



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SULU ÇÖZELTİLERDE BAZI NÖTR
AMİNOASİTLERİN MAKRO ve MİKRO AYRIŞMA
SABİTLERİNİN SICAKLIKLA DEĞİŞİMİNİN
İNCELENMESİ ve AYRIŞMANIN
TERMODİNAMİK NİCELİKLERİNİN
BELİRLENMESİ**

ELVAN ASİL AYDINLI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ECZACILIK TEMEL BİLİMLERİ GENEL KİMYA
ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Prof. Dr. A. Seza BAŞTUĞ

İSTANBUL-2008

TEZ ONAYI

Kurum : Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Programın seviyesi : Yüksek Lisans (X) Doktora ()

Anabilim Dalı : Eczacılık Temel Bilimleri – Genel Kimya Programı

Tez Sahibi : Elvan ASİL

Tez Başlığı : Sulu çözeltilerde bazı nötr aminoasitlerin makro ve mikro ayrışma sabitlerinin sıcaklıkla değişiminin incelenmesi ve ayrışmanın termodinamik niceliklerinin belirlenmesi

Sınav Yeri : Eczacılık Temel Bilimleri Anabilim Dalı

Sınav Tarihi : 24.09.2008

Tez tarafımızdan okunmuş, kapsam ve kalite yönünden Yüksek Lisans/Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman (Unvan, Adı, Soyadı)

Prof. Dr. A. Seza BAŞTUĞ

Kurumu

Marmara Üniversitesi

İmza



Sınav Jüri Üyeleri (Unvan, Adı, Soyadı)

Prof. Dr. Mürşit PEKİN

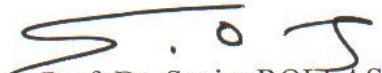
Marmara Üniversitesi

Doç. Dr. Sinem GÖKTÜRK

Marmara Üniversitesi



Yukarıdaki jüri kararı Enstitü yönetim Kurulu'nun 16.../10.../2008 tarih ve 4. sayılı kararı ile onaylanmıştır.


Prof. Dr. Sevim ROLLAS

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Elvan ASİL AYDINLI

TEŞEKKÜR

“Sulu Çözeltelerde Bazı Nötr Aminoasitlerin Makro ve Mikro Ayrışma Sabitlerinin Sıcaklıkla Değişiminin İncelenmesi ve Ayrışmanın Termodinamik Niceliklerinin Belirlenmesi” konulu tezimin hazırlanmasında bilimsel bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösteren, destek olan ve yardımlarını esirgemeyen tez danışmanım Eczacılık Temel Bilimleri Anabilim Dalı Başkanı sevgili hocam sayın, Prof. Doç.Dr. Seza BAŞTUĞ’a Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Eczacılık Temel Bilimleri Anabilim Dalı öğretim üyesi sevgili hocalarım Doç.Dr. Sinem GÖKTÜRK, Y.Doç.Dr. Yeşim TALMAN’a ve burada adlarını anamadığım Eczacılık Temel Bilimleri Anabilim Dalının diğer öğretim elemanlarına da teşekkürlerimi sunarım.

Benden maddi ve manevi desteğini esirgemeyen ailem ve sevgili eşim Kadir AYDINLI’ya sonsuz teşekkürler sunarım.

İÇİNDEKİLER	Sayfa No
TEŞEKKÜR	I
İÇİNDEKİLER	II
KISALTMALAR VE SİMGELER	IV
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	VI
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	XI
1. ÖZET	1
2. SUMMARY	2
3. GİRİŞ	3
4. GENEL BİLGİLER	5
4.1. Aminoasitlerin Genel Özellikleri	5
4.2. Aminoasitlerin Sınıflandırılması	8
4.3. Çalışmada kullanılan Aminoasitler	8
4.3.1. Glisin	9
4.3.2. L-Alanin	9
4.3.3. L- Lösin	9
4.4. Asitler, Bazlar ve Protonlanma Sabiti	9
4.5. Makroskopik ve Mikroskopik Denge Sabitleri	12
4.6. Sert ve Yumuşak Asit ve Bazlar Kuralı	14
4.7. Protonlanma Tepkimelerinin Termodinamiği	15
4.8. Protonlanma Sabitlerinin Bulunmasında Kullanılan Yöntemler	15
4.8.1. Potansiyometrik pH Titrasyon Yöntemi	16
4.8.2. Irving-Rossotti Yöntemi	16
5. GEREÇ VE YÖNTEMLER	18
5.1. Kullanılan Kimyasallar	18
5.1.1. Glisin (Gli)	18
5.1.2. Glisin Metil Ester Hidroklorid	18
5.1.3. Alanin (Ala)	18
5.1.4. Alanin Metil Ester Hidroklorür	19
5.1.5. Lösin (Lös)	19
5.1.6. Lösin Metil Ester Hidroklorür	19
5.1.7. Sodyum Perklorat	19

	Sayfa No
5.1.8. Perklorat Asiti	19
5.1.9. Sodyum Hidroksit Titrisolü	19
5.2. Deneyde Kullanılan Çözeltiler	20
5.3. Kullanılan Aletler	20
5.4. Potansiyometrik pH Titrasyonlarının Yapılışı	21
5.4.1. Asit Çözeltisinin Potansiyometrik pH Titrasyonu	22
5.4.2. Asit Katkılı Aminoasit Çözeltisinin Potansiyometrik pH Titrasyonu	22
5.4.3. Asit Katkılı Aminoasit Ester Çözeltisinin Potansiyometrik pH Titrasyonu	23
6. BULGULAR	24
6.1. Glisin Çözeltilerinin Protonlanma Sabitlerinin Bulunması	24
6.2. Alanin Çözeltilerinin Protonlanma Sabitlerinin Bulunması	24
6.3. Lösin Çözeltilerinin Protonlanma Sabitlerinin Bulunması	24
7. TARTIŞMA VE SONUÇ	134
8. KAYNAKLAR	143
9. ÖZGEÇMİŞ	145

KISALTMALAR ve SİMGELER

- Gli** : Glisin
Ala : Alanin
Lös : Lösün
L : Ligand
T : Sıcaklık / °C
K : Termodinamik denge sabiti
K₁ : T₁ sıcaklığındaki termodinamik denge sabiti
K₂ : T₂ sıcaklığındaki termodinamik denge sabiti
k₁ : –COOH grubuna ait ilk protonun verilmesine ait denge sabiti
k₂ : –NH₂ grubuna ait ikinci protonun verilmesine ait denge sabiti
k₄ : –COOH grubuna ait ilk protonun alınmasına ait denge sabiti
k₃ : –NH₂ grubuna ait ikinci protonun alınmasına ait denge sabiti
K_a : Asit sabiti
K_T : Toplam kararlılık sabiti
pK_a : K_a 'nın on tabanlı logaritmasının eksi işaretlisi
K_b : Baz sabiti
pK_b : K_b 'nın on tabanlı logaritmasının eksi işaretlisi
K_T : Toplam kararlılık sabiti
pH : H⁺ iyonu derişiminin on tabanlı logaritmasının eksi işaretlisi
pI : Bir asidin izoelektrik pH değeri
R : İdeal gaz sabiti 8,314 J K⁻¹ mol⁻¹
ΔG^o_{ol} : Standart oluşum serbest enerji değışimi, kJ mol⁻¹
ΔH^o_{ol} : Standart oluşum serbest entalpi değışimi, kJ mol⁻¹
ΔS^o_{ol} : Standart oluşum entropi değışimi, J K⁻¹ mol⁻¹
I : İyonik kuvvet
[B] : NaOH titrisolün derişimi, mol L⁻¹
[A]_o : Asit çözeltisinin (HClO₄) başlangıçtaki derişimi mol L⁻¹
[L]_o : Çözeltideki toplam ligand derişimi mol L⁻¹
V_o : Titre edilen çözeltinin başlangıçtaki hacmi, mL

v_1-v_2 : [B] derişimindeki NaOH titrisölü ile yapılan titrasyon sonucunda seçilen pH değerine karşılık titrasyon eğrilerinden okunan hacim değerleri, mL

p : Glisin ve Lösin ligandlarından ayrılabilen proton sayısı

n_A : Proton - ligand sisteminde protonlanma derecesi

pK_{NH_2} : Aminoasidin $-NH_2$ grubunun asitlik sabiti

pK_R : Aminoasidin R- zincirinde bulunan $-COOH$ gurubunun asitlik sabiti

pK_{COOH} : Aminoasidin $-COOH$ gurubunun asitlik sabiti

ŞEKİL LİSTESİ	Sayfa No
Şekil 4.1. Bir aminoasidin genel yapısı	6
Şekil 4.2. Aminoasitlerin zwitter iyon (dipolar iyon) hali	7
Şekil 5.1. Gli'nin genel yapısı	18
Şekil 5.2. Gli Metil Esterin genel yapısı	18
Şekil 5.3. Ala'nın genel yapısı	18
Şekil 5.4. Lös'ün genel yapısı	19
Şekil 6.1.1. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Gli Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)	26
Şekil 6.1.2. Gli Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)	28
Şekil 6.1.3. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Gli Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)	30
Şekil 6.1.4. Gli Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)	32
Şekil 6.1.5. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Gli Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)	34
Şekil 6.1.6. Gli Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)	36
Şekil 6.2.1. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Gli Metil Ester Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)	38
Şekil 6.2.2. Gli Metil Ester Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)	40
Şekil 6.2.3. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Gli Metil Ester Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)	42
Şekil 6.2.4. Gli Metil Ester Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)	44

Şekil 6.2.5. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Gli Metil Ester Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}, T = 35,0^\circ\text{C}$	46
Şekil 6.2.6. Gli Metil Ester Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi $(c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}, T = 35,0^\circ\text{C})$	48
Şekil 6.3.1. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Gli Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}, T = 5,0^\circ\text{C}$	50
Şekil 6.3.2. Gli Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi $(c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}, T = 5,0^\circ\text{C})$	52
Şekil 6.3.3. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Gli Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}, T = 20,0^\circ\text{C}$	54
Şekil 6.3.4. Gli Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi $(c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}, T = 20,0^\circ\text{C})$	56
Şekil 6.3.5. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Gli Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}, T = 35,0^\circ\text{C}$	58
Şekil 6.3.6. Gli Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi $(c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}, T = 35,0^\circ\text{C})$	60
Şekil 6.4.1. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Ala Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}, T = 5,0^\circ\text{C}$	62
Şekil 6.4.2. Ala Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi $(c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}, T = 5,0^\circ\text{C})$	64
Şekil 6.4.3. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Ala Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}, T = 20,0^\circ\text{C}$	66
Şekil 6.4.4. Ala Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi $(c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}, T = 20,0^\circ\text{C})$	68
Şekil 6.4.5. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Ala Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}, T = 35,0^\circ\text{C}$	70

Şekil 6.4.6. Ala Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)	72
Şekil 6.5.1. HClO_4 ve HClO_4 ile Ala Metil Ester Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$	74
Şekil 6.5.2. Ala Metil Ester Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)	76
Şekil 6.5.3. HClO_4 ve HClO_4 ile Ala Metil Ester Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$	78
Şekil 6.5.4. Ala Metil Ester Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)	80
Şekil 6.5.5. HClO_4 ve HClO_4 ile Ala Metil Ester Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$	82
Şekil 6.5.6. Ala Metil Ester Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)	84
Şekil 6.6.1. HClO_4 ve HClO_4 ile Ala Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$	86
Şekil 6.6.2. Ala Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)	88
Şekil 6.6.3. HClO_4 ve HClO_4 ile Ala Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$	90
Şekil 6.6.4. Ala Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)	92
Şekil 6.6.5. HClO_4 ve HClO_4 ile Ala Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$	94
Şekil 6.6.6. Ala Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)	96

	Sayfa No
Şekil 6.7.1. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Lös Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)	98
Şekil 6.7.2. Lös Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)	100
Şekil 6.7.3. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Lös Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)	102
Şekil 6.7.4. Lös Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)	104
Şekil 6.7.5. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Lös Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)	106
Şekil 6.7.6. Lös Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)	108
Şekil 6.8.1. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Lös Metil Ester Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)	110
Şekil 6.8.2. Lös Metil Ester Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)	112
Şekil 6.8.3. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Lös Metil Ester Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)	114
Şekil 6.8.4. Lös Metil Ester Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)	116
Şekil 6.8.5. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Lös Metil Ester Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)	118
Şekil 6.8.6. Lös Metil Ester Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)	120
Şekil 6.9.1. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Lös Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)	122

	Sayfa No
Şekil 6.9.2. Lös Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)	124
Şekil 6.9.3. HClO_4 ve HClO_4 ile Lös Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)	126
Şekil 6.9.4. Lös Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)	128
Şekil 6.9.5. HClO_4 ve HClO_4 ile Lös Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)	130
Şekil 6.9.6. Lös Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)	132
Şekil 7.1. pH değişimiyle Gli'den oluşan türlerin bağıl bollukları	135
Şekil 7.2. pH değişimiyle Gli Metil Esterden oluşan türlerin bağıl bollukları	136
Şekil 7.3. Gli, Ala ve Lös'ün $-\text{COOH}$ grubuna ait protonlanma sabitlerinin sıcaklıkla değişimi	137
Şekil 7.4. Gli, Ala ve Lös'ün $-\text{NH}_2$ grubuna ait protonlanma sabitlerinin sıcaklıkla değişimi	137
Şekil 7.5. Gli, Ala ve Lös'ün Metil Esterlerinin $-\text{NH}_2$ grubuna ait makroskopik ve mikroskopik protonlanma sabitleri ile Gli, Ala ve Lös'ün $-\text{COOH}$ grubuna ait mikroskopik protonlanma sabitlerinin sıcaklıkla değişimleri	138
Şekil 7.6. Gli, Ala, ve Lös'ün protonlanma tepkimelerinde serbest enerji azalmasına entalpi ve entropi terimlerinin katkısı	140

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa
No

Çizelge 4.1. Bazı Verici, Alıcı ve Çözücülerin Yumuşak, Orta ve Sert Sınıflandırılması	14
Çizelge 6.1.1. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Gli Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)	25
Çizelge 6.1.2. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Gli Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Gli'nin Protonlanma Derecesi Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5^\circ\text{C}$)	27
Çizelge 6.1.3. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Gli Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)	29
Çizelge 6.1.4. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Gli Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Gli'nin Protonlanma Derecesi Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)	31
Çizelge 6.1.5. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Gli Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)	33
Çizelge 6.1.6. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Gli Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Gli'nin Protonlanma Derecesi Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)	35
Çizelge 6.2.1. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Gli Metil Ester Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)	37
Çizelge 6.2.2. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Gli Metil Ester Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Gli'in Protonlanma Derecesi Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)	39
Çizelge 6.2.3. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Gli Metil Ester Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)	41
Çizelge 6.2.4. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Gli Metil Ester Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Gli'in Protonlanma Derecesi Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)	43
Çizelge 6.2.5. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Gli Metil Ester Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)	45

Çizelge 6.2.6. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Gli Metil Ester Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Gli' nin Protonlanma Derecesi Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)	47
Çizelge 6.3.1. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Gli Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)	49
Çizelge 6.3.2. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Gli Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Gli' nin Protonlanma Derecesi Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)	51
Çizelge 6.3.3. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Gli Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)	53
Çizelge 6.3.4. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Gli Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Gli' nin Protonlanma Derecesi Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)	55
Çizelge 6.3.5. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Gli Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)	57
Çizelge 6.3.6. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Gli Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Gli' nin Protonlanma Derecesi Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)	59
Çizelge 6.4.1. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Ala Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)	61
Çizelge 6.4.2. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Ala Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Ala' nın Protonlanma Derecesi Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)	63
Çizelge 6.4.3. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Ala Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)	65
Çizelge 6.4.4. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Ala Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Ala' nın Protonlanma Derecesi Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)	67

Çizelge 6.4.5. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Ala Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)	69
Çizelge 6.4.6. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Ala Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Ala'nın Protonlanma Derecesi Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)	71
Çizelge 6.5.1. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Ala Metil Ester Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)	73
Çizelge 6.5.2. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Ala Metil Ester Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Ala'nın Protonlanma Derecesi Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)	75
Çizelge 6.5.3. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Ala Metil Ester Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)	77
Çizelge 6.5.4. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Ala Metil Ester Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Ala'nın Protonlanma Derecesi Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)	79
Çizelge 6.5.5. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Ala Metil Ester Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)	81
Çizelge 6.5.6. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Ala Metil Ester Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Ala'nın Protonlanma Derecesi Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)	83
Çizelge 6.6.1. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Ala Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)	85

Çizelge 6.6.2. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Ala Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Ala'nın Protonlanma Derecesi Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)	87
Çizelge 6.6.3. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Ala Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)	89
Çizelge 6.6.4. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Ala Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Ala'nın Protonlanma Derecesi Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)	91
Çizelge 6.6.5. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Ala Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)	93
Çizelge 6.6.6. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Ala Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Ala'nın Protonlanma Derecesi Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)	95
Çizelge 6.7.1. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Lös Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)	97
Çizelge 6.7.2. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Lös Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Lös'in Protonlanma Derecesi Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)	99
Çizelge 6.7.3. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Lös Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)	101
Çizelge 6.7.4. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Lös Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Lös'in Protonlanma Derecesi Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)	103
Çizelge 6.7.5. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Lös Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)	105
Çizelge 6.7.6. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Lös Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Lös'in Protonlanma Derecesi Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)	107

Çizelge 6.8.1. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Løs Metil Ester Çözeltilerinin Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)	109
Çizelge 6.8.2. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Løs Metil Ester Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Løs'in Protonlanma Derecesi Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)	111
Çizelge 6.8.3. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Løs Metil Ester Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)	113
Çizelge 6.8.4. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Løs Metil Ester Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Løs'in Protonlanma Derecesi Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)	115
Çizelge 6.8.5. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Løs Metil Ester Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)	117
Çizelge 6.8.6. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Løs Metil Ester Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Løs'in Protonlanma Derecesi Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)	119
Çizelge 6.9.1. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Løs Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)	121
Çizelge 6.9.2. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Løs Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Løs'in Protonlanma Derecesi Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)	123
Çizelge 6.9.3. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Løs Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)	125
Çizelge 6.9.4. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Løs Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Løs'in Protonlanma Derecesi Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)	127

	Sayfa No
Çizelge 6.9.5. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Lös Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)	129
Çizelge 6.9.6. HClO ₄ ve HClO ₄ ile Lös Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Lös'in Protonlanma Derecesi Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)	131
Çizelge 7.1. Gli, Gli Metil Ester, Ala, Ala Metil Ester, Lös ve Lös Metil Ester'in çeşitli sıcaklıklardaki pK_a değerleri	133
Çizelge 7.2. Gli, Ala ve Lös'ün çeşitli sıcaklıklardaki mikroskopik protonlanma sabiti değerleri	134
Çizelge 7.3. Gli, Gli Metil Ester, Ala, Ala Metil Ester ve Lös ve Lös Metil Ester'in Protonlanmasının Termodinamik Nicelikleri ile serbest enerji azalmasına entropik ve entalpik terimlerin katkı yüzdeleri	139

1. ÖZET

Bu çalışmada; Glisin, L-Alanin ve L-Lösin ile Glisin Metil Esteri, L-Alanin Metil Esteri ve L-Lösin Metil Esterin, 5,0, 20,0 ve 35,0°C sıcaklıklarda iyonik kuvveti sabit tutmak amacıyla, 0,1 mol L⁻¹ NaClO₄ içeren ortamda potansiyometrik pH titrasyonu yöntemi kullanılarak protonlanma sabitleri bulundu. Bu sabitler makroskopik protonlanma sabitleri olup esterlerin protonlanma sabitleri yardımıyla Glisin, L-Alanin ve L-Lösinin mikropkopik protonlanma sabitleri de hesaplandı.

Tüm ligandların pK_{NH₂} değerleri sıcaklık arttıkça azalmakta, pK_{COOH} değerleri ise artmaktadır. Bu protonlanma sabitlerinden protonlanma tepkimesinin termodinamik nicelikleri ΔG_{ol}° , ΔH_{ol}° ve ΔS_{ol}° hesaplandı. Aminoasitlerin -NH₂ grubunun protonlanması için serbest enerji azalmasına entropi teriminin katkısı ortalama %44 olup, -COOH için %100 dür. Aminoasit Metil Esterlerinin -NH₂ grubunun protonlanması için serbest enerji azalmasına entropi teriminin katkısı ise ortalama %23 tür. Ayrıca sonuçlar *yumuşak veya sert asit ve bazlar kuralına* göre yorumlandı.

2. SUMMARY

"THE STUDY OF THE CHANGE OF NEUTRAL AMINOACID'S MACRO AND MICRO PROTON STABILITY WITH TEMPERATURE IN WATERY SOLUTION."

In this study, the protonation constants of glycine, glycine methyl ester, L-alanine, L-alanine methyl ester L-leucine and L-leucine methyl ester have been determined by potentiometric pH titrations at 5.0, 20.0 and 35.0°C and 0.1 mol L⁻¹ NaClO₄ ionic strength. The calculated constants are the macroscopic protonation constants. In terms of macroscopic protonation constants of esters the microscopic protonations constants of glycine, L-alanine and L-leucine were determined.

pK_{NH_2} of whole ligands decrease, pK_{COOH} increase with increasing temperature. The thermodynamic parameters, ΔG_f° , ΔH_f° and ΔS_f° were calculated for protonation reactions. Contribution of the entropic term to the free energy decrease is average 44% for protonation of $-\text{NH}_2$ and average 100% for $-\text{COOH}$ groups of amino acids. Contribution of the entropic term to the free energy decrease is average 23% for protonation of $-\text{NH}_2$ group of amino acid methyl esters The results were concluded according to *Hard and Soft Acids and Bases Rule*.

3. GİRİŞ VE AMAÇ

Genel olarak biyolojik olarak önemli bazı moleküllerin (ki bunlara kordinasyon kimyasında biyoligand adı verilir) sulu çözeltilerde çeşitli iyonlarla (metal iyonu ve proton) girdikleri etkileşimler sonucunda oluşan yapıların oluşumları ile ilgili denge sabitlerinin ve öteki termodinamik niceliklerinin belirlenmesini içeren çalışmalar gittikçe daha çok sayıda araştırmaya konu olmaktadır (Mitewa 1995). Önemli biyoligandlardan olan ilaç etken maddelerinin sulu çözeltilerde proton ile oluşturduğu dengenin denge sabiti olan asitlik sabitlerinin (protonlanma sabiti de denir) belirlenmesi ilaçların vücutta absorblanmasında, dokularda dağılmasında ve vücuttan atılmasında rolü olan yarı geçirgen zarlardan geçişlerinin saptanmasında kolaylıklar sağlayabilir. Söz konusu denge sabitlerinin bilinmesi ayrıca ilaçların vücut sıvılarından özütlenmesi ve örneğin elektroforez gibi yöntemlerin geliştirilmesi için de gereklidir (Martinez, Maguregui, Jimenez and Alonso 2000).

Aslında proton ile kompleks oluşumu olarak da niteleyebileceğimiz biyoligandların protonlanma ve proton yitirme tepkimeleri hakkında daha fazla bilgi edinme olanağı sağlayabilen denge sabiti dışındaki termodinamik niceliklerin hesaplanması ülkemizde oldukça az sayıda çalışma üretilen alanlardandır (Avşar 1993). Genel olarak, proton ve ligandlar arasındaki etkileşim tepkimeleri üzerine birçok değişik yöntem ve teknikler uygulanarak kapsamlı araştırmalar yapılmaktadır (Avşar 1993). İşte bu çalışmanın amacı; biyolojik olarak önem taşıyan örneğin, aminoasitler gibi bazı önemli ligandların potansiyometrik pH titrasyonu yönteminin özel bir uygulamasıyla (Irving and Rossotti 1953, Irving and Rossotti 1954). Protonlanma sabitlerinin bulunması ve elde edilen denge sabitlerinden yararlanılarak protonlanma tepkimelerinin denge sabiti dışındaki termodinamik niceliklerinin de belirlenmesi ve yorumlanmasıdır (Avşar 1993). Yapılan deneylerde; 5,0, 20,0 ve 35,0°C'a ayarlanan sabit sıcaklıklarda iyonik kuvveti $I = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$ (iyonik kuvvet NaClO_4 ile ayarlandı) de tutulan çalışma koşullarından, ligand olarak seçilen alifatik aminoasitlerden Glisin, L-Alanin ve L-Lösin ile Glisin Metil Ester Hidroklorür, L-Alanin Metil Ester Hidroklorür ve L-Lösin Metil Ester Hidroklorürün sulu çözeltideki protonlanma sabitleri Potansiyometrik pH

Titrasyonu Yönteminin Irving-Rossotti Uygulaması'ndan yararlanılarak bulunmaktadır. Elde edilen bu kararlılık sabitleri kullanılarak ligandların protonlanmalarına ait termodinamik nicelikleri olan serbest enerji değişimi, entalpi değişimi ve entropi değişimi değerleri hesaplanır. Bu hesaplamalarda seçilen sıcaklık aralığının görece dar olması ($\Delta T = 30^{\circ}\text{C}$) dolayısıyla protonlanma tepkimelerindeki entalpi değişimlerinin söz konusu sıcaklık aralığında sabit kaldığı varsayılacaktır.

4. GENEL BİLGİLER

4.1. Aminoasitlerin Genel Özellikleri

Aminoasitler, proteinlerin yapı taşlarıdır. Bir aminoasidin yapısında iki fonksiyonel grup mutlaka bulunur. Bunlar amino ($-NH_2$) ve karboksil ($-COOH$) gruplarıdır. Her aminoasitte en az bir tane amino ve bir tane karboksil grubu bulunmalıdır. Amino grubu karboksilik asit grubuna göre α -, β -, γ -, ... karbon atomlarında bulunabilir. Proteinlerin yapısında bugüne kadar belirlenmiş 20'nin üzerinde aminoasit bulunmaktadır. Ayrıca proteinlerin yapısına girmeyen fakat biyolojik olarak serbest ya da bileşikler halinde mevcut olan 150 kadar başka aminoasit de bilinmektedir (Sarı 1990). Aminoasitler fonksiyonel grupları dışında dallanmış yapıda hidrokarbon zincirleri de içerirler. Bilindiği gibi aminoasitler birleşerek proteinleri oluşturur. Proteinler kaynaklarına göre farklı aminoasitleri farklı miktarlarda içerirler.

İnsan vücudunda da yaklaşık 20 farklı aminoasit bulunmaktadır ve 8 tanesi dışında organizma bunların birleşimini yapabilir (sentezleyebilir). Bu 20 farklı aminoasidin hepsinin de yapısı, aslında belirli bir noktaya kadar benzerdir. Ortada bulunan bir karbon atomuna bağlanan 4 gruptan üç tanesi, bütün aminoasitlerde aynıdır. Aminoasit yapısında, ortadaki karbon atomuna bir karboksil grubu ($-COOH$), bir amino grubu ($-NH_2$) ve bir de hidrojen atomu bağlıdır. Karbonun 4. ve son bağı yaptıği ve (R) harfi ile gösterilen yan zincir kısmı, aminoasitlerin farklı türlerini belirler. Yan zincire bağlanan gruplara bunların özelliğine göre, aminoasitlerin molekül yapıları, türleri, elektrik yükleri ve sudaki çözünürlükleri de farklılık gösterir.

Aminoasitler birçok şekilde sınıflandırılabilir. Bu sınıflandırmalarda; aminoasidin asit-baz ya da nötral oluşu, R- grubunun düz zincirli veya aromatik oluşu, hidroksil grubu taşıyıp taşıyamaması, kükürt atomu içerip içermeyişi gibi kıstaslar göz önüne alınır. Aminoasitlerin erime noktaları çoğunlukla $200^{\circ}C$ 'nin üzerindedir. Bu yüksek erime noktasının nedeni aminoasitlerin iyonik bağlara sahip

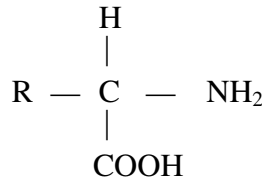
olmalarındandır. Glisin (Gli) dışında tüm aminoasitler içerdikleri bir karbon atomuna dört farklı grup bağlı olduğu için optikçe aktiflik gösterirler.

Aminoasitler, ya besinlerde bulunan proteinlerden alınır ya da hücre içi proteinlerden elde edilir. Dolayısıyla Aminoasitler, metabolik enerjinin üretimini sağlayan önemli bir biyomolekül grubudur.

Aminoasitlerinin yapısında bulunan söz konusu amino ($-NH_2$) ve karboksil ($-COOH$) grupları sulu çözeltilerinin asidik, bazik ya da amfoter karakter kazanmalarına neden olur.

Aminoasitlerin karboksil grupları bir proton verirken amino grupları bir proton alabilirler. Karboksil grubunun verdiği protonun amino grubu tarafından bağlanması sebebiyle aminoasit çözeltisi amfoter özellik gösterir.

