



Küresel İklim Değişikliğinin Zeytin Yetiştiriciliği ve Zeytinyağı Üzerine Etkileri^A

Didar SEVİM^{1*}, Nurhan VAROL², Oya KÖSEOĞLU¹

Öz: Günümüzde yaşadığımız ve gelecekte yaşayacağımız iklim değişiklikleri ile (yağışların azalması, sıcaklık ve kuraklığın artması) tarımsal potansiyeller ve yetiştirilen türlerdeki değişimlerin yaşanması kaçınılmaz olacaktır. İklimdeki bu değişimler tarım sektörü ve özellikle zeytin sektörü için büyük önem taşımaktadır. Gelecekteki iklim koşullarındaki tahminler, zeytin ağaçları gibi çok yıllık ürünlerde, özellikle suyun, fizyolojik süreçlerin, fenolojik zamanlamaların, nihai verim ve kalite özellikleri üzerinde ciddi olumsuz etkilere neden olabileceğini ortaya koymaktadır. Sıcaklıklarda beklenen bu artışların, zeytinde büyüme mevsiminin uzunluğunu arttırabileceği, özellikle çiçeklenmede fenolojik zamanlamalarda değişikliklere yol açabileceği, daha yüksek sıcaklıklar ve artan buharlaşmanın meyve olgunlaşmasını hızlandırarak daha düşük olgunluk seviyelerinde olsa da erken hasat ihtiyacını ortaya çıkaracağı rapor edilmektedir. Bunlara bağlı olarak da meyve veriminde, sofralık zeytin ve zeytinyağı kalitesinde olumsuz etkilere neden olabileceği belirtilmektedir. İklim değişikliğine bağlı olarak ileriye dönük planlamaların yapılmasına acil ihtiyaç duyulmaktadır. İklim değişikliği ile ilgili olarak zeytin çeşitlerinin bu koşullara bağlı olarak davranışlarının nasıl olacağına odaklanılmalı ve projeler yapılmalıdır. Yeni zeytin çeşitlerinin seçiminde; hastalık ve zararlılara karşı dirençli, yüksek sıcaklıklara ve kuraklığa karşı dayanıklı, sofralık ve yağlık zeytin kalite ve antioksidan özellikleri gibi kriterler dikkate alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Küresel ısınma, iklim krizi, yağış rejimi, zeytin ağacı, zeytinyağı kalitesi.

^A Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Didar SEVİM, İzmir Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Gıda Teknolojileri Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, TÜRKİYE, didar.sevim@tarimorman.gov.tr, OrcID 0000-0003-0236-2294

¹ Oya KÖSEOĞLU, İzmir Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Gıda Teknolojileri Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, TÜRKİYE, oya.koseoglu@tarimorman.gov.tr, OrcID 0000-0002-3297-3355

² Nurhan VAROL, İzmir Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yetiştirme Tekniği Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, TÜRKİYE, nurhan.varol@traimorman.gov.tr, OrcID 0000-0003-2457-9427

Effects of Global Climate Change on Olive Cultivation and Olive Oil

Abstract: It will be inevitable to experience changes in agricultural potentials and cultivated species with the climate changes we live in today and in the future (decrease in precipitation, increase in temperature and drought). These changes in climate are of great importance for the agricultural sector and especially for the olive sector. Predictions of future climatic conditions reveal that perennial crops such as olive trees, especially water, physiological processes, phenological timings, can have serious adverse effects on final yield and quality characteristics. It is reported that these expected increases in temperatures may increase the length of the growing season in olives, may lead to changes in phenological timings, especially in flowering, and that higher temperatures and increased evaporation will accelerate fruit ripening, revealing the need for early harvest, albeit at lower maturity levels. Depending on these, it is stated that it may cause negative effects on fruit yield, table olives and olive oil quality. There is an urgent need to make forward-looking plans due to climate change. Regarding climate change, it should be focused on how the behavior of olive varieties will depend on these conditions and projects should be done. In the selection of new olive varieties; Criteria such as resistance to diseases and pests, resistant to high temperatures and drought, quality and antioxidant properties of table and oil olives should be taken into consideration.

Keywords: Global warming, climate crisis, rainfall regime, olive tree, olive oil quality.

Giriş

Zeytin ağacı (*Olea europaea* L) Akdeniz iklimine sahip 38 ülkede yetiştirilmekte olup, dünyada üretimin tamamına yakını Akdeniz ülkelerinde gerçekleşmektedir. Zeytin üretiminin yoğun olduğu ülkelerin başında İspanya, İtalya, Yunanistan, Türkiye, Suriye, Fas, Portekiz, Mısır ve Cezayir gelmektedir (Aygün ve ark., 2019). Zeytinin ilk kültüre alındığı yer olarak kabul edilen ülkemiz oldukça zengin bir zeytin çeşitliliğine sahiptir. Özellikle son yıllarda devlet tarafından sağlanan destek ve teşviklerle zeytin ağacı sayısında önemli artışlar meydana gelmiştir. Bu artışlar sonucunda gelecekte ülkemizin gerek sofralık zeytin gerekse zeytinyağı üretiminde dünya sıralamasında daha üst sıralarda yer alacağı öngörülmektedir. “Zeytin genetik kaynaklarının toplanması, muhafazası ve karakterizasyonu” projesi kapsamında, Ülkemizde şimdiye kadar değişik bölge çeşitlerini içeren 94 adet zeytin çeşidi tescil ettirilmiş ve bunlar İzmir Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Kemalpaşa Üretim ve Uygulama Sahası’nda bulunan Ulusal Gen Bankası’nda koruma altına alınmıştır (Sevim ve ark., 2021).

Türkiye’de Ege, Marmara, Akdeniz, Güneydoğu Anadolu ve Karadeniz Bölgeleri olmak üzere toplam beş bölgede zeytincilik, 29 ilde zeytin üretimi yapılmaktadır. Zeytinliklerin yaklaşık %75’i dağlık kır arazilerde olup %85’i sulanmamaktadır. Sulanan zeytinliklerin büyük bir çoğunluğunda sofralık üretim hakimdir (Aşık ve ark., 2011; Özaltaş ve ark., 2016). 2014 ve 2015 yıllarında Türkiye’de zeytin yetiştiriciliğinin gerçekleştirildiği

bölgelerdeki çeşitlerin yüzde dağılımlarına bakıldığında toplam zeytin ağacı varlığımızın, %48,71'inin Gemlik, %20,66'sının Ayvalık, %19,11'inin Memecik, %7,56'sının Domat ve %3,73'ünün diğer zeytin çeşitlerimizden oluştuğu görülmektedir. Türkiye, zeytinin anavatanı olmakla birlikte bitkiye büyük değer veren, genetik kaynaklar olarak zengin, önemli bir merkezdir. 2021 yılı itibariyle 2 adedi melez, 1 adedi klon olmak üzere toplamda 100 tescilli çeşidimiz bulunmaktadır. Bu çeşitlerden Gemlik, Ayvalık, Memecik ve Domat dışında kalanların üretim miktarları oldukça sınırlıdır (Özaltaş ve ark., 2016).

Zeytin ağacının yayılmasını etkileyen en önemli faktörlerden birinin sıcaklık olduğu bilinmektedir. Genellikle zeytin yetiştiriciliğinin yapıldığı bölgelerde yıllık olarak sıcaklık ortalamalarının 15-20°C arasında olması istenmektedir. Sıcaklıklar maksimum 40°C'ye yükseldiğinde sulama yapılması koşuluyla bu sıcaklığa dayanabilmektedir. Mayıs – Haziran aylarında mevsim normallerinin üzerinde sıcaklık artışlarında yapraklardaki terleme de artacağından yapraklarda zaman zaman buruşmalar görülebilmektedir, ilkbahar aylarındaki aşırı sıcaklık artışları döllenmeyi etkileyerek zeytin meyvesi tutumunu olumsuz yönde etkilemektedir. -7°C'den düşük sıcaklıkta ise, soğğun şiddetine, süresine, zeytin ağacın gelişme durumuna, yaşına vb. şartlara göre zeytin ağaçlarında gözlerden başlamak üzere köke kadar zararlar zaman zaman görülebilmektedir. Bazen kış mevsiminde erken ısınmayla birlikte ağaçlar erken uyanmakta, havaların tekrar soğuması ile de zeytinliklerde zararlanmalar meydana gelmektedir. Gece ve gündüz, sıcaklık farklılıklarından kaynaklı olarak da sürgünlerde zararlanmalar meydana gelebilmektedir (Özaltaş ve ark., 2016).

