir şekilde inaktive etmesi,

kolay ölçülüp kontrol edilebilen kalıntı bırakması ve ekonomik olmasıdır. Bununla birlikte kullanımını kısıtlayan faktörlerde mevcuttur:

- Suda bulunan doğal organik ve inorganik bileşiklerle reaksiyona girerek istenmeyen dezenfeksiyon yan ürünlerini meydana getirmesi
- Özellikle klor gazı kullanımına bağlı olarak meydana gelen tehlikeli bileşiklerin özel arıtma işlemleri gerektirmesi
- Yüksek klor dozlarının tat ve koku problemlerine yol açması (USEPA, 1999).

Klor grubu dezenfektanlar (Çizelge 1.6.):

- Sodyum hipoklorit
- Kalsiyum hipoklorit toz veya tabletleri
- Kloro-izosiyanurat toz veya tabletleri
- Klor gazı

Çizelge 1.6. Havuzlarda en fazla kullanılan dezenfektan maddeler (Oğur ve ark., 2004)

Dezenfektan ismi	**Serbest klor oranı**	**Formülü**
Klor gazı	%100	Cl_2
Kalsiyum hipoklorit	%65.0-70.0	$Ca(OCl)_2$
Sodyum hipoklorit	%10.0-15.0	NaOCl
Sodyum diklorizosiyanurat	%56.0-63.0	$NaCl_2(NCO)_3.2H_2O$
Triklorizosiyanürik asit	%90.0	$(ClNCO)_3$

1.8.1.1. Sodyum Hipoklorit

Yüzme havuzlarında dezenfeksiyon için, en fazla kullanılan dezenfektan maddedir. Soluk sarımtırak sıvı görünümündedir. %10.0-15.0 klor bulunduran sıvı karışımlarına piyasada rastlanır. NaOCl, klor gazının sodyum hidroksit çözeltisinden geçirilmesiyle oluşur. Bu bileşik çok kontrollu üretim sonucu elde edilir. NaOH klorun güneş ışınlarına dayanıklı olmasını sağlar. Bu solusyon çok yüksek pH değerindedir, pH değeri 12.0'dir (Bölükbaşıoğlu, 2009).

NaOCl güneşe açık olmayan yerlerde ve ısı bakımından serin olan yerlerde saklanmalıdır. Bu şekilde bile saklanan sıvı klor, bekletildikçe yüzde olarak aktivitesini az da olsa kaybeder. Bu nedenle uzun süre stokta bekletilmeden kullanılmalıdır. Bu yüzden yaz aylarında bekletilen NaOCl sıvısı; koyu renkli bidonlarda ve serin yerlerde saklanmalı ve bidon kapağında, bidonda sıkışan klor gazını kolayca boşaltacak subap bulunmalıdır. Bidonun patlamasına imkan bırakılmamalıdır (Bölükbaşıoğlu, 2009).

Dezenfeksiyon denklemi;

$$NaOCl + H_2O \longrightarrow \mathbf{HOCl^-} + NAOH \quad \textbf{(1.3)}$$

$$HOCl^- \longrightarrow H^+ + \mathbf{OCl^-} \quad \textbf{(1.4)}$$

1.8.1.2. Kalsiyum hipoklorit

Kalsiyum hipoklorit genellikle, granül ve tablet form olarak bulunur. Genellikle ağırlık olarak %65.0 klor içerir. Kalsiyumhipoklorit küçük havuzlarda elle serpilerek verilebilir. Fakat suda geç erimesinden dolayı sıvı veya sıvılaştırılmış halde dozlanarak verilmesi ve otomatik kontrollu olması faydalıdır. Genel kullanım amaçlı veya büyükçe hacimli olan bazı skimmerli havuzlarda, bazen klor tabletleri, gereken miktarda skimmerlerin içindeki sepete konularak erimeye bırakılmaktadır.

Dezenfeksiyon denklemi;

$$Ca(OCl)_2 + H_2O \longrightarrow \mathbf{HOCl^-} + Ca(OH)_2 \quad \textbf{(1.5)}$$

$$HOCl^- \longrightarrow H^+ + \mathbf{OCl^-} \quad \textbf{(1.6)}$$

Sürekli kullanılan $Ca(OCl)_2$, yumuşak su ile dolum yapılan yüzme havuzlarında kullanıldığında suyun kalsiyum değerini yükseltir. Özellikle havuzlarda yumuşak sular seramik aralarındaki derzleri sökerek seramikleri kaldırabilir. Bu yüzden suda kalsiyum değerinin bir miktar artması bu tip havuzda oluşabilecek zararı en aza indirir. Buna karşın aşırı kireçlenmeye de izin verilmemelidir. Kireçlenme fazla olursa seramik yüzeyler kireçle kaplanarak mat bir görünüm oluşturur.

Sert sularda $Ca(OCl)_2$ kullanılması sonucunda derzlerin arası açılmaz, fakat havuz kenarlarında beyaz kalsiyum kalıntıları birikmeye başlar. Devamlı olarak pH'ı kontrol edip dengelemek gerekir. Aynı şekilde toplam çözünmemiş katı partiküller de çoğalır (Bölükbaşıoğlu, 2009).

Dezenfeksiyon maddeleri filtre ile havuz arasındaki bir bölgeden verilmelidir. Havuzun içine doğrudan verilecekse; havuz su alanının çeşitli bölgelerine kısım kısım bölüştürülerek ve çok alçaktan serpilmeli veya dökülmelidir (Bölükbaşıoğlu, 2009).

1.8.1.3. Sodyumdiklorizosiyanurat ve Triklorizosiyanürikasit

Bu tabletler %90.0 etkin klor içerir. Genellikle piyasada 200–250 gramlık tabletler halinde satılmakta olup klorinatör içine konarak klorun havuz suyuna geçmesi sağlanır.

Nadiren skimmer sepetleri veya su üzerinde yüzen şamandıralı file tipi araçlarla uygulanabilir. Bu tip klor son derece yavaş erir. pH değeri çok düşüktür (yaklaşık pH'ı 3.00). Bu tip klor şayet tek başına kullanılırsa havuz suyunun pH'ı düşecektir. Bu bakımdan suyun pH'ını sıksık kontrol etmek ve düşen pH değerini yükseltmek gerekecektir (Bölükbaşıoğlu, 2009).

Dezenfeksiyon denklemi;

$$NaCl_2(NCO)_3.2H_2O \longrightarrow \mathbf{HOCl^-} + NaH_2(NCO)_3 \quad \textbf{(1.7)}$$

$$(ClNCO)_3 \longrightarrow \mathbf{HOCl^-} + (NCO)_3 \quad \textbf{(1.8)}$$

$$HOCl^- \longrightarrow H^+ + \mathbf{OCl^-} \quad \textbf{(1.9)}$$

Di-klor gibi, hipokloröz asit ve siyanürik asit (CyA) ihtiva eder. Bunda da aynı özellik sergilenecek ve suda kullanımına göre CyA fazlalaşması olacaktır.

1.8.1.4. Gaz klor

Büyük ve açık yüzme havuzlarında ekonomik klorlama yapmak için tercih edilen fakat bilgili ve dikkatli kişiler tarafından kullanılmalıdır. Klor gazı; klorun en saf formunda olup, %100 Klor içerir. Klor gazı havuz suyu ile temasa geçer geçmez serbest klor ve hydrochlorik asit oluşumu başlayacaktır. Bu çevrim; suyun pH değerini düşürüp yüksek asitik karakterde olmasını sağlar . Cl_2 gazı kullanılırken otomatik cihazlarla sürekli olarak, suyun pH değeri de ölçülmelidir. Klor gazı kullanımı sert su bulunduran yüzme havuzlar için idealdir. Hiçbir şekilde özel ev havuzlarında kullanılmamalıdır (Bölükbaşıoğlu, 2009).

Dezenfeksiyon denklemi;

$$Cl_2 + H_2O \longrightarrow HCl + \mathbf{HOCl^-} \quad \textbf{(1.10)}$$

$$HOCl^- \longrightarrow H^+ + \mathbf{OCl^-} \quad \textbf{(1.11)}$$

1.8.2. Potasyum permanganat

Zararlı organizmaların kontrolünde kullanılabilir. Belirli virüslere karşı etkili olabilmesine karşın iyi bir dezenfektan değildir. Uzun süreli temas süreleri gerektirir. Demiri, manganı ve koku ve tat problemine sebep olan bileşikleri okside eder. Potasyum permanganat, THM ve diğer dezenfeksiyon yan ürünlerinin kontrolünde kullanılabilen bir kimyasaldır. Yapılan araştırmalarda potasyum permanganatın herhangi bir dezenfeksiyon

yan ürünü oluşturmadığı tespit edilmiştir. Potasyum permanganat toksiktir ve yutulduğunda ciddi sağlık problemlerinin oluşmasına neden olur (USEPA 1999). Potasyum permanganat dezenfektan olarak çok küçük ölçeklerde ve evsel amaçlarla kullanılmaktadır (Tünay 1996).

1.8.3. Gümüş, civa, kobalt, bakır ve nikel iyonları

Gümüş, civa, kobalt, bakır ve nikel iyonları kuvvetli dezenfektanlardır. Bunlardan bakır; bakır sülfat olarak arıtma tesislerinde, alg gelişimini önlemek için kullanılır. Gümüşün elektrolitik olarak uygulanması giderek artmaktadır (Tünay 1996).

1.8.4. İyot, brom

İyot, brom ve klor; sularda dezenfeksiyon amacıyla kullanılabilen halojenlerdir. Dezenfeksiyon sonrası artık iyotun kararlı olması ve tad ve koku oluşturmaması da bir avantajdır. Su arıtımında etkilerinin iyi bilinmemesi nedeniyle kullanılmamaktadır.Yüzme havuzları gibi küçük çaplı dezenfeksiyon uygulamalarında kullanılmaktadır (Tünay, 1996).

1.8.5. Ozon

Ozon da suların arıtımında dezenfeksiyon ve oksidasyon amacıyla kullanılan bir kimyasaldır. Diğer zayıf dezenfektanlara göre daha az temas süresi ve konsantrasyonlarda bile etkili olabilen güçlü bir oksidanttır. Fakat dağıtım sistemlerinde dezenfeksiyon sürekliliği sağlayamadığı için yalnızca primer dezenfektana olarak tercih edilmektedir (USEPA 1999). Ozonlama, bakteri ve virüslerde etkili bir dezenfektan olmasının yanında sistli yapılara sahip olan ve diğer dezenfektanlara karşı dirençli *Cryptosporidium* ve *Giardia*'larda da etkilidir (Lazarava ve ark., 1999).

1.8.6. UV

UV ışını radyasyonu su arıtımında 1900'lerde kullanılmaya başlanmıştır (Metcalf ve Eddy, 1991). Kanserojenik yan ürünler oluşturmaması ve düşük maliyetli olması, UV dezenfeksiyonunun kullanımını cazip hale getirmektedir (Cairns, 1994, Lethola ve ark., 2003). Ancak bu prosesin dezavantajı dağıtım sistemlerinde kalıcı bir dezenfeksiyon etkisinin olmaması ve oluşabilecek mikrobiyolojik bulaşmalara karşı sistemi korunmasız bırakmasıdır. Bu yüzden hem suda kalıcı bir dezenfeksiyon etkisi hem de daha etkili bir dezenfeksiyon sağlanabilmesi için klor, klordioksit, kloramin ve hidrojen peroksit (H_2O_2) gibi ilave kimyasallar kullanılmaktadır (USEPA, 1999).

1.9. Havuz Sularının Fiziko-kimyasal ve Kimyasal Analizi

Havuz suyu halk sağlığını doğrudan etkilediği için Sağlık Bakanlığı bu konuda çeşitli denetimler yapmaktadır. Özellikle ruhsatlı ticari, otel havuzlarının denetimi ile kontrol altına alınmaya çalışılmaktadır. Ancak site havuzları veya şahsi villa havuzları bu kapsamda olmadığı için bu havuzları kullananların bilinçli olarak periyodik bakım, dezenfeksiyon ve analizlerini yaptırmaları gereklidir. Bu konuda periyodik olarak yapılması gereken analizler ve değerler Sağlık Bakanlığı tarafından 06.03.2011 tarih ve 27866 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe giren '*Yüzme Havuzlarının Tabi Olacağı Sağlık Esasları ve Şartları Hakkında Yönetmelik*' ile düzenlenmektedir **(**Çizelge 1.7.).

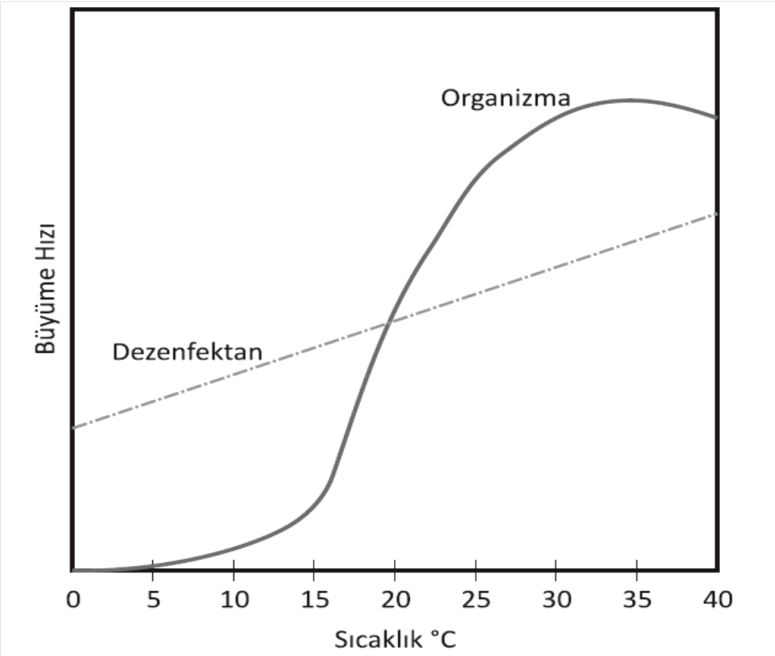
Çizelge 1.7. Sağlık Bakanlığı Yönetmeliği'ne Göre Ölçümelesi Gereken Kimyasal Parametrelerin Max./Min. Değerleri (Anonim, 2011)

Parametre	**Analiz Aralığı**	**Birim**	**Sınır Değerler**	
			En az	**En çok**
pH	Ayda bir defa		6.50	7.80
Kapalı yüzme Havuzu Sıcaklık		˚C	26.0	28.0
Açık Yüzme Havuzu Sıcaklık			26.0	38.0
Amonyum		mg/L		0.50
Nitrit				0.50
Nitrat				50.0
Siyanürik Asit [1]				100
Bakır				1.00
Alüminyum				0.20
Toplam Alkalinite			30.0	180
Hidrojen Peroksit [2]			40.0	80.0
Bağlı Klor [3]				0.20
Kapalı yüzme Havuzu Serbest Klor [3]			1.00	1.50
Açık Yüzme Havuzu Serbest Klor [3]			1.00	3.00
Serbest Klor [4]			0.30	0.60

1. Suyun dezenfeksiyonunda stabilizatörlü klor bileşiklerinin kullanıldığı havuzlarda bakılır.
2. Suyun dezenfeksiyonunda hidrojen peroksitin kullanıldığı havuzlarda bakılır.
3. Suyun dezenfeksiyonunda klor ve klorlu bileşiklerin kullanıldığı havuzlarda bakılır.
4. Suyun dezenfeksiyonu için ozon, UV, klordioksit ve diğer dezenfeksiyon sistemlerinin kullanıldığı havuzlarda bakılır.

1.9.1. Sıcaklık

Şekil 1.2.'de organizmaların sıcaklık ile büyüme hızı arasındaki bağlantı görülmetedir.



Şekil 1.2. Havuz suyunda sıcaklığın dezenfeksiyona etkisi (Güllüoğlu, 2010)

Sıcaklık artışı ile birlikte dezenfeksiyon reaksiyonları hızlanmakta ve daha fazla klor dozuna gereksinim duyulmaktadır. Dolayısıyla dezenfeksiyon yan ürün oluşumu da artmaktadır (Uyak ve ark., 2005, Basiouny ve ark., 2008). Bu nedenle yaz aylarında daha çok dezenfeksiyon yan ürün oluşumu beklenmektir.

Toröz ve Uyak (2005) yaptıkları çalışmada yaz aylarında ortalama THM konsantrasyon seviyelerini ilkbahar aylarından 1.50 kat daha fazla olduğunu ölçmüşlerdir.

Sıcaklık ve pH dezenfeksiyon proseslerinde çok önemli rol oynayan iki fiziksel faktördür. Mikroorganizmaların tutunmasına olanak sağladığı için bulanıklık ve partikül içeriği de dezenfeksiyon verimini etkileyen diğer fiziksel faktörlerdir (USEPA 2001).

1.9.2. pH

pH havuz suyunda çöktürme, filtrasyon, dezenfeksiyon, korozyon etkisi ve yüzenlerin rahatlığı açısından önemlidir. Havuz suyunun gerek dezenfeksiyonunun ve gerekse berraklığının başarısında en büyük etken suyun pH değeridir.

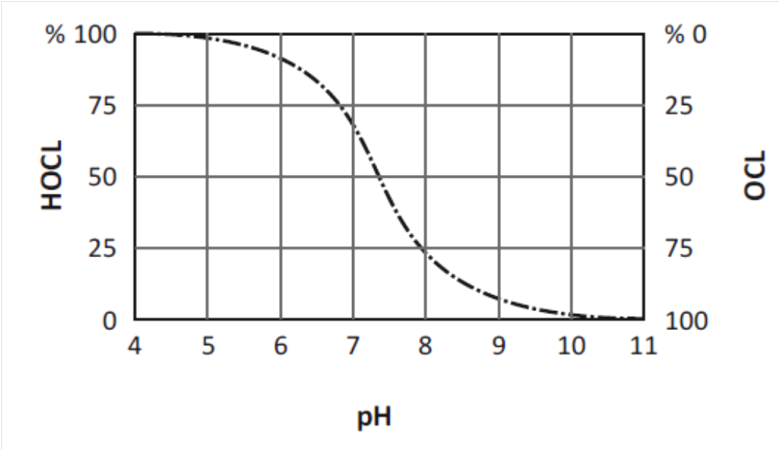
Yönetmeliğe göre pH 6.50-7.80 arası olmalıdır. Bu değerin üzerinde ise; pH düşürücüler, düşükse pH yükselticiler kullanılarak istenilen pH seviyesine ayarlanmalıdır (Bölükbaşıoğlu, 2009).

pH çok yüksek ise :

*Sudaki klorun etkisi azalır
*Su dumanlı görünür.
*Çeperlerde kireçlenme olur.
*Gözler rahtsız olur
*Su kimyasal madde sarfiyatı artar.

pH çok düşük ise :

*Klorun israfı ve tüketimi artar
*Havuz çeperlerinde aşınma
*Gözlerde yanma olur.
*Metallerde korozyon başlar
*Mayolarda yıpranma oluşur.



Şekil 1.3. pH değişimine bağlı $HOCl^-$ ve OCl^- oranları (Güllüoğlu, 2010)

Şekil 1.3.'de görüldüğü gibi yüksek pH seviyesinde ilave edilen dezenfektan klor, organik maddelerin oksidasyonu ve dezenfeksiyonu için $HOCl^-$'e yeterince dönüşememektedir. Bundan dolayı önce pH değerine göre asit veya baz kullanılarak 7.00-7.20 aralığına ayarlandıktan sonra klorlama yapılmalıdır (Güllüoğlu, 2010).

1.9.3. Amonyum ve Nitrit

Amonyum, metabolizma faaliyetleri, tarımsal uygulamalar, endüstriyel işlemlerden kaynaklanmaktadır. Yeraltı ve yüzeysel sularda genellikle 0.20 mg/L konsantrasyonunun altında bulunmaktadır. Anaerobik yeraltı sularında bu değer 3.00 mg/L'dir. Sudaki amonyum bakteriyel, fekal ve hayvansal atıkların suya karışmakta olduğunun göstergesidir (Anonim, 2006).

Çoğunlukla kontamine sular ile temas sonucu vücuda giren yüksek konsantrasyonlarda çözünmüş NH_4^+ varlığı insan yaşamı için ciddi tehlike oluşturmaktadır.

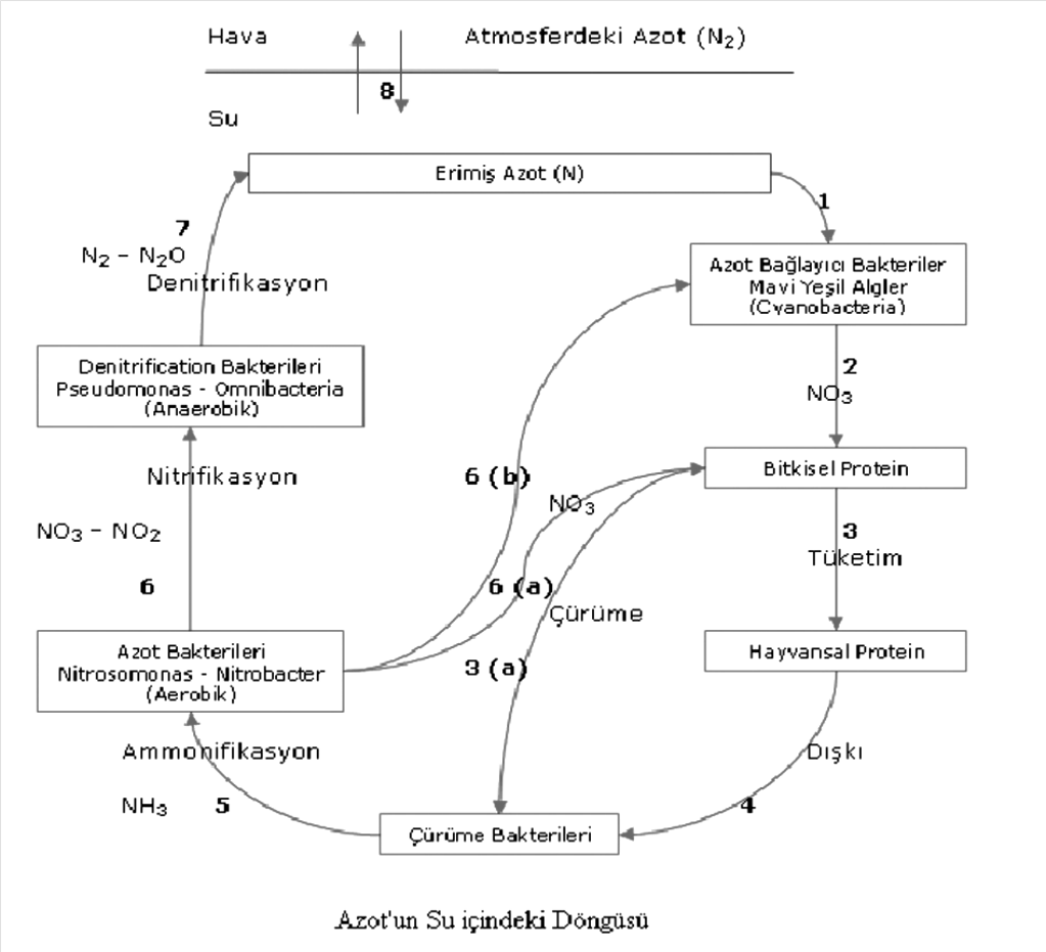
NH_4^+ iki basamaklı biyolojik oksidasyon ile uygun reaksiyon şartlarında kolaylıkla önce NO_2^-'e, arkasından NO_3^-'a dönüşür. Oluşan nitrit, bebeklerde ölümcül mavi sendrom hastalığına sebep olurken, yetişkinlerde ise amin ve amidlerle birleşerek kanser yapıcı nitrozaminlerin sentezlenmesinde aktif rol oynar (Güllüoğlu, 2010).

Havuz sularında NH_4^+ kaynakları:

- Dolum suyundan,
- İnsan kaynaklı (Fekal kirlenme ve idrar),
- Biyofilm oluşumundan kaynaklanır.

1.9.3.1. Havuz suyunda azot kaynakları

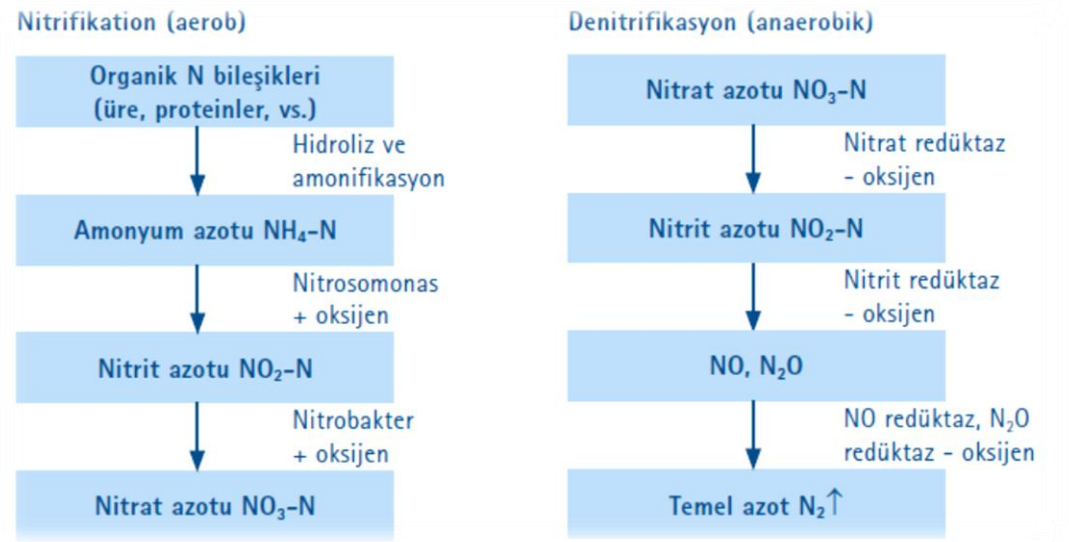
Azot, canlı metabolizmasında, besin maddelerinde ve yaşamsal faaliyetlerini yitirmiş organizmalarda bir döngü halindedir. Azot bu çevrimde çeşitli oksidasyon aşamalarından geçmektedir. Bu aşamalarda moleküler azot, ototrof ve heterotrof mikroorganizmalarca protein sentezinde kullanılır. Protein molekülleri aerobik ve anaerobik ortamlarda parçalanarak amonyak oluşur (Mutluay ve Demirak 1996).



Şekil 1.4. Azotun su içindeki döngüsü (Şahinkaya, 2011)

Havuz suyunda azot değişik formlarda bulunur:

- Amonyum Azotu
- Nitrit Azotu
- Organik Azot
- Nitrat Azotu



Şekil 1.5. Nitrifikasyon ve denitrifikasyon aşamaları (Pütz, 2008)

1.9.3.2. Azot Mineralizasyonu (Amonifikasyon)

Amonifikasyon, organik azotun inorganik azota (amonyum, amonyak) dönüşümüdür. Bu işlem birçok mikroorganizma tarafından gerçekleştirilir (bakteri, aktinomiset, mantar). Proteinler, aşağıdaki gibi amonyuma dönüştürülürler. Dönüşümü üreaz enzimi gerçekleştirilir (Şahinkaya, 2011).

NH_4^+ asidik ve nötral ortamlarda bulunur. Yüksek pH'larda (pH>9.00) ise amonyum, amonyağa dönüşür ve amonyak uçarak atmosfere karışır (Şahinkaya, 2011).

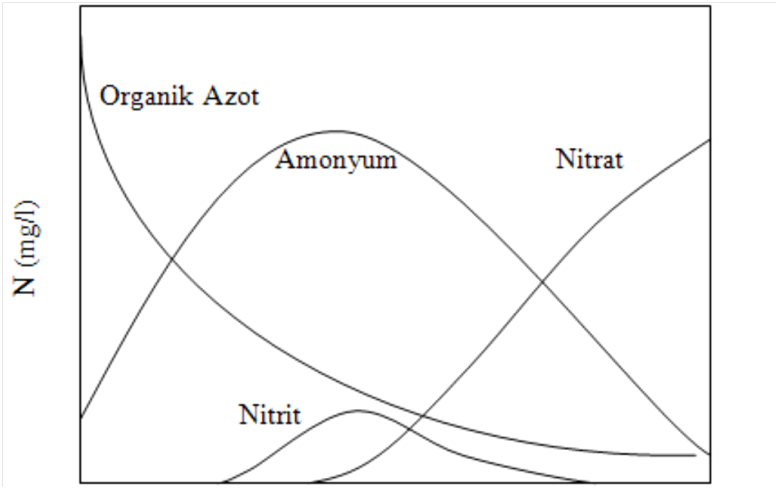
1.9.3.3. Nitrifikasyon

Amonyum, oksijenli ortamlarda hızlı bir biçimde yükseltgenerek nitrite ve daha sonra nitrata dönüşür. Bu olaya nitrifikasyon denir. Nitrifikasyon bakterilerce gerçekleştirilmekte olup, bu bakteriler *Nitrosomonas* ve *Nitrobakter* grubu bakterilerdir (Mutluay ve Demirak 1996).

Amonyum'un nitrit'e dönüştürülmesinde *Nitrosamonas* türleri görev alır (Şahinkaya, 2011).

Nitrit'in nitrat'a oksidasyonu ise nitrit oksitleyen bakteriler (NOB) tarafından gerçekleştirilir. Amonyum'un, nitrit ve nitrat'a oksidasyonu enerji üreten bir reaksiyon olup, üretilen enerji sayesinde CO_2 alınarak hücre faliyetleri için kullanırlar.

Nitrit, amonyum ve nitrata kıyasla sularda daha düşük konsantrasyonlarda bulunur veya sık rastlanmaz. Çünkü nitrit, nitfikasyon esnasında nitrata veya denitrifikasyon esnasında amonyuma dönüşen bir ara üründür (Samsunlu, 1999).



Şekil 1.6. Aerobik şartlarda, kirletilmiş sularda mevcut azot formundaki zamanla oluşan değişimler (Samsunlu, 1999)

1.9.4. Nitrat

Organik maddelerdeki azotun oksidasyonu sonucu meydana gelen ve belirlenen sınır değere kadar zararsız kabul edilen bir bileşiktir. Yüzeye yakın yeraltı sularında genellikle 1.00 mg/L konsantrasyonlarda bulunabilirler. Yetişkinler için zararsız olduğu kabul edilmekle beraber, araştırmalarla 20.0 mg/L'den fazla nitrat içeren sularla hazırlanan mamalarla beslenen 6 aylığa kadar bebeklerde Methemoglobinemi'ye neden olduğu saptanmıştır. Bu rahatsızlığın bebeklerde görülmesinin nedeni mide pH'ının yetişkin insanlara göre daha yüksek bir seviye olan 4,90'un üzerinde seyretmesidir. Bu pH seviyesinde midede nitratları nitrite indirgeyen bakteriler kolayca üreme imkanı bulabilmektedir. Oluşan nitritin kana karışmasıyla hemoglobine bağlanarak oksijen taşınımını engeller. Sonuç olarak methemoglobinemi denilen ve siyanozla kendini gösteren zehirlenme ortaya çıkarak bebek ölümlerine neden olabilir (Demirer, 1995).

Havuz suyunda ise suyun ilk dolumunda ve havuza eklenen suyun kalitesinin ölçülmesi açısından çok önemlidir. Eğer havuz suyunun ilk dolumunda ve eklenen sularda nitrat ve nitrit'e rastlanmadığı halde havuz suyunda nitrat mevcut ise bunun kaynağı

genellikle kullanıcı çocuklar veya yetişkinlerdir (Güllüoğlu, 2010).

1.9.5. Alüminyum

Dünyada en çok bulunma özelliğine sahip olan Al metali toprakta, suda ve havada bulunmaktadır. Fiziksel ve kimyasal özellikleri ile geniş bir kullanım alanına sahiptir (yapıştırıcılarda, ilaç sanayinde, besin korumasında, suların dezenfeksiyonunda). İçme sularındaki Al miktarı yetişkin bir insan için %5.00 dolaylarında olmalıdır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve TSE-266 standartlarına göre bu sınır 0.20 mg/L'dir. Alüminyum toksik etkisi olmayan bir element olarak bilinmektedir. Ancak aşırı miktarda alımında sinir sistemine etki ettiği ve kansızlığa yol açtığı görülmüştür. Alimünyum ayrıca Alzheimer ve diyabet hastalıklarında kullanılan bir elementtir (Canadab, 2003).

Yerkabuğunun yaklaşık %8.00'ini oluşturan alüminyum son derece önemli bir metaldir ve doğada alüminyum silikatlar halinde bulunur. Sindirim sisteminden direkt kana geçen alüminyum miktarı %1.00'den azdır. Alüminyumun büyük bir kısmı kemik ve akciğer olmak üzere çeşitli dokularda depolanmaktadır. Normal sağlıklı insanlarda alüminyum böbrek yolu ile vücut dışına atılmaktadır. Alüminyumun bugüne kadar saptanan en önemli etkisi sinir sistemi üzerinedir (Güllüoğlu, 2010).

Havuzda kullanılan çöktürücü ve parlatıcı ürünler alüminyum içermektedir. Bundan dolayı Sağlık Bakanlığı yayınladığı yönetmelikte havuz suyundaki alüminyum miktarının maksimum 0.20 mg/L bulunmasına izin vermektedir. Havuz suyundaki alüminyum seviyesi 0.20 mg/L den fazla ise, taze su ekleyerek alüminyum konsantrasyonunu düşürmek gerekir (Güllüoğlu, 2010).

1.9.6. Bakır

Havuzun metal aksamlarından, ucuz yosun ilaçlarından veya doldurma suyundan havuza karışabilir. Yeşil saç veya tırnaklar gibi sorunlar oluşturur. Azami değeri; 1.00 mg/L dir. Rutin havuz suyu analizinde bakılır (Güllüoğlu, 2010).

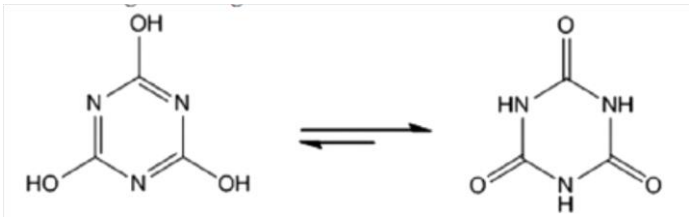
Havuz suyuna bakır alınan taze su, göz taşı (bakırsülfat), bazı marka yosun önleyicilerin içinde veya bakır-gümüş iyonizasyon cihazı ile girer. Sağlık bakanlığı maksimum 1.00 mg/L bakır bulunmasına izin vermektedir (Güllüoğlu, 2010).

İçtiğimiz sularla aldığımız günlük bakır yaklaşık olarak 150 µg kadardır. Bir kerede yüksek dozda bakır alınması durumunda; bulantı, ishal, mide krampları ve kusma meydana gelir. Bir yaşın altındaki bebekler Cu'a daha duyarlıdırlar. 14 günden daha uzun süre yüksek dozda Cu'a maruz kalmak, yeni doğanlarda böbrek ve karaciğer hasarına neden

olabilmektedir. Ancak, kısa süreli de olsa yukarıda belirtilen miktarın üzerinde alındığında mide ve bağırsaklarda rahatsızlık hissi, karaciğer ve böbrek hasarı, anemi (kansızlık) gibi çeşitli sağlık problemleri ortaya çıkabilmektedir (Güllüoğlu, 2010).

1.9.7. Siyanürik asit

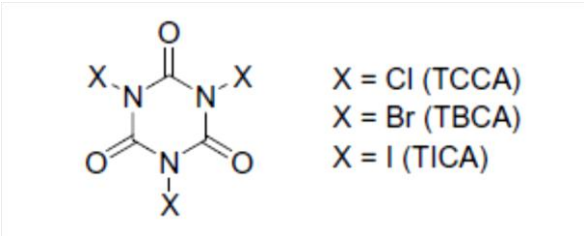
Heterosiklik bileşiklerde oksijen, azot ve kükürt gibi hetero atomlardan biri veya birkaçı halkadaki karbon ile yer değiştirmiş olarak bulunur. s-Triazinler de bu gruba dahildir. Triazinler bir benzen halkasındaki üç karbonla, azot atomlarının yer değiştirmesi sonucu oluşan heterosiklik bileşiklerdir. Aromatik halka adlandırması göz önüne alındığında bu bileşik için 1,3,5-triazin de denilir. 1,3,5-Triazin, diğer bir adıyla s-triazin türevleri günümüzde ilaç sanayinden plastik sanayisine kadar birçok alanda kullanılmaktadır. s-triazinlerin birçok kullanım alanlarının olmasından dolayı bu konuda araştırmalar hızlı bir şekilde devam etmektedir (Fessenden ve ark., 2001). Şekil 1.7.'de görüldüğü gibi, CyA yapısında bulunan hidrojen, azot ve oksijen atomlarına iki farklı bağlanma ile tautomerik yapı oluşturur.



Şekil 1.7. CyA tautomerik yapısı (Mukherjee ve Ren, 2010)

Siyanürik asit (2,4,6 trihidroksi-1,3,5, triazin), geniş ölçüde ovma tozları, koruyucu çamaşır suları, endüstriyel temizleyiciler ve otomatik bulaşık makinası ürünlerinde bir bileşen olarak geniş kullanım alanı olan endüstriyel öneme sahip bir kimyasaldır (Kirk, 1993). 1958' den beri siyanürik asit ve siyanüratlar havuz sularındaki hipoklorit iyonu, hipoklorik ve klor'un fotokimyasal indirgenme hızını azaltmak için kullanılmaktadır (Canelli, 1974).

CyA sudaki serbest klorun güneş ışığı tarafından parçalanma sürecini stabilize etmektedir. Şekil 1.8.'de görüldüğü gibi CyA'deki azot atomuna iki veya üç halojen bağlanmasıyla dezenfektan olan siyanüratlar oluşur.



Şekil 1.8. Siyanürik aside halojen bağlanması (Mukherjee ve Ren, 2010)

Stabilizatörlü klorların ülkemizde kullanımıyla ilgili TS 11899 havuz suyu dezenfeksiyonun da kullanılmasına izin vermezken, sağlık bakanlığı genelgesi ise bu konuya bir sınırlama getirmemiştir. Sağlık bakanlığının getirdiği tek sınırlama ise havuz suyundaki stabilizatör miktarının maksimum 100 ppm aralığında olmasıdır. Buna karşın Amerikan standartları ise havuz suyundaki stabilizatör miktarının maksimum 30.0-50.0 ppm olabileceğini ifade etmektedir (Güllüoğlu, 2010).

Çizelge 1.8.'de, havuz suyundaki stabilizatör oranın 100 ppm'e gelmesi, havuza verilen klorun enaz %88.0'inin dezenfeksiyon işlemi yapacak $HOCl^-$ 'e dönüşemediği görülmektedir. Yüksek stabilizatör seviyesinde klor, önce inorganik, sonrada organik kirlilikleri okside ederek görünümü düzgün bir havuz yaratmasına rağmen, yeterli dezenfeksiyon yapamayacağından, havuz mikropların üreyebileceği bir ortama dönüşür (Güllüoğlu, 2010).