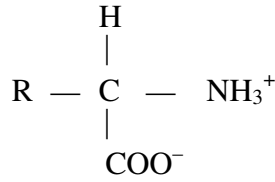
Aminoasitler kararlı, kristal yapıdadırlar ve genellikle suda çözünürler. Kutupsal (polar) karakterleri nedeniyle alkollerdeki çözünürlükleri düşüktür. Hidrofobik yapıda alkil grupları içeren alanin (Ala), valin (Val), lösin (Lös), fenilalanin gibi aminoasitlerin sudaki çözünürlüğü sınırlıdır.



Şekil 4.1. Bir aminoasidin genel yapısı

Daha öncede değinildiği gibi aminoasitler molekülerinde bazik grup olan ($-NH_2$) ile asidik grup olan ($-COOH$) bulundurur. Aminoasitler asitler ve bazlarla tuz oluşturur. Yalnızca α -karbon atomuna bağlı bir amino ve bir karboksil grubu içeren aminoasitlere **nötral aminoasitler** denir. Asidik aminoasitlerin yan zincirinde (R-) ayrıca bir $-COOH$ grubu daha bulunur. Sulu çözeltilerde aminoasitlerin gerek α -karboksil grupları ve gerekse yan zincire bağlı olan karboksil grupları zayıf asidik ve α -amino grupları zayıf bazik etki gösterirler. Sulu çözeltilerinde belirli pH

aralıklarında olduğu gibi kuru katı halde de aminoasitler karboksil grubunun karboksilat ($-\text{COO}^-$) iyonu, amin grubunun NH_3^+ iyonu halinde bulunduğu 'dipolar iyon' adı verilen formda bulunur bu dipolar iyonlara iç tuz (zwitter iyon) da denir (Sarı 1990). Zwitter iyon halinde aminoasit molekülleri sulu çözeltide geniş bir pH aralığında hem eksi hem de artı yük taşırlar. Molekülün toplam yükü sıfırdır. Aminoasit çözeltisinde katyonik türün derişiminin anyonik türün derişimine eşit olduğu (aminoasit çözeltisinde toplam yükün sıfır olduğu), dipolar iyonun derişiminin en yüksek değerinde olduğu ve elektriksel alanda göçün görülmediği pH değerine izoelektrik nokta (eşelektrik nokta) denilir ve pI olarak simgelendirilir. Bir aminoasidin eşelektrik nokta (pI) değerinden daha küçük pH değeri olan bir çözeltide aminoasit artı yüklü, daha büyük bir pH değerinde aminoasit eksi yüklü olmaktadır.



Şekil 4.2. Aminoasitlerin zwitter iyon (çift kutuplu iyon) hali.

Zwiter iyonda karboksilik asit grubunun protonu amin grubunun azotuna bağlanmıştır. Böylece hem amin grubu ve hem de karboksilik asit grupları iyon haline dönüşmüştür. Suda çok çözünüp organik çözücülerde az çözünen ve yüksek erime noktasına sahip olan maddelerin dipolar iyon içerdikleri düşünülür. Bu koşullar dipolar iyon türünü belirlemek için yeterli olmayabilir. Bu nedenle bazı deneylerin yapılması önerilmiştir.

Dipolar iyonların varlığını sınamak için uygulanan deneyler;

1. pK_a değerlerinden birisi, bir esteri veya bir O-eteri gibi kısmen bloke olmuş türevinin pK_a 'sından önemli ölçüde farklı ise madde bir dipolar iyondur.
2. Asitle titrasyon sonucunda bulunan pK_a değeri %50-%70 etanol ortamında titrasyon yapıldığında azalma yerine sabit kalıyor veya yükseliyorsa maddenin bir dipolar iyon olduğu söylenebilir (Doğan 2001).

4.2. Aminoasitlerin Sınıflandırılması

Aminoasitler yan zincirlerine (R-) göre isim alırlar. Aminoasitleri yan zincirlerine göre, yük taşıyan (pozitif ya da negatif yüklü); aromatik halka taşıyan; alifatik zincir taşıyan aminoasitler olarak sınıflandırmak olanaklıdır.

Alifatik Yan Zincir Taşıyan Aminoasitler: Yapılarında amino ve karboksil gruplarının sayısı bir tanedir. Bu nedenle bu aminoasitlere monoamino karboksilik asitler ya da nötral aminoasitler denir. Gli, Ala, Val, Lös ve İzo Lös bu grupta yer alır.

Hidroksilik Gruplar (-OH) Taşıyan Aminoasitler: Bunlar da monokarboksilik aminoasitlerdir. Serin ve Treonin bu gruptadır. Tirozin de bu gruba dahildir, ancak aromatik halka taşıdığı için başka grupta yer alır.

Kükürt Atomları Taşıyan Aminoasitler: Sistein ve Metionin

Asit Grupları ve Onların Amidlerini Taşıyan Aminoasitler: Aspartik asit, Asparagin, Glutamik asit ve Glutamin.

Bazik Gruplar Taşıyan Aminoasitler: Arginin, Lisin, Histidin

Aromatik Halka Taşıyan Aminoasitler: Histidin, Fenilalanin, Tirozin, Triptofan

İmino Asitler: Prolin

4.3. Çalışmada Kullanılan Aminoasitler

Sulu çözeltilerde makro ve mikro protonlanma sabitlerinin sıcaklıkla değişiminin incelenmesi ve proton ayrışmasının termodinamik niceliklerinin belirlenmesi için seçilen nötr aminoasitler Gli, Ala ve Lös'dür.

4.3.1. Glisin (Gli)

Gli [polar](#) olmayan bir [aminoasittir](#). Yapısal olarak [proteinlerde](#) bulunan 20 aminoasit arasında en basit olanıdır. Yan zinciri sadece bir [hidrojen](#) atomundan ibarettir. Gli'deki [\$\alpha\$ -karbon](#) atomu da bir hidrojene bağlı olduğu için, Gli optik olarak aktif değildir, diğer bir deyişle [optik izomeri](#) bulunmamaktadır.

Gli en küçük aminoasittir proteinler genellikle az sayıda Gli yapıtaşı içermektedir. Gli, merkezi sinir sisteminde, özellikle [omurilik](#), [beyin kökü](#) ve [retinada](#) olmak üzere [inhibitör](#) (sinir iletişimini engelleyici) bir [nörotransmitterdir](#). Gli insan vücudundaki hücreler tarafından fizyolojik ihtiyaçları karşılayacak miktarda sentezlenebildiği için beslenme yoluyla dışarıdan alımı şart değildir.

4.3.2. L-Alanin

Aminopropanoik asit olarak adlandırılırlar. Doğada L-Ala ya da D- Ala olmak üzere farklı iki halde bulunurlar. Proteinlerin yaklaşık olarak % 7 - 8'i Ala yapıtaşlarından oluşmaktadır. Hemen hemen tüm proteinler alanin içermektedir. Et, süt, yumurta gibi besinler zengin birer alanin kaynağıdır.

4.3.3. L-Lösin (Lös)

Lös, [DNA](#) tarafından kodlanan 20 [aminoasitten](#) biridir. İzo-Lös ve Lös birbirlerinin [izomeridirler](#). Beslenme açısından Lös dışarıdan alınması gereken temel bir aminoasittir. Lös proteinlerin yapısında bulunan en yaygın aminoasittir. Bebeklerin ve çocukların gelişimi ve yetişkinlerde azot dengesi için gereklidir.

Kaslarda proteinlerin birleşimi ve yıkımında önemli bir rolü olduğu düşünülmektedir. Lös içeren ana besin kaynakları tahıllar, baklagiller ve [süt](#) ürünleridir.

4.4. Asitler, Bazlar ve Protonlanma Sabiti

Tarihi gelişimine göre hemen hemen tamamı günümüzde kullanılmakta olan asit ve baz tanımları şöyledir.

Arrhenius'un Asit ve Baz Tanımları

Arrhenius'un tanımına göre sulu çözeltilerine, H^+ iyonu veren maddelere asit, OH^- iyonu veren maddelere ise baz denir. Bu tanım yardımıyla yapılarında H^+ ve OH^- iyonu bulunmayan Al^{3+} ve NH_3 gibi maddelerin asitliğini ve bazlığını açıklamak olanaklı değildir (Erdik ve Sarıkaya 1997).

Brönsted–Lowry Asit ve Baz Tanımları

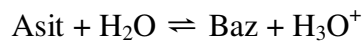
Bir asit, proton veren, bir baz ise proton alan maddedir. Bir türün asit davranışı gösterebilmesi için ortamda bir proton alıcısının (bazın) bulunması, bir türün baz davranışı gösterebilmesi için ise ortamda bir proton vericisinin (asidin) bulunması gereklidir. Bu tanıma göre bir asidin iyonlaşarak oluşturduğu tür, proton alma eğilimindedir ve kendisini oluşturan asidin eşlenik (konjüge) bazı olarak tanımlanır (Erdik ve Sarıkaya 1997).

Lewis Asit ve Baz Tanımları;

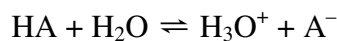
Lewis asit-baz kuramına göre bir elektron çifti alabilen maddeler asit (elektron alıcısı), bir elektron çifti verebilen maddeler de bazdır (elektron vericisi). Bu kuram daha geniş kapsamlı olduğundan öncekilere göre daha yararlı ve kullanışlıdır. Ayrıca metal koordinasyon bileşiklerinin oluşumu asit-baz tepkimeleri gibi düşünülerek bu kuram yardımıyla kolaylıkla anlaşılır (Erdik ve Sarıkaya 1997).

Proton Alma ve Verme Tepkimelerinin Denge Sabitleri

Asitlerin kuvveti aşağıda verilen ayrışma dengesinin ne ölçüde sağa doğru kaymış olduğuyla ilgilidir. Bu denge ne kadar sağa doğru kaymış ise asit o oranda kuvvetlidir. Protonlarının hemen hemen tümünü suya verebilen asitler “kuvvetli asitler” dir. Örneğin, HCl , HNO_3 ve $HClO_4$ gibi. Suyun etkisiyle hemen hemen tam olarak OH^- iyonu veren bazlara da “kuvvetli bazlar” denir. Sulu ortamda bir asit ile eşlenik bazı arasındaki denge kabaca şöyle gösterilir:



Bir asidin sulu çözeltisinde proton ayrışması (protolizi) ile ilgili olan



dengeğine *kütlelerin etkimesi kanunu* uygulanırsa

$$K = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}][\text{H}_2\text{O}]}$$

bağıntısı elde edilir. Sola doğru olan tepkimenin (protonlanma) denge sabiti ise

$$K' = \frac{[\text{HA}][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}$$

Burada K protonlanma tepkimesinin denge sabitidir.

Sulu çözeltilerde proton ayrışması tepkimesi için $K [\text{H}_2\text{O}] = K_a$ ve protonlanma tepkimesi için $K' [\text{H}_2\text{O}] = K_a'$ alınarak,

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \quad \text{ve} \quad K_a' = \frac{[\text{HA}]}{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}$$

yazılır. Burada, K_a *asit sabiti* olarak adlandırılır. Görüldüğü gibi $K_a = 1/K_a'$ dır. Asit sabitini küçük tamsayılar ile ifade etmek için kullanılan $\text{p}K_a$ ise,

$$\text{p}K_a = -\log K_a = \log K_a'$$

dır. $\text{p}K_a$ 'ya da kısaca *asit sabiti* ya da *protonlanma sabiti* denmektedir. Aynı şekilde bazlar için de K_b baz sabiti tanımlanır. Bir asit-baz çiftinin asit ve baz sabitleri arasında

$$\text{p}K_a + \text{p}K_b = 14$$

bağıntısı vardır.

Birden çok proton verebilen asitlere (H_2SO_4 , H_3PO_4 gibi) ait dengeler aşağıdaki gibidir.

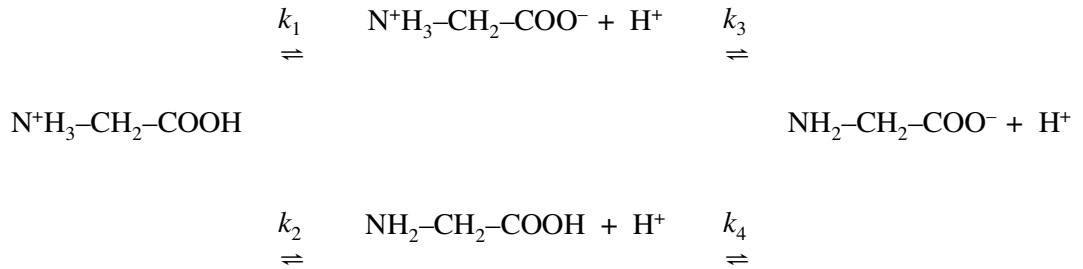


Nötr aminoasitler için $\text{p}K_1$ ve $\text{p}K_2$, COOH ve NH_2 gruplarına ait olduğundan bu grupları anlatmak üzere $\text{p}K_{\text{COOH}}$ ve $\text{p}K_{\text{NH}_2}$ olarak simgelenirler (Apak 1997).

4.5. Makroskopik ve Mikroskopik Denge Sabitleri

Aminoasitler, peptitler, proteinler ve nükleik asitler gibi makromoleküller birden fazla asidik veya bazik grup içerirler bu moleküller çok sayıda ve farklı şekilde iyonlaşmış halde bulunabilirler. Asidik gruplar, asidik çözeltilerde yüksüz, bazik çözeltilerde eksi yüklü olarak bulunurlar. Bazik gruplar ise bazik çözeltilerde yüksüz, kuvvetli asidik çözeltilerde pozitif yüklüdür (Doğan 2001).

Nötr aminoasitlerin pK_{COOH} ve pK_{NH_2} nicelikleri örneğin potansiyometrik pH titrasyonu ya da spektrofotometri yöntemleri ile yapılan ölçümlerden deneysel olarak tayin edilebilir. Ölçülen bu pK_a değerlerine makroskopik protonlanma sabitleri denir. (Doğan 2001). Örneğin Gli'de proton alarak ya da vererek iyonlaşan grupların yazılı kaynaklarda bulunan pK_a değerleri $pK_{COOH} = 2,34$ ve $pK_{NH_2} = 9,6$ olup aralarında büyük bir fark vardır. Bu çalışmada kullanılan Gli, Ala ve Lös için pH' ye karşı oluşan türlerin bağıl bolluklarını gösteren grafikler sonuçlar bölümünde verilmiştir. Çözeltide bulunan her bir türle ilgili olarak yazılan dengelere ait denge sabitlerine ise mikroskopik denge sabitleri adı verilir. Aşağıda söz konusu dengeler birbirleri ile ilişkili olarak gösterilmiştir (Baştuğ ve Asil 2007).



Şekil 4.3. Glisin proton sisteminin ayrıntılı denge şeması

Bu mikroskopik denge sabitleri genellikle tek tek doğrudan tayin edilemeyebilir. Gli gibi iki tane iyonlaşabilen grubu bulunan bir molekülde, her bir iyonlaşabilen gruba ait iki tane mikroskopik denge sabiti vardır. Bunlar ilk protonun (-COOH grubuna ait) verilmesi ve alınması ile ilgili olan denge sabitleri, k_1 ve k_4 ve ikinci protonun (-NH₂ grubuna ait) verilmesi ve alınması ile ilgili denge sabitleri ise k_2 ve k_3 tür.

Mikroskopik denge sabitleri ile ilgili çalışmaların 1933 yılından beri yapıldığı ve sayısının az olduğu bilinmektedir. Makroskopik ve mikroskopik protonlanma sabitleri birbirleri ile ilişkilidir. Bu ilişki aşağıdaki gibidir (Doğan 2001).

$$K_1 = k_1 + k_2 + \frac{k_3 k_1}{[H^+]} + \frac{k_4 k_2}{[H^+]}$$

Eğer $[H^+] \gg k_3$ ve k_4 ise bu bağıntı

$$K_1 \cong k_1 + k_2$$

bağıntısına indirgenir. Öte yandan,

$$\frac{1}{K_2} = \frac{1}{k_4} + \frac{1}{k_3} + \frac{[H^+]}{k_1 k_3} + \frac{[H^+]}{k_2 k_4}$$

Eğer burada

$$\frac{1}{k_4} + \frac{1}{k_3} \gg \frac{[H^+]}{k_1 k_3} + \frac{[H^+]}{k_2 k_4}$$

ise yukarıdaki bağıntı

$$\frac{1}{K_2} \cong \frac{1}{k_4} + \frac{1}{k_3}$$

halini alır (Loux 2002). Termodinamik gereklilikler nedeniyle bu dört mikroskopik protonlanma sabiti birbirlerine bağımlıdır.

$$k_1 k_3 = k_2 k_4$$

Daha önce de söylendiği gibi titrimetrik olarak yalnızca K_1 ve K_2 belirlenebilir. Mikroskopik protonlanma sabitlerinin bulunabilmesi için uygulanan yöntemlerden birisi aminoasidin $-COOH$ grubunun proton vermesine engel olmak ve proton alınıp verilmesinde $-NH_2$ grubunu yalnız başına bırakmak üzere aminoasidin Metil ya da Etil Esterinden yararlanmaktır. Örnek olarak Gli'i ele alalım: Eğer Gli Metil Ester'in protonlanma sabiti Gli için düzenlenen yukarıdaki halkasal dengenin k_2 sabitine eşit varsayılırsa,

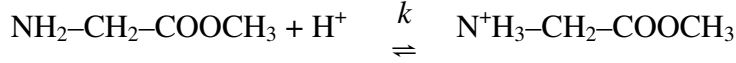
$$k_1 = K_1 - k_2$$

yazılabilir. Öte yandan

$$k_3 = K_2 \frac{k_1 + k_2}{k_1} \quad \text{ve} \quad k_4 = K_2 \frac{k_1 + k_2}{k_2}$$

kullanılarak k_4 ve dolayısıyla pK_1 , pK_2 , pK_3 ve pK_4 hesaplanır.

Gli Metil Ester ile protonun oluşturduğu denge şöyledir.



4.6. Sert ve Yumuşak Asitler ve Bazlar Kuralı

1958 yılında Ahrland, Chat ve Davies a ve b sınıfı akseptörler olmak üzere akseptör iyonları için ikili bir sınıflandırma önermişlerdir. Bu sınıflandırma genişletilerek *sert ve yumuşak asit ve bazlar kuralı* adını almıştır. Bu kurala göre sert donör sert akseptör ile yumuşak donör ise yumuşak akseptörle kararlı bir bileşik yapar. a sınıfı (sert) akseptörler; F, O, N gibi donör atom içeren sert bazlarla, b sınıfı (yumuşak) akseptörler ise Cl, Br, I, P, S, As, Se gibi donör atom içeren daha yumuşak bazlarla bağlanmayı tercih ederler (Avşar 1993). Sert asitler sert bazlarla, yumuşak asitler yumuşak bazlarla güçlü kompleksler oluştururlar. Sert özellikli bir asit, kolay bükülebilen değerlik elektronları içermeyen orbitallere sahip, elektron alan atomun küçük ve artı yüklü olduğu bir Lewis asididir. Yumuşak asit ise elektronları kolay polarize olabilen orbitallerde bulunan, elektron alan atomun büyük, hiç artı yük içermeyen türden olduğu Lewis asitleridir.

Aşağıdaki çizelgede bazı alıcı ve vericilerin sınıflandırılması görülüyor.

Çizelge 4.1. Bazı Verici, Alıcı ve Çözücülerin Yumuşak, Orta ve Sert Sınıflandırılması

Sert	Orta	Yumuşak
Metal İyonları (akseptörler)		
H^+ , Mn^{2+} , Fe^{3+}	Cu^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+} , Fe^{2+} , Zn^{2+} , Pb^{2+}	Ag^+ , Cu^+ , Au^+ , Cd^{2+} , Tl^{3+}
Ligandlar (donörler)		
F, O vericileri	N vericileri Cl, Br ⁻	S, Se, Te vericileri
Çözücüler		
H_2O , ROH	NH_3	Nitroparafinler, DMF

Bu sınıflandırma pek çok deneysel bilgiyi düzenli bir hale getirdiği için kullanışlıdır. Öte yandan, verici ve alıcıların birleşme davranışları büyük oranda kullanılan çözeltilerin solvatasyon ve dielektirik özelliklerine bağlıdır (Apak 1994).

4.7. Protonlama Tepkimelerinin Termodinamiği

Van't Hoff bağıntısından türetilen

$$\Delta G_{ol}^{\circ} = -RT \ln K$$

Bağıntısı ile kararlılık sabitlerinin sıcaklıkla değişimi tanımlanmıştır (Sarıkaya 1997).

K : Termodinamik Denge Sabiti

R : İdeal Gaz Sabiti = $8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

ΔG_{ol}° : Standart oluşum serbest enerji değişimi

ΔH_{ol}° : Standart oluşum serbest entalpi değişimi

ΔS_{ol}° : Standart oluşum serbest entropi değişimi

Bir bileşiğin, birim aktivitedeki elementlerinden başlayarak söz konusu bileşiğin birim aktivitede oluşumundaki serbest enerji değişmesine standart serbest enerji değişimi denir. ΔG_{ol}° ve ΔH_{ol}° arasında aşağıdaki bağıntı vardır.

$$\Delta G_{ol}^{\circ} = \Delta H_{ol}^{\circ} - T \Delta S_{ol}^{\circ} \text{ dur.}$$

Bu bağıntı yardımıyla ΔS_{ol}° bulunur (Sarıkaya 1997).

4.8. Protonlanma Sabitlerinin Bulunmasında Kullanılan Yöntemler

Kompleks bileşiklerin oluşumlarının ve yapılarının aydınlatılmasında denge (kararlılık) sabitlerinin belirlenmesi önemli bir yer tutar. Kararlılık sabitlerinin bulunması ile ilgili ölçümler ancak sulu çözeltilerde yapılabilir ve NaClO_4 ya da KNO_3 gibi kompleks oluşturmayan tuzlarla çözeltilerin iyonik kuvveti sabit tutulur.

4.8.1. Potansiyometrik pH Titration Yöntemi

Bir asit sulu çözeltisine bir baz sulu çözeltisinden veya bir baz sulu çözeltisine bir asit sulu çözeltisinden küçük hacimlerle adım adım katılarak, çözeltilerin pH'si uygun elektrotlar yardımıyla ölçülür ve ölçüm sonunda yatay eksene eklenen baz

veya asit çözültisi miktarı, düşey eksene de pH değerleri konularak bir grafik çizilir. Böylece *nötralleşme eğrisi* denilen özel bir eğri elde edilir. Bu eğri üzerinde bulunan düşey dönüm noktası sayesinde, çözültideki toplam asit veya baz miktarları bulunur. Bu yöntem potansiyometrik veya elektrometrik titrasyon yöntemi denir. Nötralleşme eğrisinin eşdeğer nokta bölgesindeki dikliği titrasyon duyarlılığı açısından önemlidir. Nötralleşme eğrilerinin eşdeğer nokta bölgesindeki eğimi asidin kuvveti ile birlikte artar. Asidin çok zayıf olması durumunda eğrinin dönümü çok hafiftir ve son nokta duyarlı olarak belirlenemez. Proton alış verişi ile ilgili olan denge sabiti üzerine etkili olan her etmen titrasyon eğrisinin eşdeğer nokta bölgesindeki eğimi üzerinde etkide bulunur. Bir asidin titrasyonunda kullanılan bazın derişimi azaldıkça eğrinin dikliği de azalacaktır

Çok zayıf asitlerin titrasyon eğrileri bir bükülme veremediklerinden bunların doğrudan titre edilmeleriyle bir sonuç elde edilmesi mümkün değildir. Bu tür zayıf asitlerin eşlenik bazları kuvvetli bazlar olduklarından bu tür zayıf asitlerin bazlarının kuvvetli asitlerle titre edilmesi yeğlenir. Titrasyonun yapıldığı çözülti hacmi de titrasyon eğrisinin dikliği üzerine etkilidir. Titrasyon çözültinin seyrelmesi titrasyon eğrisinin eşdeğer nokta bölgesinde eğimini azaltır. Ancak seyrelme, titrasyon eğrilerinin en dik bölümlerinin her zaman eşdeğer nokta üst üste olması olgusunu değiştiremez.

Protonlanma sabitlerinin bulunmasında kullanılan potansiyometrik pH titrasyonu yöntemleri; Ahrland, Bjerrum, Calvin-Wilson'un geliştirdiği yöntemleridir (Apak 1994). Bunların bir uygulaması da Irving-Rossotti yöntemidir.

4.8.2. Irving-Rossotti Yöntemi

H. M. Irving ve H. S. Rossoti, zayıf asit ve baz özelliği taşıyan ligandlar söz konusu olduğunda potansiyometrik pH titrasyonu uygulamasının, derişimi belirli perklorat asidi gibi inert bir güçlü asit olan varlığında yapılmasını önermişlerdir (Irving and Rossoti 1953, Irving and Rossoti 1954).

Irving-Rossotti Yöntemine göre proton-ligand sistemi için liganda bağlanan ortalama proton sayısı aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

$$n_A = p + \frac{(v_1 - v_2)([B] + [A]_0)}{(V_0 - v_1)[L]_0}$$

Bu bağıntıda;

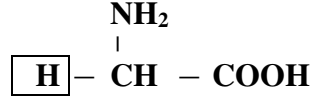
- [A]₀ / mol L⁻¹ : Asit çözeltisinin (HClO₄) başlangıçtaki derişimi = 1,00×10⁻²
- [B] / mol L⁻¹ : NaOH titrisolün derişimi = 1,00 ×10⁻¹
- V₀ / mL : Titre edilen çözeltinin başlangıçtaki hacmi = 50,0
- [L]₀ / mol L⁻¹ : Çözeltideki toplam ligand derişimi = 2,00 ×10⁻³
- v₁ - v₂ / mL : [B] derişimindeki NaOH titrisolü ile yapılan titrasyon sonucunda seçilen pH değerine karşılık titrasyon eğrilerinden okunan hacim değerleri
- p : Gli, Ala ve Lös ligandlarından titrasyon sırasında ayrışabilen proton sayısı

Hesaplanan n_A değerleri ile pH ye karşı n_A grafiğı çizilerek n_A= 0,5 ve 1,5 değerlerine karşılık gelen protonlanma sabitleri grafik üzerinden okunur ya da uygun bir yazılım kullanılarak bilgisayar yardımı ile hesaplatılır (Baştuğ, Göktürk, Talman, Tuncay ve Yars 2007).

5. GEREÇ VE YÖNTEMLER

5.1. Kullanılan Kimyasallar

5.1.1. Glisin (Gli):

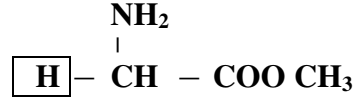


Şekil 5.1. Gli'nin genel yapısı

E. Merck (Almanya) firmasının K34797901 548 no'lu, % 99,7 saflıktaki biyokimyasal ürünüdür. Kapalı formülü: C₂H₅NO₂, Molar Kütlesi:75,07 g mol⁻¹ dir. Dikdörtgen içindeki bölüm aminoasidin yan zinciridir.

5.1.2. Glisin Metil Ester Hidroklorür:

Glisin Metil Esterinin açık formülü aşağıdaki gibi olup çalışmada Glisin Metil Esteri Hidroklorürü kullanılmıştır.

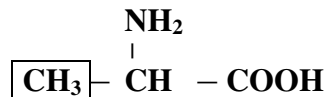


Şekil 5.2. Gli Metil Esterin genel yapısı

Fluka firmasının 50110 no'lu, biyokimyasal ve % 99 saflıktaki ürünüdür. Kapalı formülü: C₃H₇NO₂·HCl, Molar Kütlesi: 125,56 g mol⁻¹ dir.

Öteki aminoasitlerin esterleri benzer yapıda olduklarından ayrıca gösterilmeyecektir.

5.1.3. Alanin (Ala):



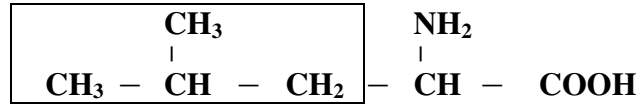
Şekil 5.3. Ala'nın genel yapısı

E. Merck (Almanya) firmasının K31848207 549 no'lu ve % 99,0 saflıktaki ürünüdür. Kapalı formülü: $C_3H_7NO_2$, Molar Kütlesi: $89,09 \text{ g mol}^{-1}$ dir.

5.1.4. Alanin Metil Ester Hidroklorür:

Fluka firmasının 05200 no'lu ve % 99 saflıktaki ürünüdür. Kapalı formülü: $C_4H_9NO_2 \cdot HCl$, Molar Kütlesi: $139,58 \text{ g mol}^{-1}$ dir.

