

Trakya Bölgesi Koşullarında Damla Sulama Yöntemi ile Yetiştirilen Ceviz Ağaçlarının Ekonomik Su Düzeyinin Belirlenmesi*


Determination of Economic Water Level of Walnut Trees Grown with Drip Irrigation Method in Thrace Region Conditions


Buse ÖNLER¹, Tolga ERDEM^{2*}

Öz

Trakya Bölgesi koşullarında yürütülen bu çalışmada, farklı sulama suyu uygulamalarının Chandler çeşidi ceviz ağaçları için ekonomik su düzeyinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma, 2021 (7 yaş), 2022 (8 yaş) ve 2023 (9 yaş) yıllarında gerçekleştirilmiştir. Araştırma konuları, A Sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma miktarının %75, 100 ve 125 uygulanması ile toprak nemi izlenerek 90 cm etkili kök derinliğinde kullanılabilir su tutma kapasitesinin %50'sinin tüketildiği noktada, mevcut nemin tarla kapasitesine çıkarılması (%100) ile bu miktarın %75 ile 125'inin uygulanması şeklinde oluşturulmuştur. Uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça bitki su tüketimi artmıştır. 2021 yılında 355.92 mm ile 1281.12 mm, 2022 yılında 338.21 mm ile 1208.95 mm ve 2023 yılında 446.60 mm ile 1239.23 mm arasında sulama suyu uygulanmıştır. Mevsimlik bitki su tüketimi üç yıl boyunca 601.70 mm ile 1519.19 mm arasında değişmiştir. Ceviz verimleri sulama suyuna bağlı olarak artmış ve 198.75 kg da⁻¹ ile 523.75 kg da⁻¹ arasında değişmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarı, sulama süresi, işçilik ücreti ve giderleri, su ücreti ve giderleri, ceviz üretim giderleri, sulama sistemi ücreti gibi maliyet kalemleri ile ceviz verimi ve satış fiyatı üzerinden hesaplanan brüt ve net gelir değerleri dikkate alınmıştır. Deneme konuları arasında uygulanan sulama suyu miktarı ve sulama süresi arttıkça, işçilik ve su ücreti giderlerinin de arttığı görülmektedir. Ancak, artan masraflara rağmen, ceviz veriminin artmasıyla elde edilen brüt gelirdeki artış, net gelirin de artmasını sağlamıştır. Ceviz ağaçlarının ekonomik su düzeyinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen ekonomik analizler sonucunda, artan sulama suyu uygulaması ile ceviz verimlerinin ve net gelir değerlerinin artacağı belirlenmiştir. Ayrıca, araştırma sonucunda elde edilen uygulanan sulama suyu ile verim arasındaki ilişkinin, su kaynaklarının kısıtlı olduğu süreçlerde üreticilere faydalı olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bitki su tüketimi, Ekonomik analiz, Ceviz üretimi, Üretim maliyeti, Tarımsal sulama

¹Buse Öner, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ, Türkiye. E-mail: buse.salbas@gmail.com 
OrCID: 0000-0002-0928-595X

²Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Tolga Erdem, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ, Türkiye. E-mail: terdem@nku.edu.tr 
OrCID: 0000-0002-5887-9586

Atıf: Öner, B., Erdem, T. (2026). Trakya Bölgesi koşullarında damla sulama yöntemi ile yetiştirilen ceviz ağaçlarının ekonomik su düzeyinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(1): 319-328.

Citation: Öner, B., Erdem, T. (2026). Determination of economic water level of walnut trees grown with drip irrigation method in Thrace Region conditions. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 23(1): 319-328.

*Bu Çalışma Buse ÖNLER'in Doktora tezinden özetlenmiştir.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2026

Abstract

The aim of the study carried out in the Thrace Region conditions was to determine the economic water level of different irrigation water applications for Chandler variety walnut trees. The research was carried out in 2021 (7 years), 2022 (8 years) and 2023 (9 years). The treatment subjects were created by applying 75, 100 and 125% of the evaporation amount measured from the Class A evaporation pan, and by monitoring the soil moisture, at the point where 50% of the usable water holding capacity at the 90 cm effective root depth was consumed, increasing the existing moisture to field capacity (100%) and applying 75 and 125% of this amount. As the amount of irrigation water applied increased, seasonal evapotranspiration increased. In 2021, the irrigation water applied ranged from 355.92 mm to 1281.12 mm, in 2022 from 338.21 mm to 1208.95 mm, and in 2023 from 446.60 mm to 1239.23 mm. The seasonal evapotranspiration varied between 601.70 mm and 1519.19 mm over three years. Walnut yields increased depending on irrigation water and varied between 198.75 kg da⁻¹ and 523.75 kg da⁻¹. Cost items such as the amount of irrigation water applied, irrigation duration, labor costs and expenses, water costs and expenses, walnut production costs, and irrigation system costs were considered, as well as gross and net income values calculated based on walnut yield and sales price. As the amount of irrigation water applied and irrigation duration increased among the experimental subjects, labour and water costs also increased. However, despite these increased costs, the increase in gross income resulting from increased walnut yield also led to an increase in net income. Economic analyses conducted to determine the economic water level of walnut trees indicated that increasing irrigation water application would increase walnut yields and net income values. Furthermore, the relationship between applied irrigation water and yield obtained through the study is believed to be beneficial to producers during periods when water resources are limited.

