

## **Elmada Su ve Sıcaklık Stresinin Dal ve Meyve Büyüme Dinamiğine Etkisi: Dendrometre Analizi**

**Ersin Atay<sup>1,3</sup>, Xavier Crété<sup>2</sup>, Déborah Loubet<sup>2</sup>, Pierre Éric Lauri<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>TAGEM, Meyvecilik Araştırma Enstitüsü, 32500, Eğirdir/Isparta, Türkiye

<sup>2</sup>Station Expérimentale Fruits and Légumes (CEHM), 34590, Marsillargues, Fransa

<sup>3</sup>INRA, UMR AGAP, équipe AFEF, Cirad Lavalette 34398, Montpellier Cedex 5, Fransa

**e-posta:** atayersin@yahoo.comr

### **Özet**

Gün içerisinde dallarda ve meyvelerde meydana gelen çap değişimleri, sulama programları için pratik uygulamalar ile bitki-su ilişkilerinin önemli ilgi alanlarındandır. Bu çalışmada sulama rejimi ve sıcaklığın, dal ve meyve büyüme dinamiğine olan etkisi araştırılmıştır. Dendrometreler 3 farklı noktaya (ana gövde, bir ana dalın dip ve uç kısmı), meyve ölçerler ise aynı ana dal üzerindeki meyvelere yerleştirilmiştir. Okumalar ~15 dakika aralıklarla kaydedilmiştir. Sulama suyu miktarı evapotranspirasyon değerleri kullanılarak hesaplanmış, yaz periyodunda (Temmuz-Ağustos-Eylül) stres için %50 oranında su kısıtı uygulanmıştır. Kısıtlı sulama yapılan dönemde maksimum sıcaklık değerlerinin oldukça yüksek (sıcak gün; 29.1 °C) ve düşük (serin gün; 22.4 °C) olduğu 2 gün ekstrem günler olarak alınmıştır. Serin günde, her iki sulama rejiminde de, ölçüm yapılan tüm organlarda, maksimum çap değerleri gün sonunda ya da gece başlangıcında (17:00-23:40) meydana gelmiştir. Bununla birlikte, sıcak günde, maksimum çap değerleri dal kısımları ve ana gövdede günün ilk saatlerinde (04:20-08:40), meyvede ise öğle saatlerinde (13:30) ölçülmüştür. Meyvelerin, ana gövde ve dal kısımlarından oldukça farklı zamanlarda büyüdüğü saptanmıştır. Sonuç olarak, günlük maksimum ve minimum çap değerlerinin su kısıtından ziyade sıcaklıktan etkilendiği belirlenmiştir. Su stresi altındaki ağaçların, özellikle sıcak günlerde büyüme dinamiklerini sıcaklığa adapte olabilmek için değiştirdiklerini söyleyebiliriz.

**Anahtar kelimeler:** Ekofizyoloji, kuraklık, ağaç mimarisi

### **Effects of Water and Temperature Stress on Branch and Fruit Growth Dynamic in Apple: Dendrometer Analysis**

#### **Abstract**

Daily diameter change of branches and fruits is one of the most important interest areas of plant-water relations, with practical applications for irrigation scheduling. In the present study, we determined the effects of irrigation regime and temperature on branch and fruit growth dynamics. Dendrometers were placed at three different points in the tree (main trunk, the bottom of one branch and end of the same branch), and fruit gauges were installed on the fruits of the same branch. The readings were monitored at ~15 min intervals. The amount of irrigation water was determined using evapotranspiration values, and 50% water restriction was used in the stress treatment during the summer period, i.e., July-August-September. During this period, the two days that were high in maximum temperature (hot day; 29.1 °C) and low (cool day; 22.4 °C) were taken as extreme days. For the cool day, maximum values of diameters for all organs were at the end of the afternoon or beginning of the night (17:00-23:40) in both water regimes. However, for the hot day, these maximal values were at the beginning of the day (04:20-08:40) for branch portions and trunk, but at noon (13:30) for fruit. The fruit grew in a different time in comparison to the main trunk and branch portions. As a whole, our study showed that although water restriction did not change the daily maximum and minimum diameter values, temperatures did. It is suggested that water-stressed trees, especially on hot days, change their growth dynamic to adapt to temperature.

