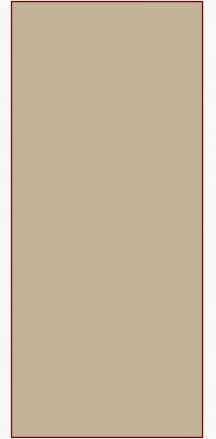


BİYOLOLOJİK MALZEMENİN TEKNİK ÖZELLİKLERİ

PROF. DR. AHMET ÇOLAK



MEKANİK ZEDELENME

b. Delme ve sıkıştırma

Üniversal sıkıştırma cihazıyla ürün ya belli bir yükleme hızında delinir veya iki paralel plaka arasında sıkıştırılır. Instron üniversal sıkıştırma test cihazı buna örnek olarak verilebilir (Instron, 2009). Statik yükleme yapar ve kuvvet-deformasyon (K-D) eğrisi elde eder. K-D eğrisinden ürünün görünür esneklik modülü elde edilir ve bu modül ürünün sertlik indeksi olarak kullanılır. Ancak bu yöntem genellikle malzeme mühendisleri tarafından tercih edilir; meyve ve sebzeler için pratik bir test tekniği değildir. Ancak K-D eğrisi ürünün mekanik özelliklerine ilişkin gayet sağlıklı ve ayrıntılı bilgi içerir.

MEKANİK ZEDELENME



MEKANİK ZEDELENME

Ürünü Zedelemeyen Yöntemler

a.Akustik impuls tepki yöntemi:

Aweta akustik sertlik ölçme cihazı bu yöntemle çalışır. Cihaz ürüne hafifçe tıklayarak ürünün vereceği ses sinyalini analiz eder, bu esnada bir yük hücresiyle meyvenin kütlesini de tartar, bir yazılım yardımıyla ürünün akustik sertliğini belirler.

b.Çarpma tepki yöntemi:

Sinclair IQ cihazı bu yöntemle çalışmaktadır. Ürün küçük bir yükseklikten bir plaka üzerine zedelenmeyecek şekilde düşürülür. Ya da ürüne bir çarpma elemanı ile yine ürünü zedelemeyecek ölçüde çarpma gerçekleştirilir. Ürünün her iki durumda da gösterdiği tepki algılanarak sertlik değeri belirlenir. Cihaz 0-100 arasında değişen sertlik değerleri verir. Bu değerler Sinclair Sertlik İndeksi (SSI) olarak adlandırılır. 0 değeri ürünün yumuşak, 100 değeri ise ürünün sert olduğunu ifade eder.

MEKANİK ZEDELENME



MEKANİK ZEDELENME

c.Hava akımıyla deformasyon:

Lazer tekniğinin kullanıldığı bu yöntemde enine sıkıştırılmış hava üflenerek hafif bir deformasyon oluşturulur, 'sert ürünün deformasyonu yumuşak ürüne göre daha azdır' ilkesinden hareketle ürünün sertliği elde edilir. Lazer hava üflemeli sertlik cihazı buna örnek verilebilir.

d.Diğer yöntemler:

Makina vizyon sistemi, ultrasonik yöntem, manyetik rezonans (NMR) tekniği, kızılaltı ışın yöntemi (NIR), elektronik burun vd. Bu yöntemlere ilişkin ayrıntılı bilgi Bölüm 10'da yer almaktadır. Ayrıca Hung ve arkadaşları (2001) ile Abbott (1999) meyve ve sebzelerde sertlik ölçümüyle ilgili ölçme tekniklerini özetlemişlerdir.

MEKANİK ZEDELENME

Meyvelerde Zedelenmenin Belirlenmesi

Meyve ve sebzeler hasat ve hasat sonrası işlemler esnasında değişik mekanik zedelenmelere maruz kalırlar. Zedelenme ürünün renginde, tat ve aromasında ve bünyesinde bir takım değişikliklere neden olur, bu değişiklikler nihai ürünün market değerini olumsuz yönde etkiler. Dolayısıyla zedelenmenin miktarının belirlenmesi önem arz etmektedir. Meyve ve sebzelerde zedelenmenin belirlenmesiyle ilgili çarpma deneyleri yapılmakta, bu konuda geliştirilmiş eşitlikler yardımıyla zedelenme miktarı belirlenebilmektedir. Zedelenmeye Etki Eden Etmenler

Zedelenmeye etki eden etmenlerle ilgili araştırma sonuçları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- a-Zedelenme hacmi ürünün düşme yüksekliğiyle doğru orantılıdır. Düşme yüksekliği arttıkça ürünün zedelenme miktarı artar.
- b- Çarpma plakasının malzemesi de zedelenmeye etki eder. Esneklik modülü yüksek olan çarpma plakasında ürünün zedelenme miktarı da yüksektir.
- c- Zedelenme miktarıyla ürün sıcaklığı arasındaki ilişki de araştırılmış, ancak çelişkili sonuçlar elde edilmiştir.