5.1.5. Lösin (Lös):



Şekil 5.4. Lös'ün genel yapısı

E. Merck (Almanya) firmasının K31934960 542 no'lu, biyokimyasal ve % 99 saflıktaki ürünüdür. Kapalı formülü: $C_6H_{13}NO_2$, Molar Kütlesi: $131,18 \text{ g mol}^{-1}$ dir.

5.1.6. Lösin Metil Ester Hidroklorür:

Fluka firmasının 61890 no'lu ve % 99 saflıktaki ürünüdür. Kapalı formülü: $C_7H_{15}NO_2 \cdot HCl$, Molar Kütlesi: $181,66 \text{ g mol}^{-1}$ dir.

5.1.7. Sodyum Perklorat:

E. Merck (Almanya) firmasının A325964 no'lu *proanalysi* nitelikli ve % 99 saflıktaki bir ürünüdür. Kapalı formülü: $NaClO_4 \cdot H_2O$,

5.1.8. Perklorat Asidi:

E. Merck (Almanya) firmasının K30311514 no'lu, % 37 saflıktaki ürünüdür. Kapalı formülü: $HClO_4$ dır.

5.1.9. Sodyum Hidroksit Titrisolü:

E. Merck (Almanya) firmasının 1.09959 no'lu, $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ lik hazır çözetisidir. Kapalı formülü: $NaOH$,

5.2. Deneyde Kullanılan Çözeltiler

0,01 mol L⁻¹ aminoasit çözeltileri (Gli, Ala, Lös) 500 mL'lik balon jodelere (3765 mg 5.1.1.'de, 4507 mg 5.1.3.'de, 6625 mg 5.1.5.'de tanımlanan kimyasallardan) konuldu ve saf su ile balon joje tamamlandı.

0,01 mol L⁻¹ aminoasitlerin Metil Ester çözeltileri (Gli, Ala, Lös) 250 mL'lik balon jodelere (313,9 mg, 5.1.2.'de, 352,9 mg 5.1.4.'de, 458,7 mg, 5.1.6.'de tanımlanan kimyasallardan) konuldu ve saf su ile balon joje tamamlandı.

1,0 mol L⁻¹ NaClO₄ çözeltisi: 1000 mL'lik balon jodeye 141 g 5.1.7'de tanımlanan kimyasaldan konuldu ve saf su ile balon joje tamamlandı.

0,05 mol L⁻¹ HClO₄ çözeltisi: 1000 mL'lik balon jodeye 4,3 mL 5.1.8'de tanımlanan kimyasaldan konuldu ve saf su ile tamamlandı.

0,100 mol L⁻¹ NaOH çözeltisi: 1000 mL'lik balon jodeye 5.1.9'deki titrisol konuldu ve saf su ile balon joje tamamlandı.

Kullanılan kapların son yıkamaları ve bütün çözeltileri hazırlamak için iki kere damıtılmış su kullanıldı.

Titrasyon aletinin elektrodunun kalibrasyonu için Radyometer Analytical marka S11M002 no'lu pH = 4 ve S11M004 no'lu pH = 7 olan IUPAC standart tampon çözeltileri kullanıldı.

5.3. Kullanılan Aletler

Deney çözeltileri hazırlanırken kullanılan damıtılmış su, ilk olarak GFL-2004 marka damıtık su cihazı ile ikinci kez Millipore marka Milli-Q-RG model ultra saf su cihazı ile damıtılmıştır. Hazırlanan çözeltiler Shimadzu marka AEX-2006 model elektronik analitik terazi ile tartılmıştır. Çalışmamızda potansiyometrik titrasyonlar sırasındaki pH ölçümleri Radiometer marka TIM 860 Titration Manager model otomatik titratör yardımıyla yapılmıştır. Titrasyonlar, çift cidarlı 100 mL'lik titrasyon kabı içinde gerçekleşmiştir. Titrasyon kabı elektrot ve NaOH çözeltisinin damlatıldığı ucun içinden geçtiği bir kapakla kapatılmıştır. Elektrot Red Rod marka PHC2085RED model bileşik elektrottur. Elektrotun kalibrasyonu düzenli aralıklarla (2-3 günde bir) Radyometer Analytical marka, S11M002 no'lu pH = 4 sonra S11M004 no'lu pH = 7 olan IUPAC standart tampon çözeltileri kullanılarak yapılmıştır. Elektrotla birlikte sıcaklık ölçme ucu bulunmaktadır ve çözeltinin sıcaklığı titratörün ekranı üzerinde

görülmektedir Sıcaklığın sabit tutulmasında Thermohaake DC10 marka soğutmalı termostat (sirkülatör) cihazından yararlanılmıştır. Sıcaklığı istenen değerde sabit tutmak için titrasyon kabının içinden dolaştırılan sıvı sudur. Titratör; NaOH çözeltisi (titrant) ilave edilirken titrasyon çözeltisinin pH'ını ölçmekte ve eşanlı olarak titrasyon grafiğini çizmektedir. Ayrıca titrasyon sonuçlarını kaydetmektedir. NaOH çözeltisinin bulunduğu titratörün özel şişesine her yeni NaOH ilave edildikçe büretin temizleme çalkalama ve doldurma işlemleri alet tarafından yapılmaktadır.

Hava oksijeninden etkilenme olabileceği düşünülerek aminoasitlerin titrasyonu azot atmosferi altında yapılmıştır. Bunun için bir azot bombasının çıkış manometresine bağlanan bir *kısıtlayıcı* (restriktör)¹, PVC hortum ve cam boru yardımıyla azot gazı titrasyon çözeltisine aktarılmıştır. Titrasyon çözeltisi içinden azot gazı geçiş hızı saniyede 1–2 kabarcık geçecek biçimde ayarlanmıştır. Titrasyon sırasında elektrodun gaz kabarcıklarının değmesiyle pH ölçümünde sapmalar olmaması için azot gazı çözelti içinden değil azot gazına doyurulduktan sonra çözeltinin üstünden geçirilmiştir.

Titrasyon süresince çözeltinin karıştırılması mıknatıslı karıştırıcı ve teflon kaplı karıştırma balığı ile sağlanmıştır.

Hazırlanan deney çözeltileri soğuk odada muhafaza edilmiştir. Elde edilen veriler çeşitli kişisel bilgisayarlarda Microsoft Office Excel yazılımı kullanılarak grafiğe geçirilmiş ve hesaplamaları yapılmıştır.

5.4. Potansiyometrik pH Titrasyonlarının Yapılışı

Aynı iyonik kuvvete sahip HClO₄ içeren çözeltiler, ligandların protonlanma sabitlerinin bulunması için 5,0, 20,0 ve 35⁰C sıcaklıklarda, potansiyometrik olarak titre edildiler. Hazırlanan bir titrasyon çözeltisi çift cidarlı özel titrasyon kabına konduktan sonra istenilen sıcaklığa ulaşılması beklendi. Her bir deney adımı peş peşe yapılan iki titrasyondan oluştu; asit ve asit katkılı aminoasit çözeltilerinin titrasyonlarıdır. Asit katkılı aminoasit çözeltisinin titrasyonu yukarıda açıklandığı gibi azot atmosferinde gerçekleştirilmiştir, çözeltisinin titrasyonunun aynı gün ve

¹ A.Seza Baştuğ tasarımı ile Marmara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Atölyesinde yapılmıştır.

aynı koşullarda (sıcaklık ve elektrot ayarları gibi) yapılan yinelemelerinde asit titrasyonu başlangıçta bir kere yapılmıştır. Bu titrasyonlar pH 2-12 aralığında yapıldı. –COOH grubuna ait protonlanma sabitinin bulunabilmesi amacıyla ligand derişimi iki katına ($0,04 \text{ mol L}^{-1}$) çıkarılarak da çalışılmıştır.

Her bir titrasyon en az dört kez tekrarlandı potansiyometrik titrasyonda kullanılan otomatik titratörün elektrodu gerekli olduğunda Radyometer Analitical marka, S11M002 no'lu pH = 4 sonra S11M004 no'lu pH = 7 olan IUPAC standart tampon çözeltileri kullanılarak yapılmıştır. Her titrasyondan sonra elektrot ve titrasyon kabı iki kere damıtılmış saf su ile yıkandı. (Baştuğ, Göktürk, Talman, Tuncay ve Yars 2007).

5.4.1. Asit Çözeltisinin Titrasyonu

10 mL $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ 'lik HClO_4 çözeltisine, 5 mL $1,0 \text{ mol L}^{-1}$ 'lik NaClO_4 çözeltisinden eklendi ve sonra iki kere damıtılmış su ile 50 mL'ye seyreltildi. Hazırlanan bu çözeltide; $c(\text{HClO}_4) = 0,01 \text{ mol L}^{-1}$, $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$ dur. Bu çözelti çift cidarlı titrasyon kabına boşaltılarak ayarlanan sıcaklığa gelmesi için beklendi. Çözelti istenilen sıcaklığa ulaşınca titrasyon başlatıldı. Titrasyon sonunda elde edilen pH ve V_{NaOH} değerleri bilgisayarda bir elektronik hesap çizelgesi yazılımına (Microsoft Excel) aktarıldı.

5.4.2. Asit Katkılı Aminoasit Çözeltisinin Titrasyonu

50 mL'lik bir balon jöjeye, 10 mL $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ 'lik HClO_4 çözeltisi kondu üzerine $1,0 \text{ mol L}^{-1}$ 'lik NaClO_4 çözeltisinden 5 mL ve $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ 'lik ligand (Glisin, Alanin ve Lösin) çözeltisinden 10 mL (20 mL) eklendi ve kalan hacim iki kere damıtılmış su ile tamamlandı.

Titrasyon çözeltisindeki derişimler; $c(\text{Ligand}) = 0,02 \text{ mol L}^{-1}$ ($0,04 \text{ mol L}^{-1}$), $c(\text{HClO}_4) = 0,01 \text{ mol L}^{-1}$ ve $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$ dir. Çözelti titrasyon kabına aktarıldı ve istenilen sıcaklığa gelmesi beklendi. Ayarlanan sıcaklığa ulaşılınca titrasyon başlatıldı pH = 11'den sonra titrasyon sonlandırıldı ve aletin ekranında okunan pH ve V_{NaOH} değerleri bilgisayarda elektronik hesap çizelgesi yazılımına aktarıldı.

5.4.3. Asit Katkılı Aminoasit Esteri Çözeltisinin Titrasyonu

0,01 mol L⁻¹lik HClO₄ çözeltisinden 10 mL, 1,0 mol L⁻¹lik NaClO₄ çözeltisinden 5 mL ve ester çözeltisinden (Gli Metil Ester, Ala Metil Ester ve Lös Metil Ester) 10 mL (bazı çalışmalar için 20 mL) alınarak iki kere damıtılmış su ile 50 mL'ye seyreltildi. Böylece titrasyon çözeltisindeki derişimler; $c(\text{Ligand}) = 0,02$ (0,04) mol L⁻¹, $c(\text{HClO}_4) = 0,01$ mol L⁻¹ ve $c(\text{NaClO}_4) = 0,1$ mol L⁻¹ oldu. Hazırlanan çözelti çift çeperli titrasyon kabına aktarılarak, istenilen sıcaklığa gelmesi için beklendi. İstenilen sıcaklığa geldikten sonra titrasyon başlatıldı. Aletin belleğinde bulunan pH ve V_{NaOH} değerleri bilgisayarda elektronik hesap çizelgesi yazılımına aktarıldı (Baştuğ, Göktürk, Talman, Tuncay ve Yars 2007).

6. BULGULAR

6.1. Gli'nin Protonlanma Sabitlerinin Bulunması

Gli'nin protonlanma sabitlerinin bulunması için 5,0, 20,0 ve 35,0 °C sıcaklıklarda iyonik kuvveti aynı olan, Bölüm 5.4.1.-3 de bileşimleri verilen çözeltiler daha önce tanımlanan titratör ile titre edildi. Elde edilen ölçümler sırasıyla Çizelge 6.1.1., 6.1.3., 6.1.5., 6.2.1., 6.2.3., 6.2.5., 6.3.1., 6.3.3. ve 6.3.5. te gösterilmiştir. Bu ölçümler yardımıyla çizilen titrasyon eğrileri Şekil 6.1.1., 6.1.3., 6.1.5., 6.2.1., 6.2.3., 6.2.5., 6.3.1., 6.3.3. ve 6.3.5. tedir. Elde edilen titrasyon ölçümleriyle her iki çözelti (asit ve asitli ligand) için aynı pH değerine karşılık gelen V_{NaOH} değerleri bilgisayar yardımıyla hesaplandı (v_1 ve v_2). Ligandın bağladığı ortalama proton sayısı olan n_A değerleri hesaplandı. 5,0, 20,0 ve 35,0 °C sıcaklıklar için aynı pH değerleri için v_1 ile v_2 ve n_A değerleri sırasıyla Çizelge 6.1.2., 6.1.4., 6.1.6., 6.2.2., 6.2.4., 6.2.6., 6.3.2., 6.3.4., ve 6.3.6. da gösterilmiştir. Bu değerler yardımıyla çizilen n_A ile pH arasındaki grafikler Şekil.6.1.2., 6.1.4., 6.1.6., 6.2.2., 6.2.4., 6.2.6., 6.3.2., 6.3.4. ve 6.3.6. dadır.

6.2. Ala'nın Protonlanma Sabitlerinin Bulunması

6.1. de Gli için yapılan çalışmanın benzeri Ala için tekrarlanmıştır. Yapılan deneylerden elde edilen ölçümler sırasıyla Çizelge 6.4.1., 6.4.3., 6.4.5., 6.5.1., 6.5.3., 6.5.5., 6.6.1., 6.6.3. ve 6.6.5. te görülmektedir. Bu ölçümler yardımıyla çizilen titrasyon eğrileri ise Şekil 6.4.1., 6.4.3., 6.4.5., 6.5.1., 6.5.3., 6.5.5., 6.6.1., 6.6.3.ve 6.6.5. tedir. Aynı pH değerleri için v_1 ile v_2 ve n_A değerleri Çizelge 6.4.2., 6.4.4., 6.4.6., 6.5.2., 6.5.4., 6.5.6., 6.6.2., 6.6.4. ve 6.6.6. da gösterilmiştir. Bu değerler yardımıyla çizilen n_A ile pH arasında çizilen grafikler Şekil.6.4.2., 6.4.4., 6.4.6., 6.5.2., 6.5.4., 6.5.6., 6.6.2., 6.6.4. ve 6.6.6. dadır.

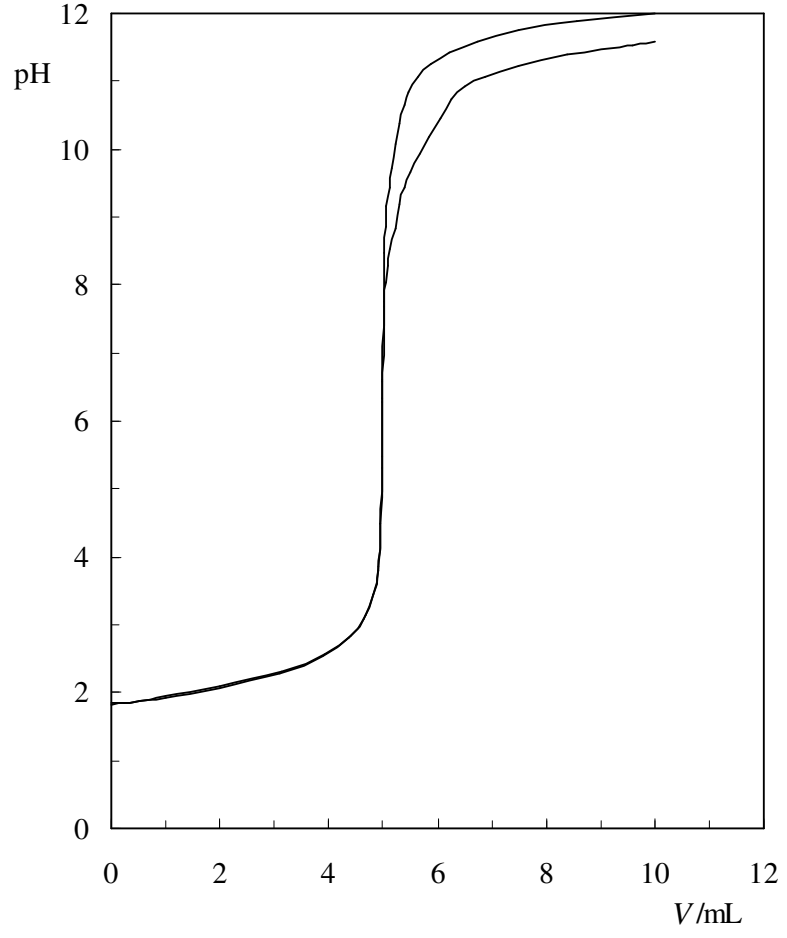
6.3. Lös'ün Protonlanma Sabitlerinin Bulunması

6.1. de Gli ve 6.2. de Ala için yapılan titrasyonların bir benzeri Lös için de yapılmıştır. Bu deneylerden elde edilen ölçümler sırasıyla Çizelge 6.7.1., 6.7.3., 6.7.5., 6.8.1., 6.8.3., 6.8.5., 6.9.1., 6.9.3. ve 6.9.5. tedir. Bu ölçümler yardımıyla çizilen titrasyon eğrileri Şekil 6.7.1., 6.7.3., 6.7.5., 6.8.1., 6.8.3., 6.8.5., 6.9.1., 6.9.3.

ve 6.9.5. tedir. Aynı pH değerleri için v_1 ile v_2 ve n_A değerleri izelge 6.7.2., 6.7.4.,6.7.6., 6.8.2., 6.8.4., 6.8.6., 6.9.2., 6.9.4. ve 6.9.6. dadır. Bu değerler yardımıyla çizilen n_A ile pH grafiği Şekil 6.7.2., 6.7.4., 6.7.6., 6.8.2., 6.8.4., 6.8.6. 6.9.2., 6.9.4., 6.9.6. dadır.

ÇİZELGE 6.1.1. HClO₄ ve HClO₄ ile Gli Çözeltisinin Potansiyometrik
Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)

V/mL	pH	V/mL	pH
0,000	1,836	0,000	1,829
0,125	1,845	0,125	1,837
0,251	1,858	0,251	1,852
0,500	1,885	0,500	1,874
1,001	1,945	1,001	1,933
2,000	2,089	2,000	2,075
3,130	2,312	3,110	2,298
3,920	2,566	3,879	2,545
4,396	2,833	4,357	2,802
4,675	3,134	4,656	3,086
4,825	3,437	4,831	3,438
4,912	3,854	4,914	3,804
4,955	4,473	4,959	4,479
4,975	5,474	4,979	5,300
4,990	6,569	4,996	6,265
4,991	6,602	4,997	6,340
5,005	7,676	5,011	7,187
5,021	8,463	5,028	7,760
5,041	8,867	5,050	8,044
5,068	9,160	5,086	8,290
5,107	9,440	5,140	8,526
5,162	9,719	5,220	8,828
5,231	10,063	5,312	9,183
5,304	10,383	5,395	9,444
5,384	10,663	5,501	9,655
5,480	10,849	5,658	9,929
5,640	11,057	5,835	10,190
5,872	11,253	6,041	10,467
6,208	11,422	6,263	10,727
6,734	11,590	6,516	10,914
7,497	11,745	6,893	11,075
8,572	11,876	7,497	11,237
10,001	11,996	8,373	11,382
		9,608	11,535
		10,001	11,582

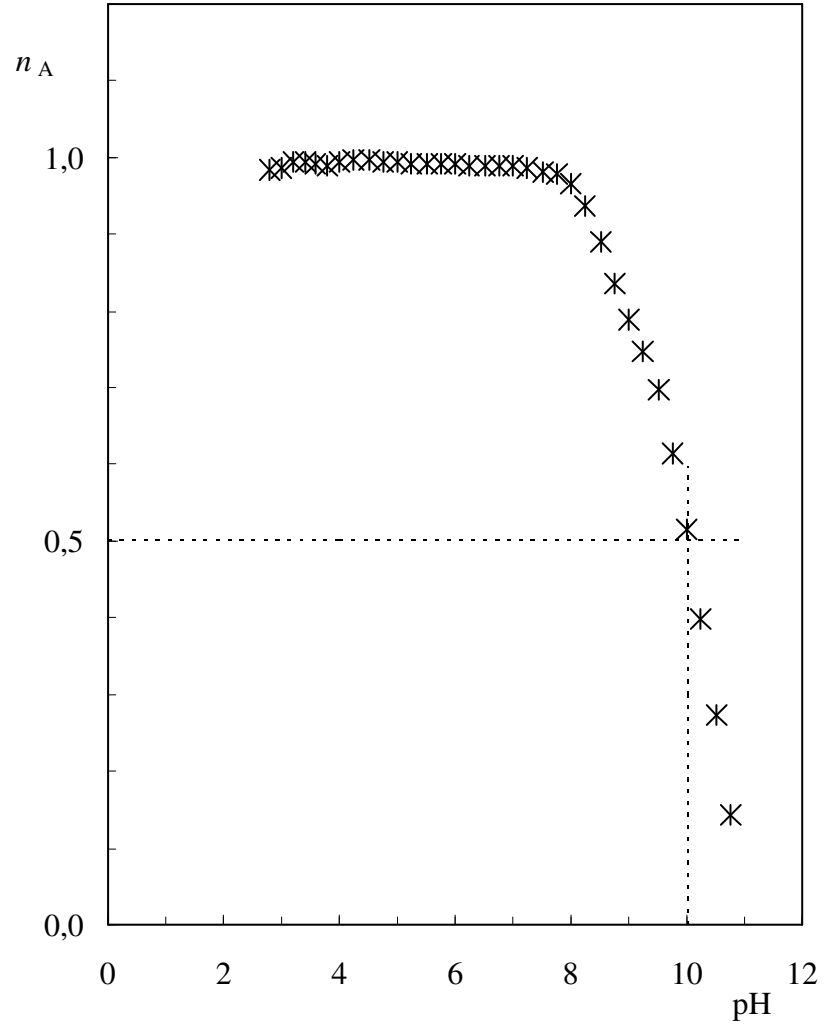


Şekil 6.1.1. HClO₄ ve HClO₄ ile Gli Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$ $T = 5,0^\circ\text{C}$

ÇİZELGE 6.1.2. HClO₄ ve HClO₄ ile Gli Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Gli'nin Protonlanma Derecesi Değerleri

($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)

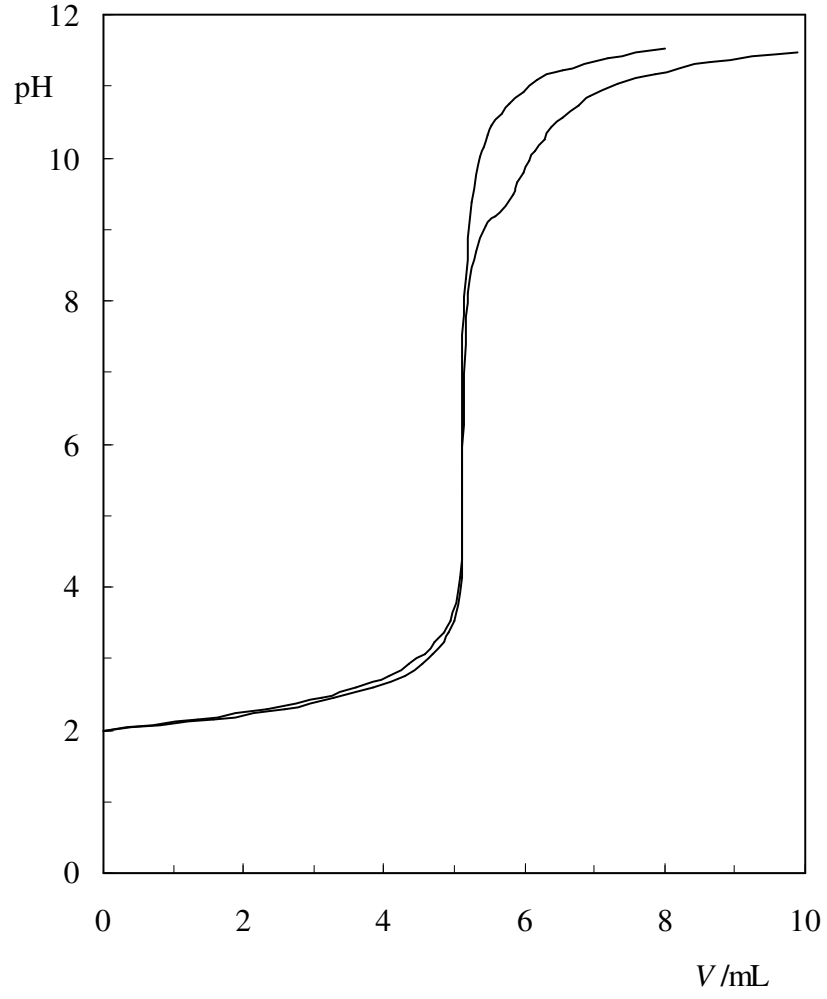
pH	v_1	v_2	n_A
1,900	0,628	0,719	0,9011
2,000	1,383	1,471	0,9063
2,200	2,563	2,621	0,9399
2,400	3,404	3,427	0,9766
2,600	3,981	3,980	1,0008
2,800	4,338	4,353	0,9845
3,000	4,551	4,565	0,9856
3,200	4,708	4,712	0,9953
3,400	4,807	4,812	0,9949
3,600	4,859	4,867	0,9918
3,800	4,901	4,913	0,9883
4,000	4,922	4,927	0,9955
4,250	4,939	4,943	0,9960
4,500	4,955	4,959	0,9959
4,750	4,960	4,965	0,9948
5,000	4,965	4,972	0,9937
5,250	4,970	4,978	0,9926
5,500	4,975	4,982	0,9929
5,750	4,979	4,987	0,9921
6,000	4,982	4,991	0,9912
6,250	4,986	4,995	0,9904
6,500	4,989	4,999	0,9898
6,750	4,992	5,003	0,9891
7,000	4,996	5,007	0,9884
7,250	4,999	5,012	0,9868
7,500	5,003	5,020	0,9825
7,750	5,007	5,028	0,9787
8,000	5,012	5,047	0,9652
8,250	5,017	5,080	0,9373
8,500	5,023	5,134	0,8894
8,750	5,035	5,200	0,8357
9,000	5,053	5,265	0,7886
9,250	5,080	5,333	0,7479
9,500	5,119	5,423	0,6968
9,750	5,168	5,556	0,6142
10,000	5,219	5,706	0,5148
10,250	5,274	5,880	0,3975
10,500	5,337	6,070	0,2732
10,750	5,429	6,294	0,1422



Şekil 6.1.2. Gli Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi
($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)

ÇİZELGE 6.1.3. HClO₄ ve HClO₄ ile Gli Çözeltisinin
Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$
 $T = 20,0 \text{ }^\circ\text{C}$)

V/mL	pH	V/mL	pH
0,000	1,987	0,000	1,993
1,575	2,141	1,339	2,146
2,583	2,295	2,342	2,299
3,276	2,449	3,131	2,463
3,843	2,603	3,602	2,606
4,284	2,757	4,065	2,759
4,553	2,911	4,341	2,912
4,682	3,066	4,567	3,065
4,851	3,220	4,715	3,218
4,924	3,374	4,858	3,371
4,997	3,528	1,993	3,524
5,114	4,144	5,081	4,137
5,103	5,686	5,105	5,362
5,126	7,227	5,137	6,586
5,179	8,306	5,206	8,117
5,242	9,384	5,305	8,703
5,355	10,001	5,443	9,036
5,418	10,155	5,591	9,189
5,481	10,309	5,834	9,495
5,543	10,463	5,887	9,648
5,669	10,617	5,984	9,802
5,795	10,771	6,063	9,955
5,984	10,926	6,142	10,108
6,173	11,080	6,289	10,261
6,551	11,234	6,378	10,414
7,181	11,388	6,536	10,567
8,006	11,542	6,772	10,720

