Evrak Tarih ve Sayısı :21.08.2014 - 1408210311

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
REKTÖRLÜĞÜ

Rektörlük Makamına

(GEÇİCİ GÖREV ONAYI)

Kurum Sicil No	13231	TC Kimlik No: 38689376932
Emekli Sicil No	65741118	Banka Hesap No: 1199 - 3097972
Adı ve Soyadı	Uğur KURT	
Görev Yaptığı Birim	İNŞAAT FAKÜLTESİ	
Görev Ünvanı	YARDIMCI DOÇENT	
Aylık Derece ve Kademesi	01/4	Ek Gösterge: 3600
Görevlendirme Amacı	4691 sayılı Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Kanunu'nun 7.maddesi kapsamında "Pastorize Peyniraltı Suyunun Kül Muhtevasının Nanofiltrasyon ve Elektrodiyaliz Prosesleri ile %90 Oranında Azaltılması" projesinde görevlendirilmek üzere.	
Görevlendirildiği Kurum/Yer	Pamukkale Teknokenti-Denizli Üniversite Sanayi İşbirliği Merkezi A.Ş.'de,	
Görev Süresi	01.08.2014 - 31.08.2014 tarihleri arasında	
Görevlendirme Şartları	haftada 2 (iki) saat	
Katılım Ücreti		
Masrafların Nereden Karşılanacağı		
Seyahat Şekli		

Görevlendirilmesine esas olan evrak,gerekçe ve kanun

1-Fakülte Yönetim Kurulunun 05.08.2014 gün ve 2014/32-06 sayılı kararı.
2-Üniversite Yönetim Kurulunun 12.08.2014 tarih ve 2014/14-25 nolu kararı.
3-2547 S. K. nun 39. maddesi uyarınca görevlendirilmesini olurlarınıza arz ederim.

e-imzalıdır
Prof.Dr.Haluk GÖRGÜN
REKTÖR YARDIMCISI

OLUR
19.08.2014
e-imzalıdır
Prof.Dr.İsmail YÜKSEK
REKTÖR

Bu belge 5070 sayılı elektronik imza kanununa göre güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
http://www.ebys.yildiz.edu.tr/Dogrulama/Index?EvrakNo=1408210311&ErisimKodu=58b26269

PT-10

PAMUKKALE TEKNOKENT'TE GÖREVLENDİRİLECEK ÖĞRETİM ELEMANI İLE ŞİRKET ARASINDA YAPILACAK OLAN SÖZLEŞME ÖRNEĞİ

Pastorize Peyniraltı suyunun Kül muhtevasının % 90 oranında azaltılması **ARGE /YAZILIM GELİŞTİRME PROJESİ/ÇALIŞMASI SÖZLEŞMESİ ("SÖZLEŞME")**

İşbu Sözleşme 4691 sayılı Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Kanunu kapsamında getirilen düzenlemeler çerçevesinde Yıldız Teknik Üniversitesi öğretim elemanlarından Yrd. Doç. Dr. Uğur Kurt ile DENİZLİ ÜNİVERSİTE SANAYİ İŞBİRLİĞİ MERKEZİ A.Ş. arasında ve tarafından aşağıda belirtilen şartlarda *25.07.2014* tarihinde imzalanmış ve yürürlüğe girmiştir.

İşbu Sözleşme kapsamında bundan sonra DENİZLİ ÜNİVERSİTE SANAYİ İŞBİRLİĞİ MERKEZİ A.Ş. "Şirket" olarak, öğretim elemanı Yrd. Doç. Dr. Uğur Kurt "Öğretim Elemanı" olarak ve ikisi birlikte "Taraflar" olarak anılacaktır.

TANIMLAR

MADDE 1

İşbu Sözleşme kapsamında,

Yasa : 4691 sayılı Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Yasası'nı

Uygulama Yönetmeliği : 09.01.2008 tarihli Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Uygulama Yönetmeliği'ni

Üniversite : Pamukkale Üniversitesi'ni

PAMUKKALE Teknokent : 4691 sayılı Yasa ve ilgili Uygulama Yönetmeliği kapsamında teknoloji geliştirme bölgesi olarak onaylanan PAMUKKALE Teknokent teknoloji geliştirme bölgesini

AR-GE : Yasa'da ifade edildiği üzere, bilim ve teknolojinin gelişmesini sağlayacak yeni bilgileri elde etmek veya mevcut bilgilerle yeni malzeme, ürün ve araç üretmek, yazılım üretimi dahil olmak üzere yeni sistem, süreç ve hizmetler oluşturmak veya mevcut olanları geliştirmek amacıyla yapılan düzenli çalışmaları

Yazılım : Yasa'da ifade edildiği üzere, bir bilgisayar, iletişim cihazı veya bilgi teknolojilerine dayalı bir diğer cihazın çalışmasını ve kendisine verilen veriler ile ilgili gereken işlemleri yapmasını sağlayan komutlar dizisinin veya programların ve bunların kod listesini, işletim ve kullanım kılavuzlarını da içeren belgelerin ve hizmetlerin tümünü

Yönetici Şirket : PAMUKKALE Teknokent A.Ş.'yi

Araştırmacı Personel : Yasa'da ifade edildiği üzere, teknoloji geliştirme bölgesinde yer alan faaliyetlerde hizmetine ihtiyaç duyulan üniversitelerde çalışan konusunda uzman akademik personeli ve kamu kurum ve kuruluşlarına ait araştırma merkez ve enstitülerinde çalışan en az yüksek lisans derecesine sahip konusunda uzman personeli anlamına kullanılmıştır.