Keywords: Evapotranspiration, Economic analysis, Walnut yield, Production costs, Agricultural irrigation

1. Giriş

Ceviz, hem besin değeri yüksek bir meyve olarak hem de endüstriyel kullanım potansiyeliyle dikkat çeken bir bitki türüdür. Meyvesi, omega-3 yağ asitleri, antioksidanlar, B vitaminleri ve mineraller gibi besin öğeleri bakımından zengin olup, sağlıklı bir diyetin önemli bir bileşenidir (Şimşek ve Gülsoy, 2016). Aynı zamanda, ceviz ağacının odunu, mobilya endüstrisinde estetik ve dayanıklılık sağlayan bir malzeme olarak kullanılmaktadır. Ceviz ağacı uzun ömürlüdür, gençlik evresindeki hızlı büyümesi ve güçlü kökleri sayesinde erozyon kontrolünde etkili bir rol oynamaktadır. Kuraklık ve hastalıklara karşı dirençli olması, çeşitli iklim koşullarında yetiştirilmesini kolaylaştırmaktadır. Bu nedenlerle, ceviz besleyici meyvesi ve endüstriyel kullanım potansiyeliyle çeşitli sektörlerde önemli bir yer tutmaktadır.

Türkiye, uzun bir meyvecilik geçmişine sahip olup, zengin ekolojik koşulları sayesinde birçok meyve türünün yetiştirilebildiği ortama sahiptir, ceviz de bu çeşitliliğin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Türkiye tarım alanlarının %15.45'inde meyve üretimi yapılmakta ve bu alanların %4.71'ini ceviz alanları oluşturmaktadır. Ceviz tüketimindeki artış ve devlet destekleme politikaları sonucunda 2023 yılında Türkiye'de ceviz üretim alanları 2022 yılına göre %4.55 oranında artarak 174079 ha alana çıkmıştır (TÜİK, 2023).

Türkiye için önemli bir meyve türü olan cevizin üretim miktarının ve meyvelik alanlarının artmasına karşın, Türkiye'nin ceviz dış ticaretinde rekabet gücünün sınırlı kalması; üretimin büyük ölçüde iç tüketimi karşılamaya yönelik olması, uluslararası pazarlarda kaliteli ürün arzında yetersizliklerin bulunması ve pazarlama birliklerinin etkin çalışmaması gibi faktörlerden kaynaklanmakta, bu durum ülkeyi ithalatçı konumuna taşımaktadır (Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Müdürlüğü [TEPGE], 2021). Bu durum, AR-GE çalışmalarına geç başlanmasından, aşılı çeşitlere daha yeni geçilmesinden ve özellikle sulama, budama ile gübreleme işlemlerinin bilimsel ve teknik standartlara uygun yapılmamasından kaynaklanmaktadır (Erdem ve ark., 2018).

Sürekli artan nüfus ve gelişen yaşam standartları, tarımsal üretimin önemini her zamankinden daha fazla artırmıştır. Bu artan talebi karşılamak için tarımsal üretkenliği maksimize etmek ve sürdürülebilir bir şekilde yönetmek büyük önem taşımaktadır. Tarımsal sulama, bu bağlamda, özellikle kısıtlı su kaynaklarına sahip bölgelerde, tarımsal üretkenliğin sürdürülebilirliğinin anahtar faktörlerinden birisidir. Su, bitki büyümesi ve gelişimi için temel bir kaynaktır. Küresel su tüketiminin büyük bir bölümünü tarımsal faaliyetler oluşturduğu için, sulama yöntemleri ve su yönetimi stratejileri üzerine yapılan araştırmalar giderek daha fazla önem kazanmaktadır.

Tarım sektörü, iklim değişiklikleri, su kısıtlamaları ve toprak verimliliği gibi faktörlerle karşı karşıya olduğu günümüzde, verimli ve sürdürülebilir tarım yöntemleri bulma çabalarıyla ön plana çıkmaktadır. Özellikle Trakya Bölgesi gibi su kaynaklarının kritik olduğu bölgelerde, su kullanımını optimize etmek ve tarım verimliliğini artırmak, bölgedeki çiftçiler için hayati bir önem taşımaktadır. Nitekim Trakya Bölgesi'nde yapılan çalışmada, iklim değişikliğinin tarımsal üretimde verimliliği azaltarak suyun etkin kullanımını daha da kritik hale getirdiğini göstermektedir (Konukcu ve ark., 2020). Bu bağlamda, damla sulama yöntemi modern tarımın vazgeçilmez unsurlarından biri haline gelmiştir. Damla sulama, suyun doğrudan bitki kök bölgesine yönlendirildiği ve bu sayede su kaybının minimize edildiği bir sulama yöntemidir. Ancak, farklı bitki türleri ve çeşitleri için en uygun damla sulama programlarını belirlemek, bölgesel iklim koşulları, toprak özellikleri ve bitki ihtiyaçları gibi bir dizi değişkeni dikkate almayı gerektirmektedir.

Trakya Bölgesi'nde damla sulama yöntemi ile yetiştirilen Chandler çeşidi ceviz ağaçları üzerinde farklı sulama programları altında ekonomik su düzeyinin belirlenmesinin araştırıldığı bu çalışmada; çevresel kaynakların korunması ve sürdürülebilir yaşam için, sürdürülebilir tarım uygulamalarının geliştirilmesini desteklemek, bölgesel tarım uygulamalarında daha etkili ve verimli sulama stratejilerinin belirlenmesi açısından önemli bir katkı sunmak hedeflemektedir.

