

## Gıda İşletmelerinde Kullanılan Suların Gıda Güvenliği Yönünden İncelenmesi

Bayram Çetin ✉, Hatice Şanlıdere Aloğlu, Harun Uran, Şeyda Yanardağ Karabulut

Kırklareli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kırklareli

Geliş Tarihi (Received): 16.02.2016, Kabul Tarihi (Accepted): 05.08.2016

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): bayram.cetin@klu.edu.tr (B. Çetin)

☎ 0 288 214 05 14-15 📠 0 288 214 05 16

### ÖZ

Hijyenik açıdan güvenilir gıda üretilebilmesi için gıda işletmelerinde hammadde, personel ve işletme hijyeni kadar su hijyeni de önemlidir. Günümüzde halen su kaynaklı gastrointestinal hastalıklar halk sağlığını tehdit etmeye devam etmektedir. Bu çalışma Kırklareli ilinde faaliyet gösteren gıda işletmelerindeki suların kalitesini belirlemek ve mevcut durumu gözlemlemek amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla toplam 33 farklı işletmeden 83 şebeke ve kuyu suyu incelemeye alınmıştır. Su numunelerinin fiziko-kimyasal özellikleri limit değerler dâhilinde bulunurken, mikrobiyolojik kalite açısından %10.8'i (n=9) *E. coli*, %84.3'ü (n=70) koliform bakteri, %27.7'si (n=23) psikrofil bakteri, %37.3'ü (n=31) toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) için belirtilen yasal limit değerleri üzerinde çıkmıştır. Kış döneminde ilgili numunelerin %26.2'sinde koku, %9.5'inde bulanıklık belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Su hijyeni, Mikrobiyolojik kalite, Fiziko-kimyasal kalite, Gıda işletmeleri

### Safety of Water Used in Food Plants of Kırklareli, Turkey

#### ABSTRACT

Water hygiene is an important parameter as well as raw material, personal and process hygiene in order to produce hygienically safe food. Gastrointestinal diseases caused by water continue to threaten public health worldwide today. The aim of this study is to assess the hygienic quality of water used in food plants in Kırklareli, Turkey. For this purpose, 83 supply and well water samples were analyzed from 33 different plants. Physico-chemical properties of all samples were within the legal values while 10.8% (n=9), 84.3% (n=70), 27.7% (n=23), 37.3% (n=31) of samples did not meet limit values in terms of exceeding *E. coli*, coliform bacteria, psychrotrophic bacteria and total aerobic mesophyll bacteria (TAMB), respectively. In winter period, odor in 26.2% and turbidity in 9.5% of the samples were detected.

**Keywords:** Water hygiene, Microbiological quality, Physico-chemical quality, Food plants

### GİRİŞ

İnsan hayatında su çok önemli bir yer teşkil etmektedir. Vücudun ihtiyacı olan su, doğrudan su olarak alınabildiği gibi, içeceklerle ve tüketilen gıdalarla da değişik oranlarda temin edilmektedir. Hayat için vazgeçilmez olan su, bazen sağlığımız için risk oluşturabilmektedir. Su kirliliğinden kaynaklanan gastrointestinal hastalıklar

dünya çapında büyük önem taşımaktadır [7, 14, 29, 30]. Gıda işletmelerinde kullanılan suların mikrobiyel ve fiziksel yönden temiz olmaması, gıdalardaki mikrobiyel yükü arttırmakta, dolayısıyla tüketici sağlığını tehdit etmektedir. Sularla bulaşan ve salgınlara neden olan hastalıklar arasında bakteriyel (Tifo, paratifo, dizanteri, kolera, gastroenterit), protozoon ve helmint enfeksiyonları başta gelmektedir [7]. Bu hastalıkların

ciddiyeti ve boyutu göz önünde bulundurulursa, suların mikrobiyel yönden temizliğinin önemi daha iyi anlaşılmaktadır. Ayrıca mikrobiyel yönden temiz olmayan suyun gıda ile temas etmesi sonucu gıdada zaten mevcut olan mikroorganizma yükü artmaktadır. Şayet gıda, mikroorganizma yükünü elimine edebilecek ya da kabul edilebilir limit değerlerin altına indirebilecek bir işleme tabi tutulmuyorsa, hastalıklara neden olması ve salgınların görülmesi kaçınılmaz olacaktır [7, 14, 30]. Gıda işletmelerinde kullanılacak suyun, her zaman kullanıma hazır, yeterli miktarda ve içilebilir su kalitesinde olması gerekmektedir [10].

Ülkemizde doğrudan gıda işletmeleri sularına yönelik detaylı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Yapılan çalışmaların çoğu şebeke suyu ve damacana suları ile ilgilidir. Alemdar ve ark. [3] 2009 yılında Bitlis merkez ve ilçelerinde, ilkbahar ve sonbaharda, depo ve musluk sularından aldıkları 164 numuneyi mikrobiyolojik ve fizikokimyasal yönden incelemişlerdir. Araştırmacılar numunelerin fizikokimyasal değerlerini standartlara uygun bulurken, %30'unun enterokok, %12'sinin koliform bakteri, %24'ünün sülfid indirgeyen anaeroblar ve %8'inin *E. coli* yönünden standart değerlere uymadığını belirlemişlerdir. Numunelerin pH, Na ve Mg düzeylerini, bakterilerin pozitiflik oranını (*E. coli* hariç) sonbahar mevsiminde daha yüksek olarak tespit etmişlerdir. Mikrobiyel kalite üzerine yerleşim yerinin etkisinin olduğunu belirtmişlerdir. Bunun dışında içme, içme-kullanma, kuyu suları ve depo suları ile ilgili farklı yörelerde yapılan değişik araştırmalar mevcuttur [4, 12, 23, 28, 32, 34, 37].

