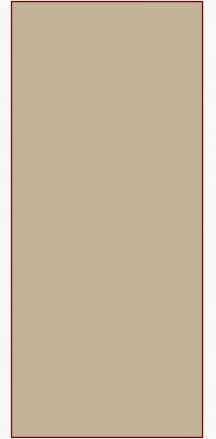


BİYOLOLOJİK MALZEMENİN TEKNİK ÖZELLİKLERİ

PROF. DR. AHMET ÇOLAK



REOLOJİ

3. Maxwell Cismi

Maxwell modeli Hook ile Newton modellerinin seri bağlanmasından oluşmuştur (Şekil 47). Böyle bir sisteme yük uygulanmasıyla önce yay birdenbire Σ_1 uzaması sağlayacak, daha sonra da yağ kutusunda zamana bağlı olarak ek bir uzama olacaktır. Yük kalktığında yay derhal kısalacak ancak piston geri dönemeyecektir. Bu modelde yaylara ait Hook yasası ile viskoz maddeleri için Newton yasası göz önüne alınır (y: yay; v: viskosite).

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

$$\eta = \frac{\sigma v}{\Sigma v}$$

Maxwell modelinde uzama sistemi oluşturan iki cismin uzamalarının toplamına eşittir.

$$\Sigma = (\Sigma_y + \Sigma_v)$$

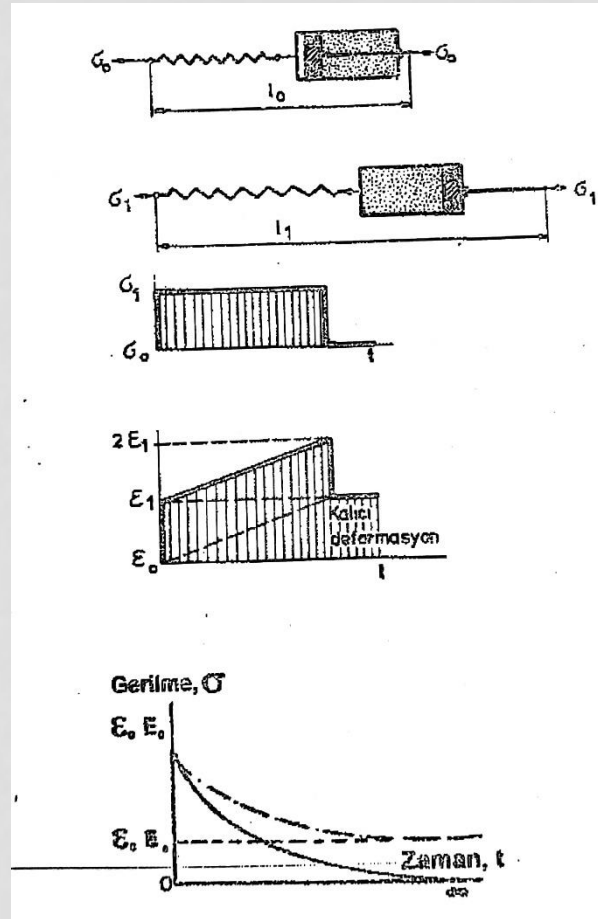
$$\Sigma = \left(\frac{\sigma}{E}\right) + \left(\frac{\sigma}{\eta}\right)$$

η : dinamik viskozite

Gerilme aynıdır. Çünkü aynı kuvvet hem yayda hem de viskoz elemanda tanınmaktadır.

$$\sigma = \sigma_y = \sigma_v$$

REOLOJİ



Şekil 47. Maxwell cismi

REOLOJİ

4. Kelvin Cismi

Kelvin modeli, Hook ve Newton modellerinin birbiri ile paralel bağlanmasından elde edilmiştir (Şekil 48). Böyle bir sisteme yük uygulandığında yay birden bire uzamak isteyecek fakat yağ kutusunun frenleme etkisi ile karşılaşacaktır. Yayın ve yağ kutusunun zamana bağlı olarak alabileceği maksimum uzunluğa ulaşıldıktan sonra yük kaldırılırsa, yay eski boyuna dönmeye çalışacaktır. Böylece kendi kendisine eski boyuna dönme yeteneğinde olmayan piston da yay yardımıyla ilk boyuna döndürülecektir. Ancak, bunun için belirli bir zamana ihtiyaç vardır.

