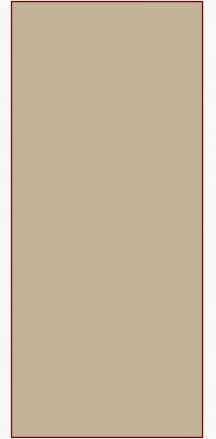


BİYOLOLOJİK MALZEMENİN TEKNİK ÖZELLİKLERİ

PROF. DR. AHMET ÇOLAK



BİYOLOJİK MALZEMEDE MEKANİK ZEDELENME

MEKANİK ZEDELENMELER

Mekanik zedelenmeler söz konusu ürünün kullanılma yeri ve şekline göre az veya çok ekonomik kayıplarına yol açar. Bazı çeşitler mekanik hasara karşı dayanıklı oldukları için tercih edilirken, bazıları da yeterli kalite düzeyini sağlayamazlar. Genellikle sofralık taze ürünler konserve veya kurutmalık çeşitlere oranla daha dikkatlice korunup, pazara sevk edilirler.

Mekanik zedelenmeleri önlemek için aktif veya pasif önlemler düşünülebilir;

- Aktif önlemler, daha dayanıklı çeşit yetiştirmek, gübreleme ve sulama gibi işlemlerin dozunu amaca göre ayarlamak ve ıslah işlemleri yapmak olarak sıralanabilir.

- Pasif önlemler ise mekanik hasarın meydana geldiği yerlerde daha az hasar yapacak önlemlerin sağlanmasıdır.

BİYOLOJİK MALZEMEDE MEKANİK ZEDELENME

Tohum ve taneli ürünlerde, hasar en çok harmanlama, temizleme ve helezonlarda iletim sırasında olmaktadır. Bu zarar görmüş tarımsal ürünler, işlenecekse örneğin buğdayda değirmen kalitesi düşmekte tohumluk olarak kullanılacaksa çimlenme kabiliyeti azalmaktadır.

Bu ürünlerdeki çatlaklar;

- Mikrobiyolojik aktiviteyi arttırmakta,
- Yağlı tohumlarda yağ asitlerinin bozulmasına neden olmakta,
- Yağlı tohumlarda yağ birikimlerinin oluşmasına neden olmakta ve makine elemanlarında tıkanmalara yol açmaktadır.
- Fasulye gibi ürünlerde pişirme kalitesi düşmektedir.

BİYOLOJİK MALZEMEDE MEKANİK ZEDELENME

- Meyve ve sebzelerdeki önemli bir hasar kaynağı da taşımadaki titreşimlerdir. Titreşim sonucunda gözle görülmese bile ;

- Mantarlaşma,
- Su kaybı,
- Kabuk altı lekelenmeleri

gibi hasarlar oluşmaktadır. Üründeki zarar derecesine;

- Ürünün düşme yüksekliği,
- Bekletilme süresi,
- Meyve eti sertliği,
- Çözünebilir katı madde miktarı,
- Relatif nem,
- Sıcaklık

Gibi unsurlar da etkili olmaktadır.

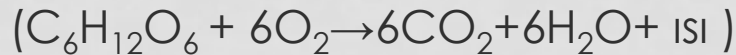
BİYOLOJİK MALZEMEDE MEKANİK ZEDELENME

Mekanik zedelenmeye neden olan etmenler başlıca 2 grup altında toplanabilir:

- 1) Dış kuvvetlerin etkisi (statik-dinamik darbe yükleri)
- 2) İç kuvvetlerin etkisi (sıcaklık ve nem değişimi gibi fiziksel ve çeşitli kimyasal, biyolojik değişimlerden doğan iç kuvvetler)

Mekanik hasarlar, içsel ya da dışsal olarak ortaya çıkabilir. Dışsal olanları gözle fark etmek mümkündür. Kabuk sertleşmesi ya da renk değişimi ile ortaya çıkabilir. İçsel değişimler ise ancak zamanla fark edilebilir. Yalnızca kesildiğinde ortaya çıkmaları da olasıdır. Nem artışı ile zarar görme derecesi artmaktadır. Bu nedenle ürünleri düşük nem seviyelerinde tutmakta yarar vardır.

