

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

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

DOKTORA TEZİ

Ahmet SÜRÜCÜ

Enstitü Anabilim Dalı : KİMYA

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Osman TUTKUN

Kasım 2008

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SULU ÇÖZELTİLERDEN DESTEKLİ SIVI
MEMBRANLARLA KOBALT VE NİKELİN
AYRILMASI


DOKTORA TEZİ


Ahmet SÜRÜCÜ

Enstitü Anabilim Dalı : KİMYA

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Osman TUTKUN

Bu tez 07/11/2008 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile kabul edilmiştir.


Prof. Dr. Musa ŞAHİN
Jüri Başkanı


Prof. Dr. Osman TUTKUN
Jüri Üyesi


Prof. Dr. Hüseyin YILDIRIM
Jüri Üyesi


Prof. Dr. İ. Ayhan ŞENGİL
Jüri Üyesi


Prof. Dr. Murat TEKER
Jüri Üyesi

TEŞEKKÜR

Doktora çalışmamın danışmanlığını kabul eden ve tezin hazırlanmasında yakın ilgi ve yardımını esirgemeyen kıymetli hocam Sayın Prof. Dr. Osman TUTKUN' a sonsuz saygı ve şükranlarımı sunarım.

Çalışmamın her aşamasında desteğini gördüğüm, engin bilgi ve görüşlerinden her zaman yararlandığım değerli kardeşim Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü Araştırma Görevlisi Volkan EYÜPOĞLU' a teşekkür etmeyi bir borç bilirim. Ayrıca çalışmalarım sırasında yakın ilgi ve desteğini gördüğüm Kimya Bölüm Başkanı Prof. Dr. Ali Osman AYDIN' a, Bölüm Öğretim Üyelerinden Prof. Dr. Murat TEKER' e Yard. Doç. Dr. Recep Ali KUMBASAR' a ve Kimya bölümünün diğer öğretim elemanlarına ayrıca, Pamukkale Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü Öğretim Üyelerinden Yard. Doç. Dr. Hasalettin Deligöz' e teşekkür ederim.

Ahmet SÜRÜCÜ

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xii
ÖZET.....	xv
SUMMARY.....	xvi

BÖLÜM 1.

GİRİŞ.....	1
------------	---

BÖLÜM 2.

GENEL BİLGİLER.....	6
2.1. Kobalt Elementi.....	6
2.1.1. Kobalt genel özellikleri.....	6
2.1.2. Kobalt elementinin temel özellikleri.....	7
2.1.3. Kobalt elementinin fiziksel özellikleri.....	7
2.1.4. Kobalt atomunun temel özellikleri.....	8
2.1.5. Kobalt atomunun diğer spesifik özellikleri.....	9
2.1.6. Yeryüzünde bulunan kobaltın konsantrasyonu	9
2.1.7. Kullanım alanları.....	10
2.1.8. Kimyasal reaksiyonları.....	10
2.1.8.1. Hava ile reaksiyonu.....	11
2.1.8.2. Su ile reaksiyonu.....	11
2.1.8.3. Halojen ile reaksiyonu.....	11
2.1.8.4. Asit ile reaksiyonu.....	12

2.1.9. Üretim teknolojisi.....	12
2.1.10. Saflaştırma.....	13
2.1.11. Kobaltın biyolojik etkileri.....	13
2.2. Nikel.....	15
2.2.1. Nikel'in genel özellikleri.....	15
2.2.2. Nikel Elementinin temel özellikleri.....	17
2.2.3. Nikel Elementinin fiziksel özellikleri.....	17
2.2.4. Nikel atomunun temel özellikleri.....	18
2.2.5. Yeryüzünde bulunan nikel'in konsantrasyonu.....	19
2.2.5.1. Dünyada nikel rezervleri üretim ve tüketim miktarları.....	20
2.2.5.2. Türkiye nikel cevheri rezervi	21
2.2.6. Kullanım alanları.....	22
2.2.7. Kimyasal reaksiyonları.....	23
2.2.7.1. Hava ile reaksiyonu	23
2.2.7.2. Su ile reaksiyonu	24
2.2.7.3. Halojenler ile reaksiyonu	24
2.2.7.4. Asit ile reaksiyonu	24
2.2.7.5. Baz ile reaksiyonu	24
2.2.8. Üretim teknolojisi ve saflaştırma.....	24
2.2.9. Nikelin biyolojik etkileri:.....	25
BÖLÜM 3.	27
3.1. Sıvı Membran Prosesleri.....	32
3.1.1. Bulk tipi sıvı membran	34
3.1.2. Emüsyon tipi sıvı membran	35
3.1.3. Destekli sıvı membranlar	37
3.2. Sıvı Membran Destek Tipleri ve Özellikleri	42
3.2.1 Celgard 2500 membran filminin özellikleri	42
3.3. Sıvı Membran Sistemlerinde Kullanılan Organik Çözücünün Seçimi.....	43
3.4. Sıvı Membran Proseslerinde Kullanılan Taşıyıcının Seçimi.....	44
3.5. Membranlarda Taşınma Olayı	44

3.5.1. Kompleks oluşumu.....	44
3.5.2. Kompleks oluşumuna etki eden faktörler.....	45
3.5.2.1. Metal iyonları.....	46
3.5.2.2. Ligant özellikleri	46
3.5.2.3. Sıcaklık	47
3.5.2.4. Hidrojen iyonu konsantrasyonunun etkisi	47
3.6. Sıvı Membranlarda Taşınım Olayı	48
3.6.1. Çarpma sıklığı ve konsantrasyon farkının (elektrokimyasal eğilimin) önemi	48
3.6.2. Difüzyon hızı mutlak ısı (ortalama 273° K oda ısısı) ile orantısı.....	49
3.6.3. Molekül ağırlığı.....	49
3.6.4. Membran direnci.....	49
3.7. Sıvı Membranlarda Taşınma Mekanizmaları.....	50
3.8. Sıvı Membran Uygulamaları.....	53
3.8.1. Endüstriyel uygulamalar	53
3.8.2. Metal ekstraksiyonu	53
BÖLÜM 4.	
MATERYAL VE METOT.....	56
4.1. Kimyasal Maddeler.....	56
4.2. Destekli Sıvı Membranların Hazırlanması ve Ölçülmesi	56
4.3. Düz Levha Destekli Sıvı Membranların Hazırlanması ve Ölçülmesi..	57
4.4. Membran Desteği.....	59
4.5. Test Hücresi	59
4.6. Sistemin Çalışması.....	60
BÖLÜM 5.	
DENEYSEL BULGULAR.....	61
5.1. Giriş.....	61
5.2. Kobalt ve Nikelin Tiyosiyanat Kompleksleri	62
5.3. Kobaltın Ekstraksiyon Mekanizmaları.....	63
5.4. Kobaltın Alamine 336 İle Ekstraksiyonu.....	64
5.4.1. Çözücü cinsinin etkisi.....	64

5.4.2. Kompleks yapıcı reaktif (NH_4SCN) konsantrasyonunun etkisi.....	66
5.4.3. Besleme çözeltisi pH'ının etkisi.....	67
5.4.4. Besleme çözeltisi karıştırma hızının etkisi.....	68
5.4.5. Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının etkisi.....	69
5.4.6. Ekstraktant (Alamine 336) konsantrasyonunun etkisi.....	70
5.4.7. Sıyırma çözeltisi (NH_3) konsantrasyonunun etkisi.....	70
5.4.8. Nötr veya solvasyon tipi ekstraktantların (TBP ve TOPO) sinerjik etkisi.....	71
5.4.9. Optimum şartlar.....	74
5.4.10. Optimum şartlarda kobaltın Alamine 336 ile Ekstraksiyonu	74
5.4.10.1. Eşit molar besleme konsantrasyonundaki kobaltın ekstraksiyonu.....	74
5.4.10.2. Eşit molar olmayan kobaltın ekstraksiyonu.....	76
5.4.11. Seçicilik.....	77
5.5. Kobaltın Alamine 300 İle Ekstraksiyonu.....	77
5.5.1. Çözücü cinsinin etkisi.....	78
5.5.2. Kompleks yapıcı reaktif (NH_4SCN) konsantrasyonunun etkisi	79
5.5.3. Besleme çözeltisi pH'ının etkisi.....	80
5.5.4. Besleme çözeltisi karıştırma hızının etkisi.....	81
5.5.5. Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının etkisi.....	81
5.5.6. Ekstraktant (Alamine 300) konsantrasyonunun etkisi.....	82
5.5.7. Sıyırma çözeltisi (NH_3) konsantrasyonunun etkisi.....	83
5.5.8. Nötr veya solvasyon tipi ekstraktantların (TBP ve TOPO) sinerjik etkisi	83
5.5.9. Optimum şartlar.....	85
5.5.10. Optimum şartlarda kobaltın Alamine 300 ile ekstraksiyonu.....	85
5.5.10.1. Eşit molar besleme konsantrasyonundaki kobaltın Ekstraksiyonu.....	85
5.5.10.2. Eşit molar olmayan kobaltın ekstraksiyonu.....	86
5.5.11. Seçicilik.....	86
5.6. Üçlü Karışımlar.....	87

5.6.1. Kobalt, nikel ve kadmiyum içeren besleme çözeltileri.....	87
5.6.2. Kobalt, nikel ve çinko içeren besleme çözeltileri.....	87
5.7. Dörtlü Karışımlar.....	88
BÖLÜM 6.	
SONUÇLAR	279
BÖLÜM 7.	
TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	283
KAYNAKLAR.....	288
EKLER.....	300
ÖZGEÇMİŞ.....	303

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

A	: Membran kesit alanı
A_1	: İki sıvı karışımındaki alıcı
AAS	: Atomik absorpsiyon spektrofotometresi
Alamine 300	: Ekstraktant molekül (tersiyer amonyum tuzu)
Alamine 336	: Ekstraktant molekül (tersiyer amonyum tuzu)
BAL	: Basınçlı asit liçi
BSM	: Bulk tipi sıvı membran
C	: Herhangi bir andaki konsantrasyon, mg/L
C_F	: Besleme fazı konsantrasyonu
cm	: santimetre
cm^2	: santimetre kare
cm^3	: santimetre küp
CMC	: Kiritik misel konsantrasyonu (critical micelle concentration)
C_s	: Sıyırma fazı konsantrasyonu
C/C_0	: Metal iyonlarının herhangi bir andaki konsantrasyonu/ Başlangıç konsantrasyonu(boyutsuz konsantrasyon)
D2EHPA	: Di-(2-etil hegzil) fosforik asit
dev/dak	: devir /dakika
DSM	: Destekli sıvı membran
ϵ	: gözeneklilik
Eks	: Ekstraksiyon
ESM	: Emüsyon tipi sıvı membran
g	: gram
J_0	: Başlangıç kütle akısı (kg/m^2s)
k	: kilo
Kerosen	: Petrol fraksiyonu
kg	: kilogram
k_m	:Kütle transfer katsayısı
L	: Litre
LM	: Sıvı membran
m	: metre
M	: Membran faz
m^2	: metre kare
m^3	: metre küp
mg	: miligram
mL	: mililitre
mm	: milimetre
MUE	: Membran kullanılabilirlik katsayısı
O/W	: Organik/Su (organik fazın sulu faz içerisinde dağılması)
O/W/O	: Organik/Su/Organik

OF	: Oyuk fiber
Org	: Organik
P	: Permeasyon katsayısı (m/s)
pH	: Çözeltideki hidronyum iyonu molar konsantrasyonunun eksi logaritması (-log [H ⁺])
ppm	: Parts per million, mg/L veya µg/mL
SMP	: Sıvı membran prosesi
TBP	: Tri bütıl fosfat
TEA	: Trietanolamin
TOPO	: Tri oktilfosfin oksit
V	: İki sıvı karışımındaki verici
V _s	: Sıyırma fazı hacmi
X _i	: Seçicilik
τ	: Dolambaçlık faktörü
%	:Yüzde
µm	: mikrometre, mikron, 10 ⁻⁶ m

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Kobalt elementi.....	6
Şekil 2.2. Kobalt kristalinin geometrik yapısı.....	8
Şekil 2.3. Kobalt tuzları ile reklendirilmiş olan cam malzemeler.....	12
Şekil 2.4. B12 vitaminin yapısı	15
Şekil 2.5. Nikel elementinin görünüş.....	16
Şekil 2.6. Nikel atomlarının geometrik yapısı.....	18
Şekil 2.7. Nikel üretimindeki ülkelerin payları	21
Şekil 3.1. Bulk tipi sıvı membran	34
Şekil 3.2. Emülsiyon tipi sıvı membran.....	36
Şekil 3.3. Destekli sıvı membran	38
Şekil 3.4. Emülsiyon ve destekli sıvı membran tipleri	38
Şekil 3.5. Test hücresinin şematik olarak gösterilmesi	39
Şekil 3.6. İçerikli sıvı membran.....	40
Şekil 3.7. Celgard 2500 (PP)'nin SEM fotoğrafı (X20000).....	43
Şekil 3.8. Difüzyon ve ultrafiltrasyonun çalışması. (besleme).....	48
Şekil 3.9. Destekli sıvı membran içerisindeki taşınım prosesinin şematik gösterimi	50
Şekil 4.1. Analizlerin yapıldığı Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi.....	57
Şekil 4.2. Deneilerin yapıldığı hücrenin kesiti.....	58
Şekil 4.3. Destekli sıvı membrana ait test hücresinin resmi	59

Şekil 5.1 Çözücü cinsinin Co/Ni ekstraksiyon hızına etkisi (Besleme)	91
Şekil 5.2. Çözücü cinsinin Co/Ni ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma).....	93
Şekil 5.3. Çözücü cinsinin kobaltın permeasyon katsayısına etkisi (Besleme).....	96
Şekil 5.4. Çözücü cinsinin kobaltın başlangıç kütle akısına (J_0) etkisi:	97
Şekil 5.5. Kompleks oluşturucu NH_4SCN konsantrasyonunun Co/Ni ekstraksiyon hızına etkisi (Besleme).....	99
Şekil 5.6. Kompleks oluşturucu NH_4SCN konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyon hızına etkisi (Sıyırma).....	101
Şekil 5.7. Kompleks oluşturucu NH_4SCN konsantrasyonunun kobaltın permeasyon katsayısına (P) etkisi	103
Şekil 5.8. Kompleks oluşturucu NH_4SCN konsantrasyonunun kobaltın başlangıç kütle akısına (J_0) etkisi.....	104
Şekil 5.9. Besleme çözeltisi pH'ının kobaltın ekstraksiyon hızına etkisi (Besleme).....	106
Şekil 5.10. Besleme çözeltisi pH'ının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma)..	108
Şekil 5.11. Besleme çözeltisi pH'ının kobaltın permeasyon katsayısına (P) etkisi	110
Şekil.5.12. Besleme çözeltisi pH'ının kobaltın başlangıç kütle akısına etkisi (J_0)..	111
Şekil.5.13. Besleme çözeltisi karıştırma hızının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme).....	113
Şekil.5.14. Besleme çözeltisi karıştırma hızının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma).....	115
Şekil.5.15. Besleme çözeltisi karıştırma hızının kobaltın permeasyon katsayısına (P) etkisi.....	117
Şekil 5.16. Besleme çözeltisi karıştırma hızının kobaltın başlangıç kütle akısına (J_0) etkisi	118
Şekil 5.17. Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme)	120
Şekil 5.18. Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme).....	122
Şekil 5.19. Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının kobaltın permeasyon katsayısına (P)	

etkisi.....	124
Şekil 5.20. Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının kobaltın başlangıç kütle akısına (J_0) etkisi	125
Şekil 5. 21. Ekstraktant (Alamine 336) konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme).....	127
Şekil 5.22. Ekstraktant (Alamine 336) konsantrasyonunun kobalt ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma).....	129
Şekil 5.23. Ekstraktant (Alamine 336) konsantrasyonunun kobaltın permeasyon katsayısına (P) etkisi	131
Şekil 5.24. Alamine 336 konsantrasyonunun (% w/w) kobaltın başlangıç kütle akısına (J_0) etkisi	132
Şekil 5.25. Sıyırma çözeltisi konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme).....	134
Şekil 5.26. Sıyırma çözeltisi konsantrasyonunun kobalt ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma).....	136
Şekil 5.27. Sıyırma çözeltisi konsantrasyonunun permasyon katsayısına (P) etkisi..	138
Şekil 5.28. Sıyırma çözeltisi konsantrasyonunun kobaltın başlangıç kütle akısına (J_0) etkisi	139
Şekil 5.29. Solvasyon ekstraktantı TBP (Tribütilfosfat) konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyon hızına etkisi (Besleme).....	141
Şekil 5.30. Solvasyon Ekstraktantı TBP (Tribütilfosfat) konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyon hızına etkisi (Sıyırma).....	143
Şekil 5.31. Solvasyon ekstraktantı TBP konsantrasyonunun kobaltın permeasyon katsayısına (P) etkisi	145
Şekil 5.32. Solvasyon ekstraktantı TBP konsantrasyonunun kobaltın başlangıç kütle akısına (J_0) etkisi	146
Şekil 5.33. Solvasyon ekstraktantı TOPO konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme).....	148
Şekil 5.34. Solvasyon ekstraktantı TOPO konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme).....	150
Şekil 5.35. Solvasyon ekstraktantı TOPO konsantrasyonunun kobaltın permeasyon katsayısına etkisi (P).....	152

Şekil 5.36. Solvasyon ekstraktantı TOPO konsantrasyonunun kobaltın başlangıç kütle akısına (J_0) etkisi	153
Şekil 5.37. TBP ve TOPO'nun konsantrasyonunun sinerjisinin permeasyon katsayısına etkisinin karşılaştırılması	154
Şekil 5.38. TBP veya TOPO'nun konsantrasyonunun sinerjisinin kütle akısına etkisinin karşılaştırılması (J_0).....	155
Şekil 5.39. Optimum şartlarda eşit molar konsantrasyonlarda ki besleme çözeltilerinden kobaltın ekstraksiyonu (Besleme).....	157
Şekil 5.40. Optimum şartlarda, eşit molar konsantrasyonlarda ki çözeltilerden kobaltın ekstraksiyonu Co/Ni ekstraksiyon hızı (Sıyırma).....	159
Şekil 5.41. Optimum Şartlarda eşit molar konsantrasyonlarda kobaltın permeasyon katsayısına besleme konsantrasyonunun etkisi (P).....	161
Şekil 5.42. Optimum şartlarda eşit molar konsantrasyonlarda Co ekstraksiyonunun başlangıç kütle akısına etkisi (J_0).....	162
Şekil 5.43. Optimum şartlarda eşit molar olmayan (Co(II) değişken, Ni(1000mg/L)sabit) konsantrasyonda besleme çözeltilerden Co konsantrasyonunun ekstraksiyon hızına etkisi (Besleme).....	164
Şekil 5.44. Optimum şartlarda eşit molar olmayan (Co değişken, Ni 1000mg/L sabit) molar konsantrasyonlardaki besleme çözeltilerden Co/Ni ekstraksiyon hızına etkisi (Sıyırma).....	166
Şekil 5.45. Optimum şartlarda eşit molar olmayan (Co değişken, Ni sabit) konsantrasyonlardaki çözeltilerde Co konsantrasyonuna permeasyon katsayısı (P) etkisi	168
Şekil 5.46. Optimum şartlarda eşit molar olmayan (Co: değişken/ Ni, sabit 1000mg/L) konsantrasyonlardaki besleme çözeltilerinden Co konsantrasyonunun başlangıç kütle akısına etkisi (J_0).....	169
Şekil 5.47. Optimum şartlarda eşit molar olmayan (Co(1000 mg/L, Ni değişken) molar konsantrasyonlardaki besleme çözeltilerinden Co konsantrasyonunun ekstraksiyonuna etkisi (Besleme).....	171
Şekil 5.48. Optimum şartlarda eşit molar olmayan (Co: 1000 mg/L, /Ni: değişken) konsantrasyonlardaki besleme çözeltilerinden Co ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma).....	173

Şekil 5.49. Optimum şartlarda eşit molar olmayan (Co:1000 mg/L, sabit, Ni değişken) besleme çözeltisi konsantrasyonunun kobaltın permeasyon katsayısına etkisi (P).....	175
Şekil 5.50. Optimum şartlarda eşit molar olmayan (Co1000 mg/L, sabit, Ni: değişken) besleme çözeltisi konsantrasyonunun başlangıç kütle akısına etkisi (J_0).....	176
Şekil 5.51. Çözücü cinsinin kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme).....	179
Şekil 5.52. Çözücü cinsinin kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma).....	181
Şekil 5.53. Çözücü cinsinin kobalt permeasyon katsayısı (P) etkisi.....	184
Şekil 5.54. Çözücü cinsinin kobaltın başlangıç kütle akısına (J_0) etkisi.....	185
Şekil 5.55. Kompleks oluşturucu NH_4SCN konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyon hızına etkisi (Besleme).....	187
Şekil 5.56. Kompleks oluşturucu NH_4SCN konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyon hızına etkisi (Sıyırma).....	189
Şekil 5.57. Kompleks oluşturucu NH_4SCN konsantrasyonunun kobaltın permeasyon katsayısı (P) etkisi.....	191
Şekil 5.58. Kompleks oluşturucu NH_4SCN konsantrasyonunun kobaltın başlangıç kütle akısı (J_0) etkisi.....	192
Şekil 5.59. Besleme çözeltisi pH'nın kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme)	194
Şekil 5.60. Besleme çözeltisi pH'nın kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma)	196
Şekil 5.61. Besleme çözeltisi pH'nın kobaltın permeasyon katsayısına (P) etkisi	198
Şekil 5.62. Besleme çözeltisi pH'nın kobaltın başlangıç kütle akısına (J_0) etkisi	199
Şekil 5.63. Besleme çözeltisi karıştırma hızının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme).....	201
Şekil 5.64. Besleme çözeltisi karıştırma hızının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme).....	203
Şekil 5.65. Besleme çözeltisi karıştırma hızının kobaltın permasyon katsayısına (P) etkisi.....	205
Şekil 5.66. Besleme çözeltisi karıştırma hızının kobaltın permasyon katsayısına (P) etkisi.....	206

Şekil 5.67. Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme).....	208
Şekil 5.68. Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma).....	210
Şekil 5.69. Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının kobaltın permasyon katsayısına (P) etkisi	212
Şekil 5.70. Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının kobaltın başlangıç kütle akısına (J_0) etkisi	213
Şekil 5.71. Ekstraktant (Alamine 300) konsantrasyonun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme).....	215
Şekil 5.72. Ekstraktant (Alamine 300) konsantrasyonun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma).....	217
Şekil 5.73. Ekstraktant (Alamine 300) konsantrasyonunun kobaltın permeasyon katsayısına (P) etkisi	219
Şekil 5.74. Alamine 300 konsantrasyonunun kobaltın başlangıç kütle akısı (J_0) etkisi	220
Şekil 5.75. Sıyırma çözeltisi konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme).....	222
Şekil 5.76. Sıyırma çözeltisi konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma).....	224
Şekil 5.77. Sıyırma çözeltisi konsantrasyonunun kobaltın permasyon katsayısına (P) etkisi.....	226
Şekil 5.78. Sıyırma çözeltisi konsantrasyonunun kobaltın başlangıç kütle akısı (J_0) etkisi.....	227
Şekil 5.79. Solvasyon ekstraktant TBP (Tribütilfosfat) konsantrasyonunun sinerjisinin kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme).....	229
Şekil 5.80. Solvasyon ekstraktantı (TBP) (Tribütilfosfat) konsantrasyonunun sinerjisinin kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma).....	231
Şekil 5.81. Solvasyon ekstraktantı (TBP) (Tribütilfosfat) konsantrasyonunun sinerjisinin kobaltın permeasyon katsayısına (P) etkisi	233
Şekil 5.82. Solvasyon ekstraktantı olarak TBP konsantrasyonunun sinerjisinin başlangıç kütle akısına (J_0) etkisi	234

Şekil 5.83. Solvasyon ekstraktantı olarak TOPO konsantrasyonunun sinerjisinin kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme).....	236
Şekil 5.84. Solvasyon ekstraktantı olarak TOPO konsantrasyonunun sinerjisinin kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma).....	238
Şekil 5.85. Solvasyon ekstraktantı olarak TOPO konsantrasyonunun sinerjisinin permeasyon katsayısına (P) etkisi.....	240
Şekil 5.86. Solvasyon ekstraktantı olarak TOPO konsantrasyonunun sinerjisinin başlangıç kütle akısına (J_0) etkisi	241
Şekil 5.87. TBP ve TOPO ın Alamine 300 ekstraktantına Sinerjilerinin permeasyon katsayılarına etkisinin karşılaştırılması	242
Şekil 5.88. TBP ve TOPO' nun Alamine 300 ekstraktantına Sinerjilerinin başlangıç kütle akısının karşılaştırılması	243
Şekil 5.89. TBP' ın Alamine 300 ve Alamine 336 ekstraktantına sinerjisinin permeasyon katsayılarına etkilerinin karşılaştırılması (P).....	244
Şekil 5.90. TBP' ın Alamine 300 ve Alamine 336 ekstraktantına sinerjilerinin kütle akılarının karşılaştırılması	245
Şekil 5.91. Optimum şartlarda, eşit molar konsantrasyonda (Co+Ni) besleme çözeltilerinde kobaltın ekstraksiyonuna Co konsantrasyonunun etkisi (Besleme).....	247
Şekil 5.92. Optimum şartlarda, eşit molar konsantrasyonda besleme çözeltilerinde (Co+Ni) Co konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma).....	249
Şekil 5.93. Optimum şartlarda eşit molar konsantrasyonlardaki besleme çözeltilerinden Co konsantrasyonunun permeasyon katsayısına etkisi (P).....	251
Şekil 5.94. Optimum şartlarda eşit molar konsantrasyonlardaki besleme çözeltilerinden Co konsantrasyonunun başlangıç kütle akısına etkisi (J_0)	252
Şekil 5.95. Optimum şartlarda eşit molar olmayan konsantrasyonlardaki (Co: değişken , Ni: 1000 mg/L) Co konsantrasyonunun kobaltın Ekstraksiyonuna etkisi (Besleme).....	254
Şekil 5.96. Optimum şartlarda eşit molar olmayan konsantrasyonlardaki (Co: değişken , Ni: 1000 mg/L) besleme çözeltilerindeki Co konsantrasyonunun kobaltın Ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma).....	256

Şekil 5.97. Optimum şartlarda eşit molar olmayan konsantrasyonlardaki (Co: değişken, Ni: 1000 mg/L) besleme çözeltilerindenki Co konsantrasyonunun permeasyon katsayısına etkisi (P).....	258
Şekil 5.98. Optimum şartlarda eşit molar olmayan (Co:değişken, mg/L / Ni: sabit, 1000 mg/L) konsantrasyondaki Co(II)/Ni(II)içeren besleme çözeltilerden Co(II)/Ni(II) ekstraksiyonunun başlangıç kütle akısına etkisi (J_0)	259
Şekil 5.99. Optimum şartlarda Co:100 mg/L, Ni: 500 mg/L, Cd: 500 mg/L içeren üçlü karışımdaki metallerin ekstraksiyon hızları (Besleme-Sıyırma).....	262
Şekil 5.100. Optimum şartlarda Co:300 mg/L, Ni: 500 mg/L, Cd: 500 mg/L içeren üçlü kaarışımdaki metallerin ekstraksiyonu (Besleme-Sıyırma)	264
Şekil 5.101. Optimum şartlarda Co: 500 mg/L, Ni: 500 mg/L, Cd: 500 mg/L içeren üçlü karışımlardaki metallerin ekstraksiyonu (Besleme-Sıyırma)	266
Şekil 5.102. Optimum şartlarda Co:100 mg/L, Ni:500 mg/L, Zn: 500 mg/L içeren üçlü karışımlardaki metallerin ekstraksiyonu (Besleme-Sıyırma).....	268
Şekil 5.103. Optimum şartlarda Co:300 mg/L, Ni: 500 mg/L, Zn: 500 mg/L içeren üçlü karışımlardaki metallerin ekstraksiyonu (Besleme-Sıyırma).....	270
Şekil 5.104 Optimum şartlarda Co:500 mg/L, Ni: 500 mg/L, Zn: 500 mg/L içeren üçlü karışımlardaki metallerin ekstraksiyonu (Besleme-Sıyırma)	272
Şekil 5.105 Optimum şartlarda Co: 100 mg/L, Cd: 500 mg/L, Ni: 500 mg/L, Zn: 500 mg/L içeren dörtlü karışımlardaki metallerin ekstraksiyonu (Besleme-Sıyırma).....	274
Şekil 5.106 Optimum şartlarda Co: 300 mg/L, Cd: 500 mg/L, Ni: 500 mg/L, Zn: 500 mg/L içeren dörtlü karışımlardaki metallerin ekstraksiyonu (Besleme-Sıyırma).....	276
Şekil 5.107 Optimum Şartlarda Co: 500 mg/L, Cd: 500 mg/L, Ni: 500 mg/L, Zn: 500 mg/L içeren dörtlü karışımlardaki metallerin ekstraksiyonu (Besleme-Sıyırma).....	278

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. Kobalt elementinin temel özellikler.....	7
Tablo 2.2. Kobalt elementinin fiziksel özellikleri.....	7
Tablo 2.3. Kobalt atomunun temel özellikler.....	8
Tablo 2.4. Kobalt atomunun diğer spesifik özellikler.....	9
Tablo 2.5. Kobalt izotoplarının yarılanma süreleri.....	9
Tablo 2.6. Yeryüzündeki kobalt konsantrasyonu.....	9
Tablo 2.7. Nikel elementinin temel özellikleri.....	17
Tablo 2.8. Nikel elementinin fiziksel özellikleri	17
Tablo 2.9. Nikel atomunun temel özellikler.....	18
Tablo 2.10. Nikel izotoplarının yarılanma süreleri.....	19
Tablo 2.11. Dünyada nikel üretimi yapan ülkeler ve üretim kapasitesi.....	20
Tablo 2.12. Türkiye nikel rezervleri.....	22
Tablo 2.13. Nikel ile oluşan alaşımlar.....	22
Tablo 3.1. Ayırma potansiyeli bakımından membran prosesleri.....	28
Tablo 3.2. Membran çeşitleri ve ayırma yöntemleri.....	29
Tablo 3.3. Membran tipine göre membran proseslerinin rolü.....	30
Tablo 3.4. Sentetik membranların teknik özellikleri.....	31
Tablo 3.5. Celgard 2500 (PP)' nin özellikleri.....	42
Tablo 3.6. Destekli sıvı membran çalışmaları.....	54

Tablo 5.1. Çözücü cinsinin Co/Ni ekstraksiyonuna etkisi (Besleme)	90
Tablo 5.2. Çözücü cinsinin Co/Ni ekstraksiyon hızına etkisi (Sıyırma).....	92
Tablo 5.3. Çözücülerin 20° C deki dielektrik sabiti,viskosite ve yoğunlukları.....	94
Tablo 5.4. Çözücü cinsinin besleme çözeltisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akılar	95
Tablo 5.5. Kompleks oluşturucu NH ₄ SCN konsantrasyonunun Co/Ni ekstraksiyon hızına etkisi (Besleme).....	98
Tablo 5.6. Kompleks oluşturucu NH ₄ SCN konsantrasyonunun Co/Ni ekstraksiyon hızına etkisi (Sıyırma).....	100
Tablo 5.7. Kompleks oluşturucu NH ₄ SCN konsantrasyonunun besleme çözeltisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi.....	102
Tablo 5.8. Besleme çözeltisi pH'ının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme)	105
Tablo 5.9. Besleme çözeltisi pH'ının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma)..	107
Tablo 5.10. Besleme çözeltisi pH' ının besleme çözeltisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi.....	109
Tablo 5.11. Besleme çözeltisi karıştırma hızının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme).....	112
Tablo 5.12. Besleme çözeltisi karıştırma hızının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma).....	114
Tablo 5.13. Besleme çözeltisi karıştırma hızının besleme çözeltisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi.....	116
Tablo 5.14. Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme).....	119
Tablo 5.15. Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma).....	121
Tablo 5.16. Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının besleme çözeltisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi.....	123
Tablo 5.17. Ekstraktant (Alamine 336) konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme).....	126

Tablo 5.17. Ekstraktant (Alamine 336) konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma).....	128
Tablo 5.19. Ekstraktant (Alamine 336) konsantrasyonunun besleme çözeltisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi.....	130
Tablo 5.20. Sıyırma çözeltisi konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme).....	133
Tablo 5.21. Sıyırma çözeltisi konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma).....	135
Tablo 5.22. Sıyırma çözeltisi konsantrasyonunun besleme çözeltisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi.....	137
Tablo 5.23. Solvasyon ekstraktantı TBP (Tribütilfosfat) konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme).....	140
Tablo 5.24. Solvasyon ekstraktantı TBP (Tribütilfosfat) konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma).....	142
Tablo 5.25. Solvasyon ekstraktant TBP (tribütilfosfat)' ın besleme çözeltisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi.....	144
Tablo 5.26. Solvasyon ekstraktantı TOPO konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme).....	147
Tablo 5.27. Solvasyon ekstraktantı TOPO konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma).....	149
Tablo 5.28. Solvasyon ekstraktantı TOPO konsantrasyonunun besleme çözeltisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi	151
Tablo 5.29. Optimum şartlarda eşit molar konsantrasyonlarda kobaltın ekstraksiyonu (Besleme).....	156
Tablo 5.30. Optimum şartlarda eşit molar konsantrasyonlarda kobaltın ekstraksiyonu (Sıyırma).....	158
Tablo 5.31. Optimum şartlarda eşit molar konsantrasyonlarda besleme çözeltisindeki kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi.....	160

Tablo 5.32. Optimum şartlarda eşit molar olmayan (Co: değişken, Ni: 1000mg/L) konsantrasyonlarda besleme çözeltilerden Co konsantrasyonunun ekstraksiyon hızına etkisi (Besleme).....	163
Tablo 5.33. Optimum şartlarda eşit molar olmayan (Co:değişken, Ni:1000 mg/L) konsantrasyondaki besleme çözeltilerinden Co konsantrasyonunun ekstraksiyon hızına etkisi (Sıyırma).....	165
Tablo: 5.34. Optimum şartlarda eşit molar olmayan (Co değişken, Ni:1000mg/L) molar konsantrasyonlardaki besleme çözeltisinde (Co+Ni) Co konsantrasyonunun permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi	167
Tablo 5.35. Optimum şartlarda eşit molar olmayan (Co: 1000 mg/L, Ni: değişken) konsantrasyonlardaki besleme çözeltilerinden Co ekstraksiyon hızına etkisinin incelenmesi (Besleme).....	170
Tablo 5.36. Optimum şartlarda eşit molar olmayan (Co: 1000 mg/L, Ni: değişken) konsantrasyonlardaki besleme çözeltilerinden Co ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma).....	172
Tablo 5.37. Optimum şartlarda eşit molar olmayan (Co 1000 mg/L, Ni değişken) konsantrasyonlardaki besleme çözeltisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi.....	174
Tablo 5.38. Optimum şartlarda eşit molar ve eşit molar olmayan besleme çözeltileri için hesaplanan ayırma faktörleri (ekstraktant Alamine336)	177
Tablo 5.39. Çözücü cinsinin kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme).....	178
Tablo 5.40. Çözücü cinsinin kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma).....	180
Tablo 5.41. Çözücülerin 20° C deki dielektrik sabiti,viskosite ve yoğunlukları.....	182
Tablo 5.42. Çözücü cinsinin besleme çözeltisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi.....	183
Tablo 5.43. Kompleks oluşturucu NH ₄ SCN konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyon hızına etkisi (Besleme).....	186
Tablo 5.44. Kompleks oluşturucu NH ₄ SCN konsantrasyonunun Co/Ni ekstraksiyon hızına etkisi Sıyırma).....	188
Tablo 5.45. Kompleks oluşturucu NH ₄ SCN konsantrasyonunun besleme çözeltisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç	

kütle akısına etkisi.....	190
Tablo5.46. Besleme çözeltisi pH'ının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme)	193
Tablo5.47. Besleme çözeltisi pH'ının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma)	195
Tablo 5.48. Besleme çözeltisi pH'ının besleme çözeltisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi.....	197
Tablo 5.49. Besleme çözeltisi karıştırma hızının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme).....	200
Tablo 5.50. Besleme çözeltisi karıştırma hızının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma).....	202
Tablo 5.51. Besleme çözeltisi karıştırma hızının besleme çözeltisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi.....	204
Tablo 5.52. Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme).....	207
Tablo 5.53. Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma).....	209
Tablo 5.54. Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının besleme çözeltisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi.....	211
Tablo 5.55. Ekstraktant (Alamine 300) konsantrasyonun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme).....	214
Tablo 5.56. Ekstraktant (Alamine 300) konsantrasyonun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma).....	216
Tablo 5.57. Ekstraktant (Alamine 300) konsantrasyonunun besleme çözeltisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi.....	218
Tablo 5.58. Sıyırma çözeltisi konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme).....	221
Tablo 5.59. Sıyırma çözeltisi konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma).....	223
Tablo 5.60. Sıyırma çözeltisi konsantrasyonunun besleme çözeltisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi.....	225
Tablo 5.61. Solvasyon ekstraktantı TBP (Tribütilfosfat) konsantrasyonunun sinerjisinin kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme).....	228

Tablo 5.62. Solvasyon ekstraktantı TBP (Tribütilfosfat) konsantrasyonunun sinerjisinin kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma).....	230
Tablo 5.63. Solvasyon ekstraktantı TBP (tribütilfosfat)' ın sinerjisinin besleme çözeltilisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi	232
Tablo 5.64. Solvasyon ekstraktantı olarak TOPO konsantrasyonunun sinerjisinin kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme).....	235
Tablo 5.65. Solvasyon ekstraktantı olarak TOPO konsantrasyonunun sinerjisinin kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma).....	237
Tablo 5.66. Solvasyon ekstraktant olarak tri-oktilfosfinoksit (TOPO) konsantrasyonunun sinerjisinin besleme çözeltilisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi	239
Tablo 5.67. Optimum şartlarda, eşit molar konsantrasyonda (Co+Ni) besleme çözeltilerinde kobalt ekstraksiyonunun incelenmesi (Besleme).....	246
Tablo 5.68. Optimum şartlarda, eşit molar konsantrasyonda besleme çözeltilerinde Co konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma).....	248
Tablo 5.69. Optimum şartlarda eşit molar konsantrasyonlarda besleme çözeltilisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi	250
Tablo 5.70. Optimum şartlarda eşit molar olmayan konsantrasyonlardaki (Co: değişken, Ni: 1000 mg/L) Co konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme).....	253
Tablo 5.71. Optimum şartlarda eşit molar olmayan konsantrasyonlardaki (Co: sabit, Ni: 1000 mg/L) Co konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma)	255
Tablo: 5.72. Optimum şartlarda eşit molar olmayan konsantrasyonlardaki (Co: değişken, Ni: 1000 mg/L) Co konsantrasyonunun kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi	257
Tablo 5.73. Optimum şartlarda eşit molar ve eşit molar olmayan besleme çözeltileri için hesaplanan ayırma faktörleri (ekstraktant Alamine 300)	260

Tablo 5.74. Optimum şartlarda Co:100 mg/L, Ni: 500 mg/L, Cd: 500 mg/L içeren üçlü karışımdaki metallerin ekstraksiyon hızları ve ayırma faktörleri (Besleme-Sıyırma).....	261
Tablo 5.75. Optimum şartlarda Co:300 mg/L, Ni: 500 mg/L, Cd: 500 mg/L içeren üçlü karışımdaki metallerin ekstraksiyonu (Besleme-Sıyırma) .	263
Tablo 5.76. Optimum şartlarda Co:500 mg/L, Ni: 500 mg/L, Cd: 500 mg/L içeren üçlü karışımdaki metallerin ekstraksiyonu (Besleme-Sıyırma)	265
Tablo 5.77. Optimum şartlarda Co: 100 mg/L, Ni: 500 mg/L, Zn: 500 mg/L içeren üçlü karışımlardaki metallerin ekstraksiyonu (Besleme-Sıyırma)	267
Tablo 5.78. Optimum şartlarda Co:300 mg/L, Ni:500 mg/L, Zn: 500 mg/L içeren üçlü karışımlardaki metallerin ekstraksiyonu (Besleme-Sıyırma)	269
Tablo 5.79. Optimum şartlarda Co:500 mg/L, Ni: 500 mg/L, Zn: 500 mg/L içeren üçlü karışımlardaki metallerin ekstraksiyonu (Besleme-Sıyırma)	271
Tablo 5.80. Optimum Şartlarda Co:100 mg/L, Cd: 500 mg/L, Ni: 500 mg/L, Zn: 500 mg/L içeren dörtlü karışımlardaki metallerin ekstraksiyonu (Besleme-Sıyırma).....	273
Tablo 5.81. Optimum şartlarda Co: 300 mg/L, Cd: 500 mg/L, Ni: 500 mg/L, Zn: 500 mg/L içeren dörtlü karışımlardaki metallerin ekstraksiyonu (Besleme-Sıyırma).....	275
Tablo 5.82. Optimum şartlarda Co: 500 mg/L, Cd: 500 mg/L, Ni: 500 mg/L, Zn: 500 mg/L içeren dörtlü karışımlardaki metallerin ekstraksiyonu (Besleme-Sıyırma).....	277
Tablo 5.83. Optimum şartlarda Co (100/300/500 mg/L)/ Ni / Zn / Cd (500 mg/L) üçlü ve dörtlü karışımlarda kobaltın ayırma faktörleri.....	279

ÖZET

Anahtar Kelimeler : Destekli Sıvı Membran; Kobalt Nikel Ayrılması, Alamine 336, Alamine 300; Solvent Ekstraksiyonu.

Kobalt, bileşikleri ve alaşımları endüstriyel ve teknolojik açıdan oldukça önemlidir. Bunlar çelik, kesici alet ve mıknatısların imalatında, jet motorları ve ordonat ürünlerde ve hidrokarbon saflaştırılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Kobalt ve nikeli kimyasal çöktürme ve yükseltgeme gibi klasik kimyasal metotlarla ayırmak benzer fizikokimyasal özelliklerinden dolayı ekonomik açıdan oldukça zordur. Bu nedenle bu türden ayırma işlemlerinin çoğu solvent ekstarksiyon prosesi ile organofosforlu ve amin türevli asidik ekstraktantlar kullanılarak gerçekleştirilir. Sıvı membran prosesleri, membran içerisinde, çözünen taşınımındaki sıyırma ve ekstraksiyon basamaklarını tek basamaklı bir proseste birleştirir. Bu proses çözünen ekstraksiyonunda çok az kimyasal ve güç tüketimi ile birlikte yüksek verim elde edilmesini sağlar.

Bu çalışmada; asidik çözeltilerden kobaltın seçici olarak ayrılması, destekli sıvı membran prosesi ile eşit molar ve eşit molar olmayan Co/Ni içeren karışımlarda Alamine 336 ve Alamine 300 ekstraktantları kullanılarak incelendi. Sıvı membran; ekstraktant, modifiyer ve çözücü'nün belirli konsantrasyonda karıştırılması ile hazırlandı. Membran desteği olarak hidrofobik polipropilen membran Celgard 2500 kullanıldı. Besleme çözeltisi eşit ve eşit olmayan Co^{2+} ve Ni^{2+} konsantrasyonlarda hazırlandı. Besleme ve sıyırma çözeltileri karıştırma hızları, kompleksleştirici NH_4SCN konsantrasyonu, besleme çözeltisi pH'ı, çözücü tipi, ekstraktant konsantrasyonu, sıyırma fazı konsantrasyonu ve modifiyer konsantrasyonu gibi parametrelerin ekstraksiyon ve ayırma üzerine etkileri deneysel olarak incelendi ve optimum şartlar belirlendi. Kobaltın permeasyon katsayısı (P) ve başlangıç kütle akısı (J_0) hesaplandı.

SEPARATION OF COBALT AND NICKEL FROM AQUEOUS SOLUTION BY USING SUPPORTED LIQUID MEMBRANES

SUMMARY

Keywords: Supported liquid membranes; Cobalt-nickel separation; Alamine 336; Alamine 300; Solvent extraction.

Cobalt, its compounds, alloys are important from industrial and technological points of view. They are widely used in steel industries, making cutting tools and magnets, jet engines and ordnance products, and as a catalyst for hydrocarbon refining. It is difficult to separate Co and Ni using classical methods such as chemical precipitation and oxidation in a simple and economic way due to their similar physicochemical properties. Because most of these studies concerned solvent extraction processes using organophosphorus and amine derivative acidic extractants. Solute transport across a liquid membrane is a combination of extraction and stripping in a single stage unit operation process. This process provides maximum yield of the extracted solute with minimum chemical and power consumption.

In this work, the selective separation of cobalt from acidic media, containing both equimolar and nonequimolar mixtures of cobalt and nickel by supported liquid membranes (SLMs) was investigated using Alamine 336 and Alamine 300 as carrier. The liquid membrane was prepared from the desired concentration of an extractant, a modifier, and a diluent. As a membrane support was used microporous hydrophobic polypropylene Celgard 2500. The feed phase was composed of either equimolar or nonequimolar mixtures of Co^{2+} and Ni^{2+} ions. The effects of various parameters on cobalt extraction and separation such as stirring speeds of feed and strip solutions, the complexing reagent NH_4SCN concentration, feed solution pH, diluent type, extractant concentration, strip phase concentration, and modifier concentration were experimentally studied and the optimum conditions were determined. The permeation coefficients (P) and initial fluxes (J_0) of cobalt were computed.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Membran prosesleri, kimya, petrokimya, petrol, çevre, su arıtımı, ilaç, tıp, gıda, kağıt, tekstil ve elektronik endüstrilerinde halen mevcut ve yeni ortaya çıkan geniş bir endüstriyel uygulama alanına sahiptir: bunlar insan kanının temizlenmesinde diyaliz (suni böbrek), deniz suyundan içme suyu elde edilmesi için ters osmoz, süt ürünlerinden büyük protein moleküllerinin deriştirilmesinde ultrafiltasyon, ilaç, tıbbi ürünler ve meşrubatların sterilizasyonunda mikrofiltrasyon, acı veya tuzlu sulardan içme suyu elde edilmesinde elektrodiyaliz ilk olarak akla gelenlerdir. Membran prosesleri genellikle düşük sermaye yatırımı, düşük enerji tüketimi ve işletme maliyetine sahip olduğundan, yukarıdaki membran proseslerine ilaveten yeni olarak ortaya çıkan bazı uygulamalar da bulunmaktadır. Doğal gazdan asit gazların giderilmesinde gaz permeasyonu, organik karışımların ayrılması, alkol-su ve organik-su karışımlarından suyun giderilmesinde pervaporasyon, hidrometalürji, atık su arıtımı ve nükleer atık çözeltilerinin işlenmesinde sıvı membranlar, gaz absorpsiyonu/sıyırma işlemlerinde kullanılan kontaktörlerdir [1].

Membranlar esas itibariyle ayırma işlemi için kullanılmakla beraber, membran elektrolizi ile kimyasal maddelerin sentezi de mümkündür. Membran prosesleri genellikle ayırma işlemlerinde kullanılmaktadır. Membran ayırma işlemleri büyük ölçekli ticari kullanımları sebebiyle geleneksel ayırma işlemlerinin yerine geçmiştir. Membran prosesi, iki kitlesele fazın membran olarak adlandırılan üçüncü bir faz tarafından fiziksel olarak ayrılmasından ibarettir. Membran, iki kitlesele faz arasındaki bir ara fazdır. Membran faz aşağıdakilerden her hangi biri veya bunların bir kombinasyonu olabilir. Gözeneksiz katı, gözeneklerinde bir akışkan (gaz veya sıvı) ile doldurulmuş mikroporöz veya makroporöz bir katı, ikinci bir faza sahip olan veya olmayan bir sıvı faz veya bir jel olabilir.

İki kitlesel faz arasına yerleştirilmiş membran faz, bir membran prosesinde iki kitlesel faz arasındaki kütle transferini kontrol eder. Membran ayırma işlemlerinde kitlesel fazlar sıvı veya gaz karışımlarıdır. Karışımdaki bileşenlerden birisinin diğerlerine seçilerek geçişine izin verilir. Membran, bileşenlerden birine karşı seçici olmalıdır. Kitlesel fazlardan biri bileşenlerden biri bakımından zenginleşirken, bu bileşen diğer kitlesel fazda seyrelir. Bir membran prosesi, bir membran yardımı ile bir bileşenin bir kitlesel fazdan diğer bir kitlesel faza seçici ve kontrollü bir şekilde geçişini sağlar.

Herhangi bir bileşenin membran boyunca hareketine bir veya daha fazla itici kuvvet sebep olur. Bu itici kuvvetler kimyasal potansiyel gradiyenti veya elektriksel potansiyelden kaynaklanmaktadır. Kimyasal potansiyel gradiyenti; konsantrasyon gradiyenti veya basınç gradiyenti veya her ikisinden kaynaklanır. Birim itici kuvvetteki herhangi bileşenin transmembran akısı bileşenlerin permeabilitesiyle orantılıdır. İtici kuvvet, bir bileşenin membran boyunca olan konsantrasyon (Δc_i) farkı veya kısmi basınç (Δp_i) farkının kullanılmasıyla açıklanır, i bileşenin transmembran akısı aşağıdadır:

bileşenin transmembran akısı:

$$i = \left[\frac{i \text{ bileşenin permeabilitesi}}{\text{etkin membran kalınlığı}} \right] (\Delta p_i \text{ veya } \Delta c_i) \quad (1.1)$$

i bileşenin permeabilitesinin etkin membran kalınlığına oranı bazen permeans (bu bazen özel proseslerde, örneğin diyaliz ve mikrofiltrasyon) olarak adlandırılır. Herhangi iki bileşen arasındaki membran seçiciliği birkaç şekilde tanımlanabilir. i ve j bileşenleri için ayırma faktörü aşağıdaki gibi tanımlanır :

$$\alpha_{ij} = \frac{c_i'' / c_j''}{c_i' / c_j'} \quad (1.2)$$

Burada ‘ ve “ üsleri sırasıyla üst akıma ait kitlesel fazdaki (besleme veya retantat) ve alt akıma ait kitlesel fazdaki (sıyırma, permeat veya ürün) konsantrasyonlarını göstermektedir.

Bileşenlerin transmembran taşınım hızlarının membran kontrolü iki etki ile belirlenir:

- (i) Farklı membran/bileşen/çözücü etkileşimleri nedeniyle meydana gelen farklı taşınım hızları.
- (ii) Membranın iki yüzündeki iki ara yüzeydeki bileşenlerin transferi veya bölüşülmesi (kitlesel faz 1/membran ara yüzeyi ve membran/kitlesel faz 2 ara yüzeyi). İkinci etki genelde birinci etkiden daha önemlidir. İki ara yüzeyin varlığı, yalnızca geleneksel denge esaslı tek bir ara yüzeyin olduğu ayırma proseslerine terstir (kitlesel faz 1/ kitlesel faz 2 arayüzeyi). Bundan başka, kitlesel fazlar 1 ve 2 denge esaslı proseslerde karışmamalıdır. İki kitlesel faz arasına yerleştirilen bir membrana sahip bir membran prosesinde kitlesel faz 1 ile kitlesel faz 2 karışabilir veya karışmayabilir [2].

Bir sıvı membran için, kitlesel faz 1 ile kitlesel faz 2, gaz fazların, karışmayan sıvı fazların ve bir katı fazın herhangi bir kombinasyonu olabilir. Aşağıdaki kombinasyonlar mümkündür: gaz 1/sıvı membran/gaz 2, gaz 1/sıvı membran/sıvı 2, sıvı 1/sıvı membran/gaz 2 ve sıvı 1/sıvı membran/sıvı 2. Bunların bazıları ya ticari hale getirilmiş yada laboratuarda doğruluğu ispatlanmıştır.

Canlı organizmalarda tüm gerekli ayırmalar seçici membranlarla elde edilir. Bu ise membranların başlangıçtan bu yana özellikle biyolog ve doktorların ilgisini çekmesine sebep olmuştur. 1823'de Dutrochet ozmos ve diyalizin doğru bir izahını yapmıştır. 1867 ve 1877'de Traube ve Pfeffer ozmos ile ilgili ilk kantitatif çalışmayı yapmıştır. Takriben aynı zamanda Graham oksijence zenginleştirilmiş havanın basınçlı hava rezervuarı ile basınçsız hava rezervuarı arasına bir membran yerleştirmek suretiyle elde edilebileceğini keşfetmiştir.

Kimya endüstrisinde ürünlerin çoğu saf halde elde edilemediğinden endüstriyel uygulamalarda ayırma operasyonları büyük önem taşımaktadır. Günümüzde en çok uygulanan ayırma yöntemleri distilasyon ve evaporasyondur [3]. Ancak dünyadaki enerji kaynaklarının kısıtlı olması endüstride membran teknolojisi gibi enerji tasarrufu sağlayan ayırma yöntemlerinin tercih edilmesine neden olmuştur. Membran teknolojisinde enerji tüketiminin az olmasının yanı sıra, membranlar faz değişimine gerek kalmadan ve yüksek sıcaklıklara çıkmadan ayırma sağlayabilmektedirler [4, 5].

Ayrıca membran sistemleri küçük, modüler, güvenli ve kontrolü kolay sistemler olduklarından mevcut endüstriyel proseslere uyarlanmaları da kolaydır[4,6].

Teknik ölçekte membranlar sadece birkaç halde kullanılmıştır. Örnek olarak viskoz ipeği endüstrisinde hemiselüloz içeren atık sudan NaOH'in diyalizle geriye kazanılması. Büyük ölçekli membran proseslerine diğer bir örnek ise, ^{235}U ile ^{238}U 'in birbirlerinden gözenekli membran kullanarak gaz permeasyonu ile ayrılmasıdır [5].

Kobalt, kobalt bileşikleri ve kobalt alaşımları endüstriyel ve teknolojik açıdan önemlidir. Aşırı korozyon şartlarında ve yüksek sıcaklıklarda aşınma, oksidasyon ve korozyona karşı mükemmel bir direnç ve magnetik özellikler gösterirler. Bunlar hidrokarbon rafinasyonunda katalizör olarak, kesici aletler ve mıknatıs yapımında, jet motorlarında ve ordu donatım ürünlerinde yüksek hız ve yüksek sıcaklıklara karşı dayanıklı çeliklerin özel alaşımlarda kullanılır. Kobalt bileşikleri pigment, boya, kurutucu ve seramik fritlerinde kullanılır. Kobalt-60'ın radyoloji, endüstri ve tıpta uygulamaları bulunmaktadır [7]. Kobalt esas itibariyle, nikel, bakır, çinko ve kurşunun cevherlerinden ekstraksiyonunda bir yan ürün olarak elde edilir. Kobalt ve nikelin genellikle birlikte bulunması, bu metallerin benzer fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip olması ve uygulamalarında yüksek saflık derecesi gerektirmeleri, kobalt ve nikelin ayrılmasıyla ilgili birçok araştırmanın yapılmasına yol açmıştır. Kobalt ve nikelin sülfat ve klorürlü ortamlardan ayrılması özellikle araştırmacılar için ayrı bir ilgiye sahip olmuştur. Bu gibi çözeltileri elde etmenin ana kaynakları, oksitli ve sülfürlü cevherler, çamur, hurda ve atık katalizörler gibi bazı ham maddelerdir [8-12]. Bu çalışmaların çoğu di-(2-etilhekzil) fosforik asit (D2EHPA), 2-etilhekzilfosforik asit mono-2-etilhekzil ester (PC-88A) ve bis (2,4,4-trimetilpentil) fosfinik asit (Cyanex 272). Genelde kobalt ve nikeli bilinen fizikokimyasal yollarla; çöktürme ve oksidasyon gibi metotlarla ayırmak hem ekonomik değil, hem de oldukça zordur [13]. Nikel iyonlarını kobalt iyonlarına karşı seçici olarak ekstrakte eden bazı reaktifler geliştirilmiş olmasına rağmen, nikel iyonlarını sulu fazda bırakarak kobaltı ekstrakte etmek daha genel bir yoldur. Sulu çözeltilerden kobalt ile nikelin ayrılması ve geriye kazanılması solvent ekstraksiyonla çok fazla incelenmiş olup, bunların bir kısmı ya endüstriyel olarak işletimde veya işletilmek üzeredir.

Ritcey [14] D2EHPA kullanarak 1971'lerde ilk endüstriyel Co ile Ni geriye kazanma ve ayırma prosesini açıklamakla beraber, tesis, kobaltın nikelde göre seçiciliğinin nisbeten düşük olması sebebiyle dezavantaja sahip olmuştur.

Özel metal iyon taşıyıcılar içeren sıvı membranların kullanımı, seyreltik sulu çözeltilerden çeşitli metal iyonlarının seçici olarak ayrılması ve zenginleştirilmesi için solvent ekstraksiyon prosesine alternatif bir metot olarak ortaya çıkmıştır. Sıvı membranların 1968'de Li tarafından bulunmasından beri sıvı membran prosesleri, solvent ekstraksiyon prosesi ve diğer geleneksel ayırma ve arıtma proseslerine kıyasla metallerin ayrılması ve zenginleştirilmesinde ileri bir ayırma tekniği olarak önem kazanmıştır [15].

İlgili bileşenin sıvı membrane içerisinden taşınımı, tek kademeli bir temel işlem prosesinde ekstraksiyon ve sıyırma işlemlerinin birleştirilmesinden ibarettir. Bu proses, minimum kimyasal madde ve güç sarfedilmesiyle maddenin maksimum verimde elde edilmesini sağlamaktadır [4-6].

Bu çalışmada, eşit molar ve eşit molar olmayan (kobalt fazla ve nikel fazla olmak üzere) besleme çözeltilerinden yüksek molekül ağırlıklı tersiyer aminleri (Alamine 300, Alamine 336) kullanarak destekli sıvı membranlarla kobaltın nikelden seçici olarak ayrılmasına etki eden parametreler deneysel olarak incelenmiştir. Bölüm 2 kobalt ve nikelin fiziksel ve kimyasal özelliklerini, bileşiklerini ve uygulama alanlarını vermektedir. Sıvı membrane prensipleri ise Bölüm 3'de ele alınmıştır. Deneysel Metot Bölüm 4'de sunulup, deneysel sonuçların sunumu, anlatımı ve öneriler Bölüm 5'de, sonuçlar ise Bölüm 6'da verilmiştir.

BÖLÜM 2. GENEL BİLGİLER

2.1.Kobalt Elementi

Yer kabuğunun yaklaşık $2,3 \cdot 10^{-3}$ ünü oluşturur[4]. Kobaltın doğada bilinen mineralleri Smaltin (CoAs_2), kobaltin (CoAsS), linnatin (Co_3S_4) dir. NŞA da katı halde ve parçacık, pudra/granüler, çubuk, tel/kablo, folyo halinde bulunur. Kobalt kırılgan, sert bir geçiş elementidir. Manyetik özellikleri demirinkine çok benzer [16].



Şekil 2.1 Kobalt elementi

2.1.1. Kobalt genel özellikleri

Kobalt adını ortaçağ Avrupa madencilerinin kurşun ve kalay madenlerinin üretimi esnasında oluşan, ergimeyen ve metalin kullanılmasını engelleyen katı yapı nedeniyle maden ruhu, şeytan anlamına gelen “**Kobold**” tanımlamasından almıştır. M.Ö. 2000’li yıllardan beri kobalt bileşikleri cam ve emayede mavi boya olarak kullanılmasına rağmen, 1694 -1768 yılları arasında İsveç’in Stockholm bölgesinde yaşamış olan

George Brandt tarafından 1737 yılında yeni bir metal olarak keşfedildi. 1780'de Torbern Bergman tarafından element olarak tanımlanmıştır [17, 18, 19].

2.1.2. Kobalt elementinin temel özellikleri

Tablo 2.1 Kobalt elementinin temel özellikleri

Atom numarası	27
Element serisi	Geçiş metalleri
Grup, periyot, blok	9, 4, d
Görünüş	Metalik gri-pembe rengi
Atom ağırlığı	58,933
Elektron dizilişi	[Ar] 4s ² 3d ⁷

2.1.3. Kobalt elementinin fiziksel özellikleri

Tablo 2.2 Kobalt elementinin fiziksel özellikleri

Maddenin hali	Katı
Yoğunluk	8,90 g/cm ³
Sıvı haldeki yoğunluğu	8,01 g/cm ³
Ergime noktası	1768 K 1495° C
Kaynama noktası	3200 K 2927° C
Ergime ısısı	16,06 kJ/mol
Buharlaşma ısısı	377 kJ/mol
Isı kapasitesi	24,81 J/mol·K
Mineral sertliği	5
Molar hacmi	6,67 ml/mol
Spesifik ısı	420 j/kg.K

Kobalt metali, görünüşte demir benzemekle beraber açık pembe renktedir [19, 20]. Ferro manyetik özelliği bakırdan fazladır, bu nedenle mıknatıs yapımında kullanılır [20].

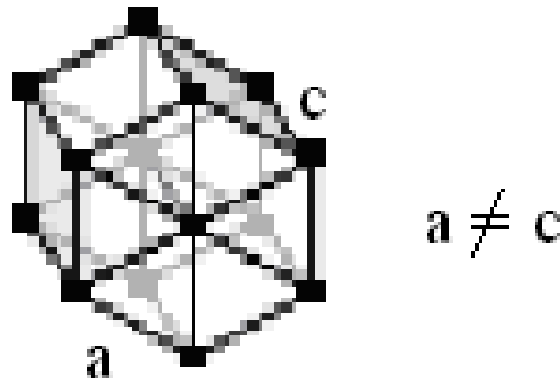
2.1.4. Kobalt atomunun temel özellikleri

Kobalt, Peryodik cetvelde 4. peryot, 8B geçiş elementlerinde olup; atomlarının kristal yapısı hegzagonal halidedir [21].

Tablo 2.3. Kobalt atomunun temel özellikleri

Kristal yapısı	Hegzagonal	
Yükseltgenme Basamakları	(2+), (3+)	
Elektronegatifliği	1,88 Pauling ölçeği	
İyonlaşma enerjisi	1.	760,4 kJ/mol
	2.	1648 kJ/mol
	3.	3232 kJ/mol
	4.	4950 kJ/mol
Atom yarıçapı	135 pm	
Atom yarıçapı (hes.)	152 pm	
Kovalent yarıçapı	126 pm	
Atomlaşma Entalpisi	426 kJ.mol ⁻¹	

Kobaltın kristal yapısı aşağıda sembolize edildiği gibi hegzagonal bir yapıya sahiptir.



Şekil 2.2. Kobalt kristalinin geometrik yapısı

2.1.5. Kobalt atomunun diğer spesifik özellikleri

Tablo 2.4. Kobalt atomunun diğer spesifik özellikleri

Elektrik direnci	62,4 n Ω -m (20°C'de)
Isıl iletkenlik	100 W/m·K (300 K)
Isıl genleşme	13,0 μ m / m·K (25 °C'de)
Ses hızı	4720 m/s (20°C'de)
Mohs sertliği	5,0
Vickers sertliği	1043 MN m ⁻²
Brinell sertliği	700 MN m ⁻²

Tablo 2.5. Kobalt izotoplarının yarılanma süreleri [21]

İzotop	Yarılanma Süresi
⁵⁶ Co	77.27 gün
⁵⁷ Co	271.29 gün
⁵⁸ Co	70.86 gün
⁵⁹ Co	Kararlı
⁶⁰ Co	5.2714 yıl
⁶¹ Co	1.650 saat

2.1.6. Yeryüzünde bulunan kobaltın konsantrasyonu

Yeryüzünde 25 mg/ton ortalama ile kobalt en az sıklıkla bulunan elementler grubundadır. Okyanus diplerinde bulunan mangan yumruları (% 0,25 Co) dışında, tahmini rezerv 5,7x10⁶ ton olarak tahmin edilmektedir [18]. Zaire, Fas ve Kanada'da bol miktarda kobalt madenleri bulunmaktadır. Tuzları mavi renktedir.

Tablo 2.6. Yeryüzündeki Kobalt konsantrasyonu

Dünya yüzeyinde		20 ppm
Deniz suyu	Atlantik yüzeyi	N/A
	Atlantik derin kısmı	N/A
	Pasifik yüzey	0,0000069ppm
	Pasifik derin kısmı	0,0000011ppm

2.1.7. Kullanım alanları

Kobalt stratejik ve endüstriyel uygulamalarda ve askeri alanda önemli kullanım alanlarına sahiptir. Kobalt, en çok süper alaşım olarak jet motor türbinlerinde kullanılırken, malzemelere manyetiklik özelliği kazandırma, korozyondan korunma ve mekanik özelliklerin iyileştirilmesi amacıyla alaşımlarda, yüksek hız çeliklerinde, takım çeliklerinde, elmas takımlarında ve kesici uçlarda alaşım elementi olarak da kullanılır [20]. Bileşikleri ise petrol ve seramik endüstrisinde katalizör ve boyalarda pigment, mürekkep ve verniklerde kurutma maddesi olarak kullanılır. Ayrıca pil elektrotlarında, her tip manyetik malzemelerde ve kayıt cihazlarında kullanılmaktadır. Günümüzde kobaltın en büyük maden üretici ülke Zaire (% 52) ve en büyük metal kullanıcısı ise Amerika Bileşik Devletleri' dir [18].

Kobaltın kullanılmış olduğu yerler;

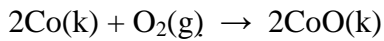
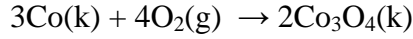
- a. Alnico adı verilen alüminyum, nikel ve kobalt alaşımını manyetik direnç ve dayanıklılığı arttırdığı için bir çok üretimde
- b. Manyetik çeliği ve paslanmaz çelik üretiminde
- c. Alaşımları türbinli uçak yapımında
- d. Petrol ve kimya endüstrisinde katalizör olarak
- e. Oksitlenmeye karşı dirençli olduğu ve sert olduğu için galvanik kaplamacılıkta (elektrikle maden kaplama)
- f. Yüksek hızlı tekerleklerde
- g. Tuzları, emaye, porselen, cam boyamak amacı ile
- h. Bileşikleri boyacılıkta pigment olarak
- i. Co 60 izotopu güneş ışık kaynağı olarak kullanılmaktadır.

2.1.8. Kimyasal reaksiyonları

Kobalt, seyreltik hidroklorik asit ve sülfürik asitte yavaş, seyreltik nitrik asitte ise daha çabuk çözünür. Demir ve nikelde olduğu gibi derişik nitrik asitte tepkime vermez [20].

2.1.8.1. Hava ile reaksiyonu

Kobalt hava ile reaksiyona girecek reaktifliğe sahip değildir. Fakat ısıtıldığında oksidi Co_3O_4 oluşur. Eğer sıcaklık kırmızı sıcaklık denilen 900°C ' ye kadar ısıtılırsa reaksiyon gerçekleşir [22]. Kobalt (II) oksit (CoO) oluşur. Havadaki azot ile direk olarak reaksiyona girmez [23].

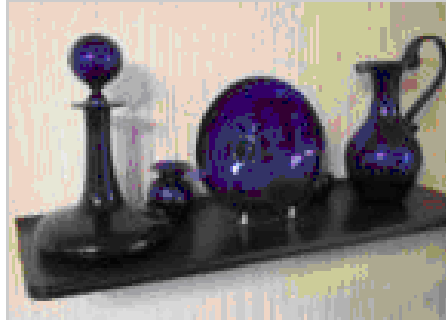


2.1.8.2. Su ile reaksiyonu

Kobalt metali suya karşı çok reaktif bir element değildir.

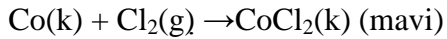
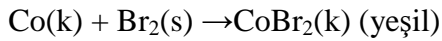
2.1.8.3. Halojen ile reaksiyonu

Kobaltın en önemli halojenür bileşiği kobalt (II) klorürdür. Susuz kobalt (II) klorür, kobalt metalinin klor gazı ile ısıtılmasıyla elde edilir. Sulu kobalt (II) klorür ise kobalt (II) oksit veya hidroksitin hidroklorik asitte çözülmesiyle çözeltinin suyunun buharlaştırılmasıyla $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ halinde ayrılır. Kobalt (II) klorür, içerdiği kristal suyunun sayısına göre değişik renklindedir. $\text{CoCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ mavi, $\text{CoCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ mor, $\text{CoCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ açık pembe, $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ise pembe renktedir. Bu özelliği nedeni ile kobalt (II) klorür görünmez mürekkep olarak kullanılır. Pembe renkte olan $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ün seyreltik çözeltisi hazırlanıp bununla bir kağıda yazılırsa pembe renk hemen hemen hiç görünmez. Eğer bu kağıt bir alev üzerinde ısıtılırsa; mürekkep olarak kullanılan $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ nun 5 mol kristal suyunu kaybetmesi sonucu kalan $\text{CoCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ nun mavi renkli olur ve görülebilir bir renk alır [20,23].



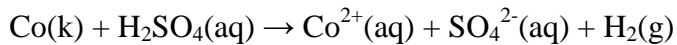
Şekil 2.3. Kobalt tuzları ile reklendirilmiş olan cam malzemeler

Bilinen kobaltın halojen bileşiklerinin renkleri [20,22];



2.1.8.4. Asit ile reaksiyonu

Kobalt metali seyreltik sülfürik asit içerisinde yavaşça çözünerek Co(II) çözeltisini oluşturur. Aynı anda açığa hidrojen gazı çıkar. Co(II) iyonu suda serbest olarak bulunmaz. Çözeltide pembe renkli $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ kompleksi halinde bulunur [4,20,23].



2.1.9. Üretim teknolojisi

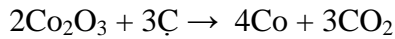
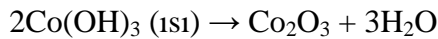
Türkiye'de sülfürlü bakır cevherleri, bünyelerinde Co, Au, Ag, Zn, Pb, vb. önemli elementleri de içermektedir. Cevherlerdeki Zn ve Pb eğer ekonomik tenörde iseler, flotasyonla zenginleştirme sırasında ayrı ayrı konsantreler halinde elde edilebilirler (Rize-Çayeli ve Siirt-Madenköy). Cevherlerdeki Co, Au ve Ag'e gelince, bu elementler bünyesinde buldukları mineral ve tane boyutuna bağlı olarak, flotasyon sırasında bakır ve pirit konsantrisinde belirli oranlarda dağılmaktadırlar [21]. Bakır konsantrisindeki Au ve Ag izabe sırasında blister bakırda, Co ise konverter

curuflarında kalmaktadır. Blister bakırdaki Au ve Ag rafinasyon sırasında anot çamurlarında toplanmakta ve bu çamurların değerlendirilmesi sırasında kazanılmaktadır [17,20,21]. Pirit konsantrelerindeki Au, Ag ve Co, sülfürik asit eldesi için piritlerin kavrulmasından sonra geri kalan küllerde toplanmaktadır [20,23]. Bakır cevherlerindeki (Co, Au, Ag, Ni, In, Ge gibi) yan ürünler tümüyle kazandırılmalı, anot çamurlarını Türkiye’de işleyecek tesisler kurulmalıdır. Yeni bakır projelerinde yan ürünlerin kazanılması da göz önüne alınmalıdır [23]

2.1.10. Saflaştırma

Temizlenmiş Ni - Co çözeltisi H₂S gazı ile indirgeyerek sülfürler halinde çökeltirler. Basıncılı filtrelerde süzülerek, geride amonyum sülfat çözeltisi kalır. Bu çözelti de buharlaştırılarak ticari özellikte (sun’i gübre kalitesinde) amonyum sülfat elde edilir. H₂S gazı, bir jeneratörde 450 - 480°C sıcaklıktaki sıvı kükürt içinden 6 atmosfer basınç altında H₂ gazı geçirmek suretiyle elde edilir. Elde edilen Ni - Co sülfür karışımı bir otoklavda 7 atmosfer basınç altında H₂SO₄ çözeltisinde yükseltgen atmosfer altında 120°C sıcaklıkta liç yapılarak çözeltilir. Bundan sonra (Fe) çökeltirilerek çözelti (Fe) den tamamen temizlenmiş olur. Sonradan ayrı işlemlerle Ni ve Co kazanılır [24].

Co(OH)₃ ısıtılarak Co₂O₃ oksidine dönüştürülür. Daha sonra bu oksit karbon ile indirgenerek elde saf kobalt elde edilir [20].



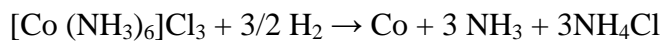
2.1.11. Kobaltın etkileri

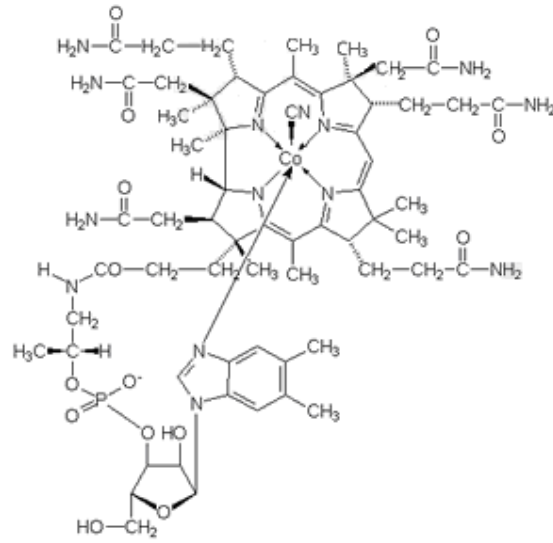
Havada bulunan toz halindeki kobaltın solunması ve kobalt tuzlarına deri teması neticesinde kobalt zehirlenmesi gerçekleşir. Toz halinde alınan element kobalt akciğerlerde çözünerek kana ve idrara karışır. Hayvanlarda yapılan deneylerde ince partiküllerin (20 nm) yarım saatte, kaba partiküllerin (11 µm) 3 - 4 günde yarı yarıya çözüldüğü ortaya konulmuştur. Suda çözünürlüğü olmayan kobaltoksit (Co₃O₄) solunum yolu ile alındığında vücut tarafından çok iyi emilmekte ve hücrelerde bir

kaç günde çözünerek kana karışmaktadır. Suda çözünür kobalt bileşikleri ağız yolu ile alındığında % 75' i tekrar atılırken geriye kalan kobalt kan, karaciğer, akciğer, böbrek, testisler ve bağırsaklarda toplanmaktadır. Uzun süre kobalt tozuna maruz kalındığında, alerjik tepkilere ve kronik bronşite [25] neden olmasına rağmen kobalt kaynaklı deri tahrişi ve hastalıklar çok nadir gözlenir ve etki iki ayrı gruba ayrılabilir. Birinci grup; vücudun bazı bölgelerinde meydana gelen kızarıklıklar (eritem) şeklinde; özellikle sıcak havalarda, ellerde kobalt temasından kısa süre sonra oluşur. İkinci grup; uzun yıllar kobalt bileşikleriyle temas sonucunda ortaya çıkan egzamadır [21, 26]. Kobalt ve kobalt bileşiklerinin insanlar üzerinde kansere neden olduğuna dair henüz kesin bulgular olmamasına rağmen, kobalt bileşikleri risk teşkil etmektedirler ve kanserojen madde gibi muamele görürler [27, 28]. Kobalt içeren implant takılan bölgelerde tümör oluşumuna da rastlanmış ve hayvanlar üzerinde yapılan deneylerde, kobalt metalinin, suda çözünür kobalt bileşiklerinin kansere yol açtığı kanıtlanmıştır. Buna rağmen kobalt, krom ve molibden içeren alaşımların, kobalt (II) sülfat ve kobalt (II) klorürün, kobalt-alüminyum-krom spinel oksit, kobalt (II,III) oksit, kobaltnaftanat ve kobalt (III) asetatın kansere sebep olduğunu gösteren kesin veriler mevcut değildir [26, 29]. Kobalt-oksitler (CoO, Co₃O₄), Kobaltkarbonat (CoCO₃), kobaltklorürhegzahidrat (CoCl₂.6H₂O), kobaltnitrathegzahidrat (Co(NO₃)₂) ve kobaltasetattetrahidrat (Co(CH₃COO)₂.4H₂O) için akut oral zehirlenme sınırları sırasıyla; 1750, 630, 766, 691 ve 821 mg/kg' dır [21]. Günlük besin ihtiyacımızda çok küçük bir yer teşkil eden kobalt, kırmızı kan hücrelerini üretiminin ve sinir düzenlenmesinde kullanılan B12 vitamininin bileşenidir [30, 31, 32]. İnsan vücudunda düşük konsantrasyonda bulunan B12 vitamininin (kobalamin) yapısı Şekil 1.3'de verilmiştir [33].

Kobaltın vücuttaki normal miktarı 80-300 µg' dır ve kırmızı kan hücrelerinde, karaciğerde, dalakta, böbrekte, pankreasta depolanır. Et, karaciğer, böbrek, midye, istiridye, süt, balık ve deniz yosunları ve daha düşük miktarda olmakla beraber kara sebzeleri (bakla tohumu, ıspanak, lahana, salata, pancar, incir) de kobalt içerir. Diğer taraftan sigara dumanında da kobalt bulunmaktadır [26, 30].

Bir diğer eldesi aşağıdaki reaksiyon ile gerçekleşir.





Şekil 2.4. B12 Vitaminin yapısı

2.2. Nikel

Nikel, yer yüzeyinde az miktardadır; göktaşlarında saf halde bulunur. Çıkartıldığı maden ocaklarında başka madenlerle karışık haldedir. Yeni Kaledonya garnierit'inde magnezyumla karışık olarak ortalama % 6 nikel vardır; Kanada pirotin'leri ise demir ve bakırla karışık olarak % 3 nikelden meydana gelmiştir[20].

2.2.1. Nikel'in genel özellikleri

Nikel ilk olarak Axel Cronstedt (1751) adlı bir İsveçli mineralojist tarafından, gersdorfit (NiAsS) cevheri araştırılırken bulunmuştur. Nikelin başlı başına bir element olduğu 1775'de Torbern Bergman ve arkadaşları tarafından kanıtlanmış



Şekil:2.5.Nikel elementinin görünüşü

ancak 1804'e kadar herhangi bir üretimi yapılmamıştır. İlk saf metal üretimi Jeremias Richter (1804) tarafından yapılmıştır [20, 34]. İlk bulunuşundan sonra uzun bir süre boyunca nikel içeren alaşımlar üretilmiştir. 1830'larda "Alman Gümüşü" olarak bilinen bakır-nikel-çinko alaşımları İngiltere ve Almanya'da büyük miktarlarda üretilmiştir. 1870'de çelik alaşımlandırma elementi olarak önem kazanan nikel daha sonra elektrolitik olarak kaplama teknolojisinin geliştirilmesiyle geniş bir kullanım alanı bulmuştur [34]. Toprakta eser element olarak bulunan nikel, demir ve alüminyum silikatların latisinde yer almaktadır. Çoğunlukla sülfat ve oksitler halinde bulunan ve yeryüzünde bulunma sıklığı 24. sırada olan nikelin ortalama konsantrasyonu % 0.008'dir[20, 21]. Toplam rezerv 130×10^6 ton olarak tahmin edilmektedir [21].

2.2.2. Nikel elementinin temel özellikleri

Tablo 2.7. Nikel elementinin temel özellikleri

Atom numarası	28
Element serisi	Geçiş metalleri
Grup, periyot, blok	9, 4, d
Görünüş	Gümüşi parlak
Atom ağırlığı	58.6934
Elektron dizilimi	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^8$

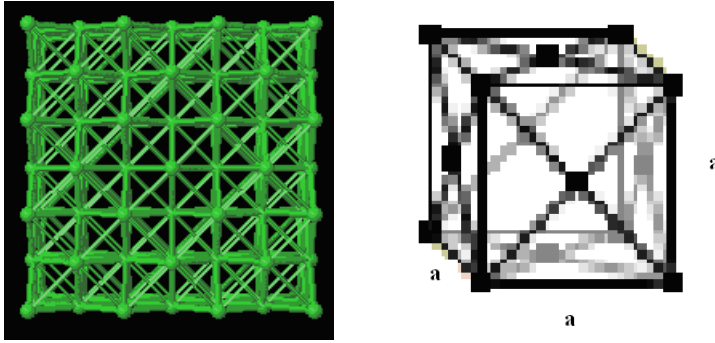
2.2.3. Nikel elementinin fiziksel özellikleri

Demirin bazı niteliklerini taşıyan beyaz, parlak metaldir. Nikel dövülebilen ve ısıtıldığı zaman kırılmadan uzayabilen bir metal olmakla birlikte kullanılan sert metallerden biridir [21].

Tablo 2.8 Nikel elementinin fiziksel özellikleri

Maddenin hali	Katı
Yoğunluk (300 K)	8,908 g/cm ³
Sıvı haldeki yoğunluğu	8,01 g/cm ³
Ergime noktası	1728 K 1455 °C
Kaynama noktası	3186 K 2913 °C
Ergime ısısı	16,756 kJ/mol
Isı kapasitesi	24,752 J/mol.K
Mineral sertliği	4,0
Molar hacmi	6,59 cm ³ /mol
Spesifik ısı	440 j/kg.K

2.2.4. Nikel atomunun temel özellikleri



Şekil 2.6. Nikel Atomlarının geometrik yapısı [35]

Nikel atomları, yukarıdaki Şekil 2.4'de görüldüğü gibi yüzey merkezli kübik kristal yapıları meydana getirirler.

Tablo 2.9. Nikel atomunun temel özellikleri

Kristal yapısı	Yüzey merkezli kübik kristal	
Yükseltgenme Basamakları	(2+) (3+)	
Elektronegatifliği	1,91 Pauling ölçeği	
İyonlaşma enerjisi	1.	737,1 kJ/mol
	2.	1753 kJ/mol
	3.	3395 kJ/mol
	4.	5300 kJ/mol
Atom yarıçapı	135 pm	
Atom yarıçapı (hes.)	149 pm	
Kovalent yarıçapı	1,15 Å	
Atomlaşma Entalpisi	431 kJ/mol	

Tablo 2.10. Nikel izotoplarının yarılanma süreleri[36]

İzotop	Yarılanma süresi
⁵⁶ Ni	6.08 gün
⁵⁷ Ni	35.6 saat
⁵⁸ Ni	Kararlı
⁵⁹ Ni	76000 yıl
⁶⁰ Ni	Kararlı
⁶¹ Ni	Kararlı
⁶² Ni	Kararlı
⁶³ Ni	100.1 yıl
⁶⁴ Ni	Kararlı
⁶⁵ Ni	2.517 saat
⁶⁶ Ni	54.6 saat

2.2.5. Yeryüzünde bulunan nikel'in konsantrasyonu

Dünya nikel üretiminin yaklaşık olarak yarısı Kanada'da üretilir; bu bakımdan Kanada'yı Sovyetler Birliği, Yeni Kaledonya, Küba ve Amerika Birleşik Devletleri izler. Türkiye'de bulunan nikel yatakları işletmeye elverişli zenginlikte değildir [20].

Yer kabuğunun belli başlı elementlerinden olan nikel doğada çoğunlukla demirle birlikte olmak üzere sülfürler, arsenürler ve silikatlar şeklinde bulunur. Önemli nikel mineralleri arasında nikelin (NiAs), kloantit (NiAs₂), pendlandit (Fe, Ni)S, millerit (NiS), annabergit Ni₃(AsO₄)₂ 8H₂O, garnierit (Ni, Mg)₃ Si₂O₅ (OH)₄ sayılabilir. İşletilebilir limit tenörler lateritik yataklar için % 1 Ni, sülfid yataklar için %0,2-0,3 Ni dir. Co/Ni oranlarının 1/30 olması durumunda aynı yataktan kobalt üretimi de yapılabilmektedir [23].

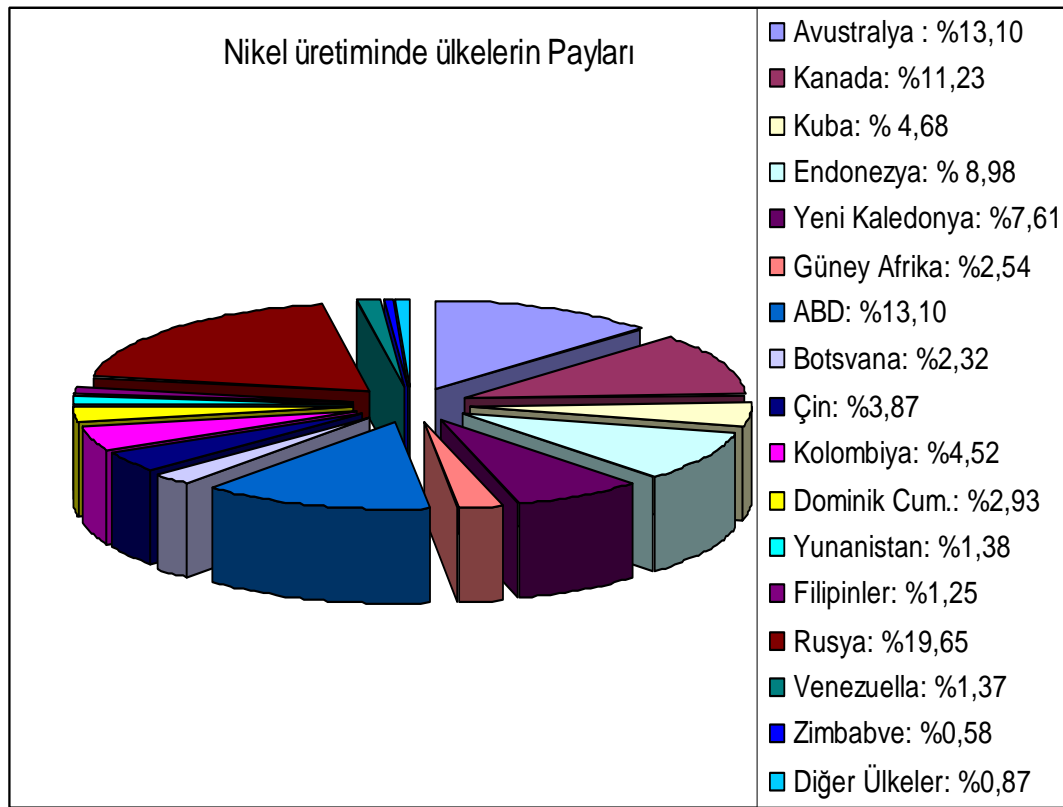
2.2.5.1. Dünyada nikel rezervleri üretim ve tüketim miktarları

%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 sülfütlü yataklardadır. Ayrıca okyanus tabanlarında, özellikle de pasifik okyanusunda, geniş alanlar kaplayan manganez kabuk ve nodüllerinde yaygın nikel kaynaklarının varlığı bilinmektedir [17,19].

Dünya nikel rezervlerinin toplamı (metal İçeriği) 62 milyon ton, baz rezervleri toplamı 140 milyon tondur. Rusya, Avustralya, Kanada, Yeni Kaledonya, Endonezya Dünya nikel rezervlerinin %70'ine sahiptirler. Bu ülkeler, 2000-2003 yıllarında Dünya toplam nikel üretiminin %70'e yakınına karşılamışlardır [34].

Tablo 2.11. Dünyada nikel üretimi yapan ülkeler ve üretim kapasitesi (ton) [37]

	2003	2004
Avustralya	210 000	210 000
Kanada	162 756	180 000
Kuba	74 018	75 000
Endonezya	143 000	144 000
Yeni Kaledonya	111 895	122 000
Güney Afrika	40 842	4 070
ABD	210 000	210 000
Botsvana	32 740	37 100
Çin	60 000	62 000
Kolombiya	70 844	72 500
Dominik Cum.	45 400	47 000
Yunanistan	21 410	22 100
Filipinler	21 150	20 000
Rusya	315 000	315 000
Venezuela	20 700	22 000
Zimbabve	9 517	9 300
Diğer Ülkeler	14 000	14 000
TOPLAM	1 400 000	1 400 000



Şekil 2.7. Nikel üretimindeki ülkelerin payları[37]

Batı Avustralya’da üç yeni laterit ocağının işletilmeye başlamasıyla üretim miktarları artmaya başlamıştır. Nikel, ileri bir teknoloji olan yerinde “Basınçlı Asit Liçi” (BAL) ile elde edilmektedir. Bu üç şirketin yeni teknolojiye geçiş problemlerinin üstesinden gelmeleri gerekmiştir [38]. Bu şirketlerin dışında, Avustralya’da dört şirket daha BAL projesini uygulamaya başlamışlardır. Ayrıca BAL teknolojisinin, Küba, Endonezya ve Filipinlerde de uygulanması yöntemleri üzerinde çalışmalar başlamıştır. Nisan 2001’de bir Kanada şirketi Yeni Kaledonya’da BAL projesini başlatmıştır. Eğer Yeni Kaledonya laterit projesi başarılı olursa şirket bu teknolojiyi New Founland’de sülfat konsantrelerinden nikel ve kobalt eldesinde kullanacaktır [34].

2.2.5.2. Türkiye nikel cevheri rezervi

Türkiye’nin bilinen nikel rezervleri toplamı 40 milyon tondur. Bilinen başlıca yataklar Manisa-Turgutlu-Çaldağ (burada toplam rezervin 39.5 milyon tonu “% 98,75’i” elde ediliyor.) ve Eskişehir – Mihaliçcik – Yunusemre’ de lateritik; Bursa-

Yapköydere, Bitlis-Pancarlı ve Sivas – Divriği – Güneş'te sülfütlü cevher yatakları bulunmaktadır[34,38].

Tablo 2.12.Türkiye nikel rezervleri

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

Bu yatakların dışında Eskişehir-Mihalıççık-Yunussemre'de lateritik, Sivas-Divriği-Güneş'te sülfütlü, Bolu-Mudurnu-Akçaalan'da sülfit tip nikel cevherleşmeleri saptanmıştır[38].

2.2.6. Kullanım alanları

Saf nikel özellikle sağlamlığı nedeniyle kullanılır. Kimyasal etkenlerden (pas) etkilenmez, hava değişimlerinden bozulmaz. Bu özelliği yüzünden nikel, birçok alaşım türünün yapımında aranan bir elemandır [20]. Bu alaşımlardan bazılarında yüksek oranda nikel bulunur (Ferronikel, Nikrom): bunlar az genişler, yüksek ısılara dayanır ve deniz suyundan etkilenmez. Bazı alaşımlar da çelik esasına dayandırılır. Nikel-kromlu çelikler, hiç oksitlenmediklerinden, sanayide pek çok yerde kullanılır[23, 34].

Tablo 2.13. Nikel ile oluşan alaşımlar[17]

Alaşımların Adı	Bileşimi	Alaşımların Adı	Bileşimi
Menol metal	Ni, Cu, Fe	Permalloy	Ni, Fe
Alman gümüşü	Ni, Zn, Cu	Nikrom	Ni, Fe, Cr
Alniko	Al, Ni, Fe, Co	Para alaşımı	Cu, Ni
Konsantantan	Cu, Ni	Platinit	Fe, Ni, C

Nikel, maden cevherinin zenginleştirilip kavrulmasından sonra, elektrik fırınında ergitilmesiyle elde edilir: buna ham nikel denir. Son arıtma için genellikle elektroliz denilen kimyasal yöntemle başvurulur [34].

Birçok sanayi dalında nikel tuzlarının elektrolitik ayrışmasıyla madenî parçalar nikel kaplanır. Nikel kaplama yöntemi 1841'de Ruolz tarafından icat edilmişti [20, 34]. Nikelaj özellikle otomobillerin çelik parçalarının süslenmesinde ve ev âletlerinin yapımında kullanılır. Aşındırıcı ortamlara girecek bütün eşya için, kromajdan önce de genellikle nikelaj işlemine başvurulur [34, 38].

Paramanyetik özelliğinden dolayı dış etkilere dayanıklıdır. Bu nedenle eşyaların üzerlerinin elektrolitik kaplanmasında nikel kullanılır [37].

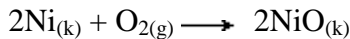
Kullanıldığı Yerler

- a. Paramanyetik özelliğinden dolayı dış etkilere dayanıklıdır. Bu nedenle eşyaların üzerlerinin elektrolitik kaplanmasında,
- b. Aşınmaya karşı dirençli alaşımların eldesinde,
- c. Pillerin ve akülerin yapımında,
- d. Cama yeşil renk vermek amacıyla,
- e. Özel çeliklerin yapımında,
- f. Hidrojenasyon reaksiyonlarında katalizör olarak,
- g. Madeni paraların yapımında [34, 35, 38, 39]

2.2.7. Kimyasal reaksiyonları

2.2.7.1. Hava ile reaksiyonu

Nikel metali normal şartlar altında hava ile reaksiyon vermez. Yüksek sıcaklıklarda nikel ile oksijen arasındaki reaksiyon sonucunda nikel(II) oksiti oluşturur [20, 23].

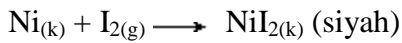
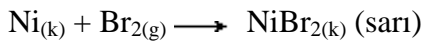
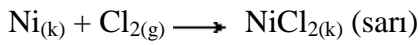


2.2.7.2. Su ile reaksiyonu

Nikel metali normal koşullar altında su ile reaksiyon vermez [20, 23, 35].

2.2.7.3. Halojenler ile reaksiyonu

Nikel metali flor gazı ile çok yavaş reaksiyon verir. Bu nedenle de flor gazını korumak için hazırlanan kapların yapımında kullanılır [20, 23, 37].



2.2.7.4. Asit ile reaksiyonu

Seyreltik sülfürik asit ile yavaş bir şekilde reaksiyona girerek hidrojen gazı ve sulu Ni(II) çözeltisini oluşturur. Ni(II) iyonu aslında $[\text{Ni}(\text{OH}_2)_6]^{2+}$ kompleksi halindedir [20, 23].



2.2.7.5. Baz ile reaksiyonu

Nikel metali sulu sodyum hidroksit çözeltisi ile reaksiyon vermez [20, 23, 35]

2.2.8. Üretim teknolojisi ve saflaştırma

Nikel üretim prosesleri son yıllarda ilgi çekici olarak gelişmeye devam etmektedir. Bu prosesler içerisinde ilginç olanlarından birisi otoklavlardaki nikel üretim prosesidir. Bu proste nikel cevherleri otoklavda sülfitleştiriliyor, çözünür sülfatlara

oksitleri dönüştürülerek nötürleştirilip; demirle semente edilerek sonunda manyetik seperasyon ve kimyasal rafinasyon ile semente edilen üründen saf nikel üretiliyor. Japonlar, lateritik nikel yataklarından nikeli, klorürleştirme - buharlaştırma prosesi ile kazanmak için çalışmaktadırlar. Diğer bir yandan lateritlerden nikel kazanmak için sülfatlaştırmacı kavurmadan sonra sıcak sülfirik asit ile çözme olanakları araştırılmaktadır [40].

2.2.9. Nikelin biyolojik etkileri:

Anorganik kirleticilerden ağır metaller (yoğunlukları 5g/cm^3 den büyük metaller) (Cu, Cd, Cr, Pb, Hg, Ni, Zn gibi) ortamda düşük miktarda bulunsalar bile canlılar üzerine olumsuz etkilere sahiptirler ve belli bir değerin üzerinde bulunurlarsa toksik etki gösterirler [4, 25, 41, 42, 43, 44].

Nikelin bilinen biyolojik fonksiyonu olmamakla birlikte orta seviyede zehirleyici özelliği vardır. Doğal yayılımı yanında insan aktivitelerine bağlı olarak doğada bulunmaktadır. Nikelin organik formu, Anorganik formundan daha zehirleyicidir [45]. Nikelin toksikolojik etkileri üç şekilde ortaya çıkar bu etkiler; solunum sistemine etkisi, kanserojen etkisi ve dermatolojik etkisidir [27].

Kadınlar tarafından sık ve sürekli olarak kullanılan takıların nikel veya nikel alaşımları içermesi nedeniyle özellikle kadınlar nikel alerjisi tehlikesi altındadır. İlk kez 1923 yılında tanımlanan ve 1930 yıllarında araştırılmaya başlanan nikel alerjisi özellikle 1970'li yılların sonlarından itibaren bu alerjenin yaygınlaşarak artmakta olduğunu ve günümüzde bazı araştırmacılara göre kadınlarda % 40, erkeklerde % 5 - 10 seviyelerine ulaştığını ileri sürmektedir. Diğer ilginç bir bulgu ise kulağı delinmiş kişilerde nikel alerjisi görülme sıklığının, kulağını deldirmemiş kişilere nazaran kesinlikle daha yüksek olmasıdır. Aynı etki kulağını deldiren erkeklerde de söz konusudur [45].

Bu nedenle, küpe, kolye, bilezik, saat kayışı gibi deriyle sürekli ve yakın teması olan eşyalarla ilgili olarak Avrupa'da bir takım yasal düzenlemeler yapılmıştır. Örneğin, Danimarka Haziran 1989' dan itibaren, çözünen nikel miktarının $0,5\ \mu\text{g/cm}^2$ hafta

değerinden fazla olan mücevherlerin satışını yasaklamıştır. Almanya küpe saplarında nikel kullanımını yasaklamakla beraber diğer ürünlerin satılmasını yanlarında uyarıcı bir etiket bulunması kaydıyla serbest bırakmıştır. İsveç ise küpelerde kullanılacak nikel miktarını maksimum % 0,05 ile sınırlandırmıştır [27].

Besin olarak toplam nikel alınımı, hayvan yiyecikleri veya bitkilerin tükettikleri miktarlara bağlıdır. Günlük nikel alınımının yaklaşık yarısı ekmek, içecek ve tahılların tüketilmesiyle olmaktadır. Besinlerin günlük 150 µg'dan az nikel içermesi tavsiye edilir. İngiltere'de günlük değer; yetişkinler için 140-150 µg, çocuklar için 14-250 µg, A.B.D.'de 69-162 µg, ve Danimarka'da ortalama 130 (60-260) µg dır[31,38]. Nikel madenciliği ve ergitme endüstrisinde mesleki hastalık olarak görülmektedir. Kimyasal endüstride ise nikel elektrolitik olarak kaplamada kullanılmaktadır [45].

Bazı bitki türleri, örneğin; baklagiller için, yararlı bir element olan nikel, belli bir doz aşımında (0,18-5 ppm) zehirleyici olmaktadır [17]. Nikel hem altın için mükemmel bir beyazlaştırıcı olduğu gibi hem de bakır ile birlikte kullanıldığında mekanik özellikleri, işlenebilirliği ve döküm özellikleri iyi olan bir alaşım eldesini mümkün kılan önemli bir alaşım elementidir. Kompakt nikel ve nikel alaşımları, düşük oranda zehirli olmalarına rağmen metalik toz halindeki nikel ve nikelin kimyasal bileşikleri kanser yapıcı maddeler sınıflandırılmasında A1 (kanserojen) kategorisinde yer almaktadırlar. Solunabilir boyuttaki nikel tozları için TRK değeri 0,5 mg/m³ olarak belirlenmiştir [27].

BÖLÜM 3. MEMBRAN PROSESLERİ

Membranların belirli maddeler için seçicilik göstermesi, diğerlerini reddetmesi yüzyıllardır bilim adamlarının ilgisini çekmiş ve yapay membranların kullanılabilirliği konusunun gündeme gelmesine sebep olmuştur [44,45]. Bilim ve teknolojinin getirdiği avantajlar nedeniyle membran sistemlerin kullanımı artmıştır. Membranlar; iki farklı ortamın arasında bulunan ve çözünmüş maddelerin seçici bir şekilde taşınımını sağlayan, genellikle ince yapıda olan malzemelerdir. Membran üzerinden kütle akışını sağlayan itici güçler; basınç, konsantrasyon, sıcaklık ve elektriksel potansiyel farkıdır [46].

İki farklı fazı birbirinden ayıran yarı geçirgen engeller olarak tanımlayabileceğimiz membranlar katı ve sıvı şeklinde olabilir. Membranlar sıvı- sıvı, gaz ve sıvı- katı gibi karışımların ayrılmasında ve hatta kimyasal reaksiyonların katalizlenmesinde kullanılabilirler [4].

Klasik ayırma yöntem ve işlemleri çok büyük tesis, insan gücü, zaman ve sermaye gerekmektedir. Membran prosesleri klasik ayırma yöntemlerine alternatif bir proses getirmektedir. Membran proseslerinin gelişmesi ve yeni membranların üretilmesiyle bir çok yönden tasarruf sağlanacak ve ülke ekonomisine yararlı olacaktır [47].

Tablo 3.1 'de en önemli membran prosesleri, bunların ana kullanım alanları ve tercihen geçen komponent için itici kuvvetin nasıl gerçekleştirildiğini göstermektedir. Prensip olarak bu madde transferi daima membranın her iki tarafındaki elektrokimyasal potansiyelindeki farkın bir sonucudur [48].

Tablo 3.1. Ayırma Potansiyeli Bakımından Membran Prosesleri [48,49].

Membran Prosesi	Ayırma Potansiyeli	İtici Kuvvet	Tercihen Geçen Komponent
Ters Osmoz	Sulu düşük M_w çözelti , sulu organik çözelti	Basınç Farkı ≤ 100 bar	Çözücü
Ultrafiltrasyon	Makromoleküler çözeltiler, emülsiyonlar	Basınç Farkı ≤ 10 bar	Çözücü
Mikrofiltrasyon	Süspansiyonlar emülsiyonlar	Basınç Farkı ≤ 5 bar	Sürekli Faz
Gaz Permeasyonu	Gaz karışımları Gaz-buhar karışımları	Basınç Farkı ≤ 80 bar	Tercihen geçen komponent
Pervaporasyon	Organik karışımlar Su-organik karışımları	Kısmi basınç farkı	Tercihen geçen komponent
Sıvı Membranlar	Sulu veya sulu organik çöz., düşük M_w sulu çöz., sulu çözeltilerde metal iyonları	Konsantrasyon Farkı	Çözünen Madde veya iyonlar
Osmoz	Sulu çözeltiler	Konsantrasyon Farkı	Çözünen Madde veya iyonlar
Diyaliz	Sulu çözeltiler	Konsantrasyon Farkı	Çözünen iyonlar
Elektrodiyaliz	Sulu çözeltiler	Elektrik alanı	Çözünen iyonlar

Aşağıdaki Tablo 3.2. de membran yapısı, membranların üretim ve ayırma metodu ile uygulamaları verilmiştir. Buna göre simetrik, asimetric ve sıvı membranların hangi yöntemlerle imal edildiği ayırma metodunda kullanılan membranın cinsi ve hangi membran prosesinde uygulanabilirliğinin olduğu görülmektedir [48, 49].

Tablo 3.2. Membran çeşitleri ve ayırma yöntemleri[48, 50].

<u>Membran Yapısı</u>	<u>Üretim Yapısı</u>	<u>Ayrırma Metodu</u>	<u>Uygulamalar</u>
SİMETRİK MEMBRANLAR	Genişletilmiş filmler Template leaching Faz dönüşümü Nükleer izler Sıkıştırılmış tozlar	Gözenekli Membran	Mikrofiltrasyon Ultrafiltrasyon Diyaliz
	Ekstrüzyon	Difüzyon Membranı	Gaz Permeasyon Pervaporasyon
	Döküm	İyon Selektif Membran	Elektrodiyaliz
ASİMETRİK MEMBRANLAR	Faz Dönüşümü	Gözenekli Membran	Mikrofiltrasyon Ultrafiltrasyon
	Kompozit Kaplamalar Arayüzey Polimerizasyonu Plazma Polimerizasyonu	Difüzyon Membranı	Ters Osmoz Gaz Permeasyonu Pervaporasyon
	Ön Kaplama Tekniği	Difüzyon Membranı	Ters Osmoz
	Ön Kaplama Tekniği	Gözenekli Membran	Ultrafiltrasyon
SIVI MEMBRANLAR	Bulk Tipi Sıvı Membran Emülsiyon Tipi Sıvı Membran Detekli Sıvı Membran	Difüzyon Membranı	Sıvı Membran Prosesi

Tablo 3.3 'da membran proseslerinde kullanılan membran tipleri ve ayırmadaki rolü görülmektedir [34,48].

Tablo 3.3. Membran tipine göre membran proseslerinin rolü [34,48].

Membran Prosesi	Membran tipi	Rolü
Mikrofiltrasyon	Gözenekli membran	Süspansiyonların ayrılması
Ultrafiltrasyon	Mikrogözenekli membran	Makromoleküler çözeltilerin deriştirilmesi, fraksiyonlarına ayrılması ve saflaştırılması
Nanofilrasyon	Mikrogözenekli membran	Orta M_w sahip çözeltilerin deriştirilmesi, fraksiyonlarına ayrılması ve saflaştırılması
Membran destilasyonu	Mikrogözenekli membran	Çözeltilerin deriştirilmesi ve tuz giderilmesi
Diyaliz	Mikrogözenekli ve gözenekli membran	Mikromoleküler çözelti ve süspansiyonun düşük mol ağırlıklı maddelerden ayrılması
Elektrodiyaliz	Gözeneksiz iyon değiştirici membran	Çözeltilerden iyonların veya organiklerin ayrılması
Ters osmoz	Gözeneksiz membran	Düşük mol ağırlığına sahip koloidal maddelerin deriştirilmesi
Gaz permeasyonu	Gözenekli veya Gözeneksiz membran	Gazların ayrılması
Buhar permeasyonu	Gözeneksiz membranlar	Buharların ayrılması
Pervaporasyon	Gözeneksiz membranlar	Sıvı karışımların ayrılması
Pertraksiyon	Gözeneksiz membranlar	Sıvı karışımların ayrılması
Sıvı membran prosesi	Gözeneksiz membranlar	Sıvı karışımlardan iyonların ayrılması, gaz karışımlarının ayrılması, sıvı karışımların ayrılması
Membran elektrolizi	Mikrogözenekli ve Gözeneksiz membran	Klor-alkali prosesi

Tablo 3.4 'da çeşitli membranların imalat yöntemleri kullanılan temel maddeleri oluşturan membranların yapıları ve uygulamaları görülmektedir [47,49, 51].

Tablo 3.4. Sentetik membranların teknik özellikleri [47, 49, 50].

MEMBRAN	TEMEL MADDELER	İMALAT YÖNTEMİ	YAPILARI	UYGULAMASI
Seramik Membranlar	Kil, silikat Al oksit, grafit metal tozları	Presleme Tozların sinterlenmesi	0.1 - 10 µm çaplı gözenekler	Süspansiyonların filtrasyonu, gaz ayırma, izotopların ayrılması
Polimer Sinter Membranlar	Politetrafloroetilen, polietilen, polipropilen	Presleme Tozların sinterlenmesi	0.1 - 50 µm çaplı gözenekler	Havanın temizlenmesi agresif ortamların filtrasyonu
Gerilmiş Membranlar	Politetrafloroetilen, polietilen, polipropilen	Kristalleri yöneltmek için dikey yapraklı gerilme	0.1 - 1 µm çaplı gözenekler	Agresif ortamların filtrasyonu,havanın temizlenmesi, steril filtrasyon, tıbbi teknoloji
Asitle liç Edilmiş Polimer Membranlar	Polikarbonat	Bir yaprağın radyasyonu ve sonra asitle liç işlemi	0.51 µm çaplı gözenekler	Analitik ve tıbbi kimya, steril filtrasyon
Homojen Membranlar	Silikon kauçuk, hidrofobik sıvılar	Homojen yap- rakların sıkıp çıkartılması sıvı film oluşumu	Muhtemelen destekli homojen faz	Gaz ayırma
Simetrik Mikrogözenekli Membranlar	Selüloz türevler, poliamidler, polipropllen	Faz dönüşüm reaksiyonu	50 - 5000 nm çaplı gözenekler	Steril filtrasyon, dializ, membran destilasyonu
Asimetrik Membranlar	Selüloz türevler poliamid polisülfon vb	Faz dönüşüm reaksiyonu	Homojen polimer ya da 1 - 10 µm çaplı gözenek	Ultrafiltrasyon, hiperfiltrasyon, gaz ayırma, pervaporasyon
Kompozit Asimetrik Membranlar	Selüloz türevler poliamid polisülfon, poli-dimetilsülfoksit	Mikrogözenekli bir membran için filmin uygulanması	Homojen polimer ya da 1 - 5 nm çaplı gözenek	Ultrafiltrasyon, gaz ayırma, pervaporasyon
İyon Değiştirici Membranlar	Polietilen, polisülfon, polivinilklorür	Homojen poli- merlerin sülfö- nasyonu ya da iyon değiştirici reçine yapraklar	Pozitif ve negatif yüklü matriks	Elektrodializ, elektroliz

3.1.Sıvı Membran Prosesleri

Sıvı membranlar üzerine ilk araştırmalar Nernst ve Riesevelt tarafından 1902 yılında yayınlanmıştır. Onlardan önce Rosano sıvı membranlar üzerinde iyon aktarımını araştırmıştır. 1968'de Li , SMP (sıvı membran prosesi)'ni kalitatif olarak formüle etmiştir [52].

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 (alıcı: (A₁) ve verici: (V) çözeltileri), üçüncü bir sıvı ile ayrılmasıdır. Bu ayırıcı sıvı, diğer iki sıvı içinde çözünmeyen ve karışmayan bir sıvı olup, membran fazı (M) oluşturur [15, 53].

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

Sıvı membran prosesinde, sistemin bütün bileşenlerinin optimal duruma getirilmesi (alıcı ve verici faz türleri ve derişimleri, sıcaklık, karıştırma hızları, taşıyıcı türü ve derişimi, pH gibi) madde taşınımında yüksek seçicilik seviyesine ulaşılmasını sağlar [15]. Membran olarak kullanılan organik sıvı, çözünmeyen, bozunmayan ve zararsız olmalıdır. Bu amaçla özel taşıyıcılar sentezlenmesi uygun olacaktır.

Sıvı membran sistemleri özellikle; hidrokarbonların ayrılmasında, alkali ve toprak alkali metallerin ayrılmasında, eser elementler ve radyoaktif maddelerin tutulmasında, değerli metallerin kazanılmasında, toksik maddelerin giderilmesinde, biyoteknolojide ve tıbbi uygulamalarda kullanılabilir [52].

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) [53].

Karışımdaki bileşenler birbirlerinden gayet farklı olmadıkça polimer membran sistemlerinde genellikle seçicilik (selectivity) 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 seçicilik önemli oranda artırılabilir [54].

Sıvı membran prosesinin solvent ekstraksiyonuna göre üstünlükleri ve potansiyel avantajları şöyle sıralanabilir [55]:

1. Yüksek ayırma faktörleri.
2. Katı membranlara göre daha yüksek kütle alanları.
3. Çok yüksek seçicilik.
4. Düşük konsantrasyondan yüksek konsantrasyona ayırma ve zenginleştirme.
5. Pahalı ekstraktanların kullanılması.
6. Yüksek besleme/çözücü hacim oranları.
7. Askıda katı madde içeren çözeltilerin işlenebilmesi.
8. Ölçeklendirme kolaylığı.
9. Düşük sermaye ve işletme maliyeti [54].

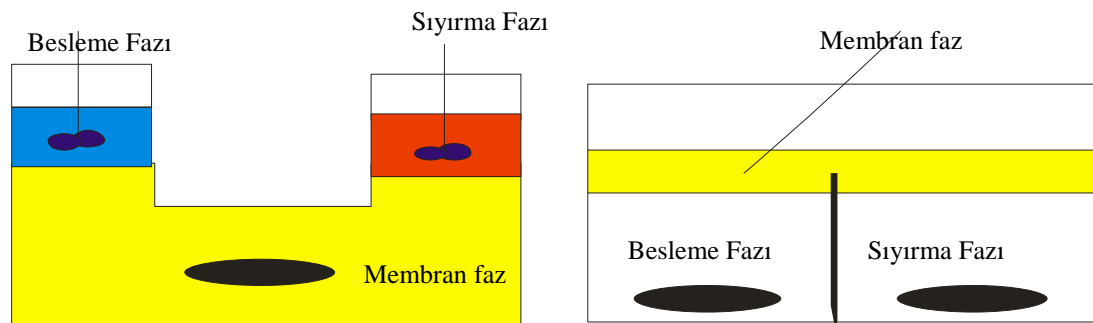
Genel olarak sıvı membranlar, gözeneksiz, çözünebilir sıvı membranlardan hazırlanabilir. Gözeneksiz membrandan geçecek olan bir madde bu membranda çözünür, çözünen madde difüzlenerak diğer ara yüzeyde ekstraksiyon işleminin tersi bir proses ile ayırma işlemi tamamlanır [56].

Yapılış şekillerine göre sıvı membranlar üç kısma ayrılabilirler

- a) Bulk tipi sıvı membran
- b) Emülsiyon tipi sıvı membran
- c) Destekli sıvı membran

3.1.1.Bulk tipi sıvı membran

Sıyırma ve besleme çözeltilisinin hem altında hem de üstünde tabakalar halinde olan bulk tipi sıvı membranlar (BSM) transfer deneylerinde kullanılırlar. Bu tip membranlar da difüzyon direncini azaltmak için karıştırılması gerekir [56]. Bulk tipi sıvı membranlar farklı geometrik şekillerde olabilir [55]. İlk bulk tipi sıvı membran, “Schulman köprüsü ” olarak adlandırılan membran şeklindedir [34,57]. Bir diğer bulk tipi membran U-tüpü hücresidir [58]. Diğer bir bulk tipi membranda “eş merkezli halka” (concentric ring) olarak adlandırılır. Bu yapıda iç faz iç halka da, dış faz ise dış halkada toplanmaktadır [59, 60]. Bu eş merkezli bulk tipi membran dizaynında ara yüzey alanları ve sulu faz hacimleri aynı değildir. Bunun için fazların yoğunluğuna dikkat edilmelidir. Her üç tipte de, karıştırma hızı önemlidir [55]. Bulk tipi sıvı membranlar, transfer etkinliği ve seçicilik özelliğinin yanında transfer mekanizmaları çalışmalarında kullanılmaktadır, fakat pratik uygulamalara sahip değildir.(Şekil 3.1.)



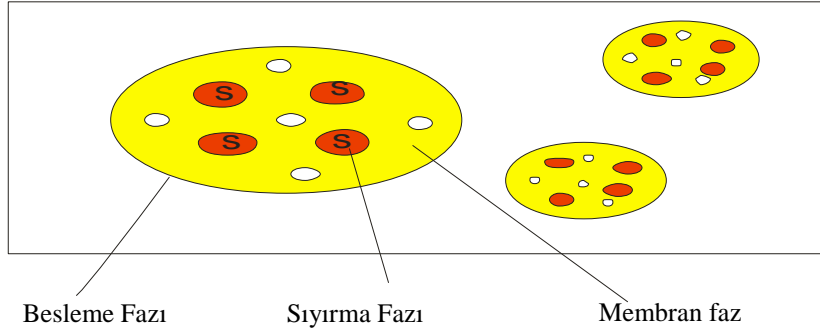
Şekil 3.1 Bulk tipi sıvı membran [61]

3.1.2. Emüsyon tipi sıvı membran

1968 yılında ilk olarak Li tarafından Emülsiyon tipi sıvı membran (ESM) kullanılmıştır [52]. Birbiri içerisinde karışmayan iki sıvı arasındaki yüzey geriliminin indirgenmesi olayına dayanmaktadır [56]. ESM de karışmayan iki fazın, yüksek hızlı karıştırıcılar veya homojenizatörle elde edilen emülsiyon sürekli faz içerisine dağıtılır. Genellikle içteki faz ile sürekli faz birbiri ile karışır. Emülsiyonun stabil kalması için membran fazı her iki faz ile karışmamalıdır. Bunun için sürekli faz organik ise, emülsiyon O/W. Buna karşılık sürekli faz su ise, emülsiyon W/O şeklindedir [61, 62] .

Tek bir kimyasal komponent daha sonra, ya yok edilme veya geriye kazanmak için faz içerisinde tutulmasıyla konsantre hale getirilebilir. Emülsiyon, besleme fazı içerisinde dağıtıldığında bir çok sayıda küçük emülsiyon globülleri oluşur. Bunların büyüklüğü, emülsiyondaki reaktif maddelerin cinsine, derişimine, emülsiyon viskozitesi ve karıştırma şiddeti ile moduna bağlıdır. Globül büyüklüğü 0,1-2 mm çap arasında kontrol edilir. Bu suretle besleme fazdan iç faza veya iç fazdan besleme faza hızlı bir kütle transferi ve büyük bir membran alanı sağlamak için çok fazla sayıda emülsiyon globülü kolaylıkla teşkil edilebilir [63].

İç fazın (sıyırma çözeltilsinin) karıştırılması ile istenilen türlerin transferi sağlanır. Parçalanmaya karşı dayanacak şekilde formüle edilebilir. Giderek konsantre olan iç fazın geri kazanılması ve emülsiyonun yeniden oluşturulabilmesi için kolayca parçalanabilmelidir. Aynı zamanda emülsiyonun iç fazında yüksek oranda metal iyon konsantrasyonu olduğunda, yüksek oranda osmotik basınç farkı ile karşılaşılır. Bu olay seyreltik besleme çözeltilsinden konsantre olmuş iç faza su transferine sebep olur. Draxler bu durumu ozmotik şişme olarak ifade etmiştir. Ozmotik şişme, emülsiyon globüllerinin parçalanmasına sebep olabilir ve ayrılma gerçekleşemez [64].



Şekil 3.2 Emülsiyon tipi sıvı membran

Karışımların ayrılması sıvı membran içerisinde daha düşük konsantrasyondaki sıvıya bir komponentin selektif difüzyonunun olmasıyla gerçekleşir. Tek bir kimyasal komponent daha sonra giderilme veya geriye kazanmak için iç faz içerisinde tutuklanarak konsantre hale getirilebilir [58].