2. Materyal ve Metot

Araştırma, Tekirdağ il merkezine yaklaşık 2.5 km mesafede, Tekirdağ-Malkara çevreyolu üzerinde bulunan Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne ait tarım arazisinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü ceviz bahçesi 2015 yılında tesis edilmiş olup yaklaşık 14 dekar büyüklüğündedir. Deneme alanı 40°59' kuzey enlemi ile 27°29' doğu boylamında ve deniz seviyesinden 4 m yükseklikte yer almaktadır (Göçmen ve Erdem, 2019). Araştırmanın yürütüldüğü alan yarı kurak bir iklim kuşağı içinde yer almaktadır. Uzun yıllar ortalamalarına göre yıllık ortalama sıcaklık 14.1°C olup, en düşük ortalama 4.9°C ile Ocak ayında, en yüksek

değerler ise 24°C ile Temmuz ve Ağustos aylarında kaydedilmektedir. Yıllık ortalama yağış miktarı 580 mm olup, bu yağışların büyük bir kısmı Ekim-Nisan ayları arasındaki dönemde gerçekleşmektedir. Yıllık ortalama bağıl nem %76.9, 2 m yükseklikteki ortalama rüzgar hızı ise 2.90 m s⁻¹'dir (MGM, 2023).

Araştırmada sulama suyu, enstitü arazisinde bulunan dere ve kuyudan temin edilmiş, öncelikle havuzda depolanmış, ardından pompa aracılığıyla sahaya aktarılmış ve damla sulama yöntemiyle uygulanmıştır. Depolama havuzundan alınan su, hidrosiklon, kum-çakıl filtre tankı ve disk filtrelerden oluşan kontrol ünitesinden geçirildikten sonra, 6 atm işletme basıncına sahip 50 mm çapındaki sert PE borular vasıtasıyla deneme alanına ulaştırılmıştır. Sistemdeki basıncı izlemek amacıyla manometreler yerleştirilmiştir. Her deneme parseline ait manifold hatları 40 mm çapındaki yumuşak PE borularla kurulmuş, parsellerin içinde ise 16 mm çaplı lateral hatlar her ağaç sırasına ikişer adet olacak şekilde döşenmiştir. Ağaçların taç genişliği dikkate alınarak, karşılıklı konumlandırılmış basınç düzenleyicili on-line (üstten geçik) damlatıcılar kullanılmıştır.

Araştırmada, 1400532 numaralı TÜBİTAK Projesi kapsamında 2015 yılında Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü arazisine dikilmiş ve 2020 yılı itibarıyla altı yaşına ulaşmış Chandler çeşidi ceviz ağaçları kullanılmıştır. Pedro × UC 56-224 çaprazlamasından elde edilen Chandler, yan dallarda %90'ın üzerinde meyve verme oranına sahip yüksek verimli bir çeşittir. Bu çeşitte Cisco ve Scharsch-Franquette tozlayıcı olarak kullanılmaktadır. Orta kuvvette gelişen ve yarı dik taç formuna sahip Chandler, orta-geç dönemde hasada gelmektedir. Meyvelerin iç ağırlığı ortalama 6.5 g olup iç oranı %49'dur. Açık renkli iç ceviz mükemmellik oranı %90-100 arasında değişmekte ve görülen hafif büzüşmeler pazarlama açısından önemli bir kusur teşkil etmemektedir (Ramos, 1998). Yaklaşık 12 m'ye kadar boyolanabilen Chandler çeşidinin meyveleri iri (9-13 g), oval formda, kabuk yapışması iyi, pürüzsüz kabuklu ve kırılabilir kabuk yapısına sahiptir (Şen, 2011). Meyve çapı 34-36 mm arasında değişmektedir (Akça, 2016). Çalışmada kullanılan ağaçlar, 2021 yılı itibarıyla yedi yaşına ulaşmış ve proje başlangıcından itibaren meyve verimi vermeye başlamıştır.

Araştırma, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde üç tekerrürlü olarak yürütülmüş ve deneme konuları rastgele dağıtılmıştır (Yurtsever, 1984). Araştırmada, iki farklı sulama suyu uygulaması gerçekleştirilmiştir. İlk yöntem, A Sınıfı buharlaşma kabından ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma miktarlarının (Ep), farklı seviyelerde uygulanmasıdır (S₁). İkinci yöntem ise toprak nemi izlenerek 90 cm etkili kök derinliğinde kullanılabilir su tutma kapasitesinin %50'sinin tüketildiği noktada, mevcut nemin tarla kapasitesine çıkarılmasıdır (S₂). A Sınıfı buharlaşma kabından ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma miktarlarının deneme konularında sulama aralığı, bölge çiftçisinin uygulamaları ve damla sulama terminolojisi dikkate alınarak 5 gün olacak şekilde seçilmiştir. Böylece deneme konuları;

- S₁I₁: Toplam buharlaşma miktarının %75'i kadar sulama suyu uygulanması,
- S₁I₂: Toplam buharlaşma miktarının %100'ü kadar sulama suyu uygulanması,
- S₁I₃: Toplam buharlaşma miktarının %125'i kadar sulama suyu uygulanması,
- S₂I₄: %100'ü kadar sulama suyu uygulanması,
- S₂I₅: %75'i kadar sulama suyu uygulanması,
- S₂I₆: %125'i kadar sulama suyu uygulanması şeklinde oluşturulmuştur.

