

# BİTKİNİN ATEŞİ YÜKSELİRSE!

*Infrared termometre tekniği ile ölçülebilen bitki tacı sıcaklıkları, bitkinin durumuna ilişkin birçok şey söylemektedir.*

**Ruhi BAŞTOĞ\***

**B**itkisel üretim yapılan bir tarım alanında dolaşırken, bir çiftçinin bitkilere bir tabanca yönelttiğini görürseniz şaşırmayınız. Çünkü çiftçi, bitkinin içsel su durumunu değerlendirmek için yeni bir âleti (bir infrared termometreyi) kullanıyordur.

Tabanca herhangi bir objeye yöneltildiğinde, termometrenin arka tarafındaki göstergeden objeye dokunmaksızın onun yüzey sıcaklığını okumak olasıdır. Bitkinin sıcaklığına ilişkin bilgi bize ne kazandıracaktır? Bu, tıpkı insanın vücut sıcaklığını bilmek gibi bir yarar sağlamaktadır. Eğer sıcaklık olağan sınırlar arasında ise her şey iyi gidiyor demektir. Ancak, eğer sıcaklık olağandan fazla ise bitkide bazı olumsuz durumlar söz konusudur ve bunun nedenini araştırmak gerekir. Yapılan çalışmalar, tüm bitki gelişme mevsimi dikkate alındığında, yüzey sıcaklığı daha yüksek olan bitkilerin daha az geliştiğini ve daha az ürün verdiğini göstermiştir.

Sağlıklı bir bitki, gelişmesi için gerekli karbondioksiti almak üzere yapraklarındaki stomaları (gözenekleri) açtığında, yapraklardan atmosfere doğru bir su buharı geçişi olur. Transpirasyon (terleme) olarak adlandırılan bu olayın bitki üzerinde serinletici bir etkisi vardır. Havanın sıcak ve kuru olması durumunda suyun buharlaşması daha hızlı ve yaprak yüzeyi üzerindeki serinletici etki daha büyük olur. Bu nedenle sıcak ve kuru bir öğleden sonra bitki tacı sıcaklığı, çoğu zaman hava sıcaklığından önemli ölçüde düşüktür. Eğer taç sıcaklığı hava sıcaklığına çok yakın veya ona eşit ya da ondan daha fazla olursa, bitkiyi birşeylerin strese soktuğu anlaşılır.

Bu stresin birçok nedeni olabilir. Böceklerin oluşturduğu zararlanma, bitkinin yetiştiği toprağın tuz düzeyindeki artış, toprağın verimliliğindeki azalma ve

olası hava kirliliği bu nedenler arasında sayılabilir. Bunun için yetiştirici, strese yol açan etmeni bulana dek, tüm olası nedenleri incelemek ve onları birer birer elimine etmek durumundadır.

Olası en yaygın neden, topraktaki nemin yetersizliğidir. Bu yüzden infrared tabancaların en yaygın kullanıldığı alan sulama programlamasıdır (Burada sulama programlaması, sulamanın yapılacağı zamanın belirlenmesi anlamında ele alınmaktadır). Sulama, özellikle suyun yetersiz olduğu bölgelerde enerji kullanımını gerektiren ve bitkisel üretimin maliyeti üzerinde önemli etkisi olan pahalı bir süreçtir. Bu nedenle yetiştiriciler, kendilerine doğru bir sulama zamanlamasıyla uygulayacakları suda tasarruf etme olanağı yaratabilecek infrared termometre gibi bir âlete fazladan para harca-yabilirler.

Bu makalede infrared termometrelerin bitkilerin sulama zamanının belirlenmesinde kullanımına ilişkin bazı bilgilerin verilmesi amaçlanmıştır.

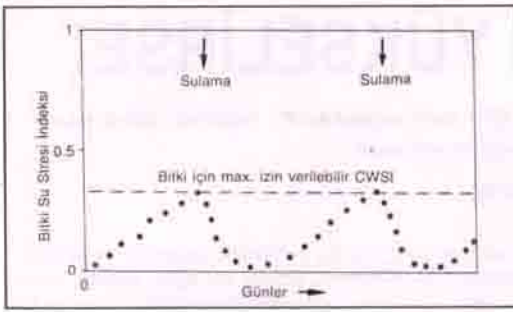
## SULAMA PROGRAMLAMASI

Su stresi, infrared tabancalar kullanılarak ölçülebildiğine göre, stresin düzeyine bakılarak bitkilerin ne zaman suya gereksinim duydukları belirlenebilir. Ancak yukarıda söz edildiği gibi stres, su eksikliği dışındaki bir nedenle de ortaya çıkmış olabilir. Gerekli inceleme yapılarak, bitkideki stresin su eksikliğinden kaynaklandığına emin olmak gerekir.