**Keywords:** Ecophysiology, drought, tree architecture

#### **Giriş**

Meyve bahçelerinde, ağaçlar sık sık yüksek sıcaklığa maruz kalırlar ve bu durum su stresini artırıcı etki yapabilir. Meydana gelen stres, genotip, stresin ne kadar sürdüğü, stresin şiddeti, fenolojik dönem ve ürün yükü gibi faktörlerden etkilenebilir (Dekov ve ark., 2000; Naor, 2006). Bununla birlikte, su stresi altında yüksek sıcaklığın günlük meyve büyüme dinamiği ve dalların sekonder büyümesi üzerine

olan etkileri henüz tam olarak ortaya çıkarılmış değildir. Bu bilgi, sıcaklık ve su stresi altında etkili sulama stratejileri geliştirebilmek için önem arz etmektedir. Bu çalışmada, elma ağaçlarında tomurcuk patlamasından hasada kadar geçen sürede sulama rejimi ve sıcaklığın etkisi, öncelikle mevsimsel meyve ve dal çapı artışı bazında, daha sonra ise 24 saatlik zaman diliminde büyüme dinamiği ekseninde araştırılmıştır.

## **Materyal ve Yöntem**

Çalışma Güney-Doğu Fransa'da bulunan "Station Expérimentale Fruits and Légumes (CEHM; <http://www.cehm.net/>)" koşullarında yürütülmüştür (enlem 43° 37' K - boylam 4° 09' D - rakım 5 m). Bahçe 1994 yılında Kuzey-Güney doğrultuda 4x2 m mesafelerle 'Fuji'/Pajam 1 kombinasyonu ile tesis edilmiş ve 2005 yılında çeşit değiştirme aşısıyla 'Joya<sup>TM</sup>' çeşidine dönüştürülmüştür. Ağaçlar merkezkaç (centrifugal training) sistemine göre terbiye edilmiştir.

Tam çiçeklenmeden (04/04/2014) önce 2 kez (28/03/2014 ve 31/03/2014) kimyasal seyreltme (Floristar<sup>®</sup> (15 g L/ha) (1% ammonium thiosulphate = ATS)) yapılmış ve ardından elle seyreltme ile ürün yükü homojen hale getirilmiştir. Elle seyreltmede birim dal kesit alanı başına 7.5 meyve bırakılmış ve hasat zamanında ürün yükünün 9.4 meyve/cm<sup>2</sup> gövde kesit alanına tekabül ettiği belirlenmiştir.

Bahçede damla sulama yöntemi kullanılmış ve sulama sezonu boyunca günde 4 kez olacak şekilde sulama yapılmıştır. Tam sulamada (TS) verilen su miktarı evapotranspirasyon değerleri kullanılarak hesaplanmış ve yaz periyodunda (Temmuz) (bitki buharlaşma katsayısı (K<sub>c</sub>)=0.85)-Ağustos (K<sub>c</sub>=1.0)-Eylül (K<sub>c</sub>=0.70) stres için (kısıtlı sulama (KS)) %50 oranında su kısıtı uygulanmıştır. Kısıtlı sulama yapılan dönemde maksimum sıcaklık değerlerinin oldukça yüksek (sıcak gün) ve düşük (serin gün) olduğu 2 gün ekstrem günler olarak alınmıştır (Şekil 1; 2).

Dendrometreler (Ecomatik, Almanya) 06/05/2014 tarihinde 3 farklı noktaya (ana gövde, bir ana dalın dip (ana gövdeye daha yakın) ve uç kısmı), meyve ölçerler (Megatron Elektronik, Almanya) ise 13/06/2014'de aynı ana dal üzerindeki meyvelere yerleştirilmiştir. Dendrometrelerin ve meyve ölçerlerin tamamı doğu yönüne bakacak şekilde monte edilmiştir. Okumalar ~15 dakika aralıklarla Sud Agro Météo (SAM; <http://www.sudagrometeo.fr/>) bağlantısıyla kaydedilmiştir.

Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüş ve her tekerrürde 5 ağaç yer almıştır. Her tekerrürde ortada kalan 3 ağaç deneysel, kenarda kalan 2 ağaç ise kenar tesiri olarak değerlendirilmiştir. Regresyon analizleri SMATR (<http://www.bio.mq.edu.au/ecology/> SMATR/;

Warton et al., 2006) paket programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir ( $P \leq 0.05$ ).