Zeytin ağaçlarının iklimsel isteklerine bakıldığında; rüzgârın esiş vakti, yönü ve şiddetlerine göre faydalı olduğu gibi, zararları da olmaktadır. Kış mevsiminde bol yağış getiren karayeller çiçek açma zamanında döllenmeyi kolaylaştırdığından dolayı faydalı olmaktadır. Yaz mevsimindeki nemli rüzgârlar da ağaçların susuzluk çekmesini engellediği için zeytine faydalı olmaktadır. Yaz aylarında esen kuru rüzgârlar, toprağın nemini uzaklaştırmakta ve devamlı esen rüzgâr da tanelerde susuzluktan buruşukluğa neden olabilmektedir (Kıvrak, 2019). Zeytin ağaçlarının ortalama sıcaklık ve yağış istekleri aşağıda belirtilmektedir.

A-Zeytin ağaçlarının sıcaklık istekleri;

1. Sürgün başlangıcından sonraki oluşuma kadar (Şubat-Mart) 5-10°C,
2. Çiçeklenme (Mayıs- Haziran) 15-20°C,
3. Meyvenin oluşması ve büyümesi (Mayıs-Haziran) 20-25°C,
4. Tam olgunlaşmadan hasat bitimine kadar (Kasım-Ocak) 5°C.

B- Yağış istekleri;

Zeytin yetiştiriciliğindeki önemli faktörlerden birisi de yağıştır. Zeytin ağacının kuraklığa dayanıklı olduğu belirtilse de yıllık yağış istekleri 600-800 mm arasındadır. Zeytincilik tarımının yapıldığı bölgelerde kış ve ilkbahar mevsimlerinde yağın yağmurlar toprak tarafından depo edilerek ağaçların su ihtiyaçları karşılanmaktadır. Böylelikle zeytin ağaçlarında çiçeklenme ve meyve tutum oranı artar, haziran dökümü azalır. Meyvenin daha iri ve kaliteli olması için yaz mevsiminde suya ihtiyaç vardır. Bu aylarda yağışla karşılanmayan su ihtiyacı sulama ile karşılanmalıdır. Dolu ve kar zeytincilik için istenmeyen yağışlardır. Bununla birlikte

çiçeklenme dönemlerinde tozlanmayı engellediği için havanın sisli olması istenmemektedir (Özaltaş ve ark., 2016).

Son yıllarda küresel tarım faaliyetleri, küresel iklim değişikliklerinden dolayı oluşan sıcaklık artışı, yağış miktarlarında ve rejimlerindeki değişim, aşırı hava olaylarının artan sıklığı ve şiddetinden dolayı olumsuz etkilenmektedir (Kadıoğlu ve ark., 2017). İklim değişimlerinin bu etkileri incelendiğinde Türkiye'nin risk grubu ülkeler arasında yer aldığı belirlenmiştir. Bu kapsamda iklim değişikliğine bağlı olarak ülkemizde bazı doğal afetlerin (seller, fırtınalar, sıcak hava dalgaları, ekstrem hava olayları, orman yangınları gibi) artması beklenmektedir (Davarcıoğlu ve Lelik, 2018; Soltekin ve ark., 2021).

İklim değişikliği ile birlikte ortaya çıkan su kıtlığı ve şiddetli hava olayları ülkemizdeki tarımsal faaliyetlere etkileri önemli oranda ve olumsuz yönde giderek artacaktır. İlerleyen yıllarda da su kıtlığı ve şiddetli hava olayları daha da artacağı için giderek güvenli gıdaya ulaşma imkânlarının azalacağı beklenmektedir. Ege Bölgesi, Orta Anadolu Bölgesi ve Akdeniz Bölgesinde kış ve ilkbahar mevsimlerinde yağın yağışlar azalırken hem yaz mevsimindeki hava sıcaklıklarının artması hem de buharlaşma-terlemenin artması ile ülkemiz genelinde ihtiyaç duyulan sulama suyu miktarı da bugüne göre yaklaşık olarak iki katına kadar çıkabilecektir. Sulama uygulansa bile bitkilerin çiçeklenme ve dane oluşum dönemlerinde daha yüksek ve aşırı sıcaklara maruz kalacaklarından özellikle yazlık bitki verimlerinde düşüşler olması öngörülmektedir (Kadıoğlu ve ark., 2017).

Zeytin ağacı kuraklık koşullarına dayanıklı bir tür olmasına karşın yaşanan küresel iklim değişikliğinden fazla etkilenecek tarımsal ürünlerin başında gelmektedir. Türkiye'de son yıllarda fazla miktarda zeytin dikim ve yeni zeytin plantasyonlarının oluşturulduğu dikkate alındığında, zeytin yetiştiriciliğinin yaşanan iklim değişikliklerinden en az etkilenmesi için yapılması gereken uygulamalar, planlamalar ve yaptırımlar hızlı bir şekilde yaşama geçirilmelidir. Bunların başında da toprak ve su kaynaklarının doğru bir şekilde kullanılması ve korunması gelmektedir (Varol ve Ayaz, 2012). Tarımsal faaliyetler insanoğlu tarafından kontrol ediliyor olsa bile pek çok bölgede henüz daha değişen iklim koşullarına tam olarak uyum sağlanamamıştır (Altınsoy ve ark., 2013).

Bu derlemede, küresel iklim değişikliğinin Türkiye'de zeytin yetiştiriciliği ve zeytinyağı üzerine olası genel etkilerini incelemek amaçlanmıştır. Bu kapsamda iklim değişikliğinin zeytin yetiştiriciliğine etkileri ve iklim değişikliğinin zeytinyağı kalitesine etkileri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

İklim Değişikliğinin Zeytin Yetiştiriciliğine Etkileri

Maalesef son yıllarda Güney Avrupa'daki kuraklık koşullarındaki artış (özellikle ilkbahar ve yaz aylarında belirgin olan sıcaklık artışı ve yağışta gözlemlenen değişiklikler) zeytin verimi için olumsuz sonuçlara neden olmaktadır. En iyimser gelecek senaryolar bile zeytin yetiştirme alanlarının çoğunda meyve üretiminde düşüş olabileceğini göstermektedir (Orlandi ve ark., 2020). İklim değişiklikleri ile birlikte özellikle Akdeniz havzasında zeytinyağı üretim alanları büyük ölçüde etkilenecektir (Vasilopoulos, 2013).

Tunus'ta iklim değişikliğinin zeytin ve zeytinyağı üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çalışmada yükselen sıcaklıkların ve uygun olmayan hasat/tarım ekipmanlarının yarı kurak alanlarda zeytin üretimini azalttığı ortaya

konmuştur. Özellikle küresel ısınmanın şiddetli kuraklığa neden olduğu Tunus'un Güney bölgesinde kuraklığa dayanıklı zeytin ağaçlarının yetiştirilmesinin teşvik edilmesinin gerektiği belirtilmektedir. Özellikle gelecek otuz yılda bölgeler arasında sıcaklık artışının ve yağış kıtlığının zeytin üretimi üzerinde uzun vadeli olumsuz ve değişken etkilerin olacağı tahmin edilmekte olup, buna uygun politikaların geliştirilmesi gerektiği rapor edilmiştir. Kuzey Afrika ülkelerinin özellikle Akdeniz ve Sahra iklim değişikliklerine ve hava değişkenliğine maruz kaldığı, iklim değişikliğinin etkilerine karşı oldukça savunmasız olduğu belirtilmektedir. İklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin uygun eylem planları ile ciddi bir şekilde ele alınarak bu zararın en aza indirilmesi gerektiği ifade edilmektedir (Ben Zaied ve Zouabi, 2016).

İklim değişikliğinin zeytin üretimi üzerine etkisinin Orlandi ve ark. (2020) tarafından araştırıldığı bir çalışmada zeytin üretiminin, polen yoğunluğu ölçümleri ile tozlaşma sonrası çevresel koşullar kullanılarak güvenilir bir şekilde tahmin edilebildiği belirtilmiştir. 1999-2012 yılları arasında İtalya'nın 16 ilinde zeytin poleni zaman-serisi analizinin yapıldığı çalışmada ilkbahar ve yaz aylarında minimum ve maksimum sıcaklık (Mart-Ağustos) değerlerinin zeytin üretimi ile negatif bir ilişki gösterdiği belirlenirken, yağışın zeytin üretimi ile her zaman pozitif bir ilişki gösterdiği tespit edilmiştir. İtalya'nın bazı bölgelerinde yaz aylarında gözlemlenen kuraklık koşullarındaki artışın, zeytin üretiminin azalması açısından önemli bir risk oluşturduğu, sıcaklık veya yağışta daha şiddetli değişiklikler meydana geldikçe, zeytin üretimine yönelik riskin önemli ölçüde artacağı rapor edilmiştir.

İklim değişikliğinin zeytin üretim eğilimleri üzerindeki etkileri, insan ve çevresel faktörler arasındaki etkileşimler nedeniyle tam olarak saptanamamaktadır. Çalışılan modellerden insan yönetimi faktörü çıkarıldığında (emiyon yüzeylerindeki yapay değişiklikler kaldırılarak), ana iklim değişikliklerinin erken aşamalarında birçok alanda üretim artışı görüldüğü ancak sıcaklık veya yağışta daha sert değişiklikler meydana geldikçe zeytin üretimi için daha büyük risklerin/sorunların olacağı belirtilmektedir (Orlandi ve ark., 2020).