Çizelge 1.8. Siyanürik asit varlığında serbest klor oranları (Güllüoğlu, 2010)

Siyanürik asit konsantrasyonu	0 mg/l	5 mg/l	10 mg/l	20 mg/l	30 mg/l	50 mg/l	70 mg/l	90 mg/l	100 mg/l	130 mg/l
Serbest Klorun toplam mevcut klora oranı (yaklaşık) (pH:7.5 , t:25 ^{0}C)	%100	%73	%61	%52	%45	%33	%28	%14	%12	%10

Isosiyanürik asit (CyA) yüzme havuzlarında ışığa karşı bir klorin stabilizatör olarak kullanılmıştır (Kowalski ve Hilton, 1966). Şimdi, birçok ülkede kullanılan ve 1987 yılında kloroizosiyanüratlar dünya üretimi 80.700 ton (ABD 50.000 t, Japonya 17.200 ton, ve Batı Avrupa 13.500 ton) olarak tahmin edilmektedir (Wojtowicz, 1993). Havuz suyunda 25.0 ppm seviyesinde siyanürik asit bulunması serbest klor bakiyesinin, 3 ila 5 kez daha uzun süre muhafaza edilebilmesini sağlamaktadır. 50.0 ppm'in üzerindeki konsantrasyonlarda hiçbir ekstra stabilizasyon olayı gözlenmemiştir. Tüm bu anlatılan faydalarına karşın, siyanürik asidin önemli bir dezavantajı vardır. Serbest klorun stabilizasyon işlemi

esnasında, siyanürik asit klorun yavaşlamasına veya başka deyişle oksidan ve dezenfektan olarak daha az etkili olmasına yol açar. Bu durum, havuz suyuna daha yüksek oranda klor eklenerek dengelenmelidir. Diğer bir dezavantajı ise, siyanürik asidin toksikliğidir. Gözde hafif düzeyde tahriş edici etkiye sahiptir ve insanlarda karaciğer ya da gastrointestinal sistem için toksik etkisi olduğu konusunda şüpheler vardır (Karns, 1999). Yapılan bir araştırmada siyanürik asidin ağız yoluyla günlük alımının hayvanlar için ciddi hasarlara neden olabildiğine işaret edilmektedir (Hammond, 1986). Bu nedenle, ABD Çevre Koruma Ajansı tarafından (USEPA, 1998) içme suyu kirleticileri aday listesinde yer almaktadır (Anonim, 1998). Resmi sağlık otoriteleri, genellikle siyanürik asidin üst kullanım limitini 100 ppm olarak sınırlamışlardır. Ulusal Yüzme Havuzu Kuruluşu (NSPF), siyanürik asidin stabilizör olarak kullanımı için, 10-100 mg/L konsantrasyon aralığında olması gerektiğini belirtmektedir (Kowalsky, 1992).

1.9.8. Serbest klor, bağlı klor ve toplam klor

Havuz suyunu kirletebilecek inorganik ve organik maddeleri okside etmek için suda bulunan klora ‘‘Serbest Klor’’ denir. Havuz suyu içinde organik kirleticilerle reaksiyona girmiş, parçalayamayıp kloramin formuna dönüşmüş olan klora ‘‘Bağlı Klor’’ denir. Havuz suyunda serbest veya bağlı halde bulunan klorların toplamına ‘‘Toplam Klor’’ denir (Güllüoğlu, 2010).

Aşağıdaki denklemlerde görüldüğü gibi dezenfektan ile su serbest klor dediğimiz HOCl oluşturmaktadır.

$$Cl_2 + H_2O \longrightarrow HCl + \mathbf{HOCl^-} \quad \textbf{(1.12)}$$

$$NaCl_2(NCO)_3.2H_2O \longrightarrow \mathbf{HOCl^-} + NaH_2(NCO)_3 \quad \textbf{(1.13)}$$

$$(ClNCO)_3 \longrightarrow \mathbf{HOCl^-} + (NCO)_3 \quad \textbf{(1.14)}$$

$$NaOCl + H_2O \longrightarrow \mathbf{HOCl^-} + NAOH \quad \textbf{(1.15)}$$

$$Ca(OCl)_2 + H_2O \longrightarrow \mathbf{HOCl^-} + Ca(OH)_2 \quad \textbf{(1.16)}$$

Bağlı klor; Klorun bir organik bileşik ile reaksiyona girmesiyle oluşur. Oluşan kloraminlerin toplamı bağlı kloru vermektedir.

$$NH_3 + HOCl^- \longrightarrow \mathbf{NH_2Cl} + H_2O \text{ (Monokloramin)} \quad \textbf{(1.17)}$$

$NH_2Cl + HOCl^- \longrightarrow \mathbf{NHCl_2} + H_2O$ (Dikloramin) **(1.18)**

$NHCl_2 + HOCl^- \longrightarrow \mathbf{NCl_3} + H_2O$ (Trikloramin) **(1.19)**

$2NCl_3 \longrightarrow N_2 + 3Cl_2$ **(1.20)**

$2NH_3 + 6\ HOCl^- \longrightarrow N_2 + 3Cl_2 + 6H_2O$ **(1.21)**

Klorlama esnasında oluşan kloraminler de dezenfektan olarak içme sularının arıtımında kullanılmaktadır. Önceleri tat ve koku kontrolünde kullanılan kloraminler, daha sonraları dağıtım şebekelerinde serbest klordan daha stabil ve bakteriyel çoğalmanın kontrolünde etkili oldukları fark edilmesi ile birlikte mikroorganizma giderimi sırasında tercih edilmeye başlanmışlardır. Son yirmi yıl içerinde klorlu organik bileşikler (örneğin Trihalometan (THM) ve Haloasetik asit (HAA) konusundaki endişelerin artması, kloraminlerin de suda çok az dezenfeksiyon yan ürünleri oluşturmalarından dolayı kloraminlerin kullanımını arttırmıştır (USEPA, 1999).

1.9.8.1. Klor şoklaması

Havuzlarda klor şoklaması, havuzların sistemlerine göre 2 ayrı guruba ayrılır:

- Genel piyasa şartlarına göre yapılmış havuzlar

Bu havuzlarda klor şoklaması, havuzun günlük klor ihtiyacının en az 4 katının havuza verilmesi ile yapılır (Güllüoğlu, 2010).

- TSE 11899 normlarına göre yapılmış havuzlar

Bağlı klor miktarının 10 katı olarak hesaplanır.

1.9.9. Toplam alkalinite

Yüksek alkaliniteli sulann havuzlarda pH' lannın düşürülmeleri son derece zordur. Bu nedenle, yüksek alkalinite' nin havuzdan önce düşürülmesi gerekir. Alkalinite'nin düşürülmesinde genelde kullanılan metotlar aşağıdaki gibidir (Yaşa, 1999).

- Doğrudan asit nötralizasyonu
- Katyonik / anyonik klorür reçineli sistem
- Kostik soda takviyeli, kuvvetli asit katyonik reçine yumuşatmalı
- Kireç / soda yumuşatma
- Kostik soda takviyeli, zayıf asit katyonik dealkalizer
- Reverse osmosis veya nanofiltrasyon

Bunlardan, havuzculann tercih edeceği en kolay yöntem hidroklorit veya sülfrik asit dozlamasıdır. Alkalinitesi yüksek (200 mg/L' nin üzeri) olan sulara asit dozlandığında CO_2 açığa çıkacağından, bunun degazör kullanılarak alınması gerekir. Aşağıdaki formüllerde bu işlemler görülmektedir (Yaşa, 1999).

$$Ca(HCO_3)_2 + 2HCl \longrightarrow CaC1_2 + 2CO_2 + 2H_2O \quad \textbf{(1.22)}$$

$$Ca(HCO_3)_2 + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + 2CO_2 + 2H_2O \quad \textbf{(1.23)}$$

1.10. Havuz suyunda yosun oluşumu

Alg'ler yosun olarak bilinen ve suda yüzen mikroskobik canlılardır. Bazıları serbest yüzmekte, bazıları ise suda asılı bulunmaktadır. Asılı olan tipler havuzlarda derz aralarına ve fayans üzerindeki çatlaklara tutunmaktadırlar. Alg'lerin doğada birçok çeşidi olmasına karşın, havuzlarda oluşturdukları renklere göre adlandırılmış üç genel grupları vardır:

• Yeşil Alg • Siyah Alg • Sarı Alg

Havuzlarda alg popülasyonunun zararları.

• Havuzlarda bulanık ve kirli bir görüntü oluşturur.

• Yüzcülerde kaşıntıya sebep olur.

• Tutundukları yüzey kayganlaştığı için yüzücüler açısından tehlikelidir.

• Klor tüketimini artırır

• Dezenfektanları absorbe eder ve etkinliklerini azaltırlar.

• Havuzda kötü tat ve kokuya sebep olur

• Filtrasyon sistemini tıkarlar (Güllüoğlu, 2010).

Alg oluşmuş havuzların temizlenmesi

• pH dengelenir.

• Klor şoklaması yapılır.

• Alg oluşmuş yüzeyler fırçalanır.

• Yosun önleyici kullanılır.

• Fırçalama ile su içine yayılan askıdaki algleri toplamak için çöktürücü veya topaklayıcı kullanılır.

• Filtrede birikimi önlemek için ters yıkama süresi ve sayısı arttırılır (Güllüoğlu, 2010).

1.11. Havuz kimyasalları kullanımı ve ölçümleri

1.11.1. pH düşürücü kullanımı

pH 6.80 in altına düştüğünde ise havuza verilen klorun %90.0'ı aktif hale geçerek ani bir dezenfeksiyon işlemi oluşur. Bu dezenfeksiyon için istenmeyen bir durumdur ve bu nedenle klorlama işleminden önce mutlaka pH istenen aralığa getirilmelidir. Sıvı pH düşürücüler, %30.0'luk sülfürik asit (H_2SO_4) ve %33.0'luk hidroklorik asit (HCl)' tir. Toz asit ise sodyumbisülfat'tır (Güllüoğlu, 2010).

1.11.2. Yosun önleyici

Genellikle kullanılan kimyasal kuaterner amonyum, didesilamonyumklorür veya benzalkodyumkloriddir. Görevi havuz suyunda alg oluşumunu engellemektir. Klorlar gibi havuzdan kaybolmazlar, havuza taze su alındıkça konsantrasyonları düşer bu yüzden haftalık uygulamalarda fayda vardır (Güllüoğlu, 2010).

1.11.3. Berraklaştırıcı (parlatıcı)

Genellikle kullanılan kimyasal difosfmikasit veya polialeminyumklorür 'dür. Berraklaştırıcılar suda askıda bulunan maddelerin filtrede tutulmasını sağlarlar (Güllüoğlu, 2010).

1.11.4. Çöktürücü

Genellikle kullanılan kimyasal alüminyumsülfat veya polialüminyumklorürdür. Çöktürücü kullanmadan önce pH ayarlanmalıdır. Çöktürücü kullanırken, 1.00 lt çöktürücü 20.0 lt lik bir kova su içine katıldıktan sonra havuza serpilerek kullanılmalıdır. Çöktürücü serpildikten 2-4 saat sonra motorlar kapatılmalı ve en az 8 saat çökmenin gerçekleşmesi için beklenilmelidir (Güllüoğlu, 2010).

1.11.5. pH yükseltici kullanımı

Genellikle kullanılan kimyasallar sodyumhidroksit veya sodyumkarbonattır. Havuz suyunun pH'ının 7.00 'ın altına düşmesi durumunda pH yükseltici kullanılarak pH 7.00-7.40 oranına dengelenmesi amacıyla kullanılır (Güllüoğlu, 2010).

1.12. Havuz Problemleri ve Çözümleri

Bunlar, Mekanik problemler ve Kimyasal problemlerdir. Havuz sularında sık rastlanan problemlerin sebep ve çözümleri Çizelge 1.9.'da gösterilmiştir.

1.12.1. Mekanik problemler

Havuzun berrak ve temiz görünümü iyi bir filtrasyonla mümkündür. İyi bir havuz sisteminde, havuz suyunun günde en az 4 defa filtre edilmesi gereklidir (Güllüoğlu, 2010).

1.12.2. Kimyasal problemler

1.12.2.1. Taze su ile gelen problemler

Bu grupta karşılacağımız problemlerin başında, su içindeki ağır metal iyonlarının klor ile reaksiyona girerek suya renk vermesidir. Renk veren ağır metal iyonlarının (Fe, Mn, Cu vb.) su içindeki miktarına bağlı olarak havuz suyu kahve telvesi kıvamı ile açık parlak yeşil bir renk arasında değişim göstermektedir. Böyle bir durumda yapılması gereken klor şoklaması ve çöktürme işlemidir (Güllüoğlu , 2010).

1.12.2.2. Kullanılan kimyasallardan kaynaklanan problemler

Bu grupta kimyasallardan kaynaklanan problemleri şöyle sıralıyabiliriz:

1. Stabilizatör seviyesi yüksekliği

2. Yüksek alkaliniteli suda kalsiyum hipoklorit (%65.0 lik stabilizatörsüz granül klor) kullanımında da havuz suyunda bulanıklık meydana gelir (Güllüoğlu, 2010).

3. Gereğinden fazla çöktürücü kullanımı da havuz suyunun bulanmasına sebep olur (Güllüoğlu, 2010).

1.12.2.3. Yetersiz ve doğru kullanılmayan kimyasaldan kaynaklanan problemler

Bu grupta ise direk olarak pH ve klor kullanım talimatlarına uymadan yapılan işlemlerdir ve sonucunda, havuzda bulanıklık, göz ve ciltte iritasyon, aşırı klor kokusu, derz aralarında yosunlaşma, suda matlık meydana gelmektedir (Güllüoğlu, 2010).

Çizelge 1.9. Havuz sularında sık rastlanan problemlerin sebep ve çözümleri (Güllüoğlu, 2010)

Problem	Sebep	Çözüm
Klor kokusu Gözlerde yanma	**1.** Kloramin oluşumu. **2.** Suyun pH değerinin çok düşük olması	**1.** BK miktarına bakılır, BK miktarı 0.2 ppm üzerinde ise klor şoklaması yapılmalı **2.** pH 6.8'in altında ise havuz suyuna pH yükseltici eklenerek pH düzeyi 7.0 -7.4 düzeyine ayarlanmalı
Saç ve giysilerde ağarma olması	**1.** Havuz suyunda kloramin oluşumu. **2.** Yüksek klor seviyesi	**1.** BK miktarına bakılır, BK miktarı 0.2 ppm üzerinde ise klor şoklaması yapılmalı **2.** SK seviyesi 10 ppm'i aştığında: a) Havuza yeni su ilave edilmeli b)Aktif karbon veya Sodyummetabisulfit ile klor nötralize edilmeli
Mayo üzerinde mavi leke oluşumu	1 ppm 'den fazla Cu miktarı	Yeni su ilave ederek seyreltilmeli ve bakır içeren kimyasallar kullanılmamalı.
pH'ın düşmemesi	Toplam Alkalilik yüksek olması	Havuz suyuna pH şoklaması yapılmalı
pH yükselmemesi	Toplam Alkalilik düşük olması	Alkaliniteyi artırıcı sert su ilavesi veya dezenfeksiyon için $Ca(OCl)_2$ kullanılmalı
Klor ölçümünde klor görülmemesi veya yükselmemesi	**1.** Yüksek stabilizatör etkisi **2.** Bozulmuş klor ölçüm tableti veya sıvısı kullanımı	**1.** Stabilizatör seviyesi ölçümü ile miktar tespit edilir. Su seyreltilmeli ve stabilizatörlü klor bileşiği kullanılmamalı **2.** Başka test kitleri ve tabletler ile yapılan testler tekrar edilmeli.
Klor ölçümünde klor miktarının sürekli aynı olması	Yüksek stabilizatör etkisi	Su seyreltilmeli ve stabilizatörlü klor bileşiği kullanılmamalı.
Havuz fayanslarının yüzey aşınması veya kireç oluşumu	Toplam Alkalilik yüksek olması	Havuz suyuna pH şoklaması yapılmalı
Filtre kumunda taş oluşumu	Yüksek Alkalinite ve kalsiyum sertliği	Filtre kumu değiştirilmeli, havuz pH'ı 7.0 – 7.4 aralığında olmalı

Çizelge 1.9.'un devamı

Filtre kumu içerisinde yağ tabakası ve mukus kıvamında topaklaşma	Kişilerin kullandıkları güneş yağları, mukus ve saçlar	Oluşmuş tabaka ayrılıp atılmalı ve eksilen kum tamamlanmalı
Havuz içindeki ışıkların etrafında uçuşan zerrecikler ve bulanıklık	**1.** Yüksek stabilizatör etkisi. **2.** Filtre kumunda eksiklik ya da taş oluşumu.	**1.** Stabilizör seviyesi yüksek ise dezenfeksiyon için stabilizatörsüz klor bileşikleri kullanılmalı. **2.** Kum filtresi kontrol edilmeli ve eksik kum tamamlanmalı ya da değiştirilmeli.
Bulanık, mat görünümlü havuz suyu	**1.**Yüksek stabilizatör etkisi. **2.**Filtre kumunda eksiklik ya da taş oluşumu **3.**Havuz sirkulasyon pompasının verimli çalışmaması	**1.** Stabilizör seviyesi yüksek ise dezenfeksiyon için stabilizatörsüz klor bileşikleri kullanılmalı **2.** Kum filtresi kontrol edilmeli ve eksik kum tamamlanmalı ya da değiştirilmeli **3.**Havuz sirkülasyon pompasının fanı aşınmış veya saç kılları sebebiyle sıkışmış olabilir, temizlenmeli veya değiştirilmeli
Yeşil bulanık su, yüzeyin kayganlaşması, fayans aralarında yosun oluşumu	Klorlama yetersizliği ve aşırı yosun önleyici kullanımı	Klorun etkinliğinin düşmesine sebep olabilecek etkenler: **1.** Dengesiz pH **2.** Yüksek stabilizatör veya düşük stabilizatör etkisi **3.** Bağlı klor oluşumu **Çözüm:** Kontrol edilerek klor şoklaması yapılmalı, yosun önleyici kullanılmalı.
Renkli berrak su	Ağır metal iyonları	pH dengelenir ve klor şoklaması işleminden sonra çöktürücü kullanılarak ağır metal iyonları sudan uzaklaştırılır.

1.13. Havuzlardan Bulaşabilecek Bazı Hastalıklar

Yüzme havuzlarında, su parklarında, jakuzilerde, sağlık amaçlı terapi ve kaplıca havuzlarında kullanıcılar, patojenik organizmaları, suyla temas (deri) ve su yutma (ağız) yoluyla suyu vücutlarına alırlar. Yüzülen ortamın kirliliğine bağlı olarak bir çok sağlık sorununun ortaya çıktığı ve bunların başında enfeksiyon hastalıklarının (bakteri, virus, mantar, parazit sebebiyle oluşan ateşli hastalıklar) geldiği belirlenmiştir. Çizelge 1.10'da

birçok mikroorganizmanın sebep olduğu hastalıklar, bulaşma kaynakları ve semptomları belirtilmiştir. Su kirliliğinde en önemli etken mikrobiyal kirlilik, özellikle de "patojenik organizmalar" dır. Su kirliliğinin en tehlikeli şekli ise su ortamına insan dışkısının girmesidir (Güllüoğlu, 2010).

Havuzda, dışkı ile kirlenme tespit edildiği anda öncelikle kirletici kaynak havuzdan hemen alınmalı, havuz kullanıma kapatılmalı, kirletici kaynağın ortadan kaldırılması için, klor şoklaması yapılarak zamanın kısaltılması sağlanmalıdır. Klor şoklaması yapıldığında sirkülasyon kesintisiz olarak devam etmelidir (Güllüoğlu, 2010).

Fekal (dışkı) kaynaklı olamayan kirlenmede 2 ana kirletici kaynağı vardır. Bunlar yüzücüler ve havuz duvarında, boru tesisatında veya filtre kumlarında oluşabilen biyofilm tabakalarıdır (Güllüoğlu, 2010).

Biyofilm, canlı veya cansız bir yüzeye yapışarak kendi ürettikleri polimerik yapıda jelsi bir tabaka içinde yaşayan mikroorganizmaların oluşturduğu topluluk olarak tanımlanmaktadır. Bu jelsi tabaka, bakteri hücreleri tarafından üretilen EPS adı verilen polisakkarit bazlı bir kafestir. Havuzlarda biyofilm tabakası, derz aralarında, havuz içi sirkülasyonun oluşmadığı ölü bölgelerde, fittings sistemi içinde ve kum filtrelerinin içinde kumların üstünde oluşabilmektedir. Özellikle kışın kullanılmayan havuz sistemlerinde ve kum filtrelerinde biyofilm oluşumu daha fazla gözlenmektedir. Dezenfektanlara karşı dayanıklılığı yüksek olmasının yanısıra, karmaşık fiziksel yapısı ve dinamik doğasından dolayı ölçümü, izlenmesi, kontrolü ve mücadelesi çok zordur. Lejyoner hastalığı, kalp kası enfeksiyonu, orta kulak iltihabı, diş iltihabı (periodontit), kemik iliği iltihabı (osteomiyelit), kronik prostat gibi hastalıkların etkenlerinin biyofilm ilişkili mikroorganizmalar olduğu göz önüne alınırsa tehlikenin ne kadar büyük olduğu anlaşılabilir (Güllüoğlu, 2010).

Su ile bulaşabilen hastalıklar Çizelge 1.10.'de görülmektedir.

Biyofilm tabakası, gözle görülebilir büyüklükteki organizmaların bile çoğalmasına imkan verebilecek besin zincirinde başlangıç noktası konumundadır. Biyofilm tabakasının doğurduğu hijyenik riskler gözardı edilemeyecek kadar çeşitli ve büyük olduğu için su sistemlerinde oluşmasını önlemek amacıyla tedbirler alınmalıdır. Bu tedbirlerin en başında havuz filtrasyon ve dezenfeksiyon sistemin en iyi şekilde dizayn edilmesi, kaliteli tesisat malzemesi kullanılması gelmektedir. Havuzlarda biyofilm oluşumunu engellemek için önlemler:

1. Havuz duvarlarının sürekli fırçalanması (Güllüoğlu, 2010).

2. Kuaterner amonyum veya benzeri yosun önleyicilerin düzenli kullanılması (Güllüoğlu, 2010).

3. Kum filtrelerine periyodik aralıklarla klor konulması veya klorlamanın filtre öncesine alınması (Güllüoğlu, 2010).

4. Periyodik aralıklarla havuz suyunun şok klorlamaya tabi tutulması (Güllüoğlu, 2010).

Çizelge 1.10. Su ile bulaşabilen hastalıklar (Güllüoğlu S, 2010)

Hastalık	Hastalık Etmeni	Bulaşma Kaynağı	Semptomlar
Gastroenteris	• *Rotavirüs* • *Salmonella* • *Enteropatojenik* • *E.Coli*	• Dışkı	Akut ishal Kusma
Tifoid	• *Salmonella Typhosa*	• Dışkı	Bağırsak iltihabı Dalak büyümesi Yüksek ateş
Dizanteri	• *Shigella*	• Dışkı	İshal
Kolera	• *Vibrio comma*	• Dışkı	Kusma Şiddetli ishal Aşırı su kaybı
Bulaşıcı Sarılık (viral)	• *Hepatitis A*	• Dışkı ve kirli suda gelişen canlılar	Cilt sararması Karaciğer büyümesi Karın ağrısı
Amipli Dizanteri	• *Entomoeba Histolytica*	• Dışkı	Hafif ishal Kronik dizanteri
Giardiasis	• *Giardia lamblia*	• Dışkı	Ishal Kramp Bulantı Halsizlik
Cryptosporidiosis	• *Cryptosporidium*	• Dışkı	İshal Mide ağrısı

1.14. Havuz Suyu Analizlerinde Bazı Avrupa Ülkelerinin Kullandığı Limit Değerler

Havuz suyu analizlerinde içme kullanma sularında olduğu gibi ortak mir mevzuat olmamakla birlikte, havuz suyu analizlerindeki bazı parametrelerin sınır değerleri Çizelge 1.11.'de belirtildiği gibi farklılık göstermektedir.

Çizelge 1.11. Havuz suyu analizlerinde bazı Avrupa ülkelerin kullandığı limit değerler (Dallolio, 2013)

Parametre	İtalya Standartları (2013)	Avusturya Hijyen Yönetmeliği (2012)	Fransa Halk Sağlığı (2006)	Almanya DIN 19643 (2012)	Hollanda (1969)	İngiltere (2013)
pH	6.50-7.50	6.50-7.80	6.90-8.20	6.50-7.20 (Al flok.) 6.50-7.50 (Fe flok)	7.00-7.60	7.20-7.40
Nitrat	≤ 20.0	≤ 30.0	-	≤ 20.0	≤ 50.0	-
BK	≤ 0.40	≤ 0.30	≤ 0.60	≤ 0.20	-	≤ 1.00
SK	0.70-1.50	Kapalı Hav. pH≤7.40'de 0.30-1.20 pH≥7.40'de 0.50-1.20 Açık Hav. pH≤7.40'de 0.30-2.00 pH≥7.40'de ≤0.30	6.90-8.20	0.30-0.60	Kapalı Hav. 0.50-1.50 Açık Hav. 0.50-3.00	0.50-1.00

BÖLÜM 2
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Simard ve ark. (2013) Quebec City (Kanada)'da 15 kapalı, 39 açık havuz olmak üzere toplam 54 belediye kamu havuzunda ve 5 farklı noktadan alınan şehir şebeke suyunda bir yıllık çalışma yapmışlardır. Kapalı yüzme havuzlarından yıl boyunca ayda bir defa, açık yüzme havuzlarından yaz aylarında (Haziran, Temmuz ve Ağustos) iki hafta aralıkla örnekleme yapılmıştır. Çalışmada DYÜ (THMs, HAAs, kloraminler), serbest klor (SK), toplam klor (TK), pH, iletkenlik ve sıcaklık değerleri karşılaştırılmıştır. Analizlerde kolorimetre, UV/VIS spektrofotometre, 0.25 mikron kalınlığında kolon ve ECD detektör bulunan gaz kromatografisi ve taşınabilir multimetre kullanılmıştır. Açık yüzme havuzlarında SK 0.74-2.75 (Ort. 1.66 mg/L) aralığında, TK 0.98-2.94 (Ort. 1.83 mg/L) aralığında, bağlı klor (BK) 0.040-0.430 (Ort. 0.162 mg/L) aralığında, pH 7.44-8.33 (Ort. 7.85) aralığında, sıcaklık 20.6°C-26.2°C (Ort. 23.2°C) aralığında bulunmuştur. Kapalı yüzme havuzlarında SK 0.77-2.06 (Ort. 1.55 mg/L) aralığında, TK 1.43-4.26 (Ort. 2.70 mg/L) aralığında, BK 0.360-2.210 (Ort. 0.714 mg/L) aralığında, pH 6.92-7.90 (Ort. 7.47) aralığında, sıcaklık 27.3°C-31.0°C (Ort. 29.0°C) aralığında bulunmuştur. Gaz kromatografisi (GC-MS) ile yapılan ölçümlerde kloraminler yaklaşık %55.0 NH_2Cl, %12.0 $NHCl_2$, %33.0 NCl_3 oranında belirlenmiştir. Isıtmalı havuzlarda sıcaklığın etkisiyle DYÜ'nin daha fazla oluştuğu tespit edilmiştir. DYÜ'nin oluşumunu en aza indirmek için sık sık taze su ilavesi, ozon-aktif karbon gibi arıtma sistemleri kullanımı tavsiye edilmiştir.

Dallolio ve ark. (2013), üç yıllık dönemde (2010-2012) Bologna (İtalya)'da 144 yüzme havuzunda (69 kapalı, 75 açık) mikrobiyolojik ve kimyasal yönden su kalitesini değerlendirmişlerdir. Havuz suyu numuneleri 50.0 cm derinlikten alınmıştır. Kimyasal analizlerde kolorimetre, UV-VIS spektrofotometre ve iyon kromatografi cihazı kullanılmıştır. İtalya Standartlarına göre, pH 6.50-7.60 aralığında, SK 0.70-1.50 mg/L, BK max. 0.40 mg/L, nitrat maksimum 20.0 mg/L olarak belirtilmiştir. Kapalı yüzme havuzlarında yapılan analizler sonucunda uygunsuzluk oranlarını pH (%3.10), SK (%8.80), BK (%8.30) ve nitrat (%1.20), açık yüzme havuzlarında yapılan analizler sonucunda uygunsuzluk oranları pH (%5.80), SK (%5.30), BK (%2.20) ve nitrat (%0) olarak tespit etmişlerdir.

Canelli (1980), portatif çıplak elektrotlu amperometik analizör ile içme ve yüzme havuzu sularında serbest klor seviyelerini belirlemiş ve değerlendirmiştir. DPD yöntemiyle de analiz yapmış ve aynı sonuçları elde etmiştir. Örnekleme için 20 içme suyu ve 22 havuz

suyu numunesini analize almıştır. $HOCl^-$, ClO^- ve diğer klor formları amperometrik yöntemle, titrasyon olmadan, 0.10 ila 3.00 ppm klor aralığında hızlı bir şekilde ve tam olarak tespit edilmiştir. NH_4Cl ya da seçilen organik azot bileşikleri ile hipoklorit çözeltilerinin reaksiyonu çeşitli N-klor bileşiklerinin oluşumuna engel olabileceğini göstermiştir.

Beech ve ark. (1980), Miami (USA) şehrinde bulunan açık yüzme havuzlarını 4 grup (otel ve motel havuzları, site havuzları, apartman havuzları, belediye havuzları) olarak incelemişlerdir. Havuz suyu numunelerinde nitrat, klorat ve THM analizlerini gerçekleştirdiler. Otel ve motel havuzları, site havuzları, apartman havuzları, belediye havuzları sırasıyla NO_3^- konsantrasyonlarını (2.70 mg/L), (7.40 mg/L), (16.5 mg/L) ve (4.50 mg/L) olarak bulunmuştur. En yüksek klorat konsantrasyonlarını tatlı su havuzlarında 54.9 mg/L ve 124 mg/L olarak tespit edilmiştir. En yüksek THM konsantrasyonları tatlı su ve tuzlu su havuzlarında sırasıyla 430 µg/l ve 1287 µg/l olarak bulmuşlardır.

Judd ve Jeffrey (1995), dezenfektan olarak HOBr ve HOCl asitleri kullanarak model yüzme havuzunu oluşturarak THM oluşumunu incelemişlerdir. Havuz suyuna giren organik yükleme (idrar ve hümik asit) ile dezenfektanların etkileşimini inlemişler ve THM seviyelerinin buna bağlı olarak yükseldiğini belirtmişlerdir. $HOBr^-$ ile yapılan dezenfeksiyonda $HOCl^-$ dezenfeksiyonuna göre %74.0 daha fazla THM oluştuğunu göstermişlerdir.

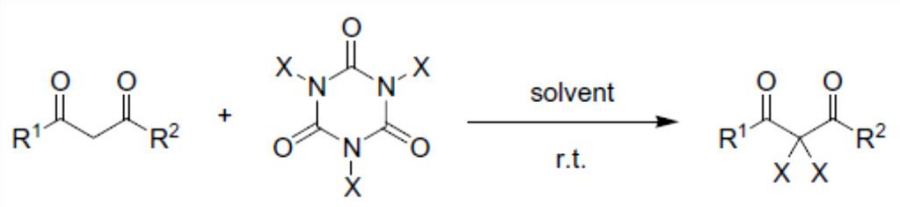
Mok ve Prasad (2000), Honkong'daki yüzme havuzlarından alınan su örneklerine sodyumhipoklorit ve ozonlama işlemlerini ayrı ayrı uygulandıktan sonra suppressor dedeksiyonlu IC ile analiz etmişlerdir. Suda bulunan inorganik anyonlar ve bunlara bağlı oluşan dezenfeksiyon yan ürünlerinin (florit, bromat, klorit, hipoklorit, nitrit, nitrat, klorat, ortofosfat ve sülfat) derişimleri belirlenmiştir. Orta şiddette asidik ortamda sodyumhipoklorit tuzu (NaOCl), hipokloröz asit ($HOCl^-$) olarak bulunur. $HOCl^-$, dezenfektan olarak OCl^- 'den 1000 kat daha etkilidir. Çeşitli organik maddelerin HCl ile reaksiyonları ClO_2^- ve ClO_3^- gibi değişik oksihalojenür yan ürünleri (DBP)' nin oluşumuna neden olur. Florür, hipoklorit, nitrit, nitrat ve sülfat iyonlarının seviyeleri içme sularında bulunması gereken sınır konsantrasyon değerleri arasındadır. Ozonlanmış havuzlarda oluşacak BrO_3^- konsantrasyonu için sınır değerlerle ilgili düzenlemeler önemli olmadığı halde içme suları için bu değerler önem taşır. Ancak havuz suları için; yüzücülerin suyu yutmaları söz konusu olduğunda etkili ve önemli olacaktır. Ayrıca anyon konsantrasyonlarının değişik hava koşullarına bağlı olarak derişimlerindeki değişmeler

tartışılmıştır. Bu çalışma içme sularını anyon analizleri için geliştirilen IC yönteminin yüzme havuzlarındaki anyon analizlerine uygulanması ile ilgili ilk rapordur.

Tachikawa ve ark. (2002), H_3Cy ve NaOCl reaksiyonu sonucu oluşan H_2ClCy, HCl_2Cy ve Cl_3Cy değerlerini akış spektrofotometresi ile belirlemişlerdir. Reaksiyon pH 7.00 değerinde, su içinde, oda sıcaklığında belirlenmiştir. %12.0-14.0 klor içeren NaOCl kullanmışlardır. İzosiyanürik asit (H_3Cy) (1,3,5-triazin-2,4,6-trion, $C_3H_3N_3O_3$) zayıf bir tribazik asittir. H_3Cy ve NaOCl reaksiyonu sonucu oluşan H_2ClCy, HCl_2Cy ve Cl_3Cy konsantrasyonlarını kıyaslamaları sonucu SK ($HOCl^-$ ve OCl^- karışımı) azalırken, en fazla konsantrasyondaki klorlanmış siyanurat H_2ClCy olduğunu bulmuşlardır. NH_2Cl-H_3Cy çözeltiler, daha önceden H_3Cy içeren çözeltiye pH 7.00'de NH_2Cl eklenmesiyle 10 dakika boyunca oda sıcaklığında bırakılarak hazırlandı. NH_2Cl-H_3Cy çözeltilerinde kloraminler DPD yöntemi ile belirlenmiştir. Bu çözeltilerde kalıntı klor ana bileşeni NH_2Cl olmuştur.

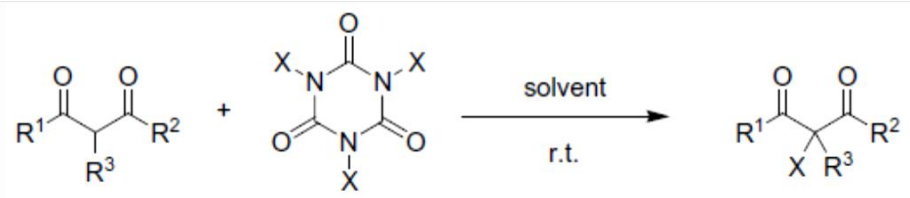
Weaver ve ark. (2009) tarafından, kapalı SP'de uçucu DYÜ'leri oluşumu araştırıldı. Su numuneleri 6 aylık dönemde (Şubat-Ağustos, 2008) 11 havuzdan toplandı ve SK için DYÜ'leri analizi yapıldı. NH_2Cl, $NHCl_2$, NCl_3, $CHCl_3$, $CHBr_3$, BDCM, DBCM, CNCl, CNBr, DCAN ve CH_3NCl_2 olmak üzere onbir uçucu DYÜ tespit edilmiştir. Serbest klor konsantrasyonları en yüksek 7,66 olarak tespit edildi ve limit değerler arasında değiştiği görülmüştür. Bu 11 DBPs arasında, 10 tanesinde düzenli olarak BDCM görüldüğü tanımlandı. CH_3NCl_2 konsantrasyonu ortalama 50.48 µg/L olarak bulundu, dedeksiyon sınırı (1.60 µg/L) şeklindedir. $CNCHCl_2$, $CHCl_3$, $NHCl_2$ ile NH_2Cl, CH_3NCl_2, $CHBr_3$ ve CNBr korelasyon katsayısı 0.35-0.80 aralığındadır. Korelasyonlarının benzer aralıkları DYÜ'leri ile serbest klor ve çok nadir olarak CNCl arasında gözlenmiştir.

Gabriela ve ark. (2009), Trihaloizosiyanürik asitlerin β-dikarbonil bileşiklerinin seçici halojenasyonu için uygun reaktifler olduğunu belirtmişlerdir. Bu araştırmada, verimli reaktifler olarak trikloroizosiyanürik asit (TCCA) ve tribromoizosiyanürik asit (TBCA) ile 1,3-dikarbonil bileşikleri (β-Ketoesterler ve β-diketonlar) arasındaki mono ve dihalojenasyon incelenmiştir. β-dikarbonil bileşiklerin α,α-dihalojenizasyonunu Şekil 2.1.'deki reaksiyonla göstermişlerdir.



Şekil 2.1. β-dikarbonil bileşiklerin α,α-dihalojenizasyonu (Gabriela ve ark., 2009)

β-dikarbonil bileşiklerin α-monohalojenizasyonunu Şekil 2.2.'deki reaksiyonla göstermişlerdir.



Şekil 2.2. β-dikarbonil bileşiklerin α-monohalojenizasyonunu (Gabriela ve ark., 2009)

Ayrıca, TCCA'in ekonomik oluşu ve kolay temin edilebilmesi sebebiyle havuz dezenfeksiyonunda sık kullanıldığını belirterek, havuzlarda yan ürün olarak oluşan çökelmiş CyA'in filtrasyon ile alınarak yeniden trihaloisocyanuric asit hazırlamak için kullanılabileceğini tavsiye etmişlerdir.

Weng ve ark. (2011), yaptıkları çalışmada SP'lerde NCl_3 oluşumunu ve kütle transferini incelenmişlerdir. Bu çalışmada, SP NCl_3 oluşumunda rol oynayan başlıca reaksiyonlar ve süreçler tanımlanmıştır. NCl_3 oluşumunda asit amidler ve pH etkisi araştırılmıştır. Çalışmalarında üre, amonyum iyonları, α -amino asitlerinden kaynaklanan NCl_3 konsantrasyon değerlerini tespit ettiler. Üre için pH 2.50 ve 7.10'da sırasıyla %96.0 ve %76.0 NCl_3 oluştuğu belirlendi. Üre, amonyak ve kreatinin en önemli kaynağı insan idrar ve teridir. Bu çalışmada, pH'ta azalma sonucu NCl_3 artışı görüldü. PH 7.10'de, NCl_3 öncülerinin azalan sırası, üre, amonyak, formamid, glisin ve histidin şeklindedir. Tipik bir SP için, üre konsantrasyonu 2.00 mg/L kadar ölçülmüştür. Gelecekte havuz su arıtmada üre ve diğer öncüleri için daha düşük maliyetli ve niceliksel ayırma işlemi geliştirilmesi gerektiğini tavsiye etmişlerdir.

Beilstein ve ark. (1981), s-Triazin herbisitleri olan melamin ve melamin analoglarının analizlerinde (ammelin, ammelid ve siyanürik asit), UV ile ters faz (RP) yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) kullanılmıştır. Siyanürik asit, ammelid ve ammelinin tamamen ayrılmasını sağlamak için düşük sıcaklıkta (2.00°C) analizleri yapılmıştır. Gözlenebilme sınırlarının 30.0-400 pmol aralığında olduğu belirlenmiştir.

