

TEKİRDAĞ KOŞULLARINDA CABERNET SAUVIGNON ÜZÜM ÇEŞİDİNDE KISMİ KÖK BÖLGESİ KURULUĞU (PRD) VE KISITLI SULAMA STRATEJİLERİNİN (DI) ASMANIN VERİM, KALİTE VE ŞARAP KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Zafer COŞKUN^{1*}, Tezcan ALÇO², Mehmet GÜLCÜ³, Arzu GÜNDÜZ⁴

¹Dr., Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Tekirdağ; ORCID:0000-0003-0328-1824

²Zir. Yük. Müh., Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Tekirdağ; ORCID: 0000-0002-8521-9268

³Dr., Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, Balıkesir; ORCID: 0000-0001-7862-7733

⁴Dr., Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yalova; ORCID: 0000-0002-2396-6938

ÖZ

Araştırma Tekirdağ koşullarında 2012-2016 yılları arasında kısıtlı sulama ve kısmi kök bölgesi kuruluğu stratejilerinin Cabernet Sauvignon üzüm çeşidinin verim, kalite, şarap kalitesi ve su kullanım randımanı üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü arazisinde tesis edilmiş olan Cabernet Sauvignon deneme bağında, 4 farklı sulama konusu uygulanmıştır. S1: Tam sulama konusu (TS), 90 cm'lik toprak profilinde ki eksik nemin tarla kapasitesine getirilen konu; S2: Kısıtlı sulama (KS-50), tam sulama konusuna uygulanan suyun yarısının verildiği konu; S3: (PRD-50) konusu, tam sulama konusuna verilen suyun yarısının dönüşümlü olarak bir lateralden uygulandığı konu; S4: Sulamasız konusudur. Sulamalara üzüm için etkili kök derinliğindeki (0-90 cm) kullanılabilir su tutma kapasitesinin %70'i tüketildiğinde başlanmıştır. Çalışma neticesinde kısıtlı sulama ve kısmi kök kuruluğu sulama stratejilerinde tam sulamaya oranla %50 oranında sulama suyu tasarrufu sağlanırken, verimde uygulanan stratejiler itibari ile %9.72, %6.77 oranında azalma tespit edilmiştir. Kısıtlı sulama ve kısmi kök kuruluğu sulama stratejilerinde tam sulamaya oranla sulama suyu kullanım randımanında istatistiki yönden önemli düzeyde artış tespit edilmiştir. Sulama uygulamalarının şarapta alkol ve toplam antosiyanin miktarında sulamasız konuya oranla istatistiki yönden önemli düzeyde azalışa neden olduğu belirlenmiştir. Ayrıca şarapta Tam sulama konusunun potasyum alımına bağlı olarak sulamasız konuya oranla kül ve kül kaleviliği değerlerinde istatistiki açıdan önemli düzeyde artışa neden olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Damla sulama, kısıtlı sulama stratejileri, şaraplık üzüm, üzüm verim ve kalitesi, şarap kalitesi

DETERMINATION OF THE EFFECTS OF PARTIAL ROOT ZONE DRY (PRD) AND DEFICIT IRRIGATION STRATEGIES (DI) ON GROWTH, YIELD AND QUALITY OF GRAPE AND WINE QUALITY IN CABERNET SAUVIGNON VARIETY IN TEKIRDAG CONDITIONS

ABSTRACT

The study was conducted to determine the effects of deficit irrigation and partial root zone drying strategies on yield, quality, wine quality and water use efficiency of Cabernet Sauvignon grape cultivar between 2012 and 2016 years in Tekirdağ conditions. In the project, 4 different irrigation treatments were applied on cultivar. These issues were 1. Full irrigation (FI); Soil water in the 90 cm soil profile was completed to the field capacity, 2. Deficit irrigation, (DI-50), amount of 50% irrigation water of full irrigation treatment was applied, 3. Partial root zone drying (PRD-50); amount of 50% irrigation water of full irrigation treatment was applied alternately; 4. Non irrigated (C). Irrigations was started when available water holding capacity in effective root depth reached 70% for the cultivar. As a result of the study, 50% irrigation water savings were obtained in deficit irrigation and partial root zone drying irrigation strategies compared to full irrigation treatment, while a decrease of 9.72% and 6.77% was determined in terms of the strategies applied. In the cultivar, a significantly important increase was detected in irrigation water use efficiency (IWUE) with deficit irrigation and partial root zone drying strategies as to Full irrigation treatment. Chemical analyses in wine showed that irrigation treatments caused important decrease in alcohol and anthocyanin values of wine. Besides depending on potassium (K) uptake with irrigation, a significantly increase in ash and ash alkaline values was determined in full irrigation treatment according to no irrigated treatment.

Keywords: Drip irrigation, deficit irrigation strategies, wine grape, yield and quality of grape, wine quality

GİRİŞ

Ülkemizde bağcılık birçok farklı ekolojide yapılmasına karşın gerek su kaynaklarının kısıtlı

olması gerekse halkın ön yargısı nedeniyle bağların yeterince sulanmadığı görülmektedir. Asmanın su ihtiyacı yetiştiği bölgeye, toprak, ilkim ve seçilen üzüm çeşidine göre değişmektedir. Sulamanın genel

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: zafer.coskun@tarimorman.gov.tr

olarak asma gücünü, tane iriliğini ve verimi artırdığı ancak en büyük etkisinin renk ve aroma gibi şıra kompozisyonu üzerine olduğu bildirilmektedir [57, 24, 25]. Özellikle, su kaynaklarının kısıtlı olduğu, plansız ve hızlı gelişen sanayi sektörü nedeniyle de suyun giderek azaldığı Trakya yöresinde, farklı bitki su stresi düzeylerine karşı elde edilecek verim ve kalite, su yönetimi stratejilerinin geliştirilmesinde oldukça büyük bir öneme sahiptir. Yörede mevcut koşullarda sulamalar ölçsüz, programsız ve kontrolsüz yapılmaktadır. Son yıllarda küresel ısınmanın getirdiği sıkıntılar ve yaşanan kuraklıklara önlem olarak, tarımsal amaçlı kullanılan suların daha etkin kullanılabilmesi, damla sulama ile sağlanan su tasarrufunun daha da arttırabilmesi için bağ yetiştiriciliğinde kısıtlı sulama stratejilerinden yararlanılmaktadır. Kısıtlı sulama stratejileri asmanın belirli bir stres altında gelişimini sürdürerek daha az su kullanmasını sağlayan sulama teknikleridir. Bağların sulanmasında kısıtlı sulama (DI) ve kısmi kök bölgesi kuruluğu (PRD) başta olmak üzere farklı kısıtlı sulama stratejisi uygulanmaktadır. PRD, Avustralya gibi kurak ve yarı kurak iklimsel özellikler gösteren bölgelerde özellikle bağ sulaması için geliştirilen ve genellikle verimde önemli bir azalmaya neden olmayan, bununla birlikte geleneksel sulama yöntemlerine göre sulama suyu miktarının azaltılmasına rağmen su kullanım randımanında önemli ölçüde artış gösteren bir sulama tekniğidir. PRD kısıtlı sulama stratejisi, asmanın kök sisteminin yarısı sulanırken diğer yarısının kuru kalmasını sağlamak amacıyla tasarlanmış bir stratejisidir. PRD tekniğinde bitkinin kök bölgesi ikiye ayrılmakta ve köklerin bir bölümüne ardışık olarak değiştirilmek kaydıyla su verilmeyerek stres oluşturulmakta ve bunun sonucunda köklerden vejetatif aksama bazı hormonal sinyaller iletilerek vejetatif gelişmenin yavaşlatılması amaçlanmaktadır. Islatılan kökler bitkide yüksek kök su potansiyelini korurken kuru köklerde su stresi oluşmaya başlar. Kuru köklerde sentezlenen ABA miktarı su stresi altında artar ve ksilem aracılığı ile yapraklara iletilir [18]. Asma bu duruma tepki olarak stoma açıklığını azaltır ve terleme yolu ile su kaybını sınırlandırır. Bu koşullar altında asma suyu daha verimli kullanmakta ve su kullanım randımanını artırmaktadır.

Şaraplık üzüm çeşitleri üzerinde yürütülen sulama çalışmaları neticesinde sulamanın asmanın şıra ve şarap kalitesi üzerine olan etkisinin hem pozitif hem de negatif olarak saptanabildiği ve asmanın sulamaya olan yanıtının hasat zamanı, ürün yükü ve su stresinin derecesine bağlı olarak değiştiği görülmektedir. Yöre koşullarında şaraplık üzüm yetiştiriciliğinin de kısıtlı sulama stratejilerinin uygulanması çalışmamız öncesinde araştırma çalışmalarına konu edilmemiştir.

