

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SULU ÇÖZELTİLERDEN KOBALT VE NİKELİN
SIVI MEMBRANLARLA AYRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yasemin YILDIZ

Enstitü Anabilim Dalı : KİMYA

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Osman TUTKUN

Haziran 2008

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

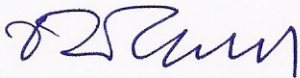
SULU ÇÖZELTİLERDEN KOBALT VE NİKELİN
SIVI MEMBRANLARLA AYRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

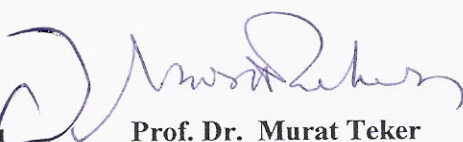
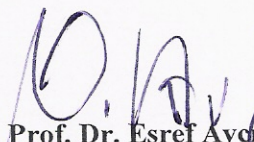
Yasemin YILDIZ

Enstitü Anabilim Dalı : KİMYA

Bu tez 10 / 06 / 2008 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Osman Tutkun
Jüri Başkanı



Prof. Dr. Eşref Avcı
Üye

Prof. Dr. Murat Teker
Üye

TEŞEKKÜR

“Sulu Çözeltilerden Kobalt ve Nikelin Sıvı Membranlarla Ayrılması ” adlı çalışmam boyunca, karşılaştığım her güçlükte bilimsel deneyimi ile bana yol gösteren değerli hocam Prof. Dr. Osman TUTKUN’a, bilimsel desteklerini benden esirgemeyen Arş. Gör. Volkan EYÜPOĞLU’na ve manevi anlamda her zaman yanımda olan aileme, bilhassa alanımıza dâir orijinal bakış açılarıyla çalışmamı zenginleştiren alandaşım, değerli babam, Yüksek Kimyager Ahmet YILDIZ’a derin saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Yasemin YILDIZ

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
TABLolar LİSTESİ.....	xii
ÖZET.....	xiv
SUMMARY.....	xv
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.	
GENEL BİLGİLER.....	5
2.1. Kobalt ve Nikelin Genel Özellikleri.....	5
2.1.1. Kobalt ve nikel elementlerinin temel özellikleri.....	6
2.1.2. Kobalt ve nikel elementlerinin fiziksel özellikleri.....	6
2.1.3. Kobalt ve nikel elementlerinin diğer spesifik özellikleri.....	6
2.2. Kobalt ve Nikel Maden Yatakları.....	7
2.2.1. Nikel maden yatakları.....	8
2.2.2. Hidrotermal nikel yatakları	
2.2.3. Lateritik ve tortul nikel yatakları	8
2.3. Dünyada Durum.....	8
2.3.1. Rezervler.....	8
2.4. Kobaltın Kullanım Alanları.....	9
2.5. Nikelin Kullanım Alanları.....	9
2.5.1. Nikelin dünyada bulunduğu yerler.....	10

2.5.2. Dünyada nikel üretimi ve tüketimi.....	10
2.5.3. Türkiyede kobalt ve nikel kaynaklarının hidrometalurjik olarak değerlendirilmesi.....	11

BÖLÜM 3.

SIVI MEMBRAN PROSESLERİ.....	12
3.1. Sıvı Membran Teknikleri.....	14
3.1.1. Bulk tipi sıvı membranlar.....	14
3.1.2. Emülsiyon tipi sıvı membranlar.....	15
3.1.3. Destekli sıvı membranlar.....	17
3.2. Sıvı Membran Sistemlerinde Kullanılan Organik Çözücünün Seçimi.....	19
3.3. Sıvı Membran Proseslerinde Kullanılan Taşıyıcının Seçimi.....	20
3.4. Sıvı Membranlarda Taşınım Mekanizması.....	20
3.5. Sıvı Membran Uygulamaları.....	23
3.5.1. Biyokimyasal ve biyotıp uygulamaları.....	23
3.5.2. Kanın oksijenlendirilmesi ve suni alyuvarlar.....	24
3.5.3. Kandan toksitlerin giderilmesi.....	24
3.5.4. Aşırı dozdaki alınan ilaçlara karşı acil tedavi.....	24
3.5.5. Kronik üre tedavisinde sıvı membranlar.....	25
3.5.6. Kimya ve boyar madde endüstrisi.....	25
3.5.7. Gıda endüstrisi.....	25
3.5.8. İçecek meşrubat endüstrisi.....	26
3.5.9. Metal ekstraksiyonu.....	26
3.6. Sıvı Membran Destek Tipleri ve Özellikleri.....	28
3.6.1. Celgrad membran filmlerinin özellikleri.....	28
3.7. Membran Modülleri.....	28

BÖLÜM 4.

MATERYAL VE METOT.....	29
4.1. Kimyasal Maddeler.....	29
4.2. Destekli Sıvı Membranların Hazırlanması.....	29
4.3. Başlangıç Kütle Akısı (Jo) ve Permeasyon Katsayısı(P)	30

4.4. Membran Desteği.....	30
4.5. Test Hücresi.....	31
4.6. Sistemin Çalışması.....	32
BÖLÜM 5.	
SONUÇLAR.....	33
BÖLÜM 6.	
TARTIşMALAR VE ÖNERİLER.....	35
6.1. Giriş.....	35
6.2. Besleme Çözeltisi Karıştırma Hızının Etkisi.....	35
6.3. Sıyırma Çözeltisi Karıştırma Hızının Etkisi.....	36
6.4. Membran Karışımındaki Çözücü Cinsinin Etkisi.....	37
6.5. Besleme Çözeltisi pH'ının Etkisi.....	37
6.6. Ekstraktant (Alamine 308) Konsantrasyonunun Etkisi.....	38
6.7. Modifiyer (TBP) Konsantrasyonunun Etkisi.....	38
6.8. Kompleks Yapıcı Reaktif (NH ₄ SCN) Konsantrasyonunun Etkisi....	39
6.9. Sıyırma Çözeltisinin Konsantrasyonunun Etkisi.....	40
6.10. Ortam Sıcaklığının Etkisi.....	40
6.11. Optimum Şartların (Eşit Molar Konsantrasyonda) Etkisi.....	41
6.12. Optimum Şartların (Eşit Molar Olmayan Konsantrasyonda) Etkisi.....	41
6.13. Seçicilik.....	41
6.14. Optimum Şartların Elde Edilmesi.....	42
6.15. Öneriler.....	42
KAYNAKLAR.....	111
EKLER.....	115
ÖZGEÇMİş.....	118

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

V_s	: Sıyırma fazı hacmi
%	: Yüzde
μm	: Mikrometre, mikron, 10^{-6}m
A	: Membran kesit alanı
cm	: Santimetre
cm^2	: Santimetre kare
cm^3	: Santimetre küp
dev/dak	: Devir /dakika
Eks	: Ekstraksiyon
g	: Gram
Hz	: Hertz (s^{-1})
k	: Kilo
kg	: Kilogram
L	: Litre
m	: Metre
m^2	: Metre kare
m^3	: Metre küp
mg	: Miligram
mL	: Mililitre
mm	: Milimetre
$\alpha_{\text{Co/Ni}}$: Kobaltın nikele göre seçiciliği veya ayırma faktörü
ϵ	: Gözeneklilik
τ	: Dolambaçlık faktörü
AAS	: Atomik absorpsiyon spektrofotometresi
C	: Herhangi bir andaki konsantrasyon, mg/L

C/C_0	: Metal iyonlarının herhangi bir andaki konsantrasyonu /Başlangıç konsantrasyonu (boyutsuz konsantrasyon)
C_F	: Besleme fazı konsantrasyonu, mg/L
CMC	: Kritik misel konsantrasyonu (critical micelle concentration)
C_s	: Sıyırma fazı konsantrasyonu, mg/L
DSM	: Destekli sıvı membran
J_0	: Başlangıç kütle akısı (kg/m^2s)
Kerosen	: Petrol fraksiyonu
Alamine 308	: Trizooktil amin (TIOA)
O/W	: Organik/Su (organik fazın sulu faz içerisinde dağılması)
O/W/O	: Organik/Su/Organik
org	: Organik
P	: Permeasyon katsayısı (m/s)
pH	: Çözeltideki hidronyum iyonu molar konsantrasyonunun eksi logaritması ($-\log [H^+]$)
ppm	: Parts per million, mg/L veya $\mu g/mL$
rpm	: Devir/dakika
SLM	: Destekli sıvı membran
SM	: Sıvı membran
SMP	: Sıvı membran prosesi
LM	: Sıvı membran

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1.	Bulk tipi membranlar.....	14
Şekil 3.2.	Emülsiyon tipi ve destekli sıvı membran şematik olarak gösterilmesi.....	15
Şekil 3.3.	Sıvı membran modeli.....	16
Şekil 3.4.	Destekli sıvı membran içerisindeki taşınım prosesinin şematik gösterimi.....	20
Şekil 3.5.	Celgrad 2500 (P)'nin SEM fotoğrafı (X20000).....	28
Şekil 3.6.	Membran modülleri.....	28
Şekil 4.1.	Destekli sıvı membrana ait test hücresinin şematik olarak gösterilmesi (deney başlangıcı).....	31
Şekil 4.2.	Destekli sıvı membrana ait test hücresinin şematik olarak gösterilmesi (deney sonu).....	31
Şekil 6.1.	Besleme çözeltisi karıştırma hızının Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme).....	46
Şekil 6.2.	Besleme çözeltisi karıştırma hızının Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma).....	47
Şekil 6.3.	Besleme çözeltisi karıştırma hızının Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi başlangıç kütle akısı (Jo).....	48
Şekil 6.4.	Besleme çözeltisi karıştırma hızının Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi permeasyon katsayısı (P).....	49
Şekil 6.5.	Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme).....	52
Şekil 6.6.	Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma).....	53
Şekil 6.7.	Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonunun etkisi başlangıç kütle akısı (Jo).....	54

Şekil 6.8.	Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi permeasyon katsayısı (P).....	55
Şekil 6.9.	Membran karışımındaki çözücü cinsinin Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme).....	58
Şekil 6.10.	Membran karışımındaki çözücü cinsinin Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma).....	59
Şekil 6.11.	Membran karışımındaki çözücü cinsinin Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi başlangıç kütle akısı (Jo).....	60
Şekil 6.12.	Membran karışımındaki çözücü cinsinin Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi permeasyon katsayısı (P).....	61
Şekil 6.13.	Besleme çözeltisi pH'nın Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme).....	64
Şekil 6.14.	Besleme çözeltisi pH'nın Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma).....	65
Şekil 6.15.	Besleme çözeltisi pH'nın Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi başlangıç kütle akısı (Jo).....	66
Şekil 6.16.	Besleme çözeltisi pH'nın Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi permeasyon katsayısı (P).....	67
Şekil 6.17.	TIOA konsantrasyonunun Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme).....	70
Şekil 6.18.	TIOA konsantrasyonunun Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma).....	71
Şekil 6.19.	TIOA konsantrasyonunun Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi başlangıç kütle akısı (Jo).....	72
Şekil 6.20.	TIOA konsantrasyonunun Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi permeasyon katsayısı (P).....	73
Şekil 6.21.	TBP konsantrasyonunun Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme).....	76
Şekil 6.22.	TBP konsantrasyonunun Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma).....	77
Şekil 6.23.	TBP konsantrasyonunun Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi başlangıç kütle akısı (Jo).....	78

Şekil 6.24.	TBP konsantrasyonunun Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi permeasyon katsayısı (P).....	79
Şekil 6.25.	NH ₄ SCN konsantrasyonunun Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme).....	82
Şekil 6.26.	NH ₄ SCN konsantrasyonunun Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma).....	83
Şekil 6.27.	NH ₄ SCN konsantrasyonunun Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi başlangıç kütle akısı (J ₀).....	84
Şekil 6.28.	NH ₄ SCN konsantrasyonunun Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi permeasyon katsayısı (P).....	85
Şekil 6.29.	Sıyırma çözeltilisinin Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme).....	88
Şekil 6.30.	Sıyırma çözeltilisinin Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma).....	89
Şekil 6.31.	Sıyırma çözeltilisinin Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi başlangıç kütle akısı (J ₀).....	90
Şekil 6.32.	Sıyırma çözeltilisinin Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi permeasyon katsayısı (P).....	91
Şekil 6.33.	Ortam sıcaklığının Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme).....	94
Şekil 6.34.	Ortam sıcaklığının Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma).....	95
Şekil 6.35.	Ortam sıcaklığının Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi başlangıç kütle akısı (J ₀).....	96
Şekil 6.36.	Ortam sıcaklığının Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi permeasyon katsayısı (P).....	97
Şekil 6.37.	Optimum şartların (eşit molar konsantrasyonda) Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme).....	100
Şekil 6.38.	Optimum şartların (eşit molar konsantrasyonda) Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma).....	101
Şekil 6.39.	Optimum şartların (eşit molar konsantrasyonda) Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi başlangıç kütle akısı (J ₀).....	102

Şekil 6.40.	Optimum şartların (eşit molar konsantrasyonda) Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi permeasyon katsayısı (P).....	103
Şekil 6.41.	Optimum şartların (eşit molar olmayan konsantrasyonda) Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme).....	106
Şekil 6.42.	Optimum şartların (eşit molar olmayan konsantrasyonda) Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma).....	107
Şekil 6.43.	Optimum şartların (eşit molar olmayan konsantrasyonda) Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi başlangıç kütle akısı (Jo).....	108
Şekil 6.44.	Optimum şartların (eşit molar olmayan konsantrasyonda) Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi permeasyon katsayısı (P).....	109

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1.	Kobalt ve nikel elementlerinin temel özellikleri.....	6
Tablo 2.2.	Kobalt ve nikel elementlerinin fiziksel özellikleri.....	6
Tablo 2.3.	Kobalt ve nikel elementlerinin diğere spesifik özellikleri.....	6
Tablo 2.4.	Türkiye nikel rezervleri.....	7
Tablo 2.5.	Nikelin kullanım alanları.....	10
Tablo 3.1.	Destekli sıvı membran çalışmaları.....	26
Tablo 3.2.	Destekli sıvı membran çalışmaları.....	28
Tablo 6.1.	Çözücülerin 20°C'deki dielektrik sabitleri.....	37
Tablo 6.2.	Besleme çözeltisi karıştırma hızının Co (II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme)	44
Tablo 6.3.	Besleme çözeltisi karıştırma hızının Co (II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma).....	45
Tablo 6.4.	Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme)	50
Tablo 6.5.	Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının Co (II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma)	51
Tablo 6.6.	Membran karışımındaki çözücü cinsi Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme)	56
Tablo 6.7.	Membran karışımındaki çözücü cinsi Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma)	57
Tablo 6.8.	Besleme çözeltisinin pH'ının Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme)	62
Tablo 6.9.	Besleme çözeltisinin pH'ının Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma)	63
Tablo 6.10	TIOA Konsantrasyonunun Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme).....	68

Tablo 6.11	TIOA Konsantrasyonunun Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma).....	69
Tablo 6.12	TBP Konsantrasyonunun Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme).....	74
Tablo 6.13	TBP Konsantrasyonunun Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma).....	75
Tablo 6.14	NH ₄ SCN Konsantrasyonunun Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme).....	80
Tablo 6.15	NH ₄ SCN Konsantrasyonunun Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma).....	81
Tablo 6.16	Sıyırma çözeltilisinin Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme)	86
Tablo 6.17	Sıyırma çözeltilisinin Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma)	87
Tablo 6.18	Ortam sıcaklığının Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme)	92
Tablo 6.19	Ortam sıcaklığının Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma)	93
Tablo 6.20	Optimum şartların (eşit molar konsantrasyonda) Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme)	98
Tablo 6.21	Optimum şartların (eşit molar konsantrasyonda) Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma)	99
Tablo 6.22	Optimum şartların (eşit molar olmayan konsantrasyonda) Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme)	104
Tablo 6.23	Optimum şartların (eşit molar olmayan konsantrasyonda) Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma)	105
Tablo 6.24	Eşit molar besleme çözeltilerinden kobaltın nikel göre ayırma faktörleri, $\alpha_{Co/Ni}$	110
Tablo 6.25	Eşit molar olmayan besleme çözeltilerinden kobaltın nikel göre ayırma faktörleri, $\alpha_{Co/Ni}$	110

ÖZET

Anahtar Kelimeler : Alamine 308; kobalt-nikel ayrılması; destekli sıvı membranlar; emülsiyon tipi sıvı membranlar; solvent ekstraksiyon

Bu çalışmada, eşit molar kobalt ve nikel karışımları içeren asidik ortamlardan taşıyıcı olarak Alamine 308'in (TIOA) kullanılmasıyla kobaltın destekli sıvı membranlarla seçici olarak ayrılması incelenmiştir. Sıvı membran, istenilen konsantrasyondaki ekstraktant (TIOA), çözücü ve modifiyerdan (TBP) ibarettir. Membran desteği, mikroporöz, hidrofobik polipropilen Celgard 2500'dir (destek 25 µm kalınlık, 0.209×0.054 µm gözenek boyutu ve % 55 gözenekliliğe sahip). Polimer destek, istenen bileşimdeki bir membran karışımında 18 saat süreyle tutularak karışımı absorplaması sağlanmıştır. Besleme çözeltisi eşit molar kobalt ve nikel iyonlarından ibarettir. Buna ilaveten, amonyum tiyosiyanat (NH₄SCN) kobaltın nikel göre seçiciliğini arttırmak için besleme çözeltisine ilave edilmiştir. Kritik olan besleme çözeltisinin pH'ını ayarlamak için asetik asit-sodyum asetat tamponu kullanıldı. Besleme çözeltisindeki kobaltın nikel göre seçici olarak geçişine besleme çözeltisi pH'ı, besleme ve sıyırma çözeltileri karıştırma hızları, amonyum tiyosiyanat konsantrasyonu, ekstraktant ve modifiyer konsantrasyonlarının etkileri deneysel olarak incelenerek optimum şartlar tayin edilmiştir. Kobaltın başlangıç kütle akıları ile permeasyon katsayıları deneysel ölçümlerden hesaplandı. Kobaltın nikel göre ayırma faktörleri de hesaplanmıştır.

SEPARATION OF COBALT AND NICKEL FROM DILUTE AQUEOUS SOLUTIONS BY SUPPORTED LIQUID MEMBRANES

SUMMARY

Keywords : Supported liquid membranes; Cobalt-nickel separation; Alamine 308; Solvent extraction; Emulsion type liquid membranes

In this work the selective separation of cobalt from acidic media, containing equimolar mixtures of cobalt and nickel by supported liquid membranes (SLMs) was investigated using Alamine 308 as carrier. The liquid membrane was consisted of the desired concentration of an extractant (Alamine 308), a modifier (TBP), and a diluent (chloroform). The membrane support was microporous hydrophobic polypropylene Celgard 2500 (25 μm thick, $0.209 \times 0.054 \mu\text{m}$ pore size and 55 % porosity). The support was soaked for 18 hours in a membrane solution of the desired composition. The feed phase was composed of an equimolar mixtures of Co^{2+} and Ni^{2+} ions. In addition, ammonium thiocyanate (NH_4SCN) was added into the feed solution as a complexing reagent to increase the cobalt selectivity over nickel. Acetic acid-Na acetate buffer was used for the adjustment of the feed pH which was critical. Such parameters as stirring speeds of feed and strip solutions, the complexing reagent (NH_4SCN) concentration, feed solution pH, extractant (Alamine 308) concentration, and modifier (TBP) concentration were experimentally studied and the optimum conditions were determined. The permeation coefficients (P) and initial fluxes of cobalt were calculated. Separation factors of cobalt over nickel was calculated from the experimental measurements.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Kobalt, bileşikleri ve alaşımları endüstriyel ve teknolojik bakımından önemlidir. Aşırı korozyon şartlarında ve yüksek sıcaklıklarda mükemmel aşınma, oksidasyon, korozyon direnciyle manyetik özelliklere sahiptir. Bunlar yüksek hızda ve sıcaklık çeliklerinde özel alaşımlarda mıknatıs ve kesici alet yapımında, jet motorlarında, askeri donatım ürünlerinde ve hidrokarbon rafinasyonunda katalizör olarak kullanılmaktadır. Kobalt bileşikleri pigmentler, boyalar, kurutucu ve seramik sırlarında kullanılır. Kobalt-60 tıp, radyoloji ve endüstride uygulamalarında kullanılmaktadır [1]. Kobalt esas itibarıyla cevherlerinden bakır, çinko, nikel ve kurşun ekstraksiyonundan bir yan ürünü olarak elde edilir. Kobalt ve nikelin genellikle cevherlerinde bir arada bulunması, bu metallerin benzer kimyasal ve fiziksel özelliklere sahip olması ve uygulamalarında yüksek saflık derecesine ihtiyaç duyulması, kobalt ve nikel ayrılması ile ilgili yoğun araştırmalara yol açmıştır [2,3]. Kobalt ve nikelin sülfat ve klorürlü ortamlardan ayrılması araştırmacılar için pratik bir ilgiye sahip olmuştur. Bu gibi çözeltileri elde etmenin ana kaynakları oksit ve sülfürlü cevherler, çamur, metal atığı, tükenmiş katalizörler gibi belirli ham maddelerdir [4,5].

Bu çalışmaların çoğu di-(2-etilhekzil) fosforik asit (D2EHPA), 2-etilhekzil mono 2-etilhekzil ester (PC-88A) ve bis (2,4,4-trimetilpentil) fosfinik asit (Cyanex 272) gibi organofosforöz asit ekstraktantlarının kullanıldığı solvent ekstraksiyonu ile ilgilidir. Kobalt ve nikelin sulu çözeltilerden solvent ayrılması ve geri kazanılması çok fazla incelenmiş ve bazı endüstrilerde uygulanmış veya hala uygulanmaktadır. 1970'lerde Ritcey ve diğerleri [3] D2EHPA kullanarak ilk endüstriyel Co (II) ve Ni (II) giderme ve ayırma prosesini açıklamıştır. Fakat bu prosesin bir dezavantajı kobaltın nikel göre seçiciliğinin nispeten düşük olmasıdır. Özel metal iyon taşıyıcıları içeren sıvı membranların kullanılması, seyreltik sulu çözeltilerden çeşitli metal iyonlarının seçici olarak ayrılması ve zenginleştirilmesinde solvent ekstraksiyonuna alternatif

metot sunmaktadır. Sıvı membran boyunca çözünen maddenin taşınımı tek kademeli bir ünit operasyon işlemindeki ekstraksiyon ve sıyırma işlemlerinin birleştirilmesidir [6]. Bu proses, düşük kimyasal madde kapasitesi ve güç tüketimine sahip ekstrakte edilmiş maddenin maksimum verimini sağlamaktadır [7].

Sıvı membran teknolojisi, seyreltik sulu çözeltilerden metal iyonlarının konsantre edilmesi ve ayrılmasında solvent ekstraksiyona göre daha ileri bir teknik olarak kabul edilmiştir. Bu bakımdan sıvı membranlar özellikle çözünen madde konsantrasyonlarının nispeten düşük olduğu ve diğer tekniklerin verimli bir şekilde uygulanamadığı durumlarda büyük bir potansiyele sahiptir. Çünkü sıvı membran prosesinde ekstraksiyon ve sıyırma işlemleri teknik bir kademede meydana gelmektedir.

Ekstraksiyon kimyası temelde solvent ekstraksiyona benzerdir, fakat taşınım denge parametrelerinden ziyade kinetik ile yürütülmektedir. Yani denge dışı kütle transferi ile yürütülmektedir. Bundan başka emülsiyon tipi sıvı membranlarla ilgili ara yüzey alanlarının çok büyük olması daha yüksek metal konsantrasyonlarının daha az ayırma kademesinde başarılmasını mümkün kılmakta ve solvent ekstraksiyonun yüksek seçiciliğini aynen devam ettirmektedir [6-8].

Emülsiyon tipi sıvı membranlarda D2EPHA, Kelex 100 gibi ekstraktantlar Cu, Co gibi iyonların sülfatlı ortamlardan ayırmak için kullanılmıştır. Strzelbicki ve Charewicz D2EPHA membranlarının nitrat ve klorürlü sistemlerdeki kobalt ve nikeli ayırmak için etkin olduğu, buna karşılık Kelex 100 ve LIX 70 membranları [9] nin sülfat ortamlarda ayırmayı mümkün kıldığını göstermişlerdir. Kasaini ve diğerleri besleme çözeltilisinin pH' ının 5,5 ve PC- 88 A konsantrasyonunun ise 12 mol/m³ olduğu bir durumda ortalama seçiciliğin % 70 olarak elde etmişlerdir. Kakoi ve diğerleri [10], D2EPHA ve PC- 88 A ile kıyaslamalı olarak fenilfosfonik asit mono-4-ter-oktilfenil esterini (4 TOPPPA)'ı taşıyıcı olarak kullanmak üzere kobalt için daha iyi bir ayırma faktörü elde etmiştir. Tait [11] Cynanex 302 nin Cynanex 272 den daha iyi bir ekstraktant olduğunu göstermiştir. Taşıyıcı olarak Cynanex 302 kullanan Ribeiro ve diğerleri [12] C_{Ni}/C_{Co} başlangıç konsantrasyonu çok yüksek olan bir besleme karışımını incelemiş ve ekstraksiyon kimyası ile ilgili olması nedeniyle

emülsiyon tipi sıvı membran prosesi üzerine besleme çözeltisi pH'ının önemli bir etkisi olduğunu bulmuştur.

Draxler ve Marr hidrofilik substituent olarak oksijen içeren moleküllerle karakterize edilen yüzey aktif maddelerin azot içeren moleküllerden çok daha kolaylıkla su çekme eğiliminde olduğunu göstermiştir. Abou –Nemeh ve Van Peteghem [9] Span 80'ın biraz asidik ve bazik ortamlarda hidrolize uğradığını ve kimyasal olarak kararsız olduğunu göstermiştir.

Destekli sıvı membranlarda membran faz, çeşitli şekillerdeki gözenekli membranlarla desteklenebilir. Burada sıvı tabakalar kapiler veya yüzey kuvvetleri ile stabilize edilebilirler. Bu suretle membran faz; cam, kil veya kağıt gibi bir ince tabaka içerisine absorplanabilir. Bir milimetrenin 1/10'u veya çok daha küçük kalınlığa sahip membranlar elde edilebilir. Son yıllarda nötron bombardımanı ve etching işlemi ile çok dar aralıklarla 0.01-10 µm çaplar arasında değişen silindirik gözenekler elde edilmiştir. Bu polimer filmlerin kalınlığı ise 15-100 µm arasında değişmektedir. Bu tip bir polimer filminin porözitesi % 40-80 arasında değişmektedir. Bu gözenekler organik tarafından ıslatılmakta, fakat su tarafından ıslatılmamaktadır. Organik sıvılar gözeneklere yerleştirildiğinde, bu tip sıvı membranlar sulu fazlar arasında kullanılabilir. Membran fazın bu düzeni düz levha membran yüzeyine karşılık gelmekte ve 200 m²/m³ transfer alanları sağlayabilmektedir. Bu membran tipi de oldukça az miktarlarda membran sıvısına ihtiyaç gösterdiğinden özel bir öneme sahiptir. Bu suretle çok pahalı kimyasalların membran sıvısı olarak kullanılmasını mümkün kılar [35].

Bu çalışmada, destekli sıvı membran prosesleri asidik çözeltilerden eşit molar kobalt ve nikel iyonları içeren bir besleme çözeltisinden kobaltın seçici olarak ayrılması deneysel olarak incelenmiştir. Sıvı membran içeriği ekstraktant (Alamine 308) modifiyer (TBP) ve çözücünden meydana gelmektedir. Amonyak ve trietanolamin karışımı sıyırma çözeltisi olarak kullanıldı. Kobaltın permeasyonunu etkileyen önemli parametreler ve onların ayırma prosesi üzerine etkileri incelendi.

Bu çalışmanın amacı sıvı membranlarla asidik sulu çözeltilerden nikel ve kobaltın seçici olarak ayrılmasıdır. Besleme ve sıyırma çözeltileri karıştırma hızları, reaktif kompleksinin (SCN^-) konsantrasyonu, besleme çözeltisi pH'sı, ekstraktant (Alamine 308) konsantrasyonu, modifiyer (TBP) konsantrasyonu, çözücü cinsi ve sıcaklık gibi parametreler incelenerek optimum şartlar belirlendi. Kobaltın başlangıç kütle akıları ile permeasyon katsayıları deneysel ölçümlerden hesaplandı. Optimum şartlarda eşit molar ve eşit molar olmayan besleme çözeltileri için kobaltın nikel göre ayırma faktörleri de hesaplanmıştır.

BÖLÜM 2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kobalt ve Nikelin Genel Özellikleri

Kobalt (Co), çelik gibi parlayan, manyetik özelliğe sahip bir metaldir. Kuru havada korozyona uğramaz. İnce toz şeklinde olduğu zaman kolay oksitlenir [14].

Nikel, gümüş parlaklığında, tel ve levha şekline gelebilen, 1455 °C’de eriyen, 2730°C’de kaynayan, manyetik özelliği olan bir metaldir. Havada çok dayanıklı olduğundan ve güzel cilalanabilirliğinden ötürü birçok aletlerin yapılmasında kullanılır. Diğer asal olmayan metaller nikelle kaplanarak havanın etkisine karşı korunur [14].

Filizlerinden element haline getirilmeleri çok güçtür. Kobalt adı zaten bu güçlüğü yansıtmaktadır. Çünkü almanca kobalt kelimesi “aldatıcı, kötü görünüşlü” anlamına gelir. Ayrıca kobalt filizlerinde genellikle arsenik bulunduğu için filizlerinden zehirli dumanlar da çıkar. Aynı güçlüklerle nikelin de elde edilmesinde karşılaşılır. Bu element de adını şeytan anlamına gelen “Old Nick” den alır. Kobalt ve nikel filizleri bazen demir ve bakır filizleriyle karışık halde bulunurlar. Bu filizlerdeki başlıca bileşikler oksitler, sülfürler ve arsenürlerdir [15].

Kobaltın en önemli filizleri kobalt glanzı (CoAsS), linnait (Co₃S₄) ve smaltit veya speis (CoAs₂)’ dir.

Nikelin başlıca filizleri pentlandit, nikel pirholit (nikel ve demir oksit ve sülfürler karışımı) ve garnieritdir (nikel ve magnezyumun karışık silikatları) [15].

2.1. 1.Kobalt ve nikel elementlerinin temel özellikleri

Tablo 2.1. Kobalt ve nikel elementlerinin temel özellikleri

İsim, Sembol ve Atom Numarası	Kobalt, Co, 27	Nikel, Ni, 28
Kimyasal Grup	Geçiş Metalleri	Geçiş Metalleri
Grup, Periyot, Blok	9,4,d	10,4,d
Atom Ağırlığı	58,933 g/mol	58,71 g/mol
Elektron Konfigürasyonu	[Ar]3d ⁷ 4s ²	[Ar]3d ⁸ 4s ²

2.1. 2.Kobalt ve nikel elementlerinin fiziksel özellikleri

Tablo 2.2. Kobalt ve nikel elementlerinin fiziksel özellikleri

Özellikler	Co	Ni
Faz	Katı	Katı
Yoğunluk	8.900 g/ mL	8.908 g/mL
Erime Noktası	1495°C (1768K)	1455 °C (1728K)
Kaynama Noktası	2927 °C (3200K)	2913°C (3186K)
Molar Hacmi	6.67 ml/ mol	6.59 ml/mol
Buharlaşma Entalpisi	375 kJ mol ⁻¹	378 kJ mol ⁻¹
Özgül ısı	0.42 J g ⁻¹ K ⁻¹	0.440 J g ⁻¹ K ⁻¹

2.1. 3.Kobalt ve nikel elementlerinin diğer spesifik özellikleri

Tablo 2.3. Kobalt ve nikel elementlerinin diğer spesifik özellikleri

Özellikler	Kobalt, Co	Nikel, Ni
Kristal Yapı	Hekzagonal	Yüzey Merkezli Kübik
Oksidasyon Basamakları	3, 2	2, 3
Elektronegatiflik	1.88 (Pauling birimine göre)	1.91 (Pauling birimine göre)
İyonlaşma Enerjisi	I. İyonlaşma Enerjisi 760.4 kJ/mol	I. İyonlaşma Enerjisi 737.1 kJ/mol
	II. İyonlaşma Enerjisi 1648 kJ/mol	II. İyonlaşma Enerjisi 1753 kJ/mol
	III. İyonlaşma Enerjisi 3232 kJ/mol	III. İyonlaşma Enerjisi 3395 kJ/mol

2.2. Kobalt ve Nikel Maden Yatakları

Türkiye’de işletilen kobalt yatağı yoktur. Küre cürufalarında kobalta rastlanmıştır. Bu alan Cengiz İnşaat elinde bulunmaktadır.

Türkiye’de başlıca iki nikel madeninin ikisi de Ege Bölgesinde bulunur. Diğerleri Doğu Karadeniz’dedir. Krom, olivin ya da serpantinlerin suları eritmesiyle oluşmuş kovuklarda nikelin çökmesi ile oluşmuştur. Türkiye’nin başlıca nikel yatakları şunlardır;

İşletilenler;

1. MANİSA- Gördes Asbolan özmüğü % 0,8- % 1,5 İngiliz Bosphorus –European Nikel 10 ile 12 milyon ton cevher vardır.
2. MANİSA- Turgutlu Asbolan özmüğü % 0,8- % 1,5 Meta Madencilik

Araştırılanlar;

1. SİVAS- Güneşli- Millerit, Sülfürlü Nikel
2. SİVAS- İmranlı- Millerit, Sülfürlü Nikel
3. SİNOP- Güneşli- Millerit, Sülfürlü Nikel
4. MARMARA- Orhaneli(Şetat) Petlandit-Vilorait
5. MARMARA- Orhaneli- Topruk Garnierit ile Klorit- Nikel Silikat [20].

Tablo 2.4. Türkiye nikel rezervleri [17].

Yeri	Tipi	Tenör (%)	Rezerv (1000 ton)
Manisa-Çaldağ	Laterit	0,93-1,95 Ni	39,500 (gör+muh)
		0,042-0,060 Co	
Bursa-Yapköy	Sülfit	1-4 Ni	163 (muh+müm)
Bitlis-Pancarlı	Sülfit	1,4 Ni	15,5 (müm)

2.2.1. Nikel maden yatakları

Nikel yatakları kökenlerine göre iki tipe ayrılmaktadır :

1. Magmatik kökenli nikel yatakları
2. Likid magmasal nikel yatakları

Bu yataklar genelde peridotit ve noritler içinde bulunur. Nikel büyük kütlelerde dissemine olarak, çok ince damarlarda ve çatlak dolgusu olarak bulunur. Bu tipe örnek olarak Kanada'daki Sudbury yatağı verilebilir.

2.2.2. Hidrotermal nikel yatakları

Bu yataklar başlı başına nikel yatakları olmayıp, daha çok kobalt için önemli sayılabilirler.

2.2.3. Lateritik ve tortul nikel yatakları

Peridotit ve gabroların lateritleşmeleri sonucunda oluşan demirli lateritlerde nikel ve kobalt zenginleşmeleri söz konusudur. Bu tipe örnek olarak Manisa-Çaldağ yatağı verilebilir [17].

2.3. Dünyada Durum

2.3.1. Rezervler

Ortalama % 1 ve daha fazla nikel içeren dünya nikel kaynaklarının 140 milyon ton olduğu tahmin edilmektedir. Bu kaynakların % 60'ı lateritik, % 40'ı ise sülfid kökenlidir. Ayrıca okyanus tabanlarındaki, manganlı-nikelli-demirli yumru/nodüllerle okyanusların magnezyumlu kabuklar dünyanın potansiyel nikel kaynakları olarak değerlendirilebilir [17].

2.4. Kobaltın Kullanım Alanları

Alnico adı verilen alüminyum, nikel ve kobalt alaşımı manyetik direnç ve dayanıklılığı arttırdığı için bir çok üretimde, mıknatıs çeliği ve paslanmaz çelik üretiminde, alaşımları türbinli uçak yapımında, petrol ve kimya endüstrisinde katalizör olarak, oksitlenmeye karşı dirençli olduğu ve sert olduğu için galvanik kaplamacılıkta (elektrikle maden kaplama),yüksek hızlı tekerleklerde, tuzları emaye, porselen, cam boyamak amacı ile, bileşikleri boyacılıkta pigment olarak Co 60 izotopu gece ışık kaynağı olarak kullanılmaktadır [18].

2.5. Nikelin Kullanım Alanları

Paramanyetik özelliğinden dolayı dış etkilere dayanıklıdır. Bu nedenle eşyaların üzerlerinin elektrolitik kaplanmasında, aşınmaya karşı dirençli alaşımların eldesinde, pillerin ve akülerin yapımında, cama yeşil renk vermek amacıyla, özel çeliklerin yapımında, hidrojenasyon reaksiyonlarında katalizör olarak, madeni paraların yapımında kullanılmaktadır.

Kimya endüstrisinde: Nikel alaşımları olarak metal korozyonuna maruz yerlerde, kostik solüsyonların taşınması ve muhafazasında,

Petrol endüstrisinde;

Fabrikasyon ürünlerde: Çatal, bıçak takımları, çekiç, pense gibi aletlerle diğer birçok ev ve hastane aletlerinin yapımında;

Uçak ve gemi endüstrisinde: Nikel süper alaşımları yüksek ısıda basınç ve korozyona dayanıklı olduğundan uçakların gaz türbinlerinde, jet motorlarının yapımında, ayrıca uçakların elektrolizle kaplanan bölgelerinde ve gemi yapımında tuz korozyonuna karşı engelleyici olarak;

Motorlu araçlar ve parçalarında;

Elektrikli makineler ve parçalarında kullanılmaktadır.

Yapı malzemelerine, sıvı ve katı yağlarda hidrojenasyonu sağlamak üzere; batarya ve yakıt hücrelerinde ve seramik malzemelerde emaye ile demir arasında bağlayıcı olarak kullanılmaktadır [17].

Tablo 2.5. Nikelin kullanım alanları [17].

Kullanım Alanları	ABD	Japonya	Almanya
Paslanmaz Çelik ve Alaşım Çelikleri	% 49	% 87	% 63
Demir dışı alaşımlar	% 29	% 2	% 24
Elektrokaplama	% 15	% 3	% 4
Diğerleri	% 7	% 8	% 9

2.5.1. Nikelin dünyada bulunduğu yerler

Rusya, Sibiryaya, Japonya, Kanada, Norveç, Yeni Zelanda, Güney Afrika, Fransa, Kolombiya, İngiltere, Dominik Cumhuriyeti'dir.

2.5.2. Dünyada nikel üretimi ve tüketimi

% 1 veya daha fazla nikel tenörüne sahip nikel yataklarının en az 130 milyon ton nikel içerdiği bilinmektedir. Bunun % 60 kadarı lateritik yataklarda, % 40 kadarı da sülfürlü yataklardadır. Ayrıca okyanus tabanlarında, özellikle de pasifik okyanusunda, geniş alanlar kaplayan manganez kabuk ve nodüllerinde yaygın nikel kaynaklarının varlığı bilinmektedir [19].

Dünya nikel rezervlerinin toplamı (metal İçeriği) 62 milyon ton, bazı rezervleri toplamı 140 milyon tondur. Rusya, Avustralya, Kanada, Yeni Zelanda, Endonezya Dünya nikel rezervlerinin % 70'ine sahiptirler. Bu ülkeler, 2000-2003 yıllarında Dünya toplam nikel üretiminin % 70'e yakını karşılamışlardır [19].

Elde edilen kaplamalar, otomobillerde makine yapımında, ev eşyalarında, bitmiş çelik parçaları süslemek için kullanılır. Parçaları deniz atmosferinde ya da asit ya da bazik ortamda korozyona karşı koruma yeterli kalınlıkta bir nikel kaplama gerektirir. Kimyasal nikel kaplama kimi kez, parçayı çeşitli nikel tuzlarının çözeltisine daldırarak elde edilebilen ince dekoratif kaplamalarda kullanılır. Bir diğer kimyasal nikel kaplama yöntemi, demirli ya da bakırlı parçalara ve alüminyum alaşımlarına bunları bir nikel tuzu çözeltisine sıcak daldırma ile uygulanır. Nikel % 50 dolayındaki demir ile birlikte bulunursa, demirden nikeli ayırmak için kimyasal

yönteme başvuru olarak sülfirik asit kullanılır. Demirli lateritik minerallerde, yıkama kekinde % 8 ile % 10'luk krom kalmaktadır. Alıcı için bu durum ilginç değildir. Sülfürlü yataklar çok büyük değilse, işletilmesi ilginç değildir [20].

Krom, nikel ile kobaltın başlıca alıcıları; Almanya, Çin çelik sanayidir. Metal alışları 10 bin ile 50 bin dolar arasında değişir [20].

2.5.3. Türkiye kobalt ve nikel kaynaklarının hidrometalurjik olarak değerlendirilmesi

Hammadde değerlendirilmesine yönelik bir projedir. Amaç MTA Genel Müdürlüğü bünyesinde önceki yıllarda yapılmış çalışmalarla belirlenmiş bulunan sahalardan teknolojik olarak kobalt ve nikel elde edilmesidir. Proje kapsamında yapılan analizler sonucu, Lateritik yatak olan Manisa – Çaldağı yöresinin numuneleri çalışılmıştır. İki aşamalı Sülfatlayıcı Kavurma Yönteminde elde edilen Co-Ni içeriği yüksek çözeltilere Solvent Ekstraksiyon (SX) yöntemi uygulanacak, çözeltide yeterli kobalt ve nikel değerlerine ulaşılması halinde elektro kazanım ile metalurjik kobalt ve nikel elde edilmesi yönünde olanaklar araştırılacaktır [21].

BÖLÜM 3. SIVI MEMBRAN PROSESLERİ

Sıvı membranlar üzerine ilk araştırmalar 1902 yılında Nernst ve Riesevelt tarafından yapılmıştır. 1968'de Li sıvı membran prosesini hidrokarbonların ayrılmasında kullanmıştır [22].

Sıvı membranlar son yıllarda özel kimyasal reaksiyonlarla yeni, seçici ve kararlı ayırma sistemleri geliştirmek amacıyla, önemle üzerinde çalışılan konular arasında bulunmaktadır. Sıvı membran proseslerinin esası şöyle açıklanabilir; iki homojen ve birbiri içinde tamamen karışabilen sıvıların (sıyırma: (S) ve besleme: (B) çözeltileri), üçüncü bir sıvı ile ayrılmasıdır. Bu ayırıcı sıvı, diğer iki sıvı içinde çözünmeyen ve karışmayan bir sıvı olup, membran fazı (M) oluşturur [23,24].

Birkaç farklı durum dışında sıyırma ve besleme fazlar sulu çözeltilerdir. Uygun termodinamik koşullarda besleme fazla organik faz arasında bir ara yüzey (B/M) oluşur. Bu ara yüzeyden bazı bileşenler besleme fazından membran faz içerisine transfer olur. Aynı zamanda membranın diğer tarafında ikinci bir organik faz ve sıyırma faz ara yüzeyi (M/S) oluşur. Bu ara yüzeyde ise ilk taşınımın tersi olmaktadır. Yani B/M ara yüzeyinde besleme fazından organik faza geçen bileşenin, M/S ara yüzeyinde organik fazdan sıyırma faza geçerek burada birikmesi sağlanmaktadır.

Sıvı membran prosesinde, sistemin bütün bileşenlerinin optimal duruma getirilmesi (sıyırma ve besleme fazı türleri ve konsantrasyonleri, sıcaklık, karıştırma hızları, taşıyıcı türü ve konsantrasyonu, pH gibi) madde taşınımında yüksek seçicilik seviyesine ulaşılmasını sağlar [23]. Membran olarak kullanılan organik sıvı, sulu fazda çözünmeyen, bozunmayan ve zararsız bir madde olmalıdır. Bu amaçla özel taşıyıcılar (ekstraktant) sentezlenmesi uygun olacaktır.

Sıvı membran sistemleri özellikle; hidrokarbonların ayrılmasında, alkali ve toprak alkali metallerin ayrılmasında, eser elementler ve radyoaktif maddelerin tutulmasında, değerli metallerin geriye kazanılmasında, toksik maddelerin giderilmesinde, biyoteknolojide ve tıbbi uygulamalarda kullanılabilir [24].

