

**BİTKİLERDE KURAKLIK VE TUZLULUK ETKİSİNİN  
ANATOMİK VE ULTRASTRÜKTÜR YÖNÜNDEN  
İLİŞKİLERİ**

**THE ANATOMICAL AND ULTRASTRUCTURAL  
RELATIONS OF DROUGHT AND SALINITY  
EFFECTS ON PLANTS**

*Prof. Dr. Bilkân CİRELİ \**

Bu yazıda kuraklık ve tuzluluk etmenlerinin bitkilerde, anatomik ve ince yapı yönünden oluşturduğu değişiklikler, üzerinde durulmuş aynı zamanda köle ile ilgili ortaya atılmış gözlemler ile bunların tartışmaları derlenmiştir.

Kuraklık ve tuzluluk etmenleri bitkilerin iç bünyelerini, fizyolojik davranışını etkileyerek onların morfolojik yapılarında farklı görünümlere yol açmaktadır. Nedenle değişik özelliklere sahip bölgelerde, farklı vejetasyon tipleri yer almaktadır.

Akdeniz yöresi, Güney Kaliforniya, Güney Afrika, Güney Batı Avustralya Orta Şili'deki geniş alanlar hemen hemen aynı tip bir vejetasyona sahiptirler. Bölgeler için karakteristik vejetasyon daha 1822 yıllarında SCHOUW tarafından kserofitik vejetasyon olarak isimlendirilmiştir.

Dünyada Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü bütün bölgelerde, herdem sert yapraklı ağaçlar ve çalılardan oluşan sklerofil yapraklı kserofitler vardır. Bu tip bitkilerin pek çoğunda transpirasyonu azaltıcı bir mekanizmaya olan anatomik değişiklikler bulunmaktadır.

Su azlığı ve yüksek ışık şiddeti, bitkinin ortamla temas eden dış yüzeyinin, hacmine oranla az olmasına sebep olmaktadır. Bu durum bilhassa kendini

\* Univ., Fen Fak., Botanik Kürsüleri, Bornova-Izmir.

yapraklarda göstermektedir. Yapraklar genellikle daha küçük ve kalın, birim alanda damar sayısı fazla, kutikula daha kalın, stomalar daha sık ve çoğunlukla alt yüzeyde bulunmaktadır. Bu tip yapraklar fazla farklılaşmış bir palisad parankimasına sahiptir (bifasial, bazan çok sıralı) ve genellikle alt ve üst yüzeyde tüy taşımaktadır. Gelişmiş bir palisad parankiması ve sklerankimatik doku kuraklık esnasında canlılığın devamını sağlamaktadır. Bütün bu farklılaşmaların yanında protoplazmanın susuzluğa dayanıklılığını onun muhakkak genetiksel özelliğinden ileri geldiğini belirtmek gerekmektedir. Sklerofil bitkiler fizyolojik olarak birbirine benzer bitki türlerinden oluşmuşlardır. Bunlarda geniş bir modifikasyonun meydana gelmesine sebep olan genetik bir potansiyel mevcuttur.

Kuraklıkta veya su stresinde olduğu gibi, tuzluluk da bitkilerin anatomik ve morfolojik görünümünde farklılıklara yol açmaktadır.

HOSTERMANN'a (1901) göre NaCl mer'a otlarında epidermis üst çeprelerinin kalınlaşmasına, intersellular alanların azalmasına, bunun sonucu olarak da parankima hücrelerinin birbirine daha yakın şekilde paketlenmesine sebep olmaktadır. Ayrıca bu değişimler stomaların hem birim alandaki sayılarının artmasını hemde boyutlarının azalmasını oluşturmaktadır.

TULLIN (1934) şeker pancarında tuzluluk etkisi altında mezofilde dev hücreler müşahede etmiştir.

BURYGIN (1947a, 1947b, 1948) denemelerinde tuzlu koşullar altında pamuk ve şeker pancarı bitkilerinin yaprak kalınlıklarının arttığını ve bitkilerin iletim sistemlerinin geniş ölçüde geliştiklerini gözlemiştir. Tuzlulukta, bu farklılaşmaların yanında iletim demetleri arasındaki dokunun ligninleşmeye başladığı, korteks parankiması hücrelerinin homogenliğinin bozulduğu görülmüştür.

