



Ermenek Yöresinde Bitkisel Üretimde Sulama Amaçlı Kullanılan Suların Kalitelerinin Değerlendirilmesi

Evaluation of The Quality of Waters Used for Irrigation Purposes in Plant Production in Ermenek Region

Abdullah Sayıcı¹ , Harun Kaman² 

Geliş Tarihi (Received): 09.08.2023

Kabul Tarihi (Accepted): 05.09.2023

Yayın Tarihi (Published): 20.12.2023

Öz: Bu çalışmada, Karaman ili Ermenek ilçesinde tarla ve bahçe tarımı yetiştiriciliğinde kullanılan kuyuların sulama suyu kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. İlk olarak, çalışma sahasının temsil edecek şekilde su örneklerinin alınacağı kuyular belirlenmiştir. Daha sonra, derinlikleri 4 ile 10 m arasında değişen 19 adet kuyudan sulama suyu örnekleri alınmıştır. Su örneklerinde; pH, elektriksel iletkenlik (EC, $\mu\text{S cm}^{-1}$), sodyum (Na^+), magnezyum (Mg^{2+}), kalsiyum (Ca^{2+}), potasyum (K^+), bikarbonat (HCO_3^-), klor (Cl^-) ve bor (B) analizleri gerçekleştirilmiştir. Sulama suyu örneklerinin pH değerleri 7.20-8.40 arasında değişmiş ve ortalama pH 7.8 olarak saptanmıştır. EC değerleri ise en küçük $112 \mu\text{S cm}^{-1}$ ve en yüksek $580 \mu\text{S cm}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Na^+ değeri $0.10-1.93 \text{ me L}^{-1}$ arasında değişmiştir. Mg^{2+} değeri en küçük 0.20 me L^{-1} ve en yüksek 5.53 me L^{-1} olarak ölçülmüştür. Ca^{2+} değeri $0.42-3.37 \text{ me L}^{-1}$ arasında değişmiştir. K^+ değeri en küçük 0.02 me L^{-1} ve en yüksek 0.50 me L^{-1} olarak ölçülmüştür. B değeri ise en küçük 0.01 me L^{-1} ve en yüksek 0.10 me L^{-1} olarak ölçülmüştür. Araştırmada gerçekleştirilen analiz sonuçlarına göre, genel olarak sulama suyunun kalitelerinin, bitkisel üretimde verimi etkileyecek düzeyde herhangi bir sorun teşkil etmeyeceği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sulama yönetimi, sulama suyu sınıfı, elektriksel iletkenlik, tuzluluk, anyon, katyon

&

Abstract: In the study, it is aimed to determine the irrigation water quality of the wells used in field and horticultural cultivation in Ermenek district of Karaman province. First, the wells from which water samples will be taken were determined to represent the study area. Then, irrigation water samples were taken from 19 wells with depths ranging from 4 to 10 m. In water samples; pH, electrical conductivity (EC, $\mu\text{S cm}^{-1}$), sodium (Na^+), magnesium (Mg^{2+}), calcium (Ca^{2+}), potassium (K^+), bicarbonate (HCO_3^-), chlorine (Cl^-) and boron (B) analyzes were performed. The pH values of the irrigation water samples varied between 7.20-8.40 and the average pH was determined as 7.8. The EC values were measured as the smallest $112 \mu\text{S cm}^{-1}$ and the highest $580 \mu\text{S cm}^{-1}$. The Na^+ value varied between $0.10-1.93 \text{ me L}^{-1}$. The Mg^{2+} value was measured as the smallest 0.20 me L^{-1} and the highest 5.53 me L^{-1} . The Ca^{2+} value varied between $0.42-3.37 \text{ me L}^{-1}$. The K^+ value was measured as the smallest 0.02 me L^{-1} and the highest 0.50 me L^{-1} . The B value was measured as the smallest 0.01 me L^{-1} and the highest 0.10 me L^{-1} . According to the results of the analysis carried out in the research, it has been determined that the quality of the irrigation water in general will not pose a problem at a level that will affect the yield in plant production.

Keywords: Irrigation management, irrigation water class, electrical conductivity, salinity, anion, cation

Atıf/Cite as: Sayıcı, A., & Kaman, H. (2023). Ermenek yöresinde bitkisel üretimde sulama amaçlı kullanılan suların kalitelerinin değerlendirilmesi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 9(3), 405-415. doi: 10.24180/ijaws.1340015

İntihal-Plagiarizm/Etik-Ethic: Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijaws>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

¹ Abdullah Sayıcı, Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, say.55@windowslive.com

² Prof. Dr. Harun Kaman, Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, hkaman@akdeniz.edu.tr (Sorumlu Yazar)

GİRİŞ

Dünya nüfusunun zamanla ve hızlı bir şekilde artış göstermesi, gıda tedariki ve güvenliği yakın gelecek için dahi en önemli sorun olarak ortaya çıkarmaktadır. Artan nüfusun beslenme gereksinimini karşılamak için, gelecek 50 yıl içinde üretimde en az iki kat artış gerekmektedir (Howell vd., 2001). Bilindiği gibi, temel gıda gereksinimlerinin güvenli biçimde karşılanması, öncelikle, tarımsal üretimin ve sulanan alanların artırılmasına bağlıdır. Gıda gereksiniminin karşılanması için 2000'li yıllarda sulanan alanlarda %1 düzeyinde seyreden artışın, yaklaşık %2.25 düzeyinde olması gerektiği belirtilmektedir (FAO, 1988). Konuyla ilgili yapılan projeksiyonlara göre, 2050 yılında gıda, giyecek, barınak ve tatlı su gereksiniminin, bugüne göre, iki kat daha fazla olacağı rapor edilmiştir (Postel vd., 1996). Dünyada ve Türkiye'de artış gösteren nüfusun tarımsal üretimle karşılanması için ihtiyaç duyulan bitkisel ürünlerde, sulamanın payı oldukça yüksektir. Sulama uygulaması tarımsal üretimin en temel ve en önemli kısmını oluşturmaktadır. Çünkü sulama uygulaması tarımsal üretimde çarpan etkisi yapmaktadır.

