

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

# **ORTAÖĞRETİM PROJESİ**

**LABORATUVAR HİZMETLERİ**

**YEMLERDE KURU MADDE VE KÜL  
ANALİZLERİ  
524LT0054**

**Ankara, 2011**

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

# İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR .....	ii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1. YEMLERDE KURU MADDE TAYİNİ.....	3
1.1. Yemlerin Bileşimi .....	3
1.2. Yemlerin Besin İçeriklerinin Tespiti.....	4
1.3. Yemlerin Nem ve Kuru Madde İçeriği .....	5
1.4. Yemlerde Nem ve Kuru madde Tayin Metotları .....	5
1.5. Yemlerde Kurutma Metoduyla Nem Tayini .....	5
1.5.1. Kullanılan Araçlar Gereçler.....	6
1.5.2. Yapılışı.....	6
UYGULAMA FAALİYETİ .....	7
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	9
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	11
2. YEMLERDE KÜL TAYİNİ .....	11
2.1. Yemlerin Kül ve Organik Madde İçeriği .....	11
2.2. Yemlerde Ham Kül Tayini.....	12
2.2.1. Kullanılan Araç Gereçler.....	12
2.2.2. Analizin Yapılışı.....	13
UYGULAMA FAALİYETİ .....	16
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	19
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 .....	21
3. YEMLERDE HCl'DE ÇÖZÜNMEYEN KÜL TAYİNİ .....	21
3.1. Yemlerde HCl'de Çözünmeyen Kül Tayininin Önemi.....	21
3.2. Yemlerde % 10'luk HCl'de Çözünmeyen Kül Tayini .....	22
3.2.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar.....	22
3.2.2. Analizin Yapılışı.....	23
UYGULAMA FAALİYETİ .....	26
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	29
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	31
CEVAP ANAHTARI.....	33
KAYNAKÇA .....	35

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>524LT0054</b>
<b>ALAN</b>	<b>Laboratuvar Hizmetleri</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Tarım Laboratuvarı /Tarım Laboratuvar Teknisyeni</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Yemlerde Kurumadde ve Kül Analizleri</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Yemlerde kurumadde, ham kül ve % 10'luk HCl'de çözünmeyen kül tayinlerinin yapılması ile ilgili bilgi ve becerilerin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/24
<b>ÖN KOŞUL</b>	Yem numunesini analize hazırlama ve Gravimetrik Analiz İşlemleri - 2 modüllerini başarmış olmak
<b>YETERLİK</b>	Yemlerde kurumadde ve kül analizleri yapmak
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Gerekli ortam sağlandığında, standardına uygun olarak yemlerde kurumadde ve kül analizleri yapabileceksiniz. <b>Amaçlar</b> 1. Yemlerde kurumadde tayini yapabileceksiniz. 2. Yemlerde ham kül tayini yapabileceksiniz. 3. Yemlerde % 10'luk HCl'de çözünmeyen kül tayini yapabileceksiniz.
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Ortam:</b> Laboratuvar ortamı, kütüphane, internet, bireysel öğrenme ortamları vb. <b>Donanım:</b> Hassas terazi, kurutma kabı, spatül, etüv, desikatör, maşa, saat, kroze, kül fırını, beher, mezür, ısıtıcı tabla, çeker ocak, saat camı, huni, erlen, statif, saplı halka, bağlama parçası, kül bırakmayan filtre kâğıdı, hesap makinesi, 3 N HCl çözeltisi, analize hazırlanmış yem numunesi
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

# GİRİŞ

## Sevgili Öğrenci,

Hayvansal üretimde, kaliteli yem kullanılmasının önemi çok büyüktür. Özellikle karma yemler, bileşimi garanti edilmiş yemlerdir. Dolayısıyla belirli standartlara uygun olarak üretilmelidir. Yem üretim ve satış yerlerinin numune alınarak sürekli denetlenmesi, alınan numunelerle yemlerin kalite kontrolünün yapılması, hileli yemlerin piyasaya sürülmesine engel olmak için bir zorunludur.

Yemlerin kalitesinin belirlenmesinde ham kül tayininin ve %10'luk HCl'de çözünmeyen kül tayininin oldukça önemli bir yeri vardır. Kül analizleri ile yemlerin toplam inorganik madde içerikleri ile hayvansal organizmada değerlendirilmeyen inorganik madde içerikleri tespit edilerek standartlara uygunluğu kontrol edilmektedir. Öte yandan kurumadde tayini ile de yemlerin nem içeriği açısından standartlara uygunluğu kontrol edilmektedir.

Bu modülü tamamladığınızda yemlerde standardına uygun olarak kurumadde tayini, ham kül tayini ve %10'luk HCl'de çözünmeyen kül tayini yapabilme bilgi ve becerisine sahip olacaksınız.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında tekniğine uygun olarak yemlerde nem tayini yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Çevrenizde bulunan yem analiz laboratuvarlarını ziyaret ederek yemlerde nem tayinin yapılışını gözlemleyiniz.

## 1. YEMLERDE KURU MADDE TAYİNİ

### 1.1. Yemlerin Bileşimi

Yemler, birçok besin maddesinin bir araya gelmesiyle oluşur. Cins ve kaliteleri ne olursa olsun hasat, işleme ve depolama sırasında çeşitli faktörlerin etkisi ile yemlerin besin değerlerinde önemli değişimler meydana gelebilir. Bu nedenle yemleri satın alırken kalitelerini de araştırıp incelemek gerekir. Özellikle karma yem üretiminde kullanılacak ham maddelerin besin içeriklerinin tespit edilip ona göre karmaya sokulmasının çok büyük önemi vardır. Böylece hem ham maddenin kalitesine göre ücret ödenmiş olacak hem de üretilecek karma yemin bileşimi buna göre ayarlanmış olacaktır.

YEMİN ADI	Kuru madde (%) en az	Ham protein (%) en az	Ham selüloz (%) en çok	Ham küllü (%) en çok	HCl'de küllü (%) en çok	Fosfor (%) en az	Kalsiyum (%) en az-en çok	Sodyum (%) en az-en çok	NaCl (%) en çok	Metabolik Enerji: en az (kcal/kg)
Sığır süt yemi	88	16	14	9	1,0	0,5	0,8-1,5	0,2-0,4	1,00	2400
Koyun süt yemi	88	13	14	9	1,0	0,4	0,6-1,2	0,3-0,6	1,00	2400
Sığır besi yemi	88	12	14	9	1,0	0,5	1,0-2,0	0,3-0,6	1,00	2500
Buzağı büyütme yemi	88	17	12	10	1,0	0,5	1,0-2,0	0,1-0,4	0,60	2600
Buzağı başlangıç yemi	88	18	12	8	1,0	0,5	1,0-2,0	0,1-0,4	0,60	2800
Kuzu besi yemi	88	15	12	9	1,0	0,4	0,6-1,6	0,1-0,4	1,00	2800
Kuzu büyütme yemi	88	16	10	10	1,0	0,5	0,8-2,0	0,1-0,4	0,60	2500
Kuzu başlangıç yemi	88	18	11	8	1,0	0,5	0,8-2,0	0,1-0,4	0,60	2800

Tablo 1.1: Bazı karma yemlerin temel besin içerikleri

Karma yemler, bileşimi garanti edilmiş yemlerdir ve sürekli olarak denetime tabi tutulur. Gerek denetim işlemlerinde gerekse tüketici isteklerine bağlı olarak yapılan analizlerle karma yemlerin standartlarında belirtilen besin değerlerini içerip içermedikleri kontrol edilir. Bazı karma yemlerin taşınması gereken besin içerikleri Tablo 2.1’de verilmiştir.

