

KİLLERİN AKTİVASYONU  
VE  
YAĞLARDA KUULLANIMI

Vedia (BAHÇE) ÖZÇELİK  
Yüksek Lisans Tezi

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

1991

KİLLERİN AKTİVASYONU VE YAĞLARDA KULLANIMI

VEDİA (BAHÇE) ÖZÇELİK

Anadolu Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca  
Maden Mühendisliği Anabilim Dalında  
"YÜKSEK LİSANS TEZİ"  
Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman: Prof. Dr. Rifat BOZKURT

MART 1991

Vedia (Bahçe) Özçelik'in YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırladığı "Killerin Aktivasyonu ve Yağlarda Kullanımı" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

../03/1991

Üye : Prof. Dr. Rifat BOZKURT

Üye : Doç. Dr. Hüseyin Özdağ

Üye : Yrd. Doç. Dr. Muhammed Kaya

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 30.03.1991  
gün ve 274-6... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Rüstem KAYA  
Enstitü Müdürü

## ÖZET

Bu çalışmada Kızılcahamam, Konya ve Uşak yöresinden getirilen killerin yağ sanayiinde ağartma toprağı olarak kullanılabilirliğı araştırılmıştır.

Bu amaçla, Kızılcahamam'dan alınan üç adet kil ile Konya, Uşak yöresinden alınan iki adet kil örneğı üzerinde çalışılmıştır. Örnekler, sülfirik asit kullanılarak kuru ve yağ yöntemlerle aktifleştirilmiştir. İki farklı yöntemle aktive edilen kil örneklerinin ham ayçiçek yağı ve ham pamuk yağları üzerindeki ağartma kapasiteleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Asit aktivasyonunda sıcaklık ve aktivasyon süresi sabit tutularak, aktivasyondaki asit/kil oranları değiştirilerek çalışılmıştır. Aktive edilen killerde sanayide kullanılan Ton-sil Optimum FF kili, çalışma koşulları değiştirilmeksizin, ayçiçek ve pamuk yağlarının ağartılması sonucunda alınan değerler karşılaştırılmıştır.

Sonuçta, ağartma toprağı olarak kullanılan kilin, uygulanacak aktivasyon yöntemine ve yağın cinsine göre değişiklik gösterdiği saptanmıştır.

## SUMMARY

In this study, the usability of clays from Konya, Kızılcahamam and Uşak as bleaching earth in vegetable oil industry, has been investigated.

For this purpose,, studies were focused on the different clay samples from mentioned regions. Samples were wet and dry acticated by using sulphuric acid. An attempt has been made to determine the bleaching capacities of activated clays.

In the activation studies, temperature and duration of activation were kept constant, but the acid/clay ratios were varied.

Under similar conditions, the results obtained from bleaching raw sunflower oil and raw cotton seed oil by using the activated clays and Tonsil Optimum FF clay were compared.

As the result, it has been determined that clays used as bleaching earth showed variations depending upon the methods of activation and the type of vegetable oil.

## TEŞEKKÜR SUNUSU

Öğrenim hayatım boyunca büyük bir sabır ve titizlik gösteren aileme şükran duygularımı sunarım.

Yüksek öğrenimim süresince oldukça çok konuda yardım ve ilgisini unutamıyacağım "manevi babam" ve değerli hocam M.M.F. Maden Mühendisliği Bölümü Başkanı Prof. Dr. Rifat BOZKURT'a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Çalışmalarında danışmanlıklarına sık sık başvurduğum saygıdeğer hocam Doç. Dr. Hüseyin Özdağ, Yrd. Doç. Dr. Gürkan Yersel, Yrd. Doç. Dr. Adnan Konuk ve Yrd. Doç. Dr. Muammer Kaya'ya da teşekkürler ederim.

Laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Ben-San A.Ş. İşletme Müdürü, Değerli ağabeyim Erdoğan Tülümen'e ve personeline; Demircanlar A.Ş. Yağ Fabrikası sayın yöneticilerine, xRD çalışmalarını yaptırdığım Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Bölümü Başkanlığı'na da şükran duygularımı sunarım.

Ayrıca çalışmalarında ilgi ve desteklerini esirgemeyen, iş ve hayat arkadaşım, değerli eşim Maden Yük. Müh. Ali ÖZÇELİK'e de teşekkürlerimi sunarım.

Saygılarımla  
Vedia (Bahçe) ÖZÇELİK

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET .....	iv
SUMMARY .....	v
TEŞEKKÜR SUNUSU .....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	
TABLolar DİZİNİ .....	
1. GİRİŞ .....	1
2. KİLLER .....	2
2.1. Kil Mineralleri .....	3
2.1.1. Kil minerallerinin yapısı .....	3
2.1.2. Kaolinit grubu .....	5
2.1.3. Mika grubu .....	7
2.1.4. Montmorillonit grubu .....	9
2.1.5. Klorit grubu .....	12
2.1.6. Vermikülit grubu .....	13
2.1.7. Karışık tabakalı kil mineralleri ....	14
2.1.8. Atapuljit, sepiolit, paligorskit grubu .....	15
2.2. Killerin Sınıflandırılması .....	17
2.3. Killerde Mineralojik Tayin Yöntemleri .....	19
2.3.1. Diferansiyel Termal Analiz .....	19
2.3.2. x-Işınları Difraksiyon Yöntemi .....	20
2.3.3. Kızılötesi Spektral Analiz .....	20
2.3.4. Optik İnceleme .....	20
2.3.5. Elektron Mikroskop .....	21
2.3.6. Boyar Madde ve Pratik Tanıma Yöntemleri .....	21
2.3.7. Kimyasal Analiz .....	23

## İÇİNDEKİLER (Devam)

	<u>Sayfa</u>
2.4. Kil Minerallerinin Özellikleri .....	23
2.4.1. İyon değiştirme .....	23
2.4.2. Kil minerallerinin organik maddelerle reaksiyonları .....	27
2.4.3. Kil-su karışımları ve özellikleri ....	28
2.4.4. Kil minerallerinin ısı etkisiyle değişmesi .....	32
2.5. Bentonitin Endüstriyel Kullanım Alanları ....	32
2.5.1. Döküm kumları .....	32
2.5.2. Sondaj alanında kullanımı .....	33
2.5.3. şarapların ve likörlerin arıtılmasında kullanılması .....	33
2.5.4. Seramik sanayiinde kullanımı .....	33
2.5.5. Çimento sanayiinde kullanımı .....	33
2.5.6. Kağıt endüstrisinde kullanımı .....	33
2.5.7. İlaç sanayiinde kullanımı .....	34
2.5.8. Lastik sanayiinde kullanımı .....	34
2.5.9. Sabun ve temizlik maddelerinde kullanımı .....	34
2.5.10. Gübre sanayiinde kullanımı .....	34
2.5.11. Yangın söndürücülerde kullanımı .....	35
2.5.12. Boya endüstrisinde kullanımı .....	35
2.5.13. Katalizör olarak kullanımı .....	35
2.5.14. Yağ endüstrisinde kullanımı .....	35
3. ASİT İLE AKTİVASYON .....	36
4. YAĞLAR .....	40
4.1. Yağların Elde Edilmesi .....	41
4.2. Yağların Rafinasyonu .....	42
4.3. Yağların Ağartılması .....	42



## İÇİNDEKİLER (Devam)

	<u>Sayfa</u>
5. DENEYSEL ÇALIŞMALAR .....	44
5.1. Kullanılan Killer .....	44
5.1.1. Örnek alımı ve hazırlanması .....	44
5.1.2. Kil tanımlama çalışmaları .....	46
5.2. Asit ile Aktivasyon Çalışmaları .....	55
5.2.1. Kuru yöntemle aktivasyon .....	55
5.2.2. Yaş yöntemle aktivasyon .....	56
5.3. Yağların Ağartılması .....	56
5.3.1. Kızılcahamam killерinin aktivasyon ve ağartma çalışmaları .....	57
5.3.2. Konya kilinin aktivasyon ve ağartma çalışmaları .....	67
5.3.3. Uşak kilinin aktivasyon ve ağartma çalışmaları .....	70
6. SONUÇLAR .....	73
KAYNAKLAR DİZİNİ .....	76

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

2.1. a) Tek Tetrahedron Yapıda Silis, b) Hegzagonal Sistemde Tetrahedron Silisin Tabaka Yapısı .....	4
2.2. Çift Zincirli Silika Tetrahedron .....	4
2.3. Montmorillonit Yapısı .....	11
3.1. Montmorillonit'in Kristal Yapısı .....	36
3.2. Aktivasyon Prosesi ile Montmorillonit'in Şematik Kristal Yapı Değişimi .....	39
5.1. Kızılcahamam Kili Ocak Ayna Kesiti .....	45
5.2. D.T.A. Eğrileri .....	49
5.3. Kızılcahamam I Kili xRD Analizleri .....	50
5.4. Kızılcahamam II Kili xRD Analizleri .....	51
5.5. Kızılcahamam III Kili xRD Analizleri .....	52
5.6. Konya Kili xRD Analizleri .....	53
5.7. Uşak Kili xRD Analizleri .....	54
5.8. Kızılcahamam I Kili'nin Ayçiçek Yağı ile Ağartma Sonuçları .....	60
5.9. Kızılcahamam I Kili'nin Pamuk Yağı ile Ağartma Sonuçları .....	60
5.10. Kızılcahamam II Kili'nin Ayçiçek Yağı ile Ağartma Sonuçları .....	63
5.11. Kızılcahamam II Kili'nin Pamuk Yağı ile Ağartma Sonuçları .....	63
5.12. Kızılcahamam III Kili'nin Ayçiçek Yağı ile Ağartma Sonuçları .....	64

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devam)

	<u>Sayfa</u>
5.13. Kızılcahamam III Kili'nin Pamuk Yağı ile Ağartma Sonuçları .....	64
5.14. Konya Kili'nin Ayçiçek Yağı ile Ağartma Sonuçları .....	69
5.15. Konya Kili'nin Pamuk Yağı ile Ağartma Sonuçları .....	69
5.16. Uşak Kili'nin Ayçiçek Yağı ile Ağartma Sonuçları .....	72
5.17. Uşak Kili'nin Pamuk Yağı ile Ağartma Sonuçları .....	72

## TABLGLAR DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
2.1. Kullanılan Boyar Maddeler ve Killerle Meydana Getirdiği Reaksiyonlar .....	22
2.2. Kil Minerallerinin Katyon Değişim Kapasiteleri .	24
2.3. Kil Minerallerinin Anyon Değiştirme Kapasitesi .	27
5.1. Çalışılan Killerin Kimyasal Analiz Sonuçları ...	47
5.2. xRD Sonucu Tanımlanan Önemli Mineraller .....	55
5.3. Kızılcahamam I Kili'nin Aktivasyon ve Ağartma Sonuçları .....	58
5.4. Kızılcahamam I Kili'nin Aktivasyon ve Ağartma Sonuçlarının Değerlendirilmesi .....	59
5.5. Kızılcahamam II Kili'nin Aktivasyon ve Ağartma Sonuçları .....	61
5.6. Kızılcahamam II Kili'nin Aktivasyon ve Ağartma Sonuçlarının Değerlendirilmesi .....	62
5.7. Kızılcahamam III Kili'nin Aktivasyon ve Ağartma Sonuçları .....	64
5.8. Kızılcahamam III Kili'nin Aktivasyon ve Ağartma Sonuçlarının Değerlendirilmesi .....	65
5.9. Konya Kili'nin Aktivasyon ve Ağartma Sonuçları .	67
5.10. Konya Kili'nin Aktivasyon ve Ağartma Sonuçlarının Değerlendirilmesi .....	68
5.11. Uşak Kili'nin Aktivasyon ve Ağartma Sonuçları .	70
5. 12. Uşak Kili'nin Aktivasyon ve Ağartma Sonuçlarının Değerlendirilmesi .....	71
6.1. Ağartma Çalışmaları Sonuçları .....	74

## 1. GİRİŞ

Killerin ağartıcı olarak kullanılması insanlık tarihi kadar eskidir. Her kilin, az veya çok belli bir ağartma gücü vardır. Önceleri sadece temizlik amaçlarıyla kullanılan ağartma toprakları daha sonra bir takım işlemlere tabi tutularak yemeklik yağların ve makina yağlarının ağartılmasında kullanılmaya başlamıştır.

Bitkisel ve hayvansal kaynaklı hammaddelerden elde edilen doğal (ham) yağlardaki tabii renkler, içerdikleri doğal renk maddelerinin yanı sıra, bozunma tepkimelerinden oluşan renk maddelerinden de meydana gelmektedir. Bitkisel yağların doğal yapılarında bulunan en yaygın renk verici maddeler klorofil, karoten, ksantofil ve gossypol'dur.

Ağartma toprakları bir yandan yağdaki renk maddelerini absorblama yolu ile ortamdaki alırken, diğer yandan yağın bozunma tepkimelerinin ilerlemesini önlemektedir.

Bu nedenle yağların rengini açmada ağartma toprağı kullanımı, tüm dünyada olduğu gibi, ülkemiz rafineri yağ sektöründe de vazgeçilmez bir aşama olarak yer almıştır. Ülkemizde bu amaçla en çok ithal "Tonsil Optimum FF" toprağı kullanılmaktadır.

Bu çalışmada yağ rafinasyon sektöründe değişik şekillerde kullanıldığını bildiğimiz Kızılcahamam, Konya ve Uşak yöresinden alınan 5 adet kil örneğinde çalışmalar yapılmıştır. Kimyasal analiz, Diferansiyel Termal Analiz, x ışını Difraksiyonları yardımıyla killerin mineralojik tayinleri yapıldı. Aktifleştirme  $H_2SO_4$  ile yağ ve kuru yöntemler uyarınca gerçekleştirildi.

Hazırlanan aktif killerin ham pamuk ve ayçiçek yağlarını ağartma kapasitesi lovibont tintometresi ile belirlendi. Her bir yağ ve kil cinsi için aktivasyondaki optimum asit/kil oranı

saptanmış ve ağartma güçleri, Tonsil Optimum FF toprağı ile karşılaştırılarak sonuçlar değerlendirilmeye alınmıştır.

## 2. KİLLER

Kil, sedimanter kayaçların yada toprakların mekanik çözümlenmelerinde bir tane boyu terimi olarak kullanılır. Bir kayaç terimi olarak kilin tam anlamı ile tanımlanması güçtür, çünkü kil olarak bilinen materyallerin oldukça geniş bir kapsamı vardır. Genel anlamda kil terimi, sınırlı bir nicelikte su ile karıştırıldığında plastik bir özellik kazanan, ince taneli, doğal materyal için kullanılır. Kimyasal çözümlenmelerde, killerin esas olarak silika, alümina ve sudan oluştuğu, sık sık da önemli niceliklerde demir, toprak alkaliler ve alkaliler içerebildiği görülmektedir.

Kil teriminin kökensel bir anlamı yoktur. Bu terim, bozunma ürünü, sedimanter oluşumlu yada hidrotermal etkinliklerle oluşan materyal için kullanılır.

Jeolojide yaygın bir biçimde kullanılan Ventvorth ölçeğinde, killer dört mikrondan küçük, taneli, doğal materyal olarak belirtilmiştir. Toprak araştırmalarında ise bu üst sınır iki mikron olarak kullanılır. Birçok araştırmada görülmüştür ki kil olarak bilinen doğal materyalin büyük bir çoğunluğu iki mikronun altında tane büyüklüğüne sahiptir. Büyük kil minerali parçaları olarak bilinen maddeler bile (ki bunlar topraklaşmış killerdir) suda dağıtıldığında ayrılan tanelerin yine iki mikronun altında olduğu görülmüştür. Bugün tane boyu olarak iki mikron değerinin, killer ile kil olmayan materyali birbirinden ayırmada oldukça doğru bir görece olduğu sözkonusudur.

Killerin özelliklerini belirleyen başlıca etkenler şu şekilde sıralanırlar:

1. Kil minerali kompozisyonu,

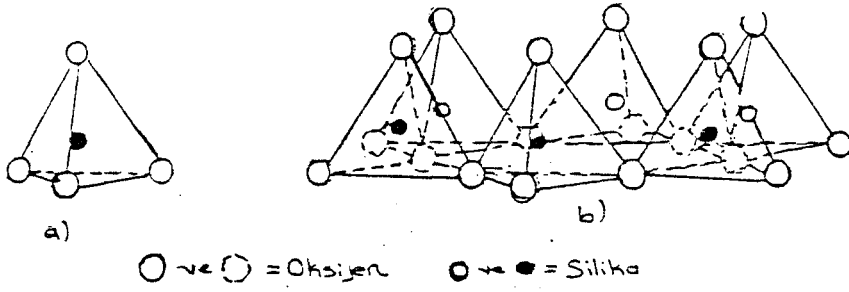
2. Kil olmayan mineral kompozisyonu,
3. Organik materyal içeriği,
4. Değiştirilebilir iyon ve çözünebilir tuz içeriği,
5. Yapı ve doku (Kiper, 1977).

## 2.1. Kil Mineralleri

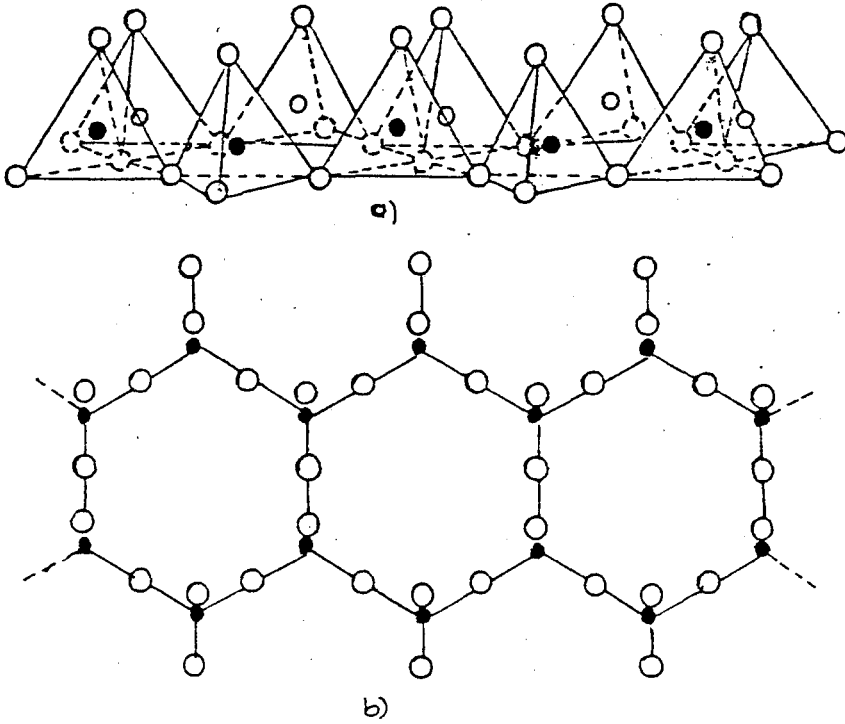
### 2.1.1. Kil minerallerinin yapısı :

Kil minerallerinin büyük bir çoğunluğunun kristal kafesleri iki yapısal birimden oluşur. Bu birimlerden birincisi, birbirine yakın sıralanmış iki oksijen yada hidroksil tabakasından oluşan ve bu iki tabakanın arasında oktahedral koordinasyonlu bir alüminyum, demir yada magnezyum içeren yapıdır. Tek bir oktahedral birimde altı oksijen yada hidroksil bulunmaktadır. Yapıda alüminyum bulunduğunda, olası boşlukların yalnızca üçte ikisi doldurulabilmekte, böylece jipsit  $Al_2(OH)_6$  yapısı oluşmaktadır. Magnezyum varlığında ise yapıdaki pozisyonların tümü dengelenmektedir ve daha sağlam olan brüst  $Mg_3(OH)_6$  yapısı oluşmaktadır.

İkinci birim yapı, silika tetrahedronlarıdır. Silikon atomu, köşelerdeki dört oksijenden (veya yapının dengelenmesi için gerek varsa hidroksilden) eşit uzaklıkta ve tetraederin ortasında yer alır. Silika tetrahedronları, hegzagonal bir kristal kafes oluşturacak şekilde dizilirler(Şekil 2.1.). Ardalanan tabakaların bileşimi  $Si_4O_6(OH)_4$  şeklindedir. Bu hegzagonalı oluşturan tetraederlerin tabanları aynı düzlem üzerindedir. Böylece en altta bir oksijen katmanı, onun üzerinde bir silikon katmanı, onun üzerinde de her bir silikonun tam üzerinde bir hidroksil yer almak üzere bir hidroksil katmanı oluşmaktadır. Ancak, bu tetrahedral birim yapının, kil minerallerinde bazı distorsiyonlar gösterdiği de kanıtlanmıştır. Ayrıca şekil 2.2.'den de görüleceği gibi, kil minerallerinden amfibol yapısına benzer tipte olanlarında, bu silika tetraeder-



Şekil 2.1. a) Tek Tetrahedron Yapıda Silis,  
b) Hegzagonal Sistemde Tetrahedron Silisin Tabaka Yapısı.



Şekil 2.2. Çift Zincirli Silika Tetrahedron  
a) Perspektif Görünüş,  
b) Projeksiyon Görünüş.



lerinin çift zincir sistemi oluşturması da söz konusu olabilmektedir.

Aşaşıdaki kil minerali grupları ve bu grupların üyeleri tek tek incelenmiştir.

### 2.1.2. Kaolinit grubu :

Kaolinit : Tüm kil mineralleri gibi kaolinit de silikattır. Kristal pulları, tabakaların üst üste dizilmesinden oluşur.

Her tabaka, biri tetrahedral, diğeri oktahedral olmak üzere iki farklı yaprağın birleşimi ile oluşmaktadır. Yapısal formülü  $Si_4Al_4O_{10}(OH)_8$  biçiminde olan kaolinitin, bir silikat tabakasındaki yük dağılımı aşaşıdaki gibidir:

6	$O^{2-}$	12-
4	$Si^{4+}$	16+
4	$O^{2-} + 2(OH)^{-}$	10-
4	$Al^{3+}$	12+
6	$(OH)^{-}$	6-

Bu dağılımdan da görüleceği gibi bir kaolinit tabakası yük'sel dengede bulunmaktadır.

Kaolinit tabakalarının istiflenme periyodu  $7 \text{ \AA}$ 'dur. x-ışınlarının difraksiyon karakteristikleri, kuvvetli 7,1 ve 3,58  $\text{\AA}$  refleksiyonlarıdır ki bunlar  $450^\circ\text{C}$ 'nin üzerinde kaybolmaktadır.

Kuramsal bileşimi,  $SiO_2$  % 46,54,  $Al_2O_3$  % 39,50,  $H_2O$  %13,96 biçimindedir. Bir çok kaolinit minerali üzerinde yapılan kimyasal çözümlenmeler, kaolinitin kristal yapısına çok az sübtüsyon kabul ettiğini göstermiştir. Bu da alüminyumun yerine, çok az demir ya da titan'ın geçmesiyle olmaktadır.

Triklirik sistemde kristalleşen kaolinit, elektron mikroskopta hegzagonal biçimli pullar halinde görülür ve genellikle

kolay ayırtlanır.

Dikit ve Nakrit: Kimyasal bileşimleri kaolinit'inkine özdeştir. Ancak birim hücrelerinin yapısı farklıdır.

Dikit ve nakrit monoklinik minerallerdir, doğada ender olarak hidrotermal mineralleşme zonlarında bulunurlar.

Halvazit : Halvazit mineralinde, kaolinit tabakaları, su yapraklarıyla birbirinden ayrılmış durumdadır. Silikat tabakalarının istiflenme periyodu  $10 \text{ \AA}$ 'a yükselmiştir. Isıtılarak suyunu veren halvazit, istiflenme periyodu kaolinit'inkine çok yakın olan ( $7,2 \text{ \AA}$ ) metahalvazite dönüşür.

