

**T.C.
BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
HALK SAĞLIĞI ANABİLİM DALI**

**ZONGULDAK MERKEZ İLÇEYE BAĞLI KÖYLERDE SULARIN
FİZİKSEL, KİMYASAL VE MİKROBİYOLOJİK ANALİZİ**

Dr. Dicle BORA

TIPTA UZMANLIK TEZİ

**TEZ DANIŞMANI
Yrd. Doç. Dr. Bilgehan AÇIKGÖZ**

**ZONGULDAK
2016**

**T.C.
BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
HALK SAĞLIĞI ANABİLİM DALI**

**ZONGULDAK MERKEZ İLÇEYE BAĞLI KÖYLERDE SULARIN
FİZİKSEL, KİMYASAL VE MİKROBİYOLOJİK ANALİZİ**

Dr. Dicle BORA

TIPTA UZMANLIK TEZİ

**TEZ DANIŞMANI
Yrd. Doç. Dr. Bilgehan AÇIKGÖZ**

**ZONGULDAK
2016**

TEZ ONAY TUTANAĞI

Tezin Teslim Edildiği Üniversite/Fakülte: Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi

Tez Başlığı :Zonguldak Merkez İlçeye Bağlı Köylerde Suların Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Analizi

Tez Yazarı : Arş. Gör. Dr. Dicle BORA

Tez Savunma Tarihi : 18/08/2016

Tez Danışmanı : Yrd.Doç.Dr. Bilgehan AÇIKGÖZ

Prof.Dr. Ferruh Niyazi AYOĞLU
Jüri Başkanı

Prof.Dr. Mustafa Necmi İLHAN

Yrd. Doç. Dr. Bilgehan AÇIKGÖZ



Prof. Dr. Ali BOUZAN
Dekan Vekili

ÖNSÖZ

Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı'nda sürdürdüğüm uzmanlık eğitimim süresince hiçbir konuda desteğini esirgemeyen ve beni teşvik edip yönlendiren sayın hocalarıma, başta tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Bilgehan AÇIKGÖZ'e ve diğer iki değerli hocam Prof. Dr. Mehmet Ali KURÇER ile Prof. Dr. Ferruh Niyazi AYOĞLU'na en içten teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Aynı ortamı paylaştığım ve bu tez için yapmış olduğum saha çalışmasında yanımda olan arkadaşım Araş.Gör.Dr. Kevser UYAN'a ve değerli eşim Okan BORA'ya her türlü destekleri için en içten dileklerle teşekkür ederim.

Dr. Dicle BORA
ZONGULDAK, 2016

ÖZET

B. Dicle, Zonguldak Merkez İlçeye Bağlı Köylerde Suların Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Analizi, Bülent Ecevit Üniversitesi Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı Tıpta Uzmanlık Tezi. Zonguldak, 2016

Çağlar boyunca su yaşamın kaynağı olarak insan için vazgeçilmez bir öge olmuştur. Hayatın kaynağı olan su, çeşitli etkenlerle kirlendiğinde hastalık kaynağı da olabilmektedir. Sağlıklı suya erişim tüm insanların temel hakkıdır ve sağlıklı su sağlamak kamusal bir görevdir.

Yer altı, yer üstü pek çok su kaynağı günümüzde kirlilik tehdidi altındadır. Bol yağışlı bir iklime sahip olan Zonguldak, su kaynakları bakımından oldukça zengindir. Coğrafi yapısı itibariyle dağınık yerleşimli birçok köye sahip olan Zonguldak ilindeki köylerde sayısı belirsiz kaynak kontrolsüz olarak içme ve kullanma suyu olarak kullanılmaktadır.

Araştırma 01 Haziran 2015 ile 01 Temmuz 2016 tarihleri arasında yapılmıştır. Kesitsel-tanımlayıcı tipteki bu çalışma kapsamında Zonguldak merkez ilçeye bağlı 23 köyün muhtarlarına ulaşılarak köyün çeşitli özellikleri ve su kaynakları hakkında bilgi alınmış ve bölgenin mevsimsel özellikleri dikkate alınarak 01 Mart 2016 ile 30 Nisan 2016 tarihleri arasında köylerdeki kaynaklardan su sağlayan çeşmelerden numuneler alınmıştır. Bülent Ecevit Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından uzmanlık tezleri için ayrılan ödenek kapsamında her köyden 7 çeşme olacak şekilde planlanan 161 su numunesi toplanmış, köylerden numune alınacak noktalar basit rastgele örnekleme ile seçilmiştir.

Numunelerin “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik”te belirtilen şartlara uygunluğunun değerlendirilmesinin amaçlandığı bu çalışmada su numunesi analizleri Zonguldak Halk Sağlığı Laboratuvarı ve Bülent Ecevit Üniversitesi Bilim Teknoloji ve Araştırma Merkezinde yapılmıştır.

23 köydeki nüfus ortalaması 461 ± 283 tür. 23 köyün tamamında şebeke sistemi haricinde köy çevresindeki kaynaklardan elde edilen ve çekilen hatlarla çeşmelere ulaştırılan sular kullanılmaktadır. Çeşmelerden alınan 161 su numunesinin; pH değerleri 6,50-8,79 elektriksel iletkenlik değeri 21-1020 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişmektedir. 161 su numunesinin tamamı tat ve koku nitelikleri, pH ve elektriksel

iletkenlik değerleri bakımından “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” te belirtilen kriterlere uygun bulunmuştur. 161 numunenin hiçbirinde serbest bakiye klor miktarı standartlara uygun değildir. Numunelerin 34’ü (%21,1) bulanıklık, 20’ si (%12,4) alüminyum, 3’ü (%1,9) renk parametresi açısından “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik”te belirtilen hükümlere uygun değildir. 161 su numunesinden 129’u (%80,1) Koliform bakteri, 74’ü (%46) E.coli, 14’ü (%8,7) Cl. perfringens (+Sporlular) bakımından “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” te belirtilen hükümlere uygun değildir. 161 su numunesinin 131’i (%81,4) “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik”te belirtilen hükümler çerçevesinde içme ve kullanmaya uygun bulunmazken, 30’u (%18,6) uygun bulunmuştur. Ortak kullanılan köy çeşmelerinde Koliform bakteri ve E. coli. kirlilik düzeyi kişilerin evlerinin önüne yaptırdıkları çeşmelerden yüksektir. Su numunelerinde kaynağın çıkış noktasında koruma alanı olma durumunun, Koliform bakteri, E. coli, C. Perfringens kirliliği üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Sonuç olarak köy çeşmelerinin mikrobiyolojik kirlilik açısından oldukça kötü durumda olduğu saptanmıştır. Köylerde ve köy çeşmelerinde suların doğal olarak sağlıklı olduğu efsanesinin gerçek olmadığı bu suları kullananlar tarafından anlaşılması gerekmektedir. Altyapı, dezenfeksiyon, denetleme, toplumun eğitimi vb. konularda tüm sektörlerle ve sağlık alanında özellikle halk sağlığına önemli görevler düşmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kaynak suyu, mikrobiyolojik kirlilik, çevre sağlığı

ABSTRACT

B. Dicle, Physical, chemical and microbiological analysis of water in the villages which are connected to the central district of Zonguldak, Bulent Ecevit University School of Medicine, Public Health Thesis. Zonguldak, 2016

Throughout the ages water has been an indispensable element for human as a source of life. Water which is the source of life may also be the source of infection when is contaminated by various influences. Reaching to safe water is a fundamental right of all people and providing healthy water is a public duty. Now a days most of underground water and surface water resources are under the threat of pollution. Zonguldak, which has a rainy climate, is rich in water resources. Due to it's geographical structure, Zonguldak has many scattered villages. In those villages in the province of Zonguldak, uncertain number of water sources are used as drinking water in an uncontrolled way.

With in the scope of this cross sectional-descriptive study, information about the various features of the villages and water resources had been learned by getting in touch with the village headman of 23 villages which were connected to the central district of Zonguldak. Also within the working budget, actively used water samples had been taken from 7 different village fountains by simple random sampling. In these studies, it was aimed to see if the samples were in compliance with the request of the 'Regulation on Water Intended for Human Consumption' or not. And water sample analysis had been done in Zonguldak Public Health Laboratory and the University of Bulent Ecevit Science, Technology and Research Center.

The average population of 23 villages is 461 ± 283 . Water is provided by a network system in all 23 villages. In all these 23 villages, except for network systems, water which is used is obtained from sources around the villages and delivered to the fountains with drawn lines. Of 161 water samples taken from the fountains; The pH value was changing between 6,50-8,79 and also electrical conductivity was changing between 21-1020 $\mu\text{S}/\text{cm}$. In all 161 samples of water, taste and odor properties, pH and electrical conductivity values were suitable to the criteria of Regulation on Water Intended for Human Consumption. The amount of free residual chlorine in any of the 161 samples did not comply with standards. In terms of 34 of the samples (21,1%)

turbidity, 20 of the samples (12,4%) aluminum, 3 of the samples color parameters weren't convenient with the provisions of the "Regulation on Water Intended for Human Consumption." Of 161 water sample, in terms of 129 (80,1%) coliform bacteria, 74 (46%) E. coli, 14 (8,7%) Cl. Perfringens (+ Apicomplexa) were not convenient with the provisions of "Regulation on Water Intended for Human Consumption." In 161 water samples, according to the provisions of "Regulation on Water Intended for Human Consumption", 131 of them (81,4 %) weren't suitable to drink or use but 30 of them (18,6%) were suitable. The pollution level of coliform bacteria and E. Coli were higher in the communal village fountains than the fountains which were built in front of the houses by people and the difference was significant. In water samples, it was detected that the condition to protect the starting point of the source didn't have any significant influence on the pollution of coliform bacteria, E. coli and C. Perfringens.

As a result, It was found that the village fountains were in pretty bad shape in terms of microbiological contamination. It must be understood that the legend of water in villages and village fountains is natural and healthy isn't real by users. All sectors of the public health and health care must have important roles on the education of Infrastructure, disinfection, inspection and community.

Keywords: Spring water, microbiological pollution, environmental health

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xii
TABLO DİZİNİ	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiv
1.GİRİŞ	1
2.GENEL BİLGİLER	3
2.1. Suyun Tarihçesi	3
2.2. İnsan Vücudu İçin Suyun Önemi	4
2.3. İçme Ve Kullanma Suyu Gereksinimi.....	5
2.4. Yeryüzünde Su Oluşumu ve Dağılımı.....	7
2.5. Tatlı Su Kaynakları	9
2.5.1. Meteor suları (Yağış suları).....	9
2.5.2. Yüzeysel sular.....	9
2.5.3. Yer altı suları	10
2.6. Dünya'nın Su Durumu	11
2.7. Türkiye'de Su Durumu.....	12
2.8. Türkiye'de İnsani Tüketim Amaçlı Suların Sınıflandırılmasında Yasal Mevzuat.....	13
2.8.1. Kaynak suyu	13
2.8.2. İçme suyu.....	13
2.8.3. İçme ve kullanma suyu	14
2.9.Zonguldak'ta İnsani Tüketim Amaçlı Sular.....	14

2.10. Suların Kalite Göstergeleri ve Kontrol İzleme Parametreleri	15
2.10.1. Fiziksel Parametreler	17
2.10.1.1. Tat ve sıcaklık	17
2.10.1.2. Renk ve bulanıklık	17
2.10.1.3.Koku.....	18
2.10.2. Kimyasal parametreler.....	19
2.10.2.1. pH değeri.....	19
2.10.2.2. Elektriksel İletkenlik.....	19
2.10.2.3. Alüminyum	20
2.10.2.4. Amonyak.....	20
2.10.2.5. Nitrit, Nitrat (nitrojen olarak ölçülen).....	21
2.10.2.6. Demir	21
2.10.3. Mikrobiyolojik Parametreler.....	22
2.10.3.1. E.coli	23
2.10.3.2. Clostridium Perfringens	23
2.10.3.3. Koliform bakteri.....	23
2.10.3.4. Pseudomonas Aeruginosa	24
2.11. Su Kaynaklı Hastalıklar.....	25
2.11.1. Su bulaşık hastalıklar	25
2.11.2. Sudan gelen hastalıklar	25
2.11.3. Su ile ilgili hastalıklar	26
2.11.4. Su kıtlığınının neden olduğu hastalıklar	26
2.12. İçme Suyundaki Mikrobiyolojik Riskler.....	27
2.12.1. Siyanobakteriler	27
2.12.2. Parazitler	27
2.12.3. Virüsler	29

2.12.4. Hastalık yapıcı bakteriler	31
2.13. Doğal Su Kaynaklarının Mikrobiyolojik Yükleri.....	34
2.14. İçme Ve Kullanma Sularının Dezenfeksiyonu	34
2.15. İçme Ve Kullanma Suların Dezenfeksiyonunda Önemi Noktalar	35
2.16. İçme ve Kullanma Sularının Dezenfeksiyonunda Kullanılan Dezenfektanlar... 39	
2.16.1. Klorla dezenfeksiyon	40
2.16.2. Klorlamanın temel ilkeleri	41
3.GEREÇ VE YÖNTEM	43
3.1. Araştırma Yeri ve Zamanı	43
3.1.1. Zonguldak'ın Coğrafi Özellikleri	43
3.1.2. Zonguldak'ın İklim ve Bitki Örtüsü Özellikleri	43
3.1.3. Zonguldak'ın Akarsu ve Kaynak Suyu Özellikleri.....	44
3.1.4. Zonguldak'ın Nüfus Özellikleri.....	44
3.1.5. Araştırmanın Yapıldığı Köyler	45
3.1.6. Araştırmanın Zamanı	46
3.2. Araştırma Tipi, Evreni, Örnekleme Yöntemi ve Örnek Seçimi	46
3.3. Numune Alımı	47
3.3.1. Bakteriyolojik su numunesi alınması.....	47
3.3.2. Kimyasal su numunesi alınması	48
3.4. Numunelerin Analizi ve Sınır Değerler.....	48
3.5. Verilerin Değerlendirilmesi.....	49
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	50
4.1. Köylerin Tanımlayıcı Özellikleri Ve Kullanılan Suların Değerlendirilmesi ..	50
4.2. Suların Fiziksel Özellikleri.....	52
4.3. Suların Kimyasal Özellikleri	55
4.4. Suların Mikrobiyolojik Özellikleri	57

4.5. Suların İçme ve Kullanmaya Uygunluğunun Değerlendirilmesi	61
4.6. Su Numunesi Alınan Noktaların Mikrobiyolojik Kirlilik Açısından Karşılaştırılması.....	62
4.7. Su Kaynaklarının Çıkış Noktalarında Koruma Alanı Bulunmasının Mikrobiyolojik Kirlilik Üzerine Etkisi.....	62
5. TARTIŞMA	64
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	77
6.1. Sonuçlar.....	77
6.2. Öneriler.....	80
7. KAYNAKLAR	83
8. EKLER.....	93
Ek 1: Veri Çeteleme Formu.....	93
Ek 2: Etik Kurul Onayı.....	94

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

DBPs	:Disinfection By-Products (Klorla bağılı oluşan dezenfektan yan ürünleri)
EC	:Elektriksel İletkenlik
EPA	:ABD Çevre Koruma Kuruluşu
HHA5	:Haloasetik asitler
IARC	:The International Agency for Research of Cancer (Uluslararası kanser araştırma ajansı)
KMnO4	:Potasyum Permanganat
SCADA	:Supervisory Control And Data Acquisition (Uzaktan Kontrol ve Gözleme Sistemi)
SPSS	:Statistical Package for the Social Sciences
THMs	:Trihalomethane
TSE	:Türk Standartları Enstitüsü
TÜİK	:Türkiye İstatistik Kurumu
UHK	:Umumi Hıfzısıhha Kanunu
UV	:Ultraviyole
WHO	:Dünya Sağlık Örgütü

TABLO DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 1: Dünyada'daki su kaynakları ve özellikleri	8
Tablo 2: Farklı su kaynaklarının özellikleri.....	9
Tablo 3: Kontrol İzleme Parametreleri	16
Tablo 4: Su kaynaklı hastalık yapan mikroorganizmalar ve bulaşma yolları.....	26
Tablo 5: Su kaynaklı hastalık yapıcılar ve su kaynaklarındaki özellikleri.....	33
Tablo 6: Literatürdeki farklı su kaynaklarındaki enterik patojen(bağırsak kökenli hastalık yapıcılar) ve fekal gösterge konsantrasyonları	34
Tablo 7: Dezenfektanların temel özelliklerinin karşılaştırılması.....	40
Tablo 8: Kullanılan suların özellikleri	51
Tablo 9: Su depolarının değerlendirilmesi.....	52
Tablo 11: Su numunelerine ait iletkenlik değerleri	54
Tablo 10: Su numunelerine ait pH değerleri.....	53
Tablo 12: Su numunelerine ait bulanıklık değerleri.....	55
Tablo 13: Su numunelerine ait Alüminyum (mg/lt) değerleri	56
Tablo 14: Su numunelerine ait Koliform Bakteri değerleri	58
Tablo 15: Su numunelerine ait E. Coli bakteri değerleri	59
Tablo 16: Su numunelerine ait Clostridium Perfringens (+Sporlular) bakteri değerleri	60
Tablo 17: Su numunelerinin mikrobiyolojik değerlendirmesi.....	61
Tablo 18. Fiziksel ve Kimyasal değerlendirme tablosu.....	61
Tablo 19: Kaynak noktalarının mikrobiyolojik kirlilik bakımından karşılaştırılması	62
Tablo 20: Kaynaklarda koruma alanını bulunmasının mikrobiyolojik kirlilik açısından değerlendirilmesi	63

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1: Tatlı su kaynaklarının kıtalara göre dağılımı	8
Şekil 2: Zonguldak İli 2012 Yılı Belediyeler Tarafından İçme ve Kullanma Suyu Şebekesi İle Dağıtılmak Üzere Temin Edilen Su Miktarının Kaynaklara Göre Dağılımı.....	15
Şekil 3: Yer altı suları için kullanılabilir bir arıtma ünitesi örnek olarak verilmiştir	36
Şekil 4: Yüzeysel sular için kullanılabilir bir arıtma ünitesi örneği	36
Şekil 5: Çalışma dahilinde numunelerin alındığı Zonguldak merkez ilçeye bağlı köyler.....	46

1.GİRİŞ

İnsanların bulmak için çağlar boyu savaş verdikleri, toplumların gelişmesinde temel etken olan su, geçmişte pek çok uygarlığında çöküp yok olmasına neden olmuştur (1).Tüm canlılar suya bağımlıdır. İnsan vücudunun %70'i sudan oluşmaktadır. Açlığa günlerce dayanabilen insan, su olmadan birkaç gün yaşayabilir. Vücudun her türlü hücresel ve buna bağlı işlevsel mekanizması su ile gerçekleşmektedir (3).

Su sanılanın aksine sınırlı bir kaynaktır. Yeterli miktardaki temiz ve kaliteli suya ulaşma, nüfus artışı, kirlilik vb. nedenlerle gün geçtikçe zorlaşmaktadır. Günümüzde su kaynaklarının etkin kullanımı en önemli konulardan biridir. Çünkü su kullanımı su kaynaklarını doğrudan etkilemektedir. Etkin kullanım ise, su kaynaklarının optimal yönetimini daha açık bir ifade ile, su kalite ve kantitesinin aynı anda yönetilmesini gerektirmektedir (4).

Sağlıklı suya erişim tüm insanlar için bir temel hak olduğu halde, günümüzde dünyada 884 milyon kişinin güvenli suya ulaşamadığı bilinmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından yapılan bir çalışmada gelişmekte olan 90 ülkede kırsal yerleşim bölgelerindeki 1 milyar 672 milyon nüfusun ancak %12'sinin uygun içme ve kullanma suyuna sahip olduğu belirlenmiştir (5). Bununla beraber 2,5 milyar kişinin de yetersiz sanitasyon koşullarında yaşadığı, bu sayının ise yaklaşık yarısının gelişmekte olan ülkelerde yaşadığı ifade edilmektedir (6).

Sağlıklı ve temiz su, içerisinde hastalık yapan mikroorganizma ve zehirli kimyasal maddeler içermeyen, gerekli mineralleri de dengeli biçimde bulunduran sudur. İçme ve kullanma suyu nitelik olarak birbirinin aynı olmalıdır. Dünyada herkes için sağlıklı ve güvenli su sağlandığında küresel düzeyde hastalık ve ölümlerde önemli ölçüde gerileme beklenmektedir.

Hastalık yapan bazı mikroorganizmalar için su çok uygun bir ortam teşkil eder. Suların fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik olarak uygun olmaması durumunda su yaşamın kaynağı olmaktan çıkıp bir hastalık nedeni olabilmektedir (2).

Sağlıklı ve güvenli su sağlanamadığında;

1. Su ile ilişkili hastalıklara bağlı salgınlar,
2. Suyu bağı hastalık yükünün artması,

3. Yeniden gündeme gelen patojenlere bağlı salgınların oluşması,
4. Bu hastalıklara bağlı ölümlerin (özellikle çocuk ölümü) artması söz konusudur.
Bu nedenlerle içme suyu kaynaklarının tamamı rehberlerde belirtilen kriterlerle uyumlu olmalıdır.

Zonguldak, Batı Karadeniz bölgesi'nde, Karadeniz'e batı ve kuzeyden kıyısı olan bir ildir. Zonguldak ili çok engebeli bir arazi yapısına sahip olup; il alanının % 56'sı dağlarla, % 31'i platolarla ve % 13'ü ovalarla kaplıdır. Bol yağışlı bir iklime sahip olan Zonguldak, yer üstü su kaynakları bakımından oldukça zengindir. Coğrafi yapısı itibariyle dağlık yerleşimli birçok köye sahip olan Zonguldak ilindeki köylerde kaynak suları hiçbir analiz ve kontrole tabi tutulmadan yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı Zonguldak ili merkez ilçeye bağlı 23 köyde içme suyu olarak kullanılan kaynak sularının mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal analizi yapılarak su kalitesinin "İçilebilir Suların Fiziksel Ve Kimyasal Özellikleri" TS 266, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" tanımlamalarına uygunluğunu araştırmaktır. Araştırma sonuçları yetkili kurumlara paylaşılacak, yerel basın ve yayında konunun gündeme getirilmesi ile periyodik kontrollerin ve gerekli düzenlemelerin yapılması açısından farkındalık arttırılacaktır.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. Suyun Tarihçesi

Su, dünya tarihi boyunca çok önemli bir yere sahip olmuştur. Her alanda önemli olan su, modern kültürde de insanların yeme, içme, yıkama, taşıma, ticaret, enerji ve sulamada ihtiyaç duyduğu önemli bir kaynaktır. Yaşamın her alanında gerekli olan su kaynakları gelişmiş teknoloji ve artan nüfusla beraber oluşan aşırı tüketim karşısında tehdit altındadır (7).

İnsanın suyla kurduğu ilişki; yüzyıllarca savaflara konu olan, onun çevresinde hayat bulan, tarıma elverişli alanlarda yeni yaşamların ortaya çıkmasına neden olan bir biçimde ilerlemiştir. Bilinen ilk yerleşim yerlerinin, su kaynaklarının yanına kurulduğu bilinmektedir.

M.Ö. 4000 yıllarında Mezopotamya’da yaşayan Sümerler, sağlıklı yaşamak için vücut temizliğinin gerekliliğine inanmışlar dolayısıyla tapınaklarında su tesisatları ve su depoları yapmışlardır (8). Sümerlerden bu yana dünya tarihinde yüzlerce savaş yapılmış, su konulu binlerce uluslararası anlaşma imzalanmıştır. Hatta tarihte bilinen ilk yasa olan “Hammurabi Yasaları”nın konusu da su kanallarının ve bentlerinin kullanımına ilişkin kurallara ihtiyaç duyulmasından dolayı ortaya çıkmıştır (9). Tarihte bilinen temiz su elde etme girişimleri M.Ö. 1500’lü yıllara kadar dayanmaktadır. Araştırmalara göre, Eski Mısırlıların doğal kaynaklardan elde ettikleri suyu içilebilir duruma getirmek amacıyla şap kullandığı belirlenmiştir (10). Temiz su elde edebilmek üzere geliştirilen teknolojiler Eski Yunan ve Roma medeniyetlerinden Osmanlı İmparatorluğu’na kadar birçok büyük topluluğun tarihe bıraktığı izlerde görülmektedir.

Osmanlı dönemine bakıldığında suyun dağıtımını konusunda sürekli ileri teknolojilerin izleri görülür. Sebillerden kuyulara; çeşmelerden hamamlara ve şadırvanlara kadar halkın suya erişimini yaygınlaştıracak birçok yapı bu dönemde inşa edilmiştir (10). Avrupa’da 19. Yüzyılda, sanayi devrimi sonrası hızla gelişen sanayi ile içilebilir temiz su kaynakları kirlenmeye başlamıştır. Bu durum karşısında, suyu temiz ve içilebilir tutmanın yolları aranmıştır. İngiliz bilim insanı Dr. John

Snow'un bu konuda öncü çalışmaları olmuştur. Snow, lağım sisteminden gerçekleşen sızıntının kolera salgınlarına sebep olduğunu belirlemiştir (11).

Dünyada birinci sanayi devrimi sonrası (1760-1850), bazı ülkelerde sanayileşmenin getirdiği, hızlı kentleşme ve kent nüfuslarının giderek artması, beraberinde çevre sağlığı sorunlarını getirmiştir. Bu nedenle İngiltere'de 1840'lı yıllarda resmi sağlık örgütlerine, ilk kez çevre sağlığı ile ilgili görevler verilmiştir (12). 1860 yılında İngiltere Kraliyet Sağlık Komisyonu bir Halk Sağlığı yasası hazırlamıştır. Bu yasanın bazı ilkelerinde; temiz içme kullanma suyu elde edilmesi, lağım tesisatlarının döşenmesi gibi su ile ilgili önemli maddelere yer verilmiştir.

Amerika'da, 1900'lerde kurulan "su arıtma sistemleri" ile tifo, dizanteri ve kolera gibi salgınların önüne geçilebildiği görülmüştür (10).

Türkiye Cumhuriyeti Devleti'nde halkın sağlığını korumak, anayasal bir görev olarak devlete verilmiştir. Halen yürürlükte olan 1593 sayılı 1930 tarihli Umumi Hıfzısıhha Kanunu (UHK) hazırlanmıştır (8).

Su dinlerde de önemli bir yere sahip olmuştur. İslam dininde ruh temizliğiyle birlikte, vücut temizliği de şart koşulmuştur (13). Hristiyanlık, Budizm ve özellikle de Hinduizm'de su kutsal kabul edilmektedir. Katoliklerin vaftiz suyu bunun bir örneğidir (14).

2.2. İnsan Vücudu İçin Suyun Önemi

Su yaşamın temel öğelerinden biridir. İnsan besin almadan haftalarca canlılığını sürdürmesine karşın, susuz ancak birkaç gün yaşayabilir. Su, insan organizmasının yaklaşık %60-70'ini oluşturur ve yaşam için en zorunlu maddelerden biridir. Bu nedenle insan, sağlığı için yeterli miktarda su içmelidir (15). İnsan vücudunun su içeriği yaşa ve cinsiyete göre %42 ile %71 arasında değişir. Çocukların vücudunun su oranı daha yüksektir ve yaş ilerledikçe suyun yerini yağ almaya başlar. Yetişkin insan vücudunun ortalama %59'u sudur. Vücuttaki suyun ortalama %60'ı hücre içinde, %40 da hücre dışı sıvıda bulunur. Vücut organları çok önemli ölçüde su içerir. Bazı vücut organlarının su içeriği şöyledir: Kemik: %22; karaciğer: %68; kalp: %79 ve böbrekler :%83. Kısacası su, insan vücudunun temel yapı taşıdır.

Sindirim sistemine alınan besinler su ile taşınır ve suyun bulunduğu ortamda işlenir. Metabolizma atıklarının vücuttan uzaklaştırılması su ile sağlanır. Vücuttaki hidroliz olayları suya bağımlıdır. Hücreler ve kan arasındaki madde alışverişinin düzenlenmesine katkıda bulunur. İç ortamının dengesinin sürdürülmesi su ile mümkündür (16,21).

Kasların kasılması, beyin omirilik sıvısının metabolik ve koruyucu etkisi, beş duyunun etkinliği, üreme, boşaltım, sindirim, sinir, kas iskelet sistemlerinin bütünlüğü ve etkinliği su ile sağlanır. Kandaki su oranının, normalin %3 kadar altına inmesi durumunda böbreklerin kandaki metabolizma artıklarını filtre edemez duruma gelmesi söz konusu olur (16,21).

Su, bir besin maddesi olmasının yanı sıra, içerisinde bulundurduğu mineral ve bileşiklerle de vücudumuzdaki her türlü biyokimyasal reaksiyonların gerçekleşmesinde büyük rol oynamaktadır. Vücut elektrolit dengesinin sağlanması ve korunmasında suyun büyük rolü vardır (17).

İnsan vücudu hergün idrarla 1,5 litre, fark edilmeyen su kaybı ile 500 mililitre, solunum havası ile 350 mililitre, dışkı ile 50 mililitre su kaybeder. Vücut suyunun korunmasında ve bağırsaklardan su kaybının önlenmesinde kalın bağırsak önemli rol oynamaktadır (1). Vücuttaki su miktarının azalmasının yanı sıra gereğinden fazla su alınması da metabolik dengenin bozulmasına neden olur. Bir takım hastalıklarda ve hatalı uygulamalarda vücutta su oranının artması yaşamsal olayların etkinliğini ortadan kaldırabilir. Vücut dolaşım sisteminin dinamiğini bozar. Bu nedenle damar içi sıvı uygulamalarının yapılmasını gerektirir.

Vücutta su dengesini sağlayan birçok hormonal mekanizmanın varlığı bu nedenledir. Vücutta su dengesi doğrudan ya da dolaylı birçok etki ile düzenlenir. Geriye beslenme mekanizmaları ile denetlenen su dengesi, fizyolojik olayların sürdürülebilmesi için en uygun düzeyde tutulur (1).

2.3. İçme Ve Kullanma Suyu Gereksinimi

Besinlerin pastörizasyonu ve soğutulması, çocukluk dönemi aşlamaları, modern sanitasyon yöntemleri ve içilebilir suya erişim, toplum sağlığı düzeyini yükselten en önemli uygulamalardandır (19).

Bir toplumda bireylerin su gereksinimi bir kişi için 24 saatlik sürede litre olarak tanımlanır. Yetişkin bir kişi günlük iki buçuk litreye yakın suya fizyolojik olarak ihtiyaç duyar. Bunun yarım litreden fazlası katı yiyeceklerle birlikte alınır. Fizyolojik olarak gerekli iki buçuk litre suyun yanı sıra yemek pişirme, çamaşır ve bulaşık yıkama, yıkanma ve ev temizliği için gerekli olan suyu da hesaba katmamız gerekir.

Kişinin sosyoekonomik ve eğitim düzeyine göre su gereksinimi değişebilir. Kentsel yerleşim bölgelerinde kişi başına gerekli su miktarını hesaplarken endüstriyel gereksinimleri de hesaba katmamız gerekir. Bu dönemdeki sanayi kuruluşlarının sayısı ve niteliği, tarımsal amaçla kullanılan su miktarı, kişi başına gerekli su miktarının hesabı da göz önüne alınmalıdır.

Yapılan hesaplamalara göre, nüfusu beş bine kadar olan yerleşim bölgelerinde yaşayanlarda, günde kişi başına 24 saatte 50-60 litre kadar suya gereksinim duyulur. Nüfusu beş bin ile elli bin arasında değişen yerleşim bölgelerinde yaşayanlar için 60-100 litrelik/gün suya gerek vardır. Asya ve Afrika ülkelerinde bunun %10 undan daha azı kullanılabilir. Nüfusu elli binin üzerinde olan yerleşim bölgelerinde yaşayanların su gereksinimi ise 24 saatlik sürede kişi başına yüz ile bin litre arasında değişir. Kırsal kesimde 20-25 litre/gün yeterli olabilmektedir.