Gıda işletmelerine yönelik yapılan başka bir araştırmada [19], paketlenmiş marul üretimi yapan firmanın ürün işleme prosesi boyunca karşılaştıkları mikrobiyel kontaminasyon düzeyleri incelenmiştir. Hijyen kontrolünde indikatör mikroorganizma olarak *E. coli* seçilmiştir. Üretim sürecinde yer alan yıkama basamağı mikroorganizmaların yayılmasında ve son ürüne *E.coli*'nin çapraz kontaminasyonunda kritik kontrol noktası olarak belirlenmiştir. Gıda ile temas eden suların içilebilir su niteliğinde olması gerektiği, yıkama suyunun yönetimi ve kontrolünün taze ürünlerin üretiminde büyük önem taşıdığı ifade edilmiştir. Marzano ve Balzeretti [26], okullara yiyecek sağlayan hazır yemek kuruluşlarını mikrobiyel güvenlik ve hijyenik kalite açısından incelemişlerdir. İnceledikleri su numunelerinden musluk suyundan alınanların %47.8'inin, içme suyundan alınanların ise %10'unun yasal limitlere uygun olmadığını belirlemişlerdir.

Yapılan kaynak araştırmasından görüldüğü üzere su kalitesi ile ilgili araştırmaların çoğu kaynak suları ve damacana sularının kalitesi üzerine yoğunlaşmış ve özellikle bölgesel ölçekte yapılmıştır [2, 11, 13, 17, 18, 22, 24-26, 37]. Gıda işletmeleri sularının kontrolü ile ilgili olarak yapılan çalışmalar [19, 26], gıda ile temas eden suyun kalitesinin son ürün kalitesi açısından önemli olduğunu göstermektedir. Direkt tüketime sunulan içme sularında bile [1, 3, 5] yönetmelik ve standartlara uymayan numunelere rastlanırken, daha az göz önünde olan gıda işletmeleri sularının kontrolüne yönelik çalışmaların gerekliliği aşikârdır.

Trakya Bölgesi'nde çok sayıda küçük, orta ve büyük ölçekte gıda işletmesi bulunmaktadır. Büyük ölçekte üretim yapan fabrikaların genelde kendi kalite kontrollerini yapabilecekleri laboratuvarları mevcuttur. Fakat orta ve küçük ölçekli işletmelerin böyle bir alt yapısı bulunmamaktadır. Bu araştırmada Trakya Bölgesi'ndeki gıda işletmelerine ait suların kontrolünün yapılması ve bölgenin mevcut durumunun kısmen de olsa ortaya konması amaçlanmıştır. Gıda üretimi yapan işletmelerin kullandıkları suların kalitesiyle ilgili bilgi sahibi olunması ve mevcut durumun gözlenerek daha güvenilir, sağlıklı gıda maddelerinin üretilmesine katkı sağlanması hedeflenmektedir. Bu amaçla toplanan su numuneleri psikrofil bakteri, toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB), koliform bakteri ve *E. coli* analizleri yapılarak mikrobiyolojik yönden; nitrat, nitrit, amonyum, pH, iletkenlik parametreleri kontrol edilerek fiziko-kimyasal yönden; bulanıklık, renk, koku parametreleri ile de duyuşsal yönden değerlendirilmiştir. Bulunan değerler yönetmelikte [9] belirlenen limit değerler ile kıyaslanıp, sonuçlar bu yasal değerlere uygunluk açısından yorumlanmıştır.

## MATERYAL ve METOT

### Numunelerin Toplanması

Araştırmada Kırklareli ilinde faaliyet gösteren ağırlıklı olarak süt ve et işletmelerinden alınan toplam 83 numune çalışma materyali olarak kullanılmıştır (Tablo 1). İşletmelerin özellikle ürün imalatında kullandıkları sulardan numune alınmıştır. Su numuneleri yaz dönemi (Temmuz-Ağustos) ve kış dönemi (Ocak-Şubat) olmak üzere iki farklı periyotta usulüne uygun alınmış, soğuk zincirde laboratuvara ulaştırılarak aynı gün analizleri yapılmıştır. Mikrobiyolojik analizler için steril, renkli cam şişelerde ve fiziko-kimyasal analizler için özel kapaklı plastik numune kaplarında TS 266'ya uygun numune alınarak, analizler sonuçlanıncaya kadar 4°C'de muhafaza edilmiştir [6]. Yaz döneminde 27 işletmeden 14, kış döneminde ise 31 işletmeden 11'inin şebeke ve kuyu suyu birlikte analiz edilmiştir. Numunelerin analizleri en az 2 paralel olacak şekilde yapılmıştır.