Halvazit, elektron mikroskopta boru biçimli bir yapı gösterir. Halvazit de hidrotermal kökenli bir kil mineralidir. Bazen hızlı sedimantasyonla oluşmuş kayalarda da bulunabilir.

Düzensiz kaolinitler: Bir çok kaolinit kayaları, refrakter killer olarak bilinirler. Bu minerallerin silikat yaprakları kaolinit tipindedir. Ancak bu tabakaların istiflenmesi düzensizdir. x-Işınları Difraksiyonu karakteristiklerindeki çok çeşitli değerler, bu düzensiz yapının sonucudur.

Serpantinler ve kaolinit benzeri killer: Serpantinler, kristal yapıları kaolinit'e benzeyen magnezyum hidrosilikatlerdir. Serpantin yapısında, kaolinit tabakasındaki oktahedral yaprakta bulunan  $2\text{Al}$  iyonunun yerini  $3 \text{ Mg}$  iyonu almaktadır. Yani serpantin minerali, kaolinit'in trioktahedral homeotipi (magnezyen) olmaktadır.  $2 \text{ Al}$  için  $3 \text{ Mg}$  süstitüsüyonu, bazen izomorf süstitüsyon olarak tanımlanır. Bu, anlaşılabilir bir terim olmakla birlikte uygunsuz ve yanlışdır. Gerçekte izomorfizm kuralı salt kristal latisindeki benzerliği değil, senkristalizasyon olasılığını da gerektirir. Bu nedenle kaolinit ile serpantin ya da muskovit ile filogopit izomorf mineraller değildir. İzotipi, senkristalizasyonu gerektirmez. Ancak izotipinde aynı simetri grubu sözkonusuyken,  $2 \text{ Al}$  için  $3 \text{ Mg}$  süstitüs-

yonu simetriyi değiştirmektedir. Bu nedenlerle kaolinit ve serpantin homeotip minerallerdir.

Kaolinit, oktahedral yapraklarının ortasında 2 Al iyonu bulundurduğu için dioktahedral bir mineraldir. Buna karşın serpantin, oktahedral yapraklarının ortasında 3 Mg iyonu bulundurduğu için trioktahedraldir.

Serpantinlerin kuramsal bileşimleri  $Mg_6Si_4O_{10}(OH)_8$  biçimindedirler. Ancak, bu gruptaki mineraller, büyük petrografik fasiyes farklılıkları gösterirler. Bu olgu, serpantinlerin silikat tabakalarının düzenli yada düzensiz dizilimi ile ilgilidir. İğne biçimli olanlar krizotildir. Çift zincir yapısında olan krizotil, anfibollerin analogudur. Diğer serpantin grubu mineralleri olan antigorit ve ortoz serpantin de yine aynı elementer tabakanın türevleridir. Fakat bu tabakaların istiflenmesinde farklı derecelerde düzensizlikler vardır.

Kaolinit'in demirli homeotipi grenalittir. Nikelli homeotipi ise garniyerit'tir. Bu türden süstitüsyonlar, tetrahedral yaprakta da görülebilir. Örneğin şamozit, tetrahedral yaprakta alümino-demirli süstitüsyonlar içeren bir kaolinit homeotipidir.

### 2.1.3. Mika grubu:

Mikalar: Mikaların yapısal özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Bir silikat tabakasında bir oktahedral yaprak iki tetrahedral yaprağın arasında bulunur.

2. Oktahedral yaprak, mikaların türlerini belirleyen, değişik nitelikte, altı koordineli iyonlar içerir.

3. Tetrahedral yapraktaki dört tetraederden üç tanesinde Si, bir tanesinde ise Al iyonu vardır. Bu nedenle tetrahedral yaprak bir elektriksel şarj kazanır.

4. Bu açık, birim tabakalar arasındaki bağı sağlamlaştıran bir iyon ile, genellikle de K ile doldurulur. Bu bağ, mika klivajını oluşturmaktadır. Yani yapraklanma için yeterince zayıftır.

Mikaların dioktahedral serisinin en yaygın olarak bulunanı muskovittir ( $\text{Al}_2\text{Si}_3\text{Al}_K^+\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ ).

Muskovitin sodik eşdeğeri yada izotipi paragonittir ( $\text{Al}_2\text{Si}_3\text{Al}_{\text{Na}}^+\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ ). Birçok kayada serizit, fenjit, damurit

ve pimit gibi muskovitin eksik türleri gözlenir. Bu mineraller metamorfik kayalarda, hidrotermal yataklarda ve feldspatların atmosferik bozunma sürecinde oluşturmaktadırlar.

Mikaların trioktahedral serisinin üyelerinden biri filogopittir ( $\text{Mg}_3\text{Si}_3\text{Al}_K^+\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ ). Yine bu serinin üyelerinden biri

olan ve kristalin kayalarda oldukça yaygın olarak bulunan biotitte ise oktahedral yaprak, magnezyum ve demir (-2) ve az olarak da demir (-3) ve alüminyum içermektedir ( $(\text{Mg}, \text{Fe}^{2-})_3\text{Si}_3\text{Al}_K^+\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ ).

Pirofillit ve Talk : Her iki mineralin de istiflenme periyodu, muskovit'inki gibidir  $10\text{Å}$ 'dır. Pirofillit ve talk yapısının muskovitten farkı, tetrahedral birim yapılarında Si'nin yerine Al sübsitüsyonu içerdikleri için silikat tabakaları arasında bir alkalinin söz konusu olmamasıdır. Bağlayıcı bir alkalinin olmaması nedeniyle talk tabakaları birbirleri üzerinden çok kolay kayabilmektedir. Bu iki mineralin yapısal formülleri aşağıdaki gibidir:

Pirofillit..... $\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$

Talk..... $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$

Bu mineraller, esas olarak metamorfik kayalarda ve hidrotermal yataklarda bulunurlar. Sedimenter oluşumları enderdir.

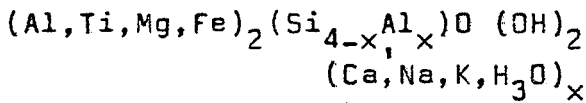
İllitler: Mikalara benzer yapıda minerallerdir. İllit'in kimyasal çözümlenmelerinde, tetrahedral yapraktaki beş Si'den birinin yerinin Al tarafından alındığı ve bunun sonucunda da silikat tabakaları arasında bir alkalinin bulunduğu görülmüştür. Oktahedral yapraktaki Al iyonlarının ise kısmi yer değiştirme ile Mg, Fe<sup>2-</sup> ve Fe<sup>3-</sup> iyonları tarafından süstitüye edildiği sık sık saptanabilmektedir. Burada süstitüsyon derecesi önemli olmaktadır.

İllit'in bir değişkenli yapısal formülü aşağıdaki gibidir:



Gerçekte kimyasal çözümlenme sonuçlarından giderek illitlerin (hidromikalar) yapısal formüllerini saptamak son derece güç bir iştir.

En genel anlamda illit formülü aşağıdaki gibidir:



İllitler ince taneli mikalara bağlı olarak bulunurlar ve silikat tabakaları arasındaki K eksikse yerini su doldurmaktadır. Nitekim, illitin genişleme kapasitesi de bu hidrasyon derecesine uygun düşmektedir.

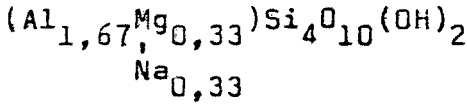
#### 2.1.4. Montmorillonit grubu:

Montmorillonitler, tabakalar arası bağları zayıf olan mika benzeri minerallerdir. Birim tabakaları arasında değişen miktarda su alarak şişerler, bu nedenle istiflenme periyotları da değişik değerler alabilir. Yine de bu değer çoğu kez 14 Å civarındadır. İyon değişimi, sıcaklık etkileri ve polialkol hareketleri ile bu periyot 10-20 Å arasında değişim gösterir.

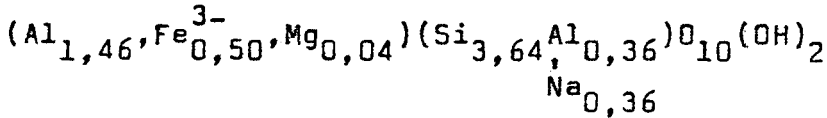
Montmorillonit grubu mineralleri, kristal yapılarındaki iyon süstitüsyonlarına bağlı olarak türlere ayrılmıştır:

Dioktahedral "montmorillonit-beidelit" serisi : Bu grubun kutuplarından biri olan montmorillonitte tetrahedral Si iyonunun Al tarafından süstitüsyonu sözkonusu değildir. Ancak, oktahedral Al, kısmi olarak Mg tarafından süstitüye edilir. Bunun sonucunda oluşan yüksek boşluk, tabakalar arası değiştirilebilir iyonlar tarafından dengelenir. Bu boşluk her türden katyon tarafından doldurulabilir, fakat doğal koşullarda bu katyonlar çoğunlukla Na ve Ca olmaktadır(Şekil 2.3).

Bir montmorillonit örneği aşığıda verilmiştir:

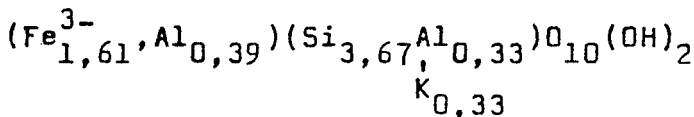


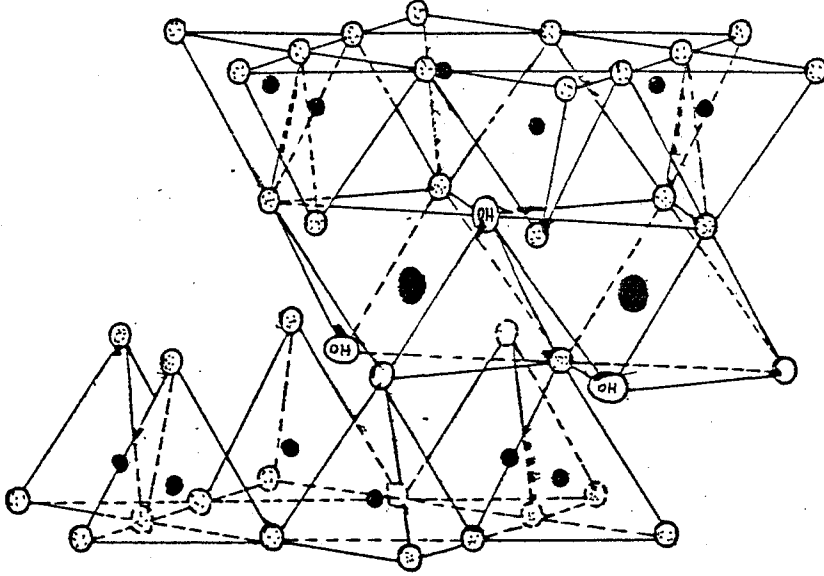
Beidelit kutbunda ise tetrahedral yapıda Al iyonları kısmi olarak Si iyonunun yerini almaktadır. Buna göre beidelit'in yapısal formülü aşığıdaki gibidir:



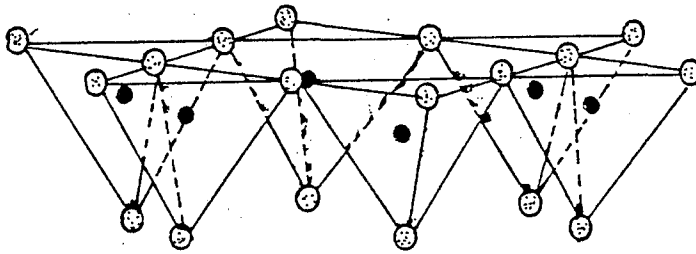
Bu iki kutup arasındaki tüm ara bileşimler, bu serinin minerallerini oluştururlar.

Dioktahedral "nantronit-beidelit" serisi: Ferrik demir, montmorillonit-beidelit serisindeki oktahedral Al'un yerini türlü oranlarda alabilir. Böylece, montmorillonit-beidelit serisinin ferrik homeotipi olan nantronit-beidelit serisi oluşur. Serinin üyelerinden birinin yapısal formülü aşığıda verilmiştir:





Değişebilen Katyonlar  
xH<sub>2</sub>O

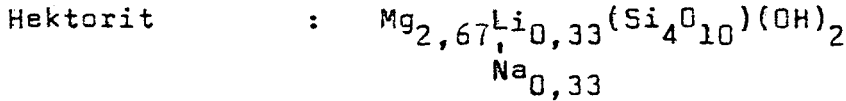
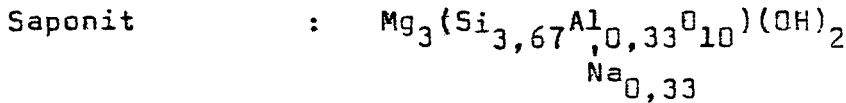
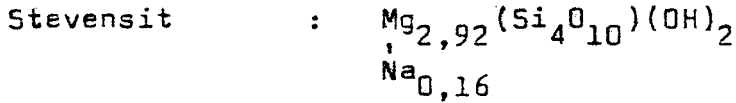


- ⊕) Oksijen, ⊕) Hidroksil, ●) Alüminyum, Demir, Magnezyum,  
●) Silika.

Şekil 2.3. Montmorillonit Yapısı

Trioktahedral "stevensit-saponit" serisi: Stevensit, montmorillonit'in trioktahedral magnezyen homeotipidir. Bu durum talk-profilit ikilisinde olduğu gibidir. Stevensit'in kuramsal formülü:

$Mg_3(Si_4O_{10})(OH)_2$  biçiminde olmalıdır. Ancak gerçekte, gerek oktahedral yaprakta gerekse tetrahedral yaprakta türlü süstitüsyonlar gelişmektedir. Mg'un yerinin Li tarafından kısmi olarak alınmasıyla hektorit, Si'un yerinin Al tarafından alınmasıyla da saponit oluşmaktadır. Aşağıda stevensit-saponit dizisi minerallerinin kimyasal formülleri verilmiştir:



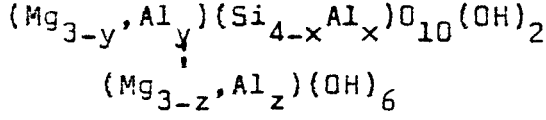
#### 2.1.5. Klorit grubu :

Kloritler, yeşil renkli, demirce zengin kil mineralleridir. Yapısal özellikleri, çok değişik biçimlerde süstitüsyonlara elverdiği için, kloritlerin birçok türleri vardır. Kloritlerin, kil mineralleri arasında yer edinmesi, oldukça yenidir. Özellikle 1948'den sonra kloritler, bir kil minerali grubu olarak, birçok önemli sedimanter havzalarda, topraklarda ve sedimanter kayalarda saptanmışlardır. Bazı gökelme havzalarının ise egemen kil minerali durumundadırlar.

Klorit yapısı, trioktahedral mika yapraklarının, brusit yapısında bir bağlayıcı ile bağlanarak ardalanmasından oluşmaktadır. Silikat tabakalarının istiflenme periyodu  $14 \text{ \AA}$ 'dur.



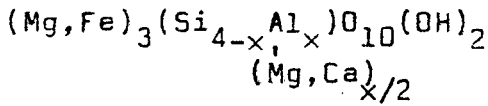
Kloritin yapısal formülü aşağıda verilmiştir:



Tetrahedral ve mika tipi oktahedral yapraklarda da, brusit yaprağında olduğu gibi bol miktarda süstitüsyon olabilmektedir. Klorit türleri, bu süstitüsyonların niteliğine ve niceliğine bakılarak ayırtlanmaktadır. Bu türler arasında demir cevheri kloritler, şişen kloritler ve dioktahedral kloritler de bulunmaktadır.

#### 2.1.6. Vermikülit grubu :

Mikalara benzeyen vermikülit, uzunca bir süre bir trioktahedral mika türü olarak düşünülmüştür. Ancak daha sonra yapılan araştırmalarla mika bileşimindeki birim tabakaların birbirinden su molekülleri tarafından ayrıldığı saptanmıştır. Bazı yazarlar da, vermikülitin silikat tabakalarının nötral olmadığını ve bu nedenle dengeleyici tabakalar arası iyonların (genellikle Mg, bazen de Ca) mineral içinde yer aldığını belirtmişlerdir. Vermikülitin yapısal formülü aşağıdaki gibidir:



Vermikülitler,  $10 \text{ \AA}$ 'luk bir istiflenme periyoduna sahip olmakla birlikte bu değer sabit değildir. Tabakalar arası iyon değişimi, vermikülit'in istiflenme periyodunun  $10-14 \text{ \AA}$  arasında değişmesine neden olmaktadır. Bu değişim, katyon büyüklüğüne denktir. Şöyleki,  $14 \text{ \AA}$  Mg ve Ca için;  $12 \text{ \AA}$  Ba, Li ve Na için;  $10 \text{ \AA}$   $\text{NH}_4$ , K, Rb ve Cs için gözlenen değerler olmaktadır.

Vermikülit'ler trioktahedral yada dioktahedral mika tipi yapıdadırlar ve tabakalar arası bağları mika ve kloritlerinkin-

den zayıf, montmorillonit'inkinden kuvvetlidir.

### 2.1.7. Karışık tabakalı kil mineralleri :

Karışık tabakalı kil mineralleri, değişik nitelikteki silikat tabakalarının ardarda istiflenmesiyle oluşurlar.

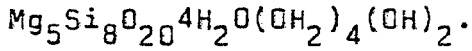
Teorik olarak, her türden kil tabakası, birbirleriyle ardalanabilir. Bunlardan biri olan bravazit, illit ve montmorillonit tipindeki tabakaların ardalanmasıyla oluşur. Bunun gibi, klorit-kaolinit karışık tabakalı mineraller ve rektorit denilen düzgün vermikülit-profillit karışık tabakalı killer bulunmuştur. Ayrıca biotit ile karışık tabakalanma yapan diğer türler, örneğin biotit-klorit yada biotit-vermikülit karışımları, hidrobiotit olarak adlanmıştır.

Biotit'in hidrosferde kolay kırılır bir mineral olması nedeniyle topraklarda ve sedimenlerde egemen olan dört tabaka tipi; illit, montmorillonit, vermikülit ve klorit'tir. Bu dört tabaka tipi, birbirleriyle kuramsal olarak bir çok tür oluşturacak biçimde ardalanabilirler. Ancak, doğada karışık tabakalı killerde yapılan çözümlenelerde, böylesine bir türsel bolluk görülmemektedir. Bu dört kil tabakası türünün ikişer ikişer ardalanmasıyla oluşan, belli başlı altı karışık tabakalı kil tipi aşağıda verilmiştir:

1. İllit-montmorillonit (I-M),
2. İllit-vermikülit (I-V),
3. İllit-klorit (I-C),
4. Montmorillonit-vermikülit (M-V),
5. Montmorillonit-klorit (M-C),
6. Vermikülit-klorit (V-C).

### 2.1.8. Atapuljit, sepiolit, paligorskit grubu :

Atapuljit : Bu gruptaki mineraller, asbestlerin bir bileşeni olarak uzun süreden beri bilinirler. Atapuljit'ler, alüminyum ve magnezyum'un yaklaşık olarak aynı özellikler gösterdiği alümina-magnezyen silikatlardır. Asbestiform fasiyeslerin lifli minerallerindendir. Sedimanter kayalardaki atapuljitler, elektron mikroskopta uzun lifler halinde görülürler. Yapısal formülü şu şekildedir:



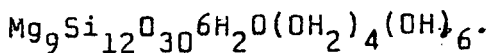
Burada, Al'un yerini Mg'un alması her zaman için olasıdır.

Sepiolitler: Sepiolitler de atapuljitler gibi, asbest yataklarında, hidrotermal yataklarda ve gölsel yada denizel sedimanlarda bulunabilirler. Elektron mikroskopta, iğne biçimli görünüşleri vardır.

Sepiolit, bir magnezyen silikat olup, alüminyumun rolü ise oldukça azdır. Magnezyen uç, paligorskit dizisini oluşturmaktadır. x-Işınları karakteristikleri 3,33 ile 12,10 Å<sup>o</sup> arasında değişir.

Önceleri, sepiolit'in amfibol tipi zincir silikatlardan olduğu (Si<sub>4</sub>O<sub>11</sub>) sanılmış, sonradan tabakalı yapısı olduğu saptanmıştır(Si<sub>4</sub>O<sub>10</sub>).

Gerek atapuljit'te, gerekse sepiolit'te bir şerit yapısı sözkonusudur. Her şerit mika yapısına sahiptir. Atapuljit'te bu şeritler beş oktahedral pozisyon kapsamaktadır. Sepiolit'teki oktahedral pozisyon sayısı ise sekizdir. Şeritler arasındaki kanallara ise yine şerit molekülü sular girebilmektedir. Burada zeolitik bir davranış sözkonusudur. Sepiolit'in yapısal formülü aşağıdaki gibidir:



Atapuljit'ler ve sepiolit'ler, montmorillonit grubunun üyelerine yakın kimyasal bileşimler gösterirler. Genel olarak, bazen lamelli, bazen de lifli yapılar gösterirler. Bunun nedeninin, atapuljit ve sepiolit'in dioktahedral ve trioktahedral diziler arasında bir geçiş niteliğinde olmasından kaynaklandığı anlaşılmaktadır.

#### 2.1.9. Demir ve alüminyum oksitler ile hidroksitler :

Demir ve alüminyum oksitler ve hidroksitler, bozunma ürünlerinin, toprakların ve kilce zengin kayaların önemli bileşenlerindedir. Bu minerallerin, lateritler ve boksitler olarak ele alınması daha uygun olmaktadır.

Doğal demir oksitler ve hidroksitler : Bu grupta, manyetit'in dışında dört mineralden söz edilebilir. Bunlar:

- 2 hidroksitler : Götüt ( $\alpha\text{FeOOH}$ ) ve Lepidokrokite ( $\gamma\text{FeOOH}$ ),  
 2 oksitler : Hematit ( $\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) ve Maghemit ( $\gamma\text{Fe}_2\text{O}_3$ )'tir.

Limonit : Kriptokristalin ferrik oksit agregatıdır. Limonit'te bazen salt götüt bulunabileceği gibi, bazen götüt-lepidokrokite karışımı, hematit ve diğer kil mineralleri de bulunabilir. Mikroskop altında limonit, kristalitlerin küçüklüğü nedeniyle izotropik bir görünüm verir. Limonitler türlü renklerde olabilirler.

Alüminyum hidroksitler ve oksitler : Doğada en yaygın olan alüminyum hidroksit, jipsit yada hidrarjillit'tir:  $\gamma\text{Al}(\text{OH})_3$ . Bunun polimorfik türü bayerit'tir ( $\alpha\text{Al}(\text{OH})_3$ ), ancak bu mineral doğada saf olarak bulunmaz.

Alüminyum'un tek doğal oksiti, metamorfik zonlara bağlı olan korund ( $\alpha\text{Al}_2\text{O}_3$ )'dur.

İyi bilinen diğer iki hidroksit, böhmit ( $\gamma\text{AlOOH}$ ) ve diyaspor ( $\alpha\text{AlOOH}$ )'dur. Böhmit, doğada diyaspordan daha yaygındır.

Karışık oksitler : Bazı yazarlar, düşük sıcaklıkta, bazı demirli ve alüminyum'lu oksitlerin,  $(Fe_{2-x}Al_x)O_3$  tipinde çökelebileceği olasılığı üzerinde durmuşlardır. Aynı biçimde,  $(Al_{2-x}Fe_x)O_3 \cdot H_2O$  olasılığı da sözkonusudur ( $x < 1$ 'den) (Kiper, 1977).

## 2.2. Killerin Sınıflandırılması :

Killer, kristal yapılarına, kimyasal bileşimlerine, buldukları ortamlara göre değişik yazarlar tarafından sınıflandırılmıştır.

