

# BİTKİLERDE KURAKLIK STRESİNİN ETKİLERİ VE TOLERANS MEKANİZMALARI

Huri TAŞCI  
Ziraat Yüksek Mühendisi

Son yıllarda olumsuz etkileri daha çok hissedilen küresel ısınmayla birlikte yeryüzünde çok önemli çevresel ve iklimsel sorunlar yaşanmaktadır. Bundan dolayı kurak ve yarı kurak bölgelere adapte olabilecek kuraklığa toleranslı bitkilere olan ihtiyacı da artırmaktadır. Bitkisel üretim hem biyotik (virüs, bakteri ve fungusları içeren patojenler, böcekler) hem de abiyotik (kuraklık, yetersiz beslenme, tuzluluk, düşük ve yüksek sıcaklık, toprak ve atmosfer kirliliği, radyasyon) stres faktörleri tarafından etkilenmektedir. Özellikle çevresel faktörlerin daha etkili olacağı düşünülmektedir. Türkiye dahil olmak üzere tüm dünyada kuraklık, bitki verimliliğini etkileyen en önemli abiyotik streslerdendir.

Coğrafi yapısından dolayı düzensiz bir yağış rejimine sahip olan Türkiye, belirli dönemlerde kuraklık riskiyle karşı karşıya kalmaktadır (Kapluhan, 2013). Kuraklığın bitki gelişiminde diğer stres faktörlerine göre daha büyük etkilere neden olduğu ve bu etkilerin bitkinin genotipi ve gelişim evresi ile kuraklığın şiddeti ve süresine bağlı olduğu bildirilmiştir (Da Silva ve ark., 2012).

Günümüzde sıcaklık artışına bağlı olarak etkisi daha da yoğun hissedilen ve küresel iklim değişikliklerinin sonuçlarından biri olan kuraklık, kullanılabilir su miktarını azaltarak özellikle tarım alanlarını etkilemekte ve tarımsal ürünlerde önemli verim kayıplarına neden olmaktadır. Sulamanın önemi ise her geçen gün biraz daha artmasına karşın, dünyanın birçok bölgesinde, tarımsal amaçla kullanılan su kaynakları da giderek azalmaktadır.

## KURAKLIK NEDİR?

Kuraklığın meteorolojik, tarımsal, hidrolojik ve sosyo ekonomik olmak üzere dört çeşidi vardır (Wilhite and Glantz, 1985). Kuraklık meteorolojik kuraklık olarak başlar, tarımsal ve hidrolojik kuraklık olarak gelişir, sosyo ekonomik kuraklık olarak devam eder. Meteorolojik kuraklık, yağış esaslıdır ve uzun bir süre yağışın normal değerlerinin altına düşmesi olarak tanımlanmaktadır. Toprakta bitkinin ihtiyacını karşılayacak miktarda su bulunmaması olarak ifade edilen tarımsal kuraklık, toprağın su içeriği ile bitki gelişiminde gözle görülür azalmaya neden olacak kadar uzun süren yağışsız dönemi ifade eder ve toprağın su



tutma kapasitesi ile bitkiler tarafından gerçekleştirilen evapo-transpirasyon hızına bağlı olarak ortaya çıkar (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005).

Bir bölgede yağış az bile olsa bitki kök bölgesi içerisindeki toprakta bitkinin gelişmesini sürdürebilecek kadar su varsa tarımsal kuraklıktan söz edilemez. Yıllık toplam yağış miktarı 400 mm'nin altında olan bölgeler, kurak bölge olarak bilinmektedir (Kadioğlu, 2008). Hidrolojik kuraklık; nehir, göl ve yeraltı su kaynaklarında azalan su miktarı olarak tanımlanabilir. Yağmurları ve kar seviyelerindeki azalma ile akarsu, dere ve rezervuarlardaki su eksikliği arasında bir zaman farkı olması nedeniyle hidrolojik ölçümler kuraklığın ilk göstergelerinden değildir. Meteorolojik kuraklık sona erdikten uzun bir süre sonra hidrolojik kuraklık varlığını sürdürebilir. Kuraklığın sosyo ekonomik tanımı meteorolojik, hidrolojik, ve tarımsal kuraklıkla bağlantılı bazı ekonomik ürünlerin arz ve talepleri ile ilgilidir. Yağışlardaki azalmanın sonucu olarak gelişen ve üretimin ihtiyacı karşılayamadığı durumlarda sosyoekonomik kuraklık yaşanmaktadır (Dracup ve ark., 1980; Sırdaş, 2002).