Tablo 1. Su numunelerinin gıda işletmelerine göre sayısal dağılımı

İşletme Türü	Şebeke (n=58)		Kuyu (n=25)	
	Yaz	Kış	Yaz	Kış
Süt İşletmesi (22 adet)	21	22	12	10
Et İşletmesi (8 adet)	5	8	1	1
Diğer (3 adet)	1	1	1	-
Toplam numune(n=83)	27	31	14	11

### Mikrobiyolojik Analizler

Numuneler, mikrobiyolojik analizler kapsamında psikrofil bakteri, toplam aerobik mezofilik bakteri, koliform bakteri ve *E. coli* yönünden incelenmiştir. Su numunelerinin mikrobiyolojik analizleri Membran Filtrasyon Yöntemi [8, 27] ile yapılmış ve besiyeri olarak psikrofil bakteri ve toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı için Standart TTC (Sartorius, 14055) hazır kuru besiyeri kullanılmış,

psikrofil bakteri sayımı için petriyeler 22°C'de 3-4 gün; toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı için 37°C'de 48 saat inkübe edilerek, süre sonunda petri kutuları üzerinde gelişen kolonilerin sayımı yapılmıştır. Sayım sonuçları kob/mL olarak belirtilmiştir. Koliform bakteri ve *E. coli* sayımı için Endo (Sartorius, 14053) hazır kuru besiyerleri kullanılmış 37°C'de 24-48 saat inkübe edilerek kırmızı-pembemsi koloniler koliform bakteri, metalik parlaklık gösteren koloniler *E. coli* olarak değerlendirilmiştir. Sayım sonuçları kob/100 mL olarak belirtilmiştir.

### Fiziko-Kimyasal Analizler

Kimyasal olarak nitrat, nitrit ve amonyum parametreleri Hach Lange Spektrofotometresi (DR2800) ile belirlenmiştir. Nitrat miktarı nitrat küvet testi (LCK339), nitrit miktarı nitrit küvet testi (LCK341) ve amonyum miktarı amonyum küvet testi (LCK304) ile kit prosedürüne uygun şekilde yapılmıştır. Ayrıca pH değeri elektrometrik olarak pH metre (Mettler Toledo FG2) ile ve iletkenlik ölçer (Jenco 3173) ile belirlenmiştir. Ölçümler en az iki paralelli olarak yapılmıştır. Bulanıklık, renk ve koku parametreleri klasik olarak duyuusal yöntemlerle değerlendirilmiştir.

### İstatistiksel Analizler

Analizler sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS paket programı kullanılarak varyans analizi uygulanmıştır[36].

### BULGULAR

Çalışmada yaz döneminde (Haziran-Ağustos) 27 işletmeden 41, kış döneminde ise 31 işletmeden 42 şebeke ve kuyu suyu olmak üzere toplam 33 farklı işletmeden su numunesi alınarak analiz edilmiştir. İşletme sularının mikrobiyolojik kalitesinin göstergesi olan hijyen indeksi bakterilerin belirlenme aralıkları ve bu aralıklardaki numune sayıları, Tablo 2'de verilmiştir.

Yaz döneminde 14 işletmeden hem şebeke hem de kuyu suyu örneği alınmıştır. Bu 14 işletmenin 10'unun şebeke, 12'sinin kuyu suyunun yasal limitleri sağlamadığı görülmüştür. Kış döneminde ise şebeke sularının tamamının, kuyu sularının ise 9'unun yasal limitleri sağlamadığı belirlenmiştir.

Mikrobiyolojik kalite açısından yaz döneminde 41 numuneden; 3 numune (%7.3) *E. coli*, 37 numune (%90.2) koliform bakteri, 7 numune (%17.1) psikrofil bakteri, 8 numune (%19.5) TAMB sayısı için verilen yasal limit değerleri aşmıştır. Mezofil genel canlı açısından şebeke ve kuyu sularında sırasıyla 12 ve 2 numunede üreme gözlenmezken, 10 ve 9 numune yasal sınırın altında, 5 ve 3 numunede yasal sınırın üzerinde üreme olmuştur. Psikrofil bakteri açısından ise; şebeke ve kuyu sularında sırasıyla 10 ve 3 numunede üreme gözlenmezken, 13 ve 8 numune yasal sınırın altında, 4 ve 3 numunede yasal sınırın üzerinde üreme olmuştur. Koliform bakteri ve *E. coli* analizlerinde; yaz döneminde şebeke sularında 2 numunede *E. coli*, 24 numunede koliform bakteri, kuyu sularında ise 1 numunede *E. coli*, 13 numunede koliform bakteri tespit edilmiştir ve yasal limit olan 0 kob/100 mL'yi sağlamadığı belirlenmiştir (Tablo 2).

Kış döneminde 42 numuneden 6 numune (%14.3) *E. coli*, 33 numune (%78.6) koliform bakteri, 16 numune (%38.1) psikrofil bakteri, 23 numune (%54.8) TAMB için verilen limit değerleri aşmıştır. TAMB açısından şebeke ve kuyu sularında sırasıyla 6 ve 2 numunede üreme gözlenmezken, 8 ve 3 numune yasal sınırın altında, 17 ve 6 numunede yasal sınırın üzerinde üreme olmuştur. Psikrofil bakteri açısından ise; şebeke ve kuyu sularında sırasıyla 8 ve 3 numunede üreme gözlenmezken, 10 ve 5 numune yasal sınırın altında, 13 ve 3 numunede yasal sınırın üzerinde üreme olmuştur. Koliform bakteri ve *E. coli* analizlerinde; kış döneminde şebeke sularında 4 numunede *E. coli*, 24 numunede koliform bakteri, kuyu sularında ise 2 numunede *E. coli*, 9 numunede koliform bakteri tespit edilmiştir ve yasal limit olan 0 kob/100mL'yi aştığı belirlenmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Bazı gıda işletmelerindeki suların mikrobiyolojik analiz bulguları