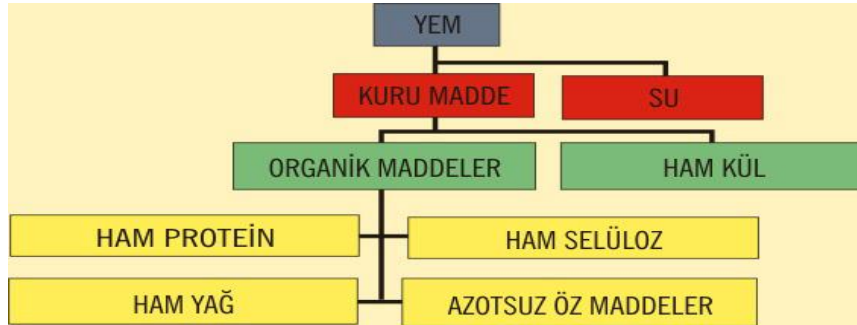
## 1.2. Yemlerin Besin İçeriklerinin Tespiti

Yemlerin besin içeriklerini tespit etmek için değişik yöntemler kullanılmakla beraber en yaygın olanı weende analiz metodudur. Bu metoda göre yemlerin bileşiminde;

- Su,
- Ham kül,
- Ham protein,
- Ham selüloz,
- Ham yağ ve
- Nitrojensiz öz maddeler

olmak üzere altı grup besin maddesinin bulunduğu (Şekil 2.1) kabul edilmekte ve bunların analizi esas alınmaktadır. Bunlardan ilk beşi analizlerle, nitrojensiz öz maddeler ise hesaplama yoluyla bulunmaktadır.

Weende analiz metodunun esası, yemlerin yapısındaki besin maddelerinden ortak bazı özellikleri olanları veya aynı çözültide çözünebilirleri aynı grupta toplayarak miktarını tespit etmektir. Aynı grupta toplanan besin maddeleri, kimyasal yapı itibarıyla birbirlerinden farklı olabilir. Hatta kimyasal yapı itibarıyla birbirlerine benzeyen besin maddeleri farklı gruplarda bulunabilir. Bu sebeple bu analiz metodu ile tespit edilen besin maddelerine “ham” kelimesi eklenerek ifade edilmektedir.



Şekil 1.1: Yemlerin bileşimi

Yaygın olarak kullanılan bu analiz metodunun bazı eksiklikleri vardır. Pek fazla duyarlı olmayan bir metottur. Her şeyden önce analizi yapılan gruplar, tek bir besin maddesinden değil, farklı maddelerden oluşabilmektedir. Örneğin ham kül birçok mineral maddeyi kapsar ve bunların miktarlarını ayrı ayrı ifade etmez. Aynı şekilde ham yağ içerisinde eterde eriyen tüm maddeler, ham protein içerisinde bütün nitrojenli bileşikler girmektedir. Aynı durum ham selüloz için de geçerlidir. Dolayısıyla weende analiz metodu ile besin maddesi grupları ayrıntılı olarak belirlenememekte, vitaminler ve mineraller ise



tespit edilememektedir. Bazı besin maddelerinin ayrıntılı olarak belirlenmesinde, vitamin ve minerallerin analizlerinde farklı analiz metotları kullanılmaktadır.

### 1.3. Yemlerin Nem ve Kuru Madde İçeriği

Yemler su ve kuru madde olmak üzere iki temel kısımdan meydana gelir. Bütün yemler mutlaka bir miktar su içerir. Yemler laboratuvar şartlarında kurutulup suları tamamen uçurulduktan sonra geriye kalan kısım kuru maddedir.

Yemlerin su içeriği yemin çeşidine göre %10 ile %90 arasında değişir. Örneğin;

- Açık havada kurutulmuş otlar % 10,
- Yağ küspeleri %10,
- Dane yemler ortalama % 10,
- Karma yemler en fazla %10-12,
- Silaj yemleri % 75,
- Pancar gibi yumru yemler % 80-90 oranında su içerir.

Yemlerin muhafazası ve depolanması açısından su içeriği çok önemlidir. Yığın hâlinde bekletilen yemlerin bozulmaması için kuru madde oranının % 85'ten az olmaması gerekir. Aksi takdirde küflenme ve çürüme başlar. Karma yemlerde ise standardına uygun olarak kuru madde oranının % 88'den az olmaması gerekir.

### 1.4. Yemlerde Nem ve Kuru madde Tayin Metotları

Yemlerin içerdikleri su ve kuru madde oranlarını bulmak için genellikle doğrudan doğruya sıcaklığa maruz bırakılarak suyun buharlaştırılıp uçurulması esasına dayanan kurutma metodu kullanılmaktadır. Melas, balık unu gibi bazı yemlerde ise damıtma metodu tercih edilmektedir.

### 1.5. Yemlerde Kurutma Metoduyla Nem Tayini

Yemlerde kurutma metoduyla nem tayini, belirli bir miktar numunenin belirli bir ısı derecesinde suyu uçurulup tartılarak ilk ve son ağırlıklar arasındaki farktan su ve kuru madde içeriğinin yüzde olarak hesaplanması esasına dayanır.



Resim 1.1: Etüv

### 1.5.1. Kullanılan Araçlar Gereçler



- Hassas terazi
- Kurutma kapları
- Spatül
- Etüv
- Maşa
- Desikatör
- Hesap makinesi

**Resim 1.2: Desikatör**

### 1.5.2. Yapılışı

Temiz bir kurutma kabı alınıp sabit tartıma getirilerek darası tespit edilir. **Yem Numunesini Analize Hazırlama** modülünde belirtildiği şekilde hazırlanıp 1 mm'lik elekten geçirilmiş analiz numunesi alınır. Kurutma kabına, bu numuneden 3-5 gram kadar bir defada konur ve hemen tartılır. Alınacak numune miktarı esnektilir. Önemli olan vakit kaybetmeden hızlıca tartım işleminin tamamlanmasıdır.

Numune etüve yerleştirilip sıcaklık ve zaman ayarı yapılarak 105 °C sıcaklıkta sabit ağırlığa ulaşınca kadar (3-5 saat) kurutulur. Bu sürenin sonunda kurutma kabı maşa ile tutularak desikatöre alınır. Desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra hassas terazide tartılır. Tartım değerlerinden kuru madde ve nem miktarı hesaplanır.

$$\% \text{ Kuru Madde (KM)} = \frac{\text{Son tartım} - \text{Dara}}{\text{Numune miktarı}} \times 100$$

$$\% \text{ Nem} = 100 - \% \text{ KM}$$

Aynı numune üzerinde en az iki paralel çalışılmalı ve paralellerin ortalaması alınmalıdır. Paraleller arasındaki fark 0,3'ten büyük olmamalıdır, aksi takdirde analiz yenilenmelidir.