SÖZLEŞMENİN KONUSU VE KAPSAMI
MADDE 2

İşbu Sözleşme, Yasa ve Uygulama Yönetmeliği çerçevesinde PAMUKKALE Teknokent bölgesinde Öğretim Elemanı'nın da Araştırmacı Personel olarak katılımıyla gerçekleştirilecek ve detayları aşağıda belirtilen AR-GE/Yazılım geliştirme faaliyetlerini/projesini kapsamaktadır.

Pastörize peyniraltı suyunun kül oranı kuru maddede % 10 oranındadır. Su ve tek değerlikli iyonlardan arındırılması için pastörize peyniraltı suyu nanofiltrasyon işlemine tabi tutulacaktır. Nanofiltrasyon işleminden önce pastörize PAS numunelerinin kül oranı IDF 90:1986 standardındaki kül tayin metoduna göre belirlenecektir. Nanofiltrasyon işleminde membran seçiciliğinden dolayı su ve 200 Da (atomik kütle) 'dan küçük tek değerlikli iyonlar yarı geçirgen ayrıştırma tabakasını geçebilirken çok değerlikli iyonlar ve düşük molekül ağırlıklı organikler membran tarafından tutulur. Nanofiltrasyon işlemiyle su ve tek değerlikli iyonlardan arındırılan pastörize PAS (retentat) numunelerinin kül oranı kuru maddede % 10 lardan % 6 seviyelerine düşürülecektir. Bu işlemin başarı kriteri pastörize PAS (retentat) numunelerinin kül oranı olacaktır. Nanofiltrasyon işlemiyle su ve tek değerlikli iyonlardan arındırılan pastörize PAS (retentat) numuneleri elektrodiyaliz ünitesinde çok değerlikli iyonlardan yani minerallerden arındırılarak demineralizasyon işlemi tamamlanacaktır. Elekrodiyaliz işlemine girmeden önce kuru maddede % 6 olan kül oranı % 1'e düşürülerek % 90 demineralizasyon işlemi tamamlanacaktır.

HİZMETLER
MADDE 3
İşbu Sözleşme kapsamında Öğretim Elemanı'nın yapacağı işler ve sunacağı hizmetler aşağıda belirtilmiştir:

Proje süresi boyunce bilimsel danışmanlık yapmak

SÖZLEŞME SÜRESİ
MADDE 4
İşbu Sözleşmenin süresi 1 aydır. Öğretim Elemanı, bu Sözleşmenin 3. maddesinde ayrıntılı olarak belirtilen hizmetler için 01/08/2014 tarihinde işe başlayacak ve 31/08/2014 tarihine kadar görev yapacaktır.

MALİ HÜKÜMLER
MADDE 5
İşbu Sözleşme kapsamında Şirket tarafından Öğretim Elemanı'na Araştırmacı Personel niteliğinden ötürü 12.750 TL ücret ödenecektir. Bu ücret ödemesi Yasa'nın 7. ve 8. maddelerinde getirilen düzenlemeler çerçevesinde yapılmaktadır.

ÜNİVERSİTE ve YÖNETİCİ ŞİRKET'İN TARAFSIZLIĞI
MADDE 6
Taraflar, aralarında bu Sözleşme'den doğacak ihtilaflarda Üniversitenin ve Yönetici Şirket'in taraf olmadığını kabul etmişlerdir. Taraflar işbu Sözleşme'den ve olası sonuçlarından dolayı Üniversiteden ve/veya Yönetici Şirket'ten herhangi bir talepte bulunamazlar veya sorumlu tutamazlar. Şirket ve Öğretim elemanı işbu Sözleşme

nedeniyle üçüncü şahısların Üniversite veya Yönetici Şirketten talep edecekleri her türlü zarar ve ziyanı karşılamayı kabul ve taahhüt ederler.

YÖNETİCİ ŞİRKET DENETİMİ
MADDE 7
Taraflar, Sözleşme kapsamındaki faaliyetlerinin Yasa ve Uygulama Yönetmeliği ile tarif edilen yetkileri çerçevesinde Yönetici Şirket tarafından denetleneceği ve denetim amacıyla Taraflardan birlikte veya ayrı ayrı raporlar istenebileceğini bilmektedirler. Taraflar Yönetici Şirket'in denetim işlevini yerine getirme konusundaki taleplerinde işbirliği içinde olacaklardır.

SÖZLEŞMENİN FESHİ
MADDE 8
Taraflardan biri, bu Sözleşmede yazılı vecibelerden herhangi birini yerine getirmezse, diğer taraf bu durumu karşı tarafa yazılı olarak bildirecek ve durumun (15) gün içinde düzeltilmesini isteyecektir. Durum bu süre içinde düzeltilmediği takdirde, ilgili taraf Sözleşmeyi feshetme hakkına sahip olacaktır.

ANLAŞMAZLIKLAR ÇÖZÜMÜ
MADDE 9
Taraflar arasında bu Sözleşmenin uygulanması konusunda çıkan anlaşmazlıklar Denizli Mahkemelerinde ve İcra Dairelerinde hükme bağlanır.