Magnuson ve ark. (2001), siyanürik asidin tayini için, elektrosprey kütle spektroskopisi (cESI-MS) kullanılmıştır. Siyanürik asit sıvı-sıvı ekstraksiyonuyla sudan ekstrakte edilmiştir. Ekstraktın kuruması için buharlaştırılmış ve kuaterner amonyum katyonik yüzey aktif madde sulu çözeltiye eklenerek elektrosprey kütle spektrometresi ile tayin edilmiştir. 1.00 mg/L siyanürik asit için, metodun gözlenebilme sınırı 0.13 mg/L

olarak hesaplanmıştır.

Cantu (2001) tarafından UV ve HPLC metodları kullanılarak havuz sularındaki siyanürik asidin tayini yapılmıştır. Her iki metodun gözlenebilme sınırı sırası ile 0.07 (fenil) ve 0.02 mg/L (PGC) olarak hesaplanmıştır

Patel ve ark. (2007) tarafından sıvı kromatografisi ve kütle spektroskopisi kullanılarak siyanürik asidin tayini yapılmıştır. Siyanürik asit 0-20.0 mg/L derişim aralığında doğrusaldır ve gözlenebilme sınırı 0.10 mg/L olarak belirlenmiştir.

Fiamegos ve ark. (2007), yaptıkları çalışmada siyanürik asit tayini, alev termoiyonik spesifik dedektör (FTD) ve seçici iyon görüntülemeyle (SIM) kütle spektrometresi (MS) birlikte kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen yöntem havuz suyunda, yüzey sularında, insan idrarında ve hava filtresi örneklerinde siyanürik asidin tayini için uygulanmıştır. Siyanürik asidin minimum tayin edilebilir derişimi GC-MS-(SIM) ve GC-FTD teknikleri için sırasıyla 1.00 ve 90.0 µg/L bulunmuştur. Örneklere eklenen siyanürik asidin geri kazanımı ise %98.0 ± %5.00 µg/L olarak hesaplanmıştır.

Struys ve Wolfs (1987), diferansiyel puls polarografisini kullanarak siyanürik asidin tayini için elektrokimyasal bir metod tanımlamışlardır. Siyanürik asit 10^{-5}–10^{-3} M aralığında -60.0 mV'ta (vs. Ag/AgCl/ 3M NaCl) pik akımları kullanılarak tayin edilmiŞtir. Tayin alt sınırı 10^{-5} M olarak bulunmuştur.

Clasen ve Edmondson (2005), yaptıkları çalışmada su dezenfeksiyonunda kullanılan NaOCl (Sodyum hipokorit) ile NaDCC (Sodyum diklorosiyanurat)'ı karşılaştırmışlardır. Her iki dezenfektan da, hipokloröz asit (HOCI) şeklinde SK bırakılmasıyla suyu dezenfekte ettiği görülmüştür. NaOCI ve NaDCC aktif madde olarak $HOCl^-$ ile dezenfeksiyon etmekle birlikte, iki bileşiğin performansında önemli farklılıklar vardır. pH yüksek veya değişken olduğu bu ortamlarda NaDCC, NaOCl'e göre bazı avantajlar sağlar. HOCl, daha yüksek pH seviyelerde suyu dezenfekte etmek için etkinliğini kaybederek disosiyasyona uğradığı bilinmektedir. $HOCl^-$'i önemli miktarda serbest bırakmak için NaDCC, daha geniş bir pH aralığında çalışılmasına olanak sağlar. Ayrıca NaDCC tabletler, asidik çözelti içinde olduğu gibi, suyun pH derecesini azaltmak eğiliminde olduğu görülmüştür. Bu durumun da $HOCl^-$ oluşumunu desteklediğini gözlemlemişlerdir. Hipokloritler, alkali olması nedeniyle pH değerini artırmak eğilimindedir ve bu durum $HOCl^-$ oluşumu için istenmeyen bir durum olarak değerlendirilmiştir. Diğer bir farklılık da saklama koşulları ile ilgilidir. Opak sıkıca kapalı bir şişede NaOCl açıldıktan sonra tavsiye edilen bir ömrü 6 aydır. NaDCC ise ılıman ve tropik iklimlerde 5 yıllık bir raf ömrüne sahip olması da başka bir avantajdır. Sıvı NaOCl yaklaşık %5.00 mevcut klor içerir, susuz

NaDCC'ın yaklaşık %62.0 klor içermesi büyük bir avantajdır. Tek bir 67.0 mg'lık tablet NaDCC, 2.00 ppm'lik SK dozajlama ile 20.0 litre suyu dezenfekte edebilir. Ayrıca araştırmacılar NaDCC'ın THM oluşumu açısından NaOCl'den daha avantajlı olduğu bulunmuştur. Bu çalışmada klor'lu izosiyanüratlar biraz toksik ve daha az korozif olduğu bulunmuştur. Klorlu izosiyanüratlar vücutta metabolize edilmezler.

Eiroa ve Porto (1995) yaptıkları araştırmada 200 ppm değerindeki konsantrasyonlarda, küf, maya ve toplam Koliform'a karşı taze sebze sterilize etmek için kullanılan bazı diğer ajanlara kıyasla NaDCC'ın, NaOCl'ye göre daha iyi sonuçlar verdiğini bulmuşlardır.

Mazzola ve ark. (2003), yaptıkları çalışmada, hastane ortamında ilgili bakterilerin çeşitli %10.0 NaOCl solüsyon dahil olmak üzere çeşitli kimyasal dezenfektanlar ile NaDCC tabletlerin etkileri karşılaştırılmıştır. NaDCC'ın biyosidal etkinliği, yavaş ayrışma ve HOCl azalımının hızlı olmaması nedeniyle bazı hastane uygulamaları için NaOCl'e göre daha avantajlı olduğunu görmüşler ve kullanımını tavsiye etmişlerdir.

Bu çalışmada, Çanakkale şehir merkezi ve ilçelerindeki 44 yüzme havuzundan alınmış olan numunelerin fizikokimyasal parametreler (pH, sıcaklık) ve kimyasal parametrelerin (NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-, toplam alkalilik, CyA, Cu, Al, SK, BK) konsantrasyonlarının yaz döneminde (Haziran-Temmuz-Ağustos) aylık olarak değişimleri, Sağlık Bakanlığı havuz suyu kalite kriterlerine göre değerlendirilmesi amaçlanmıştır. NH_4^+, NO_2^-, NO_3^- konsantrasyonlarına göre nitrifikasyonun değerlendirilmesi, Cu, Al konsantrasyonlarına göre yosun önleyici ve floklama maddesi kullanım miktarlarının değerlendirilmesi, CyA, SK, BK, pH ve sıcaklık parametrelerine göre de dezenfeksiyon etkinliğinin değerlendirilmesi hedeflenmiştir. CyA seviyelerinin yüksek olması su değişiminin sıklıkla yapılmadığını göstermektedir. Genellikle dolum suyunun sertliğinden kaynaklanan yüksek konsantrasyondaki toplam alkalilik, havuz suyu pH değerini yükselterek dezenfeksiyona olumsuz etki yaptığı tahmin edilmiştir.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1 Kullanılan kitler ve tablet testler

Spektrofotometrede kullanılan kitler ve ölçüm aralıkları Çizelge 3.1.'de, Lovibond fotometrede kullanılan tablet testler ve ölçüm aralıkları Çizelge 3.2.'de, Lovibond komparatörde kullanılan tablet testler ve ölçüm aralıkları Çizelge 3.3.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Spektrofotometrede kullanılan kitler ve ölçüm aralıkları (Merck, 2014)

Parametre	Marka	Kod	Cell mm	Ölçüm aralığı
Amonyum	Merck			0.01 - 2.00 mg/L NH_4-N
(NH_4^+)	Spectroquant	1.14739.0001	16	0.01 - 2.58 mg/L NH_4^+
Nitrit	Merck			0.01 - 0.70 mg/L NO_2-N
(NO_2^-)	Spectroquant	1.14547.0001	16	0.03 – 2.30 mg/L NO_2^-
Nitrat	Merck			0.10 – 3.00 mg/L NO_3-N
(NO_3^-)	Spectroquant	1.14556.0001	16	0.40 – 13.3 mg/L NO_3^-
Bakır	Merck			
(Cu)	Spectroquant	1.14553.0001	16	0.05 – 8.00 mg/L Cu
Aluminyum	Merck			
(Al)	Spectroquant	1.14825.0001	50	0.02 – 0.20 mg/L Al

Çizelge 3.2. Lovibond fotometrede kullanılan tablet testler ve ölçüm aralıkları (Anonim, 2013)

Parametre	Marka	Kod	Cell ml	Ölçüm aralığı
Siyanürik		CyA-Test		
Asit	Lovibond	51 13 70BT	10	2.00 – 160 mg/L
Toplam		Alka-M-Photometer		
Alkalilik	Lovibond	51 32 10BT	10	5.00 – 200 mg/L

Çizelge 3.3. Lovibond komparatörde kullanılan tablet testler ve ölçüm aralıkları (Anonim, 2013).

Parametre	Marka	Kod	Cell ml	Ölçüm aralığı
Serbest Klor	Lovibond	DPD NO.1 51 13 12BT	10	0 – 4.00 mg/L
Bağlı Klor	Lovibond	DPD NO.1 51 13 12BT DPD NO.3 51 12 92BT	10	0 – 4.00 mg/L
Toplam Klor	Lovibond	DPD NO.1 51 13 12BT DPD NO.3 51 12 92BT	10	0 – 4.00 mg/L

3.1.2. Kullanılan cihaz ve aletler

Havuz suyu kalite analizlerinde kullanılan cihaz ve aletler Şekil 3.1.'de verimiştir.



Şekil 3.1. Analizlerde kullanılan cihaz ve aletler

- ✓ Thermo Aquamate 2000E UV/VIS Spektrofotometre
- ✓ Lovibond Fotometre
- ✓ Lovibond Komparatör
- ✓ pH metre

3.2. Havuz Suyu Örneklerinin Alınması

Bu çalışmada, Haziran-Temmuz-Ağustos aylarında Çanakkale şehir merkezindeki 7 havuzdan, ilçelerden Ayvacık'taki 25, Biga'daki 2, Bozcaada'daki 3, Ezine'deki 1, Eceabat'taki 1, Gelibolu'daki 1, Çan'daki 2 ve Yenice'deki 2 havuzdan olmak üzere toplam 44 havuz suyu numunesi analiz edilmiştir (Şekil 3.16., Şekil 3.17.). Söz konusu üç aylık örnekleme döneminde her bir havuzdan tekrarlı üç ayrı numune alınmıştır.



Şekil 3.2. Çanakkale Merkez, Bozcaada, Eceabat, Gelibolu, Ezine, Çan, Biga ve Yenice'deki havuz suyu örnekleme noktaları

Numuneler su akımının en düşük olduğu veya kullanıcıların en yoğun olduğu bölgeden, yüzme havuzu kenarının yaklaşık 50.0 cm uzağından ve su yüzeyinin 20.0 cm

altından alınmıştır.

Analizler için en az 1000 ml havuz suyu numunesi, suyun niteliğini etkilemeyen plastik şişelere alınmıştır.



Şekil 3.3. Ayvacık Asos, Kadırga Koyu ve Küçükkuyu'daki havuz suyu örnekleme noktaları

3.3. Havuz Suyu Fiziksel ve Kimyasal Analiz Parametreleri

3.3.1. Amonyum tayini

3.3.1.1. Yöntem

Amonyum analizde kullanılan metod EPA 350.1, APHA 4500-NH_3 F, ISO 7150-1 ve DIN 38406-5 ile eşdeğerdir. Amonyum bileşikleri ilk olarak monokloramin oluşturması için hipoklorit ile reaksiyona girer. Daha sonra monokloramin nitroprusit veya nitroferrisiyanid katalizörlüğünde fenol türevi bir bileşik ile reaksiyona girerek mavi indofenol türevi bir bileşik oluşturur. Katalizör fazlalığı ile mavi renk, sarı renk ile maskelenir. Rengin yoğunluğu, numune içindeki amonyak konsantrasyonu ile doğru orantılıdır. Analizin ölçüm aralığı 0,01-2,00 mg/l NH_4-N ve 0,01-2,58 mg/l NH_4'dur (Merck, 2014).

Analiz sırasında bazı yabancı kimyasallar analizi engellemektedir. Çizelge 3.5.'de belirtildiği gibi belli bir konsantrasyon ya da yüzde değerin üzerinde girişim olmaktadır.

Çizelge 3.5. Amonyum analizinde kimyasal maddelerin mg/L veya % olarak girişim sınır değerleri (Merck, 2014)

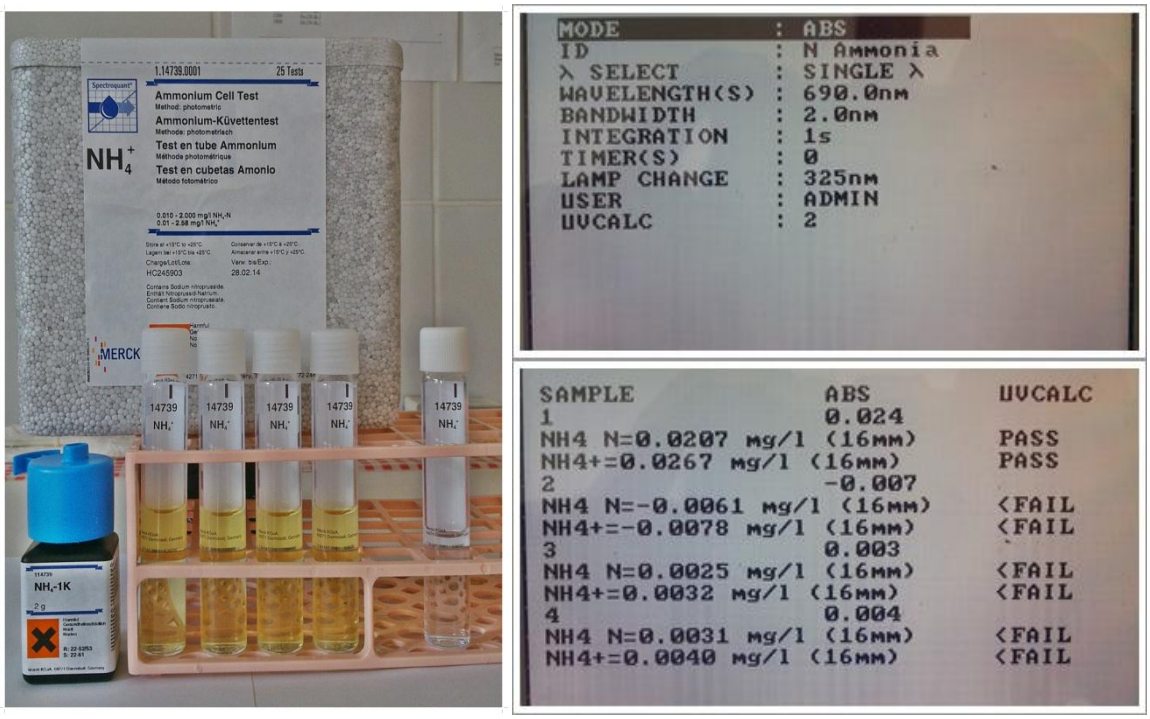
Al^{3+}	500	Mn^{2+}	5	EDTA	500
Ca^{2+}	250	Ni^{2+}	10	**Primary amines**[1)]	0
Cd^{2+}	100	NO_2^-	500	**Secondary amines**[2)]	2
CN^-	10	Pb^{2+}	500	**Aminophenols**	5
Cr^{3+}	5	PO_4^{3-}	100	**Aniline**	10
$Cr_2O_7^{2-}$	100	S^{2-}	1	Triethanolamine	500
Cu^{2+}	10	SiO_3^{2-}	500	Surfactants[3)]	500
F^-	500	Zn^{2+}	10	Na-acetate	5 %
Fe^{3+}	10			NaCl	5 %
Hg^{2+}	10			$NaNO_3$	5 %
Mg^{2+}	25			Na_2SO_4	5 %

3.3.1.2. Analiz aşamaları

✓ Analize başlamadan önce numunelerin pH, sıcaklık ve bulanıklıkları kontrol edilmelidir. Amonyum analizinde pH 4.00-13.0 aralığında olması gerekir. Bu aralıkta değilse sodyum hidroksit çözeltisi veya sülfürik asit ile pH ayarlanır. Çalışılan havuz suyu numunelerinin tümü uygun pH aralığında olduğundan pH ayarlamaya gerek kalmamıştır. Sıcaklık 20.0°C – 30.0°C aralığında olmalıdır. Numunelerde gözle görünür bir bulanıklık varsa filtre edilmelidir. Bulanık çözeltilerin ölçülmesi yanlış yüksek okumalara sebep olur. Çalışılan numunelerde bulanıklık gözlenmemiştir.

✓ 16.0 ml.lik reaksiyon hücresine otamatik pipet ile 5.00 ml numune ilave edilir ve hücre kapatılarak karıştırılır.

✓ Daha sonraki aşamada kitlerle birlikte alınmış olan NH_4-1K reaktifinden 1 doz reaksiyon hücresine ilave edilir ve eriyene kadar karıştırılır. Reaktif eridikten sonra 15 dakika reaksiyon süresi beklenir. Şekil 3.18.'de görüldüğü gibi sarı renk almaktadır. Ölçüm çözeltisinin pH'ı 11,5-11,8 aralığında olmalıdır. Yüksek amonyum konsantrasyonlarında renk yeşil tonlara kaymaktadır.



Şekil 3.4. Amonyum analiz kitlerinin hazırlanması ve spektrofotometrede ölçümü

✓ 15 dakika reaksiyon süresi tamamlandıktan sonra spektrofotometrede daha önceden yüklenmiş olan amonyum analiz ekranı açılır. 690 nm dalga boyunda önce kitlerle birlikte alınmış olan şahit numune test hücre yuvasına yerleştirilip kapak kapadıldıktan sonra 'zero' tuşuna basılarak sıfırlama işleminin tamamlanması beklenir.

✓ Fotometrik ölçümü için hücreler temiz olmalıdır. Analiz numunelerini içeren reaksiyon hücreleri temiz, kuru bir bez ile silinerek hücre yuvasına yerleştirilir. Şekil 3.18.'de görüldüğü gibi amonyum ve amonyum azotu olmak üzere iki konsantrasyon elde edilir.

Ölçüm çözeltisinin rengi, yukarıda belirtilen reaksiyon süresi bitiminden sonra en az 60 dakika boyunca sabit kalır.

3.3.1.3. Karakteristik kalite verileri

Amonyum kitinde uluslararası standartlara göre belirlenmiş kalite verileri Çizelge 3.6.'da belirtilmiştir.

Çizelge 3.6. Amonyum kitinin üretim kontrolünde, ISO 8466-1 ve 38402 A51 DIN'a göre belirlenmiş kalite verileri (Merck, 2014)

Yöntemin standart sapması	± 0,0146(mg / l NH4-N)
Yöntem varyasyon katsayısı	± 1.400 (%)
Güven aralığı	± 0.035(mg / l NH4-N)
0.010 A absorbansa karşılık gelen Hassasiyet	0.009 (mg / l NH4-N)
Bir ölçüm değerinin maksimum doğruluğu	± 0.052 (mg / l NH4-N)

3.3.2. Nitrit tayini

3.3.2.1. Yöntem

Nitrit analizinde kullanılan metod EPA 354.1, APHA 4500-NO^{-2} B, ve DIN EN 26777 ile eşdeğerdir. Nitrit iyonları, sülfanilik asit ile reaksiyona girerek diazonyum tuzunu oluşturur. Oluşan N-(1-naftil)-etilendiamin dihidroklorür kırmızı-mor azo boyası renk verir. Bu boyar madde fotometrik olarak ölçülür. Analizin ölçüm aralığı 0,010 - 0,700 mg/L NO_2-N ve 0,03 – 2,30 mg/L NO_2^-'dir (Merck, 2014).

Analiz sırasında bazı yabancı kimyasallar analizi engellemektedir. Çizelge 3.7.'de belirtildiği gibi belli bir konsantrasyon yada yüzde değerin üzerinde girişim olmaktadır.

Çizelge 3.7. Nitrit analizinde kimyasal maddelerin mg/L veya % olarak girişim sınır değerleri (Merck, 2014)

Ag^+	**1**	Cu^{2+}	100	Pb^{2+}	1000	EDTA	1000
Ca^{2+}	1000	F^-	100	PO_4^{3-}	1000	**Reducing agents**	
Cd^{2+}	1000	**Fe^{3+}**	**1**	**S^{2-}**	**10**	**(ascorbic acid,**	
CN^-	1000	Hg^{2+}	100	SiO_3^{2-}	1000	**sulfite)**	**10**
CO_3^{2-}	100	Mg^{2+}	1000	**Sn^{2+}**	**10**	NaCl	20 %
Cr^{3+}	100	Mn^{2+}	1000	Zn^{2+}	1000	$NaNO_3$	20 %
$Cr_2O_7^{2-}$	**1**	NH_4^+	1000			Na_2SO_4	15 %

3.3.2.2. Analiz aşamaları

✓ Nitrit analizine başlamadan önce numunelerin pH, sıcaklık ve bulanıklıkları kontrol edilmelidir. Amonyum analizinde pH 2.00-10.0 aralığında olması gerekir. Bu aralıkta değilse sülfürik asit ile pH ayarlanır. Çalışılan havuz suyu numunelerinin tümü uygun pH aralığında olduğundan pH ayarlamaya gerek kalmamıştır. Sıcaklık 15.0°C–25.0°C aralığında olmalıdır. Numunelerde gözle görünür bir bulanıklık varsa filtre edilmelidir. Bulanık çözeltilerin ölçülmesi yanlış yüksek okumalara sebep olur. Çalışılan numunelerde bulanıklık gözlenmemiştir.

Nitrit analiz kitlerinin hazırlanması ve spektrofotometrede ölçümü Şekil 3.19.'da görülmektedir.



Şekil 3.5. Nitrit analiz kitlerinin hazırlanması ve spektrofotometrede ölçümü

✓ 16 ml.lik reaksiyon hücresine otamatik pipet ile 5.00 ml numune ilave edilir ve hücre kapatılarak karıştırılır. Reaktif çözüldükten sonra 10 dakika reaksiyon süresi beklenir. Ölçüm çözeltisinin pH'ı 2.00-2.50 aralığında olmalıdır.

✓ Reaksiyon süresi tamamlandıktan sonra spektrofotometrede daha önceden yüklenmiş olan nitrit analiz ekranı açılır. 525 nm dalga boyunda önce kitlerle birlikte alınmış olan şahit numune test hücre yuvasına yerleştirilip kapak kapadıldıktan sonra 'zero' tuşuna basılarak sıfırlama işleminin tamamlanması beklenir.

✓ Fotometrik ölçümü için hücreler temiz olmalıdır. Analiz numunelerini içeren reaksiyon hücreleri temiz, kuru bir bez ile silinerek hücre yuvasına yerleştirilir. Şekil 3.19.'da görüldüğü gibi nitrit ve nitrit azotu olmak üzere iki konsantrasyon elde edilir.

Ölçüm çözeltisinin rengi, yukarıda belirtilen reaksiyon süresi bitiminden sonra en az 60 dakika boyunca sabit kalır.

3.3.2.3. Karakteristik kalite verileri

Nitrit kitinde uluslararası standartlara göre belirlenmiş kalite verileri Çizelge 3.8.'de belirtilmiştir.

Çizelge 3.8. Nitrit kitinin üretim kontrolünde, ISO 8466-1 ve DIN 38402 A51'e göre belirlenmiş kalite verileri(Merck, 2014)

Yöntemin standart sapması	± 0,0028(mg/L NO_2-N)
Yöntem varyasyon katsayısı	± 0.840 (%)
Güven aralığı	± 0.008(mg/L NO_2-N)
0.010 A absorbansa karşılık gelen Hassasiyet	0.003 (mg/L NO_2-N)
Bir ölçüm değerinin maksimum doğruluğu	± 0.010 (mg/L NO_2-N)

3.3.3. Nitrat tayini

3.3.3.1. Yöntem

Nitrat analizinde güçlü sülfürik asitli çözeltide, klorür varlığında nitrat iyonları fotometrik olarak belirlenir. Resorsinol ile reaksiyona girerek kırmızı-mor indofenol boya oluşturur. Bu boyar madde fotometrik olarak ölçülür. Analizin ölçüm aralığı 0,10 – 3,00 mg/L NO_3-N ve 0,40 – 13,3 mg/L NO_3^-'dır (Merck, 2014).

Analiz sırasında bazı yabancı kimyasallar analizi engellemektedir. Çizelge 3.9.'da belirtildiği gibi belli bir konsantrasyon yada yüzde değerin üzerinde girişim olmaktadır.

Çizelge 3.9. Nitrat analizinde kimyasal maddelerin girişim sınır değerleri (Merck, 2014)

Al^{3+}	1000	F^-	100	Pb^{2+}	100	EDTA	1000
Ca^{2+}	1000	**Fe^{3+}**	**10**	PO_4^{3-}	1000	Surfactants [2]	500
Cd^{2+}	100	**Hg^{2+}**	**10**	**S^{2-}**	**1**	Organic substances	
CN^-	100	Mg^{2+}	1000	SiO_3^{2-}	100	(glucose)	500
CO_3^{2-}	100	Mn^{2+}	1000	**SO_3^{2-}**	**10**	Na-acetate	0,2 %
Cr^{3+}	**10**	NH_4^+	100	Zn^{2+}	500	NaCl	25 %
$Cr_2O_7^{2-}$	**1**	Ni^{2+}	100			Na_2SO_4	25 %
Cu^{2+}	100	**NO_2^-**	**<1** [1]				

3.3.3.2. Analiz aşamaları

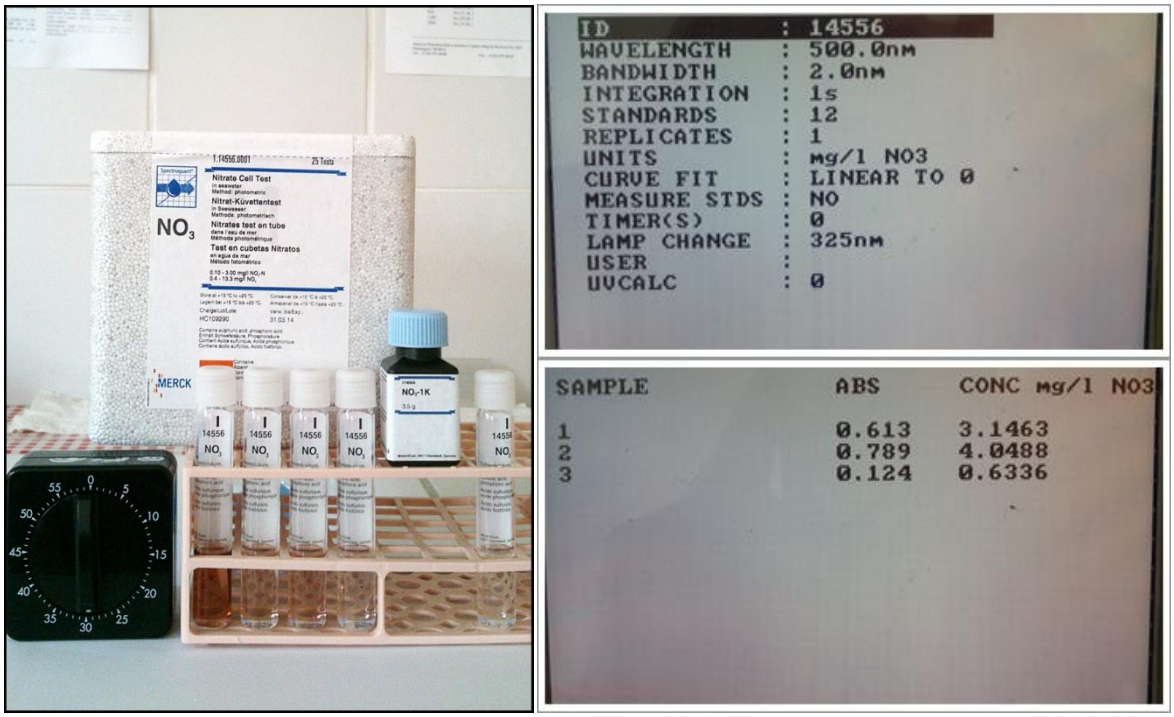
✓ Analize başlamadan önce numunelerin sıcaklık ve bulanıklıkları kontrol edilmelidir. Sıcaklık 20.0°C–25.0°C aralığında olmalıdır. Numunelerde gözle görünür bir bulanıklık varsa filtre edilmelidir. Bulanık çözeltilerin ölçülmesi yanlış yüksek okumalara sebep olur. Çalışılan numunelerde bulanıklık gözlenmemiştir.

✓ 16.0 ml.'lik reaksiyon hücresine otamatik pipet ile 2.00 ml numune ilave edilir

✓ Numune ilavesinden hemen sonra 1 mikrokaşık (NO3-1K şişesinin kapağındaki) reaktif NO3-1K ilave edilir. Reaksiyon hücresinde ısınma ve köpürme meydana gelecektir. Hücre sadece vidalı kapaktan tutulmalıdır. 5 saniye çalkalandıktan sonra 30 dakika reaksiyon süresi beklenir.

✓ Şahit numunenin hazırlanmasında ise; numune yerine saf su alınarak aynı işlemler uygulanarak hazırlanır.

✓ Reaksiyon süresi tamamlandıktan sonra spektrofotometrede daha önceden yüklenmiş olan nitrat analiz ekranı açılır. 500 nm dalga boyunda önce hazırlanan şahit numune test hücre yuvasına yerleştirilip kapak kapadıldıktan sonra 'zero' tuşuna basılarak sıfırlama işleminin tamamlanması beklenir. Nitrat analiz kitlerinin hazırlanması ve spektrofotometrik ölçümü Şekil 3.20.'de görülmektedir.



Şekil 3.6. Nitrat analiz kitlerinin hazırlanması ve spektrofotometrik ölçümü

✓ Fotometrik ölçümü için hücreler temiz olmalıdır. Analiz numunelerini içeren reaksiyon hücreleri temiz, kuru bir bez ile silinerek hücre yuvasına yerleştirilir. Şekilde de görüldüğü gibi nitrat ve nitrat azotu olmak üzere iki konsantrasyon elde edilir.

Ölçüm çözeltisinin rengi, yukarıda belirtilen reaksiyon süresi bitiminden sonra en az 60 dakika boyunca sabit kalır.

3.3.3.3. Karakteristik kalite verileri

Nitrat kitinde uluslararası standartlara göre belirlenmiş kalite verileri Çizelge 3.10.'da belirtilmiştir.

Çizelge 3.10. Nitrat kitinin üretim kontrolünde, ISO 8466-1 ve DIN 38402 A51'e göre belirlenmiş kalite verileri (Merck, 2014)

Yöntemin standart sapması	± 0,0028(mg / l NO_3-N)
Yöntem varyasyon katsayısı	± 1,900 (%)
Güven aralığı	± 0.007(mg / l NO_3-N)
0.010 A absorbansa karşılık gelen Hassasiyet	0.010 (mg / l NO_3-N)
Bir ölçüm değerinin maksimum doğruluğu	± 0.009 (mg / l NO_3-N)

3.3.4. Alüminyum tayini

3.3.4.1. Yöntem

Alüminyum analizinde kullanılan metod APHA 3500-Al-B ve DIN ISO 10566 E30 ile eşdeğerdir. Zayıf asidik olan asetat-tamponlu bir çözelti içindeki alüminyum iyonları mavi-mor renkli chromazurol S ile reaksiyona girer ve fotometrik olarak belirlenir (Merck, 2014).

Analiz sırasında bazı yabancı kimyasallar analizi engellemektedir. Çizelge 3.11.'de belirtildiği gibi belli bir konsantrasyon yada yüzde değerin üzerinde girişim olmaktadır.

Çizelge 3.11. Alüminyum analizinde kimyasal maddelerin girişim sınır değerleri (Merck, 2014)

Ag^+	**1**	**$F^{-1)}$**	**1**	PO_4^{3-}	500	**EDTA 2)**	**0 %**
Cd^{2+}	500	Fe^{3+}	100	S^{2-}	100	**Surfactants 3)**	**0 %**
CN^-	1000	Mn^{2+}	500	**Sn^{2+}**	**10**	NaCl	20 %
Co^{2+}	50	NH_4^+	500	SO_3^{2-}	1000	$NaNO_3$	20 %
Cr^{3+}	50	NO_2^-	50	Zn^{2+}	500	Na_2SO_4	20 %
$Cr_2O_7^{2-}$	**5**	OCN^-	500				
Cu^{2+}	**1**	Pb^{2+}	500				

3.3.4.2. Analiz aşamaları

✓ Analize başlamadan önce numunelerin pH, sıcaklık ve bulanıklıkları kontrol edilmelidir. Alüminyum analizinde pH 3.00-10.0 aralığında olması gerekir. Bu aralıkta değilse sodyum hidroksit ve sülfürik asit ile pH ayarlanır. Çalışılan havuz suyu numunelerinin tümü uygun pH aralığında olduğundan pH ayarlamaya gerek kalmamıştır. Sıcaklık 15.0°C–40.0°C aralığında olmalıdır. Numunelerde gözle görünür bir bulanıklık varsa filtre edilmelidir. Bulanık çözeltilerin ölçülmesi yanlış yüksek okumalara sebep olur. Çalışılan numunelerde bulanıklık gözlenmemiştir.

✓ Şekil 3.21.'de görüldüğü gibi bir deney tüpüne otamatik pipet ile 10.0 ml numune ilave edilir.

✓ Numune ilavesinden hemen sonra 2 mikrokaşık (Al-1 şişesinin kapağındaki) reaktif

Al-1 ilave edilir. Tamamen çözünene kadar şiddetli bir şekilde çalkalanır.

✓ Otamatik pipetle 2.40 ml Al-2 reaktifi ilave edilir ve çalkalanır.

✓ Yine otamatik pipetle 0.50 ml Al-3 reaktifi ilave edilir ve çalkalanır. Çalkalandıktan sonra 2 dakika reaksiyon süresi beklenir

✓ Reaksiyon süresi tamamlandıktan sonra, analiz numunesi deney tüpünden 50.0 mm.'lik küvete aktarılır.

✓ Şahit numunenin hazırlanmasında ise; numune yerine saf su alınarak aynı işlemler uygulanarak hazırlanır.

✓Reaksiyon süresi tamamlandıktan sonra spektrofotometrede daha önceden yüklenmiş olan aluminyum analiz ekranı açılır. 550 nm dalga boyunda önce hazırlanan şahit numune küvet yuvasına yerleştirilip kapak kapadıldıktan sonra 'zero' tuşuna basılarak sıfırlama işleminin tamamlanması beklenir.



Şekil 3.7. Aluminyum analiz kitlerinin hazırlanması ve spektrofotometrik ölçümü

✓ Fotometrik ölçümü için küvetler temiz olmalıdır. Analiz numunelerini içeren küvetler temiz, kuru bir bez ile silinerek hücre yuvasına yerleştirilir. Şekil 3.21.'de görüldüğü gibi absorbansa karşı alüminyum konsantrasyonu elde edilir.

✓ Ölçüm çözeltisinin rengi, yukarıda belirtilen reaksiyon süresi bitiminden sonra en az 15 dakika boyunca sabit kalır.

3.3.4.3. Karakteristik kalite verileri

Alüminyum kitinde uluslararası standartlara göre belirlenmiş kalite verileri Çizelge 3.12.'de belirtilmiştir.

Çizelge 3.12. Alüminyum kitinin üretim kontrolünde, ISO 8466-1 ve DIN 38402 A51'e göre belirlenmiş kalite verileri (Merck, 2014)

Yöntemin standart sapması (10 mm küvet için)	± 0,012 (mg / l Al)
Yöntem varyasyon katsayısı (10 mm küvet için)	± 1,700 (%)
Güven aralığı (10 mm küvet için)	± 0.030 (mg / l Al)
0.010 A absorbansa karşılık gelen Hassasiyet (10 mm küvet için)	0.010 (mg / l Al)
0.010 A absorbansa karşılık gelen Hassasiyet (50 mm küvet için)	0,001 (mg / l Al)
Bir ölçüm değerinin maksimum doğruluğu (10 mm küvet için)	± 0.040 (mg / l Al)
Bir ölçüm değerinin maksimum doğruluğu (50 mm küvet için)	± 0.008 (mg / l Al)

3.3.5. Bakır tayini

3.3.5.1. Yöntem

Bakır analizinde amonyak ortamda Cu^{+2} iyonları cuprizone ile reaksiyona girerek mavi bir kompleks oluşturur. Oluşan kompleks fotometrik olarak belirlenir. Analizin ölçüm aralığı 0.05 - 8.00 mg/L Cu'dır (Merck, 2014).

Analiz sırasında bazı yabancı kimyasallar analizi engellemektedir. Çizelge 3.13.'de belirtildiği gibi belli bir konsantrasyon yada yüzde değerin üzerinde girişim olmaktadır.

Çizelge 3.13. Bakır analizinde kimyasal maddelerin girişim sınır değerleri (Merck, 2014)

Ag^{+}	100	Fe^{3+}	100	NO_2^-	1000	Ascorbic acid	10
Al^{3+}	1000	Hg^{2+}	100	Pb^{2+}	100	**EDTA**	5
Ca^{2+}	100	Mg^{2+}	1000	PO_4^{3-}	1000	Surfactants[1)]	5 %
Cd^{2+}	100	Mn^{2+}	1000	S^{2-}	**0,1**	Na-acetate	20 %
CN^-	**0,1**	MoO_4^{2-}	1000	SiO_3^{2-}	100	NaCl	15 %
Cr^{3+}	**10**	NH_4^+	1000	Sn^{2+}	100	$NaNO_3$	15 %
$Cr_2O_7^{2-}$	100	Ni^{2+}	100	Zn^{2+}	100	Na_2SO_4	15 %

3.3.5.2. Analiz aşamaları

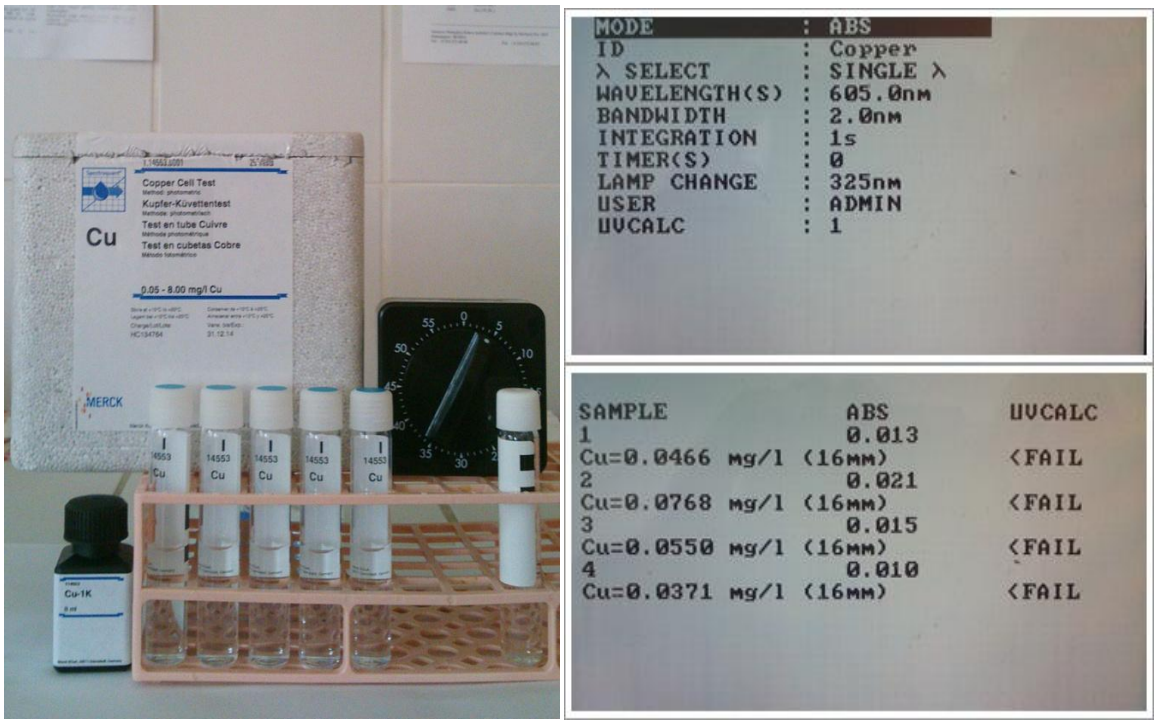
✓ Analize başlamadan önce numunelerin pH, sıcaklık ve bulanıklıkları kontrol edilmelidir. Bakır analizinde pH 4.00-10.0 aralığında olması gerekir. Bu aralıkta değilse sodyum hidroksit ve sülfürik asit ile pH ayarlanır. Çalışılan havuz suyu numunelerinin tümü uygun pH aralığında olduğundan pH ayarlamaya gerek kalmamıştır. Sıcaklık 0.0°C–30.0°C aralığında olmalıdır. Numunelerde gözle görünür bir bulanıklık varsa filtre edilmelidir. Bulanık çözeltilerin ölçülmesi yanlış yüksek okumalara sebep olur. Çalışılan

numunelerde bulanıklık gözlenmemiştir.