Geleceğe yönelik iklim tahminleri önemli ölçüde ısınma ve kuraklık eğilimlerine işaret etmekte olup özellikle Akdeniz Havzası iklim değişikliği açısından "sıcak noktası" olarak kabul edilmektedir. Artan ısınma, kuraklık ve sıcak hava dalgaları gibi aşırı hava olaylarının görülme sıklığındaki artışlar, zeytin yetiştiricilerinin önümüzdeki yıllarda uğraşmak zorunda kalacakları sorunlardan sadece bazılarıdır. Zeytin ağacındaki iklim değişikliğine bağlı olarak ortaya çıkan farklılıklar da zaten son yıllarda rapor edilmektedir. İklim değişikliğine bağlı olarak özellikle zeytin yetiştiriciliğinin yapıldığı bu yerlerde yetiştiriciliğin daha da zorlayıcı hale gelebileceği tahmin edilmektedir. Akdeniz Havzasında, gözlemlenen yağış rejimlerine bakıldığında özellikle Batı-Orta Akdeniz bölgesi ve Akdeniz bölgesinin Güney kıyılarında (farklı oranlarda olsa da) yıllık toplam yağışta belirgin bir azalma eğilimi olduğu görülmektedir. Son yıllarda Akdeniz bölgesindeki düşük yağış miktarı, aşırı sıcaklık ve yüksek güneş ışığı da dahil olmak üzere zorlu yaz hava koşulları nedeniyle zeytin ağaçlarının su stresi altında olduğu bildirilmektedir. İlerleyen yıllarda gece sıcaklıklarının da artma eğilimi göstereceği, bunun da zeytin ağaçlarında daha yüksek termal stres seviyesine yol açacağı tahmin edilmektedir. Bunların yanı sıra iklim değişikliğinin başka etkileri de sıcak hava dalgaları, dolu, sel ve orman yangınları gibi aşırı hava olaylarının meydana gelme sıklığındaki değişikliklerdir. Bu olayların iklim değişikliği senaryoları altında sıklık ve büyüklük olarak artacağı ve Akdeniz Havzası'nda kuraklık ve sıcak hava dalgalarının şiddetinde

artışa yol açacağı tahmin edilmektedir. Zeytin ağaçları kuraklığa dayanıklı bir tür olmasına rağmen, su stresi düşük çiçek ve meyve tutumu, düşük yaprak alanı, sınırlı fotosentez, çiçeklenme gibi çok çeşitli olumsuz etkilere neden olabilmektedir (Fraga ve ark., 2021).

Zeytin ağaçlarının suya en hassas olduğu dönemler çekirdeklerin sertleşmesinin (Temmuz sonu Ağustos başı) ve meyvelerin renginin dönüşümünün (Eylül ayı sonu-Ekim ayı başı) gerçekleştiği dönemlerdir. Bu dönemlerde yapılacak olan sulamalar verimde artış meydana getirmektedir (Aşık ve ark., 2011). Diğer kültür bitkilerinde olduğu gibi zeytinliklerin sulanması verimi artırmaktadır. Fakat dünyada zeytin yetiştiriciliğinin yapıldığı alanların yaklaşık %85'i sulanmamakta ve yetiştiricilik faaliyetleri genellikle yağışa bağlı olarak gerçekleştirilmektedir. Türkiye'de de durum benzerdir (Aşık ve ark., 2011). Sulama, zeytin ağacının yaşam süresini, daha erken ürüne yatmasını, daha fazla ürün vermesini sağlamak ve etkili bir gübreleme ile ürün kalitesini arttırmaktadır (Moriani ve Orgaz, 2003).

Ülkemizde zeytin yetiştiriciliğinin yapıldığı alanlar yarı kurak ve kurak bölgelerdir. Özellikle son yıllarda zeytinlerin gereksinim duyduğu dönemlerde bu bölgelerde yeterli yağış olmamaktadır. Bununla birlikte var olan kısıtlı su kaynaklarımızı da planlı bir şekilde kullanmamız gerekmektedir. Bu nedenle, yetiştirilecek zeytin çeşidine göre sulama programının belirlenmesi ve üreticilerin bu programa göre sulamalarını yapmaları gerekmektedir. Aksi takdirde üreticilerin yapacağı yanlış sulama uygulamaları geriye dönüşü zor sonuçlar ortaya koyabilir.

Aşık ve ark. (2011) tarafından ülkemizde yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı Memecik zeytininde farklı sulama programlarının zeytin verimi, sofralık zeytin ve zeytinyağı kalitesi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada Memecik zeytininin sulanması için 5 günde bir A sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşmanın %25'nin (S0.25) damla sulama suyu olarak verilmesinin uygun olacağı belirtilmiştir. Akkuzu ve ark. (2015) tarafından zeytin yetiştiriciliğinde kısıtlı sulama uygulamalarının araştırıldığı çalışmada da kısıtlı sulama stratejileri kullanımının verimi, zeytin ve zeytinyağına ilişkin elde edilen bulgular ışığı altında çekirdek sertleşmesi, meyve büyümesi ve yağ birikimi aşamalarında olmak üzere 0-90 cm toprak derinliğindeki eksilen nemin %50'sini dikkate alarak 3 kez sulama yapılması önerilmektedir.

Lorite ve ark. (2018) tarafından İspanya'nın güneyindeki Endülüs'te gelecekteki iklim koşulları altında zeytin ağacının davranışını değerlendirmek için geliştirilmiş, basitleştirilmiş fiziksel tabanlı bir model olan "Adapta Olive" modeli uygulanmıştır. Aynı zamanda bu model çeşitler, sulama stratejileri ve lokasyonlarla ilgili adaptasyon stratejilerini değerlendirmek için de kullanılmıştır. Çalışma tarım sistemlerinin yetersiz tahmin edilen iklim koşullarına tepkisinin simülasyonunda yüksek derecede belirsizliğin üstesinden gelmeyi amaçlamıştır. Simülasyonlar 21. yüzyılın sonunda zeytinyağı verim artışının yağmurlu ve tam sulama koşullarında sırasıyla %7,1 ve %28,9 olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte sulama ihtiyacının, tam sulama ve regüle kısıtlı sulama için sırasıyla %0,5 ile %6,2 arasında azaldığı saptanmıştır. Buna, yağışlardaki azalmanın olumsuz etkilerini dengeleyen atmosferik karbondioksit (CO₂) artışının olumlu etkisinin neden olduğu ifade edilmiştir. Çalışma ile en iyi performans, erken çiçeklenme tarihlerine sahip çeşitler ve düzenli kısıtlı sulamaya uygun çeşitlerde kaydedilmiştir. Böylece, Baeza bölgesinde tam sulama gereksinimleri geç çiçek açan çeşitlere kıyasla %12 oranında azaltılmış ve yağmurla beslenen koşullarda verim %7 artmıştır. Benzer şekilde, düzenlenmiş kısıtlı

sulama gereksinimleri ve verim, tam sulama ile karşılaştırıldığında sırasıyla %46 ve %18 oranında azalmıştır. Sonuçlar, değişen bir iklimde yarı kurak koşullar altında bir zeytin verimini yönetmek için bu stratejilerin uyum önlemleri olarak kullanılması gerektiğini doğrulamıştır.

21. yüzyılın sonunda atmosferik CO₂, yağıştaki farklılıklar ve küresel ortalama hava sıcaklıklarının önemli ölçüde artması öngörülmektedir. Günümüzde iklim değişikliği açısından tarım ve gıda güvenliği en savunmasız sektörlerin başında gelmektedir. Bilindiği üzere, bitkisel üretim iklim değişikliklerinden oldukça fazla etkilenmektedir. Gelecekteki iklim değişikliklerinden en fazla etkilenecek olan sektörlerin başında tarım ve gıda olduğuna göre tarımsal üretimlerde alınacak önlemler ile, gıda güvencesinin sağlanmasının yanı sıra ülkemizde de ekonominin olumsuz yönde etkilenmemesi açısından da oldukça önemlidir (Kadioğlu ve ark., 2017).

İklim sadece zeytin ağaçlarını doğrudan etkilemekle kalmamakta, aynı zamanda değişen sıcaklıklar da belirli bir alan için böcek çeşitliliğini ve sıklığını etkilemektedir. Artan CO₂ seviyeleri çoğu böcek ve haşere sorununu şiddetlendirecektir (Moran, 2014).

