

Yerli Ağartma Topraklarının Asitle Aktifleştirilmesi ve Bu Topraklarda Renk Açma Etkinliklerinin Saptanması Üzerinde Araştırma

Araş. Gör. Aytaç SAYGIN — Doç. Dr. Muammer KAYAHAN

E.Ü. Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü — İZMİR

ÖZET

Yemeklik yağların rafinasyonunda önemli bir aşama olan renk açma işleminde kullanılan adsorbantlar doğal ağartma toprakları, aktif kömür ve aktifleştirilmiş ağartma toprakları olmak üzere üç grup altında toplanabilir.

Renk açma etkinlikleri düşük olduğu için genellikle açık renkli katı ve sıvı yağların renklerinin açılmasında kullanılan sepiolit ve attapulgit tipi doğal topraklar, asit çözeltilerinde erimedikleri ve iyon değiştirme kapasiteleri düşük olduğu için aktivasyona yarayışlı topraklar değildir.

Aktivitesi yüksek olmasına karşın tuttuğu yağ niceliğinin fazla olması ve fiyatının yüksek olması nedeni ile aktif karbon, 10 - 20 kısım doğal ağartma toprağına bir kısım katılarak kullanılır.

Aktifleştirilmiş topraklar ise, özellikle koyu renkli yağların renklerinin açılmasında yaygın olarak kullanılan ağartma topraklarıdır. Bu toprakların hazırlanmalarında, iyon değiştirme kapasiteleri yüksek olan montmorillonitleri yüksek oranda içeren killer kullanılmaktadır. Ancak aktifleştirmeye yarayışlı her bir toprak için en uygun aktivasyon koşulu farklılık göstermektedir. Bu nedenle asitle aktifleştirilen toprakların üretiminde her bir hammadde için uygun aktivasyon koşullarının ayrı ayrı saptanması bir zorunluluktur.

Bu çalışmada, aktivasyona yarayışlı olduğu saptanan TTN için en uygun aktivasyon koşulu belirlenmeye çalışılmıştır. Değişik koşullarda aktifleştirilen TTN ile renkleri açılan yağ örneklerinde yapılan tintometrik ölçümlerden gidilerek, TTN'in K ve n değerlerinin değişik aktivasyon koşullarındaki değişimleri incelenmiştir. Doğal haldeyken başlangıçta K ve n değerleri 0,114 ve 1,73 olarak saptanan TTN'in 3N hidroklorik asit çözeltisi kullanılarak ve 0,40 : 1 g/g asit/toprak oranında aktifleştiril-

mesi sonucu etkinliği artmakta, K ve n değerleri sıra ile 0,295 ve 2,14'e yükselmektedir.

1. GİRİŞ

Tüm Dünya ülkelerinde olduğu gibi, ülkemiz yağ sanayiinde de özellikle koyu renkli yağların rengini açmada, renk açma etkinlikleri yüksek olan aktifleştirilmiş ağartma toprakları yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak ülkemizde henüz aktif toprak üretimine başlanmadığı için, bu toprakların büyük kısmı dış alım yolu ile sağlanmaktadır.

Aktif toprak üretiminde, aktivasyona uygun olan bentonitler kullanılmaktadır. Bentonitlerin asitle aktifleştirilmelerinde işlemin etkinliği üzerinde işlem sıcaklığı ve süresi yanında birinci derecede kullanılan anorganik asit çözeltisinin konsantrasyonu ve asit/toprak oranı etkili olmaktadır, (SWERN 1964, GRIM 1968, FAHN 1976). Ayrıca aktifleştirilecek bentonitlerin mineral içeriklerine ve kristal yapılarına göre de aktivasyon koşulları değişiklik göstermektedir.

