

## Farklı sulama düzeylerinin cevizin (*Juglans regia* L.) gelişimi, verimi ve kalitesine etkileri

Effects of different irrigation levels on development, yield and quality of walnut (*Juglans regia* L.)

Şakir TUNÇ<sup>1\*</sup> , Ahmet ÖZTÜRK<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Solhan İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Bingöl, Türkiye.

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Ankara, Türkiye.

| ARTICLE INFO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ÖZET                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Article history:</b><br/>Recieved / Geliş: 01.10.2024<br/>Accepted / Kabul: 15.12.2024</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b><br/>Ceviz<br/>Su Stresi<br/>Kısıtlılı sulama<br/>Bitki su tüketimi</p> <p><b>Keywords:</b><br/>Walnut<br/>Water stress<br/>Deficit irrigation<br/>Plant water consumption</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar:<br/>Şakir TUNÇ<br/>sstunc99112881@gmail.com</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz.<br/>© Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at <a href="https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkutbd">https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkutbd</a><br/>This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p> | <p>Bu çalışma Bingöl ilinde yetiştiriciliği yapılan ceviz bitkisinin farklı sulama düzeylerine karşı verim, gelişim ve kalite parametreleri açısından tepkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışma Chandler çeşidinde iki ardışık yıl boyunca tarla kapasitesine göre toprak nem eksikliğinin %100 (D1), %75 (D2) ve %50 (D3) sulama suyu düzeyi ile karşılanması şeklinde yürütülmüştür. Mevsimlik bitki su tüketimi D1 konusu (tam sulama) için 1 038.10 mm, D2 konusu için 820.10 mm ve D3 konusu için ise 595.10 mm olarak gerçekleşmiştir. İstatistiksel değerlendirmeye göre; çalışmanın ilk yılında cevizde elde edilen verim açısından önemli bir farklılık görülmezken, çalışmaların ikinci yılında verimde önemli farklılıklar tespit edilmiştir. İki yıllık verim ortalamaları dikkate alındığında D2 ve D3 değişkenlerine ait verimlerin, D1 değişkeninden elde edilen verime göre sırasıyla, %10.40 ve %33.50 daha az olduğu belirlenmiştir. Aynı şekilde ceviz bitkisinin, taç hacmi yıllık artış oranı, gövde kesit alanı yıllık artış oranı ve sürgün uzunluğu ilk yıl tüm konular için benzer değerler gösterirken, ikinci yıl tam sulama konusuna göre önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Meyveye ilişkin fiziksel özellikler değerlendirildiğinde, kısıtlılı sulama konularında, tam sulama konusuna göre önemli farklılıklar gözlenmiş ve en belirgin farklılık meyve ağırlığında bulunmuştur. Bu durum; ceviz bitkisinin, yarı kurak iklim bölgelerinde su stresine karşı duyarlı olduğunun göstergesidir. Ceviz bitkisinde, su ihtiyacının yeterince karşılanmaması durumunda ortaya çıkan su stresinin, bitkide verimi ve gelişimi olumsuz etkilediği sonucuna varılmıştır.</p> <p><b>ABSTRACT</b></p> <p>This study is conducted to determine the responses of walnut trees cultivated in Bingöl province to different irrigation levels in terms of yield, growth, and quality parameters. The study was carried out in Chandler variety for two consecutive years by providing 100% (D1), 75% (D2) and 50% (D3) irrigation water levels according to field capacity. The seasonal plant water consumption was recorded as 1 038.10 mm for D1 (adequate irrigation), 820.10 mm for D2, and 595.10 mm for D3. Statistical analysis showed that in the first year of the study, there is no significant difference in yield among the walnut trees, while significant differences are found in the second year. Considering the two-year average yields, it was determined that the yields for D2 and D3 were 10.40% and 33.50% lower, respectively, compared to D1. Similarly, the annual growth rates of crown volume, trunk cross-sectional area, and shoot length showed similar values for all treatments in the first year, while significant differences were observed in the second year compared to full irrigation. However, when assessing the physical properties of the fruit, significant differences were noted in the deficit irrigation treatments compared to full irrigation, with the most pronounced difference found in fruit weight. This indicates that walnut trees are sensitive to water stress in semi-arid climate regions. It was concluded that water stress resulting from inadequate water supply in walnut trees negatively affects yield and growth.</p> |
| <b>Cite/Atf</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Tunç, Ş., & Öztürk, A. (2025). Farklı sulama düzeylerinin cevizin ( <i>Juglans regia</i> L.) gelişimi, verimi ve kalitesine etkileri. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 30 (1), 108-124. <a href="https://doi.org/10.37908/mkutbd.1559259">https://doi.org/10.37908/mkutbd.1559259</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

## GİRİŞ

Hasat edilebilir en eski ağaçlardan olduğu bilinen Ceviz (*Junglas regia* L.) (Vahdati ve ark., 2020), ekonomik, ekolojik ve endüstriyel önem derecesi yüksek; hassas, ılıman ve yaprağını döken çok yıllık bir bitkidir (Jiayu ve ark., 2024). Juglandales takımının, Juglandaceae familyasının, Juglans cinsine ait olup; şu an için 22 ceviz türü tespit edilmiştir. Tespit edilen bu türler arasında en çok bilinen ve en yaygın olanı Adi ceviz, Anadolu cevizi, İran veya İngiliz cevizi olarak adlandırılan ceviz çeşididir (Şen, 2006). Dünyada 2022 yılı verilerine göre toplam ceviz yetiştiriciliği yapılan alan 1 604 593 ha olup bu alanlarda elde edilen kabuklu ceviz üretimi 5 274 024 ton'dur. Türkiye'de ise aynı yılda 166 495 ha alanda ceviz yetiştiriciliği yapılmış ve bu alanlarda 335 000 ton ürün elde edilmiştir. Üretim alanı olarak ilk sırada Çin ikinci sırada ise Türkiye gelmektedir. Ülkemiz, üretim alanı olarak ikinci sırada yer almasına rağmen üretim miktarı olarak Çin, ABD ve İran'dan sonra dördüncü sırada yer almaktadır (Aksoy ve ark., 2020). Dünyada hektar başına verim miktarı 3.29 ton olmasına rağmen ülkemizde elde edilen verim miktarı hektara 2.01 ton (Anonymous, 2024a) olarak belirlenmiştir. Ülkemiz, üretim alanı olarak üst sıralarda bulunmasına rağmen, hektar başına elde edilen verim dünya ortalamasının oldukça altında (%38.91) yer almaktadır. Ülkemizde 2014 yılında 7 001 000 adet meyve veren ceviz ağacından 180 807 ton ürün alınmış ve ağaç başına ortalama 25.80 kg verim elde edilmiştir. 2022 yılında meyve veren ağaç sayısı 2014 yılına göre iki katından fazla artarak 15 327 000 adet meyve veren ağaç sayısına ulaşmışsa da bu ağaçlardan 335 000 ton ürün elde edilmiş ve ağaç başına ortalama verim 21.00 kg olarak gerçekleşmiştir. Her ne kadar ülkemizde ceviz üretim miktarı artmış olsa da bademden sonra kendine yeterlilik derecesi %80.60 ile en düşük orana sahip ikinci meyvedir (Anonymous, 2024b). Ülkemiz, cevizin gen merkezi ve anavatanlarından biri olmasına rağmen (Akça, 2012; Şimşek ve ark., 2017) ceviz yetiştiriciliğinin önemli sorunu elde edilen verimin düşük olmasıdır (Er ve ark., 2017; Pezikoğlu ve ark., 2012). Verimin düşük olmasının başlıca sebepleri; yıllarca tohumdan yetiştiricilik yapılması, ekolojilere uygun olmayan çeşit seçimi, ismine doğru olmayan yan dal verimi düşük çeşitlerle bahçe tesis edilmesidir (Er ve ark., 2017; Şen ve ark., 2018; Doğan & Yıldız, 2019). Yine, üretilen aşılı fidanların yetiştirilmek için gönderildiği alanlarda adaptasyon sorunu yaşamaları (Kaşka ve ark., 2005), ilkbahar geç donlarının özellikle ılıman bölgelerde verimi azaltan ve sınırlayan bir faktör olması (Soveili & Khadivi, 2023), ilkbahar geç donları ile beraber kış donlarının da yetiştiriciliği sınırlayan en önemli faktörlerden biri olması (Orman ve ark., 2017), yıllık bakım uygulamalarının tam olarak bilinmemesi ve yıllık bakım uygulamalarının eksik veya yanlış yapılması (Doğan & Yıldız, 2019) ve tüm bunlarla beraber sulama sorunu (Şen ve ark., 2006; Çiftçi & Gökçe, 2006) verim düşüklüğünün başlıca nedenleri olarak söylenebilir. Sulama, bitki gelişimi için gerekli olan suyun yağışlarla karşılanamayan kısmının bitkinin istediği zaman ve miktarda bitki kök bölgesine verilmesidir (Güngör ve ark., 2018). Aynı zamanda modern tarımın vazgeçilmez bir parçası olarak en önemli tarımsal girdilerden biridir (Yıldırım & Kabal, 1998). Kurak ve yarı kurak iklimlerde bitki kök bölgesinde bitki gelişimi için yeterli kullanılabilir suyun bulunmaması bitki gelişimini sınırlandırdığından söz konusu bu alanlarda sulu tarım yapılması bitki gelişimi için gereklilik arz etmektedir (Kanber ve ark., 2005). Bunun yanında İran cevizi olarak da adlandırılan ceviz türü kuraklığa duyarlı bir bitkidir (Arab ve ark., 2023). Özellikle cevizin hızlı sürgün gelişimi ve meyve büyümesinin olduğu haziran, temmuz ve ağustos aylarında cevizin su stresine girmemesi için bitki su ihtiyacının karşılanması gerekmektedir (Şimşek ve ark., 2017). Bitkinin su stresine girmeden ihtiyaç duyduğu yıllık su miktarı 750 - 1 500 mm aralığında olup çoğu bölgemizde sulama dönemi ise haziran ve ekim ayları arasındadır (Şen ve ark., 2006). Tam verime yatmış bir ceviz bitkisinin yıllık su ihtiyacı 1 200 - 1 350 mm aralığındadır (Akça, 2012). Bununla birlikte, bazı araştırmalarda, cevizin maksimum su ihtiyacının yaklaşık 1 050 – 1 200 mm olduğu görülmektedir (Calvo et al., 2023). Erdem ve ark. (2018) üç yıl boyunca Chandler ceviz ağaçları için uygun lateral tertip biçimi ve sulama programının belirlenmesi üzerine yaptıkları çalışmada A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma miktarının %75, 100 ve 125' i olacak şekilde uygulanan sulama suyu miktarına göre toplam bitki su tüketim miktarlarını birinci yıl 726.10 mm ile 983.90 mm arasında, ikinci yıl 604.90 mm ile 905.70 mm arasında ve son yıl