İklim Değişikliğinin Zeytinyağı Kalitesine Etkileri

Zeytinyağı Akdeniz havzasında üretilen, daha çok düşük kalp damar hastalığı, kanserler ve uzun ömür ile ilişkilendirilen, Akdeniz ülkelerinin diyetlerinde, ekonomilerinde ve kültüründe önemli bir yeri olan ve içeriğinde yüksek oranda oleik asit, düşük oranda linoleik ve palmitik asit içeren yemeklik yağdır (Effimia Eriotou ve ark., 2021). Ayrıca benzersiz duyuşal özelliği, aroma ve lezzet içeriği, yüksek oksidatif stabilite ve sağlık üzerine olumlu etkilerinden dolayı son yıllarda daha da artan bir ilgi görmektedir (Dabbou ve ark., 2011; Köseoğlu ve ark., 2018; Cairone ve ark., 2021).

Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı tebliğinde natürel zeytinyağı, zeytin ağacı meyvesinden doğal niteliklerinde değişikliğe neden olmayacak bir ısı ortamında, sadece yıkama, dekantasyon, santrifüj ve filtrasyon işlemleri ile mekanik ve fiziksel işlemler uygulanarak elde edilen; kendi kategorisindeki ürünlerin fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerini taşıyan bir yağ olarak tanımlanmaktadır (TGK, 2017). Zeytinyağlarının kalitesi tarımsal uygulamalar, mevsim koşulları, meyve hijyeni, meyvelerin olgunluk seviyesi, hasat zamanları ve şekilleri, taşıma yöntemi ve ekstraksiyon teknolojileri gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Bıyıklı, 2009). Bunlardan; zeytin hasadının zamanı ve olgunluğunun derecesi %30, ekstraksiyon teknolojileri %30, çeşitler %20, depolama koşulu %10, hasat yöntemlerinin şekli %5 ve taşıma koşulları %5 oranında zeytinyağı kalitesini etkilemektedir (Sevim, 2011).

Zeytin meyvesinde yağ birikimi Temmuz ayı sonu Ağustos ayı başına doğru başlar. Sıcaklıkların düşmesi ile beraber zeytinde olgunlaşma başlamakta, meyvenin yağ içeriği de günden güne yükselmektedir. Ekim ayından Aralık ayına kadar olan süreçte yağ miktarında artış olmaktadır. Sonbahar ve kış mevsimleri boyunca meyve kabuk rengi siyaha dönmekte ve yağ miktarı maksimuma ulaşmaktadır (Boskou ve ark., 2006). Yağın maksimum kalite ve en iyi duyuşal özelliklere sahip olduğu dönemi ideal hasat zamanı olarak tanımlayabiliriz. Olgunlaşma tamamlandıktan sonra kuru maddede yağ oranı sabit kalmakla birlikte su miktarı azalmaktadır (Bartolucci ve Dhakal, 1999). Yağın genellikle en iyi kalite ve duyuşal özelliğe sahip olduğu dönem ile zeytinde

yağın maksimumuna ulaştığı olgunlaşma dönemi maalesef aynı zamana rastlamamaktadır. Kaliteli natürel sızma zeytinyağı için meyvelerin ideal zamanda (pembemsi-yeşil dönemde) hasat edilmiş olması, lezzetin yoğun meyve tadında, acılık ve yakıcılık şiddetinin yüksek olması tercih edilir. Zeytinyağının kalitesi ve verimi zeytin çeşitlerine ve olgunluğuna bağlı olup kaliteli zeytinyağı için en uygun olgunluk basamağı 3'den büyük 4.5-5'den küçük olmalıdır (UZK, 1991).

Zeytin ağaçları kuraklık koşullarına dayanıklı olmakla birlikte büyüme dönemlerinde aşırı kuraklık stresi ürünler ve gelişme üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Zeytin ağaçlarında su stresi ile birlikte meyvelerde tutum, meyvelerde olgunlaşma ve meyvelerin yağ içeriğinde önemli değişiklikler meydana gelmektedir. Yağlık zeytinlerin üretiminde su stresinden kaçınılması gereken en kritik dönemler meyvelerin tutumu ve yağ birikimi aşamasıyken, sofralık zeytin üretiminde ise meyve tutumu, meyve gelişimi ilk aşaması (hücrelerin bölünmesi) ve meyve gelişimi üçüncü aşaması (hücrelerin genişlemesi) kritik bulunmuştur (Varol ve Ayaz, 2012).

Ulusal ve Uluslararası Standartlarda zeytinyağının kalitesi; serbest yağ asitliği, peroksit değeri, UV'de özgül absorbans değerleri (K_{232} ve K_{270}), yağ asidi etil esterleri ve duyusal özellikleri temel olarak değerlendirilmektedir. Serbest yağ asitliği, zeytinyağı kalitesinde değerlendirilen ilk ölçüt olup özellikle zeytinyağı ticari sınıflandırılmasında kullanılan en önemli kalite kriteridir.

Yemeklik Zeytinyağı ve Pirina Yağı tebliğinde natürel zeytinyağları;

- serbest yağ asitliği 0,8'den (% oleik asit cinsinden) daha az olan yağlar; natürel sızma zeytinyağı
- serbest yağ asitliği 2,0'den (% oleik asit cinsinden) fazla olmayan yağlar; natürel birinci zeytinyağı
- serbest yağ asitliği 2,0'den (% oleik asit cinsinden) fazla olan veya duyusal ve karakteristik özellikler bakımından doğrudan tüketime uygun olmayan, rafinasyon veya teknik amaçlı kullanıma uygun yağlar; ham zeytinyağı/rafinajlık olarak belirtilmektedir (TGK, 2017).

Zeytinyağlarının kalitesinin; içerdiği serbest asitlik derecesine ve lezzetine bağlı olduğunu, zeytinyağın kimyasal kompozisyonuna ve kalitesi üzerine etki eden en önemli faktörlerin; çeşit, yetiştirilen bölgelerin coğrafi konumu ve iklim özellikleri, ağaçların beslenme durumu, zeytinlerin olgunluk derecesi ve hasat yöntemleri, zeytinlerin muhafaza şekilleri, yağa işleme teknikleri ve depolama şartları olabileceğini ifade edilmiştir (Mousavi ve ark., 2021). İklim değişikliği ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında pek çok araştırmacı zeytin yetiştiriciliğinin iklim değişikliklerinden etkilendiği özellikle sofralık zeytin ve zeytinyağının kalitesinin etkilendiğini rapor etmişlerdir (Tupper 2012; Dag ve ark., 2013; Ponti ve ark., 2014).

Zeytinyağı, kompleks yapıda iki temel grup bileşenden oluşmaktadır. Birinci grup bileşenleri kimyasal bileşimin yaklaşık %98'ini oluşturan sabunlaşabilen maddeler (trigliserid, yağ asidi esterleri gibi) oluştururken, ikinci grup bileşenleri %2'sini sabunlaşmayan maddelerdir (fenolik maddeler, serbest yağ asitleri, steroller, hidrokarbonlar, alifatik ve triterpenik alkoller, uçucu bileşenler ve antioksidanlar gibi 230 ayrı minör bileşen) oluşturmaktadır (Sevim, 2011). Zeytin çeşidine göre zeytinyağı kompozisyonları arasında farklılıklar bulunmakta olup, iklim koşulları (sıcaklık ve yağış), tarım uygulamaları (gübreleme ve sulama) ve zeytinyağı üretim prosesi de zeytinyağının kompozisyonu üzerine etkide bulunmaktadır (İlyasoğlu, 2009).

Zeytinyağının lezzet ve sağlık üzerine birçok olumlu etkisi olmasına bağlı olarak dünya ticaretinde değeri günden güne artmaktadır. Buna bağlı olarak da zeytinyağında taşıdığı önemli bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Taşıdığı belirlenmesi ve önlenmesi için ulusal ve uluslararası kuruluşlar tarafından standartlar belirlenmiş ve bu standarttaki limitlere göre ticareti yapılmaktadır. Bu standartlarda da dikkate alınan en önemli bileşenlerden bazıları yağ asidi kompozisyonu ve sterollerdir.

Zeytinyağının yağ asitleri kompozisyonu özellikle çeşit, yükseklik, iklim koşulları ve meyvenin olgunluk düzeyine göre değişiklik göstermektedir. Bu nedenle gerek uluslararası gerekse ulusal standartlarda verilen sınırlar oldukça geniştir. Türk Gıda Kodeksi Yemelik Zeytinyağı ve Pirina Yağı tebliğinde zeytinyağının palmitik asit içeriğinin %7,5-20 arasında, oleik asit içeriğinin %55-83 arasında, linoleik asit içeriğinin %2,5-21 arasında, linolenik asit içeriğinin \leq 0,1 olması gerektiği belirtilmektedir (TGK, 2017).