**Örnek:** Darası 28,13 g olan bir porselen krozeye 3,05 g analiz numunesi tartılmış kurutma işlemi sonunda kroze ve kuru numunenin ağırlığı 30,88 g olarak tespit edilmiştir. Numunenin % nem ve % kuru madde oranlarını hesaplayınız.



$$\% \text{ Kuru Madde} = \frac{30,88 - 28,13}{3,05} \times 100 \Rightarrow \% \text{ Kuru Madde} = 90,16$$




$$\% \text{ Nem} = 100 - 90,16 \Rightarrow \% \text{ Nem} = 9,84$$

## UYGULAMA FAALİYETİ

- Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak yemlerde kurutma metoduyla nem tayini yapınız.

Uygulamada kullanılan araç gereçler: Hassas terazi, kurutma kabı, spatül, maşa, etüv, desikatör, hesap makinesi, analize hazırlanmış yem numunesi

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyiniz.</li><li>➤ Laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz.</li><li>➤ Çalışma ortamınızı ve kullanacağınız araç gereçleri hazırlayınız,</li><li>➤ Araç gereçlerin temizliğine dikkat ediniz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Kurutma kaplarını sabit tartıma getiriniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Kurutma işlemini 105 °C'de yapınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Sabit tartıma getirilmiş kurutma kabının darasını alınız.</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Tartım kurallarına uyunuz.</li><li>➤ Kurutma kabını maşa ile tutunuz.</li><li>➤ Darayı kaydediniz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Kurutma kabına analiz numunesi tartınız.</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Tartım kurallarına uyunuz.</li><li>➤ 3-5 g kadar numune tartınız.</li><li>➤ Mümkünse tek seferde yeteri kadar numuneyi tartım kabına koyunuz.</li><li>➤ Tartım miktarını kaydediniz.</li></ul>

<p>➤ Kurutma kabını etüve yerleştirip 105 °C'de 3–5 saat kurutunuz.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kapaklı kurutma kabı kullanılırken kapağının açık olmasına dikkat ediniz.</li> <li>➤ Sıcaklık ayarını doğru yapınız.</li> <li>➤ Kurutma işlemine numunenin sabit tartıma ulaştığından emin oluncaya kadar devam ediniz.</li> </ul>
<p>➤ Kurutma kabını desikatöre aktarıp soğutunuz.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kurutma kabını maşa ile tutunuz.</li> <li>➤ Kurutma kabının oda sıcaklığına kadar soğumasını bekleyiniz.</li> </ul>
<p>➤ Tartım yapınız.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Desikatörün kapağını yana kaydırarak açınız.</li> <li>➤ Kurutma kabını maşa ile tutunuz.</li> <li>➤ Tartım kurallarına uyunuz.</li> <li>➤ Tartım miktarını kaydediniz.</li> </ul>
<p>➤ Hesaplama yapınız.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Paraleller arasındaki fark 0,3'ten fazla ise analizi tekrarlayınız.</li> <li>➤ Paralellerin ortalamasını almayı unutmayınız.</li> </ul>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi yemlerde kurutma metoduyla nem tayininde kullanılır?  
A) Kül fırını  
B) Su banyosu  
C) Mikroskop  
D) Etüv
2. Yemlerde kurutma metoduyla nem tayininde tartılan numune miktarı aşağıdakilerden hangisidir?  
A) 1-2 g  
B) 2-5 g  
C) 5-10 g  
D) 50 g
3. Yemlerde kurutma metoduyla nem tayininde numunenin sabit tartıma gelmesi için gerekli kurutma süresi aşağıdakilerden hangisidir?  
A) 0,5-1 saat  
B) 1-3 saat  
C) 3-5 saat  
D) 5-10 saat

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız.

4. Weende analiz metoduna göre yemlerin bileşiminde; su, ham kül, ....., ....., ham yağ ve nitrojensiz öz maddeler olmak üzere altı grup besin maddesinin bulunduğu kabul edilmektedir.
5. Yığın hâlinde bekletilen yemlerin bozulmaması için kuru madde oranının % .....’den az olmaması gerekir.
6. Yemlerde nem tayininde temiz bir ..... alınıp sabit tartıma getirilerek darası tespit edilir.

**Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.**

7. ( ) Karma yemler ise yapısı garanti edilmiş yemlerdir ve sadece şikâyet durumunda denetime tabi tutulur.
8. ( ) Weende analiz metodu ile besin maddesi grupları ayrıntılı olarak ifade edilememekte, vitaminler ve mineraller ise tespit edilememektedir.
9. ( ) Yemlerin su içeriği yemin çeşidine göre % 10'dan % 60'a kadar değişir.
10. ( ) Karma yem kuru madde oranının standardına uygun olarak % 88'den az olmaması gerekir.

## **DEĞERLENDİRME**

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında standardına uygun olarak yemlerde ham kül tayini yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Çevrenizde bulunan yem analiz laboratuvarlarını ziyaret ederek yemlerde ham kül tayininin yapılışını gözlemleyiniz.
- Yemlerde ham kül tayininde kullanılan araç gereçleri araştırınız.

## 2. YEMLERDE KÜL TAYİNİ

### 2.1. Yemlerin Kül ve Organik Madde İçeriği

Bitki ve hayvan organizmaları gibi yemler de su ve kuru maddeden meydana gelir. Kuru maddenin büyük bir kısmını organik maddeler, geri kalanını ise inorganik maddeler oluşturur.

Yem içerisindeki protein, yağ, selüloz, nişasta, şeker gibi besin maddeleri organik kısmı oluştururken; kalsiyum, fosfor, potasyum, sodyum, tuz (NaCl) gibi makro elementler ve demir, bakır, çinko gibi mikro elementler ise inorganik kısmı oluşturur. Yemin suyu uçurulduktan sonra kalan kuru maddeyi yaktığımız zaman geriye kül kalır. Kalan bu kül, yemin inorganik kısmı, yanıp uzaklaşan kısım ise yemin organik kısmı olarak kabul edilir.



Resim 2.1: Karma yem

Yakma sonucunda geriye kalan külün tamamını inorganik besin maddeleri olarak ifade etmek doğru değildir. Çünkü inorganik besin maddelerinin yanında yemin içerisinde toz, toprak, kum gibi unsurlar varsa bunlar da kül olarak kalır. Bu nedenle yakma sonucunda bulunan değer ham kül olarak ifade edilir.

Genel olarak yemlerin kuru maddesinin % 10'luk kısmı kül, geri kalan % 90'luk kısmı ise organik maddelerden meydana gelir. Hayvansal kökenli yemler (örneğin balık unu) ise mineral kapsamı zengin olduğundan daha yüksek oranda (%20-30) ham kül ihtiva eder.

Bazı karma yemlerin maksimum içerebilecekleri ham kül değerleri Tablo 1.1'de verilmiştir. Yemlerin belirtilen bu değerlerden daha fazla ham kül içermeleri standartlara göre uygun değildir ve yasal olarak satışlarına izin verilmez.

Yemin Adı	Sığır Süt Yemi	Koyun Süt Yemi	Sığır Besi Yemi	Buzağı Büyütme Yemi	Buzağı Başlangıç Yemi	Toklu Besi Yemi	Kuzu Besi Yemi	Kuzu Büyütme Yemi	Kuzu Başlangıç Yemi
Ham Kül En Çok (%)	9	9	9	10	8	9	9	10	8

**Tablo 2.1: Bazı karma yemlerin ham kül miktarları**

## 2.2. Yemlerde Ham Kül Tayini

Yemlerde ham kül tayini, belirli bir miktar numunenin 550 °C'de yakılması sonucunda elde edilen külün numune miktarına oranlanması ile yüzde kül miktarının hesaplanması esasına dayanır.

