

# **HALOFİT VE KSEROFİT BİTKİLERDEKİ GÖVDE ANATOMİK ADAPTASYONLARI**

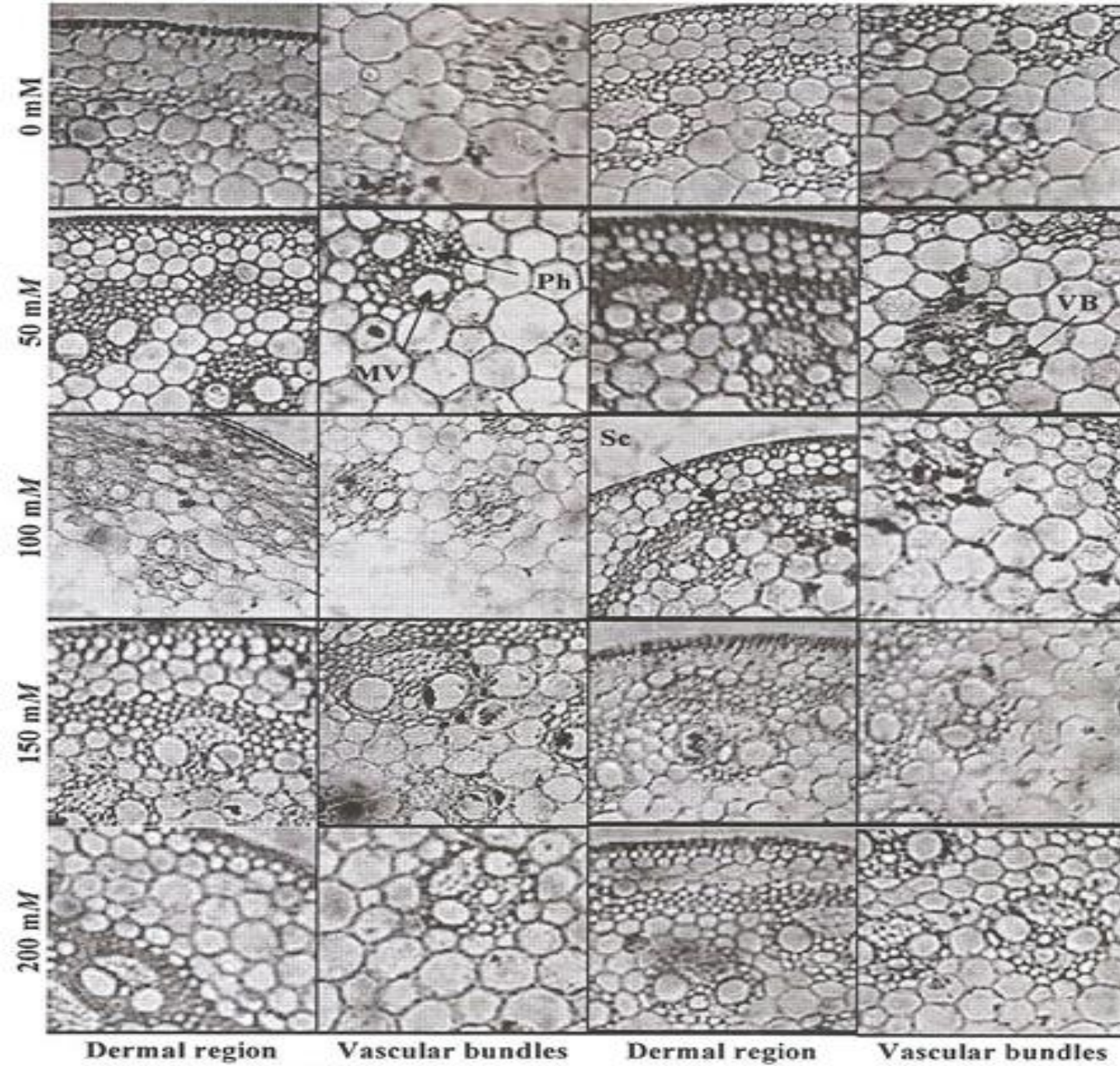
Toprak tuzluluğu, dünya üzerinde bitki büyümesi ve üretimini sınırlandıran esas abiyotik faktördür. Bu problem kurak ve yarı kurak bölgelerde daha Őiddetlidir. Tuzluluktaki artış hücre, doku ve organ seviyelerinde spesifik deđiŐiklikler oluŐturur. Bu deđiŐiklikler, fizyolojik, morfolojik ve anatomik bazı deđiŐiklikleri kapsar.

Örnek olarak farklı tuz stresine maruz kalan *Cynodon dactylon*'da meydana gelen başlıca gövde anatomik adaptasyonlarını açıklayalım:



*Cynodon dactylon*

Yapılan araştırmalar, tuzlu alanlarda yayılış gösteren *C. dactylon*'daki **gövde alanının**, tuz seviyesindeki artışla birlikte önemli derecede arttığını ortaya koymuştur (şekil 1).



Şekil 1.Farklı tuz seviyelerine tabi tutulan *C.dactylon* ekotiplerinde gövde enine kesitleri (MV=metaksilem, Ph=floem, Sc=sklerenkima, VB=vasküler demet).

Genel olarak tuzluluk koşulları, bitki gövde alanını artırabilir. Gövdedeki bu **artmış sukkulentlik**, ek su depolamak ve böylece zorlu koşullar altında bitkinin daha iyi hayatta kalmasına yardımcı olabilir.

Sukkulentliğin halofitlerde var olan önemli bir strateji olduğu bilinmektedir. Daha önce yapılan araştırmalar, tuza toleranslı bitkilerde gövdede sukkulentliğin arttığını ve gövde bölgesinin önemli derecede artış gösterdiğini ortaya koymuştur.