Bilindiği gibi, kurak ve yarı kurak iklimlerde, bitki gelişimini sınırlandıran en önemli etmen, kök bölgesinde bulunan yarıyıllı suyun eksikliğidir (Falkenmark ve Rockström, 1993; Lal, 1991). Bu nedenle kurak ve yarı kurak alanlarda sulu tarım yapılması kaçınılmaz bir zorunluluk olarak ortaya çıkmaktadır. Artan nüfustan dolayı, dünyada suya olan istemin de önemli ölçüde artacağı beklenmektedir. Ancak, su kullanımındaki artış, çok önemli sorunlara neden olmaktadır. Örneğin, yer altı su kaynakları tükenmekte, diğer su ekosistemleri kirlenmekte ve bozulmakta; ayrıca sulu tarımda birçok çevresel sorun ortaya çıkmaktadır. Öyle ki, yenilenebilir bir doğal kaynak sayılan su, sınırlı alanlarda bu özelliğini kaybetmek gibi çok tehlikeli bir özellik kazanmaktadır. Açıklanan durumun bir sonucu olarak, yeni su kaynaklarının sağlanması ve geliştirilmesi, çok pahalı hatta olanaksız hale gelmektedir. Daha kötüsü, toplumun çoğunluğu, gelecekte, yeterli gıda üretiminde suyun engelleyici etmen olacağı konusu ile ilgilenmemektedir (IFPRI, 2004). Öte yandan, tarla içi sulamalarda ortaya çıkan çevresel sorunların başında, uygun olmayan sulama yönetimi altında ve zayıf drenaj ortamında fazla sulama yapılması halinde topraklarda görülen tuz birikimi gelmektedir (Ghassemi vd., 1995). Bu nedenle, bitkisel üretimde sulama suyu miktarı ve uygulama biçimi yanısıra sulama suyu kalitesi de son derece önemlidir. Zira, düşük kaliteli sulama suyu toprak ve su kaynaklarının sürdürülebilir olma durumunu düşürmektedir.

Belirli bölgeler için kullanılan sulama suyu kalitesinin değerlendirilmesine yönelik çok sayıda araştırma yürütülmüştür. Örneğin, Öktüren Asri vd. (2013) Bilecik-Osmaneli yöresi sulama sularının kalite bakımından büyük bir çoğunluğunun, örtü altı yetiştiriciliğinde verim kaybına yol açmadan kullanılabilirliği belirlemiştir. Yine, Öktüren Asri vd. (2018) Antalya-Finike yöresi portakal bahçelerinde kullanılan sulama sularının kalitelerinin belirlenmesine yönelik yaptığı başka bir çalışmada da, sulama suyu örneklerinin portakal yetiştiriciliğinde verim ve kalite kayıplarına yol açmadan kullanılabilirliğini ifade etmiştir. Benzer bir şekilde, Manisa yöresi sulama suyu kaynaklarının toprak, bitki ve damla sulama sistemi yönünden değerlendirilmesi üzerine yapılan bir çalışmada, yer üstü su kaynaklarının sorun yaratma potansiyelinin yer altı sularına göre daha fazla olduğu belirlenmiş (Doğan ve Şahin, 2019). Öte yandan, Salihli-Köseali ve Necati Bey çiftlik ile Alaşehir-Kasaplı yer altı su kaynaklarının kullanıldığı yerlerde de diğer yer altı su kaynaklarına göre daha ciddi sorunlar yaşanacağı ifade edilmiş (Doğan ve Şahin, 2019). Çebi (2020) Tekirdağ il genelinde sulama mevsimi dönemini kapsayacak şekilde 22 adet kuyudan örnekleme yapılmış ve sulama suyu sınıflaması açısından önemli olan, pH, EC, TDS, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Cl⁻, HCO₃⁻, B, NO₃-N, Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR) ve Artık Sodyum Karbonat (RSC) parametreleri incelemiştir. Çalışma sonuçlarına göre; on üç kuyu suyunun orta tuzlu, sekiz kuyu suyunun da yüksek tuzlu sular sınıfında olduğu, beş adet kuyu suyunda Na⁺ zararı, üç kuyu suyunda HCO₃⁻ zararı olduğu belirlenmiştir. Boyacı vd. (2023) Kırşehir ilinde seralarda kullanılan sulama sularının kalite parametrelerinin belirlenmesi üzerine bir çalışmada 12 sera işletmesinden sulama suyu örnekleri alınmıştır. Çalışmada; EC, klor, karbonat, bikarbonat, sülfat, sodyum adsorbsiyon oranı, %Na, bor vb. analizler yapılmıştır. Araştırma sonucunda, sera işletmelerinde sulama suyu analizlerinin düzenli olarak yapılması ve topraktaki tuzluluk düzeyinin takip edilmesi yetiştiricilik açısından önemli olacağı bildirilmiştir.

Tarımsal üretimde sulama suyunun doğru bir şekilde yönetildiği ve uygulandığında çamur süzüğü yöntemine göre toprak tuzluluğu değerinin sulama suyu tuzluluğunun 4-5 katı olacağı bildirilmektedir

(Ayers, 1977; Kanber ve Ünlü 2014). Buna ilave olarak, Kanber ve Ünlü (2014) ihtiyaçtan daha yüksek miktarlarda uygulanan sulama suyu sonucunda, çamur süzüğü tuzluluğunun, kullanılan sulama suyu tuzluluğu değerinin 40-50 katı kadar olabileceğini ifade etmektedir. Yine benzer şekilde tıbbi bitkilerde yapılan tuzluluk çalışmalarında Çalışkan vd. (2017a) fesleğen bitkisinde, Tok ve Temizel (2022) tütün bitkisinde, Çalışkan vd (2017b) kantaronda farklı tuzluğa sahip sulara bitkinin fenoliklerini incelerken, Yerkin ve Temizel (2018) fasulyede, tuzlu suların tepkisini ve yaprak alanlarında ortaya çıkan durumları belirlemeye çalışmışlardır.

