

**BİTKİLERDE STRES FAKTÖRLERİ NELERDİR ?**

Bitkiler her zaman uygun çevre şartları altında bulunmazlar, bazen yaşadıkları çevrelerde normal olmayan zor şartlarla da karşılaşırılar. Yeryüzünde kurak alanlar, tuzlu topraklara sahip bölgeler, kuzey ve güney kutupları ile yüksek dağlar gibi alanlar bulunmakta ve bu alanlardaki ekolojik koşullar bitkilerin yaşamını olumsuz yönde etkilemektedir.



Ayrıca son yıllarda toprak ve hava kirleticileri de bitkilerin yaşamını olumsuz yönde etkileyen faktörler arasına girmiştir.



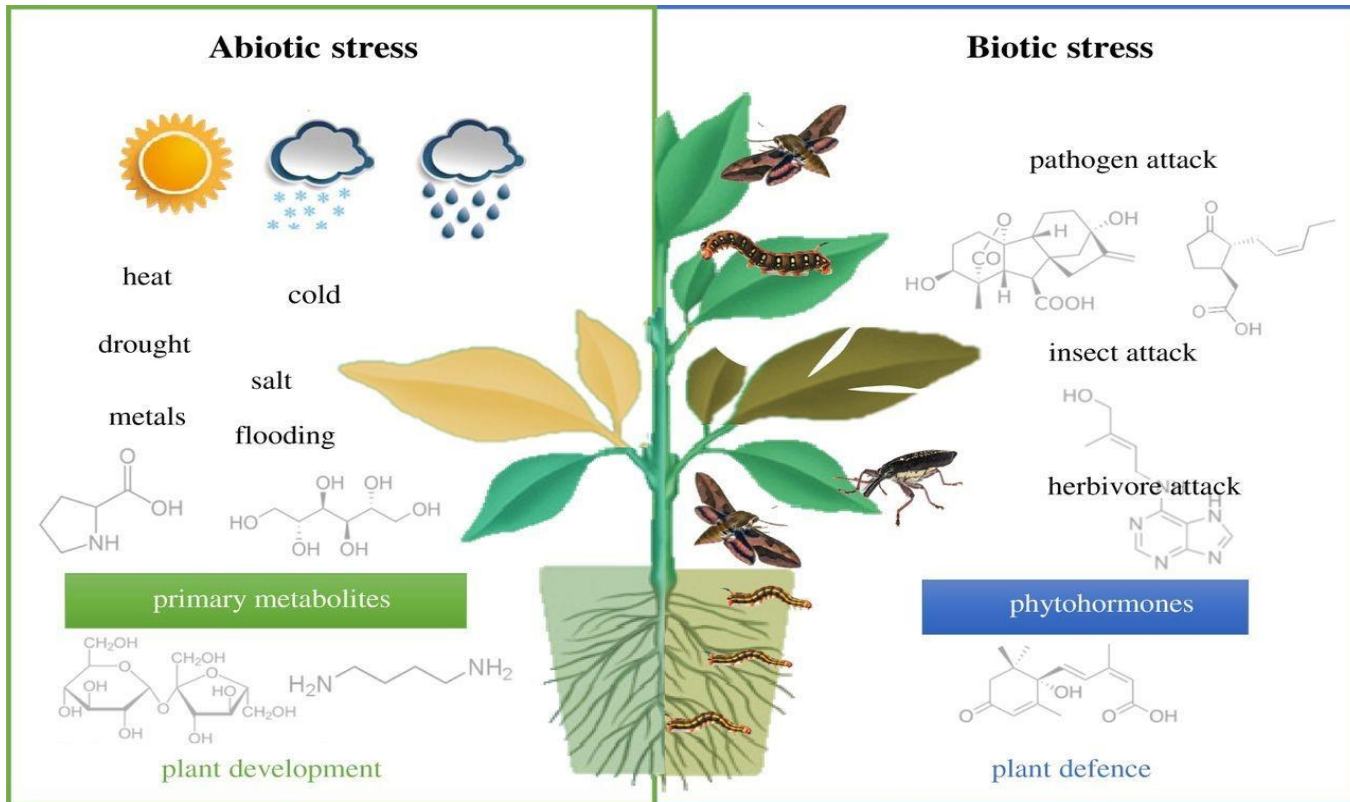
Olumsuz çevre şartları bitkilerde stres yaratır. Bitkilerin stres koşullarına cevap verme yetenekleri, onların coğrafik dağılışları üzerinde etkilidir. Bitkilerin stres davranışlarının ortaya konması, stres şartlarına uyum sağlayan varyetelerin ve ekotiplerin ıslah edilmesinde kolaylık sağlamaktadır.

