

12.Sınıf Biyoloji Konu Özetleri

3.Ünite : Bitki Biyolojisi
2.Bölüm : Bitkilerde Madde Taşınması

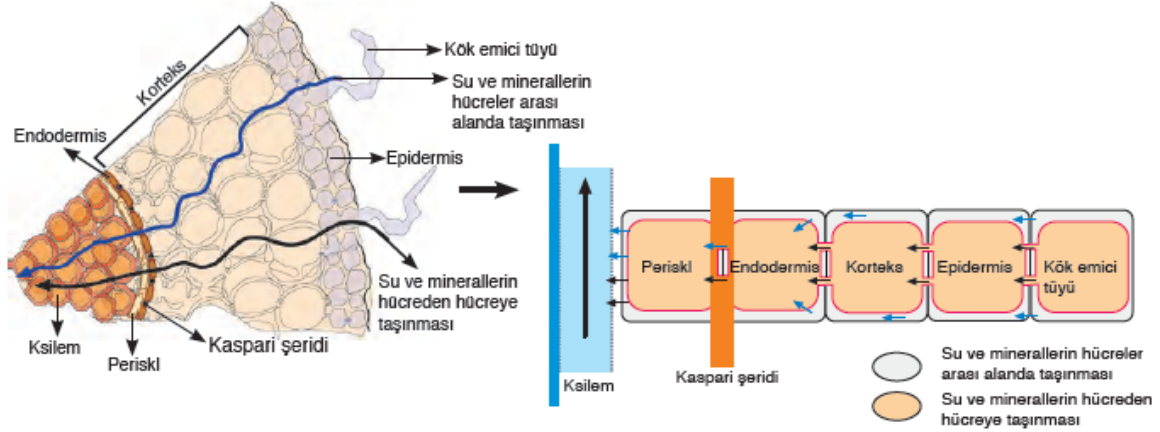
Bitkiler; yaşamsal faaliyetleri için gerekli olan su, mineral ve organik besinleri farklı taşınım mekanizmaları ile taşır. Taşınım mekanizmalarından ilki, kökteki hücrelerin topraktan su ve mineral emmesidir. İkincisi, emilen bu maddelerin ksilem içinde toprak üstü organlara taşınmasıdır. Üçüncüsü ise organik besinlerin kalburlu borulara aktarılması ve bu borular aracılığıyla taşınmasıdır.

3.2.1. KÖKLERDE SU VE MİNERAL EMİLİMİ

Bitkiler, mineralleri ve suyu kökleri aracılığıyla alır. Aldıkları mineraller ve su yardımıyla fotosentez tepkimelerinde karbonhidrat, yağ, protein, DNA ve RNA gibi organik maddelerin sentezini gerçekleştirir. Ayrıca su ve mineraller; bitkilerde gerçekleşen yaşamsal faaliyetlerin düzenlenmesinde görev alan DNA, RNA, enzim, hormon ve klorofil gibi moleküllerin sentezi ve çalışması için de gereklidir. Su, bitki hücrelerinin sitoplazmasının oluşumunda önemli bir işlev görür. Su sayesinde bitki hücreleri, sitoplazmalarında metabolik olayları ve kimyasal reaksiyonları gerçekleştirir. Ayrıca su, hidroliz ve fotosentez gibi metabolik olaylara katılır. Su, bitki hücrelerinde yarattığı turgor basıncı ile toprak üstü organların dik durmasına yardımcı olur. Ayrıca turgor, büyüme döneminde hormonların etkisiyle hücrelerin uzamasını sağlar. Böylece bitkinin büyüme ve gelişmesinde önemli rol oynar. Mineraller, hücrelerdeki osmotik basıncın düzenlenmesinde rol oynar. Fotosentez sonucu üretilen organik besinler; kökler, dallar, çiçekler ve meyvelerin oluşumunda görev alır. Kök sistemi, bitkinin toprağa tutunmasını sağlar. Bunun dışında en önemli görevlerinden biri de yapraklardan terleme ile kaybedilen büyük miktarlardaki suyun tekrardan topraktan alınmasını sağlamaktır.