İçsel zedelenmelerin belirlenmesinde uygulanan çok çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Elektromanyetik radyasyon (transmittance) tekniği, X ışınları, elektriksel impedans teknikleri, akustik yöntemler ve solunum ölçümü (CO₂ Ölçümü) uygulanabilecek yöntemlerden bazılarıdır. Çürüme ile CO₂ çıkışı olur ve bunun tespiti için de infrared gaz analiz cihazı ile CO₂ ölçümü yapılarak CO₂ artışı belirlenebilir.



BİYOLOJİK MALZEMEDE MEKANİK ZEDELENME

Meyvelerin Dış Zedelenmeleri ile İlgili Bazı Tanımlamalar:

Aşınma (Abrasion)

: Deri, kabuk parçasının sıyrılması, zımpara ile aşınmış gibi etkilenmesi,

Ezilme (Bruising)

: Deri bozulmadığı halde dokuların bozulması, fiziksel doku bozulmasının yanı sıra renk, koku, tat değişimi olur.

Çarpılma (Distortion)

: Ürün çeşidi için tipik olmayan şekil

Çatlak (Crack)

: Derinin yırtılması

Kesik (Cut)

: Keskin kenarlı bir aletle bir parçanın kesilmesi veya içine girmesi

Delik (Puncture)

: Sivri uçlu bir cisim veya meyve sapı ile küçük bir deli oluşması

Çatlak Işınları (Shatter Cracks)

: Tek noktadan çevreye doğru yayılan çok sayıda deri yırtılması

Deri Yırtılması (Skin Break)

: Sadece deride kalan, dokuya geçmeyen zedelenme

Parçalanma (Split)

: İki ya da daha fazla parçaya ayrılma

Sap Dibinden Soyulma (Stem end Tearing): Meyveden sapın ayrılması ile deride soyulma meydana gelmesi

Şişme Patlaması (Swell Cracking)

: Osmotik basınç ile su alarak patlama.

BİYOLOJİK MALZEMENİN KUVVET ETKİSİ ALTINDAKİ DAVRANIŞI

TARIMSAL MATERYALLERİN KUVVET ETKİSİ ALTINDAKİ DAVRANIŞLARI

Statik ya da dinamik yük altında bulunan tarımsal materyaller yapısal özelliklerine bağlı olarak tipik bazı davranışlar gösterirler. Bu, kuvvetin uygulanışına bağlı olarak uzama ya da kısalma şeklinde görülebileceği gibi deformasyon, akma ya da kopma şeklinde de ortaya çıkabilir. Basma kuvveti kıalmaya, çekme kuvveti ise uzamaya neden olur. Uygulanan kuvvetin etkisi ile kuvvetin uygulama zamanına da, bağlı olarak materyalde deformasyon ve akış oluyorsa bu durumda mekanik özellikler “Reolojik özellikler” olarak adlandırılır.

Şekil 32’de verilen kuvvet-deformasyon eğrisi yardımıyla

- elastikiyet modülü,
- deformasyon modülü,
- bükülme noktası,
- biyolojik akma noktası,
- kopma noktası
- bu noktalara kadar oluşan kuvvet-deformasyon
- enerji değerleri