Deneme alanı olarak seçilen ve 2015 yılında TÜBİTAK projesi kapsamında hazırlanan Chandler ceviz bahçesi 192x72 m boyutlarında olup toplam alanı 13824 m²'dir. Ağaçlar 8x8 m sıra arası ve sıra üzeri genişliklerinde dikilmiştir. Oluşturulan 3 bloğun her birinde 6 adet olmak üzere toplam 18 adet parsel bulunmaktadır Her bir deneme parselinin boyutu 24x32 m olup, alanı 768 m²'dir. Her bir deneme parselinde 12 adet, deneme alanında ise toplam 216 adet ağaç bulunmaktadır. Tüm parsellerde birer ağaç sırası kenar etkisi göz önüne alınarak hasat parseli dışında bırakılmıştır. Ayrıca tüm parsellerde 2 ağaç ölçüm ağacı olarak işaretlenmiştir. Parsellerin yerleşiminde, sulama sırasında sızma kaynaklı olumsuzlukları önlemek için parseller ve bloklar arasında 4 m mesafe bırakılmıştır.

Çalışmada, toprak nemi gravimetrik yöntemle 90 cm derinliğe kadar her 30 cm'lik toprak katmanları için ölçülmüştür. Nem ölçümleri, yağış koşullarının uygun olduğu durumlarda, sulama işlemlerinden bir gün önce gerçekleştirilmiştir.

A Sınıfı buharlaşma kabından ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma miktarlarının uygulandığı deneme konuları için sulama suyu uygulamaları Eşitlik 1 ile hesaplanmıştır (Kanber ve ark., 2004).

$$I_{1,2,3} = E_p \times k_p \times P \quad (\text{Eş. 1})$$

Eşitlikte; $I_{1,2,3}$, deneme konularına uygulanacak sulama suyu miktarı, mm; E_p , 5 günlük yığılımlı açık su yüzeyi buharlaşma miktarı, mm; k_p , deneme konusunun gerektirdiği katsayı, %75, %100, %125; P , ıslatılan alan oranı, % (Ağaçların taç genişliğine göre her yetiştirme sezonu öncesi ortalama olarak belirlenmiştir)'dir.

Toprak neminin izlenmesine dayalı deneme konuları için uygulanacak sulama suyu miktarlarının hesabında Eşitlik 2 kullanılmıştır.

$$I_{4,5,6} = (TK - MR) \times R_y \times k \times P \quad (\text{Eş. 2})$$

Eşitlikte; $I_{4,5,6}$, deneme konularına uygulanacak sulama suyu miktarı, mm; TK , 90 cm etkili kök derinliğinde tarla kapasitesi değeri, mm 90 cm^{-1} ; MR , etkili kök derinliğindeki nem, mm 90 cm^{-1} ; R_y , KSTK'nın tüketilmesine izin verilen miktarı, %50; k , deneme konusunun gerektirdiği katsayı, %75, %100, %125 ve P , ıslatılan alan oranı, % (Ağaçların taç genişliğine göre her yetiştirme sezonu öncesi ortalama olarak belirlenmiştir)'dir.

Bitki su tüketimi değerleri, bitki etkili kök derinliğine göre aşağıda verilen su bütçesi yaklaşımı ile hesaplanmıştır (Eş. 3) (Walker ve Skogerboe, 1987; James, 1988). Bu amaçla, sulama uygulaması öncesi her bir deneme konusunda 90 cm toprak derinliğinde her 30 cm'lik toprak katmanı için kuru ağırlık yüzdesine göre toprak nemi ölçülmüştür.

$$ET = I + P + C_p - D_p \pm R_f \pm \Delta S \quad (\text{Eş.3})$$

Eşitlikte; ET , bitki su tüketimi, mm gün^{-1} ; I , uygulanan sulama suyu miktarı, mm; P , deneme süresince düşen yağış miktarı, mm; C_p , kılcal yükselişle kök bölgesine giren su miktarı, mm; D_p , sulama ve yağıştan sonra meydana gelen derine sızma kayıpları, mm; R_f , deneme parsellerine giren veya çıkan yüzey akış miktarı, mm; ΔS , ölçülen dönem için toprak nem içeriğinde oluşan değişim, mm'dir.

Denemenin yürütüldüğü alanda taban suyu problemi bulunmadığından, kılcal yükselişle kök bölgesine giren su miktarı (C_p) sıfır olarak kabul edilmiştir. Ayrıca, araştırmada damla sulama yöntemi kullanıldığından deneme parsellerine giren ve çıkan yüzey akış miktarları (R_f) sıfır olarak kabul edilmiştir. Derine sızma kayıpları için de bir alt katman (120 cm) izlenmiştir.