### 2.2.1. Kullanılan Araç Gereçler

- Hassas terazi
- Porselen kroze
- Spatül
- Kül fırını
- Çeker ocak
- Maşa
- Desikatör
- Hesap makinesi



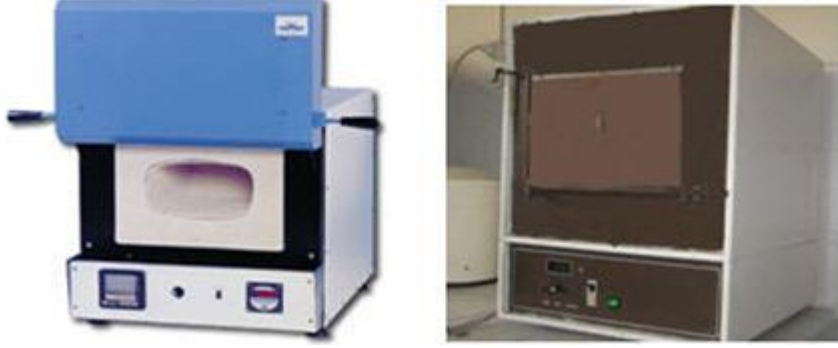
**Resim 2.2: Porselen krozeler**



Kül fırınları elektrikle çalışan ayrıca çalışma süresi ve çalışma sıcaklığı da ayarlanabilen cihazlardır. Bunların farklı tip ve modelleri bulunmaktadır. Kül fırınlarının çalışma sıcaklıkları 1200 °C'ye kadar çıkmaktadır.

Kül fırınları kullanılırken şu hususlara dikkat edilmelidir:

- Fırınlarda ısı birdenbire değil, yavaş yavaş yükseltilmelidir. Aksi takdirde sağlıklı bir yanma olmaz ve numunede kömürleşmeler olur.
- Porselen krozeler fırına ısı yükselmesi olmadan önce konulmalıdır. Aksi takdirde ani yüksek ısı porselen krozelerin çatlamasına neden olabilir.
- Kül fırını, yöntemde belirtilen ısıdan daha yüksek bir sıcaklıkta çalıştırılmamalıdır.
- Kül fırını, yakma esnasında oluşacak dumanın dışarı atılabilmesi için bir çeker ocak içerisinde çalıştırılmalıdır.



**Resim 2.3: Kül fırınları**

### **2.2.2. Analizin Yapılışı**

Yem numunesini analize hazırlama modülünde belirtildiği şekilde, numune öğütülüp 1 mm'lik elekten geçirilerek analiz numunesi hazırlanır. Ayrıca temiz bir porselen kroze alınıp kül fırınında yakma sıcaklığına eşit bir sıcaklıkta ısıtılarak sabit tartıma getirilir. Böylece hem krozenin nemi uçurulmuş hem de varsa organik kalıntılar yakılıp uzaklaştırılmış olur. Sabit tartıma getirilen kroze desikatöre alınıp oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra darası belirlenir.

Darası belirlenen porselen kroze, yaklaşık 3 gram analiz numunesi konularak tartılır. Kroze, kül fırınına yerleştirilir. Fırın çalıştırılıp sıcaklık kademeli olarak artırılarak 550 °C'ye ayarlanır.

Fırının sıcaklığı, 550 °C'ye ulaştıktan sonra numune bu sıcaklıkta kömürleşme olmayacak şekilde açık griden beyaza kadar değişen bir renkte kül elde edilinceye kadar yakılır. Bu süre, yemlerin yapısına bağlı olarak yaklaşık 4 saat kadardır. Yanması kolay olan bitkisel kaynaklı yemlerde 3 saatlik süre yeterli olmasına rağmen ham kül içeriği yüksek olan hayvansal kaynaklı yemlerde 4 saat ve daha fazla sürebilmektedir.

Kül fırınında yanma işlemini kolaylaştırmak için kroze bir maşa ile bek alevinin üzerine tutulup duman kesilinceye kadar numuneye ön yakma yapılabilir. Kül fırınında yakma sıcaklığının 550 °C'yi aşmamasına özen gösterilmelidir. Çünkü yüksek sıcaklıkta bazı mineraller de yanıp uzaklaşabilir. Ayrıca yüksek sıcaklığa bağlı olarak kül eriyebilir ve eriyen küller arasında yanmamış kömür zerrecikleri kalabilir.

Yakma işleminin sonunda tam istenen bir yanma elde edilememiş, kömürleşmiş kısımlar kalmış ve esmerimsi bir renk varsa krozeler fırından çıkarılarak soğutulur. Yanmış bu örneklerin üzerine %3'lük hidrojen peroksit dökülerek iyice ıslatılır. Daha sonra etüvde kurutulup kül fırınında tekrar yakılır.

Yakma işlemi tamamlandıktan sonra kül fırını kapatılarak sıcaklığın yaklaşık 100 °C'ye kadar düşmesi beklenir. Kroze yeterince soğuduktan sonra maşa ile tutularak desikatöre alınır. Desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra hassas terazide tartılır. Formül yardımı ile % ham kül miktarı hesaplanır.

$$\text{Ham Kül, \%} = \frac{\text{Son tartım (g) - Dara (g)}}{\text{Numune Miktarı (g)}} \times 100$$

Aynı numunede en az iki paralel çalışılmalı ve paralellerin ortalaması alınmalıdır. Paraleller arasındaki fark, yemin ham kül içeriğine bağlı olarak belirli sınırlar içinde olmalıdır, aksi takdirde analiz yenilenmelidir.

Ham kül içeriği %0,2 - %10,0 arasında ise paraleller arasındaki fark, mutlak değer olarak 0,2'den büyük olmamalıdır. %10,1'den daha fazla ham kül içeren numunelerde ise paraleller arasındaki fark, paralellerin ortalamasının %2'sinden fazla olmamalıdır.

Numunenin % kuru madde ve % ham kül miktarı tespit edildikten sonra aşağıdaki formül ile % organik madde içeriği de hesaplanabilir.

$$\% \text{ Organik Madde} = \% \text{ Kuru madde} - \% \text{ Ham Kül}$$

**Örnek 1:** Darası 27,10 g olan bir porselen krozeye 2,95 g analiz numunesi tartılmış yakma işlemi sonunda kroze ve kül ağırlığı 27,38 g olarak tespit edilmiştir. Numunenin kuru madde oranı % 90 olduğuna göre % ham kül miktarını ve % organik madde miktarını hesaplayınız.

**Çözüm:**

$$\% \text{ Ham kül} = \frac{\text{Son tartım} - \text{Dara}}{\text{Numune miktarı}} \times 100$$

$$\% \text{ Ham kül} = \frac{27,38 - 27,10}{2,95} \times 100 \Rightarrow \% \text{ Ham kül} = 9,49$$

$$\% \text{ Organik madde} = \% \text{ Kuru madde} - \% \text{ Ham kül} \Rightarrow \% \text{ Organik madde} = 90 - 9,49 \Rightarrow \% \text{ Organik madde} = 80,51$$

**Örnek 2:** 3 paralel olarak yürütülmüş bir ham kül analizinin tartım değerleri aşağıda verilmiştir. Numunenin % ham kül içeriğini hesaplayınız.