✓ 16.0 ml.lik reaksiyon hücresine otamatik pipet ile 5.00 ml numune ilave edilir. Ölçüm çözeltisinin pH'ı 2.00-2.50 aralığında olmalıdır.

✓ Hemen sonra Cu-1K reaktifinden 5 damla ilave edilir. Çalkalandıktan sonra 5 dakika reaksiyon süresi beklenir.

✓ Reaksiyon süresi tamamlandıktan sonra spektrofotometrede daha önceden yüklenmiş olan nitrit analiz ekranı açılır. 605 nm dalga boyunda kitlerle birlikte alınmış olan şahit numune test hücre yuvasına yerleştirilip kapak kapadıldıktan sonra 'zero' tuşuna basılarak sıfırlama işleminin tamamlanması beklenir. Bakır analiz kitlerinin hazırlanması ve spektrofotometrik ölçümü Şekil 3.22.'de görülmektedir.



Şekil 3.8. Bakır analiz kitlerinin hazırlanması ve spektrofotometrik ölçümü.

✓ Fotometrik ölçümü için hücreler temiz olmalıdır. Analiz numunelerini içeren reaksiyon hücreleri temiz, kuru bir bez ile silinerek hücre yuvasına yerleştirilir. Şekilde de görüldüğü gibi absorbansa karşı bakır konsantrasyonu elde edilir.

✓ Ölçüm çözeltisinin rengi, yukarıda belirtilen reaksiyon süresi bitiminden sonra en az 30 dakika boyunca sabit kalır**.**

3.3.5.3. Karakteristik kalite verileri

Bakır kitinde uluslararası standartlara göre belirlenmiş kalite verileri Çizelge 3.14.'de belirtilmiştir.

Çizelge 3.14. Bakır kitinin üretim kontrolünde, ISO 8466-1 ve DIN 38402 A51'e göre belirlenmiş kalite verileri (Merck, 2014)

Yöntemin standart sapması	± 0,034(mg / l Cu)
Yöntem varyasyon katsayısı	± 0,840 (%)
Güven aralığı	± 0.080(mg / l Cu)
0.010 A absorbansa karşılık gelen Hassasiyet	0.040 (mg / l Cu)
Bir ölçüm değerinin maksimum doğruluğu	± 0.140(mg / l Cu)

3.3.6. Toplam alkalilik

Toplam alkalinite analiz ölçüm aralığı 5.00-200 mg/L'dir.

10.0 ml su numunesi reaksiyon tüpüne konulur ve fotometrede sıfırlanır. Daha sonra Alka-M Photometer tablet ilave edilip çözdürülür.

602 nm dalga boyunda ölçüm yapılır. Toplam alkalilik analiz kitlerinin hazırlanması ve fotometrik ölçümü Şekil 3.23.'de görülmektedir.

Analizin doğruluğu ± %5.00 mg/L Toplam Alkalinite($CaCO_3$)'tır**.**



Şekil 3.9. Toplam alkalilik analiz kitlerinin hazırlanması ve fotometrik ölçümü

3.3.7. Siyanürik asit

CyA analizinde ölçüm aralığı 2-160 mg/L'dir.

5 ml su numunesi ve 5 ml saf su reaksiyon tüpüne konulur, fotometrede sıfırlanır. Daha sonra CyA test tablet ilave edilip çözdürülür.

528 nm dalga boyunda ölçüm yapılır. Siyanürik asit analiz kitlerinin hazırlanması ve fotometrik ölçümü Şekil 3.24.'de görülmektedir.

Analizin doğruluğu ± 10 (mg / l CyA)'dir.



Şekil 3.10. Siyanürik asit analiz kitlerinin hazırlanması ve fotometrik ölçümü

3.3.8. Serbest klor, bağlı klor ve toplam klor

SK, BK ve TK analizlerinde DPD 1 (N-N-dietil fenilendiamin) ve DPD 3 (Potasyum iyodidin) tabletleri kullanıldı. Serbest klor, bağlı klor ve toplam klor ölçümü renk skalası ve komparatör Şekil 3.25.'de görülmektedir.



Şekil 3.11. Serbest klor, bağlı klor ve toplam klor ölçümü renk skalası ve komparatör

3.3.8.1. Analiz aşamaları

✓ Şekil 3.26.'de görüldüğü gibi 10.0 ml'lik iki reaksiyon tüpüne numuneden 10.0 ml ilave edildi.

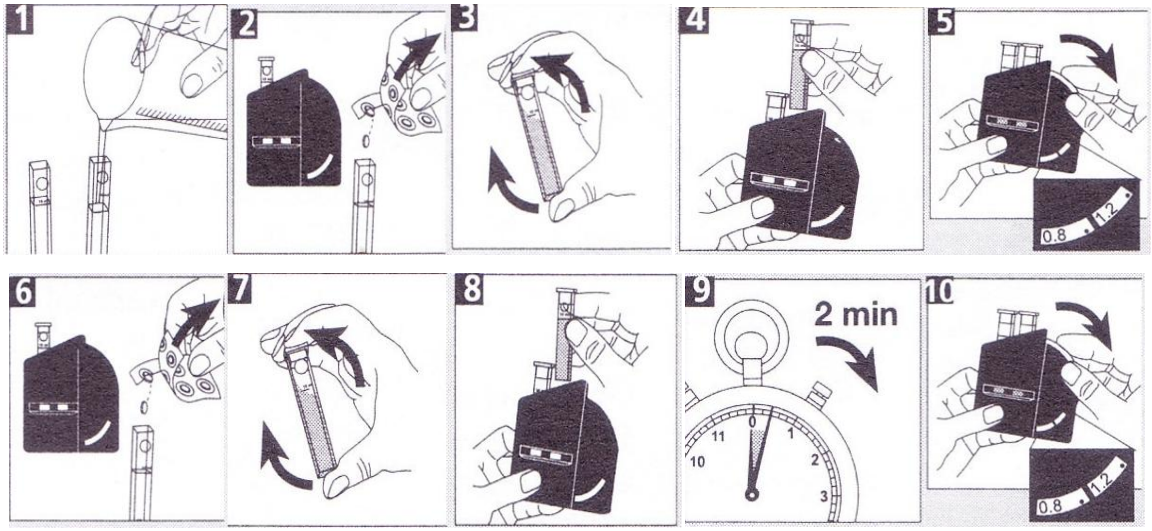
✓ Tüplerden birine DPD 1 tablet ilave edilir ve tablet çözünene kadar karıştırılır. Renk oluşan tüp komparatörün sağ hücre yuvasına, diğer tüp ise sol hücre yuvasına yerleştirilir.

✓ Reaksiyon tüpünde oluşan renk ile komparatör renk skalası eşleştirilir. Eşleştirme yapıldıktan sonra skalada elde edilen değer *serbest klor* ölçüm sonucudur.

✓ Aynı reaksiyon tüpleri ile devam ederek, sağ bölmedeki raksiyon tüpüne DPD 3 tableti ilave edilir ve çözünene kadar karıştırılır. Çözündükten sonra tüp yine komparatörde sağ bölmeye konulur ve 2 dk. reaksiyon süresi beklenir.

✓ Reaksiyon tüpünde oluşan renk ile komparatör renk skalası eşleştirilir. Eşleştirme yapıldıktan sonra skalada elde edilen değer *toplam klor* ölçüm sonucudur.

✓ Elde edilen toplam klor değerinden serbest klor değeri çıkarılması sonucu *bağlı klor* değeri elde edilir.



Şekil 3.12. Serbest klor, bağlı klor ve toplam klor ölçümü analiz aşamaları

3.3.9. pH ve sıcaklık ölçümü

pH ölçümleri için Delta OHM marka, model pH ve iletkenlik ölçüm cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.27.).

pH elektrot olarak KP 30 elektrot kullanılmıştır.

Sıcaklık ölçümleri havuz mahalinde yapılacağından, numuneyi alan teknisyenlerin ölçümü kullanılmıştır.



Şekil 3.13. pH ölçümünün yapıldığı Delta OHM marka pH metre cihazı

BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Analiz sonuçlarının aylık değişimi

Çanakkale şehir merkezi ve ilçelerindeki 44 yüzme havuzundan alınmış olan numunelerin pH, sıcaklık ve kimyasal parametrelerin (NH_4^+, NO_2^-, NO_3^-, toplam alkalilik, CyA, Cu, Al, SK, BK, TK) konsantrasyonlarının Haziran, Temmuz ve Ağustos 2013 döneminde değişimleri Çizelge 4.1., Çizelge 4.2., Çizelge 4.3.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Haziran ayı havuz suyu analiz sonuçları

Havuz Örnek No	NH_4^+ mg/L	NO_2^- mg/L	NO_3^- mg/L	Cu mg/L	Al mg/L	CyA mg/L	TA mg/L	SK mg/L	BK mg/L	TK mg/L	pH	Sıc. ˚C
H1	0.0188	0.0717	15.1152	0.0662	0.0305	59.0	99.0	2.20	0.05	2.25	6.90	22.5
H2	0.0286	0.0417	16.2412	0.0583	0.0267	31.0	44.0	1.50	0.15	1.65	7.20	29.0
H3	0.0256	0.0540	11.3332	0.0626	0.0215	84.0	46.0	1.50	0.10	1.60	7.10	28.0
H4	0.0154	0.0670	18.3674	0.2974	0	70.0	42.0	2.00	0.05	2.05	6.80	26.0
H5	0.0291	0.0631	20.2136	0.0645	0.0212	92.0	60.0	2.80	0.10	2.90	6.70	26.5
H6	0.0275	0.0467	1.9763	0.0651	0.0317	29.0	43.0	1.00	0.05	1.05	7.30	27.0
H7	0.0125	0.0468	9.0932	0.0576	0.0258	36.0	32.0	1.00	0.10	1.10	7.20	27.5
H8	0.0740	0.1112	3.7982	0.0559	0.0282	151	91.0	1.50	0.10	1.60	7.20	26.0
H9	0.0982	0.0885	4.3292	0.1391	0.0393	81.0	85.0	0.20	0	0.20	7.90	26.5
H10	0.0354	0.0884	9.1380	0.0753	0	36.0	302	1.00	0.05	1.05	7.60	27.0
H11	0.0703	0.0476	7.4464	0.3167	0.0293	16.0	18.0	1.40	0.05	1.45	7.90	29.0
H12	0.0785	0.0662	6.3132	0.0963	0	68.0	126	1.00	0.10	1.10	7.60	26.0
H13	0.0414	0.1002	36.2064	0.1377	0.0313	8.00	352	2.50	0.05	2.55	7.70	24.0
H14	0.0547	0.0712	8.0452	0.0947	0.0519	75.0	281	1.00	0.05	1.05	8.00	27.0
H15	0.0467	0.1016	10.8251	0.0750	0.0501	155	130	1.40	0.05	1.45	7.40	26.5
H16	0.0410	0.1425	16.6358	0.0517	0.0377	41.0	364	0.90	0.10	1.00	8.10	26.0
H17	0.0381	0.1012	17.3100	0.0602	0.0587	9.00	331	2.20	0.05	2.25	7.80	26.5
H18	0.0571	0.0751	0.4890	0.0584	0.0236	22.0	174	3.00	0.05	3.05	7.30	27.0
H19	0.0532	0.2162	1.7373	0.0842	0.0324	71.0	172	2.80	0.10	2.90	7.30	26.0
H20	0.0136	0.1074	2.9552	0.2406	0.0211	21.0	87.0	1.10	0.05	1.15	7.20	27.0
H21	0.0460	0.0608	28.2481	0.1864	0	96.0	99.0	3.00	0.05	3.05	7.30	26.5
H22	0.0111	0.0568	14.8698	0.0861	0	47.0	66.0	1.80	0.10	1.90	7.40	26.0
H23	0.0125	0.0861	4.8552	0.0832	0.0404	193	132	1.80	0.10	1.90	6.70	25.0
H24	0.0364	0.0512	3.9971	0.2191	0.0242	159	57.0	1.20	0.15	1.35	6.50	25.5
H25	0.0241	0.0521	1.3638	0.0572	0.0325	68.0	132	1.80	0.05	1.85	6.60	26.5
H26	0.0310	0.0431	0.5678	0.1496	0.0212	0	148	0	0	0	7.70	21.5
H27	0.0116	0.0485	13.7862	0.1012	0.0222	95.0	178	1.00	0.15	1.15	7.70	27.0
H28	0.0284	0.0321	0.4554	0.1691	0.0241	0	8.00	1.80	0	1.80	7.60	26.5
H29	0.0152	0.0887	12.9861	0.0871	0	28.0	330	0.50	0.10	0.60	8.10	26.0
H30	0.0135	0.0603	14.5590	0.0555	0	89.0	301	2.00	0.15	2.15	7.70	24.0
H31	0.0461	0.0663	5.4217	0.0961	0.0249	96.0	129	1.50	0.10	1.60	6.80	27.0
H32	0.1172	0.0613	1.2642	0.0841	0.0412	73.0	42.0	1.00	0.05	1.05	7.80	26.0
H33	0.0233	0.0530	15.9861	0.0872	0.0324	73.0	216	3.00	0.05	3.05	7.20	26.0
H34	0.0668	0.1002	34.7176	0.1117	0.0286	248	153	1.00	0.10	1.10	6.80	26.5
H35	0.0613	0.0427	13.7612	0.2555	0	40.0	175	1.50	0	1.50	7.70	26.0
H36	0.0295	0.0838	14.1582	0.1873	0.0252	24.0	221	0.70	0.10	0.80	7.20	26.0
H37	0.4425	0.0625	11.8945	0.0687	0.0378	543	117	1.20	0.10	1.30	6.80	28.0
H38	0.0285	0.0922	24.2613	0.0546	0.3596	603	0	3.00	0.15	3.15	6.70	30.0
H39	0.0102	0.0775	5.9267	0.0662	0.0419	66.0	92.0	1.80	0.05	1.85	7.10	27.0
H40	0.0255	0.0665	16.4156	0.0771	0	81.0	48.0	1.00	0.05	1.05	7.20	26.0
H41	0.0108	0.0772	5.6218	0.1841	0	38.0	72.0	0.50	0.10	0.60	7.30	26.5
H42	0.0318	0.0631	0.7619	0.1748	0.0202	34.0	82.0	1.20	0.05	1.25	7.40	26.0
H43	0.0235	0.0534	9.0098	0.0513	0.0225	0	34.0	1.50	0.10	1.60	7.00	27.0
H44	0.0191	0.0778	5.7781	0.1059	0.0347	0	33.0	1.40	0.10	1.50	6.90	27.0
Doğruluk	**±0.059**	**±0.040**	**±0.0390**	**± 0.14**	**±0.008**	**± 10**	**±%5**				**±0.10**	**-**
En düşük değer	**0.0102**	**0.0417**	**0.4554**	**0.0513**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**6.50**	**22.5**
En yüksek değer	**0.4425**	**0.2162**	**36.2064**	**0.2974**	**0.3596**	**603**	**364**	**3.00**	**0.15**	**3.15**	**8.10**	**30.0**
Ortalama	**0.0460**	**0.0742**	**10.8690**	**0.1127**	**0.0325**	**87**	**131**	**1.50**	**0.08**	**1.60**	**7.30**	**26.4**

Çizelge 4.2. Temmuz ayı havuz suyu analiz sonuçları

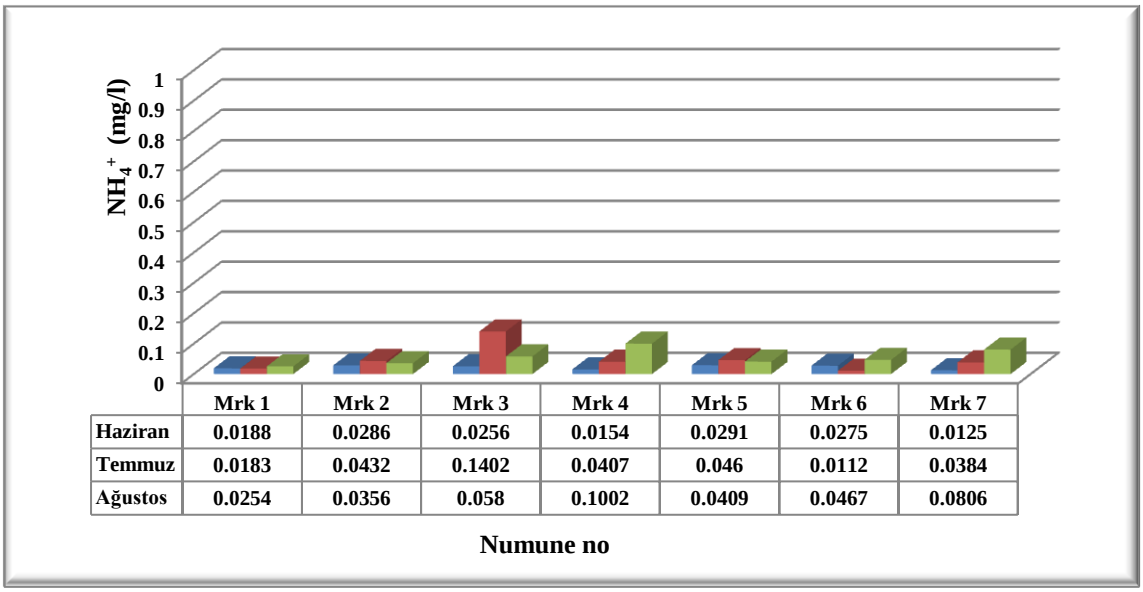
Örnek No	NH_4^+ mg/L	NO_2^- mg/L	NO_3^- mg/L	Cu mg/L	Al mg/L	CyA mg/L	TA mg/L	SK mg/L	BK mg/L	TK mg/L	pH	Sıc. ˚C
H1	0.0183	0.0591	18.3882	0.0576	0.0210	55.0	264	2.50	0.10	2.60	7.50	27.0
H2	0.0432	0.0604	17.3246	0.0762	0.0365	26.0	61.0	1.00	0.05	1.05	7.40	28.5
H3	0.1402	0.0890	16.3840	0	0.0439	119	52.0	1.30	0.10	1.40	7.30	26.3
H4	0.0407	0.0761	22.5065	0.2658	0.0272	180	31.0	2.40	0.15	2.55	6.90	27.0
H5	0.0460	0.0958	21.1028	0	0.0924	242	65.0	1.50	0.10	1.60	7.20	26.8
H6	0.0112	0.0555	1.2992	0.0510	0.0398	36.0	58.0	1.00	0.05	1.05	7.40	30.0
H7	0.0384	0.0649	6.0296	0.0646	0.0361	20.0	35.0	1.40	0.10	1.50	7.20	27.0
H8	0.0226	0.0735	6.6340	0.1282	0.0406	258	110	1.50	0.05	1.55	7.50	29.5
H9	0.0337	0.0662	2.1235	0.2103	0.0441	25.0	179	0.30	0	0.30	7.80	27.0
H10	0.0359	0.0779	14.0831	0.1382	0.0338	89.0	176	1.00	0	1.00	7.60	27.0
H11	0.0302	0.1095	10.2571	0.5236	0.0234	98.0	97.0	3.00	0.15	3.15	7.20	27.5
H12	0.0498	0.0861	13.1563	0.1357	0.0598	161	145	1.00	0.05	1.05	7.40	29.0
H13	0.9639	0.1204	55.1807	0.0897	0.0257	11.0	251	2.00	0	2.00	7.40	26.5
H14	0.0458	0.1597	7.6192	0.1108	0.0243	70.0	302	3.00	0.10	3.10	7.30	27.0
H15	0.0132	0.0598	6.6081	0.1512	0.0412	234	176	1.80	0.05	1.85	7.60	30.0
H16	0.0108	0.1536	16.0830	0.1016	0.0403	128	380	3.00	0.15	3.15	7.20	30.0
H17	0.0312	0.0804	16.5011	0.0590	0.0382	3.00	391	2.60	0.10	2.70	7.90	29.0
H18	0.0217	0.1142	2.9224	0.0806	0.0481	96.0	172	3.00	0.10	3.10	7.70	27.0
H19	0.0512	0.2381	8.7531	0.1076	0.0232	231	173	3.10	0.10	3.20	6.60	26.5
H20	0.0032	0.0778	12.7610	0.0836	0.0291	67.0	106	2.60	0.05	2.65	7.30	27.5
H21	0.0855	0.0491	76.8442	0.0508	0	140	117	1.50	0.10	1.60	7.60	26.0
H22	0.1624	0.0526	17.8413	0.1612	0.0262	61.0	68.0	1.40	0	1.40	7.80	29.5
H23	0.1902	0.0883	1.3398	0.0962	0.0321	29.0	174	2.20	0.10	2.30	7.00	29.0
H24	0.0132	0.0532	2.0231	0.1012	0.0227	177	98.0	1.50	0.05	1.55	7.60	28.0
H25	0.2941	0.0468	2.0648	0.0608	0.0371	134	141	0.50	0.05	0.55	8.10	27.0
H26	0.0143	0.0609	0.5432	0.1078	0.0416	0	152	0	0	0	7.50	26.0
H27	0.0237	0.0498	15.4471	0.1017	0	153	177	1.50	0.10	1.60	7.80	27.0
H28	0.0196	0.0813	0.4192	0.0711	0.0533	8.00	58.0	2.40	0.05	2.45	7.50	27.5
H29	0.0123	0.0589	14.9451	0.0664	0	97.0	252	3.20	0.10	3.30	8.00	26.5
H30	0.0086	0.0533	15.8962	0.0562	0	23.0	106	1.40	0.10	1.50	7.80	26.0
H31	0.0812	0.0607	3.4559	0.0572	0.0267	138	147	2.20	0.05	2.25	7.60	26.0
H32	0.2866	0.0711	1.4842	0.1841	0.0203	97.0	48.0	1.20	0	1.20	8.20	26.5
H33	0.0061	0.0862	18.2212	0.0517	0.0342	127	231	5.00	0.05	5.05	7.10	27.5
H34	0.0134	0.0773	19.6391	0.1228	0.0217	97.0	182	1.00	0.10	1.10	6.90	27.0
H35	0.1839	0.1004	16.6496	0.3786	0	61.0	178	1.00	0.05	1.05	7.00	28.0
H36	0.0213	0.1057	14.3688	0.2387	0.0210	69.0	205	0.40	0.10	0.50	7.20	27.0
H37	0.1502	0.0870	4.3529	0.0684	0.0366	301	117	1.10	0.15	1.25	6.70	22.0
H38	0.0203	0.0548	24.0681	0.0857	0.6522	725	0	2.00	0.55	2.55	6.40	29.0
H39	0.0198	0.0866	7.2188	0.0651	0.0295	72.0	101	1.10	0.05	1.15	7.20	27.0
H40	0.0167	0.0583	17.2391	0.0692	0.0244	73.0	53.0	1.00	0.05	1.05	7.00	28.5
H41	0.0178	0.0831	3.7221	0.1406	0.0331	44.0	66.0	0.70	0.10	0.80	7.20	29.0
H42	0.0131	0.0772	0.9424	0.1630	0.0272	46.0	78.0	1.00	0.10	1.10	7.10	29.5
H43	0.0233	0.0547	9.6744	0.0545	0.0871	0	32.0	1.50	0.10	1.60	7.10	30.0
H44	0.0134	0.0676	6.7167	0.1369	0.0947	0	33.0	1.60	0.05	1.65	6.90	30.5
Doğruluk	**±0.059**	**±0.040**	**±0.039**	**± 0.14**	**±0.008**	**± 10**	**±%5**				**±0.10**	**-**
En düşük değer	**0.0032**	**0.0468**	**0.4192**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**6.40**	**22.0**
En yüksek değer	**0.9639**	**0.2381**	**76.8442**	**0.5236**	**0.6522**	**725**	**391**	**5.00**	**0.55**	**5.05**	**8.20**	**30.5**
Ortalama	**0.0756**	**0.0814**	**12.9735**	**0.1165**	**0.0500**	**110**	**137**	**1.70**	**0.08**	**1.80**	**7.40**	**27.6**

Çizelge 4.3. Ağustos ayı havuz suyu analiz sonuçları

Örnek No	NH_4^+ mg/L	NO_2^- mg/L	NO_3^- mg/L	Cu mg/L	Al mg/L	CyA mg/L	TA mg/L	SK mg/L	BK mg/L	TK mg/L	pH	Sıc. ˚C
H1	0.0254	0. 1083	17.5806	0.1074	0.0212	68.0	122	1.80	0.10	1.90	7.00	31.0
H2	0.0356	0.1012	16.1324	0.1248	0.0251	33.0	62.0	1.40	0.05	1.45	7.40	30.0
H3	0.0580	0.0817	16.6243	0.1356	0.0341	95.0	34.0	1.00	0.10	1.10	6.80	27.5
H4	0.1002	0.0964	21.5855	0.2348	0.0389	188	35.0	1.80	0.15	1.95	7.00	28.0
H5	0.0409	0.1149	19.1818	0.1781	0.0229	243	41.0	1.60	0.15	1.75	7.10	28.0
H6	0.0467	0.0668	2.2483	0.1253	0.0341	59.0	33.0	1.00	0.10	1.10	6.70	30.5
H7	0.0806	0.0567	7.4624	0.0752	0.0245	27.0	34.0	1.50	0.05	1.55	7.20	28.0
H8	0.0318	0.1367	8.3282	0.0710	0.0331	203	77.0	1.40	0.10	1.50	7.40	29.0
H9	0.0211	0.0932	4.9558	0.0613	0.0342	97.0	113	0.40	0.10	0.50	7.60	27.5
H10	0.7563	0.1978	14.4722	0.5371	0.0289	94.0	121	1.20	0.05	1.25	7.50	30.5
H11	0.0488	0.1241	13.1571	0.1932	0.0511	131	105	2.50	0.10	2.60	7.60	28.0
H12	0.0251	0.0712	16.5063	0.1021	0.0320	69.0	199	1.20	0.05	1.25	7.00	29.5
H13	0.0762	0.0810	28.9241	2.2162	0.0409	83.0	148	2.00	0.05	2.05	7.00	27.0
H14	0.0287	0.0856	10.7582	0.1086	0	97.0	176	2.80	0.05	2.85	7.50	27.5
H15	0.0286	0.0792	8.7177	0.0774	0.0272	152	126	3.30	0.15	3.45	7.20	28.0
H16	0.0178	0.1306	14.4032	0.0959	0.0388	95.0	286	3.00	0.15	3.15	7.60	27.5
H17	0.0124	0.0826	13.2702	0.3381	0.0413	48.0	271	0.60	0	0.60	8.00	28.0
H18	0.0310	0.2767	4.9312	0.0882	0.0301	181	137	1.80	0.15	1.95	7.20	27.5
H19	0.0522	0.1078	8.8253	0.1273	0.0579	145	118	4.00	0.10	4.10	8.00	29.0
H20	0.0736	0.0702	13.4871	0.1017	0	72.0	108	1.00	0.05	1.05	7.20	31.5
H21	0.1205	0.1329	50.7867	0.0696	0.0257	246	105	1.10	0.10	1.20	7.40	28.0
H22	0.0548	0.0894	16.7531	0.0653	0.0311	93.0	53.0	1.80	0.10	1.90	7.20	27.5
H23	0.0480	0.2762	13.8548	0.1364	0.0267	358	157	2.00	0.15	2.15	6.90	27.5
H24	0.0587	0.0856	4.9896	0.2001	0.0319	157	125	2.20	0.15	2.35	7.00	28.5
H25	0.0713	0.0850	4.8644	0.1839	0.0262	159	111	0.60	0.10	0.70	7.20	30.0
H26	0.0542	0.0725	0.0536	0.0632	0.0404	0	153	0	0.05	0.05	7.40	29.0
H27	0.0332	0.0790	14.8763	0.1056	0	184	133	3.50	0.15	3.65	7.20	28.0
H28	0.0357	0.0652	0.2372	0.0781	0.0342	21.0	45.0	0	0.10	0.10	6.80	27.5
H29	0.0841	0.0939	16.5068	0.0886	0	143	214	1.20	0.10	1.30	7.90	28.0
H30	0.6513	0.1414	15.3544	0.1462	0.0264	179	247	2.50	0.15	2.65	7.30	28.5
H31	0.0422	0.0721	7.0051	0.1167	0.0336	183	370	1.80	0.15	1.95	7.60	26.5
H32	0.9992	0.0923	2.1768	0.0917	0.0281	159	71.0	1.00	0.10	1.10	7.30	30.5
H33	0.0178	0.1867	17.0671	0.0701	0	156	218	5.00	0.15	5.15	7.20	29.5
H34	0.0583	0.1077	18.4222	0.2029	0.0222	144	137	1.00	0.10	1.10	7.10	28.5
H35	0.0476	0.0520	15.4312	0.3813	0.0240	87.0	136	0.50	0.05	0.55	6.70	29.0
H36	0.0692	0.1063	16.2264	0.3493	0	96.0	144	0.30	0.05	0.35	7.00	30.5
H37	0.0291	0.0712	6.1738	0.0549	0.0398	367	99.0	1.30	0.25	1.55	6.90	29.5
H38	0.0614	0.0615	25.1075	0.0582	0.3736	412	33.0	2.00	0.35	2.35	6.60	27.5
H39	0.0123	0.0971	4.6347	0.0701	0.0289	78.0	115	3.00	0.05	3.05	7.20	32.0
H40	0.0394	0.0731	17.4967	0.0884	0	79.0	42.0	1.00	0.10	1.10	7.10	28.0
H41	0.0132	0.0798	4.1008	0.1792	0	54.0	76.0	0.50	0.05	0.55	7.10	28.5
H42	0.0218	0.0962	1.5944	0.0594	0.0214	57.0	75.0	1.00	0.10	1.10	7.00	30.5
H43	0.0245	0.0679	7.2789	0.1431	0.0267	0	35.0	1.30	0.05	1.35	6.90	28.5
H44	0.0156	0.0655	7.1146	0.1876	0.0365	0	34.0	1.40	0.10	1.50	6.80	29.5
Doğruluk	**±0.059**	**±0.040**	**±0.039**	**± 0.14**	**±0.008**	**± 10**	**±%5**				**±0.10**	**-**
En düşük değer	**0.0123**	**0.0520**	**0.0536**	**0.0549**	**0**	**0**	**33.0**	**0**	**0**	**0.05**	**6.60**	**26.5**
En yüksek değer	**0.9992**	**0.2767**	**50.7867**	**2.2162**	**0.3736**	**412**	**370**	**5.00**	**0.35**	**5.15**	**8.00**	**32.0**
Ortalama	**0.0967**	**0.1025**	**12.4923**	**0.1884**	**0.0339**	**127**	**120**	**1.60**	**0.10**	**1.73**	**7.20**	**28.7**

4.2. Amonyum Konsantrasyonunun Değişimi

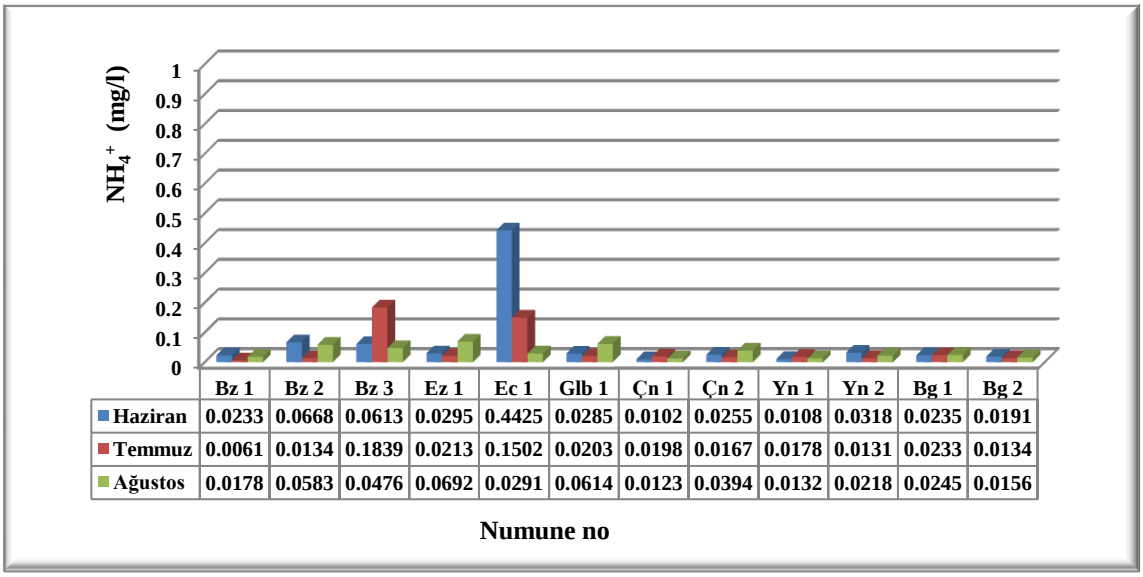
Çanakkale il ve ilçelerindeki yüzme havuzlarındaki NH_4^+ ölçüm sonuçlarının Haziran, Temmuz ve Ağustos 2013 dönemlerindeki değişimleri Şekil 4.1.-4.4.'de verilmiştir.



	Mrk 1	Mrk 2	Mrk 3	Mrk 4	Mrk 5	Mrk 6	Mrk 7
Haziran	0.0188	0.0286	0.0256	0.0154	0.0291	0.0275	0.0125
Temmuz	0.0183	0.0432	0.1402	0.0407	0.046	0.0112	0.0384
Ağustos	0.0254	0.0356	0.058	0.1002	0.0409	0.0467	0.0806

Şekil 4.1. Çanakkale Merkez'deki yüzme havuzlarında amonyum konsantrasyonlarının yaz döneminde aylık değişimi

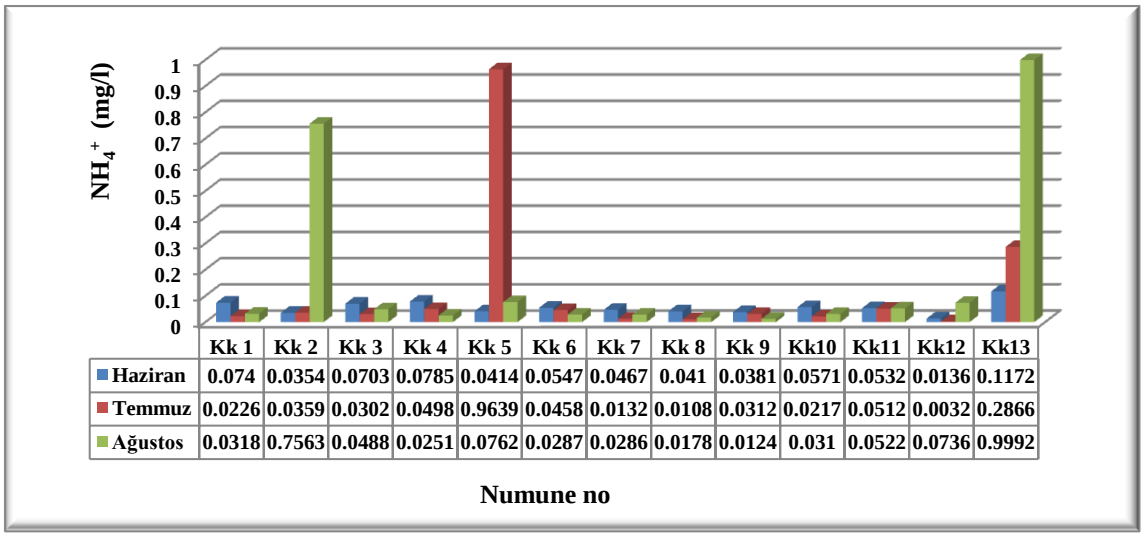
21 ölçüm sonucunda, amonyum konsantrasyonları 0.0112-0.1402 mg/L aralığında bulunmuştur. Tüm sonuçlar limit değerin altındadır.



	Bz 1	Bz 2	Bz 3	Ez 1	Ec 1	Glb 1	Çn 1	Çn 2	Yn 1	Yn 2	Bg 1	Bg 2
Haziran	0.0233	0.0668	0.0613	0.0295	0.4425	0.0285	0.0102	0.0255	0.0108	0.0318	0.0235	0.0191
Temmuz	0.0061	0.0134	0.1839	0.0213	0.1502	0.0203	0.0198	0.0167	0.0178	0.0131	0.0233	0.0134
Ağustos	0.0178	0.0583	0.0476	0.0692	0.0291	0.0614	0.0123	0.0394	0.0132	0.0218	0.0245	0.0156

Şekil 4.2. Bozcaada, Ezine, Eceabat, Gelibolu, Çan, Yenice ve Biga ilçelerindeki yüzme havuzlarında amonyum konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi

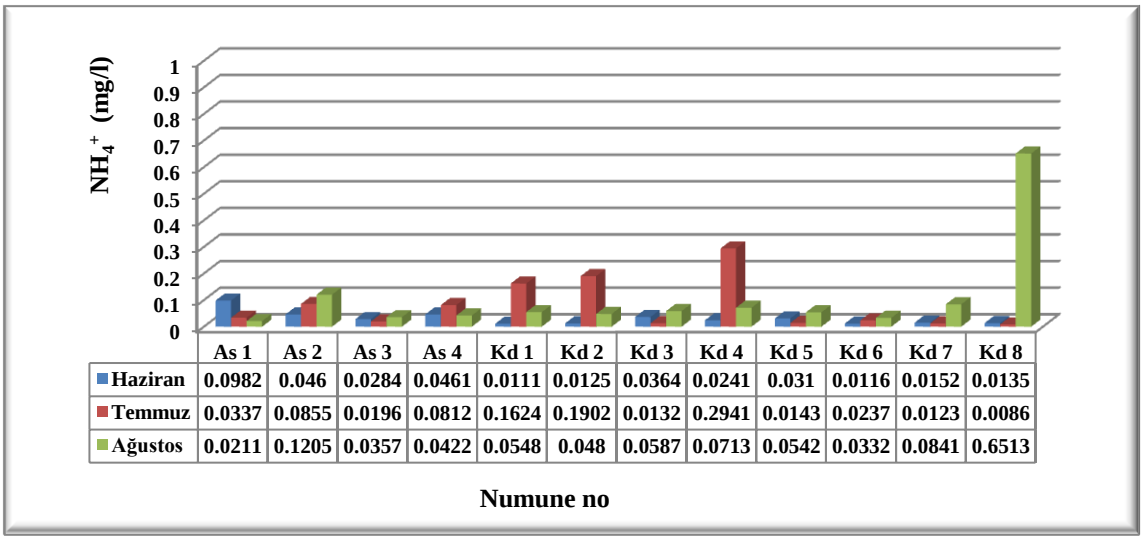
36 ölçüm sonucunda, amonyum konsantrasyonları 0.0102-0.4425 mg/L aralığında bulunmuştur. Tüm sonuçlar limit değerin altındadır.



