

## **ŞLEMPE ARITIM TESİSİ ATIĞI KONDENSATIN ÖZÜTLEME YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Uğur SELENGİL<sup>1</sup>, Hakan DEMİRAL<sup>2</sup>, M. Ercengiz YILDIRIM<sup>3</sup>

**ÖZET:** Eskişehir Alkol Fabrikası atığı olan şlempeden yan ürün olarak derişik şlempe ve  $K_2SO_4$  gübresinin elde edildiğı şlempe arıtım tesisinin tek atığı kondensatın organik madde içeriğı alıcı ortama verilemeyecek kadar yüksektir. Bu çalışmada kondensat içinde bulunduğu belirlenen organik bileşenlerden asetik asidin, çözücü olarak n-hekzan, dietil eter, karbon tetra klorür ve etil asetat kullanılarak sıvı özütleme yöntemi ile ayrılması amaçlanmıştır. Denenen çözücüler içinde etil asetatın asetik asidi daha iyi özütlediğı görülmüştür. Etil asetat kullanılarak yapılan tek kademe özütlemesinde %34,8 ; dört kademeli özütlemede ise %51,7'lik özütleme verimi elde edilmiştir.

**ANAHTAR KELİMELELER:** Şlempe, Kondensat, Asetik asit, Sıvı özütleme.

## **EVALUATION OF THE CONDENSATE WASTED FROM VINASSE TREATMENT PLANT BY EXTRACTION METHOD**

**ABSTRACT:** Eskişehir Alcohol Factory is treating vinasse to obtain  $K_2SO_4$  as a fertilizer and concentrated vinasse as a by-product. The only waste leaving the treatment facilities is the condensate, whose organic matter content is still high to discharge into receiving water. In this study, acetic acid which is found in condensate, was aimed to be seperated by liquid-liquid extraction. n-Hexane, diethyl ether, carbon tetrachloride, and ethyl acetate were used as solvents. Ethyl acetate was extracted the acetic acid better than the other tested solvents. The yields of single stage and four stage extraction by using ethyl acetate were obtained as 34.8% and 51.7% ,respectively.

**KEYWORDS:** Vinasse, Condensate, Acetic acid, Liquid extraction.

<sup>1, 2, 3</sup> Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi,  
Kimya Mühendisliği Bölümü, Batı Meşelik Kampüsü, 26480 ESKİŞEHİR

## ***I.GİRİŞ***

Günümüzde asetik asit kullanılan en önemli endüstriyel organik asitlerden biridir. Üretim yapan bazı süreçler asetik asit içeren sulu atıklar veya yan ürünler üretmektedir. Asetik asidin çözücü veya hammadde olarak kullanıldığı pek çok süreçte büyük miktarlarda atık madde olarak asetik asit-su karışımları ortaya çıkmaktadır. Asetik asidin bu atıklardan geri kazanılması ekonomik açıdan önemlidir [1].

Tarım ülkelerinde asetik asit genellikle melasın fermantasyonuyla ele geçen alkolün oksidasyonu sonucunda seyreltik sulu çözeltileri halinde elde edilmektedir. Bu çözeltilerden asetik asidin kazanılması genellikle özütleme ile yapılmaktadır [1].

Türkiye’de şeker üretimi şeker pancarından yapılmaktadır. Şeker fabrikalarında sakkarozun kristal halinde elde edilmesi için yapılan işlemlerin sonunda geriye kalan koyu kahve renkli, yaklaşık %50 şeker içeren ve yüksek viskoziteli şuruba melas adı verilir. Melas; şekerler, anorganik maddeler, azotlu ve azotsuz organik maddeler, vitaminler ve su içeren bir karışımdır. Normal olarak 100 kısım pancardan 4 kısım melas elde edilir [2].