Dönem	Örnek	Psikrofil Genel Canlı (kob/mL)			Mezofil Genel Canlı (kob/mL)			Koliform Bakt. (kob/100mL)		<i>E. coli</i> (kob/100mL)	
		≤0	≤10 <sup>2</sup>	≥10 <sup>2</sup>	≤0	≤2x10 <sup>1</sup>	≥2x10 <sup>1</sup>	≤0	>0	≤0	>0
Yaz (n=41)	Şebeke (n=27)	10	13	4	12	10	5	3	24	25	2
	Kuyu (n=14)	3	8	3	2	9	3	1	13	13	1
Kış (n=42)	Şebeke (n=31)	8	10	13	6	8	17	7	24	27	4
	Kuyu (n=11)	3	5	3	2	3	6	2	9	9	2
	F Değeri		6.695*			3.525*		5.281		17.707	
Genel	Toplam (n=83)	24	36	23	22	30	31	13	70	74	9

\*: p<0.05

Su numunelerinin fizikokimyasal analizleri ile ilgili bulguları ise Tablo 3'te verilmiştir. Duyusal özellikleri bakımından sadece kış döneminde 42 numunedan 11

numunede (%26.2) koku, 4 numunede (%9.5) bulanıklık belirlenmiştir.

Tablo 3. Bazı gıda işletmelerindeki suların fiziko-kimyasal analiz bulguları

Dönem	Örnek	Değer	pH	İletkenlik	Nitrit	Nitrat	Amonyum
Yaz (n=41)	Şebeke (n=27)	Ortalama	7.71	394	0.015	2.863	0.022
		Maksimum	8.45	916	0.058	19.250	0.043
		Minimum	6.14	201	0.009	0.078	0.015
	Kuyu (n=14)	Ortalama	7.56	596	0.014	4.718	0.021
		Maksimum	8.22	935	0.017	15.750	0.024
		Minimum	6.56	214	0.010	0.014	0.017
F Değeri			0.017	4.092**	1.385	1.131	1.236
Kış (n=42)	Şebeke (n=31)	Ortalama	7.21	416	0.012	3.083	0.013
		Maksimum	7.75	964	0.025	19.000	0.079
		Minimum	6.43	200	0.001	0.059	0.003
	Kuyu (n=11)	Ortalama	7.12	475	0.026	5.964	0.037
		Maksimum	7.56	1070	0.158	33.500	0.333
		Minimum	5.87	188	0.001	0.408	0.004
F Değeri			4.552	0.215	7.655	5.936	10.335
Genel Ortalama (n=83)			7.42	447	0.016	3.667	0.021

\*\* : p&lt;0.01

## TARTIŞMA

Hijyenik kalitesi yüksek gıda üretilebilmesi için gıda işletmelerinde hammadde, personel ve işletme hijyeni kadar su hijyeni de önem taşımaktadır. Bu nedenle kullanılan suların kalitesinin sık sık, en ideali ayda bir kontrol edilmesi gerekir. Halk sağlığı açısından sularda dikkat edilmesi gereken en önemli kriterlerin başında mikrobiyolojik parametreler gelmektedir [7, 14, 21].

Fiziksel, kimyasal ya da biyolojik olarak kirlenmiş sularla ilgili sağlık problemlerinin önemli bir kısmını bakteriyel bulaşmalar oluşturmaktadır [8]. Suların bakteriyolojik kalitesi, indikatör ya da hijyen indeksi mikroorganizmalarca belirlenmektedir. Rutin kontrollerde hastalıklara neden olan patojenlerin (*Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio*, *Klebsiella*, *Clostridium* ve *Aeromonas* türleri vb.) tümüne bakılması pratik ve ekonomik olmadığından, sularda fekal kirliliğin indikatör mikroorganizmaları olarak koliform grubu bakteriler, *E. coli*, enterokoklar ve sülfid indirgeyen anaeroblar aranmaktadır. Toplam canlı sayımı da suyun genel bakteri düzeyini belirlemek için incelenmekte ve hijyen indeksini oluşturan mikroorganizmalar arasında ilk sırayı almaktadır. Bu bakterilerin sudaki varlığı, direkt ya da indirekt yolla bir fekal bulaşmayla birlikte patojenlerin bulunma olasılığını ve hijyenik kalitenin yetersizliğini ifade etmektedir [7, 8, 14, 27, 31, 35]. Bu indikatör mikroorganizmalar dış ortam şartlarına, temizleme işlemlerine ve dezenfektanlara karşı patojen mikroorganizmalardan daha dayanıklı olup, sudan izole edilmeleri de daha kolaydır [15].

Su numunelerinin içme-kullanma suyu vasfına sahip olup olmadıkları, Sağlık Bakanlığı'nın hazırladığı yürürlükteki resmi mevzuat olan, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik'e [9] göre değerlendirilmiştir. Yönetmelikte şebeke suyu için toplam aerobik bakteri sayısı hakkında herhangi bir limit belirtilmezken, şebekeye verilmeden evvel imalathanedeki sular ve ambalajlanmış kaynak suları için 22°C'de koloni sayısı en fazla 100 kob/mL, 37°C'de koloni sayısı 20 kob/mL olarak bildirilmiştir.