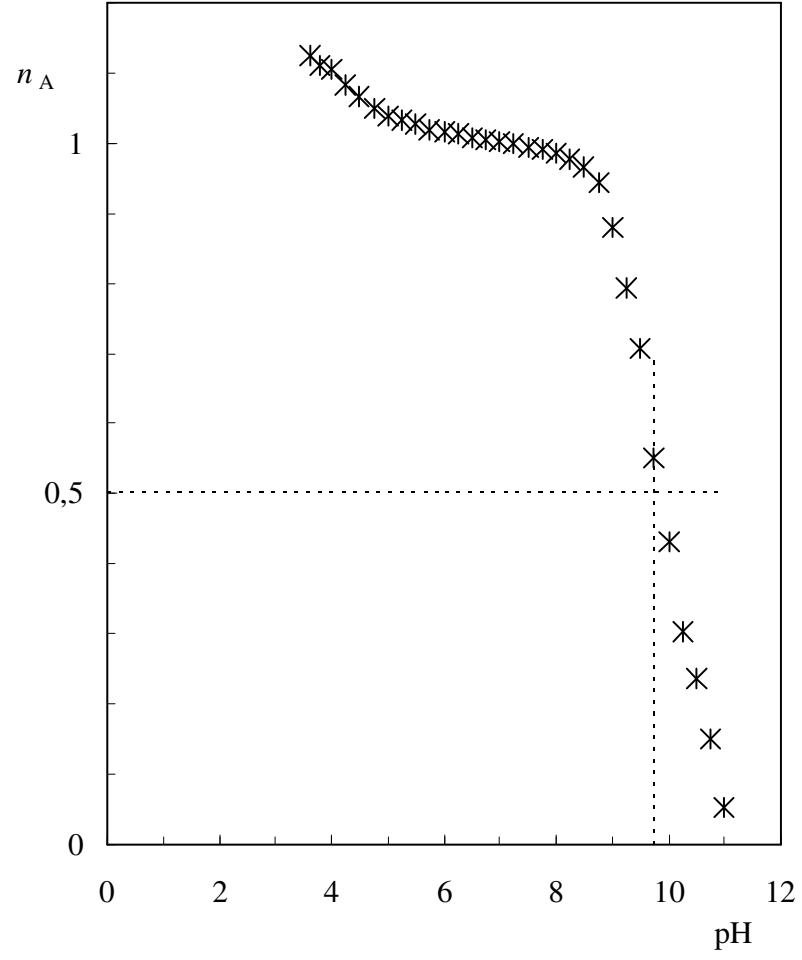


Şekil 6.1.3. HClO₄ ve HClO₄ ile Gli Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$ $T = 20,0^\circ\text{C}$

ÇİZELGE 6.1.4. HClO₄ ve HClO₄ ile Gli Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Gli'nin Protonlanma Derecesi Değerleri

($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0 \text{ }^\circ\text{C}$)

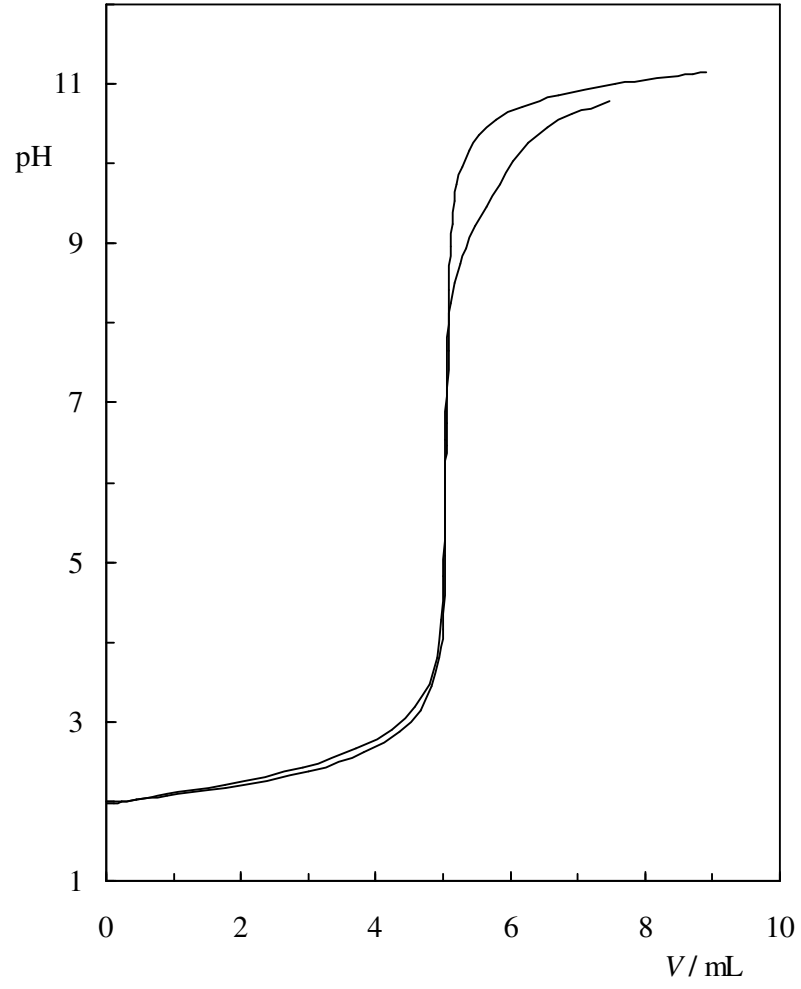
pH	v_1	v_2	n_A
2,200	1,744	1,612	1,140
2,400	2,968	2,797	1,178
2,600	3,755	3,557	1,204
2,800	4,201	4,058	1,145
3,000	4,580	4,485	1,096
3,200	4,770	4,662	1,110
3,400	4,915	4,831	1,084
3,600	4,983	4,958	1,026
3,800	5,010	4,986	1,024
4,000	5,038	4,999	1,039
4,250	5,050	5,014	1,037
4,500	5,062	5,029	1,033
4,750	5,073	5,045	1,028
5,000	5,084	5,063	1,022
5,250	5,096	5,081	1,015
5,500	5,107	5,098	1,009
5,750	5,118	5,114	1,004
6,000	5,130	5,129	1,000
6,250	5,141	5,145	0,996
6,500	5,152	5,160	0,992
6,750	5,164	5,175	0,989
7,000	5,179	5,190	0,989
7,250	5,196	5,205	0,991
7,500	5,213	5,220	0,993
7,750	5,230	5,300	0,930
8,000	5,244	5,318	0,927
8,250	5,259	5,336	0,923
8,500	5,274	5,353	0,920
8,750	5,288	5,435	0,853
9,000	5,304	5,488	0,817
9,250	5,321	5,540	0,781
9,500	5,338	5,746	0,593
9,750	5,356	5,896	0,462
10,000	5,458	6,047	0,415
10,250	5,520	6,260	0,265
10,500	5,597	6,434	0,170
10,750	5,760	6,761	0,009



Şekil 6.1.4. Gli Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi
($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0 \text{ }^\circ\text{C}$)

ÇİZELGE 6.1.5. HClO₄ ve HClO₄ ile Gli Çözeltisinin Potansiyometrik
Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$ $T = 35,0 \text{ }^\circ\text{C}$)

V/mL	pH	V/mL	pH
0,000	1,978	0,000	1,987
0,112	1,984	0,112	1,997
0,223	1,994	0,223	2,009
0,445	2,014	0,445	2,033
0,891	2,060	0,891	2,087
1,780	2,169	1,780	2,211
2,998	2,383	2,916	2,427
3,817	2,610	3,712	2,660
4,351	2,871	4,231	2,897
4,663	3,148	4,588	3,177
4,843	3,455	4,794	3,482
4,941	3,811	4,907	3,799
4,992	4,156	4,973	4,281
5,026	5,096	5,002	4,829
5,042	5,988	5,017	5,679
5,050	6,464	5,020	5,846
5,055	6,759	5,033	6,527
5,071	7,658	5,050	7,218
5,088	8,419	5,068	7,645
5,106	8,960	5,093	7,992
5,127	9,253	5,124	8,252
5,159	9,522	5,172	8,500
5,206	9,744	5,240	8,734
5,278	9,960	5,335	8,944
5,388	10,172	5,477	9,213
5,547	10,359	5,640	9,457
5,795	10,543	5,840	9,745
6,167	10,713	6,046	10,021
6,725	10,867	6,269	10,263
7,556	11,010	6,534	10,457
8,715	11,130	6,910	10,631
8,900	11,141	7,465	10,797

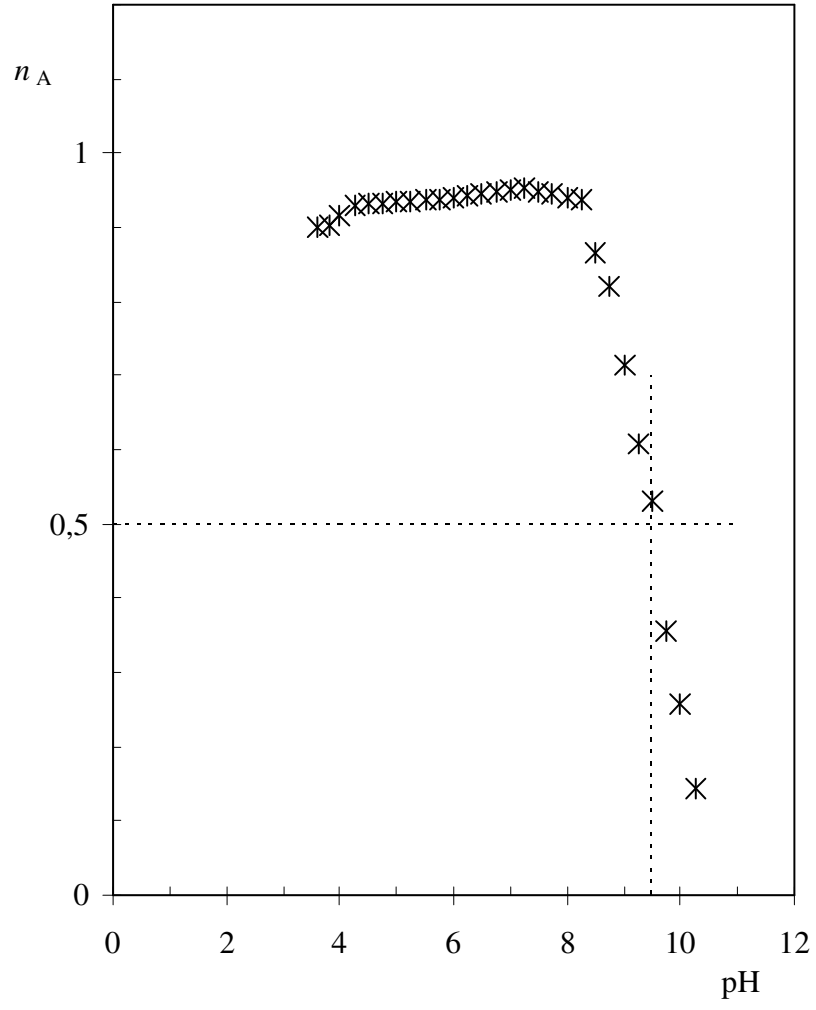


Şekil 6.1.5. HClO₄ ve HClO₄ ile Gli Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$ $T = 35 \text{ }^\circ\text{C}$)

ÇİZELGE 6.1.6. HClO₄ ve HClO₄ ile Gli Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Gli'nin Protonlanma Derecesi Değerleri

$$(c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}, T = 35^\circ\text{C})$$

pH	v_1	v_2	n_A
2,200	2,001	1,616	1,407
2,400	3,093	2,708	1,400
2,600	3,847	3,489	1,367
2,800	4,300	4,043	1,262
3,000	4,459	4,431	1,028
3,400	4,770	4,800	0,969
3,600	4,817	4,916	0,901
3,800	4,865	4,963	0,902
4,000	4,913	4,996	0,917
4,250	4,964	5,033	0,930
4,500	4,977	5,045	0,931
4,750	4,990	5,058	0,933
5,000	5,004	5,070	0,934
5,250	5,017	5,082	0,935
5,500	5,030	5,094	0,936
5,750	5,043	5,106	0,938
6,000	5,057	5,117	0,940
6,250	5,070	5,128	0,942
6,500	5,083	5,139	0,945
6,750	5,097	5,149	0,947
7,000	5,110	5,160	0,950
7,250	5,123	5,171	0,952
7,500	5,136	5,188	0,949
7,750	5,149	5,205	0,944
8,000	5,162	5,222	0,940
8,250	5,176	5,240	0,936
8,500	5,191	5,325	0,866
8,750	5,206	5,386	0,820
9,000	5,221	5,507	0,714
9,250	5,236	5,628	0,608
9,500	5,297	5,768	0,531
9,750	5,366	6,013	0,356
10,000	5,426	6,173	0,257
10,250	5,571	6,435	0,144
10,500	5,845	6,730	0,127
10,750	6,326	7,330	0,018



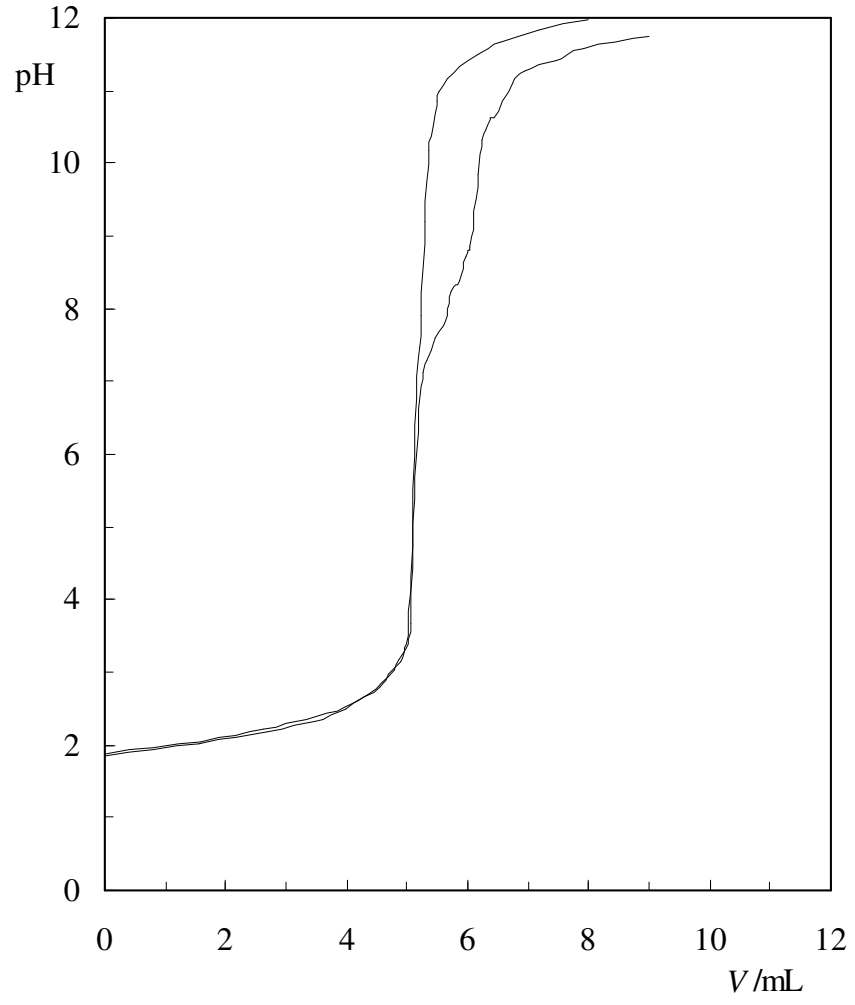
Şekil 6.1.6. Gli Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi
($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$ $T = 35^\circ\text{C}$)

ÇİZELGE 6.2.1. HClO₄ ve HClO₄ ile Gli Metil Ester Çözeltisinin

Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$

$T = 5,0^\circ\text{C}$)

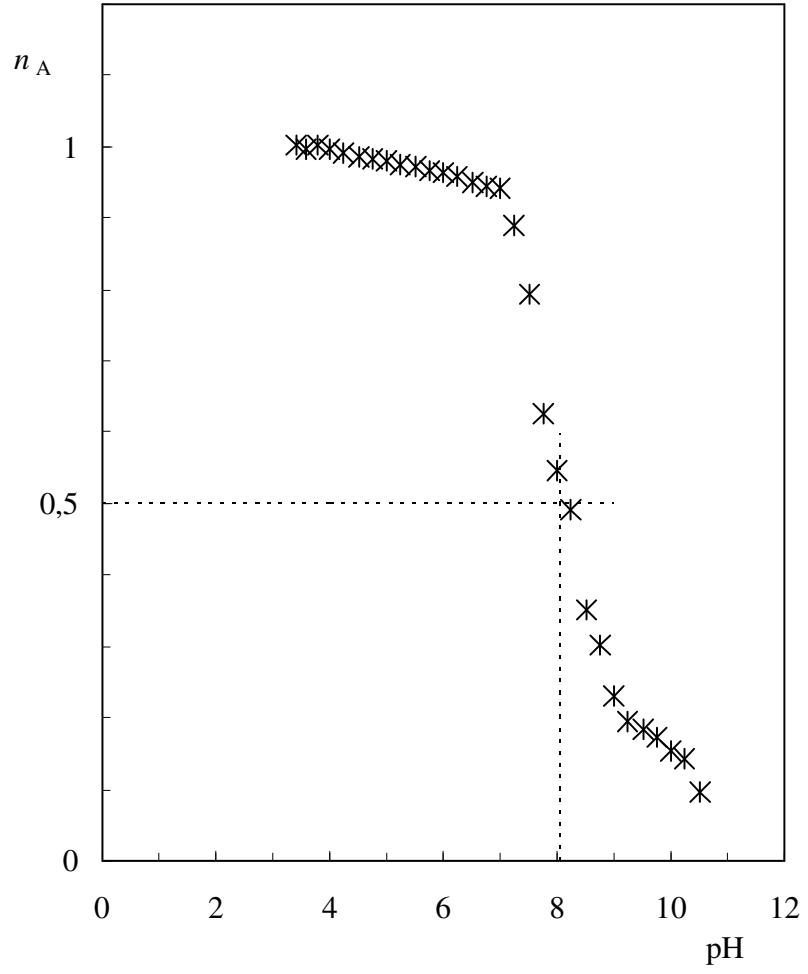
V/mL	pH	V/mL	pH
0,000	1,876	0,000	1,816
1,575	2,039	1,559	1,974
2,646	2,202	2,551	2,132
3,339	2,365	3,331	2,290
3,969	2,528	3,898	2,448
4,347	2,691	4,252	2,606
4,599	2,854	4,536	2,764
4,788	3,017	4,748	2,921
4,851	3,180	4,890	3,079
4,977	3,343	4,961	3,237
5,040	3,669	5,032	3,869
5,103	5,136	5,103	4,659
5,166	6,766	5,173	5,448
5,229	7,907	5,244	6,554
5,292	9,210	5,315	6,712
5,355	10,188	5,386	7,027
5,418	10,514	5,457	7,501
5,481	10,840	5,599	7,659
5,543	11,003	5,669	7,975
5,669	11,166	5,740	8,133
5,858	11,329	5,882	8,291
6,173	11,492	5,953	8,449
6,551	11,655	6,024	8,607
7,181	11,818	6,095	8,607
8,000	11,981	6,166	9,712
		6,236	10,186
		6,307	10,344
		6,378	10,660
		6,449	10,817
		6,662	10,975
		6,945	11,133
		7,370	11,291
		7,937	11,449
		9,000	11,607



Şekil 6.2.1. HClO₄ ve HClO₄ ile Gli Metil Ester Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$

Çizelge 6.2.2. HClO₄ ve HClO₄ ile Gli Metil Ester Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Gli'nin Protonlanma Derecesi Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)

pH	v_1	v_2	n_A
2,000	1,198	1,722	0,435
2,200	2,633	2,887	0,734
2,400	3,474	3,726	0,741
2,600	4,136	4,239	0,895
2,800	4,516	4,585	0,930
3,000	4,768	4,819	0,949
3,200	4,866	4,944	0,922
3,400	4,988	4,979	1,009
3,600	5,027	5,002	1,025
3,800	5,046	5,024	1,021
4,000	5,054	5,044	1,010
4,250	5,065	5,066	0,999
4,500	5,076	5,089	0,987
4,750	5,086	5,111	0,975
5,000	5,097	5,133	0,964
5,250	5,107	5,155	0,952
5,500	5,117	5,176	0,941
5,750	5,127	5,192	0,934
6,000	5,136	5,208	0,928
6,250	5,146	5,224	0,922
6,500	5,156	5,241	0,915
6,750	5,165	5,324	0,842
7,000	5,179	5,380	0,799
7,250	5,193	5,419	0,773
7,500	5,207	5,457	0,750
7,750	5,220	5,619	0,601
8,000	5,233	5,680	0,554
8,250	5,246	5,845	0,401
8,500	5,258	5,976	0,283
8,750	5,270	6,104	0,167
9,000	5,282	6,120	0,163
9,250	5,295	6,136	0,160
9,500	5,311	6,152	0,160
9,750	5,327	6,172	0,157
10,000	5,343	6,209	0,137
10,250	5,367	6,265	0,105
10,500	5,415	6,342	0,077



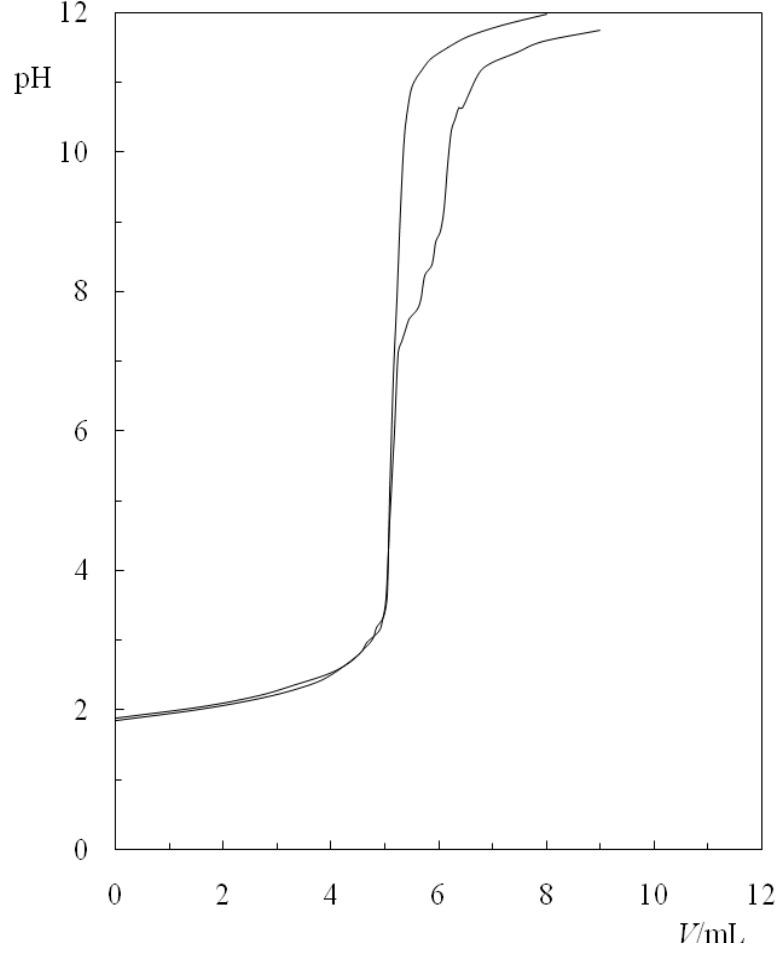
Şekil 6.2.2. Gli Metil Esterin Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi
($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)

ÇİZELGE 6.2.3. HClO₄ ve HClO₄ ile Gli Metil Ester Çözeltisinin

Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$

$T = 20,0^\circ\text{C}$)

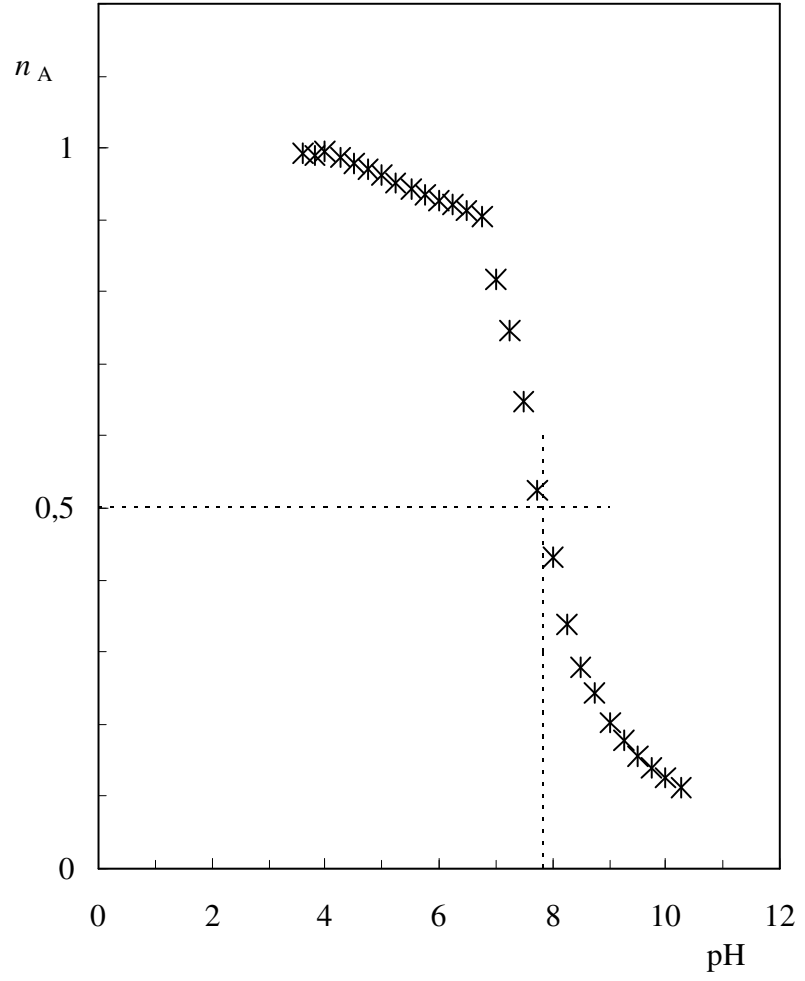
V/mL	pH	V/mL	pH
1,575	2,133	1,559	2,138
2,583	2,288	2,551	2,293
3,276	2,443	3,260	2,449
3,654	2,599	3,756	2,604
4,284	2,754	4,252	2,759
4,599	2,909	4,536	2,914
4,788	3,064	4,677	3,069
4,851	3,220	4,890	3,224
4,914	3,375	4,961	3,379
4,977	3,530	5,032	3,845
5,040	3,996	5,103	4,776
5,103	5,549	5,173	5,707
5,166	7,257	5,244	6,793
5,229	8,034	5,315	6,948
5,292	8,810	5,386	7,103
5,355	10,052	5,457	7,413
5,418	10,208	5,599	7,568
5,481	10,363	5,669	7,723
5,543	10,674	5,740	7,879
5,669	10,829	5,811	8,034
5,858	10,984	5,882	8,189
6,047	11,139	5,953	8,344
6,551	11,295	6,024	8,654
7,181	11,450	6,095	8,965
8,000	11,605	6,166	9,430
		6,236	10,051
		6,307	10,206
		6,378	10,361
		6,449	10,671
		6,662	10,826
		6,733	10,981
		7,087	11,137
		7,441	11,292
		8,079	11,447
		9,000	11,602



Şekil 6.2.3. HClO₄ ve HClO₄ ile Gli Metil Ester Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$ $T = 20,0^\circ\text{C}$)

Çizelge 6.2.4. HClO₄ ve HClO₄ ile Gli Metil Ester Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Gli'nin Protonlanma Derecesi Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)