## Stres Kavramı

Stres kavramı, çok değişik anlamlarda kullanılmaktadır. Stres terimi fizik bilimine ait bir terminolojiden alınmış olup basınç veya gerilim anlamına gelmektedir. Bir çevrede devamlı olarak ya da arada sırada meydana gelen çok sayıdaki olumsuz, fakat hemen öldürücü olmayan koşullar **stres** olarak bilinir.

Bir başka deyişle, bitkide metabolizmayı, büyüme ve gelişmeyi etkileyen veya engelleyen, uygun olmayan herhangi bir durum stres olarak kabul edilir. Ayrıca genellikle bitkide dış faktörlerin zorlamasıyla oluşan etki de stres olarak kabul edilir. Stres sözcüğü bitkilerin ekolojik hoşgörülülüğü ile de ilgilidir.

Biyolojik olarak stres, çevre şartlarının, bir bitkinin normal büyüme ve gelişmesini olumsuz yönde etkileyecek kadar değişmesidir. Stres durumunda bitkide metabolik faaliyetler ya değişik bir yöne kayar, ya da indirgenir.



Bitkiler bir veya birden fazla değişik stres koşullarına karşı aynı cevabı vermezler. Bununla birlikte herhangi bir stres koşuluna uyum sağlamış olan bir bitki, uyum sağladığı stres şartlarında stres altında kalmış sayılmaz. Örneğin; tuzcul bitkiler diğer bitkilerin yaşayamayacağı yüksek tuz konsantrasyonlarında bile stres altında kalmadan yaşamlarını sürdürebilirler.





## Stres Faktörleri

Bitkiler yaşamları süresince pek çok stres olayları ve çok sayıda stres faktörleri ile karşılaşmaktadırlar.

Stres faktörleri orijinlerine göre değişik şekillerde sınıflandırılırlar. Levitt'e (1980) göre stres faktörleri **biotik** ve **fizikokimyasal faktörler** olmak üzere ikiye ayrılır.

**Biotik faktörler,** enfeksiyon oluşturan mikroorganizmaları (fungus, bakteri ve virüs), zararlı hayvanları (böcekler, nematodlar) ve diğer organizmalara rekabeti içermektedir.