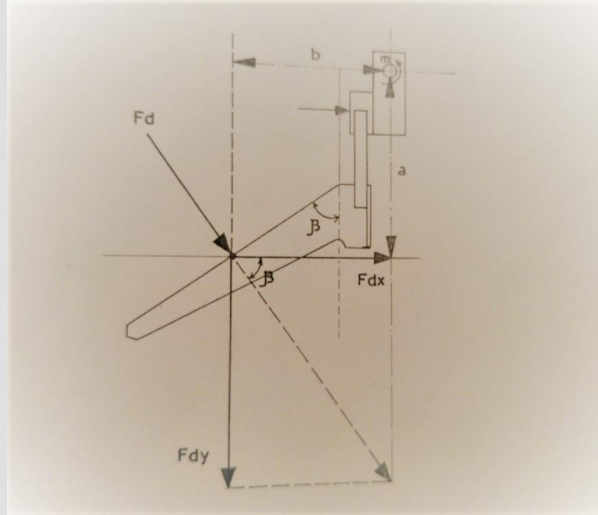
MEKANİK ZEDELENME

Zedelenmiş Ürünlerin Ayıklanması

Geleneksel yöntemde bu işlem ürün bandının etrafına sıralanan işçiler yardımıyla yapılmaktadır. Geleneksel yöntem işçiliğe ve uzun zamana ihtiyaç duyar. Bu işi otomatik olarak yapan ve zedelenmiş ürünü normal üründen on-line olarak ayıklayan makine vizyon sistemleri geliştirilmiştir. Ancak bu sistemler ürün içindeki zedelenmeyi fark etmede yeterli değildirlerdir. Bu iş için akustik impuls tepki yöntemi, çarpma sensörü, nükleer manyetik rezonans (NMR) yöntemi, manyetik rezonans görüntüleme (MRI) tekniği, multispektral veya hiperspektral görüntü teknikleri geliştirilmiştir.