Bitkinin topraktan aldığı suyun büyük bölümü, genç köklerle alınır. Su ve minerallerin emilimi, direkt olarak epidermisten farklılaşmış olan emici tüylerle gerçekleştirilir. Kök ucunun birkaç milimetre üzerinde bulunan emici tüyler, emilim için oldukça büyük bir yüzey alanı oluşturur. Kökteki emici tüyler, topraktan aktif taşıma ile aldığı mineral ve tuzları biriktirir. Bu birikim, emici tüylerdeki osmotik basıncın toprak çözeltisine göre daha yüksek olmasını sağlar. Bu sayede kökteki emici tüylere osmozla su geçer. Su; emici tüylerden epidermise, epidermisten kök korteksine (parankimasına), korteksten de endodermise ulaşır. Endodermis duvarlarındaki kaspari şeridi suya geçirimsizdir.

Kaspari şeridi, su moleküllerini belirli bölgelerden geçmeye zorlayan bir bariyerdir. Su, endodermis içinde belirli bölgelerden hareket ederek merkezî silindirdaki ksileme ulaşır (Görsel 3.62). Ksileme ulaşan su, kök ve gövde içerisinde yukarı doğru hareket ederek yapraklara kadar ulaşır.



Görsel 3.62: Köklerde su ve minerallerin emilimi ve ksileme taşınma yolları

Minerallerin Toprakta Alınması

Bitkiler, ihtiyaç duydukları mineralleri toprak çözeltisinden suda çözülmüş hâlde alır. Toprak çözeltisindeki minerallerin bileşimi sabit değildir. Toprak çözeltisi ile toprağın üst katmanındaki organik kalıntılar arasında sürekli bir denge bulunmaktadır. Toprak çözeltisindeki mineral maddeler, organik atıklar ayrıştırılarak ve çözeltiye mineral maddeler verilerek sürekli yenilenmektedir.

Toprak çözeltisinde çözülmüş hâlde bulunan mineral maddelerin bitkiler tarafından alınabilmesi iki yolla olur. Birinci yol, pasif taşımadır. Enerji harcanmadan difüzyon yoluyla mineraller bitkiye alınır.

İkinci yol ise aktif taşımadır. Metabolik olaylara bağlı olarak üretilen ATP'nin harcanması sonucu aktif taşıma ile mineral alımı ya da birikimi gerçekleşir. Bitkilerin buldukları ortamda en iyi şekilde gelişim gösterebilmesi için toprakta besin elementlerinin optimum düzeyde bulunması gerekir. Bitkilerin yaşamsal faaliyetleri için çok fazla ihtiyaç duyduğu elementlere makro elementler adı verilir. Bu elementler; karbon (C), oksijen (O), hidrojen (H), azot (N), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), fosfor (P), kükürt (S) tür. Bu elementlerden bazıları bitkinin yapısını oluşturan organik bileşiklerin başlıca bileşenidir. Bazıları da bileşik enzim yapısında kofaktör olarak bulunur ve enzim aktivasyonunu sağlar.

Bitkilerin yaşamsal faaliyetleri için çok az miktarda ihtiyaç duyduğu elementlere mikro elementler adı verilir. Bu elementler; klor (Cl), demir (Fe), bor (B), mangan (Mn), çinko (Zn), bakır (Cu), nikel (Ni), molibden (Mo) dir. Bu elementler, bileşik enzim yapısında kofaktör olarak bulunur ve enzim aktivasyonunu sağlar. Makro ve mikro elementlerin eksikliğinde metabolik faaliyetlerde aksaklıklar ortaya çıkar. Bu durumda bitkide hastalıklar ve anormallikler oluşur.

Köklerde mineral madde emilim hızı, farklı etmenler tarafından kontrol edilir. Bunlar; topraktaki oksijen miktarı, toprak sıcaklığı, ışık miktarı, toprak pH'ı, topraktaki minerallerin derişimi ve topraktaki yararlı mikroorganizmaların sayısı gibi etmenlerdir.