	Kk 1	Kk 2	Kk 3	Kk 4	Kk 5	Kk 6	Kk 7	Kk 8	Kk 9	Kk10	Kk11	Kk12	Kk13
Haziran	0.074	0.0354	0.0703	0.0785	0.0414	0.0547	0.0467	0.041	0.0381	0.0571	0.0532	0.0136	0.1172
Temmuz	0.0226	0.0359	0.0302	0.0498	0.9639	0.0458	0.0132	0.0108	0.0312	0.0217	0.0512	0.0032	0.2866
Ağustos	0.0318	0.7563	0.0488	0.0251	0.0762	0.0287	0.0286	0.0178	0.0124	0.031	0.0522	0.0736	0.9992

Şekil 4.3. Ayvacık Küçükkuyu mevkindeki yüzme havuzlarında Amonyum konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi

39 ölçüm sonucunda, Amonyum konsantrasyonları 0.0112-0.9992 mg/L aralığında bulunmuştur. Limit değer üzerindeki ölçümler, 0.7563, 0.9639, 0.9992 mg/L olarak belirlenmiştir. Ayvacık Küçükkuyu mevkindeki Amonyum uygunsuzluk oranı %7.69 olarak tespit edilmiştir. Kk13 nolu havuzda idrar kaynaklı amonyum miktarı su değişimi yeterli yapılmadığı için aylara göre artış göstermiştir.



	As 1	As 2	As 3	As 4	Kd 1	Kd 2	Kd 3	Kd 4	Kd 5	Kd 6	Kd 7	Kd 8
Haziran	0.0982	0.046	0.0284	0.0461	0.0111	0.0125	0.0364	0.0241	0.031	0.0116	0.0152	0.0135
Temmuz	0.0337	0.0855	0.0196	0.0812	0.1624	0.1902	0.0132	0.2941	0.0143	0.0237	0.0123	0.0086
Ağustos	0.0211	0.1205	0.0357	0.0422	0.0548	0.048	0.0587	0.0713	0.0542	0.0332	0.0841	0.6513

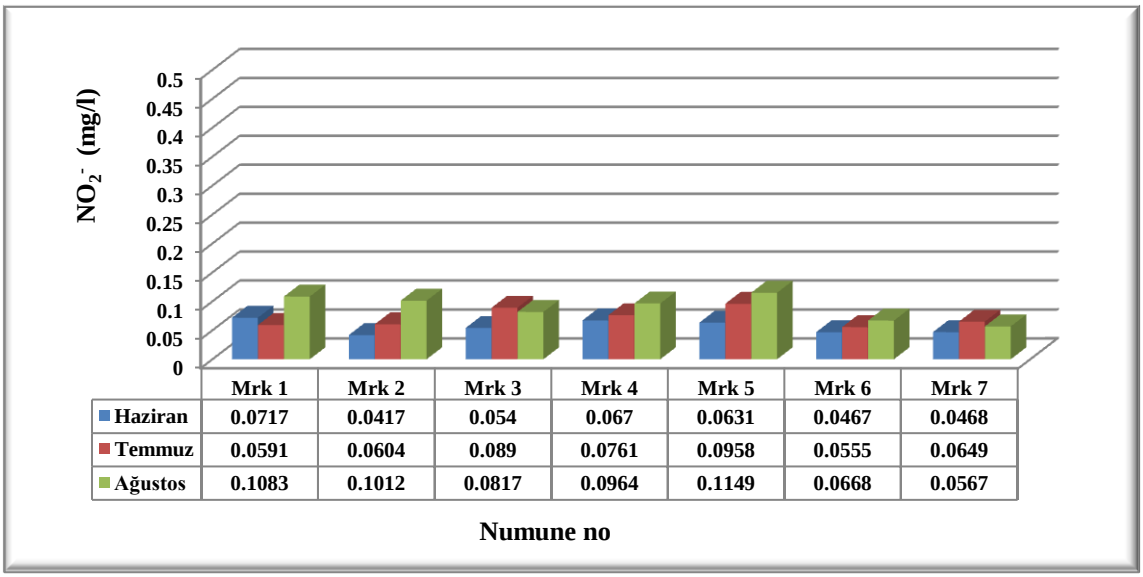
Şekil 4.4. Ayvacık Asos ve Kadırga Koyu mevkilerindeki yüzme havuzlarında Amonyum konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi

36 ölçüm sonucunda, Amonyum konsantrasyonları 0.0111-0.6513 mg/L aralığında bulunmuştur. Limit değer üzerindeki tek ölçüm, Kadırga mevkinde 0.6513 mg/L olarak belirlendi. Ayvacık Asos ve Kadırga mevkinde Amonyum uygunsuzluk oranı %2.77 olarak tespit edildi.

4.3. Nitrit Konsantrasyonunun Değişimi

Çanakkale il ve ilçelerindeki yüzme havuzlarındaki NO_2^- ölçüm sonuçlarının Haziran, Temmuz ve Ağustos 2013 dönemlerindeki değişimleri Şekil 4.5.-4.8.'de verilmiştir.

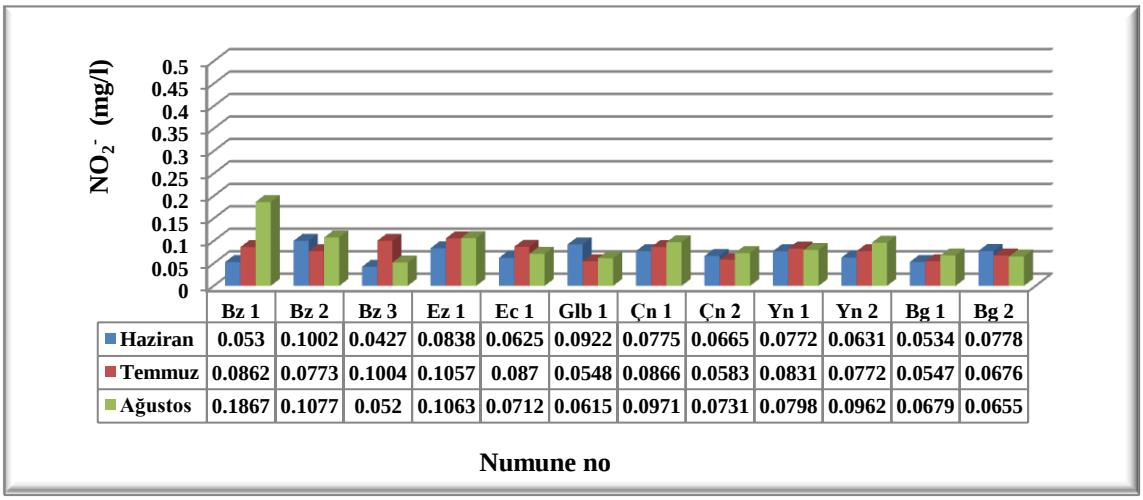
Nitrifikasyonda ara ürün olduğu için hiçbir havuzda yüksek değerde NO_2^- konsantrasyonu ile karşılaşılmamıştır.



	Mrk 1	Mrk 2	Mrk 3	Mrk 4	Mrk 5	Mrk 6	Mrk 7
Haziran	0.0717	0.0417	0.054	0.067	0.0631	0.0467	0.0468
Temmuz	0.0591	0.0604	0.089	0.0761	0.0958	0.0555	0.0649
Ağustos	0.1083	0.1012	0.0817	0.0964	0.1149	0.0668	0.0567

Şekil 4.5. Çanakkale Merkez'deki yüzme havuzlarında nitrit konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi

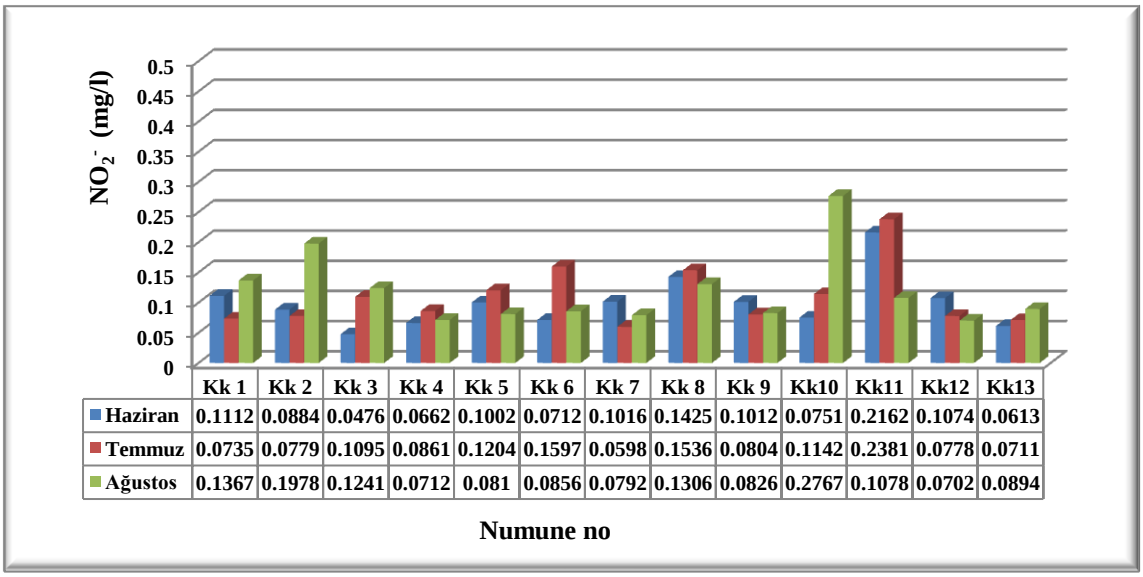
21 ölçüm sonucunda, nitrit konsantrasyonları 0.0467-0.1149 mg/L aralığında bulunmuştur. Tüm sonuçlar limit değerin altındadır.



	Bz 1	Bz 2	Bz 3	Ez 1	Ec 1	Glb 1	Çn 1	Çn 2	Yn 1	Yn 2	Bg 1	Bg 2
Haziran	0.053	0.1002	0.0427	0.0838	0.0625	0.0922	0.0775	0.0665	0.0772	0.0631	0.0534	0.0778
Temmuz	0.0862	0.0773	0.1004	0.1057	0.087	0.0548	0.0866	0.0583	0.0831	0.0772	0.0547	0.0676
Ağustos	0.1867	0.1077	0.052	0.1063	0.0712	0.0615	0.0971	0.0731	0.0798	0.0962	0.0679	0.0655

Şekil 4.6. Bozcaada, Ezine, Eceabat, Gelibolu, Çan, Yenice ve Biga ilçelerindeki yüzme havuzlarında Nitrit konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi

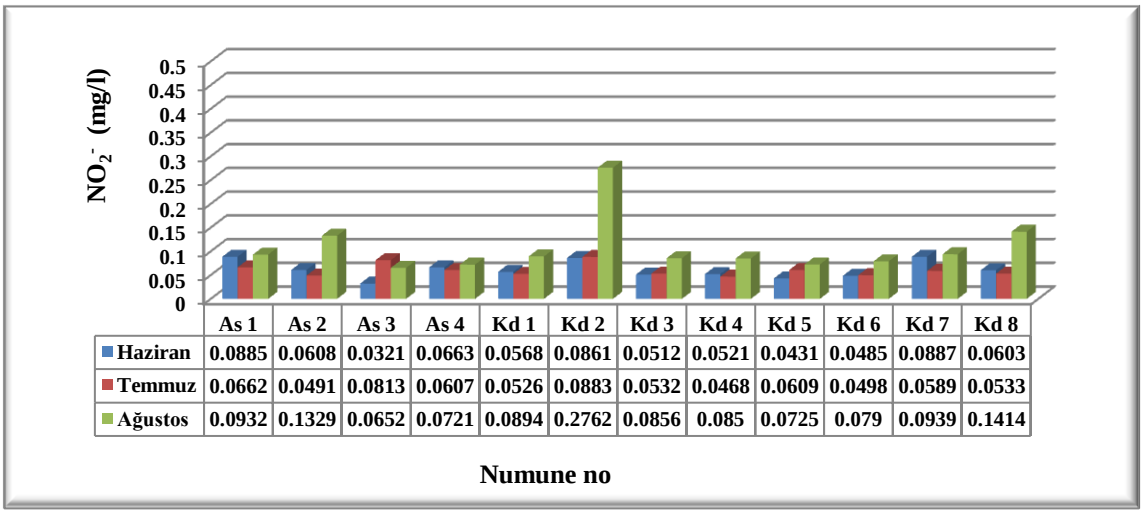
36 ölçüm sonucunda, Nitrit konsantrasyonları 0.0427-0.1867 mg/L aralığında bulunmuştur. Tüm sonuçlar limit değerin altındadır.



	Kk 1	Kk 2	Kk 3	Kk 4	Kk 5	Kk 6	Kk 7	Kk 8	Kk 9	Kk10	Kk11	Kk12	Kk13
Haziran	0.1112	0.0884	0.0476	0.0662	0.1002	0.0712	0.1016	0.1425	0.1012	0.0751	0.2162	0.1074	0.0613
Temmuz	0.0735	0.0779	0.1095	0.0861	0.1204	0.1597	0.0598	0.1536	0.0804	0.1142	0.2381	0.0778	0.0711
Ağustos	0.1367	0.1978	0.1241	0.0712	0.081	0.0856	0.0792	0.1306	0.0826	0.2767	0.1078	0.0702	0.0894

Şekil 4.7. Ayvacık Küçükkuyu mevkindeki yüzme havuzlarında Nitrit konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi

39 ölçüm sonucunda, Amonyum konsantrasyonları 0.0598-0.2381 mg/L aralığında bulunmuştur. Tüm sonuçlar limit değerin altındadır.



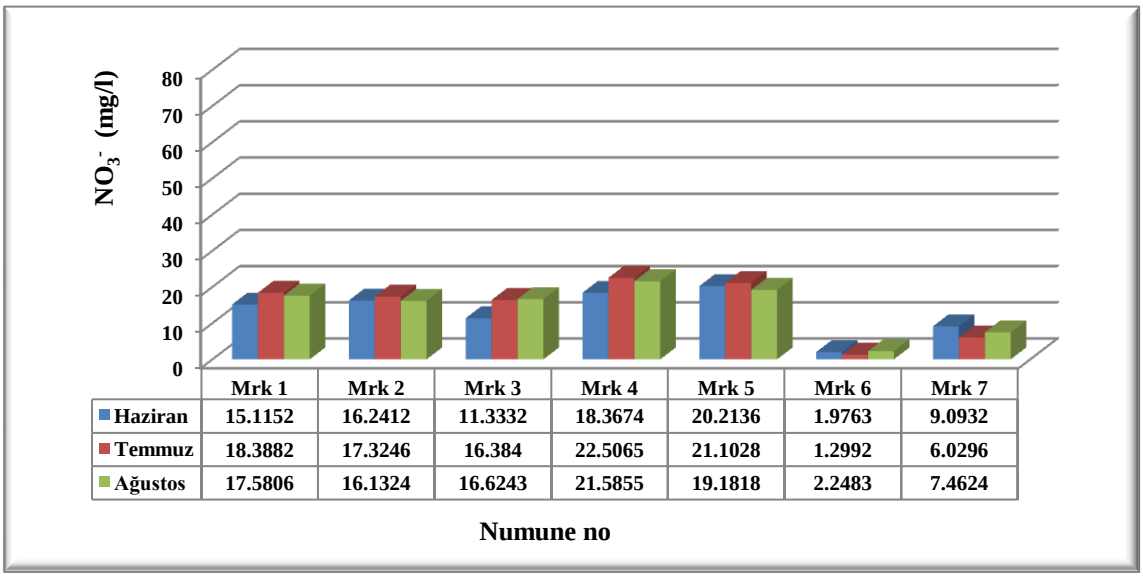
	As 1	As 2	As 3	As 4	Kd 1	Kd 2	Kd 3	Kd 4	Kd 5	Kd 6	Kd 7	Kd 8
Haziran	0.0885	0.0608	0.0321	0.0663	0.0568	0.0861	0.0512	0.0521	0.0431	0.0485	0.0887	0.0603
Temmuz	0.0662	0.0491	0.0813	0.0607	0.0526	0.0883	0.0532	0.0468	0.0609	0.0498	0.0589	0.0533
Ağustos	0.0932	0.1329	0.0652	0.0721	0.0894	0.2762	0.0856	0.085	0.0725	0.079	0.0939	0.1414

Şekil 4.8. Ayvacık Asos ve Kadırga Koyu mevkilerindeki yüzme havuzlarında Nitrit konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi

36 ölçüm sonucunda, Nitrit konsantrasyonları 0.0321-0.2762 mg/L aralığında bulunmuştur. Tüm sonuçlar limit değerin altındadır.

4.4. Nitrat Konsantrasyonunun Değişimi

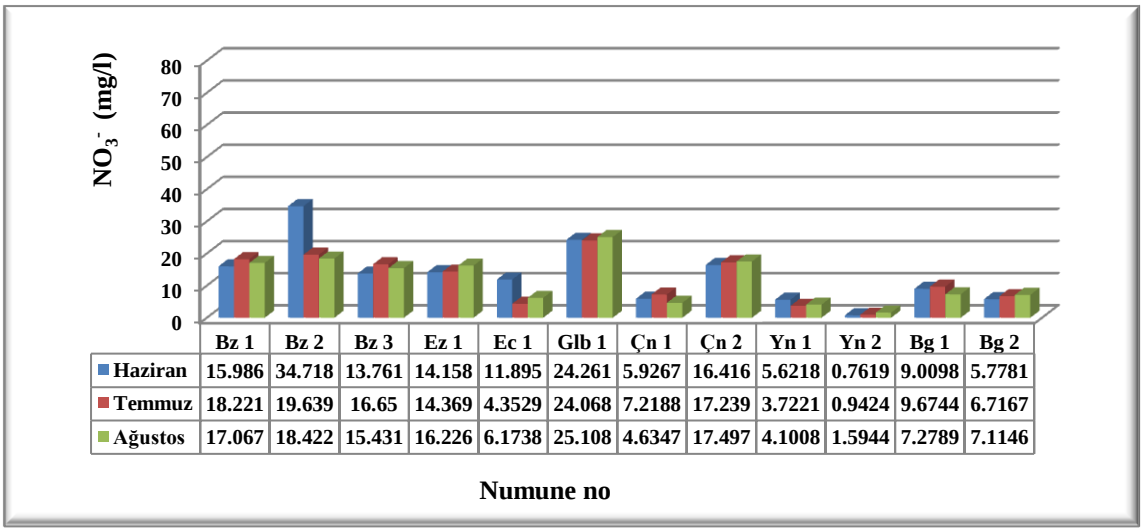
Çanakkale il ve ilçelerindeki yüzme havuzlarındaki NO_3^- ölçüm sonuçlarının Haziran, Temmuz ve Ağustos 2013 dönemlerindeki değişimleri Şekil 4.9.-4.12.'de verilmiştir.



	Mrk 1	Mrk 2	Mrk 3	Mrk 4	Mrk 5	Mrk 6	Mrk 7
Haziran	15.1152	16.2412	11.3332	18.3674	20.2136	1.9763	9.0932
Temmuz	18.3882	17.3246	16.384	22.5065	21.1028	1.2992	6.0296
Ağustos	17.5806	16.1324	16.6243	21.5855	19.1818	2.2483	7.4624

Şekil 4.9. Çanakkale Merkez'deki yüzme havuzlarında Nitrat konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi

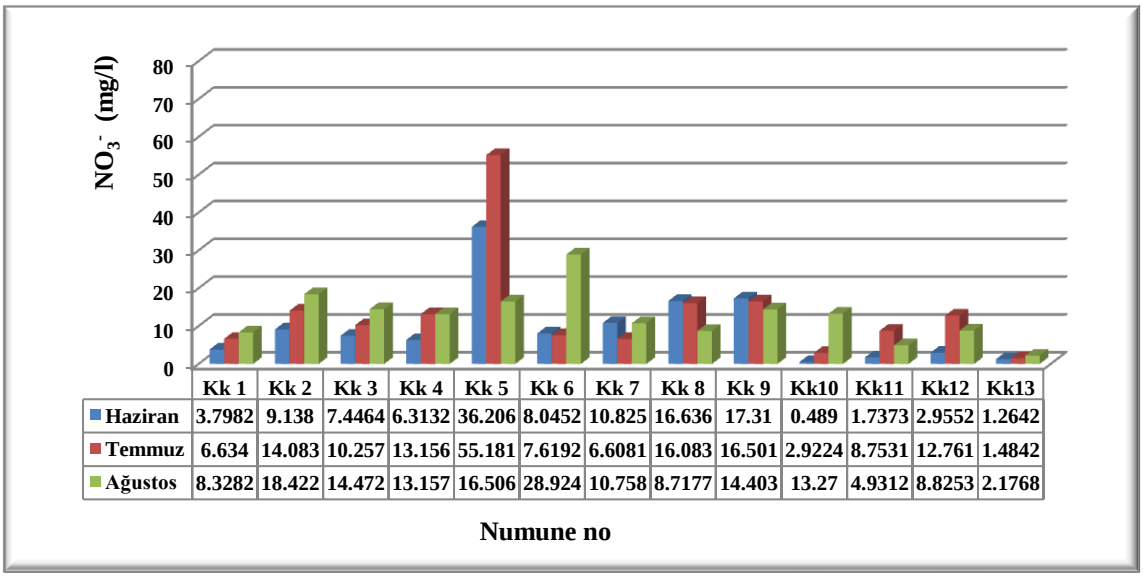
21 ölçüm sonucunda, Nitrat konsantrasyonları 1.2992-22.5065 mg/L aralığında bulunmuştur. Tüm sonuçlar limit değerin altındadır.



	Bz 1	Bz 2	Bz 3	Ez 1	Ec 1	Glb 1	Çn 1	Çn 2	Yn 1	Yn 2	Bg 1	Bg 2
Haziran	15.986	34.718	13.761	14.158	11.895	24.261	5.9267	16.416	5.6218	0.7619	9.0098	5.7781
Temmuz	18.221	19.639	16.65	14.369	4.3529	24.068	7.2188	17.239	3.7221	0.9424	9.6744	6.7167
Ağustos	17.067	18.422	15.431	16.226	6.1738	25.108	4.6347	17.497	4.1008	1.5944	7.2789	7.1146

Şekil 4.10. Bozcaada, Ezine, Eceabat, Gelibolu, Çan, Yenice ve Biga ilçelerindeki yüzme havuzlarında Nitrat konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi

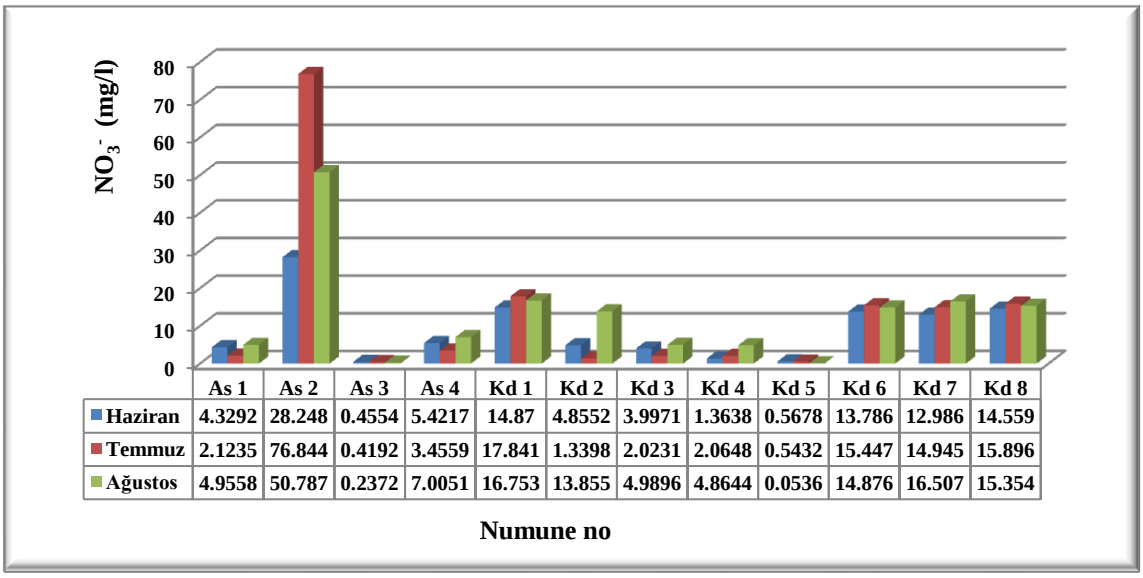
36 ölçüm sonucunda, Nitrat konsantrasyonları 0.7619-34.7176 mg/L aralığında bulunmuştur. Tüm sonuçlar limit değerin altındadır.



	Kk 1	Kk 2	Kk 3	Kk 4	Kk 5	Kk 6	Kk 7	Kk 8	Kk 9	Kk10	Kk11	Kk12	Kk13
Haziran	3.7982	9.138	7.4464	6.3132	36.206	8.0452	10.825	16.636	17.31	0.489	1.7373	2.9552	1.2642
Temmuz	6.634	14.083	10.257	13.156	55.181	7.6192	6.6081	16.083	16.501	2.9224	8.7531	12.761	1.4842
Ağustos	8.3282	18.422	14.472	13.157	16.506	28.924	10.758	8.7177	14.403	13.27	4.9312	8.8253	2.1768

Şekil 4.11. Ayvacık Küçükkuyu mevkindeki yüzme havuzlarında Nitrat konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi

39 ölçüm sonucunda, Nitrat konsantrasyonları 0.4890-55.1810 mg/L aralığında bulunmuştur. Limit değer üzerindeki tek ölçüm, 55.1810 mg/L olarak belirlenmiştir. Ayvacık Küçükkuyu mevkiindeki Nitrat uygunsuzluk oranı %2.56 olarak tespit edildi.



	As 1	As 2	As 3	As 4	Kd 1	Kd 2	Kd 3	Kd 4	Kd 5	Kd 6	Kd 7	Kd 8
Haziran	4.3292	28.248	0.4554	5.4217	14.87	4.8552	3.9971	1.3638	0.5678	13.786	12.986	14.559
Temmuz	2.1235	76.844	0.4192	3.4559	17.841	1.3398	2.0231	2.0648	0.5432	15.447	14.945	15.896
Ağustos	4.9558	50.787	0.2372	7.0051	16.753	13.855	4.9896	4.8644	0.0536	14.876	16.507	15.354

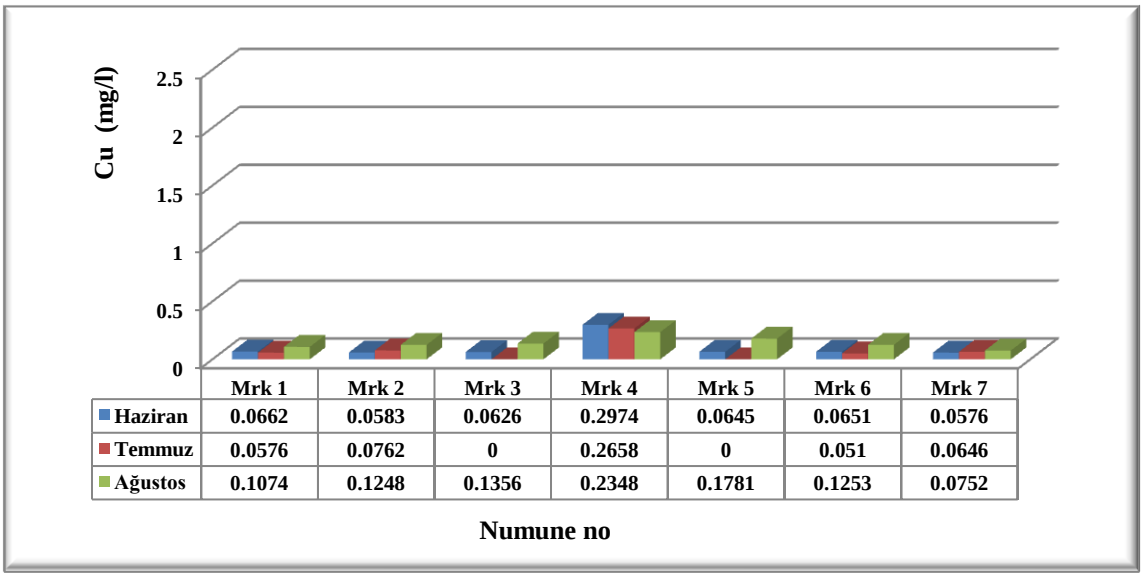
Şekil 4.12. Ayvacık Asos ve Kadırga Koyu mevkiilerindeki yüzme havuzlarında Nitrat konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi

36 ölçüm sonucunda, NO_3^- konsantrasyonları 0.0536-76.8442 mg/L aralığında bulunmuştur. Limit değer üzerindeki ölçümler, Asos mevkinde 76.8442, 50.7867 mg/L olarak belirlendi. Ayvacık Asos ve Kadırga mevkiinde NO_3^- uygunsuzluk oranı %5.55 olarak tespit edildi.

NO_3^- konsantrasyonları içme kullanma ve deniz sularına gore kıyaslandığında çok yüksek değerler olduğu görülmektedir. Bunun sebebi fekal ya da idrar kaynaklı havuz suyuna karışan NH_4^+'un nitrifikasyonla NO_3^-'a dönüşmesidir.

4.5. Bakır Konsantrasyonunun Değişimi

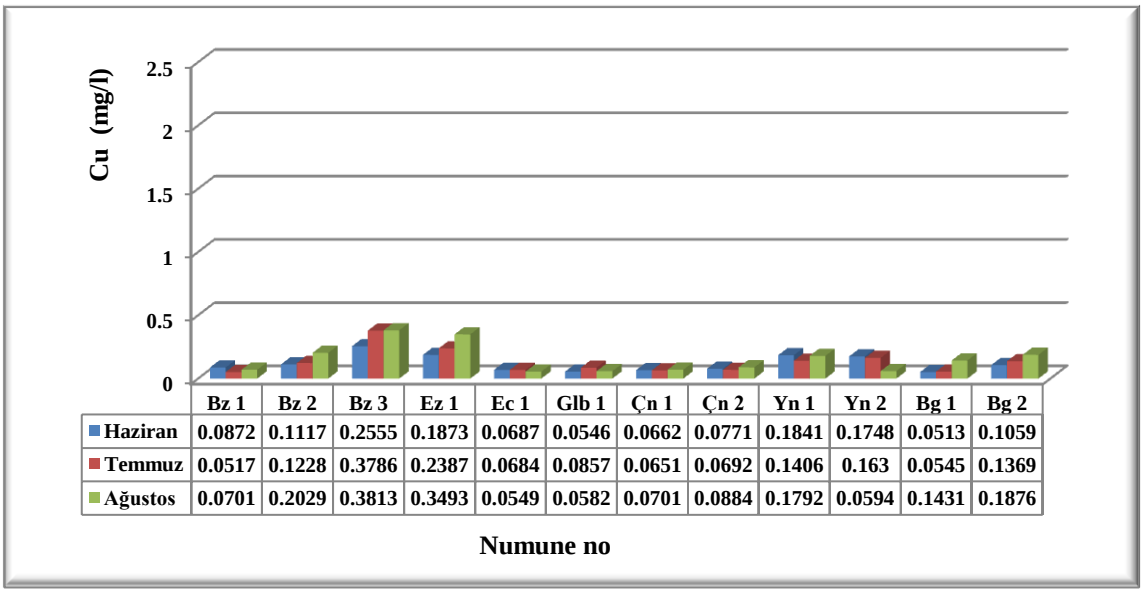
Çanakkale il ve ilçelerindeki yüzme havuzlarındaki Cu ölçüm sonuçlarının Haziran, Temmuz ve Ağustos 2013 dönemlerindeki değişimleri Şekil 4.13.-4.16.'de verilmiştir.



	Mrk 1	Mrk 2	Mrk 3	Mrk 4	Mrk 5	Mrk 6	Mrk 7
Haziran	0.0662	0.0583	0.0626	0.2974	0.0645	0.0651	0.0576
Temmuz	0.0576	0.0762	0	0.2658	0	0.051	0.0646
Ağustos	0.1074	0.1248	0.1356	0.2348	0.1781	0.1253	0.0752

Şekil 4.13. Çanakkale Merkez'deki yüzme havuzlarında Bakır konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi

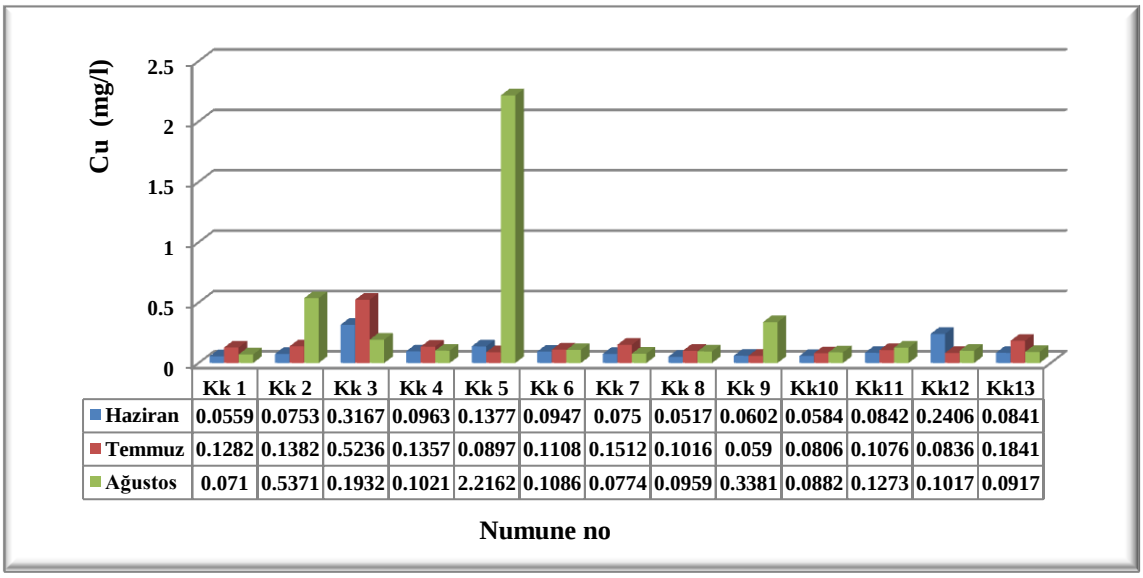
21 ölçüm sonucunda, Bakır konsantrasyonları 0-0.2974 mg/L aralığında bulunmuştur. Tüm sonuçlar limit değerin altındadır.



	Bz 1	Bz 2	Bz 3	Ez 1	Ec 1	Glb 1	Çn 1	Çn 2	Yn 1	Yn 2	Bg 1	Bg 2
Haziran	0.0872	0.1117	0.2555	0.1873	0.0687	0.0546	0.0662	0.0771	0.1841	0.1748	0.0513	0.1059
Temmuz	0.0517	0.1228	0.3786	0.2387	0.0684	0.0857	0.0651	0.0692	0.1406	0.163	0.0545	0.1369
Ağustos	0.0701	0.2029	0.3813	0.3493	0.0549	0.0582	0.0701	0.0884	0.1792	0.0594	0.1431	0.1876

Şekil 4.14. Bozcaada, Ezine, Eceabat, Gelibolu, Çan, Yenice ve Biga ilçelerindeki yüzme havuzlarında Bakır konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi

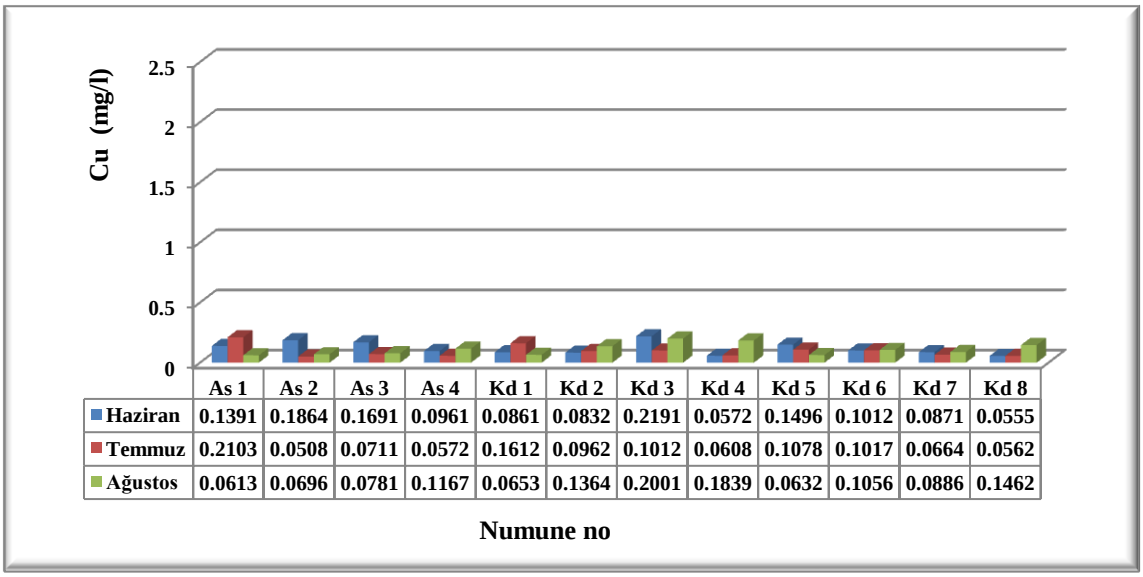
36 ölçüm sonucunda, Bakır konsantrasyonları 0.0513-0.3813 mg/L aralığında bulunmuştur. Tüm sonuçlar limit değerin altındadır.



	Kk 1	Kk 2	Kk 3	Kk 4	Kk 5	Kk 6	Kk 7	Kk 8	Kk 9	Kk10	Kk11	Kk12	Kk13
Haziran	0.0559	0.0753	0.3167	0.0963	0.1377	0.0947	0.075	0.0517	0.0602	0.0584	0.0842	0.2406	0.0841
Temmuz	0.1282	0.1382	0.5236	0.1357	0.0897	0.1108	0.1512	0.1016	0.059	0.0806	0.1076	0.0836	0.1841
Ağustos	0.071	0.5371	0.1932	0.1021	2.2162	0.1086	0.0774	0.0959	0.3381	0.0882	0.1273	0.1017	0.0917

Şekil 4.15. Ayvacık Küçükkuyu mevkindeki yüzme havuzlarında Bakır konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi

39 ölçüm sonucunda, Bakır konsantrasyonları 0.0517-2.2162 mg/L aralığında bulunmuştur. Limit değer üzerindeki tek ölçüm, 2.2162 mg/L olarak belirlenmiştir. Ayvacık Küçükkuyu mevkindeki Bakır uygunsuzluk oranı %2.56 olarak tespit edildi.