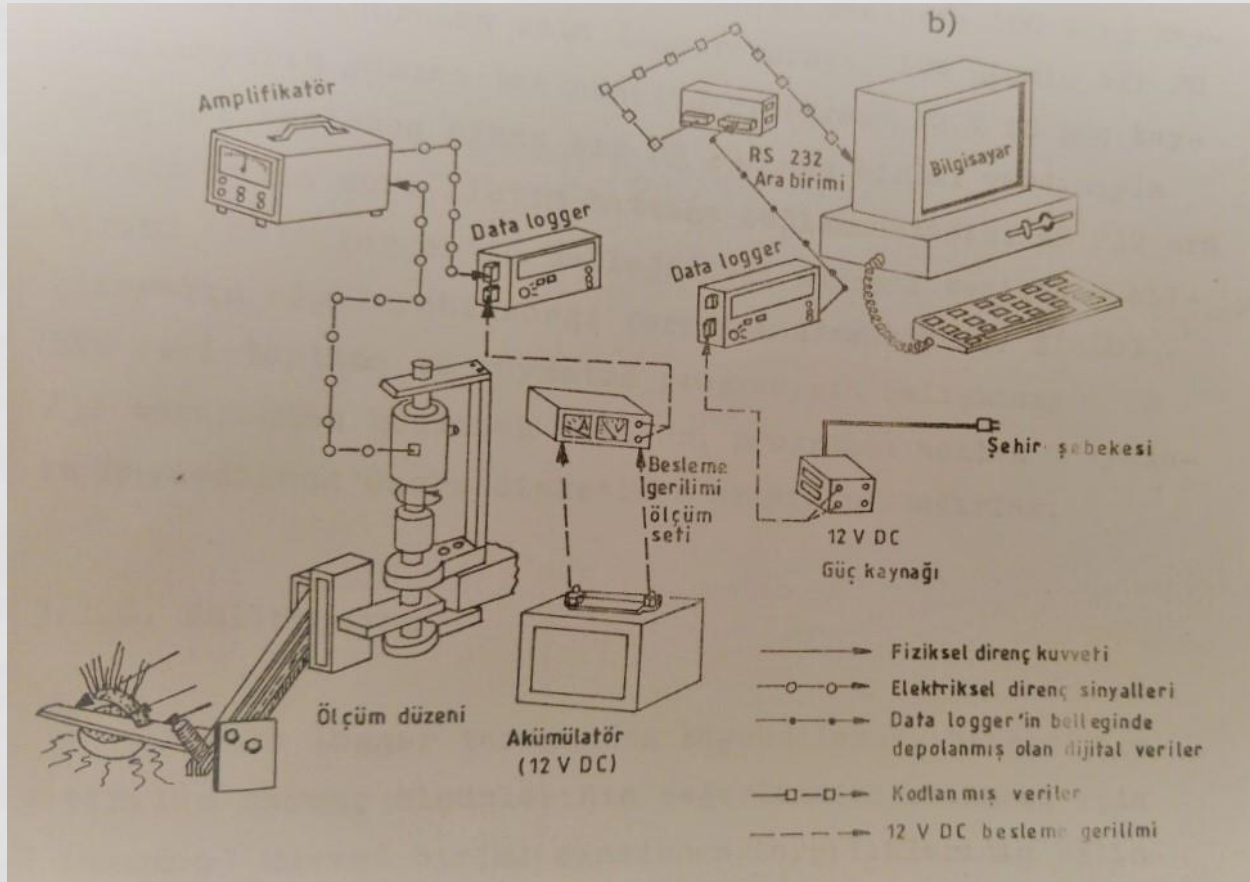
KESİLME DİRENCİ

- Çolak, (1990) yapmış olduğu doktora çalışmasında şekil 40'da görülen ölçü sistemi yardımıyla şekerpancarı kök gövdelerinin başlarının kesilmesi sırasındaki kesilme dirençlerini ölçerek dijital olarak kaydetmiştir. Çalışmada başkesme bıçağına gelen kuvvetlerin görünüşü şekil 40'da, ölçüm sistemi ise şekil 41'de verilmiştir.



Şekil 40. Baş kesme bıçağına etki eden kuvvetler

MEKANİK ZEDELENME



Şekil 41. Şekerpancarı baş kesme direnci ölçüm sistemi

REOLOJİ

REOLOJİ

Cisimler statik ve dinamik yükler altında şekil değiştirme ve akma özelliği gösterir. Cisimlerin kuvvet etkisiyle deformasyonu zaman faktörünü de göz önünde bulundurarak inceleyen özel bilim dalına **REOLOJİ** denir. Buna göre, reolojik özellikler cismin mekanik davranışını:

- 1- Kuvvet,
- 2- Şekil Değiştirme,
- 3- Zaman

olmak üzere üç parametre ile tanımlamaktadır. Zamana bağlı olarak gerilme uzama oranı ilişkisini, sünme ve gevşeme, viskozite v.b. davranışlar bu konuya girmektedir.

Biyolojik materyaller kuvvet etkisi altında farklı davranışlar gösterirler. Uzama, elastik ya da plastik deformasyonlar gösterebildiği gibi kopma da söz konusu olabilir. Bu da ürünün nemi, sıcaklığı, viskozitesi, porozitesi v.b. özelliklerine bağlı olarak değişir.

REOLOJİ

Biyolojik sistemler:

Tarımsal ürünlerin herbiri çeşitli özelliklerin birleşiminden oluşan bir biyolojik sistemdir. Sanayi ürünlerinden farklı olarak biyolojik malzeme canlıdır. Sürekli olarak şekil ve büyüklüğü değişmekte, solunum devam etmektedir.

Gerek hasat öncesi, gerek hasat sonrasında hücreler nem, sıcaklık, besin maddelerinin iletimi, enerji harcama gibi dış faktörlerin etkisi altındadır.

Ayrıca, kontrolü çok güç olan biyokimyasal ve mikrobiyolojik olaylarda süregelmektedir.