KANUNİ İKAMETGAH
MADDE 10

Tarafların Adresleri:

Öğretim Elemanı: Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Çevre Müh Bölümü Davutpaşa / İSATNBUL

Şirket: Pamukkale Üniversitesi Teknoloji Geliştirme Bölgesi C Blok Z02
Pamukkale/DENİZLİ

Kanuni ikametgâhları olarak tasdik edilmiştir. Taraflar, bu adreslere yapılacak her türlü tebligatın veya yazışmanın kendilerine yapılmış sayılacağını şimdiden kabul etmişlerdir.

10 (ON) maddeden ibaret olan bu Sözleşme 4 (DÖRT) nüsha olarak taraflarca tanzim ve imza edilmiştir.

Şirket **Öğretim Elemanı**

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

İNŞAAT FAKÜLTESİ

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

Nanofiltrasyon ve Elektrodiyaliz Uygulamalarının AYNES GIDA SAN. VE TİC. A.Ş. Peynir Altı Suyu (PAS) Numunesinde Demineralizasyon Performansının Belirlenmesi

YRD. DOÇ. DR. UĞUR KURT

DOÇ. DR. MEHMET ÇAKMAKÇI

YRD. DOÇ. DR. ÖMER APAYDIN

ARAŞ. GÖR. FATİH İLHAN

Hülya SERİN UYAR (Aynes Gıda San. ve Tic. A.Ş.)

Muharrem SAY (Aynes Gıda San. ve Tic. A.Ş.)

AĞUSTOS 2014 - İSTANBUL

PEYNİRALTI SUYUNUN MEMBRAN PROSESLER VE ELEKTRODİYALİZ İLE DEMİNERİLİZASYONU

1. GİRİŞ

Pastörize peyniraltı suyunun kuru maddede faydalı organik kısmı tipik değerler olarak % 90 ile (karbonhidrat-Laktoz % 82, protein % 7 ve yağ % 1) temsil edilirken, kül oranı % 10'dur. Nanofiltrasyon işlemiyle su ve çok değerlikli iyonlardan arındırılan pastörize PAS (retentat) numunelerinin kül oranı kuru maddede % 10'lardan % 6 seviyelerine, elekrodiyaliz işlemi ile de % 6 olan kül oranı % 1'e düşürülerek % 90 demineralizasyon işleminin tamamlanması hedeflenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

AYNES Gıda San. ve Tic. A.Ş. nin 27/07/2014 tarihinde "Nanofiltrasyon ve Elektrodiyaliz uygulamalarının demineralizasyona olan etkilerinin belirleneceği" 120 L kadar Peyniraltı suyu (PAS) numunesi firma yetkilileri tarafından YTÜ, Çevre Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Uğur KURT'a teslim edilmiştir.

2.1. Membran proseslerde kullanılan membranların özellikleri

Farklı gözenek çaplarında membranlar kullanılmıştır ve bu membranların özellikleri Tablo 1'de görülmektedir. UP005, UP150 ve NF270 membranları 155 cm^2 yüzey alanına sahip laboratuvar ölçekli düzenekte sırasıyla 3, 3 ve 5 bar basınç altında ve spiral sarımlı 2,6 m^2 membran alanına sahip NF90 membranı ise pilot ölçekli düzenekte 15 bar basınç altında kullanılmıştır.

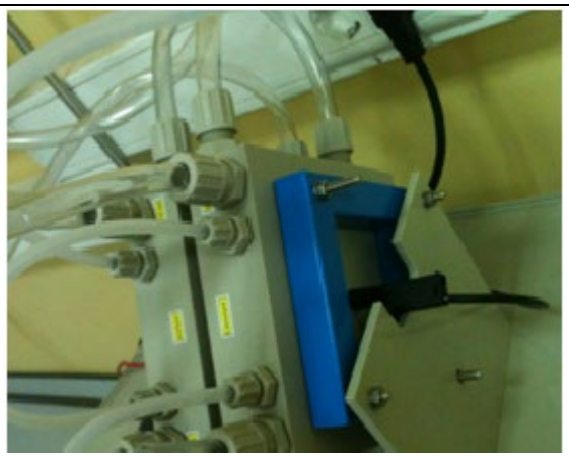
Tablo 1. UF-NF Membranlar ve özellikleri