Membran, yarı geçirgen bir engel olarak düşünülebilir. İki sulu faz arasına yerleştirildiğinde bir bileşen, membran içerisinden yüksek konsantrasyonlu bir ortamdan düşük konsantrasyonlu diğer ortama difüzyon prosesiyle taşınabilir. Bununla beraber bir bileşenin, sistemdeki ikinci bir bileşenin mevcut konsantrasyon gradiyentinin bir sonucu olarak kendi konsantrasyon gradiyentine karşı bir membran içerisinden geçebileceği bilinmektedir (çifte taşınım) [25].

Karışımındaki bileşenler birbirlerinden gayet farklı olmadıkça, polimer membran sistemlerinde genellikle seçicilik (selektivite) düşük olmaktadır. Bu sebeple yüksek performansa sahip membranların geliştirilmesi gerekmektedir. Bu yüzden membran malzemesi olarak sıvıların kullanılması ve bir bileşenin membran boyunca transferini kolaylaştırmak veya reaksiyon kabiliyetini arttırmak için membran sıvısına ilave maddelerin katılmasıyla selektivite önemli oranda arttırılabilir [26].

Sıvı membran prosesinin solvent ekstraksiyonuna göre üstünlükleri ve potansiyel avantajları şöyle sıralanabilir[26]:

- a) Yüksek ayırma faktörleri.
- b) Katı membranlara göre daha yüksek kütle alanları.
- c) Çok yüksek selektivite.
- d) Düşük konsantrasyondan yüksek konsantrasyona ayırma ve zenginleştirme.
- e) Pahalı ekstraktanların kullanılması.
- f) Yüksek besleme/çözücü hacim oranları.
- g) Askıda katı madde içeren çözeltilerin işlenebilmesi.
- h) Ölçeklendirme kolaylığı.
- i) Düşük sermaye ve işletme maliyeti

Genel olarak sıvı membranlar, gözeneksiz, çözünebilir sıvı membranlardan hazırlanabilir. Gözeneksiz membrandan geçecek olan bir madde bir membranda çözünür, çözünen madde difüzlenerak diğer ara yüzeyde ekstraksiyon işleminin tersi bir proses ile ayırma işlemi tamamlanır [27].

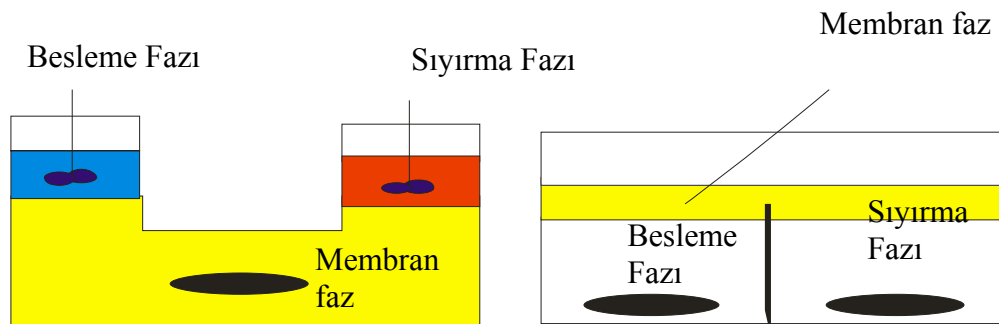
3.1. Sıvı Membran Teknikleri

Yapılış şekillerine göre sıvı membranlar 3 kısma ayrılabilirler.

- 1) Bulk (kitlesele) tipi sıvı membran
- 2) Emülsiyon tipi sıvı membran
- 3) Destekli sıvı membran
- 4) İçerikli sıvı membran (contained liquid membrane)

3.1.1. Bulk (kitlesele) tipi sıvı membranlar

Sıyırma ve besleme çözeltilisinin hem altında ve hem de üstünde tabakalar halinde olan bulk tipi sıvı membranlar difüzyon direncini azaltmak için karıştırılırlar [27]. Bulk tipi sıvı membranlar değişik şekilde olabilir [28]. İlk bulk tipi sıvı membran, “Schulman köprüsü ” olarak adlandırılan membran şeklidir [29,30]. Bir diğer bulk tipi membran U-tüpü hücresidir [31].Diğer bir bulk tipi membranda “eş merkezli halka” olarak adlandırılır [32–33]. Her üç tipte de, karıştırma hızı önemlidir [28]. Bulk sıvı membran tipleri Şekil 3.1’de gösterilmiştir.

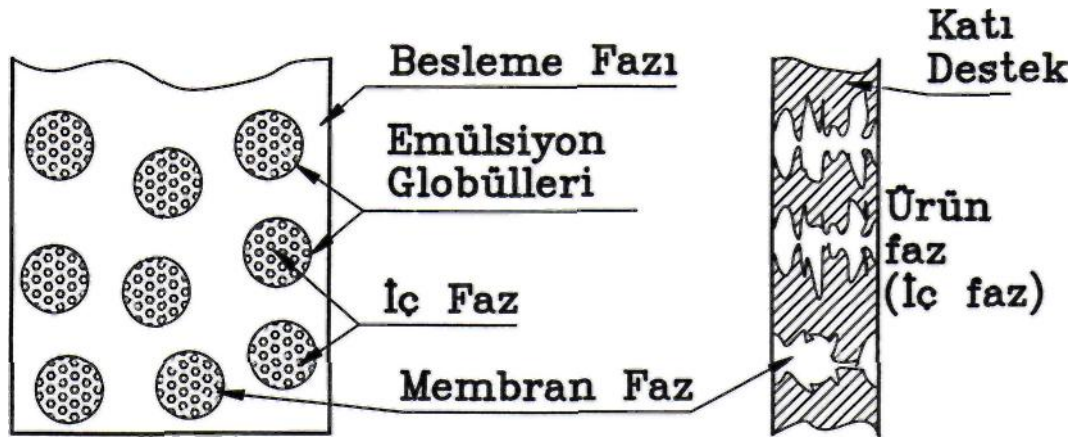


Şekil 3.1 Bulk tipi sıvı membran

3.1.2. Emülsiyon tipi sıvı membranlar

Karışmayan iki sıvı arasında yüzey geriliminin azalması bu sıvıya bir yüzey aktif maddenin ilave edilmesiyle gerçekleşir. Yüzey aktif madde eklenmesi bu arzulanan indirgenmeyi sağlar [27].

Emülsiyon tipi sıvı membranlar, karışmayan iki emülsiyon fazının teşkili ile hazırlanır ve daha sonra bu emülsiyon, üçüncü faz (sürekli faz veya besleme fazı) içerisinde dağıtılır. Genellikle içteki faz (sıyırma fazı) ile sürekli faz (besleme fazı) birbiri ile karışır. Emülsiyonun stabil kalabilmesi için membran fazı her iki faz ile karışmamalıdır. Bu sebepten sürekli faz organik ise, emülsiyon O/W tipidir. Buna mukabil sürekli faz sulu ise, emülsiyon W/O tipidir [34]. Karıştırma işlemi sırasında emülsiyon bütünlüğünü korumak için membran fazı genellikle belirli yüzey aktif maddelerin, stabilize edici katkı maddeleri ve tüm diğer bileşenler için çözücü olan bir temel madde içerir. Destek tipi sıvı membran ile kıyaslamalı olarak emülsiyon tipi sıvı membran Şekil 3.2’de gösterilmektedir [35].



(a) Emülsiyon tipi sıvı membran

(b) Destekli sıvı membran

Şekil 3.2. Emülsiyon tipi ve destekli sıvı membranların şematik olarak gösterilmesi

Emülsiyon sürekli bir faz (besleme fazı) içerisinde dağıtıldığında bir çok sayıda küçük emülsiyon globülleri oluşur. Bunların büyüklüğü emülsiyondaki reaktif maddelerin cinsine, derişimine, emülsiyon vizkozitesi ve karıştırma şiddeti ile moduna bağlıdır. Genelde globül büyüklüğü 0.1-2 mm çap arasında kontrol edilir. Bu suretle sürekli fazdan iç faza veya iç fazdan sürekli faza hızlı bir kütle transferi ve çok büyük

etmesi gerekir. Bileşenin kütle akısı bu suretle onun geçirgenliğine bağlıdır. Geçirgenlik (permeabilite) P_i , denklem (3.2) ile verilir.

$$P_i = D_i \cdot C_i \quad (3.2)$$

Burada D_i ve C_i sırasıyla i bileşenin difüzyon katsayısı ve membran içerisindeki çözünürlüğüdür. Selektif ayırma işleminin seçiminde C_i ' lerin farklı olması önemli rol oynar. i bileşenin j bileşenine göre selektivitesi α_{ij} denklem (3.3) ile verilir [26]:

$$\alpha_{ij} = P_i / P_j \quad (3.3)$$

Metal ayırmasını gerçekleştiren emülsiyon tipi bir sıvı membran prosesi üç adımdan ibarettir. İlk adımda, ekstraktant ve yüzey aktif madde ve çözücünden ibaret organik çözelti (membran faz) içerisine, sulu sıyırma çözeltisinin ilavesi ile karıştırıcı veya homojenizatör yardımı ile W/O emülsiyonu elde edilir. İkinci adımda hazırlanan emülsiyon bir karıştırma - durultma tankına veya gene sürekli akımda çalışan bir ekstraksiyon kolonuna verilir. Metal iyonunun W/O emülsiyonundaki sulu çözeltiye (iç faz veya sıyırma çözeltisi) ekstrakte olmasından veya zenginleşmesinden sonra, besleme fazı (rafinat faz veya dış faz) durultma bölgesinde ayrılır ve emülsiyon fazı bir elektriksel koalesöre (emülsiyon parçalama kabı) emülsiyonu parçalamak üzere beslenir. Burada içteki sulu faz ile organik faz (membran fazı) ayrılır. Organik membran fazı geriye döndürülür [26].

3.1.3. Destekli sıvı membranlar

Destekli sıvı membran sistemlerinde sıvı film, gözenekli bir membranın gözenekleri içerisine emdirilmiştir. Gözenekli membran; sıvı film için bir destek veya çerçeve olarak görev yapar. Bu tip sıvı membranlar tutuklu destekli membranlar (Immobilised Liquid Membrane, ILM) veya destekli sıvı membranlar (Supported Liquid Membrane, SLM) olarak adlandırılırlar. Sözü edilen membranlar hidrofobik, mikro gözenekli bir membranın uygun organik çözücü ile doyurulması sonucu kolaylıkla hazırlanabilir. Sıvı membran faz aynı zamanda taşıyıcı (kompleksleştirici)

türleri de içermelidir. Yöntemde mikro gözenekli desteğin kalınlığı, taşıyıcı-madde kompleksinin geçişinin kolaylığını büyük ölçüde etkiler.

Sıvı membran destekleri seçilirken birkaç unsur göz önünde tutulmalıdır. Destek maddesinin yüzey kimyası, gözenek boyutu, gözeneğin geçirgenliği ve kalınlığı oldukça önemlidir. Bu yüzden destek maddesi, uygulanan periyot boyunca şişmeyen ve bozunmayan bir madde olmalıdır. Membran hazırlanırken, destek maddesinin boşlukları çözücü (solvent) ve taşıyıcı içeren sıvı membran ile tamamen doldurulur. Kullanılan çözücünün (solventin) yüzey geriliminin, destek materyalinin kritik yüzey geriliminin altında olması daha iyi bir ıslanmayı sağlar [36]. Destek malzemesi olarak genellikle polietilen, propilen, polisülfon ve mikro gözenekli teflon kullanılır [30].

Çeşitli konfigürasyonlarda membran destekleri bulunmaktadır: levha ve çerçeve, spiral sarımlı, borsal ve hollow fiberler. Hollow fiber destekli sıvı membranlar çok yüksek kapasitelerdeki membran modüllerinin çalıştırılabilmesine çok cazip bir çözüm sunarlar. Bu tip modüllerle $1000 \text{ m}^2/\text{m}^3$ kadar yüksek yığılma yoğunluklarına erişebilir [25].

Düz levha destekli sıvı membranlarda taşınım mekanizması genel olarak aşağıdaki basamaklar dizisinden ibarettir:

Metal iyonu ve herhangi bir çözünen madde sulu fazdaki difüzyon tabakası boyunca kitlesel (bulk) fazdan membran ara yüzeyine difüzlenir.

Taşıyıcı, besleme ara yüzeyindeki çözünen madde ile reaksiyona girer.

Çözünen madde ile kompleks yapan taşıyıcı, membran boyunca difüzlenir.

Çözünen madde ve taşıyıcı sıyırma ara yüzeyinde serbest hale geçer.

Serbest hale geçen çözünen madde (metal iyonu gibi) sıyırma ara yüzeyinden sulu fazdaki difüzyon tabakası boyunca kitlesel faza difüzlenir.

Taşıyıcı, ara yüzeyden membran boyunca geriye difüzlenir.

Destekli sıvı membranlarda emülsiyon hazırlanması ve parçalanması olayları olmadığından, destekli sıvı membranlar emülziyon tipi sıvı membranlara göre

üstünlük sağlar. Destekli sıvı membranların avantajları; düşük işletme maliyeti, tek adımda gerçekleşmesi, sistemin seçiciliği ve esnekliği sayılabilir [23]. Buna karşılık birim hacimdeki membran yüzey alanının daha az olmasıyla birlikte, gözenekler içerisindeki taşıyıcı ile çözücünün belirli zaman içerisinde boşalması membranın etkinliğini kaybetmesi bir dezavantaj oluşturur [30]. Dezavantajları arasında çözücü (solvent) kaybı meydana gelebilmesi, basınç farkıyla desteğin boşluk yapısının bozulması, yine basınçtan dolayı taşıyıcının boşluklu yapıdan geçebilmesi, taşıyıcının kaybı olarak sayılabilir [37,24]. Son yıllarda tüm dezavantajların giderilebilmesi ve tekniğin geliştirilmesi amacıyla yapılan çalışmalar hızla artmaktadır [38,39].

Babcock ve diğerleri [16] uranyumun geriye kazanılması için bir test ünitesi olarak hollow fiber bir modül geliştirmiştir. Bununla beraber bir ayırma işlemi membran içerisindeki ekstraktantın besleme fazında çözünerek membran kaybı sonucu pratik bir uygulamaya yol açmamıştır. Bundan sonra, destekli sıvı membranların stabilizasyonuna yardımcı olmak amacı ile birçok çalışma yapılmıştır. Membran esaslı solvent ekstraksiyona dayanan hollow fiberlerin biri ekstraksiyon, diğeri ise sıyırma işlemini gerçekleştirmek üzere alternatif bir yöntem geliştirilmiştir. Ancak bu metot da pratik uygulama alanı bulamamıştır [34].

3.2. Sıvı Membran Sistemlerinde Kullanılan Organik Çözücünün Seçimi

Organik çözücünün (membran sıvısı) seçimi sistemin çalışması ve verimi açısından oldukça önemlidir. Organik sıvı hem taşıyıcı, hem de taşıyıcı kompleksi için yeterli çözücülükte olmalıdır. Ayrıca çalışma sıcaklığında buharlaşması da istenmeyen bir özelliktir [24,41]. Diğer önemli faktör organik sıvının viskozitesidir [22,39]. Taşıyıcı konsantrasyonunun artması durumunda ters bir etki oluşur, artan taşıyıcı konsantrasyonu viskoziteyi arttıracığından, difüzyon sabitini düşürür. Bir başka sorun ise, sıvı filmin zamanla kararlılığını (stabilitesini) kaybetmesidir [42].

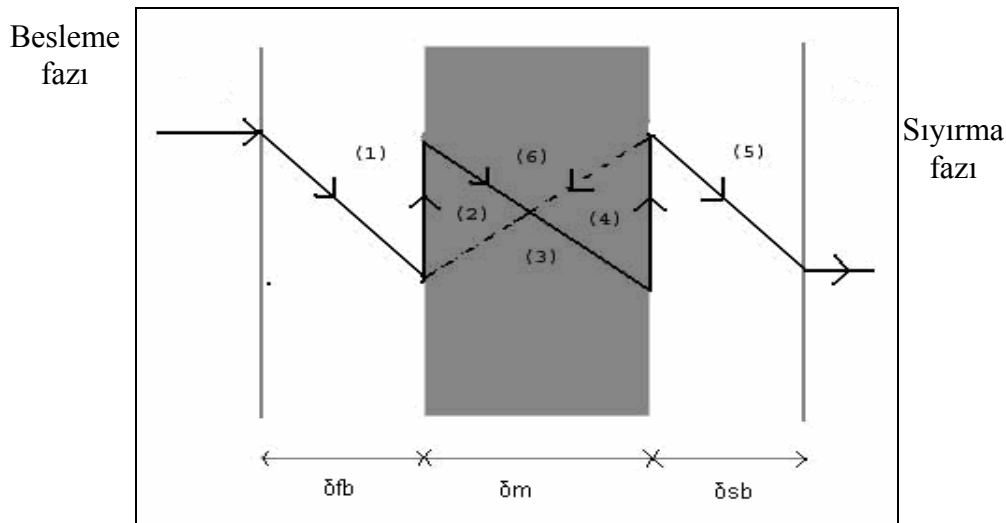
Organik fazın kararlılığı, membran fazın jel hale getirilmesiyle artırılabilir. Böylece sıvı film daha az genişleme özelliğine sahip olur. Bir sıvı ile karıştırıldığında difüzyon sabiti, bir jel yapısında daha az olmasına rağmen tabakanın kararlılığını

arttırır. Ayrıca seçilen membran solventinin dielektrik sabiti, yoğunluğu, polarlığı, yapısal farklılıklar veya karbon zincirinin uzunluğu taşınım verimliliğini ve taşınım kararlılığını etkileyen önemli unsurlardandır. Membran meteryalinin sulu faza geçerek hem membranın verimini azaltması hem de arıtımı yapılan sulu faza zarar vermesi mümkündür. Bu yüzden membran solventinin suda çözünürlüğü çok düşük olmalıdır. Aynı zamanda kullanılan taşıyıcı için iyi bir çözücü olmalı, ancak taşıyıcı ile kimyasal bir tepkimeye girmemelidir [41].

3.3. Sıvı Membran Proseslerinde Kullanılan Taşıyıcının Seçimi

Sıvı membranlarda taşınımı sağlamak için membran faz içerisine uygun bir kompleksleştirici madde eklenmelidir. Taşıyıcının seçimi uygun yapılırsa, bir madde için çok yüksek seçicilikler elde edilebilir. İstenilen bir ayırma için uygun bir taşıyıcının seçilmesi ayırma proseslerine özgü bir çok faktöre bağlıdır. Bu faktörler, yapılmış olan bazı modelleme çalışmalarının yardımıyla tahmin edilebilir [42]. Ayrıca sistemdeki fizikokimyasal şartlar ve taşıyıcının yapısıyla (bağlı fonksiyonel grupların tipi, bağlanma durumu, zincir yapısı ve kompleks oluştururken yaptığı bağ türleri gibi) ilgili bazı özellikler belirleyici olabilir. Seçiciliği arttırmak için yeni taşıyıcıların geliştirilmesi de mümkündür [23,37].

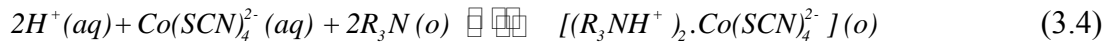
3.4. Sıvı Membranlarda Taşınım Mekanizması



Şekil 3.4. Destekli sıvı membran içerisindeki taşınım prosesinin şematik gösterimi

Bir tersiyer amin olan Alamine 308 ekstraktantı ile kobaltın solvent ekstraksiyon kimyası çok iyi bilindiğinden sıvı membranlarla permeabilite çalışmaları için kobalt ve nikelin taşınım prosesi seçilmiştir. Bu proses sıvı membranlarda solvent ekstraksiyonundakinin aynısıdır. Amin/sülfat komplekslerinin nasıl reaksiyon vermediğinin açıklanması için sülfat gerektirmeyen ekstraksiyon mekanizması aşağıdaki eşitlikte verilmiştir [43].

Ekstraksiyon reaksiyonu besleme-membran arayüzeyinde meydana gelmektedir :



Bu reaksiyona ait ekstraksiyon denge sabiti (K_{ex}) ile dağılım katsayısı (K_d) sırasıyla denklem (3.5) ve (3.6) ile verilmektedir :

$$K_{ex} = \frac{[(R_3NH^+)_2 \cdot Co(SCN)_4^{2-}](o)}{[H^{+2}][Co(SCN)_4^{2-}][R_3N]^2} \quad (3.5)$$

$$K_d = \frac{[(R_3NH^+)_2 \cdot Co(SCN)_4^{2-}](o)}{[Co(SCN)_4^{2-}](aq)} \quad (3.6)$$

Denklem (3.4)-(3.6)'daki (o) ve (aq) indisleri sırasıyla organik ve sulu fazları göstermektedir. R_3N ekstraktant olan bir tersiyer amini (Alamine 308) ifade etmektedir. Bununla birlikte ekstraksiyon reaksiyonu (denklem (3.4) ile sıyırma reaksiyonu (denklem (3.7)) membran-sıyırma çözeltisi ara yüzeyinde aynı anda meydana gelmektedir. Bu sebepten denklem (3.5) ile ifade edilen ekstraksiyon dengesi geleneksel solvent ekstraksiyonunda olduğu gibi artık geçerli değildir [44].

Sıyırma reaksiyonu :



Şekil 3.3 sıvı membran prosesindeki kobaltın (Co^{2+}) taşınım proseslerini şematik olarak göstermektedir ve taşınım katsayıları aşağıdaki denklemlerde verilmiştir:

(i) Sulu faza ait besleme-membran sınır tabakasındaki $Co(SCN)_4^{2-}$ 'ın difüzyonu:

$$k_{fb} = D_a / \delta_{fb} \quad (3.8)$$

(ii) Ekstraksiyon: denklem (3.4) ile verilen ileri kimyasal reaksiyon için

$$K_e = K_{ex} \left(\frac{[R_3N]^2}{[H^+]_f^2} - 1 \right) \quad (3.9)$$

veya;

$$k_e = D_a K_d / \delta_{fb} \quad (3.10)$$

(iii) $Co(SCN)_4^{2-}$ (aq) -Alamine 308 kompleksinin sıvı membran fazındaki difüzyonuyla ilgili kütle transfer katsayısı

$$k_m = D_m / \delta_m \quad (3.11)$$

Destekli sıvı membran halinde denklem (3.11) aşağıdaki gibi yazılır :

$$k_m = \frac{D_m \varepsilon}{\delta_m \tau} \quad (3.12)$$

(iv) Sıyırma: denklem (3.4)'deki kimyasal reaksiyonun tersi

(v) Sulu faza ait sıyırma/membran sınır tabakasındaki difüzyon prosesi

(vi) Rejenere olan Alamine 308'nin membran fazda geri difüzyonu

kobaltın kütle akısı denklem (3.13) ile verilmektedir

$$J = -\frac{V_f}{A\varepsilon} \frac{dC_f}{dt} \quad (3.13)$$

Denklem (3.13)'in integrasyonundan tüm kütle transfer katsayısı ($k_{tüm}$) olan permeasyon katsayısının (P) deneysel olarak ölçümünü sağlar [44].

$$\ln \frac{C_f}{C_0} = -\frac{k_{tüm} A \cdot \varepsilon \cdot t}{V} \quad (3.14)$$

Farklı sıvı membran proseslerinin performanslarının karşılaştırılabilmesi için yeni bir parametre olan membran-kullanılabilirlik verim katsayısı (MUE), birim zamanda birim membran faz hacminde taşınan miktar olarak tanımlanır [44]:

$$MUE = \frac{V_s \cdot dC_s}{V_0 \cdot dt} \quad (3.15)$$

Bir bileşenin belirli bir karışımda sıvı membranların seçiciliğini incelemek için ayırma faktörü (α) tanımlanmıştır. İki metal iyonuna ait ayırma faktörü denklem (3.16) ile verilmektedir [44]:

$$\alpha = \frac{(C_o / C_{Ni})_{sıyırma}}{(C_{Co} / C_{Ni})_{besleme,0}} \quad (3.16)$$

Burada C_{Co} ve C_{Ni} başlangıçtaki besleme çözeltisindeki veya sıyırma çözeltisindeki Co ve Ni konsantrasyonlarını göstermektedir.

3.5. Membran Uygulama Alanları

3.5.1. Biyokimyasal ve biyotıp uygulamaları

Antibiyotik, aminoasid ve vitaminlerin fermente çözeltilerinin filtrasyonu, ilaç prosesi çözeltilerinin konsantrasyonu, protein seperasyonu, solvent, asid, alkali geri kazanımı, de-pyrogenation, enzim üretimidir. Sıvı membranlar biyokimyasal ve biyotıp uygulamalar için özellikle çok uygundur. Bu kısmen biyolojik sistemlerden toksinlerin giderilmesine müsaade eden büyük esneklik, enzim ve ilaçları yavaşça

zerkedilmesi ve biyokimyasal reaktörler için immobilizasyon tekniği olarak membranların kullanılması sebebiyledir [35].

3.5.2. Kanın oksijenlendirilmesi ve suni alyuvarlar

Kanın oksijenlendirilmesi için bir florokarbon sıvı membranda toplanan faz oksijen kabarcıkları oksijeni tükenmiş kanla temas ettirilir [46,47]. Temas sırasında oksijen membrandan kana transfer olmakta, CO₂ ise zıt yönde difuzlenmekte ve dışarı atılmaktadır. Bu prosese anahtar membran fazdaki florokarbonların kullanılmasıdır. Florokarbonlar insan kanı ile uyumludur ve bu sebepten geleneksel cihazlarda karşılaşılan kan hücrelerine zararı ortadan kaldırır [35]. Sıvı membranlar suni kan hücrelerini elde etmekte de kullanılır [48]. Bu teknikte sıvı membranlar suni hücrelerin teşekkülü için templates görevi görürler.

3.5.3. Kandan toksiklerin giderilmesi

Bir sıvı membran sistemi karaciğer yetmezliği sırasında kandan fenolik toksinleri gidermekte de kullanılabilir [49]. Teknik atık sulardan fenolün giderilmesine benzerdir, fakat iç tutuklama reaktifi uridinediphosphoglucuronic acid (UDPGA) ve uridinediphosphoglucronyltransferase (UDPGT) enzimlerinin sulu bir çözeltisinden ibarettir. UDPGA, membranda tutuklanan organikte çözünmeyen bir kompleksi oluşturmak için UDPGT ye fenolik bileşikleri bağlama vazifesi görür [49]. Ekstraksiyon, çoğu sıvı membran proseslerine göre yavaştır (200 dakikada % 75-80 nin giderilmesi); bununla beraber proses plazma ve tüm kana eşit derecede uygulanabilir. Uridinediphosphoglucronyltransferase ve glucuronic asidin bir karışımı da fenollerle bir kompleks yapmakta kullanılabilir [50].

3.5.4. Aşırı dozda alınan ilaçlara karşı acil tedavi

Aşırı dozda alınan ilaçların acil tedavisi için sıvı membran formülasyonları uygulanmıştır [51]. Sıvı membranlar bu maksatla emetik (emetics) fayda veya peritonal diyaliz gibi tekniklerde potansiyel avantajlara sahiptir. Bunlar hazırlama ve işletme kolaylığı, potansiyel olarak verimli ve minimal hastalık direncine sahiptir.

Esasen, teknik bir çok ilacın davranış bakımından fenolden çok farklı olmayan organik asitler olması dolayısıyla atık sulardan fenol ve asitlerin ekstraksiyonundakine benzerdir. Aspirin (asetil salisilik asit) veya barbitüratlar gibi iyonlaşmayan ilaçlar sıvı membran içerisinden difüzenir ve fenoller gibi aynı şekilde bazik tamponlarla iç fazda tutulur. Süt gibi bir görünüme ve stabiliteye sahip olan sıvı membran emülsiyonu hastalara ağızdan verilebilir [51, 52].

3.5.5. Kronik üre tedavisinde sıvı membranlar

Kronik üreyi tedavi etmede, sıvı membranları kullanma tekniği [53-55] hastalara ağızdan verilen çift sıvı membran sisteminden ibarettir. Bu emülsiyon ürenin amonyağa parçalandığı ince bağırsaklarda yavaşça açığa çıkan üreaz içermektedir; ikinci emülsiyon asit içerir ve amonyak için bir kapan vazifesi görür. Her iki emülsiyonda kullanıldıktan sonra (stool) da yok edilir. Hem "vitro" ve hem de "vivo" olarak ümit verici sonuçlar elde edilmiştir. Vivo deneylerde üreli köpekler kullanılarak sıvı membran sistemlerinin hem uygulanabilirliği ve hem de verimliliği gösterilmiştir. Hem üreaz ve hem de amonyak parçalanmasının tek bir "vivo" deneyde gösterildiği çift emülsiyon sistemi kavramı da teyid edilmiştir [54, 55].

3.5.6. Kimya ve boyar madde endüstrisi

Boyar maddelerin desalinasyonu, konsantrasyonu, optik beyazlatıcıların desalinasyonu, filtrasyon, boyar madde atık su arıtma ve geri kazanımdır [56].

3.5.7. Gıda endüstrisi

Peynir endüstrisinde peynir altı suyu protein ve laktoz seperasyonu, peynir altı suyunun desalinasyonu ve konsantrasyonu, peynir tankı tuz geri kazanımı, süt standardizasyonu, yağ giderimi, süt kaymağı konsantrasyonu, şeker ve polisakkarid konsantrasyonu ve arıtılması, alkali geri kazanımı, renk giderimidir.

3.5.8. Meşrubat endüstrisi

Meyve suyu filtrasyonu, arıtma veya konsantrasyonu, pulp susuzlaştırma, otomotiv endüstrisi, E-coat / Kataforez kaplama boya ları, su ve atıksu arıtma, içme suyu arıtma, proses suyu arıtmadır.

3.5.9. Metal ekstraksiyonu

Metallerin sıvı membran prosesi ile ekstraksiyonu için çok fazla sayıda araştırma mevcut bulunmaktadır. Çeşitli atık sulardan çeşitli metal iyonlarının giderilmesi ve çeşitli liç çözeltilerinden metallerin geriye kazanılması konusunda elde edilen sonuçlar ümit vadetmektedir. Bugüne kadar çeşitli metal serileri (alkali, toprak alkali, transisyon ve ağır metaller), bu yeni prosesle incelenmiştir. Bu metaller arasında en fazla bakır incelenmiştir [57]. Destekli sıvı membran çalışmaları Tablo 3.1’de gösterilmektedir.

Tablo 3.1. Destekli sıvı membran çalışmaları

No	Ayrılan Madde	Membran Desteği				Membran Karışımı	Ref.
		Malzeme	Göz Çapı, (µm)	Gözene klilik (%)	Kalınlık (µm)		
1	Sitrik asitin sulu çözeltilerinden geri kazanılması	Celgard 2400, (PP Celanese Co)	0,02	38	25	Tri-n-dodesilamin + n—oktanol + Shellsol71	69
2	Metal iyonlarının ayrılması ve zenginleştirilmesi (Cu-Zn; Cr(VI) ve Cr(III))	Accurel (Enka AG) Polipropilen	0,4	70	150	LIX64N ve D2EHPA, Aliquat 336; DNNSA	67
3	Sülfirik asit çözeltilerinden indiyumun geri kazanılması	Accurel (Enka AG) Polipropilen	0,1-0,2		Hollow fiber 300		37
4	Yer altı sularından nitrat, teknesyum (VII) ve kromun (VI) giderilmesi	Celgard 2500, Polipropilen	0,04	45	25	Trilaurylamine + n-dodekan	41
5	Sıvı membranların endüstriyel uygulamaları (In,Ga,Al ve Zn'nun ayrılması)	Celgard 2500	0,4 . 5,0		25		42
		Göre- Tex (PTFE)	0,02 . 5,0		50-100		
		Göre- Tex PP-laminat film	0,2		150 Teflon-PP)		

Tablo 3.1. (Devam) Destekli sıvı membran çalışmaları

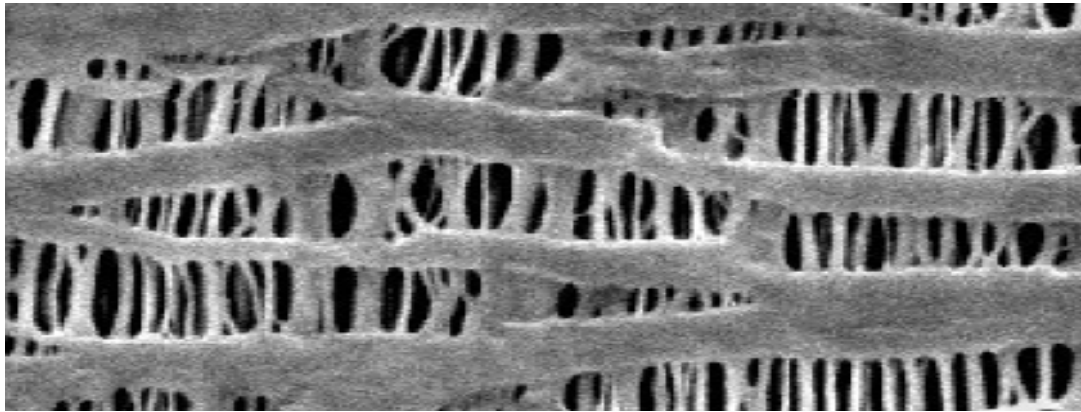
6	İndiyum(III) ve galyumun ayrılması	Gözenekli teflon filmi		77	47	Diisostearyl-phosphoric acid + n-heptane	38
7	Kromun ayrılması Cr(VI) ve Cr(III)	Durapore	0,22	75	125	Cyanex 923 + Xylene	62
		Fluoropore	0,20	70	175		
8	Doğal sularda krom türleşmesi (Cr(VI), Cr(III))	PTFE FG Milipore, Bedford, ABD	0,2	70	175	Aliquat; D2EHPA + Kerosen	63
9	Galyum ve indiyumun ayrılması	Fluorope FB-010 (PTFE)	0,1	50	60	2-BDA + Dodekan	68
10	Kobalt ve nikelin ayrılması	Fluorope	0,1	57	60		61
11	Kadmiyumun permeasyonu	Selüloz nitrat diskleri	0,45	70			64
12	Cr (III), Cr (II) ve Cd(II)'nin geri kazanılması	Mikroporöz polipropilen	0,2	70	150	DNNSA; Aliquat 336; Alamine 336 + o-ksilen, kerosen ve N-heptan	60
13	Lantanidlerin (La,Nd,Sm,Eu, Tb,Tm ve Lu)	Fluorope FP-045 (Sumitomo Electric Ind.) (PTFE)	0,45	74	80	Versatic 10 + Kerosen	59
14	Yer altı sulardan uranyum giderilmesi	Polipropilen hollow fiberleri Enka, USA	0,1	75	200	Bis (2,4,4-trimetilpentil) – fosforik asit; Cynex 272 + n-dodelan	66
15	Cd ²⁺ iyonlarının transferi	Polipropilen düz levha ve hollow fiber, Accurel, (Enka AG)	0,2	70	150	Alamine 336 + o-Ksilen	58
16	Fenolün taşınım pros. destekli sıvı membranların kararsızlık mek.	Celgard 2500 Polipropilen	0,075 . 0,25	45	25 ± 2,5	n-Dekanol	44

3.6. Sıvı Membran Destek Tipleri ve Özellikleri

3.6.1. Celgard membran filminin özellikleri

Tablo 3.2. Celgard 2500 (PP)'nin özellikleri [45].

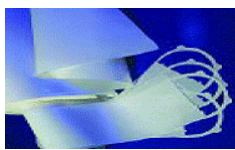
Özellikleri	Birimi	Tipik değeri
Gözeneklilik	%	55
Gözenek çapı	μm	0,209 μm x 0,054 μm
Kalınlık	μm	25 μm
Daralma (çekme)	%	3
Çekme gerilmesi (MD)	k/cm^2	1200
Çekme gerilmesi (TD)	k/cm^2	115



Şekil 3.5. Celgard 2500 (PP)'nin SEM Fotoğrafi (X20000) [45].

3.7. Membran Modülleri

Membran modülleri düz levha (levha-çerçeve), spiral sarımlı, hollow fiber ve tubular olarak dörde ayrılır ve Şekil 3.6 da gösterilmektedir [56].



Düz Levha



Spiral Sarımlı



Hollow Fiber



Tubular

Şekil 3.6. Membran modülleri

BÖLÜM 4. MATERYAL VE METOT

4.1. Kimyasal Maddeler

Kullanılan tüm kimyasallar analitik saflık derecesindedir. Kloroform, NH₃, asetik asit, NaOH, trietanolamin (TEA), analitik saflıkta olup, Merck firmasından satın alınmıştır. Ekstraktant olarak Alamine 308 (Triizo-oktil amin), modifiyer olarak tributilfosfat (TBP) kullanılmış, kobalt ve nikel için gerekli stok çözelti Reidel-de-Haen firmasından temin edilen; kobalt (II) klorür hegzahidrat (CoCl₂.6H₂O)'dan ve nikel sülfat hegzahidrat (NiSO₄.6H₂O)'dan hazırlanmıştır.

4.2. Destekli Sıvı Membranların Hazırlanması

Destekli sıvı membranlarla yapılan deneysel ölçümler iki bölmeli test hücresinde yapılmıştır. Besleme çözeltisi ve sıyırma çözeltisi her birinin hacmi 250 mL olup, her iki bölme birbirinden kesit alanı 12,56 cm² olan bir membran desteği ile ayrılmıştır. Polimer destek; çözücü, ekstraktant ve modifiyerdan ibaret olan membran karışımı içerisinde 18 saat bir buzdolabında muhafaza edildi. Besleme ve sıyırma çözeltileri, kitlesel çözeltilerdeki ve membran ara yüzeylerindeki konsantrasyon polarizasyonunu önlemek amacıyla bir mekanik karıştırıcı yardımıyla 20 °C'de karıştırılmıştır.

Her bir saatte besleme ve sıyırma çözeltilerinden yaklaşık 1–2 mL kadar örnek eş zamanlı olarak alınarak, istenen kobalt ve nikel analizleri gerekli seyreltmeler yapılarak Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresiyle (Shimadzu AA-6701GF model) ölçülmüştür.

4.3. Başlangıç Kütle Akısı (J_o) ve Permeasyon Katsayısı (P)

Başlangıç kütle akısı (J_o), konsantrasyon-zaman (C-t) eğrilerinden denklem (4.1)'den hesaplanmıştır.

$$J_o = -\left(\frac{dC}{dt}\right)_o \left(\frac{V_f}{A.\varepsilon}\right) \quad (4.1)$$

Bu denklemde $\left(\frac{dC}{dt}\right)_o$, $t = 0$ 'daki eğrinin eğimidir, V_f :besleme çözeltisinin hacmi ve $A\varepsilon$: membran permeasyonuna ait yüzey alanıdır.

Permeasyon katsayısı (P), denklem (4.2)'den hesaplanmıştır.

$$\ln \frac{C}{C_o} = -P.t.A.\varepsilon / V_f \quad (4.2)$$

Bu denklemde A:membran kesit alanı (cm^2); ε : membranın gözenekliliği (-); V_f : besleme çözeltisi hacmi, C ve C_o : sırasıyla besleme çözeltisinin herhangi bir t anındaki ve başlangıçtaki metal konsantrasyonları ve t ise geçen süredir.

4.4. Membran Desteği

Membran karışımı; çözücü, ekstraktant ve modifiyerdan ibarettir. Alamine 308 (trizooktil amin, Cognis Co., A.B.D.) % 99'dan daha saftır. Polimer destek olarak Celgard 2500 (Polipropilen, PP, % 55 gözeneklilik, 25 μm kalınlık ve 0.209 x 0.054 μm gözenek boyutuna sahip) polimer filmleri kullanılmıştır. Polimer filmi, hazırlanan membran karışımında 18 saat süreyle muhafaza edilmiştir. Bu süre sonunda membran karışımının absorplandığı polimer destek, test ünitesine hemen yerleştirilir. Kullanılan polimer filmlerin bazı özellikleri Tablo 3.1'de verilmiştir.

4.5. Test Hücresi

Camdan imal edilen test hücresi şematik olarak deney öncesi ve deney bitiminde olmak üzere Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de gösterilmektedir.



Şekil 4.1. Destekli sıvı membrana ait test hücresinin şematik olarak gösterilmesi (deney başlangıcı)



Şekil 4.2. Destekli sıvı membrana ait test hücresinin şematik olarak gösterilmesi (deney sonu)

4.6. Sistemin Çalışması

Membran karışımı içerisinde emdirilen (empreyne edilen) polimer destek, besleme ve sıyırma bölmeleri arasına itinalı bir şekilde yerleştirildi. Uygun konsantrasyonlarda hazırlanan besleme ve sıyırma çözeltileri, ilgili bölmelere konuldu ve istenen devir sayısına ayarlanan mekanik karıştırıcılar çalıştırıldı. Her saat sonunda iki bölmeden 1–2 mL kadar örnekler alındı. İşleme, 7 saat veya daha fazla süre devam edildi. Çalışma sonunda karıştırıcı durdurularak, çözeltiler boşaltıldı ve alet suyla iyice çalkalanarak, daha sonra nitrik asit banyosunda bir gece bekletildi. Test hücresi, bir sonraki işlemde kullanılmak üzere tekrar musluk suyu ve ardından saf suyla iyice yıkanarak yeniden kullanılmak üzere hazırlandı. Alınan numuneler AAS’de analiz edilerek Co ve Ni konsantrasyonları mg/L cinsinden tayin edildi.

BÖLÜM 5. SONUÇLAR

Kobaltın seyreltik sulu çözeltilerden destekli sıvı membranlarla ekstraksiyonuna etki eden besleme çözeltisi pH'ı, besleme çözeltisi karıştırma hızı, ekstraktant konsantrasyonu (Alamine 308), modifiyer (TBP) konsantrasyonu ve besleme çözeltisindeki NH_4SCN konsantrasyonu gibi parametreler deneysel olarak incelenerek aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir

1. Besleme karıştırma hızı, 600 devir/dakika ile 1500 devir/dakika arasında değiştirilmiş olup, en yüksek verim % 70,1 olarak 900 devir/dakika değerinde elde edilmiştir.
2. Sıyırma karıştırma hızı, 600 devir/dakika ile 1500 devir/dakika arasında değiştirilmiş olup, en yüksek verim % 74,96 olarak 900 devir/dakika değerinde elde edilmiştir.
3. Membran karışımında çözücü olarak, kloroform n-dekanol, ksilen gibi çözücüler denenmiş olup, en yüksek verim % 62,1 ile kloroformda elde edilmiştir.
4. Besleme çözeltisi pH'ı 3.0 ile 6.0 arasında değiştirilmiş olup, en yüksek verim pH = 4 değerinde 7 saatte % 62 olarak elde edilmiştir.
5. Ekstraktant (Alamine 308) konsantrasyonu, % 0 w/w ile % 15 w/w arasında değiştirilmiş olup, en yüksek verim % 10 w/w Alamine 308 ile elde edilmiştir. 7 saatte kobaltın % 75.1'i ekstrakte edilmiştir. Ekstraktant konsantrasyonunun artmasıyla ekstraksiyon verimi % 10'a kadar artmakta ve daha sonra tekrar azalmaktadır.

6. Modifiyer (TBP) konsantrasyonu, % 0 w/w ile % 30 w/w arasında değiştirilmiş olup, en yüksek verim % 25 w/w TBP ile 7 saatte kobaltın % 57,6'sı ekstrakte edilmiştir.
7. NH_4SCN konsantrasyonu, 0,0 M ile 1 M arasında değiştirilmiş olup, en yüksek verim 0,5 M NH_4SCN ile % 75,4 elde edilmiştir.
8. Sıyırma Çözeltisi, 1 M NH_3 + 1 M TEA karışımı ve 1 M Na_2CO_3 ile 3 M Na_2CO_3 arasında değiştirilmiş olup, en yüksek verim % 62,1 ile , 1 M NH_3 + 1 M TEA karışımında elde edilmiştir.
9. Ortam Sıcaklığı 25 °C ile 50°C arasında değiştirilmiş olup, en yüksek verim % 68,6 ile 35 °C'de elde edilmiştir.
10. Mevcut deneysel parametrelerin incelenmesinden optimum şartlar aşağıdaki gibi elde edilmiştir:

1. Çözücü: Kloroform
2. NH_4SCN konsantrasyonu : 0.5 M
3. Polimer destek türü : Celgard 2500 (PP)
4. Besleme çözeltisi pH'ı : 4.0
5. Sıyırma çözeltisi (NH_3 + TEA) konsantrasyonu: 1 M
6. Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 900 dev/dak
7. Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı: 900 dev/dak
8. Ekstraktant (Alamine 308) konsantrasyonu: % 10 w/w
9. Modifiyer (TBP) konsantrasyonu: %25 w/w
10. Ortam sıcaklığı: 35 °C

BÖLÜM 6. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

6.1. Giriş

Sıvı membran sistemleri sıyırma çözeltisi olduğu kadar, membranın da (çözücü, taşıyıcı veya ekstraktant, katkı maddelerinden ibaret) uygun bir şekilde seçilmesi sonucu, bir veya daha fazla komponentin (metal iyonları, organikler vs. gibi) giderilmesi, ekstraksiyonu veya konsantre hale getirilmesi mümkündür.