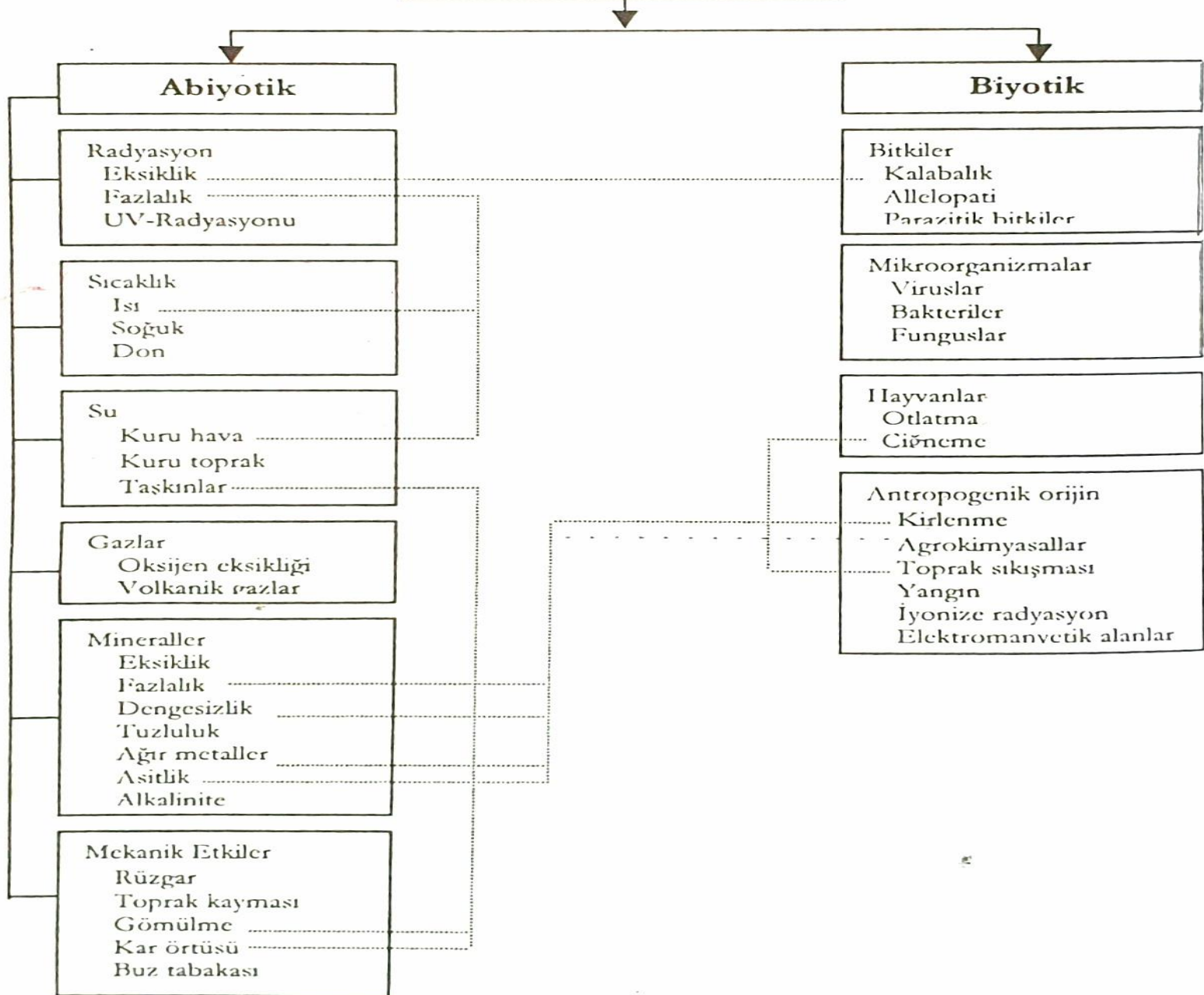
**Fizikokimyasal faktörler** ise sıcaklık, su, radyasyon, kimyasal maddeler, manyetik ve elektriksel alanlar gibi çevre faktörlerini içerir.

Bu sınıflandırmanın yanında, Lichtentaler (1969) stres faktörlerini **doğal** ve **antropogenik** olarak ikiye ayırmıştır.

**Doğal stres faktörleri;** yüksek sıcaklık, ışık, donma, su eksikliği ve fazlalığı, mineral maddelerin yetersizliği, böcekler ve patojenlerden oluşur.

**Antropojenik stres** ise; herbisitler, pestisitler, fungusitler, havayı kirletici maddeler, ozon, fotooksidantlar, asit yağmurları, yüksek azot konsantrasyonu, ağır metaller, UV radyasyonu ve C02 düzeyi gibi faktörleri içermektedir.