Melas bir atık olmayıp şeker fabrikalarının değerli bir yan ürünüdür. Çok değerli ve besleyici bir ürün olan melas, çeşitli şekillerde değerlendirilebilir; ancak bunların en önemlilerinden biri alkol üretimidir. Türkiye’de fermantasyon yolu ile alkol üretiminde sadece melas kullanılmaktadır. Melasta bulunan şeker, mayalar tarafından alkole dönüştürülür ve oluşan alkol damıtma ile ayrılır. Damıtma kolonu altından alınan sıvı atık ise şlempe adını alır. Şlempe yaklaşık %90 su ve %6-7 organik madde içerir [3,4].

Alkol fabrikalarının en büyük sorunu üretim teknolojisinin yanısıra şlempenin değerlendirilmesidir. Fabrikada üretilen 1 litre alkole karşılık 12,5 litre şlempe açığa çıkar. Şlempe organik ve anorganik maddelerin bulunduğu çok fazla bileşen içeren bir karışımdır. Yapılan analizler şlempenin kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ), pH, askıda katı madde (AKM) değerlerinin oldukça yüksek olduğunu ve canlılar için büyük tehlike oluşturduğunu göstermiştir [4]. Yapılan bir çalışmada şlempenin kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) değerinin 70000-80000 mg/L ve biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ<sub>5</sub>) değerinin 50000 mg/L olduğu görülmüştür [5]. Bu nedenle şlempe hiçbir işlem görmeden çevreye verilemez.

Şlempe çeşitli şekillerde değerlendirilebilir. Bunlardan bazıları koyulaştırma ve kurutma, hayvan yemi ve gübre olarak kullanma, mayalanacak karışım (mayşe) hazırlamada kullanma ve gıda mayası üretimidir. Şlempe herhangi bir amaçla kullanılmayacaksa deşarj edilmeden önce arıtılması zorunludur [4]. Şlempe arıtılması için çeşitli yöntemler mevcuttur, bunlardan bazıları; arazide arıtım, aerobik arıtım, anaerobik arıtım ve kombine biyolojik arıttır [3,4,6,7,8].

Seyreltik çözeltilerden asetik asidin damıtma ile geri kazanılması sırasında daha düşük kaynayan ancak gizli ısı yüksek olan suyun buharlaştırılması gerektiği için yüksek enerji maliyetine neden olur. Ayrıca etkin bir ayırma için çok büyük bir kolonun kullanılması gereği de yapım maliyetini artırır. Bu nedenle seyreltik çözeltilerden asetik asidin geri kazanılması için genellikle özütleme kullanılmaktadır [1]. Bu iki yöntemi birleştiren özütlemeli damıtmanın önerildiği çalışmalar da bulunmaktadır [9,10].

Özütleme işlemi, genel olarak katı veya sıvı halde bulunan bir bileşenin uygun bir çözücü kullanılarak karışmış olduğu diğer katı veya sıvı bileşenlerden ayrılması işlemidir [11].

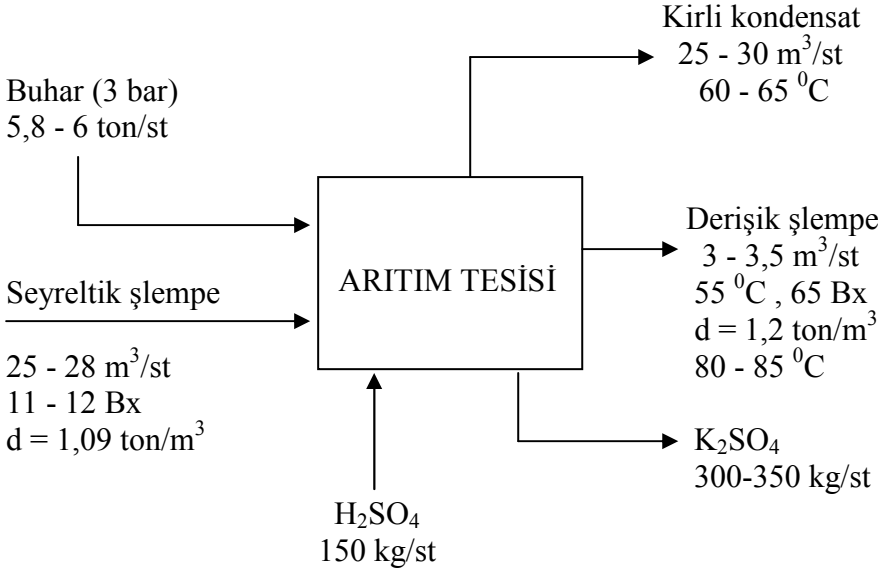
Bu çalışmada kondensat içinde bulunan organik bileşenlerin uygun bir çözücü kullanarak özütleme yöntemi ile ayrılıp pazarlanabilecek ürünlerin elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu sayede kondensatın kirlilik yükünün azalacağı ve çevre kirliliğinin önlenmesine de katkı sağlanabileceği düşünülmektedir.