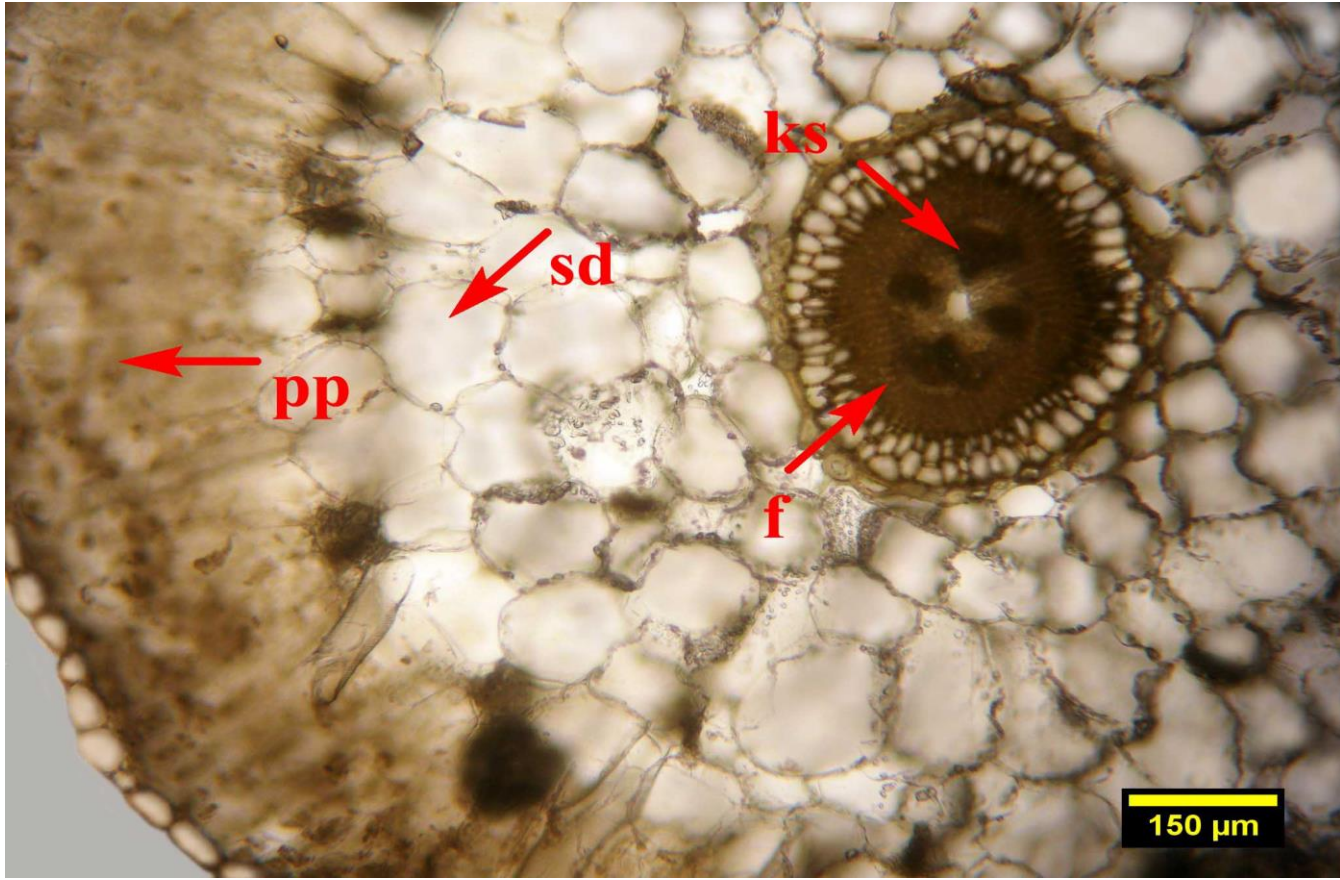
Gövdede sukkulentlik, su depo eden dokunun mevcudiyetiyle ayırt edilmekte olup, bu doku *Salicornia europaea* ve *S. prostrata*'nın gövdesinde de tespit edilmiştir.





*Salicornia europaea*

*Salicornia prostrata* ile yapılan araştırmalar da,  
tuz konsantrasyonundaki artışla gövdedeki  
sukkulentliğin arttığını ortaya koymuştur.



Şekil 2. Yüksek tuzluluk değerine sahip lokaliteden toplanan *Salicornia prostrata* Pall.'da sukulent gövde enine kesiti, f: floem, ks: ksilem, pp: palizat parenkiması, sd: su depo dokusu.

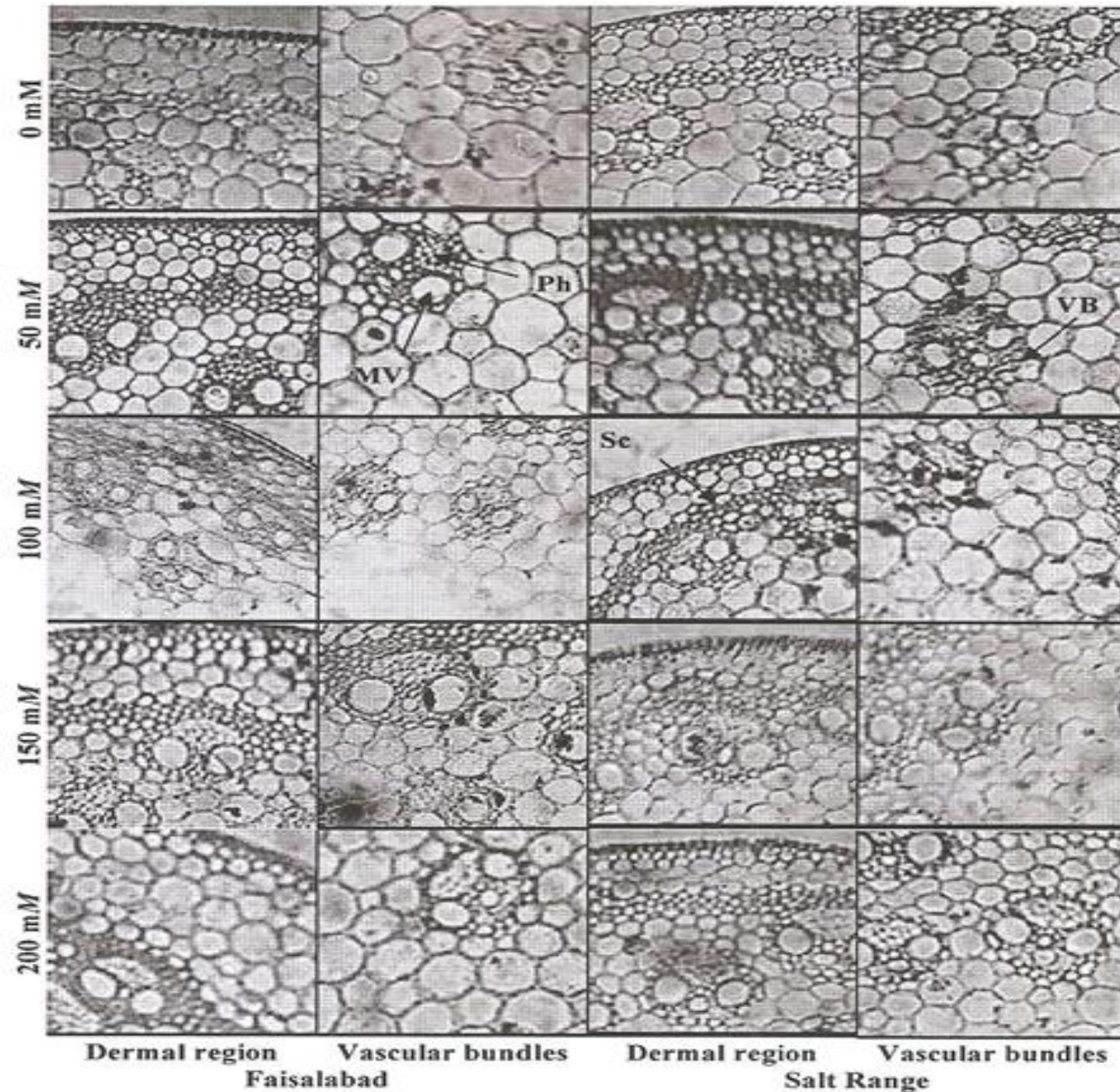
Yapılan araştırmalar  
sukkulentliğin halofitlerde  
yüksek iyon  
konsantrasyonu ile başa  
çıkabilmek için geliştirilen  
bir strateji olduğunu  
kanıtlamıştır.



