

STRES ÇEŞİTLERİ

I. SU STRESİ

Suyun Bitkiler İçin Önemi

Canlı madde; yani protoplazma, yalnız su ihtiva eder durumda hayati olaylar gösterir. Kuruyunca canlılığını kaybetmezse bile mutlaka latent duruma geçer.

YetiŒme yerine kendilerini tespit etmiŒ olan yüksek yapılı bitkiler, tohumlarının dŒtđ, çimlendiği ve köklendiği yerdeki Œartlar ile yetinmeleri gerektiğinden bunların hayatında su ekonomisinin önemi serbestçe hareket edip suyunu sağlayan hayvanlarinkine oranla daha fazladır.



Suyun esas rolü hücrenin canlı maddesini yani plazmayı her hayati faaliyet için gerekli olan muayyen bir su durumuna getirmesidir.

Bitkilerin su ekonomilerinde bitkinin tam olarak içerdiği su miktarı değil, yetişme yerinde bulunan suyun durumu yani ;

suyun yoğun veya az yoğun oluşu,

toprağın asidik oluşu,

suyun katı veya sıvı oluşu,

cisimlerin şişme noktası,

yetişme yerlerindeki suyun osmotik değeri ,

toprağın emme kuvvetinin fazla oluşu önemlidir.

BİTKİLERİN SU İHTİYAÇLARINA GÖRE SINIFLANDIRILMASI

1. **HİDROFİTLER**(SU BİTKİLERİ)
2. **HİGROFİTLER**(NEMLİ YERLERDE YETİŞEN
BİTKİLER)
3. **KSEROFİTLER**(KURAK YERLERDE YETİŞEN
BİTKİLER)

1.HİDROFİTLER(SU BİTKİLERİ):

Bu gruba giren bitkiler normal olarak su içinde yaşarlar ve kendilerine özgü yapıları vardır.

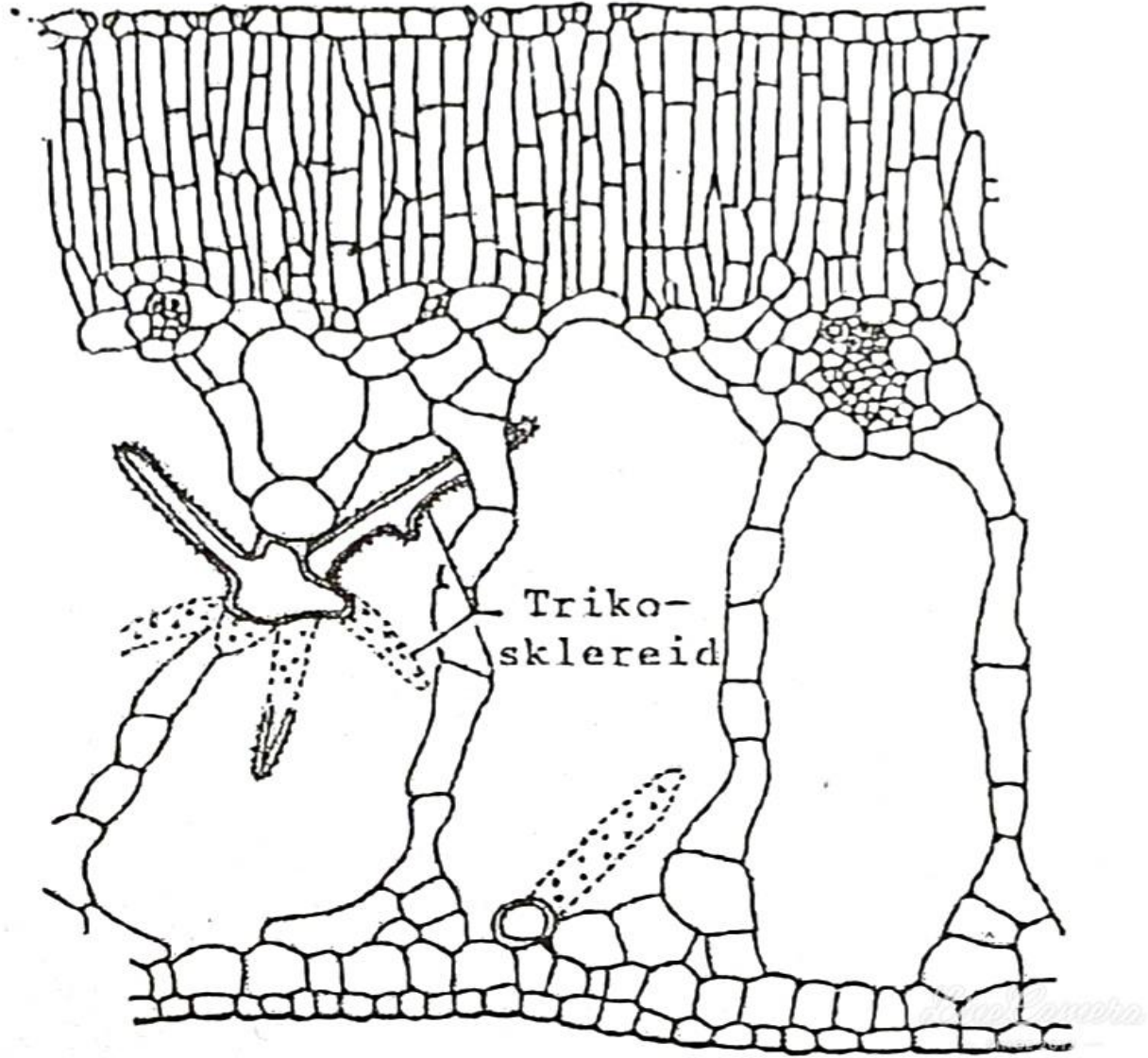
Su içinde yaşayan bitkilerin yaprakları morfolojik ve anatomik yapı bakımından farklılıklar gösterirler.