R.E., Grim, çeşitli kil minerallerini yapısal özelliklerine dayanarak sınıflandırılmıştır.

Bu sınıflandırmaya göre:

I. Amorf olanlar: Allofon grubu.

II. Kristalin olanlar:

II.1. İki tabakalı olanlar : Birim kristal hücresi bir adet silika dört yüzlü, bir adet alümina sekiz yüzlü tabakasından ibarettir:

II.1.1. Eş boyutlu olanlar: Kaolin grubu: Kaolinit, Dikit, Nakrit.

II.1.2. Bir yönde uzamış şekiller: Halloysit grubu.

II.2. Üç tabakalı olan tipler: Levhalı yapılar iki silika dört yüzlü tabakası ile bir merkezi dioktahedral veya trioktahedral tabakalardan ibarettir:

II.2.1. Genişleyen kristal yapıları olanlar:

x. Eş boyutlu olan montmorillonit grubu: Montmorillonit, Savkonit, Vermikülit.

x. Bir yönde uzamış montmorillonit grubu: Montronit, Saponit, Hektorit.

II.2.2. Genişlemeyen kristal yapıları olanlar: İllit grubu.

II.3. Düzenli karışık tabakalı olan tipler: Klorit grubu.

II.4. Zincir yapıları tipleri: Atapuljit, Sepiolit, Poligorskit.

Ayrıca H. Ries "Clay, Origin and Properties and Uses" adlı kitabında killeri şu şekilde sınıflandırmıştır:

I. Kalıntı Killeri :

I.1. Kaolinler:

I.1.1. Damarlar.

I.1.2. Battaniye şeklinde damarlar (magmatik veya metamorfik sahalarda ayrışma sonucu).

I.1.3. Replasman (ornatma) yatakları.

I.1.4. Tabakalı yataklar (feldspatik kumtaşlarından türetilirler).

I.2. Kırmızı pişen killeri (çeşitli kayalardan türetilirler).

II. Kolloidal Killeri (Heyelan Killeri).

III. Taşınma Sonucu Meydana Gelen Killeri:

III.1. Sedimanter olanlar:

III.1.1. Denizel.

III.1.2. Gölsel.

III.1.3. Alüvyon olanlar.

III.1.4. Haliç.

III.1.5. Delta.

III.2. Buzul killeri.

III.3. Rüzgar sürüklemelerinin meydana getirdiği killeri (lös killeri).

Bu killerden, I. grupta bulunanlar, bulunduğu yerde teşekkül ettiği için primer killerdir. II. ve III. gruptaki killeri ise sekonder killerdir (Akıncı, 1968), (Kayıkçı, 1989).

### 2.3. Killerde Mineralojik Tayin Yöntemleri :

Killerde mineralojik tayinler şu yöntemlerle yapılmaktadır:

#### 2.3.1. Diferansiyel Termal Analiz (D.T.A.) :

Diferansiyel Termal Analiz Yöntemi, kil minerallerinin yüksek sıcaklığa kadar ısıtılmasıyla meydana gelen endotermik ve ekzotermik reaksiyonları inceleyen bir analiz yöntemidir.

Analizi yapılan kil minerali, D.T.A. cihazında örnek kabına konur. Referans olarak da, ısıtıldığı zaman hiçbir termal reaksiyon göstermeyen inört bir madde konur. Referans maddesi olarak genellikle, kalsine alüminyum oksit ( $Al_2O_3$ ) veya kalsine kaolin alınır. Analiz sonuçları, sıcaklığa karşılık termal reaksiyonlar olarak grafik kağıdına çizilir (Özkan, Erkalfa, 1977).

Kil örnekleri,  $100-150^{\circ}C$ 'de gözenek ve absorbe suyunu kaybeder. Kil minerallerinin bileşim formüllerinde gösterilen hidroksil suları  $400-700^{\circ}C$  sıcaklıkta minerali terkeder. Suyun çıkışı sırasında meydana gelen reaksiyonlar endotermiktir. Yine bu sıcaklıklarda, kil minerallerinin kristal yapısında meydana gelen değişikliklerden ekzotermik reaksiyonlar meydana gelir. Sıcaklık  $900^{\circ}C$ 'ye çıkarıldığında kristal yapısı tamamen yok olur ve yeni mineraller oluşur. Bu değişimler ekzotermik reaksiyonlardan tesbit edilir.  $500^{\circ}C$ 'nin üzerindeki sıcaklıkta örnekler erime, pişirme, yeniden kristalleme gibi reaksiyonlarda meydana gelir.

Kullanılan killer, çeşitli kil mineralleri ve kil olmayan mineraller içerebilir. Saf kil mineralleri ve belli karışımlardan oluşmuş, önceden hazırlanmış D.T.A. eğrileri ile incelenen örnekten elde edilen eğriler karşılaştırılarak kilin mineral bileşimi tayin edilir. İyi sonuçlar veren bir methodur (Gök, 1978).

### 2.3.2. x-Işınları Difraksiyon Yöntemi :

Kil minerallerinin tanınmasında ve özelliklerinin saptanmasında çeşitli yöntemlerden biri de x ışınlarının analizidir.

Bu yöntemin esası, çok kısa dalga boyuna sahip elektromanyetik dalgalardan meydana gelen x ışınlarının, kristallerin atomlarına çarptırılarak yansıtılmasıdır. Kristallerde atomlar belli bir düzen içinde bulunduğu için yansıyan ışınlar birbirlerini güçlendirir veya yok eder. Amorf cisimlerde atomlar düzensiz olduğundan düzenli bir yansıma meydana gelmeyecektir. Yansımanın meydana gelmesi için, x ışınları örnek üzerine belli bir açı ile, dönen toz örneğin üzerine gönderilir. Atomlara çarpan x ışınları aynı açı ile yansır, yansıyan açılarının üzerine karşılık gelen pikler kağıt üzerine kaydedilir. Elde edilen eğrilerden kristal birim hücrelerinin kenar açıları ve kenar aralıkları hesaplanır.

Herhangi bir killi maddedeki kil minerallerini saptamak için, daha önce saf kil örneklerinin x ışınları verileri saptanmış ve standart ASTM kartlarının hesaplanmış olması gerekir. Elde edilen bilgilerle standart kartlardaki bilgiler karşılaştırılarak incelenen örneğin kil mineralleri saptanır(Gök, 1978).

### 2.3.3. Kızılötesi Spektral Analiz:

Kil minerallerinin kızıl ötesi ışınları absorbe etmesinden yararlanarak, ışınlar kil minerallerinin tayininde kullanılabilir(Gök, 1978).

### 2.3.4. Optik İnceleme :

400-500 kez büyütme özelliğine sahip petroğrafi mikroskobu ile, kil örneklerinin ince kesitleri incelenir ve optik özelliklerinden kil mineral cinsleri saptanmaya çalışılır. Killi maddeler içinde bulunan, kil olmayan minerallerin de tanınması, kil minerallerinin tanınması kadar önemlidir. Feldspat,



kuvars, çeşitli mika ve bazı opak mineraller, killeri ile yaygın olarak bulunan kil olmayan minerallerdir. Bunlar optik özellikleriyle mikroskopta kolay tanınır. Mikroskopta tesbit edilen doku ve tane boyu büyüklüklerinden, killerin zenginleştirilmesinde ve kullanılmasında geniş ölçüde yararlanılabilir (Gök, 1978).

#### 2.3.5. Elektron Mikroskop:

Isıtılmış bir flama dan yayılan elektron ışınları, bir elektrik alanda hızlandırılarak kil mineralleri üzerine gönderilir. Toz halindeki örnekte, küçük mineral parçalarına çarpan ışınların hızı, örneğin boyutuna göre farklı şekilde azalır. Kristal olmayan yerlerden geçen ışınlar, hızları değişmeden geçer. Örnek üzerinden farklı hızlarla, geçen elektronlar örneğin görüntüsünü de taşırlar. Bu görüntüler, büyütülerek fotoğraf kartları üzerine kaydedilir. Elektron mikroskopta 60 000 kez büyütme yapılabilmektedir. Kil mineralleri genellikle yaprak ve lif şeklindedir.

#### 2.3.6. Boyar Madde ve Pratik Tanıma Yöntemleri :

Genellikle, arazi etüdlerinde yararlanılan pratik tanı yöntemi dir. Boyar maddeler küçük şişelerde taşınabildiği için oluşan renkler sonucu birtakım ayrımlar yapılabilir.

Kullanılan boyar maddeler ve killeri le meydana getirdiği reaksiyonlar tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1. Kullanılan Boyar Maddeler ve Killerle Meydana Getirdiği Reaksiyonlar(Gök, 1978).

Mineralin Cinsi	Kullanılan Boyar Madde ve Meydana Gelen Renk.		
	Benzidin	Safronin Yeşili	Malakit Yeşili
Kaolinit .....	-	Kırmızı-Morumsu	Mavi-Yeşil
Montmorillonit ...	Mor-Mavi	Mor-Mavi	Sarı, Kırmızı-Sarı
İllit .....	-	Kırmızımsı-Mor	Yeşil, Mavi-Yeşil

Çeşitli kil minerallerinin karışımından meydana gelen örneklerde renklenmeler farklı tonlarda oluşacaktır. Tecrübe ve standart renk kartlarından yararlanarak olumlu sonuçlar alınabilmektedir.

HCl'in kullanılabilmesi ile de killeri benzer karbonatlardan ayırmak mümkün olduğu gibi, killerin karbonat içerip içermedikleri de anlaşılabilir.

Kil mineralleri, pratik uygulanan diğer yöntemler ile de tanımlanabilirler. Örneğin kuru kil örnekleri dile yapışır ve bu şekilde bazı benzerlerinden ayrılır. Montmorillonit ve vermikülit grubu mineraller, bünyelerine su alarak şişebilirler, kuru örnekleri suya atılınca bu tip örneklerde meydana gelen hacim artışı gözle görülebilir. Şişme deneyi, bu minerallerin etilen glikol ile muamelesinde de gözlenebilir. Kil çamurlarından hazırlanan tabletler kurutulduklarında, kaolinit illit, klorit grubu killerde çatlama meydana gelmez, montmorillonit ve vermikülit killerin tabletleri çatlar. Montmorillonit ve vermikülit grubu kil mostralalarında, ıslanma ve kuruma sonucu çok çatlaklı ve salkım görünümünde bir yapı meydana gelir. Kaolinit grubu yataklarda bu yapı görülmez. Alünit şüpheli edilen

örnekler, yakılarak çıkan  $SO_2$  kokusundan alünit farkedilebilir. Aynı örnekler  $Na_2CO_3$ 'lu su ile kaynatılarak çözünmeleri sağlanır. Elde edilen çözelti HCl ile asitlenilerek  $BaCl_2$  ilave edilirse, beyaz  $BaSO_4$  çözültisi meydana gelir (Gök, 1978).

#### 2.3.7. Kimyasal Analiz :

Kil minerallerinin tanınmasında ve özelliğinin belirlenmesinde kimyasal analizlerden de yararlanılır. Kil minerallerini meydana getiren asıl bileşenler  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $MgO$ 'dur. Son iki bileşenin yerini  $Fe^{2+,3+}$  ve  $Ti^{4+}$  alabilir. Benzer yer almaların sebep olduğu elektrik yükleri dengesizliği sebebiyle kristal bünyesine  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $H^+$  gibi katyonlar absorbe edilir. Saf killerin bileşenlerinin analizlerle belirlenen yüzdeleri ile incelenen örnekten elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak kil mineral cinsi belirlenebilir.

Kimyasal analizlerden veya uygulanan diğer kimyasal testlerden, hesap yoluyla incelenen örneğin kil ve kil olmayan mineralleri tesbit edilebilir. Kimyasal analizler ile örneğin endüstriyel özellikleri de belirlenebilir (Gök, 1978).

#### 2.4. Kil Minerallerinin Özellikleri

Killer, iyon değiştirme, su ile karışım, plastiklik, şekillenebilme, pişme, yağ emme, renk verme gibi endüstriyel önemi bulunan özelliklere sahiptir. Killerin, endüstriyel kullanımdan gözetilen özellikleri, ayrıntılı bir şekilde incelenmiş geniş bir literatür ve bazı standartlar oluşmuştur. Burada kil minerallerinin önemli bazı özelliklerinden sözedilecektir.

##### 2.4.1. İyon değiştirme:

Kil mineralleri, sulu çözültüler ile mumamele edildiğinde, kristal kafesinde tuttuğu bazı değişebilir iyonların yerine çözültülerdeki bazı iyonları absorbe ederek iyon deği-

şimi meydana getirebilir. İyon değişimi genellikle sulu ortamda meydana gelmekle birlikte bazen de sulu olmayan ortamda meydana gelebilir.

Tabii zeolit, permutit ve nötr karbon, suyun sertliğini gidermede kullanılan iyon değiştiricilerdir. Bazı küçük hacimli molekül yapısına sahip inorganik maddeler de iyon değiştirme özelliğine sahiptir.

İyon değiştirme miktarı miliekivalan/100 gr ölçüsü ile ifade edilir. İyon değiştirme kapasitesi tayinleri pH:7 olan ortamda yapılır.

Kil minerallerinin değişebilir katyonları, çokluk sırasına göre  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $H^+$ ,  $K^+$ ,  $NH_4^+$  ve  $Na^+$ 'dir. Genellikle değişebilir anyonları  $SO_4^{2-}$ ,  $Cl^-$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $NO_3^-$  'dir.

İyon değişimi, kil minerallerinin endüstriyel kullanımında faydalanılan önemli özelliklerindedir. Kil minerallerinin katyon değişim kapasiteleri tablo 2.2.'de verilmiştir :

Tablo 2.2. Kil Minerallerinin Katyon Değişim Kapasiteleri

Mineralin Cinsi	İyon Değiştirme Miktarı(meq/100gr)
Kaolinit .....	3- 15
Halloysit 2 H <sub>2</sub> O .....	5- 10
Halloysit 4 H <sub>2</sub> O .....	10- 40
Montmorillonit .....	80-150
İllit .....	10- 40
Vermikülit .....	100-150
Klorit .....	10- 40
Sepiolit-Atapuljit .....	20- 30
Zeolit Mineralleri .....	100-300
Bazı Organik Maddeler .....	150-500

(Erdinç, 1976).

Kil minerallerinin katyon değişim nedenleri:

1. Silis ve alüminyum ünitelerinin kenarlarında dengelenmemiş elektrik yükleri olabilir. Bu yükleri dengelemek üzere katyonlar absorbe edilebilir. Tane hacminin küçülmesi ile kırık bağların sayısı ve dolayısıyla iyon değiştirme kapasitesi artabilir. Montmorillonit ve vermikülit'in iyon değiştirme kapasitesinin % 20'sini kırık bağlar teşkil eder.

2. Kil minerallerinin yapı kafesini oluşturan silis tetraederlerindeki  $Si^{4-}$  yerini  $Al^{3-}$  veya oktaeder tabakadaki  $Al^{3-}$  yerini  $Mg^{2-}$ 'nin alması ile yapıda elektrik yükü dengesizliği meydana gelir. Bunu dengelemek için kafes yüklerine anyonlar absorbe edilir. Montmorillonit ve vermikülit minerallerinin iyon değiştirme kapasitesinin % 80'ini, kafes içindeki yük dengesizliği sebebi ile absorbe edilen iyonlar meydana getirir.

İllit, klorit, sepiolit ve atapuljit minerallerinin kristal kafeslerindeki yer değiştirmeler küçük olduğundan, bunun sebep olduğu iyon değiştirme miktarı da küçüktür.

3. Kil minerallerinin kırılmış kenarlarında bazı hidroksil grupları olabilir ve bunların hidrojeni ile katyonlar yer değiştirebilir. Ancak bunlar, kırık bağların katyon değiştirme kapasitesinin küçük bir bölümünü teşkil eder. Katyon değiştirmenin asıl sebepleri yanında bu sebep oldukça şüphelidir.

Kil minerallerinin kırılmış kenarlarında bazı açık hidroksil grupları olabilir ve bunların hidrojeni ile katyonlar yer değiştirebilir. Ancak bunlar, kırık bağların katyon değiştirme kapasitesinin küçük bir kısmını teşkil eder. Katyon değiştirmenin asıl sebepleri yanında bu sebep oldukça şüphelidir. Belki normal olmayan şartlarda, hidroksillerin hidrojeninin yerini katyonlar alabilir.

Kil minerallerinin kırık bağlarının meydana getirdiği katyon değişmelerinde, değişebilir katyonlar, yaprak veya çubuk şeklindeki mineralin kenarlarında tutulur. Kristal kafesteki

yerini almaların sebep olduğu katyon değişimlerinde katyonlar mineral yüzeylerinde tutulur.

Katyon değişimi reaksiyonlarında, katyonların değişme miktarı, katyonların tabiatına, katyon ve anyon konsantrasyonuna bağlı olarak değişir. Kaolinitin katyon değişme reaksiyonu genellikle çok çabuk olur. Klorit ve illit için nispeten uzun zaman gerekir. Montmorillonit, vermikülit ve atapuljit'te bu reaksiyonlar çok yavaş olur ve tamamlanması için uzun zaman ister. Katyon değişme reaksiyonları sırasında pH'ın değiştiği  $\text{Na}^+$  için pH:9,  $\text{Ca}^{2+}$  için pH:7,5 ve  $\text{H}^+$  için pH'ın 7'den küçük olduğu ileri sürülür.

#### **Kil minerallerinin anyon değiştirme nedenleri:**

Anyon değiştirme reaksiyonlarının, reaksiyon sırasında kil minerallerinin bozulması ve yeni bileşikler meydana gelmesi dolayısıyla anlaşılması ve incelenmesi zordur. Anyon değişiminin nedenleri konusunda araştırmacılar arasında fikir birliği yoktur. İleri sürülen fikirlere özetle şu şekildedir:

1. Kil mineral kırıntılarının kenarlarındaki kırık bağların bazı negatif ve pozitif noktalar meydana getirebileceği ve bu suretle anyon değişim reaksiyonları olacağı düşünülmektedir.. Mevcut bilgilere göre kristal kafeste, aynı anda pozitif ve negatif yüklerin bulunmasının zor olduğu ve kristal kafesteki yüklerin genellikle negatif olduğu işaret edilmiştir.

2. Hedricks, anyon geometrisi ile kil minerali yapı ünitelerinin geometrik ilişkisinin anyon değişimine sebep olabileceğini ileri sürmektedir. Ona göre, fosfat, arsenat ve borat gibi anyonlar, yaklaşık olarak silikat tetraederi ile aynı hacme ve geometrik şekle sahiptir. Silikat tetraederi bu anyonları, kenarlarına uygun bir şekilde absorbe edebilir ve tabakalar bu suretle büyüebilir. Benzer geometrik şekle ve hacme sahip başka katyonların bu suretle absorbe edildiği görülmemiştir. Tablo 2.3'de kil minerallerinin anyon değiştirme kapasiteleri verilmiştir (Gök, 1978).

Tablo 2.3. Kil Minerallerinin Anyon Değişirme Kapasitesi

	<u>Meq/100</u>
Montmorillonit-Geisenheim.....	31.0
Montmorillonit-Vyoming.....	23.0
Beidellit-Unterrupsroth.....	21.0
Nontronit-Untergriesbach.....	20.0
Nontronit-Ptreimdtal.....	12.0
Saponit-Groschlattengran.....	21.0
Vermikülit-Güney Afrika.....	4.0
Kaolinit.....	30.0
Kaolinit.....	13.3
Kaolinit.....	6.6

Farklı kil minerallerinin, farklı anyonlar ile yer değiştirebileceğini gösteren bilgi yoktur. Bazı killerin anyon adsorpsiyonu ile sabitleştiği bilinmektedir. Kaolinitin  $PO_4^{-3}$  anyonu adsorpsiyonu sırasında meydana gelen reaksiyon ile kaolinitin yok olduğu ve alüminyum fosfat bileşiğinin meydana geldiği bilinmektedir. Bu iki reaksiyonu birbirinden ayırmak güçtür (Gök,1978).

#### 2.4.2. Kil minerallerinin organik maddelerle reaksiyonları:

Kil minerallerinin değişebilir katyonları ile organik bileşiklerin polar molekülleri iyon değiştirme reaksiyonları meydana getirebilir. Organik katyonlar hacim ve diğer özelliklerine göre kil mineral tanelerinin yüzeyini birden fazla molekül kalınlığında tabakalar ile örter. Organik maddelerle örtülmüş böyle kil taneleri hidrofobik ve yağ emme özelliğine sahiptir. Bunlar organik bileşikler ile polimerize olabilirler. İyonlaşmalar ve polar özelliğe sahip organik bileşiklerde kil mineralleri tarafından absorbe edebilir. Polar moleküller hidrojen bağları ile kil minerallerine tutunur. Organik moleküllerin yüksek polariteye sahip olması halinde, kil minerallerinden

bazıları (montmorillonit) bir molekül tabakasından fazla organik madde absorbe edebilir.

Kil minerallerinden, bazı organik sıvıların renklerinin giderilmesinde ve bazı organik bileşiklerin sentezinde katalizör olarak faydalanılır, (Gök, 1978).

#### 2.4.3. Kil-su karışımları ve özellikleri :

Kil kütleleri, oda sıcaklığı ve daha aşağı sıcaklıklarda bünyelerinde bir miktar su tutar. 100-110<sup>0</sup>C kadar ısıtıldıklarında da bu su, kil bünyesinden tamamen çıkar. Bu sıcaklıkta kil kitlelerini terkeden su, üç sınıfa ayrılmıştır.

1.Gözenek suyu : Kil minerallerini meydana getiren, kil mineral taneciklerinin etrafını saran ve taneler arasını dolduran sudur.

2.Tabaka arası su : Vermikülit, montmorillonit ve sulu halloysitin, kristal yapı ünitelerinin tabakaları arasında, ara tabaka olarak bulunan sudur. Bu su, rutubet ve sıcaklığa göre artıp azalabilir. Artması ile kil minerallerinin c ekse- ni büyür ve kilde şişme meydana gelir.

3.Sepiolit ve atapuljit minerallerinde, kristal ünite tabakalarının arasındaki boşlukları dolduran serbest sudur. Bu su, kristal hacminde bir değişiklik yapmaz, artması ile kilin özgül ağırlığı azalır.

Birinci tip su, oda sıcaklığında kitleyi tamamen terk eder ve kitleyi terk etmesi için az enerji gerekir.

Hidrate halloysit, oda sıcaklığında tabaka arası fazla suyunu tamamen terk eder ve tekrar bu suyu bünyesine almaz. Montmorillonit ve vermicülit, oda sıcaklığında tabaka arası sularını büyük ölçüde terk eder, su ile muamele edildiklerinde bu suyu tekrar bünyelerine alırlar. Bu mineraller 100<sup>0</sup>C' ye kadar ısıtıldığında tabaka arası sularını tamamen terk eder ve bu suyu tekrar bünyelerine almazlar. Sepiolit ve atpuljit, düşük sıcaklıklarda tabaka içi suyunu terk eder ve bünyelerine



alabilir. Değişik kil minerallerinin dehidratasyonu için gerekli enerji diferansiyel termal analizlerde görülür.

İkinci ve üçüncü maddelerde sözü edilen su, kil minerallerinin yapıları gereği mineral bünyesinde bulunan sulardır. Birinci maddede de sözü edilen gözenek suyu, absorbatif ve serbest su olarak iki bölümde incelenir. Absorbatif su, kil mineral kırıntılarının veya cidarın çevresini kuşatan ve serbest hareket edemeyen sudur. Bu suyun, kil mineralleri veya gözenek cidarlarına nasıl bağlandığı konusunda görüş birliği yoktur. Bir görüşe göre polarize su molekülleri, kil minerallerinin kırık bağları ile bağlanarak cidarlarda ince bir su filmi meydana getirir. Diğer görüşler; su moleküllerinin, kil kırıntılarının yüzeylerine veya gözenek cidarlarına adhezyon veya yüzey gerilim kuvvetleriyle bağlandığını ileri sürer. Kil taneleri, yüzeylerine veya gözenek cidarlarına absorbe edilen su 3-10 molekül tabakasından meydana gelen bir kuşak oluşturur ve kalınlığı 8-28 Å arasında değişir.