Kısıtlı sulama stratejilerinin şaraplık üzüm yetiştiriciliğinde uygulanabilmesi için farklı toprak ve iklim koşulları altında ve de farklı üzüm çeşitleri üzerindeki etkilerinin araştırılması gerekmektedir. Çalışma ile Tekirdağ koşullarında Cabernet Sauvignon şaraplık üzüm çeşidinde kısıtlı sulama stratejilerinin asmanın gelişmesine, verim, kalite ve şarap kalitesi üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

•Deneme Yeri ve Bitki Materyali

Araştırma 2012-2016 yılları arasında Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü arazisinde 10 yaşındaki Kober 5 BB anacı üzerine aşılınmış ve 3×1.5 m mesafede tesis edilmiş Cabernet Sauvignon üzüm çeşidi üzerinde yürütülmüştür. Omcalara Guyot + T terbiye şekli verilerek, gövde yüksekliği 100 cm olarak oluşturulmuştur. Cabernet Sauvignon şaraplık üzüm çeşidi Trakya yöresinde yaygın olarak yetiştirilen çok kaliteli şaraplık bir çeşittir. Tane özellikleri bakımından; yoğun mavi gri puslu siyah renkli, yuvarlak şekilli ve iriliği küçüktür. Salkım özellikleri yönünden; uzun konik şekilli, dolgun sıklıkta ve iriliği ortadır [16]. Kober 5BB Amerikan asma anacı ise gelişme yönünden kuvvetli, flokseraya yüksek, nematodlara orta yüksek düzeyde dayanıklı, tuz toleransı bakımından duyarlı, aktif kireç koşullarına %20'ye kadar dayanıklı ve kuraklığa dayanımı düşük bir anaçtır [17].

Araştırma alanı yarı-kurak iklim kuşağı içerisinde yer almaktadır. Yıllık ortalama sıcaklık 14.08°C olup, aylık sıcaklık ortalamaları açısından en soğuk ay 4.9°C ile Ocak, en sıcak ay 23.8°C ile Temmuz ayıdır. Yıllık ortalama yağış miktarı 589.10 mm'dir. Fakat yağışın en fazla olduğu dönem Ekim-Mart ayları arasındadır. Vejetasyon periyodunda ise ortalama yağış miktarı 191.00 mm'dir [43].

•Sulama Sistemi

Araştırmada damla sulama yönteminden yararlanılmıştır. Sulama sisteminde toprak bünye sınıfı, infiltrasyon hızı ve uygulanacak kısıtlı sulama stratejileri dikkate alınarak 1 atm. işletme basıncında, 4 l/h debili damlatıcılar kullanılmıştır. Seçilen damlatıcı debisi ve toprağın infiltrasyon hızına göre damlatıcı aralığı 0.50 m olarak hesaplanmıştır [45]. Kaynaktan suyun alınarak sisteme verilmesi bir hidrofor aracılığı ile sağlanmıştır. Dış çapı 63 mm olan sert PE borularla alana getirilen sulama suyu, hidrosiklon, kum-çakıl filtre, elek filtre ve basınç regülatöründen oluşan kontrol biriminde süzülerek

basıncı düzenlendikten sonra, yüzeye serili 25 mm dış çaplı yumuşak PE borularla parsellere iletilmiştir. Suyun parsel içindeki dağıtımını 16 mm dış çaplı 4 atm. işletme basınçlı, in-line tip basınç düzenleyici damlatıcılara sahip borularla yapılmıştır.

Metot

•Deneme Deseni

Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak yapılmıştır. Bloklar 4'er parsel olarak ayrılarak her bir parsel bir konuyu oluşturmuştur. Her parselde yer alan 24 omcadan 18 adedi kenar etkisi olarak değerlendirilerek, 6 omca hasat parseli niteliğinde ele alınmıştır. Sulama sırasında sızma yoluyla oluşabilecek yan etkiyi önlemek amacıyla bloklar arasında 3 m boşluk bırakılarak, parseller arasında da 3 m genişliğe sahip sıralar arası mesafeden yararlanılmıştır. Elde edilen sonuçlar Jump 7.01 istatistik programında varyans (F testi) analizi ile değerlendirilmiştir. Sulamasız (kontrol) konular deneme deseninde sulama uygulamalarından etkilenmemesi amacıyla denemenin üst tarafında konumlandırılmışlardır. Bu nedenle sulamasız konulardan elde edilen veriler T testi ile sulama konularından elde edilen verilerle karşılaştırılmıştır.

•Deneme Konuları

Denemede dört ayrı sulama konusu yer almıştır. Göz önüne alınan deneme konuları; S1: Tam sulama konusu (TS), 90 cm'lik toprak profilindeki eksik nemin tarla kapasitesine getirildiği konu; S2: kısıtlı sulama (KS-50), tam sulama konusuna uygulanan suyun yarısının verildiği konu; S3: (PRD-50) konusu, tam sulama konusuna verilen suyun yarısının dönüşümlü olarak bir lateralden uygulandığı konu; S4: Sulamasız (kontrol) konusudur. Sulamalara şaraplık üzüm çeşidi için etkili kök derinliğindeki (0-90 cm) kullanılabilir su tutma kapasitesinin yaklaşık %70'si tüketildiğinde, başlanmıştır [33]. Denemenin yürütüldüğü yıllarda vejetasyon süresince dikkate alınan 120 cm'lik profilde toprak nem değerlerinin değişimi gravimetrik yöntem ile izlenmiştir. Bu amaçla sulama öncelerinde her 30 cm'lik katmandan toprak burgusu ile bozulmuş toprak örnekleri alınmış ve mevcut nem değerleri saptanmıştır. Toprak nem değerlerinin 0-90 cm toprak derinliğindeki miktarı uygulanacak sulama suyunun belirlenmesinde, 0-120 cm toprak derinliğindeki nem miktarı ise bitki su tüketiminin belirlenmesinde kullanılmıştır. Araştırmada, her bir deneme konusuna ilişkin gerçek bitki su tüketiminin (ET) hesaplanmasında Su Bütçesi Yaklaşımı [37] kullanılmıştır. Sulama suyu ve su kullanma randımanlarını belirlemek amacıyla Howell vd. [35]'nin yöntemi kullanılmıştır.

•Verim ve Kalite Analizleri

Kısıtlı sulama stratejilerinin verim ve kalite değerleri üzerine olan etkilerini belirlemek için araştırma kapsamında Cabernet Sauvignon şaraplık üzüm çeşidinde bir omcadan elde edilen ortalama verim ağırlığı saptanmış, sıra randımanı, şiranın Brix ve asitlik oranları belirlenmiştir. Şıra randımanı pres ile, şırada titre edilebilir asitlik titrasyon ile ve brix refraktometre ile ölçülmüştür.

•Şarap Yapımı, Şarapta Kimyasal ve Duyusal Analiz

Kısıtlı sulama uygulamalarının şarap kalitesi üzerine etkilerini belirlemek için farklı uygulamalara ait Cabernet Sauvignon üzüm çeşidinden şarap yapılmıştır. Öncelikle hasat edilen üzüm örnekleri laboratuvarında salkımlarından ayrılarak mayşe haline getirilmiş; mayşe, 40 mg/l %5'lik SO₂ ile kükürtlenmiş, %2 oranında maya ile aşılansız ve mayşe fermantasyonuna (maserasyona) tabi tutulmuşlardır. Deneme konularına ait mayşeler, 6 gün sonra preslenerek cibresinden ayrılmıştır. Şıra damacanalara %8-10 boşluk kalacak şekilde doldurulmuş, %2 oranında maya ile aşılansız, fermantasyon başlıkları takılarak, fermantasyonun gidişi izlenmiş, 3 hafta sonra genç şarap, sifon ile havalı bir şekilde diğer bir kaba alınarak tortusundan ayrılmış, şarapların 3-4 ay sonra ikinci aktarmaları yapılarak, olgunlaşmasını tamamlayan şaraplar şişelenip, yatık bir şekilde tutularak analiz için muhafazaya alınmıştır [63]. Olgunlaşmasını tamamlayan şaraplarda %hacim alkol [2], toplam asit, pH, uçur asit, toplam antosiyanin, toplam fenolik madde, toplam SO₂ ile indirgen şeker kimyasal analizleri yapılmıştır [27].

Kısıtlı sulama stratejilerinin etkileri ayrıca şarapta duyusal analiz yapılarak değerlendirilmiştir. Şarapların degüstasyonu Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü personeli ve özel üreticilerden oluşan 9 kişilik panelist tarafından Enstitü laboratuvarında yapılmıştır. Şarap kalitesinin değerlendirilmesinde renk (0-2), berraklık (0-2), buke (0-4), tat ve genel değerlendirme (0-12) olmak üzere toplam (0-20) puan üzerinden puanlama yapılmıştır [58]. Bütün bu analiz ve değerlendirmeler her sulama konusu için ayrı ayrı yapılarak, sonuçlarda şarap referans standartlarıyla [5, 2, 62, 3] karşılaştırılarak o sulama programına ait kalite değerleri belirlenmiştir.

