

TARIMSAL EKOLOJİ

Prof. Dr. Murat ERMAN

Arş. Gör. Özge ÖNDER

EKOLOJİNİN TANIMI VE İNCELEME KONULARI

- **Ekoloji** sözcüğü ilk kez 1866'da Alman biyolog Ernest Haeckel tarafından kullanılmış ve organizmaların yaşadıkları biyotik ve abiyotik çevre ile ilişkilerinin incelenmesi olarak tanımlanmıştır.
- Deyim olarak ekoloji sözcüğü Yunanca **Oikos** (barınak, yurt, ev) ve **Logia** (bilim) sözcüklerinden kaynaklanır.
- Bir barınak veya yaşam ortamı, birçok farklı canlı ve cansız unsurlardan oluşmuştur. Böyle bir ortamda yaşayan bir organizma bu unsurlarla karşılıklı ilişkiler içerisinde olacaktır.
- Bu nedenle **ekolojinin genel anlamdaki konusu**, organizmalar ile çevresinin tanımı ve organizma ile çevre arasındaki karşılıklı ilişkilerdir.

EKOLOJİNİN İNCELEME KONULARI

- Ekoloji biliminde bitkisel ve hayvansal organizmalar yaşadıkları ortam ile birlikte bir bütün olarak ele alınarak incelenir.

Ekoloji kavramı;

- Protoplazmik ekoloji
- Kimyasal ve biyokimyasal ekoloji
- Matematiksel ekoloji
- Prodüksüyon ekolojisi
- Tarım, orman, çayır-mer'a, deniz, göl, akarsu, bitki ekolojileri
- Böcek, parazit ekolojisi
- İnsan ekolojisi
- Peyzaj ekolojisi ve bunun gibi birçok dalları kapsamaktadır.

Ekoloji bilimi 3 kısıma ayrılmaktadır;

- 1. Autoekoloji (Birey Ekolojisi):** Tek bir organizma bireyinin çevresiyle olan ilişkilerini inceler.
- 2. Synekoloji (Sentetik Ekoloji, Kommünite Ekolojisi):** Organizma birlikleriyle bunların yapıları, oluşum ve gelişmeleri ve çevre ile ilişkilerini inceler.
- 3. Populasyon Ekolojisi (Demekoloji):** Populasyonların çevre ile olan karşılıklı ilişkilerini inceler.

Autoekoloji (Birey Ekolojisi)

- Birey ekolojisi diye de tanımlanan ekolojinin bu dalında tek bir organizmanın çevreyle ilişkileri incelenir.
- Autoekolojide biyotik ve abiyotik çevre faktörlerinin biyolojik sistemlere olan etkileri tek bir organizma düzeyinde ele alınır.
- Autoekolojide yaşam ortamı olan çevrenin tanımı, bu çevreyi karakterize eden faktörler ve bu faktörlerin organizmanın çeşitli fonksiyonlarına olan etkileri çalışmaların ağırlık noktalarını teşkil eder.

Çevre, Faktör, Habitat ve Ekolojik Niş

- **Çevre**, ekolojinin temel terimlerinden olup, bir organizmayı etkileyen bütün faktörleri kapsayan bir tanımlamadır. Organizmanın yaşam ortamındaki faktörlerin bütünüdür.
- **Faktör**, bir organizmayı herhangi bir şekilde etkileyen enerji, madde veya canlı karakterdeki bir güçtür. Faktörler tek tek veya belirli kombinasyonlarla bir organizma üzerine etkili olmaktadır.
- **Habitat**, bir organizmanın veya organizma birliğinin tercihen ve devamlı olarak yaşadığı yer diye tanımlanabilir.
- **Ekolojik niş**, bir organizmanın içinde yaşadığı ve rekabet gücü yönünden diğer bütün türlere üstün olduğu, belirli zaman ve hacimsel boyutlu bir ortamdır.

Sınırlayıcı Faktörler

- Canlı organizmaların yaşayabilmeleri ve normal fizyolojik fonksiyonlarını (madde değişimi, büyüme, gelişme, üreme vs.) yürütebilmeleri için, buldukları ortamda bazı faktörlerin var olmaları gerekir.
- Bu faktörlerin var olmalarının yanı sıra her birinin belirli bir minimum düzeyin üzerinde bulunmaları zorunludur.
- Diğer faktörler optimal düzeyde bulunsalar bile bitkinin yaşam ve fonksiyonları en az düzeydeki faktörlerle sınırlanır.
- Bu konuyu Alman bilim adamı **Justus Von Liebig** **Minimum kanunu** ile açıklamıştır.

Minimum Kanunu

“Canlılar yaşayabilmeleri için almak zorunda oldukları besin elementlerinden en azından minimum miktarda almak zorundadırlar ve gelişme, ortamda minimum düzeyde bulunan besin elementlerince sınırlanır.”



Odum (1959), organizmaların fonksiyonlarını sınırlayan faktörleri;

- Ortamdaki etkili maddelerin miktar ve değişimleri
- Kritik fiziksel faktörler
- Organizmaların kendi kendilerine ve diğer faktörlere karşı tolerans derecesi olmak üzere başlıca üç grupta toplamıştır.

Çevre Faktörleri

- **Daubenmire (1950)** çevre faktörlerini üç ana grupta toplamıştır.
 1. **Klimatik(veya aerial) Faktörler:** Yağış, sıcaklık, rüzgar, vs.
 2. **Edaphik faktörleri:** Toprak yapısı, besin elementleri, pH değerleri, vs.
 3. **Biotik Faktörler:** Rekabet, Parazitizm, simbioz, vs.
- **Billings ve Strain (1974)** çevre faktörlerini beş ana grupta toplamıştır.
 1. **Klimatik faktörler**
 2. **Edaphik faktörler**
 3. **Coğrafik faktörler**
 4. **Pyrik faktörler**
 5. **Biotik faktörler**
- **Knauer (1981) ise** abiotik (cansız) ve biotik (canlı) olmak üzere 2 kategoride toplamıştır.

1. Klimatik Faktörler

Işık, sıcaklık, su ve atmosfer gibi abiotik karakterdeki faktörlerle bunlara bağlı alt faktörler iklimatik grubu oluşturur.

1.1. Işık faktörü

- Bitkisel organizmaların gelişmesinde önemli rol oynamaktadır.
- Işık elektromanyetik radyasyonun, absorbe edilmesi mümkün en küçük partiküllerinin(proton) dalga halinde hareketleri sonucu oluşur.
- Bu partiküller Quantum olarak tanımlanır ve artık bölünmeyecek durumdaki enerji parçacıklarını ifade eder.
- Quantumların içerdikleri enerji miktarı değişken olup ışınların dalga boyları ile ters orantılıdır.
- Dalga boyu kısalıdıkça enerji artar. Bu nedenle kısa dalga boyuna sahip ışınlar en fazla enerji içeren ışınlardır.