Yaprakların mezofil tabakasında palizat ve sünger parankimasi hücreleri şeklinde ayrılma yoktur ve bu parankima hücrelerinin arasında gaz alışverişini gerçekleştirmek bakımından büyük boşluklar bulunmaktadır.

Aslında birçok bitkinin yapraklarındaki mezofil tabakasındaki sünger parankima hücreleri arasında normal olarak hücre arası boşluklar bulunmaktadır , fakat hidrofitlerde bu boşluklar çok büyüktür ve **LAKÜNER DOKU VEYA AERANKİMA** adını alır.

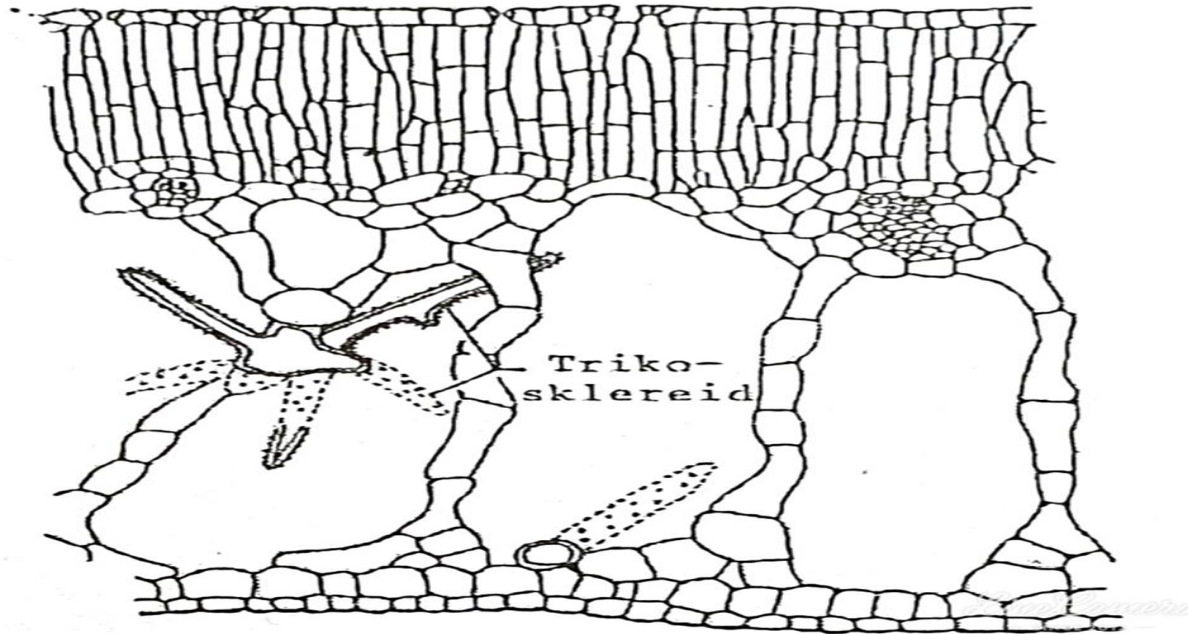
Örneğin *Nymphaea* (nilüfer) bitkisinin yapraklarında olduğu gibi.