Halofitlerin sukkulent özellikleri nedeni ile büyük miktarlarda tuzu biriktirebildikleri birçok halofit bitki üzerinde yapılan araştırmalarla ortaya konulmuştur. Sukkulentliğin, toksik iyonların hücreden uzaklaştırılması yoluyla , bitkiye yüksek tuz konsantrasyonu ile mücadele edebilme özelliği kazandırdığı öne sürülmektedir.

*C. dactylon'* daki gövde anatomik değişikliklerinden birisi de, **sklerenkima kalınlığı** olmuştur.

Büyüme ortamının tuz konsantrasyonundaki artışla, *C. dactylon'*un gövdesindeki sklerenkima kalınlığı da artmıştır (Şekil 1 ).



Şekil 1.Farklı tuz seviyelerine tabi tutulan *C.dactylon* ekotiplerinde gövde enine kesitleri (MV=metaksilem, Ph=floem, Sc=sklerenkima, VB=vasküler demet).



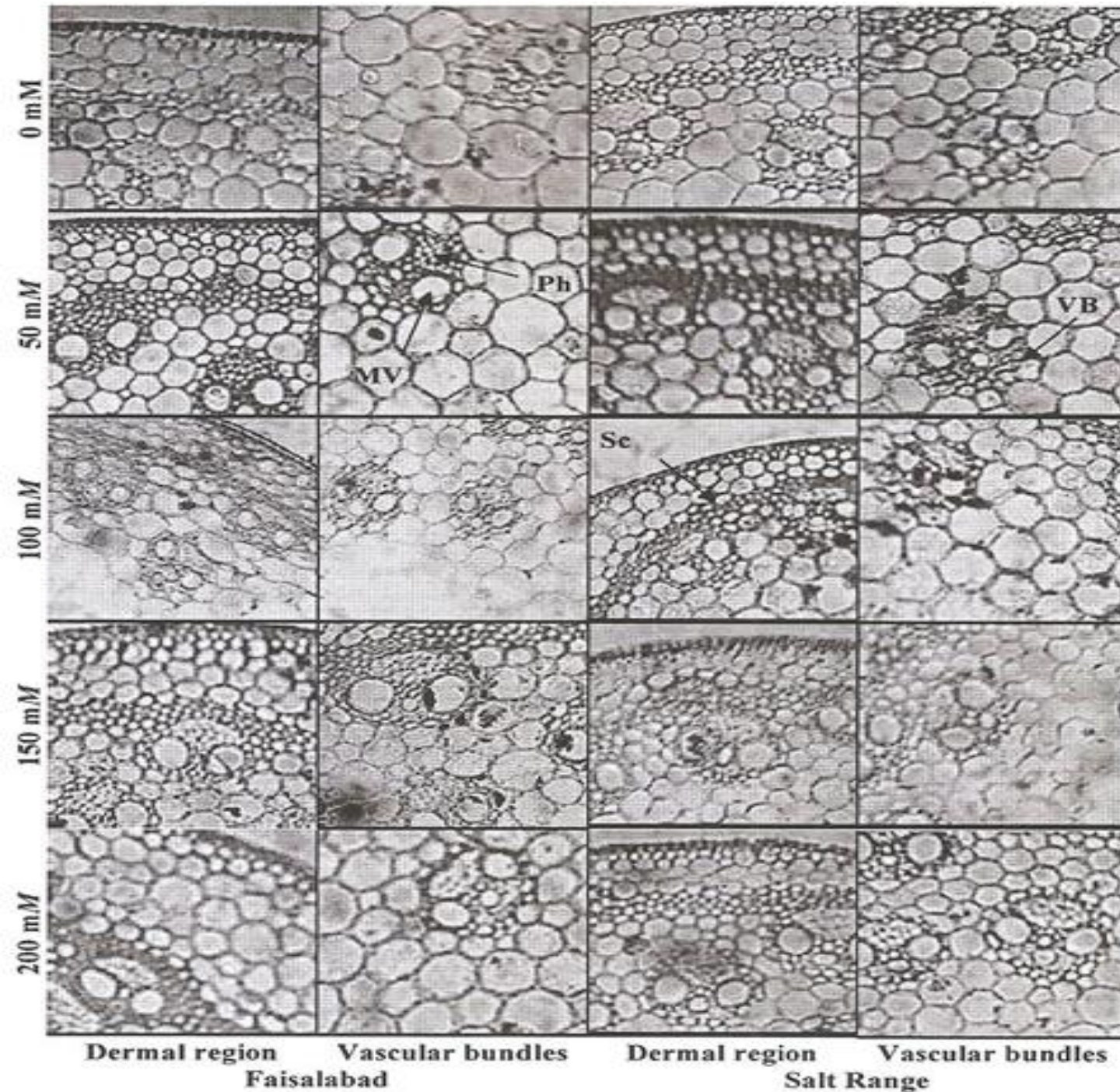
Tuzlu alanlardan toplanan populusyonda sklerenkima kalınlığında 150 mM NaCl'ye kadar bir artış tespit edilmiştir.