Emülsiyon tipi sıvı membranlar için membran fazın bileşimi genel olarak denklem (3.1) ile ifade edilebilir.

$$\text{Membran faz} = \text{Çözücü} + \text{Yüzey aktif madde} + (X) + (Y) \quad (3.1)$$

X= taşıyıcı veya ekstraktant

Y= katkı maddeleri olup, genelde membran viskozitesini ayarlamak, selektiviteyi arttırmak v.s. gayesiyle ilave edilirler.

Selektivite ve kütle akısı bir membran işleminde en önemli iki parametredir. Selektif bir ayırma için bir bileşenin membran içerisinde diğerlerinden daha hızlı hareket 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 bileşeninin difüzyon katsayısı ve membran içerisindeki çözünürlüğüdür. Selektif ayırma işleminin seçiminde C_i ' lerin farklı olması önemli rol oynar. i bileşeninin j bileşenine göre selektivitesi α_{ij} denklem (3.3) ile verilir [55]:

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

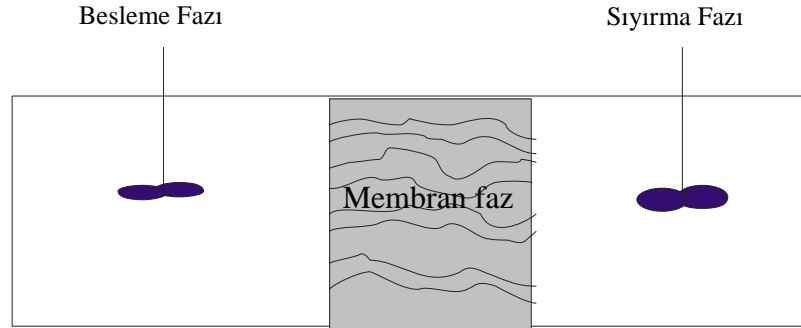
Metal ayırmasını gerçekleştiren emülsiyon tipi bir sıvı membran prosesi üç adımdan ibarettir. İlk adımda, ekstraktant ve yüzey aktif madde ve çözücünden ibaret organik çözelti (membran faz) içerisine, sulu sıyırma çözeltisinin ilavesi ile karıştırıcı veya homojenizatör yardımı ile W/O emülsiyonu elde edilir. İkinci adımda hazırlanan emülsiyon bir karıştırma - durultma tankına veya 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 [55].

3.1.3. Destekli sıvı membranlar

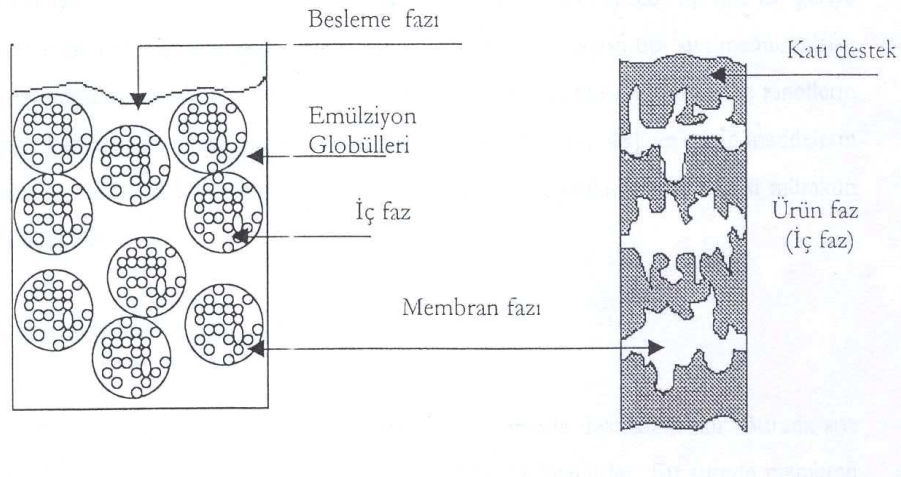
Bu tip sıvı membranlar yalnızca sıvı fazdan oluşmamıştır. Bu sıvı faza ilaveten polimer bir desteğe sahip olma durumuna göre sıvı membranlar iki kısma ayrılabilir: desteksiz sıvı membranlar ve destekli sıvı membranlar (DSM). Desteksiz sıvı membranlarda en genel tip emülsiyon tipi sıvı membranlar (ESM) ve kitlesel sıvı membranlardır. Destekli sıvı membranlarda ise ticari olarak mevcut olan genel konfigürasyonlar düz levha ve oyuk fiberlerdir (OF). Buna ilaveten bir çok membran modülü de üretilmektedir [55].

Destekli sıvı membran şematik olarak Şekil 3.3 ve Şekil 3.4 (b)'de gösterilmiştir. Şekil 3.4(b)'de görüldüğü gibi; bu tip membranlar da, membran sıvısı çeşitli gözenekli katılarla desteklenmektedir. Burada sıvı tabakalar veya yüzey kuvvetler ile

stabilize edilebilirler. Membran faz; cam, kil veya kağıt gibi bir ince tabaka içerisinde adsorplanabilir. Milimetrenin 1/10'u veya çok daha küçük kalınlığa sahip membranlar elde edilebilir [63].



Şekil 3.3 Destekli sıvı Membran[61]



(a) Emülsiyon tipi sıvı membran

(b) Destekli sıvı membran

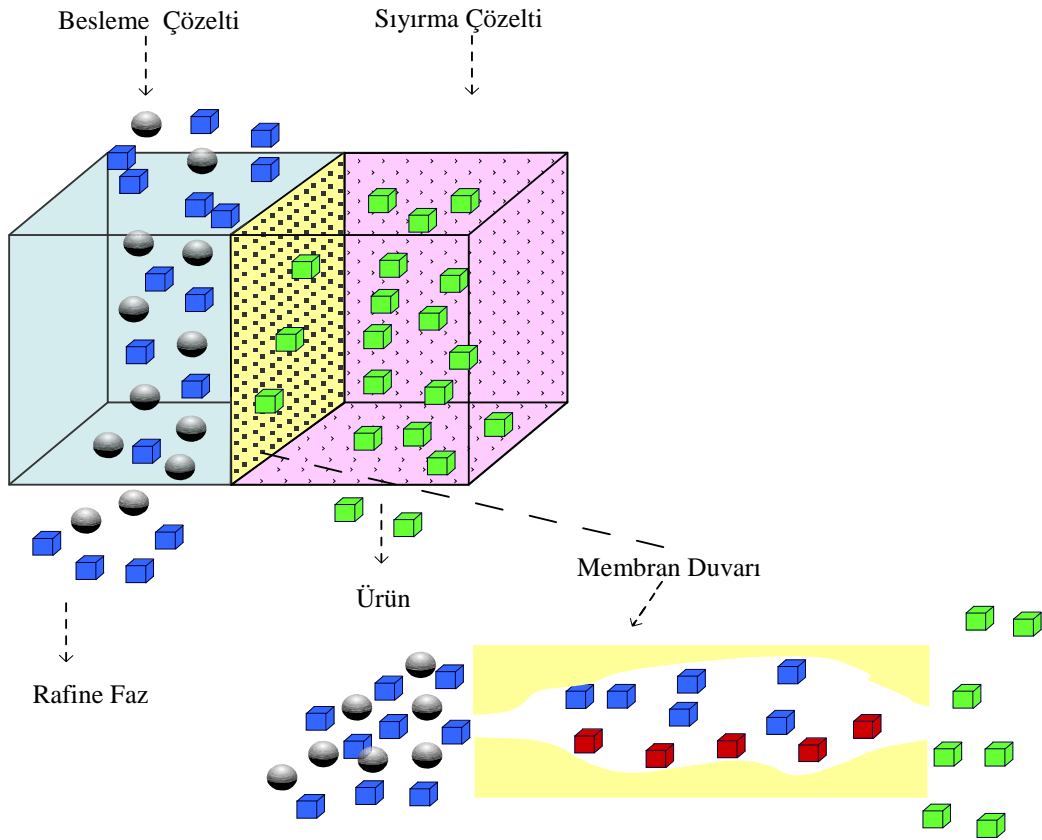
Şekil 3.4. Emülsiyon ve destekli sıvı membran tipleri

Destekli sıvı membranlarla çifte taşınım, organik ve inorganik maddelerin saflaştırılması, ayrılması ve zenginleştirilmesi için son zamanlarda ümit vadeden bir teknoloji olarak ortaya çıkmıştır [65, 66]. Metal iyonlarının ayrılması ve geri kazanılması için hidrometalürjide denenmiş olan bu taşınım prosesi, fermentasyon ortamından biyoaktif bileşiklerin ayrılması ve saflaştırılması için de önerilmiştir [63].

Destekli sıvı bir membran (DSM), bir organik çözülmüş taşıyıcı veya ekstraktant ile temasta olan veya empreyane edilmiş mikro gözenekli polimer (hidrofobik polipropilen, politetrafloretilen, vs gibi) bir destek ve iki sulu fazdan ibarettir.

Organik faz, sulu ortamlarla karışmayıp, bazen modifiyer olarak adlandırılan diğer bir bileşen içerir. Modifiyer, seçilmiş bir bileşenin ekstraksiyonunu daha iyi hale getirmek veya mikro emülsiyon veya üçlü faz oluşumunu engellemek amacıyla sinerjetik tarzda ilave edilir. Membranın iki yüzüyle temas halindeki çözeltilerle karışmayan çözücü ortamı, kimyasal bileşenin destekli sıvı membranın (DSM) dolu gözenekleri içerisinde mobilitesini ve taşınımını artırır. DSM içerisinde geçebilen kimyasal bileşeni içeren çözelti genellikle ‘besleme çözeltisi’ olarak adlandırılır. Geçişten sonra kimyasal bileşenin toplandığı membranın diğer tarafındaki çözelti ise, genellikle “sıyırma çözeltisi” olarak adlandırılır [63]

Besleme ve sıyırma çözeltileri arasında kimyasal bir potansiyel gradiyenti meydana geldiğinde, DSM içerisinde kimyasal bileşenlerin taşınımı gerçekleşir. Bu kimyasal potansiyel gradiyenti, membranın, sırasıyla besleme ve sıyırma taraflarındaki ara yüzeylerinde meydana gelen ekstraksiyon ve sıyırma işlemlerinin kimyasal dengesini etkileyen bileşenlerin konsantrasyon farkıyla oluşur.



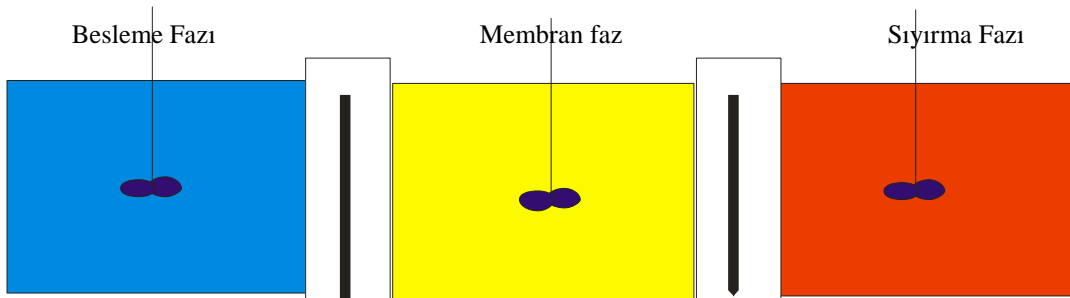
Şekil 3.5. Test hücresinin şematik olarak gösterilmesi [57].

Ara yüzey dengesi aşağıdaki denklemlerle gösterildiğinde, besleme ve sıyırma çözeltilerindeki H^+ iyonlarının konsantrasyonunun kontrol edilmesiyle, yani düşük bir H^+ iyonu konsantrasyonu kullanarak dengeyi sağa (C^{n+} nin ekstraksiyonu) ve yüksek bir H^+ iyonu konsantrasyonu kullanarak da dengeyi sola (C^{n+} nin sıyırılması) çevirmek mümkündür.



Burada C^{n+} : metal iyonu, HX : ekstraktant, ve CX_n : organometalik komplekstir; organik, diğerleri ise sulu fazı göstermektedir. Bu suretle membran içerisinden geçen CX_n bileşenin konsantrasyon farkını ve bunun sonucu olarak da DSM içerisinden de C^{n+} 'nin taşınımı için gerekli itici kuvveti sağlamak mümkündür.

Son yıllarda nötron bombardımanı ve aşındırma (etching) işlemi ile çok dar aralıklarla çapları 0.01-10 μm arasında değişen silindirik gözenekler elde edilmiştir. Bu polimer filmlerin kalınlığı ise 15-100 μm arasında olmaktadır. Bu tip polimer filmlerin porözitesi % 40-80 arasında değişmektedir. Bu gözenekler organik sıvılar tarafından ıslatılmakta fakat su tarafından ıslatılmamaktadır. Organik sıvılar gözeneklere yerleştirildiğinde, bu tip sıvı membranlar sulu fazlar arasında kullanılabilir. Membran fazın bu düzeni düz paralel membran yüzeyine karşılık gelmekte ve $200 \text{ m}^2/\text{m}^3$ transfer alanları sağlayabilmektedir. Bu membranlar düz levha, sargılı ve hollow fiber gibi değişik geometrilere imal edilebilirler. Düz levha modüllerin kullanılması halinde membran temizliği de mümkündür. Bu tip membranların kullanılması son zamanlarda yaygınlaşmaya başlamıştır [67, 68].



Şekil 3.6. İçerikli sıvı membran

Destekli sıvı membranlarda emülsiyon hazırlanması ve parçalanması olayları olmadığından, destekli sıvı membranlar emülsiyon tipi sıvı membranlara göre üstünlük göstermektedirler. Buna karşılık birim hacimdeki membran yüzey alanının daha az olmasıyla birlikte, gözenekler içerisindeki taşıyıcıyla çözücünün belirli zaman içerisinde boşalarak membranın etkinliğini kaybetmesi en önemli problemi oluşturur. Destek malzemesi olarak genellikle polipropilen, polisülfon ve bazen de mikrogözenekli teflon kullanılmıştır.

Düz levha destekli sıvı membranlarda taşınım mekanizması genel olarak aşağıdaki basamaklar dizisinden oluşur [69]:

- a. Metal iyonu ve herhangi bir çözünen madde sulu fazdaki difüzyon tabakası boyunca membran ara yüzeyine difüzlenir.
- b. Taşıyıcı, besleme ara yüzeyindeki çözünen madde ile reaksiyona girer.
- c. Çözünen madde ile kompleks yapan taşıyıcı, membran boyunca difüzlenir.
- d. Çözünen madde ve taşıyıcı sıyırma ara yüzeyinde serbest hale geçer.
- e. Serbest hale geçen çözünen madde (metal iyonu gibi) sıyırma ara yüzeyinden sulu fazdaki difüzyon tabakası boyunca kitlesel faza difüzlenir.
- f. Taşıyıcı, ara yüzeyden membran boyunca geriye difüzlenir.

Paralel çifte taşınım olarak adlandırılan diğer bir durum ise, membrandaki taşıyıcı nötr veya bazik bir ekstraktant olduğunda meydana gelir. Aşağıda DSM prosesinin üstünlüklerini göstermektedir [63, 69].

1. Yüksek ayırma faktörleri
2. Katı membranlara kıyasla daha yüksek kütle akıları
3. Çok daha yüksek seçiciliklerin elde edilebilmesi
4. Konsantrasyon gradiyentine karşı ayırma ve zenginleştirme
5. Pahalı ekstraktantların kullanılabilmesi
6. Yüksek besleme/sıyırma hacim oranları
7. Askıda katı maddeler içeren çözeltilerin de işlenebilmesi
8. Düşük sermaye ve işletme masrafları
9. Esneklik ve ölçeklendirme kolaylığı

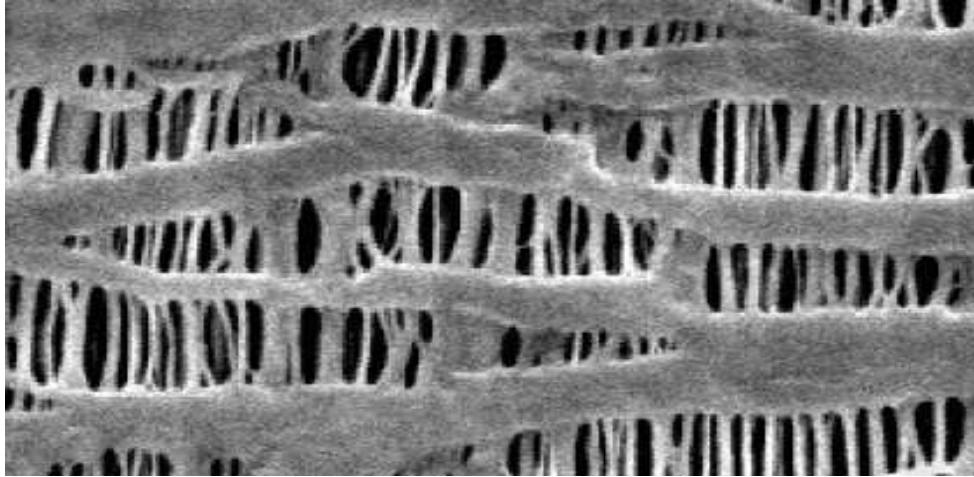
3.2. Sıvı Membran Destek Tipleri ve Özellikleri

Destekli sıvı membranların avantajları; düşük işletme maliyeti, tek adımda gerçekleşmesi, sistemin seçiciliği ve esnekliği sayılabilir [54]. Buna karşılık birim hacimdeki membran yüzey alanının daha az olmasıyla birlikte, gözenekler içerisindeki taşıyıcı ile çözücünün belirli zaman içerisinde boşalarak membranın etkinliğini kaybetmesi bir dezavantaj oluşturur [70]. Dezavantajları arasında çözücü (solvent) kaybı meydana gelebilmesi, basınç farkıyla desteğin boşluk yapısının bozulması, yine basınçtan dolayı taşıyıcının boşluklu yapıdan geçebilmesi, taşıyıcının kaybı olarak sayılabilir [71,63]. Son yıllarda tüm dezavantajların giderilebilmesi ve tekniğin geliştirilmesi amacıyla yapılan çalışmalar hızla artmaktadır [72, 73].

3.2.1. Celgard membran filmlerinin özellikleri

Tablo 3.5. Celgard 2500 (PP)' nin özellikleri [74].

Özellikleri	Birimi	Tipik değeri
Gözeneklilik	%	55
Gözenek çapı	$\mu\text{x}\mu$	0,209 μx 0,054 μ
Kalınlık	μ	25
Daralma (çekme)	%	3
Çekme gerilmesi (MD)	k/cm^2	1200
Çekme gerilmesi (TD)	k/cm^2	115



Şekil 3.7. Celgard 2500 (PP)'nin SEM fotoğrafı (X20000) [74].

3.4. 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 [63]. Diğer önemli faktör organik sıvının viskozitesidir [54, 75]. 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 [76].

Organik fazın kararlılığı, membran fazın jel hale getirilmesiyle arttırılabilir. 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 [77].

3.5. 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 [76].

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 [54, 77].

3.6. Membranlarda Taşınma Olayı

3.6.1. Kompleks oluşumu

Bir çok metal iyonu, elektron çifti vericileri ile reaksiyona girerek koordinasyon bileşikleri veya kompleks iyonlarını meydana getirirler. Bağ oluşması için elektron vericinin veya ligandın en az bir çift eşleşmemiş elektronu bulunmalıdır. Kompleks bileşikteki metal iyonu, merkez iyon olarak adlandırılır. Ligand, her molekülde bir veya daha fazla elektron verici grup içerebilir. Ligandın taşıdığı bu elektron verici her bir grup “diş” olarak tanımlanır [78, 79].

Belli bir merkez iyonu ile koordine olabilen tek dişli ligandın en büyük mol sayısı, bir metal iyonunun maksimum koordinasyon sayısıdır. Bir ligand çok dişli olduğu zaman bu tek bir moleküle bağlı olarak iki veya daha fazla elektron verici grubu olduğunu gösterir ve merkez iyonu içeren ve “şelat” adı verilen halkalı yapılar oluşabilir. Şelat halkasındaki bağ türleri değişken karakterli olabilir ya da bir bağı iyonik diğeri kovalent karakterli olabilir [80].

Oluşan şelat halkasının kararlılığı, yüklü grup içeren ligandlar ile daha çok artar. Böyle kararlı kompleksleri oluşturan ligandlardaki gruplar; OH^- , COOH^- , SCN^- , HSO_3^- , HON^- , NH^- , NH_2^- , HS^- , H_2AsO_3^- , H_2PO_3^- şeklinde verilebilir [81].

Kompleksler, bağ yönünde doymuş veya doymamış olabilirler. Eğer kompleks yapıcı, metal iyonunun tüm koordinasyon uçları aynı anda doyurulursa sıfır yüklü bir kompleks meydana gelirse, şelat bileşiği bağ yönünden doymuş sayılır. Bununla birlikte, merkez atom üzerindeki yük, nötürleşmiş fakat, bazı koordinasyon uçları doymadan olduğu gibi kalmış ise, bu tip kompleksler için bağ yönünden doymamış olduğu söylenir [82].

Sulu ortamlarda, bütün metal iyonları en azından aqua (su) kompleksleri şeklinde olmak üzere kompleksler halinde bulunur. Su moleküllerindeki oksijen atomu elektron verici olarak davranır ve doymamış şelatlardaki metallerin serbest uçları su molekülleri ile kuşatılır. Bu gibi komplekslerin ayırma yöntemleri ile ayrılmaları oldukça zordur. Buradaki hidrofilik karakter, iyon yarıçapına bağlı olan yük yoğunluğu ile değişmektedir. Yük yoğunluğunun düşük olması halinde metalin hidratasyonu da zayıf olmaktadır.

Çözelti ortamında birden fazla ligandın bulunması ile oluşan karışık ligand kompleksleri, kimyasal analizde sıkça yararlanılan bileşik türleridir. Ayrıca, bu bileşikler analitik bakımdan önemli olan bazı reaksiyonların seçiciliğini de artırır.

3.6.2 Kompleks oluşumuna etki eden faktörler

Özellikle analitik kimyada komplekslerin kararlılıklarının niteliği ve türleri oldukça önemlidir. Komplekslerin özellikle kararlılıkları üzerinde hangi faktörlerin etkili olduğunun bilinmesi gerekir. Kompleks oluşumuna etki eden en önemli faktör, kompleks oluşum reaksiyonlarındaki seçiciliktir. Metal iyonu ve ligandın cinsine bağlı olan kompleksin magnetik özellikleri, komplekslerin çözücüdeki çözünürlüğü ve ışığı absorblaması bu tür komplekslerin yapısına ve yapı içindeki kimyasal bağın karakterlerine bağlıdır [83]. Kompleksin kararlılığı üzerine etki eden faktörler; Metal

iyonları, ligand özellikleri sıcaklık ve hidrojen iyon derişiminin etkileri olmak üzere dört gruba ayrılır. Bu faktörler kısaca şöyledir.

3.6.2.1. Metal iyonları

Kompleks oluşturabilme durumlarına göre metal iyonları üç farklı grupta incelenir. Birinci grup metaller, benzer davranış gösteren alkali metalleri, toprak alkali metalleri, lantanitler ve aktinitlerden meydana gelir. Bunların hemen hemen tamamı genel olarak iyonik karakterli ve zayıf kompleksler oluştururlar. Ancak, bu grup metal iyonları, küçük anyonlarla, kısmen flor ile ve oksijen atomu içeren ligantlarla bağ oluştururlar. Su molekülleri ile aqua-kompleksleri oluşturmaya eğilim gösterirler [81].

İkinci grup metaller, geçiş metalleri içerisinde d^8 yada d^{10} elektronik dağılımına sahip olan Cu(I), Ag(I), Au(I), Hg(II), Pt(II) ve Pd(II) metalleridir. Bu metaller, birinci grup metallerin aksine oldukça kararlı kompleksler oluştururlar. Birinci grupta, kompleks oluşumunda yük ve iyonik yarıçap etkili olurken bu metaller için elektronegatiflik daha önemlidir.

Üçüncü grup metaller ise daha fazla ve kısmen dolu d orbitaline sahip olan Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, gibi geçiş metallerinden meydana gelir. Bu metallerin özellikleri d orbitalindeki elektron sayısına bağlıdır. Komplekslerin kararlılığı üzerinde yükün ve iyon yarıçapının yanı sıra d orbitallerinde meydana gelen yarılmalarda önemlidir. Bağın kovalentliği ve oluşan kompleksin kararlılığı, metal iyonunun yükseltgenme sayısının artması ile artmaktadır. Böylece üçüncü grup metaller arasında da oluşan komplekslerin kararlılığı farklılık göstermektedir. Ayrıca bu metallerin oluşturdukları kompleksler, diğer metallere göre daha kararlıdır [81, 83].

3.6.2.2. Ligand özellikleri

Kararlı komplekslerin oluşmasında donör atomların karakterleri önemli bir rol oynar. Ligandlardaki donör atomlar, genellikle periyodik tablonun sağ tarafında bulunan element atomlarıdır. Bu atomlar gerek birinci grup metal iyonları gerekse ikinci grup metal iyonları ile etkileşebilirler.

Eğer ligandlar, şelat karakterine sahip ise oluşan kompleksler daha kararlı olmalıdır. Şelatlar, ligandın en az iki donör atom içermesi halinde meydana gelirler. Dolayısı ile kompleks kararlılığında ligandın çok dişli olmasının önemi büyüktür. Çünkü metal iyonlarının türüne bağlı olarak bu ligandlar da değişik sayılarda bağlanarak, ML , ML_1 , ML_2 , ML_3 , şekline yapılar meydana getirmektedirler.

3.6.2.3. Sıcaklık

Sulu çözeltilerde dengelerin incelenmesi genellikle oda sıcaklığında gerçekleşir. Ancak, sıcaklığın değişmesi ile denge konumunun değişmesi de sözkonusu olduğundan kimyasal amaçlı çalışmalarda bu sıcaklık değişiminin de bilinmesi gerekir. Bilindiği gibi denge sabitleri üzerinde etkili olan sıcaklık van't Hoff eşitliği ile belirlenir [84, 85].

$$\frac{d \ln K_a}{dT} = \frac{\Delta H^0}{RT^2} \quad (3.4)$$

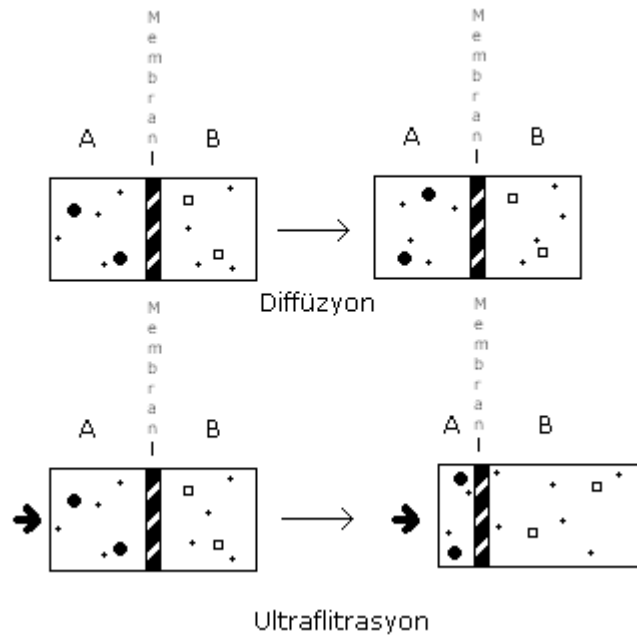
Eşitlikten görüldüğü gibi K_a değeri sıcaklığa bağlıdır. Dolayısı ile reaksiyonun endotermik veya ekzotermik olması, denge sabiti üzerinde etkili olacaktır. Entalpi değişimi ile meydana gelen bu etki, çalışma sıcaklığının sonuçlar üzerinde etkili olduğunu göstermektedir [84].

3.6.2.4. Hidrojen iyonu konsantrasyonunun etksi

Hidrojen iyon derişiminin kompleks oluşumunda önemli bir rolü vardır. Ligadlar oldukça güçlü Bronsted bazı gibi davranırlar ve kolayca proton bağıyabilirler. Bu durum, serbest ligand derişiminin pH' ya bağı olduğunu gösterir [86].

3.7. Sıvı Membranlarda Taşınım Olayı

Membranların gözenekli yapısından geçebilen maddeler genelde rastgele moleköl hareketlerinin olduğı kabul edilir. Membranlardan madde transferleri maddenin ve membranın yapısına bağıdır. Bunlar aşağıda maddeler halinde kısaca şöyle bilinir [87].



Şekil 3.8 Difüzyon ve ultrafiltrasyonun çalışması. Her ikisinde de küçük moleköl ağırlıklı çözünenler membrandan geçerken, büyük çözünenler geride kalır [79].

3.7.1. Çarpma sıklığı ve konsantrasyon farkının (elektrokimyasal eğilimin) önemi

Bir çözünenin A çözeltisinden B çözeltisineve oradan da tekrar geriye geçiş hızı, çözünen moleküllerinin membranın her iki tarafına çarpma sıklığına bağıdır. Çarpma sıklığı da, sölüt konsantrasyonunun membranının her iki tarafındaki

yoğunluğuna bağlıdır. Buradan řu sonuç çıkarılabilir: belli bir çözünen için her iki solüsyon arasındaki konsantrasyon eğilim en yüksek değerde iken, o özünenin A özeltisinden B çözeltisine geçişi en fazla miktarda olur [87 - 89].

3.7.2. Difüzyon hızı

260-280 K arasında değişen sıcaklıklarda difüzyon hızı üzerindeki etkileri göz ardı edilebilecek kadar küçüktür [87, 89].

3.7.3. Molekül kütlesi

Bir özünenin mol kütlesi ne kadar fazla ise, membrana çarpma sıklığı ve difüzyon ile geçişi hızı, mol kütlesi ile ters orantılıdır. Küçük moleküller hızlı hareket ettiklerinden dolayı membranla sık sık çarpışırlar; böylelikle difüzyon ile membrandan geçişi oranları fazladır. Oysa büyük moleküller düşük hızda hareket ederek, membrana daha seyrek çarptıkları için membrandan yavaş geçerler [87 - 88].

3.7.4. Membran direnci

a) Membranın kendisine bağlı direnç: Membranlarda taşınım hızı membranın kalınlığı ile ters orantılıdır [90]. Ekonomik nedenlerden dolayı yüksek taşınım hızı istendiği için membran mümkün olduğuunca ince olmalıdır. Genelde film imalat teknolojisi yaklaşık 20 µm kalınlığa kadar mekanik açıdan güçlü ve hatasız film üretimi gerçekleşebilir. Daha ince bir film tabakası kullanabilmek için hazırlanan kompozit asimetric membranlar çok daha fazla kalın gözenekli bir yapı ile desteklenmiş son derece ince bir yüzey tabakasından oluşur [91, 92]. Membran özünen geçişine karşı direnci, membran kalın, gözeneklerinin sayısı az veya gözenek boyutu küçük ise yüksektir. Ayrıca yüzey alanı, gözeneklerin geometri ve dağılımı, yüzey karakteristikleri (yük ve hidrofilisite) de çözünenin taşınımını etkiler.

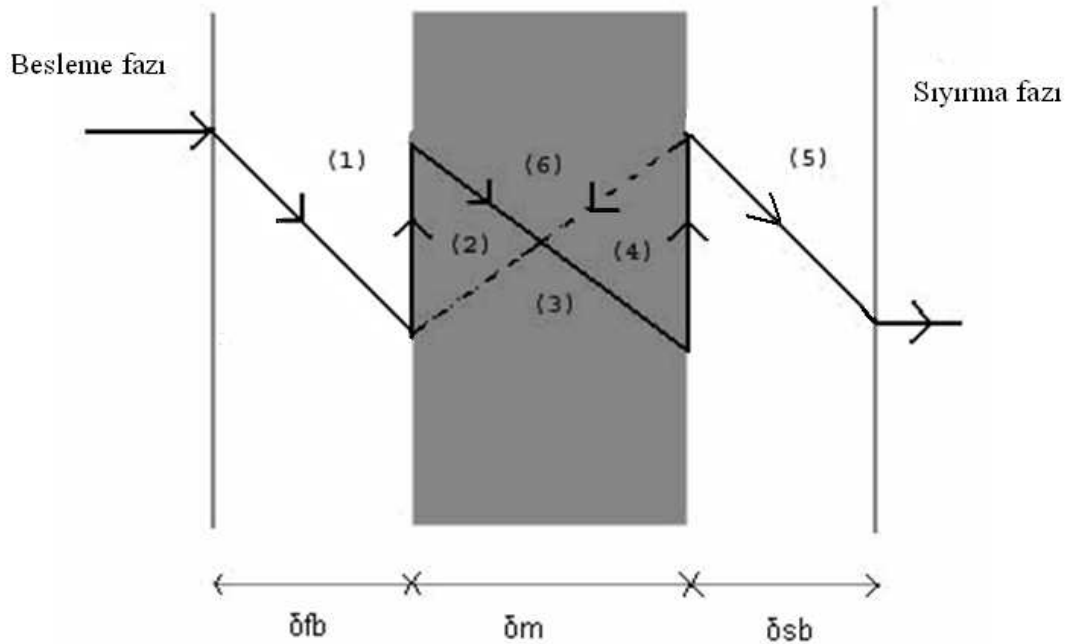
b) Membrana komşu bölgelerde bulunan durgun sıvı tabakalarına bağlı direnç: membranın her iki tarafındaki karışmamış sıvı tabakaları, membran yüzeyindeki etkin konsantrasyon eğimini azaltarak çözünen taşınımını engeller.

c) Proteine bağlı üremik toksinler:

hemodiyaliz ile proteine bağlı toksinlerin uzaklaştırılması, plazmada bulunan serbest fraksiyon yüzdesine bağlıdır.

3.8. Sıvı Membranlarda Taşınma Mekanizmaları

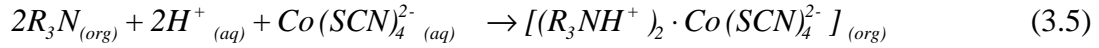
Membranlarda taşınım olayı aslında aktif ve pasif taşınım olmak üzere iki kısma ayrılır. Difüzyonu idare eden kuralların içerisinde ayrıca difüzyon olayının da anlaşılması gereklidir [89].



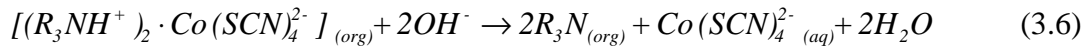
Şekil 3.9 Destekli sıvı membran içerisindeki taşınım prosesinin şematik gösterimi [79].

Bir tersiyer amin olan Alamine 336 ve Alamine 300 ekstraktanları ile kobalt solvent ekstraksiyon kimyası bilindiği gibi sıvı membranlarla permeabilite çalışmaları için kobaltın taşınım prosesi seçilmiştir. Bu prosede sıvı membranlar bir destek (celgard

2500)ile desteklenerek asidik ortamdan cobalt ve nikel ayrılmaya çalışıldı. Amin/tiyosiyanat iyonları arasında molekül oluşmadığı ancak bu iyonların kompleks oluştukları bilinmektedir [92]. Şekil 3.12 deki sulu fazdan organik faza geçişi sırasındaki reaksiyonu için yazılabilir :



Organik fazdan da sulu faza geçiş reaksiyonu ise



$$K_{ex} = \frac{[(R_3NH^+)_2 \cdot Co(SCN)_4^{2-}]_{(org)}}{[Co(SCN)_4^{2-}]_{(aq)} [R_3N]_{(org)}^2 [H^+]^2} \quad (3.7)$$

$$K_d = \frac{[(R_3NH^+)_2 \cdot Co(SCN)_4^{2-}]_{(org)}}{[Co(SCN)_4^{2-}]_{(org)}} \quad (3.8)$$

Denklem (3.6)-(3.8)'daki (org) ve (aq) indisleri sırasıyla organik ve sulu fazları göstermektedir. R_3N ekstraktantının, K_{ex} ekstraksiyon denge sabiti ve K_d ise dağılım katsayısını ifade etmektedir. Bununla birlikte ekstraksiyon ile (denklem (3.4)'ün tersi) membranın diğer tarafındaki sıyırma prosesi ile birlikte aynı anda meydana gelmektedir. Bu sebepten denklem (3.7) ile ifade edilen ekstraksiyon dengesi geleneksel solvent ekstraksiyonunda olduğu gibi artık geçerli değildir [93].

Şekil 3.12 sıvı membran prosesindeki kobalt (Co^{2+}) taşınım proseslerini şematik olarak göstermektedir ve taşınım katsayıları aşağıdaki denklemlerde verilmiştir:

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

$$k_{fb} = D_a / \delta_{fb} \quad (3.9)$$

- (ii) Ekstraksiyon: Denklem (3.7) ile verilen ileri kimyasal reaksiyon için

$$K_e = K_{ex} \left(\frac{[R_3N]_f^2}{[H^+]_f^2} - 1 \right) \quad (3.10)$$

veya;

$$k_e = D_a K_d / \delta_{fb} \quad (3.11)$$

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

$$k_m = D_m / \delta_m \quad (3.12)$$

Destekli sıvı membran halinde denklem (3.12) aşağıdaki gibi verilir.

$$k_m = \frac{D_m \varepsilon}{\delta_m \tau} \quad (3.13)$$

- (iv) Sıyırma: denklem (3.7)'deki kimyasal reaksiyonun tersi
(v) Sulu faza ait sıyırma/membran sınır tabakasındaki difüzyon prosesi
(vi) Rejenere olan tersiyer aminin membran fazda geri difüzyonu.

Kobaltın kütle akışı denklem (3.14) ile verilmektedir :

$$J = -\frac{V_f}{A\varepsilon} \frac{dC_f}{dt} \quad (3.14)$$

Denklem (3.14)'in integrasyonundan tüm kütle transfer katsayısı ($k_{tüm}$) olan permeasyon katsayısının (P) deneysel olarak ölçümünü sağlar [93].

$$\ln \frac{C_f}{C_0} = -\frac{k_{tüm} A \varepsilon t}{V} \quad (3.15)$$

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 [93]:

$$MUE = \frac{V_s}{V_0} \frac{dC_s}{dt} \quad (3.16)$$

Bir bileşenin belirli bir karışımda sıvı membranların seçiciliğini incelemek için ayırma faktörü (α) tanımlanmıştır. İki metal iyonuna ait ayırma faktörü $\beta_{Co/Me}$ denklem (3.17) ile verilmektedir [93]:

$$\beta_{Co/Me} = \frac{(C_{Co}/C_{Me})_{sıyırma}}{(C_{Co}/C_{Me})_{besleme,o}} \quad (3.17)$$

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

3.9. Sıvı Membran Uygulamaları

Sıvı membranların 1968'de N.N Li tarafından bulunmasından beri sıvı membran prosesleri, solvent ekstraksiyon prosesi ve diğer geleneksel ayırma ve arıtma proseslerine kıyasla metallerin ayrılması ve zenginleştirilmesinde ileri bir ayırma tekniği olarak önem kazanmıştır [15]. Sıvı emülsiyon membranları, yeni bir ayırma tekniği olup, başlıca hidrokarbonların taşınmasında, metallerin geri kazanılmasında ve atık sulardaki fenolün taşınmasında kullanılır [67, 94].

3.9.1. Endüstriyel uygulamalar

Sıvı membranlar endüstriyel ayırmalarda önemli bazı avantajlara sahiptir. Basitlik, denge durumuna bağlı olmaması ve düşük işletme maliyeti bunlara örnek olarak verilebilir. Genellikle atık sulardan metallerin geriye kazanılmasında emülsiyon şişmesi görülebilir. Örnek olarak aromatikler yerine suda çok daha az çözünen parafinlerin çözücü olarak kullanılması emülsiyon şişmesini ortadan kaldırır [95].

Emülsiyonun parçalanması ayırma işleminde önemli bir adımdır. Sulu faz ayırmalarında organik membran elektrostatik yöntemle kolaylıkla parçalanabilir [96, 97]. Hidrokarbonların ayrılmasında ise sudan ibaret membran solvent çözündürme metodu kullanılır [98, 99].

3.9.2. Metal ekstraksiyonu

Metallerin sıvı membran prosesi ile ekstraksiyonu için çok fazla sayıda araştırma bulunmaktadır. Çeşitli atık sulardan çeşitli metal iyonlarının giderilmesi ve çeşitli maden liç çözeltilerinden metallerin geriye kazanılması konusunda elde edilen sonuçlar oldukça ümit vermektedir. Bugüne kadar çeşitli metal serileri (alkali, toprak alkali, geçiş ve ağır metaller), bu yeni prosesle incelenmiştir. Destekli sıvı membran çalışmaları Tablo 3.6’da gösterilmektedir.

Tablo 3.6 Destekli sıvı membran çalışmaları[66]

No	Ayrılan Madde	Membran Desteği				Membran Karışımı	Ref.
		Malzeme	Göz Çapı, (µm)	Gözeneklilik (%)	Kalınlık (µm)		
1	Sitrik asitin sulu çözeltilerinden geri kazanılması	Celgard 2400, (PP Celanese Co)	0,02	38	25	Tri-n-dodesilamin + n-oktanol + Shellsol71	94
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	100
3	Sülfirik asit çözeltilerinden indiyumun geri kazanılması	Accurel (Enka AG) Polipropilen	0,1-0,2		Hollow fiber 300		101
4	Yer altı sularından nitrat, teknesyum (VII) ve kromun (VI) giderilmesi	Celgard 2500, Polipropilen	0,04	45	25	Trilaurylamine + n-dodekan	77
5	Sıvı membranların endüstriyel uygulamaları (In,Ga,Al ve Zn'nun ayrılması)	Celgard 2500	0,4 . 5,0		25		76
		Göre- Tex (PTFE)	0,02 . 5,0		50-100		
		Göre- Tex PP-laminat film	0,2		150 Teflon-PP)		
6	İndiyumun(III) ve galyumun ayrılması	Gözenekli teflon filmi		77	47	Diisostearyl-phosphoric acid + n-heptane	72
7	Kromun ayrılması Cr(VI) ve Cr(III)	Durapore	0,22	75	125	Cyanex 923 + Xylene	73
		Fluoropore	0,20	70	175		
8	Doğal sularda krom türlenmesi (Cr(VI), Cr(III))	PTFE FG Milipore, Bedford, ABD	0,2	70	175	Aliquat; D2EHPA + Kerosen	75

9	Galyum ve indiyumun ayrılması	Fluorope FB-010 (PTFE)	0,1	50	60	2-BDA + Dodekan	102
10	Kobalt ve nikelin ayrılması	Fluorope	0,1	57	60		95
11	Kadmiyumun permeasyonu	Selüloz nitrat diskleri	0,45	70			103
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	97
13	Lantanidlerin (La,Nd,Sm,Eu, Tb,Tm ve Lu)	Fluorope FP-045 (Sumitomo Electric Ind.) (PTFE)	0,45	74	80	Versatic 10 + Kerosen	98
14	Yer altı sularından uranyum giderilmesi	Polipropilen hollow fiberleri Enka, USA	0,1	75	200	Bis (2,4,4-trimetilpentil) – fosforik asit; Cynex 272 + n-dodekan	104
15	Cd ²⁺ iyonlarının transferi	Polipropilen düz levha ve hollow fiber, Accurel, (Enka AG)	0,2	70	150	Alamine 336 + o-Ksilen	105
16	Fenolün taşınım pros. destekli sıvı membranların kararsızlık mek.	Celgard 2500 Polipropilen	0,075 . 0,25	45	25 ± 2,5	n-Dekanol	93

BÖLÜM 4. MATERYAL VE METOT

4.1. Kimyasal Maddeler

Kullanılan tüm kimyasallar analitik saflık derecesinde olup tüm kimyasal maddeler Merck, Fluka ve Carlo-erba firmalarından temin edilmiştir.

Ekstraktant olarak Alamine 336 ve Alamine 300, çözücü olarak kloroform, toluen, ksilen, Escaid 100, Escaid 110, Escaid 200 ve kerosen; besleme çözeltisi kobalt(II)klorür hegzahidrat ve nikel(II)sülfat penta hidrat, besleme çözeltisinin tamponu için asetik asit(CH₃COOH), sodyumhidroksit (NaOH), kompleks oluşturmak için amonyumtiyosiyanat (NH₄SCN), Modifiyer maddeler olarak trioktil fosfin oksit (TOPO) ve tribütilfosfat (TBP); Sıyırma çözeltisi olarak trietanol amin (TEA) ve amonyak (NH₃) kullanıldı. Bu maddelerin tamamına yakını, Merck firmasından satın alınmıştır.

Destekli sıvı membran transport çalışmaları için polipropilen ile doyurulmuş Celgard 2500 (membran kalınlığı 25µm, geçirgenliği %55) model membranlar kullanılmıştır.

4.2. Destekli Sıvı Membranların Hazırlanması ve Ölçülmesi

Destekli sıvı membranlarla yapılan deneysel ölçümler iki bölmeli test hücresinde yapılmıştır. Besleme çözeltisi 250 mL sıyırma çözeltisi 200 mL olup, her iki bölme birbirinden membran kesit alanı 19,63 cm² olan bir membran desteği ile ayrılmıştır. Besleme ve sıyırma çözeltileri, kitlesel çözeltilerde ve membran ara yüzeylerindeki konsantrasyon polarizasyonunu önlemek amacıyla bir mekanik karıştırıcı yardımıyla 20 °C de karıştırılmıştır.

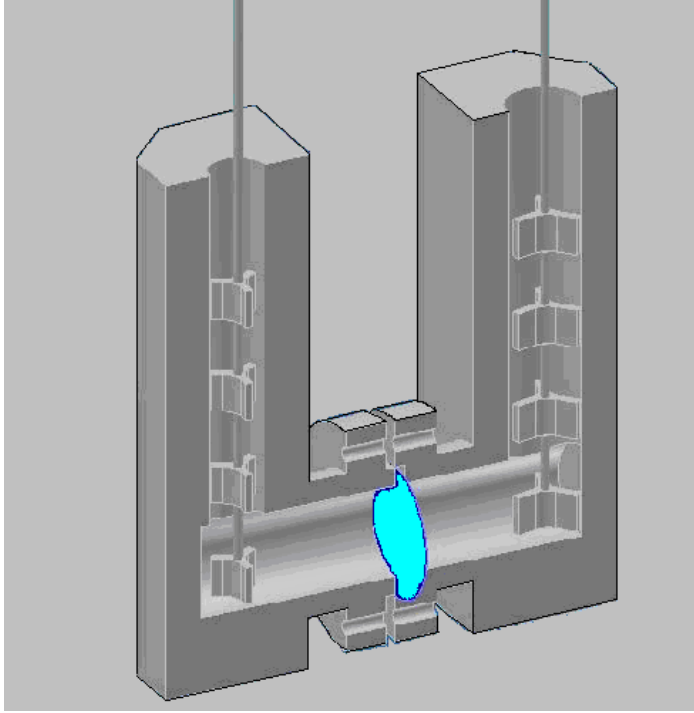
Her bir saatte besleme ve sıyırma çözeltilerinden yaklaşık 1–2 mL kadar örnek eşzamanlı olarak alınarak, istenen kobalt ve nikel analizleri gerekli seyreltmeler yapılarak şekil 4.1. de görülen Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresiyle (Shimadzu AA-6701GF model) ölçülmüştür.



Şekil 4.1. Analizlerin yapıldığı Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi

4.3. Düz Levha Destekli Sıvı Membranların Hazırlanması ve Ölçülmesi

Kesikli düz levha destekli sıvı membranlarla yapılan deneysel ölçümler şekil 4.2 ve şekil 4.3.de görülen iki bölmeli test hücresi ile yapılmıştır. Besleme çözeltisi 250 mL, sıyırma çözeltisi 200 mL olup, her iki bölme birbirinden membran kesit alanı (A) $19,63 \text{ cm}^2$ olan bir membran desteği ile ayrılmıştır. Besleme ve sıyırma çözeltileri, kitlesel çözeltilerde ve membran ara yüzeylerindeki konsantrasyon polarizasyonunu önlemek amacıyla teflon karıştırma uçlarıyla istenen karıştırma hızlarında $20 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de mekanik olarak karıştırılmıştır. Her bir saatte besleme ve sıyırma çözeltilerinden yaklaşık 1 mL kadar örnek eş zamanlı olarak alınarak, istenen, kobalt ve nikel analizleri AAS ile belirlenmiştir. Permeasyon katsayısı (P), denklem (4.1)'den hesaplanmıştır.



Şekil 4.2. Deneilerin yapıldığı hücrenin kesiti

$$\ln \frac{C}{C_0} = -P.t.A.\varepsilon / V_f \quad (4.1)$$

Bu denklemde A :membran kesit alanı (cm^2); ε : membranın gözenekliliği (-); V_f : besleme çözeltisi hacmi, C ve C_0 : sırasıyla besleme çözeltisinin herhangi bir t anındaki ve başlangıçtaki metal konsantrasyonları ve t geçen süredir.

Başlangıç kütle akısı (J_0), konsantrasyon-zaman (C - t) eğrilerinden denklem (4.2)'den hesaplanmıştır.

$$J_0 = -\left(\frac{dC}{dt}\right)_0 \left(\frac{V_f}{A.\varepsilon}\right) \quad (4.2)$$

Bu denklemde $(dC/dt)_0$, $t = 0$ 'daki eğrinin eğimidir, V_f : besleme çözeltisinin hacmi ve $A\varepsilon$: membran permeasyonuna ait yüzey alanıdır.

4.4. Membran Desteği

Membran karışımı; yalnızca ekstraktanttan ibaret olup, Alamine 336 %99'un üzerindeki saflıktadır. Polimer destek olarak; Celgard 2500 (PP), (Celgard Inc., ABD) ve polivinilidenflorür polimer filmleri kullanılmıştır. Polimer filmleri, hazırlanan membran karışımında 12 saat süreyle muhafaza edilmiştir. Bu süre sonunda membran karışımının absorplandığı polimer destek, test ünitesine yerleştirilmeden önce, birkaç saniye süreyle üzerindeki sıvının akmasına müsaade edilerek bir kâğıt mendille hafifçe ıslaklığı giderilir. Kullanılan polimer filmlerin bazı özellikleri Tablo 3,5' de verilmiştir.

4.5. Test Hücresi

İnert polimer bir madde olan teflon kütükten imal edilen test hücresi Şekil 4.3'de gösterilmektedir.



Şekil 4.3. Destekli sıvı membrana ait test hücresinin resmi

4.6. Sistemin Çalışması

Membran karışımı içerisine emdirilen (empreyne edilen) polimer destek, besleme ve sıyırma bölmeleri arasına itinalı bir şekilde yerleştirildi. Uygun konsantrasyonlarda hazırlanan besleme ve sıyırma çözeltileri, ilgili bölmelere konularak mekanik karıştırıcılar istenen devir sayısına ayarlanarak çalıştırıldı. Her saat sonunda iki bölmeden 1–2 mL kadar örnekler alındı. İşleme, en az 8 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 yıkandı. Alınan numuneler AAS' de analiz edilerek cobalt (II) ve nikel (II) miktarları ppm cinsinden tespit edildi.

BÖLÜM 5. DENEYSEL BULGULAR

5.1. Giriş

Sulu çözeltilerdeki nikelin kobaltdan ayrılması, hidrometalürjide her zaman bir problem teşkil etmiştir. Bu metallerin periyodik cetveldeki geçiş metalleri dizisinde yan yana bulunması, kolay ayırma yollarının araştırılmasında çok benzer olan kimyasal davranışlara yol açar. Yine de kimyasal davranışlarında farklılıklar da bulunmaktadır. Örnek olarak, hem kobalt ve hem de nikel seyreltik sulu çözeltilerde tercih edilen iki değerli heksahidrat iyonları olarak bulunmasına rağmen, kobalt iyonu üzerindeki su değiştirme hızı nikelinkinden çok daha fazladır. Bu sebeple kompleks iyon oluşumu çoğu zaman iki değerli kobalt ile nikel göre çok daha kolaylıkla yürür. Diğer taraftan, üç değerli kobalt iyonu çok daha az kararsız olup, $\text{Co}^{2+}/\text{Co}^{3+}$ ve $\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}^{3+}$ çiftlerinin redoks potansiyelleri yaklaşık olarak eşit olsa da, üç değerli kobalt iyonu nikel göre tercih edilerek oluşur. İki değerli haldeki kobalt da altı koordinasyonlu bileşenlerin heksagonal koordinasyonundan ziyade daha düşük elektrolit şartlarında tetrahedral konfigürasyon oluşturmak için belirgin bir eğilim gösterir.

Geleneksel olarak kobalt ve nikel, sülfat veya klorürlü çözeltilerden kobaltın seçici olarak oksidasyonu ve/veya çökeltmesi ile ayrılmıştır ve bu prosesler bugün de hala kullanılmaktadır. Bununla beraber çözücü ekstraksiyon işlemi, bugünün endüstrisi tarafından talep edilen yüksek ayırma derecesi ve verimi sağlayacak bir potansiyele sahip bulunmaktadır. Sıvı membran prosesi seyreltik sulu çözeltilerden metal iyonlarının ayrılması ve konsantre hale getirilmesinde ileri bir teknik olarak kabul edilmektedir. Bu bakımdan sıvı membranlar çözünen madde konsantrasyonlarının nisbeten düşük ve ekstraksiyon ve sıyırma işlemlerinin tek bir kademede gerçekleştirilmesi sebebiyle diğer ayırma metodlarının etkin bir şekilde uygulanamadığı hallerde büyük bir potansiyel gösterebilmektedir. Bu sebeple,

çalışmamız asidik sulu çözeltilerdeki nikelden kobaltın seçici olarak destekli sıvı membranlarla ayrılması ve ekstraksiyonu deneysel olarak incelenmiştir. Sıvı membranlarda ekstraksiyon kimyası esas itibarıyla solvent ekstraksiyondakinin aynısı olup, taşınım, denge parametrelerinden ziyade kinetikle yürütülür.

Kobalt ve nikelin, seyreltik sulu çözeltilerden destekli sıvı membranlarla ekstraksiyonuna etki eden çözücü cinsi, besleme çözeltisi pH'ı, besleme çözeltisi karıştırma hızı, kompleks oluşturucu reaktif (NH_4SCN) konsantrasyonu, sıyırma çözeltisi karıştırma hızı, ekstraktant tipi (Alamine 336, Alamine 300) ve ekstraktant (Alamine 336 ve Alamine 300) konsantrasyonu, sıyırma çözeltisi türü ve nötr donerlerin (TBP, TOPO) Alamine türü ekstraktantlarla meydana getirdiği sinerjik etki gibi deneysel parametreler incelenerek optimum şartlar elde edilmiştir. Bu optimum şartlarda besleme çözeltisinin kobalt ve nikel konsantrasyonunun (eşit molar ve eşit molar olmayan) ekstraksiyon hızına etkisi incelendi. Kobalt ve nikel ikili karışımlarına ilaveten, her birinde kobalt ve nikel bulunan üçlü (Co, Ni ve Cd; Co, Ni ve Zn) ve dördümlü karışımlardan (Co, Ni, Cd ve Zn) kobaltın ekstraksiyonu ve ayrılması da ayrıca incelendi. Kobaltın çözeltide bulunan diğer metal iyonlarına göre ayırma faktörleri hesaplanarak tablolarda gösterilmiştir. Her bir parametrenin kobaltın başlangıç kütle akısı (J_i) ve permeasyon katsayısına (P) etkisi ayrı ayrı hesaplanarak tablo ve şekillerde gösterilmiştir.

5.2. Kobalt ve Nikelin Tiyosiyanat Kompleksleri

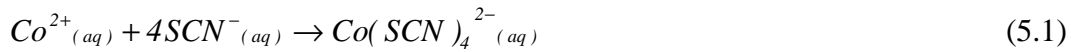
Kobalt (II) iyonları, çeşitli çözücülerde çözülen tri-izooktil amin ve tri-oktil amin gibi aminlerle mavi bir kompleks olarak ekstrakte edilebilen pembe renkli bir tiyosiyanat kompleksi oluşturur [96, 106-110]. Bu şekilde ekstrakte edilen kobalt (II) bileşenin, genellikle kobalt (II) iyonunun tetraşiyanat kompleksi olduğu kabul edilmektedir [107-108]. Co (II) ve Zn (II) iyonları ile, $[\text{Co}(\text{SCN})_4]^{2-}$, $[\text{Zn}(\text{SCN})_3]^-$ ve $[\text{Zn}(\text{SCN})_4]^{2-}$ gibi tetrahedral kompleksleri oluşturmak için, tiyosiyanat iyonlarının metal iyonuna N ucundan koordine olduğu açıklanmıştır [111]. Preston [112], çözeltideki Co(II) ve Ni (II) iyonlarının kuaterner amonyum tiyosiyanat (ticari bir trikaprilmetil amonyum klorür olan Aliquat 336'dan

türetilen) ile ekstraksiyonu sonucu, elde edilen organik ekstraktların elektronik spektrumlarının incelenmesinden, kobaltın tetrahedral bir anyon, $[Co(SCN)_4]^{2-}$ olarak ekstrakte olduğu, buna karşılık nikelin ise bir oktahedral bir kompleks (muhtemelen $[Ni(SCN)_4(H_2O)_2]^{2-}$ veya $[Ni(SCN)_6]^{4-}$ oluşturduğunu ifade etmektedir. Bu durum Cotton ve diğerleri [113] tarafından da ifade edilmektedir.

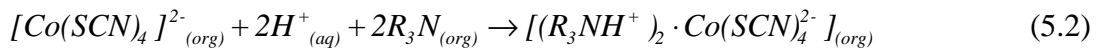
5.3. Kobaltın Ekstraksiyon Mekanizmaları

a) Asidik çözeltilerden tersiyer aminlerle, R_3N (Alamine 336 ve Alamine 300) kobaltın ekstraksiyonu :

Bu ekstraksiyon sistemi için, besleme çözeltisindeki kobalt iyonları aşırı miktarda NH_4SCN ile reaksiyona girerek denklem (5.1)'de verilen kobalt tiyosiyanat kompleksi elde edilir.

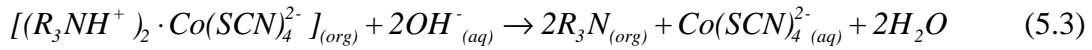


Çözeltideki Ni^{2+} iyonlarının ise tiyosiyanat kompleksini oluşturması çok daha zordur [112-115]. Preston [112], organik ekstraktın elektronik spektrumunun incelenmesinden, kobaltın tetrahedral anyonu, $Co(SCN)_4]^{2-}$ olarak ekstrakte edildiğini, buna karşılık nikelin bir oktahedral kompleksi, $Ni(SCN)_6]^{4-}$ oluşturduğunu belirtmektedir.



b) NH_3 veya $NH_3 + TEA$ ile kobaltın organik fazdan sıyrılması :

Tersiyer aminlerle ekstrakte edilmiş metal iyonları, nötr veya NH_3 gibi alkali çözeltiler kullanarak proton gidermek suretiyle, protonize olmuş aminlerden sıyrılabilir [114]. Bir alkali çözelti ile kobalt (II) tetratiyosiyanato kompleksinin sıyırma reaksiyonu (3.6' da verildiği gibi) denklem (5.3) ile verilmektedir.



5.4. Kobaltın Alamine 336 İle Ekstraksiyonu

Kobalt ve nikelin, seyreltik sulu çözeltilerden destekli sıvı membranlarla ekstraksiyonuna etki eden çözücü cinsi, kompleks oluşturucu reaktif (NH₄SCN) konsantrasyonu, besleme çözeltisi pH'ı, besleme çözeltisi karıştırma hızı, sıyırma çözeltisi karıştırma hızı, ekstraktant (Alamine 336) konsantrasyonu, sıyırma çözeltisi türü ve nötr donörlerin (TBP, TOPO) Alamine 336 ekstraktantı ile meydana getirdiği sinerjik etki gibi deneysel parametreler incelenerek optimum şartlar elde edilmiştir. Buna ilaveten, optimum şartlarda besleme çözeltisi konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyon hızına etkisi de incelenmiştir.

5.4.1. Çözücü cinsinin etkisi

Sıvı membran karışımında çözücü olarak kullanılan toluen, kloroform, ksilen, Escaid 100, Escaid 110, Escaid 200 ve kerosen gibi çözücülerin her birinin ekstraksiyon verimine etkileri incelenmiş olup, besleme fazında Tablo 5.1 ve Şekil 5.1 ve sıyırma fazında ise Tablo 5.2 ile Şekil 5.2'de gösterilmektedir. Çözücülerin kobalt ekstraksiyonuna etkilerinin karşılaştırılması Şekil 5.1'de gösterilmektedir. Şekil 5.1'de görüldüğü gibi, en yüksek ekstraksiyon verimine ($\eta=1-C/C_o$) sahip çözücünün kloroform olduğu görülmektedir. Ekstraksiyon veriminin 4 saatte % 26,8; 6 saatte % 47,6 ve 8 saatte ise % 65,8 olduğu, Tablo 5.1 de de gösterilmektedir. Şekil 5.1 'de kobalt için en uygun çözücü kloroform, sırasıyla toluen ve ksilen izlemektedir. Kerosenin ise 8 saat sonunda % 4,7 ile en düşük ekstraksiyon verimine sahip olduğu bulunmuştur.

Çözücünün viskosite ve yoğunluğu, ekstrakte olan maddenin permeasyonunu ve membran kalınlığını belirleyen önemli parametredir. Genellikle çözücü, inert bir bileşen olmakla beraber, dağılım katsayısı ve difüzyon katsayısı gibi membran özelliklerini etkileyerek, membran sisteminin verimi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir [115,116]. Bu sebeple çözücü, bir çok sıvı membran sisteminin performansını etkilemiştir [117-120].

Kobaltın çözücülere ait ekstraksiyon verimleri Tablo 5.1 (besleme) ile 5.2 (sıyırma) ve Şekil 5.1 (besleme) ile Şekil 5.2'de (sıyırma); çözücülerin dielektrik sabiti, viskosite ve yoğunluk gibi fiziksel özellikleri ise Tablo 5.3' de verilmektedir.

Ticari kerosen, Escaid 100, Escaid 110, Escaid 200 petrol fraksiyonları olup, bileşim olarak alifatik bakımdan zengin olmakla beraber, belirli oranda aromatik içermektedir. Viskositesi düşük olan çözücünün yüksek bir ekstraksiyon verimine sahip olması beklenir. Tablo 5.3'den 8 saatlik bir ekstraksiyon işlemi en yüksek verim kloroformla % 65,8, en düşük verim ise kerosenle % 4,7 olarak elde edilmiştir. Çözücü viskositesinin ve dolayısıyla membran viskositesinin azalmasıyla kobalt (II) tetratiyosiyanoato kompleksinin, $[(R_3NH^+)_2 \cdot Co(SCN)_4]^{2-}$ $J_{(org)}$ difüzyon katsayısının artması sonucu ekstraksiyon veriminin de artması beklenir. Viskosite 0,52 mPa.s'den (kloroform) 1,68 mPa.s'ye (Escaid 200) arttığında kobaltın ekstraksiyon verimi de % 65,8'den % 8,1'ye azalmaktadır.

Yoğunluk ve dielektrik sabitinin bu iki çözücünün en farklı olan fiziksel özellikleri olduğu göz önüne alınırsa, dielektrik sabiti ve/veya yoğunluğun ekstraksiyon üzerinde etkili oldukları söylenebilir. Tablo 5.3'den, dielektrik sabitinin 2,2'den (kerosen) 4,8'e (kloroform) artmasıyla ekstraksiyon verimi de % 4,7'den % 65,8'e artmaktadır. Bununla beraber, yüksek dielektrik sabitine sahip çözücülerin her zaman yüksek ekstraksiyon verimi sağlamadığı da bilinmektedir [121-123]. Bunun yanında Kinoshita [124] yüksek dielektrik sabitine sahip çözücülerin yüksek ekstraksiyon verimine yol açtığını bulmuştur. Bu sebeple dielektrik sabitinin ekstraksiyon üzerinde nasıl bir etkiye sahip olduğu pek bilinmemektedir. Kloroformdan sonra gelen en iyi çözücü toluen olup, viskositesi kloroformdan biraz yüksek (0,59 mPa.s), dielektrik sabiti ve yoğunluğu ise, sırasıyla 2,4 ve 860 kg/m³ olarak verilmektedir. Toluene ile ksilen karşılaştırıldığında, yoğunluklar aynı (860 kg/m³), dielektrik sabitleri birbirine yakın (2,4 ve 2,3) ve viskositeler ise sırasıyla 0,59 ve 0,65 Pa.s, ekstraksiyon verimleri ise sırasıyla % 43,3 ve % 35,5'dur. Bu suretle yoğunluğun ekstraksiyon üzerinde etkili olduğu söylenemez.

Tablo 5.3'den, ekstraksiyon veriminin viskositeden mi, yoksa dielektrik sabitinden mi kaynaklandığı pek net değildir. Diğer taraftan, ekstraktantı kuvvetli şekilde saran

çözücünün muhtemelen ekstraktantı ara yüzeyinden giderme eğiliminde olabileceği ve bu suretle de ekstraksiyon hızı üzerinde negatif bir etkiye sahip olabileceği ileri sürülmektedir. Bununla beraber ekstraktantı sarmayan bir çözücünün ticari bir ekstraksiyon prosesinde yeterli derecede ekstraktantı çözemeyeceği Hudson [125] tarafından ifade edilmiştir. Bir çözücüden istenen, yeterli miktarda ekstrakte edilen kompleksi çözmesi yanında, ara yüzeyinde yeterli miktarda bir ekstraktant konsantrasyonuna izin vermesidir. Çözücü-ekstraktant etkileşimleri önemli olabileceğinden, çözücü etkisi için net bir hüküm çıkarmak zor görünmektedir.

Permeasyon katsayısı ile başlangıç kütle akısına çözücü cinsinin etkisi Tablo 5.4 ve sırasıyla Şekil 5.3 ile Şekil 5.4'de gösterilmektedir. Tablo ve şekillerden de görüldüğü gibi, kloroform ile maksimum permeasyon katsayısı veya toplam kütle transfer katsayısı olan $8,0 \times 10^{-6}$ m/s ve maksimum başlangıç kütle akısı olan $3,34 \times 10^{-6}$ kg/m²s olarak elde edilmektedir.

5.4.2. Kompleks yapıcı reaktif (NH₄SCN) konsantrasyonunun etkisi

Besleme çözeltisindeki NH₄SCN konsantrasyonunun ekstraksiyon hızı veya ekstraksiyon verimine etkisi besleme çözeltisi için Tablo 5.5 ile Şekil 5.5'de, sıyırma çözeltisi için ise Tablo 5.6 ile Şekil 5.6'da gösterilmektedir. Tablo 5.5 ve Şekil 5.5'den, NH₄SCN konsantrasyonu 0,1 M'dan 1,0 M'a arttırıldığında, kobaltın ekstraksiyon yüzdesi de artmaktadır. Asidik besleme çözeltisindeki kobalt iyonları aşırı miktardaki SCN⁻ iyonları ile denklem (5.1)'de verilen pembe renkli tetrahedral kobalt (II) tiyosiyanat kompleksini, $Co(SCN)_4 J^{2-}$ oluşturmak üzere reaksiyona girer. Kırmızı renkli kobalt (II) tiyosiyanat kompleksi, çeşitli organik çözücülerde çözülen tri-izooktil amin ve tri-oktil amin gibi tersiyer aminlerle mavi renkli bir iyon çifti (veya adduct) $[(R_3NH^+)_2 \cdot Co(SCN)_4]^{2-}$ oluşturur [96, 106, 110]. Bu şekilde ekstrakte edilen kobalt (II) bileşenin, genellikle kobalt (II) iyonunun tetratiyosiyanato kompleksi olduğu kabul edilmektedir [107-108]. Buna karşılık, nikel iyonlarının oktahedral tiyosiyanat kompleksini, muhtemelen $Ni(SCN)_6^{4-}$ veya $Ni(SCN)_4(H_2O)_2^{2-}$ oluşturmaktadır [112-115]. Zhu [126], Co²⁺ iyonunun 7d elektronunun ligand alan teorisine göre tetrahedral konfigürasyon için en tercih

edilebilen iyonlardan birisi ve sterik engelin ise oktahedral konfigürasyonu zayıflatabilecek tek etken olduğunu belirtmektedir. Bu sebeple kobalt, nikelere göre membran faz içerisine daha kolaylıkla ekstrakte edilebilmektedir.

NH_4SCN konsantrasyonunun (C_{SCN^-}) başlangıç kobalt konsantrasyonuna ($C_{\text{Co},0}$) oranı (α), 11,2 ile 117,3 arasında arttırıldığında, kobaltın ekstraksiyon verimi de % 40,0'tan % 75,6'a değişmektedir. En yüksek verim $\alpha = 60,3$ oranında % 75,6 olarak elde edilmiştir. Permeasyon katsayısı ile başlangıç kütle akıları Tablo 5.7'de gösterilmektedir. Yine $\alpha = 60,3$ oranında permeasyon katsayısı $1,09 \times 10^{-5}$ m/s ve başlangıç kütle akısı (J_0) ise $3,56 \times 10^{-6}$ kg/m²s olarak bulunmuştur. Tablo 5.6'da verilen sıyırma çözeltisindeki Co ve Ni konsantrasyonlarından nikelin kobalta göre önemsenmeyecek kadar az geçtiği görülmektedir. Bu ise, NH_4SCN kompleks oluşturucu reaktif konsantrasyonunun kobaltın nikelere göre seçiciliğini artırma açısından önemli olduğunu göstermektedir.

5.4.3. Besleme çözeltisi pH'nın etkisi

Besleme çözeltisi pH'nın kobaltın ekstraksiyon hızına etkisi pH 3,0 ila 5,0 aralığında incelenmiş ve sonuçlar besleme fazı için Tablo 5.8 ve Şekil 5.9, sıyırma fazı için ise Tablo 5.9 ve Şekil 5.10'da gösterilmektedir. Besleme çözeltisi pH'nın permeasyon katsayısı (P) ve başlangıç kütle akısı (J_0) üzerine etkisi Tablo 5.10, sırasıyla Şekil 5.11 ve Şekil 5.12'de verilmektedir. Besleme çözeltisinin pH'nın 3,0'den 4,0'e kadar arttırılmasıyla kobaltın ekstraksiyon veriminin 8 saatte % 35,9'dan % 65,8'e yükseldiği, pH 4,0'dan pH 5,0'a kadar arttırıldığında ise, ekstraksiyon verimi % 65,8'den % 34,1'e azaldığı gözlenmektedir. Tablo 5.8'den de görülebileceği gibi, en yüksek ekstraksiyon verimi % 65,8 ile pH = 4,0'de elde edilmiştir. Denklem (5.2)'den H^+ iyonu konsantrasyonunun artmasıyla oluşan kompleksin, $[(R_3\text{NH}^+)_2 \cdot \text{Co}(\text{SCN})_4^{2-}]$ konsantrasyonu artmaktadır. Buna mukabil, denklem (5.3) ile verilen sıyırma reaksiyonunda ise, bazik ortamda kompleks kolaylıkla bozunmaya uğrar. Bu sebeple pH'ın etkisi ekstraksiyon ve sıyırma reaksiyonlarına uygun bir şekilde olmaktadır. TOA kullanarak emülsiyon tipi sıvı membranlarla ve TIOA (tri-izooktil amin) kullanarak da destekli sıvı membranlarla

yapılan benzer çalışmalarda [114, 127], kobaltın ekstraksiyon veriminin en yüksek olduğu pH değerleri sırasıyla 4,5 ve 4,0 olarak elde edilmiştir. Bu sebeple de pH'nın sabit tutulması gereklidir. Besleme çözeltisini pH = 4,0'de sabit tutmak için sodyum asetat-asetik asit tamponu kullanılmıştır.

5.4.4. Besleme çözeltisi karıştırma hızının etkisi

Besleme çözeltisi karıştırma hızının Co(II) ekstraksiyon hızına veya verimine etkisi besleme fazı için Tablo 5.11 ile Şekil 5.13, sıyırma fazında ise Tablo 5.12 ile Şekil 5.14'de gösterilmektedir. Besleme çözeltisi karıştırma hızının permeasyon katsayısı (P) ile başlangıç kütle akısına (J_0) etkisi Tablo 5.13 ve sırasıyla Şekil 5.15 ve Şekil 5.16'da gösterilmiştir. Besleme çözeltisinin karıştırma hızı 600 devir/dakika ile 1500 devir/dakika arasında değiştirilmiştir. Tablo 5.11 ve Şekil 5.13'den en yüksek ekstraksiyon veriminin 1200 devir/dakika karıştırma hızı ile % 65,8 olarak elde edilmektedir. 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. Tablo 5.13 ve Şekil 5.15'den, karıştırma hızı arttıkça permeasyon katsayısı artmakta, 1200 dev/dak'da $8,0 \times 10^{-6}$ m/s ile maksimum değere erişmektedir. 1200 dev/dak'dan sonra ise tekrar azalmakta ve hemen hemen sabit kalmaktadır. Bu ise sulu fazdaki sınır tabaka kalınlığının artan karıştırma hızı ile azaldığını ve bunun sonucu olarak bitişik fazdaki kütle transfer katsayısının aynı oranda artması ve bu suretle de toplam kütle transfer katsayısının veya permeasyon katsayısının artmasına karşılık gelmektedir. 1200 dev/dak'dan sonra ise ekstraksiyon verimi tekrar azalmakta ve daha sonra hemen hemen sabit kalmaktadır. Bunun sebebi, yani karıştırma hızı 1200 dev/dakika'dan daha yüksek olduğunda, karıştırma ile sebep olunan yüksek turbülansın dolaylı membran gözeneklerindeki ekstraktantın gözeneklerden dışarıya akması sonucu ekstraksiyon veriminin azaldığı düşünülebilir.

5.4.5. Sıyırma çözeltilisi karıştırma hızının etkisi

Sıyırma çözeltilisi karıştırma hızının kobaltın ekstraksiyon hızına veya verimine etkisi besleme fazı için Tablo 5.14 ile Şekil 5.17, sıyırma fazında ise Tablo 5.15 ile Şekil 5.18’de gösterilmektedir. Sıyırma çözeltilisi karıştırma hızının permeasyon katsayısı (P) ile başlangıç kütle akısına (J_0) etkisi Tablo 5.16 ve sırasıyla Şekil 5.19 ve Şekil 5.20’de gösterilmiştir. Besleme çözeltilisinin karıştırma hızı 600 devir/dakika ile 1500 devir/dakika arasında değiştirilmiştir. Tablo 5.14 ve Şekil 5.17’den, en yüksek ekstraksiyon veriminin 1200 devir/dakika karıştırma hızı ile % 65,8 olarak elde edilmektedir. Bu durum, sıyırma çözeltilisi karıştırma hızının artmasına karşılık, sıyırma-membran ara yüzeyine bitişik sulu faza ait sınır tabaka kalınlığının azalması sonucu, kobaltın ekstraksiyon hızının artmasına yol açmış olmasıdır. Tablo 5.16 ve Şekil 5.19’dan, karıştırma hızı artarken permeasyon katsayısı artmakta ve 1200 dev/dak’da $8,0 \times 10^{-6}$ m/s ile maksimum değere erişmektedir. Buna sebep, sulu fazdaki sınır tabaka kalınlığının artan karıştırma hızı ile azalması ve bunun sonucu olarak bitişik fazdaki kütle transfer katsayısının aynı oranda artması ve bu suretle de toplam kütle transfer katsayısının veya permeasyon katsayısının artması olabilir. 1200 dev/dak’dan sonra ise permeasyon katsayısı tekrar azalmakta ve 1300 dev/dak’da $2,05 \times 10^{-6}$ m/s olan minimum bir değere düşmekte, daha sonra ise tekrar hafifçe yükselmektedir. Bunun sebebi, yani karıştırma hızı 1200 dev/dakika’dan daha yüksek olduğunda, karıştırma ile sebep olunan yüksek turbülansın dolaylı membran gözeneklerindeki ekstraktantın gözeneklerden dışarıya akması sonucu ekstraksiyon veriminin azaldığı düşünülebilir. 1300 dev/dak’dan sonra, ekstraksiyon hızının tekrar artmaya başlaması dışarıya akma sonucu membran filminin incilmesi ve bunun sonucu olarak da membranın difüzyon direncinin azalması ile veriminin tekrar artması olarak düşünülebilir. Tablo 5.16 ve Şekil 5.20’den, kobaltın başlangıç kütle akısı benzer bir davranış sergilemektedir.

5.4.6. Ekstraktant (Alamine 336) konsantrasyonunun etkisi

Ekstraktant (Alamine 336) konsantrasyonunun ekstraksiyon hızı veya ekstraksiyon verimine etkisi besleme fazı için Tablo 5.17 ile Şekil 5.21’de, sıyırma çözeltilisi için ise Tablo 5.18 ile Şekil 5.22’de gösterilmektedir. Permeasyon katsayısının (P) ve

başlangıç kütle akısının (J_0) ekstraktant (Alamine 336) konsantrasyonuna etkisi Tablo 5.19 ve sırasıyla Şekil 5.23 ve Şekil 5.24'de gösterilmiştir. Alamine 336 konsantrasyonu % 5 ile % 20 arasında değiştirildiğinde, en yüksek ekstraksiyon veriminin % 15 Alamine 336 ile 8 saatte % 60,7 olarak elde edildiği Tablo 5.17 ile Şekil 5.21'den görülmektedir. Alamine konsantrasyonu % 5'den % 15'e artırıldığında, kobaltın ekstraksiyon verimi % 41,4'den % 60,7'ye kadar artmakta, ancak Alamine 336 konsantrasyonu % 15'den % 20'ye arttırıldığında ise, ekstraksiyon verimi aynı sürede % 60,7'den % 52,7'ye azalmaktadır. Bir membran boyunca taşıyıcı (ekstraktant) ile taşınım meydana geldiğinde, taşıyıcı konsantrasyonunun artmasıyla genellikle kütle akısının artması beklenir. Bununla beraber, kobaltın Alamine 336 ile çifte taşınımın da karmaşık bir davranış gözlenir. Şekil 5.24'den, ekstraktant konsantrasyonunun artması ile kobaltın kütle akısı artar ve % 15 w/w Alamine 336 değerinde maksimum bir değere ulaşır. Bu konsantrasyonun yukarısında kütle akısı, ekstraktant konsantrasyonunun artmasıyla azalmaktadır. Bu olay, görünürde birbiriyle yarışan iki faktöre dayanır: $[(R_3NH^+)_2.Co(SCN)_4^{2-}]$ kompleksinin konsantrasyon gradiyenti ve membrandaki organik fazın viskozitesi olarak ifade edilir. Membrandaki ekstraktant konsantrasyonu artarken, kobalt kompleksinin de konsantrasyonu artar. Düşük ekstraktant konsantrasyonlarında kütle akısında bir artış meydana gelir. Bununla beraber, ekstraktant konsantrasyonunun artmasıyla membran karışımının da viskozitesi artar ve bunun sonucu olarak, kobalt kompleksinin difüzyon katsayısının azalmasına sebep olur [128-130]. %15 w/w Alamine 336 konsantrasyonunda, artan konsantrasyon gradiyenti sebebiyle meydana gelen kütle akısı artışı, membrandaki viskozite artışı sebebiyle olan kütle akısı azalmasının üstesinden gelmek için artık yeterli değildir. Bu ekstraktant konsantrasyonunda, kütle akısı maksimum değerine ulaşır ve bu suretle kütle akısı müteakip ekstraktant konsantrasyonundaki artışlar ile azalır.

5.4.7. Sıyırma çözeltisi (NH_3) konsantrasyonunun etkisi

Emülsiyon tipi sıvı membranlarla Alamine 300 kullanarak kobalt-nikel ayrılması için yapılan benzer bir çalışmada [114], sıyırma çözeltisi olarak amonyak çözeltileri kullanılmıştır. En yüksek ekstraksiyon verimi 6 M NH_3 çözeltisiyle elde edilmiş ve

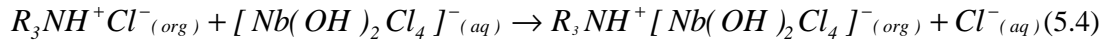
kobalt, nikelden seçici olarak ayrılmıştır. Bu çalışmada ise sıyırma çözeltisi olarak amonyak çözeltisi kullanılmıştır. Ancak amonyak çözeltisinin konsantrasyonu 1,5-2 M'in yukarısında olduğunda, sıyırma çözeltisindeki NH_3 molekülleri, deneyin başlatılmasından yaklaşık 15 dakika sonra polimer destek olarak kullanılan Celgard 2500 (PP, % 55 gözeneklilik, 25 μm kalınlık ve 0,209 x 0,054 μm gözenek çapı) filminin gözenekleri içerisinde besleme çözeltisine geçerek besleme çözeltisinin pH'ının artmasına ve bu suretle de kobaltın ekstraksiyon hızının yavaşlamasına yol açmıştır. Bu sebeple sıyırma çözeltisi olarak Na_2CO_3 , trietanol amin (TEA) gibi bazik çözeltiler de denenmiştir. Bu çözeltiler bu gibi bir problem teşkil etmemekle beraber, yüksek konsantrasyonlarında bile kobaltın ekstraksiyon hızı düşük kalmıştır. Bunun sonucu, besleme fazı olarak Tablo 5.20 ve Şekil 5.25 ile sıyırma çözeltisi için Tablo 5.21 ve Şekil 5.26'dan görüldüğü gibi, çeşitli konsantrasyonlarda amonyak ve TEA karışımları kullanılmış ve en uygun şartlar 1 M NH_3 + 1 M TEA karışımının sıyırma çözeltisi olarak kullanılmasıyla elde edilmiştir. Sıyırma çözeltisi bileşiminin permeasyon katsayısı ile başlangıç kütle akısına etkisi Tablo 5.22 ile sırasıyla Şekil 5.27 ve 5.28'de gösterilmektedir.

5.4.8 Nötr veya solvasyon tipi ekstraktantların (TBP ve TOPO) sinerjik etkisi

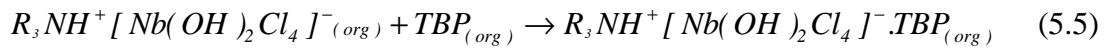
“Sinerji” kelimesi ilk defa Blake [131] tarafından 1958'de ekstraktantların belirli bir kombinasyonu ile metal iyonlarının artan ekstraksiyonunu ifade etmek için kullanılmıştır. O zamandan beri bir çok metalinin ekstraksiyonunun incelenmesinde sıkça kullanılmaktadır. Bir çok hallerde bir şelat reaktifi ile bir nötr donorun kombinasyonu incelenmiştir. Bununla beraber, aminler ile bir nötr donorun kombinasyonu, metal iyonları için potansiyel bir ekstraksiyon sistemi olmasına rağmen, çok az bir ilgi uyandırmıştır. Biswas ve Basu [132-133] sırasıyla kobalt ve uranyumu, TOA ve TIOA'in her birisini ayrı ayrı nötr veya solvasyon ekstraktantlarının (TOPO, TBP gibi) bir kombinasyonu ile ekstrakte ettiklerinde, sinerjik TBP veya TOPO konsantrasyonundaki artışla kobaltın ve uranyumun ekstraksiyon miktarlarının arttığını gözlemlədiler. Kombine ekstraktant varlığında ekstrakte edilmiş kompleksin $[(R_3NH^+)_2 \cdot CoCl_4^{2-} \cdot B]$ ile gösterilebileceği belirtilmiştir [132-133]. Solvasyon ekstraktantın etkisi $[(R_3NH^+)_2 \cdot CoCl_4^{2-} \cdot H_2O]$

kompleksindeki su moleküllerinin yer değiştirmesi cinsinden ifade edildiği için, böyle bir yer değiştirme reaksiyonu kompleks oluşumuna yol açtığından, organik faza olan ekstraksiyonunun artmasına sebep olur. Bu da solvasyon ekstraktantını göstermektedir.

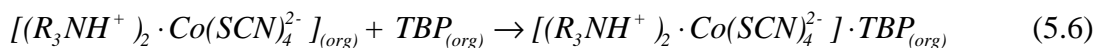
Campderros ve Marchese [134] klorürlü çözeltilerden kombine TBP-Alamine 336 ekstraktantlarını kullanarak niobyumun ekstraksiyonunu incelemiştir. R_3N ile gösterilen tersiyer amin, hidroklorik asit çözeltisi ile temas ederek, organik fazda amin tuzunu, $R_3NH^+Cl_{(org)}^-$ oluşturur ve metal anyonu ile membran-besleme ara yüzeyinde reaksiyona girer :



Marcus'a [135] göre, denklem (5.4)'deki kompleks ile TBP gibi bir nötr veya solvasyon ekstraktantı arasındaki birleşik kompleks (adduct) sıvı membran içerisinde oluşturulabilir :



Ekstraktantların üçüncü bir sınıfı nötr veya solvasyon tip ekstraktant olarak bilinir. Bu tip ekstraktantlar bazik olup, hidrasyon suyunun yer değiştirmesiyle, bazı nötr metal kompleksleri ile koordine bağ oluşturabilir ve bunun sonucu olarak meydana gelen metal kompleksinin suda çözünmemesine, buna karşılık da organikte çözünmesine sebep olur [135]. Solvasyon ekstraktantları, bir kompleks oluşumunda bir metale bir elektron yoğunluğu vermeye yatkın olan bir atoma sahiptirler. Kombine Alamine 336-TBP ekstraktantlarının sinerjik etkisi benzer olarak yazılabilir. Kobaltın asidik çözeltilerden kombine Alamine 336 + TBP ekstraktantı ile sinerjik olarak ekstraksiyonu benzer bir şekilde denklem (5.6) ile gösterilebilir [132-134] :



Buna karşılık, ekstraksiyon ve sıyırma reaksiyonlarını denklem (5.7) ve (5.8) ile vermektedir.

Ekstraksiyon :



Sıyırma :



Alamine 336 konsantrasyonu % 5 değerinde sabit tutularak, TBP konsantrasyonu % 0 ile % 30 w/w arasında değiştirilerek, TBP'nin sinerjik etkisi besleme çözeltisi Tablo 5.23 ile Şekil 5.29 ve sıyırma fazı için ise Tablo 5.24 ile Şekil 5.30'da gösterilmektedir. Kobaltın ekstraksiyon verimi % 0 TBP için (saf Alamine 336) 8 saatte % 65,8'den, % 25 TBP için % 99,3'e artmakta ve maksimum değerine erişmektedir. % 25 TBP'den itibaren ekstraksiyon azalmakta ve % 30 TBP için ekstraksiyon verimi % 98,7'ye azalmaktadır. Bu azalmanın sebebi, Alamine 336 konsantrasyonunun etkisine benzer bir şekilde ifade edilebilir (oluşan kompleksin konsantrasyon gradiyenti ve membrandaki organik fazın viskozitesi).

Kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısı Tablo 5.25 ve sırasıyla Şekil 5.31 ile Şekil 5.32'de verilmektedir. Tablo 5.25 ile Şekil 5.31 ve Şekil 5.32'den maksimum permeasyon katsayısı $3,373 \times 10^{-5}$ m/s ve başlangıç kütle akısı $8,258 \times 10^{-6}$ kg/m²s olarak % 5 Alamine 336 için % 25 w/w TBP ile elde edilmiştir.

Kombine Alamine 336 + TOPO ekstraktının sinerjik etkisi besleme çözeltisi için Tablo 5.26 ve Şekil 5.33'de, sıyırma çözeltisi için Tablo 5.27 ile Şekil 5.34'de gösterilmiştir. Kobaltın maksimum ekstraksiyon verimi TBP'a benzer olarak % 25 w/w TOPO ile % 76,0 olarak elde edilmiştir. Kobaltın permeasyon katsayısı ile başlangıç kütle akısı Tablo 5.28 ile sırasıyla Şekil 5.35 ve Şekil 5.36'da gösterilmektedir. Maksimum permeasyon katsayısı ile maksimum kütle akısı % 25

w/w TOPO ile elde edilmiş olup, değerler sırasıyla $9,851 \times 10^{-6}$ m/s ve $2,466 \times 10^{-6}$ kg/m².s' olarak bulunmuştur.

TBP ile TOPO'nun permeasyon katsayıları ile başlangıç kütle akıları sırasıyla Şekil 5.37 ve Şekil 5.38'de karşılaştırılmaktadır. Şekil 5.37 ile Şekil 5.38'den de görülebileceği gibi, TBP'in permeasyon katsayısının maksimum değeri TOPO'dan % 242, başlangıç kütle akısı ise % 1094 daha yüksek olduğu bulunmuştur.

5.4.9. Optimum şartlar

Yukarıdaki deneysel parametrelerin incelenmesinden Alamine 336 için aşağıdaki optimum şartlar elde edilmiştir :

- a. Çözücü: Kloroform
- b. Besleme çözeltisi pH'ı : 4,0
- c. NH₄SCN konsantrasyonu: 0,5 M
- d. Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak
- e. Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak
- f. Ekstraktant (Alamine 336) konsantrasyonu: % 15 w/w
- g. Nötr veya solvasyon ekstraktant (TBP) konsantrasyonu: % 25 w/w
- h. Sıyırma çözeltisi: 1 M NH₃ + 1 M TEA
- i. Polimer destek Celgard 2500 (PP; $\epsilon = 0,55$; $\Phi = 0,29 \times 0,054 \mu\text{m}$ ve $\delta = 25 \mu\text{m}$)

5.4.10. Optimum şartlarda kobaltın Alamine 336 ile ekstraksiyonu

Optimum şartlarda kobaltın iki bileşen içeren bir besleme çözeltisinden Alamine 336 ekstraksiyonu iki bölümde incelenmiştir : eşit molar konsantrasyon ve eşit molar olmayan konsantrasyon.

5.4.10.1. Eşit molar besleme konsantrasyonundaki kobaltın ekstraksiyonu

Optimum şartlarda besleme çözeltisindeki kobalt ve nikel konsantrasyonu 100 mg/L ile 1000 mg/L arasında değiştirilerek, ekstraksiyon hızına etkisi besleme çözeltisi

için Tablo 5.29 ile Şekil 5.39'da, sıyırma çözeltileri için ise Tablo 5.30 ve Şekil 5.40'da verilmektedir. Permeasyon katsayısı (P) ile başlangıç kütle akısının (J_0) besleme çözeltilerindeki kobalt konsantrasyonuna bağlı olarak değişimi Tablo 5.31 ile sırasıyla Şekil 5.41 ve Şekil 5.42'de gösterilmiştir. Kobaltın 100 mg/L ve 200 mg/L'lik çözeltilerinde elde edilen ekstraksiyon verimleri 8 saatte sırasıyla % 73,8 ve % 78,5 olarak bulunmuştur. Konsantrasyon arttıkça ekstraksiyon veriminin düşmesi su-membran arayüzeyinde meydana gelen membran-metal kompleks geçişinin yoğun olmasındandır. Membran su arayüzeyinde oluşan kompleks ne kadar yoğunsa, bu da kobalt konsantrasyonuna bağlı olup, membran içerisinde taşımın o ölçüde yavaşlamaktadır. 100 mg/L-100 mg/L Co/Ni için permeasyon katsayısı $1,071 \times 10^{-5}$ m/s ve 200 mg/L-200mg/L Co/Ni için ise $1,264 \times 10^{-5}$ m/s olarak hesaplandı. Permeasyon katsayısı, 400/400 Co/Ni konsantrasyonu için maksimum bir değer olan $3,75 \times 10^{-5}$ m/s'ye erişmekte, daha yüksek besleme konsantrasyonlarında ise giderek azalmaktadır. Tablo 5.31 ve Şekil 5.42'de görüldüğü gibi, 100/100 mg/L Co/Ni için kütle akısı $7,924 \times 10^{-7}$ kg/m².s'den, 400/400 mg/L Co/Ni için olan $5,93 \times 10^{-6}$ kg/m².s değerine kadar artmakta ve bu değerden sonra ise azalmaya devam etmektedir. Düşük kobalt konsantrasyonlarında, kütle akısı besleme çözeltilerindeki başlangıç kobalt konsantrasyonunun kuvvetli bir fonksiyonudur; bu suretle kobaltın kütle transferi daha düşük konsantrasyon aralığındaki kobaltın difüzyonu tarafından kontrol edilmektedir [136-138].

$$J \propto C_{Co, besleme} \quad (5.9)$$

Bu sebepten, metal konsantrasyonunun artmasıyla, kütle akısında da bir artış olmalıdır. Bu 400/400 mg/L Co/Ni konsantrasyonuna kadar böyle devam eder. Bu konsantrasyonun ötesinde muhtemelen membran doygunluğu ve destekli membrandaki daha düşük etkin membran alanına ilaveten, membran ara yüzeyinde ekstraktant tabakasının yığılması ve membran gözeneklerindeki metal ekstraktantının doygunluğunun bir sonucu olarak, kütle akısı azalmaya yüz tutar [138].

5.4.10.2. Eşit molar olmayan kobaltın ekstraksiyonu

- a) Sabit ve 1000 mg/L Ni ve değişken kobalt konsantrasyonuna (100-1000 mg/L) sahip besleme çözeltisi.
- b) Sabit ve 1000 mg/L Co ve değişken nikel konsantrasyonuna (100-1000 mg/L) sahip besleme çözeltisi.

Optimum şartlarda besleme çözeltisindeki kobalt konsantrasyonu 100 mg/L ile 1000 mg/L arasında değiştirilerek, nikel konsantrasyonu ise 1000 mg/L'de sabit tutularak besleme konsantrasyonunun ekstraksiyon hızına etkisi besleme çözeltisi için Tablo 5.32 ile Şekil 5.43'de, sıyırma çözeltisi için ise Tablo 5.33 ile Şekil 5.44'de verilmektedir. Permeasyon katsayısı ile başlangıç kütle akısının hesaplanan değerleri Tablo 5.34 ve besleme çözeltisi konsantrasyonuna bağlı olarak değişimi sırasıyla Şekil 5.45 ile Şekil 5.46'da gösterilmektedir. 100 mg/L /1000 mg/L Co/Ni için permeasyon katsayısı $1,02 \times 10^{-5}$ m/s ve 200 mg/L /1000 mg/L Co/Ni için ise, $1,18 \times 10^{-5}$ m/s olarak hesaplandı. Tablo 5.34 ve Şekil 5.45'den görüldüğü gibi, permeasyon katsayısı 500 /1000 mg/L Co/Ni için maksimum değere erişmekte, bu konsantrasyonun ötesinde ise, yukarıda açıklandığı üzere azalmaktadır. Başlangıç kütle akısı ise, gene 500/1000 mg/L Co/Ni konsantrasyonunda $5,17 \times 10^{-6}$ kg/m².s olan maksimum değere erişmekte ve bu konsantrasyonun ötesinde ise azalmaktadır.

Optimum şartlarda besleme çözeltisindeki kobalt konsantrasyonu 1000 mg/L değerinde sabit tutulmakta ve nikel konsantrasyonu ise 100 mg/L ile 1000 mg/L arasında değiştirilerek, besleme konsantrasyonunun ekstraksiyon hızına etkisi besleme çözeltisi için Tablo 5.35 ile Şekil 5.47'de, sıyırma çözeltisi için ise Tablo 5.36 ile Şekil 5.48'de verilmektedir. Permeasyon katsayısı ile başlangıç kütle akısının hesaplanan değerleri Tablo 5.37 ve besleme çözeltisi konsantrasyonuna bağlı olarak değişimi sırasıyla Şekil 5.49 ile Şekil 5.50'de gösterilmektedir. 1000 mg/L /100 mg/L Co/Ni için permeasyon katsayısı $5,41 \times 10^{-6}$ m/s ve 1000 mg/L /200 mg/L Co/Ni için ise, $5,79 \times 10^{-6}$ m/s olarak hesaplandı. Tablo 5.37 ve Şekil 5.49'dan görüldüğü gibi, permeasyon katsayısı 1000 /200 mg/L Co/Ni için $5,79 \times 10^{-6}$ m/s olan maksimum değere ulaşmakta, bu konsantrasyonun ötesinde ise, yukarıda açıklandığı üzere azalmaktadır. Başlangıç kütle akısı ise, yine

1000/200 mg/L Co/Ni konsantrasyonunda $5,24 \times 10^{-6}$ kg/m².s olan maksimum değere erişmekte ve bu konsantrasyonun ötesinde ise azalmaktadır.

5.4.11. Seçicilik

Eşit molar ve eşit molar olmayan (sabit Ni ve değişken Co ile sabit Co ve değişken Ni konsantrasyonlarında olmak üzere) kobalt ve nikel içeren besleme çözeltilerinden kobaltın seçici olarak nikelden ayrılması Alamine 336 için deneysel olarak incelendi. Kobaltın nikelere göre ayırma faktörü veya seçiciliğinin ($\beta_{Co/Ni}$) (başlangıç besleme konsantrasyonuna dayanan) optimum şartlarda zamanla değişmesi denklem (5.10)'dan hesaplanarak Tablo 5.38'de gösterilmektedir.

$$\beta_{Co/Me} = \frac{(C_{Co}/C_{Me})_{sıyırma}}{(C_{Co}/C_{Me})_{bes,o}} \quad (5.10)$$

Tablo 5.38'den, hesaplanan $\beta_{Co/Ni}$ değerlerinin, yani kobaltın nikelere göre seçiciliğinin nispeten yüksek olduğu ve söz konusu ayırmanın, yani kobaltı nikelden seçici olarak ayırmanın mümkün olabildiği bulunmuştur. Ancak eşit molar olmayan konsantrasyonlarda (Co : sabit; Ni : değişken) kobaltın nikelere göre seçiciliği veya ayırma faktörü diğerlerine göre nispeten düşüktür.

5.5. Kobaltın Alamine 300 İle Ekstraksiyonu

Kobalt ve nikelin, seyreltik sulu çözeltilerden destekli sıvı membranlarla ekstraksiyonuna etki eden çözücü cinsi, kompleks oluşturucu reaktif (NH₄SCN) konsantrasyonu, besleme çözeltisi pH'ı, besleme çözeltisi karıştırma hızı, sıyırma çözeltisi karıştırma hızı, ekstraktant (Alamine 300) konsantrasyonu, sıyırma çözeltisi türü ve nötr veya solvasyon ekstraktantlarının (TBP, TOPO) Alamine 300 ekstraktantı ile meydana getirdiği sinerjik etki gibi deneysel parametreler incelenerek optimum şartlar elde edilmiştir. Buna ilaveten, optimum şartlarda besleme çözeltisi konsantrasyonunun ekstraksiyon hızına etkisi de incelenmiştir.

5.5.1. Çözücü cinsinin etkisi

Sıvı membran karışımında çözücü olarak kullanılan toluen, kloroform, ksilen, Escaid 100, Escaid 110, Escaid 200 ve kerosen gibi çözücülerin her birinin ekstraksiyon verimine etkileri incelenmiş olup, besleme fazında Tablo 5.39 ve Şekil 5.51 ve sıyırma fazında ise Tablo 5.40 ile Şekil 5.52’de gösterilmektedir. Çözücülerin kobalt ekstraksiyonuna etkilerinin karşılaştırılması Tablo 5.39 ile Şekil 5.51’den görüldüğü gibi, en yüksek ekstraksiyon verimine ($\eta=1-C/C_0$) sahip çözücünün kloroform olduğu görülmektedir. Ekstraksiyon veriminin 4 saatte % 32,2; 6 saatte % 51,6 ve 8 saatte ise % 72,1 olduğu, Tablo 5.39 da gösterilmektedir. Şekil 5.51 ’de kobalt için en uygun çözücü olan kloroformu, sırasıyla ksilen ve toluen izlemektedir. Escaid 110’un ise 8 saat sonunda % 4,9 ile en düşük ekstraksiyon verimine sahip olduğu bulunmuştur.

Çözücünün viskosite ve yoğunluğu, ekstrakte olan maddenin permeasyonunu ve membran kalınlığını belirleyen önemli parametredir. Genellikle çözücü, inert bir bileşen olmakla beraber, dağılım katsayısı ve difüzyon katsayısı gibi membran özelliklerini etkileyerek, membran sisteminin verimi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir [116]. Bu sebeple çözücü, bir çok sıvı membran sisteminin performansını etkilemiştir [117-119, 139].

Kobaltın çözücülere ait ekstraksiyon verimleri Tablo 5.38 (besleme) ile 5.39 (sıyırma) ve Şekil 5.51 (besleme) ile Şekil 5.52’de (sıyırma); çözücülerin dielektrik sabiti, viskosite ve yoğunluk gibi fiziksel özellikleri ise Tablo 5.41’da verilmektedir.

Ticari kerosen, Escaid 100, Escaid 110, Escaid 200 petrol fraksiyonları olup, bileşim olarak alifatik bakımdan zengin olmakla beraber, belirli oranda aromatik içermektedir. Viskositesi düşük olan çözücünün yüksek bir ekstraksiyon verimine sahip olması beklenir. Tablo 5.41’den, 8 saatlik bir ekstraksiyon işleminde en yüksek verim kloroformla % 72,1, en düşük verim ise Escaid 110 ile % 4,9 olarak elde edilmiştir. Çözücü viskositesinin ve dolayısıyla membran viskositesinin azalmasıyla kobalt (II) tetratiyosiyanoato kompleksinin, $[(R_3NH^+)_2 \cdot Co(SCN)_4]_{(org)}$

difüzyon katsayısının artması sonucu ekstraksiyon veriminin de artması beklenir. Viskosite 0,52 mPa.s'den (kloroform) 1,68 mPa.s'ye (Escaid 200) arttığında kobaltın ekstraksiyon verimi de % 72,1'den % 10,2'ye azalmaktadır. Bununla beraber, yüksek dielektrik sabitine sahip çözücülerin her zaman yüksek ekstraksiyon verimi sağlamadığı da bilinmektedir [121-123]. Tablo 5.41'den, Alamine 336 ekstraktantında olduğu gibi, ekstraksiyon veriminin viskositeden mi, yoksa dielektrik sabitinden mi kaynaklandığı pek net değildir. Benzer düşünceler burada da geçerlidir.

Permeasyon katsayısı ile başlangıç kütle akısına çözücü cinsinin etkisi Tablo 5.42 ve sırasıyla Şekil 5.53 ile Şekil 5.54'de gösterilmektedir. Tablo ve şekillerden de görüldüğü gibi, kloroform ile maksimum permeasyon katsayısı veya toplam kütle transfer katsayısı $92,0 \times 10^{-6}$ m/s ve maksimum başlangıç kütle akısı $2,36 \times 10^{-6}$ kg/m²s olarak elde edilmiştir.

5.5.2. Kompleks yapıcı reaktif (NH₄SCN) konsantrasyonunun etkisi

Besleme çözeltisindeki NH₄SCN konsantrasyonunun ekstraksiyon hızı veya ekstraksiyon verimine etkisi, besleme çözeltisi için Tablo 5.43 ile Şekil 5.55'de, sıyırma çözeltisi için ise Tablo 5.44 ile Şekil 5.56'da gösterilmektedir. Tablo 5.43 ve Şekil 5.55'den, NH₄SCN konsantrasyonu 0,1 M'dan 1,0 M'a arttırıldığında, kobaltın ekstraksiyon yüzdesi de artmaktadır.

NH₄SCN konsantrasyonunun (C_{SCN^-}) başlangıç kobalt konsantrasyonuna ($C_{Co,0}$) oranı (α), 11,2 ile 117,3 arasında değiştirildiğinde, kobaltın ekstraksiyon verimi de % 41,2'den % 69,2'ye artmaktadır. Alamine 336 ile olduğu gibi, en yüksek verim $\alpha = 60,3$ oranında, yani 0,50 M NH₄SCN konsantrasyonunda meydana gelmiş olup, % 72,1 olarak elde edilmiştir. Permeasyon katsayısı ile başlangıç kütle akıları Tablo 5.45'de gösterilmektedir. Gene $\alpha = 60,3$ oranında, permeasyon katsayısı $9,20 \times 10^{-6}$ m/s ve başlangıç kütle akısı ise $2,54 \times 10^{-6}$ kg/m²s olarak bulunmuştur. Tablo 5.44'den, verilen sıyırma çözeltisindeki Co ve Ni konsantrasyonlarından nikelin kobalta göre önemsenmeyecek kadar az geçtiği

görülmektedir. Bu ise, NH_4SCN kompleks oluşturuucu reaktif konsantrasyonunun kobaltın nikelere göre seçiciliğini artırma açısından önemli olduğunu göstermektedir.

5.5.3. Besleme çözeltisi pH'ının etkisi

Besleme çözeltisi pH'ının kobaltın ekstraksiyon hızına etkisi pH 3,0 ile 5,0 aralığında incelenmiş ve sonuçlar besleme fazı için Tablo 5.46 ve Şekil 5.59, sıyırma fazı için ise Tablo 5.47 ve Şekil 5.60'da gösterilmektedir. Besleme çözeltisi pH'ının permeasyon katsayısı (P) ve başlangıç kütle akısı (J_0) üzerine etkisi Tablo 5.48 ile sırasıyla Şekil 5.61 ve Şekil 5.62'de verilmektedir. Besleme çözeltisinin pH'ının 3,0'den 4,0'e kadar artırılmasıyla kobaltın ekstraksiyon veriminin 8 saatte % 39,3'den % 72,1'e yükseldiği; pH 4,0'den pH 5,0'a kadar arttırıldığında ise, ekstraksiyon verimi % 72,1'den % 48,9'a azaldığı gözlenmektedir. Tablo 5.46'dan da görülebileceği gibi, en yüksek ekstraksiyon verimi % 72,1 ile, Alamine 336'de olduğu gibi pH = 4,0'de elde edilmiştir. Denklem (5.2)'den H^+ iyonu konsantrasyonunun artmasıyla oluşan kompleksin, $[(R_3NH^+)_2 \cdot Co(SCN)_4]^{2-}$ konsantrasyonu artmaktadır. Buna mukabil, denklem (5.3) ile verilen sıyırma reaksiyonunda ise, bazik ortamda kompleks kolaylıkla bozunmaya uğrar. Bu sebeple pH'ın etkisi Alamine 336 olduğu gibi, ekstraksiyon ve sıyırma reaksiyonlarına uygun bir şekilde olmaktadır. TOA kullanarak emülsiyon tipi sıvı membranlarla ve TIOA (tri-izooktil amin) kullanarak da destekli sıvı membranlarla yapılan benzer çalışmalarda [114, 127], kobaltın ekstraksiyon veriminin en yüksek olduğu pH değerleri sırasıyla 4,5 ve 4,0 olarak elde edilmiştir. Bu sebeple de pH'ın sabit tutulması gereklidir. Besleme çözeltisini pH = 4,0'de sabit tutmak için sodyum asetat-asetik asit tamponu kullanılmıştır.

5.5.4. Besleme çözeltisi karıştırma hızının etkisi

Besleme çözeltisi karıştırma hızının Co(II) ekstraksiyon hızına veya verimine etkisi besleme fazı için Tablo 5.49 ile Şekil 5.63, sıyırma fazında ise Tablo 5.50 ile Şekil 5.64'de gösterilmektedir. Besleme çözeltisi karıştırma hızının permeasyon katsayısı (P) ile başlangıç kütle akısına (J_0) etkisi Tablo 5.51 ve sırasıyla Şekil 5.65 ve Şekil 5.66'da gösterilmiştir. Besleme çözeltisinin karıştırma hızı

600 devir/dakika ile 1500 devir/dakika arasında değiştirilmiştir. Tablo 5.48 ve Şekil 5.63'den en yüksek ekstraksiyon veriminin Alamine 336 ile olduğu gibi 1200 devir/dakika karıştırma hızı ile elde edilmiş olup, Alamine 300 için verim % 72,1 olarak bulunmuştur. Karıştırma hızı daha fazla arttırıldığında, ekstraksiyon verimi düşme eğilimi göstermektedir. Bu davranış Alamine 336'da olduğu gibi benzer şekilde açıklanmaktadır. Tablo 5.51 ile Şekil 5.65'den, karıştırma hızı arttıkça permeasyon katsayısı artmakta, 1200 dev/dak'da $9,20 \times 10^{-6}$ m/s ile maksimum değere erişmektedir. 1200 dev/dak'dan sonra ise tekrar azalmakta ve 1300 dev/dak'da minimum olmakta ve karıştırma hızının artmasıyla tekrar atmaktadır. Tablo 5.51 ile Şekil 5.6'dan, karıştırma hızı arttıkça başlangıç kütle akısı artmakta, 1200 dev/dak'da $2,54 \times 10^{-6}$ kg/m²s ile maksimum değere erişmektedir. 1200 dev/dak'dan sonra ise tekrar azalmakta ve 1300 dev/dak'da minimum olmakta ve karıştırma hızının artmasıyla tekrar atmaktadır.

5.5.5. Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının etkisi

Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının kobaltın ekstraksiyon hızına veya verimine etkisi besleme fazı için Tablo 5.52 ile Şekil 5.67, sıyırma fazında ise Tablo 5.53 ile Şekil 5.68'de gösterilmektedir. Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının permeasyon katsayısı (P) ile başlangıç kütle akısına (J_0) etkisi Tablo 5.54 ve sırasıyla Şekil 5.69 ve Şekil 5.70'de gösterilmiştir. Besleme çözeltisinin karıştırma hızı 600 devir/dakika ile 1500 devir/dakika arasında değiştirilmiştir. Tablo 5.52 ve Şekil 5.67'den, en yüksek ekstraksiyon veriminin 1200 devir/dakika karıştırma hızında % 72,1 olduğu bulunmuştur. Ekstraksiyon hızının 1200 dev/dak'da maksimum % 72,1 bir verime sahip olması ve 1200 dev/dak'dan sonra tekrar 1300 dev/dak'ya kadar azalır. Alamine 336 için açıklanan sebepler Alamine 300 için de geçerlidir. Tablo 5.54 ve Şekil 5.69'dan, karıştırma hızı artarken permeasyon katsayısı artmakta ve 1200 dev/dak'da $9,20 \times 10^{-6}$ m/s ile maksimum değere erişmektedir. Buna sebep, sulu fazdaki sınır tabaka kalınlığının artan karıştırma hızı ile azalması ve bunun sonucu olarak bitişik fazdaki kütle transfer katsayısının aynı oranda artması ve bu suretle de toplam kütle transfer katsayısının veya permeasyon katsayısının artması olabilir. 1200 dev/dak'dan sonra ise permeasyon katsayısı tekrar azalmakta ve 1300 dev/dak'da $2,05 \times 10^{-6}$ m/s olan minimum bir değere düşmekte, daha sonra ise tekrar

hafifçe yükselmektedir. Bunun sebebi, yani karıştırma hızı 1200 dev/dakika'dan daha yüksek olduğunda, karıştırma ile sebep olunan yüksek turbulanstan dolayı membran gözeneklerindeki ekstraktantın gözeneklerden dışarıya akması sonucu ekstraksiyon veriminin azalması olabilir. 1300 dev/dak'dan sonra, ekstraksiyon hızının tekrar artmaya başlaması dışarıya akma sonucu membran filminin incilmesi ve bunun sonucu olarak da membranın difüzyon direncinin azalması olabilir. Tablo 5.54 ve Şekil 5.70'den, kobaltın başlangıç kütle akısı benzer bir davranış sergilemektedir. Kobaltın başlangıç kütle akısı 1200 dev/dak'da $2,54 \times 10^{-6}$ kg/m²s ile maksimum değere erişir.

5.5.6. Ekstraktant (Alamine 300) konsantrasyonunun etkisi

Ekstraktant (Alamine 300) konsantrasyonunun ekstraksiyon hızı veya ekstraksiyon verimine etkisi besleme fazı için Tablo 5.55 ile Şekil 5.71'de, sıyırma çözeltisi için ise Tablo 5.56 ile Şekil 5.72'de gösterilmektedir. Permeasyon katsayısının (P) ve başlangıç kütle akısına (J_0) ekstraktant (Alamine 300) konsantrasyonunun etkisi Tablo 5.57 ve sırasıyla Şekil 5.73 ve Şekil 5.74'de gösterilmiştir. Alamine 300 konsantrasyonu % 5 ile % 20 arasında değiştirildiğinde, en yüksek ekstraksiyon veriminin % 5 Alamine 300 ile 8 saatte % 72,1 olarak elde edildiği, Tablo 5.54 ile Şekil 5.71'den görülmektedir. Alamine 300 konsantrasyonu % 5'den % 20'ye artırıldığında, kobaltın ekstraksiyon verimi % 72,1'den % 41,2'ye kadar azalmaktadır. Bir membran boyunca taşıyıcı (ekstraktant) ile taşınım meydana geldiğinde, taşıyıcı konsantrasyonunun artmasıyla genellikle kütle akısının artması beklenir. Bununla beraber, kobaltın Alamine 300 ile çifte taşınımında karmaşık bir davranış gözlenir. Tablo 5.57 ile Şekil 5.74'den, ekstraktant konsantrasyonunun artması ile kobaltın kütle akısı azalmaktadır. Bu olay, görünürde birbiriyle yarışan iki faktöre dayanır : $[(R_3NH^+)_2 \cdot Co(SCN)_4]^{2-}$ kompleksinin konsantrasyon gradiyenti ve membrandaki organik fazın viskozitesi. Ekstraktant konsantrasyonunun artmasıyla membran karışımının da viskozitesi artar ve viskozite etkisi konsantrasyon gradiyentinden daha baskındır, bunun sonucu olarak kobalt kompleksinin difüzyon katsayısı azalmaya devam eder ve bu suretle kütle akısı giderek azalır.

5.5.7. Sıyırma çözetisi (NH₃) konsantrasyonunun etkisi

Emülsiyon tipi sıvı membranlarla Alamine 300 kullanarak kobalt-nikel ayrılması için yapılan benzer bir çalışmada [114], sıyırma çözeltisi olarak amonyak çözeltileri kullanılmıştır. En yüksek ekstraksiyon verimi 6 M NH₃ çözeltisiyle elde edilmiş ve kobalt, nikelden seçici olarak ayrılmıştır. Bu çalışmada da sıyırma çözeltisi olarak amonyak çözeltisi kullanılmıştır. Ancak amonyak çözeltisinin konsantrasyonu 1,5-2 M'in yukarısında olduğunda, sıyırma çözeltisindeki NH₃ molekülleri, deneyin başlatılmasından yaklaşık 15 dakika sonra polimer destek olarak kullanılan Celgard 2500 (PP, % 55 gözeneklilik, 25 μm kalınlık ve 0,209 x 0,054 μm gözenek çapı) filminin gözenekleri içerisinde besleme çözeltisine geçerek besleme çözeltisinin pH'ının artmasına ve bu suretle de kobaltın ekstraksiyon hızının yavaşlamasına yol açmıştır. Bu sebeple sıyırma çözeltisi olarak Na₂CO₃, trietanol amin (TEA) gibi bazik çözeltiler de denenmiştir. Bu çözeltiler bu gibi bir problem teşkil etmemekle beraber, yüksek konsantrasyonlarında bile kobaltın ekstraksiyon hızı düşük kalmıştır. Bunun sonucu, besleme fazı olarak Tablo 5.58 ve Şekil 5.75 ile sıyırma çözeltisi için Tablo 5.59 ve Şekil 5.76'dan görüldüğü gibi, çeşitli konsantrasyonlarda amonyak ve TEA karışımları kullanılmış ve en uygun şartlar 1 M NH₃ + 1 M TEA karışımının sıyırma çözeltisi olarak kullanılmasıyla elde edilmiştir. Sıyırma çözeltisi bileşiminin permeasyon katsayısı ile başlangıç kütle akısına etkisi Tablo 5.60 ile sırasıyla Şekil 5.77 ve 5.78'de gösterilmektedir.

5.5.8. Nötr veya solvasyon tipi ekstraktantların (TBP ve TOPO) sinerjik etkisi

Kısım 5.4.8'de anlatıldığı gibi, solvasyon ekstraktantlar, bir kompleks oluşumunda bir metale bir elektron yoğunluğu vermeye etkin olan bir atoma sahiptirler. Kombine Alamine 336-TBP ekstraktantlarının sinerjik etkisi benzer olarak yazılabilir. Kobaltın asidik çözeltilerden kombine Alamine 300 + TBP ekstraktantı ile sinerjik olarak ekstraksiyonu benzer bir şekilde denklem (5.6) ile gösterilebilir [132-134]. Buna karşılık, Alamine 300 ekstraktantının etkisine ilaveten, TBP için ekstraksiyon ve sıyırma reaksiyonlarının denklem (5.7) ve (5.8) ile gösterilebileceğini ifade etmektedirler.

Alamine 300 konsantrasyonu % 5 w/w değerinde sabit tutularak, TBP konsantrasyonu % 0 ile % 25 w/w arasında değiştirilerek, TBP'nin sinerjik etkisi besleme çözeltisi için Tablo 5.61 ile Şekil 5.79 ve sıyırma çözeltisi için ise Tablo 5.62 ile Şekil 5.80'de gösterilmektedir. Kobaltın ekstraksiyon verimi % 0 TBP için (saf Alamine 300), 8 saatte % 72,1'den, % 25 TBP için % 99,0'a artmakta ve maksimum değerine erişmektedir.

Kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısı Tablo 5.63 ve sırasıyla Şekil 5.81 ile Şekil 5.82'de verilmektedir. Tablo 5.63 ile Şekil 5.81 ve Şekil 5.82'den maksimum permeasyon katsayısı $3,35 \times 10^{-5}$ m/s ve başlangıç kütle akısı $8,33 \times 10^{-6}$ kg/m²s olarak % 5 Alamine 300 için, % 25 w/w TBP ile elde edilmiştir.