ise 570.30 mm ile 793.80 mm arasında olduğunu belirlemişlerdir. Her ne kadar ceviz bitkisinin bitki su ihtiyacıyla alakalı bazı çalışmalar yapılmış olsa da bu çalışmalar az ve temel düzeydedir (Calvo ve ark., 2022). Son zamanlarda ekonomik değerinin yüksek olmasından dolayı çiftçiler arasında ceviz bitkisine ilgi hızlı bir şekilde artış göstermiştir. Ceviz bitkisine olan ilgideki bu hızlı artış üretim alanlarının da artmasını beraberinde getirmiştir. Suyun kısıtlı olduğu bölgelerde yeni ceviz bahçelerinin kuruluyor olmasına rağmen, bitkinin su stresine ilişkin tepkileri ve adaptasyonlarına ait çalışmalar hala yetersiz durumdadır (Calvo ve ark., 2023). Ancak su stresinin cevizin gelişim, verim ve kalitesini olumsuz etkilediği (Wang et al., 2021) ve cevizin suya olan ihtiyacının fazla olduğu (Jerszurki ve ark., 2017) bilinmektedir. Genel olarak bitkilerin yaş ağırlığının %85-90'ı sudan oluştuğundan (Kacar & Katkat, 2018) su bitki gelişimi için hayati öneme sahip bir kaynak olup eksikliğinde bitkinin önemli derecede etkilendiği bilinmektedir. Ancak bitkiler tarafından alınan suyun -neredeyse tamamına yakını- %97'si transpirasyonla atmosfere verilmekte ve geriye kalan %2'si hücre genişlemesinde ve %1'i ise fotosentez olmak üzere, metabolik işlemler için kullanılmaktadır (Taiz ve ark., 2015). Bitkiler ihtiyaç duyduğu suyu alamaması durumunda bitki organları arasındaki su potansiyeli dengesi bozularak su stresinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Kacar ve ark., 2020). Bozulan su potansiyeli dengesi iletim borularını etkilemekte ve bu da fotosentez ürünlerinin taşınmasına etki ederek meyve ve tanelerin küçük kalmasına neden olmaktadır (Kacar ve ark., 2020). Su stresinin kalıcı olarak devam etmesi halinde de dehidrasyon yoluyla kalıcı solma ve ölümler gerçekleşebilmektedir (Pugnaire ve ark., 1999). Su, bitki yaşamı için vazgeçilemez bir kaynak olmasına rağmen aynı zamanda da sınırlı bir kaynaktır. Giderek su kaynaklarına olan talep artarken diğer taraftan kullanılabilir özellikteki su kaynakları da giderek azalmaktadır (Çakmak & Çolak, 2020). Bununla beraber dünyada kullanılabilir tatlı su kaynağının %90' ı canlı yaşamından uzak kutup ve yeraltı bölgelerinde bulunduğundan (Yurtseven ve ark., 2020) bitkiler için ulaşılabilir su, toplam su miktarının %1' inin çok altında bulunmaktadır. Daha önceki dönemlerde mevcut su potansiyeli bitki yetiştiriciliği ve insan yaşamı için yeterli olmasına rağmen günümüzde artan dünya nüfusu ve değişen yağış rejimi dolayısıyla su kaynağı yeterliliğini kaybetmektedir (Bülbül ve ark., 2012). Ayrıca artan dünya nüfusuna paralel olarak gıda ihtiyacı artmakta ve iklim değişikliği nedeniyle de su potansiyelinin azalması ile karşı karşıya kalınmaktadır (Çakmak & Gökalp, 2011).

İklim değişikliğinin giderek hissedildiği dünyamızda ve ülkemizde, azalan kullanılabilir su kaynakları nedeniyle su kısıtının cevizin gelişim ve üretimini ciddi bir şekilde sınırlaması (Arab ve ark., 2023) cevizin su kısıtına tepkisinin belirlenmesi konusunu önemli kılmaktadır. Bu çalışmada, yıllık bitki su tüketiminin yaklaşık 1 000 mm'lerde olduğu ceviz bitkisinin üretim alanının hızlı bir şekilde artması ve artan bu üretim alanlarında yetiştirilen ceviz bitkisi için alternatif sulama düzeylerinin uygulanması ile bitki gelişimi, verimi ve bazı kalite parametrelerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada ülkemizde birçok alanda yetiştirilen "Chandler" ceviz çeşidi için farklı sulama suyu düzeylerinin bitki gelişimi, verimi ve bazı kalite parametrelerine olan etkileri değerlendirilmiştir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma, 2022 ve 2023 yıllarında Bingöl ili, Solhan ilçesi, Elmasırtı köyünde 1 280 m yükseklikte yer alan ceviz bahçesinde yürütülmüştür. Araştırmada 7 yaşlı Chandler ceviz çeşidi kullanılmıştır. Dikim sıklığı 8x7 m olup sulamalar ağaç altlarına açılan çanaklarda gerçekleştirilmiştir. Bahçe için sınırlı miktarda sulama suyu bulunduğu ve bahçe tesis edilirken kurulan basınçlı sulama sisteminden istendiği zaman ve miktarda sulama suyu temin imkanı bulunmadığından dolayı araştırma için seçilmiş ağaçların istenilen zamanda ve miktarda gereken sulama suyu miktarının karşılanabilmesi için sulamalar zorunlu olarak çanaklarda gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın yapıldığı bölge yazları sıcak ve kurak, kışları ise soğuk ve yağışlıdır. Uzun yıllar yıllık ortalama sıcaklık 10.8°C, yağış 522.68 mm, nispi nem %58.5, rüzgar hızı 1.6 m s<sup>-1</sup> dir. En sıcak ay 25.3°C ile temmuz ve ağustos ayı olup en soğuk ay ise 4.5°C ile ocak ayıdır (Anonymous, 2024c).

Çizelge 1. Toprak ve sulama suyuna ilişkin bazı özelliklere ait sonuçlar

Table 1. Results of some properties of soil and irrigation water

| Analiz                                 | Toprak sonuçları | Sulama suyu sonuçları | Yöntem               |
|----------------------------------------|------------------|-----------------------|----------------------|
| pH                                     | 6.70             | 7.40                  | Ayyıldız, M., 1976   |
| EC (dS m <sup>-1</sup> )               | 0.34             | 0.24                  | Ayyıldız, M., 1976   |
| Bünye                                  | L (tın)          | -                     | Richards, L.A., 1954 |
| Tarla Kapasitesi (%)                   | 23.00            | -                     | Anonymous, 1954      |
| Solma Noktası (%)                      | 9.45             | -                     | Anonymous, 1954      |
| Hacim Ağırlığı (g cm <sup>-3</sup> )   | 1.34             | -                     | Anonymous, 1954      |
| Ca (me L <sup>-1</sup> )               | 0.53             | -                     | Ayyıldız, M., 1976   |
| Mg (me L <sup>-1</sup> )               | 3.15             | -                     | Ayyıldız, M., 1976   |
| Na (me L <sup>-1</sup> )               | 0.49             | 0.48                  | Ayyıldız, M., 1976   |
| K (me L <sup>-1</sup> )                | 0.20             | 0.08                  | Ayyıldız, M., 1976   |
| CO <sub>3</sub> (me L <sup>-1</sup> )  | 0.00             | 0.00                  | Ayyıldız, M., 1976   |
| HCO <sub>3</sub> (me L <sup>-1</sup> ) | 2.41             | 2.29                  | Ayyıldız, M., 1976   |
| Cl (me L <sup>-1</sup> )               | 2.00             | 0.65                  | Ayyıldız, M., 1976   |
| SO <sub>4</sub> (me L <sup>-1</sup> )  | 0.00             | 0.20                  | Ayyıldız, M., 1976   |
| Ca+Mg (me L <sup>-1</sup> )            | -                | 2.58                  | Ayyıldız, M., 1976   |

Araştırma farklı sulama suyu düzeyi konusu için birer ağaç olmak üzere 3 konu 4 tekrarlı olacak şekilde 12 ağaçta yürütülmüştür. Deneme materyalinde homojenliğin sağlanabilmesi için aynı yaş grubundaki ağaçlardan gövde çapı ve taç hacmi benzer olan ağaçlar seçilmiş ve bunun yanında seçilen ağaçların bulunduğu alanın eğim, toprak derinliği ve toprak özelliği de dikkate alınmıştır. Seçilen ağaçlar konulara göre tesadüfi dağıtılmıştır.

Sulama zamanı ve sulama miktarının belirlenmesi; araştırma alanı kışları soğuk geçen bir bölgede olması nedeniyle ilkbahar geç don tarihi 7 Mayıs'a kadar devam etmektedir. Bununla beraber araştırma bitkisinin geç açan bir çeşit olması nedeniyle araştırma bitkisinin yapraklanma başlangıcı mayısın ikinci haftasına kadar uzamaktadır. Ayrıca 2022 yılında Nisan ayında 28.60 mm ve Mayıs ayında 132.00 mm, 2023 yılında ise sırasıyla 171.40 mm ve 57.40 mm yağış gerçekleşmiştir. Bu durumlar gözlenerek ve Haziran ayı itibarıyla yapılan fenolojik gözlemler ve gravimetrik yöntemle göre (Kacar, 2016) sulama zamanı ve sulama suyu miktarları belirlenmiştir. Kullanılabilir rutubetin %50 si (Ry) tüketildiğinde toprak nemini tarla kapasitesine getirecek şekilde tam sulama dikkate alınmıştır. Belirlenen sulama suyu miktarı konularına göre uygulanmış ve çanak alanına su sayacı yardımıyla kontrollü olarak verilmiştir.

Deneme konuları şu şekilde ele alınmıştır.