Yapılan bu çalışmada, TTN ticari adı ile bilinen doğal toprağın asitle aktifleştirilmesinde en uygun asit konsantrasyonu ve asit/toprak oranının, değişik koşullarda aktifleştirilen TTN ile rengi açılan yağ örneklerinin lovibond kırmızı değerleri ölçülerek belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaca uygun olarak önce söz konusu toprağın doğal etkinlik değeri saptanıp, bu konuda yapılan diğer çalışmalarla kıyaslamalı olarak incelenmiştir. Daha sonra çalışmanın deneme yöntemleri bölümünde belirtildiği şekilde, farklı koşullar denenerek en uygun aktivasyon koşullarının saptanmasına çalışılmıştır. Ayrıca değişik koşullarda aktifleştirilen toprakların renk açma etkinlikleri, yağ sanayimizde özellikle koyu renkli yağların renklerinin açılmasında yaygın olarak kullanılan aktif toprak Optimum FF in renk açma etkinliği ile karşılaştırılmıştır.

2. KAYNAKÇA ÖZETİ

Renk açma işleminde kullanılan adsorbantları doğal ağartma toprakları, aktif kömür ve aktifleştirilmiş ağartma toprakları olmak üzere başlıca üç grup altında toplayabiliriz. (SWERN 1964, GUILLAUMIN ve PERTUISOT 1967).

Renk açma etkinlikleri düşük olduğu için genellikle ağır renkli katı ve sıvı yağların renklerinin açılmasında kullanılan doğal ağartma toprakları, sepiolit ve attapulgit tipi ağartma topraklarıdır. Doğal olarak spesifik yüzeyleri yüksek olan (180-250 m²/g) bu tip topraklar, asit çözeltilerinde erimedikleri ve iyon değiştirme yetenekleri az olduğu için aktivasyona yarayışlı topraklar değildir (GUILLAUMIN ve PERTUISOT 1968, GRIM 1968).

Sıvı ve katı yağların renklerinin açılmasında spesifik yüzeyi ve mikropor hacmi yüksek olan, ayrıca apolar maddeleri polar maddelerden daha fazla adsorplayan aktif karbon da kullanılabilir (KIRK ve OTHMER 1952). SWERN (1964) tarafından da belirtildiği gibi, adsorbant seçiminde adsorbantın fiyatı, aktivitesi ve tuttuğu yağ miktarı olmak üzere başlıca üç etmen göz önüne alınmaktadır. Aktivitesi yüksek olmasına karşın tuttuğu yağ niceliğinin fazla olması ve fiyatının yüksek olması nedeni ile aktif karbon, 10-20 kısım doğal ağartma toprağına bir kısım katılarak kullanılır. Özellikle palm ve coconut yağındaki yeşil, kırmızı ve mavi renklerin alınmasında etkili olan aktif karbon, işlenmiş yağdaki yabancı tad ve kokuların alınması üzerinde de etkili olmaktadır.

Koyu renkli yağların renklerinin açılmasında yaygın olarak kullanılan aktif topraklar ise, aktivasyona uygun olan bentonitlerin sıcak ve seyreltik asit çözeltileri ile işlenmeleri sonucu elde edilirler.

Toprakların asitle aktifleştirilmelerinde hidroklorik asit veya sülfirik asit çözeltileri kullanılmaktadır. (SWERN 1964). Ancak sülfirik asit çözeltileri ile aktifleştirilen topraklar, ağartma işlemi sırasında yağda sülfirik asit esterleri oluşumuna neden olduğundan ve yağdan çok zor uzaklaştırılabilen bu maddeler yağın tad ve kokusunu ileri derecede bozduğundan kullanılmazlar (KAYAHAN 1982).

Aktif toprakların renk açma etkinliklerinin bir ölçütü olan K ve n değerlerinin saptanmasında, değişik toprak oranlarında rengi açılmış yağlara ait renk değerleri, Iovibond kırmızı değeri olarak veya en uygun dalga boyundaki optik geçirgenlikleri okunarak saptanır (ERICKSON ve ark. 1980).

Yağ sanayii işletmelerinde rengi açılmayan ve rengi açılan yağların renk konsantrasyonlarının saptanmasında daha pratik olması nedeni ile tintometrik ölçümlerden yararlanılmaktadır.