Ancak en yüksek tuzluluk konsantrasyonunda sklerenkima kalınlığında aniden bir azalış olduğu dikkati çekmektedir. Buna karşın sklerenkima hücre alanı, tuz konsantrasyonunda artışla birlikte azalmıştır.

Yapılan bu araştırma sonucunda, yüksek tuzlu alanlardan toplanan bitkilerin gövdelerinde bulunan **vasküler demetlerin sayısının, NaCl konsantrasyonundaki artışla belirgin bir artış gösterdiği** belirlenmiştir.

Bu özelliğın, tuz stresi altında yetişen bitkilerde etkili bir su alımı için daha iyi bir adaptasyon olabileceği düşünölmekte ve vaskular demetlerin sayısındaki artışın tuz stresi ile mücadelede önemli bir mekanizma olduğu ileri sürölmektedir.

Artan tuz seviyesi tuzlu alanlarda yayılış gösteren *C. dactylon*'daki **metaksilem alanını** çok fazla değiştirmemiş, bununla birlikte 150 mM NaCl seviyesinde bu özellik yaklaşık % 100 oranında artış göstermiştir. (şekil 1). **Protoksilem alanı** ise tuz konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak belirgin bir şekilde artmıştır.



Şekil 1.Farklı tuz seviyelerine tabi tutulan *C.dactylon* ekotiplerinde gövde enine kesitleri (MV=metaksile m, Ph=floem, Sc=sklerenkima, VB=vasküler demet).

Büyüme ortamında bulunan fazla miktarda tuz, gövdedeki **floem alanında** da önemli ölçüde bir artışa sebep olmuştur. Hem floem hem de kalburlu borulardaki önemli ölçüdeki bu artış, bitkilerin tuzlu alanlara daha iyi adapte olmasını sağlayabilecek bir özellik olarak göz önüne alınabilir.

Tuz stresi altında bulunan bitkilerdeki gövde anatomik adaptasyonlarını ortaya koyabilmek amacıyla yapılmış diğ̈er bir araştırma, kurak ortamlarda yayılış gösteren *Boerhavia* ve *Commicarpus* cinsleri üzerinde yapılmıştır.



*Boerhavia diffusa*



*Commicarpus grandiflorus*



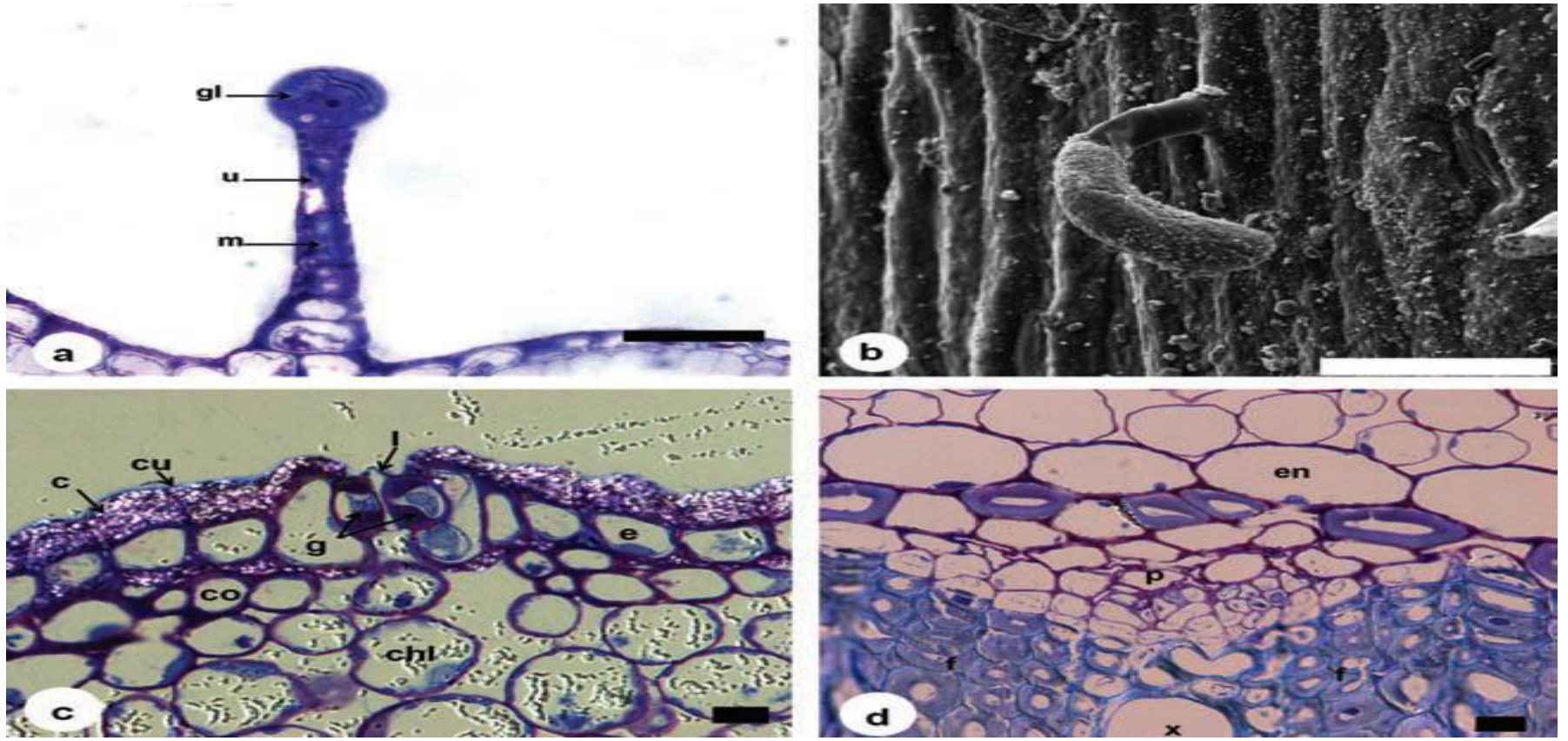
Bu türler, anatomik, fizyolojik ve morfolojik bazı adaptasyon mekanizmaları sayesinde kurak ortamlarda hayatta kalabilmeyi başarabilirler.