## ***II. ŞLEMPE ARITIM TESİSİ VE ATIKLARI***

Eskişehir Şeker Fabrikasındaki şlempe arıtım tesisi Fransız Swenson firması tarafından kurularak 1993 yılında işletmeye alınmıştır. Arıtım tesisi üçü buharlaştırıcı, ikisi kristallendirici olmak üzere beş kademedir oluşmuştur. Buharlaştırıcılarda derişik hale getirilen şlempeye derişik  $H_2SO_4$  eklenerek kristalleştiricilerde kristallendirilir. Tesiste ilk kademede kazan dairesinden gelen buhar kullanılırken diğer kademelerde bir önceki kademede üretilen buhar kullanılmaktadır. Şlempe arıtım tesisinde günde  $600 m^3$  şlempe 6-8 ton  $K_2SO_4$  ve 60-70 ton derişik şlempe elde edilmektedir [3]. Arıtım tesisinin basitleştirilmiş akım şeması Şekil 1 'de verilmiştir.

Şlempe arıtım tesisinde  $K_2SO_4$  gübresi, buharlaştırma yoluyla kuru maddesi yükseltelen şlempe içindeki  $K^+$  iyonlarının, kristallendiriciye  $H_2SO_4$  eklenmesi ile

$K_2SO_4$  şeklinde çöktürülüp ayırıcıdan geçirilerek çözeltiden ayrılması ile elde edilir. Diğer minerallerin koyulaştırılarak derişik hale getirilen şlempede kalması istenir. Şlempe içindeki potasyum ayrılmadan derişik şlempe, hayvan yemi olarak kullanılamaz. Arıtım tesisinden çıkan tek atık ise buharlaşmadan kaynaklanan kondensattır. Kondensatın organik madde içeriği şlempe kadar olmasa da alıcı ortama verilemeyecek kadar yüksektir [3].



**Şekil 1.** Eskişehir Şeker Fabrikası şlempe arıtım tesisinin basitleştirilmiş akım şeması.

Eskişehir Alkol Fabrikası şlempe arıtım tesisinde aslında iki çeşit kondensat oluşmaktadır. Bunlardan birisi tesisin I. kademesinde ısıtma için kullanılan subuharının yoğuşması sonucu oluşan temiz kondensat ve diğeri şlempenin deriştirilmesi sırasında buharlaşan su ve uçucu bileşenlerin yoğuşması sonucu oluşan ve diğerkademelerde ısıtma buharı olarak kullanılan kirli kondensattır. Deneysel çalışmalarda kirli kondensat kullanılmıştır. Bundan sonra kirli kondensat için kısaca kondensat ifadesi kullanılacaktır.

### **III. DENEYSEL ÇALIŞMALAR**

Eskişehir Alkol Fabrikası (EAF) atığı olan şlempeden yan ürün olarak  $K_2SO_4$  ve derişik şlempenin elde edildiği şlempe arıtım tesisinin atığı olan kondensatın içinde bulunan ve pazarlanabileceği düşünölen organik bileşenlerin (özellikle asetik asit) sıvı özütleme yöntemi ile ayrılabilmesi için çalışmalar yapılmıştır.