SWERN (1964) tarafından da belirtildiği gibi beslenme amacı ile tüketilen yağların Iovibond değerlerinin 2,5 ya da daha düşük değerde olması gerekmektedir. A.O.C.S. Cc 136-45 standardında ise koyu renkli bir yağ olan rafine pamukyağı için tintometrik değerin 35 sarıya karşı en fazla 3,5 kırmızı olabileceği belirtilmektedir.

3. ÖZDEK VE YÖNTEM

3.1. Özdek

3.1.1. Ağartma Toprakları

Aktifleştirme işleminde doğal toprak TTN kullanılmıştır. Karşılaştırma toprağı olarak, koyu renkli yağların renklerinin açılmasında etkili olan ve yağ sanayimizde yaygın olarak kullanılan aktif toprak Optimum FF seçilmiştir.

3.1.2. Nötr Pamuk Yağı

Doğal ve aktif topraklarla yapılan renk açma denemelerinde, içerdiği gossypol'ün oksidasyon sonucu gossypurpurin'e dönüşmesi ve azotlu maddelerin parçalanma ürünleri ile birleşmesi nedeni ile genellikle koyu renkli bir yağ olan ve tohum yağları arasında ağartılması güç bir yağ olarak bilinen nötr pamuk yağı kullanılmıştır. Nötr pamuk yağlarına ait Iovibond renk değerleri Çizelge - 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Nötrleştirilmiş Pamukyağlarına ait renk verileri

Lovibond değerleri	Açık renkli pamukyağı	Koyu renkli pamukyağı
Sarı	35.0	35.0
Kırmızı	8.0	9.1
Mavi	0.1	4.5

3.2. YÖNTEM

3.2.1. Deneme Yöntemleri

3.2.1.1. Aktifleştirilme Yöntemi

Asitle aktifleştirme işleminde yaş aktivasyon yöntemi kullanılmıştır. Doğal TTN, Çizelge-2'de verilen asit/toprak oranlarını sağlayacak şekilde değişik konsantrasyonlardaki hidroklorik asit çözeltileri kullanılarak toplam 15

değişik aktivasyon koşulları denenmiştir. Bunun için alınan doğal TTN örneği, seçilen işlem koşullarına uygun olarak asitle muamele edilmiş ve daha sonra geri soğutucu altında 6 saat süre ile kaynatılmıştır.

Bu süre sonunda saf su ile yıkanarak asit fazlasından ve tuzlarından arındırılarak 90°C ta bir gece kurutulan toprak, öğütüldükten sonra 170 mesh'lik elekten geçirilerek paketlenmiştir.

Çizelge 2. Aktifleştirme İşleminde Kullanılan Asit Konsantrasyonları ve Asit/Toprak Oranları

Asit Konsantrasyonları (N HCl)	Asit/Toprak (g/g)					
1	0.30:1	0.35:1	0.40:1	0.45:1	0.50:1	0.60:1
2	0.30:1	0.35:1	0.40:1	0.45:1	0.50:1	0.60:1
3	0.30:1	0.35:1	0.40:1	0.45:1	0.50:1	0.60:1

3.2.1.2. Renk Açma İşlemi

Doğal ve aktif topraklarla yapılan renk açma denemelerinde, KAYAHAN ve SAYGIN (1983) tarafından da uygulandığı gibi, vakumlu döner buharlaştırıcı kullanılmıştır.

Renk açma denemelerinde işlem sıcaklığı 80°C ve işlem süresi 20 dakika olarak seçilmiştir. Ayrıca toprakların K etkinlik değerlerinin saptanmasında toprak niceliği % 0.2-1 arasında ve % 0.1 farkla arttırılmıştır. Çünkü TRAYBAL (1968) tarafından da belirtildiği gibi, toprak etkinliğinin hesaplanmasında yararlanılan FREUNDLICH eşitliği, çok küçük farklarla arttırdığı ve yağa çok küçük oranlarda adsorbant katılarak çalışıldığında geçerli olmaktadır.