Literatürlerde zeytinyağı yağ asitleri kompozisyonu bakımından 2 tipte sınıflandırılmıştır. Bunlar; düşük linoleik-palmitik ve yüksek oleik asit içeriğine sahip yağlar ve nispeten yüksek linoleik-palmitik asit ve daha az oleik asit içeriğine sahip yağlardır (Iversone ve ark.,1965). Zeytinyağı diğer bitkisel sıvı yağlara oranla daha yüksek oranda oleik asit, daha az linoleik ve linolenik asit içeriğine sahiptir. Bu özelliği ile de diğer bitkisel yağlara oranla oksidasyona daha dayanıklı olmaktadır (Papadimitriou ve ark., 2006).

Zeytin meyvesinin optimum olgunluğa ulaşması ile yağ asitleri kompozisyonunda da bazı değişiklikler görülmektedir. Olgunlaşmanın ilerlemesi ile linoleik asit/palmitik asit oranı artarken, oleik asit/palmitik asit oranı azalmaktadır. Bu değişiklikler yağın bazı duyuşsal özelliklerini de etkilemektedir (Bozdoğan Konuşkan, 2008). Ayrıca yüksek rakımlı bölgelerden elde edilen zeytinyağlarında oleik asit içeriğinin yüksek, linoleik, palmitik, palmitoleik ve stearik asit içeriklerinin düşük olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde soğuk iklimlerde yetişen zeytinlerden elde edilen yağların, sıcak bölgelerden elde edilenlere göre oleik asit seviyesinin yüksek, linoleik asit seviyesinin düşük olduğu tespit edilmiştir (Giovacchino ve ark., 2002; Bıyıklı, 2009).

Yüksek sıcaklıkların, yağ asidi kompozisyonunu değiştirdiği, zeytinyağının en önemli bileşenlerinden olan polifenollerin ve oleik asidin azalmasına neden olarak yağ kalitesini düşürdüğü belirtilmektedir. Fakat yüksek sıcaklık etkilerinin çoğunlukla genotipe bağlı olduğu ve her çeşidin bu strese farklı tepki verebileceği, çalışılan çeşitlerin her birinin yüksek sıcaklık ortamına farklı tepki verdiği, hiçbirinin tamamen ısıya dayanıklı olmadığı ifade edilmektedir. Örneğin 'Koroneiki' çeşidinin analiz edilen tüm parametrelerde yüksek sıcaklıklardan olumsuz etkilendiği, 'Picholine' ve 'Coratina' çeşitlerinin de, meyve gelişimi ve yağ kalitesinin yüksek sıcaklıklardan olumsuz etkilendiği, ancak yağ konsantrasyonunun etkilenmediği belirtilmiştir (Nissim ve ark., 2000).

Lombardo ve ark. (2008) tarafından büyüme mevsimi boyunca sıcaklıkların 188 İtalyan çeşidinin yağ asitleri bileşimi üzerindeki etkisi 2001 ve 2005 yılları arasında incelenmiş, çalışmanın en sıcak yılında (2003) en soğuk yılına (2005) kıyasla önemli ölçüde daha düşük oleik asit ve daha yüksek palmitik ve linoleik asit seviyelerinin tespit edildiği belirtilmiştir. Özellikle meyvede çekirdek sertleşmesinden meyve renginin dönüşümünün başlangıcına (genelde Temmuz-Ağustos döneminde) kadar sıcaklığın bu bileşenlere önemli derecede etkilediği ifade edilmektedir.

Sulama rejiminin, zeytinyağının % yağ miktarını ve yağ asidi kompozisyonunu olumlu yönde etkilediği, sulanan bölgelerde meyve yapısının, sofralık zeytin üretimi ve zeytinyağı ekstraksiyonu için daha iyi olduğu, son yıllarda yapılan çalışmalarda da sulanan ve yağışa bağlı olarak yetiştirilen ağaçlardan elde edilen zeytinyağının duyuşsal ve kimyasal karakteristiklerinde farklılıklar gözlemlendiği belirtilmektedir (Solinas, 1990).

Gomez-Rico ve ark. (2007) tarafından farklı sulama stratejileri ile 'Carnicabra' sızma yağlarının kalitesi ve yağ asidi kompozisyonu arasında bir ilişki olup olmadığını araştırıldığı çalışmada, özellikle toplam fenol içeriğinin uygulanan su miktarının artışıyla birlikte önemli oranda azaldığı belirlenmiştir.

Su stresi meyve tutumunu ve verimini etkilemekte, kritik dönemlerde verilecek az bir su bile kaliteyi arttırmaktadır. Stres koşullarındaki zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarında, duyuşsal özelliklerinde keskin acılık ve yakıcılığa neden olan, antioksidan özelliğini oluşturan fenolik bileşenlerin düzeyinde artış meydana gelmektedir (Mailer ve Ayton 2011).

Fernandes-Silva ve ark. (2013) su stresine bağlı olarak toplam fenolik madde miktarının arttığını ifade etmişlerdir.

Garcia ve ark. (2013) tarafından 12 adet yaşlı Arbequina zeytin ağaçlarında iki farklı kısıtlı sulama uygulamasının verim ve yağ kalitesi üzerine etkisini incelenmiştir. Çalışmada, kısıtlı sulamanın verimde azalma ve meyve olgunluğunda değişkenliğe yol açtığı, yağdaki serbest asitlik değeri, peroksit değeri, K_{232} ve K_{270} değerleri ve yağın duyuşsal özelliklerinin kısıtlı sulamadan etkilenmediği, karatenoid ve klorofil değerleri ile toplam fenol içeriği ve oleik asidin ise arttığı rapor edilmiştir.

Zeytinyağında sabunlaşmayan maddelerin en önemli kısmını steroller oluşturmaktadır. Zeytinyağlarının sterol içeriği, zeytinyağlarına tohum yağlarının karıştırılmasıyla yapılan tağışışleri tespit etmede kullanılan önemli saflık kriterlerinden birisidir (Aydın ve ark., 2020). Sterollerin yağdaki kompozisyonu ve içeriği tarımsal ve iklimsel koşullara, meyvelerin kalitesine, uygulanan ekstraksiyon yöntemine ve rafinasyon tekniğine ve depolama şartlarına bağlı olarak değişmektedir (Şahin ve ark., 2008; İlyasoğlu, 2009). Steroller ısıya dayanıklı, kokusuz ve tatsız bileşikler olup bu özelliklerinden dolayı yağ kalitesi üzerinde çok etkili değildirler. Sterol kompozisyonu bitkisel yağların karakteristik özelliklerini ortaya koymaktadır (Şahin ve ark., 2008). Özellikle β -sitosterol ve delta-7-stigmastenol içerikleri zeytinyağlarına yüksek oleik asitli tohum yağlarıyla yapılan tağışışlerin belirlenmesinde oldukça önemlidir (Yorulmaz, 2009). Ayrıca son zamanlarda natürel zeytinyağını meyve çeşitlerine göre sınıflandırmak için de sterol kompozisyonunun kullanılması da önerilmektedir (Rivera del A' lamo ve ark., 2004).

Zeytinyağının başlıca sterolleri; β -sitosterol, delta-5-avenasterol ve kampesteroldür. Bunların yanında düşük miktarlarda stigmasterol, kolesterol, 24-metilen-kolesterol, delta-7-kampesterol, delta-5,23-stigmastadienol ve delta-7-avenasterol bulunmaktadır. Zeytinyağı sterol toplamının %75-90'ını β -sitosterol oluşturmakta olup delta-5-avenasterol ise %5-20 arasında değişmektedir (Şahin ve ark., 2008). Türk Gıda Kodeksi Yemeklik Zeytinyağı ve Pirina Yağı tebliğinde zeytinyağının kolesterol içeriğinin \leq %0,5, brassikasterol içeriğinin \leq %0,1, kampesterol içeriğinin \leq %4,0, delta-7-stigmastenol içeriğinin \leq %0,5, stigmasterol içeriğinin <kampesterol ve toplam beta-sitosterol içeriğinin \geq %93 olması gerektiği belirtilmiştir (TGK, 2017). Zeytinyağının yapısında düşük düzeyde

bulunan 24-metilen-kolesterol, kampesterol sentezinde ara üründür ve zeytin pulpunun karakteristik bileşeni olup çeşitler arasında ve olgunlaşma evrelerinde önemli farklılıkların açıkça gözlenebildiği tek steroldür (Şahin ve ark., 2008). Stigmasterol miktarının yüksek olması, yüksek asitliğin ve düşük duyuşsal özelliklerinin bir göstergesidir (Bıyıklı, 2009).

Mendoza ve ark. (2013) tarafından 3 farklı hasat dönemlerinde Carrasqueña ve Morisca zeytin çeşitlerinden elde edilen zeytinyağlarının sterol kompozisyonunun incelendiği araştırmada olgunlaşma ile birlikte β -sitosterol, stigmasterol ve kampesterol değerleri artarken, delta-5-avenasterol değerinin azaldığı tespit edilmiştir. Eritrodıol+uvaol değeri toplamının olgunluk indeksinin artışıyla birlikte azaldığı belirlenmiştir.