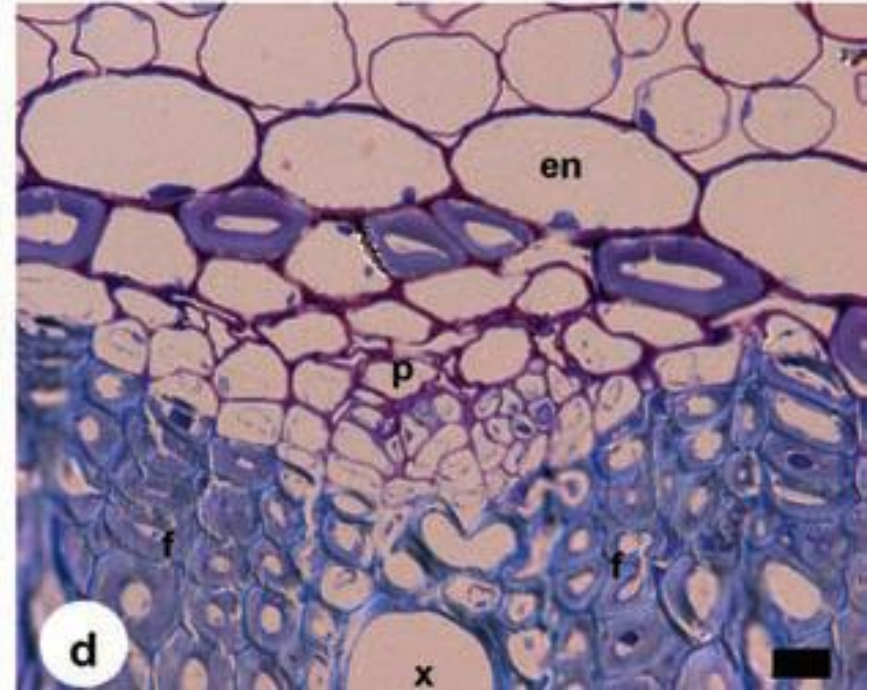
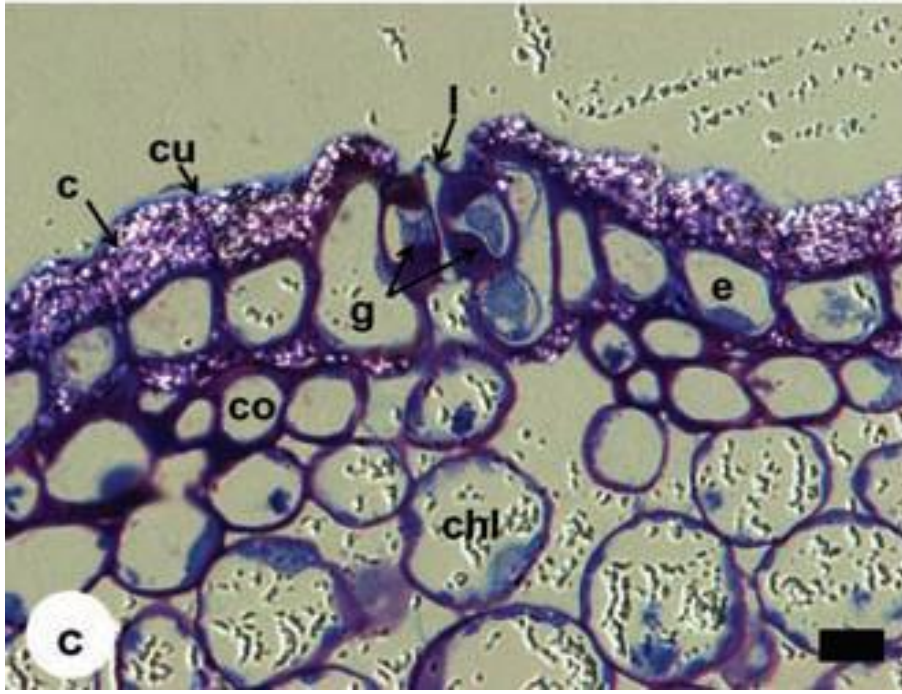
*Boerhavia diffusa*

Bu amaçla kurak ortamlarda yayılış gösteren bitkilerin gövdelerinden alınan enine kesitler, hem ışık mikroskobu ile hem de taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelenmiş ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

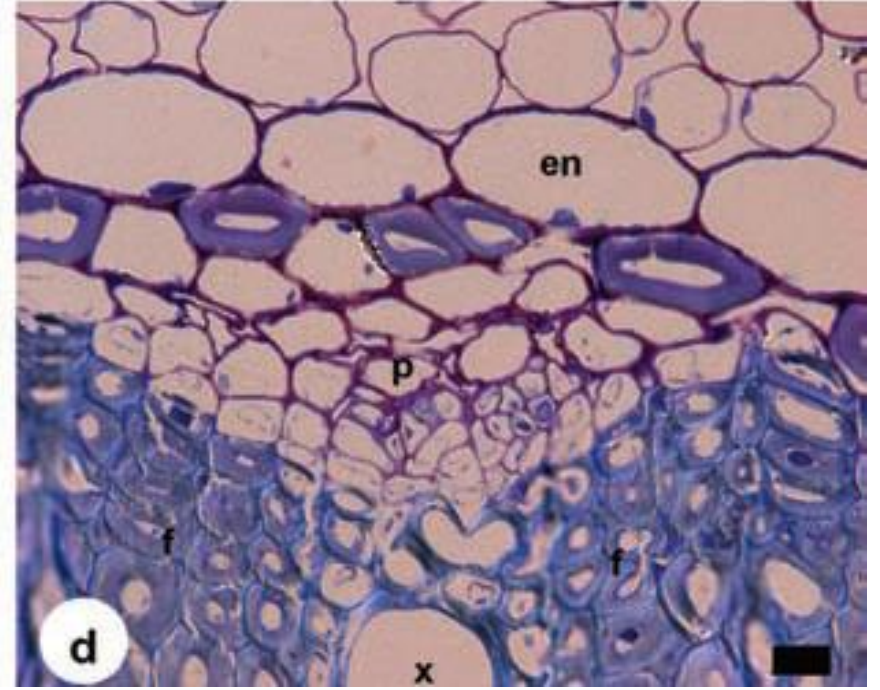
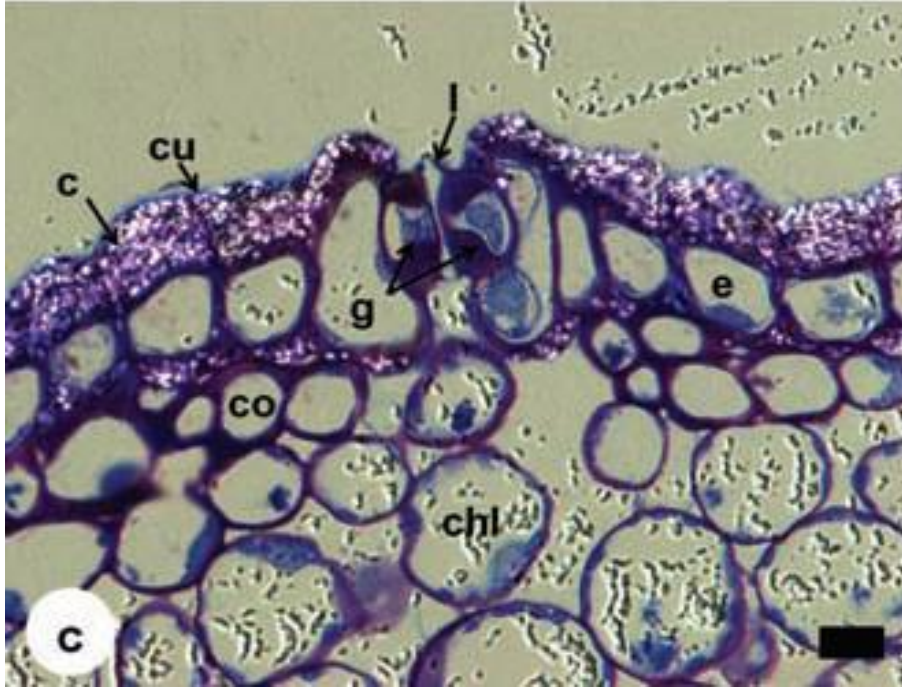
Elde edilen sonuçlar, *Boerhavia* ve *Commicarpus* türlerinin tek hücreli veya çok hücreli, küre veya çomak şeklinde bir başa sahip glandular tüylere (salgı tüyleri) sahip olduğunu ortaya koymuştur.