## **Bulgular ve Tartışma**

TS ve KS uygulamalarında ana gövde, dalların dip ve uç kısmı kendi aralarında analiz edilmiş ve büyüme eğrilerinde (slope) önemli farklılıklar tespit edilmiştir ( $P \leq 0.05$ ). Sezon sonunda TS'nin daha yüksek çap artışı sağladığı ve TS-Dal ucu bölgesinin, daha kalın olan KS-Dip kısmından daha yüksek çap artışı oluşturduğu tespit edilmiştir (Şekil 3). Bu durumda sulama rejimi ve vejetatif gelişim arasında bir ilişki söz edilebilir. Dal eğme, aşırı ürün yükü, gölgede kalma gibi nedenlerle dal ölümüne kadar (cladoptosis) gidebilecek bir zayıflama süreci (Atay ve Koyuncu, 2012; 2013), su stresi ile birlikte oluşmuş olabilir.

13/06/2014 ve 17/12/2014 tarihleri arasında kaydedilen günlük maksimum meyve çapı eğrilerine ait eğimler arasında istatistik olarak bir farklılık meydana gelmemiştir (Şekil 3). Buna karşın hasat zamanında, KS ile karşılaştırıldığında, TS uygulamasında meyvelerin daha yüksek çap değerleri aldığı tespit edilmiştir. Su kısıtının meyve iriliğini azaltması beklenen bir sonuçtur (Naor, 2006). Okumaların başlatıldığı tarihte ana gövdeyle (~434467 µm) benzer çap değerlerine sahip olan meyvelerin (~388888 µm) sezon sonunda yaklaşık olarak 30 kat daha yüksek (ana gövde ~807 µm; meyve ~22794 µm) çap artışı sağladığı görülmüştür (Şekil 3). Ağaç içerisi su dağılımında meyvelerin bir önceliğe sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Sulama rejimi ve sıcaklığın büyüme dinamiğine olan etkisini araştırmak için 2 ekstrem günde (sıcak ve serin) 24-saatlik zaman diliminde meydana gelen maksimum ve minimum çap değerleri saatleri kayıtlı edilmiştir (Şekil 4). Ana gövde, dalın dip ve uç kısmı bir arada düşünüldüğünde maksimum büyüme, serin günde akşam saatlerinde (17:40, 18.7°C - 23:40, 17.9°C) gerçekleşirken, sıcak günde gece ve sabaha karşı (04:20, 18.2°C - 08:40, 23.1°C) kaydedilmiştir. Büzüşme (çap azalması) ise serin günde gece ve sabaha karşı (02:10, 18.1°C - 08:30, 18.8°C), sıcak günde ise öğle sonu (15:10, 26.3°C - 17:40, 25.3°C) meydana gelmiştir. Meyvelerde her 2 ekstrem günde de maksimum büyüme öğle ve öğle sonu saatlerine denk gelmiştir (serin gün: 15:00, 19.5°C - sıcak gün: 13:30, 28.6°C). Günlük büyüme dinamiğinin su kısıtından ziyade, sıcaklık

tarafından belirlendiği ve meyveler ile dalların farklı zamanlarda büyüdüğünü söyleyebiliriz.

Gün boyunca meydana gelen çap artış-azalışlarını algılayabilmemizi sağlayan gün içi maksimum büzüşme (GMB) değerleri ağaç içi lokasyon bazında meyve > ana gövde > dip kısım > uç kısım, sulama rejimi bazında KS > TS, ekstrem günler bazında ise sıcak gün > serin gün şeklinde sıralanmıştır. Ana gövde/dal kısımları ve sulama rejimine ait GMB değerleri ile okumaların başlatıldığı tarihte ölçülen çap değerleri arasında çok güçlü bir ilişki ( $R^2=1$ ) tespit edilmiştir (Şekil 5). Su kısıtı ve yüksek sıcaklığın stresi arttırdığı, buna karşın tam sulamada ve serin günlerde bitkilerin daha stabil bir metabolizmaya sahip olduklarını söyleyebiliriz.

Sonuç olarak, sulama rejimi ve sıcaklık arasında kuvvetli bir interaksiyonun olduğunu ve su stresi altındaki ağaçların, özellikle sıcak günlerde büyüme dinamiklerini sıcaklığa adapte olabilmek için değiştirdiklerini söyleyebiliriz. Bitkiler için en kötü senaryonun KS-Sıcak gün olduğunu ve su kısıtı etkisinin sıcaklığı analiz etmeden tam olarak anlamayacağını düşünmekteyiz. Elde edilen sonuçlar, sulamanın dinamik bir şekilde bitkinin ihtiyaç duyduğu zamanda yapılabilmesine katkı sağlayabilir. Bununla birlikte, sıcaklığın büyümenin zamanlaması üzerine olan etkisinin neden bu kadar fazla olduğunu anlayabilmek için, daha