Kobaltın; kobalt ve nikel içeren seyreltik sulu çözeltilerden destekli sıvı membranlarla ekstraksiyonu ve ayrılmasına etki eden besleme çözeltisi pH'ı, besleme çözeltisindeki NH_4SCN konsantrasyonu, besleme çözeltisi karıştırma hızı, ekstraktant (Alamine 308) konsantrasyonu, modifiyer (TBP) konsantrasyonu gibi parametreler incelenerek optimum şartlar elde edilmiştir. Bu parametrelerin besleme çözeltisindeki kobalt ekstraksiyonuna ve nikelden ayrılmasına etki eden parametrelerin her biri ayrı ayrı incelenmiştir.

6.2. Besleme Çözeltisi Karıştırma Hızının Etkisi

Besleme çözeltisi karıştırma hızının Co(II) ekstraksiyon hızına veya verimine etkisi besleme fazı için Tablo 6.2 ile Şekil 6.1'de, sıyırma fazında ise Tablo 6.3 ile Şekil 6.2'de gösterilmektedir. Başlangıç kütle akısı (J_0) ve permeasyon katsayısı (P)'nin besleme çözeltisi karıştırma hızına bağlı olarak değişimi sırasıyla Şekil 6.3 ve Şekil 6.4' de gösterilmiştir. Besleme çözeltisi karıştırma hızı 600 devir/dakika ile 1500 devir/dakika arasında değiştirilmiştir. Tablo 6.2 ve Şekil 6.1' den en yüksek ekstraksiyon veriminin 900 devir/dakika karıştırma hızı ile 7 saatte % 70,9 olarak elde edilmiştir. Bu durum besleme-membran ara yüzeyine bitişik sulu faza ait sınır tabaka kalınlığının, besleme çözeltisi karıştırma hızının artmasına karşılık azalması sonucu, kobaltın ekstraksiyon hızının artmasına yol açmıştır. Karıştırma

hızı arttıkça permeasyon katsayısı artma eğilimindedir. Aynı şekilde en yüksek ekstraksiyon hızı 900 dev/dak'da elde edilmiştir. Ancak Şekil 6.4'den de görüldüğü gibi, 900 dev/dak'dan daha yüksek karıştırma hızlarında permeasyon katsayısı tekrar azalmaktadır. Bu ise sulu fazdaki sınır tabaka kalınlığının artan karıştırma hızı ile azaldığını göstermektedir. Diğer bir deyimle, karıştırma hızı yüksek olduğunda karıştırma ile sebep olunan yüksek turbülanstan dolayı membran gözeneklerindeki ekstraktantın gözeneklerden olası olarak dışarıya çıkması sonucu ekstraksiyon yüzdesi azalabileceği söylenebilir.

6.3. Sıyırma Çözeltisi Karıştırma Hızının Etkisi

Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının Co(II) ekstraksiyon hızına veya verimine etkisi besleme fazı için Tablo 6.4 ile Şekil 6.5'de, sıyırma fazında ise Tablo 6.5 ile Şekil 6.6'de gösterilmektedir. Başlangıç kütle akısı (J_0) ve permeasyon katsayısı (P)'nin besleme çözeltisi karıştırma hızına bağlı olarak değişimi sırasıyla Şekil 6.7 ve Şekil 6.8'de gösterilmiştir. Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı 600 devir/dakika ile 1500 devir/dakika arasında değiştirilmiştir. Tablo 6.4 ve Şekil 6.5'den en yüksek ekstraksiyon veriminin 900 devir/dakika karıştırma hızı ile 7 saatte % 75 olarak elde edilmiştir. Bu durum besleme-membran ara yüzeyine bitişik sulu faza ait sınır tabaka kalınlığının, besleme çözeltisi karıştırma hızının artmasına karşılık azalması sonucu, kobaltın ekstraksiyon hızının artmasına yol açmıştır. Karıştırma hızı arttıkça permeasyon katsayısı artma eğilimindedir. Aynı şekilde en yüksek ekstraksiyon hızı 900 dev/dak'da elde edilmiştir. Ancak Şekil 6.8'den de görüldüğü gibi, 900 dev/dak'dan daha yüksek karıştırma hızlarında permeasyon katsayısı tekrar azalmaktadır. Bu ise sulu fazdaki sınır tabaka kalınlığının artan karıştırma hızı ile azaldığını göstermektedir. Diğer bir deyimle, karıştırma hızı yüksek olduğunda karıştırma ile sebep olunan yüksek turbülanstan dolayı membran gözeneklerindeki ekstraktantın gözeneklerden olası olarak dışarıya çıkması sonucu ekstraksiyon yüzdesi azalabileceği söylenebilir.

6.4. Membran Karışımındaki Çözücü Cinsinin Etkisi

Kloroform, n-dekanol, ksilen gibi çözücülerin ekstraksiyon hızına veya verimine etkisi besleme fazında Tablo 6.6 ve Şekil 6.9 ve sıyırma fazında ise Tablo 6.7 ile Şekil 6.10'da gösterilmektedir. Başlangıç kütle akısı (J)'nin çözücü cinsine bağlı olarak değişimi ve permeasyon katsayısı (P)'nin Şekil 6.11 ve Şekil 6.12'de gösterilmiştir. Gerek besleme fazı ve gerekse sıyırma fazında çözücü olarak kloroformun iyi bir performans gösterdiği görülmektedir. Kloroformu ise sırasıyla ksilen ve n-dekanol takip etmektedir. Kloroform ile 7 saatte kobaltın % 62,1'i ekstrakte edilmiştir. Kullanılan çözücülerin 20°C'deki dielektrik sabitleri Tablo 6.1.'de gösterilmektedir.

Tablo 6.1. Çözücülerin 20°C'deki dielektrik sabitleri.

Çözücü cinsi	Dielektrik sabiti	% Ekstraksiyon (7 saat)
Kloroform	4.8	62.1
n-Dekanol	8.1	17,9
Ksilen	2.4	52,3

Tablo 6.1'den de görülebileceği gibi, çözücünün dielektrik sabitinin artması ekstraksiyon veriminin artmasına her zaman yol açmamaktadır. Bu durum Kumbasar ve Tutkun tarafından da gözlenmiştir [70]. Ekstraksiyon verimine çözücünün ekstraktant üzerindeki solvasyon etkisinin önemli olabileceği belirtilmiştir [71].

6.5. Besleme Çözeltisi pH'ının Etkisi

Besleme çözeltisi pH'ının kobaltın ekstraksiyon hızına etkisi pH 3,0 ile 6,0 aralığında incelenmiş ve sonuçlar besleme fazı için Tablo 6.8 ve Şekil 6.13' de, sıyırma fazı için ise Tablo 6.9 ve Şekil 6.14'de gösterilmektedir. Başlangıç kütle akısının (J_0) ve permeasyon katsayısı (P)'nin besleme çözeltisi pH'ı ile değişmesi sırasıyla Şekil 6.15 ve Şekil 6.16'de verilmektedir. Besleme çözeltisinin pH'ının 3.0'den 6.0'ya artmasıyla kobaltın ekstraksiyon veriminin % 11,44 ile % 39.5 arasında değiştiği gözlenmiştir. Tablo 6.8'den de görülebileceği gibi, en yüksek ekstraksiyon verimi % 62.1 ile pH = 4'de elde edilmiştir. Denklem (3.4)'den H^+

iyonu konsantrasyonunun artmasıyla oluşan kompleksin, $[(R_3NH^+)_2 \cdot Co(SCN)_4]^{2-}$ konsantrasyonu artar. Buna mukabil, denklem (3.7) ile verilen sıyırma reaksiyonunda bazik ortamda kompleks kolaylıkla bozunmaya uğrar. Bu sebeple pH'nin etkisi ekstraksiyon ve sıyırma reaksiyonlarına uygun olarak hareket etmektedir. Emülsiyon sıvı membranlarıyla yapılan benzer bir çalışmada [72] kobalt ekstraksiyon veriminin en yüksek olduğu pH değeri de gene 4 olarak bulunmuştur. Bu sebepten, toplam maksimum ekstraksiyon pH = 4.0'de elde edildi ve bu suretle de pH'nin sabit tutulması gereklidir. Besleme çözeltisini sabit tutmak için sodyum asetat-asetik asetik asit tamponu kullanılmıştır.

6.6. Ekstraktant (Alamine 308) Konsantrasyonunun Etkisi

Ekstraktant (Alamine 308) konsantrasyonunun ekstraksiyon hızı veya ekstraksiyon verimine etkisi besleme fazı için Tablo 6.10 ile Şekil 6.17'de, sıyırma çözeltisi için ise Tablo 6.11 ile Şekil 6.18'da gösterilmektedir. Başlangıç kütle akısının (J_0) ve permeasyon katsayısı (P)'nin ekstraktant (Alamine 308) konsantrasyonuna bağlı olarak değişmesi sırasıyla Şekil 6.19 ve Şekil 6.20' de gösterilmiştir. Alamine 308 konsantrasyonu % 0 ile % 15 arasında değiştirildiğinde, en yüksek ekstraksiyon veriminin % 10 Alamine 308 ile 7 saatte % 75,1 olarak elde edildiği Tablo 6.10 ile Şekil 6.17'den görülmektedir. Alamine konsantrasyonu % 0'dan % 10'a artırıldığında kobaltın ekstraksiyon verimi % 57'den % 74.9'a kadar artmakta, ancak TIOA konsantrasyonu % 10'dan %15'e arttırıldığında ise, ekstraksiyon verimi aynı sürede % 74.9'dan % 45.8'e azalmaktadır. Bunun sebebi, Alamine 308 konsantrasyonunun belirli bir değerin ötesine artmasıyla membran karışımının viskozitesindeki artışın, $[(R_3NH^+)_2 \cdot Co(SCN)_4]^{2-}$ kompleksinin de difüzyon direncinin artmasının sonucu olarak kompleksin taşınımının yavaşlaması olarak düşünülebilir.

6.7. Modifiyer (TBP) Konsantrasyonunun Etkisi

Modifiyer (TBP) konsantrasyonunun ekstraksiyon hızı veya ekstraksiyon verimine etkisi besleme fazı için Tablo 6.12 ile Şekil 6.21' da, sıyırma çözeltisi için ise Tablo 6.13 ile Şekil 6.22'de gösterilmektedir. Başlangıç kütle akısı (J_0) ve

permeasyon katsayısı (P)'nin modifiyer (TBP) konsantrasyonuna bağlı olarak değişimi sırasıyla Şekil 6.23 ve Şekil 6.24' de gösterilmiştir. Kobaltın ekstraksiyonunu arttırmak veya geliştirmek amacıyla ekstraktanta ilaveten çözücüye modifiyer olarak adlandırılan kimyasallar ilave edilir [73]. Genelde, modifiyer olarak tercih edilen maddeler, yaklaşık 10-13 karbon aralığındaki alkoller ile organik karışımın ekstraksiyon, faz ayrılması ve/veya diğer önemli karakteristiklerini iyileştirmek için alkilendirilmiş (8-12 karbon atomu) fenollerdir [64]. Ancak, tributil fosfatın (TBP), bir modifiyer olarak kobaltın ekstraksiyon hızı üzerinde pozitif bir etki yaptığı bulunmuştur. TBP konsantrasyonu % 0 ile % 30 arasında değiştirildiğinde, kobaltın ekstraksiyon verimi de % 32,3'den % 41,8'e değişmekte ve en yüksek ekstraksiyon veriminin ise 7 saatte % 25 TBP ile % 57,6 olarak elde edildiği Tablo 6.12 ile Şekil 6.21'da görülmektedir. Diğer bir deyimle TBP'in ekstraksiyon üzerinde sinerjik bir etki yaptığı görülmektedir. Bu durumda ekstraksiyon ve sıyırma reaksiyonları aşağıdaki denklemlerle gösterilebilir [74].

Ekstraksiyon :



Sıyırma :



6.8. Kompleks Yapıcı Reaktif (NH₄SCN) Konsantrasyonunun Etkisi

Besleme çözeltisindeki NH₄SCN konsantrasyonunun ekstraksiyon hızı veya ekstraksiyon verimine etkisi besleme fazı için Tablo 6.14 ile Şekil 6.25' da, sıyırma çözeltisi için ise Tablo 6.15 ile Şekil 6.26' de gösterilmektedir. Başlangıç kütle akısı (J_o) ve permeasyon katsayısı (P)'nin NH₄SCN konsantrasyonuna bağlı olarak değişimi sırasıyla Şekil 6.27 ve Şekil 6.28'de gösterilmiştir. NH₄SCN konsantrasyonu % 0,0 M ile % 1,00 M arasında değiştirildiğinde, en yüksek ekstraksiyon veriminin 7 saatte 0,5 M NH₄SCN ile % 75,4 olarak elde edildiği Tablo 6.14 ile Şekil 6.25'den görülmektedir. NH₄SCN konsantrasyonunun

artmasıyla kobaltın ekstraksiyon veriminin değişmesi pek düzenli değildir. Emülsiyon sıvı membranlarıyla kobalt-nikel ayrılmasında yapılan benzer bir çalışmada, NH_4SCN konsantrasyonunun artmasıyla ekstraksiyon verimi de artmakta, fakat NH_4SCN konsantrasyonu arttıkça, ekstraksiyon verimindeki artış yavaşlamaktadır [72].

6.9. Sıyırma Çözeltisinin Konsantrasyonunun Etkisi

1 M TEA+ 1 M NH_3 sıyırma çözeltisi yanında, Na_2CO_3 'da sıyırma çözeltisi olarak kullanılmıştır. Sıyırma çözeltisinin (Na_2CO_3) konsantrasyonu 1 M ile 3 M arasında değiştirilerek, kobaltın ekstraksiyon hızı veya ekstraksiyon verimine etkisi besleme fazı için Tablo 6.16 ile Şekil 6.29'da, sıyırma çözeltisi için ise Tablo 6.17 ile Şekil 6.30'da gösterilmektedir. Başlangıç kütle akısı (J)'nin ve permeasyon katsayısı (P) sıyırma çözeltisi konsantrasyonuna bağlı olarak değişimi sırasıyla Şekil 6.31 ve Şekil 6.32'de gösterilmiştir. Tablo 6.16'den en yüksek ekstraksiyon veriminin diğer sıyırma çözeltisine (1 M TEA+ 1 M NH_3) göre daha az olduğu bulunmuştur. Na_2CO_3 sıyırma çözeltisi için en yüksek verim 3 M Na_2CO_3 ile elde edilmiştir.

6.10. Ortam Sıcaklığının Etkisi

Ortam sıcaklığı 25 ile 50 arasında değiştirilmiş olup, kobaltın ekstraksiyon hızı veya ekstraksiyon verimine etkisi besleme fazı için Tablo 6.18 ile Şekil 6.33'de, sıyırma çözeltisi için ise Tablo 6.19 ile Şekil 6.34'de gösterilmektedir. Başlangıç kütle akısı (J)'nin ve permeasyon katsayısı (P) sıyırma çözeltisi konsantrasyonuna bağlı olarak değişimi sırasıyla Şekil 6.35 ve Şekil 6.36'da gösterilmiştir. Tablo 6.18'den de görülebileceği gibi en yüksek ekstraksiyon veriminin $45\text{ }^\circ\text{C}$ 'de % 75,7 olarak elde edilmiştir. $35\text{ }^\circ\text{C}$ 'de ise ekstraksiyon veriminin % 68,57 ise elde edildiği fakat deney sonunda sıyırma fazına difüzlenen kobaltın ekstraksiyonun $45\text{ }^\circ\text{C}$ 'de % 84,74 olduğu, $35\text{ }^\circ\text{C}$ 'de ise % 99,9 olduğu gözlenmiştir. Bunun sebebi, artan sıcaklığın besleme-membran ve sıyırma-membran ara yüzeylerinde meydana gelen reaksiyonların büyük olasılıkla endotermik olmasındandır.

6.11. Optimum Şartların (Eşit Molar Konsantrasyonda) Etkisi

Optimum şartlarda besleme çözeltisindeki kobalt ve nikel konsantrasyonu 100 mg/L ile 1000 mg/L arasında değiştirilerek ekstraksiyon hızına etkisi besleme çözeltisi için Tablo 6.20 ile Şekil 6.37'de, sıyırma çözeltisi için ise Tablo 6.21 ve Şekil 6.38'de verilmektedir. Başlangıç kütle akısı (J)'nin ve permeasyon katsayısı (P)'nin besleme çözeltisi kobalt konsantrasyonuna bağlı olarak değişimi sırasıyla Şekil 6.39 ve Şekil 6.40'da gösterilmiştir. Kobaltın 100 mg/L ve 200 mg/L'lik çözeltilerinde elde edilen ekstraksiyon verimi %100 olarak bulunmuştur. Beklendiği gibi düşük besleme konsantrasyonlarında kobaltın daha kısa sürelerde ekstrakte olmaktadır. Konsantrasyon arttıkça ekstraksiyon veriminin düşmesi su-membran arayüzeyinde meydana gelen membran-metal kompleks geçişinin yoğun olmasındandır. Membran su arayüzeyinde oluşan kompleks miktarı ne kadar yoğunsa, buda kobalt konsantrasyonuna bağlıdır, membran içerisinde taşınım o ölçüde azalmaktadır. 100mg/L /100mg/L Co/Ni için başlangıç kütle akısı $3,88 \cdot 10^{-6} \text{kg/m}^2 \cdot \text{s}$ ve 200mg/L /200mg/L Co/Ni için başlangıç kütle akısı $5,0610^{-6} \text{kg/m}^2 \cdot \text{s}$ olarak hesaplandı.

6.12. Optimum Şartların (Eşit Molar Olmayan Konsantrasyonda) Etkisi

Optimum şartlarda besleme çözeltisindeki kobalt konsantrasyonu 100 mg/L ile 1000 mg/L arasında değiştirilerek, nikel konsantrasyonu ise 500mg/L'de sabit tutularak ekstraksiyon hızına etkisi besleme çözeltisi için Tablo 6.22 ile Şekil 6.41'de, sıyırma çözeltisi için ise Tablo 6.23 ve Şekil 6.42'de verilmektedir. Başlangıç kütle akısı (J)'nin ve permeasyon katsayısı (P)'nin besleme çözeltisi kobalt konsantrasyonuna bağlı olarak değişimi sırasıyla Şekil 6.43 ve Şekil 6.44'de gösterilmiştir. 100mg/L /500mg/L Co/Ni için başlangıç kütle akısı $3,23 \cdot 10^{-6} \text{kg/m}^2 \cdot \text{s}$ ve 200mg/L /500mg/L Co/Ni için başlangıç kütle akısı $5,3010^{-6} \text{kg/m}^2 \cdot \text{s}$ olarak hesaplandı.

6.13. Seçicilik

Eşit molar ve eşit molar olmayan (sabit Ni konsantrasyonunda) kobalt ve nikel içeren besleme çözeltilerinden kobaltın seçici olarak nikelden ayrılması deneysel olarak incelendi. Kobaltın nikel göre ayrılma faktörü veya seçiciliği ($\alpha_{Co/Ni}$)

(başlangıç besleme konsantrasyonuna dayanan) hesaplanarak Tablo 6.24 ve 6.25’de gösterilmektedir.

Hesaplanan $\alpha_{Co/Ni}$ doğruluğundan kobaltın nikelere göre seçiciliğinin nispeten yüksek olduğu ve söz konusu ayırmanın, yani kobaltı nikelere seçici olarak ayırmanın mümkün olabildiği bulunmuştur.

6.14. Optimum Şartların Elde Edilmesi

Yukarıdaki deneysel parametrelerin incelenmesinden optimum şartlar elde edilmiştir:

1. Çözücü: Kloroform
2. Besleme çözeltisi pH’ı: 4.0
3. NH_4SCN konsantrasyonu: 0,5 M
4. Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 900 dev/dak
5. Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı: 900 dev/dak
6. Ekstraktant (Alamine 308) konsantrasyonu: % 10 w/w
7. Modifiyer (TBP) konsantrasyonu: % 25 w/w
8. Sıyırma çözeltisi: 1M NH_3 + 1M TEA
9. Ortam sıcaklığı: 35 °C

6.15. Öneriler

Bu araştırma kapsamında aşağıdaki deneysel çalışmaların yapılması konunun daha iyi anlaşılması yönünden faydalı olacaktır.

1. İncelenen deneysel parametrelere ilaveten, Teflon, poliviniliden florür (PVDF) gibi polimer destekler de denenebilir.
2. Membran karışımına ait viskositenin ekstraktant (Alamine 308) konsantrasyonu ile değişmesi deneysel olarak incelenmelidir. Bu değişme literatürdeki mevcut korelasyonlarla karşılaştırılmalıdır.

3. FT-IR gibi spektroskopik tekniklerle membran ara yüzeylerinde oluşan organometalik komplekslerin yapısı tayin edilerek, ekstraksiyon ve sıyırma reaksiyon mekanizmaları aydınlatılabilir.
4. Membranın yerleştirildiği cam yüzeylerin membran karışımında bulunan kimyasalların muhtemel adsorpsiyonuna karşı teflonla kaplanması düşünülebilir.
5. Polimer desteğin yerleştirildiği cam yüzeylerin çapı 50 veya 60 mm olarak tasarımı düşünülebilir.
6. Sistemde sıcaklık kontrolunun daha uygun şekilde yapılabilmesi için gerekli tasarım yapılmalıdır.
7. Elde edilen deneysel sonuçlar, geliştirilen bir matematiksel model ile karşılaştırılabilir.
8. TIOA ve TBP ile % 1-5 arasındaki değerler için 1000 mg/L Co ve 1000 mg/L Ni ile ayrı ayrı denge reaksiyonları meydana getirilerek dağılım katsayıları ve denge sabitleri belirlenmelidir. Benzer şekilde farklı sıcaklıklardaki denge sabitlerinin bulunmasından ekstraksiyon ve sıyırma reaksiyonlarına ait entalpiler, serbest enerji ve entropiler hesaplanabilir.
9. Bulk tipi sıvı membran sisteminden faydalanarak ekstraksiyon ve sıyırma reaksiyonlarına ait hız sabitleri ve ilgili aktivasyon enerjileri hesaplanabilir. Süre 0-24 saat arasında tutularak her yarım saatte 0.5-1 mL kadar numuneler alınmalıdır.

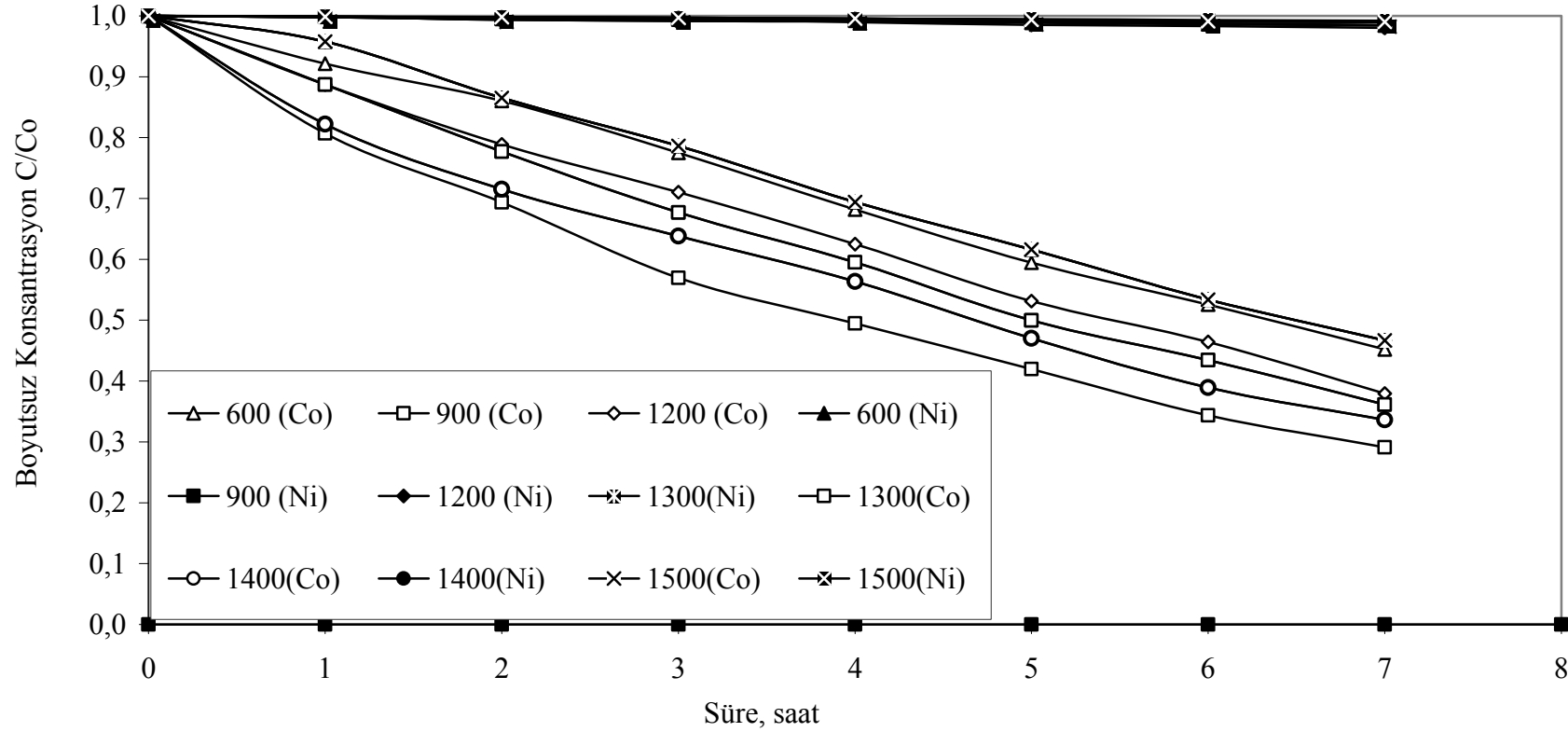
Tablo 6.2. Besleme çözeltisi karıştırma hızının Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme): Modifiyer (TBP):%15 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %5; Çözücü: Kloroform; pH :4; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu: 1M NH₃ +1M TEA ; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi hacmi: 250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi: 250 mL; NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5 M

Süre	Besleme çözeltisi karıştırma hızının Co(II) ve Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Besleme fazı)															
	600				900				1200				1300			
	Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni	
	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)
0	298,7	1,000	301,6	1,000	299,5	1,000	303,0	1,000	302,0	1,000	312,7	1,000	300,0	1,000	299,9	1,000
1	275,3	0,922	301,4	0,999	238,1	0,807	302,4	0,998	267,9	0,887	312,0	0,998	266,1	0,887	299,6	0,999
2	257,0	0,860	300,3	0,996	203,6	0,693	301,3	0,994	238,2	0,789	311,6	0,997	233,1	0,777	299,3	0,998
3	231,4	0,775	299,9	0,994	170,6	0,570	301,1	0,994	214,6	0,710	311,2	0,995	203,0	0,677	298,9	0,997
4	203,6	0,682	299,3	0,992	148,1	0,495	301,0	0,994	188,7	0,625	309,4	0,990	178,5	0,595	298,5	0,995
5	177,5	0,594	298,3	0,989	125,6	0,419	300,9	0,993	160,5	0,532	308,1	0,985	149,9	0,500	298,4	0,995
6	157,0	0,526	297,5	0,986	102,9	0,344	300,2	0,991	140,2	0,464	307,5	0,983	130,3	0,434	297,9	0,993
7	134,9	0,452	296,9	0,984	87,2	0,291	300,0	0,990	114,5	0,379	306,5	0,980	108,4	0,361	297,5	0,992
Süre	Tablo 6.2 (devam) Besleme çözeltisi karıştırma hızının Co(II) ve Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Besleme fazı)															
	1400				1500											
	Co		Ni		Co		Ni									
	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)								
0	302,5	1,000	301,0	1,000	305,8	1,000	305,6	1,000								
1	248,6	0,822	300,4	0,998	292,9	0,958	305,2	0,999								
2	216,3	0,715	299,0	0,993	264,5	0,865	305,0	0,998								
3	193,0	0,638	298,5	0,992	240,4	0,786	304,7	0,997								
4	170,5	0,564	298,3	0,991	212,3	0,694	304,3	0,996								
5	142,2	0,470	297,9	0,990	188,5	0,616	303,6	0,994								
6	117,7	0,389	297,2	0,987	163,3	0,534	302,9	0,991								
7	101,7	0,336	296,5	0,985	142,7	0,467	302,7	0,990								

Tablo 6.3. Besleme çözeltisi karıştırma hızının Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma): Modifiyer (TBP):%15 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %5; Çözücü: Kloroform; pH :4; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu :1M NH₃ +1M TEA ; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi:250mL; NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5M

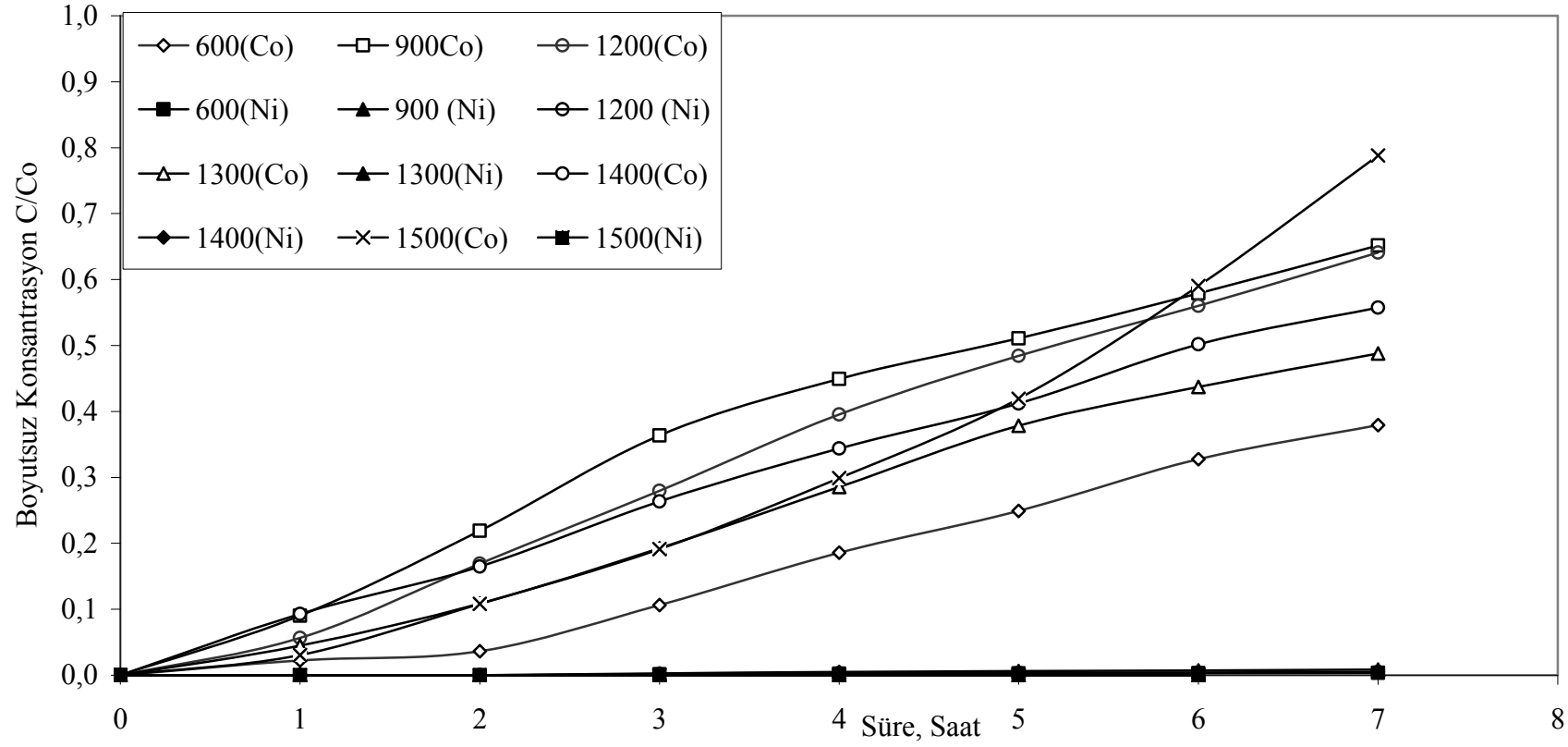
Süre	Besleme çözeltisi karıştırma hızının Co(II) ve Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma fazı)															
	600				900				1200				1300			
	Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni	
	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(0)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	6,711	0,022	0,000	0,000	26,991	0,090	0,000	0,000	17,111	0,057	0,000	0,000	13,530	0,045	0,000	0,000
2	10,855	0,036	0,000	0,000	65,634	0,219	0,000	0,000	51,041	0,169	0,000	0,000	32,595	0,109	0,000	0,000
3	31,801	0,106	0,419	0,001	108,891	0,364	0,874	0,003	84,386	0,279	0,910	0,002	57,735	0,192	0,000	0,000
4	55,478	0,186	0,718	0,002	134,534	0,449	1,498	0,005	119,405	0,395	1,560	0,003	85,605	0,285	0,000	0,000
5	74,360	0,249	0,852	0,003	152,945	0,511	1,918	0,006	146,299	0,484	1,853	0,004	113,565	0,379	0,000	0,000
6	97,858	0,328	0,942	0,003	173,371	0,579	2,210	0,007	169,146	0,560	2,048	0,004	131,205	0,437	0,000	0,000
7	113,214	0,379	1,105	0,004	195,211	0,652	2,535	0,008	193,603	0,641	2,438	0,005	146,385	0,488	0,179	0,001
Süre	Tablo 6.3 (devam) Besleme çözeltisi karıştırma hızının Co(II) ve Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma fazı)															
	1400				1500											
	Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni	
	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
1	28,095	0,093	0,000	0,000	8,985	0,031	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
2	49,875	0,165	0,000	0,000	28,590	0,108	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
3	79,755	0,264	0,000	0,000	45,990	0,191	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
4	103,980	0,344	0,000	0,000	63,435	0,299	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
5	124,710	0,412	0,000	0,000	79,020	0,419	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
6	151,815	0,502	0,000	0,000	96,330	0,590	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
7	168,660	0,558	0,138	0,000	112,440	0,788	0,148	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	

Besleme Karıştırma Hızının Co(II) / Ni /(II) Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesi (Besleme)



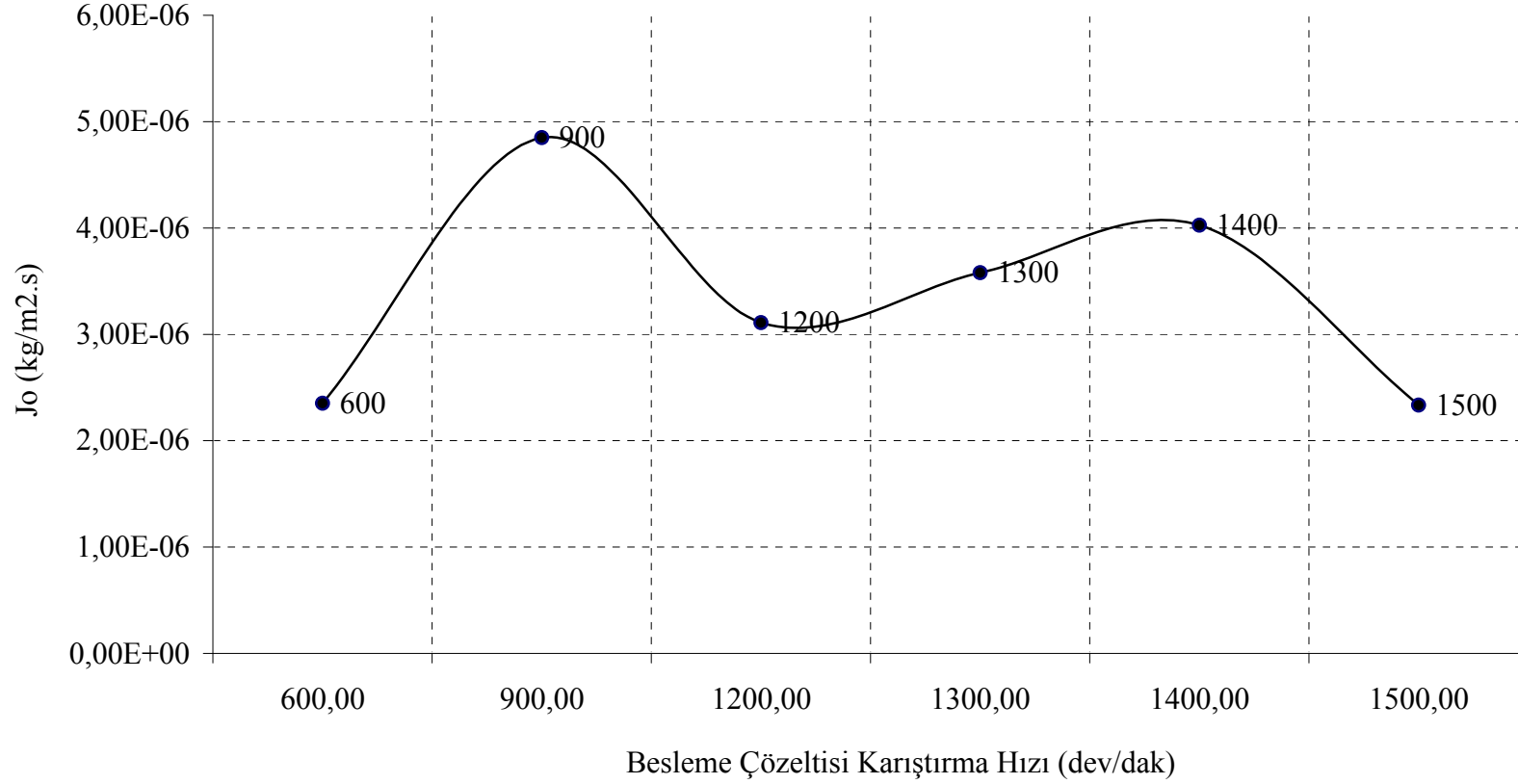
Şekil 6.1 . Besleme çözeltisi karıştırma hızının Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme): Modifiyer (TBP):%15 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %5; Çözücü: Kloroform; pH :4; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu :1M NH₃ +1M TEA ; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi:250mL; NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5 M

Besleme Karıştırma Hızının Co(II) / Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesi (Sıyırma)



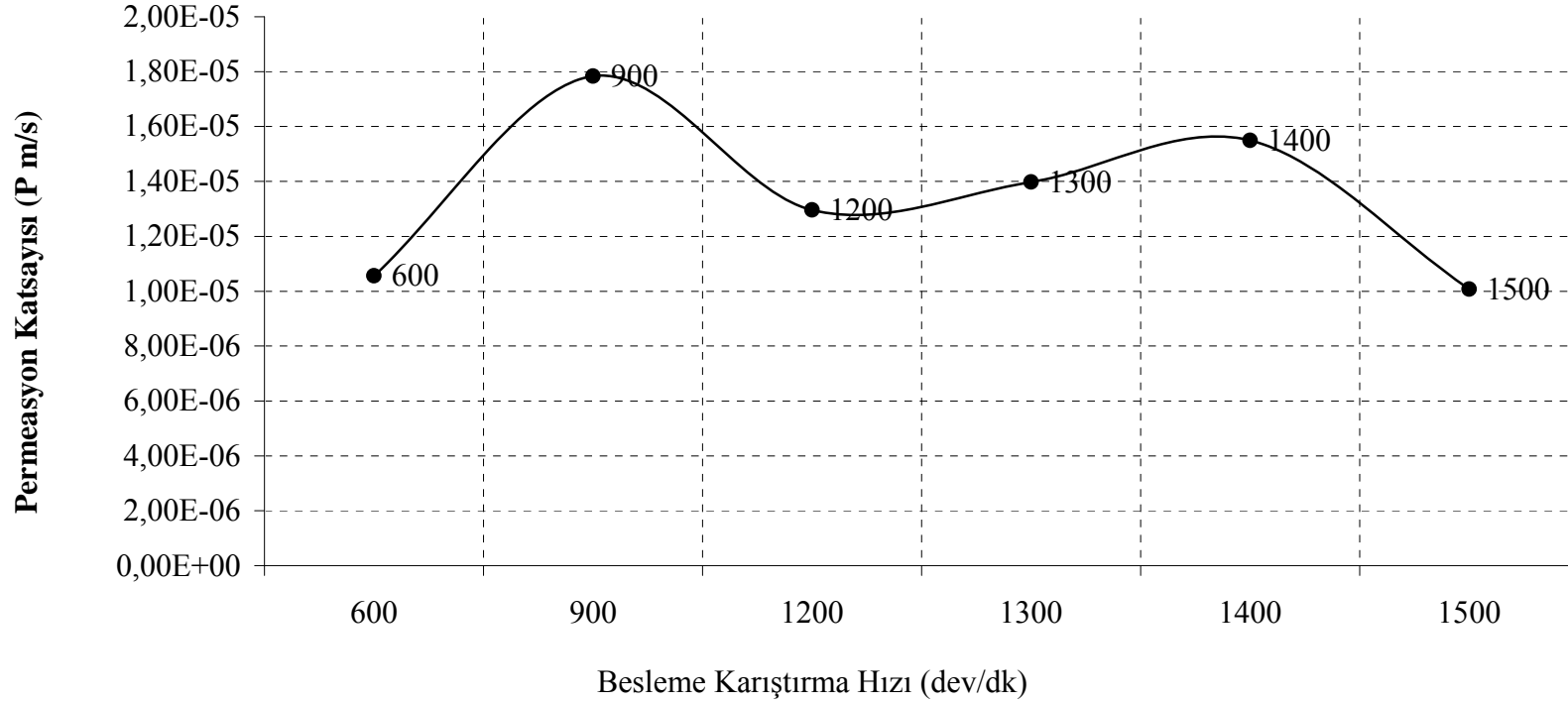
Şekil 6.2. Besleme çözeltisi karıştırma hızının Co(II) ve Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma): Modifiyer (TBP):%15 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %5; Çözücü: Kloroform; pH :4; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu :1M NH₃ +1M TEA ; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi:250mL; NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5M

Besleme Çözeltisi Karıştırma Hızının Co(II) Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesine Ait Başlangıç Kütle Akısı Grafiği



Şekil 6.3. Besleme çözeltisi karıştırma hızının Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi başlangıç kütle akısı (J_0): Modifiyer (TBP):%15 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %5; Çözücü: Kloroform; pH :4; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu :1M NH_3 +1M TEA ; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi:250mL; NH_4SCN konsantrasyonu: 0,5M

Besleme Karıştırma Hızının Co (II) Ekstraksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesine Ait Permeasyon Grafiği
(Besleme)



Şekil 6.4. Besleme çözeltisi karıştırma hızının Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi permeasyon katsayısı (P): Modifiyer (TBP):%15 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %5; Çözücü: Kloroform; pH :4; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu :1M NH₃ +1M TEA ; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi:250mL; NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5 M

Tablo 6.4. Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme): Modifiyer (TBP):%15 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %5; Çözücü: Kloroform; pH :4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu: 1M NH₃ +1M TEA ; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi hacmi: 250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi: 250 mL; NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5 M