1.1.1. Işık faktörü

- Yeryüzüne gelen ışığın kaynağı güneş sathında meydana gelen atom parçalanması sonucu ortaya çıkan elektromanyetik radyasyondur.
- Güneş kitlesinin (hidrojen, helyum) her saniyede takriben 4 milyon tonu ışık enerjisi halinde uzaya yayılmaktadır.
- İnsanlar solar radyasyon spektrumunun(güneş ışığı) ancak 390 ile 760 mü (millimikron= $0,000001\text{mm}$) dalga boyları arasındaki ışınları farkedebilmektedir.
- Bu ışınlar görülebilir spektrum olarak adlandırılmakta ve dalga boylarına göre; mor (390-435 mü) , mavi (435-490mü) , yeşil (490-574mü) , sarı (574-595mü) , turuncu (595-626mü) ve kırmızı (626-760 mü) ışıklardan oluşmaktadır.

- Görülebilir spektrum, güneş spektrumunu %39'unu kapsamaktadır.
- Spektrumun diğer kısmını mor ötesi (ultraviole actinik radyasyon) ışınlar ile kırmızı ötesi (infrared) ışınlar oluşturmaktadır.
- Mor ötesi ışınların dalga boyları 390 mü'den daha kısa olup, enerji yönünden yüksek mor ötesi ışınlarla röntgen ve diğer x,y ışınlarını kapsamaktadır.
- İnfrared ışınları 760 mü ve daha uzun dalga boylu ışınlar olup, etkileri daha ziyade ısı şeklinde ortaya çıkmaktadır.
- Kısa ve uzun radyo dalgaları da kırmızı ötesi ışınlarla dahildir.

1.1.1.1. Işıktan yararlanma, Işık absorpsiyonu

- Işık, klorofil ve ışık absorbe edebilen diğer pigmentleri (phtoeritrin, phykozyanin, karotinoid) içeren bitkilerin organik madde prodüksüyonu için enerji kaynağı durumundadır.
- Bitkiler tarafından absorbe edilen ışık, fotosentez reaksiyonları sonucu kimyasal enerji formuna dönüştürülerek CO₂ asimilasyonu, diğer bir deyimle organik madde teşkili ve bitkinin diğer fizyolojik fonksiyonları için kullanılır.
- Işık, bitkilerin fotosentez faaliyetlerinde enerji kaynağı olması yanında, bitkilerin gelişim seyirlerini, şekillenmelerini etkileyen ve bazı reaksiyonlarını yönlendiren önemli bir faktördür.
- (örneğin; morfolojik yapıdaki değişmeler, fotoperiyodizm, fototropizm, fototaksi, fotonasti gibi).

- Fotosentez faaliyeti için klorofil içeren bitkiler 450 mü dalga boyundaki mavi ve 650 mü dalga boyundaki kırmızı ışıklardan yararlanırlar.
- Klorofil pigmentinin ışık ve absorpsiyon maksimumları mavi ve kırmızı ışınlar sahasındadır.
- Bakteri klorofilinin ışık absorpsiyon maksimumu ise kırmızı ötesi (infrared=infraruj) ışınlara kaymaktadır.
- Karotinoid pigmentleri ise daha çok mavi yeşil ışınları absorbe etmektedir.
- Solar radyasyon atmosferden geçip yeryüzüne ulaşınca kadar takriben % 50 kadarlık kısmı atmosferdeki su buharı, CO₂, ozon, toz ve dumanlardan tarafından absorbe edilir.
- Absorbe edilen ışınların büyük çoğunluğu kısa dalga boylu ultraviole ışınlardır.

- Ultraviyole ışınların bitkiler üzerine etkisi bodurlaşma, internod kısalması vs. gibi genelde negatif yönde olduğundan, yeryüzünde vejetasyon sınırı ancak 4500-6000 metreye kadar çıkabilmektedir.
- Atmosferden geçen ışık absorpsiyon dışında diffuzyona da uğrar. Açık bir havada bile yeryüzüne ulaşın $1/2$ ile $1/8$ kadarı diffuz ışıktır.
- Fitomas (bitkisel organik madde miktarı) prodüksiyonu yönünden kaliteli ışık, diğer ışınlarla kıyasla fazla miktarda mavi ve kırmızı ışınları içeren ışıktır.
- Mor ötesi ışınların bitkiler üzerine etkisi genellikle olumsuz yöndedir.
- Mor ötesi ışık bitkilerde hareket (fototropizm, fototaksi, fotonasti) ve morfolojik şekillenmelerine (dallanma şekli, yaprakların diziliş şekli vs.) tesir etmektedir.
- Mavi ve kırmızı ışınlar fotosentez faaliyetinde enerji kaynağı olarak kullanılır.

•1.1.1.2. Işık şiddeti ve fotosentez

- Işık şiddetinin artışı belli bir noktaya kadar fotosentez hızını da artırmaktadır. Ancak ışık şiddetinin bu etkisi ışığı seven bitkiler (heliophyt) ve gölgeyi seven bitkilerde (sciophyt) farklılık gösterir.
- Sciophyt bitkiler heliophytlere kıyasla maksimal fotosentez için daha az ışık şiddetine gereksinim duyarlar.
- Sciophyt bitkilerde kompensasyon noktası daha düşük ışıklandırma derecesine isabet eder.

- Kompensasyon noktası gölge bitkilerinde (sciophyt) 250 lüks civarında iken, heliophytlerde 800-2000 lükse kadar çıkabilir.
- Işık, bitkiler arasında rekabetin doğmasına yol açan faktörler arasında önemli bir yere sahiptir. Tarımsal yönden bu husus, yabancı ot mücadelesinde önem taşır.

1.1.1.3. Yaprak alanı indeksi (YAI)

- Bitki örtüsü ile kapalı bir alanda bitkilerin ışıktan yararlanması ve dolayısıyla verim, yaprak alanı ile ilgilidir.
- Bu indeks birim toprak yüzeyi alanına isabet eden yaprak alanı toplamıdır. Örneğin; 1 m² toprak alanına kaç m² yaprak alanının isabet ettiğini ifade eder.
- Yaprak alanı indeksi kapalı tropik ormanlarda 14'e kadar çıkabilir. Yazlık hububatta 2-3 , kışlık hububatta 3-4 , çapa bitkilerinde 4 ve çayırlarda 5-6 civarındadır.
- Çeşitli kültürel tedbirlerle yaprak alanı indeksi ve buna bağlı olarak ışıktan yararlanma oranı değiştirilebilir.
- Örneğin; ekimde sıra üstü ve sıra aralığı mesafelerini ayarlamak, Vejetatif gelişmeyi teşvik edici gübreleme, otlatmayı kontrol altına alma, sulama vs.