Kişi başına su gereksinimi ya da evlerdeki musluk sayısını, toplumun sosyoekonomik ve sağlık düzeyi ölçütlerinden birisi olarak kabul eden halk sağlığı uzmanları da vardır. Ancak birçok büyük kentimizde gecekondular, alt yapı tesislerinin yetersizliği nedeniyle söz edilen rakamlara ulaşabilmek mümkün olmamaktadır(2). Su kaynakları planlanırken “ortalama günlük talebe” göre değil “en yüksek su kullanım gününe” göre planlanmalıdır. Genellikle yaz aylarında saptanan bir değerdir.

Bu değer günlük talebin % 150 'sidir. Ayrıca her şebeke günün pik talebini sağlayacak biçimde planlanmalıdır. Bu değer en yüksek günlük talebin % 150-300'üdür. Bu değer küçük topluluklarda ve yerleşimlerde yangın söndürme gereksiminin eklenmesi gerekeceğinden daha yüksektir. “Güvenli su sunumu” tasarımı yapılırken belirlenen sürenin sonunda, ulaşılacak nüfusun gereksinimin sağlayacak su miktarıdır ve bu süre 10-50 yıllık bir süredir. Güvenli su sunumu,

yılların %95'i ya da 20 yıllık sürenin 19 yılı için yeterli miktardır. Endüstriyel bölgeler gibi güvenilirliğin çok önemli olduğu bölgelerde yılların %99'unda talebi karşılayabilecek sudur (16,19).

2.4. Yeryüzünde Su Oluşumu ve Dağılımı

Yeryüzünün su kaynakları yağışsal, yer altı ve yüzeysel su kaynakları olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır fakat bu yapay bir ayrımdır. Doğada sürekli bir su döngüsü vardır. Su buharlaşır bulut olarak gökyüzüne çıktıktan sonra yağmur ve diğer yağış biçimleri halinde yeryüzüne geri döner. Buna “su döngüsü” denmektedir.

Yağış sularının %35-40'ı yüzeysel su olarak akar. Toprak katmanlarına süzülerek en sonunda geçirgen olmayan tabakalara ulaşan su yer altı sularını oluştururken, toprak yüzeyinde akan sular yüzeysel sulara karışır. Toprağa sızan su havalanma bölgesinden doyum bölgesine bir çıkış ya da boşalma noktasına doğru akar. Havalanma bölgesinde bitkiler kökleriyle alarak kullanır terleme yoluyla atmosfere verir. Doyma noktasının üst yüzeyi eğer geçirimsiz bir katmanın altına gelirse yer altı suyu düzlemi oluşur. Doyum bölgesinde suyun hareketi yerçekiminin etkisindedir ve genellikle tabana doğrudur. Su çıkış yeri bulunduğu kaynak, gölet, bataklık ya da akıntılar oluşturur. Eğer akarsu yatağı kum ya da çakıl taşından oluşuyorsa akıntı yüzeyinin altında da belirgin bir akış olur. Bu akış akarsuyun akış yönündedir.

Yer altı sularına kuyular ve artezyenlerle ulaşılabilir. İki geçirimsiz katman arasındaki sulara boruyla ulaşıldığında bir kısmı bileşik kaplar kuralına göre yer altı suyu yüzey düzleminin düzeyine doğru püskürerek akar, bu düzeyin üzerinde açılan kuyularda kendiliğinden akma olmaz. Kendiliğinden akanlara akarkuyu, diğerine ise sığ kuyu ya da su tablası kuyusu denir. Yer altı suyunun yüzey düzlemi yağışlar ve su çekilmesine bağlı olarak oynamalar gösterir (16,21,22).

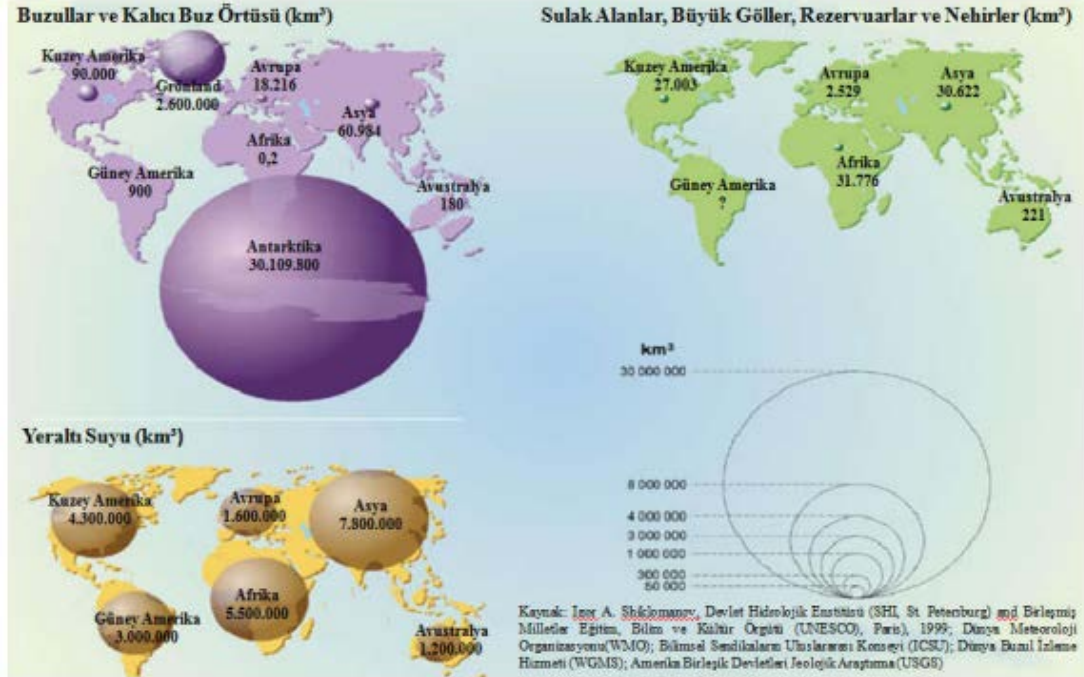
Yer altı sularının verimi genellikle hacim ve toprak yüzeyinin boyutu ile ilişkilidir. Yer altı sularının veriminin hesaplanması yüzeysel sulara göre daha zordur. Kaynak suları küçük toplumların gereksinimlerinin karşılanmasına daha elverişli olabilmektedir. Tablo 1'de dünyadaki su kaynakları ve özellikleri görülmektedir.

Tablo 1: Dünyada'daki su kaynakları ve özellikleri (23).

Yerleşim	Yüzeysel alan (km ²)	Su hacmi (km ³)	Toplam suya göre yüzdesi	Suyun tahmin edilen kalma zamanı
Okyanus	361 000 000	1 230 000 000	97.2	Binlerce yıl
Atmosfer	510 000 000	12 700	0.001	9 gün
İrmak ve akıntılar	-	1 200	0.0001	2 hafta
Yer altı suyu (yüzeğe yakın veya 800 m ye kadar)	130 000 000	4 000 000	0,31	Yüzlerce -binlerce yıl
Göller	855 000	123 000	0,009	Onlarca yıl
Kutuplar ve buzullar	28 200 000	28 600 000	2,15	Onlarca- binlerce yıla kadar

Şekil 1'de kıtalara göre yüzeysel sular, yer altı suları ile buzullar ve kalıcı buz örtülerinin dağılımı gösterilmiştir. Yüzeysel ve yer altı su miktarı en fazla Afrika ve Asya kıtalarında mevcut iken, su sıkıntısının da en yoğun olduğu ülkeler yine bu iki kıtada yer almaktadır.

Şekil 1: Tatlı su kaynaklarının kıtalara göre dağılımı (24).



2.5. Tatlı Su Kaynakları

Doğada kimyasal olarak saf su bulunmamaktadır. Her su az veya çok olacak şekilde içerisinde katı veya gaz çözülmüş maddeler ihtiva eder. Doğal sular; meteor suları, yer altı suları ve yüzeysel su kaynakları olarak sınıflandırılabilir.

Tablo 2: Farklı su kaynaklarının özellikleri(2)

Yöntem	Nitelik	Miktar	Maliyet
Kaynaklar ve sızıntılar	İyi kalite	Yerçekimi etkisindeki kaynaklarda mevsimsel oynamalar, akar artezyenlerde küçük oynamalar dışında iyi.	Oldukça düşük maliyet, boru hatlarına bağlı olarak maliyet artar.
Gölet ve göller	Küçük su kitlelerinde nitelik kötü, büyük göllerde nitelik iyi olabilir ancak etkin arıtım gerekir.	Sağlanan miktar genellikle iyi, kurak mevsimlerde azalabilir.	Pompa sistemleri ve arıtım gereksinimi maliyeti arttırır.
Akarsu ve ırmaklar	Dağ akarsularında iyi, diğer akarsularda kötü, arıtım gerekir.	Orta, mevsimsel oynamalar olur; bazı akarsular kurak mevsimlerde kuruyabilir.	Yönteme göre orta – yüksek. Pompalar ve arıtım maliyeti arttırır.
Yağmur suları	Orta-kötü, dezenfeksiyon gerekir.	Orta ve değişken; kurak mevsimlerde sağlanamaz;depolama gereksinimi.	Çatı sistemlerinde düşük-orta; zemine kurulanlarda maliyet yüksek

2.5.1. Meteor suları (Yağış suları)

Yağış suları, yağmur ve kar sularının sarnıçlarda toplanmasıyla elde edilir. Yumuşak karakterde olan bu sular yeryüzüne düşerken hava kirliliği ve radyoaktif serpintilerden kirlenebilmektedir. Yeterli miktarda ve içeriğinin korunarak toplanması maliyetli ve zor bir iştir. Bu nedenle içme ve kullanma suyu olarak yararlanılmasına pek rastlanmaz (8, 25, 26).

2.5.2. Yüzeysel sular

Yüzeysel sular nehir, göl, baraj ve deniz suları olarak düşünülebilir. Yüzeysel sular, çözülmüş ve süspansiyon halinde organik madde ihtiva etmektedir. Akarsu ve nehirlerin; yağışlar, eriyen kar ve buz kütleleri gibi iklimsel nedenler, kirlilik ihtiva

eden su deşarjları gibi faktörler nedeniyle fiziksel ve kimyasal özelliklerinde değişiklikler meydana gelebilmektedir (27).

Akarsu kaynaklı ham suların biyolojik, fiziksel ve kimyasal kirlilik oranı yüksektir. Nitelikleri anlık, günlük ve mevsimsel değişiklik gösterir. Bu sularla ilgili en büyük yanlış anlık veya kesitsel ölçümlerin fikir verebileceğinin sanılmasıdır. Bu sulardaki canlıkırın oranı yüksektir. Yağışlar ve yüzeysel akıntılarla, kullanılan haşere kırınlar ve gübreler akarsulara karışmaktadır. Ülkemizdeki arıtım tesislerinde canlıkırınlar arıtılmamaktadır (28). Göl suları ise uzun süre bekleme nedeniyle nehir sularına göre daha berrak olur. Ayrıca göl yüzeyinde ışık ve oksijen etkisiyle kendiliğinden temizlenme meydana gelir.

Göl ve nehirlerin çoğu tatlı su kaynaklarıdır. Yer altı ve yüzeysel su kaynakları, içme-kullanma ve sulama suyu gibi ihtiyaçları karşılamadığı durumlarda suni baraj gölleri oluşturulur. Baraj gölü suyunun bileşimi beslediği kaynaklarla ilgilidir. Baraj göllerinin içme-kullanma suyu olarak kullanılması durumunda ise göle etki edebilecek kirlenici kaynakların engellenmesi gerekmektedir. Göllerde meydana gelen, organizma faaliyetleri sonucu kendi kendini temizleme özelliği baraj göllerinde de olsada, yerleşme bölgelerinden, tarım ve hayvancılık uğraşlarından ve doğrudan insani faaliyetlerden oluşabilecek kirliliklerden korunması gerekmektedir (27).

2.5.3. Yer altı suları

Yer altı suları yağmur sularının topraktan süzülmesi ve yer altında akmasıyla oluşmaktadır. Yer altı sularına kuyular, doğal kaynaklar ve yatay kuyularla (tünellerle) ulaşılır. Topraktan sızarken birçok minerali içerisine alabilmesi nedeniyle yüzeysel sulara göre mineral kapsamı bakımından daha zengindir. Yer altı sularının özellikle derin tabakalara doğru süzülmesi, yeterli süzme katmanına sahip alanlarda bakteriyolojik açıdan arınmayı da sağlar. Yer altı suları yüzeysel çatlak vb. nedeniyle kimyasal kirliliğe uğrayabilir. Bir kez kimyasal kirlilik söz konusu olduktan sonra bunun temizlenmesi için yıllar gerekebilir. Bazı durumlarda gerçek bir temizlenme asla mümkün olmayabilir (2). Günümüzde yer altı sularının kalitesine ilişkin ciddi sorunlar yaşanmaktadır. Tarımsal üretimde kullanılan pestisitlerin, herbisitlerin ve tarımsal verimin artırılması amacıyla kullanılan organik maddelerin (hormonlar) yer

altı su kaynaklarına karışması sonucu, bu kaynaklarda görülen kirlenme tehdit edici boyutlara ulaşmıştır. Endüstriyel katı atıkların düzensizce depolanması ve bu atıkların sızıntı sularının yer altı suyuna karışması ya da yer altına gömülen petrol ürünleri (benzin, motorin vb.) depolama tanklarından kaynaklanan sızıntılarla yer altı sularının petrokimya ürünleriyle kirlenmesi sonucu bu kaynaklar kullanılamaz hale gelebilmektedir.

Yer altı suları kaynaklarında su kalitesinde ciddi oranda mevsimsel ya da yıllık değişimler görülmez. Ancak yer altı suyu kalitesi aynı yöre içerisinde dahi olsa kuyudan kuyuya farklılık gösterebilir. Yer altı hidrojeolojik yapısındaki değişimler doğrudan su kalitesine de yansır ve kısa mesafeli iki kuyu arasında dahi su kalitesinde ciddi farklılıklar gözlemlenebilir (29).

2.6. Dünya'nın Su Durumu

Birleşmiş Milletlerin yayınlamış olduğu su ile ilişkili raporda, içilebilir nitelikteki su oranının ne derece düşük olduğu ifade edilmiştir. Dünyadaki toplam su miktarı 1,4 milyar km^3 'tür. Bunun %97,5'u okyanus ve denizlerde tuzlu su olarak bulunmaktadır. Ancak %2,5'i (35,2 milyon km^3) tatlı su formunda bulunmaktadır. Tatlı suyun %68,7'si buzullarda, %30,1'i yer altı sularında, %0,8'i donmuş topraklar içinde yer almaktadır.

Tatlı suyun sadece %0,4'ü yeryüzünde ve atmosfer içindedir. Bu suyun da %67,4'ü göllerde, %12,2'si toprak nemi olarak, %9,5'i atmosferde, %8,5'i sulak alanlarda, %1,6'sı nehirlerde, %0,8'i bitki ve hayvan bünyesinde bulunmaktadır. Atmosferde bulunan su miktarı yaklaşık olarak 13 bin km^3 'tür. Yüzey tatlı sularının en çok bulunduğu yerler 90 bin km^3 ile göllerdir. Bu miktar nehirlerin 40 katı, sulak alanların ise yedi katıdır.

Dünya içme sularının %25-40'lık bölümünü yer altı suları sağlamaktadır. Bu veriler, insanoğlunun ihtiyaçları doğrultusunda kullanabileceği tatlı su kaynaklarının son derece sınırlı olduğunu açık bir şekilde göstermektedir.

Dünya'da tatlı su kaynaklarının az olmasının yanı sıra tehlikeli endüstriyel atıklar ile kirlenmesi, enerji üretiminde kullanılan suyun geri kazanımla insani tüketime uygun olmayışı, şehirleşmenin ve nüfusun artışıyla oluşan atıklar,

kontROLSÜZ canlıkıran kullanımı nedenli yanlış tarım uygulamaları ve küresel ısınmaya bağlı iklim değişiklikleri ile yaşanan kuraklıklarda eklenince sorunun boyutları gittikçe büyümektedir.

Yirminci yüzyılda dünya nüfusunun üç kat artmasına karşılık su kaynaklarının kullanımı altı kat artmıştır. Bu arada sınırlı olan su kaynaklarının bir kısmı endüstrileşme ve hızlı şehirleşme sonucu hızla ve bilinçsiz bir şekilde tüketilirken bir kısmı da kirletilerek kullanılamaz ve çevreye zarar verir hale gelmiştir.

Küresel boyuttaki sorunlardan bir diğeri de yeryüzündeki su kaynaklarının zamansal ve mekânsal olarak eşit dağılmamış olmasıdır. Dünyada bazı bölgeler çok fazla miktarda suya sahip olurken bazı bölgeler su kıtlığı yaşamaktadır (30).

2.7. Türkiye’de Su Durumu

Ülkemizde yıllık ortalama yağış metrekareye 643 mm’dir. Bu da 501 milyar m³ suya karşılık gelmektedir.

501 milyar m³ suyun;

1. 274 milyar m³’ü toprak, bitki ve su yüzeylerinden buharlaşarak geri atmosfere dönmekte,
2. 69 milyar m³ ’lük kısmı yer altı sularını beslemekte,
3. 158 milyar m³ ’lük kısmı ise yüzey akışa geçerek nehirleri ve gölleri beslemekte, denizlere gitmektedir.

Yer altı suyunu besleyen 69 milyar m³ ’lük suyun 28 milyar m³ ’ü pınarlar vasıtasıyla yer üstü suyuna tekrar katılmaktadır. Ayrıca, komşu ülkelerden yurdumuza gelen yılda ortalama 7 milyar m³ su bulunmaktadır. Böylece ülkemizin brüt yer üstü su potansiyeli (158+28+7) 193 milyar m³ olmaktadır.

Yer altı suyunu besleyen (69-28) 41 milyar m³ de dikkate alındığında ülkemizin toplam yenilenebilir su potansiyeli brüt (41+193) 234 milyar m³ ’tür. Ancak, günümüz teknik ve ekonomik şartları çerçevesinde, çeşitli amaçlara yönelik olarak tüketilebilecek yer üstü su potansiyeli yurt içindeki akarsulardan 95 milyar m³, komşu ülkelerden yurdumuza gelen akarsulardan 3 milyar m³ olmak üzere yılda ortalama (95+3) 98 milyar m³, 14 milyar m³ olarak belirlenen yer altı suyu

potansiyeli ile birlikte ülkemizin tüketilebilir yer üstü ve yer altı su potansiyeli yılda ortalama toplam (98+14) 112 milyar m³ olmaktadır.

Yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 10.000 m³'ten fazla olan ülkeler su zengini, 1.000 m³ 'ten az olan ülkeler ise su fakiri olarak kabul edilmektedir. Ülkemizde kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 1.500 m³ civarında olup, ülkemiz su kısıtlı bulunan ülkeler arasında yer almaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre nüfusumuzun 2030 yılında 100 milyona ulaşacağı öngörülmektedir. Bu durumda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarımız 1.120 m³ civarında olacaktır (31, 32).

2.8. Türkiye’de İnsani Tüketim Amaçlı Suların Sınıflandırılmasında Yasal Mevzuat

Ülkemizde suların niteliğiyle ilgili göstergeler 17.02.2005 tarihli ve 25730 Sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” ve “İçilebilir Suların Fiziksel Ve Kimyasal Özellikleri” TS 266’da belirtilmiştir. Türkiye’de yasal mevzuat insani tüketim amaçlı suları üç grupta değerlendirmiştir.

2.8.1. Kaynak suyu

Jeolojik koşulları uygun jeolojik birimlerin içinde doğal olarak oluşan, bir veya daha fazla çıkış noktasından yeryüzüne kendiliğinden çıkan veya teknik usullerle çıkartılan ve ilgili Yönetmeliğin 36’ncı maddesinde izin verilenler dışında herhangi bir işleme tabi tutulmaksızın gerekli nitelikleri taşıyan, etiketleme gerekliliklerini karşılayan ve satış amacı ile ambalajlanarak piyasaya arz edilen yer altı sularını ifade eder (33).

2.8.2. İçme suyu

Jeolojik koşulları uygun jeolojik birimlerin içinde doğal olarak oluşan, bir çıkış noktasından sürekli akan veya teknik usullerle çıkarılan ve Bakanlıkça uygun görülen dezenfeksiyon, filtrasyon, çöktürme, saflaştırma ve benzeri işlemler

uygulanabilen ve parametre değerlerinin eksiltilmesi ya da arttırılması suretiyle gerekli parametre değerleri elde edilen, etiketleme gerekliliklerini karşılayan ve satış amacı ile ambalajlanarak piyasaya arz edilen yer altı sularını ifade eder (33).

2.8.3. İçme ve kullanma suyu

Genel olarak içme, yemek yapma, temizlik ve diğer evsel amaçlar ile, gıda maddelerinin ve diğer insani tüketim amaçlı ürünlerin hazırlanması, işlenmesi, saklanması ve pazarlanması amacıyla kullanılan, kaynağına bakılmaksızın, doğal haliyle ya da arıtılmış olarak ister kaynağından isterse dağıtım ağından temin edilen ve gerekli parametre değerlerini sağlayan ve ticari amaçlı satışa arz edilmeyen sulardır (33).

2.9.Zonguldak'ta İnsani Tüketim Amaçlı Sular

Zonguldak kentsel içme suyu ihtiyacı için çekilen suyun %57'si yüzeysel (barajlar ve akarsudan), %43'ü yer altı suyundan temin edilmektedir. Zonguldak şebeke sisteminden ve kuyu sularından düzenli olarak numune alınarak kontrolleri sağlanmakta ve ayrıca her gün şebeke sularında serbest bakiye klor araması yapılmakta, 0,3 ppm'in altında çıkan yerler için klorlama yapılması istenmektedir. Fakat ilin topoğrafik yapısından dolayı şebekelerdeki klorlamanın yetersiz olduğu görülmüştür (34).

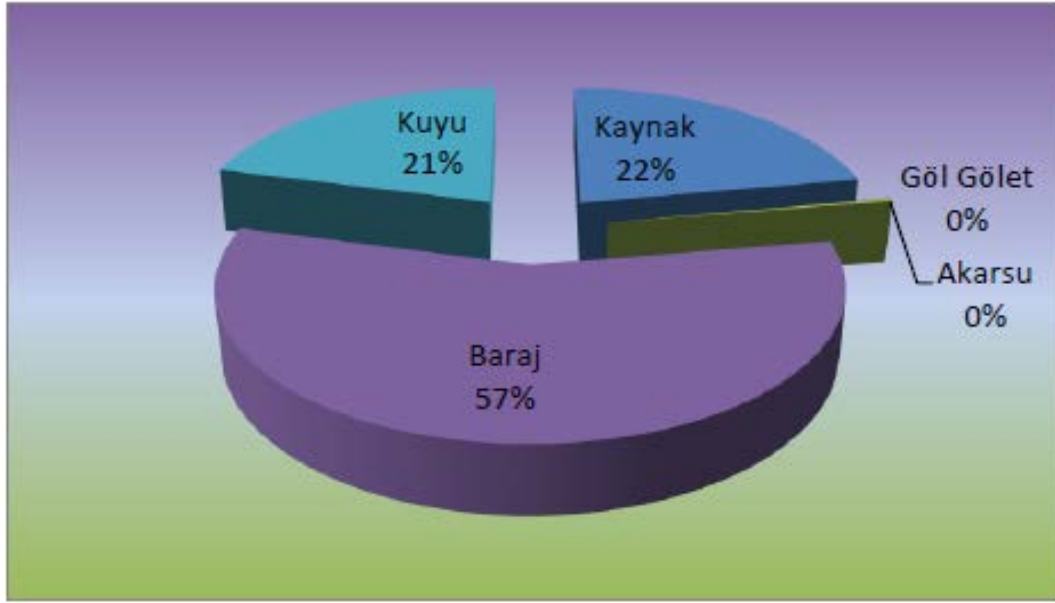
Zonguldak ilinde; 1 adedi Çaycuma İlçesi Çömlekçi Köyünde, 1 adedi merkezde Harmankaya mevkiinde, 1 adedi Ereğli İlçesinde olmak üzere 3 adet ruhsatlı kaynak suyu tesisi bulunmaktadır.

Bunun yanında Zonguldak'ta içilebilir özellikte bilinen kaynak suyu sayısı dokuzdur. Ancak bu sular buldukları fiziksel koşullarının uygunsuz olmaları nedeniyle koşulları iyileştirilmeden kullanıma sunulamazlar. Belirli iyileştirmeler yapılarak kullanılacak kaynak suları: Mevlana Çeşmesi (Zonguldak-Devrek Karayolu üzerinde), Cansızoğlu Çeşmesi (Zonguldak-Devrek Karayolu kenarında), Aslan Suyu (Terakki Mah. Aslan Suyu Sok.), İncivez Varangel Çeşmesi (Merkez İncivez Mah. Eski Kozlu Yolu Üzerinde), Köy Hizmetleri Çeşmesi (Çaydamar Mah.

Köy Hizmetleri İl Müdürlüğü Karşısı) Sarıyer Tepesi Suyu (Topbaşı Yuvarta Suyu) (34).

Zonguldak'ta içme ve kullanma suyu temini için çekilen suyun büyük bir kısmını baraj oluşturmaktadır.

Şekil 2: Zonguldak İli 2012 Yılı Belediyeler Tarafından İçme ve Kullanma Suyu Şebekesi İle Dağıtılmak Üzere Temin Edilen Su Miktarının Kaynaklara Göre Dağılımı (35)



2.10. Suların Kalite Göstergeleri ve Kontrol İzleme Parametreleri

Su vazgeçilmez bir gereksinimdir ve halk sağlığı ile yakın ilişkisi sebebiyle bazı kriterlere uygun olması istenir. Ülkemizde sular ile ilgili standartlar “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” ve “İçilebilir Suların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri” TS 266’da belirtilmiştir. Bu standartlara uymayan sulardaki kirleticiler kısa ve uzun dönemli etkilenimlere bağlı olarak önemli sağlık sorunlarına yol açabilir.

İçme ve kullanma suyu, renksiz, kokusuz ve saydam olmalıdır. Sıcaklığı 8-16 °C olduğunda lezzetli ve hoş a gidi ci özelli ktedir. İçerisindeki CO₂ miktarı 300 mg.’dan az olmamalıdır. Hastalık yapıcı (patojen) mikroorganizmalar içermemelidir (2).

“İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” te Kontrol izlemesinin amacı; insani kullanım amaçlı suyun bu yönetmelikteki parametrik değerlere uyup

uymadığını belirlemek amacıyla, tüketime verilen suyun organoleptik ve mikrobiyolojik kalitesi ve aynı zamanda içme-kullanma suyunda arıtım yapılması durumunda, bu arıtımın (özellikle dezenfeksiyon) etkili olup olmadığı hakkında düzenli bilgi sağlamaktır (33). İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik'teki kontrol izleme parametreleri tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3: Kontrol İzleme Parametreleri (33)

İçme –Kullanma Suları	İçme Suları	Kaynak Suları	Notlar
Renk	Renk	Renk	
Bulunaklık	Bulunaklık	Bulunaklık	
Koku	Koku	Koku	
Tat	Tat	Tat	
İletkenlik	İletkenlik	İletkenlik	
Hidrojen iyonu konsantrasyonu(pH)	Hidrojen iyonu konsantrasyonu(pH)	Hidrojen iyonu konsantrasyonu(pH)	
Nitrit			Not 3
Amonyum	Amonyum	Amonyum	
Alüminyum	Alüminyum		Not 1
Demir	Demir		Not 1
C.Perfringens(Sporlar dahil)	C.Perfringens(Sporlar dahil)	C.Perfringens(Sporlar dahil)	Not 2
E.coli	E.coli	E.coli	
Koliform bakteri	Koliform bakteri	Koliform bakteri	
	P.aeruginosa	P.aeruginosa	
	22 ve 37 °C'de koloni sayımı	22 ve 37 °C'de koloni sayımı	

*Kaynak sularında, demir, kükürt, mangan ve arseniğin ozonla zenginleştirilmiş hava kullanılarak ayrıştırılması halinde, ozon, bromat ve bromoform parametrelerine, aktif alüminyum kullanılarak florürün ayrıştırılması halinde florür parametresine de bakılır.

Jot 1: Yalnızca arıtımda kullanıldığında gereklidir. Diğer tüm durumlarda, parametreler denetleme izlemesine dâhil edilir.

Jot 2: Suyun sadece yüzey suyundan alınması ya da yüzey suyundan etkilenmesi halinde gereklidir. Diğer tüm durumlarda, parametreler denetleme izlemesine dâhil edilir.

Jot 3: Dezenfeksiyon yöntemi olarak kloraminasyon kullanıldığında gereklidir. Diğer tüm durumlarda, parametreler denetleme izlemesine dâhil edilir.

2.10.1. Fiziksel Parametreler

Sudaki kirlilikle ilgili olarak tüketicinin beş duyusuyla algıladığı özellik değişimlerine önem vermesi gerekmektedir. Bu nedenle kaynağı bilinmeyen her suyun önce koklanması, gözle incelenmesi ve çok az miktarda tadılmasıyla yapılan değerlendirme küçümsenmemelidir. İleri derecede bulanık, renk değişimi olan, kokusu bozuk, tadı bozuk olan bütün sular baştan içilebilir nitelikte olmayan sular olarak kabul edilmeli ve içilmemelidir (36).

2.10.1.1. Tat ve sıcaklık

Suyun lezzeti içerisindeki CO₂ miktarı ve sıcaklığına göre değişim gösterir. Genellikle 7-12 derece ısıda olan suların susuzluğu giderici etkisi daha fazladır ve lezzetlidir. 8-16 derece arasındaki sularda iyi bir lezzete sahiptir. 12 derece ısıdaki su en lezzetli özelliktedir. 20 derece üzerindeki ısıdaki sular çok lezzetsiz ve bulantı verici olabilir. Aşırı sıcak sular haşlayıcı ve yakıcı etki yapabilirler. Suyun içerisindeki CO₂ miktarı 300 mg'dan az olmamalıdır. Kaynatılmış olan suyun içerisinden karbondioksit uçtuğundan lezzeti azalır. Suyun lezzetine içerisinde erimiş olan oksijenin de katkısı vardır (2). Tuzlu, acımsı tat suda sodyumun yüksekliğini, sabun tadı suda alkali minerallerin çözülmüş olduğunu, metalik tat asitlik derecesinin yüksekliğini ya da yüksek demir bileşimini, kimyasal madde tadı endüstriyel kimyasalların veya haşere kıranların bulunduğunu gösterir (28, 37, 38, 39, 40).

2.10.1.2. Renk ve bulanıklık

Renk ile bulanıklık birbirinden farklı özelliklerdir. Bulanık olan suyun öncelikle süzülmesi ardından renginin incelenmesi gerekmektedir.

Sarı ve kahverengi sular; organik maddeler, kırmızımtırak ve koyu kahverengi sular; demir ve mangan, yeşilimsi sular ise kireç bulunabilir. Kil, yeşil su yosunları, endüstri artığı boyalı maddeler de suyun rengini değiştirir (41). Kaynadığında suyun üzerinde oluşan köpük ya da tortu, kalsiyum ve magnezyumun bulunduğunu, lavabo ve küvetlerde yeşil boyanma asitliğin yüksek olduğunu, Küvet,

bulaşık makinesi ve çamaşırlarda kahverengi-kırmızı boyanma suda çözünmüş demir olduğunu, beklediğinde durulan dumanlı bir görünüm olması pompaların yetersiz çalıştığını ya da filtrelerde problem olduğunu gösterir. (28, 37, 38, 39, 40).