PARAMETRELER	PARALELLER		
	1	2	3
Dara (g)	20,33	22,45	22,13
Numune miktarı (g)	3,05	3,11	3,09
Son tartım (g)	20,62	22,74	22,42

**Çözüm:** Öncelikle her bir paralelin % ham kül değerini hesaplayıp paraleller arasındaki farklar belirtilen sınırlar içerisinde ise ortalamalarını alarak analiz sonucunu hesaplayalım.

1. paralel;

$$\% \text{ Ham kül} = \frac{20,62 - 20,33}{3,05} \times 100 \Rightarrow \% \text{ Ham kül} = 9,41$$

2. paralel;

$$\% \text{ Ham kül} = \frac{22,74 - 22,45}{3,11} \times 100 \Rightarrow \% \text{ Ham kül} = 9,52$$

3. paralel;

$$\% \text{ Ham kül} = \frac{22,42 - 22,13}{3,09} \times 100 \Rightarrow \% \text{ Ham kül} = 9,38$$

Paraleller arasındaki farklar:

$$9,41 - 9,52 = 0,11$$

$$9,41 - 9,38 = 0,03$$

$$9,52 - 9,38 = 0,14$$

Paralellere ait ham kül değerleri %10'dan küçük ve paraleller arasındaki farklar da %0,2'den küçük olduğundan sonuçlar kabul edilebilir sınırlar içerisindedir. Paralellerin ortalamasını alarak analiz sonucunu hesaplayalım.



$$\% \text{ Ham kül} = \frac{9,41 + 9,52 + 9,38}{3}$$




$$\% \text{ Ham kül} = 9,436$$



## UYGULAMA FAALİYETİ

- Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak yemlerde ham kül tayini yapınız.

**Uygulamada kullanılan araç gereçler:** Hassas terazi, kroze, spatül, maşa, kül fırını, desikatör, hesap makinesi, analize hazırlanmış yem numunesi

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyiniz.</li><li>➤ Laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz.</li><li>➤ Çalışma ortamınızı ve kullanacağınız araç gereçleri hazırlayınız.</li><li>➤ Araç gereçlerin temizliğine dikkat ediniz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Yem numunesini analize hazırlayınız.</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Yem numunesini analize hazırlama kurallarına uyunuz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Porselen krozeleri sabit tartıma getiriniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Yakma sıcaklığına eşit bir sıcaklıkta ısıtarak sabit tartıma getiriniz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Sabit tartıma getirilmiş porselen krozelerin darasını alınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Tartım kurallarına uyunuz.</li><li>➤ Krozeyi maşa ile tutunuz.</li><li>➤ Darayı kaydediniz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Krozeye analiz numunesi tartınız.</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Tartım kurallarına uyunuz.</li><li>➤ Yaklaşık 3 g numune tartınız.</li><li>➤ Mümkünse tek seferde yeteri kadar numuneyi tartım kabına koyunuz.</li><li>➤ Tartım miktarını kaydediniz.</li></ul>

<p>➤ Krozeleri kül fırınına yerleştiriniz.</p> 	<p>➤ Krozeleri kül fırınına yerleştirirken dökülmemesine dikkat ediniz.</p>
<p>➤ Fırını çalıştırarak sıcaklığı ayarlayınız.</p> 	<p>➤ Fırının sıcaklığını kademeli olarak artırınız. ➤ Yakma sıcaklığı için fırını 550 °C'ye ayarlayınız.</p>
<p>➤ Numuneleri 550 °C'de 4 saat yakınız.</p>	<p>➤ Sıcaklık 550 °C'ye ulaştıktan sonra 4 saat yakma işlemine devam ediniz.</p>
<p>➤ Fırını kapatıp yakma işlemi sonlandırınız.</p> 	<p>➤ Fırın sıcaklığının yaklaşık 100 °C'ye kadar düşmesini bekleyiniz. ➤ Elde edilen külün açık griden beyaza kadar değişen renkte olmasına numunede kömürleşmeler olmamasına dikkat ediniz. ➤ Kömürleşmeler varsa yakma işlemi tekrarlayınız.</p>
<p>➤ Krozeleri desikatöre aktararak oda sıcaklığına kadar soğutunuz.</p>	<p>➤ Porselen kruzeleri maşa ile tutunuz. ➤ Porselen kruzelerin oda sıcaklığına kadar soğuması için yeterli süre bekleyiniz. ➤ Desikatörün kapağını kaydırarak açınız.</p>

	
<p>➤ Krozeleri hassas terazide tartınız.</p> 	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Porselen krozeleri maşa ile tutunuz.</li><li>➤ Tartım kurallarına uyunuz.</li><li>➤ Tartım miktarını kaydediniz.</li></ul>
<p>➤ Hesaplama yapınız.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Paraleller arasındaki fark, belirtilen sınırların dışında ise analizi tekrarlayınız.</li><li>➤ Paralellerin ortalamasını almayı unutmayınız.</li></ul>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Yemlerin kuru maddesindeki ortalama ham kül oranı aşağıdakilerden hangisidir?  
A) % 5  
B) % 10  
C) % 50  
D) % 90
2. Aşağıdakilerden hangisi yemlerde ham kül analizinde kullanılan araç gereçlerden **değildir**?  
A) Hassas terazi  
B) Kül fırını  
C) Desikatör  
D) Santrifüj
3. Yemlerde ham kül analizinde krozeeye yaklaşık kaç gram analiz numunesi tartılır?  
A) 3 g  
B) 1 g  
C) 9 g  
D) 7 g
4. Yemlerde ham kül analizinde istenilen özellikte kül elde edilebilmesi için ortalama yakma süresi aşağıdakilerden hangisidir?  
A) 2 saat  
B) 3 saat  
C) 4 saat  
D) 5 saat

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız.

- 5.
6. Kül fırınlarda ısı birdenbire değil, yavaş yavaş yükseltilmelidir. Aksi takdirde sağlıklı bir yanma olmaz ve ..... olur.
7. Kül fırını, yakma esnasında oluşacak dumanın dışarı atılabilmesi için mutlaka bir ..... içerisinde çalıştırılmalıdır.
8. Yemlerde ham kül analizinde yakma işlemi tamamlandıktan sonra kül fırını kapatılarak sıcaklığın yaklaşık ..... °C'ye kadar düşmesi beklenir.

**Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.**

9. ( ) Bitkisel kökenli yemlerin mineral kapsamları havyasal kökenli yemlerden daha zengin olduğundan daha yüksek oranda ham kül ihtiva eder.
10. ( ) Kül fırınında yakma sıcaklığının 550 °C'yi aşmamalıdır. Aksi takdirde yüksek sıcaklıkta bazı organik maddeler uçabilir.
11. ( ) Yemlerde ham kül analizinde % 10,1'den daha fazla ham kül içeren numunelerde paraleller arasındaki fark paralellerin ortalamasının %1'inden fazla olmamalıdır.

### **DEĞERLENDİRME**

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-3

## AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında standardına uygun olarak yemlerde HCl'de çözünmeyen kül tayini yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Çevrenizde bulunan yem analiz laboratuvarlarını ziyaret ederek yemlerde HCl'de çözünmeyen kül tayininin yapılışını gözlemleyiniz.
- Yemlerde HCl'de çözünmeyen kül tayininde kullanılan araç gereçleri araştırınız.