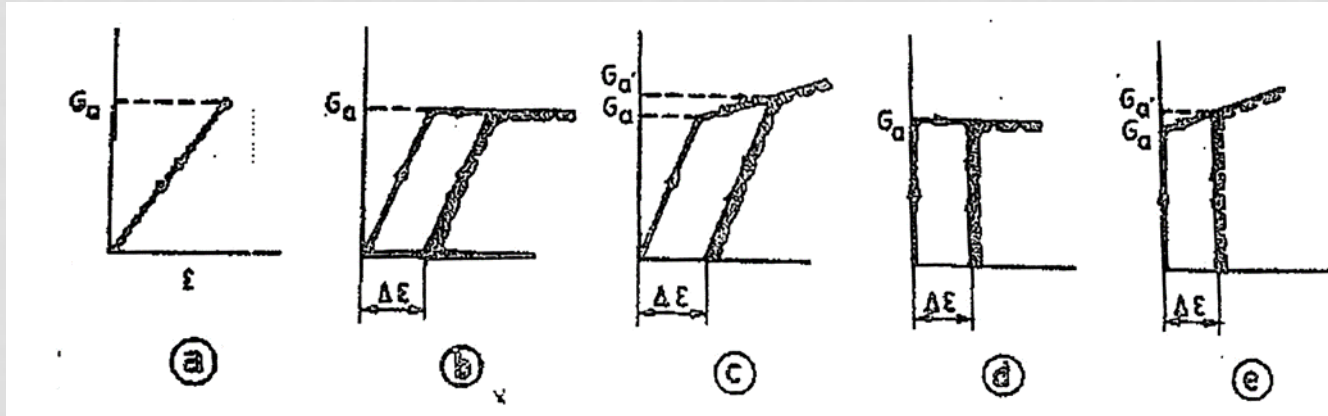
Diğer yandan, biyolojik katılarda elastiklik, fizyolojik durum ve yaşla birlikte değişme göstermektedir. Aynı durum biyolojik sıvılar için de söz konusudur.

Bu nedenle biyolojik sistemlerin reolojilerini incelemek çok güç olup çoğu kez ampirik yaklaşımlar yapılmaktadır. Böylece ya sadece incelenen durum ve koşullar için geçerli sonuçlar bulunmakta ya da pratik olmayan, limitleri dar, karmaşık matematiksel ilişkiler bulunmaktadır.

REOLOJİ

Biyolojik malzemelerin mekanik özelliklerinin çok karmaşık olması, bunların hepsinin birden göz önünde tutulmasını güçleştirmektedir. Bu nedenle reoloji yük, şekil değiştirme, zaman parametrelerinin incelenmesini basitleştirilmiş modeller ve ideal cisimlerle incelemektedir. Şekil değiştiren katı cisimler mekaniğinde elastiklik ve plastiklik özellikleri şu cisimlerle tanımlanmaktadır:

1. Elastik Hook Cismi
2. Elastoplastik Cisim
3. Pekleşen Elastoplastik Cisim
4. Rijit Plastik Cisim
5. Pekleşen Rijit Plastik Cisim



Şekil 42. İdeal cisimlerin kuvvet etkisi altında gösterdiği davranışlar

- a) Elastik hook cismi, b) Elastoplastik cisim, c) Pekleşen elastoplastik cisim
d) Rijit plastik cisim e) Pekleşen rijit plastik cisim

REOLOJİ

1. Elastik Hook Cismi

Elastik Hook cismi, gerilme ile birim deformasyon (uzama oranı) arasında doğrusal ilişki bulunan tam elastik modeldir. Sistemde kuvvet etkisi ile uzama oluşur, kuvvet kalktığında eski haline döner. (Şekil 42 a). Ancak bunu biyolojik materyalde görmek mümkün değildir. Mutlaka bir deformasyon oluşacaktır.