Bulanıklık, suda asılı partiküllerin göstergesidir. Bulanık sular kesinlikle içilmemelidir. Kentlere sızdırma kuyulardan su veriliyorsa veya sistemde onarım varsa sularda bulanıklık olabilir. Suyun bulanık olması bitkisel artıklar, balçık, çamur, su yosunları, küçük hayvancıklara bağlı olabilir. Bulanıklık aşırı mikroorganizma üremesine bağlı olarak suda kirliliğin belirleyicisi olabilir (28, 42, 43).

Demir, mangan gibi inorganik tuzların bulunması bulanıklık yapabilir. Demir içeren sular beklediğinde veya havalandırıldığında dibinde kırmızı tortu birikebilmektedir.

Bulanıklık özel optik renk ölçerlerden yararlanılarak değerlendirilir. Bulanıklık birimiyle ölçülür. Bulanıklık değeri genellikle 5-10 arasındadır (2).

2.10.1.3.Koku

Suyun içerisinde yosun, ot, katran, balık, protozoa, plankton v.b nedenlerden kaynaklanan kokular olabilir. Kükürt dioksit, hidrojen sülfür gibi gazların sulara karışmasına bağlı kokular olabilir.

Suların korunması ve saklanması için kullanılan kapların iyi temizlenmemesine bağlı kokular olabilir. Bu kokular genellikle üreyen mikroorganizmaların yarattığı ve bunların kullandığı besin öğelerinin parçalanma ürünlerinden meydana gelir.

Bazen sulara karışan endüstriyel atıkların içerisinde bulunan kimyasal maddelerin yarattığı kokularda algılanabilir. Çürük yumurta kokusu, çözünmüş hidrojen sülfür gazı ya da suda bulunan bazı bakterilerden kaynaklanabilir. Eğer koku sadece sıcak sudan kaynaklanıyorsa kısmen su ısıtıcıyla ilişkili olabilir.

Deterjan kokusu ve suyun köpürmesi, su kaynaklarına ya da şebekeye mutfak ya da çamaşır akıntılarının karışmasından; gaz yağı ya da petrol kokusu, yer altı depoları, benzin istasyonları ya da toprak üstüne dökülmelerden; metan gazı ya da

küf, balçık kokusu, suda organik maddelerin bozunmasından; klor kokusu sudaki yüksek klor oranından kaynaklanır (28, 37, 38, 39, 40).

2.10.2. Kimyasal parametreler

2.10.2.1. pH değeri

Su içindeki hidrojen iyonu konsantrasyonunu 10 tabanına göre negatif logaritması pH değeri olarak tanımlanmaktadır. pH: 7 olan sular nötr sulardır. Bunlarda H⁺ ve OH⁻ iyonları denge halindedir. Bu tür suların asit ve alkali reaksiyonları yoktur. H⁺ iyonu konsantrasyonunun artması ile pH'nın değeri 7'nin altına düşer ve su asit karakter kazanır. OH⁻ iyonu konsantrasyonunun artması ile pH 7'nin üzerinde değer alır ve su bazik karakter taşır.

pH değerleri 0-14 arasında değişir. Genel olarak yer altı suları, pH'sı 7 den küçük olan ve asit özelliği taşıyan sulardır. Yüzeysel sularda genellikle pH 8'den büyük değer taşıyan bazik sulardır. İçme sularındaki pH değeri 6.5-9.5 arasında uygun görülmektedir.

Yer altı sularındaki pH değeri, çözülmüş karbondioksit ve diğer karbonat ve bikarbonat bileşikleri arasındaki dengeye bağlı olarak değişmektedir. Bu denge, sıcaklık ve basınç değişmelerine göre kolayca değişim göstermektedir (141). Sulardaki demir, mangan bileşiklerinin artırılması, tat, koku ve korozyon kontrolü doğrudan pH derecesi ile ilgilidir (44).

2.10.2.2. Elektriksel İletkenlik

Genel olarak bütün sular elektrik içerir. İyon konsantrasyonu ile bu iletkenlik artar. Özgül elektriksel iletkenliğin ölçüsü olarak microhm/cm. kullanılır. Bu, +25°C deki 1 cm³ suyun iletkenliğini ifade eder. İletkenlik, bir dereceye kadar sudaki iyon konsantrasyonu ile doğru orantılıdır. Ancak bu orantı, iletkenliği 50. 000 microhm/cm. den fazla olan sular için geçerli değildir. Özgül elektriksel iletkenlik (EC) de, içme ve sulama sularının sınıflandırılmasında bir ölçüt olarak kullanılmaktadır (45).

2.10.2.3. Alüminyum

Su, alüminyumu en fazla taşıma potansiyeline sahip etkendir (46).

Suda alüminyum doğal ve yapay nedenlerle ortaya çıkabilir. Alüminyumun sulara doğal olarak bulunuşu asidik suların mineralleri çözmesi ile olur. Su arıtımında koagülasyon işlemi için Al tuzlarının kullanımı ve beton su temasıdır. Al giderimi sadece suda doğal olarak bulunduğunda söz konusudur. Diğer durumlarda Al'un suya karışması engellenmelidir. Fe'li ve organik koagülanlar Al tuzları yerine kullanılabilir (47).

Doğada sık rastlanan ve serbest halde bulunmayarak birçok kimyasal bileşimin yapısında olan alüminyum, farklı maruz kalma kaynakları ile bazı hastalıkların etiolojisinde nedensel faktör olduğu düşünülen bir metaldir. Alüminyumun sağlık üzerindeki etkilerine alınan alüminyum miktarı, ani ya da uzun süreli maruz kalma, kişisel özellikler vb. birçok faktör neden olabilmektedir. Amerikan Toksik Maddeler ve Hastalık Kayıtları Dairesi değerlendirmelerine göre minimal risk düzeyi günlük kilogram başına 1 miligram olarak belirlenmiştir (48). Yine bu kuruluşun verilerine göre genel olarak toplum, alüminyuma çoğunlukla gıdalar (özellikle işlenmiş gıdalar), su ve alüminyum içeren ilaçlar yoluyla maruz kalmaktadır (49).

Gerek ham su gerekse de arıtılmış suda alüminyum düzeylerinin yüksekliği çeşitli nedenlerle endişe oluşturmaktadır. Arıtım aşaması sonrası yüksek düzeydeki alüminyum (3,6-6 mg/l) sudaki bulanıklığı artırır, dezenfeksiyon etkisini azaltır ve şebeke sisteminde alüminyum hidroksit çökeltilerine neden olabilir. Dünya Sağlık Örgütü, içme suyu arıtımında kullanılan alüminyumun dikkatle kullanılması ve arıtım sonrası sudaki alüminyum miktarının belirli seviyelerin altında tutulması gerektiğini vurgulamaktadır (50, 51).

2.10.2.4. Amonyak

Amonyak, serbest olarak veya amonyum tuzları halinde, temiz yer altı sularında bulunabilir. Bu şekilde sağlığa zararı yoktur. Ancak suda amonyak bulunması, suda diğer kirleticilerin varlığını da düşündürmelidir. İçilebilir sulara amonyak

bulunması istenmeyen bir durumdur (8,26). Amonyak gübre olarak ve hayvan yemi üretiminde kullanılan bir maddedir (52). Amonyak ve amonyum tuzları temizleyici etkenlerde ve gıda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Amonyum klorür diüretik olarak kullanılmaktadır (53). Kentsel bölgelerde havada metre küpte 20 mikrogram bulunmaktadır (54).

Çiftlik hayvanlarının beslendiği havada 300 miligram metre küp değerine ulaşabilir. Sudaki doğal düzeyi genellikle litrede 0,2 mg altındadır. Yüzeysel sular 12 mg litre bulundurabilir. (53) Amonyanın yerden kirlilik seviyelerinin üzerinde bulunması fekal kirlilik göstergesidir.

Yüksek amonyak konsantrasyonunda pH sucul hayatta toksik etki yaparak suyun ekolojik dengesini bozar (56).

2.10.2.5. Nitrit, Nitrat (nitrojen olarak ölçülen)

Amonyum iki basamaklı biyolojik oksidasyon ile uygun reaksiyon şartlarında kolaylıkla önce nitrite, sonrasında ise nitrata dönüşmektedir.

Nitrit; kimyasal gübre akıntıları, septik tanklar ve kanalizasyondan sızıntı, doğal birikintilerin erozyonu ile yayılır.

Altı aylıktan küçük bebeklerde ileri derecede hastalık nedenidir ve tedavi edilmezse ölüme yol açabilir. Nefes darlığı ve mavi-bebek sendromuna neden olur (57).

Yetişkinlerde ise amin ve amidlerle birleşerek kanserojen maddelerden olan nitrozaminlerin sentezlenmesinde aktif rol oynar (58).

2.10.2.6. Demir

Demir doğada çok miktarda bulunmasına rağmen, doğal suların kapsamında az miktarda bulunmaktadır. Bunun nedeni demirin sudan hızla çökerek ayrılmasıdır. Suda demir 2 değerlikte olabilir. Bunlar, iki değerlikli demir (ferro) ve üç değerlikli demir (ferri) şeklindedir.

Diğer taraftan bazı yer altı suları ve asidik yüzeysel sularında fazla miktarda Fe bulunabilir. Litrede 0.3 mg'dan fazla demir içeren suların lezzeti hoş değildir. Böyle sular sanayi ve günlük gereksinim bakımından kullanılmaya da uygun değildir.

Çünkü bazı küçük canlıların oluşumuna katkı sağlarlar ve bunların çoğalarak (alg oluşumu) çöken hidroksitle beraber boruları tıkaşına neden olabilirler.

Demir insan organizmasında özellikle alyuvarların yapısında bulunan, hemoglobinin fonksiyonel bir parçası olması yönünden önemlidir. Bunun dışında demir, kasların myoglobininde, sitokrom, peroksidaz ve katalaz sistemlerinde yer alan yaşamsal önemde bir mineraldir.

İnsan vücudundaki total demir miktarı 4-5 gram arasında olmasına karşın bunun 700 mg kadarı karaciğerdedir. Günlük demir gereksinimi oldukça azdır. Vücuttan dışkı, idrar ve terle atılan demir miktarı ise sadece 1 mg civarındadır.

Fazlası karaciğer, kemik iliği ve dalakda toplanır. Demirin büyük miktarının sindirilmesi sonucu hemokromatozis olarak bilinen (normal düzenleyici mekanizmasının etkisiz işlemi) demir birikiminden dolayı dokuya zararlı durum ortaya çıkmaktadır (59, 60, 61).

2.10.3. Mikrobiyolojik Parametreler

Sağlık açısından önem taşıyan suların mikrobiyolojik özelliği, suların biyolojik kalitesinin bir göstergesidir. Dünyanın birçok ülkesinde mikrobiyolojik kirlilik kaynaklı hastalık salgınları, can kayıplarıyla sonuçlanan önemli hastalıklara neden olmayı sürdürmektedir. Bebek ölüm nedenleri arasında su ile bulaşan hastalıklar önemli bir yer tutmaktadır. Bu nedenle, sağlık açısından güvende olmak için sulara insan ve hayvan dışkısıyla idrarı karışmamalıdır. Ayrıca suların içerisinde insanda hastalık yapıcı hiçbir bakterinin bulunmaması gerekmektedir. Pek çok mikroorganizma suda çözülmüş halde bulunan maddeleri tüketerek canlılığını sürdürebilir ve hızla çoğalabilir. Bu mikroorganizmaların bir kısmı hastalık yapıcıdır. Tifo, kolera gibi çok ciddi hastalıkların salgınlarına yol açabilir. Bu nedenle içtiğimiz su, belli aralıklarla kirliliğe dair gösterge (indikatör) olan organizmaların bulunup bulunmadığını analiz eden testlerden geçirilmelidir.

Doğal su kaynakları mikrobiyolojik kirliliğe açıktır. Sudaki mikrobiyolojik tehlikeler çeşitlilik göstermektedir. Ancak çoğunlukla, mikrobiyolojik tehlikeler insan ya da hayvan dışkı kaynaklıdır. Suda en çok karşılaşılan kirlenme kaynağı ise insan dışkısıdır. İnsan ve hayvan dışkısı birçok hastalık nedeni olan bakterinin,

virüsün, protozoa ve parazitlerin kaynağı olabilir. Bu nedenle, sudaki dışkı kaynaklı mikropların varlığı insan sağlığı açısından en önemli göstergelerdendir.

2.10.3.1. E.coli

Sularda E.coli bulunması suyun insan veya hayvan dışkısıyla kirlendiği anlamına gelmektedir. E. coli cinslerinin çoğu hastalık yapıcı değildir. Ancak bazı E. coli tipleri (örneğin, O157:H7, O104:H4 serotipleri) ölüme kadar gidebilecek ciddi hastalıklara neden olabilmektedir (57, 62).

Koliform grubu üyesi olan ve koli basili olarak da bilinen E. coli, memeli hayvanların kalın bağırsağında yaşayan bakteri türlerinden biridir ve kirliliğin en doğrudan göstergesi sayılır. Bazı türleri, bağırsak hücrelerine girerek sıcağa dayanıklı veya dayanıksız bir takım zehirli salgılar salabilir (63). E. coli su güvenliği kontrolünde çok önemli olmasına rağmen, yokluğu tek başına temizlik göstergesi değildir.

2.10.3.2. Clostridium Perfringens

C. perfringens, E. coli'ye oranla dışkıda çok düşük oranda bulunur. C. perfringensin esas kaynağı dışkı değildir. C. perfringens doğada sıklıkla saptanabilen bir mikroorganizmadır. Clostridium perfringens'in sporları suda diğer mikroorganizmalardan daha uzun süre canlı kalabilirler ve dezenfeksiyona son derece dirençlidirler. Uzun süre canlı kalabilmeleri nedeni ile aralıklı ve uzak mesafeden kaynaklanan kontaminasyonun en önemli göstergeleridir (64).

2.10.3.3. Koliform bakteri

Olağan koşullarda suların kirliliği, gösterge bir mikroorganizmanın varlığı gösterilerek değerlendirilmektedir. Söz konusu mikroorganizma için bazı koşullar aranmaktadır. Bu koşullar (21, 39, 65);

- a)Bütün sulara uygulanabilmeli
- b)Patojenler varsa o da her zaman olmalı

- c)Patojenlerin olmaması durumunda o da olmamalı
- d)Karmaşıklığa ve karışıklığa yer vermeksizin kolayca belirlenebilmeli
- e)Laboratuvarda çalışanların güvenliği açısından kendisi patojen olmamalıdır.

Koliform basiller bu koşulları sağladığından çoğu kez patojen göstergesi olarak kullanılmaktadırlar. Çevrede yaygın olarak bulunan toplam koliform bakterinin kaynağı, arıtılmamış ham sular ve yer altı sularının karışması, yosun üremesi, toprak, böcekler, insan ve hayvan dışkıdır. Şebekede bulunan tipik koliformlar: *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterobacter cloacae* ve *Citrobacter freundii*'dir. Koliformların çoğu hastalık yapıcı olmamakla birlikte, dışkıda bulunabilecek olası hastalık yapıcı etkenlerin göstergesidir (66, 67).

Koliform bakterilerin büyüme sıcaklığına yakın olunan yaz aylarında, şebeke sistemlerinin bütünlükleri korunsa dahi, hatta dezenfektan kalıntısı sağlansa bile şebekede oluşan biyofilmler koliform bakterilerin üremesini destekler (68,69). Koliform bakteriler fermentasyon veya membran filtre tekniği ile gösterilir (70).

2.10.3.4. Pseudomonas Aeruginosa

Arıtılmış içme suları zaman zaman Gram negatif ve Gram pozitif bakterilerin karışımını içerebilmektedir. Dezenfektan kalıntısının olmaması durumunda Gram negatif bakteriler Gram pozitif bakterileri bastırarak baskın bakteri topluluğunu oluştururlar. Bu topluluk arasından *P.aeruginosa* halk sağlığı açısından önemli bir bakteridir. *P. Aeruginosa* şebeke sistemlerinde biyofilme kolayca üreyebilen fırsatçı bir mini canlıdır. Evlerde kurulan karbon filtrelerde ürediği belirlenmiştir (71, 72).

P.aeruginosa özellikle yüzme havuzları ve kaplıcalarda sorun yaratmakta, deri enfeksiyonlarına neden olabilmektedir. *Paeruginosa*'nın sularda bulunuşuyla hastalık arasında ilişkiyi gösteren az sayıda çalışma vardır. Bir hastanede, *Psödomonas* enfeksiyonu olan 17 hastadaki etkenin genotipiyle musluk suyundaki etkenin genotipi aynı bulunmuştur (73).

Genel olarak heterotropik plak sayımındaki bakteriler önemli sorun yaratmazken, hastane enfeksiyonları açısından dikkatli olunması gerekmektedir (74, 75).

2.11. Su Kaynaklı Hastalıklar

Birleşmiş Milletler kayıtlarına göre, sağlıklı ve güvenli su sağlanamamasından dolayı dünyada her yıl çoğu çocuk ve yaşlı olmak üzere milyonlarca insan hayatını kaybetmektedir. Suyla bulaşan hastalıklardan korunma sağlanabildiği takdirde, dünyada pek çok sorunun önüne geçilebilecektir.

Dünyada su nedenli hastalıkların en sık olanı % 39 ile ishalli hastalıklardır. Buna ek olarak yetersiz beslenme sonucu bağışıklık sistemi zayıflığı nedeniyle su ilişkin hastalıklardan etkilenmenin %21 olduğu ifade edilmektedir. Sıtma da %14 ile bu başlık altında bulunan bir diğer önemli sağlık sorunudur (76).

Suyun sağlıklı ve güvenli olmadığı, suyun organik (benzen, akrilamid, vb.) ya da inorganik (arsenik, kurşun, nitrat, vb.) maddeler, lağım sızıntıları, insan ve hayvan dışkıyla kirlendiği durumlarda ortaya çıkan hastalıklar kısa, orta ve uzun vadede görülebilmektedir. Mikroorganizmalar akut bağırsak enfeksiyonu, salmonella enfeksiyonu, dizanteri, şigellosis, giardiyazis, hepatit gibi hastalıklara neden olurlar (42).

Su ile ilişkili hastalıklar genellikle dörde ayrılarak incelenmektedir (77,78,79).

2.11.1. Su bulaşık hastalıklar

Suya, dışkı ve idrar karışması sonucu oluşan dışkı-ağız yoluyla bulaşma özelliğine sahip hastalıklarla, sudaki zehirli maddelerin yol açtığı hastalıklardır. Suyla yıkanan ya da su karıştırılan yiyeceklerle de bulaşır. Kolera ve diğer ishalli hastalıklar, tifo, çocuk felci, yuvarlak solucanlar ve kıl kurdu, ağır metal etkilenimleri örnek verilebilir (80). Su değdi hastalıklar su bulaşık hastalıklar grubuna sokulabilir. Bu hastalıklar kirli suyun deriye, göze sürülmesi ya da değmesine bağlı olarak ortaya çıkan hastalıklardır (2, 81).

2.11.2. Sudan gelen hastalıklar

İçinde asalak bulunan suyun içilmesi ya da genellikle yaralı deriden geçmesi nedeniyle ortaya çıkan hastalıklardır. Şistozomiyazis ve gine kurdu gibi hastalıklar örnek verilebilir (2, 82).

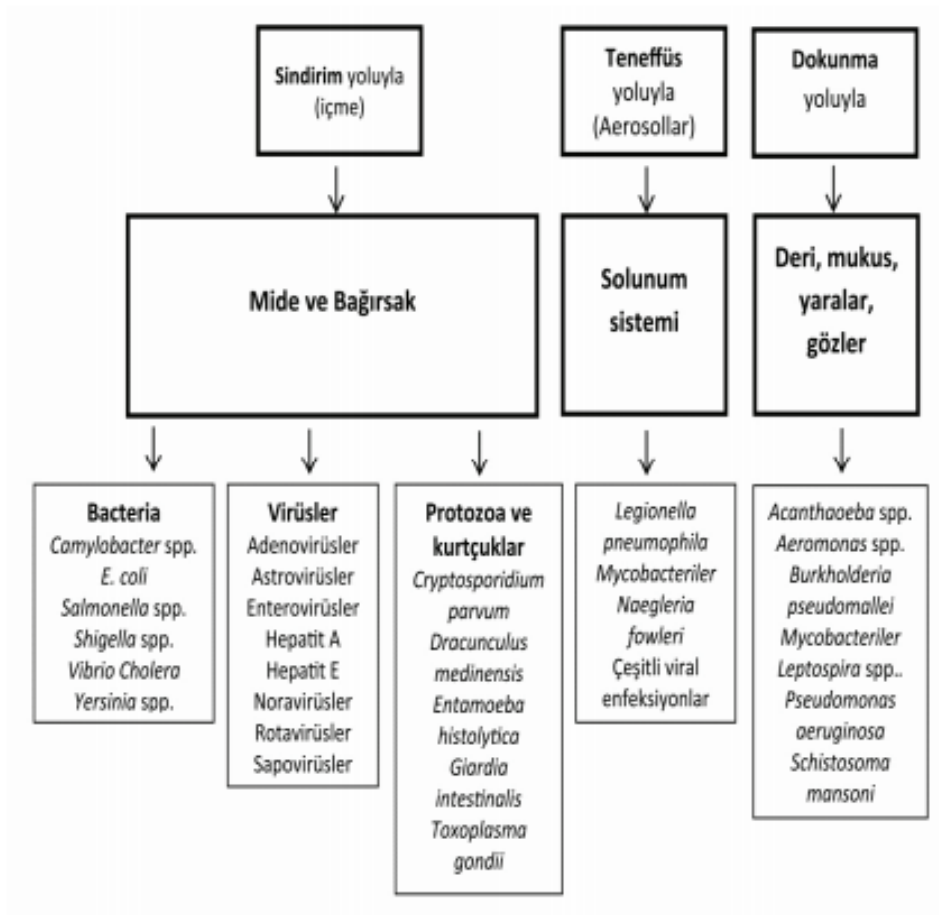
2.11.3. Su ile ilgili hastalıklar

Suda ya da su yakınlarında üreyen sivrisinek gibi böceklerle taşınan hastalıklardır (2, 83).

2.11.4. Su kirliliğinin neden olduğu hastalıklar

Su yetersizliği nedeniyle kişisel temizlik uygulamalarının yetersiz olmasının yol açtığı hastalıklardır (2, 80).

Tablo4: Su kaynaklı hastalık yapan mikroorganizmalar ve bulaşma yolları(85).



2.12. İçme Suyundaki Mikrobiyolojik Riskler

Su kaynaklarında yaygın olarak bulunan mikroorganizmalar; hastalık yapıcı bakteriler, toksik siyanobakteriler, virüsler ve parazitler (protozoa ve kurtçuklar [helmintler]) olarak listelenebilir.

2.12.1. Siyanobakteriler

Siyanobakteriler su birikintileri ve göller gibi durgun sularda sıklıkla rastlanan, değişen etkide toksinler üreten bakterilerdir. Siyanobakteriler hastalık yapıcı bakteriler gibi insan vücudunda gelişip enfeksiyona neden olmazlar. Meydana getirdikleri hastalıkları ürettikleri nörotoksinler, hepatoksinler ve inflamatuvar ajanlar gibi toksinler yoluyla yaparlar. Siyanobakteriler toksinlerinin neden olduğu hastalıklar geniş bir yelpazeye sahiptir; tümör oluşturma, karaciğer yetmezliği ve nörolojik bozukluklara yol açabilirler. Akut semptomları; gastrointestinal rahatsızlıklar, deride, gözde, boğazda ve kulakta kızarıklıklardır.

2.12.2. Parazitler

Protozoa ve kurtçuklar (helmintler), insanlardaki en yaygın hastalık kaynaklarından. Su, bu parazitlerin transferinde önemli bir rol oynar. Kimyasal ve fiziksel arıtma işlemlerine nispeten dayanıklı sistler (cysts) ve yumurta ürettikleri için yüksek risk oluştururlar. Farklı cinsleri farklı şiddette hastalıklara neden olur. En yaygın görülen protozoalardan bir tanesi *Cryptosporidium*'dur. Bu etken ishale yol açar, bazı durumlarda ise bulantı, kusma ve ateşe de neden olabilir. Bir diğer etken kurtçuklardır. Kurtçukların ana bulaşma kaynağı su olmamasına rağmen, *Dracunculus medinensis* (Guinea kurtçuğu) ve *Fasciola türleri* su yoluyla insanlara geçmektedir.

a.Cryptosporidium: Kanalizasyonlar ve hayvan atıkları ile yüzeysel su kütlelerine ve akarsulara ulaşan bir asalaktır. Bağışıklık sistemi zayıflamış insanlarda ağır ve öldürücü hastalık etkenidir. Bu etken göl, ırmak vb. su kütleleri ve akarsularda bulunabildiğinden bu sularda yüzülmesi, bu kaynaklardan sağlanan suyla sebze ve

meyvelerin yıkanmasıyla da vücuda girebilmektedir. Kaynatma bu etkenin ortadan kaldırılması için etkili bir yöntemdir (42).

b.Giardiasis: Giardia enfeksiyonları dünyanın her bölgesinde ve tüm yaş gruplarında görülebilmekle birlikte çocuklarda daha sık rastlanmaktadır (86). Kanalizasyon akıntıları ve hayvan atıkları ile su kütlelerine ve akarsulara ulaşan bir asalaktır. İshal, kusma, kramp biçimindeki karın ağrısıyla belirgin bağırsak enfeksiyonuna yol açar (42).

c.Amipli Dizanteri (Amebiyaz): Entamoeba histolytica'nın neden olduğu kolittir. Amip; dünyadaki en yaygın barsak parazitlerindedir. En önemli kaynak, hasta olmadıkları halde bağırsaklarında amip taşıyan (portör) insanlardır. Enfeksiyonun yayılmasında ilk kaynak sulardır, marul, maydonoz gibi sebzeler de sık kontamine olurlar. Ağız yoluyla alındığında, etkili olur. Protozoa bağırsak çeperinde delik açar ve bazı durumlarda bağırsakta çatlamaya neden olur. Klora direnci yüksektir. Hayvansal kaynağı bulunmaz. Suda orta derecede dayanıklıdır (64).

d.Enterobius vermicularis (Kıl kurdu): İnsanlardaki en yaygın parazittir. İç çamaşırı giyme oranı düşük toplumlarda ve ilkokul çocukları arasında daha yaygındır.

Kıl kurdu birkaç ay ile birkaç yıl arasında yaşayabilir. Ağız yoluyla; özellikle kirliliği içme suları ile alınan yumurtalar ince barsakta açılır, dışarı çıkan larvalar çekumda olgunlaşır, barsak mukozasına yapışarak, kan ve organik maddelerle beslenirler. En fazla dikkat çeken bulgu, geceleri anüs çevresindeki kaşıntıdır. Ayrıca; burun kaşıntısı, dış gıcırdatma, uyku düzensizlikleri ve kâbus görme de bulunur. Yüzme havuzlarındaki klor düzeyi, yumurtaların ölmesi için yeterli değildir. Kuru ve sıcak ortamlar yumurtalar için öldürücüdür (87).

Bu parazitlerden korunmak için; şüpheli sular içilmemeli, içme amaçlı sular kaynatılmalı, iyi yıkandığı şüpheli salatalar, ıspanak vb. az pişmiş-pişmemiş et yenmemelidir. Çocukların toprakla oynadığında ellerini ağızlarına götürmeleri engellenmeli, tuvalet temizliğinde anüse dokunulmamalı, sadece tuvalet kağıdıyla temizlik yapılmalı, bu uygulama çocuklara da öğretilmelidir. Tırnaklar kısa tutulmalıdır. Musluklarla fazla temastan kaçınılmalı, toplu yerlerde de, evlerde de mümkün olduğunca az dokunulan tipte musluklar ve sabunluklar ve sıvı sabun tercih edilmelidir (88).

e. Ascaris lumbricoides (Bağırsak solucanı): Dünyada ve ülkemizde ikinci sıklıkta görülen bağırsak parazitidir. Yaşam süresi bir yıldır. Dünyada ~ 1milyar kişi bu parazitte enfekte olup, her yıl 60 bin kişinin ölümüne yol açmaktadır. Okul öncesi ve okul çocuklarında daha sıktır. Esas konakçısı insandır. Yumurtalar; insan dışkı ile kontamine toprakta ve kirli sularla yıkanmış sebzelerde bulunur. Ascaris yumurtaları, toprakta 22 C’de üç hafta, 5-10 C’de iki yıl kadar canlılıklarını korurlar ve nemli ortamda iki hafta içinde enfektif hale gelirler. Bulaşma; içinde larva bulunan yumurtaların oral yolla alınmasıyla olur. Kuluçka süresi 70 gündür. Karın ağrısı, bulantı-kusma, kabızlık ya da ishal yanında; burun kaşınması, diş gıcırdaması ve ağızdan salya akması; ayrıca ürtiker, ateş, terleme ve gece korkuları bulunabilir (87).

2.12.3. Virüsler

Suda tehdit oluşturabilecek virüslerin bazıları enterovirüsler, astrovirüsler, enterik adenovirüsler, orthoreovirüsler, rotavirüsler, calicivirüsler, hepatit A ve E virüsleri olarak listelenebilir. Bunlar yapı, içerik, hastalık oluşturma yöntemi, ve hastalık şiddeti açısından yaygın çeşitlilik gösterir. Ölümcül nitelendirilebilecek hastalıklara neden olabilir.