Şekil 3. *Boerhavia* and *Commicarpus* gövdelerinin taramalı elektron ve ışık mikroskobu görüntüleri (a) *B. hereroensis* de tütün ışık mikroskobu görüntüsü. gl – küre şeklindeki baş; (b) *C. squarrosus* un çomak şekilli tütünün taramalı elektron mikroskop görüntüsü (c) *C. helenae* var. *helenae* nin gövdesinin kalınlaşmış periklinal duvarlı stomasını gösteren ışık mikroskobu görüntüsü. c – kristal; chl – klorenkima; co – korteks; cu – kutikula; e – epidermis; (D) *B. deserticola* nin sekonder büyümesini gösteren ışık mikroskobu görüntüsü. en – endodermis; p – floem; x – ksilem.

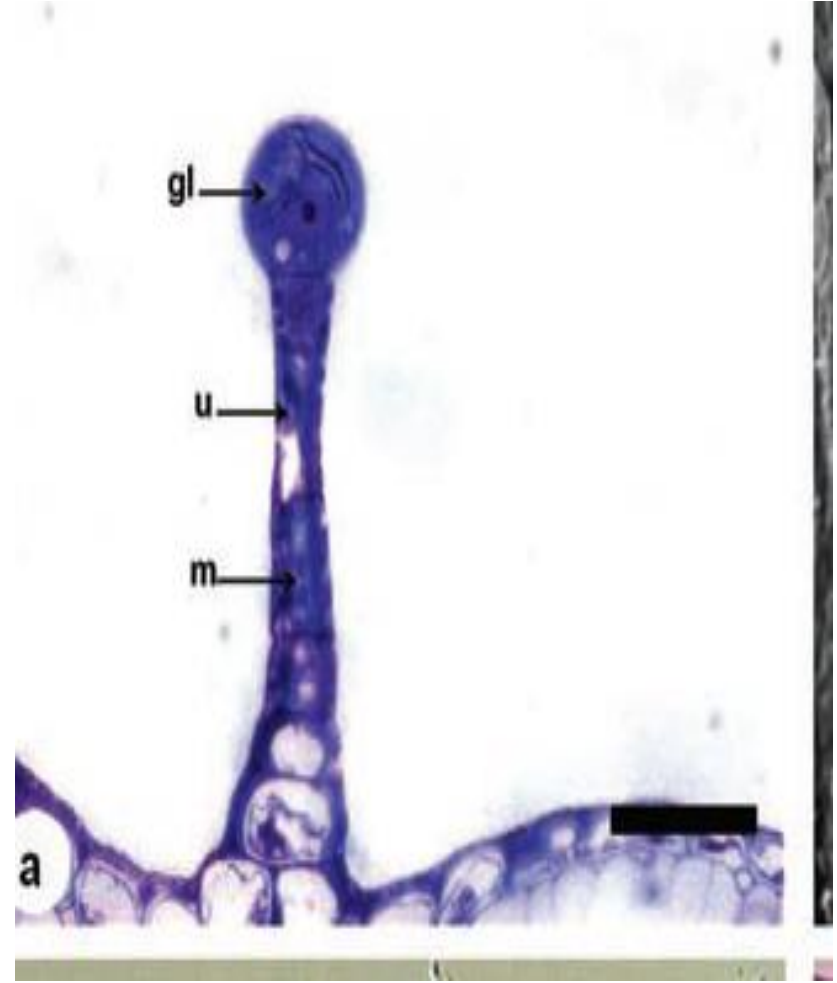


Gövde kesiti incelendiğinde ksilemin büyük çaplı trakelerden oluştuğu görülmektedir. Sekonder floem ve sekonder ksilem halkalar şeklinde gelişir.



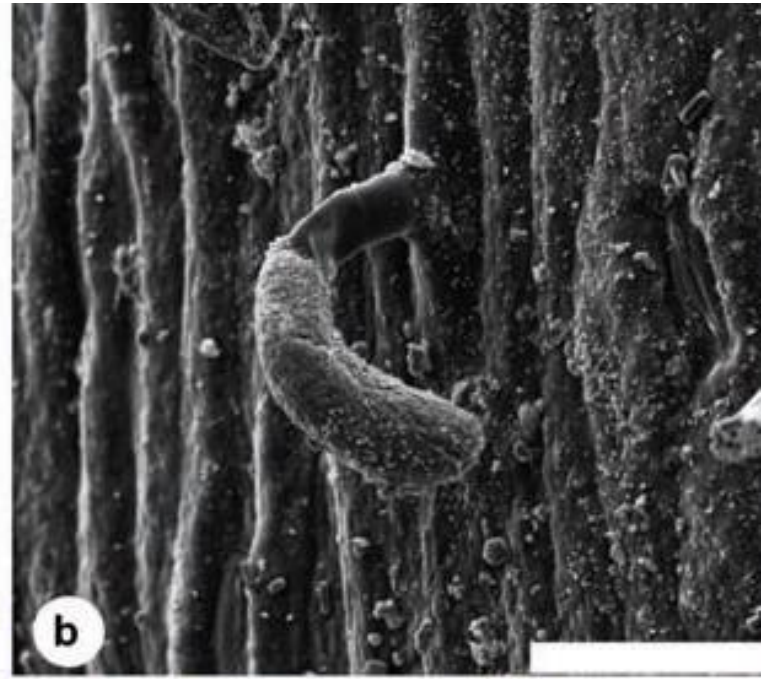
Şekil 3 c' de görüldüğü gibi gövdede kütikül tabakasının altında kristaller bakımından zengin bir epidermis tabakası bulunmaktadır.