### **BİTKİLER KURAK KOŞULLARA MARUZ KALDIKLARINDA MEYDANA GELEN SU STRESİNE KARŞI ÇIKMAK İÇİN NE YAPARLAR?**

Kuraklık stresi genel anlamda toprağın sahip olduğu suyun yetersiz kalması ve buna bağlı olarak bitkilerin normal gelişimlerini sağlayamaması koşuludur. Bitkiler çevresel şartlarda oluşabilecek olan bu değişikliklerden minimum hasar görecektir şekilde büyüme ve gelişmeye devam edebilirler. Üstelik uzun

zaman zarfında aynı iklim şartlarında yetiştiklerinde çevresel faktörlerden en az etkilenecek şekilde uyum gösterebilirler.

Kuraklık stresi fotosentez, solunum, terleme, hormon metabolizması, enzim aktivitesi dahil olmak üzere bitkinin fizyolojik ve biyokimyasal aktivitelerinde çarpıcı değişikliklere neden olan en kritik abiyotik streslerden biridir (Okunlola ve ark., 2017).

Çevre şartları uygun olmamasına rağmen yaşamını sürdüren bitkinin canlı kalabilme kabiliyeti "stres dayanıklılığı" ya da "stres direnci" olarak tanımlanmaktadır (Levitt, 1980).

Dünyanın değişik iklimsel özellik gösteren bölgelerindeki aynı türün farklı bitkilerinin dağılımı, bitkilerin çok değişik çevresel şartlara uyum sağladıklarının en iyi göstergesidir (Dolferus, 2014).

Bitkiler kurak koşullara maruz kaldıklarında meydana gelen su stresine karşı çıkmak için, birkaç saniye içinde gerçekleşebilen (proteinin fosforilasyon değişimleri) ya da nispeten daha uzun zamanlarda oluşabilen (gen ifadesi sırasında oluşan değişimler) biyokimyasal ya da genetiksel değişimler ile metabolizmalarını yeniden yapılandırabilirler (Bhargava ve Sawant, 2013).

Bitkilerin su stresine karşı gösterdiği ilk fizyolojik tepkilerinden biri stomaların kapanmasıdır. Bu sayede bitki, stomalardan terleme ile oluşan su açığını azaltmaya çalışmaktadır (Chaves, 2002). Ancak stomaların kapanması bitkilerde gaz değişimini de azaltır. Bu fotosentezin CO<sub>2</sub> fiksasyon aşamasının engellenmesine yol açar. Fotofosfori-

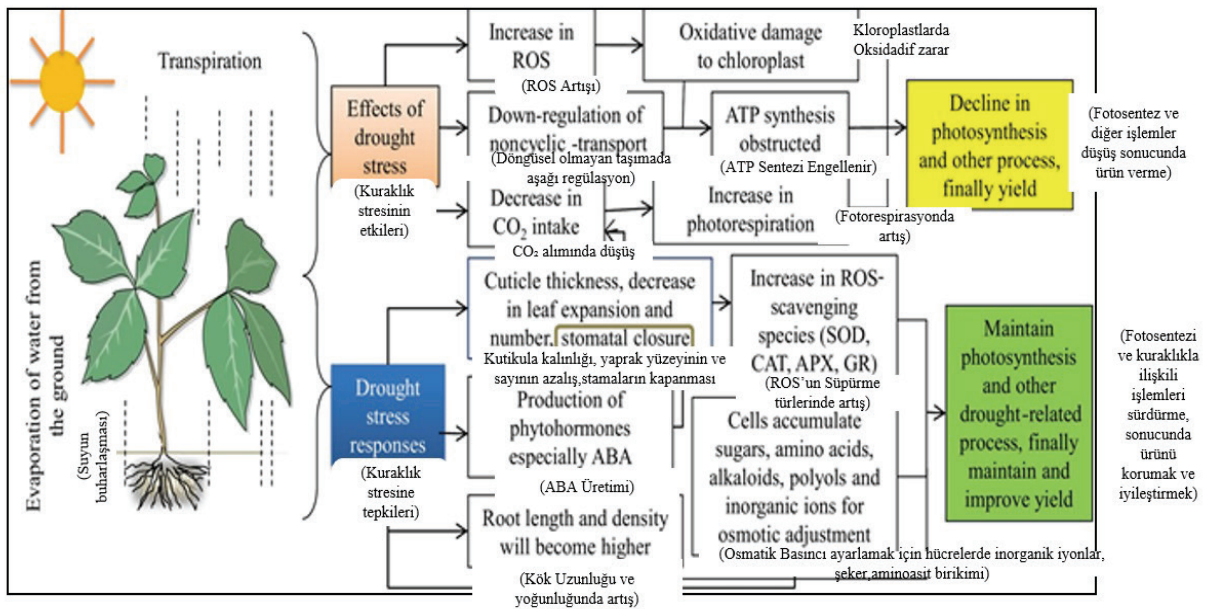
lasyon aşamasında üretilen ATP enerjisi fiksasyon aşamasında kullanılmadığından enerji ve karbonhidrat metabolizmasında ciddi bozulmalar ortaya çıkar (Jaleel ve ark., 2007). Bu dengenin bozulması elektron taşıma sisteminde bulunan fotosistemlerin işleyişini olumsuz yönde etkilemektedir. Sitoplazma, kloroplastlar ve mitokondri arasında elektron akışındaki bozukluklar Reaktif Oksijen Türlerinin (ROS) birikimini artırır. Bitkide yüksek ROS birikimi RNA ve DNA hasarına, enzim inhibisyonuna, protein oksidasyonuna ve membran lipid peroksidasyonuna neden olarak bitkilere zarar verir (Doupis ve ark., 2011).