Hepatit A ve E; fekal-oral yolla yayılır. Çoğunlukla insan dışkı ile kontamine olmuş sularla ve insandan insana bulaşır. Uygun alt yapı ve hijyen koşulları olmayan yerlerde, çiğ yenen sebze ve meyveler, bazen süt ve süt ürünleri ile kabuklu deniz hayvanları, bulaştırmada rol oynayan diğer kaynaklardır.

a. Hepatit A virüsü; Hepatit A virüsü fekal-oral yolla bulaşan ve enfeksiyonları çok yaygın olan bir virüstür. Hepatit A virüsünün en önemli rezervuarı insandır (89, 90). Virüs belirtilerin ortaya çıkışından kabaca iki hafta önce dışkıda belirdiği için hastaların karantinaya alınması etkisizdir. Çocuklar en sık enfekte olan grup olup yaz kampları veya yatılı okul gibi özel yaşama koşullarında salgınlar patlak vermektedir (91). Genellikle gelişmekte olan ülkelerde ki çocuk yaş grubunu enfekte eder. Hastalık; 15-45 günlük kuluçka süresinin ardından, ateş, halsizlik, iştahsızlık, bulantı ve karın ağrısı belirtileri ile kendini gösterir. Birkaç gün sonra sarılık ortaya çıkar. Genelde ilk dikkat çekici bulgu, idrar renginin koyulaşmasıdır. İdrar, “az su içen normal insanlardaki gibi” koyu sarı/çay

rengindedir. Göz akları ve dilaltı sararır; en son cilt sararır (87). Hastalık 1-2 haftadan birkaç aya kadar sürebilir. Ülkemizde çocuklar arasında çok yaygındır.

b.Hepatit E virüsü: Klinik olarak hepatit A virüsüne benzerse de gebelerde yüksek mortalite hızı göstermesiyle farklılaşır. Kronik karaciğer hastalığı görülmez ve uzun süre taşıyıcılık hali yoktur (91). Hepatit E, hepatit E virusunun yol açtığı ve genellikle akut bir enfeksiyonla başlayan ciddi bir karaciğer hastalığıdır. Dünyanın birçok yerinde sıklıkla rastlanılır. Bulaşma dışkı ile kirlenmiş su ve besinlerle olur. Salgınlar, suya kanalizasyon karışması sonucu ya da uygun temizlik ve arıtma koşulları sağlanamayan yerleşimlerde kontamine su ile gerçekleşir. Hepatit E'nin aşısı yoktur. Hepatit E, gelişmekte olan ülkelerde daha sıktır. Asya, Orta Doğu, Afrika ve Orta Amerika ülkelerinde salgınlar bildirilmiştir. Bunlardan bazıları çok kısa sürelerde onbinlerce insanı etkilemişlerdir. Kalabalık mülteci kampları ya da doğal afetler sonucu insanların yoğun olarak sığındığı geçici kamplarda yaşayan insanlar özellikle risk altındadırlar (92).

c.Rotavirüs: Küçük çocuklarda gastroenteritin en sık rastlanan nedenidir. Dışkı-ağız yoluyla bulaşır. Enfeksiyon tüm dünyada görülür ve 6 yaşındaki çocukların çoğu en azından bir serotipe karşı antikorlara sahiptir. Rotavirüs enfeksiyonu bulantı, kusma, ve sulu kansız ishale karakterizedir (91). Rotavirüsler, dezenfektanlara ve sabunlara görece dirençli olup klor ve klor dioksit içeren bileşiklere duyarlıdırlar. Mide asidi karşısında kolayca inaktive olurlar. Sularda, havuzlarda, eller ve eşyaların üzerinde uzun süre yaşayabildiklerinden dolayı salgınlar oluşturabilirler (86).

d.Adenovirüs: Adenovirüsler çeşitli mekanizmalar ile bulaşabilirler. Bulaş aerosol damlacıkları, dışkı-ağız yolu, parmaklarla konjonktivaya doğrudan ekim şeklinde olabilmektedir. Küçük çocuklar ve ailelerinde dışkı-ağız yolu en sık görülen bulaşma şeklidir. Adenovirüsler üst solunum yolu enfeksiyonu, faranjit, faringokonjonktival ateş, bronşit, atipik pnömoni, hemorojik sistit yaparlar. Adenovirüs enfeksiyonlarının çoğu kendiliğinden geçer (91).

e.Norwalk virüsü: Nörovirüs olarak da bilinir. Erişkinlerde görülen viral gastroenteritin dünya ölçeğinde en sık rastlanan nedenlerinden bir tanesidir. Norwalk virüsü dışkı-ağız yoluyla bulaşır ve çoğunlukla kirli deniz mahsulleri ve su ile bulaşması söz konusudur. Salgınlar çoğunlukla mavi yolculuk, okul, kamp, hastane

ve yuva gibi yerlerde bulunan insan gruplarında görülür. Hastalık subfebril ateş ve karında krampların eşlik ettiği ani başlayan ishal ve kusma ile karakterizedir. Hastalık tipik olarak birkaç gün sürer ve uzamış bir enfeksiyonun görüldüğü immün zorluklu olgular dışında uzun erimli bir sekel bırakmaz (91).

2.12.4. Hastalık yapıcı bakteriler

a. Vibrio cholera: Kolera, insanlara su ve besinlerle sindirim kanalından bulaşan, kusma ile başlayıp, şiddetli ishal ile seyreden bir ince bağırsak enfeksiyonudur. Dünya Sağlık Örgütü 2000 yılında 140.000 vaka ve 5000 ölüm rapor etmiş olup bu olguların %87'si Afrika kıtasındandır. İnsandan insana, hasta veya portör dışkıları ile enfekte olmuş içecek ya da yiyeceklerle bulaşır. Kontamine çiğ yenen sebze ve meyveler, midye ve istiridye gibi deniz ürünleri ile içme ve kullanma suları hastalığın yayılmasında önemli rol oynarlar. Kuluçka dönemi birkaç saat ile 7 gün arasında değişmekte olup ortalama 2-3 gündür. Hastalık tablosunun oluşumundan, vibrioların salgıladığı bir enterotoksin (kolerajenik toksin) sorumludur. Kişiler sıhhatte iken, boşalır gibi bir kusma, karın ağrısı ve boşalır gibi ishal ortaya çıkar. Hasta tuvalete gitmeye fırsat bulamaz. Zamanla kusmuk ve dışkının miktarı artar, renkleri açılır ve pirinç yıkantı suyu görünümünü alırlar. Hastalar günde 8-10, hatta 15 litre sıvı kaybedebilir. Kusmalar nedeniyle ağızdan sıvı ve katı besin almak imkânsızlaşır. Bu durumdaki hastalara damar yolu açılarak derhal elektrolitli sıvı uygulanması gerekir (86).

b. Salmonella spp: Salmonella 2500'den fazla bilinen serotipi bulunan bir enterik bakteri türüdür. Mide ve bağırsak iltihabı, sepsisemi veya tifoya (S. Tifo) neden olabilecek serotipleri vardır. Su kaynaklı tifo salgınlarının devasa boyutlarda sonuçlara neden olabılırken, tifo yapmayan serotiplerin su kaynaklı olarak ciddi salgınlara neden olmadığı gözlemlenmiştir. Salmonella'lar insanlarda gastroenterit, sistemik enfeksiyon ve lokalize enfeksiyonlar yapan ülkemizde epidemilere yol açabilen mikroorganizmalardır. Özellikle S. typhi dışı serotipler ile oluşan enfeksiyonlar enfekte hayvanlar ve bunların ürünleri ile bulaştığı için bu açıdan gelişmiş ülkeler de dahil tüm dünyada sık görülen önemli mortalite ve morbidite nedeni olan hastalıklardır (93, 94, 95).

c. Campylobacter spp: Campylobacter türü akut mide ve bağırsak iltihabının dünya çapında en önemli nedenlerindedir. Campylobacter jejuni en sık karşılaşılan klinik izole cinsidir. C. jejuni'nin rezervuarı kuş türleri, sığır, kedi ve köpeklerdir (96,97). Satılan tavuk etleri, koyun ve sığır etleri sıklıkla kontaminedir (98). Enfekte hayvan dışkısında ve hayvan ürünlerinde bakteri dört hafta canlı kalabilir. Sular bu şekilde enfekte olur. Sularda birkaç gün, sütte birkaç hafta, 4°C'deki su ve sütte uzun süre canlı kalır fakat çoğalamazlar (97). Enfekte su ve süt kaynaklı birçok salgın bildirilmiştir (99, 100). Pastörizasyon ve pişirme C. jejuniyi etkisiz hale getirir. Araştırmaların sonuçlarına göre geçiş fekal-oral yolla olmaktadır. Kontamine yiyecek, içecek, enfekte hayvan ve insan gaitası kaynak teşkil etmektedir (96, 97). İnsandan insana geçiş özellikle gaita kontrolü olmayan küçük çocuklar arasında olmaktadır (96).

d. Shigella spp: Shigella spp. ciddi dizanteri gibi bağırsak hastalıklarına neden olabilen bir bakteri türüdür. Her yıl dünya çapından yaklaşık 2 milyon dizanteri vakası görülürken, bunlardan 600 bini ölümlle sonuçlanır. Hastalık çoğunlukla 10 yaş altı çocukları hedef alır. 10 ile 100 arası bakteri sindirimi hastalığının oluşması için yeterlidir. Su, bu hastalığın yayılımında da önemli bir noktadadır. Literatüre geçmiş bir seri büyük su kaynaklı dizanteri vakası vardır. Çoğunlukla fekal kontaminasyon ile suya bulaşırlar, bu nedenle E. coli bu bakterilerin varlığı adına iyi bir indikatördür.

e. Francisella Tularensis ve Pasteurella Tularensis: Tularemia adı verilen hastalığa neden olur. Tularemide etken kan dolaşımına deri sıyrıkları ve mukozalar yoluyla girer. Üşüme, ateş, lenf düğümlerinde şişme ve halsizlik gibi belirtiler ortaya çıkar. Hastalık; dışkı, idrar ve hasta hayvan ölümlerinin su kaynaklarını kirletmesi sonucu yayılır. Suda yaşama süreleri düşük sıcaklıklarda uzar (64).

f. Legionella: Lejyoner hastalığına neden olan bakteri doğal çevrede yaygın olarak mevcuttur; göller, nehirler, dere, çay vb. akarsular gibi yüzey sularının, termal su banyoları ve çamurların normal florasında bulunur. Doğadaki sulardan şehir şebeke suyuna geçebildiğinden yapay su sistemlerinde; binaların su depolarında, air-conditioner sistem soğutma kulelerinde, bina su sisteminin durgun alanlarında, borulardaki biyofilm tabakasında yerleşip çoğalabilir. Musluklar ve duş başlıklarında çöken kireç katmanları içine yerleşebilir (101).

Bulaşma; kontamine suların çeşitli yollarla solunum sistemine girmesi ile gerçekleşir. En yaygın bulaşma yolu bakteri içeren aerosollerin solunmasıdır. İnsandan insana doğrudan bulaşma olmaz.

Lejyoner Hastalığından koruma Legionella'nın kolonize olduğu çevre kaynağını bulmak ve yok etmektir. Hastanelerde yılda bir kez en az en uç noktadan ve tüm sıcak su depolarından alınan örnekler test edilmelidir. Legionella kolonizasyonu saptandığında; su sıcaklığı 70-80 C'ye çıkarılıp musluklardan akıtılır, 2-6 ppm konsantrasyonda hiperklorinasyon yapılır (102).

Dünya Sağlık Örgütü raporunda yer alan su kaynaklı hastalık yapıcılar ve farklı kaynaklardaki gösterdikleri özellikler Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5: Su kaynaklı hastalık yapıcılar ve su kaynaklarındaki özellikleri (85)

Patojen	Sağlık Riski	Su Kaynaklarındaki Kalıcılığı*	Klor Direnci	İnfectivite*	Önemli hayvan kaynağı
Bakteri					
<i>Burkholderia pseudomallei</i>	Yüksek	Çoğalabilir	Düşük	Düşük	Hayır
<i>Campylobacter jejuni, C. coli</i>	Yüksek	Orta	Düşük	Orta	Evet
<i>Escherichia coli</i> – Patojenik	Yüksek	Orta	Düşük	Düşük	Evet
<i>E. coli</i> – Enterohaemorrhagic	Yüksek	Orta	Düşük	Yüksek	Evet
<i>Legionella</i> spp.	Yüksek	Çoğalabilir	Düşük	Orta	Hayır
Non-tuberculous <i>Mycobacteria</i>	Düşük	Çoğalabilir	Yüksek	Düşük	Hayır
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Orta	Çoğalabilir	Orta	Düşük	Hayır
<i>Salmonella</i> Tifi	Yüksek	Orta	Düşük	Düşük	Hayır
Other <i>Salmonella</i>	Yüksek	Çoğalabilir	Düşük	Düşük	Evet
<i>Shigella</i> spp.	Yüksek	Kısa	Düşük	Yüksek	Hayır
<i>Vibrio cholerae</i>	Yüksek	Kıtsadan uzuna	Düşük	Düşük	Hayır
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Orta	Uzun	Düşük	Düşük	Evet
Virüsler					
Adenovirüsler	Orta	Uzun	Orta	Yüksek	Hayır
Enterovirüsler	Yüksek	Uzun	Orta	Yüksek	Hayır
Astrovirüsler	Orta	Uzun	Orta	Yüksek	Hayır
Hepatit A virüsü	Yüksek	Uzun	Orta	Yüksek	Hayır
Hepatit E virüsü	Yüksek	Uzun	Orta	Yüksek	Potensiyel
Norovirüsler	Yüksek	Uzun	Orta	Yüksek	Potensiyel
Sapovirüsler	Yüksek	Uzun	Orta	Yüksek	Potensiyel
Rotavirüsler	Yüksek	Uzun	Orta	Yüksek	Hayır
Protozoa					
<i>Acanthamoeba</i> spp.	Yüksek	Çoğalabilir	Düşük	Yüksek	Hayır
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Yüksek	Uzun	Yüksek	Yüksek	Evet
<i>Cyclospora cayentanensis</i>	Yüksek	Uzun	Yüksek	Yüksek	Hayır
<i>Entamoeba histolytica</i>	Yüksek	Orta	Yüksek	Yüksek	Hayır
<i>Giardia intestinalis</i>	Yüksek	Orta	Yüksek	Yüksek	Evet
<i>Naegleria fowleri</i>	Yüksek	Çoğalabilir	Düşük	Orta	Hayır
<i>Toxoplasma gondii</i>	Yüksek	Uzun	Yüksek	Yüksek	Evet
Helmintler					
<i>Dracunculus medinensis</i>	Yüksek	Orta	Orta	Yüksek	Hayır
<i>Schistosoma</i> spp.	Yüksek	Kısa	Orta	Yüksek	Evet

* Sudaki infective periodun uzunluğu: kısa, 1 haftaya kadar; orta, 1 hafta ile 1 ay arası; uzun, 1 aydan uzun.

** Gönüllü insan ve hayvanlar üzerinde yapılmış çalışmalardan elde edilen sonuçlar. Infectivite doz: 1-10² arası yüksek, 10²-10⁴ orta, 10⁴ den fazla düşük

2.13. Doğal Su Kaynaklarının Mikrobiyolojik Yükleri

İçme suyu kaynakları doğal olarak mikrobiyolojik tehditlere açıktır. Kaynaklardaki hastalık yapıcı ve gösterge organizma yoğunluğu; su kaynağının bulunduğu alandaki insan ve endüstriyel aktivite, kaynağın cinsi ile kaynağın yer aldığı alanın fiziksel konumu gibi birçok nedenden etkilenebilir.

Literatürde bulunan farklı kaynaklarda yapılan çalışmalardan alınan Dünya Sağlık Örgütü raporunda yer alan mikrobiyolojik yükler aşağıdaki Tablo 6’da özetlenmiştir.

Tablo 6: Literatürdeki farklı su kaynaklarındaki enterik patojen(bağırsak kökenli hastalık yapıcılar) ve fekal gösterge konsantrasyonları (1/L) (85)

Hastalık yapıcı ya da gösterge grubu	Göller ve rezervuarlar	Yerleşime yakın akarsular	Doğadaki akarsular	Yer altı suları
Campylobacter	20-500	90-2500	0-1100	0-10
Salmonella	-	3-58000	1-4	-
E. coli	10 ⁴ - 10 ⁶	3x10 ⁴ -10 ⁶	6x10 ³ -3x10 ⁴	0-1000
Virusler	1-10	30-60	0-3	0-2
Cryptosporidium	4-290	2-480	2-240	0-1
Giardia	2-30	1-470	1-2	0-1

2.14. İçme Ve Kullanma Sularının Dezenfeksiyonu

İçme-kullanma sularının en vazgeçilmez özelliği “hastalık yapan mikroorganizmaları” içermemesidir. Sulara karışabilecek hastalık yapan mikroorganizmaların yok edilmesi işlemine dezenfeksiyon denir. Bu nedenle dezenfeksiyon su arıtımının en önemli aşamasıdır.

Günümüzde içme ve kullanma sularının dezenfeksiyonunda farklı dezenfektanlar kullanılabilir. Su dezenfeksiyonunda kullanılacak dezenfektanın sahip olması gereken temel özellikler aşağıda verilmiştir;

- Sürekliliği sağlanabilmeli, kolay uygulanabilmeli ve çabuk sonuç vermeli
- Ucuz olmalı

- Uzun dönemde zehirli/toksik etkisi olmamalı
- Yöntemin fiziksel ve kimyasal kirletici etkisi olmamalı
- Toplum bireyleri tarafından kabul edilebilmeli
- Suların renk, tat gibi özelliklerini bozmamalı
- Hastalık yapıcı etkenleri bütünüyle öldürüp yok etmelidir

Günümüzde topluma sunulan içme ve kullanma sularının dezenfeksiyonunda farklı dezenfektanlar kullanılabilir. Bunların en önemlileri aşağıda verilmiştir.

a) Kimyasal dezenfektanlar

1. Klor
2. Kloramin
3. Ozon
4. Klordioksit
5. $KMnO_4$
6. İyot
7. Ag
8. Sodyum dicloraisocyanurate

b) Fiziksel dezenfektanlar

1. UV
2. Isıtma.

2.15. İçme Ve Kullanma Suların Dezenfeksiyonunda Önemli Noktalar

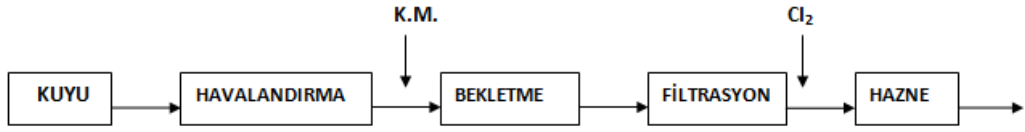
Su arıtımının en önemli aşaması dezenfeksiyon olmakla birlikte mikrobiyolojik kirliliğin önlenmesi açısından diğer aşamalar da çok önemlidir. Çünkü su arıtımı bir bütündür ve her su kaynağı için çeşitli özelliklerine göre farklı bir arıtım modeli geliştirilmelidir.

Aşağıdaki sıralanan özellikler suların dezenfeksiyonu için dezenfektan madde seçimi ve uygulamasında çok önemli yer tutar.

1-Su kaynağının tipi: Genelde su kaynakları yer altı ve yer üstü olmak üzere iki grupta sınıflandırılır. Dezenfeksiyon yönteminin seçiminde su kaynağının tipi çok önemlidir.

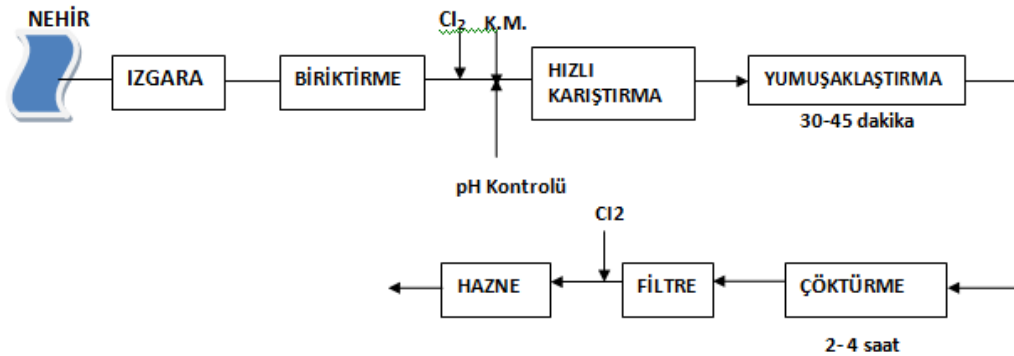
1. Genel olarak yer altı suları bulanıklığı az, su kalitesinin çok fazla değişim göstermediği, ancak yüksek oranda çözülmüş madde içerebilen sulardır. Yer altı sularının arıtımı genel olarak daha kolaydır. Havalandırma, filtrasyon ve son dezenfeksiyon aşamaları genel olarak yeterlidir. Sertliği yüksekse yumuşatma gerekebilir.

Şekil 3: Yer altı suları için kullanılabilir bir arıtma ünitesi örneği olarak verilmiştir (103).



2. Yüzeysel sular bulanıklığı fazla, su kalitesi zamanla önemli değişim gösterebilen sulardır. Tat ve koku problemi yüzeysel sularda daha fazladır. Daha önemlisi mikrobiyolojik kontaminasyon riski yüksektir. Bu nedenle yüzeysel suların dezenfeksiyonunda daha dikkatli olunmalıdır. Yüzeysel suların arıtımı genel olarak daha kapsamlıdır. Genelde iki aşamalı filtrasyon ve iki aşamalı (ön ve son) dezenfeksiyon gerektirir (103). Primer dezenfeksiyon genellikle sedimentasyon ya da filtrasyon öncesinde yapılır. İkincil dezenfeksiyon ise su arıtımının son noktasında yapılır. İkincil dezenfeksiyonun amacı boru hattında koruma sağlayarak olası kontaminasyonlarda su güvenliğini (mikrobiyal üremenin önlenmesi) sağlamaktır. Klor ve kloraminler ikincil dezenfeksiyonda kullanılan etkili dezenfektanlardır.

Şekil 4: Yüzeysel sular için kullanılabilir bir arıtma ünitesi örneği (103).



2-Ana (ham su) kaynağın içeriği çok önemlidir. Suda dezenfektan madde ile reaksiyona girecek bileşikler olup olmaması ve bunların miktarı etkin bir dezenfeksiyon sağlama açısından çok önemlidir.

a) Su kaynağı yüksek düzeyde organik madde ya da Fe, Mn içeriyorsa bu maddeler dezenfektan madde ile okside olabileceğinden yeterli etkiyi sağlayabilmek için kullanılacak dezenfektanın dozu arttırılmalıdır.

b) Sudaki amonyak miktarı (amonyum konsantrasyonu): Özellikle klorla dezenfeksiyon yapılıyorsa çok önemlidir. Çünkü serbest klorun bir kısmı amonyakla birleşerek kloramin bileşikleri oluşturur. Serbest klorun azalması ve belirli seviyenin altına inmesi ise dezenfeksiyonu olumsuz etkiler. Bu durumda yeterli serbest klor düzeyine ulaşmak için daha fazla klorlama yapılmalıdır.

3-Suyun bulanıklığı: Bulanıklığı düşük düzeyde olan sularda dezenfeksiyon daha iyi sonuç verir. Suyun bulanıklığı fazla ise dezenfektanın dozu arttırılmalıdır. Suyun bulanık olması UV gibi bazı dezenfektanların kullanımını engeller.

4-Suyun pH'sı kullanılacak dezenfektanın miktarını ve dezenfeksiyonun başarısını önemli ölçüde etkiler. Ör suyun pH'ı yükseldikçe klorla dezenfeksiyonun etkinliği azalır.

5-Su sıcaklığı: sıcaklık yükseldikçe dezenfeksiyonun etkinliği artar.

6-Varolan (kullanılan) su arıtma sisteminin niteliği:

a. Arıtma sisteminde uygun çöktürme, yumaklaştırma ve filtrasyon sistemlerinin varlığında ham suda var olan mikroorganizmaların önemli bir kısmı (%60-90) azalır.

b. Özellikle içme suyu kaynağı olarak kullanılan yüzeysel suların arıtımında biriktirme/dinlendirme havuzu olması ve suyun dinlendirilmesi (10-20 gün) mikroorganizma sayısını azaltması ve oksijeni arttırması açısından çok önemlidir (103, 104).

c. Arıtma ünitesinin filtrasyon özellikle yavaş filtrasyon sistemi bulunması suyun çıkış kalitesini arttırmasının yanı sıra bakteriyolojik kalitesini olumlu etkiler. Yavaş kum filtrelerinin yüzeyinde oluşan biyofilm tabakası sudaki mikrobiyolojik kirliliğin

(bakteri) azalmasına neden olur. Yavaş kum filtreleri özellikle bakteriyolojik kirliliğin azaltılmasında çok etkilidir.

d. Arıtma sisteminin ultra filtrasyon ünitesinin varlığı özellikle protozoa ve virüslerin temizlenmesinde etkilidir (105).

7- İçme suyu şebekesinin durumu: Kullanılacak dezenfektan seçiminde şebekenin büyüklüğü, altyapının eskiliği vb durumlar göz önünde bulundurulmalıdır (103, 104).

a. Su şebekeleri kurulurken genellikle su temini yapılacak nüfus esas alınır. Küçük /orta ve büyük ölçekli nüfusa hizmet veren şebekelerin arıtma üniteleri ve kullanılacak su dezenfeksiyon yöntemleri farklılık gösterebilir. Bazı arıtma sistemlerinde tek dezenfeksiyon aşaması varken bazılarında iki noktada dezenfeksiyon vardır. Ön dezenfeksiyonda kullanılacak dezenfektanın kısa süreli etkili olması yeterlidir. Ancak son dezenfeksiyonda kullanılacak dezenfektanın kararlı olması yani uzun süreli etki göstererek şebekelerdeki olası kontaminasyona da koruyucu etkisinin olması gerekir.

b. Su kesintilerinin fazla olduğu, eski ve boru hattında kontaminasyon olasılığı yüksek olan şebekelerde dışarıdan mikroorganizmalarla kontaminasyon riski yüksektir. Bunun yanı sıra su depoları ve dağıtım borularının içerisinde de sıklıkla “biyofilm” olarak adlandırılan mikroorganizmalardan oluşan çok ince tabaka gelişebilir. Tüm bunlara karşı rezidüel koruması yüksek olan dezenfektanlar seçilmelidir. Kontaminasyon olasılığı yüksek olan şebekelere verilecek sularının dezenfeksiyonunda “kararlılığı” yüksek dezenfektanların (ör: kloramin) kullanılması daha yararlıdır.

8-Dezenfektanın temas süresi çok önemlidir. Yeterli temas süresi her dezenfektan için farklıdır. Etkin bir dezenfeksiyon için hangi tip dezenfektan kullanılırsa kullanılsın su ile kullanılan dezenfektan arasında yeterli temas süresi sağlanmalıdır. Örneğin serbest klorun 10 dakikada yapacağı etki için kloraminlerde 60-120 dk bekleme süresine gereksinim vardır.

9-Salgın durumu varsa elimine edilecek mikroorganizmanın özelliği: Su kaynaklı bir salgın varlığında olası etkene göre kullanılan dezenfektanın dozu

arttırılmalıdır ya da gerekiyorsa o etkene özel farklı bir dezenfektan seçilmelidir. Özellikle viral kökenli ve protozoalarla meydana gelen salgınlarda doz etkili olabilecek düzeye yükseltilmelidir.

10- İçme ve kullanma sularında kirlilik indikatörlerinin düzeyi: Su kaynaklarının dışkı ile kirlenip kirlenmediğini tayin etmek için aslında kendisi patojen olmayan koliform bakteriler indikatör organizma olarak kullanılır. Bu indikatör organizmaların tipik örnekleri Escherichia Coli ve fekal streptokoklardır, her ikisi de insan bağırsaklarında bulunurlar. Bu organizmaların içme suyunda kesinlikle bulunmamaları gerekir.

Özellikle büyük nüfuslara hizmet veren şebekelerde ve/ veya birden fazla kaynaktan beslenen şebekelerde kirlilik indikatörlerini takip ederek su dezenfeksiyonunu dinamik olarak ayarlayan otomatik dezenfeksiyon sistemleri (SCADA) geliştirilmiştir. İçme ve kullanma suyu şebekelerinde belirlenen noktalarda suyun basıncı, dezenfektanın düzeyi, pH, bulanıklık vb parametreleri anlık olarak ölçen ve değerlendiren ve otomatik olarak müdahale eden sistemlerdir. Bu sistemler anormal bir durumda (renk değişimi, bulanıklığın artması, pH yükselmesi, dezenfektan düzeyinin azalması vb.) bir yandan yöneticileri haberdar ederken diğer yandan o bölgedeki su sisteminin basıncını arttırarak ve sisteme verilen dezenfektan düzeyini arttırarak salgın vb. riski önlemektedirler. Bu tür sistemlerin işletiminde şebekeyi temsil eden noktaların seçimi önem taşımaktadır.

2.16. İçme ve Kullanma Sularının Dezenfeksiyonunda Kullanılan Dezenfektanlar

Dezenfeksiyonda kullanılan yöntemler Ozon, UV, Klor, Kloramin, Klordioksit, şeklinde sınıflandırılabilir. (Tablo 7). İçme ve kullanma sularının dezenfeksiyonunda kullanılacak pek çok yöntem olmasına rağmen en fazla tercih edilen yöntem klorlamadır. Klorlama ekonomik olması, kolay temin edilmesi ve boru hattındaki kirliliklere de etkili olmasından dolayı hem ülkemizde ve dünyada en çok tercih edilen dezenfektandır(104,107). Avrupa ülkelerinde en sık olarak klorla dezenfeksiyonun tercih edildiği görülmektedir (106).

Tablo 7: Dezenfektanların temel özelliklerinin karşılaştırılması (112)

Dezenfektanlar	Rezidüel koruma	Dezenfeksiyon yan ürünleri	Renk gidericiliği	Koku gidericiliği
Klor	İyi	Normal miktarda	İyi	İyi
Kloraminler	İyi	Az miktarda	Yok	Yetersiz
Klor dioksit	Yok	Normal miktarda	İyi	İyi
Ozon	Yok	Az miktarda	Mükemmel	Mükemmel
Ultraviyole	Yok	Yok	Yok	Yok

2.16.1. Klorla dezenfeksiyon

Klorlu bileşikler ile su dezenfeksiyonu ekonomik olması, kolay temin edilmesi ve boru hattındaki kirliliklere de etkili olmasından dolayı hem ülkemizde ve dünyada en çok tercih edilen dezenfektandır. (104, 107).

- Büyük çaplı şebekelerin dezenfeksiyonunda genellikle gaz klor kullanılır. Gaz klor havadan ağır ve toksik bir gazdır. Küçük çaplı tesislerde klor kaynağı olarak genelde sodyum hipoklorit (NaOCI) tercih edilir.

- Suyun sıcaklığı arttıkça, pH düştükçe klorla dezenfeksiyonun gücü artar.

-Suda amonyak bulunması halinde serbest klor sudaki amonyak ile birleşerek kloramin bileşikleri oluşturur. Suyun pH düzeyine göre mono/di/trikloramin bileşikleri oluşur. (Suyun pH'ı >7 ise monokloramin, pH'ı <3 ise trikloramin oluşur) Bu nedenle amonyak içeren sularda serbest klorun bir kısmı kloramin bileşiklerine dönüşeceğinden yeterli serbest klor düzeyi sağlamak için daha fazla klorlama gerekecektir.

- Sudaki bakiye serbest klor düzeyi ve temas süresi klorla dezenfeksiyonda en önemli iki öğedir. Etkin bir dezenfeksiyon için yeterli düzeyde serbest klorun yeterli sürede suyla temasının sağlanması gerekir.

• İçme ve kullanma sularının dezenfeksiyonu için serbest klorun en az 30 dakika suyla teması sağlanmalıdır.

• Suda bakiye klor 0,1-0,2 mg/l ise ve uygun temas süresinde bakterisit etki meydana gelir.

• Suda bakiye klor 0,3-0,5 mg/l ise ve uygun temas süresinde virüs etki meydana gelir.

• Klorla su dezenfeksiyonunda max. sınır değer 4 mg/l'dir (4 ppm).

Serbest klorun olumsuz yönü ise zamanla etkililiğinin azalmasıdır. Suda dezenfeksiyon sonrası tüketime kadar geçecek süre ne kadar uzarsa dezenfektan etkisi de o kadar azalacaktır. Örneğin HOCl'inin 24 saat sonra dezenfektan etkisi %50 azalır. 48 saat sonra dezenfektan etkisi %33'e düşer. Bu nedenle uzun süreli dezenfektan etki isteniyorsa (çok uzun su şebekesi hattının dezenfeksiyonu gibi) kararlılığı daha yüksek olan dezenfektanlar (ör: Kloramin) kullanılmalıdır.

- Su dağıtım şebekesi çok büyük ve kontaminasyon riski taşıyorsa (örneğin eski ise) klorun yanı sıra kloramin bileşikleri oluşturmak ek bir yarar sağlayacaktır. Bu nedenle suya amonyak ilave ederek monokloramin bileşikleri oluşumu sağlanabilir. Böylelikle şebekede uzun süreli dezenfektan etki sağlanmış olacaktır.

- Ham su fenol içeriyorsa klor ve fenol birleşerek klorofenoller oluşur. Buda suyun tat ve kokusunu bozar.

