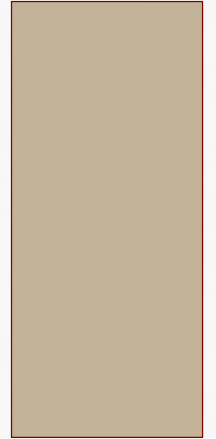


BİYOLOLOJİK MALZEMENİN TEKNİK ÖZELLİKLERİ

PROF. DR. AHMET ÇOLAK



SÜRTÜNME

SÜRTÜNME

Sürtünme katsayısının bilinmesi mühendislikte makina tasarımı ile ilgili çalışmalarda büyük önem taşımaktadır. Herhangi bir otun kesilebilmesi, durağan haldeki herhangi bir tarımsal materyalin yerçekimi kuvveti etkisi ile akmaya başlayabilmesi veya birbiri ile temas eden yüzeylerden birinde ilk hareketin başlatılabilmesi için kullanılacak güç kaynağının belirlenebilmesinde öncelikle statik sürtünme kuvvetinin bilinmesi ve bu kuvvetin yenilmesi gerekir.

Hareket başladıktan sonra akışın ya da hareketin devam edebilmesi için gereken güç, kinetik sürtünme direnci ile ilgilidir. Sürtünme kuvveti değerleri üründen ürüne değiştiği gibi aynı çeşitte bile farklı nem değerleri için değişim göstermektedir. Bu gibi nedenlerle ürün bazında ayrı ayrı denemelerin yapılması zorunlu olmaktadır.

Depolama, ayırma, sınıflandırma işlemlerinin yapılmasında da sürtünme direnci katsayısı önemli fiziksel parametrelerden birisi olmaktadır.

SÜRTÜNME

Sürtünme Kanunları

Bir cisme bir kuvvet uygulandığında bu kuvvete zıt yönde cismin temas ettiği yüzey ile cisim arasında bir kuvvet oluşur. Bu kuvvete **Sürtünme Kuvveti** adı verilir. Sürtünme kuvveti harekete zıt yönde olup, harekete engel olmaya çalışır. İlk hareketin başlayabilmesi için **statik sürtünme kuvvetinin** yenilmesi gerekir. Bir kez hareket başladıktan sonra bu statik sürtünme kuvveti giderek azalmaya başlar. Böylece daha düşük bir kuvvet ile hareketine devam eder. Yüzeyler arasındaki relatif hareket **Kinetik Sürtünme Kuvveti** olarak adlandırılır. İlk kez Amontons tarafından ifade edilen daha sonra Coulomb tarafından ispatlanan sürtünme kanunları aşağıda belirtilmiştir:

- 1- Sürtünme kuvveti» normal yük ile orantılıdır
- 2- Sürtünme kuvveti sürtünme yüzeyinin alanına bağlı değildir
- 3- Sürtünme kuvveti büyük oranda hızdan bağımsızdır.
- 4- Sürtünme kuvveti temas eden materyalin yapısal özelliklerine bağlıdır.

SÜRTÜNME

Ürünün temas yüzeyine dik Normal (N) kuvveti ile F_s , sürtünme kuvveti arasındaki oran Sürtünme katsayısı olarak adlandırılır (Şekil 52).

$$f = F_s / N$$

f: Sürtünme katsayısı

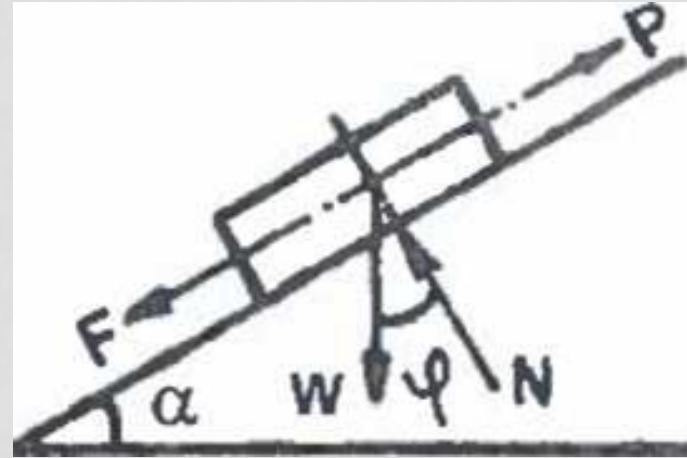
W: Materyalin ağırlığı

F_s : Sürtünme kuvveti

$$F_s = W \cdot \sin \alpha$$

$$N = W \cdot \cos \alpha$$

$$f = (W \cdot \sin \alpha) / (W \cdot \cos \alpha) = \tan \alpha$$



Şekil 52, Sürtünme kuvveti

SÜRTÜNME

Bu katsayı, eğik yüzeylerdeki eğimin (açının) tanjantına eşittir. Düz yüzeylerde materyal ağırlığı (W) ve Normal kuvvet (N) aynı değerde fakat zıt yönlüdür.