# STRES FAKTÖRLERİ

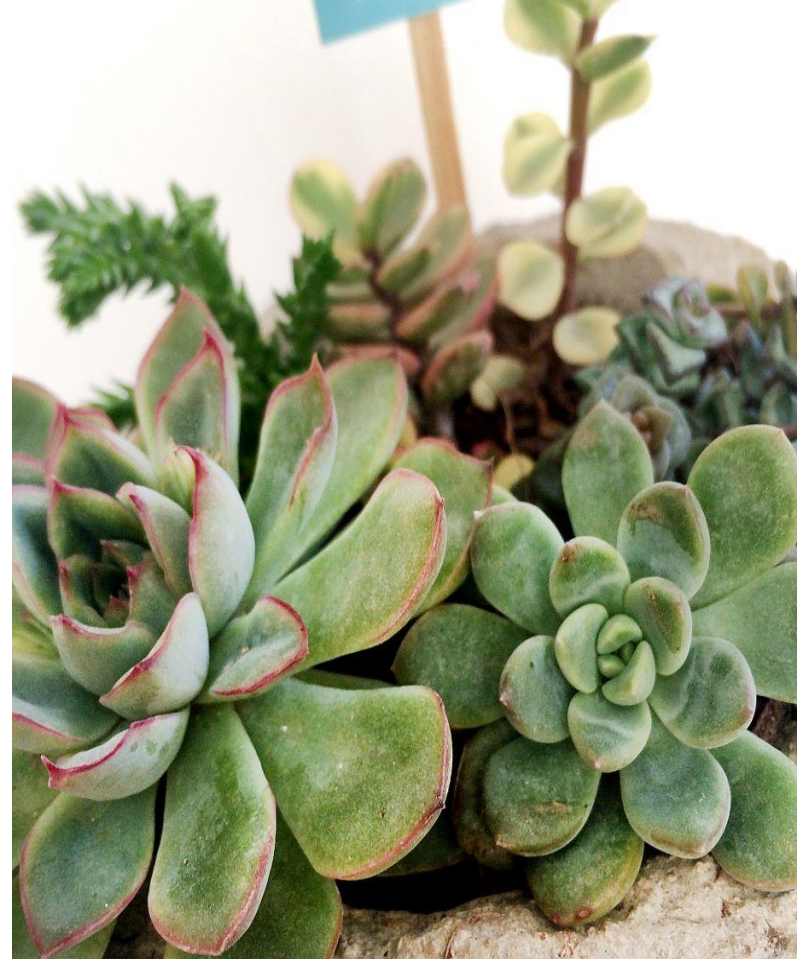


# Bitkilerin Stres Faktörlerine Karşı Verdikleri Cevaplar

Bitkiler stres koşullarına karşı iki şekilde cevap verirler. **Stres koşullarından kaçma ve stres koşullarına direnç gösterme.**

**Stres koşullarından kaçmanın mekanizması**, stresin etkisini azaltma yönündedir. Bitkiler bu durumu, morfolojik yapılarını (yaprak laminasının yüzeyi ve kalınlığı, stomaların büyüklük ve yoğunluğu, kutikulanın kimyasal kompozisyonu ve kalınlığı, kök ve gövdelerinin boyutları ve kimyasal kompozisyonlarını) değiştirerek sağlarlar. Örneğin; yonca bitkisi köklerini derinlere gönderdiğinden diğer sığ köklü bitkilere göre, su eksikliğinden daha az etkilenir.

Bazı bitkiler su eksikliğinde buharlaşmayı azaltmak için kalın bir kutikula tabakası veya su depolayan etli yapraklar oluştururlar.





Bunların yanında yine stres şartlarında, nesillerini garanti altına almak için, çabucak tohum ve yumru oluşturarak stres koşullarından kaçarlardı.

**Stres koşullarına direnç gösterme**

durumunda ise, stresin yarattığı etkilerin

onarılması veya ortadan kaldırılması söz

konusudur.

Bitkiler stres faktörlerine karşı farklı düzeylerde cevap verirler.