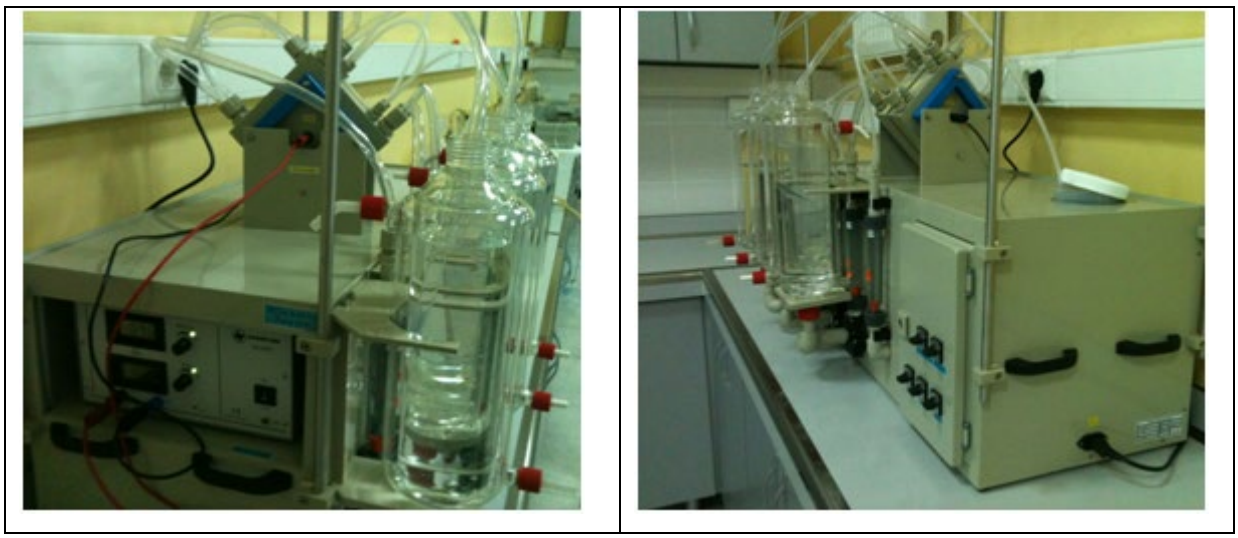
Membran	**UP150**	**UP005**	**NF270**	**NF90**
Tipi	UF	UF	NF	NF
Üretici Firma	Microdyn-Nadir	Microdyn-Nadir	Dow Filmtec	Dow Filmtec
Malzeme	Polyether sulfone	Polyethersulfone	Poliamid İnce Komposit Film	Poliamid İnce Komposit Film
Maksimum İşletme Sıcaklığı (°C)	95	95	45	45
İşletme Basıncı (Bar)	1-10	1-10	41	41
pH Aralığı	1-14	1-14	3 – 10	3 – 10
Moleküler Ağırlık Ayırma Sınırı(MWCO)	150 kDa	5 kDa	40 – 60 $CaCl_2$	85-95 NaCl
Gözenek Boyutu	-	-	200 – 400 Da	<200 Da
Akı ($L/m^2 \cdot saat$)	>200	>30	115.8	72.5

2.2 Elektrodiyaliz Prosesinin İşletilmesi

Çalışmada PCCell marka ED64004 model, laboratuar ölçekli bir elektrodiyalizör kullanılmıştır. Elektrodiyalizör için aynı zamanda BMED 1-3 model bir besleme düzeneği kullanılmıştır. Şekil 1'de kullanılan cihazlara ilişkin temsili bir görüntü yer almaktadır.







Şekil 1. Laboratuvar ölçekli ED 64004 ve besleme düzeneği olarak BMED 1-3

Çalışmalarda kullanılan ED membranlara ait özellikler ise Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. EDBM sisteminde kullanılan iyon seçici membranların özellikleri

Özellikler	Anyon seçici membran	Katyon seçici membran
Transfer Numarası	>0,95	>0,95
Direnç (Ωcm^2)	~1,8	~2,5
Su içeriği (wt%)	~14	~9
İyon seçicilik kapasitesi	n/a	n/a
Maksimum işletme sıcaklığı °C	60	50
Kalınlık (µm)	180-220	160-200

2.2. PAS demineralizasyonu çalışmalarının aşamaları

- UF ve NF membranların organik ve inorganik maddeleri geçirme/tutma performanslarının araştırılması ve uygun membran ile ED prosesi için konsantre üretilmesi,
- Üretilen konsantrenin ED prosesi ile demineralizasyon işlemine tabi tutulması.

- Performansların Toplam Organik Karbon (organik muhteva ölçütü olarak), İletkenlik, Katı Madde ve Kül muhtevası (İnorganik ve/veya kül muhtevası ölçütü olarak) ölçümleri ile ortaya konulması.
- Sonuçlar ve değerlendirmeler.

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

3.1 Filtrasyon Performanslarının Belirlenmesi

Kül muhtevasını inorganik iyonik formlar temsil etmektedir. Prosesin temel amacı konsantre içindeki inorganik muhtevayı azaltmak ve faydalı organik muhtevayı korumaktır. Çalışmada öncelikle inorganik formların permeata (arıtılmış temiz suya) geçeceği ve organik formların tutulacağı uygun membran türünün belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç için farklı gözenek çaplarına sahip membranlar kullanılmıştır. Membran performansının belirlenmesi amacıyla organik maddeleri temsilen TOK (Toplam Organik Karbon) ve inorganik kül muhtevası yaklaşımı için de iletkenlik parametreleri ölçülmüştür ve sonuçları Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. PAS Membran Filtrasyon Çalışmaları, 1. Aşama

Numune Adı	**TOK (mg/L)**	**İletkenlik (mS/cm)**
PAS	27025	6,900
NF90 (200 Da) Permeat	153	3,400
NF270 (400 Da) Permeat	2230	6,680
UF (5 000 Da) Permeat	16750	7,250
UF (150 000 Da) Permeat	18600	7,540