•Fenolik Bileşik Analizleri

Kısıtlı sulama uygulamalarının üzüm ve şaraptaki fenolik bileşikler üzerine olan etkilerini belirlemek için, Waterhouse [59]'a göre toplam fenolik madde tayini (mg.kg⁻¹), Giusti ve Wrolstad, [30]'a göre toplam antosiyanin miktarı (mg.kg⁻¹) ve AOAC

[1]'ye göre toplam tanen miktarı (g.kg^{-1}) analizleri yapılmıştır. Üzümde yapılan fenolik bileşik analizlerinde fenolik madde ekstraksiyonu hazırlanarak analizler yapılırken şarap analizlerinde ise direkt olarak yöntemler uygulanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

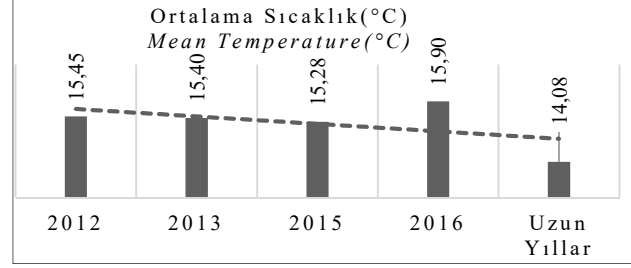
İklim Verileri

Çalışma süresince deneme alanına ait iklim verileri takip edilmiş ve 2012, 2013, 2015 ve 2016 yıllarına ait elde edilen ortalama sıcaklık, yağış ve vejetasyon periyodu içerisindeki yağış değerleri Şekil 1, 2 ve 3'te verilmiştir. 2014 yılı vejetasyon periyodu içerisinde meydana gelen aşırı yağış alımı nedeniyle yeterli sulama uygulaması yapılamamıştır ve oluşan mantari hastalıklar nedeniyle güvenilir veri elde edilememiştir. Bu nedenlerden dolayı 2014 yılına ait veriler değerlendirme dışı tutulmuş ve yayında yer verilmemiştir. Araştırmada ortalama sıcaklık değerleri yıllar itibari ile $15.28\text{-}15.90^\circ\text{C}$ arasında değişim gösterirken, çalışma dönemi içerisinde yıllık ortalama sıcaklık değerinin uzun yıllar ortalama değerine göre yıllar itibari ile $1.20\text{-}1.37^\circ\text{C}$ arasında artış gösterdiği belirlenmiştir. Yağış değerleri bakımından ise yıllar itibari ile $394.30\text{-}631.10$ mm arasında yağış gerçekleşmiş olup, 2012 yılı dışındaki yıllarda gerçekleşen yağış miktarları uzun yıllar ortalaması altında kaldığı belirlenmiştir. Yağışın vejetasyon periyodu içerisindeki dağılımı incelendiğinde ise yıllar itibari ile 111.80 ile 316.10 mm arasında değişim gösterdiği, 2013 ve 2016 yıllarında vejetasyon periyodunda gerçekleşen yağış miktarının uzun yıllar ortalama değeri altında gerçekleştiği belirlenmiştir. Elde edilen veriler ışığında sıcaklıkların küresel iklim değişikliği modelleri doğrultusunda artış eğiliminde olduğu, yağışların ise dalgalı bir seyir izlediği görülmektedir. Çalışmada Cabernet Sauvignon şaraplık üzüm çeşidinin olgunlaşması için gerekli etkili sıcaklık toplamı (EST/gün-derece) çalışma dönemi içerisinde ortalama 1945.48 gün- derece olarak hesaplanmıştır.

Sulama Miktarı (mm), Sayısı ve Bitki Su Tüketimi (mm), Su ve Sulama Suyu Kullanım Randımanı (WUE kg/m^3 , IWUE kg/m^3)

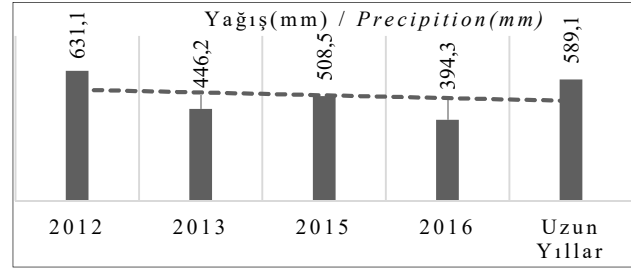
Çalışma dönemi içerisinde verilen sulama suyu miktarı, yapılan sulama sayıları ve bitki su tüketim miktarları Cabernet Sauvignon üzüm çeşidi için Çizelge 1, 2, 3'de verilmiştir. Çalışma döneminde yıllar içerisinde en az 2 en fazla 5 sulama yapılırken, uygulamalar itibari ile en fazla sulama suyu miktarı tam sulama uygulamasında ortalama 185.74 mm en fazla uygulanırken kısıtlı sulama stratejilerinde ortalama 92.87 mm olarak uygulanmıştır. Bitki su

tüketimi değerleri ise uygulamalar itibari ile Cabernet Sauvignon çeşidinde $297.28\text{-}468.41$ mm arasında belirlenmiştir. Bitki su tüketim değerleri literatürle uyumlu bulunmuştur. Sağlam vd. [49] Tekirdağ koşullarında Razaki ve Semillion üzüm çeşitlerinde toplam su tüketimini konulara göre 233.5 mm (susuz) ile 494.3 mm ve 248.9 mm (susuz) ile 517 mm arasında belirlemişlerdir. Çeşitli araştırmacılar bağların mevsimlik su tüketiminin $500\text{-}1200$ mm arasında değiştiğini bildirmişlerdir [20, 13, 31].



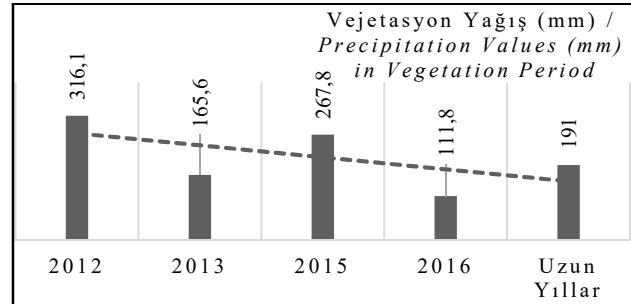
Şekil 1. Ortalama sıcaklık değerleri ($^\circ\text{C}$)

Figure 1. Mean temperature values ($^\circ\text{C}$)



Şekil 2. Yağış değerleri (mm)

Figure 2. Precipitation values (mm)



Şekil 3. Vejetasyon dönemi yağış miktarı (mm)

Figure 3. Precipitation values (mm) in vegetation period

Elde edilen bitki su tüketim ve verim değerlerinden faydalanılarak su ve sulama suyu kullanım randımanı değerleri hesaplanmış, Cabernet Sauvignon üzüm çeşidi için Çizelge 4'de verilmiştir. Cabernet Sauvignon üzüm çeşitlerinde en yüksek su kullanım randımanı (WUE) sulamasız (3.49 kg/m^3) konuda elde edilirken en düşük su kullanım randımanı Tam sulama (2.70 kg/m^3) konusunda elde edilmiştir. Bu konuda elde edilen veriler literatürle

uyumlu bulunmuştur. Gündüz vd. [34], Menemen ovası koşullarında damla sulama sistemi ile sulanan bağ için önerilen konu için su kullanım randımanlarını yıllara göre sırasıyla 4.28-8.71 ve 14.5 kg/m³ olarak bildirmişler ve su kullanım randımanının (WUE) verim ve su tüketim miktarlarına bağlı olarak değiştiğini yaptıkları çalışmada belirtmişlerdir. Sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) bakımından kısıtlı sulama stratejileri uygulanan sulama suyu miktarında sağlanan %50 tasarruf nedeniyle ön plana çıkmıştır. Cabernet Sauvignon üzüm çeşidinde kısıtlı sulama stratejileri (S2, S3) tam sulamaya göre sırasıyla %80.49 ve %86.36 oranında daha yüksek sulama suyu kullanım randımanına sahip olmuşlardır. Bu konuda elde edilen veriler literatürle uyumlu bulunmuştur. Chaves vd. [12], Moscatel ve Castelão üzüm çeşitleri üzerinde yürüttükleri çalışmada Kısıtlı sulama (DI) ve kısmi kök kuruluğu (PRD) stratejilerinde tam suma (FI) uygulamasına göre yaklaşık iki kat daha yüksek sulama suyu kullanım randımanı elde ettiklerini bildirmişlerdir. Gündüz vd. [34], Menemen ovası koşullarında damla sulama sistemi ile sulanan bağ için sulama suyu kullanım randımanlarının (IWUE) fazla su verilen konudan az su verilen konulara gidildikçe arttığını belirtmişlerdir. Kısıtlı sulama stratejileri (S2, S3) ile sulama suyu kullanım randımanında artış elde edildiği ve kullanılan sulama suyu miktarında tasarruf sağlandığı farklı lokasyonlarda ve farklı çeşitler üzerinde yürütülen çalışmalarda belirtilmiştir [21, 55, 41, 46, 42].