Kombine Alamine 300 + TOPO ekstraktantının sinerjik etkisi besleme çözeltisi için Tablo 5.64 ve Şekil 5.83'de, sıyırma çözeltisi için Tablo 5.65 ile Şekil 5.84'de gösterilmiştir. Kobaltın maksimum ekstraksiyon verimi TBP'a benzer olarak, % 25 w/w TOPO ile % 84,8 olarak elde edilmiştir. Kobaltın permeasyon katsayısı ile başlangıç kütle akısı Tablo 5.66 ile sırasıyla Şekil 5.85 ve Şekil 5.86'da gösterilmektedir. Maksimum permeasyon katsayısı ile maksimum kütle akısı % 25 w/w TOPO ile elde edilmiş olup, değerler sırasıyla $1,36 \times 10^{-5}$ m/s ve $3,87 \times 10^{-6}$ kg/m².s olarak bulunmuştur.

TBP ile TOPO'nun permeasyon katsayıları ile başlangıç kütle akıları sırasıyla Şekil 5.87 ve Şekil 5.88'de karşılaştırılmaktadır. Şekil 5.87 ile Şekil 5.88'den de görülebileceği gibi, TBP'in permeasyon katsayısının maksimum değeri TOPO'dan % 146,9, başlangıç kütle akısı ise % 114,7 daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Bunun yanında Alamine 336 ile Alamine 300'ün TBP ile yaptığı sinerjinin kobaltın permeasyon katsayısına ve başlangıç kütle akısına etkileri sırasıyla Şekil 5.89 ve Şekil 5.90'da karşılaştırılmaktadır. Bu karşılaştırmadan Alamine 300 ile TBP'in sebep olduğu sinerjik etkinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Ancak maksimum değerlerde bir azalma olup, permeasyon katsayısı için % 0,60 başlangıç kütle akısı için % 0,40 daha düşük olduğu bulunmuştur.

5.5.9. Optimum şartlar

Yukarıdaki deneysel parametrelerin incelenmesinden Alamine 300 için aşağıdaki optimum şartlar elde edilmiştir :

- j. Çözücü: Kloroform
- k. Besleme çözeltisi pH'ı : 4,0
- l. NH_4SCN konsantrasyonu: 0,5 M
- m. Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak
- n. Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak
- o. Ekstraktant (Alamine 300) konsantrasyonu: % 5 w/w
- p. Nötr veya solvasyon ekstraktant (TBP) konsantrasyonu: % 25 w/w
- q. Sıyırma çözeltisi: 1 M NH_3 + 1 M TEA
- r. Polimer destek Celgard 2500 (PP; $\epsilon = 0,55$; $\Phi = 0,29 \times 0,054 \mu\text{m}$ ve $\delta = 25 \mu\text{m}$)

5.5.10. Optimum şartlarda kobaltın Alamine 300 ile ekstraksiyonu

Optimum şartlarda kobaltın iki bileşen içeren bir besleme çözeltisinden Alamine 300 ile ekstraksiyonu iki bölümde incelenmiştir : eşit molar konsantrasyon ve eşit molar olmayan konsantrasyon.

5.5.10.1 Eşit molar besleme konsantrasyonundaki kobaltın ekstraksiyonu

Optimum şartlarda besleme çözeltisindeki kobalt ve nikel konsantrasyonu 100 mg/L ile 1000 mg/L arasında değiştirilerek, ekstraksiyon hızına etkisi, besleme çözeltisi için Tablo 5.67 ile Şekil 5.91'de, sıyırma çözeltisi için ise Tablo 5.68 ve Şekil 5.92'de verilmektedir. Permeasyon katsayısı (P) ile başlangıç kütle akısının (J_0) besleme çözeltisindeki kobalt konsantrasyonuna bağlı olarak değişimi Tablo 5.69 ile sırasıyla Şekil 5.93 ve Şekil 5.94'de gösterilmiştir. Kobaltın 100 mg/L ve 200 mg/L'lik çözeltilerinde elde edilen ekstraksiyon verimleri 8 saatte sırasıyla % 99,0 ve % 98,8 olarak bulunmuştur. Konsantrasyon arttıkça ekstraksiyon veriminin düşmesi su-membran arayüzeyinde meydana gelen membran-metal kompleks geçişinin yoğun olmasındandır. Membran su ara yüzeyinde oluşan

kompleks ne kadar yoğunsa, bu da kobalt konsantrasyonuna bağlı olup, membran içerisinde taşınım o ölçüde yavaşlamaktadır. 100 mg/L-100 mg/L Co/Ni için permeasyon katsayısı $1,05 \times 10^{-4}$ m/s ve 200 mg/L-200mg/L Co/Ni için ise $3,8 \times 10^{-5}$ m/s olarak hesaplandı. Permeasyon katsayısı, 100/100 Co/Ni konsantrasyonunda maksimuma erişmekte, daha yüksek besleme konsantrasyonlarında ise giderek azalmaktadır. Tablo 5.69 ve Şekil 5.94'de görüldüğü gibi, 100/100 mg/L Co/Ni için kütle akısı $2,04 \times 10^{-6}$ kg/m².s'den, 1000/1000 mg/L Co/Ni için olan $1,16 \times 10^{-5}$ kg/m².s değerine kadar artmaktadır.

5.5.10.2 Eşit molar olmayan kobaltın ekstraksiyonu

Optimum şartlarda besleme çözeltisindeki kobalt konsantrasyonu 100 mg/L ile 1000 mg/L arasında değiştirilerek, nikel konsantrasyonu ise 1000 mg/L'de sabit tutularak besleme konsantrasyonunun ekstraksiyon hızına etkisi besleme çözeltisi için Tablo 5.70 ile Şekil 5.95'de, sıyırma çözeltisi için ise Tablo 5.71 ile Şekil 5.96'da verilmektedir. Permeasyon katsayısı ile başlangıç kütle akısının hesaplanan değerleri Tablo 5.72 ve besleme çözeltisi konsantrasyonuna bağlı olarak değişimi sırasıyla Şekil 5.97 ile Şekil 5.98'de gösterilmektedir. 100 mg/L /1000 mg/L Co/Ni için permeasyon katsayısı $9,6 \times 10^{-5}$ m/s ve 200 mg/L /1000 mg/L Co/Ni için ise, $5,6 \times 10^{-5}$ m/s olarak hesaplandı. Tablo 5.72 ve Şekil 5.97'den görüldüğü gibi, permeasyon katsayısı 1000 /1000 mg/L Co/Ni konsantrasyonuna kadar sürekli azalmaktadır. Başlangıç kütle akısı ise, gene 100/1000 mg/L Co/Ni konsantrasyonunda $2,60 \times 10^{-6}$ kg/m².s olan bir değerden 700/1000 mg/L Co/Ni konsantrasyonunda $1,22 \times 10^{-5}$ kg/m².s olan bir değere erişmekte ve bu konsantrasyonun ötesinde ise kütle akısı biraz azalmaktadır.

5.5.11. Seçicilik

Eşit molar ve eşit molar olmayan (sabit Ni ve değişken Co) kobalt ve nikel içeren besleme çözeltilerinden kobaltın seçici olarak nikelden ayrılması Alamine 300 için deneysel olarak incelendi. Kobaltın nikel göre ayırma faktörü veya seçiciliğinin ($\beta_{Co/Ni}$) (başlangıç besleme konsantrasyonuna dayanan) optimum şartlarda zamanla değişmesi denklem (5.10)'dan hesaplanarak Tablo 5.73'de gösterilmektedir. Tablo

5.73'den, hesaplanan $\beta_{Co/Ni}$ değerlerinin, yani kobaltın nikelere göre seçiciliğinin nispeten yüksek olduğu ve söz konusu ayırmanın, yani kobaltı nikelere seçici olarak ayırmanın mümkün olabildiği bulunmuştur. Ancak eşit molar olmayan konsantrasyonlarda (Co : sabit; Ni : değişken) kobaltın nikelere göre seçiciliği veya ayırma faktörü diğerlerine oranla düşüktür.

5.6. Üçlü Karışımlar

Co, Ni ve Cd ile Co, Ni ve Zn içeren besleme çözeltilerinden kobaltın ekstraksiyonu ve seçici olarak ayrılması Alamine 300 + TBP ile incelenerek gerekli ayırma faktörleri hesaplanmıştır.

5.6.1 Kobalt, nikel ve kadmiyum içeren besleme çözeltisi

Co, Ni ve Cd içeren bir besleme çözeltisi (500 mg/L Ni, 500 mg/L Cd ve Co konsantrasyonunun her birinde, 100, 300 ve 500 mg/L olduğu üç çözelti) optimum şartlarda, Alamine 300 + TBP kullanarak, ekstraksiyon hızına etkisi ve kobaltın nikelere ve kadmiyuma göre ayırma faktörleri Tablo 5.74 ila Tablo 5.76 ve Şekil 5.99 ila Şekil 5.101'de gösterilmektedir. Tablo 5.74 ila Tablo 5.76 ile Şekil 5.99 ila Şekil 5.101'den, kobalt, nikel ve kadmiyumdan oluşan; nikel ve kadmiyumun sabit 500 mg/L ve her bir besleme çözeltisindeki kobalt konsantrasyonunun farklı olduğu (100, 300 ve 500 mg/L) üç besleme çözeltisinde, Alamine 300 + TBP ekstraktant karışımı kullanarak nikelin, kobalt ve kadmiyumdan seçici olarak ayrılabilirdiği, buna karşılık kobalt ile kadmiyum ayrılmasının mümkün olmadığı, bu suretle bu ikili karışımın daha uygun bir ekstraktantla ayrılmasının sağlanabileceği sonucuna varılmıştır.

5.6.2 Kobalt, nikel ve çinko içeren besleme çözeltisi

Co, Ni ve Zn içeren bir besleme çözeltisi (500 mg/L Ni, 500 mg/L Zn ve Co konsantrasyonunun her birinde, 100, 300 ve 500 mg/L olduğu üç çözelti) optimum şartlarda, Alamine 300 + TBP kullanılarak, ekstraksiyon hızına etkisi ve kobaltın nikelere ve çinkoya göre ayırma faktörleri Tablo 5.76 ila Tablo 5.78 ve Şekil 5.102

ila Şekil 5.104'de gösterilmektedir. Tablo 5.75 ila Tablo 5.78 ile Şekil 5.102 ila Şekil 5.104'den, benzer olarak, kobalt, nikel ve çinkodan oluşan; nikel ve kadmiyumun sabit 500 mg/L ve her bir besleme çözeltisindeki kobalt konsantrasyonunun farklı olduğu (100, 300 ve 500 mg/L) üç besleme çözeltisinde, Alamine 300 + TBP ekstraktant karışımı kullanarak nikelin kobalt ve kadmiyumdan seçici olarak ayrılabilirdiği, buna mukabil kobalt ile kadmiyum ayrılmasının mevcut şartlarda mümkün olmadığı, bu suretle bu ikili karışımın daha uygun bir ekstraktantla ayrılmasının yapılabileceği sonucuna varılmıştır.

5.7. Dörtlü Karışımlar

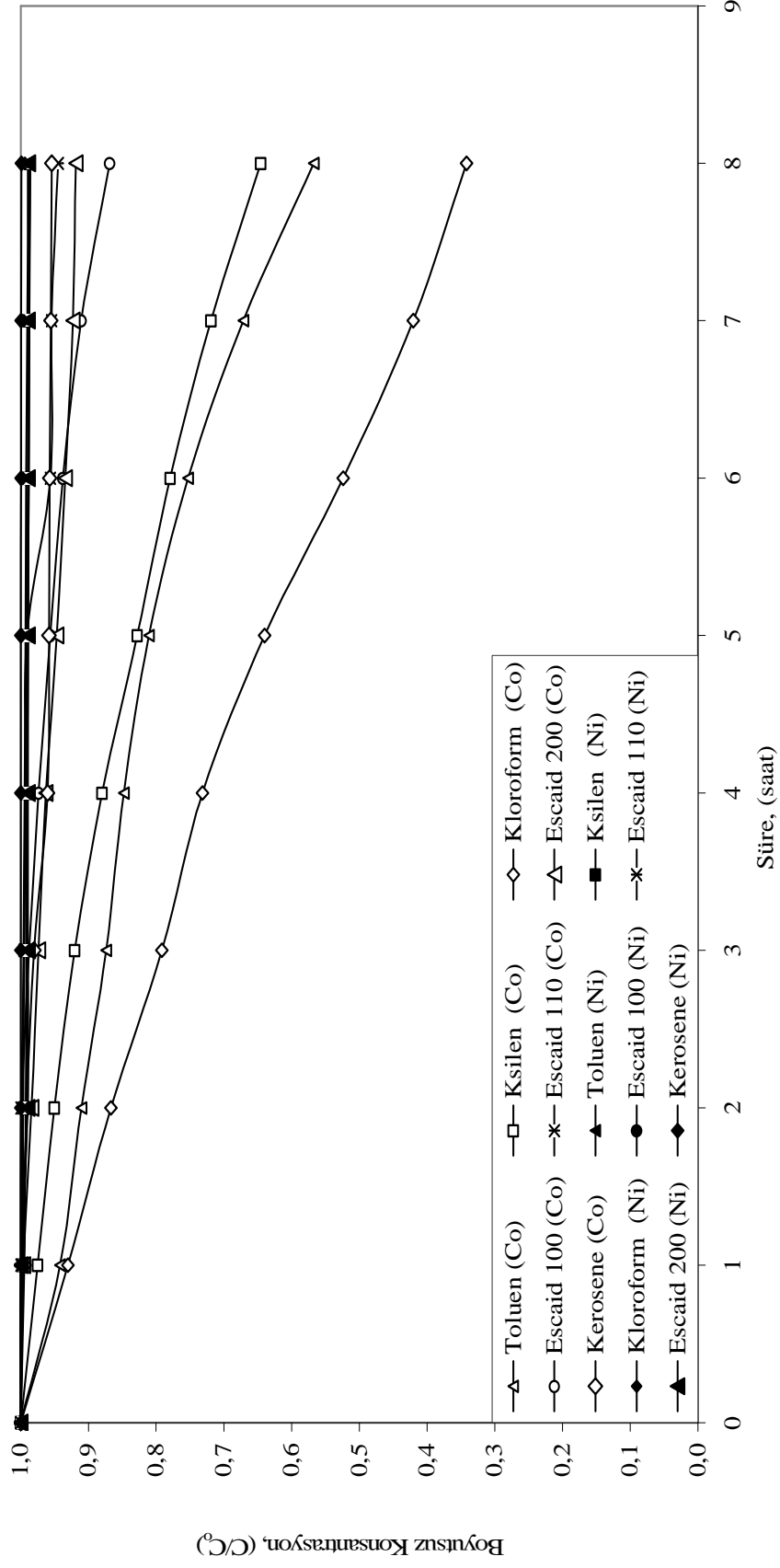
Co, Ni, Cd ve Zn içeren bir besleme çözeltisi (500 mg/L Ni, 500 mg/L Cd ve 500 mg/L Zn; Co konsantrasyonunun her birinde, 100, 300 ve 500 mg/L olduğu üç çözelti) optimum şartlarda, Alamine 300 + TBP kullanılarak, ekstraksiyon hızına etkisi Tablo 5.80 ila Tablo 5.82 ile Şekil 5.105 ila Şekil 5.107'de gösterilmektedir. Buna ilaveten, kobaltın nikel, kadmiyuma ve çinkoya göre ayırma faktörleri Tablo 5.83'de gösterilmektedir. Tablo 5.83'den, nikelin, kobalt, kadmiyum ve çinkodan seçici olarak ayrılmasının mümkün olduğu, buna karşılık geri kalan kobalt, kadmiyum ve çinko iyonlarının birbirinden ayrılması için uygun ve farklı bir seri ekstraktantların kullanılması gerekmektedir.

Tablo 5.1 Çözücü cinsinin Co/Ni ekstraksiyon hızına etkisi (Besleme): (Çözücü: % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4.0; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃ / 1M TEA; Kompleks oluşturuca NH₄SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Süre (saat)	Çözücü Cinsinin Co(II) ve Ni (II) Ekstraksiyonuna Etkisi (Besleme fazı)															
	Toluen				Ksilen				Kloroform				Escaid 100			
	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	497,8	1,000	505,8	1,000	484,1	1,000	505,4	1,000	510,3	1,000	500,1	1,000	531,0	1,000	509,7	1,000
1	468,9	0,942	503,9	0,996	465,0	0,975	504,4	0,998	474,8	0,930	499,3	0,998	530,9	1,000	508,5	0,998
2	453,2	0,910	501,9	0,992	451,1	0,950	501,0	0,991	419,6	0,867	498,1	0,996	530,1	0,998	505,6	0,992
3	435,0	0,874	501,6	0,992	445,5	0,920	500,7	0,991	389,3	0,791	498,0	0,996	524,3	0,987	505,2	0,991
4	422,0	0,848	501,0	0,990	426,0	0,880	500,4	0,990	327,8	0,732	497,2	0,994	516,9	0,974	504,8	0,990
5	403,5	0,811	500,4	0,989	400,9	0,828	500,0	0,989	272,5	0,640	496,5	0,993	507,7	0,956	504,2	0,989
6	374,8	0,753	499,9	0,988	377,2	0,779	499,6	0,989	224,7	0,524	496,0	0,992	497,9	0,938	503,7	0,988
7	334,2	0,671	499,2	0,987	348,2	0,719	499,2	0,988	177,1	0,420	495,2	0,990	483,5	0,911	503,3	0,987
8	282,4	0,567	498,8	0,986	312,4	0,645	498,9	0,987	144,4	0,342	494,8	0,989	461,2	0,869	502,8	0,987

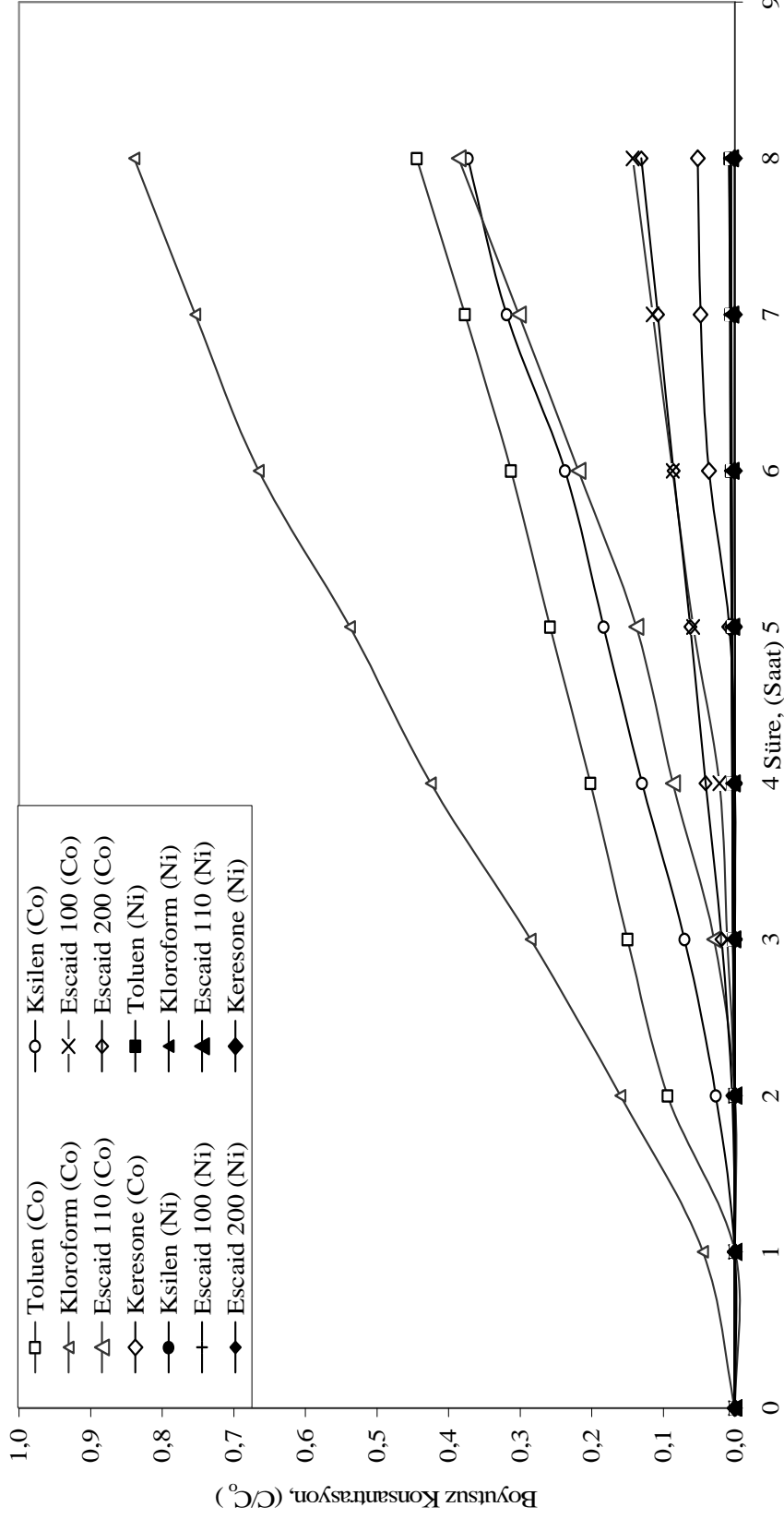
Süre (saat)	Çözücü Cinsinin Co(II) ve Ni (II) Ekstraksiyonuna Etkisi (Besleme fazı)											
	Escaid 110				Escaid 200				Kerosene			
	Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni	
	C (mg/L)	C/Co	C (mg/L)	C/Co	C (mg/L)	C/Co	C (mg/L)	C/Co	C (mg/L)	C/Co	C (mg/L)	C/Co
0	519,8	1,000	519,8	1,000	553,2	1,000	500,8	1,000	503,1	1,000	506,0	1,000
1	519,7	1,000	519,7	0,997	551,0	0,996	500,7	1,000	500,5	0,995	506,0	1,000
2	519,5	0,999	519,5	0,996	544,3	0,984	495,5	0,989	498,6	0,991	505,9	1,000
3	517,2	0,995	517,2	0,995	538,8	0,974	495,5	0,989	488,3	0,980	505,9	1,000
4	515,8	0,992	515,8	0,994	538,0	0,963	495,4	0,989	483,2	0,960	505,8	1,000
5	514,9	0,991	514,9	0,991	534,5	0,947	495,3	0,989	482,1	0,958	505,8	1,000
6	497,0	0,956	497,0	0,990	511,7	0,934	495,3	0,989	481,7	0,957	505,7	0,999
7	496,2	0,955	496,2	0,988	510,5	0,923	495,2	0,989	480,8	0,956	505,6	0,999
8	461,2	0,869	461,2	0,986	508,3	0,919	495,1	0,989	480,0	0,954	505,5	0,999

Çözücü Cinsinin Co(II) ve Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesi, (besleme)



Şekil 5.1 Çözücü cinsinin Co/Ni ekstraksiyon hızına etkisi (Besleme) : (Çözücü: % 95 w/w(Kloroform); Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme Çözeltisi Konsantrasyonu: 500mg/L Co²⁺; 500 mg/L Ni²⁺; Besleme çözeltisi pH: 4,0; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃/1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH₄SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Çözücü Cinsinin Co(II) / Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisi (Sıyırma)



Şekil 5.2 Çözücü cinsinin Co/Ni ekstraksiyon hızına etkisi (Sıyırma). (Çözücü(Kloroform): % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4,0; Besleme Çözeltisi Konsantrasyonu: 500mg/L Co²⁺; 500 mg/L Ni²⁺ Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃/1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH₄SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

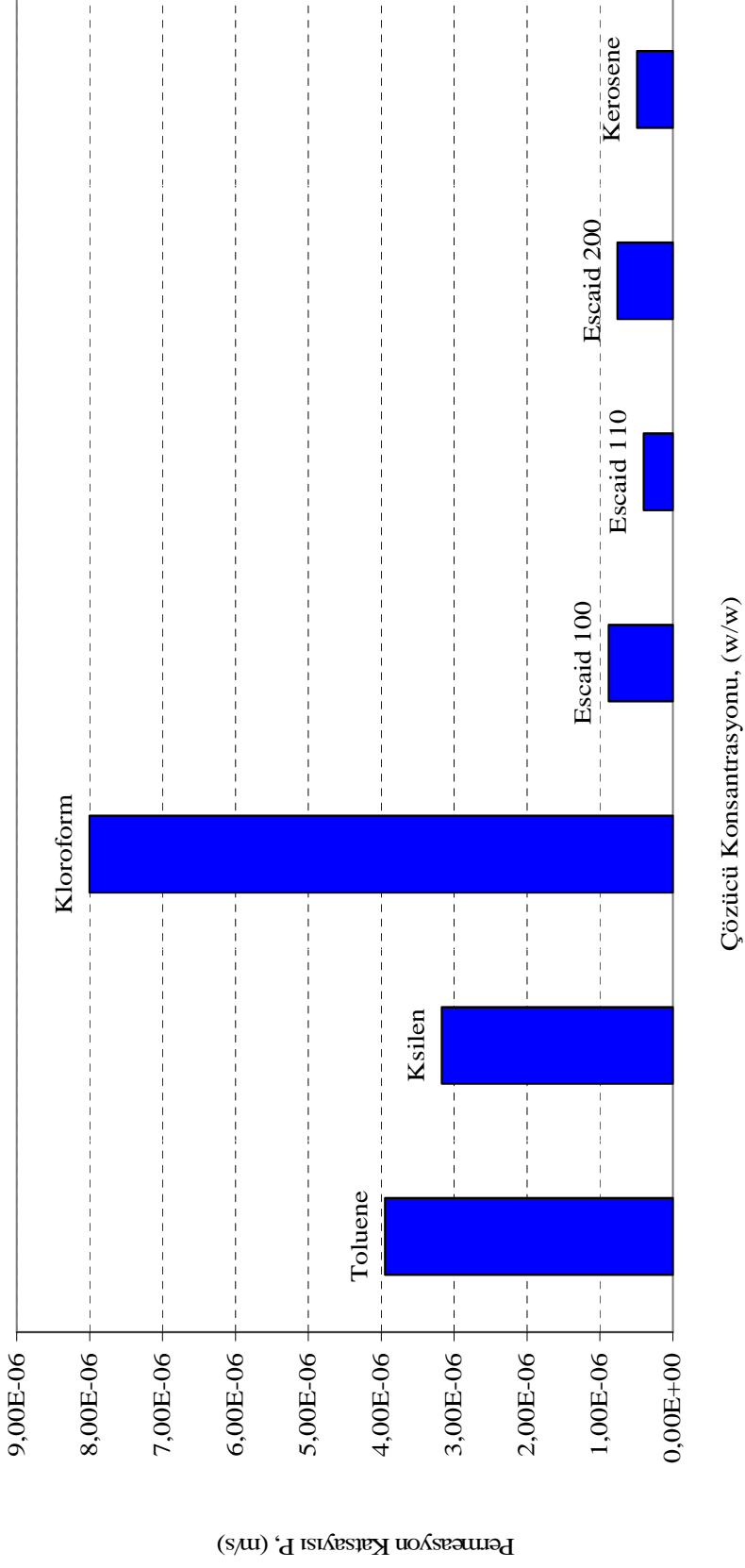
Tablo 5.3 Çözücülerin 20°C'deki dielektrik sabiti, viskosite ve yoğunlukları

Çözücü	Dielektrik sabiti[-]	Viskosite [mPa.s]	yoğunluk [kg/m ³]	Aromatiklik (%)	Ekstraksiyon verimi (%)
Kerosen	2.2	1.6	830	15	4.7
Ksilen	2.3	0.65	860	100	35.5
Escaid 100	-	1.6	805	20	13.1
Escaid 110	-				5.5
Escaid 200	-	1.68	751	?	8.1
Toluen	2.4	0.59	860	100	43.3
Kloroform	4.8	0.52	1480	-	65.8

Tablo 5.4. Çözücü cinsinin besleme çözeltisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akıları: permayon katsayısı (P), başlangıç kütle akısı (J_0): (Çözücü: % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4.0; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyrma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyrma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 / 1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

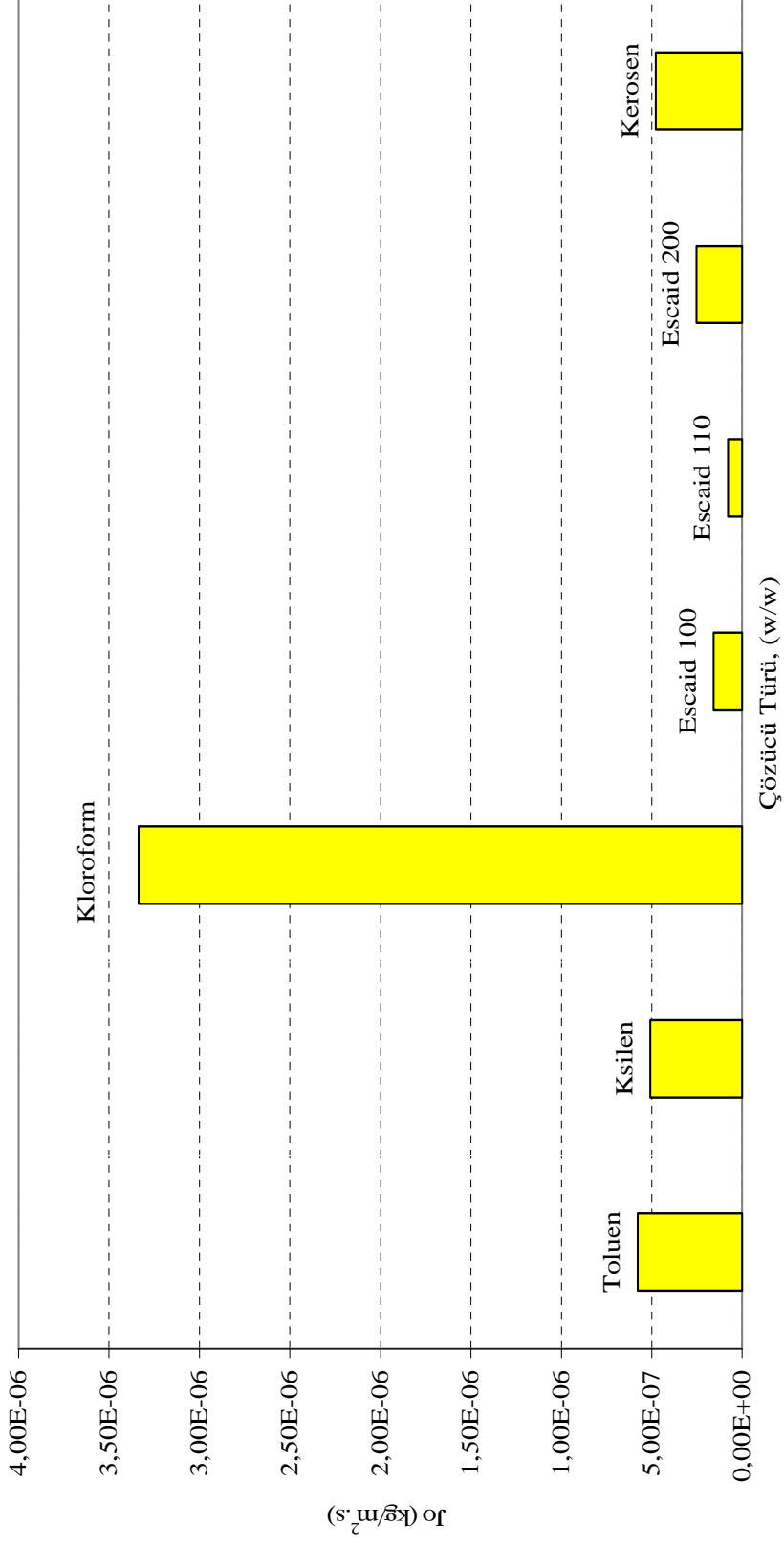
Süre (saat)	Toluen		Ksilen		Kloroform		Esaicid 100		Esaicid 110		Esaicid 200		Kerosen	
	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni
0	497,8	505,8	484,1	505,4	510,3	500,1	531,0	509,7	519,8	519,8	553,2	500,8	503,1	506,0
1	468,9	503,9	465,0	504,4	474,8	499,3	530,9	508,5	519,7	519,7	551,0	500,7	500,5	506,0
2	453,2	501,9	451,1	501,0	419,6	498,1	530,1	505,6	519,5	519,5	544,3	495,5	498,6	505,9
3	435,0	501,6	445,5	500,7	389,3	498,0	524,3	505,2	517,2	517,2	538,8	495,5	486,3	505,9
4	422,0	501,0	426,0	500,4	327,8	497,2	516,9	504,8	515,8	515,8	538,0	495,4	484,2	505,8
5	403,5	500,4	400,9	500,0	272,5	496,5	507,7	504,2	514,9	514,9	534,5	495,3	482,1	505,8
6	374,8	499,9	377,2	499,6	224,7	496,0	497,9	503,7	497,0	497,0	511,7	495,3	479,7	505,7
7	334,2	499,2	348,2	499,2	177,1	495,2	483,5	503,3	496,2	496,2	510,5	495,2	479,6	505,6
8	282,4	498,8	312,4	498,9	144,4	494,8	461,2	502,8	461,2	461,2	508,3	495,1	479,2	505,5
P (m/s)	3,951x10 ⁻⁶		3,172x10 ⁻⁶		8,003x10 ⁻⁶		8,812x10 ⁻⁷		3,964x10 ⁻⁷		7,592x10 ⁻⁷		5,107x10 ⁻⁷	
J_0 (kg/m ² s)	5,788x10 ⁻⁷		5,074x10 ⁻⁷		3,336x10 ⁻⁶		1,582x10 ⁻⁷		7,897x10 ⁻⁸		2,526x10 ⁻⁷		4,779x10 ⁻⁷	

Çözücü Cinsinin Co (II) ve Ni (II) Ekstraksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesine Ait Permeasyon Katsayısı (Besleme)



Şekil 5.3. Çözücü cinsinin kobaltın permeasyon katsayısına etkisi (Besleme): (Çözücü: % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4,0; Besleme Çözeltisi Konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M $NH_3/1M$ TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Çözücü Cinsinin Co(II) Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesine Ait Başlangıç Kütle Akısı



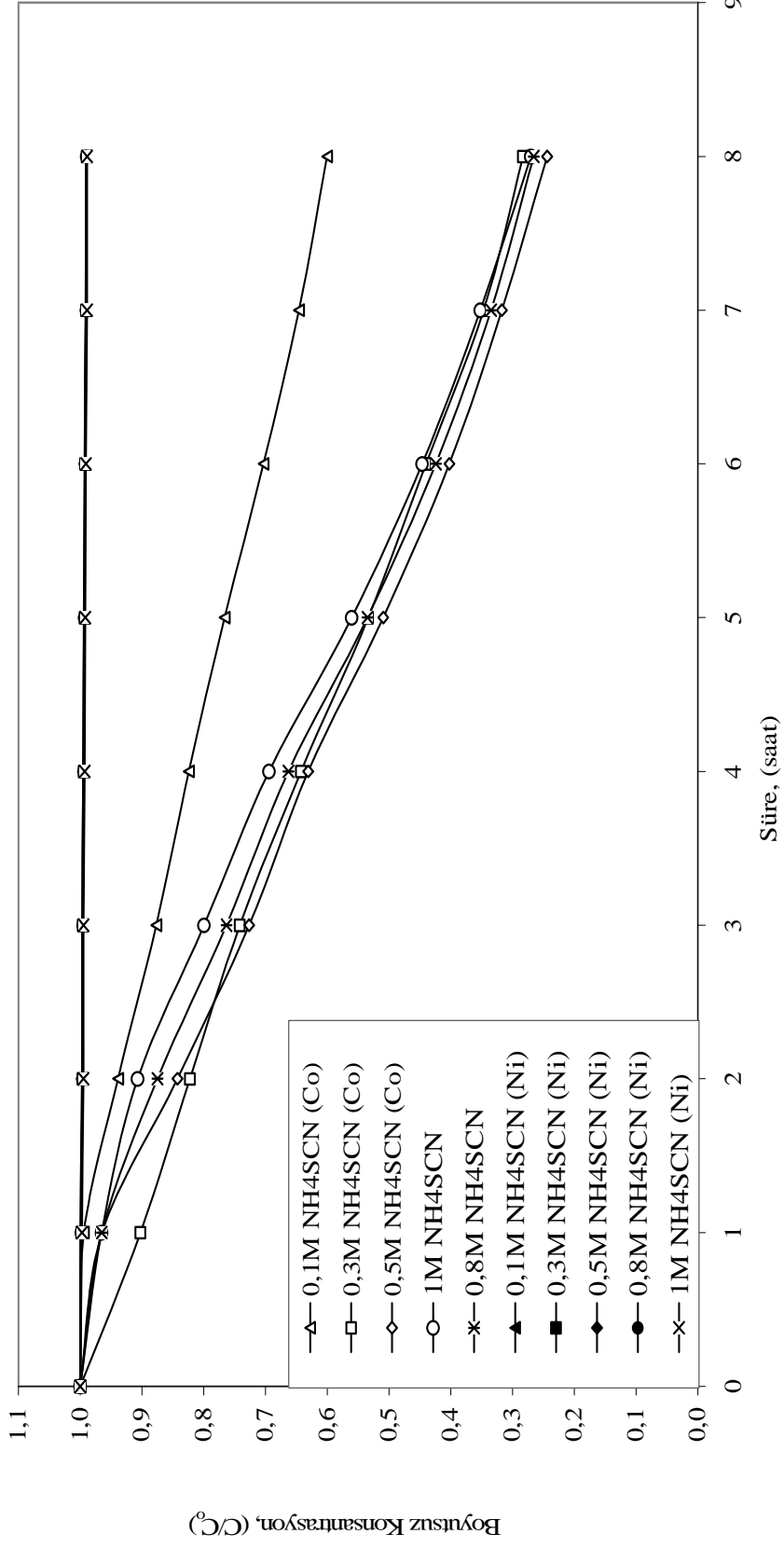
Şekil 5.4. Çözücü cinsinin kobaltın başlangıç kütle akısına (J₀) etkisi: ((Çözücü: % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4,0; Besleme Çözeltisi Konsantrasyonu: 500mg/L Co²⁺;500 mg/L Ni²⁺ ; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃/1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH₄SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.5. Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonunun Co/Ni ekstraksiyon hızına etkisi (Besleme): Besleme çözeltisi: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} (Çözütücü (kloroform) : w/w; ekstraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : $1\text{M NH}_3/1\text{M TEA}$; sıyırma çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak ; kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu $0,3\text{ mol/L}$, membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Süre (saat)	NH_4SCN Konsantrasyonunun Co(II) / Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Besleme)											
	$0,1\text{ M NH}_4\text{SCN}$				$0,3\text{ M NH}_4\text{SCN}$				$0,5\text{ M NH}_4\text{SCN}$			
	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	525,0	1,000	518,6	1,000	585,9	1,000	500,1	1,000	488,2	1,000	499,0	1,000
1	522,0	0,994	517,7	0,998	545,1	0,902	499,2	0,998	470,9	0,965	498,7	0,999
2	492,9	0,939	516,6	0,996	481,8	0,822	498,1	0,996	411,2	0,842	497,5	0,997
3	460,4	0,877	516,4	0,996	447,0	0,741	497,9	0,996	354,6	0,726	497,4	0,997
4	432,8	0,824	515,6	0,994	376,4	0,642	497,2	0,994	308,0	0,631	496,5	0,995
5	402,2	0,766	514,9	0,993	312,8	0,534	496,5	0,993	248,7	0,509	495,9	0,994
6	369,1	0,703	514,5	0,992	258,0	0,440	496,1	0,992	196,5	0,402	495,4	0,993
7	339,0	0,646	513,6	0,990	203,3	0,347	495,2	0,990	154,9	0,317	494,5	0,991
8	315,1	0,600	513,2	0,990	165,8	0,283	494,8	0,989	119,2	0,244	494,2	0,990

Süre (saat)	NH_4SCN Konsantrasyonunun Co(II) / Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Besleme)											
	$0,8\text{ M NH}_4\text{SCN}$				$1\text{ M NH}_4\text{SCN}$							
	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	499,3	1,000	504,7	1,000	502,4	1,000	511,6	1,000				
1	481,8	0,965	504,4	0,999	485,0	0,965	510,0	0,997				
2	436,8	0,875	503,3	0,997	455,6	0,907	508,9	0,995				
3	381,0	0,763	503,1	0,997	401,6	0,799	508,7	0,994				
4	331,0	0,663	502,3	0,995	348,9	0,694	507,9	0,993				
5	267,2	0,535	501,6	0,994	281,5	0,560	507,3	0,992				
6	211,9	0,424	501,2	0,993	224,2	0,446	506,8	0,991				
7	167,2	0,335	500,3	0,991	176,9	0,352	506,0	0,989				
8	132,6	0,266	500,1	0,991	135,9	0,271	505,8	0,989				

Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN Konsantrasyonunun Co(II)/Ni(II) Ekstraksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesi (Besleme)



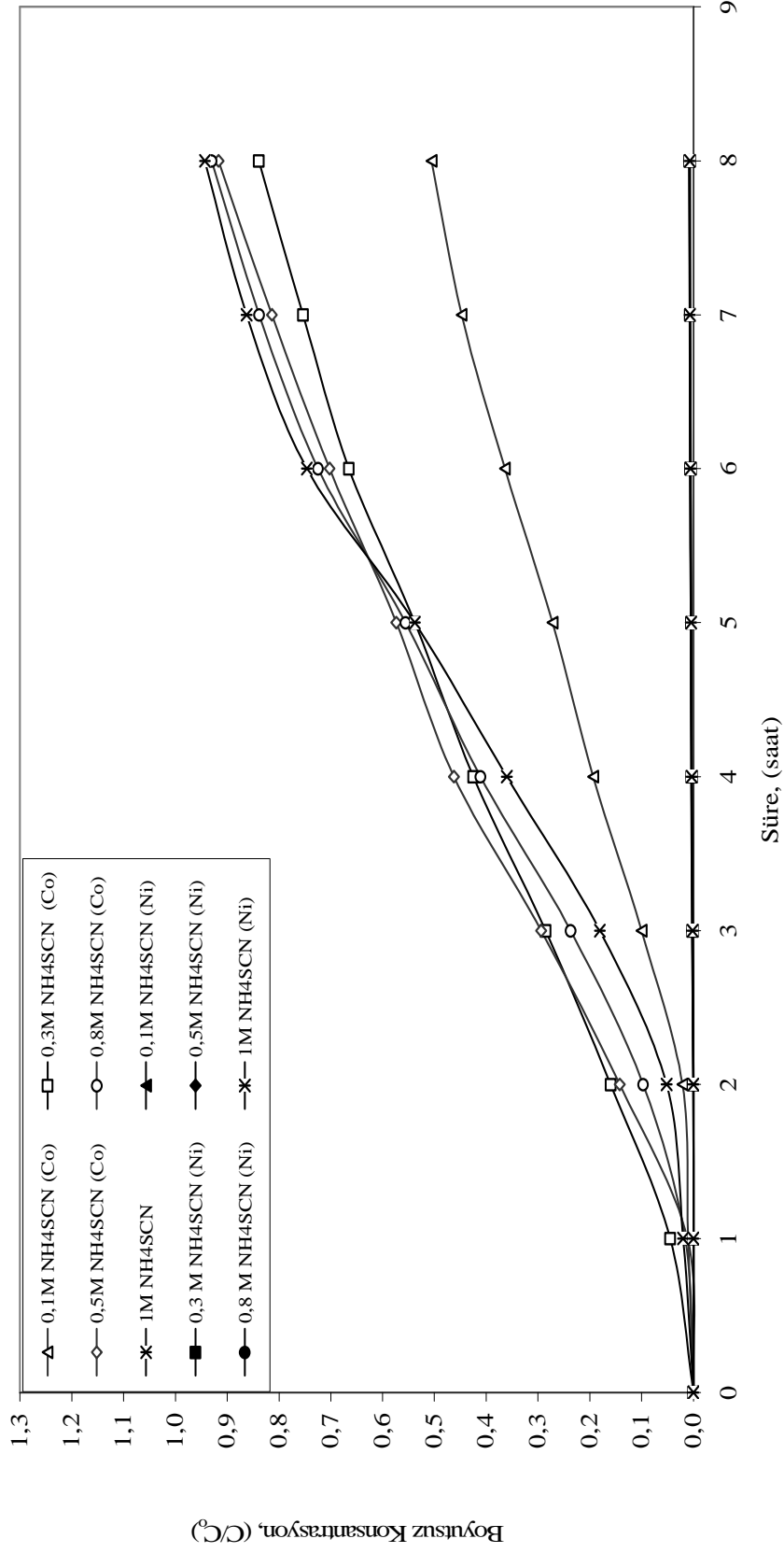
Şekil 5.5. Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonunun Co/Ni ekstraksiyon hızına etkisi (Besleme): Besleme çözeltisi: 500mg/L Co^{2+} ; 500mg/L Ni^{2+} (Çözücü (Kloroform) : w/w; Ekstraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : $1\text{M NH}_3/1\text{M TEA}$; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak ; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu $0,3\text{ mol/L}$, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Tablo 5. 6. Kompleks oluşturuvcu NH₄SCN konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyon hızına etkisi (Sıyırma): Besleme çözeltisi: 500mg/L Co²⁺; 500 mg/L Ni²⁺ (Çözütücü (Kloroform) : w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃/1M TEA; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak ; Kompleks oluşturuvcu NH₄SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Süre (saat)	NH ₄ SCN Konsantrasyonunun Co(II) / Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma)											
	0,1 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	
1	5,404	0,010	0,000	0,000	26,13	0,045	0,000	0,000	5,718	0,012	0,000	
2	11,26	0,021	0,097	0,000	93,70	0,160	0,183	0,000	69,50	0,142	0,283	
3	52,68	0,100	0,698	0,001	167,2	0,285	1,183	0,002	143,5	0,294	1,283	
4	101,6	0,194	1,627	0,003	248,9	0,425	1,809	0,004	225,6	0,462	1,910	
5	142,9	0,272	2,121	0,004	315,1	0,538	2,334	0,005	280,1	0,574	2,435	
6	191,1	0,364	2,653	0,005	389,7	0,665	2,900	0,006	342,8	0,702	3,001	
7	235,0	0,448	3,081	0,006	441,5	0,754	3,354	0,007	397,2	0,814	3,456	
8	265,5	0,506	3,406	0,007	491,6	0,839	3,930	0,008	447,5	0,917	4,032	

Süre (saat)	NH ₄ SCN Konsantrasyonunun Co(II) / Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma)											
	0,8 M NH ₄ SCN				1 M NH ₄ SCN							
	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	7,882	0,016	0,000	0,000	9,953	0,020	0,000	0,000				
2	48,34	0,097	0,103	0,000	26,05	0,052	0,100	0,000				
3	118,3	0,237	1,103	0,002	90,79	0,181	0,720	0,001				
4	205,2	0,411	1,729	0,003	181,0	0,360	1,677	0,003				
5	277,4	0,556	2,254	0,004	270,1	0,538	2,186	0,004				
6	361,7	0,724	2,820	0,006	375,0	0,746	2,735	0,005				
7	418,5	0,838	3,274	0,006	433,3	0,862	3,176	0,006				
8	464,4	0,930	3,620	0,007	473,9	0,943	3,511	0,007				

Kompleks Oluşturucu NH_4SCN Konsantrasyonunun Co(II) / Ni(II) Ekstraksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesi (sıyırma)

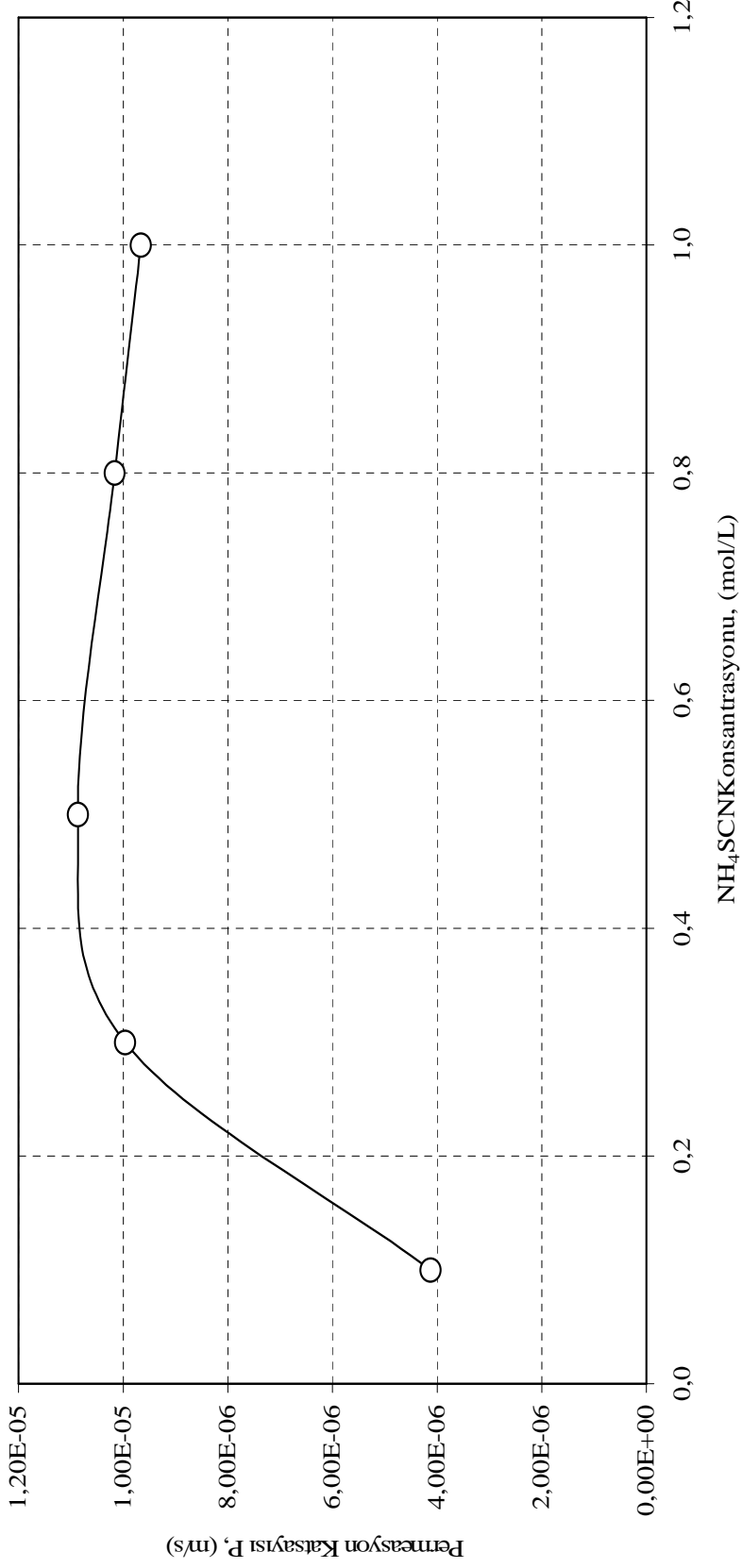


Şekil 5.6 Kompleks oluşturucu NH_4SCN konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyon hızına etkisi (Sıyırma): Besleme Çözeltisi: 500 mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} (Çözütü (Kloroform) : w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : $1 \text{ M NH}_3/1 \text{ M TEA}$; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak ; Kompleks oluşturucu NH_4SCN konsantrasyonu $0,3 \text{ mol/L}$, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

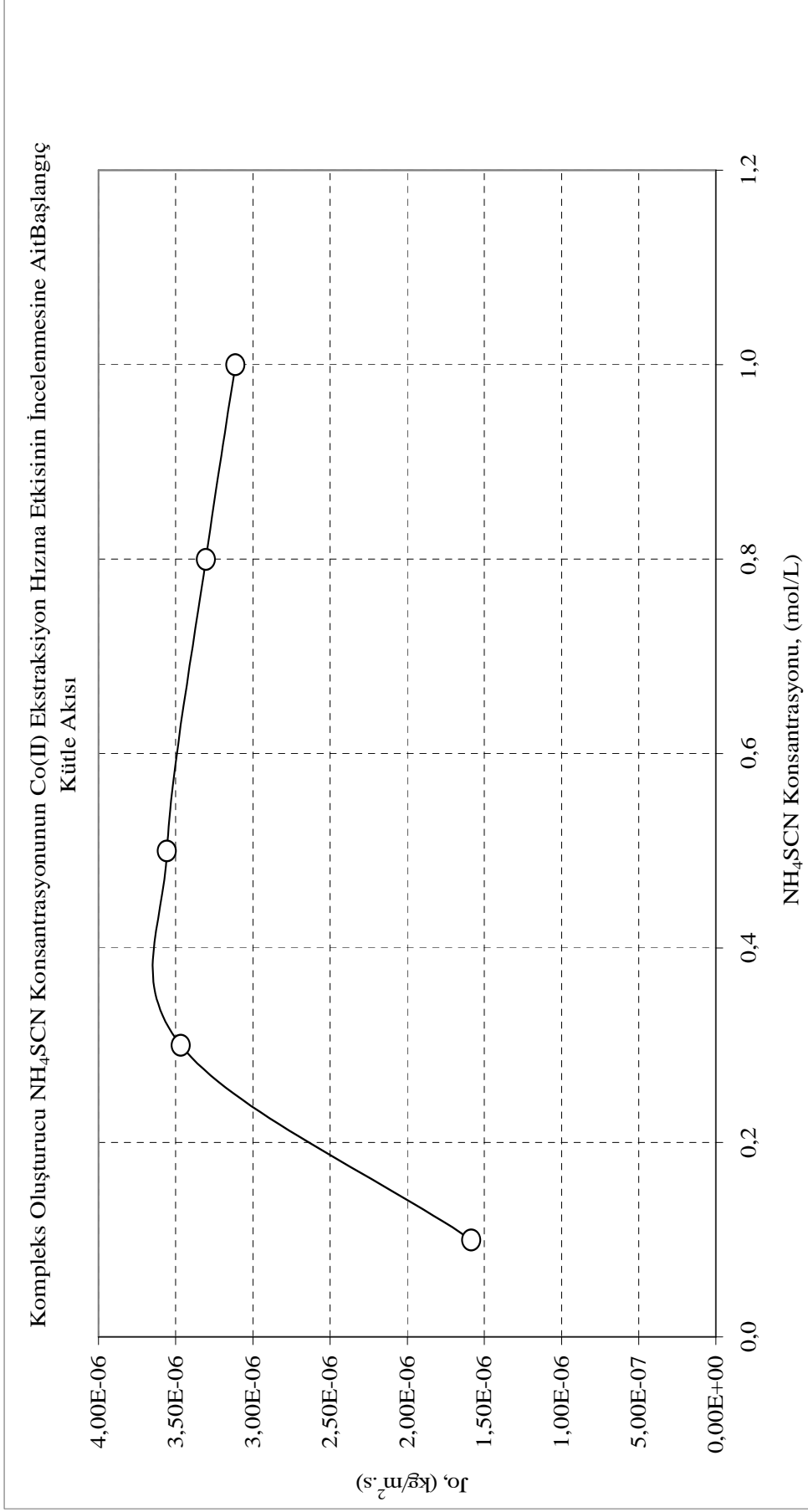
Tablo 5.7 Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonunun besleme çözeltisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi: : başlangıç kütle akısı (J_0), permeasyon katsayısı (P): Besleme Çözeltisi: 500mg/L Co^{2+} , 500 mg/L Ni^{2+} (Çözücü (Kloroform) : w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M $\text{NH}_3/1\text{M TEA}$; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak ; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Süre (saat)	0,1 M NH_4SCN		0,3 M NH_4SCN		0,5 M NH_4SCN		0,8 M NH_4SCN		1,0 M NH_4SCN	
	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni
	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)
0	525,0	518,6	585,9	500,1	488,2	499,0	499,3	504,7	502,4	511,6
1	522,0	517,7	545,1	499,2	470,9	498,7	481,8	504,4	485,0	510,0
2	492,9	516,6	481,8	498,1	411,2	497,5	436,8	503,3	455,6	508,9
3	460,4	516,4	447,0	497,9	354,6	497,4	381,0	503,1	401,6	508,7
4	432,8	515,6	376,4	497,2	308,0	496,5	331,0	502,3	348,9	507,9
5	402,2	514,9	312,8	496,5	248,7	495,9	267,2	501,6	281,5	507,3
6	369,1	514,5	258,0	496,1	196,5	495,4	211,9	501,2	224,2	506,8
7	339,0	513,6	203,3	495,2	154,9	494,5	167,2	500,3	176,9	506,0
8	315,1	513,2	165,8	494,8	119,2	494,2	132,6	500,1	135,9	505,8
P (m/s)	4,171x10 ⁻⁶		9,934x10 ⁻⁶		1,087x10 ⁻⁵		1,015x10 ⁻⁵		9,638x10 ⁻⁶	
J_0 (kg/m ² s)	1,585x10 ⁻⁶		3,467x10 ⁻⁶		3,556x10 ⁻⁶		3,304x10 ⁻⁶		3,113x10 ⁻⁶	

Kompleks Oluşturucu NH_4SCN Konsantrasyonunun Co(II) / Ni(II) Ekstraksiyona Ait Permeasyon Katsayısı (besleme)



Şekil 5.7 Kompleks oluşturucu NH_4SCN konsantrasyonunun kobaltın permeasyon katsayısına (P) etkisi: (Çözücü (Kloroform): % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme Çözeltisi Konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Besleme çözeltisi pH' ı 4, Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 /1M TEA; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Kompleks oluşturucu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))



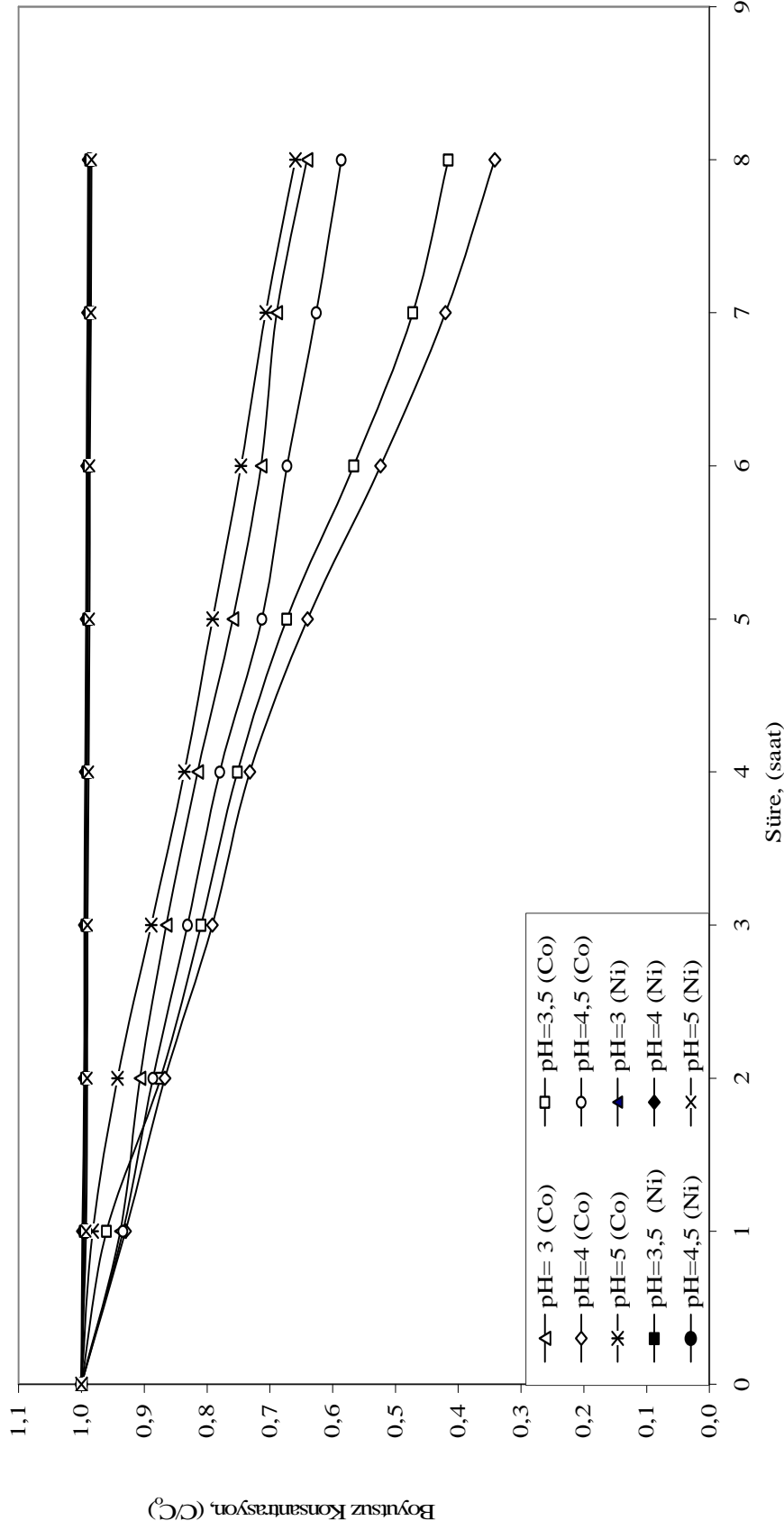
Şekil 5.8 Kompleks oluşturucu NH_4SCN konsantrasyonunun kobaltın başlangıç kütle akısına (J_0) etkisi: (Çözücü (Kloroform): % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme Çözeltisi Konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Besleme çözeltisi pH* 1 4 , Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M $\text{NH}_3/1\text{M TEA}$; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.8 Besleme çözeltisi pH'ının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme): (Çözücü (Kloroform): % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme Çözeltisi Konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} , 500 mg/L Ni^{2+} Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyrma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyrma çözeltisi konsantrasyonu : 1M $NH_3/1M$ TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Süre (saat)	Besleme çözeltisi pH'ının Co(II) ve Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Besleme)											
	pH=3				pH=3,5				pH=4			
	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	521,8	1,000	506,9	1,000	526,2	1,000	514,2	1,000	510,3	1,000	500,1	1,000
1	489,5	0,938	505,2	0,997	505,1	0,960	511,8	0,995	474,8	0,930	499,3	0,998
2	473,4	0,907	504,1	0,994	450,8	0,874	510,7	0,993	419,6	0,867	498,1	0,996
3	451,4	0,865	503,9	0,994	417,6	0,809	510,5	0,993	389,3	0,791	498,0	0,996
4	425,4	0,815	503,1	0,993	343,1	0,752	509,7	0,991	327,8	0,732	497,2	0,994
5	396,0	0,759	502,4	0,991	292,8	0,673	509,0	0,990	272,5	0,640	496,5	0,993
6	372,6	0,714	502,0	0,990	246,3	0,566	508,5	0,989	224,7	0,524	496,0	0,992
7	338,8	0,689	501,1	0,989	205,3	0,472	507,6	0,987	177,1	0,420	495,2	0,990
8	310,5	0,641	500,7	0,988	180,8	0,416	507,2	0,986	144,4	0,342	494,8	0,989

Süre (saat)	Besleme çözeltisi pH'ının Co(II) ve Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Besleme)											
	pH=4,5				pH=5							
	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	495,7	1,000	507,8	1,000	513,6	1,000	520,7	1,000				
1	462,9	0,934	505,5	0,996	504,3	0,982	516,9	0,993				
2	429,4	0,886	504,4	0,993	484,1	0,943	515,8	0,991				
3	401,1	0,831	504,2	0,993	456,6	0,889	515,6	0,990				
4	365,8	0,780	503,4	0,991	429,3	0,836	514,8	0,989				
5	333,3	0,712	502,7	0,990	406,4	0,791	514,1	0,987				
6	302,7	0,672	502,3	0,989	383,0	0,746	513,6	0,986				
7	252,1	0,626	501,4	0,987	345,7	0,707	512,7	0,985				
8	217,1	0,586	501,0	0,987	325,6	0,659	512,3	0,984				

Besleme Çözeltisi pH'ının Co(II)/Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesi (Besleme)



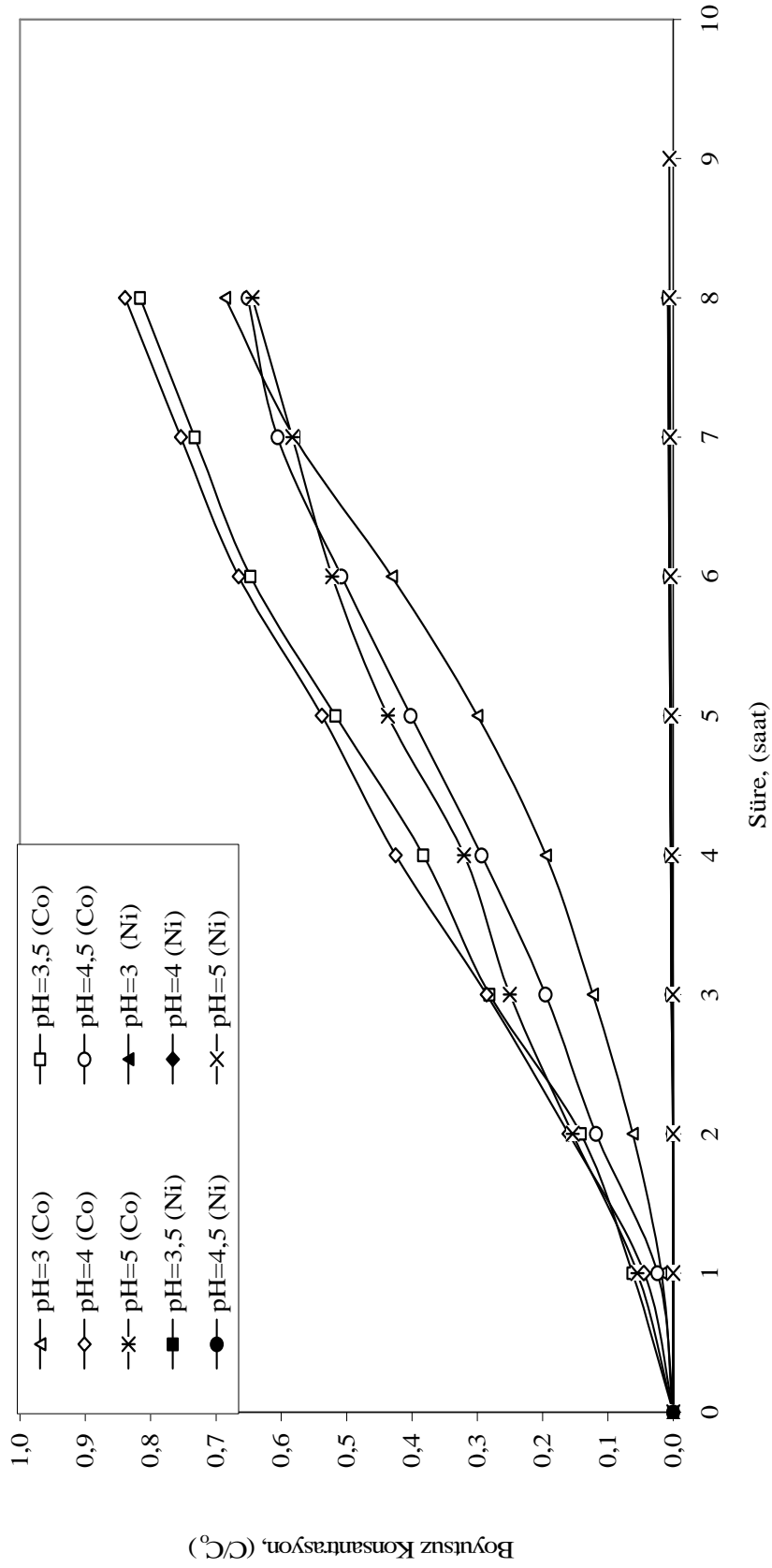
Şekil 5.9 Besleme çözeltisi pH'ının kobaltın ekstraksiyon hızına etkisi (Besleme): (Çözücü (Kloroform): % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu: 1M NH_3 /1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.9 Besleme çözeltisi pH'ının kobaltın ekstraksiyon hızına etkisi (Sıyırma): (Çözücü (Kloroform): % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500mg/L Co²⁺; 500 mg/L Ni²⁺ Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃/1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH₄SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Süre (saat)	Besleme çözeltisi pH'ının Co(II) ve Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma)											
	pH=3				pH=3,5				pH=4			
	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	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	10,96	0,018	0,000	0,000	36,47	0,062	0,000	0,000	22,76	0,045	0,000	0,000
2	37,18	0,062	0,266	0,001	93,23	0,142	0,283	0,001	81,61	0,160	0,283	0,001
3	74,12	0,123	1,207	0,002	164,4	0,281	1,285	0,002	145,6	0,285	1,283	0,003
4	117,2	0,195	1,796	0,004	223,8	0,383	1,913	0,004	216,8	0,425	1,910	0,004
5	180,3	0,300	2,290	0,005	302,3	0,517	2,439	0,005	274,4	0,538	2,435	0,005
6	259,4	0,431	2,822	0,006	378,2	0,647	3,006	0,006	339,4	0,665	3,001	0,006
7	349,1	0,580	3,249	0,006	428,3	0,733	3,461	0,007	384,6	0,754	3,456	0,007
8	412,6	0,686	3,791	0,007	477,3	0,816	4,038	0,008	428,2	0,839	4,032	0,008

Süre (saat)	Besleme çözeltisi pH'ının Co(II) ve Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma)											
	pH=4,5				pH=5							
	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	12,04	0,024	0,000	0,000	32,36	0,055	0,000	0,000				
2	58,61	0,118	0,255	0,001	90,27	0,154	0,240	0,000				
3	96,9	0,195	1,158	0,002	147,2	0,250	1,089	0,002				
4	145,4	0,293	1,724	0,003	188,4	0,320	1,620	0,003				
5	199,2	0,402	2,198	0,004	257,1	0,437	2,066	0,004				
6	251,6	0,508	2,709	0,005	306,6	0,522	2,546	0,005				
7	300,1	0,605	3,119	0,006	342,6	0,583	2,932	0,006				
8	353,6	0,651	3,639	0,007	378,7	0,644	3,421	0,006				

Besleme Çözeltisi pH'ının Co(II) / Ni(II) Ekstraksiyon Hızına Etkisi (Sıyırma)

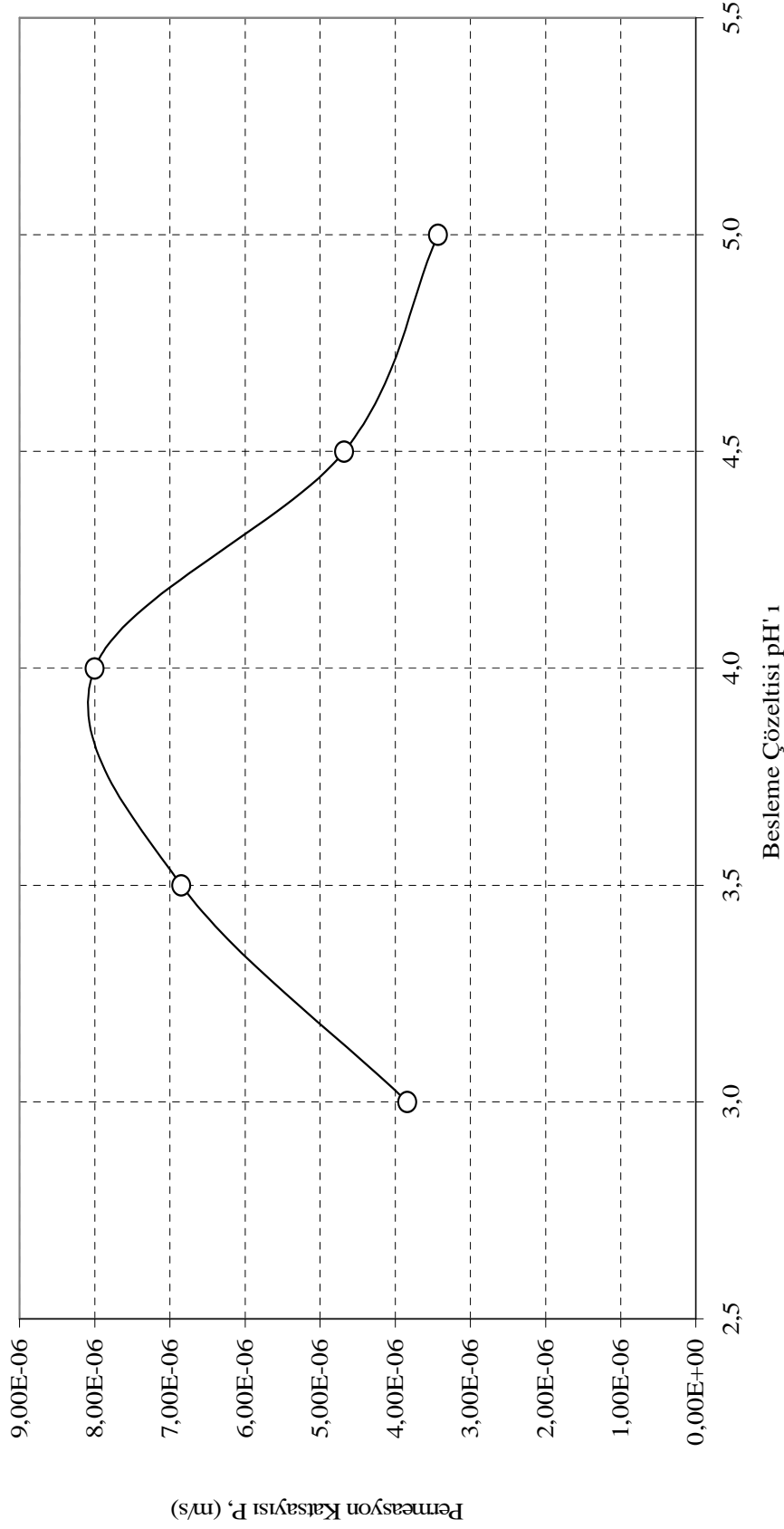


Şekil 5.10 Besleme çözeltisi pH'ının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma): (Çözücü (Kloroform): % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 /1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.10 Besleme çözeltisi pH'ının besleme çözeltisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi: başlangıç kütle akısı (J_0), permeasyon katsayısı (P): (Çözücü (Kloroform): % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme Çözeltisi Konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3/IM TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

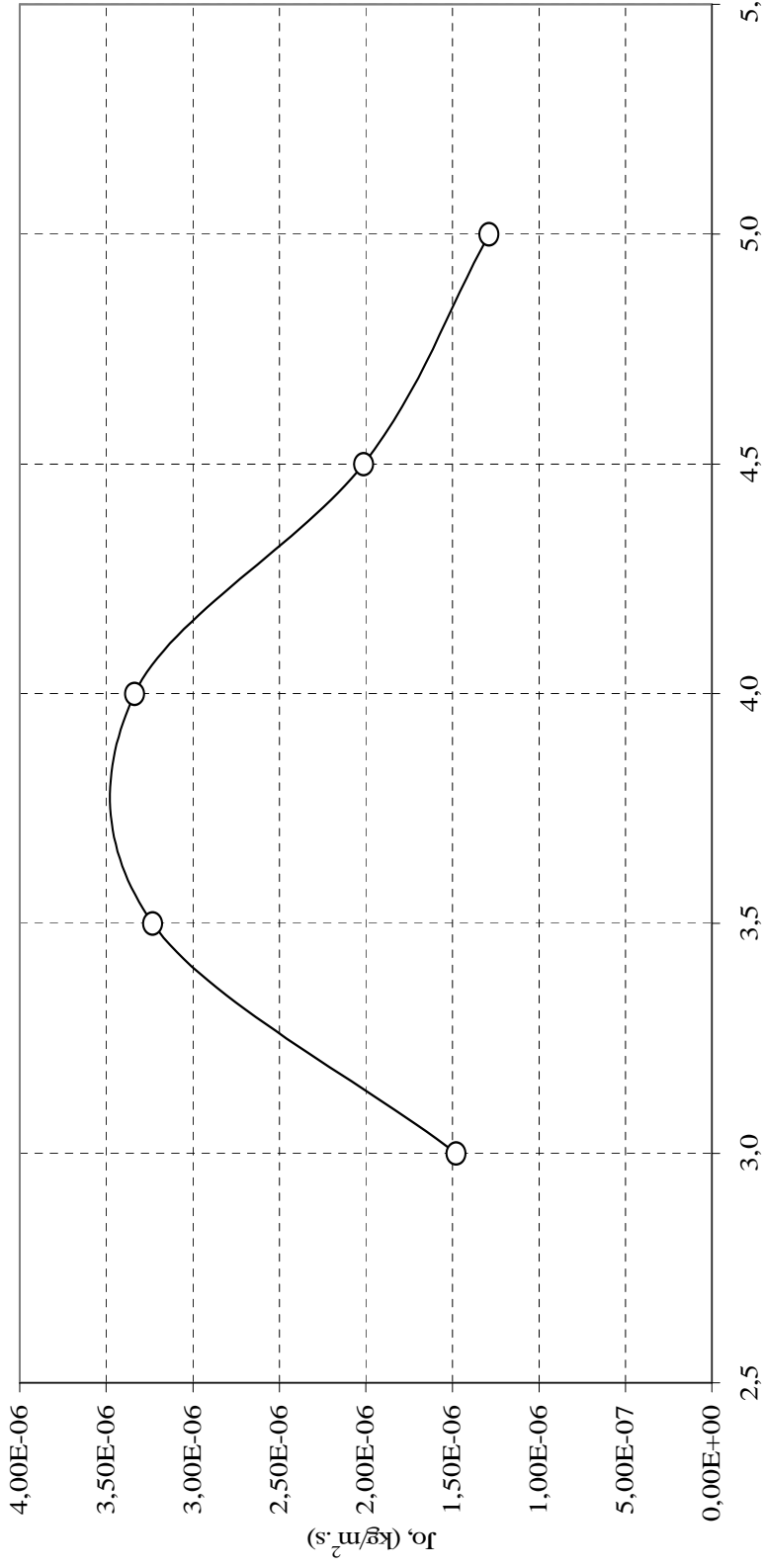
Süre (saat)	pH=3		pH=3,5		pH= 4		pH= 4,5		pH= 5	
	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni
0	521,8	506,9	526,2	514,2	510,3	500,1	495,7	507,8	513,6	520,7
1	489,5	505,2	505,1	511,8	474,8	499,3	462,9	505,5	504,3	516,9
2	473,4	504,1	450,8	510,7	419,6	498,1	429,4	504,4	484,1	515,8
3	451,4	503,9	417,6	510,5	389,3	498,0	401,1	504,2	456,6	515,6
4	425,4	503,1	343,1	509,7	327,8	497,2	365,8	503,4	429,3	514,8
5	396,0	502,4	292,8	509,0	272,5	496,5	333,3	502,7	406,4	514,1
6	372,6	502,0	246,3	508,5	224,7	496,0	302,7	502,3	383,0	513,6
7	338,8	501,1	205,3	507,6	177,1	495,2	252,1	501,4	345,7	512,7
8	310,5	500,7	180,8	507,2	144,4	494,8	217,1	501,0	325,6	512,3
P (m/s)	3,842x10 ⁻⁶		6,849x10 ⁻⁶		8,003x10 ⁻⁶		4,679x10 ⁻⁶		3,434x10 ⁻⁶	
J_0 (kg/m ² s)	1,478x10 ⁻⁶		3,232x10 ⁻⁶		3,336x10 ⁻⁶		2,013x10 ⁻⁶		1,288x10 ⁻⁶	

Besleme Çözeltisi pH'ının Co (II) Ekstraksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesine Ait Permeasyon Katsayısı (Besleme)



Şekil 5.11 Besleme çözeltisi pH'ının kobaltın permeasyon katsayısına (P) etkisi: (Çözücü (Kloroform) % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 /1M TEA; Kompleks oluşturu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Besleme Çözeltisi pH'ının Co (II) Ekstraksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesine Ait Başlangıç Kütle Akısı



Besleme Çözeltisi pH'ı

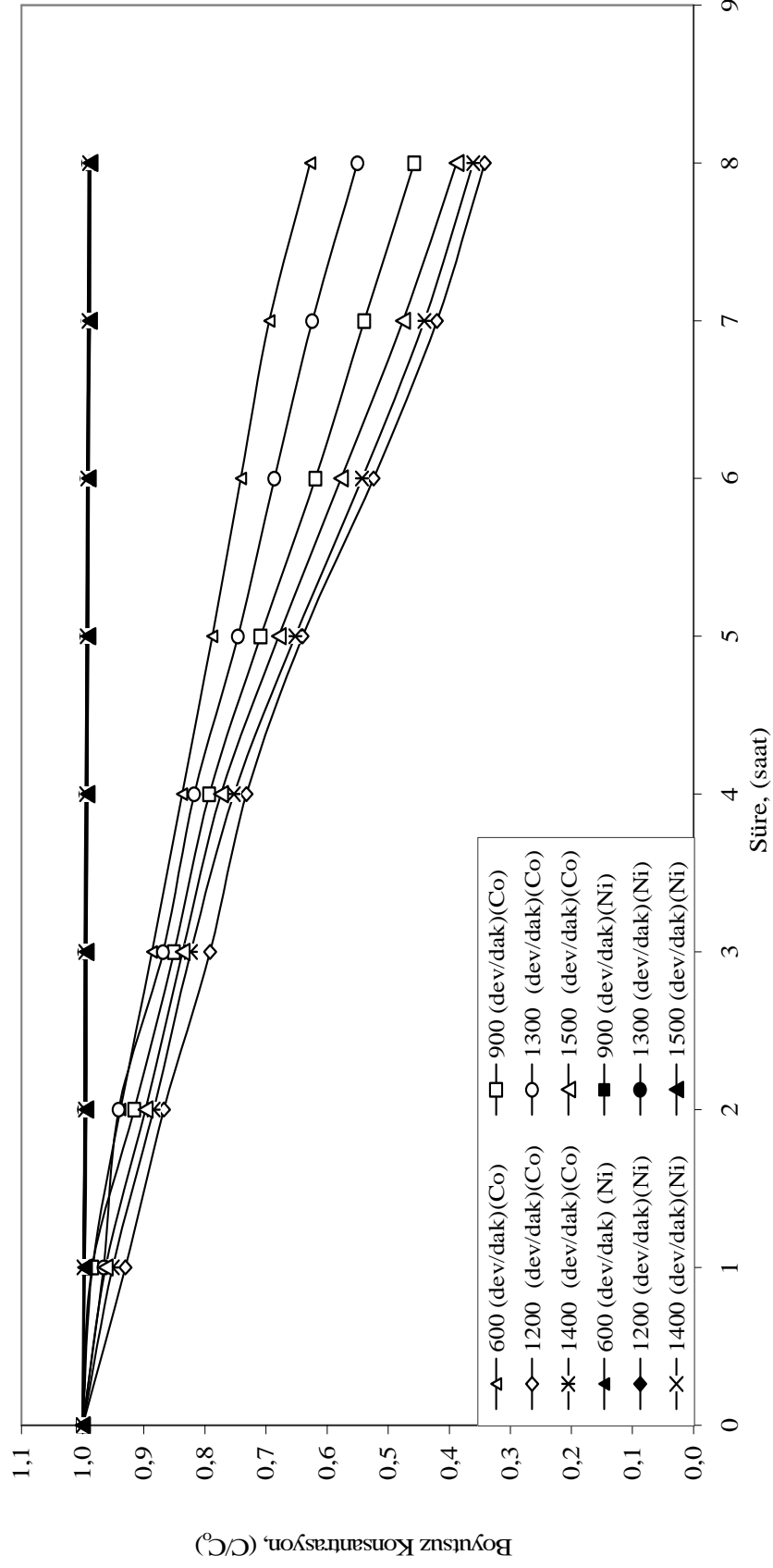
Şekil 5.12 Besleme çözeltisi pH'ının kobaltın başlangıç kütle akısına etkisi (J_0): (Çözücü (Kloroform) % 5 w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 /1M TEA; Kompleks oluşturu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.11 Besleme çözeltisi karıştırma hızının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme): (Çözücü (Kloroform): % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 336): % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme Çözeltisi Konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı:1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M $\text{NH}_3/1\text{M TEA}$; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Süre (saat)	600 (dev/dak)						900 (dev/dak)						1200 (dev/dak)						1300 (dev/dak)									
	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	C (mg/L)	C/Co	C (mg/L)	C/Co	C (mg/L)	C/Co						
0	474,5	1,000	506,0	1,000	555,5	1,000	508,6	1,000	510,3	1,000	500,1	1,000	479,7	1,000	507,0	1,000	510,3	1,000	508,6	1,000	500,1	1,000	479,7	1,000	507,0	1,000		
1	466,9	0,984	504,2	0,997	546,8	0,984	508,0	0,999	474,8	0,930	499,3	0,998	463,2	0,966	506,1	0,998	474,8	0,930	499,3	0,998	463,2	0,966	506,1	0,998	466,9	0,984	504,2	0,997
2	445,1	0,938	503,1	0,994	508,7	0,916	506,9	0,997	419,6	0,867	498,1	0,996	451,3	0,941	505,6	0,997	419,6	0,867	498,1	0,996	451,3	0,941	505,6	0,997	445,1	0,938	503,1	0,994
3	420,8	0,887	502,9	0,994	472,5	0,851	506,7	0,996	389,3	0,791	498,0	0,996	410,4	0,868	505,4	0,997	389,3	0,791	498,0	0,996	410,4	0,868	505,4	0,997	420,8	0,887	502,9	0,994
4	397,3	0,837	502,1	0,992	440,4	0,793	505,9	0,995	327,8	0,732	497,2	0,994	392,1	0,818	504,6	0,995	327,8	0,732	497,2	0,994	392,1	0,818	504,6	0,995	397,3	0,837	502,1	0,992
5	374,0	0,788	501,4	0,991	393,7	0,709	505,2	0,993	272,5	0,640	496,5	0,993	357,7	0,746	504,0	0,994	272,5	0,640	496,5	0,993	357,7	0,746	504,0	0,994	374,0	0,788	501,4	0,991
6	351,7	0,741	501,0	0,990	343,8	0,619	504,8	0,992	224,7	0,524	496,0	0,992	329,2	0,686	503,5	0,993	224,7	0,524	496,0	0,992	329,2	0,686	503,5	0,993	351,7	0,741	501,0	0,990
7	329,6	0,695	500,1	0,988	299,4	0,539	503,9	0,991	177,1	0,420	495,2	0,990	299,4	0,624	502,6	0,991	177,1	0,420	495,2	0,990	299,4	0,624	502,6	0,991	329,6	0,695	500,1	0,988
8	297,9	0,628	499,7	0,988	254,0	0,457	503,5	0,990	144,4	0,342	494,8	0,989	263,9	0,550	502,2	0,991	144,4	0,342	494,8	0,989	263,9	0,550	502,2	0,991	297,9	0,628	499,7	0,988

Süre (saat)	1400 (dev/dak)						1500 (dev/dak)									
	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	505,3	1,000	508,0	1,000	517,3	1,000	507,2	1,000	505,3	1,000	508,0	1,000	517,3	1,000	507,2	1,000
1	480,5	0,951	507,3	0,999	497,8	0,962	505,2	0,996	480,5	0,951	507,3	0,999	497,8	0,962	505,2	0,996
2	446,6	0,884	506,2	0,996	464,1	0,897	504,1	0,994	446,6	0,884	506,2	0,996	464,1	0,897	504,1	0,994
3	415,8	0,823	506,0	0,996	427,5	0,836	503,9	0,994	415,8	0,823	506,0	0,996	427,5	0,836	503,9	0,994
4	380,4	0,753	505,2	0,994	400,2	0,774	503,1	0,992	380,4	0,753	505,2	0,994	400,2	0,774	503,1	0,992
5	329,5	0,652	504,5	0,993	346,2	0,679	502,4	0,991	329,5	0,652	504,5	0,993	346,2	0,679	502,4	0,991
6	274,2	0,543	504,0	0,992	296,0	0,577	502,0	0,990	274,2	0,543	504,0	0,992	296,0	0,577	502,0	0,990
7	222,8	0,441	503,2	0,990	243,6	0,476	501,1	0,988	222,8	0,441	503,2	0,990	243,6	0,476	501,1	0,988
8	182,5	0,361	502,8	0,990	199,6	0,388	500,7	0,987	182,5	0,361	502,8	0,990	199,6	0,388	500,7	0,987

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



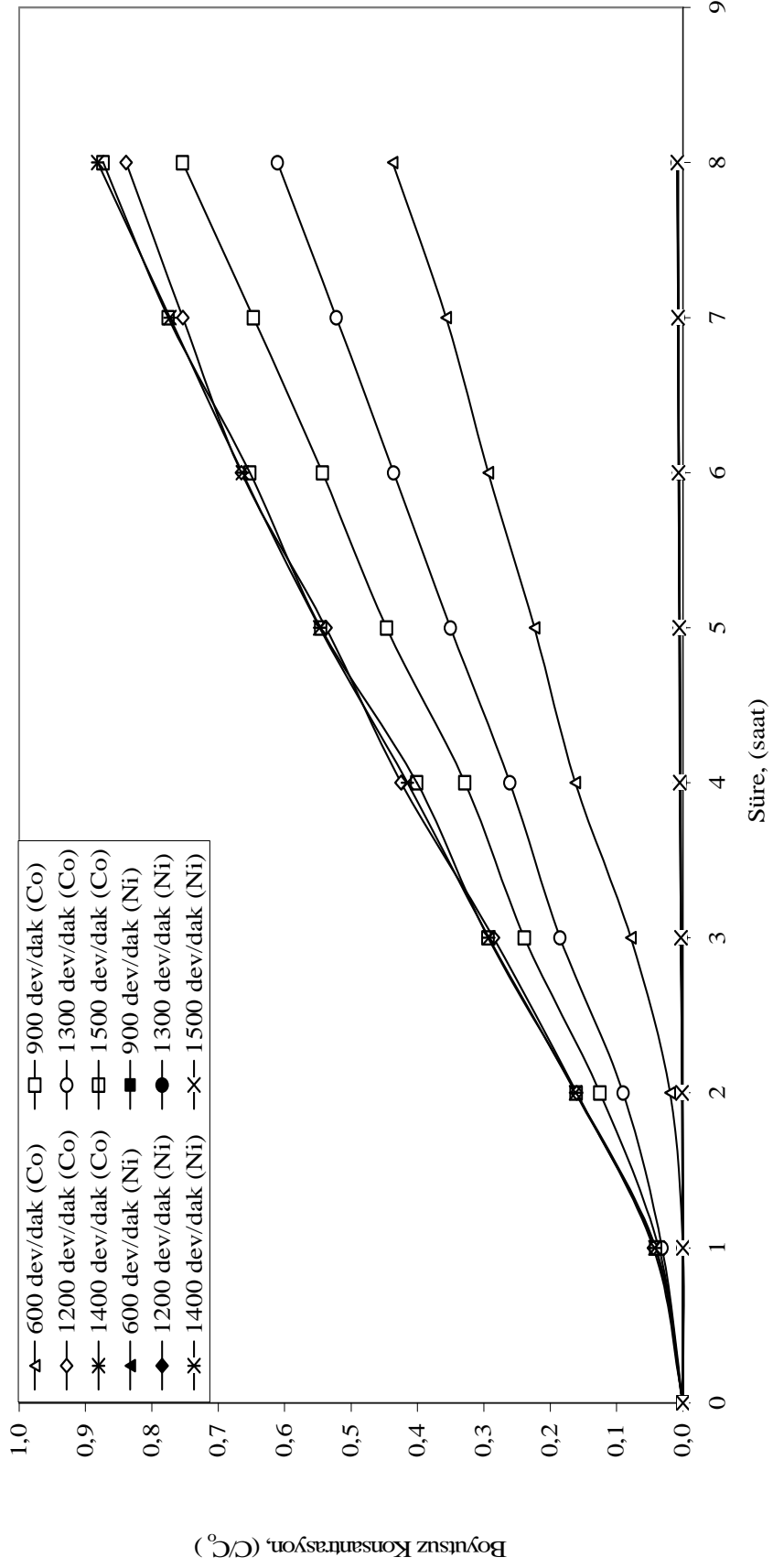
Şekil 5.13 Besleme çözeltisi karıştırma hızının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme): (Çözücü (Kloroform) : % 95 w/w; Ekstraktant (Alamine 336): % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500mg/L Co²⁺, 500 mg/L Ni²⁺ ; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃/1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH₄SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.12 Besleme çözeltisi karıştırma hızının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyrma): (Çözücü (Kloroform) : % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 336): % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Sıyrma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyrma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 /1M TEA; Kompleks oluşturu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Süre (saat)	Besleme Çözeltisi Karıştırma Hızının Co(II)/Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisi (sıyrma)															
	600 (dev/dak)				900 (dev/dak)				1200 (dev/dak)				1300 (dev/dak)			
	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	0,000	0,000	0,000	0,000	20,13	0,036	0,000	0,000	22,76	0,045	0,000	0,000	15,14	0,032	0,000	
2	9,245	0,019	0,277	0,001	69,41	0,125	0,429	0,001	81,61	0,160	0,283	0,001	43,27	0,090	0,420	
3	37,29	0,079	1,257	0,002	132,6	0,239	1,414	0,003	145,6	0,285	1,283	0,003	88,83	0,185	1,385	
4	76,95	0,162	1,871	0,004	182,5	0,329	2,031	0,004	216,8	0,425	1,910	0,004	123,8	0,261	1,990	
5	106,1	0,224	2,386	0,005	248,1	0,447	2,548	0,005	274,4	0,538	2,435	0,005	167,9	0,350	2,497	
6	139,1	0,293	2,940	0,006	301,5	0,543	3,105	0,006	339,4	0,665	3,001	0,006	209,1	0,436	3,043	
7	169,2	0,357	3,386	0,007	359,5	0,647	3,553	0,007	384,6	0,754	3,456	0,007	250,5	0,522	3,482	
8	207,6	0,437	3,950	0,007	418,7	0,754	4,120	0,008	428,2	0,839	4,032	0,008	293,0	0,611	4,038	

Süre (saat)	Besleme Çözeltisi Karıştırma Hızının Co(II)/Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisi (Sıyrma)											
	1400 (dev/dak)				1500 (dev/dak)							
	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	21,21	0,042	0,000	0,000	21,21	0,041	0,000					
2	81,74	0,162	0,724	0,001	83,09	0,161	0,682					
3	147,9	0,293	1,699	0,003	151,8	0,294	1,652					
4	209,7	0,415	2,310	0,005	207,4	0,401	2,260					
5	276,6	0,547	2,822	0,006	282,3	0,546	2,769					
6	335,5	0,664	3,373	0,007	337,6	0,653	3,318					
7	390,5	0,773	3,817	0,008	401,1	0,775	3,759					
8	445,5	0,882	4,378	0,009	451,9	0,874	4,318					

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

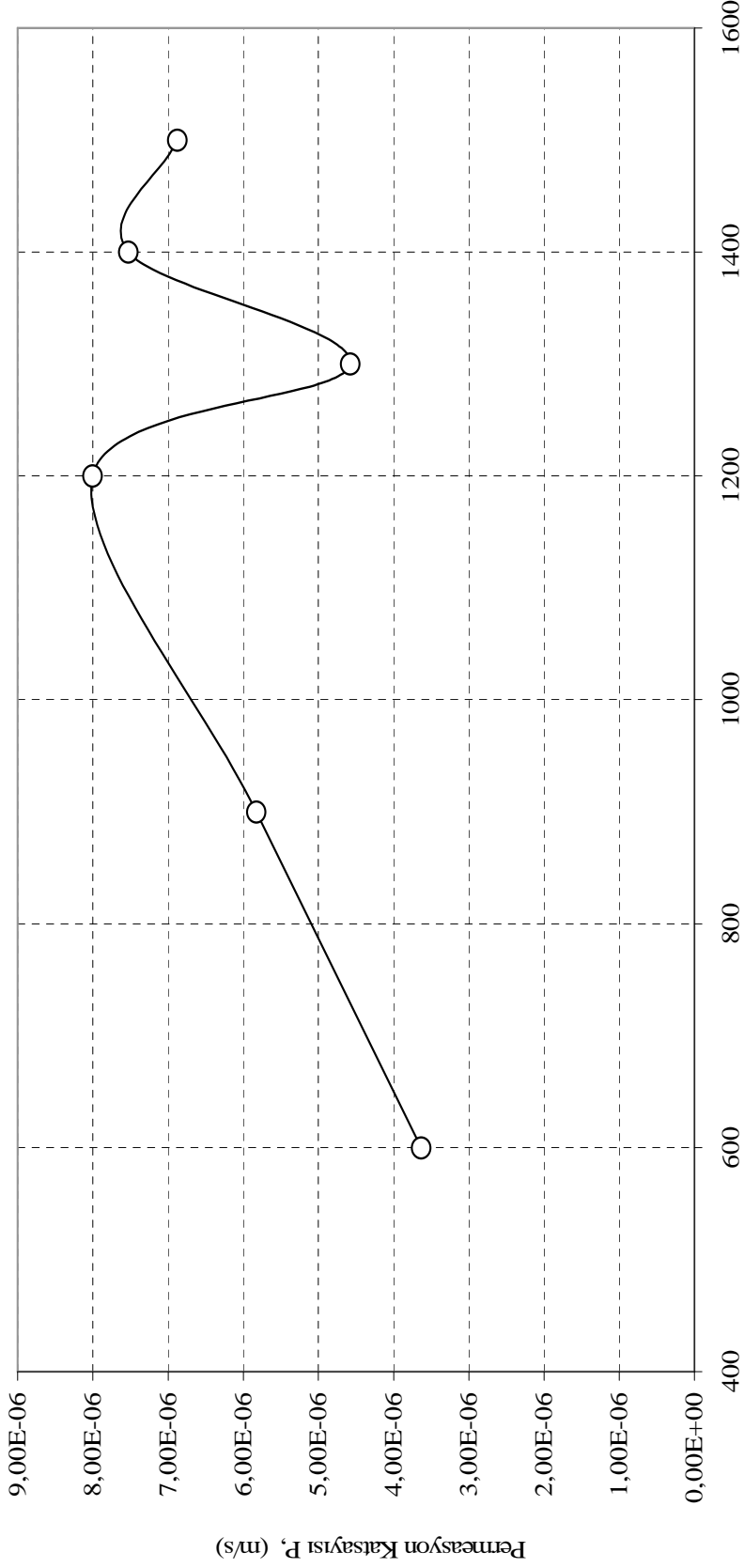


Şekil 5.14 Besleme çözeltisi karıştırma hızının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma); (Çözücü (Kloroform) : % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M $NH_3/1M$ TEA; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Kompleks oluşturu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.1.3 Besleme çözeltisi karıştırma hızının besleme çözeltisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi: (Çözütücü (Kloroform) : % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M $NH_3/1M$ TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Süre (saat)	600 (dev/dak)		900 (dev/dak)		1200 (dev/dak)		1300 (dev/dak)		1400 (dev/dak)		1500 (dev/dak)	
	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni
	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)
0	474,5	506,0	555,5	508,6	510,3	500,1	479,7	507,0	505,3	508,0	517,3	507,2
1	466,9	504,2	546,8	508,0	474,8	499,3	463,2	506,1	480,5	507,3	497,8	505,2
2	445,1	503,1	508,7	506,9	419,6	498,1	451,3	505,6	446,6	506,2	464,1	504,1
3	420,8	502,9	472,5	506,7	389,3	498,0	410,4	505,4	415,8	506,0	427,5	503,9
4	397,3	502,1	440,4	505,9	327,8	497,2	392,1	504,6	380,4	505,2	400,2	503,1
5	374,0	501,4	393,7	505,2	272,5	496,5	357,7	504,0	329,5	504,5	346,2	502,4
6	351,7	501,0	343,8	504,8	224,7	496,0	329,2	503,5	274,2	504,0	296,0	502,0
7	329,6	500,1	299,4	503,9	177,1	495,2	299,4	502,6	222,8	503,2	243,6	501,1
8	297,9	499,7	254,0	503,5	144,4	494,8	263,9	502,2	182,5	502,8	199,6	500,7
P (m/s)	3,645x10 ⁻⁶		5,825x10 ⁻⁶		8,003x10 ⁻⁶		4,576x10 ⁻⁶		7,529x10 ⁻⁶		6,876x10 ⁻⁶	
J ₀ (kg/m ² s)	1,209x10 ⁻⁶		1,698x10 ⁻⁶		3,336x10 ⁻⁶		1,342x10 ⁻⁶		1,803x10 ⁻⁶		1,681x10 ⁻⁶	

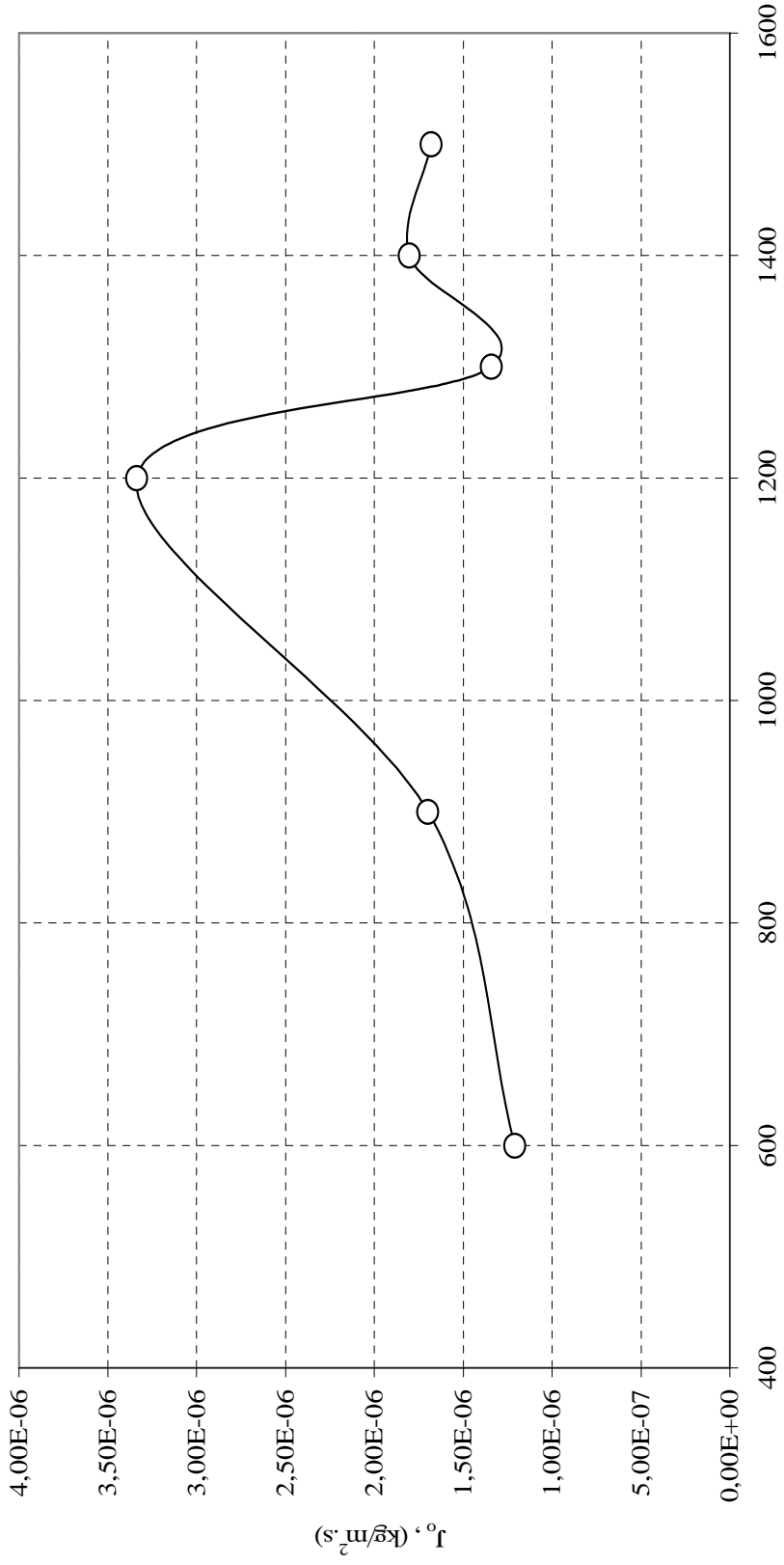
Besleme Çözeltisi Karıştırma Hızının Co (II) Ekstraksiyon Hızına Ait Permeasyon Katsayısı



Besleme Çözeltisi Karıştırma Hızı, (dev/dak)

Şekil 5.15 Besleme çözeltisi karıştırma hızının kobaltın permeasyon katsayısına (P) etkisi: (Çözücü (Kloroform) : % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 /1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Besleme Çözeltisi Karıştırma Hızının Co(II) Ekstraksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesine
Ait Başlangıç Kütle Akısı



Besleme Çözeltisi Karıştırma Hızı, (dev/dak)

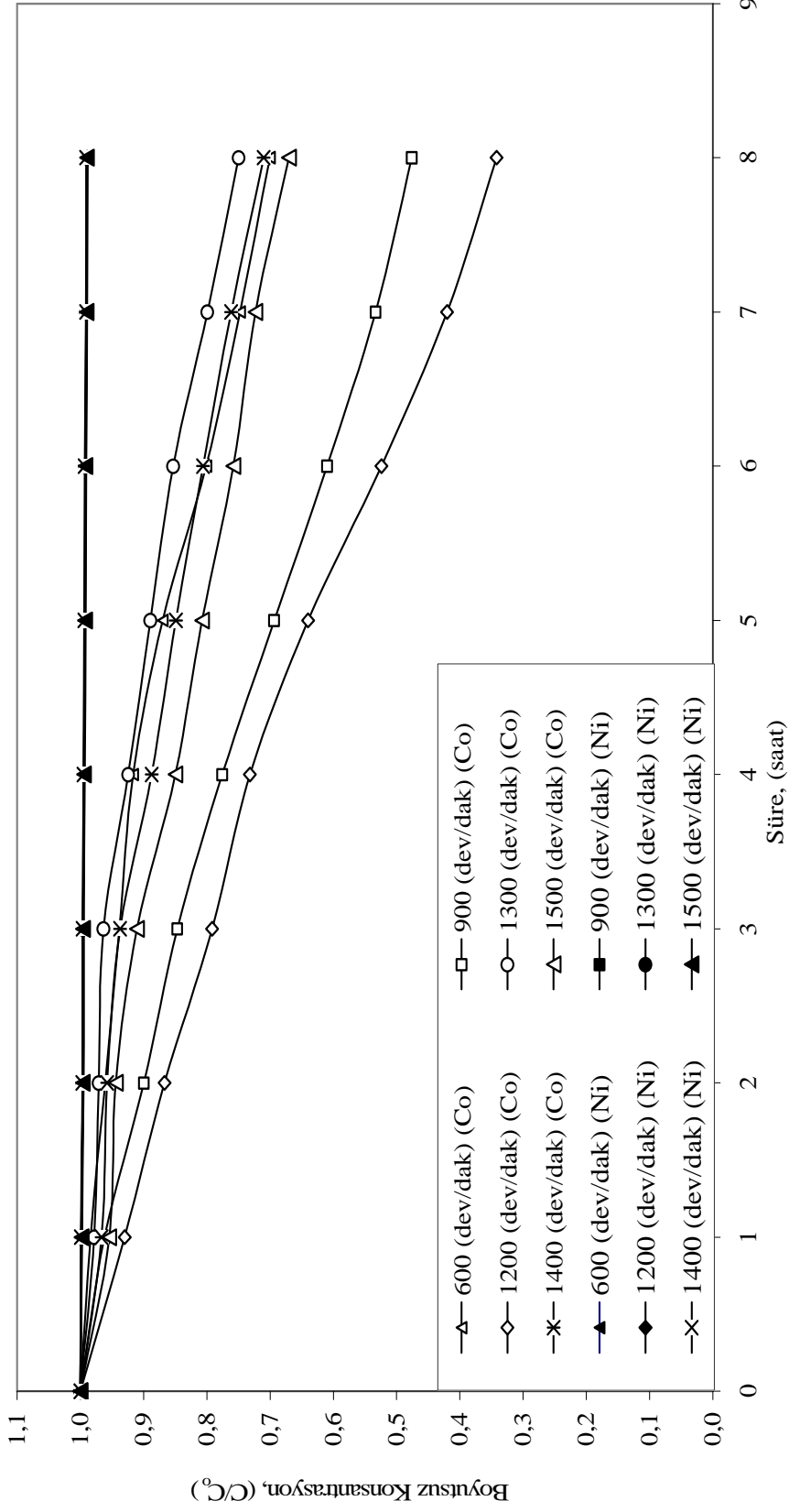
Şekil 5.16. Besleme çözeltisi karıştırma hızının kobaltın başlangıç kütle akısına (J_0) etkisi: (Çözücü (Kloroform) : % 95 w/w; Ekstraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 /1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.14 Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme): (Çözücü (Kloroform): % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme Çözeltisi Konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M $NH_3/1M$ TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Süre (saat)	Sıyırma Çözeltisi Karıştırma Hızının $Co(II)/Ni(II)$ Ekstraksiyonuna Etkisi (Besleme)											
	600 (dev/dak)				900 (dev/dak)				1200 (dev/dak)			
	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	453,4	1,000	518,6	1,000	464,5	1,000	507,1	1,000	510,3	1,000	500,1	1,000
1	450,6	0,984	517,7	0,998	446,8	0,962	505,7	0,997	474,8	0,930	499,3	0,998
2	435,7	0,961	516,6	0,996	417,8	0,900	504,6	0,995	419,6	0,867	498,1	0,996
3	419,2	0,938	516,4	0,996	393,3	0,847	504,4	0,995	389,3	0,791	498,0	0,996
4	415,7	0,917	515,6	0,994	360,2	0,776	503,6	0,993	327,8	0,732	497,2	0,994
5	394,5	0,870	514,9	0,993	322,1	0,693	502,9	0,992	272,5	0,640	496,5	0,993
6	363,3	0,801	514,5	0,992	283,2	0,610	502,5	0,991	224,7	0,524	496,0	0,992
7	338,9	0,748	513,6	0,990	247,7	0,533	501,6	0,989	177,1	0,420	495,2	0,990
8	317,6	0,700	513,2	0,990	221,1	0,476	501,2	0,988	144,4	0,342	494,8	0,989

Süre (saat)	Sıyırma Çözeltisi Karıştırma Hızının $Co(II)/Ni(II)$ Ekstraksiyonuna Etkisi (Besleme)											
	1300 (dev/dak)				1400 (dev/dak)				1500 (dev/dak)			
	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	499,5	1,000	511,9	1,000	511,9	1,000	512,6	1,000	490,6	1,000	512,1	1,000
1	488,7	0,978	511,3	0,999	494,8	0,967	512,2	0,999	468,2	0,954	511,2	0,998
2	485,0	0,971	510,1	0,997	490,3	0,958	511,1	0,997	463,2	0,944	510,1	0,996
3	481,3	0,964	510,0	0,996	479,8	0,937	510,9	0,997	446,8	0,911	509,9	0,996
4	461,7	0,924	509,2	0,995	454,2	0,887	510,1	0,995	416,8	0,850	509,1	0,994
5	444,2	0,889	508,5	0,993	434,5	0,849	509,5	0,994	396,2	0,808	508,4	0,993
6	426,3	0,853	508,0	0,992	412,7	0,806	509,0	0,993	372,0	0,758	508,0	0,992
7	399,2	0,799	507,2	0,991	389,8	0,762	508,1	0,991	354,8	0,723	507,1	0,990
8	374,5	0,750	506,8	0,990	363,6	0,710	507,9	0,991	328,8	0,670	506,9	0,990

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



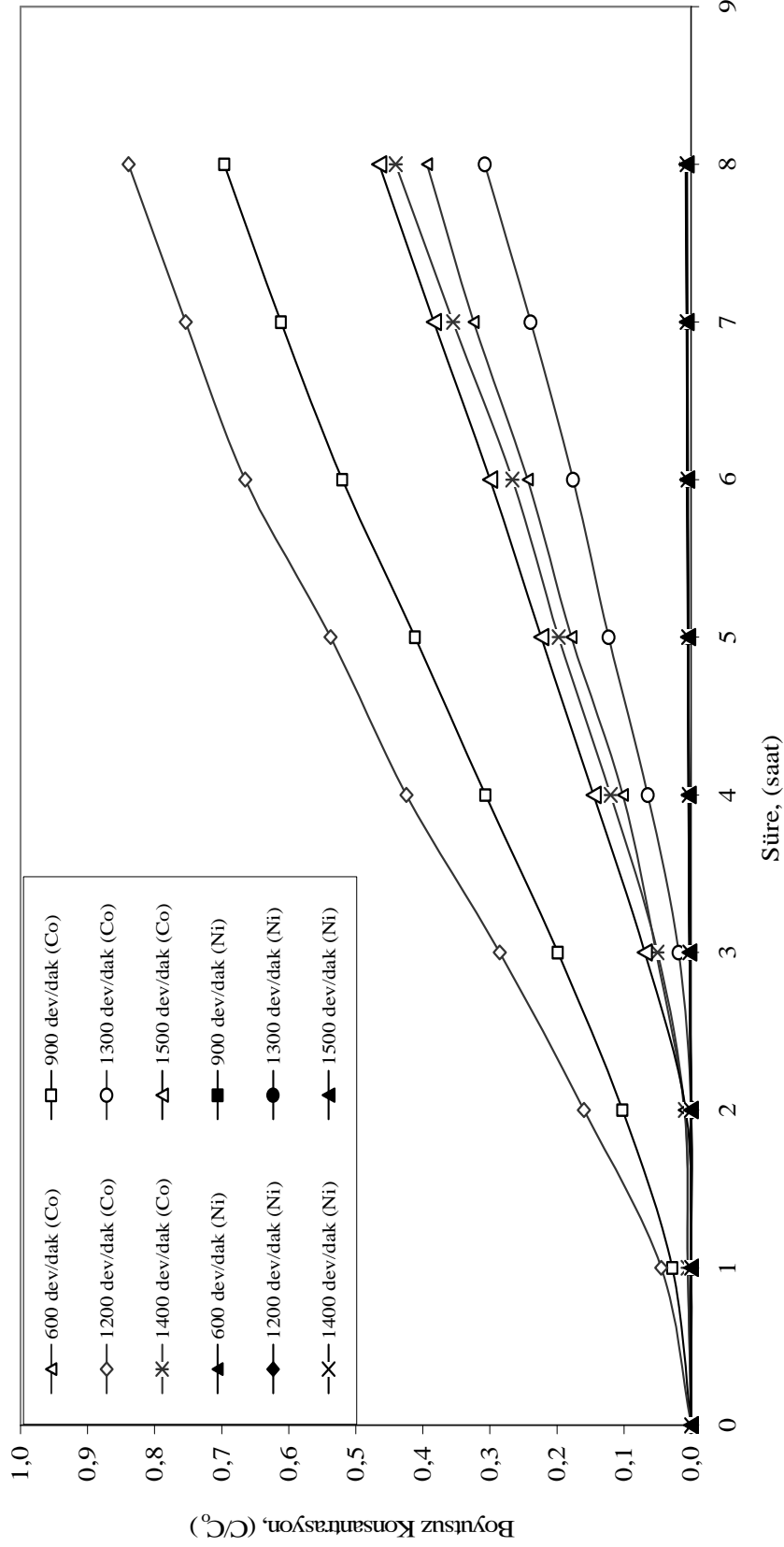
Şekil 5.17 Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme): (Çözücü (Kloroform) : % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500mg/L Co²⁺; 500 mg/L Ni²⁺ ; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃/1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH₄SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.15 Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma) (Çözücü (Kloroform) : % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M $\text{NH}_3/1\text{M TEA}$; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Süre (saat)	Sıyırma Çözeltisi Karıştırma Hızının Co(II)/Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisi (Sıyırma)											
	600 (dev/dak)				900 (dev/dak)				1200 (dev/dak)			
	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	453,4	1,000	518,6	1,000	464,5	1,000	507,1	1,000	510,3	1,000	500,1	1,000
1	450,6	0,984	517,7	0,998	446,8	0,962	505,7	0,997	474,8	0,930	499,3	0,998
2	435,7	0,961	516,6	0,996	417,8	0,900	504,6	0,995	419,6	0,867	498,1	0,996
3	419,2	0,938	516,4	0,996	393,3	0,847	504,4	0,995	389,3	0,791	498,0	0,996
4	415,7	0,917	515,6	0,994	360,2	0,776	503,6	0,993	327,8	0,732	497,2	0,994
5	394,5	0,870	514,9	0,993	322,1	0,693	502,9	0,992	272,5	0,640	496,5	0,993
6	363,3	0,801	514,5	0,992	283,2	0,610	502,5	0,991	224,7	0,524	496,0	0,992
7	338,9	0,748	513,6	0,990	247,7	0,533	501,6	0,989	177,1	0,420	495,2	0,990
8	317,6	0,700	513,2	0,990	221,1	0,476	501,2	0,988	144,4	0,342	494,8	0,989

Süre (saat)	Sıyırma Çözeltisi Karıştırma Hızının Co(II)/Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisi (Sıyırma)											
	1300 (dev/dak)				1400 (dev/dak)				1500 (dev/dak)			
	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	499,5	1,000	511,9	1,000	511,9	1,000	512,6	1,000	490,6	1,000	512,1	1,000
1	488,7	0,978	511,3	0,999	494,8	0,967	512,2	0,999	468,2	0,954	511,2	0,998
2	485,0	0,971	510,1	0,997	490,3	0,958	511,1	0,997	463,2	0,944	510,1	0,996
3	481,3	0,964	510,0	0,996	479,8	0,937	510,9	0,997	446,8	0,911	509,9	0,996
4	461,7	0,924	509,2	0,995	454,2	0,887	510,1	0,995	416,8	0,850	509,1	0,994
5	444,2	0,889	508,5	0,993	434,5	0,849	509,5	0,994	396,2	0,808	508,4	0,993
6	426,3	0,853	508,0	0,992	412,7	0,806	509,0	0,993	372,0	0,758	508,0	0,992
7	399,2	0,799	507,2	0,991	389,8	0,762	508,1	0,991	354,8	0,723	507,1	0,990
8	374,5	0,750	506,8	0,990	363,6	0,710	507,9	0,991	328,8	0,670	506,9	0,990