2.16.2. Klorlamanın temel ilkeleri

- 24 saat sürekli klorlanmalıdır. Sulardaki bakiye klor miktarı en fazla 0,5 mg/l olmalıdır.
- Salgın durumunda ya da şüphelenildiğinde geçici olarak daha yüksek dozlarda klorlama yapılır. Genelde böyle durumlarda 0,5-1 ppm düzeyinde klorlama yapılır. Gerekirse salgınlarda kısa süreli olarak doz daha da arttırılabilir. Ancak 4 ppm'i geçmemelidir.
- Klor bileşikleri ışıktan, rutubetten, ısıdan korunmalı, ağız kapalı kaplarda muhafaza edilmelidir.
- Klorlamada TSE prEN 901 standardındaki klor kullanılmalıdır.

Klora bağlı dezenfektan yan ürünleri (DBPs= Disinfection By Products):

Son yıllarda su dezenfeksiyonunun en güncel konulardan birisidir. 1970'lerde klorlanmış sularda halojenli metan bileşikleri (Trihalometan=THM) saptanmıştır. Kanserojen olduğu yönünde bulgular vardır. EPA içme sularında toplam THM için sınır değeri 0,08 mg/l olarak belirlemiştir. Diğer önemli bir dezenfektan yan ürünü Haloasetik asitlerdir (HAA5). Önemli bir DPBs olan HAA5 için sınır değeri EPA tarafından 0,06 mg/l olarak belirlemiştir (108).

İçme sularında toplamda 500 kadar klorlamaya bağlı DBPs saptanmıştır. İçme sularında TTHM ve HAA5 ölçümleri tüm DPBs ler için en iyi indikatörler olarak kabul edilmektedir. Çünkü bunlar suda kolaylıkla ölçülebilmektedir (109). Bunların bazılarının hayvanlarda kanserojen etkileri olduğu yönde bulgularda vardır. Bazı epidemiyolojik çalışmalarda klorlu içme suları ile kolon ve mesane kanserleri arasında zayıf bir korelasyon olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle etkin mikrobiyolojik güvenliğini tehlikeye atmadan mümkün olduğunca düşük düzeylerde kullanım yaklaşımı hakim olmaya başlamıştır (109).

WHO'nun birimi olan Uluslararası Kanser Ajansı (IARC) konuyla ilgili yayınladığı manografında içme kullanma sularında klorlama düzeyinde oluşabilecek bileşiklerin düzeyinin kanserojen olmadığını rapor etmiştir (110).

Özetle klorlama ile su dezenfeksiyonu mevcut bilgilerle kanserojen değildir. WHO bu tür endişelerle dezenfeksiyon düzeyini azaltarak dezenfeksiyon açığı verilmemesi gerektiğini önemle vurgulamaktadır.

Bu tür DBPs ile mücadelede temel önlem organik prekürsör maddelerin ortamdaki uzaklaştırılması işlemidir. Organik prekürsör maddeler sudan uzaklaştırılınca DBPsler oluşmayacak ya da çok düşük düzeylerde kalacaktır (104,107).

Su arıtma sisteminde koagülasyon işlemleri yapılması, koagülasyon işlemi sırasında suyun pH'nın düşürülmesi, aktif karbon kullanma gibi absorpsiyon işlemlerinin uygulanması yada uygunsa membran kullanımı gibi yöntemlerle THMs ve diğer DBPsler çoğunlukla sudan uzaklaştırılabilir.

Membran kullanımı basınç altında suyun yarı geçirgen membranlardan filtre edilmesidir. Bu yöntemle THMs neredeyse tamamı ve diğer DBPs ler çoğunlukla sudan uzaklaştırılabilir (107).

Ön klorlamanın uygulandığı arıtma sistemlerde suya amonyak eklenerek (ön klorlama sonrası oluşan serbest klor bileşikleri amonyak ile birleşerek) THM oluşumu en aza indirilebilir.

3.GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Yeri ve Zamanı

3.1.1. Zonguldak'ın Coğrafi Özellikleri

Zonguldak ili, Karadeniz Bölgesi'nin Batı Bölümünde yer almaktadır. İl, kuzeydoğusundan Bartın ve Karabük; güneyinden Bolu ve Düzce; batı ve kuzeyinden Karadeniz'le çevrilmiştir.

Alaplı, Çaycuma, Devrek, Gökçebeş ve Kdz. Ereğli, Zonguldak'ın ilçelerini oluşturmaktadır.

Zonguldak 41° 00' ve 41° 27' kuzey enlemleri ile 31° 15' ve 32° 20' doğu boylamları arasında yer alır. İlin toplam yüz ölçümü 3304 km²'dir (111).

3.1.2. Zonguldak'ın İklim ve Bitki Örtüsü Özellikleri

Zonguldak ili ılıman Karadeniz ikliminin etkisi altındadır. Her mevsimi yağışlı ve ılık olan Zonguldak'ta kurak mevsime rastlanılmamaktadır. En fazla yağış sonbahar ve kış mevsimlerinde görülür.

İlde mevsimler ve gece-gündüz arasında önemli bir sıcaklık farkı bulunmamaktadır. Denizden iç kesimlere doğru gidildikçe, iklim biraz daha sertleşir.

Yıllık ortalama sıcaklıklarda il genelinde önemli bir farklılaşma yoktur. Haziran, Temmuz ve Ağustos ayları ilin en fazla güneşli günlerinin yaşandığı aylardır. Bu aylar arasında deniz sıcaklığı ortalama 20 °C düzeyindedir.

Yıllık yağış ortalamasının 1234.96 mm olduğu Zonguldak'ta, en yağışlı aylar 148.65 mm ile Aralık ve 141.72 ile Ocak aylarıdır. Yağışlar kıyılardan iç kesimlere doğru gidildikçe hem azalmakta hem de yağmurdan kara dönüşme özelliği göstermektedir.

İlde hakim rüzgar güneydoğu (keşişleme) yönündedir. İkinci derecede etkili rüzgar ise kuzeybatı(karayel) yönündedir.

Zonguldak'ta en düşük nispi nem oranı %70 olup, ortalama nispi nem oranı %75'tir İl topraklarının %52'si ormanlık alan (348.612 ha) olup, bunun %88'i kuru, %12'si baltalık orman niteliğindedir.

Ülkemiz ormanları içerisinde zengin bir tür çeşitliliği ile doğal arboretum konumunda olan yöre ormanlarında kayın, meşe, gürgen, kestane, çınar, ıhlamur ve kızılğaç başta olmak üzere %70'i yapraklı; gürgen, karaçam, sarıçam, kızılçam ve sahil çamı türleriyle %30'u ibrelili ormanlardır (142).

3.1.3. Zonguldak'ın Akarsu ve Kaynak Suyu Özellikleri

Sürekli ve bol yağış alan Zonguldak, akarsular bakımından gelişmiş bir ağa sahiptir. İldeki akarsular sularını Karadeniz'e boşaltmaktadır. Akarsu havzalarının toplam su potansiyeli 3664 hm³/yıl olup, bu akarsuların oluşturduğu toplam yağış alanı 15942 km²'dir. İldeki su kaynaklarının toplam su yüzeyi 1606 hektardır. İlde yazların az yağışlı olması akarsuların yaz mevsiminde zayıf akmasına neden olmaktadır.

İl sınırları içinde doğal göl bulunmamaktadır. Kdz. Ereğli'de Kızılcapınar ve Güllüç; Zonguldak merkezde Kozlu baraj gölleri ve Çatalağzı Dereköy Göleti ilin yapay gölleridir.

Zonguldak'ta yer altı suyu toplam emniyetli rezerv miktarı 90 hm³/yıl'dır. Bunun 10,5 hm³/yıl'lık bir kısmı kullanılmaktadır. Zonguldak'taki en önemli yer altı kaynakları: Merkez'de yer alan Büyük Mağara Kaynağı, Çayırılıköy Kaynağı ve Değirmenağzı Kaynağıdır. Bunun dışında ilde birçok keson kuyu vasıtasıyla yer altı sularından yararlanılmaktadır (111).

3.1.4. Zonguldak'ın Nüfus Özellikleri

Zonguldak Türkiye ortalamasının üzerinde nüfuslanan bir ildir. Bunda ilin özel konumu ve madencilik faaliyetleri en etkili nedenlerdir. Bu nedenlerin yanında iklim, toprak gibi faktörlerde sayılabilir. Bu durum, tarımsal potansiyeli arttırdığı için ilde nüfuslanma fazla olmuştur.

Zonguldak ilinin nüfusu 2007 yılında 615.890 olmuştur. Bu nüfusun 302.827'si (%49,2) kentsel yerleşmelerde 313.063'ü (%50,8) kırsal yerleşmelerde yaşamaktadır. Bu durumda, ilde kırsal nüfus kentsel nüfustan biraz fazladır. Ereğli dışındaki ilçelerde de kırsal nüfus kentsel nüfustan daha fazladır.

İlin kentli nüfusu Türkiye geneli kentli nüfusundan (%74) oldukça düşüktür. Bu durum ilin dağınık olmasından kaynaklanmaktadır. Kırsal nüfusun fazlalığı aynı zamanda ilde kırsal da yaşayan nüfusun kendi kendine yetebildiğinin de göstergesidir. Çünkü ilde yağış miktarı yeterli olduğu için birçok tarım ürünü yetiştirilebilmektedir. Ayrıca yağışın fazla oluşu yerleşmelerde dağılmayı ortaya çıkarmıştır. Bu nedenlere bağlı olarak ilde kırsal nüfus Türkiye geneline oranla yüksektir (111).

3.1.5. Araştırmanın Yapıldığı Köyler

Bu çalışmada, Zonguldak ili merkez ilçeye bağlı 23 köyün tamamı dahil edilmiştir. Çalışma alanı olan Zonguldak Merkez ilçeye bağlı 23 köy: Alancık, Ayvatlar, Çağlı, Çukurören, Eceler, Hacıali, Himmetoğlu, Kabalaklı, Kaleoğlu, Karadere, Karapınar, Kardeşler, Keller, Korucuk, Köroğlu, Kumtarla, Olukyanı, Osmanlı, Sapça, Saraycık, Sarımsak, Sofular, Taşçılar'dır.

Şekil 5: Çalışma dahilinde numunelerin alındığı Zonguldak merkez ilçeye bağlı köyler



3.1.6. Araştırmanın Zamanı

Araştırma 01 Haziran 2015 ile 01 Temmuz 2016 tarihleri arasında yapılmıştır. Su numuneleri, bölgenin mevsimsel özellikleri dikkate alınarak 01 Mart 2016 ile 30 Nisan 2016 tarihleri arasında toplanmıştır.

3.2. Araştırma Tipi, Evreni, Örnekleme Yöntemi ve Örnek Seçimi

Kesitsel-tanımlayıcı tipte planlanan araştırma çerçevesinde Zonguldak merkez ilçe sınırlarında bulunan 23 köydeki çeşmelerden su numuneleri toplanmıştır. Zonguldak

Merkez ilçeye bağlı 23 köyde kullanılan toplam kaynak sayısı ve bu kaynaklardan su sağlayan çeşme sayısı bilgisine ulaşılamamıştır. Resmi kurumlarda ya da köy muhtarlarında net bilgi bulunmamaktadır. Ayrıca kaynak sayısı ve suyu akan çeşme sayısı bölgenin coğrafi, iklimsel vb. çeşitli özellikleri nedeni ile değişkenlik göstermektedir. Çalışma kapsamında Bülent Ecevit üniversitesi bilimsel araştırma projeleri biriminin uzmanlık tezleri için sağladığı bütçe çerçevesinde 161 su numunesi alınmıştır. Her köy için 7 numune planlanmış ve muhtarlar tarafından araştırma ekibine bildirilen çeşmeler arasından basit rastgele örnekleme kullanılarak çeşmeler belirlenmiştir.

3.3. Numune Alımı

Köylerden alınan su numuneleri mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal analizi yapılmak üzere “İçilebilir Suların Fiziksel ve Kimyasal özellikleri ” TS 266 ve İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” te belirtilen örnek alma kriterlerine uygun şekilde toplanmıştır.

3.3.1. Bakteriyolojik su numunesi alınması

Bakteriyolojik muayeneler için su örnekleri, 180 derecelik kuru sıcaklıkta 1 saat sterilize edilmiş, 100 ml’lik nötr ve renkli şişelere alınmıştır. Numune alınacak musluk, çeşme, vana alevden geçirilerek steril edilmiştir, numune bu işlem后会 sonra alınmıştır. Aynı gün içerisinde numune soğuk zincirle Zonguldak Halk Sağlığı Laboratuvarına götürülmüştür. Numune şişelerinin üzerine aşığıdaki bilgiler kaydedilmiştir.

- Su numunesinin ismi
- Suyun alındığı yer
- Tarih ve saat
- Suda varsa kullanılan dezenfektan maddenin dozu (Bakiye klor miktarı)
- Numune alınan suyun cinsi (kuyu, kaynak, şebeke v. s.)
- İstenilen tetkik (Kimyasal-Bakteriyolojik)
- Numuneyi alan kurum
- Örnek ile laboratuvara gönderilecek yazının numarası

3.3.2.Kimyasal su numunesi alınması

Fiziksel ve kimyasal analizler için 500 cc pet şişeler kullanılmıştır. Numune alınacak çeşme, musluk veya vana alevden geçirilerek steril edilmiştir. Şişe, örnek alınmadan önce, örnek alınacak su ile en az 3 defa çalkalanmıştır. Numuneler aynı gün içerisinde Bülent Ecevit Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi laboratuvarlarına götürülmüştür.

3.4. Numunelerin Analizi ve Sınır Değerler

Koliform bakteri ve E.coli tayini; Membran filtreme yöntemi kullanılmıştır. Chromogenic Coliform Agar (CCA)' da E.coli ve diğer Koliform bakterilerin çok açık bir şekilde ayırt edilmesi sağlanmaktadır.“İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” çerçevesinde sularda Koliform bakteri ve E.coli 0 cfu/100 olarak saptanmalıdır.

Clostridium Perfringens tespit ve sayımında; Clostridium perfringens (sporlar da dahil) Membran filtrasyonu ardından, membranın m-CP agar üzerinde (Note 1) 44 ± 1 °C'de 21 ± 3 saat anaerobik inkübasyonu. 20 ila 30 saniyelik amonyum hidroksite maruz kaldıklarında pembe ya da kırmızı dönen mat sarı kolonilerin sayımı ile tespit edilir. “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” çerçevesinde sularda Clostridium perfringens (sporlar da dahil) 0 cfu/100 olarak saptanmalıdır.

Bulanıklık ölçümleri; Scientific FT. MYERS FL.Micro/P/Turbidimeter marka bulanıklık ölçüm cihazı ile yapılmıştır. Bulanıklık için “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik”te suyun yüzeysel su kaynağının arıtılması durumunda sınır değer 1,0 NTU olarak belirlenmiştir. Kaynak suları olup hiçbir arıtıma tabi tutulmayan sular için belirlenmiş olan bulanıklık sınır değeri 5,0 NTU'dur.

Renk Tayini: Gözle var yok şeklinde belirlenmiştir.

Ph Ölçümü; METTLER TOLEDO (Inlab pH Combination Polymer Electrodes) cihazı ile yapılmıştır. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik çerçevesinde pH değeri $\leq 9,5-6,5 \leq$ olarak belirlenmiştir.

Elektriksel İletkenlik Ölçümü; HACH HQ40D cihazı ile yapılmıştır. “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” çerçevesinde iletkenlik için eşik değer 20°C sıcaklıkta 2500 µS/cm olarak belirtilmektedir.

Amonyum Tayini; Thermo Scientific Dionex ICS-1100 model iyon kromatografi cihazı kullanılarak yapılmıştır. “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” çerçevesinde Amonyum için sınır değer 0,50 mg/L olarak belirlenmiştir.

Alüminyum Tayini; Perkin Elmer ICP Mass NexION 300/ASX-520 Auto sampler cihazı ile gerçekleştirilmiştir. 10 mL su örneğinin nitrik asit ile pH'ı yaklaşık 2 civarına ayarlanmıştır ve direk cihazda okumaları gerçekleştirilmiştir. “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” çerçevesinde alüminyum için sınır değer olan 0,2 mg/l olarak belirlenmiştir.

Koku Tayini; Su numunesi, kokusuz su ile belli derişimlerde karıştırılıp 60 °C'ye ısıtılır ve koklanır. Küf, amonyak, yosun, bataklık (H₂S) ve çürüme belirtisi ile ilgili kokuların olup olmadığı saptanır.

Tat Tayini; Su numunesi kaynatılır, soğuması beklenir, 25 °C'de tadına bakılır. Suyun tuzlu, acı, ekşi ve diğer kötü tat verip vermediği saptanır.

3.5. Verilerin Değerlendirilmesi

İstatistiksel değerlendirme SPSS 19.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) programı kullanılarak yapıldı. Su numuneleri “İçilebilir Suların Fiziksel ve Kimyasal özellikleri TS 266” ve İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” te içme ve kullanma suları için saptanan standartlara uygunluk açısından değerlendirildi. Tanımlayıcı istatistikler sayısal değişkenler için aritmetik ortalama±standart sapma, kategorik değişkenler için sayı ve yüzde olarak ifade edildi. Grupların karşılaştırılmasında Mann-Whitney U testi kullanıldı ve p<0.05 değeri anlamlı kabul edildi.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Köylerin Tanımlayıcı Özellikleri Ve Kullanılan Suların Değerlendirilmesi

Bu çalışma kapsamında Zonguldak merkez ilçeye bağlı 23 köyde hem köy muhtarları ile görüşülmüş hem de köyler de gözlemler yapılmıştır. Çalışmaya dahil edilen 23 köydeki nüfus ortalaması 461 ± 283 'tür. Her köyde ortalama 4 mahalle bulunmaktadır. Köylerdeki hane sayısı ortalaması 186 ± 116 olarak belirlenmiştir. 23 köyün tamamında bir şebeke sistemi ile hanelere su sağlanmaktadır. Şebeke sistemi ile sağlanan suların tamamı köylerin çevresindeki kaynak sularından elde edilen ve hanelere dağıtılan sulardır. Barajlardan arıtılarak ve dezenfeksiyonu yapılmış olarak şebeke sistemine su veren köy sayısı yoktur. Şebeke sistemi ile su sağlanan köylerde ayrıca kişiler ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla çeşitli kaynaklardan kendi imkanları ile su sağlamaktadır. Şebeke sistemi ile su sağlanan köylerde bu sularının sadece %27,3'nün klorlandığı belirlenmiştir. Çeşme sularının hiçbirisinde klorlama yapılmamaktadır. Bu köylerin hiçbirinde göl, gölet, akarsu ya da nehirler su kaynağı olarak kullanılmamaktadır. Köylerde bulunan çeşmelerin %47,6'sının bakımının yapılmadığı ifade edilmiştir. 23 köyün 11'inde (%47,8) kaynak sularının çıkış noktalarının koruma alanı oluşturularak kontrol altında tutulduğu ifade edilmiştir. 23 köyün 12'sinde (%52,2) kuyu suyu kullanımı olduğu belirlenmiştir. Kuyu suyu kullanan 12 köyden sadece 2'sinde (%16,7) kuyu temizliğinin ve kuyu suyu analizinin yapıldığı ifade edilmiştir. Kuyu suyu kullanan 12 köyden 9'unda (%75,0) bu suyun içme ve kullanma suyu olarak, 3'ünde (%25,0) sadece kullanma suyu olarak tüketildiği ifade edilmiştir. Köylerde kullanılan sular ile ilgili özellikler Tablo 8'de belirtilmiştir.

Tablo 8: Kullanılan suların özellikleri

	Evet n(%)	Hayır n(%)
Şebeke sistemi kullanımı	23(%100)	-
Kaynak suyu kullanımı	23 (%100)	-
Göl, gölet, akarsu kullanımı	-	23(%100)
Şebeke sistemi klorlama	6(%27,3)	16(%72,7)
Çeşme sularında klorlama	-	23(%100)
Kaynak suyu koruma alanı	11(%47,8)	12(52,2)
Çit	5 (%21,7)	18(%78,3)
Köy çeşmelerinin bakımı	11 (%52,4)	10(%47,6)
Kuyu suyu kullanımı	12(%52,2)	11 (%47,8)
Kuyu temizliği	2 (%16,7)	10(%83,3)
Kuyu suyu analiz	2 (%16,7)	10(%83,3)

Muhtarlar köylerde kullanılan su kaynakları ile ilgili net bilgi verememiştir, muhtarlar köydeki kaynak sayısını bilmemektedir. Suların yeryüzüne çıkış noktalarının değişebildiği, mevsimsel olarak su kaynaklarının sayısının ve debisinin farklılık gösterebildiği bunun yanında hanelerin kullandıkları kaynakları kolaylıkla değiştirebildiği ifade edilmiştir. Kullanılan kaynak sayısı ve niteliği ile ilgili bilgiler sınırlı ve subjektiftir.

Şebeke suları ile ilgili değerlendirmede ise şebeke suyuna ait su depolarının %50'sinde yüzeysel suları uzaklaştıracak saptırma kanalının olduğu, %90,9'unda temizlik borusunun ağzının taşıma borusunun altında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca depoların %87'sinde depo temizliğinin yapıldığı, suların %56,5'inin düzenli olarak klorlandığı ifade edilmiştir. Yapılış tarihi itibarıyla depoların %27,3'nün kullanıma uygun olmadığı belirtilmiştir. 23 köyün su şebekesine ait su depolarının özellikleri tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9: Su depolarının değerlendirilmesi

	Evet(%)	Hayır(%)
Depoda Saptırma kanalı var mı?	11 (%50)	11 (%50)
Depoda temizlik borusu ağı taşıma borusunun altında mı?	20 (%90,9)	2 (%9,1)
Depo temizliği yapıyor mu?	20 (%87,0)	3 (%13)
Depo yapılış tarihi uygun mu?	16 (%72,7)	6 (%27,3)
Klorlama yapıyor mu?	13 (%56,5)	10 (%43,5)

4.2. Suların Fiziksel Özellikleri

Araştırma kapsamında Zonguldak merkez ilçeye bağlı 23 köyden, her köyden 7 numune olacak şekilde toplam 161 su numunesi toplanmıştır. Tüm numuneler kullanımda olan aktif noktalardan alınmıştır. Bu noktalardan 32 tanesi köy sınırları içindeki ortak kullanıma açık çeşmeler, 129 tanesi ise köyde yaşayanların kendi evlerinde kullandıkları çeşmelerdir. Numuneler fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik olarak değerlendirilmiştir.

Alınan numunelerin hepsinde pH değerleri “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik”te pH için belirtilen standartlar dahilindedir. En yüksek pH değeri Kaleoğlu köyünden alınan numunede 8,79 olarak ölçülmüştür. En düşük pH değeri ise Köroğlu köyünden alınan numunede 6,50 olarak ölçülmüştür. Köylerden alınan tüm numunelerin pH değeri ortalaması 7,80 olarak belirlenmiştir. Alınan numunelerin köylere göre pH değerlerinin ortalamaları, minimum ve maksimum değerleri tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10: Su numunelerine ait pH değerleri

Köy adı	Ortalama±ss	Minimum	Maksimum
Kabalaklı köyü	7,6±0,4	6,98	8,09
Himmetoğlu köyü	7,8±0,2	7,51	8,32
Sapça köyü	7,7±0,3	6,91	7,86
Sofular köyü	7,9±0,2	7,66	8,38
Köroğlu köyü	6,9±0,2	6,50	7,28
Çukurören köyü	7,9±0,4	7,27	8,44
Eceler köyü	7,5±0,3	7,17	8,11
Kaleoğlu köyü	7,8±0,5	7,15	8,79
Ayvatlar köyü	8,0±0,3	7,64	8,59
Saraycık köyü	7,7±0,2	7,23	7,88
Karapınar köyü	8,0±0,4	7,41	8,63
Hacalı köyü	7,7±0,3	7,33	8,20
Korucukköyü	7,7±0,2	7,34	8,22
Osmanlı köyü	7,9±0,3	7,48	8,44
Keller köyü	7,6±0,3	7,27	8,08
Kumtarla köyü	7,4±0,6	6,68	8,75
Taşçılar köyü	7,7±0,3	7,13	8,21
Kardeşler köyü	8,3±0,05	8,28	8,44
Alancık köyü	8,0±0,3	7,37	8,67
Olukyanı köyü	8,1±0,4	7,53	8,55
Sarımsak köyü	8,0±0,2	7,64	8,42
Karadere köyü	7,4±0,2	6,97	7,76
Çağlı köyü	8,2±0,048	8,15	8,30
Tüm köyler	7,8±0,44	6,50	8,79

Araştırma kapsamında çalışmaya dahil edilen köylerden alınan numunelere ait en yüksek elektriksel iletkenlik değeri Çukurören köyünden alınan numunede 1020 $\mu\text{S} / \text{cm}$ olarak ölçülmüştür. En düşük iletkenlik değeri ise Olukyanı köyünden alınan numunede 21 $\mu\text{S} / \text{cm}$ olarak ölçülmüştür. Tüm numunelerin elektriksel iletkenlik değerleri “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik” te belirtilen sınırlar dahilindedir. Köylerden alınan tüm numunelerin elektriksel iletkenlik değeri ortalaması 406,5 $\mu\text{S} / \text{cm}$ olarak belirlenmiştir. Alınan numunelerin köylere göre iletkenlik değerlerinin ortalamaları, minimum ve maksimum değerleri tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11: Su numunelerine ait iletkenlik değerleri ($\mu\text{S} / \text{cm}$)

Köy adı	Ortalama \pm S.s	Minimum	Maksimum
Kabalaklı köyü	239,7 \pm 164,2	75,0	513,0
Himmetoğlu köyü	419,1 \pm 133,3	200,0	629,0
Sapça köyü	179,4 \pm 30,6	110,0	192,0
Sofular köyü	449,8 \pm 83,6	312,0	543,0
Köroğlu köyü	117,8 \pm 85,2	55,0	304,0
Çukurören köyü	710,2 \pm 215,4	360,0	1020,0
Eceler köyü	669,2 \pm 104,3	524,0	817,0
Kaleoğlu köyü	673,0 \pm 120,0	559,0	926,0
Ayvatlar köyü	407,8 \pm 115,8	166,0	499,0
Saraycık köyü	446,1 \pm 103,4	240,0	540,0
Karapınar köyü	373,7 \pm 130,6	193,0	543,0
Hacıalı köyü	550,8 \pm 208,0	220,0	761,0
Korucukköyü	517,4 \pm 224	132,0	797,0
Osmanlı köyü	513,1 \pm 65	441,0	636,0
Keller köyü	521,1 \pm 81,7	442,0	651,0
Kumtarla köyü	246,7 \pm 160,1	87,0	478,0
Taşçılar köyü	362,0 \pm 126,5	152,0	521,0
Kardeşler köyü	344,5 \pm 12,3	317,0	352,0
Alancık köyü	313,5 \pm 113,4	207,0	555,0
Olukyanı köyü	313,7 \pm 228,2	21,0	666,0
Sarımsak köyü	316,4 \pm 84,1	237,0	442,0
Karadere köyü	263,5 \pm 191	81,0	558,0
Çağlı köyü	400,4 \pm 10,5	377,0	407,0
Tüm köyler	406,5 \pm 198,5	21,0	1020,0

Araştırma kapsamında çalışmaya dahil edilen köylerden alınan numunelere ait en yüksek bulanıklık değeri Taşçılar köyünden alınan numunede 33,08 NTU olarak ölçülmüştür. En düşük bulanıklık değeri ise Korucuk, Osmanlı, Karadere, Çağlı köylerinden alınan bazı numunelerde 0,02 NTU olarak ölçülmüştür. Araştırmamız kapsamında çalışmaya dahil edilen 23 köyden alınan 161 su numunesinden Kabalaklı, Himmetoğlu, Sofular, Eceler, Ayvatlar, Saraycık, Karapınar, Kumtarla, Taşçılar, Alancık köylerine ait 34 (%21,1) su numunesindeki bulanıklık değerleri “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” te belirtilen sınırların üzerinde tespit edilmiş olup içme ve kullanmaya uygun olmadığı

saptanmıştır. Köylerden alınan tüm numunelerin bulanıklık değeri ortalaması 2,8 NTU olarak belirlenmiştir. Alınan numunelerin köylere göre bulanıklık değerlerinin ortalamaları, minimum, maksimum değerleri ve her köy için bulanıklık parametresi açısından uygun olmayan numune sayısı tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12: Su numunelerine ait bulanıklık değerleri (NTU)

Köy adı	Ortalama±S.s	Minimum	Maksimum	Uygun olmayan numune sayısı
Kabalaklı köyü	2,5±2,3	0,99	6,96	1
Himmetoğlu köyü	5,9±1,1	4,18	7,14	5
Sapça köyü	2,0±0,3	1,61	2,45	-
Sofular köyü	3,6±2,5	0,38	6,63	3
Köroğlu köyü	2,7±1,5	0,86	4,98	-
Çukurören köyü	1,1±0,4	0,82	2,12	-
Eceler köyü	6,8±2,2	3,55	9,19	5
Kaleoğlu köyü	0,87±0,2	0,54	1,19	-
Ayvatlar köyü	3,6±3,6	0,69	9,45	2
Saraycık köyü	9,3±1,6	6,95	12,21	7
Karapınar köyü	6,8±2,8	1,23	9,80	6
Haciali köyü	1,0±0,5	0,41	2,06	-
Korucuk köyü	0,72±0,9	0,02	2,36	-
Osmanlı köyü	0,45±0,3	0,02	0,92	-
Keller köyü	0,47±0,4	0,09	1,31	-
Kumtarla köyü	4,5±3,04	2,03	10,03	2
Taşçılar köyü	6,8±11,6	1,25	33,03	2
Kardeşler köyü	0,35±0,4	0,09	1,29	-
Alancık köyü	1,7±1,9	0,16	5,39	1
Olukyanı köyü	0,77±0,5	0,04	1,34	-
Sarımsak köyü	1,40±1,6	0,06	4,98	-
Karadere köyü	0,17±0,2	0,02	0,58	-
Çağlı köyü	0,50±0,3	0,02	0,87	-
Tüm köyler	2,8±3,7	0,02	33,03	34

161 adet su numunesinden 3’nün (%1,9) renk parametresi bakımından “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik” te belirtilen kriterlere uygun nitelikte olmadığı tespit edilmiştir.

4.3. Suların Kimyasal Özellikleri

Araştırma kapsamında çalışmaya dahil edilen köylerden alınan numunelere ait en yüksek alüminyum değeri Taşçılar köyünden alınan numunede 2,786 mg/lit olarak

ölçülmüştür. En düşük alüminyum değeri ise Osmanlı köyünden alınan numunede 0 mg/lt olarak ölçülmüştür. Araştırmamız kapsamında çalışmaya dahil edilen 23 köyden toplanan 161 su numunesinden Kabalaklı, Himmetoğlu, Köroğlu, Karadere, Sarımsak, Saraycık, Karapınar, Kumtarla, Taşçılar, Alancık köylerine ait 20 (%12,4) su numunesindeki alüminyum değerleri “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” te belirtilen sınır değer üzerinde tespit edilmiş olup, içme ve kullanmaya uygun olmadığı saptanmıştır. Köylerden alınan tüm numunelerin alüminyum değeri ortalaması 0,116 mg/lt olarak ölçülmüştür. Alınan numunelerin köylere göre alüminyum değerlerinin ortalamaları, minimum, maksimum değerleri ve her köy için alüminyum parametresi açısından uygun olmayan numune sayısı tablo 13’te verilmiştir.

Yapılan analizde 161 numunenin hiçbirinde amonyum değeri tespit edilebilir sınırlar dahilinde değildi.