#### **III.1. Kondensat Numunesinin Analizi**

Özütleme deneylerine geçmeden önce gaz kromatografisi yöntemi ile kondensat numunesi içindeki bileşenler ve miktarlarının belirlenmesine çalışıldı. Gaz kromatografi analizleri için ATI UNICAM 610 serisi gaz kromatografi cihazı ve ATI UNICAM 4815 integratör kullanıldı. Analizler 15 metre uzunlukta sabit fazlı polietilen glikol olan DBWAX kapiler kolon ve alev iyonlaşma dedektörü ile gerçekleştirildi. Taşıyıcı gaz olarak azot kullanıldı. Ön denemeler sonunda belirlenen gaz kromatografisi çalışma koşulları Çizelge 1 'de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Gaz kromatografisi çalışma koşulları

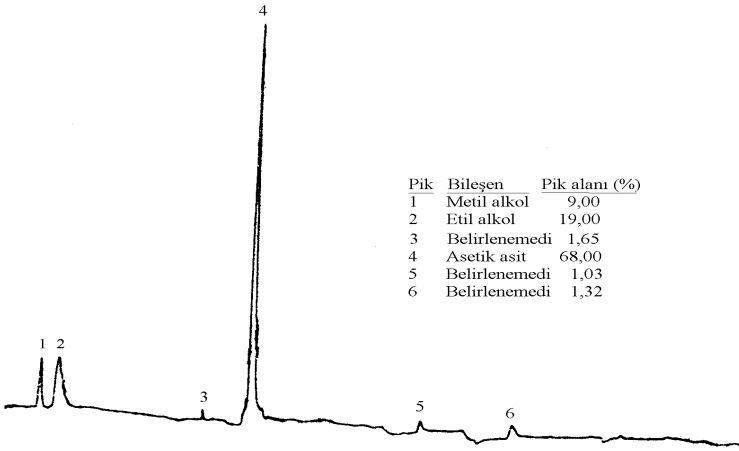
Taşıyıcı gaz	Azot
Taşıyıcı gaz hızı (mL/dk)	1,0
Dedektör sıcaklığı (°C)	250
Enjektör sıcaklığı (°C)	200
Sıcaklık programı	50 °C 'de 1 dk izotermal 8 °C/dk hızla 150 °C 'ye ısıtma 150 °C 'de 1 dk izotermal
Yazma hızı (cm/dk)	1
Enjeksiyon hacmi (µL)	0,3

Kondensatta bulunabilecek bileşenler, melas ve şlempenin bileşimleri göz önüne alınarak belirlendi. Melastan alkol üretimi sırasında damıtma kolonu altından alınan atık, şlempe olduğuna göre melas içinde bulunan bazı organik bileşenlerin [2,12] ve damıtma sırasında oluşan etil alkol ile füzal alkollerinin [13,14] bir kısmının şlempeye geçebileceği düşünülmüştür. Kirli kondensat, şlempenin arıtım tesisinde buharlaştırılarak derişik hale getirilmesi sırasında oluşan uçucu bileşiklerin

yoğuşturulması ile elde edildiğinden, şlempede bulunabilecek uçucu bileşiklerin kirliliği kondensatın bünyesine geçmiş olabileceği düşünülmüştür. Bu bileşiklerden metil alkol, etil alkol, propil alkol, amil alkol, propiyonik asit, asetik asit, etil asetat ve formik asit tek tek kondensata eklendi ve elde edilen kromatogramlar orijinal kondensatın kromatogramı ile karşılaştırılarak pik yüksekliklerindeki artıştan bileşenler tesbit edildi.

Kondensat numunesinin gaz kromatogramı Şekil 2 'de verilmiştir. Gaz kromatografisi ile kondensat numunesi içinde diğer belirlenemeyen bileşenlere (3, 5 ve 6 nolu pikler) göre daha büyük kütle yüzdelerinde (susuz temelde) asetik asit (4 nolu pik), etil alkol (2 nolu pik) ve metil alkol (1 nolu pik) bulunduğu belirlendi. Deneysel çalışmalarda kullanılan kondensat numunesindeki asetik asit derişimi gaz kromatografisi ile 3184 mg/L, titrasyon ile 2998 mg/L olarak bulunmuştur.