3.2.2. Fotometrik Yöntemler

Denemede kullanılan nötrale pamuk yağlarında ve değişik koşullarda aktifleştirilen ağartma toprakları ile rengi açılan yağ örneklerinde renk konsantrasyonu, spektrofotometrik ve tintometrik yöntemlerle saptanmıştır. Ancak araştırmanın aktarılan bu bölümünde, ağartma topraklarının K ve n değerlerinde aktivasyon koşullarına bağlı olarak oluşan değişimler, rengi açılan yağ örneklerinin lovibond değerleri kullanılarak incelenmiştir. Tintometrik ölçümler, Lovibond Tintometre Model E aygıtı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tintometrik ölçümler, ANONYMUS (1971) A.O.C.S. Ca 13b-45'de belirtildiği gibi gerek koyu renkli, gerekse rengi açılmış yağ örneklerinde 5 1/4 Inch'lik küvet kullanılarak yapılmıştır. Yağ örneklerinde kırmızı renkteki değişmelerin duyarlı olarak saptanabilmesi için 35 sarı renk değeri sabit tutulmuştur.

3.2.3. Hesaplama Yöntemleri

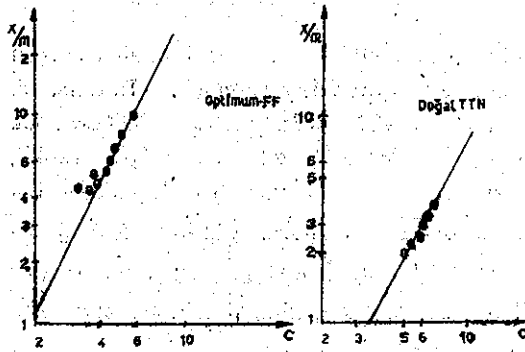
Doğal ve aktif toprakların K ve n değerlerinin saptanmasında, KAYAHAN ve SAYGIN (1983) tarafından da uygulandığı gibi, önce FREUNDLICH eşitliği kullanılarak x/m ve c değerleri hesaplanmış ve sonra elde edilen değerler arasında adsorpsiyon izotermi çizilerek n değerleri bulunmuştur.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Kristal yapısında aktivasyona yarayışlı olan montmorillonit kristallerini yüksek oranda içerdiği saptanan doğal TTN'in ve karşılaştırma toprağı aktif Optimum FF'in K ve n değerlerinin hesaplanmasında, bu topraklarla rengi açılan yağ örneklerine ait lovibond kırmızı değerleri kullanılmıştır. (Çizelge-3).

Çizelge 3. TTN ve Optimum FF ile rengi açılan yağ örneklerine ait lovibond kırmızı değerleri ve hesaplanan diğer veriler

Toprak oranı %	Doğal TTN			Optimum FF		
	Lov. Kırmızı	c	x/m	Lov. Kırmızı	c	x/m
Notr yağ	8.0	8.0	—	8.0	8.0	—
0.2	7.5	7.5	2.5	6.0	6.0	10.0
0.3	7.1	7.1	3.0	5.6	5.6	8.0
0.4	6.7	6.7	3.25	5.2	5.2	7.0
0.5	6.5	6.5	3.0	4.9	4.9	6.2
0.6	6.3	6.3	2.83	4.6	4.6	5.7
0.7	6.0	6.0	2.85	4.3	4.3	5.28
0.8	5.9	5.9	2.63	4.0	4.0	5.0
0.9	5.7	5.7	2.55	3.9	3.9	4.55
1.0	5.5	5.5	2.5	3.5	3.5	4.5



Çizge 1. Doğal TTN ve Optimum FF'e ait adsorpsiyon izotermi (80°C, 20 dak.)

Çizelge-3'te verilen x/m ve c değerleri arasında çizilen adsorpsiyon izoterminden, TTN'in n değeri 1,73, Optimum FF'in n değeri ise 1,96 olarak hesaplanmıştır (Çizge-1). Hesaplanan n değerleri FREUNDLICH eşitliğinde yerine konduğunda, doğal TTN'in K etkinlik değeri 0,114, Optimum FF'in K etkinlik değeri ise 0,334 olarak belirlenmiştir.