En yaygın kullanım alanı bulan stres indeksi, "Bitki Su Stresi İndeksi" olarak adlandırılan ve kelimelerin İngilizce ilk harflerinden oluşan "CWSI" simgesiyle gösterilen indekstir. Bu indekste stresin olmadığı durumu 0, maksimum stresi 1 ile karşılayan sayı ölçeği kullanır.

Yetiştirici, infrared termometre ile her gün birkaç ölçüm alır, CWSI değerini hesaplar, indeksin sulama yapmayı gerektiren kritik değere (bu noktada

\* Doç.Dr., Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Böl., Antalya.



**Şekil 1: Toprakta su azaldıkça bitkinin CWSI değeri artmaktadır.**

bitki verimi düşecektir) ulaşmış ve ulaşmadığını saptar. Kritik değer, bitki cinsine bağlı olarak değişir. Kuraklığa dayanıklı çeşitler, genellikle kuraklığa dayanıksız çeşitlerden daha yüksek bir kritik değere sahip olacaktırlar.

Şekil 1 CWSI değerinin bitki sulanına dek hemen hemen doğrusal biçimde arttığını göstermektedir. Sulama ile birlikte bu değer birkaç gün içinde minimuma düşer ve topraktaki su tüketildikçe (bitki strese girdikçe) tekrar artmaya başlar. Bu döngü gelişme mevsimi boyunca devam eder.

Optimum gelişimin sağlanması için bitki hangi CWSI değerinde sulanmalıdır? Bu sorunun yanıtı araştırmalarla ortaya koyulmalıdır. Yapılan çalışmalar, en sık sulanan tarla bitkilerinden pamuk ve buğdayda CWSI değeri 0,15 - 0,25 iken yapılan sulamaların en ekonomik sonucu verdiğini göstermiştir.

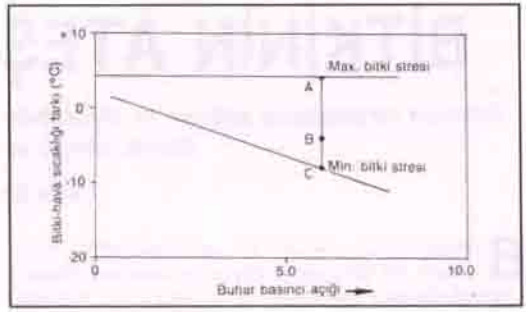
## GEREKLİ HESAPLAMALAR

CWSI değerini hesaplamak için, hava sıcaklığı, bitki taci sıcaklığı ve havanın oransal nem değerle-



**Infrared termometrenin tarlada kullanımı (üstte).**

Infrared termometre tabancaları ile bitki taci sıcaklığı yanında kuru termometre, oransal nem, buhar basıncı açığı, solar radyasyon, bitki taci ile hava sıcaklığı farkı değerleri de okunabilmektedir (yanda).



**Şekil 2: CWSI, bitki sıcaklığı, hava sıcaklığı ve buhar basıncı açığı değerlerinden yararlanılarak hesaplanır.**

rinin bilinmesi gerekir ki, bu değerler infrared tabanca ile doğrudan ölçülebilmektedir. Ayrıca, günlük okumaların değerlendirilebilmesi için bir temel (baz) grafik oluşturulmalıdır (Şekil 2).

Temel grafiğin üst baz çizgisinin (maksimum bitki streşi değeri) hava sıcaklığı ve rüzgâr hızına bağımlı olduğu açıktır. Bu değer bitkiye göre değişir; ancak, tarımsal bitkilerin çoğu için taci sıcaklığı ile hava sıcaklığı arasındaki 4,5 °C'lık bir fark üst sınır değeri olarak alınabilir.

Temel grafiğin alt baz çizgisini (minimum bitki streşi değeri) oluşturmak için, sulamadan 3-5 gün sonra başlanarak iki gün boyunca saat 10.00'dan 16.00'ya kadar (gün ışığı zamanı olarak 11.00'den 17.00'ye kadar) 15 dakikalık aralıklarla taci sıcaklığı, hava sıcaklığı ve havanın oransal nemi ölçülür. Bu durumda, gün boyunca buhar basıncı açığı artacak ve alt temel çizgi oluşturulabilecektir.



Buhar basıncı açığı (VPD), havanın buharlaştırma istemini gösterir. VPD'yi hesaplamak için hava sıcaklığına karşılık gelen doygun buhar basıncı (SVP) değeri bulunur. Kilopaskal olarak ölçülen bu değer, verilen sıcaklık ve % 100 nemlilikte havanın buhar basıncı olup sıfır VPD değeri verir.