Tablo 3'den görüleceği üzere ultrafiltrasyon (UF 5000 -150000 Da) membranları ile yapılan çalışmalarında permeat iletkenliğinin yüksek olması kül içeriğini oluşturan inorganik tuzların geçtiğini ve bunun da arzu edilen bir durum olduğunu göstermektedir. Ancak, organik muhtevada da arzu edilmeyecek derecede kayıpların olduğu (% 32-38) görülmektedir. NF270 (400 Da) membranı ile yapılan çalışmada ise organik kayıp % 8 değerlerine indirgenirken, iletkenliğin PAS değerine çok yakın olması (% 97) kül içeriğinde arzu edilen % 40 seviyelerinin çok üzerinde başarılı bir kül giderimi olabileceğini göstermektedir. NF90 (200 Da) membranı ile yapılan çalışmada organik muhteva % 99,5 oranında korunmuştur. NF90

membranın permeat kısmındaki iletkenlik değeri de yaklaşık %50 oranında azalmıştır. Bu durum kül içeriğinin de yaklaşık bu oranda azalacağını göstermektedir. Yüksek organik madde konsantrasyonu ve %50 civarında iletkenlik giderimi sebebiyle NF90 membranı ile çalışmalar devam edilmiştir. NF90 ile gerçekleştirilen çalışmaların sonuçları organik madde konsatrasyonu ve iletkenlik değeri dikkate alınarak değerlendirilmiştir.

3.2. Organik içeriğin değişimi

3.2.1. Organik içeriğin NF prosesiyle değişiminin incelenmesi

Pilot ölçekli NF 90 (200 Da) membranı ile gerçekleştirilen çalışmada organik madde muhteviyatının çok az değiştiği Tablo 3'de görülmüştür. Tablo 4'de NF90 membranın permeat ve konsantre kısımlarındaki organik madde muhteviyatının değişimi görülmektedir.

Tablo 4. PAS Membran Filtrasyon Çalışmaları, 1. Aşama

Numune Adı	**TOK(mg/L)**	**Numune Hacmi**	**Organik Yük (g)**
PAS	27025	70,0 L	1.893
NF90 (200 Da) Konsantre	69800	20,0 L	1.396
NF90 (200Da) Permeat	153	48,0 L	7,5
NF sistemi		2,0 L	490
		Toplam (NF)	1.403
		Toplam % (NF)	% 74

PAS'ın yaklaşık %70'i NF90 membranından geçirilmiştir. Membran konsantresinde organik madde konsantrasyonu yaklaşık %258 oranında artmıştır. Konsantre kısmındaki organik madde konsantrasyonu dikkate alındığında tutulma verimi %99.5'dir.

Ham PAS numunesinde organik yük 1.893 g iken membran konsantresinde bu değer 1.396 g olmuştur. Permeat kısmında da organik yük 7,5 g'dır. PAS ile NF90 konsantresinin organik yük değerleri arasında % 26'lık fark olduğu görülmektedir. Bu fark NF sistemi içerisinde kalan ve membran yüzeyinde biriken katı muhtevanın organik kısımından kaynaklanmaktadır. Çalışma kesikli olarak gerçekleştirildiğinden bu fark oluşmuştur. Sürekli çalışmada bu farkın

çok daha düşük olması (<%5) beklenmektedir. Çünkü, membran yüzeyinde birikecek miktar zamanla yüksek oranda artmayacak ve çapraz akış sebebiyle kontrol altında tutulacaktır.

NF90 membranı ile üretilen konsantre ED sistemine verilmiştir.

3.2.2. Organik İçeriğin ED Prosesiyle Değişiminin İncelenmesi

ED prosesindeki temel amaç, nanofiltrasyonda su ile birlikte permeata geçiş yapmayan iyonik kirleticilerin ortamdan uzaklaştırılmasıdır. Bu aşamada NF konsantresi ile çalışılacağından ED membran gözeneklerinde tıkanıklık oluşumu gerçekleşebilir. Bu sebeple yapılan ED çalışmaları ile ilgili olarak organik içeriğin değişimi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 5'de sunulmaktadır.

Tablo 5. NF Konsantresinin ED prosesiyle Deiyonizasyonu, 2. Aşama

Numune Adı	**TOK**	**Numune Hacmi**	**Organik Yük (mg)**
NF90 (200 Da) Konsantre	69800	1 L	69.800
Elektrodiyaliz Çıkışı	66750	1 L	66.750
		Toplam (NF)	66.750
		Toplam % (NF)	% 95,63

Yapılan çalışma incelendiğinde elektrodiyaliz çalışmalarında organik içeriğin % 95,63 oranında korunduğu görülmektedir. % 4,37'lik kaybedilen kısmın bir miktarı ED anolit/katolit çözeltilerine geçmiş, bir miktarı da membran yüzeylerinde birikmiş lması muhtemeldir. Tam ölçekli çalışmalarda bu kayıpların daha düşük seviyelere çekilmesi mümkün olabilecektir.

3.3. İyonik İçeriğin Değişimi

3.3.1. İyonik İçeriğin NF Prosesiyle Değişiminin İncelenmesi

200 Da'luk NF90 membranı ile gerçekleştirilen çalışmada inorganik iyonik formları temsilen iletkenlik ölçümleri yapılmıştır. İletkenlik değerinin membran konsantresi ve permeattaki değişimi Tablo 6'da görülmektedir.