Sıyırma Çözeltisi Karıştırma Hızının Co(II) / Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisi (sıyırma)

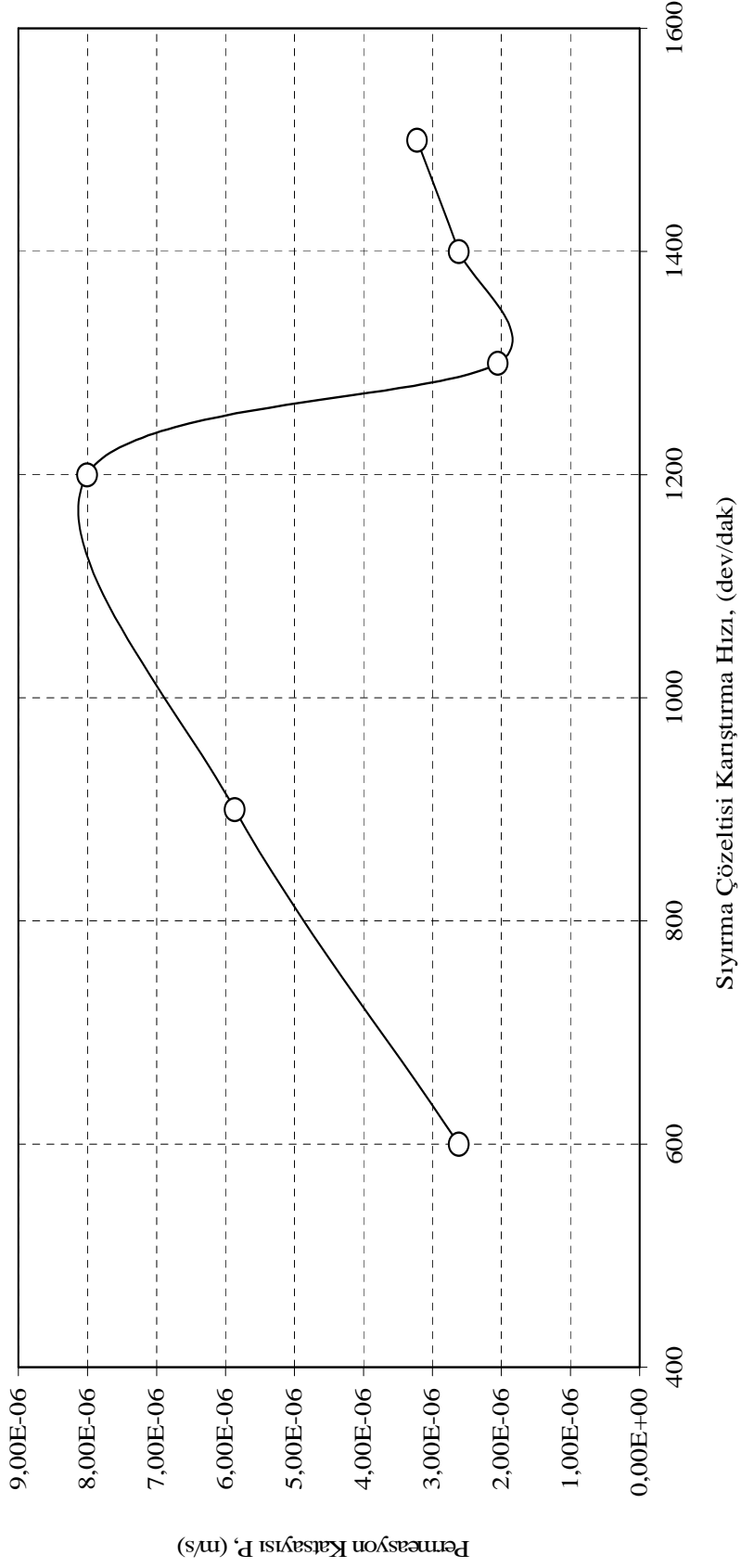


Şekil 5.18 Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme): (Çözücü (Kloroform) : % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M $\text{NH}_3/1\text{M TEA}$; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.16 Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının besleme çözeltisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi: (Çözütücü (Kloroform): % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme Çözeltisi Konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M $NH_3/1M TEA$; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

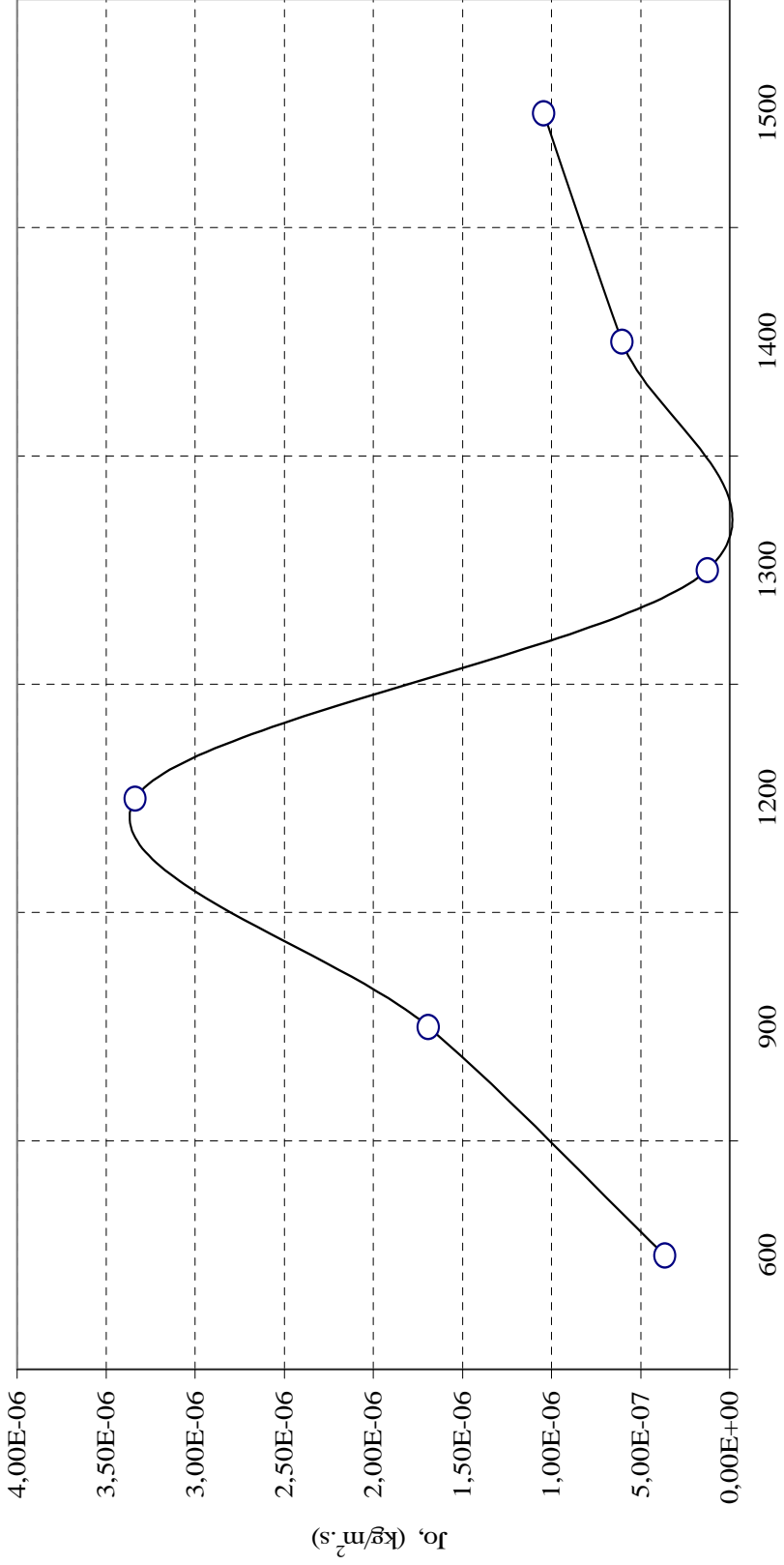
Süre (saat)	600 (dev/dak)		900 (dev/dak)		1200 (dev/dak)		1300 (dev/dak)		1400 (dev/dak)		1500 (dev/dak)	
	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni
	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)
0	453,4	518,6	464,5	507,1	510,3	500,1	499,5	511,9	511,9	512,6	490,6	512,1
1	450,6	517,7	446,8	505,7	474,8	499,3	488,7	511,3	494,8	512,2	468,2	511,2
2	435,7	516,6	417,8	504,6	419,6	498,1	485,0	510,1	490,3	511,1	463,2	510,1
3	419,2	516,4	393,3	504,4	389,3	498,0	481,3	510,0	479,8	510,9	446,8	509,9
4	415,7	515,6	360,2	503,6	327,8	497,2	461,7	509,2	454,2	510,1	416,8	509,1
5	394,5	514,9	322,1	502,9	272,5	496,5	444,2	508,5	434,5	509,5	396,2	508,4
6	363,3	514,5	283,2	502,5	224,7	496,0	426,3	508,0	412,7	509,0	372,0	508,0
7	338,9	513,6	247,7	501,6	177,1	495,2	399,2	507,2	389,8	508,1	354,8	507,1
8	317,6	513,2	221,1	501,2	144,4	494,8	374,5	506,8	363,6	507,9	328,8	506,9
P (m/s)	2,617x10 ⁻⁶		5,864x10 ⁻⁶		8,003x10 ⁻⁶		2,052x10 ⁻⁶		2,617x10 ⁻⁶		3,222x10 ⁻⁶	
J_0 (kg/m ² s)	3,440x10 ⁻⁷		1,692x10 ⁻⁶		3,336x10 ⁻⁶		1,261x10 ⁻⁷		6,050x10 ⁻⁷		1,044x10 ⁻⁶	

Sıyırma Çözeltisi Karıştırma Hızının Co (II) Ekstraksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesine Ait Permeasyon Katsayısı (besleme)



Şekil 5.19 Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının kobaltın permeasyon katsayısına (P) etkisi: (Çözücü (Kloroform) : % 95 w/w; Ekstraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500mg/L Ni^{2+} ; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : $1\text{M NH}_3/1\text{M TEA}$; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu $0,3\text{ mol/L}$, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

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

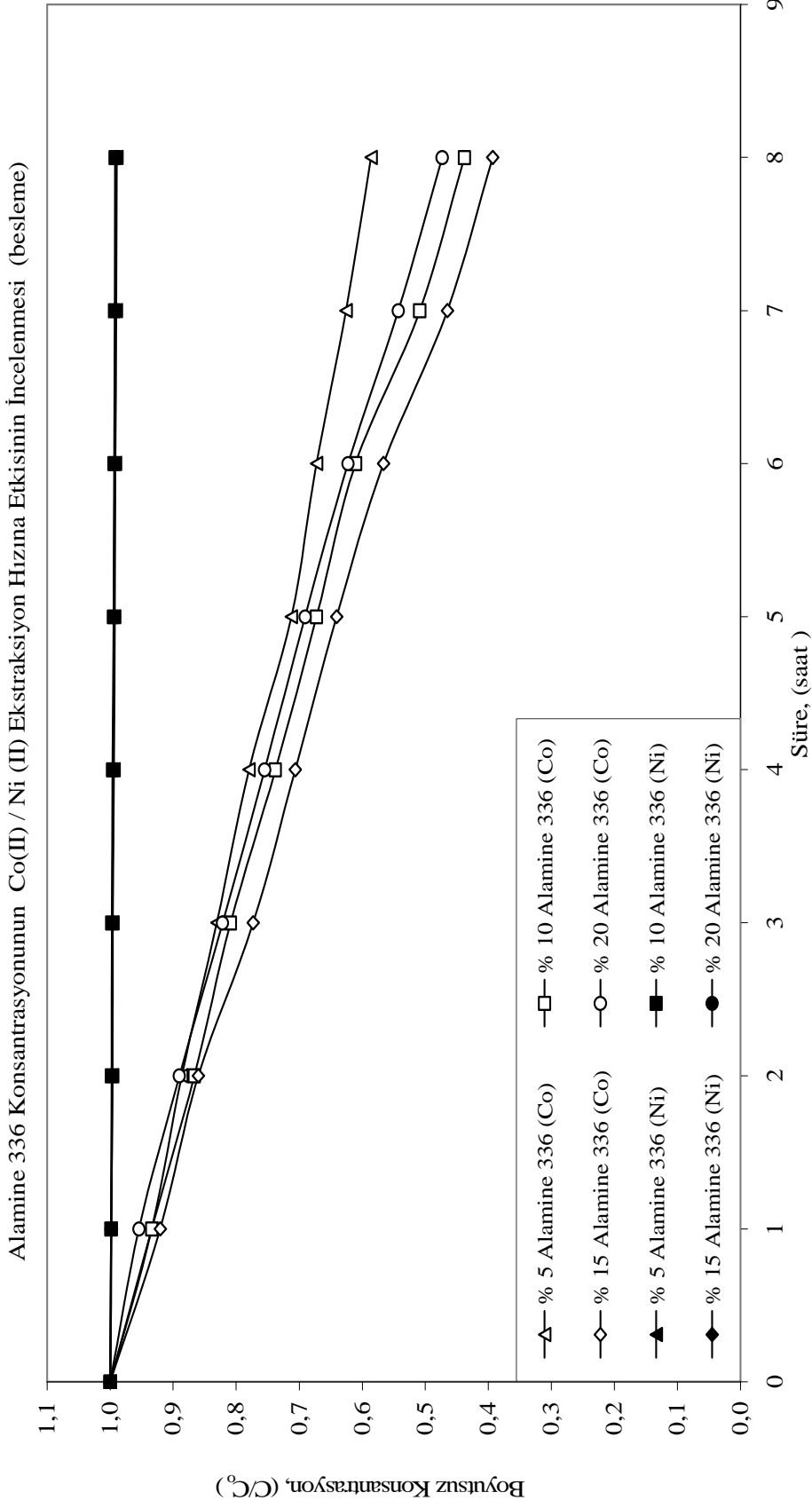


Sıyırma Çözeltisi Karıştırma Hızı, (dev/dak)

Şekil 5.20 Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının kobaltın başlangıç kütle akısına (J_0) etkisi: (Çözücü (Kloroform) : % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M $NH_3/1M$ TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo:5.17 Ekstraktant (Alamine 336) konsantrasyonun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme): (Çözücü (Kloroform) % w/w; Besleme çözeltisi pH: 4,5; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 /1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

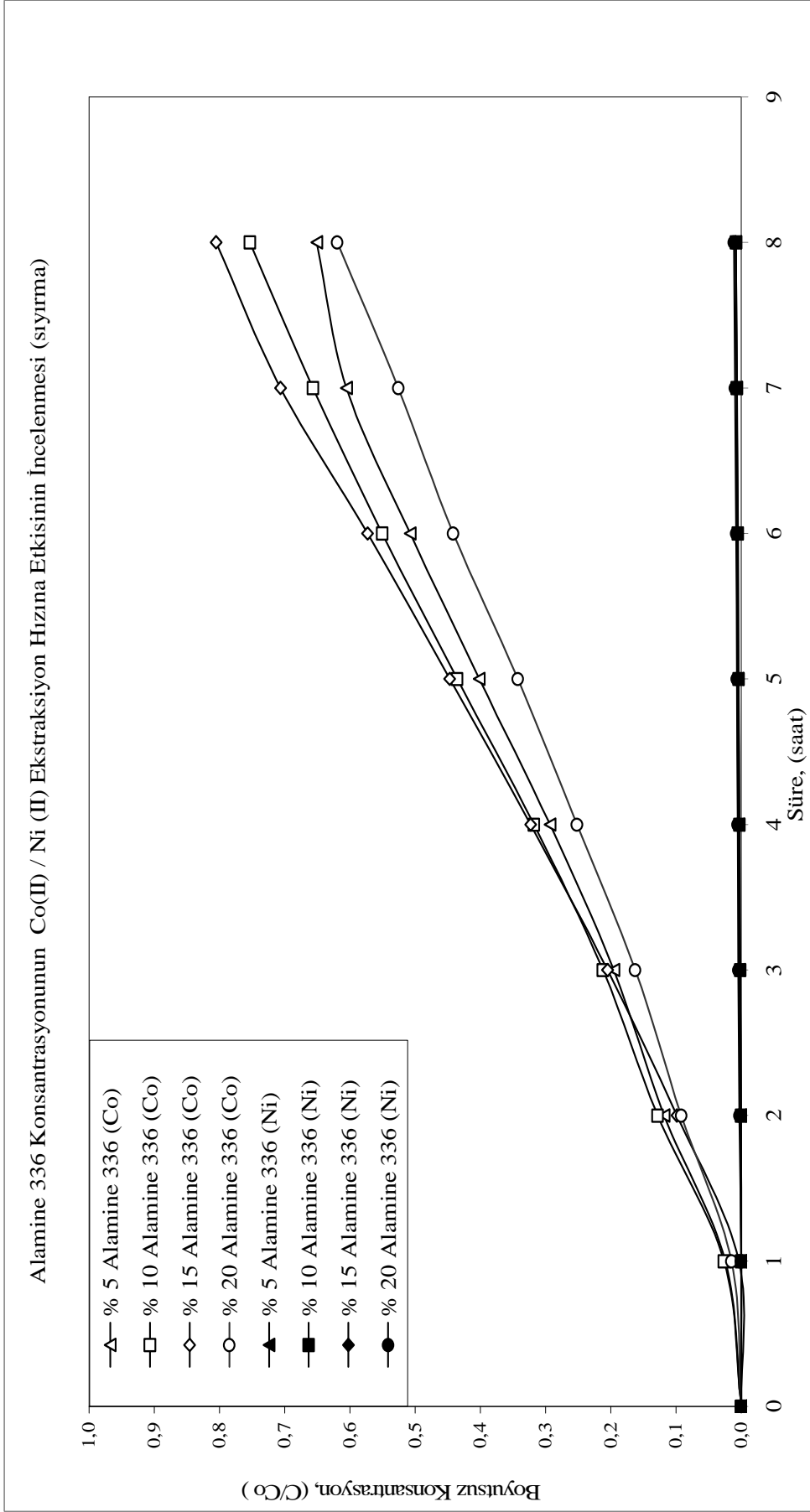
Süre (Saat)	Ekstraktant(Alamine 336)'in Co(II) / Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisi (Besleme)																							
	% 5 Alamine 336						% 10 Alamine 336						% 15 Alamine 336						% 20 Alamine 336					
	Co			Ni			Co			Ni			Co			Ni			Co			Ni		
	C, mg/L	C/C ₀	C, mg/L	C/C ₀	C, mg/L	C/C ₀	C, mg/L	C/C ₀	C, mg/L	C/C ₀	C, mg/L	C/C ₀	C, mg/L	C/C ₀	C, mg/L	C/C ₀	C, mg/L	C/C ₀	C, mg/L	C/C ₀	C, mg/L	C/C ₀		
0	495,7	1,000	500,1	1,000	547,4	1,000	496,7	1,000	486,8	1,000	502,6	1,000	489,5	1,000	498,4	1,000	497,7	0,999	467,2	0,954	497,7	0,999		
1	462,9	0,934	499,3	0,998	511,1	0,934	496,1	0,999	448,1	0,920	501,6	0,998	467,2	0,954	497,7	0,999	467,2	0,954	467,2	0,954	497,7	0,999		
2	429,4	0,886	498,1	0,996	474,2	0,866	495,6	0,998	418,8	0,860	501,1	0,997	435,8	0,890	496,9	0,997	435,8	0,890	435,8	0,890	496,9	0,997		
3	401,1	0,831	498,0	0,996	442,9	0,809	495,4	0,997	376,3	0,773	500,9	0,996	402,1	0,821	496,7	0,996	402,1	0,821	402,1	0,821	496,7	0,996		
4	365,8	0,780	497,2	0,994	403,9	0,738	494,8	0,996	343,8	0,706	500,3	0,995	369,4	0,755	496,0	0,995	369,4	0,755	369,4	0,755	496,0	0,995		
5	333,3	0,712	496,5	0,993	368,1	0,672	494,1	0,995	311,8	0,641	499,6	0,994	338,0	0,691	495,3	0,994	338,0	0,691	338,0	0,691	495,3	0,994		
6	302,7	0,672	496,0	0,992	334,3	0,611	493,5	0,994	275,6	0,566	499,0	0,993	304,7	0,622	494,8	0,993	304,7	0,622	304,7	0,622	494,8	0,993		
7	252,1	0,626	495,2	0,990	278,3	0,508	493,1	0,993	226,4	0,465	498,6	0,992	265,6	0,543	494,1	0,991	265,6	0,543	265,6	0,543	494,1	0,991		
8	217,1	0,586	494,8	0,989	239,7	0,438	492,8	0,992	191,4	0,393	498,2	0,991	231,6	0,473	493,8	0,991	231,6	0,473	231,6	0,473	493,8	0,991		



Şekil 5.21 Ekstraktant (Alamine 336) konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme): (Çözücü (Kloroform) % w/w; Besleme çözeltisi pH: 4,5; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 /1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.18 Ekstraktant (Alamine 336) konsantrasyonunun kobalt ekstraksiyonuna etkisi (Sıyrma): (Çözücü (Kloroform) % w/w; Besleme çözeltisi pH: 4,5; Besleme Çözeltisi Konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyrma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyrma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 /1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Süre (Saat)	Ekstraktant(Alamine 336)'in $Co(II)$ / $Ni(II)$ Ekstraksiyonuna Etkisi (Sıyrma)																							
	% 5 Alamine 336						% 10 Alamine 336						% 15 Alamine 336						% 20 Alamine 336					
	Co		Ni		C/C ₀		Co		Ni		C/C ₀		Co		Ni		C/C ₀		Co		Ni		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	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	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	12,04	0,024	0,000	0,000	14,42	0,026	0,000	0,000	0,000	1,600	0,004	0,000	0,000	7,252	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	7,252	0,015	0,000	0,000	0,000
2	58,61	0,118	0,283	0,001	70,19	0,128	0,192	0,000	0,000	43,76	0,099	0,000	0,000	44,97	0,092	1,352	0,003	0,000	0,000	44,97	0,092	1,352	0,003	0,003
3	96,86	0,195	1,283	0,003	116,0	0,212	0,726	0,001	0,001	90,74	0,205	0,002	0,002	79,61	0,163	2,128	0,004	0,002	0,002	79,61	0,163	2,128	0,004	0,004
4	145,4	0,293	1,910	0,004	174,1	0,318	1,281	0,003	0,003	143,0	0,323	1,596	0,003	123,4	0,252	2,725	0,005	0,003	0,003	123,4	0,252	2,725	0,005	0,005
5	199,2	0,402	2,435	0,005	238,5	0,436	1,977	0,004	0,004	197,8	0,447	2,207	0,004	167,6	0,342	3,343	0,007	0,004	0,004	167,6	0,342	3,343	0,007	0,007
6	251,6	0,508	3,001	0,006	301,3	0,551	2,602	0,005	0,005	253,6	0,573	2,803	0,006	216,2	0,442	3,946	0,008	0,006	0,006	216,2	0,442	3,946	0,008	0,008
7	300,1	0,605	3,456	0,007	359,4	0,657	3,288	0,007	0,007	312,7	0,706	3,606	0,007	257,4	0,526	4,757	0,010	0,007	0,007	257,4	0,526	4,757	0,010	0,010
8	353,6	0,651	4,032	0,008	412,5	0,754	4,015	0,008	0,008	356,4	0,805	4,324	0,009	303,2	0,619	5,482	0,011	0,009	0,009	303,2	0,619	5,482	0,011	0,011

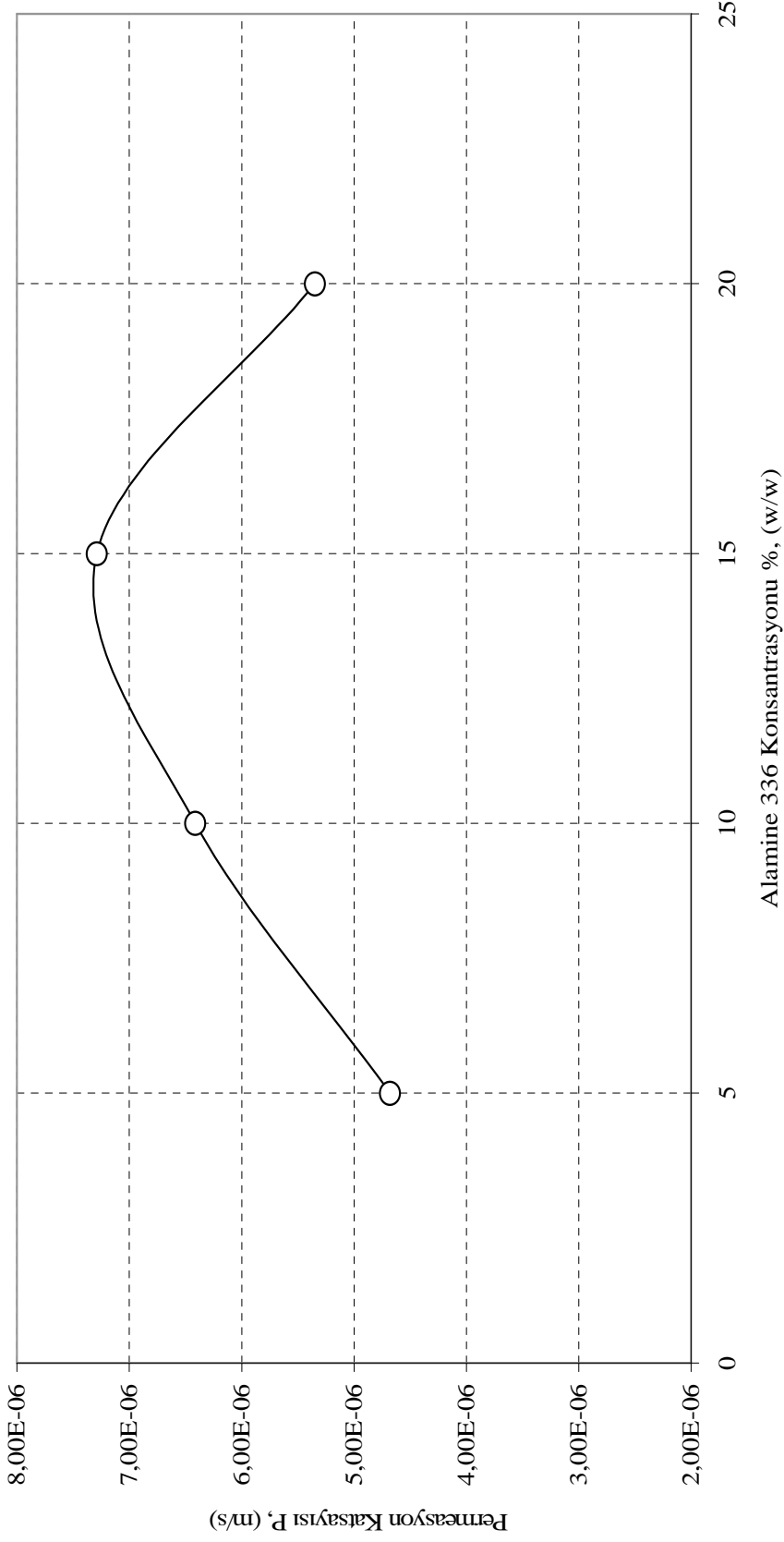


Şekil 5.22 Ekstraktant (Alamine 336) konsantrasyonunun kobalt ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma): (Çözücü (Kloroform)% w/w; Besleme çözeltisi pH: 4,5; Besleme Çözeltisi Konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M $NH_3/1M$ TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.19 Ekstraktant (Alamine 336) konsantrasyonunun besleme çözeltisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi: (Çözücü (Kloroform) % w/w; Besleme çözeltisi pH: 4,5; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500mg/L Co²⁺; 500 mg/L Ni²⁺; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃/1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH₄SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

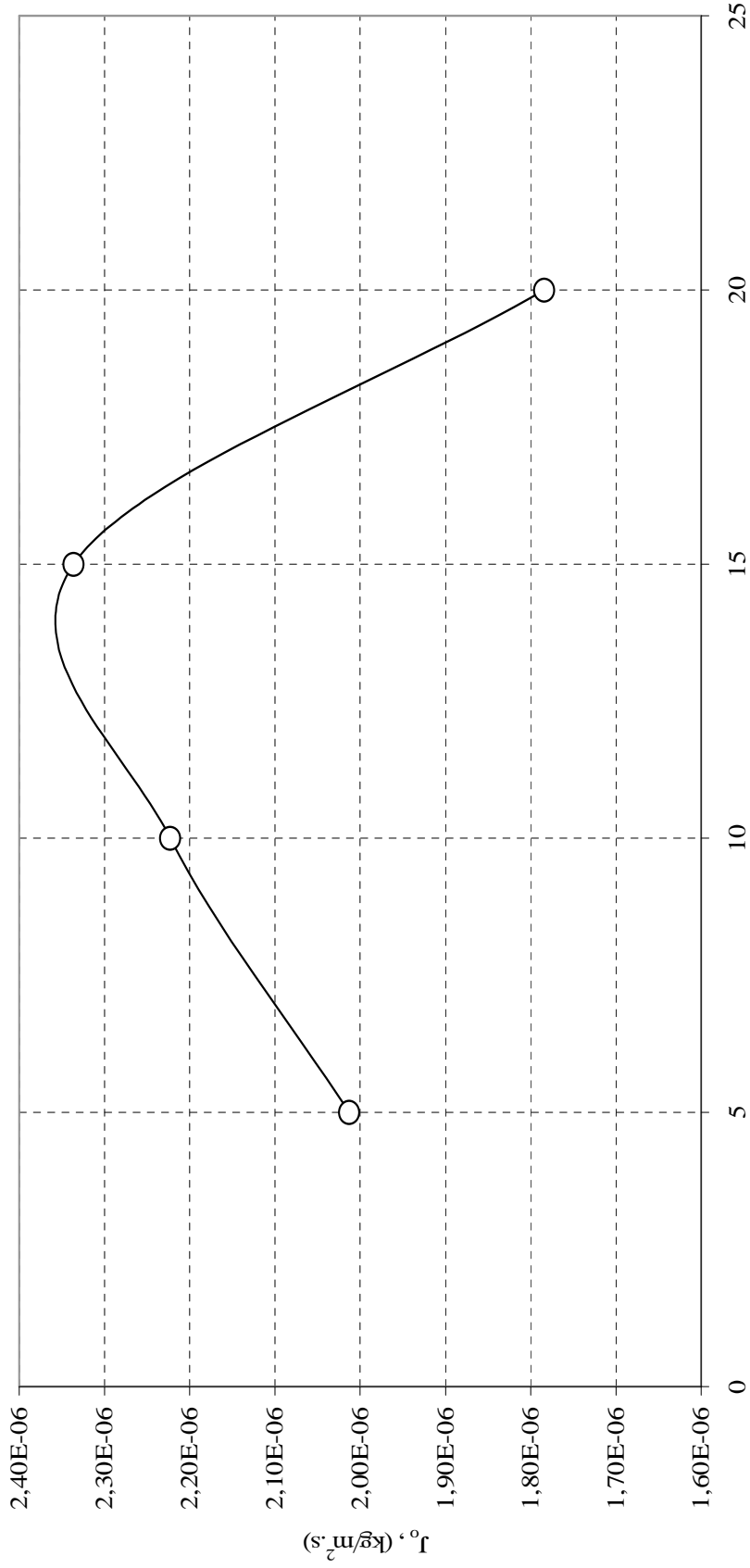
Süre (saat)	% 5 Alamine 336		% 10 Alamine 336		% 15 Alamine 336		% 20 Alamine 336	
	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni
	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)
0	495,7	500,1	547,4	496,7	486,8	502,6	489,5	498,4
1	462,9	499,3	511,1	496,1	448,1	501,6	467,2	497,7
2	429,4	498,1	474,2	495,6	418,8	501,1	435,8	496,9
3	401,1	498,0	442,9	495,4	376,3	500,9	402,1	496,7
4	365,8	497,2	403,9	494,8	343,8	500,3	369,4	496,0
5	333,3	496,5	368,1	494,1	311,8	499,6	338,0	495,3
6	302,7	496,0	334,3	493,5	275,6	499,0	304,7	494,8
7	252,1	495,2	278,3	493,1	226,4	498,6	265,6	494,1
8	217,1	494,8	239,7	492,8	191,4	498,2	231,6	493,8
P (m/s)	4,679x10 ⁻⁶		6,413x10 ⁻⁶		7,290x10 ⁻⁶		5,346x10 ⁻⁶	
J ₀ (kg/m ² s)	2,013x10 ⁻⁶		2,223x10 ⁻⁶		2,336x10 ⁻⁶		1,784x10 ⁻⁶	

Alamine 336 Konsantrasyonunun Co (II) Ekstraksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesine Ait Permeasyon Katsayısı (besteme)



Şekil 5.23 Ekstraktant (Alamine 336) konsantrasyonunun kobaltın permeasyon katsayısına (P) etkisi: (Çözücü (Kloroform) % ,w/w; Besleme çözeltisi pH: 4,5; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu :1M NH_3 /1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Alamine 336 Konsantrasyonunun Co(II) Ekstraksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesi Ait Başlangıç Kütle Akısı



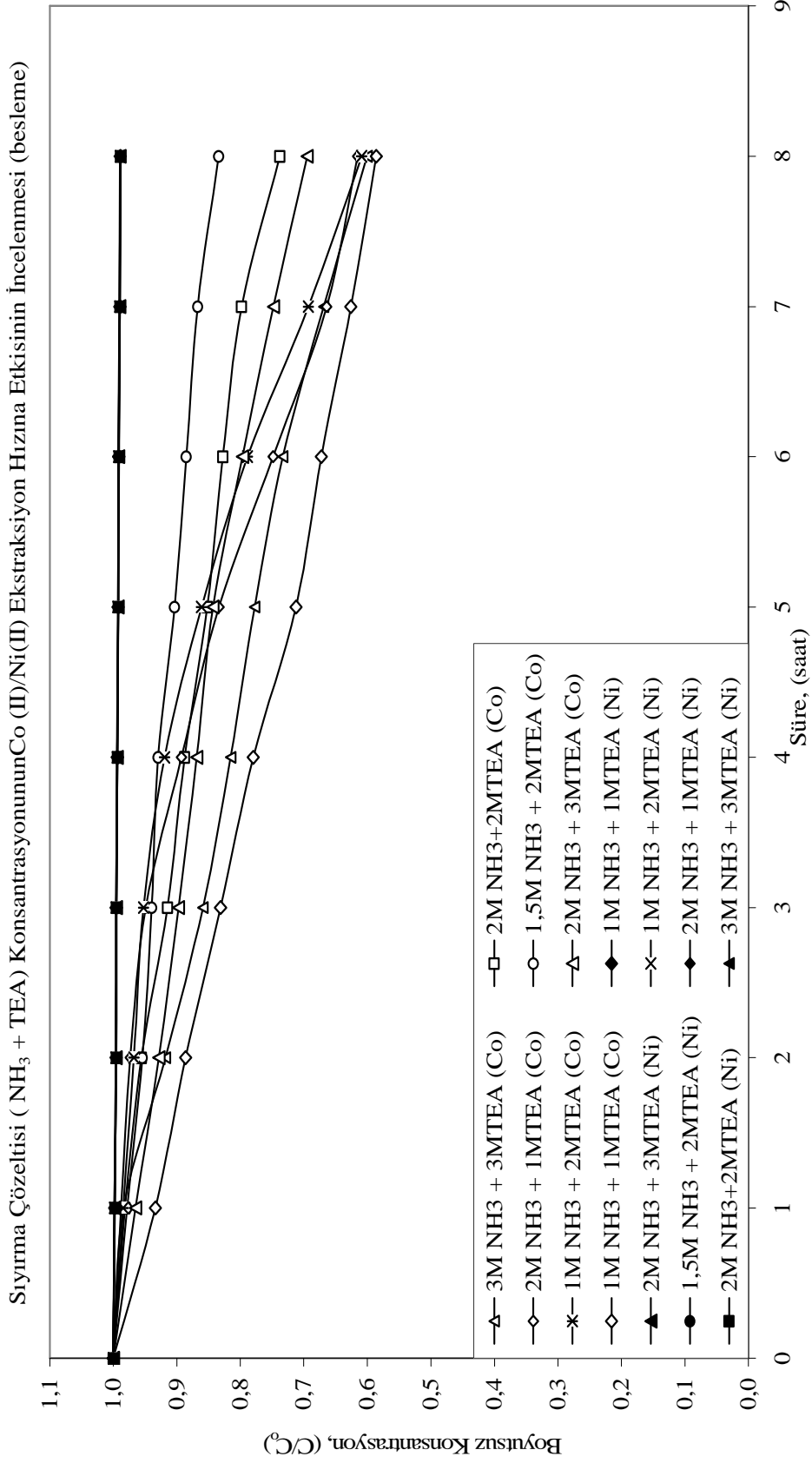
Alamine 336 Konsantrasyonu, % (w/w)

Şekil 5.24. Alamine 336 konsantrasyonunun (% w/w) kobaltın başlangıç kütle akısına (J_0) etkisi: (Çözücü (Kloroform):%, w/w; Besleme çözeltisi pH: 4,5; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M $NH_3/1MTEA$; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.20 Sıyırma çözeltisi konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme): (Çözücü (Kloroform) : % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme Çözeltisi Konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 /1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Süre (saat)	Sıyırma çözeltisinin konsantrasyonunun Co(II) Ekstraksiyonuna etkisi (Besleme)																							
	3M NH_3 + 3MTEA						2M NH_3 +2MTEA						2M NH_3 + 1MTEA						1,5M NH_3 + 2MTEA					
	Co		Ni		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	C, mg/L	C/C ₀	C, mg/L	C/C ₀				
0	503,1	1,000	500,1	1,000	520,9	1,000	506,1	1,000	532,3	1,000	503,1	1,000	482,1	1,000	504,5	1,000	495,0	0,984	499,3	0,998				
1	495,0	0,984	499,3	0,998	511,3	0,982	504,8	0,998	525,7	0,988	502,0	0,998	471,7	0,978	503,4	0,998	461,7	0,918	498,1	0,996				
2	461,7	0,918	498,1	0,996	497,9	0,956	503,7	0,995	518,1	0,973	500,9	0,996	460,1	0,954	502,3	0,995	421,2	0,837	497,9	0,996				
3	421,2	0,837	497,9	0,996	476,4	0,915	503,5	0,995	504,9	0,949	500,7	0,995	453,0	0,940	502,1	0,995	386,1	0,767	497,2	0,994				
4	386,1	0,767	497,2	0,994	462,3	0,888	502,7	0,993	475,1	0,893	499,9	0,994	448,0	0,929	501,3	0,994	347,9	0,692	496,5	0,993				
5	347,9	0,692	496,5	0,993	443,7	0,852	501,9	0,992	443,8	0,834	499,2	0,992	435,5	0,903	500,6	0,992	318,2	0,633	496,0	0,992				
6	318,2	0,633	496,0	0,992	431,0	0,827	501,5	0,991	398,3	0,748	498,8	0,991	426,8	0,885	500,2	0,991	290,8	0,578	495,2	0,990				
7	290,8	0,578	495,2	0,990	415,7	0,798	500,7	0,989	353,6	0,664	497,9	0,990	418,0	0,867	499,3	0,990	262,3	0,521	494,8	0,989				
8	262,3	0,521	494,8	0,989	384,3	0,738	500,3	0,989	313,5	0,589	497,5	0,989	402,1	0,834	498,9	0,989								

Süre (saat)	Sıyırma çözeltisinin konsantrasyonunun Co(II) Ekstraksiyonuna etkisi (Besleme)																			
	1M NH_3 + 2MTEA						2M NH_3 + 3MTEA						1M NH_3 + 1MTEA							
	Co		Ni		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	C, mg/L	C/C ₀	C, mg/L	C/C ₀
0	517,3	1,000	501,588	1,000	505,9	1,000	503,1	1,000	510,3	1,000	503,8	1,000	503,8	1,000	503,8	1,000	509,2	0,984	500,635	0,998
1	509,2	0,984	500,635	0,998	488,2	0,965	502,0	0,998	474,8	0,930	502,7	0,998	474,8	0,930	502,7	0,998	500,5	0,968	499,502	0,996
2	500,5	0,968	499,502	0,996	469,6	0,928	500,9	0,996	419,6	0,867	501,6	0,996	419,6	0,867	501,6	0,996	492,6	0,952	499,332	0,996
3	492,6	0,952	499,332	0,996	453,9	0,897	500,7	0,995	389,3	0,791	501,4	0,995	389,3	0,791	501,4	0,995	475,5	0,919	498,530	0,994
4	475,5	0,919	498,530	0,994	439,4	0,869	499,9	0,994	327,8	0,732	500,6	0,994	327,8	0,732	500,6	0,994	445,5	0,861	497,858	0,993
5	445,5	0,861	497,858	0,993	426,5	0,843	499,2	0,992	272,5	0,640	499,9	0,992	272,5	0,640	499,9	0,992	407,9	0,789	497,411	0,992
6	407,9	0,789	497,411	0,992	403,0	0,797	498,8	0,991	224,7	0,524	499,5	0,991	224,7	0,524	499,5	0,991	358,5	0,693	496,549	0,990
7	358,5	0,693	496,549	0,990	378,4	0,748	497,9	0,990	177,1	0,420	498,6	0,990	177,1	0,420	498,6	0,990	315,1	0,609	496,158	0,989
8	315,1	0,609	496,158	0,989	351,4	0,695	497,5	0,989	144,4	0,342	498,2	0,989	144,4	0,342	498,2	0,989				



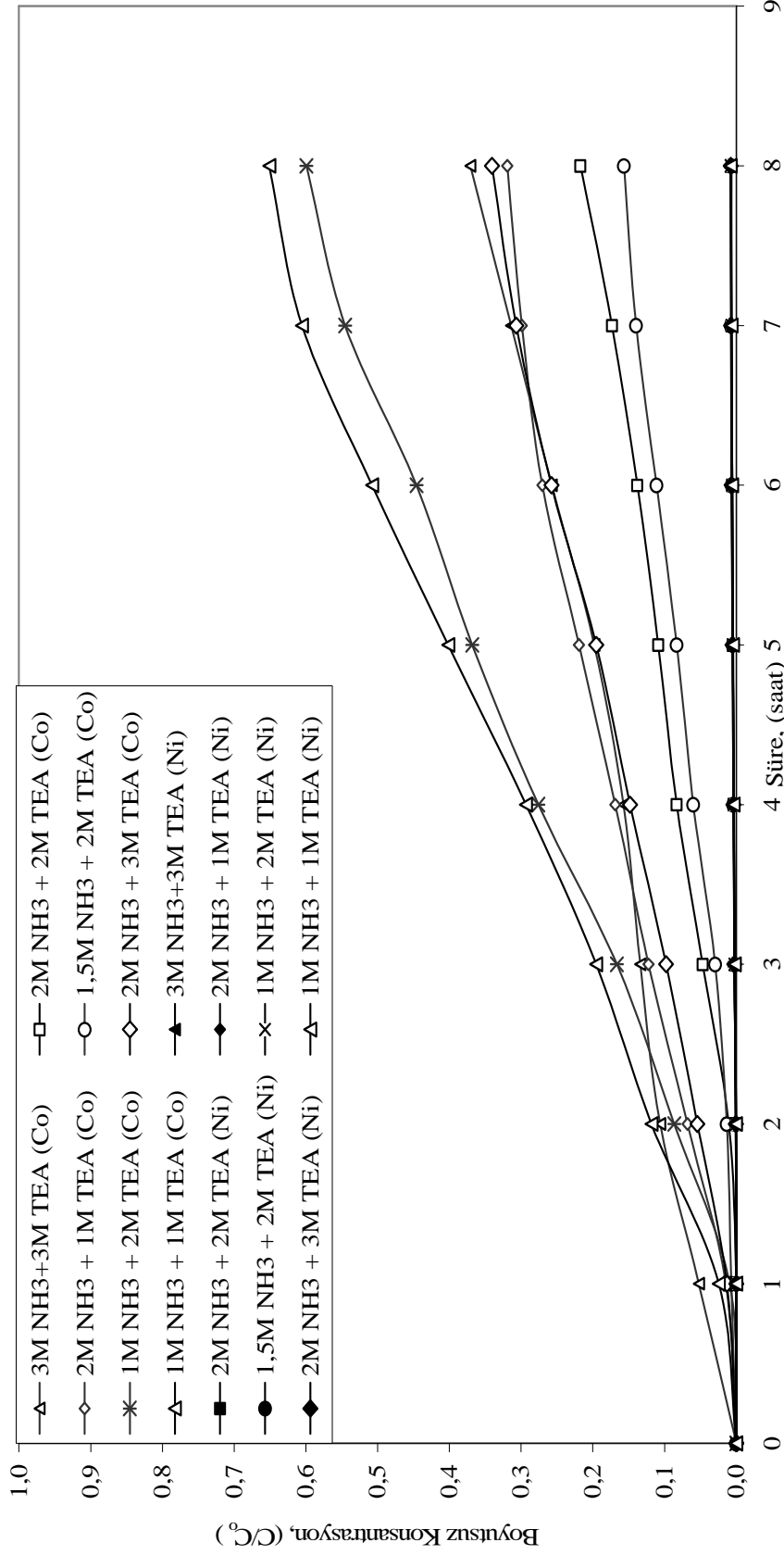
Şekil 5.25 Sıyırma çözeltisi konsantrasyonun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme): (Çözücü (Kloroform) : % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme Çözeltisi Konsantrasyonu: 500mg/L Co²⁺, 500 mg/L Ni²⁺ ; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃/1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH₄SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.21 Sıyırma çözeltisi konsantrasyonunun kobalt ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma): (Çözücü (Kloroform) : % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 /1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Stire (saat)	Sıyırma çözeltisinin konsantrasyonunun Co(II)/Ni(II) Ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma)																							
	3M NH_3 + 3MTEA						2M NH_3 +2MTEA						2M NH_3 + 1MTEA						1,5M NH_3 + 2MTEA					
	Co			Ni			Co			Ni			Co			Ni			Co			Ni		
	C, mg/L	C/C ₀	C ₀ , mg/L	C, mg/L	C/C ₀	C ₀ , mg/L	C, mg/L	C/C ₀	C ₀ , mg/L	C, mg/L	C/C ₀	C ₀ , mg/L	C, mg/L	C/C ₀	C ₀ , mg/L	C, mg/L	C/C ₀	C ₀ , mg/L	C, mg/L	C/C ₀	C ₀ , mg/L	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	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
1	26,27	0,052	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	7,707	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	3,440	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	
2	53,33	0,106	0,085	0,000	0,000	5,418	0,010	0,089	0,000	0,000	36,20	0,068	0,068	0,000	0,000	0,000	0,000	6,306	0,013	0,307	0,001	0,001	0,001	
3	67,37	0,134	1,099	0,002	0,047	24,33	0,047	1,157	0,002	0,002	65,17	0,122	0,122	1,142	0,002	0,002	0,002	14,21	0,029	1,394	0,003	0,003	0,003	
4	79,13	0,157	1,734	0,003	0,083	43,33	0,083	1,826	0,004	0,004	89,78	0,169	0,169	1,802	0,004	0,004	0,060	28,89	0,060	2,074	0,004	0,004	0,004	
5	99,57	0,198	2,267	0,005	0,109	56,76	0,109	2,386	0,005	0,005	116,7	0,219	0,219	2,356	0,005	0,005	0,083	39,99	0,083	2,645	0,005	0,005	0,005	
6	129,4	0,257	2,841	0,006	0,138	71,87	0,138	2,990	0,006	0,006	144,1	0,271	0,271	2,952	0,006	0,006	0,111	53,63	0,111	3,260	0,006	0,006	0,006	
7	157,9	0,314	3,239	0,006	0,173	85,88	0,173	3,410	0,007	0,007	159,1	0,299	0,299	3,366	0,007	0,007	0,140	67,28	0,140	3,687	0,007	0,007	0,007	
8	186,6	0,371	3,641	0,007	0,217	107,8	0,217	3,832	0,008	0,008	169,9	0,319	0,319	3,710	0,007	0,007	0,157	75,49	0,157	3,573	0,007	0,007	0,007	

Stire (saat)	Sıyırma çözeltisinin konsantrasyonunun Co(II)/Ni(II) Ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma)																						
	1M NH_3 + 2MTEA						2M NH_3 + 3MTEA						1M NH_3 + 1MTEA										
	Co			Ni			Co			Ni			Co			Ni							
	C, mg/L	C/C ₀	C ₀ , mg/L	C, mg/L	C/C ₀	C ₀ , mg/L	C, mg/L	C/C ₀	C ₀ , mg/L	C, mg/L	C/C ₀	C ₀ , mg/L	C, mg/L	C/C ₀	C ₀ , mg/L	C, mg/L	C/C ₀	C ₀ , mg/L	C, mg/L	C/C ₀	C ₀ , mg/L	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	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	4,697	0,009	0,000	0,000	0,000	6,755	0,013	0,000	0,000	0,000	22,76	0,045	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	22,76	0,045	0,000	0,000	0,000	0,000
2	44,79	0,087	0,364	0,001	0,054	27,40	0,054	0,314	0,001	0,001	81,61	0,160	0,283	0,001	0,001	0,001	0,001	81,61	0,160	0,283	0,001	0,001	0,001
3	86,18	0,167	1,335	0,003	0,098	49,53	0,098	1,422	0,003	0,003	145,6	0,285	1,283	0,003	0,003	0,003	0,003	145,6	0,285	1,283	0,003	0,003	0,003
4	142,8	0,276	1,942	0,004	0,148	74,98	0,148	2,117	0,004	0,004	216,8	0,425	1,910	0,004	0,004	0,004	0,004	216,8	0,425	1,910	0,004	0,004	0,004
5	190,5	0,368	2,452	0,005	0,195	98,79	0,195	2,699	0,005	0,005	274,4	0,538	2,435	0,005	0,005	0,005	0,005	274,4	0,538	2,435	0,005	0,005	0,005
6	230,6	0,446	3,001	0,006	0,258	130,3	0,258	3,326	0,006	0,006	339,4	0,665	3,001	0,006	0,006	0,006	0,006	339,4	0,665	3,001	0,006	0,006	0,006
7	282,1	0,545	3,442	0,007	0,307	155,2	0,307	3,762	0,007	0,007	384,6	0,754	3,456	0,007	0,007	0,007	0,007	384,6	0,754	3,456	0,007	0,007	0,007
8	310,0	0,599	4,000	0,008	0,341	172,3	0,341	3,970	0,008	0,008	428,2	0,839	4,032	0,008	0,008	0,008	0,008	428,2	0,839	4,032	0,008	0,008	0,008

Sıyırma Çözeltisi Konsantrasyonunun Co(II)/Ni(II) Ekstraksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesi (sıyırma)

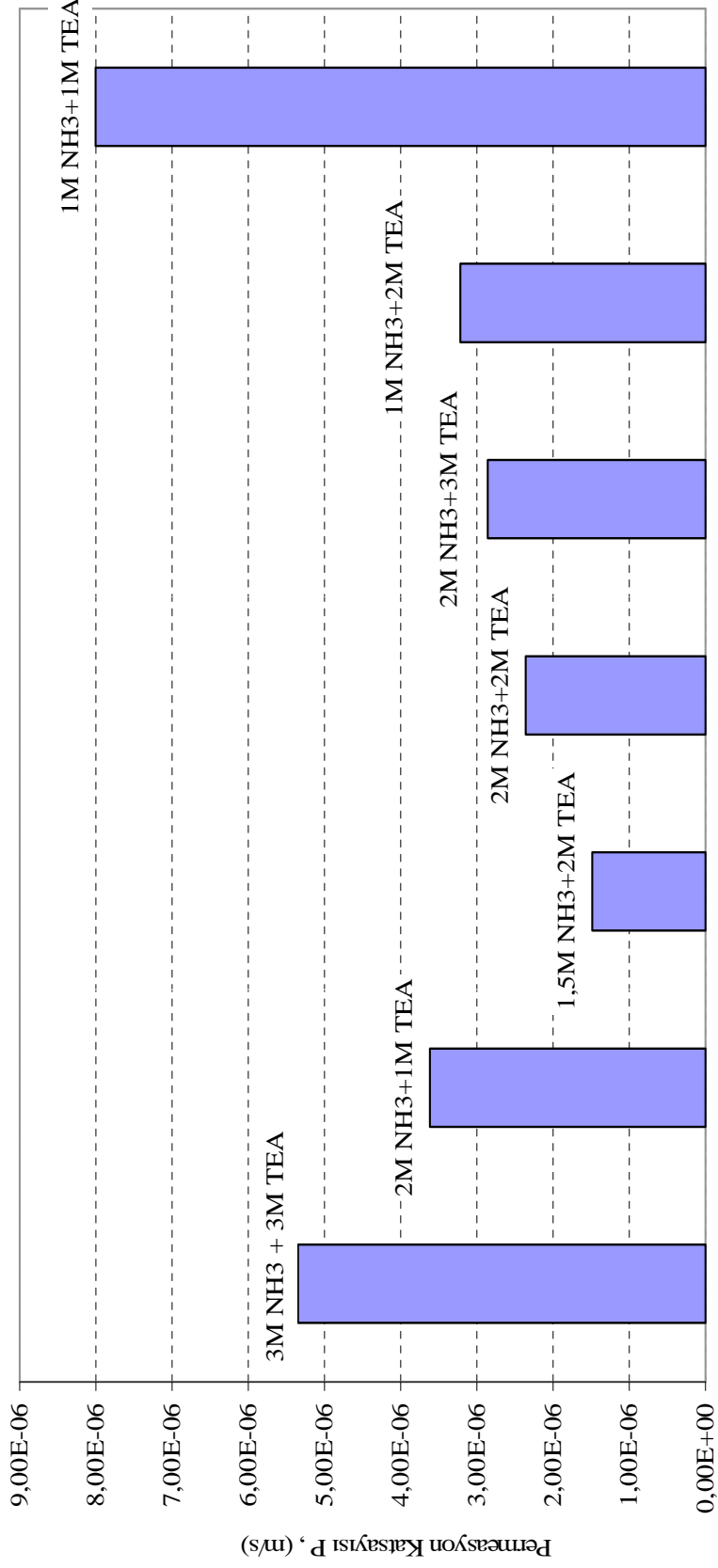


Şekil 5.26 Sıyırma çözeltisi konsantrasyonunun kobalt ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma): (Çözücü (Kloroform) : % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 336): % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} , 500 mg/L Ni^{2+} ; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 /1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.22. Sıyırma çözeltisi konsantrasyonunun besleme çözeltisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi: (Çözücü: % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4.0; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃ / 1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH₄SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Süre (saat)	3M NH ₃ + 3MTEA		2M NH ₃ + 2MTEA		2M NH ₃ + 1MTEA		1,5M NH ₃ + 2MTEA		1M NH ₃ + 2MTEA		2M NH ₃ + 3MTEA		1M NH ₃ + 1MTEA	
	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni
0	503,1	500,100	520,9	506,051	532,3	503,076	482,1	504,5	517,3	501,588	505,9	503,076	510,3	503,8
1	495,0	499,250	511,3	504,792	525,7	502,021	471,7	503,4	509,2	500,635	488,2	502,021	474,8	502,7
2	461,7	498,120	497,9	503,649	518,1	500,885	460,1	502,3	500,5	499,502	469,6	500,885	419,6	501,6
3	421,2	497,950	476,4	503,477	504,9	500,714	453,0	502,1	492,6	499,332	453,9	500,714	389,3	501,4
4	386,1	497,150	462,3	502,668	475,1	499,909	448,0	501,3	475,5	498,530	439,4	499,909	327,8	500,6
5	347,9	496,480	443,7	501,991	443,8	499,235	435,5	500,6	445,5	497,858	426,5	499,235	272,5	499,9
6	318,2	496,035	431,0	501,541	398,3	498,788	426,8	500,2	407,9	497,411	403,0	498,788	224,7	499,5
7	290,8	495,175	415,7	500,671	353,6	497,923	418,0	499,3	358,5	496,549	378,4	497,923	177,1	498,6
8	262,3	494,785	384,3	500,277	313,5	497,531	402,1	498,9	315,1	496,158	351,4	497,531	144,4	498,2
P (m/s)	3,982x10 ⁻⁶		2,359x10 ⁻⁶		3,495x10 ⁻⁶		1,487x10 ⁻⁶		3,216x10 ⁻⁶		2,858x10 ⁻⁶		4,679x10 ⁻⁶	
J ₀ (kg/m ² s)	1,483x10 ⁻⁶		8,809x10 ⁻⁷		2,555x10 ⁻⁷		1,597x10 ⁻⁷		2,881x10 ⁻⁷		9,005x10 ⁻⁷		2,013x10 ⁻⁶	

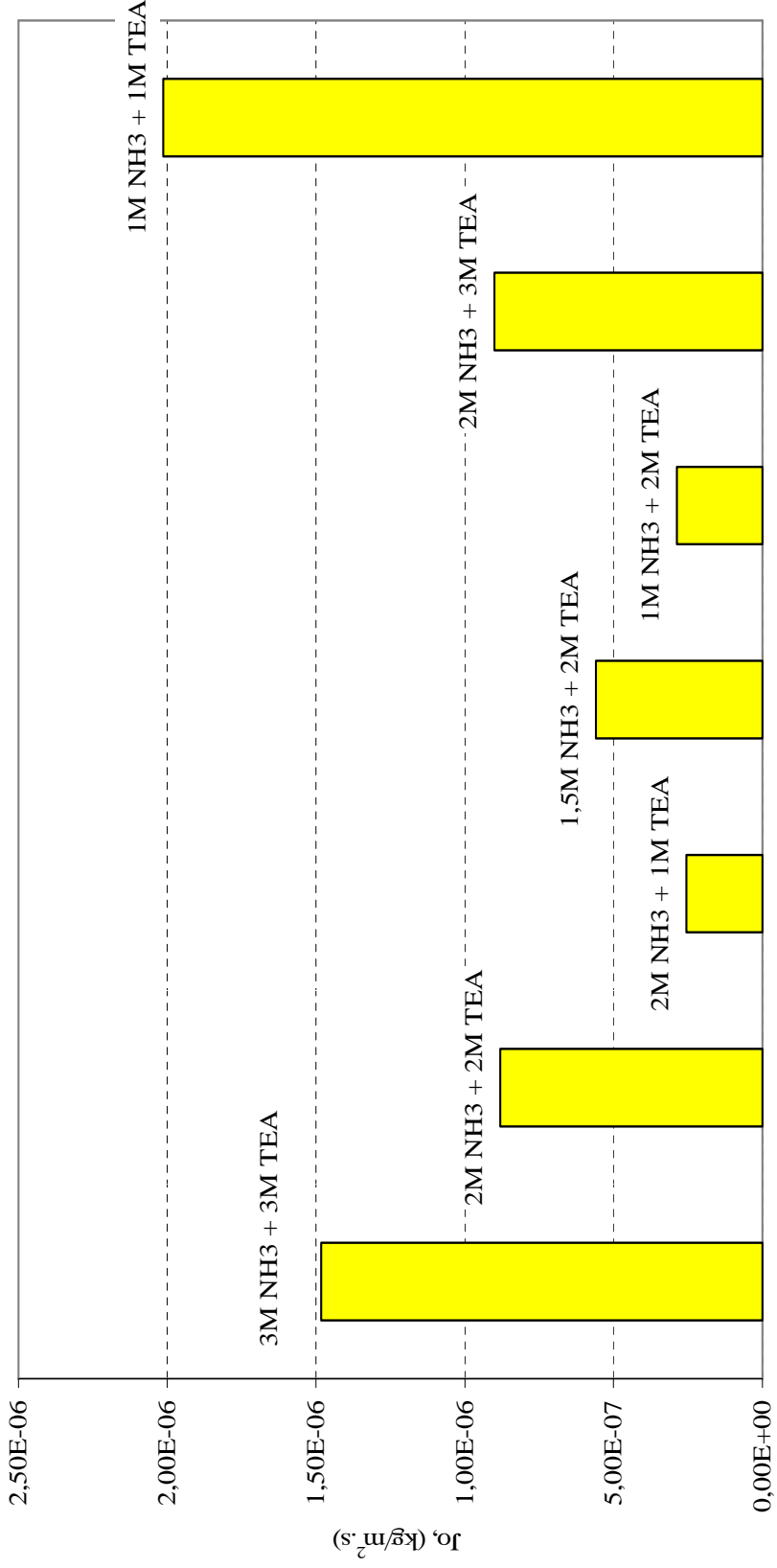
Sıyırma Çözeltisi Konsantrasyonunun Co (II) Ekstraksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesine Ait Permeasyon Katsayısı (besleme)



Sıyırma Çözeltisi (NH₃ + TEA) Konsantrasyonu, (mol/L)

Şekil 5.27 Sıyırma çözeltisi konsantrasyonunun permeasyon katsayısına (P) etkisi: (Çözücü (Kloroform) : % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme Çözeltisi Konsantrasyonu: 500mg/L Co²⁺, 500 mg/L Ni²⁺ ; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuç NH₄SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Sıyırma Çözeltisi Konsantrasyonunun Co (II) Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesine Ait Başlangıç Kütle Akısı

Sıyırma Çözeltisi (NH₃ + TEA) Konsantrasyonu, (mol/L)

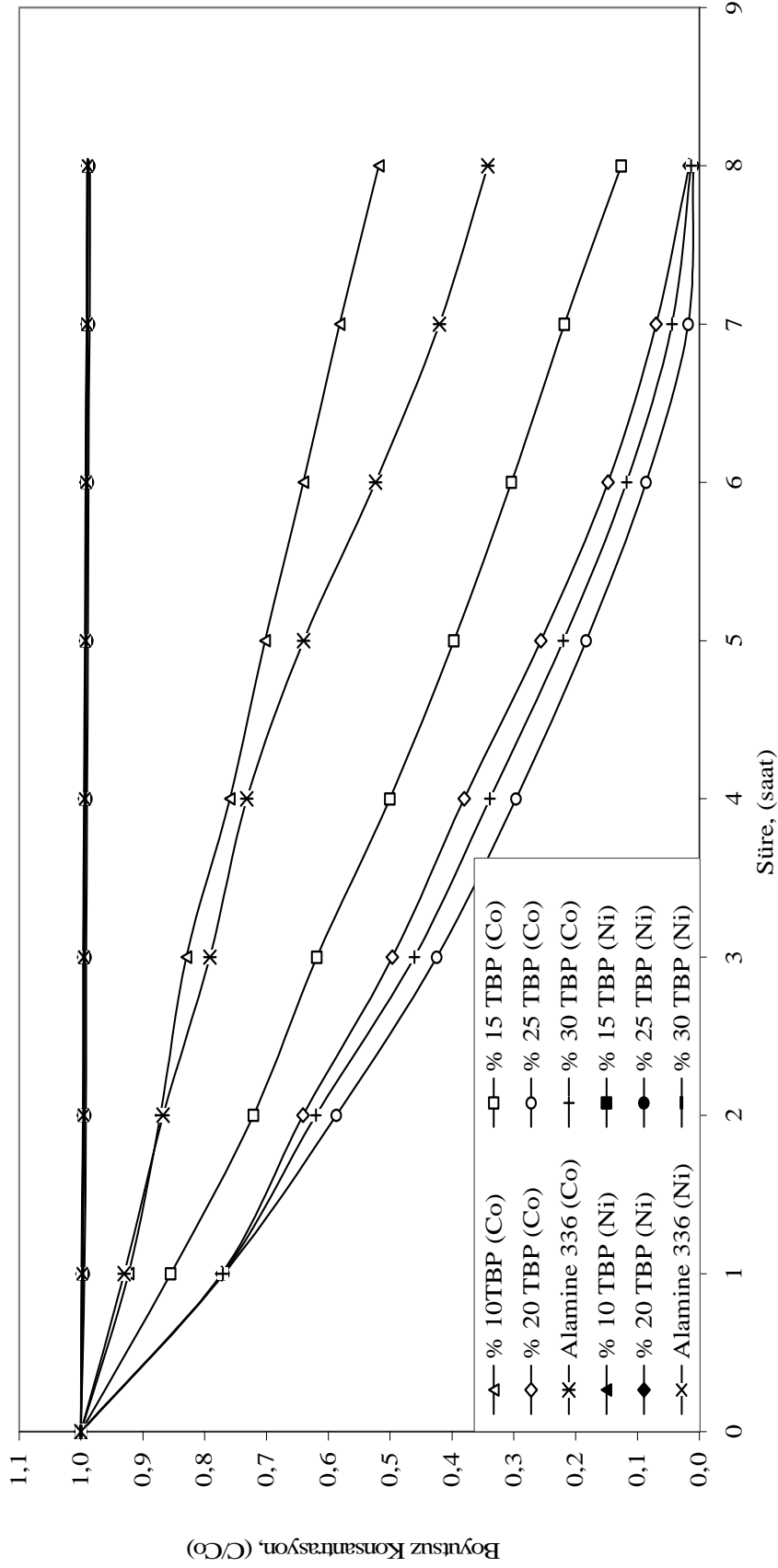
Şekil 5.28 Sıyırma çözeltisi konsantrasyonunun kobaltın başlangıç kütle akısına (J_0) etkisi: (Çözücü (Kloroform) : % 95 w/w; Ekstraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.23 Solvasyon ekstraktantı TBP (Tribütil fosfat) konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyon hızına etkisi (Besleme): Besleme Çözeltisi: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} (Çözücü (Kloroform) : w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyrma çözeltisi konsantrasyonu : 1M $NH_3/1M$ TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Sıyrma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Süre (saat)	Solvasyon Ekstraktant TBP' nun Co(II)/Ni(II) Ekstraksiyonuna etkisi (Besleme)												
	Alamine 336				% 10 TBP				% 15 TBP				
	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
0	510,3	1,000	500,1	1,000	491,2	1,000	505,1	1,000	513,0	1,000	514,2	1,000	1,000
1	474,8	0,930	499,3	0,998	453,4	0,923	504,7	0,999	438,6	0,855	513,1	0,998	0,998
2	419,6	0,867	498,1	0,996	428,3	0,872	503,6	0,997	369,9	0,721	512,0	0,996	0,996
3	389,3	0,791	498,0	0,996	407,7	0,830	503,4	0,997	317,4	0,619	511,8	0,995	0,995
4	327,8	0,732	497,2	0,994	373,0	0,759	502,6	0,995	256,8	0,501	511,0	0,994	0,994
5	272,5	0,640	496,5	0,993	345,2	0,703	501,9	0,994	203,5	0,397	510,3	0,992	0,992
6	224,7	0,524	496,0	0,992	314,5	0,640	501,5	0,993	155,9	0,304	509,9	0,992	0,992
7	177,1	0,420	495,2	0,990	285,8	0,582	500,6	0,991	111,8	0,218	509,0	0,990	0,990
8	144,4	0,342	494,8	0,989	254,7	0,519	500,2	0,990	64,69	0,126	508,6	0,989	0,989

Süre (saat)	Solvasyon Ekstraktant TBP' nun Co(II)/Ni(II) Ekstraksiyonuna etkisi (Besleme)												
	% 20 TBP				% 25 TBP				% 30 TBP				
	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
0	507,0	1,000	510,0	1,000	509,0	1,000	493,7	1,000	493,9	1,000	515,7	1,000	1,000
1	391,7	0,773	509,2	0,998	391,2	0,769	491,0	0,995	380,6	0,771	514,1	0,997	0,997
2	330,9	0,641	508,0	0,996	298,8	0,587	489,9	0,992	306,3	0,620	513,0	0,995	0,995
3	251,6	0,496	507,9	0,996	216,2	0,425	489,7	0,992	227,6	0,461	512,8	0,994	0,994
4	192,9	0,381	507,1	0,994	150,9	0,297	488,9	0,990	167,5	0,339	512,0	0,993	0,993
5	129,8	0,256	506,4	0,993	93,13	0,183	488,2	0,989	108,6	0,220	511,3	0,992	0,992
6	74,87	0,148	505,9	0,992	43,84	0,086	487,8	0,988	57,91	0,117	510,9	0,991	0,991
7	35,30	0,070	505,1	0,990	9,137	0,011	486,9	0,986	21,77	0,044	510,0	0,989	0,989
8	8,225	0,016	504,7	0,990	4,902	0,007	486,5	0,985	6,403	0,013	509,6	0,988	0,988

Solvasyon Ekstraktant TBP Konsantrasyonunun Co(II) / Ni(II) Ekstraksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesi (besleme)



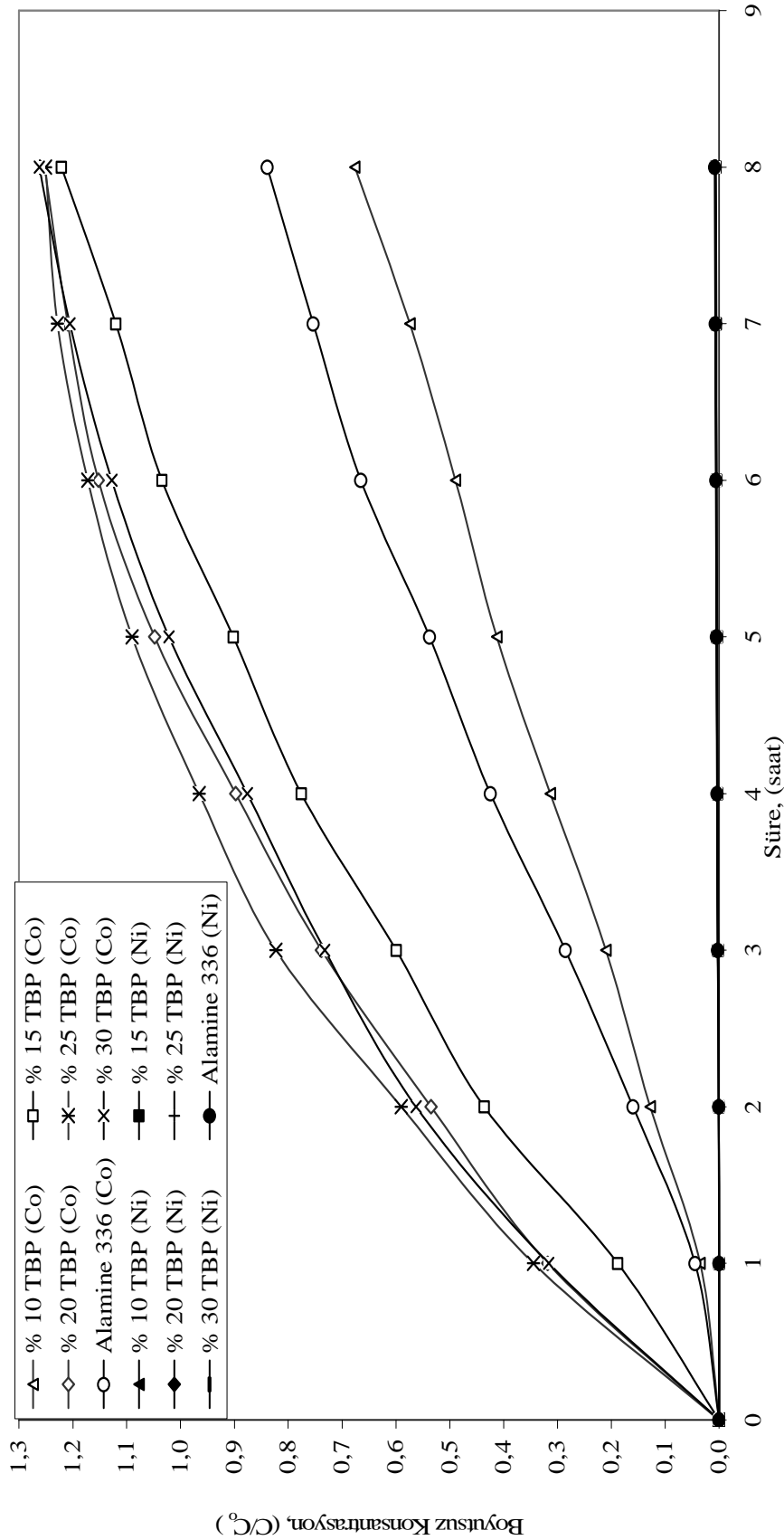
Şekil 5.29 Solvasyon ekstraktantı TBP (Tribütül fosfat) konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyon hızına etkisi (Besleme): Besleme Çözeltisi: 500mg/L Co²⁺; 500 mg/L Ni²⁺ (Çözücü (Kloroform) : w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃/1M TEA; Kompleks oluşturuca NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Tablo 5.24 Solvasyon ekstraktantı TBP (Tribütil fosfat) konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyon hızına etkisi (Sıyırma): Besleme çözeltisi: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} (Çözücü (Kloroform) : w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M $NH_3/1M$ TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Süre (saat)	Solvasyon Ekstraktant TBP' nun Co(II)/Ni(II) Ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma)												
	Alamine 336				% 10 TBP				% 15 TBP				
	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
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
1	22,76	0,045	0,000	0,000	17,26	0,035	0,000	0,000	96,62	0,188	0,000	0,000	0,000
2	81,61	0,160	0,283	0,001	62,92	0,128	0,130	0,000	223,8	0,436	0,144	0,000	0,000
3	145,6	0,285	1,283	0,003	103,3	0,210	0,925	0,002	307,5	0,600	1,028	0,002	0,002
4	216,8	0,425	1,910	0,004	153,9	0,313	1,424	0,003	398,0	0,776	1,582	0,003	0,003
5	274,4	0,538	2,435	0,005	202,8	0,413	1,841	0,004	462,7	0,902	2,046	0,004	0,004
6	339,4	0,665	3,001	0,006	240,4	0,489	2,291	0,005	530,6	1,034	2,546	0,005	0,005
7	384,6	0,754	3,456	0,007	282,0	0,574	2,653	0,005	574,5	1,120	2,948	0,006	0,006
8	428,2	0,839	4,032	0,008	332,2	0,676	3,111	0,006	626,5	1,221	3,457	0,007	0,007

Süre (saat)	Solvasyon Ekstraktant TBP' nun Co(II)/Ni(II) Ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma)												
	% 20 TBP				% 25 TBP				% 30 TBP				
	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
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
1	161,2	0,318	0,000	0,000	175,5	0,345	0,000	0,000	156,2	0,316	0,000	0,000	0,000
2	271,1	0,535	0,150	0,000	300,3	0,590	0,211	0,000	277,8	0,562	0,260	0,001	0,001
3	374,3	0,738	1,071	0,002	414,1	0,823	0,910	0,002	361,8	0,732	1,181	0,002	0,002
4	445,9	0,898	1,648	0,003	491,3	0,965	1,598	0,003	432,6	0,876	1,758	0,003	0,003
5	531,3	1,048	2,131	0,004	554,6	1,090	2,175	0,004	504,5	1,021	2,241	0,004	0,004
6	584,4	1,153	2,652	0,005	596,7	1,172	2,797	0,006	556,9	1,128	2,762	0,005	0,005
7	613,2	1,210	3,071	0,006	625,4	1,229	3,296	0,007	595,4	1,205	3,181	0,006	0,006
8	660,2	1,252	3,601	0,007	636,6	1,251	3,560	0,007	623,4	1,262	3,711	0,007	0,007

Solvasyon Ekstraktant TBP Konsantrasyonunun Co/Ni Ekstraksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesi (sıyırma)

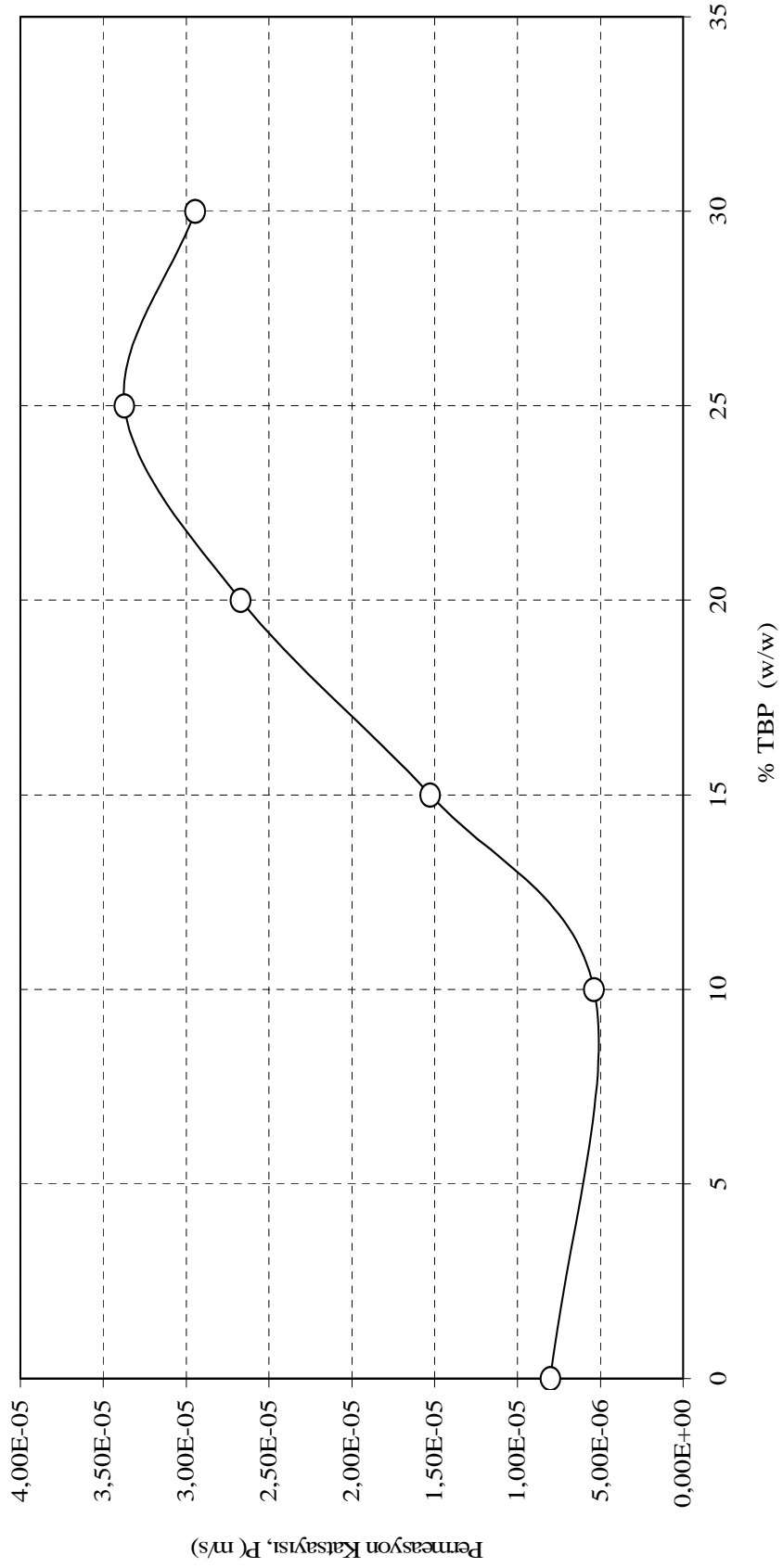


Şekil 5.30 Solvasyon Ekstraktantı TBP (Tribütül fosfat) konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyon hızına etkisi (Sıyırma): Besleme Çözeltisi: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} (Çözücü (Kloroform) : w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M $NH_3/1M$ TEA; Kompleks oluşturuca NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Tablo 5.25 Solvasyon ekstraktantı TBP (tribütül fosfat) konsantrasyonunun besleme çözeltisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi: Besleme Çözeltisi: 500mg/L Co²⁺; 500 mg/L Ni²⁺ (Çözücü (Kloroform) : w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃/1M TEA; Kompleks oluşturuca NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, Sıyırma çözeltisi hızı: 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

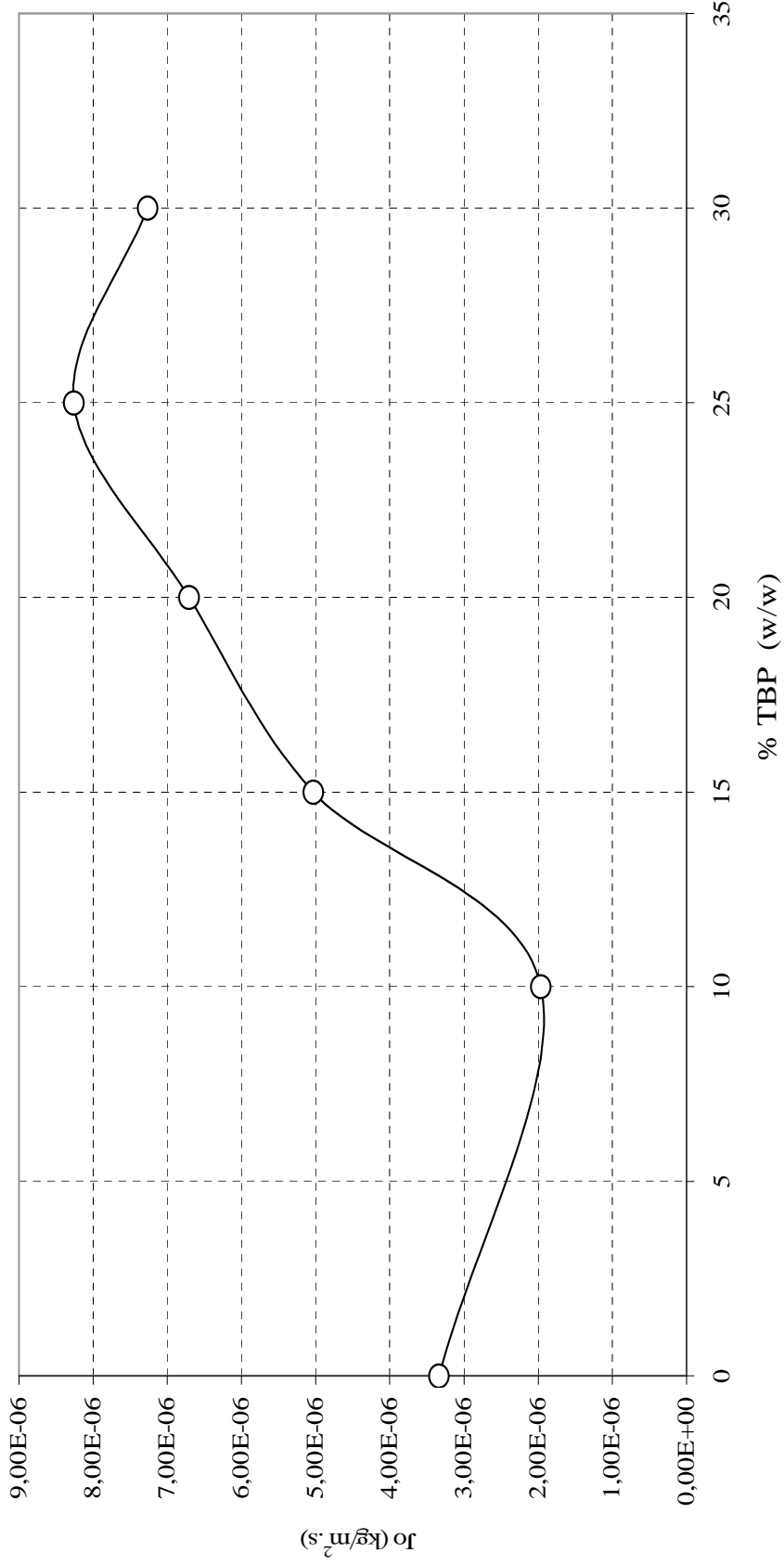
Süre (saat)	Alamine 336		% 10 TBP		% 15 TBP		% 20 TBP		% 25 TBP		% 30 TBP	
	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni
	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)
0	510,3	500,1	491,2	505,1	513,0	514,2	507,0	510,0	509,0	493,7	493,9	515,7
1	474,8	499,3	453,4	504,7	438,6	513,1	391,7	509,2	391,2	491,0	380,6	514,1
2	419,6	498,1	428,3	503,6	369,9	512,0	330,9	508,0	298,8	489,9	306,3	513,0
3	389,3	498,0	407,7	503,4	317,4	511,8	251,6	507,9	216,2	489,7	227,6	512,8
4	327,8	497,2	373,0	502,6	256,8	511,0	192,9	507,1	150,9	488,9	167,5	512,0
5	272,5	496,5	345,2	501,9	203,5	510,3	129,8	506,4	93,13	488,2	108,6	511,3
6	224,7	496,0	314,5	501,5	155,9	509,9	74,87	505,9	43,84	487,8	57,91	510,9
7	177,1	495,2	285,8	500,6	111,8	509,0	35,30	505,1	9,137	486,9	21,77	510,0
8	144,4	494,8	254,7	500,2	64,69	508,6	8,225	504,7	4,902	486,5	6,403	509,6
P (m/s)	8,003x10 ⁻⁶		5,376x10 ⁻⁶		1,526x10 ⁻⁵		2,672x10 ⁻⁵		3,373x10 ⁻⁵		2,945x10 ⁻⁵	
J ₀ (kg/m ² s)	3,336x10 ⁻⁶		2,107x10 ⁻⁶		4,536x10 ⁻⁶		6,706x10 ⁻⁶		8,258x10 ⁻⁶		7,264x10 ⁻⁶	

Solvasyon Ekstraktant (TBP) Konsantrasyonunun Permeasyon Katsayısına Etkisi



Şekil 5.31 Solvasyon ekstraktantı TBP konsantrasyonunun kobaltın permeasyon katsayısına (P) etkisi: (Çözücü (Kloroform): % 95 w/w; Ekstraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 /1M TEA; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Solvasyon Ekstraktant (TBP) Konsantrasyonunun Başlangıç Kütle Akısına Etkisi



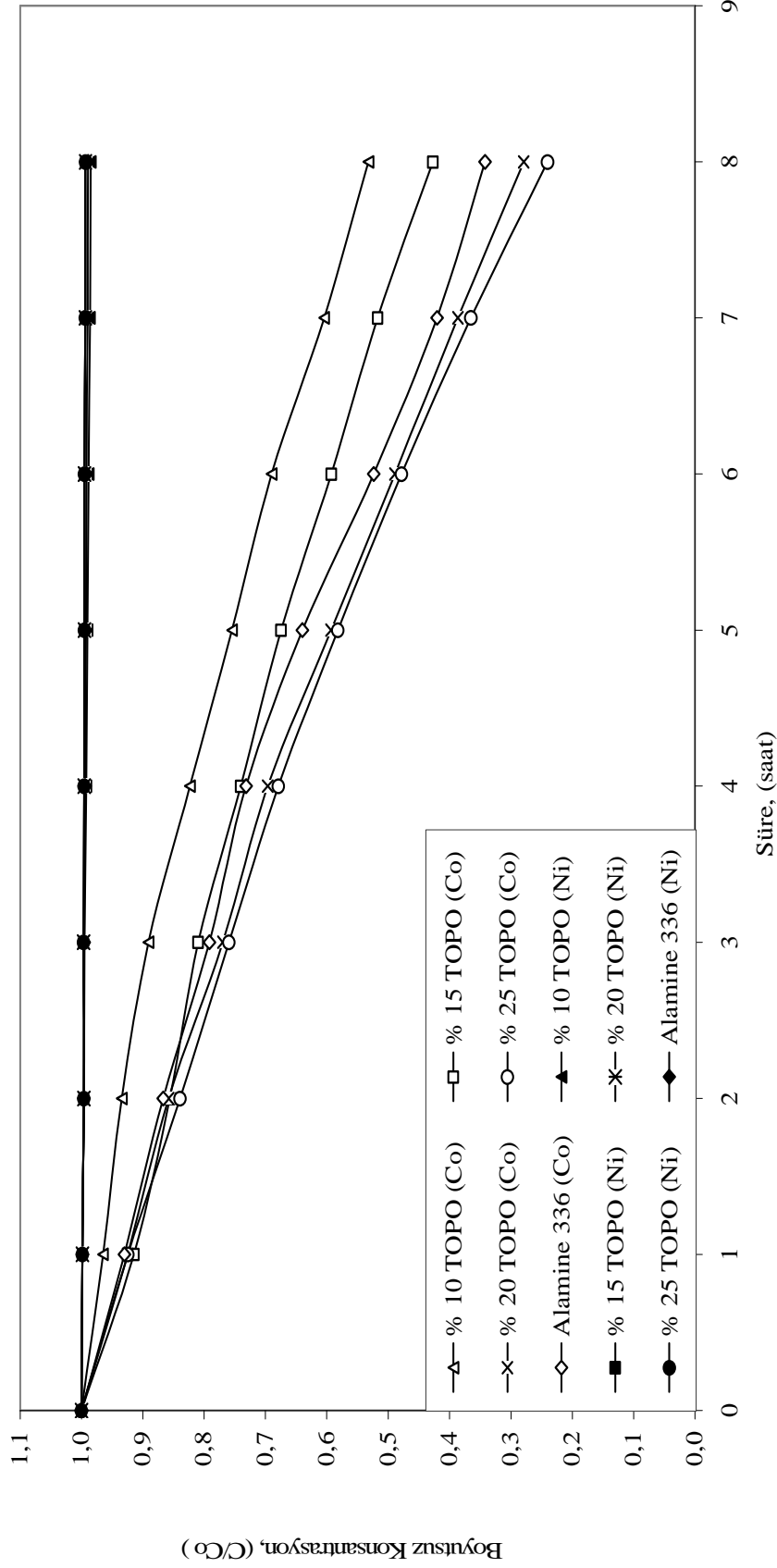
Şekil 5.32. Solvasyon ekstraktantı TBP konsantrasyonunun kobaltın başlangıç kütle akısına (J_0) etkisi: (Çözücü (Kloroform): % 95 w/w; Ekstraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M $NH_3/1M$ TEA; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.26 Solvasyon ekstraktantı TOPO konsantrasyonunun kobalt ekstraksiyonuna etkisi (Besleme): Besleme Çözeltisi: 500mg/L Co²⁺; 500 mg/L Ni²⁺ (Çözücü (Kloroform) : w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuvcu NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃/1M TEA; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Süre (saat)	Solvasyon Ekstraktant TOPO' nun Co(II)/Ni(II) Ekstraksiyonuna etkisi (Besleme)											
	Alamine 336				% 10 TOPO				%15 TOPO			
	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	510,3	1,000	500,1	1,000	509,7	1,000	506,1	1,000	496,4	1,000	505,1	1,000
1	474,8	0,930	499,3	0,998	491,9	0,965	505,2	0,998	454,1	0,915	504,2	0,998
2	419,6	0,867	498,1	0,996	476,2	0,934	504,1	0,996	425,0	0,856	503,1	0,996
3	389,3	0,791	498,0	0,996	454,0	0,891	503,5	0,995	401,9	0,810	503,3	0,996
4	327,8	0,732	497,2	0,994	419,6	0,823	502,2	0,992	367,5	0,740	503,0	0,996
5	272,5	0,640	496,5	0,993	384,5	0,754	501,3	0,990	335,0	0,675	502,6	0,995
6	224,7	0,524	496,0	0,992	351,7	0,690	500,3	0,989	294,3	0,593	502,7	0,995
7	177,1	0,420	495,2	0,990	308,1	0,604	499,2	0,986	256,7	0,517	502,1	0,994
8	144,4	0,342	494,8	0,989	271,2	0,532	498,6	0,985	212,2	0,427	501,9	0,994

Süre (saat)	Solvasyon Ekstraktant TOPO' nun Co(II)/Ni(II) Ekstraksiyonuna etkisi (Besleme)											
	% 20 TOPO				% 25 TOPO				% 25 TOPO			
	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	498,7	1,000	509,8	1,000	526,9	1,000	504,8	1,000	504,8	1,000	1,000	
1	461,1	0,925	509,0	0,998	487,1	0,925	504,0	0,998	487,1	0,925	504,0	
2	427,8	0,858	507,8	0,996	442,2	0,839	502,8	0,996	442,2	0,839	502,8	
3	383,8	0,770	508,1	0,996	400,3	0,760	503,1	0,996	400,3	0,760	503,1	
4	347,1	0,696	507,7	0,996	357,7	0,679	502,7	0,996	357,7	0,679	502,7	
5	295,9	0,593	507,4	0,995	306,6	0,582	502,4	0,995	306,6	0,582	502,4	
6	243,9	0,489	507,4	0,995	251,9	0,478	502,4	0,995	251,9	0,478	502,4	
7	192,8	0,387	506,8	0,994	192,3	0,365	501,8	0,994	192,3	0,365	501,8	
8	139,2	0,279	506,6	0,994	126,5	0,240	501,6	0,994	126,5	0,240	501,6	

Solvasyon Ekstraktant TOPO Konsantrasyonunun Co/Ni Ekstraksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesi (besleme)



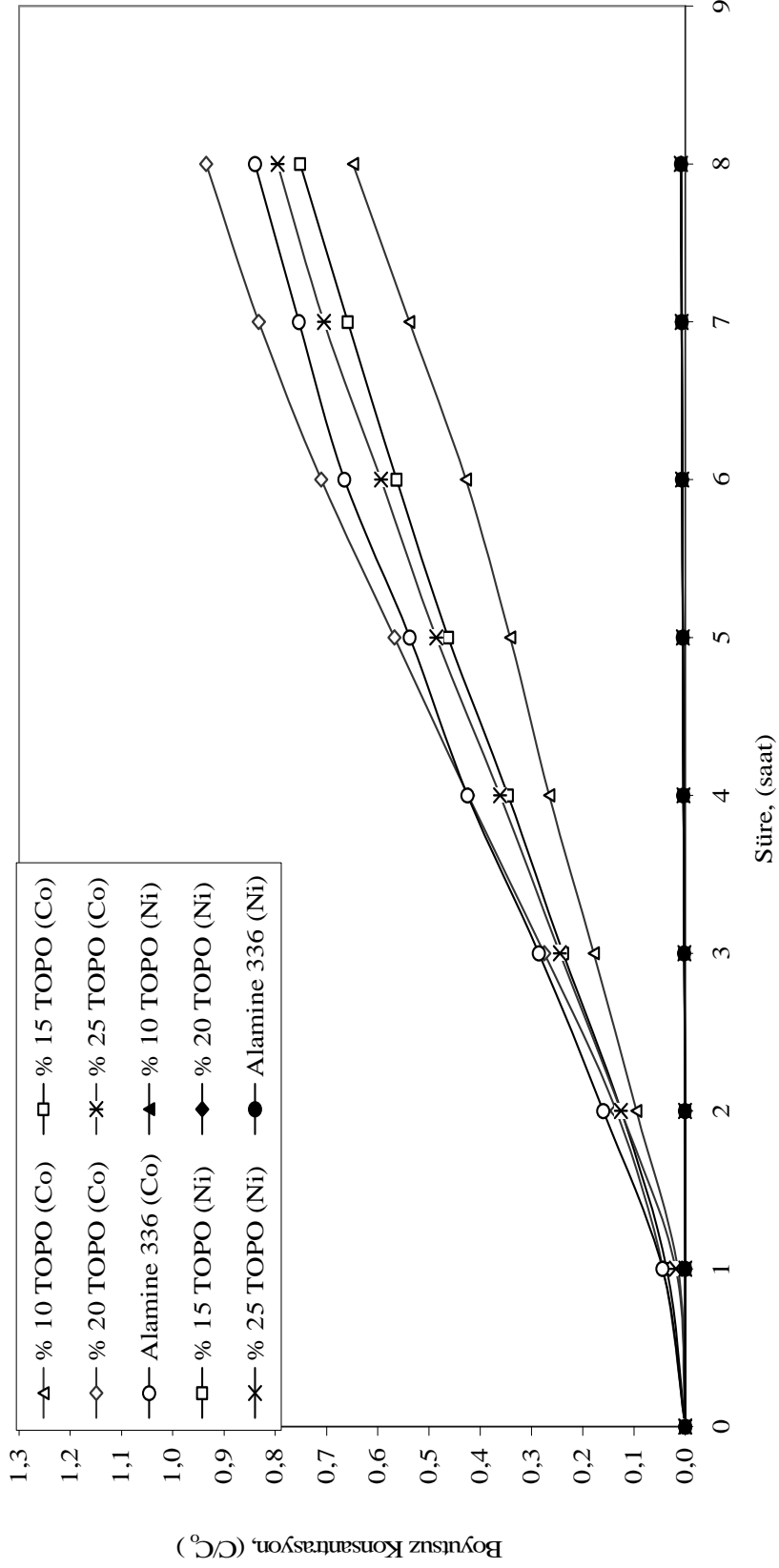
Şekil 5.33 Solvasyon ekstraktantı TOPO konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme): Besleme çözeltisi: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} (Çözücü (Kloroform) : w/w; Ekstraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L , Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M $NH_3/1M$ TEA; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Tablo 5.27 Solvasyon ekstraktantı kobaltın konsantrasyonun Co/Ni ekstraksiyonuna etkisi (sıyırma): Besleme Çözeltisi: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} (Çözütücü (Kloroform) : w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L ,Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M $NH_3/1M$ TEA; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Süre (saat)	Solvasyon Ekstraktant TOPO' nun Co(II)/Ni(II) Ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma)											
	Alamine 336				% 10 TOPO				% 15 TOPO			
	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	
1	7,191	0,014	0,000	0,000	17,97	0,036	0,000	0,000	21,77	0,044	0,000	
2	48,63	0,095	0,311	0,001	62,21	0,125	0,313	0,001	67,11	0,135	0,001	
3	91,08	0,179	0,962	0,002	118,3	0,238	0,970	0,002	137,0	0,275	0,002	
4	135,3	0,265	1,683	0,003	171,5	0,345	1,697	0,003	211,4	0,424	0,003	
5	174,1	0,342	2,354	0,005	229,7	0,463	2,374	0,005	283,1	0,568	0,005	
6	218,2	0,428	2,915	0,006	279,7	0,563	2,939	0,006	354,3	0,710	0,006	
7	274,5	0,539	3,586	0,007	327,1	0,659	3,616	0,007	414,9	0,832	0,007	
8	330,4	0,648	3,987	0,008	373,0	0,751	4,020	0,008	466,2	0,935	0,008	

Süre (saat)	TOPO' nun Co(II)/Ni(II) Ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma)											
	% 20 TOPO				% 25 TOPO							
	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	9,827	0,019	0,000	0,000	22,76	0,045	0,000					
2	66,11	0,125	0,320	0,001	81,61	0,160	0,283					
3	129,0	0,245	0,991	0,002	145,6	0,285	1,283					
4	190,5	0,362	1,734	0,003	216,8	0,425	1,910					
5	256,0	0,486	2,425	0,005	274,4	0,538	2,435					
6	313,0	0,594	3,003	0,006	339,4	0,665	3,001					
7	371,6	0,705	3,694	0,007	384,6	0,754	3,456					
8	419,2	0,796	4,324	0,009	428,2	0,839	4,032					

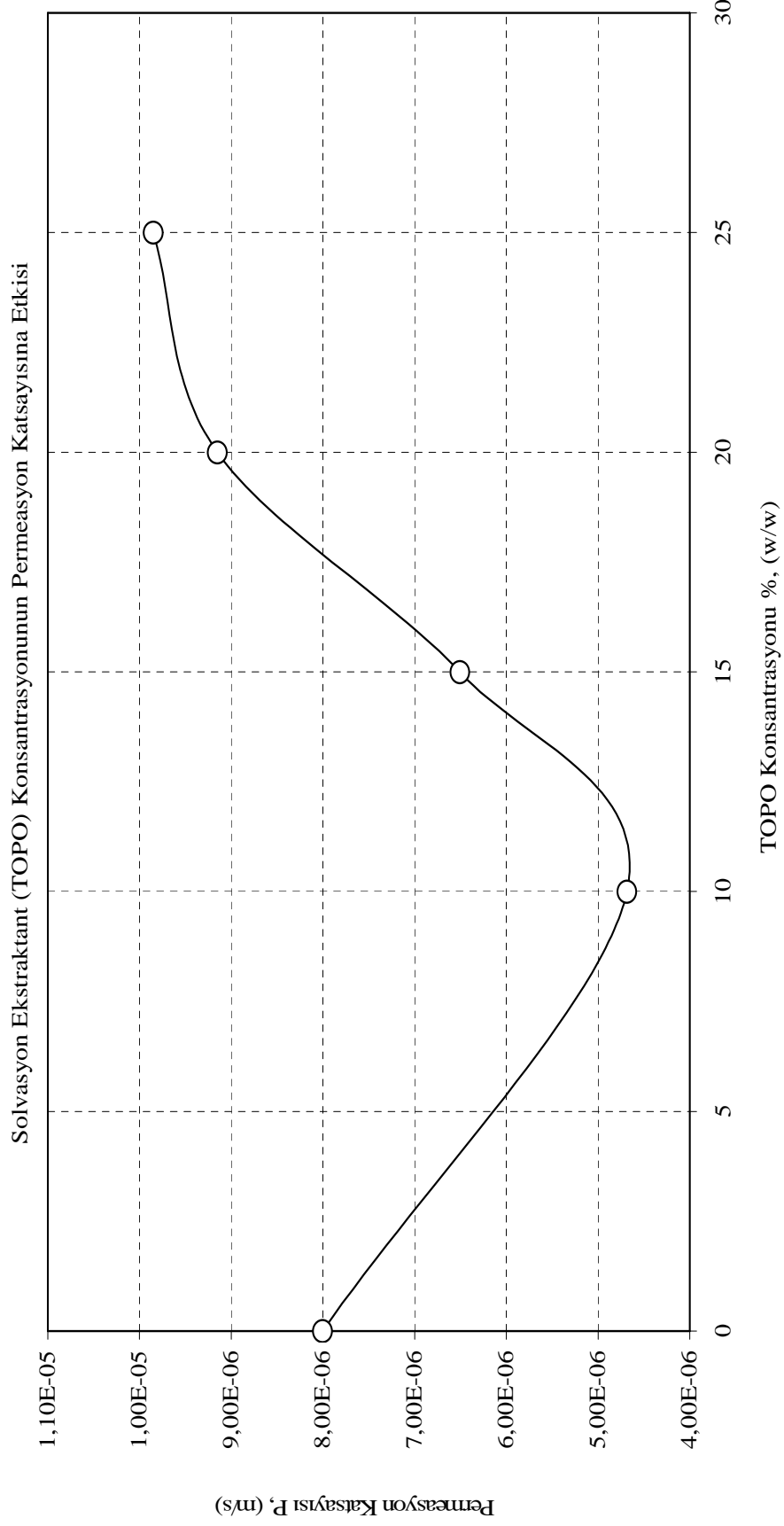
Solvasyon Ekstraktant TOPO Konsantrasyonunun Co/Ni Ekstraksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesi (sıyırma)



Şekil 5. 34 Solvasyon ekstraktantı TOPO konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme): Besleme Çözeltisi: 500mg/L Co²⁺; 500 mg/L Ni²⁺ (Çözücü (Kloroform) : w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuucu NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L , Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃/1M TEA; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

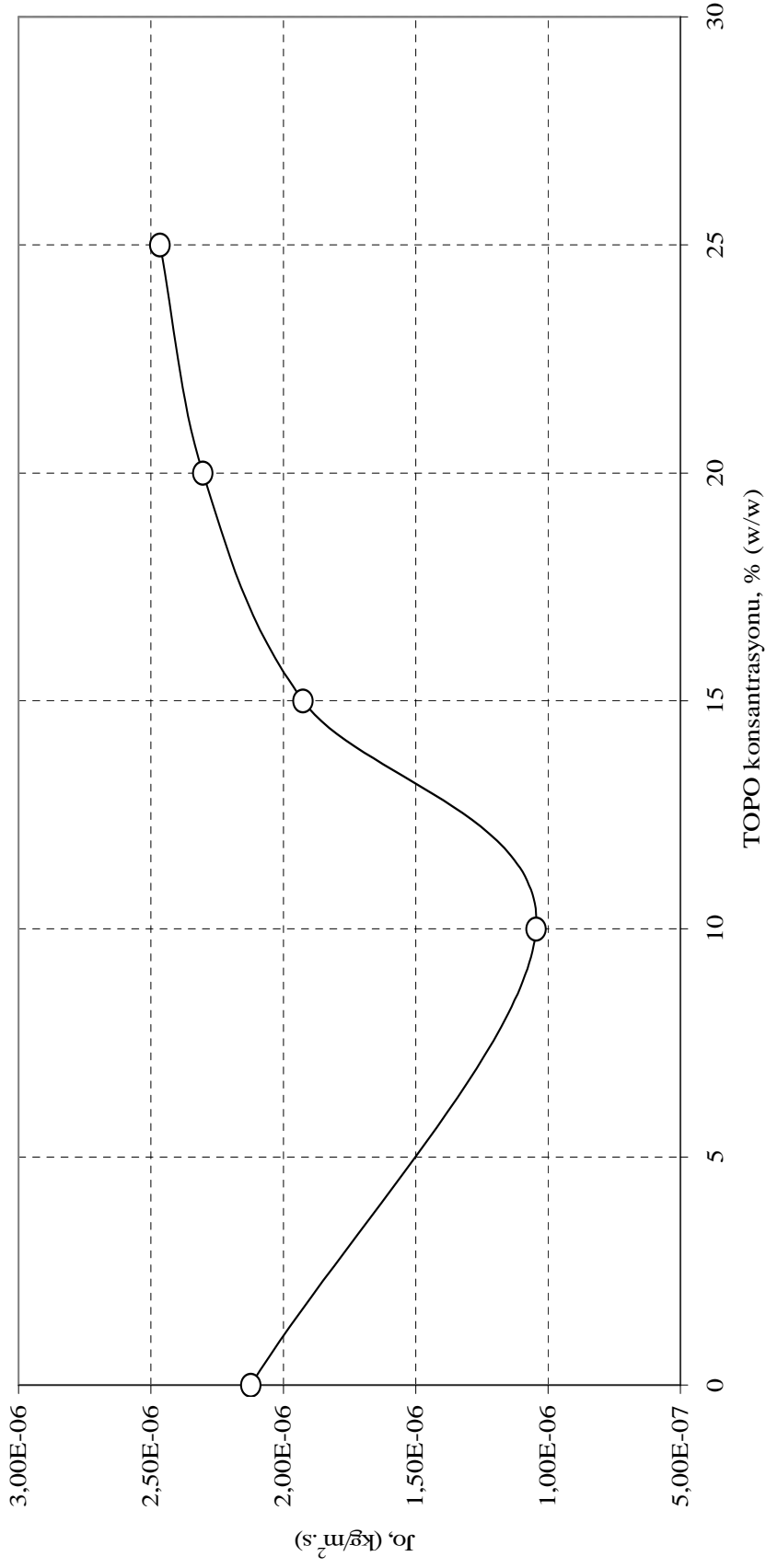
Tablo 5.28 Solvasyon ekstraktantı TOPO konsantrasyonunun besleme çözeltisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi: Besleme Çözeltisi: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} (Çözücü (Kloroform) : w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M $NH_3/1M$ TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, Sıyırma çözeltisi hızı: 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Süre (saat)	Alamine 336		% 10 TOPO		% 15 TOPO		% 20 TOPO		% 25 TOPO	
	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni
	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)
0	510,3	500,1	509,7	506,1	496,4	505,1	498,7	509,8	526,9	504,8
1	474,8	499,3	491,9	505,2	454,1	504,2	461,1	509,0	487,1	504,0
2	419,6	498,1	476,2	504,1	425,0	503,1	427,8	507,8	442,2	502,8
3	389,3	498,0	454,0	503,5	401,9	503,3	383,8	508,1	400,3	503,1
4	327,8	497,2	419,6	502,2	367,5	503,0	347,1	507,7	357,7	502,7
5	272,5	496,5	384,5	501,3	335,0	502,6	295,9	507,4	306,6	502,4
6	224,7	496,0	351,7	500,3	294,3	502,7	243,9	507,4	251,9	502,4
7	177,1	495,2	308,1	499,2	256,7	502,1	192,8	506,8	192,3	501,8
8	144,4	494,8	271,2	498,6	212,2	501,9	139,2	506,6	126,5	501,6
P (m/s)	8,003x10 ⁻⁶		4,3844x10 ⁻⁶		6,506x10 ⁻⁶		9,150x10 ⁻⁶		9,851x10 ⁻⁶	
J_0 (kg/m ² s)	2,123x10 ⁻⁶		1,045x10 ⁻⁶		1,926x10 ⁻⁶		2,304x10 ⁻⁶		2,466x10 ⁻⁶	



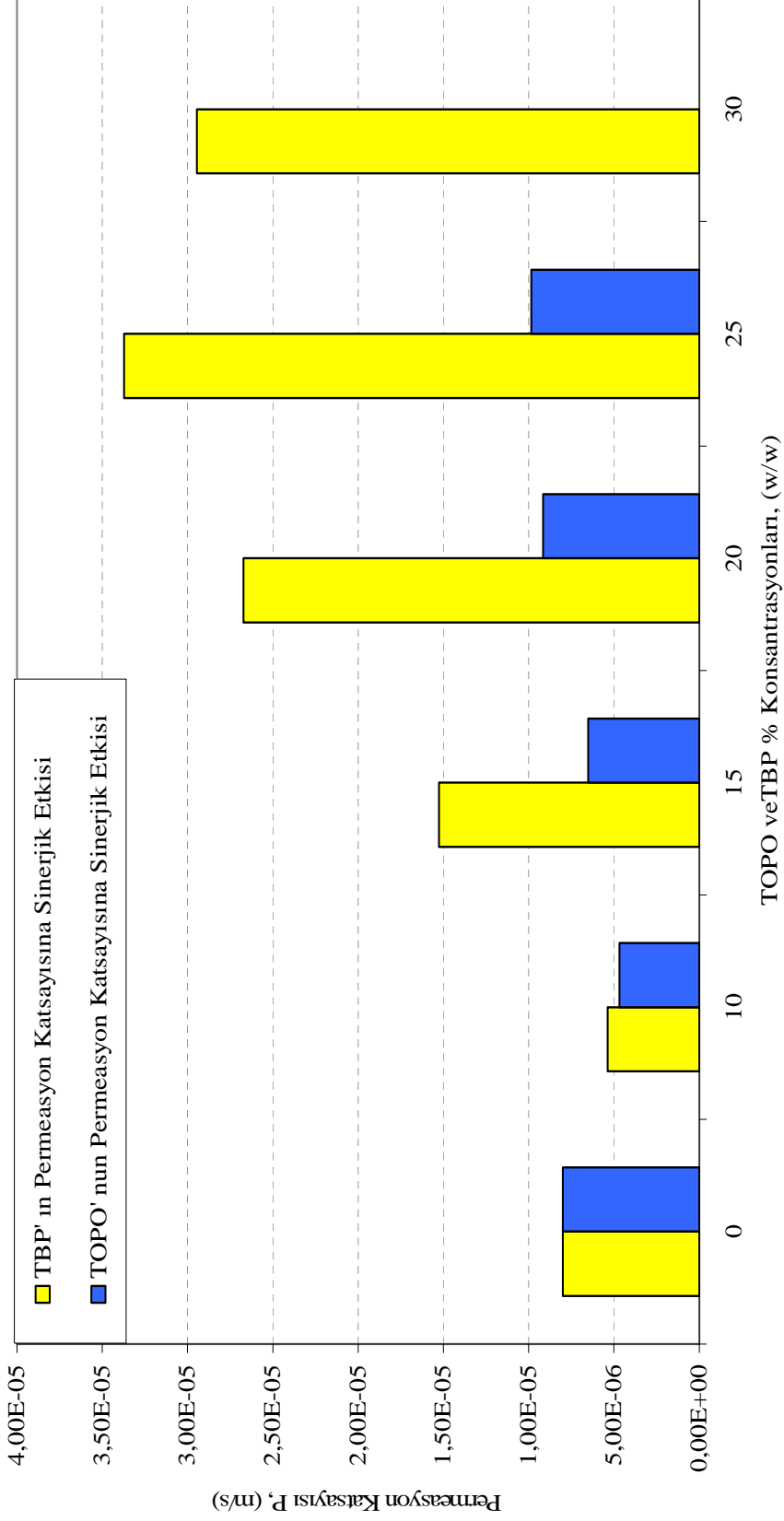
Şekil 5.35 Solvasyon ekstraktantı TOPO konsantrasyonunun kobaltın permeasyon katsayısına etkisi (P): (Çözücü (Kloroform): % w/w; Ekstraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme Çözeltisi Konsantrasyonu: 500 mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L , Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M $NH_3/1M$ TEA; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Solvasyon Ekstraktant TOPO Konsantrasyonunun Başlangıç Kütle Akısına Etkisi



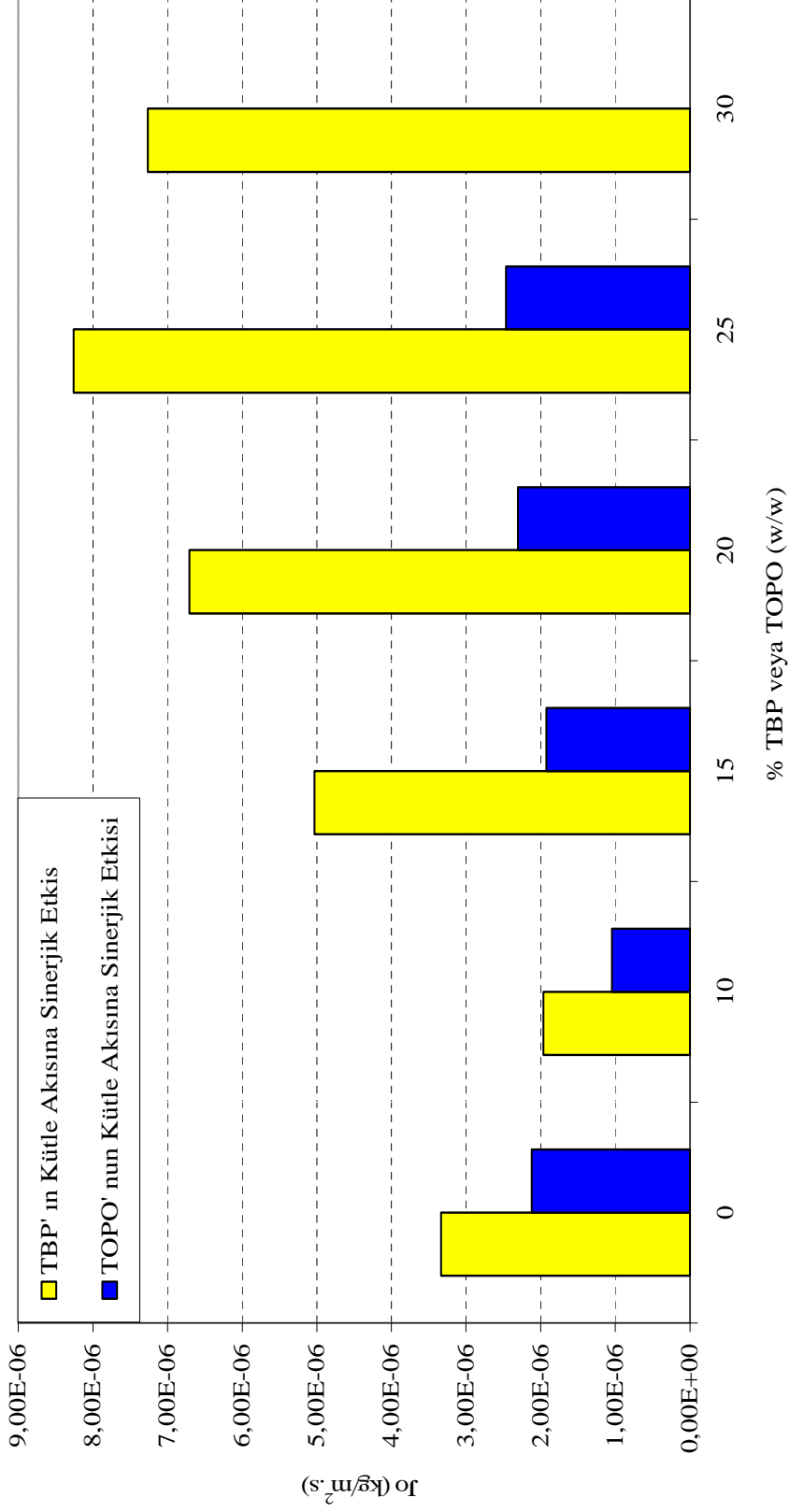
Şekil 5.36 Solvasyon ekstraktantı TOPO konsantrasyonunun kobaltın başlangıç kütle akısına (J_0) etkisi: (Çözücü (Kloroform): % 95 w/w; Ekstraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L , Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 /1M TEA; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Alamine 336 Ekstraktanta TOPO veya TBP Konsantrasyonunun Permeasyon Katsayısına Etkisi



Şekil 5.37 TBP ve TOPO'nun konsantrasyonunun sinerjisinin permeasyon katsayısına etkisinin karşılaştırılması: (Çözücü (Kloroform): % w/w; Ekstraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L , Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M $NH_3/1M$ TEA; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))(TOPO ile %30'lun deneme yapılmamıştır)

Solvasyon Ekstraktant (TBP veya TOPO) Konsantrasyonunun Başlangıç Kütle Akısına Etkisi