Deneme konularından elde edilen verim değerlerinin belirlenmesi amacı ile her bir deneme parselinde bulunan ceviz ağaçlarından elde edilen cevizler hasat edilmiş ve yeşil kabuklarından ayrıştırıldıktan sonra kurutularak ağaç başına düşen (kg ağaç^{-1}) ile dekar başına düşen (kg da^{-1}) verim değerleri belirlenmiştir

Her bir deneme konusu için hesaplanan ekonomik analizlerde Çetin ve Uygan (2008), Dağdelen ve ark. (2009) ile Bozkurt Çolak ve ark. (2021)'de verilen kısmi bütçeleme yönteminden yararlanılmıştır. Ekonomik analizlerde 2023 yılı üretim giderleri ve ürün gelir değerleri dikkate alınmıştır. Her bir deneme konusu için brüt ve net gelir değerleri Eşitlik 4 ve Eşitlik 5 yardımı ile hesaplanmıştır.

$$\text{Brüt Gelir (TL da}^{-1}\text{)} = \text{Verim Miktarı (kg da}^{-1}\text{)} \times \text{Satış Fiyatı (TL kg}^{-1}\text{)} \quad (\text{Eş.4})$$

$$\text{Net Gelir (TL da}^{-1}\text{)} = \text{Brüt Gelir (TL da}^{-1}\text{)} - \text{Toplam Masraflar (TL kg}^{-1}\text{)} \quad (\text{Eş.5})$$

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1. Sulama Suyu Uygulamaları ve Bitki Su Tüketimi Ölçümleri

Deneme alanı topraklarının analiz sonuçları ve ölçülen infiltrasyon değerleri dikkate alınarak, damlatıcı debisi Yıldırım (2008)'de önerilen esaslara uygun şekilde 4 L h^{-1} olarak seçilmiştir. Lateral üzerindeki damlatıcı aralığı ise 50 cm olacak şekilde belirlenmiştir. Ceviz ağaçları bitki sıra arası ve üzerinde tam örtme yapmaması sebebiyle tüm lateral boru hattı ıslatılmamıştır. Bu nedenle her ağaç başına taç genişliği dikkate alınarak karşılıklı olmak üzere 2021 yılında 6'şar (toplam 12 adet), 2022 yılında 7'şer (toplam 14 adet), 2023 yılında 8'er adet (toplam 16 adet) basınç düzenleyicili on-line (üstten geçik) damlatıcı yerleştirilmiştir.

Deneme parsellerinin oluşturulmasından ve bahar yağışlarının azalmasından sonra sulama uygulamalarına başlanmıştır. Sulama uygulamaları; 5 günlük sulama aralığında A Sınıfı buharlaşma kabından ölçülen yığışlımlı buharlaşma miktarlarının farklı oranlarında uygulanması şeklinde ve toprak neminin gravimetrik yöntemle izlenmesine dayalı metotlardan yararlanılarak yapılmıştır. Denemenin yürütüldüğü yıllarda sulama uygulamaları iklim koşulları nedeniyle farklı tarihlerde başlanmış ve sonlandırılmıştır. Denemenin üç yılında da A Sınıfı buharlaşma kabı deneme alanına Mayıs ayında yerleştirilmiştir. Toprak nem ölçümleri ise, sulama sezonundan önce hava şartlarının uygun olduğu koşullarda 15 günde bir, sulama sezonu içerisinde ise sulama uygulamalarından bir gün önce 120 cm toprak derinliğinde gravimetrik yöntemle yapılmıştır.

Araştırmanın yürütüldüğü üç yıl boyunca deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları ve üç yılın ortalama değerleri *Tablo 1*'de verilmiştir. Üç yılın ortalama değerlerine göre deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları 380.23 mm ile 1243.13 mm arasında değişmiştir. Toprak neminin izlenmesine dayalı deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları, 5 günlük sulama aralığında A Sınıfı buharlaşma kabından ölçülen yığışlımlı buharlaşma miktarlarının uygulandığı deneme konularından daha fazla olmuştur.

Tablo 1. Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları (mm)

Table 1. Amounts of irrigation water applied to the treatment subjects (mm)

Deneme Konusu	Deneme yılı			Ortalama uygulanan sulama suyu miktarları (mm mevsim ⁻¹)
	2021	2022	2023	
S ₁ I ₁	355.92	338.21	446.60	380.23
S ₁ I ₂	474.50	450.90	595.40	506.93
S ₁ I ₃	595.16	563.66	744.30	634.36
S ₂ I ₅	768.73	725.39	743.57	745.89
S ₂ I ₄	1024.96	967.16	991.38	994.50
S ₂ I ₆	1281.21	1208.95	1239.33	1243.13

Tablo 2. Deneme konularından ölçülen mevsimlik bitki su tüketimi değerleri (mm mevsim⁻¹)

Table 2. Seasonal evapotranspiration values measured from the treatment subjects (mm season⁻¹)

Deneme Konusu	Deneme yılı			Ortalama ölçülen mevsimlik bitki su tüketimi (mm mevsim ⁻¹)
	2021	2022	2023	
S ₁ I ₁	677.50	601.70	683.93	654.38
S ₁ I ₂	782.54	702.80	825.07	770.14
S ₁ I ₃	893.10	791.06	963.89	882.68
S ₂ I ₅	1048.64	967.62	958.14	991.47
S ₂ I ₄	1287.87	1178.69	1205.34	1223.97
S ₂ I ₆	1519.19	1396.20	1441.80	1452.40