- Bir bitki örtüsünün bütün katmanları ışıktan aynı oranda yararlanamaz.
- Bitki örtüsüne nüfuz eden ışık miktarı toprak sathına doğru inildikçe önemli miktarda azalma gösterir.
- **Örneğin;**
 - Bir ormanda toprak yüzeyindeki ışık, dışarının %5'i kadardır.
 - Hububat ekili alanlarda bu oran %10-20 ,
 - yem bitkileri alanında ise %5-10 düzeyindedir.

1.1.1.4. Farklı ışıklandırmanın morfolojik ve fizyolojik etkileri

- Klapp (1967)'a göre iyi ışıklandırma bitkilerde aşağıdaki hususları teşvik ederek pozitif yönde etkilemektedir.

- Kardeşlenme
- Dallanma
- Çiçek ve meyve teşekkülü
- Renk, aroma,
- Tat ve lezzet maddeleri teşekkülü,
- Şeker ve nişasta miktarı,
- 1000 tane ağırlığı,
- Yüksek dane/sap oranı,
- Odunlaşma,
- Hububatta yatmaya karşı dayanıklılık,
- Kuraklık ve parazitlere mukavemet gibi

- İyi ışıklandırma koşullarında uzunlamasına(boyuna) büyüme, patatesten çimlenme, bakteri ve mantarların gelişmesi engellenmektedir.
- Az ışıklandırma bitkilerde asimilasyon, klorofil teşkili, karbonhidrat miktarı, odunlaşma, renk ve koku maddelerinin teşkili gibi hususlar üzerinde olumsuz etki yapmaktadır.
- Az ışıklandırma bitkilerde kök, rizom ve yumru teşkilini pozitif yönde etkilemektedir. Ayrıca bakteri ve mantar gelişmesi de teşvik edilmektedir.

A- Morfolojik özellikler

- 1. Bitki sapında kalınlaşma, xylem ve destek dokunun iyi gelişmesi**
- 2. İnternod(boğum arası) kısalması**
- 3. Dallanmada artış**
- 4. Yaprak ayası hücrelerinde küçülme ve bunun sonucunda**
 - a. Daha küçük yaprak ve yaprakçıklar**
 - b. Stoma hücrelerinde küçülme**
 - c. Birim alanda tüy sayısı artışı, tüylenme**
- 5. Kutikula ve hücre çeperlerinde kalınlaşma**
- 6. Kloroplast sayısında azalma, ancak kloroplastların içerdiği klorofil miktarında artış**

7. Palisad hücrelerinde daha iyi gelişme
8. Mesophyl hücrelerinde zayıf gelişme
9. İnterselüler (hücreler arası) boşluklarda küçülme
10. Yaprak iç yüzeyi/yaprak dış yüzeyi oranında artış
11. Edipermal hücrelerin yan duvarlarında girinti ve çıkıntıların azalması
12. Yaprak ayası pozisyonunda dikey durum
13. Toplam yaprak alanı/gövde vasküler dokusu oranında azalma
14. Köklerde uzama ve sayıca artış, bunun sonucunda kök/sürgün oranında artış
15. Kuru madde oranında artış

B- Fizyolojik özellikler

1. Klorofil miktarında genellikle azalma ve buna bağlı olarak sarı-yeşil renk
2. Orta sıcaklıklara kıyasla fotosentez oranında azalış. Yüksek sıcaklıklarda bitkinin gölgede kalan yapraklarında fotosentez depresyonu
3. Respirasyon(solunum) oranında artış ve buna bağımlı olarak yüksek kompensasyon noktası
4. Kuru maddeye göre düşük su oranı
5. Transpirasyon hızında artış
6. Optimal fertilitte seviyesinde yükselme
7. Tuz oranı ve osmotik basıçta yükselme

8. Solmaya karşı mukavemet artışı. Gölge bitkisi yaprakları çok az miktarda su kaybı (% 1-5) durumunda solma gösterirken ışık bitkisi yaprakları % 20-30 su kaybına kadar solmazlar.

9. Karbonhidrat/azot oranında artış

10. Yüksek oranda çiçek ve meyve teşkili

11. Erken çiçeklenme

12. Sıcaklık zararlarına (sıcağa ve soğuğa) karşı mukavemet artışı

13. Kuraklığa karşı mukavemet artışı

14. Parazit ve zararlılara karşı mukavemet artışı

1.1.1.5. Bitki gelişmesinde ışık faktörünün etkisi

- Işık tarafından yönlendirilen bir gelişim süreci "photomorphogenes" olarak tanımlanır.
- Işığın fotomorphogentik etkileri klorofil dışındaki bazı pigment sistemleri, özellikle phytokrom sistemi sayesinde gerçekleştirilmektedir.

a) Işık ve çimlenme

- Işık önemli çimlenme faktörlerindedir. Bazı bitkilerin tohumları çimlenme için ışık etkisine gereksinim duyar. Bazıları ise karanlıkta çimlenebilir.
- Işığın çimlenmeye olan etkisi kısaca şu şekilde açıklanabilir :
- Bitkilerde morfogenetik etkinliğe sahip bir pigment sistemi mevcuttur.

- Bu sistem belli dalga boyundaki ışınların etkisiyle birbirlerine dönüşebilen iki pigment formundan oluşur.
- Bu formlardan birisinin absorpsiyon maksimumu 600 mü civarında olup P^{660} , diğeri ise P^{730} diye tanımlanır.
- P^{730} pigment sisteminin aktif formudur. P^{660} pigment ise fizyolojik olarak inaktif özelliktedir.
- P^{660} ve P^{730} belli ışınların etkisiyle birbirine dönüşebilirler.
- Şöyle ki P^{660} açık kırmızı ışınlarla maruz kaldığında aktif forma(P^{730}) dönüşmektedir.
- P^{730} koyu kırmızı ışınların(dalga boyu 730 mü) etkisiyle inaktif forma(P^{660}) dönüşmektedir.

Çimlenmek için ışığa ihtiyaç duyanlar

- *Lactuca sativa* (marul)
- *Nicotiana tabacum* (tütün)
- *Digitalis purpurea* (yüksük otu)
- *Epilobium hirsutum*
- *Lythrum salicaria* (adi litrum)
- *Lobelia cardinalis*

Çimlenmede ışıklı ortamı tercih edenler

- *Daucus carota* (havuç)
- *Gramineae* (buğdaygiller) familyasına ait birçok bitki
- *Oenothera biennis*
- *Ficus elastica*

Çimlenmeleri ışıkta engelleneler

- Liliaceae (zambakgiller) familyası bitkileri
- *Nigella* spp.