## **1. Submoleküler Düzeyde Stres Cevapları:**

Strese cevap olarak hücre içinde serbest radikaller oluşturulur. Hücre düzeyinde serbest radikaller özellikle oksijen içeren moleküller aracılığıyla oluşturulur. Süperoksit ( $O_2^-$ ), hidroksit ( $OH^-$ ), perhidroksit ( $H_2O_2^-$ ), peroksi ( $ROO$ ), fenoksi ( $C_6H_5O$ ) radikalleri bu moleküller arasında sayılabilir. Bu yapılardaki oksijenler Aktif Oksijen (AO) olarak adlandırılır.

Oluşumu enzimler aracılığıyla sağlanan Aktif Oksijen ; protein, polisakkarit gibi hücresel moleküllerle çabucak etkileşerek onları bozan bir yapı gösterir. Normalde hücrelerde çok az miktarda oluşan aktif Oksijen; stres uygulamasından hemen sonra çok yüksek oranlara çıkar. Yüksek Aktif Oksijen miktarı hücre için zehirlidir.

Bununla beraber Aktif Oksijen'in son yıllarda strese karşı savunma mekanizmasında rol aldığı saptanmıştır. Sitotoksik olan Aktif Oksijen, antimikrobiyal özelliğinden dolayı mikrobik saldırılara karşı bitkiyi koruduğu gibi, hücre duvarının kuvvetlenmesini sağlayan lignin ve suberin sentezini de uyarır. Bunların dışında fitoaleksin ve patogenesis ile ilgili proteinlerin genlerinin yazılmasını uyararak bitkinin savunma sistemini harekete geçirir.

## **2. Moleküler Düzeyde Stres Cevapları**

Bu tip cevaplarda bitkiler stres faktörlerine cevap olarak bazı molekülleri sentez ederler. Bu moleküller şunlardır:

### **Sekonder Bileşikler**

Sekonder bileşikler stres koşullarına cevap olarak sentezlenen önemli bileşiklerdir. Bunlar iki sınıfta incelenebilir.

a. Düşük molekül ağırlıklı sekonder bileşikler;

Fitoaleksinler, fenoller, terpenoidler, kinonlar, poliaminler, fenilamidler, karotenoidler, terpenoidler, alkaloidler, prolin ve absisik asit.

b. Yüksek molekül ağırlıklı sekonder bileşikler ; Lignin, suberin ve kitin.

## **Polisakkaritler**

Bunların başında kalloz gelir. Kalloz ( $\beta$ -1-3 Glukan) stres koşullarına cevap olarak sentezlenir ve hücre zarı ile hücre duvarı arasında depolanır. Kallozun görevi stres faktörlerine karşı hücre duvarında bir bariyer oluşturmaktır.