Titrasyonla toplam asit niceliği saptandığına göre bu yöntemle bulunan ve asetik asit olarak yorumlanan niceliğin gaz kromatografisi ile saptanan asetik asit niceliğine eşit ya da daha büyük olması beklenirdi. Ancak tersi bir durum gözlenmektedir. Gaz kromatografisi titrasyona göre çok daha duyarlı bir yöntem olduğundan bundan sonraki değerlendirmeler bu veriler üzerinde yapılmıştır.



Şekil 2. Kondensat numunesinin gaz kromatogramı.

### ***III.2. Özütleme Deneyleri***

Asetik asidin sudaki seyreltik çözeltisinin damıtılması, suyun büyük miktarda buharlaşmasını gerektirdiğinden pahalı bir işlemdir. Bu nedenle asetik asit genellikle uygun bir çözücü kullanılarak özütlenir. Özütleme için etil asetat kullanıldığında asetik asidin çoğu ester fazına geçer. Dengeye sulu faz ve ester fazının yoğunlukları farklı olduğundan karıştırma sonunda fazlar birbirinden rahatça ayrılır. Oluşan özütün damıtılması, asetik asidin seyreltik sulu çözeltisinin damıtılmasından daha kolay ve ekonomiktir [15].

Asetik aside uygulanan özütleme iki şekilde olabilmektedir. Birincisi etil asetat gibi asetik asitten daha düşük kaynama noktasına sahip çözücülerle yapılan özütleme, ikincisi ise amil asetat gibi asetik asitten daha yüksek kaynama noktasına sahip çözücülerle yapılan özütlemedir [16,17].

Bu çalışmada özütleme işlemiyle kondensat içinde oldukça seyreltik bir halde bulunan asetik asidin özütlenmesi amaçlanmıştır. Asetik asidi özütleyebilmek için su ile karışmayan ya da çok az karışabilen ve asetik asitten daha düşük kaynama noktasına sahip dört farklı çözücü (n-hekzan, dietil eter, karbon tetra klorür ve etil asetat) kullanılmıştır. Özütleme deneyleri 250 mL'lik ayırma hunilerinde gerçekleştirildi. Özütleme yöntemi olarak tek kademe özütlemesi ve çok kademeli özütleme kullanıldı ve her iki yöntemle bulunan sonuçlar karşılaştırıldı.

DeneySEL çalışmalarda ilk önce n-hekzan, dietil eter, karbon tetra klorür ve etil asetat çözücüleri ile ön deneyler yapıldı. Bu deneylerde 150 mL kondensat numunesi ile iki kademeli özütleme yapıldı ve her kademede 25 mL çözücü kullanıldı. Her kademede toplam asit miktarı asetik asit cinsinden titrasyonla belirlendi. Bulunan sonuçlar Çizelge 2'de gösterilmiştir. Suda bir miktar çözünürlüğü olmasına karşın suyun çözmüş olduğu kaynama noktası daha düşük olan etil asetat damıtma ile rahatlıkla geri kazanılabilir.

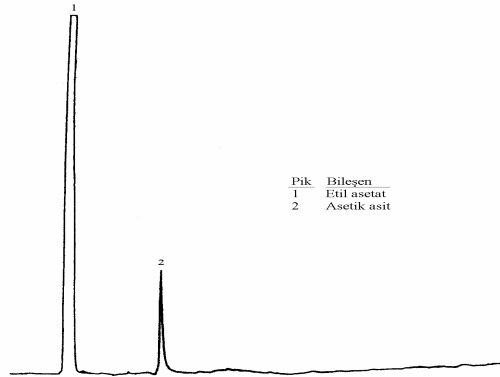
**Çizelge 2.** Kondensatla yapılan ön deney sonuçları

	n-Hekzan	Karbon tetra klorür	Dietil eter	Etil asetat
Sudaki çözünürlüğü [18]	Çözünmez	Çözünmez	Pek az	Çözünebilir
Özüt 1 'deki asetik asit cinsinden toplam asit derişimi (mg/L)	120	300	1400	2750
Özüt 2 'deki asetik asit cinsinden toplam asit derişimi (mg/L)	120	300	1340	2746