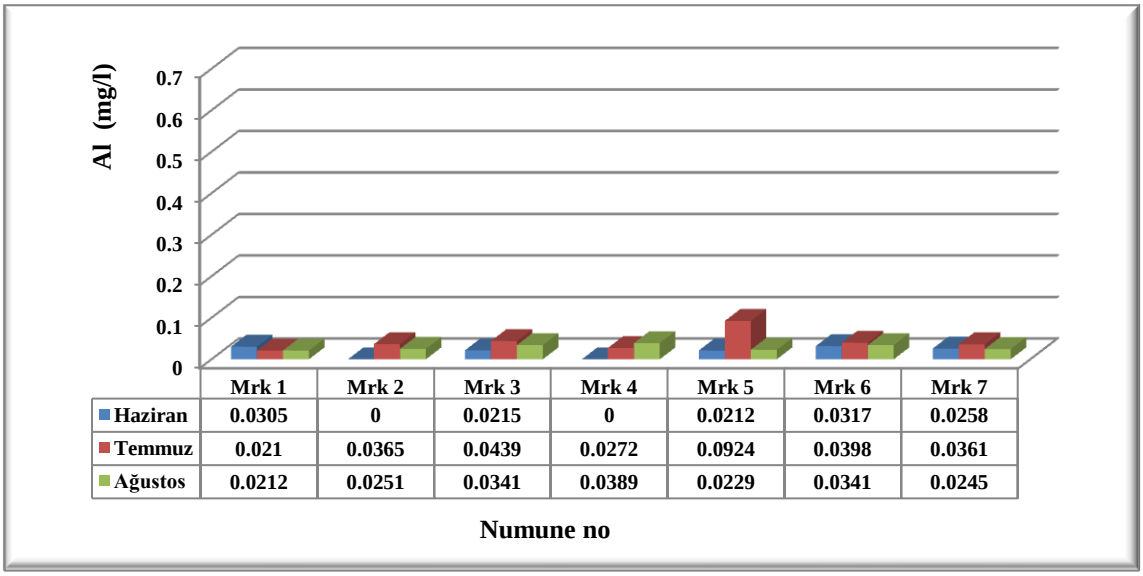
	As 1	As 2	As 3	As 4	Kd 1	Kd 2	Kd 3	Kd 4	Kd 5	Kd 6	Kd 7	Kd 8
Haziran	0.1391	0.1864	0.1691	0.0961	0.0861	0.0832	0.2191	0.0572	0.1496	0.1012	0.0871	0.0555
Temmuz	0.2103	0.0508	0.0711	0.0572	0.1612	0.0962	0.1012	0.0608	0.1078	0.1017	0.0664	0.0562
Ağustos	0.0613	0.0696	0.0781	0.1167	0.0653	0.1364	0.2001	0.1839	0.0632	0.1056	0.0886	0.1462

Şekil 4.16. Ayvacık Asos ve Kadırga Koyu mevkilerindeki yüzme havuzlarında Bakır konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi

36 ölçüm sonucunda, Bakır konsantrasyonları 0.0508-0.2192 mg/L aralığında bulunmuştur. Tüm sonuçlar limit değerin altındadır.

4.6. Alüminyum Konsantrasyonunun Değişimi

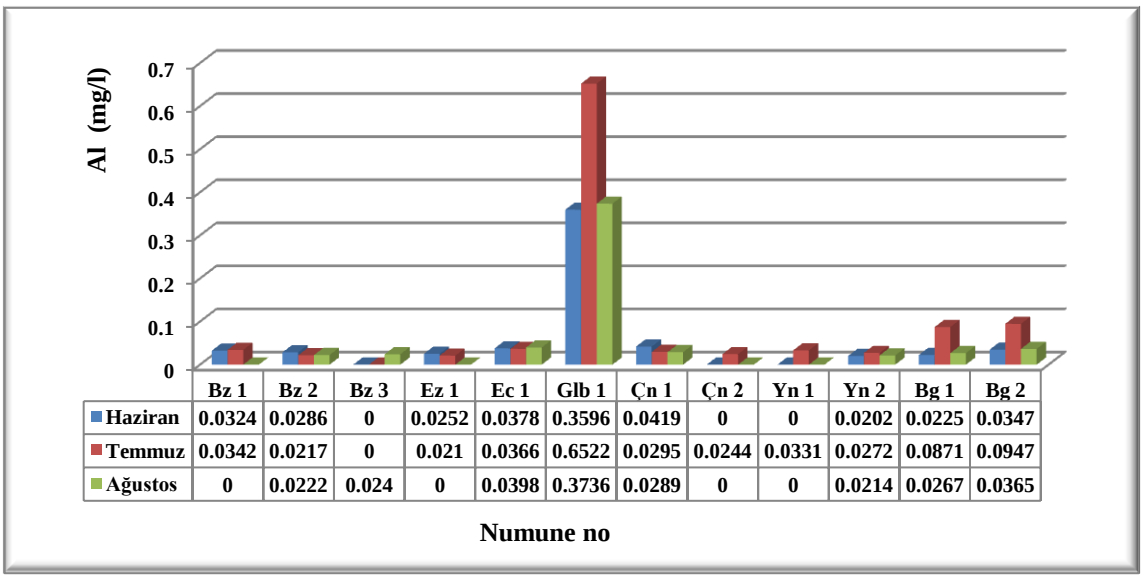
Çanakkale il ve ilçelerindeki yüzme havuzlarındaki Al ölçüm sonuçlarının Haziran, Temmuz ve Ağustos 2013 dönemlerindeki değişimleri Şekil 4.17.-4.20.'de verilmiştir.



	Mrk 1	Mrk 2	Mrk 3	Mrk 4	Mrk 5	Mrk 6	Mrk 7
Haziran	0.0305	0	0.0215	0	0.0212	0.0317	0.0258
Temmuz	0.021	0.0365	0.0439	0.0272	0.0924	0.0398	0.0361
Ağustos	0.0212	0.0251	0.0341	0.0389	0.0229	0.0341	0.0245

Şekil 4.17. Çanakkale Merkez'deki yüzme havuzlarında Al konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi

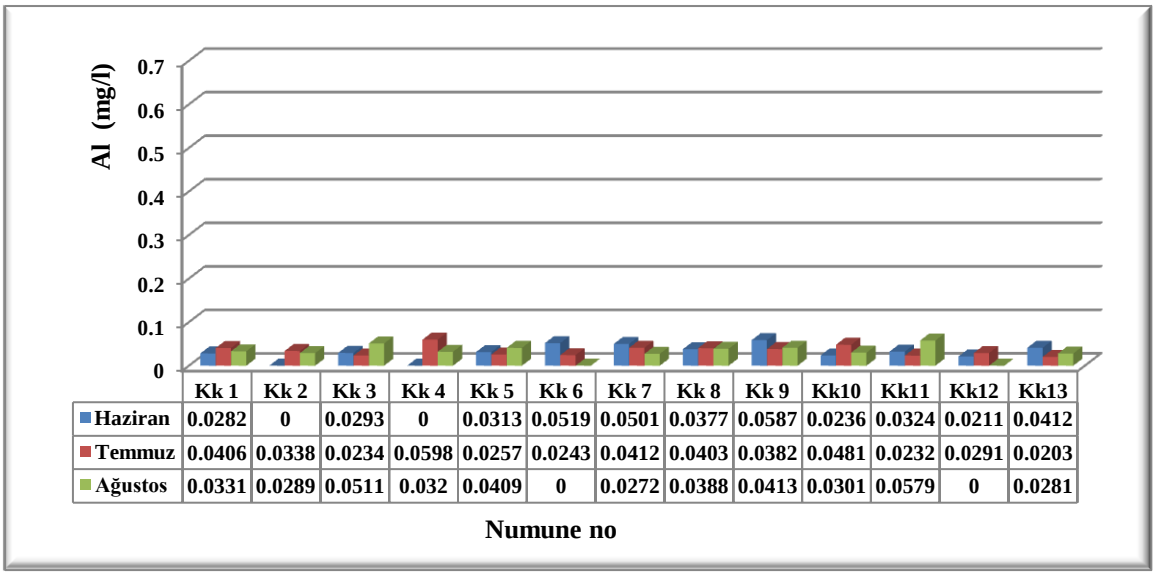
21 ölçüm sonucunda, Aluminyum konsantrasyonları 0-0.0924 mg/L aralığında bulunmuştur. Tüm sonuçlar limit değerin altındadır.



	Bz 1	Bz 2	Bz 3	Ez 1	Ec 1	Glb 1	Çn 1	Çn 2	Yn 1	Yn 2	Bg 1	Bg 2
Haziran	0.0324	0.0286	0	0.0252	0.0378	0.3596	0.0419	0	0	0.0202	0.0225	0.0347
Temmuz	0.0342	0.0217	0	0.021	0.0366	0.6522	0.0295	0.0244	0.0331	0.0272	0.0871	0.0947
Ağustos	0	0.0222	0.024	0	0.0398	0.3736	0.0289	0	0	0.0214	0.0267	0.0365

Şekil 4.18. Bozcaada, Ezine, Eceabat, Gelibolu, Çan, Yenice ve Biga ilçelerindeki yüzme havuzlarında Aluminyum konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi

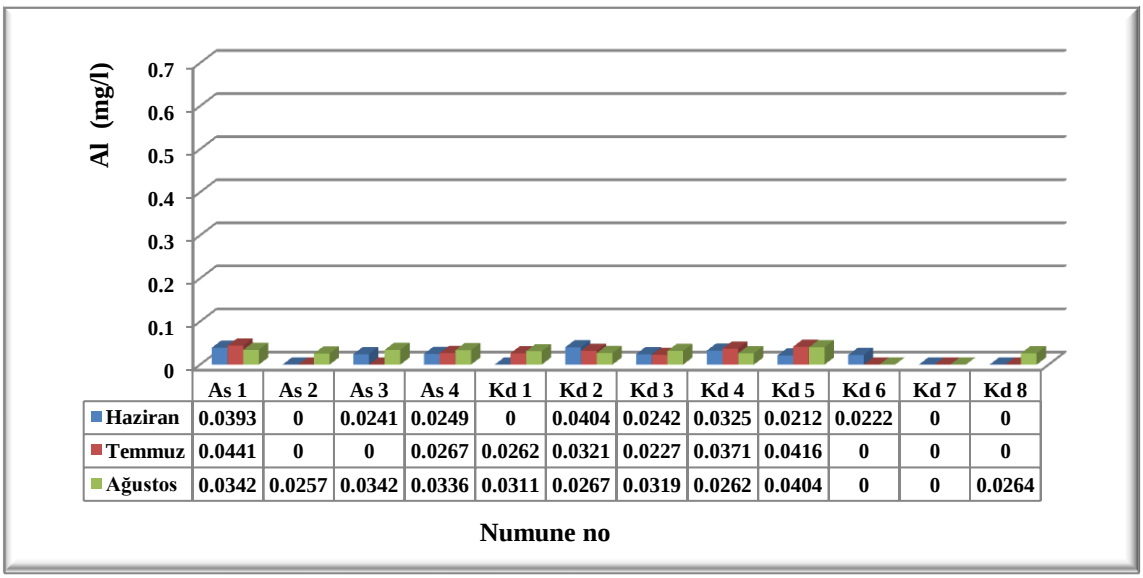
36 ölçüm sonucunda, Aluminyum konsantrasyonları 0-0.6522 mg/L aralığında bulunmuştur. Limit değer üzerindeki ölçümler, Gelibolu ilçesinde 0.3596, 0.6522, 0.3736 mg/L olarak belirlendi. Bozcaada, Ezine, Eceabat, Gelibolu, Çan, Yenice ve Biga ilçelerindeki Aluminyum uygunsuzluk oranı %8.33 olarak tespit edilmiştir.



	Kk 1	Kk 2	Kk 3	Kk 4	Kk 5	Kk 6	Kk 7	Kk 8	Kk 9	Kk10	Kk11	Kk12	Kk13
Haziran	0.0282	0	0.0293	0	0.0313	0.0519	0.0501	0.0377	0.0587	0.0236	0.0324	0.0211	0.0412
Temmuz	0.0406	0.0338	0.0234	0.0598	0.0257	0.0243	0.0412	0.0403	0.0382	0.0481	0.0232	0.0291	0.0203
Ağustos	0.0331	0.0289	0.0511	0.032	0.0409	0	0.0272	0.0388	0.0413	0.0301	0.0579	0	0.0281

Şekil 4.19. Ayvacık Küçükkuyu mevkindeki yüzme havuzlarında Aluminyum konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi

39 ölçüm sonucunda, Aluminyum konsantrasyonları 0-0.0598 mg/L aralığında bulunmuştur. Tüm sonuçlar limit değerin altındadır.



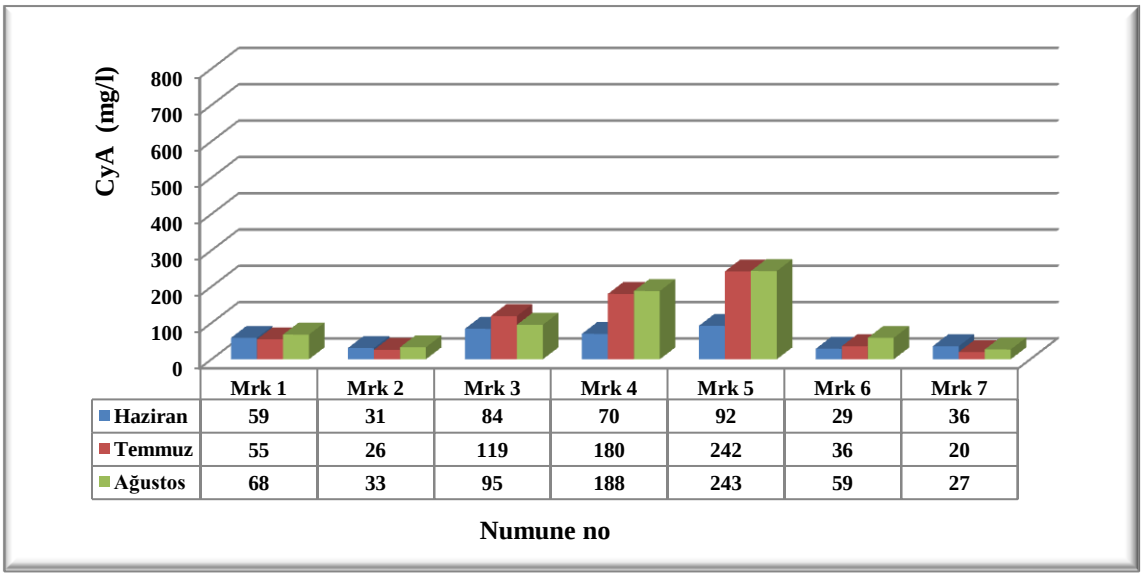
	As 1	As 2	As 3	As 4	Kd 1	Kd 2	Kd 3	Kd 4	Kd 5	Kd 6	Kd 7	Kd 8
Haziran	0.0393	0	0.0241	0.0249	0	0.0404	0.0242	0.0325	0.0212	0.0222	0	0
Temmuz	0.0441	0	0	0.0267	0.0262	0.0321	0.0227	0.0371	0.0416	0	0	0
Ağustos	0.0342	0.0257	0.0342	0.0336	0.0311	0.0267	0.0319	0.0262	0.0404	0	0	0.0264

Şekil 4.20. Ayvacık Asos ve Kadırga Koyu mevkiilerindeki yüzme havuzlarında Aluminyum konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi

36 ölçüm sonucunda, Aluminyum konsantrasyonları 0-0.0416 mg/L aralığında bulunmuştur. Tüm sonuçlar limit değerin altındadır.

4.7. Siyanürik Asit Konsantrasyonunun Değişimi

Çanakkale il ve ilçelerindeki yüzme havuzlarındaki CyA ölçüm sonuçlarının Haziran, Temmuz ve Ağustos 2013 dönemlerindeki değişimleri Şekil 4.21.-4.24.'de verilmiştir.

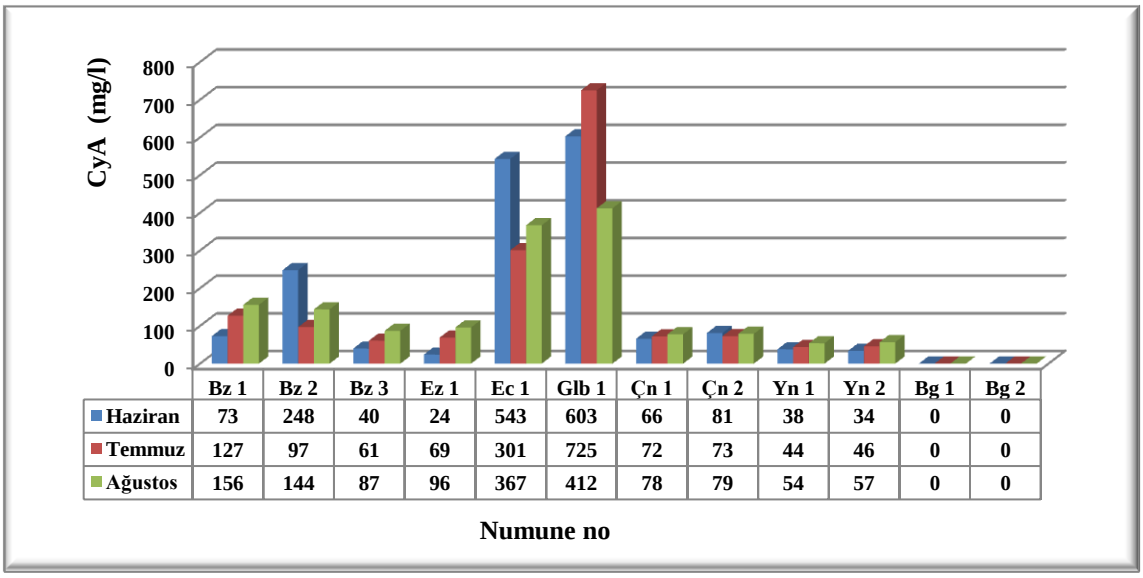


	Mrk 1	Mrk 2	Mrk 3	Mrk 4	Mrk 5	Mrk 6	Mrk 7
Haziran	59	31	84	70	92	29	36
Temmuz	55	26	119	180	242	36	20
Ağustos	68	33	95	188	243	59	27

Şekil 4.21. Çanakkale Merkez'deki yüzme havuzlarında Siyanürik asit konsantrasyonlarının yaz döneminde aylık değişimi

21 ölçüm sonucunda, Siyanürik asit konsantrasyonları 20.0-243 mg/L aralığında bulunmuştur. Limit değer üzerindeki ölçümler, 119, 180, 188, 242, 243 mg/L olarak belirlendi. Çanakkale Merkez'de Siyanürik asit uygunsuzluk oranı %23.80 olarak tespit edilmiştir.

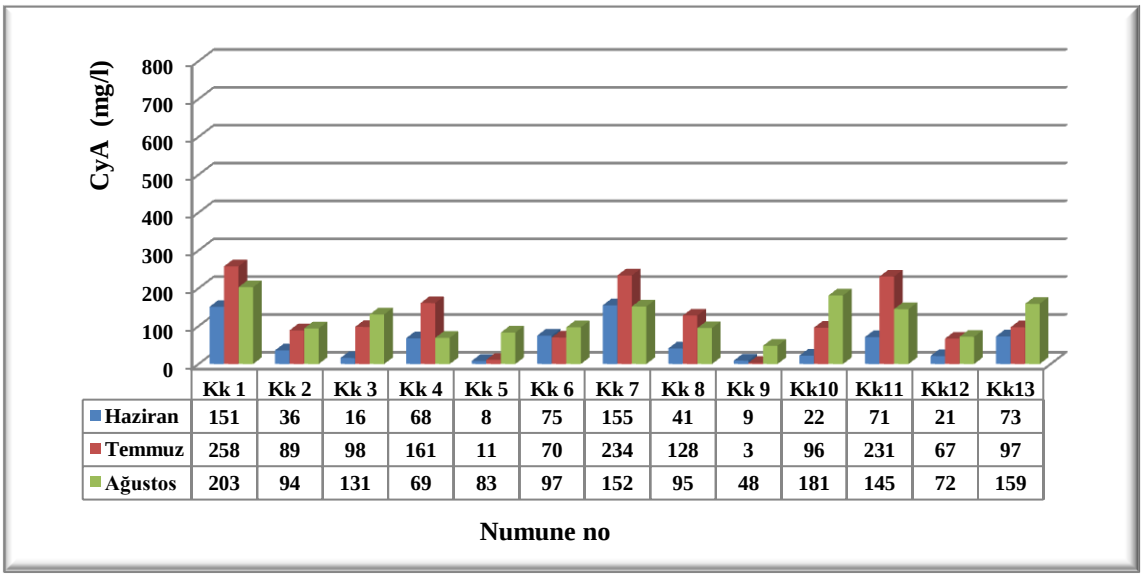
Havuzların en fazla kullanıldığı aylar olan Temmuz, Ağustos aylarında aşırı dezenfektan kullanımından dolayı ve yeterli su değişimi yapılmadığı için CyA konsantrasyonlarında artış gözlenmiştir.



	Bz 1	Bz 2	Bz 3	Ez 1	Ec 1	Glb 1	Çn 1	Çn 2	Yn 1	Yn 2	Bg 1	Bg 2
Haziran	73	248	40	24	543	603	66	81	38	34	0	0
Temmuz	127	97	61	69	301	725	72	73	44	46	0	0
Ağustos	156	144	87	96	367	412	78	79	54	57	0	0

Şekil 4.22. Bozcaada, Ezine, Eceabat, Gelibolu, Çan, Yenice ve Biga ilçelerindeki yüzme havuzlarında Siyanürik Asit konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi

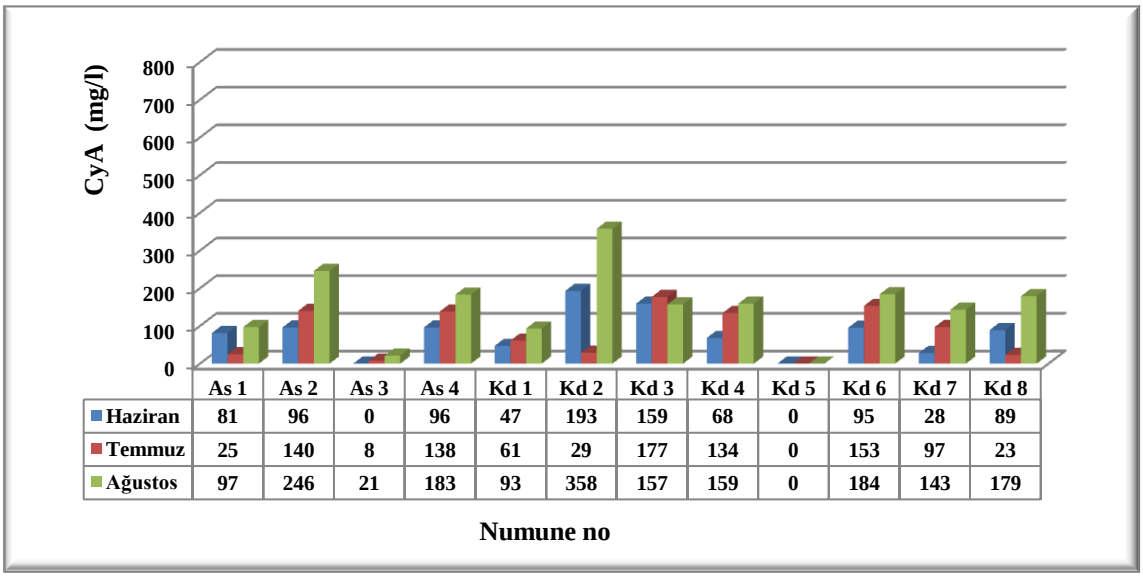
36 ölçüm sonucunda, Siyanürik asit konsantrasyonları 0-725 mg/L aralığında bulunmuştur. Limit değer üzerindeki ölçümler, Bozcaada'da 127, 156, 248, 144 mg/L, Eceabat'ta 543, 301, 367 mg/L, Gelibolu'da 603, 725, 412 mg/L olarak belirlendi. Bozcaada, Ezine, Eceabat, Gelibolu, Çan, Yenice ve Biga ilçelerindeki Siyanürik asit uygunsuzluk oranı %27.78 olarak tespit edilmiştir.



	Kk 1	Kk 2	Kk 3	Kk 4	Kk 5	Kk 6	Kk 7	Kk 8	Kk 9	Kk10	Kk11	Kk12	Kk13
Haziran	151	36	16	68	8	75	155	41	9	22	71	21	73
Temmuz	258	89	98	161	11	70	234	128	3	96	231	67	97
Ağustos	203	94	131	69	83	97	152	95	48	181	145	72	159

Şekil 4.23. Ayvacık Küçükkuyu mevkindeki yüzme havuzlarında Siyanürik asit konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi

39 ölçüm sonucunda, Siyanürik asit konsantrasyonları 3.00-258 mg/L aralığında bulunmuştur. Limit değer üzerindeki ölçümler, 151, 258, 203, 131, 161, 155, 234, 152, 128, 181, 231, 145, 159 mg/L olarak belirlendi. Ayvacık Küçükkuyu mevkiindeki Siyanürik asit uygunsuzluk oranı %33.33 olarak tespit edilmiştir.



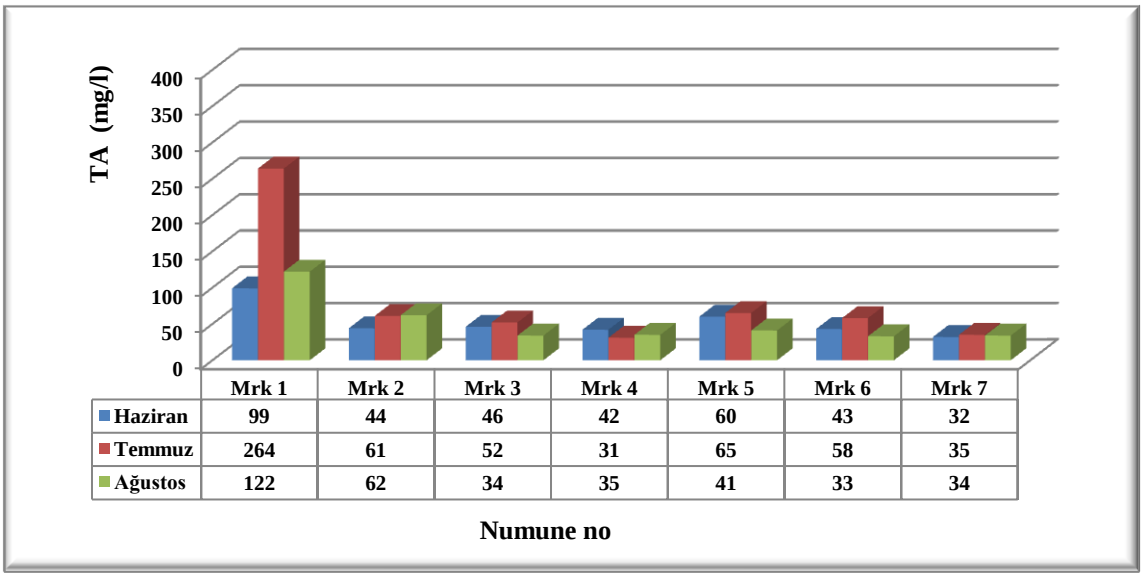
	As 1	As 2	As 3	As 4	Kd 1	Kd 2	Kd 3	Kd 4	Kd 5	Kd 6	Kd 7	Kd 8
Haziran	81	96	0	96	47	193	159	68	0	95	28	89
Temmuz	25	140	8	138	61	29	177	134	0	153	97	23
Ağustos	97	246	21	183	93	358	157	159	0	184	143	179

Şekil 4.24. Ayvacık Asos ve Kadırga Koyu mevkilerindeki yüzme havuzlarında Siyanürik asit konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi

36 ölçüm sonucunda, Siyanürik asit konsantrasyonları 0-358 mg/L aralığında bulunmuştur. Limit değer üzerindeki ölçümler, Asos mevkiinde 140, 246, 138, 183 mg/L, Kadırga mevkiinde 193, 358, 159, 177, 157, 134, 159, 153, 184, 143, 179 mg/L olarak belirlendi. Ayvacık Asos ve Kadırga Koyu mevkilerinde Siyanürik asit uygunsuzluk oranı %41.67 olarak tespit edilmiştir.

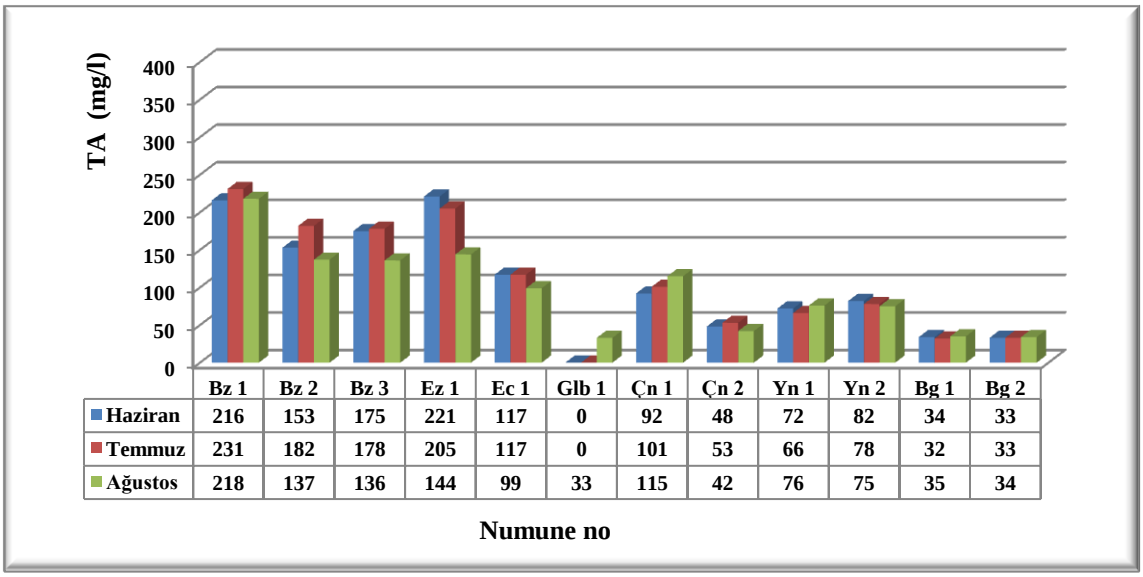
4.8. Toplam Alkalilik Konsantrasyonunun Değişimi

Çanakkale il ve ilçelerindeki yüzme havuzlarındaki toplam alkalilik ölçüm sonuçlarının Haziran, Temmuz ve Ağustos 2013 dönemlerindeki değişimleri Şekil 4.25.-4.28.'de verilmiştir.



Şekil 4.25. Çanakkale Merkez'deki yüzme havuzlarında Toplam Alkalinite konsantrasyonlarının yaz döneminde aylık değişimi

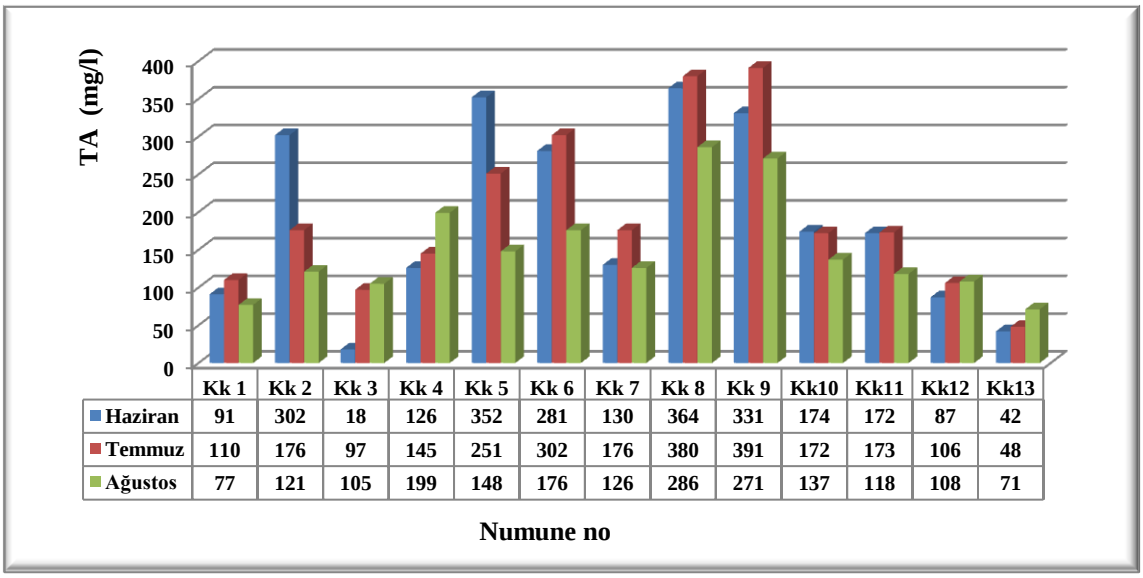
21 ölçüm sonucunda, Toplam Alkalinite konsantrasyonları 31-264 mg/L aralığında bulunmuştur. Limit değer üzerindeki tek ölçüm 264 mg/L olarak belirlendi. Çanakkale Merkez'de Toplam Alkalinite uygunsuzluk oranı %4.76 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.26. Bozcaada, Ezine, Eceabat, Gelibolu, Çan, Yenice ve Biga ilçelerindeki yüzme havuzlarında Toplam Alkalinite konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi

36 ölçüm sonucunda, Toplam Alkalinite konsantrasyonları 0-231 mg/L aralığında bulunmuştur. Limit değer aralığında olmayan ölçümler, Bozcaada'da 216, 231, 218, 182 mg/L, Ezine'de 221, 205 mg/L, Gelibolu'da 0 mg/L olarak belirlendi. Bozcaada, Ezine, Eceabat, Gelibolu, Çan, Yenice ve Biga ilçelerindeki Toplam Alkalinite uygunsuzluk oranı

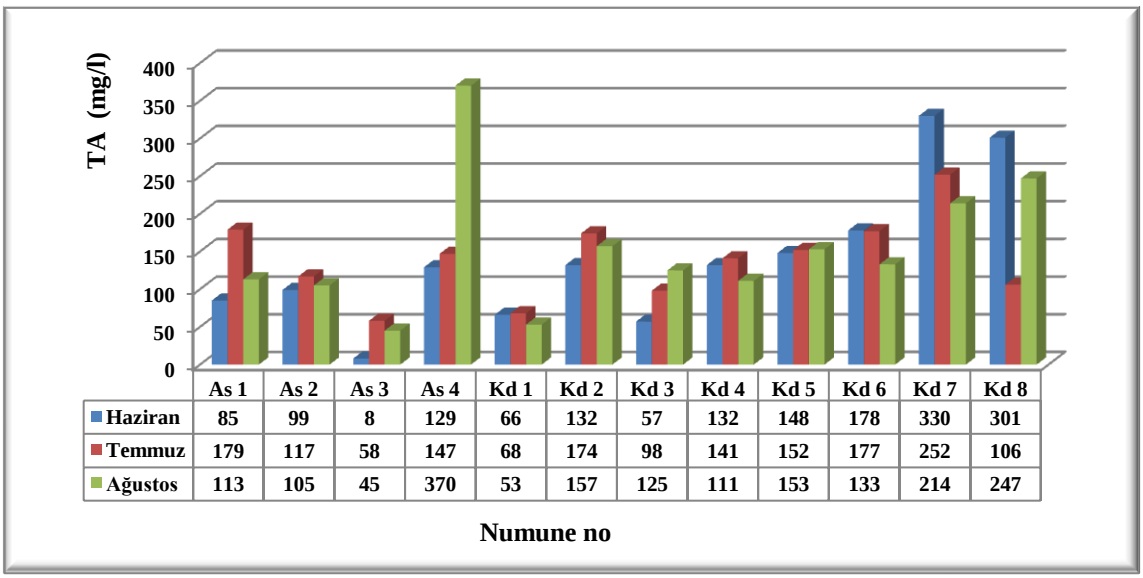
%22.22 olarak tespit edilmiştir.



	Kk 1	Kk 2	Kk 3	Kk 4	Kk 5	Kk 6	Kk 7	Kk 8	Kk 9	Kk10	Kk11	Kk12	Kk13
Haziran	91	302	18	126	352	281	130	364	331	174	172	87	42
Temmuz	110	176	97	145	251	302	176	380	391	172	173	106	48
Ağustos	77	121	105	199	148	176	126	286	271	137	118	108	71

Şekil 4.27. Ayvacık Küçükkuyu mevkindeki yüzme havuzlarında Toplam Alkalinite konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi

39 ölçüm sonucunda, Toplam Alkalinite konsantrasyonları 42-391 mg/L aralığında bulunmuştur. Limit değer aralığında olmayan ölçümler, 302, 18, 199, 352, 251, 281, 302, 364, 380, 286, 331, 391, 271 mg/L olarak belirlendi. Ayvacık Küçükkuyu mevkiindeki Toplam Alkalinite uygunsuzluk oranı %33.33 olarak tespit edilmiştir.



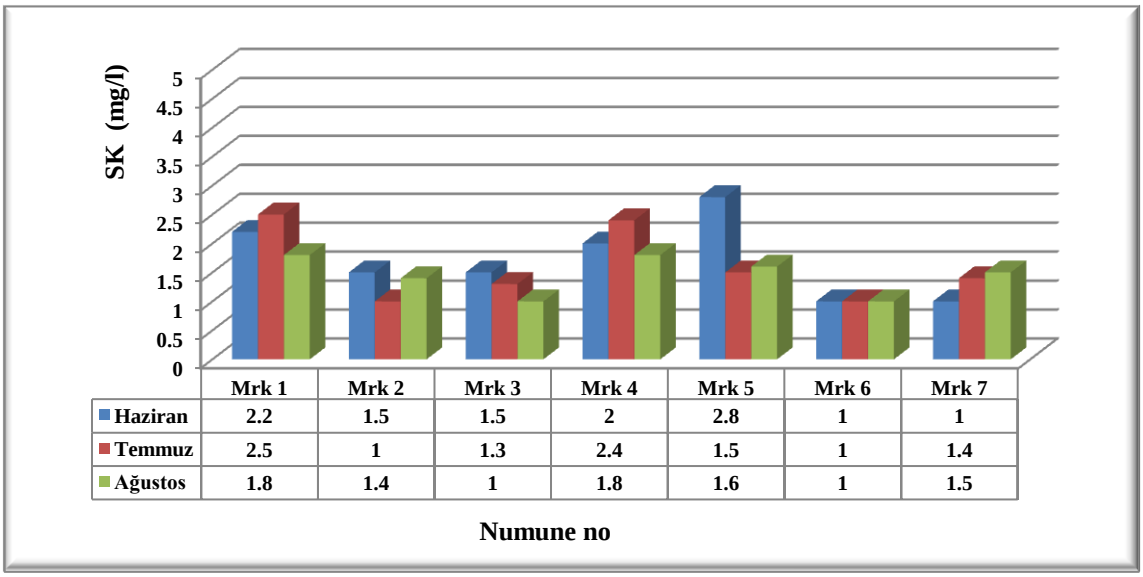
	As 1	As 2	As 3	As 4	Kd 1	Kd 2	Kd 3	Kd 4	Kd 5	Kd 6	Kd 7	Kd 8
Haziran	85	99	8	129	66	132	57	132	148	178	330	301
Temmuz	179	117	58	147	68	174	98	141	152	177	252	106
Ağustos	113	105	45	370	53	157	125	111	153	133	214	247

Şekil 4.28. Ayvacık Asos ve Kadırga Koyu mevkilerindeki yüzme havuzlarında Toplam Alkalinite konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi

36 ölçüm sonucunda, Toplam Alkalinite konsantrasyonları 8.00-370 mg/L aralığında bulunmuştur. Limit değer aralığında olmayan ölçümler, Asos mevkiinde 8.00, 370 mg/L, Kadırga mevkiinde 330, 252, 214, 301, 247 mg/L olarak belirlendi. Ayvacık Asos ve Kadırga Koyu mevkilerinde Toplam Alkalinite uygunsuzluk oranı %19.44 olarak tespit edilmiştir.