Bitkiler bu ROS'ları temizlemek, hücreleri su stresinden korumak ve oksidatif hasarlarla baş edebilmek için, enzimatik ve enzimatik olmayan bir dizi antioksidan sistemi geliştirmişlerdir (Wang ve

ark., 2019).

Stres koşulları altındaki bitkilerde ROS üretimi, antioksidan enzim aktivitelerinde değişikliklere neden olur. Antioksidan enzimler, ROS oluşumu ve eliminasyonu arasındaki dengeyi korur (Auler ve ark., 2017).

"Kuraklık toleransı" bitkileri şiddetli kuraklık stresi altındaki ROS'tan kaynaklanan zararlı etkileri hafifletmek için enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidan sistemi kullanan bir koruma mekanizması ile açıklanabilir. Bitkiler, ROS hasarlarına karşı membranı koruyarak, bitkilerin normal fizyolojik fonksiyonlarını sürdürmek için çevreden daha fazla su emmeyi teşvik etmek amacıyla prolin, çözünür protein ve çözünür şeker gibi osmo-düzenleyici maddeleri biriktirebilirler (Reddy ve ark., 2004).



**Şekil 1.** Effects of drought stress and morpho-physiological responses in plants. (Bitkilerde kuraklık stresinin ve morfo-fizyolojik tepkilerin etkileri) Ilyas ve ark., (2021).



Bitkiler ROS'u kaldırmak için SOD, CAT, POD gibi antioksidanları içeren enzimatik antioksidan sistemleri ile askorbik asit, glutatyon, flavonoidler ve toplam fenoller gibi bazı ikincil metabolitleri içeren enzimatik olmayan antioksidan sistemi kullanan etkili bir savunma sistemine sahiptir (Costa ve ark., 2002; Cheng ve ark., 2018).

Bitkideki ABA(abisik asit) kuraklık direncinde çok önemli bir rol oynar (Hassan ve Elnemr, 2013). Etkili bir şekilde stoma kapanmasını düzenleyebilir, terlemeyi azaltabilir, antioksidan sistemin aktivitesini artırabilir ve reaktif oksijen türlerinin (ROS) süpürme işlemindeki etkinliğini artırabilir (Ban ve ark., 2017). Bitkiler, kurak ortama adaptasyon için giberellin (GA3) konsantrasyonunu azaltır ve ABA konsantrasyonunu artırır (Kowitcharoen ve ark., 2015; Zhang ve ark., 2018). Abiyotik strese dayanıklı bitkiler, düşük ROS seviyelerini korumalarına ve stresin zararlı etkilerini önlemelerine yardımcı olan güçlü temizleme sistemlerine sahiptir (Büyük ve ark., 2012).