Ön çalışmalar sonucunda asetik asidi en iyi özütleyen çözücünün etil asetat olduğu belirlendi ve bundan sonraki deneyler etil asetat ile gerçekleştirildi. Saf etil asetatın gaz kromatografisi alındı ve etil asetatın 325 mg/L asetik asit içerdiği belirlendi.

Deneysel çalışmalarda gaz kromatografisi ile asetik asit miktarı, titrasyon ile toplam asit miktarı belirlenebildiğinden kondensattan özütlenen asetik asidin yüzdesi gaz kromatografisi sonuçlarına göre hesaplanmıştır. Hesaplama yapılırken etil asetatın içerdiği asetik asit miktarı da dikkate alınmıştır.

Tek kademe özütlemesinde bir ayırma hunisine 150 mL kondensat numunesi ve 100 mL etil asetat konuldu, şiddetli bir şekilde çalkalanarak sıvıların mümkün oldukça iyi bir şekilde teması sağlandı. Çalkalama işleminden sonra özüt ve rafinat fazlarının tam olarak ayrılması beklendi. Özüt ve rafinat fazlarının gaz kromatografisi analizleri yapıldı. Tek kademe özütleme deneyinin özüt faz kromatogramı Şekil 3'te verilmiştir.

**Şekil 3.** Etil asetat ile tek kademe özütlemesi deneyi özüt fazının gaz kromatogramı.



Ayrıca her iki fazdan 5 mL'lik numuneler alınarak 2-3 damla fenolftalein indikatörü ilave edildi ve 0,1 N NaOH (Merck) çözeltisi ile titrasyon işlemi yapıldı. Titrasyon sonunda her bir fazdaki toplam asit miktarı asetik asit cinsinden belirlendi. Etil asetat ile yapılan tek kademeli özütlenme deneyleri sonunda titrasyon ile belirlenen asetik asit miktarları Çizelge 3 'te verilmiştir. Etil asetat ile tek kademeli özütlenme deneyi sonunda gaz kromatografisi sonuçlarına göre kondensatta bulunan asetik asidin %34,8'i özütlenmiştir.

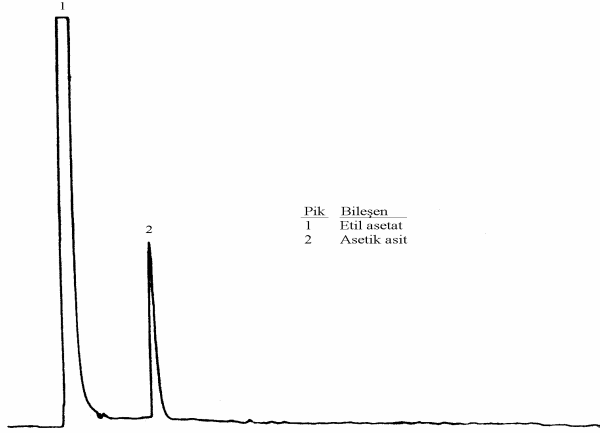
**Çizelge 3.** Etil asetat ile tek kademeli özütlenme deneyi sonuçları

	Özüt faz	Rafinat faz
Faz hacmi (mL)	86	163
Titrasyonla belirlenen asetik asit cinsinden toplam asit derişimi (mg/L)	2106	2014
Gaz kromatografisi ile belirlenen asetik asit derişimi (mg/L)	1964	1845

Çok kademeli özütlenmede ise özütlenme işlemi dört kademede gerçekleştirildi. 150 mL kondensat numunesine tek kademeli özütlenme ile kıyaslayabilmek için toplam 100 mL olacak şekilde her kademede 25 mL etil asetat ilave edildi. Her kademede bir önceki kademeden gelen rafinat besleme olarak kullanıldı. Her kademede oluşan özütler ise ayrıldı. Deney sonunda özütler birleştirilerek tek bir toplam özüt ve son rafinat elde edildi. Toplam özüt ve son rafinat fazlarının gaz kromatografisi analizleri yapıldı. Dört kademeli özütlenme deneyinin toplam özüt faz gaz kromatogramı Şekil 4 'te verilmiştir.