Essiari ve ark. (2014) Fas'ta iki farklı iklim bölgelerinde yetiştirilmiş 4 farklı zeytinden elde edilen zeytinyağlarının kimyasal özelliklerine yetiştirmeme alanlarının etkisini araştırdığı çalışmada Arbequina zeytin çeşidinden elde edilen yağın kampesterol içeriğinin Uluslararası Zeytin Konseyi standardında belirtilen limitlere göre daha yüksek olduğunu raporlamışlardır.

Fas'ın Doğu bölgesinde iki hasat sezonu boyunca üretilen İspanyol (Arbequina, Arbosana) ve Yunan (Koroneiki) çeşitlerinin sızma zeytinyağlarının kalite ve kimyasal kompozisyonundaki değişimlere iklim koşullarının etkisinin araştırıldığı bir çalışmada steroller hariç zeytinyağlarının kalite kriterlerinin ve kimyasal kompozisyonunun iklim koşullarının değişikliklerinden önemli şekilde etkilendiği rapor edilmiştir. Özellikle yağ asitleri ve triaçilgliserol kompozisyonunun çeşit ve iklim değişikliklerinden önemli derecede etkilendiği belirtilmiştir (Mansouri ve ark., 2018).

2012-2014 yıllarında İzmir Zeytincilik Araştırma Enstitüsü'nde yürütölen damla sulama yöntemi ile sulanan Memecik çeşidi zeytin ağaçlarında farklı sulama programlarının verime, zeytin meyve ve yağ kalite parametreleri üzerine etkisinin incelendiği çalışmada uygun sulama programının araştırıldığı ve elde edilen bulgular ışığında kısıtlı sulama stratejileri kullanımının zeytin meyve ve yağ kalitesinde önemli değişikliklere yol açmaksızın su tasarrufunu mümkün kıldığı belirtilmektedir (Sevim ve ark., 2019)

Algataa, (2020) tarafından Libya'da iklim değişikliğinin zeytinyağı kalitesine etkisinin araştırıldığı çalışmada minimum su tüketimi ile maksimum zeytin verimi ve kaliteli zeytinyağı elde etmek için iyi bir planlanmanın yapılması gerektiği, küresel ısınmanın zeytin bahçelerini tehdit edebilecek böcek ve haşere popölasyonunun artışında büyük etkiye sahip olacağı bunun için uygun ilaçlama programlarının yapılması gerektiği, iklim değişikliğine paralel olarak, yüksek verim ve nihai ürünün kalitesi arasında bir denge sağlamak için zeytin hasat zamanının yeniden tanımlanması gerektiği, yeni zeytin ıslah çalışmaları, iklim değişikliği ile ilgili olarak zeytin genotiplerinin davranışlarına odaklanması ve yeni zeytin çeşitlerinin seçiminde zeytinin hastalıklara karşı direnci veya yüksek sıcaklıklarda sofralık ve yağlık zeytin kalitesi baskın kriterler olarak kullanılması gerektiği rapor edilmiştir.

Nissim ve ark. (2020) tarafından İsrail'de yüksek sıcaklık ortamında zeytinyağı veriminin ve kalitesinin araştırıldığı çalışmada, yaz sıcaklıklarının yüksek olduğu bir bölgeye yerleştirilen 5 zeytin çeşidinin meyve gelişimi üzerindeki etkisi, aynı çeşitlerden farklı bir bölgede yerleştirilen ağaçlarla karşılaştırılmıştır. Çalışmada yüksek sıcaklık ortamının etkilerinin genotipe bağlı olduğu ve genel olarak meyve gelişimi sırasındaki yüksek

sıcaklıkların üç önemli özelliği etkilediği bunların da; meyve ağırlığı, yağ konsantrasyonu ve yağ kalitesi olduğu belirlenmiştir. Çalışmada farklı zeytin çeşitlerinin yüksek sıcaklıklarla başa çıkmada çeşitli mekanizmalar geliştirdiği, bu tepkilerin her birinin mekanizmasının açıklanması, yüksek sıcaklık koşullarına geniş ölçüde adapte edilmiş çeşitli zeytinlerin geliştirilmesine yol açabileceği ifade edilmiştir.

2050 yılına kadar Tunus'ta 2,7°C'lik bir sıcaklık artışı olacağı ve bu artışın tarımsal ekosistemlerin ve özellikle zeytin sektörünün bozulmasına neden olabileceği ifade edilmektedir. Tunus'ta kurak iklim ile karakterize olan Sfax-Taoues'de ve çöl iklimi ile karakterize olan Kebili-Rjim Maatoug'da yapılan çalışmada Kebili-Rjim Maatoug çöl bölgesinin şiddetli iklim koşullarının zeytin yapraklarında indüklenen stres, klorofil içeriğinde azalmaya ve lipid peroksidasyonu, ozmotik ve enzimatik olmayan antioksidanlar içeriğinde artışa neden olduğu saptanmıştır. Ayrıca Kebili-Rjim Maatoug bölgesinde yetişen zeytin ağaçlarından elde edilen zeytinyağında polifenol ve karotenoid içeriği önemli ölçüde daha yüksek olduğu, bununla birlikte yağ asidi kompozisyonundan oleik asit içeriğinin %50'nin altında olduğu, palmitik asit içeriğinin %20'yi ve linolenik asit içeriğinin %1'i aştığı rapor edilmiştir (Ben Rouina ve ark., 2020).

Ülkemizde de toplam yağış miktarlarının azalacağı ve yağış dağılımında değişiklikler olacağı daha önceki çalışmalarda rapor edilmiştir (Ozturk ve ark., 2015; Türkeş, 2020). Bu kapsamda hastalık ve zararlılara karşı dirençli, yüksek sıcaklıklara, kuraklığa ve tuzluluğa karşı dayanıklı, sofralık ve yağlık zeytin kalite ve sağlık özellikleri yüksek yeni zeytin çeşitlerin geliştirilmesinde fayda vardır.

Yapılan araştırmalar göstermektedir ki iklim değişikliğinin sonuçlarını tahmin etmeye yönelik yaklaşımlara acil ihtiyaç duyulmaktadır. Zeytin bahçesinin maksimum zeytin verimine ve minimum su tüketimi ile zeytinyağı veya sofralık zeytin kalitesine ulaşması için sulama amaçlı su kullanımları iyi planlanmalıdır (Özdemir, 2016).

Sonuç

Son yıllarda yaşadığımız iklim değişikliğine bağlı olarak ileriye dönük planlamaların yapılmasına acil bir şekilde ihtiyaç duyulmaktadır. İklim değişikliğine bağlı olarak yıldan yıla artan sıcaklık ve kuraklık ile uygun ve etkin mücadele yöntemleri kullanılarak sofralık zeytin ve zeytinyağı verim ve kalitesine iklim değişikliğinin etkisini azaltmak için şimdiden eylem planlarının ve programlarının oluşturulması gerekmektedir. Zeytin bahçelerinde maksimum zeytin verimine minimum su tüketimi ile ulaşılarak kaliteli sofralık zeytin ve zeytinyağı elde etmek öncelikli hedefimiz olmalıdır.

Sonuç olarak küresel iklim değişikliğine bağlı olarak;

- Akdeniz havzasında sulama yapmadan zeytin yetiştiriciliğinin artık mümkün olamayacağı ve yetiştiriciliğe uygun alanların, kuzey bölgelere ve daha yüksek rakımlara doğru yayılması beklenmektedir. Bunun için yeni zeytin plantasyonları için daha kuzeyde, daha yüksek rakımlı ve nispeten sulama için su kaynaklarının bulunabildiği yerler tercih edilmelidir. Daha önce hiç sulanmayan zeytin plantasyonlarında yağış azlığı nedeniyle ciddi verim ve kalite kayıpları yaşanacağı

bu nedenle karlı bir zeytin yetiştiriciliğinin sulama yapmadan mümkün olmayacağı tahmin edilmektedir.