Bu durumda,

$$f = F_s / W$$

olarak yazılabilir.

Tarımsal Ürünlerdeki Statik ve Kinetik Sürtünme Katsayısı

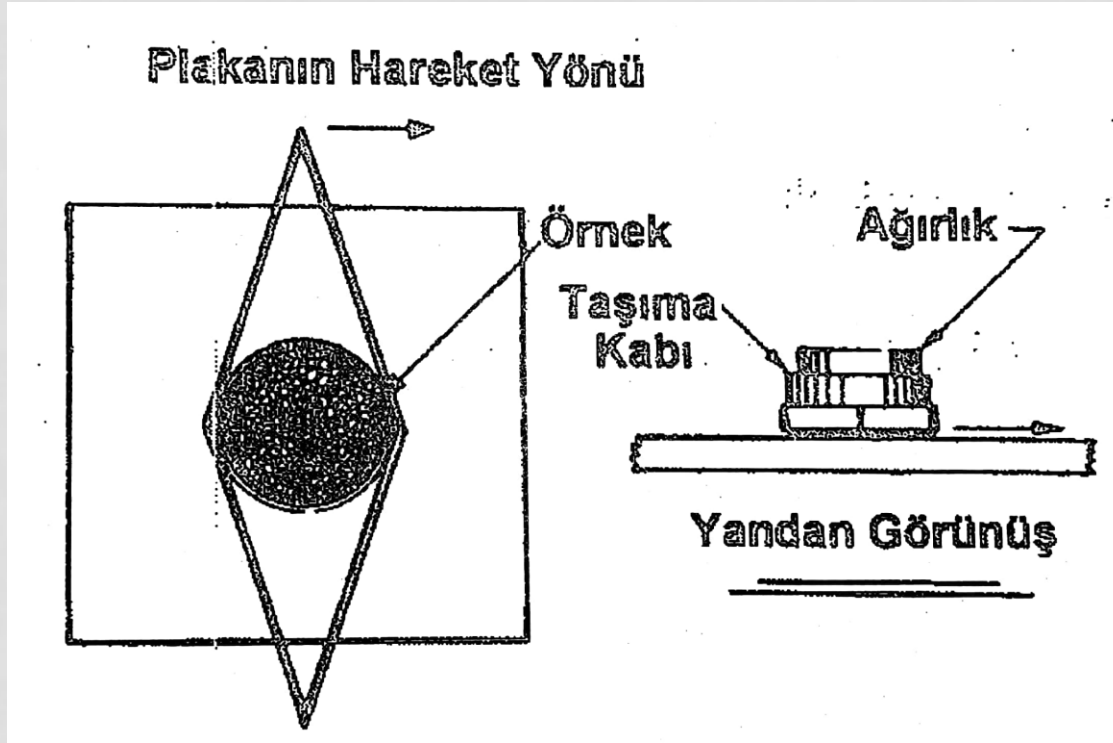
Statik ve kinetik sürtünme katsayılarının belirlenebilmesi için bazı denemelerin yapılması gerekir. Sürtünme dirençlerinin belirlenebilmesi için yapılan denemelerde amacına uygun şekilde tasarlanmış özel ölçüm düzenleri kullanılmaktadır. Örneğin dönen diskler ya da yatay plakalar bunlardan bazılarıdır.