Her iki fazdan 5 mL'lik numuneler alınarak 2-3 damla fenolftalein indikatörü ilave edildi ve 0,1 N NaOH çözeltisi ile titrasyon işlemi yapıldı. Böylece her bir fazdaki toplam asit miktarı asetik asit cinsinden belirlendi. Etil asetat ile yapılan dört kademeli özütlenme deneyleri sonunda titrasyon ile belirlenen asetik asit miktarları Çizelge 4'te verilmiştir.

Etil asetat ile dört kademeli özütlenme deneyi sonunda gaz kromatografisi sonuçlarına göre kondensatta bulunan asetik asidin %51,7'si özütlenmiştir.



**Şekil 4.** Etil asetat ile dört kademeli özütleme deneyi toplam özüt fazının gaz kromatogramı.

**Çizelge 4.** Etil asetat ile dört kademeli özütleme deneyi sonuçları

	Özüt				Toplam Özüt	Rafinat			Son Rafinat
	1	2	3	4		1	2	3	
Faz hacmi (mL)					104,5				137
Titrasyonla belirlenen asetik asit cinsinden toplam asit derişimi (mg/L)	2746	2746	2594	2416	2690	2594	2517	2441	2289
Gaz kromatografisi ile belirlenen asetik asit derişimi (mg/L)	-	-	-	-	2397	-	-	-	1966

## ***SONUÇLAR VE ÖNERİLER***

Kondensatta bulunan asetik asidin özütlenebilmesi için yapılan ön özütleme deneyleri sonucunda kullanılan çözücüler içinde etil asetatın diğerlerine göre asetik asidi daha iyi özütleyebildiği görüldü. Bu nedenle deneysel çalışmalarda etil asetat kullanıldı. Kondensatta bulunan asetik asidin, etil asetat kullanılarak tek kademeli özütlemde %34,8'i ; dört kademeli özütlemde ise %51,7'si özütlendi.

Asetik asit üretiminde etil asetatla özütleme kullanılmasına rağmen, alkol fabrikası şlepme arıtım tesisi atığı kondensattan asetik asit geri kazanımında özütleme veriminin %51,7 olması kondensattan özütleme ile asetik asit kazanımının ekonomik olmayabileceğini göstermektedir. Bunun nedeni asetik asit derişiminin çok düşük olmasıdır.

Titrasyon ve gaz kromatografisi ile belirlenen asit miktarları arasında tutarsızlık gözlenmesi doğaldır; çünkü titrasyonda toplam asit niceliği asetik asit cinsinden belirlenmektedir, oysa gaz kromatografisinde yalnızca asetik asit içeriği saptanır. Bunun sonucunda gaz kromatografisi ile belirlenen asit derişimleri daha düşüktür. Ayrıca, etil asetatın titrasyon sırasında sodyum hidroksit çözeltisi etkisiyle hidrolizlenmesiyle bir miktar asetik asit oluşması; deneyler sonunda elde edilen özüt ve rafinat fazlarının titrasyonla belirlenen asetik asit miktarının artmasına neden olmaktadır. Bu da titrasyon ve gaz kromatografisi sonuçlarının uyuşmamasının nedenlerinden biri olarak gösterilebilir.

Asetik asitten daha yüksek kaynama noktasına sahip olan amil asetat gibi çözücülerle de özütleme çalışmaları yapılabilir.