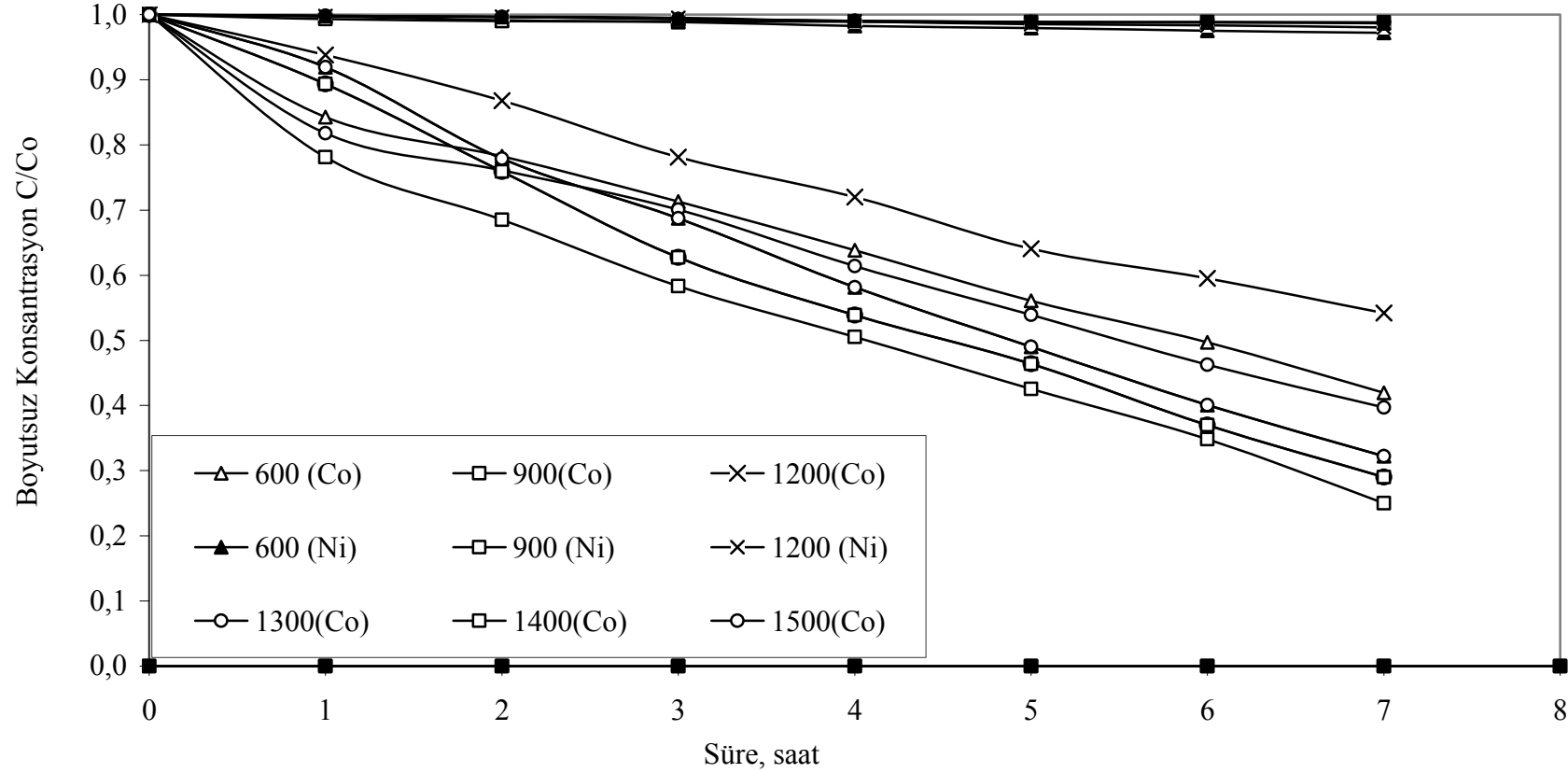
Süre	Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının Co(II) ve Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Besleme fazı)															
	600				900				1200				1300			
	Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni	
	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)
0	303,0	1,000	302,4	1,000	301,9	1,000	300,8	1,000	316,0	1,000	312,7	1,000	309,5	1,000	306,7	1,000
1	255,3	0,842	301,5	0,997	232,4	0,781	298,7	0,993	296,4	0,938	312,0	0,998	253,1	0,818	304,6	0,993
2	237,1	0,783	299,7	0,991	202,8	0,685	297,7	0,990	274,3	0,868	311,6	0,997	235,5	0,761	303,8	0,990
3	216,1	0,713	298,9	0,989	176,1	0,583	297,6	0,989	246,8	0,781	311,2	0,995	216,9	0,701	301,7	0,984
4	193,4	0,638	297,0	0,982	152,5	0,505	297,6	0,989	227,5	0,720	309,4	0,990	190,0	0,614	300,8	0,981
5	169,9	0,561	296,1	0,979	128,5	0,426	297,4	0,989	202,4	0,641	308,1	0,985	166,9	0,539	299,0	0,975
6	150,6	0,497	294,9	0,975	105,2	0,348	297,3	0,988	188,1	0,595	307,5	0,983	143,1	0,463	298,8	0,974
7	127,1	0,419	293,8	0,972	75,6	0,250	297,2	0,988	171,2	0,542	306,5	0,980	122,9	0,397	297,9	0,971
Süre	Tablo 6.4 (devam) Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının Co(II) ve Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Besleme fazı)															
	1400				1500											
	Co		Ni		Co		Ni									
	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)								
0	308,4	1,000	306,4	1,000	308,2	1,000	312,7	1,000								
1	275,6	0,893	305,9	0,998	283,2	0,919	312,2	0,998								
2	234,2	0,759	305,3	0,996	240,0	0,779	311,5	0,996								
3	193,4	0,627	304,3	0,993	211,8	0,687	310,5	0,993								
4	166,1	0,539	303,5	0,990	179,1	0,581	309,7	0,990								
5	143,2	0,464	303,0	0,989	151,1	0,490	309,1	0,989								
6	114,0	0,370	302,8	0,988	123,5	0,401	308,9	0,988								
7	89,4	0,290	302,6	0,988	99,3	0,322	308,6	0,987								

Tablo 6.5. Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma): Modifiyer (TBP):%15 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %5; Çözücü: Kloroform; pH :4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu :1M NH₃ +1M TEA ; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi:250mL; NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5M

Süre	Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının Co(II) ve Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma fazı)															
	600				900				1200				1300			
	Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni	
	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co()	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	20,703	0,068	0,000	0,000	47,824	0,158	0,000	0,000	4,176	0,013	0,000	0,000	21,076	0,068	0,000	0,000
2	49,173	0,162	0,000	0,000	82,404	0,273	0,000	0,000	23,758	0,075	0,000	0,000	42,543	0,137	0,000	0,000
3	81,624	0,269	0,419	0,001	119,113	0,395	0,874	0,003	41,925	0,133	0,910	0,002	78,358	0,253	0,000	0,000
4	110,711	0,365	0,718	0,002	151,483	0,502	1,918	0,006	65,813	0,208	1,560	0,003	108,030	0,349	0,000	0,000
5	140,433	0,463	0,852	0,003	179,953	0,596	2,210	0,007	86,028	0,272	1,853	0,004	139,458	0,451	0,000	0,000
6	161,281	0,532	0,942	0,003	204,685	0,678	2,535	0,008	100,653	0,319	2,048	0,004	162,744	0,526	0,179	0,001
7	183,609	0,606	1,154	0,004	216,174	0,716	2,600	0,009	119,828	0,379	2,438	0,005	182,390	0,589	0,195	0,001

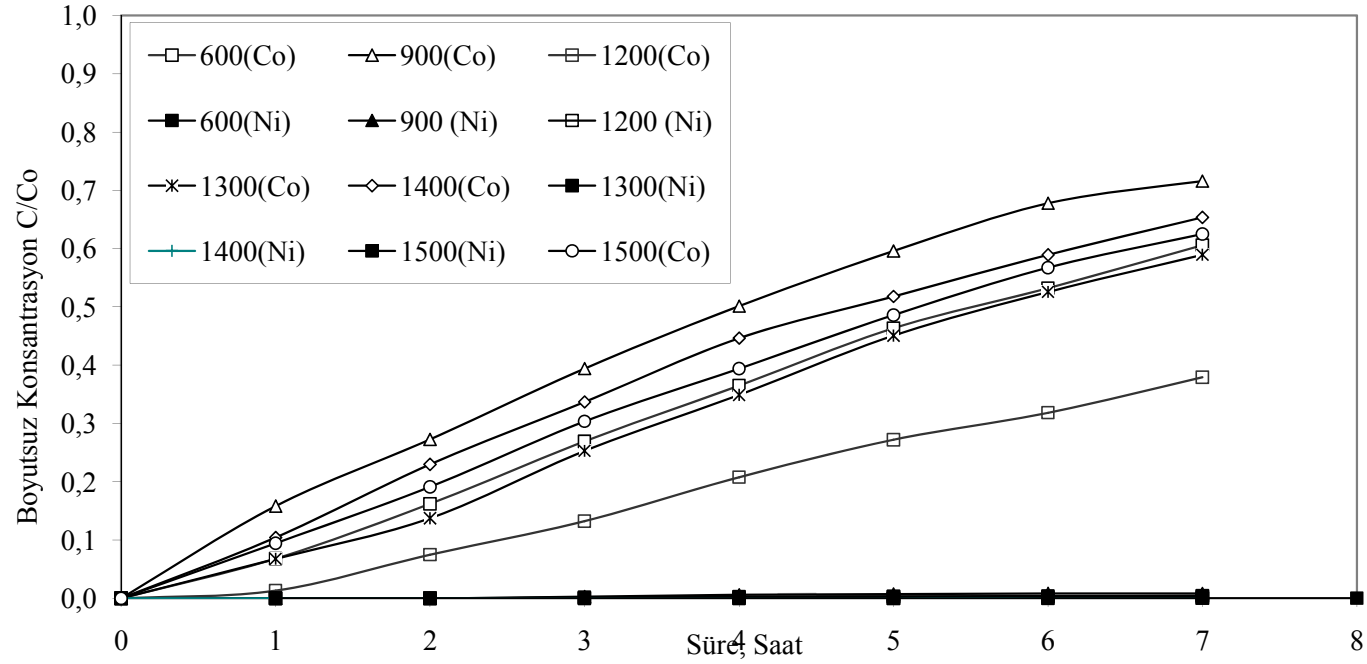
Süre	Tablo 6.5 (devam) Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının Co(II) ve Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma fazı)							
	1400				1500			
	Co		Ni		Co		Ni	
	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co()	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	32,289	0,105	0,000	0,000	29,185	0,095	0,000	0,000
2	70,899	0,230	0,000	0,000	58,955	0,191	0,000	0,000
3	104,016	0,337	0,000	0,000	93,649	0,304	0,000	0,000
4	137,735	0,447	0,000	0,000	121,485	0,394	0,000	0,000
5	159,770	0,518	0,000	0,000	149,744	0,486	0,000	0,000
6	181,756	0,589	0,110	0,000	174,834	0,567	0,118	0,000
7	201,565	0,654	0,120	0,000	192,611	0,625	0,129	0,000

Sıyırma Çözeltisi Karıştırma Hızının Co(II) / Ni /(II) Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesi (Besleme)



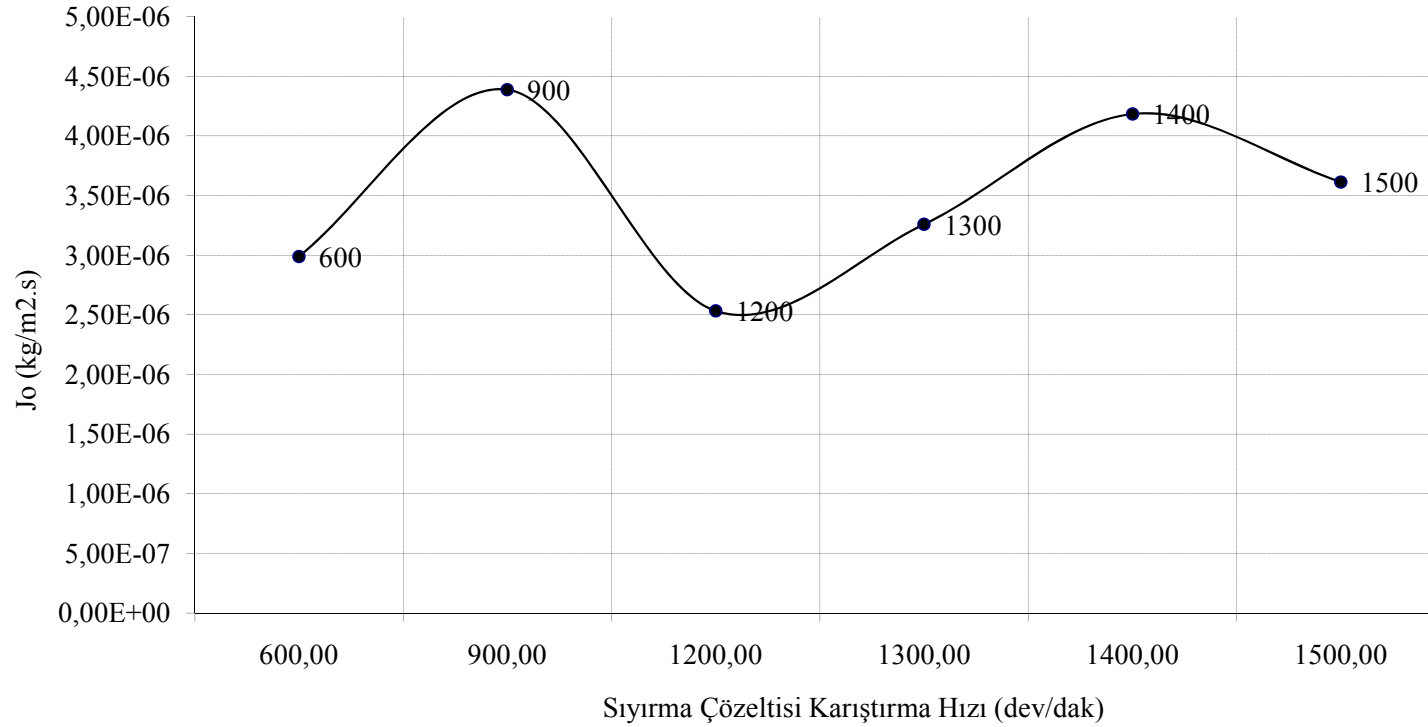
Şekil 6.5. Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme): Modifiyer (TBP):%15 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %5; Çözücü: Kloroform; pH :4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu: 1M NH₃ +1M TEA ; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi hacmi: 250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi: 250 mL; NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5 M

Sıyırma Çözeltisi Karıştırma Hızının Co(II) / Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesi
(Sıyırma)



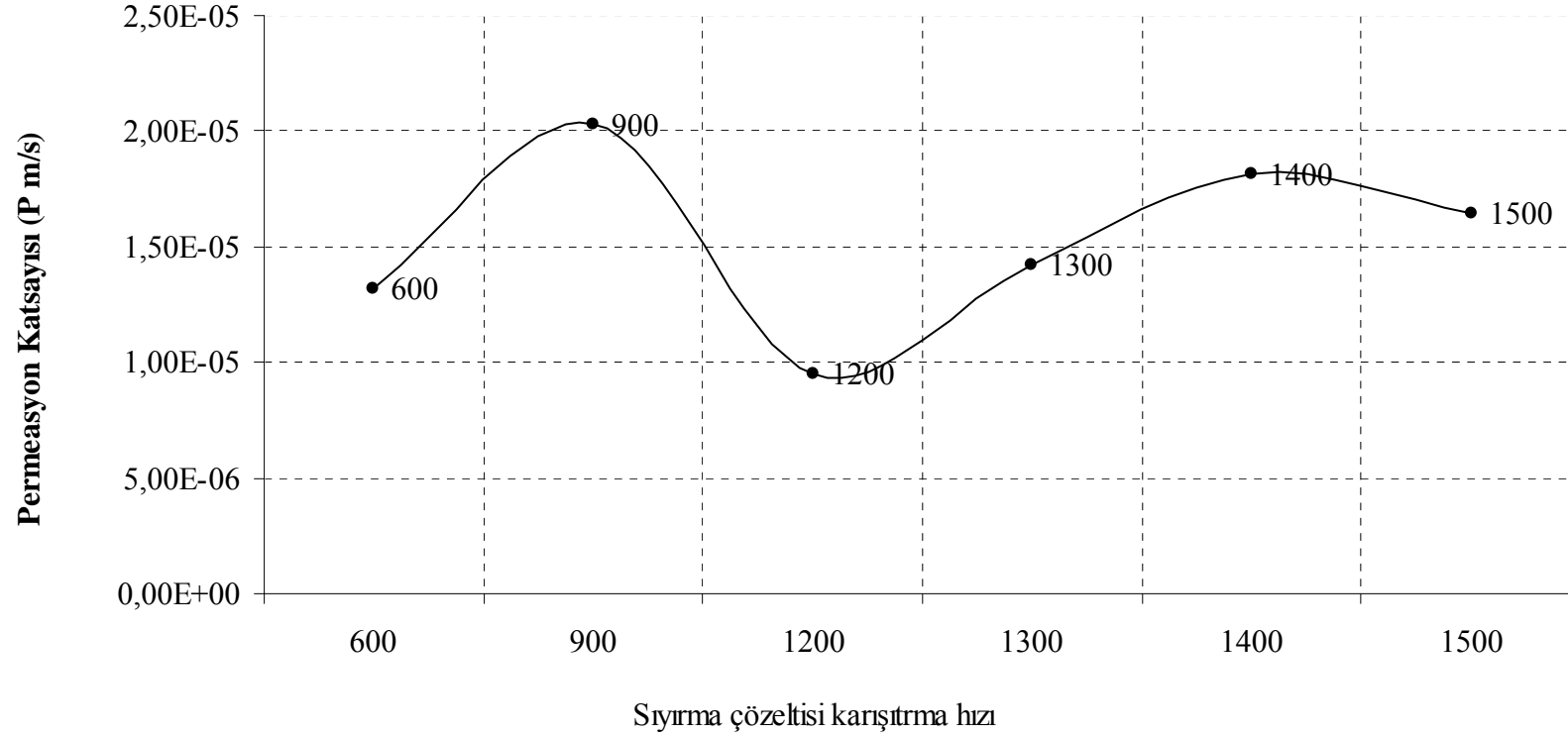
Şekil 6.6. Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının Co(II) ve Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma): Modifiyer (TBP):%15 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %5; Çözücü: Kloroform; pH :4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu: 1M NH₃ +1M TEA ; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi hacmi: 250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi: 250 mL; NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5 M

Sıyırma Çözeltisi Karıştırma Hızının Co Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesine Ait Başlangıç Kütle Akısı Grafiği



Şekil 6.7. Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi başlangıç kütle akısı (J_o): Modifiyer (TBP):%15 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %5; Çözücü: Kloroform; pH :4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu: 1M NH_3 +1M TEA ; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi hacmi: 250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi: 250 mL; NH_4SCN konsantrasyonu: 0,5 M

Sıyırma Çözeltisi Karıştırma Hızının Co (II) Ekstraksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesine Ait Permeasyon Grafiği
(Besleme)



Şekil 6.8. Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi permeasyon katsayısı (P): Modifiyer (TBP):%15 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %5; Çözücü: Kloroform; pH :4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu: 1M NH₃ +1M TEA ; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi hacmi: 250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi: 250 mL; NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5 M

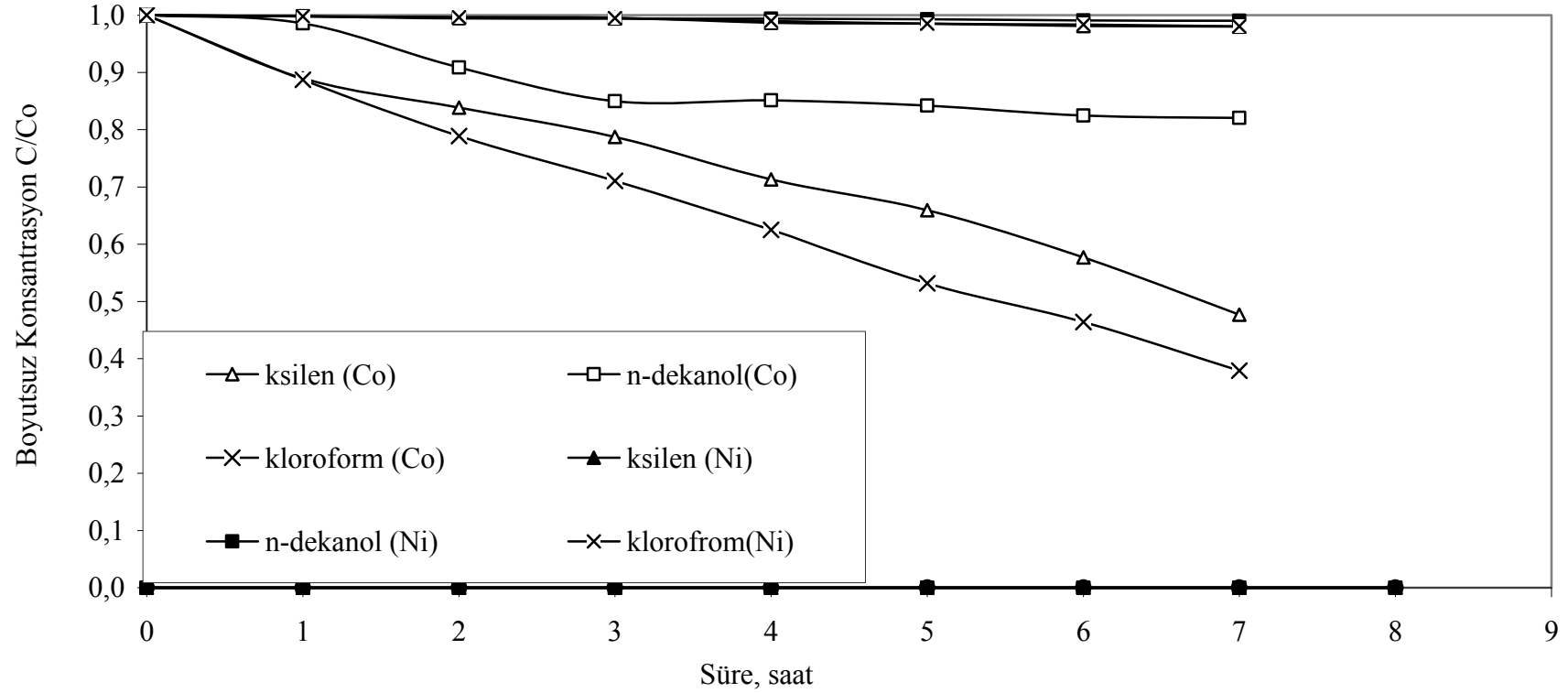
Tablo 6.6. Membran Karışımındaki Çözücü Cinsinin Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme): Modifiyer (TBP):%15 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %5; Çözücü (Kloroform): % 80 w/w; pH :4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu :1M NH₃ +1M TEA ; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi:250mL

Süre	Membran Karışımındaki Çözücü Cinsinin Co(II) Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Besleme fazı)											
	Ksilen				Kloroform				n-dekanol			
	Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni	
	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)
0	300,6	1,000	302,9	1,000	315,1	1,000	312,7	1,000	301,3	1,000	303,0	1,000
1	267,4	0,889	302,3	0,998	279,5	0,887	312,0	0,998	292,7	0,986	302,4	0,998
2	252,1	0,839	301,8	0,996	248,6	0,789	311,6	0,997	268,4	0,908	301,3	0,994
3	236,7	0,787	301,5	0,995	223,9	0,710	311,2	0,995	256,0	0,850	301,1	0,994
4	214,3	0,713	298,9	0,987	196,9	0,625	309,4	0,990	256,4	0,851	301,0	0,994
5	198,2	0,659	298,4	0,985	167,5	0,532	308,1	0,985	253,7	0,842	300,9	0,993
6	173,4	0,577	297,2	0,981	146,3	0,464	307,5	0,983	248,5	0,825	300,2	0,991
7	143,4	0,477	296,9	0,980	119,5	0,379	306,5	0,980	247,3	0,821	300,0	0,990

Tablo 6. 7. Membran Karışımındaki Çözücü Cinsinin Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma): Modifiyer (TBP):%15 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %5; Çözücü (Kloroform): % 80 w/w; pH :4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu :1M NH₃ +1M TEA ; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi:250mL

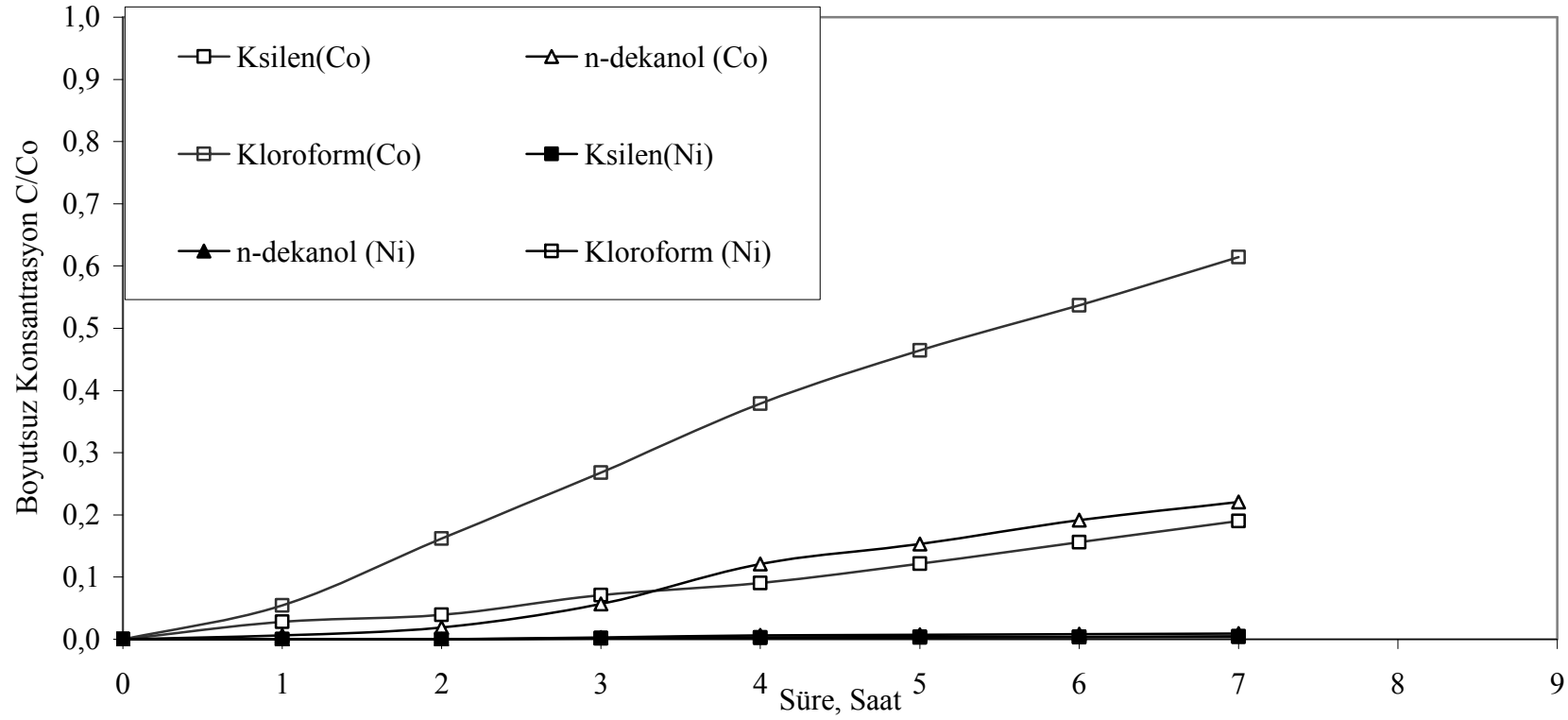
Süre	Membran Karışımındaki Çözücü Cinsinin Co(II) Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma fazı)											
	Ksilen				Kloroform				n-dekanol			
	Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni	
	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	8,500	0,028	0,000	0,000	17,111	0,054	0,000	0,000	1,925	0,006	0,000	0,000
2	11,825	0,039	0,000	0,000	51,041	0,162	0,000	0,000	5,650	0,019	0,000	0,000
3	21,275	0,071	0,419	0,001	84,386	0,268	0,910	0,002	17,200	0,057	0,874	0,003
4	27,175	0,090	0,718	0,002	119,405	0,379	1,560	0,003	36,550	0,121	1,918	0,006
5	36,525	0,122	0,852	0,003	146,299	0,464	1,853	0,004	46,100	0,153	2,210	0,007
6	46,875	0,156	1,105	0,004	169,146	0,537	2,048	0,004	57,775	0,192	2,535	0,008
7	57,100	0,190	1,170	0,004	193,603	0,614	2,438	0,005	66,525	0,221	2,730	0,009

Çözücü Cinsinin Co(II) / Ni /(II) Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesi (Besleme)



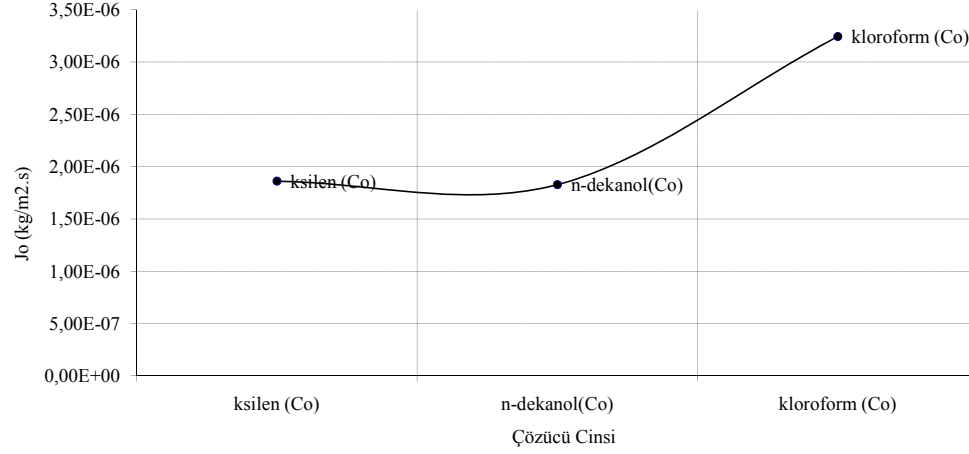
Şekil 6.9. Membran Karışımındaki Çözücü Cinsinin Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme): Modifiyer (TBP):%15 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %5; Çözücü (Kloroform): % 80 w/w; pH :4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu :1M NH₃ +1M TEA ; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi:250mL

Çözücü Cinsinin Co(II) / Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesi (Sıyırma)



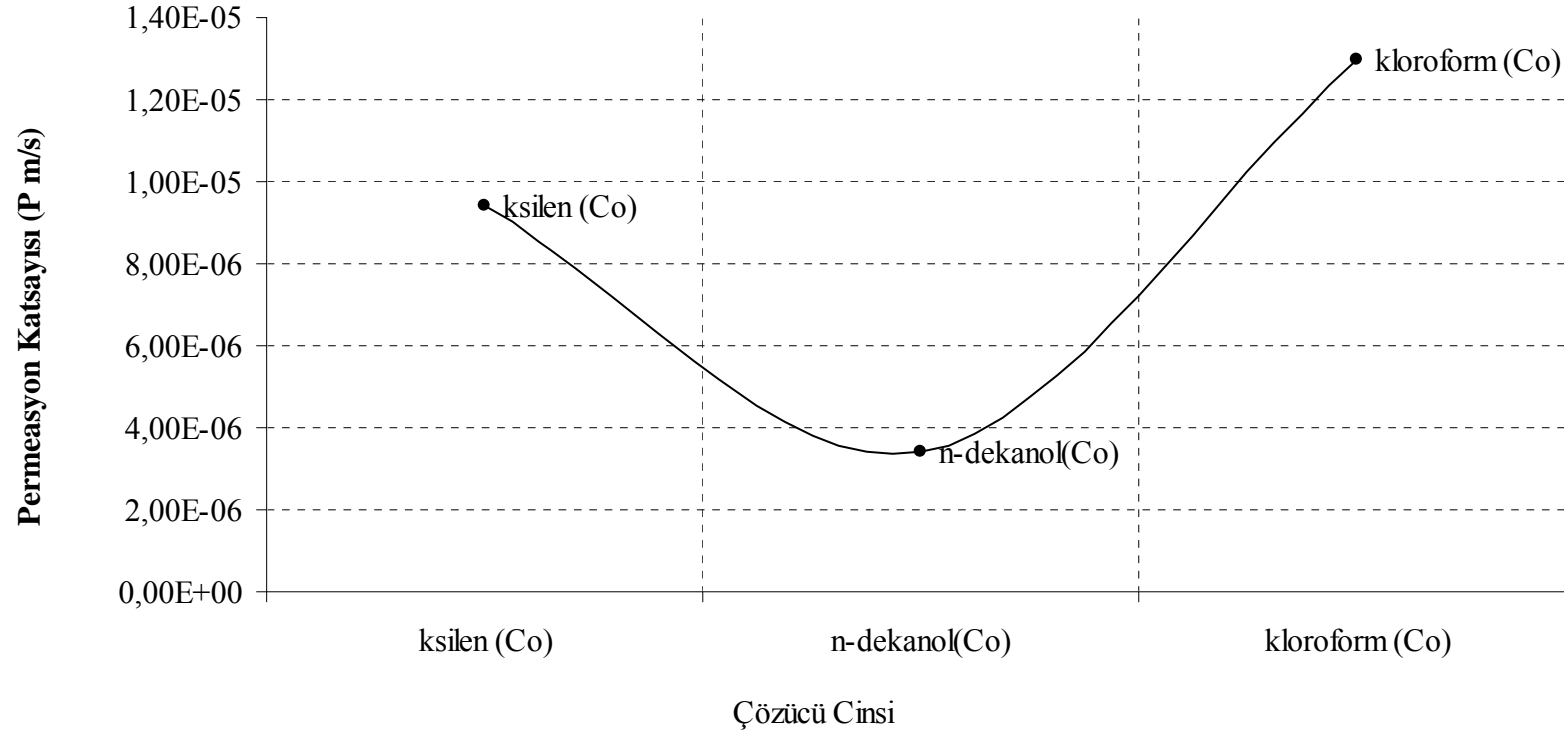
Şekil 6. 10. Membran Karışımındaki Çözücü Cinsinin Co(II) ve Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma) : Modifiyer (TBP):%15 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %5; Çözücü (Kloroform): % 80 w/w; pH :4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu :1M NH₃ +1M TEA ; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi:250mL

Çözücü Cinsinin Co Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesine Ait Başlangıç Kütle Akısı Grafiği



Şekil 6.11. Membran Karışımındaki Çözücü Cinsinin Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi başlangıç kütle akısı (J_0): Modifiyer (TBP):%15 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %5; Çözücü (Kloroform): % 80 w/w; pH :4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu :1M NH_3 +1M TEA ; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi:250mL

Çözücü Farkının Co (II) Ekstraksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesine Ait Permeasyon Grafiği (Besleme)



Şekil 6.12 . Membran Karışımındaki Çözücü Cinsinin Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi permeasyon katsayısı (P): Modifiyer (TBP):%15 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %5; Çözücü (Kloroform): % 80 w/w; pH :4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu :1M NH₃ +1M TEA ; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi:250mL

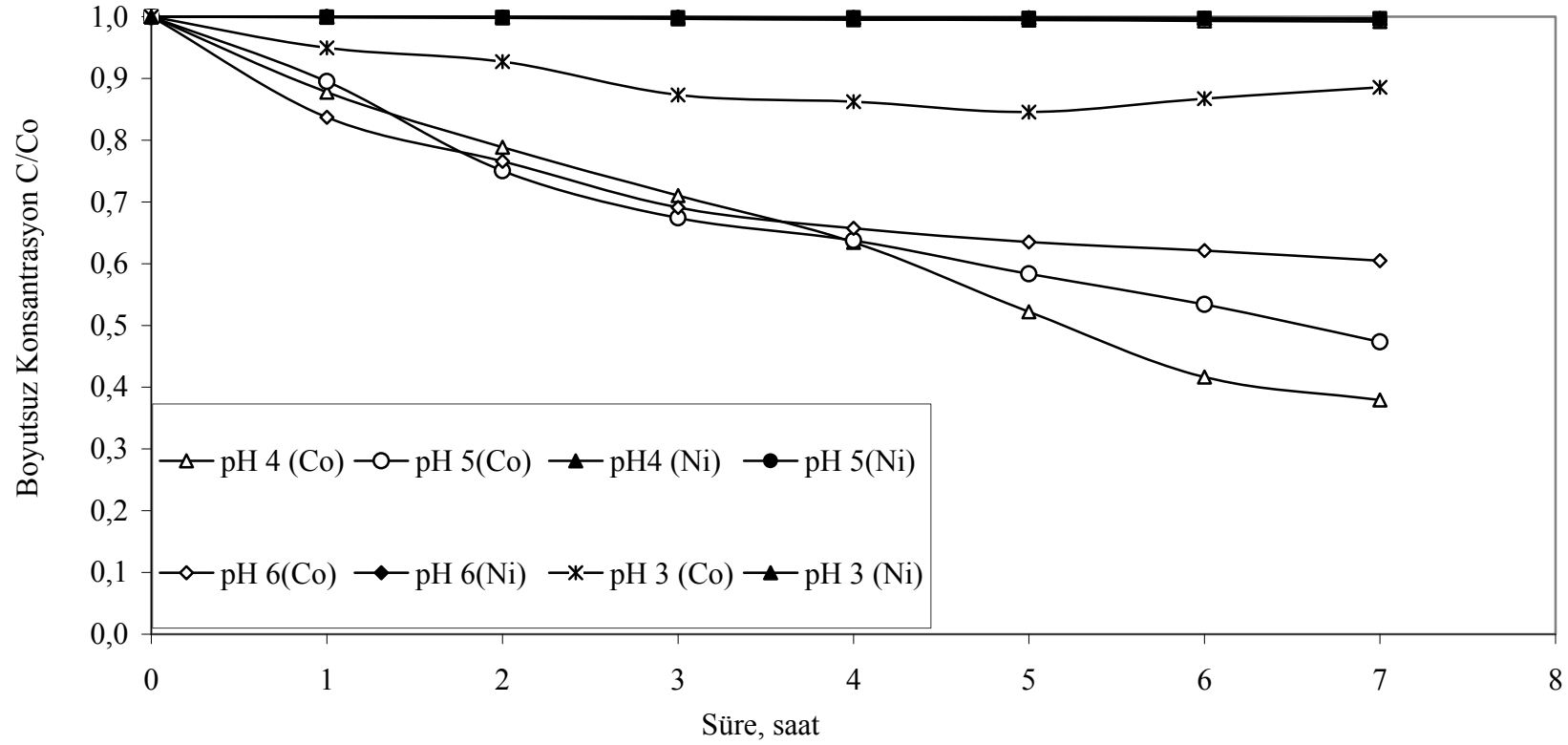
Tablo 6.8. Besleme çözeltisi pH'nın Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme): (Çözücü: % 80 kloroform w/w; Ekstraktant (Alamine 308) : % 5 w/w; Modifiyer (TBP): % 15 w/w; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃ + 1M TEA ; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300 mg/L; Membran desteği : Celgard 2500 (PP); NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5 M; Besleme çözeltisi hacmi: 250 mL; Sıyırma çözeltisi hacmi: 250mL

Süre	Besleme çözeltisi pH'nın Co(II) Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Besleme fazı)															
	3				4				5				6			
	Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni	
	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)
0	300,6	1,000	301,5	1,000	315,1	1,000	315,1	1,000	320,1	1,000	320,0	1,000	317,3	1,000	316,7	1,000
1	285,4	0,950	301,4	1,000	276,5	0,878	315,0	1,000	286,5	0,895	320,0	1,000	265,5	0,837	316,4	0,999
2	278,8	0,927	301,3	0,999	248,6	0,789	315,0	1,000	240,2	0,751	319,7	0,999	242,9	0,766	316,1	0,998
3	262,5	0,873	301,2	0,999	223,9	0,710	314,9	0,999	215,8	0,674	319,5	0,998	219,2	0,691	315,6	0,997
4	259,2	0,862	301,0	0,998	199,9	0,634	314,7	0,999	204,0	0,637	319,4	0,998	208,6	0,657	315,2	0,995
5	254,2	0,846	300,8	0,998	164,5	0,522	314,6	0,998	186,8	0,583	319,1	0,997	201,4	0,635	315,1	0,995
6	260,6	0,867	300,6	0,997	131,3	0,417	314,3	0,998	170,9	0,534	318,8	0,996	197,1	0,621	314,6	0,993
7	266,2	0,885	300,5	0,997	119,5	0,379	314,2	0,997	151,5	0,473	318,4	0,995	191,9	0,605	314,2	0,992

Tablo 6.9. Besleme çözeltisi pH'nın Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma): (Çözücü: % 80 kloroform w/w; Ekstraktant (Alamine 308) : % 5 w/w; Modifiyer (TBP): % 15 w/w; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃ + 1M TEA ; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300 mg/L; Membran desteği : Celgard 2500 (PP); NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5 M; Besleme çözeltisi hacmi: 250 mL; Sıyırma çözeltisi hacmi: 250mL

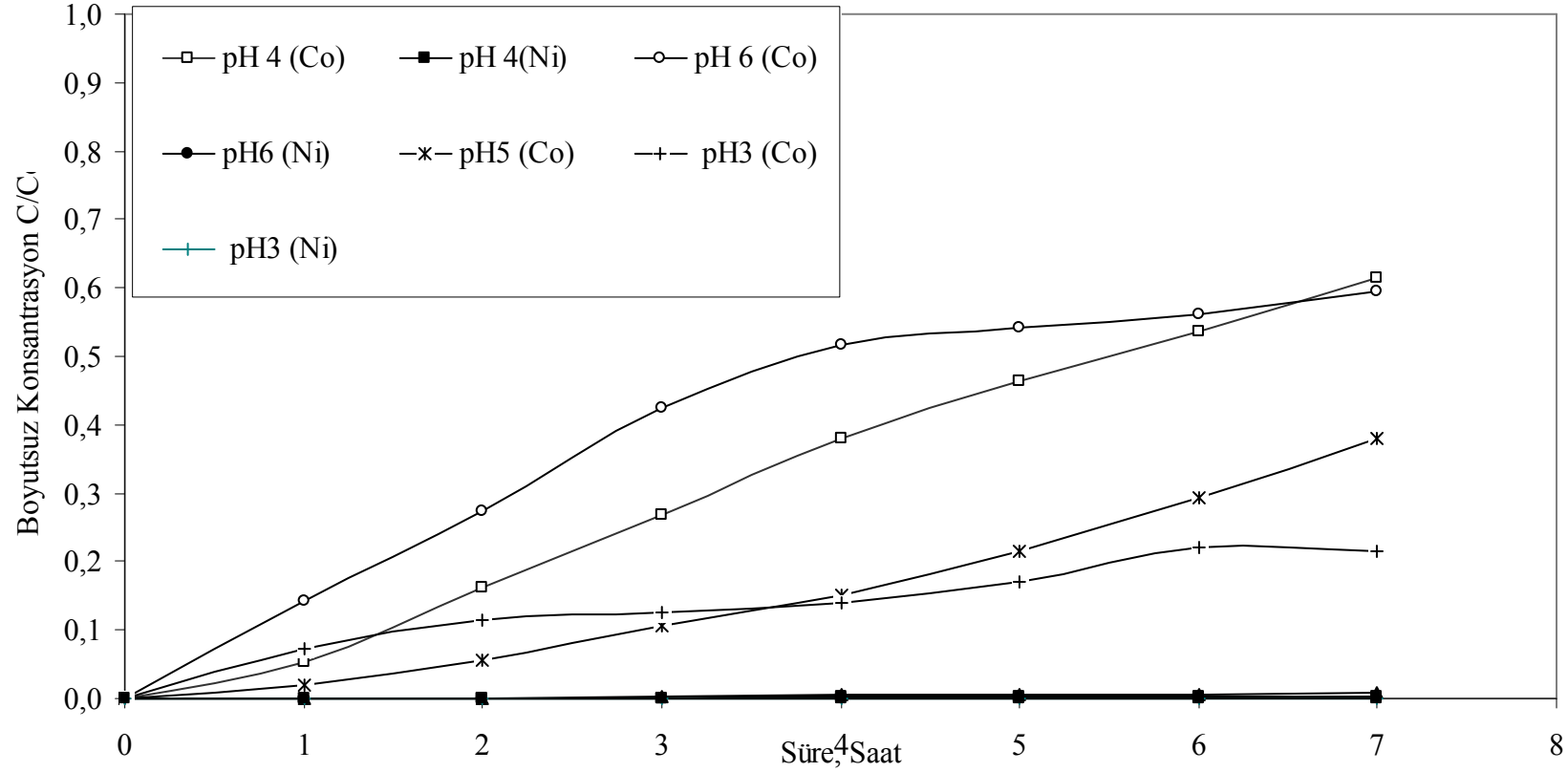
Süre	Besleme çözeltisi pH'nın Co(II) Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma fazı)															
	3				4				5				6			
	Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni	
	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	22,209	0,074	0,000	0,000	17,111	0,054	0,000	0,000	6,321	0,020	0,000	0,000	45,273	0,143	0,000	0,000
2	34,749	0,116	0,000	0,000	51,041	0,162	0,000	0,000	17,713	0,055	0,000	0,000	86,775	0,273	0,000	0,000
3	37,851	0,126	0,000	0,000	84,386	0,268	0,419	0,001	33,638	0,105	0,910	0,910	134,290	0,423	0,000	0,000
4	41,613	0,138	0,000	0,000	119,405	0,379	0,718	0,002	48,149	0,150	1,560	1,560	163,930	0,517	0,000	0,000
5	51,018	0,170	0,000	0,000	146,299	0,464	0,852	0,003	68,868	0,215	1,853	1,853	171,828	0,542	0,000	0,000
6	66,528	0,221	0,000	0,000	169,146	0,537	0,942	0,003	93,876	0,293	2,048	2,048	177,873	0,561	0,000	0,000
7	65,043	0,216	0,276	0,001	193,603	0,614	1,105	0,004	121,534	0,380	2,438	2,438	189,215	0,596	0,179	0,001

pH Farkının Co(II) / Ni /(II) Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesi (Besleme)