BLACK (1955) *Atriplex*'de tuzlu ortamda yapraklarda sukkulentliğin meydana geldiğini görmüştür. Aynı araştırmacı kloridler ile vakuolleşme sonucu hücrelerin kitlesinin arttığı görüşünü savunmuştur.

POKROVSKAYA (1954, 1957) toprak tuzluluğunun artması ile hücre bölünmesinin durakladığını, dolayısıyla hücrelerin sayılarının azaldığını, buna karşın her hücrenin boyutunda uzamanın artmış olduğunu bildirmektedir. Araştırmacıya göre Sülfat tuzluluğu hücre genişlemesini, hücre bölünmesinden daha çok etkilemektedir. Klorit tipi sukkulentlik, sülfat tipindeki sukkulentlikten daha fazla dikkati çeker nitelikte olmaktadır.

Bütün bu anatomik değişiklikler her bitki türüne göre farklılık göstermektedir.

Anatomik gözlemlerin yanı sıra ultrastrüktürel yönden yapılmış olan çalışmalar da vardır. GILES ve Arkadaşları (1974) yapmış oldukları çalışmada ortam şartlarının kontrolü altında su stresine maruz bırakılan mısır yapraklarının ultrastrüktürel ve selluler organizasyonunda meydana gelen değişiklikleri incelemişlerdir. Araştırmacılar bu değişikliklerin, nisbi su, yaprak suyu potansiyeli ve ABA seviyesi ile bir korelasyonu olduğunu tesbit etmişlerdir. Susuzluğa maruz bırakılmış deneme bitkilerinde ilk ikinci gün sonunda yaprak su potansiyeli ve nisbi su miktarının kontrollerden farklı olmadığı görülmüştür. Bitkide de gözle görülebilir bir semptom olmamıştır. Mezofil ve iletim elemanı kılıfı hücreleri ultrastrüktüründe de bir farklılık görülmemiştir. Çünkü iletim elemanı kılıfı kloroplastlarının diğer  $C_4$  Gramineae bitkilerinin karakterlerini taşıdığı görülmüştür, yani kloroplastların mezofile bitişik tarafında yer almış olduğu gözlenmiştir. Üçüncü günde iletim kılıfı hücrelerinde nişasta seviyesinin düştüğü ve stomaların tamamen kapandığı, 4.cü günde ise iletim elemanı kılıfı hücrelerinde nişastanın tamamen kaybolduğu, ve ABA seviyesinde yükseldiği görülmüştür. Fakat MITCHELHEUSER ve Van STEVENİK (1972) bir  $C_3$  bitkisi olan buğday da uygulanan ABA'nın kloroplastlarda nişastayı önemli derecede azalttığını görmüşlerdir. Bu duruma göre şöyle bir görüş ortaya atılmıştır. Nişastanın ortadan kalkmasını arayan ABA seviyesi ve stoma kapanması ile ilişkili olup olmadığını saptamak mümkün değildir.

Su stresinin yedinci günde iletim elemanı kılıfı kloroplastlarının orijinal ozisyonlarını değiştirdikleri ve hücre içinde rastgele dağılım gösterdikleri izlenmiştir.

Yaprak su potansiyeli yüksek iken (-13.5 bar) iletim elemanı kılıfı hücrelerinde, sitoplazmada küçük veziküller, nişastanın kaybı ve kloroplastların kenarlarında osmofilik granüllerin oluşumu dışında pek büyük bir etki görülmemiştir. Hatta hücrenin bütünlüğünün bozulmadığı görülmüştür. Mezofil hücreleri plazmalarının normal görünümünü muhafaza ettikleri yalnız kloroplastların dış membranında balonlaşmalar tespit edilmiştir.