Doğal toprak TTN' ile 80°C sıcaklıkta ve 20 dakika süre ile yapılan renk açma işleminde % 5 oranında toprak kullanıldığında yağın lovibond kırmızı değeri ancak 3,8 değerine düşürülebilmektedir. Diğer yandan KAYAHAN (1982) tarafından yapılan bir çalışmada ise, TTN için optimum renk açma sıcaklığı olarak saptanan

130°C ta 30 dakika süreyle ve % 1,5 oranında ağartma toprağı kullanılarak yapılan renk açma işleminde pamuk yağının lovibond kırmızı değeri, standartlarda pamukyağı için en yüksek değer olarak belirlenen 3,5'a düşmekte ve bu değer % 4 toprak oranına değin değişme göstermemektedir. Bu sonuçlar, TTN'in aktifleştirilmeksizin pamukyağı gibi koyu renkli yağların renklerinin açılmasında kullanılması halinde özellikle işletme ekonomisi açısından olumlu sonuç alınmasının güçlüğünü ortaya koymaktadır.

Aktif toprak Optimum FF ile rengi açılan pamukyağında lovibond kırmızı değeri % 1 toprak oranında 3,5 değerine, % 2 toprak oranında ise 2,1 değerine kadar düşmektedir. Bu nedenle, özellikle koyu renkli yağların renklerinin açılmasında asitle aktifleştirilmiş bir toprak olan Optimum FF, olumlu sonuç verdiği için yağ sanayimizde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Aktifleştirme işleminden önce K etkinlik değeri saptanan doğal TTN'in asitle aktifleştirilmesinde, 0,30-0,60 g/g arasında değişen asit/toprak oranlarını sağlayacak şekilde 1N, 3N, 5N hidroklorik asit çözeltileri kullanılmış ve elde edilen topraklarla rengi açılan yağ örneklerinde saptanan tintometrik verilere göre hesaplanan K ve n değerleri Çizelge-4'te verilmiştir.

Çizelge 4. TTN'in K ve n değerlerinde aktivasyon koşullarına bağlı olarak oluşan değişmeler.

Asit/Toprak	0.30 : 1		0.35 : 1		0.40 : 1		0.45 : 1		0.50 : 1		0.60 : 1	
Asit konsan.	K	n	K	n	K	n	K	n	K	n	K	n
1N	0.112	0.88	0.126	1.88	0.135	1.88	0.166	1.96	0.119	1.96	—	—
3N	0.257	1.96	0.283	1.96	0.295	2.14	0.289	2.05	0.218	2.05	0.218	2.05
5N	0.234	1.96	0.257	1.96	0.270	1.96	0.289	2.05	0.116	1.96	—	—

Çizelge - 4 incelendiğinde de görüleceği gibi, doğal TTN için optimum aktivasyon koşulu, K ve n değerlerinin değişimine göre 0.40 : 1 g/g asit/toprak oranında ve 3N hidroklorik asit çözeltisi kullanıldığında sağlanmaktadır.

Gerçekten doğal TTN'nin belirtilen koşullarda aktifleştirilmesi ile K etkinlik değerine 0.114 ten 0.295 değerine yükselirken, n değeri de 1.73 ten 2.14 değerine ulaşmıştır.

Aktif TTN'in adsorpsiyon izotermünün elde edilmesinde kullanılan x/m ve c değerlerinde yağa katılan toprak oranına bağlı olarak ortaya çıkan değişmeler ise Çizelge - 5 te görülmektedir.

Çizelge 5. 3N Hidroklorik asit ile 0.40 : 1 asit/toprak oranında aktifleştirilen TTN ile rengi açılan yağ örneklerine ait lovibond kırmızı değeri ile hesaplanan diğer veriler.