Düzgün kristal yapısına sahip kil mineralleri, daha çok absorbatif su alır. Bu tür killer, plastik özelliğe sahiptir ve seramik sanayiinde aranan hammaddelerdir. Düzgün kristal yapıya sahip killere de öğütülerek plastik özellik kazandırılabilir.

Kil-su karışımlarında killer, içine ilave edilen su miktarına göre farklı fiziksel özellikler gösterir. Bu özellikler plastik, akıcı, kolloid ve tiksotropik olarak belirtilmiştir. Kil-su karışımlarının fiziksel özellikleri, endüstriyel ve mühendislik amaçlarla incelenmiştir.

Plastik özellik : Maddelerin, basınç altında, çatlamadan ve kırılmadan, kalıcı bir şekil değişikliği meydana getirilmesidir. Maddeler, basınç kalktıktan sonra da kazandıkları yeni şekli korurlar. Belli bir miktar su ile karıştırılan bütün killer bu özelliğe sahiptir. Endüstride ve mühendislikte plastikliğin üç anlamı vardır:

1. Basınç altında kırılmadan şekil değiştirme,
2. Şekillenebilme,
3. Ekonomik değer taşıma.

Endüstride, killerin bu özelliklerinden geniş ölçüde yararlanılır.

Seramik sanayiindeki anlamı ile killerin plastik özelliği, kilin gerekli miktarda su ile karıştırıldıktan sonra, çatlama-  
dan, kırılmadan ve yapışmadan şekillenebilmesi ve bu şeklini koruyabilmesidir. Plastik özellik kazanabilmesi için, killere ilave edilen suya plastiklik suyu denir. Plastik kil örneği, 105°C'de kurutulur, meydana gelen ağırlık kaybı, kuru örnek ağırlığının yüzdesi olarak ifade edilir. Suyun daha az olması durumunda, şekillendirilen kil çatlaklar, şekillendirme güçleşir ve daha fazla güç sarfı gerekir. Daha fazla su olması durumunda, kitle, yapışkan hale gelir ve şekillendirmeden sonra deforme olarak verilen şekil kaybolur.

Killi maddelerin plastiklik suyu miktarı, içerdiği kil minerali ve kil olmayan maddelerin miktarına, kil mineralleri cinslerine, kil minerallerinin tane boyu ve kristallenme derecesine, iyon değiştirme kapasitesine, değişebilir iyonların cinsine, tuz ve organik madde miktarına göre değişir.

Kaolinit, halloysit, illit ve klorit, yaklaşık aynı miktarda plastiklik suyu içerir. Montmorillonit ve vermikülit grubu kil minerallerinin plastiklik suyu daha çoktur. Bu minerallerin içerdikleri değişebilir katyonların cinslerine göre de plastiklik suyu değişebilir. Sodyum montmorillonit, en fazla plastiklik suyu içeren kil mineralidir.

Tiksotropi : Plastik haldeki killer üzerlerine, basınç uygulandığında veya titreşime maruz bırakıldıklarında, içerdikleri suyun bir kısmını serbest su olarak terk edebilirler ve üzerlerindeki bu etki kalktığında çıkan bu suyu tekrar bünyelerine alırlar. Killerin bu özelliğine tiksotropi denmiştir.

Akıcılık : Plastiklik sınırının üzerinde su ilave edilen killler, kendi ağırlıkları ile akabilir hale gelirler. Standart mühendislik deneylerinde, likit limit aletine konan örnekte açılan oyuğun, yirmibeş vuruşta kapanması halinde zemin, akıcı olarak nitelendirilmektedir. Zeminin bu hale gelmesi için gerekli su miktarı da likit limit olarak tarif edilmiştir.

Kolloid özellikleri : Saf suya yüzde bir kaç oranında kil ilave edildiğinde, kil mineral taneleri, su içinde yüzebi- len küçük tanecikler halinde dağılır. Killerin süspansiyon meydana getirmesi, kil minerallerinin cinsine, büyüklüğüne, yapı özelliğine, değişebilir katyon içeriğine ve değişebilir katyonların cinsine göre değişir. Kaolin grubu kil mineralleri- ne göre montmorillonit grubu kil minerallerinin süspansiyon meydana getirme eğilimleri, daha fazladır ve bu grupta içinde de sodyum montmorillonit en yüksek süspansiyon meydana getirme özelliğine sahiptir.

Saf su ile karıştırılan kil mineralleri, yapıları gereği taneciklerinin yüzey kenarlarında negatif elektrik yükleri içe- rirler. Bu taneciklerin, aynı cins elektrik yükü ile yüklü olmaları sebebiyle birbirlerine yaklaşamazlar, yani tanecikler bir araya gelip pıhtılaşamazlar. Ancak, suyun polar molekül- leri sebebi ile taneciklerin kenarı ve yüzeylerinde farklı yükler meydana gelebilir ve bu farklı yükler sebebi ile tane- cikler bir araya gelerek floküle olabilir. Montmorillonit gru- bu killer, suda çözünmeleri durumunda suyun asitidesi pH:7.5-9 olur. Ortamda negatif yükler daha fazla olduğundan bu yükler, tanelerin defülakülasyonunu sağlayarak pıhtılaşmasını engeller. Kaolinit grubu killerin, suda çözülmesi halinde pH:7 ve daha küçük olacaktır ve kil taneleri bir araya gelerek pıhtılaşacak- tır. Bu grup killerin, defülakülasyonunu sağlamak için çözeltili- ye, sodyum silikat (cam suyu) veya soda ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) ilave edilerek bu minerallerin defülakülasyonu sağlanır (Gök, 1978).

#### 2.4.4. Kil Minerallerinin Isı Etkisiyle Değişmesi :

Normal oda sıcaklığında killere, gözenek suyunu ve absorbe suyunu terk eder. Killere, 400-700°C arasında ısıtıldıklarında kimyasal formüllerinde gösterilen hidroksil suyunun da kaybeder ve bu sıcaklıklarda kristal yapılarında bazı değişiklikler meydana gelir. Su kaybı ve yapısal değişiklikler nedeniyle meydana gelen endotermik ve ekzotermik reaksiyonlar, kil minerallerinin tanınmasında yardımcı olur. 900°C ve daha yüksek sıcaklıklarda kil minerallerinin kimyasal yapısı tamamen bozunuma uğrar. Bir kısım killere, kısmen eriyerek, erimeyen kısımları çimentolar ve bu durumda kil ürünlerinde bir şekil determinasyonu meydana gelmez. Bazı durumlarda kil mineralleri erimeden yeni kristaller meydana getirirler. Bu duruma ise sinterleşme denmiştir. Isı karşısında, su kaybı ile killerde yoğunluk azalması ve hacim küçülmesi de meydana gelir. Erime ve pişme durumlarında, killerde bir takım renk değişimleri de meydana gelir. Endüstriyel açıdan bu renk değişimleri de çok önemlidir.

#### 2.5. Bentonitin Endüstriyel Kullanım Alanları :

Özelliklerine uygun olarak pek çok kullanım alanları vardır. Bentonit, su ile karıştırılınca kolloid özellik göstermesi, su ve bazı organik sıvı ortamında, hacimce şişmesi ve yüksek plastiklik özelliğine sahip olması nedeniyle geniş kullanım alanları vardır. Bentonit kullanım alanlarını kısaca tanımlayalım.

##### 2.5.1. Döküm Kumları :

Bentonitin en çok tüketildiği yer döküm sanayiidir. Bentonit, kolloid özelliği ve yüksek plastiklik özelliği nedeniyle dökümde, kalıp malzemesi olarak kullanılan kumlara bağlayıcı özellik kazandırır. Bu alanda bentonitte aranan en önemli özellik, en az miktarda kil ile yüksek bağlama mukavemetinin ve kum kalıplarında yüksek gaz geçirgenliğinin elde edilmesidir.

### 2.5.2. Sondaj Alanında Kullanımı :

Bentonit'in Türkiye'de ve Dünya'da en çok kullanıldığı alan sondajdır. Belirli bir vizkozite elde edilene kadar su ile karıştırılan bentonit, sondaj sırasında matkap uçlarını ve borularını soğutma ve yağlama görevini yapar. Aynı zamanda, sondajdan çıkan, parçalanmış ince artık maddelerin yeryüzüne çıkmasını da sağlar.

### 2.5.3. Şarapların ve Likörlerin Arıtılmasında Kullanılması :

Şarap, bira ve meyva suyunun üretiminde, bazı yabancı maddeler bu içeceklere bulanıklık verirler. Bentonitler su ile böyle ortamlarda hidrolize olurlar. Negatif yüklü kil taneleri, bulanıklığa neden olan maddelerle birleşerek çöker ve ortamın berraklaşmasını sağlar. Şarap endüstrisinde kullanılan bentonitlerde değişebilen katyonun sodyum olması ve kil bünyesinde bulunabilen demirin çok az olması gerekir.

### 2.5.4. Seramik Sanayiinde Kullanılması :

Bentonit, seramik sanayiinde seramik hamurunun plastikliğini artırdığı ve çalışılmasını kolaylaştırdığı için kullanılır. Sırlara, öğütme sırasında eklenen bentonit, sırnın dibe çökmesini önleyerek süspansiyon şeklinde kalmasını sağlar.

### 2.5.5. Çimento Sanayiinde Kullanılması :

Portland çimentosuna % 1 oranında bentonit eklenmesinin mekanik mukavemeti artırdığı ve donma süresini düşürdüğü görülmüştür. Bentonit, beton ve harçlara eklendiği zaman plastiklik özelliği ve işlenme yeteneğini artırır. Çakıl ve kumun, homojen dağılımını sağlar. Bu şekilde yapılan betonlar, diğer betonlara göre daha mukavemetli olup, su geçirgenliği daha azdır.

### 2.5.6. Kağıt Endüstrisinde Kullanılması :

Kağıt hamuruna az bir miktarda eklenen bentonit, katranın, reçinelerin ve balmumunun bir yerde toplanmasını önler, pigment-

lerin homojen dağılmasını sağlar. Hamurun kumaşa, tellere ve silindire yapışmasına engel olur. Kağıt sanayiinde kullanılan bentonit'lerin kuvars'sız, ince taneli, beyaz renkli saf bentonit olması istenir.

#### 2.5.7. İlaç Sanayiinde Kullanılması :

Alkali bentonitler, çeşitli sıvılarla karıştırıldığında, plastik ve homojen, temizleyici ve iyileştirici özelliği olan süspansiyonlar oluştururlar. Aynı zamanda bentonit, ilaçlarda dolgu maddesi olarak kullanıldığı gibi ilaçlı hayvan banyolarında da onun süspansiyon özelliğinden yararlanılır.

#### 2.5.8. Lastik Sanayinde Kullanılması :

Lastik sanayinde bentonit, dolgu maddesi olarak kullanılır. Bentonitin özelliklerinden dolayı, lastik esaslı çeşitli tozlardan yapılan süspansiyonların hazırlanmasında kullanılır.

#### 2.5.9. Sabun Ve Temizlik Maddelerinde Kullanılması :

Sabunların, deterjan özelliği bentonitlerle geliştirilmektedir. Bentonit, sabun imalatında, süspansiyonun yüzey gerilimini azaltmakta ve sabunun daha iyi dağılmasını sağlamaktadır. Yağları absorbe ettiğinden, kumaşların temizlenmesinde de kullanılırlar.

#### 2.5.10. Gübre Sanayiinde Kullanılması :

Bentonit, kolloidal özelliği ve katyon değişim kapasitesi nedeni ile gübre endüstrisinde kullanılır. Bu özellikler, gübreye, bitkilerin büyümesi için gerekli rutubeti uzun süre korumasını ve çözülebilen tuzların, ortamdaki uzaklaşmasını sağlarlar. Ayrıca sıvı gübrelerin veya süspansiyon şeklindeki gübrelerin yapımında bentonit, stabilize maddesi olarak kullanılır.

#### 2.5.11. Yangın Söndürücülerde Kullanılması :

Bentonitlerin, bu kadar çeşitli alanda kullanılmasını sağlayan özelliği, bünyesinde fazla miktarda su tutmasıdır. Yangın söndürücülerde de bentonit'in bu özelliğinden yararlanır. Orman yangınlarında süspansiyon haline getirilen bentonit, püskürtülerek yanan bölgelerin hava ile ilgisini keser.

#### 2.5.12. Boya Endüstrisinde Kullanılması :

Yağlı boyaaların süspansiyon özelliğini geliştirmek için ağırlıkça % 5 oranında bentonit kullanılır.

#### 2.5.13. Katalizör Olarak Kullanılması :

Ağır petrol fraksiyonlarının katalitik parçalanmasında kil katalizörlerinin önemli bir yeri vardır. Kataliz için kullanılan bentonitler, asit ile aktifleştirilirler. Asit ile aktive edilen killer yıkanır ve uygun boyutlarda öğütülür. Sertliğini ve ısıya dayanıklılığını geliştirmek için 500-600°C'ye kadar kalsine edilir. Aktifleştirilmiş bentonitler alkalilasyon, dehidratasyon gibi reaksiyonlarda da kataliz olarak kullanılır.

#### 2.5.14. Yağ Endüstrisinde Kullanılması :

Yağların renginin giderilmesi işleminde kullanılan ve ağartma toprağı olarak bilinen killer, bentonit'in kimyasal işlemler sonucu bazı özellikleri geliştirilmiş şeklidir. Yağların renginin açılması işleminde bentonit'in adsorbsiyon özelliğinden yararlanır. Bentonit'lerde, genelde aranan şişme özelliği, yağ endüstrisi için istenmeyen bir özelliktir. Türkiye'de yağ endüstrisinin aradığı özellikleri gösteren doğal bentonit'ler olmadığı gibi, yapılan aktifleştirme işlemleri de yeterli sonuç vermediğinden bu alanda kullanılan bentonit'ler genellikle ithal edilme durumundadır.(Erkalpa, Özkan, 1977).

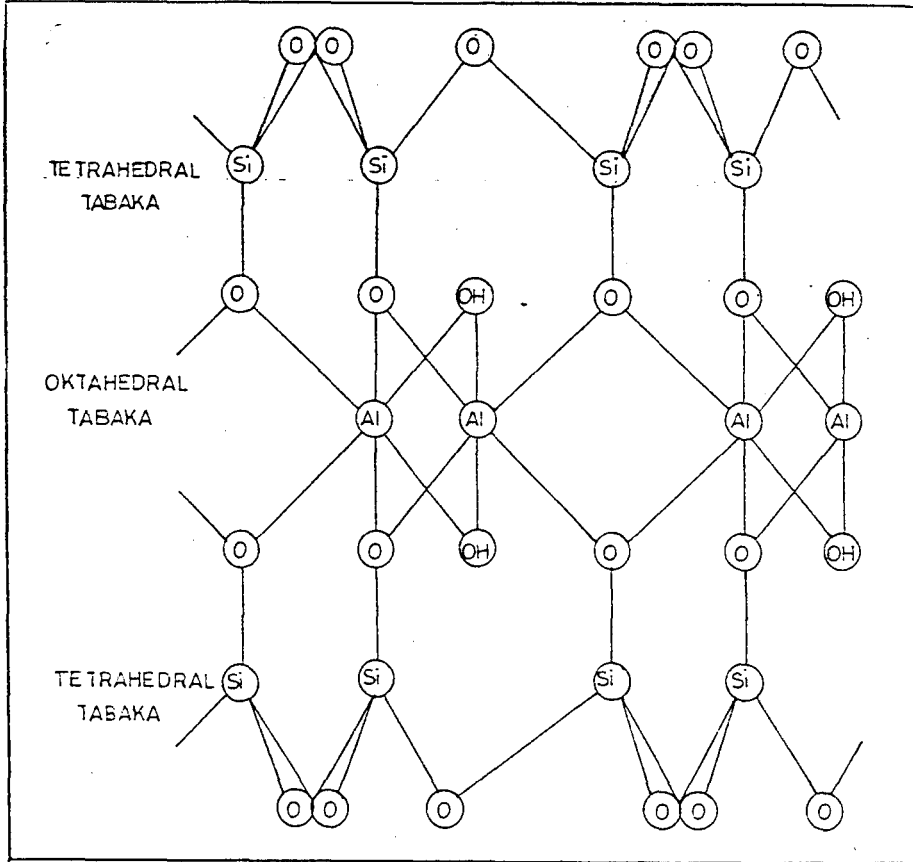
Ağartma toprakları, yüzyıldan daha fazla süredir yağların rafinasyonunda kullanılmakta ve 1970 yılından itibaren önemi hızla artmıştır. . Bugün ağartma toprağı sabun kalıntılarını,

oksidasyon ürünlerini, renk veren pigmentleri ve ağır metalleri adsorblayan olarak kullanılır (Zschau, 1985).

### 3. ASİT İLE AKTİVASYON

Asit ile aktifleştirme, mineralin içerdiği özellikleri, kristal yapısını bozmadan artırılması işlemidir. Asit ile aktivasyonda aktifleştirilmiş killer, genellikle yağ sanayiinde renk giderici olarak kullanılırlar.

Aktivasyonda kullanılan kil, montmorillonit ağırlıklı bentonit'tir. Montmorillonit'in kimyasal yapısını alüminyum hidro-silikatler oluşturmaktadır. Ortada alüminyum iyonlarının yer aldığı oktahedral tabaka, her iki uçta silisyum dioksit'in oluşturduğu tetrahedral tabakalar tarafından sandviçlenmiştir(Şekil 3.1)



Şekil 3.1. Montmorillonit ( $\text{Al}_4\text{Si}_8\text{O}_{20} \cdot x\text{H}_2\text{O}(\text{OH})_4$ )'in Kristal Yapısı



Tetrahedral ve oktahedral tabakalar arasında kuvvetli bir iyonik bağ olmasına karşın, kil minerallerinin üst üste gelmesi ile oluşan birim tabakalar birbirlerine zayıf bağlarla bağlanmıştır. Su ve organik moleküller, birim tabakaların arasına girerek yapının genişlemesine neden olurlar. Kil minerallerinde görölen bu özellik, killerin şişmesi olarak tanınlanır. Suda şişme özellikleri son derece zayıf olan kalsiyumca zengin bentonitler, asit ile aktifleştirilerek üstün ağartma ve adsorbsiyon özelliği gösteren ağartma toprağına dönüştürölür.

Aktivasyon prosesi ile montmorillonit'in kristal yapı değişimini aşağıdaki gibi şekillendirilebilir (şekil 3.2).

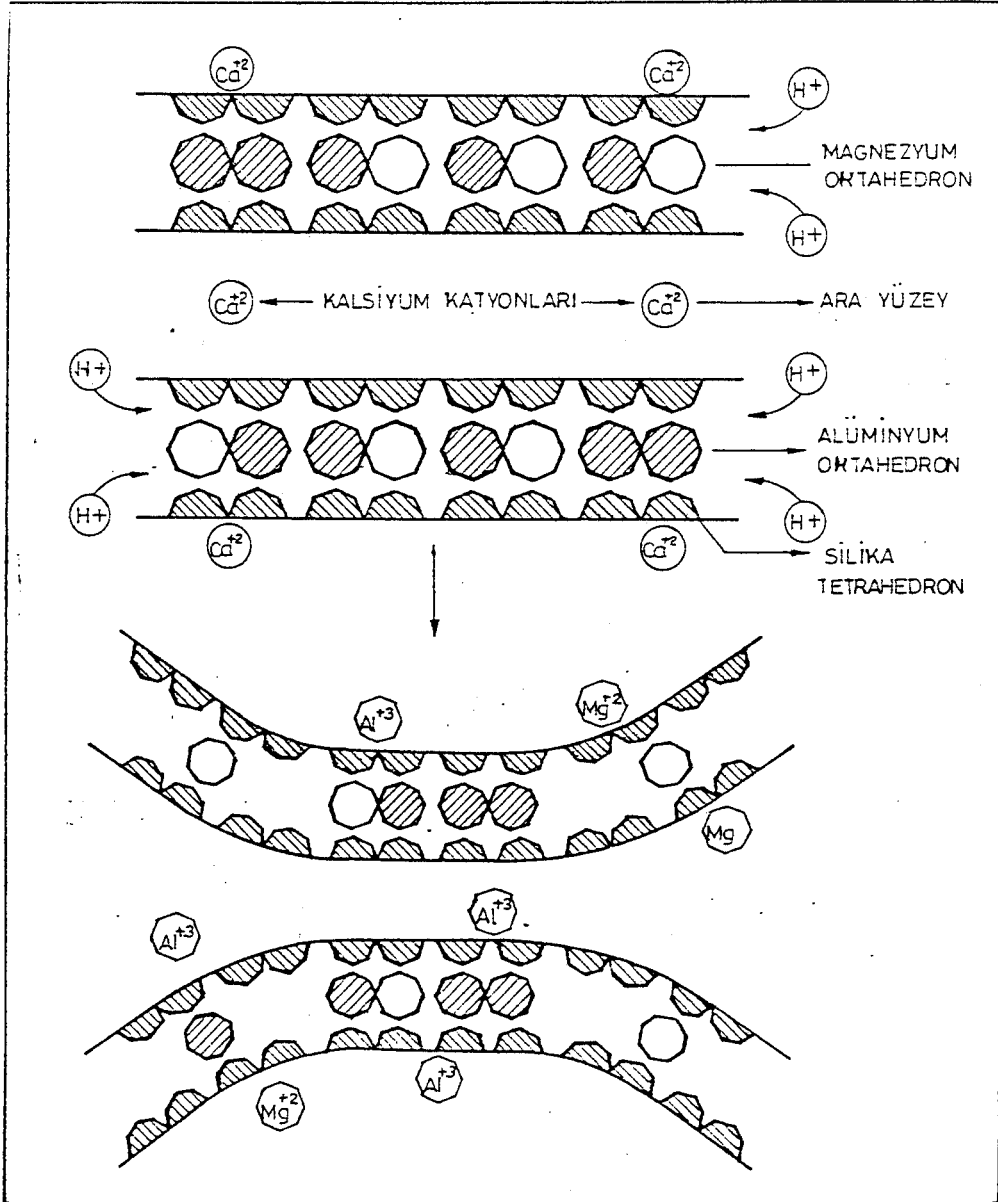
Tetrahedral tabakadaki silisyum iyonlarının bazıları, alüminyum iyonları ile, oktahedral tabakadaki alüminyum iyonlarının bazıları da demir, kalsiyum veya magnezyum iyonları ile yer değiştirebilir. Bu doğal 'yer değiştirmeler sonucu ortaya çıkan negatif yük, birim tabakalar arasındaki kalsiyum, magnezyum, potasyum ve hidrojen gibi değişebilir katyonlar ile dengelenir. Bu yüzden, değişik yataklardan çıkarılan montmorillonit mineralleri, farklı fiziksel ve kimyasal özellikler gösterirler.

Montmorillonit'in asitlerle tepkimesi sonucu, kalsit gibi safsızlıklar çözölür, değişebilir katyonlar hidrojen iyonu ile yer değiştirir ve tetrahedral tabakadaki bazı alüminyum iyonları ile oktahedral tabakadaki bazı demir, alüminyum ve magnezyum iyonları çözölür. Aktifleştirme sırasında, mineralde önemli fiziksel değişiklikler de oluşur. Yüzeydeki gözenek çapları ve asit uygulamasının belirli bir zonuna dek yüzey alanı artar. Ham kilin, mineral asidi ile muamele edilerek, yüzey alanının artırılabilieceği yıllar önce araştırmacılar tarafından bulunmuştur (Yalçın, 1985).