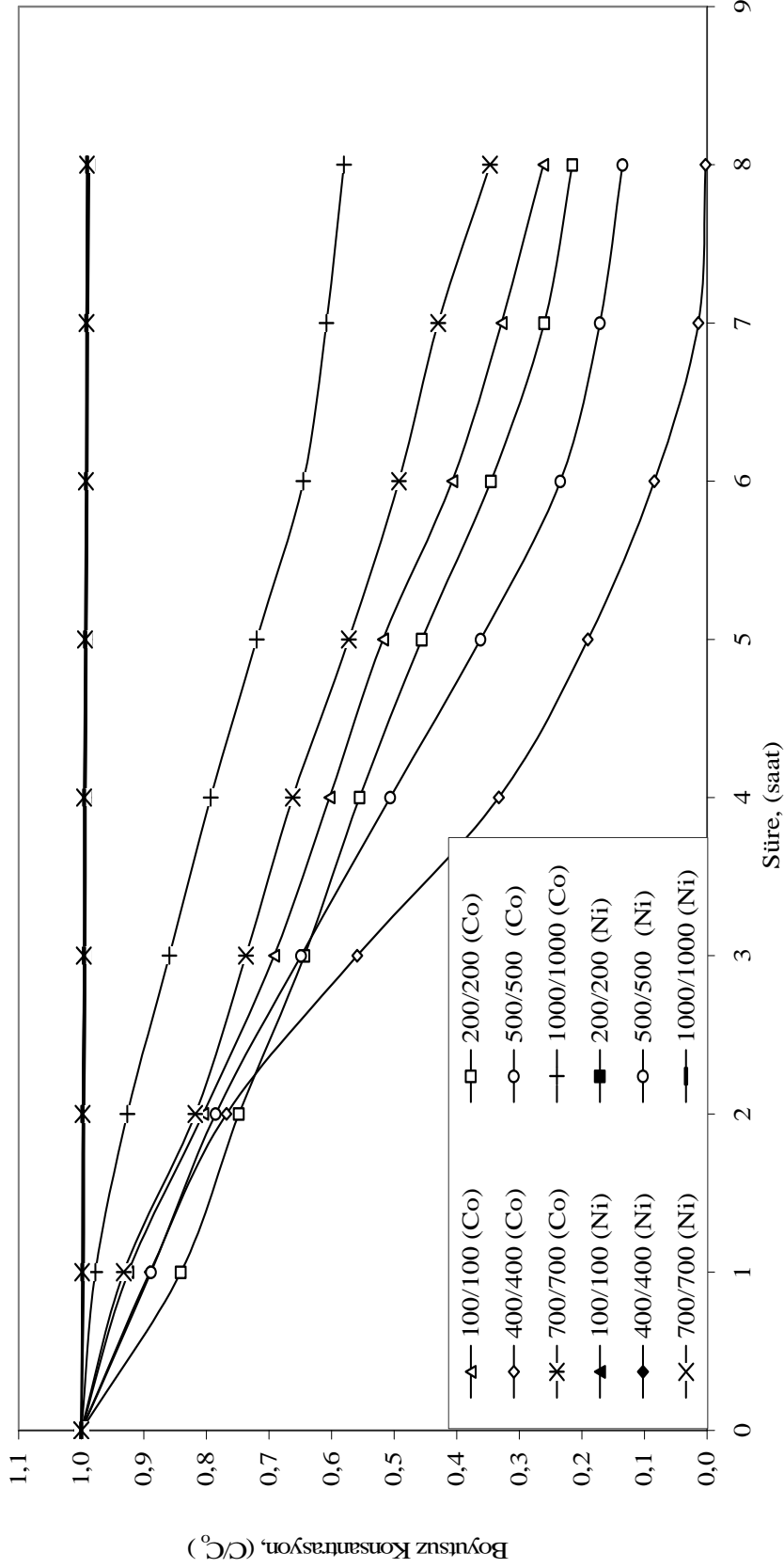
Şekil 5.38 TBP veya TOPO'nun konsantrasyonunun sinerjisinin kütle akısına etkisinin karşılaştırılması (Jo): (Çözücü (Kloroform): % w/w; Ekstraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500mg/L Co²⁺, 500 mg/L Ni²⁺ Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuç NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L , Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃/1M TEA; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))(TOPO ile %30'lun deneme yapılmamıştır)

Tablo 5.29 Optimum şartlarda eşit molar konsantrasyonlarda kobaltın ekstraksiyonu (Besleme): [Çözücü (Klorofom): % 60 (w/w); % 15 (w/w) Alamine 336, % 25 (w/w) Modifiyer (TBP); Besleme çözeltisi: Co/Ni: 100/100 , 200/200, 400/400, 500/500, 700/700, 1000/1000 mg/L; Besleme çözeltisi pH = 4 , Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi: 1M NH₃ + 1MTEA , sıyırma çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuç NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)]

Süre (saat)	Optimum şartlarda eşit molar konsantrasyondaki besleme çözeltisinden Co/Ni ekstraksiyonu (Besleme)											
	100/100				200/200				400/400			
	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	101,3	1,000	103,6	1,000	212,3	1,000	202,0	1,000	398,7	1,000	410,7	1,000
1	93,7	0,925	103,0	0,994	178,6	0,841	201,2	0,996	355,0	0,890	409,2	0,996
2	81,6	0,806	103,0	0,994	158,8	0,748	201,1	0,995	306,2	0,768	409,1	0,996
3	70,1	0,692	102,8	0,992	136,6	0,643	200,6	0,993	222,9	0,559	408,2	0,994
4	61,1	0,603	102,7	0,992	117,9	0,555	200,6	0,993	132,56	0,332	408,0	0,993
5	52,5	0,518	102,6	0,990	96,75	0,456	200,2	0,991	76,03	0,191	407,4	0,992
6	41,3	0,407	102,4	0,993	73,31	0,345	200,0	0,990	33,624	0,084	406,8	0,991
7	33,3	0,329	102,3	0,992	55,27	0,260	199,8	0,989	5,576	0,014	406,5	0,990
8	26,5	0,262	102,2	0,991	45,67	0,215	199,4	0,987	0,949	0,002	406,1	0,989

Süre (saat)	Optimum şartlarda eşit molar konsantrasyondaki besleme çözeltisinden Co/Ni ekstraksiyonu (Besleme)											
	500/500				700/700				1000/1000			
	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	533,1	1,000	510,0	1,000	709,3	1,000	710,2	1,000	1020,9	1,000	1026,0	1,000
1	473,7	0,889	507,1	0,994	661,3	0,932	709,2	0,999	998,2	0,978	1024,3	0,998
2	418,8	0,786	506,9	0,994	580,2	0,818	708,9	0,998	945,5	0,926	1023,9	0,998
3	345,8	0,649	505,8	0,992	522,6	0,737	707,3	0,996	877,2	0,859	1021,7	0,996
4	269,8	0,506	505,6	0,991	469,8	0,662	707,1	0,996	809,6	0,793	1021,3	0,995
5	192,9	0,362	504,8	0,990	406,1	0,572	705,9	0,994	734,7	0,720	1019,7	0,994
6	124,9	0,234	504,1	0,988	349,4	0,493	705,0	0,993	658,6	0,645	1018,2	0,992
7	91,25	0,171	503,7	0,988	304,9	0,430	704,4	0,992	620,9	0,608	1017,4	0,992
8	72,03	0,135	502,8	0,986	245,9	0,347	703,9	0,991	592,2	0,580	1016,3	0,991

Optimum Şartlarda, Eşit Molar Konsantrasyondaki Co(II)/Ni(II) İçeren Besleme Çözeltilerinde Co/ Ni Ekstraksiyon Hızının İncelenmesi (Besleme)



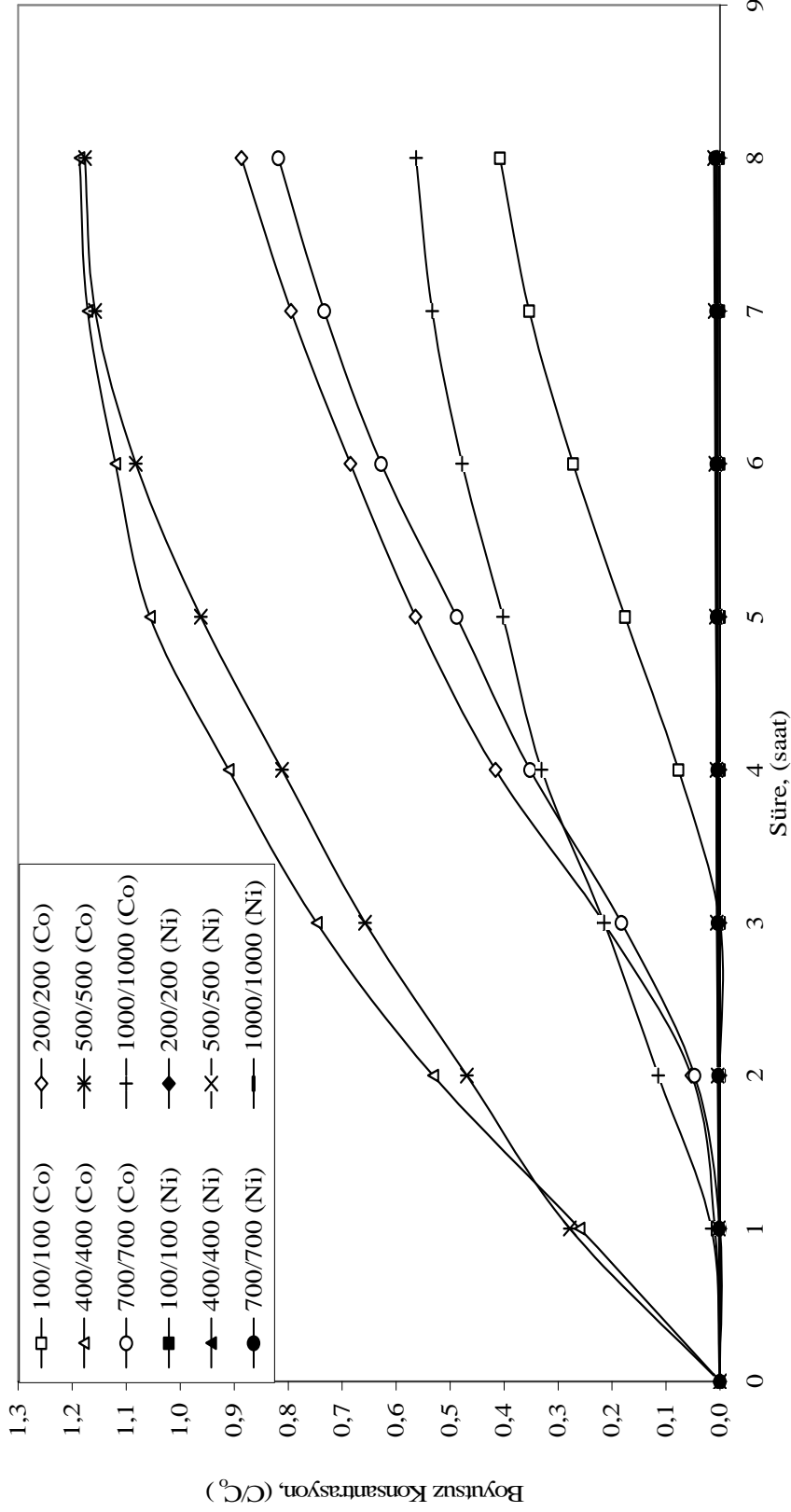
Şekil 5.39 Optimum şartlarda eşit molar konsantrasyonlarda ki besleme çözeltilerinden kobaltın ekstraksiyonu (Besleme): [Çözücü (Klorofom): % 60 (w/w); % 15 (w/w) Alamine 336, % 25 (w/w) Modifiyer (TBP); Besleme çözeltisi konsantrasyonu: Co/Ni: 100/100 , 200/200, 400/400, 500/500, 700/700, 1000/1000 mg/L; Besleme çözeltisi pH' ı 4 , Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi: 1M NH₃ + 1MTEA ,karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuvcu NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.30 Optimum şartlarda eşit molar konsantrasyonlardaki besleme çözeltilerden kobaltın ekstraksiyonu (Sıyırma): [Çözücü (Klorofom): % 60 (w/w); % 15 (w/w) Alamine 336, % 25 (w/w) Modifiyer (TBP); Besleme çözeltileri: Co/Ni: 100/100 , 200/200, 400/400, 500/500, 700/700, 1000/1000 mg/L; Besleme çözeltileri pH = 4 , Besleme çözeltileri karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltileri: 1M NH₃ + 1MTEA ,sıyırma çözeltileri karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuvcu NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)]

Süre (saat)	Optimum şartlarda eşit molar konsantrasyondaki besleme çözeltilerinden Co/Ni ekstraksiyonu (Sıyırma)											
	100/100				200/200				400/400			
	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	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	1,989	0,009	0,000	0,000	103,6	0,260	0,000	
2	0,000	0,000	0,000	0,000	11,18	0,053	0,000	0,000	212,0	0,532	0,900	
3	0,000	0,000	0,000	0,000	45,69	0,215	0,000	0,000	298,0	0,747	1,380	
4	7,741	0,076	0,000	0,000	88,27	0,416	0,000	0,000	362,9	0,910	1,600	
5	17,84	0,176	0,000	0,000	119,7	0,564	0,000	0,000	420,9	1,056	1,900	
6	27,56	0,272	0,050	0,000	145,4	0,685	0,090	0,000	446,6	1,120	1,994	
7	35,79	0,353	0,110	0,001	168,7	0,795	0,197	0,001	467,0	1,171	2,108	
8	41,29	0,408	0,150	0,001	188,3	0,887	0,269	0,001	473,0	1,186	2,183	

Süre (saat)	Optimum şartlarda eşit molar konsantrasyondaki besleme çözeltilerinden Co/Ni ekstraksiyonu (Sıyırma)											
	500/500				700/700				1000/1000			
	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	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
1	148,2	0,278	1,053	0,002	0,000	0,000	1,077	0,002	15,92	0,016	1,034	
2	249,8	0,468	2,037	0,004	33,26	0,047	2,084	0,003	116,6	0,114	2,000	
3	350,5	0,657	2,849	0,006	129,6	0,183	2,915	0,004	218,7	0,214	2,798	
4	432,6	0,811	3,221	0,006	249,5	0,352	3,295	0,005	337,2	0,330	3,163	
5	512,7	0,962	3,872	0,008	345,8	0,488	3,961	0,006	410,5	0,402	3,803	
6	577,0	1,082	4,427	0,009	445,2	0,628	4,529	0,006	487,4	0,477	4,348	
7	617,1	1,158	5,028	0,010	520,1	0,733	5,144	0,007	544,6	0,533	4,938	
8	627,2	1,177	5,738	0,011	580,3	0,818	5,870	0,008	574,6	0,563	5,635	

Optimum Şartlarda, Eşit Molar Konsantrasyondaki Co(II)/Ni(II) İçeren Besleme Çözeltilerinde Co/ Ni Ekstraksiyon Hızının İncelenmesi (Sıyırma)

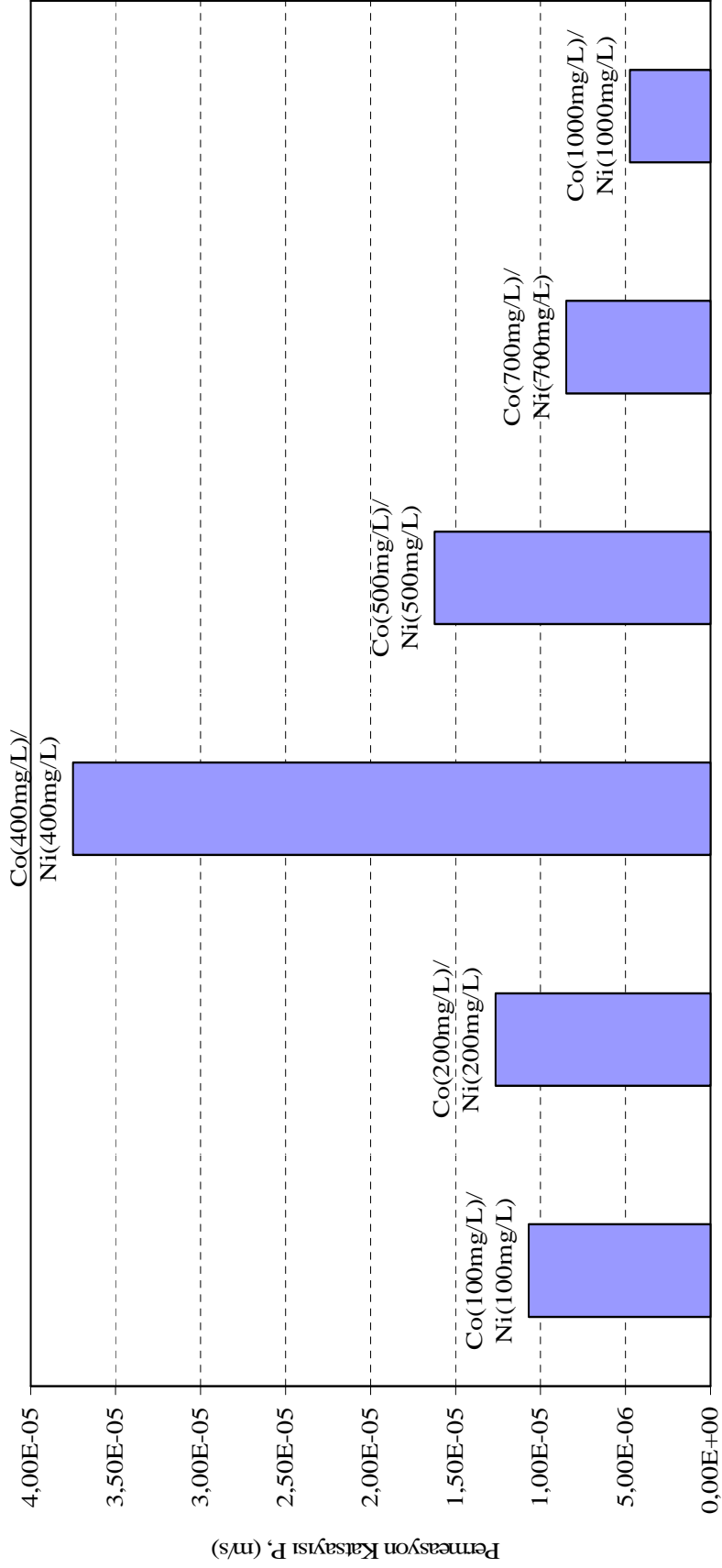


Şekil 5.40 Optimum şartlarda, eşit molar konsantrasyonlarda ki çözeltilerden kobaltın ekstraksiyonu Co/Ni ekstraksiyon hızı (Sıyırma): [Çözücü (Klorofom): % 60 (w/w); % 15 (w/w) Alamine 336, % 25 (w/w) Modifiyer (TBP); Besleme çözeltisi konsantrasyonu: Co/Ni: 100/100 , 200/200, 400/400, 500/500, 700/700, 1000/1000 mg/L; Besleme çözeltisi pH' ı 4 , Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi: 1M NH₃ + 1MTEA ,Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuucu NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo: 5.31 Optimum şartlarda eşit molar konsantrasyonlarda ki besleme çözeltisindeki kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi: (Çözücü (Kloroform): % 60 w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 15 w/w; Modifiyer madde TBP % 25; Besleme Çözeltisi Konsantrasyonu: Co/Ni: 100/100 , 200/200, 400/400, 500/500, 700/700, 1000/1000 mg/L; Besleme çözeltisi pH'ı 4, Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyrma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyrma çözeltisi Konsantrasyonu: 1M NH₃ + 1M TEA Kompleks oluşturuvcu NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Süre (saat)	100/100		200/200		400/400		500/500		700/700		1000/1000	
	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni
	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)
0	101,3	103,6	212,3	202,0	398,7	410,7	533,1	510,0	709,3	710,2	1020,9	1026,0
1	93,7	103,0	178,6	201,2	355,0	409,2	473,7	507,1	661,3	709,2	998,2	1024,3
2	81,6	103,0	158,8	201,1	306,2	409,1	418,8	506,9	580,2	708,9	945,5	1023,9
3	70,1	102,8	136,6	200,6	222,9	408,2	345,8	505,8	522,6	707,3	877,2	1021,7
4	61,1	102,7	117,9	200,6	132,56	408,0	269,8	505,6	469,8	707,1	809,6	1021,3
5	52,5	102,6	96,75	200,2	76,03	407,4	192,9	504,8	406,1	705,9	734,7	1019,7
6	41,3	102,4	73,31	200,0	33,624	406,8	124,9	504,1	349,4	705,0	658,6	1018,2
7	33,3	102,3	55,27	199,8	5,576	406,5	91,25	503,7	304,9	704,4	620,9	1017,4
8	26,5	102,2	45,67	199,4	0,949	406,1	72,03	502,8	245,9	703,9	592,2	1016,3
P (m/s)	1,069x10 ⁻⁵		1,264x10 ⁻⁵		3,750x10 ⁻⁵		1,622x10 ⁻⁵		8,483x10 ⁻⁶		4,742x10 ⁻⁶	
J ₀ (kg/m ² s)	7,924x10 ⁻⁷		1,887x10 ⁻⁶		5,927x10 ⁻⁶		5,622x10 ⁻⁶		4,673x10 ⁻⁶		4,245x10 ⁻⁶	

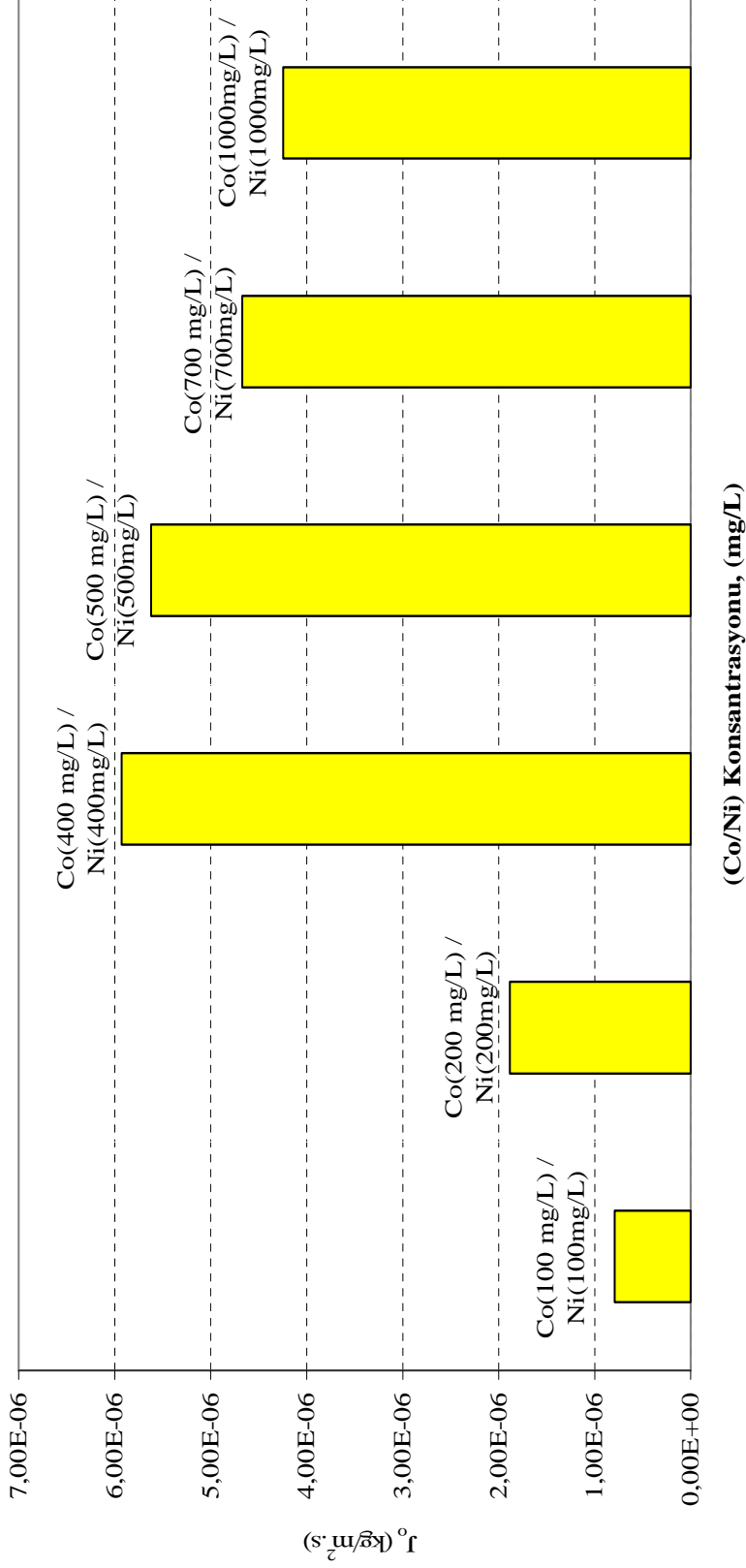
Optimum Şartlarda Eşit Molar Konsantrasyonlarda Co/Ni İçeren Besleme Çözeltisinden Co(II) Ekstraksiyonunun Permeasyon Katsayısına Etkisi (Besleme)



(Co/Ni) Konsantrasyon, (mg/L)

Şekil 5. 41 Optimum Şartlarda eşit molar konsantrasyonlarda kobaltın permeasyon katsayısına besleme konsantrasyonunun etkisi (P): (Çözücü (Kloroform): % 60 w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 15 w/w; Besleme Çözeltisi Konsantrasyonu: Co/Ni: 100/100 , 200/200, 400/400, 500/500, 700/700, 1000/1000 mg/L; Besleme çözeltisi pH' ı 4 , Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi Konsantrasyonu: 1M NH₃ + 1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Optimum Şartlarda, Eşit Molar Konsantrasyonlarda Co/Ni İçeren Besleme Çözeltilerinde Co(II) Ekstraksiyonunun Başlangıç Kütle Akısına Etkisi



Şekil 5.42 Optimum şartlarda eşit molar konsantrasyonlarda Co ekstraksiyonunun başlangıç kütle akısına etkisi (J_0): (Çözücü (Kloroform): % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme Çözeltisi Konsantrasyonu: Co/Ni: 100/100 , 200/200, 400/400, 500/500, 700/700, 1000/1000 mg/L; Besleme çözeltisi pH'ı 4, Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyrma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyrma çözeltisi Konsantrasyonu: 1M NH₃ + 1M TEA Kompleks oluşturuvcu NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

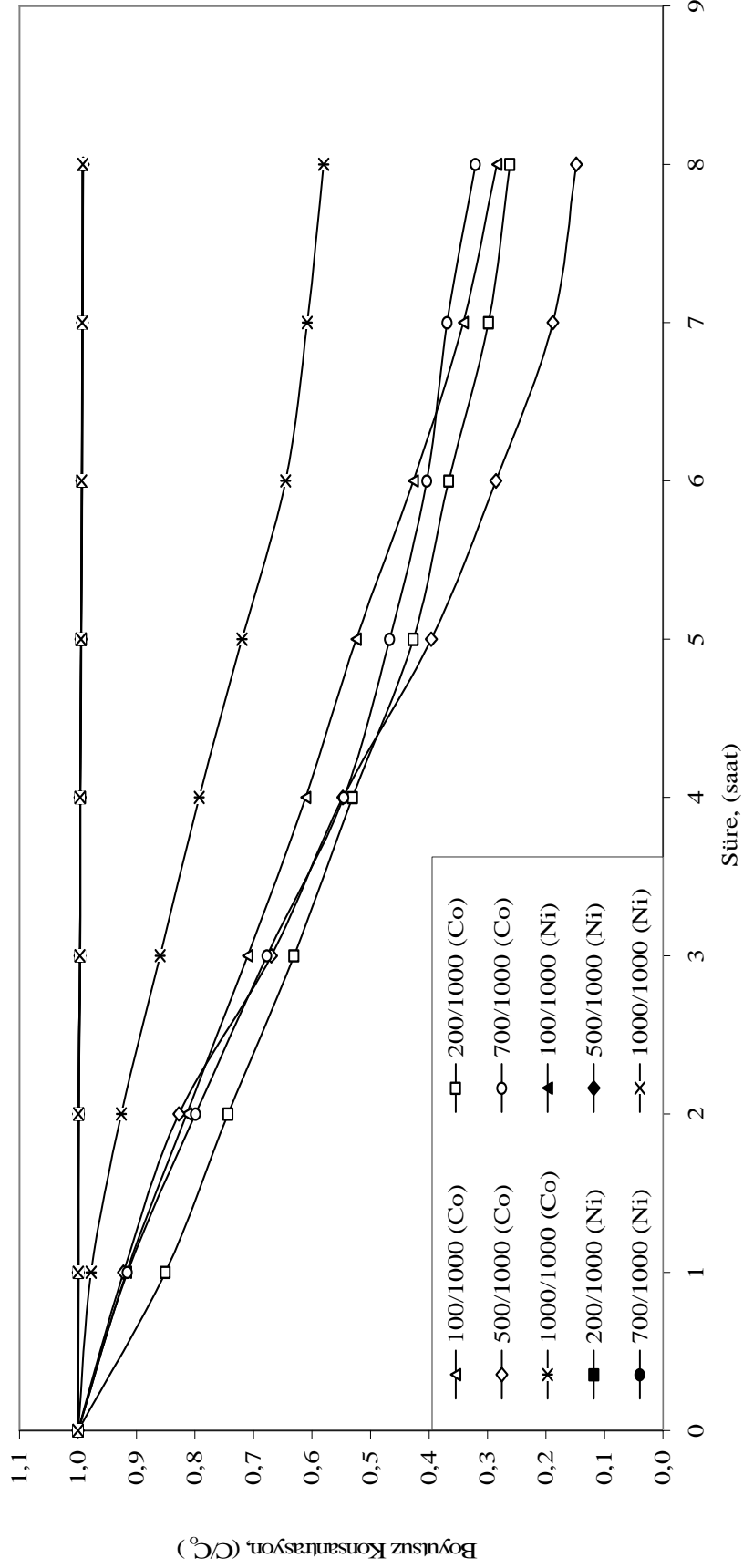
Tablo 5.32 Optimum şartlarda eşit molar olmayan (Co: değişken, Ni: 1000mg/L) konsantrasyonlarda besleme çözeltilerden Co konsantrasyonunun ekstraksiyon hızına etkisi (Besleme): Çözücü (Klorofom): % 60 (w/w); % 15 (w/w) Alamine 336, % 25 (w/w) Modifiyer (TBP); Besleme çözeltileri: Ni (1000 mg/L) sabit konsantrasyonda, Co : 100mg/L, 200 mg/L, 500 mg/L, 700 mg/L ve 1000 mg/L; Besleme çözeltileri pH' 1 4 , Besleme çözeltileri karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltileri: 1M NH₃ / IMTEA ,karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Kompleks oluşturucu NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Süre (saat)	Optimum Şartlarda Eşit Molar Olmayan Konsantrasyondaki Çözeltilerden Co/Ni Ekstraksiyonu (Besleme)											
	100/1000				200/1000				500/1000			
	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	103,0	1,000	1012,7	1,000	197,9	1,000	1008,2	1,000	502,4	1,000	1006,3	1,000
1	94,47	0,917	1011,8	0,999	168,3	0,851	1007,8	1,000	463,4	0,922	1005,8	0,999
2	83,88	0,814	1011,4	0,999	147,2	0,744	1007,4	0,999	415,7	0,827	1005,4	0,999
3	73,17	0,710	1009,2	0,997	124,9	0,631	1005,2	0,997	336,2	0,669	1003,2	0,997
4	62,93	0,611	1008,8	0,996	105,0	0,531	1004,8	0,997	275,0	0,547	1002,8	0,996
5	54,05	0,525	1007,2	0,995	84,5	0,427	1003,2	0,995	199,0	0,396	1001,2	0,995
6	43,96	0,427	1005,8	0,993	72,5	0,367	1001,8	0,994	143,4	0,285	999,8	0,993
7	35,19	0,342	1005,0	0,992	59,0	0,298	1001,0	0,993	94,60	0,188	999,0	0,993
8	29,24	0,284	1004,5	0,992	51,8	0,262	1000,8	0,993	74,40	0,148	997,2	0,991

Süre (saat)	Optimum Şartlarda Eşit Molar Olmayan Konsantrasyondaki Çözeltilerden Co/Ni Ekstraksiyonu (Besleme)											
	700/1000				1000/1000							
	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	707,9	1,000	999,1	1,000	1020,9	1,000	1026,0	1,000				
1	648,2	0,916	997,8	0,999	998,2	0,978	1024,3	0,998				
2	565,7	0,799	997,4	0,998	945,5	0,926	1023,9	0,998				
3	479,4	0,677	995,2	0,996	877,2	0,859	1021,7	0,996				
4	386,4	0,546	994,8	0,996	809,6	0,793	1021,3	0,995				
5	330,6	0,467	993,2	0,994	734,7	0,720	1019,7	0,994				
6	285,9	0,404	991,8	0,993	658,6	0,645	1018,2	0,992				
7	261,2	0,369	991,0	0,992	620,9	0,608	1017,4	0,992				

8	226,9	0,321	990,1	0,991	592,2	0,580	1016,3	0,991
---	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	-------

Optimum şartlarda, Eşit Olmayan (Co :değişken, mg/L / Ni : sabit, 1000mg/L) Molar Konsantrasyonlardaki Co(II)/Ni(II) Besleme Çözeltilerde Co/Ni Ekstraksiyon Hızına Etkisi (Besleme)

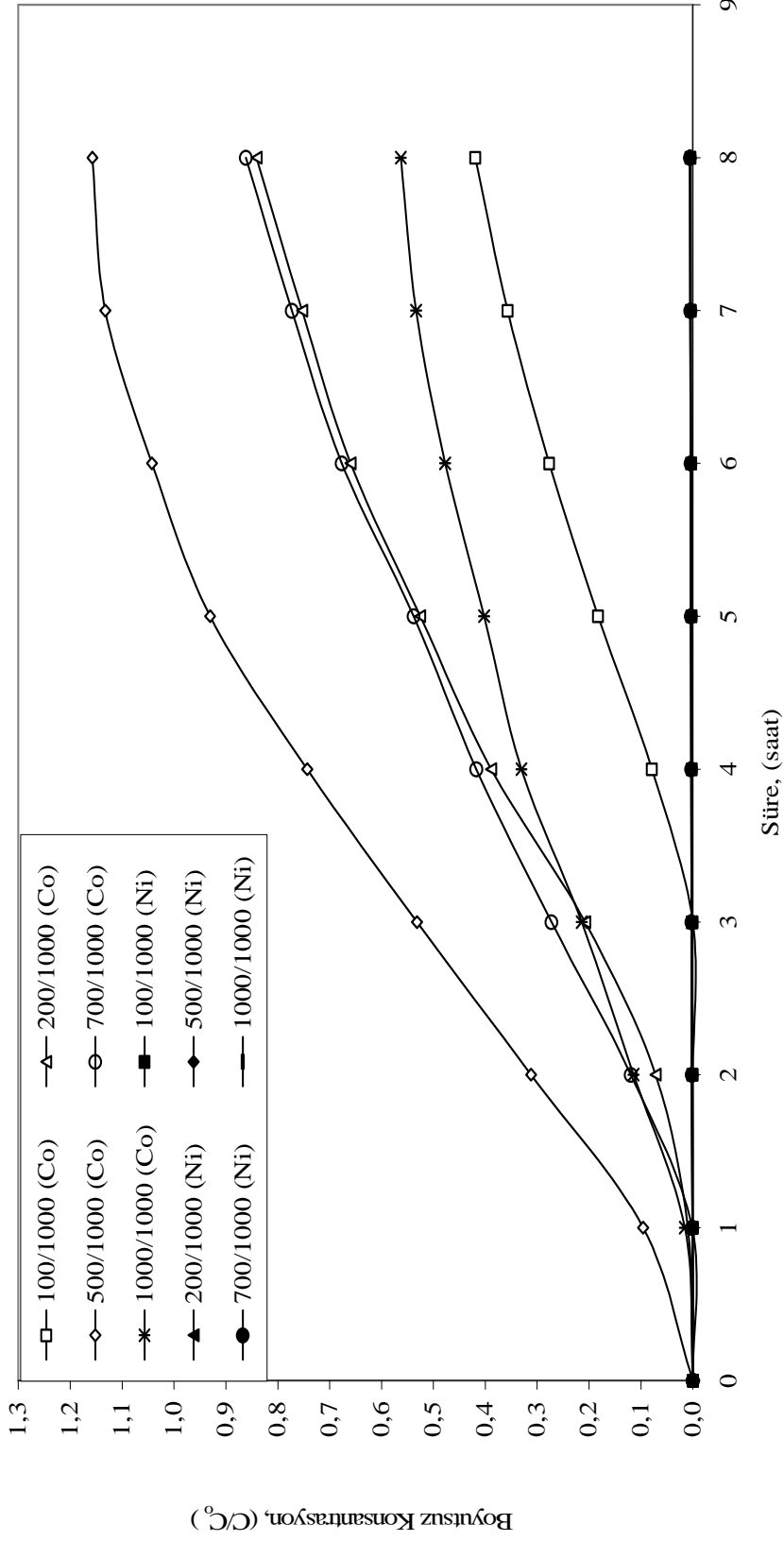


Şekil 5.43 Optimum şartlarda eşit molar olmayan (Co: değişken, Ni1000mg/L;sabit) konsantrasyonda besleme çözeltilerden Co konsantrasyonunun ekstraksiyon hızına etkisi(Besleme):[Çözücü (Klorofom): % 60 (w/w); % 15 (w/w) Alamine 336, % 25 (w/w) Modifiyer (TBP); Besleme çözeltileri: Ni (1000 mg/L) sabit konsantrasyonda, Co : 100mg/L, 200 mg/L, 500 mg/L, 700 mg/L ve 1000 mg/L; Besleme çözeltileri pH' 1 4 , Besleme çözeltileri karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltileri: 1M NH₃ / 1MTEA ,karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuucu NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.33 Optimum Şartlarda Eşit Molar olmayan (Co:değişken, Ni: 1000 mg/L) konsantrasyondaki besleme çözeltilerinden Co konsantrasyonunun ekstraksiyon hızına etkisi (Sıyırma): [Çözücü (Klorofom): % 60 (w/w); % 15 (w/w) Alamine 336, % 25 (w/w) Modifiyer (TBP); Besleme çözeltisi: Ni (1000 mg/L) sabit konsantrasyonda, Co : 100mg/L, 200 mg/L, 500 mg/L, 700 mg/L ve 1000 mg/L; Besleme çözeltisi pH' 1 4 , Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu: 1M NH₃ / IMTEA, sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuca NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)]

Süre (saat)	Optimum Şartlarda Eşit Molar Olmayan Konsantrasyondaki Çözeltilerden Co/Ni Eksraksiyonu (Sıyırma)											
	100/1000				200/1000				500/1000			
	Co		Ni		Co		Ni		Co		Ni	
	C, mg/L	C/C _o	C, mg/L	C/C _o	C, mg/L	C/C _o	C, mg/L	C/C _o	C, mg/L	C/C _o	C, mg/L	C/C _o
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	0,000	0,000	0,088	0,000	1,974	0,010	0,804	0,001	48,00	0,096	0,994	0,001
2	0,000	0,000	0,997	0,001	14,26	0,072	1,732	0,002	156,6	0,312	1,941	0,002
3	0,000	0,000	1,747	0,002	41,07	0,208	2,497	0,002	267,1	0,532	2,722	0,003
4	8,123	0,079	2,091	0,002	76,90	0,389	2,848	0,003	373,4	0,743	3,080	0,003
5	18,80	0,182	2,693	0,003	104,0	0,526	3,462	0,003	467,4	0,930	3,706	0,004
6	28,49	0,277	3,206	0,003	130,6	0,660	3,985	0,004	523,8	1,043	4,240	0,004
7	36,76	0,357	3,761	0,004	149,0	0,753	4,552	0,005	569,0	1,133	4,818	0,005
8	43,18	0,419	4,417	0,004	166,4	0,841	5,221	0,005	581,5	1,157	5,501	0,005
Süre (saat)	Optimum Şartlarda Eşit Molar Olmayan Konsantrasyondaki Çözeltilerden Co/Ni Eksraksiyonu (Sıyırma)											
	700/1000				1000/1000							
	Co		Ni		Co		Ni					
	C, mg/L	C/C _o	C, mg/L	C/C _o	C, mg/L	C/C _o	C, mg/L	C/C _o				
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000				
1	0,940	0,001	1,073	0,001	15,92	0,016	1,034	0,001				
2	84,46	0,119	2,010	0,002	116,6	0,114	2,000	0,002				
3	192,8	0,272	2,784	0,003	218,7	0,214	2,798	0,003				
4	295,3	0,417	3,138	0,003	337,2	0,330	3,163	0,003				
5	380,8	0,538	3,759	0,004	410,5	0,402	3,803	0,004				
6	478,9	0,677	4,287	0,004	487,4	0,477	4,348	0,004				
7	547,0	0,773	4,860	0,005	544,6	0,533	4,938	0,005				
8	609,7	0,861	5,536	0,006	574,6	0,563	5,635	0,006				

Optimum Şartlarda, Eşit Olmayan (Co: değişken, mg/L / Ni: sabit, 1000mg/L) Molar Konsantrasyonlardaki Co(II) / Ni(II) Besleme Çözeltilerinde Co / Ni Ekstraksiyonuna Etkisi (Siyırma)

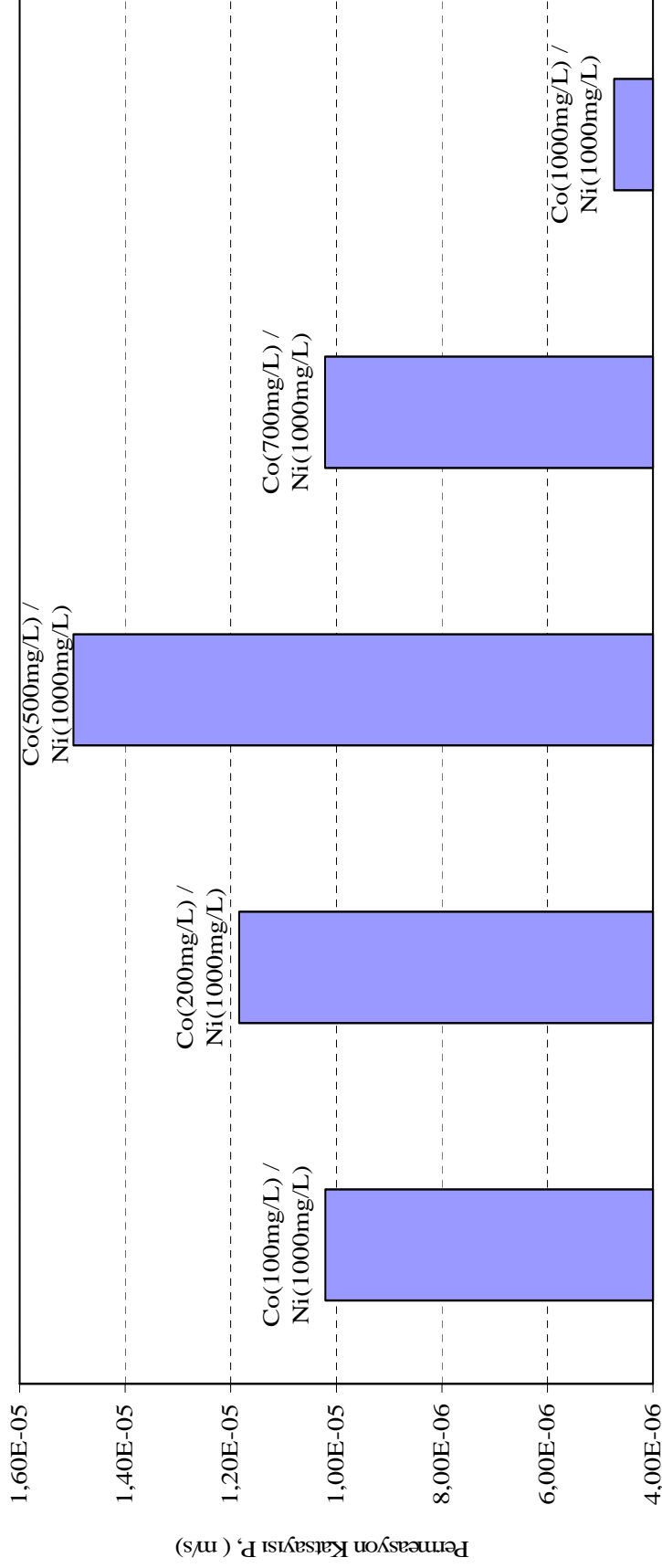


Şekil 5.44 Optimum şartlarda eşit molar olmayan (Co: değişken, Ni 1000mg/L sabit) molar konsantrasyonlardaki besleme çözeltilerden Co ekstraksiyon hızına etkisi (Siyırma): [Çözücü (Klorofom): % 15 (w/w) Alamine 336, % 25 (w/w) Modifiyer (TBP); Besleme çözeltisi: Ni (1000 mg/L) sabit konsantrasyonda, Co : 100mg/L, 200 mg/L, 500 mg/L, 700 mg/L ve 1000 mg/L; Besleme çözeltisi pH' ı 4 , Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Siyırma çözeltisi: 1M NH₃ / 1MTEA , karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuca NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo: 5.34. Optimum şartlarda eşit molar olmayan (Co değişken, Ni:1000mg/L sabit) konsantrasyonlardaki besleme çözeltisinde (Co+Ni) Co konsantrasyonunun permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi: (Çözücü (Kloroform): % 60 w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 15 w/w; % 25 (w/w) Modifiyer (TBP); Besleme Çözeltisi Konsantrasyonu: Co/Ni: 100/1000 , 200/1000, 500/1000, 700/1000, 1000/1000 mg/L; Besleme çözeltisi pH'ı 4, Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi Konsantrasyonu: 1M NH₃ + 1M TEA Kompleks oluşturuvcu NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Süre (saat)	100/1000		200/1000		500/1000		700/1000		1000/1000	
	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni
	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)
0	103,0	1012,7	197,9	1008,2	502,4	1006,3	707,9	999,1	1020,9	1026,0
1	94,47	1011,8	168,3	1007,8	463,4	1005,8	648,2	997,8	998,2	1024,3
2	83,88	1011,4	147,2	1007,4	415,7	1005,4	565,7	997,4	945,5	1023,9
3	73,17	1009,2	124,9	1005,2	336,2	1003,2	479,4	995,2	877,2	1021,7
4	62,93	1008,8	105,0	1004,8	275,0	1002,8	386,4	994,8	809,6	1021,3
5	54,05	1007,2	84,5	1003,2	199,0	1001,2	330,6	993,2	734,7	1019,7
6	43,96	1005,8	72,5	1001,8	143,4	999,8	285,9	991,8	658,6	1018,2
7	35,19	1005,0	59,0	1001,0	94,60	999,0	261,2	991,0	620,9	1017,4
8	29,24	1004,5	51,8	1000,8	74,40	997,2	226,9	990,1	592,2	1016,3
P (m/s)	1,021x10 ⁻⁵		1,184x10 ⁻⁵		1,498x10 ⁻⁵		1,022x10 ⁻⁵		4,742x10 ⁻⁶	
J ₀ (kg/m ² s)	7,766x10 ⁻⁷		2,014x10 ⁻⁶		5,165x10 ⁻⁶		4,953x10 ⁻⁶		4,245x10 ⁻⁶	

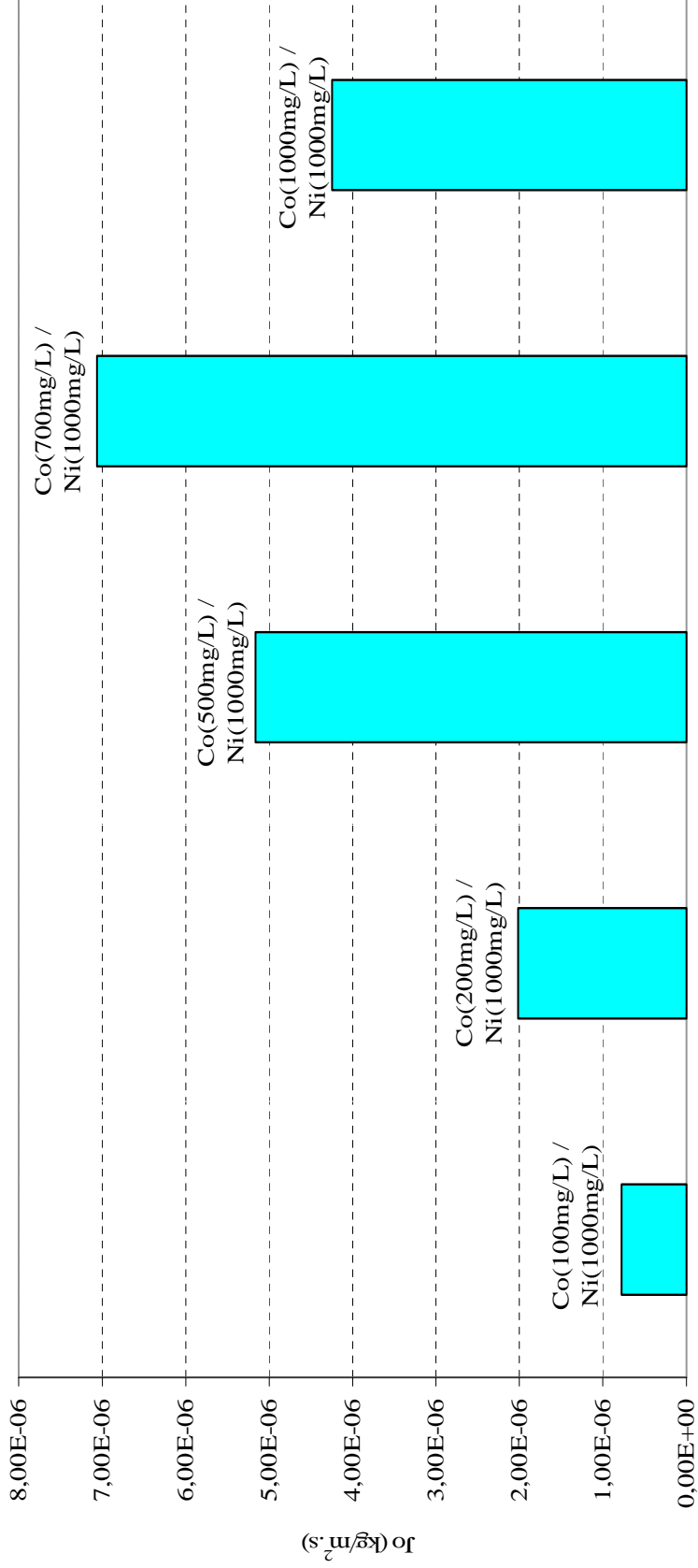
Optimum Şartlarda, Eşit Olmayan (Co :değişken, mg/L / Ni: sabit, 1000mg/L) Molar Konsantrasyonlardaki Besleme Çözeltilerinden Co(II) Ekstraksiyonunun Permeasyon Katsayısına Etkisi (Besleme)



(Co/Ni) Konsantrasyon, (mg/L)

Şekil 5.45. Optimum şartlarda eşit molar olmayan (Co değişken, Ni sabit) konsantrasyonlardaki çözeltilerde Co konsantrasyonuna permeasyon katsayısı (P) etkisi: Çözücü (Kloroform): % 60 (w/w); % 15 (w/w) Alamine 336, % 25 (w/w) Modifiyer (TBP); Besleme çözeltisi: Ni (1000 mg/L) sabit konsantrasyonda, Co : 100mg/L, 200 mg/L, 500 mg/L, 700 mg/L ve 1000 mg/L; Besleme çözeltisi pH: 4, Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu: 1M NH₃ / 1M TEA , sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuucu NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Optimum Şartlarda, Eşit Olmayan (Co :değişken, mg/L / Ni: sabit, 1000mg/L) Molar Konsantrasyonlardaki Besleme Çözeltilerinden Co(II) Ekstraksiyonunun Başlangıç Kütle Akısına Etkisi



(Co/Ni) Konsantrasyon, (mg/L)

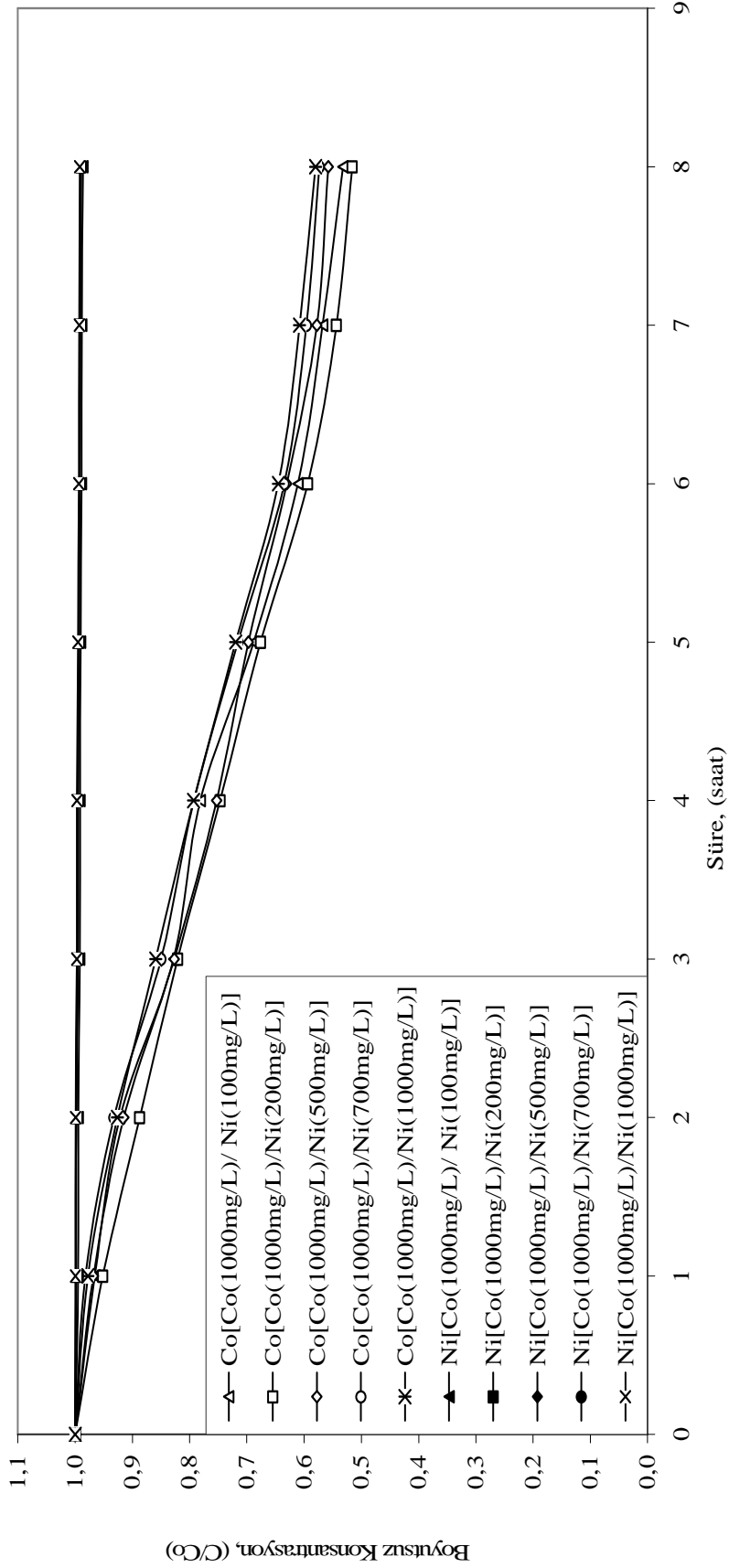
Şekil 5.46 Optimum şartlarda eşit molar olmayan (Co: değişken/ Ni, sabit 1000mg/L) konsantrasyonlardaki besleme çözeltilerinden Co konsantrasyonunun başlangıç kütle akısına etkisi (J_0): Çözücü (Kloroform): % 60 (w/w); % 15 (w/w) Alamine 336, % 25 (w/w) Modifiyer (TBP); Besleme çözeltisi: Ni (1000 mg/L) sabit konsantrasyonda, Co : 100mg/L, 200 mg/L, 500 mg/L, 700 mg/L ve 1000 mg/L; Besleme çözeltisi pH' 1 4 , Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu: 1M NH_3 / 1MTEA , sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.35 Optimum şartlarda eşit molar olmayan (Co: 1000 mg/L, Ni: değişken) konsantrasyonlardaki besleme çözeltilerinden Co ekstraksiyon hızına etkisinin incelenmesi (Besleme): [Çözücü (Klorofom): % 60 (w/w); % 15 (w/w) Alamine 336, % 25 (w/w) Modifiyer (TBP); Besleme çözeltisi: Co/Ni: 1000/100 , 1000/200, 1000/400, 1000/700, 1000/1000 mg/L; Besleme çözeltisi pH = 4, Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyrma çözeltisi konsantrasyonu: 1M NH₃ / 1MTEA , sıyrma çözeltisi karıştırma hızı:1200 dev/dak; Kompleks oluşturuç NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Süre (saat)	1000/100						1000/200						1000/400					
	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	1014,3	1,000	105,6	1,000	1045,1	1,000	205,2	1,000	1006,3	1,000	511,1	1,000	1006,3	1,000	511,1	1,000		
1	979,5	0,966	105,0	0,995	994,6	0,952	204,4	0,996	974,1	0,968	510,2	0,998	974,1	0,968	510,2	0,998		
2	935,0	0,922	105,0	0,994	927,1	0,887	204,3	0,996	920,8	0,915	510,0	0,998	920,8	0,915	510,0	0,998		
3	839,7	0,828	104,7	0,992	857,9	0,821	203,9	0,993	832,0	0,827	508,9	0,996	832,0	0,827	508,9	0,996		
4	792,6	0,781	104,7	0,992	780,5	0,747	203,8	0,993	757,7	0,753	508,7	0,995	757,7	0,753	508,7	0,995		
5	697,9	0,688	104,5	0,990	706,5	0,676	203,5	0,991	701,6	0,697	507,9	0,994	701,6	0,697	507,9	0,994		
6	619,4	0,611	104,4	0,989	620,3	0,594	203,2	0,990	634,3	0,630	507,2	0,992	634,3	0,630	507,2	0,992		
7	575,9	0,568	104,3	0,988	567,9	0,543	203,0	0,989	581,5	0,578	506,8	0,992	581,5	0,578	506,8	0,992		
8	540,0	0,532	104,1	0,986	539,4	0,516	202,7	0,988	561,4	0,558	505,9	0,990	561,4	0,558	505,9	0,990		

Süre (saat)	Optimum şartlarda eşit molar olmayan (Co: sabit ,1000 mg/L) / Ni: değişken)											
	1000/700						1000/1000					
	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	1010,2	1,000	713,3	1,000	1020,9	1,000	1026,0	1,000	1026,0	1,000	1,000	
1	992,1	0,982	712,1	0,998	998,2	0,978	1024,3	0,998	1024,3	0,998	0,998	
2	941,7	0,932	711,8	0,998	945,5	0,926	1023,9	0,998	1023,9	0,998	0,998	
3	858,9	0,850	710,3	0,996	877,2	0,859	1021,7	0,996	1021,7	0,996	0,996	
4	800,8	0,793	710,0	0,995	809,6	0,793	1021,3	0,995	1021,3	0,995	0,995	
5	723,0	0,716	708,9	0,994	734,7	0,720	1019,7	0,994	1019,7	0,994	0,994	
6	641,2	0,635	707,9	0,992	658,6	0,645	1018,2	0,992	1018,2	0,992	0,992	
7	602,0	0,596	707,3	0,992	620,9	0,608	1017,4	0,992	1017,4	0,992	0,992	
8	579,3	0,573	706,8	0,991	592,2	0,580	1016,3	0,991	1016,3	0,991	0,991	

Optimum Şartlarda Eşit Olmayan (Co: sabit ,1000mg/L) / Ni: değişken, mg/L) Molar Konsantrasyonlardaki Besleme Çözeltilerden Co/Ni Ekstraksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesi (Besleme)



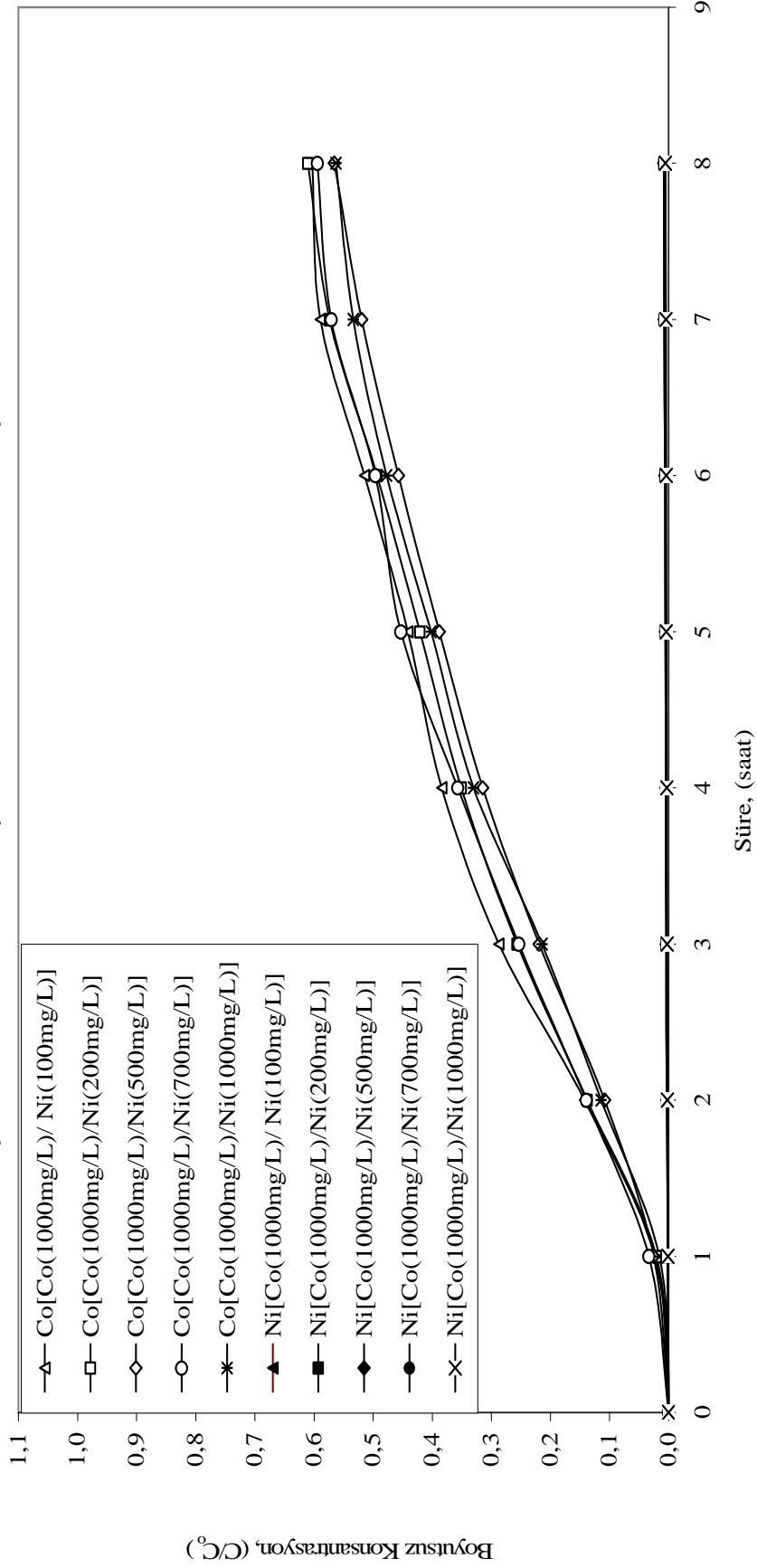
Şekil 5.47 Optimum şartlarda eşit molar olmayan (Co(1000 mg/L, Ni değişken) molar konsantrasyonlardaki besleme çözeltilerinden Co konsantrasyonunun ekstraksiyonuna etkisi (Besleme): [Çözücü (Kloroform): % 60 (w/w); % 15 (w/w) Alamine 336, % 25 (w/w) Modifiyer (TBP); Besleme çözeltileri: Co (1000 mg/L) sabit konsantrasyonda, Ni : 100mg/L, 200 mg/L, 500 mg/L, 700 mg/L ve 1000 mg/L; Besleme çözeltileri karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltileri konsantrasyonu: 1M NH₃ / 1MTEA, sıyırma çözeltileri karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuç NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5. 36 Optimum şartlarda eşit molar olmayan (Co: 1000 mg/L, Ni: değişken) konsantrasyonlardaki besleme çözeltilerinden Co ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma): Çözücü (Klorofom): % 60 (w/w); % 15 (w/w) Alamine 336, % 25 (w/w) Modifiyer (TBP); Besleme çözeltisi: Co/Ni: 1000/100, 1000/200, 1000/400, 1000/700, 1000/1000 mg/L; Besleme çözeltisi pH = 4, Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu: 1M NH₃ / 1MTEA, sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuucu NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Süre (saat)	1000/100						1000/200						1000/400					
	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	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	23,96	0,024	0,125	0,001	21,88	0,021	0,313	0,002	25,37	0,025	0,782	0,002	109,0	0,108	1,513	0,003		
2	144,6	0,143	0,242	0,002	144,1	0,138	0,605	0,003	109,0	0,108	1,513	0,003	220,5	0,219	2,117	0,004		
3	291,5	0,287	0,339	0,003	267,9	0,256	0,847	0,004	220,5	0,219	2,117	0,004	316,5	0,315	2,393	0,005		
4	389,6	0,384	0,383	0,004	366,8	0,351	0,957	0,005	390,6	0,388	2,877	0,006	460,3	0,457	3,289	0,006		
5	447,6	0,441	0,460	0,004	440,0	0,421	1,151	0,006	522,7	0,519	3,736	0,007	569,4	0,566	4,263	0,008		
6	521,9	0,515	0,526	0,005	515,9	0,494	1,316	0,006	522,7	0,519	3,736	0,007	569,4	0,566	4,263	0,008		
7	597,6	0,589	0,598	0,006	599,6	0,574	1,494	0,007	522,7	0,519	3,736	0,007	569,4	0,566	4,263	0,008		
8	611,5	0,603	0,682	0,006	638,1	0,611	1,705	0,008	569,4	0,566	4,263	0,008	569,4	0,566	4,263	0,008		

Süre (saat)	1000/700						1000/1000					
	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	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	33,58	0,033	0,920	0,001	15,92	0,016	1,034	0,001	116,6	0,114	2,000	0,002
2	140,7	0,139	1,780	0,002	116,6	0,114	2,000	0,002	218,7	0,214	2,798	0,003
3	256,1	0,254	2,490	0,003	337,2	0,330	3,163	0,003	410,5	0,402	3,803	0,004
4	360,5	0,357	2,815	0,004	487,4	0,477	4,348	0,004	544,6	0,533	4,938	0,005
5	457,5	0,453	3,384	0,005	574,6	0,563	5,635	0,006	574,6	0,563	5,635	0,006
6	501,2	0,496	3,869	0,005	574,6	0,563	5,635	0,006	574,6	0,563	5,635	0,006
7	576,5	0,571	4,395	0,006	574,6	0,563	5,635	0,006	574,6	0,563	5,635	0,006
8	600,3	0,594	5,015	0,007	574,6	0,563	5,635	0,006	574,6	0,563	5,635	0,006

Optimum Şartlarda Eşit Olmayan (Co: sabit ,1000mg/L) / Ni: değişken, mg/L) Molar Konsantrasyonlardaki Besleme Çözeltilerden Co/Ni Ekstraksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesi (Sıyırma)

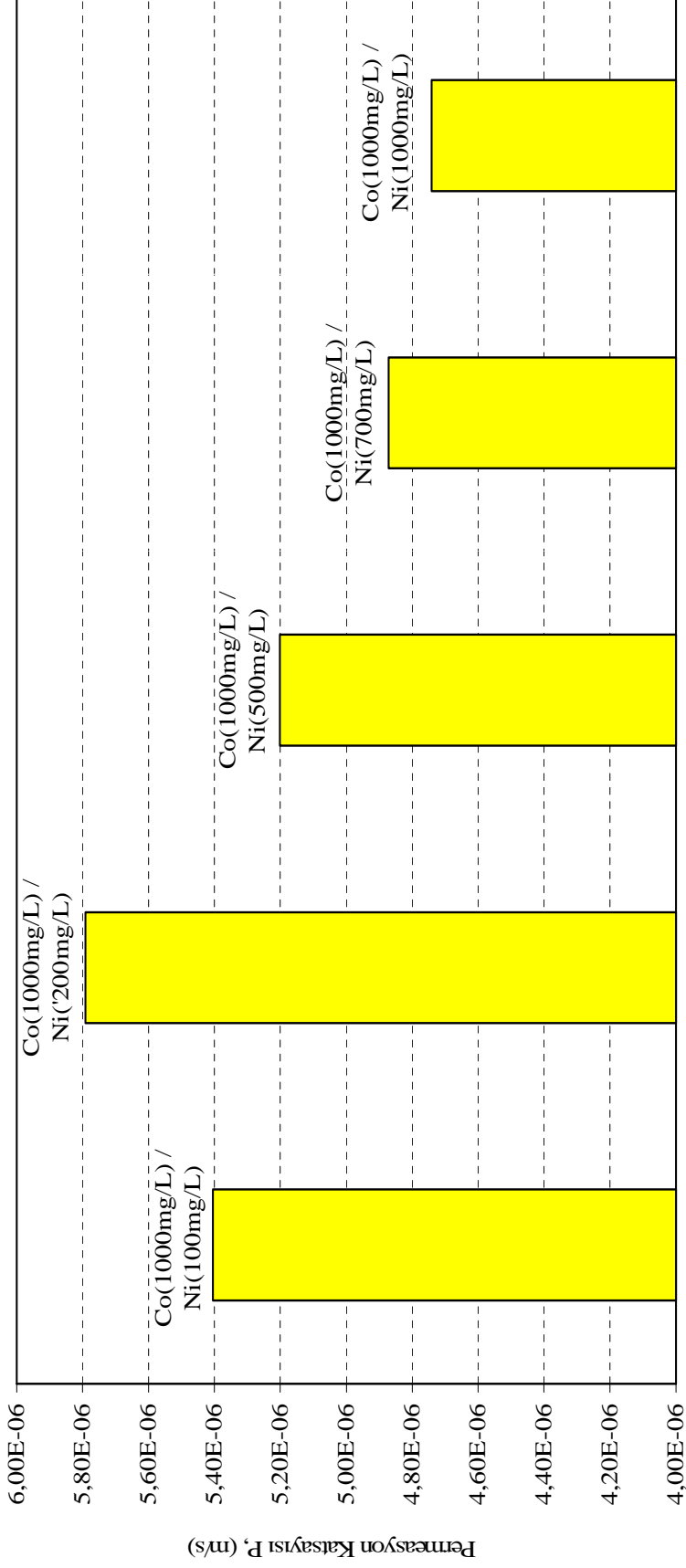


Şekil 5.48 Optimum şartlarda eşit molar olmayan (Co: 1000 mg/L, /Ni: değişken) konsantrasyonlardaki besleme çözeltilerinden Co ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma): (Çözücü (Kloroform): % 60 (w/w); % 15 (w/w) Alamine 336, % 25 (w/w) Modifiyer (TBP); Besleme çözeltileri: Co (1000 mg/L) sabit konsantrasyonda, Ni : 100mg/L, 200 mg/L, 500 mg/L, 700 mg/L ve 1000 mg/L; Besleme çözeltileri pH = 4, Besleme çözeltileri karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltileri konsantrasyonu: 1M NH₃ / 1M TEA, sıyırma çözeltileri karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuç NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo: 5.37 Optimum şartlarda eşit molar olmayan (Co 1000 mg/L, Ni değişken) konsantrasyonlardaki besleme çözeltisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi: (Çözücü (Kloroform): % 60 w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 15 w/w; Besleme Çözeltisi Konsantrasyonu: Co/Ni: 1000/100 , 1000/200, 1000/500, 1000/700, 1000/1000 mg/L; Besleme çözeltisi pH'ı 4, Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi Konsantrasyonu: 1M NH₃ + 1M TEA Kompleks oluşturuvcu NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Süre (saat)	1000/100		1000/200		1000/500		1000/700		1000/1000	
	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni
	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)
0	1014,3	105,6	1045,1	205,2	1006,3	511,1	1010,2	713,3	1020,9	1026,0
1	979,5	105,0	994,6	204,4	974,1	510,2	992,1	712,1	998,2	1024,3
2	935,0	105,0	927,1	204,3	920,8	510,0	941,7	711,8	945,5	1023,9
3	839,7	104,7	857,9	203,9	832,0	508,9	858,9	710,3	877,2	1021,7
4	792,6	104,7	780,5	203,8	757,7	508,7	800,8	710,0	809,6	1021,3
5	697,9	104,5	706,5	203,5	701,6	507,9	723,0	708,9	734,7	1019,7
6	619,4	104,4	620,3	203,2	634,3	507,2	641,2	707,9	658,6	1018,2
7	575,9	104,3	567,9	203,0	581,5	506,8	602,0	707,3	620,9	1017,4
8	540,0	104,1	539,4	202,7	561,4	505,9	579,3	706,8	592,2	1016,3
P (m/s)	5,405x10 ⁻⁶		5,791x10 ⁻⁶		5,201x10 ⁻⁶		4,872x10 ⁻⁶		4,742x10 ⁻⁶	
J ₀ (kg/m ² s)	4,564x10 ⁻⁶		5,237x10 ⁻⁶		5,003x10 ⁻⁶		4,341x10 ⁻⁶		4,245x10 ⁻⁶	

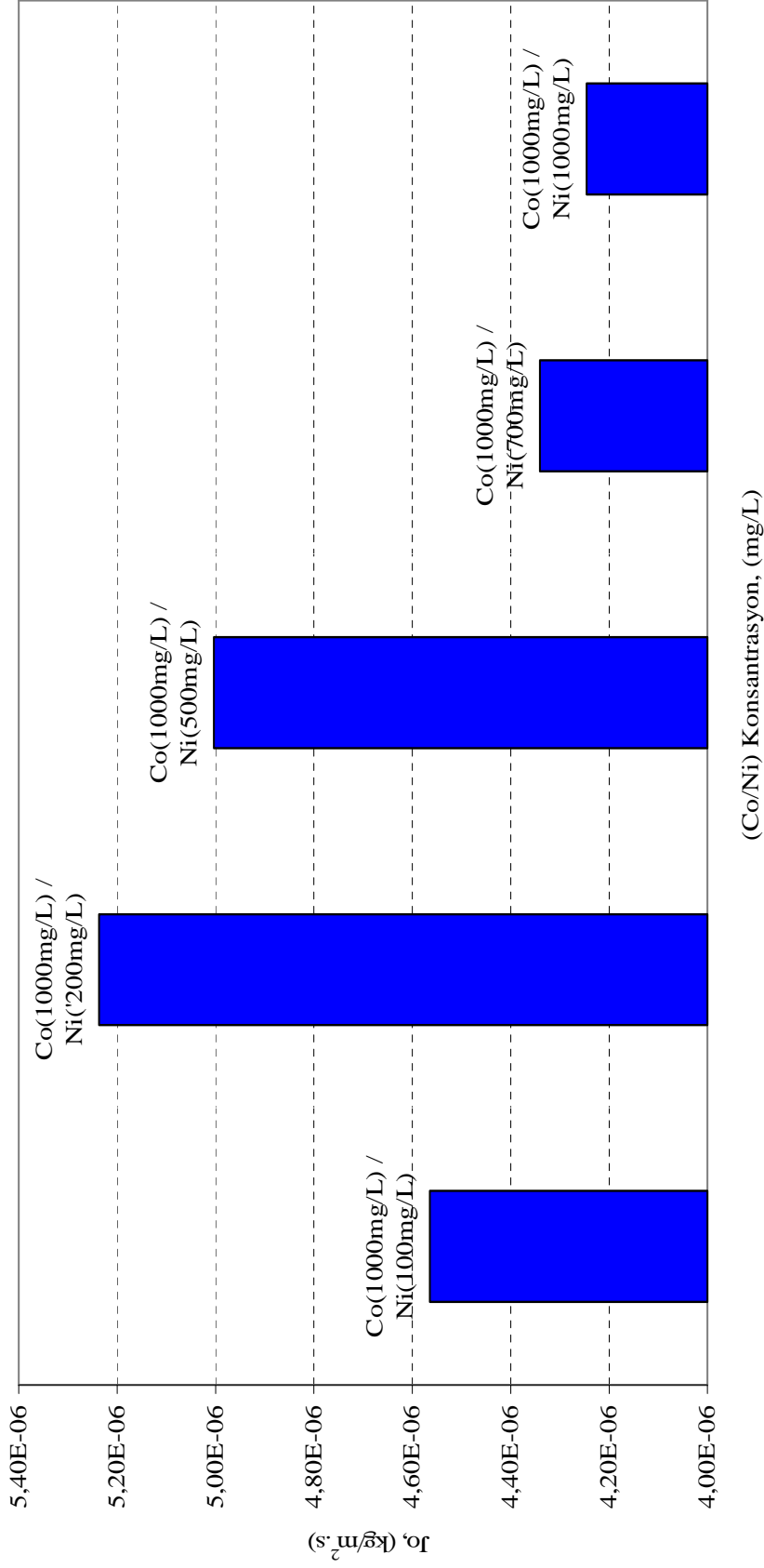
Optimum Şartlarda Eşit Olmayan (Co: sabit ,1000mg/L) / Ni: değişken, mg/L) Molar Konsantrasyonlardaki Besleme Çözeltilerden Co Ekstraksiyonunun Permeasyon Katsayısına Etkisi (Besleme)



(Co/Ni) Konsantrasyonu, (mg/L)

Şekil 5.49 Optimum şartlarda eşit molar olmayan (Co:1000 mg/L, sabit, Ni değişken) besleme çözeltileri besleme çözeltileri konsantrasyonunun kobaltın permeasyon katsayısına etkisi (P):: (Çözücü (Kloroform): % 95 w/w; Ekstraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme Çözeltileri Konsantrasyonu: 500mg/L Co²⁺, 500 mg/L Ni²⁺; Besleme çözeltileri pH' 1.4, Besleme çözeltileri karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltileri karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltileri konsantrasyonu: 1M NH₃ / 1MTEA , Kompleks oluşturucu NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Optimum Şartlarda Eşit Olmayan (Co: sabit ,1000mg/L) / Ni: değişken, mg/L) Molar Konsantrasyonlardaki Besleme Çözeltilerden Co Ekstraksiyonunun Başlangıç Kütle Akısına Etkisi

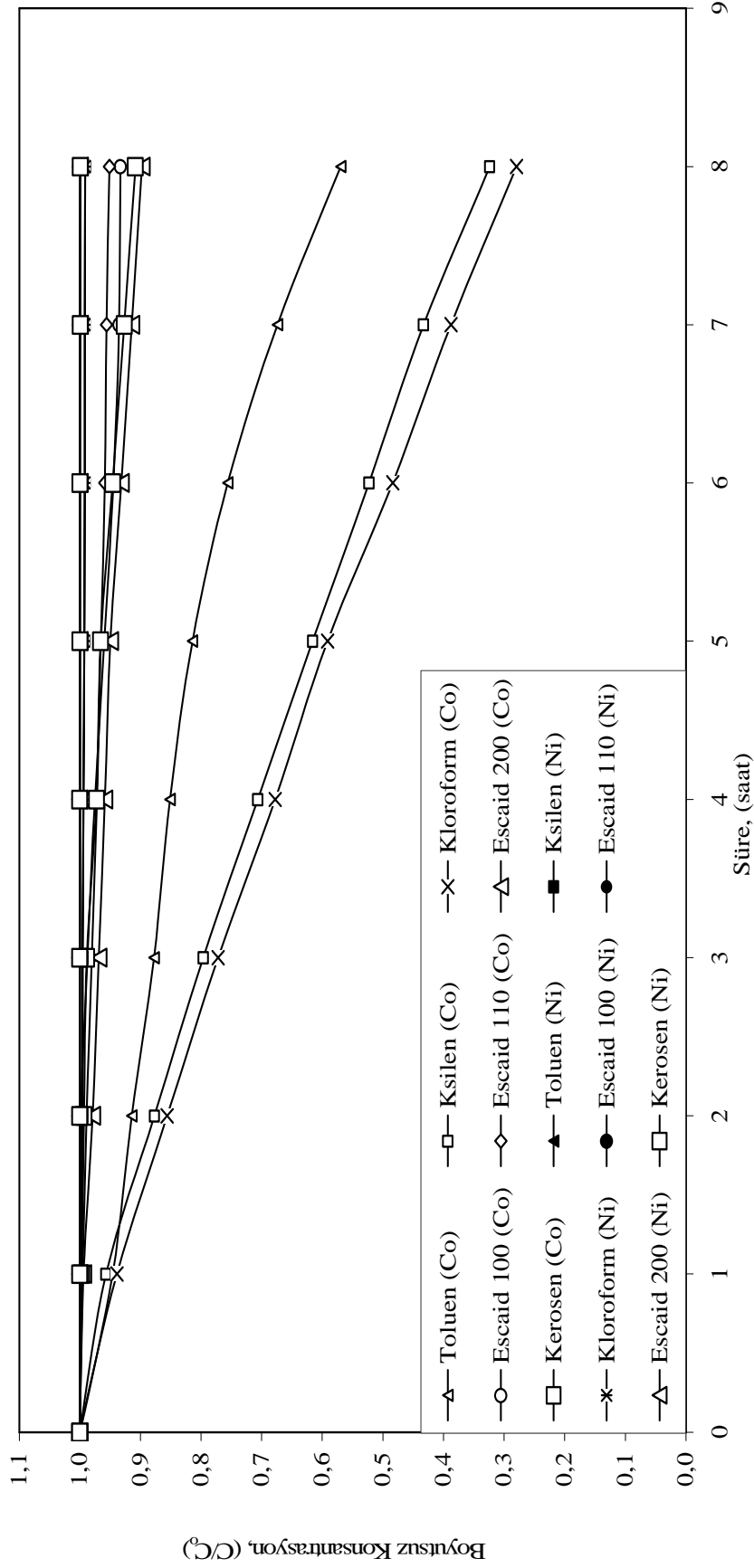


Şekil 5.50 Optimum şartlarda eşit molar olmayan (Co 1000 mg/L, sabit, Ni: değişken) besleme çözeltileri konsantrasyonunun başlangıç kütle akısına etkisi (J₀): (Çözücü (Kloroform): % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 336) : % 5 w/w; Besleme Çözeltileri Konsantrasyonu: 500mg/L Co²⁺; 500 mg/L Ni²⁺; Besleme çözeltileri pH' 1 4 , Besleme çözeltileri karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltileri karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltileri konsantrasyonu: 1M NH₃ / IMTEA , Kompleks oluşturuca NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.38 Optimum şartlarda eşit molar ve eşit molar olmayan besleme çözeltileri için hesaplanan ayırma faktörleri (Ekstraktant Alamine 336)

Eşit molar konsantrasyon						
t(saatt)	$\beta_{Co/Ni}$					
	100/100 (Co/Ni)	200/200 (Co/Ni)	400/400 (Co/Ni)	500/500 (Co/Ni)	700/700 (Co/Ni)	1000/1000 (Co/Ni)
0	0	0	0	0	0	0
1	∞	∞	∞	134,7	0	15,5
2	∞	∞	242,6	117,3	16,0	58,6
3	∞	∞	222,4	117,7	44,5	78,6
4	∞	∞	233,6	128,5	75,8	107,1
5	∞	∞	228,2	126,7	87,4	108,5
6	563,7	1542,5	230,7	124,7	98,4	112,7
7	332,8	813,3	228,3	117,4	101,2	110,8
8	281,5	665,8	223,2	104,6	99,0	102,5
Eşit molar olmayan konsantrasyon (Co değişken, Ni = 1000mg/L sabit)						
t(saatt)	$\beta_{Co/Ni}$					
	100/1000 (Co/Ni)	200/1000 (Co/Ni)	500/1000 (Co/Ni)	700/1000 (Co/Ni)	1000/1000 (Co/Ni)	
0	0	0	0	0	0	
1	∞	12,5	96,7	1,2	15,3	
2	∞	42,0	161,6	59,3	58,0	
3	∞	83,8	196,6	97,7	77,8	
4	38,2	137,5	242,8	132,8	106,1	
5	68,6	153,1	252,6	143,0	107,5	
6	87,4	167,0	247,4	157,7	111,6	
7	96,1	166,8	236,5	158,9	109,8	
8	96,1	162,4	211,7	155,4	101,5	
Eşit molar olmayan konsantrasyon (Ni değişken, Co=1000mg/L sabit)						
t(saatt)	$\beta_{Co/Ni}$					
	(Co/Ni)	1000/200 (Co/Ni)	1000/500 (Co/Ni)	1000/700 (Co/Ni)	1000/1000 (Co/Ni)	
0	0	0	0	0	0	
1	19,9	13,7	16,5	25,8	15,3	
2	62,1	46,7	36,6	55,8	58,0	
3	89,6	62,1	52,9	72,6	77,8	
4	105,9	75,3	67,2	90,4	106,1	
5	101,2	75,1	69,0	95,5	107,5	
6	103,2	77,0	71,1	91,5	111,6	
7	104,1	78,8	71,1	92,6	109,8	
8	93,3	73,5	67,8	84,5	101,5	

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



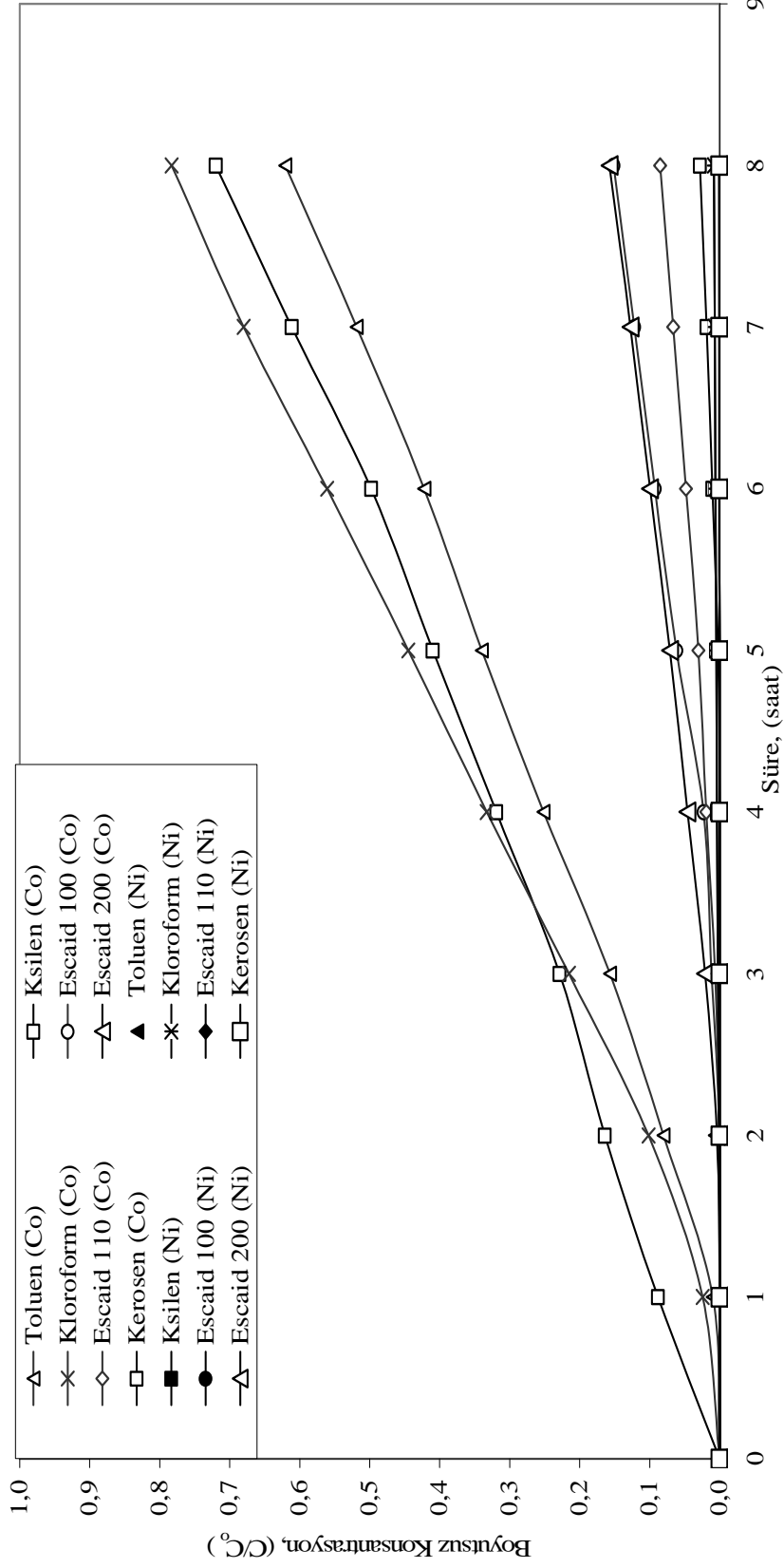
Şekil 5.51 Çözücü cinsinin kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme): (Çözücü: % 95 w/w(Kloroform); Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme Çözeltisi Konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Besleme çözeltisi pH: 4,0; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 / 1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.40 Çözücü cinsinin kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma): (Çözücü: % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4.0; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃ / 1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Süre (saat)	Çözücü Cinsinin Co(II) ve Ni (II) Ekstraksiyonuna Etkisi (Sıyırma)															
	Toluene				Ksilen				Kloroform				Escaid 100			
	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	4,892	0,010	0,000	0,088	44,39	0,088	0,000	0,000	12,30	0,024	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	39,72	0,080	0,258	0,001	82,77	0,164	0,269	0,001	51,50	0,102	0,287	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
3	77,58	0,157	1,168	0,002	115,5	0,229	1,219	0,003	109,4	0,216	1,277	0,003	5,664	0,011	0,000	0,000
4	124,8	0,252	1,739	0,003	161,1	0,319	1,814	0,004	168,7	0,333	1,897	0,004	11,50	0,023	0,000	0,000
5	168,3	0,339	2,217	0,004	206,9	0,410	2,314	0,005	225,5	0,445	2,417	0,005	30,67	0,062	0,000	0,000
6	209,2	0,422	2,732	0,005	251,4	0,498	2,851	0,006	284,5	0,561	2,977	0,006	45,97	0,092	0,110	0,000
7	257,0	0,518	3,146	0,006	308,6	0,611	3,283	0,007	345,1	0,680	3,427	0,007	60,59	0,122	0,180	0,000
8	307,7	0,621	3,671	0,007	363,5	0,720	3,830	0,008	397,2	0,783	3,997	0,008	75,33	0,151	0,250	0,000

Süre (saat)	Çözücü Cinsinin Co(II) ve Ni (II) Ekstraksiyonuna Etkisi (Sıyırma)											
	Escaid 110				Escaid 200				Kerosen			
	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	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	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,133	0,000	0,000	0,000	1,971	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3	3,269	0,006	0,000	0,000	10,33	0,021	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
4	9,674	0,019	0,000	0,000	22,59	0,046	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5	15,38	0,030	0,000	0,000	34,57	0,071	0,000	0,000	0,978	0,002	0,000	0,000
6	24,42	0,048	0,110	0,000	47,56	0,100	0,118	0,000	5,146	0,010	0,106	0,000
7	33,73	0,066	0,181	0,000	59,70	0,127	0,193	0,000	9,244	0,018	0,173	0,000
8	43,20	0,085	0,189	0,000	72,31	0,157	0,268	0,001	14,07	0,028	0,241	0,000

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



Şekil 5.52 Çözütü cinsinin kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma): (Çözütü: % 95 w/w(Kloroform); Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme Çözeltisi Konsantrasyonu: 500mg/L Co²⁺; 500 mg/L Ni²⁺; Besleme çözeltisi pH: 4,0; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃ / 1M TEA; Kompleks oluşturuucu NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

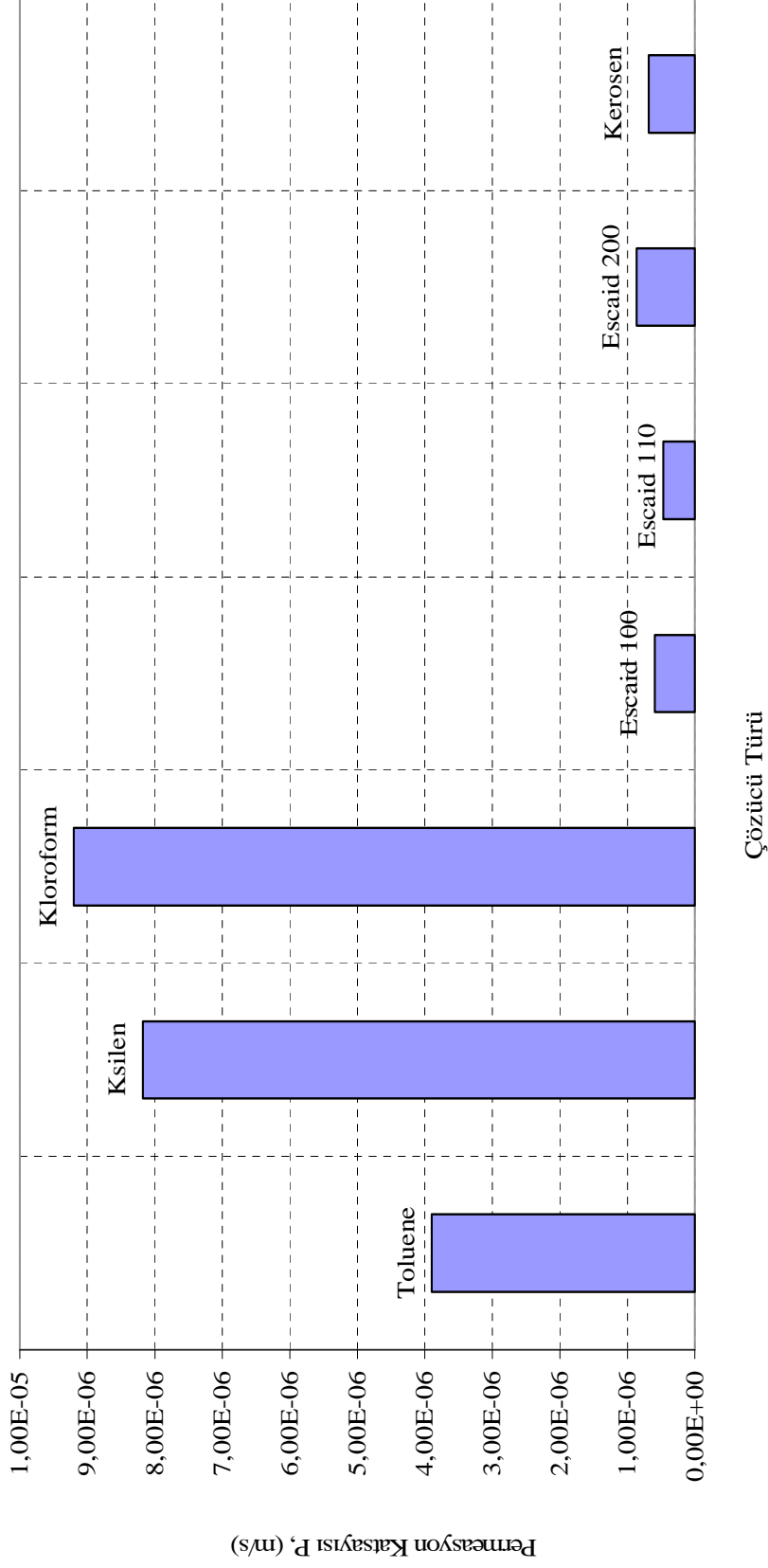
Tablo 5.41 Çözücülerin 20°C'deki dielektrik sabiti, viskosite ve yoğunlukları

Çözücü	Dielektrik sabiti[-]	Viskosite [mPa.s]	yoğunluk [kg/m ³]	Aromatiklik (%)	Ekstraksiyon verimi (%)
Kerosen	2.2	1.6	830	15	9.2
Ksilen	2.3	0.65	860	100	67.6
Escaid 100	-	1.6	805	20	6.7
Escaid 110					4.9
Escaid 200	-	1.68	751	?	10.2
Toluen	2.4	0.59	860	100	43.0
Kloroform	4.8	0.52	1480	-	72.1

Tablo 5.42 Çözücü cinsinin besleme çözeltisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısı (J_0), permeasyon katsayısı (P): (Çözücü: % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4.0; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyrma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyrma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 / 1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

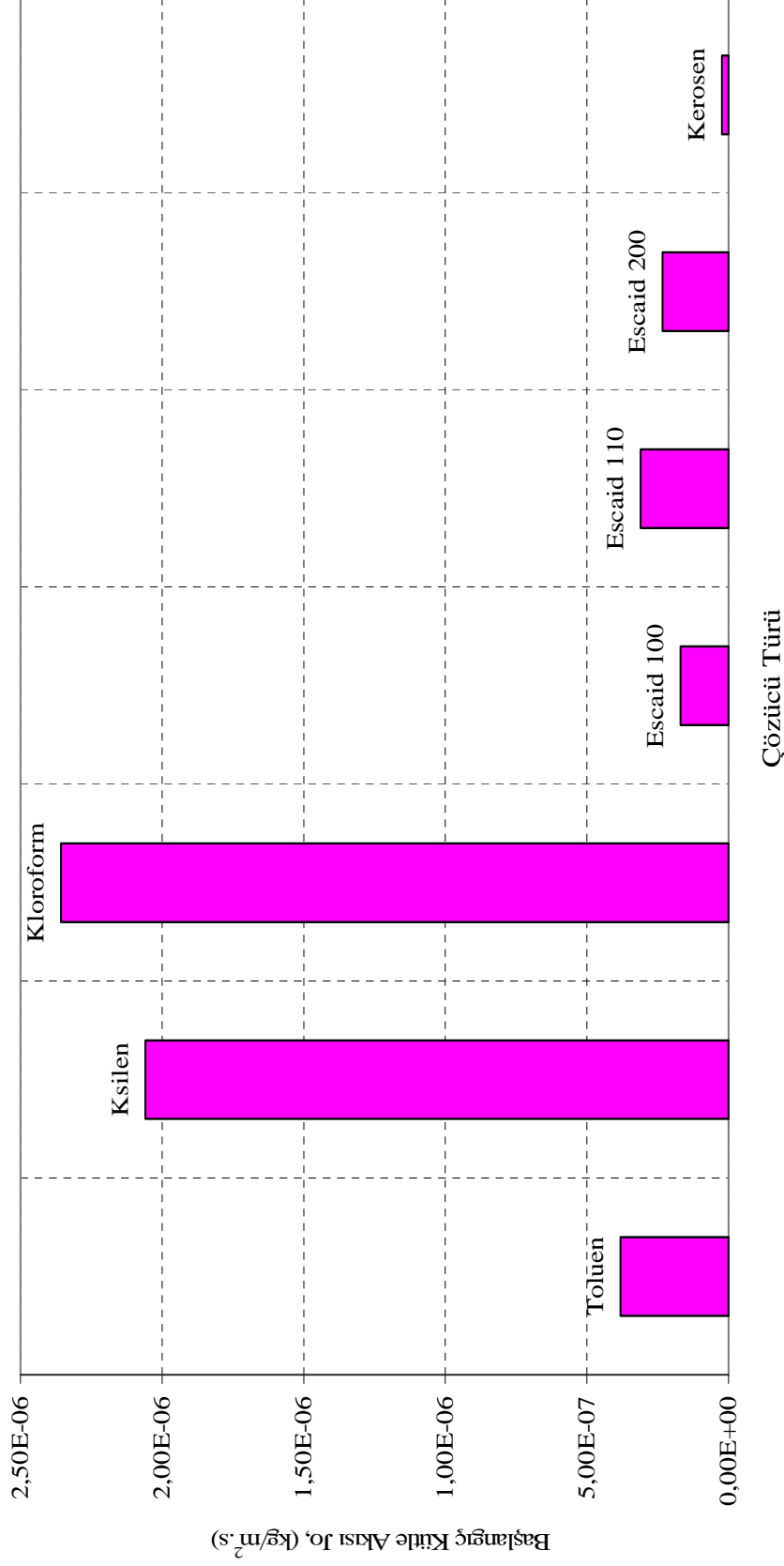
Süre (saat)	Toluene		Ksilen		Kloroform		Escaid 100		Escaid 110		Escaid 200		Kerosene	
	(Co)	(Ni)	(Co)	(Ni)	(Co)	(Ni)	(Co)	(Ni)	(Co)	(Ni)	(Co)	(Ni)	(Co)	(Ni)
0	495,7	503,2	505,0	479,1	507,3	499,1	497,5	506,7	508,6	496,6	512,8	502,5	501,1	504,3
1	468,9	502,4	475,9	478,3	476,3	498,3	497,5	506,7	506,3	496,6	509,7	502,5	499,7	504,3
2	453,2	501,2	434,0	477,3	434,1	497,1	496,7	506,7	503,1	496,6	502,1	502,5	497,8	504,3
3	435,0	501,1	402,3	477,1	391,6	497,0	491,3	506,7	498,7	496,6	496,9	502,5	490,5	504,2
4	422,0	500,2	356,7	476,3	344,0	496,2	485,3	506,7	494,3	496,6	491,7	502,5	487,3	504,2
5	403,5	499,6	310,9	475,7	299,9	495,5	477,3	506,6	490,9	496,5	486,9	502,4	483,9	504,1
6	374,8	499,1	264,1	475,3	245,5	495,1	470,0	506,5	487,7	496,4	477,7	502,4	473,9	504,1
7	334,2	499,0	218,7	475,1	196,7	494,9	465,4	506,5	486,3	496,4	468,9	502,3	464,4	504,0
8	282,4	498,8	163,5	474,9	141,7	494,7	464,2	506,4	483,8	496,3	460,3	502,3	455,1	504,0
P (m/s)	3,899x10 ⁻⁶		8,176x10 ⁻⁶		9,200x10 ⁻⁶		5,931x10 ⁻⁷		4,669x10 ⁻⁷		8,623x10 ⁻⁷		6,857x10 ⁻⁷	
J_0 (kg/m ² s)	3,817x10 ⁻⁷		2,060x10 ⁻⁶		2,357x10 ⁻⁶		1,699x10 ⁻⁷		3,108x10 ⁻⁷		2,335x10 ⁻⁷		2,391x10 ⁻⁸	

Çözücü Cinsinin Co (II) Ekstraksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesine Ait Permeasyon Katsayısı (Besleme)



Şekil 5.53 Çözücü cinsinin kobalt permeasyon katsayısı (P) etkisi: (Çözücü: % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4,0; Besleme Çözeltisi Konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 / 1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Çözücü Cinsinin Co(II) Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesine Ait Başlangıç Kütle Akısı



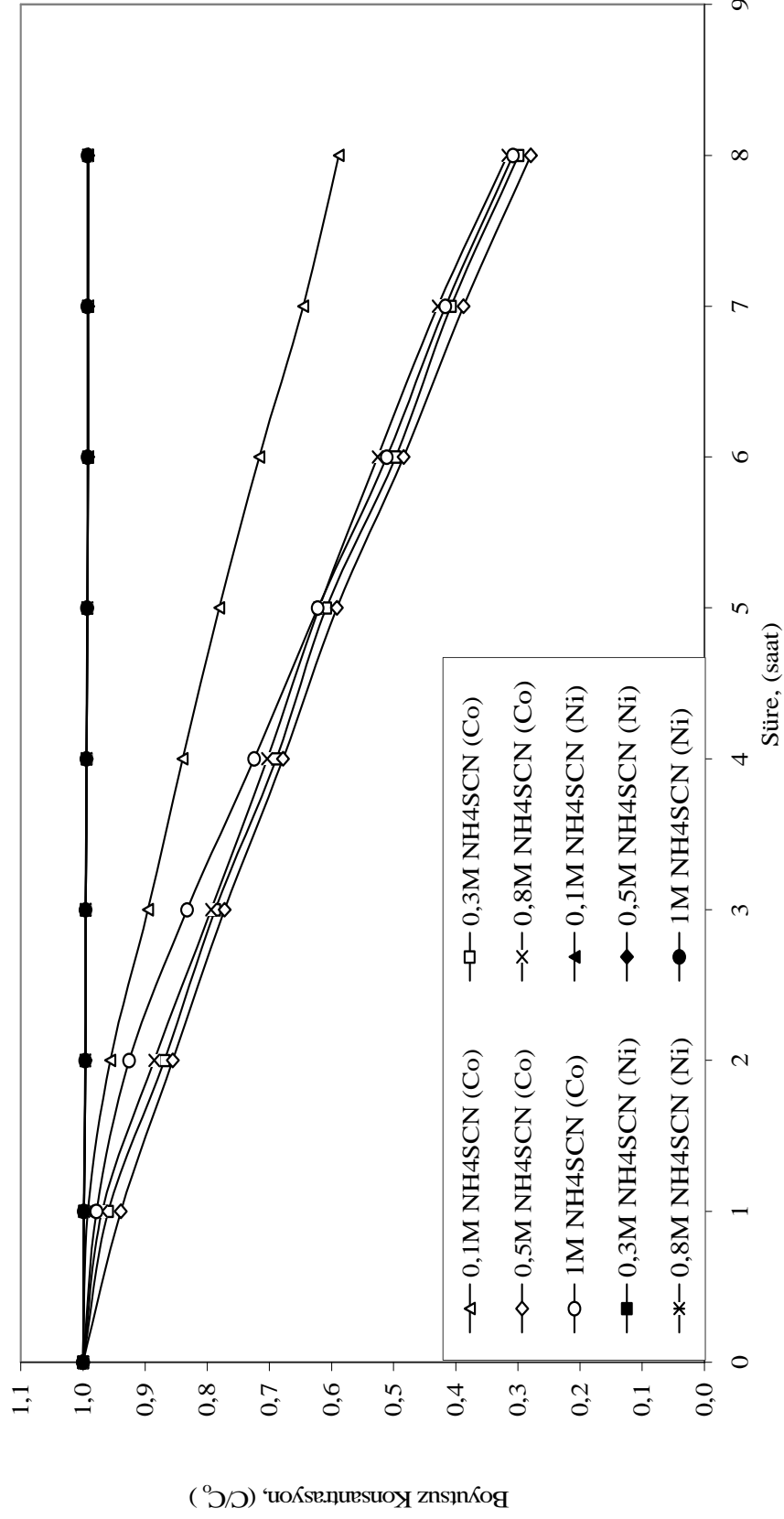
Şekil 5.54 Çözücü cinsinin kobaltın başlangıç kütle akısına (J_0): etkisi: (Çözücü: % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4,0; Besleme Çözeltisi Konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 /1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.43 Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyon hızına etkisi (Besleme): Besleme Çözeltisi: 500mg/L Co^{2+} ; 500mg/L Ni^{2+} (Çözütü (Kloroform) : w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 / 1M TEA ; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak ; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Süre (saat)	NH_4SCN Konsantrasyonunun Co(II) / Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisi (Besleme)											
	0,1 M NH_4SCN				0,3 M NH_4SCN				0,5 M NH_4SCN			
	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	517,0	1,000	506,1	1,000	493,1	1,000	501,4	1,000	507,3	1,000	499,1	1,000
1	512,9	0,992	505,3	0,998	472,9	0,959	500,5	0,998	476,3	0,939	498,3	0,998
2	494,4	0,956	504,1	0,996	428,3	0,869	499,4	0,996	434,1	0,856	497,1	0,996
3	463,0	0,895	504,0	0,996	388,1	0,787	499,2	0,996	391,6	0,772	497,0	0,996
4	434,2	0,840	503,2	0,994	339,6	0,689	498,4	0,994	344,0	0,678	496,2	0,994
5	403,5	0,780	502,5	0,993	300,1	0,609	497,7	0,993	299,9	0,591	495,5	0,993
6	370,3	0,716	502,0	0,992	244,8	0,496	497,3	0,992	245,5	0,484	495,1	0,992
7	333,7	0,645	502,0	0,992	201,1	0,408	497,2	0,992	196,7	0,388	494,9	0,992
8	304,3	0,588	501,9	0,992	147,5	0,299	497,1	0,991	141,7	0,279	494,7	0,991

Süre (saat)	NH_4SCN Konsantrasyonunun Co(II) / Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisi (Besleme)											
	0,8 M NH_4SCN				1 M NH_4SCN							
	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	493,1	1,000	497,2	1,000	502,3	1,000	503,4	1,000				
1	478,0	0,969	496,4	0,998	491,3	0,978	502,7	0,999				
2	436,7	0,885	495,3	0,996	465,0	0,926	501,6	0,996				
3	391,3	0,794	495,1	0,996	418,2	0,832	501,4	0,996				
4	347,0	0,704	494,3	0,994	363,9	0,724	500,6	0,994				
5	305,8	0,620	493,6	0,993	312,4	0,622	499,9	0,993				
6	259,3	0,526	493,2	0,992	256,7	0,511	499,6	0,993				
7	211,6	0,429	493,3	0,992	209,2	0,416	499,7	0,993				
8	156,2	0,317	493,3	0,992	154,6	0,308	499,6	0,992				

Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonunun Co/Ni ekstraksiyon hızına etkisi (besleme)



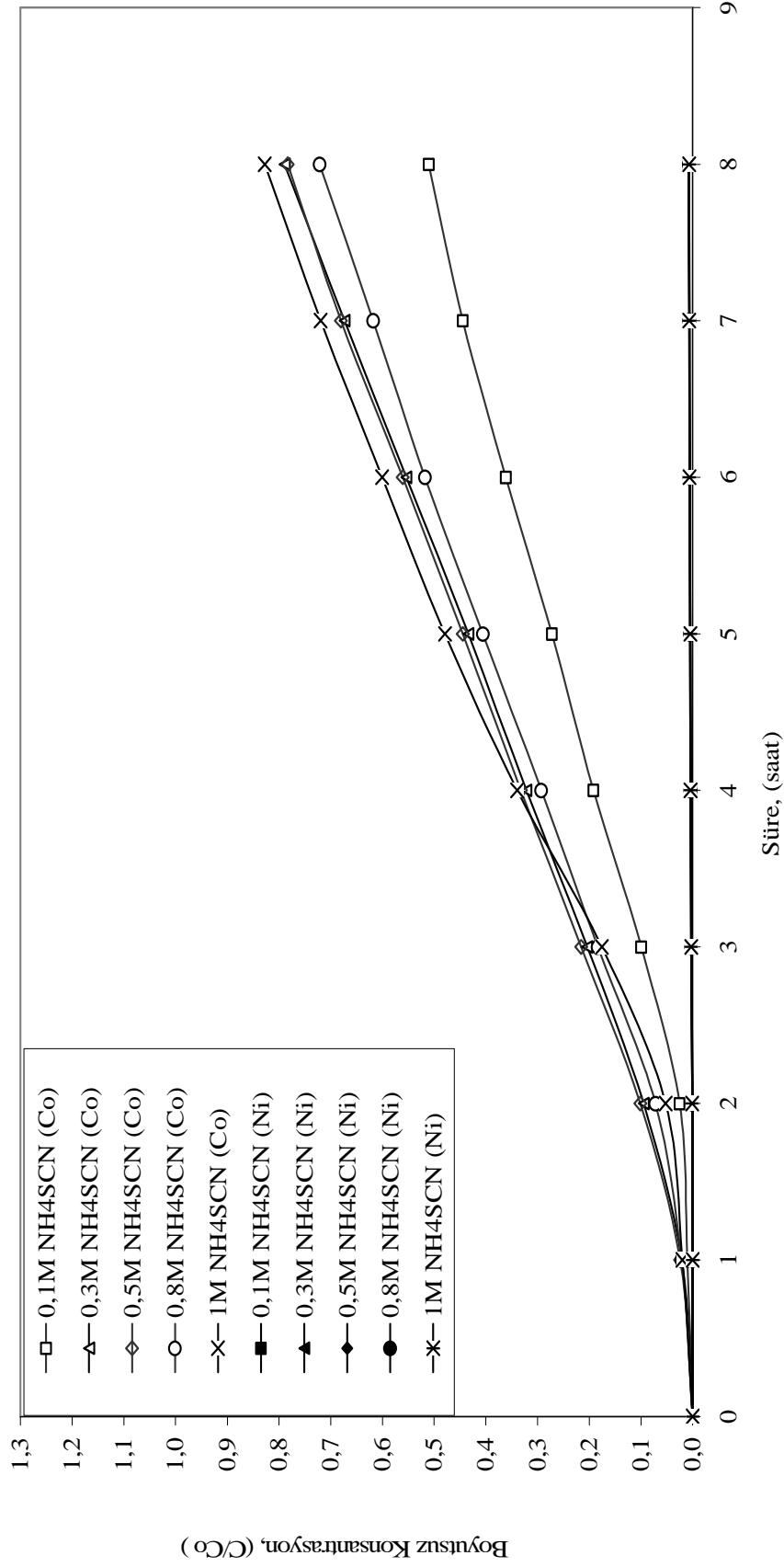
Şekil 5.55 Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonunun kobaltun ekstraksiyon hızına etkisi (Besleme): Besleme Çözeltisi: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} (Çözütücü (Kloroform) : w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 / 1M TEA; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak ; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Tablo 5.44 Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyon hızına etkisi (Sıyrma): Besleme Çözeltisi: 500mg/L Co^{2+} ; 500mg/L Ni^{2+} (Çözütü (Kloroform) : w/w; Ekstraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyrma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 / 1M TEA ; Sıyrma çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak ; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Süre (saat)	NH_4SCN Konsantrasyonunun Co(II) / Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisi(Sıyrma)											
	0,1 M NH_4SCN				0,3 M NH_4SCN				0,5 M NH_4SCN			
	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	5,283	0,010	0,000	0,000	10,32	0,021	0,000	0,000	12,30	0,024	0,001	0,000
2	12,96	0,025	0,000	0,000	46,77	0,095	0,461	0,001	51,50	0,102	0,287	0,001
3	51,50	0,100	1,161	0,002	100,5	0,204	1,440	0,003	109,4	0,216	1,277	0,002
4	99,34	0,192	1,742	0,003	158,7	0,322	2,048	0,004	168,7	0,333	1,897	0,004
5	140,8	0,272	2,224	0,004	213,8	0,434	2,555	0,005	225,5	0,445	2,417	0,005
6	186,8	0,361	2,745	0,005	273,0	0,554	3,102	0,006	284,5	0,561	2,977	0,006
7	229,7	0,444	3,159	0,006	331,9	0,673	3,539	0,007	345,1	0,680	3,427	0,007
8	263,9	0,510	3,690	0,007	389,2	0,789	4,096	0,008	397,2	0,783	3,997	0,008

Süre (saat)	NH_4SCN Konsantrasyonunun Co(II) / Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisi (Sıyrma)											
	0,8 M NH_4SCN				1 M NH_4SCN							
	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	0,000				
1	10,69	0,022	0,000	0,000	10,04	0,020	0,000	0,000				
2	35,47	0,072	0,457	0,001	26,27	0,052	0,463	0,001				
3	90,50	0,184	1,428	0,003	88,12	0,175	1,446	0,003				
4	144,5	0,293	2,030	0,004	170,5	0,339	2,056	0,004				
5	200,1	0,406	2,533	0,005	240,7	0,479	2,465	0,005				
6	255,5	0,518	3,075	0,006	301,6	0,600	3,015	0,006				
7	304,6	0,618	3,308	0,007	361,5	0,720	3,251	0,006				
8	355,9	0,722	3,661	0,007	415,6	0,827	3,608	0,007				

Kompleks oluşturuvcu NH₄SCN konsantrasyonunun Co/Ni ekstraksiyon hızına etkisi (sıyırma)

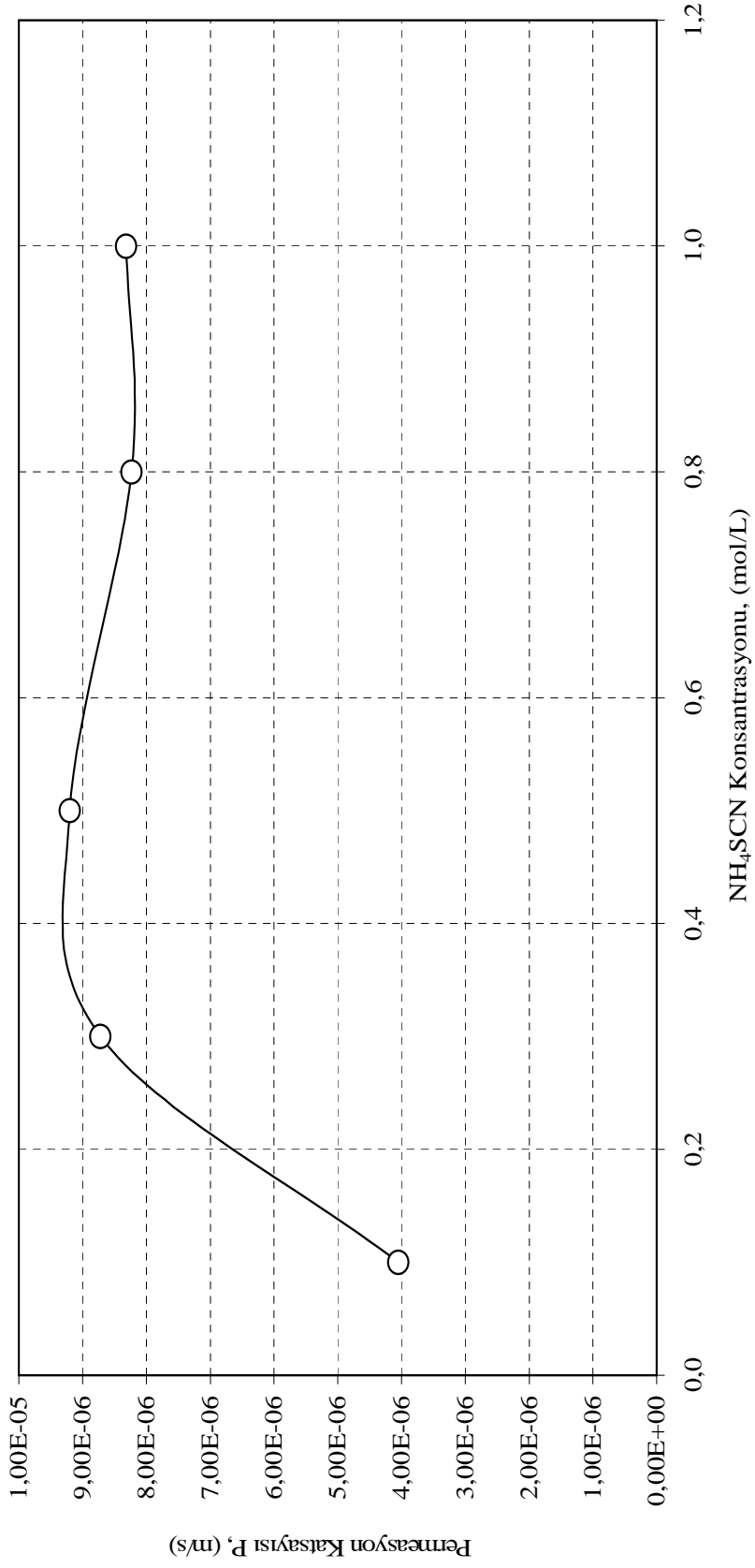


Şekil 5.56. Kompleks oluşturuvcu NH₄SCN konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyon hızına etkisi (Sıyırma): Besleme Çözeltisi: 500mg/L Co²⁺; 500 mg/L Ni²⁺ (Çözücü (Kloroform) : w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃ / 1M TEA; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak ; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Tablo 5.45 Kompleks oluşturucu NH_4SCN konsantrasyonunun besleme çözeltilisindeki kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi : başlangıç kütle akısı (J_0), permasyon katsayısı (P): Besleme Çözeltilisi: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} (Çözücü (Kloroform) : w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltilisi pH: 4; Besleme çözeltilisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltilisi konsantrasyonu : 1M $\text{NH}_3/1\text{M TEA}$; Sıyırma çözeltilisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak ; Kompleks oluşturucu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