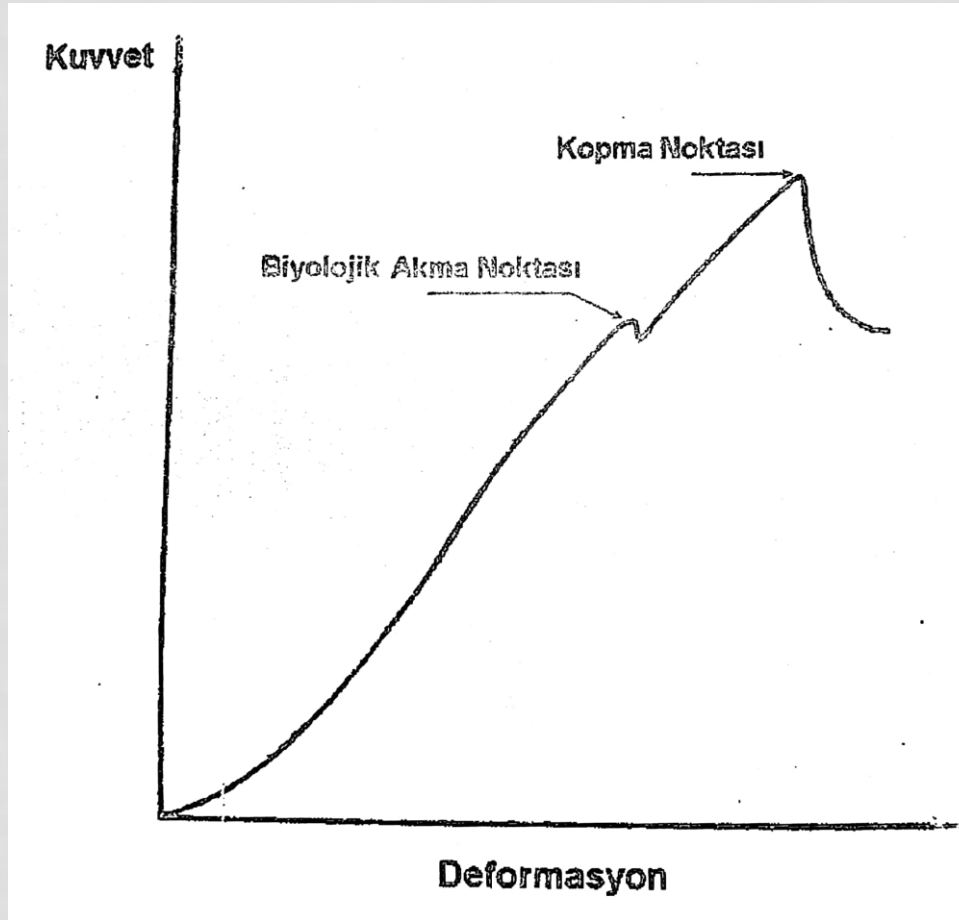
elde edilebilmektedir.

BİYOLOJİK MALZEMENİN KUVVET ETKİSİ ALTINDAKİ DAVRANIŞI

- **Bükülme noktası**, kuvvet-deformasyon eğrisinin ikinci türevinin sıfır olduğu noktadır. Biyolojik materyallere ilişkin tipik bir kuvvet-deformasyon eğrisi, genellikle, kuvvet eksenine göre önce dış bükey sonra iç bükey bir karakter gösterir.
- **Biyolojik akma sınırı**, kuvvet-deformasyon eğrisi üzerinde, deformasyonda bir artışın kuvvette ise bir azalışın olduğu ya da kuvvetin değişmediği noktadadır. Meyve ve sebzelerin bir kısmında bu nokta bulunmaz.
- **Kopma noktası**, yüklenmiş numunenin kırıldığı, çatladığı veya bozulduğu noktadır. Kuvvet-deformasyon eğrisinin sürekli azalmaya başlamasıyla anlaşılır. Bu noktada materyalin yük taşıma kapasitesi maksimum olduğundan, kopma kuvveti, kopma deformasyonu ve kopma enerjisi bu açıdan önem taşımaktadır.

Kuvvet-deformasyon değerleri yardımıyla Üzerinde çalışılan materyalin elastisite modülü hesaplanmaktadır. Meyve ve sebzelerin kuvvet-deformasyon verilerinin elde edilmesi amacıyla geliştirilen sıkıştırma deney cihazlarında numuneler farklı yöntemlerle yüklenmekte, elastisite modülü de değişik formüllerle hesaplanmaktadır.