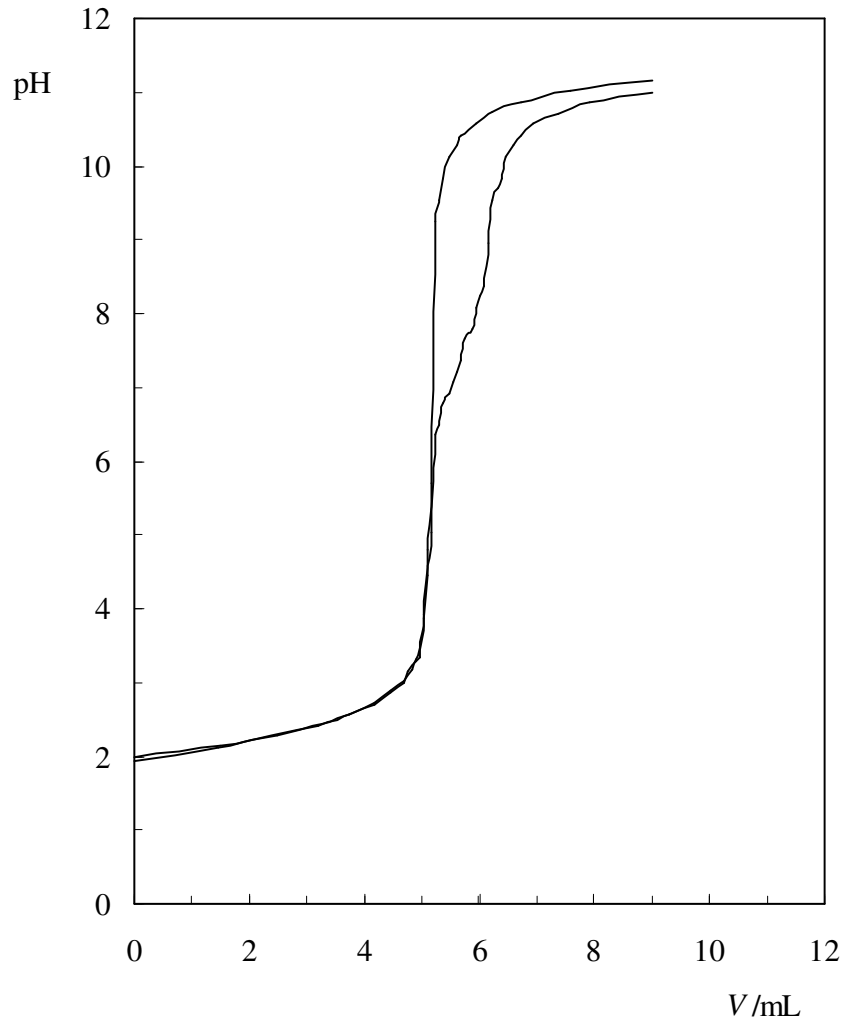
pH	v_1	v_2	n_A
2,000	0,232	0,171	1,067
2,200	2,011	1,956	1,058
2,400	3,084	3,037	1,048
2,600	3,658	3,743	0,912
2,800	4,377	4,327	1,051
3,000	4,710	4,614	1,097
3,200	4,843	4,857	0,986
3,400	4,924	4,964	0,960
3,600	4,986	4,995	0,992
3,800	5,014	5,025	0,988
4,000	5,040	5,044	0,996
4,250	5,050	5,063	0,987
4,500	5,060	5,082	0,978
4,750	5,071	5,101	0,970
5,000	5,081	5,120	0,961
5,250	5,091	5,139	0,952
5,500	5,101	5,157	0,944
5,750	5,110	5,176	0,935
6,000	5,120	5,192	0,927
6,250	5,129	5,209	0,920
6,500	5,138	5,225	0,913
6,750	5,147	5,241	0,906
7,000	5,157	5,339	0,818
7,250	5,166	5,420	0,746
7,500	5,186	5,537	0,649
7,750	5,206	5,681	0,525
8,000	5,226	5,795	0,432
8,250	5,247	5,910	0,338
8,500	5,267	5,989	0,280
8,750	5,287	6,046	0,243
9,000	5,302	6,100	0,203
9,250	5,314	6,139	0,178
9,500	5,327	6,174	0,156
9,750	5,340	6,202	0,140
10,000	5,352	6,230	0,125
10,250	5,435	6,327	0,112
10,500	5,508	6,410	0,104
10,750	5,605	6,558	0,055



Şekil 6.2.4. Gli Metil Ester Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi
($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)

ÇİZELGE 6.2.5. HClO₄ ve HClO₄ ile Gli Metil Ester Çözeltisinin
Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$
 $T = 35,0^\circ\text{C}$)

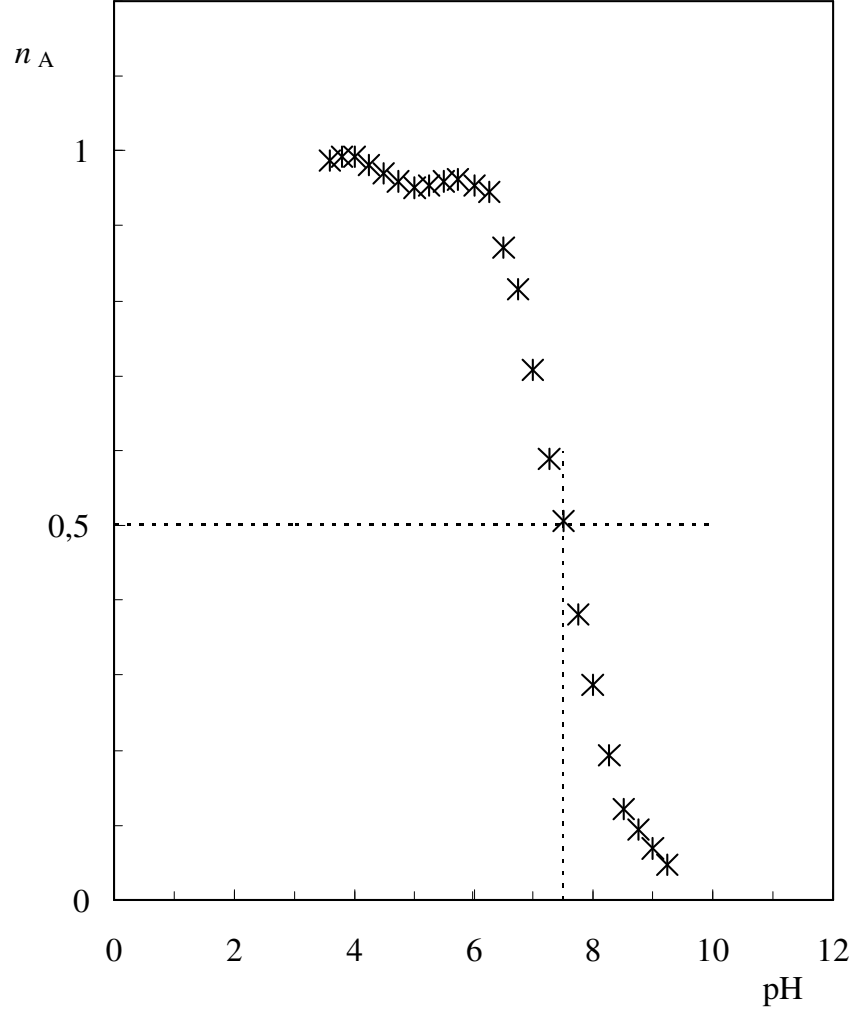
V/mL	pH	V/mL	pH
0,000	1,989	0,000	1,947
1,488	2,137	1,448	2,127
2,480	2,284	3,189	2,418
3,260	2,432	3,756	2,563
3,756	2,580	4,181	2,709
4,181	2,728	4,465	2,854
4,465	2,876	4,677	3,000
4,677	3,024	4,748	3,145
4,819	3,172	4,890	3,291
4,890	3,320	4,961	3,346
4,961	3,468	5,032	3,872
5,032	3,912	5,103	4,454
5,103	4,799	5,173	5,036
5,173	5,687	5,244	6,345
5,244	9,237	5,315	6,491
5,315	9,533	5,386	6,782
5,386	9,829	5,457	6,927
5,457	10,124	5,528	7,072
5,599	10,272	5,599	7,218
5,669	10,420	5,669	7,363
5,953	10,568	5,740	7,654
6,236	10,716	5,882	7,800
6,733	10,864	5,953	8,091
7,583	11,012	6,024	8,236
9,000	11,160	6,095	8,382



Şekil 6.2.5. HClO₄ ve HClO₄ ile Gli Metil Ester Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1} T = 35,0^\circ\text{C}$

Çizelge 6.2.6. HClO₄ ve HClO₄ ile Gli Metil Ester Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Gli'nin Protonlanma derecesi değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)

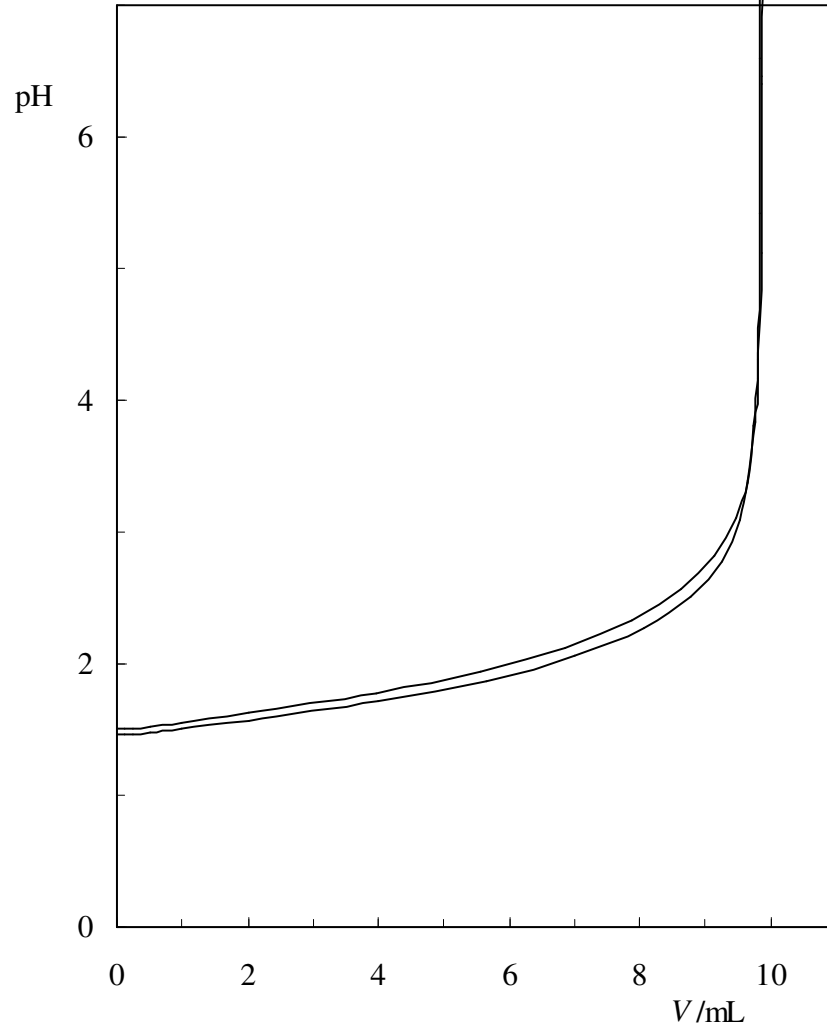
pH	v_1	v_2	n_A
2,000	0,111	0,426	0,652
2,200	1,913	1,885	1,030
2,400	3,091	3,081	1,010
2,600	3,813	3,864	0,948
2,800	4,319	4,359	0,959
3,000	4,643	4,677	0,965
3,200	4,832	4,801	1,031
3,400	4,928	4,968	0,960
3,600	4,982	4,995	0,987
3,800	5,014	5,022	0,992
4,000	5,039	5,048	0,991
4,250	5,059	5,078	0,981
4,500	5,079	5,109	0,970
4,750	5,099	5,139	0,960
5,000	5,119	5,169	0,950
5,250	5,139	5,185	0,954
5,500	5,158	5,198	0,960
5,750	5,174	5,212	0,963
6,000	5,179	5,225	0,954
6,250	5,184	5,239	0,945
6,500	5,189	5,317	0,872
6,750	5,194	5,378	0,816
7,000	5,199	5,493	0,707
7,250	5,204	5,614	0,590
7,500	5,209	5,702	0,507
7,750	5,214	5,833	0,381
8,000	5,219	5,931	0,289
8,250	5,224	6,031	0,194
8,500	5,229	6,109	0,120
8,750	5,234	6,140	0,095
9,000	5,239	6,170	0,069
9,250	5,247	6,201	0,047
9,500	5,307	6,231	0,078
9,750	5,367	6,336	0,034
10,000	5,427	6,418	0,013
10,250	5,578	6,569	0,015



Şekil 6.2.6. Gli Metil Esterin Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi
($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)

ÇİZELGE 6.3.1. HClO₄ ve HClO₄ ile Gli (0,04 mol L⁻¹) Çözeltisinin
Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$
 $T = 5,0^\circ\text{C}$)

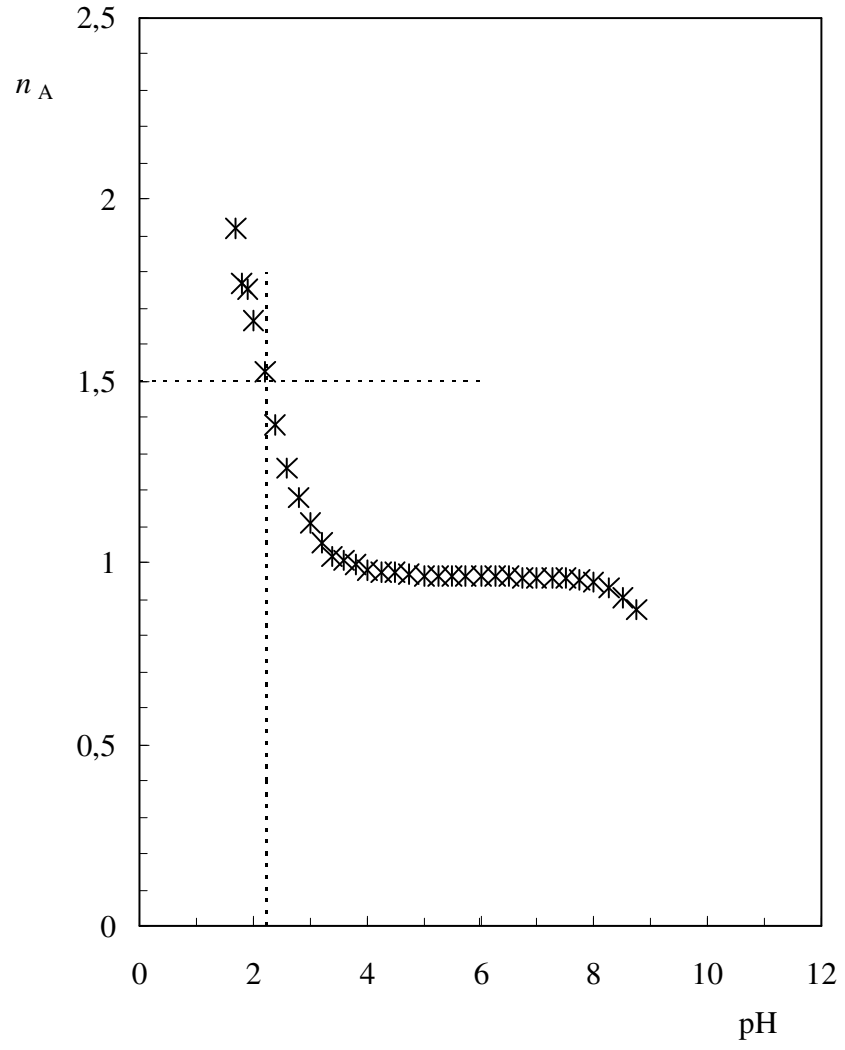
V/mL	pH	V/mL	pH
0,000	1,460	0,000	1,504
0,125	1,463	0,125	1,508
0,251	1,468	0,251	1,514
0,500	1,480	0,500	1,527
1,001	1,507	1,001	1,556
2,000	1,565	2,000	1,620
4,000	1,711	3,957	1,774
5,658	1,872	5,565	1,942
7,005	2,054	6,842	2,124
8,045	2,265	7,868	2,333
8,778	2,505	8,615	2,564
9,247	2,774	9,128	2,817
9,521	3,083	9,459	3,107
9,662	3,373	9,646	3,391
9,751	3,805	9,762	3,829
9,792	4,314	9,811	4,170
9,815	5,419	9,845	5,121
9,826	6,604	9,863	6,405
9,830	7,046	9,864	6,456
9,844	8,293	9,876	7,423
9,860	8,910	9,893	7,981
9,881	9,272	9,915	8,280
9,909	9,536	9,949	8,543
9,954	9,887	9,999	8,853
10,001	10,244	10,001	8,955



Şekil 6.3.1. HClO₄ ve HClO₄ ile Gli Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$ $T = 5,0^\circ\text{C}$

ÇİZELGE 6.3.2. HClO₄ ve HClO₄ ile Gli (0,04 mol L⁻¹) Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Gli'nin Protonlanma Derecesi Değerleri($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)

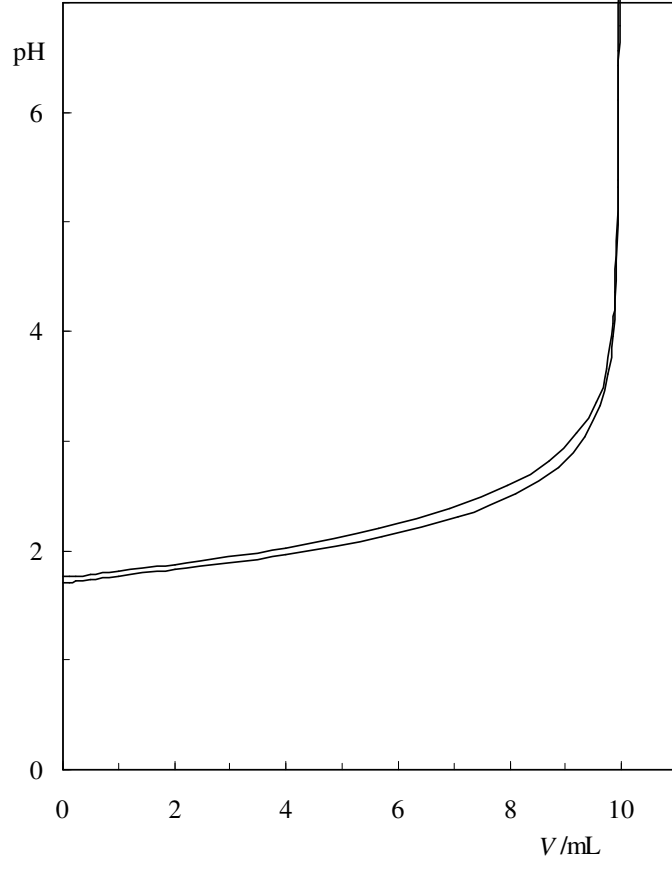
pH	v_1	v_2	n_A
1,600	2,476	1,686	1,901
1,700	3,845	3,017	1,920
1,800	4,915	4,206	1,771
1,900	5,864	5,160	1,754
2,000	6,603	5,971	1,668
2,200	7,725	7,216	1,527
2,400	8,458	8,085	1,382
2,600	8,944	8,688	1,259
2,800	9,270	9,094	1,177
3,000	9,447	9,337	1,110
3,200	9,578	9,521	1,057
3,400	9,668	9,648	1,019
3,600	9,709	9,701	1,008
3,800	9,750	9,754	0,996
4,000	9,767	9,787	0,980
4,250	9,787	9,814	0,973
4,500	9,796	9,823	0,973
4,750	9,801	9,832	0,969
5,000	9,806	9,841	0,966
5,250	9,812	9,847	0,965
5,500	9,816	9,850	0,966
5,750	9,818	9,854	0,964
6,000	9,820	9,857	0,963
6,250	9,823	9,861	0,962
6,500	9,825	9,864	0,961
6,750	9,827	9,867	0,960
7,000	9,830	9,871	0,959
7,250	9,832	9,874	0,958
7,500	9,835	9,879	0,956
7,750	9,838	9,886	0,952
8,000	9,841	9,894	0,946
8,250	9,843	9,912	0,931
8,500	9,849	9,943	0,906
8,750	9,856	9,982	0,874



Şekil 6.3.2. Gli Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi
 $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$

ÇİZELGE 6.3.3. HClO₄ ve HClO₄ ile Gli (0,04 mol L⁻¹) Çözeltisinin
Potansiyometrik Titrasyon Değerleri (c(NaClO₄) = 0,1 mol L⁻¹
T = 20,0°C)

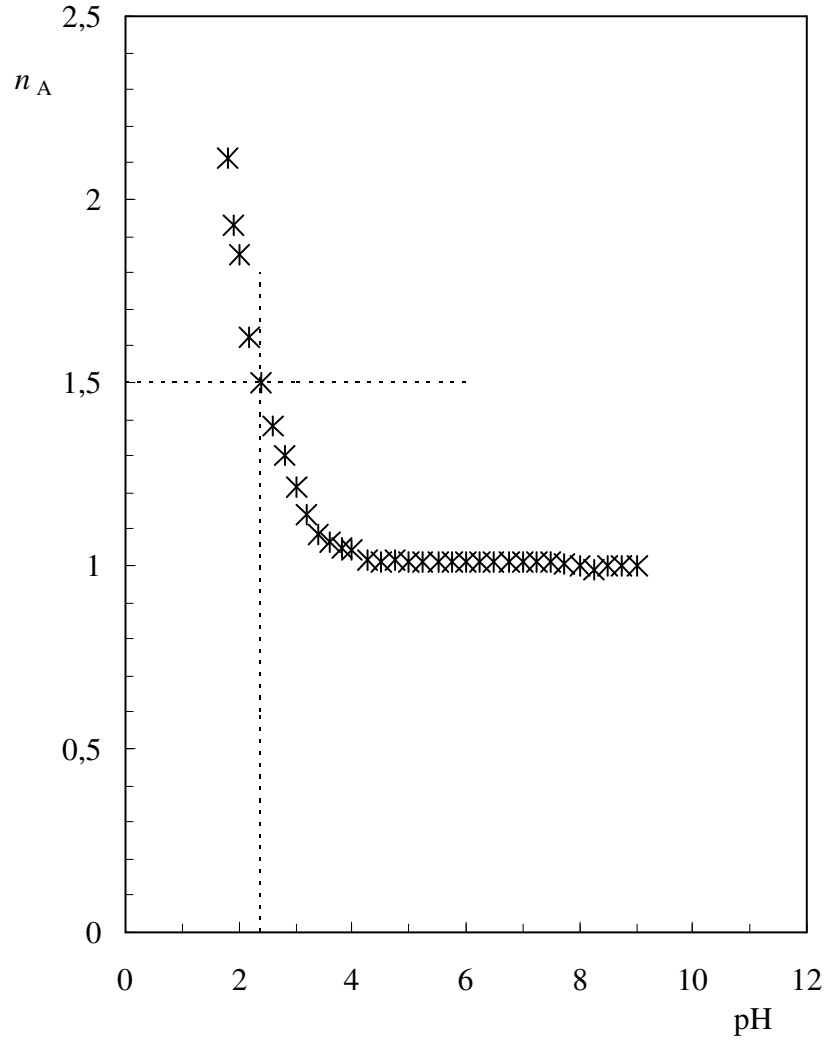
V/mL	pH	V/mL	pH
0,000	1,709	0,000	1,765
0,125	1,713	0,125	1,770
0,251	1,720	0,251	1,776
0,500	1,733	0,500	1,789
1,001	1,761	1,001	1,818
2,000	1,821	2,000	1,879
4,000	1,965	4,000	2,031
5,715	2,130	5,639	2,198
7,062	2,310	6,929	2,378
8,114	2,518	7,961	2,589
8,868	2,760	8,698	2,818
9,343	3,036	9,210	3,069
9,611	3,325	9,544	3,364
9,761	3,616	9,728	3,662
9,853	3,954	9,834	4,083
9,909	4,646	9,882	4,367
9,931	5,326	9,924	5,381
9,947	6,122	9,940	6,432
9,958	6,793	9,942	6,571
9,964	7,143	9,956	7,446
9,980	8,047	9,973	7,911
9,998	8,800	9,998	8,292
10,001	9,191	10,001	8,469



Şekil 6.3.3. HClO₄ ve HClO₄ ile Gli Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$ $T = 20,0^\circ\text{C}$

ÇİZELGE 6.3.4. HClO₄ ve HClO₄ ile Gli (0,04 mol L⁻¹) Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Gli'nin Protonlanma Derecesi Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)

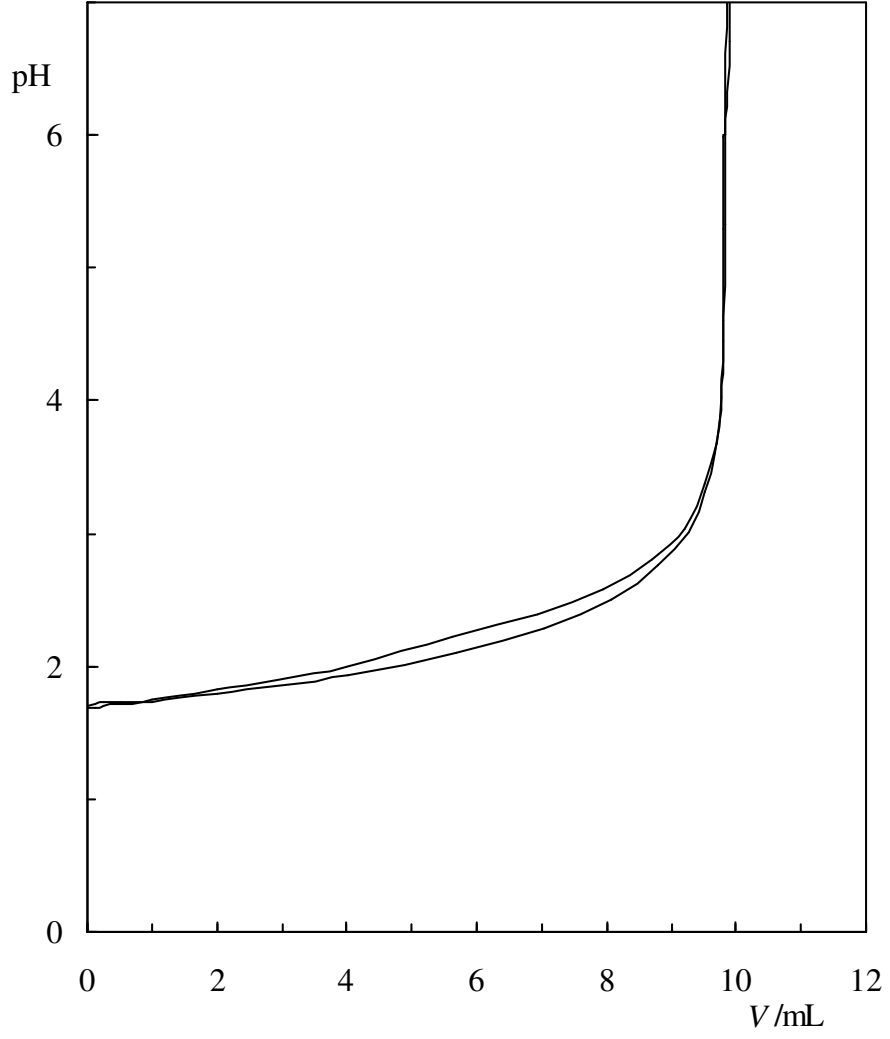
pH	v_1	v_2	n_A
1,800	1,645	0,687	2,112
1,900	3,094	2,271	1,929
2,000	4,361	3,591	1,849
2,200	6,236	5,651	1,624
2,400	7,516	7,035	1,502
2,600	8,369	7,995	1,384
2,800	8,936	8,640	1,301
3,000	9,281	9,069	1,214
3,200	9,495	9,358	1,138
3,400	9,649	9,566	1,083
3,600	9,752	9,689	1,063
3,800	9,811	9,763	1,048
4,000	9,857	9,813	1,044
4,250	9,877	9,862	1,015
4,500	9,897	9,887	1,010
4,750	9,912	9,898	1,015
5,000	9,921	9,908	1,012
5,250	9,929	9,919	1,010
5,500	9,935	9,926	1,009
5,750	9,940	9,930	1,010
6,000	9,945	9,933	1,011
6,250	9,949	9,937	1,012
6,500	9,953	9,941	1,013
6,750	9,957	9,945	1,013
7,000	9,961	9,949	1,013
7,250	9,966	9,952	1,013
7,500	9,970	9,958	1,013
7,750	9,975	9,967	1,008
8,000	9,979	9,979	1,000
8,250	9,985	9,997	0,988



Şekil 6.3.4. Gli Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi
($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)

ÇİZELGE 6.3.5. HClO₄ ve HClO₄ ile Gli (0,04 mol L⁻¹) Çözeltisinin
Potansiyometrik Titrasyon Değerleri (c(NaClO₄) = 0,1 mol L⁻¹
T = 35,0°C)