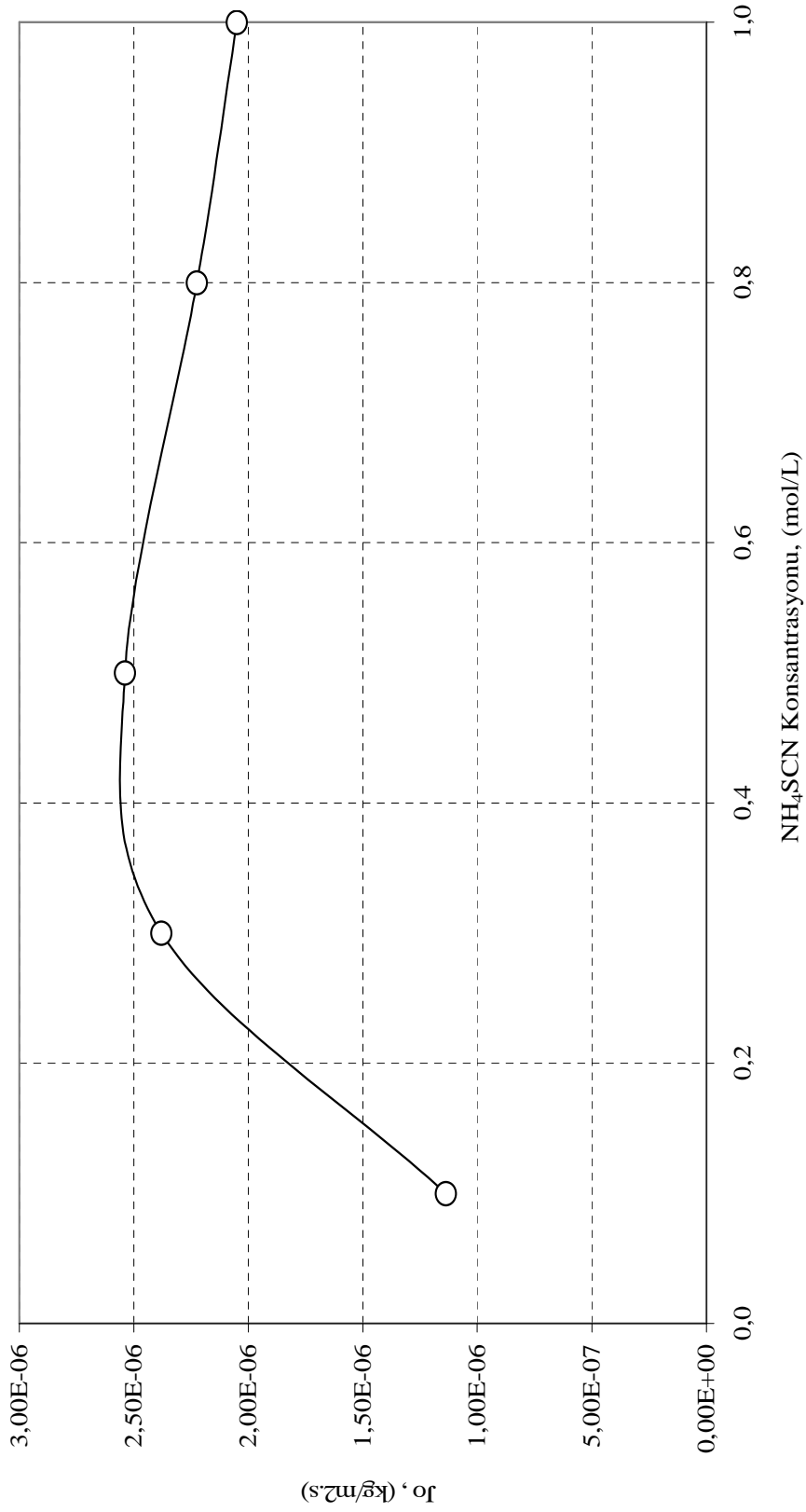
Süre (saat)	0,1 M NH_4SCN		0,3 M NH_4SCN		0,5 M NH_4SCN		0,8 M NH_4SCN		1,0 M NH_4SCN	
	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni
	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)
0	517,0	506,1	493,1	501,4	507,3	499,1	493,1	497,2	502,3	503,4
1	512,9	505,3	472,9	500,5	476,3	498,3	478,0	496,4	491,3	502,7
2	494,4	504,1	428,3	499,4	434,1	497,1	436,7	495,3	465,0	501,6
3	463,0	504,0	388,1	499,2	391,6	497,0	391,3	495,1	418,2	501,4
4	434,2	503,2	339,6	498,4	344,0	496,2	347,0	494,3	363,9	500,6
5	403,5	502,5	300,1	497,7	299,9	495,5	305,8	493,6	312,4	499,9
6	370,3	502,0	244,8	497,3	245,5	495,1	259,3	493,2	256,7	499,6
7	333,7	502,0	201,1	497,2	196,7	494,9	211,6	493,3	209,2	499,7
8	304,3	501,9	147,5	497,1	141,7	494,7	156,2	493,3	154,6	499,6
P (m/s)	4,050x10 ⁻⁶		8,723x10 ⁻⁶		9,200x10 ⁻⁶		8,235x10 ⁻⁶		8,317x10 ⁻⁶	
J_0 (kg/m ² s)	1,137x10 ⁻⁶		2,380x10 ⁻⁶		2,359x10 ⁻⁶		2,224x10 ⁻⁶		2,050x10 ⁻⁶	

Kompleks Oluşturucu NH_4SCN Konsantrasyonunun Co/Ni Ekstraksiyon Hızına Etkisine Ait Permeasyon Katsayısı (Besleme)



Şekil 5.57 Kompleks oluşturucu NH_4SCN konsantrasyonunun kobaltın permeasyon katsayısı (P) etkisi: (Çözücü (Kloroform): % 95 w/w; Ekstraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme Çözeltisi Konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Besleme çözeltisi pH = 4 , Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 / 1M TEA; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Kompleks Oluşturucu NH_4SCN Konsantrasyonunun Co/Ni Ekstraksiyon Hızına Etkisine Ait Başlangıç Kütle Akısı



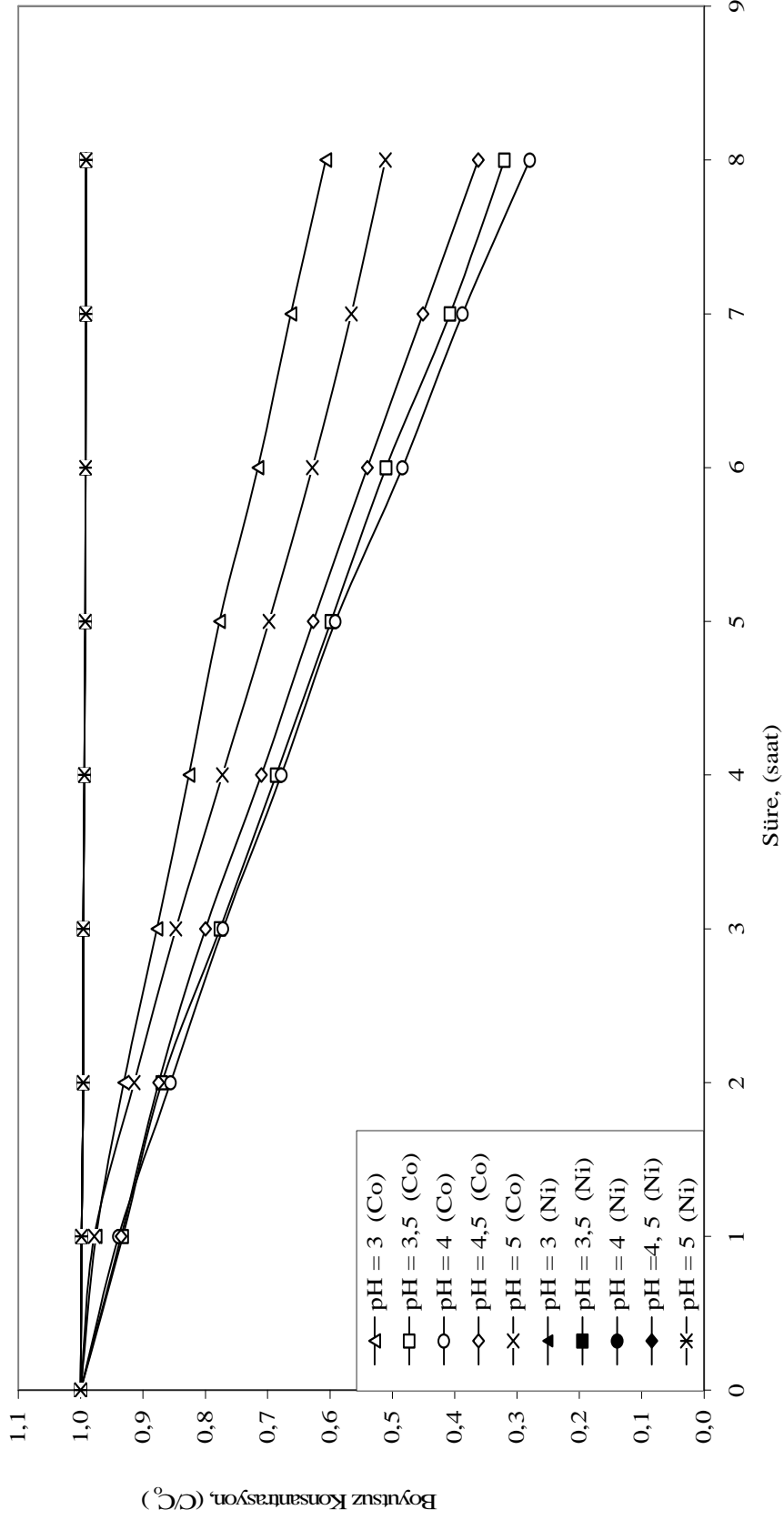
Şekil 5.58 Kompleks oluşturucu NH_4SCN konsantrasyonunun kobaltın başlangıç kütle akısı (J_0) etkisi: (Çözücü (Kloroform): % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme Çözeltisi Konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Besleme çözeltisi pH'ı 4, Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 /1M TEA; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.46 Besleme çözeltisi pH'ının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme): (Çözücü (Kloroform): % 95 w/w; Ekstraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme Çözeltisi Konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} , 500 mg/L Ni^{2+} Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M $NH_3/1M$ TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Süre (saat)	Besleme çözeltisi pH'ının Co(II) ve Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Besleme)											
	pH=3				pH=3,5				pH=4			
	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	503,7	1,000	494,1	1,000	509,8	1,000	4,995	1,000	507,3	1,000	499,1	1,000
1	491,4	0,975	493,3	0,998	475,2	0,932	4,987	0,998	476,3	0,939	498,3	0,998
2	468,9	0,931	492,1	0,996	443,4	0,870	4,976	0,996	434,1	0,856	497,1	0,996
3	442,0	0,877	492,0	0,996	395,8	0,776	4,974	0,996	391,6	0,772	497,0	0,996
4	416,1	0,826	491,2	0,994	349,7	0,686	4,966	0,994	344,0	0,678	496,2	0,994
5	391,4	0,777	490,5	0,993	305,1	0,599	4,959	0,993	299,9	0,591	495,5	0,993
6	360,4	0,716	490,1	0,992	260,0	0,510	4,955	0,992	245,5	0,484	495,1	0,992
7	333,9	0,663	490,0	0,992	207,7	0,407	4,954	0,992	196,7	0,388	494,9	0,992
8	305,6	0,607	490,0	0,992	163,2	0,320	4,954	0,992	141,7	0,279	494,7	0,991

Süre (saat)	Besleme çözeltisi pH'ının Co(II) ve Ni(II) ekstraksiyonuna etkisi (Besleme)											
	pH=4,5				pH=5							
	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	510,1	1,000	504,5	1,000	510,2	1,000	513,6	1,000				
1	477,0	0,935	503,7	0,998	499,0	0,978	512,7	0,998				
2	446,2	0,875	502,5	0,996	466,3	0,914	511,5	0,996				
3	408,1	0,800	502,4	0,996	432,2	0,847	511,4	0,996				
4	362,2	0,710	501,6	0,994	394,1	0,772	510,5	0,994				
5	319,7	0,627	500,9	0,993	356,0	0,698	509,9	0,993				
6	275,4	0,540	500,4	0,992	320,5	0,628	509,4	0,992				
7	229,9	0,451	500,3	0,992	274,9	0,566	509,2	0,992				
8	184,6	0,362	500,1	0,991	250,7	0,511	509,0	0,991				

Besleme Çözeltisi pH'ının Co(II) / Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesi (Besleme)



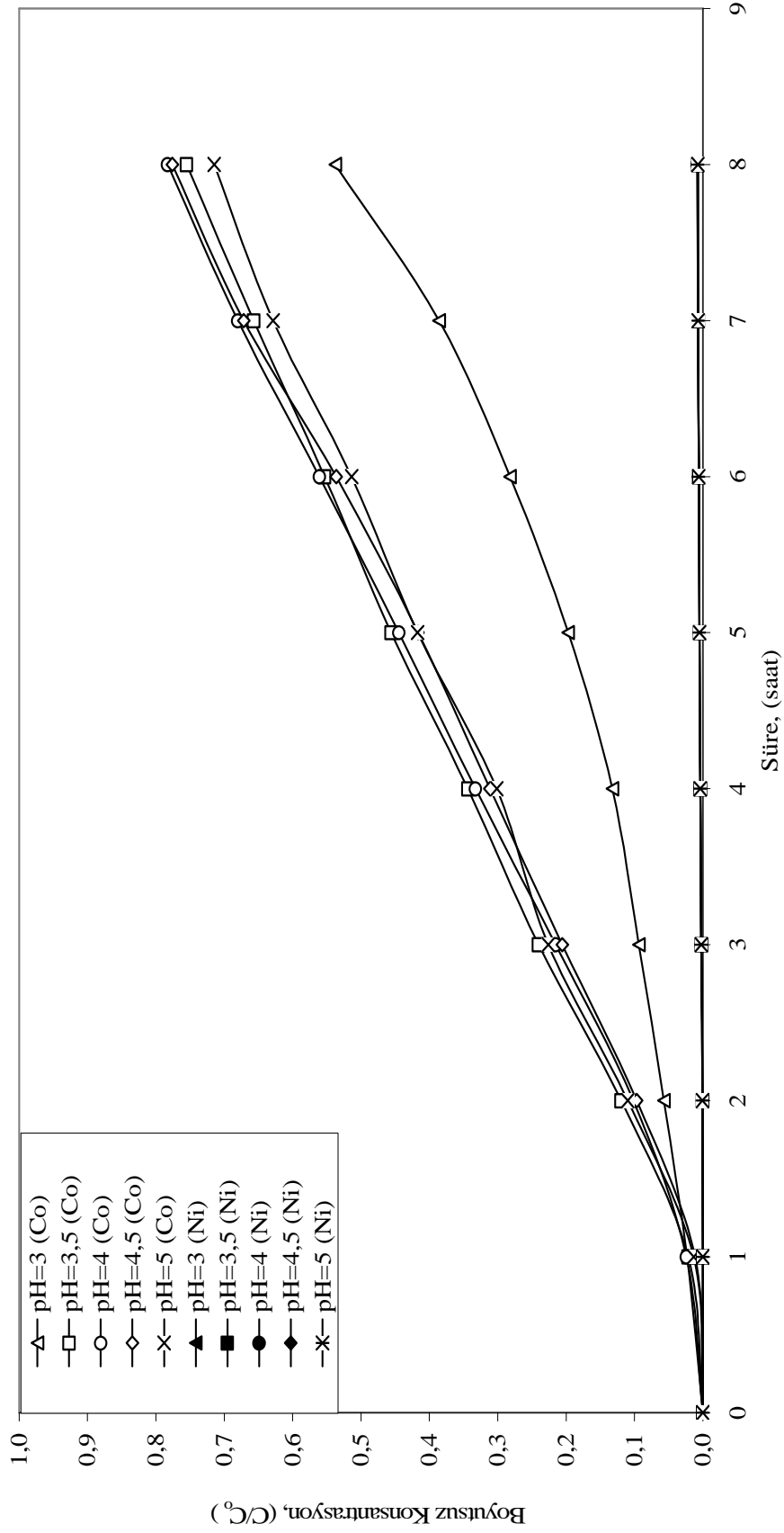
Şekil 5.59 Besleme çözeltisi pH'ının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme): (Çözücü (Kloroform): % 95 w/w; Ekstraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme Çözeltisi Konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 /1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.47 Besleme çözeltisi pH'ının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma) (Çözücü (Kloroform): % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme Çözeltisi Konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} , 500 mg/L Ni^{2+} Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M $NH_3/1M$ TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Süre (saat)	Besleme çözeltisi pH'ının $Co(II)$ ve $Ni(II)$ ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma)											
	pH=3				pH=3,5				pH=4			
	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	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	11,75	0,023	0,000	0,000	11,00	0,022	0,000	0,000	12,30	0,024	0,001	0,000
2	28,76	0,057	0,272	0,001	60,91	0,119	0,280	0,001	51,50	0,102	0,287	0,001
3	47,18	0,094	1,253	0,003	122,5	0,240	1,271	0,003	109,4	0,216	1,277	0,003
4	66,65	0,132	1,868	0,004	175,1	0,344	1,892	0,004	168,7	0,333	1,897	0,004
5	99,24	0,197	2,383	0,005	232,5	0,456	2,412	0,005	225,5	0,445	2,417	0,005
6	142,2	0,282	2,938	0,006	282,0	0,553	2,973	0,006	284,5	0,561	2,977	0,006
7	194,3	0,386	3,384	0,007	334,9	0,657	3,423	0,007	345,1	0,680	3,427	0,007
8	270,9	0,538	3,717	0,008	385,0	0,755	3,669	0,007	397,2	0,783	3,997	0,008

Süre (saat)	Besleme çözeltisi pH'ının $Co(II)$ ve $Ni(II)$ ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma)											
	pH=4,5				pH=5							
	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	5,814	0,011	0,001	0,000	6,848	0,013	0,000	0,000				
2	49,42	0,097	0,295	0,001	56,03	0,110	0,301	0,001				
3	105,0	0,206	1,297	0,003	115,5	0,226	1,323	0,003				
4	158,9	0,311	1,925	0,004	153,7	0,301	1,963	0,004				
5	212,5	0,417	2,451	0,005	212,9	0,417	2,500	0,005				
6	273,5	0,536	3,018	0,006	262,2	0,514	3,078	0,006				
7	342,6	0,672	3,473	0,007	320,7	0,629	3,543	0,007				
8	395,8	0,776	4,132	0,008	364,7	0,715	3,729	0,007				

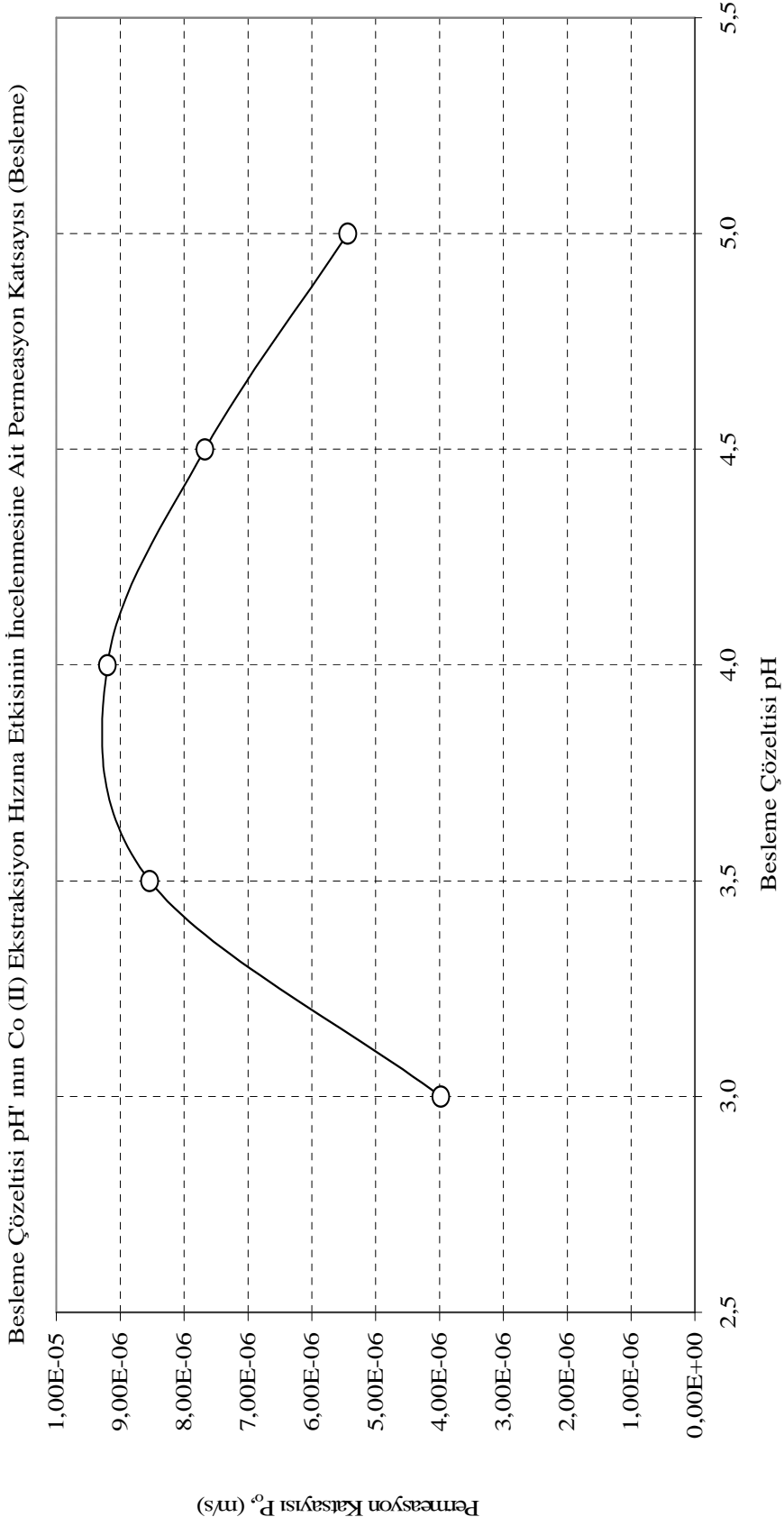
Besleme Çözeltisi pH'ının Co(II) / Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesi (Sıyırma)



Şekil 5.60 Besleme çözeltisi pH'ının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma): (Çözücü (Kloroform): % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme Çözeltisi Konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 /1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

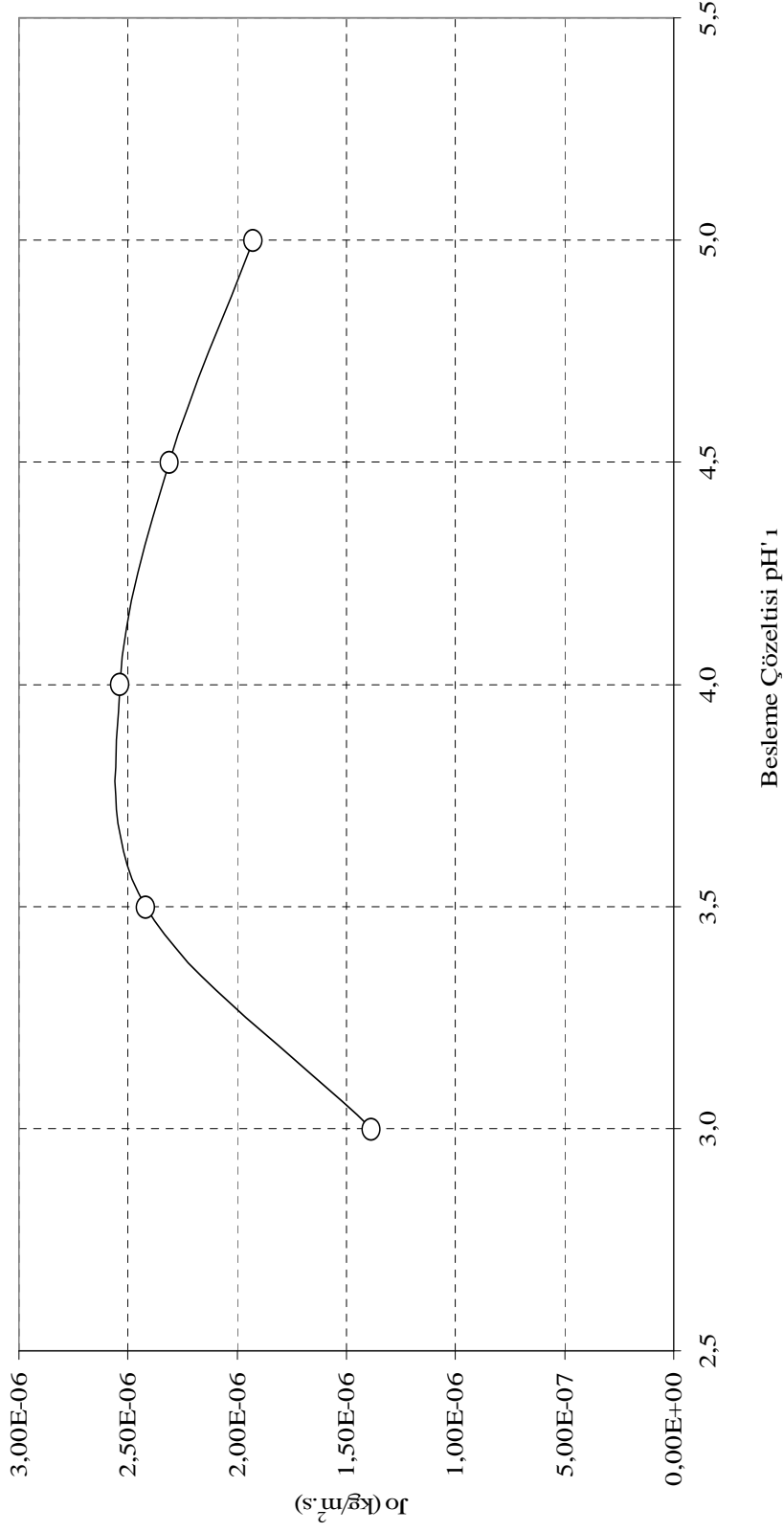
Tablo 5.48 Besleme çözeltisi pH' ının besleme çözeltisindeki kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi: (Çözücü (Kloroform): % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500mg/L Co²⁺, 500 mg/L Ni²⁺ Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃/1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH₄SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Süre (saat)	pH=3		pH=3,5		pH= 4		pH= 4,5		pH= 5	
	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni
	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)
0	503,7	494,1	509,8	4,995	507,3	499,1	510,1	504,5	510,2	513,6
1	491,4	493,3	475,2	4,987	476,3	498,3	477,0	503,7	499,0	512,7
2	468,9	492,1	443,4	4,976	434,1	497,1	446,2	502,5	466,3	511,5
3	442,0	492,0	395,8	4,974	391,6	497,0	408,1	502,4	432,2	511,4
4	416,1	491,2	349,7	4,966	344,0	496,2	362,2	501,6	394,1	510,5
5	391,4	490,5	305,1	4,959	299,9	495,5	319,7	500,9	356,0	509,9
6	360,4	490,1	260,0	4,955	245,5	495,1	275,4	500,4	320,5	509,4
7	333,9	490,0	207,7	4,954	196,7	494,9	229,9	500,3	274,9	509,2
8	305,6	490,0	163,2	4,954	141,7	494,7	184,6	500,1	250,7	509,0
P (m/s)	3,987x10 ⁻⁶		8,537x10 ⁻⁶		9,100x10 ⁻⁶		7,671x10 ⁻⁶		5,438x10 ⁻⁶	
J ₀ (kg/m ² s)	1,387x10 ⁻⁶		2,420x10 ⁻⁶		2,390x10 ⁻⁶		2,322x10 ⁻⁶		4,416x10 ⁻⁶	



Şekil 5,61 Besleme çözeltisi pH'ının kobaltın permeasyon katsayısına (P) etkisi: (Çözücü (Kloroform) % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500 mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu: 1M NH_3 / 1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Besleme Çözeltisi pH'ının Co(II) Ekstraksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesine Ait Başlangıç Kütle Akısı (Besleme)

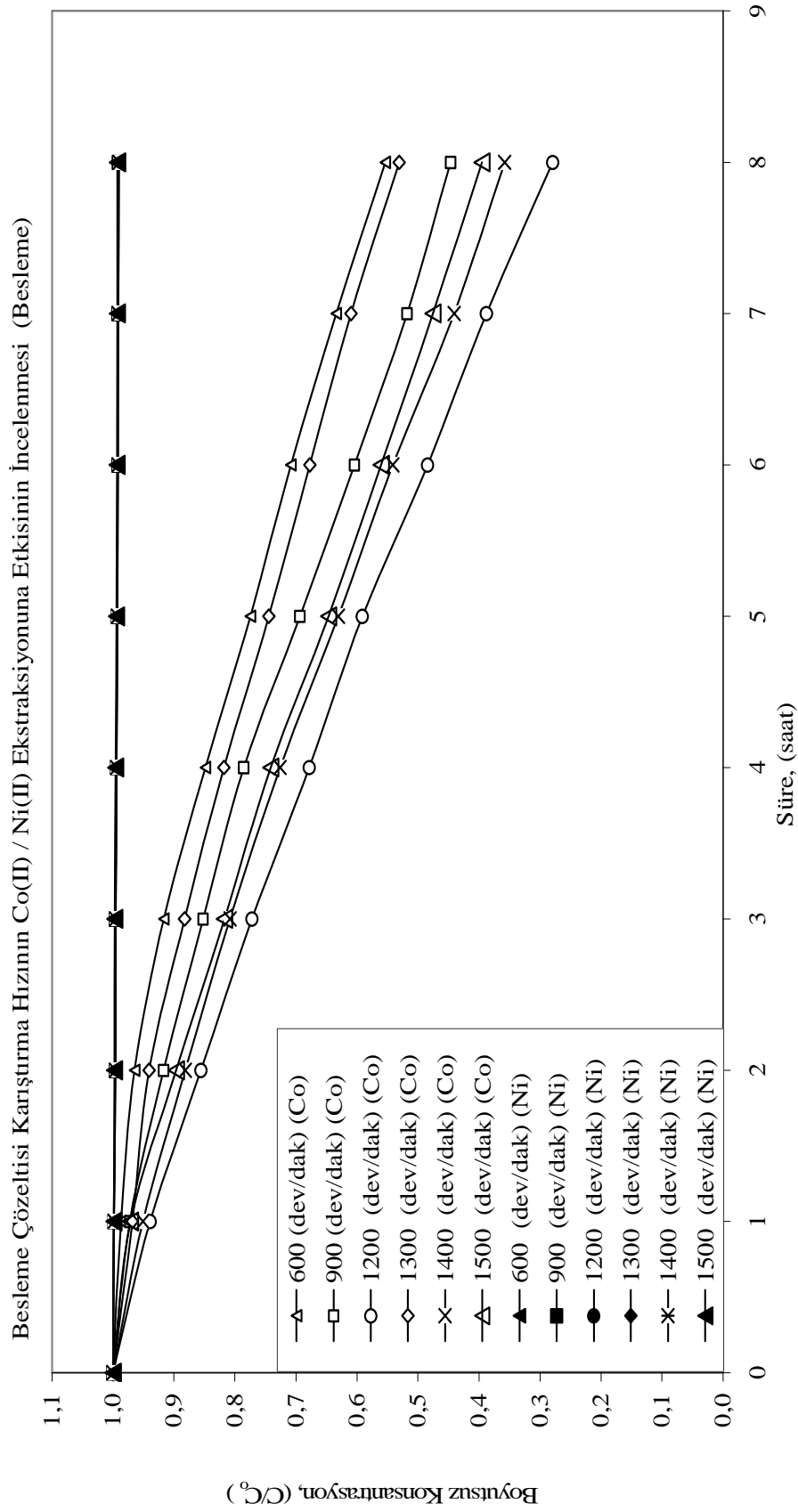


Şekil 5.62 Besleme çözeltisi pH'ının kobaltın başlangıç kütle akısına (J_0) etkisi: Çözücü (Kloroform) % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500 mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 /1M TEA; Komplek oluşturucu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.49 Besleme çözeltisi karıştırma hızının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (besleme): (Çözücü (Kloroform) : % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500 mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 / 1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Süre (saat)	Besleme Çözeltisi Karıştırma Hızının Co(II)/Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisi (Besleme)											
	600 (dev/dak)				900 (dev/dak)				1200 (dev/dak)			
	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	504,0	1,000	505,0	1,000	534,1	1,000	498,3	1,000	507,3	1,000	499,1	1,000
1	497,5	0,987	504,4	0,999	519,3	0,972	497,5	0,998	476,3	0,939	498,3	0,998
2	486,1	0,964	503,3	0,997	489,9	0,917	496,4	0,996	434,1	0,856	497,1	0,996
3	461,9	0,917	503,1	0,996	455,1	0,852	496,2	0,996	391,6	0,772	497,0	0,996
4	427,6	0,848	502,3	0,995	419,5	0,785	495,4	0,994	344,0	0,678	496,2	0,994
5	390,4	0,775	501,6	0,993	370,4	0,694	494,7	0,993	299,9	0,591	495,5	0,993
6	357,0	0,708	501,2	0,992	322,6	0,604	494,3	0,992	245,5	0,484	495,1	0,992
7	319,5	0,634	501,0	0,992	276,6	0,518	494,1	0,992	196,7	0,388	494,9	0,992
8	278,9	0,553	501,0	0,992	238,5	0,447	493,9	0,991	141,7	0,279	494,7	0,991

Süre (saat)	Besleme Çözeltisi Karıştırma Hızının Co(II)/Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisi (Besleme)											
	1300 (dev/dak)				1400 (dev/dak)				1500 (dev/dak)			
	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	479,7	1,000	504,9	1,000	505,3	1,000	505,8	1,000	502,0	1,000	502,9	1,000
1	464,4	0,968	504,8	1,000	480,5	0,951	504,9	0,998	487,4	0,971	502,1	0,998
2	451,3	0,941	503,7	0,998	445,3	0,881	503,8	0,996	449,9	0,896	501,6	0,997
3	417,0	0,882	503,5	0,997	408,4	0,808	503,6	0,996	410,4	0,817	501,4	0,997
4	392,3	0,818	502,7	0,996	366,9	0,726	502,8	0,994	372,1	0,741	500,6	0,995
5	357,1	0,745	502,0	0,994	318,7	0,631	502,1	0,993	324,7	0,647	500,0	0,994
6	324,8	0,677	501,6	0,993	273,4	0,541	501,7	0,992	281,2	0,560	499,5	0,993
7	292,6	0,610	501,4	0,993	222,8	0,441	501,5	0,992	238,7	0,475	499,4	0,993
8	254,7	0,531	501,4	0,993	180,9	0,358	500,8	0,990	198,4	0,395	499,2	0,993



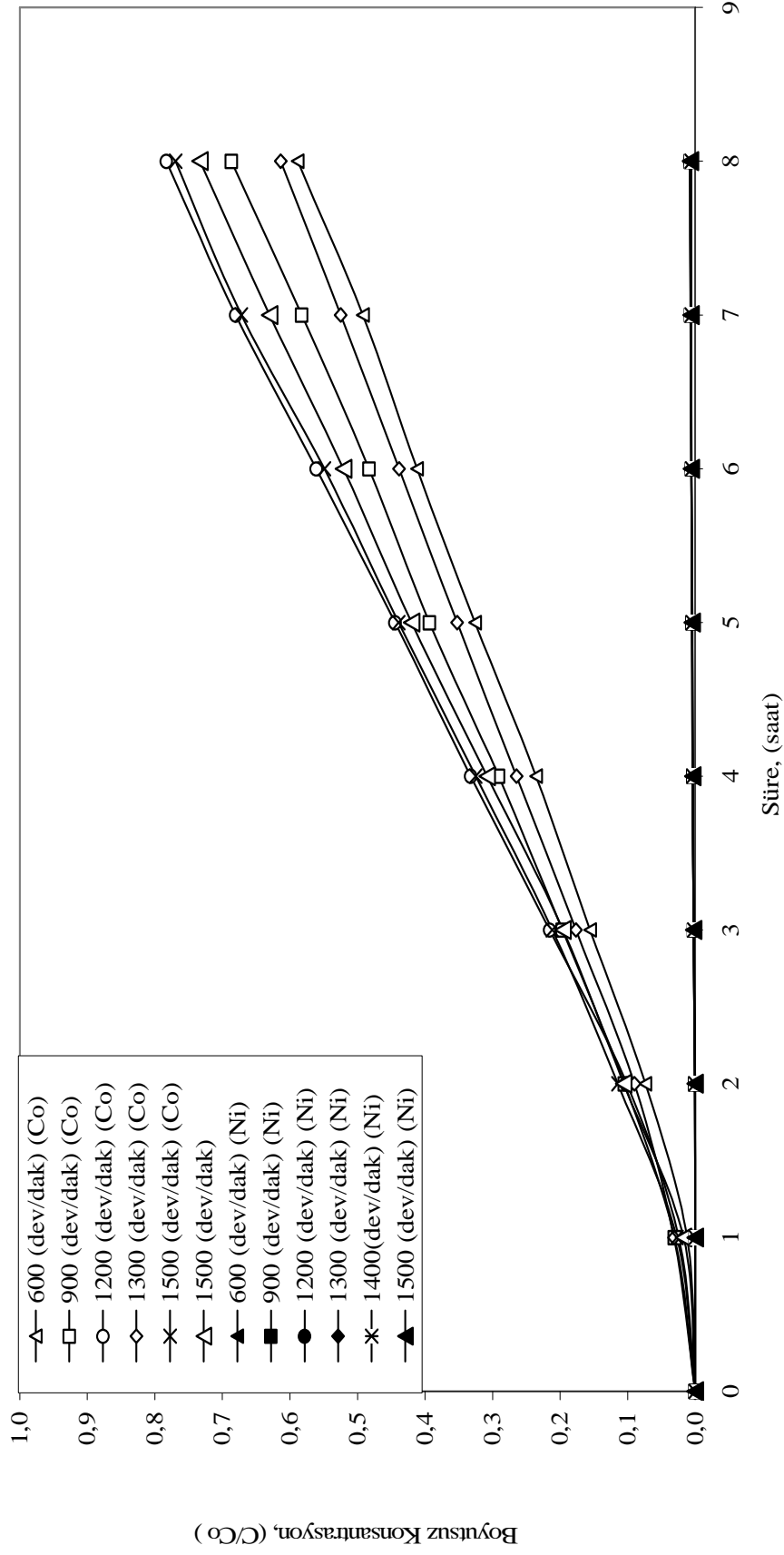
Şekil 5.63 Besleme çözeltisi karıştırma hızının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme): (Çözücü (Kloroform) : % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500 mg/L Co²⁺; 500 mg/L Ni²⁺; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃ / 1M TEA; Kompleks oluşturu NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.50 Besleme çözeltili karıştırma hızının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma): (Çözücü (Kloroform): % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltili pH: 4; Besleme çözeltili konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Sıyırma çözeltili karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltili konsantrasyonu : 1M NH_3 / 1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Süre (saat)	Besleme Çözeltili Karıştırma Hızının Co(II)/Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisi (Sıyırma)											
	600 (dev/dak)				900 (dev/dak)				1200 (dev/dak)			
	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	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
1	6,125	0,012	0,000	0,000	16,50	0,031	0,000	0,000	12,30	0,024	0,001	
2	37,13	0,074	0,264	0,001	56,05	0,105	0,269	0,001	51,50	0,102	0,287	
3	78,57	0,156	1,196	0,002	105,1	0,197	1,219	0,002	109,4	0,216	1,277	
4	118,8	0,236	1,780	0,004	155,4	0,291	1,814	0,004	168,7	0,333	1,897	
5	164,3	0,326	2,270	0,004	210,2	0,394	2,314	0,005	225,5	0,445	2,417	
6	207,5	0,412	2,797	0,006	257,9	0,483	2,851	0,006	284,5	0,561	2,977	
7	248,0	0,492	3,221	0,006	311,1	0,582	3,283	0,007	345,1	0,680	3,427	
8	296,5	0,588	3,191	0,006	366,8	0,687	3,711	0,007	397,2	0,783	3,997	

Süre (saat)	Besleme Çözeltili Karıştırma Hızının Co(II)/Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisi (Sıyırma)											
	1300 (dev/dak)				1400 (dev/dak)				1500 (dev/dak)			
	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	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
1	15,14	0,032	0,000	0,000	13,80	0,027	0,000	0,000	8,710	0,017	0,000	
2	43,27	0,090	0,286	0,001	57,89	0,115	0,253	0,001	53,22	0,106	0,265	
3	84,74	0,177	1,295	0,003	106,8	0,211	1,148	0,002	98,28	0,196	1,201	
4	126,9	0,265	1,928	0,004	164,2	0,325	1,709	0,003	154,6	0,308	1,788	
5	169,1	0,353	2,458	0,005	221,9	0,439	2,179	0,004	210,8	0,420	2,280	
6	210,3	0,438	3,030	0,006	277,3	0,549	2,685	0,005	261,4	0,521	2,810	
7	251,7	0,525	3,489	0,007	339,5	0,672	3,092	0,006	316,4	0,630	3,235	
8	294,3	0,614	3,772	0,007	388,8	0,769	3,064	0,006	368,1	0,733	3,639	

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

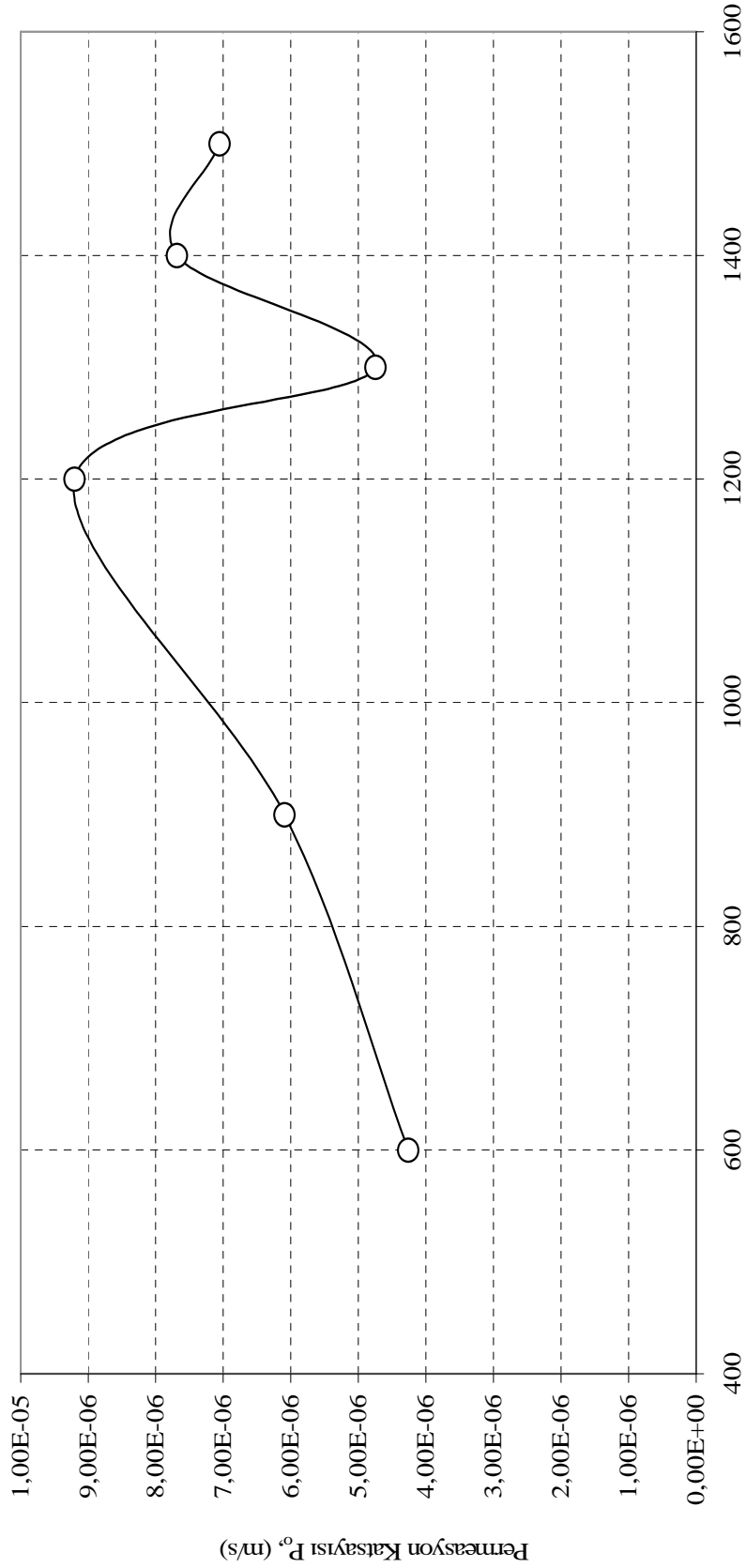


Şekil 5.64 Besleme çözeltisi karıştırma hızının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme): (Çözücü (Kloroform) : % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 / 1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.51 Besleme çözeltisi karıştırma hızının besleme çözeltisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi: (Çözücü (Kloroform) : % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500mg/L Co²⁺; 500 mg/L Ni²⁺; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃/1M TEA; Kompleks oluşturuca NH₄SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Süre (saat)	600 (dev/dak)		900 (dev/dak)		1200 (dev/dak)		1300 (dev/dak)		1400 (dev/dak)		1500 (dev/dak)	
	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni
	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)
0	504,0	505,0	534,1	498,3	507,3	499,1	479,7	504,9	504,9	505,8	502,0	502,9
1	497,5	504,4	519,3	497,5	476,3	498,3	464,4	504,8	504,8	504,9	487,4	502,1
2	486,1	503,3	489,9	496,4	434,1	497,1	451,3	503,7	503,7	503,8	449,9	501,6
3	461,9	503,1	455,1	496,2	391,6	497,0	417,0	503,5	503,5	503,6	410,4	501,4
4	427,6	502,3	419,5	495,4	344,0	496,2	392,3	502,7	502,7	502,8	372,1	500,6
5	390,4	501,6	370,4	494,7	299,9	495,5	357,1	502,0	502,0	502,1	324,7	500,0
6	357,0	501,2	322,6	494,3	245,5	495,1	324,8	501,6	501,6	501,7	281,2	499,5
7	319,5	501,0	276,6	494,1	196,7	494,9	292,6	501,4	501,4	501,5	238,7	499,4
8	278,9	501,0	238,5	493,9	141,7	494,7	254,7	501,4	501,4	500,8	198,4	499,2
P (m/s)	4,256x10 ⁻⁶		6,090x10 ⁻⁶		8,200x10 ⁻⁶		4,743x10 ⁻⁶		7,687x10 ⁻⁶		7,053x10 ⁻⁶	
J ₀ (kg/m ² s)	7,652x10 ⁻⁷		1,694x10 ⁻⁶		2,539x10 ⁻⁶		1,208x10 ⁻⁶		2,151x10 ⁻⁶		2,140x10 ⁻⁶	

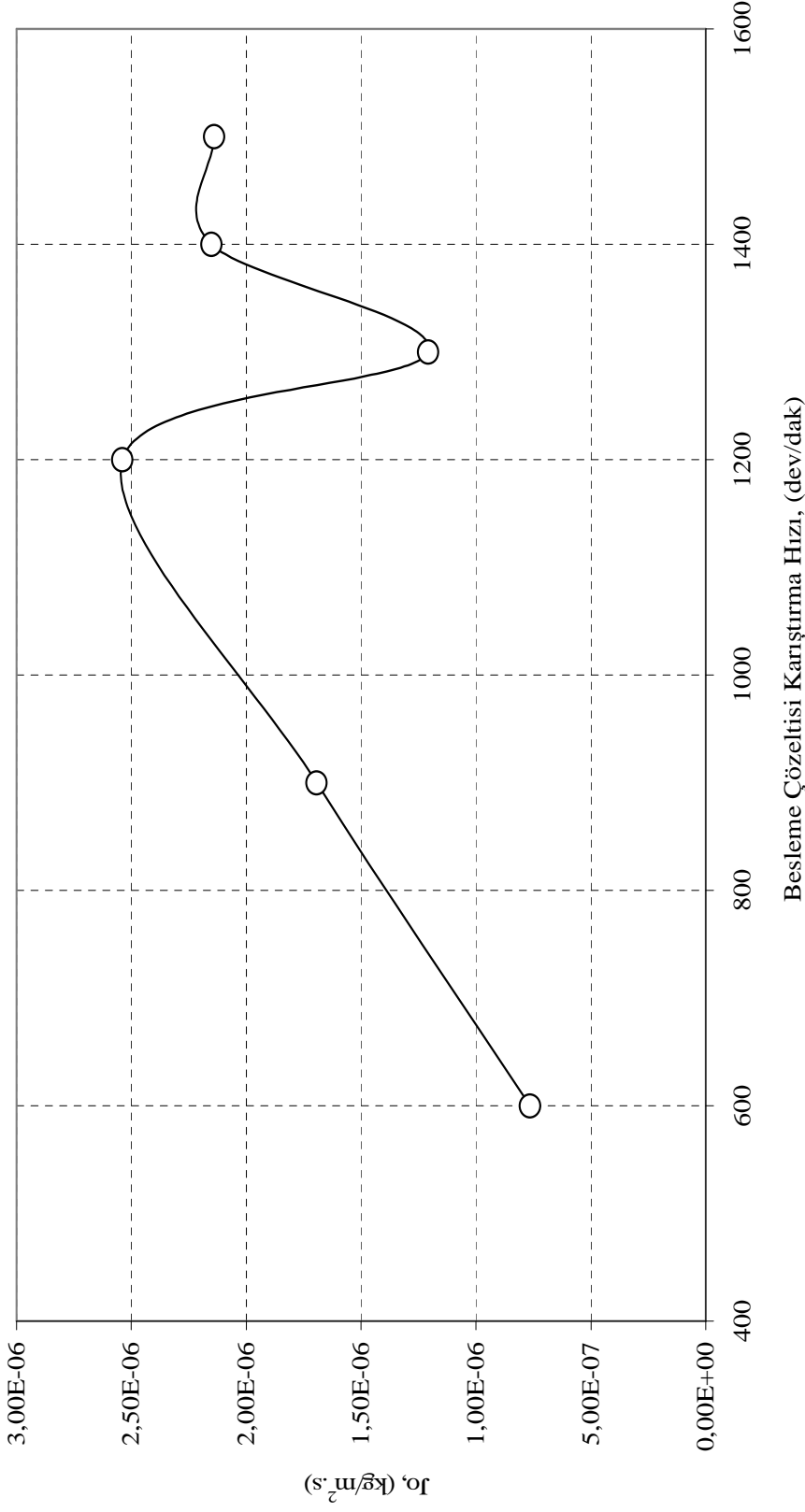
Besleme Çözeltisi Karıştırma Hızının Co (II) Ekstraksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesine Ait Permeasyon Katsayısı (Besleme)



Besleme Çözeltisi Karıştırma Hızı, (dev/dak)

Şekil 5.65 Besleme çözeltisi karıştırma hızının kobaltın permeasyon katsayısına (P) etkisi: (Çözücü (Kloroform) : % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500 mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M $NH_3/1M$ TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Besleme Çözeltisi Karıştırma Hızının Co(II) Ekstraksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesine Ait Başlangıç Kütle Akısı (Besleme)

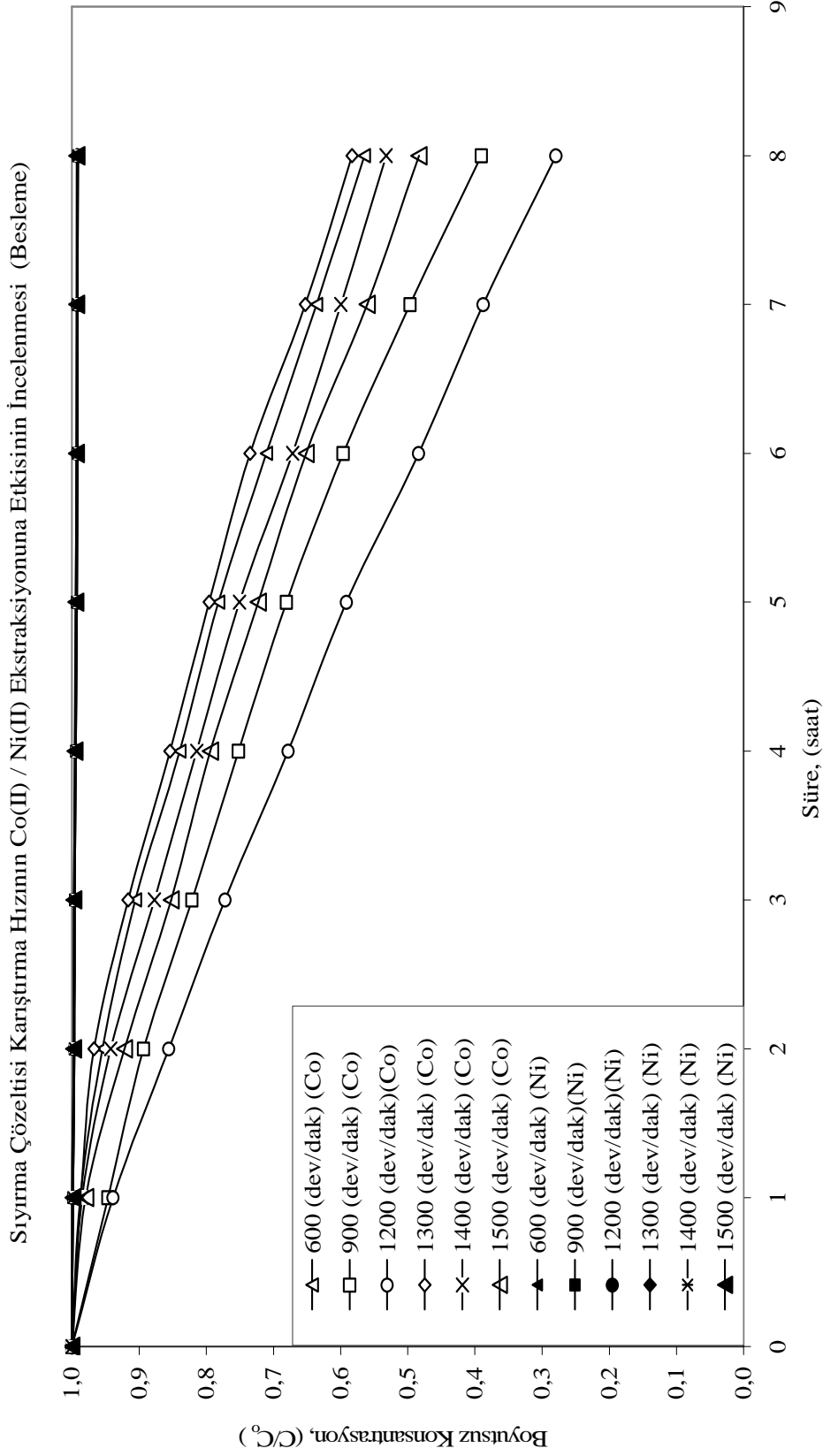


Şekil 5.66 Besleme çözeltisi karıştırma hızının kobaltın permasiyon katsayısına (P) etkisi: (Çözücü (Kloroform) : % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500 mg/L Co²⁺, 500 mg/L Ni²⁺; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃ / 1M TEA; Kompleks oluşturu NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.52 Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme): (Çözücü (Kloroform): % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500 mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 / 1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Süre (saat)	Sıyırma Çözeltisi Karıştırma Hızının Co(II)/Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisi (Besleme)											
	600 (dev/dak)				900 (dev/dak)				1200 (dev/dak)			
	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	497,1	1,000	497,6	1,000	502,9	1,000	503,2	1,000	507,3	1,000	499,1	1,000
1	495,8	0,987	497,6	1,000	476,0	0,946	502,3	0,998	476,3	0,939	498,3	0,998
2	474,6	0,955	496,4	0,998	449,4	0,894	501,2	0,996	434,1	0,856	497,1	0,996
3	443,5	0,906	496,3	0,997	413,1	0,821	501,0	0,996	391,6	0,772	497,0	0,996
4	417,3	0,839	495,5	0,996	378,2	0,752	500,2	0,994	344,0	0,678	496,2	0,994
5	388,6	0,782	494,8	0,994	342,3	0,681	499,5	0,993	299,9	0,591	495,5	0,993
6	353,2	0,711	494,4	0,994	299,8	0,596	499,1	0,992	245,5	0,484	495,1	0,992
7	316,2	0,636	494,2	0,993	249,8	0,497	498,9	0,992	196,7	0,388	494,9	0,992
8	280,7	0,565	494,2	0,993	196,3	0,390	498,9	0,991	141,7	0,279	494,7	0,991

Süre (saat)	Sıyırma Çözeltisi Karıştırma Hızının Co(II)/Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisi (Besleme)											
	1300 (dev/dak)				1400 (dev/dak)				1500 (dev/dak)			
	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	494,4	1,000	495,3	1,000	504,1	1,000	511,6	1,000	495,0	1,000	492,4	1,000
1	487,9	0,987	494,9	0,999	496,4	0,985	510,7	0,998	485,0	0,980	491,7	0,999
2	478,2	0,967	493,7	0,997	475,0	0,942	509,6	0,996	456,4	0,922	491,1	0,997
3	453,0	0,916	493,6	0,997	442,3	0,877	509,4	0,996	421,9	0,852	490,9	0,997
4	422,2	0,854	492,8	0,995	410,6	0,814	508,6	0,994	393,0	0,794	490,1	0,996
5	393,3	0,795	492,1	0,994	378,4	0,751	507,9	0,993	357,8	0,723	489,5	0,994
6	363,2	0,735	491,7	0,993	338,5	0,671	507,4	0,992	322,5	0,651	489,0	0,993
7	322,6	0,652	491,5	0,992	302,3	0,600	507,3	0,992	277,4	0,560	488,9	0,993
8	288,2	0,583	491,5	0,992	268,2	0,532	507,1	0,991	239,2	0,483	488,8	0,993



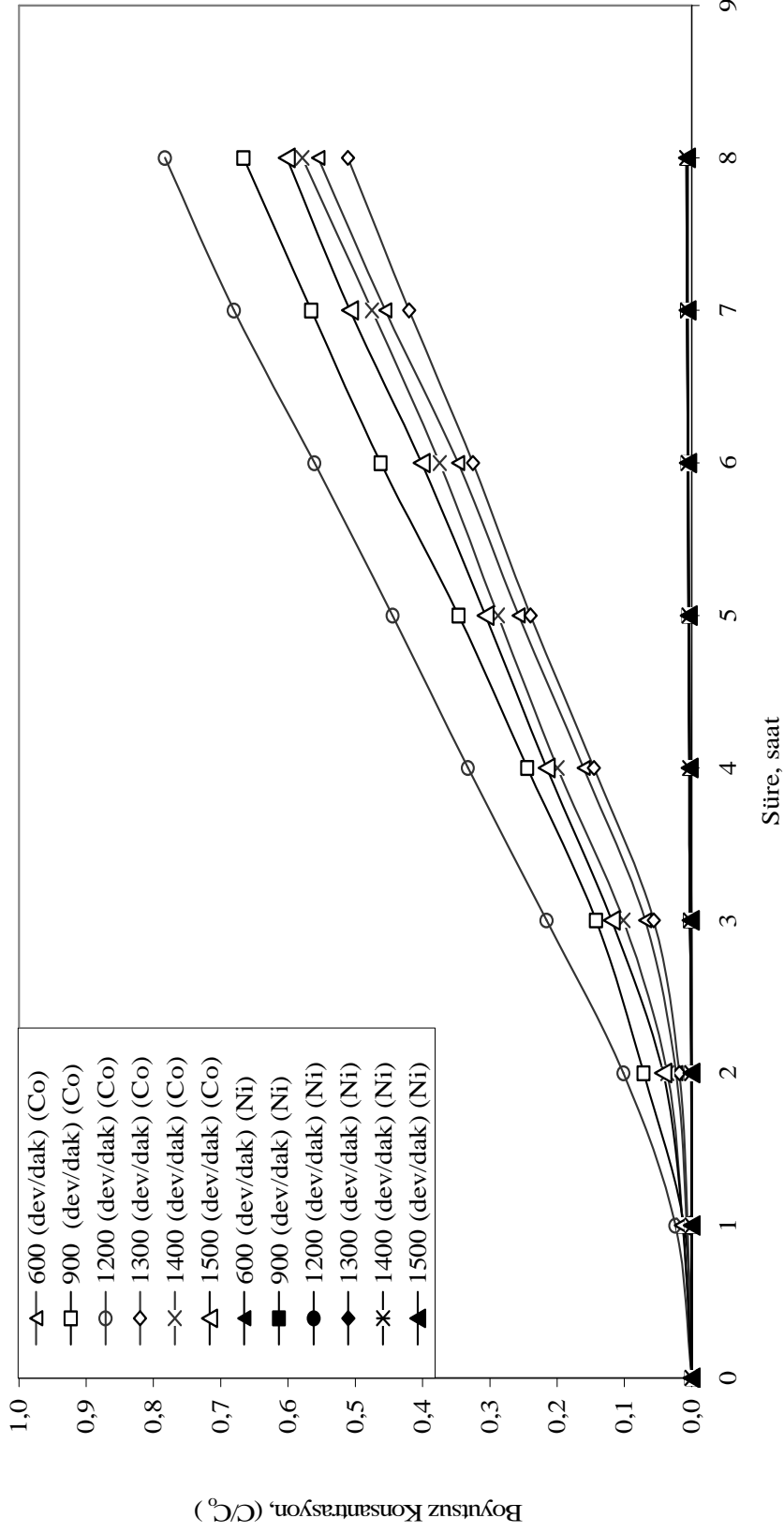
Şekil 5.67 Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme): (Çözücü (Kloroform) : % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 300): % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 / 1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.53 Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma): (Çözücü (Kloroform) : % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500 mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 / 1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Süre (saat)	Sıyırma Çözeltisi Karıştırma Hızının Co(II)/Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisi (Sıyırma Fazı)											
	600 (dev/dak)				900 (dev/dak)				1200 (dev/dak)			
	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	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	3,802	0,008	0,000	0,000	5,674	0,011	0,000	0,000	12,30	0,024	0,001	0,000
2	11,44	0,023	0,208	0,000	35,94	0,071	0,210	0,000	51,50	0,102	0,287	0,001
3	34,38	0,069	1,197	0,002	71,54	0,142	1,208	0,002	109,4	0,216	1,277	0,003
4	79,82	0,161	1,816	0,004	122,8	0,244	1,833	0,004	168,7	0,333	1,897	0,004
5	127,8	0,257	2,335	0,005	174,1	0,346	2,358	0,005	225,5	0,445	2,417	0,005
6	172,6	0,347	2,895	0,006	232,3	0,462	2,922	0,006	284,5	0,561	2,977	0,006
7	226,4	0,455	3,344	0,007	284,3	0,565	3,376	0,007	345,1	0,680	3,427	0,007
8	276,0	0,555	3,407	0,007	335,0	0,666	3,439	0,007	397,2	0,783	3,997	0,008

Süre (saat)	Sıyırma Çözeltisi Karıştırma Hızının Co(II)/Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisi (Sıyırma Fazı)											
	1300 (dev/dak)				1400 (dev/dak)				1500 (dev/dak)			
	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	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	3,079	0,006	0,000	0,000	6,666	0,013	0,000	0,000	6,547	0,013	0,000	0,000
2	9,040	0,018	0,000	0,000	18,37	0,036	0,287	0,001	21,10	0,043	0,140	0,000
3	27,96	0,057	0,203	0,000	51,22	0,102	1,302	0,003	58,89	0,119	0,737	0,001
4	71,91	0,145	1,167	0,002	100,7	0,200	1,937	0,004	106,7	0,216	1,529	0,003
5	118,4	0,239	1,771	0,004	145,1	0,288	2,470	0,005	151,7	0,306	2,090	0,004
6	160,8	0,325	2,277	0,005	188,8	0,375	3,044	0,006	198,7	0,401	2,624	0,005
7	207,7	0,420	2,823	0,006	239,7	0,475	3,506	0,007	251,5	0,508	3,121	0,006
8	252,5	0,511	2,960	0,006	291,7	0,579	4,090	0,008	298,1	0,602	3,475	0,007

Sıyırma Çözeltisi Karıştırma Hızının Co(II) / Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisi (Sıyırma)

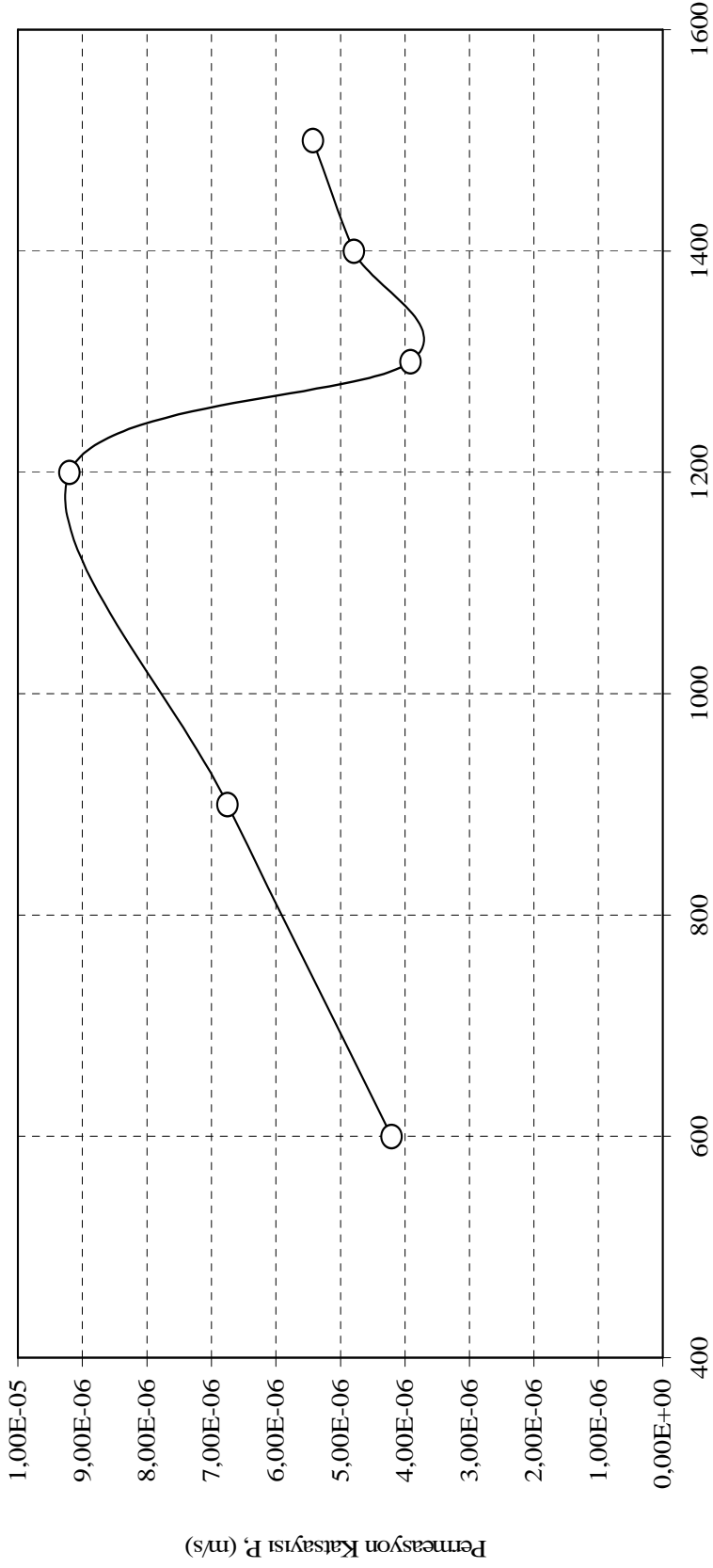


Şekil 5.68 Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma): (Çözücü (Kloroform) : % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500 mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 / 1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.54 Sıyrma çözeltisi karıştırma hızının besleme çözeltisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi: (Çözücü (Kloroform) : % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi Konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Sıyrma çözeltisi karıştırma hızı : Sıyrma çözeltisi konsantrasyonu : 1M $NH_3/1M$ TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Süre (saat)	600 (dev/dak)		900 (dev/dak)		1200 (dev/dak)		1300 (dev/dak)		1400 (dev/dak)		1500 (dev/dak)	
	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni
	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)
0	497,1	497,6	502,9	503,2	507,3	499,1	494,4	495,3	504,1	511,6	495,0	492,4
1	495,8	497,6	476,0	502,3	476,3	498,3	487,9	494,9	496,4	510,7	485,0	491,7
2	474,6	496,4	449,4	501,2	434,1	497,1	478,2	493,7	475,0	509,6	456,4	491,1
3	443,5	496,3	413,1	501,0	391,6	497,0	453,0	493,6	442,3	509,4	421,9	490,9
4	417,3	495,5	378,2	500,2	344,0	496,2	422,2	492,8	410,6	508,6	393,0	490,1
5	388,6	494,8	342,3	499,5	299,9	495,5	393,3	492,1	378,4	507,9	357,8	489,5
6	353,2	494,4	299,8	499,1	245,5	495,1	363,2	491,7	338,5	507,4	322,5	489,0
7	316,2	494,2	249,8	498,9	196,7	494,9	322,6	491,5	302,3	507,3	277,4	488,9
8	280,7	494,2	196,3	498,9	141,7	494,7	288,2	491,5	268,2	507,1	239,2	488,8
P (m/s)	4,204x10 ⁻⁶		6,751x10 ⁻⁶		9,200x10 ⁻⁶		3,910x10 ⁻⁶		4,782x10 ⁻⁶		5,428x10 ⁻⁶	
J ₀ (kg/m ² s)	9,941x10 ⁻⁷		1,616x10 ⁻⁶		2,539x10 ⁻⁶		6,892x10 ⁻⁷		1,305x10 ⁻⁶		1,444x10 ⁻⁶	

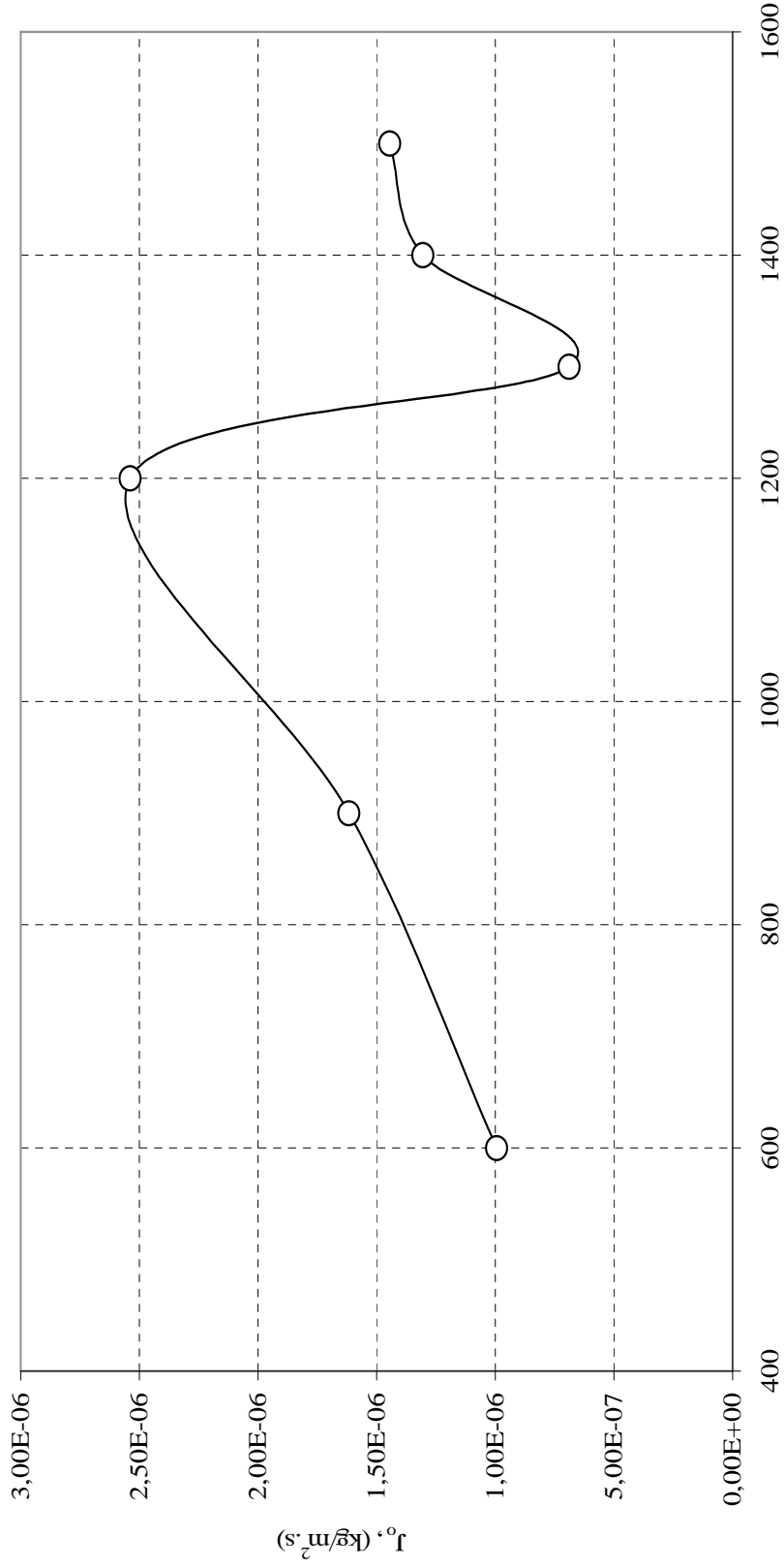
Sıyırma Çözeltisi Karıştırma Hızının Co (II) Ekstraksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesine Ait Permeasyon Katsayısı (Besleme)



Sıyırma Çözeltisi Karıştırma Hızı, (dev/dak)

Şekil 5.69 Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının kobaltın permeasyon katsayısına (P) etkisi: Çözücü (Kloroform) : % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500 mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 / 1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Sıyırma Çözeltisi Karıştırma Hızının Co(II) Ekstraksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesine Ait Başlangıç Kütle Akısı (Besleme)



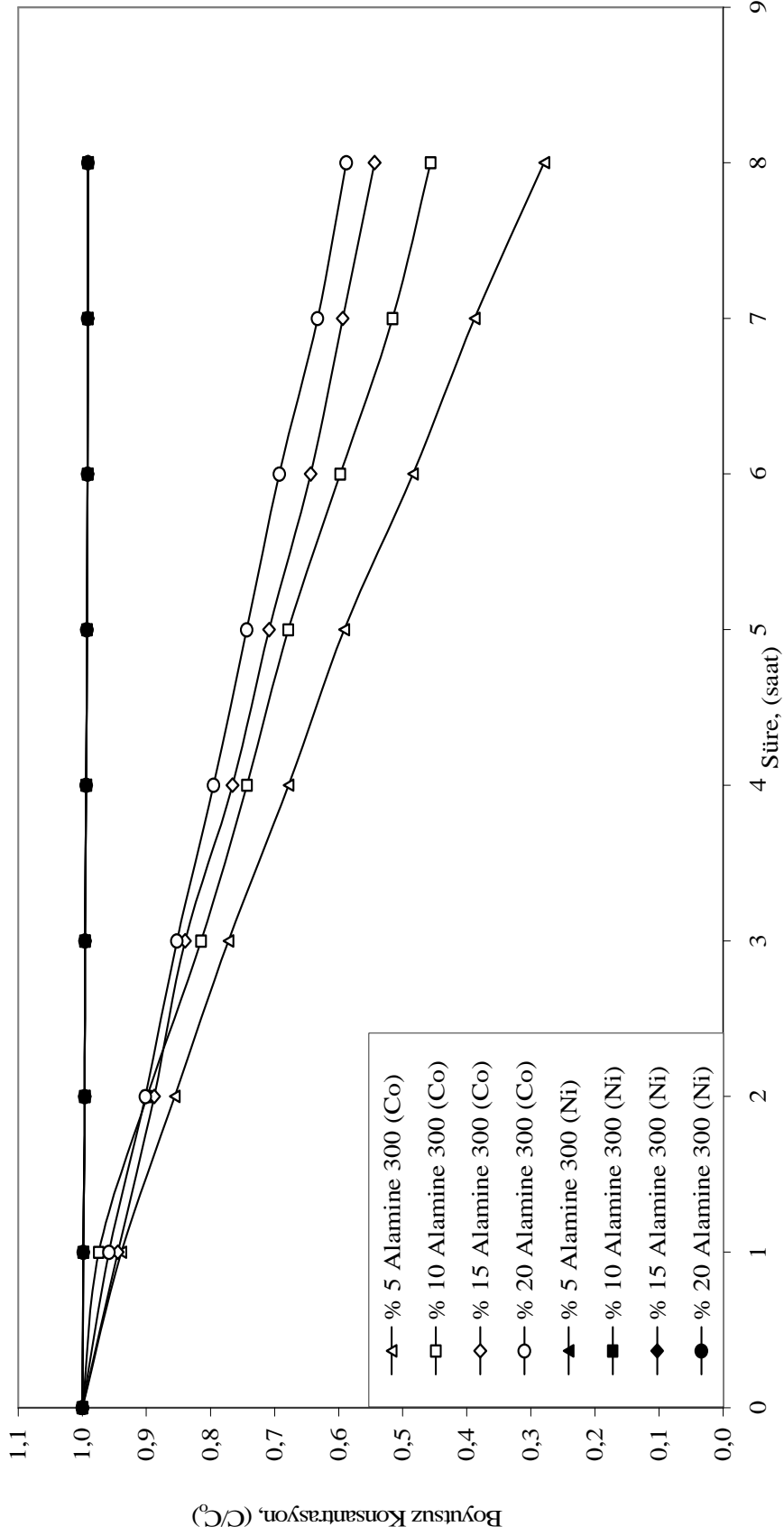
Sıyırma Çözeltisi Karıştırma Hızı, (dev/dak)

Şekil 5.70 Sıyırma çözeltisi karıştırma hızının kobaltın başlangıç kütle akısına (J_0) etkisi: (Çözücü (Kloroform) : % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M $NH_3/1M$ TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.55 Ekstraktant (Alamine 300) konsantrasyonun kobaltın i ekstraksiyonuna etkisi (besleme): (Çözücü (Kloroform) % w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500 mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyrma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyrma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 / 1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Süre (Saat)	Ekstraktant (Alamine 300)'in Co(II) / Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisi (Besleme)																							
	% 5 Alamine 300						% 10 Alamine 300						% 15 Alamine 300						% 20 Alamine 300					
	Co		Ni		C/C ₀		Co		Ni		C/C ₀		Co		Ni		C/C ₀		Co		Ni		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	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	507,3	1,000	499,1	1,000	493,9	1,000	1,000	505,9	1,000	500,7	1,000	500,4	1,000	499,1	1,000	499,1	1,000	499,1	1,000	502,0	1,000	502,0	1,000	
1	476,3	0,939	498,3	0,998	481,2	0,974	0,998	505,1	0,998	472,9	0,945	499,5	0,998	478,2	0,958	478,2	0,958	478,2	0,958	501,2	0,998	501,2	0,998	
2	434,1	0,856	497,1	0,996	444,1	0,899	0,996	503,9	0,996	444,6	0,888	498,4	0,996	450,0	0,902	450,0	0,902	450,0	0,902	500,0	0,996	500,0	0,996	
3	391,6	0,772	497,0	0,996	402,2	0,814	0,996	503,8	0,996	420,4	0,840	498,2	0,996	425,3	0,852	425,3	0,852	425,3	0,852	499,9	0,996	499,9	0,996	
4	344,0	0,678	496,2	0,994	366,9	0,743	0,994	503,0	0,994	383,4	0,766	497,4	0,994	396,9	0,795	396,9	0,795	396,9	0,795	499,1	0,994	499,1	0,994	
5	299,9	0,591	495,5	0,993	335,1	0,678	0,993	502,3	0,993	354,8	0,709	496,8	0,993	370,9	0,743	370,9	0,743	370,9	0,743	498,4	0,993	498,4	0,993	
6	245,5	0,484	495,1	0,992	295,1	0,597	0,992	501,8	0,992	322,3	0,644	496,3	0,992	345,7	0,693	345,7	0,693	345,7	0,693	497,9	0,992	497,9	0,992	
7	196,7	0,388	494,9	0,992	254,7	0,516	0,992	501,7	0,992	297,2	0,594	496,2	0,992	315,8	0,633	315,8	0,633	315,8	0,633	497,8	0,992	497,8	0,992	
8	141,7	0,279	494,7	0,991	225,3	0,456	0,991	501,7	0,992	272,4	0,544	495,9	0,991	293,5	0,588	293,5	0,588	293,5	0,588	497,8	0,992	497,8	0,992	

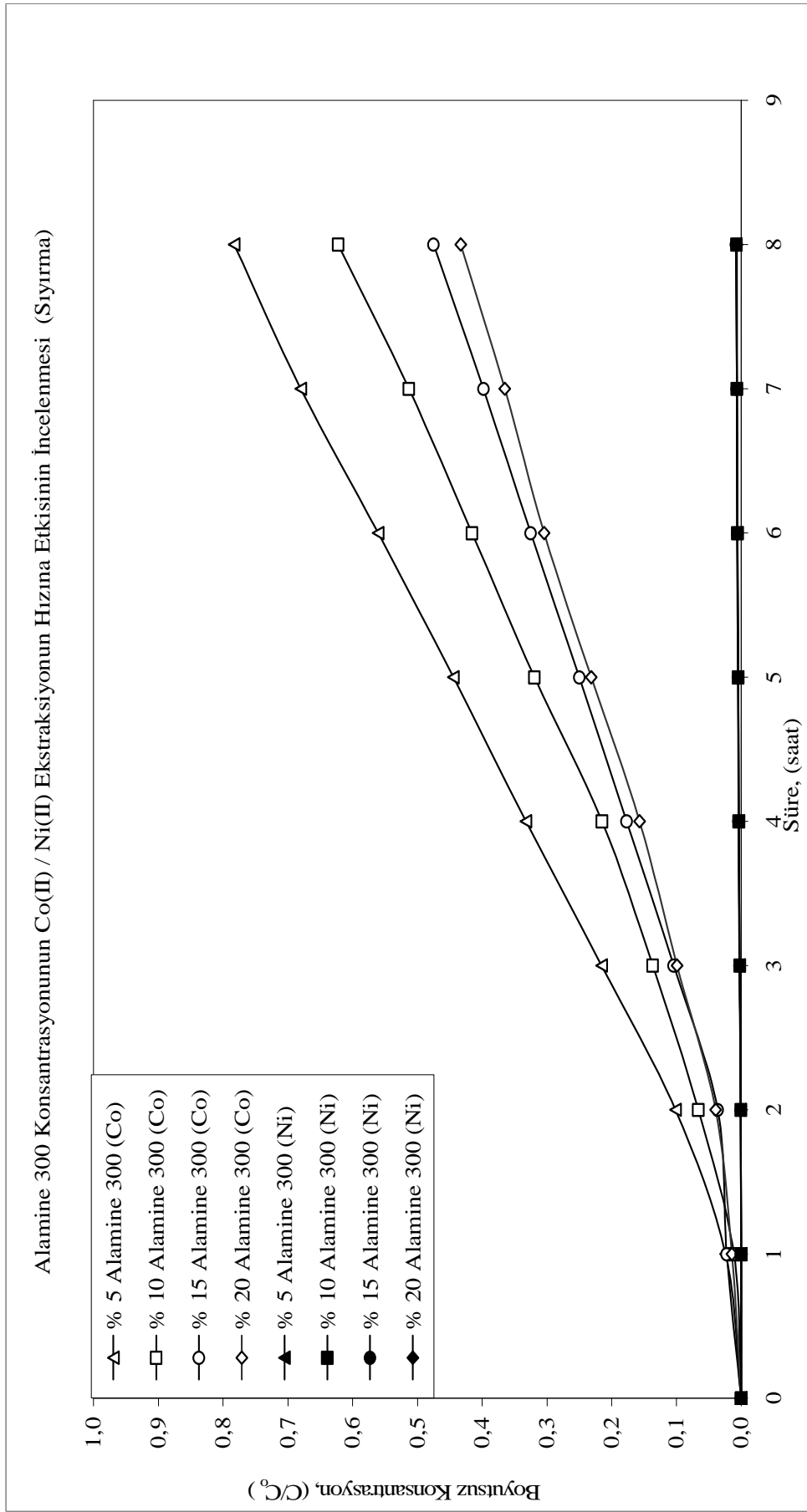
Alamine 300 Konsantrasyonunun Co(II) / Ni(II) Ekstraksiyonun Hızına Etkisinin İncelenmesi (Besleme)



Şekil 5.71 Ekstraktant (Alamine 300) konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme): (Çözücü (Kloroform) % w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500 mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu: 1M NH_3 / 1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.56 Ekstraktant (Alamine 300) konsantrasyonun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma): (Çözücü (Kloroform) % w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500 mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 / 1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Süre (Saat)	Ekstraktant (Alamine 300)'in Co(II) / Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisi (Sıyırma)																							
	% 5 Alamine 300						% 10 Alamine 300						% 15 Alamine 300						% 20 Alamine 300					
	Co		Ni		C/C ₀		Co		Ni		C/C ₀		Co		Ni		C/C ₀		Co		Ni		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	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	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
1	12,30	0,024	0,001	0,000	5,580	0,011	0,000	0,000	0,000	10,15	0,022	0,000	0,000	0,000	0,000	7,166	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
2	51,50	0,102	0,287	0,001	32,69	0,066	0,001	0,001	0,001	16,51	0,036	0,280	0,001	0,001	0,001	19,62	0,039	0,293	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	
3	109,4	0,216	1,277	0,003	67,35	0,136	0,003	0,003	0,003	47,51	0,104	1,271	0,003	0,003	0,003	49,47	0,099	1,329	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	
4	168,7	0,333	1,897	0,004	106,2	0,215	0,004	0,004	0,004	80,53	0,177	1,891	0,004	0,004	0,004	78,37	0,157	1,977	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	
5	225,5	0,445	2,417	0,005	157,6	0,319	0,005	0,005	0,005	113,8	0,250	2,411	0,005	0,005	0,005	115,6	0,232	2,521	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	
6	284,5	0,561	2,977	0,006	205,2	0,415	0,006	0,006	0,006	147,9	0,325	2,972	0,006	0,006	0,006	151,8	0,304	3,107	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	
7	345,1	0,680	3,427	0,007	253,4	0,513	0,007	0,007	0,007	181,1	0,398	3,422	0,007	0,007	0,007	182,1	0,365	3,190	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	
8	397,2	0,783	3,997	0,008	307,3	0,622	0,007	0,007	0,007	216,2	0,475	4,010	0,008	0,008	0,008	216,0	0,433	3,240	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	

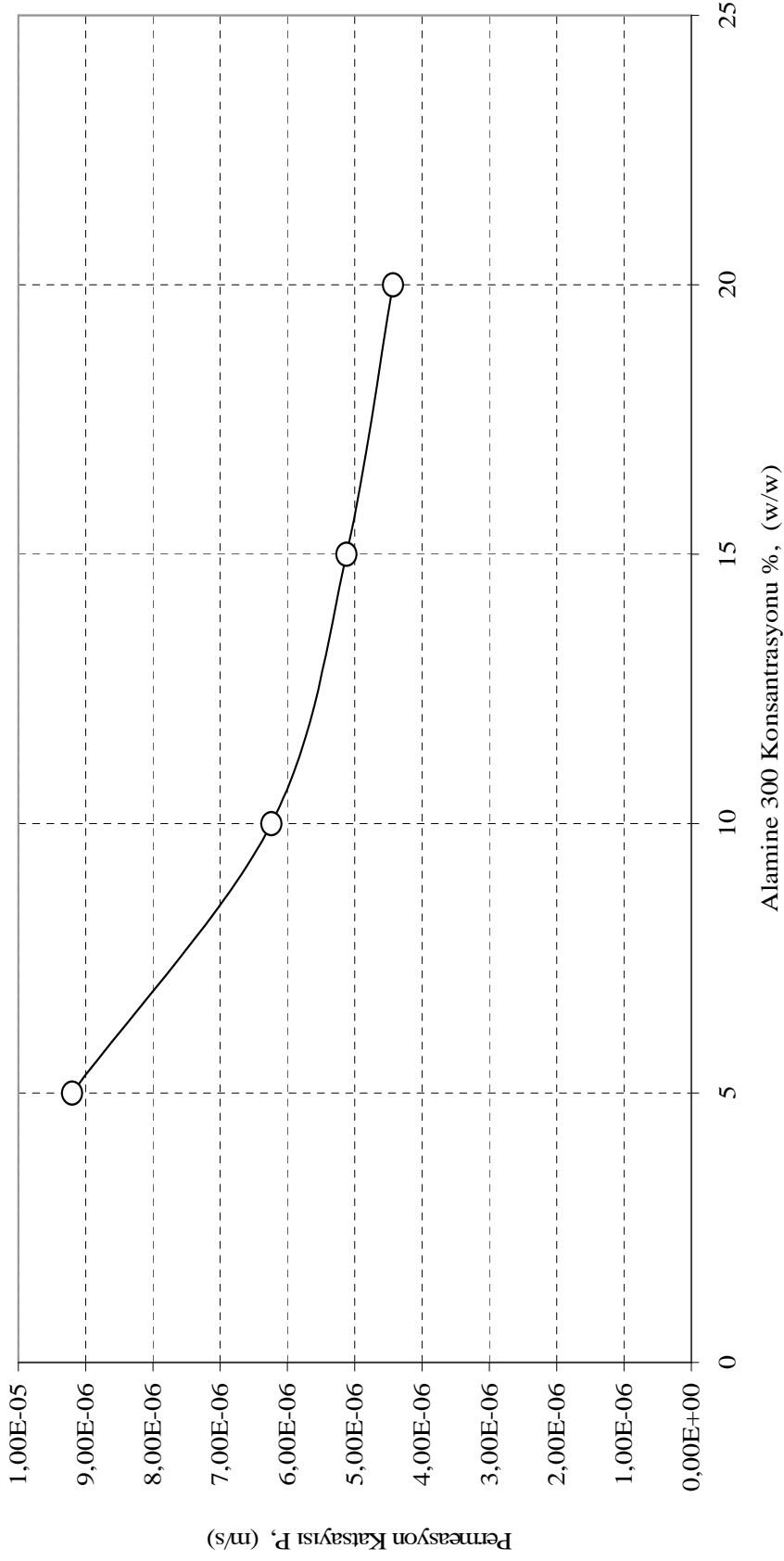


Şekil 5.72 Ekstraktant (Alamine 300) konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma): (Çözücü (Kloroform) % w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500 mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu: 1M NH_3 / 1M TEA; Kompleks oluşturuucu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.57 Ekstraktant (Alamine 300) konsantrasyonunun besleme çözeltisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi: (Çözücü (Kloroform) % w/w; Besleme çözeltisi pH: 4,5; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500 mg/L Co²⁺, 500 mg/L Ni²⁺ Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃/1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH₄SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

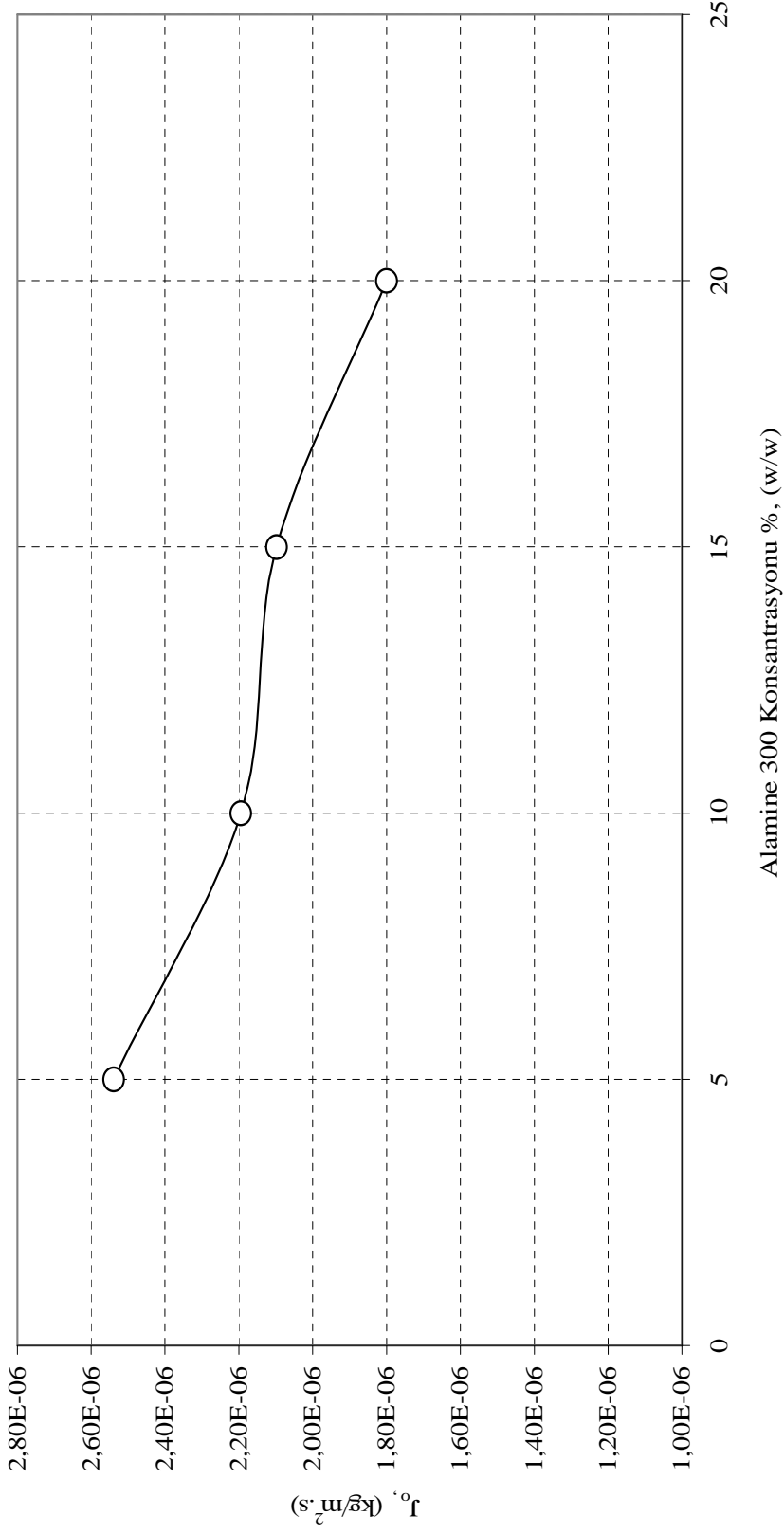
Süre (saat)	% 5 Alamine 300		% 10 Alamine 300		% 15 Alamine 300		% 20 Alamine 300	
	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni
	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)
0	507,3	499,1	493,9	505,9	500,7	500,4	499,1	502,0
1	476,3	498,3	481,2	505,1	472,9	499,5	478,2	501,2
2	434,1	497,1	444,1	503,9	444,6	498,4	450,0	500,0
3	391,6	497,0	402,2	503,8	420,4	498,2	425,3	499,9
4	344,0	496,2	366,9	503,0	383,4	497,4	396,9	499,1
5	299,9	495,5	335,1	502,3	354,8	496,8	370,9	498,4
6	245,5	495,1	295,1	501,8	322,3	496,3	345,7	497,9
7	196,7	494,9	254,7	501,7	297,2	496,2	315,8	497,8
8	141,7	494,7	225,3	501,7	272,4	495,9	293,5	497,8
P (m/s)	9,200x10 ⁻⁶		6,239x10 ⁻⁶		5,123x10 ⁻⁶		4,434x10 ⁻⁶	
J ₀ (kg/m ² s)	2,539x10 ⁻⁶		2,195x10 ⁻⁶		2,098x10 ⁻⁶		1,800x10 ⁻⁶	

Alamine 300 Konsantrasyonunun Co (II) Ekstraksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesine Ait Permeasyon Katsayısı (Besleme)



Şekil 5.73 Ekstraktant (Alamine 300) konsantrasyonunun kobaltın permeasyon katsayısına (P) etkisi: (Çözücü (Kloroform) % 90 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500 mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 /1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Alamine 300 Konsantrasyonunun Co(II) Ekstraksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesine Ait Başlangıç Kütle Akısı (Besleme)



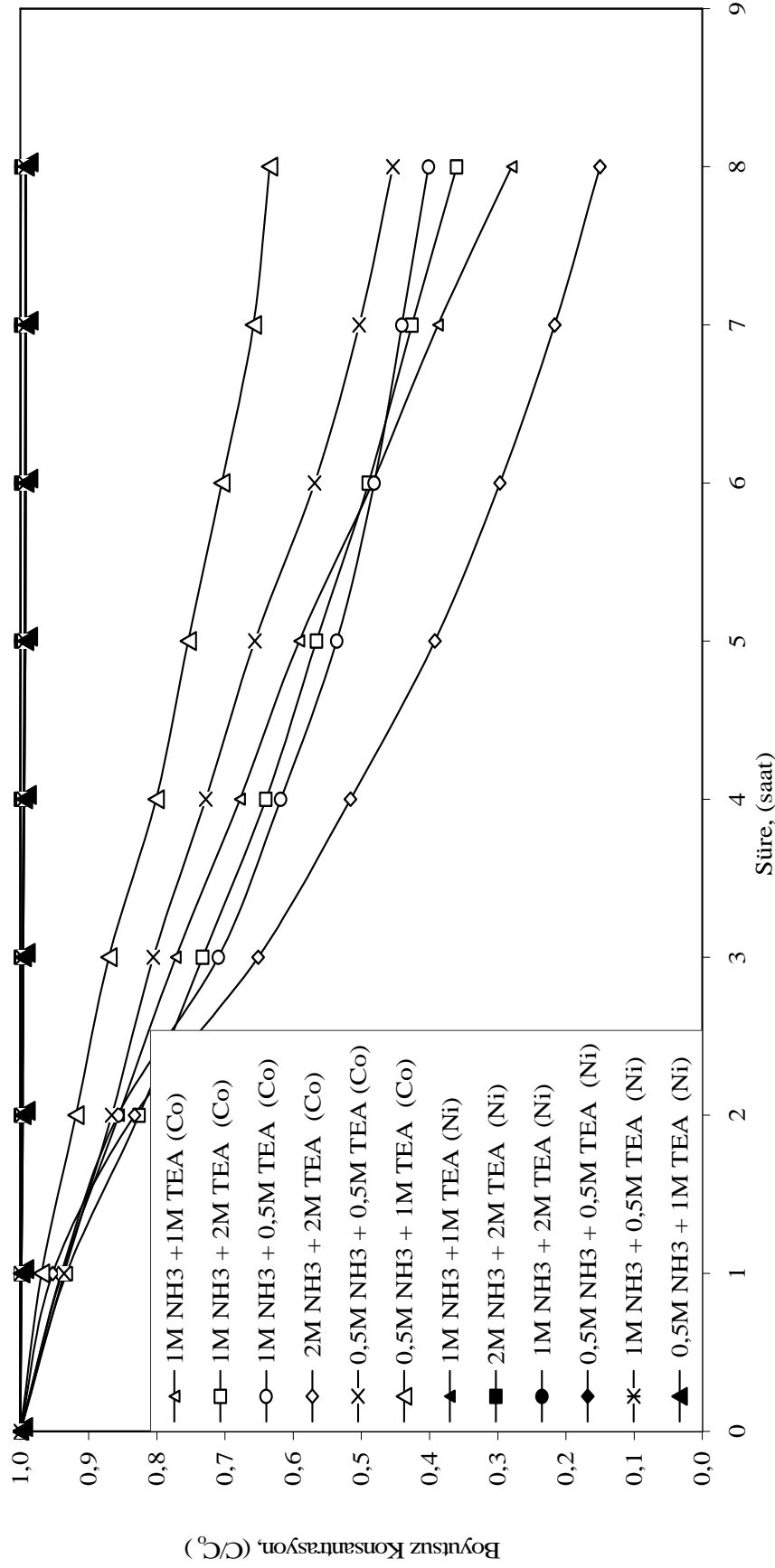
Şekil 5.74 Alamine 300 konsantrasyonunun kobaltın başlangıç kütle akısı (J_0) etkisi: (Çözücü (Kloroform) % 90 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4,0; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500 mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu :1M $NH_3/1MTEA$; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.58 Sıyırma çözeltisi Konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (besleme): (Çözücü (Kloroform) : % 95 w/w; Ekstraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500 mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Besleme çözeltisindeki NH_4SCN konsantrasyonu : 0,5M; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Celgard 2500 (polipropilen))

Süre (saat)	Sıyırma Çözeltisi Konsantrasyonunun Co(II)/Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisi (Besleme)											
	1M NH_3 + 1M TEA				2M NH_3 + 2M TEA				1M NH_3 + 2M TEA			
	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	507,3	1,000	502,9	1,000	504,0	1,000	506,7	1,000	503,1	1,000	504,3	1,000
1	476,3	0,939	502,1	0,998	480,2	0,953	506,7	1,000	462,2	0,932	504,3	1,000
2	434,1	0,856	501,6	0,997	419,6	0,833	506,7	1,000	407,4	0,826	504,3	1,000
3	391,6	0,772	501,4	0,997	328,3	0,651	506,7	1,000	368,6	0,733	504,2	1,000
4	344,0	0,678	500,6	0,995	260,0	0,516	506,7	1,000	322,0	0,640	504,2	1,000
5	299,9	0,591	500,0	0,994	197,6	0,392	506,6	1,000	284,7	0,566	504,1	1,000
6	245,5	0,484	499,5	0,993	149,5	0,297	506,5	1,000	246,3	0,490	504,1	1,000
7	196,7	0,388	499,4	0,993	109,0	0,216	506,5	1,000	214,3	0,426	504,0	1,000
8	141,7	0,279	499,2	0,993	75,5	0,150	506,4	0,999	181,2	0,360	504,0	0,999

Süre (saat)	Sıyırma Çözeltisi Konsantrasyonunun Co(II)/Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisi (Besleme)											
	0,5M NH_3 + 0,5M TEA				1M NH_3 + 0,5M TEA				0,5M NH_3 + 1M TEA			
	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	497,0	1,000	506,1	1,000	500,3	1,000	504,9	1,000	505,9	1,000	494,1	1,000
1	465,1	0,936	505,3	0,998	470,4	0,940	504,8	1,000	490,3	0,969	493,3	0,998
2	430,4	0,866	504,1	0,996	428,8	0,857	503,7	0,998	464,8	0,919	492,1	0,996
3	400,2	0,805	504,0	0,996	355,0	0,710	503,5	0,997	440,2	0,870	492,0	0,996
4	361,9	0,728	503,2	0,994	309,4	0,618	502,7	0,996	405,1	0,801	491,2	0,994
5	326,1	0,656	502,5	0,993	268,2	0,536	502,0	0,994	381,5	0,754	490,5	0,993
6	282,5	0,569	502,0	0,992	240,8	0,481	501,6	0,993	356,4	0,704	490,1	0,992
7	250,1	0,503	502,0	0,992	220,4	0,440	501,4	0,993	333,0	0,658	490,0	0,992
8	225,5	0,454	501,9	0,992	200,8	0,401	501,4	0,993	321,1	0,635	490,0	0,992

Sıyırma Çözeltisi Konsantrasyonunun Co(II) / Ni (II) Ekstraksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesi (Besleme)

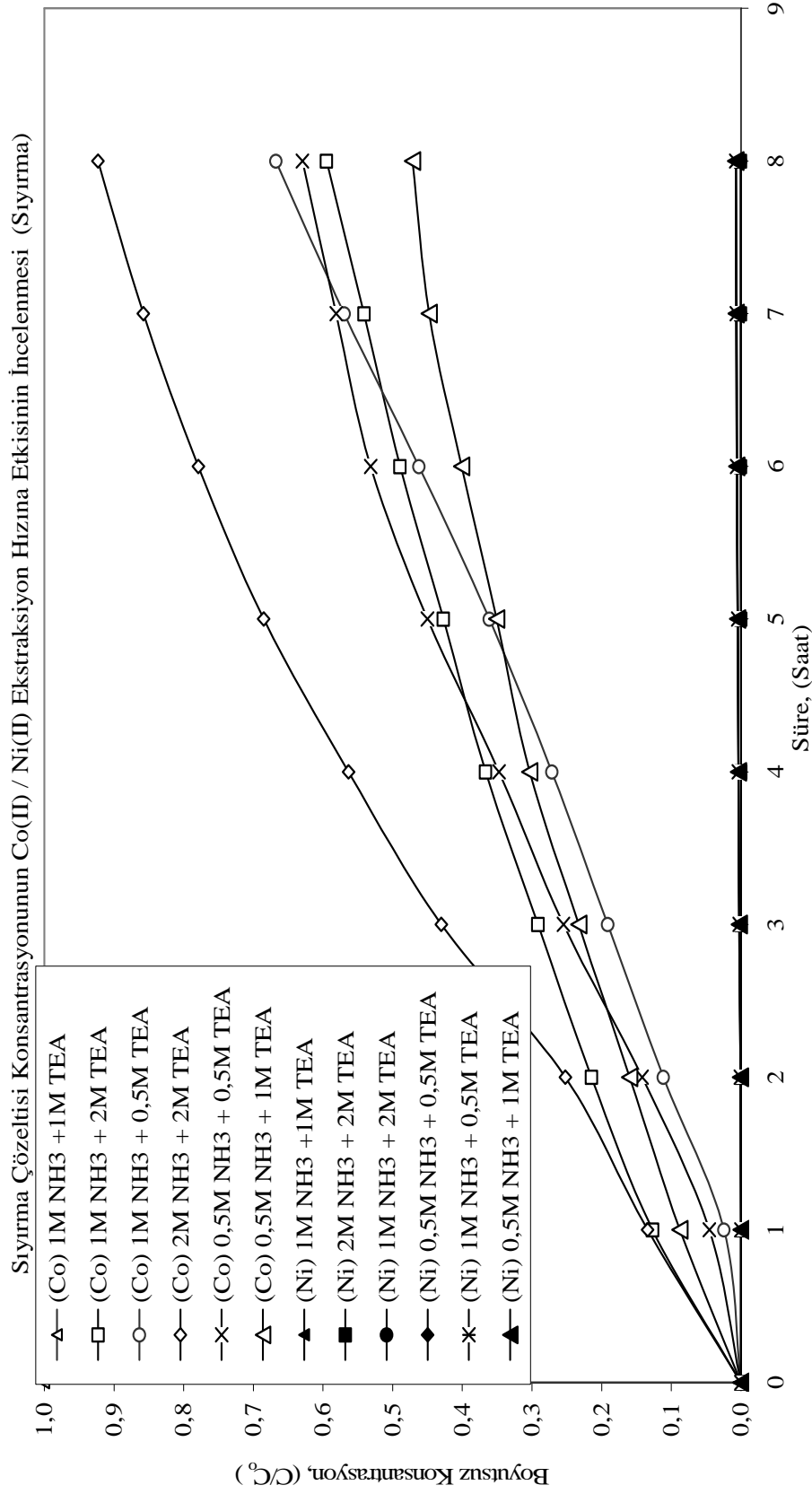


Şekil 5.75 Sıyırma çözeltisi konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme): (Çözücü (Kloroform) : % 95 w/w; Ekstraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500 mg/L Co²⁺; 500 mg/L Ni²⁺; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Besleme çözeltisindeki kompleks oluşturu NH₄SCN konsantrasyonu : 0,5 M; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.59 Sıyırma çözeltisi konsantrasyonunun kobaltın Co/Ni ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma) (Çözücü (Kloroform) : % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500 mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Besleme çözeltisindeki NH_4SCN konsantrasyonu : 0,5M; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Celgard 2500 (polipropilen))

Süre (saat)	Sıyırma Çözeltisi Konsantrasyonunun Co(II)/Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisi (Sıyırma)											
	1M NH_3 + 1M TEA				2M NH_3 + 2M TEA				1M NH_3 + 2M TEA			
	Co	Ni	C	C/Co	Co	Ni	C	C/Co	Co	Ni	C	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
1	12,30	0,024	0,000	0,000	67,48	0,134	0,000	0,000	63,78	0,127	0,000	0,000
2	51,50	0,102	0,265	0,001	127,1	0,252	0,000	0,000	108,0	0,215	0,000	0,000
3	109,4	0,216	1,201	0,002	216,8	0,430	0,000	0,000	146,5	0,291	0,000	0,000
4	168,7	0,333	1,788	0,004	284,0	0,563	0,000	0,000	184,4	0,367	0,000	0,000
5	225,5	0,445	2,280	0,005	345,3	0,685	0,000	0,000	214,9	0,427	0,000	0,000
6	284,5	0,561	2,810	0,006	392,6	0,779	0,110	0,000	246,2	0,489	0,106	0,000
7	345,1	0,680	3,235	0,006	432,4	0,858	0,181	0,000	272,3	0,541	0,173	0,000
8	397,2	0,783	3,639	0,007	465,3	0,923	0,189	0,000	299,4	0,595	0,241	0,000

Süre (saat)	Sıyırma Çözeltisi Konsantrasyonunun Co(II)/Ni(II) Ekstraksiyonuna Etkisi (Sıyırma)											
	0,5M NH_3 + 0,5M TEA				1M NH_3 + 0,5M TEA				0,5M NH_3 + 1M TEA			
	Co	Ni	C	C/Co	Co	Ni	C	C/Co	Co	Ni	C	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
1	22,45	0,045	0,000	0,000	12,19	0,024	0,000	0,000	43,80	0,088	0,000	0,000
2	70,41	0,142	0,216	0,000	55,73	0,111	0,286	0,001	79,81	0,160	0,272	0,001
3	126,6	0,255	1,161	0,002	95,62	0,191	1,295	0,003	116,3	0,233	1,253	0,003
4	172,5	0,347	1,742	0,003	135,7	0,271	1,928	0,004	151,3	0,303	1,868	0,004
5	223,7	0,450	2,224	0,004	180,6	0,361	2,458	0,005	175,0	0,351	2,383	0,005
6	264,2	0,532	2,745	0,005	231,2	0,462	3,030	0,006	200,1	0,401	2,938	0,006
7	288,8	0,581	3,159	0,006	284,9	0,570	3,489	0,007	223,5	0,448	3,384	0,007
8	312,8	0,629	3,690	0,007	334,1	0,668	3,772	0,007	235,4	0,472	3,717	0,008

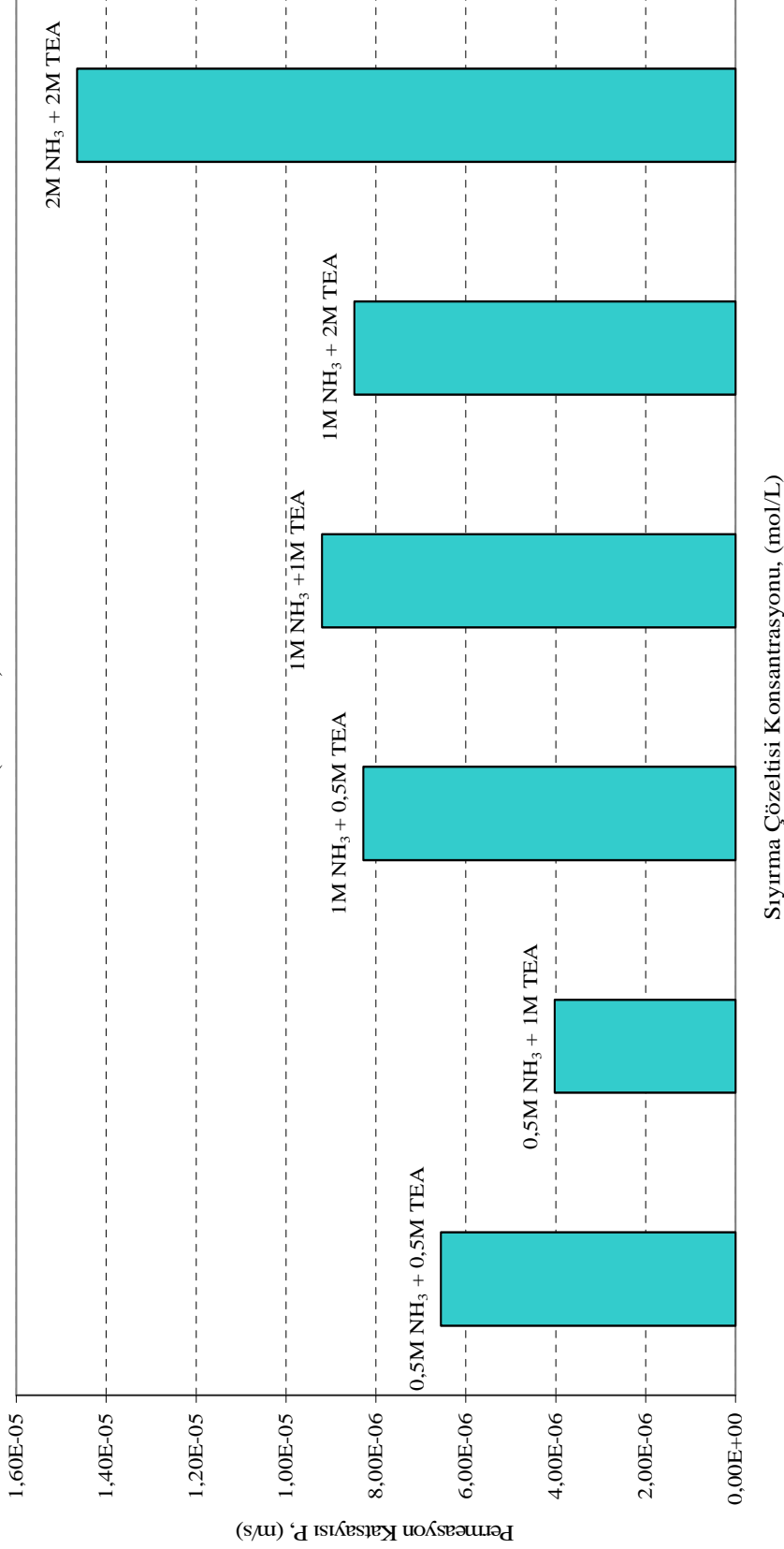


Şekil 5.76 Sıyırma çözeltisi konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma): (Çözücü (Kloroform) : % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 300): % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500 mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Besleme çözeltisindeki NH_4SCN konsantrasyonu : 0,5M; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.60 Sıyırma çözeltisi konsantrasyonunun besleme çözeltisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi: (Çözücü: % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4.0; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃ / 1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH₄SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