BİYOLOJİK MALZEMENİN KUVVET ETKİSİ ALTINDAKİ DAVRANIŞI



Şekil 32. Kuvvet - deformasyon eğrisi

BİYOLOJİK MALZEMENİN KUVVET ETKİSİ ALTINDAKİ DAVRANIŞI

- **Elastisite Modülü**: Gerilme, birim deformasyon ilişkisini verir. Meyve ve sebzelerin yapısal özelliği olan sertlik terimi yerine elastisite modülünün kullanımı uygun olmaktadır. Sıkıştırma deney cihazı ile yapılan deneyler sonucunda aşağıda verilen eşitlikte yer alan değerler bulunabilmektedir. Elastisite modülü şekil 33'de verilen gerilme-birim deformasyon eğrisinden hesaplanabilmektedir. Elastisite modülü, kullanılan sıkıştırma aleti ve yüklenecek numunelerin: boyutları ve biçimine bağlı değişik şekillerde deneysel olarak belirlenebildiği gibi, HERTZ'in geliştirdiği eşitliklerle de bulunabilmektedir.

Tanımsal materyaller sabit silindirik yük altında, çelik bir bilye altında ve düz bir plaka altında, sıkıştırılabilmektedirler Denemeler sırasında örnek materyal bir bütün halinde ele alınabileceği gibi, kesilerek de denemeye alınabilmektedir Bu yük dinamik olarak etki ettirilebilmekle birlikte statik de olabilir Statik yükün etkisi uzun zaman içerisinde kendisini gösterebilmektedir.

BİYOLOJİK MALZEMENİN KUVVET ETKİSİ ALTINDAKİ DAVRANIŞI

$$\tan \alpha = E$$

$$E = \sigma / \Sigma$$

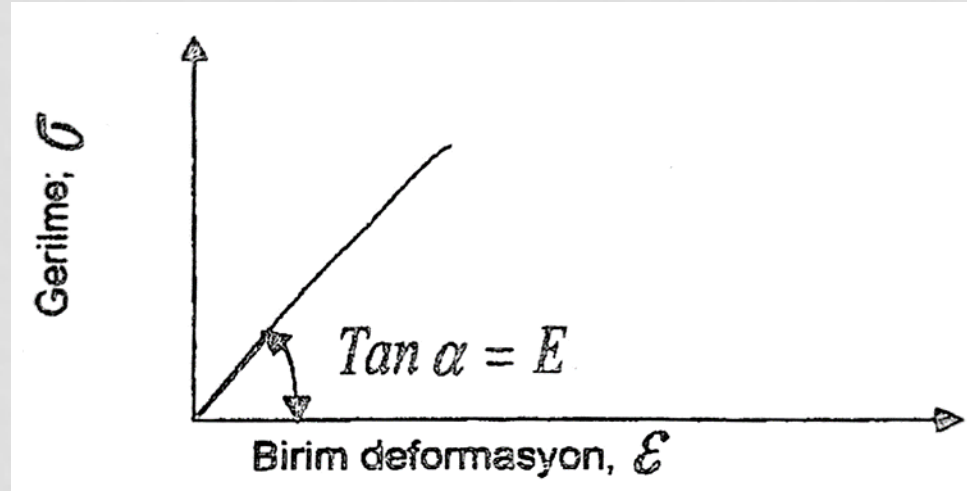
$$\Sigma = \Delta l / l$$

$$\sigma = F / A$$

$$\sigma = E \cdot \Sigma$$

$$F / A = E \cdot \Delta l / l$$

$$\Delta l = (F \cdot l) / (A \cdot E)$$



Şekil 33. Gerilme-birim deformasyon eğrisi

- E : Elastikiyet Modülü,
- σ : Gerilme,
- F : Uygulanan Kuvvet,
- A : Temas Alanı,
- Σ : Birim Deformasyon,
- Δl : İlk Uzunluk İle Son Uzunluk Arasındaki Fark,
- L : İlk Uzunluk.