Tablo 13: Su numunelerine ait Alüminyum (mg/lt) değerleri

Köy adı	Ortalama \pm S.s	Minimum	Maksimum	Uygun olmayan numune sayısı
Kabalaklı köyü	0,136 \pm 0,15	0,017	0,447	2
Himmetoğlu köyü	0,141 \pm 0,12	0,004	0,362	2
Sapça köyü	0,110 \pm 0,02	0,055	0,128	-
Sofular köyü	0,039 \pm 0,03	0,006	0,100	-
Köroğlu köyü	0,102 \pm 0,13	0,010	0,408	1
Çukurören köyü	0,016 \pm 0,02	0,002	0,083	-
Eceler köyü	0,011 \pm 0,01	0,001	0,034	-
Kaleoğlu köyü	0,006 \pm 0,003	0,003	0,010	-
Ayvatlar köyü	0,059 \pm 0,065	0,005	0,174	-
Saraycık köyü	0,252 \pm 0,36	0,002	0,948	2
Karapınar köyü	0,160 \pm 0,16	0,005	0,452	2
Haciali köyü	0,068 \pm 0,07	0,001	0,162	-
Korucukköyü	0,016 \pm ,01	0,004	0,044	-
Osmanlı köyü	0,009 \pm 0,01	0,000	0,051	-
Keller köyü	0,022 \pm 0,01	0,008	0,044	-
Kumtarla köyü	0,128 \pm 0,20	0,010	0,576	1
Taşçılar köyü	0,466 \pm 1,02	0,012	2,786	2
Kardeşler köyü	0,063 \pm 0,09	0,020	0,284	1
Alancık köyü	0,358 \pm 0,31	0,070	0,916	3
Olukyanı köyü	0,080 \pm 0,06	0,011	0,191	-
Sarımsak köyü	0,232 \pm 0,26	0,065	0,823	2
Karadere köyü	0,115 \pm 0,09	0,015	0,257	2
Çağlı köyü	0,070 \pm 0,03	0,051	0,137	-
Total	0,116 \pm 0,26	0,000	2,786	20

4.4. Suların Mikrobiyolojik Özellikleri

Araştırma kapsamında çalışmaya dahil edilen köylerden alınan 161 mikrobiyolojik su numunesi içinde en yüksek koliform bakteri Keller köyünden alınan numunede 100 ml’de 960 koloni oluşturan birim (cfu/100 ml) olarak tespit edilmiştir. En düşük koliform bakteri 18 köyden alınan bazı numunelerde 0 (cfu/100 ml) olarak tespit edilmiştir. Araştırma kapsamında alınan 161 su numunesinin 32’sinde (%19,9) “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” te belirtilen 0 (cfu/100) koliform bakteri tespit edilmiş olup Koliform bakteri açısından içme ve kullanmaya uygun olduğu saptanmıştır. Diğer 129 (%80,1) su numunesinde, 1 ile 960 (cfu/100) arasında değişen koliform bakteri tespit edilmiş olup bu parametre açısından içme ve kullanmaya uygun olmadığı saptanmıştır. 23 köyün 5’inden (Himmetoğlu, Çukurören, Ayvatlar, Karapınar, Keller) alınan tüm su numunelerinde Koliform bakteri saptanmış olup “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” te belirtilen hükümlere uygun olmadığından dolayı mikrobiyolojik olarak kirli olduğu ve içme-kullanmaya uygun olmadığı belirlenmiştir.

Köylerden alınan tüm numunelerin koliform bakteri değeri ortalaması 33,5 (cfu/100) olarak tespit edilmiştir. Alınan numunelerin köylere göre koliform bakteri (cfu/100) ortalamaları, minimum, maksimum değerleri ve her köy için koliform bakteri içermesinden dolayı uygun olmayan numune sayısı tablo 14’te verilmiştir.

Tablo 14: Su numunelerine ait Koliform Bakteri değerleri (cfu/100)

Köy adı	Ortalama \pm S.s	Minimum	Maksimum	Uygun olmayan numune sayısı
Kabalaklı köyü	24,0 \pm 27,1	0	58	6
Himmetoğlu köyü	21,4 \pm 34,0	1	94	7
Sapça köyü	3,1 \pm 5,7	0	16	5
Sofular köyü	9,5 \pm 17,1	0	48	6
Köroğlu köyü	9,0 \pm 20,8	0	56	3
Çukurören köyü	19,1 \pm 35,2	1	98	7
Eceler köyü	12,8 \pm 14,8	0	43	6
Kaleoğlu köyü	11,8 \pm 20,8	0	58	6
Ayvatlar köyü	62,0 \pm 65,1	4	173	7
Saraycık köyü	32,7 \pm 26,5	0	80	6
Karapınar köyü	40,0 \pm 51,4	1	123	7
Hacıali köyü	16,5 \pm 23,0	0	58	7
Korucukköyü	25,8 \pm 38,0	0	105	6
Osmanlı köyü	20,0 \pm 13,0	0	36	6
Keller köyü	268 \pm 365,0	25	960	7
Kumtarla köyü	55 \pm 113,0	0	310	6
Taşçılar köyü	21 \pm 30,0	0	85	6
Kardeşler köyü	0 \pm 0,0	0	0	-
Alancık köyü	8,5 \pm 11,6	0	32	5
Olukyanı köyü	81 \pm 148,0	0	396	6
Sarımsak köyü	7 \pm 9,4	0	27	5
Karadere köyü	13,7 \pm 31,6	0	85	3
Çağlı köyü	8,3 \pm 4,8	0	13	6
Total	33,5 \pm 99,0	0	960	129

Araştırma kapsamında çalışmaya dahil edilen köylerden alınan mikrobiyolojik numunelere ait en yüksek E. coli bakteri Keller köyünden alınan numunede 560 (cfu/100 ml)olarak bulunmuştur. En düşük E. coli bakteri ise 23 köyden alınan bazı numunelerde 0 (cfu/100 ml) olarak bulunmuştur.

Araştırma kapsamında alınan 161 su numunesinin 87'sinde (%54,0)“İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” te belirtilen 0 (cfu/100) E. Coli bakteri tespit edilmiş olup E. coli bakteri açısından içme ve kullanmaya uygun olduğu saptanmıştır. Diğer 74 (%46.0) su numunesinde, 1 ile 560(cfu/100) arasında değişen E. Coli bakteri tespit edilmiş olup bu parametre açısından içme ve kullanmaya uygun olmadığı saptanmıştır.

Köylerden alınan 161 su numunesinin E. Coli bakteri ortalaması 10,9 (cfu/100) olarak bulunmuştur. Alınan numunelerin köylere göre E.coli bakteri

(cfu/100) ortalamaları, minimum, maksimum değerleri ve her köy için E. coli bakteri içermesinden dolayı uygun olmayan numune sayısı tablo 15'te verilmiştir.

Tablo 15: Su numunelerine ait E. Coli bakteri değerleri (cfu/100)

Köy adı	Ortalama \pm S.s	Minimum	Maksimum	Uygun olmayan numune sayısı
Kabalaklı köyü	8,2 \pm 13,0	0	27	4
Himmetoğlu köyü	0,3 \pm 0,4	0	1	2
Sapça köyü	1,8 \pm 5,0	0	13	1
Sofular köyü	2,5 \pm 4,2	0	12	5
Köroğlu köyü	0,1 \pm 0,4	0	1	1
Çukurören köyü	1,4 \pm 3,8	0	10	1
Eceler köyü	2,0 \pm 3,2	0	8	3
Kaleoğlu köyü	4,2 \pm 9,2	0	25	3
Ayvatlar köyü	3,5 \pm 4,0	0	11	6
Saraycık köyü	5,7 \pm 7,5	0	18	5
Karapınar köyü	6,2 \pm 11,5	0	30	3
Hacıali köyü	1,5 \pm 2,0	0	6	4
Korucukköyü	14,5 \pm 25,0	0	60	3
Osmanlı köyü	8,8 \pm 8,7	0	20	5
Keller köyü	136,0 \pm 220,0	0	560	4
Kumtarla köyü	4,1 \pm 7,2	0	20	4
Taşçılar köyü	14,5 \pm 26,0	0	70	4
Kardeşler köyü	0 \pm 0,0	0	0	-
Alancık köyü	5,5 \pm 10,0	0	26	4
Olukyanı köyü	19,8 \pm 44,3	0	120	6
Sarımsak köyü	2,8 \pm 4,2	0	12	5
Karadere köyü	7,1 \pm 19,0	0	50	1
Çağlı köyü	0 \pm 0,0	0	0	-
Total	10,9	0	560	74

Araştırma kapsamında çalışmaya dahil edilen köylerden alınan mikrobiyolojik numunelere ait en yüksek Clostridium Perfringens (+Sporlular) bakteri değeri Keller ve Ayvatlar köylerinden alınan numunelerde 3 (cfu/100) olarak bulunmuştur. En düşük Clostridium Perfringens (+Sporlular) bakteri ise 23 köyden alınan numunelerin çoğunda 0 (cfu/100) olarak bulunmuştur.

Araştırma kapsamında alınan 161 su numunesinin 147'si (%91,3) bu parametre açısından “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” te belirtilen hükümlere uygun olduğu belirlenmiştir. Diğer 14 (%8,7) su numunesinde 1 ile 3 (cfu/100) arasında değişen *C. Perfringens* (+Sporlular) bakterisi tespit edilmiş olup bu parametre açısından içme ve kullanmaya uygun olmadığı saptanmıştır.

Köylerden alınan tüm numunelerin *Clostridium Perfringens* (+Sporlular) bakterisi ortalaması 0,12(cfu/100) olarak belirlenmiştir. Alınan numunelerin köylere göre *Clostridium Perfringens* (+Sporlular) bakterisi (cfu/100) ortalamaları, minimum, maksimum değerleri ve her köy için *Clostridium Perfringens* (+Sporlular) bakterisi içermesinden dolayı uygun olmayan numune sayısı tablo 16’da verilmiştir.

Tablo 16: Su numunelerine ait *Clostridium Perfringens* (+Sporlular) bakterisi değerleri (cfu/100)

Köy adı	Ortalama \pm S.s	Minimum	Maksimum	Uygun olmayan numune sayısı
Kabalaklı köyü	0 \pm 0,0	0	0	-
Himmetoğlu köyü	0,14 \pm 0,3	0	1	1
Sapça köyü	0 \pm 0,0	0	0	-
Sofular köyü	0 \pm 0,0	0	0	-
Köroğlu köyü	0 \pm 0,0	0	0	-
Çukurören köyü	0 \pm 0,0	0	0	-
Eceler köyü	0 \pm 0,0	0	0	-
Kaleoğlu köyü	0 \pm 0,0	0	0	-
Ayvatlar köyü	0,71 \pm 1,25	0	3	2
Saraycık köyü	0 \pm 0,0	0	0	-
Karapınar köyü	0,57 \pm 0,53	0	1	4
Hacıali köyü	0 \pm 0,0	0	0	-
Korucukköyü	0,14 \pm 0,37	0	1	1
Osmanlı köyü	0 \pm 0,0	0	0	-
Keller köyü	0,71 \pm 1,11	0	3	3
Kumtarla köyü	0 \pm 0,0	0	0	-
Taşçılar köyü	0 \pm 0,0	0	0	-
Kardeşler köyü	0,14 \pm 0,37	0	1	1
Alancık köyü	0 \pm 0,0	0	0	-
Olukyanı köyü	0,42 \pm 0,78	0	2	2
Sarımsak köyü	0 \pm 0,0	0	0	-
Karadere köyü	0 \pm 0,0	0	0	-
Çağlı köyü	0 \pm 0,0	0	0	-
Total	0,12 \pm 0,45	0	3	14

4.5. Suların İçme ve Kullanmaya Uygunluğunun Değerlendirilmesi

Araştırma kapsamında çalışmaya dahil edilen köylerden alınan 161 su numunesinden 129'unun (%80,1) Koliform bakteri parametresi açısından, 74'ünün (%46) E. coli parametresi açısından, 14'ünün (%8,7) Cl. perfringes (+Sporlular) parametresi açısından "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" te belirtilen mikrobiyolojik parametrelere uygun olmadığı tespit edilmiştir. Su numunelerinin mikrobiyolojik uygunluğunun değerlendirilmesi tablo 17'de verilmiştir.

Tablo 17: Su numunelerinin mikrobiyolojik değerlendirmesi

Mikrobiyolojik parametreler	Uygun(%)	Uygun değil(%)
Koliform bakteri	32(%19,9)	129(%80,1)
E. coli	87(%54,0)	74(%46)
C. perfringens (+Sporlular)	147(%91,3)	14(%8,7)

Araştırma kapsamında çalışmaya dahil edilen köylerden alınan 161 su numunesinden, 161'i (%100) serbest bakiye klor miktarı açısından, 34'ü (%21,1) bulanıklık parametresi açısından, 20'si (%12,4) alüminyum yüksekliği açısından, 3'ü (%1,9) renk parametresi açısından "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" te belirtilen hükümlere uygun olmadığı tespit edilmiştir.

Araştırma kapsamında çalışmaya dahil edilen köylerden alınan 161 su numunesinin tamamı pH, elektriksel iletkenlik, tat, koku bakımından "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" te belirtilen hükümlere uygun olduğu tespit edilmiştir. Su numunelerinin fiziksel ve kimyasal uygunluğunun değerlendirilmesi tablo 18'de verilmiştir

Tablo 18. Fiziksel ve Kimyasal değerlendirme tablosu

Fiziksel ve kimyasal Parametreler	Uygun(%)	Uygun değil(%)
Bulanıklık	127(%78,9)	34(%21,1)
Alüminyum	141(%87,6)	20(%12,4)
İletkenlik	161(%100)	-
pH	161(%100)	-
Renk	158(%98,1)	3(%1,9)
Tat	161(%100)	-
Koku	161(%100)	-
Serbest klor		161 (%100)

4.6. Su Numunesi Alınan Noktaların Mikrobiyolojik Kirlilik Açısından Karşılaştırılması

Araştırma kapsamında çalışmaya dahil edilen köylerden alınan 161 su numunesi, alınmış olduğu noktalara göre karşılaştırılmıştır. Ev önlerinde bireysel yaptırılmış olan çeşmeler ile ortak kullanıma açık köy çeşmeleri arasında Koliform bakteri ve E. coli kirliliği açısından anlamlı bir fark bulunmuştur. Cl. Perfringens bakteri kirliliği açısından ise anlamlı bir fark bulunamamıştır. Köy çeşmelerinin, ev önlerinde bireysel yaptırılan çeşmelere göre Koliform bakteri ve E. coli'nin neden olduğu mikrobiyolojik kirlilik oranlarının daha yüksek olduğu saptanmıştır ($p < 0,05$). Kaynak noktaları açısından mikrobiyolojik kirliliğin karşılaştırılması tablo 19'da verilmiştir.

Tablo 19: Kaynak noktalarının mikrobiyolojik kirlilik bakımından karşılaştırılması (cfu/100 ml)

	Ev önü çeşmeler (cfu/100)	Köy çeşmeleri (cfu/100)	p
Koliform bakteri	29,06±92,4	51,62±122,3	0,048
E. coli	9,20±50,4	18,0±59,2	0,042
Cl. Perfringens (+Sporlular)	0,10±0,3	0,21±0,6	0,367

Çalışmamız kapsamında 23 köyden alınan 161 su numunesinin 131'i (%81,4) "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" te belirtilen hükümler çerçevesinde içme ve kullanmaya uygun bulunmazken, 30'u (%18,6) uygun bulunmuştur.

4.7. Su Kaynaklarının Çıkış Noktalarında Koruma Alanı Bulunmasının Mikrobiyolojik Kirlilik Üzerine Etkisi

Çalışmaya dahil edilen köylerden alınan 161 su numunesi kaynak çıkış noktasında koruma alanı olanlar ve olmayanlar şeklinde gruplanmıştır. Kaynak çıkış noktasında koruma alanı olup olmasının, Koliform bakteri, E. coli, C. perfringens kirliliği

üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Kaynaklarda mikrobiyolojik kirliliğin koruma alanı varlığının açısından değerlendirilmesi tablo 20’de sunulmuştur.

Tablo 20: Kaynaklarda koruma alanını bulunmasının mikrobiyolojik kirlilik açısından değerlendirilmesi (cfu/100 ml)

	Koruma alanı var (cfu/100)	Koruma alanı yok (cfu/100)	p
Koliform bakteri	27,1±24,7	39,4±73,3	0,65
E. coli	6,64±6,65	14,89±38,34	0,74
Cl. Perfringens (+Sporlular)	0,19±0,25	0,05±0,20	0,09

5. TARTIŞMA

Su yaşamsal vücut olaylarının sürdürülebilmesi için vazgeçilmez bir maddedir. Sağlıklı ve güvenli içme suyuna ulaşabilme toplumda yaşayan her birey için temel bir insan ve sağlık hakkı olarak tanımlanmaktadır. İçme suyu kaynaklarının tamamı rehberlerde belirtilen kriterlerle uyumlu olmalıdır. İçme sularındaki kirleticiler kısa ve uzun dönemli etkilenimlere bağlı olarak önemli sağlık sorunlarına yol açabilir. Bu konuda Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından temel adımların tanımlandığı bir çerçeve oluşturulmuştur. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” (17.2.2005 tarih ve 25730 sayılı Resmi gazete, 7 mart 2013 tarih ve 28580 sayılı Resmi gazete; 11 nisan 2014 tarih ve 28969 sayılı resmi gazete) içilebilir suların fiziksel ve kimyasal özellikleri” TS 266 olarak tanımlanmıştır.

Zonguldak ili bol yağış alan bir iklime sahip olup su kaynakları bakımından oldukça zengindir. Coğrafi yapısı itibariyle dağınık yerleşimli birçok köye sahiptir. Bu köylerde çok sayıda su kaynağı bulunmaktadır ve bu su kaynaklarının çoğu hiçbir analiz ve kontrole tabi tutulmadan yaygın olarak köy halkı tarafından kullanılmaktadır.

Bu çalışmada Zonguldak merkez ilçeye bağlı 23 köyde aktif olarak kullanılan 161 adet çeşmeden numune toplanmıştır. Çeşmelerden 129’u (%80.1) kişilerin kendi evlerinin önüne yaptırdıkları, aynı zamanda herkesin kullanımına açık, görece daha bakımlı çeşmeler, diğer 32’si (%19.9) köy meydanlarında ve yol üzerlerinde bulunan genellikle yapılış tarihleri itibariyle daha eski köy çeşmeleridir. Toplamda 161 su numunesinin, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizleri yapılmıştır. Alınan numunelerin tümünde; Koliform bakteri, E. coli, Clostridium Perfringens (+Sporlular), pH, alüminyum, elektriksel iletkenlik, bulanıklık, klor, amonyum, tat, koku ve renk analizleri yapılmıştır.

Suyun pH değeri, sudaki hidrojen iyonunun yoğunluğunu gösterir. Suyun pH’sı, içerisinde çözülmüş halde bulunan CO₃, HCO₃ ve serbest CO₂ miktarına bağlıdır. Toprağın yapısı, endüstriyel atıklar, drenaj suları ve fitoplanktonlar sularda pH değişimine neden olan unsurlardır. Sularda kimyasal reaksiyonlar ve biyolojik yaşam için pH önemli bir faktördür. Ayrıca, bazı bileşiklerin (amonyak, siyanür ve sülfür gibi) ve metal iyonlarının zehirliliği üzerinde etkilidir (113). Sularda istenilen

pH değeri tercihen 7-8,5 olmalıdır. Bu aralıkta dezenfektan olarak kullanılan kimyasalların etkisi en iyi düzeydedir (1).

İletkenlik yaygın olarak kirlilik izlemesinde kullanılmaktadır. Suda iletkenlik artışı, suyun kirlendiğini ya da suya deniz suyunun karıştığını göstermektedir. İletkenlik, su kalitesi için gösterge bir parametre olup, suyun elektrik akımını iletebilmesini ifade etmektedir. Suyun iletkenlik değeri, bir nevi sudaki iyon sayısı hakkında bilgi vermektedir. Doğal sularda iletkenlik genellikle çözünmüş katı maddelerden kaynaklanmaktadır. Suyun iletkenliği, sudaki toplam çözünmüş katıların miktarıyla doğru orantılıdır. Sudaki toplam çözünmüş katılar, mineralizasyon derecesini belirlemede önemli bir parametredir. Sudaki mineraller, canlılar üzerinde fiziksel olarak ve maddeler üzerinde korozif özellik göstermesi bakımından ciddi bir etkiye sahiptir. Suyun elektriksel iletkenlik değerinin düşük olması beklenmektedir (114).

Literatür incelendiğinde farklı bölgelerden alınan numunelerde pH parametresi değişkenlik gösterse de standartlara uygunluk gözükmemektedir. A. Alaş ve ark. 2002 yılında Aksaray'ın içme suyu kalitesini belirlemek amacıyla Mamasın Barajını besleyen iki önemli kaynak olan Melendiz ve Karasu çaylarından Ocak-Mayıs 2001 tarihlerini kapsayan beş aylık süreçte, numuneler alarak içme suyu parametrelerini değerlendirmek için su analizleri yapmışlardır. Araştırma yapılan istasyonlarda pH değerlerinin 7,40 ile 7,67 arasında değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir (115). S. Ağaoğlu ve ark. 2001 yılında Van ve yöresinde (Van merkez, Gevaş, Gürpınar ve Edremit ilçeleri) bulunan kaynak sularını mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal kaliteleri yönünden incelemiştir. Çalışmada 15 kaynaktan alınan toplam 30 adet su örneğinde pH değeri ortalaması 7.45 olarak tespit edilmiştir (116). Z. Dönderici ve ark. 2009 yılında Akdeniz ve İç Anadolu bölgesinden alınan 63 adet kaynak suyu örneğinin fiziksel ve kimyasal kalitelerini değerlendirmişlerdir. Su numunelerinin elektriksel iletkenlik değerleri 25,9-195,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında, pH değerleri 6,71 ile 8,21 arasında tespit edilmiştir (117). H.Özel ve ark. 2012-2013 tarihleri arasında Bartın ırmağında fiziksel su kalitesinde meydana gelen değişiklikleri tespit etmeye çalışmışlardır. Bu amaçla bakılan pH değerlerinin, yıl boyunca yapılan ölçümler sonucunda 7,30-8,50 arasında değiştiğini saptamışlardır. İletkenlik değerlerinin ise yıl boyunca yapılan ölçümler sonucunda 535-735 $\mu\text{S}/\text{cm}$

arasında değiştiğini saptamışlardır (118). B. GEMİCİ ve ark. 2014-2015 tarihleri arasında Bartın ilinde üç lokasyondaki dokuz kuyudan su örnekleri alınmışlardır. Bu analizler dört farklı zamanda (Aralık 2014 ile Ocak-Mart 2015) tekrarlanmıştır. Kuyu sularında elektriksel iletkenlik parametresi ve pH bakılmıştır. Kuyu sularının elektriksel iletkenlik parametreleri ortalaması 767 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pH parametresi ortalaması 8.11 bulunmuştur (119). Ö. Koçak ve ark. 2009 yılında yapmış oldukları araştırmada, Erzurum şehir merkezinde su dağıtım şebekesinin değişik noktalarından tesadüfi olarak seçilmiş ev, halk çeşmeleri, market, gıda işletmeleri ve resmi kurumlardan toplanan 70 su numunesini bazı kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik özellikleri bakımından incelemişlerdir. Su numunelerinin pH değerlerini 6.64-7.78 arasında tespit etmişlerdir (120). A. Başaran ve ark. Temmuz 2000 ve Eylül 2001 arasında Orta Toroslarda bulunan Eğri gölün su kalitesini incelemişlerdir. Bu amaçla Temmuz ve Ağustos 2000 ile Haziran ve Eylül 2001 tarihlerinde toplam 4 kez, gölden seçilen 5 ve etrafından seçilen 2 istasyondan örnekleme yapılmıştır. Toplam 7 istasyondan alınan 28 su numunesinin elektriksel iletkenlik değerleri 210 - 291 μS arasında saptanmıştır. Alınan örneklerin pH değerleri 8.07-8.84 arasında değişmektedir (122). F.Yılmaz'ın 2004 yılında, Bodrum ilçesi Mumcular kasabasında bulunan Mumcular Barajı'nın, fiziksel ve kimyasal özelliklerini ortaya çıkarmak amacıyla yaptığı çalışmada, sulama suyu, içme suyu ve sanayi suyu temini gibi amaçlarla DSİ tarafından yapılan barajdan çalışma süresince tespit edilen beş istasyondan her ay su örnekleri alınmıştır. Elde edilen pH değerleri 7,6 ile 9,0 arasında bulunmuştur (121). K. Dombaycı'nın yapmış olduğu çalışmada, 2009 yılında Erzurum şehir merkezinde 11'i kapalı mesken ve 4'ü de çeşme olmak üzere 15 istasyon belirlenmiştir. Belirlenen istasyonlardan aynı zamanda numuneler alınarak 2008 yılı aralık ayından 2009 yılı haziran ayına kadar analizler gerçekteştirilmiştir. 15 istasyondan alınan 150 su numunesinin elektriksel iletkenlik değerleri ortalaması 357,80 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak tespit edilmiştir. pH değerleri ortalaması 7,49 ise olarak tespit edilmiştir (123).

Çalışmamız kapsamında araştırmaya dahil edilen köylerdeki sulardan alınan 161 adet numunenin pH değeri ortalaması 7,80 olarak tespit edilmiştir. 161 adet su numunesinde pH değerleri 6,50-8,79 arasında değişmektedir. Numunelerin ortalama iletkenlik değerleri ise 406,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak belirlenmiştir. Tüm su numunelerinin iletkenlik değerleri 21 ile 1020 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında değişmektedir.

“İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” ve TS 266’ya göre pH değeri $\leq 9,5-6,5 \leq$ olarak belirlenmiştir. İletkenlik için eşik değer 20°C sıcaklıkta 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak belirtilmektedir. Alınan tüm numuneler “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” ve TS 266’da pH ve İletkenlik için belirtilen sınırlar dahilindedir. Bu sonuçlar Türkiye’de yapılan diğer çalışmalarda da benzer şekildedir.

Bulanıklık suda asılı partiküllerin göstergesidir. Bulanık sular kesinlikle içilmemelidir. Kentlere sızdırma kuyulardan su veriliyorsa veya sistemde onarım varsa sularda bulanıklık olabilir. Suyun bulanık olması bitkisel artıklar, balçık, çamur, su yosunları, küçük hayvancıklara bağlı olabilir. Bulanıklık aşırı mikroorganizma üremesine bağlı olarak suda kirliliğin belirleyicisi olabilir (28, 42, 43). Bulanıklık için “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” te ve TS 266’da suyun, yüzeysel su kaynağının arıtılması durumunda sınır değer 1,0 NTU olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda aldığımız tüm su numuneleri, köylerde kullanılan kaynak suları olup hiçbir arıtıma tabi tutulmamaktadır. Bu sular için belirlenmiş olan bulanıklık sınır değeri 5,0 NTU’dur (33).

Z. Dönderici ve ark. 2009 yılında Akdeniz ve İç Anadolu bölgesinden aldıkları 63 adet kaynak suyu örneğinin fiziksel ve kimyasal kalitelerini araştırmışlardır. Sonuçlar “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” kriterlerine göre değerlendirilmiştir. Kaynak sularının fiziksel analizleri sonucunda 61 örnekten yalnızca 2’sinde (% 3,2) bulanıklık tespit edilmiştir (117).

Çalışmamız dahilinde 23 köyden alınan 161 adet su numunesindeki bulanıklık değeri ortalaması 2,8 NTU olarak belirlenmiştir. Tüm su numunelerinin bulanıklık değerleri 0,02 ile 33,08 NTU arasında değişmektedir 161 adet su numunesi içinden 34’ü (%21,1) “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” te belirtilen kriterlere bulanıklık parametresi açısından uygunluk göstermemiştir.

Bulanıklık olmasının nedeni; suyun içinde askıda olan maddelerden gözle görülebilecek derecede büyük tortulara kadar herşey olabilmektedir. Bazen aşırı bakteri ve minicanlı üremesine bağlı olarak da suda bulanıklık meydana gelebilmektedir(2). Çalışmamız kapsamında 23 köyden alınan 161 su numunesinin 129’u (%80,1) Koliform bakteri, 74’ü (%46) E. coli, 14’ü(%8,7) C. Perfringens (+Sporlular) parametresi açısından “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında

Yönetmelik” te belirtilen mikrobiyolojik parametrelere uygun olmadığı için bulanıklık oluşmasının temelinde bu durumun olduğu düşünülmektedir.

Yasa ve yönetmelikler gereği içme ve kullanma suyu kaynağının çevresinde mutlak, kısa, orta ve uzun mesafeli koruma alanları oluşturulur. Bu alanların genişlikleri ve uyulması gereken kurallar ilgili mevzuat ve düzenlemelerle belirlenir. Mutlak koruma alanı 0-300 metrelik dairesel bir alanı kaplar. Bu alanın içerisine kesinlikle inşaat yapılamaz. Gerektiğinde çitle çevrilerek koruma ormanı oluşturulur. 300 m ile 1 km arasındaki kısa mesafeli koruma alanı içerisine ise turistik, yerleşime yönelik ya da sanayi tesisi kurma gibi uygulamalara izin verilemez. Çöp ve moloz atırılamaz. Toprak atma ya da alma işlemleri yapılamaz. Sıvı ve katı yakıt depolarına izin verilemez (70, 125, 126). Çalışmamız kapsamında bulunan 23 köyün 12’sinde (%52,2) çeşmelere su sağlayan kaynak sularının çıkış noktalarında koruma alanının bulunmadığı ifade edilmiştir. Bu ifadeler muhtarlarla yapılan görüşmeler sonucunda ulaşılan bilgilerdir. Oldukça fazla sayıda kaynak suyu çıkış noktalarına sahip olan bu köylerde koruma alanlarının yetersiz olması, koruma alanı olduğunu belirten köylerdeki koruma alanlarının usulüne uygun olmaması sulara bulanıklık oluşmasına neden olan faktörler arasında sayılabilmektedir. Ormanlık alanda vahşi hayvanların, kemirgenlerin olduğu bilinmektedir. Bu kaynak sularının çıkış noktalarına bu hayvanların ulaşabilmesi, dışkıları ile kirletme olasılıkları, ölmeleri durumunda bu suların köy halkına ulaşmasıyla hastalıklar salgınlar olabileceği bilinmektedir.

Bulanıklık nedenlerinden bir diğeri de su numunelerinin alınmış olduğu çeşme ve borulara bakım yapılmamış olmasıdır. Çeşme ve boru benzeri su temin edilen yapıların eski ve kirli olduğu köylerden numune alınması sırasında gözlenmiştir. Çalışmamızdaki 23 köyün 10’unda (%47,6) görüşmeler sonucunda çeşme ve su borularının bakımlarını yapmadıklarını ifade etmişlerdir. Köylerde yapılmış olan gözlemler sonucunda özellikle köy meydanlarında bulunan çeşmelerin ve çeşme amaçlı kullanılan boruların köy muhtarları tarafından ifade edilen oranlardan daha yüksek oranlarda kirli ve uygunsuz olduğu görülmüştür.