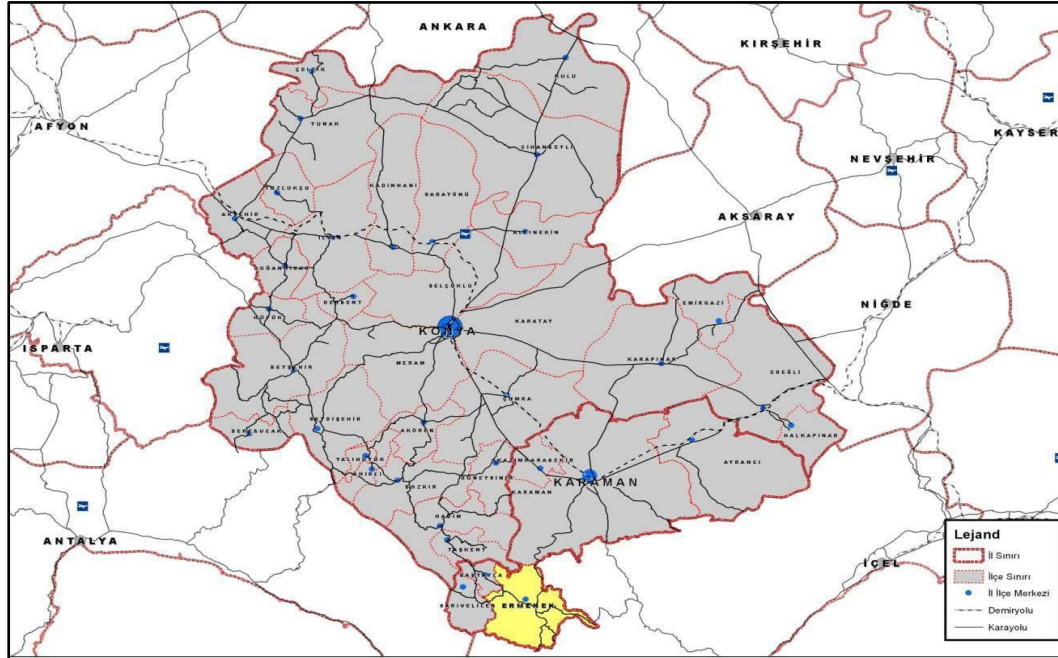
Konuyla ilgili literatür bilgisinden de anlaşılacağı gibi sürdürülebilir toprak ve su kaynakları ile bitkisel üretim için bir bütün olarak sulama suyu yönetimi son derece önemlidir. Birçok yerde de sulama suyu yönetimi ile ilgili araştırmalar yapılmıştır (Boyacı vd., 2023; Çebi, 2020; Doğan ve Şahin, 2019; Öktüren Asri vd., 2013; Öktüren Asri vd., 2018; Temizel ve Tok, 2019). Ancak Ermenek yöresi için henüz bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle, ele alınan bu çalışmada Karaman ili Ermenek ilçesinde tarla ve bahçe tarımı yetiştiriciliğinde kullanılan kuyuların sulama suyu kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada elde edilen bulgulara göre, yörede kullanılan sulama sularının özellikleri belirlenerek, sulama suyu kaynaklı sorunların çözümüne yönelik öneriler ortaya konulmaya çalışılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışma Alanı Yeri ve Bazı Özellikleri

Araştırma Karaman ilinin Ermenek ilçesinde yürütülmüştür (Anonim, 2021; Şekil 1). Ermenek, 36°58' Kuzey enlemi ile 32°53' Doğu boylamı arasında yer almakta ve ortalama olarak deniz seviyesinden yüksekliği 1250 metredir (Anonim, 2021). Ermenek'in doğusunda Mersin'in Gülnar ile Mut ilçeleri, batısında Başyayla ile Sarıveliler, güneyinde Mersin'in Anamur ilçesi ile Antalya'nın Gazipaşa ilçesi, kuzeyinde Konya'nın Hadim ilçesi ile Karaman bulunmaktadır. Ermenek'in yüzölçümü 1222.9 km² dir (Anonim, 2021). Ermenek orta Torosların üzerinde birçok akarsu kaynaklarını, tarihi ve tabii güzellikleri, yaylaları ve mesire yerlerini içerisinde barındırmakta, nüfusu ise 2010 yılında 30585 iken, 2020 yılı sonu itibarıyla 28417 olarak belirlenmiştir (Anonim, 2021). Ermenek Çayı bölgenin tüm sularını toplamaktadır. Bununla birlikte, Ermenek ve çevresinde ova olmamasına karşın vadiler arasında bir kısım geniş düzlükler bulunmaktadır.



Şekil 1. Çalışma alanı yeri (Anonim, 2021).

Figure 1. Location of the study area (Anonymous, 2021).

Tarım Arazilerinin Sulanabilirlik Durumu

Ermenek'in yaklaşık %15'i tarım arazilerine ayrılmış olup, yaklaşık olarak 16719 ha'lık alanında bitkisel üretim yapılmaktadır (Anonim, 2021; Çizelge 1). Söz konusu alanların %55.53'ü tarla bitkilerine tahsis edilmiş olup, nadas alanı %20.16'lık paya sahiptir. Genel olarak tarım arazilerinin %3.63'ünde sebzeçilik ve %20.68'inde ise bahçeçilik yapılmaktadır (Anonim, 2021; Çizelge 1).