Su potansiyeli biraz daha düştüğünde mezofil hücrelerinin %25'inde tonoplastın parçalandığı ve tamamen bir tahribin meydana geldiği, hücrelerin kloroplast artıkları ile dolduğu görülmüştür. Fakat mezofil hücrelerinin %75'inde kloroplast dış membranında şişme meydana geldiği halde grana ve stroma lamellerinin tanınabilir durumlarını muhafaza ettikleri gözlenmiştir. Bu durum tonoplast parçalanmasından hemen sonra kloroplastlardaki strüktürel durum ile tamamen zıt bir durum göstermektedir. Çünkü tonoplast parçalanmasından hemen sonra daha çok belirgin hal almış ve kloroplastlarda içsel yapı bozulmuştur. Fakat enteresan olan yön yan yana bulunan ve vasküler dokudan uzak olmayan bazı hücrelerin tek tek etkilenmeleridir. Bu halen çözümlenmesi

gereken bir sorundur. SHAW ve MANOCHA (1965) yaşlanmakta olan buğday yapraklarında da tonoplast da buna benzer değişimler görmüşlerdir.

Deneme bitkileri fotoperiyodun başlangıcında kurakçıl şartlara maruz bırakıldıktan 5.5 saat sonra yeniden sulama hasar görmemiş mezofil dokusuna bitişik iletim elemanı kılıfı kloroplastlarında nişasta depolanmasının başladığı görülmüştür. Bu sırada su potansiyeli -18. bardan -11.5 bara, nispi su muhtevası %55 den %75'e yükselmişti, fakat ABA seviyesinde hiçbir zaman azalma görülmemiştir. Yeniden sulamadan 20 saat sonra iletim elemanı kılıfı kloroplastlarının mezofil hücrelerine bitişik orjinal pozisyonlarını aldığı görülmüştür. Bu anda ABA'da azalma olmuştur.

Tonoplastları parçalanmış mezofil hücrelerinde ölmüş olmaları nedeni ile hiçbir yenilenme, yani düzelme görülmemiştir. Fakat tonoplastları bozulmadan kalan mezofil hücrelerinde kloroplastlardaki strüktürel bozulmanın kalıcı olmadığı yalnızca membranlardaki balonlaşma durumunun sulamadan 2,5 saat sonra bile varlığı izlenmiştir. Tekrar sulamadan dört veya beş gün sonra yaprak suyu potansiyeli, nispi su muhtevası ve ABA seviyeleri normale dönmüş olmasına rağmen hem mezofil hemde iletim elemanı kılıfı hücrelerinde bazı küçük sitoplazmik veziküllerin hala mevcut olduğu görülmüştür. Fakat bu safhada iletim elemanı kılıfı kloroplastlarının nişasta ile dolu olduğu izlenmiştir. Su stresi ile tonoplastın parçalanma ve kloroplastların şişme sebebi nedeni izah edilememektedir. GILES ve arkadaşları (1976) Mısırdan daha çok susuzluğa dayanıklı bir genus olan Sorghum ile aynı su seviyesi streslerinde, çalışmıştır, bunun bu tip tahribe karşın daha büyük dayanıklılık gösterdiğini tespit etmişlerdir. Düşük su potansiyelinde stomaların kapalı olduğunu ve ABA seviyesinin yüksek olduğunu iletim demeti kloroplastlarında nişasta miktarının da çok azaldığı görülmüştür. Bu stres arttıkça hücrede büyük merkezi vakuollerin meydana geldiği, kloroplastların membranının şiştiği izlenmiştir. Yeniden sulama ile üç saat içinde fazla miktarda nişasta meydana gelmiştir. Burada tonoplastın bütünlüğünü muhafaza edişi, bu bitkinin kuraklığa dayanıklılığında önemli bir faktör olarak rol oynamaktadır.