Tablo 6. PAS membran Filtrasyon Çalışmaları, 1. Aşama

Numune Adı	İletkenlik(mS/cm)
PAS	6,90
NF90 (200 Da) Konsantre	12,40
NF90 (200Da) Permeat	0.3 - 3.40

Nanofiltrasyon membranlarının çok değerlikli iyonları %90 ve üzerinde gidermesi beklenirken tek değerlikli iyonları ise %50 oranlarında gidermesi beklenmektedir. Bu çalışmada da NF90 membranın permeat kısmında iletkenlik değerinin yaklaşık %50'sinin olduğu görülmektedir. Konsantre kısmında ise iletkenlik değeri yaklaşık 1.8 kat artmıştır. Çalışmanın kesikli yapılması ve başlangıçta temiz membran kullanımı organik ve inorganik muhtevaların tutulma oranının beklenenden daha yüksek olmasına sebep olmuştur. Permeat iletkenliği başlangıçta 0,3 mS/cm iken, son durumda 3,40 mS/cm değerine yükselmiştir. Bu durum sürekli sistem çalışmalarında permeat iletkenliğinin artacağına ve böylece konsantre kül muhtevasının azalacağına işaret etmektedir. NF90 membranı ile PAS içerisindeki iyonik türler konsantre hale getirilmiştir. Bu iyonik türlerin azaltılabilmesi için ikinci aşamada konsantre akıma elektrodiyaliz prosesi uygulanması gerekmektedir.

3.3.2. İyonik İçeriğin ED Prosesiyle Değişiminin İncelenmesi

Yapılan ilk aşama sonrası konsantre akımda elektrodiyaliz çalışması gerçekleştirilmiştir. Elektrodiyaliz prosesinde sadece iyonik türlerin anodik ve katodik bölgelere taşınımı sağlandığı için, iyonik formda olmayan partiküler organik içeriğin sabit kalması, iyonik kirleticilerin ise bu süreçte PAS konsantresinden uzaklaştırılması beklenmektedir. Yalnız ED prosesi kapalı döngüde çalıştırıldığı için iletkenlik değerinin istenildiği kadar düşürülmesi mümkün olabilmektedir. Genellikle 2mS/cm çıkış iletkenliğinin daha alt seviyelerine ulaşmanın maliyet açısından problem teşkil ettiği bilinmektedir. Çünkü verimin artışı, süreyi ve dolayısıyla maliyeti de arttırdığı için optimize edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla ihtiyaç duyulan asıl değer olan kül içeriğini gösterir iletkenlik değerinin belirlenip ona göre elektrodiyaliz prosesinin çalıştırılması gerekmektedir (Bu konu ile alakalı çalışmaların sonuçları Tablo 8'de verilmiştir).

3.4. Kül İçeriğinin Değişimi

PAS'ın kullanımını kısıtlayan en önemli unsur kül içeriği olarak görülmektedir. Nitekim çalışmanın gerçekleştirilmesindeki başarı unsuru olarak da kül içeriği gösterilmektedir. Bu amaçla yapılan çalışmada kül içerikleri incelenmiş olup, elde edilen sonuçlar Tablo 7'de verilmektedir.

Yapılan çalışmada amaçlanan katı madde miktarının artması, kül içeriğinin de azalmasıdır. Katı madde oranının artması ürünün yoğunlaştırılması, benzer şekilde kül içeriğinin azalması da üründeki inorganik tuzların azaltılması anlamlarına gelmektedir. Bu açıdan bakıldığında NF90 çıkışı ile katı madde muhtevasının arttırılabileceği görülmektedir. Bu proses ile birlikte numunedeki su içeriğinin düşmesi katı madde muhtevasını arttırırken eş zamanlı olarak inorganik bileşenler (kül) oranının da artmasına sebep olmuştur. NF90 sonrası kül içeriğinin düşürülmesi için ilave deiyonizasyon yöntemi olarak ED prosesi ile çalışılması gerekmektedir.

Tablo 7. PAS'ın kül içeriğinin proses bazlı olarak değişimi

Numune Adı	Kül İçeriği (%)	Katı Madde (%)	Kül/KuruMadde (%)
PAS	0,58	6	10
UF (1500 Da) Permeat	0,54	5	11
UF (5000 Da) Permeat	0,54	5	11
NF90 (200 Da) Konsantre	1,31	15	8,7
ED (Çıkış 2 mS)	0,03	14	0,2
ED (Çıkış 4 mS)	0,49	15	3,3

ED Prosesi ile yapılan ön çalışmalar neticesinde çıkış suyu 2 mS/cm ve 4 mS/cm seviyelerine kadar düşürülmüştür. Elde edilen sonuçlarda 2mS/cm değerine ulaşıldığında yaklaşık % 0,2'lik bir kül oranı ile karşılaşılmıştır. Benzer şekilde Tablo 7 incelendiğinde çıkışın 4 mS/cm olduğu durumda ise kül içeriğinin % 3,3 mertebelerinde olduğu görülmektedir. Temel hedef olan % 1 değerine ulaşabilmek için çıkış iletkenlik konsantrasyonunun belirlenmesi ve ED prosesinin bu çıkış konsantrasyonuna göre çalıştırılması en ekonomik yöntem olacağı düşünülmektedir. Netice olarak ED çıkışı optimum iletkenlik değerinin 2,4 mS/cm olmasının

kül içeriğinin kabul edilen sınırlar içerisinde kalmasını sağlayacağı görülmüştür. Bu amaçla çalışmalar sürdürülmüş olup, elektrodiyaliz çalışması sonucunun zamana bağlı değişimi Tablo 8'de verilmiştir.