Çizelge 1. Ermenek'te tarım arazilerinin kullanım amaçlarına göre dağılımı (ha) (Anonim, 2021).

Table 1. Distribution of agricultural lands in Ermenek according to their intended use (ha) (Anonymous, 2021).

Alan	Tarla Bitkileri	Bahçe	Sebze	Nadas	Toplam
Ha	9284	3457	607	3371	16719
%	55.53	20.68	3.63	20.16	100

Ermenek'in tarım alanları içerisindeki sulama durumu Çizelge 2'de görüldüğü gibi oldukça düşüktür. Tarım alanlarının yaklaşık %18.96 (3170 ha)'ı sulanabilir iken, geriye kalan %81.04 (13549 ha)'ünde kuru tarım yapılabilmektedir. Çalışma alanında genel olarak, kuru tarım yapıldığından dolayı nadas alanı oranının nispeten yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda bölge için sulamanın önemi daha da artmaktadır.

Çizelge 2. Ermenek'te sulu ve kuru tarım alanı dağılımı (ha) (Anonim, 2021).

Table 2. Distribution of irrigated and dry agricultural land in Ermenek (ha) (Anonymous, 2021).

Alan	Sulu Tarım	Kuru Tarım	Toplam
Ha	3170	13549	16719
%	18.96	81.04	100

İklim Özellikleri

Karaman ilinde karasal iklim hakim olup, kışları soğuk ve yağışlı, yazları kurak ve sıcaktır. Sıcaklık kış aylarında -26.4 °C'ye kadar düşmekte, yaz aylarında ise +40.4 °C'ye kadar yükselmektedir. Karasal iklimin hakim olduğu bölgede ortalama yağış 240-360 mm arasında değişmektedir. Genel olarak, yıllık yağış miktarı <200 mm olan yerler kurak, 200-500 mm arasında değişen bölgeler ise yarı kurak olarak ifade edilmektedir (Karataş, 2023). Bir başka kaynak ise yıllık yağış miktarının 350-800 mm arasında olan yerleri yarı kurak olarak belirtmektedir (Anonim, 2023). Bu bilgiler, Karaman ilinin nispeten kurak ve/veya yarı kurak bir bölge olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, bölge için bitkisel üretimde sulama suyu yönetimi ve kalitesinin sürdürülebilirliği daha da önemli bir duruma gelmektedir.

Yöntem

Bu çalışmada ilk olarak, Karaman ilinin Ermenek ilçesinde tarla tarımı ve bahçe tarımı yetiştiriciliğinde sulama amaçlı kullanılan ve çalışma sahasının temsil edecek şekilde su örnekleme yerleri belirlenmiştir. Daha sonra, derinlikleri 4 ile 10 m arasında değişen 19 adet keson kuyudan, Ayyıldız (1990)'ın belirttiği şekilde su örnekleri alınmıştır. Su örnekleri 2 L'lik temiz şeffaf kaplara konularak analizler yapılmak üzere Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Laboratuvarına getirilmiştir. Öktüren Asri vd. (2013; 2018) tarafında yapılan çalışmalarda da olduğu gibi sulama suyu analizleri yapılmıştır. Dolayısıyla, söz konusu araştırmada; pH, EC ($\mu\text{S cm}^{-1}$), Na^+ , Mg^{+2} , Ca^{+2} , K^+ , HCO_3^- , Cl^- ve B analizleri gerçekleştirilmiştir. Sulama suyu örneklerinde pH ve EC analizleri Ayyıldız (1976); Na^+ , Mg^{+2} , Ca^{+2} ve K^+ miktarları atomik absorpsiyon spektrofotometresiyle (Fresenius vd., 1988), HCO_3^- sülfürik asit titrasyonu, Cl^- gümüş nitrat titrasyonu (Ayyıldız, 1976) ve B ise Azomethin-H yöntemiyle (Fresenius vd., 1988) belirlenmiştir. Bununla birlikte toplam katyon, yüzde sodyum oranı (%Na), sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) ve sulama suyu sınıfı hesaplanmış/belirlenmiştir. %Na oranı Eşitlik 1 ve SAR değeri ise Eşitlik 2 ile hesaplanmıştır. Söz konusu eşitlikler aynı zamanda Ayyıldız (1976) tarafından önerilmektedir. USSS (1954)'de belirtilen yaklaşıma göre oluşturulan sınıflandırma sistemi dikkate alınarak, su örneklerinin belirlenen elektriksel iletkenlikleri (EC, $\mu\text{S cm}^{-1}$), sulama suyu sınıflandırmasında kullanılmıştır.

$$\%Na = \left(\frac{Na}{Na + K + Ca + Mg} \right) \times 100 \quad (1)$$

$$SAR = \left(\frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}} \right) \quad (2)$$

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bulgular

Araştırmada, sulama sularının analiz sonuçlarıyla birlikte, kimi istatistiki bilgilerinden olan en küçük, en büyük ve ortalama değerleri Çizelge 3'te verilmiştir. Su örneği alınan kuyu derinlikleri 4 ile 10 m arasında değişmiş ve ortalama derinlik ise 6.5 m olarak hesaplanmıştır. İncelenen 19 adet kuyu sulama suyu örneklerinin pH değerleri 7.20-8.40 arasında değişmiş ve ortalama pH 7.8 olarak saptanmıştır.

Sulama suyu örneklerinde belirlenen elektriksel iletkenlik değerleri (EC, $\mu\text{S cm}^{-1}$) en küçük $112 \mu\text{S cm}^{-1}$ ve en yüksek $580 \mu\text{S cm}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Ortalama EC değeri ise $260.5 \mu\text{S cm}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3).