Çizelge 1. Cabernet Sauvignon üzüm çeşidi sulama suyu (mm) miktarı

Table 1. Irrigation water (mm) amount of Cabernet Sauvignon grape cultivar

Sulama suyu miktarı Irrigation water amount (mm)	2012	2013	2015	2016	Ortalama Mean
S1 / FI	262.51	252.00	109.83	118.6	185.74
S2 / DI	131.26	126.00	54.92	59.30	92.87
S3 / PRD	131.26	126.00	54.92	59.30	92.87

Çizelge 2. Cabernet Sauvignon üzüm çeşidi sulama sayısı

Table 2. Number of irrigations for Cabernet Sauvignon grape cultivar

Sulama sayısı Number of irrigations	2012	2013	2015	2016	Ortalama Mean
S1 / FI	5.00	5.00	2.00	2.00	3.50
S2 / DI	5.00	5.00	2.00	2.00	3.50
S3 / PRD	5.00	5.00	2.00	2.00	3.50

Verim ve Kalite Analiz Sonuçları

Cabernet Sauvignon üzüm çeşidine ait verim değerleri incelendiğinde Tam sulama uygulaması ile sulamasız konuya göre %22.29 artış sağlanmış fakat bu farklılık çalışmanın ilk 2 yılında istatistiki açıdan

önemli bulunurken sulama sayısındaki azalışa bağlı olarak son iki yılda önemli bulunmamıştır. Cabernet Sauvignon üzüm çeşidinde kısıtlı sulama stratejileri (S2, S3) ile verimde sulamasız konuya göre sırasıyla %10.40 ve %14.01 oranında artış elde edilmiş fakat istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Cabernet Sauvignon üzüm çeşidinde kısıtlı sulama stratejileri (S2, S3) ile sulama suyundan %50 tasarruf sağlanırken verimde Tam sulamaya göre sırasıyla %9.72 ve %6.77 oranında azalış elde edilmiştir. Tam sulama uygulaması ile verimde elde edilen artış literatürle uyumlu bulunmuştur. Sulamanın verim üzerine olumlu etkisi daha önce yapılan araştırmalarda da tespit edilmiştir [56, 4, 61, 33, 14].

Çizelge 3. Cabernet Sauvignon üzüm çeşidi bitki su tüketim (mm) miktarları

Table 3. Plant water consumption amount of Cabernet Sauvignon cultivar

Bitki su tüketimi Plant water consumption (mm)	2012	2013	2015	2016	Ortalama Mean
S1 / FI	548.62	515.70	452.70	356.63	468.41
S2 / DI	445.76	424.52	392.21	319.38	395.47
S3 / PRD	401.47	437.86	445.72	343.53	407.15
S4 / Control	316.64	285.67	331.05	255.76	297.28

Çizelge 4. Cabernet Sauvignon üzüm çeşidi su ve sulama suyu kullanım randımanı

Table 4. Water use efficiency and irrigation water use efficiency of Cabernet Sauvignon

Uygulamalar Treatments	Bitki su tüketimi (mm) Plant water consumption (mm)	Sulama suyu miktarı (mm) Irrigation water amount (mm)	Meyve verimi (kgda ⁻¹) Yield (kgda ⁻¹)	Su kullanım randımanı (WUE) kg.m ⁻³ Water use efficiency (WUE kg.m ⁻³)	Sulama suyu kullanım randımanı IWUE (kg.m ⁻³) Irrigation water use efficiency (kg.m ⁻³)
S1 / FI	468.41	185.74	1266.65	2.70	6.82
S2 / DI	395.47	92.87	1142.90	2.89	12.31
S3 / PRD	407.15	92.87	1181.40	2.90	12.72
S4 / Control	297.28		1036.20	3.49	

Kısıtlı sulama uygulamalarının verim üzerine olan etkisi hakkında literatürde lehte ve aleyhte yayınlar mevcuttur. Bozkurt Çolak vd. [4], Çukurova koşullarında Royal üzüm çeşidinde kısıtlı sulama ve kısmi kök kuruluğu uygulamalarında tam sulamaya göre verimde azalma tespit etmişlerdir. Chavez vd. [12], Portekiz'de Moscatel ve Castelão üzüm çeşitleri üzerinde yürüttükleri çalışma neticesinde kısıtlı sulama (DI, %50) ve kısmi kök kuruluğu (PRD, %50) sulamalarının tam sulamaya oranla (FI) ürün miktarında herhangi bir olumsuz etki yaratmadığını, PRD uygulaması ile kalitede artış sağlandığını bildirmişlerdir. Dry vd. [22], Du Toit vd. [23], Bindon vd. [8], PRD sulama stratejisi ile Tam sulamaya göre

verimde önemli düzeyde azalma yaşanmadığını bildirmişlerdir. Cabernet Sauvignon üzüm çeşidinde S.Ç.K.M değerlerinde tam sulama konusunun ilk iki yılda olumsuz yönde etki yaptığı, toplam asit değeri üzerinde ise ilk yıl istatistiksel olarak olumsuz yönde etkisi belirlenmiştir. Kısıtlı sulama stratejilerinin S.Ç.K.M. ve asitlik değerleri üzerindeki etkisi 2013 yılı kısmi kök kuruluğu stratejisinin olumsuz etkisi dışında diğer yıllarda istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır. Chavez vd. [14], Portekiz’de Moscatel ve Castelão üzüm çeşitleri üzerinde yürüttükleri çalışma neticesinde kısıtlı sulama (DI, %50) ve kısmi kök kuruluğu (PRD, %50), tam sulama (FI), uygulamaları arasında S.Ç.K.M değerleri bakımından farklılık olmadığını tespit etmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar asitlik değerinde ise tam sulama konusunun sulamasız konuya oranla artışa neden olduğunu tespit etmişlerdir. Sheltie [53], Santos vd. [52] yayınlarında, titre edilebilir asitlikte kısıtlı sulama ile tam sulamaya oranla azalış tespit etmişlerdir. Gaudillere vd. [28], orta düzeyde su stresinin şeker birikimi üzerine etkilerinin çeşide bağlı olarak değiştiğini belirtmişlerdir. Örneğin orta düzeyde su stresi altında Merlot çeşidinde şeker içeriğinde değişim gözlenmezken, Cabernet Sauvignon çeşidinde önemli derecede artış gözlenmiştir. Benzer şekilde Deluc vd. [19], orta düzeyde su stresi altında Cabernet Sauvignon üzüm çeşidinde tane şeker içeriğinde artış gözlemlerken Chardonnay çeşidinde bir farklılık bulamamışlardır. Keller [38], Keller vd. [39] yayınlarında orta düzeyde su stresinin ben düşme öncesinde yaşanması durumunda tane şeker birikimi üzerine etki yaptığını belirtmişlerdir. Sheltie [53] ve Santos vd. [52] yayınlarında titre edilebilir asitlikte kısıtlı sulama ile tam sulamaya oranla azalış tespit etmişlerdir.

Şarap Kimyasal Analiz Sonuçları

Çalışmada şaraplık üzüm çeşidi olan Cabernet Sauvignon’dan sulama uygulamalarının şarap kalitesi üzerine etkilerini belirlemek için şarap yapılmış ve yapılan şaraplar kimyasal analize tabi tutulmuştur. Kimyasal analiz sonuçlarının istatistiksel değerlendirmesinde yıllar tekrerrür olarak alınarak sonuçlar uygulama ana yıl etkisine göre değerlendirilmiştir. Şarap kimyasal analiz sonuçları sınır değerleri ile karşılaştırılarak yorumlanmıştır. Araştırmada her üç yılın şaraplarının alkol miktarları sınır değerleri içinde bulunmuştur. Ancak su verilmeyen uygulamanın üzümlerinden yapılan her üç yılın şaraplarında alkol miktarları diğerlerine göre nispeten daha fazla olmasına rağmen yine normal sınırlar içinde bulunmuştur. Sulama uygulamalarının susuz konuya oranla alkol miktarında düşüşe neden oldukları belirlenmiştir. İndirgen şekeri 4 g/L’den az

olan şarapların sek sayılabileceği kabul edilmektedir [62]. Buna göre; tüm uygulamalardan yapılan şaraplar sek şarap sınıfında bulunmuş, yani şekerin tamamı fermantasyonda harcanmış olduğundan sek (kuru) şarap sınıfında değerlendirilmiştir.