Asit aktivasyonu ile montmorillonit'in oktahedral yapıdaki yapısal katyonları, mineral asidi ile etkileşime uğrar. Bu etkileşim sonucu şekilde görüldüğü gibi kilin yapısı açılır (Şekil 3.2), yüzey alanı genişler ve tabakalar arasında bulunan daha az aktif kalsiyum katyonları ortamdan hızla uzaklaştırılırken, proses koşullarına bağlı olarak, oktahedral yapıda bulunan alüminyum ve magnezyum gibi katyonlar da hidrojen iyonu ile yer değişimine uğrar. Uzaklaşan pozitif yüklü iyonların yol açtığı negatif yükler, killerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini değiştirerek renk ağartma ve katalitik etkinliklerini büyük ölçüde artırır. Aktivasyon ve takip eden prosesler, kilin özelliklerini belirleyen bir çok parametreye etki eder. Bu parametrelerin bazıları: yüzey alanı, adsorbsiyon kapasitesi, pH değeri, katyon değişme kapasitesi, plastisite özelliği, tane büyüklüğüdürler.

Kaliteli ağartma toprağı üretimi, ham bentonit'in yapısına göre tesbit edilen proses koşullarında aktive edilmesi ile sağlanır (Bensan, 1985).

Aktifleştirmede kullanılan asit miktarı artırılırsa, oktahedral tabakadaki alüminyum iyonları daha fazla çözünür ve sonuçta, mineral yapısı çökerek sadece silika tetrahedronlarından ibaret bir iskelet kalır. Bu durum, adsorblama kapasitesini düşürür ve seçiciliğini olumsuz yönde etkiler. O halde, aktifleştirme tepkimesi, yapıyı ayakta tutacak en az miktarda alüminyum'un yapıda kalması için, kontrol edilmelidir (Siddiqui,1968).



Şekil 3.2. Aktivasyon Prosesi ile Montmorillonit'in Şematik Kristal Yapı Değişimi

#### 4. YAĞLAR

Yağlar, yağ asitlerinin gliserin ile meydana getirdiği ester olup, katı ve sıvı olmak üzere bitki ve hayvansal kökenlidir. Yağlar, protein ve karbonhidratlarla beraber, insan besininin önemli kısmını teşkil eder.

Doğadaki yağlarda bulunan yağ asitleri genelde 16-18 karbon atomludur. Bunlardan daha küçük ve büyük karbon sayılı yağ asitlerine de rastlanır. Fakat bunlar miktarca azdır. Bu yağ asitlerinin çoğunluğu çift sayılı karbon atomlu olmakla beraber, tek sayılı karbon atomlarına da az miktarda rastlanır. Bundan başka, düz zincirli, dallanmış, doymuş veya doymamış, yani çifte bağlı, üçlü bağlı yağ asitleri olabilir.

Yağlar, pratik olarak sınıflandırıldıkları zaman yemeklik ve teknik olarak ayrılır. Yemeklik yağlar, hayvansal ve bitkisel kökenli olarak ikiye ayrılır. Hayvansal yağlar, iç yağlar (katı yağ), tereyağ (yumuşak yağ) ve balık yağları (sıvı yağ)'dır. Bitkisel yağlar, sıvı bitkisel yağlar ve katı bitkisel olarak ikiye ayrılır. Sıvı bitkisel yağlar, zeytin yağı, mısırözü, ayçiçeği, pamuk yağları'dır. Katı bitkisel yağlar ise yerfıstığı ve kakao yağı gibilerdir.

Yağların spesifik ağırlığı 0,90-0,95 arasında olup, suda çözünmezler. Alkolde ise pratik olarak çözünmezler. Karbon sülfür, kloroform, benzen, benzin, karbontetra klorür gibi bir çok organik çözücülerde çözünürler.

Yağlar bir takım yabancı maddeleri çözerler. Bunlar, reçineler, vakslar, boyar maddeler gibi maddelerdir. Dolayısıyla tabii yağlar, hiç bir zaman saf değildir. Erime noktaları 55°C'nin altındadır. Isıtıldıkları zaman bozunurlar. Diğer bozunma ürünü ile beraber gliserinin bozunma ürünü olan akrolein oluşur. Onun için yağların destilasyonu vakumda yapılmalıdır.

Yağ, renksiz, kokusuz ve lezzetsizdir. Uzun zaman bozulmadan kalabilir. Fakat içerisinde yabancı madde bulunursa ki özellikle azotlu maddeler, fermentler bozunmayı kolaylaştırır- lar. Bozunma ile yağ yükseltgenir ve bu sırada aldehitler, ketonlar oluşur. Aynı zamanda sabunlaşarak yağ asitleri de ayrılır. Bunların tümü yağın kokusu ve lezzeti üzerine etki eder.

#### 4.1. Yağların Elde Edilmesi

Yağlar, bitki ve hayvan bünyelerinde oluşmuş durumda bulunurlar. Sanayinin görevi ise, bunu yabancı maddelerden ayırarak temiz bir durumda kullanıma sunmaktır.

Yağları ayırmak için dört yöntem kullanılır, bunlar:

1. Isıtılarak eritmek ve akıtılarak ayırmak,
2. Pres ile ayırmak,
3. Ekstraksiyon,
4. Santrifüj ile ayırmak,

gibi yöntemlerdir. Hayvansal yağlarda genellikle eritme yöntemi kullanılır. Ancak, eritme artığında kalan yağ, pres veya ekstraksiyon ile çıkarılır. Bitkisel yağlar genellikle pres ile elde edilir. Pres artığından geri kalan yağ ise, ekstraksiyon ile çıkarılır. Çalışma şekline göre bazen doğrudan ekstraksiyon, bazen de ekstraksiyon ve pres ile birlikte uygulanır. Bitkisel yağlarda eritme pek nadirdir.

Yağ hammaddelerinden yağı çıkarmadan önce, bir hazırlık geçirmesi gereklidir. Çünkü, hammadde ne kadar temiz olursa, elde edilecek yağ da o kadar temiz olacaktır. Hazırlama işlemi hayvansal ve bitkisel yağlarda ayrı ayrı uygulanır.

Bitkisel yağlarda ilk işlem olarak temizleme yapılır. Önce, taneler elenerek büyük yabancı maddelerden ayrılırlar. Daha sonra, ayıklama masasında ayrı büyüklük ve şekildeki ta-

nelerin özgül ağırlık farkından yararlanarak ayrılmaları sağlanır. Kabuk soyma aşamasına alınarak, bazı tohum ve tanelerin kabukları soyulur. Yağ hücrelerini parçalamada ne kadar yüksek basınç uygulanırsa uygulansın, yağın çıkması zor olduğundan küçültme aşaması uygulanmalıdır. Hammadde, ön hazırlama geçirdikten sonra, ya pres metodu uygulanarak, ya da ekstraksiyon ile yağ haline dönüştürülür.

#### 4.2. Yağların Rafinasyonu

Değişik yollarla elde edilen yağlar, çok az miktarda ham hali ile kullanılırlar. Tereyağ ve diğer hayvansal yağlarda rafinasyon yapılmaz. Diğer yağlar, özellikle ekstraksiyon ile elde edilen yağlar, rafine edilmelidir. Rafinasyon, bir çok aşamada yapılır. Bu aşamalar, çöktürme, asit giderme, renk giderme ve koku giderme'dir.

Çöktürme, yağda çözülmüş olan protein, reçine ve fosfotitleri yağdan çıkarmaktır. Asit giderme, çöktürme işleminde kalan asiti veya yağın kendi serbest asidini gidermedir. Renk giderme, ağartma toprağı ile yapılır. 90-100°C sıcaklıkta, % 0,2-2 ağartma toprağı ilavesiyle vakum altında yağların rengi giderilir. Koku giderme, vakumda su buharı ile yapılır. Etki süresi, buhar basıncı, yağın miktarı ve cinsine göre değişir.

#### 4.3. Yağların Ağartılması

Bitkisel ve hayvansal kaynaklı maddelerden elde edilen yağların renkleri, içerdikleri pigmentlerden kaynaklanmaktadır. Bu renk maddeleri, bitkisel yağlarda alfa ve beta karoten, klorofil, ksantofil, gossypol ve antosiyanın'dir. Hayvansal yağlarda rastlanan renk maddeleri ise daha çok hayvanın yediğı yemlerden kaynaklandığı bilinmektedir. Ayrıca ham yağların renklerinin, sadece içerdığı doğal renk maddelerinden meydana geldiğı bilinir. Fakat, bunların yanında, hammadde ve

yağda oluşan bozunma tepkimelerine bağlı olarak renk veren maddelerden de meydana geldiği gözlenmiştir.

Özellikle hammadde ve yağların, uygun olmayan koşullarda depolanmaları, taşınmaları ve işlenmeleri sırasında, gerek yağın ve gerekse yağın hemen hemen tümünü oluşturan trigliseritlerde veya yağ benzeri maddelerde oluşan oksidatif tepkimeler sonucu, hidroksil ve poliketo asitleri gibi, yağa değişik renk veren maddeler oluşabilmektedir.

Aynı şekilde, doğal yağlarda bulunan gama tokoferol ve gossypol oksidasyon ürünleri, yağda kırmızı ve kahverengi bir renk oluşumuna neden olurken, yağdaki karbonhidrat ve proteinli maddeler arasındaki tepkimeler yağ rengini koyulaştırmaktadır. Diğer taraftan, yağdaki metal iyonlarından, demir, ortamda serbest asitlerin bulunması halinde, sarıdan kahverengiye kadar bir renk değişimine neden olurken eser düzeydeki bakır türevleri yağın rengini yeşile dönüştürür (Kayahan, 1982).

Bu gibi nedenlerden dolayı, yağlarda renk açma işlemi uygulanır. Ayrıca, renk maddelerinin hidrojenasyon sırasında katalizör üzerine zehir etkisi göstermesi önlenir.

Yağlarda ağartma işleminin tek olumsuz yönü, yağın işlem sırasında beslenme fizyolojisi bakımından değeri olan bazı maddelerin de yağdan uzaklaşmış olmasıdır.

Önceleri, renk açma işleminde, oksidasyon ve redüksiyon maddeleri ile renk veren maddeler parçalanarak ayrılırdı. Bugün ise bu işlem, ağartma toprakları ile yapılmaktadır. Böylece yağın ana bileşiklerindeki muhtemel kimyasal dönüşümler ileri derecede önlenmiş olur. Bugün ülkemizde de yağ sanayiinde ağartma toprakları kullanılmaktadır.

Yağların ağartılmasında kullanılan ağartma topraklarının etkileri tam olarak açıklanamamaktadır. Bir grup araştırmacılar, yağlardaki rengin, ağartma toprakları ile açılmasını, sadece bu toprakların adsorbsiyonunun gücüne dayalı fiziksel bir olay olarak

nitelendirilmektedir. Bazı araştırıcılar da renk açma işleminde hem fiziksel, hem de kimyasal olayların etkili olması nedeniyle, kimyasal olarak tanımlıyerler. Bu araştırıcılar, daha önceden yağda oluşan oksidatif tepkimelerinin yüzeyine bağlı olarak ağartma topraklarının yağda konjugen yapının oluştuğunu belirleyerek, olayda kimyasal tepkimenin de yer aldığı belirtiliyor.

Bununla birlikte, renk açma işleminde sonra ağartma topraklarında kalan koyu renkli yağların, toprak yapısını bozmadan fiziksel yöntemlerle geri kazanılarak, toprakların tekrar kazanılabilmeleri, olayın fiziksel nitelikte olmasına ağırlık kazandırmaktadır(Kayıkçı, 1989).

Yağların renginin ağartma toprakları ile açılmasında, işlem sıcaklığı ve süresi, işlemde vakum uygulanıp-uygulanmaması, katılan toprak miktarı ve rengi, açılan yağın niteliği gibi değişik koşullar etkilidir(Kayahan, 1982).

## 5. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

### 5.1. Kullanılan Killer

Bu çalışmada, Kızılcahamam yöresinden getirilen kil örnekleri ile Konya ve Uşak yörelerinden getirilen kil örnekleri kullanılmıştır. Denemeler, örnek tanımlama, aktivasyon ve ağartma çalışmaları olarak sıralanmıştır.

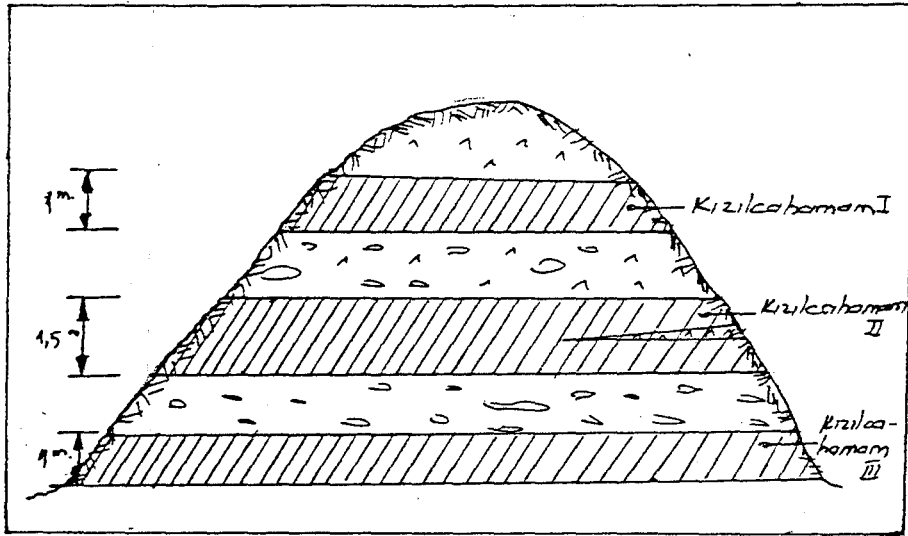
#### 5.1.1. Örnek alımı ve hazırlanması:

Kızılcahamam kili, Ankara İli, Kızılcahamam İlçesi, Çeltikli Nahiyesi, Ağcaören köyü civarındaki kil ocağından aşağıda belirtildiği gibi alınmıştır.

Ocak aynasında üç ayrı boyutta gelişmiş kil tabakalanması gözlenmiştir. Açık işletme yönteminde üretim yapılan ocakta üretilen kilde, hâkim renk yeşil olup; açık yeşil, kırmızım-



si yeşil, koyu yeşil tonlarında üç ayrı tabakalanma gözlenmiştir. Kil ara tabakaları, kalsiyum karbonat içerikli altere tüfitlerden ibarettir. Kil tabakalarındaki farklı görüntü, ayrı ayrı özelliklerin varlığını düşündürdüğü için, örnek alımı ve değerlendirmeler de ayrı ayrı yapılmıştır. Örnekler, oluk yönü ile her farklı tabakadan belirli aralıklarla alınmıştır. Şekil 5.1.'de ayna kesiti gösterilen ocaktan alınan örnekler Kızılcahamam I, Kızılcahamam II, Kızılcahamam III olarak adlandırılmışlardır.



Şekil 5.1. Kızılcahamam Kili Ocak Ayna Kesiti

Kızılcahamam I kili, yaklaşık 1 m. kalınlıkta olup, açık yeşil renklidir. Kızılcahamam II kili, yaklaşık olarak 1,5 m. kalınlığında, kırmızımsı yeşil renklidir. Yalnız, 30 cm. kalınlığında kalsiyum karbonatlı tüfit malzemesi tabakanın bir bölümünü ikiye ayırmaktadır. Kızılcahamam III kilinde, görünür kalınlık 1 m. civarında olup, koyu yeşil renklidir.

Konya ve Uşak yörelerinden getirilen örnekler ise, işletme mühendisleri tarafından örnek alma yöntemlerince alınmışlardır. Bu killere de Konya kili, Uşak kili olarak adlandırılmışlardır.

Deneylerde kullanılan kil örnekleri, öncelikle doğal kurutmaya tabi tutulmuştur. Kilin bu şekilde kaba nemi alındıktan sonra, çeneli ve konik kırıcı yardımıyla tane boyu 1 mm.'nin altına indirilmiş, konileme-dörtleme yöntemi ile azaltılarak numaralandırılmış ve denemelere hazır hale getirilmiştir.

#### 5.1.2. Kil tanımlama çalışmaları:

Killerin tanımlanması için Kimyasal Analiz, Diferansiyel Termal Analiz (DTA) ve x Işınları Difraksiyon (XRD) yöntemleri uygulanmıştır.

#### Kil örneklerinin kimyasal analizleri :

Yaş kimyasal analiz uygulamaları, Anadolu Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölüm Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Kil örnekleri -0,075 mm'ye öğütüldükten ve 105°C'de 2 saat kurutulduktan sonra analize alınmıştır. Killerin SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, CaO, Na<sub>2</sub>O gibi % oksit değerleri saptanmış ve sonuçlar Tablo 5.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 5.1.'de Kızılcahamam I : a, Kızılcahamam II : b, Kızılcahamam III : c, Konya kili : d, Uşak kili : e, Aktif kil: f ile tanımlanmıştır. Aktif kil olarak tanımlanan örnek, Kızılcahamam I kilinin 0,5 asit/kil oranlı kuru aktivesyon sonrası değişimini incelemek için değerlendirilmiştir.

Tablo 5.1. Çalışılan Killerin Kimyasal Analiz Sonuçları

Örnekler	% Bileşim						
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K.K.
a	51,01	21,26	0,77	8,32	3,4	1,68	12,26
b	45,42	25,00	1,33	6,13	4,21	1,69	15,28
c	49,17	25,82	1,31	5,94	4,10	1,43	10,74
d	53,12	21,82	1,31	4,93	5,51	2,47	10,53
e	52,09	30,11	0,58	4,53	3,60	3,11	8,31
f	49,67	14,87	0,52	7,69	3,38	1,68	19,82

Kimyasal analiz, killerin tanımlanmasında kısıtlı bilgi verdiği için, DTA ve xRD analizleri de yapılmış ve değerlendirilmeye alınmıştır.

#### Diferansiyel Termal Analizleri :

Killer üzerinde yapılan DTA çalışmaları, Bensen Aktifleştirilmiş Bentonit San. ve Tic. A.Ş.'nde "RİKAGU" marka cihaz ile yapılmıştır. Çalışma koşulları :

Isı artım hızı : 10<sup>o</sup>C/dak.

Recorder hızı : 5 mm/dak.

Isı aralığı : 20<sup>o</sup>C- 1000<sup>o</sup>C olarak seçilmiştir.

Literatüre bakıldığında (Yalçın, 1985 ; Özbege, 1985), montmorillonit mineralinin DTA eğrilerinde adsorblanmış nem ve tabakalar arasındaki nemden kaynaklanan 100-300<sup>o</sup>C arasında bir büyük endotermik pik, 700<sup>o</sup>C civarında dehidrasyon

reaksiyonundan kaynaklanan diğer bir endotermik pik ve evirme (inversion) reaksiyonundan kaynaklanan  $850^{\circ}\text{C}$ 'de bir endotermik ve  $900^{\circ}\text{C}$ ' de bir ekzotermik pik gözlenir.

Şekil 5.2.'de Kızılcahamam I : a, Kızılcahamam II : b, Kızılcahamam III : c, Konya kili : d, Uşak kili : e, Tonsil : f ve aktif kil : g olarak tanımlanmıştır. Burada, gözlenebileceği gibi Kızılcahamam II ve Kızılcahamam III killeri tipik montmorillonit piklerini vermektedir. Kızılcahamam I, Konya ve Uşak killерinin DTA eğrileri diğerlerinden farklı olduğu görülmektedir. Bu durum, x ışını kırınımı analizi bulguları ile de gözlenebilir.

#### x Işınları Difraksiyon Analizleri :

xRD analizleri, Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölüm Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Örnekler üzerinde yapılan xRD analiz sonuçları Şekil 5.3., Şekil 5.4., Şekil 5.5., Şekil 5.6., Şekil 5.7., ve Tablo 5.2.'de verilmiştir.

Şekil 5.3., Şekil 5.4., Şekil 5.5., Şekil 5.6., Şekil 5.7.'deki grafiklerde ham kil: a, etilen glikolde şişirilmiş kil: b,  $500^{\circ}\text{C}$ 'de 5 saat bekletilmiş kil : c, olarak tanımlanmışlardır.

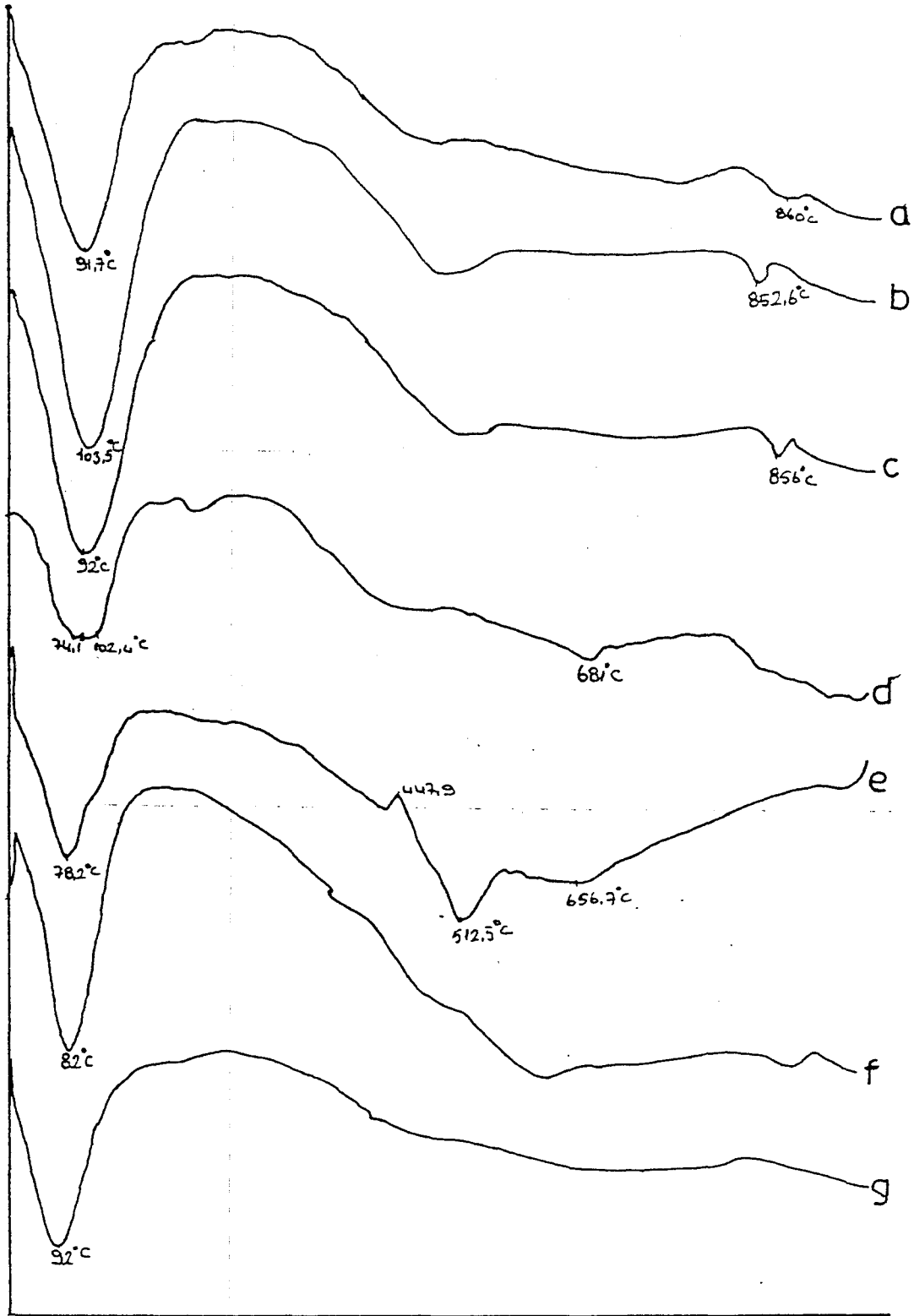
Çalışma koşulları:

Tüp : Cu,

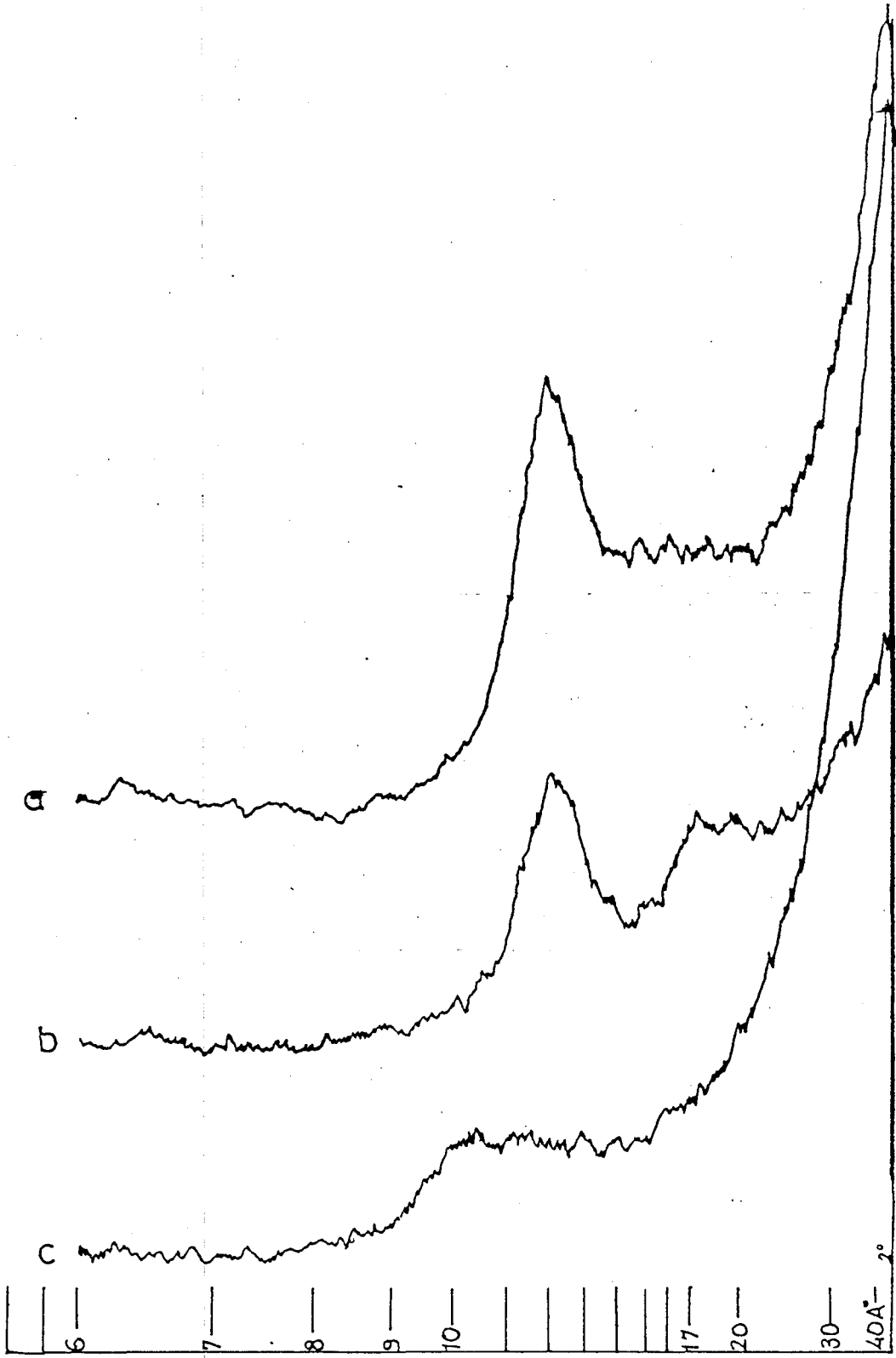
Filtre : Ni,

Gonyometre hızı :  $2^{\circ}/\text{dak}$ .

Kağıt hızı : 2 cm/dak.'dır.



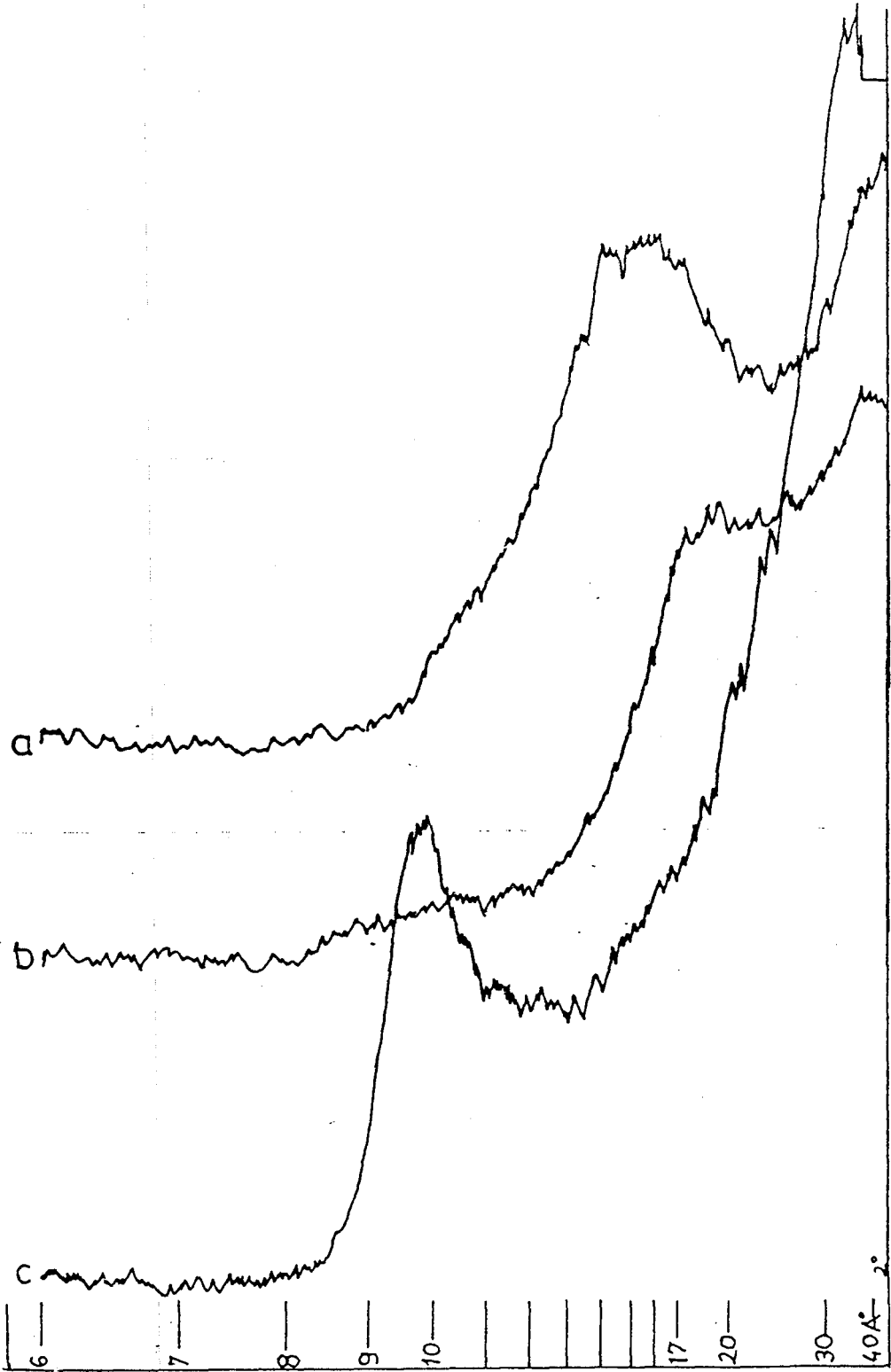
Şekil 5.2. D.T.A. Eğrileri



Şekil 5.3. Kızılcahamam I Kili xRD Analizleri

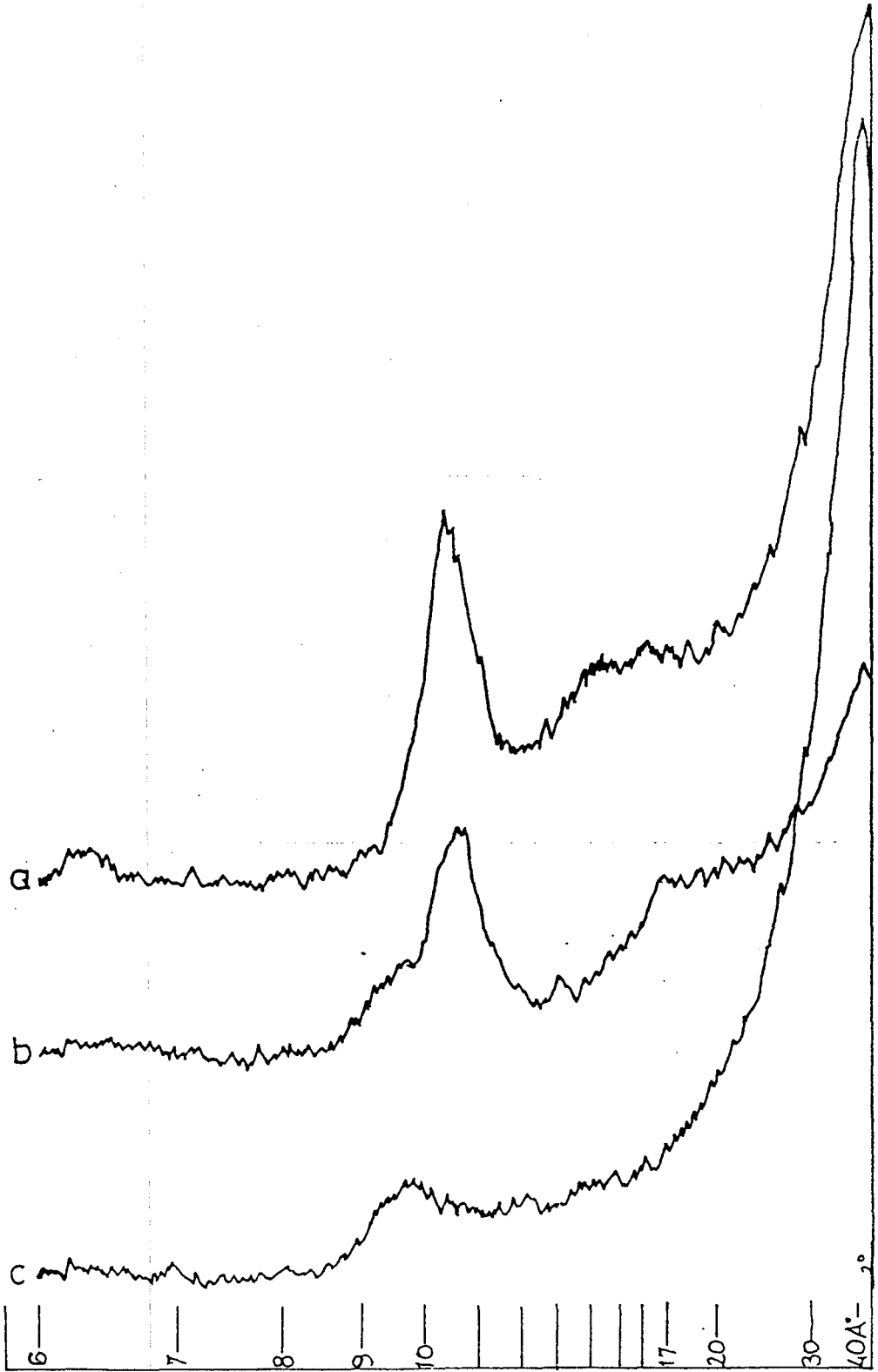


Şekil 5.4. Kızılcahamam IİKili xRD Analizleri

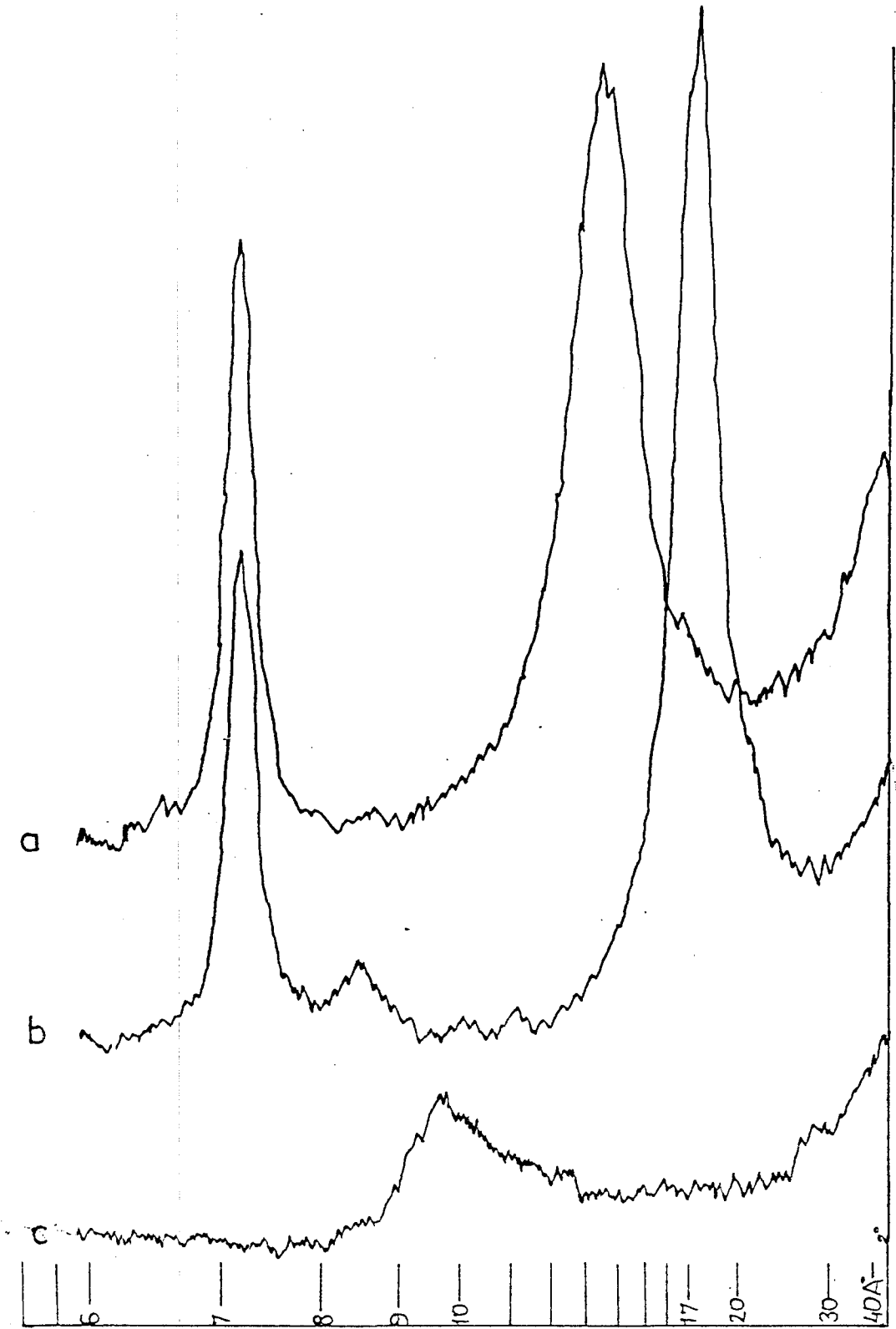


Şekil 5.5. Kızılcahamam III Kili xRD Analizleri





Şekil 5.6. Konya Kili xRD Analizleri



Şekil 5.7. Uşak Kili xRD Analizleri

Tablo 5.2. xRD Sonucu Tanımlanan Önemli Mineraller

Örnekler	Tanımlanan Önemli Mineraller
Kızılcahamam I	Sepiolit, Simektit.
Kızılcahamam II	Simektit, İllit
Kızılcahamam III	Simektit
Konya kili	Atapuljit, Simektit
Uşak kili	Kaolinit, Simektit

Tabloda da görüldüğü gibi, Kızılcahamam I kilinde sepiolit minerali mevcuttur ve diğer Kızılcahamam killlerinden farklıdır. Konya kilinde atapuljit, Uşak kilinde kaolinit minerali ağırlıklı durumdadır.

## 5.2. Asit ile Aktivasyon Çalışmaları

Ağartma topraklarını elde etmek üzere, her bir kil örneği % 98'lik teknik sülfirik asit ile farklı oranlarda karıştırılarak kuru yöntem ve yaş yöntem uyarınca aktiflenmiştir. Deneysel çalışmalarda izlenen yöntemler aşağıda kısaca anlatılmıştır (Sarıkaya, 1982 ; Kayıkçı, 1989 ; Bensen, 1985).

### 5.2.1. Kuru yöntemle aktivasyon :

Kil örnekleri, aktivasyon denemelerinden önce öğütülerek, tane boyu 0,075 mm'nin altına indirilerek ve 105°C'de kurutulularak aktivasyona hazırlandı. Hazırlanan kil örnekleri, 5'er gramlık tartımlar halinde bölümlendi. Bu tartımlar üzerine 2 Molar H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltisinden, ağırlıkça asit/kil oranı 0,2 ; 0,3 ; 0,4 ; 0,5 ; 0,6 olacak şekilde ilave edildi.

İlave edilen asit çözeltisi ile, kil örneğinin pasta haline gelmesine dikkat edildi. Daha sonra bu karışım, bir bagetle karıştırılıp, homojen bir karışım sağlandıktan sonra etüvde  $105^{\circ}\text{C}$ 'de 4 saat süre ile bekletildi. Böylece, aktivasyon işlemi gerçekleştirilmiş oldu. Etüvden alınan aktifleştirilmiş killer, az miktar su ile behere alınıp üzerine eşit hacimli su ilave edildi. Karıştırılarak hazırlanan süspansiyonlar vakumda Whatman 42 süzgeç kağıdından süzüldü ve süzüntü  $\text{SO}_4$  içermeyene kadar yıkandı.  $\text{SO}_4$  kontrolü,  $\text{BaSO}_4$  ile yapılmıştır. Aktif kil,  $105^{\circ}\text{C}$ 'de etüvde 14 saat süre ile tutulup kurutulduktan sonra tane boyu 0,075 mm' nin altına getirilerek şişelenmiştir.

### 5.2.2. Yaş yöntemle aktivasyon :

Yaş yöntemle aktivasyon işleminde, killerin öğütme aşamasına gerek duyulmadan, kilin suda dağılma özelliğinden yararlanılarak, belirli ( su/kil : 2/1) oranda su ilavesiyle pulp haline getirildi. Aktivasyon için % 50, % 40, % 30, % 20'lik  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ilave edildi. Karışım, bagetle iyice karıştırıldıktan sonra  $100^{\circ}\text{C}$ 'de 4 saat süreyle etüvde bırakıldı. Etüvden alınan örneklerin pH'sı 3-3,5 olana kadar yıkandı. Yıkanan örnek vakumda süzülür ve tekrar  $105^{\circ}\text{C}$ 'de etüvde kurumaya bırakıldı. Kuruyan aktif kil örnekleri 0,106 mm'nin altına indirilerek şişelendi. Böylece kil, ağartma denemelerine hazır duruma getirilmiştir.

### 5.3. Yağların Ağartılması

Adsorbsiyon ile yağların ağartılması, yağın içinde, çözülmüş ya da kolloidal halde dağılmış olan renk verici maddelerin uzaklaşmasını kapsar. Bu amaçla, belli miktardaki ağartma toprağı yağ içine konarak karıştırılır. Yağ içindeki renk verici maddeler, ağartma toprağı yüzeyinde adsorblanıp, daha sonra filtre edilerek rengi açılmış yağ, ağartma toprağından arındırılır.

lır. Aktive edilmiş killerin, yağ ağartma kapasitesinin, yapılan deneysel çalışmalar, izlenen yöntemler ve sonuçların okumaları aşağıda verilmiştir.

Bu çalışmada, ağartma gücü artırılan killer, nötr pamuk yağı ve ayçiçek yağlarında denenerak ağartma güçleri ölçülmüştür. Değişik asit/kil oranlarında yağ ve kuru yöntem uyarınca aktivasyonu yapılan kil örnekleri bu yağlarla ağartmaya tabi tutulmuştur. Ağartma sonrası renk değişimi, Tonsil Optimum FF ile aynı ağartma koşullarında elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır.

Kuru ve yağ yöntemlerle aktive edilen killer, Bensan, Aktifleştirilmiş Kil San. ve Tic. A.Ş. fabrikasının laboratuvar koşullarında ağartmaya tabi tutulmuştur.

Ayçiçek yağı için kil/yağ oranı % 0,2 , pamuk yağı için ise % 1 oranı sağlanarak karışım elde edilmiştir. Bu karışım, 90°C'de 30 dakika süre ile su banyosunda, sürekli karıştırılmak koşulu ile ağartmaya tabi tutulmuştur. Karışım, sonra dâlfiltre kağıdından süzölmeye bırakılmış ve daha sonra ağartılan yağların renk değişimleri tintometrede okunmuştur. Aynı koşullarda çalışılan Tonsil Optimum FF sonuçlarıyla değerlendirilmeye alınmıştır.

### 5.3.1. Kızılcahamam killерinin aktivasyon ve ağartma çalışmaları:

Kızılcahamam I, Kızılcahamam II ve Kızılcahamam III killерinin kuru ve yağ yöntemle ağartma sonrası ayçiçek ve pamuk yağlarının ağartma denemelerinde bulunan renk değişimleri tintometrede okunmuştur. Gözlenen değerler Tablo 5.3., Tablo 5.4., Tablo 5.5., Tablo 5.6., Tablo 5.7., Tablo 5.8.'de şekiller ise; Şekil 5.8., Şekil 5.9., Şekil 5.10., Şekil 5.11., Şekil 5.12., Şekil 5.13.'de verilmiştir.

Kızılcahamam I kilinin aktivasyon ve ağartma sonuçları:

Kızılcahamam I kilinin ağartılması sonucunda alınan değerler Tablo 5.3., Tablo 5.4., Şekil 5.8., Şekil 5.9.'da verilmiştir.

Tablo 5.3. Kızılcahamam I Kilinin Aktivasyon ve Ağartma Sonuçları

Asit/Kil	Kullanılan Yöntem : Kuru Aktivasyon				
	Ayçiçek Yağı		Pamuk Yağı		
	Sarı	Kırmızı	Sarı	Kırmızı	
0,2	1,8	0,3	3,5	0,4	
0,3	1,8	0,3	4,4	0,4	
0,4	1,9	0,2	4,3	0,4	
0,5	1,4	0,1	3,5	0,3	
Asit/Kil	Kullanılan Yöntem : Yaş Aktivasyon				
	0,2	1,8	0,3	3,4	0,4
	0,3	1,7	0,4	4,1	0,4
	0,4	2,0	0,3	4,4	0,4
	0,5	1,3	0,1	3,6	0,3

Tablo 5.3.'de görüldüğü gibi kuru ve yaş aktivasyonda asit/kil oranı 0,5 olan deneme sonucu en iyi değeri vermiştir. Bu değer ham yağ, ham kil ve sanayide kullanılan tonsil ile Tablo 5.4.'de karşılaştırılmıştır.