D1: 120 cm toprak derinliği için tarla kapasitesine göre %100 sulama suyu uygulaması,

D2: 120 cm toprak derinliği için tarla kapasitesine göre %75 sulama suyu uygulaması,

D3: 120 cm toprak derinliği için tarla kapasitesine göre %50 sulama suyu uygulaması,

Belirlenen nem değerlerine göre etkili toprak derinliği için uygulanacak sulama suyu miktarları aşağıda verilen eşitlik-1 yardımıyla hesaplanmıştır (Köksal ve ark., 1996). Bitki su tüketim değerleri, etkili kök derinliğine göre su bütçesinden eşitlik-2 yararlanılarak belirlenmiştir (Kanber ve ark., 2004). Su kullanım etkinliği ise aşağıda verilen eşitlik-3 yardımıyla hesaplanmıştır (Kanber, 2015).

$$d: \frac{(TK-MR)*\gamma t * D}{100} \quad \text{Eq.(1)}$$

Eşitlikte;

d: Uygulanacak sulama suyu miktarı, mm,

TK: Tarla kapasitesi, %,

MR: Sulama başlangıcında ölçülen nem miktarı, %,

$\gamma t$ : Toprağın hacim ağırlığı,  $g\ cm^{-3}$ ,

D: Islatılacak toprak derinliği, mm

$$ET: I + P + Cp - Dp \pm Rf \pm \Delta S \quad \text{Eq.(2)}$$

Eşitlikte;

ET: Bitki su tüketimi, mm,

I: Uygulanacak sulama suyu miktarı, mm,

P: Etkili yağış, mm,

Cp: Kapılar yükselme, mm,

Dp: Derine sızma, mm,

Rf: Yüzey akış miktarı, mm,

$\Delta S$ : Kök bölgesindeki toprak nemi değişimi, mm

$$SKE: \text{verim}/ET \quad \text{Eq.(3)}$$

SKE: Su kullanım etkinliği,  $kg\ mm^{-1}$ ,

Verim: Ağaç başına elde edilen verim,  $kg\ ağaç^{-1}$

ET: Bitki su tüketimi, mm,

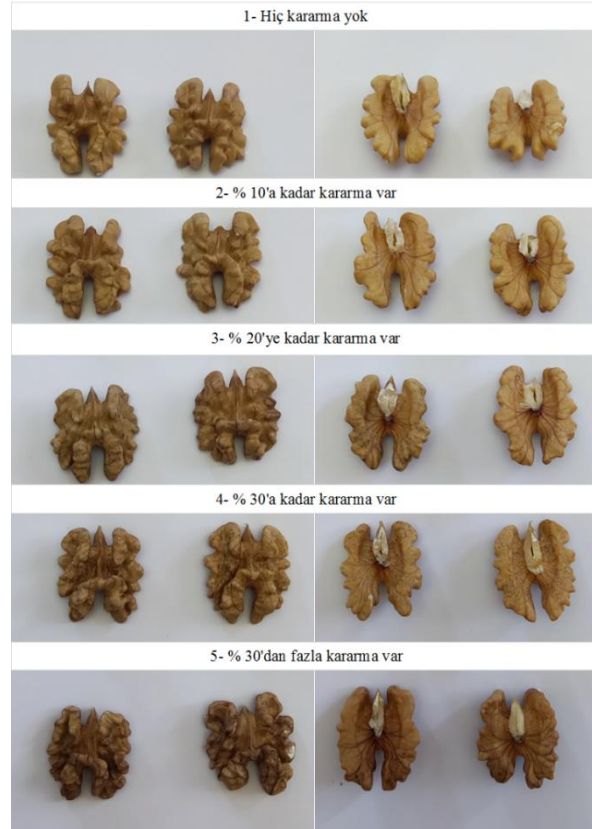
Araştırmada, meyve verimi ( $kg\ ağaç^{-1}$ ), birim taç hacmine düşen meyve verimi ( $kg\ m^{-3}$ ), birim gövde kesit alanına düşen meyve verimi ( $kg\ cm^{-2}$ ), taç hacmi ( $m^3$ ), gövde kesit alanı ( $m^2$ ), sürgün uzunluğu (m) Köksal vd., (1996)' da belirtilen esaslara göre belirlenmiştir. Dekara kabuklu meyve verimi ( $kg\ da^{-1}$ ) ağaç başına kabuklu meyve veriminden, dekara 18 adet ağaç kabul edilerek hesaplanmıştır. Aynı şekilde dekara iç meyve miktarı ( $kg\ da^{-1}$ ); randıman ve kabuklu meyve veriminden yararlanarak ve dekara 18 adet ağaç kabul edilerek hesaplanmıştır. Meyve fiziksel özelliklerden; ağırlık (g), iç ağırlık (g), kabuk ağırlığı (g), meyve boyutları (kalınlık, en ve boy) (mm) ve kabuk kalınlığı (mm) için 0.01 hassasiyete sahip terazi ve kumpas yardımıyla ölçülerek gerçekleştirilmiştir. Randıman (%) ve şekil Şen (1980)' de belirttiği esaslara göre belirlenmiştir. İç rengin belirlenmesi için ABD zirai departman renk kartı kullanılmıştır (Anonymous, 1976). İçte kararma oranı (%) ve içte büzülme oranı (%) çizelge 2' deki skala ve şekil 1 ve 2 yardımıyla belirlenmiştir. Meyvelerde yapılan kimyasal analizler ise; rutubet miktarı (%), kuru madde miktarı (%) ve kül miktarı (%) Kacar ve İnal (2010)' da belirtilen esaslara göre belirlenmiş, protein miktarı (%) Kjeldal metoduna göre azot tayini yapılmış ve elde edilen azot miktarı 6.25 ile çarpılarak % protein oranı hesaplanmıştır. Yağ miktarı ise Soxhelet cihazı kullanılarak ve toplam yağ olarak % cinsinden belirlenmiştir. Farklı sulama suyu düzeylerinin cevizin verim, gelişim ve kalite parametrelerine etkisinin araştırıldığı tesadüf parselleri deneme düzeninde yapılmış olan çalışmada elde edilen verilere ait sonuçların istatistiksel açıdan değerlendirilmesi için SPSS programı kullanılarak tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Tek yönlü varyans analizi sonucunda anlamlılığı belirlenen konular için çoklu karşılaştırma testlerinden olan Duncan testi uygulanmış ve araştırma sonuçları istatistiksel olarak yorumlanmıştır.

Çizelge 2. İçte kararma veya içte büzülme belirleme skalası

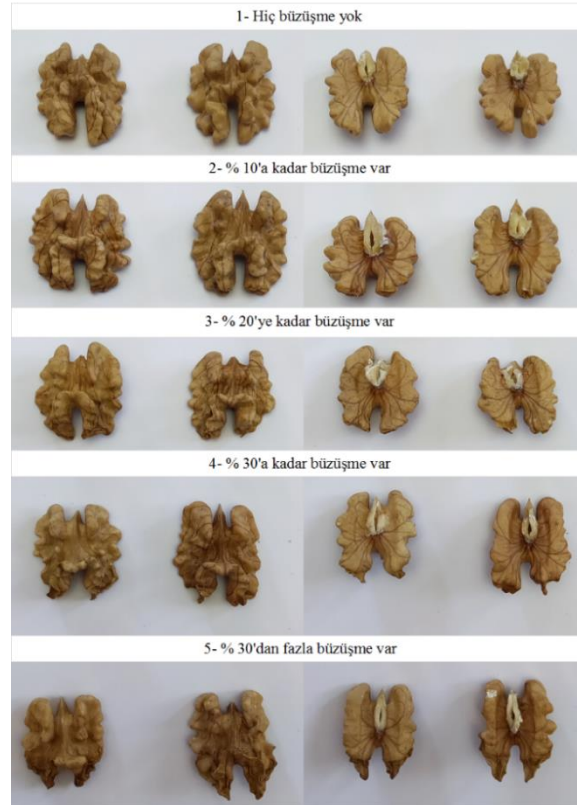
Table 2. Scale for determining internal darkening or internal shrinkage

| Skala değeri | Tanımı                                                                                          |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1            | Hiç kararma veya büzülme yok                                                                    |
| 2            | Kararmalar veya büzülme ayrı ayrı veya bir bütün olarak meyvenin %10' una kadar kaplamış        |
| 3            | Kararmalar veya büzülme ayrı ayrı veya bir bütün olarak meyvenin %20' sine kadar kaplamış       |
| 4            | Kararmalar veya büzülme ayrı ayrı veya bir bütün olarak meyvenin %30' una kadar kaplamış        |
| 5            | Kararmalar veya büzülme ayrı ayrı veya bir bütün olarak meyvenin %30' undan daha fazla kaplamış |





Şekil 1. Ceviz meyvesi içte karma kartı  
Figure 1. Walnut fruit darkening inside card



Şekil 2. Ceviz meyvesi içte büzüşme kartı  
Figure 2. Walnut fruit inner shrinkage card

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### Verim ve verim bileşikleri

Farklı sulama suyu düzeyleri (D1, D2 ve D3) için elde edilen 2022 ve 2023 yıllarına ait ortalama meyve verimi (kg ağaç<sup>-1</sup>), birim taç hacmine düşen meyve verimi (kg m<sup>-3</sup>), birim gövde kesit alanına düşen meyve verimi (kg cm<sup>-2</sup>), dekara iç meyve verimi ((kg da<sup>-1</sup> (18 ağaç)) ve dekara kabuklu meyve verimine ((kg da<sup>-1</sup> (18 ağaç)) ait sonuçlar çizelge 3' te verilmiştir.

Çizelge 3. Farklı parametrelere göre meyve değerleri

Table 3. Fruit values according to different parameters

| Parametre                                                           | Yıl      | D1     | D2     | D3     | Ortalama | F     | P    | Önemlilik |
|---------------------------------------------------------------------|----------|--------|--------|--------|----------|-------|------|-----------|
| Meyve Verimi (kg ağaç <sup>-1</sup> )                               | 2022     | 3.82   | 3.14   | 2.68   | 3.21     | 2.18  | 0.17 | ÖD        |
|                                                                     | 2023     | 5.03a  | 4.78a  | 3.20b  | 4.33     | 13.93 | 0.00 | **        |
|                                                                     | Ortalama | 4.42a  | 3.96a  | 2.94b  | 3.77     | 5.75  | 0.01 | *         |
| Birim Taç Hacmine Düşen Meyve Verimi (kg m <sup>-3</sup> )          | 2022     | 0.30   | 0.29   | 0.22   | 0.25     | 1.86  | 0.21 | ÖD        |
|                                                                     | 2023     | 0.25   | 0.21   | 0.20   | 0.22     | 2.08  | 0.18 | ÖD        |
|                                                                     | Ortalama | 0.28a  | 0.22b  | 0.21b  | 0.24     | 3.76  | 0.04 | *         |
| Birim Gövde Kesit Alanına Düşen Meyve Verimi (kg cm <sup>-2</sup> ) | 2022     | 0.04   | 0.03   | 0.03   | 0.03     | 3.32  | 0.08 | ÖD        |
|                                                                     | 2023     | 0.04a  | 0.03b  | 0.02c  | 0.03     | 14.26 | 0.00 | **        |
|                                                                     | Ortalama | 0.04a  | 0.03b  | 0.03b  | 0.03     | 11.72 | 0.00 | **        |
| Dekara İç Meyve Verimi ((kg da <sup>-1</sup> (18 ağaç))             | 2022     | 33.13  | 26.86  | 22.41  | 27.47    | 2.44  | 0.14 | ÖD        |
|                                                                     | 2023     | 37.97a | 36.14a | 24.93b | 33.01    | 12.84 | 0.00 | **        |
|                                                                     | Ortalama | 35.55a | 31.5a  | 23.67b | 30.24    | 7.66  | 0.00 | **        |
| Dekara Kabuklu Meyve Verimi ((kg da <sup>-1</sup> (18 ağaç))        | 2022     | 68.81  | 56.48  | 48.15  | 57.81    | 2.18  | 0.17 | ÖD        |
|                                                                     | 2023     | 90.45a | 85.95a | 57.65b | 78.02    | 13.93 | 0.00 | **        |
|                                                                     | Ortalama | 79.63a | 71.21a | 52.90b | 67.91    | 5.75  | 0.01 | *         |