Sırasıyla katyonlar: Na^+ değerleri 0.10 - 1.93 me L^{-1} arasında değişmiş ve ortalama 0.35 me L^{-1} olarak saptanmış; Mg^{+2} değerleri en küçük 0.20 me L^{-1} ve en yüksek 5.53 me L^{-1} olarak ölçülmüş ve ortalama Mg^{+2} değeri ise 1.05 me L^{-1} olarak hesaplanmıştır; Ca^{+2} değerleri 0.42 - 3.37 me L^{-1} arasında değişmiş ve ortalama 2.20 me L^{-1} olarak saptanmış ve K^+ değerleri en küçük 0.02 me L^{-1} ve en yüksek 0.50 me L^{-1} olarak ölçülmüş ve ortalama K^+ değeri ise 0.05 me L^{-1} olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3). Toplam katyon değerleri ise 0.880 - 10.260 me L^{-1} arasında değişmiş ve ortalama 3.657 me L^{-1} olarak saptanmıştır (Çizelge 3).

Anyonlardan HCO_3^- değerleri en küçük 1.73 me L^{-1} ve en yüksek 8.40 me L^{-1} olarak ölçülmüş ve ortalama değeri ise 3.63 me L^{-1} olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3). Yine anyonlardan Cl^- değerleri 0.46 - 1.20 me L^{-1} arasında değişmiş ve ortalama 0.72 me L^{-1} olarak saptanmıştır (Çizelge 3). Ayrıca, B değerleri en küçük 0.01 mg L^{-1} ve en yüksek 0.10 mg L^{-1} olarak ölçülmüş ve ortalama B değeri ise 0.08 mg L^{-1} olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3).

Araştırmada, yüzde sodyum oranının (%Na) belirlenmesinde Ayyıldız (1976) tarafından önerilen eşitlik kullanılmıştır. Benzer bir şekilde, sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) Ayers ve Westcot (1989)'da verilen eşitliklerle hesaplanmıştır. Böylece, %Na ve SAR değerleri Çizelge 4'te verilmiştir. %Na değerleri 3.78 - 32.39 arasında değişmiş ve ortalama 8.25 olarak saptanmıştır. SAR değerleri en küçük 0.09 ve en yüksek 1.28 olarak ölçülmüş ve ortalama SAR değeri ise 1.25 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 3. Sulama suyu örneklerinin kimyasal analiz sonuçları.

Table 3. Chemical analysis results of irrigation water samples.

Kuyu No	Derinlik (m)	pH	EC ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	Kasyonlar (me L^{-1})				Toplam Katyon (me L^{-1})	HCO_3^- (me L^{-1})	Cl^- (me L^{-1})	B (mg L^{-1})
				Na^+	Mg^{+2}	Ca^{+2}	K^+				
1	6.0	7.9	258	0.33	0.50	2.37	0.09	3.285	3.15	0.65	0.06
2	6.0	8.0	204	0.10	0.40	2.13	0.02	2.645	2.65	0.56	0.09
3	5.0	7.3	206	0.15	0.40	1.80	0.03	2.380	2.72	0.60	0.08
4	4.0	7.8	211	0.15	0.63	1.98	0.03	2.790	2.76	0.55	0.09
5	5.0	7.8	195	0.12	0.43	2.28	0.02	2.850	2.67	0.46	0.09
6	6.0	8.4	294	0.24	0.84	2.83	0.40	4.310	4.00	0.70	0.08
7	5.0	7.6	215	0.13	0.20	2.21	0.02	2.560	2.94	0.53	0.09
8	6.0	7.6	193	0.13	1.03	1.57	0.02	2.750	2.86	0.63	0.09
9	10.0	7.2	352	0.30	1.54	3.37	0.03	5.240	4.20	0.90	0.09
10	6.0	7.2	194	0.11	0.59	0.54	0.02	1.260	2.90	0.70	0.07
11	5.0	7.8	202	0.10	0.30	1.74	0.02	2.160	2.94	0.53	0.09
12	10.0	7.4	112	0.14	0.30	0.42	0.02	0.880	1.73	0.65	0.06
13	8.0	7.8	580	1.93	5.53	2.68	0.12	10.260	8.40	1.10	0.06
14	6.0	7.7	175	0.11	0.30	1.75	0.02	2.180	2.95	0.64	0.01
15	5.0	8.1	367	0.30	2.25	2.79	0.06	5.400	4.90	0.80	0.09
16	6.0	8.0	281	1.70	0.98	2.54	0.03	5.248	3.10	0.77	0.07
17	10.0	7.6	283	0.20	0.98	2.83	0.02	4.030	4.52	0.73	0.10
18	8.0	8.2	285	0.20	1.06	2.70	0.02	3.980	4.60	1.20	0.10
19	6.0	7.9	343	0.26	1.66	3.32	0.03	5.270	4.95	0.95	0.10
Minimum:	4.0	7.2	112	0.10	0.20	0.42	0.02	0.880	1.73	0.46	0.01
Maksimum:	10.0	8.4	580	1.93	5.53	3.37	0.40	10.260	8.40	1.20	0.10
Ortalama:	6.5	7.8	260.5	0.35	1.05	2.20	0.05	3.657	3.63	0.72	0.08

Çizelge 4. Sulama suyu örneklerinin kimyasal analiz sonuçlarına göre %Na ve SAR değerleri.*Table 4. %Na and SAR values of irrigation water samples according to chemical analysis results.*

Kuyu No	%Na	SAR
1	10.05	0.28
2	3.78	0.09
3	6.30	0.14
4	5.38	0.13
5	4.21	0.10
6	5.57	0.18
7	5.08	0.12
8	4.73	0.11
9	5.73	0.19
10	8.73	0.15
11	4.63	0.10
12	15.91	0.23
13	18.81	0.95
14	5.05	0.11
15	5.56	0.19
16	32.39	1.28
17	4.96	0.14
18	5.03	0.15
19	4.93	0.16
Minimum:	3.78	0.09
Maksimum:	32.39	1.28
Ortalama:	8.25	0.25