Tablo 5.4. Kızılcahamam I Kilinin Aktivasyon ve Ağartma Sonuçlarının Değerlendirilmesi

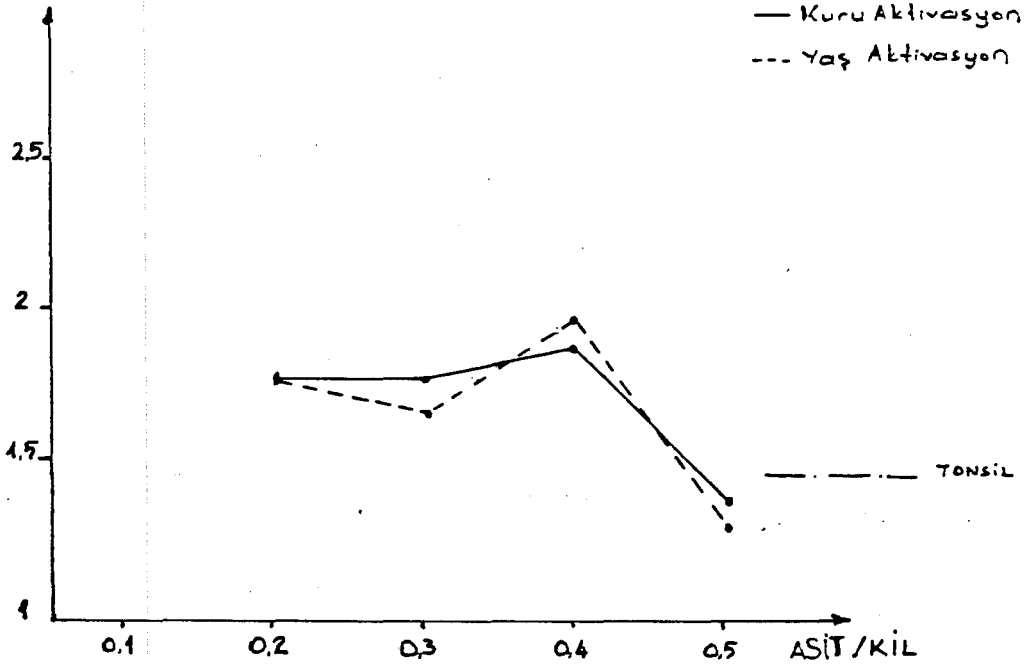
ÜRÜN	Ayçiçek		Pamuk	
	Sarı	Kırmızı	Sarı	Kırmızı
Ham Yağ	3,5	0,5	40,0	1,3
Ham Kil	2,9	0,4	13,0	1,1
Kuru Aktivasyon (0,5)	1,4	0,1	3,5	0,3
Yaş Aktivasyon (0,5)	1,3	0,1	3,6	0,3
Tonsil	1,5	0,2	2,8	0,3

Tablo'da görüldüğü üzere, aktif Kızılcahamam I kili ile elde edilen değer tonsil ile elde edilen değere oldukça yaklaşmıştır.

Tablo değerlerinin karşılaştırmayı göze hitap eden şekilde göstermesi için Şekil 5.8. ve Şekil 5.9. düzenlenmiştir.

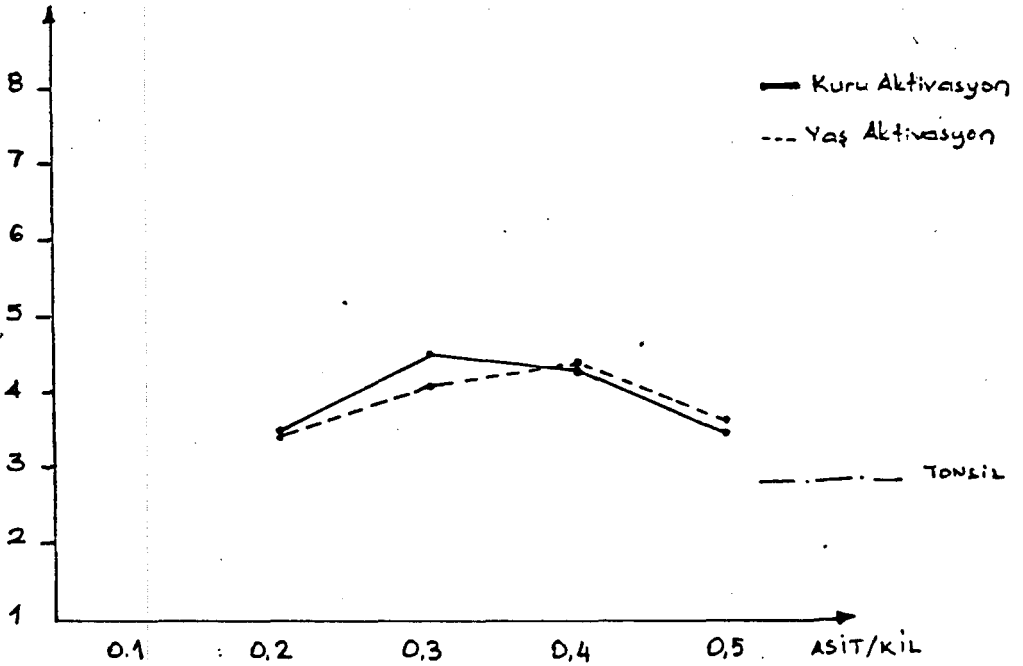
Şekil 5.8. ve 5.9. incelendiğinde asit/kil oranı 0,5 olan kuru ve yaş aktiflenmiş Kızılcahamam I kili, tonsilin verdiği değerler altında bir değere sahip olmakta olup, tonsil'den daha iyi bir sonuç göstermektedir. Ayçiçek yağı için, alınan değerler tonsil değerinin altına inip daha iyi sonuç verirken; pamuk yağı için yapılan denemelerde ise tonsil'e yakın bir ağartma değeri gözlenmiştir.

Ağartılmış Ayçiçek Yağında Sarı Okuma Değerleri



Şekil 5.8. Kızılcahamam I Kili'nin Ayçiçek Yağı ile Ağartma Sonuçları

Ağartılmış Pamuk Yağında Sarı Okuma Değerleri



Şekil 5.9. Kızılcahamam I Kili'nin Pamuk Yağı ile Ağartma Sonuçları



Kızılcahamam II kili'nin aktivasyon ve ağartma sonuçları:

Kızılcahamam II kili ile yapılan ağartma denemelerinin sonuçları Tablo 5.5., Tablo 5.6., Şekiller ise Şekil 5.10., Şekil 5.11.'de verilmiştir.

Tablo 5.5. Kızılcahamam II Kili'nin Aktivasyon ve Ağartma Sonuçları

Asit/Kil	Kullanılan Yöntem : Kuru Aktivasyon			
	Ayçiçek Yağı		Pamuk Yağı.	
	Sarı	Kırmızı	Sarı	Kırmızı
0,2	2,1	0,3	4,7	0,5
0,3	2,1	0,4	5,5	0,5
0,4	1,6	0,3	4,2	0,4
0,5	1,3	0,1	4,0	0,4
Asit/Kil	Kullanılan Yöntem : Yaş Aktivasyon			
	Ayçiçek Yağı		Pamuk Yağı.	
	Sarı	Kırmızı	Sarı	Kırmızı
0,2	2,3	0,3	14,7	0,7
0,3	2,3	0,3	13,5	0,8
0,4	2,1	0,3	11,1	0,4
0,5	2,0	0,3	5,1	0,5

Tablo 5.5.'de görüldüğü gibi kuru ve yaş aktivasyonda asit/kil oranı 0,5 olan deneme sonucu en iyi değerini vermiştir. Bu değer ham yaş, ham kil ve sanayide kullanılan tonsil ile Tablo 5.6.'da karşılaştırılmıştır.

Tablo 5.6. Kızılcahamam II Kili'nin Aktivasyon ve Ağartma Sonuçlarının Değerlendirilmesi

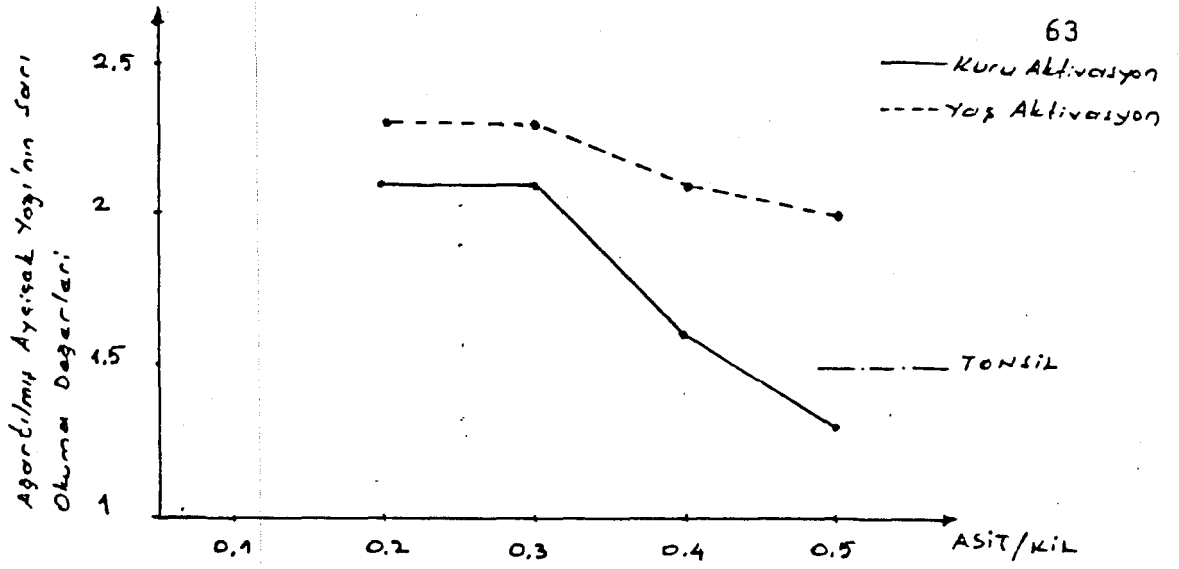
ÜRÜN	Ayçiçek Yağı		Pamuk Yağı	
	Sarı	Kırmızı	Sarı	Kırmızı
Ham Yağ	4,4	0,7	40,0	1,3
Ham Kil	3,5	0,5	20,1	1,4
Kuru Aktivasyon	1,3	0,1	4,0	0,4
Yaş Aktivasyon	2,0	0,3	5,1	0,5
Tonsil	1,5	0,2	2,8	0,3

Tablo 5.6.'da görüldüğü gibi, deneme sonuçlarından elde edilen değerlerin tonsil ile elde edilen değere oldukça yaklaştığı görülmektedir.

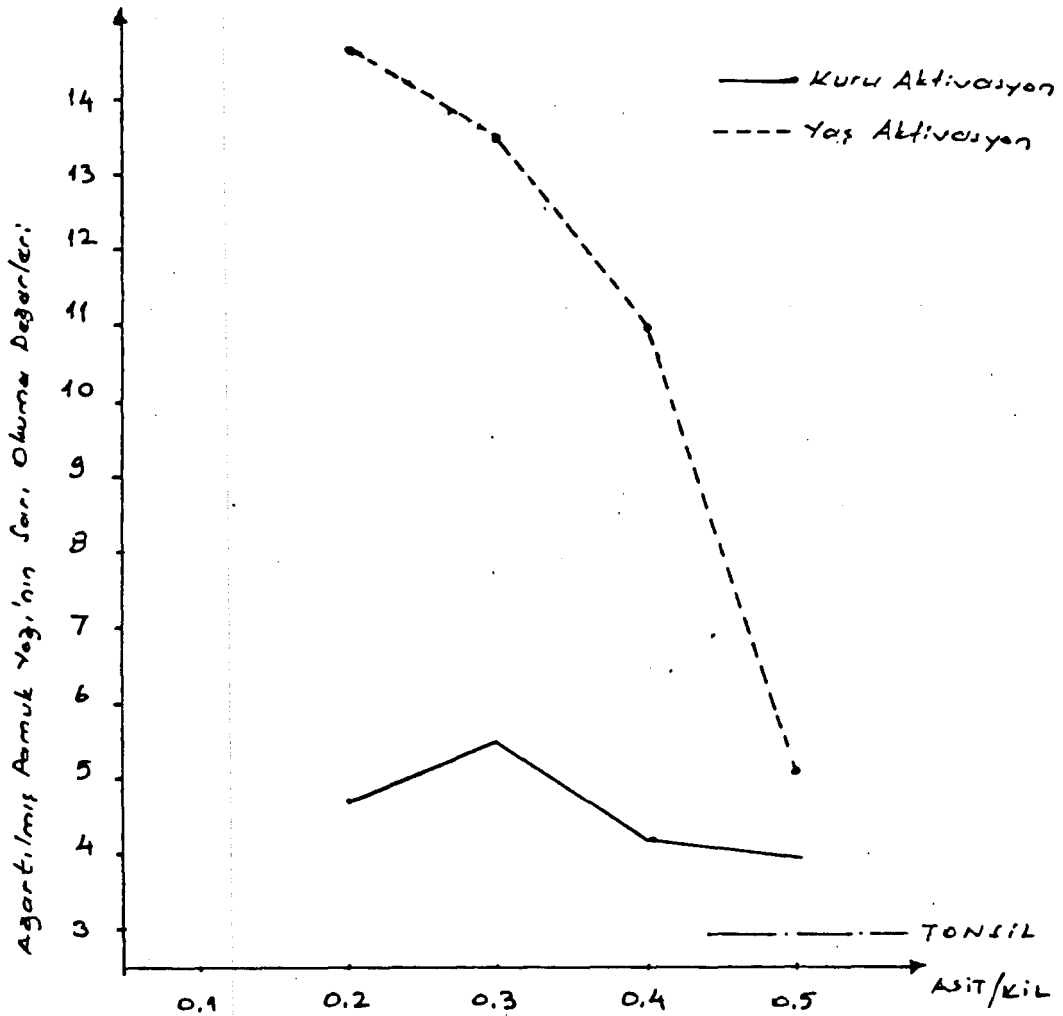
Tablo değerlerinin karşılaştırmayı daha etkin göstermesi için Şekil 5.10. ve Şekil 5.11. düzenlenmiştir.

Şekil 5.10. ve Şekil 5.11. incelendiğinde, asit/kil oranı 0,5 olan Kızılcahamam II kili ayçiçek yağı'nda kuru aktif kil için tonsil sınırının altına inmekte olup, tonsil'den daha iyi sonuç verdiği gözlenmektedir. Pamuk yağı'nda ise, ayçiçek yağına göre tonsil değerine yakın bir sonuç vermiştir.

Yaş aktif kil değerleri ayçiçek yağı'nda tonsil'in verdiği değere yaklaşmışsa da pamuk yağı'nda iyi bir sonuç vermemiştir.



Şekil 5.10. Kızılcahamam II Kili'nin Ayçiçek Yağı ile Ağartması



Şekil 5.11. Kızılcahamam II Kili'nin Pamuk Yağı ile Ağartması

Kızılcahamam III kili'nin aktivasyon ve ağartma sonuçları:

Kızılcahamam III kili ile yapılan ağartma denemelerinin sonuçları Tablo 5.7., Tablo 5.8.'de şekiller ise, Şekil 5.12. ve Şekil 5.13.'de verilmiştir.

Tablo 5.7. Kızılcahamam III Kili'nin Aktivasyon ve Ağartma Sonuçları

Asit/Kil	Kullanılan Yöntem : Kuru Aktivasyon			
	Ayçiçek Yağı		Pamuk Yağı	
	Sarı	Kırmızı	Sarı	Kırmızı
0,2	2,1	0,3	4,1	0,5
0,3	2,3	0,3	6,2	0,5
0,4	1,9	0,3	5,4	0,4
0,5	1,3	0,1	3,5	0,2
Asit/Kil	Kullanılan Yöntem : Yaş Aktivasyon			
	Ayçiçek Yağı		Pamuk Yağı	
	Sarı	Kırmızı	Sarı	Kırmızı
0,2	2,0	0,3	11,0	0,6
0,3	2,1	0,3	10,6	0,9
0,4	2,1	0,3	11,0	0,7
0,5	1,3	0,1	4,5	0,4

Tablo 5.7.'de görüldüğü gibi, kuru ve yaş aktivasyonda asit/kil oranı 0,5 olan deneme sonucu en iyi değeri vermiştir. Bu değer hem yağ, hem kil ve senayide kullanılan tonsil ile Tablo 5.8.'de karşılaştırılmıştır.

Tablo 5.8. Kızılcahamam III Kili'nin Aktivasyon ve Ağartma Sonuçlarının Değerlendirilmesi

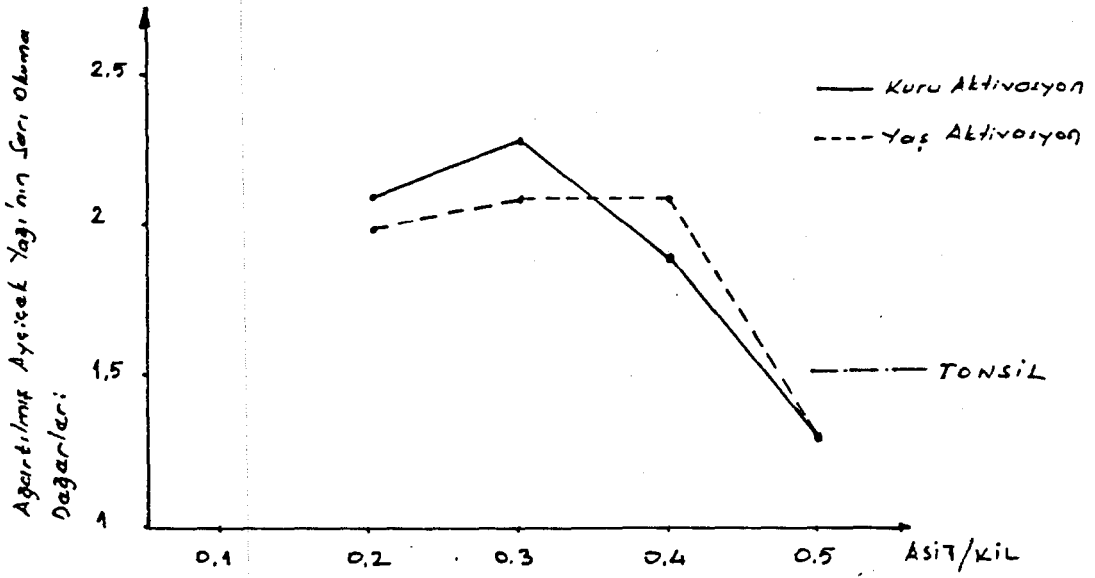
ÜRÜN	Ayçiçek Yağı		Pamuk Yağı	
	Sarı	Kırmızı	Sarı	Kırmızı
Ham Yağ	3,5	0,5	40,0	1,3
Ham Kil	4,3	0,8	20,6	1,3
Kuru Aktivasyon	1,3	0,1	3,5	0,2
Yaş Aktivasyon	1,3	0,1	4,5	0,4
Tonsil	1,5	0,2	2,8	0,3

Tablo 5.8.'de görüldüğü gibi, deneme sonuçlarından elde edilen değerlerin tonsil ile elde edilen değere oldukça yaklaştığı görülmektedir.

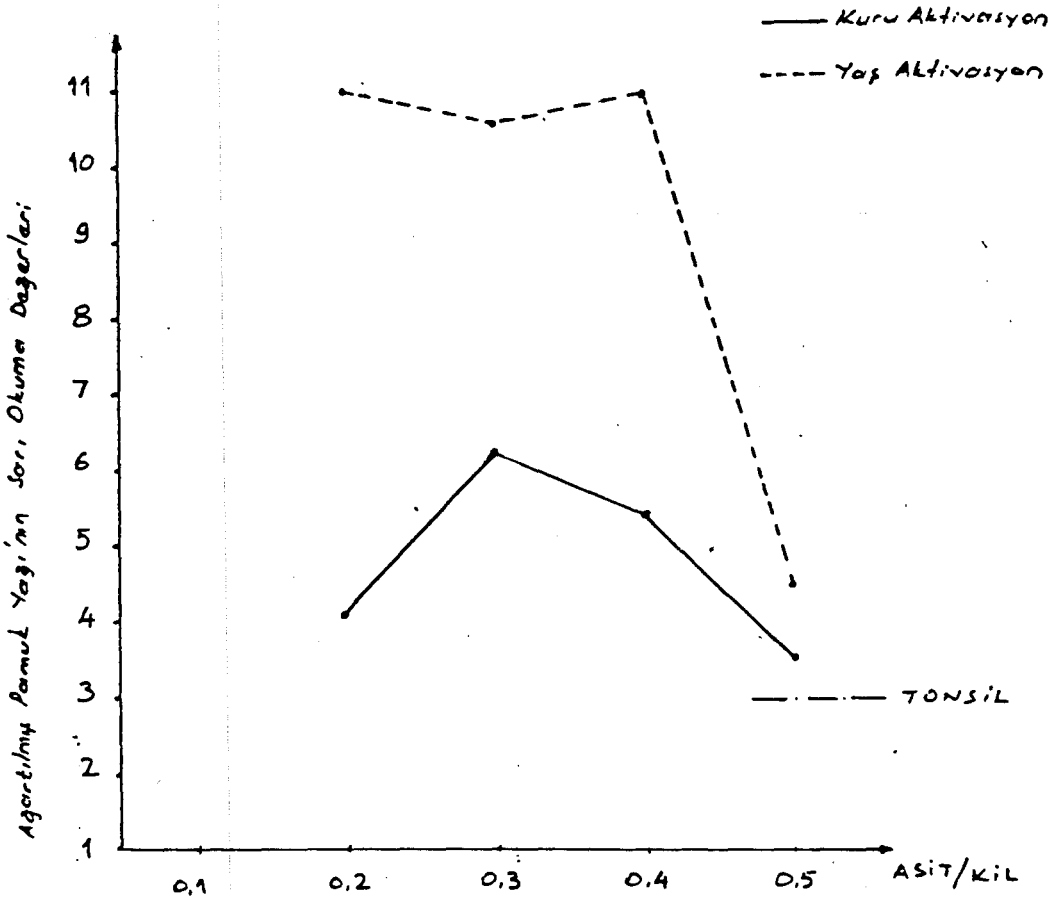
Tablo değerlerinin karşılaştırmayı daha etkin göstermesi için Şekil 5.12. ve Şekil 5.13. düzenlenmiştir.

Şekil 5.12. ve Şekil 5.13. incelendiğinde, asit/kil oranı 0,5 olan Kızılcahamam III kili, ayçiçek yağı'nda kuru aktif kil için tonsil değerinin altına inmekte olup, tonsilden daha iyi sonuç verdiği gözlenmektedir. Pamuk yağı'nda ise, alınan ağartma değerleri tonsil değerine yaklaştırmıştır.

Yaş aktif kil değerleri, ayçiçek yağı'nda tonsil'in verdiği değerin altına inmekte olup, tonsil'den daha iyi sonuç verdiği gözlenmektedir. Pamuk yağı'nda ise tonsil'e yakın bir sonuç gözlenmiştir.



Şekil 5.12. Kızılcahamam III Kili'nin Ayçiçek Yağı ile Ağartma Sonuçları



Şekil 5.13. Kızılcahamam III Kili'nin Pamuk Yağı ile Ağartma Sonuçları

### 5.3.2. Konya kili'nin aktivasyon ve ağartma çalışmaları :

Konya kili'nin kuru ve yağ yöntemlerle aktivasyonu sonrası, ayçiçek ve pamuk yağları'nın ağartma denemelerinde bulunan renk değişimleri tintometre'de okunmuştur. Gözlenen değerler Tablo 5.9. ve Tablo 5.10.'da, şekiller ise Şekil 5.14. ve Şekil 5.15.'de verilmiştir.