(\*\*) %1 önemlilik düzeyini göstermektedir. (\*) %5 önemlilik düzeyini göstermektedir. ÖD: Önemli değil

Ağaçlar üzerinde yapılan çalışmalarda doğrudan meyve veriminin alınması, aynı olmayan taç hacimleri ve gövde kesit alanlarından dolayı yanıltıcı sonuçlar verebilmesinden dolayı meyve veriminin yanında, birim taç hacmine düşen meyve verimi ve birim gövde kesit alanına düşen meyve verim değerleri konuları da araştırma kapsamında incelenmiştir. Tam sulamaya göre meyve verimi, birim taç hacmine düşen meyve verimi ve birim gövde kesit alanına düşen meyve verimleri %25 su kısıtında sırasıyla %10.41, %20.94 ve %19.44, %50 su kısıtında sırasıyla %33.48, %24.55 ve %33.33 oranlarında azalış göstermişlerdir. Chandler ceviz çeşidi üzerine yürütülen çalışmalarda; 7, 8 ve 9 yıllık ağaçların ortalama verimi 7.03 kg ağaç<sup>-1</sup> (Sütyemez ve ark., 2021), 5 ve 6 yıllık ağaçların ortalama verimi 4.77 kg ağaç<sup>-1</sup> (Akça ve ark., 2018a), 5, 6 ve 7 yıllık ağaçların ortalama verimi 4.50 kg ağaç<sup>-1</sup>'dan daha düşük (Akça ve ark., 2018b), 6 ve 7 yıllık ağaçların ortalama verimi 0.78-2.52 kg ağaç<sup>-1</sup> aralığında (Acarsoy Bilgin ve ark., 2020a), 5 yıllık ağaçların ortalama verimi 0.77 kg ağaç<sup>-1</sup> (Manisa ili, Demirci ilçesi) ve 4.50 kg ağaç<sup>-1</sup> (Manisa ili, Saruhanlı ilçesi) aralığında (Acarsoy Bilgin, 2022) olarak elde edilmiştir. Yapılan bu çalışmalara göre Chandler ceviz çeşidi bulunduğu bölgeye ve ağaç yaşına göre değişik yaş aralıklarında verime sahip olabilmektedir. Koşar ve ark. (2023) tarafından Bursa koşullarında farklı üç anaç (Kaman-1, Serr ve Keles) üzerine aşı 7 yıllık olan Chandler ceviz çeşidinin dekara meyve verimi sırasıyla 96.76, 89.28 ve 82.46 kg da<sup>-1</sup> (dekara-22 ağaç) olarak belirlenmiştir. Ertürk ve ark. (2017) yine aynı koşullarda ve ortalama 6 yıllık olan Chandler ceviz çeşidinden dekara iç ceviz verimi 29.60 kg da<sup>-1</sup> olarak alındığı bildirilmiştir. Bursa koşullarında elde edilen dekara kabuklu ve iç meyve verimi araştırmada elde edilen verimlerle paralellik göstermektedir. Goldhamer ve ark. (1988) farklı sulama suyu düzeyleri ile sulanan ceviz ağaçlarının bitki su tüketim ihtiyacının %33' ünün karşılanması

halinde verimin %50.67, %66'sının karşılanması halinde ise %35 oranında azaldığını bildirmişlerdir. Benzer bir araştırmada Fulton ve Burchner (2006) tarafından 2002 ve 2005 yıllarında yürütülmüş ve 3 yıllık araştırma sonucunda 1. gruba göre 2. ve 3. gruptaki ağaçlara sırasıyla %36 ve %46 oranında daha az su verilmiş ve 1. gruba göre 2. ve 3. grup meyve verimindeki azalış %21 ve %31 olarak gerçekleşmiştir. Chen ve ark. (2022) su stresinin ceviz ağaçlarına etkisini araştırdıkları çalışmada; hiç su vermedikleri (DI) konuya ait ağaçtan 794 adet meyve, Çin'de geleneksel olarak çiftçiler tarafından uygulanan sulama suyu miktarı (CI) uygulanan konuya ait ağaçtan 1374 adet meyve ve geleneksel sulamanın iki katı sulama suyu (EI) uygulanan konuya ait ağaçtan 1627 adet meyve elde edildiği bildirilmiştir. Ancak Calvo ve ark. (2022;2023) tarafından yürütülen benzer çalışmada verimde herhangi bir farklılığın ortaya çıkmadığını bunun da toprakta yeterli nem açığının oluşmamasından kaynaklandığı bildirilmiştir. Yapılan diğer araştırmalarda farklı sulama suyu düzeylerinin verimi azalttığı (Cohen ve ark., 1997; Ma ve ark., 2014) ifade edilmiştir. Farklı su düzeylerinin meyve verimi üzerine etkilerinin incelendiği bu çalışmalar sonucunda elde edilen sonuçlar ile araştırmada belirlenen sonuçlar benzerlik gösterdiği görülmüştür.

### **Morfolojik bulgular**

Akın ve Erdem (2018) tarafından farklı sulama suyu düzeylerinin (%50, %75 ve %100) ceviz bitkisi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, taç hacmi sırasıyla 26.06, 38.81 ve 28.26 m<sup>3</sup> ve gövde kesit alanı ise sırasıyla 146.51, 148.50 ve 113.30 cm<sup>2</sup> olarak belirlenmiş ve istatistiksel olarak farklı su düzeylerinin taç hacmine ve gövde kesit alanına etki etmediği ifade edilmiştir. Benzer araştırma Şen ve Erdem (2018) tarafından Badem ağaçları üzerinde yürütülmüş ve aynı sonuç elde edilmiştir. Aynı şekilde deneme konusu olan bitki için Göçmen ve Erdem (2019) tarafından farklı lateral tertip biçimleri ve farklı sulama suyu miktarları ile ceviz ağaçlarında; gövde çapı, gövde kesit alanı, taç yüksekliği, taç genişliği ve taç hacmi değerlerine etkilerini araştırmış ve araştırma sonucunda istatistiksel olarak söz konusu parametrelerin önemli olarak etkilendiği bildirilmiştir. Calvo ve ark. (2022) deneme konusu olan bitki ile iki yıl süreli dört farklı su düzeyinde taç hacmi ve gövde kesit alanlarındaki artışlara etkisini araştırmış ve araştırma sonucunda istatistiksel olarak önemli bir farklılık oluşturmadığını bu nedenle buna benzer çalışmaların farklı alanlarda yapılmasına ihtiyaç duyulduğunu bildirmişlerdir. Fulton ve Burchner (2006) tarafından Chandler ceviz çeşidinde su stresinin mevsimlik sürgün büyümesine etkileri araştırılmış ve 1. gruba göre 2. ve 3. grup mevsimlik sürgün uzunluğundaki azalış %5.70 ve %31.40 olarak gerçekleştiği bildirilmiştir. Chen ve ark. (2022) su stresinin ceviz ağaçlarına etkisini araştırdıkları çalışmada; sürgün uzunluğunun en az arttığı konunun aşırı su verilen (EI) konu olduğu ve EI konusuna göre CI konusunda %61.90, DI konusunda ise %24 daha fazla sürgün uzaması olduğunu belirtmişlerdir. Farklı su düzeylerinin ceviz bitkisinin taç hacmi ve gövde kesit alanına etkisinin araştırıldığı yukarıdaki çalışmalarda istatistiksel olarak farklılığın oluşmadığı ancak sürgün uzunluğunun istatistiksel olarak etkilendiği belirlenmiştir. Araştırmada taç hacmi ve gövde kesit alanı artışında mevcut durumun oluşması konular arasındaki meyve yükünün farklılığından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Söz konusu yapılan bu çalışmalarda elde edilen sonuçlarla araştırmada bulunan sonuçlar benzerlik göstermiştir. Araştırmada farklı su düzeyleri için elde edilen sürgün uzunlukları tam sulamaya göre sırasıyla %22.58 ve %35.48 oranında azalmıştır. Su stresine göre sürgün uzunluğunda oluşan azalma oranına benzer durum verim değerlerinde de oluşmuştur. Ayrıca, Fulton ve Buchner (2015) mayıs ve haziran aylarında yeni filizlerin büyüdüğü ve bunun ceviz verimi için önemli olduğu ve yetersiz sulama sonucunda çiçek tomurcuğu sayısının düşeceği ve sudaki %20-50 arasındaki su kısıtının verimi ciddi şekilde etkileyeceği ifade edilmiştir.