4.9. Serbest Klor Konsantrasyonunun Değişimi

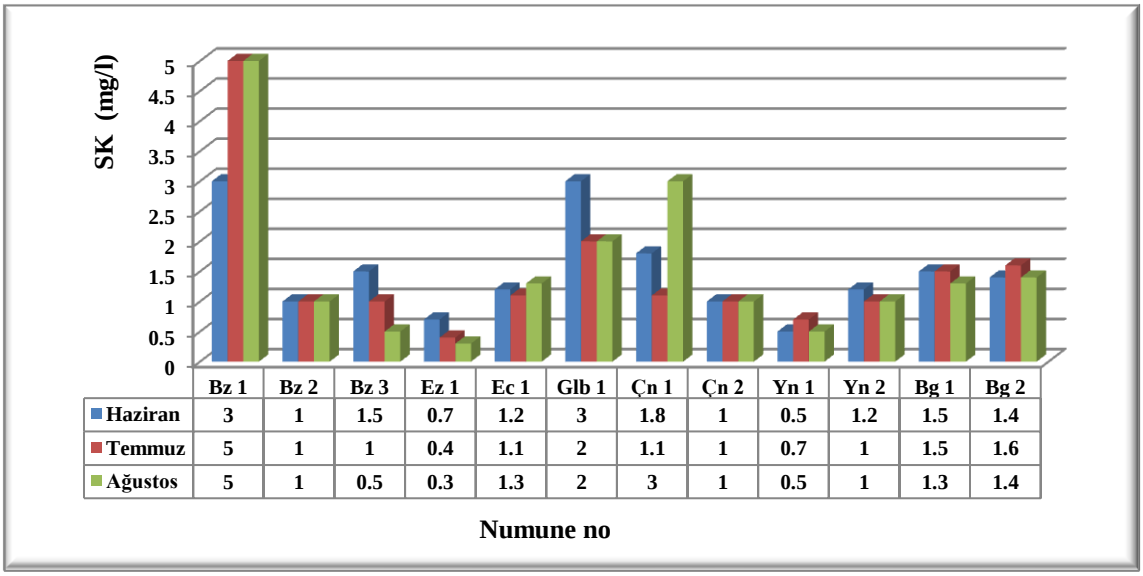
Çanakkale il ve ilçelerindeki yüzme havuzlarındaki SK ölçüm sonuçlarının Haziran, Temmuz ve Ağustos 2013 dönemlerindeki değişimleri Şekil 4.29.-4.32.'de verilmiştir.



	Mrk 1	Mrk 2	Mrk 3	Mrk 4	Mrk 5	Mrk 6	Mrk 7
Haziran	2.2	1.5	1.5	2	2.8	1	1
Temmuz	2.5	1	1.3	2.4	1.5	1	1.4
Ağustos	1.8	1.4	1	1.8	1.6	1	1.5

Şekil 4.29. Çanakkale Merkez'deki yüzme havuzlarında Serbest Klor konsantrasyonlarının yaz döneminde aylık değişimi

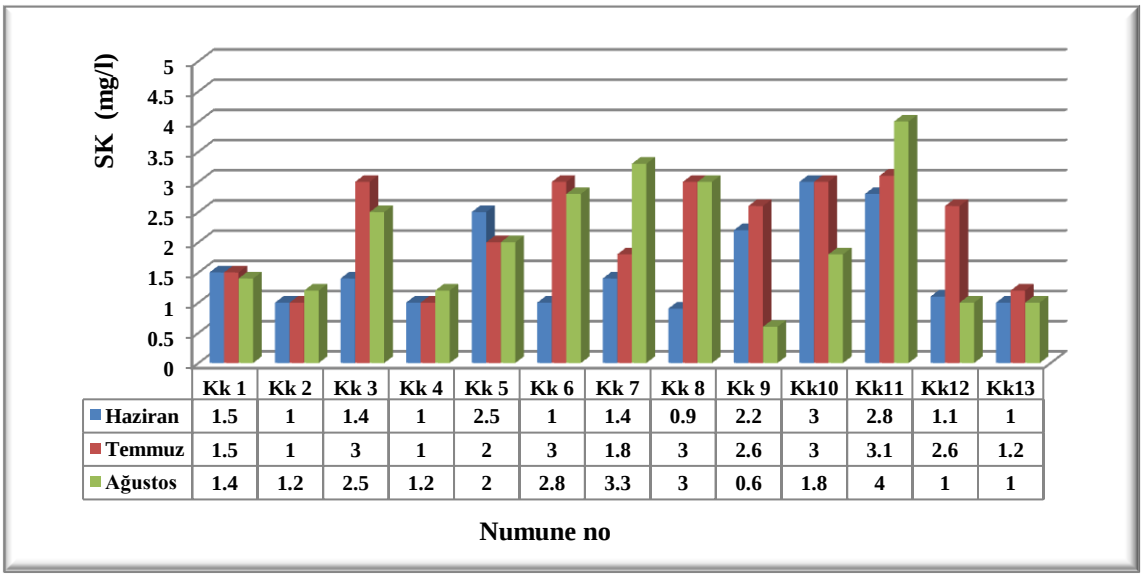
21 ölçüm sonucunda, serbest klor konsantrasyonları 1.00-2.80 mg/L aralığında bulunmuştur. Tüm sonuçlar limit değer aralığındadır.



	Bz 1	Bz 2	Bz 3	Ez 1	Ec 1	Glb 1	Çn 1	Çn 2	Yn 1	Yn 2	Bg 1	Bg 2
Haziran	3	1	1.5	0.7	1.2	3	1.8	1	0.5	1.2	1.5	1.4
Temmuz	5	1	1	0.4	1.1	2	1.1	1	0.7	1	1.5	1.6
Ağustos	5	1	0.5	0.3	1.3	2	3	1	0.5	1	1.3	1.4

Şekil 4.30. Bozcaada, Ezine, Eceabat, Gelibolu, Çan, Yenice ve Biga ilçelerindeki yüzme havuzlarında Serbest Klor konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi

36 ölçüm sonucunda, serbest klor konsantrasyonları 0.30-5.00 mg/L aralığında bulunmuştur. Limit değer aralığında olmayan ölçümler, Bozcaada'da 5.00, 5.00, 0.50 mg/L, Ezine'de 0.70, 0.40, 0.30 mg/L, Yenice'de 0.50, 0.70, 0.50 mg/L olarak belirlendi. Bozcaada, Ezine, Eceabat, Gelibolu, Çan, Yenice ve Biga ilçelerindeki Toplam Alkalinite uygunsuzluk oranı %25.00 olarak tespit edilmiştir.

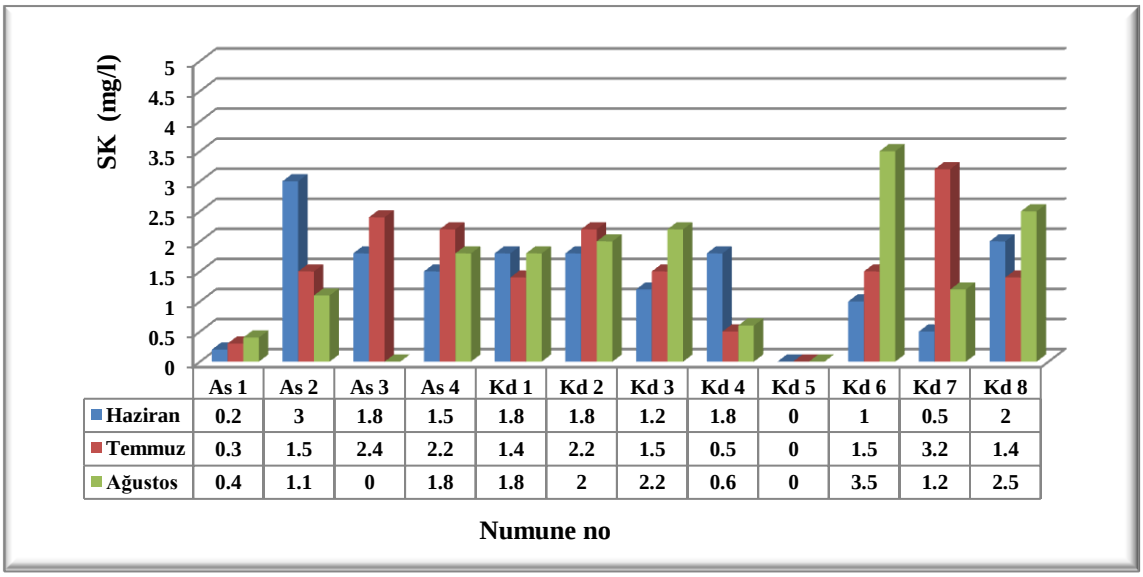


	Kk 1	Kk 2	Kk 3	Kk 4	Kk 5	Kk 6	Kk 7	Kk 8	Kk 9	Kk10	Kk11	Kk12	Kk13
Haziran	1.5	1	1.4	1	2.5	1	1.4	0.9	2.2	3	2.8	1.1	1
Temmuz	1.5	1	3	1	2	3	1.8	3	2.6	3	3.1	2.6	1.2
Ağustos	1.4	1.2	2.5	1.2	2	2.8	3.3	3	0.6	1.8	4	1	1

Şekil 4.31. Ayvacık Küçükkuyu mevkiindeki yüzme havuzlarında serbest klor konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi

39 ölçüm sonucunda, serbest klor konsantrasyonları 0.60-4.00 mg/L aralığında bulunmuştur. Limit değer aralığında olmayan ölçümler, 3.30, 0.60, 3.10, 4.00 mg/L olarak

belirlendi. Ayvacık Küçükkuyu mevkiindeki serbest klor uygunsuzluk oranı %10.25 olarak tespit edilmiştir.



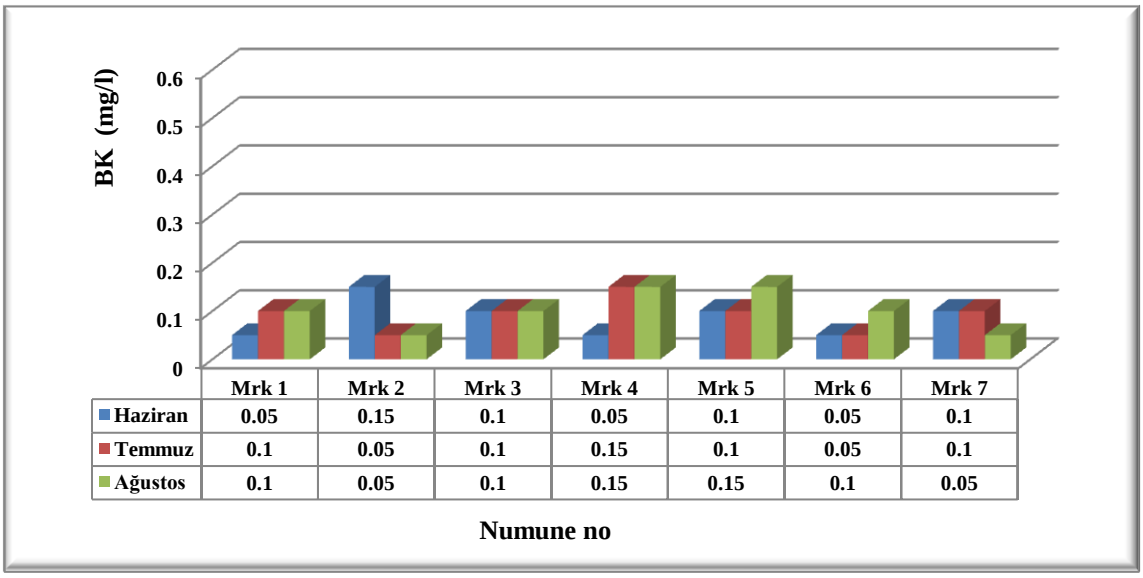
	As 1	As 2	As 3	As 4	Kd 1	Kd 2	Kd 3	Kd 4	Kd 5	Kd 6	Kd 7	Kd 8
Haziran	0.2	3	1.8	1.5	1.8	1.8	1.2	1.8	0	1	0.5	2
Temmuz	0.3	1.5	2.4	2.2	1.4	2.2	1.5	0.5	0	1.5	3.2	1.4
Ağustos	0.4	1.1	0	1.8	1.8	2	2.2	0.6	0	3.5	1.2	2.5

Şekil 4.32. Ayvacık Asos ve Kadırga Koyu mevkiilerindeki yüzme havuzlarında Toplam Alkalinite konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi

36 ölçüm sonucunda, serbest klor konsantrasyonları 0-3.50 mg/L aralığında bulunmuştur. Limit değer aralığında olmayan ölçümler, Asos mevkiinde 0.30, 0.20, 0.40, 0 mg/L, Kadırga mevkiinde 0.50, 0.60, 0, 3.50 mg/L olarak belirlendi. Ayvacık Asos ve Kadırga Koyu mevkilerinde serbest klor uygunsuzluk oranı %33.33 olarak tespit edilmiştir.

4.10. Bağlı Klor Konsantrasyonunun Değişimi

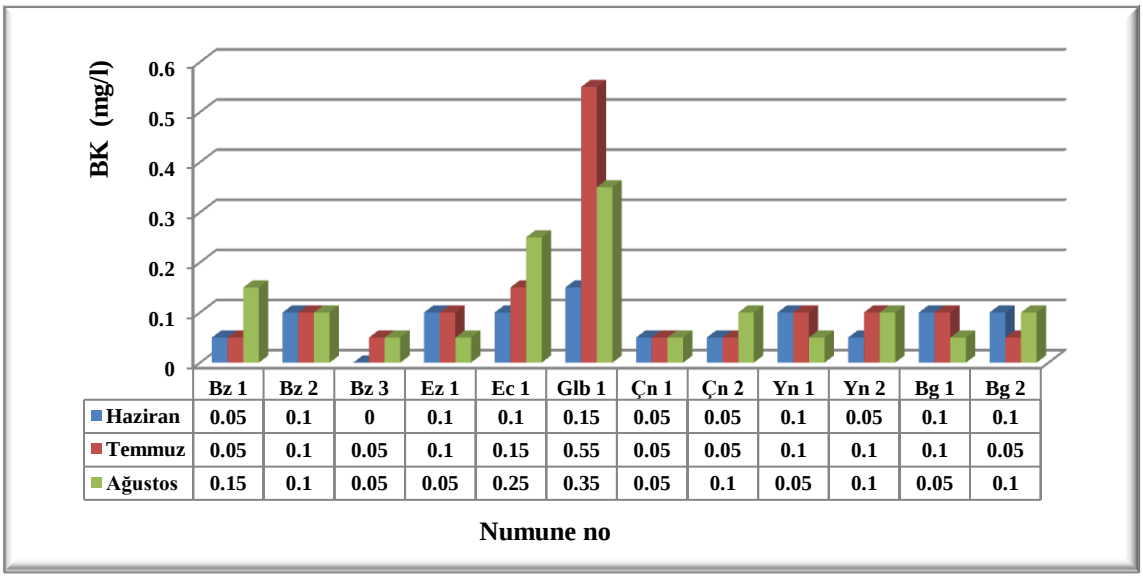
Çanakkale il ve ilçelerindeki yüzme havuzlarındaki BK ölçüm sonuçlarının Haziran, Temmuz ve Ağustos 2013 dönemlerindeki değişimleri Şekil 4.33.-4.36.'de verilmiştir.



	Mrk 1	Mrk 2	Mrk 3	Mrk 4	Mrk 5	Mrk 6	Mrk 7
Haziran	0.05	0.15	0.1	0.05	0.1	0.05	0.1
Temmuz	0.1	0.05	0.1	0.15	0.1	0.05	0.1
Ağustos	0.1	0.05	0.1	0.15	0.15	0.1	0.05

Şekil 4.33. Çanakkale Merkez'deki yüzme havuzlarında bağlı klor konsantrasyonlarının yaz döneminde aylık değişimi

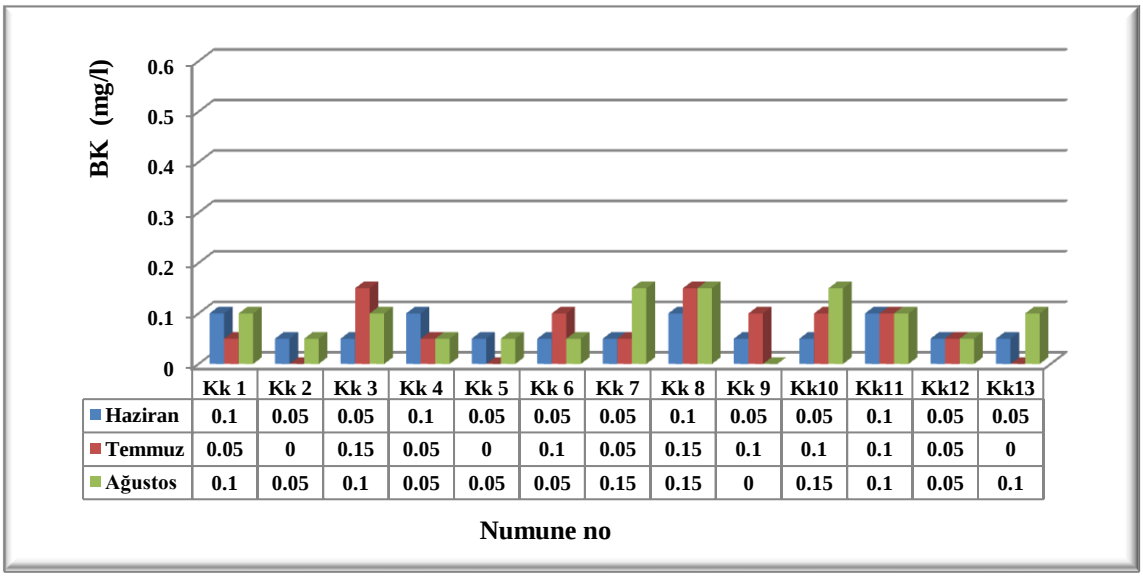
21 ölçüm sonucunda, bağlı klor konsantrasyonları 0.05-0.15 mg/L aralığında bulunmuştur. Tüm sonuçlar limit değerin altındadır.



	Bz 1	Bz 2	Bz 3	Ez 1	Ec 1	Glb 1	Çn 1	Çn 2	Yn 1	Yn 2	Bg 1	Bg 2
Haziran	0.05	0.1	0	0.1	0.1	0.15	0.05	0.05	0.1	0.05	0.1	0.1
Temmuz	0.05	0.1	0.05	0.1	0.15	0.55	0.05	0.05	0.1	0.1	0.1	0.05
Ağustos	0.15	0.1	0.05	0.05	0.25	0.35	0.05	0.1	0.05	0.1	0.05	0.1

Şekil 4.34. Bozcaada, Ezine, Eceabat, Gelibolu, Çan, Yenice ve Biga ilçelerindeki yüzme havuzlarında Bağlı Klor konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi

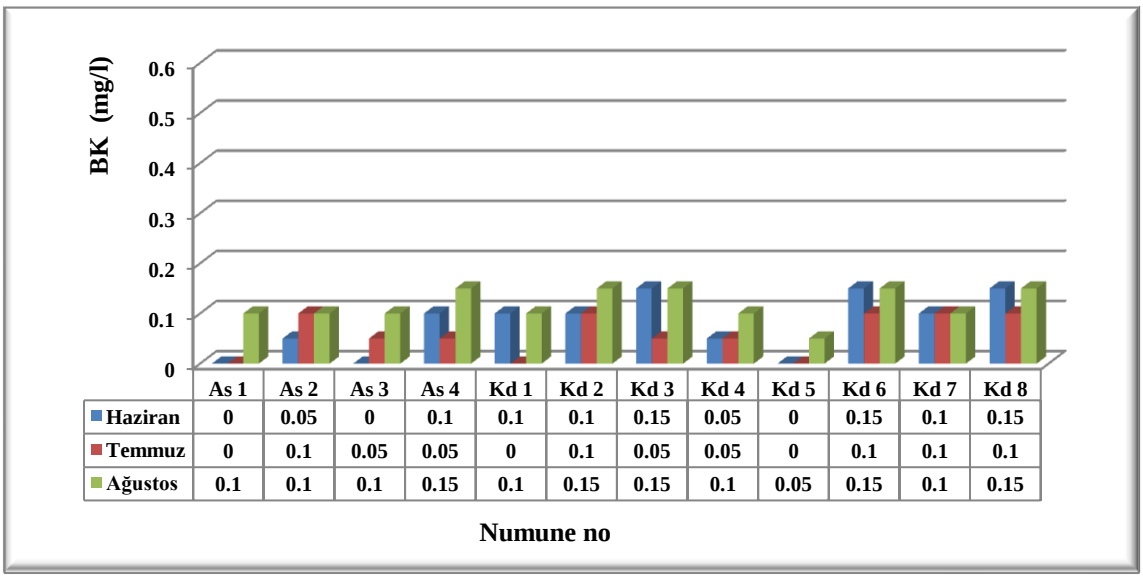
36 ölçüm sonucunda, bağlı klor konsantrasyonları 0-0.55 mg/L aralığında bulunmuştur. Limit değer altında olan ölçümler, Eceabat'ta 0.25 mg/L, Gelibolu'da 0.55, 0.35 mg/L olarak belirlendi. Bozcaada, Ezine, Eceabat, Gelibolu, Çan, Yenice ve Biga ilçelerindeki bağlı klor uygunsuzluk oranı %8.33 olarak tespit edilmiştir.



	Kk 1	Kk 2	Kk 3	Kk 4	Kk 5	Kk 6	Kk 7	Kk 8	Kk 9	Kk10	Kk11	Kk12	Kk13
Haziran	0.1	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05	0.1	0.05	0.05
Temmuz	0.05	0	0.15	0.05	0	0.1	0.05	0.15	0.1	0.1	0.1	0.05	0
Ağustos	0.1	0.05	0.1	0.05	0.05	0.05	0.15	0.15	0	0.15	0.1	0.05	0.1

Şekil 4.35. Ayvacık Küçükkuyu mevkiindeki yüzme havuzlarında bağlı klor konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi

39 ölçüm sonucunda, bağlı klor konsantrasyonları 0-0.15 mg/L aralığında bulunmuştur. Tüm sonuçlar limit değerin altındadır.



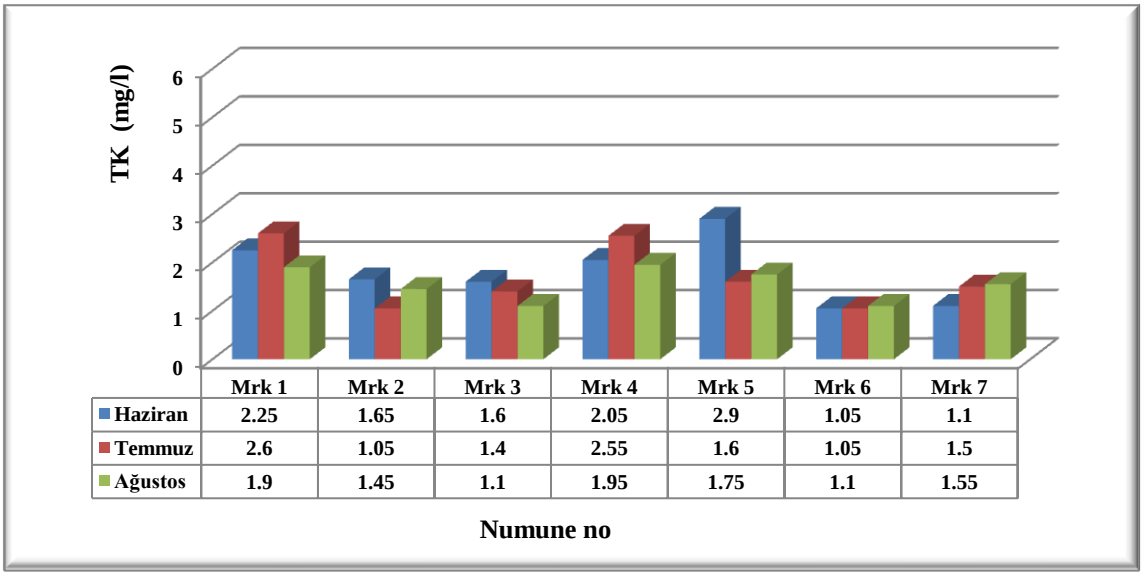
	As 1	As 2	As 3	As 4	Kd 1	Kd 2	Kd 3	Kd 4	Kd 5	Kd 6	Kd 7	Kd 8
Haziran	0	0.05	0	0.1	0.1	0.1	0.15	0.05	0	0.15	0.1	0.15
Temmuz	0	0.1	0.05	0.05	0	0.1	0.05	0.05	0	0.1	0.1	0.1
Ağustos	0.1	0.1	0.1	0.15	0.1	0.15	0.15	0.1	0.05	0.15	0.1	0.15

Şekil 4.36. Ayvacık Asos ve Kadırga Koyu mevkilerindeki yüzme havuzlarında bağlı klor konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi

36 ölçüm sonucunda, bağlı klor konsantrasyonları 0-0.15 mg/L aralığında bulunmuştur. Tüm sonuçlar limit değerin altındadır.

4.11. Toplam Klor Konsantrasyonunun Değişimi

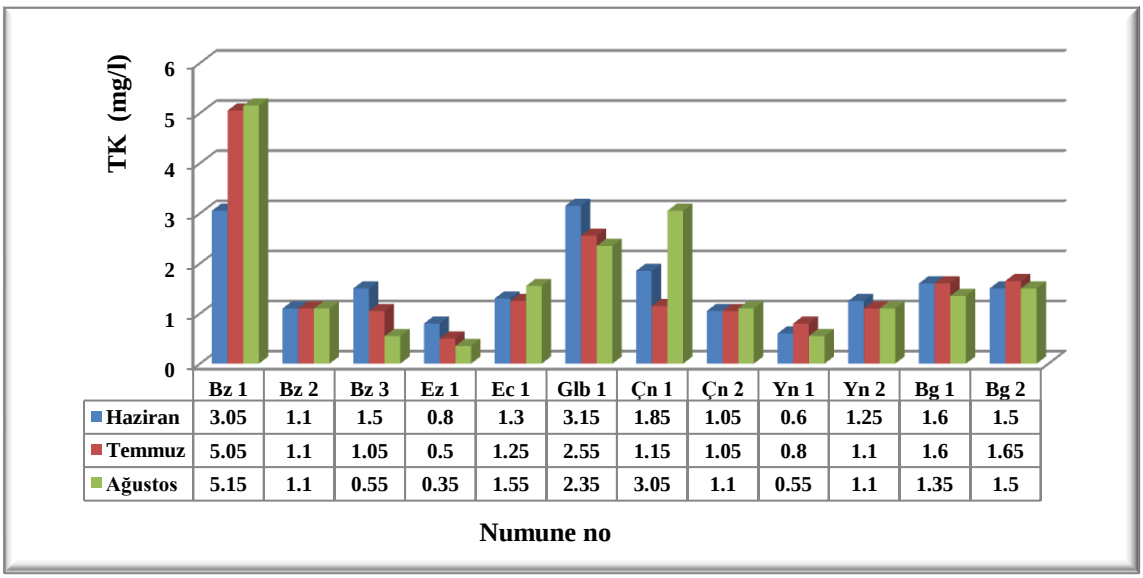
Çanakkale il ve ilçelerindeki yüzme havuzlarındaki TK ölçüm sonuçlarının Haziran, Temmuz ve Ağustos 2013 dönemlerindeki değişimleri Şekil 4.37.-4.40.'da verilmiştir.



	Mrk 1	Mrk 2	Mrk 3	Mrk 4	Mrk 5	Mrk 6	Mrk 7
Haziran	2.25	1.65	1.6	2.05	2.9	1.05	1.1
Temmuz	2.6	1.05	1.4	2.55	1.6	1.05	1.5
Ağustos	1.9	1.45	1.1	1.95	1.75	1.1	1.55

Şekil 4.37. Çanakkale Merkez'deki yüzme havuzlarında Toplam Klor konsantrasyonlarının yaz döneminde aylık değişimi

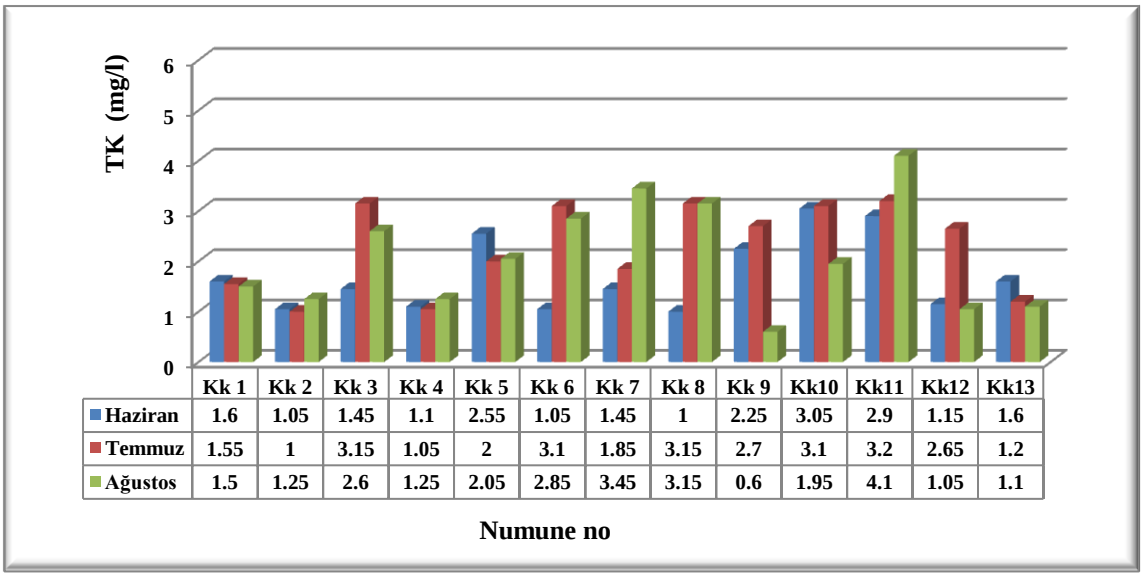
21 ölçüm sonucunda, toplam klor konsantrasyonları 1.05-2.60 mg/L aralığında bulunmuştur.



	Bz 1	Bz 2	Bz 3	Ez 1	Ec 1	Glb 1	Çn 1	Çn 2	Yn 1	Yn 2	Bg 1	Bg 2
Haziran	3.05	1.1	1.5	0.8	1.3	3.15	1.85	1.05	0.6	1.25	1.6	1.5
Temmuz	5.05	1.1	1.05	0.5	1.25	2.55	1.15	1.05	0.8	1.1	1.6	1.65
Ağustos	5.15	1.1	0.55	0.35	1.55	2.35	3.05	1.1	0.55	1.1	1.35	1.5

Şekil 4.38. Bozcaada, Ezine, Eceabat, Gelibolu, Çan, Yenice ve Biga ilçelerindeki yüzme havuzlarında Toplam Klor konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi

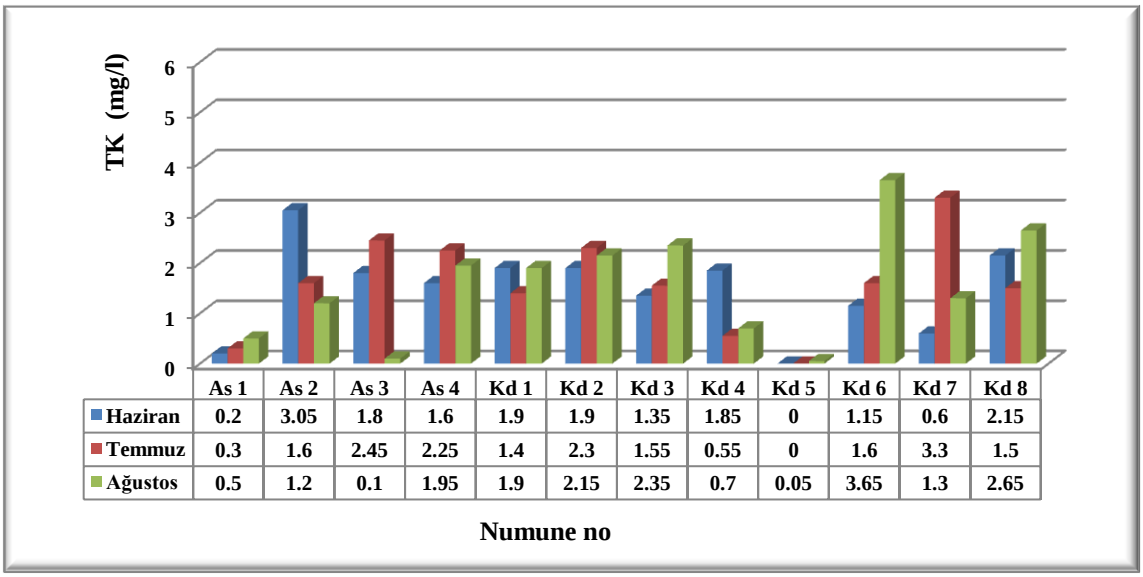
36 ölçüm sonucunda, toplam klor konsantrasyonları 0.60-5.15 mg/L aralığında bulunmuştur.



	Kk 1	Kk 2	Kk 3	Kk 4	Kk 5	Kk 6	Kk 7	Kk 8	Kk 9	Kk10	Kk11	Kk12	Kk13
Haziran	1.6	1.05	1.45	1.1	2.55	1.05	1.45	1	2.25	3.05	2.9	1.15	1.6
Temmuz	1.55	1	3.15	1.05	2	3.1	1.85	3.15	2.7	3.1	3.2	2.65	1.2
Ağustos	1.5	1.25	2.6	1.25	2.05	2.85	3.45	3.15	0.6	1.95	4.1	1.05	1.1

Şekil 4.39. Ayvacık Küçükkuyu mevkiindeki yüzme havuzlarında toplam klor konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi

39 ölçüm sonucunda, toplam klor konsantrasyonları 0.60-3.45 mg/L aralığında bulunmuştur.



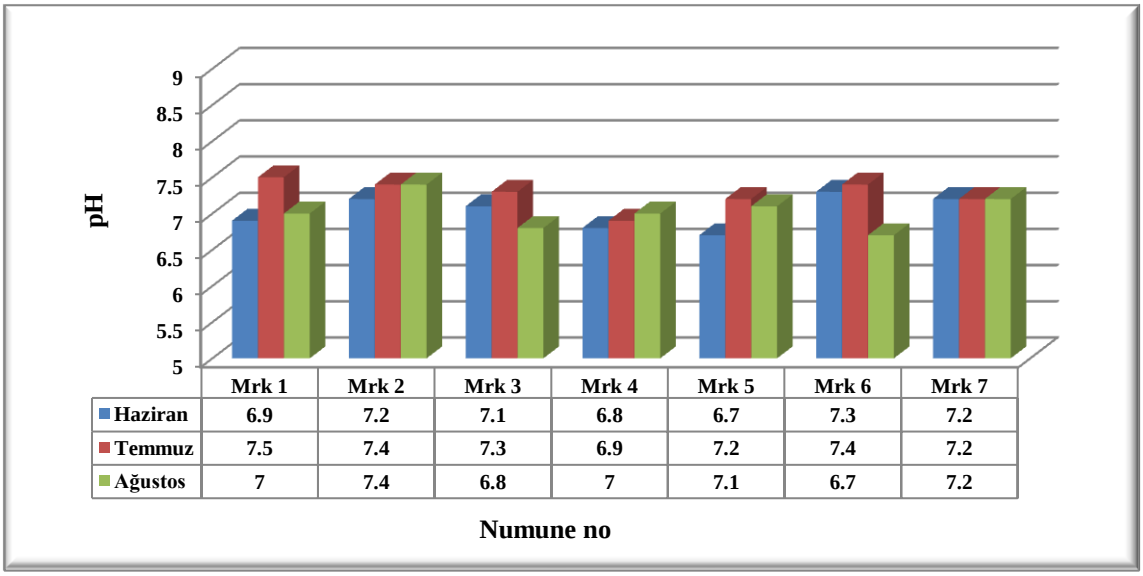
	As 1	As 2	As 3	As 4	Kd 1	Kd 2	Kd 3	Kd 4	Kd 5	Kd 6	Kd 7	Kd 8
Haziran	0.2	3.05	1.8	1.6	1.9	1.9	1.35	1.85	0	1.15	0.6	2.15
Temmuz	0.3	1.6	2.45	2.25	1.4	2.3	1.55	0.55	0	1.6	3.3	1.5
Ağustos	0.5	1.2	0.1	1.95	1.9	2.15	2.35	0.7	0.05	3.65	1.3	2.65

Şekil 4.40. Ayvacık Asos ve Kadırga Koyu mevkiilerindeki yüzme havuzlarında toplam klor konsantrasyonunun yaz döneminde aylık değişimi

36 ölçüm sonucunda, toplam klor konsantrasyonları 0-3.65 mg/L aralığında bulunmuştur.