Toprakta yüksek verim alınması için topraktaki mineral dengesinin korunması gerekmektedir. Bitkilerin topraktan aldıkları minerallerin miktarının azalması, bitki gelişimini

olumsuz etkiler. Toprağın verimini artırarak büyüme ve gelişmesini olumlu etkileyen maddelere **gübre**, bu maddelerin toprağa eklenmesine **gübreleme** adı verilir.

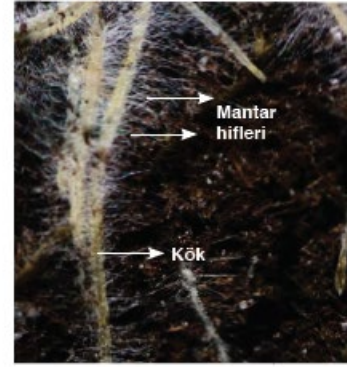
Canlı organizmaların yaşamsal faaliyetlerini (madde değişimi, büyüme, gelişme, üreme vb.) yürütebilmeleri için yaşadıkları ortamda bazı faktörlerin (su, mineral, sıcaklık, karbondioksit miktarı, ışık miktarı gibi) bulunması gerekir. Bu faktörlerin ortamda bulunmasının yanında her birinin belirli bir düzeyin üzerinde bulunması zorunludur. Bitkinin yaşam fonksiyonları üzerinde etkili olan en az düzeydeki herhangi bir faktör, diğer faktörler optimum düzeyde olsa bile bitkinin büyümesini sınırlandırır. Bu konuyu Alman bilim adamı Justus Von Liebig (Custus Von Liebig) Minimum kuralı ile açıklamıştır.

Bazı bitkiler, su ve mineral alımını artırmak için bazı bakteri ve mantar türleri ile ortak yaşam kurar. Bazı bitkiler köklerinde nodül ya da mikoriza gibi özelleşmiş yapılar bulundurur. Köklerle kurulan bu ortak yaşam sayesinde ortaklık kuran canlıların beslenme imkânı artar.

Mikoriza

Mikoriza, belirli bir mantar türü ve bir bitki kökü arasında kurulan ortak birlikteliktir (Görsel 3.64). Tohumlu bitkilerin çoğu, mikoriza oluşturarak toprağın suyunu emmek için yüzey alanlarını artırır. Mantarlar, su ve inorganik iyonları emen hif adı verilen ipliklere sahiptir. Hifler, kökün etrafını sarar. Mantarın bir kısmı bitki kökünün bir parçası hâline gelir.

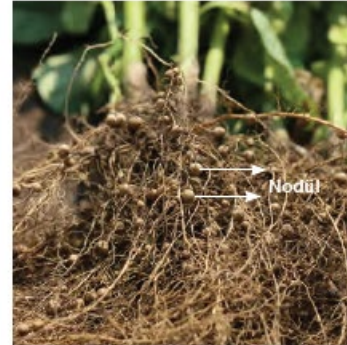
Geri kalan kısmı, emilim için geniş bir yüzey oluşturarak toprak içine doğru uzanır. Mantar hiflerinin topraktan aldığı su ve iyonlar, hiflerden bitkinin kök hücrelerine geçer. Buradan da ksilem vasıtasıyla diğer bitki hücrelerine nakledilir. Mikorizalar özellikle fosfor, demir, çinko ve bakırı topraktan emmede köklerden daha etkilidir. Mikoriza birlikteliğinde hem mantar hem de bitki fayda sağlar. Bitki, mantardan su ve iyonları alır; mantar ise bitkiden ihtiyaç duyduğu besinleri alır.