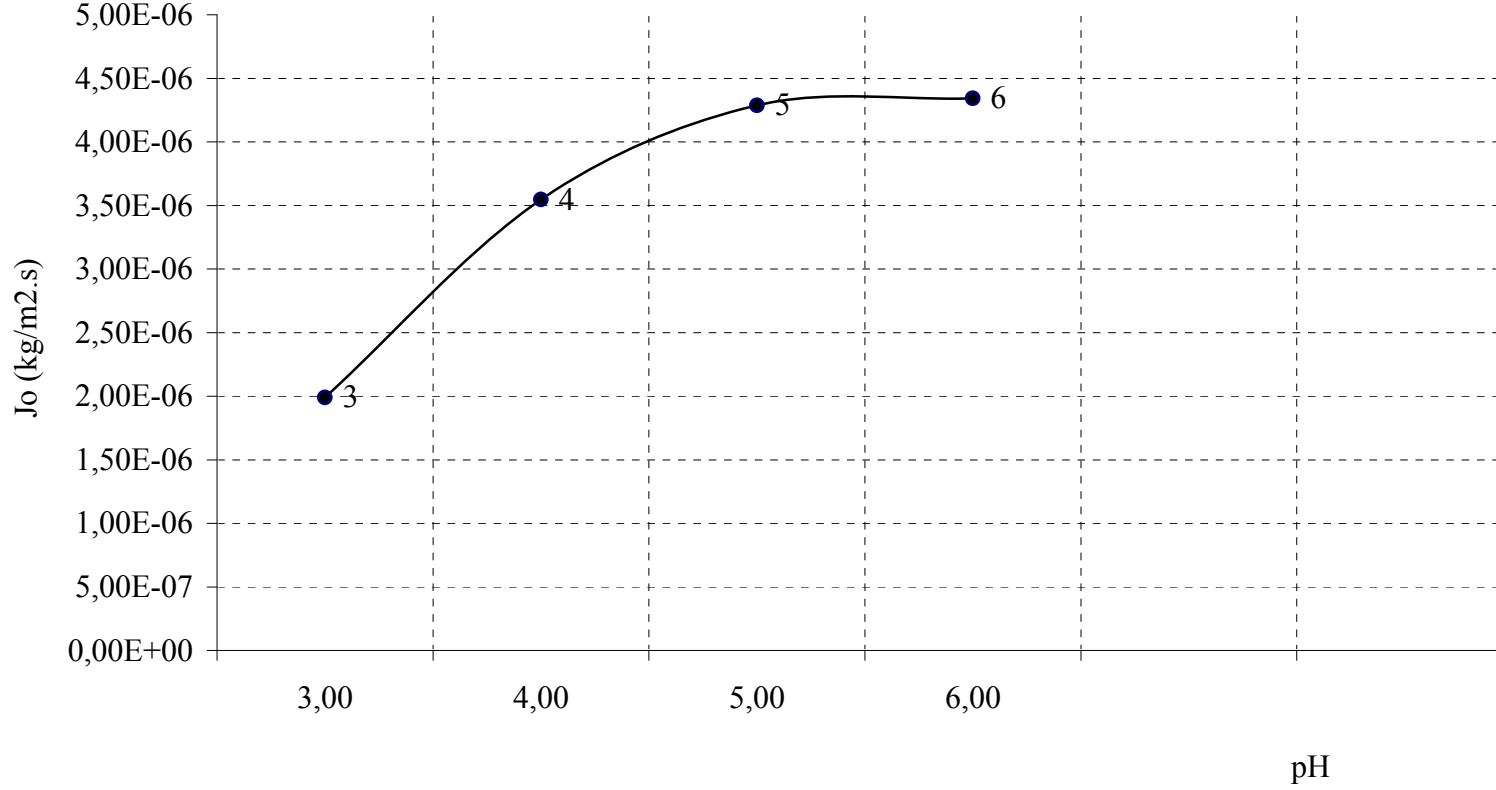
Şekil 6.13. Besleme çözeltisi pH'ının Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme): (Çözücü: % 80 kloroform w/w; Ekstraktant (Alamine 308) : % 5 w/w; Modifiyer (TBP): % 15 w/w; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃ + 1M TEA ; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300 mg/L; Membran desteği : Celgard 2500 (PP); NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5 M; Besleme çözeltisi hacmi: 250 mL; Sıyırma çözeltisi hacmi: 250mL

pH Farkının Co(II) / Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesi (Sıyırma)

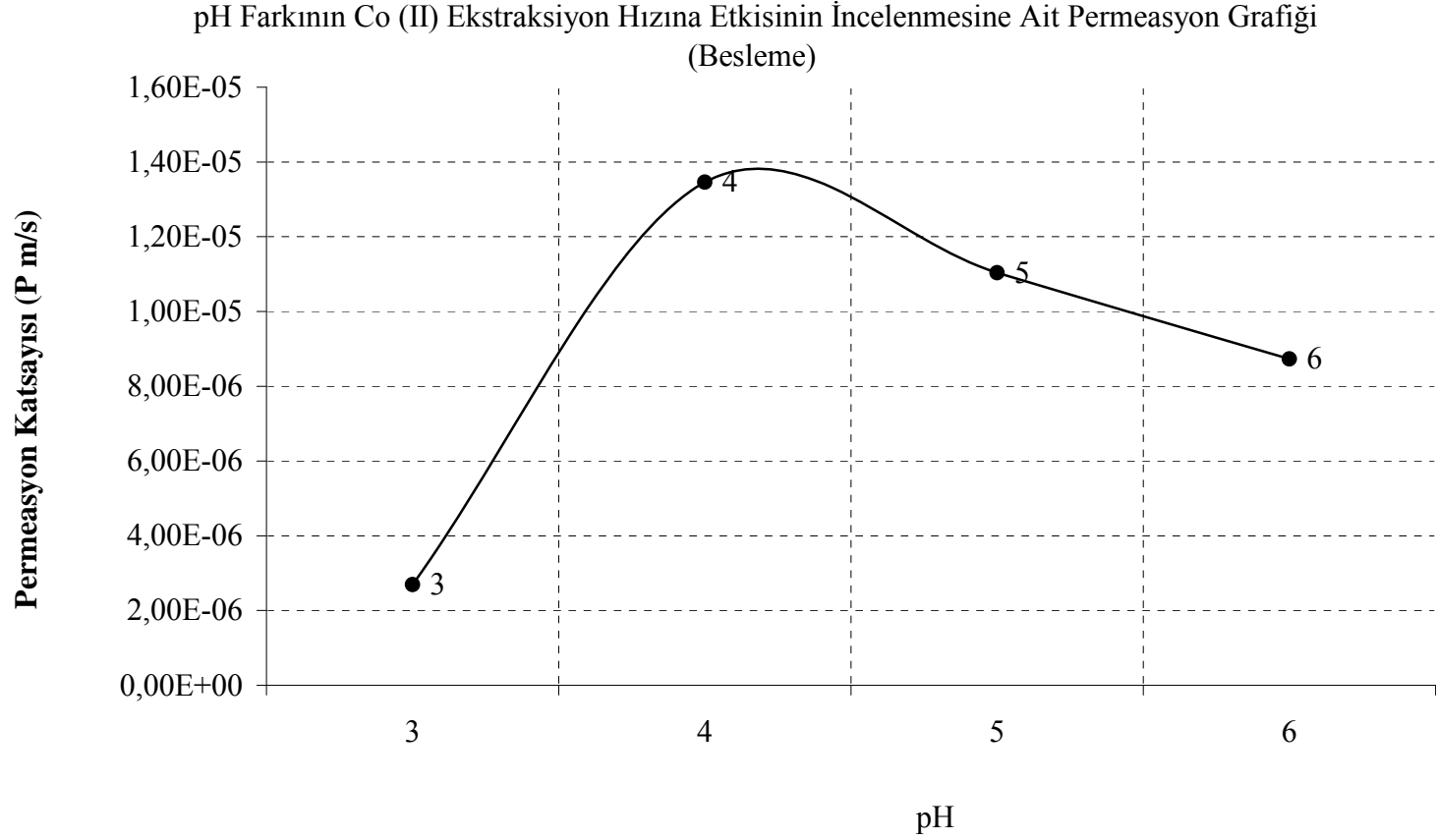


Şekil 6.14. Besleme çözeltisi pH'ının Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma): (Çözücü: % 80 kloroform w/w; Ekstraktant (Alamine 308): % 5 w/w; Modifiyer (TBP): % 15 w/w; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu: 1M NH₃ + 1M TEA; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300 mg/L; Membran desteği: Celgard 2500 (PP); NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5 M; Besleme çözeltisi hacmi: 250 mL; Sıyırma çözeltisi hacmi: 250mL

pH Farkının Co (II) Ekstraksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesine Ait Başlangıç Kütle Akısı Grafiği



Şekil 6.15. Besleme çözeltisi pH'ının Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi incelenmesine ait başlangıç kütle akısı (Jo): Çözücü: % 80 kloroform w/w; Ekstraktant (Alamine 308) : % 5 w/w; Modifiyer (TBP): % 15 w/w; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃ + 1M TEA ; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300 mg/L; Membran desteği : Celgard 2500 (PP); NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5 M; Besleme çözeltisi hacmi: 250 mL; Sıyırma çözeltisi hacmi: 250mL



Şekil 6.16. Besleme çözeltisi pH'ının Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi incelenmesine ait permeasyonu (P): Çözücü: % 80 kloroform w/w; Ekstraktant (Alamine 308) : % 5 w/w; Modifiyer (TBP): % 15 w/w; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃ + 1M TEA ; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300 mg/L; Membran desteği : Celgard 2500 (PP); NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5 M; Besleme çözeltisi hacmi: 250 mL; Sıyırma çözeltisi hacmi: 250mL

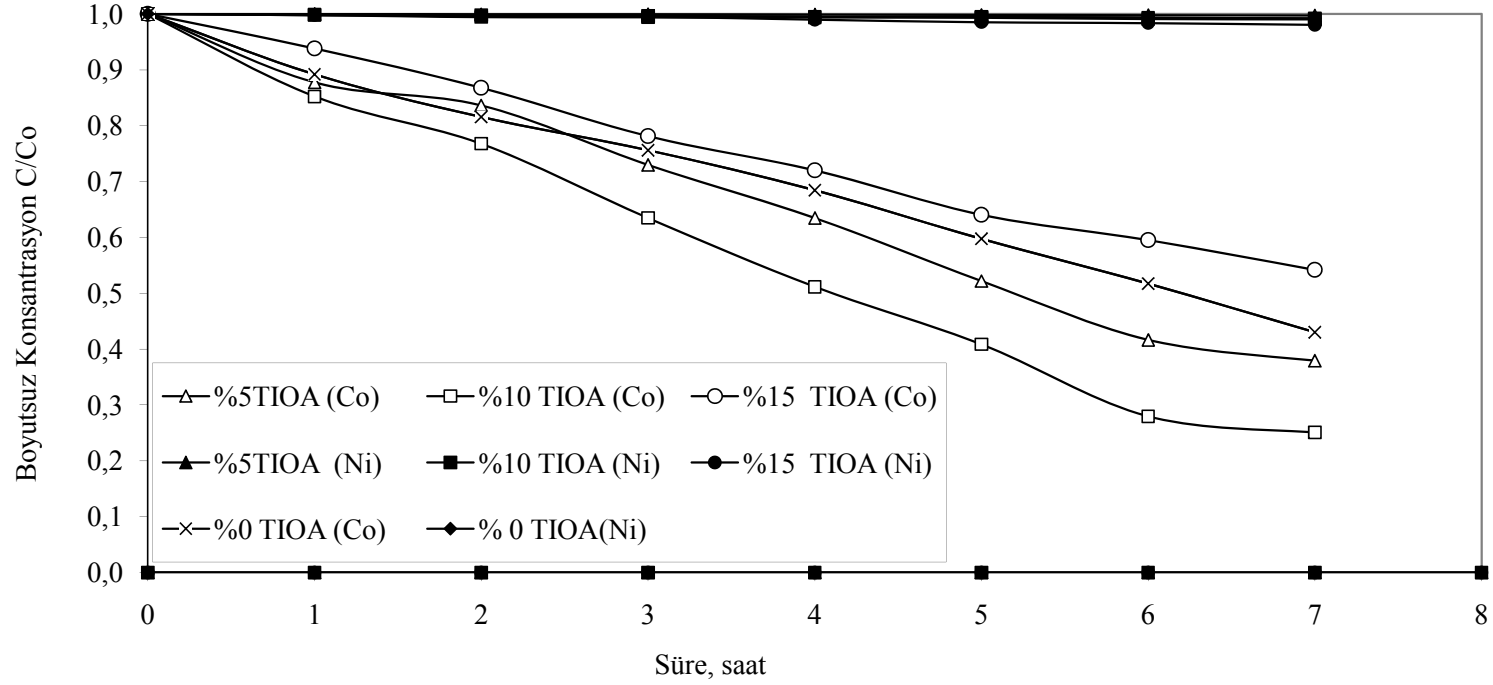
Tablo 6.10. TIOA Konsantrasyonunun Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme): Modifiyer (TBP): % 15 w/w; Çözücü: Kloroform; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu :1M NH₃ +1M TEA ; pH: 4.0; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5M; Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi: 250mL

Süre	Membran Karışımındaki TIOA Konsantrasyonunun Co(II) Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Besleme fazı)															
	%0 TIOA				%5 TIOA				%10 TIOA				%15 TIOA			
	Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni	
	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)
0	317,6	1,000	316,7	1,000	315,1	1,000	315,1	1,000	306,2	1,000	303,0	1,000	316,0	1,000	312,7	1,000
1	283,1	0,892	316,4	0,999	276,5	0,878	315,0	1,000	257,1	0,852	302,4	0,998	296,4	0,938	312,0	0,998
2	259,0	0,815	316,1	0,998	263,6	0,836	315,0	1,000	230,5	0,768	301,3	0,994	274,3	0,868	311,6	0,997
3	240,1	0,756	315,6	0,997	229,9	0,730	314,9	0,999	194,4	0,635	301,1	0,994	246,8	0,781	311,2	0,995
4	217,3	0,684	315,2	0,995	199,9	0,634	314,7	0,999	156,6	0,511	301,0	0,994	227,5	0,720	309,4	0,990
5	189,7	0,597	315,1	0,995	164,5	0,522	314,6	0,998	125,2	0,409	300,9	0,993	202,4	0,641	308,1	0,985
6	164,2	0,517	314,6	0,993	131,3	0,417	314,3	0,998	85,6	0,279	300,2	0,991	188,1	0,595	307,5	0,983
7	136,6	0,430	314,2	0,992	119,5	0,379	314,2	0,997	76,8	0,251	300,0	0,990	171,2	0,542	306,5	0,980

Tablo 6.11. TIOA Konsantrasyonun Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma): Modifiyer (TBP): % 15 w/w; Çözücü: Kloroform; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu :1M NH₃ +1M TEA ; pH: 4.0; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5M; Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi: 250mL

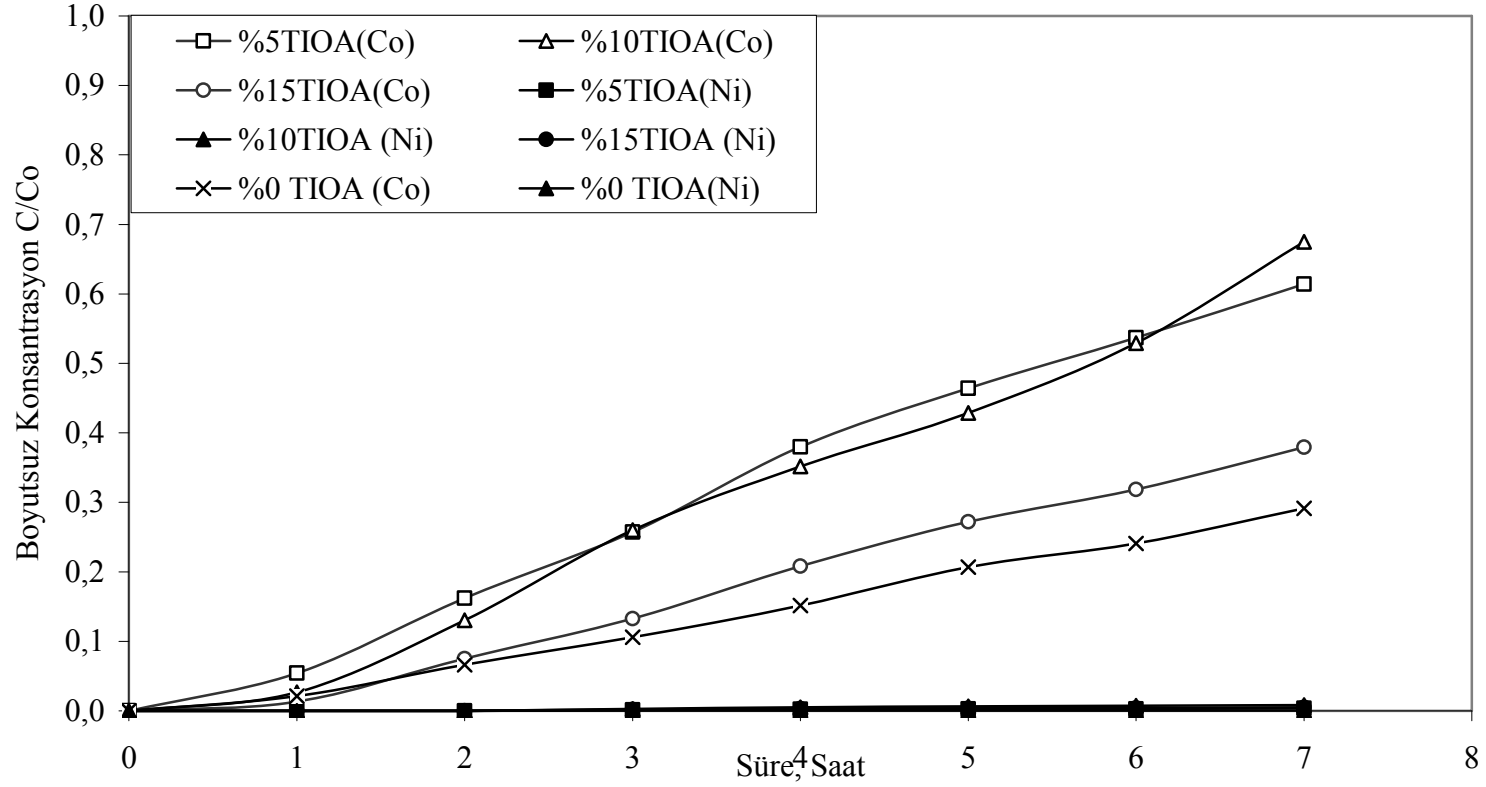
Süre	Membran Karışımındaki TIOA Konsantrasyonun Co(II) Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma fazı)															
	%0 TIOA				%5 TIOA				%10 TIOA				%15 TIOA			
	Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni	
	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	6,728	0,021	0,000	0,000	17,111	0,054	0,000	0,000	8,190	0,027	0,000	0,000	4,176	0,013	0,000	0,000
2	21,093	0,066	0,000	0,000	51,041	0,162	0,000	0,000	39,878	0,130	0,000	0,000	23,758	0,075	0,000	0,000
3	33,638	0,106	0,114	0,000	81,136	0,257	0,419	0,001	79,609	0,260	0,874	0,003	41,925	0,133	0,910	0,002
4	48,165	0,152	0,146	0,000	119,730	0,380	0,718	0,002	107,689	0,352	1,498	0,005	65,813	0,208	1,560	0,003
5	65,715	0,207	0,163	0,001	146,299	0,464	0,852	0,003	131,219	0,428	1,918	0,006	86,028	0,272	1,853	0,004
6	76,505	0,241	0,179	0,001	169,146	0,537	0,942	0,003	161,964	0,529	2,210	0,007	100,653	0,319	2,048	0,004
7	92,495	0,291	0,195	0,001	193,603	0,614	1,105	0,004	206,749	0,675	2,535	0,008	119,828	0,379	2,438	0,005

TIOA Konsantrasyonunun Co(II) / Ni /(II) Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesi (Besleme)



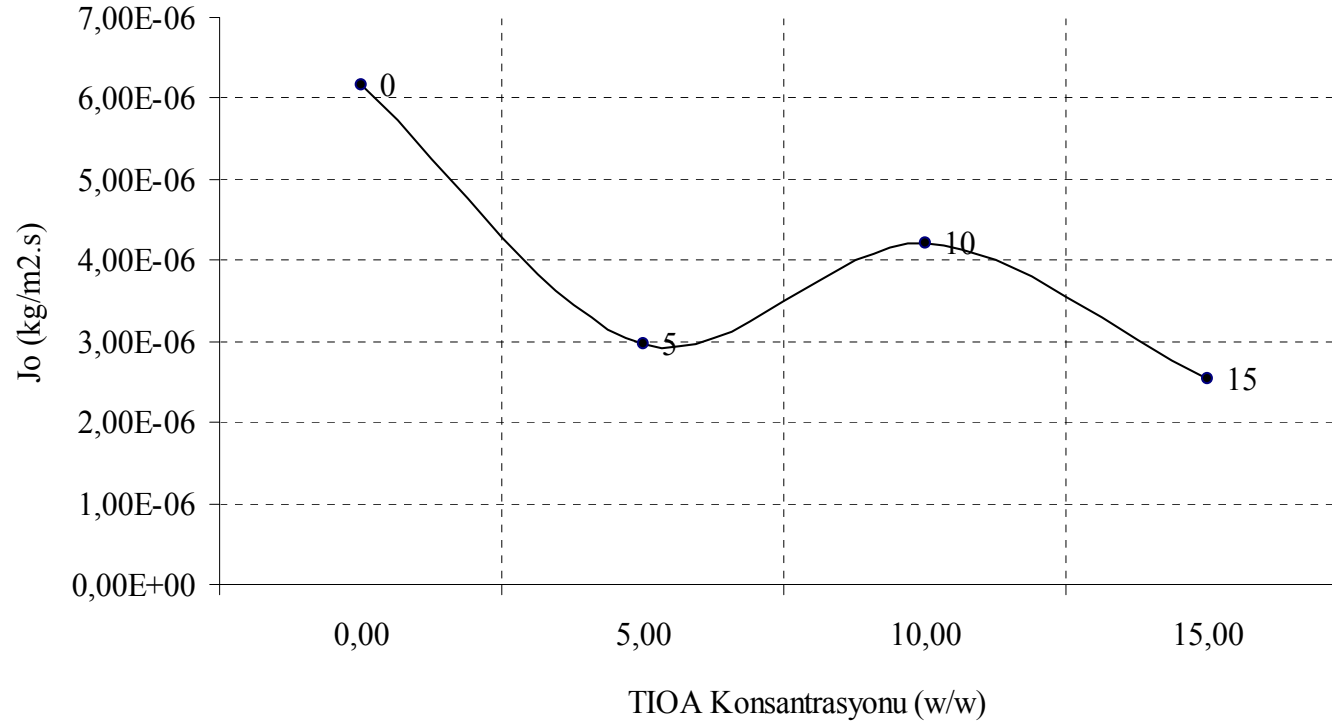
Şekil 6.17. TIOA Konsantrasyonunun Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme): Modifiyer (TBP): % 15 w/w; Çözücü: Kloroform; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu :1M NH₃ +1M TEA ; pH: 4.0; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen); Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5M; Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi: 250mL

TIOA Konsantrasyonun Co(II) / Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesi (Sıyırma)



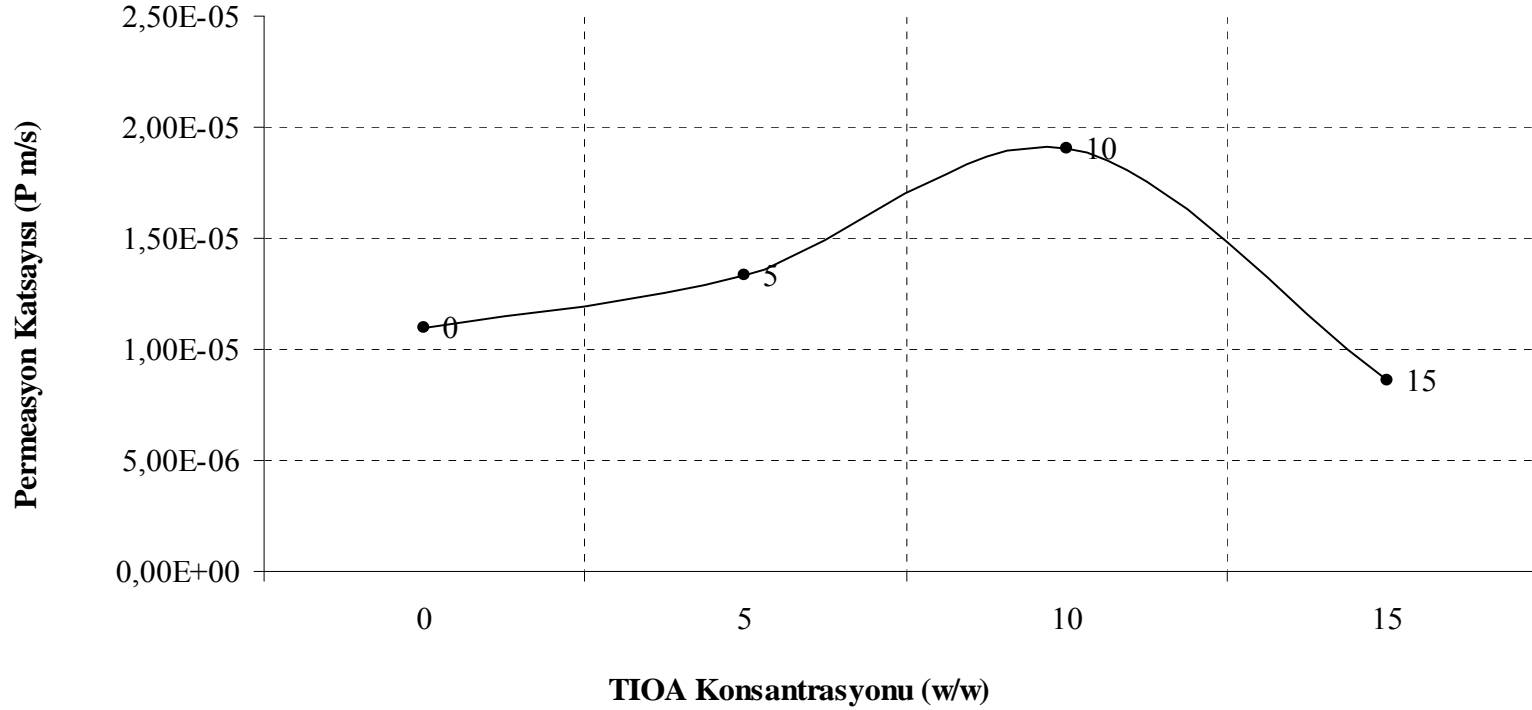
Şekil 6.18. TIOA Konsantrasyonun Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma): Modifiyer (TBP): % 15 w/w; Çözücü: Kloroform; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu :1M NH₃ +1M TEA ; pH: 4.0; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5M; Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi: 250mL

TIOA Konsantrasyonunun Co Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesine Ait Başlangıç Kütle Akısı Grafiği



Şekil 6.19. TIOA Konsantrasyonunun Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna başlangıç kütle akısı (J_0): Modifiyer (TBP): % 15 w/w; Çözücü: Kloroform; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu :1M NH_3 +1M TEA ; pH: 4.0; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; NH_4SCN konsantrasyonu: 0,5M; Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi: 250mL

TIOA Konsantrasyonun Co (II) Ekstraksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesine Ait Permeasyon Grafiği
(Besleme)



Şekil 6.20. TIOA Konsantrasyonun Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna permeasyon katsayısı (P) : Modifiyer (TBP): % 15 w/w; Çözücü: Kloroform; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu :1M NH₃ +1M TEA ; pH: 4.0; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5M; Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi: 250mL

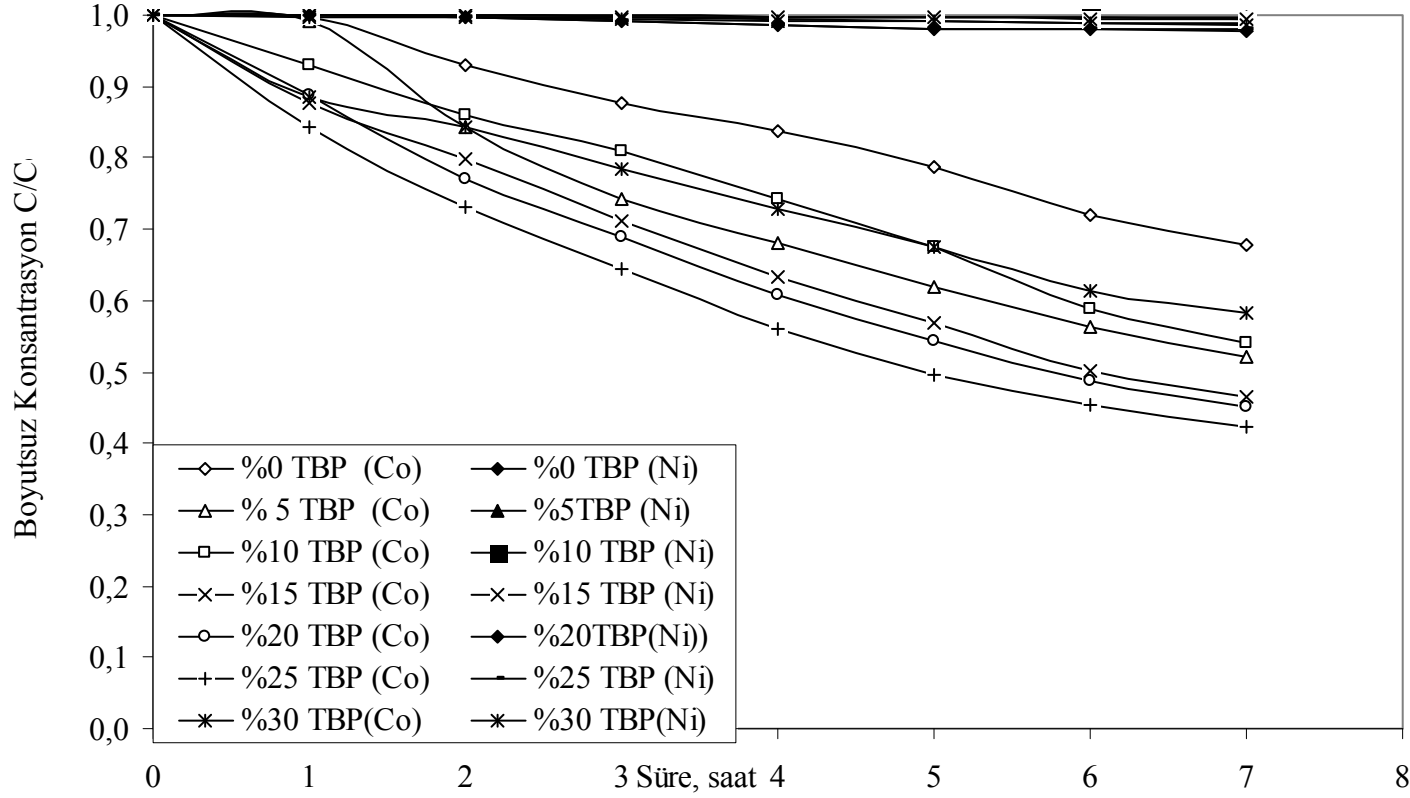
Tablo 6.12. TBP Konsantrasyonun Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme): Ekstraktant (TIOA): % 5 w/w; Çözücü: Kloroform; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu :1M NH₃ +1M TEA ; pH: 4.0; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5 M; Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi: 250mL

Süre	Membran Karışımındaki TBP Konsantrasyonun Co(II) ve Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Besleme fazı)															
	%0 TBP				%5 TBP				%10 TBP				%15 TBP			
	Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni	
	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co()	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)
0	298,9	1,000	297,4	1,000	298,6	1,000	298,5	1,000	303,6	1,000	303,5	1,000	315,1	1,000	315,0	1,000
1	298,4	0,998	297,0	0,999	291,5	0,991	298,2	0,999	282,3	0,930	303,4	0,999	276,5	0,878	314,9	1,000
2	278,3	0,931	296,9	0,998	246,6	0,842	297,8	0,997	261,2	0,860	303,3	0,999	251,6	0,799	314,8	0,999
3	262,1	0,877	296,8	0,998	221,6	0,742	297,6	0,997	245,4	0,808	303,1	0,999	223,9	0,711	314,6	0,998
4	250,4	0,838	296,6	0,997	203,6	0,682	297,1	0,995	225,5	0,743	302,9	0,998	199,9	0,634	314,4	0,998
5	235,4	0,788	296,5	0,997	185,1	0,620	296,1	0,992	204,9	0,675	302,6	0,997	179,5	0,570	313,9	0,996
6	215,0	0,719	296,3	0,996	167,7	0,562	295,6	0,990	178,6	0,588	302,3	0,996	158,3	0,502	313,5	0,995
7	202,5	0,677	296,1	0,996	155,7	0,521	295,0	0,988	163,7	0,539	302,0	0,995	146,5	0,465	313,4	0,995
Süre	Tablo 6.12 (devam) Membran Karışımındaki TBP Konsantrasyonun Co(II) ve Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Besleme fazı)															
	%20 TBP				%25 TBP				%30 TBP							
	Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni					
	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co()	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)				
0	299,6	1,000	299,7	1,000	303,7	1,000	303,3	1,000	313,1	1,000	312,6	1,000				
1	266,1	0,888	299,3	0,999	255,7	0,842	302,9	0,999	277,0	0,885	311,9	0,998				
2	231,1	0,772	298,7	0,997	222,0	0,731	302,3	0,997	263,9	0,843	311,4	0,996				
3	206,4	0,689	297,4	0,992	195,8	0,645	301,0	0,992	243,4	0,785	311,0	0,995				
4	182,2	0,608	295,5	0,986	170,2	0,560	299,0	0,986	227,8	0,727	310,2	0,992				
5	162,9	0,544	294,1	0,981	150,5	0,496	297,7	0,981	211,6	0,676	309,6	0,990				
6	146,3	0,488	293,6	0,980	138,1	0,455	297,1	0,980	192,2	0,614	309,0	0,988				
7	135,3	0,452	293,0	0,978	128,9	0,424	297,0	0,979	182,2	0,582	308,6	0,987				

Tablo 6.13. TBP Konsantrasyonunun Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma): Ekstraktant (TIOA): % 5 w/w; Çözücü: Kloroform; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu :1M NH₃ +1M TEA ; pH: 4.0; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5 M; Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi: 250mL

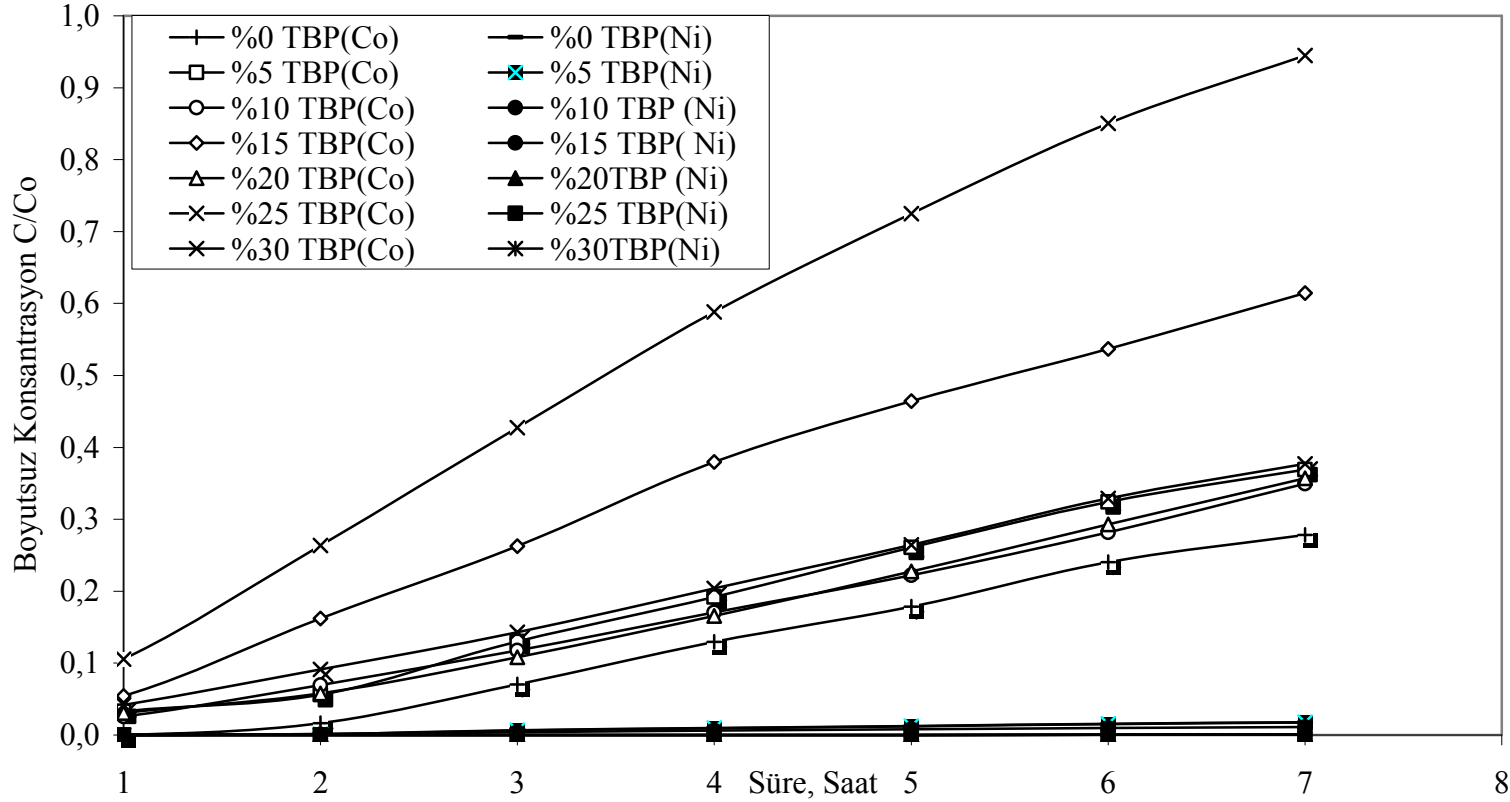
Süre	Membran Karışımındaki TBP Konsantrasyonunun Co(II) ve Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma fazı)															
	%0 TBP				%5 TBP				%10 TBP				%15 TBP			
	Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni	
	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(0)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	0,016	0,000	0,000	0,000	9,896	0,033	0,000	0,000	7,784	0,026	0,000	0,000	17,111	0,054	0,000	0,000
2	4,908	0,016	0,419	0,001	16,803	0,056	0,437	0,001	21,028	0,069	0,455	0,001	51,041	0,162	0,000	0,000
3	20,995	0,070	1,899	0,006	38,805	0,130	1,981	0,007	35,701	0,118	2,064	0,004	82,761	0,263	0,000	0,000
4	38,756	0,130	2,826	0,010	57,314	0,192	2,948	0,010	51,805	0,171	3,071	0,006	119,730	0,380	0,000	0,000
5	53,398	0,179	3,603	0,012	77,919	0,261	3,760	0,013	67,454	0,222	3,916	0,008	146,299	0,464	0,000	0,000
6	71,809	0,240	4,440	0,015	96,753	0,324	4,633	0,016	85,524	0,282	4,826	0,010	169,146	0,537	0,179	0,001
7	83,216	0,278	5,113	0,017	110,240	0,369	5,335	0,018	106,145	0,350	5,558	0,011	193,603	0,614	0,293	0,001
Süre	Tablo 6.13 (devam) Membran Karışımındaki TBP Konsantrasyonunun Co(II) ve Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma fazı)															
	% 20 TBP				% 25 TBP				%30 TBP							
	Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni					
	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(0)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)				
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000					
1	9,198	0,031	0,000	0,000	26,955	0,105	0,000	0,000	13,170	0,042	0,000	0,000				
2	17,339	0,058	0,000	0,000	58,485	0,263	0,000	0,000	28,650	0,091	0,000	0,000				
3	32,370	0,108	0,000	0,000	83,730	0,428	0,000	0,000	44,805	0,143	0,000	0,000				
4	49,579	0,165	0,000	0,000	100,065	0,588	0,000	0,000	63,870	0,204	0,000	0,000				
5	68,169	0,228	0,000	0,000	109,095	0,725	0,000	0,000	82,785	0,264	0,000	0,000				
6	87,799	0,293	0,166	0,001	117,405	0,850	0,177	0,001	103,035	0,329	0,133	0,000				
7	107,006	0,357	0,271	0,001	121,710	0,945	0,290	0,001	118,140	0,377	0,217	0,001				

TBP Konsantrasyonun Co(II) / Ni (II) Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesi (Besleme)



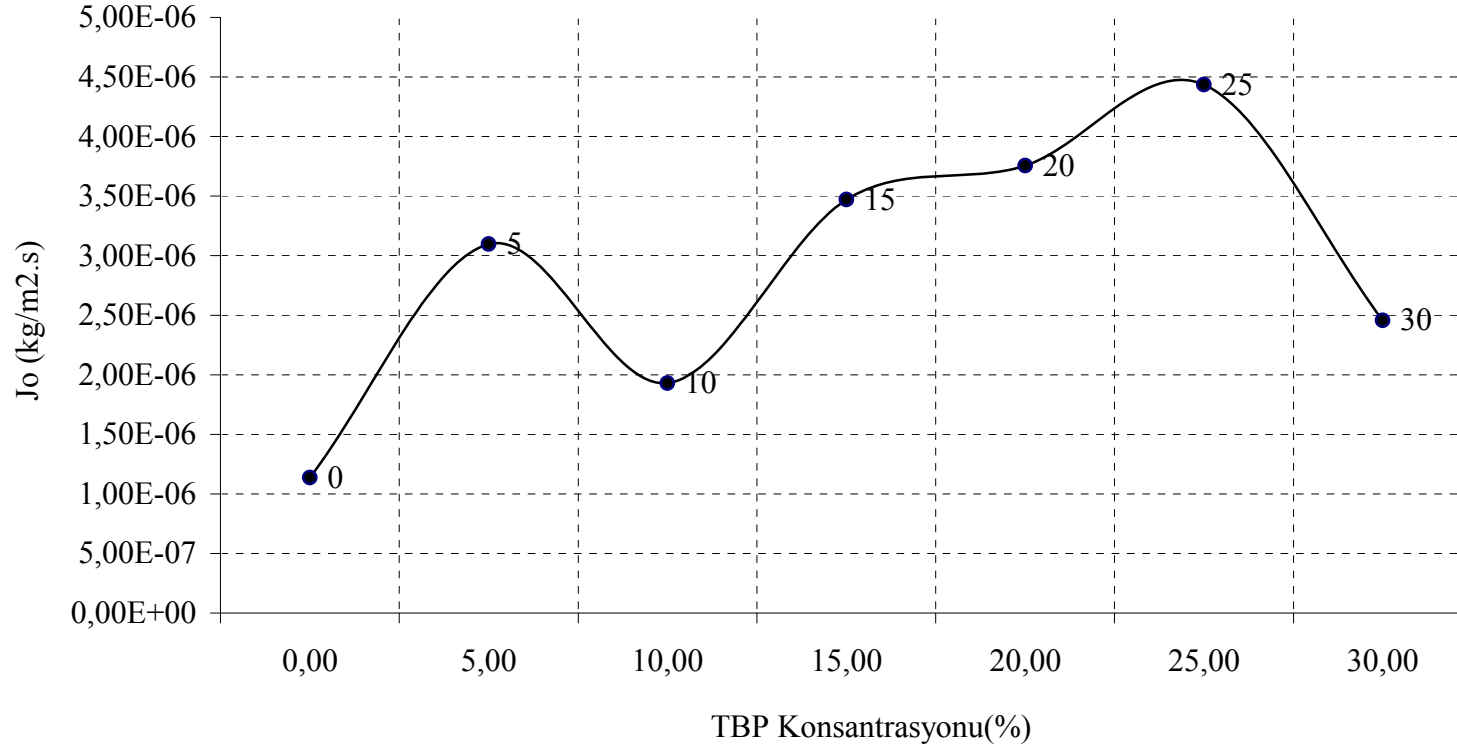
Şekil 6.21. TBP Konsantrasyonun Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme): Ekstraktant (TIOA): % 5 w/w; Çözücü: Kloroform; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu :1M NH₃ +1M TEA ; pH: 4.0; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5 M; Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi: 250mL