SÜRTÜNME

Şekil 53 a'da görülen ölçüm düzeni tahıl gibi taneli materyallerin sürtünme dirençlerinin ölçülmesinde kullanılmaktadır. Bu amaçla;

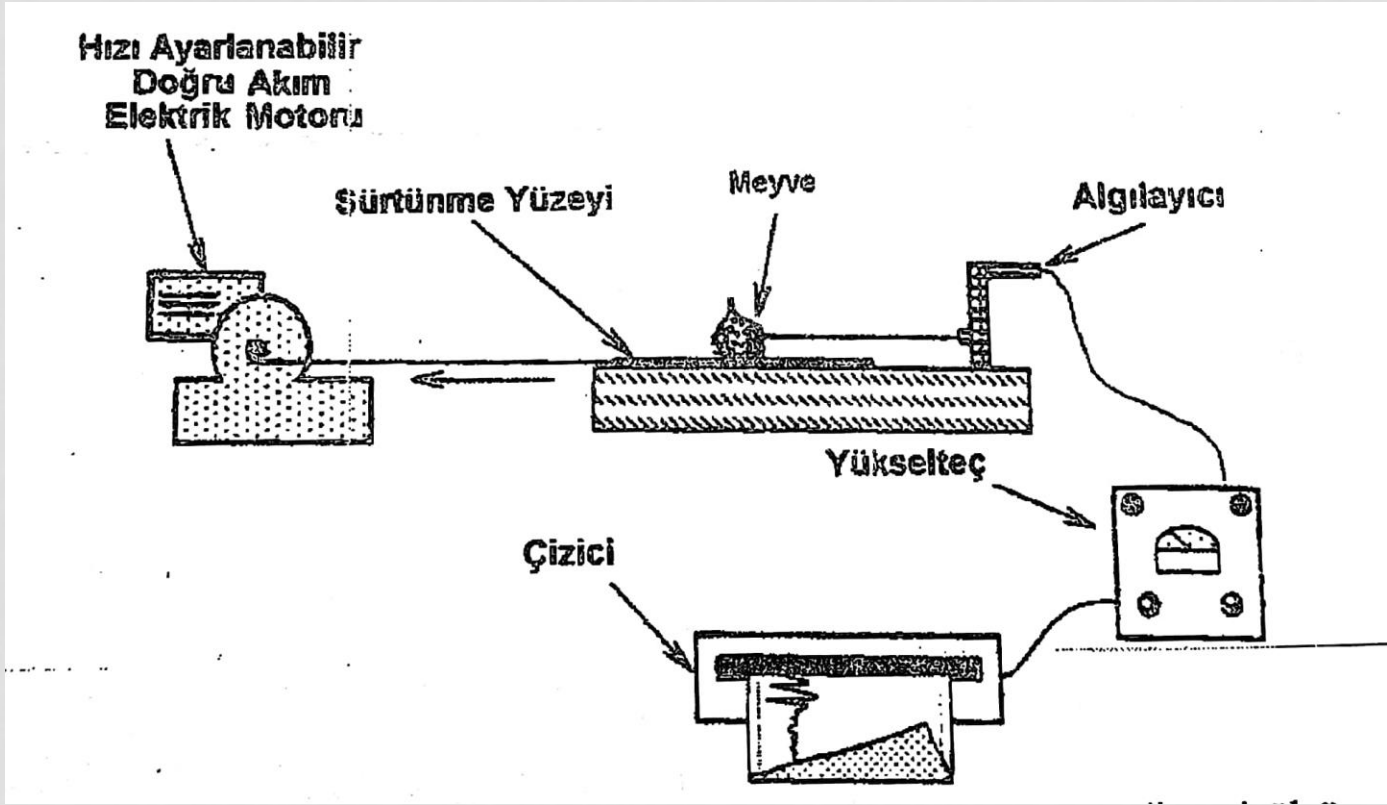
- Sürtünme yüzeyi bilinen bir hızla çekilir, bu sırada W ağırlığındaki materyal taşıma kabı içerisinde bulunmaktadır. Taşıma kabı sürtünme yüzeyine temas etmemekte sadece sürtünme direnci ölçülecek tarımsal materyal yüzey ile temas halindedir.
- Sürtünme yüzeyinin hareketi ile birlikte oluşan sürtünme direnci yaylı bir sistemle ya da elektronik algılayıcılarla belirlenir.
- Şekil 53 b'de ise meyve sebze gibi ürünlerin sürtünme direnci ölçüm düzenidir. Bu sistemin çalışma prensibi de 53 a 'da belirtilen esaslara dayanmaktadır. Ancak, bu sistemde meyve ya da sebze tek tek denemeye alınmakta ve ölçüm yapılmaktadır.
- Ölçüm değerleri elektronik düzenlerden geçerek yazıcıdan alınmaktadır.
- Şekil 53c'de görülen ve sürtünme yüzeyi döner disk olan ölçüm düzeni ise ot ve tahılların belirli yüzeyler üzerindeki sürtünme dirençlerinin ölçümünde kullanılmaktadır.
- Bu ölçüm düzeninin de çalışma prensibi 53 a ve b 'de belirtilen esaslara benzer. Bu ölçüm düzeninde hareket daireseldir.

