

Ankara'daki Bazı Kuyu Sularının Temel Mikrobiyolojik ve Fizikokimyasal Özellik Tespiti

Sabire Yerlikaya^{1*}, Ayşe Nur Temizkan²

¹Gıda Mühendisliği Bölümü, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Türkiye

²Fen Bilimleri Enstitüsü, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Türkiye

*(sabirebattal@kmu.edu.tr)

(Received: 28 April 2025, Accepted: 07 May 2025)

(4th International Conference on Scientific and Innovative Studies ICSIS 2025, April 29-30, 2025)

ATIF/REFERENCE: Yerlikaya, S. & Temizkan, A. N. (2025). Ankara'daki Bazı Kuyu Sularının Temel Mikrobiyolojik ve Fizikokimyasal Özellik Tespiti. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 9(5), 69-74.

Özet – Kuyu sularının kalitesi insan sağlığı açısından önem taşımaktadır. Neredeyse tamamına yakınının ağız kısmının açık halde olması, kontaminasyonlar için teşvik edici olmaktadır. Suyun temini amacıyla kuyu içerisine salınan alet ekipmanın yeterince steril olmaması da bahsi geçen kontaminasyon kaynaklarına örnek verilebilir. Bu çalışmada Ankara'nın Şereflikoçhisar ilçesinde bulunan 3 farklı kuyudan 2025 yılı mart ayında 3 farklı zamanda alınan su örneklerinin bazı mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özellikleri araştırılmıştır. Bu bağlamda örnekler toplam mezofilik aerofilik bakteri sayımı (TMAB), maya-küf, koliform, briks ve pH analizlerine tabi tutulmuştur. En az TMAB yükü B1 örneğinde tespit edilmiştir. Maya kolonileri ise A örnekleri ile B2 örneğinde gözlenmiştir. Küf kolonilerine de sadece A örneğinde rastlanılmıştır. Ancak maya kolonilerine göre küf hücrelerinin konsantrasyonu daha azdır. Su örnekleri baz alındığında A, B ve H sularında sırasıyla 0.74, 0.61 ve 17.31 log kob/ml konsantrasyonunda koliform bakteri tespit edilmiştir. Örneklerin pH değerleri 7.47 ile 7.81 arasında değişiklik göstermektedir. A ve B sularında briks değeri 0.10 ölçülürken; H suyunda 0,40 olarak tespit edilmiştir. Tüm bu sonuçlar suların yeterince steril ve kaliteli olmadığını, bu amaçla önlem alınması gerektiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler – Toplam Canlı, Koliform, Maya, Küf, pH.

I. GİRİŞ

Tatlı su kaynaklarının sürdürülebilirliği ve kalitesi, günümüzde artan nüfus, iklim değişikliği ve çevresel kirlilik gibi faktörler nedeniyle küresel bir sorun haline gelmiştir. Dünya nüfusunun yaklaşık %30'u yeraltı sularına bağımlı bir şekilde yaşamını sürdürmektedir [1]. Bu bağlamda, yeraltı su kaynaklarının başında gelen kuyu suları, özellikle kırsal ve yarı kentsel bölgelerde içme, kullanma ve tarımsal sulama amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, kuyu sularının kalitesi her zaman güvenli olmayabilir. Doğrudan yağışlar, tarımsal faaliyetler, evsel atıklar ve sanayi kaynaklı kirlenme, bu suların mikrobiyolojik ve kimyasal bileşimini olumsuz yönde etkileyebilmektedir [2].

Kuyu sularının mikrobiyolojik kalitesi, insan sağlığı açısından hayati öneme sahiptir. Özellikle dışkı kaynaklı kontaminasyonun göstergesi olan koliform bakteriler ve *Escherichia coli*, su kaynaklı hastalıkların temel etkenleri arasında yer alır [3]. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), içme suyu kalitesine yönelik yayınladığı kılavuzda, *E. coli* gibi patojenlerin içme suyunda hiçbir şekilde bulunmaması gerektiğini belirtmektedir [4]. Bu tür mikroorganizmaların varlığı, suyun fekal kökenli bir kirlenmeye maruz kaldığını ve ishalleri hastalıklar, tifo, dizanteri gibi ciddi sağlık problemleri oluşturabileceğini göstermektedir.