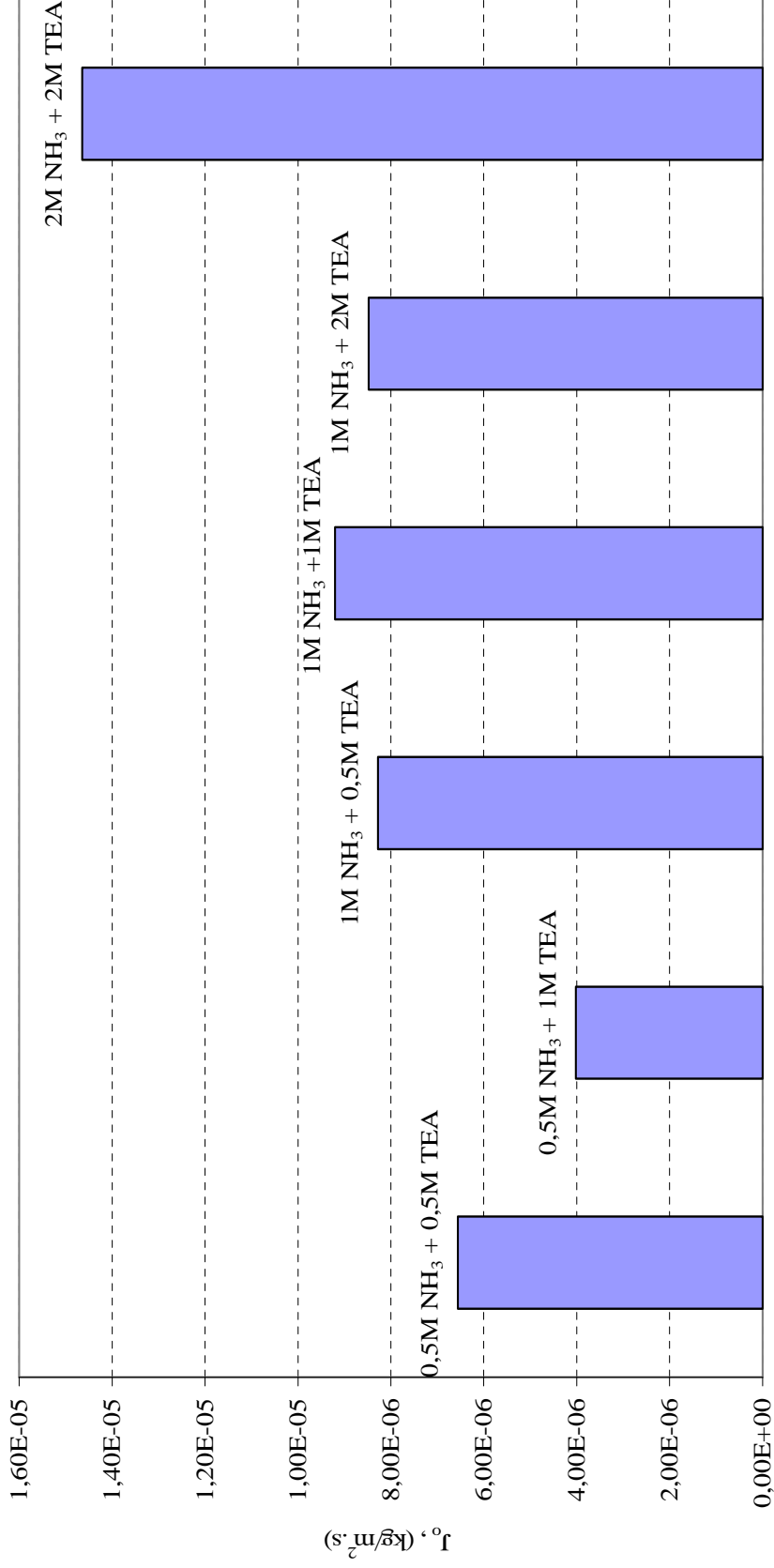
Süre (saat)	1M NH ₃ + 1M TEA		2M NH ₃ + 2M TEA		1M NH ₃ + 2M TEA		0,5M NH ₃ + 0,5M TEA		1M NH ₃ + 0,5M TEA		0,5M NH ₃ + 1M TEA	
	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni
	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)
0	507,3	502,9	504,0	506,7	503,1	504,3	497,0	506,1	500,3	504,9	505,9	494,1
1	476,3	502,1	480,2	506,7	462,2	504,3	465,1	505,3	470,4	504,8	490,3	493,3
2	434,1	501,6	419,6	506,7	407,4	504,3	430,4	504,1	428,8	503,7	464,8	492,1
3	391,6	501,4	328,3	506,7	368,6	504,2	400,2	504,0	355,0	503,5	440,2	492,0
4	344,0	500,6	260,0	506,7	322,0	504,2	361,9	503,2	309,4	502,7	405,1	491,2
5	299,9	500,0	197,6	506,6	284,7	504,1	326,1	502,5	268,2	502,0	381,5	490,5
6	245,5	499,5	149,5	506,5	246,3	504,1	282,5	502,0	240,8	501,6	356,4	490,1
7	196,7	499,4	109,0	506,5	214,3	504,0	250,1	502,0	220,4	501,4	333,0	490,0
8	141,7	499,2	75,5	506,4	181,2	504,0	225,5	501,9	200,8	501,4	321,1	490,0
P (m/s)	9,200x10 ⁻⁶		1,464x10 ⁻⁵		8,479x10 ⁻⁶		6,554x10 ⁻⁶		8,278x10 ⁻⁶		4,018x10 ⁻⁶	
J ₀ (kg/m ² s)	3,246x10 ⁻⁶		5,141x10 ⁻⁶		3,560x10 ⁻⁶		2,446x10 ⁻⁶		3,066x10 ⁻⁷		1,924x10 ⁻⁶	

Sıyırma Çözeltisinin Konsantrasyonunun Co (II) Ekstraksiyon Hızına Etkisinin İncelenmesine Ait Permeasyon Katsayısı (Besleme)



Şekil 5.77 Sıyırma çözeltisi konsantrasyonunun kobaltın permeasyon katsayısına (P) etkisi: (Çözücü (Kloroform): % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500 mg/L Co²⁺, 500 mg/L Ni²⁺ ; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; ; Besleme çözeltisindeki NH₄SCN konsantrasyonu : 0,5M; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Sıyırma Çözeltisi Konsantrasyonunun Co(II) Ekstraksiyonuna Etkisinin İncelenmesine Ait Başlangıç Kütle Akısı



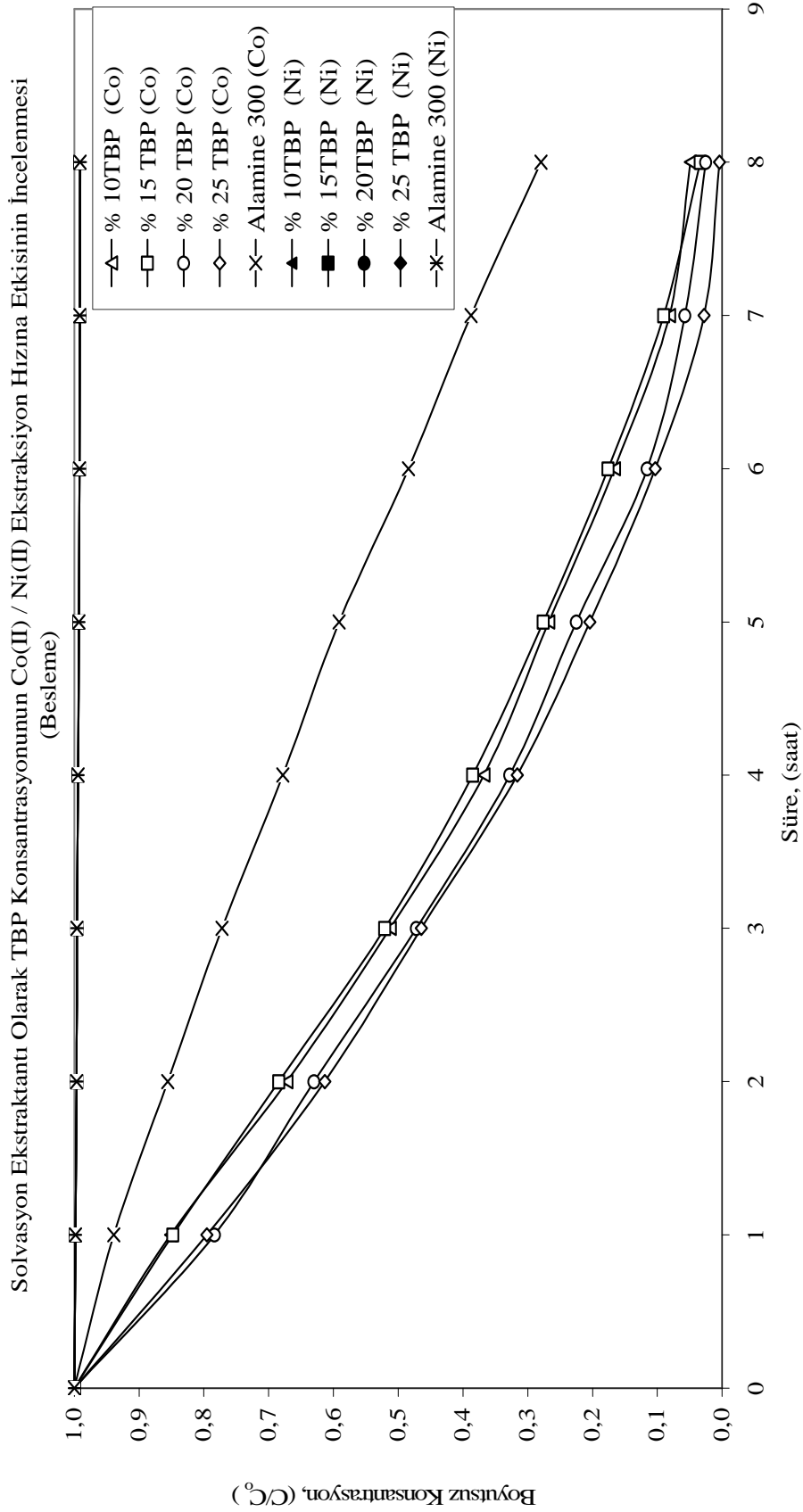
Sıyırma Çözeltisi Konsantrasyonu, (mol/L)

Şekil 5.78 Sıyırma çözeltisi konsantrasyonunun kobaltın başlangıç kütle akısı (J_0) etkisi: (Çözücü (Kloroform) : % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500 mg/L Co²⁺; 500 mg/L Ni²⁺; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuç NH₄SCN konsantrasyonu 0,3 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.61 Solvasyon ekstraktant TBP (Tribütül fosfat) konsantrasyonunun sinejisinin kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme): Besleme Çözeltisi: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} (Çözücü (Kloroform) : w/w; Ekstraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 /1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Süre (saat)	Solvasyon Ekstraktant TBP' in Co(II)/Ni(II) Ekstraksiyonuna etkisi (Besleme)											
	Alamine 300				% 10 TBP				% 15 TBP			
	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	507,3	1,000	499,1	1,000	504,5	1,000	509,7	1,000	494,8	1,000	510,3	1,000
1	476,3	0,939	498,3	0,998	429,5	0,851	508,9	0,998	419,5	0,848	509,4	0,998
2	434,1	0,856	497,1	0,996	339,0	0,672	507,7	0,996	338,5	0,684	508,3	0,996
3	391,6	0,772	497,0	0,996	258,4	0,512	507,5	0,996	257,6	0,521	508,1	0,996
4	344,0	0,678	496,2	0,994	185,5	0,368	506,7	0,994	190,5	0,385	507,3	0,994
5	299,9	0,591	495,5	0,993	135,0	0,268	506,0	0,993	136,6	0,276	506,6	0,993
6	245,5	0,484	495,1	0,992	83,9	0,166	505,6	0,992	86,98	0,176	506,1	0,992
7	196,7	0,388	494,9	0,992	41,1	0,082	505,4	0,992	44,60	0,090	506,0	0,992
8	141,7	0,279	494,7	0,991	24,7	0,049	505,2	0,991	16,69	0,034	505,9	0,992

Süre (saat)	Solvasyon Ekstraktant TBP' in Co(II)/Ni(II) Ekstraksiyonuna etkisi (Besleme)											
	% 20 TBP				% 25 TBP							
	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	511,2	1,000	515,8	1,000	509,0	1,000	504,4	1,000	504,4	1,000	504,4	1,000
1	400,6	0,784	514,9	0,998	391,2	0,769	503,6	0,998	391,2	0,769	503,6	0,998
2	322,0	0,630	513,8	0,996	298,8	0,587	502,5	0,996	298,8	0,587	502,5	0,996
3	241,3	0,472	513,6	0,996	216,2	0,425	502,3	0,996	216,2	0,425	502,3	0,996
4	167,6	0,328	512,8	0,994	150,9	0,297	501,5	0,994	150,9	0,297	501,5	0,994
5	115,0	0,225	512,1	0,993	93,13	0,183	500,8	0,993	93,13	0,183	500,8	0,993
6	59,02	0,115	511,6	0,992	43,84	0,086	500,3	0,992	43,84	0,086	500,3	0,992
7	29,36	0,057	511,4	0,992	9,137	0,018	500,2	0,992	9,137	0,018	500,2	0,992
8	12,93	0,025	511,3	0,991	4,902	0,010	499,5	0,990	4,902	0,010	499,5	0,990



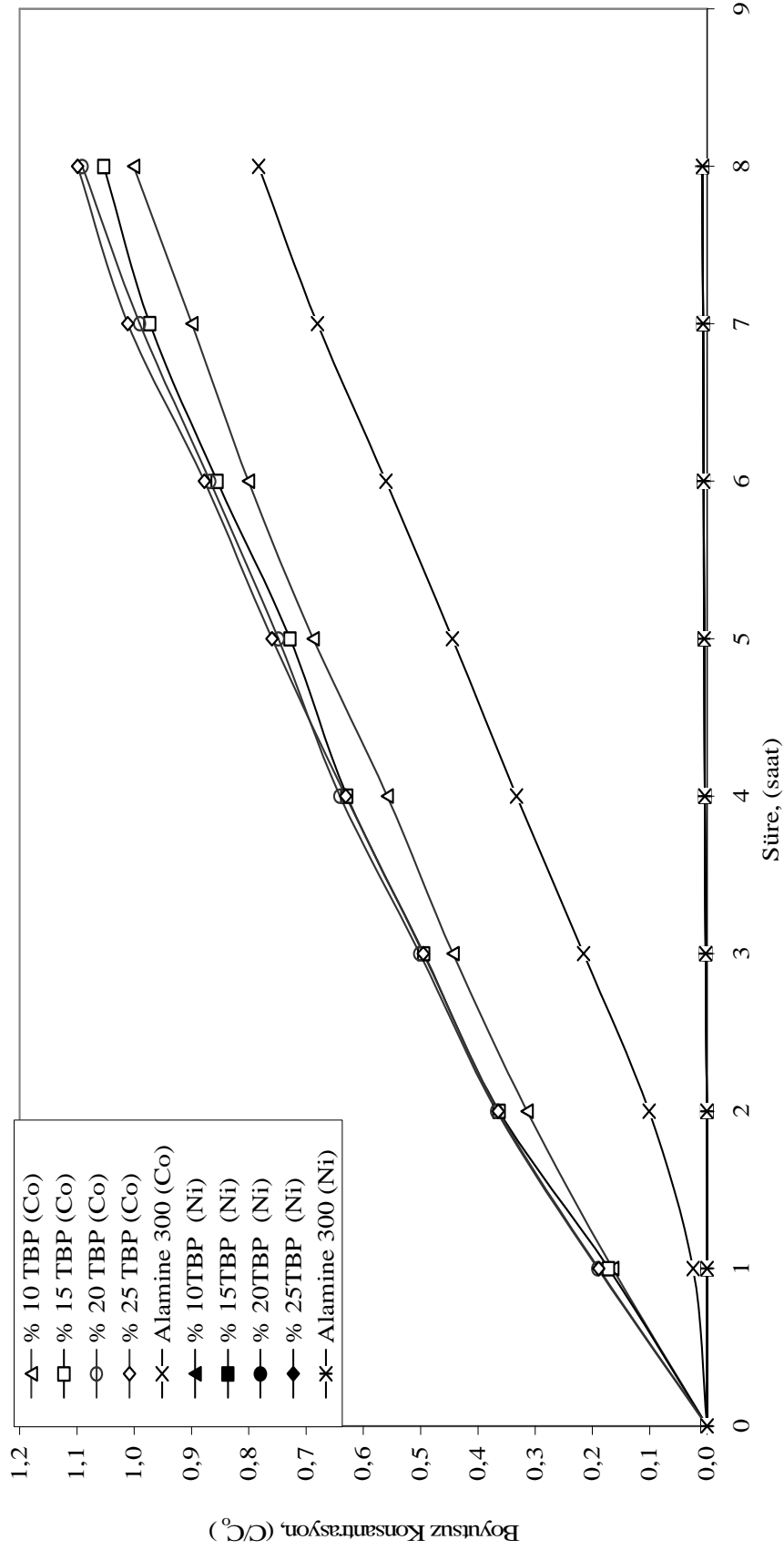
Şekil 5.79 Solvasyon ekstraktantı TBP (Tribütül fosfat) konsantrasyonunun sinerjisinin kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme): Besleme Çözeltisi: 500mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} (Çözücü (Kloroform) : w/w; Ekstraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 /1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Tablo 5.62 Solvasyon ekstraktantı TBP (Tribütül fosfat) konsantrasyonunun sinerjisinin kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma): Besleme çözeltisi: 500 mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} (Çözücü (Kloroform) : w/w; Ekstraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 /1M TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Süre (saat)	Solvasyon Ekstraktant TBP' in Co(II)/Ni(II) Ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma)											
	Alamine 300				% 10 TBP				% 15 TBP			
	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	12,30	0,024	0,001	0,000	83,22	0,165	0,000	0,000	85,02	0,172	0,000	0,000
2	51,50	0,102	0,287	0,001	158,41	0,314	0,286	0,001	179,6	0,363	0,306	0,001
3	109,4	0,216	1,277	0,003	223,8	0,444	1,297	0,003	244,6	0,494	1,348	0,003
4	168,7	0,333	1,897	0,004	281,7	0,558	1,930	0,004	311,1	0,629	1,982	0,004
5	225,5	0,445	2,417	0,005	347,0	0,688	2,461	0,005	360,3	0,728	2,513	0,005
6	284,5	0,561	2,977	0,006	404,0	0,801	3,033	0,006	423,2	0,855	3,086	0,006
7	345,1	0,680	3,427	0,007	453,8	0,900	3,492	0,007	481,4	0,973	3,546	0,007
8	397,2	0,783	3,997	0,008	505,1	1,001	4,074	0,008	521,2	1,053	4,128	0,008

Süre (saat)	Solvasyon Ekstraktant TBP' in Co(II)/Ni(II) Ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma)											
	% 20 TBP				% 25 TBP				% 25 TBP			
	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	
1	97,51	0,191	0,000	0,000	96,16	0,189	0,000	0,000	96,16	0,189	0,000	
2	187,8	0,367	0,200	0,000	185,3	0,364	0,125	0,000	185,3	0,364	0,125	
3	256,3	0,501	1,253	0,002	251,8	0,495	1,155	0,002	251,8	0,495	1,155	
4	327,6	0,641	1,894	0,004	320,7	0,630	1,782	0,004	320,7	0,630	1,782	
5	382,5	0,748	2,431	0,005	386,2	0,759	2,307	0,005	386,2	0,759	2,307	
6	443,7	0,868	3,010	0,006	446,4	0,877	2,873	0,006	446,4	0,877	2,873	
7	506,3	0,990	3,475	0,007	514,4	1,011	3,328	0,007	514,4	1,011	3,328	
8	557,6	1,091	4,484	0,009	558,9	1,098	4,555	0,009	558,9	1,098	4,555	

Solvasyon Ekstraktantı Olarak TBP' in Co(II) / Ni(II) Ekstraksiyonun Hızına Etkisinin İncelenmesi (Sıyırma)

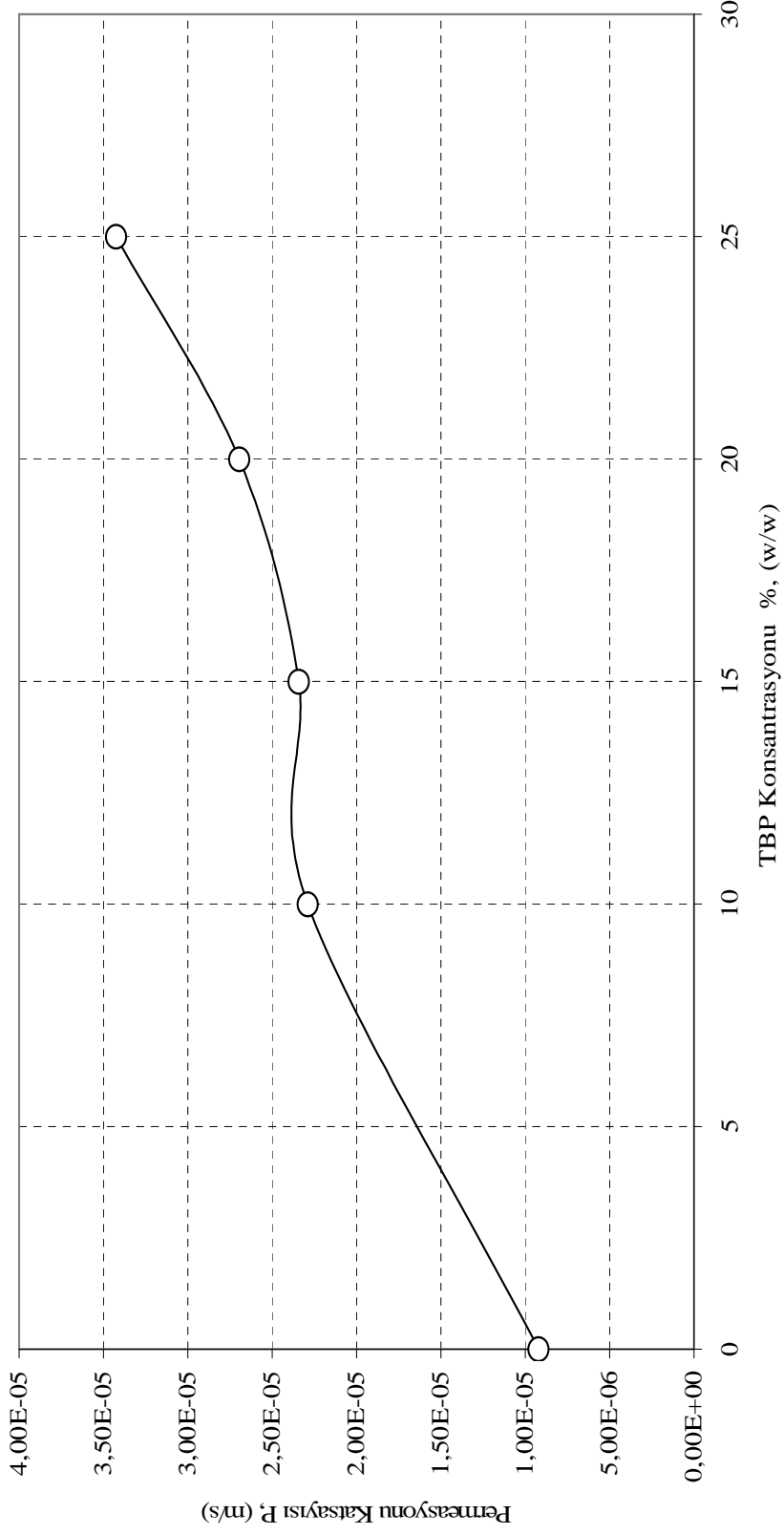


Şekil 5.80 Solvasyon ekstraktantı (TBP) (Tribütil fosfat) konsantrasyonunun sinerjisinin kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma): Besleme çözeltisi: 500 mg/L Co²⁺; 500 mg/L Ni²⁺ (Çözücü (Kloroform) : w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃/1M TEA; Kompleks oluşturuucu NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Tablo 5.63 Solvasyon ekstraktantı TBP (tribütil fosfat)' ın sinerjisinin besleme çözeltisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi: Besleme çözeltisi: 500 mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} (Çözücü (Kloroform) : w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M $NH_3/1M$ TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, Sıyırma çözeltisi hızı: 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

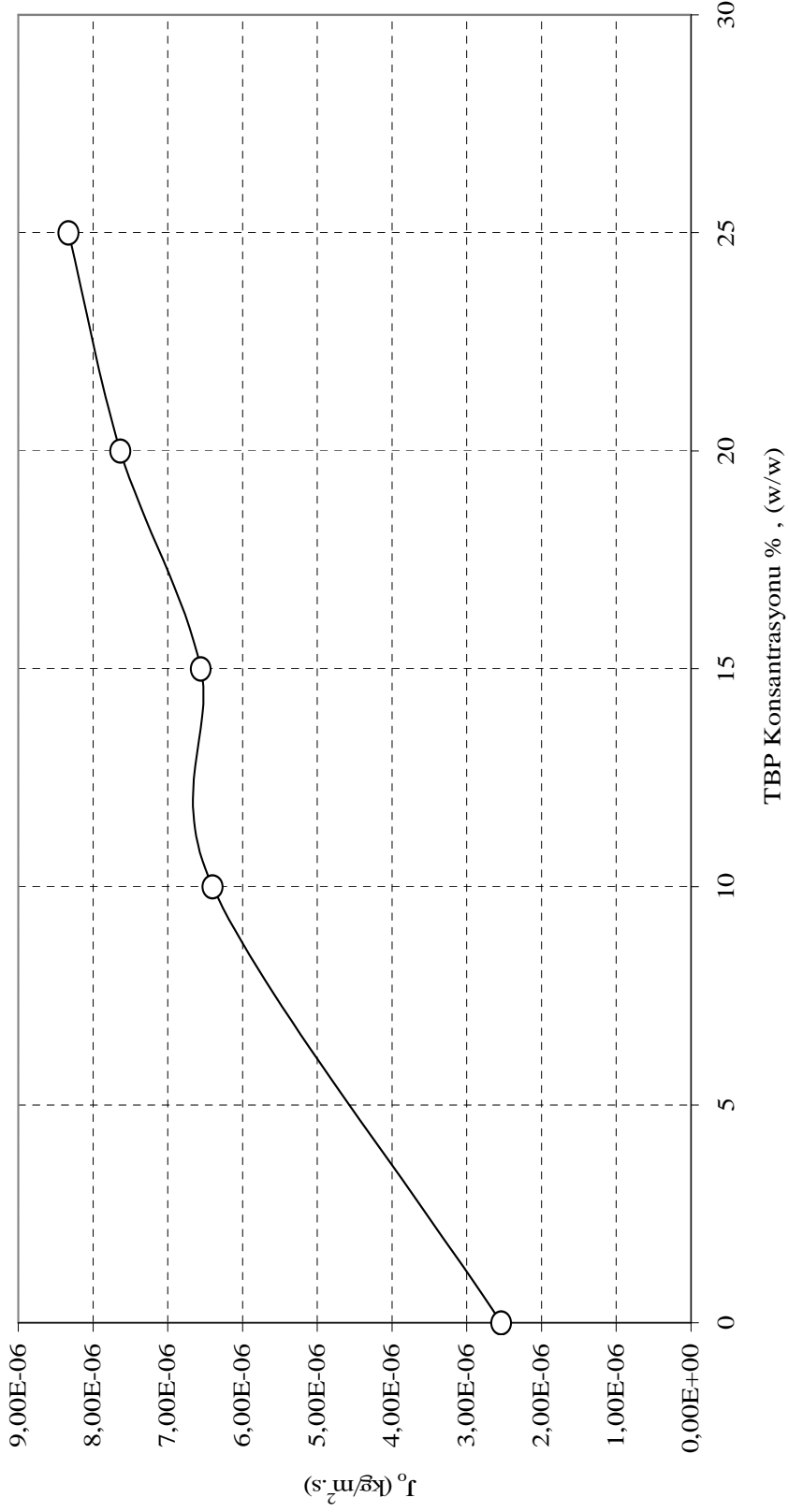
Süre (saat)	Alamine 300		% 10 TBP		% 15 TBP		% 20 TBP		% 25 TBP	
	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni
	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)
0	507,3	499,1	504,5	509,7	494,8	510,3	511,2	515,8	509,0	504,4
1	476,3	498,3	429,5	508,9	419,5	509,4	400,6	514,9	391,2	503,6
2	434,1	497,1	339,0	507,7	338,5	508,3	322,0	513,8	298,8	502,5
3	391,6	497,0	258,4	507,5	257,6	508,1	241,3	513,6	216,2	502,3
4	344,0	496,2	185,5	506,7	190,5	507,3	167,6	512,8	150,9	501,5
5	299,9	495,5	135,0	506,0	136,6	506,6	115,0	512,1	93,13	500,8
6	245,5	495,1	83,92	505,6	86,98	506,1	59,02	511,6	43,84	500,3
7	196,7	494,9	41,14	505,4	44,60	506,0	29,36	511,4	9,137	500,2
8	141,7	494,7	24,73	505,2	16,69	505,9	12,93	511,3	4,902	499,5
P (m/s)	9,200x10 ⁻⁶		2,89x10 ⁻⁵		2,3426x10 ⁻⁵		2,695x10 ⁻⁵		3,42x10 ⁻⁵	
J_0 (kg/m ² s)	2,539x10 ⁻⁶		6,401x10 ⁻⁶		6,558x10 ⁻⁶		7,635x10 ⁻⁶		8,328x10 ⁻⁶	

Solvasyon Ekstraktant (TBP) Konsantrasyonunun Permeasyona Katsayısına Etkisi



Şekil 5.81 Solvasyon ekstraktantı (TBP) (Tribütil fosfat) konsantrasyonunun sinerjisinin kobaltın permeasyon katsayısına (P) etkisi: (Çözücü (Kloroform): % 95 w/w; Ekstraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500 mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 /1M TEA; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Solvasyon Ekstraktant (TBP) Konsantrasyonunun Başlangıç Kütle Akısına Etkisi (Besleme)

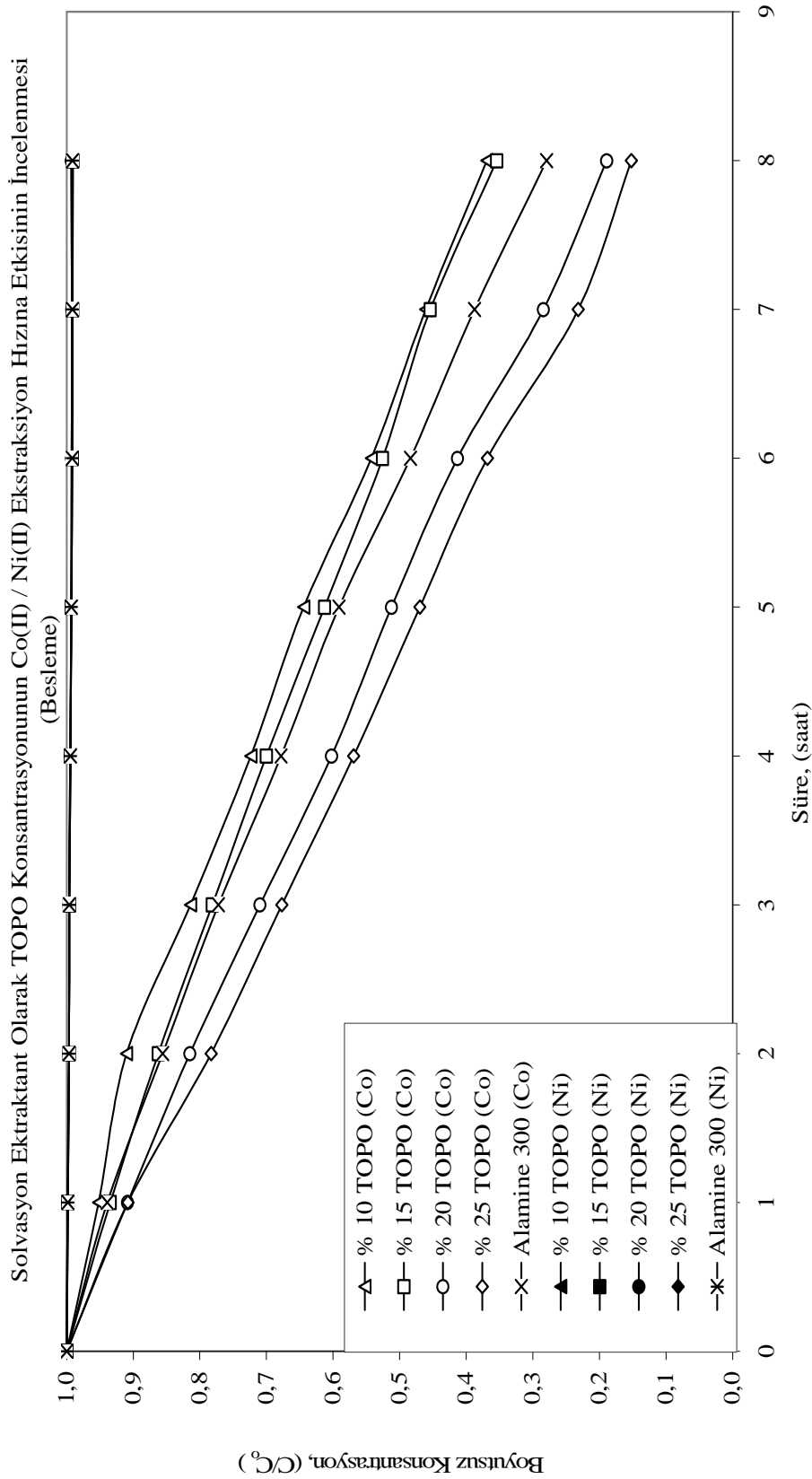


Şekil 5.82 Solvasyon ekstraktantı olarak TBP konsantrasyonunun sinerjisinin başlangıç kütle akısına (J_0) etkisi: (Çözücü (Kloroform): % 95 w/w; Ekstraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500 mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 /1M TEA; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.64 Solvasyon ekstraktantı olarak TOPO konsantrasyonunun sinerjisinin kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme): Besleme çözeltisi: 500 mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} (Çözücü (Kloroform) : w/w; Ekstraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M $NH_3/1M$ TEA; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Süre (saat)	Solvasyon Ekstraktant TOPO' nun Co(II)/Ni(II) Ekstraksiyonuna etkisi (Besleme)											
	Alamine 300						% 10 TOPO			% 15 TOPO		
	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	507,3	1,000	499,1	1,000	498,5	1,000	506,0	1,000	507,9	1,000	511,5	1,000
1	476,3	0,939	498,3	0,998	474,7	0,952	505,1	0,998	474,6	0,934	510,6	0,998
2	434,1	0,856	497,1	0,996	453,6	0,910	504,0	0,996	438,0	0,862	509,4	0,996
3	391,6	0,772	497,0	0,996	405,9	0,814	503,8	0,996	396,6	0,781	509,3	0,996
4	344,0	0,678	496,2	0,994	360,6	0,723	503,0	0,994	355,6	0,700	508,4	0,994
5	299,9	0,591	495,5	0,993	321,0	0,644	502,3	0,993	311,2	0,613	507,8	0,993
6	245,5	0,484	495,1	0,992	270,4	0,542	501,9	0,992	266,8	0,525	507,3	0,992
7	196,7	0,388	494,9	0,992	229,6	0,461	501,7	0,992	230,6	0,454	506,8	0,991
8	141,7	0,279	494,7	0,991	183,95	0,369	501,5	0,991	179,91	0,354	506,6	0,990

Süre (saat)	Solvasyon Ekstraktant TOPO' nun Co(II)/Ni(II) Ekstraksiyonuna etkisi (Besleme)											
	% 20 TOPO						% 25 TOPO					
	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	494,3	1,000	504,2	1,000	503,1	1,000	498,6	1,000	498,6	1,000	1,000	
1	449,2	0,909	503,6	0,999	456,7	0,908	498,0	0,999	498,0	0,999	0,999	
2	402,8	0,815	502,4	0,997	393,9	0,783	496,9	0,997	496,9	0,997	0,997	
3	350,9	0,710	502,3	0,996	340,6	0,677	496,7	0,996	496,7	0,996	0,996	
4	297,6	0,602	501,4	0,995	286,3	0,569	495,9	0,995	495,9	0,995	0,995	
5	253,1	0,512	500,8	0,993	236,3	0,470	495,2	0,993	495,2	0,993	0,993	
6	204,1	0,413	500,3	0,992	185,3	0,368	494,8	0,992	494,8	0,992	0,992	
7	140,4	0,284	500,2	0,992	116,5	0,232	494,6	0,992	494,6	0,992	0,992	
8	93,5	0,189	500,5	0,993	76,5	0,152	495,0	0,993	495,0	0,993	0,993	



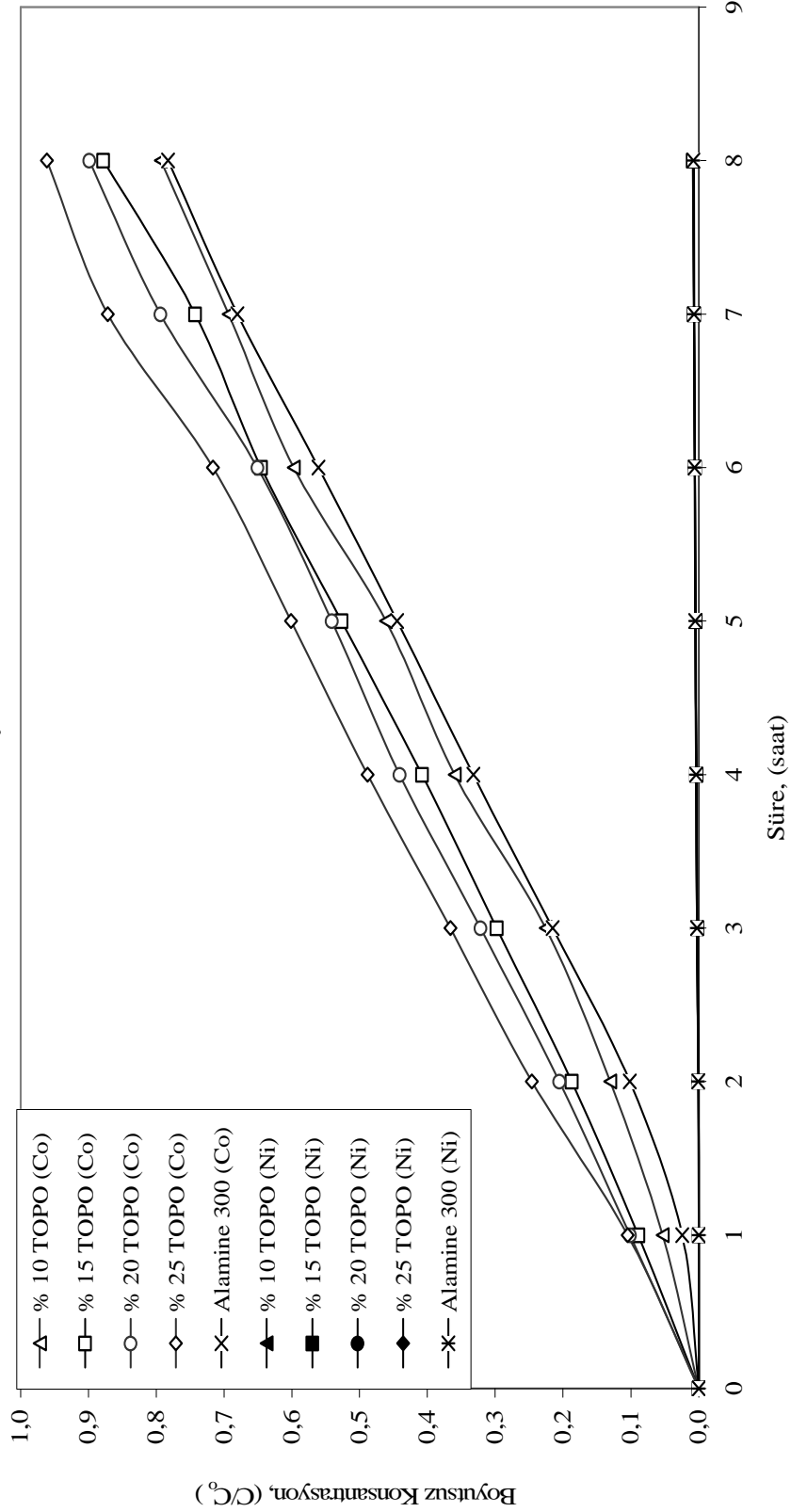
Şekil 5.83 Solvasyon ekstraktantı olarak TOPO konsantrasyonunun sinerjisinin kobaltun ekstraksiyonuna etkisi (Besleme): Besleme çözeltisi: 500 mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} (Çözücü (Kloroform) : w/w; Ekstraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M $\text{NH}_3/1\text{M TEA}$; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Tablo 5.65 Solvasyon ekstraktantı olarak TOPO konsantrasyonunun sinerjisinin kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma): Besleme çözeltisi: 500 mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} (Çözücü (Kloroform) : w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M $NH_3/1M$ TEA; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Süre (saat)	Solvasyon Ekstraktantı TOPO' nun Co(II)/Ni(II) Ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma)												
	Alamine 300						% 10 TOPO			% 15 TOPO			
	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
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
1	12,30	0,024	0,001	0,000	26,52	0,053	0,000	0,000	0,000	45,27	0,089	0,000	0,000
2	51,50	0,102	0,287	0,001	65,17	0,131	0,174	0,000	0,000	95,14	0,187	0,086	0,000
3	109,4	0,216	1,277	0,003	112,51	0,226	1,178	0,002	0,002	151,3	0,298	1,101	0,002
4	168,7	0,333	1,897	0,004	179,5	0,360	1,806	0,004	0,004	207,2	0,408	1,736	0,003
5	225,5	0,445	2,417	0,005	229,9	0,461	2,334	0,005	0,005	267,6	0,527	2,269	0,004
6	284,5	0,561	2,977	0,006	297,7	0,597	2,902	0,006	0,006	327,9	0,645	2,843	0,006
7	345,1	0,680	3,427	0,007	345,8	0,694	3,358	0,007	0,007	377,2	0,743	3,685	0,007
8	397,2	0,783	3,997	0,008	395,6	0,794	3,936	0,008	0,008	446,1	0,878	4,369	0,009

Süre (saat)	Solvasyon Ekstraktantı TOPO' nun Co(II)/Ni(II) Ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma)												
	% 20 TOPO						% 25 TOPO			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
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
1	50,06	0,101	0,000	0,000	52,60	0,105	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2	101,47	0,205	0,173	0,000	123,79	0,246	0,168	0,000	0,000	123,79	0,246	0,168	0,000
3	159,03	0,322	1,174	0,002	184,25	0,366	1,138	0,002	0,002	184,25	0,366	1,138	0,002
4	218,1	0,441	1,801	0,004	245,8	0,489	1,745	0,004	0,004	245,8	0,489	1,745	0,004
5	267,4	0,541	2,327	0,005	302,6	0,601	2,255	0,005	0,005	302,6	0,601	2,255	0,005
6	321,7	0,651	2,893	0,006	360,3	0,716	2,803	0,006	0,006	360,3	0,716	2,803	0,006
7	392,3	0,794	3,348	0,007	438,4	0,871	3,244	0,007	0,007	438,4	0,871	3,244	0,007
8	444,3	0,899	3,924	0,008	483,8	0,962	3,602	0,008	0,008	483,8	0,962	3,602	0,007

Solvasyon Ektraktant Olarak TOPO Konsantrasyonunun Co(II) / Ni(II) Ekstraksiyonun Hızına Etkisinin İncelenmesi (Sıyırma)

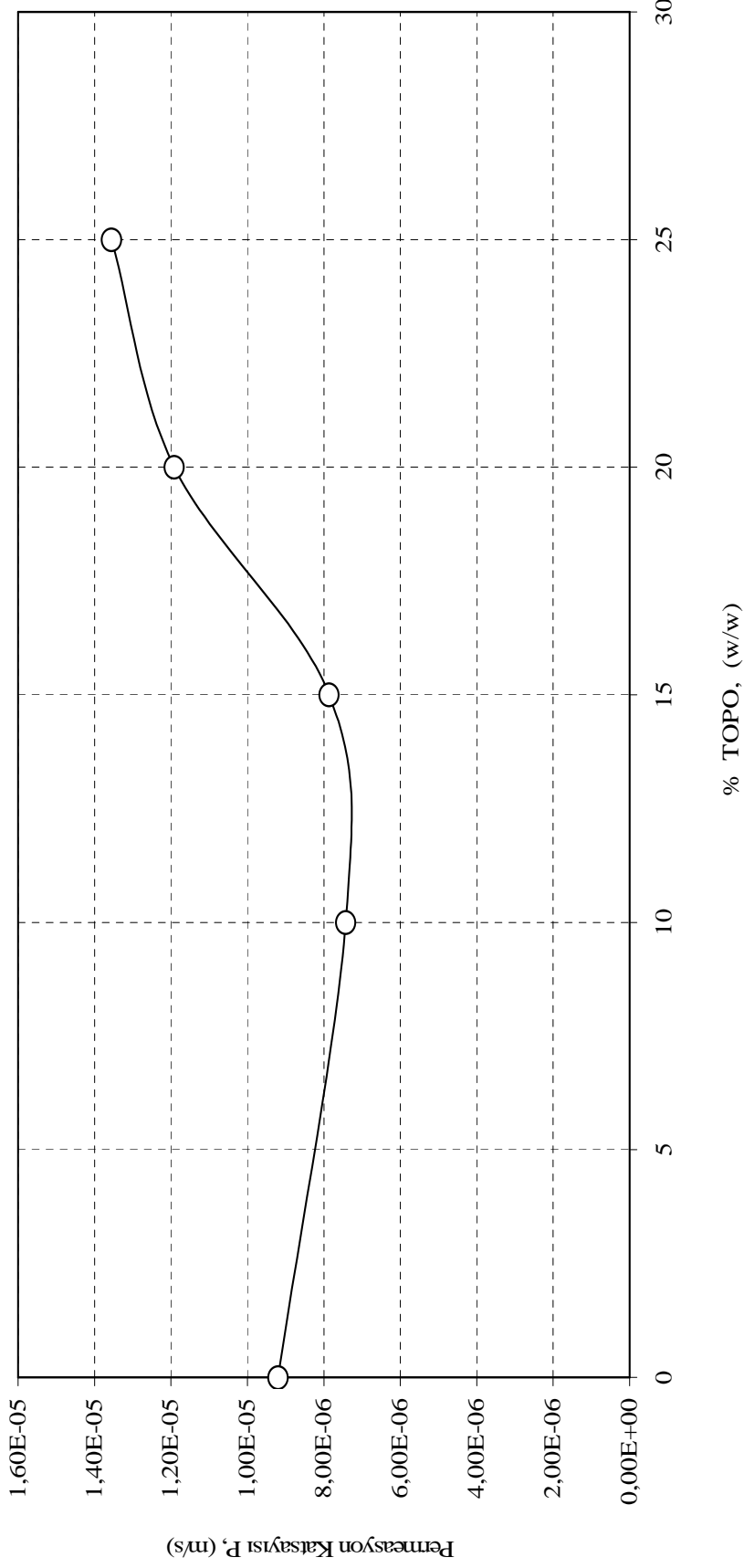


Şekil 5.84 Solvasyon ektraktantı olarak TOPO konsantrasyonunun sinerjisinin kobaltun ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma): Besleme çözeltisi: 500 mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} (Çözücü (Kloroform) : w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M $NH_3/1M$ TEA; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

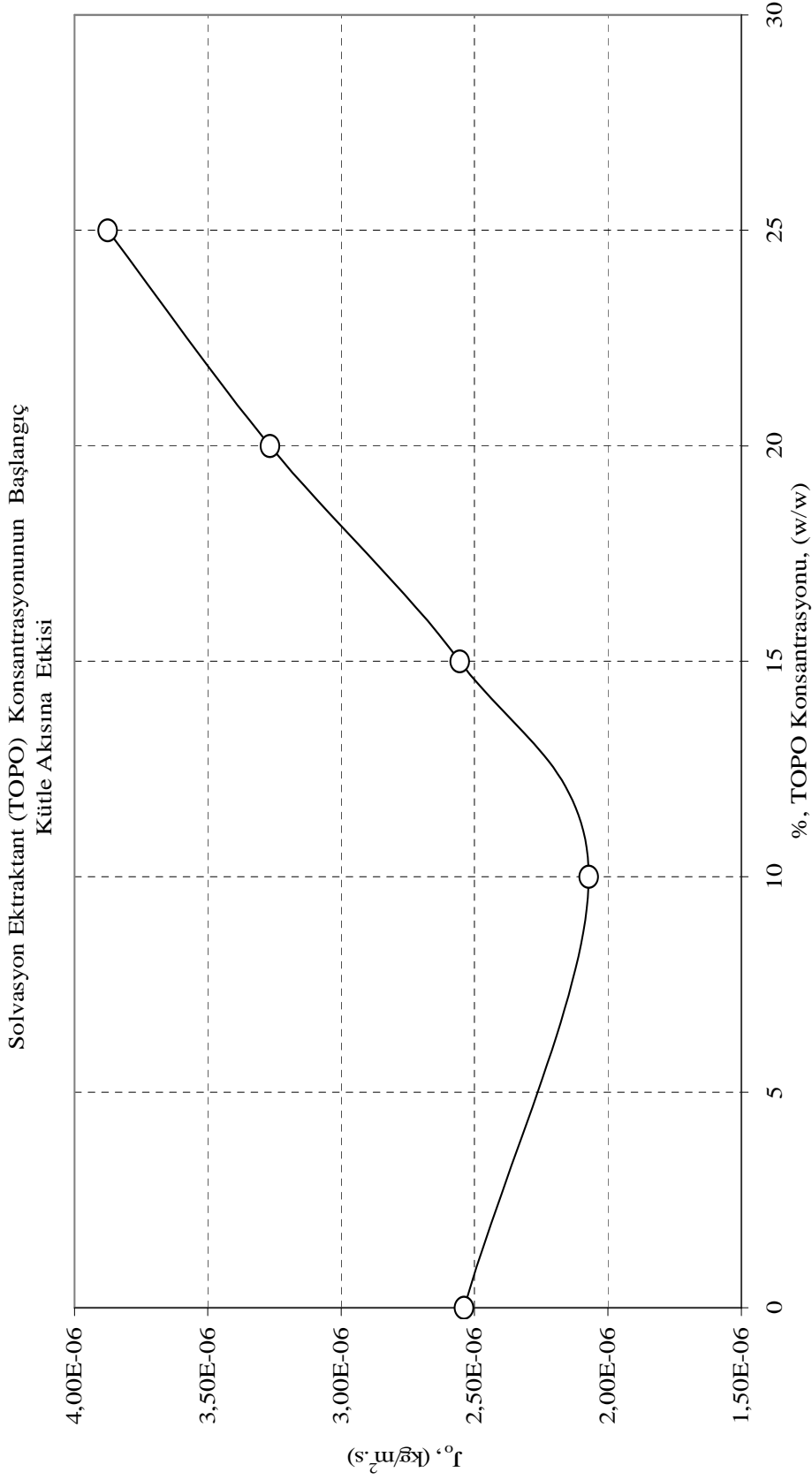
Tablo 5.66 Solvasyon ekstraktant olarak tri-oktilfosfinoksit (TOPO) konsantrasyonunun sinerjisinin besleme çözeltisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi: Besleme çözeltisi: 500 mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} (Çözücü (Kloroform) : w/w; Ektraktant (Alamine 300): % 5 w/w; Besleme çözeltisi pH: 4; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyrma çözeltisi konsantrasyonu : 1M $NH_3/1M TEA$; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, Sıyrma çözeltisi hızı: 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Süre (saat)	Alamine 300		% 10 TOPO		% 15 TOPO		% 20 TOPO		% 25 TOPO	
	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni
0	507,3	499,1	498,5	506,0	507,9	511,5	494,3	504,2	503,1	498,6
1	476,3	498,3	474,7	505,1	474,6	510,6	449,2	503,6	456,7	498,0
2	434,1	497,1	453,6	504,0	438,0	509,4	402,8	502,4	393,9	496,9
3	391,6	497,0	405,9	503,8	396,6	509,3	350,9	502,3	340,6	496,7
4	344,0	496,2	360,6	503,0	355,6	508,4	297,6	501,4	286,3	495,9
5	299,9	495,5	321,0	502,3	311,2	507,8	253,1	500,8	236,3	495,2
6	245,5	495,1	270,4	501,9	266,8	507,3	204,1	500,3	185,3	494,8
7	196,7	494,9	229,6	501,7	230,6	506,8	140,4	500,2	116,5	494,6
8	141,7	494,7	183,95	501,5	179,91	506,6	93,51	500,5	76,5	495,0
P (m/s)	9,200x10 ⁻⁶		7,429x10 ⁻⁶		7,865x10 ⁻⁶		1,191x10 ⁻⁵		1,356x10 ⁻⁵	
J_0 (kg/m ² s)	2,539x10 ⁻⁶		2,072x10 ⁻⁶		2,555x10 ⁻⁶		3,267x10 ⁻⁶		3,875x10 ⁻⁶	

Solvasyon Ekstraktant (TOPO) Konsantrasyonunun Permeasyon Katsayısına Etkisi (Besleme)

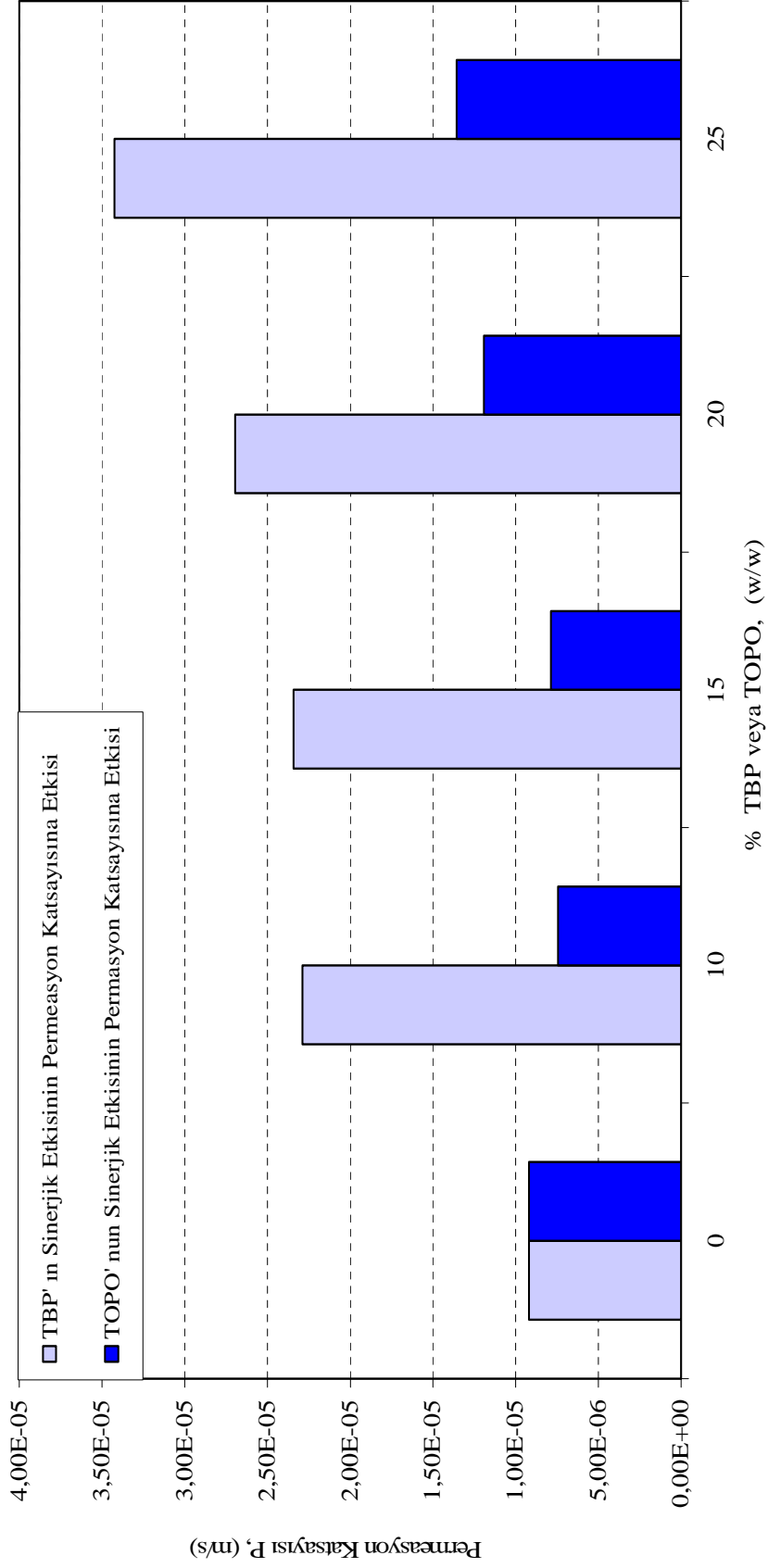


Şekil 5.85 Solvasyon ekstraktantı olarak TOPO konsantrasyonunun sinerjisinin permeasyon katsayısına (P) etkisi: (Çözücü (Kloroform): % w/w; Ekstraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500 mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} ; Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 /1M TEA; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))



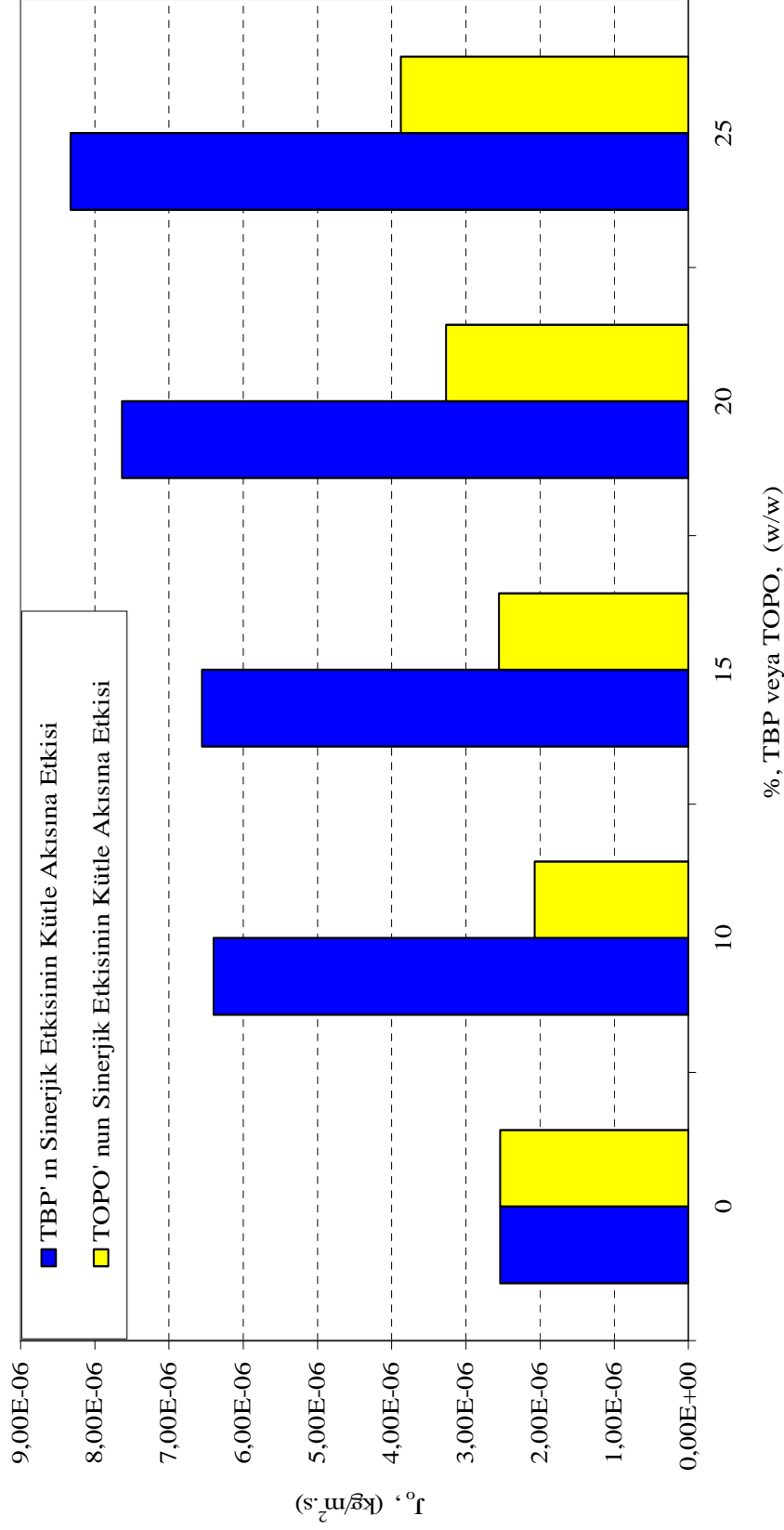
Şekil 5.86 Solvasyon ekstraktantı olarak TOPO konsantrasyonunun sinerjisinin başlangıç kütle akısına (J_0) etkisi: (Çözücü (Kloroform): % w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi Konsantrasyonu: 500 mg/L Co^{2+} ; 500 mg/L Ni^{2+} Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M $NH_3/1M$ TEA; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L , Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

TBP ve TOPO nun Sinerjik Etkisinin İncelenmesine Ait Permeasyon Grafiği



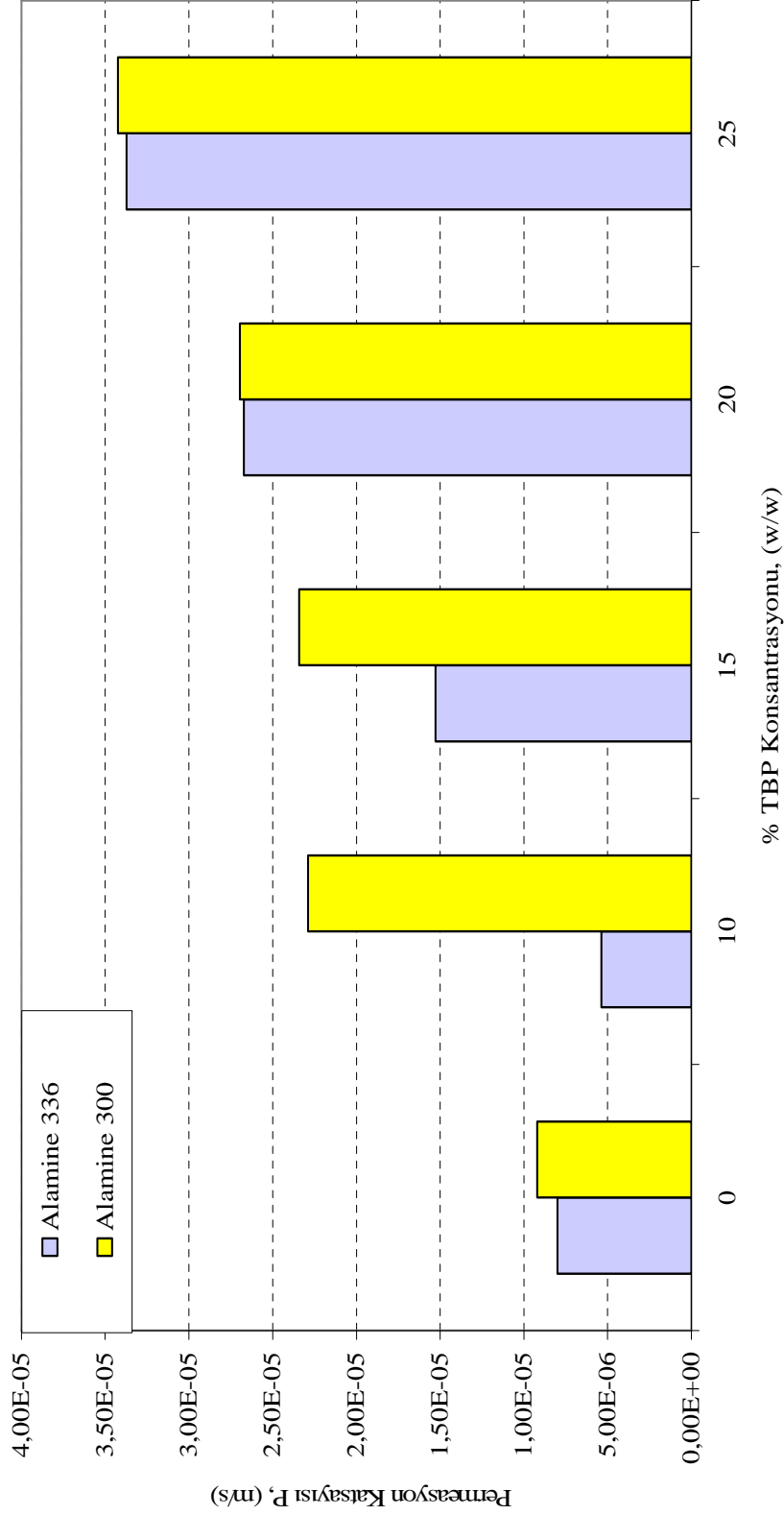
Şekil 5.87 TBP ve TOPO in Alamine 300 ekstraktına Sinerjilerinin permeasyon katsayılarına etkisinin karşılaştırılması: (Çözücü (Kloroform)); Ektraktant (Alamine 300) : w/w; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500/500, Co/Ni; Besleme çözeltisi pH'ı 4, Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi Konsantrasyonu: 1M NH₃ + 1M TEA Kompleks oluşturuvcu NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Solvasyon Ekstraktant (TBP veya TOPO) Konsantrasyonunun Başlangıç Kütle Akısına Etkisi



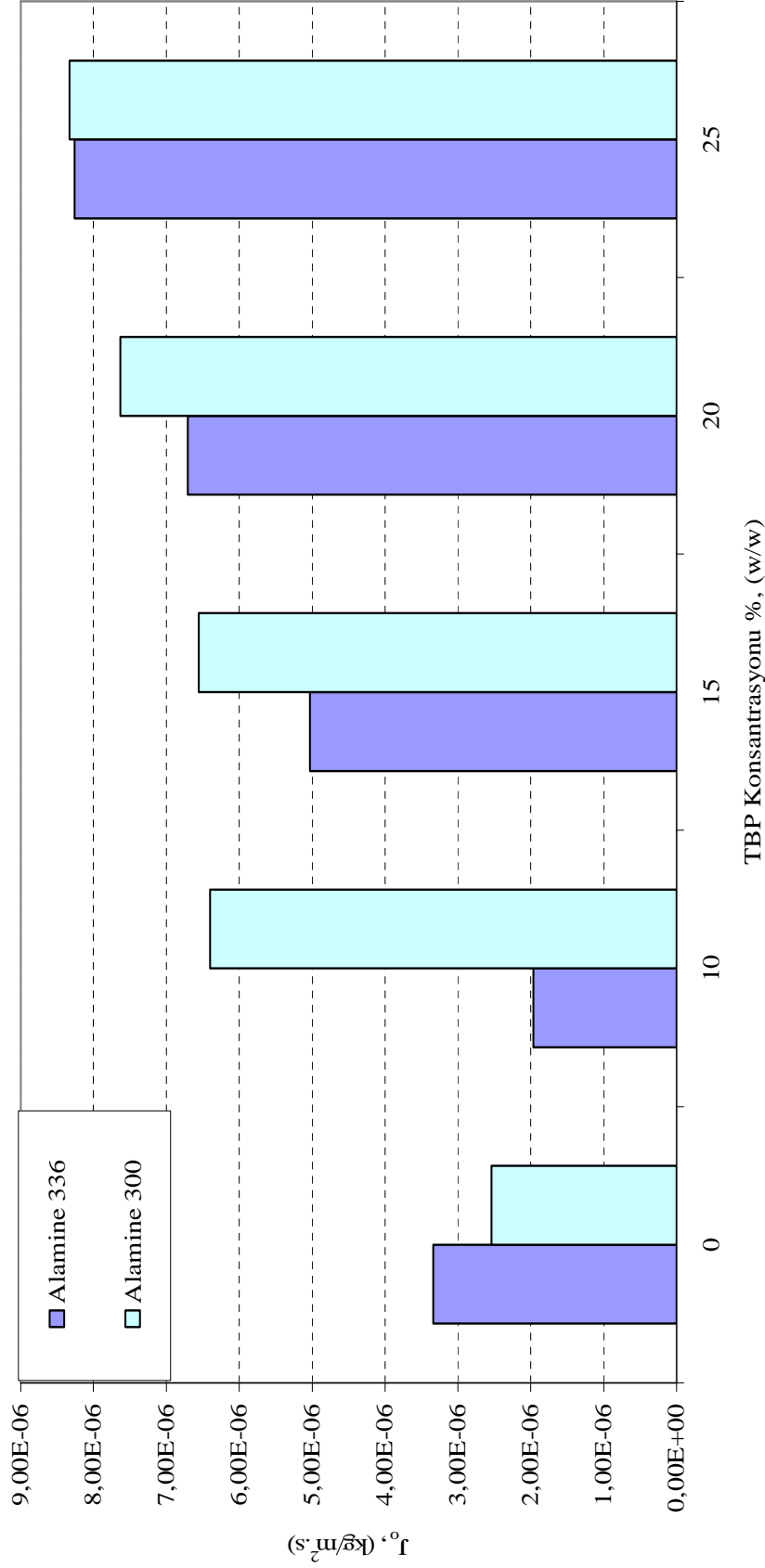
Şekil 5.88 TBP ve TOPO' nun Alamine 300 ekstraktantına Sinerjilerinin başlangıç kütle akısının karşılaştırılması: (Çözücü (Kloroform)); Ekstraktant (Alamine 300) : w/w; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500/500, Co/Ni; Besleme çözeltisi pH'ı 4, Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi Konsantrasyonu: 1M NH₃ + 1M TEA Kompleks oluştürücü NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Alamine 336 ve Alamine 300 Ekstraktantına TBP' in Permeasyon Katsayısına Etkisi



Şekil 5.89. TBP' in Alamine 300 ve Alamine 336 ekstraktantına sinerjisinin permeasyon katsayılarına etkilerinin karşılaştırılması (P): (Çözücü (Kloroform)); Ektraktant (Alamine 336, % 15) (Alamine 300, % 5) : w/w; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500/500, Co/Ni; Besleme çözeltisi pH₁₄, Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi Konsantrasyonu: 1M NH₃ + 1M TEA Kompleks oluşturuvcu NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Alamine 300 ve Alamine 336 Ektraktantlarına TBP' in Kütle Akısına Etkisi

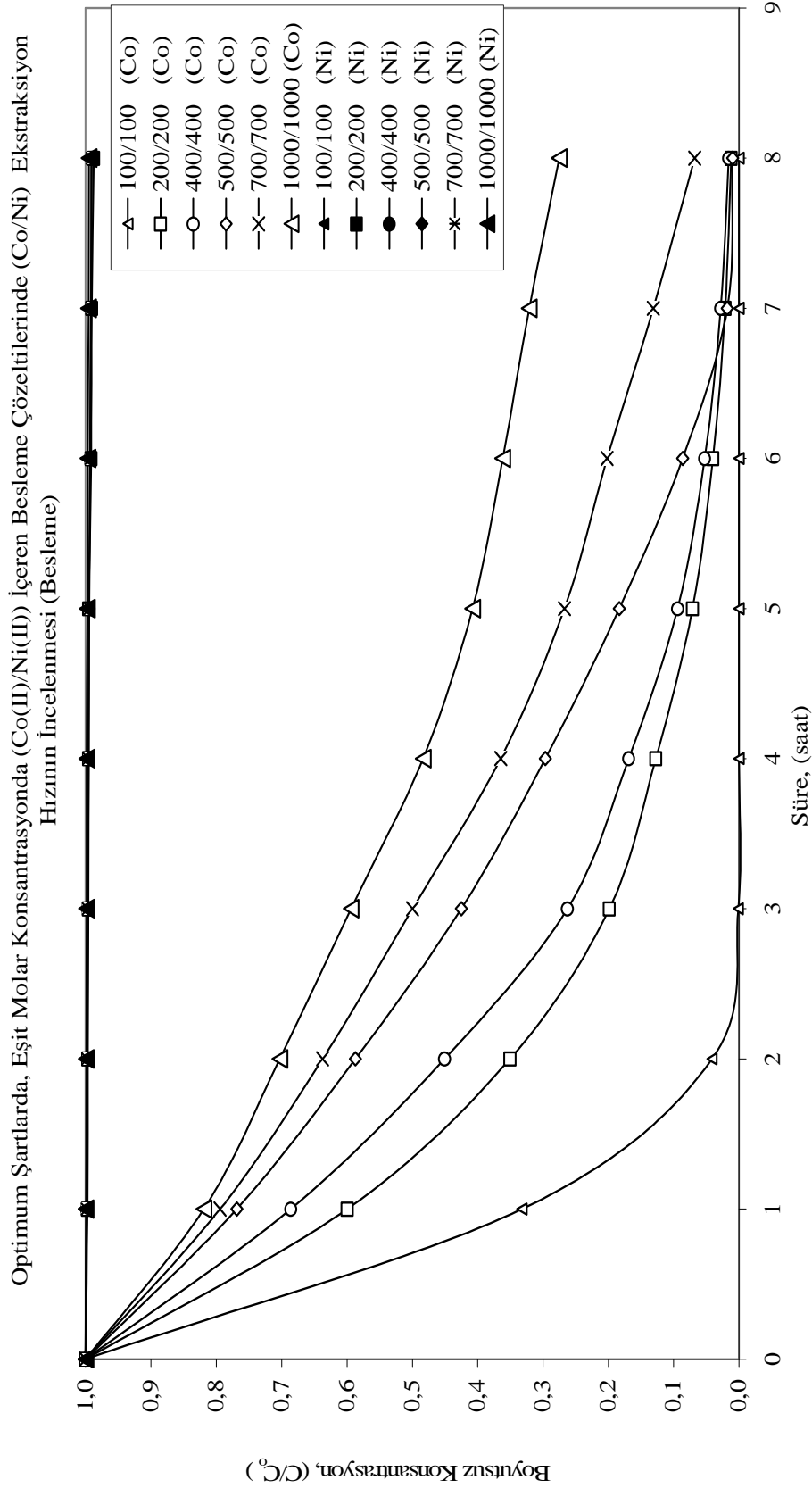


Şekil 5.90. TBP' in Alamine 300 ve Alamine 336 ekstraktantına sinejilerinin kütle akılarının karşılaştırılması: (Çözücü (Kloroform): Ektraktant (Alamine 336, % 15) (Alamine 300, % 5) : w/w; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: 500/500, Co/Ni; Besleme çözeltisi pH'ı 4, Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi Konsantrasyonu: 1M NH₃ + 1M TEA kompleks oluşturuvcu NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.67 Optimum şartlarda, eşit molar konsantrasyonda (Co+Ni) besleme çözeltilerinde kobalt ekstraksiyonunun incelenmesi (Besleme): [Çözütü (Klorofom): % 60 (w/w); % 5 (w/w) Ektraktant: (Alamine 300), % 25 (w/w) Modifiyer (TBP); Besleme çözeltilisi: Co/Ni: 100/100 , 200/200, 400/400, 500/500, 700/700, 1000/1000 mg/L; Besleme çözeltilisi pH = 4 , Besleme çözeltilisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyrma çözeltilisi: 1M NH₃ + 1MTEA ,karıştırma hızı : 1200 dev/dak; ; Kompleks oluşturuvcu NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)]

Süre (saat)	Optimum şartlarda eşit molar konsantrasyondaki besleme çözeltilisinden Co/Ni ekstraksiyonu (Besleme)											
	100/100				200/200				400/400			
	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	100,1	1,000	105,6	1,000	205,9	1,000	206,3	1,000	395,4	1,000	419,6	1,000
1	33,25	0,332	105,6	1,000	123,5	0,600	206,3	1,000	271,3	0,686	419,6	1,000
2	4,153	0,041	105,6	1,000	72,15	0,350	206,3	1,000	178,1	0,450	419,6	1,000
3	0,118	0,001	105,6	1,000	40,87	0,199	206,3	1,000	103,7	0,262	419,6	1,000
4	0,010	0,000	105,6	1,000	26,27	0,128	206,3	1,000	66,74	0,169	419,6	1,000
5	0,010	0,000	105,6	1,000	14,60	0,071	206,3	1,000	37,09	0,094	419,6	1,000
6	0,010	0,000	105,6	1,000	8,197	0,040	206,3	1,000	20,82	0,053	419,6	1,000
7	0,010	0,000	105,6	1,000	4,355	0,021	206,3	1,000	11,06	0,028	419,6	1,000
8	0,010	0,000	105,6	1,000	2,456	0,012	206,3	1,000	6,230	0,016	419,6	1,000

Süre (saat)	Optimum şartlarda eşit molar konsantrasyondaki besleme çözeltilisinden Co/Ni ekstraksiyonu (Besleme)											
	500/500				700/700				1000/1000			
	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	509,0	1,000	504,0	1,000	699,5	1,000	709,2	1,000	1006,2	1,000	1013,7	1,000
1	391,2	0,769	504,0	1,000	555,6	0,794	709,2	1,000	824,1	0,819	1013,7	1,000
2	298,8	0,587	504,0	1,000	445,8	0,637	709,2	1,000	707,1	0,703	1013,7	1,000
3	216,2	0,425	504,0	1,000	349,5	0,500	709,2	1,000	597,4	0,594	1013,7	1,000
4	150,9	0,297	504,0	1,000	255,2	0,365	709,2	1,000	486,3	0,483	1013,7	1,000
5	93,13	0,183	504,0	1,000	186,7	0,267	709,2	1,000	410,2	0,408	1013,7	1,000
6	43,84	0,086	504,0	1,000	141,3	0,202	709,2	1,000	363,9	0,362	1013,7	1,000
7	9,137	0,018	504,0	1,000	91,84	0,131	709,2	1,000	322,9	0,321	1013,7	1,000
8	4,902	0,010	504,0	1,000	47,54	0,068	709,2	1,000	276,7	0,275	1013,7	1,000



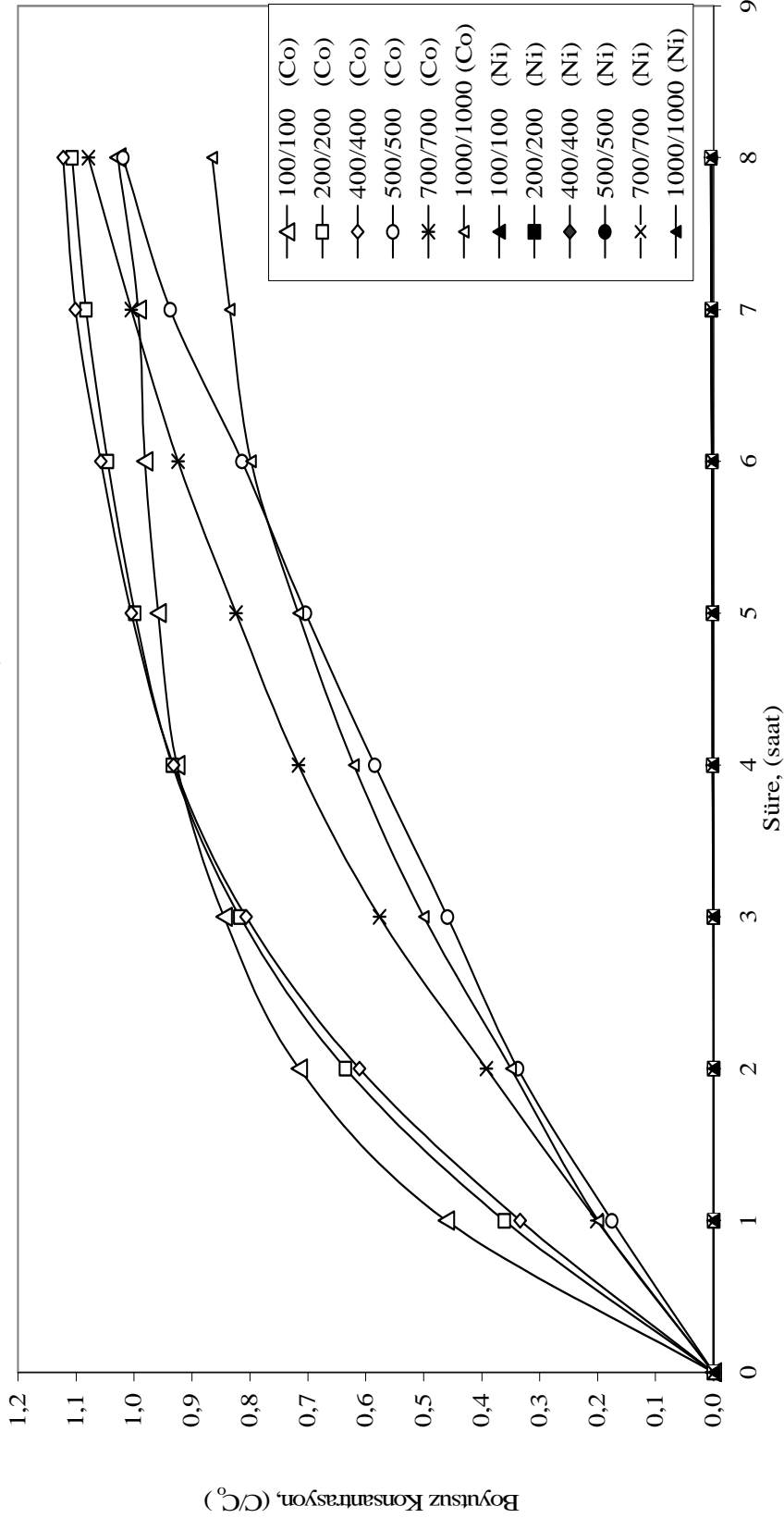
Şekil 5.91 Optimum şartlarda, eşit molar konsantrasyonda (Co+Ni) besleme çözeltilerinde kobaltın ekstraksiyonuna Co konsantrasyonunun etkisi (Besleme): [Çözücü (Kloroform): % 70 (w/w); % 5 (w/w) Ektraktant: (Alamine 300), % 25 (w/w) Modifiyer (TBP); Besleme çözeltileri konsantrasyonu: Co/Ni: 100/100, 200/200, 400/400, 500/500, 700/700, 1000/1000 mg/L; Besleme çözeltileri pH'ı 4; Besleme çözeltileri karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi: 1M NH₃ / 1M TEA, karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuca NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Tablo 5. 68 Optimum şartlarda, eşit molar konsantrasyonda besleme çözeltilerinde Co konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma): (Çözücü (Kloroform): % 70 (w/w); % 5 (w/w) Ektraktant. (Alamine 300), % 25 (w/w) Modifiyer (TBP); Besleme çözeltileri: Co/Ni: 100/100 , 200/200, 400/400, 500/500, 700/700, 1000/1000 mg/L; Besleme çözeltileri pH = 4 , Besleme çözeltileri karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltileri: 1M NH₃ + 1MTEA ,karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuvcu NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Süre (saat)	Optimum şartlarda, eşit molar konsantrasyondaki çözeltilerden Co(II) / Ni(II) ekstraksiyonu (Sıyırma)											
	100/100				200/200				400/400			
	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	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
1	46,19	0,461	0,000	0,000	74,32	0,361	0,000	0,000	131,9	0,333	0,000	
2	71,61	0,715	0,000	0,000	130,7	0,635	0,000	0,000	241,7	0,611	0,000	
3	84,56	0,845	0,060	0,001	168,3	0,817	0,108	0,001	319,0	0,807	0,000	
4	92,72	0,926	0,100	0,001	192,3	0,934	0,179	0,001	368,4	0,932	0,010	
5	95,95	0,958	0,210	0,002	205,6	0,998	0,377	0,002	397,2	1,005	0,190	
6	98,25	0,981	0,310	0,003	215,2	1,045	0,556	0,003	418,1	1,057	0,910	
7	99,41	0,993	0,450	0,004	222,9	1,083	0,807	0,004	435,4	1,101	1,560	
8	102,9	1,028	0,530	0,005	227,9	1,107	0,951	0,005	443,8	1,122	2,010	

Süre (saat)	Optimum şartlarda, eşit molar konsantrasyondaki çözeltilerden Co(II) / Ni(II) ekstraksiyonu (Sıyırma)											
	500/500				700/700				1000/1000			
	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	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
1	89,23	0,175	0,000	0,000	141,0	0,202	0,000	0,000	200,3	0,199	0,000	
2	172,0	0,338	0,000	0,000	274,2	0,392	0,000	0,000	351,5	0,349	0,000	
3	233,7	0,459	0,000	0,000	403,4	0,577	0,000	0,000	503,3	0,500	0,000	
4	297,6	0,585	0,100	0,000	501,0	0,716	0,102	0,000	624,6	0,621	0,098	
5	358,4	0,704	0,900	0,002	576,4	0,824	0,921	0,001	721,3	0,717	0,884	
6	414,2	0,814	1,300	0,003	646,4	0,924	1,342	0,002	803,1	0,798	1,720	
7	477,3	0,938	1,600	0,003	702,6	1,004	2,010	0,003	840,1	0,835	2,750	
8	518,6	1,019	1,900	0,004	754,3	1,078	2,770	0,004	870,5	0,865	3,260	

Optimum Şartlarda, Eşit Molar Konsantrasyonda (Co(II)/Ni(II) İçeren Besleme Çözeltilerinde (Co/Ni) Ekstraksiyon Hızının İncelenmesi (Sıyırma)

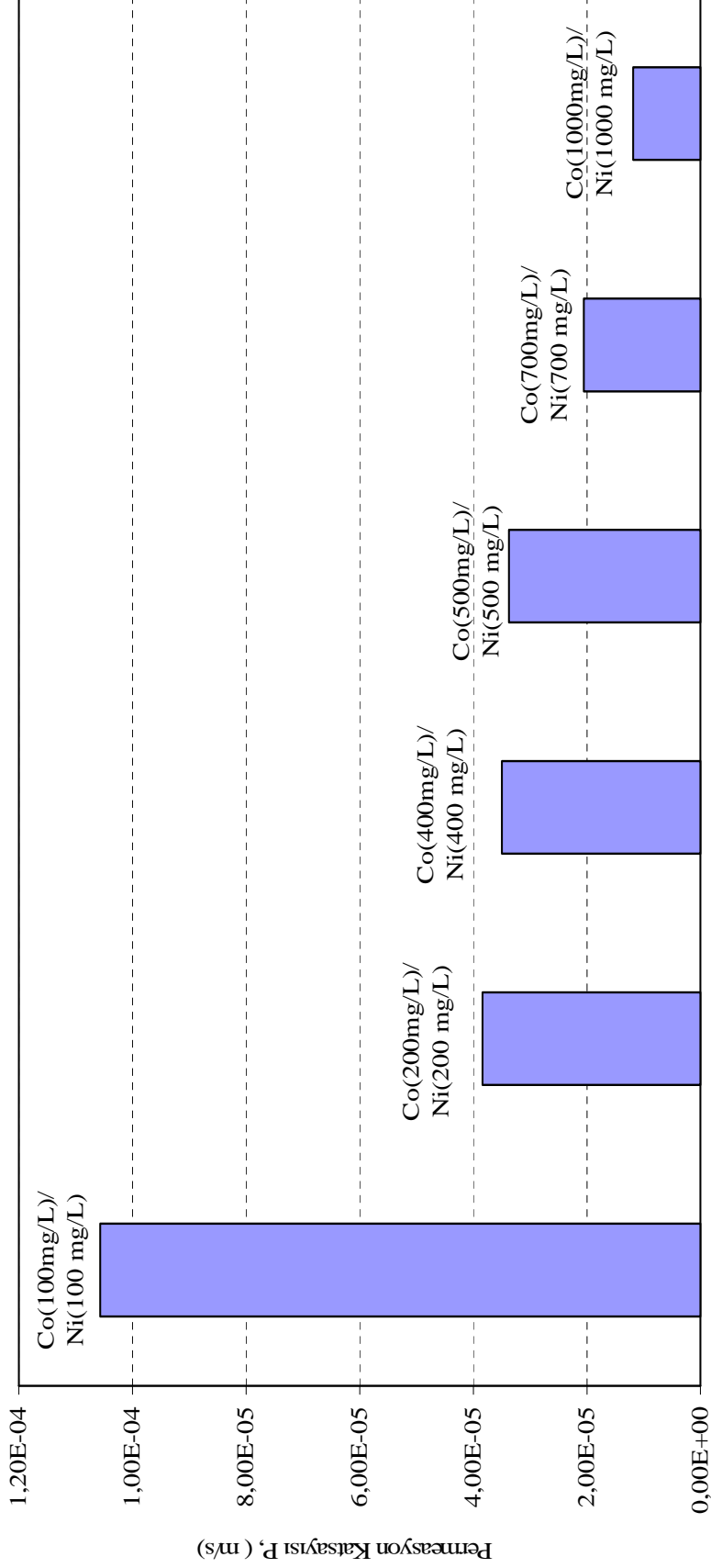


Şekil 5. 92 Optimum şartlarda, eşit molar konsantrasyonda besleme çözeltilerinde (Co+Ni) Co konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma): [Çözücü (Kloroform): % 70 (w/w); % 5 (w/w) Ektraktant (Alamine 300), % 25 (w/w) Modifiyer (TBP); Besleme çözeltileri konsantrasyonu: Co/Ni: 100/100 , 200/200, 400/400, 500/500, 700/700, 1000/1000 mg/L; Besleme çözeltileri pH' ı 4 , Besleme çözeltileri karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltileri: 1M NH₃ / 1MTEA , karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuç NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo: 5.69 Optimum şartlarda eşit molar konsantrasyonlarda besleme çözeltisindeki (Co+Ni) kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi: (Çözücü (Kloroform): % 70 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Modifiyer madde TBP % 25; Besleme Çözeltisi Konsantrasyonu: Co/Ni: 100/100 , 200/200, 400/400, 500/500, 700/700, 1000/1000 mg/L; Besleme çözeltisi pH'ı 4, Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyrma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyrma çözeltisi Konsantrasyonu: 1M NH₃ + 1M TEA Kompleks oluşturuvcu NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Süre (saat)	100/100		200/200		400/400		500/500		700/700		1000/1000	
	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni
	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)
0	100,1	105,6	205,9	206,3	395,4	419,6	509,0	504,0	699,5	709,2	1006,2	1013,7
1	33,25	105,6	123,5	206,3	271,3	419,6	391,2	504,0	555,6	709,2	824,1	1013,7
2	4,153	105,6	72,15	206,3	178,1	419,6	298,8	504,0	445,8	709,2	707,1	1013,7
3	0,118	105,6	40,87	206,3	103,7	419,6	216,2	504,0	349,5	709,2	597,4	1013,7
4	0,010	105,6	26,27	206,3	66,74	419,6	150,9	504,0	255,2	709,2	486,3	1013,7
5	0,010	105,6	14,60	206,3	37,09	419,6	93,13	504,0	186,7	709,2	410,2	1013,7
6	0,010	105,6	8,197	206,3	20,82	419,6	43,84	504,0	141,3	709,2	363,9	1013,7
7	0,010	105,6	4,355	206,3	11,06	419,6	9,137	504,0	91,84	709,2	322,9	1013,7
8	0,010	105,6	2,456	206,3	6,230	4,19,3	4,902	504,0	47,54	709,2	276,7	1013,7
P (m/s)	1,057x10 ⁻⁴		3,839x10 ⁻⁵		3,497x10 ⁻⁵		3,373x10 ⁻⁵		2,052x10 ⁻⁵		1,188x10 ⁻⁵	
J ₀ (kg/m ² s)	2,438x10 ⁻⁶		4,392x10 ⁻⁶		8,046x10 ⁻⁶		8,258x10 ⁻⁶		9,628x10 ⁻⁶		1,147x10 ⁻⁵	

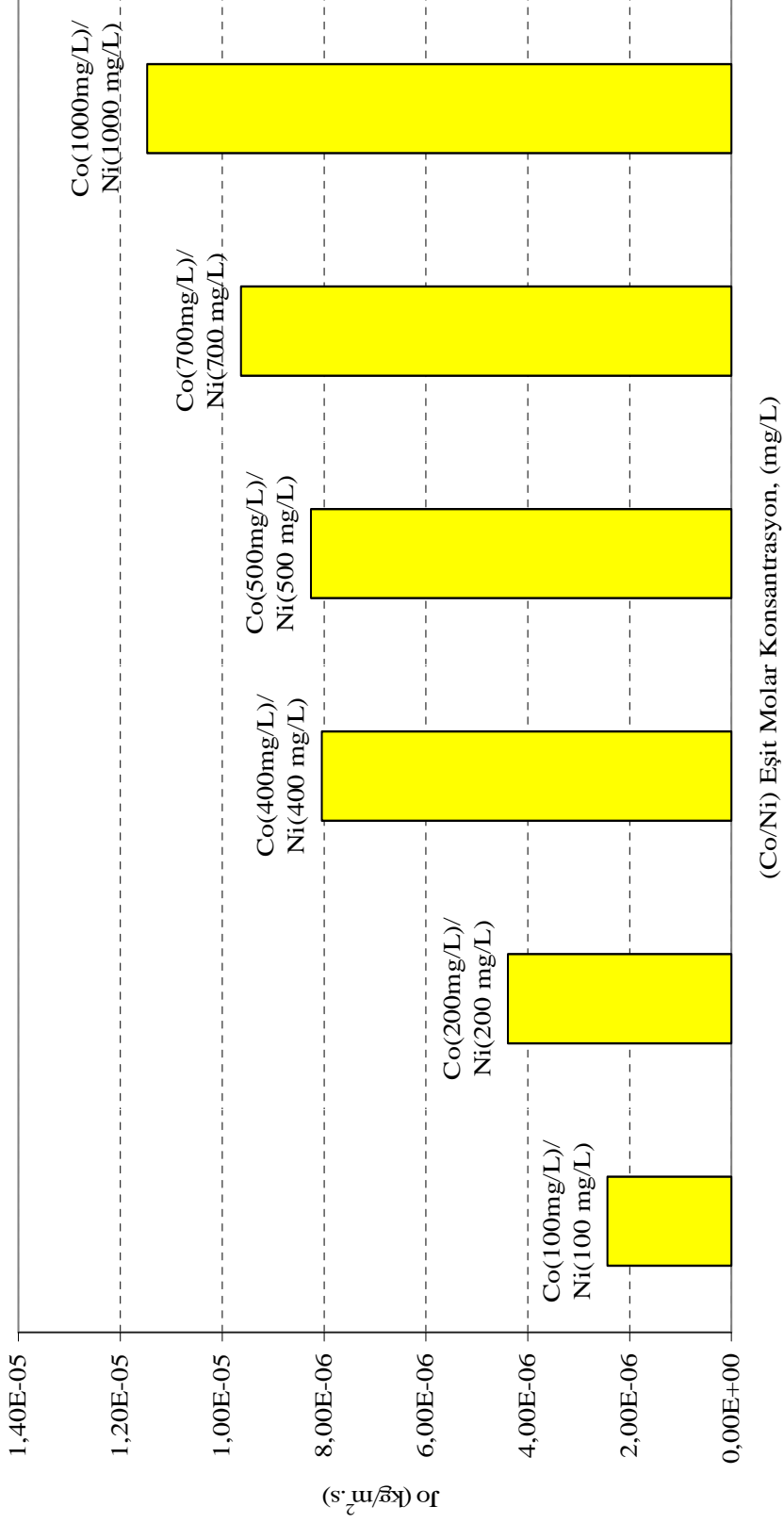
Optimum Şartlarda (Co/Ni) Eşit Molar Konsantrasyonlardaki Besleme Çözeltilerinden Co(II) Ekstraksiyonunun Permeasyon Katsayısına Etkisi(Besleme)



(Co/Ni) Eşit Molar Konsantrasyon, (mg/L)

Şekil 5.93 Optimum şartlarda eşit molar konsantrasyonlardaki besleme çözeltilerinden Co konsantrasyonunun permeasyon katsayısına etkisi (P): (Çözücü (Kloroform): % 70 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Modifiyer madde TBP % 25; Besleme Çözeltisi Konsantrasyonu: Co/Ni: 100/100 , 200/200, 400/400, 500/500, 700/700, 1000/1000 mg/L; Besleme çözeltisi pH' ı 4 , Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi Konsantrasyonu: 1M NH₃ + 1M TEA ; Kompleks oluşturuvcu NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Optimum Şartlarda (Co/Ni) Eşit Molar Konsantrasyonlardaki Besleme Çözeltilerinden Co(II) Ekstraksiyonun Başlangıç Kütle Akısına Etkisi (Besleme)

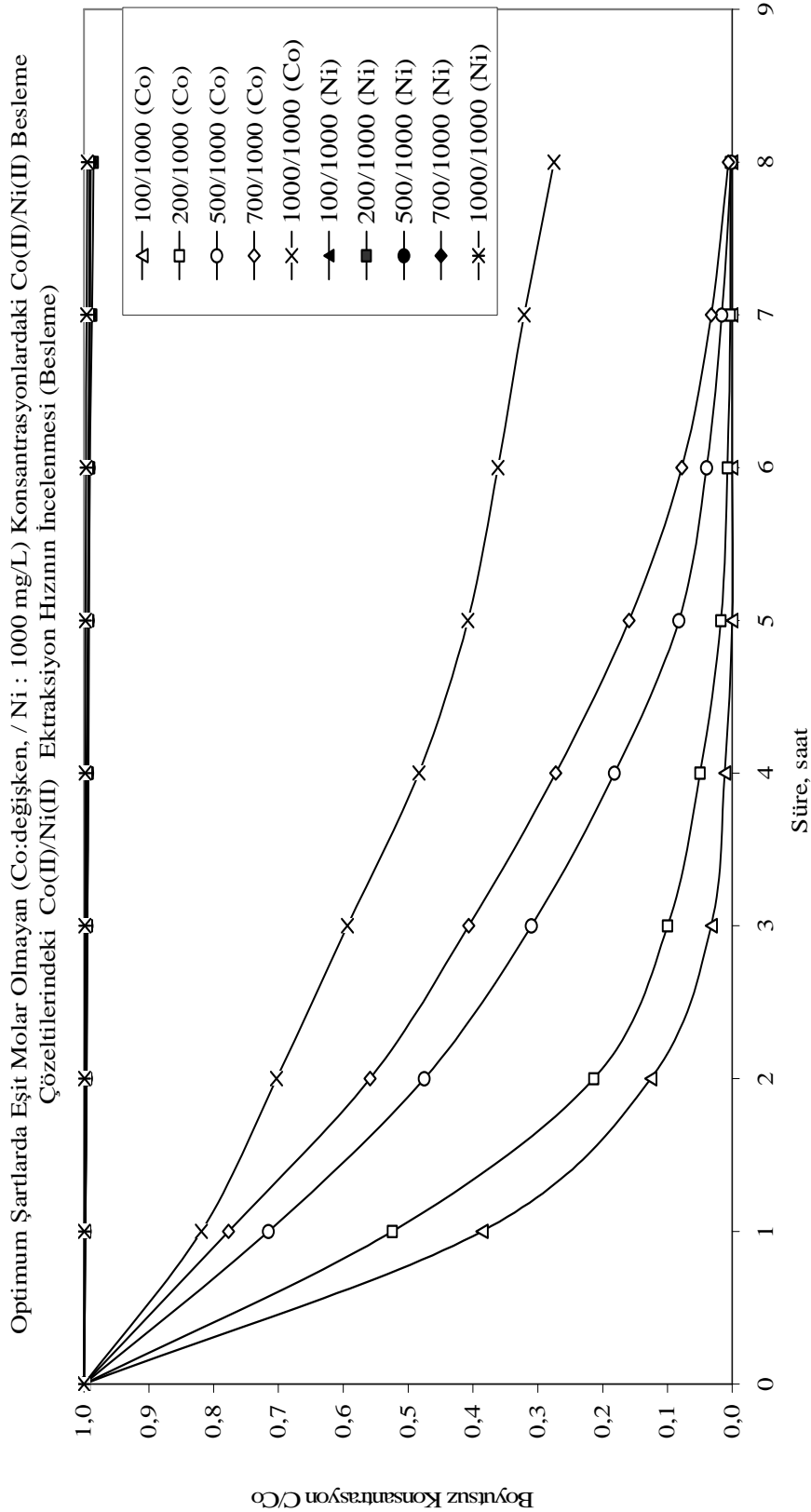


Şekil 5.94 Optimum şartlarda eşit molar konsantrasyonlardaki besleme çözeltilerinden Co konsantrasyonunun başlangıç kütle akısına (J_0) etkisi: (Çözücü (Kloroform): % 70 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Modifiyer madde TBP % 25; Besleme Çözeltisi Konsantrasyonu: Co/Ni: 100/100 , 200/200, 400/400, 500/500, 700/700, 1000/1000 mg/L; Besleme çözeltisi pH' ı 4 , Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi Konsantrasyonu: 1M NH₃ + 1M TEA ; Kompleks oluşturuvcu NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.70 Optimum şartlarda eşit molar olmayan konsantrasyonlardaki (Co: değişken, Ni: 1000 mg/L) Co konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Besleme): [Çözücü (Klorofom): %70 (w/w); %5 (w/w) Ekstraktant: (Alamine 300), %25 (w/w) Modifiyer (TBP); Besleme çözeltisi: Ni(1000mg/L) sabit konsantrasyonda, Co: 100 mg/L, 200mg/L, 500mg/L, 700mg/L ve 1000mg/L; Besleme çözeltisi pH'ı 4, Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu: 1MNH₃ /1MTEA,nsıyırma çözeltisi karıştırma hızı: 1200dev/dak; Kompleks oluşturucu NH₄SCN konsantrasyonu 0,5mol/L; Membran desteği: Celgard2500 (polipropilen))

Süre (saat)	Optimum Şartlarda Eşit Molar Olmayan (Co: değişken, Ni:1000 mg/L) Konsantrasyonlardaki Besleme Çözeltilerinden Co/Ni Ekstraksiyonu (Besleme)														
	100/1000					200/1000					500/1000				
	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	114,1	1,000	1012,7	1,000	211,3	1,000	1005,2	1,000	496,1	1,000	1010,2	1,000	1010,2	1,000	1,000
1	44,03	0,386	1012,7	1,000	110,8	0,524	1005,2	1,000	355,0	0,716	1010,2	1,000	1010,2	1,000	1,000
2	14,34	0,126	1012,7	1,000	45,14	0,214	1005,2	1,000	235,6	0,475	1010,2	1,000	1010,2	1,000	1,000
3	3,707	0,032	1012,7	1,000	21,06	0,100	1005,2	1,000	153,6	0,310	1010,2	1,000	1010,2	1,000	1,000
4	1,344	0,012	1012,7	1,000	10,52	0,050	1005,2	1,000	90,11	0,182	1010,2	1,000	1010,2	1,000	1,000
5	0,011	0,000	1012,7	1,000	3,705	0,018	1005,2	1,000	40,82	0,082	1010,1	1,000	1010,1	1,000	1,000
6	0,011	0,000	1012,7	1,000	1,559	0,007	1005,2	1,000	19,63	0,040	1010,1	1,000	1010,1	1,000	1,000
7	0,011	0,000	1011,1	0,998	0,696	0,003	1005,2	1,000	8,072	0,016	1010,1	1,000	1010,1	1,000	1,000
8	0,011	0,000	1011,1	0,998	0,657	0,003	1004,8	1,000	0,657	0,001	1010,0	1,000	1010,0	1,000	1,000

Süre (saat)	Optimum Şartlarda Eşit Molar Olmayan (Co: değişken, Ni:1000 mg/L) Konsantrasyonlardaki Besleme Çözeltilerinden Co/Ni Ekstraksiyonu (Besleme)											
	700/1000					1000/1000						
	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	710,7	1,000	1002,2	1,000	1006,2	1,000	1013,1	1,000	824,1	0,819	1013,1	1,000
1	552,3	0,777	1002,2	1,000	824,1	0,819	1013,1	1,000	707,1	0,703	1013,1	1,000
2	397,1	0,559	1002,2	1,000	597,4	0,594	1013,1	1,000	486,3	0,483	1013,1	1,000
3	288,8	0,406	1002,2	1,000	410,2	0,408	1013,1	1,000	363,9	0,362	1013,1	1,000
4	193,7	0,272	1002,2	1,000	322,9	0,321	1013,1	1,000	276,7	0,275	1013,1	1,000
5	113,1	0,159	1002,1	1,000	276,7	0,275	1013,1	1,000	1013,1	1,000	1013,1	1,000
6	55,30	0,078	1002,1	1,000	1013,1	1,000	1013,1	1,000	1013,1	1,000	1013,1	1,000
7	23,21	0,033	1002,1	1,000	1013,1	1,000	1013,1	1,000	1013,1	1,000	1013,1	1,000
8	4,200	0,006	1002,0	1,000	1013,1	1,000	1013,1	1,000	1013,1	1,000	1013,1	1,000



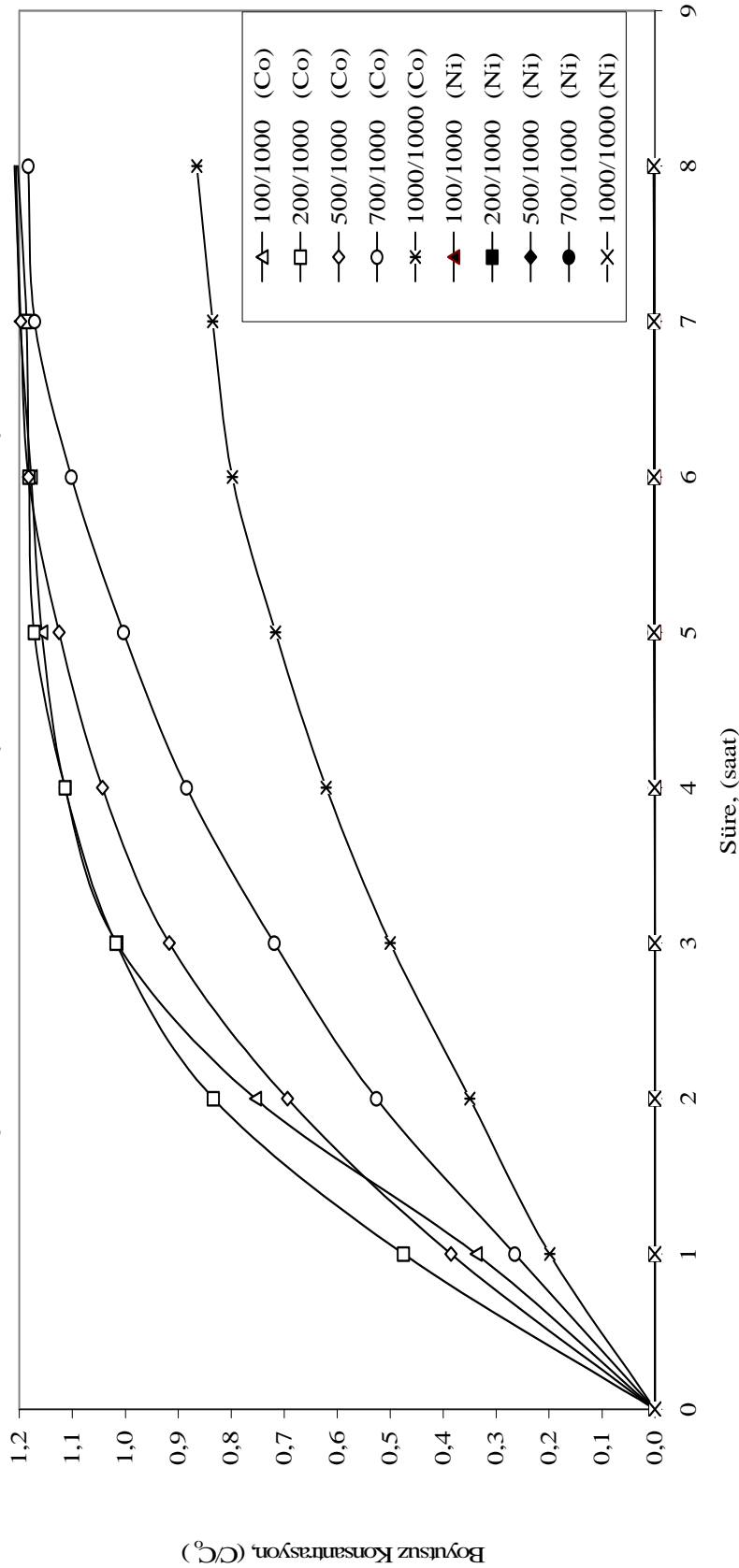
Şekil 5.95 Optimum şartlarda eşit molar olmayan konsantrasyonlardaki (Co: değişken, Ni: 1000 mg/L) Co konsantrasyonunun kobaltın Ekstraksiyonuna etkisi (Besleme): (Çözücü (Klorofom): % 70 (w/w); % 5 (w/w) Ektraktant: (Alamine 300), % 25 (w/w) Modifiyer (TBP); Besleme çözeltisi: Ni (1000 mg/L) sabit konsantrasyonda, Co : 100mg/L, 200 mg/L, 500 mg/L, 700 mg/L ve 1000 mg/L; Besleme çözeltisi pH' ı 4 , Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak;; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu: 1M NH₃ / IMTEA ,sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuucu NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.71 Optimum şartlarda eşit molar olmayan konsantrasyonlardaki (Co: sabit, Ni: 1000 mg/L) Co konsantrasyonunun kobaltın ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma) (Çözücü (Klorofom): % 70 (w/w); % 5 (w/w) Ektraktant: (Alamine 300), % 25 (w/w) Modifiyer (TBP); Besleme çözeltisi: Ni (1000 mg/L) sabit konsantrasyonda, Co : 100mg/L, 200 mg/L, 500 mg/L, 700 mg/L ve 1000 mg/L; Besleme çözeltisi pH'ı 4 , Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu: 1M NH₃ / 1M TEA ,sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuvcu NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Süre (saat)	Optimum Şartlarda Eşit Molar Olmayan (Co: değişken, Ni:1000 mg/L) Konsantrasyonlardaki Besleme Çözeltilerinden Co/Ni Ekstraksiyonu (Sıyırma)					
	100/1000		200/1000		500/1000	
	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni
	C, mg/L	C/C ₀	C, mg/L	C/C ₀	C, mg/L	C/C ₀
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1	38,56	0,338	0,000	0,475	0,000	0,000
2	86,1	0,755	0,000	0,834	0,000	0,000
3	116,0	1,016	0,090	1,018	0,189	0,000
4	127,1	1,114	0,310	1,114	0,430	0,000
5	132,1	1,158	0,680	1,172	0,837	0,001
6	134,4	1,178	1,130	1,182	1,221	0,001
7	136,7	1,198	1,850	1,187	1,946	0,002
8	137,6	1,206	2,530	1,203	2,561	0,002

Süre (saat)	Optimum Şartlarda Eşit Molar Olmayan (Co: değişken, Ni:1000 mg/L) Konsantrasyonlardaki Besleme Çözeltilerinden Co/Ni Ekstraksiyonu (Sıyırma)					
	700/1000		1000/1000		1000/1000	
	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni
	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
1	188,097	0,265	0,000	0,199	0,000	0,000
2	373,867	0,526	0,000	0,349	0,050	0,000
3	510,717	0,719	0,390	0,500	0,563	0,001
4	628,592	0,884	0,812	0,621	1,041	0,001
5	713,078	1,003	1,437	0,717	1,587	0,002
6	783,054	1,102	1,810	0,798	1,640	0,002
7	832,315	1,171	2,030	0,835	1,700	0,002
8	840,866	1,183	2,510	0,865	1,810	0,002

Optimum Şartlarda Eşit Molar Olmayan (Co: değişken, mg/L / Ni: sabit, 1000mg/L) Konsantrasyonlardaki Co(II)/Ni(II) Besleme Çözeltilerindeki Co / Ni Ekstraksiyon Hızının İncelenmesi (Sıyırma)

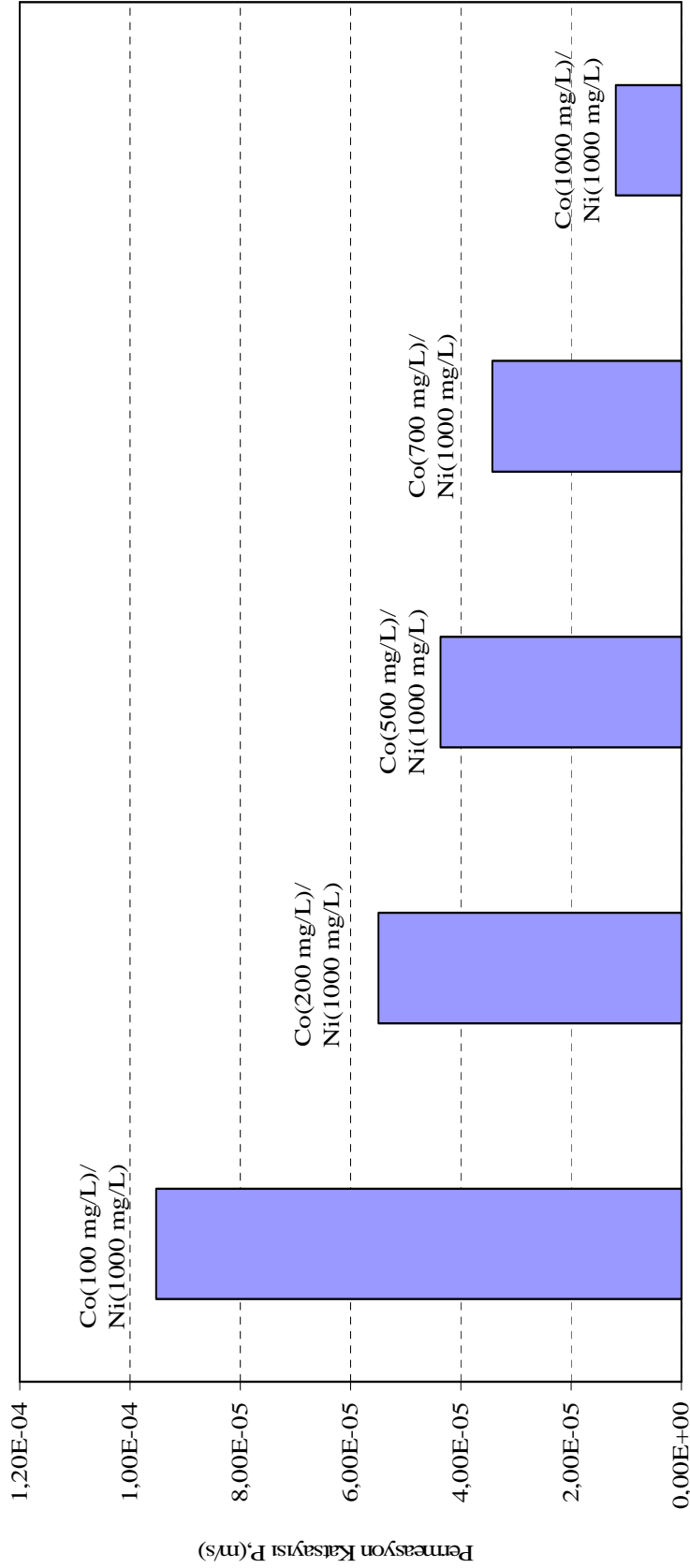


Şekil 5-96 Optimum şartlarda eşit molar olmayan konsantrasyonlardaki (Co: değişken, Ni: 1000 mg/L) besleme çözeltilerindeki Co konsantrasyonunun kobaltın Ekstraksiyonuna etkisi (Sıyırma): [Çözücü (Kloroform): % 70 (w/w); % 5 (w/w) Ektraktant: (Alamine 300), % 25 (w/w) Modifiyer (TBP); Besleme çözeltileri: Ni (1000 mg/L) sabit konsantrasyonda, Co : 100 mg/L, 200 mg/L, 500 mg/L, 700 mg/L ve 1000 mg/L; Besleme çözeltileri pH' ı 4 , Besleme çözeltileri karıştırma hızı: 1200 dev/dak;; Sıyırma çözeltileri konsantrasyonu: 1M NH₃ / 1MTEA , sıyırma çözeltileri karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuca NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)]

Tablo: 5.72 Optimum şartlarda eşit molar olmayan konsantrasyonlardaki (Co: değişken, Ni: 1000 mg/L) Co konsantrasyonunun kobaltın permeasyon katsayısı ve başlangıç kütle akısına etkisi: (Çözücü (Kloroform): % 70 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; % 25 (w/w) Modifiyer (TBP); Besleme Çözeltisi Konsantrasyonu: Co/Ni: 100/1000 , 200/1000, 500/1000, 700/1000, 1000/1000 mg/L; Besleme çözeltisi pH'ı 4, Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak; Sıyrma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyrma çözeltisi Konsantrasyonu: 1M NH₃ + 1M TEA Kompleks oluşturuvcu NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Süre (saat)	100/1000		200/1000		500/1000		700/1000		1000/1000	
	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni	Co	Ni
	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)	C (mg/L)
0	114,1	1012,7	211,3	1005,2	496,1	1010,2	710,7	1002,2	1006,2	1013,1
1	44,03	1012,7	110,8	1005,2	355,0	1010,2	552,3	1002,2	824,1	1013,1
2	14,34	1012,7	45,14	1005,2	235,6	1010,2	397,1	1002,2	707,1	1013,1
3	3,707	1012,7	21,06	1005,2	153,6	1010,2	288,8	1002,2	597,4	1013,1
4	1,344	1012,7	10,52	1005,2	90,11	1010,2	193,7	1002,2	486,3	1013,1
5	0,011	1012,7	3,705	1005,2	40,82	1010,1	113,1	1002,1	410,2	1013,1
6	0,011	1012,7	1,559	1005,2	19,63	1010,1	55,30	1002,1	363,9	1013,1
7	0,011	1011,1	0,696	1005,2	8,072	1010,1	23,21	1002,1	322,9	1013,1
8	0,011	1011,1	0,657	1004,8	0,657	1010,0	4,200	1002,0	276,7	1013,1
P (m/s)	9,530x10 ⁻⁵		5,498x10 ⁻⁵		4,365x10 ⁻⁵		3,428x10 ⁻⁵		1,188x10 ⁻⁵	
J ₀ (kg/m ² s)	2,752x10 ⁻⁶		5,004x10 ⁻⁶		9,904x10 ⁻⁶		1,217x10 ⁻⁵		1,147x10 ⁻⁵	