SÜRTÜNME



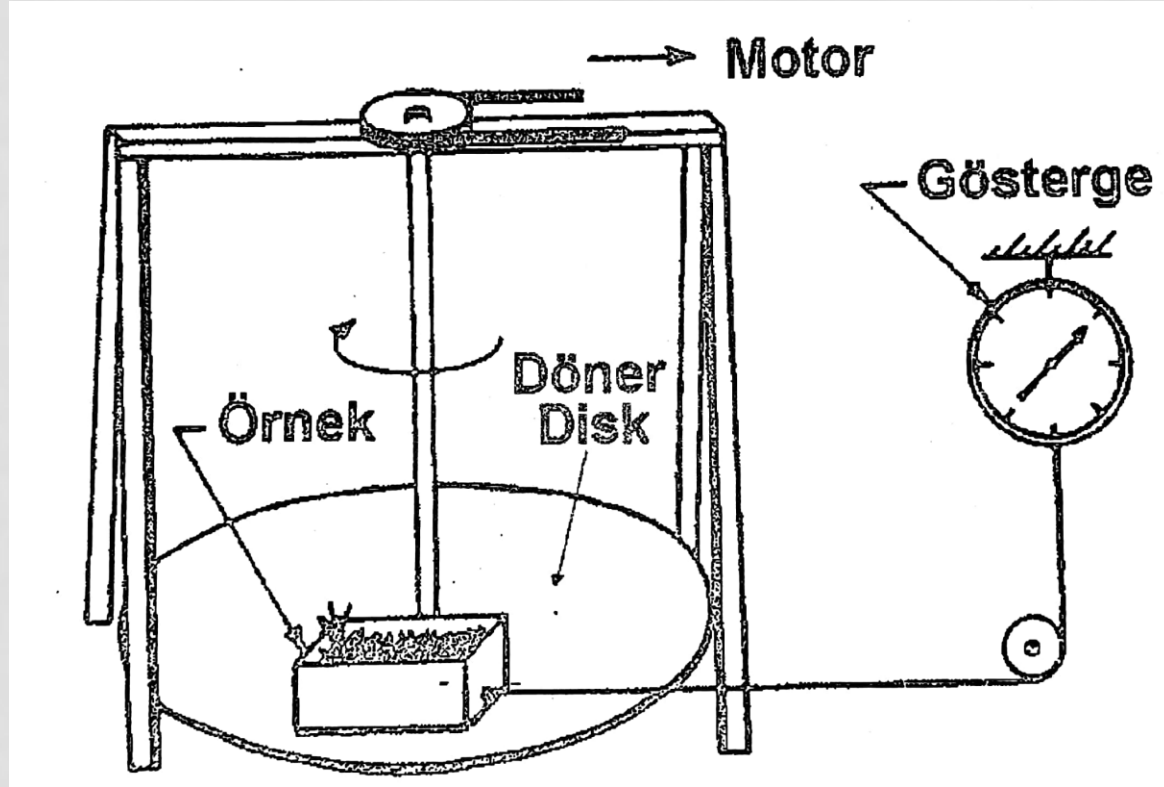
Şekil 53 a. Taneli materyallerin sürtünme direnci ölçüm düzeni

SÜRTÜNME



Şekil 53.b, Meyve sebze gibi iri tarımsal materyallerin sürtünme direnci ölçüm düzeni