BİYOLOJİK MALZEMENİN KUVVET ETKİSİ ALTINDAKİ DAVRANIŞI

HERTZ'in Çözümü

İki elastik isotropik gövdedeki gerilmenin çözümünde HERTZ'in çözümü göz önüne alınmaktadır. Ancak bazı kabullenmeler de söz konusu olmaktadır. Bunlar;

- 1- Temas eden materyal gövdeleri homojendir
- 2- Uygulanan yük statiktir.
- 3- Hook kanunu geçerlidir.
- 4- Gövdenin temas eden noktalarının dışındaki, diğer uç kısmındaki gerilmeler sıfır olarak değerlendirilir.
- 5- Temas edilen katı materyalin radyusu, temas eden ucun radyusuna göre çok büyüktür.
- 6- Temas eden yüzeylerin düzgün olması gerekir, böylelikle yanıl kuvvetler elimine edilebilir

BİYOLOJİK MALZEMENİN KUVVET ETKİSİ ALTINDAKİ DAVRANIŞI

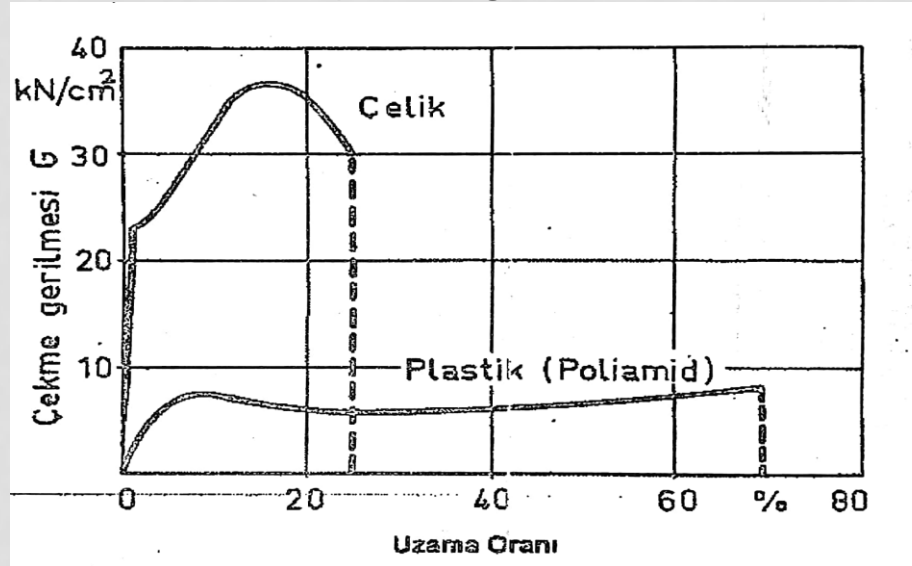
Tarımsal materyaller sanayi ürünlerinden tamamen farklı özellik göstermektedirler. Şekil 34'de sanayi ürünlerinden çelik ve plastikte kuvvet etkisi altında ortaya çıkan birim deformasyon ve gerilme değerleri verilmiştir.

- Çelik sert bir malzemedir ve birim alana uygulanan kuvvet nedeni ile gerilme aniden artış gösterirken birim deformasyon oldukça düşük düzeyde kalmakta ve gerek diğer sanayi ürünü olarak plastiğe göre gerekse tarımsal materyallere oranla hızlı artan gerilme sonucunda yeterince uzama meydana gelmeden kopma gerçekleşmektedir.
- Plastikte ise, gerilme değerleri düşük düzeyde kalıp fazla değişmediği halde, uzama oranı % 70 düzeyine kadar çıkabilmektedir.