4.12. pH Değerinin Değişimi

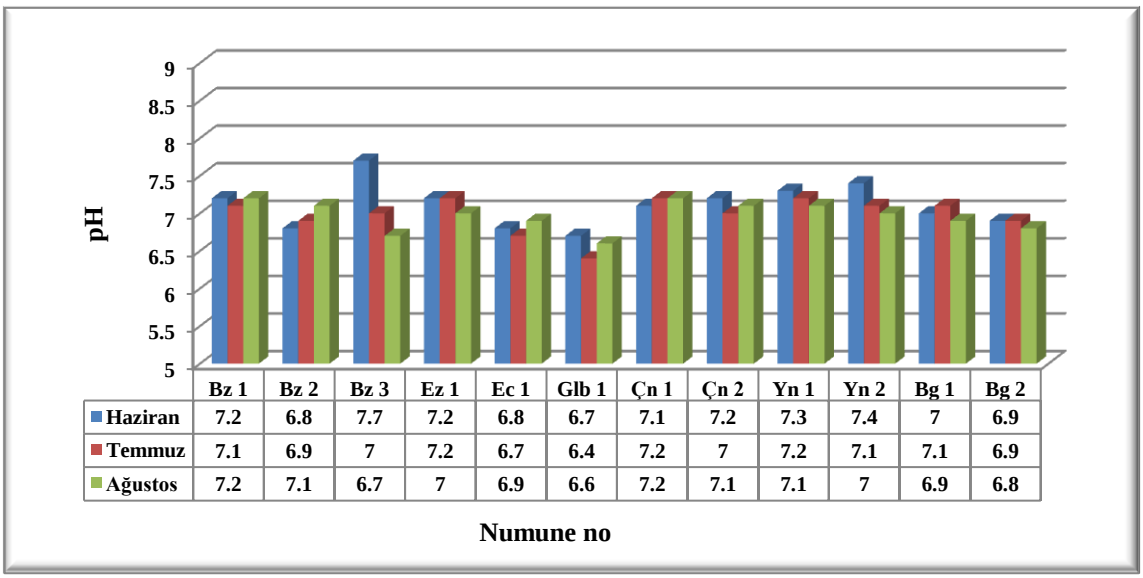
Çanakkale il ve ilçelerindeki yüzme havuzlarındaki pH ölçüm sonuçlarının Haziran, Temmuz ve Ağustos 2013 dönemlerindeki değişimleri Şekil 4.41.-4.44.'de verilmiştir.



	Mrk 1	Mrk 2	Mrk 3	Mrk 4	Mrk 5	Mrk 6	Mrk 7
Haziran	6.9	7.2	7.1	6.8	6.7	7.3	7.2
Temmuz	7.5	7.4	7.3	6.9	7.2	7.4	7.2
Ağustos	7	7.4	6.8	7	7.1	6.7	7.2

Şekil 4.41. Çanakkale Merkez'deki yüzme havuzlarında pH değerlerinin yaz döneminde aylık değişimi

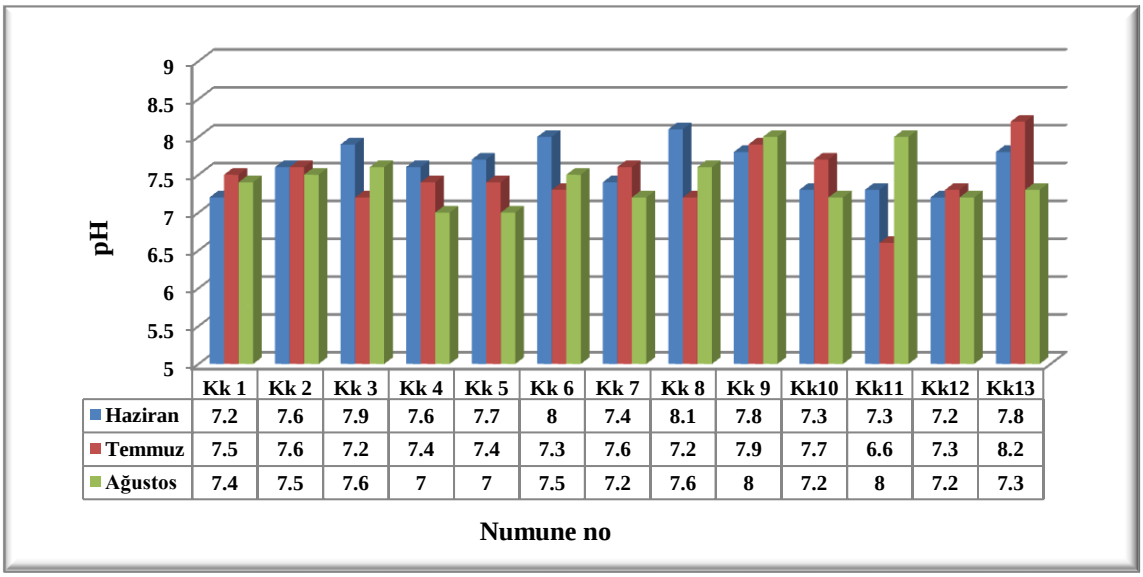
21 ölçüm sonucunda, pH 6.70-7.50 aralığında bulunmuştur. Tüm sonuçlar limit değer aralığındadır.



	Bz 1	Bz 2	Bz 3	Ez 1	Ec 1	Glb 1	Çn 1	Çn 2	Yn 1	Yn 2	Bg 1	Bg 2
Haziran	7.2	6.8	7.7	7.2	6.8	6.7	7.1	7.2	7.3	7.4	7	6.9
Temmuz	7.1	6.9	7	7.2	6.7	6.4	7.2	7	7.2	7.1	7.1	6.9
Ağustos	7.2	7.1	6.7	7	6.9	6.6	7.2	7.1	7.1	7	6.9	6.8

Şekil 4.42. Bozcaada, Ezine, Eceabat, Gelibolu, Çan, Yenice ve Biga ilçelerindeki yüzme havuzlarında pH değerlerinin yaz döneminde aylık değişimi

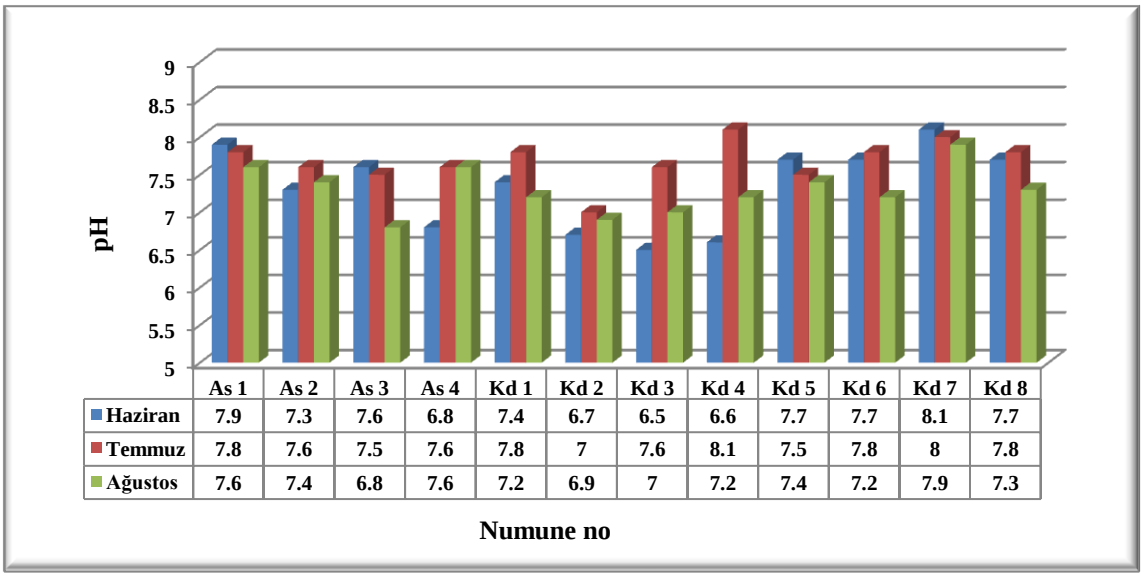
36 ölçüm sonucunda, pH 6.40-7.70 aralığında bulunmuştur. Limit değer aralığında olmayan tek ölçüm, Gelibolu'da 6.40 olarak belirlendi. Bozcaada, Ezine, Eceabat, Gelibolu, Çan, Yenice ve Biga ilçelerindeki pH uygunsuzluk oranı %2.77 olarak tespit edilmiştir.



	Kk 1	Kk 2	Kk 3	Kk 4	Kk 5	Kk 6	Kk 7	Kk 8	Kk 9	Kk10	Kk11	Kk12	Kk13
Haziran	7.2	7.6	7.9	7.6	7.7	8	7.4	8.1	7.8	7.3	7.3	7.2	7.8
Temmuz	7.5	7.6	7.2	7.4	7.4	7.3	7.6	7.2	7.9	7.7	6.6	7.3	8.2
Ağustos	7.4	7.5	7.6	7	7	7.5	7.2	7.6	8	7.2	8	7.2	7.3

Şekil 4.43. Ayvacık Küçükkuyu mevkiindeki yüzme havuzlarında pH değerinin yaz döneminde aylık değişimi

39 ölçüm sonucunda, pH 6.60-8.20 aralığında bulunmuştur. Limit değer aralığında olmayan ölçümler, 8.10, 8.20 olarak belirlendi. Ayvacık Küçükkuyu mevkiinde pH uygunsuzluk oranı %5.13 olarak tespit edilmiştir.



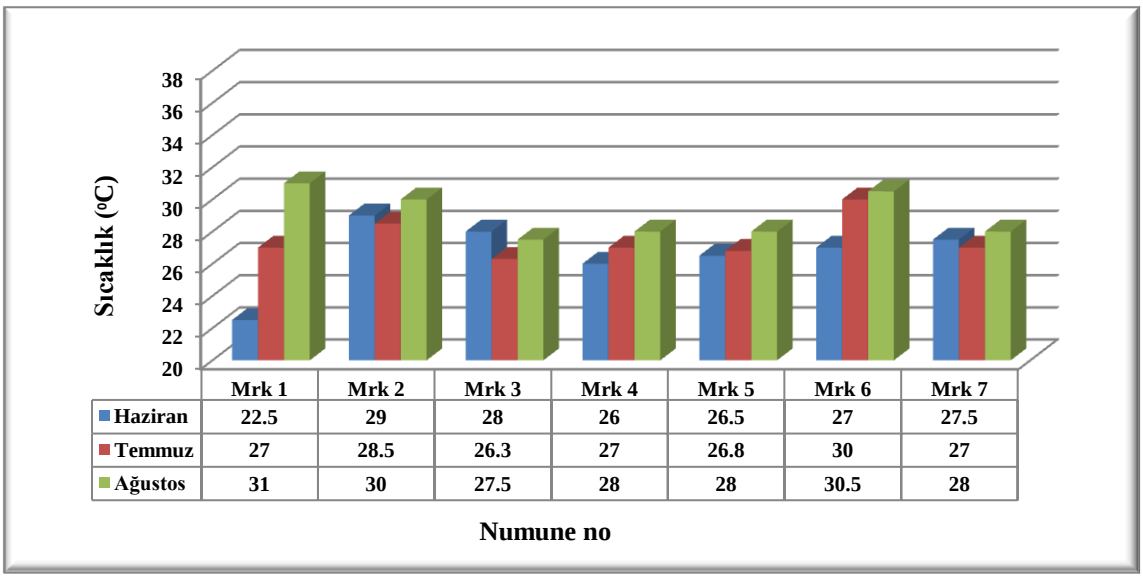
	As 1	As 2	As 3	As 4	Kd 1	Kd 2	Kd 3	Kd 4	Kd 5	Kd 6	Kd 7	Kd 8
Haziran	7.9	7.3	7.6	6.8	7.4	6.7	6.5	6.6	7.7	7.7	8.1	7.7
Temmuz	7.8	7.6	7.5	7.6	7.8	7	7.6	8.1	7.5	7.8	8	7.8
Ağustos	7.6	7.4	6.8	7.6	7.2	6.9	7	7.2	7.4	7.2	7.9	7.3

Şekil 4.44. Ayvacık Asos ve Kadırga Koyu mevkiilerindeki yüzme havuzlarında pH değerinin yaz döneminde aylık değişimi

36 ölçüm sonucunda, pH 6.50-8.10 aralığında bulunmuştur. Limit değer aralığında olmayan ölçümler, Kadırga mevkiinde 8.10 olarak belirlendi. Ayvacık Asos ve Kadırga Koyu mevkiilerinde pH uygunsuzluk oranı %5.55 olarak tespit edilmiştir.

4.13. Sıcaklık Değerinin Değişimi

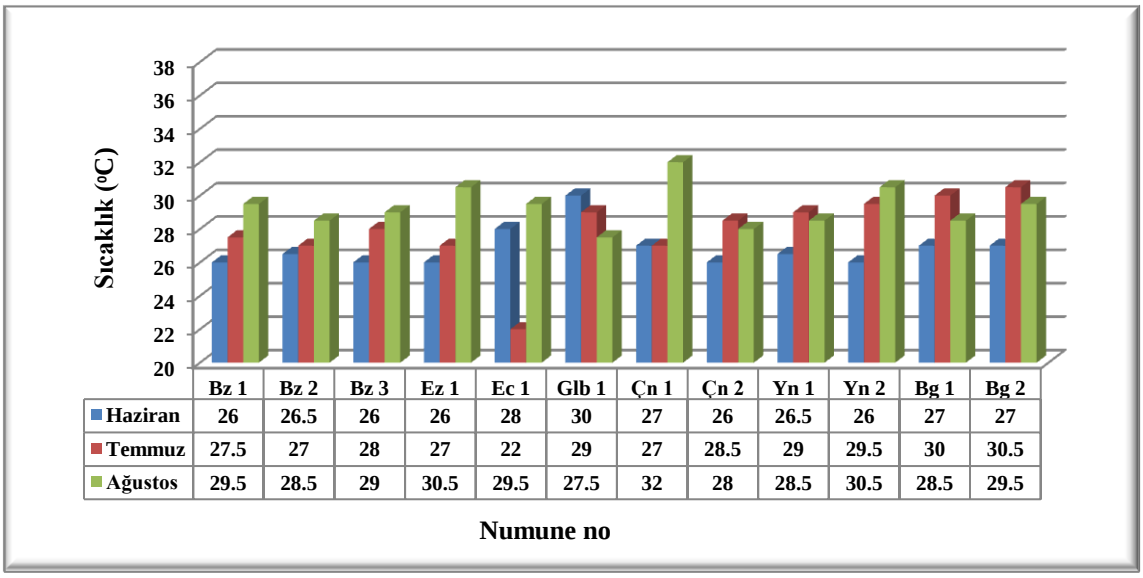
Çanakkale il ve ilçelerindeki yüzme havuzlarındaki sıcaklık ölçüm sonuçlarının Haziran, Temmuz ve Ağustos 2013 dönemlerindeki değişimleri Şekil 4.45.-4.48.'de verilmiştir.



	Mrk 1	Mrk 2	Mrk 3	Mrk 4	Mrk 5	Mrk 6	Mrk 7
Haziran	22.5	29	28	26	26.5	27	27.5
Temmuz	27	28.5	26.3	27	26.8	30	27
Ağustos	31	30	27.5	28	28	30.5	28

Şekil 4.45. Çanakkale Merkez'deki yüzme havuzlarında sıcaklık değerlerinin yaz döneminde aylık değişimi

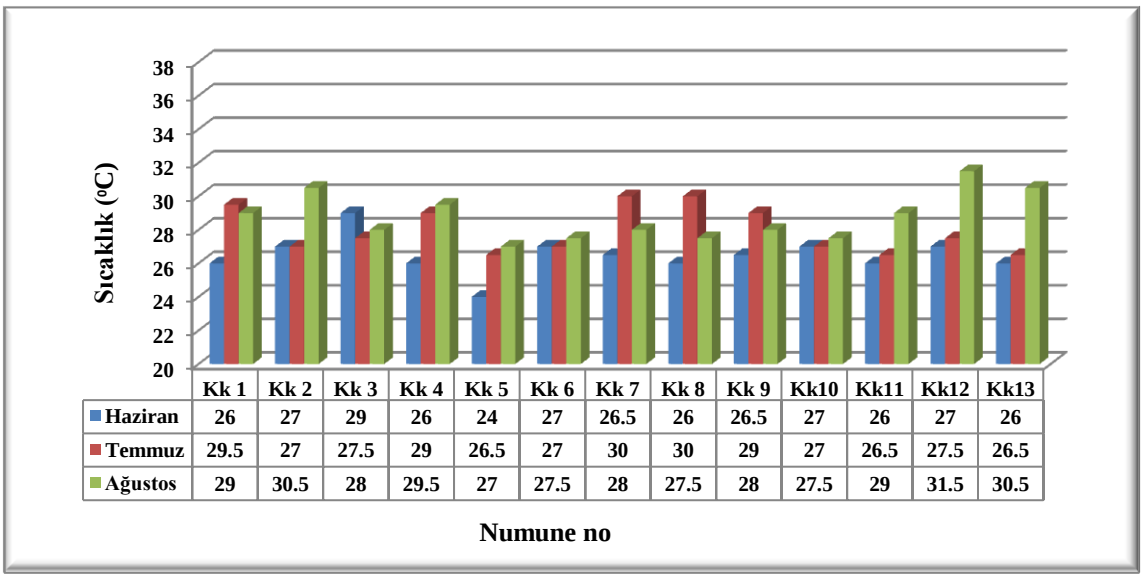
21 ölçüm sonucunda, sıcaklık değerleri 22.5-31.0 ˚C aralığında bulunmuştur. Limit değer aralığında olmayan ölçümler, 22.5˚C olarak belirlendi. Çanakkale Merkez'de sıcaklık değerleri uygunsuzluk oranı %4.76 olarak tespit edilmiştir.



	Bz 1	Bz 2	Bz 3	Ez 1	Ec 1	Glb 1	Çn 1	Çn 2	Yn 1	Yn 2	Bg 1	Bg 2
Haziran	26	26.5	26	26	28	30	27	26	26.5	26	27	27
Temmuz	27.5	27	28	27	22	29	27	28.5	29	29.5	30	30.5
Ağustos	29.5	28.5	29	30.5	29.5	27.5	32	28	28.5	30.5	28.5	29.5

Şekil 4.46. Bozcaada, Ezine, Eceabat, Gelibolu, Çan, Yenice ve Biga ilçelerindeki yüzme havuzlarında sıcaklık değerlerinin yaz döneminde aylık değişimi

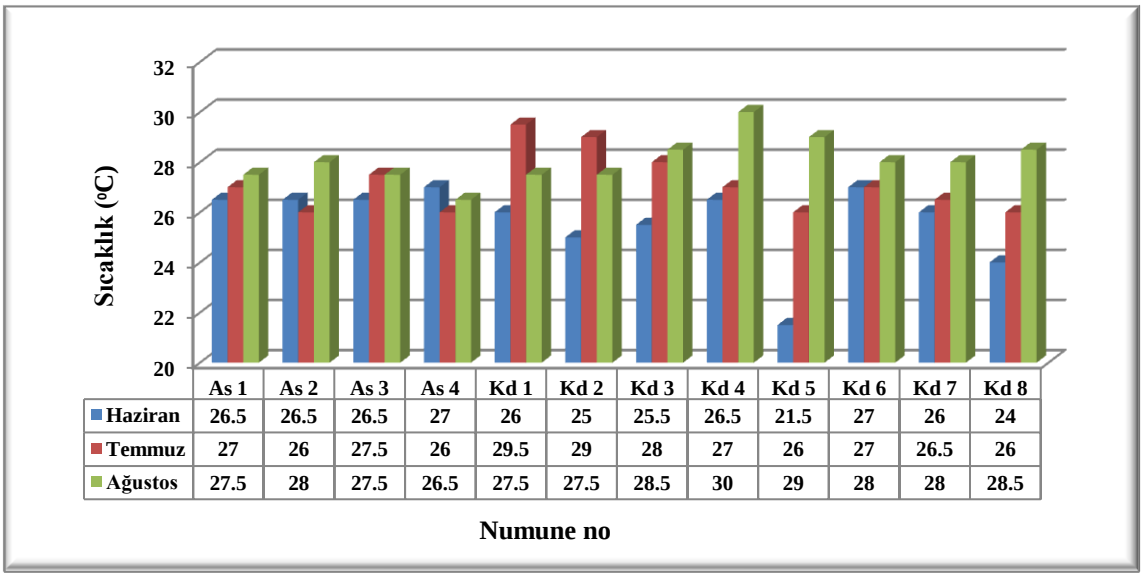
36 ölçüm sonucunda, sıcaklık değerleri 22.0 -30.5˚C aralığında bulunmuştur. Limit değer aralığında olmayan ölçümler, Eceabat'ta 22.0˚C olarak belirlendi. Bozcaada, Ezine, Eceabat, Gelibolu, Çan, Yenice ve Biga ilçelerindeki sıcaklık değerleri uygunsuzluk oranı %2.77 olarak tespit edilmiştir.



	Kk 1	Kk 2	Kk 3	Kk 4	Kk 5	Kk 6	Kk 7	Kk 8	Kk 9	Kk10	Kk11	Kk12	Kk13
Haziran	26	27	29	26	24	27	26.5	26	26.5	27	26	27	26
Temmuz	29.5	27	27.5	29	26.5	27	30	30	29	27	26.5	27.5	26.5
Ağustos	29	30.5	28	29.5	27	27.5	28	27.5	28	27.5	29	31.5	30.5

Şekil 4.47. Ayvacık Küçükkuyu mevkindeki yüzme havuzlarında sıcaklık değerlerinin yaz döneminde aylık değişimi

39 ölçüm sonucunda, sıcaklık 26.0-31.5˚C aralığında bulunmuştur. Tüm sonuçlar limit değer aralığındadır.



	As 1	As 2	As 3	As 4	Kd 1	Kd 2	Kd 3	Kd 4	Kd 5	Kd 6	Kd 7	Kd 8
Haziran	26.5	26.5	26.5	27	26	25	25.5	26.5	21.5	27	26	24
Temmuz	27	26	27.5	26	29.5	29	28	27	26	27	26.5	26
Ağustos	27.5	28	27.5	26.5	27.5	27.5	28.5	30	29	28	28	28.5

Şekil 4.48. Ayvacık Asos ve Kadırga Koyu mevkilerindeki yüzme havuzlarında sıcaklık değerlerinin yaz döneminde aylık değişimi

36 ölçüm sonucunda, sıcaklık 24.0-30.0˚C aralığında bulunmuştur. Limit değer aralığında olmayan ölçümler, Kadırga mevkiinde 21.5, 24.0, 25.0˚C olarak belirlendi. Ayvacık Asos ve Kadırga Koyu mevkilerinde sıcaklık değerleri uygunsuzluk oranı %8.33 olarak tespit edilmiştir.

BÖLÜM 5
SONUÇ VE ÖNERİLER

Çanakkale il ve ilçelerinde 44 yüzme havuzundan alınan numunelerle her parametre için 132 ölçüm yapılmıştır. Bu ölçüm sonuçları, Sağlık Bakanlığı 06.03.2011 tarih ve 27866 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe giren 'Yüzme Havuzlarının Tabi Olacağı Sağlık Esasları ve Şartları Hakkında Yönetmelik'e göre değerlendirilmiştir. Dünya'da havuz suları için ortak bir mevzuat olmadığı için her ülke parametrelerini ve sınır değerlerini kendisi belirlemektedir. Çalışma sonuçları, Avrupa ülkelerinin havuz suyu standartlarına göre de genel bir değerlendirmeye alınmış ve karşılaştırılmıştır.

NH_4^+ sonuçlarına göre sınır değerinin üzerinde 4 ölçüm gözlenmiştir. Ölçülen en yüksek değer 0.9992 mg/L olarak tespit edilmiştir. Sağlık Bakanlığı yönetmeliğine göre sınır değeri 0.50 mg/L olup, %3.00 oranında uygunsuzluk vardır.

NO_2^- sonuçlarına göre sınır değerinin üzerinde bir ölçüm gözlenmemiştir. Ölçülen en yüksek değer 0.2767 mg/L olarak tespit edilmiştir. Sağlık Bakanlığı yönetmeliğine göre sınır değeri 0.50 mg/L olup, Avrupa ülkelerinin de büyük çoğunluğu NH_4^+ ve NO_2^- için aynı sınır değerlerini kullanmaktadır.

NO_3^- sonuçlarına göre sınır değerinin üzerinde 3 ölçüm gözlenmiştir. Ölçülen en yüksek değer 76.8442 mg/L olarak tespit edilmiştir. Sağlık Bakanlığı yönetmeliğine göre sınır değeri 50.0 mg/L olup, %2.00 oranında uygunsuzluk vardır. Avrupa ülkelerinin büyük çoğunluğunda NO_3^- sınır değeri 20.0 mg/L olarak kabul edilmiştir. Bu sınır değerine göre değerlendirildiğinde, uygun olmayan numune sayısı 16, uygunsuzluk oranı ise %12.0 olarak tespit edilmiştir.

NH_4^+, NO_2^-, NO_3^- sonuçlarına bakıldığında, havuz suyu içindeki çözünmüş oksijen ile oluşan aerob ortam nitrifikasyon için uygun şartları sağlamış ve NH_4^+'dan oksidasyon ile NO_3^-'a dönüşüm tespit edilmiştir. NO_2^-, nitrifikasyonda bir ara ürün olduğu için sınır değerler üzerinde bir değerle karşılaşılmadığı düşünülmüştür.

Cu sonuçlarına göre sınır değerinin üzerinde 1 ölçüm gözlenmiştir. Ölçülen en yüksek değer 2.2162 mg/L olarak tespit edilmiştir. Çıkan yüksek değerin Cu içeren yosun önleyici kimyasalların fazla miktarda kullanılmasından kaynaklandığı tahmin edilmiştir. Sağlık Bakanlığı yönetmeliğine göre sınır değeri 1.00 mg/L olup, %1.00 oranında uygunsuzluk vardır.

Al sonuçlarına göre sınır değerinin üzerinde 3 ölçüm gözlenmiştir. Ölçülen en yüksek değer 0.6522 mg/L olarak tespit edilmiştir. Çıkan yüksek değerlerin flok maddesinin fazla kullanılmasından kaynaklı olduğu tahmin edilmiştir. Sağlık Bakanlığı yönetmeliğine göre sınır değeri 0.20 mg/L olup, %2.0 oranında uygunsuzluk vardır.

CyA sonuçlarına göre sınır değerlerinin üzerinde 43 ölçüm gözlenmiştir. Ölçülen en yüksek değer 725 mg/L olarak tespit edilmiştir. Çıkan yüksek değerlerin sebebi stabilizatörlü klor dezenfektanların fazla miktarda kullanılması veya havuz suyuna yeni su ilavesinin yeterli ve zamanında yapılmadığı tahmini yapılmıştır. Sağlık Bakanlığı yönetmeliğine göre sınır değeri 100 mg/L olup, %33.0 oranında uygunsuzluk vardır. Avrupa ülkelerinin genelinde CyA sınır değeri 75.0 mg/L kabul edilmiştir. Bu sınır değerine göre değerlendirildiğinde, uygun olmayan numune sayısı 68, uygunsuzluk oranı ise %52.0 olarak tespit edilmiştir.

Toplam alkalinite sonuçlarına göre sınır değerleri aralığında olmayan 26 ölçüm gözlenmiştir. Ölçülen en yüksek değer 391 mg/L olarak tespit edilmiştir. Yüksek değerlerin dolum suyu sertlik değerlerinin yüksek olması ve bu durumun asitlerle ortadan kaldırılmaması olarak tahmin edilmiştir. Sağlık Bakanlığı yönetmeliğine göre uygun aralık 30.0-180 mg/L olup, %20.0 oranında uygunsuzluk vardır.

SK sonuçlarına göre sınır değerleri aralığında olmayan 23 ölçüm gözlenmiştir. Ölçülen en yüksek değer 5.00 mg/L olarak tespit edilmiştir. Sağlık Bakanlığı yönetmeliğine göre uygun aralık 1.00-3.00 mg/L olup, %17.0 oranında uygunsuzluk vardır.

BK sonuçlarına göre sınır değerlerinin üzerinde 2 ölçüm gözlenmiştir. Ölçülen en yüksek değer 0.55 mg/L olarak tespit edilmiştir. Sağlık Bakanlığı yönetmeliğine göre sınır değeri 0.20 mg/L olup, %2.00 oranında uygunsuzluk vardır.

pH sonuçlarına göre sınır değerleri aralığında olmayan 12 ölçüm gözlenmiştir. Ölçülen en yüksek değer 8.20 olarak tespit edilmiştir. Sağlık Bakanlığı yönetmeliğine göre uygun aralık 6.50-7.80 mg/L olup, %9.00 oranında uygunsuzluk vardır.

Sıcaklık sonuçlarına göre sınır değerleri aralığında olmayan 7 ölçüm gözlenmiştir. Ölçülen en yüksek değer 32.0˚C, en düşük değer 21.5˚C olarak tespit edilmiştir. Düşük sıcaklıklar Haziran ayında, en yüksek sıcaklık ise Ağustos ayında ölçülmüştür. Sağlık Bakanlığı yönetmeliğine göre uygun aralık 26.0-38.0˚C olup, %5.00 oranında uygunsuzluk vardır.

Haziran, Temmuz ve Ağustos 2013 dönemlerinde Çanakkale il ve ilçelerinde Sağlık Bakanlığı kalite kriterlerindeki parametrelere göre kullanımı uygun olmayan havuz sayıları

Çizelge 5.1.'de verilmiştir. Ağustos ayında en fazla uygun olmayan havuz sayısı olmasının sebebi havuz kullanımının artması ve havuzlara su ilavesinin yeterli yapılmadığı düşünülmektedir.

Çizelge 5.1. Çanakkale il ve ilçelerinde Sağlık Bakanlığı kalite kriterlerine göre kullanımı uygun olmayan havuz sayıları

		Uygun olmayan havuz sayısı		
Mevki	**Havuz sayısı**	**Haziran**	**Temmuz**	**Ağustos**
Merkez	7	1	4	2
Bozcaada	3	2	1	2
Ezine	1	1	1	1
Eceabat	1	1	1	1
Gelibolu	1	1	1	1
Çan	2	-	-	-
Yenice	2	1	1	1
Biga	2	-	-	-
Küçükkuyu	13	8	8	10
Kadırga Koyu	8	5	5	7
Asos	4	2	3	4
Toplam	44	22	25	29

Çizelge 5.2.'de görüldüğü gibi havuz sularında CyA artışının gözlenmesi suyun pH değerini düşürürken, toplam alkalilik de ters orantılı olarak azalmıştır. Aşırı CyA kullanımı havuz suyundaki SK konsantrasyonunu düşürerek dezenfeksiyon etkinliğini düşürmüştür.

Çizelge 5.2. Çanakkale il ve ilçelerindeki Sağlık Bakanlığı kalite kriterlerine göre CyA, toplam alkalilik ve SK konsantrasyonu yönünden uygun olmayan havuz sayıları

	Uygun olmayan parametre sayısı		
	Haziran	**Temmuz**	**Ağustos**
CyA	7	16	20
Toplam alkalilik	12	9	5
SK	6	8	12

KAYNAKLAR

Akkaya S., 1993. Tesisat Mühendisliği. *Havuz Konferansı Bildiriler Kitabı, Makina Mühendisleri Odası,* İstanbul. s. 30-40.

Akkurt F., Alıcılar A., Şendil O., 2002. Sularda Bulunan Nitratın Adsorbsiyon Yoluyla Uzaklaştırılması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Ankara. s. 12-14.

Anonim, 1998. Drinking Water Contaminant List Document. *EPA(USA),* 815 (12): s. 98-002.

Anonim, 2000. Yüzme Havuzu Suyunun Hazırlanması; Teknik yapım, Kontrol, Bakım ve İşletmesi için Genel Kurallar. *TSE 11899*, s. 32.

Anonim, 2006. Guidelines for Drinking-Water Quality First Addendum to Third Edition Volume 1. *World Health Organization*, s. 217-375.

Anonim, 2011. Yüzme Havuzlarının Tabi Olacağı Sağlık Esasları ve Şartları Hakkında Yönetmelik. *Sağlık Bakanlığı,* s. 9.

Anonim, 2013. Pool and Spa Water Testing. *Rank Lovibond*, s. 73.

Bölükbaşıoğlu S., 1993. Yüzme Havuzları ve Havuz Tesisatı. *Havuz Konferansı Bildiriler Kitabı, Makine Mühendisleri Odası*, İstanbul. s. 20-30.

Bölükbaşıoğlu S., 2009. Yüzme havuzu tesisatının yapımı. *Santem Endüstri-Konut Sanayi ve ticaret A.Ş.*, s. 10-175.

.Caırns W.L., 1994. Ultraviolet Technology for Water Supply Treatment. *20th Annual Convention and Exhibition, Water Quality Association,* s. 189-197.

Canada H., 2003. Alüminium and Human Health. *Guidelines for drinking-water quality,* 2 (2): s. 53-54.

Canelli E, 1974. Chemical, Bacteriological and Toxicological Properties of Cyanuric Acid and Chlorinated Isocyanurates as Applied to Swimming Pool Disinfection. *American Journal of Public Health,* 64 (2): s. 155-162.

Canelli E, 1980. Evaluation of a portable bare-electrode amperometric analyzer for determining free chlorine in potable and swimming-pool waters. *Water Research,* 14 (10): s. 1533-1540.

Çakmak Ö., 2007. Eskişehir İlinde Yeraltı ve Yüzeysel Sulardaki Nitrat Kirliliğinin Kirletici Kaynakları Göz Önünde Bulundurularak Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.

Dallolio L., Belletti M., Agostini A., Teggi M., Bertelli M., Bergamini C., Chetti L., Leoni E., 2013. Hygienic Surveillance in Swimming Pools: Assessment of the Water Quality in Bologna Facilities in the Period 2010–2012. *Microchemical Journal*, 110 (2): s. 624-628.

Dedeoğlu H.T., 2009. Havuz Oparatör El Kitabı. *Ulusal Havuz Enstitüsü (UHE)*, İstanbul, s. 14-68.

Demirer A., 1995. Su Hijyeni. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 41(2): s. 46-49.

Fessenden R.J., Fessenden J.S., Logue M.W., 2001. Organik Kimya. Güneş Kitapevi, Ankara, s. 380-382.

Gabriela F. Mendonça, Haryadylla C. Sindra, Leonardo S. de Almeida, Pierre M. Esteves, Marcio C.S. de Mattos, 2009. Trihaloisocyanuric Acids as Convenient Reagents for Regioselective Halogenation of β-dicarbonyl Compounds. *Tetrahedron Letters*, 50 (4): s. 473-475.

Güllüoğlu S., 2010. Havuz, Çocuk ve Dezenfeksiyon. *Baskı. mat. yay. org. san. tic. ltd. şti.,* Ankara. s. 17-91.

Hammond B.G., 1986. A Review of Toxicology Studies on Cyanurate and Its Chlorinated Derivates. *Environ Health Persp,* 69 (11): s. 287-289.

Karns JS, 1999. Gene Sequence and Properties of an S-triazine Ring-cleavage Enzyme from Pseudomonas sp Strain NRRLB-12227. *Appl. Environ. Microbiol*. 65 (8): s. 3512-3513.

Kestioğlu K, 2001. Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisi Boyutlandırma Kriterleri. *Uludağ Üniversitesi, ISBN 975-564-114-9*, s. 261-266.

Kirk O., 1993. Encyclopedia of Chemical Technology. 4th ed. *John Wiley & Sons*, New York, 7 (8): s. 834–851.

Kowalsky L., 1992. Certified Pool-SPA Operator, National Swimming Pool Foundation. *Public Swimming Pool Operator's Handbook*, 9 (13); s. 46-48.

Kowalski X., Hilton T.B., 1966. Chlorinated Cyanurates as Used to Disinfect Swim Pool Water. *Swimming Pool,* s. 52–55, s. 119–21

Lazarava V., Savoye P., Janex M.L., Blatchley E.R., 1999. Examination and Characterization of Distribution System Biofilms. *Appl. Environ. Microbiology*, 53 (12): s. 2714-2724.

Lehtola M.J., Miettien I.T., Vartıaınen P.R., Hırnoven A., Martıkaınen P.J., 2003. Impact of Disinfection on Microbially Available Phosphorus, Organic Carbon and Microbial Growth in Drinking Water. *Water Research,* 37 (2): s.1064-1070.

Metcalf ve Eddy., 1991. Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse, *Mcgraw Hıll*, s. 324-352.

Merck Millipore, 2014. https://www.merckmillipore.com/turkey/chemicals/spectroquant-tests/c_dtOb.s1O8EkAAAEdv_M1tkzg.

Mukherjee S., Ren J., 2010. Gas-Phase Acid-Base Properties of Melamine and Cyanuric Acid. *J Am Soc Mass Spectrom*, s. 1720–1729.

Mutluay H., Demirak A., 1996. Su Kimyası. *Beta Basım Dağıtım A.Ş.*, İstanbul. s. 21-71.

Oğur R., Tekbaş F., Hasde M., 2004. Klorlama rehberi. *Gülhane Askeri Tıp Akademisi Halk Sağlığı Anabilim Dalı*, Ankara, s. 25-62.

Pütz P., 2008. Laboratuvar Analiz ve Proses Analizi. *Hach Lange Laboratuvar uygulamaları,* s. 2-3.

Samsunlu A., 1999. Çevre Mühendisliği Kimyası. *Sam-Çevre Teknolojileri Merkezi Yayınları*, s. 164-353.

Sengül F. ve Küçükgül E.Y., 1995. Çevre Mühendisliginde Fiziksel-Kimyasal Temel İslemler ve Süreçler. *DEÜ Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi*, İzmir. s. 253-254.

Şahinkaya E., 2011. Çevre Mikrobiyolojisi II. *Harran Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü,* s. 13-15.

Tachikawa M., Sayama C., Saita K., Masakatsu T., 2002. Ryoji Sawamura Effects of İsocyanuric Acid on the Monochlorodimedone Chlorinating Rates With Free Chlorine and Ammonia Chloramine in Water. *Water Research,* 36 (10): s. 2547-2554.

Tuzunalp Ö., 1999. Özel Havuz Filtrasyon Sistemleri Tasarımı ve Bakımı. *Havuz konferansı bildiriler kitabı, Makina Mühendisleri Odası,*İstanbul. s. 81-88.

Tünay O., 1996. Çevre Mühendisliğinde Kimyasal Prosesler. *İstanbul Teknik Üniversitesi*, s. 53-79.

Uludağ Ü., 1993. Tesisat Mühendisliği. *Havuz Konferansı Bildiriler Kitabı, Makina Mühendisleri Odası,* İstanbul. s. 10-20.

Uludağ Ü., 1999. Yüzme Havuzlarında Standartlara Uygunluk ve Etik. *Makina Mühendisleri Odası*, s. 73-78.

USEPA, 1999. Alternative Disinfectants and Oxidants Guidance Manueal. *Office of Water*, 815-R-99-014.

USEPA, 2001. Controlling Disinfection By-Products and Microbial Contaminants in Drinking Water. *Office of Research and Development*, s. 20460.

Yalçın H. ve Gürü M., 2002. Su Teknolojisi. *Palme Yayıncılık,* Ankara. s. 262-263.

Yaşa E., 1999. Sorunlu Suların Havuzdan Önceki Arıtımı. *Havuz Konferansı Bildiriler Kitabı, Makina Mühendisleri Odası*, s. 121-135.

Wojtowicz J.A., 1993. Cyanuric, İsocyanuric Acid. In: Kroschwitz JI, Howe-Grant M, editors. *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*. 7 (4): s. 834–851.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Tolga UYSAL

Doğum Yeri : Ortaca-MUĞLA

Doğum Tarihi : 01.01.1978

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Trakya Üniversitesi - Kimya

Yüksek Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi - Kimya

Bildiği Yabancı Diller

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Yayınlar -SCI -Diğer

b) Bildiriler -Uluslararası -Ulusal

c)Katıldığı Projeler

- EU Twinning project between Republic of Turkey, France and Italy, Yüzme suyu eşleştirme projesi laboratuar eğitimi ve çalıştayı, 16-20 Aralık 2013, Antalya

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl

- Çanakkale Halk Sağlığı Laboratuvarı, Su Kimya Analiz Laboratuvar Birim Sorumlusu. 2007 – Devam ediyor.

İLETİŞİM

E-posta Adresi : tokimyager@mynet.com