Çizelge 4. Sulama konularına göre morfolojik bulgulara ait sonuçlar

Table 4. Results of morphological findings according to irrigation issues

| Parametreler                           | Yıl      | D1      | D2      | D3      | Ortalama | F    | P    | Önemlilik |
|----------------------------------------|----------|---------|---------|---------|----------|------|------|-----------|
| Taç Hacmi (m <sup>3</sup> )            | 2022     | 12.82   | 14.22   | 12.16   | 13.07    | 1.12 | 0.38 | ÖD        |
|                                        | 2023     | 20.07ab | 23.55a  | 16.63b  | 20.08    | 4.31 | 0.05 | *         |
|                                        | Ortalama | 16.45   | 18.88   | 14.40   | 16.58    | 1.86 | 0.18 | ÖD        |
| Taç Hacmi Yıllık Artış Oranı (%)       | 2022     | 88.43   | 76.52   | 42.75   | 69.23    | 2.29 | 0.16 | ÖD        |
|                                        | 2023     | 59.60   | 67.45   | 36.40   | 54.48    | 1.32 | 0.32 | ÖD        |
|                                        | Ortalama | 74.01a  | 71.99a  | 39.58b  | 61.86    | 3.51 | 0.05 | *         |
| Gövde Kesit Alanı (cm <sup>2</sup> )   | 2022     | 106.10  | 120.66  | 106.06  | 110.94   | 1.13 | 0.36 | ÖD        |
|                                        | 2023     | 136.29b | 155.72a | 132.37b | 141.46   | 4.24 | 0.05 | *         |
|                                        | Ortalama | 121.19  | 138.19  | 119.21  | 126.20   | 1.98 | 0.16 | ÖD        |
| Gövde Kesit Alanı Yıllık artış oranı % | 2022     | 23.09   | 19.58   | 25.48   | 22.72    | 0.50 | 0.62 | ÖD        |
|                                        | 2023     | 30.19b  | 45.98a  | 26.32b  | 34.16    | 6.05 | 0.02 | *         |
|                                        | Ortalama | 26.64   | 32.78   | 25.90   | 28.44    | 0.87 | 0.44 | ÖD        |
| Sürgün Uzunluğu (m)                    | 2022     | 0.28    | 0.25    | 0.20    | 0.24     | 2.54 | 0.13 | ÖD        |
|                                        | 2023     | 0.33a   | 0.24ab  | 0.21b   | 0.26     | 4.67 | 0.04 | *         |
|                                        | Ortalama | 0.31a   | 0.24b   | 0.20b   | 0.25     | 7.46 | 0.01 | **        |

(\*\*) %1 önemlilik düzeyini göstermektedir. (\*) %5 önemlilik düzeyini göstermektedir. ÖD: Önemli değil

#### Pomolojik ölçümler

Chandler ceviz çeşidinin meyve özellikleri ve boyutları için yapılan bazı çalışmalarda ağırlık, iç ağırlık, randıman, kabuk kalınlığı, meyve boyutları (yükseklik, kalınlık ve en), sırasıyla; 10.27 g, 4.51 g, %44.00, 1.05 mm ve 38.74-31.95-31.63 mm (Çoban, 2020), 9.20 g, 3.90 g, %43.60, 1.17 mm ve 35.70-32.20-31.70 mm (Hassani et al., 2020), 11.74 g, 5.63 g, %48.00, 1.58 mm ve 39.85-33.81-32.09 mm (Acarsoy Bilgin & Mısırlı, 2024), 12.36 g, 5.73 g, %43.92, 1.98 mm ve 39.08-35.11-33.67 mm (Ahi Koşar ve ark., 2023) olarak bulunmuştur. Ertürk ve ark. (2017) şekil indeksinin 1.22 ve meyve şeklinin yuvarlak, Demir ve ark. (2018) şekil indeksinin 1.20 ve meyve şeklinin yuvarlak olduğunu belirlemişlerdir. Cohen ve ark. (1996) tarafından İspanya’da 5 yaşlı Serr ceviz çeşidinin farklı su uygulamalarına karşı meyve verim ve kalitesine etkilerini araştırdıkları çalışmada, meyve kabuk ağırlığının ilk yıl 5.55-5.91 g, ikinci yıl 5.09-5.77 g aralığında olduğu ve ilk yıl istatistiksel bir farklılığın olmadığını ikinci yıl ise en yüksek ağırlığın tam sulamanın yapıldığı konuda oluştuğunu bildirmişlerdir. Guiqing ve ark. (2024) tarafından Çin’de yetişen altı çeşit arasında Çin’de geleneksel olarak çiftçiler tarafından uygulanan sulama suyu miktarı ve geleneksel olarak uygulanan sulama suyu miktarının yarısı kadar uygulanan sulama suyu miktarının meyve ağırlığına, meyve boyutlarına ve meyve büzüşme oranına etkisi araştırılmış ve altı çeşit içinde dört çeşitte istatistiksel bir farklılığın tespit edilmediği sadece iki çeşitte istatistiksel farklılık olduğu belirtilmiştir. Chen ve ark. (2022) su stresinin meyve boyutlarına etkisinin sınırlı olduğunu ifade etmişlerdir. Yürütülen çalışmada meyve boyutlarına su stresinin etkisinin az, ancak meyve ağırlığı ve iç ağırlığa etkisinin fazla olduğu bunun yanında yıllar arasında oluşmuş farklılığın meyve yükü, mayıs ayı yağış miktarları ve yıllar arasındaki sıcaklık farkı ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. Yürütülen çalışmada; meyve ağırlığı, iç ağırlık, kabuk ağırlığı ve kabuk kalınlığı yetersiz sulamadan etkilenerek azaldığı, meyve boyutlarının %25 sulama suyu kesintisine kadar etkilenmediği ancak kesintinin %50 olduğunda olumsuz şekilde etkilendiği sonucunu ortaya çıkardığı belirlenmiştir.

Chandler ceviz çeşidini yapılan çalışmalarda meyve iç renginin genel olarak açık ve ekstra açık olduğu bildirilmiştir (Hassani et al.2020; Manthos & Rouskas, 2021; Çoban, 2020). Akça (2012) meyve iç renginin %70-100 aralığında açık olması gerektiğini bildirmiştir.

Acarsoy Bilgin ve ark. (2020b) yapılan araştırmada Chandler ceviz çeşidinin iç kararırma oranının %10-30 aralığında ve iç büzüşme oranının ise %13.33-32.50 aralığında olduğu belirtilmiştir. Guiqing ve ark. (2024) su stresinin meyve

büzüşme oranına etkisini araştırmış ve altı çeşit içinde sadece iki çeşitte istatistiksel farklılık olduğunu bildirmişlerdir. Tam sulamadan sonra içte kararma ve büzüşme oranları artmış ancak meyve rengi su stresinden etkilenmemiştir.

Çizelge 5. Seçilen konularına göre elde edilen meyve özellikleri ve boyutlarına ait sonuçlar

Table 5. Results of fruit characteristics and sizes obtained according to irrigation issues

| Parametreler          | Yıl      | D1      | D2     | D3     | Ortalama | F     | P    | Önemlilik |
|-----------------------|----------|---------|--------|--------|----------|-------|------|-----------|
| Meyve ağırlığı (g)    | 2022     | 11.34a  | 10.06b | 9.73b  | 10.37    | 8.65  | 0.01 | **        |
|                       | 2023     | 10.66a  | 10.28a | 9.29b  | 10.08    | 6.26  | 0.02 | *         |
|                       | Ortalama | 11.00a  | 10.17b | 9.51c  | 10.23    | 12.83 | 0.00 | **        |
| Meyve Kalınlık (mm)   | 2022     | 33.71   | 33.62  | 32.45  | 33.25    | 3.17  | 0.09 | ÖD        |
|                       | 2023     | 32.78a  | 33.08a | 31.64b | 32.50    | 6.74  | 0.02 | *         |
|                       | Ortalama | 33.24a  | 33.35a | 32.04b | 32.88    | 7.18  | 0.01 | **        |
| Meyve Eni (mm)        | 2022     | 32.60   | 32.50  | 31.43  | 32.18    | 2.39  | 0.15 | ÖD        |
|                       | 2023     | 32.58   | 32.61  | 31.29  | 31.82    | 2.73  | 0.12 | ÖD        |
|                       | Ortalama | 32.09ab | 32.55a | 31.36b | 32.00    | 4.12  | 0.03 | *         |
| Meyve Yüksekliği (mm) | 2022     | 38.49   | 39.42  | 37.74  | 38.55    | 2.29  | 0.16 | ÖD        |
|                       | 2023     | 40.22a  | 40.21a | 38.62b | 39.68    | 9.93  | 0.01 | **        |
|                       | Ortalama | 39.36a  | 39.81a | 38.18b | 39.16    | 5.19  | 0.02 | *         |
| İç Ağırlığı (g)       | 2022     | 5.44a   | 4.79b  | 4.53b  | 4.92     | 12.87 | 0.00 | **        |
|                       | 2023     | 4.48    | 4.33   | 4.01   | 4.27     | 4.18  | 0.05 | ÖD        |
|                       | Ortalama | 4.96a   | 4.56ab | 4.27b  | 4.60     | 5.11  | 0.02 | *         |
| Kabuk Ağırlığı (g)    | 2022     | 5.90a   | 5.27b  | 5.20b  | 5.46     | 5.33  | 0.03 | *         |
|                       | 2023     | 5.87a   | 5.53ab | 4.93b  | 5.44     | 4.86  | 0.04 | *         |
|                       | Ortalama | 5.89a   | 5.40b  | 5.06b  | 5.45     | 9.65  | 0.00 | **        |
| Kabuk Kalınlığı (mm)  | 2022     | 1.40a   | 1.24b  | 1.34a  | 1.32     | 10.28 | 0.01 | **        |
|                       | 2023     | 1.42    | 1.36   | 1.30   | 1.36     | 2.24  | 0.16 | ÖD        |
|                       | Ortalama | 1.41a   | 1.30b  | 1.32b  | 1.34     | 5.16  | 0.02 | *         |
| Randıman (%)          | 2022     | 48.01   | 47.62  | 46.56  | 47.39    | 4.01  | 0.06 | ÖD        |
|                       | 2023     | 41.99   | 42.14  | 43.14  | 42.42    | 0.80  | 0.48 | ÖD        |
|                       | Ortalama | 45.00   | 44.88  | 44.85  | 44.91    | 0.01  | 0.99 | ÖD        |
| Şekil İndeksi         | 2022     | 1.16b   | 1.19a  | 1.18ab | 1.18     | 4.96  | 0.04 | *         |
|                       | 2023     | 1.25a   | 1.22b  | 1.23b  | 1.23     | 4.98  | 0.04 | *         |
|                       | Ortalama | 1.21    | 1.21   | 1.20   | 589.83   | 0.02  | 0.98 | ÖD        |

(\*\*) %1 önemlilik düzeyini göstermektedir. (\*) %5 önemlilik düzeyini göstermektedir. ÖD: Önemli değil

Çizelge 6. Meyvede iç renk, içte kararma ve içte büzüşme oranı

Table 6. Internal color, internal darkening and internal shrinkage rate in fruit

| Yıl  | Uygulama | İç Rengi    |      |      |      | İçte Kararma % |    |   |   |   | İçte büzüşme Oranı % |    |    |   |   |
|------|----------|-------------|------|------|------|----------------|----|---|---|---|----------------------|----|----|---|---|
|      |          | Ekstra Açık | Açık | Orta | Koyu | 1              | 2  | 3 | 4 | 5 | 1                    | 2  | 3  | 4 | 5 |
| 2022 | D1       | 75          | 25   | 0    | 0    | 92             | 8  | 0 | 0 | 0 | 67                   | 32 | 1  | 0 | 0 |
|      | D2       | 30          | 59   | 10   | 1    | 46             | 48 | 4 | 1 | 1 | 39                   | 46 | 11 | 3 | 1 |
|      | D3       | 55          | 39   | 3    | 3    | 76             | 20 | 1 | 0 | 3 | 54                   | 42 | 1  | 0 | 3 |
| 2023 | D1       | 88          | 12   | 0    | 0    | 75             | 24 | 1 | 0 | 0 | 75                   | 21 | 4  | 0 | 0 |
|      | D2       | 82          | 18   | 0    | 0    | 66             | 32 | 2 | 0 | 0 | 67                   | 32 | 1  | 0 | 0 |
|      | D3       | 94          | 6    | 0    | 0    | 69             | 31 | 0 | 0 | 0 | 62                   | 35 | 3  | 0 | 0 |