Nymphaea'nin yüzen yaprağından enine kesit

- *Myriophyllum* ve *Elodea* gibi bitkilerin yapraklarında terleme ve fazla su iletimi olmadığından ksilem elemanları çok azalmış, hatta bazılarında tamamen kaybolmuştur.

Su bitkilerinin yaprak epidermisleri koruyucu olmaktan çok sudan gaz ve madde alınmasında rol oynar. Su içinde yaşayan bitkilerin yapraklarının ve sürgünlerinin üst epidermis hücrelerinin üst yüzü çok ince bir kutikula tabakası ile örtülüdür.



Üst yüzeyde bulunan stoma hücrelerinin altında geniş boşluklar vardır.

Tropikal bölgelerin deniz kenarındaki bataklıklarında yetişen *Mangrove* adını verdiğimiz bir kısım bitkiler, oksijen azlığını gidermek amacıyla hava kökleri meydana getirirler.

- Hidrofit bitkiler sudaki durumlarına (yaşam şekillerine) göre Őu Şekilde ayrılabilirler:

1. **Yüzen hidrofitler** (örnek; *Lemna minor* (su mercimeęi))



2. **Su içinde asılı duran hidrofitler** (örnek; bitkisel planktonlar, *Sargassum*, *Lemna trisulca*)



Lemna trisulca

3. Su altında kökleri ile toprağa tespit edilmiş olarak yaşayan hidrofitler (örnek; *Chara*, ve birçok *Potamogeton*, *Valisnaria*, *Ceraphyllum* türleri)



Chara sp.



Potamogeton sp.

4. Kökleri ile toprağa tespit edilmiş, fakat yaprakları yüzen
hidrofitler (örnek; *Nymphaea alba* (nilüfer) ve *Victoria amazonica*)



Nymphaea alba



Victoria amazonica

5. Kökleri ile toprağa tespit edilmiş, fakat gövdeleri su yüzünde olan hidrofitler (örnek; *Typha latifolia* (su kamışı), *Oryza sativa* (pirinç), *Scirpus* vb.)



Typha latifolia

SU BİTKİLERİNİN SU ORTAMINA ADAPTASYON MEKANİZMALARI

Hidrofit bitkiler için , su ortamının bazı olumsuz özellikleri şunlardır:

➤ Su içerisinde çözünmüş CO₂ miktarı havadaki CO₂'ye oranla daha azdır.

➤ Su içerisinde fotosentez için gerekli olan güneş ışınlarının bir bölümü su tarafından absorbe edilirken bir kısmı da su yüzeyinden geri yansıtılır. Bu da su içine ulaşan güneş ışınlarının azalmasına neden olur.

➤ Su içinde ve su altında kalan dokularda O₂ oranı havadakine oranla çok daha azdır.

➤ Bitki gelişimi için gerekli olan mineral besinler su ortamında sınırlı orandadır.

➤ Su içinde oluşan dalga ve akıntılar ile rüzgar sucul bitkilerin dokularına zarar vererek mekanik strese neden olmaktadır.

2. HİGROFİTLER (NEMLİ YERLERDE YETİŞEN BİTKİLER):

- Toprakta fazla miktarda su alma ihtiyacı duyarlar.
- Hidrofitlerde olduğu gibi özel yapılar göstermezler.
- Terlemeyi artıracak yapılara sahiptirler.
- Yapıları daha çok bataklık bitkilerine benzer.
- Mezofil dokuları çok az hücre tabakasından meydana gelir.
- Hücreler büyüktür ve geniş hücreler arası boşlukları bulunmaktadır.

3.KSEROFİTLER (KURAK YERLERDE YETİŞEN BİTKİLER):

➤Kserofitler genelde kurak habitatlarda yetişirler. Bu bitkilerin başlıca sorunu susuzluktur. Özellikle terlemeyi azaltmak ve suyu idareli kullanmak için bir takım morfolojik değişiklikler gösterirler.

Genelde 3 çeşit kserofit vardır:

a)Yıllık efemer bitkiler: Bunlar hayat devrelerini çok kısa zamanda tamamlayan genellikle kurak bölgelerin bitkileridir. Kısa bir yağışlı devre sonunda hemen gelişirler , ve kısa bir zamanda büyüüp ölürlere ve toprak kurumadan önce tohum verirler.

b)Sukkulent (etli)bitkiler: Bu bitkilerin parankima hücrelerinin vakuolleri genişlemiş ve hücre arası boşlukları küçülmüştür. Bu morfolojik karakter bu tip bitkilerin yağışlı mevsimde organlarında fazla miktarda su depo etmelerini sağlar ve bunu kurak mevsimde kullanırlar.