Çizelge 5. Verim değerleri (kg omca⁻¹)

Table 5. Yield values (kg vine⁻¹)

Cabernet Sauvignon						T Testi / T Test				
	2012	2013	2015	2016	Ortalama	Verim (kg. omca ⁻¹) Yield (kg. vine ⁻¹)	2012	2013	2015	2016
S1 / FI	5.53	7.38	5.29	4.83	5.7575	S1	Artış	Artış		
S2 / DI	4.73	6.23	5.06	4.76	5.195	S2				
S3 / PRD	5.15	7.17	4.79	4.37	5.37	S3				
S4 / Control	4.30	5.46	4.90	4.18	4.71					
LSD(%5)	Ö.D. N.S	Ö.D. NS	Ö.D. N.S	Ö.D. N.S						

^aAynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD). Ö.D.: Önemli değil

^aMean separation within columns by LSD multiple test at, 0.05 level. N.S.: Non-significant

Çizelge 6. S.Ç.K.M. değerleri (%)

Table 6. Soluble solids values (%)

Cabernet Sauvignon						T Testi / T Test				
SÇKM (%) Soluble solids	2012	2013	2015	2016	Ortalama Mean	SÇKM (%) Soluble solids	2012	2013	2015	2016
S1 / FI	18.90	22.13	20.60	23.47	21.28	S1	Azalış	Azalış		
S2 / DI	20.00	22.93	21.67	24.20	22.20	S2				
S3 / PRD	19.70	22.60	21.20	24.10	21.90	S3		Azalış		
S4 / Control	21.10	23.70	21.80	24.37	22.74					
LSD%5	Ö.D. N.S	Ö.D. NS	Ö.D. N.S	Ö.D. N.S						

^aAynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD). Ö.D.: Önemli değil

^aMean separation within columns by LSD multiple test at, 0.05 level. N.S.: Non-significant

Çizelge 7. Toplam asitlik değerleri (g.l⁻¹)

Table 7. Total acidity values (g.l⁻¹)

Cabernet Sauvignon						T Testi / T Test				
Toplam asitlik (g.l ⁻¹) Total acid	2012	2013	2015	2016	Ort.	Toplam asitlik (g.l ⁻¹) Total acid	2012	2013	2015	2016
S1 / FI	7.67	9.00	8.20	6.36	7.81	S1	Artış			
S2 / DI	7.50	8.40	7.95	6.55	7.60	S2				
S3 / PRD	7.27	8.50	8.10	6.23	7.52	S3				
S4 / Control	6.60	8.45	7.65	5.80	7.13					
LSD%5	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.						

^aAynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD). Ö.D.: Önemli değil

^aMean separation within columns by LSD multiple test at, 0.05 level. N.S.: Non-significant

Şarap külünde katyonların büyük kısmını potasyum, sodyum, kalsiyum, magnezyum gibi elementler, anyon olarak ise fosfat, sülfat, karbonat, klorür silikat gibi iyonlar bulunur. Şarabın mineral

maddelerini veren kül miktarı 1.3-4 g/L gibi geniş sınırlar arasında değişebilir. Bu anlamda kül miktarı üzümlerin olgunluk derecesine bağlı olarak değişebildiği gibi yağış miktarının az olduğu senelerin şarapları, yağışın fazla olduğu senelerin şaraplarından elde edilen külden daha az olur ve elde edilen kül miktarı da değişir [2]. Çalışmada 2012 yılında tam sulama uygulamasında sulama sayısındaki artışa paralel olarak kül değeri sınır değer olan 4 g/L'in üzerinde bulunmuştur. Kül kalevililiği Türkiye'de üretilen şaraplarda 8-40 ml N/L arasında değişir [62]. Kalevililiğin çok düşük olduğu hallerde sülfat, çok yüksek olduğu halde potasyum, kalsiyum ve sodyum gibi analizleri yapmak suretiyle durum hakkında fikir edinilebilir. Tam sulama uygulaması Kül ve kül kalevililiği değerlerinde diğer konulara oranla istatistiki açıdan önemli düzeyde artışa neden olmuştur. Şarapların pH değeri ise ortalama 2.6 ile 3.8 arasında değişmektedir [62]. Bu anlamda 2012 yılı şaraplarında pH miktarı normal değerler içerisinde tespit edilmiş, 2013 ve 2015 yıllarında ise 3.8'in üstünde olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni olarak yapılan kaba filtrasyon neticesinde şarapta askıda kalan partiküllerin pH değerini yükselttiği düşünülmektedir. Türkiye'de üretilen şarapların toplam asit miktarı (tartarik asit cinsinden) 3.5 g/l ile 8.4 g/l aralığında değişir. Her üç yılda da toplam asit miktarları normal değerler içinde bulunmuştur. Uçar asit miktarı, Türkiye şaraplarında ortalama 0.2 ile 0.8 g/L arasında değişir [62]. Her üç yılda yapılan şarapların uçur asitleri asetik asit cinsinden değerleri normal sınırların içerisinde bulunmuştur. Şaraplardaki SO₂ miktarları deneme yılları için normal kabul edilmiş, şarapların hiç birinde özellikle oksidasyon görülmemiştir. Tanen, beyaz şaraplarda 0.2 g/L ile 0.9 g/L, hafif kırmızı şaraplarda 1 g/L ile 1.5 g/L, koyu ve ağır kırmızı şaraplarda 2 g/L ile 2.5 g/L miktarları arasında bulunur [2]. Üç yılın deneme şaraplarında bulunan tanen miktarları normal değerler içinde olmakla beraber susuz uygulamada miktarlar nispeten daha yüksektir. Elde edilen kimyasal analiz sonuçları yapılan analizler itibarı ile Çizelge 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 ve 15'de verilmiştir.

Çizelge 8. Kül miktarı (g.l⁻¹)Table 8. Ash amount (g.l⁻¹)

Kül (g.l ⁻¹) Ash (g.l ⁻¹)	2012	2013	2015	Uygulama ana yıl etki ortalaması Mean of application year effect
S1 / FI	4.53	3.84	3.53	3.97 a
S2 / DI	3.13	2.85	3.24	3.07 b
S3 / PRD	3.00	3.48	2.84	3.11 b
S4 / Control	2.86	2.69	2.70	2.75 b
LSD(%5)				0.66

^aAynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD). Ö.D.: Önemli değil

^bMean separation within columns by LSD multiple test at, 0.05 level. N.S.: Non-significant

Çizelge 9. Kül kalevililiği

Table 9. Ash kalevililik

Kül kalevililiği Ash kalevililik	2012	2013	2015	Uygulama ana yıl etki ortalaması Mean of application year effect
S1 / FI	40.00	38.80	38.00	38.93 a
S2 / DI	38.40	32.00	37.60	36.00 b
S3 / PRD	36.00	34.80	32.80	34.53 b
S4 / Control	34.00	30.00	34.40	32.80 b
LSD(%5)				3.89

^aAynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD). Ö.D.: Önemli değil.

^bMean separation within columns by LSD multiple test at, 0.05 level. N.S.: Non-significant.

Çizelge 10. pH değerleri

Table 10. pH values

pH	2012	2013	2015	Uygulama ana yıl etki ortalaması Mean of application year effect
S1 / FI	3.75	4.05	4.02	3.94
S2 / DI	3.73	3.87	4.09	3.90
S3 / PRD	3.63	4.06	4.00	3.90
S4 / Control	3.64	3.83	4.09	3.85
LSD(%5)				Ö.D.

^aAynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD). Ö.D.: Önemli değil

^bMean separation within columns by LSD multiple test at, 0.05 level. N.S.: Non-significant.

Çizelge 11. Alkol miktarı (%H)

Table 11. Alcohol content (%V)

Alkol (%H) Alcohol (%V)	2012	2013	2015	Uygulama ana yıl etki ortalaması Mean of application year effect
S1 / FI	11.50	11.70	11.70	11.63 b
S2 / DI	12.10	11.80	12.00	11.97 b
S3 / PRD	11.90	12.40	11.60	11.97 b
S4 / Control	12.80	13.10	12.20	12.70 a
LSD(%5)				0.59

^aAynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD). Ö.D.: Önemli değil.

^bMean separation within columns by LSD multiple test at, 0.05 level. N.S.: Non-significant.

Çizelge 12. Genel SO₂ miktarları (mg.l⁻¹)Table 12. General SO₂ amounts (mg.l⁻¹)

Genel SO ₂ (mg.l ⁻¹) General SO ₂ amounts	2012	2013	2015	Uygulama ana yıl etki ortalaması Mean of application year effect
S1 / FI	52.00	45.00	35.00	44.00
S2 / DI	52.00	50.00	32.00	44.67
S3 / PRD	55.00	53.00	31.00	46.33
S4 / Control	50.00	51.00	32.00	44.33
LSD(%5)				Ö.D.

^aAynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD). Ö.D.: Önemli değil

^bMean separation within columns by LSD multiple test at, 0.05 level. N.S.: Non-significant.

Şarap Duyusal Analiz Sonuçları

Olgunlaşmasını tamamlayan ve şişelenerek yatık bir şekilde saklanmış şarapların degüstasyonu; uzman 9 kişilik panelist tarafından yapılmıştır. Cabernet Sauvignon üzüm çeşidinden yapılan şarapların uygulamalar itibarı ile duyusal analiz sonuçları

Çizelge 16'da verilmiştir. Degüstasyonda şarapların renk, berraklık, buke ve tat gibi özellikleri 0-20 puan arasında rakamsal olarak değerlendirilmiştir. Denemede yer alan şaraplar; en az 12.00 ile en fazla 14.71 sınırları içerisinde değişen puanları almıştır. Degüstasyonda 12.00 puan alan Tam Sulama yapılmış uygulamadan hasat edilen üzümlerden yapılan şarapların duyuşal değerlendirilmesi neticesinde şarap kalitesi rakamsal olarak vasat sınıfı içerisinde bulunmuştur. Yine degüstasyonda 14.71 puan alan su verilmeyen uygulamada ise şarap kalitesi degüstasyona katılan panelistler tarafından iyi-orta kalitede bulunmuştur. Duyusal analiz sonucunda sulamasız konuya en yakın kalitede şarap kısmi kök bölgesi kuruluğu sulama stratejisinde (S3) elde edilmiştir. Gündüz [33], Tekirdağ koşullarında Semillon şaraplık üzüm çeşidi üzerinde yürüttüğü çalışma neticesinde, sulama konuları itibari ile elde edilen şaraplar sek şarap sınıfında yer almıştır. Araştırmacı etkili kök derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin %70'nin tüketilmesi durumunda eksik nemin tarla kapasitesine tamamlandığı konu ile sulamasız konudan elde edilen şarap kalitesi en yakın kalitede şarap elde edilebileceğini bildirmiştir. Çelik vd. [16], Ankara'da Kalecik Karası üzüm çeşidi üzerinde yürüttükleri çalışmada, ben düşme dönemine kadar A sınıfı kaptan meydana gelen buharlaşma miktarının 0.75 katı oranında sulamanın damla yöntemiyle uygulanması neticesinde sulanmayan konudan elde edilen şarabın kalitesine yakın kalitede şarap elde edildiğini bildirmişlerdir. Şaraplık üzüm bağlarından kaliteli ürün elde edebilmek için, kök bölgesindeki kullanılabilir nemin iyi izlenerek, su ihtiyacının tam karşılanması ve hasattan belirli bir süre önce istenilen düzeyde nem açığı yaratacak biçimde sulamaya son verilmesi önerilmektedir [20, 6]. Şarabın duyuşal özellikleri bağın sulama zamanı ve su miktarı ile ayarlanabilmektedir. Düzenli olarak sulanan bir bağdan elde edilen üzümden yapılan şarap, sadece ben düşmeden önce veya sonra sulanandan farklı olmakta; erken sezondaki su noksanlığı geç sezondaki su noksanlığından tat, koku ve aroma bakımından değişik bir yapı göstermektedir [44]. Kaliteli şarap üretimine uygun şaraplık üzüm çeşitlerine verilecek su miktarının, bağın bulunduğu yerin toprak ve iklim özelliklerine, bağın yaşına, dikim sıklığına, terbiye ve budama ile ilişkili olarak omcaların taç büyüklüğüne göre değiştiği [29, 60], fazla sulamanın gelişme ve verim artışına neden olduğu, ancak şıra ve şarap kalitesini olumsuz yönde etkilediği [6, 10, 50], buna karşın aşırıya kaçmayan su stresi uygulamasının verimi azalttığı, ancak şarap kalitesini arttırdığı [26] kanıtlanmıştır.

Çizelge 13. Toplam asit değerleri (g.l⁻¹)Table 13. Total acid values (g.l⁻¹)

Toplam asit (g.l ⁻¹) <i>Total acid</i>	2012	2013	2015	Uygulama ana yıl etki ortalaması <i>Mean of application year effect</i>
S1 / FI	6.00	5.10	5.40	5.50
S2 / DI	6.15	5.25	5.40	5.60
S3 / PRD	6.45	4.95	5.70	5.70
S4 / Control	6.75	5.63	5.30	5.89
LSD(%5)				Ö.D.

^aAynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD). Ö.D.: Önemli değil.

^aMean separation within columns by LSD multiple test at, 0.05 level. N.S.: Non-significant.

Çizelge 14. Uçar asit değerleri (g.l⁻¹)Table 14. Volatile acid (g.l⁻¹)

Uçar asit (g/l) <i>Volatile acid</i>	2012	2013	2015	Uygulama ana yıl etki ortalaması <i>Mean of application year effect</i>
S1 / FI	0.29	0.38	0.55	0.41
S2 / DI	0.34	0.43	0.59	0.45
S3 / PRD	0.24	0.52	0.43	0.40
S4 / Control	0.30	0.34	0.47	0.37
LSD(%5)				Ö.D.

^aAynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD). Ö.D.: Önemli değil.

^aMean separation within columns by LSD multiple test at, 0.05 level. N.S.: Non-significant.

Çizelge 15. Şeker içeriği (g.l⁻¹)Table 15. Sugar content (g.l⁻¹)

Şeker (g.l ⁻¹) <i>Sugar</i>	2012	2013	2015	Uygulama ana yıl etki ortalaması <i>Mean of application year effect</i>
S1 / FI	2.07	1.35	2.07	1.83
S2 / DI	2.15	1.55	2.07	1.92
S3 / PRD	1.67	1.67	1.99	1.78
S4 / Control	1.99	1.81	1.95	1.92
LSD(%5)				Ö.D.

^aAynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır (LSD). Ö.D.: Önemli değil.

^aMean separation within columns by LSD multiple test at, 0.05 level. N.S.: Non-significant.

Çizelge 16. Cabernet Sauvignon şarap duyuşal analiz sonuçları

Table 16. Cabernet Sauvignon wine sensory analysis results

	Renk (0-2) <i>Colour</i>	Berraklık (0-2) <i>Clearness</i>	Buke (0-4) <i>Bouquet</i>	Tat ve genel değerlendirme (0-12) <i>Taste and overall review</i>	Toplam (0-20) <i>Total</i>
S1 / FI	1.55	1.50	2.11	6.83	12.00
S2 / DI	1.61	1.44	2.33	7.33	12.72
S3 / PRD	1.72	1.55	2.50	7.77	13.54
S4 / Control	1.72	1.66	2.83	8.50	14.71

Toplam Fenolik Bileşikler Analiz Sonuçları

Cabernet Sauvignon üzüm çeşidine ait tanelerde yapılan genel fenolik bileşik analizlerinde uygulamalar arasında farklılık bulunmamıştır. Şarapta yapılan analiz sonuçlarında antosiyanin değerinde istatistiksel olarak fark elde edilmiştir. En yüksek antosiyanin içeriği sulamasız konusunda elde edilmiştir. Çalışmada Cabernet Sauvignon üzüm

çeşidine ait şarapta yapılan toplam antosiyanin değerleri Çizelge 17’de verilmiştir. Literatürde fenolik bileşiklerin miktarının su stresine bağlı olarak artış gösterdiği ve yüksek sıcaklıklarda parçalandığı belirtilmektedir. Kennedy vd. [40], asma su stresi düzeyinin kontrol edilmesinin, fenolik bileşiklerin miktarının yönetilmesi ve şarap kalitesinin artırılmasında önemli bir araç olduğunu bildirmişlerdir. Roby vd. [48], su stresinin tane iriliğinin etkisine bağlı olmaksızın kabuktaki tanen ve antosiyanin konsantrasyonlarını artırdığı ve sonuçta su stresinin bu maddelerin biyosentez düzeyleri üzerine direkt ve pozitif etkisinin olabileceğini saptamışlardır. Castellarin vd. [11] su stresinin antosiyanin toplam miktarından daha fazla yapısı üzerinde büyük bir etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 17. Şarapta toplam antosiyanin (mg.l^{-1})
Table 17. Total anthocyanin (mg.l^{-1})

Toplam antosiyanin Total anthocyanin (mg.l^{-1})	2012	2013	2015	Uygulama ana yıl etki ortalaması Mean of application year effect
S1 / FI	69.60	76.49	59.48	68.53 b
S2 / DI	93.60	83.28	81.08	85.98 ab
S3 / PRD	56.60	72.79	69.62	66.34 b
S4 / Control	105.80	102.10	74.47	94.12 a
LSD(%5)				20.21