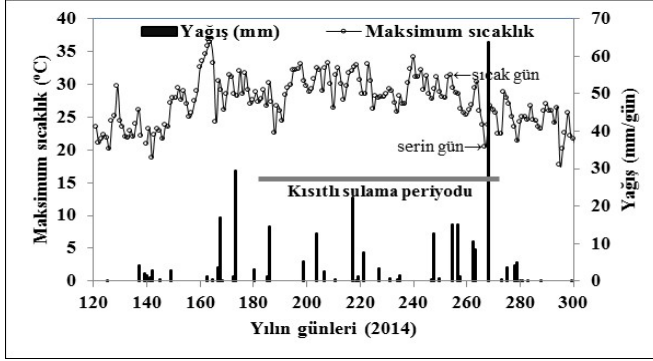
fazla fizyolojik bilgiye ihtiyaç bulunduğunu söyleyebiliriz.

### **Teşekkür**

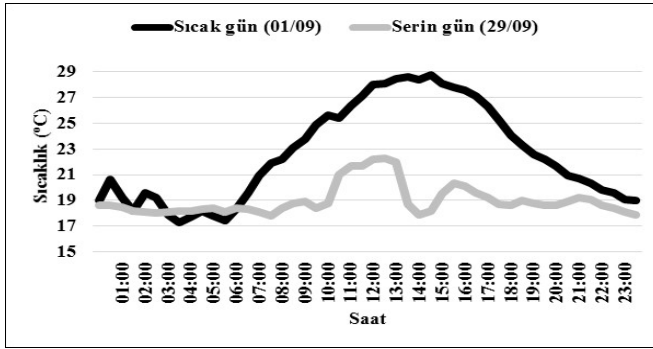
Bu çalışma, bir ARIMNET (Coordination of the Agricultural Research in the Mediterranean Area) projesi olan APMed (Apple and Peach in Mediterranean orchards – Integrating tree water status and irrigation management for coping with water scarcity and aphid control) kapsamında yürütülmüş ve TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

### **Kaynaklar**

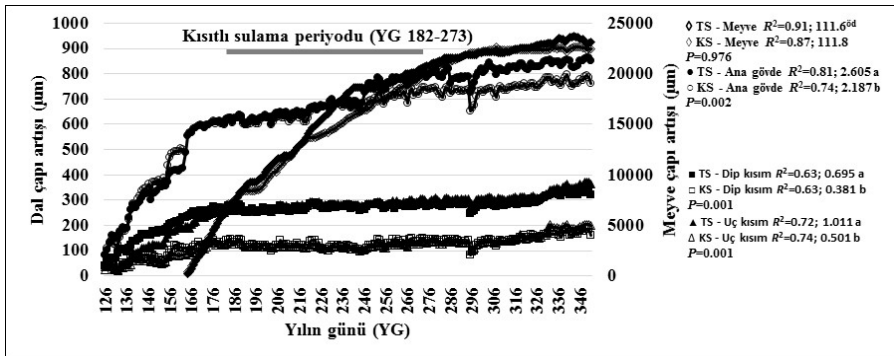
- Atay, E., Koyuncu, F., 2012. Elmalarda dal mimarisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 22 (3): 180-191.
- Atay, E., Koyuncu, F., 2013. Elmalarda apikal dominansi ve apikal kontrol. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 8 (1): 99-110.
- Dekov, I., Tsonev, T., Yordanov, I., 2000. Effects of water stress and high-temperature stress on the structure and activity of photosynthetic apparatus of *Zea mays* and *Helianthus annuus*. Photosynthetica, 38 (3): 361-366.
- Naor, A., 2006. Irrigation scheduling and evaluation of tree water status in deciduous orchards. Horticultural Reviews, 32: 111–116.
- Warton, D.I., Wright, I.J., Falster, D.S., Westoby, M., 2006. Bivariate line-fitting methods for allometry. Biological Reviews, 81(2): 259-291.