Çimlenmeleri ışıklı ortamda gecikenler

- *Lycopersicum esculentum* (domates)
- *Bromus* spp. (brom türleri)
- *Datura stramonium* (şeytan elması)

b) Işık ve gen aktivasyonu

- Işık bitkilerdeki fitokrom sistemi mekanizması ile bazı genlerin aktif hale gelmesini sağlayabilmektedir.
- **Örneğin;** Anthocyan sentezini katalize eden enzimlerin sentezi fitokrom sistemi ile kontrol edilmektedir.
- Işık fitokrom sistemi yardımıyla bazı genlerin inaktif duruma geçmesinide sağlamaktadır.

c) Işık ve transpirasyon

- Bitkilerin gaz halindeki su kayıpları % 90 oranında stomalardan olmaktadır.
- Bunun için stomaların açık olması gerekmektedir. Stomalar ancak ışık etkisiyle açılırlar.
- Stomaların açılmasında mavi ışınlar önem taşır (Tosun,1971).

d) Işık ve vernalizasyon (soğuklama)

- Bazı bitkiler örneğin bir yıllık hububat çeşitleri ve iki yıllık bitkiler generatif olgunluğa erişebilmeleri için özellikle gelişiminin ilk devrelerinde belirli bir süre düşük sıcaklıklara maruz bırakılmaları gerekir.

1.1.1.6. Işıklanma süresi ve fotoperiyodizm

- Işıklanma süresi bitkilerin organik madde üretimi yönünden büyük önem taşır.
- Işıklanma süresinin uzaması fotosentez faaliyetinin uzaması demektir.
- Bazı bitki türleri normal gelişim ve generatif olgunluğa erişme yönünden günlük asgari bir ışıklanma süresine veya belli bir karanlık periyoda ihtiyaç duyarlar.
- Bitkilerin bu davranışları *fotoperiyodizm* olarak tanımlanır.
- Generatif olgunluğa erişmek için bitkilerin ihtiyaç duyduğu asgari ışıklanma süresi "*kritik gün uzunluğu*" olarak ifade edilir.

Kritik gün uzunluğu ihtiyaçlarına göre bitkiler;

- **Uzun gün bitkileri:** Çiçeklenip generatif olgunluğa erişebilmeleri için en az 12-14 saatlik günlük ışıklanmaya ihtiyaç duyarlar. (Çoğu serin mevsim hububat çeşitleri, yem bitkileri, şeker pancarı, bezelye vs.)
- **Kısa gün bitkileri:** Çiçeklenip generatif olgunluğa geçmek için kritik gün uzunluğundan (12-14 saat) daha kısa günlük aydınlanma süresine gereksinim duyarlar.
- **Alternatif veya Nötr Bitkiler:** Gelişme ve olgunlaşma yönünden gün uzunluğuna herhangi bir bağımlılık göstermezler.

Uzun gün bitkileri kısa gün Őartlarında yetiŐtirilirse aşağıdaki durumlar ortaya ııkar:

- ııkıŐtan ııeklenmeye kadar olan srenin uzaması
- Fazla kardeşlenme
- Fazla yapraklanma
- Kuvvetli köklenme
- Başak ııkıŐında gecikme
- ııeklenmede azalış
- IŞıklanma süresi kısaltıldığa, sonuğta sadece vejetatif gelişme



Uzun gün bitkisi daha uzun günlük ışıklanmalarda (12-14 saatten fazla) yetiştirilecek olursa,

- Olgunlaşma süresinin kısılması
- Kardeşlenmede azalma
- Yapraklanmada azalış
- Bol çiçek teşekkülü
- Işıklanma süresi uzadıkça, sonuta vejetatif gelişmede gerileme ve zayıf kök teşekkülü gibi durumlar olur.

Kısa gün bitkisi uzun gün koşullarında yetiştirildiğinde;

- Olgunlaşma süresinin uzaması
- Fazla kardeş ve dal teşekkülü
- Fazla yapraklanma
- Kuvvetli kök sistemi ve gümrah bir gelişme
- Başak çıkışının gecikmesi
- Çok az çiçeklenme
- Işıklanma süresi daha da uzarsa sadece vejetatif gelişme durumu ortaya çıkar.

Kısa gün bitkisi gittikçe kısalan günlük ışıklanma koşullarında yetiştirildiğinde;

- Olgunlaşma süresinde kısalma
- Kardeşlenme ve dallanmada azalış
- Az yaprak teşekkülü
- Bol çiçek
- Erken başak çıkarma
- Işıklanma süresi kısaldıkça bitkide genel bir zayıflık ve gerileme durumu söz konusudur.

Hess (1972), 'in belirttiğine göre Junges 1957 yılında orta enlemlerdeki yaygın bir çok kültür bitkisinin fotoperiyodik davranışları ile bu bitkilerin orjinlerinde hakim iklim arasındaki ilişkileri araştırmış ve bu çalışma sonucunda şu hususlar ortaya çıkmıştır:

- Kış mevsiminde kurak bir periyoda sahip bölgelerden (Çin, Hindistan ve Orta Amerika'nın bazı bölgeleri) kaynaklanan bitkiler kısa gün bitkisi özelliği gösterirler.
- Yaz mevsiminde kurak bir periyoda sahip bölgelerden (Orta Asya, Türkiye, İran, Akdeniz Bölgesi vs.) kaynaklanan kültür bitkileri ise uzun gün bitkileri özelliğini gösterirler.

Bitkilerin Fotosentez Faaliyetlerinde Işık ve Temperatur İlişkisi

- Sıcaklığın belli sınırlar içindeki artışı, bitkilerde fotosentez hızını da artırmaktadır. Ancak sıcaklığa bağlı olarak fotosentez hızında ortaya çıkan bu artışı ışıklandırma koşullarına göre değişir.
- Zayıf ışıklı ortamda artan sıcaklığın fotosentez hızı üzerine olan etkisi önemsiz derecededir.
- Bol ışıklı ortamda ise artan sıcaklıkla birlikte belli bir noktaya kadar fotosentez hızı da önemli derecede yükselir.
- Bu demektir ki, sıcaklığın etkisini gösterebilmesi için yeterli ışığında bulunması gerekir.

Fotosentez Faaliyetlerinde Işık ve Karbondioksit Konsantrasyonu İlişkisi

- Bitkilerin organik madde üretiminde ışık ve sıcaklık yanında CO_2 konsantrasyonu da büyük rol oynar.
- CO_2 konsantrasyonunun bitkilerin fotosentez güçleri üzerine etkisi ışık intensitesi ile yakından ilgilidir.
- Bitkilerin fotosentetik güçleri yani birim zamanda asimile edilen CO_2 miktarı, gerek düşük ve gerekse yüksek ışıklandırma koşullarında CO_2 konsantrasyonu artışına bağlı olarak artış gösterir.
- Havanın normal CO_2 konsantrasyonu % 0.03 bitkilerin maksimal güçlerini gösterebilmeleri için yeterli değildir.
- Bitkilerin normal gün ışığının takriben % 10'u kadar ışıklandırma koşullarında bile havanın normal CO_2 ini maksimal oranda değerlendirebilmektedirler.
- Finch (1962), bitkilerin en yüksek fotosentez güçlerine erişebilmeleri için CO_2 konsantrasyonunun % 1-2 civarında bulunması gerektiğini belirtmektedir.