2. Elastoplastik cisim

Elastoplastik cisimde gerilme sınırın aşılınca plastik şekil değiştirmeyi ifade eden bir akma vardır. Yük kalksa bile başlangıç noktasına dönülememekte, kalıcı bir deformasyon görülmektedir. (Şekil 42 b)

3. Pekleşen Elastoplastik Cisim

Yükleme ve boşaltma tekrarlandıkça σ_A , akma sınırının daha üst düzeydeki bir σ_A' gerilmesine yükseldiği görülür. (Şekil 42 c)

4. Rijit Plastik Cisim

Rijit plastik cisimde elastik tipteki gibi bir şekil değiştirme olmadığı kabul edilir. Belirli bir gerilme değerine kadar (σ_n) cismin üzerindeki iki nokta arasındaki uzaklık değişmemektedir. Bu sınırın aşılmasıyla akma başlamakta ve kalıcı uzama meydana gelmektedir. Gerilmenin artması ile boy uzamasının belirli bir sınıra kadar ilgisi bulunmamaktadır. (Şekil 42 d)

REOLOJİ

5. Pekleşen Rijit Plastik Cisim

σ_A sınırı üzerinde gerilmeye bağılı olarak artan bir şekil değişimi izlenmekte olup, yükleme boşaltma tekrarlandığında bu sınır σ_A gibi daha büyük bir değere ulaşmaktadır. (Şekil 42 e)

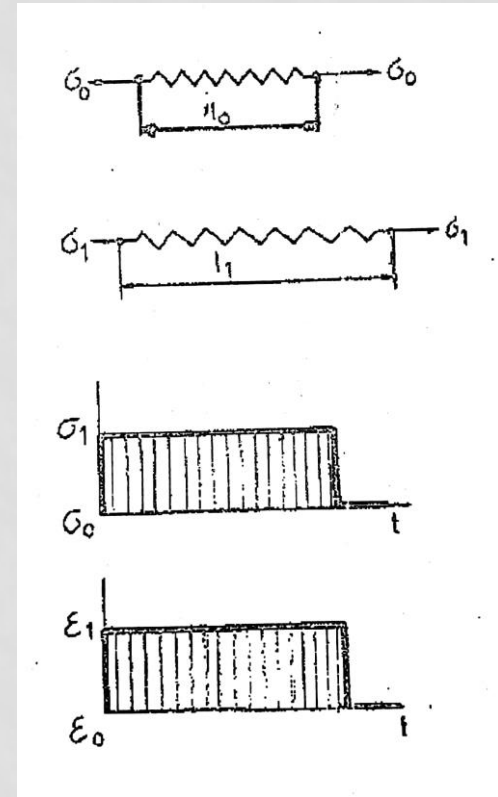
Görüldüğü gibi ideal cisimlerin bu modellerinde zaman faktörü göz önünde tutulmamıştır. Zaman faktörünü de göz önünde tutan yani reolojik özellikleri tanımlayan iki temel model ile bunların paralel ve seri bağlanmasından oluşmuş dört türev cisim modeli vardır. Bunlar:

1. Hook cismi
2. Newton cismi
3. Maxwell cismi
4. Kelvin cismidir.

REOLOJİ

1. Hook Cismi

Hook modeli basit bir yay tarafından temsil edilir. Bir yayın gösterdiği özelliklerin malzeme tarafından aynen gösterildiği kabul edilir (Şekil 43). Böyle bir cisim için gerilme birim deformasyon bağıntısı aşağıda verilmiştir, Elastisite modülü malzeme için karakteristik basit bir değerdir.



Şekil 43. Hook cismi

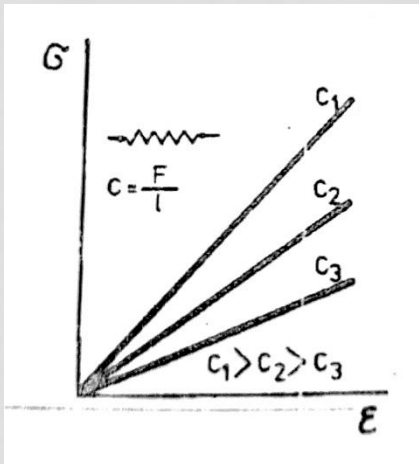
REOLOJİ

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

$$E = \frac{\sigma}{\Sigma}$$

$$E = \frac{\text{\textit{\u00e7eki-bası gerilmesi}}}{\text{\textit{birim deformasyon}}}$$

Hook cisminde kuvvetin (Yük) kalkması ile gerilme ve birim deformasyon sıfıra döner. Farklı yay katsayılarındaki değişik yaylarda farklı eğimlerde gerilme-birim deformasyon doğruları elde edilir(Şekil 44).