Diğer yandan, kuyu sularının fizikokimyasal kalitesi de en az mikrobiyolojik kalite kadar önemlidir. pH, sıcaklık, iletkenlik, toplam çözünmüş madde (TDS), sertlik, nitrat, amonyak, demir ve mangan gibi parametreler, suyun kimyasal bileşimi ve kullanım uygunluğu hakkında bilgi verir. Örneğin, yüksek nitrat seviyeleri özellikle bebeklerde methemoglobinemi (mavi bebek sendromu) adı verilen hayati riske sahip bir duruma yol açabilir [5]. Ayrıca, yüksek demir ve mangan konsantrasyonları, suyun rengini ve tadını olumsuz yönde etkileyerek hem tüketici memnuniyetsizliğine hem de su altyapısında korozyon ve tıkanmalara neden olabilmektedir [6].

Bununla birlikte, kuyu sularındaki kalite değişimleri sadece çevresel etkenlerden değil, aynı zamanda kuyu yapısının özelliklerinden (derinlik, kaplama, yerleşim yeriyle olan mesafe vb.) de etkilenmektedir [7]. Özellikle yüzeye yakın sığ kuyular, kontaminasyona daha açık olup halk sağlığı açısından ciddi riskler taşımaktadır.

Bu çalışma, kuyu sularının bazı mikrobiyolojik ve fizikokimyasal kalite parametrelerini bir arada ele alarak, potansiyel halk sağlığı risklerinin belirlenmesini ve güvenli su kullanımına yönelik önerilerin geliştirilmesini amaçlamaktadır. Elde edilen veriler, su yönetimi stratejilerinin oluşturulmasında bilimsel bir temel sağlamanın yanı sıra, içme suyu temininde risklerin önlenmesine de katkı sağlayacaktır.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada kullanılan kuyu suyu örnekleri Ankara'nın Şereflikoçhisar ilçesinde bulunan 3 farklı yerden, 3 farklı günde 2025 yılı mart ayında temin edilerek aseptik koşullarda Gıda Mühendisliği Laboratuvarına getirilmiştir (A, B, H farklı kuyulardan alınan suları, 1-2-3 ise 3 farklı zamanda alınan örnekleri göstermektedir).

A. Metot

A1. Toplam Mezofilik Aerofilik Bakteri Sayımı

Besiyeri olarak Plate Count Agar (PCA) (Merck, Almanya) kullanılmıştır. Pipet yardımıyla 0,1 mL dilüsyon alınıp petri kutusuna aktarılmıştır. Yayma plak yöntemiyle yapılan ekimler, 30°C'de 24-48 saat süre inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonucunda gelişen koloniler log kob/ml olarak verilmiştir [8].

A2. Maya-Küf Sayımı

Maya-küf sayımı için %10 tartarik asit içeren Patato Dextrose Agar (PDA) (Merck, Almanya) besiyeri kullanılmıştır. Dilüsyonlar oluşturulduktan sonra 0,1 mL alınarak PDA içeren petri kutularına aktarılmıştır. 28°C'de 4-5 gün süreyle inkübe edilmiştir. Süre sonunda gelişen koloniler log kob/ml olarak verilmiştir [9].

A3. Koliform Analizi

Toplam koliform analizi en muhtemel sayım (EMS-3 tüp) yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemde, önceden hazırlanmış örnek seyreltmelerinden 1 mL, durham tüpü içeren Laurly Sulphate Tryptose Broth (LSTB) (Merck, Almanya) içeren 3 tüp'e ilave edilip 24-48 saat boyunca 37°C'de inkübe edilmiştir. İnkübasyonun sonunda, gaz pozitif tüpler belirlenip, koliform bakteri sayısı EMS tablosu kullanılarak hesaplanmıştır. 1 ml örnekteki olası koliform bakteri sayısını hesaplamak için bu değer ilk seyreltmenin seyreltme faktörüyle çarpılmıştır [10].

A4. pH ve Briks Tayini

Her numunenin pH değeri bir pH metre (pH 315i/SET WTW, Almanya) kullanılarak ölçülmüştür [11]. Suda çözünür kuru madde (briks) tayini için cihazın (KEM RA-600) haznesine su örneklerinden ayrı ayrı birkaç damla damlatılıp, cihazın okuma yapması beklenmiş, ekranda yazan değer briks olarak kaydedilmiştir.