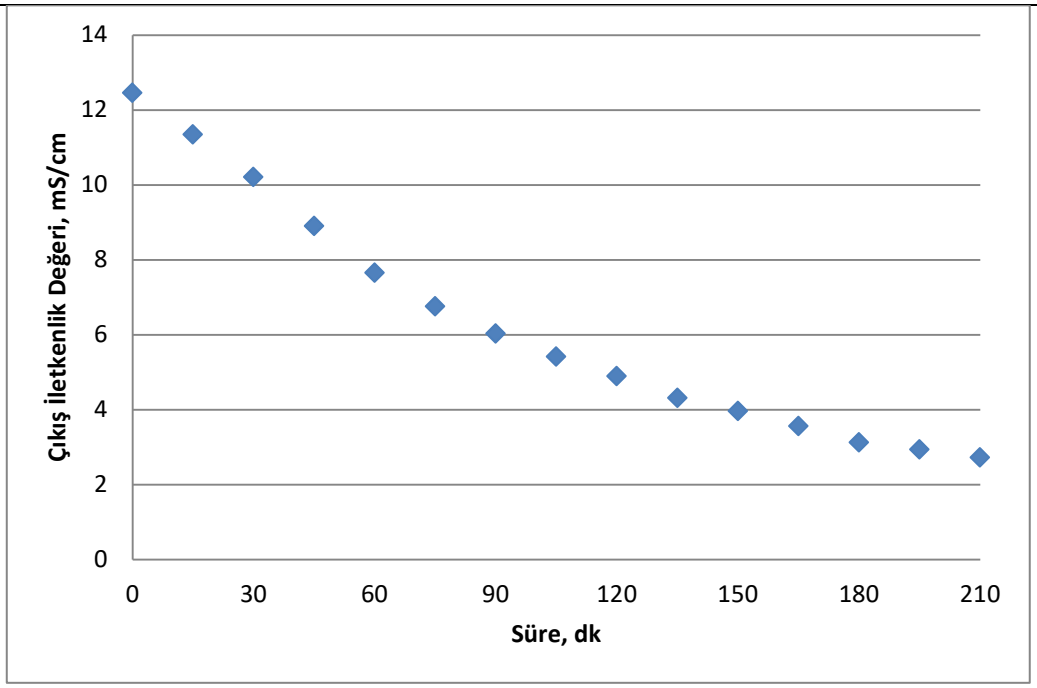
Yapılan ön çalışmalar neticesinde ihtiyaç duyulan çıkış suyu iletkenlik değeri olarak 2,4 mS/cm değerinin uygun olduğu belirlenmiştir. Bu amaçla zamana bağlı olarak ED çıkış iletkenlik değerleri ve akım volt değişimi aşağıda sunulduğu gibi gerçekleşmiştir.

Tablo 8. Elektrodiyaliz çalışmalarında zamana bağlı olarak iletkenlik değişimi

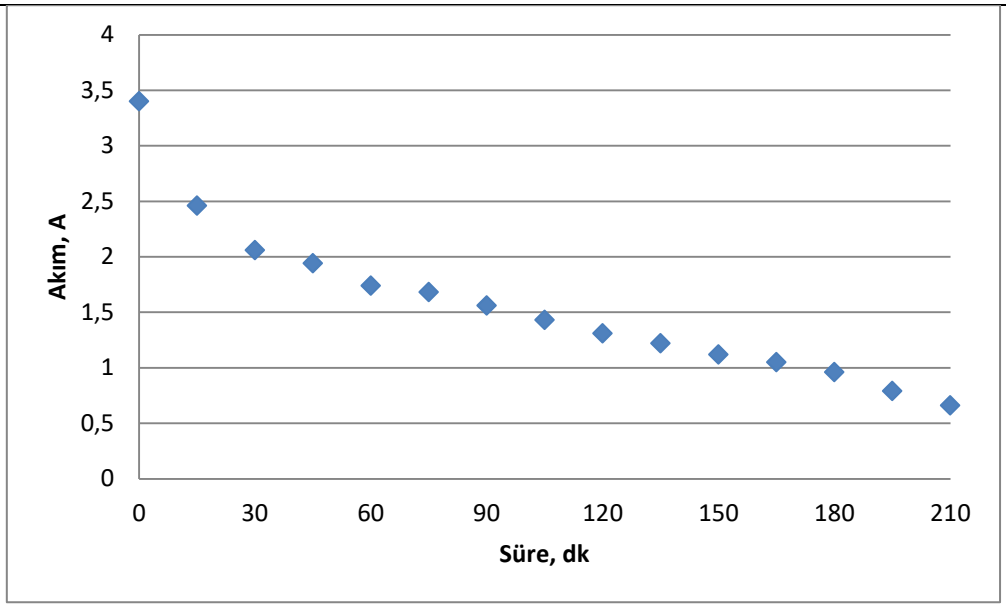
Süre (dk)	ED Çıkış İletkenliği (mS/cm)	Akım (A)	Volt (V)
0	12,45	3,40	31,8
15	11,34	2,46	31,8
30	10,21	2,06	31,8
45	8,90	1,94	31,8
60	7,65	1,74	31,8
75	6,75	1,68	31,8
90	6,03	1,56	31,8
105	5,41	1,43	31,8
120	4,89	1,31	31,8
135	4,31	1,22	31,8
150	3,96	1,12	31,8
165	3,56	1,05	31,8
180	3,12	0,96	31,8
195	2,93	0,79	31,8
210	2,72	0,66	31,8
225	2,53	0,53	31,8
240	2,35	0,41	31,8