Araştırmada, incelenen 83 numunenin 23'ünde (%27.7) psikrofil bakteri, 31'inde (%37.3) TAMB Yönetmelikte izin verilen maksimum sayının üzerinde belirlenmiştir. İncelenen numunelerin istatistiksel analizinde her bir parametrenin ayrı ayrı irdelenmesinin yanı sıra şebeke ve kuyu suyu ayrımı yapılmadan yaz ve kış suları; mevsimsel ayırım yapılmadan şebeke ve kuyu suları genel parametreleri ile de istatistiksel analiz yapılmıştır (Tablo 3). Bu açıdan psikrofil bakteri ve TAMB sayısı bakımından, şebeke ve kuyu suları arasında önemli bir fark bulunmazken (p>0.05) yine aynı açıdan yaz ve kış dönemi suları arasında önemli düzeyde (p<0.05) fark olduğu belirlenmiştir. İşletmelerde şebeke ve kuyu suları arasında önemli bir fark bulunmamasının, aynı depoda muhafaza edilmelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Alişarlı ve ark. [4] Van merkezdeki kuyu ve musluk sularından alınan numunelerin sırasıyla %41 ve %86 TAMB sayısı açısından, sırasıyla %100 ve %93 psikrofil bakteri sayısı açısından standartlara uygun bulmuşlar, ilçelerden alınan numunelerin yine aynı sırayla %93 ve %68 TAMB sayısı; %98 ve %94 psikrofil bakteri sayısı bakımından standartlara uygun bulmuşlardır. Bitlis ili içme sularında yapılan çalışmada TAMB ve psikrofil bakteri oranları sırasıyla %66 (108/164) ve %54 (88/164) olarak belirlenmiştir [3].

Ülkemizde farklı yıllarda yapılan diğer bazı çalışmalarda [23, 28, 34] içme sularının %10-57'si, içme-kullanma sularının %4-26'sı, kaynak sularının ise %36'sı TAMB yönünden standartlara uygun bulunmamıştır. Türkyılmaz ve Kaya [32], inceledikleri içme suyu numunelerinin tamamının TAMB sayısı bakımından standartlara uygun olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmanın sonuçları TAMB sayısı yönünden, yapılan diğer çalışmalarda belirtilen verilerle örtüşmektedir.

Yönetmelikte [9] koliform bakteri ve *E. coli* için yasal limitin 0 kob/100mL olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmada mikrobiyolojik kalite açısından incelenen 83 numunenin 9'unda (%10.8) *E. coli*, 70'inde (%84.3) koliform bakteri sayısı yönetmelikte izin verilen maksimum sayının üzerinde belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirmede koliform bakteri ve *E. coli*

sayısı bakımından, şebeke ve kuyu suları arasında ayrıca yaz ve kış sularında aynı açıdan önemli bir farkın bulunmadığı ( $p>0.05$ ) tespit edilmiştir.

Van merkezdeki kuyu, kaynak/çeşme ve musluk sularından alınan numunelerin sırasıyla %36 ve %20'si; ilçelerdeki kuyu, musluk ve depo sularının ise %44 ve %82'si koliform grubu mikroorganizmalar yönünden standartlara uygun bulunmadığı bildirilmiştir [4]. Alemdar ve ark. [3], Bitlis'te içme sularında yaptıkları çalışmada inceledikleri numunelerde koliform bakterilerin pozitiflik oranını %12 (19/164) olarak belirlemişlerdir. Yalçın ve ark. [34], içme ve kullanma sularının %25'inde; Keven [23], içme sularında % 64.3-73.2 arasında değişim gösterdiğini tespit etmiştir. Patır ve ark. [28], içme ve kullanma sularının % 33'ü, kaynak sularının %64'ü, kuyu sularının ise %91'inde; Türkyılmaz ve Kaya [32] içme sularının %40'ında koliform bakteri izole ettiklerini bildirmişlerdir.

Analiz bulgularına göre koliform grubu mikroorganizmalar diğer indeks mikroorganizmalara oranla daha fazla bulunmuştur. Aynı durum diğer araştırmacıların yaptığı çalışmalar için de söz konusudur. Özellikle musluk sularında gözlenen nispeten daha düşük koliform bakteri oranının uygulanan klorlama işleminden olabileceği gibi bölgeler arası mevsimsel sıcaklık değişiminden de kaynaklanmış olabileceği belirtilmektedir. Bu durum mevsimsel değişimin su kalitesinde önemli bir parametre olduğunu göstermektedir. Koliformlar, patojen bağırsak bakterilerine göre dezenfeksiyona karşı daha dayanıklıdır. Bu nedenle, klorlanmış içme suyunda koliform bakteri bulunmaması, patojen bakterilerin de mevcut olmadığının bir delili olarak kabul edilmektedir [3].

*Enterobacteriaceae* familyasında yer alan *E. coli*, insan ve sıcakkanlı hayvanların bağırsak florasında doğal olarak bulunur. Bazı türleri patojen özellik taşır. Patojen olan türler insanlarda gastroenterit ve çeşitli hastalıklara neden olur. *E. coli* enfeksiyonlarının korunmada hijyen kurallarının uygulanması oldukça önemlidir. Bu nedenle numunelerdeki *E. coli* sayısına ayrıca önem verilmektedir [7, 8]. Çalışmada mikrobiyolojik kalite açısından yaz döneminde 3 (%7.3), kış döneminde ise 6 (%14.3) numune *E. coli* için verilen limit değerleri sağlamamaktadır. Yaz döneminde şebeke sularında 2 (%7.1), kuyu sularında ise 1 (%7.7); kış döneminde şebeke sularında 4 (%12.9), kuyu sularında ise 2 numunede (%18.2) *E. coli* tespit edilmiştir.

Alişarlı ve ark. [4], Van merkezde bulunan kuyu sularının %7'sinin; ilçelerdeki kuyu ve musluk sularının ise sırasıyla %24 ve %1'inin *E. coli* yönünden standartlara uygun bulunmadığını bildirmişlerdir. Bitlis'te içme sularında yapılan çalışmada incelenen numunelerde *E. coli*'nin pozitiflik oranı %8 (13/164) olarak belirlenmiştir [3]. Türkyılmaz ve Kaya [32], içme sularında *E. coli* ile kontaminasyon düzeyini %10 olarak tespit etmişlerdir. Çakmak ve ark. [16], inceledikleri şebeke musluk sularının % 8.1'inin *E. coli* yönünden standartlara uygun olmadığını bildirmişlerdir. Numunelerde *E. coli* tespit edilmesi, fekal bulaşmayı göstermesi açısından önemli

bir bulgu olarak dikkate alınmıştır. Çalışmalar arasında bulunan bu farklılıkların olası sebepleri olarak, suyun elde edildiği kaynak, uygulanan arıtma ve klorlama teknikleri ile şehirlerin su ve kanalizasyon alt yapılarının mevcut durumu gösterilebilir [3, 4].