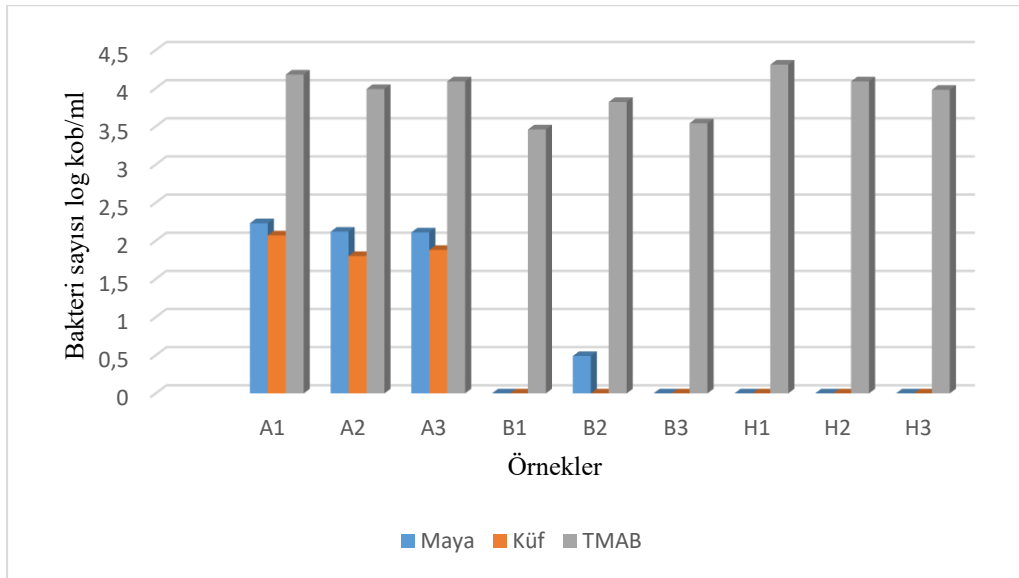
A5. İstatistik Analiz

Sonuçlar çizelgeler halinde MINITAB Release® 16.1.0 [12] programı kullanılarak varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuştur. Sonuçlar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile değerlendirilerek, uygulama grupları arasında farklılık olup olmadığı ortaya konulmuştur [13, 14].

III. BULGULAR VE TARTIŞMA

A. Mikrobiyolojik Analizler

Şekil 1'e göre örneklerin toplam mezofilik aerofilik bakteri (TMAB) sayısı 3.46-4.31 log kob/ml arasında bulunmuştur. En az TMAB yükü B1 örneğinde tespit edilmiştir. Örnek baz alınarak sonuçların ortalamalarına bakılacak olursa A, B ve H ile kodlanan kuyu sularında sırasıyla 4.09, 3.61 ve 4.13 log kob/ml TMAB sayımı tespit edilmiştir. Maya kolonileri ise A örnekleri ile B2 örneğinde gözlenmiştir. Petriye ekim paralellerinin sonuçları da birbirini doğrular şekilde paralel çıkmıştır. A örneklerinde tespit edilen maya kolonileri daha fazladır. Küf kolonilerine de sadece A örneğinde rastlanılmıştır. Ancak maya kolonilerine göre küf hücrelerinin konsantrasyonu daha azdır.



Şekil 1. Su örneklerine ait maya-küf ve TMAB sayıları

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik'e [15] göre; şebekeye verilmeden önce imalathanedeki sular ve ambalajlanmış kaynak suları için 22°C'de koloni sayısı en fazla 2 log kob/mL olarak bildirilmiştir. Buna göre çalışmamızda kullandığımız su örneklerinin hiçbirisi bu kriteri taşımamaktadır. Bunun nedeni olarak da kuyuların ağız kısımlarının açık olması, kontaminasyonun kolay olması, insanların sudan alım yapmaları için kuyunun içerisine saldıkları ekipmanların steril olmaması, sinek, böcek gibi küçük hayvanların kolaylıkla kuyuya girip çıkabiliyor olması gösterilebilir.

Tablo 1. Su örneklerinin koliform bakteri (log kob/ml) yükü

Örnek	Koliform bakteri
A1	0,32 $\pm$ 0,035 ^c
A2	0,80 $\pm$ 0,104 ^c
A3	1,11 $\pm$ 0,380 ^c
B1	0,86 $\pm$ 0,104 ^c
B2	0,86 $\pm$ 0,104 ^c
B3	0,10 $\pm$ 0,173 ^c
H1	24,67 $\pm$ 4,041 ^a
H2	15,10 $\pm$ 5,851 ^b
H3	12,17 $\pm$ 2,754 ^b