Işıklanma Koşullarını Etkileyen Faktörler

- **Enlem derecesi:** Işık şiddeti ekvator da en yüksek olup, yüksek enlem derecelerinde azalır.
- **Mevsim:** Kapalı bir kış günündeki ışık şiddeti açık bir yaz gününe kıyasla % 80 kadar daha azdır.
- **Günün saati:** Öğle vakti en yüksek ışık şiddetine erişilir.
- **Yükseklik:** Denizden yükseklik arttıkça ışık şiddedi ve ışığın bileşimi değişir. 1800-2000 m yükseklikte deniz seviyesindeki iki misli ışık şiddeti vardır.
- **Ekspozisyon (Yöney):** Güney yamaçlarda kuzey kısımlara kıyasla 5 kat fazla ışıklandırma söz konusudur.

Işıklanma Koşullarını Etkileyen Faktörler

- **Bulutluluk derecesi:** Bulutluluk ışıklanmayı % 30-40 oranında düşürür.
- **Havadaki su buharı miktarı:** Işık şiddetini azaltır.
- **Refleksiyon (Yansıma):** Ek ışıklanmaya neden olur.
- **İnklınasyon (Eğim):** Işığın geliş açısını etkileyerek ışık şiddetini azaltır.
- **Vejetasyon:** Ormanların alt tabakalarındaki ışık şiddeti dışarının % 5'ine, hububat ekili alanların toprak yüzeyinde % 10-20'sine, üçgül, yonca ve diğer yem bitkileri alanlarında % 5'ine kadar inebilir.

Işıklanma Koşullarını Etkileyen Faktörler

- **Atmosferdeki parçacıklar:** Havada bulunan toz, duman ve endüstriyel gazlar gibi parçacıklar ışıklanmayı azaltır.
- **Kar örtüsü:** Karla kaplı bir sahada gelen ışığın büyük bir kısmı yansır. Ancak kar örtüsünden fazla kalın olmadığı durumlarda bir miktar ışık toprak yüzeyine kadar geçebilir.
- Bu nedenle bazı bitkiler kar örtüsü altında bile fotosentez faaliyetine başlayabilirler (özellikle yüksek kesimlerde yetişen bitkiler)



Su İçinde Işıklanma Koşulları

- Su içinde yaşayan bitkiler ışıklandırma koşullarına karada yaşayan bitkilere kıyasla daha fazla bağımlıdır.
- Su yüzeyine gelen ışığın bir kısmı yansıtılır ve diğerk kısmı ise suyun üst katmanı tarafından absorbe edilir.
- Daha derinlere inildikçe ışık miktarı hızla azalır. Bu yüzden suda yaşayan bitkiler ve fitoplanktonlar 50 m derinliğin altında fotosentez için yeterli ışığı bulamazlar.
- Suyun yüzeyine gelen ışığın yansıtılan kısmı spektrumdaki kısa dalga boylu ışınlardır. Suyun mavi-yeşil görünümünün nedeni budur.
- Dalgalı su yüzeylerinde yansıtılan ışınların oranı artar.
- Suyun içinde ışıklandırma koşulları diğerk taraftan sudaki silt, kolloidler ve plankton miktarına bağılıdır.
- Sudaki akıntı ve tirbulasyonda suyun kirlenme ve buna bağılı olarak ışıklandırmayı etkileyen önemli hususlardandır.

Yapay Işıklandırma

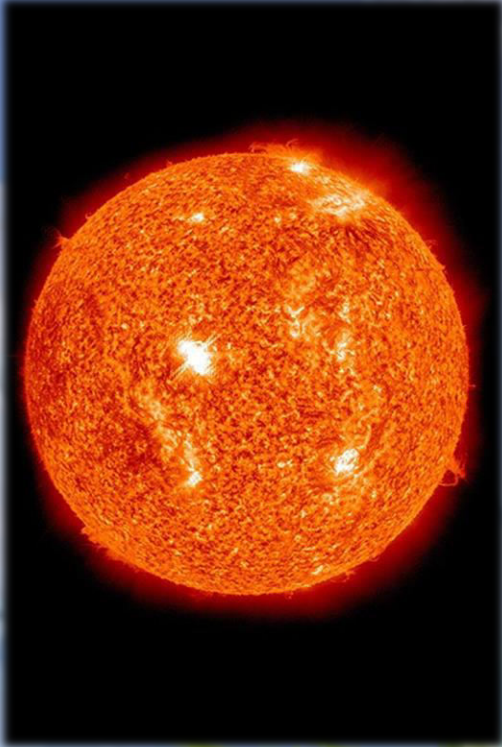
- Yapay yollarla, örneğin elektrik enerjisi ile elde edilen ışık teorik olarak tarımsal faaliyetlerde kullanılabilir. Ancak çok pahalıya mal olduğundan henüz geniş bir uygulama alanı yoktur.
- Sadece sera yetiştiriciliğinde, ıslah çalışmalarında ve deneysel çalışmalarda kullanılmaktadır.
- Kısa dalga boylu ışınlarca zengin yapay ışık (quarz lambaları) çimlenmeyi engellemek için kullanılırlar. Radioizotoplar da bu etkiye sahiptir.
- Röntgen ışınları bitkilerde mutasyon ortaya çıkarmak amacıyla uygulanmaktadır.

SICAKLIK

- Canlı organizmaların her türlü fizyolojik fonksiyonları ısı faktörünün etkisi altında cereyan eder. Bu nedenle temperatur faktörü ekolojik bir ortamda en önemli çevre faktörlerinden biridir.
- *Isı*, bir cismin moleküllerinin hareket halinde oluşu, dolayısıyla kinetik enerjileri nedeniyle sahip olduğu bir potansiyeldir.
- Diğer bir tanımlamayla *ısı*, diğer enerji formlarına dönüşebilen ve nispeten sıcak bir cisimden soğuk bir cisme nakledilebilen bir kinetik enerji formudur.
- Isının miktarı **kalori** ile ifade edilir. Bir kalori 15 °C'deki bir gram suyu 16 °C'ye yükseltmek için gerekli ısı miktarıdır.
- Yeryüzünün esas ısı kaynağı güneştir. Diğer kozmik cisimlerden dünyaya gelen ısı miktarı önemsiz düzeydedir.
- Güneş ışığının atmosferin dış yüzeyindeki enerji değeri 2 cal/m²/dakika kadardır.

- Winkler (1980)'e göre güneş enerjisinin % 42 kadarı güneş ışığının atmosferden geçişi sırasında kaybolmaktadır (% 9 kadarı direkt olarak uzaya dönmekte, % 33 kadarı bulutlar tarafından refleksiyoona uğramaktadır).
- Dolayısıyla güneş enerjisinin yarıya yakın bir kısmı biyosfer tarafından değerlendirilmektedir.
- Genek olarak vejetasyon yüzeyine ulaşan enerji miktarı $1,5 \text{ cal/m}^2/\text{dakika}$ düzeyini geçmez. Bu enerjisin bir kısmı (% 1-3) yeryüzü vejetasyonu tarafından fotosentez faaliyeti için absorbe edilerek ışık enerjisi halinde kullanılır.