Toprak oranı	Lovibond		
%	Kırmızı Değ.	c	x/m
Notr yağ	8.0	8.0	—
0.2	6.2	6.2	9.0
0.3	5.8	5.8	7.3
0.4	5.3	5.3	6.8
0.5	4.9	4.9	6.2
0.6	4.6	4.6	5.7
0.7	4.3	4.3	5.3
0.8	4.0	4.0	5.0
0.9	3.8	3.8	4.7
1.0	3.5	3.5	4.5

Söz konusu çizelge incelendiğinde, optimum koşullarda aktifleştirilen TTN'den % 1 oranında kullanılarak rengi açılan pamuk ya-

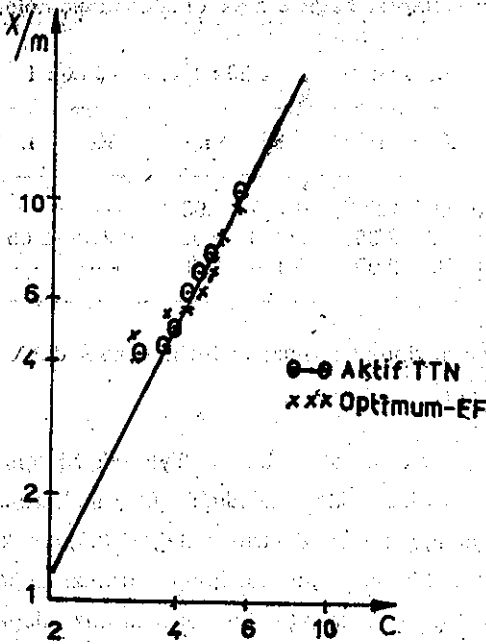
ğında lovibond kırmızı değerinin 3.5'a düştüğü görülür.

Ancak toprak oranı % 2'ye çıkarıldığında ise, Çizelge - 6'da görüldüğü gibi, açık renkli (başlangıç lovibond kırmızı değeri 8.0) ve koyu renkli (başlangıç lovibond kırmızı değeri 9.1) pamukyağlarında lovibond kırmızı değeri 2.3'e düşmektedir. Optimum FF'ten % 2 oranında kullanılarak yapılan renk açma işleminde ise aynı yağlara ait lovibond kırmızı değerleri, açık renkli pamuk yağında 2.1, koyu renkli pamukyağında ise 2.3 değerine düşmektedir.

Çizelge 6. Değişik Topraklarla Rengi Açılan Yağlara Ait Lovibond Kırmızı Değerleri.

% 2 Toprak oranı	Açık renkli pamukyağı	Koyu renkli pamukyağı
Notr yağ	8.0	9.1
Doğal TTN	5.3	5.7
Aktif TTN	2.3	2.3
Optimum FF	2.1	2.3

Sonuç olarak, doğal ve aktifleştirilmiş TTN ile Optimum FF'e ait adsorpsiyon izotermi- nin verildiği Çizge - 2 incelendiğinde de görüleceği gibi, TTN'in 3N hidroklorik asit çözeltisi ile ve 0.40 : 1 g/g asit/toprak oranında aktifleştirilmesi halinde renk açma gücü Optimum FF'inkine yakın bir aktif toprak üretmek mümkün olmaktadır.



Çizge 2. Aktiv TTN ve Optimum-EF'nin Akt Adsorpsiyon İzotermi (80°C, 20 dak.)

ZUSAMMENFASSUNG

Untersuchung über Die Saeureaktivierung Von Türkischen Naturbleichenden Und Die Ermittlung Deren Bleichaktivitäten

Die Adsorbentien, die bei Raffinierung von Speiseölen und -fette verwendet werden, sind als Naturerden, aktivierten Kohlen und aktivierten Erden zu klassifizieren.

Sepiolit und Attapulgit, die niedrige Bleichaktivität besitzen und bei der Bleichung von hellgefärbten Ölen verwendet werden, sind für die Saeureaktivierung nicht anwendbar.