Araştırmada, elektriksel iletkenlik (EC, $\mu\text{S cm}^{-1}$) değerleri USSL (1954)'e göre belirlenmiştir. Böylece, elektriksel iletkenlik (EC, $\mu\text{S cm}^{-1}$) sodyum adsorpsiyon oranına (SAR) bağlı olarak sulama suyu sınıfları saptanmış ve Çizelge 5'de verilmiştir. EC ($\mu\text{S cm}^{-1}$) değerleri bakımından toplam 19 kuyu suyundan; 10 kuyu suyu C1 olarak, geriye kalan 9 kuyu suyu ise C2 şeklinde belirlenmiştir. SAR değerleri bakımından ise tüm kuyu (toplam 19 kuyu) suyu değerleri S1 olarak saptanmıştır. Sonuç olarak, sulama sınıfı için toplam 19 kuyu suyundan; 10 kuyu suyu C1S1 olarak, geriye kalan 9 kuyu suyu ise C2S1 şeklinde tespit edilmiştir (Çizelge 5).

EC ($\mu\text{S cm}^{-1}$) (USSL, 1954); Sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) (Ayers ve Westcot, 1989); %Na (Christiansen vd., 1977); Cl^- (me L^{-1}) (Christiansen vd., 1977); B (mg L^{-1}) (Christiansen vd., 1977) değerlerinin kalite sınıfları Çizelge 6'da verilmiştir.

EC değerleri bakımında %52.63'lük oranla 10 kuyu suyu C1, %47.37'lik oranla 9 kuyu suyu C2 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5, Çizelge 6). SAR değerleri bakımından ise %100'lük oranla tüm örneklerin değerleri 0-10 aralığında saptanmış ve S1 olarak tek sınıf oluşmuştur (Çizelge 4, Çizelge 5, Çizelge 6).

%Na değerleri bakımında yine %100'lük oranla tüm örneklerin değerleri 0-40 aralığında belirlenmiş ve birinci sınıf içerisinde kalmıştır (Çizelge 4, Çizelge 5, Çizelge 6). Cl^- değerleri bakımında da %100'lük oranla tüm örneklerin değerleri 0-3 aralığında saptanmış ve tek sınıf oluşmuştur (Çizelge 3, Çizelge 6).

B değerleri bakımında %100'lük oranla tüm örneklerin değerleri 0-0.5 aralığında belirlenmiş ve birinci sınıf içerisinde kalmıştır (Çizelge 3, Çizelge 6).

Çizelge 5. Sulama suyu örneklerinin kimyasal analiz sonuçlarına göre sulama sınıfı durumu.*Table 5. Irrigation class status of irrigation water samples according to chemical analysis results.*

Kuyu No	Elektriksel iletkenlik (EC)		Sodyum adsorpsiyon oranı (SAR)		Sulama Sınıfı
	EC ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	Sınıf	SAR	Sınıf	
1	258	C2	0.28	S1	C2S1
2	204	C1	0.09	S1	C1S1
3	206	C1	0.14	S1	C1S1
4	211	C1	0.13	S1	C1S1
5	195	C1	0.10	S1	C1S1
6	294	C2	0.18	S1	C2S1
7	215	C1	0.12	S1	C1S1
8	193	C1	0.11	S1	C1S1
9	352	C2	0.19	S1	C2S1
10	194	C1	0.15	S1	C1S1
11	202	C1	0.10	S1	C1S1
12	112	C1	0.23	S1	C1S1
13	580	C2	0.95	S1	C2S1
14	175	C1	0.11	S1	C1S1
15	367	C2	0.19	S1	C2S1
16	281	C2	1.28	S1	C2S1
17	283	C2	0.14	S1	C2S1
18	285	C2	0.15	S1	C2S1
19	343	C2	0.16	S1	C2S1
Minimum:	112		0.09		
Maksimum:	580		1.28		
Ortalama:	260.5		0.25		

Tartışma

Kanber vd. (1992)'nin bildirdiğine göre tarımsal amaçlı kullanılan sulama sularının pH'larının 6.50-8.50 arasında olması istenir. Ele alınan bu çalışmada belirlenen sulama suyu örneklerinin pH değerlerinin (7.20-8.40) (Çizelge 3), Kanber vd. (1992)'nin bildirdiği tarımsal amaçlı kullanılabilir sulama sularının sınır değerleri (6.50-8.50) arasında kaldığı görülmektedir. Bununla birlikte, sulama suyu pH değerlerinin çok yüksek veya çok düşük olması bitkilerde beslenme bozukluklarının meydana gelmesine neden olacağı bildirilmektedir (Öktüren Asri vd., 2013). Dolayısıyla, çalışmada elde edilen pH değerleri yönünden, bitkilerde beslenme bozukluğu meydana gelmeyeceği söylenebilir.

İncelenen sulama suyu örnekleri, ABD Riverside Tuzluluk Laboratuvarı (USSL, 1954) tarafından oluşturulan sınır değerlerine göre sınıflandırıldığında, %52.63'ünün 1. Sınıf (C1), %47.37'sinin ise 2. sınıf (C2) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5, Çizelge 6). Bitkisel üretimde sulama suyu uygulaması, yüksek tarımsal üretimi güven altına alan son derece gerekli ve önemli bir uygulamadır (Kaman vd., 2022). Dolayısıyla, bu çalışmada, su örnekleri değerlerinin genel olarak, bitkisel üretimde verim kaybına yol açmadan (Ayers ve Westcot, 1989; USSL, 1954) kullanılabilirliği belirlenmiştir.