TBP Konsantrasyonunun Co(II) / Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesi (Sıyırma)



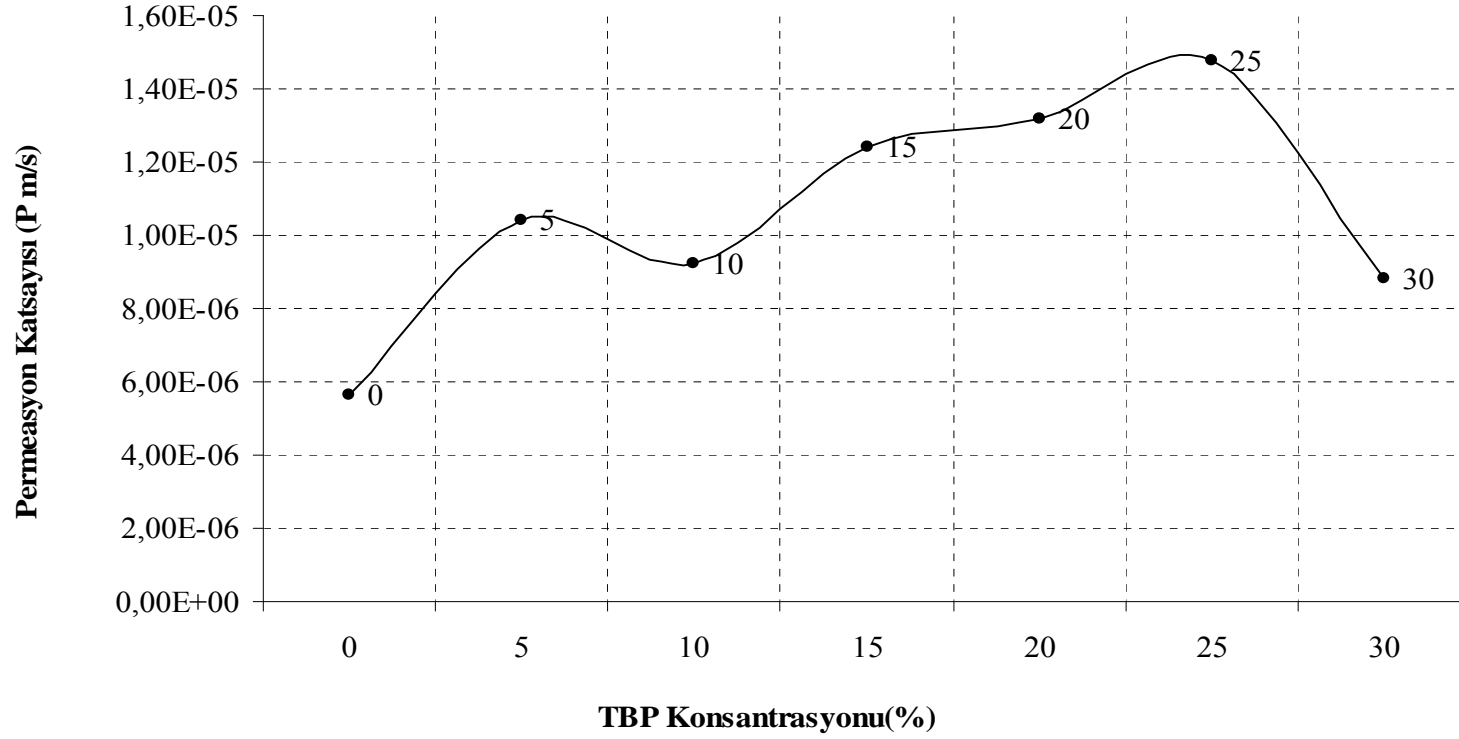
Şekil 6.22. TBP Konsantrasyonunun Co(II) ve Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma): Ekstraktant (TIOA): % 5 w/w; Çözücü: Kloroform; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu :1M NH₃ +1M TEA ; pH: 4.0; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5 M; Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi: 250mL

TBP Konsantrasyonunun Co (II) Ekstraksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesine Ait Başlangıç Kütle Akısı Grafiği



Şekil 6.23. TBP Konsantrasyonunun Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi başlangıç kütle akısı (J_0): Ekstraktant (TIOA): % 5 w/w; Çözücü: Kloroform; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu :1M NH_3 +1M TEA ; pH: 4.0; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; NH_4SCN konsantrasyonu: 0,5 M; Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi: 250mL

TBP Konsantrasyonunun Co (II) Ekstraksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesine Ait Permeasyon Grafiği
(Besleme)



Şekil 6.24. TBP Konsantrasyonunun Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi permeasyon katsayısı (P) : Ekstraktant (TIOA): % 5 w/w; Çözücü: Kloroform; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu :1M NH₃ +1M TEA ; pH: 4.0; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5 M; Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi: 250mL

Tablo 6. 14. NH₄SCN Konsantrasyonun Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme): Modifiyer (TBP):%15 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %5; Çözücü (Kloroform): % 80 w/w; pH :4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu :1M NH₃ +1M TEA ; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi:250mL

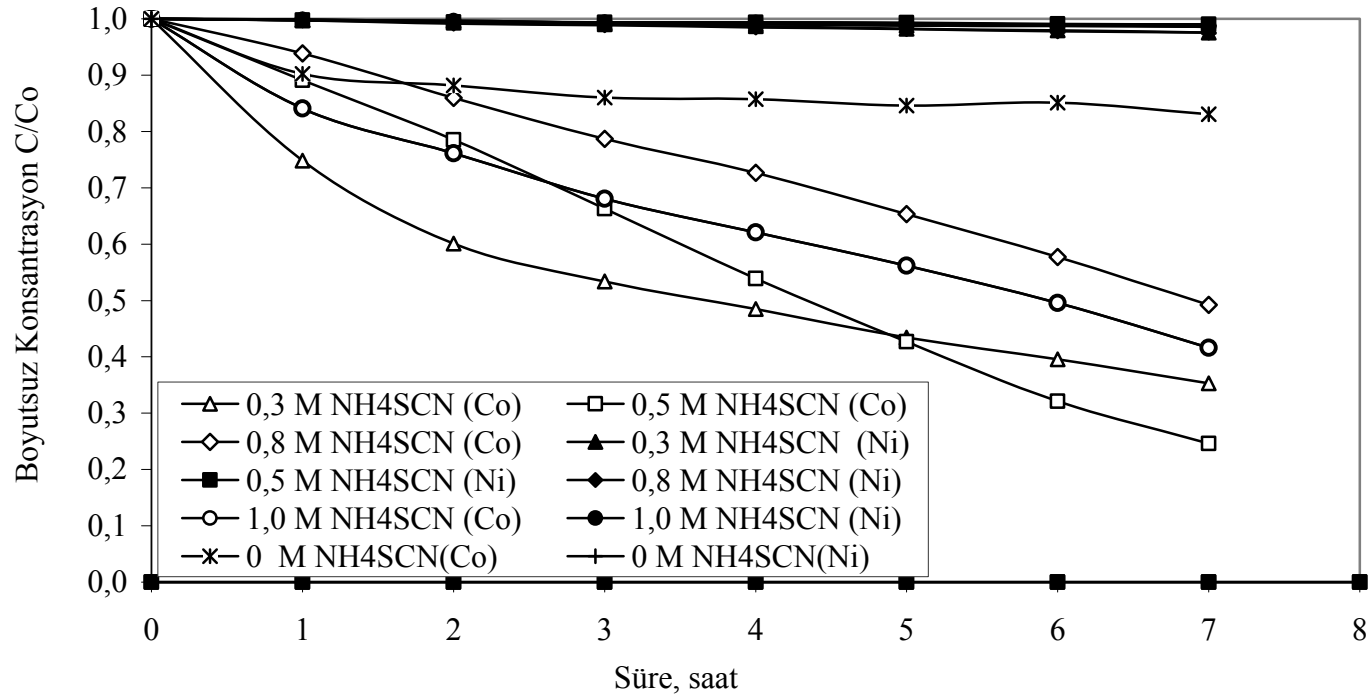
Süre	Besleme çözeltisi NH ₄ SCN Konsantrasyonun Co(II) Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Besleme fazı)											
	0 M NH ₄ SCN				0,3 M NH ₄ SCN				0,5 M NH ₄ SCN			
	Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni	
	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)
0	300,0	1,000	300,2	1,000	302,8	1,000	304,7	1,000	315,1	1,000	303,0	1,000
1	270,6	0,902	299,9	0,999	226,6	0,748	303,9	0,997	276,5	0,891	302,4	0,998
2	264,5	0,882	298,7	0,995	181,9	0,601	302,7	0,993	242,6	0,785	301,3	0,994
3	258,0	0,860	298,3	0,994	161,6	0,534	301,8	0,990	208,9	0,663	301,1	0,994
4	257,1	0,857	298,2	0,993	146,8	0,485	300,7	0,987	169,9	0,539	301,0	0,994
5	253,8	0,846	297,8	0,992	131,6	0,434	299,3	0,982	134,5	0,427	300,9	0,993
6	255,2	0,851	297,0	0,989	119,8	0,395	298,6	0,980	101,3	0,321	300,2	0,991
7	249,2	0,831	296,4	0,988	106,9	0,353	297,3	0,976	77,5	0,246	300,0	0,990

Süre	Tablo 6. 14 (devam) Besleme çözeltisi NH ₄ SCN Konsantrasyonun Co(II) Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Besleme fazı)							
	0,8 M NH ₄ SCN				1,0 M NH ₄ SCN			
	Co		Ni		Co		Ni	
	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)
0	315,2	1,000	312,8	1,000	304,5	1,000	301,8	1,000
1	295,8	0,939	311,8	0,997	256,0	0,841	301,1	0,998
2	271,0	0,860	310,2	0,992	231,8	0,761	300,7	0,996
3	247,9	0,787	309,2	0,989	207,2	0,681	299,6	0,993
4	229,0	0,726	308,0	0,985	189,0	0,621	298,9	0,990
5	205,9	0,653	307,1	0,982	171,1	0,562	298,2	0,988
6	181,9	0,577	305,8	0,978	150,9	0,496	298,0	0,987
7	155,1	0,492	305,2	0,976	126,7	0,416	297,4	0,986

Tablo 6.15. NH₄SCN Konsantrasyonun Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma): Modifiyer (TBP):%15 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %5; Çözücü (Kloroform): % 80 w/w; pH :4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu :1M NH₃ +1M TEA ; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi:250mL

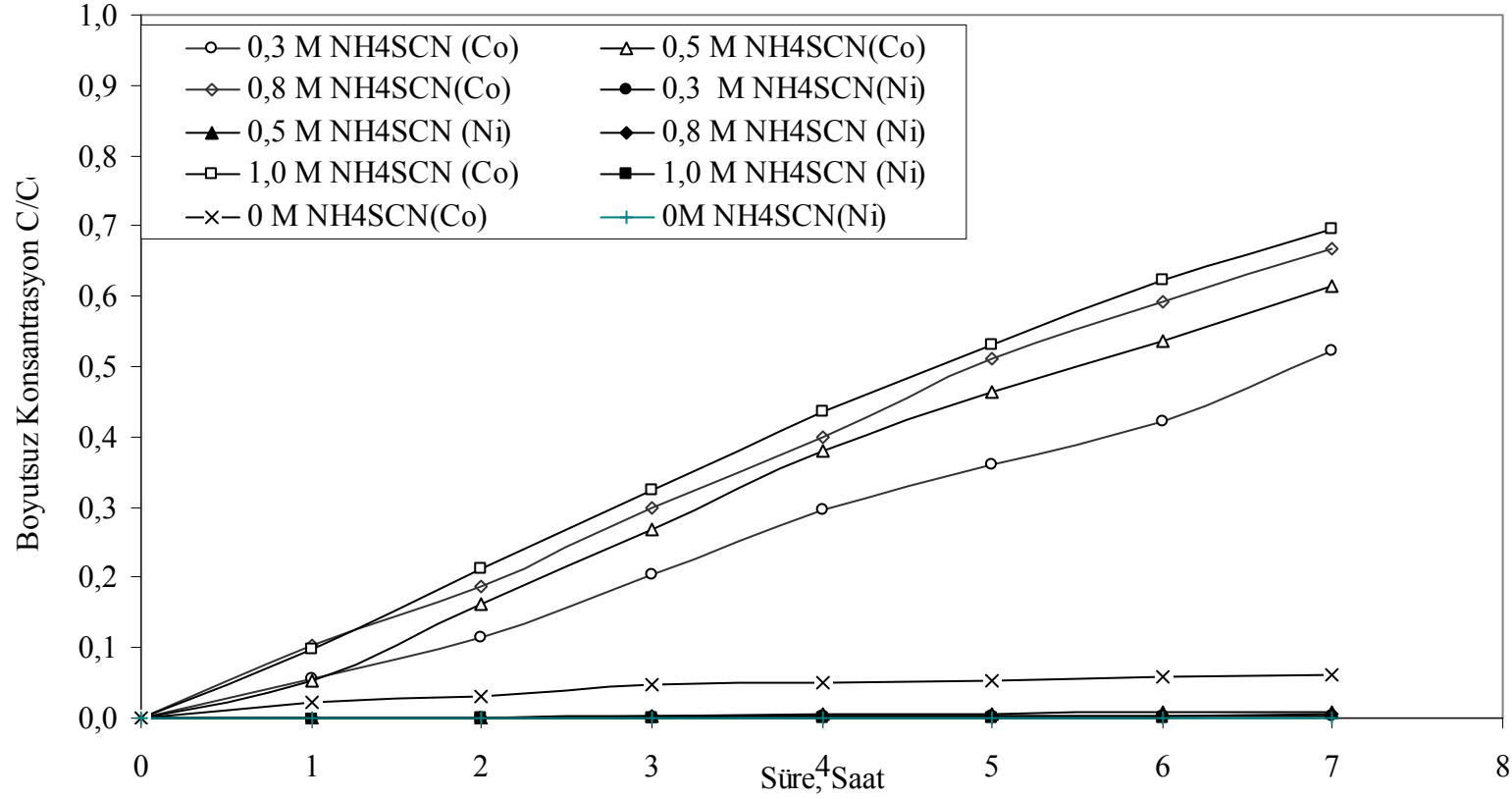
Süre	Besleme çözeltisi NH ₄ SCN Konsantrasyonun Co(II) Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma fazı)											
	0 M NH ₄ SCN				0,3 M NH ₄ SCN				0,5 M NH ₄ SCN			
	Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni	
	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	6,360	0,021	0,000	0,000	17,274	0,057	0,000	0,000	17,111	0,054	0,000	0,000
2	9,570	0,032	0,000	0,000	34,564	0,114	0,000	0,000	51,041	0,162	0,000	0,000
3	13,860	0,046	0,000	0,000	62,010	0,205	0,419	0,001	84,386	0,268	0,874	0,003
4	15,360	0,051	0,000	0,000	89,570	0,296	0,718	0,002	119,405	0,379	1,498	0,005
5	15,810	0,053	0,000	0,000	109,070	0,360	0,852	0,003	146,299	0,464	1,918	0,006
6	17,295	0,058	0,000	0,000	127,741	0,422	0,942	0,003	169,146	0,537	2,210	0,007
7	18,015	0,060	0,138	0,000	157,918	0,522	1,105	0,004	193,603	0,614	2,535	0,008
Süre	Tablo 6.15 (devam) Besleme çözeltisi NH ₄ SCN Konsantrasyonun Co(II) Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma fazı)											
	0,8 M NH ₄ SCN				1,0 M NH ₄ SCN							
	Co		Ni		Co		Ni					
	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)				
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000					
1	32,224	0,102	0,000	0,000	29,965	0,098	0,000					
2	59,280	0,188	0,000	0,000	64,805	0,213	0,000					
3	94,185	0,299	0,910	0,002	98,394	0,323	0,000					
4	125,970	0,400	1,560	0,003	133,055	0,437	0,000					
5	160,891	0,510	1,853	0,004	161,671	0,531	0,000					
6	186,810	0,593	2,048	0,004	189,800	0,623	0,000					
7	210,324	0,667	2,438	0,005	211,526	0,695	0,179					

NH₄SCN Konsantrasyonunun Co(II) / Ni /(II) Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesi
(Besleme)



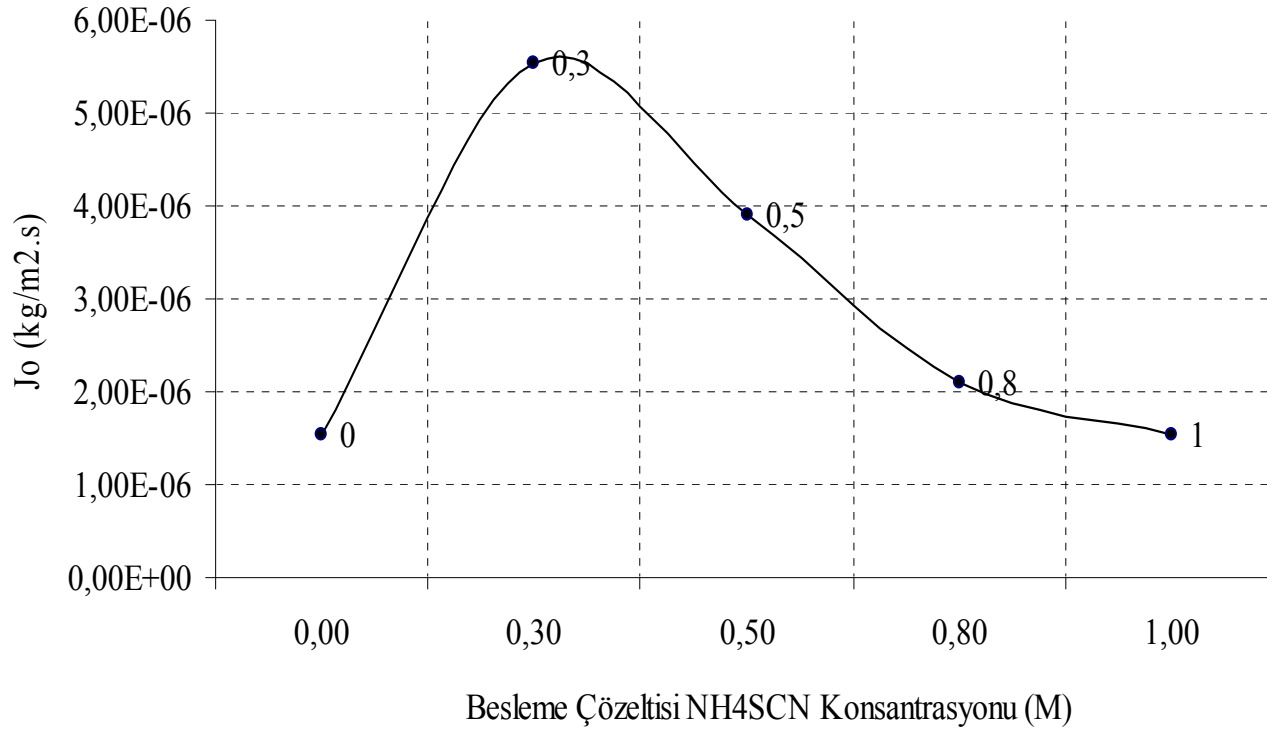
Şekil 6. 25. NH₄SCN Konsantrasyonunun Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme): Modifiyer (TBP):%15 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %5; Çözücü (Kloroform): % 80 w/w; pH :4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu :1M NH₃ +1M TEA ; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi:250mL

NH₄SCN Konsantrasyonunun Co(II) / Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesi (Sıyırma)

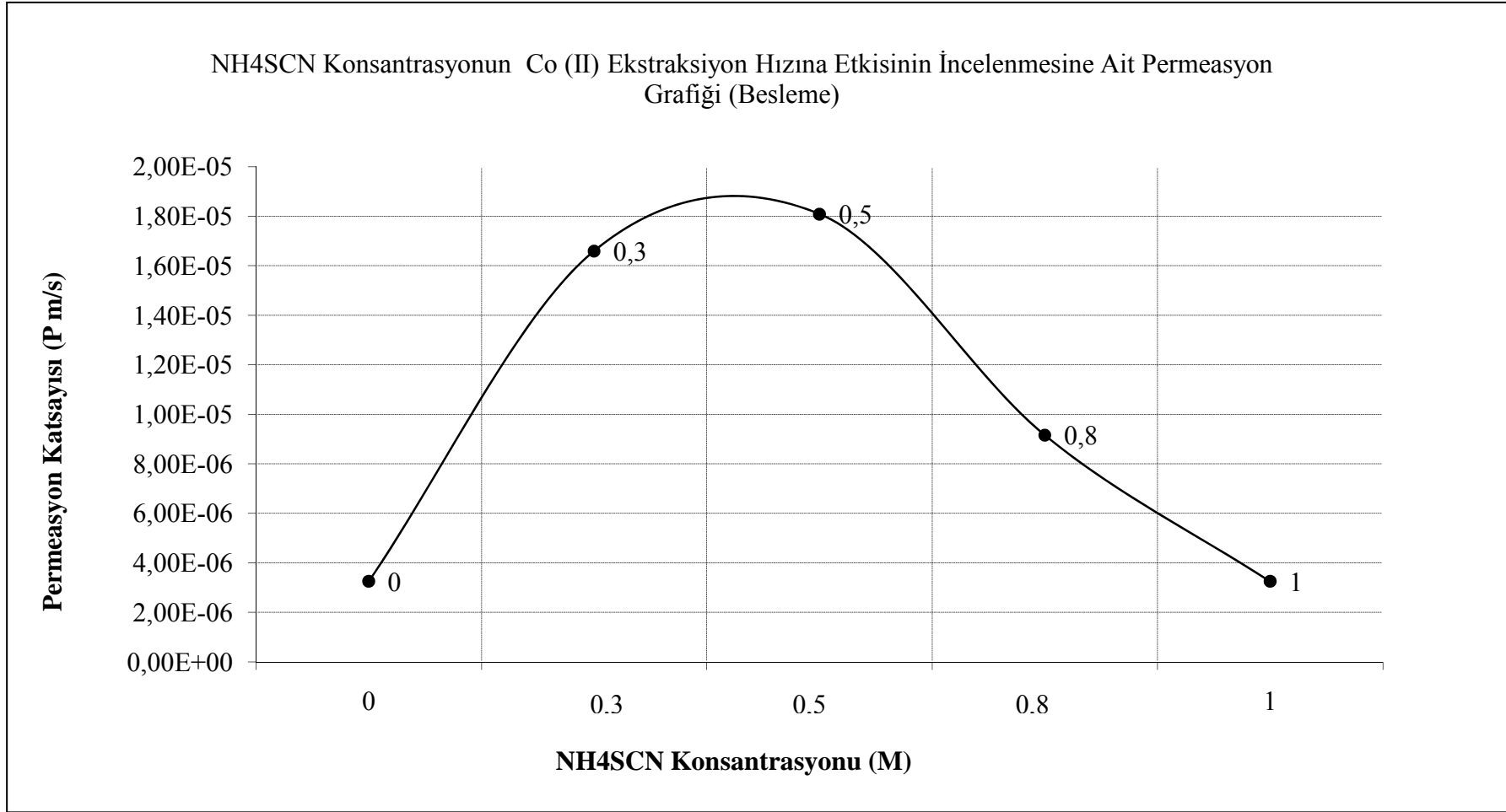


Şekil 6.26. NH₄SCN Konsantrasyonunun Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma): Modifiyer (TBP):%15 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %5; Çözücü (Kloroform): % 80 w/w; pH :4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu :1M NH₃ +1M TEA ; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi:250mL

Besleme Çözeltisi NH₄SCN Konsantrasyonunun Co(I) Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesine
Ait Başlangıç Kütle Akısı Grafiği



Şekil 6.27. NH₄SCN Konsantrasyonunun Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi başlangıç kütle akısı (J_0): Modifiyer (TBP):%15 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %5; Çözücü (Kloroform): % 80 w/w; pH :4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu :1M NH₃ +1M TEA ; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi:250mL



Şekil 6.28. NH₄SCN Konsantrasyonunun Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi permeasyon katsayısı (P) : Modifiyer (TBP):%15 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %5; Çözücü (Kloroform): % 80 w/w; pH :4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu :1M NH₃ +1M TEA ; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi:250mL

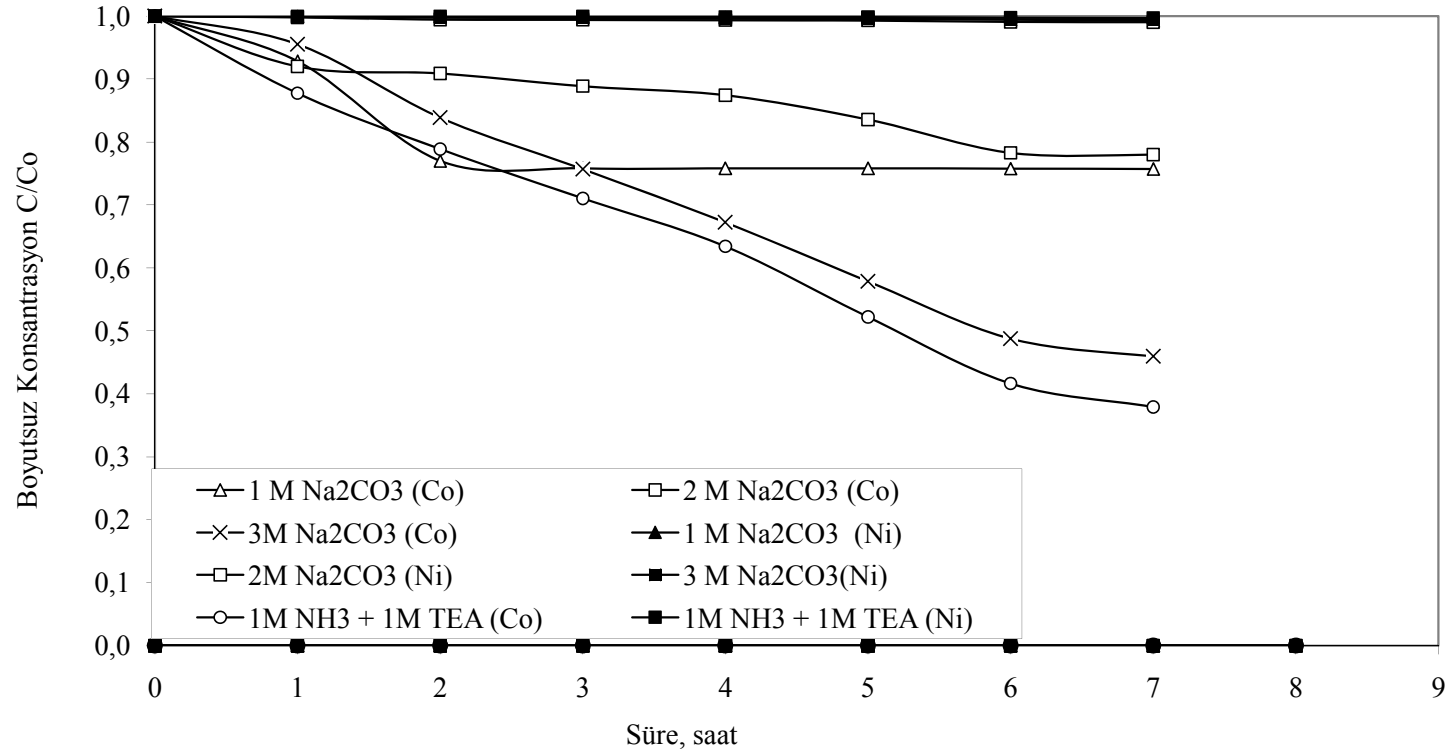
Tablo 6.16.Sıyırma Çözeltilisinin Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme): Modifiyer (TBP):%15 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %5; Çözücü (Kloroform): % 80 w/w; pH :4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak ; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi:250mL

Süre	Sıyırma Çözeltilisinin Co(II) Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Besleme fazı)															
	1 M Na ₂ CO ₃				2 M Na ₂ CO ₃				3 M Na ₂ CO ₃				1M NH ₃ + 1 M TEA			
	Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni	
	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)
0	300,7	1,000	302,6	1,000	301,8	1,000	303,0	1,000	301,5	1,000	300,9	1,000	315,1	1,000	315,1	1,000
1	279,1	0,928	302,5	1,000	273,6	0,920	302,4	0,998	288,0	0,955	300,6	0,999	276,5	0,878	315,0	1,000
2	231,5	0,770	302,3	0,999	268,9	0,909	301,3	0,994	252,9	0,839	300,2	0,998	248,6	0,789	315,0	1,000
3	228,0	0,758	302,1	0,998	268,3	0,889	301,1	0,994	228,2	0,757	300,0	0,997	223,9	0,710	314,9	0,999
4	228,0	0,758	301,8	0,997	263,8	0,874	301,0	0,994	202,7	0,672	299,7	0,996	199,9	0,634	314,7	0,999
5	228,0	0,758	301,6	0,997	252,2	0,836	300,9	0,993	174,6	0,579	299,6	0,996	164,5	0,522	314,6	0,998
6	227,9	0,758	300,9	0,995	236,3	0,783	300,2	0,991	147,0	0,487	299,4	0,995	131,3	0,417	314,3	0,998
7	227,7	0,757	300,3	0,992	235,5	0,780	300,0	0,990	138,6	0,460	299,2	0,994	119,5	0,379	314,2	0,997

Tablo 6.17. Sıyırma Çözeltilisinin Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma): Modifiyer (TBP):%15 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %5; Çözücü (Kloroform): % 80 w/w; pH :4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi:250mL

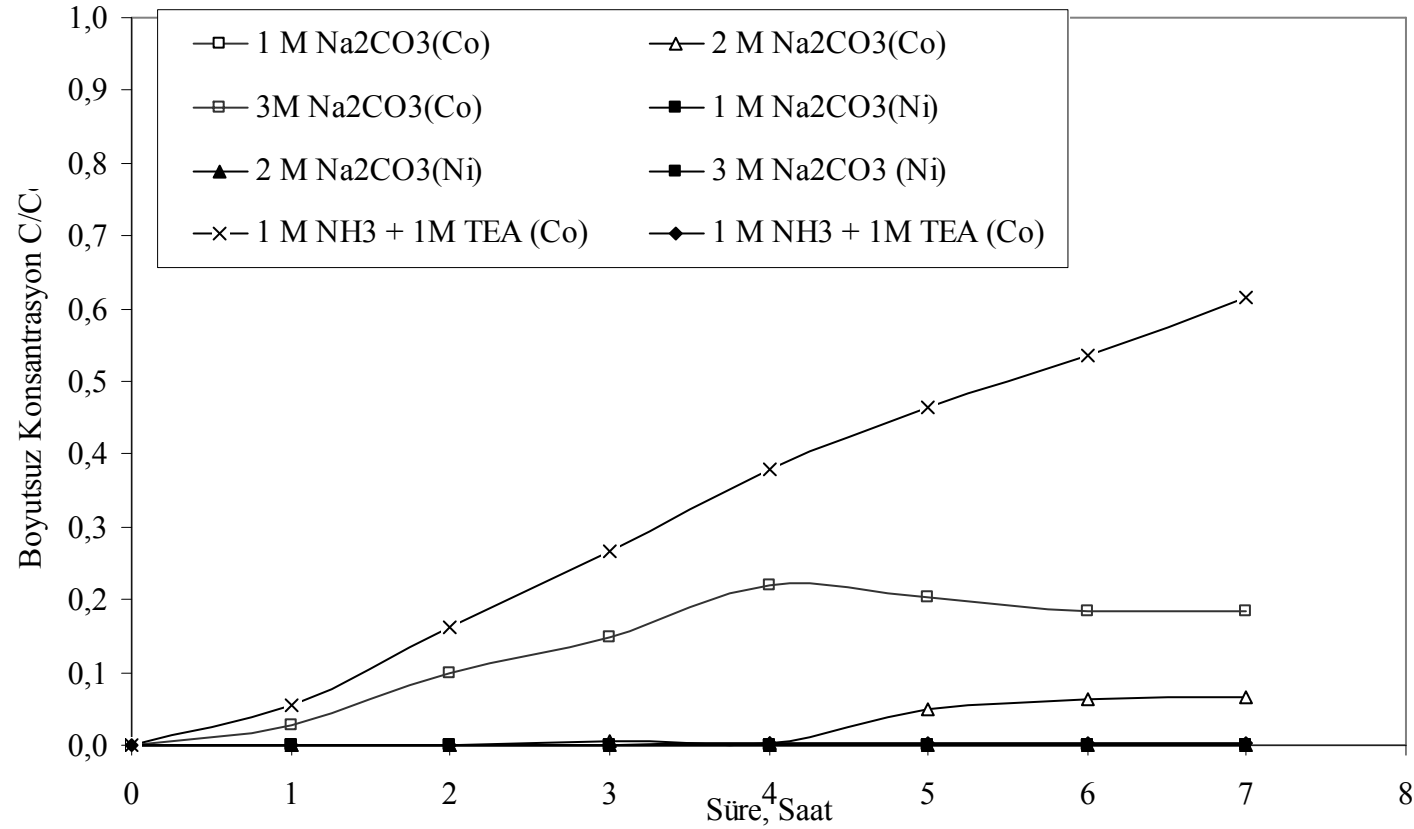
Süre	Sıyırma Çözeltilisinin Co(II) Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma fazı)															
	1 M Na ₂ CO ₃				2 M Na ₂ CO ₃				3 M Na ₂ CO ₃				1M NH ₃ + 1 M TEA			
	Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni	
	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	8,580	0,028	0,000	0,000	17,111	0,054	0,000	0,000
2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	29,721	0,099	0,000	0,000	51,041	0,162	0,000	0,000
3	0,000	0,000	0,000	0,000	1,674	0,006	0,000	0,000	45,061	0,149	0,000	0,000	84,386	0,268	0,423	0,001
4	0,000	0,000	0,000	0,000	1,193	0,004	0,000	0,000	66,365	0,220	0,000	0,000	119,405	0,379	0,715	0,002
5	0,000	0,000	0,000	0,000	15,308	0,051	0,000	0,000	61,474	0,204	0,000	0,000	146,299	0,464	0,845	0,003
6	0,000	0,000	0,000	0,000	19,305	0,064	0,000	0,000	55,786	0,185	0,000	0,000	169,146	0,537	0,943	0,003
7	0,000	0,000	0,000	0,000	19,516	0,065	0,000	0,000	55,559	0,184	0,000	0,000	193,603	0,614	1,105	0,004

Sıyırma Çözeltisinin Co(II) / Ni /(II) Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesi (Besleme)

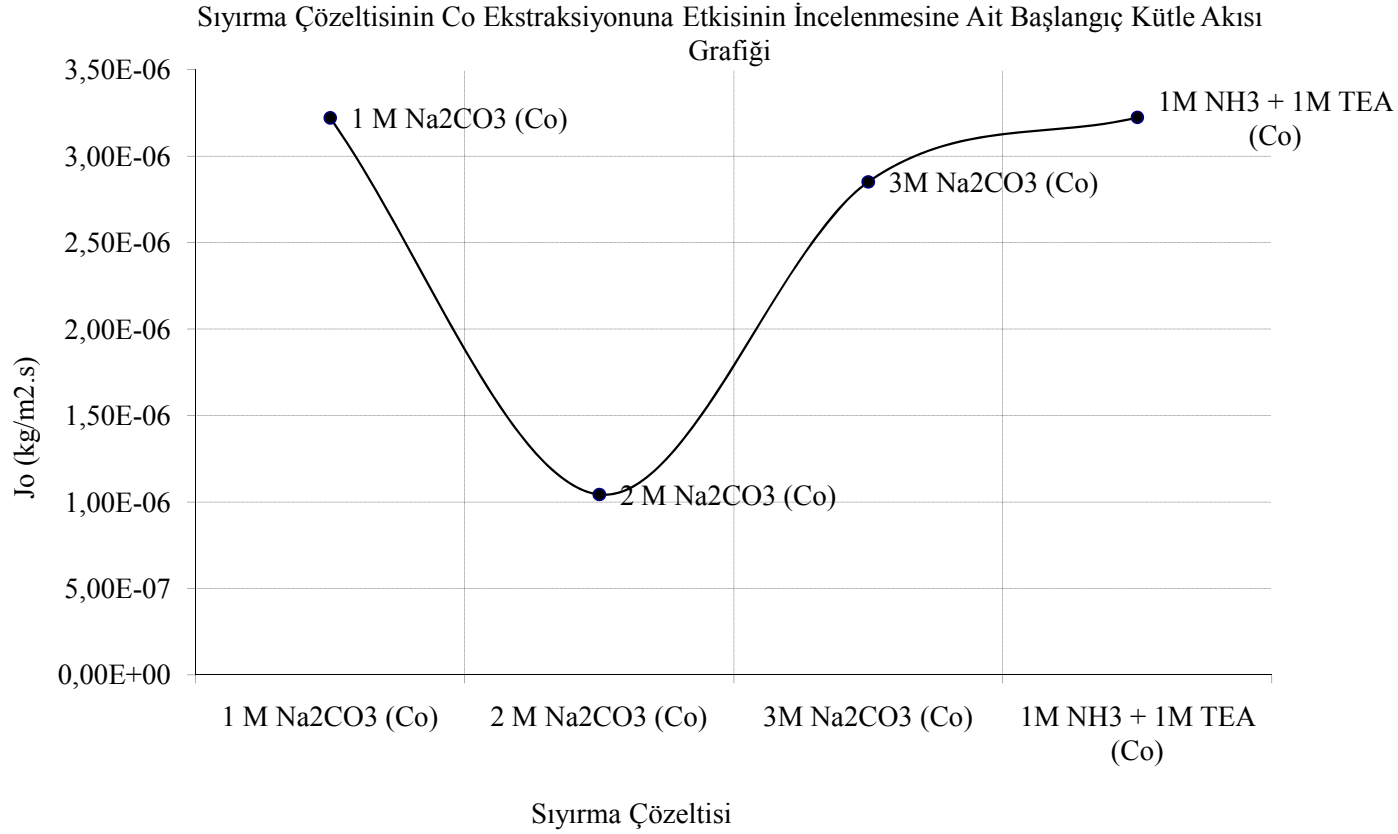


Şekil 6. 29. Sıyırma Çözeltisinin Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme): Modifiyer (TBP):%15 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %5; Çözücü (Kloroform): % 80 w/w; pH :4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi:250mL

Sıyırma Çözeltisinin Co(II) / Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesi (Sıyırma)

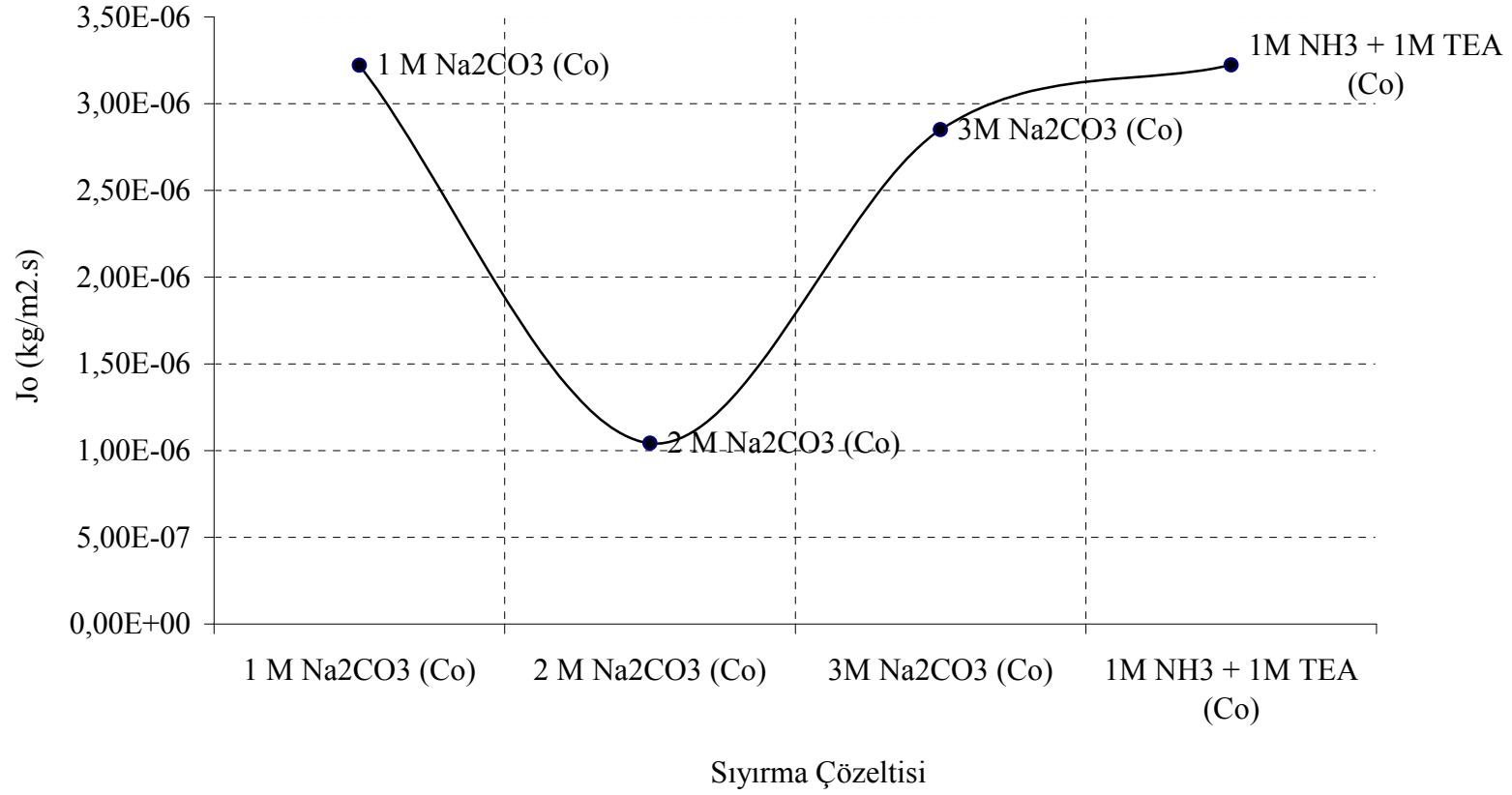


Şekil 6.30. Sıyırma Çözeltisinin Co(II) ve Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma): Modifiyer (TBP):%15 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %5; Çözücü (Kloroform): % 80 w/w; pH :4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi:250mL



Şekil 6.31. Sıyırma Çözeltisinin Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi başlangıç kütle akısı (J_o): Modifiyer (TBP):%15 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %5; Çözücü (Kloroform): % 80 w/w; pH :4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu :1M NH₃ +1M TEA ; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi:250mL

Sıyırma Çözeltisi Co Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesine Ait Başlangıç Kütle Akısı Grafiği