- Güneş enerjisi absorpsiyonunun önemli bir kısmı toprak yüzeyinin oldukça ince bir tabakasında gerçekleşir.
- Höhn (1951)'e göre yansıtılmayıp toprak yüzeyine gelen güneş enerjisinin açık renkli bir toprakta % 30, koyu renkli bir toprakta % 50 kadarı toprağın 15 mm kalınlığındaki en üst tabakasında absorbe edilerek ısı enerjisine dönüştürülür.
- Yeryüzünün kendisi de diğer gök cisimleri gibi ısı dalgaları neşrederler.
- Ancak yeryüzünün yaydığı ısı miktarı güneşe kıyasla 160.000 kat daha zayıftır. Bu yüzden yeryüzünün kendi yüzeyini ısıtması önemsiz derecededir (Ancak 0.1 °C kadar yükseltebilir).

Isının Yayılması

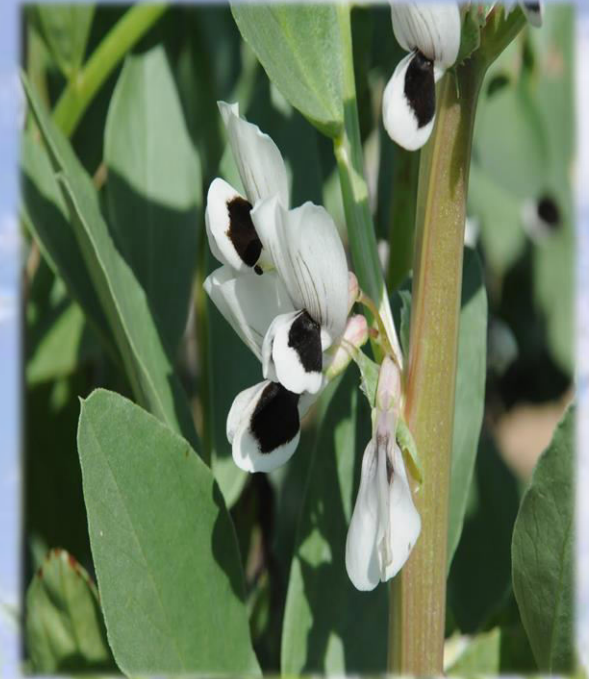
- Bir ortamdan diğer bir ortama ısı 3 şekilde nakledilmektedir. Bunlar:
 - 1. Kondüksiyon yoluyla ısı nakli:** Birbirleriyle temas halindeki cisimlerin aralarındaki ısı naklidir. Bu şekildeki ısı nakli, temas halindeki cisimlerin sıcaklıkları birbirlerine eşit hale gelinceye kadar devam eder.
 - 2. Konveksiyon yoluyla ısı nakli:** Bu şekildeki ısı nakli sıvı ve gaz halindeki cisimlerde söz konusu olup ısının bu tür ortamlarda cereyan eden kütle hareketleri sonucu ve kütle hareketleri sonucu ve kütle ile birlikte bir yerden diğer bir yere taşınmasıdır.
 - 3. Radyasyon yoluyla ısı nakli:** Radyasyon şeklindeki ısı nakli, ısının uzun dalga boylu ışınlar halinde ve herhangi bir aracıya gereksinim duyulmadan bir noktadan diğer bir noktaya iletilmesidir.

Ekolojik bir ortamın sıcaklık koşulları çeşitli faktörlerin etkisi altında olup, bu faktörlere ve bunların kombinasyonlarına göre önemli farklılıklar gösterir. Bu faktörlerin önemli olanları;

- Işıkların geliş açısı (enlem derecesine, mevsimlere ve günün saatlerine göre değişir.)
- Işıklanma süresi (mevsimlere, bulutluluk derecesine vs. göre değişir.)
- Topografik ve coğrafik özellikler (eğim, yöney, yükseklik, deniz ve göllere yakınlık durumu vs.)
- Toprak yüzeyinin rengi, yapısı, toprak nemi
- Vejetasyon örtüsü
- Hava hareketleri
- Refleksiyon ve absorpsiyon koşulları gibi faktörlerdir.
- Termal kaynaklar ve sıcak su akıntıları etkisindeki ortamlar kendilerine has özel bir durum gösterir.

Isı Faktörü ve Bitki

- Klorofil içeren bitkiler güneş spektrumunun 450 ve 650 mü boylarındaki (mavi ve kırmızı) ışınlarını absorbe ederek bu ışınlardaki ışık enerjisini kimyasal enerjiye dönüştürebilirler.
- Isı enerjisi bitki üzerine bitki bünyesinde cereyan eden fiziksel ve biyokimyasal reaksiyonların hızlarını düzenlemek ve bitki çevresindeki diğer ekolojik koşulları değiştirmek suretiyle etkili olmaktadır.
- Her 10 °C'lık sıcaklık artışına karşılık biyokimyasal olayların hızı 2-3 kat artmaktadır. Ancak optimal sıcaklık dereceleri (genellikle kültür bitkileri için 28-32 °C) üzerindeki artışların zararlı etkileri söz konusudur.
- Sıcaklık değişimleri bitkilerin metabolik reaksiyonlarını ve buna bağlı olarak da gelişim süreçlerini düzenleyici bir role sahiptir.
- Yani her gelişim basamağı için değişik optimal sıcaklıklar söz konusudur.



Isı ve Çimlenme



- **Çimlenme**, bitki tohumlarındaki latent (gizli) hayat formunun aktif hale geçmesidir.
- Kültür bitkilerinin normal gelişim ve çoğalmaları için gerekli sıcaklık sınırları genellikle, 0-45 °C arasında değişir.
- Çoğu kültür bitkileri için 45-50 °C'lık sıcaklık çimlenme yönünden üst sınırı teşkil eder. Bu sıcaklıkların üzerindeki sıcaklıklarda çoğu bitki tohumlarının çimlenmesi söz konusu değildir.
- Sıcaklık bitki tohumlarının çimlenmesinde en önemli faktörlerden birisidir.
- Çimlenmek için bitkiler türlerine göre farklı sıcaklık derecelerine ihtiyaç duyarlar. Ancak çimlenme için gerekli toplam sıcaklık (gün olarak çimlenme süresi x ortalama sıcaklık) değeri çoğu kültür bitkileri için sabittir.

BİTKİ TÜRLEĞİ	ÇİMLENME SICAKLIKLARI		
	Minimum (°C)	Optimum (°C)	Maksimum (°C)
Serin İklim Tahılları	0-1	20-25	30-32
Sıcak İklim Bitkileri	8-10	32-35	37-44

Serin İklim Tahılları (Buğdaygil, arpa, çavdar, yulaf vs.)

Sıcak İklim Bitkileri (Mısır, darı, tütün, fasulye vs.)