Tablo 5.9. Konya Kili'nin Aktivasyon ve Ağartma Sonuçları

Asit/Kil	Kullanılan Yöntem : Kuru Aktivasyon				
	Ayçiçek Yağı		Pamuk Yağı		
	Sarı	Kırmızı	Sarı	Kırmızı	
0,2	2,0	0,3	4,0	0,5	
0,3	2,2	0,3	4,2	0,11	
0,4	2,1	0,2	3,6	0,4	
0,5	2,0	0,3	4,1	0,4	
Asit/Kil	Kullanılan Yöntem : Yağ Aktivasyon				
	0,2	2,1	0,3	4,1	0,5
	0,3	2,3	0,3	4,5	0,6
	0,4	2,0	0,3	3,8	0,3
	0,5	2,3	0,3	4,6	0,7

Tablo 5.9.'da da görüldüğü gibi, kuru ve yağ aktivasyonunda asit/kil oranı 0,4 olan deneme sonucu en iyi değeri vermiştir. Bu değer ham yağ, ham kil ve sanayide kullanılan tonsil ile Tablo 5.10.'da karşılaştırılmıştır.

Tablo 5.10. Konya Kili'nin Aktivasyon ve Ağartma Sonuçlarının Değerlendirilmesi

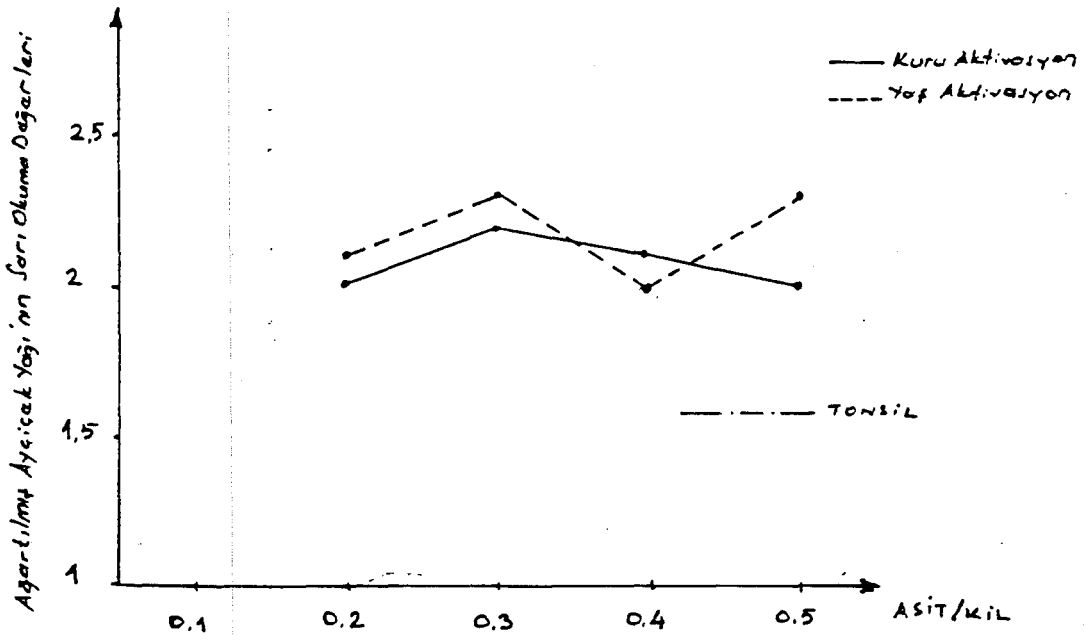
ÜRÜN	Ayçiçek Yağı		Pamuk Yağı	
	Sarı	Kırmızı	Sarı	Kırmızı
Ham Yağ	4,5	0,8	40,8	1,3
Ham Kil	4,1	0,6	8,6	0,9
Kuru Aktivasyon	2,1	0,2	3,6	0,4
Yaş Aktivasyon	2,0	0,3	3,8	0,3
Tonsil	1,6	0,2	2,3	0,3

Tablo 5.10.'da görüldüğü gibi, deneme sonuçlarından elde edilen değerlerin tonsil ile elde edilen değere oldukça yaklaştığı görülmektedir.

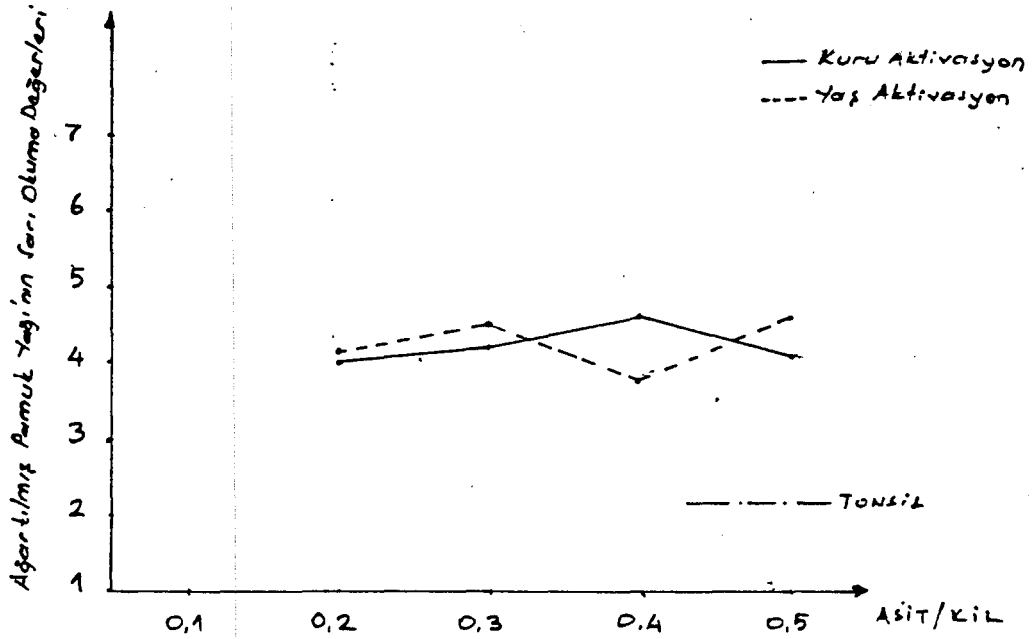
Tablo değerlerinin karşılaştırmayı daha etkin göstermesi için Şekil 5.14. ve Şekil 5.15. düzenlenmiştir.

Şekil 5.14. ve 5.15. incelendiğinde asit/kil oranı 0,4 olan Konya kili, kuru ve yaş aktivasyonda ayçiçek ve pamuk yağları için tonsilin ağartma değerlerine oldukça yakın değerler verdiği gözlenmektedir.





Şekil 5.14. Konya Kili'nin Ayçiçek Yağı ile Ağartma Sonuçları



Şekil 5.15. Konya Kili'nin Pamuk Yağı ile Ağartma Sonuçları

### 5.3.3. Uşak kili'nin aktivasyon ve ağartma çalışmaları :

Uşak kili'nin kuru ve yağ yöntemlerle aktivasyonu sonrası ayçiçek ve pamuk yağlarının ağartma denemelerinde bulunan renk değişimleri tintometre'de okunmuştur. Gözlenen değerler Tablo 5.11. ve Tablo 5.12.'de şekiller ise, Şekil 5.16. ve Şekil 5.17.'de verilmiştir.

Tablo 5.11. Uşak Kili'nin Aktivasyon ve Ağartma Sonuçları

Asit/Kil	Kullanılan Yöntem : Kuru Aktivasyon				
	Ayçiçek Yağı		Pamuk Yağı		
	Sarı	Kırmızı	Sarı	Kırmızı	
0,2	3,1	0,4	11,0	0,9	
0,3	3,4	0,4	11,0	0,8	
0,4	3,0	0,4	9,0	0,7	
0,5	3,1	0,5	8,1	0,6	
Asit/Kil	Kullanılan Yöntem : Yağ Aktivasyon				
	0,2	3,2	0,4	11,3	1,0
	0,3	3,3	0,5	11,2	0,8
	0,4	3,0	0,4	10,9	0,8
	0,5	3,1	0,5	10,1	0,8

Tablo 5.11.'de görüldüğü gibi, kuru ve yağ aktivasyonda ayçiçek yağı için asit/kil oranı 0,4 olan deneme sonucu en iyi değer gözlenmiştir. Pamuk yağı için kuru ve yağ aktivasyonda asit/kil oranı 0,5 olan deneme sonucu iyi değerler verdiği

gözlenmiştir. Bu değerler ham yağ, ham kil ve sanayide kullanılan tonsil ile Tablo 5.12.'de karşılaştırılmıştır.

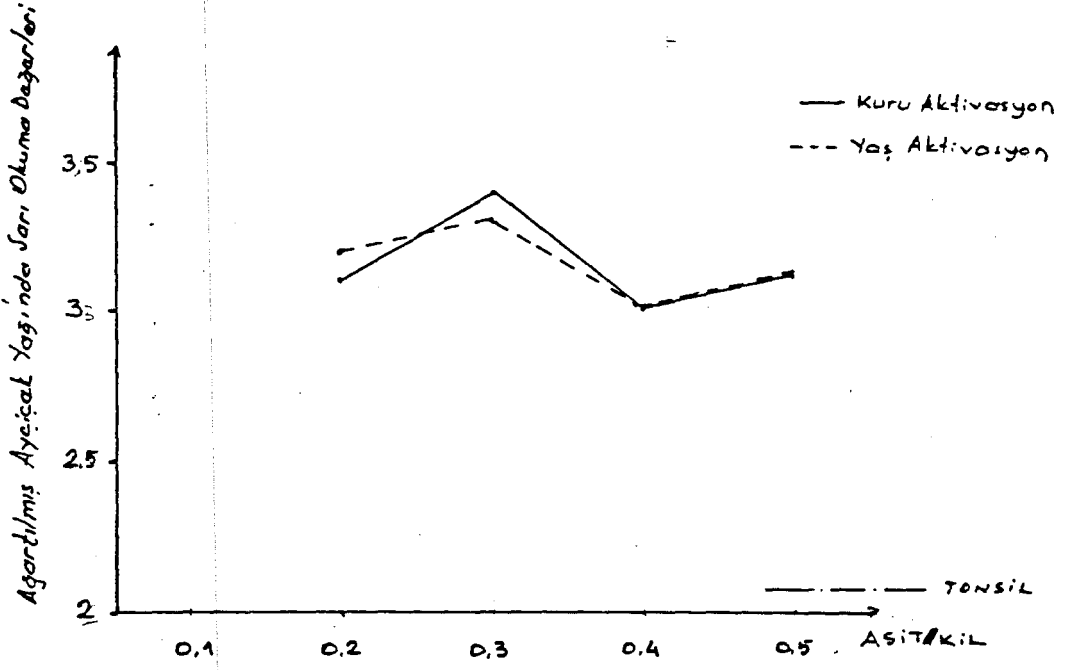
Tablo 5.12. Uşak Kili'nin Aktivasyon ve Ağartma Sonuçlarının Değerlendirilmesi

ÜRÜN	Ayçiçek Yağı		Pamuk Yağı	
	Sarı	Kırmızı	Sarı	Kırmızı
Ham Yağ	4,5	0,8	40,0	1,3
Ham Kil	3,9	0,6	11,4	1,3
Kuru Aktivasyon	3,0	0,4	8,1	0,6
Yaş Aktivasyon	3,0	0,4	10,1	0,8
Tonsil	1,7	0,2	2,5	0,3

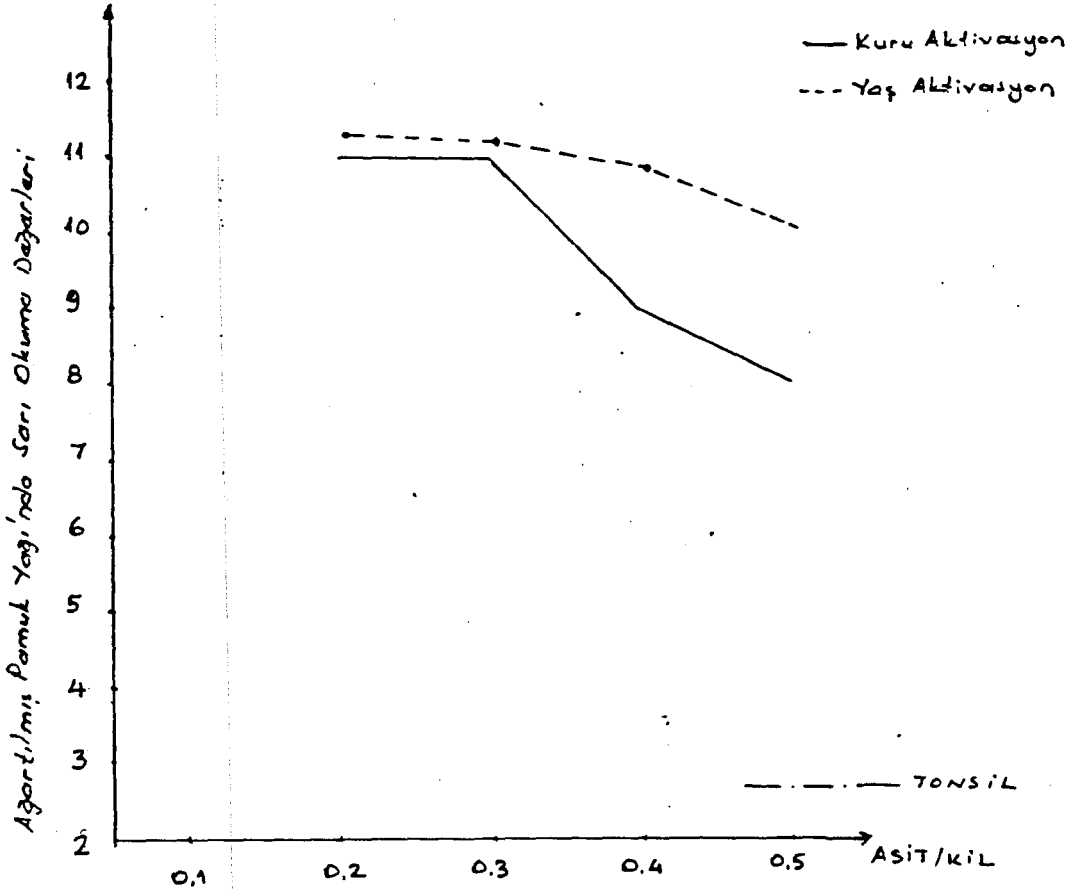
Tablo 5.12.'de görüldüğü gibi, deneme sonuçlarından elde edilen değerlerin, tonsil ile elde edilen değere yakın olmadığı gözlenmektedir.

Tablo değerlerinin karşılaştırmayı daha etkin göstermesi için Şekil 5.16. ve Şekil 5.17. düzenlenmiştir.

Şekil 5.16. ve Şekil 5.17. incelendiğinde, ayçiçek yağı'nda kuru ve yağ aktivasyonda asit/kil oranı 0,4 olan Uşak kili denemeleri ile pamuk yağında kuru ve yağ aktivasyonda asit/kil oranı 0,5 olan deneme değerleri tonsil ile karşılaştırıldığında tonsil değerinden çok uzak olduğu gözlenmektedir.



Şekil 5.16. Uşak Kili'nin Ayçiçek Yağı ile Ağartma Sonuçları



Şekil 5.17. Uşak Kili'nin Pamuk Yağı ile Ağartma Sonuçları

## 6. SONUÇLAR

Killer üzerinde yapılan aktivasyon işlemlerinde etkili olan parametrelerden, aktivasyon sıcaklığı, aktivasyon süresi ve aktivasyondaki asit derişimi daha önce yapılmış çalışmalarda saptanmış değerler olarak seçilmiştir.

Aktivasyondaki değişik asit/kil oranlarında aktive edilen killer, ham ayçiçek ve ham pamuk yağlarında denenmiştir. Ayçiçek yağı için % 0,2, pamuk yağı için % 1 oranında kil/yağ oranı kullanılmıştır. 0,20, 0,30, 0,40, 0,50 asit/kil oranlarında aktive edilen killerin ağartma güçlerinin tayini kalorimetrik olarak Lovibont Tintometresi'nde okunmuştur. Alınan değerler tablolar ve şekiller halinde sunulmuştur.

Yapılan xRD ve DTA çalışma verilerine göre Kızılcahamam I, Kızılcahamam II ve Kızılcahamam III killerinin, birbirlerinden farklı mineraller içerdiği gözlenmiştir (Şekil 5.2.; Tablo 5.2.).

Kızılcahamam I, Kızılcahamam II, Kızılcahamam III killerinin 0,5 asit/kil oranındaki çalışmalarında, ayçiçek ve pamuk yağı denemelerindeki ağartma değerleri birbirine yakınsa da daha düşük asit/kil oranları için Kızılcahamam II ve Kızılcahamam III killerinin ağartma değerleri birbirine daha yakın olarak gözlenmiştir (Tablo 5.3.; Tablo 5.5.; Tablo 5.7.).

Ham ayçiçek ve ham pamuk yağları üzerinde yapılan ağartma çalışmaları sonrasında, bulunan değerler Tablo 6.1.'de verilmiştir.

Tablo 6.1. Ağartma Çalışmaları Sonuçları

ÖRNEKLER	Ham Ayçiçek Yağı		Ham Pamuk Yağı	
	Kuru Akt. (Asit/Kil)	Yaş Akt. (Asit/Kil)	Kuru Akt. (Asit/Kil)	Yaş Akt. (Asit/Kil)
Kızılcahamam I	0,5	0,5	0,5	0,5
Kızılcahamam II	0,5	0,5	0,5	0,5
Kızılcahamam III	0,5	0,5	0,5	0,5
Konya kili	0,4	0,4	0,4	0,4
Uşak kili	0,4	0,4	0,5	0,5

1. Ham ayçiçek yağının ağartılması çalışmalarında, Kızılcahamam I Kızılcahamam II ve Kızılcahamam III killeri, kuru ve yaş aktivasyonda asit/kil oranı 0,5 olan koşullarda iyi ağartma yaptığı gözlenmiştir. Kuru yöntemle aktive edilen Kızılcahamam I, Kızılcahamam II, Kızılcahamam III killeri ayçiçek yağının ağartılmasında, Tonsil Optimum FF'den alınan ağartma değerinin altında bir değer verdiği gözlenmiştir (Tablo 5.4.; Tablo 5.6.; Tablo 5.8.). Bu durumda, çalışmanın ekonomikliği açısından asit/kil oranının düşürülerek, aynı koşulların daha düşük asit/kil oranları ile sağlanıp sağlanamayacağını araştırılması önerilir.

Kızılcahamam yöresinden alınan üç değişik kil örneği üzerinde yapılan çalışmalar sonucu:

Ayçiçek yağı, kuru aktivasyon yöntemi ve asit/kil oranı 0,5 olan çalışma koşullarında alınan ağartma değerleri, yaklaşık olarak aynı sonucu vermektedir. Bu durumda, sözü edilen kil örneklerinin ocağa üretimi beraberce yapılarak, aktivasyon ve ağartma işlemlerinde aynı çalışma koşullarına tabi tutulabilir.

Ayçiçek yağı, yaş aktivasyon yöntemi ve asit/kil oranı 0,5 olan çalışma koşullarına göre, Kızılcahamam I ve Kızılcahamam III

örneklerinin ocakta birlikte üretimi yapılarak, aktivasyon ve ağartma işlemlerinde aynı çalışma koşullarına tabi tutulabilir.

Ham pamuk yağının ağartılması çalışmalarında, Kızılcahamam I, Kızılcahamam II, Kızılcahamam III killeri, kuru ve yaş aktivasyonda asit/kil oranı 0,5 olan koşullarda iyi ağartma yapıldığı gözlenmiştir. Kuru ve yaş aktive edilen Kızılcahamam killeri, pamuk yağının ağartılmasında Tonsil Optimum FF'den alınan ağartma değeri ile karşılaştırıldığında, Tonsil değerinin üstünde, Tonsil'e yakın değer vermiş olduğu gözlenmiştir.

Pamuk yağının ağartılmasında, kuru ve yaş aktivasyon yöntemi ve asit/kil oranı 0,5 olan çalışma koşullarında tüm Kızılcahamam killeri alınarak ağartma değerleri farklı sonuçlar vermektedir. Bu durumda, bu kil örneklerinin beraberce üretimi yapılarak, aynı koşullarda aktivasyon ve ağartma yapılabileceği söylenemez.

2. Konya kilinin ayçiçek yağı ağartma çalışmalarında asit/kil oranı 0,4 olan çalışma koşulları iyi sonuç vermiştir. Tonsil'in ağartma değerleri ile karşılaştırıldığında, Tonsil değerine çok yakın bir değer vermiştir.

Pamuk yağı ağartılmasında ise, asit/kil oranı 0,4 olan çalışma koşullarında iyi sonuç vermiştir. Tonsil'in ağartma değerine yakın değerler verdiği için ağartmaya uygun bir kil olduğu söylenebilir.

3. Uşak kilinin ayçiçek yağının ağartma çalışmalarında asit/kil oranı 0,4 olan çalışma koşulları iyi sonuç vermiştir. Pamuk yağının ağartılmasında ise, asit/kil oranı 0,5 olan çalışma koşullarında diğer çalışma koşullarında alınan sonuçlara göre iyi sonuç vermiştir. Ancak, Tonsil Optimum FF ile karşılaştırıldığında, Tonsil'in ağartma değerinin çok üstünde bir değer verdiği gözlenmiştir. Bu durumda, bu kil örneğinin ağartmaya uygun bir kil olmadığı söylenebilir.

## KAYNAKLAR DİZİNİ

1. Akıncı, Ö., 1968, "Seramik Killeri ve Jeolojisi", M.T.A. Dergisi, Ankara.
2. Bensen, 1985, "Ağartma Toprağı", Bitkisel Yağ Rafineri İçin Bent EY-08 Bensen Yayınları, İst.
3. Erdinç, Ş.Ş., 1976, "Bentonitlerin Metalurjideki Uygulamaları Yönünden Araştırılması ve Reşadiye Bentonitlerinin Bu Açısından İncelenmesi", İ.T.Ü. Maden Fakültesi Yayınları, İstanbul.
4. Gök, S., 1983, "Kil Mineralleri ve Killerin Jeolojisi", M.T.A. Enstitüsü Kuzeybatı Anadolu Bölge Müdürlüğü, Balıkesir.
5. Kayahan, M., 1982, "Yerli Ağartma Topraklarının Renk Açma Etkinlikleri İle Optimum İşlem Koşullarının Saptanması Üzerine Araştırmalar", Ege Üni. Müh. Fak. Gıda Müh. Yayınları, İzmir.
6. Kayıkçı, N., 1989, "Eskişehir Yöresi Bentonitlerinin Yağ Ağartma Kapasitelerinin Belirlenmesi ve Boyar Madde Adsorbsiyonlarının İncelenmesi", A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Eskişehir, (Yayınlanmamıştır).
7. Kiper, B., 1977, "Killerin Jeolojik Özellikleri", Millot (1970) ve Grim (1968)'den Çeviri, Ankara.
8. Özkan, O., Erkalfa, H., 1977, "Türkiye'deki Ticari Bentonitlerin Özellikleri ve Kullanış Alanlarının Tesbiti", Tübitak Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Merkezi, Gebze.
9. Sarıkaya, Y., Ceylan, H., Çorapçioğlu, Ö., Bozdoğan, İ., 1982, "Kuru Yöntem İle Sülfirik Asit Aktivesyonu-



## KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- nun Bazı Killerin Ağartma Gücü Üzerine Etkisi", Doğa Bilim Dergisi,
10. Siddiqui Hasnuddin, M.K., "Bleaching Earths", O.D.T.Ü. Kütüphanesi, Ankara.
  11. Yalçın, S., 1978, "Acid Activation Of Bentonite", A Master Thesis, The Committee On The Faculty Of Engineering Of The Middle East Technical University, Ankara, (Yayınlanmamıştır).
  12. Yalçın, S., Özbege, Ö., 1985, "Bentonit'in Asit İle Aktifleştirilmesi", II. Ulusal Kil Sempozyumu, Hacettepe Üniversitesi Yayını, Ankara.
  13. Zschau, W., 1985, "Update On Edible Bleaching", AOCS 76 th annual meeting.