$$\sigma = E \cdot \Sigma + \eta \left(\frac{d\Sigma}{dt} \right)$$

$$\Sigma_v = \Sigma_y = \Sigma$$

$$\sigma = \sigma_y + \sigma_v$$

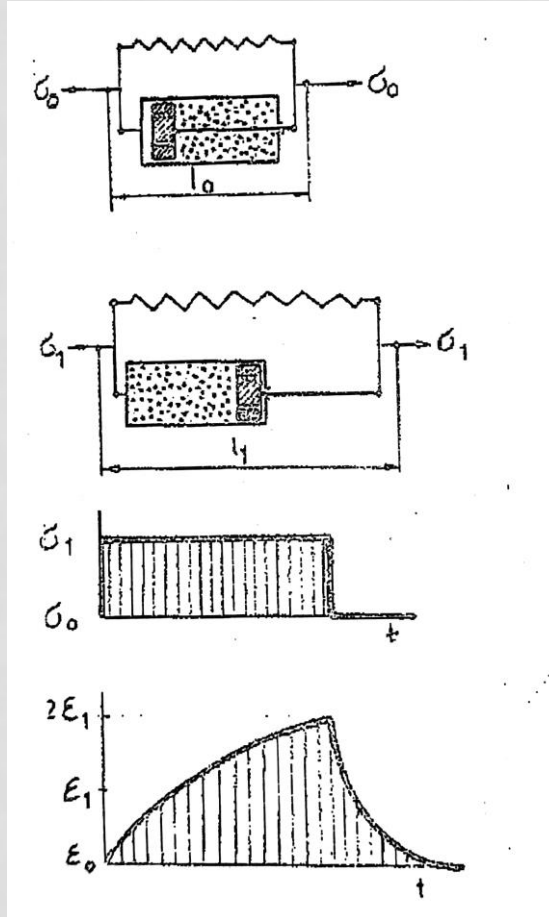
Σ_v : viskoz cisimdeki uzama,

Σ_y : yaydaki uzama,

σ_y : yaydaki gerilme,

σ_v : viskoz cisimdeki gerilme

REOLOJİ



Şekil 48. Kelvin cismi

REOLOJİ

Bu temel modeller reolojik davranışların ancak bir kısmını açıklayabilir. Çok karmaşık olan başka bazı davranışlar bu modellerin çeşitli kombinasyonları ile türetilir:

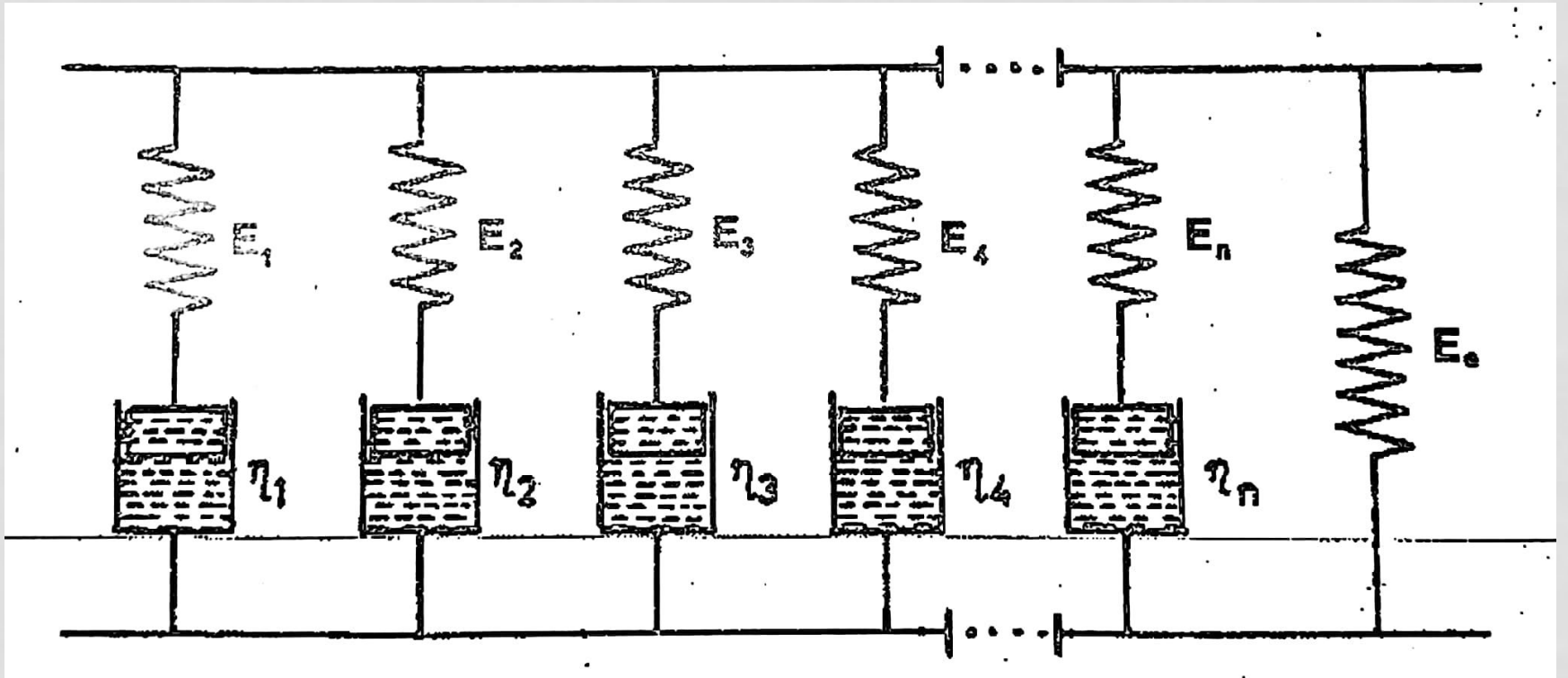
1. Genelleştirilmiş Maxwell cismi

Genelleştirilmiş Maxwell cisminde n adet Maxwell cisminin paralel bağlanması esas alınmıştır (Şekil 49). Bu durumda sonuncu yayın E_e elastikiyet modülü basınç sönümlenme sırasındaki denge modülüne karşılıktır. Eğer bu cisimde, $t = 0$ zamanında sabit bir uzama oluşturulursa, cisimdeki toplam gerilme:

$$\sigma = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \dots + \sigma_n + \sigma_e$$

olacaktır.

REOLOJİ



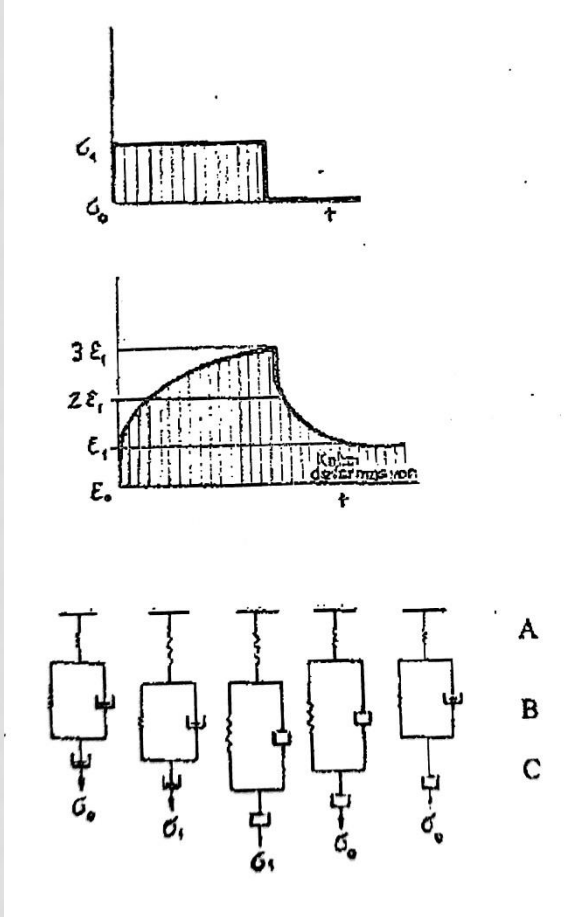
Şekil 49. Genelleştirilmiş Maxwell cismi

REOLOJİ

2. Burger cismi

Bu cisim gıda maddelerinin özelliklerine daha yakın bir davranış göstermektedir. Bu cisim de seri olarak bağlanmış yağ kutusu ile yaydan ve paralel bağlanmış yine yağ kutusu ve yaydan oluşmaktadır (Şeki! 48). Dört elemanlı cisimde gerilme, uzama gibi davranışlar Şekil 50'de belirtildiği gibi A, B, C ünitelerinde incelenebilir.