Görsel 3.64: Mikoriza

Nodül

Azot ihtiyacı fazla olan fasulye, bezelye, soya fasulyesi, bakla, yer fıstığı, yonca gibi baklagillerin kökleri ile toprakta yaşayan ve havanın serbest azotunu bağlayabilen Rhizobium cinsi bakteriler arasında ortak yaşam görülür. Rhizobium bakterilerinin bu bitkilerin köküne yerleşmesiyle nodül adı verilen yumrular oluşur (Görsel 3.65).



Görsel 3.65: Nodül

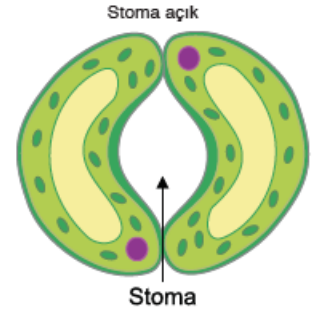
Bu ortak yaşamda bakteriler; havanın serbest azotunu, bitki tarafından kullanılmak üzere amonyuma dönüştürür. Böylece bitki, azot ihtiyacını karşılamış olur. Bitki de bakterilerin ihtiyaç duyduğu organik besinleri bakteriye sağlar. Baklagil bitkileri ile azot bağlayıcı bu bakterilerin fayda sağlayan bu ilişkileri, bitkilerin azotça fakir topraklarda gelişmesini sağlar. Bu ilişkinin ekosistem için başka faydaları da vardır. Örneğin baklagil bitkilerinin ölmesi ve ayrışması durumunda toprak, azotça zenginleşir. Diğer bitki türleri de bu azottan faydalanır.

3.2.2. BİTKİLERDE SU VE MİNERALLERİN GÖVDE VE YAPRAKLARA TAŞINMASI

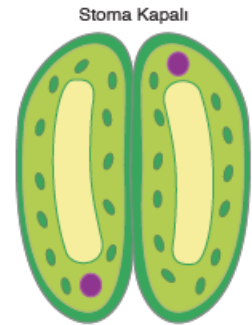
Bir bitkiye köklerinden giren suyun büyük bir kısmı, yapraklarındaki stomalardan (gözenek) terleme yoluyla buharlaşır. Stomalar, karbondioksit almak için açık oldukları sırada suda buharlaşarak bitkiden uzaklaşır. Bu kaçınılmaz su kaybı (terleme) bitkiye iki türlü yarar sağlar. Birincisi, ışık absorbe ederken çok fazla ısıyı emmiş olan yaprakların soğutulmasıdır. İkincisi ise topraktan alınan su ve minerallerin kökten, gövde ile yapraklara doğru hareket etmesini ayrı bitkinin topraktan su almasını kolaylaştırmasıdır. Suyun bu yükselişi sırasında çözülmüş iyonlardan bitki hücreleri faydalanır. Böylece metabolik faaliyetleri için gerekli olan özellikle nitrat, sülfat, fosfat ve diğer iyonlardan yararlanmış olur.

Bitkilerde terleme ile su kaybı büyük oranda stomalar ile yapılır. Bekçi hücreleri stoma açıklığını kontrol eder. Bu sayede bitkinin fotosentez sırasında gereksinim duyduğu suyun korunmasını sağlar. Bekçi hücrelerinin şekil değiştirmesi stomanın açılıp kapanmasına neden olur. Stomaların yaprak mezofiline bakan kısımlarında hava boşlukları bulunur. Bu boşluklarda karbondioksit, oksijen ve su buharı vardır. Yeterli miktarda su bulunduran ortamlarda yaşayan bitkilerde stomanın açılıp kapanmasını etkileyen en önemli faktör ışıktır. Stoma; gün içinde yaprak yüzeyine ulaşan ışığın şiddeti arttıkça açılır, ışığın şiddeti azaldıkça da kapanır. Çoğu bitki türünde mezofil dokudaki hava boşluklarında gündüz fotosentez başlayınca karbondioksit konsantrasyonunun azalması, stomanın açılmasını teşvik eder. Gece ise çoğu bitki türünde mezofildeki hava boşluklarında karbondioksit konsantrasyonunun artması, stomanın kapanmasına neden olur.