NASSERY ve JONES (1975) tipik bir halofit olan *Salicornia europea* ve glükofit olan arpa ve fasulyede tuza dirençliliğin fizyolojisini aydınlatmak için bir elektron mikroskopik çalışma yapmışlardır. Tuzlu ortamda yetiştirilen bitkilerde pinositotik veziküller görmüşlerdir. Arpa tuza dayanıklı, fasulye ise hassas bir bitkidir. Araştırmacılar bu çalışmada tuza mukavemet ile iyon kademelenmesi rolünü aydınlatmak istemişlerdir. Bu çalışma in vitroda denenen enzimlerin tuza mukavemeti esasına dayanmaktadır. Denemelere göre enzimin etkenlik gösterdiği noktada tuz konsantrasyonu düşüktür. Araştırmacılara göre bu noktada pino-

zis vesiküllerin akümüasyonu ve kademelenmesi ile oluşmaktadır. Yani ositozisler bitkilerde erimiş madde taşınımında rol oynamaktadır. Diğer bazı iller tuz bezlerinin vezikülasyonla iyon salgılayabileceği veya plazmollemma aginasyonlarının floem taşınımında etken olabileceğini göstermiştir.

BURQUE ve arkadaşları (1975) *Canavalia ensiformis*'de kloroplast gelişinde ultrastrüktürel yönden su stresi etkilerini araştırmışlardır. Kloroplastla tillakoit sistem sentezinde ışıkla beraber su miktarında beraberce rol oynadığı fikrini savunmuşlardır. Relatif nemlilik %50 den az olduğu zaman kloroplast yeşermesinin inhibe olduğunu, rutubet %85 den fazla olduğu zaman ilk saat içinde prolamellar bünyede tillakoit membranların sentezinin gelişimini mişlerdir. Halbuki su stresinde kalan yapraklarda 24 saat sonra bile prolamellar şum transformasyonunun ve klorofil birikiminin engellenmesi bu görüşü deslemektedir.

Araştırcılara göre gelişme ile ilgili bu gecikme acaba su stresinin primer etkisi ile mi, yoksa bu gecikmeyi geliştiren faktörün bir membranın yapı taşı-sentezini mi, yoksa enerji isteyen bir reaksiyonun bloke edilmesi yolu ile mi uğu bilinmemektedir.

DUYSEN ve EREEMAN (1974) göre su stresi fidecik büyümesini, yap-açılmasını ve yaprak alanı artışını engellemektedir. Su stresi altında bulunan ilerde (6 saat sonra) total klorofil birikiminin de engellendiği müşahade edil-tir. Hatta klorofil birimi engellenmesinden kısa bir süre sonra karotinoid biri-in de engellendiği görülmüştür. Karotinoid sentezi metabolik yolu araştırır-ra göre daha hassastır. Tüm bu gözlemlere göre plastitlerin pigment absor-s maksimumlarında su stresi ile ilişkili değışiklikler meydana geldiği üzerinde ulmuştur.

KECK ve BOYER (1974) ayçiçeklerinde su stresinde kloroplast elektron isferini engelleyecek fotosentezi sınırlayıcı bir faktör olduğu görüşünü savun-şlardır. Çünkü stoma kapanmasına sebep olan yaprak suyu potansiyelinde oplast faaliyeti de azalmağa başlamaktadır.

SANTRIOS (1969) hızlı olarak vakum ile kurutulan (2 saat) kloroplast-a enzim aktivitesindeki değışiklikleri incelemiştir. Araştırcı enzim aktivite-le meydana gelen değışiklikleri kuraklık stresinin direkt etkisi olarak kabul iştir. Deneme kloroplastların %90 dehidre edildiği zaman bile hill reaksiyonu < altına alınamamış olduğunu, fakat devresel fotofosforilizasyonun çok az bir idrasyon ile bile azalma gösterdiği ve mitokondriumlarda sitokrom oksidaz vitesinin arttığı müşahade edilmiştir.

NEIL ve Arkadaşları (1970). Su kaybı sonucu lipitlerin azalması ile mitokondrium kristallarının yapısında değiştiğini izlemişlerdir. Araştırmacılara göre su stresi fotosentezi ve fotosentetik ürünlerin taşınmasını inhibe etmekte ve belli sınırlarda solunumu arttırmaktadır. Bu üç değişim olduğu zaman da sonuçta karbon hidratların birikiminde bir azalış, yani açlık tesiri yaratılmış olmaktadır.