Araştırmanın yürütüldüğü üç yıl boyunca deneme konularında ölçülen mevsimlik bitki su tüketimi değerleri ve üç yılın ortalama değerleri *Tablo 2*'de verilmiştir. Üç yılın ortalama değerlerine göre deneme konularından ölçülen mevsimlik bitki su tüketimi değerleri 654.38 mm ile 1452.40 mm arasında değişmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü üç yıl birlikte değerlendirildiğinde ceviz ağaçlarına uygulanan sulama suyu miktarı ile ölçülen bitki su tüketimi değerleri arasında doğrusal bir ilişki elde edildiği sonucuna varılmaktadır. Şen (2011) ceviz ağaçlarının mevsimlik su tüketiminin bölge ve iklim koşulları ile ceviz ağaçlarının yaşı ve türüne bağlı olarak 750 ile 1500 mm arasında değiştiğini açıklamıştır. Yapılan çalışmada deneme yılları ortalama mevsimlik bitki su tüketimi değerleri S₁ konusunda 769.07 mm, S₂ konusunda 1222.61 mm olarak hesaplanmıştır. Elde edilen bu değerlerin literatürle uyumlu olduğu sonucuna varılmıştır (Zhao ve ark., 2010; Şen, 2011; Fulton ve ark., 2017; Perulli ve ark., 2025). Deneme yılları birbirleri ile karşılaştırıldığında ölçülen mevsimlik bitki su tüketimleri arasında fark olduğu görülmektedir (*Tablo 2*). Görülen bu farklılığın yağış miktarlarının değişiminden kaynaklanması ile açıklanabilir. Her üç yılda da en yüksek mevsimlik bitki su tüketimi değerleri uygulanan sulama suyu miktarına bağlı olarak mevcut nemin tarla kapasitesine çıkarılması yönteminin %125'inin uygulandığı deneme konusundan ölçülmüştür.

3.2. Ceviz Ağaçlarından Elde Edilen Verim Değerleri

Deneme konularından elde edilen verim değerlerinin belirlenmesi amacı ile her bir deneme parselinde bulunan ceviz ağaçlarından elde edilen cevizler hasat edildikten sonra yeşil kabuklarından ayrıştırılarak kurutulmuş ve ağaç başına düşen (kg ağaç⁻¹) ile dekar başına düşen (kg da⁻¹) verim değerleri belirlenmiştir. Deneme konularından her deneme yılında elde edilen dekar başına düşen verim değerleri ve ortalama değerleri *Tablo 3*'de verilmiştir. Dekar başı verim değerlerinin ise 2021 yılında 198.75 ile 279.84 kg da⁻¹, 2022 yılında 374.11 ile 523.75 kg da⁻¹, 2023 yılında ise 286.56 ile 395.26 kg da⁻¹ arasında değiştiği görülmektedir. Üç yıl boyunca elde edilen en yüksek ağaç başı ve dekar başı verim değerleri S₂I₆ konusunda, en düşük S₁I₁ konusunda olmuştur.

Yapılan varyans analizleri sonucunda 2021 yılında sulama uygulamaları arasında p<0,05 düzeyinde, 2022 yılında sulama uygulamaları arasında p<0,01, sulama suyu miktarları arasında p<0,05 düzeyinde önemlilik tespit edilmiştir. Denemenin üçüncü yılında ise sulama uygulamaları ve sulama suyu miktarları arasında fark olmadığı sonucuna varılmıştır. Önemliliği tespit edilen konuların LSD testi sonuçları incelendiğinde her iki yılda da (2021 ve 2022) S₂ sulama uygulaması en üst grubu oluşturmuştur. Sulama suyu miktarı bakımından ise %125 en üst grup olarak belirlenmiştir.

Tablo 3. Deneme konularından elde edilen ceviz verim değerleri (kg da⁻¹)

Table 3. Walnut yield values obtained from the treatment subjects (kg da⁻¹)

Deneme Konusu	2021	2022	2023	Ortalama ceviz verim değerleri (kg da ⁻¹)
S ₁ I ₁	198.75	374.11	294.38	289.08
S ₁ I ₂	216.41	415.05	294.90	308.78
S ₁ I ₃	227.97	492.14	319.22	346.44
S ₁ Ortalama	214.38 B*	427.10 A*	302.83 ns	314.77
S ₂ I ₅	230.47	495.83	286.56	337.62
S ₂ I ₄	253.91	503.33	326.51	361.25
S ₂ I ₆	279.84	523.75	395.26	399.62
S ₂ Ortalama	254.74 A*	507.64 A*	336.11 ns	366.16

*: %5 düzeyinde önemli, ns: önemsiz

3.3. Ekonomik Analiz

Ceviz ağaçları için 2023 yılı ücretleri kullanılarak yapılan ekonomik analizlerine ilişkin sonuçlar *Tablo 4*'te verilmiştir. Tabloda altı farklı deneme konusunu (S₁I₁, S₁I₂, S₁I₃, S₂I₅, S₂I₄, S₂I₆) kapsayan çeşitli sulama ve üretim parametrelerine ilişkin detaylı bir değerlendirme sunulmaktadır. Uygulanan sulama suyu miktarı, sulama süresi, işçilik ücreti ve giderleri, su ücreti ve giderleri, ceviz üretim giderleri, sulama sistemi ücreti gibi maliyet kalemleri ile ceviz verimi ve satış fiyatı üzerinden hesaplanan brüt ve net gelirler ele alınmıştır. Deneme konuları arasında uygulanan sulama suyu miktarı ve sulama süresi arttıkça, işçilik ve su ücreti giderlerinin de arttığı görülmektedir. Bu durum, yıllık toplam masrafların da artışına sebep olmuştur. Ancak, artan masraflara rağmen, ceviz veriminin artmasıyla elde edilen brüt gelirdeki artış, net gelirin de artmasını sağlamıştır. Sonuç olarak, artan sulama ve işçilik maliyetlerine karşın, elde edilen ürün miktarı ve satış fiyatındaki istikrar sayesinde, deneme konuları için net gelirin arttığı görülmektedir (*Şekil 1*).