Sulama sularında bulunan en önemli katyonların: kalsiyum (Ca^{+2}), magnezyum (Mg^{+2}), sodyum (Na^{+}) ve potasyum (K^{+}) olduğu bildirilmektedir (Zengin vd., 2008). Ayers ve Westcot, (1989)'e göre SAR değerleri 0-10 arasında (Çizelge 4) bulunmuş ve %100 oranında 1. Sınıf (S1) (Çizelge 5, Çizelge 6) olarak hesaplanmıştır. Benzer bir şekilde, %Na değerleri Christiansen vd. (1977)'ye göre 0-40 arasında bulunmuş ve %100 oranında 1. Sınıf (Çizelge 6) olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 6. Sulama suyu örneklerinin kimi kalite sınıflarına göre değerlendirilmesi.

Table 6. Evaluation of irrigation water samples according to some quality classes.

Ölçülen değerler	Sınıflar	Değerlendirme	Örnek Sayısı	%
EC, ($\mu\text{S cm}^{-1}$) (USSL, 1954)	C1	<250	10	52.63
	C2	250-750	9	47.37
	C3	750-2250	-	
	C4	>2250	-	
Sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) (Ayers ve Westcot, 1989)	S1	0-10	19	100.00
	S2	010-18	-	
	S3	18-26	-	
	S4	>26	-	
%Na (Christiansen vd., 1977)	1	0-40	19	100.00
	2	40-60	-	
	3	60-70	-	
	4	70-80	-	
	5	80-90	-	
Cl ⁻ (me L ⁻¹) (Christiansen vd., 1977)	1	0-3	19	100.00
	2	003-006	-	
	3	006-10	-	
	4	010-15	-	
	5	15-20	-	
	6	>20	-	
B (mg L ⁻¹) (Christiansen vd., 1977)	1	0-0.5	19	100.00
	2	0.5-1	-	
	3	001-002	-	
	4	002-003	-	
	5	003-004	-	
	6	>4	-	

Klor (Cl⁻) sulama suyu içerisinde bulunan en önemli bir anyon (Öktüren Asri vd., 2013) ve aynı zamanda, bitki yetiştiriciliği açısından sorun yaratabilecek potansiyelinin yüksek olduğu bildirilmektedir (Öktüren Asri vd., 2018). Bu durumda, Cl⁻ değerleri Christiansen vd. (1977)'ye göre 0-3 arasında (Çizelge 3) bulunmuş ve örneklerin tamamının klor içerikleri bakımından 1. sınıfa (Çizelge 6) girdiklerini saptamıştır.

Araştırmada, incelenen sulama sularının Bor (B) içerikleri Christiansen vd. (1977)'ye göre 0-0.5 arasında (Çizelge 3) bulunmuş ve örneklerin tamamının Bor içerikleri bakımından 1. sınıfa (Çizelge 6) girdiklerini saptamıştır. Öktüren Asri vd. (2013)'ün bildirdiğine göre Bor, bitkilerin büyüme ve gelişmeleri açısından mutlak gerekli mikro besin elementlerindedir. Ancak, Bor değerinin fazla bulunması durumunda, toksik bir etkiye yol açarak bitkilerin büyümelerini engelleyebilmektedir (Öktüren Asri vd., 2013). Çalışmada tespit edilen tüm sulama suyu örneklerinin bor düzeyleri toksisite belirtisine yol açacak düzeyde olmadığı belirlenmiştir.

SONUÇ

Küresel ısınma sonucu meydana gelen iklim değişikliği etkisiyle yaşanan kuraklık özellikle toprak ve su kaynaklarının sürdürülebilirliğini olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle tarımsal üretimde toprak ve sulama suyunun kalitesinin araştırılması daha da önemli bir duruma gelmektedir. Bu amaçla çok sayıda araştırmalar yürütülmüştür.

Sulama yönetiminin uygun, etkin ve doğru olabilmesi için üç temel (Ne zaman sulamalı? Nasıl sulamalı? ve Ne kadar sulama suyu uygulamalı?) soru mevcuttur. Söz konusu üç temel soruya verilebilecek cevapların doğruluk düzeyine bağlı olarak, sulama yönetiminin başarısı ortaya konabilir. Bununla birlikte, bitkisel üretimde kullanılan sulama suyunun kalitesinin düzeyi, sürdürülebilir üretim bakımından son derece önemlidir.

Ele alınan bu araştırma, Türkiye'nin Karaman ili Ermenek ilçesinde sulama amaçlı kullanılan suların kalitesinin belirlenmesi için yapılmıştır. Ermenek ilçe ve köylerindeki sulama birlikleri ve çiftçiler kendi olanakları ile sulama yapmaktadır. Çiftçiler, çoğunlukla geleneksel sulama yöntemlerini kullanmaktadırlar. Yine çalışma alanında tarla tarımı ve bahçe tarımı yetiştiriciliğinde sulama amaçlı keson kuyulardan yararlanılmaktadır. Araştırma sonucunda; pH, EC, kimi anyon ve katyon değerleri bakımından, genel olarak, su örneklerinin üretimde verimi etkileyecek herhangi bir sorun teşkil etmediği görülmüştür. Ancak, sürdürülebilir bir üretim için sadece Ermenek ilçesinde değil bitkisel üretim yapılan her yerde, benzer çalışmaların ve analizlerin hem sulama suyunda hem de topraklarda sıklıkla yapılması önerilmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

YAZAR KATKISI

Yazarlar makaleye aynı oranda katkı sağlamıştır.

TEŞEKKÜR

Bu makale Abdullah SAYICI'nın bitirme çalışması verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır. Ayrıca yazarlar, araştırmaya sağladıkları katkıdan dolayı, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi ve Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Laboratuvarı'na teşekkür eder.