Sıcaklık ile Bitkilerin Büyüme ve Gelişmeleri Arasındaki İlişkiler

- **Büyüme** bir organizmanın hacim ve ağırlık artışını ifade eder ve hücre bölünmesi veya hücrelerin protoplazma büyümesi ile gerçekleşir.
- **Gelişme** ise daha ziyade organizmaların farklı organ ve sistemler oluşturması (örneğin bitkilerde kök, gövde, dallanma, çiçek, tohum, meyve oluşturma, üreme vs.) anlamını taşır.
- Bitkiler çimlenmeden ölümlerine kadar geçen süre içerisinde gerek büyüme ve gerekse gelişme yönünden direkt veya indirekt olarak sıcaklık faktörünün etkisi altında bulunurlar.
- Bitkiler çimlenmede olduğu gibi, büyüme ve gelişmelerinde de türlerine göre farklı sıcaklık derecelerine ihtiyaç duyarlar.
- Bazı bitkiler 0 °C'nin altında ve hatta ince bir kar tabakası altında bile büyüebilirler. Ancak kültür bitkilerinin büyük çoğunluğunda büyüme faaliyeti 0 °C civarında minimum düzeye iner.

BİTKİ TÜRÜ	BÜYÜME SICAKLIKLARI		
	Minimum (°C)	Optimum (°C)	Maksimum (°C)
Buğday	0	29	42
Mısır	9	34	46
Salatalık	15-18	31-37	44-50

- Bitkilerin optimal büyümeleri için gereksinim duydukları sıcaklık dereceleri büyüme çağları ile yakından ilgilidir.
- Büyüme çağı ilerledikçe optimal büyüme için gerekli sıcaklık dereceleri de artmaktadır.
- Örneğin çiçeklenme devresinde ihtiyaç duyulan sıcaklık, aynı bitkinin daha genç devresinde ihtiyaç duyduğu sıcaklıktan daha fazladır.
- Sıcaklık arttıkça büyüme oranı da artmakta, ancak belli bir noktadan (optimal nokta) sonra artan sıcaklığa karşılık büyümedeki artış azalmaktadır.



Sıcaklık Faktörü ve Verim

- Tarımsal faaliyetlerde esas amaç en yüksek düzeyde verim sağlamaktır. Ancak verim deyimi her zaman aynı özellikteki bitkisel materyali ifade etmez.
- Örneğin; çayır-mer'a ve yem bitkilerinde verim, bitkisel materyalin tümüdür (sap, yaprak, tohum). Hububat çeşitlerinde ise dane verimi önem kazanır.
- Bitkilerde verimin esas kaynağı fotosentez reaksiyonları sonucu gerçekleştirilen CO_2 asimilasyonudur.
- **Verim = Asimilasyon (fotosentez kazançları) - Disimilasyon (solunum kayıpları)** şeklinde ifade edilebilir.
- Sıcaklık faktörü bitkilerde gerek asimilasyon ve gerekse disimilasyon faaliyetleri üzerine etkili olduğundan, dolaylı olarak verim miktarını da etkilemektedir.
- Bitkilerde asimilasyon oranı sıcaklık artışına bağlı olarak belli bir noktaya kadar artış gösterip daha sonraki sıcaklık artışlarında ise giderek azalmaktadır.

Sıcaklık Faktörünün Bitki Gelişmesine Etkileri

- Bitkilerin gelişmelerinde, diğer bir deyişle, kök, gövde, dal, çiçek, meyve ve tohum gibi farklı organ ve sistemler oluşturarak normal vejetatif ve generatif olgunluklarını tamamlamalarında sıcaklık faktörünün önemli etkisi vardır. Bunun en önemlileri şunlardır:
- *Ağaç formundaki bitkilerde tomurcuk dinlenmesinin (tomurcuk dormansisinin) kırılması:* Düşük sıcaklıkların tomurcuklarda endogen gibberellin seviyesini artırdığı ve bu artışın tomurcukların ilkbahar mevsiminde yeniden aktif hale geçerek sürmelerini sağlar.
- *Bazı bitki tohumlarının çimlenme kabiliyeti kazanması:* Bazı bitki tohumları içindeki inhibitör maddeler nedeniyle çimlenmezler.
- Bu bitkilerin tohumlarının çimlenmesi ve çimlenmeden sonra embriyonun normal gelişimi için nemli ortamda 0 °C civarındaki düşük sıcaklık etkisine maruz bırakılmalıdır. Bu işleme **katlama (soğuk stratifikasyonu)** denir.
- Bu işleme tohumlarda endogen gibberellin seviyesi yükselir, inhibitör maddelerin etkileri bloke olur ve çimlenme gerçekleşir.

- ***Epikotil ve hipokotil dinlenmesinin kaldırılması:*** Bazı bitkilerin, özellikle Rosaceae (gülgiller) familyasına ait bitkilerin tohumları çimlendikten sonra normal gelişim gösteremezler.
- Bu tohumlar çimlendikten sonra fizyolojik cüce formlar diye tanımlanan kısa boylu, küçük ve normal olmayan bitkiler oluştururlar.
- Bu durumda ya hipokotil ya da epikotil veya bunlardan sadece birisinin gelişmesi engellenmiş olması söz konusudur. Bununla ilgili olarak hipokotil veya epikotil dinlenmesinden bahsedilir.
- Çimlendikten sonra normal gelişimi engellenmiş tohumların düşük sıcaklık uygulanması ile normal gelişim göstermesi sağlanabilir.

- **Yazlık ve kışlık formlarının gelişmesi ve vernalizasyon:** Kışlık tip bitkilerde normal vejetatif gelişim için, çimlenmeden sonra düşük sıcaklıklarda belli bir süre bulunma zorunluluğu vardır. Generatif gelişim için soğuk periyoda ihtiyaç duyarlar.
- Yazlık bitki çeşitleri soğuk etkisine ihtiyaç duymadıklarından ilkbaharda ekildiklerinde, sap ve başak teşekkülü, diğer bir deyimle generatif olgunluğa erişmeleri yönünden herhangi bir sorun ortaya çıkmaz.
- Ancak kuvvetli derecedeki sıcaklık değişimleri yazlık bitki formlarında da etkisini göstermekte ve bu etki gelişiminin hızlanması şeklinde kendini göstermektedir.
- Yazlık formlar sonbaharda ekildiklerinde çok erken başak çıkarma durumu ve kış soğuklarından büyük oranda zarar görme söz konusu olmaktadır.
- Vernalizasyon deyimini artık genel bir tanımlama olarak kullanılmakta ve düşük sıcaklık derecelerinin bitki gelişmesindeki etkilerinin tümünü kapsamaktadır.