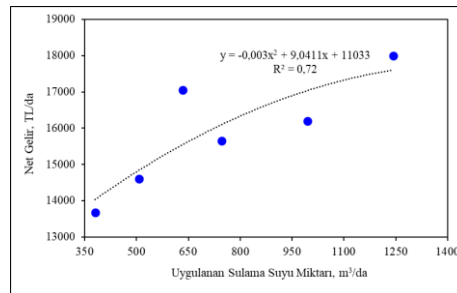


Figure 1. Net income-applied irrigation water amount relationship

Şekil 1. Net gelir-uygulanan sulama suyu miktarı ilişkisi

Tablo 4. Ceviz ağaçları ekonomik analiz değerleri

Table 4. Economic analysis values of walnut trees

	Kriterler		Deneme konuları					
			S _{1I1}	S _{1I2}	S _{1I3}	S _{2I5}	S _{2I4}	S _{2I6}
1	Uygulanan sulama suyu miktarı (mm)	(1)	380.23	506.93	634.36	745.89	994.50	1.243,13
2	Uygulanan sulama suyu miktarı (m ³ da ⁻¹)	(2)	380.23	506.93	634.36	745.89	994.50	1.243,13
3	Sulama süresi* (h)	(3)	118.82	158.42	198.24	233.09	310.78	388.48
4	İşçilik ücreti (TL da ⁻¹ h ⁻¹)	(4)	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
5	İşçilik giderleri* (TL da ⁻¹)	(3*4)	1782.31	2376.25	2973.55	3496.34	4661.72	5827.17
6	Su ücreti (TL m ⁻³)	(6)	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
7	Su ücreti giderleri* (TL da ⁻¹)	(2*6)	456.27	608.32	761.23	895.06	1193.40	1491.76
8	Ceviz üretim giderleri (TL da ⁻¹)	(8)	6250.00	6250.00	6250.00	6250.00	6250.00	6250.00
9	Sulama sistemi ücreti (TL da ⁻¹)	(9)	12035.00	12035.00	12035.00	12035.00	12035.00	12035.00
10	Yıllık sulama sistemi ücreti (TL da ⁻¹)	(9/5 yıl)	2407.00	2407.00	2407.00	2407.00	2407.00	2407.00
11	Bir yıllık toplam masraflar (TL da ⁻¹)	(5+7+8+10)	10895.58	11641.57	12391.77	13048.41	14512.12	15975.93
12	Ceviz verimi (kg da ⁻¹)	(12)	289.08	308.78	346.44	337.62	361.25	399.62
13	Ceviz satış fiyatı (TL kg ⁻¹)	(13)	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00
14	Brüt gelir (TL da ⁻¹)	(12*13)	24571.79	26246.70	29447.48	28679.77	30706.26	33967.43
15	Net gelir (TL da ⁻¹)	(14-11)	13676.20	14605.13	17055.71	15649.36	16194.14	17991.50

*: Bir sulama sezonu boyunca

4. Sonuç

Trakya Bölgesi'nde damla sulama yöntemi ile yetiştirilen Chandler çeşidi ceviz ağaçları üzerinde farklı sulama programları altında ekonomik su düzeyinin belirlenmesinin araştırıldığı bu çalışma, Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü arazisine 2015 yılında tesis edilen ceviz bahçesinde 18 adet parsel üzerinde gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, ceviz ağaçları iki farklı sulama suyu uygulaması ve üç farklı sulama suyu miktarı

altında yetiştirilmiştir. Tüm deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları 355.92 mm ile 1281.21 mm arasında, ölçülen bitki su tüketimleri ise 601.70 mm ile 1519.19 mm arasında değişim göstermiştir. Ceviz ağaçlarının verim değerleri, 2021 yılında 198.75 ile 279.84 kg da⁻¹, 2022 yılında 374.11 ile 523.75 kg da⁻¹, 2023 yılında ise 286.56 ile 395.26 kg da⁻¹ arasında değişmiştir. Üç yıl boyunca elde edilen en yüksek verim değerleri S₂I₆ konusunda, en düşük verim değerleri ise S₁I₁ konusunda olmuştur.

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinin ardındaki temel motivasyon, sulama teknikleri ve yönetim stratejilerinin ekonomik verimliliğini kritik bir şekilde değerlendirerek, maksimum verim ve karlılık elde etmeyi mümkün kılacak uygulamaları tespit etmektir. Söz konusu ekonomik analiz, farklı sulama suyu miktarları ve sulama sürelerinin işçilik maliyetleri ile su kullanım giderlerine etkilerini detaylı bir şekilde incelemekte; bu parametrelerin ceviz üretimindeki net gelire olan direkt etkilerini aydınlatmaktadır. Analizin bulgularına göre, artan sulama miktarı ve süresi, işçilik ve su ücreti giderlerinin yükselmesine sebep olmuş olmakla birlikte, bu yükseliş net gelir üzerinde negatif bir etki yaratmamıştır. Bu durum, uygulanan yöntemlerin ceviz verimliliğini önemli ölçüde artırarak, maliyet artışlarını kompanse edecek düzeyde gelir sağladığının bir göstergesidir. Ayrıca, araştırma sonucunda elde edilen uygulanan sulama suyu ile verim arasındaki ilişkinin, su kaynaklarının kısıtlı olduğu süreçlerde üreticilere faydalı olacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 120R072 No'lu Araştırma Projesi olarak desteklenmiştir.