Dünyanın artan stres faktörlerinin başında kuraklık stresi gelmektedir. İçinde bulunduğumuz yüzyılda küresel ısınma daha belirgin bir hal almış ve ortalama küresel sıcaklıklar 2100'e kadar 1,4 – 5,8 °C artacağı tahmin edilmektedir (Anonim, 2007). İklim değişiklikleri mevcut su kaynaklarının da azalmasına neden olmakta, yağışların giderek azalması ile de kuraklığı, çölleşmeyi, tuzluluğu ve erozyonu beraberinde getirmektedir. Çevresel kirleticilerin hızla artması, tarımsal açıdan elverişli alanların azalması, küresel iklim sıcaklıklarının değişmesi ve nüfusun giderek artması nedeniyle önümüzdeki yıllarda besin sıkıntılarının

oluşabileceği dünyamızda strese bağlı ürün kayıplarının en aza indirilmesi çok önemlidir. Bu nedenle son yıllarda gelişen teknoloji ile strese dayanıklı bitki türlerinin üretilmesi ve gelecekte ortaya çıkması muhtemel beslenme sorununun önlenmesi hedeflenmektedir. Dünya üzerindeki kullanılabilir alanlar, maruz kaldıkları stres faktörlerine göre değerlendirildiğinde % 26'lık alanda kuraklık stresinin, % 20'lik alanda mineral stresinin ve % 15'lik alanda da soğuk ve don stresinin etkili olduğu bildirilmektedir. Diğer streslerin % 29'luk bir alanı kapladığı, sadece % 10'luk bir kısmının herhangi bir stres faktörüne maruz kalmadığı belirlenmiştir (Blum,1986). Bitkiler üzerinde yapılan çalışmalar ile stres koşullarına adapte olabilen bitki türlerindeki savunma mekanizmalarının ortaya çıkarılması ve böylelikle ürün kayıplarının en aza indirilmesi beslenme, tarım ekonomileri açısından son derece önemlidir.

Kuraklık, kullanılabilir su miktarını azaltarak özellikle tarım alanlarını etkilemekte ve tarımsal ürünlerde önemli verim kayıplarına neden olmaktadır. Sulamanın önemi ise her geçen gün biraz daha artmakta; buna karşın, dünyanın birçok bölgesinde, tarımsal amaçla kullanılan su kaynakları da giderek azalmaktadır. Artan dünya nüfusunun su kullanımı ve endüstriyel gereksinimleri de bu azalmayı belirli ölçüde hızlandırmaktadır. Suyun, bitki büyüme ve gelişimindeki önemli rolü göz önüne alındığında, kuraklığın bitkilerde verim azalmasının en önemli nedeni olduğu görülmektedir. Su kaynaklarının giderek azaldığı göz önüne alınırsa, bu stres koşullarında çevreci, doğal ve pratik uygulamaların daha da önem kazanacağı düşünülmektedir.