SONUÇ

Cabernet Sauvignon şaraplık üzüm çeşidinde tam sulama konusunun ürün ve şarap kalitesinde neden olduğu olumsuz etkiler nedeniyle Tekirdağ koşullarında uygulanması önerilmemektedir. Çalışmada kısıtlı sulama stratejisi ile kısmi kök bölgesi kuruluğu stratejisi arasında verim ve kalite parametrelerinde benzer sonuçlar elde edilmiş olması nedeniyle uygulanan stratejilerin birbirilerine üstünlükleri belirlenmemiştir. Literatürde bu konuda lehte ve aleyhte yayınlar mevcuttur. Bağda yapılan birçok araştırmada kısıtlı sulama ve kısmi kök kuruluğu sulama stratejilerinin etkileri arasında önemli düzeyde farklılık olmadığı ortaya koymuştur [47, 10, 32, 7]. Diğer taraftan bağda yapılan çalışmalarda aynı miktarda su uygulanan kısmi kök kuruluğu stratejisi ile kısıtlı sulama stratejileri arasında su yaprak ilişkisi, su kullanımı, su kullanım randımanı, verim ve kalite parametrelerinde hemen göze çarpmayan farklılar olduğu belirlenmiştir [51, 32, 54, 36]. Bu literatürlere uyumlu olarak şarap duyuşsal analiz sonuçlarında sulamasız konudan elde edilen şarap kalitesine en yakın kalitede şarap kısmi kök kuruluğu kısıtlı sulama stratejisinden elde edilmiştir. Son üründe ortaya çıkan bu önemli fark iki strateji arasında tercih sebebini

oluşturmaktadır. Mevcut iklim ve toprak koşullarında ileriki dönemlerde yaşanabilecek kuraklığa karşı elde edilecek ürün miktarı ve şarap kalitesini korumak amacıyla asmanın içerisinde bulunduğu su stresi seviyesinin orta-yüksek seviyeye ulaşması durumunda kısmi kök kuruluğu kısıtlı sulama stratejisi uygulanabilir. Küresel iklim değişikliğinin şarap sektörü için neden olacağı en yaygın sorun; sıcaklardaki artışa bağlı olarak üzümün yüksek kuru madde ve düşük asit biriktirmesi nedeniyle yüksek alkol ve yüksek pH değerli şarapların üretilmesi olacağı tahmin edilmektedir. Çalışma bulgularımız kısıtlı sulama stratejilerinin küresel iklim değişikliğinin bu olumsuz etkilerinin hafifletilmesinde kullanılabilecek teknikler olduğunu ortaya koymaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TAGEM imkânlarıyla yürütülen TAGEM BBMB-10-25 numaralı projenin bir bölümüdür. Desteklerinden dolayı TAGEM ve Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü’ne teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

1. AOAC, 1998. Association of Official Analytical Chemists, Tannin in distilled liquors: Spectrophotometric method. (16. Ed.). AOAC International, Gaithersburg.
2. Akman, A. 1962. Şarap analiz metotları. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayın No:33, Ankara, s:111-7,28.
3. Aktan, N., Kalkan, H. 2000. Şarap teknolojisi. Kavaklıdere Eğitim, Ankara, Yayın No:4.
4. Altındişli, A., Kısmalı, İ. 1998. Bağcılıkta sulamanın ve ürün yükünün üzüm verim ve kalitesine etkileri. Ege Bölgesi 1. Tarım Kongresi, 7-11 Eylül 1998, Aydın, 1:269-276.
5. Anonim, 1954. Şaraphaneler, doldurma evleri ve şaraplar hakkında kanun, esaslar ve talimatlar ile şarap analiz metotlar. İnhisarlar Enstitüsü Yayını, B Serisi, No 21, İstanbul.
6. Azevedo-Opazo, C., Ortega-Farías, S., Moreno, Y. 2004. Effect of three levels of water application during post-setting and post-veraison over vegetative development, productivity and grape quality on cv. Cabernet Sauvignon. International Symposium on Irrigation and Water Relations in Grapevine and Fruit Trees. ISHS Acta Horticulturae: 646.
7. Baeza, P., Conde, J.R., Lissarrague, J.R., Junquera, P. 2005. Agronomic and ecophysiological responses of field-grown 'cabernet sauvignon' grapevines to three irrigation

- treatments. *Acta Hortic.* (doi:10.17660/actahortic.2005.689.44) 689:373-380.
8. Bindon, K., Dry, P. Loveys, B. 2008. Influence of partial rootzone drying on the composition and accumulation of anthocyanins in grape berries (*Vitis vinifera* cv. Cabernet Sauvignon). *Australian Journal of Grape and Wine Research.* (doi.org/10.1111/j.1755-0238.2008.00009.x).
 9. Bozkurt Çolak, Y., Yazar, A., Sezen, M., Eker, S., Tangolar, S., Aktaş, Z., Atağ, G., Kuşvuran, K. 2014. Çukurova koşullarında kısmi kök kuruluğu (PRD) ve kısımlı damla sulama programlarının Royal sofralık üzüm çeşidinin verimine ve su kullanım randımanına etkileri. *Alata Bahçe Kültürleri Araştırma İstasyonu Tarsus Toprak ve Su Kaynakları Lokasyonu, TAGEMBB090201C2*
 10. Bravdo, B., Naor, A., Zahovi, T., Gal, Y. 2004. The effect of water applied alternately to part of the wetting zone along the season (PRD-partial root zone drying) on wine quality, yield and water relations of red wines grapes. 4. International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops ISHS *Acta Horticulturae*, 664.
 11. Castellarin, S.D., Pfeiffer, A., Sivilotti, P., Degan, M., Peterlunger, E., DiGasparo, G. 2007. Transcriptional regulation of anthocyanin biosynthesis in ripening fruit of grapevine under seasonal water deficit. *Plant, Cell & Environment* 30:1381-1399.
 12. Chaves, M.M., Santos, T.P., Souza, C.R., et al., 2007. Deficit irrigation in grapevine improves water-use efficiency while controlling vigour and production quality. *Annals of Applied Biology* 150:237-252.
 13. Christensen, P., 1975. Vineyard irrigation timing and scheduling. *Agricultural Extension Bulletin. The Univ. of California, USA*, 4p.
 14. Coşkun, Z., Gündüz, A., Kiracı, M.A., Kıran, T., Sağlam, M., Solak, E., Boz, Y. 2015. Şarköy koşullarında Trakya İlkeren ve Alphonse Lavallée üzüm çeşitleri için uygun sulama programının belirlenmesi. *Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Tekirdağ*.
 15. Çelik, H., Yıldırım, O., Söylemezoğlu, G., Çetiner, H., Öztürk, A., Kunter, B., Ağaoğlu, S., Anlı, E., Yaşa, Z., Keskin, N. 2005. Damla yöntemiyle sulanan kalecik karası üzüm çeşidinde (klon-12) uygun sulama programının belirlenmesi, 6. Bağcılık Sempozyumu, Tekirdağ, s:148-159.
 16. Çelik, H. 2006. Üzüm çeşit kataloğu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Sunfidan A.Ş. Mesleki Kitaplar Serisi-3, Ankara, 165s.
 17. Çelik, S. 2007. Bağcılık (Ampeloloji). Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Tekirdağ, Genişletilmiş 2. Baskı, 1:428.
 18. Davies, W., Zhang, J., 1991. Root signals and the regulation of growth and development of plants in drying soil. *Annual Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 42:55-76.
 19. Deluc, L.G., Quilici D.R., Decendit, A., et al. 2009. Water deficit alters differentially metabolic pathways affecting important flavour and quality traits in grape berries of Cabernet Sauvignon and Chardonnay. *BMC Genomics* 10:212.
 20. Doorenbos, J., Kassam, A.H. 1979. Yield response to water. *FAO Irrigation and Drainage Paper No:33*, 193p, Rome.
 21. Dry, P., Loveys, B., Botting, D., During H., 1996. Effects of partial root-zone drying on grapevine vigour, yield, composition of fruit and use of water. In *Proceedings 9. Australian Wine Technical Conference, Adelaide*, Eds. C. Stockley, A. Sos, R. Johnstone, T. Lee, Winetitles, Adelaide. pp:128-131.
 22. Dry, P.R., Loveys, B.R., During, H. 2000. Partial drying of the rootzone of grape. I. Transient changes in shoot growth and gas exchange. *Vitis* 39:3-7.
 23. Du Toit, P.G., Dry, P.R., Loveys, B.R. 2003. A preliminary investigation on partial rootzone drying (PRD) effects on grapevine performance, nitrogen assimilation and berry composition. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 24(2):43-54.
 24. Esteban, M.A., Villanueva, M.J., Lissarrague, J.R. 2001. Effect of irrigation on changes in the anthocyanin composition of the skin of cv. tempranillo (*Vitis vinifera* L.) grape berries during ripening. *J. Sci. Food and Agric.* 81:409-420.
 25. Esteban, M.A., Villanueva, M.J., Lissarrague, J.R. 2002. Relationships between different berry components in tempranillo (*Vitis vinifera* L.) grapes from irrigated and non-irrigated vines during ripening. *J. Sci. Food. Agric.* 82:1136-1146.
 26. Ferreyra, R.E., Selles, G.V., Perelta, J.A., Valenzuela, J.B. 2004. Effect of water stress applied at different development periods of Cabernet Sauvignon grapevine on production and wine quality. *International Symposium on Irrigation and Water Relations in Grapevine and Fruit Trees ISHS Acta Horticulturae:646*.
 27. Fidan, I., 1975. Şarap Analiz yöntemleri. *Tekel Enstitüleri, İstanbul, Seri A No:11*, s:24-103.
 28. Gaudille`Re Jp, Van Leeuwen C, Ollat N. 2002. Carbon isotope composition of sugars in grapevine, an integrated indicator of vineyard