KAYNAKLAR

- Anonim. (2021). *2021 yılı Karaman sosyo-ekonomik raporu*. Karaman Ticaret Borsası. www.karamantb.org.tr (Karaman İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2021).
- Anonim. (2023). *Türkiye iklim sınıflandırması*. T.C. Çevre Ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, <http://www.meteor.gov.tr> [Erişim tarihi: 01/08/2023].
- Ayers, R. S. (1977). Quality of water for irrigation. *Journal of Irrigation and Drainage Divisions, ASCE* 103, 135-154.
- Ayers, R. S., & Westcot, D. W. (1989). *Water quality for agriculture*. Irrigation and Drainage Paper, 29 Rev.1., New York.
- Ayyıldız, M. (1976). *Sulama suyu kalitesi ve tuzluluk problemleri*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 636, Ders Kitabı No: 199, Ankara.
- Ayyıldız, A. (1990). *Sulama suyu kalitesi ve tuzluluk problemleri*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 344, Ankara.
- Boyacı, S., Ertuğrul, Ö., & Özgünlaltay Ertuğrul, G. (2023). The evaluation of the quality parameters irrigation waters used in greenhouses of Kırşehir province. *Kahramanmaraş Sütçü İmam University Journal of Agriculture and Nature*, 26(5), 1178-1188. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogu.vi.1180103>
- Caliskan, O., Kurt, D., Temizel, K. E., & Odabas, M. S. (2017a). Effect of salt stress and irrigation water on growth and development of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *Open Agriculture*, 2(1), 589-594.
- Caliskan, O., Radusiene, J., Temizel, K. E., Staunis, Z., Cirak, C., Kurt, D., & Odabas, M. S. (2017b). The effects of salt and drought stress on phenolic accumulation in greenhouse-grown *Hypericum pruinatum*. *Italian Journal of Agronomy*, 12(918), 918.
- Christiansen, J. E., Olsen, E., & Willardson, L. S. (1977). Irrigation water quality evolution. Proceedings of the American Society of Civil Engineers: *Journal of the Irrigation and Drainage Division* 103(IR2),155-169.
- Çebi, Ü. (2020). Evaluation of underground water quality in terms of irrigation water in Tekirdağ Province. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 8(6), 1391-1398. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i6.1391-1398.3481>
- Doğan, P., & Şahin, Ü. (2019). The evaluation of irrigation water resources of Manisa region in terms of soil, plant and drip irrigation system. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(10), 1648-1656.
- Falkenmark, M., & Rockstrom, J. (1993). Curbing rural exodus from tropical drylands. *AMBIO-0122* no 71993.
- FAO. (1988). *World agriculture toward 2000: A FAO Study* N. Alexandratos (ed.) Bellhaven Press London 338 s.

- Fresenius, W., Quentin, K. E., & Schneidler, W. (1988). Water analysis a practical guide to physico-chemical and microbiological water examination and quality assurance. Springer, New York.
- Howell, T. A., Evett, S. R., & Tolk, J. A. (2001). Irrigation systems and management to meet future food fiber needs and to enhance water use efficiency. USDA-ARS Water Management User Unit Bushland Texas USA.
- Ghassemi, F., Jakeman, A. J., & Nix, H. A. (1995). Salinization of land and water resources human, causes, extent, management and case studies. Centre for Resource and Environmental Studies. The Australian National University. Canberra/Australian. 576 s.
- IFPRI. (2004). Water and Food to 2025. Policy Responses to Threat of Scarcity.
- Kaman, H., Çetin, M., & Sesveren, S. (2022). Akdeniz iklim kuşağında, sulamadan dönen suların sulamada kullanılmasının taban suyu kalitesi ve derinliği üzerine etkilerinin araştırılması: Aşağı Seyhan Ovası Yemişli Sulama Sahası Örneği. *Kahramanmaraş Sütçü İmam University Journal of Agriculture and Nature*, 25(1), 158-168. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.880516>
- Karataş, B. S. (2023). *Sulama*. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapı ve Sulama dersi notları.
- Kanber, R., Kırdı, C., & Tekinel, O. (1992). *Sulama suyu niteliği ve sulamada tuzluluk sorunları*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 6, Adana.
- Kanber, R., & Ünlü, M. (2014). *Tarımda su ve toprak tuzluluğu*. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 281, Kitap Yayın No: A-87, Adana.
- Lal, R. (1991). Current research on crop water balance and implications for the future. In: Soil Water Balance in the Soudano Sahelian Zone. Eds.
- Temizel, K. E., & Tok, S. (2019). Farklı sodyum adsorbsiyon oranı değerlerine sahip sulama sularının bazı toprak özelliklerine etkisi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 9(3), 1729-1736.
- Tok, S., & Temizel, K. E. (2022). Effects of irrigation water in different salinity on yield and quality parameters of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) plant. *Gesunde Pflanzen*, 74(1), 9-16.
- Öktüren Asri, F., Demirtaş, E. I., Arı, N., & Özkan, C. F. (2013). Determination of irrigation water qualities of Bilecik-Osmaneli district. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(1), 49-55.
- Öktüren Asri, F., Demirtaş, E. I., & Arı, N. (2018). Determination of the qualities of irrigation waters used in Antalya-Finike orange orchards. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 31(2), 169-173. <https://doi.org/10.29136/mediterranean.354826>
- Postel, S. L., Daily, C. D., & Erlich, P. R. (1996). Human appropriation of renewable fresh water science. Vol. 271. No. 5250. Issue 9. American Association for the Advancement of Science. s. 785-799.
- USSL, (1954). *Diagnoses and improvement of saline and alkali soils*. (Ed.: L.A. Richards). United State Salinity Laboratory Staff, USDA_SCS, Agric. Handbook no. 60, Washington D.C., 160s.
- Yerkin, D., & Temizel, K. E. (2018). The effects of sodic water applications at different levels on the leaf area and leaf area estimation of bean plants. *Black Sea Journal of Agriculture*, 1(3), 70-75.
- Zengin, M., Karakaplan, S., & Ersoy, İ. (2008). Determination of irrigation water quality of Lake Beyşehir and other water sources used in irrigation of Çumra Plain. *Asian Journal of Chemistry*, 20, 694-704.