- Sudan azami tasarruf sağlamak için suyu ekonomik kullanan sulama sistemleri (damla sulama) kullanılmalı ve bu sistemler yenilenebilir enerji ile desteklenmelidir.
- Genetik çalışmalar ile daha kurak koşullara adaptasyonu yüksek olan çeşitlerin seçilerek plantasyonların bu çeşitler ile kurulması önerilmektedir.
- Zeytin çiçeğinin meyve bağlaması için tozlaşma ve dölleme işlemleri gereklidir. Bu dönemde oluşacak yüksek sıcaklıklar, polen çimlenmesi ve polen tüpü büyümesi üzerinde olumsuz etki yaparak zeytin verimini düşürebileceği tahmin edilmektedir (bu dönemlerde oluşabilecek aşırı yağış veya sıcaklık koşullarında zeytin veriminde %30'a varabilecek verim azalmaları beklenmektedir).
- Zeytin ağaçlarında döllemeden sonra 33°C'nin üzerindeki sabit sıcaklıklar meyve tutumunu ve ardından meyve gelişimini olumsuz etkileyebilmektedir.
- Zeytin çiçeklenme tarihinin hava sıcaklığındaki artışla çiçek yapılarının gelişiminin daha hızlı tamamlanacağı ve çiçeklenmenin daha erken tarihlerde gerçekleşeceği ön görülmektedir.
- İklim değişimi ile birlikte zeytin hastalık ve zararlı popülasyonunda farklılıklar oluşabilir. Aşırı sıcak koşullar güney bölgelerde zeytin sineği popülasyonunu düşürebilir. Kuzey bölgelerinde ise zeytin sineği popülasyonunun arttırabilir. Daha ılıman kışlar yükselen gece sıcaklıkları ve genel sıcaklıklar, bazı patojenlerin ve zararlıların daha fazla üremesine ve toprak kökenli patojenlerin daha fazla kök hastalıklarına neden olacağı bildirilmektedir.
- Gelecekteki sıcaklık artışlarına bağlı zeytin ağaçlarının boyutlarındaki artış nedeniyle yakındaki ağaçlar arasındaki etkileşimleri önlemek için plantasyon yoğunluğunun daha düşük tutulması gerektiği belirtilmektedir.
- Zeytin ağaçlarının büyüme mevsimi uzunluğu (2 ila 10 gün) ve büyüme mevsimi sıcaklıklarında 30°C'ye kadar ciddi artışlar beklenmektedir.
- Türkiye'de zeytin yetiştiriciliğine en uygun alanlar olan Ege Bölgesi ve Akdeniz Bölgesi başta olmak üzere Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Marmara Bölgesi'nde gelecekte oluşacak sıcaklık artışı ve yağış azalması ile birlikte zeytin plantasyonlarının şu anda olduğundan daha iç kısımlara, kuzeye ve daha yüksek rakımlara doğru kayması beklenmektedir. Ayrıca, Karadeniz Bölgesi'nde de zeytinlik alanlarda önemli ölçüde büyüme beklenmektedir.
- Zeytin ağaçlarının çiçeklenme tarihleri Akdeniz ve Ege kıyıları başta olmak üzere 3-11 gün arasında erken gerçekleşeceği, meyvelerin erken olgunlaşp daha erken hasat edileceği ön görülmektedir.
- Aynı zamanda yüksek verim ve son ürünün kalitesi arasında bir denge sağlamak için zeytin hasat zamanının yeniden tanımlanması, yeni zeytin ıslah çalışmalarının yapılması çok önemlidir. İklim değişikliği ile ilgili olarak zeytin genotiplerinin davranışlarına odaklanılmalı ve yeni zeytin çeşitlerinin seçiminde hastalık ve zararlılara karşı direnç, yüksek sıcaklıklara, kuraklığa ve tuzluluğa karşı dayanıklılık, sofralık ve yağlık zeytin kalite ve sağlık özelliklerinin üstün olması gibi kriterler dikkate alınmalıdır.

- İklim değişikliğine bağlı olarak zeytin meyvelerinde hastalık ve zararlanmaların meydana gelebileceği, zeytinyağının kimyasal kompozisyonunda değişimlerin gözlemlenebileceği, kalite ve saflık kriterlerinde sapmaların meydana gelebileceği düşünüldüğünde iklim değişikliğine bağlı olarak ileriye dönük planlamaların yapılmasına acil bir şekilde ihtiyaç duyulmaktadır.

Teşekkür

Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Yazarlar çalışmaya ortak katkı sağlamış ve yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Akkuzu, E., Kaya, Ü., Köseoğlu, O., Sevim, D., Pamuk Mengü, G., Öztürk Güngör, F., Gürbüz Veral, M. ve Kaptan, S. 2015. Zeytin yetiştiriciliğinde kısıtlı sulama stratejilerinin zeytin verimine, fizyolojik parametrelerine, zeytin ve zeytinyağının minör ve antioksidan özellik gösteren bileşikleri üzerine etkisi. TUBİTAK, Proje No: 112O317.
- Algataa, B. 2020. Analysis of the impact of climate change and storage methods on the quality of olive oil in Libya. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 10(5): 968-972.
- Altınsoy, H., Kurt, C. and Kurnaz, M.L. 2013. Analysis of the effect of climate change on the yield of crops in Turkey using a statistical approach. In *Advances in Meteorology. Climatology and Atmospheric Physics*, 379-384.
- Aygün, İ., Urkan, E., Alayunt, F.N., Yalçın, H. ve Tekin, A.B. 2019. İzmir ilinde zeytin hasadında kullanılan yerli ve ithal çırpıcı tip makinelerin hasat performanslarının değerlendirilmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(2): 265-271.
- Aşık, Ş., Kaya, Ü., Çamoğlu, G., Köseoğlu, O., Ataoğ Özmez, H., Akkuzu, E., Şahin, M., Öztürk Güngör, F., Avcı, M. ve Nergiz, C. 2011. Zeytin yetiştiriciliğinde farklı sulama programlarının zeytin verimi, sofralık zeytin ve zeytinyağı kalitesi üzerine etkisi. TUBİTAK Proje No: 108O135.
- Aydın, S., Özkan, G. ve Yorulmaz, A. 2020. Çeşit, olgunluk ve yoğurma şartlarının zeytinyağının sterol profili üzerine etkisi. *Akademik Gıda*, 18(1): 87-95.
- Bartolucci, P. and Dhakal, B.R. 1999. Prospects for olive growing in Nepal department of agriculture, fruit development division olive production development project, TCP/NEP/6713. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 62 pp.

- Ben Rouina, Y., Zouari, M., Zouari, N., Ben Rouina, B. and Bouaziz, M. 2020. Olive tree (*Olea europaea* L. cv. Zelmati) grown in hot desert climate: Physiobiochemical responses and olive oil quality. *Scientia Horticulturae*, 261: 108915.
- Ben Zaied, Y. and Zouabi, O. 2016. Impacts of climate change on Tunisian olive oil output. *Climatic Change*, 139: 3-4.
- Bıyıklı, K. 2009. Türk zeytinyağlarının saflık derecelerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi FBE, Gıda Mühendisliği.
- Boskou, G., Salta, F.N., Chrysostomou, S., Mylona, A., Chiou, A. and Andrikopoulos, N.K. 2006. Antioxidant capacity and phenolic profile of table olives from the Greek market. *Food Chemistry*, 94: 558–564.
- Bozdoğan Konuşkan, D. 2008. Hatay’da yetiştirilen Halhalı, Sarı Haşebi ve Gemlik zeytin çeşitlerinden çözücü ekstraksiyonuyla elde edilen yağların bazı niteliklerinin belirlenmesi ve mekanik yöntemle elde edilen zeytinyağları ile karşılaştırılması. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi FBE, Gıda Mühendisliği.
- Cairone, F., Petralito, S., Scipione, L. and Cesa S. 2021. Study on extra virgin olive oil: quality evaluation by anti-radical activity, color analysis, and polyphenolic HPLC-DAD analysis. *Foods*. 10: 1808.
- Dabbou, S., Dabbou, S. and Chehab, H. 2011 Chemical composition of virgin olive oils from Koroneiki cultivar grown in Tunisia with regard to fruit ripening and irrigation regimes. *International Journal of Food Science and Technology*, 46: 577–585.
- Dag, A., Harlev, G., Lavee, S., Zipori, I. and Kerem, Z. 2013. Optimizing olive harvest time under hot climatic conditions of Jordan Valley, Israel. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 115: 1-8.
- Davarcıoğlu, B. ve Lelik, A. 2018. Küresel iklim değişikliği ve uyum çalışmaları: Türkiye açısından değerlendirilmesi. *Mesleki Bilimler Dergisi*, 7(2): 376-392.
- Effimia Eriotou, E., Karabagias, I. K., Maina, S., Koulougliotis D. and Kopsahelis, N. 2021. Geographical origin discrimination of “Ntopia” olive oil cultivar from Ionian islands using volatile compounds analysis and computational statistics. *European Food Research and Technology*, 247: 3083–3098.
- Essiari, M., Zouhair, R. and Chimi, H. 2014. Contribution to the study of the typical characteristics of the virgin olive oils produced in the region of Sais (Morocco). *Official Journal of the International Olive Council*, 119: 8-21.
- Fernandes-Silva, A.A., Gouveia, J.B., Vasconcelos, P., Ferreira, T.C. and Villalobos, F.J. 2013. Effect of different irrigation regimes on the quality attributes of monovarietal virgin olive oil from cv. “Cobrançosa”. *Grasas Y Aceites*, 64: 41-49.
- Fraga, H., Moriondo, M., Leolini, L. and Santos, J.A. 2021. Mediterranean olive orchards under climate change: a review of future impacts and adaptation strategies. *Agronomy*, 11: 56.
- Gomez-Rico, A., Salvador, M.D., Moriana, A., Perez, D., Olmedilla, N., Ribas, F. and Fregapane, G. 2007. Influence of different irrigation strategies in a traditional Cornicabra cv. olive orchard on virgin olive oil composition and quality. *Food Chemistry*, 100, 568-578.