Etik Kurul Onayı

Bu çalışma için etik kuruldan izin alınmasına gerek yoktur.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları olarak aramızda herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz.

Yazarlık Katkı Beyanı

Planlama: Erdem, T.; Materyal ve Metot: Erdem, T.; Veri toplama ve İşleme: Önler, B., Erdem, T.; İstatistik Analiz: Önler, B., Erdem, T.; Literatür Tarama: Önler, B., Erdem, T.; Makale Yazımı: Önler, B., Erdem, T.; İnceleme ve Düzenleme: Önler, B., Erdem, T.

Kaynakça

- Akça, Y. (2016). Ceviz Yetiştiriciliği. Anıt Matbaa, Ankara, Türkiye.
- Bozkurt Çolak, Y., Yazar, A. ve Gönen, E. (2021). Çukurova Bölgesinde farklı damla sulama yöntemleriyle yetiştirilen kinoa bitkisinin sulama ve ekonomik açıdan değerlendirilmesi. *Toprak Su Dergisi*, 10(1): 35-42.
- Çetin, Ö. and Uygan, D. (2008). The effect of drip line spacing, irrigation regimes and planting geometries of tomato on yield, irrigation water use efficiency and net return. *Agricultural Water Management*, 95(8): 949-958.
- Dağdelen, N., Başal, H., Yılmaz, E., Gürbüz, T. and Akcay, S. (2009). Different drip irrigation regimes affect cotton yield, water use efficiency and fiber quality in Western Turkey. *Agricultural Water Management*, 96(1): 111-120.
- Erdem, T., Şener, M., Çoşkun, Z. ve Yaşasın, A.S. (2018). *Damla sulama ile sulanan ceviz ağaçları için uygun lateral tertip biçiminin ve sulama programının belirlenmesi*. TÜBİTAK 1001 Araştırma Projesi (114O532) Sonuç Raporu.
- Fulton, A. E., Little, C. C., Snyder, R. L., Lampinen, B. D. and Buchner, R. P. (2017). Evaluation of Crop Coefficients and Evapotranspiration in English Walnut. *ASABE Annual International Meeting, American Society of Agricultural and Biological Engineers*. July 16-19, Spokane, Washington, U.S.A.
- Göçmen, E. ve Erdem, T. (2019). Tekirdağ koşullarında farklı lateral tertip biçimi ve sulama suyu uygulamalarının genç ceviz ağaçlarının su kullanımı ve vejetatif gelişme parametrelerine etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2): 181-191.
- James, L. G. (1988). Principles of Farm Irrigation System Design. John Wiley and Sons. Inc., New York, U.S.A.
- Kanber, R., Steduto, P., Aydın, Y., Ünlü, M., Özmen, S., Çetinkökü, Ö., Özekici, B., Diker, K. ve Sezen, M. S. (2004). *Damla sulama sistemiyle fertigasyon uygulamalarının antepfıstığında gelişme, verim ve periyodisiteye etkisinin incelenmesi*. Tübitak, TARP 1825 (Sonuç Raporu).
- Konukcu, F., Deveci, H. ve Altürk, B. (2020). Trakya Bölgesi'nde iklim değişikliğinin buğday verimine etkisinin AquaCrop ve WOFOST modeller ile tahmin edilmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(1): 77-96.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü [MGM], (2023). İllere Ait Mevsim Normalleri. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=TEKIRDAG> (Erişim Tarihi: 09.12.2023)
- Perulli, G. D., Baldi, E., Toselli, M., Gentile, S. L., Solimando, D., Anconelli, S., ... and Manfrini, L. (2025). Optimization of irrigation on walnut through the IRRIFRAME water balance model. *Irrigation Science*, 43: 909-919.
- Ramos, D. (1998) Walnut Production Manual. University of California Agriculture and Natural Resources, Leaf 144, s 84-89, Davis, California, U.S.A.
- Şen, S. M. (2011). Ceviz. ÜÇM Yayıncılık, Ankara, Türkiye.
- Şimşek, M. ve Gülsoy, E. (2016). Ceviz ve içerdiği yağ asitlerinin insan sağlığı açısından önemi üzerine yapılan bazı çalışmalar. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(4): 9-15.
- Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Ekonomisi Genel Müdürlüğü [TEPEGE] (2021). *Ceviz raporu*, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepege/Menu/27/Tarim-Urunleri-Piyasalari> (Erişim Tarihi: 15.03.2022)
- Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK] (2023). Bitkisel Üretim İstatistikleri. Erişim adresi <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 20.11.2023)
- Walker, W. R. and Skogerboe, G. V. (1987). Surface Irrigation. Theory and Practice. Prentice- Hall, Englewood Cliffs, 375pp, New Jersey, U.S.A.
- Yıldırım, O. (2008). Sulama Sistemlerinin Tasarımı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1565, Ankara, Türkiye.
- Yurtsever, N. (1984). Deneysel İstatistik Metotları. Ankara: Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları No. 56, Ankara, Türkiye.
- Zhao, J., Hong, M., Ma, Y., Wang, C., Zhang, O. and Zheng, B. (2010). Matured walnut water consume under different micro-irrigation method. *Journal of Irrigation and Drainage*, 29(5): 94-97.