Çalışmamız kapsamında araştırmaya dahil edilen köylerden alınan 161 su numunesinin, tat ve koku parametreleri bakımından “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” te belirtilen hükümlere uygun nitelikte olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmamız kapsamında araştırmaya dahil edilen köylerden alınan 161 su numunesinden 3’ünün (%1,9) renk parametresi bakımından “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” te belirtilen hükümlere uygun nitelikte olmadığı tespit edilmiştir. Diğer 158’nin (%98,1) renk parametresi bakımından uygun nitelikte olduğu tespit edilmiştir. Ağaoğlu ve ark, 2001 yılında Van ve yöresinde (Van merkez, Gevaş, Gürpınar ve Edremit ilçeleri) bulunan kaynak sularını mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal kaliteleri yönünden incelemişlerdir. Çalışmada 15 kaynaktan alınan toplam 30 adet su örneğinde; kaynak sularının tamamının renksiz, kokusuz, berrak, normal tatta olduğunu tespit etmişlerdir (116). Günşen ve ark. Bursa Uludağ’ da bulunan 28 adet pınar kaynağının su kalitesini inceledikleri araştırmada, kaynak çıkış noktasından alınan 280 su örneğinin renk, bulanıklık, koku, tortu açısından “Gıda Maddeleri Tüzüğü”ne uygun olduğunu saptamışlardır (127). Z. Dönderici ve ark. 2009 yılında Akdeniz ve İç Anadolu bölgesinden alınan 63 adet kaynak suyu örneğinin fiziksel ve kimyasal kaliteleri“ İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” göre değerlendirilmiştir. Kaynak sularının 59’unda renk, 22’sinde tat, 57’sinde koku parametrelerine bakılmıştır. Suların tamamının renksiz, kokusuz, normal tatta olduğu tespit edilmiştir (117).

“İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” çerçevesinde içme-kullanma sularının dezenfeksiyonunda klor ve klorlu bileşikler kullanılır, uç noktada yapılacak ölçümlerde serbest klor düzeyinin 0.2-0.5 mg/L olması sağlanır. Klorlamada bu düzeyin sağlanamaması durumunda mahalli idare tarafından ara klorlama ünitesi yaptırılır. Deprem ve sel gibi olağanüstü durumlar ile kaynak, depo ve şebeke sistemi gibi su yapılarında oluşan arızalanmalara bağlı olarak yapılan su kesintilerinde şebekenin en uç noktasında serbest klor düzeyi en fazla 1.0 mg/L olacak şekilde klorlama yapılabilir. İçme-kullanma suyunda dezenfeksiyon etkinliğinin denetlenmesi amacıyla, serbest klor ölçümleri suyun mahallinde her gün yapılır (33).

Çalışmamızda 23 köyden alınan 161 su numunesinin tamamında serbest bakiye klor değerleri 0 mg/L olarak ölçülmüştür. Köylerde yaşayan halkın, sularında klor bulunmasının suyun tadını bozduğu, bağ bahçe sulamalarında bitkilerine zarar verdiğini düşünceleri köy muhtarlarıyla ve köy halkıyla yapılan görüşmeler sonucunda anlaşılmıştır. Bu nedenlerden dolayı kullanılan kaynak sularına hiçbir şekilde klorla dezenfeksiyon yapılmamaktadır. Köy halkının klor kullanımına karşı olan tutumları köylerde kullanılan şebeke sularında da kendini göstermektedir. Köylerde İl Özel İdare tarafından takip ve kontrol edilen şebeke sularının dağıtıldığı depolarda 23 köyün 16'sı (%72,7) muhtarlardan alınan bilgiler doğrultusunda düzenli klorlama yapmadığını belirtmiştir. Nicholast John Ashbolt'un 2004 yılında yaptığı çalışmada gelişmekte olan bölgelerdeki içme suyu kaynaklarının fakir sanitasyon imkanlarına sahip olması ve ihtiyaç duyulan stratejilerin uygulanamaması sonucunda suların patojen mikroorganizmaların bulunduğu ana kaynaklar haline geldiği bildirilmiştir. Dünyadaki ölümlerin %3,7'si içme suları ile bağlantılı olduğunu tespit etmiş içme sularındaki patojenlerin dezenfeksiyonla kolaylıkla kontrol altında tutulacağını bildirmiştir (128). H. Avcı ve ark. Malatya il genelinden 2012 yılı içerisinde alınan toplam 1502 kontrol izleme numunesine ait sonuçlar "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" kapsamında değerlendirilmiştir. İl genelinde yıl boyunca yapılan ölçümlerde klor yetersizlik seviyesi %29,5 olarak belirlenmiştir. İçme-kullanma sularında klorlamaların yetersiz olduğu dönemlerin özellikle yaz ve sonbahar ayları olduğu tespit edilmiştir (129).

Suda alüminyum geniş bir kimyasal yelpazede bulunabilir. İçme suyunda alüminyum varlığı esas olarak iki faktörden etkilenir: Suyun kaynağındaki alüminyum varlığı ve su arıtımında kullanılan alüminyum tuzları. İçme suyu kaynağının özelliğine bağlı olarak alüminyum, suyun doğal yapısında belirli bir düzeyin üzerinde olabilir. Özellikle asit yağmurları, içilebilir sulardaki alüminyum düzeylerini arttırmakta ve böylece suyun doğal yapısında alüminyum yüksek olabilmektedir. Suda alüminyum varlığı birçok fizikokimyasal ve mineralojik faktöre bağlı olarak değişkenlik gösterir. Organik maddeden zengin ve daha asidik özelliği olan sularında alüminyum düzeyi artmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü dökümanlarına göre suda çözülmüş alüminyum düzeyleri 0,001 ile 0,5 mg/litre arasında değişmekte, suyun asiditesi ve organik madde içeriği arttıkça bu düzey 0,5-1 mg/litreye

çıkabilmektedir (50). ABD Çevre Koruma Kuruluşu (EPA) hesaplamalarına göre, litresinde 50-100 µg/litre alüminyum bulunan içme sularından 1,4 litre tüketildiğinde kilogram başına günlük yaklaşık 1,5 µg/litre alüminyum alındığı belirlenmiştir (48). Ülkemizde yapılan yasal düzenlemelerde “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” kapsamında alüminyum gösterge değeri 200 µg/litre olarak belirtilmektedir (33).

İçme suyunda alüminyum düzeyleri değişkenlik gösterebilmektedir. İngiltere’de 1991 yılında yapılan bir çalışmada 553 örnekte 0,2 mg/l’den fazla çıkan örnek sıklığı %1’den az bulunmuştur. Kanada’da 1993-1994 yıllarında yapılan bir araştırmada alınan numunelerin %75’inde düzey 0,1 mg/l’nin altında bulunmuştur ve değerler 0,04-0,85 mg/l arasında değişmektedir. ABD’de yapılan araştırmalarda da sudaki alüminyum düzeyi çeşitli çalışmalarda 0,01-2,7 mg/l değerleri arasında bulunmuştur (50). Z. Dönderici ve ark. 2009 yılında Akdeniz ve İç Anadolu bölgesinden alınan 63 adet kaynak suyu örneğinin fiziksel ve kimyasal kaliteleri değerlendirilmiştir. Renk, tat, koku, bulanıklık, iletkenlik, pH, alüminyum, demir, bor, arsenik, mangan, amonyum, ozon ve bromat parametrelerine yönelik analizler yapılmıştır. 63 adet su numunesinin 30’unda alüminyum çalışılmıştır. Çalışılan örneklerde alüminyum saptanmamıştır (117).

Çalışmamızda alınan 161 su numunesinde alüminyum değerleri 0 ile 2,786 mg/lt arasında değişmektedir. Alüminyum ortalaması 0,116mg/lt olarak tespit edilmiştir. 161 adet su numunesi içerisinde 20’si (%12,4) sınır değer olan 0,2 mg/lt üzerinde saptanarak “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” te belirtilen hükümlere uygun olmadığı belirlenmiştir. Gıdalar, sağlıklı insanlar için alüminyuma temel etkilenim yolu olarak belirtilmektedir. DSÖ’ye göre ağızdan alınan alüminyumda toplam maruz kalmanın %4’ ü içme suyu kaynaklıdır ve yetişkin bir birey, gıdalardan ortalama günlük 5 mg/litre alüminyum alırken, içme suyundan 0,1 mg/litre alüminyum almaktadır. Yine DSÖ kaynaklarında alüminyum ile yapılan hayvan deneyleri ve invitro çalışmalar dikkati çekmektedir. Bu çalışmalarda farklı akut, kısa ve uzun dönemli maruz kalma etkileri ve düzeyleri ile ilgili bilgiler ortaya konmaktadır (48, 50). Alüminyum düşük akut toksisite etkisi ön plandadır. Uzun süreli maruz kalmaya ilişkin bilgiler sınırlıdır ancak fosfor metabolizması ile etkileşime geçtiği, halsizlik, kemik ağrısı ve anoreksiyaya yol

açtığı bilinmekte, karsinojenik, teratojenik ya da mutajenik testlerinin negatif olduğu ve bu yönde etkilere dair güçlü kanıtlar olmadığı bildirilmektedir. İçme suyunda alüminyum varlığının olası sağlık etkileri, özellikle alüminyumun Alzheimer hastalığı ya da diyaliz ansefalopatisi ile ilişkilendirilmesi nedeniyle giderek daha fazla tartışılır olmaktadır. Zayıf kanıtlar da olsa içme suyu aracılığı ile yüksek düzeyde alüminyum alınmasının Alzheimer hastalığı açısından yüksek risk oluşturduğu öne sürülmektedir (51, 131, 132).

Dışkı kaynaklı kirlenme göstergesi olan mikroorganizmalar su sağlığı ve güvenliğinin değerlendirilmesi için en önemli göstergedir. Suların bakteriyolojik kalitesi, indikatör ya da hijyen indeksi mikroorganizmalarca belirlenmektedir. Bu amaçla sularda başta koliform, fekal koliform ve E. coli olmak üzere genel canlı sayısı, enterokok ve sülfid indirgeyen anaerob'lar aranmaktadır. Bu bakterilerin sudaki varlığı, direkt ya da indirekt yolla bir fekal bulaşmayla birlikte patojenlerin de bulunma olasılığını ve hijyenik kalitenin yetersizliğini ifade etmektedir. (133). İnsan tüketimi için kullanılan su, hiçbir gösterge bakteri içermemelidir.

Türkiye’de de yürürlükte olan “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” te limitler Dünya Sağlık Örgütü standartları ile örtüşmektedir. Sağlık Bakanlığı’nın “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” belgesinde çeşitli su türlerine ait mikrobiyolojik değerler şu şekilde verilmiştir: E. coli: 0 cfu (koloni oluşturan birim) /100ml, Enterokoklar: 0 cfu/100ml, Koliform bakteri: 0 cfu/100ml, C. Perfringens (sporlular dahil): 0 cfu/100ml olmalıdır. Sularla bulaşarak salgınlar yapabilen tifo, paratifo, dizanteri, kolera, bulaşıcı hepatit, gastroenterite sebep olan patojen mikroorganizmalar ve bunun yanında protozoon ve helmint infeksiyonlarının etkenleri dışkı ile yayılmakta ve çeşitli düzeylerde içme ve kaynak sularını kontamine edebilmektedirler(134, 135).

Çalışmamıza dahil edilen 23 köyden alınan 161 su numunesinde Koliform bakteri, E. coli, C. perfringens bakterileri bakılmıştır. Koliform grubu bakteriler içme suyunun mikrobiyolojik açıdan temiz olduğunun belirlenmesinde dışkı kaynaklı bulaşın göstergesi olarak aranır. Suda koliform grubu bakteri varlığı yakın zamanlı bir dışkı bulaşı olduğunun göstergesidir, bu nedenle içme suyunda koliform bakteri bulunmaması gerekmektedir.

Koliform grubu üyesi olan ve koli basili olarak da bilinen E. coli, memeli hayvanların kalın bağırsağında yaşayan bakteri türlerinden biridir. E. coli, normal bağırsak florasına aittir, bu sebeple de E. coli 'nin çevresel sularda varlığı dışkısal kirlenmenin bir belirtisi olarak kabul edilmektedir.

C. perfringensin esas kaynağı dışkı değildir. Doğada sıklıkla saptanır. Clostridium sporları suda diğer mikroorganizmalardan daha uzun süre canlı kalabilirler ve dezenfeksiyona son derece dirençlidirler. Uzun süre canlı kalabilmeleri nedeni ile aralıklı ve uzak mesafeden kaynaklanan kontaminasyonun en önemli göstergeleridir.

H. Avcı ve ark. Malatya il genelinden 2012 yılı içerisinde alınan toplam 1502 kontrol izleme numunesine ait sonuçlar “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” kapsamında değerlendirilmiştir. Toplanan su numunelerinin bakteriyolojik inceleme sonuçları ve sularda bakiye klor ölçüm düzeyleri bölgelere ve mevsimlere göre analiz edilmiştir. Merkez ve ilçelerde 2012 yılı içinde içme-kullanma sularının %30,2’si içilemez düzeyde bulunmuştur. Coğrafi özelliklerine göre gruplandırılan ilçe bölgeleri esas alınarak yapılan analizde, kirlilik düzeyleri yönünden bölgeler arasında fark bulunmuştur. Farklılık merkez su şebekesi ve bu şebekeden beslenen bölgelerde su kirliliği oranlarının düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Malatya ilçe merkezleri, beldeler ve köyler su kirliliği yönünden risk altındadır (129). G. Acehan’ın 2007 yılında yapmış olduğu çalışmada Adana il genelinden İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik (EU İçme Suyu Direktifleri 98/83/EC) hükümlerine göre bölgelerin homojen özelliklerini yansıtacak şekilde köylerde 514, il merkezi ve beldelerde 142 odak belirlenmiştir. Bu odaklardan muhtelif tarihlerde köylerden 899, il merkezi ve beldelerden 2058 bakteriyolojik su numuneleri alınmış, toplam 407 adedinde bakteriyolojik kirlilik tespit edilmiştir (136). S. Ağaoğlu ve ark. (2001) yılında Van ve yöresinde (Van merkez, Gevaş, Gürpınar ve Edremit ilçeleri) bulunan kaynak suları mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal kaliteleri yönünden incelenmiştir. Çalışmada 15 kaynaktan alınan toplam 30 adet su örneği alınmıştır. İncelenen kaynak sularının % 33,3’ünde koliform grubu mikroorganizma tespit edilmiştir. Sonuç olarak, analizleri yapılan kaynak sularının mikrobiyolojik yönden % 40’ının “Gıda Maddeleri Tüzüğü” ve “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” hükümlerine uygun olmadığı

anlaşılmıştır (116). Günşen ve ark. Bursa'da 2000 yılında 28 kaynaktan iki farklı ayda alınan toplamda 280 su numunesinde yaptığı çalışmada mikrobiyolojik analizlerde toplam aerob bakteri ve koliform bakteriler yönünden numunelerin % 7.69'unun ilgili tüzük ve standartlara uygun olmadığı saptanmıştır (127). Ö. Koçak ve ark.'nın 2009 yılında Erzurum'da yaptıkları çalışmada toplanan 70 su numunesinin 9'unda (%12.85) koliform bakteri, bir numunede defekalkoliform bakterisi tespit edilmiştir (120). S. Alemdar ve ark. 2009 yılında Bitlis merkez ve ilçelerindeki (Adilcevaz, Ahlât, Güroymak, Hizan ve Tatvan) içme sularının bazı mikrobiyolojik ve fizikokimyasal niteliği araştırılmıştır. Depo ve musluk sularından 164 su numunesi alınmıştır. Örneklerde belirlenen fizikokimyasal veriler standart değerlere uygun bulunmuştur. Ancak, mikrobiyolojik analizler sonucunda %30'u enterokok, %12'si koliform, %24'ü sülfid indirgeyen anaerob'lar ve %8'i E. coli yönünden standartlarda bildirilen kriterlere uygunluk göstermemiştir (137). Atasoylu G. ve ark. Aydın İli Halk Sağlığı Laboratuvarı'nda 2004 yılı içinde yapılan içme-kullanma suyu incelemelerinin değerlendirilmesi yapılmıştır. Aydın İli Halk Sağlığı Laboratuvarı'nın 2004 yılında yaptığı mikrobiyolojik ile fiziksel-kimyasal içme-kullanma suyu analizleri aylık bildirim formları ile laboratuvar kayıt defterlerinin taranarak, 'sağlığa zararlı' bulunanlar retrospektif olarak değerlendirilmiş ve Türkiye verileri ile karşılaştırılmıştır. Aydın İli Halk Sağlığı Laboratuvarı'nda 2004 yılı içinde, 4410 içme- kullanma suyu analizi yapılmış, %17,0'ı sağlığa zararlı bulunmuştur. Bakteriolojik incelemelerin 594'ü (%16,6), kimyasal-fiziksel analizlerin 154'ü (%18,7) sağlığa zararlı bulunmuştur. Örneklerin %64,8'si az kirli (n=385), % 1'i orta (n=6), % 34,2'si çok kirli (n=203) olarak saptanmıştır (138).

Çalışmamızda, 23 köyden toplanan 161 adet su numunesindeki Koliform bakteri ortalaması 33,5 cfu/100 ml olarak tespit edilmiştir. 161 adet su numunesinin 32'si (%19,9) "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" tebelirtilen 0 cfu/100 ml hükmüne uygun olduğu tespit edilmiştir. Diğer 129 (%80,1) su numunesi Koliform bakteri içermesi nedeniyle kullanıma uygun olmadığı saptanmıştır.

Çalışmamızda, 23 köyden toplanan 161 adet su numunesindeki E. coli bakteri ortalaması 10,9 cfu/100 ml olarak tespit edilmiştir. 161 su numunesinin 87'si (%54,0) "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" tebelirtilen 0 cfu/100

ml hükmüne uygun olduğu tespit edilmiştir. Diğer 74 (%46) su numunesi E. coli bakteri içermesi nedeniyle kullanıma uygun olmadığı saptanmıştır.

Çalışmamızda, 23 köyden toplanan 161 adet su numunesindeki C. perfringens (+Sporlular) bakteri ortalaması 0,12 cfu/100 ml tespit edilmiştir. 161 adet su numunesinin 147'si (%91,3) "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" tebelirtilen 0 cfu/100 ml hükmüne uygun olduğu tespit edilmiştir. Diğer 14 (%8,7) su numunesi C.perfringens (+Sporlular) bakteri içermesi nedeniyle kullanıma uygun olmadığı saptanmıştır.

Çalışmaya dahil edilen köylerden alınan 161 su numunesi, Koliform bakteri ve E. coli bakterinin neden olduğu mikrobiyolojik kirlilik oranının köylerde ortak kullanıma açık olan çeşmelerle, ev önlerinde bulunan bireysel çeşmeler olarak karşılaştırıldığında, aralarında anlamlı fark olduğu bulunmuştur. Köyde ortak kullanıma açık olan çeşmelerin mikrobiyolojik olarak daha yüksek oranlarda kirli olduğu bulunmuş ve gözlenmiştir.

Brick T. ve ark. 2004 yılında İçme suyu ihtiyacını gölden ve kuru nehir yatağının altında ki yer altı kaynağından karşılayan Hindistan'ın güneyinde bulunan bir kasabanın içme sularının kaynaktan ev halkı kullanıncaya kadar geçen çeşitli periyotlar içerisindeki mikrobiyal kontaminasyon oranı değerlendirilmiş, suların kaynaktan temiz olsa dahi %67'sinin tüketime sunulana kadar depolarda kirlendiği belirtilmiştir. Laboratuvar testleri ile içme suyu depolarının yapımında kullanılan malzemelerin mikrobiyal kontaminasyon için önemli olduğu tespit edilmiştir. Gelişmekte olan ülkelerin temiz su elde edilemeyen bölgelerinde suların dezenfeksiyonunun önemi vurgulanmıştır (139).

Franciska, Schets M. ve ark. 2005 Hollanda'da 2002-2003 yılları içerisinde 144 tane odaktan özellikle kamp yerleri, hastaneler ve devlet dairelerinden mikrobiyolojik su numuneleri almışlar Fekal indikatörler ve E. Coli araştırması yapmışlardır. Fekal indikatörleri standart membran filtrasyon metoduyla, E. Coli sayımını ise özel bir zenginleştirilmiş metotla yapmışlardır. Sonucu pozitif çıkan sulardan tekrar su numuneleri alınarak 24 saat içinde laboratuvar şartlarında inceleyip değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak mikrobiyolojik kirliliğe daha çok geniş tarım arazileri ve otlakların üzerine kurulmuş kamp yerlerinde rastlamışlardır. Bu

duruma bölgede bulunan büyükbaş hayvanların dışkılarının yağışlarla su kaynaklarına karışmış olabileceğini savunmuşlardır (140).

Çalışmamıza dahil edilen köylerde suların klorlanmaması, su kaynaklarının çıkış noktalarındaki koruma alanlarının yetersiz olması, kaynak sularının temin edildiği çeşmelere yeterli bakımın yapılmaması, kontrol dışı su kaynakları olmalarından dolayı su analizi yapılmaması, çeşmelerin genelinin eski ve standart dışı olması gibi birçok neden bu sularda kaynaktan tüketiciye ulaşıncaya kadar mikrobiyolojik kirliliğine neden olmaktadır. Köylerde numune alınması süresince yapılan gözlemlerde çeşmelerin çok eski olduğu ve hiçbir bakıma tabi tutulmadığı anlaşılmıştır. Bazı çeşmelerin ve su temin edilen boruların yapımında kullanılan malzemelerin uygunsuz olduğu tespit edilmiştir. Ortak kullanım alanlarında olan ve kaynak sularının temin edildiği çeşme ve boru şeklinde yapıların ciddi sağlık sorunlarına yol açabileceği bilincinin de köy halkında olmadığı gözlenmiştir.

Çalışmaya dahil edilen köylerden alınan 161 su numunesi kaynak çıkış noktasında koruma alanı olanlar ve olmayanlar şeklinde gruplanmıştır. Kaynak çıkış noktasında koruma alanı olup olmamasının, Koliform bakteri, E. coli, C. perfringens kirliliği üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Bu durum, koruma alanının bulunmasının suların istenilen standartlara ulaşması için yeterli bir koruma sağlayamadığını düşündürmüştür. Ayrıca köy halkı ve muhtarın koruma alanı olarak tanımladıkları yapıların yetersiz nitelikte olması da bu durumu açıklayacak nedenler arasında yer alabilir. Kaynak sularının çıkış noktalarındaki bölgelerin yeterince korunamamasından dolayı bu bölgeler evcil veya vahşi hayvanların dışkıları ile kirlenmekte, bu yapılarda fekal kirliliklerin ortaya çıkmasına neden olabildiği düşünülmektedir.

Çalışmamız dahilinde bulunan bazı köylerde hayvan dışkılarının köyün ortak alanlarına veya kişilerin kendi evinin bahçesine dökülerek belirli bir süre orada bekletildiği, daha sonra bahçe ve tarlalarda gübre olarak kullanıldığı görülmüştür. Bu durumun, köylerdeki birçok su kaynağının ve şebeke sistemlerinin mikrobiyolojik olarak kirlenmesine, fekal kirliliklerin ortaya çıkmasına neden olabileceği düşünülmektedir. Köy halkının bu durumun doğurabileceği sonuçlar konusunda yeterli bilgiye sahip olmadığı gözlenmiştir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmaya Zonguldak ili merkez ilçeye bağlı 23 köy dahil edilmiştir. Her köyde 7 farklı kaynaktan su numunesi alınarak alınarak 161 adet su numunesinin analizi yapılmıştır. Köylerde içme suyu olarak kullanılan kaynak sularının mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal analizi yapılmak üzere su kalitesinin "İçilebilir Suların Fiziksel ve Kimyasal özellikleri "TS 266" , "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" te belirtilen hükümlere uygunluğu değerlendirilmiştir. Bu suların mikrobiyoloji analizleri; Koliform bakteri, E. coli, C. perfringens (+Sporlular), fiziksel ve kimyasal analizleri; pH, iletkenlik, bulanıklık, alüminyum, renk, koku, tat, amonyum, klor parametrelerine bakılarak yapılmıştır.

6.1. Sonuçlar

1-Çalışmamıza Zonguldak merkez ilçeye bağlı 23 köy dahil edilmiştir. 23 köydeki nüfus ortalaması 461 ± 283 'tür. Her köyde ortalama 4 mahalle bulunmaktadır. Köylerdeki hane sayısı ortalaması 186 ± 116 olarak belirlenmiştir.

2-Çalışmamıza dahil edilen 23 köyün tamamında bir şebeke sistemi ile hanelere su sağlanmaktadır.

3-Çalışmamıza dahil edilen 23 köyün tamamında kaynak suyu kullanılmaktadır. Göl, gölet, akarsu vb. sular, su kaynağı olarak hiçbir köyde kullanılmamaktadır.

4-Şebeke sistemiyle su temin ettikleri depolarını 23 köyün 6'sı (%27,3) düzenli klorladıklarını, 16'sı (%72,7) düzenli olarak klorlama yapmadıklarını belirtmişlerdir.

5- Çalışmamızdaki köylerde kaynak sularının çıkış noktalarında koruma alanlarının, 23 köyün 11'inde (%47,8) olduğu, 12'sinde (52,2) olmadığı belirtilmiştir. Koruma alanlarının etrafını çitlerle çevrelendiğini 23 köyün 5'i (%21,7), çitlerle çevrelenmediğini 18'i (%78,3) belirtmişlerdir.

6-Çalışmamızda 23 köyün 11'inde (%52,4) köylerdeki çeşmelerin bakımlarının düzenli yapıldığı, 10'unda (%47,6) ise yapılmadığı belirtilmiştir.

7-Çalışmamızda 23 köyün 12'sinde (%52,2) kuyu suyu kullanımı olduğu, 11'inde (%47,8) kuyu suyu kullanımı olmadığı belirtilmiştir. Kuyu suyu kullanan 12 köyün sadece 2'si (%16,7) kuyu temizliği ve su analizleri yaptırdığını, 10'u (%83,3) kuyu temizliği ve kuyu suyu analizi yaptırmadıklarını belirtmişlerdir.

8- Çalışmamız kapsamında 23 köyün şebeke suyuna ait su depolarının %50,2'sinde yüzeysel suları uzaklaştıracak saptırma kanalının olduğu, %90,9'unda temizlik borusunun ağzının taşıma borusunun altında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca depoların %87'sinde depo temizliğinin yapıldığı, suların %56,5'inin düzenli olarak klorlandığı ifade edilmiştir. Yapılış tarihi itibarıyla depoların %27,3'nün kullanıma uygun olmadığı belirtilmiştir.

9- Çalışmamıza dahil edilen 23 köyden alınan 161 su numunesinin pH değerleri 6,50-8,79 arasında değişmektedir. Bu değerler "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" te belirtilen hükümlere uygundur.

10- Çalışmamıza dahil edilen 23 köyden alınan 161 su numunesinin elektriksel iletkenlik değeri 21-1020 µS/cm arasında değişmektedir. Bu değerler "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" te belirtilen hükümlere uygundur.

11- Çalışmamıza dahil edilen 23 köyden alınan 161 su numunesinden 34'nün (%21,1) bulanıklık değerleri "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" te belirtilen sınır değer üzerinde tespit edilmiş olup bu parametre açısından içme ve kullanmaya uygun olmadığı tespit edilmiştir. Diğer 127 (%78,9) numunenin belirtilen sınırlar dahilinde olduğu tespit edilmiştir.

12- Araştırma kapsamında alınan 161 su numunesinden, 3'ü (%1,9) renk parametresi açısından "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" te belirtilen hükümlere uygun nitelikte olmadığı tespit edilmiştir.

13- Araştırma kapsamında alınan 161 su numunesinin tamamının tat ve koku nitelikleri bakımından “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” te belirtilen hükümlere uygun olduğu tespit edilmiştir.

14- Çalışmaya dahil edilen 23 köyden alınan 161 su numunesinin tamamında serbest bakiye klor miktarı 0 mg/l olarak tespit edilmiştir. Tüm su numunelerinin serbest bakiye klor miktarı açısından “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” uygun olmadığı tespit edilmiştir.

15- Çalışmaya dahil edilen 23 köyden alınan 161 su numunesinden 20’sinin (%12,4) alüminyum değerleri “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” te belirtilen sınır değer üzerinde tespit edilmiş olup, bu parametre açısından içme ve kullanmaya uygun olmadığı tespit edilmiştir.

16- Araştırma kapsamında alınan 161 su numunesinin 129’unda (%80,1) 1 ile 960 (cfu/100) arasında değişen koliform bakteri tespit edilmiş olup bu parametre açısından içme ve kullanmaya uygun olmadığı saptanmıştır.

17- Araştırma kapsamında alınan 161 su numunesinin 74’ünde (%46,0) 1 ile 560 (cfu/100) arasında değişen E. coli bakteri tespit edilmiş olup bu parametre açısından içme ve kullanmaya uygun olmadığı saptanmıştır.

18- Araştırma kapsamında alınan 161 su numunesinin 14’ünde (%8,7) 1 ile 3 (cfu/100) arasında değişen C. perfringens (+Sporlular) bakteri tespit edilmiş bu parametre açısından içme ve kullanmaya uygun olmadığı saptanmıştır.

19- Çalışmamız kapsamında 23 köyden alınan 161 su numunesinin 131’i (%81,4) “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” te belirtilen hükümler çerçevesinde içme ve kullanmaya uygun bulunmazken, 30’u (%18,6) uygun bulunmuştur.

20- Araştırma kapsamında çalışmaya dahil edilen köylerden alınan 161 su numunesi alınmış olduğu noktalara göre karşılaştırılmıştır. Kişilerin evlerinin önüne yaptırmış olduğu 129 çeşme ile ortak kullanıma açık 32 köy çeşmesi arasında Koliform bakteri ve E. coli, bakterinin neden olduğu mikrobiyolojik kirlilik açısından anlamlı fark bulunmuştur. Cl. Perfringens bakterinin neden olduğu mikrobiyolojik kirlilik açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Köy çeşmelerinin ev önlerindeki kişisel çeşmelere göre Koliform bakteri ve E. coli açısından mikrobiyolojik kirlilik oranlarının daha yüksek olduğu saptanmıştır.

21- Çalışmaya dahil edilen köylerden alınan 161 su numunesi kaynak çıkış noktasında koruma alanı olanlar ve olmayanlar şeklinde gruplanmıştır. Kaynak çıkış noktasında koruma alanı olup olmamasının, Koliform bakteri, E. coli, C. perfringens kirliliği üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

6.2. Öneriler

Zonguldak merkez ilçeye bağlı tüm köylerde yeterince dezenfeksiyon yapılması (temiz içme suyu sağlanması) halk sağlığı açısından zorunluluktur. Toplanan su numunelerinin hiçbirinde dezenfeksiyon yapılmadığından yoğun bakteriyolojik kirliliğe rastlanmıştır. Köy halkı tarafından hiçbir kontrole tabi tutulmadan kullanılan bu suların, yerel yönetimlerce takip edilmesi, dezenfeksiyonun yapılmasının sağlanması gerekmektedir. Dezenfeksiyon işleminin ve takibinin sistematik olarak yapılmasının bakteriyolojik kirliliğin büyük ölçüde azalmasını sağlayacağı bilinen bir gerçektir.

Kaynak sularının temin edildiği sistemlerin ve muslukların uzun yıllar kullanılması sonucunda potansiyel olarak mikrobiyolojik kirlilik kaynakları olduğu gözlemlenmiştir. Su temin edilen sistemlerin ve çeşmelerin çok eski olduğu ve hiçbir dezenfeksiyon işlemine tabi tutulmadığı saptanmıştır. Bu sistem ve çeşmelerin takip edilmesi ve belirli aralıklarla temizlenip yenilenmesinin mikrobiyolojik kirliliği azaltacağı düşünülmektedir. Muslukların mümkün olduğu kadar mikrobiyolojik gelişmeye yer vermeyecek malzemelerden yapılması gerekmektedir. Ayrıca musluk ağızlarına elle temas etmekten kaçınılmalı ve çok uzun süre kullanımda olan

muslukların mikrobiyolojik kirlilik bakımından potansiyel bir risk taşıdığı unutulmamalıdır.