REOLOJİ



Her üç ünite de uzamalar ve gerilmeler eşittir.
Tüm gerilmeler Hook elastikiyetine ve kısmen de Newtonian viskozitesine sahiptir.

$$\epsilon = \epsilon_A + \epsilon_B + \epsilon_C$$
$$\sigma = \sigma_A = \sigma_B = \sigma_C$$

$$\sigma_A = E \cdot \epsilon_A \text{ (herhangi bir zamandaki deformasyon)}$$

$$\sigma_B = E_r \cdot \epsilon_B + \eta \cdot \epsilon'_B \text{ (gecikmiş elastik deformasyon)}$$

$$\sigma_C = \eta_v \cdot \epsilon'_C \text{ (Newton akışı)}$$

$$\epsilon'_A \text{ ve } \epsilon'_B = d\epsilon/dt \text{ (B ve C üniteleri için gecikmiş deformasyonlar)}$$

Şekil 50. Burger cismi

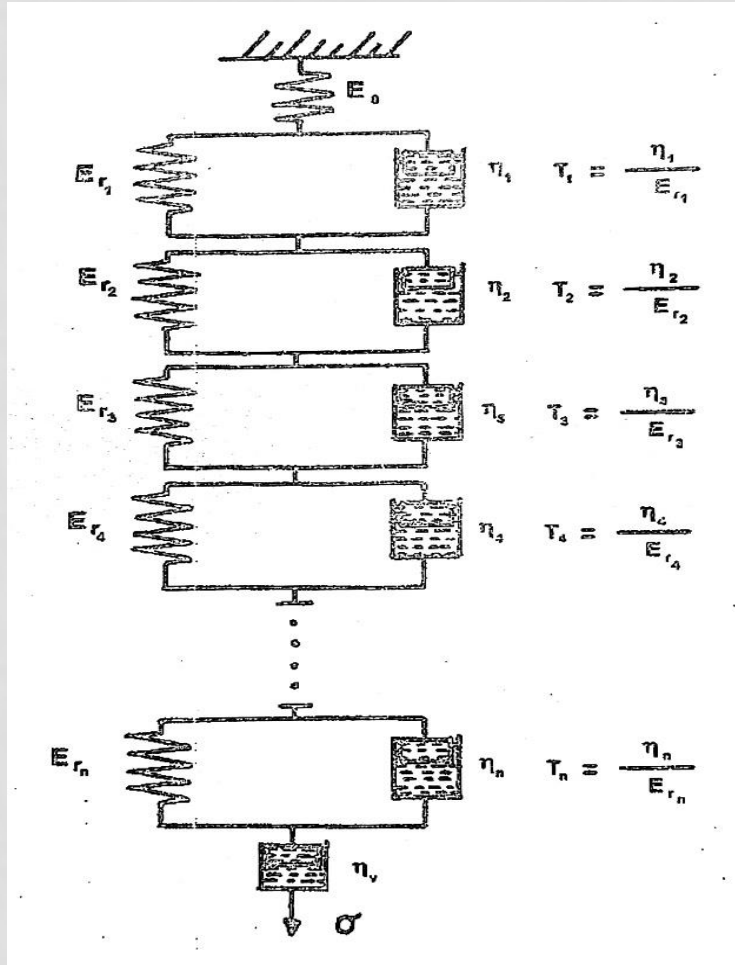
REOLOJİ

3. Genelleştirilmiş Kelvin Cismi

Genellikle bitkisel ürünlere en fazla uyan model budur. Bitkisel ürün davranışını açıklamada tek başına ne Maxwell, ne de Kelvin modeli yeterli olmamaktadır. Çünkü bitkisel ürünlerde şekil değiştirme sırasında zaman kaybı vardır.

- Bu sistemde üst kısımda yay, altında n adet Kelvin cismi bulunur.
- Tarımsal materyallerde yük etkisi ile oluşan davranışlar materyalin sertliğine, nem düzeyine, uygulanan basınca bağlı olarak da değişmektedir (Şekil 51).

REOLOJİ



T_1, T_2, T_3, T_n modeldeki elemanlara karşılık gelen farklı gecikme zamanlarıdır.

Şekil 51. Genelleştirilmiş Kelvin Cismi