Daha düşük nemlilikteki VPD değerlerini hesaplamak için  $VPD = SVP - (oransal\ nem \times SVP/100)$  ilişkisinden yararlanır.

Böylece temel grafiğin iki baz çizgisi oluşturulduktan sonra CWSI değerini hesaplamak oldukça kolaylaşır. Diyelim ki, ölçülen buhar basıncı açığı ve taç-hava sıcaklığı farkı Şekil 2'deki B noktası üzerine düştü. Bu nokta oluşturulan sınırlar arasında bulunduğundan anlaşılır ki, bitki biraz stres altındadır. Bu durumda CWSI değeri, BC mesafesinin, toplam mesafe olan AC'ye bölümünden ibarettir. Şekil 2'deki örnekte CWSI,  $4(BC)/12(AC)$ 'ye bölümü olup 0,33 değerindedir.

Şekil 2'de görüldüğü gibi, VPD artarken (hava sıcaklığı artar ve oransal nem azalırken) yeterli düzeyde sulanmış bitkinin sıcaklığı hava sıcaklığından daha düşük olur. Örneğin, Arizona'da sıcak ve oransal nemin düşük olduğu bir günde yonca bitkisinin, hava sıcaklığından 15 °C daha serin olduğu ölçülmüştür.

Yukarıdaki durumun karşıtı olarak, bitki maksimum stresin (transpirasyonun olmadığı koşul) etki altında olduğu zaman, bitkinin sıcaklığı hava sıcaklığından daha fazla olacaktır.

Ancak, sıcak ve nemli (VPD'nin düşük olduğu) alanlarda bitkinin çevresindeki havadan daha sıcak olduğu halde strese maruz olmayabileceği de gözden uzak tutulmamalıdır. Araştırmalar, VPD'lerin yüksek (sıcaklığın fazla ve oransal nemin düşük) olduğu yerlerde CWSI çalışmalarının en iyi sonuçları verdiğini göstermiştir.

## ÖLÇÜMLERİN ALINMASI

Infrared termometre tekniği en iyi güneşli koşullarda işler. Ölçümler alınırken güneşin önüne bulut gelmesi durumunda beklenmeli, bitki sıcaklığı bulut geçtikten bir dakika sonra okunmalıdır.

Sıcaklık ölçmesi için günün en iyi zamanı saat 13.00 ve 14.00 (gün ışığı zamanı olarak 14.00 ve 15.00) arasındadır. Çünkü bu zamanda bitkiler maksimum strese ulaşırlar. Ancak genel olarak, saat 11.00 ve 15.00 (gün ışığı zamanı olarak öğle üzeri ve 16.00) arasında güvenilir verilerin elde edilebileceği kabul edilir.

Stresin olabildiğince erken sezilebilmesini sağlamak için, eğer mümkünse ölçümler her gün alınmalıdır.

## YÖNTEMİN GELECEĞİ

Sulama programlamasından infrared termometrelerden yararlanma yaklaşımı, bazı bitkilerle yapı-

lan denemelerde başarılı sonuçlar vermiştir ve günümüzde bu tekniği kullanan aletler ticarî amaçlarla üretilmektedir. Ancak konu üzerinde çalışmalar sürmektedir. Araştırmacılar, değişik bitkiler için kritik CWSI değerlerini belirlemek, böylece sulama suyunu israf etmeksizin maksimum verime ulaşmak amaçladıkları. Yine bitki büyümesinin değişik dönemlerinde bu değerlerin nasıl değiştiğini belirlemeye çalışmaktadırlar.

Bu bilgilerdeki gelişmeler yetiştiricilere su, zaman ve para tasarrufu sağlayacak bir sulama programlaması için infrared termometre tabancası kullanımını konusunda yardımcı olacaktır.



*Infrared termometre aleti ile birlikte.*

## KAYNAKLAR

- 1- Reginato, R.J., Crop Have a Fever? Crop and Soils Magazine, Vol. 39 (1986) 2, 7-9.
- 2- Anonymous, Effective Use of Water in Irrigated Agriculture, Council for Agricultural Science and Technology, Report No. 113 (1988).
- 3- Garrot Jr., D.D. Fangmeir, S.H. Husman, Promising New Techniques for Crop Water Management Using Infrared Thermometers, Eijlkamp Agrisearch Equipment, Brochure 19.17.01/89/E.

**Kelimelerin kuvvetini anlamadan, insanların kuvvetini anlayamazsınız.**

Konfüçyüs