Şekil 6.32. Sıyırma Çözeltisinin Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi permeasyon katsayısı (P) :Modifiyer (TBP):%15 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %5; Çözücü (Kloroform): % 80 w/w; pH :4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu :1M NH₃ +1M TEA ; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi:250mL

Tablo 6.18. Ortam sıcaklığının Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme): Modifiyer (TBP):%15 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %5; Çözücü: Kloroform; pH :4; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak ;Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu: 1M NH₃ +1M TEA ; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi hacmi: 250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi: 250 mL; NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5 M

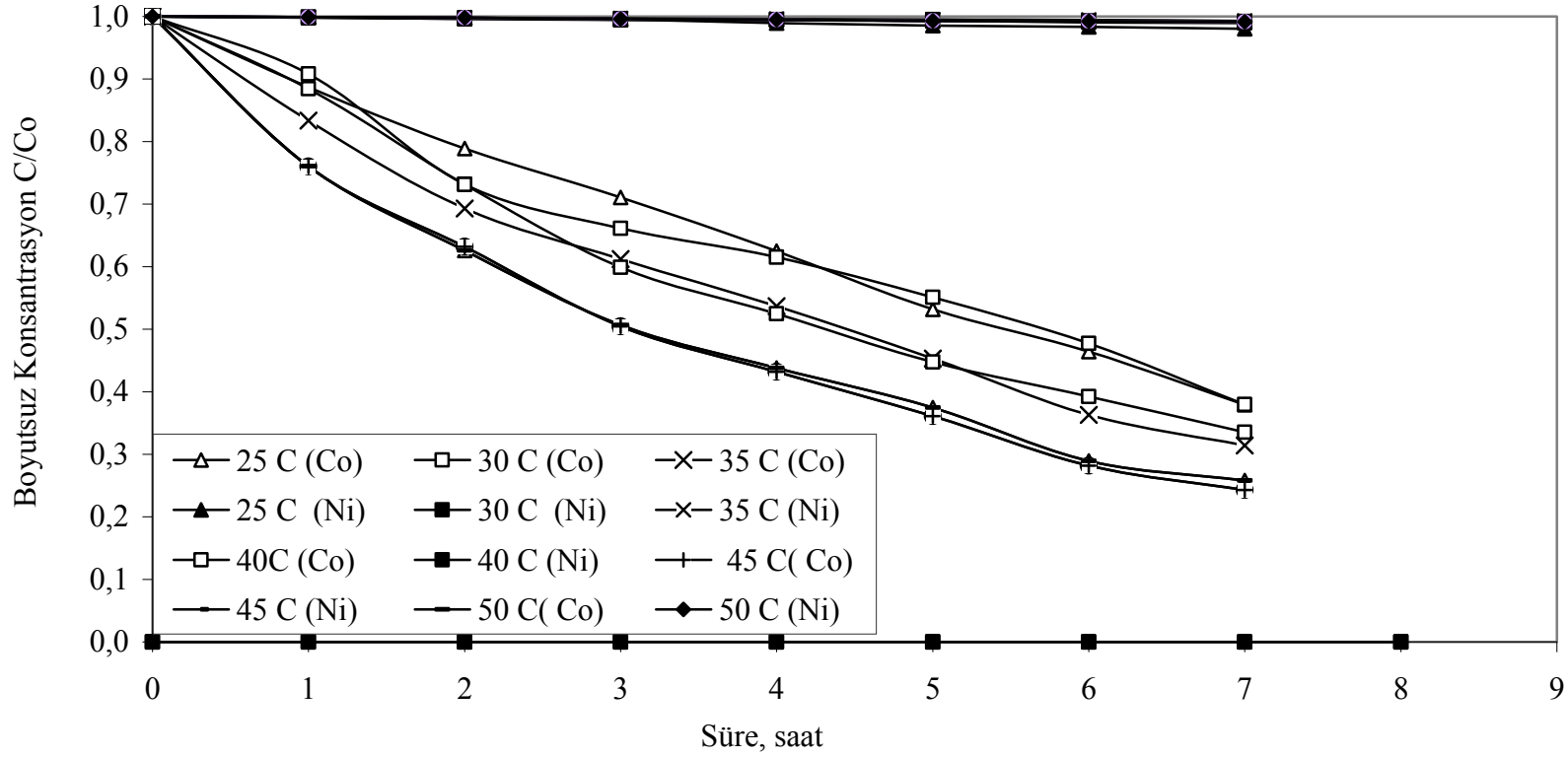
Süre	Ortam sıcaklığının Co(II) ve Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Besleme fazı)															
	25				30				35				40			
	Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni	
	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)
0	302,0	1,000	300,7	1,000	301,0	1,000	302,5	1,000	301,0	1,000	300,5	1,000	300,2	1,000	299,9	1,000
1	267,9	0,887	300,0	0,998	269,3	0,908	302,0	0,998	250,8	0,833	300,3	0,999	265,5	0,884	299,6	0,999
2	238,2	0,789	299,7	0,997	216,0	0,732	301,3	0,996	208,6	0,693	299,9	0,998	219,6	0,732	299,3	0,998
3	214,6	0,710	299,2	0,995	199,0	0,661	300,9	0,995	184,3	0,612	299,7	0,997	179,9	0,599	298,9	0,997
4	188,7	0,625	297,5	0,990	185,2	0,615	300,6	0,994	161,5	0,537	299,3	0,996	157,6	0,525	298,5	0,995
5	160,5	0,532	296,2	0,985	165,9	0,551	300,3	0,993	136,3	0,453	299,0	0,995	134,3	0,447	298,4	0,995
6	140,2	0,464	295,7	0,983	143,7	0,477	299,6	0,991	109,4	0,363	298,8	0,994	117,8	0,393	297,9	0,993
7	114,5	0,379	294,8	0,980	114,3	0,380	299,3	0,990	94,6	0,314	298,4	0,993	100,7	0,335	297,5	0,992

Süre	Tablo 6.18 (devam) Ortam sıcaklığının Co(II) ve Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Besleme fazı)							
	45				50			
	Co		Ni		Co		Ni	
	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)
0	300,5	1,000	300,0	1,000	300,0	1,000	300,0	1,000
1	228,4	0,760	299,7	0,999	228,1	0,761	299,7	0,999
2	189,9	0,632	299,4	0,998	187,7	0,626	299,4	0,998
3	151,6	0,505	298,8	0,996	151,9	0,506	298,8	0,996
4	129,8	0,432	298,5	0,995	131,4	0,438	298,5	0,995
5	108,5	0,361	297,9	0,993	112,4	0,375	297,9	0,993
6	84,6	0,282	297,7	0,992	86,9	0,290	297,7	0,992
7	73,1	0,243	297,4	0,991	77,4	0,258	297,4	0,991

Tablo 6.19. Ortam sıcaklığının Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma): Modifiyer (TBP):%15 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %5; Çözücü: Kloroform; pH :4; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu :1M NH₃ +1M TEA ; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi:250mL; NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5M

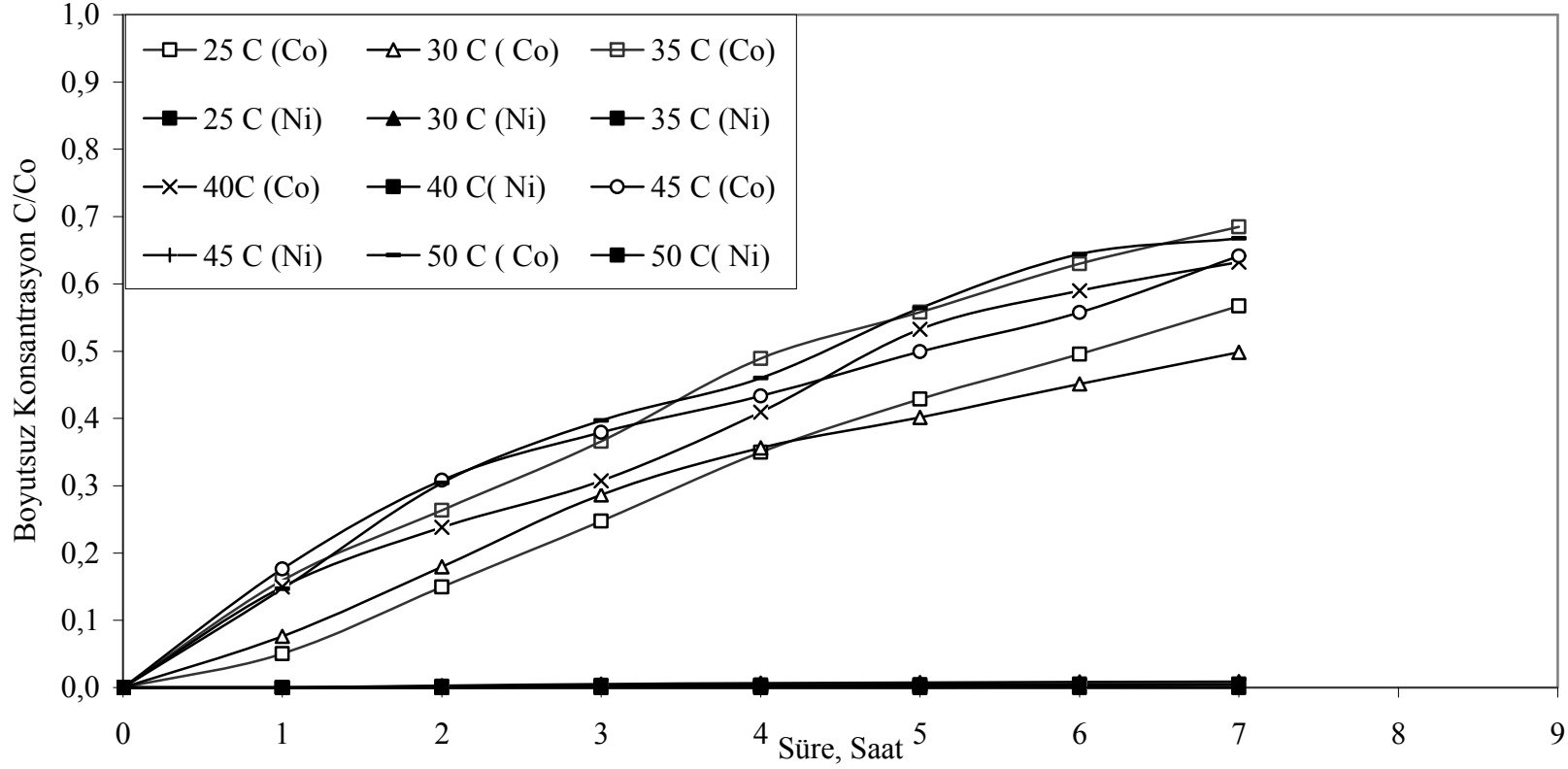
Süre	Ortam sıcaklığının Co(II) ve Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma fazı)															
	25				30				35				40			
	Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni	
	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co()	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	15,137	0,050	0,000	0,000	22,924	0,076	0,000	0,000	47,897	0,159	0,000	0,000	44,837	0,149	0,000	0,000
2	45,152	0,150	0,000	0,000	54,039	0,180	0,874	0,003	79,282	0,263	0,910	0,002	71,500	0,238	0,000	0,000
3	74,649	0,247	0,455	0,002	86,265	0,287	1,498	0,005	110,097	0,366	1,560	0,003	92,282	0,307	0,000	0,000
4	105,628	0,350	0,780	0,003	107,267	0,356	1,918	0,006	147,201	0,489	1,853	0,004	122,959	0,410	0,000	0,000
5	129,418	0,429	0,926	0,003	120,809	0,401	2,210	0,007	167,968	0,558	2,048	0,004	159,857	0,532	0,000	0,000
6	149,629	0,495	1,024	0,003	135,795	0,451	2,535	0,008	189,628	0,630	2,438	0,005	177,039	0,590	0,179	0,001
7	171,264	0,567	1,219	0,004	150,019	0,498	2,633	0,009	206,096	0,685	2,535	0,005	189,807	0,632	0,195	0,001
Süre	Tablo 6.19 (devam) Ortam sıcaklığının Co(II) ve Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma fazı)															
	45				50											
	Co		Ni		Co		Ni									
	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co()	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)								
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000									
1	52,951	0,176	0,000	0,000	44,011	0,147	0,000									
2	92,629	0,308	0,000	0,000	91,289	0,304	0,000									
3	113,934	0,379	0,000	0,000	119,041	0,397	0,000									
4	130,254	0,434	0,000	0,000	137,991	0,460	0,000									
5	149,991	0,499	0,000	0,000	169,215	0,564	0,000									
6	167,522	0,558	0,015	0,000	193,251	0,644	0,016									
7	192,704	0,641	0,017	0,000	200,247	0,668	0,018									

Sıcaklık Farkının Co(II) / Ni /(II) Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesi (Besleme)



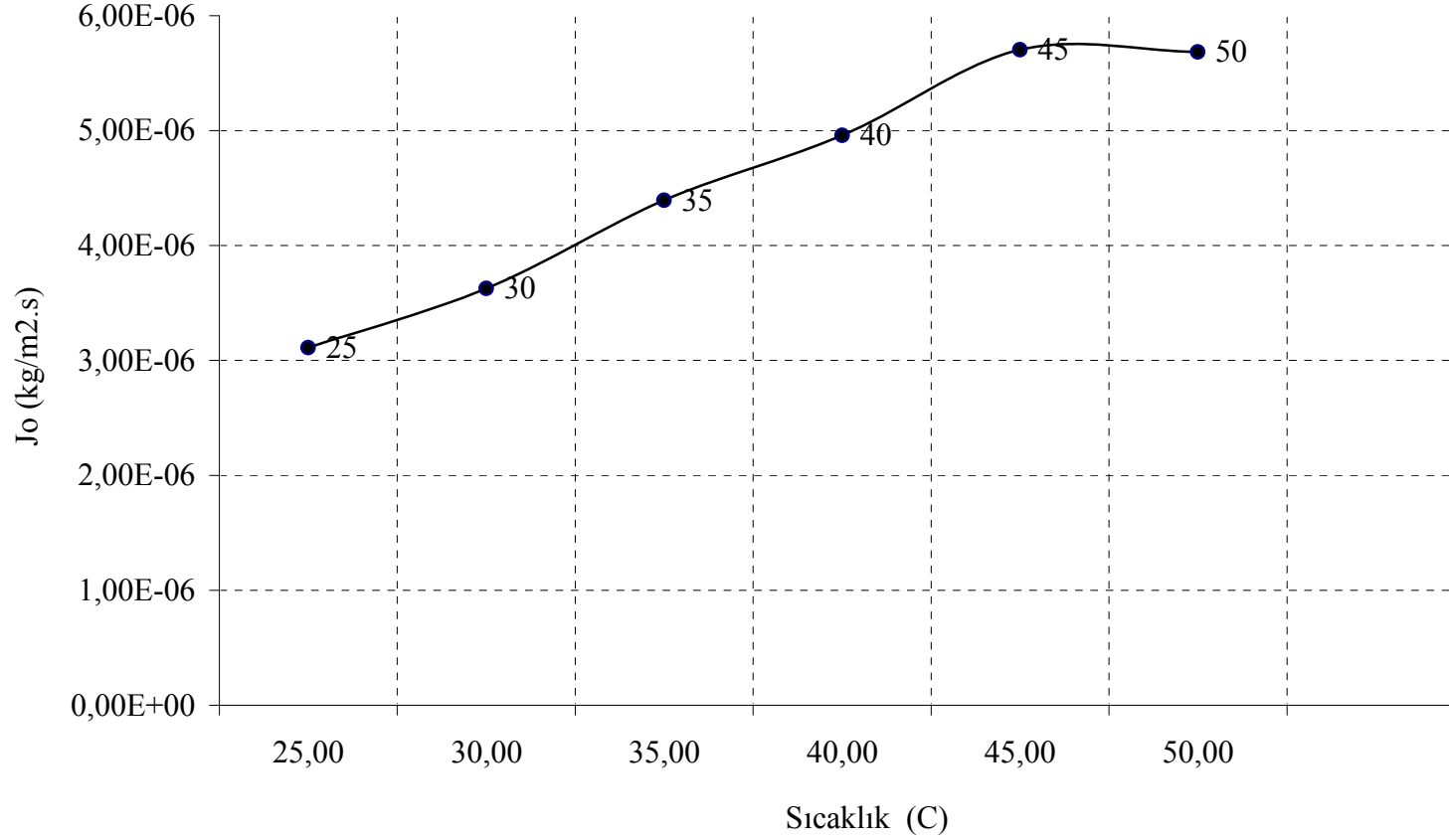
Şekil 6.33. Ortam sıcaklığının Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (besleme): Modifiyer (TBP):%15 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %5; Çözücü: Kloroform; pH :4; Sıyırma çözeltili karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Besleme çözeltili karıştırma hızı : 1200 dev/dak ;Sıyırma çözeltili konsantrasyonu: 1M NH₃ +1M TEA ; Besleme çözeltili konsantrasyonu: 300mg/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltili hacmi: 250mL; Sıyırma çözeltili hacmi: 250 mL; NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5 M

Sıcaklık Farkının Co(II) / Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesi (Sıyırma)



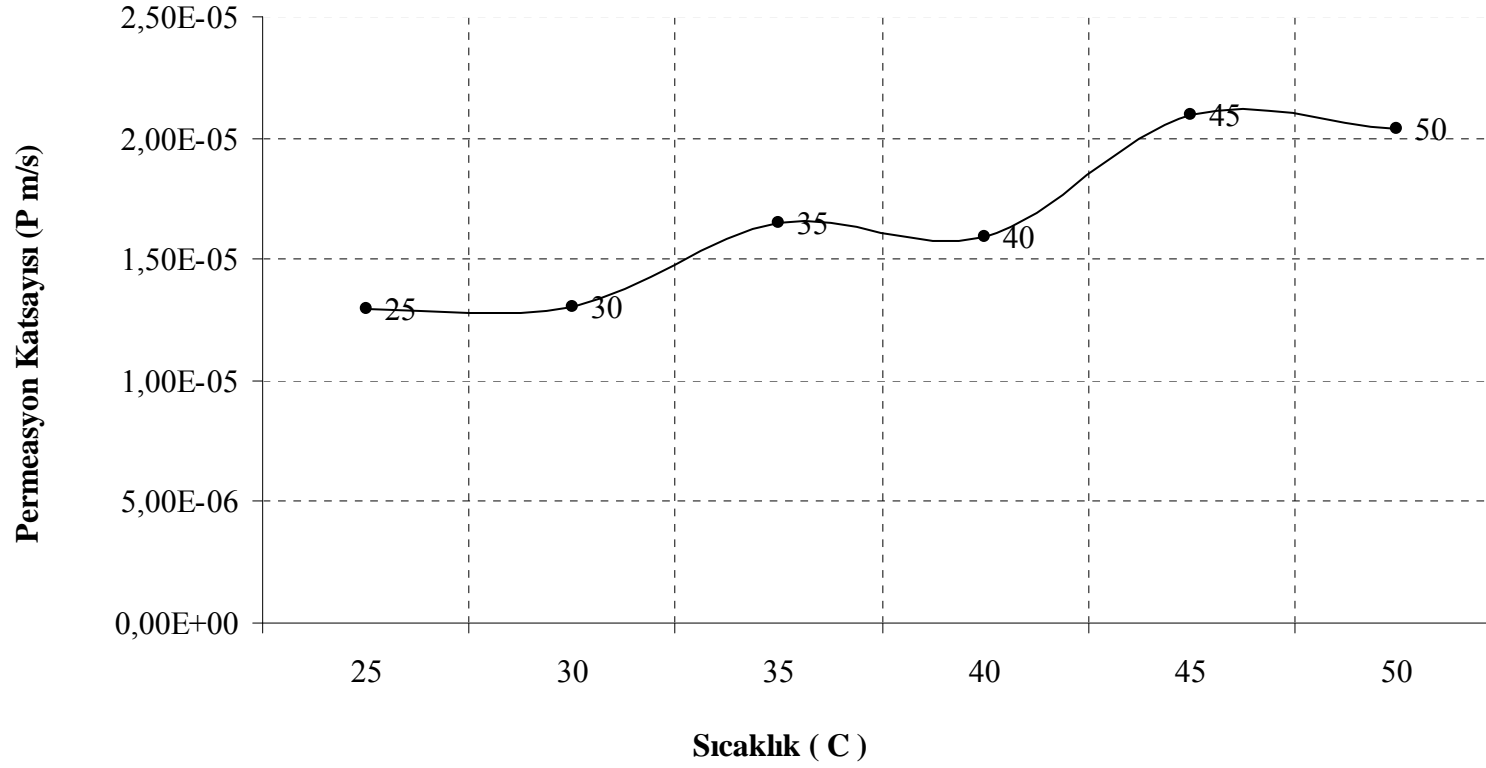
Şekil 6.34. Ortam sıcaklığının Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma): Modifiyer (TBP):%15 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %5; Çözücü: Kloroform; pH :4; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu :1M NH₃ +1M TEA ; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi:250mL; NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5M

Sıcaklık Farkının Co(II) Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesine Ait Başlangıç Kütle Akısı Grafiği



Şekil 6.35. Ortam sıcaklığının Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi başlangıç kütle akısı (J_0): Modifiyer (TBP):%15 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %5; Çözücü: Kloroform; pH :4; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu :1M NH_3 +1M TEA ; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 300mg/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi:250mL; NH_4SCN konsantrasyonu: 0,5M

Sıcaklık Farkının Co (II) Ekstraksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesine Ait Permeasyon Grafiği (Besleme)



Şekil 6.36. Ortam sıcaklığının Co(II) ve Ni (II) ekstraksiyonuna etkisi permeasyon katsayısı (P): Modifiyer (TBP):%15 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %5; Çözücü: Kloroform; pH :4; Sıyırma çözeltilisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Besleme çözeltilisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltilisi konsantrasyonu :1M NH₃ +1M TEA ; Besleme çözeltilisi konsantrasyonu: 300mg/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltilisi hacmi:250mL; Sıyırma çözeltilisi hacmi:250mL; NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5M

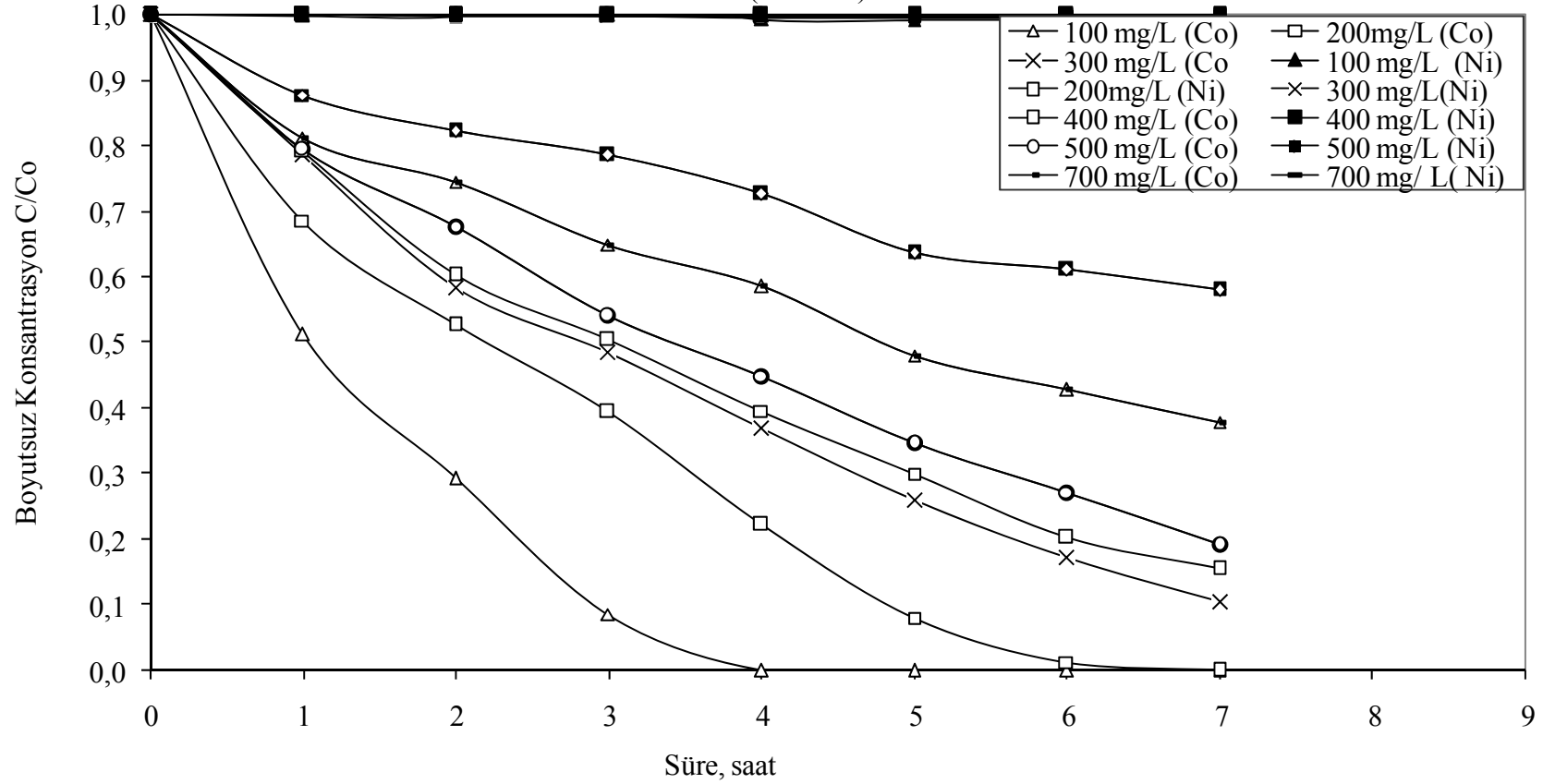
Tablo 6.20. Optimum Şartlar (Eşit Molar Konsantrasyonda) Co(II) / Ni /(II) Ekstraksiyonuna Etkisi (besleme): Modifiyer (TBP):%25 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %10; Çözücü: Kloroform; pH :4; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 900 dev/dak; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 900 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu: 1M NH₃ +1M TEA ; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi hacmi: 250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi: 250 mL; NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5 M; Ortam sıcaklığı: 35 °C

Süre	Optimum Şartlar (Eşit Molar Konsantrasyonda) Co(II) ve Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Besleme fazı)															
	100				200				300				400			
	Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni	
	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)
0	100,7	1,000	101,1	1,000	200,4	1,000	200,6	1,000	300,5	1,000	301,0	1,000	400,2	1,000	400,1	1,000
1	51,7	0,513	100,9	0,998	135,4	0,686	200,5	1,000	236,1	0,786	300,6	0,999	317,1	0,792	399,7	0,999
2	29,6	0,294	100,8	0,997	103,5	0,527	200,4	0,999	175,5	0,584	300,1	0,997	240,9	0,602	399,4	0,998
3	8,6	0,085	100,6	0,995	79,1	0,395	200,3	0,999	145,3	0,484	300,0	0,997	201,8	0,504	399,1	0,997
4	0,0	0,000	100,4	0,993	44,7	0,223	200,2	0,998	110,7	0,368	299,7	0,996	158,1	0,395	399,0	0,997
5	0,0	0,000	100,2	0,992	16,1	0,080	200,1	0,998	77,6	0,258	299,7	0,996	120,0	0,300	398,9	0,997
6	0,0	0,000	100,2	0,991	2,6	0,013	200,0	0,997	51,5	0,172	299,6	0,995	80,7	0,202	398,8	0,997
7	0,0	0,000	100,0	0,989	0,0	0,000	200,0	0,997	31,7	0,105	299,5	0,995	62,2	0,155	398,8	0,997
Süre	Tablo 6.20 (devam) Optimum Şartlar (Eşit Molar Konsantrasyonda) Co(II) ve Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Besleme fazı)															
	500				700				1000							
	Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni					
	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)				
0	500,7	1,000	500,3	1,000	700,9	1,000	700,2	1,000	1000,0	1,000	1002,3	1,000				
1	397,5	0,794	500,0	1,000	569,1	0,812	699,6	0,999	877,0	0,877	1002,2	1,000				
2	339,2	0,678	499,9	0,999	521,8	0,745	699,4	0,999	821,7	0,822	1002,2	1,000				
3	271,0	0,541	499,8	0,999	455,0	0,649	699,3	0,999	776,9	0,785	1002,1	1,000				
4	225,0	0,449	499,6	0,999	410,2	0,585	699,2	0,999	725,7	0,726	1002,1	1,000				
5	173,3	0,346	499,4	0,998	336,4	0,480	699,1	0,998	636,4	0,636	1002,0	1,000				
6	136,0	0,272	499,3	0,998	299,6	0,427	699,0	0,998	610,2	0,610	1002,0	1,000				
7	95,8	0,191	499,2	0,998	265,1	0,378	698,9	0,998	580,7	0,581	1001,9	1,000				

Tablo 6.21. Optimum Şartlar (Eşit Molar Konsantrasyonda) Co(II) / Ni /(II) Ekstraksiyonuna Etkisi (sıyırma): Modifiyer (TBP):%25 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %10; Çözücü: Kloroform; pH :4; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 900 dev/dak; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 900 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu: 1M NH₃ +1M TEA ; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi hacmi: 250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi: 250 mL; NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5 M; Ortam sıcaklığı: 35 °C

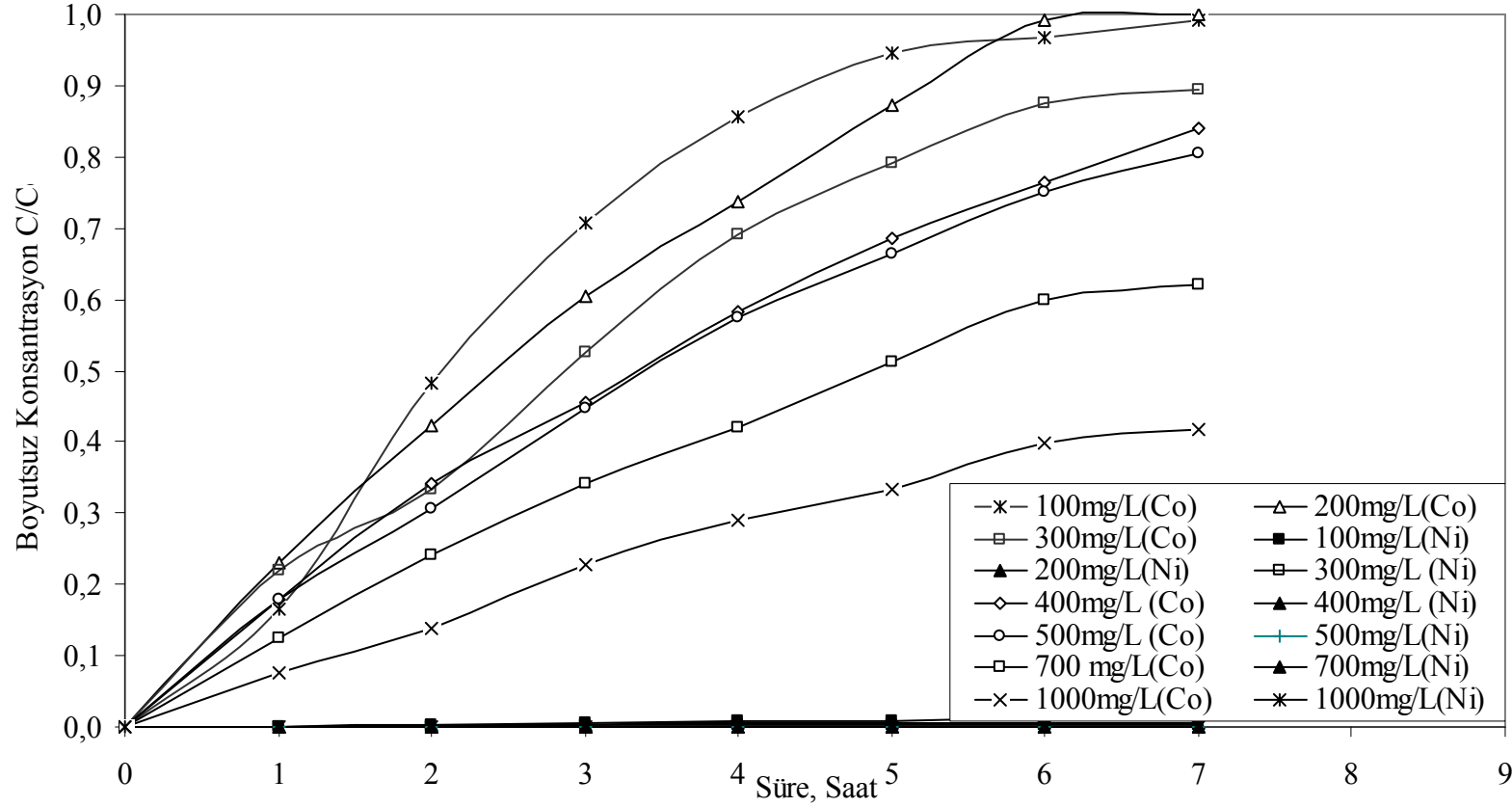
Süre	Optimum Şartlar (Eşit Molar Konsantrasyonda) Co(II) ve Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma fazı)															
	100				200				300				400			
	Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni	
	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(0)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	16,595	0,165	0,000	0,000	46,426	0,232	0,000	0,000	65,851	0,219	0,000	0,000	71,110	0,178	0,000	0,000
2	48,518	0,482	0,390	0,004	84,825	0,423	0,437	0,002	100,312	0,334	0,455	0,001	136,890	0,342	0,000	0,000
3	71,297	0,708	0,683	0,007	120,900	0,603	0,749	0,004	157,752	0,525	0,780	0,002	182,666	0,456	0,000	0,000
4	86,234	0,856	0,878	0,009	147,973	0,738	0,959	0,005	207,522	0,691	0,926	0,002	233,188	0,583	0,000	0,000
5	95,137	0,945	0,910	0,009	175,078	0,874	1,105	0,006	237,526	0,790	1,024	0,002	274,739	0,687	0,000	0,000
6	97,409	0,967	1,089	0,011	198,786	0,992	1,268	0,006	262,883	0,875	1,219	0,002	306,183	0,765	0,000	0,000
7	100,016	0,993	1,138	0,011	200,200	0,999	1,316	0,007	268,805	0,895	1,251	0,003	336,391	0,841	0,000	0,000
Süre	Tablo 6.21 (devam) Optimum Şartlar (Eşit Molar Konsantrasyonda) Co(II) ve Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma fazı)															
	500				700				1000							
	Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni	
	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)	C,mg/L	C/Co(-)
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
1	88,886	0,178	0,000	0,000	88,265	0,126	0,000	0,000	75,648	0,076	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
2	153,849	0,307	0,000	0,000	169,925	0,242	0,000	0,000	137,842	0,138	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
3	223,634	0,447	0,000	0,000	238,625	0,340	0,000	0,000	228,524	0,229	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
4	287,725	0,575	0,000	0,000	294,795	0,421	0,000	0,000	289,536	0,290	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
5	332,561	0,664	0,000	0,000	359,522	0,513	0,000	0,000	334,653	0,335	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
6	376,439	0,752	0,000	0,000	420,471	0,600	0,000	0,000	399,147	0,399	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
7	402,962	0,805	0,000	0,000	435,489	0,621	0,000	0,000	417,008	0,417	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	

Optimum Şartlar (Eşit Molar Konsantrasyonda) Co(II) / Ni /(II) Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesi
(Besleme)



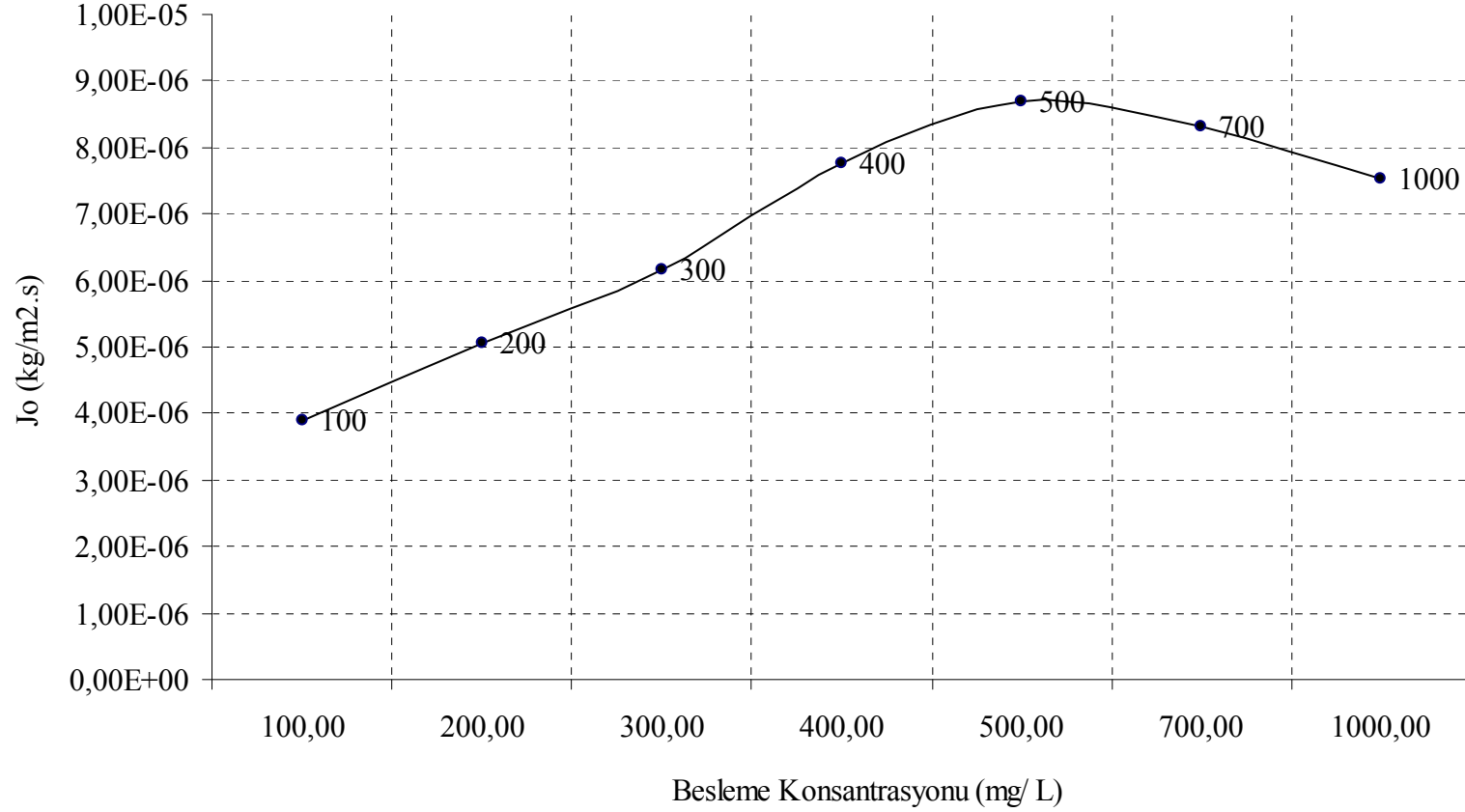
Şekil 6.37. Optimum Şartlar (Eşit Molar Konsantrasyonda) Co(II) / Ni /(II) Ekstraksiyonuna Etkisi (besleme): Modifiyer (TBP):%25 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %10; Çözücü: Kloroform; pH :4; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 900 dev/dak; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 900 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu: 1M NH₃ +1M TEA ; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi hacmi: 250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi: 250 mL; NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5 M; Ortam sıcaklığı: 35 °C

Optimum Şartlar (Eşit Molar Konsantrasyonda) Co(II) / Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesi (Sıyırma)



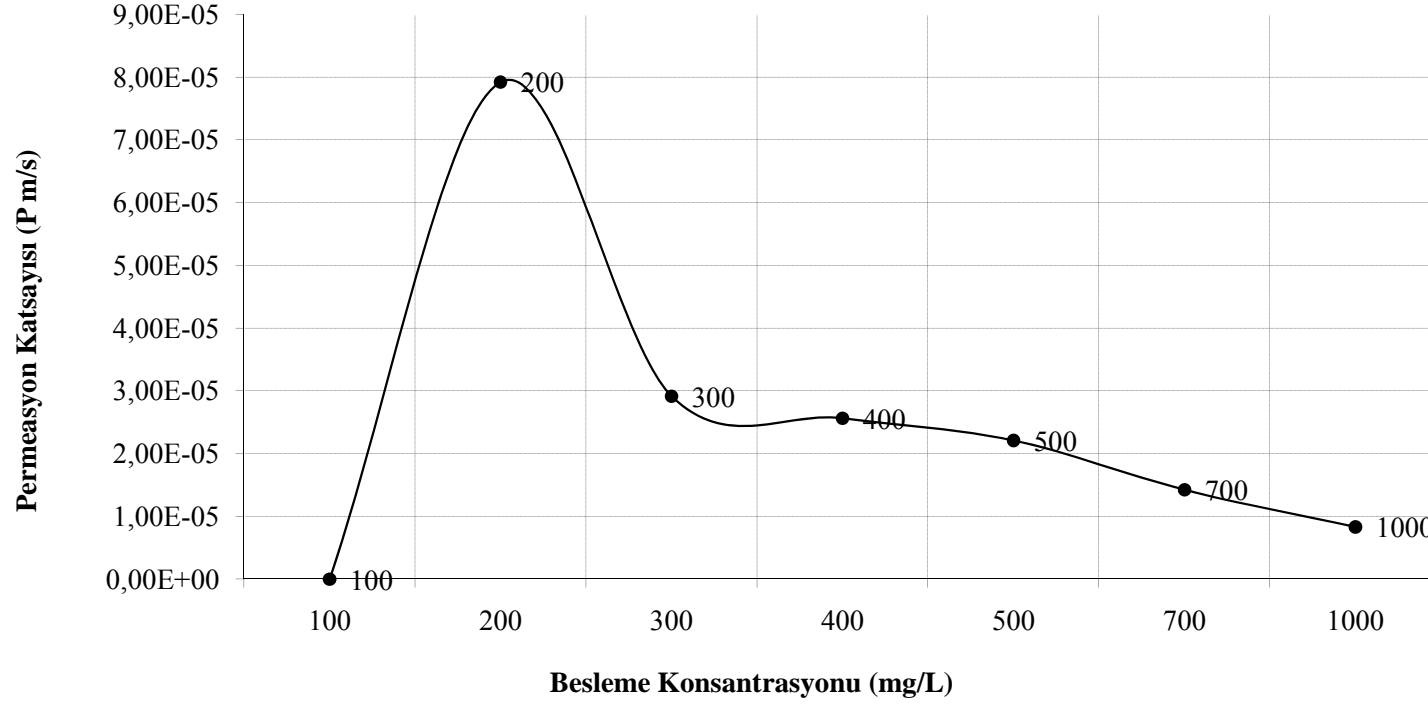
Şekil 6.38. Optimum Şartlar (Eşit Molar Konsantrasyonda) Co(II) / Ni (II) Ekstraksiyonuna Etkisi (sıyırma): Modifiyer (TBP):%25 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %10; Çözücü: Kloroform; pH :4; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 900 dev/dak; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 900 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu: 1M NH₃ +1M TEA ; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi hacmi: 250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi: 250 mL; NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5 M; Ortam sıcaklığı: 35 °C

Optimum Şartlar (Eşit Molar Konsantrasyonda) Co (II) Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesine Ait Başlangıç Kütle Akısı Grafiği



Şekil 6.39. Optimum Şartlar (Eşit Molar Konsantrasyonda) Co(II) / Ni /(II) Ekstraksiyonuna Etkisi başlangıç kütle akısı (J_o): Modifiyer (TBP):%25 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %10; Çözücü: Kloroform; pH :4; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 900 dev/dak; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 900 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu: 1M NH_3 +1M TEA ; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi hacmi: 250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi: 250 mL; NH_4SCN konsantrasyonu: 0,5 M; Ortam sıcaklığı: 35 °C

Optimum Şartlar (Eşit Molar Konsantrasyonda) Co (II) Ekstraksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesine
Ait Permeasyon Grafiği (Besleme)



Şekil 6.40. Optimum Şartlar (Eşit Molar Konsantrasyonda) Co(II) / Ni /(II) Ekstraksiyonuna Etkisi permeasyon katsayısı (P) : Modifiyer (TBP):%25 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %10; Çözücü: Kloroform; pH :4; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 900 dev/dak; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 900 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu: 1M NH₃ +1M TEA ; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi hacmi: 250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi: 250 mL; NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5 M; Ortam sıcaklığı: 35 °C