Genellikle gündüzleri bekçi hücreleri, komşu epidermis hücrelerinden potasyum iyonlarını (K+) aktif taşıma ile alır. K+ iyonlarının birikimi bekçi hücrelerinde osmotik basıncın artmasını sağlar. Bekçi hücrelerinde fotosentez tepkimeleri sonucu üretilen glikozlar ile gün içinde nişastanın hidrolizi ile oluşan glikozlar, sükroza dönüştürülür. Sükroz miktarının artması da bekçi hücrelerinde osmotik basıncı artırır. Bu durumda komşu epidermis hücrelerinden su, bekçi hücrelerine geçer. Sonuç olarak bekçi hücrelerinde çevrelerindeki komşu epidermis hücrelerinden daha yüksek bir turgor basıncı oluşur. Ortaya çıkan basınç, bekçi hücrelerinde dış çeperin iç çepere oranla daha fazla dışa doğru hareket etmesini sağlar ve stoma açılır (Görsel 3.66). Genellikle gece bekçi hücrelerdeki K+ iyonları komşu epidermis hücrelerine geçer. Bunun dışında sükroz miktarı azalır ve glikozlar nişastaya dönüştürülür. Bu durumda bekçi hücrelerinde suda çözünen maddelerin miktarı azalır ve osmotik basınç düşer. Su, bekçi hücrelerinden komşu epidermis hücrelerine geçer. Bekçi hücrelerinde turgor basıncı azalır. Basıncın azalmasıyla iç ve dış çeper eski konumlarına döner ve stoma kapanır (Görsel 3.67).



Görsel 3.66: Stomanın açılması



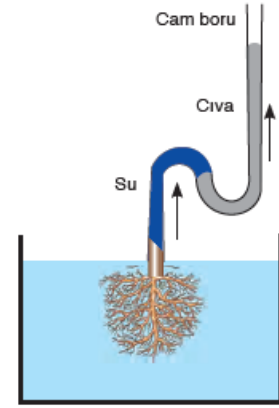
Görsel 3.67: Stomanın kapanması

Gövdedeki lentisellerden ve yapraktaki kütikula tabakasından da terlemeyle bir miktar su kaybı olmaktadır. Suyun yukarı doğru hareket etmesi, kohezyon gerilim teorisi ve kök basıncı ile açıklanır.

Kök Basıncı

Kökteki emici tüylerde topraktan su alımını kolaylaştırmak için osmotik basıncın yüksek tutulması gerekir. Bunun için kökte mineral ve tuzlar biriktirilir. Hatta gerektiğinde kökte depolanmış nişasta da hidroliz edilerek glikoza dönüştürülür ve böylece osmotik basıncın yükselmesi sağlanır. Bu olaylar sonucu kök emici tüylerinin osmotik basıncı, toprak çözeltisindeki osmotik basınçtan daha yüksek olur. Osmotik basınçlardaki bu farklılık, bitkinin topraktan sürekli su almasını sağlar. Kökteki merkezî silindiri kuşatan endodermis, iyonların merkezî silindirden geri çıkmasını engeller. Merkezî silindirdeki mineral birikimi, osmotik basıncı artırır. Su, korteksten merkezî silindirdeki ksileme doğru akar. Suyun ksilemde akışını artıran bu basınç kök basıncı olarak adlandırılır. Bu basınç sayesinde su, gövde içinde yukarıya doğru ilerler. Ancak kök basıncı, tek başına suyun taşınması için yeterli değildir.

Yandaki görselde bitki köklerinin suyu alması, cıvanın cam boru içerisinde yükselmesine neden olur. Bunun sebebi kök basıncıdır (Görsel 3.68).