BİYOLOJİK MALZEMENİN KUVVET ETKİSİ ALTINDAKİ DAVRANIŞI

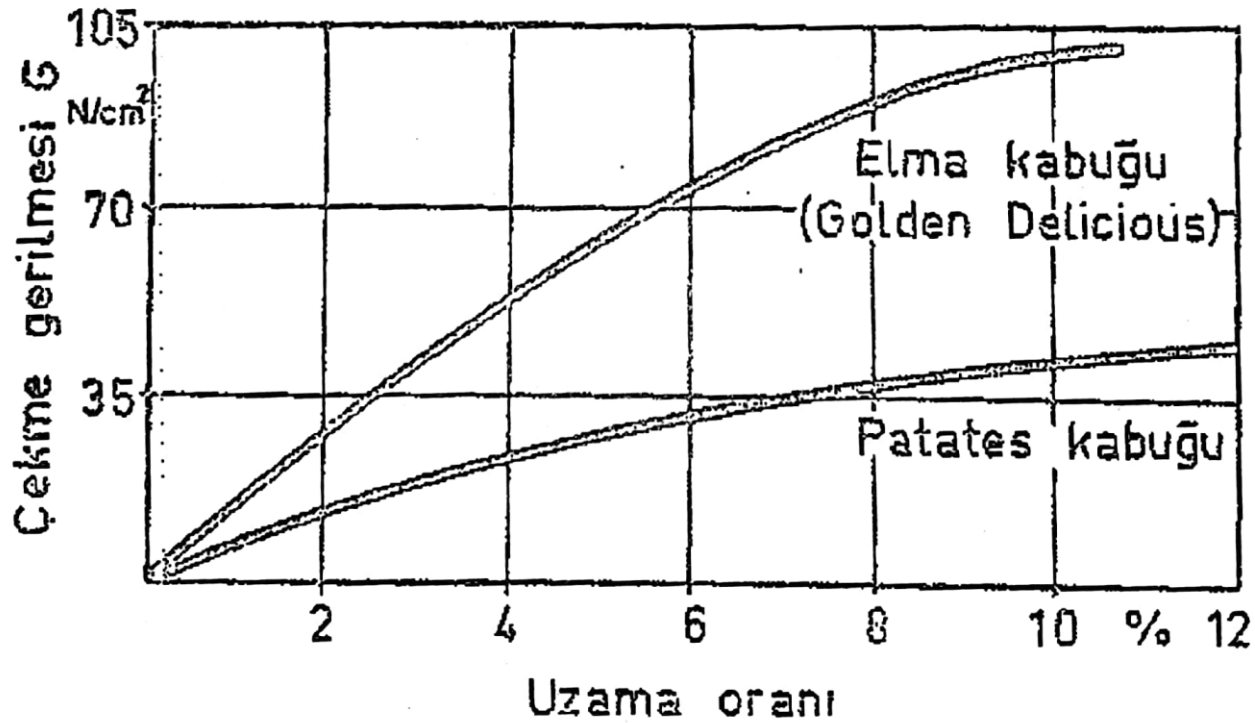
- Kopma bu iki sanayi materyalinde farklı uzama oranlarında gerçekleşmektedir.
- Tarımsal materyallerde ise, gerilme-uzama oranı arası ilişkiler sanayi ürünlerindeki davranışlara **benzememektedir**.
- Örneğin patates ve elma kabuğunda çekme kuvveti etkisi ile ortaya çıkan gerilme arttıkça uzama oranının da arttığı görülmektedir. Kopma, sanayi ürünlerine göre daha küçük gerilme değerlerinde ortaya çıkmaktadır.

Bu özellik biyolojik materyalin yapısal özelliği ile yakından ilgilidir (Şekil 35). Bu farklı özelliklerinden dolayı tarımsal materyallerle ilgili olarak bazı kabullenmelerin yapılması zorunlu olmaktadır.



Şekil 34. Çelik ve plastikte çekme gerilmesi-birim deformasyon (uzama oran) ilişkisi

BİYOLOJİK MALZEMENİN KUVVET ETKİSİ ALTINDAKİ DAVRANIŞI



Şekil 35. Elma ve patates kabuğunda çekme gerilmesi- birim deformasyon (uzama oranı) ilişkisi