Tablo 6.22. Optimum Şartlar (Eşit Molar Olmayan Konsantrasyonda) Co(II) / Ni /(II) Ekstraksiyonuna Etkisi (besleme): Modifiyer (TBP):%25 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %10; Çözücü: Kloroform; pH :4; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 900 dev/dak; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 900 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu: 1M NH₃ +1M TEA ; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi hacmi: 250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi: 250 mL; NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5 M; Ortam sıcaklığı: 35 °C;Besleme çözeltisindeki Ni konsantrasyonu:500mg/ L

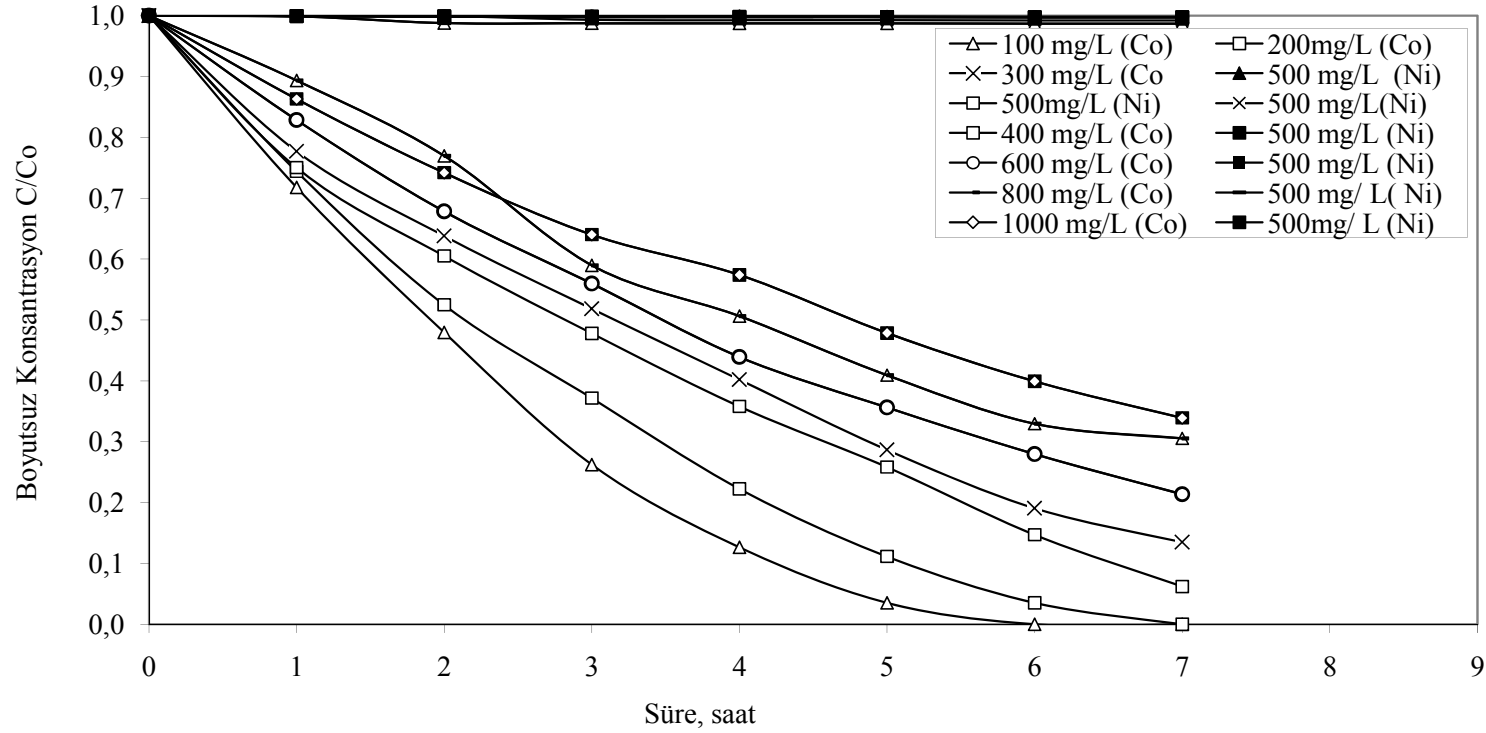
Süre	Optimum Şartlar (Eşit Molar Olmayan Konsantrasyonda) Co(II) ve Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Besleme fazı)															
	100		500		200		500		300		500		400		500	
	Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni	
	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)
0	100,4	1,000	500,2	1,000	200,8	1,000	500,0	1,000	300,2	1,000	500,0	1,000	400,0	1,000	500,5	1,000
1	72,1	0,718	500,0	1,000	147,2	0,744	499,8	1,000	233,4	0,777	499,9	1,000	300,2	0,750	500,1	0,999
2	48,1	0,480	499,9	1,000	103,3	0,525	499,7	0,999	191,5	0,638	499,7	0,999	242,1	0,605	499,9	0,999
3	26,3	0,262	499,8	0,999	74,7	0,372	499,5	0,999	155,7	0,519	496,8	0,994	191,2	0,478	499,4	0,998
4	12,7	0,127	499,6	0,999	44,7	0,223	499,2	0,999	120,6	0,402	496,4	0,993	143,3	0,358	499,3	0,998
5	3,5	0,035	499,4	0,998	22,4	0,111	499,0	0,998	86,0	0,287	496,3	0,993	103,4	0,258	499,2	0,997
6	0,0	0,000	499,2	0,998	7,1	0,035	498,8	0,998	57,3	0,191	496,2	0,992	58,9	0,147	499,2	0,997
7	0,0	0,000	499,1	0,998	0,0	0,000	498,6	0,997	40,5	0,135	496,1	0,992	24,8	0,062	499,2	0,997
Süre	Tablo 6.22 (devam) Optimum Şartlar (Eşit Molar Olmayan Konsantrasyonda) Co(II) ve Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Besleme fazı)															
	600		500		800		500		1000		500					
	Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni					
	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)				
0	600,1	1,000	500,3	1,000	800,4	1,000	500,5	1,000	1000,1	1,000	500,2	1,000				
1	497,3	0,829	500,0	1,000	715,2	0,894	500,1	0,999	863,5	0,863	500,1	1,000				
2	407,2	0,679	499,9	0,999	616,0	0,770	494,5	0,988	742,1	0,742	499,4	0,998				
3	335,9	0,560	499,8	0,999	472,1	0,590	494,4	0,988	634,0	0,640	499,3	0,998				
4	263,7	0,439	499,6	0,999	405,3	0,506	494,3	0,988	574,2	0,574	499,3	0,998				
5	213,8	0,356	499,4	0,998	327,8	0,409	494,3	0,987	478,6	0,479	499,2	0,998				
6	167,9	0,280	499,3	0,998	264,1	0,330	494,2	0,987	399,3	0,399	499,0	0,998				
7	128,4	0,214	499,2	0,998	244,7	0,306	494,1	0,987	339,1	0,339	499,0	0,997				

Tablo 6.23.Optimum Şartlar (Eşit Molar Olmayan Konsantrasyonda) Co(II) / Ni /(II) Ekstraksiyonuna Etkisi (sıyırma): Modifiyer (TBP):%25 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %10; Çözücü: Kloroform; pH :4; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 900 dev/dak; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 900 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu: 1M NH₃ +1M TEA ; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi hacmi: 250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi: 250 mL; NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5 M; Ortam sıcaklığı: 35 °C;Besleme çözeltisindeki Ni konsantrasyonu:500mg/ L

Süre	Optimum Şartlar (Eşit Molar Olmayan Konsantrasyonda) Co(II) ve Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma fazı)															
	100		500		200		500		300		500		400		500	
	Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni	
	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	9,727	0,097	0,000	0,000	42,405	0,211	0,000	0,000	47,209	0,157	0,000	0,000	40,864	0,102	0,000	0,000
2	19,028	0,190	0,390	0,001	91,285	0,455	0,437	0,001	77,374	0,258	0,455	0,001	109,041	0,273	0,341	0,001
3	33,340	0,332	0,683	0,001	121,907	0,607	0,749	0,001	120,062	0,400	0,780	0,002	179,992	0,450	0,650	0,002
4	61,996	0,618	0,878	0,002	160,209	0,798	0,959	0,002	155,989	0,520	0,926	0,002	236,334	0,591	0,878	0,002
5	82,006	0,817	0,910	0,002	181,571	0,904	1,105	0,002	191,645	0,638	1,024	0,002	290,675	0,727	1,138	0,003
6	97,579	0,972	1,089	0,002	189,819	0,945	1,268	0,003	215,891	0,719	1,219	0,002	339,222	0,848	1,284	0,003
7	99,888	0,995	1,138	0,002	193,493	0,964	1,316	0,003	242,049	0,806	1,251	0,003	375,084	0,938	1,463	0,004

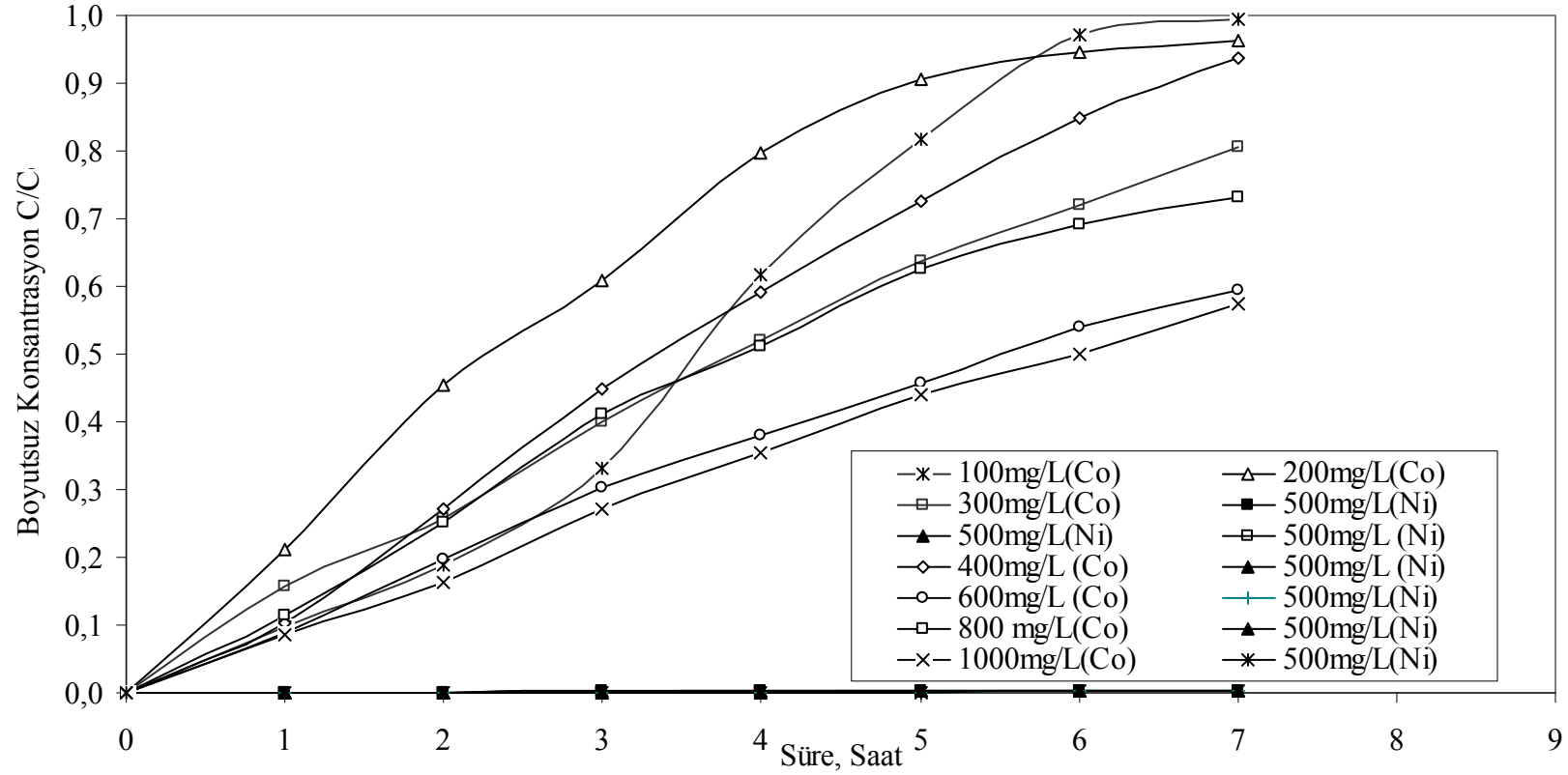
Süre	Tablo 6.23 (devam) Optimum Şartlar (Eşit Molar Olmayan Konsantrasyonda) Co(II) ve Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma fazı)											
	600		500		800		500		1000		500	
	Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni	
	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)	C,mg/L	C/C ₀ (-)
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	52,881	0,088	0,000	0,000	91,881	0,115	0,000	0,000	86,416	0,086	0,000	0,000
2	117,864	0,196	0,213	0,000	200,567	0,251	0,228	0,000	163,515	0,164	0,204	0,000
3	182,257	0,304	0,406	0,001	330,240	0,413	0,434	0,001	270,847	0,271	0,389	0,000
4	228,632	0,381	0,548	0,001	409,083	0,511	0,585	0,001	352,893	0,353	0,526	0,001
5	274,645	0,458	0,703	0,001	500,472	0,625	0,751	0,001	439,576	0,440	0,675	0,001
6	323,616	0,539	0,793	0,002	552,501	0,690	0,848	0,001	500,114	0,500	0,761	0,001
7	357,433	0,596	0,904	0,002	585,388	0,731	0,966	0,001	574,044	0,574	0,867	0,001

Optimum Şartlar (Eşit Molar Olmayan Konsantrasyonda) Co(II) / Ni /(II) Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesi (Besleme)



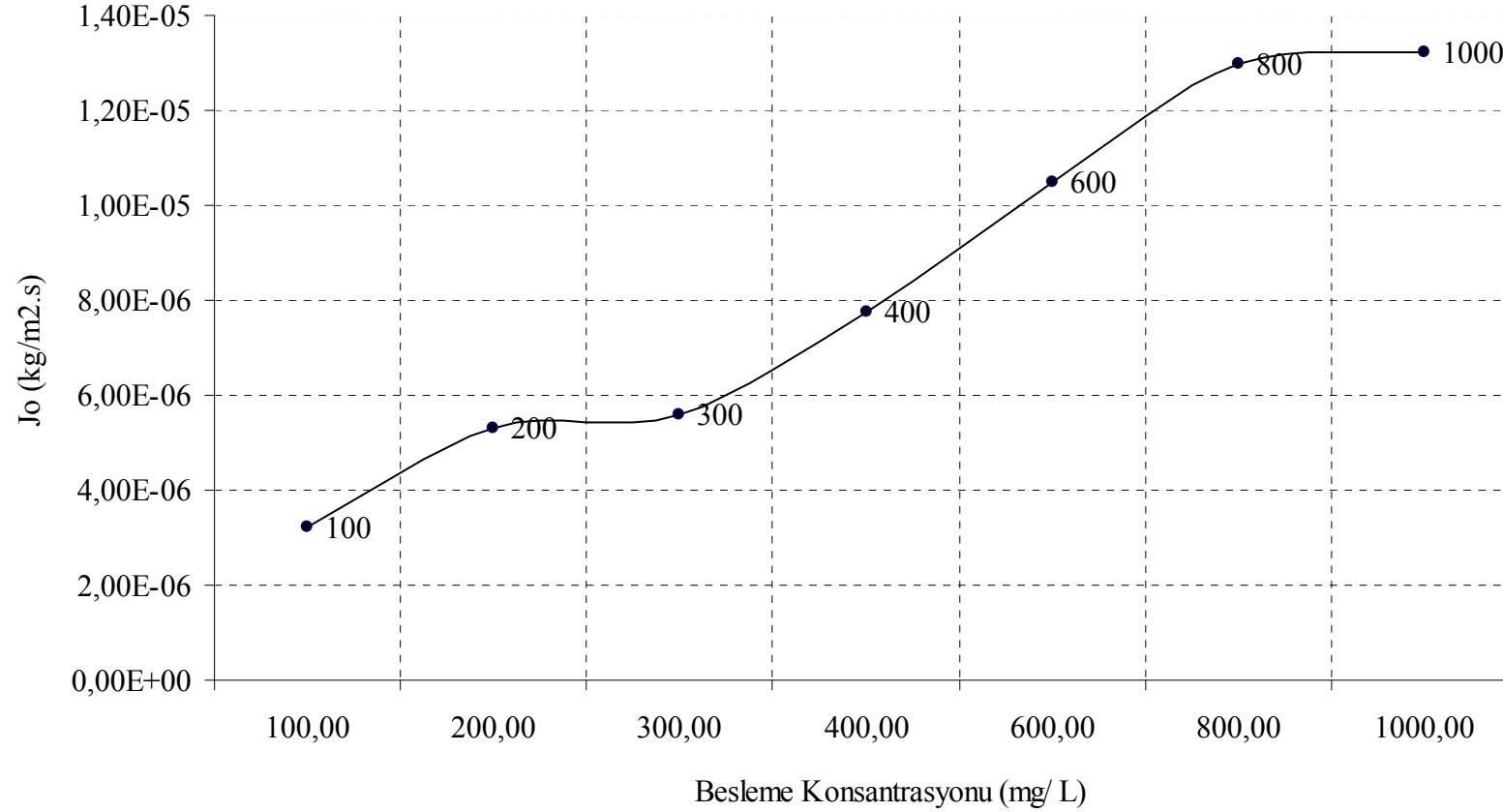
Şekil 6.41. Optimum Şartlar (Eşit Molar Olmayan Konsantrasyonda) Co(II) / Ni /(II) Ekstraksiyonuna Etkisi (besleme): Modifiyer (TBP):%25 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %10; Çözücü: Kloroform; pH :4; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 900 dev/dak; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 900 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu: 1M NH₃ +1M TEA ; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen); Besleme çözeltisi hacmi: 250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi: 250 mL; NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5 M; Ortam sıcaklığı: 35 °C; Besleme çözeltisindeki Ni konsantrasyonu: 500mg/ L

Optimum Şartlar (Eşit Molar Olmayan Konsantrasyonda) Co(II) / Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesi
(Sıyırma)



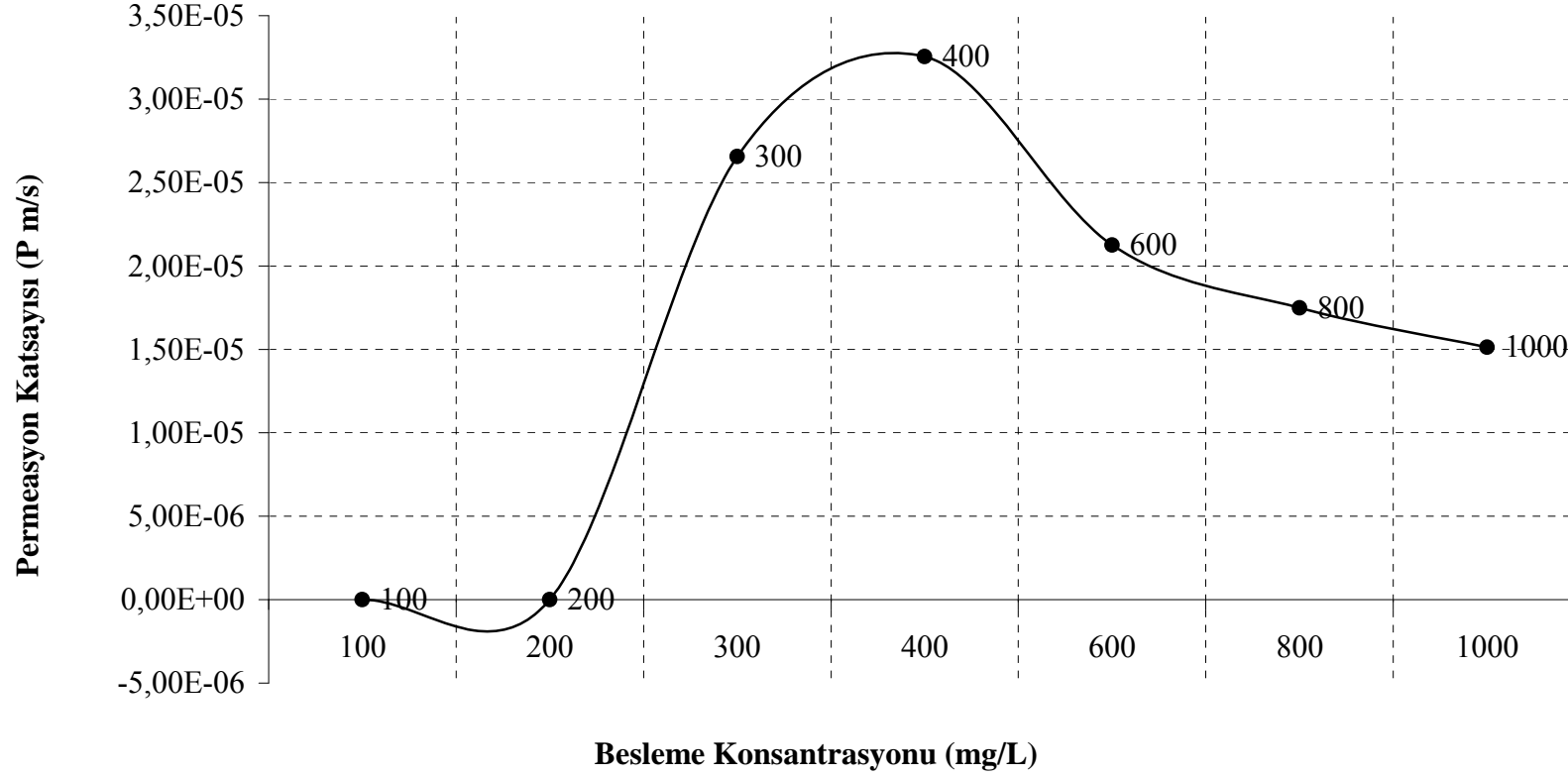
Şekil 6.42. Optimum Şartlar (Eşit Molar Olmayan Konsantrasyonda) Co(II) / Ni (II) Ekstraksiyonuna Etkisi (sıyırma) : Modifiyer (TBP):%25 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %10; Çözücü: Kloroform; pH :4; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 900 dev/dak; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 900 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu: 1M NH₃ +1M TEA ; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi hacmi: 250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi: 250 mL; NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5 M; Ortam sıcaklığı: 35 °C;Besleme çözeltisindeki Ni konsantrasyonu:500mg/ L

Optimum Şartlar (Eşit Molar Olmayan Konsantrasyonda) Co (II) Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesine Ait Başlangıç Kütle Akısı Grafiği



Şekil 6.43.Optimum Şartlar (Eşit Molar Olmayan Konsantrasyonda) Co(II) / Ni (II) Ekstraksiyonuna Etkisi başlangıç kütle akısı (J_0): Modifiyer (TBP):%25 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %10; Çözücü: Kloroform; pH :4; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 900 dev/dak; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 900 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu: 1M NH_3 +1M TEA ; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltisi hacmi: 250mL; Sıyırma çözeltisi hacmi: 250 mL; NH_4SCN konsantrasyonu: 0,5 M; Ortam sıcaklığı: 35 °C;Besleme çözeltisindeki Ni konsantrasyonu:500mg/ L

Optimum Şartlar (Eşit Molar Olmayan Konsantrasyonda) Co (II) Ekstraksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesine Ait Permeasyon Grafiği (Besleme)



Şekil 6.44.Optimum Şartlar (Eşit Molar Olmayan Konsantrasyonda) Co(II) / Ni /(II) Ekstraksiyonuna Etkisi permeasyon katsayısı (P) : Modifiyer (TBP):%25 w/w; Ekstraktant Konsantrasyonu (TIOA): %10; Çözücü: Kloroform; pH :4; Sıyırma çözeltilisi karıştırma hızı : 900 dev/dak; Besleme çözeltilisi karıştırma hızı : 900 dev/dak; Sıyırma çözeltilisi konsantrasyonu: 1M NH₃ +1M TEA ; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen);Besleme çözeltilisi hacmi: 250mL; Sıyırma çözeltilisi hacmi: 250 mL; NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5 M; Ortam sıcaklığı: 35 °C;Besleme çözeltilisindeki Ni konsantrasyonu:500mg/ L

Tablo 6.24. Eşit molar besleme çözeltilerinde kobaltın nikelere göre ayırma faktörleri, $\alpha_{Co/Ni}$

	Eşit Molar Konsantrasyon, mg/L						
(Co/Ni), mg/L	100/100	200/200	300/300	400/400	500/500	700/700	1000/1000
Ayırma faktörü, $\alpha_{Co/Ni}$	88.1	151.8	215.2	∞	∞	∞	∞

Tablo 6.25. Eşit molar olmayan besleme çözeltilerinde kobaltın nikelere göre ayırma faktörleri, $\alpha_{Co/Ni}$

	Eşit Molar Olmayan Konsantrasyon, mg/L						
(Co/Ni), mg/L	100/500	200/500	300/500	400/500	600/500	800/500	1000/500
Ayırma faktörü, $\alpha_{Co/Ni}$	437.3	499.8	500.2	500.3	500.3	500.8	500.2

KAYNAKLAR

- [1] GRAYSON, M., Kirk-Otmer Encyclopedia of Chemical Technology., Vol-6, 3rd Ed., Wiley, 481, New York,1981
- [2] THAKUR, N. V., Hydrometallurgy, 48,125-131, 1998
- [3] KOMASAWA, J., OTAKE, T., HATTORİ, I., J. Chem. Eng. Jpn., 16,384-388,1983
- [4] CHANG, C. Y., Purification of Synthetic Laterite leach Solutuion by Solvent Extraction Using D2EHPA., Hydrometalurgy 56 , 39-386, 2000
- [5] RİTCEY, G. M., Commercial Process for Nickel and Cobalt in T. C. 40, M.H.I. Baird, C. Hanson (Eds), Handbook of Solvent Extraction, Wiley, New York, 673-687,1983
- [6] NAKASHİO, F., J. Chem. Eng. Jpn., 26, 123- 131, 1993
- [7] MARR, R., and KOPP, A., Int. Chem. Eng., 22, 44-60, 1982
- [8] SASTRE, A. M., KUMAR, A., SHUKLA, J.P., and SİNGH, R.K., Sep. Purif. Methods, 27, 213-298, 1998
- [9] KASAİNİ, H., NAKASHİO, F., and GOTO, M., J.Memb. Sci.,146, 159-168, 1998
- [10] KAKOİ, T., GOTO, M., SUGİMOTO, K., OHTO, K. , and NAKASHİO, F., Sep. Sci. Technol., 30, 637-657, 1995
- [11] TAİT, B. K., Hydrometallurgy, 32 , 365-372,1993
- [12] RİBEİRO, C.P., COSTA, A.O.S. , LOPES, I.P.B. , CAMPOS, F. F. , FERREİRA, A.A. , and SALUM, A. , J. Membr. Sci., 241, 45-54, 2004
- [13] I.ABOU-NEMEH and A.P.VAN PETEGHEM, J. Membr.Sci., 74, 9-17, 1992
- [14] BAYKURT, F.,Anorganik Kimya Praktumu, Dördüncü Basım, İstanbul, 68-270, 1974
- [15] SIENKO, M.J., PLANE, R.A., Chemistry : Principles and properties, 383-385, 1978

- [16] SMITH, K.L., BABCOCK, W.C, BAKER, R.W., CONRAD, M.G., Coupled Transport, 1981
- [17] Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı: Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu Metal Madenler Alt Komisyonu Diğer Metal Madenler Çalışma Grubu Raporu Antimuan-Tungsten-Nikel-Vanadyum-Mobilden-Kalay-Manganez. Ankara: DPT, 2001. v, 79 s. tab. (DPT. 2629 - ÖİK. 640) ISBN: 975-19-2859-1
- [18] <http://www.kimyaevi.com>, Mart, 2008
- [19] <http://www.jmo.org.tr>, Mart, 2008
- [20] <http://www.ahmetercan.net/bildiriler>, Mart, 2008
- [21] <http://www.mta.gov.tr/matlab/proje2003.asp>, Mart, 2008
- [22] LI, N. N., US Patent No. 3416194, Nov. 12, 1968
- [23] GEFVERT, D.L., Dioxime Kinetic Enhancer for Solvent Extraction of Gallium From Basic Aqueous Solutions There of, US Patent No. 4, 855, 114 August 8, 1989
- [24] PUVVADA, G.V.K., Liquid-liquid Extraction of Gallium From Bayer Process Liquor Using Kelex 100 in the Presence of Surfactants, Hydrometallurgy, 52, 9-19, 1999
- [25] GREENWOOD, N.N., The Chemistry of Gallium in Advanced in Inorganic Chemistry and Radiochemistry (Ed. Emeleus, H.J. and Sharpe, A.G.), Vol. 5, 91-134, Academic Press, New York, 1963
- [26] WRIGHT, J.H. ROFFMAN, H.K., Coal Ash- A Potential Mineral Source, Proceedings of the Institute of Environmental Sciences 22nd Annual Meeting, Philadelphia, April 26-28, pp 163-173, 1976
- [27] WILDER, J., LORETH, M.J., KATRAK, F.E. AGAWAL, J.C., Gallium, in Encyclopedia of Chemical Processing and Design (Ed. McKetta), Vol. 24, 79-92, 1986
- [28] KLEIN, D.H., et al., Pathways of Thirty-Seven Trace Elements Through Coal-Fired Alumina Power-Plants Environ. Sci. Technol. 9(10), 973-979, 1975
- [29] Ahımına Process Feasibility Study and Preliminary Plant Design; Task 2 Report: Comparison of Two Processes, Kaiser Engineers, Prepared for U.S. Bureau of Mines, Contact, No. J 0265048, 1979
- [30] CALBRANDSON, R.A., Minor Elements in Phosphorates of the Phosphoria Formation, Geochem. Cosmechem. Açta, 30, 1966

- [31] KOLTHOFF, I.M. ELWING, P.J., Treatise on Analytical Chemistry, Part II, 13-17, Interscience Publishers, New York-London, 1961
- [32] HILDEBRAND, W.F., LANDELL, G.E.F., BRIGHT, H.A. HOFFMAN, J.I., Gallium in Applied Inorganic Analysis, 2nd ed., Chap. 28, Wiley, New York, 1953
- [33] GASTINGER, E., Z., Anal. Chem., 140, 244, 1953
- [34] NACHTRIEB, N.H., FRYXELL, R.E., J. Am. Chem. Soc, 71, 4035, 1949
- [35] YILDIZ, A., Emülsiyon Tipi Sıvı Membran Prosesi İle Seyreltik Sulu Çözeltilerden Krom Giderilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya, 1996
- [36] SITTIG, M., Electroplating and Related Metal Finishing: Pollutant and Toxic Materials Control, Noyes Data Corporation, U.S., 1978
- [37] PUVVADA, G.V.K., CHANDRASEKHAR, P.R., Solvent Extraction of Gallium From an Indian Bayer Process Liquor Using Kelex 100, Minerals Eng., 9, 1049-1058, 1996
- [38] SATO, M., TSUKADA, T., HOZAWA M., Effect of Coexisting Aluminum on Solvent Extraction of Gallium From Mixed Aqueous Solutions with 2-Bromodecanoic Acid, J. Chem. Eng. Jpn., 30(2), 210-214, 1997
- [39] COTTON, F. A. WILKINSON, G., Advanced Inorganic Chemistry, 4th, Ed., Wiley, New York, 326-351, 1980
- [40] SHEICA, I. A., CLANS, I. S. MITYUREVA, T. T., The Chemistry of Gallium, Elsevier, Amsterdam, 1966
- [41] SHONO, A., AKIBA, I., IMAISHI, N., FUJINAWA, K., HOZAWA, M.S., Application of Liquid Surfactant Membrane to a Hydrometallurgical Process of Gallium and Indium Extraction From Black Ore, Kagaku Kogaku Ronbunshu, 15, 526-532, 1989
- [42] KIRGIOS, L, SCHÜGERL, K., DEGENER, W., Process for Separating and Concentrating Gallium From an Aqueous Solutions Containing Gallium, Together with Aluminum, Zinc and Copper, US Patent No. 5, 326-441, July 5 1994
- [43] SMITH, K.L., BABCOCK, W.C, BAKER, R.W., CONRAD, M.G., Coupled Transport, 1981
- [44] YANG, X .J., FANE, A.G., SOLDENHOFF, K, Comparison of Liquid Membrane Processes for Metal Separations: Permeability, and Selectivity, Ind. End. Chem. Res., 392-403, 2003

- [45] Celgard INC, Microporous Membrane Catalogue, Celgard 2500 (PP)
- [46] FRANKENFED, J.W., LI, N.N., Biochemical and Biomedical Separations Using Liquid Membranes, in "Treatise on Analytical Chemistry", Part I, Vol. 5, Theory And Practice, Wiley- Interscience, pp. 251-280, New York, 1982
- [47] WALLACE, H.W., ASHER, W.J., LI, N.N., Liquid-Liquid OXYGENATION: Anew Aproach, Trans. Am. Soc.Artif. Intern. Organs, 21, 80, 1973
- [48] DAVIS, T.A., ASHER, W.J., WALLACE, H.W., Artificial Red Cells with Polyhemoglobin Membranes Prepared by Liquid Membrane Techniques, Trans. Am. Artif. Int. Organs, 28, 404-407, 1987
- [49] HALWACHS, W., VOKEL, W., BRENNER, G., SCHUGERL, K., Removal of Toxins from Plazma and Blood with Liquid Surfactant Membranes, Proc. Int. Solv. Ext. Conf., pp. 80-88, Liege, Belgium, 1980
- [50] HALWACHS, W., VOKEL, W., BRENNER, G., SCHUGERL, K., Proc. Symp. Artif. Liver Support, pp. 219, 1981; Chem. Abstr., 95, 138561b, 1981
- [51] RHODES, C. T., FRANKENFELD, J.W., FULLER, G.C., Use of Liquid Membrane Technology in the Oral Treatment of Drug Overdose, Presented at Symposium on Separation and Encapsulation by Liquid Membranes, American Chemical Society Centennial Meeting, New York, April 6, 1976
- [52] FRANKENFED, J.W., FULLER, G.C., RHODES, C. T., Potential use of Liquid Membranes for Emergency Treatment of Drug Overdose, Drug Develop. Commun., 2, 405-419, 1976
- [53] ASHER, W.J., BOVIE, K.C., FRANKENFED, J.W., HAMILTON, R.W., HENDERSON, L. W., HOLTZAPPLE, P.C., LI, N.N., Liquid Membrane System Directed Toward Chronic Uremia, Kidney Int., 7, 5-409, 1975
- [54] ASHER, W.J., VOLGER, T.C., BOVEE, K. C., HOLTZAPPLE, P.C., HAMILTON, R.W., Liquid Membrane Capsules for Chronic Uremia, Trans. Am. Soc. Artif. Organs, 23, 73, 1977
- [55] ASHER, W.J., VOLGER, T.C., BOVEE, K. C., HOLTZAPPLE, P.C., HAMILTON, R.W., Liquid Membrane Capsules for Removal of Urea from the Blood, Clin. Nephrol, 11, 92, 1979
- [56] <http://www.ceyka.com.tr/trk/membran.aspx>, Mart, 2008
- [57] LI, N.N., FRANKENFED, J.W., Encyclopedia of Chemical Technology and Processing, Vol. 38, Academic Press, New York, 1993

- [58] SEVİNDİK, M., Bakırın Seyreltik Sulu Çözeltilerden Sıvı Membran Prosesi ile Ekstraksiyonu, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya, 1996
- [59] KRAUS, K.A., NELSON, F., SMITH G.W., J. PHYS. Chem., 58, 11, 1954
- [60] BLASIUS, E. NEGWER, M., Z. Anal. Chem., 143, 257, 1954
- [61] ATO, S., Sci. Papers Inst. Chem. Research (Tokyo), 29, 71, 1936
- [62] COTTON, F. A. WILKINSON, G., Advanced Inorganic Chemistry, 4th, Ed., Wiley, New York, 326-351, 1980
- [63] SHEICA, I. A., CLANS, I. S. MITYUREVA, T. T., The Chemistry of Gallium, Elsevier, Amsterdam, 1966
- [64] KLEMENT, R. SANDMANN, H., Z. Anal. Chem., 145, 325, 1955
- [65] SATO, M., TSUKADA, T. and HOZAWA M., Effect of Coexisting Aluminum on Solvent Extraction of Gallium From Mixed Aqueous Solutions with 2-Bromodecanoic Acid, J. Chem. Eng. Jpn., 30(2), 210-214, 1997
- [66] FRANKENFELD, J.W., CAHN, R.P. AND LI, N.N., Extraction of copper by liquid membranes. Sep. Sci. Technol., 16:385-402, 1981
- [67] CUER, J.P., STUCKENS, W. AND TEXIER, N., The techniques of solvent extraction applied to the treatment of industrial effluents. Proceedings, Int. Solvent Extraction Conf., Lyons, Vol. 2. Soc. Chem. Ind., London, pp. 1185-1200, 1974
- [68] SMITH, G., LEC K., Chromium in Metallic Contaminants and Human Health. Academic Press, New York, 1972
- [69] ATO, S., Sci. Papers Inst. Chem. Research (Tokyo), 24, 162, 1934
- [70] KUMBASAR, R.A., TUTKUN, O., Separation and concentration of gallium from acidic leach solutions containing various metal ions by emulsion liquid membranes using TOPO as mobile carrier, Hydrometallurgy, 75, 111-121, 2004
- [71] HUDSON, M.J., An introduction to some aspects of solvent extraction chemistry in hydrometallurgy, Hydrometallurgy 9, 149-168, 1982
- [72] TUTKUN, O., KUMBASAR, R.A., Separation of cobalt and nickel from acidic leach solutions by emulsion liquid membranes using Alamine 300 (TOA) as a mobile carrier, 224, 204-205, 2008
- [73] COTE G., D. BAUER, Liquid – liquid extraction of germanium with oxine derivatives, Hydrometallurgy, 5, 149-160, 1980

- [74] DE HAAS, K.S., BRINK, P.A., CROWTHER, P., Solvent extraction of iron, cobalt and nickel from thiocyanate melts, *J Inorg. Nucl. Chem.* 33(12), 4301-4309, 1971

EKLER

Ek A Permeasyon Katsayısı (P) ve Başlangıç Kütle Akısına (J₀) Ait Örnek Hesaplamalar

A) Permeasyon Katsayısının Hesaplanması:

Tablo A'da verilen beleme çözeltisi karıştırma hızı 600 dev/dak için permeasyon katsayılarının hesaplanması, (P veya k_{tüm}):

$$\ln \frac{C}{C_0} = -\frac{A \cdot \varepsilon \cdot P}{V} \cdot t \quad \text{veya} \quad \ln \frac{C}{C_0} = -\frac{A \cdot \varepsilon \cdot k_{\text{tüm}}}{V} \cdot t \quad \text{denklemlerinden hesaplanır.}$$

C, Co: Sırasıyla besleme çözeltisinin herhangi bir andaki ve başlangıçtaki metal konsantrasyonları (mg/L)

A: Membran kesit alanı(12,56 cm²)

ε: Membran gözenekliliği

V: Besleme çözeltisinin hacmi (cm³)

P veya k_{tüm}: Permeasyon katsayısı (m/s)

t: süre (saniye)

C/Co ile t arasındaki verilerinden “En küçük kareler metodu” ile P tayin edilir.

Denklem (3.13) de $-\ln(C/C_0) = y_i$ ve $t = x_i$ alınarak, lineer regresyon yöntemi ile

$y_i = a_i \cdot x_i$ denkleminde “En küçük kareler metodu” ile $\frac{A \cdot \varepsilon \cdot P \cdot t}{V} = a_i$ katsayısı ve a_i '

değerinden de P değeri bulunmuştur.

Çözücü: % 80 w/w; Ekstraktant (TIOA) : % 5 w/w ; Modifiyer(TBP):% 15

Besleme çözeltisi pH: 4.0

Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 600 dev/dak

Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak

Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu: 1M NH₃+ 1M TEA

Membran desteği: Celgrad 2500 (PP)

Tablo A. Besleme çözeltisi karıştırma hızı 600 dev/dak

Süre,saat	Besleme çözeltisi karıştırma hızı 600 dev/dak				
x _i =t	C,mg/L	C/C ₀ (-)	y _i =-ln(C/C ₀)	y _i .x _i	x _i ²
0	298,7	1,000	0	0	0
1	275,3	0,922	0,081488	0,081488139	1
2	257,0	0,860	0,150473	0,300945935	4
3	231,4	0,775	0,255177	0,765530613	9
4	203,6	0,682	0,383041	1,532162752	16
5	177,5	0,594	0,52021	2,601052342	25
6	157,0	0,526	0,643048	3,858288985	36
7	134,9	0,452	0,794537	5,561759275	49
			$\sum_{i=1}^n y_i = 2,827974$	$\sum_{i=1}^n y_i \cdot x_i = 14,70122804$	$\sum_{i=1}^n x_i^2 = 140$

Tablodan $\sum_{i=1}^n y_i \cdot x_i = 14,70122804$ ve $\sum_{i=1}^n x_i^2 = 140$ bulunur.

Buradan a₁ değeri bulunur.

$$\ln \frac{C}{C_0} = -\frac{A \cdot \varepsilon \cdot P}{V} \cdot t \quad \Rightarrow \quad -\ln \frac{C}{C_0} = \frac{A \cdot \varepsilon \cdot P}{V} \cdot t$$

“En küçük kareler metodundan ” y_i=a₁.x_i şeklindeki orjinden geçen bir doğru denklemi için:

$$a_1 = \frac{\sum y_i \cdot x_i}{\sum x_i^2} = \frac{14,70122804}{140} = 0,10500877 \text{ saat}^{-1} \text{ bulunur.}$$

$$a_i = \frac{A \cdot \varepsilon \cdot P}{V} \cdot t = 0,10500877 \text{ saat}^{-1}$$

$\varepsilon=0,55$ $A=12,56 \text{ cm}^2$ $V=250 \text{ ml}$ değerleri yerlerine yazılırsa;

$$J_0 = -(-23,394)_0 \left(\frac{250}{12,56.0,55} \right) \cdot \frac{\text{mg.cm}}{\text{L.saat}} \cdot \frac{1\text{g}}{1000\text{mg}} \cdot \frac{1\text{kg}}{1000\text{g}} \cdot \frac{1\text{L}}{1000\text{cm}^3} \cdot \frac{1\text{saat}}{3600\text{s}} \cdot \left(\frac{100\text{cm}}{1\text{m}} \right)^2$$

$$P = \frac{0,10500877 \cdot 250}{12,56.0,55.3600.100} = 1,05562.10^{-5} \text{ m/s bulunur.}$$

b) Başlangıç Kütle Akısının Hesaplanması:

Başlangıç kütle akısının hesaplanması (J_0) denklem 3.12 den hesaplanabilir.

$$J_0 = -\left(\frac{dC}{dt} \right)_0 \left(\frac{V_f}{A.\varepsilon} \right)$$

$$C=a+bt+ct^2+dt^3$$

3.dereceden bir polinom kullanılırsa, $b=dC/dt=-23,394$ bulunur ve denklemde yerine yazılırsa;

$$J_0 = -(-23,394)_0 \left(\frac{250}{12,56.0,55} \right) = 846,627099 \text{ mg.L}^{-1} \cdot \text{saat}^{-1} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-2} \text{ olarak bulunur.}$$

Birimler düzenlenirse:

$$J_0 = -(-23,394)_0 \left(\frac{250}{12,56.0,55} \right) \cdot \frac{\text{mg.cm}}{\text{L.saat}} \cdot \frac{1\text{g}}{1000\text{mg}} \cdot \frac{1\text{kg}}{1000\text{g}} \cdot \frac{1\text{L}}{1000\text{cm}^3} \cdot \frac{1\text{saat}}{3600\text{s}} \cdot \left(\frac{100\text{cm}}{1\text{m}} \right)^2$$

Başlangıç kütle akısı

$$J_0 = 2,35174.10^{-6} \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s elde edilir.}$$

ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında Samsun'da doğdu. İlkokulu, ortaokulu ve liseyi Sakarya'da tamamladı. 2006 yılında Sakarya Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Kimya bölümünden mezun oldu. Ardından Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya bölümünde yüksek lisansa başladı.