Yapılan araştırma, *Boerhavia* ve *Commicarpus* türlerinin nonglandular tüylere (örtü tüyleri) sahip olmadığını ortaya koymuştur, ancak bu türler gövde ve yaprak üzerinde değişik sayıda glandular tüyler (salgı tüyleri) bulundurlar.



Bu tüylerin herbivor ve böcek saldırılarına karşı bitkiyi koruduğuna dair araştırmalar vardır. Kurak bir ortamda otçulları bu şekilde caydırmanın, su kaybının önlenebilmesi açısından önemli olduğu vurgulanmaktadır.



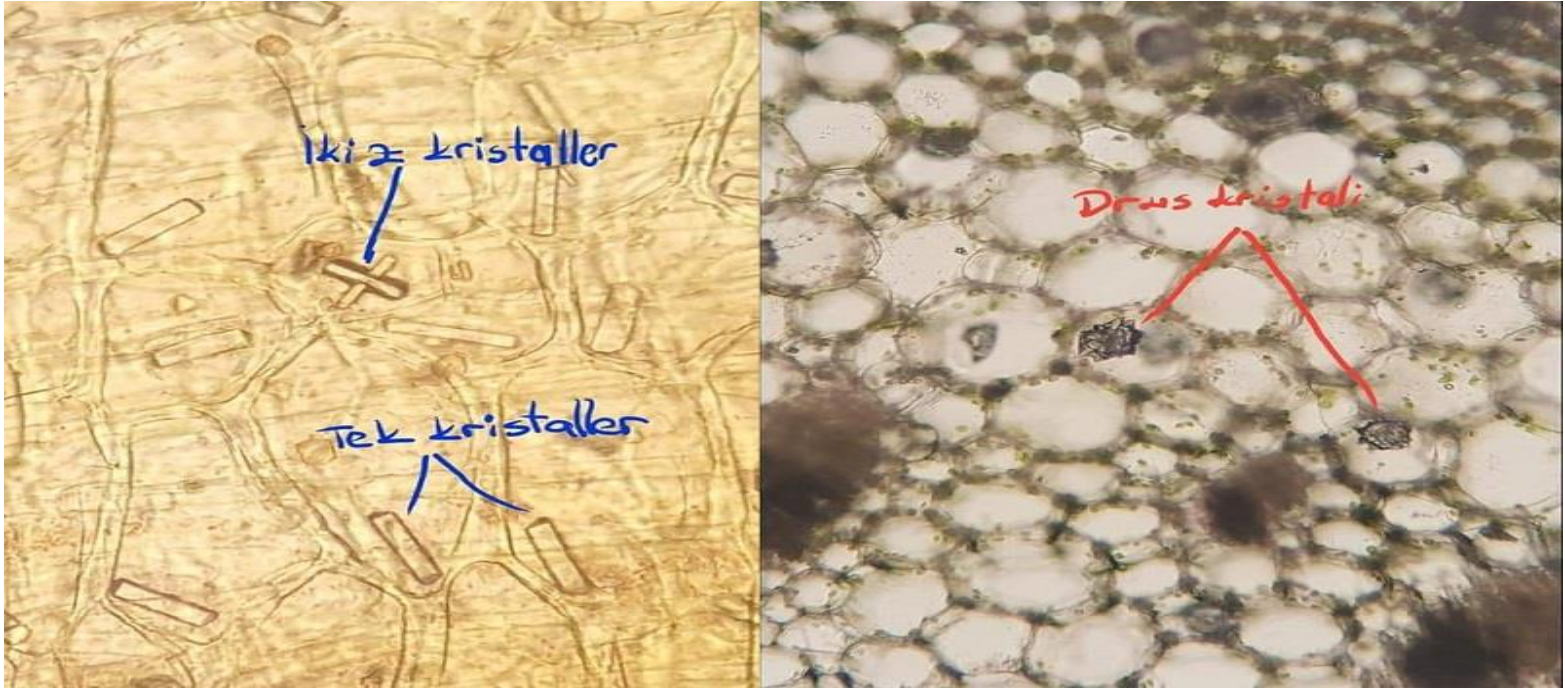


Ayrıca glandular tüylerin güneş ışınlarını yansıtabileceği ile ilgili bazı veriler de elde edilmiştir. Örneğin bazı kserofit bitkilerin glandular tüyelerinden salgılanan salgı materyali güneş ışığını yansıtabilen parlak bir tabaka oluşturuyor olabilir.