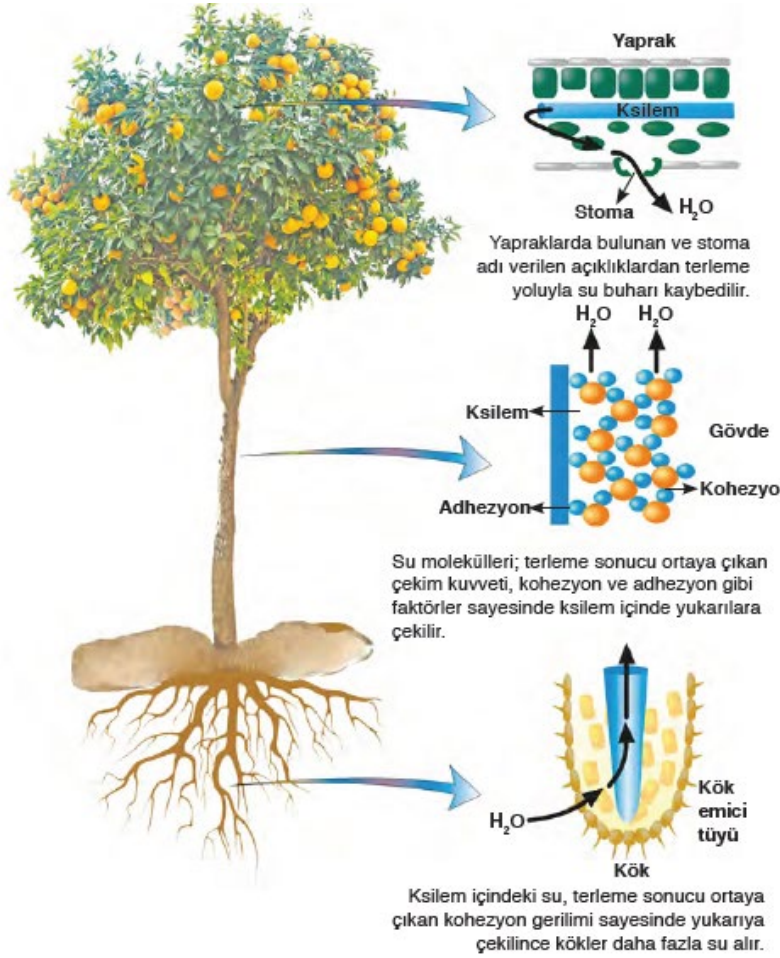
Görsel 3.68: Kök basıncının kesilmiş bitki kökü kullanılarak gösterimi

Sabahın erken saatlerinde yaprak uçlarında çiğ tanesi gibi görünen damlacıkların oluşumuna kök basıncı neden olur. Bu damlacıklar, çiğ değildir. Çiğ, havadan yoğunlaşarak gelen sudur. Bu damlacıklar, su ve minerallerin kök basıncı etkisiyle yaprak kenarlarında bulunan ksilemlerle bağlantılı hidatodlardan dışarı atılması ile oluşur. Bu olay guttasyon olarak adlandırılır. Guttasyonda su, kök basıncı ile yapraktan dışarı atılmaya zorlanır. Guttasyon olayı sırasında bitkide mineral ve tuz kaybı olur. Bu, suyun gövde içinde yukarı doğru taşınmasında etkili bir durumdur.

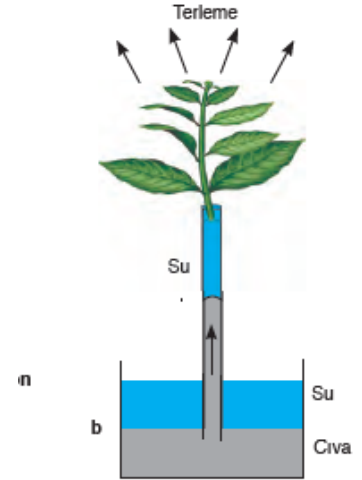
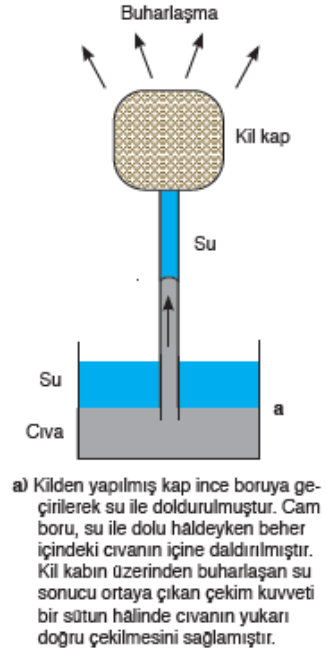
Kohezyon - Gerilim Teorisi