Su stresi altında ince yapı yönünden yapılan bu çalışmaların yanında amino asitler ve nukleik asitler açısından da bazı araştırmalar yapılmıştır.

PROTSENKO ve arkadaşları (1968) Kış buğdayında prolin ve asparagin artışını, bu bitkinin kuraklığa ve diğer uygun olmayan şartlar ile ilişkili geçici bir semptom olarak nitelendirmektedirler. Hatta kuraklığa oldukça mukavim katran çalıda su stresi altında total amino asit muhtevasının iki misli olduğu görülmüştür.

Aynı gözlemler SAUNIER ve arkadaşları (1968). tarafından da yapılmıştır. Bu araştırmacılar su stresinde alanin, arginin, histidin, izoleusin ve valinde belirgin artışlar olduğunu saptamışlardır. Amino asitlerdeki bu birikimin doğrudan doğruya bir kısım protein parçalanmasının sonucu olacağı ve yeniden sentez edilmez şeklinde olduğu düşünülmektedir.

GATES ve BONNER (1969) Domates'de su eksikliğinden kısa bir süre sonra RNA seviyesinde az bir artış görmüşlerdir.

Aynı durum KESSLER (1961) tarafından kontrol edilmiştir. Su stresinin RNA muhtevasında başlangıçta bir artış meydana getirdiği ve müteakip 20 gün süresinde bir düşüş olduğu ve RNaz aktivitesinin arttığı görülmüştür. Araştırmacı buna bağlı şekildeki bir enzimin serbest kalışı şeklinde izah etmiştir.

GENKEL ve arkadaşları (1967) kuraklığa uğratılan mısır ve fasulyede polisom'ların kaybolduğunu yani ribosomların monomerik forma döndüğünü görmüşlerdir. Buna artan RNaz'ın m.RNA'yı parçalaması görüşü ile sonuçlandırmışlardır.

DELTOUR ve JACQMARD (1974) yaptıkları araştırmada *Zea mays* köklerinin çimlenmesinde su stresinin DNA sentezi başlamasını ve genom duplikasyonunu inhibe ettiğini görmüşlerdir.

Bitkilerde su stresi etkisi altında anatomik ultrastrüktürel yönden, çeşitli araştırmalar yapılmış ve görüldüğü gibi bazı sonuçlara varılmıştır.

Akdeniz bölgesinin tipik vejetasyonu, maki elementlerinde de bu yönde çalışmaların yapılması çeşitli problemlerin aydınlatılmasına yol açacaktır.

#### FAYDALANILAN KAYNAKLAR

- BURQUE, D. P., P. N. Mc MILLAN., W. J. CLINGENPEEL and A. W. NAYLOR (1975) : Ultrastructural effects of water stress on chloroplast development in Jack bean (*Canavalia ensiformis*). *Plant Physiol* 56 :160-163.
- FRANCESCO Dİ CASTRI and H. A. MOONEY (1973) : *Mediterranean Type Ecosystems*. Springer-Verlag. Berlin. Heilderberg. New York.
- GILES, K. H., M. F. BEARDSELL and D. COHEN (1974) : Cellular and ultrastructural changes in mesophyll and bundle sheath cells of Maize response to water Stress. *Plant Physiol* 54 : 208-212.
- GILES, K. L. D. COHEN and M. F. BEARDSELL (1976) : Effects of water stress on the ultrastructure of leaf cells of *Sorghum bicolor*. *Plant Physiol*. 57 : 11-14.
- KECK, R. W. and J. S. BOYER (1974) : Chloroplast response to low leaf potentials. *Plant Physiol*. 53 : 474-479
- MOHANTY, P. and J. S. BOYER (1976) : Chloroplast response to low leaf water potentials. *Plant Physiol*. 57 : 704-709.
- NASSERY, H. and R. L. JONES (1975) : Salt-induced pinocytosis in Barley and Bean. *Journal of Experimental Bot.* 97 : 358-368.
- WAISEL, Y. (1972) : *Biology of Halophytes*. Academic Press New York and London.