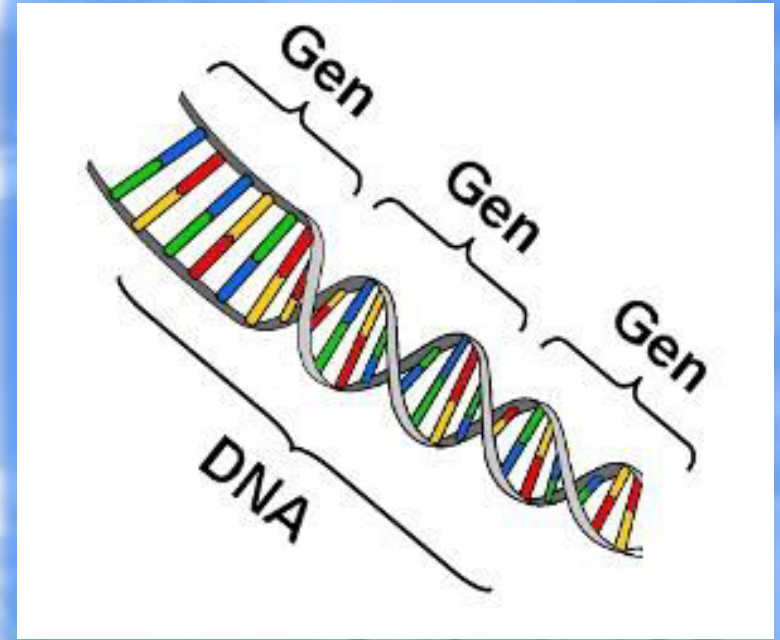
- ***Kışlık ve yazlık annual bitkilerin gelişimi:*** Yazlık ve kışlık bir yıllık hububat çeşitleri yanında yine bir yıllık ancak daha kısa ömürlü yazlık ve kışlık annual bitkiler de gelişmeleri yönünden sıcaklık faktörünün etkisi altındadır.
- Yazlık annual bitkiler yaz mevsiminde tüm gelişmelerini tamamlayıp tohum bağlarlar ve bunun için genellikle yüksek sıcaklık derecelerine (26-30 °C) ihtiyaç duyarlar.
- Kışlık annual bitkiler ise sonbaharda çimlenip gelecek yılın ilkbahar sonlarına doğru çiçeklenip tohum bağlayarak gelişmelerini tamamlarlar.
- Kışlık annual bitkiler normal gelişmeleri için mutlaka soğuk bir periyot geçirmeleri gerekir.

- ***İki yıllık bitkilerin gelişmesi:*** İki yıllık bitkiler veya diğer bir ifadeyle biannual bitkiler birinci yıl sadece rozet yapraklar oluşturarak kış mevsimini geçirirler.
- Bu bitkilerin gövde, çiçek ve tohum oluşturmaları, dolayısıyla generatif olgunluğa erişmeleri ikinci yılda gerçekleşir.
- Bu demektir ki, iki yıllık bitkilerin normal gelişmelerini tamamlamaları birinci yılda kışın düşük sıcaklık etkisine maruz kalmaları ile mümkün olmaktadır.
- Bazı durumlarda, örneğin çimlenme esnasında çok düşük sıcaklıkların bulunması halinde iki yıllık bitkiler aynı yıl içerisinde çiçeklenip tohum bağlayabilirler.
- Bunun örneğini ilkbahar mevsiminin çok soğuk geçtiği bölgelerde, iki yıllık bir bitki olan şeker pancarı tarlalarında bitkilerin sapa kalkması şeklinde görebiliriz.



- **Termoperiyodizm:** Işıklanma koşullarının değişimine karşı olduğu gibi sıcaklık koşullarının günlük ritmik değişmelerine karşı da bitkilerin belirli reaksiyonları mevcuttur.
- Bitkiler güneşin doğup batmasına bağlı olarak ortamda gece ve gündüz meydana gelen ritmik sıcaklık değişmelerine karşı çeşitli fizyolojik fonksiyonlarını uydurmuşlardır.
- Nitekim sıcaklık durumunun sabit tutulduğu yapay koşullarda bitkiler normal şekilde büyüyüp gelişemezler.
- Bitkilerin normal olarak büyüyüp gelişebilmeleri sıcaklık şartlarının günlük ritmik değişmelerine karşı ihtiyaç duymaları **termoperiyodizm** olarak tanımlanır.
- Diğer bir deyimle, bitkilerin günlük ritmik sıcaklık değişmelerine karşı gösterdikleri tepkiye **termoperiyodizm** denir.

- **Sıcaklık faktörü ve gen aktivitesi:** Sıcaklığın bitki gelişmesine olan etkilerinden sonuncusu gen aktivitesi konusudur.
- Bu konu henüz yeterince açıklığa kavuşturulmuş olmamakla birlikte bazı araştırma sonuçları sıcaklık faktörü ile gen aktivasyonu arasında yakın ilişkiler olduğunu göstermektedir.
- Örneğin; Hees (1974) bitkisel hücre kromozomlarında RNA (Ribonükleik asit) üretimini düşük sıcaklık derecelerinde engellenebileceğini ve böylelikle bazı fizyolojik fonksiyonların yönlendirilebileceğini göstermektedir.



Sıcaklık Faktörünün Bitkilerin Su ve Besin Elementleri Alınımına Etkileri

- Topraktaki mikroorganizma faaliyeti sıcaklık faktörüyle yakından ilgilidir. Sıcaklık mikroorganizma faaliyetini etkilemek suretiyle besin elementlerinin bitkiler tarafından alınabilir forma dönüşmesini sağlamaktadır.
- Sıcaklık faktörü kök hücreleri solunum faaliyeti üzerine dolayısıyla kök hücrelerinde üretilecek enerji miktarı üzerine etkili olduğundan, alınacak besin elementi iyonları miktarını da etkilemektedir.
- Sıcaklık kök faaliyetini artırmakla kök salgılarını ve dolayısıyla besin elementlerinin alınımını etkilemektedir.
- Sıcaklık faktörü kök hücreleri membranlarının geçirgenliğini etkilemek suretiyle de su ve besin elementi alımında rol oynar.
- Toprak solusyonunun vizkozitesi (akışkanlığı), su molekülleri ve besin elementi iyonlarının hareketliliği sıcaklık faktöründen geniş oranda etkilenir. Dolayısıyla artan sıcaklık bitkilerin su ve besin elementi alınımını artırıcı etkiye sahiptir.

- Sıcaklık fotosentez reaksiyonları üzerine etkilidir. Fotosentez faaliyetinin artması bitki hücrelerinin de osmoz basıncının artmasına ve bunun sonucu bitki hücrelerinin su ve besin elementi alım güçlerinin artmasına neden olmaktadır.
- Transpirasyonun artması da bitki hücrelerinin osmoz basıncını etkiler. Bu etki yoluyla da su ve besin elementi alımında rol oynar.
- Sıcaklık bitki kök sisteminin gelişmesine dolayısıyla su ve besin elementi alımı düzeyini etkiler.
- Sıcaklık faktörü besin elementi mobilizasyonu ve bununla ilgili olarak da besin elementi alımını etkilemektedir.