■Sukkulent bitkiler en iyi çöl vejetasyonunda temsil edilmiştir.

c)Sukkulent olmayan çok yıllık bitkiler: Ağaç ve çalılarının yanında birçok otsu bitkilerde bu gruba dahildir. Bunlar kseromorf yapılara ek olarak şu özellikleri göstermektedirler:

➤**İyi gelişmiş kök sistemine sahiptirler:** Birçok çöl ağaçları, çalıları ve çok yıllık otsu bitkiler köklerini toprak altındaki nemli tabakaya ulaşınca dek uzatırlar.

Örneğin, *Alhagi camelorum* (deve dikenini) kökleri 4 metre derinliğe kadar gidebilir. Bu sayede yazın şiddetli kurak devresini solmadan atlatır.



Osmotik basınçları yüksektir: Sukkulent olmayan çok yıllık bitkilerde osmotik basınç, yıllık ve sukkulentlere oranla çok yüksektir.

Bu özellik topraktan daha fazla suyu çekebilmek içindir. Bu özelliği tuz bitkilerinde de görmek mümkündür.

➤ **Terlemeyi azaltma özelliğine sahiptirler:** Birçok bitkilerin yaprakları terlemeyi azaltmak için değişikliğe uğramıştır. Örneğin *Laurus nobilis*(defne), *Myrtus communis* (mersin), *Olea europeae* (zeytin) yaprakları sert ve derimsi şekilde olup, çok az su ihtiva ederler.



Laurus nobilis



Olea europaea

Olea europaea

Küçük ve kalın çeperli parenkima hücrelerinden meydana gelen mezofil dokularında bol sklerenkima demetleri, sklereidler bulunur.

Epidermis hücrelerinin dış çeperleri kalınlaşmış ve üzerini kalın bir kutikula tabakası örtmüştür.

Epidermis tabakası bir kısmında birkaç tabakadan meydana gelmiştir. Stomaların sayısı azalmış ve epidermis hücreleri arasına gömülmüş durumdadır. Bir kısmında ise epidermis hücrelerinin üzeri yıldız ve kalkan şeklinde tüylerle kaplanmıştır.

Yapraklar terlemeyi azaltmak amacı ile yüzeylerini çok küçültmüşlerdir.

Diğer morfolojik bir özellik de bitkinin boylarını kısaltmasıdır.

Yaprakların küçülmesi terlemeyi azaltır dolayısıyla bu durum fotosentezin de azalmasına sebep olur. Bu yüzden bu bitkiler çabuk büyüyemezler.

Ayrıca bu gibi bitkilerde fotosentez işini yeşil olan gövdeler üzerine alır. Örneğin *Spartium junceum*'da (katır tırnağı) olduğu gibi.



Su Stresinin Etkileri

Bitkiler tarafından geri dönüşümlü (reversible) veya geri dönüşümsüz (irreversible) cevaplar oluşturan stres etkenleri, suyun yaşama ortamında kıt olması (**fiziksel kuraklık**) veya donma ve mineral eksikliği ya da fazlalığı nedeniyle bitki tarafından yeteri kadar alınamamasından (**fizyolojik kuraklık**) kaynaklanabilir.

Fiziksel Kuraklık:

Yaşama ortamında suyun kıtlaşmasına bağlı protoplazmada oluşan negatif su potansiyeli nedeniyle meydana gelen stresdir. Su kıtlığı stres toleransı hemen hemen tüm bitki türlerinde görülmekle birlikte, miktarı türden türe çeşitlilik gösterir. Nitekim böylesi durumlara kserofitik ve mezofitik bitkiler, farklı stres cevaplarıyla adaptasyon sağlayarak başarılı olurlar.

Kserofitlerde Su Kıtlığı Stresi

Çöller ve stepler gibi su miktarının sürekli ya da dönemsel olarak çok düşük olduğu ortamlarda, stres cevapları (adaptasyonlar) geliştirmiş kserofit türler, yetersiz su stresine karşı **sakinma, kaçma, direnç** ve **katlanma** şeklinde, 4 farklı tip cevap geliştirmişlerdir.

öllerde yaşayan ve su kıtlığı stresine “sakınma” tarzında cevap geliştirmiş kserofitler, gerçekte geniş bir aralıktaki protoplazmik su potansiyeline sahiptirler. Sözelimi palmiyeler vahalarda yaşadıklarından, kökleri topraktaki su tabakasına rahatlıkla ulaşır.