SÜRTÜNME

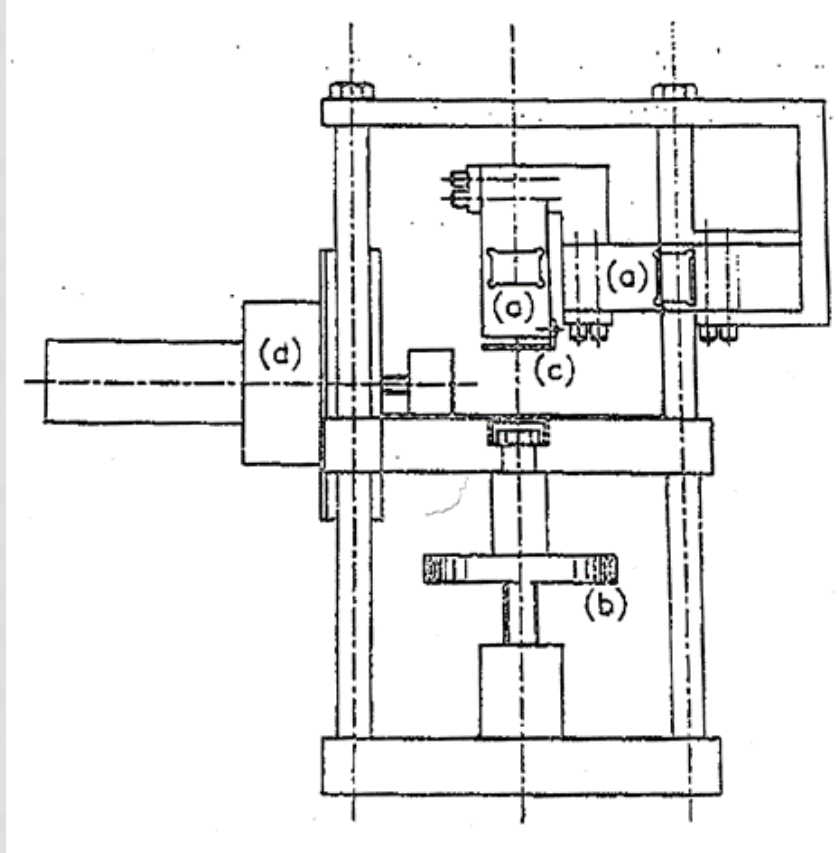


Şekil 53c. Sürtünme direncinin belirlenmesinde kullanılan döner hareketli ölçüm düzeni

SÜRTÜNME

Tarımsal materyallerde zedelenmeye ya da kabuk soyulmasına neden olabilecek kuvvet değerinin belirlenmesi amacı ile Şekil 54'de verilen ölçüm düzeni kullanılmaktadır. Ölçüm cihazı tarımsal materyalin üzerine oturtulduğu ve yüksekliği ayarlanabilen bir platform(b), bu platformun yatay hareketini sağlayan elektrik motoru(d), transduserler (a), yükseltici ve çiziciden oluşmuştur. Sürtünme ya da aşınma direnci ölçülecek materyal platform üzerine dengeli bir şekilde yerleştirilir. Bu materyalin üst yüzeyi ölçüm düzenine yerleştirilmiş olan sürtünme yüzeyine (c) temas eder, platforma verilen yatay yöndeki hareket, sürtünme yüzeyi ve tarımsal materyal arasında sürtünme direncinin ortaya çıkmasına neden olur. Tarımsal materyalin kabuğunda sıyrılma meydana gelir, transduserlerden alınan sinyaller yükselticiden geçerek çiziciye gönderilir, elde edilen grafik yardımı ile sürtünme ya da aşınma kuvveti belirlenir.