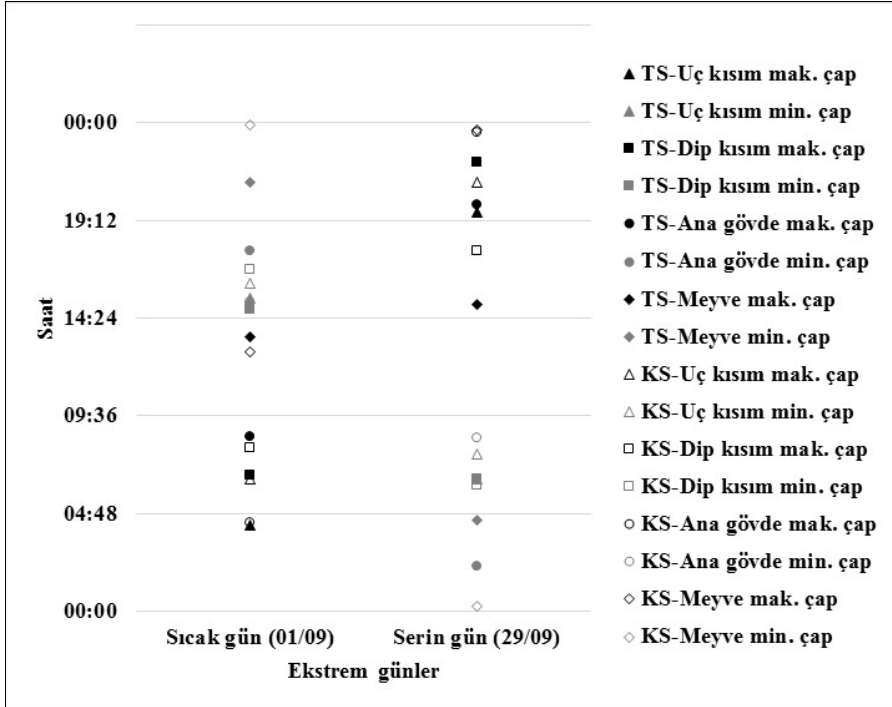
Şekil 1. Deneme bahçesinde 2014 yılına ait maksimum sıcaklık ve yağış değerleri. Sıcak gün (01/09/2014, yılın 244. günü, maksimum sıcaklık=29.1 oC, evaporasyon=8.3 mm, BBA=2.09 kPa) ve serin gün (29/09/2014, yılın 272. günü, maksimum sıcaklık=22.4 oC, evaporasyon=1.3 mm, yağış=63.8 mm, BBA=0.29 kPa) sulama rejimi ve sıcaklık arasındaki ilişkiyi inceleyebilmek amacıyla seçilmiştir. BBA (buhar basıncı açığı=vapour pressure deficit (VPD)) 12:00-14:00 arası 6 dakika aralıklarla gerçekleştirilen ölçümlerin ortalama değeri olarak hesaplanmıştır.



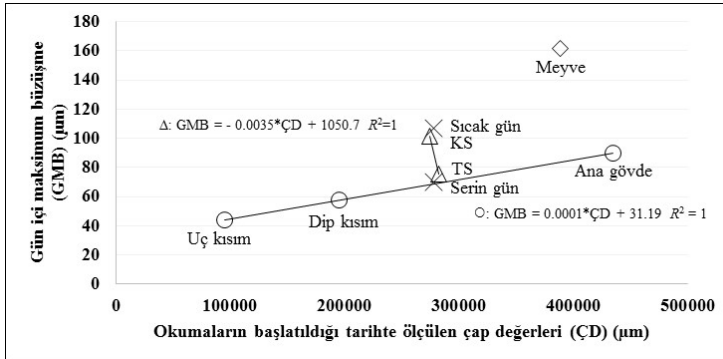
Şekil 2. İki ekstrem günde kaydedilen sıcaklık değerleri.



Şekil 3. Dal ve meyve çapı artışı. TS: Tam sulama, KS=Kısıtlı sulama.



Şekil 4. Sulama rejimi ve sıcaklığın 24-saatlik zaman diliminde dal ve meyve büyüme dinamiğine etkisi. Mak. çap: Maksimum çap, Min. çap=Minimum çap, TS: Tam sulama, KS=Kısıtlı sulama.



Şekil 5. Dendrometre ve meyveölçer okumalarının başlatıldığı tarihte ölçülen çap değerleri ile gün içi maksimum büzüşme (GMB= Gün içi ölçülen mak. çap değeri – gün içi ölçülen min. çap değeri) arasındaki ilişki. GMB her iki ekstrem günde (sıcak ve serin gün) ölçülen değerlerin ortalaması olarak alınmıştır. TS: Tam sulama, KS=Kısıtlı sulama, ○=ana gövde ve dal kısımları, Δ=sulama rejimi, X=ekstrem gün, ◇=meyve.