Elde edilen sonuçlara dikkate alındığında elektriksel gerilim (V) sabit kalırken, azalan iletkenlik değerlerine paralel olarak akım değeri de azalmaktadır. Bunun öncelikli nedeni elektrolitik reaksiyonları sağlayan iyonların diluat ortamında azalması olduğu gibi ,eş zamanlı

olarak membran yüzeyindeki kirleticilerin oluşturduğu direnç kaynaklı da olabilmektedir. Tablo 8.'deki değerlerin görsel olarak daha net anlaşılabilmesi için Şekil 2 ve Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 2. Zamana bağlı olarak ED çıkış suyundaki elektriksel iletkenliğin değişimi



Şekil 3. Zamana bağlı olarak ED prosesindeki akım değişimi

Yapılan elektrodiyaliz çalışmaları göstermiştir ki, zaman artışına bağlı olarak daha düşük iletkenlik içeren çıkış suyu değerine ulaşılabilir. Bu da ürün kalite kontrol standartlarının istenildiği ölçüde ayarlanabileceği anlamına gelmektedir. Maliyet faktörünü de sürenin belirlediği bu proses ile istenilen kalitede (kül içeriği oranı) ürün elde edilmesi mümkün olabilecektir.

4. Sonuç ve Değerlendirme

PAS besin içerikleri olarak karbonhidrat (Laktoz-%82), protein (%7) ve yağ (%1) açısından oldukça zengin bir yapıya sahiptir. Bu maddenin hem toz haline kolayca getirilebilmesi için olabildiğince konsantre edilmesi, hem de kül içeriğinin azaltılarak besin olarak değerlendirilebilirliği üzerine çalışmalar yapılmaktadır. PAS'ın öncelikle içerdiği kül (inorganik muhteva) miktarının % 10 (kuru maddede) seviyesinden % 1'e düşürülmesi gerekmektedir. Bu amaca yönelik olarak yapılan NF + ED çalışmalarından elde edilen sonuçlar literatür verilerini doğrular nitelikteydi.

Yapılan çalışmada iki aşamalı membran prosesi kullanılmıştır. İlk aşamada NF prosesi kullanılarak sudan sıvı içeriğinin ve organik kısımdan da düşük iyonik çaptaki inorganik formların ayrıştırılması hedeflenmiştir. Bu amaçla yapılan NF çalışmasında istenildiği gibi Katı Madde muhtevasının %6 oranından %15 oranına çıkarılması mümkün olabilmiştir. Böylelikle numunenin hacimsel olarak % 70 oranında minimizasyonu gerçekleşirken katı madde daha yoğun bir hale getirilmiştir. Bu şartlarda NF konsantresinde 12,4 mS/cm'lik bir iletkenlik değerine ve kuru maddede olarak % 8,7'lik kül içeriği ölçülmüştür.

Çalışmanın ikinci aşamasında yoğunlaştırılmış olan numunenin (%15 Katı Madde içeriği), inorganik muhtevasının (kül içeriği) düşürülmesi sağlanmıştır. Bu amaçla yapılan elektrodiyaliz çalışmalarıyla iyonik kirleticilerin istenildiği ölçüde giderilebileceği görülmüştür. Hedef olarak kuru maddedeki arzu edilen kül içeriği % 1 değerine indirgenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla yapılan çalışmada 240 dakikalık arıtma süresi sonunda iletkenlik değerinin 2,35 mS/cm'ye ve kül içeriğinin de %1 mertebelerinin altına düşürüldüğü görülmüştür.

Sonuç olarak iki aşamalı membran proses (NF+ED) uygulamasıyla istenildiği ölçüde katı madde muhtevasının yoğunlaştırılması (%15) ve inorganik madde (kül) muhtevasının düşürülmesi (%1) sağlanabilmiştir.

Her ne kadar NF90 (200 Da) çalışmaları ile organik muhteva kaybı ihmal edilebilir seviyelere çekiliyor olsa da, NF270 (400 Da) çalışmalarından % 8'lik organik besin kaybına rağmen yüksek oranda (PAS: 6,9 mS/cm, Permeat: 6,68 mS/cm) iletkenlik düşüşü (kül muhtevasındaki büyük düşüşe işaret eder), 300 Da gözenek çaplı NF çalışması ile arzu edilen sonuçların sağlanabileceği konusunda umut verici olmuştur. Böylelikle daha düşük iletkenlik ile çalışılacak olan ED proseslerinde de ekonomik kazanımlar olacaktır.

29.08.2014

Yrd. Doç. Dr. Uğur KURT
(Proje Yürütücüsü)

Doç. Dr. Mehmet ÇAKMAKÇI
(Araştırmacı)

Yrd. Doç. Dr. Ömer APAYDIN
(Araştırmacı)

Dr. Fatih İLHAN
(Araştırmacı)

Hülya SERİN UYAR
Aynes Gıda San. ve Tic. A.Ş.

Muharrem SAY
Aynes Gıda San. ve Tic. A.Ş.