**Meyve kimyasal analiz sonuçları**

Büyüksolak (2019) Chandler ceviz çeşidine ait bazı özelliklerin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmada iç ceviz meyvesine ait nem %3.14-3.25, kuru madde %96.74-96.86, kül %1.60-1.70, yağ %61.73-65.91 ve protein içeriği %14.81-17.25 aralığında tespit edilmiştir. Çoban (2020) tarafından deneme konusu olan araştırma bitkisinin yağ içeriği %51.36 ve protein içeriği %14.59 olarak belirlenmiştir. Yapılan bazı diğer çalışmalarda cevizde yağ miktarı %53.58-56.99 (Bayazıt & Sümbül, 2012), %62.60-70.30 (Savage, 2001), %64.33-72.10 (Yi ve ark., 2017) ve protein miktarı %14.08-19.23 ve %13.60-18.10 (Yi ve ark., 2017; Savage, 2001) aralığında olduğu bildirilmiştir. Şen (2017) tarafından cevizde yağ oranının gelen olarak ortalama %65 olduğu bununda bazı çeşitlerde %70'in de üzerine çıkabileceği ve %15.20 oranında da protein olduğu ifade edilmiştir. Yürütülen çalışmada nem, kuru madde, kül, yağ ve protein miktarları ortalamaları istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 7. İç ceviz kimyasal içerikleri

Table 7. Results of kernel chemical contents

| Parametreler           | Yıl      | D1     | D2     | D3     | Ortalama | F    | P    | Önemlilik |
|------------------------|----------|--------|--------|--------|----------|------|------|-----------|
| Nem Miktarı (%)        | 2022     | 3.01b  | 3.90a  | 3.63a  | 3.51     | 5.81 | 0.02 | *         |
|                        | 2023     | 3.25   | 3.03   | 2.97   | 3.09     | 0.56 | 0.59 | ÖD        |
|                        | Ortalama | 3.13   | 3.47   | 3.30   | 3.30     | 0.90 | 0.42 | ÖD        |
| Kuru Madde Miktarı (%) | 2022     | 96.99a | 96.10b | 96.37b | 96.49    | 5.81 | 0.02 | *         |
|                        | 2023     | 95.50  | 96.97  | 97.03  | 96.50    | 0.96 | 0.42 | ÖD        |
|                        | Ortalama | 96.24  | 96.54  | 96.70  | 96.49    | 0.25 | 0.78 | ÖD        |
| Kül Miktarı (%)        | 2022     | 1.94   | 2.01   | 2.04   | 2.00     | 0.41 | 0.68 | ÖD        |
|                        | 2023     | 1.49   | 1.60   | 1.68   | 1.59     | 0.82 | 0.47 | ÖD        |
|                        | Ortalama | 1.72   | 1.81   | 1.86   | 1.79     | 0.55 | 0.59 | ÖD        |
| Yağ Miktarı (%)        | 2022     | 75.30  | 70.12  | 69.26  | 71.56    | 2.35 | 0.15 | ÖD        |
|                        | 2023     | 68.65  | 68.40  | 67.89  | 68.32    | 0.07 | 0.94 | ÖD        |
|                        | Ortalama | 71.98  | 69.26  | 68.58  | 69.94    | 1.59 | 0.23 | ÖD        |
| Protein Miktarı (%)    | 2022     | 15.39  | 13.50  | 13.37  | 14.09    | 0.66 | 0.54 | ÖD        |
|                        | 2023     | 17.65  | 16.53  | 16.32  | 16.83    | 1.04 | 0.39 | ÖD        |
|                        | Ortalama | 16.52  | 15.02  | 14.85  | 15.46    | 1.07 | 0.36 | ÖD        |

(\*\*) %1 önemlilik düzeyini göstermektedir. (\*) %5 önemlilik düzeyini göstermektedir. ÖD: Önemli değil

**Uygulanan sulama suyu miktarı, dönemlik bitki su tüketimi ve su kullanım etkinliği**

2022 yılında D1, D2 ve D3 konuları için sırasıyla 891.00 mm, 669.00 mm ve 446.00 mm sulama suyu miktarı uygulanmış ve 1024.60 mm, 809.60 mm ve 590.60 mm bitki su tüketimi gerçekleşmiştir. Bitki su tüketimi değeri ilk sulamanın yapıldığı 18.06.2022 ve 17.10.2022 tarihinde yapılan hasat zamanına kadar geçen dönemi içermektedir. 2023 yılında ise D1, D2 ve D3 konuları için sırasıyla 944.00 mm, 708.00 mm ve 473.00 mm sulama suyu miktarı uygulanmış ve 928.00 mm, 678.00 mm ve 438.00 mm bitki su tüketimi gerçekleşmiştir. Bitki su tüketimi değeri ilk sulamanın yapıldığı 16.06.2023 ve 22.10.2023 tarihinde yapılan hasat zamanına kadar geçen dönemi içermektedir. Su kullanım etkinliği 2022 ve 2023 yılları için istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Göçmen ve Erdem (2019) tarafından genç ceviz ağaçlarında (1 ve 2 yaşlı) yaptıkları çalışmada A sınıfı buharlaşma kabından oluşan buharlaşmanın %75, %100 ve %125' inin uygulandığı konularda sulama miktarına göre bitki su tüketimini 2015 yılında 726.10 mm ile 983.90 mm, 2016 yılında da 604.90 mm ile 905.70 mm aralığında gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Calvo ve ark. (2022) farklı sulama suyu düzeyi (%50, %75, %100 ve %125) için araştırmanın ilk yılında sırasıyla 340.00, 452.00, 596.00 ve 761.00 mm, ikinci yılında 363, 483, 636 ve 813 mm sulama suyu uygulandığını, bitki su tüketiminin araştırmanın ilk yılında sırasıyla 474.00, 586.00, 730.00 ve 895.00 mm, ikinci yılında 443.00, 563.00, 716.00 ve 893.00 mm olduğunu bildirmişlerdir. Chen ve ark. (2022) Çin'de geleneksel

olarak ceviz ağaçlarının 6 kez sulandığını ve her sulamada ise 1 800.00 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> sulama suyu uygulandığını bildirmişlerdir.

Çizelge 8. Uygulanan sulama suyu, dönemlik bitki su tüketimi ve su kullanım etkinliği

Table 8. Applied irrigation water, seasonal plant water consumption and water use efficiency

| Parametreler                      | Yıl      | D1       | D2      | D3      | Ortalama | F       | P    | Önemlilik |
|-----------------------------------|----------|----------|---------|---------|----------|---------|------|-----------|
| Sulama suyu miktarı (mm)          | 2022     | 891.00   | 669.00  | 446.00  | 668.70   |         |      |           |
|                                   | 2023     | 944.00   | 708.00  | 473.00  | 708.30   |         |      |           |
|                                   | Ortalama | 917.50a  | 688.50b | 459.50c | 688.50   | 870.70  | 0.00 | **        |
| Dönemlik Bitki Su Tüketimi (mm)   | 2022     | 1 024.60 | 809.60  | 590.60  | 808.27   |         |      |           |
|                                   | 2023     | 1 051.60 | 830.60  | 599.60  | 827.27   |         |      |           |
|                                   | Ortalama | 1 038.1a | 820.10b | 595.10c | 817.77   | 3294.60 | 0.00 | **        |
| Su Kullanım Etkinliği (kg ağaç-1) | 2022     | 0.004    | 0.004   | 0.005   | 0.004    | 0.89    | 0.44 | ÖD        |
|                                   | 2023     | 0.005    | 0.006   | 0.005   | 0.005    | 2.15    | 0.17 | ÖD        |
|                                   | Ortalama | 0.004    | 0.005   | 0.005   | 0.005    | 1.02    | 0.38 | ÖD        |

(\*\*) %1 önemlilik düzeyini göstermektedir. (\*) %5 önemlilik düzeyini göstermektedir. ÖD: Önemli değil

Sonuç olarak; D1: %100, D2: %75 ve D3: %50 olmak üzere farklı düzeylerde uygulanmış sulama suyu miktarının cevizin verim, gelişim ve kalite parametrelerine etkisini araştırmak üzere iki yıl boyunca yapılan araştırmada elde edilen sonuçlar aşağıda farklı değerlendirmelere göre özetlenmiş ve elde edilen sonuçlar ışığında bazı öneriler sunulmuştur.

#### **Elde edilen verimlere ilişkin sonuçlar**

Sulama suyu düzeyine ilişkin en yüksek ağaç verimi, birim taç hacmine düşen meyve verimi, gövde kesit alanına düşen meyve verimi, dekara iç ceviz verimi ve dekara kabuklu meyve verimi tam sulamanın yapıldığı D1 konusundan elde edilmiştir. Söz konusu verimler büyükten küçüğe doğru D1, D2 ve D3 konusu şeklinde sıralanmıştır. Sulama suyunda yapılan kısıtlamalar verim azalmalarına neden olmuştur. Ağaç başına elde edilen meyve verimi, birim taç hacmine düşen meyve verimi, gövde kesit alanına düşen meyve verimi, dekara iç ceviz verimi ve dekara kabuklu meyve veriminde D1 konusuna göre sırasıyla D2 konusunda %10.41, %20.94, %19.44, %11.27 ve %10.57, D3 konusunda ise %33.48, %24.55, %30.56, %33.42 ve %33.57 oranında verim azalması olmuştur.

#### **Bitki morfolojisine ilişkin sonuçlar**

Tam sulamanın yapıldığı D1 konusunda sürgün uzunluğu ve yıllık taç hacmi artış oranı en fazla artış göstermiş, bunu D2 ve D3 konuları izlemiştir. Yıllık gövde kesit alanı artışında en fazla artış tam sulamaya göre %75 sulamanın yapıldığı D2 konusunda gerçekleşmiş, bunu D1 ve D3 konusu takip etmiştir. Yıllık gövde kesit alanındaki artış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

#### **Bitki pomolojisine ilişkin sonuçlar**

Sulama suyu miktarındaki artış meyve ağırlığı, iç ağırlık, kabuk ağırlığı ve kabuk kalınlığı değerlerinde konulara göre paralel olarak artış sağlamıştır. Araştırmada söz konusu meyve ağırlığı, iç ağırlık, kabuk ağırlığı ve kabuk kalınlığı açısından yapılan değerlendirmede konular D1, D2 ve D3 şeklinde büyükten küçüğe doğru sıralanmıştır. Meyve boyutları yönünden istatistiksel olarak D1 ve D2 aynı gruplandırılmış ve D3 ise farklı gruplandırılmıştır. Sulama suyu miktarının %75 ve %100 uygulanması meyve boyutlarına çok fazla etki etmezken, sulama suyu miktarı tam sulamanın yarısı uygulanan D3 konusunda yaklaşık %4'e varan çap azalmaları olmuştur. Meyvede iç renk, içte

kararma ve içte büzüşme tam sulamanın yapıldığı D1 konusunda D2 ve D3 konularına göre daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

### **Meyvede kimyasal analizlere ilişkin sonuçlar**

Sulama suyu miktarındaki değişimin kuru madde miktarı, kül miktarı, protein miktarı ve yağ miktarına istatistiksel olarak etki etmediği belirlenmiştir.