Denn diese Naturerden besitzen niedrige Ionaustausch-Kapazität und sind in der Saeurelösungen nicht löslich.

Trotz ihren hohen Bleichaktivitäten, werden die aktive Kohlen meist zusammen mit Naturbleicherden in der Menge von 1/10 bzw. 1/20 verwendet, weil sowohl deren Prieße als auch deren Ölretentionswerte sehr hoch sind.

Die aktivierte Bleicherden werden besonders bei der Bleichung von dunkelgefärbten Ölen verwendet. Bei der Herstellung von aktivierten Erden sind überwiegend die Mineralien anwendbar, die hohe Ionaustausch-Kapazität besitzen und eine gewisse Menge Montmorillonit-Gruppe inhalten. Die Aktivierungsbedingungen sind je nach Art von Erden unterschiedlich. Demgemäß bei der Gewinnung von saureaktivierten Bleicherden muss die günstige Arbeitsbedingungen für jede Sorten ermittelt werden.

Durch diese Arbeit wurde gezwckt, für eine Naturerde, die im Handel TTN heisst und mit der Saeuren aktiviert werden kann, die Aktivierungsbedingungen festzustellen.

Durch die tintometrische Werten von Ölen die mit der saureaktivierten TTN gebleicht wurden, wurden, die Veränderungen von K und n Werten des aktivierten TTN's in der Abhängigkeit von Aktivierungsbedingungen untersucht. Die K und n Werten von Natur TTN wurden als 0.114 und 1.73 ermittelt. Aber erhöhen sich diese Werte auf 0.295 und 2.14, wenn Natur TTN mit der HCl-Lösung von 3N und bei dem Verhältniss von 0.40:1 zwischen Saeure und Erde aktiviert wurde.

KAYNAKLAR

1. ANONYMUS - 1971 A.O.C.S. Official and Tentative Methods of the American Oil Chemists' Society. Including Additions and Revisions Cc 13b - 45.
2. ERICKSON, D., E. PRYDE, O. BREKKE, T. MOUNTS, R. FALB, 1980 Handbook of Soybean Oil Processing and Utilization. American Soybean Association St. Louis Missouri. American Oil Chemists' Society Champaign, Illinois 598.
3. FAHN, R., 1976 Bleaching Earths Preparation Properties and Partical Application SYMPOSIUM INTERNATIONAL C.E. R.I.A. Bruxelles 1-17.
4. GRIM, R., 1968 Clay Mineralogy. II. Edition Mc. Graw Hill Book Company 1-582.
5. GUILLAUMIN, R., J.F. PERTUISOT, 1967 Influence du Mode Emploi des Terres Adsorbantes sur Certaines Caracteristiques des Hules Végétales Revue Français des Corps Gras 449-460.

6. GUILLAUMIN, R., J.F. PERTUISOT, 1968 Les Echanges d'ions sur Terres Décolorantes leur influence sur le Caractéristique des Tryglicerides. Revue Française des Corps Gras 587 - 596.
7. KAYAHAN, M., A. SAYGIN, 1983 Optimum FF Ağartma Toprağının Etkinlik Değeri ve Bu Değere Renk Açma Koşullarının Etkisi Üzerinde Bir Araştırma. Gıda Dergisi Sayı: 3 101 - 112.
8. KAYAHAN, M., 1982 Yerli Ağartma Topraklarının Renk Açma Etkinlikleri ile Optimum İşlem Koşullarının Saptanması Üzerinde Araştırmalar. E.Ü. Gıda Fakültesi Yayınları No: 5-129.
9. KIRK, E., D. OTHMER, 1952 Encyclopedia of Chemical Technology vol. 1 229, Vol. 2 881 - 915, Vol. 8 13.
10. SWERN, D., 1964 Bailey's Industrial Oil and Fat Products, III. Edition Interscience Publishers, A Division of John Wiley and Sons New York, London, Sydney 769 - 786.
11. TRAYBAL, R.E., 1968 Mass Transfer Operations, II. Edition Mc. Graw Hill New York 506.