- Iverson, J.L., Eisner J. and Firestone, D. 1965. Detection of trace fatty acids in fats and oils by urea fractionation and gas-liquid chromatography. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 42: 1063–1068.
- İlyasoğlu, H. 2009. Ayvalık ve Memecik zeytinyağlarının coğrafi isaretleme amacıyla karakterizasyonu. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi FBE, Gıda Mühendisliği.
- Kadioğlu, M., Ünal, Y., İlhan, A. ve Yürük, C. 2017. Türkiye’de iklim değişikliği ve tarımda sürdürülebilirlik, Türkiye Gıda ve İçecek Sanayi Dernekleri Federasyonu. (<https://www.tgdf.org.tr/wp-content/uploads/2017/10/iklim-degisikligi-rapor-elma.compressed.pdf> , Erişim tarihi: Eylül 2021)
- Kıvrak, M. 2019. Zeytin ağacının iklim istekleri, Balıkesir Üniversitesi Edremit Meslek Yüksekokulu Zeytincilik ve Zeytin İşleme Teknolojisi Programı. (Erişim tarihi: Haziran 2021).
- Köseoğlu, O., Sevim, D., Ulaş, M. and Özdemir, D. 2018. Determination of bitterness index (K_{225}) and total fenol content of olive oils obtained with different regions, varieties and processing systems. *Ege Journal Agricultural Research*, 55(2): 171-178.
- Lombardo, N., Marone, E., Alessandrino, M., Godino, G., Madeo, A. and Fiorino, P. 2008. Influence of growing season temperatures in the fatty acids (FAs) of triacylglycerols (TAGs) composition in Italian cultivars of *Olea europaea*. *Advances in Horticultural Science*. 22(1): 49–53.
- Lorite I. J., Gabaldon-Leal, C., Ruiz-Ramos, M. and Belaj, A. 2018. Evaluation of olive response and adaptation strategies to climate change under semi-arid conditions. *Agricultural Water Management*, 204:247-261.
- Mailer, R. and Ayton, J. 2011. Effect of irrigation and water stress on olive oil quality and yield based on a four year study. *Acta Horticulturae*. 888: 63-72.
- Mansouri, F., Ben Moumen, A., Belhaj, K., Richard, G., Fauconnier, M.L., Sindic, M., Serghini Caid, H. and Ahmed Elamrani, A. 2018. Effect of crop season on the quality and composition of extra virgin olive oils from Greek and Spanish varieties grown in the Oriental region of Morocco. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 30(7): 549-562.
- Mendoza, F.M., Miguel Gordillo, C., Expósito, J.M., Casas, J.S., Cano, M.M., Vertedor, D.M. and Baltasar, N.V. 2013. Chemical composition of virgin olive oils according to the ripening in olives. *Food Chemistry*, 141(3): 2575-2581.
- Moran, M.E. 2014. The toll of climate change on california olive oil. *Olive Oil Times*, January 14.
- Moriana, A. ve Orgaz, F. 2003. Yield responses of a mature olive orchard to water deficits. *Journal of American Horticultural Science*, 128(3): 425–431.
- Mousavi, S., Mariotti, R., Stanzione, V., Pandolfi, S., Mastio, V., Baldoni, L. and Cultrera, N.G.M., 2021, Evolution of extra virgin olive oil quality under different storage conditions. *Foods*, 10: 1945.
- Nissim, Y., Shloberg, M., Biton, I., Many, Y., Doron-Faigenboim, A. and Zemach, H. 2020. High temperature environment reduces olive oil yield and quality. *PLoS ONE*, 15(4): e0231956.

- Orlandi, F., Rojo, J., Picornell, A., Jose, O., Pérez-Badia, R. and Fornaciari, M. 2020. Impact of climate change on olive crop production in Italy. *Atmosphere*, 11: 595.
- Ozturk, T., Ceber, Z.P., Turkes, M. and Kurnaz, M.L. 2015. Projections of climate change in the Mediterranean Basin by using downscaled global climate model outputs. *International Journal of Climatology*, 35(14): 4276–4292.
- Özaltaş, M., Savran, M.K., Ulaş, M., Kaptan, S., Köktürk, H., Kalanlar, Ş., Konsoloğlu, B., Tibet, Ü., Yağcıoğlu, M., Aksarı, E., Tatlı, A., Soyuer, H., Pekcan, T., Dursun, Ö., Karadeniz, C., Kilci, M., Balkan, A. ve Sevilmiş, G. 2016. Türkiye zeytincilik sektör raporu, ISBN: 978-605-9175-57-9, İzmir.
- Özdemir, Y. 2016. Effects of climate change on olive cultivation and table olive and olive oil quality. Scientific Papers. series b, *Horticulture*. vol. LX,
- Papadimitriou, V., Sotiroudis, T.G., Xenakis, A., Sofikiti, N., Stavyiannoudaki, V. and Chaniotakis, N.A. 2006. Oxidative stability and radical scavenging activity of extra virgin olive oils: an electron paramagnetic resonance spectroscopy study. *Analytica Chimica Acta*, 573–574, 453–8.
- Ponti L., Gutierrez, A.P., Ruti, P.M. and Dell’Aquila, A. 2014. Fine-scale ecological and economic assessment of climate change on olive in the Mediterranean Basin reveals winners and losers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(15): 5598-5603.
- Rivera del A ´ lamo, R.M, Fregapane, G., Aranda, F. F., Go ´mez-Alonso, M.D. and Salvador, S. 2004. Sterol and alcohol composition of Cornicabra virgin olive oil: the campesterol content exceeds the upper limit of 4% established by EU regulations. *Food Chemistry*, 84: 533–537.
- Sevim D., Köseoğlu, O., Büyükgök, E.B., Telli Karaman, H., Altunoğlu, Y., Yaman, Ş., Irmak, Ş., Susamcı, E., Öztürk Güngör, F., Yıldırım, A., Gürbüz, M., Kaya, H., Hakan, M. ve Asker, Ö. 2021. Ulusal Gen Bankasındaki zeytin çeşitlerimizin ve bu çeşitlerden elde edilen zeytinyağlarının özelliklerinin ve lezzet profillerinin belirlenmesi. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, İzmir Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, TAGEM/HSGYAD/16/A05/P01/101, İzmir.
- Sevim D., Köseoğlu, O., Öztürk Güngör, F., Kaya, Ü., Kadiroğlu, P., Pamuk Mengü, G. and Akkuzu, E. 2019. Determination of deficit irrigation treatments on olive fruit quality and olive oil (Memecik cv.) chemical composition and antioxidant properties. *La Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse*, no 2 - Vol. XCVI – Aprile/Giugno, 85-100.
- Sevim, D. 2011. Zeytin yaprağı ilave edilerek elde edilen zeytinyağlarının bazı temel kalite kriterleri ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi FBE.
- Solinas, M. 1990. La qualita dell’olio di oliva ed i fattori che la influenzano atti del convegno problematiche qualitative dell’olio di oliva sassari. 6: 23-56.
- Soltekin, O., Altındışli, A. ve İşçi, B. 2021. İklim değişikliğinin Türkiye’de bağcılık üzerine etkileri. *Ege Univervitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 58(3): 457-467.

- Şahin, K., Yorulmaz, A. ve Tekin, A. 2008. Zeytinyağı sterolleri, I. ulusal zeytin öğrenci kongresi 17-18 Mayıs, Edremit-Balıkesir.
- Tupper, N. 2012. Spanish olive oil under constant threat from climate change. *Olive Oil Times*, October 26.
- Türk Gıda Kodeksi (TGK). 2017. Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı (Tebliğ No: 2017/26).
- Türkeş, M.T. 2020. İklim değişikliğinin tarımsal üretim ve gıda güvenliğine etkileri: Bilimsel bir değerlendirme. *Ege Coğrafya Dergisi*, 29(1): 125-149.
- UZK. 1991. Zeytinyağı Kalitesinin İyileştirilmesi, Yağ Teknolojisi Deneme Enstitüsü, İtalya.
- Varol, N. ve Ayaz, M. 2012. Küresel iklim değişikliği ve zeytincilik, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 5(1): 11-13.
- Vasilopoulos, C. 2013. Climate change effects on vines should alarm olive oil producers. *Olive Oil Times*, April 22.
- Yorulmaz A. 2009. Türk zeytinyağlarının fenolik, sterol ve trigliserit yapılarının belirlenmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi FBE, Gıda Mühendisliği Bölümü.