Sonuç olarak; ceviz bitkisi yıllık bitki su tüketimi 1 000 mm'nin üstünde olması ve ülkemizde kurak ve yarı kurak iklim kuşağında bulunmasından dolayı tamamlayıcı sulama suyu uygulanması gerekmektedir. Tam sulama suyu uygulanmadığı takdirde bitki veriminin, bitki gelişiminin ve meyve kalitesinin olumsuz etkilendiği bilinmelidir. Tam sulamaya oranlanarak yapılan %75 sulama suyu uygulamasında %10.40 ve %50 sulama suyu uygulaması konusunda da %33.50 oranında verim kaybı olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre sulamanın ceviz bitkisinin veriminde ne denli önemli olduğu ve Türkiye'de elde edilen verim miktarlarının dünya ortalamasının altında seyretmesinin başlıca sebeplerden biri olarak yetersiz sulama suyundan kaynaklandığı ve bu nedenle ekonomik olarak ceviz yetiştiriciliği yapılması düşünülen alanlarda yeterli sulama suyunun bulunması, aksi takdirde sulama suyunun yetersiz olduğu alanlarda ceviz yetiştiriciliğinin yapılmaması, ancak bir miktar verim düşüklüğünün kabul edilmesi halinde su kısıtının %25'i geçmeyecek şekilde yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

### **TEŞEKKÜR**

Bu çalışma Prof. Dr. Ahmet ÖZTÜRK danışmanlığında ve Şakir TUNÇ tarafından Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı'nda yürütülen "Farklı Sulama Suyu Kalitesi ve Sulama Düzeylerinin Cevizin (*Juglans regia* L.) Gelişimi, Verimi ve Kalitesine Etkileri" isimli doktora tezine ait sonuçlarının bir bölümünden oluşmaktadır. Tez jürisinde bulunan Prof. Dr. Veli ERDOĞAN ve Prof. Dr. Gülözar Duygu SEMİZ'e teşekkür ederiz.

### **ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI**

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını ve başvuru anı itibarı ile aynı anda başka bir dergiye veya başka bir yayın merkezine gönderilmediğini veya inceleme altında olmadığını beyan ederler. Bu çalışma birinci yazarın doktora tezinin bir bölümüdür.

### **ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI**

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

### **ETİK ONAY BEYANI**

Bu makalede insan veya hayvan deneklerle herhangi bir çalışma bulunmaması nedeniyle etik onaya gerek duyulmamaktadır.

### **KAYNAKLAR**

- Acarsoy Bilgin, N., Mısırlı, A., & Şen, F. (2020a). Cevizde (cv. Chandler) kompoze mikrobiyal gübre kullanımının verim ve kalite parametreleri üzerine etkilerinin araştırılması. *Ziraat Mühendisliği*, 370, 84-93. <https://doi.org/10.33724/zm.731026>
- Acarsoy Bilgin, N., Yağız, Y., & Mısırlı, A. (2020b). Yapraktan bazı besin elementi uygulamalarının 'Chandler' ceviz çeşidinde verim ve kalite üzerine etkileri. *Ziraat Mühendisliği*, 371, 51-58. <https://doi.org/10.33724/zm.728414>



- Acarsoy Bilgin, N. (2022). Effects of foliar applications on nutrient concentrations of kernel, pomological properties and yield of 'Chandler' walnut variety at different altitudes. *Journal of Agricultural Sciences*, 28 (4), 603-612. <https://doi.org/10.15832/ankutbd.925268>
- Acarsoy Bilgin, N., & Mısırlı, A. (2024). "Chandler" ceviz çeşidinde farklı yüksekliklerin fındık özellikleri ve verim üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 60 (4), 639-646. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.1266186>
- Ahı Koşar, D., Koşar, M., Utku, Ö., Mert, C., & Ertürk, Ü. (2023). The performance of some walnut (*Juglans regia*) cultivars in the conditions of Bursa, Turkey. *Journal of Agricultural Sciences-Tarım Bilimleri Dergisi*, 29 (2), 589-603.
- Akça, Y. (2012). *Ceviz yetiştiriciliği*. Uyum Ajans. Anıt Matbaa. Ankara. ss. 328.
- Akça, Y., Özyurt, İ. K., & Kaplan, E. (2018a). Bazı yerel ve yabancı ceviz çeşitlerinin karşılaştırılması. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi (JAFAG)*, 35 (3), 290-296. <https://doi.org/10.13002/jafag4449>
- Akça, Y., Özyurt, İ.K., & Kaplan, E. (2018b). Comparison of some local and foreign walnut cultivars. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35 (3), 290-296. <https://doi.org/10.13002/jafag4449>
- Akin, S., & Erdem, T. (2018). Water use of walnut trees under different irrigation regimes. *Journal of Applied Horticulture*, 20 (1), 60-63.
- Aksoy, A., Kaymak, H.Ç., & Avcioğlu, Ü. (2020). Walnut (*Juglans regia* L.) trade: competition power of turkey with balkan countries. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture & Rural Development*, 20 (4), 11-18.
- Anonymous (1954). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. (Ed: L.A. Richards) US Salinity Lab. Agric. Handbook No:60.
- Anonymous (1976). United states standards for grades of walnuts (*Juglans regia*) in the shell, Department of Agriculture Agricultural, Marketing Service, Fruit and Vegetable Division, Fresh Products Branch, Reprinted- January 1997, USA.
- Anonymous (2024a). FAOSTAT, Word production data. Retrieved from <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> by July 24, 2024.
- Anonymous (2024b). TÜİK bitkisel üretim istatistikleri. Retrieved from <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Urun-Denge-Tabloları-2023-53451> by July 24, 2024.
- Anonymous (2024c). Tarım ve Orman Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Bingöl İl Meteoroloji Müdürlüğü, Bingöl.
- Arab, M.M., Askari, H., Aliniaiefard, S., Mokhtassi-Bidgoli, A., Estaji, A., Sadat-Hosseini, M., Sohrabi, S.S., Mesgaran, M.B., Leslie, C.A., Brown, P.J., & Vahdati, K. (2023). Natural variation in photosynthesis and water use efficiency of locally adapted Persian walnut populations under drought stress and recovery. *Plant Physiology and Biochemistry*, 201. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2023.107859>
- Ayyıldız, A. (1976). *Sulama suyu kalitesi ve sulamada tuzluluk problemleri*. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Bayazit, S., & Sumbul, A. (2012). Determination of fruit quality and fatty acid composition of Turkish walnut (*Juglans regia*) cultivars and genotypes grown in subtropical climate of eastern Mediterranean region. *International Journal of Agriculture and Biology*, 14 (3).
- Bülbül, R., Eren, S., Tepeli, E., Uyan, A., Çelik, M.Y., Gültekin, E. & Ayyıldız, Z. (2012). Toprak bitki su ilişkileri ve endüstri ve kültür bitkilerinin sulanması. Adana Zirai Üretim İşletmesi Tarımsal Yayım ve Hizmetiçi Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Adana.
- Büyüksolak, Z.N. (2019). Uşak ili Eşme ilçesinde farklı yükseltilerde yetiştirilen chandler ceviz çeşidi meyvelerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Isparta).

- Calvo, F.E., Silvente, S.T., & Trentacoste, E.R. (2023). A mini review of the impacts of deficit irrigation strategies for walnut (*Juglans regia* L.) production in semiarid conditions. *Irrigation Science*, 41 (4), 501-509. <https://doi.org/10.1007/s00271-022-00815-w>
- Calvo, F.E., Trentacoste, E.R., & Silvente, S.T. (2022). Vegetative growth, yield, and crop water productivity response to different irrigation regimes in high density walnut orchards (*Juglans regia* L.) in a semi-arid environment in Argentina. *Agricultural Water Management*, 274, N.PAG. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.107969>
- Calvo, F.E., Silvente, S.T., & Trentacoste, E.R. (2023). Leaf biochemical and kernel metabolite profiles as potential biomarkers of water deficit in walnut (*Juglans regia* L.) cv. chandler. *Sustainability (Switzerland)*, 15 (18). <https://doi.org/10.3390/su151813472>
- Chen, T., Xu, G., Li, J., & Hu, H. (2022). Hydraulic trait variation with tree height affects fruit quality of walnut trees under drought stress. *Agronomy*, 12 (7), 1647. <https://doi.org/10.3390/agronomy12071647>
- Cohen, M., Valancogne, C., Dayau, S., Ameglio, T., Cruiziat, P., & Archer, P. (1996). Yield and physiological responses of walnut trees in semi-arid conditions: application to irrigation scheduling. *In II International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops*, 449, 273-280.
- Çakmak, B., & Çolak, M.S. (2018). Climate change, wather resources and food safety. 1. *İnternational GAP Agriculture and Livestock Congres*, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, Türkiye. ss 135-143.
- Çakmak, B., & Gökalp, Z. (2011). İklim değişikliği ve etkin su kullanımı. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 87-95.
- Çiftçi, K., & Gökce, O. (2006). İzmir ve Manisa illerinde ceviz yetiştiriciliğinin sosyo-ekonomik yönü ve sorunları üzerine bir araştırma. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 16 (1), 7-17.
- Çoban, İ. (2020). Chandler, kaman-1 ve midland ceviz (*Juglans regia*) çeşitlerinin fenolojik, pomolojik ve biyokimyasal özelliklerinin karşılaştırılması (Master's thesis, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi).
- Demir, B., Sayıncı, B., Çetin, N., Yaman, M., Çömlek, R., Aydın, Y., & Sütyemez M. (2018). Elliptic Fourier based analysis and multivariate approaches for size and shape distinctions of walnut (*Juglans regia* L.) cultivars. *Grasas Y Aceites*, 69 (4), e271. <https://doi.org/10.3989/gya.0104181>
- Doğan D., & Yıldız, H. (2019). Ceviz yetiştiriciliğine uygun alanlar üzerine iklim değişikliği senaryolarının etkisi. *Alatarım*, 18 (2), 100-107.
- Er, E., Akyüz, B., Öztürk, A., & Serdar, Ü. (2017). Cevizde çeşit değiştirme: kabukaltı aşısı. *Bahçe*, 46 (Özel Sayı 2), 307-312.
- Erdem, T., Şener, M., Çoşkun, Z., Yaşasın, A.S., Yenigün, S.D., Göçmen, E., & Salbaş B. (2018). TÜBİTAK. Proje Grubu: TOVAG Sayfa Sayısı: 135 Proje No: 1140532.
- Ertürk, Ü., Mert, C., Utku, Ö., & Kaya, O. (2017). Bursa koşullarında yetiştirilen yerli ve yabancı ceviz çeşitlerinin meyve özelliklerinin değerlendirilmesi. *Bahçe*, 46 (Özel Sayı 2), 47-52.
- Fulton, A., & Buchner, R. (2006). The effect of water stress on walnut tree growth, productivity and economics. J.UCEC University of California.
- Fulton, A., & Buchner, R. (2015). Drought tip: Drought strategies for California walnut production. <https://doi.org/10.3733/ucanr.8533>
- Goldhamer, D.A., Beede, R., Sibbett, S., DeJong, T.M., Ramos, D., Phene, R.C., & Doyle, J. (1988). Third year effects of deficit irrigation on walnut tree performance. *Walnut Research Reports*, 42-52.
- Göçmen, E., & Erdem, T. (2019). Tekirdağ koşullarında farklı lateral tertip biçimi ve sulama suyu uygulamalarının genç ceviz ağaçlarının su kullanımı ve vejetatif gelişme parametrelerine etkileri. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 16 (2), 181-191. <https://doi.org/10.33462/jotaf.534428>
- Guiqing, X., Jinyao, L., Haifang, H., & Tuqiang, C. (2024). Effect of deficit irrigation on physiological, morphological and fruit quality traits of six walnut tree cultivars in the inland area of Central Asia. *Scientia Horticulturae*, 329, N.PAG. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.112951>