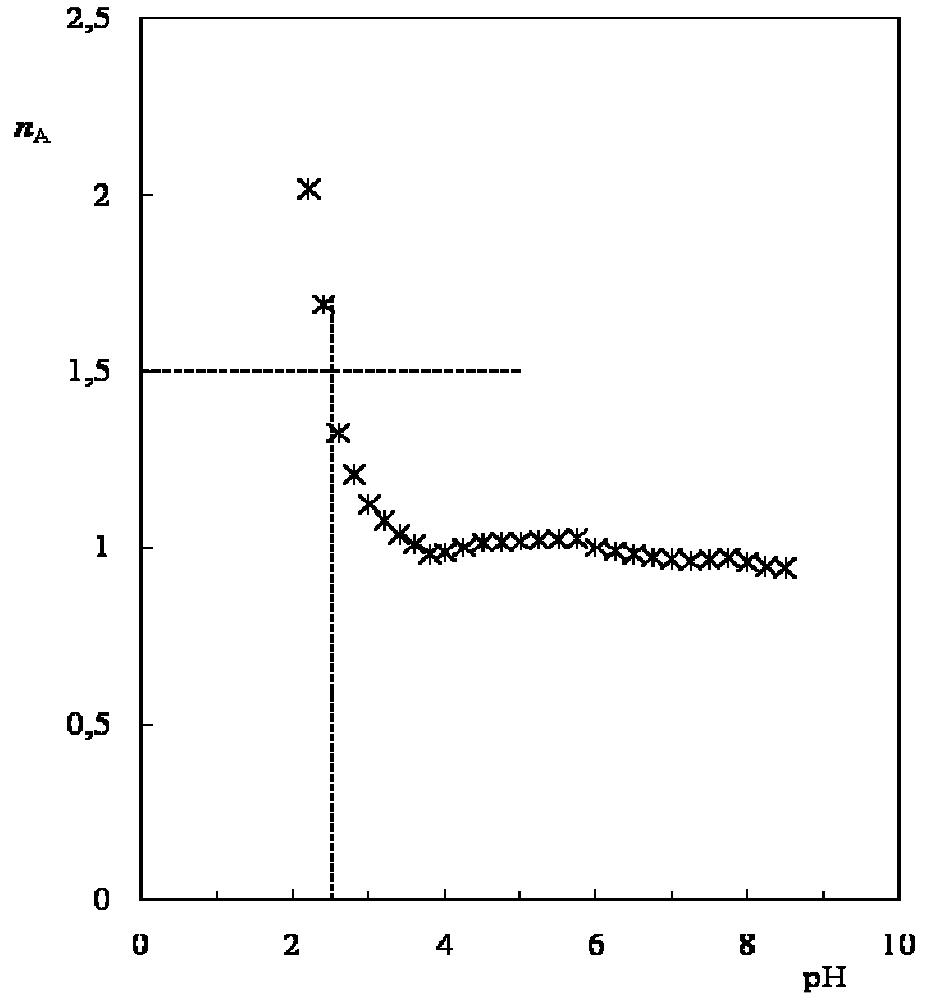
V/mL	pH	V/mL	pH
0,000	1,692	0,000	1,698
0,125	1,697	0,125	1,703
0,251	1,703	0,251	1,709
0,500	1,715	0,500	1,722
1,001	1,742	1,001	1,750
2,000	1,798	2,000	1,810
4,000	1,940	4,000	1,960
5,691	2,101	5,634	2,124
7,041	2,284	6,940	2,309
8,062	2,491	7,940	2,508
8,797	2,733	8,716	2,751
9,260	3,003	9,211	3,003
9,530	3,309	9,529	3,293
9,672	3,606	9,709	3,592
9,758	4,023	9,814	3,901
9,800	4,444	9,879	4,545
9,827	5,332	9,905	5,255
9,844	6,172	9,921	5,938
9,859	6,981	9,923	6,038
9,863	7,245	9,939	6,729
9,876	8,076	9,958	7,404
9,893	8,666	9,979	7,807
9,913	8,917	10,001	8,070



Şekil 6.3.5. HClO₄ ve HClO₄ ile Gli Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)

ÇİZELGE 6.3.6. HClO₄ ve HClO₄ ile Gli (0,04 mol L⁻¹) Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Gli'nin Protonlanma Derecesi Değerleri($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)

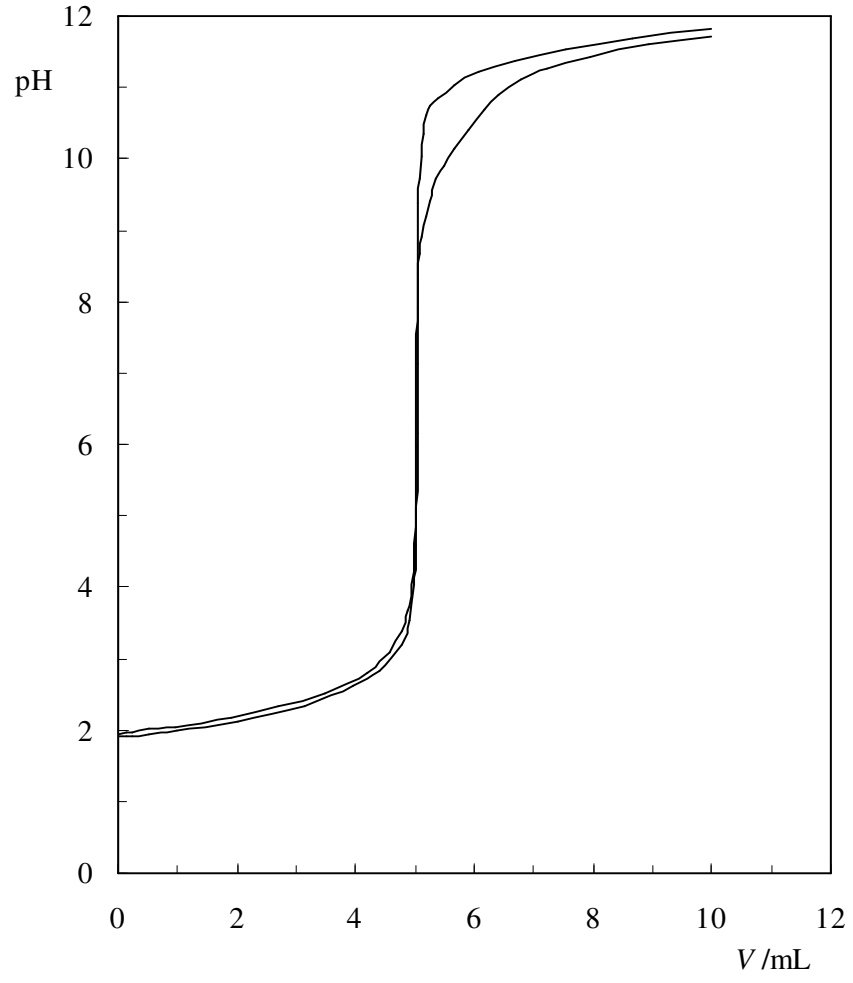
pH	v_1	v_2	n_A
1,700	0,190	0,045	1,173
1,800	2,023	1,835	1,217
1,900	3,439	3,202	1,266
2,000	4,634	4,399	1,258
2,200	6,421	6,168	1,269
2,400	7,613	7,396	1,225
2,600	8,393	8,234	1,163
2,800	8,911	8,812	1,101
3,000	9,255	9,205	1,051
3,200	9,434	9,427	1,008
3,400	9,574	9,593	0,981
3,600	9,669	9,711	0,958
3,800	9,712	9,779	0,932
4,000	9,753	9,824	0,929
4,250	9,781	9,849	0,931
4,500	9,802	9,875	0,927
4,750	9,809	9,887	0,923
5,000	9,817	9,896	0,921
5,250	9,825	9,905	0,920
5,500	9,831	9,911	0,920
5,750	9,835	9,916	0,919
6,000	9,840	9,922	0,918
6,250	9,845	9,928	0,917
6,500	9,850	9,934	0,916
6,750	9,854	9,940	0,915
7,000	9,859	9,947	0,912
7,250	9,863	9,954	0,909
7,500	9,867	9,963	0,904
7,750	9,871	9,976	0,895
8,000	9,875	9,995	0,880



Şekil 6.3.6. Gli'nin Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi
($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)

ÇİZELGE 6.4.1. HClO₄ ve HClO₄ ile Ala Çözeltisinin Potansiyometrik
Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)

V/mL	pH	V/mL	pH
0,000	1,901	0,000	1,951
0,125	1,905	0,125	1,953
0,251	1,915	0,251	1,963
0,500	1,939	0,500	2,023
1,001	1,992	0,969	2,045
2,000	2,125	1,909	2,172
3,152	2,341	2,687	2,321
3,962	2,608	3,484	2,518
4,404	2,822	4,180	2,804
4,760	3,193	4,559	3,088
4,907	3,532	4,772	3,385
4,981	4,024	4,892	3,656
5,012	4,592	4,978	4,229
5,032	6,151	5,011	5,964
5,038	7,127	5,016	6,402
5,046	8,512	5,024	7,120
5,060	9,374	5,039	7,909
5,077	9,724	5,057	8,376
5,105	10,027	5,081	8,666
5,144	10,340	5,118	8,912
5,193	10,607	5,175	9,185
5,260	10,738	5,250	9,414
5,394	10,851	5,358	9,714
5,661	11,038	5,475	9,895
6,058	11,203	5,672	10,146
6,675	11,370	5,906	10,396
7,546	11,537	6,180	10,703
8,663	11,687	6,422	10,898
10,001	11,813	6,772	11,101

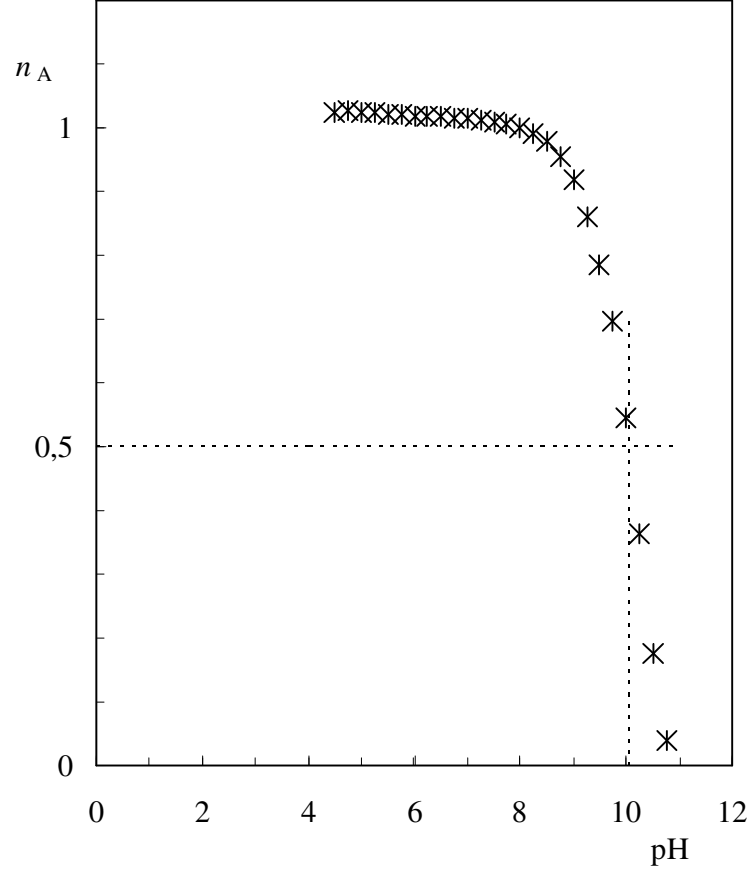


Şekil 6.4.1. HClO₄ ve HClO₄ ile Ala çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)

ÇİZELGE 6.4.2. HClO₄ ve HClO₄ ile Ala Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Ala'nın Protonlanma Derecesi Değerleri

($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)

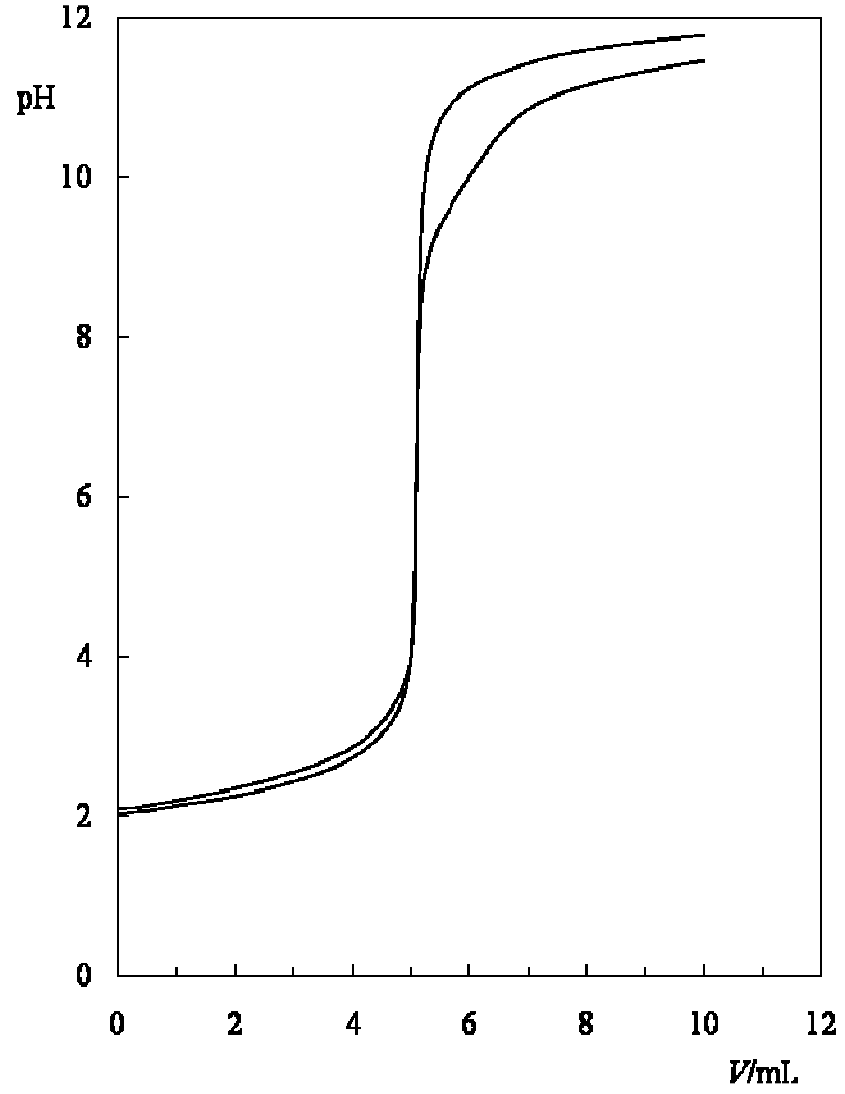
pH	v_1	v_2	n_A
2,000	1,059	0,405	1,705
2,200	2,402	2,053	1,366
2,400	3,332	3,006	1,336
2,600	3,937	3,684	1,259
2,800	4,358	4,170	1,189
3,000	4,574	4,442	1,133
3,200	4,763	4,639	1,124
3,400	4,850	4,778	1,071
3,600	4,917	4,867	1,050
3,800	4,947	4,913	1,034
4,000	4,977	4,943	1,034
4,250	4,993	4,978	1,015
4,500	5,007	4,983	1,024
4,750	5,014	4,988	1,026
5,000	5,017	4,992	1,025
5,250	5,020	4,997	1,023
5,500	5,024	5,002	1,022
5,750	5,027	5,006	1,021
6,000	5,030	5,011	1,019
6,250	5,033	5,014	1,019
6,500	5,034	5,017	1,018
6,750	5,036	5,020	1,016
7,000	5,037	5,023	1,014
7,250	5,039	5,027	1,012
7,500	5,040	5,031	1,009
7,750	5,041	5,036	1,005
8,000	5,043	5,043	1,000
8,250	5,044	5,052	0,992
8,500	5,046	5,067	0,979
8,750	5,050	5,094	0,956
9,000	5,054	5,137	0,917
9,250	5,058	5,197	0,861
9,500	5,066	5,281	0,785
9,750	5,080	5,382	0,698
10,000	5,102	5,558	0,545
10,250	5,133	5,770	0,364
10,500	5,173	5,999	0,176
10,750	5,274	6,238	0,040
11,000	5,606	6,597	0,019



Şekil 6.4.2. Ala'nın Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi
($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)

ÇİZELGE 6.4.3. HClO₄ ve HClO₄ ile Ala Çözeltilisinin
Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$
 $T = 20,0^\circ\text{C}$)

V/mL	pH	V/mL	pH
0,000	1,794	0,000	1,824
0,125	1,799	0,125	1,832
0,251	1,806	0,251	1,842
0,500	1,819	0,500	1,861
1,001	1,848	1,001	1,900
2,000	1,907	2,000	1,976
4,000	2,056	3,921	2,144
5,640	2,214	5,518	2,320
7,015	2,401	6,805	2,504
8,047	2,605	7,861	2,711
8,802	2,847	8,655	2,940
9,281	3,107	9,211	3,196
9,574	3,452	9,563	3,463
9,705	3,708	9,784	3,772
9,801	4,095	9,905	4,068
9,851	4,789	9,983	4,549
9,871	5,450	10,017	5,101
9,877	5,783	10,037	6,087
9,889	6,458	10,039	6,190
9,904	6,672	10,054	6,916
9,934	7,547	10,071	7,533
9,951	8,233	10,092	7,936
9,969	8,573	10,119	8,208
9,998	8,989	10,161	8,480
10,031	9,385	10,220	8,717
10,067	9,688	10,306	8,959
10,116	9,993	10,422	9,184
10,176	10,228	10,583	9,385
10,264	10,491	10,821	9,622
10,374	10,677	11,113	9,831
10,557	10,881	11,503	10,038
10,820	11,063	12,005	10,346
11,221	11,243	12,367	10,555
11,800	11,408	12,838	10,777
12,636	11,557	13,395	10,991
13,809	11,694	14,053	11,171

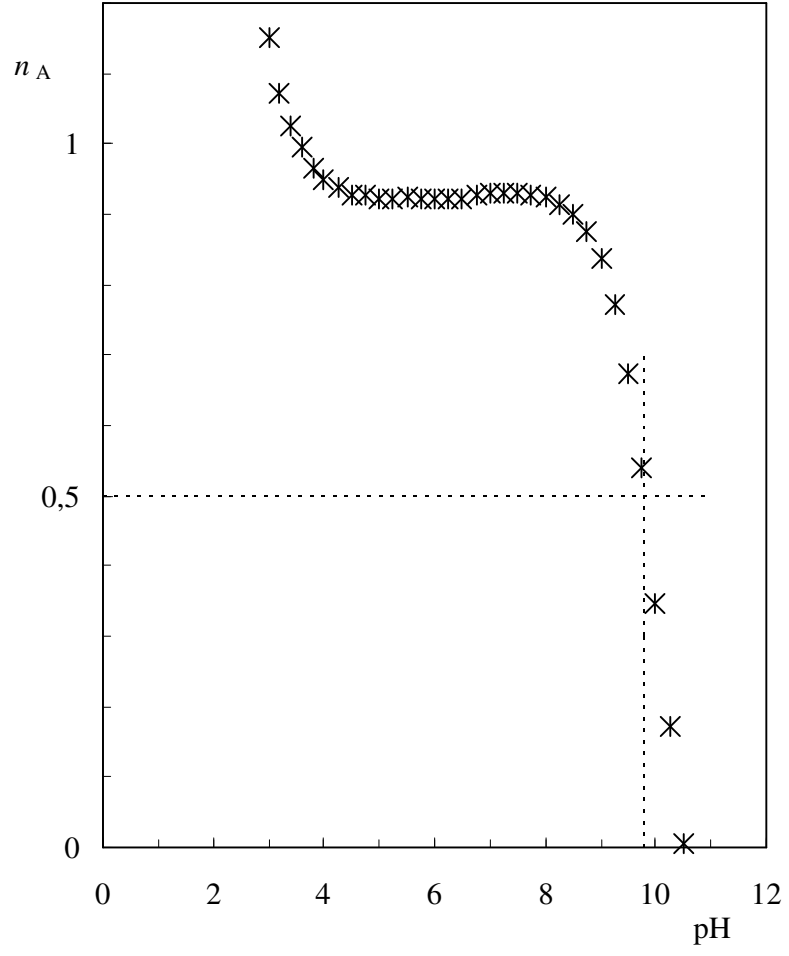


Şekil 6.4.3. HClO₄ ve HClO₄ ile Ala çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$ $T = 20,0^\circ\text{C}$)

ÇİZELGE 6.4.4. HClO₄ ve HClO₄ ile Ala Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Ala'nın Protonlanma Derecesi Değerleri

($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)

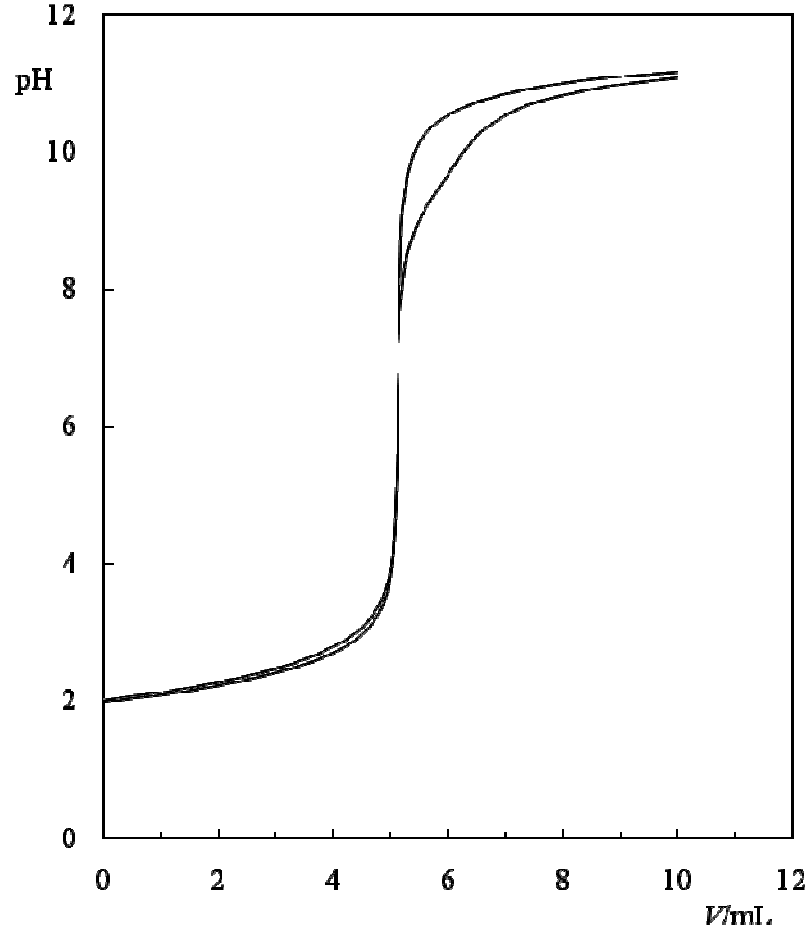
pH	v_1	v_2	n_A
1,900	1,877	1,007	1,503
2,000	3,246	2,274	1,547
2,200	5,494	4,428	1,576
2,400	7,011	6,078	1,490
2,600	8,020	7,296	1,374
2,800	8,655	8,170	1,248
3,000	9,084	8,786	1,151
3,200	9,360	9,217	1,072
3,400	9,530	9,480	1,025
3,600	9,649	9,661	0,994
3,800	9,728	9,795	0,966
4,000	9,778	9,877	0,950
4,250	9,812	9,935	0,939
4,500	9,830	9,975	0,927
4,750	9,848	9,995	0,926
5,000	9,857	10,011	0,923
5,250	9,865	10,020	0,922
5,500	9,872	10,025	0,923
5,750	9,876	10,030	0,923
6,000	9,881	10,035	0,923
6,250	9,885	10,040	0,922
6,500	9,892	10,045	0,923
6,750	9,906	10,050	0,928
7,000	9,915	10,056	0,929
7,250	9,924	10,063	0,930
7,500	9,932	10,070	0,931
7,750	9,939	10,082	0,928
8,000	9,945	10,098	0,924
8,250	9,952	10,126	0,913
8,500	9,965	10,166	0,900
8,750	9,981	10,232	0,875
9,000	9,999	10,327	0,836
9,250	10,019	10,474	0,773
9,500	10,044	10,698	0,674
9,750	10,077	11,000	0,540
10,000	10,118	11,431	0,346
10,250	10,184	11,848	0,171
10,500	10,269	12,272	0,004



Şekil 6.4.4. Ala'nın Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi
($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$ $T = 20,0^\circ\text{C}$)

ÇİZELGE 6.4.5. HClO₄ ve HClO₄ ile Ala Çözeltilisinin
Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$
 $T = 35,0^\circ\text{C}$)

V/mL	pH	V/mL	pH
0,000	1,678	0,000	1,671
0,125	1,678	0,125	1,677
0,251	1,678	0,251	1,685
0,500	1,682	0,500	1,699
1,001	1,707	1,001	1,730
2,000	1,761	2,000	1,796
4,000	1,896	3,985	1,954
5,754	2,053	5,582	2,123
7,163	2,231	6,863	2,302
8,249	2,433	7,919	2,508
9,037	2,671	8,708	2,735
9,540	2,938	9,260	2,979
9,833	3,224	9,635	3,258
9,999	3,493	9,857	3,565
10,112	4,118	9,980	3,882
10,148	4,571	10,052	4,310
10,171	5,177	10,088	5,144
10,178	5,449	10,101	5,798
10,189	5,839	10,106	6,032
10,206	6,254	10,121	6,696
10,231	7,159	10,140	7,286
10,249	7,945	10,163	7,693
10,266	8,559	10,191	7,941

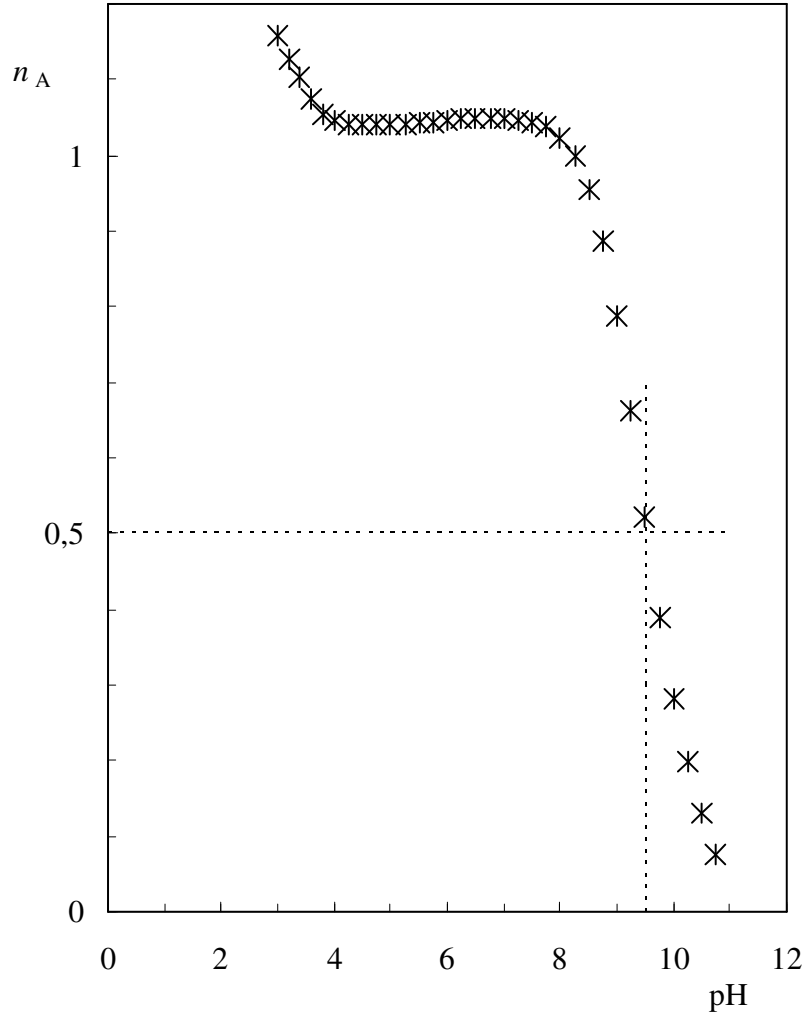


Şekil 6.4.5. HClO_4 ve HClO_4 ile Ala çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1} T = 35,0^\circ\text{C}$)

ÇİZELGE 6.4.6. HClO₄ ve HClO₄ ile Ala Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Ala'nın Protonlanma Derecesi Değerleri

($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)