Yapılan araştırmada su kalitesi kontrol edilen gıda işletmeleri çoğunlukla köylerde ve ilçelerde bulunmaktadır. Yasal limitleri sağlamayan su numunelerinin oranının yüksek olmasında en önemli etkenlerden birinin bu durum olduğu düşünülmektedir. Nitekim Alişarlı ve ark. [4], musluk ve depo sularının hijyenik kalitesini Van merkezden alınan numunelerde ilçelere göre daha iyi bulduklarını belirtmektedirler. Araştırmacılar bu durumu, Van merkezdeki içme ve kullanma sularının hijyen kontrollerinin ve dezenfeksiyon işlemlerinin düzenli yapıldığına bağlamaktadırlar. Uçar [33] ise yaptığı çalışmada, şehir merkezinden uzakta bulunan kuyu sularının daha az kirliliğe maruz kaldığını vurgulamış ve bu nedenle kuyu sularında bakteri bulunma sıklığı ve yoğunluğunun azaldığını bildirmiştir. Bazı araştırmacılar [20, 33, 35], sulardaki mikroorganizmaların bulunma düzeyi üzerine mevsimin etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Sularda amonyum, olası bakteriyel, kanalizasyon ve hayvancılık atığı kirliliğin göstergesi olarak önemli bir parametredir. İletkenlik suyun içinde bulunan elektrolit miktarının bir ölçütüdür (Toplam katyon veya anyon). Erimiş katı maddelerin toplamı ile de yakından ilişkili olup sıcaklık arttıkça azalır, kirlilik arttıkça artar. Nitrat ve nitrit ise doğada bulunan ve azot döngüsünün bileşeni iyonlardır. Nitrit, amonyak vb.'nin oksidasyonu ile yer altı ve yer üstü sularda aşırı artarak kanserojen etki gösterebilir [6, 7, 8]. Bu nedenle gıda ile temas eden suların da bu parametrelerinin irdelenmesi gerekmektedir.

İçme sularında pH, iletkenlik, nitrat, nitrit ve amonyum düzeyleri için yasal limit değerler sırasıyla 6.5-9.5, 2500  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , 50 mg/L, 0.5 mg/L ve 0.5 mg/L olarak bildirilmektedir [9]. Yapılan çalışmada bütün numunelerde, incelenen fizikokimyasal parametreler yaz ve kış dönemlerinde yasal limit değerler dahilinde iken sadece kış döneminde 1 numunenin pH değeri limit değerinin altında, duyuşal özellikleri bakımından sadece kış döneminde 11 (%26.2) numunede koku, 4 (%9.5) numunede bulanıklık belirlenmiştir. Araştırma bulgularına göre (Tablo 3); işletme sularında pH 5.87-8.45, iletkenlik 188-1070  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , nitrat 0.014-33.500 mg/L, nitrit 0.001-0.158 mg/L ve amonyum 0.003-0.333 mg/L arasında değişim göstermiştir.

Yaz dönemi suları ile kış dönemi suları arasında pH bakımından çok önemli düzeyde ( $p<0.01$ ) fark olduğu belirlenmiştir. Ayrıca şebeke suları ile kuyu suları arasında da iletkenlik bakımından önemli düzeyde ( $p<0.01$ ) fark olduğu belirlenmiştir. Nitrat, nitrit ve amonyum bakımından gerek yaz ve kış dönemleri, gerekse şebeke ve kuyu suları arasında önemli bir farkın bulunmadığı ( $p>0.05$ ) tespit edilmiştir.

Suyun pH'sı, içerisinde erimiş halde bulunan CO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub> ve serbest CO<sub>2</sub> miktarına bağlıdır. Toprağın yapısı, endüstriyel atıklar, drenaj suları ve fitoplanktonlar sularda pH değişimine neden olan unsurlardır [8]. Sularda kimyasal reaksiyonlar ve biyolojik yaşam için pH önemli bir faktördür. Yerleşim yerleri ve mevsimin pH üzerine etkisinin önemli olduğu belirtilmektedir [4]. Ülkemizde yapılan diğer çalışmalarda pH değeri; içme-kullanma sularında 6.95-8.48 [34], içme sularında 6.0-7.7 [1, 23, 28] arasında belirlenmiştir. Bu çalışmada, incelenen numunelerde ortalama pH değeri 7.42±0.06 olarak belirlenmiştir (Tablo 3). Tespit edilen ortalama pH değeri, yapılan farklı çalışmalarda, içme suları için bildirilen değerlere benzer bulunmuştur.