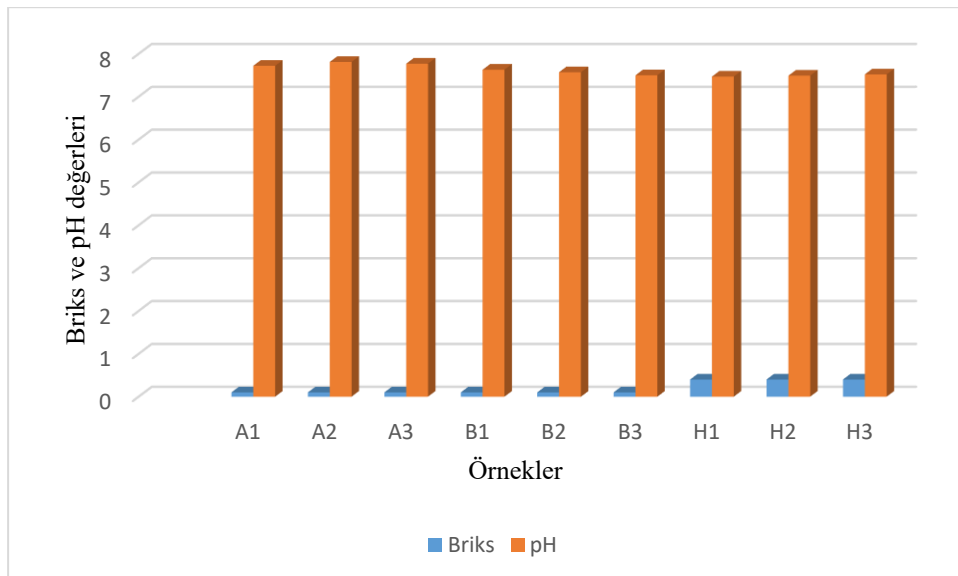
Alişarlı ve ark. [16] Van'da bulunan kuyu ve şebeke sularından örnek alarak suların mikrobiyolojik kalitesini araştırmışlardır. Örnekler sırasıyla %41 ve %86 TAMB sayısı açısından, standartlara uygun bulunmuştur.

Tablo 1'e göre koliform grubu bakteri konsantrasyonları ise 0.10 ile 24.67 arasında tespit edilmiştir. Yine su örnekleri baz alındığında A, B ve H sularında sırasıyla 0.74, 0.61 ve 17.31 log kob/ml konsantrasyonunda koliform bakteri tespit edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada Ordu'ya bağlı bir köy şebekesi ve kuyu suyundan alınan 45 örnekten 10 tanesinin koliform açısından insani tüketim amaçlı sular hakkındaki yönetmeliğe göre uygun bulunduğu belirtilmiştir [17]. Aynı bölgede bulunan Gaga gölünden alınan su örneklerinin hepsinde koliform bakteriye rastlandığı bildirilmiştir [18].

B. Fiziksel Analizler

Şekil 2'ye göre kuyu suyu örneklerinin pH değerleri 7.47 ile 7.81 arasında değişiklik göstermektedir. En düşük pH değerine sahip olan örnek H1 suyudur. H1 suyunun mikrobiyolojik sonuçları göz önüne alındığında, pH değerinin düşmesinin mikrobiyal kontaminasyondan dolayı olduğu düşünülebilir. Kontaminasyonun ilerleyen aşamalarında bakteri metabolit üretimine bağlı olarak asitlik artışı da gözlemlenebilir.



Şekil 2. Su örneklerine ait briks ve pH değerleri

İçme sularında pH için yasal limit 6.5-9.5 arasındadır. 14 farklı kuyu suyundan alınan örneklerde pH değeri 6.14 ile 8.45 arasında bulunmuştur [19]. Bu sonuçlar çalışmamızla paralellik göstermektedir.

Şekil 2’de A ve B sularında briks değeri 0.10 ölçülürken; H suyunda 0,4 olarak tespit edilmiştir. Suyun briks değeri %0 olmalı. Bu değerden yüksek olması suya çözünür bir maddenin karıştığını gösterir.

IV. SONUÇLAR

Bu çalışmada incelenen A, B ve H kodlu kuyu suyu örneklerinde belirlenen toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) ve koliform bakteri yükleri, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik’te belirtilen sınır değerlerin üzerinde bulunmuştur. Ayrıca A ve B2 örneklerinde maya kolonilerine, A örneklerinde ise küf kolonilerine rastlanmıştır. Elde edilen bulgular, kuyu sularının mikrobiyolojik açıdan ciddi kontaminasyon riski taşıdığını göstermektedir. Fizikokimyasal analizler sonucunda tüm su örneklerinin pH değerlerinin yasal sınırlar içinde kaldığı belirlenmiş olmakla birlikte, briks değerlerindeki yükselme, kuyu sularına çözünür maddelerin karıştığını işaret etmektedir. Bu sonuçlar, açık ağızlı kuyuların dış ortamdan kolayca kontamine olabileceğini ve hijyen koşullarının yetersiz olduğunu ortaya koymaktadır. İnsani tüketim amacıyla kullanılacak kuyu sularının, düzenli aralıklarla mikrobiyolojik ve kimyasal analizlere tabi tutulması, kuyu ağızlarının kapalı sistemlerle korunması ve hijyen standartlarına uygun ekipman kullanılması önerilmektedir.