## 3. YEMLERDE HCl'DE ÇÖZÜNMEYEN KÜL TAYİNİ

### 3.1. Yemlerde HCl'de Çözünmeyen Kül Tayininin Önemi

Ham kül analizi ile yem içerisindeki mineral maddelerin toplam miktarları tespit edilir. Fakat ham kül içerisinde bulunan bazı mineral maddelerin hayvansal organizmada değerlendirilmeleri mümkün değildir. Özellikle karma yem ve rasyonlara dışardan ilave edilen mineral ek yemleri (mermer tozu, kireç taşı, dikalsiyum fosfat vb.) hayvansal organizmada yeterince değerlendirilmeyebilir. Mineral maddelerin hayvansal organizmada sindirilmeyen kısmı HCl'de çözünmeyen kül olarak saptanır.



**Resim 3.1: Karma yemler**

Ayrıca ham kül içerisinde yeme karışmış toz, toprak ve kum gibi kısımlar da bulunur. Karma yemler içerisinde toz, toprak ve kum gibi maddelerin varlığı çoğunlukla bunlarla bulaşık kalitesiz ham madde kullanımından kaynaklanır. Özellikle selektör altı kullanılarak

hazırlanan karma yemlerde bu durum söz konusu olmaktadır. Toz, toprak ve kum gibi unsurların yem içerisinde bulunması istenmez.

Karma yemler içerisinde hayvansal organizmada değerlendirilmeyen mineral maddeler ile toz, toprak, kum gibi unsurların tespit edilmesi amacıyla HCl'de çözünmeyen kül analizi yapılır. Böylece karma yem içerisindeki bu unsurların bulunup bulunmadığı ve toplam miktarları tespit edilir.

Karma yemlerin içerisinde bulunabilecek HCl'de çözünmeyen kül miktarı en fazla % 1,0 olmalıdır.

### **3.2. Yemlerde % 10'luk HCl'de Çözünmeyen Kül Tayini**

Belirli bir miktar yem numunesinin yakılması ile elde edilen külün hidroklorik asit çözeltisi ile reaksiyona sokularak çözülen kısım uzaklaştırıldıktan sonra asitte çözünmeyen kısmın miktarının belirlenmesi esasına dayanır.

#### **3.2.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar**

- Kullanılan araç gereçler
  - Hassas terazi
  - Porselen kroze
  - Spatül
  - Kül fırını
  - Etüv
  - Çeker ocak
  - Isıtıcı tabla
  - Beher
  - Mezür
  - Saat camı
  - Erlen
  - Huni
  - Filtre kâğıdı
  - Maşa
  - Desikatör
  - Hesap makinesi

HCl'de çözünmeyen kül tayininde süzme işleminde organik bileşime sahip tamamen yanabilen kül bırakmayan filtre kâğıtları kullanılmalıdır. Filtre kâğıtları özel olarak yapılmış olup çeşitli gözenek büyüklüğündedir. Çökeleğin iriliğine göre bu filtre kâğıtlarından biri kullanılır.

- Kullanılan kimyasal ve çözeltiler
  - % 20'lik triklorasetikasit çözeltisi
  - % 1'lik triklorasetikasit çözeltisi

- 3 N HCl çözeltisi: Analiz Çözeltileri - 1 modülünde anlatıldığı gibi, g olarak gerekli HCl miktarı hesaplanıp daha sonra HCl'nin yoğunluğuna ve % derişimine göre hacim olarak alınması gereken HCl miktarı tespit edilir.

Yoğunluğu 1,19 olan % 37'lik HCl'den 1000 ml (1 litre) 3 N çözelti hazırlamak için;

HCl'nin tesir değeri (Td)=1, Molekül ağırlığı (M<sub>A</sub>)= 1 + 35,5 = 36,5 olduğuna göre;

$$N = \frac{m \cdot Td}{M_A \cdot V} \Rightarrow 3 = \frac{m \cdot 1}{36,5 \cdot 1} \Rightarrow m = 109,5 \text{ g HCl}$$

Orijinal ambalajında HCl % 37'lik olduğuna göre oran orantı ile alınması gereken HCl miktarını hesaplarız.

$$\begin{array}{l} 100 \text{ g HCl'de} \quad 37 \text{ g saf HCl var ise} \\ \underline{X \text{ g HCl'de} \quad 109,5 \text{ g saf HCl vardır}} \end{array}$$

$$X = \frac{100 \cdot 109,5}{37} \Rightarrow X = 295,9 \text{ g}$$

HCl'yi tartmak zor ve tehlikeli olduğundan d=m/V den gerekli madde miktarını hacim olarak hesaplarız.

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow 1,19 = \frac{295,9}{V} \Rightarrow V = \frac{295,9}{1,19} \Rightarrow V = 248,65 \text{ ml}$$

Litrelik bolon jøjeye bir miktar saf su konur üzerine 248,65 ml HCl eklenip çalkalanır ve hacim çizgisine kadar saf su ile tamamlanır.

### 3.2.2. Analizin Yapılışı

Yem numunesinde ham kül tayini yapılır. Ham kül tayininde elde edilen kül soğutulduktan sonra 400 ml'lik behere aktarılır. Üzerine 75 ml 3 N HCl çözeltisi eklenir. Ekleniecek çözeltinin bir kısmı ile kroze iyice yıkanarak behere aktarılır.

Beher, ısıtıcı tabla üzerine yerleştirilerek 15 dakika kaynatılır. Kaynatma esnasında sıçramaları engellemek için beherin ağızına saat camı kapatılmalıdır. Ayrıca oluşacak asit buharlarının dışarı atılabilmesi için kaynatma işlemi çeker ocaklı bir bölmede yapılmalıdır.

Kaynama sonrası elde edilen çözelti soğutulduktan sonra külsüz filtre kâğıdından süzülür. Beher sıcak saf su ile iyice çalkalanıp huniye aktarılır. Son olarak filtre kâğıdı da sıcak saf su ile yıkanır.



**Resim 3.2: Süzme düzeneği**

Süzme işlemi tamamlandıktan sonra filtre kâğıdı, içerisindeki kül ile birlikte katlanarak yakma işleminde kullanılan aynı krozeye yerleştirilir. Kroze, etüve konulup 100 °C'de 1 saat kurutulur. Etüvden alınan kroze kül fırınına yerleştirilip burada da 550 °C'de 1 saat yakılır. Yakma işlemi tamamlandıktan sonra fırın kapatılıp soğuması beklenir. Kroze yaklaşık 100 °C'ye kadar soğuduktan sonra desikatöre alınıp oda sıcaklığına kadar soğutulur. Desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulan kroze, hassas terazide tartılıp tartım değeri kaydedilir.

Ham kül analizinde mutlaka kör deneme yapılmalıdır. Bunun için bir adet külsüz filtre kâğıdı, önceden darası alınmış krozeye konularak kül fırınında 550 °C'de 1 saat yakılır, desikatörde soğutulularak tartımı yapılır. Son tartımdan dara çıkarılarak filtre kâğıdının kül miktarı (kör değer) tespit edilir.

Analiz yapılırken süzme işleminde zorluk çekiliyorsa numune üzerine önce 50 ml 3 N HCl daha sonra 50 ml % 20'lik triklorasetikasit çözeltisi ilave edilir. Ayrıca süzme esnasında % 1'lik sıcak triklorasetikasit çözeltisiyle de yıkama yapılabilir.