Nitekim *Prosopis glandulosa* Torr.
(Fabaceae) ve *Medicago sativa* L.
(Fabaceae) gibi, köklerini toprağın 7-10
m. derinliklerine kadar uzatabilen bitkiler,
hiçbir zaman hücrelerinde “negatif su
potansiyeli” yaşamazlar. Aksine bol
miktar da su kullanabildikleri için “su
harcayıcıları” olarak da adlandırılırlar.



Kserofit efemeraller ise, metabolizmaları oldukça farklı, tek yıllık, kısa ömürlü, geniş bir bitki grubu olup, kurak sezon boyunca tohum halinde kalarak, su kıtlığından “kaçan” bitkilerdir.

Tohumları, yağmurlarla toprağın ıslandığı dönemlerde çimlenir ve topraktaki nem kaybolmadan çiçek, meyve ve tohumlarını oluşturarak, vejetasyon devrelerini kısa sürede tamamlarlar. Böylece çöllerde yaşamalarına rağmen, protoplazmalarında “negatif su potansiyeli” oluşmasına neden olabilecek, kurak dönemlerden kaçarlar.

Kuraklığa “direnç” seklinde cevap geliştiren bitkilere, kaktüsler gibi dokularında su depo edip, su kayıplarını ileri derecede azaltmış ve “krassulik asit metabolizmasına” (CAM) sahip, sukkulent bitkileri örnek verebiliriz. Örneğın *Agave americana* L. (Agavaceae) oldukça kalın kutikulasının yanında, stomalarını gündüz kapalı tutarak, sıcak ve kurak periyottaki su kaybını önler.



Bazı kaktüsler ise “geniş yüzeysel kök sistemine” sahip olup, toprak yüzey nemini yağıştan hemen sonra toplayarak, sukkulent dokularında depolayabilir ve böylece kuraklık stresine karşı “direnirler”.



Su kıtlığı stresine karşı “katlanma” tarzında cevap geliştirilmiş olan eukserofitler, protoplazmalarından aşırı su kaybetmelerine ve aşırı derecede negatif su potansiyeline maruz kalmalarına rağmen, dehidrasyon etkisine karşı tolerans gösterdikleri için ölmezler. Çünkü bazı kserofitik adaptasyonlara da sahip olmalarının yanında, diğerlerinden farklı olarak, aşırı negatif su potansiyeline düştüklerinde bile protoplazmaları canlılığını korur.

Bunun yanında bir çok yosun ve eğrelti türü de eukserofit gruba dahil olup, su kıtlığı stresine “katlanma” şeklinde cevap geliştirmişlerdir. Örneğin,

Selaginella lepidophylla .



Mezofitlerde Su Kıtlığı Stresi

Kserofitlere göre daha nemli habitatları tercih eden mezofitler de, su kıtlığı stresine karşı birçok cevap geliştirmişlerdir. Sözgelimi; hücre büyümesindeki azalma, mezofitlerin su stresine karşı geliştirdikleri en duyarlı cevaptır.

Mezofitlerde, su kıtlığı stresine karşı geliştirilen yaygın bir cevap, stomaların kapanması ve böylece transpirasyon ve fotosentezin azaltılmasıdır. Fotosentezde görülen bu düşüşün, yalnızca su kıtlığına uyabilmek için stomaların kapanmasından dolayı mı, yoksa su kıtlığı stresine bir cevap olarak mı gerçekleştirildiği tartışmalıdır.

Genel olarak mezofitlerde, bir takım fotosentez enzimleri ve diğer metabolik aktiviteler, su kıtlığı stresinden direkt olarak etkilenmektedir. Nitekim, kuraklık stresine karşı geliştirilen cevapların, yaprak kıvrılması gibi anatomik ve morfolojik değişimlerin yanında, antioksidant enzim sistemi ile de yakından ilişkili olduğu bildirilmiştir.

Kserofitlerin genellikle geri dönüşümsüz adaptif cevaplar geliştirmiş olmalarına karşın mezofitler, su kıtlığı stresi karşısında hormonal geri dönüşümlü cevaplar geliştirmişlerdir.

Yaygın görülen geri dönüşümlü cevaplardan birisi absisik asit (ABA) metabolizmasında gözlenmektedir. Nitekim, su kıtlığı stresine maruz kalmış mezofitlerin yaprak dokularında, ABA miktarının normalden 40 kat fazla olduğu ve bu değişimin kökler ve diğer dokularda daha az düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Özellikle mezofitik bitkilerin negatif su stresleri -1.0 ila -2.0 MPa ya kadar olduğu dönemlerde sulanırsa, eski durumlarına döndükleri görülmüştür. Bu durum, su kıtlığı stresinin şiddetine rağmen, oluşturulan bazı cevapların geri dönüşümlü olduğunu gösterir.