- Güngör, Y., Erözel, A.Z. & Yıldırım, O. (2018). *Sulama*. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara. ss. 292.
- Hassani, D., Mozaffari, M. R., Soleimani, A., Dastjerdi, R., Rezaee, R., Keshavarzi, M., Vahdati, K., Fahadan, A., & Atefi, J. (2020). Four new Persian walnut cultivars of Iran: Persia, Caspian, Chaldoran, and Alvand. *HortScience horts*, 55 (7), 1162-1163. Retrieved Sep 9, 2024, from <https://doi.org/10.21273/HORTSCI15044-20>
- Jerszurki, D., Couvreur, V., Hopmans, J., Maxwell, T., Matsumoto, N., Shackel, K., Silva, L.D.C.R., & de Souza, J.L. M. (2017). Impact of root growth and hydraulic conductance on canopy carbon-water relations of young walnut trees (*Juglans regia* L.) under drought. *Scientia Horticulturae*, 226, 342-352. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.08.051>
- Jiayu, M., Dongjun, Z., Xuedong, Z., Haochen, L., Hang, Y., Nijing, Z., Mengdi, L., Meng, D., Fangdong, G., Huijuan, Z., & Peng, Z. (2024). Genome-wide identification analysis of the 4-Coumarate: CoA ligase (4CL) gene family expression profiles in *Juglans regia* and its wild relatives *J. Mandshurica* resistance and salt stress. *BMC Plant Biology*, 24 (1), 1-22. <https://doi.org/10.1186/s12870-024-04899-8>
- Kacar, B. (2016). *Fiziksel ve kimyasal toprak analizleri*. Nobel Yayıncılık, Ankara.
- Kacar, B., & İnal, A. (2010). *Bitki analizleri*. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Kacar, B., & Katkat, A.V. (2018). *Bitki besleme*. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Kacar, B., Katkat, A.V., & Öztürk, Ş. (2020). *Bitki fizyolojisi*. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Kanber, R. (2015). *Sulama*. Çukurova Üniversitesi Yayınları, Adana.
- Kanber, R., Çullu, M. A., Kendirli, B., Antepli, S., & Yılmaz, N. (2005). Sulama, drenaj ve tuzluluk. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi*, 3 (7), 213-251.
- Kanber, R., Steduto, P., Aydın, Y., Ünlü, M., Özmen, Ç., Özekici, B., Diker, K., & Sezen, M.S. (2004). Damla sulama sistemiyle fertigasyon uygulamalarının antepfıstığında gelişme, verim ve periyodisiteye etkisinin incelenmesi. TÜBİTAK. Proje No:TARP-1825, Adana.
- Kaşka, N., Güleriyüz, M., Kaplankıran, M., Kafkas, S., Ercişli, S., Eşitken, A., ... & Akçay, E. (2005). Türkiye meyveciliğinde üretim hedefleri. *TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi*, 3-7.
- Koşar, M.B., Koşar, D.A., Sönmez, E., & Ertürk, Ü. (2023). "Chandler" ceviz (*Juglans regia* L.) çeşidinin fenolojik ve pomolojik özellikleri üzerine farklı çöğür anaçlarının etkisi. *Journal of the Institute of Science & Technology / Fen Bilimleri Estitüsü Dergisi*, 13 (2), 726-735. <https://doi.org/10.21597/jist.1223902>
- Köksal, A.I., Yıldırım, O., Dumanoglu, H., Güneş, N., & Kadayıfçı, A. (1996). Bodur elma çeşitlerinde farklı sulama yöntemi ve sulama suyu miktarlarının gelişme verim ve kaliteye etkisi. TÜBİTAK. Proje No: TOAG-901, Ankara.
- Ma, H.B., Li, M.M., Ren, J.J., Li, B.G., & Qi, G.H. (2014). Effects of different irrigation amounts on water use of precocious walnuts. *Applied Mechanics and Materials*, 651, 1423-1431.
- Manthos, I., & Rouskas, D. (2021). 'Ourania' Walnut. *HortScience horts*, 56 (4), 521-522. Retrieved Sep 9, 2024, from <https://doi.org/10.21273/HORTSCI15610-20>
- Orman, E., Tosun, İ., Akçay, M.E., Erdoğan, V., & Akça, Y. (2017). Bazı yerli ve yabancı ceviz çeşitlerinde soğuklama süresinin ve dona mukavemetin belirlenmesi. *Bahçe*, 46 (Özel Sayı 2), 313-324.
- Pezikoğlu, F., Öztürk, M., Tosun, İ., & Akça, Y. (2012). Seçilmiş bazı illerde kapama ceviz bahçelerinin üretim ve pazarlama yapısı. *Bahçe*, 41 (2), 23-35.
- Pugnaire, F.I., Sarrano, L., & Pardos, J. (1999). *Constraints by water stress on plant growth*. Handbook of Plant and Crop Stress. Marcel Dekker, New York. pp. 271-283.
- Savage, G.P. (2001). Chemical composition of walnuts (*Juglans regia* L.) grown in New Zealand. *Plant Foods for Human Nutrition*, 56, 75-82.
- Soveili, S., & Khadivi, A. (2023). Selecting the superior late-leaving genotypes of Persian walnut (*Juglans regia* L.) using morphological and pomological evaluations. *BMC Plant Biology*, 23 (1), 379. <https://doi.org/10.1186/s12870-023-04386-6>

- Sütyemez, M., Bükücü, Ş.B., & Özcan, A. (2021). 'Helete Günesi', a new walnut cultivar with late leafing, early harvest date, and superior nut traits. *Agriculture*, 11 (10), 991. <https://doi.org/10.3390/agriculture11100991>
- Şen, S.M. (1980). Kuzeydoğu anadolu ve doğu karadeniz bölgesi cevizlerinin seleksiyon yoluyla ıslahı üzerinde araştırmalar, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü (Doçentlik Tezi), Erzurum.
- Şen, S. M., Kazankaya, A., Yarılgıç, T. & Doğan, A. (2006). *Bahçeden mutfağa ceviz*. Maji Yayınları, Ankara.
- Şen, S.M. (2017). Cevizin besin değeri ve sağlıklı beslenmedeki önemi. *Bahçe*, 46 (Özel Sayı 2), 1-9.
- Şen, F., Bilgin, S., Özek, E., & Acarsoy Bilgin, N. (2018). Bazı ceviz çeşitlerinin menemen ekolojisinde morfolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6 (1), 31-39.
- Şen, M.Y., & Erdem, T. (2018). Farklı sulama suyu uygulamalarının badem ağaçlarının su kullanımı ve vegetatif gelişme parametrelerine etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15 (1), 86-94.
- Şimşek, H., Akça, Y., Ünlükara, A., & Çekiç, Ç. (2017). Şebin ceviz çeşidinin stres koşullarına dayanımının belirlenmesi. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 34 (Ek Sayı), 141-150. <https://doi.org/10.13002/jafag4416>
- Şimşek, M., & Gülsoy, E. (2016). Ceviz ve içerdiği yağ asitlerinin insan sağlığı açısından önemi üzerine yapılan bazı çalışmalar. *Journal of the Institute of Science & Technology/Fen Bilimleri Estitüsü Dergisi*, 6 (4).
- Taiz, L., Eduardo, Z., Möller, I.M. & Murphy, A. (2015). *Plant physiology and development*. Oxford Publishing. Oxford. pp. 761.
- Vahdati, K., Arab, M.M., Sarikhani, S., Sadat-Hosseini, M., Leslie, C.A., & Brown, P.J. (2020). *Advances in Persian walnut (Juglans regia L.) breeding strategies (Vol. 4)*. Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-23112-5\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-030-23112-5_11)
- Yıldırım, Y.E., & Kodal, S. (1998). Ankara koşullarında sulamanın mısır verimine etkisi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 22, 65-70.
- Yi, J., Sun, Y., Zhu, Z., Liu, N., & Lu, J. (2016). Near-infrared reflectance spectroscopy for the prediction of chemical composition in walnut kernel. *International Journal of Food Properties*, 20 (7), 1633-1642. <https://doi.org/10.1080/10942912.2016.1217006>
- Yurtseven, E., Semi, G.D., Avcı, S. & Çolak, M.S. (2020). Tarımda su ve tuzluluk yönetimi. *Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi, Ziraat Mühendisleri Odası, Ankara, Türkiye*. ss. 119-140.
- Wang, B., Zhang, J., Pei, D., & Yu, L. (2021). Combined effects of water stress and salinity on growth, physiological, and biochemical traits in two walnut genotypes. *Physiologia plantarum*, 172 (1), 176-187. <https://doi.org/10.1111/ppl.13316>