Analiz sonunda son tartım değerinden dara ve kör değeri çıkarılarak numunenin HCl'de çözünmeyen kül miktarı hesaplandıktan sonra formül yardımı ile veya oran orantı kurularak % HCl'de çözünmeyen kül miktarı bulunur

$$\text{HCl'de çözünmeyen \% kül} = \frac{\text{a}}{\text{b}} \times 100$$

a: Numunenin HCl'de çözünmeyen kül miktarı (son tartım-(dara+kör değeri)) g

b: Numune miktarı g

Aynı numune üzerinde en az iki paralel çalışılmalı ve paralellerin ortalaması alınmalıdır.

**Örnek:** Darası 32.060 g olan bir porselen krozeye 3,050 g analiz numunesi tartılmış HCl'de kül analizi tamamlandıktan sonra krozenin ağırlığı kül ile birlikte 32.090 g olarak tespit edilmiştir.

Filtre kâğıdının kül miktarının tespit edilmesi amacıyla yapılan kör denemede krozenin darası 27,010 g, son tartım ise 27,011g olarak tespit edilmiştir.

Numunenin % HCl'de çözünmeyen kül miktarını hesaplayınız.

**Çözüm:** Öncelikle kör değerini, daha sonra numunenin HCl'de çözünmeyen kül miktarı hesaplandıktan sonra HCl'de çözünmeyen kül miktarı % olarak tespit edilir.

$$\text{Kör} = \text{Son tartım} - \text{Dara} \Rightarrow \text{Kör} = 27,011 - 27,010 \Rightarrow \text{Kör} = 0,001\text{g}$$

$$\begin{aligned} \text{Numunenin HCl'de çözünmeyen kül miktarı (a)} &= \text{Son tartım} - (\text{Dara} + \text{Kör}) \\ &= 32,090 - (32,060 + 0,001) \\ &= 0,029 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\text{HCl'de çözünmeyen \% kül} = \frac{a}{b} \times 100$$

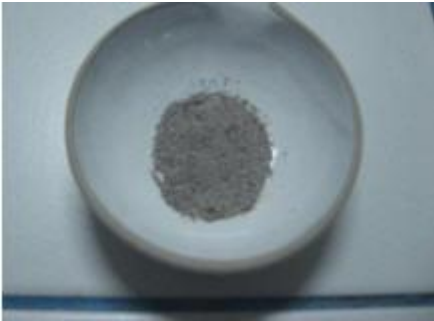

$$\text{HCl'de çözünmeyen \% kül} = \frac{0,029}{3,050} \times 100$$


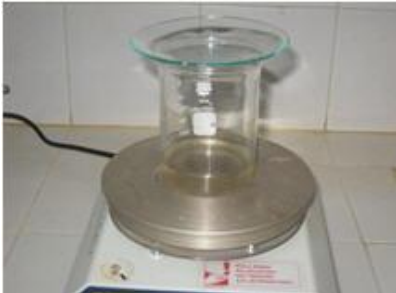


$$\text{HCl'de çözünmeyen \% kül} = 0,95$$



## UYGULAMA FAALİYETİ

- Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak yemlerde %10'luk HCl'de çözünmeyen kül tayini yapınız.

**Uygulamada kullanılan araç gereçler:** Hassas terazi, kroze, spatül, kül fırını, maşa, beher, mezür, ısıtıcı tabla, çeker ocak, saat camı, huni, erlen, statif, saplı halka, bağlama parçası, kül bırakmayan filtre kâğıdı, etüv, desikatör, hesap makinesi, 3 N HCl çözeltisi, analize hazırlanmış yem numunesi

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyiniz.</li><li>➤ Laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz.</li><li>➤ Çalışma ortamınızı ve kullanacağınız araç gereçleri hazırlayınız,</li><li>➤ Araç gereçlerin temizliğine dikkat ediniz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Yem numunesinde ham kül tayini yapınız.</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Yaklaşık 3 g numune tartınız ve tartım miktarını kaydediniz.</li><li>➤ Kül fırınına kullanırken dikkat edilmesi gereken kurallara uyunuz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Elde edilen külü 400 ml'lik bir behere aktarınız.</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Elde edilen külün açık griden beyaza kadar değişen renkte olmasına, numunede kömürleşmeler olmamasına dikkat ediniz.</li><li>➤ Kömürleşmeler varsa yakma işlemini tekrarlayınız.</li><li>➤ Külü soğuduktan sonra aktarınız.</li><li>➤ Külün etrafa dökülmemesine özen gösteriniz.</li></ul>

<p>➤ Behere 75 ml 3 N HCl çözeltisi ekleyiniz.</p> 	<p>➤ Çözeltinin bir miktarı ile krozeyi yıkayarak kalıntı kalmamasına özen gösteriniz. ➤ Çözeltiyi ölçmek ve aktarmak için mezür veya uygun bir malzeme kullanınız.</p>
<p>➤ Beherin içeriğini 15 dakika kaynatınız.</p> 	<p>➤ Isıtıcı tabla kullanınız. ➤ Kaynatma işlemini çeker ocak içerisinde yapınız. ➤ Sıçramaları önlemek için beherin ağzına saat camı kapatınız.</p>
<p>➤ Çözeltiyi filtre kâğıdından süzünüz.</p> 	<p>➤ Süzme işlemini çözelti soğuduktan sonra yapınız. ➤ Kül bırakmayan filtre kâğıdı kullanınız. ➤ Beher ve filtre kâğıdını sıcak saf su ile yıkayınız.</p>
<p>➤ Filtre kâğıdını içindeki kalıntıyla birlikte katlayarak krozeyle yerleştiriniz.</p> 	<p>➤ Filtre kâğıdının yırtılmamasına özen gösteriniz. ➤ Numunenin yakılmasında kullanılmış olan aynı krozeyi kullanınız.</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Krozeyi etüve yerleştirip 100°C'de 1 saat kurutunuz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sıcaklık ve zaman ayarını doğru yapınız.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Krozeyi kül fırınına yerleştirip 550°C'de 1 saat yakınız.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Krozeyi maşa ile tutunuz.</li> <li>➤ Kül fırınına krozeyi yerleştirdikten sonra çalıştırınız.</li> <li>➤ Fırının sıcaklığını kademeli olarak artırarak yakma sıcaklığına ayarlayınız.</li> <li>➤ Sıcaklık ve zaman ayarını doğru yapınız.</li> <li>➤ Yakma işlemi tamamlandıktan sonra fırını kapatarak sıcaklığın yaklaşık 100 °C'ye kadar düşmesini bekleyiniz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Krozeyi desikatörde soğutunuz.</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Krozeyi maşa ile tutunuz.</li> <li>➤ Krozenin oda sıcaklığına kadar soğumasını bekleyiniz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Krozeyi hassas terazide tartınız.</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Desikatörün kapağını kaydırarak açınız.</li> <li>➤ Krozeyi maşa ile tutunuz.</li> <li>➤ Tartım kurallarına uyunuz.</li> <li>➤ Tartım miktarını kaydediniz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hesaplama yapınız.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Paralellerin ortalamasını almayı unutmayınız.</li> </ul>



## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Karma yemlerde HCl'de çözünmeyen kül analizinin yapılış amacı hangisidir?
  - A) Karma yemler içerisinde hayvansal organizmada değerlendirilmeyen mineral maddelerle toz, toprak, kum gibi unsurların miktarını tespit etmek
  - B) Karma yemlerin ham kül içeriğini tespit etmek
  - C) Karma yemlerin organik madde içeriğini tespit etmek
  - D) Karma yemlerin kuru madde içeriğini tespit etmek
2. Aşağıdakilerden hangisi yemlerde HCl'de çözünmeyen kül analizinde kullanılan araç gereçlerden **değildir**?
  - A) Çeker ocak
  - B) Kül fırını
  - C) Isıtıcı tabla
  - D) Otoklav
3. Aşağıdakilerden hangisi yemlerde HCl'de çözünmeyen kül analizinde kullanılan kimyasallardandır?
  - A) 1 N hidroklorik asit çözeltisi
  - B) 3 N hidroklorik asit çözeltisi
  - C) 1 N sülfürik asit çözeltisi
  - D) 3 N sülfürik asit çözeltisi
4. HCl'de çözünmeyen kül analizinde içerisine filtre kâğıdı yerleştirilmiş kurutulmuş krozenin yakma sıcaklığı ve süresi aşağıdakilerden hangisidir?
  - A) 650 °C'de 1 saat
  - B) 650 °C'de 4 saat
  - C) 550 °C'de 1 saat
  - D) 550 °C'de 4 saat

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız.

5. HCl'de çözünmeyen kül analizinde numunenin yakılması ile elde edilen kül soğutulduktan sonra 400 ml'lik ..... aktarılır.
6. HCl'de çözünmeyen kül analizinde külsüz filtre kâğıdı yakılıp kalıntı miktarı tartılarak ..... tespit edilir.
7. HCl'de çözünmeyen kül analizinde kaynatma işlemi mutlaka ..... içerisinde yapılmalıdır.

**Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.**

8. ( ) Yemlerde HCl'de çözünmeyen kül analizinin prensibi numunenin yakılması ile elde edilen külün hidroklorik asit çözeltisi ile reaksiyona sokulup çözülen kısmın miktarının belirlenmesi esasına dayanır.
9. ( ) HCl'de çözünmeyen kül analizinde süzme işleminde külsüz filtre kâğıdı kullanılmalıdır.
10. ( ) HCl'de çözünmeyen kül analizinde kaynama işlemi tamamlandıktan sonra çözelti sıcak sıcak süzülür.

### **DEĞERLENDİRME**

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

# MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi yemlerde kurutma metoduyla nem tayininde kullanılır?  
A) Erlenmayer  
B) Desikatör  
C) Mezür  
D) Huni
2. Yemlerde kurutma metoduyla nem tayininde uygulanan kurutma sıcaklığı aşağıdakilerden hangisidir?  
A) 95 °C  
B) 100 °C  
C) 130 °C  
D) 105 °C
3. Yemlerin kuru maddesindeki ortalama organik madde oranı ne kadardır?  
A) % 5  
B) % 10  
C) % 50  
D) % 90
4. Aşağıdakilerden hangisi yemlerde ham kül analizinde kullanılan araç gereçlerdendir?  
A) Kül fırını  
B) Santrifüj  
C) pH-metre  
D) Manyetik karıştırıcı
5. Kül fırınlarının çalışma sıcaklıkları aralıkları aşağıdakilerden hangisidir?  
A) 0 - 1500 °C  
B) 0 - 1200 °C  
C) 0 - 900 °C  
D) 0 - 350 °C
6. Yemlerde ham kül analizinde yakma sıcaklığı aşağıdakilerden hangisidir?  
A) 550 °C  
B) 105 °C  
C) 250 °C  
D) 130 °C
7. Karma yemlerin içerisinde en fazla bulunabilecek HCl'de çözünmeyen kül miktarı aşağıdakilerden hangisidir?  
A) % 0,1  
B) % 1,0  
C) % 10  
D) % 90

8. Aşağıdakilerden hangisi yemlerde HCl'de çözünmeyen kül analizinde kullanılan araç gereçlerdendir?  
A) Ayırma hunisi  
B) Otoklav  
C) Çeker ocak  
D) Santrifüj

**Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız.**

9. Karma yemler en fazla %..... oranında su içerir.  
10. Melas, balık unu gibi bazı yemlerde nem tayininde ..... metodu tercih edilir.  
11. HCl'de çözünmeyen kül tayininde beher, çeker ocaklı bir bölmede ..... üzerine yerleştirilerek kaynatılır.  
12. HCl'de çözünmeyen kül tayininde kaynatma işleminde sıçramaları engellemek için beherin ağzına ..... kapatılmalıdır.  
13. Yemlerde ham kül analizinde ham kül içeriği % 0,2 - % 10,0 arasında ise paraleller arasındaki fark, mutlak değer olarak ..... 'den büyük olmamalıdır.  
14. Hayvansal yemlerden balık unu %..... ham kül ihtiva eder.  
15. HCl'de çözünmeyen kül tayininde .... dakika kaynatma işlemi uygulanır?

**Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.**

16. ( ) Yemlerde nem tayininde paraleller arasındaki fark 0,2'den büyük olmamalıdır.  
17. ( ) Ham kül analizinde bulunan külün tamamı yemin inorganik besin maddelerinden oluşur.  
18. ( ) Kül fırınında yakma sıcaklığı 550 °C'yi aşmamalıdır aksi takdirde yanmamış kömür zerrecikleri kalabilir.  
19. ( ) Yemlerde ham kül analizinde aynı numune üzerinde en az üç paralel olarak çalışılmalı ve paralellerin ortalaması alınmalıdır.  
20. ( ) Yemlerin bünyesindeki mineral maddelerin hayvansal organizmada değerlendirilen kısmı HCl'de çözünmeyen kül olarak saptanır.

## DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1.	D
2.	B
3.	C
4.	ham protein - ham selüloz
5.	85
6.	kurutma kabı
7.	Y
8.	D
9.	Y
10.	D

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1.	B
2.	D
3.	A
4.	C
5.	Kömürleşmeler
6.	Çeker ocak
7.	100
8.	Y
9.	D
10.	Y

## ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1.	A
2.	D
3.	B
4.	C
5.	Behere
6.	Kör değer
7.	Çeker ocak
8.	Y
9.	D
10.	Y

## MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1.	B
2.	D
3.	D
4.	A
5.	B
6.	A
7.	B
8.	C
9.	10-12
10.	Damıtma
11.	Isıtıcı tabla
12.	Saat camı
13.	0,2
14.	20-30
15.	15
16.	Y
17.	Y
18.	D
19.	Y
20.	Y

## KAYNAKÇA

- AKSOY Ayhan, Sümer HAŞİMOĞLU, Ahmet ÇAKIR, Nihat ÖZEN, **Yemler Bilgisi ve Yem Teknolojisi**, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum, 1999.
- AKYILDIZ Remzi, **Yemler Bilgisi Laboratuvar Kılavuzu**, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara, 1984.
- BULGURLU Şükrü, **Yem Analiz ve Muayene Metodları**, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, İzmir, 1967.
- KARABULUT Ali, Önder CANBOLAT, **Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri**, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bursa, 2005.
- KILIÇ Asım, **Kaba Yemlerde Niteliğin Saptanması**, Hasad Yayıncılık, 2006.
- SARIÇİÇEK Zehra, **Yemler Bilgisi Laboratuvar Kılavuzu**, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Samsun, 2000.
- **Yem Kanunu**, 7/6/1973 tarih ve 14557 sayılı Resmî Gazete.
- [www.kimyaevi.org](http://www.kimyaevi.org)