- water status. *Journal of Experimental Botany* 53:757-763.
29. Giorgessi, F., Calo, A., Sansone, L. 1998. Importance of irrigation for grape quality and influence of cropping techniques on water requirements of the cabernet sauvignon in north-eastern Italy. *ISHS Workshop on Water Relations of Grapevines. ISHS Acta Horticulturae*:493.
30. Giusti, M.M., Wrolstad, R.E. 2001. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. *Current protocols in food analytical chemistry*.
31. Grimes, D.W., Williams, L.E. 1990. Irrigation effects on plant water relations and productivity of Thompson Seedless grapevines. *Crop Sci. Soc. of America*, 30:255-260.
32. Gu S.L., Du G.Q., Zoldoske D., Hakim A., Cochran R., Fugelsang K., Jorgensen G. 2004. Effects of irrigation amount on water relations, vegetative growth, yield and fruit composition of Sauvignon blanc grapevines under partial root zone drying and conventional irrigation in the San Joaquin Valley of California, USA. *Journal of Horticultural Sci. and Biotechnology* 79:26-33.
33. Gündüz, A. 2007. Tekirdağ koşullarında sulamanın Razakı ve Semillon üzüm çeşitlerinde verim ve kalite üzerine etkisi. *Doktora Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ*, s:131.
34. Gündüz, M., Korkmaz N. 2008. Damla sulama ile sulanan bağda farklı sulama uygulamalarının verim ve bazı kalite özelliklerine etkisi. *Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, Anadolu* 18(1) 2008.
35. Howell, T.A., Yazar, A., Schneider, A.D., Dusek, D.A., Copeland, K.S. 1995. Yield and water use efficiency of corn in response to LEPA irrigation. *Transactions of the ASAE* 36(6):1737-1747.
36. Intrigliolo, D.S., Castel, J.R. 2010. Response of grapevine cv. 'Tempranillo' to timing and amount of irrigation: water relations, vine growth, yield and berry and wine composition. *Irrigation Science* 28:113-12.
37. Kanber, R. 1997. Sulama. Çukurova Üniv. Zir. Fak. Adana, Ders Kitabı Genel Yayın No:174, Ders Kitabı Yayın No:52, 530s.
38. Keller, M. 2005. Deficit irrigation and vine mineral nutrition. *American Journal of Enology and Viticulture* 56:267-283.
39. Keller, M., Smith, J.P., Bondada, B.R., 2006. Ripening grape berries remain hydraulically connected to the shoot. *Journal of Experimental Botany* 57:2577-2587.
40. Kennedy, J.A, Matthews, M.A., Waterhouse, A.L. 2002. Effect of maturity and vine water status on grape skin and wine flavonoids. *American Journal of Enology and Viticulture*, January 2002, 53:268-274.
41. Loveys, B.R., Stoll, M., Davies, J. 2004. Physiological approaches to enhance water use efficiency in agriculture: exploiting plant signaling in novel irrigation practice. *Water Use Efficiency in Plant Biology*.
42. Marsal, J., Mata, M., Del Campo, J., Arbones, A., Vallverdu, X., Girona, J., Olivo, N. 2008. Evaluation of partial root-zone drying for potential field use as a deficit irrigation technique in commercial vineyards according to two different pipeline layouts. *Irrig. Sci.* 26:347-356.
43. MGM, 2015. İlkin verileri. *Meteoroloji Genel Müdürlüğü*.
44. Matthews, M.A., Ishii, R., Anderson, M.M., O'mahony, M. 1990. Dependence of wine sensory attributes on vine water status. *J. Sci. Food Agric.* 51:321-325.
45. Papazafiriou, Z.G. 1980. A compact procedure for trickle irrigation system design. *ICID Bulletin* 19(1):28-45.
46. Poni, S., Bernizzoni, F., Civardi, S. 2007. Response of 'Sangiovese' grapevines to partial root-zone drying: gas-exchange, growth and grape composition. *Sci. Horti.* 114:96-103.
47. Pudney, S., McCarthy, M.G. 2004. Water use efficiency of field grown Chardonnay grapevines subjected to partial rootzone drying and deficit irrigation. *Acta Horti.* 664:567-573.
48. Roby, G., Harbertson, J.F., Adams, D.A., Matthews, M.A. 2004. Berry size and vine water deficits as factor in wine grape composition: anthocyanins and tannins. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 10:100-107.
49. Sağlam, M., Işık, H., Gündüz, A., Uysal, T. 2003. Tekirdağ koşullarında Razakı ve Semillon üzüm çeşitlerinde gençlik dönemindeki asmalarda su tüketiminin belirlenmesi ve sulamanın vejetatif gelişme üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Bağcılık Araştırma Enstitüsü, Tekirdağ*, 33s.
50. Salom, J.L., Mendez, J.V., Ctirivella, C., Castel, J.R. 2004. Irrigation and wine quality of *Vitis vinifera* cv. Bobal in Requena, Spain. *Int. Symp. on Irrigation and Water Relations in Grapevine and Fruit Trees. ISHS Acta Horticulturae*: 646.
51. Santos, T.P., Lopes, C.M., Rodrigues, M.L., Souza, C.R., Silva, J.R., Maroco, J.P., Pereira, J.S., Chaves, M.M. 2007. Effects of deficit irrigation strategies on cluster microclimate for improving fruit composition of Moscatel field-grown grapevines. *Sci. Horti.* 112:321-330.
52. Santos, T.P., Lopes, C.M., Rodrigues, M.L., Souza, C.R., Maroco, J.P., Pereira, J.S., Silva,

- J.R., Chaves, M.M. 2003. Partial rootzone drying: effects on growth, and fruit quality of field-grown grapevines (*Vitis vinifera* L.). *Functional Plant Biology*, 30:663-671.
53. Sheltie, K.C. 2006. Vine and berry response of Merlot (*Vitis vinifera* L.) to differential water stress. *American Journal of Enology and Viticulture* 57:514-518.
54. Souza, C.R., Maroco, J., Santos, T., Rodrigues, M.L., Lopes, C.M., Pereira, J.S., Chaves, M.M. 2005. Impact of deficit irrigation on water use efficiency and carbon isotope composition ($\delta^{13}C$) of field-grown grapevines under Mediterranean climate. *Journal of Experimental Botany* 56:2163-2172.
55. Stoll, M., Loveys, B.R., Dry, P.R. 2000. Hormonal changes induced by partial rootzone drying of irrigated grapevine. *Journal of Experimental Botany* 51:1627-1634.
56. Şener, S., İlhan, İ. 1992. Aşağı Gediz havzasında Yuvarlak çekirdeksiz üzümün su tüketimi ile sulamanın verim ve kaliteye etkileri. Menemen Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İzmir, Genel Yayın No:182, Rapor Serisi No:121, 55s.
57. Tülücü, K. 1980. Bağcılıkta toprak suyu ile üzüm nitelik ve nicelik ilişkileri. Türkiye 1. Bağcılık Sempozyumu, Tekirdağ, 12s.
58. Türküstün N., 1975. Degüstatör yetiştirme kılavuzu. Tekel Enstitüleri, İstanbul, A Serisi No:17, s:191-89,164.
59. Waterhouse A.L. 2002. Determination of total phenolics. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*.
60. Williams, L.E. 2001. Irrigation of winegrapes in California. *Irrigation of Winegrapes in California November/December 2001. Winery and Vineyard Practical Magazine*.
61. Ünal, A. 2008. Damla sulama yöntemiyle sulanan bağda a sınıfı buharlaşma kabından yararlanarak uygulanacak sulama suyu miktarının belirlenmesi ve sulama programının oluşturulması. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
62. Yavuzeser, A. 1989. Şaraplarda kimyasal analitik yöntemler ve şarap işletmeleri denetimi. Tekel Enstitüleri, İstanbul, Yayın No:33, s:212-121,137.
63. Yayla, F. 2004. Milli koleksiyon bağındaki üzüm çeşitlerinin şaraplık özelliklerinin araştırılması, Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Tekirdağ.