Terleme ile yapraktan buharlaşan bir su molekülü, ksilem içinde alt tarafta yer alan bir sonraki su molekülünü yukarı doğru çeker. Bu çekim gücü, yaprağın su kaybetmesi sonucu o bölgedeki osmotik basıncın artması ile ortaya çıkar. Çünkü osmotik basıncın artması, emme kuvvetini de artırır. Bu durum suyun yukarı doğru çekilmesine neden olur.

Su molekülü, kutupsal bir moleküldür. Bir tarafı negatifken diğer tarafı pozitifdir. İki su molekülünün karşıt yüklü tarafları, birbirini çeker. Bu sırada hidrojen bağı kurulur. Hidrojen bağı, su moleküllerini bir arada tutar. Moleküllerin bu şekilde birbirlerine bağlı kalma eğilimi kohezyon olarak adlandırılır. Benzer bir çekim, su molekülleri ile ksilem duvarını oluşturan selüloz molekülleri arasında gerçekleşir. Bu tip bir çekim adhezyon olarak adlandırılır. Su molekülleri ve selüloz molekülleri üzerindeki karşıt elektrik yükleri, birbirini çekerek ksilemin duvarlarında su tutan hidrojen bağlarını oluşturur. Adhezyon, kohezyona göre çok güçlü değildir. İnce bir su sütununu tutabilir. Terleme, kohezyon ve adhezyon sayesinde su molekülleri bir sütun hâlinde ksilemden yukarı doğru taşınır. Kök bölgesinde ksilemdeki su yukarı doğru çekilince de bu bölgede osmotik basınç artar ve topraktan su çekilir (Görsel 3.70, 71 a, b). Bu durum kohezyon - gerilim teorisi olarak adlandırılır. Suyun ksilemde kökten gövde ve yapraklara taşınması, tek yönlü gerçekleşir. Dar çaplı trakeitlerde su daha yükseklerle taşınır. Ksilemde su taşınması sırasında enerji harcanmaz.



Görsel 3.70: Suyun kökten yapraklara taşınması



Görsel 3.71: Kohezyon gerilim teorisinin deney üzerinde gösterilmesi (a, b)

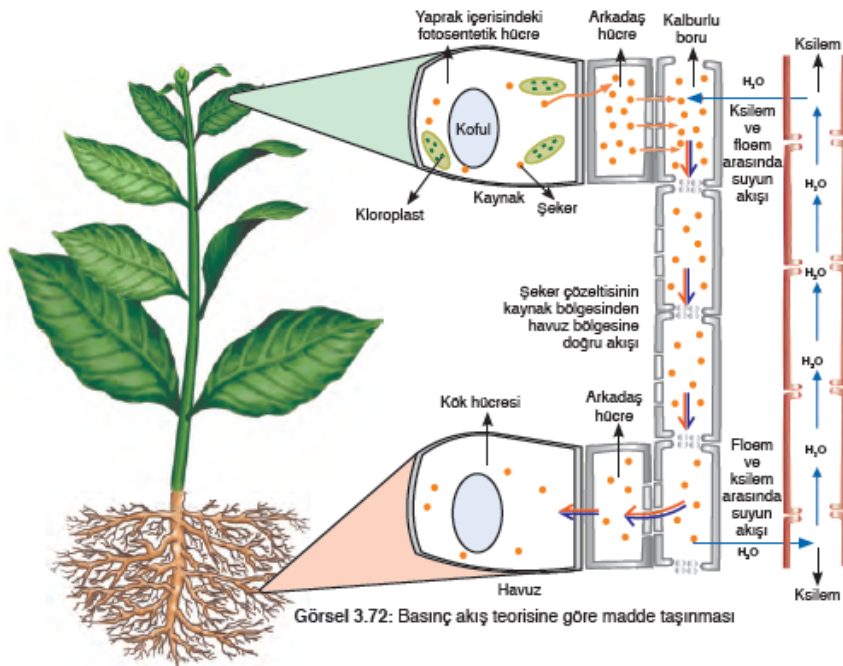
3.2.3. BİTKİLERDE FOTOSENTEZ ÜRÜNLERİNİN TAŞINMASI