Köylerdeki su depolarının ve kaynaklarının buldukları bölgelerin yeterince korunamamasından dolayı bu bölgeler evcil veya vahşi hayvanların dışkıları ile kirlenmekte, bu yapılarda fekal kirliliklerin ortaya çıkmasına neden olabildiği düşünülmektedir. Bu yapıların Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğine göre koruma altına alınması gerekmektedir. Su depolarının ve kaynakların bulunduğu noktaların korunamaması bu suları her türlü mikrobiyolojik kirliliğe açık duruma getirmektedir.

Zonguldak merkez ilçeye bağlı bu köylerde ortaya çıkan kirliliğin önemli bir diğer sebebi de su depolarının temizliği ve bakımının gerektiği şekilde yeterince yapılmamasıdır. Bu depoların yılda en az bir kez boşaltılarak temizlenmesi gerekmektedir. Bunun haricinde depoda bulunan su belirli aralıklarla kontrol edilmelidir. Yapılan kontrollerde suyun tadının, renginin, kokusunun değişmesi gibi durumlarda bir yıl dolması beklenmeden depo kontrol edilerek temizlenmelidir.

Bazı köylerde hayvan dışkılarının köy ortak alanlarına veya kişilerin kendi evinin bahçesine dökülerek belirli bir süre orada bekletildiği, daha sonra bahçe ve tarlalarda gübre olarak kullanıldığı görülmüştür. Bu durum, köylerdeki birçok kaynağın ve şebeke sistemlerinin mikrobiyolojik olarak kirlenmesine ve fekal kirliliklerin ortaya çıkmasına neden olabileceği düşünülmektedir. Aynı zaman da birçok bulaşıcı hastalık etkenin özellikle fekal kirliliğe maruz kalmış sulardan kaynaklanabildiği unutulmamalıdır.

Köylerden su numunesi toplanması sırasında köy halkının neden sularında dezenfeksiyon yapılmasını istemediği anlaşılmıştır. Kullanılan dezenfektanların, içme suyunun tadını bozduğunu ve bitkilerine zarar verdiğini düşündüklerini ifade etmişlerdir. Köy halkının su dezenfeksiyonuna bakış açısının değiştirilmesi ve dezenfeksiyon yapılmadığı takdirde yaşayabilecekleri problemler konusunda eğitim verilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Köylerde kullanılan kaynak sularının yerel yönetimlerce kontrol altına alınamayacak durumda olmaları halinde, bireysel klorlama önerilmeli, temin edilmeli ve bu konularda eğitim verilmelidir.

Köy halkı temiz içme ve kullanma suyu kullanmadığı takdirde meydana gelebilecek bulaşıcı hastalıklar konusunda sürekli eğitilmeli ve bilinçlendirilmelidir.

Yerel yönetimlerle sağlık örgütleri arasında sıkı bir işbirliği yapılarak, köylerin içme-kullanma suyu haritaları çıkarılmalıdır. Haritalandırmanın yapılması bu kaynakların tespit ve kontrolünün sağlanmasına önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir

Köylerdeki kaynak sularından numune toplanması sırasında, yapılan gözlem ve araştırmalarda köy halkının temiz ve içilebilir içme suyu temini konusunda yeterli bilgiye sahip olmadığı tespit edilmiştir. Unutulmamalıdır ki içme suyu ile ilgili takip ve bilinçlendirme sadece su idarelerinin görevi değildir.

Kontrolsüz kullanılan, İçme ve kullanma sularının halk sağlığı açısından potansiyel risk oluşturabileceği unutulmamalıdır. Yetkili kurumlarca gerekli düzenlemeler yapılarak periyodik kontrollerin yapılması, gerekli uyarıların yerel basın ve yayında gündeme getirilmesi temiz içme ve kullanma suyu sağlanması konusunda köy halkına önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Alüminyumun sağlık etkilerine ilişkin bilgilerimiz kısıtlıdır. Alüminyumun başta sinir sistemi olmak üzere vücutta farklı sistemlerde etki gösterebildiği ortaya konulmuştur. Uzun süreli maruz kalma ile ilgili özellikle alüminyum-Alzheimer hastalığı ilişkisi endişe doğurmaktadır. Alzheimer hastalığı gelişiminde içme suyundaki alüminyum yüksekliğinin nedensel bir faktör olduğu kesin olarak ortaya konmamakla birlikte sudaki alüminyumun kontrol altında tutulması önerilmektedir.

Özellikle köylerde kirliliğin yüksek olduğu ve sanitasyon hizmetleri yönünden hizmeti götürecek personelin yerel düzeyde eksikliği, bilgi ve ekipman yetersizliği, konuya yönelik halk eğitimi çalışmalarının yerine getirilememesi gibi muhtemel faktörler nedeni ile içme-kullanma suyu kalitesinin merkezden kırsala doğru düştüğü görülmektedir. Bu konuda farkındalığın artırılması ve gerekli önlemlerin alınması konusunda sağlık çalışanlarına, özellikle halk sağlıkçıların katkısına daha çok ihtiyaç vardır.

Bu çalışma, bazı koşullardan dolayı belirli bir zaman aralığında yapılabilmektedir. Bu çalışmaya benzer çalışmaların uygun koşulların sağlanması durumunda mevsimsel farklılıklar gözönüne alınarak yılın belirli dönemlerinde tekrarlanması önerilmektedir.

7. KAYNAKLAR

1. Güler Ç., Vaizoğlu, S.A. , Çobanoğlu, Z. İçme suyu, Özgür Doruk Güler Çevre Dizisi No.71, Yazıt Yayıncılık, Ankara 2011.
2. Güler, Ç.(Ed), Çevre Sağlığı (Çevre ve Ekoloji Bağlantılarıyla), 1. Cilt, Yazıt Yayıncılık, Ankara, 2012.
3. Muslu, Y., 2001. Su ve Atıksu Mühendisliği Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü. Su Vakfı Yayınları, 23-60, İstanbul.
4. Türkiye'nin Çevre Sorunları Türkiye Çevre Vakfı Yayını No.163 s:89 Ankara 2003.
5. Eroğlu, V, 1997. Kullanılmış Suları Uzaklaştırma Esasları. 3. Baskı, Teknik Kitaplar Yayınevi, İstanbul.
6. The safe water system. <http://www.cdc.gov/safewater/index.html>. 12.8.2012
7. Water and Cultures in the Modern World [Internet]. Available from: <http://watersome.blogspot.com.tr/2011/11/water-and-cultures-inmodern-world.html>
8. Yumurtuğ S, Sungur T: Hijyen ve Koruyucu Hekimlik, AÜTF yayınları Sayı 393,1. Basım, Ankara 1980.
9. Eberliköse M. HES'ler ve Yerellikler, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
10. <http://bianet.org/biamag/dunya/132918-suyu-musluktan-icebilmek>.
11. Who is John Snow <http://www.ph.ucla.edu/epilsnow.html>.
12. Ergin S: Çevre Sağlığı Tanımı ve Özellikleri, İzmir Çevre Kirliliği Sağlık Sempozyumu, İzmir 1987.
13. Unatek: bulaşıcı hastalıklarla savaş ve İslam dini, İÜ tıp fakültesi mikrobiyoloji, tropical hastalıklar ve parazitoloji kürsüsü, fatih yayınevi, İstanbul 1975.
14. Kjær Gunn K. Vand gennem tiderne [Internet]. National Geographic. 2010. p. 2. Available from: <http://natgeo.dk/vand-gennem-tiderne-0>
15. Begun A, Ramaiah M, Harikrishna S, Khan I, Veena K. Analysis of Heavy Metals Concentration in Soil and Lichens from Various Localities of Hosur Road, Bangalore, India. E-J Chem 2009, 6 (1):13-22.
16. Meinhardt, P. Water quality management and water-borne diseases, in Robert B. Wallace, Neal Kohatsu (eds); Wallace/Maxcy-Rosenau-Last, Public Health and Preventive Medicine, pg. 863-899, 15th ed., McGraw Hill, Medical, New York 2007.

17. Güler Ç, Çobanoğlu Z. Su Kirliliği. 1. Baskı, Ankara: Sağlık Bakanlığı Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi 1994.
18. Güler Ç.; Vaizoğlu, S.A; Çobanoğlu, Z. İçme suyu, Özgür Doruk Güler Çevre Dizisi No.71, Yazıt Yayıncılık, Ankara 2011.
19. Okun, d. A. , Water Quality Management, in Public Health&Preventive Medicine, (John m. Lastand Robert B. Wallace, (Eds), pgs 619-638), Toronto, 1992.
20. Güler Ç.; Vaizoğlu, S.A; Çobanoğlu Çevre Sağlığı, (Çevre ve Ekoloji bağlantılarıyla) Ankara 2012.
21. Güler Ç. ; Çobanoğlu, Z.; Su Denetimi ve Mevzuatı, Çevre 21 Sağlık Yayın Dağıtım, Ankara 2004.
22. Orhan, A.H., Urartu Yapıları, www.ahmethamdiorhan.com/dokümantasyon/usuy.doc, 3.2.2012
23. Botkin D., Keller. E.Environmental Science, John Wiley Sons New York, 1995.
24. UNEP, <http://www.unep.org/dewa/vitalwater/gif/0200/water-region-EN.gif>, 2015.
25. Güler Ç, Coşkun Y: Su Bilgisi, Hatiboğlu yayımları Yayın No: 48, Ankara, 1988.
26. Ural ZF: Koruyucu Hekimlik Hijyen ve Sanitasyon, AÜTF Yayınları, Sayı 141, 3. Basım, Ankara 1964.
27. Mutluay, H., Demirak, A., 1996. Su Kimyası. Beta Basım Dağıtım A.Ş., 21-71, İstanbul.
28. Güler Ç., Irmak Suyu ve Halk Sağlığı, Özgür Doruk Güler Çevre Dizisi No. 43, Ankara 2008.
29. M Duran, GN Demirer - TMMOB, Çevre Mühendisleri Odası, Ankara, 1997.
30. Managing Water under Uncertainty and Risk. UN Water Reports. <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002156/215644e.pdf>. 7.10.2012
31. Su ve Kirliliği. http://www.stydcevreorman.gov.tr/su_kirliligi.htm. 7.10.2012.
32. Toprak ve Su Kaynaklarının Kullanımı ve Yönetimi. Dokuzuncu Kalkınma Planı 2007-2013. <http://ekutup.dpt.gov.tr/imalatsa/tastopra/öik671.pdf>. 7.10.2012.
33. 17.02.2005 tarihli ve 25730 Sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik.
34. Zonguldak Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. İl Çevre Durum Raporu Zonguldak 2014.
35. Türkiye İstatistik Kurumu, 2012.

36. Güler Ç, Benli D, Vaizoglu S. Su Kirliliği. Halk Sağlığı Temel Bilgiler Kitabı. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 2006; 521-537..
37. Güler Ç. İstenmeyen bir seçenek, evsel su arıtım aygıtları. Özgür Doruk Güler Çevre Dizisi 25. Ankara: Yazıt Yayıncılık, 2008.
38. Disinfecting a Domestic Well with Shock Chlorination, http://cahe.nmsu.edu/pubs/_m/m-115.html, 14 Ağustos 2007.
39. Güler Ç, Çobanoğlu Z. Su kirliliği, çevre sağlığı temel kaynak dizisi No: 12. T.C. Sağlık Bakanlığı Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü, T.C. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, ISBN 975-7572-60-8. Ankara, 1994.
40. Drinking water from household wells, <http://www.epa.gov/safewater/privatewells/booklet/index.html>, EPA, 10 Ağustos 2007.
41. Mutluay, H., 1996. Su kimyası. İstanbul Teknik Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, İstanbul.
42. Güler Ç. İçme suyundaki kirleticiler ve halk sağlığı. Özgür Doruk Güler Çevre Dizisi 11, Ankara: Yazıt Yayıncılık, 2008.
43. Güler Ç. İçme suyundaki kirletici etkenler ve halk sağlığı. Çevre ve Mühendis 2007; 28:89-98.
44. Demirer, M., A., 1988. Besin Hijyeni-Su Hijyeni. Ankara Üniversitesi. Ankara, İTASHY.
45. Erguvanlı. K, Yüzer. E., Yer altı suları Jeolojisi (Hidrojeoloji), İstanbul Teknik Üniversitesi, Yayın No:23, İstanbul, Nisan 1987.
46. Akman Ö, Atasever S, Güçlü E, Gümüş G, Çandar T. Alüminyum ve İnsan. tip.baskent.edu.tr/egitim/mezuniyetoncesi/calismagrp/.../13.P1.pdf(Erişim tarihi: 03.07.2014).
47. Sulardaki Al konsantrasyonlarının sınırlandırılması. <http://www.ekutuphane.imo.org.tr/pdf/898.pdf> (Erişim tarihi: 03.07.2014).
48. Calvin C. W., Gwendolyn L. B., Clifton J. M. Total allowable concentrations of monomeric inorganic aluminum and hydrated aluminum silicates in drinking water. *Critical Reviews in Toxicology*. 2012; 42 (5): 358–442.
49. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Tox Guide for Aluminium. 2011. <http://www.atsdr.cdc.gov/toxguides/toxguide-22.pdf>. Erişim tarihi: Temmuz 2012.

50. WHO. Aluminium in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality WHO/SDE/WSH/03.04/53,2003.
51. Srinivasan P T, Viraraghavan T, Subramanian K.S. Aluminium in drinking water: An overview. Water SA. January 1999; 25 (1): 47-56.
52. International Organisation for Standardization, Water Quality-Determination of Ammonium, Geneva, 1986.
53. Ammonia, Environmental Health Criteria, No. 54, WHO, Geneva, 1996.
54. ICAIR, Life Systems, Inc, Drinking Water Criteria Document on Nitrate/Nitrite, Final Draft, EPA, Office of Drinking Water, Washington DC, 1987.
55. Skeffington, R. A., and Emma J. Wilson. "Excess nitrogen deposition: issues for consideration." *Environmental pollution* 54.3-4(1988): 159-184.
56. Polat, M., 1998, Akarsu ve Göllerde İzlenen Fiziksel ve Kimyasal Parametreler, DSİ Genel Müdürlüğü Seminer Notları, Ankara.
57. Basic Information about E.coli 0157:H7 in Drinking Water, <http://www.epa.gov/safewater/contaminants/ecoli.html>, 8 Şubat 2007.
58. Kuruma, H., and J. Poetzschke. "İçme sularında amonyum iyonlarının uzaklaştırılmasında membran filtrasyon uygulaması." *Ekoloji* 11.42(2002): 45-8.
59. WHO, Guidelines for Drinking-Water Quality Vol 2.(Health Criteria and Other Supporting Information) Geneva, 1984
60. Dumlu. G., Kirli Su El Kitabı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 1975
61. WHO, Guidelines for Drinking-Water Quality Vol. 1. (Recommendations), Geneva, 1984
62. Drinking Water contaminants, <http://www.epa.gov/safewater/contaminants/index.html>, 5 Ocak 2007.
63. American Water Works Association (AWMA). Waterborne pathogens: manual of water supply practices-M48, First Edition. Denver, CO: AWMA., 1999.
64. Milli Eğitim Bakanlığı Çevre Sağlığı Suların Analiz Parametreleri 850ck0011 Ankara, 2011.
65. Tekbaş ÖF. Çevre Sağlığı. 1.baskı. Ankara: GATA Basımevi Müdürlüğü, 2010: 261-98.

66. Geldreich, E.E., K. R. Fox, J.A. Goodrich, E.W. Rice, R.M. Clark, and D.L. Swerdlow. Searching for a water supply connection in the Cabool, Missouri disease outbreak of *Escherichia coli* O157:H7. *Water Research* 26 (8):1127-1137., 1992
67. Clark, R. M., E.E. Geldreich, K.R. Fox, E.W. Rice, C.H. Johnson, J.A. Goodrich, J.A. Barnick, and F. Abdesaken. Tracking a salmonella serovar typhimurium outbreak in Gideon, Missouri: role of contaminant propagation modeling. *Journal of Water Supply Research and Technology-Aqua*. 45 (4):171-183., 1996.
68. Characklis, W.G. *Bacterial Regrowth in Distribution Systems*. Denver, CO: AWWA and AwwaRF, 1988.
69. Smith, D.B., A.F. Hess, and S.A. Hubbs. Survey of distribution system coliform occurrences in the United States. In: *Proceedings of the Water Quality Technology Conference*. Denver, CO: AWWA., 1990.
70. Ehler, V. M., Steel, E.W. *Municipal and rural Sanitation*, McGraw Hill, New York, 1965.
71. De Victoria, J., and M. Galvan. *Pseudomonas aeruginosa* as an indicator of health risk in water for human consumption. *Water Sci. Technol.* 43:49-52., 2001.
72. Chaidez, C., and C. Gerba. Comparison of the microbiological quality of point-of use (POU) treated water and tap water. *Int. J. Environ. Health Res.* 14:253-261., 2004.
73. Trautman, M., T. Michalsky, H. Wiedeck, V. Radlosavljevic, and M. Ruhnke. Tap water colonization with *Pseudomonas aeruginosa* in a surgical intensive care unit (ICU) and relation to *Pseudomonas* infections of ICU patients. *Infect. Control. Hosp. Epidemiol.* 22:49-52., 2001.
74. World Health Organization (WHO). *Heterotrophic Plate Count Measurements in Drinking Water Safety Management*. WHO/SDE/WSH/02.10. Geneva, Switzerland: WHO., 2002.
75. Environmental Protection Agency (EPA). *Drinking water; national primary drinking water regulations; total coliforms (including fecal coliforms and *E. coli*); final rule*. *Federal Register* 54; 27544-68., 1989.
76. *Safe water, Better Health*. WHO 2008, p. 11.
77. *Gray water*, en. wikipedia. org/ wiki/ Gray Water, 3 Kasım 2007.
78. Güler, Ç. , Çobanoğlu, Z. , *Konut Sağlığı*, Yazıt Yayıncılık, Ankara, 2008.

79. Hinrichsen D, Robey B, Upadhyay UD. The health dimension. In: Solutions for a water-short world. , Population Report, Series M, No. 14. Baltimore, MD: Johns Hopkins School of Public Health, Population Information Program; 1998. Available from URL: <http://www.infoforhealth.org/pr/m14/m14chap5.shtml>, 1 Mayıs 2008.
80. Blackwater, www.nsc.org/EHC/glossary.htm, 3 Kasım 2007.
81. Blackwater, www.kleanindustries.com/s/Glossary.asp, 3 Kasım 2007.
82. Blackwater, www.mw-zander.com/hld-home-glossary/hld-glossaryfacilitymanagement.htm, 3 Kasım 2007
83. Blackwater, members.aol.com/sierram/sierram3.htm, 3 Kasım 2007
84. Graywater, www.nsc.org/EHC/glossary.htm, 3 Kasım 2007.
85. World Health Organization (WHO). Guidelines for drinking-water quality. (3 ed., Vol. 1). Geneva, 2008, p 668.
86. Sularla İlişkili Hastalıklar, Irmak H. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü Şubat - 2008 Ankara.
87. WHO, 1996. Guidelines for Drinking Water-Second Edition-Volume 2 Health Criteria and Other Supporting Information, pp. 15.
88. (www.genetikbilimi.com/tip/parazitler.html - 9k).
89. Akbulut A. HAV Enfeksiyonu. Viral Hepatit Kitabı-2002'de. Ed. Balık, Tekeli E. Ankara, VHSD, 2002.
90. Bidawid S, Farber JM, Sattar SA, Hayward S. Heat inactivation of hepatitis A virus in dairy foods. J FoodProt 2000; 63: 522-8.
91. Review Of Medical Microbiology And Immunology Warren Levinson, Md, Phd 2008.
92. Sağlık Bakanlığı Bulaşıcı Hastalıkların Laboratuvar Tanısı için Saha Rehberi HEPATİT E. ICD-10 B17.2 .
93. Brown M, Eykyn SJ. Non-typhoidal Salmonella bacteraemia without gastroenteritis: a marker of underlying. Immunosuppression, Review of cases at st, TomasHospital 1970-1990, J Infect41:256-9,2000.
94. Bakıcı, Zahir, Sema Çakmaktepe, and Atıf Güney. "Bölgemizden Soyutlanan Salmonella ve Shigella Bakterileri ve Antibiyotik."

95. Olsen SJ, Bishop R, Brenner F, Roels T, Bean N et al. The Changing epidemiology of Salmonella: Trends in 1 serotypes isolated from Humans in the United States, 1987-1997 J Infect Dis 183:753-61, 2001.
96. Blaser, MJ., and Reller, L.B.: Campylobacter enteritis. New Engl. J. Med., 305:1444, 1979.
97. Blaser, MJ. , Taylor, D.N., and Feldman, R.A.: Epidemiology of Campylobacter jejuni infections. Epidemiol. Rev., 5:157, 1983.
98. Hopkins, R.S., and Scott, A.S.: Handling raw chicken as a source for sporadic Campylobacter jejuni infections. J. Infect. Dis., 148:770, 1983.
99. Blaser, MJ. , Cravens, J. , Powers, B.W., et al.: Campylobacter enteritis associated with unpasteurized milk. Am. J. Med.. 67:715, 1979..
100. Pai, C.H., Giliis, F., Tuomonen, E., and Marks, M.I.: Erythromycin in treatment of Campylobacter enteritis in children. Am. J. Dis. Child., 137:286, 1983.
101. LEE JV, West AA. Survival and Growth of Legionella Species in The Environment. Society of Applied Bacteriology Symposium Series, 1991, 20: 121 s. 129.
102. www.webpaketi.com/webpack/user/kanalmarket/Lejyonerhastaliginedir.html - 32k.
103. CEV312 İçme Sularının Arıtımı Ders Notları. <http://cevre.beun.edu.tr/dersnotu/icmesulari/icme-sularinin-aritilmasi.pdf> erişim tarihi:01.10.2015
104. EPA Drinking Water Treatment Plant Residuals Management Technical Report EPA 820-R-11 003; 2011.
105. Malmrose, Lozier J, Mickley M et al., 2003. Residual Management Research Committee Subcommittee on Membrane Residual Management, "2003 Committee Report: Residuals Management for Low-Pressure Membranes," Jour. AWWA, 95:6:68. AWWA, June 2003. DCN DW00003.
106. <http://www.lenntech.com/processes/disinfection/regulation-eu/eu-water-disinfection-regulation.htm> erişim tarihi 29.09.2015
107. Klorlama rehberi. (içme ve kullanma. Sularının klorlanması). Oğur R, Tekbaş ÖF, Hasde M. GATA, Ankara, 2004.
108. U.S. EPA, 2008b. National Primary Drinking Water Standards (List of Drinking Water Contaminants and MCLs) (original document published in 2003, DCN DW00657), Office of Ground Water and Drinking Water, Washington, DC. Retrieved

from <http://www.epa.gov/safewater/contaminants/index.html> Accessed April 2008 for updates

109. Gary A. Boorman, Vicki Dellarco, June K. Dunnick, Robert E. Chapin, Sid Hunter, Fred Hauchman, Hank Gardner, Mike Cox, and Robert C. Sills. Drinking Water Disinfection By products: Review and Approach to Toxicity Evaluation. Environmental Health Perspectives Supplements Volume 107, Number S1, February 1999.

110. IARC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risks to human. Vol 52 1991.

111. Karauğuz G, Kunt H İ, Doğanay O. Zonguldak Bölgesi Arkeoloji Eskiçağ Tarihi ve Coğrafya Araştırmaları. Çizgi Yayınları 2010.

112. Schultz C, Lindstadt G, Van Norman S, Kim A. Designing Ozone Systems for Cryptosporidium Removal. AWWA Annual Conference. 1996.

113. Munsuz N, Ünver İ. (1995) Su Kalitesi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yay. No: 1389, Ders Kitabı: 403, Ankara.

114. Erciyes Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, "Çevre Kimyası Laboratuvarı Dersi pH, İletkenlik, Çözünmüş Oksijen, Sıcaklık, TDS ve Bulanıklık Tayini Ders Notları," Şubat 2014.<http://cevre.erciyes.edu.tr/dosyalar/dokumanlar>.

115. Ali, A. L. A. Ş., and Oğuz Han Şamil Çil. "Aksaray iline içme suyu sağlayan bazı kaynaklarda su kalite parametrelerinin incelenmesi."(2002).

116. Ağaoğlu, Sema, et al. "Van ve yöresi kaynak sularının mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal kaliteleri üzerine araştırmalar." Van Tıp Dergisi 6.2(1999): 30-33.

117. Dönderici, Zöhre Seray, Aytaç Dönderici, and Fesem Başarı. "Kaynak Sularının Fiziksel Ve Kimyasal Kaliteleri Üzerine Bir Araştırma." Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi (2010): 167.

118. Handan, U. C. U. N.,and Betül Tuba Gemici. "Bartın Irmağı Kirlilik Profilinin Fiziksel Parametrelerle Belirlenmesi". Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 7.1(2016): 52-58.

119. Gemici, Betül Tuba, et al. "Kuyu Suyunda Bazı Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi: Bartın Örneği". Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 6.1(2015): 18-23.

120. Koçak, Özlem, and Ahmet Güner. "Erzurum İl Merkezindeki İçme ve Kullanma Sularının Kimyasal, Fiziksel ve Mikrobiyolojik Kalitesi." *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi* 4.1 (2009).
121. Yılmaz, Fevzi. "Mumcular barajı (Muğla-Bodrum)'nın fiziko-kimyasal özellikleri." *Ekoloji Dergisi* 13.50(2004): 10-17.997.
122. Başaran, Kaymakçı, A., Egemen, Ö., 2006. Orta Toros Dağlarındaki Eğri gölün Su Kalitesi Parametrelerinin Araştırılması, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 12(2) 137-143, Ankara.
123. Dombaycı K. Erzurum İli İçme Suyunun Bazı Fiziksel Ve Kimyasal Kalite Parametreleri Bakımından İzlenmesi Ve Değerlendirilmesi. Y. Lisans Tezi Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı 2009.
124. Koçak, Özlem, and Ahmet Güner. "Erzurum İl Merkezindeki İçme ve Kullanma Sularının Kimyasal, Fiziksel ve Mikrobiyolojik Kalitesi." *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi* 4.1 (2009).
125. Koren, H.; Bisesi, M. Handbook of Environmental Health and Safety, (355-395), Lewis Publishers Florida, 1996.
126. Güler, Ç., Çobanoğlu, Z. modül 07. Su tesisatı izleme, değerlendirme, müdahale uygulamaları, Sağlık Bakanlığı Ankara, 1997.
127. Günşen, Uğur, Şahsene Anar, and Handan Gündüz. "Uludağ'da ki Su Kaynaklarının fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri." *SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi* 7.2(2000).
128. Ashbolt, Nicholas John. "Microbial contamination of drinking water and disease outcomes in developing regions." *Toxicology* 198.1(2004): 229-238.
129. Avcı, Hasan H., et al. "Malatya ili içme suyu kontrol izlemesi sonuçlarının halk sağlığı açısından değerlendirilmesi." *Turgut Özal Tıp Merkezi Dergisi* 21.1(2014).
130. Calvin C. W. Gwendolyn L. B. Clifton J. M. Total allowable concentrations of monomeric in organical uminum and hydratedal uminum silicates in drinking water. *Critical Reviews in Toxicology*. 2012; 42 (5): 358–442.
131. Becking G.C. Human health concerns related to aluminium exposure: An Overview: National Health Forum. Aluminium. National Environmental Health Monographs Report of an International Meeting 20-21 April 1995 Edited by Paul aImray, Michael R. Moore, Philip W Callan, W. Lock. 1998.

132. Campdelacreu J Parkinson disease and Alzheimer disease: environmental risk factors. *Neurologia*. Jun 13, 2012 (Abstract). doi:10.1016/j.nrl.2012.04.001.
133. Anonymous (2006b) Guidelines for Drinking-Water Quality. Incorporating First Addendum, Vol. 1, Recommendations, 3rd Ed., World Health Organization. http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq0506.pdf. Erişim Tarihi: 15.11.2008.
134. Kireççi, Ekrem, Mustafa Savaşçı, and U. S. L. U. Hakan. "Kars ve Sarıkamış Çevresindeki İçme Suyu Kaynaklarından Membran Filtrasyon Yöntemi ile Escherichia coli İzolasyonu." *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi* 1.2(2006).
135. Öztürk, M., 2003. İstanbul'da dolum sonrası kaynak sularının mikrobiyolojik incelenmesi. Doktora Tezi, İ.Ü. Adli Tıp Enstitüsü, İstanbul.
136. Acehan G. İçme Sularının Mikrobiyolojik Kirlenme Potansiyelinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı Adana, 2007.
137. Alemdar, Süleyman, et al. "Bitlis ili içme sularının bazı mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özellikleri." *Ekoloji* 19.73(2009): 29-38.
138. Atasoylu, Gonca, et al. "Aydın İli Halk Sağlığı Laboratuvarı 2004 Yılı İçme Ve Kullanma Suyu Analizleri." *TAF Preventive Medicine Bulletin* 5.3(2006): 3.
139. Brick, T., 2004. Water Contamination in Urban South India: Household Storage Practices and Their Implications for Water Safety and Enteric Infections. *Int. J. Hyg. Environ. Health* pp.473-480.
140. Franciska M Schets, Marcel During, Ronald Italiaander, Leo Heijnen, Saskia A Rutjes, Willem K., Van der Zwalum, Ana Maria de Roda Husman. *Escherichia coli* O157:H7 in drinking water from private water Supplies in the Netherlands. *Water Res* 2005 Nov 10; 39 (18): 4485-93. Epub 2005 Oct 10.
141. Güler Ç. Su Kalitesi Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No: 43 Ankara 1997.
142. Zonguldak Valiliği İl Yıllığı 2002.

8.EKLER

Ek 1: Veri Çeteleme Formu

1. Köy ismi nedir ?
2. Köyde kaç hane mevcut ?
3. Köy nüfusu nedir ?
4. Köye bağlı kaç mahalle bulunmaktadır ?
5. Köyde şebeke suyu kullanımını var mı ?
6. Köyde içme suyu olarak kaynak suyu kullanılıyor mu ?
7. Köyde göl, gölet, akarsu, ırmak, yağmursuyu, kuyu suyu v.b. sular içme suyu olarak kullanılıyor mu ?
8. Köyde yaygın olarak kullanılan içme suyu tipi nedir ?
9. Köyde kaynak suyunu direkt hanesine bağlayan kaç hane mevcuttur ? Yaygın mı ?
10. Köyde kullanılan kaynak sularında klorlama yapılıyor mu ?
11. Köyde kullanılan su kaynakları çevresinde koruma alanları var mı ?
12. Kaynak depolarında yüzeysel suları uzaklaştıracak bir saptırma kanalı var mı ?
13. Kaynak deposunda temizlik borusunun ağzı taşıma borusunun altında mı ?
14. Kaynak alanına insan ve hayvanların girmesini engelleyen çit yapılmış mı ?
15. Köyde bulunan su depolarında klorlama aygıtı mevcutmu ve düzenli klorlama yapılıyor mu ?
16. Su depolarının temizliği uygun şekilde yapılıyor mu ?
17. Su depoları yapılış tarihleri itibarı ile kullanıma uygun mu ?
18. Şebeke suyu sağlayan halk çeşmelerinin düzenli bakımı yapılıyor mu ?
19. Köyde kuyu suyu kullanımı varmı ? Varsa ne amaçlı ?
20. Kuyu suları içiliyorsa analizi yapılıyor mu ? Kuyular boşaltılıp temizleniyormu dezenfekte ediliyor mu ?

Ek 2: Etik Kurul Onayı