## Proteinler

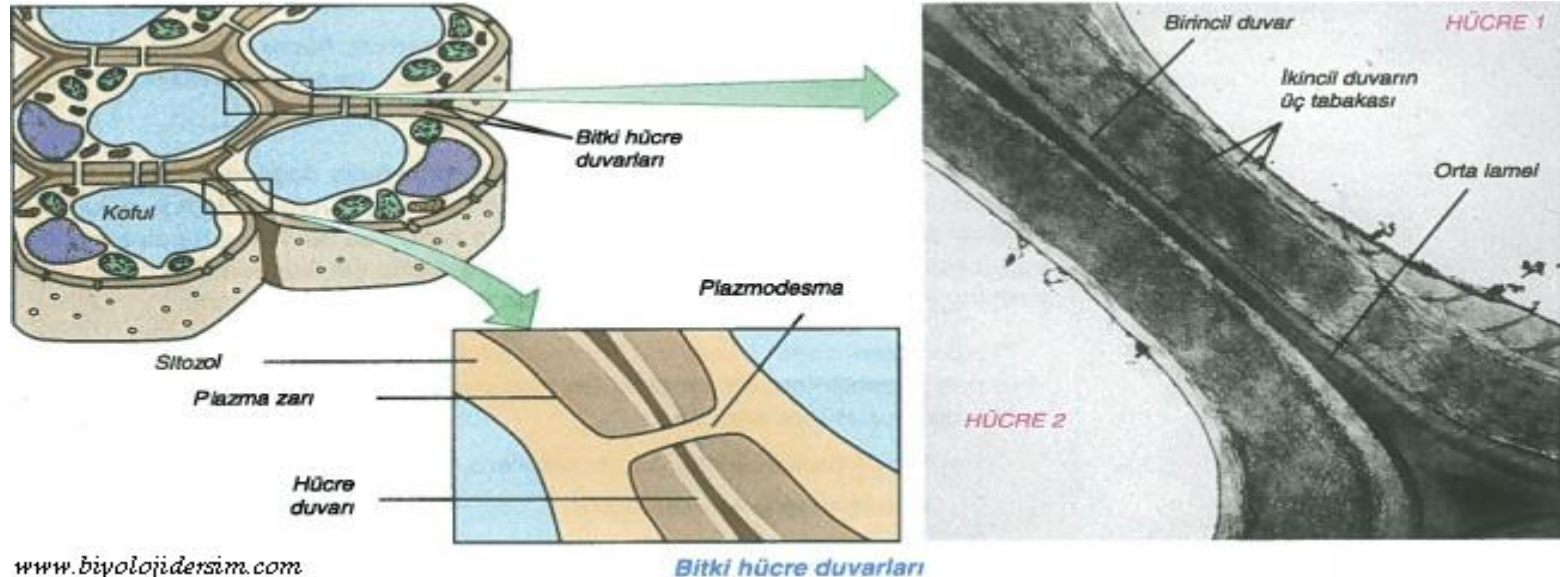
Değişik genler tarafından kodlanan ve farklı molekül ağırlıklarına sahip olan proteinlerdir. Bu proteinler normal hücre proteini değildirler ve stres altında olmayan hücrelerde bulunmazlar veya çok az bulunurlar. Stres durumunda stres proteinlerine ait genler aktifleşerek bu proteinleri sentezlerler. Stres koşulları ortadan kalktığında bu proteinler de ortadan kalkarlar.

### 3. Subselüler Düzeyde Stres Cevapları

#### Hücre Çeperleri

Yapısal olarak hücre çeperi pektin ve hemiselülozdan oluşan matrikse gömülü selüloz mikrofibrillerinden ibarettir.

Hücre çeperi 3 tabakadan oluşur; orta lamel, primer çeper ve sekonder çeper.



Normal şartlar altında hücre çeperinin yapısı sabittir. Stres durumunda ise hücre çeperinde lignin sentezi ve depolanması artar ve stres koşullarına karşı hücre çeperine mekanik sağlamlık kazandıran kalloz sentezlenir.

Stres uyarısının alınmasından sorumlu olan reseptörler de hücre çeperinde bulunurlar. Reseptörün oluşturduğu sinyaller hücreye iletilerek savunma mekanizmasının çalışması sağlanır.

## Zarlar

Hücre, vakuol, endoplazmik retikulum, golgi cihazı, mitokondri ve kloroplast zarları hücredeki zar yapısını oluşturur.

Zarlar buldukları çevrenin algılayıcıları olarak görev yaparlar. Stres durumunda temel olarak hücre zarının akışkanlığı değişir. Bu durum, özellikle yüksek sıcaklıklarda su ve iyon dengesizliği sağlayacağı için oldukça önemlidir.

Stres sırasında hücre zarındaki doymamış yağ asitlerinden aktif oksijen serbest radikali, fosfolipitlerden de jasmonik asit gibi sinyal molekülleri oluşur. Oluşan bu sinyal moleküller, hücre içinde fitoaleksin ve stres proteinleri gibi savunma metabolitlerinin sentezini uyarır. Doymamış yağ asitlerinin peroksidasyonu zarın kuvvetlenmesini sağlar.

Bir stres faktörünün bitkide cevap bulması aşağıdaki sırayı izler:

Stres Faktörü

Hücre çeperi ve hücre zarındaki reseptörler aracılığıyla stresin algılanması

Stres için sinyal oluşturulması

Sinyalin aktarılması

Sinyaller ile gen aktifleştirici arasındaki etkileşim

Cevabın ortaya çıkması