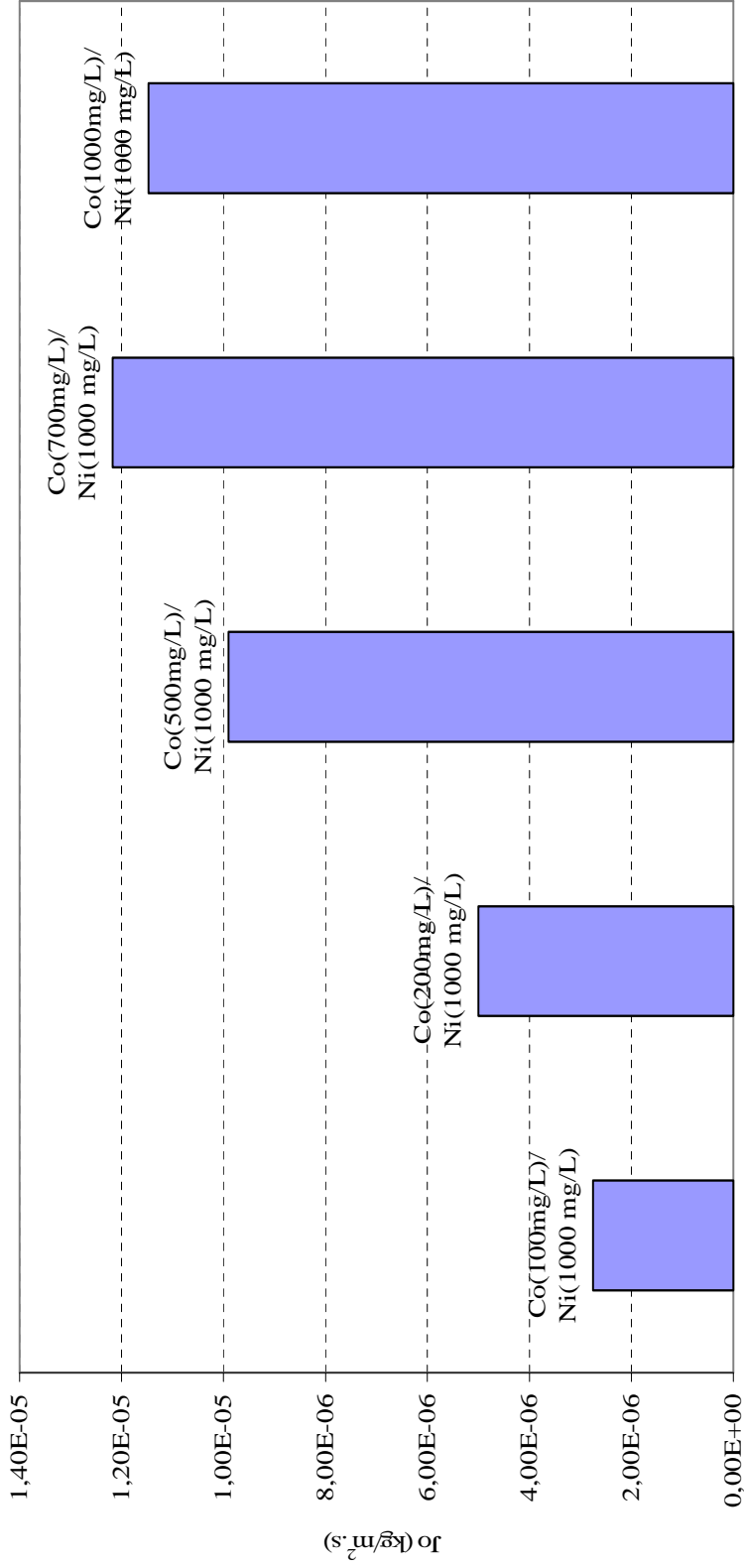
Optimum Şartlarda Eşit Molar Olmayan Co (değişken, mg/L)/Ni (sabit, 1000mg/L) Konsantrasyonlardaki Co(II)/Ni(II) Besleme Çözeltilerinden Co(II) Ekstraksiyonunun Permeasyon Katsayısına Etkisi (Besleme)



Besleme Çözeltileri Konsantrasyonu, Co/Ni (mg/L)

Şekil 5.97 Optimum şartlarda eşit molar olmayan konsantrasyonlardaki (Co: değişken, Ni: 1000 mg/L) besleme çözeltilerinden Co konsantrasyonunun permeasyon katsayısına etkisi (P): (Çözücü (Kloroform): % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: Ni (1000mg/L) sabit, Co²⁺; 100 mg/L, 200 mg/L, 500mg/L, 700 mg/L ve 1000mg/L ; Besleme çözeltisi pH = 4 , Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; ; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu: 1M NH₃ / IMTEA ,sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuvcu NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Optimum Şartlarda Eşit Molar Olmayan (Co: değişken, Ni: 1000 mg/L) Konsantrasyonlardaki Co(II)/Ni(II) Besleme Çözeltilerinden Co(II) Ekstraksiyonunun Başlangıç Kütle Akısına Etkisi (Besleme)



Besleme Çözeltisi Konsantrasyonu, Co/Ni (mg/L)

Şekil 5.98 Optimum şartlarda eşit molar olmayan konsantrasyonlardaki (Co: değişken, Ni: 1000 mg/L) besleme çözeltilerindeki Co konsantrasyonunun başlangıç kütle akısına etkisi (J₀): (Çözücü (Kloroform): % 95 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Besleme çözeltisi konsantrasyonu: Ni (1000 mg/L) sabit, Co²⁺; 100 mg/L , 200 mg/L, 500 mg/L, 700 mg/L ve 1000 mg/L ; Besleme çözeltisi pH = 4 , Besleme çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu: 1M NH₃ / 1MTEA, Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı : 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuucu NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen))

Tablo 5.73. Optimum Şartlarda Eşit molar ve eşit molar olmayan besleme çözeltileri için hesaplanan ayırma faktörleri (Ekstraktant Alamine 300)

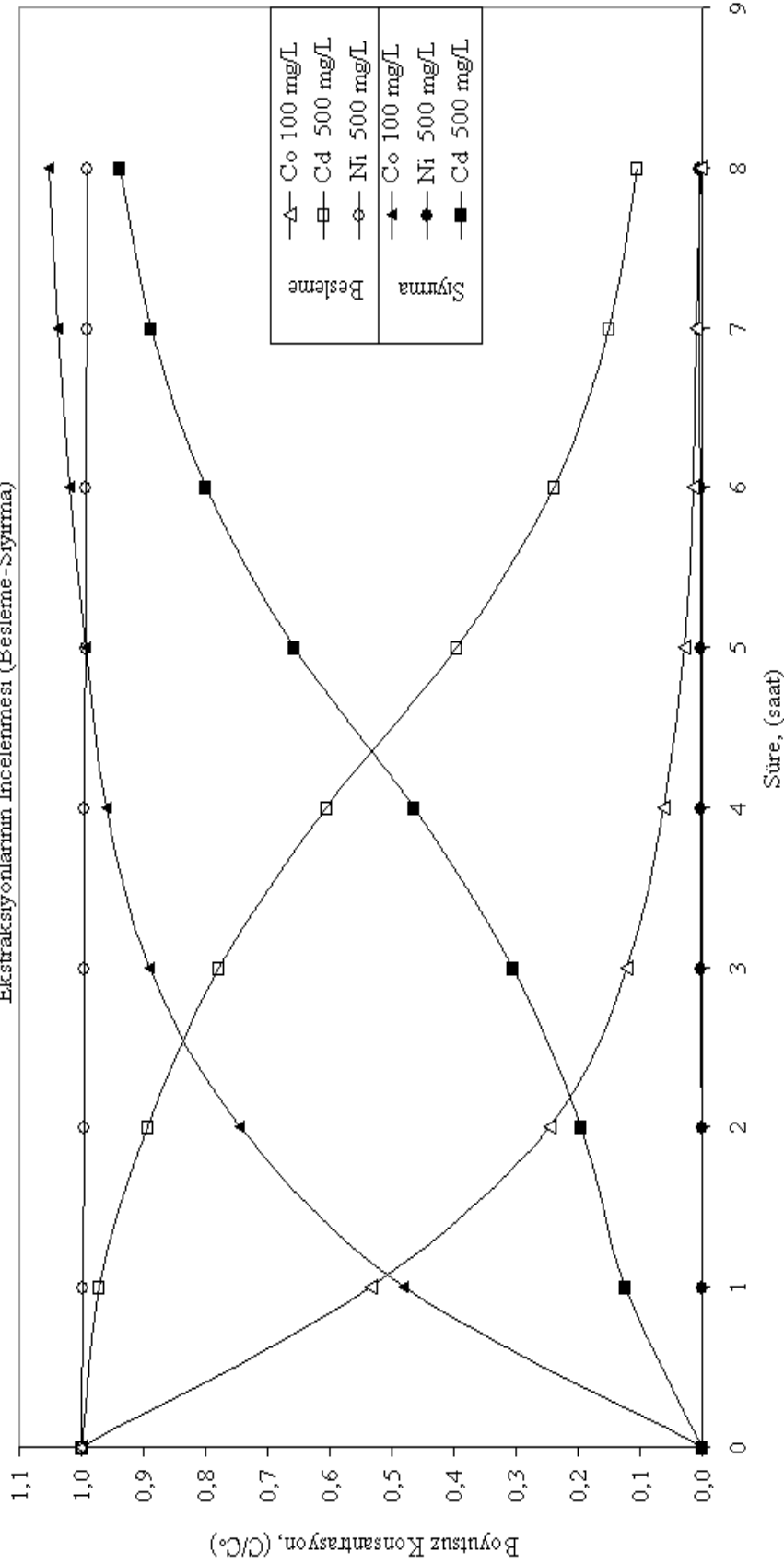
Eşit molar konsantrasyon						
t(saatt)	$\beta_{Co/Ni}$					
	100/100 (Co/Ni)	200/200 (Co/Ni)	400/400 (Co/Ni)	500/500 (Co/Ni)	700/700 (Co/Ni)	1000/1000 (Co/Ni)
0	0	0	0	0	0	0
1	∞	∞	∞	∞	∞	∞
2	∞	∞	∞	∞	∞	∞
3	1490,1	1562,5	∞	∞	∞	∞
4	490,2	662,5	514,5	491,6	653,8	850,5
5	483,1	545,3	484,6	394,7	620,9	822,3
6	335,1	386,8	487,7	315,8	477,6	470,5
7	233,6	275,9	296,3	295,7	346,6	307,8
8	205,3	239,5	234,4	270,6	270,1	269,1

Eşit Molar Olmayan Konsantrasyon(Co değişken,Ni=1000mg/L)					
t (saatt)	$\beta_{Co/Ni}$				
	100/1000 (Co/Ni)	200/1000 (Co/Ni)	500/1000 (Co/Ni)	700/1000 (Co/Ni)	1000/1000 (Co/Ni)
0	0	0	0	0	0
1	∞	∞	∞	∞	∞
2	∞	∞	∞	∞	7316
3	4066	5602	4393	1969	931
4	3594	2690	2234	1166	625
5	1703	1456	1248	747	473
6	1042	923	827	651	510
7	648	581	531	617	514
8	477	436	506	504	500

Tablo 5.74 Optimum şartlarda Co:100 mg/L, Ni: 500 mg/L, Cd: 500 mg/L içeren üçlü karışımdaki metallerin ekstraksiyon hızları ve ayırma faktörleri (Besleme-Sıyırma): Besleme çözeltisi pH=4, Besleme çözeltisi karıştırma hızı 1200 dev/dak, NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, Çözütücü (Kloroform) : w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Modifiyer Madde TBP (Tribütülfosfat): % 25 w/w ; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃ / 1M TEA; Sıyırma çözeltisi hızı: 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Süre (Süre)	Besleme Çözeltisi (C _{co,o} : 100 mg/L)												Sıyırma Çözeltisi						Ayırma Faktörü	
	Co			Ni			Cd			Co			Ni			Cd			$\beta_{Co/Ni}$	$\beta_{Co/Cd}$
	C	C/Co	C/Co	C	C/Co	C/Co	C	C/Co	C/Co	C	C/Co	C/Co	C	C/Co	C/Co	C	C/Co	C/Co		
0	101,7	1,000	1,000	510,3	1,000	1,000	501,6	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0	0,0
1	54,22	0,533	0,998	509,4	0,998	0,971	479,7	0,971	0,971	48,95	0,481	0,481	0,061	0,000	0,000	61,61	0,123	4012,0	3,9	3,9
2	24,88	0,245	0,996	508,3	0,996	0,894	439,6	0,894	0,894	75,88	0,746	0,746	0,275	0,001	0,001	98,20	0,196	1382,1	3,8	3,8
3	12,45	0,122	0,996	508,1	0,996	0,778	390,4	0,778	0,778	90,46	0,889	0,889	0,673	0,001	0,001	153,4	0,306	674,1	2,9	2,9
4	6,231	0,061	0,994	507,3	0,994	0,604	303,1	0,604	0,604	97,51	0,959	0,959	1,061	0,002	0,002	233,2	0,465	461,1	2,1	2,1
5	2,911	0,029	0,993	506,6	0,993	0,395	198,0	0,395	0,395	101,0	0,993	0,993	1,316	0,003	0,003	330,1	0,658	385,0	1,5	1,5
6	1,378	0,014	0,992	506,1	0,992	0,238	119,5	0,238	0,238	103,6	1,018	1,018	1,489	0,003	0,003	400,8	0,799	348,9	1,3	1,3
7	0,942	0,009	0,992	506,0	0,992	0,149	74,93	0,149	0,149	105,6	1,038	1,038	1,989	0,004	0,004	445,1	0,887	266,3	1,2	1,2
8	0,141	0,001	0,992	505,9	0,992	0,104	51,97	0,104	0,104	107,1	1,053	1,053	2,581	0,005	0,005	470,0	0,937	208,2	1,1	1,1

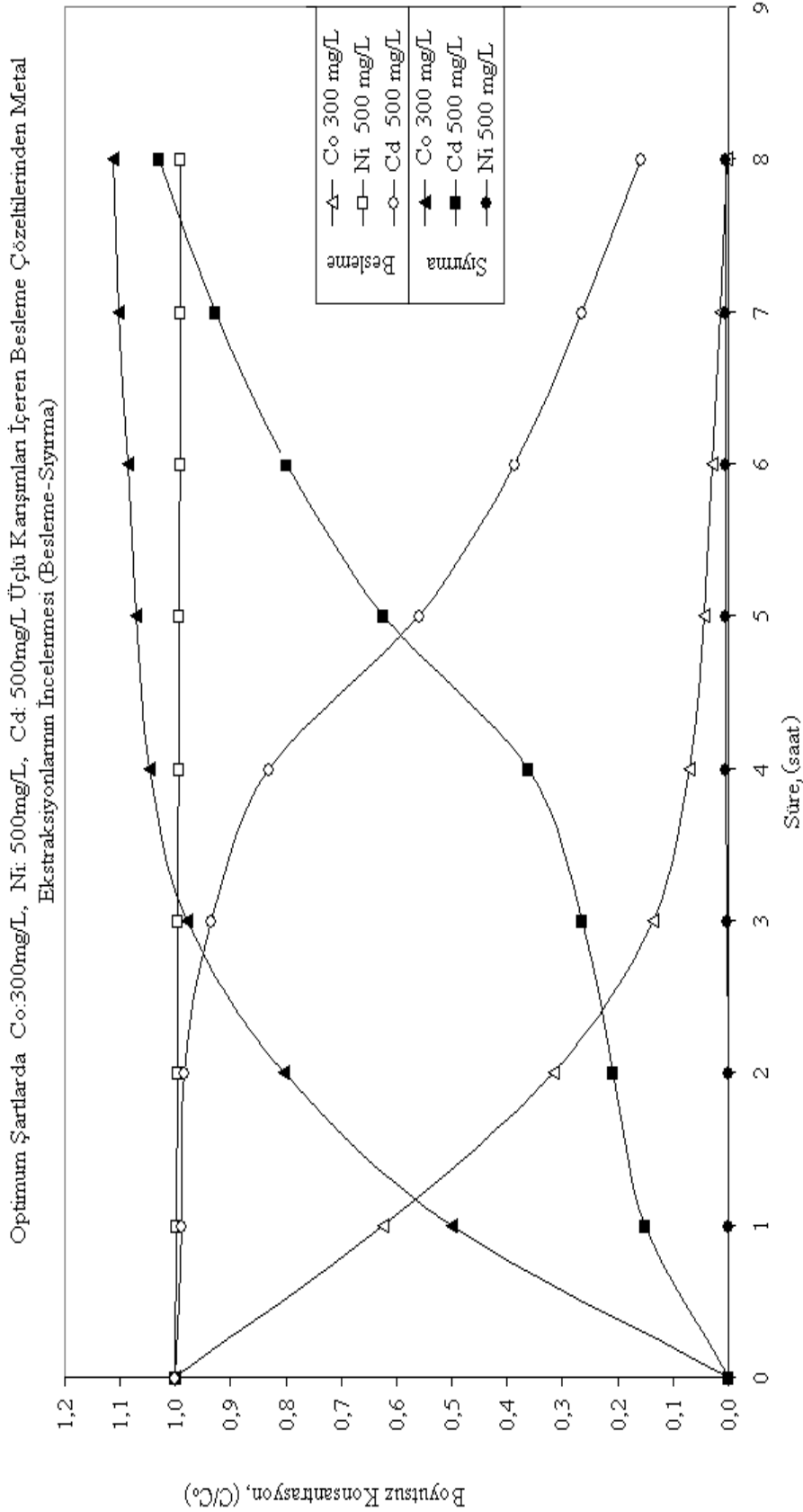
Optimum Şartlarda Co:100mg/L, Ni: 500mg/L, Cd: 500mg/L Üçlü Karışımları İçeren Besleme Çözeltilerden Metal Ekstraksiyonlarının İncelenmesi (Besleme-Şıyrma)



Şekil 5.99 Optimum şartlarda Co:100 mg/L, Ni: 500 mg/L, Cd: 500 mg/L içeren üçlü karışımdaki metallerin ekstraksiyon hızları (Besleme-Şıyrma): Besleme çözeltilisi pH=4, Besleme çözeltilisi karıştırma hızı 1200 dev/dak, NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, Çözücü (Kloroform) : w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Modifiyer Madde TBP (Tribütillposfat): % 25 w/w ; Şıyrma çözeltilisi konsantrasyonu : 1M NH_3 / 1M TEA; Şıyrma çözeltilisi hızı: 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuucu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Tablo 5.75 Optimum şartlarda Co:300 mg/L, Ni: 500 mg/L, Cd: 500 mg/L içeren üçlü karışımdaki metallerin ekstraksiyonu (Besleme-Sıyırma): Besleme çözeltisi pH=4, Besleme çözeltisi karıştırma hızı 1200 dev/dak, NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, Çözücü (Kloroform) : w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Modifiyer madde TBP (Tribütil fosfat): % 25 w/w ; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃ / 1M TEA; Sıyırma çözeltisi hızı: 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

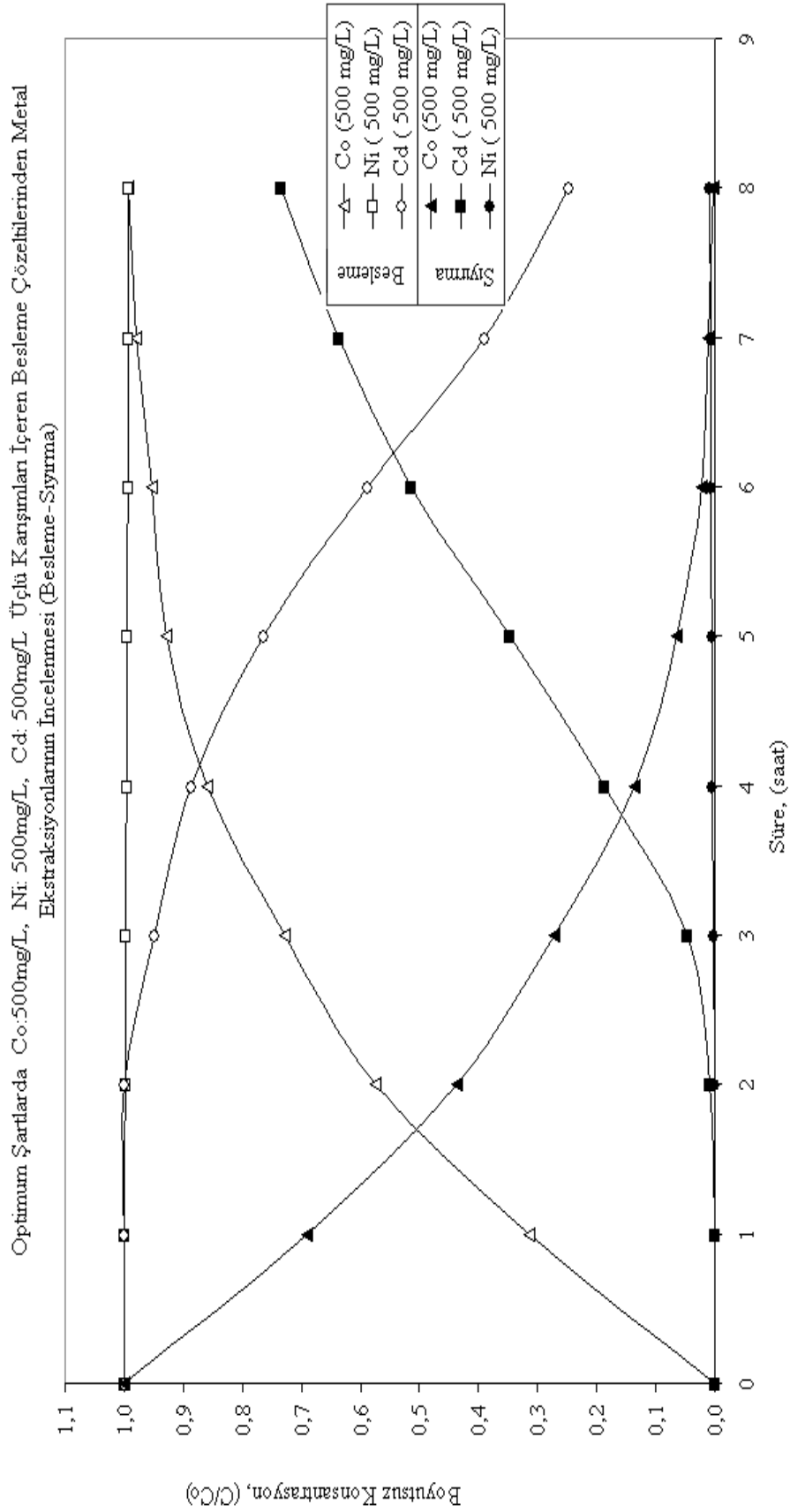
Süre (Süre)	Besleme Çözeltisi (C _{co,o} : 300 mg/L)										Sıyırma Çözeltisi										Ayırma Faktörü	
	Co			Ni			Cd			Co			Ni			Cd			β _{Co/Ni}	β _{Co/Cd}		
	C	C/Co	C/Co	C	C/Co	C/Co	C	C/Co	C/Co	C	C/Co	C/Co	C	C/Co	C/Co	C	C/Co	C/Co				
0	295,6	1,000	1,000	505,9	1,000	1,000	506,6	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0	0,0		
1	184,3	0,623	0,998	505,1	0,998	0,988	493,1	0,988	148,1	0,501	0,501	0,000	0,000	0,000	0,000	76,3	0,151	∞	∞	3,3		
2	93,10	0,315	0,996	503,9	0,996	0,983	488,1	0,983	237,8	0,804	0,804	0,293	0,001	0,001	0,001	106,0	0,209	1389,0	1389,0	3,8		
3	40,41	0,137	0,996	503,8	0,996	0,936	474,3	0,936	289,9	0,980	0,980	1,329	0,003	0,003	0,003	133,8	0,264	373,3	373,3	3,7		
4	20,77	0,070	0,994	503,0	0,994	0,830	420,6	0,830	309,2	1,046	1,046	1,977	0,004	0,004	0,004	183,9	0,363	267,7	267,7	2,9		
5	12,96	0,044	0,993	502,3	0,993	0,558	282,7	0,558	316,9	1,072	1,072	2,521	0,005	0,005	0,005	316,8	0,625	215,1	215,1	1,7		
6	8,758	0,030	0,992	501,8	0,992	0,386	195,4	0,386	321,1	1,086	1,086	3,107	0,006	0,006	0,006	404,2	0,798	176,9	176,9	1,4		
7	4,038	0,014	0,992	501,7	0,992	0,264	133,7	0,264	325,8	1,102	1,102	3,190	0,006	0,006	0,006	470,2	0,928	174,8	174,8	1,2		
8	0,996	0,003	0,992	501,7	0,992	0,158	80,2	0,158	328,8	1,112	1,112	3,240	0,006	0,006	0,006	522,3	1,031	173,7	173,7	1,1		



Şekil 5.100 Optimum şartlarda Co:300 mg/L, Ni: 500 mg/L, Cd: 500 mg/L içeren üçlü kaarışımdaki metallerin ekstraksiyonu (Besleme-Sıyırma): Besleme çözeltisi pH=4, Besleme çözeltisi karıştırma hızı 1200 dev/dak, NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, Çözücü (Kloroform) : w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Modifiyer madde TBP (Tribütül fosfat): % 25 w/w ; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃ / 1M TEA; Sıyırma çözeltisi hızı: 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuucu NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Tablo 5.76 Optimum şartlarda Co:500 mg/L, Ni: 500 mg/L, Cd: 500 mg/L içeren üçlü karışımdaki metallerin ekstraksiyonu (Besleme-Sıyırma): Besleme çözeltisi pH=4, Besleme çözeltisi karıştırma hızı 1200 dev/dak, NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, Çözücü (Kloroform) : w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Modifiyer Madde TBP (Tribütül fosfat): % 25 w/w ; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃ / 1M TEA; Sıyırma çözeltisi hızı: 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Süre (Süre)	Besleme Çözeltisi (C _{co,o} : 500 mg/L)										Sıyırma Çözeltisi						Ayrırma Faktörü		
	Co			Ni			Cd			Co			Ni			Cd		$\beta_{Co/Ni}$	$\beta_{Co/Cd}$
	C	C/Co	C/Co	C	C/Co	C/Co	C	C/Co	C/Co	C	C/Co	C/Co	C	C/Co	C/Co	C	C/Co		
0	504,2	1,000	1,000	498,3	1,000	1,000	502,3	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0	0,0
1	347,5	0,689	1,000	498,3	1,000	1,000	495,0	1,000	1,000	158,79	0,315	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	∞	∞
2	220,0	0,436	0,998	497,1	0,998	1,000	492,4	1,000	1,000	290,07	0,575	0,283	0,001	0,001	0,010	5,010	0,010	1024,9	57,7
3	137,5	0,273	0,997	497,0	0,997	0,948	476,4	0,948	0,948	367,20	0,728	1,284	0,003	0,003	0,047	23,59	0,047	286,0	15,5
4	68,38	0,136	0,996	496,2	0,996	0,885	444,7	0,885	0,885	433,55	0,860	1,910	0,004	0,004	0,187	94,09	0,187	226,9	4,6
5	32,45	0,064	0,994	495,5	0,994	0,763	383,3	0,763	0,763	467,63	0,927	2,436	0,005	0,005	0,348	175,0	0,348	192,0	2,7
6	11,36	0,023	0,993	495,1	0,993	0,587	294,7	0,587	0,587	480,96	0,954	3,002	0,006	0,006	0,514	258,1	0,514	160,2	1,9
7	5,270	0,010	0,993	494,9	0,993	0,391	196,2	0,391	0,391	493,55	0,979	3,457	0,007	0,007	0,637	320,2	0,637	142,8	1,5
8	1,083	0,002	0,993	494,7	0,993	0,246	123,7	0,246	0,246	501,26	0,994	4,033	0,008	0,008	0,735	338,7	0,735	124,3	1,4

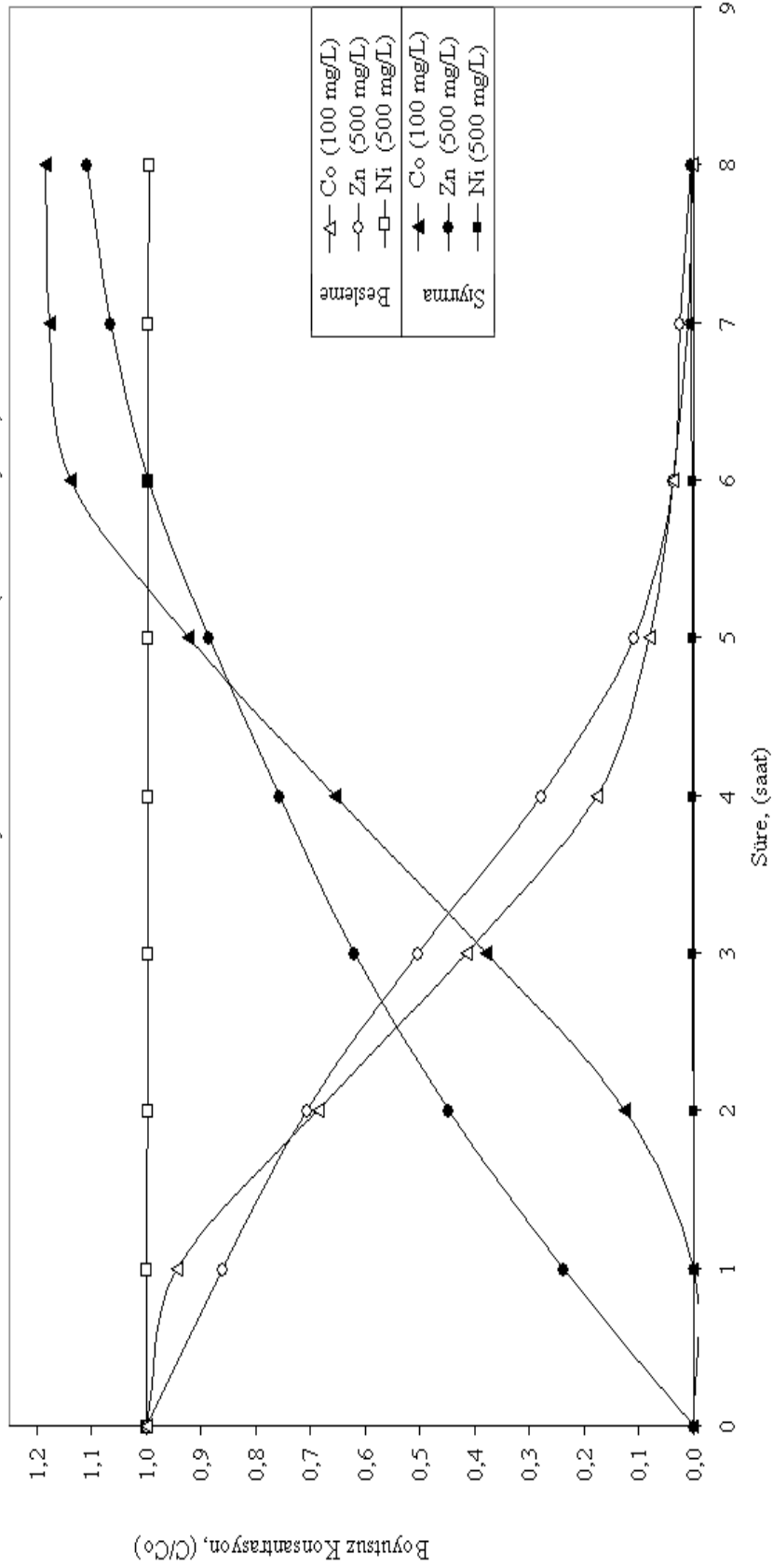


Şekil 5.101 Optimum şartlarda Co:500 mg/L, Ni: 500 mg/L, Cd: 500 mg/L içeren üçlü karışımlardaki metallerin ekstraksiyonu (Besleme-Sıyırma): Besleme çözeltisi pH=4, Besleme çözeltisi karıştırma hızı 1200 dev/dak, NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, Çözücü (Kloroform) : w/w; Ekstraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Modifiyer Madde TBP (Tribütül fosfat): % 25 w/w ; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 / 1M TEA; Sıyırma çözeltisi hızı: 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Tablo 5.77 Optimum şartlarda Co: 100 mg/L, Ni: 500 mg/L, Zn: 500 mg/L içeren üçlü karışımlardaki metallerin ekstraksiyonu (Besleme-Sıyırma): Besleme çözeltisi pH=4, Besleme çözeltisi karıştırma hızı 1200 dev/dak, NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, Çözücü (Kloroform) : w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Modifiyer madde TBP (Tribütül fosfat): % 25 w/w ; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃/ 1M TEA; Sıyırma çözeltisi hızı: 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Süre (Süre)	Besleme Çözeltisi (C _{Co,o} : 100 mg/L)												Sıyırma Çözeltisi						Ayırma Faktörü	
	Co			Ni			Zn			Co			Ni			Zn			$\beta_{Co/Ni}$	$\beta_{Co/Zn}$
	C	C/Co	C	C/Co	C	C/Co	C	C/Co	C	C/Co	C	C/Co	C	C/Co	C	C/Co	C			
0	101,0	1,000	507,3	1,000	515,5	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0	
1	95,26	0,943	507,3	1,000	437,4	0,861	0,000	0,000	0,000	0,060	0,000	0,060	0,000	0,000	123,0	0,239	0	0	0	
2	69,27	0,686	507,0	0,999	356,9	0,706	12,74	0,126	0,470	0,001	0,001	0,470	0,001	0,001	230,8	0,448	136,3	0,3	0,3	
3	41,79	0,414	507,0	0,999	259,2	0,503	38,27	0,379	0,860	0,002	0,002	0,860	0,002	0,002	319,9	0,621	223,8	0,6	0,6	
4	18,00	0,178	507,0	0,999	143,8	0,279	66,29	0,656	1,140	0,002	0,002	1,140	0,002	0,002	390,0	0,757	292,4	0,9	0,9	
5	8,273	0,082	506,9	0,999	55,65	0,108	93,21	0,923	1,540	0,003	0,003	1,540	0,003	0,003	456,8	0,886	304,4	1,0	1,0	
6	3,843	0,038	506,8	0,999	19,10	0,037	115,0	1,139	1,860	0,004	0,004	1,860	0,004	0,004	513,9	0,997	310,9	1,1	1,1	
7	1,093	0,011	506,8	0,999	13,29	0,026	118,7	1,175	2,370	0,005	0,005	2,370	0,005	0,005	549,1	1,065	251,9	1,1	1,1	
8	0,129	0,001	506,8	0,999	2,167	0,004	119,6	1,184	2,830	0,006	0,006	2,830	0,006	0,006	571,5	1,109	212,5	1,1	1,1	

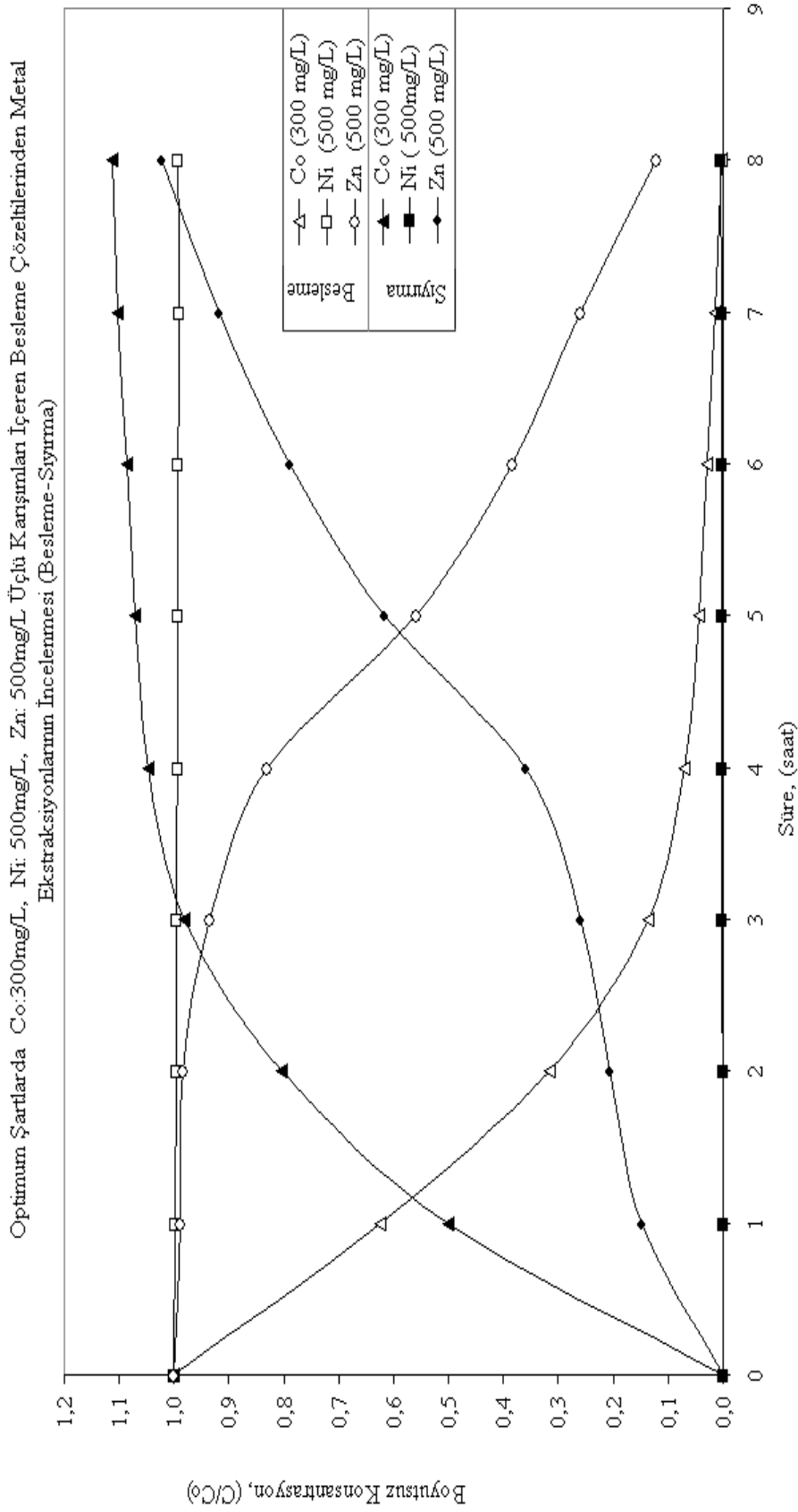
Optimum Şartlarda Co:100mg/L, Ni: 500mg/L, Zn: 500mg/L Üçlü Karışımları İçeren Besleme Çözeltilerinden Metal Ekstraksiyonlarının İncelenmesi (Besleme-Sıyırma)



Şekil 5.102 Optimum şartlarda Co:100 mg/L, Ni:500 mg/L, Zn: 500 mg/L içeren üçlü karışımlardaki metallerin ekstraksiyonu (Besleme-Sıyırma): Besleme çözeltisi pH=4, Besleme çözeltisi karıştırma hızı 1200 dev/dak, NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, Çözücü (Kloroform) : w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Modifiyer Madde TBP (Tribitil fosfat): % 25 w/w ; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 / 1M TEA; Sıyırma çözeltisi hızı: 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Tablo 5.78 Optimumum şartlarda Co:300 mg/L, Ni:500 mg/L, Zn: 500 mg/L içeren üçlü karışımlardaki metallerin ekstraksiyonu (Besleme-Sıyırma): Besleme çözeltisi pH=4, Besleme çözeltisi karıştırma hızı 1200 dev/dak, NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, Çözücü (Kloroform) : w/w; Ekstraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Modifiyer Madde TBP (Tribütülfosfat): % 25 w/w ; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃ / 1M TEA; Sıyırma çözeltisi hızı: 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

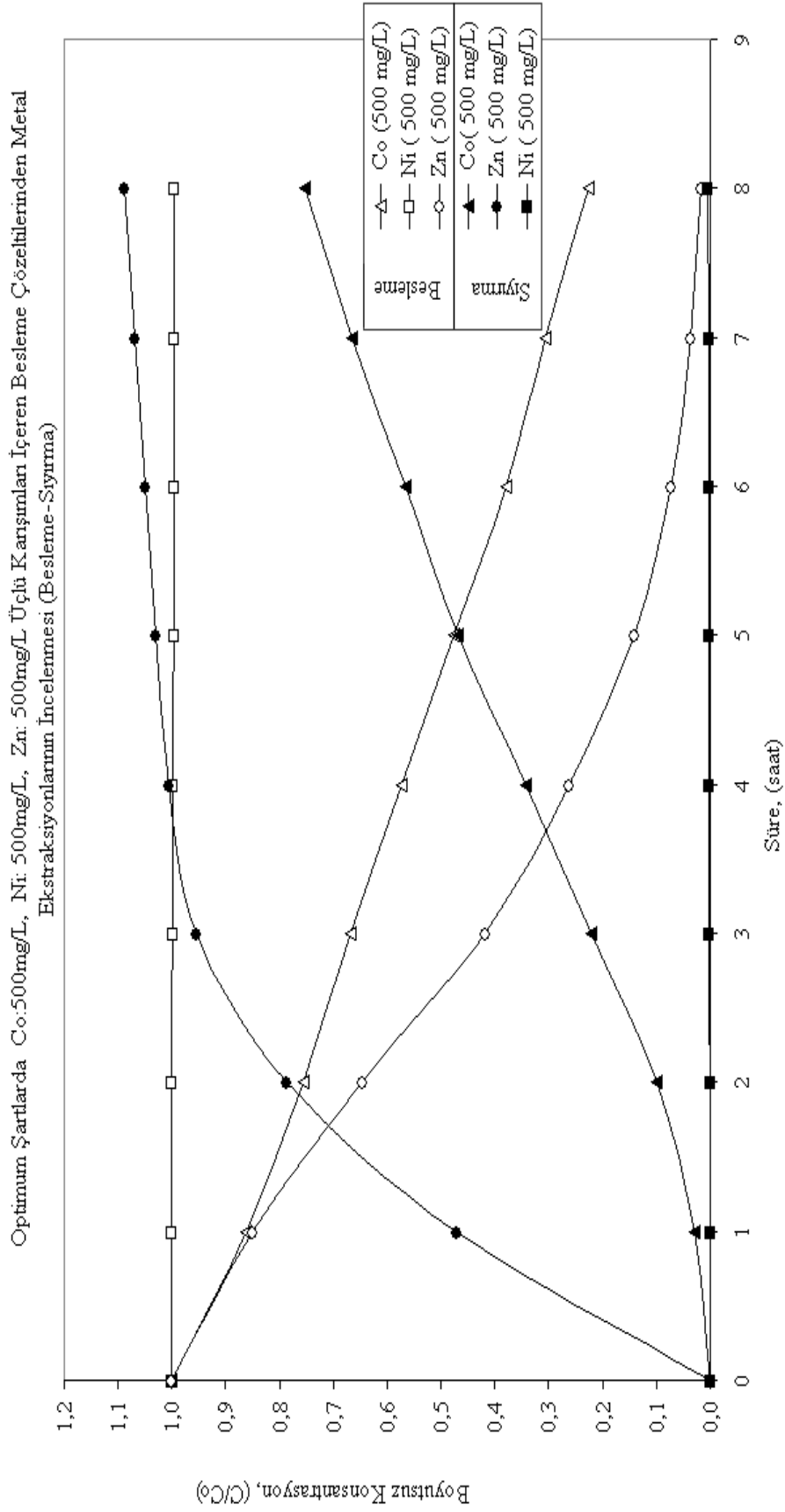
Süre (Süre)	Besleme Çözeltisi (C _{Co,o} : 300 mg/L)												Sıyırma Çözeltisi						Ayrırma Faktörü	
	Co			Ni			Zn			Co			Ni			Zn			$\beta_{Co/Ni}$	$\beta_{Co/Zn}$
	C	C/Co	C	C/Co	C	C/Co	C	C/Co	C	C/Co	C	C/Co	C	C/Co	C	C/Co	C	C/Co		
0	295,6	1,000	504,2	1,000	512,6	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0
1	184,3	0,623	503,6	0,999	498,9	0,988	148,1	0,501	0,501	0,060	0,000	0,060	0,000	0,000	353,1	0,701	4208,7	3,4	3,4	
2	93,10	0,315	502,4	0,997	493,8	0,983	237,8	0,804	0,804	0,270	0,001	0,270	0,001	0,001	483,6	0,960	1502,3	3,9	3,9	
3	40,41	0,137	502,3	0,996	479,9	0,936	289,9	0,980	0,980	0,660	0,001	0,660	0,001	0,001	528,6	1,049	748,9	3,8	3,8	
4	20,77	0,070	501,4	0,995	425,5	0,830	309,2	1,046	1,046	1,040	0,002	1,040	0,002	0,002	549,4	1,090	507,1	2,9	2,9	
5	12,96	0,044	500,8	0,993	286,0	0,558	316,9	1,072	1,072	1,290	0,003	1,290	0,003	0,003	562,5	1,116	419,0	1,7	1,7	
6	8,758	0,030	500,3	0,992	197,1	0,384	321,1	1,086	1,086	1,460	0,003	1,460	0,003	0,003	573,1	1,137	375,0	1,4	1,4	
7	4,038	0,014	500,2	0,992	133,0	0,260	325,8	1,102	1,102	1,840	0,004	1,840	0,004	0,004	577,9	1,147	319,3	1,2	1,2	
8	0,996	0,003	500,5	0,993	62,69	0,122	328,8	1,112	1,112	2,290	0,005	2,290	0,005	0,005	582,6	1,156	290,5	1,1	1,1	



Şekil 5.103 Optimum şartlarda Co:300 mg/L, Ni: 500 mg/L, Zn: 500 mg/L içeren üçlü karışımlardaki metallerin ekstraksiyonu (Besleme-Sıyırma): Besleme çözeltisi pH=4, Besleme çözeltisi karıştırma hızı 1200 dev/dak, NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, (Çözücü (Kloroform) :½ 70 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Modifiyer madde TBP (Tribütül fosfat): % 25 w/w ; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 / 1M TEA; Sıyırma çözeltisi hızı: 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuvcu NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

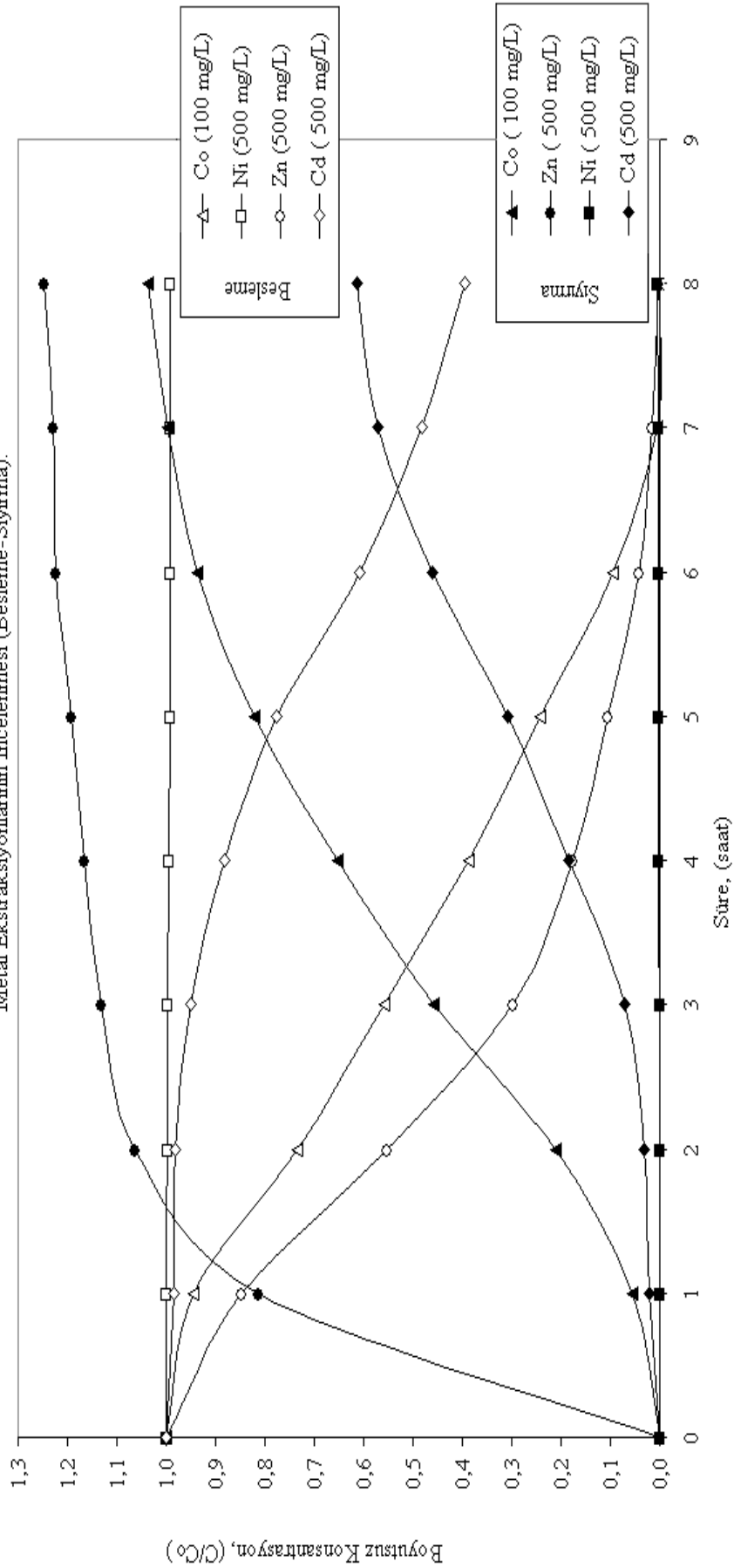
Tablo 5.79 Optimum şartlarda Co:500 mg/L, Ni: 500 mg/L, Zn: 500 mg/L içeren üçlü karışımlardaki metallerin ekstraksiyonu (Besleme-Sıyırma): Besleme çözeltisi pH=4, Besleme çözeltisi karıştırma hızı 1200 dev/dak, NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, Çözücü (Kloroform) : ½ 70, w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Modifiyer madde TBP (Tribütül fosfat): % 25 w/w ; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃ / 1M TEA; Sıyırma çözeltisi hızı: 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Süre (Süre)	Besleme Çözeltisi (C _{Co,o} : 500 mg/L)												Sıyırma Çözeltisi						Ayrırma Faktörü	
	Co			Ni			Zn			Co			Ni			Zn			$\beta_{Co/Ni}$	$\beta_{Co/Zn}$
	C	C/Co	C/Co	C	C/Co	C/Co	C	C/Co	C/Co	C	C/Co	C	C/Co	C	C/Co	C	C/Co			
0	504,5	1,000	1,000	501,3	1,000	1,000	507,1	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0	0	
1	434,9	0,862	1,000	501,3	1,000	0,851	425,0	0,851	14,01	0,028	0,061	0,000	0,000	0,000	239,0	0,471	231,2	0,1	0,1	
2	381,3	0,756	1,000	501,2	1,000	0,646	321,4	0,646	50,41	0,100	0,273	0,001	0,001	0,001	398,7	0,786	184,9	0,1	0,1	
3	336,6	0,667	1,000	501,1	1,000	0,418	211,8	0,418	111,28	0,221	0,667	0,001	0,001	0,001	484,4	0,955	166,9	0,2	0,2	
4	288,9	0,573	0,998	500,2	0,998	0,261	132,6	0,261	173,12	0,343	1,050	0,002	0,002	0,002	510,6	1,007	164,8	0,3	0,3	
5	239,9	0,475	0,997	499,6	0,997	0,142	72,01	0,142	236,68	0,469	1,303	0,003	0,003	0,003	522,9	1,031	181,7	0,5	0,5	
6	191,8	0,380	0,996	499,1	0,996	0,073	37,07	0,073	285,01	0,565	1,475	0,003	0,003	0,003	531,7	1,048	193,3	0,5	0,5	
7	153,7	0,305	0,995	499,0	0,995	0,036	18,41	0,036	335,96	0,666	1,757	0,004	0,004	0,004	542,6	1,070	191,2	0,6	0,6	
8	113,6	0,225	0,995	499,0	0,995	0,018	8,989	0,018	380,25	0,754	1,949	0,004	0,004	0,004	551,6	1,088	195,1	0,7	0,7	



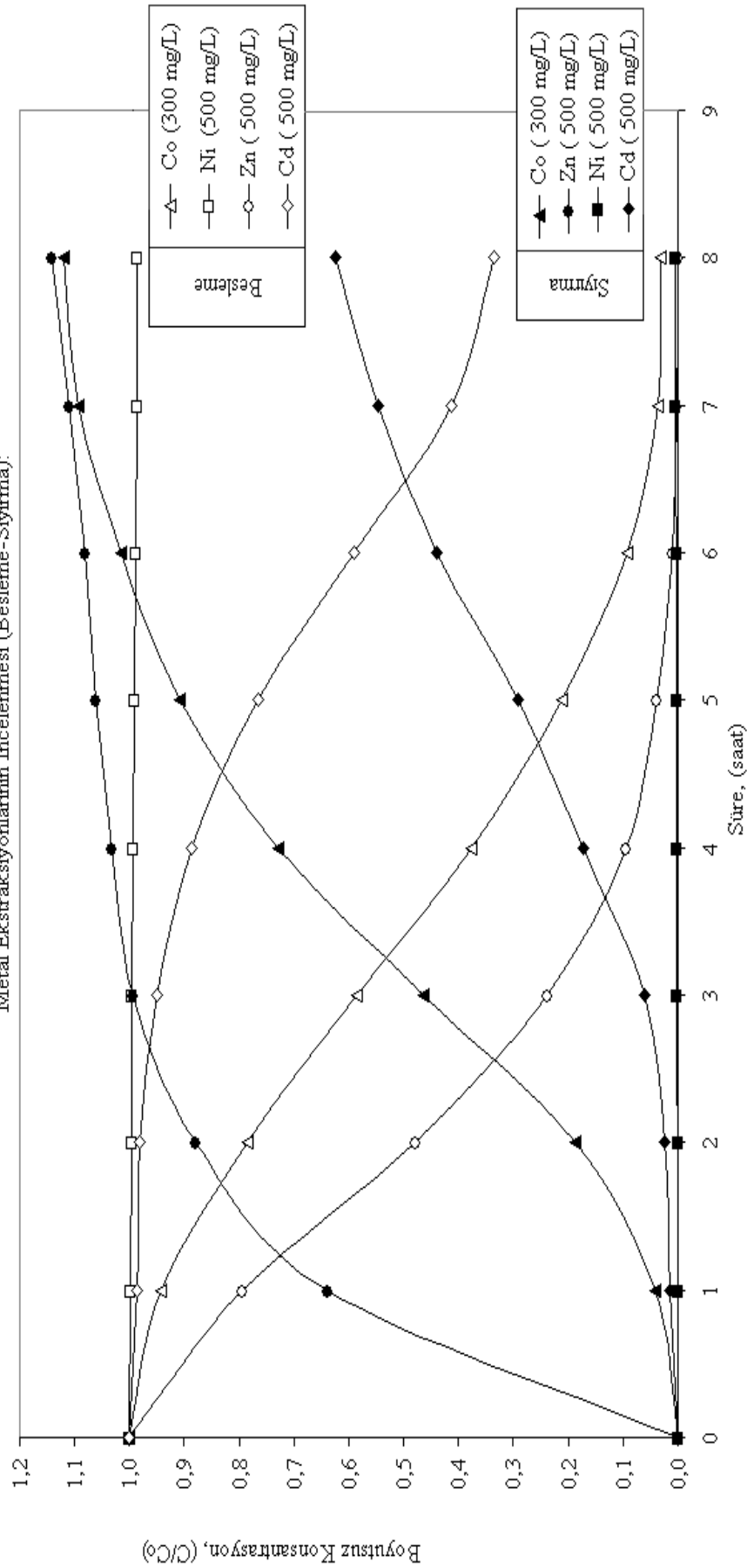
Şekil 5.104 Optimum şartlarda Co:500 mg/L, Ni: 500 mg/L, Zn: 500 mg/L içeren üçlü karışımlardaki metallerin ekstraksiyonu (Besleme-Sıyırma): Besleme çözeltilisi pH=4, Besleme çözeltilisi karıştırma hızı 1200 dev/dak, NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, Çözücü (Kloroform) : % 70 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Modifiyer madde TBP (Tribütill fosfat): % 25 w/w ; Sıyırma çözeltilisi konsantrasyonu : 1M NH₃/ 1M TEA; Sıyırma çözeltilisi hızı: 1200 dev/dak; Kompleks oluşturuvcu NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Optimum Şartlarda Co:100mg/L, Cd: 500mg/L, Ni: 500mg/L, Zn: 500mg/L Dörtlü Karışımları İçeren Besleme Çözeltilerinden Metal Ekstraksiyonlarının İncelenmesi (Besleme-Sıyırma):



Şekil 5.105 Optimum şartlarda Co: 100 mg/L, Cd: 500 mg/L, Ni: 500 mg/L, Zn: 500 mg/L içeren dörtlü karışımlardaki metallerin ekstraksiyonu (Besleme-Sıyırma): Besleme çözeltisi pH=4, Besleme çözeltisi karıştırma hızı 1200 dev/dak, NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, (Çözücü (Kloroform) : % 70 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Modifiyer madde TBP (Tribütül fosfat): % 25 w/w ; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 / 1M TEA; Sıyırma çözeltisi hızı: 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Optimum Şartlarda Co:300mg/L, Cd: 500mg/L, Ni: 500mg/L, Zn: 500mg/L Dörtlü Karışımları İçeren Besleme Çözeltilerinden Metal Ekstraksiyonlarının İncelenmesi (Besleme-Sıyırma):

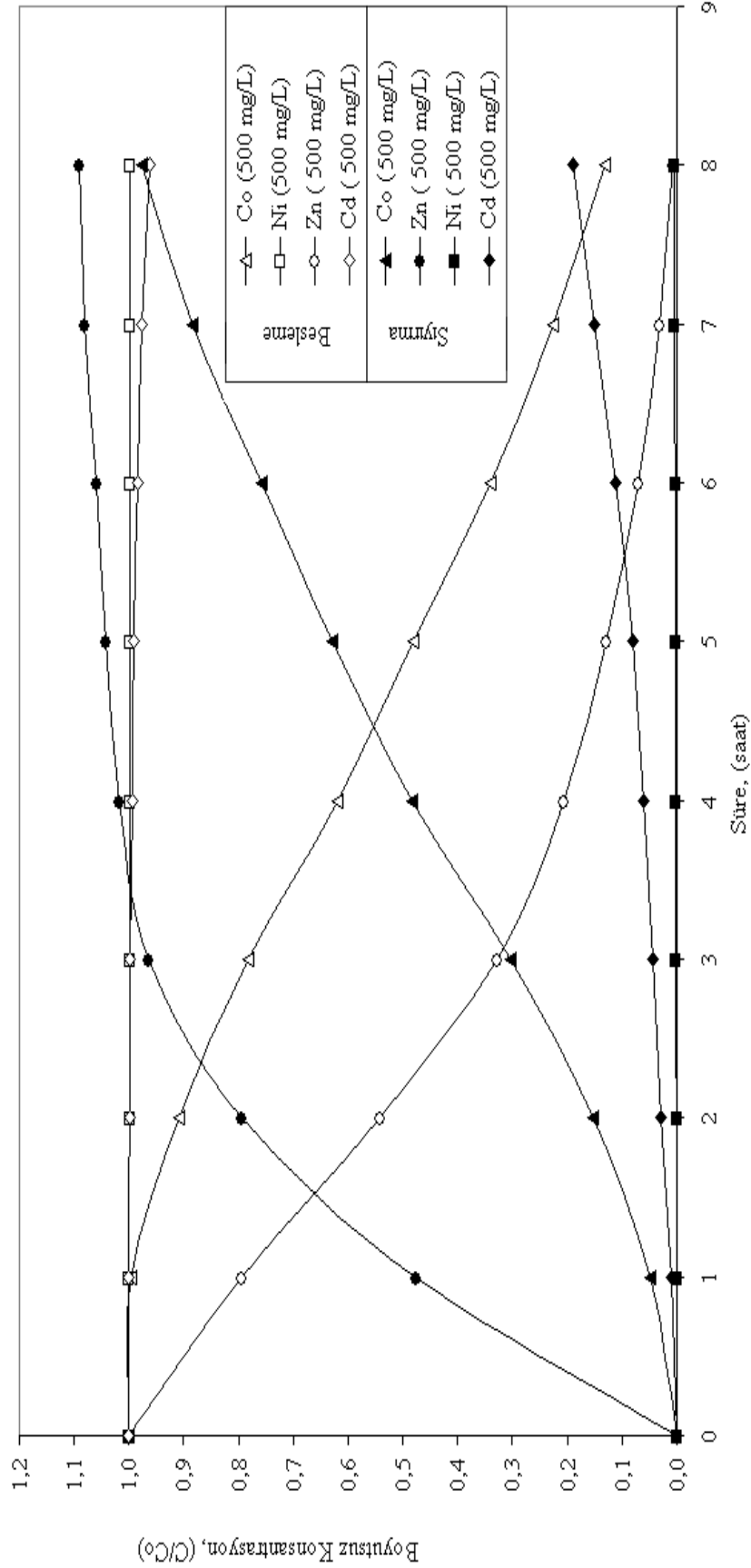


Şekil 5.106 Optimum şartlarda Co: 300 mg/L, Cd: 500 mg/L, Ni: 500 mg/L, Zn: 500 mg/L içeren dörtlü karışımlardaki metallerin ekstraksiyonu (Besleme-Sıyırma): Besleme çözeltisi pH=4, Besleme çözeltisi karıştırma hızı 1200 dev/dak, NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, Çözücü (Kloroform) : % 70 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Modifiyer madde TBP (Tribütül fosfat): % 25 w/w ; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 / 1M TEA; Sıyırma çözeltisi hızı: 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Tablo 5.82 Optimum Şartlarda Co: 500 mg/L, Cd: 500 mg/L, Ni: 500 mg/L, Zn: 500 mg/L, Ni: 500 mg/L, Zn: 500 mg/L içeren dörtlü karışımlardaki metallerin ekstraksiyonu (Besleme-Sıyırma): Besleme çözeltisi pH=4, Besleme çözeltisi karıştırma hızı 1200 dev/dak, NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, (Çözücü (Kloroform) : % 70 w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Modifiyer madde TBP (Tribütül fosfat): % 25 w/w ; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃ / 1M TEA; Sıyırma çözeltisi hızı: 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Süre (Süre)	Besleme Çözeltisi (C _{Co,o} : 500 mg/L)												Sıyırma Çözeltisi											
	Co			Ni			Zn			Cd			Co			Ni			Zn			Cd		
	C	C/Co	C	C/Co	C	C/Co	C	C/Co	C	C/Co	C	C/Co	C	C/Co	C	C/Co	C	C/Co	C	C/Co	C	C/Co		
0	496,9	1,000	507,3	1,000	501,7	1,000	505,3	1,000	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	494,3	0,995	507,3	1,000	392,9	0,795	505,3	1,000	24,21	0,049	0,062	0,062	0,000	0,062	0,000	0,000	0,000	239,0	0,476	4,641	0,009	0,009		
2	451,7	0,909	507,0	0,999	265,9	0,541	504,5	0,998	76,38	0,154	0,281	0,281	0,001	0,281	0,001	0,001	0,001	398,7	0,795	14,46	0,029	0,029		
3	388,8	0,782	507,0	0,999	164,6	0,328	504,4	0,998	151,0	0,304	0,686	0,686	0,001	0,686	0,001	0,001	0,001	484,4	0,966	22,23	0,044	0,044		
4	307,3	0,619	507,0	0,999	103,6	0,206	502,2	0,994	240,0	0,483	1,082	1,082	0,002	1,082	0,002	0,002	0,002	510,6	1,018	30,94	0,061	0,061		
5	238,4	0,480	506,9	0,999	64,88	0,129	501,2	0,992	313,1	0,630	1,342	1,342	0,003	1,342	0,003	0,003	0,003	522,9	1,042	40,50	0,080	0,080		
6	169,4	0,341	506,8	0,999	35,84	0,071	496,8	0,983	376,1	0,757	1,518	1,518	0,003	1,518	0,003	0,003	0,003	531,7	1,060	55,89	0,111	0,111		
7	112,3	0,226	506,8	0,999	16,15	0,032	493,2	0,976	439,3	0,884	2,028	2,028	0,004	2,028	0,004	0,004	0,004	542,6	1,081	79,59	0,150	0,150		
8	65,58	0,132	506,8	0,999	3,478	0,007	486,2	0,962	485,3	0,977	2,631	2,631	0,005	2,631	0,005	0,005	0,005	547,6	1,091	108,9	0,190	0,190		

Optimum Şartlarda, Eşit Molar Konsantrasyonlarda (Co:500 mg/L, Cd: 500 mg/L, Ni: 500 mg/L, Zn: 500 mg/L) Dörtlü Karışımları İçeren Besleme Çözeltilerinden Metal Ekstraksiyonlarının İncelenmesi (Besleme-Sıyırma):



Şekil 5.107 Optimum Şartlarda Co: 500 mg/L, Ni: 500 mg/L, Zn: 500 mg/L içeren dörtlü karışımlardaki metallerin ekstraksiyonu (Besleme-Sıyırma): Besleme çözeltisi pH=4, Besleme çözeltisi karıştırma hızı 1200 dev/dak, NH_4SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, Çözücü (Kloroform) : % 70 w/w; Ekstraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Modifiyer madde TBP (Tribütül fosfat): % 25 w/w ; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH_3 / 1M TEA; Sıyırma çözeltisi hızı: 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Tablo 5.83 Optimum şartlarda Co(II) (100/300/500mg/L) / Ni(II) / Zn(II) / Cd(II) (500 mg/L) üçlü ve dörtlü karışımlarındaki metallere ait ayırma faktörleri: Besleme çözeltisi pH=4, Besleme çözeltisi karıştırma hızı 1200 dev/dak, NH₄SCN konsantrasyonu 0,5 mol/L, (Çözücü (Kloroform) : w/w; Ektraktant (Alamine 300) : % 5 w/w; Modifiyer Madde TBP (Tribütül posfat): % 25 w/w ; Sıyırma çözeltisi konsantrasyonu : 1M NH₃ / 1M TEA; Sıyırma çözeltisi hızı: 1200 dev/dak; Membran desteği : Celgard 2500 (polipropilen)

Süre, (Saat)	Co Değişken, Ni, Cd ve Zn = 500 mg/L											
	Co=100 mg/L				Co=300 mg/L				Co=500 mg/L			
	$\beta_{Co/Ni}$	$\beta_{Co/Cd}$	$\beta_{Co/Zn}$	$\beta_{Co/Ni}$	$\beta_{Co/Cd}$	$\beta_{Co/Zn}$	$\beta_{Co/Ni}$	$\beta_{Co/Cd}$	$\beta_{Co/Zn}$	$\beta_{Co/Ni}$	$\beta_{Co/Cd}$	$\beta_{Co/Zn}$
0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	466,8	2,5	0,1	334,3	2,8	0,1	388,0	5,3	0,1	388,0	5,3	0,1
2	398,1	6,6	0,2	338,3	7,6	0,2	272,0	5,4	0,2	272,0	5,4	0,2
3	354,2	6,5	0,4	344,5	7,6	0,5	220,0	6,9	0,5	220,0	6,9	0,3
4	319,1	3,5	0,6	344,1	4,2	0,7	221,9	7,9	0,7	221,9	7,9	0,5
5	324,4	2,7	0,7	346,1	3,1	0,9	233,4	7,9	0,9	233,4	7,9	0,6
6	326,5	2,0	0,8	341,7	2,3	0,9	247,7	6,8	0,9	247,7	6,8	0,7
7	260,7	1,7	0,8	275,0	2,0	1,0	216,6	5,9	1,0	216,6	5,9	0,8
8	208,8	1,7	0,8	226,2	1,8	1,0	184,4	5,1	1,0	184,4	5,1	0,9

BÖLÜM 6. SONUÇLAR

Kobalt ve nikelin, seyreltik sulu çözeltilerden destekli sıvı membranlarla ekstraksiyonuna etki eden çözücü cinsi, besleme çözeltisi pH'ı, besleme çözeltisi karıştırma hızı, kompleks oluşturucu reaktif (NH_4SCN) konsantrasyonu, sıyırma çözeltisi karıştırma hızı, ekstraktant tipi (Alamine 336, Alamine 300) ve ekstraktant (Alamine 336 ve Alamine 300) konsantrasyonu, sıyırma çözeltisi türü ve nötr veya solvasyon ekstraktantlarının (TBP, TOPO) Alamine türü ekstraktantlarla meydana getirdiği sinerjik etki gibi deneysel parametreler incelenerek optimum şartlar elde edilmiştir. Bu optimum şartlarda besleme çözeltisinin kobalt ve nikel konsantrasyonunun (eşit molar ve eşit molar olmayan) ekstraksiyon hızına etkisi incelendi. Kobalt ve nikel ikili karışımlarına ilaveten, her birinde kobalt ve nikel bulunan üçlü (Co, Ni ve Cd; Co, Ni ve Zn) ve dörtlü karışımlardan (Co, Ni, Cd ve Zn) kobaltın ekstraksiyonu ve ayrılması da ayrıca incelenerek aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

1. Besleme karıştırma hızı, 600 devir/dakika ile 1500 devir/dakika arasında değiştirilmiş olup, Alamine 336 ve Alamine 300 ile 8 saatte en yüksek verim sırasıyla % 65,8 ve % 72,1 olarak 1200 devir/dakika'da elde edilmiştir.
2. Sıyırma karıştırma hızı, 600 devir/dakika ile 1500 devir/dakika arasında değiştirilmiş olup, Alamine 336 ve Alamine 300 ile 8 saatte en yüksek verim sırasıyla % 65,8 ve % 72,1 olarak 1200 devir/dakika'da elde edilmiştir.
3. Membran karışımında çözücü olarak toluen, kloroform, ksilen, Escaid 100, Escaid 110, Escaid 200 ve kerosen gibi çözücüler denenmiş olup, Alamine 336 ve Alamine 300 ile 8 saatte en yüksek verim, sırasıyla % 62,1 ve % 72,1 olarak kloroform ile elde edilmiştir.
4. Besleme çözeltisi pH'ı 3,0 ile 5,0 arasında değiştirilmiş olup, Alamine 336 ve Alamine 300 ile 8 saatte en yüksek verim, sırasıyla % 65,8 ve % 72,1 ile pH = 4 değerinde elde edilmiştir.

5. Alamine 336 ve Alamine 300 konsantrasyonları ayrı ayrı % 5 ile % 20 w/w arasında değiştirilerek, Alamine 336 ve Alamine 300 ile 8 saatte en yüksek verim, sırasıyla % 60,7 (% 15 Alamine 336 ile) ve % 72,1 (% 5 Alamine 300 ile) elde edilmiştir.
6. Kompleks oluşturucu reaktif NH_4SCN konsantrasyonu, 0,1 M ile 1,0 M arasında değiştirilmiş olup, Alamine 336 ve Alamine 300 ile 8 saatte en yüksek verim, sırasıyla % 60,7 ve % 72,1 ile 0,5 M olarak elde edilmiştir.
7. Sıyırma çözeltisi olarak Na_2CO_3 , TEA ve NH_3 çözeltileri kullanıldı. Na_2CO_3 , sıyırma çözeltisi olarak pek etkili olmamıştır. Bunun yanında derişik amonyak çözeltilerinin kullanılmasında NH_3 moleküllerinin membran gözenekleri içerinden besleme çözeltisine geçerek pH'ın artmasına yol açtığı ve bu suretle ekstraksiyonun yavaşladığı gözlenmiştir. TEA de yalnız başına pek etkili olmamıştır. Bu sebeple 1 M NH_3 + 1 M TEA sıyırma çözeltisi olarak kullanılmış olup, Alamine 336 ve Alamine 300 ile 8 saatte en yüksek verim, sırasıyla % 65,8 ve % 72,1 olarak elde edilmiştir.
8. Çözücü ekstraktantlarından TBP'ın Alamine 336 ve Alamine 300 ile oluşturdukları sinerjide, TBP konsantrasyonu, % 0 w/w ile % 30 w/w arasında değiştirilerek, Alamine 336 ve Alamine 300 ile 8 saatte en yüksek verim, sırasıyla % 99,3 ve % 99,0 olarak % 25 TBP ile elde edilmiştir.
9. Çözücü ekstraktantlarından TOPO'nun Alamine 336 ve Alamine 300 ile oluşturdukları sinerjide, TOPO konsantrasyonu, % 0 w/w ile % 25 w/w arasında değiştirilerek, Alamine 336 ve Alamine 300 ile 8 saatte en yüksek verim, sırasıyla % 76,0 ve % 84,8 olarak % 25 TOPO ile elde edilmiştir.
10. TBP'ın Alamine 300 ile olan sinerjik etkisinin TOPO veya TBP'ın Alamine 336 ile olan sinerjik etkilerinden daha yüksek olduğu gözlenmiştir.
11. Polimer destek olarak Celgard 2500 (PP; $\epsilon = 0.55$; $\phi = 0.209 \mu\text{m} \times 0.054 \mu\text{m}$; $\delta = 25 \mu\text{m}$) kullanılmıştır.
12. Mevcut deneysel parametrelerin incelenmesinden optimum şartlar Alamine 336 ve Alamine 300 için aşağıdaki gibi elde edilmiştir:
 - a. Çözücü: Kloroform
 - b. NH_4SCN konsantrasyonu : 0,5 M
 - c. Polimer destek türü : Celgard 2500 (PP)
 - d. Besleme çözeltisi pH'ı : 4,0

- e. Sıyırma çözeltisi ($\text{NH}_3 + \text{TEA}$) konsantrasyonu: 1 M
- f. Besleme çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak
- g. Sıyırma çözeltisi karıştırma hızı: 1200 dev/dak
- h. Ekstraktant Alamine 336 konsantrasyonu: % 15 w/w; Alamine 300 konsantrasyonu : % 5 w/w
- i. Alamine 336 ve Alamine 300 ile sinerjik etki için çözücü ekstraktant (TBP) konsantrasyonu : % 25 w/w

13. Optimum şartlarda çözeltilerden kobaltın ekstraksiyonunda, kobaltın nikele göre ayırma faktörleri deneysel verilerden denklem (5.10)'dan hesaplanarak, Alamine 300 ile eşit molar besleme çözeltileri için : $205 < \beta_{\text{Co/Ni}} < \infty$; eşitmolar olmayan besleme çözeltileri için : $436 < \beta_{\text{Co/Ni}} < \infty$ olarak elde edilmiştir.

14. Optimum şartlarda çözeltilerden kobaltın ekstraksiyonunda, kobaltın nikele göre ayırma faktörleri deneysel verilerden denklem (5.10)'dan hesaplanarak, Alamine 336 ile eşit molar besleme çözeltileri için : $100 < \beta_{\text{Co/Ni}} < \infty$; eşitmolar olmayan (Co değişken ve Ni sabit) besleme çözeltileri için : $96 < \beta_{\text{Co/Ni}} < \infty$ olarak elde edilmiştir.

BÖLÜM 7. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Hammaddelerden olduğu kadar, endüstriyel atıklardan metal iyonlarının etkin olarak ayrılması ve geriye kazanılması, yüksek safsızlıktaki ürünlere olan ihtiyacın artması ve daha da önemlisi çevresel duyarlılığın yaygınlaşması sebebiyle giderek artmaktadır. Ağır metaller içeren atık suların geleneksel arıtımı genellikle bu metallerin çöktürme, adsorpsiyon, solvent ekstraksiyon, iyon değiştirme vs. gibi ayırma metotlarına dayanmaktadır [140, 141]. Bu teknikler, heterojen reaksiyonlar ile ilgili bazı dezavantajlara sahiptir (örnek olarak, uzun işletim süreleri) ve bir çok hallerde, proses gerçekte metallerin geri kazanma işlemi olmayıp, giderilme işlemidir. Bunlar arasında solvent ekstraksiyon, nisbeten derişik besleme çözeltilerinden metallerin geriye kazanılmasında kendini kabul ettirmiş bir teknolojidir. Bununla beraber, pratik uygulamalarda karşılaşılan, seyreltik çözeltilerden metallerin geriye kazanılması ve ayrılmasında solvent ekstraksiyonu işleminin sınırlı bir maliyete sahip olması dolayısıyla, önemli bir problemdir. Geleneksel solvent ekstraksiyonu; faz ayrılması, çözücü kaybı, emülsiyon oluşumu, büyük miktarda kimyasal madde ihtiyacı, taşma ve yüklemdeki sınırlar sebebiyle bazı olumsuzluklara sahiptir.

Ters ozmos veya elektrodializ gibi membran prosesleri de metal iyonlarını geriye kazanmak için 20-30 yıl kadar önceleri kullanılmıştır. Fakat bu proseslerde istenen seçicilik elde edilememiştir. Bu sebepten, sıvı membranlar gibi yeni metotlar geliştirilmiştir [142-145]. Son zamanlarda, yüksek seçicilik, işletim kolaylığı, düşük miktarda kimyasal madde ihtiyacı, sıfır atık deşarjı ile ekstraksiyon ve sıyırma işlemlerinin tek bir kademede gerçekleştirilmesi nedeniyle düşük sermaye yatırımı ve düşük enerji tüketimi gibi üstünlükler, destekli sıvı membranları geleneksel solvent ekstraksiyona alternatif olarak ortaya çıkarmıştır.

Periyodik cetvelde geçiş metaller serisinde yan yana bulunmaları ve bu suretle benzer fizikokimyasal özelliklere sahip olmaları dolayısıyla, kobalt ve nikelin sulu çözeltilerden saf komponentlerine ayrılması, hidrometalürjide her zaman bir problem teşkil etmiştir. Literatür araştırması, organik fazdaki kobalt ve nikel komplekslerinin farklı olduğunu göstermektedir [113, 116]. Çoğu araştırmacılar kobaltın 1:4 kompleksi, $CoR_2(RH)_2$ [146-152], buna karşılık, nikelin 1:6 kompleksi, $NiR_2(RH)_4$ [149-151] oluşturduğunu belirtmektedirler. Fakat bazıları da kobalt için 1:3 kompleksi [153] ve 1:2 kompleksi [154,155]; bunun yanında nikel için 1 : 4 kompleksi [156] teklif etmektedirler.

Kumbasar ve Tutkun [114] asidik eşit molar ve eşit molar olmayan kobalt ve nikel içeren çözeltilerden emülsiyon tipi sıvı membran prosesiyle tiyosiyanat kompleksi oluşturarak Alamine 300 ile kobaltı 5 dakika kadar kısa bir süre içerisinde seçici olarak ayırmışlardır. Bu süre içerisinde kobaltın % 97,5'u ekstrakte edilerek, eşit molar çözeltiler için kobaltın nikel göre ayırma faktörü ($\beta_{Co/Ni}$) Co/Ni konsantrasyonuna bağlı olarak 34,3 ila 62,2 arasında değişmektedir. Eşit molar olmayan besleme çözeltilisiyle ise elde edilen $\beta_{Co/Ni}$ değerleri ise nikel bileşimine bağlı olarak 108,3 ila 19,3 arasında değişmektedir.

Destekli sıvı membranlarla Alamine 300 ile yapılan bu çalışmada, eşit molar besleme çözeltileri için : $205 < \beta_{Co/Ni} < \infty$; eşit molar olmayan besleme çözeltileri için : $436 < \beta_{Co/Ni} < \infty$ olarak elde edilmiştir. Emülsiyon ve destekli sıvı membranlar karşılaştırıldıklarında, destekli sıvı membranların emülsiyon tipine göre daha seçici olduğu, buna karşılık emülsiyon tipi membranların daha yüksek kütle transfer alanları sebebiyle çok daha hızlı ayırma gerçekleştirmiştir.

Ribeiro ve diğerleri [157] kobalt ve nikel içeren sülfürik asitli çözeltilerden emülsiyon tipi sıvı membran prosesiyle Cyanex 302, bis(2,4,4-trimetilpentil) monotiyofosfinik asit, kullanarak pH = 4,1 değerinde kobaltın % 60'ını 30 dakikada ekstrakte ederek 494 gibi yüksek bir ayırma faktörü elde etmişlerdir. Bu çalışmada ise, optimum şartlarda Alamine 300 ve Alamine 336 gibi ekstraktantlarla eşit molar konsantrasyonlarda, örnek olarak 100 mg/L- 100 mg/L (Co/Ni) için 3 saatte

kobaltın % 99,9 ve $\beta_{Co/Ni}$ değeri ∞ (sıyırma çözeltilisinde nikel raslanmamıştır); 1000 mg/L- 1000 mg/L (Co/Ni) için 3 saatte kobaltın % 40,6'sı ekstrakte olurken, $\beta_{Co/Ni}$ değeri ∞ ve 8 saatte kobaltın % 72,5'u ekstrakte olurken, $\beta_{Co/Ni}$ değeri 269,1 olarak elde edilmiştir.

Kasaini ve diğerleri [158] eşit molar kobalt ve nikel içeren (130 mg/L) sülfatlı çözeltilerden emülsiyon tipi sıvı membran prosesiyle 2-etilhekzil fosfonik asit mono-2-etilhekzil ester (PC-88A) kullanarak, pH = 5.5, 0,012 mol/L PC-88A ve 5 dakikalık bir temas süresinde kobaltın % 99,5 ve nikelin ise % 6'sının ekstraksiyonu sonucu, ortalama $\beta_{Co/Ni}$ değeri 70 olarak elde edilmiştir. Kobaltın ekstraksiyon verimi ve hızı yüksek olmakla beraber, kobaltın nikel göre ayırma faktörü nisbeten düşüktür.

Kobalt ve manganezin sülfatlı çözeltilerden ekstraksiyonu ve ayrılması DP-8R (veya D2EHPA) ile destekli sıvı membranlarla Alguacil [159] tarafından incelenmiştir. Daha yüksek [Co]/ [Mn] molar orana sahip besleme çözeltilerinde (pH = 3,5), daha yüksek ayırma faktörleri elde edilmiştir. Bu suretle en saflaştırılmış kobalt çözeltileri veya en yüksek faktörü 1 g/L ve 0,005 g/L Mn ile elde edilmiştir.

Gega ve diğerleri [160] eşit molar kobalt ve nikel içeren (10^{-4} - 10^{-2} M veya yaklaşık 5 ila 590 mg/L) arasında değişen çözeltilerden destekli ve hibrid sıvı membranlarla di-2-etilhekzil fosforik asit (D2EHPA), Cyanex 272, Cyanex 301 ve Cyanex 302 ekstraktantlarını kullanarak incelenmiştir. Her bir ekstraktant için Co daha iyi ekstrakte edilmiş ve $\beta_{Co/Ni}$ ayırma faktörleri hibrid sıvı membranlar için destekli sıvı membranlardan daha yüksek bulunmuştur. Besleme çözeltisi pH'ının Co ve Ni kütle akıları, ayırma faktörleri üzerinde önemli oranda etkili olduğu bulunmuştur. En yüksek ayırma faktörü Cyanex 272 ile 0,01 M Co/Ni için 40 olarak elde edilmiştir.

Longquan ve diğerleri [161] kobalt (20-200 mg/L) ve nikel (20-200 mg/L) içeren çözeltilerden emülsiyon tipi sıvı membran prosesiyle bis(2-etilhekzil fosfatlar

(P204) ekstraktantı ve nikeli maskeleyen için kullanılan EDTA ile kobaltın ayrılmasını incelemişlerdir. 20 dakika ekstraksiyon süresinde $\beta_{Co/Ni}$ değeri 220 olarak elde edilmiştir.

Kobalt ve nikelin eşit molar (0,085 mol/L veya 5 g/L) çözeltilerinden ekstraksiyonu ve ayrılması 2-etilhekzil hidrojen 2-etilhekzil fosfonat, HEH (EHP) ekstraktantını kullanarak, destekli sıvı membranlarla Youn ve diğerleri [161] tarafından incelenmiştir. Ekstraktant konsantrasyonunun ayırma faktörü üzerinde önemli bir etkisinin bulunduğu, buna karşılık pH etkisinin ihmal edilebilir olduğu belirtilmiştir.

Cu, Zn, Co ve Ni iyonlarının sulu çözeltilerden destekli sıvı membranlarla ayrılmasını LIX 84I, TOPS-99 ve Cyanex 272 kullanarak ayrılması incelenmiştir. LIX 84I ile ekstrakte edilerek, bakırın Zn, Co ve Ni'e göre ayırma faktörleri hesaplandı ($\beta_{Cu/Zn}$:415; $\beta_{Cu/Co}$: 505; $\beta_{Cu/Ni}$: 7719) ve bu değerlerden bakırın Zn, Co ve nikelden kolaylıkla ayrıldığı; geri kalan Zn, Co ve nikelin TOPS-99 kullanılarak ekstrakte edildiği ve bu ekstraksiyon sonunda çinkonun kobalt ve nikelere göre ayırma faktörleri hesaplandı ($\beta_{Zn/Co}$: 906; $\beta_{Zn/Ni}$: 6621; $\beta_{Zn/Ni}$:6621). Bu β değerlerinden, çinkonun üçlü karışımdaki Co ve Ni iyonlarından seçici olarak ayrılabilirdiği görülmektedir. Geriye en son kalan Co ve Ni iyonları da Cyanex 272 kullanılarak ekstrakte edilmiş ve $\beta_{Co/Ni}$ ayırma faktörü 9960 olarak hesaplanmış ve Co ve Ni iyonlarının seçici olarak ayrılması sağlanmıştır. Bu çalışmada Co, Zn, Cd ve Ni iyonlarının asidik bir çözeltilerden Alamine 300 + TBP ile ekstraksiyonu incelenerek, $\beta_{Co/Ni}$ ayırma faktörlerinin zamanla değişimleri incelenmiştir. β değerleri 208,8 ile 466,8 arasında değişmektedir.

ÖNERİLER

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; buna aynı cins polimer desteklerin kalınlık ve gözeneklilikleri de birer parametre olarak incelenebilir.
2. Membran karışımına ait viskositenin ekstraktant (Alamine 300, Alamine 308, Alamine 336; TBP ve değişik karışımları) konsantrasyonu ile değişmesi deneysel olarak ölçülmelidir. 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 aydınlatılmaya çalışılmalıdır.
4. Membranın yerleştirildiği teflon yüzeylerin membran karışımında bulunan kimyasalların muhtemel adsorpsiyonuna karşı cam ile kaplanması düşünülebilir.
5. Polimer desteğin yerleştirildiği teflon yüzeylerin çapı daha büyük 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. TOA, Alamine 336, TIOA ve TBP ile % 1-5 arasındaki değerler için 1000 mg/L Co ve 1000 mg/L Ni ikili karışımları 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, Gibbs serbest enerjileri ve entropiler hesaplanmalıdır. Bu deneyler ağız sıkıca kapatılmış 5-10 mL'lik kaplarda yapılmalıdır.
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. Uygun düzenek her biri 100 mL hacme sahip besleme, membran ve sıyırma çözeltileri ile yapılmalıdır.

10. Ayrıca bir parametre olarak sıcaklığın ekstraksiyon üzerine etkisi de incelenmelidir. Bu etkinin nasıl olduğu aydınlatılmalıdır.
11. Çeşitli sinerjik etkiler (Alamine + TBP veya diğçerleri de) incelenmelidir.
12. Tekli, ikili ve çok bileşenli (iki bileşende fazla olan) ekstraksiyon incelenmeli ve çok bileşenli konsantrasyon profilleri ölçüldüğü kadar, kütle akıları da hesaplanmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] HO, WINSTON, W.S., SIRKAR, K.K., Membrane Handbook, Chapman-Hall, New York, 1992
- [2] HO, WINSTON, W.S., SIRKAR, K.K., Overview in Membrane Handbook (Ed.W.S. WINSTON Ho., K.K. SIRKAR), New York, pp. 3-15, 1992
- [3] SALT, Y. ,DİNÇER, S., An Option for Special Separation Operation: Membrane Processes, Journal of Engineering and Natural Sciences, 4.,2006
- [4] GÜNAY, V., “Seramik Malzemelerin Sol-Jel Yöntemi İle Üretimi” 5. Denizli Malzeme Sempozyumu, s. 312-318, Nisan 1993
- [5] RAUTENBACH, R., ALBRECHT, R., Membrane Processes, Wiley, New York, 1989
- [6] SING, R., Industrial Membrane Separation Processes, Chemtech, 4,33-44, 1998
- [7] GRAYSON, M., (Ed.), Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Vol. 6, Wiley, New York, pp. 481, 1980
- [8] BROWEN, H.J., J. Chem. Soc. A., p. 1082, 1970
- [9] SULTANOVA, Z. Kh., CHILCHULIN, L. K., LOFA, B. Z., and ZOLOTOV, YU, A., J. Anat. Chem. USSR, 28, 369, 1973
- [10] AL-BAZI,S.J., CHOW, A., Anal. Chem. 53, 1073, 1981
- [11] AL-BAZI,S.J., CHOW, A., Talnta, 31, 431, 1984
- [12] AL-BAZI,S.J., CHOW, A., Ibid., 29, 507, 1982
- [13] RITCEY, G.M., ASHBROOK, A.W., Solvent Extraction, Principles and Applications to Process Metallurgy, Vol. II, Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, pp. 279-361, 1979
- [14] RITCEY, G.M., Commercial process for nickel and cobalt, in LO,T.C., BAIRD, M.H.I., HANSON, C., Handbook of Solvent Extraction, Wiley, New York, pp.673-687, 1983
- [15] LI, N. N.,US Patent No. 3416194, Nov. 12, 1968

- [16] http://www.radiochemistry.org/periodictable/elements/isotopes_data/27.html, 2005
- [17] HABASHI, F., "Handbook of Extractive Metallurgy", Vol. 2, WILEY-VCH, Germany, 1997
- [18] SIBLEY, S. F., "Cobalt", www.usgs.gov, 2005
- [19] KÜCHER, W., VERLAG, C.H., "Chemische Technology", Band 4, ISBN 3-446-13182-5, Wien, 1986
- [20] DEMİR, M., DEMİRCİ, Ş., USANMAZ, A., Anorganik Kimya ve Uygulaması, Devlet Kitapları, s. 383-388, İstanbul, 1980
- [21] <http://www.maden.org.tr/www/7.BYKP/ekutup96/o511/rezervler.htm>, 2006
- [22] <http://encyclopedia.thefreedictionary.com/Cobalt+hexamine>, 2006
- [23] ÖZDEMİR, H.İ., Genel Anorganik ve Teknik Kimya, İ.T.Ü. Kimya Fakültesi, s. 833-835 Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul, 1981
- [24] THE, L.C, BAIRD, L., MALCOM, H. I., HANSON, C., HANDBOOK OF SOLVENT EXTRACTION, Robert E. Krieger Publishing Company, Malabar-Florida, 1991
- [25] ZENK, M. H., Heavy Metal Detoxification in Higher Plants-a Review, Genetic. 179:21-30, 1996
- [26] <http://www.inchem.org>, 2005
- [27] EMRE, "Nikelli Ve Nikelsiz Altın Alaşımlarının Geniş Bir Bileşim Aralığında Fiziksel, Kimyasal, Mekanik Ve Alerjen Özelliklerinin Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Eylül, 2000
- [28] DURKAN, N., Yukarı Büyük Menderes Nehri Havzası Bazı Makrofongusları ve Ağır Metal Birikiminin Araştırılması, Doktora Tezi, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Aralık, 2006
- [29] Cobalt Metall und Kobaltverbindungen, 2001, CAS Nr. 7448-48-4
- [30] <http://www.healthy.net>, 2005
- [31] MERTZ, W., "Trace Elements In Human and Animal Nutrition-Fifth Edition", Vol. 1, Academic Pres, 1987
- [32] KENDRICK, M.J., May, M.T., Plishka, m.j., Robinson, K.D., "Metals in Biological Systems", 1992
- [33] "Cobalt", www.nrcan.gc.ca, 2006

- [34] CANEB, G., Nikel, Madencilik, MTA, Sayı.5, s.46-47, Ankara
- [35] <http://encyclopedia.thefreedictionary.com/Nickel>, 2006
- [36] http://www.radiochemistry.org/periodictable/elements/isotopes_data/28.html, 2004
- [37] SIBLEY, S.F., “Nickel”, www.usgs.gov, 2005
- [38] VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Özel İhtisas Komisyonu Raporu, DPT: 2622-ÖİK: 633, Ankara, 2001
- [39] SHEDD, K., B., “Cobalt”, www.usgs.gov, 2005
- [40] HERI, S., BAYRAKTAR, İ., Dünya Madenciliğinde Son Gelişmeler, Madencilik, Cilt.XIII, Say.7, s. 18-20
- [41] SIGWORD, E.A., SMITH, S.B., Adsorption of Inorganic Compounds by Activated Carbon. *Journal AWWA*, 386-391. 1972
- [42] ÇOKADAR, H., İleri, R., Nikel(II) İyonunun Ortamdan Granül Aktif Karbon (GAK) ile Giderilmesi, *Ekoloji*, C.12., S.46., s.38-42, 2003
- [43] STIVASTAV, R.K., GUPTA, S.K., NIGAM, K.D.P., VASUDEVAN, P., Treatment of Chromium and Nickel in Wastewater By Using Aquatic Plants, *Wat Res.*, Vo:28, No:7, 1631-1638pp, 1994
- [44] TOPPI, L., GABRIELLI, R., Response to Cadmium in Higher Plants, *Environmental and Experimental Botany*, 41: 105-130, 1999
- [45] <http://www.portfolio.mvm.ed.ac.uk/studentwebs/session2/group29/nicktox.htm>, 2007
- [46] ALTIN, S., PEKER, İ., “Sıvı Membran Sistemlerinin Genel Özellikleri ve Çevre Mühendisliğindeki Yeri” 1. Ulusal Çevre Kongresi., Sivas, 2004
- [47] IZATT, R.M., HAWS, R.M., LAMB, J.D., DEARDEN, D.V., BROWN, P.R., McBRIDE, D.W., Christensen, J.J., Facilitated Transport From Ternary Cation Mixtures Through Water-Chloroform-Water Membrane Systems Containing Macrocyclic Ligands, *Journal of Membrane Science*, Vol. 20, s. 273-284, 1984
- [48] WHO, Trace elements in human nutrition and health, world health organization, Geneva, 1996
- [49] IZATT, R.M., LINDH, G.C., BRUENING, R.L., BRADSHAW, J.S., LAMB, J.D. ve CHRISTENSEN, J.J., Design of Cation Selectivity into Liquid Membrane Systems Using Macrocyclic Carriers, *Pure&Appl. Chem.*, Vol. 58, No.11, s. 1453-1460, 1986

- [50] TUTKUN, O., Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Membran Prosesleri Ders Notları, Sakarya 1996
- [51] STRATHMANN, H., ECONOMIC Assesment of membrane process, separation and purification technology edited by LI, N.N., CALO, J.M., Marcel Dekker Inc., New York, 1992
- [52] ASLANER, M., Nikel Yatakları ve Türkiye Nikel Olanaklara Toplu ve Yeni Bir Bakış, Jeoloji Mühendisliği, s. 25-35, Mayıs/1979
- [53] LOIACONO, O., DRIOLI, E., MOLINARI, R., Metal Ion Separation and Concentration with Supported Liquid Membranes, J. Membrane Sci., 28, 123-138, 1986
- [54] 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.
- [55] 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.
- [56] 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
- [57] BAYIR, E., Asidik Liç çözeltilerinden Destekli Sıvı Membran Prosesiyle Galyunun Ekstraksiyonu, SAÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2004
- [58] 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, pp., 1986,
- [59] 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
- [60] Alumina 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
- [61] KOLTHOFF, I.M. ELWING, P.J., Treatise on Analytical Chemistry, Part II, 13-17, Interscience Publishers, New York-London, 1961
- [62] GASTINGER, E., Z., Analtic. Chemistry., 140, 244, 1953

- [63] 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
- [64] EYÜPOĞLU, V., Seyreltik Sulu Çözeltilerden Destekli Sıvı Membran Prosesi İle Kromun Ekstraksiyonu, SAÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2007
- [65] SALT, Y., DİNÇER, S., An Option for Special Separation Operations: Membrane Processes, *Journal of Engineering and Natural Sciences*, 4.1-22, 2006
- [66] NACHTRIEB, N.H., FRYXELL, R.E., *J. Am. Chem. Soc.*, 71, 4035, 1949
- [67] STRATHMANN, H., ECONOMIC Assesment of membrane process, separation and purification technology edited by LI, N.N., CALO, J.M., Marcel Dekker Inc., New York, 1992
- [68] EVCİM, A., Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Sakarya, 2002
- [69] DRAXLER, J., MARR, R., *Chem. Eng. Process.*, 20, 319, 1986
- [70] CALBRANDSON, R.A., Minor Elements in Phosphorates of the Phosphoria Formation, *Geochem. Cosmechem. Açta*, 30, 1966.
- [71] 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.
- [72] 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
- [73] COTTON, F. A. WILKINSON, G., *Advanced Inorganic Chemistry*, 4th, Ed., Wiley, New York, pp 326-351, 1980
- [74] Celgard INC, *Microporous Membrane Catalogue*, Celgard 2500 (PP)., 1996
- [75] SHEICA, I. A., CLANS, I. S. MITYUREVA, T. T., *The Chemistry of Gallium*, Elsevier, Amsterdam, 1966
- [76] 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
- [77] 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
- [78] ATKINS, P., W., Inorganic Chemistry, Oxford University Pres, Oxford, 1999
- [79] ALPOĞUZ, H., K., Sıvı Membranlarda Makrosiklik Bileşikler Kullanılarak Bazı Katyonların Transport Özelliklerinin İncelenmesi, Selçuk Üniversitesi, Fenbilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2002
- [80] DANESI, P.R., Horwitz, E.P., Vandergrif, G.F., Chiarizia, R., Mass Tranfer Rate through Liquid Membranes: Interfacial Chemical Reactions and Diffusion as Simultaneous Permeability Controlling Factors, Sep. Sci Technol.,16, 201, 1981
- [81] MOLINARI, R., DRIOLI, E., PANTANO, G., Stability and Effect of Diluents in Supported Liquid Membranes for Cr(III), Cr(IV), Cd(II) Recovery, Sep. Sci. Technol. 24, 1015, 1989
- [82] TRABLUS, S., Membran Trasport Mekanizmaları, 10(4), 208-212, 2001
- [83] BAL, M., Seyreltik Sulu Çözeltilerden Destekli Sıvı Membran Prosesi ile Bakırın Ekstraksiyonu, SAÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006
- [84] MINEZEWSKI, J., CHWASTOWSKA, J., DYBEZYNSKI, R., Separation and Preconcentration Methods in Inorganic Trace Analysis., Ellis Horwood Ltd.,
- [85] ATKINS, P., Fizikokimya, Oxford University Press, Oxford, 1998
New York, Chichester, 1982
- [86] EKRIKAYA, A., Bazı Amberlit Reçineleriyle Eser Element Geri Kazanılma Değerlerinin Teorik İncelenmesi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek lisans Tezi, Kayseri, 1994
- [87] COX, B., G., and SCHNEIDER, H., 1992. *Coordination and Transport Properties of Macrocyclic Compounds in Solution*, Elsevier, Amsterdam, London, New-York, Tokyo, 1992
- [88] SARIKAYA, Y.,. *Fizikokimya*, s. 537, Gazi Büro Kitabevi, Ankara, 1997
- [89] INCZÉDY, J., (Trans, E. Tyson J.,) Analytical Application of Complex Equilibria, Ellis Horwood lid., Chichester, Nev Yok, 1976
- [90] LEE, J. C., JEONG, J., CHUNG, K., S., and KOBASHI, M., Active Facilitated Transport and Separation of Co in Co–Ni Sulfate Solution by Hollow Fiber Supported Liquid Membrane Containing HEH(EHP)., Separation Science and Technology., Vol. 39, No. 7, pp. 1519–1533, 2004
- [91] SAIER, M., H., and STILES, C., D.,. *Molecular Dynamics in Biological Membranes*, Springer, Verlag, NY., 1975

- [92] KUMBASAR, R., A., TUTKUN, O., Separation of cobalt and nickel from acidic leach solutions by emulsion liquid membranes using Alamine 300 (TOA) as a mobile carrier, *Desalination*, 224, 201–208, 2008
- [93] 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
- [94] ATO, S., *Sci. Papers Inst. Chem. Research (Tokyo)*, 24,162, 1934
- [95] ATO, S., *Sci. Papers Inst. Chem. Research (Tokyo)*, 29, 71, 1936
- [96] WILSON, A.M. and NAKATSUKATA, O. K., *Anal. Chem.*, 35. 302-305.1963
- [97] BLASIUS, E. NEGWER, M., *Z. Analtic Chemistry.*, 143, 257, 1954
- [98] KRAUS, K.A., NELSON, F., SMITH G.W., *J. Phys. Chem.*, 58, 11, 1954
- [99] SALT, Y., and DİNÇER, S., An Option for Special Separation Operation: Membrane Pocesess, *Journal of Engineering and Natural Sciences*, 4., 2006
- [100] 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.
- [101] 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.
- [102] SMITH, G., LEC K., *Chromium in Metallic Contaminants and Human Health. Academic Press, New York*, 1972.
- [103] PRESTON, J.S., *Hydrometallurgy* 11, 105-124 , 1993
- [104] FRANKENFELD, J.W., CAHN, R.P. and LI, N.N., Extraction of copper by liquid membranes. *Sep. Sci. Technol.*, 16:385-402, (1981).
- [105] SEVİNDİK, M., *Bakırın Seyreltik Sulu Çözeltilerden Sıvı Membran Prosesi ile Ekstraksiyonu, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya*, 1996
- [106] WATANABE, H., and AKATSUKA, K., Extraction of Cobalt (II) From Aqueous Thiocyanate Solutions by Tri-n-Octylamine, *Anal. Chim. Acta* 38. 547-552. 1967Celgard INC, *Microporous Membrane Catalogue*, Celgard 2400 (PP).
- [107] SELMAR-OLSEN, A.R., *Anal. Chim. Acta*, 31. 33-35., 1964

- [108] MATSUO, H., CHAKI, S., and HARA, S., *Japan Analyst*, 14. 935-939, 1965
- [109] ASHBROOK, A.W., *Analyst*, 84. 177-181, 1959
- [110] FUJIMOTO, M., and NAKATSUKASA, Y., *Anal. Chim. Acta.*, 27. 360-365, 1967
- [111] RODRIGUES, G. D., SILVA, M. C. H., PAGGIOLI, F. J., MINIM, L.A., COLIMBRA, J.S.R., *Liquid-Liquid Extraction of Metal Ions Without Use of Organic Solvent, Separation and Purification Technology*, 62. 689-695, 2008
- [112] PRESTON, J.S., *Solvent Extraction of Cobalt (II) and Nickel (II) by a Quaternary (II) Ammonium Thiocyanate, Separation and Purification Technology*, 17. 1697-1718, 1982
- [113] COTTON, F. A., WILKINSON, G., MURILLO, C. A., and BOCHMANN, M., *Advanced Inorganic Chemistry*, New York, 1999
- [114] KUMBASAR, R.A., and TUTKUN, O., *Separation of Cobalt and Nickel from Acidic Leach Solutions by Emulsion Liquid Membranes Using Alamine 300 (TOA) As a Mobile Carrier, Desalination* 224. 201-208, 2008
- [115] AMIROV, R.R., *Russian J. Coord. Chem.*, 29. 559-563, 2003
- [116] GU, Z., HO, W.S., LI, N.N., *Design Considerations*, In Ho, W.S., SIRKAR, K.K., (Eds), *Membrane Handbook*, Chapman Hall, New Yorkpp 656-700, 1992
- [117] SAJI, J., RAO, T.P., IYER, C.S.P., REDDY, M.L.P., *Extraction of Iron (III) From Acidic Chloride Solutions by Cyanex 923, Hydrometallurgy* 49, 286-296, 1998
- [118] TUTKUN, O., DEMIRCAN, N., KUMBASAR, R.A., *Extraction of Germanium From Acidic Leach Solutions by Liquid Membrane Technique, Clean Product and Processes*, 1, 148-153, 1999
- [119] ALGUACIL, F.J., ALONSO, M., *Transport of Au (CN)₂ Across a Supported Liquid Membrane Using Mixtures of Amine, Primene JMT and Phosphine Oxide Cyanex 923, Hydrometallurgy*, 74(1-2), 157-163, 2004
- [120] YOUN, I. J., LEE, Y., JEONG, J., LEE, W. H., *Analysis of Co-Ni Separation by a Supported Liquid Membrane Containing HEH (EHP), Journal of Membrane Science*, 125, 231-236, 1997
- [121] MOHOPATRA, P.K., LAKSHMI, D. S., MOHAN, D., MANCHANDA, V.K., *Selective transport of Cesium Using a Supported Liquid membrane*

- Containing di-t-butyl benzo 18 Crown 6 as the Carrier, *J. Membr. Sci.*, 232, 133-139, 2004
- [122] SAJI, J., RAO, T.P., IYER, C.S.P., REDDY, M.L.P., Extraction of Iron (II) from Acidic Chloride Solutions by Cyanex923, *Hydrometallurgy*, 49, 289-296, 1998
- [123] KUMBASAR, R. A., TUTKUN, O., Separation and Concentration of Gallium from Acidic Leach Solutions Containing Various Metal Ions by Emulsion Type of Liquid Membranes Using TOPO as Mobile Carrier, *Hydrometallurgy*, 75, 111-121, 2004
- [124] KINOSHITA, T., AKITA, S., NII, S., KAWAIZUMI, F., TAKAHASHI, K., Solvent Extraction of Gallium with Non-Ionic surfactants from Hydrochloric Acid Solution and Its Application to Metal Recovery from Zinc Refinery Residues, *Separation and Purification Technology*, 37, 127-133, 2004
- [125] HUDSON, M.J., An Introduction of to Some Aspects of Solvent Extraction Chemistry in Hydrometallurgy, *Hydrometallurgy*, 9, 149-168, 1982
- [126] ZHU, T., *Hydrometallurgy*, 27, 231-245, 1991
- [127] YILDIZ, Y., Seyreltik Sulu Çözeltilerden Kobalt ve Nikelin Destekli Sıvı Membranlarla Ayrılması ve Termodinamik Şartların İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya, 2008
- [128] LAKSHMI, D.S., MOHAPATRA, P. K., MOHAN, D., MANCHANDA, V. K., Uranium Transport Using a PTFE Flat-Sheet Membrane Containing Alamine 336 in Toluene as The Carrier, *Desalination*, 163, 13-18, 2004
- [129] PARHI, P. K., SARANGI, K., Separation of Copper, Zinc, Cobalt and Nickel Ions by Supported Liquid Membrane Technique Using LIX 841, TOPS-99 and Cyanex 272, *Separation and Purification Technology*, 59, 169-174, 2008
- [130] BABCOCK, W. C., BAKER, R. W., LACHAPPELLE, E.D., SMITH, K.L., Coupled Transport Membranes III: The Rate-Limiting Step in Uranium Transport With a Tertiary Amine, *Journal of Membrane Science*, 7, 89-100, 1980
- [131] BLAKE, C.A., BEAS, C.F., BROWN, K.B., COLEMAN, C.F., Peaceful Uses of Atomic Energy, *Proc. 2nd Intern. Conf. Geneva*, 28, 289, 1958
- [132] BISWAS, S., BASU, S., Synergistic Extraction of Cobalt(II) by Tri-Octylamine and Neutral Donors, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 240. 387-390, 1998
- [133] BISWAS, S., BASU, S., Synergistic Extraction of Uranium(VI) by Combination of tri-iso-octylamine and Neutral Donors, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 220. 267-269, 1997

- [134] CAMPDERROS, M. E., MARCHESE, J., Transport of Niobium(V) Through a TBP- Alamine 336 Supported Liquid Membrane from Chloride Solutions, *Hydrometallurgy*, 61, 89-95, 2001
- [135] The Chemistry of Metals Recovery Using Lix Reagents, Minerals Industry Division Red Book, Henkel Corporation, Tucson, Arizona, 1991
- [136] VANKATESWARAN, P., GOPALAKRISHNAN, A. N., PALANIVELU, K., di(2-Ethylexyl)Phosphoric Acid-Coconut Oil Supported Liquid Membrane for The Separation of Copper Ions From Copper Plating Wastewater, *Journal of Environmental Sciences*, 19, 1446-1453, 2007
- [137] ALGUACIL, F.J., Mechanistic Study of Active Transport of Copper (II) From Ammoniacal/Ammonium Carbonate Medium Using LIX 973N as a Carrier Across a Liquid Membrane, *Hydrometallurgy*, 61, 177-183, 2001
- [138] FATIMA, Z., AAMRANI, E. L., KUMAR, A., Kinetic Modelling of The Active Transport of Copper(II) Across Liquid Membranes Using Thiourea Derivativees Immobilized on Microporous Hydrophobic Supports, *New Journal of Chemistry*, 23, 517-523, 1999
- [139] ALGUACIL, F.J, COEDO, A.G., DOREDO, M.T., Transport of Chromium (VI) Through a Cyanex 923-Xylene Flat-Sheet Supported Liquid Membrane, *Hydrometallurgy* 57, 51-56, 2000
- [140] MOLINARI, R., POERIO, T., ARGURIO, P., Selective Removal of Cu^{2+} Versus Ni^{2+} , Zn^{2+} and Mn^{2+} by Using a New Carrier in a Supported Liquid Membrane, *Journal of Membrane Science*, 280, 470-477, 2006
- [141] SWAIN, B., JEONG, J., LEE, J. C., LEE, G. H., Extraction of Co(II) by supported Liquid Membrane and Solvent Extraction Using Cynax 272 as an Extractant: A comparison study, *Journal of Membrane Science*, 288, 139-148. 2007
- [142] KUBO, K., KUBO, J., KAMINAGA, C., SAKURAI, T., Transport of Cu(II) with Hydroxamic acid Through a liquid Membrane, *Talanta*, 45, 968, 1998
- [143] LORRAINE, S., CHIMUKA, L., CUKROWSKA, E., POLE, S., Extraction and Pre-Concentration of Manganese(II) from Biological Fluids (water, Milk and Blood serum)Using Supported Liquid Membrane and Membrane and membrane probe Methods, *Anal.,Chim. Acta.* 485, 25. 2003
- [144] BASUALTO, C., MARCHESE, J., VALENZUELA, F., ACOSTA, A., Extraction of Molybdenum by a Supported Liquid Membrane Method, *Talanta*, 59, 999, 2003
- [145] VENKATESWARAN, P., PALANIVELU, K., Studies on Recovery of Hexavalent Chromium from Platin Wastewater by Supported Liquid

- Membrane Using tri-n-butyl Phosphate as Carrier, *Hydrometallurgy*, 78, 107-113, 2005
- [146] MASKI, R., BART, H.-J., BACKER, W., STRUBE, J., TRAVING, M., Separation of Cobalt and Nickel by Reactive Extraction-Modeling of Equilibria, *Chem. Eng. Technol.*, 29, 1513-1518, 2006
- [147] LINDELL, E., JÄÄSKELÄINEN, E., PAATERO E., NYMAN, B., *Hydrometallurgy*, 56, 337-343, 2000
- [148] HUBICKI, H., HUBICKA, H., *Hydrometallurgy*, 40, 65-71, 1996
- [149] DEVRI, N. B., NATHSARMA, K. C., CHAKRAVORTTY, V., *Hydrometallurgy*, 34, 331-346, 1994
- [150] TAIT, B. K., *Hydrometallurgy*, 32, 365-372, 1993
- [151] YOSHIZUKA, K., SAKUMOTO, Y., BABA, Y., INOUE, K., *Hydrometallurgy*, 23, 309-316, 1990
- [152] SOLE, K. C., HISKEY, J. *Hydrometallurgy*, 30, 345-352, 1992
- [153] REDDY, B. R., BHASKARA SARMA, P. V. R., *Talanta*, 41. 8, 1335, 1994
- [154] GANDHI, M. N., DEORKAR, V., KHOPKAR, S. M., *Talanta*, 1535, 1993
- [155] SATO, T., UEDA, M., in *Proc. Of The Int. Solvent Extraction Conf. , ISEC 74*, Soc. Chem. Ind., London, 1974
- [156] GRIMM, R., KOLARIK, Z., *J. Inorg. Nucl. Chem.* 36, 189. 1974
- [157] RIBEIRO, JR. C. R., COSTA, A. O. S., LOPES, I. P. B., CAMPOS, F. F., Cobalt Extraction and Cobalt-Nickel Separation from a Simulated Industrial Leaching Liquor by Liquid Surfactant Membranes Using Cyanex 302 as Carrier, *Journal of Membrane Science*, 241, 45-54, 2004
- [158] KASAINI, H., NAKASHIO, F., GOTO, M., Application of Emulsion Liquid Membranes to Recover Cobalt Ions from a Dual-Component Sulphate Solution Containing Nickel Ions, *Journal of Membrane Science*, 146, 159-168, 1998
- [159] ALGUACIL, F. J., Facilitated Transport and Separation of Manganese and Cobalt by a Supported Liquid Membrane Using DP-8R as a Mobile Carrier, *Hydrometallurgy*, 65, 9-14, 2002
- [160] GEGA, J., WALKOWIAK, W., GAJDA, B., Separation of Co (II) and Ni(II) Ions by Supported and Hybrid Liquid Membranes, *Separation and Purification Technology*, 22-23, 551-558, 2001

- [161] LONGQUAN, L., CHENG, W., YADONG, L., Separation of Cobalt and Nickel by Emulsion Liquid Membrane With the Use of EDTA as Masking Reagent, *Journal of Membrane Science*, 135, 173-177, 1997

EKLER

EK A PERMEASYON KATSAYISI (P) VE BAŞLANGIÇ KÜTLE AKISINA (J₀) AİT ÖRNEK HESAPLAMALAR

A) Permeasyon Katsayısının Hesaplanması:

Tablo A'da verilen beleme çözeltisi karıştırma hızı 1200 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(19,63 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.

Denklemin (3.15) de $-\ln(C/Co) = y_i$ 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; Ektraktant (Alamine 336) : % 20 w/w

Besleme çözeltisi 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

Tablo A. Alamine 336 konsantrasyonu

Süre, saat	Alamine 336 konsantrasyonu (w/w; % 20)					
	x _i =t	C,mg/L	C/C ₀ (-)	y _i =-ln(C/C ₀)	y _i .x _i	x _i ²
0	489,5	1,000	0,000	0,000	0,000	0
1	467,2	0,954	0,047	0,047	0,047	1
2	435,8	0,890	0,116	0,233	0,233	4
3	402,1	0,821	0,197	0,590	0,590	9
4	369,4	0,755	0,281	1,126	1,126	16
5	338,0	0,691	0,370	1,851	1,851	25
6	304,7	0,622	0,474	2,844	2,844	36
7	265,6	0,543	0,611	4,278	4,278	49
8	231,6	0,473	0,748	5,986	5,986	64

$$\sum_{i=1}^n y_i = 2,845 \quad \sum_{i=1}^n y_i \cdot x_i = 16,95455 \quad \sum_{i=1}^n x_i^2 = 204$$

Tablodan $\sum_{i=1}^n y_i \cdot x_i = 16,95455$ ve $\sum_{i=1}^n x_i^2 = 204$ bulunur.

Buradan a_i değeri bulunur.

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

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

$$a_1 = \frac{\sum y_i \cdot x_i}{\sum x_i^2} = \frac{16,95455}{204} = 0,083111$$

$$a_i = \frac{A \cdot \epsilon \cdot P}{V} \cdot t = 0,083111 \text{ saat}^{-1}$$

ε=0,55 A=19,63 cm² V=250 ml değerleri yerlerine yazılırsa;

$$P = \frac{0,083111 \cdot 250}{19,63 \cdot 0,55 \cdot 100 \cdot 3600} = 5,35 \cdot 10^{-6} \text{ m/s bulunur.}$$

b) Başlangıç Kütle Akısının Hesaplanması:

Başlangıç kütle akısının hesaplanması (J_0) denklem 3.14 den hesaplanabilir.

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

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

$$C = -0,6212x^2 - 27,734x + 492,12$$

$$R^2 = 0,9995$$

2.dereceden bir polinom kullanılırsa, $b = dC/dt = -27,734$ bulunur ve denklemde yerine yazılırsa;

$$J_0 = -(-27,734)_0 \left(\frac{250}{19,63 \cdot 0,55}\right) = 642,19886 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{saat}^{-1} \cdot \text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-2} \text{ olarak bulunur.}$$

Birimler düzenlenirse:

$$J_0 = -(-27,734)_0 \left(\frac{250}{19,63 \cdot 0,55}\right) \cdot \frac{\text{mg} \cdot \text{cm}}{\text{L} \cdot \text{saat}} \cdot \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \cdot \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ cm}^3} \cdot \frac{1 \text{ saat}}{3600 \text{ s}} \cdot \left(\frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}}\right)^2$$

Başlangıç kütle akısı

$$J_0 = 1,784 \cdot 10^{-6} \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s elde edilir.}$$

ÖZGEÇMİŞ

1961 yılında Antakya'da doğdu. İlkokul, ortaokul ve liseyi memleketi Adana'da tamamladı. 1981-1985 yılları arasında Uludağ Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği bölümünü tamamladı. Gaziantep, İzmir, Kastamonu ve Kütahya'da Kimya öğretmenliği ve idarecilik yaptı. 1995 yılında Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde yüksek lisansını tamamladı. 1998 yılında Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim bölümünde öğretim görevlisi olarak göreve başladı ve hala bu göreve devam etmektedir. Evli lise 3'e ve ilköğretim 8. sınıfa giden iki oğlu vardır.