Çalışmada elde edilen bulgular doğrultusunda, kuyu sularının güvenli kullanımını sağlamak için bazı önlemlerin alınması gereklidir. Öncelikle, kuyuların ağız kısımlarının kapatılarak dış etkenlerden korunması sağlanmalıdır. Su alımı için kullanılan ekipmanların her kullanımdan önce sterilize edilmesi önem arz etmektedir. Ayrıca, kuyu çevresinin düzenli olarak temizlenmesi ve küçük hayvanların girişini önleyecek fiziki bariyerlerin oluşturulması önerilmektedir. Mikrobiyolojik ve kimyasal parametrelerin düzenli periyotlarla izlenmesi, su kalitesindeki değişimlerin erken dönemde tespit edilmesine olanak sağlayacaktır. Gerekli durumlarda, uygun dezenfeksiyon yöntemleri uygulanarak suların güvenli hale getirilmesi sağlanmalıdır. Tüm bu önlemler, kuyu sularının insani tüketim için uygunluğunu artırmada etkili olacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Unesco (2022). The United Nations World Water Development Report 2022, Groundwater, Making the invisible visible. Paris, UNESCO Publishing.
- [2] Howard, G., Pedley, S., Barrett, M., Nalubega, M., & Johal, K. (2006). Risk factors contributing to microbiological contamination of shallow groundwater in Kampala, Uganda. *Water Research*, 37(14), 3421-3429.
- [3] Ashbolt, N. J. (2004). Microbial contamination of drinking water and disease outcomes in developing regions. *Toxicology*, 198(1-3), 229-238.
- [4] WHO (World Health Organization). (2017). *Guidelines for Drinking-water Quality* (4th ed.). Geneva: WHO Press.
- [5] Knobeloch, L., Salna, B., Hogan, A., Postle, J., & Anderson, H. (2000). Blue babies and nitrate-contaminated well water. *Environmental Health Perspectives*, 108(7), 675–678.
- [6] Reimann, C., & de Caritat, P. (1998). *Chemical elements in the environment: factsheets for the geochemist and environmental scientist*. Springer.
- [7] Luby, S. P., Halder, A. K., Huda, T., Unicomb, L., Islam, M. S., Arnold, B. F., ... & Colford, J. M. (2008). Microbiological contamination of drinking water associated with subsequent child diarrhea. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 79(6), 929-934.
- [8] AOAC, (2000). *Official Methods of Analysis* (18th ed.). Arlington, VA, Association of Official Analytical Chemists
- [9] Halkman, A.K., (2005). *Gıda mikrobiyolojisi uygulamaları*, MERCK, Başak Matbaacılık ve Tanıtım Hizmetleri Ltd. Şti., Ankara, 358.
- [10] Feng, N.K., Zhi, J.C., Chun, N.L., Che, M.T., (1998). Scavenger and antioxidant properties of prenylflavones isolated from *Artocarpus heterophyllus*. *Free Radical Biology and Medicine*, 25:160-168.
- [11] Ockerman, H.W., (1985). *Quality control of post-mortem muscle tissue* (13th ed.). The Ohio State University. Columbus, OH, USA.
- [12] MiniTab, (2010). MINITAB, Release.
- [13] Snedecor, G.W., Cochran, W.G., (1980). *The comparison of two samples*, Statistical methods, 7.
- [14] Mstat, C., (1986). Version 4.00. East Lansing, MI: Michigan State Uni.

- [15] Anonim, (2006). İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik. T.C. Sağlık Bakanlığı, Resmi Gazete, Tarih: 15.09.2006, Sayı: 26290, Ankara.
- [16] Alisharli, M., Ağaoğlu, S., Alemdar, S., (2007). The evaluation of microbiological quality of Van region waters in terms of public health. *YYÜ Vet Fak Derg*, 18(1):67-77.
- [17] Kolören, Z., Demirel, E., Taş, B., (2011). Fecal indicator bacteria of Ulugöl lake in Ordu (Turkey). *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi* 4 (2): 151-156.
- [18] Kolören, Z., Taş, B., Kaya, D., (2011). Gaga gölü (Ordu,Türkiye)'nün mikrobiyolojik kirlilik seviyesinin belirlenmesi, *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 1 (3): 74- 85.
- [19] Çetin, B., Şanlıdere Aloğlu, H., Uran, H., Yanardağ Karabulut, Ş., (2016). Safety of water used in food plants of Kırklareli, Turkey, *Akademik Gıda* 14(4), 375-381.