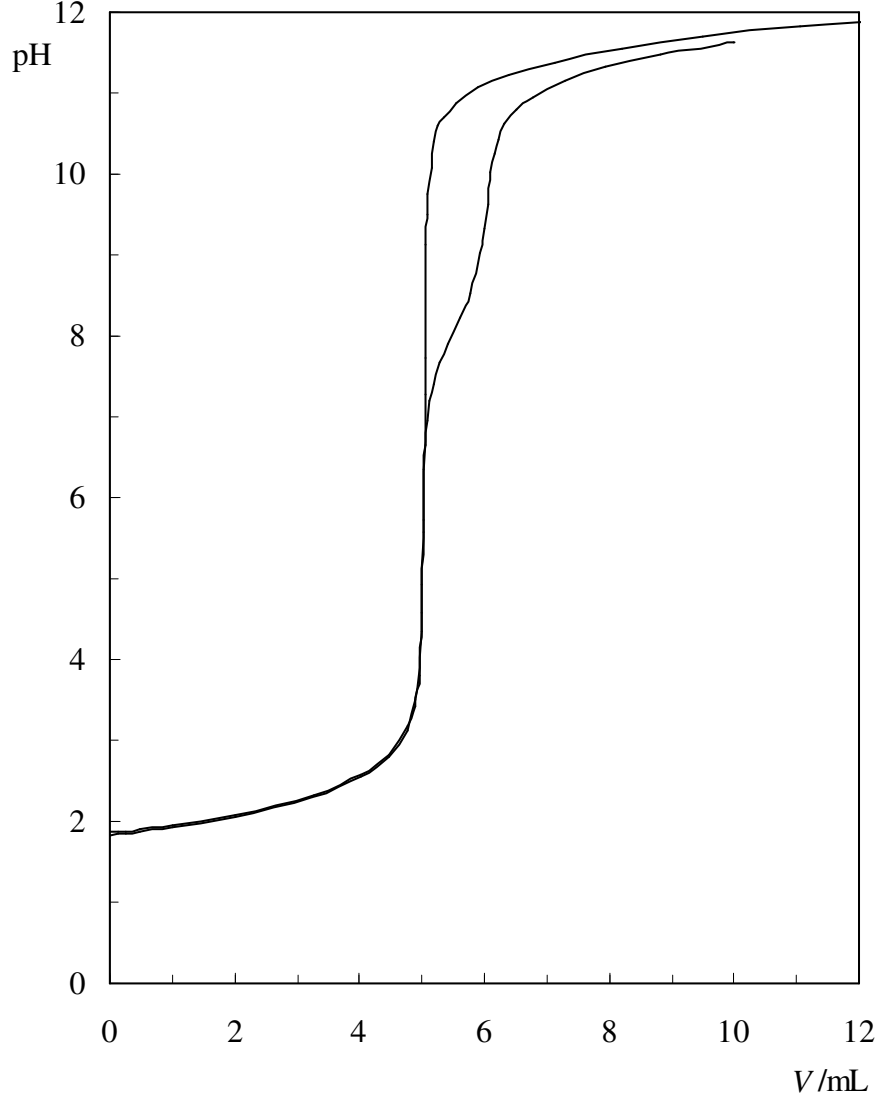
pH	v_1	v_2	n_A
1,700	0,858	0,513	1,204
1,800	2,575	2,056	1,297
1,900	4,050	3,305	1,415
2,000	5,166	4,417	1,409
2,200	6,921	6,134	1,416
2,400	8,072	7,367	1,365
2,600	8,802	8,239	1,289
2,800	9,280	8,854	1,216
3,000	9,604	9,288	1,160
3,200	9,809	9,557	1,127
3,400	9,942	9,738	1,102
3,600	10,019	9,871	1,074
3,800	10,055	9,948	1,053
4,000	10,091	10,000	1,046
4,250	10,123	10,042	1,040
4,500	10,142	10,060	1,041
4,750	10,155	10,071	1,042
5,000	10,164	10,082	1,041
5,250	10,173	10,090	1,042
5,500	10,180	10,095	1,042
5,750	10,186	10,100	1,043
6,000	10,195	10,105	1,045
6,250	10,206	10,110	1,048
6,500	10,213	10,116	1,048
6,750	10,220	10,122	1,049
7,000	10,227	10,130	1,048
7,500	10,239	10,152	1,043
7,750	10,244	10,169	1,037
8,000	10,250	10,203	1,024
8,250	10,257	10,260	0,999
8,500	10,265	10,355	0,955
8,750	10,278	10,506	0,886
9,000	10,297	10,722	0,788
9,250	10,324	11,000	0,662
9,500	10,374	11,335	0,521
9,750	10,453	11,678	0,390
10,000	10,588	12,032	0,283
10,250	10,807	12,427	0,198
10,500	11,204	12,973	0,130
10,750	12,075	13,982	0,075



Şekil 6.4.6. Ala'nın Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi
 ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$ $T = 35,0^\circ\text{C}$)

ÇİZELGE 6.5.1. HClO₄ ve HClO₄ ile Ala Metil Ester Çözeltisinin
Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)

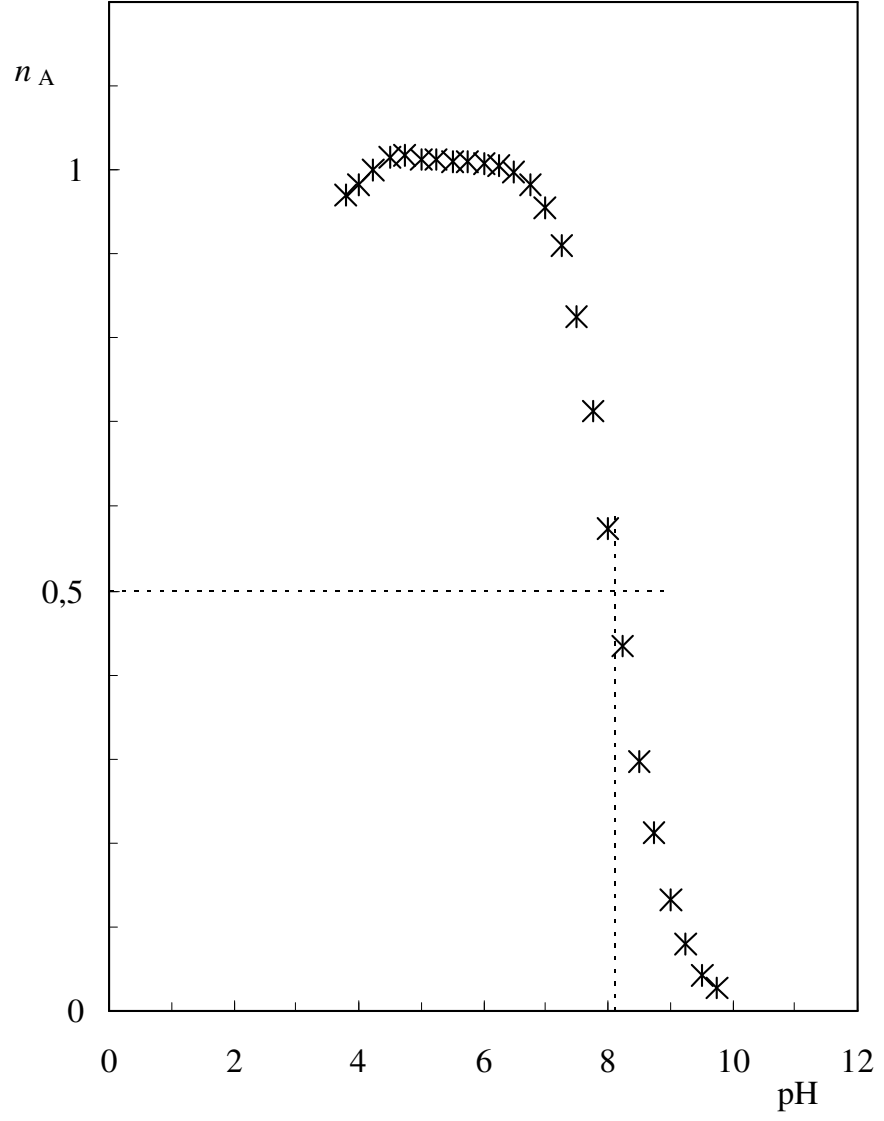
V/mL	pH	V/mL	pH
0,000	1,865	0,000	1,834
0,125	1,873	0,125	1,839
0,251	1,882	0,251	1,849
0,500	1,905	0,500	1,874
1,001	1,960	1,001	1,930
2,000	2,086	2,000	2,059
3,263	2,331	3,250	2,301
4,007	2,570	4,006	2,549
4,477	2,836	4,462	2,802
4,754	3,173	4,751	3,134
4,882	3,420	4,888	3,500
4,982	4,360	4,952	3,802
5,006	4,581	4,998	4,919
5,053	7,284	5,013	5,563
5,056	7,735	5,016	5,717
5,066	9,133	5,031	6,354
5,080	9,497	5,051	6,659
5,105	9,759	5,084	6,955
5,144	10,074	5,129	7,210
5,195	10,410	5,193	7,412
5,252	10,595	5,300	7,674
5,354	10,706	5,429	7,901
5,561	10,874	5,606	8,215
5,909	11,072	5,777	8,521
6,383	11,226	5,944	9,034
7,136	11,382	6,010	9,334
8,193	11,540	6,062	9,625
9,515	11,692	6,114	10,019
11,069	11,828	6,152	10,249



Şekil 6.5.1. HClO₄ ve HClO₄ ile Ala Metil Ester çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)

ÇİZELGE 6.5.2. HClO₄ ve HClO₄ ile Ala Metil Ester Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Ala Metil Ester'in Protonlanma Derecesi Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)

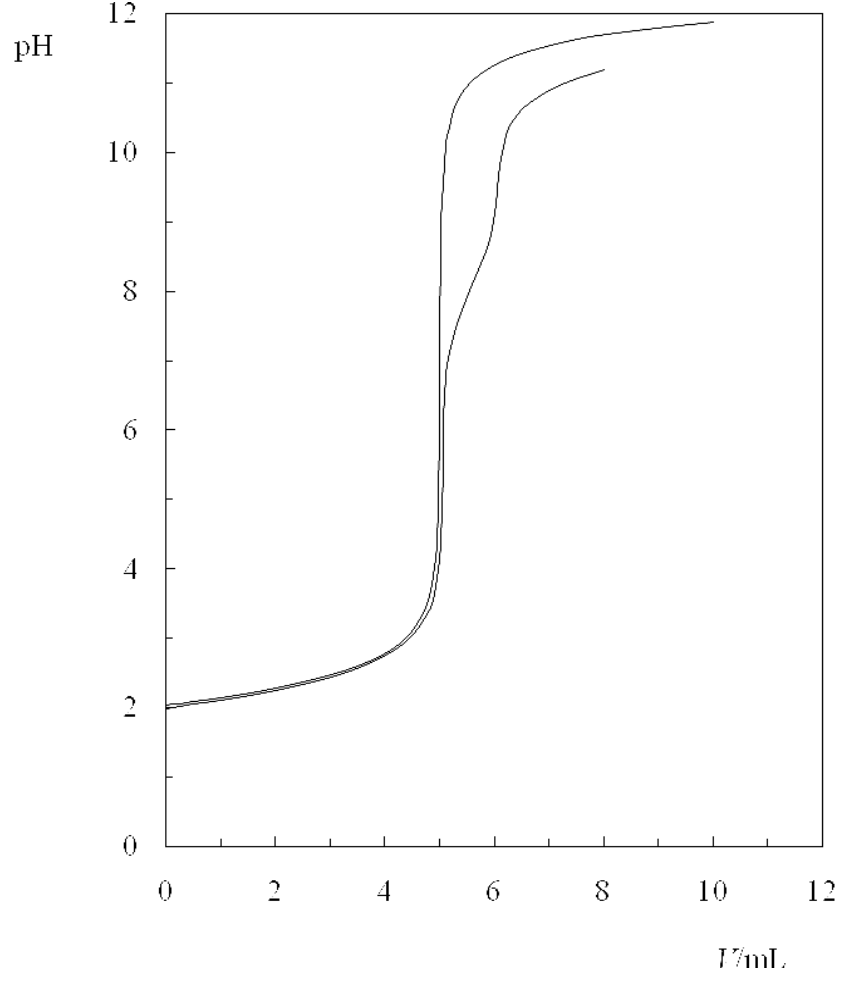
pH	v_1	v_2	n_A
2,000	1,318	1,544	0,757
2,200	2,587	2,728	0,853
2,400	3,477	3,551	0,924
2,600	4,060	4,098	0,962
2,800	4,414	4,459	0,954
3,000	4,612	4,635	0,977
3,200	4,768	4,776	0,992
3,400	4,872	4,851	1,022
3,600	4,901	4,909	0,992
3,800	4,923	4,951	0,971
4,000	4,944	4,960	0,984
4,250	4,970	4,970	1,000
4,500	4,997	4,981	1,017
4,750	5,009	4,991	1,018
5,000	5,014	5,000	1,014
5,250	5,018	5,006	1,012
5,500	5,022	5,011	1,011
5,750	5,026	5,017	1,010
6,000	5,031	5,023	1,008
6,250	5,035	5,028	1,007
6,500	5,039	5,041	0,999
6,750	5,044	5,061	0,982
7,000	5,048	5,092	0,956
7,250	5,052	5,142	0,910
7,500	5,054	5,229	0,825
7,750	5,056	5,343	0,713
8,000	5,058	5,485	0,573
8,250	5,060	5,626	0,434
8,500	5,062	5,765	0,297
8,750	5,064	5,851	0,212
9,000	5,065	5,933	0,133
9,250	5,071	5,991	0,080
9,500	5,080	6,039	0,041
9,750	5,104	6,078	0,027
10,000	5,135	6,111	0,025
10,250	5,171	6,152	0,021



Şekil 6.5.2. Ala Metil Ester'in Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi
($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)

ÇİZELGE 6.5.3. HClO₄ ve HClO₄ ile Ala Metil Ester Çözeltisinin
Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$
 $T = 20,0^\circ\text{C}$)

V/mL	pH	V/mL	pH
0,000	2,033	0,000	1,967
0,125	2,045	0,125	1,980
0,251	2,056	0,251	1,995
0,500	2,083	0,500	2,024
1,001	2,140	1,001	2,088
2,000	2,275	2,000	2,231
3,186	2,509	3,188	2,454
3,944	2,755	4,043	2,722
4,415	3,019	4,520	2,980
4,696	3,337	4,811	3,281
4,835	3,614	4,967	3,621
4,927	4,031	5,045	4,027
4,971	4,413	5,084	4,290
5,001	6,110	5,128	5,426
5,008	6,865	5,132	5,630
5,015	7,528	5,145	6,253
5,028	8,591	5,160	6,450
5,045	9,029	5,193	6,774
5,069	9,557	5,235	7,026
5,095	9,837	5,297	7,277
5,136	10,147	5,381	7,549
5,186	10,369	5,485	7,741
5,267	10,603	5,653	8,083
5,379	10,792	5,786	8,283
5,561	10,988	5,988	8,803
5,834	11,171	6,063	9,092
6,246	11,344	6,122	9,475
6,859	11,506	6,160	9,668
7,744	11,655	6,231	10,073
8,960	11,787	6,285	10,225
10,001	11,864	6,396	10,465



Şekil 6.5.1. HClO_4 ve HClO_4 ile Ala Metil Ester çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$

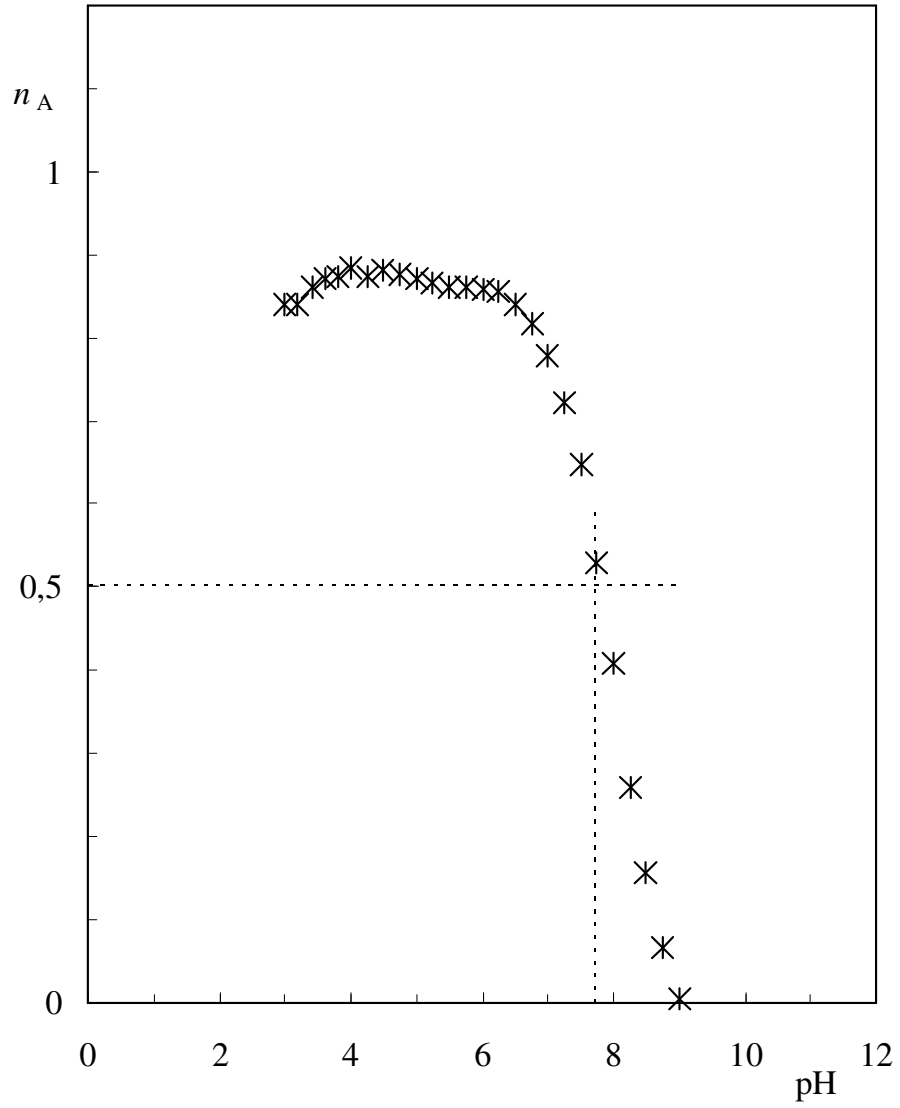
ÇİZELGE 6.5.4. HClO₄ ve HClO₄ ile Ala Metil Ester

Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Ala Metil

Ester'in Protonlanma Derecesi Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$

$T = 20,0^\circ\text{C}$)

pH	v_1	v_2	n_A
2,200	1,445	1,784	0,637
2,400	2,633	2,900	0,721
2,600	3,467	3,653	0,808
2,800	4,025	4,186	0,836
3,000	4,380	4,539	0,840
3,200	4,574	4,733	0,840
3,400	4,727	4,866	0,861
3,600	4,828	4,957	0,870
3,800	4,876	5,001	0,875
4,000	4,924	5,039	0,884
4,250	4,952	5,078	0,874
4,500	4,972	5,092	0,880
4,750	4,977	5,102	0,875
5,000	4,981	5,111	0,870
5,250	4,986	5,121	0,865
5,500	4,990	5,129	0,861
5,750	4,995	5,135	0,860
6,000	4,999	5,140	0,859
6,250	5,002	5,145	0,857
6,500	5,005	5,165	0,839
6,750	5,007	5,191	0,816
7,000	5,010	5,231	0,778
7,250	5,012	5,290	0,722
7,500	5,014	5,366	0,648
7,750	5,017	5,489	0,528
8,000	5,021	5,612	0,409
8,250	5,024	5,764	0,260
8,500	5,027	5,870	0,157
8,750	5,034	5,967	0,067
9,000	5,044	6,039	0,005



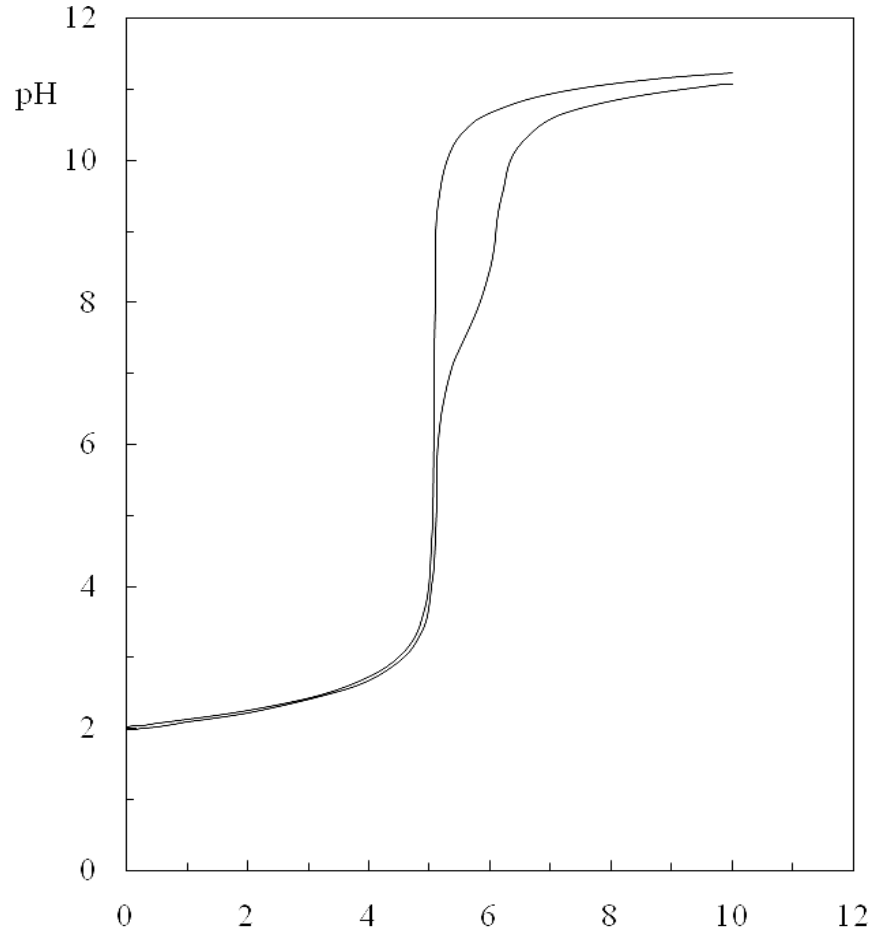
Şekil 6.5.4. Ala Metil Ester'in Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi
 ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$ $T = 20,0^\circ\text{C}$)

ÇİZELGE 6.5.5. HClO₄ ve HClO₄ ile Ala Metil Ester Çözeltisinin

Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$

$T = 35,0^\circ\text{C}$)

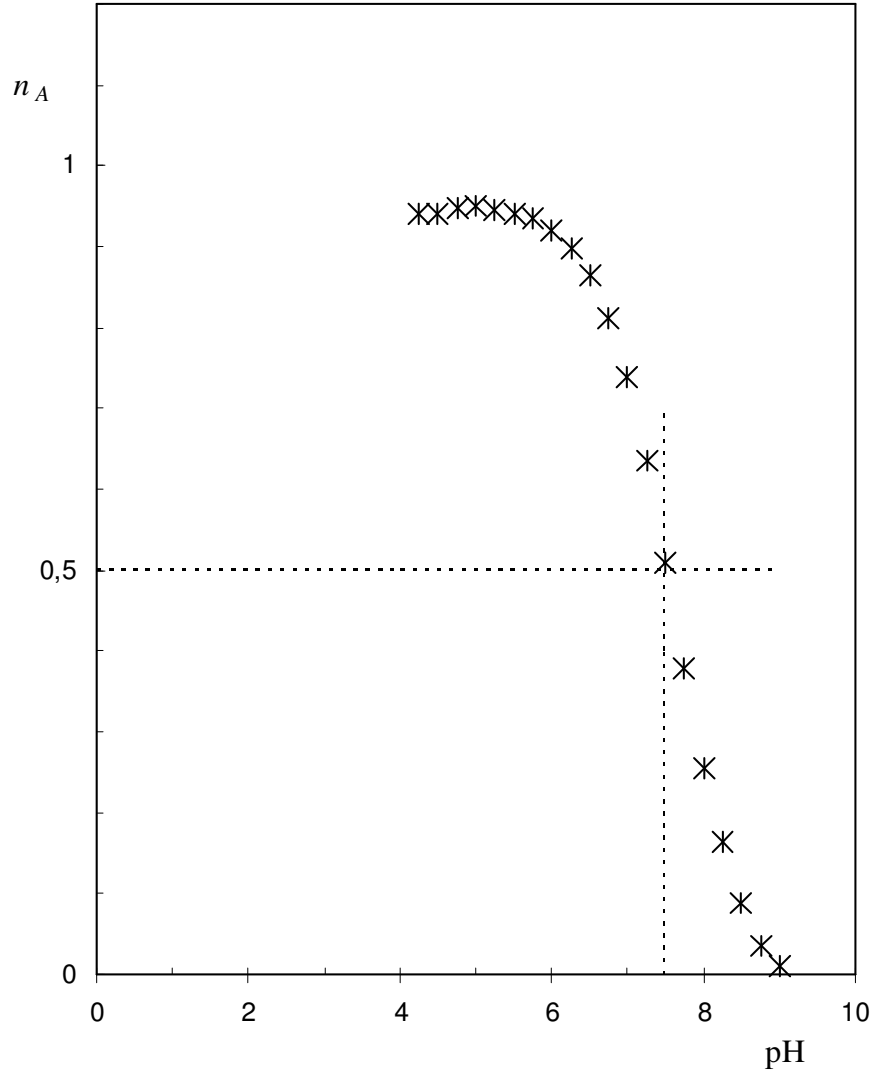
V/mL	pH	V/mL	pH
0,000	2,018	0,000	1,975
0,125	2,028	0,125	1,986
0,251	2,039	0,251	1,998
0,500	2,064	0,500	2,024
1,001	2,119	1,001	2,081
2,000	2,250	2,000	2,214
3,208	2,472	3,192	2,442
4,028	2,732	3,984	2,659
4,494	2,997	4,573	2,989
4,766	3,291	4,832	3,291
4,916	3,608	4,967	3,584
5,000	3,987	5,050	4,009
5,043	4,599	5,090	4,336
5,065	5,010	5,122	5,243
5,082	6,579	5,125	5,319
5,088	7,210	5,139	5,763
5,102	8,163	5,159	6,048
5,120	8,923	5,193	6,383
5,139	9,256	5,235	6,610
5,169	9,529	5,304	6,870
5,214	9,756	5,394	7,134
5,285	9,975	5,505	7,355
5,392	10,200	5,664	7,650
5,542	10,375	5,830	7,958
5,796	10,560	5,998	8,401
6,179	10,726	6,081	8,754
6,775	10,886	6,133	9,128
7,647	11,030	6,168	9,366
8,884	11,155	6,224	9,606
10,001	11,227	6,306	9,891



Şekil 6.5.5. HClO₄ ve HClO₄ ile Ala Metil Ester çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)

ÇİZELGE 6.5.6. HClO₄ ve HClO₄ ile Ala Metil Ester Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Ala Metil Ester'in Protonlanma Derecesi Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)

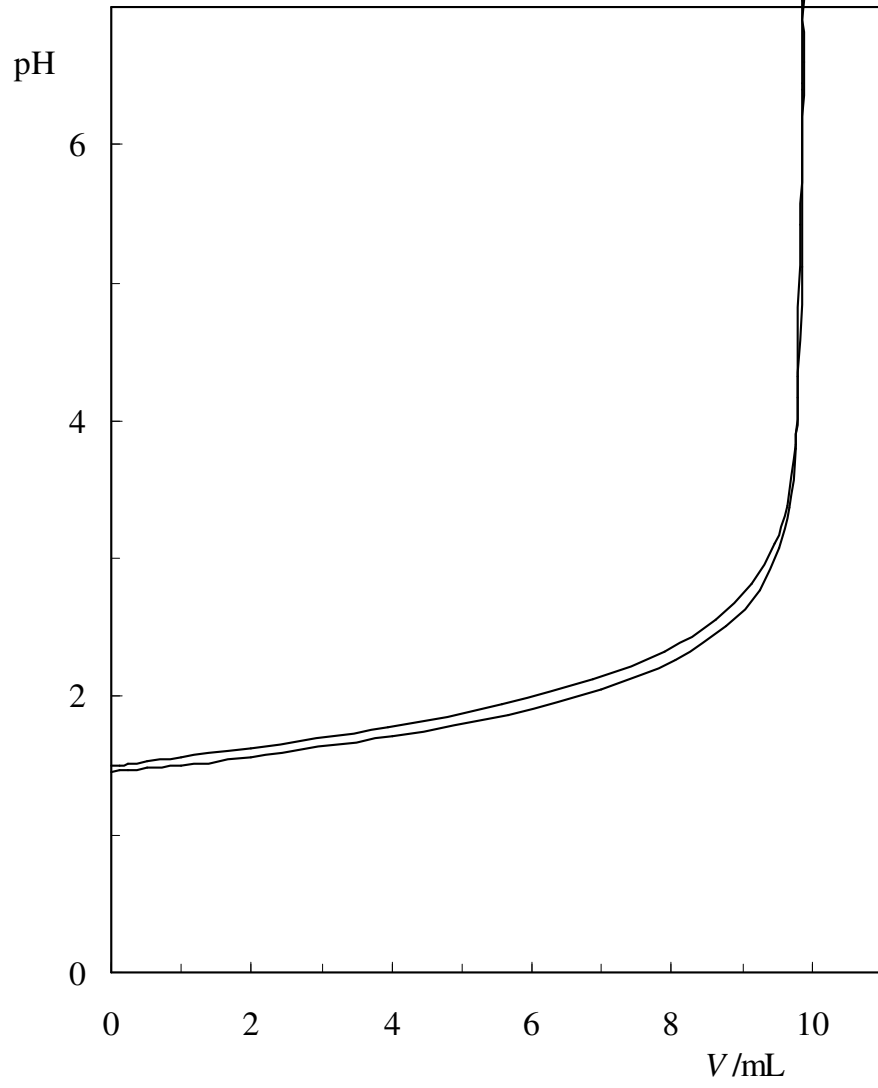
pH	v_1	v_2	n_A
2,200	1,621	1,892	0,711
2,400	2,817	2,973	0,837
2,600	3,612	3,769	0,839
2,800	4,148	4,235	0,911
3,000	4,497	4,582	0,914
3,200	4,682	4,754	0,928
3,400	4,818	4,882	0,936
3,600	4,913	4,970	0,943
3,800	4,959	5,009	0,949
4,000	5,001	5,048	0,952
4,250	5,018	5,079	0,939
4,500	5,036	5,095	0,941
4,750	5,051	5,104	0,947
5,000	5,064	5,114	0,951
5,250	5,068	5,123	0,945
5,500	5,070	5,130	0,940
5,750	5,073	5,138	0,935
6,000	5,075	5,156	0,920
6,250	5,078	5,180	0,898
6,500	5,081	5,215	0,866
6,750	5,083	5,272	0,811
7,000	5,086	5,348	0,738
7,250	5,089	5,452	0,636
7,500	5,092	5,583	0,509
7,750	5,096	5,718	0,378
8,000	5,099	5,846	0,254
8,250	5,104	5,941	0,164
8,500	5,110	6,021	0,089
8,750	5,115	6,080	0,036
9,000	5,124	6,115	0,010