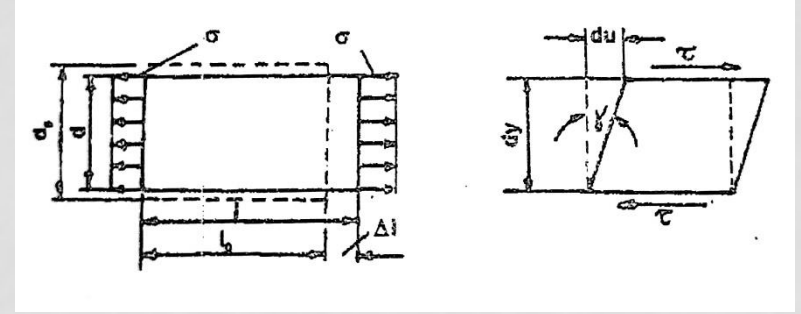


Şekil 44. Farklı yay katsayılarına sahip yaylarda gerilme-birim deformasyon ilişkisi

REOLOJİ

Hook yasasına uyan cisim kayma gerilmesine maruz kalırsa ortaya çıkan kayma modülü aşağıda verilen eşitlikle hesaplanır (Şekil 45).

$$G = \frac{\tau}{\gamma}$$



Şekil 45. Hook cisminde kayma gerilmesi- kayma birim deformasyon

G : Kayma modülü,

τ: kayma gerilmesi,

γ: Kayma gerilmesi birim deformasyonu

$$\gamma = \frac{du}{d_b}$$

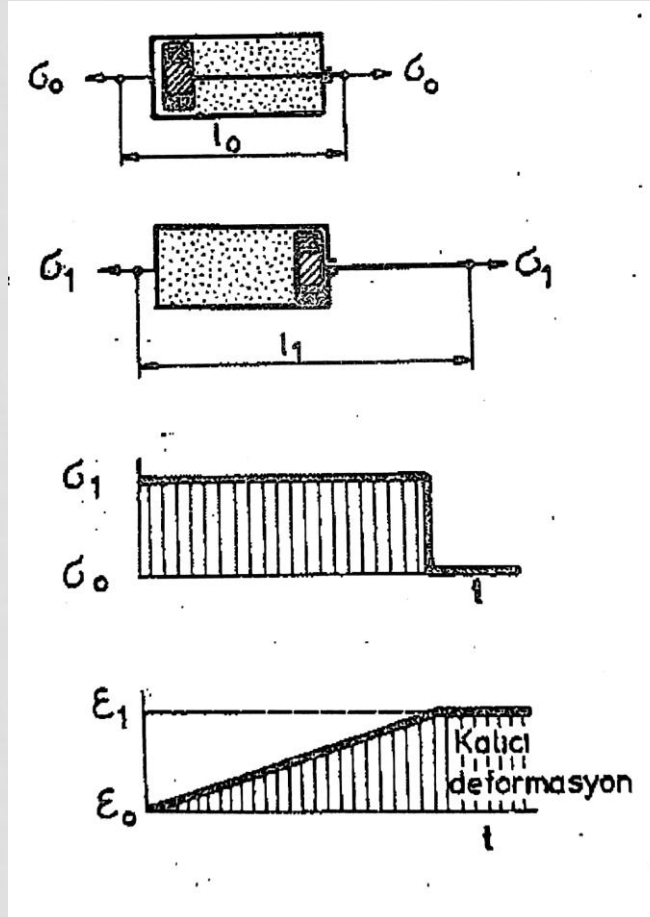
REOLOJİ

2. Newton Cismi

Newton modeli pistonlu yağ kutusu ile tanımlanmaktadır. Yük etkisi altında pistonun hareket edebilmesi için yağın pistondaki deliklerden karşı tarafa geçmesi gerekir. Yağın geçmesi için gerekli zaman pistonun üzerindeki delik sayısına, kesit alanına ve yağ viskositesine bağlıdır (Şekil 46). Sabit bir σ_1 gerilmesinden sonra ulaşılan Σ_1 birim deformasyonu yük kaldırılrsa bile değişmeyecek, kalıcı deformasyon görülecektir. Newton akışkanlarını tanımlayan bu modelde $\left(\frac{d\Sigma}{dt}\right) = \left(\frac{\sigma}{\eta}\right)$ bağlantısını verebilen bir davranış gösterecektir.

$\eta = \sigma \cdot \left(\frac{dt}{d\Sigma}\right)$ olup, η malzeme için karakteristik bir sabittir.

REOLOJİ



Şekil 46. Newton cismi