## **KAYNAKLAR**

- [1] H. Demiral ve M. E. Yıldırım, "Asetik asit-su-adiponitril üçlü sisteminin çözünürlük dengesinin incelenmesi", IV. Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresi, 4-7 Eylül 2000, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, ss. 1044-1049.
- [2] N. Taygun, "Melasın değerlendirilmesi", Kimya Mühendisliği Dergisi, Yıl. 19, Sayı. 98, ss. 32-37, 1980.
- [3] N. Öztürk, "Bazı atıksu çamurlarının ve endüstriyel atıksuların havasız (anaerobik) ortamda çürütülebilirliklerinin incelenmesi", Doktora Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 1995.
- [4] N. Taygun, "Alkol fabrikalarının atık maddesi şlepmenin değerlendirilmesi", Şeker Dergisi, Yıl. 28, Sayı. 109, ss. 12-31, 1978.
- [5] N. Taygun, R. Özdemir, G. Ülkü ve H. Işık, "İspirto fabrikalarında şlepmenin geri alınması", Tübitak VI. Bilim Kongresi, 1977, Çevre Araştırma Grubu Tebliğleri, Ankara Çevre Araştırma Grubu, ss. 347-360.
- [6] Y. Kaçar ve M. E. Yıldırım, "Eskişehir Alkol Fabrikası şlepme arıtım tesisi atığı olan kondensatın aktif çamur yöntemiyle arıtılabilirliği", II. Ulusal Kimya

- Mühendisliği Kongresi, 9-13 Eylül 1996, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Bildiri Kitabı, Cilt 2, ss. 1149-1154.
- [7] L. Huss and P. F. Garcia, "Treatment of wastewater from molasses industries and sugar factories", *Int. Sugar Journal*, Vol.92, pp. 40-42, 1990.
- [8] U. Selengil, M. Şölene, Z. Kılıç ve M. Değer, "Alkol fabrikası atıksuyunun arıtılması, Kimya Mühendisliği uygulamaları projesi, Osmangazi Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Eskişehir, 1994.
- [9] H. Demiral ve M. E. Yıldırım, "Kesikli özütlemeli damıtma ile sulu çözeltilerden asetik asidin geri kazanılması", V. Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresi, 2-5 Eylül 2002, Ankara Üniversitesi, Ankara, Bildiri Özetleri Kitabı, ÇADP14.
- [10] H. Demiral and M. E. Yıldırım, "Recovery of acetic acid from waste streams by extractive distillation", *Enviro 2002 and IWA 3rd World Water Congress*, 7-12 April 2002, Melbourne (Australia), Executive Summaries, p.240.
- [11] J. T. Banchemo and W. L. Badger, "Kimya Mühendisliğine Giriş", (Çev. İ. Çataltaş), İnkilap Kitapevi, İstanbul, 1986.
- [12] J. H. Kim and Y. J. Yoo, "Process development for the distillation of ethanol considering by-products", *Hwakkongkak*, Vol.30(1), pp. 65-69, 1992.
- [13] F. Erdem ve E. Durukan, "Füzel yağının fraksiyonlarına ayrılması ve değerlendirilmesi", *Ankara Şeker Enstitüsü Yayınları*, ss. 21, 1991.
- [14] A. Geahchon, C. Khalife, P. Chambon and R. Chambon, "Analysis of anisated-fermented grape distillates by gas-liquid chromatography", *J. Food Compos.*, Vol.4, pp. 304-314, 1991.
- [15] R. E. Treybal, "Mass-Transfer Operations", 3th Edn., McGraw-Hill Book Company, New York, 1980.
- [16] E. İnce ve U. Dramur, "Asetik-su-siklopentanol üçlü sistemine ait çözünürlük dengesinin incelenmesi", II. Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresi, 9-13 Eylül 1996, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Bildiri Kitabı, Cilt 1, ss. 370-375.
- [17] B. Tatlı, U. Dramur and E. Ulusoy, "Recovery of acetic acid from vinegar with high boiling solvents", *Chemica Acta Turcica*, Vol.15, pp. 57-64, 1987.
- [18] R. C. Weast, "Handbook of Chemistry and Physics", 55th Edn., CRC Press, Ohio, 1974.