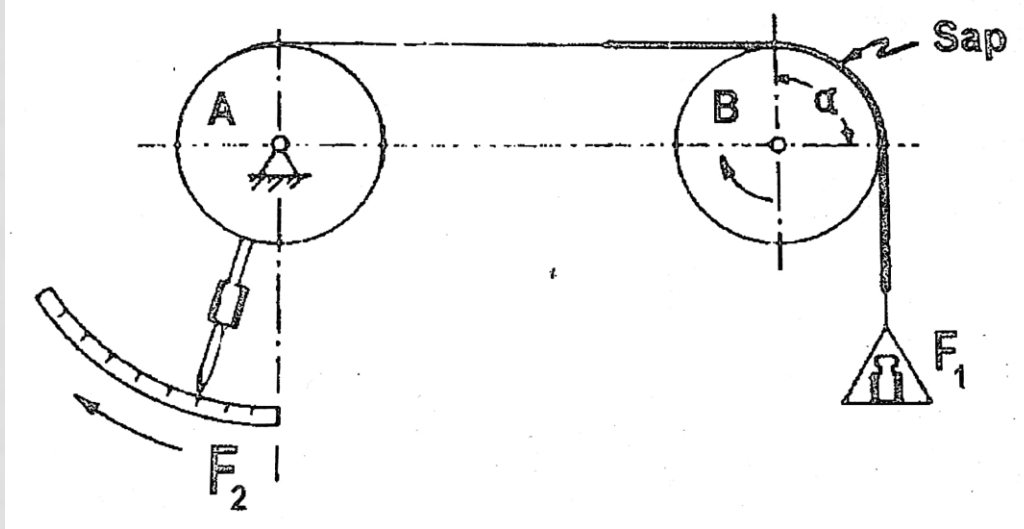
SÜRTÜNME



Şekil 54. Aşınma yada sürtünme direnci değerlerinin ölçüm düzeni (Scuffimeter). a) Kuvvet transducerleri b) Ayarlanabili platform c) Sürtünme yüzeyi d) Doğru akım elektrik motorundan tahrik

SÜRTÜNME

Sap, yaprak, lif gibi materyallerin sürtünme kuvvetini bulmak için kullanılan ölçüm düzeni şekil 55'de verilmiştir. Ölçüm düzeninde iki adet silindir bulunmaktadır (A-B). B silindiri sürtünme yüzeyi ile kaplanmıştır. Belirlenen F_1 kuvveti ve silindir dönü sayısı esas alınarak F_2 kuvveti bulunabilmektedir.



Şekil 55. Bitki sapı, yün, lif gibi materyallerin sürtünme dirençlerini belirleme düzeni

SÜRTÜNME

Aşağıda verilen eşitlik yardımı ile sürtünme katsayısı (f) hesaplanabilmektedir.

$$f = \left(\frac{1}{\alpha}\right) \ln \left(\frac{F_2}{F_1}\right)$$

α : Materyalin silindire sarıldığı açı

Sürtünme Direncine Etki Eden faktörler

Sürtünme direncine etki eden faktörler;

1. Normal Basınç (N)
2. Kayma Hızı -
3. Yüzey Koşulları
4. Nem
5. Çevre Etkisi

SÜRTÜNME

Yapılan araştırmalar sonucunda, organik materyallerde normal basıncın sürtünme direncine etkisinin istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenmiştir. Materyalin herhangi bir yüzey üzerindeki kayma hızının etkisi ise, ürünün nem düzeyine bağlı olmakta ve sürtünme direncine etkisi fazla olmamaktadır. Ürünün aynı yüzeyden geçiş sayısı, relatif nem, ürün nemi, temas süresi gibi faktörler de sürtünme direncine etkilidir ve dikkate alınması gerekir. Ayrıca üründen materyale geçen kimyasal maddelerin etkisi de fazla olmaktadır. Tarımsal materyallerin tekrar tekrar yüzey üzerinden geçişi sırasında materyale ait katı ve sıvı yağlar ile mum tabakasının sürtünme yüzeyine geçmesi sürtünme direncinin yükselmesine neden olmaktadır. Ürünün yüzeyden geçişi sırasında ara kesitte sıcaklık yükselmektedir. Temas yüzeylerindeki sıcaklığın, yüzey pürüzlülüğünün ve yüzeyler arası temas süresinin artışı **adhezyonu** ve yüzeylerdeki aşınmayı etkiler sonuçta sürtünme kuvveti artar.

Yüzey özelliği, sürtünme direncine önemli derecede etki etmektedir. Nem artışı ile beraber sürtünme direncinde yükselme oluşur. Kontrollü atmosfer koşullarında yapılan denemelerde, çevre neminde meydana gelen değişimin sürtünme direncini etkilediği belirlenmiştir.

SÜRTÜNME

Belirli yüzeylerdeki tanelerin nem içeriği (Ni) ve kinetik sürtünme katsayıları (fk) arasındaki ilişkiler Çizelge 3'de verilmiştir (çelik üzerinde mısırdan)

Çizelge 4. Çelik yüzeyde mısır tanelerinin nem içeriği (Ni) ve kinetik sürtünme katsayıları (fk) arasındaki ilişkiler.

<u>Nem</u>	<u>Regresyon eşitliği</u>	<u>Standart hata</u>
10-17,5	$fk = 0,256 + 1,34 \times 10^{-3} Ni$	0,01
20-22	$fk = 0,153 + (6,67 \times 10^{-3}) Ni$	0,008