## SONUÇ

Araştırma bulgularına göre; Kırklareli ilindeki gıda işletmeleri sularında belirlenen pH, iletkenlik, nitrat, nitrit ve amonyum düzeyleri İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik'te bildirilen limit değerleri aşmamıştır. Mikrobiyolojik kalite açısından yaz ve kış dönemleri birlikte değerlendirildiğinde, 83 numunenin %10.8'i (n=9) *E. coli*, %84.3'ü (n=70) koliform bakteri, %27.7'si (n=23) psikrofil bakteri, %37.3'ü (n=31) TAMB için belirtilen yasal limit değerlerin üzerinde çıkmıştır. Kış döneminde ayrıca 11 numunede (%26.2) koku, 4 numune (%9.5) bulanıklık belirlenmiştir. İncelenen gıda işletmelerinin sularında fekal kirlilik indikatörü mikroorganizmaların tespit edilmesi, olası bir kontaminasyon durumunu ve muhtemelen klorlama işlemlerinin düzenli ve tekniğine uygun yapılmadığını düşündürmektedir. İlçe ve köylerde kanalizasyon sistemi ve su dağıtım şebekesi gibi alt yapılar yok ya da yeterli değildir. Ayrıca dışarıdan şebekeye olabilecek bulaşmaların önlenmesi için boru bağlantılarının sızdırmaz özellikte yapılması, suyun şehrin her yerine eşit ve aynı basınçta verilmesi, su kesintilerinin mümkün olduğunca azaltılması gerekmektedir.

Araştırma sonuçları ve yukarıda açıklanan faktörler dikkate alındığında, gıda endüstrisi işletme sularının sürekli olarak izlenmesi, yönetim planlarının yapılması, tespit edilen problemlerin çözümü veya en aza indirilmesi konusunda ilgili kurum ve kuruluşlar tarafından ortak çalışmaların yürütülmesi, kalite kontrol ve klorlama işlemlerinin rutin olarak yapılması halk sağlığı açısından önemli bulunmuştur.

Gıda işletmeleri sularının kontrolü ile yapılan çalışmalar, gıda ile temas eden suyun kalitesinin son ürün kalitesi açısından önemli olduğunu göstermektedir. İşletmeler kullandıkları suları ayda bir kontrol ettirmeli, kuyu suyu kullanıyorlarsa arıtarak belirlenen kriterlere uygun hale getirmeli ve su depolarının düzenli olarak temizlik ve dezenfeksiyonunu yaptırmalıdır. Ayrıca şebeke ve kuyu sularının aynı depolarda depolanması durumunda bu suların birbirini kontamine etmesi kaçınılmazdır. Su sarfiyatının fazla olması işletmeleri bu şekilde çözüm yollarına yönlendirse de, işletmeler bu suların güvenilirliğini temin etmelidir. Gıda işletmelerine üretim hijyeni kriterleri yetkili merciler tarafından bir an önce uygulamaya koyularak, rutin kontrolleri artırılmalıdır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı KLÜBAP/28 nolu proje olarak destekleyen Kırklareli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- [1] Ağaoğlu, S., Ekici, K., Alemdar, S., Dede, S., 1999. Van ve yöresi kaynak sularının mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal kaliteleri üzerine araştırmalar. *Van Tıp Dergisi* 6 (2): 30-33.
- [2] Akhan, M., Çetin, Ö., 2007. Bir kaynak suyu tesisinde olası mikrobiyal kontaminasyonun incelenmesi. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi* 37(4): 213-220.
- [3] Alemdar, S., Kahraman, T., Ağaoğlu, S., Alisharlı, M., 2009. Bitlis ili içme sularının bazı mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özellikleri. *Ekoloji* 19(73): 29-38.
- [4] Alisharlı, M., Agaoglu, S., Alemdar, S., 2007. Van bölgesi içme ve kullanma sularının mikrobiyolojik kalitesinin halk sağlığı yönünden incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 18(1): 67-77.
- [5] Amin, R., Ali, S.S., Anwar, Z., Khattak, J.Z.K., 2012. Microbial analysis of drinking water and water distribution system in new urban Peshawar. *Current Research Journal of Biological Science* 4(6): 731-737.
- [6] Anonim, 2005. TS 266-Sular-İnsani Tüketim Amaçlı Sular. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [7] Anonymous, 2015. Guidelines for Drinking-Water Quality. Incorporating First Addendum, Vol. 1, Recommendations, 3rd Ed., World Health Organization. [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwg/gdwq0506.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwg/gdwq0506.pdf). Accessed date: 07.07.2015
- [8] Anonymous, 2015. Water Quality Outlook. UNEP Global Environment Monitoring System (GEMS)/Water Programme Office, [http://esa.un.org/iys/docs/san\\_lib\\_docs/water\\_quality\\_outlook.pdf](http://esa.un.org/iys/docs/san_lib_docs/water_quality_outlook.pdf). Accessed Date: 07.07.2015.
- [9] Anonim, 2006. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik. T.C. Sağlık Bakanlığı, Resmi Gazete, Tarih: 15.09.2006, Sayı: 26290, Ankara,
- [10] Anonim, 2011. Hijyen Yönetmeliği, T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Resmi Gazete Tarih:17.12.2011, Sayı:28145, Ankara.
- [11] Armas, A.B., Sutherland, J.P., 1999. A survey of the microbiological quality of bottled water sold in the UK and changes occurring during storage. *International Journal of Food Microbiology* 48: 59-65.
- [12] Avcı, S., Bakıcı, M.Z., Erandaç, M., 2006. Tokat ilindeki içme sularının koliform bakteriler yönünden araştırılması. *Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi* 28(4): 107-112.
- [13] Bostan, K., Aksu, H., 2003. Bir kaynak suyu şişeleme tesisinde mikrobiyal kontaminasyon kaynakları üzerine bir araştırma. *Gıda* 20(6): 347-351.
- [14] Cartwright, R.Y., 1995. Food and waterborne infections associated with package holidays. *Journal of Applied Microbiology* 94: 12-24.