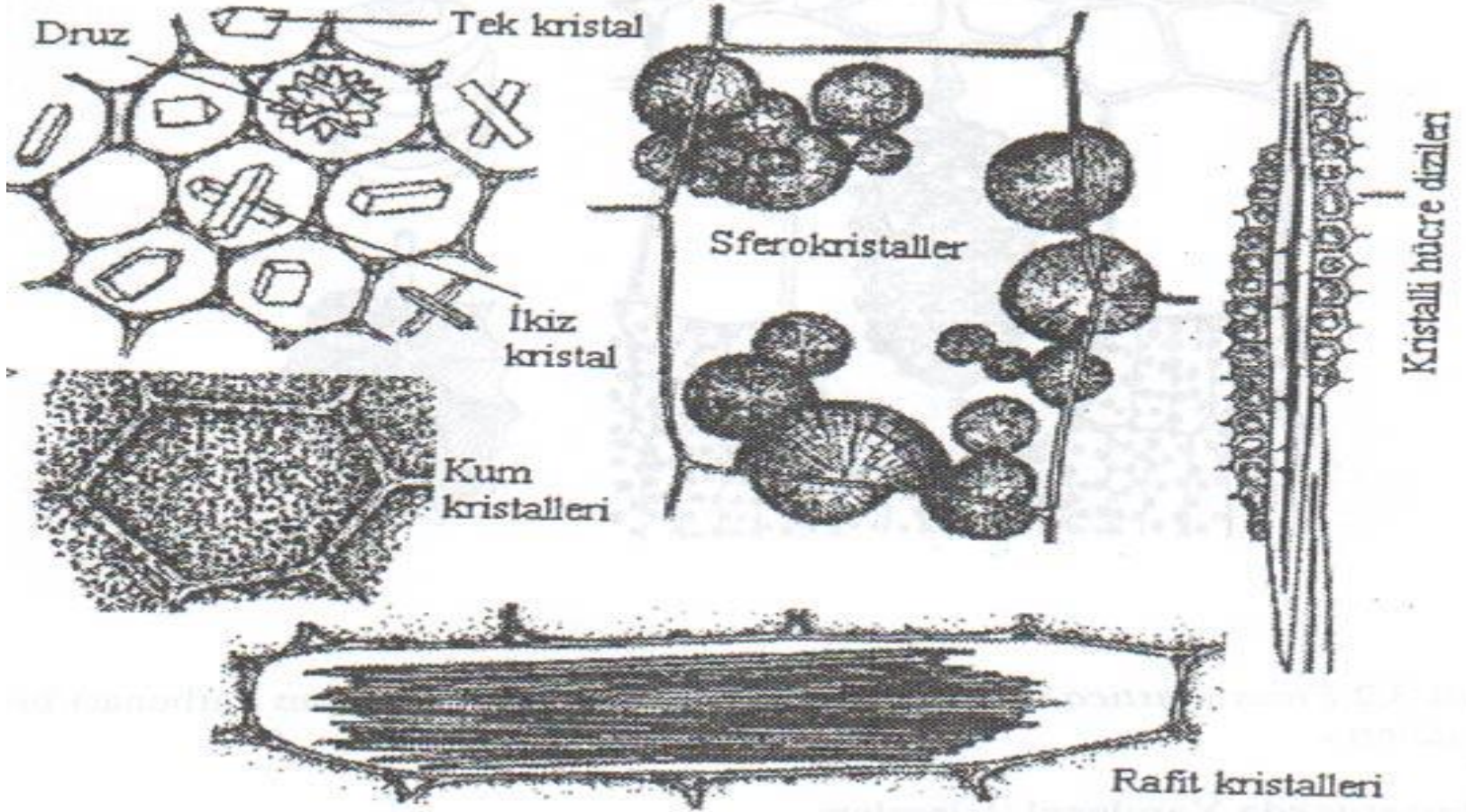
Örtü tüylerinin de su kaybına karşı koruyucu görevi olduğu ve yaprak yüzeyinde hava hareketini azalttığı bilinmektedir.

Yoğun bir şekilde bulunan salgı tüylerinin de benzer bir etkiye sahip olabileceği düşünülmektedir.

Şu ana kadar yapılan araştırmalar, kristallerin birçok fonksiyonları olduğunu ortaya koymuştur. Bunlardan birisi de, aşırı miktarda kalsiyum biriktirerek, hücreler arasındaki iyonik dengenin sağlanmasında etkili bir rol oynamalarıdır.



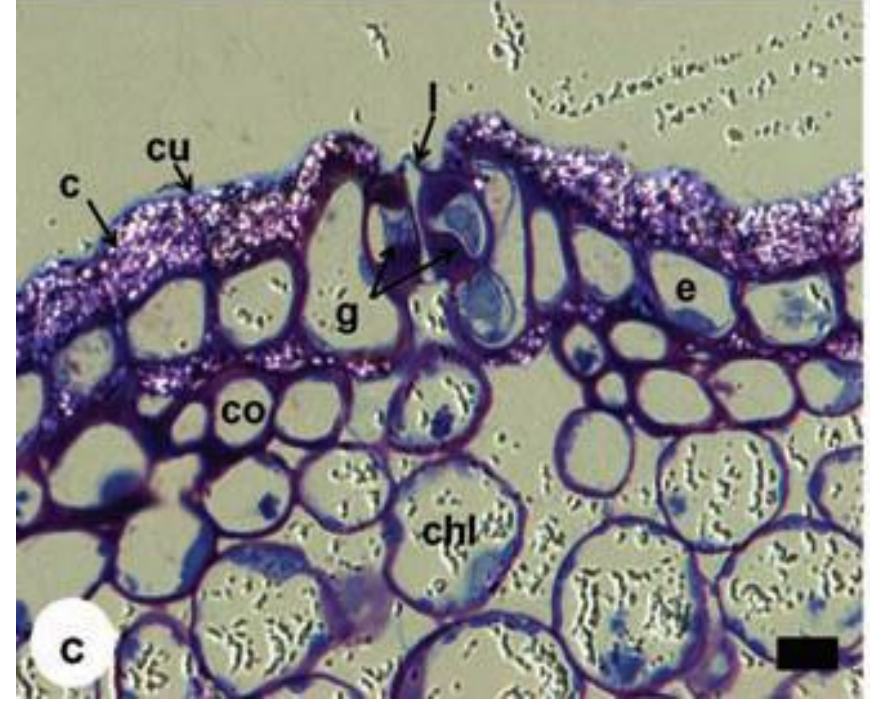
Kristaller ayrıca herbivorlara karşı savunma mekanizmasında da önemli görevler üstlenmişlerdir. Epidermiste bulunan kristaller, güneş ışığını yansıtarak yüzeyin soğutulmasında etkili olurlar.



Ayrıca epidermiste bulunan kristaller gövde ve yaprak için yapısal destek de olarak da görev yaparlar.

Şekilde de görüldüğü gibi, *C. helenae* var *helenae* da stoma bekçi hücrelerinin kalınlaşmış periklinal duvarları , bekçi hücrelerinden suyun buharlaşmasını azaltıcı bir faktör olarak görev yapmaktadır.

Böylece kurak ortamlarda transpirasyon ile su kaybı bir dereceye kadar azaltılmış olur.



*C. helenae* var. *helenae* nin gövdesinin kalınlaşmış periklinal duvarlara sahip stomasını gösteren ışık mikroskobu görüntüsü.

Burada açıklanan gövde anatomik adaptasyon mekanizmaları, kurak ortamlarda yayılış gösteren bitkilerin hayatta kalabilmek için geliştirdiği önemli adaptasyon stratejilerindedir.