Hücreler tarafından üretilen besinlerin ve metabolik faaliyetler için gerekli bazı maddelerin bitkide farklı bölgelere taşınması gerekir. Fotosentezle üretilen şekerler, floem vasıtasıyla taşınır. Şekerler, bazı hücrelerde fotosentezle üretilir. Fotosentez yapamayan hücrelere ise bu şekerin ulaştırılması gerekir. Şekerler enerji sağlamak için hücrelerde kullanılır ve enerji depolaması için nişasta da dâhil olmak üzere çeşitli moleküllere dönüştürülür. Farklı bölgelere gönderilen şekerler floem öz suyu adı verilen sulu bir çözeltide taşınır.

Basınç Akışı Teorisi

Bir yaprak, mezofil hücrelerinde fotosentezle ürettiği şekerleri kalburlu boruların çevresine doğru gönderir. Bu özellik yaprağın kaynak hâline gelmesini sağlar. Kaynak, şekerin fotosentez ya da nişastanın hidrolizi ile üretildiği bitki organıdır. Şekerler, arkadaş hücrelerine aktif yolla ATP harcanarak pompalanır. Arkadaş hücrelerinden de çeperdeki geçitler sayesinde kalburlu borulara aktif yolla ATP harcanarak gönderilir. Bu durum, kalburlu borulardaki şeker konsantrasyonunu artırır.

Konsantrasyonun artışına bağlı olarak ozmotik basınç artar. Ozmotik basınç artışı, ksilemden osmoz yoluyla su çekilmesini sağlar. Çekilen suyun yarattığı basınç sayesinde sulu çözelti, su basıncının daha düşük olduğu kalburlu boru bölgelerine doğru kütle akışı ile akar. Bu durum basınç akış teorisi ile açıklanır. Şekerler, kalburlu borulardan çeperdeki geçitler sayesinde arkadaş hücelere aktif yolla ATP harcanarak gönderilir. Arkadaş hücreleri de aktif yolla ATP harcayarak şekerleri kök hücrelerine pompalar (Görsel 3.72).



Kökte şekerin depolandığı organ havuz adını alır. Kökler, gövde uçları, gövdeler ve meyveler havuza örnek verilebilir. Şekerlerin kalburlu borulardan kök hücelere geçmesiyle kalburlu borulardaki ozmotik basınç düşer. Bu durum, suyun osmozla tekrar ksileme dönmesini sağlar. Kalburlu borunun bu bölümündeki su basıncı düşer ve çözeltiler diğer bölümlerden akmaya devam eder.

Kirpi, tavşan ve kışın yiyecek arayan diğer memeliler; gövdeyi çevreleyen kabuk kısmını belirli yüksekliklerde beslenmek amacıyla kemirebilir. Bu türden bir yara, floem dokusuna zarar verir. Bu durumda floem öz suyunun köke doğru hareketi engellenir. Bitki kökleri, artık gövde ve yapraklardan gerekli maddeleri alamaz. Bitki bir süre sonra kökte depo ettiği nişastayı bitirir ve kök hücreleri canlılığını kaybetmeye başlar. Kök hücrelerinin canlılığını yitirmesiyle topraktan su ve mineral alımı durur. Yapraklara su ve mineraller ulaşmayınca fotosentez olayı aksamaya başlar ve durur. Bunun sonucu olarak yapraklar sararıp dökülmeye başlar.