- [15] Collin, J.F., Zmirou, D., Ferley, J.P., Charrel, M., 1988. Comparison of bacterial indicators and sampling programs for drinking water systems. *Applied and Environmental Microbiology* 54(8): 2073-2077.
- [16] Çakmak, Ö., Erol, İ., Özyurt, M., Ormanci, F.S.B., Yıldız, A., Ardiç, N., Erdemoglu, A., 2004. İstanbul garnizonundaki askeri birlik ve kurumlara ait suların mikrobiyolojik analizi. *I. Ulusal Veteriner Gıda Hijyeni Kongresi*, 29 Eylül-1 Ekim 2004, Ankara, Bildiri Kitabı: 487-494
- [17] Çetin, Ö., Çolak, H., Bingöl, E.B., Akhan, M., Hampikyan, H., Turgay, S. İ., 2013. Bir içme suyu dolmu tesisinde kullanılan geri dönüşümlü damacanalarda fiziksel kirlilikler ve mikrobiyolojik kalitenin incelenmesi. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 39 (1): 46-54.
- [18] Demirci, A.Ş., Gümüş, T., Demirci, M., 2007. Damacana suların mikrobiyolojik kalitesi üzerine pompa temizliğinin etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 4(3): 271-275.
- [19] Holvoet, K., Jacxsens, L., Sampers, I., Uyttendaele, M., 2012. In sight into the prevalence and distribution of microbial contamination to evaluate water management in the fresh produce processing industry. *Journal of Food Protection* 75 (4): 671-681.
- [20] Hunter, P.R., 2003. Climate change and waterborne and vector-borne disease. *Journal of Applied Microbiology* 94: 37-46.
- [21] Jimmy, D.H., Sundufu, A.J., Malanoski, A.P., Jacobsen, K.H., Ansumana, R., Leski, T.A., Bangura, U., Bockarie, A.S., Tejan, E., Lin, B., Stenger, D.A., 2013. Water quality associated public health risk in Bo, Sierra Leone. *Environmental Monitoring and Assessment* 185: 241-251.
- [22] Karakaş, N., Kıvanç, M., Güven, K., Yılmaz, N., 2003. Eskişehir damacana içme sularının koliformlar yönünden incelenmesi ve bu bakterilerin içme suyunda yaşam kabiliyetlerinin belirlenmesi. *Gıda* 28(1): 95-99.
- [23] Keven, F., 2002. Elazığ içme sularının yedi yıllık periyottaki kimyasal ve mikrobiyolojik değişimi. *Gıda* 27(5): 407-410.
- [24] Köksal, F., Samastı, M., 2007. İstanbul'da polikarbonat damacanalarda satılan içme sularının bakteriyolojik incelenmesi. *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi* 37(4): 221-224.
- [25] Marzano, M.A., Ripamonti, B., Balzaretto, C.M., 2011. Monitoring the bacteriological quality of Italian bottled spring water from dispensers. *Food Control* 22: 333-336.
- [26] Marzano, M.A., Balzaretto, C.M., 2013. Protecting child health by preventing school-related food borne illnesses: Microbiological risk assessment of hygiene practices, drinking water and ready-to-eat foods in Italian kindergartens and schools". *Food Control* 34: 560-567.
- [27] Olson B.H., Clark D.L., Milner B.B., Stewart M.H. 1991. Total coliform detection in drinking water: Comparison of membrane filtration with Colilert and Coliquik. *Applied and Environmental Microbiology* 57(5): 1535-1539.
- [28] Patır B., Güven A.M., Arslan A., 1992. Elazığ bölgesi içme ve kullanma, kaynak, kuyu ve göl sularının hijyenik kaliteleri üzerinde araştırmalar. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi* 6: 127-134.
- [29] Payment, P., Richardson, L., Siemiatycki, J., Dewar, R., Edwardes, M., Franco, E., 1991. A randomized trial to evaluate the risk of gastrointestinal disease due to consumption of drinking water meeting current microbiological standards. *American Journal of Public Health* 81(6): 703-708.
- [30] Patrick, M., Berendes, D., Murphy, J., Bertrand, F., Husain, F., Handzel, T., 2013. Access to safe water in rural artibonite, Haiti 16 months after the onset of the cholera epidemic. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 89(4): 647-653.
- [31] Temiz, A., 1998. Gıda Mikrobiyolojisi. Mengi Tan Basımevi, İzmir.
- [32] Türkyılmaz, S., Kaya, O., 2003. Aydın'da tüketilen içme sularının toplam bakteri ve koliform grubu bakteriler yönünden incelenmesi. *Pendik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi* 34(1- 2): 27-31.
- [33] Uçar, S., 1990. Tekirdağ içme suyu, kaynak suyu, kuyu suyu, deniz suyunda bakteriyolojik kirlilik ve nitrit aranması üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Tekirdağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- [34] Yalçın, S., Tekinsen, O.C., Nizamlıoğlu M., 1988. Konya il merkezindeki içme ve kullanma sularının hijyenik kalitesi. *Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 4(1): 83-89.
- [35] Yücel, A., Kural, E., 1988. Bursa yöresinde içme, kuyu ve deniz sularının mikrobiyolojik kirliliği üzerinde bir araştırma. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 7(1-3): 11-18.
- [36] Steel, R.G.D., Torrie, J.H., 1981. Principles and Procedures of Statistics. Second ed. Mc Graw-Hill International Book Company, Tokyo.
- [37] Koçak, Ö., Güner, A., 2009. Erzurum il merkezindeki içme ve kullanma sularının kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik kalitesi. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi* 4(1): 9-22.