#### KAYNAKLAR:

- Auler, P.A., Amaral, M.N., Gds, R., Benitez, L.C., Da, M.L., Souza, G.M., 2017. Molecular Responses To Recurrent Drought In Two Contrasting Rice Genotypes. *Planta*, 1, 1–16.
- Anonim, Biodiversity and Climate Change, Biodiversity and Climate Change, Convention on Biological Diversity (CBD), 2007.
- Ban, S. G., Selak, G. V., & Leskovar, D. I. (2017). Short- and long-term responses of pepper seedlings to ABA exposure. *Sci. Hortic.*, 225, 243–251.
- Büyük, İ., Soydam-Aydın, S., Aras, S. (2012). Bitkilerin tres koşullarına verdiği moleküler cevaplar. *Turkish Bulletin of Hygiene & Experimental Biology/Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji*, 69(2), 97-110.
- Bhargava, S., Sawant, K. (2013). Drought stress adaptation: metabolic adjustment and regulation of gene expression. *Plant Breeding*, 132(1), 21-32.
- Blum, A. 1986. Breeding crop varieties for stress environments. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 2; 199- 237.
- Chaves, M.M., et al., How Plants Cope With Water Stress in The Field, Photosynthesis and Growth, *Ann. Bot.*, 89, 907-916, 2002.
- Cheng, L., Han, M., Yang, L. M., Li, Y., Sun, Z., & Zhang, T. (2018). Changes in the physiological characteristics and baicalin biosynthesis metabolism of *Scutellaria baicalensis* Georgi under drought stress. *Industrial Crops and Products*, 122, 473-482
- Costa, H., Gallego, S.M., Tomaro, M.L. 2002. Effect of UV-B Radiation on Antioxidant Defense System In Sunflower Cotyledons. *Plant Sci.* 162, 939–945.
- Da Silva, P. P., Soares, L., da Costa, J. G., da Silva Viana, L., de Andrade, J. C. F., Gonçalves, E. R., dos Santos, J. M., de Souza Barbosa, G. V., Nascimento, V. X. ve Todaro, A. R., 2012, Path analysis for selection of drought tolerant sugarcane genotypes through physiological components, *Industrial crops and products*, 37 (1), 11-19.
- Dracup, J.A, K.S Lee, E.G Paulson. 1980. On the definition of droughts. *Water Resources Research* 16(2):297-302.
- Dolferus, R. (2014). To grow or not to grow: a stressful decision for plants. *Plant Science*, 229, 247-261.
- Doupis, G., Chartzoulakis, K., Beis, A., & Patakas, A. 2011. Allometric and Biochemical Responses of Grapevines Subjected to Drought and Enhanced Ultraviolet-B Radiation.
- Hassan, M.S., & Elneher, K.F. (2013). Plant response to drought stress simulated by ABA application: changes in chemical composition of cuticular waxes. *Environ. Exp. Bot.* 86, 70–75.
- Ilyas, M., Nisar, M., Khan, N., Hazrat A., Khan, A.H., Hayat K., Fahat S., Khan A., Ullah A. (2021). Drought Tolerance Strategies in Plants: A Mechanistic Approach. *J Plant Growth Regulation*. 40, 926–944.
- Jaleel, C., Gopi, R., Manivannan, P., Panneerselvam, R. 2007. Responses of Antioxidant Defense System of *Catharanthus Roseus* (L.) G. Don. To Paclobutrazol Treatment Under Salinity. *Acta Physiol. Plant*, 29, 205–209.
- Kadioğlu, M. 2008. Kuraklık risk yönetimi, Konya Kapalı Havzası Yeraltı Suyu ve Kuraklık Konferansı, 11–12 Eylül 2008, Konya.
- Kalefetoğlu, T., & Ekmekci, Y. (2005). The effects of drought on plants and tolerance mechanisms. *Gazi University Journal of Science*, 18(4), 723-740.
- Kapluhan, E., (2013) Türkiye’de kuraklık ve kuraklığın tarıma etkisi, *Marmara Coğrafya Dergisi* (27), 487-510.
- Kowitcharoen, L., Wongs-Aree, C., Setha, S., Komkhuntod, R., Srilaong, V., & Kondo, S. (2015). Changes in abscisic acid and antioxidant activity in sugar apples under drought conditions. *Scientia Horticulturae*, 193, 1-6.
- Levitt, J. (1980). Responses of Plants to Environmental Stress, Volume 1: Chilling, Freezing, and High Temperature Stresses. Academic Press.
- Okunlola, G. O., Olatunji, O. A., Akinwale, R. O., Tariq, A., & Adelusi, A. A. (2017). Physiological response of the three most cultivated pepper species (*Capsicum* spp.) in Africa to drought stress imposed at three stages of growth and development. *Scientia Horticulturae*, 224, 198-205.
- Reddy, A. R., Chaitanya, K. V., Jutur, P. P., & Sumithra, K. 2004. Differential antioxidative responses to water stress among five mulberry (*Morus alba* L.) cultivars. *Environmental and experimental botany*, 52(1), 33-42.
- Sırdaş, S. 2002. Meteorolojik kuraklık modellenmesi ve Türkiye uygulaması, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi), İstanbul.
- Wang, Y. T., Chen, Z. Y., Jiang, Y., Duan, B. B., & Xi, Z. M. 2019. Involvement of ABA and Antioxidant System in Brassinosteroid-Induced Water Stress Tolerance of Grapevine (*Vitis Vinifera* L.). *Scientia Horticulturae*, 256, 108596.
- Wilhite, D.A, M.H Glantz. 1985. Understanding the drought phenomenon-the role of definitions, *Water International* 10: 111–120.
- Zhang, S.H., Xu, X.F., Sun, Y.M., Zhang, J.L., & Li, C. Z. (2018). Influence of drought hardening on the resistance physiology of potato seedlings under drought stress. *Journal of integrative agriculture*, 17(2), 336-347.