Şekil 6.5.6. Ala Metil Ester'in Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi
($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$ $T = 35,0^\circ\text{C}$)

ÇİZELGE 6.6.1. HClO₄ ve HClO₄ ile Ala (0,04 mol L⁻¹) Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)

V/mL	pH	V/mL	pH
0,000	1,460	0,000	1,504
0,125	1,463	0,125	1,508
0,251	1,468	0,251	1,514
0,500	1,480	0,500	1,527
1,001	1,507	1,001	1,556
2,000	1,565	2,000	1,620
4,000	1,711	3,957	1,774
5,658	1,872	5,565	1,942
7,005	2,054	6,862	2,122
8,045	2,265	7,881	2,330
8,778	2,505	8,626	2,563
9,247	2,774	9,128	2,817
9,521	3,083	9,459	3,107
9,663	3,373	9,646	3,391
9,754	3,805	9,762	3,829
9,799	4,314	9,808	4,170
9,825	5,419	9,845	5,121
9,876	6,604	9,863	6,405
9,840	7,046	9,864	6,456
9,854	8,293	9,876	7,423
9,860	8,910	9,893	7,981
9,881	9,272	9,915	8,280
9,909	9,536	9,949	8,543
9,954	9,887	9,999	8,853
10,001	10,244	10,001	8,955

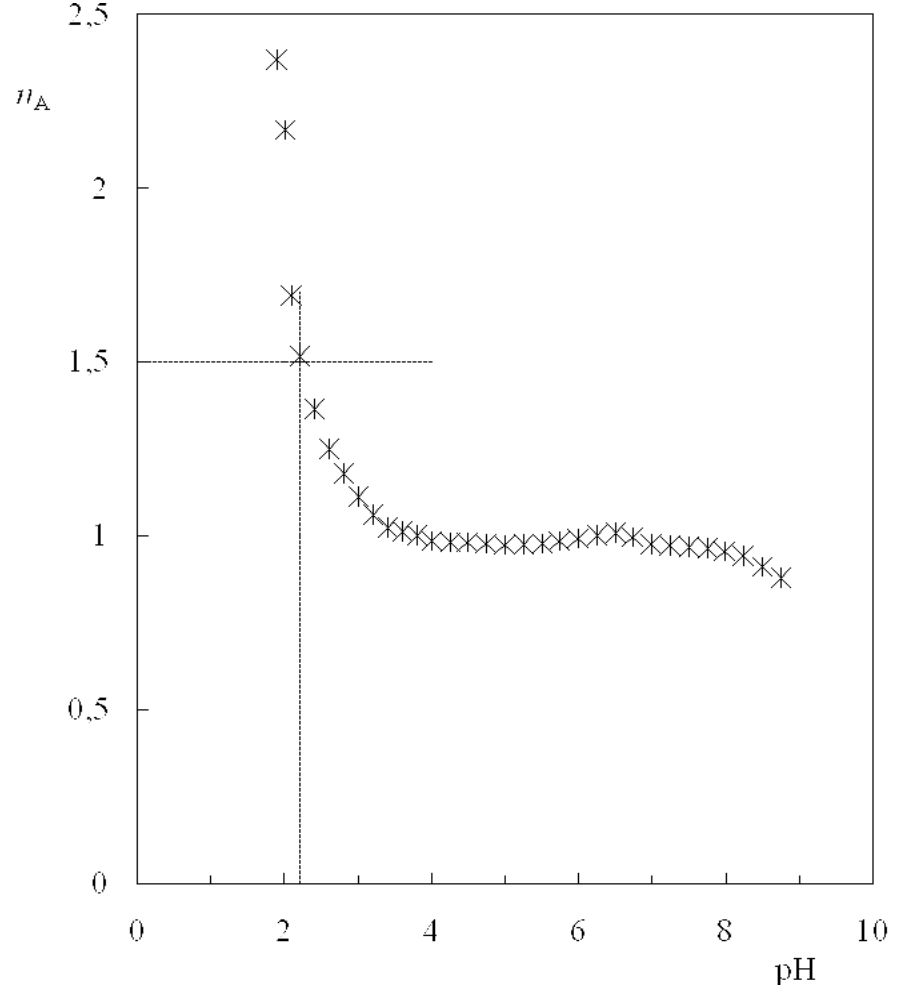


Şekil 6.6.1. HClO₄ ve HClO₄ ile Ala çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$

ÇİZELGE 6.6.2. HClO₄ ve HClO₄ ile Ala (0,04 mol L⁻¹)

Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Ala'nın
Protonlanma Derecesi Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)

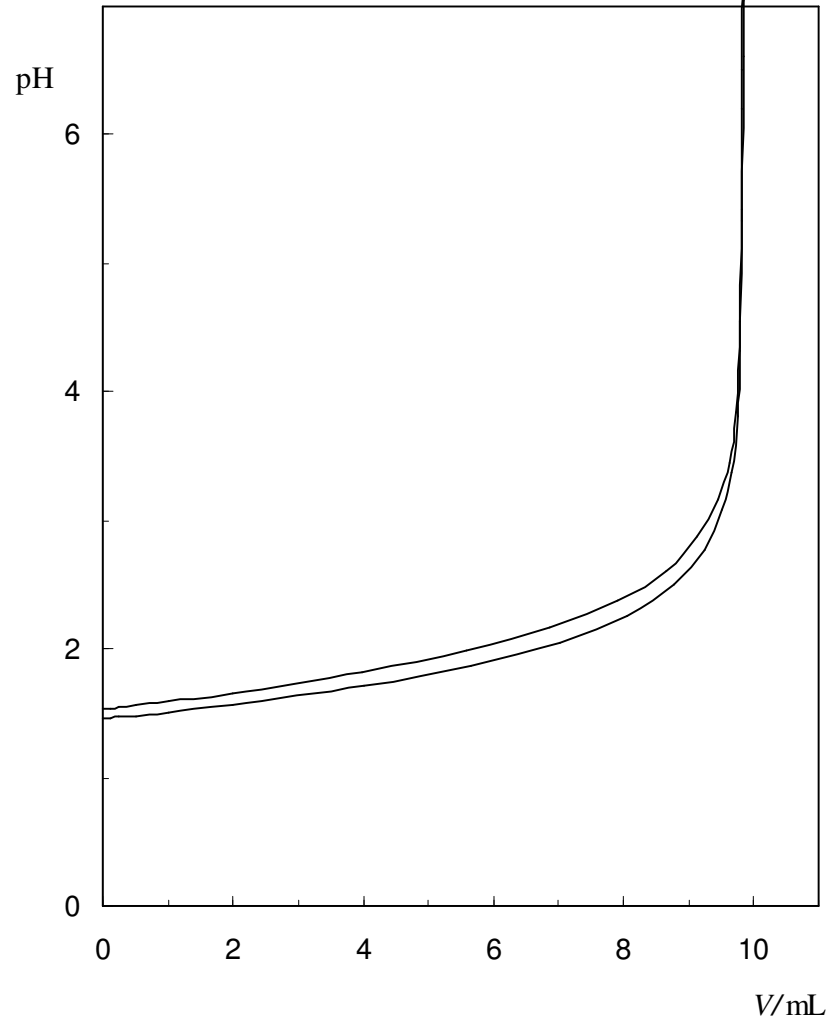
pH	v_1	v_2	n_A
1,600	2,476	1,686	1,901
1,700	3,845	3,017	1,920
1,800	4,915	4,206	1,772
1,900	5,864	5,160	1,754
2,000	6,603	5,980	1,659
2,200	7,725	7,243	1,500
2,400	8,458	8,105	1,362
2,600	8,944	8,700	1,248
2,800	9,270	9,094	1,177
3,000	9,447	9,337	1,111
3,200	9,578	9,520	1,058
3,400	9,669	9,648	1,021
3,600	9,711	9,701	1,010
3,800	9,753	9,754	0,999
4,000	9,771	9,785	0,986
4,250	9,793	9,811	0,982
4,500	9,803	9,821	0,982
4,750	9,809	9,830	0,978
5,000	9,815	9,840	0,975
5,250	9,821	9,847	0,974
5,500	9,828	9,850	0,978
5,750	9,839	9,854	0,986
6,000	9,850	9,857	0,993
6,250	9,861	9,861	1,000
6,500	9,872	9,864	1,007
6,750	9,864	9,867	0,997
7,000	9,844	9,871	0,973
7,250	9,842	9,874	0,969
7,500	9,845	9,878	0,967
7,750	9,848	9,886	0,962
8,000	9,851	9,895	0,956
8,250	9,853	9,913	0,940
8,500	9,856	9,944	0,912
8,750	9,858	9,982	0,876



Şekil 6.6.2. Ala'nın Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi
($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)

ÇİZELGE 6.6.3. HClO₄ ve HClO₄ ile Ala (0,04 mol L⁻¹) Çözeltisinin
Potansiyometrik Titrasyon Değerleri (c(NaClO₄) = 0,1 mol L⁻¹
T = 20,0°C)

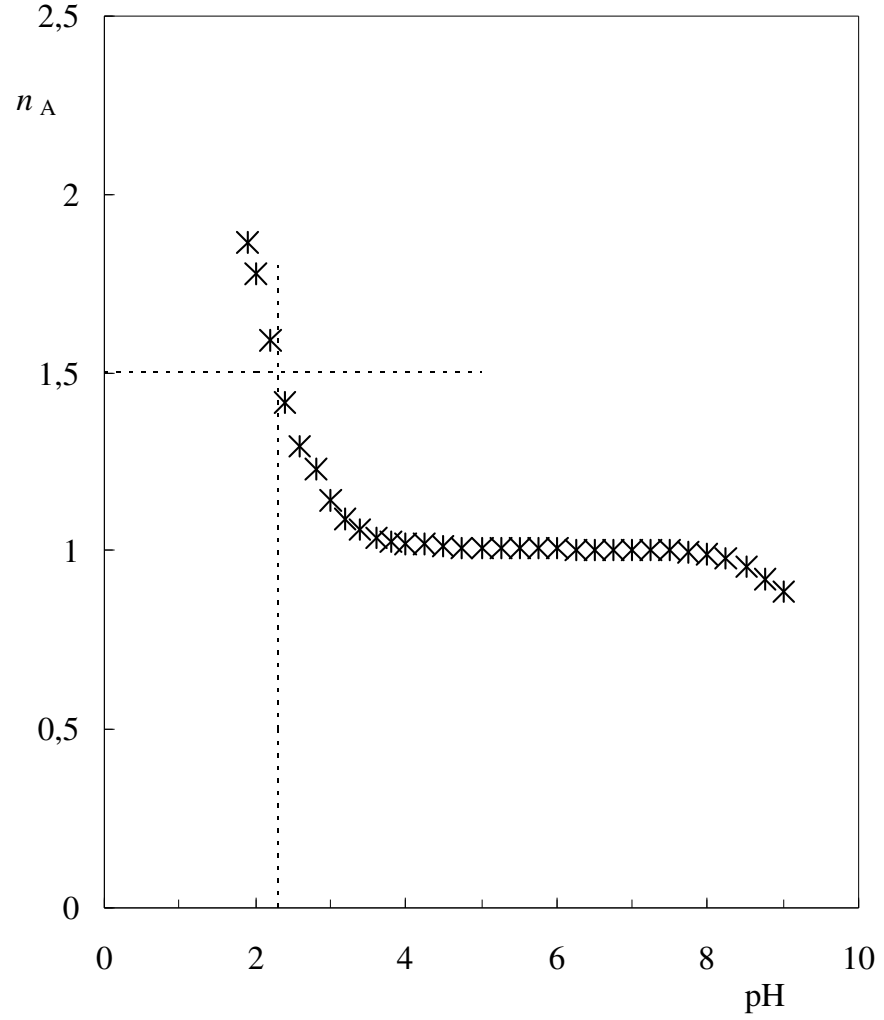
V/mL	pH	V/mL	pH
0,000	1,460	0,000	1,539
0,125	1,463	0,125	1,542
0,251	1,468	0,251	1,548
0,500	1,480	0,500	1,561
1,001	1,507	1,001	1,592
2,000	1,565	2,000	1,658
4,001	1,711	3,970	1,816
5,658	1,872	5,576	1,986
7,005	2,054	6,862	2,160
8,045	2,265	7,917	2,380
8,778	2,505	8,637	2,611
9,247	2,774	9,142	2,872
9,521	3,083	9,452	3,163
9,662	3,373	9,626	3,453
9,751	3,805	9,732	3,842
9,792	4,314	9,784	4,541
9,815	5,419	9,806	5,332
9,826	6,604	9,817	6,207
9,830	7,046	9,823	6,499
9,844	8,293	9,836	7,496
9,860	8,910	9,852	8,011
9,881	9,272	9,875	8,309
9,909	9,536	9,911	8,552
9,954	9,887	9,968	8,871
10,001	10,244	10,000	9,018



Şekil 6.6.3. HClO₄ ve HClO₄ ile Ala çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)

ÇİZELGE 6.6.4. HClO₄ ve HClO₄ ile Ala (0,04 mol L⁻¹)
 Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Ala'nın
 Protonlanma Derecesi Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$)
 $T = 20,0^\circ\text{C}$)

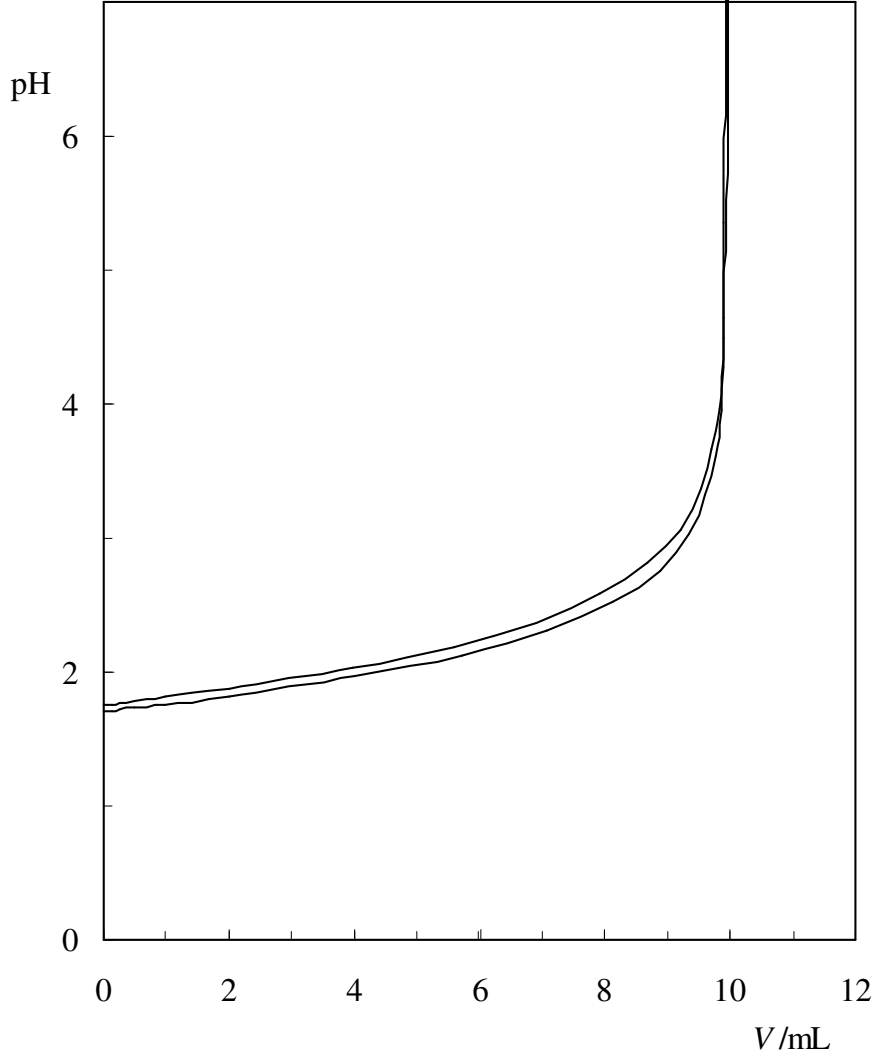
pH	v_1	v_2	n_A
1,600	2,476	1,686	1,901
1,700	3,845	3,017	1,920
1,800	4,915	4,206	1,772
1,900	5,864	5,160	1,754
2,000	6,603	5,980	1,659
2,200	7,725	7,243	1,500
2,400	8,458	8,105	1,362
2,600	8,944	8,700	1,248
2,800	9,270	9,094	1,177
3,000	9,447	9,337	1,111
3,200	9,578	9,520	1,058
3,400	9,669	9,648	1,021
3,600	9,711	9,701	1,010
3,800	9,753	9,754	0,999
4,000	9,771	9,785	0,986
4,250	9,793	9,811	0,982
4,500	9,803	9,821	0,982
4,750	9,809	9,830	0,978
5,000	9,815	9,840	0,975
5,250	9,821	9,847	0,974
5,500	9,828	9,850	0,978
5,750	9,839	9,854	0,986
6,000	9,850	9,857	0,993
6,250	9,861	9,861	1,000
6,500	9,872	9,864	1,007
6,750	9,864	9,867	0,997
7,000	9,844	9,871	0,973
7,250	9,842	9,874	0,969
7,500	9,845	9,878	0,967
7,750	9,848	9,886	0,962
8,000	9,851	9,895	0,956
8,250	9,853	9,913	0,940
8,500	9,856	9,944	0,912
8,750	9,858	9,982	0,876



Şekil 6.6.4. Ala'nın Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi
($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$ $T = 20,0^\circ\text{C}$)

ÇİZELGE 6.6.5. HClO₄ ve HClO₄ ile Ala (0,04 mol L⁻¹) Çözeltisinin
Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$
 $T = 35,0^\circ\text{C}$)

V/mL	pH	V/mL	pH
0,000	1,709	0,000	1,756
0,125	1,713	0,125	1,761
0,251	1,720	0,251	1,767
0,500	1,733	0,500	1,781
1,001	1,761	1,001	1,810
2,000	1,821	2,000	1,872
4,000	1,965	3,983	2,026
5,715	2,130	5,605	2,191
7,062	2,310	6,915	2,376
8,114	2,518	7,930	2,580
8,868	2,760	8,674	2,810
9,343	3,036	9,198	3,066
9,611	3,325	9,532	3,366
9,761	3,616	9,710	3,664
9,853	3,954	9,814	3,964
9,909	4,646	9,882	4,489
9,931	5,326	9,911	5,360
9,947	6,122	9,928	6,516
9,958	6,793	9,930	6,625
9,964	7,143	9,942	7,486
9,981	8,047	9,958	7,916
9,998	8,800	9,983	8,202
10,001	9,191	10,001	8,449

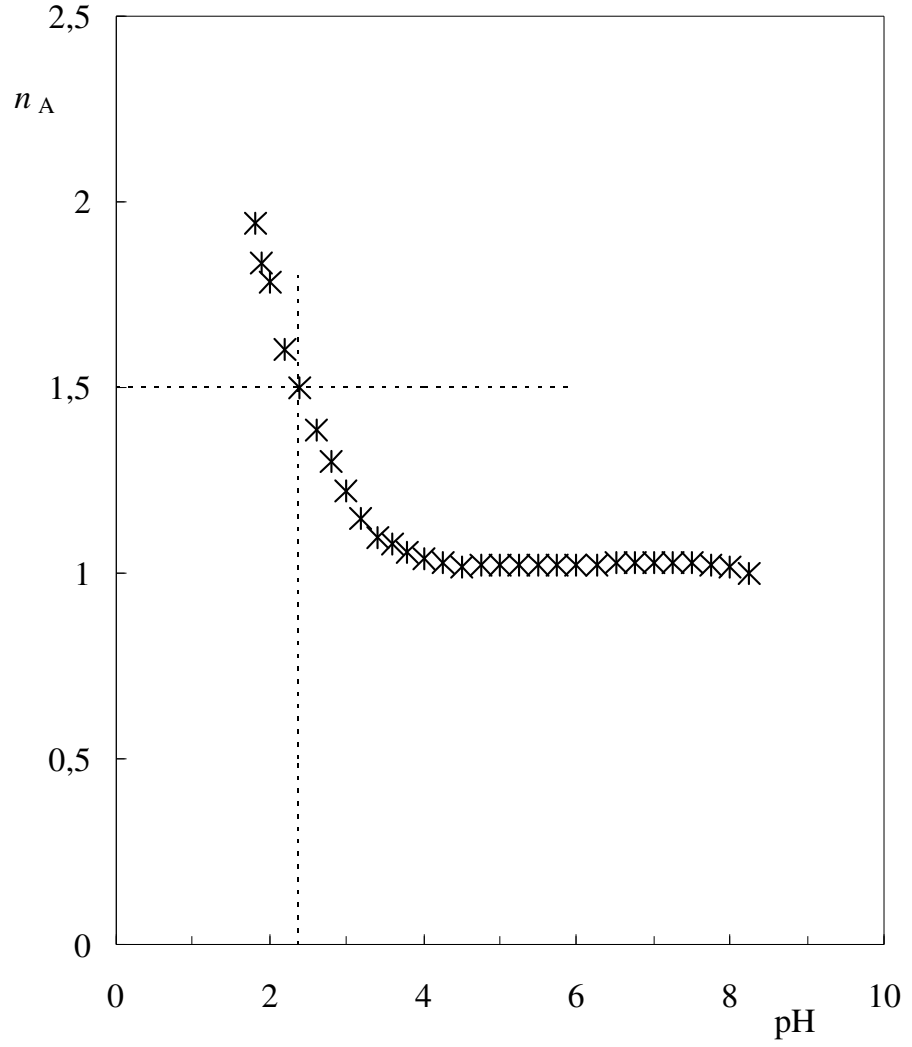


Şekil 6.6.5. HClO_4 ve HClO_4 ile Ala çözeltisinin
Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$

ÇİZELGE 6.6.6. HClO₄ ve HClO₄ ile Ala Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Ala'nın Protonlanma Derecesi Değerleri

($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)

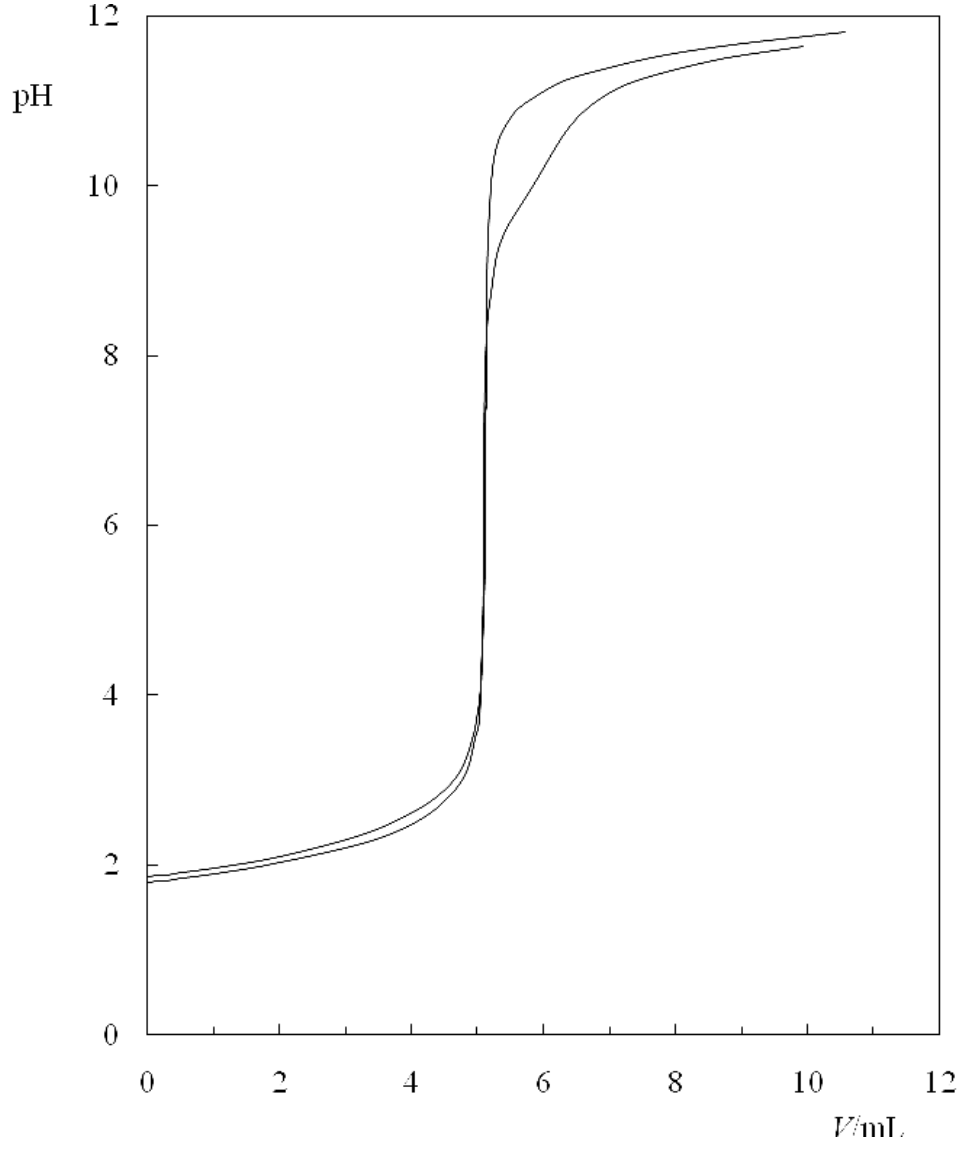
pH	v_1	v_2	n_A
1,800	1,645	0,833	1,943
1,900	3,094	2,357	1,833
2,000	4,361	3,650	1,785
2,200	6,236	5,669	1,605
2,400	7,516	7,036	1,500
2,600	8,369	7,994	1,385
2,800	8,936	8,643	1,299
3,000	9,281	9,064	1,220
3,200	9,495	9,347	1,149
3,400	9,649	9,552	1,098
3,600	9,753	9,672	1,081
3,800	9,811	9,757	1,054
4,000	9,857	9,818	1,039
4,250	9,877	9,851	1,026
4,500	9,897	9,883	1,015
4,750	9,912	9,891	1,022
5,000	9,920	9,899	1,021
5,250	9,928	9,907	1,021
5,500	9,934	9,913	1,021
5,750	9,939	9,917	1,023
6,000	9,945	9,920	1,024
6,250	9,949	9,924	1,025
6,500	9,953	9,927	1,026
6,750	9,958	9,931	1,026
7,000	9,962	9,935	1,027
7,250	9,966	9,939	1,027
7,500	9,971	9,943	1,028
7,750	9,976	9,952	1,024
8,000	9,980	9,965	1,015
8,250	9,986	9,987	0,999



Şekil 6.6.6. Ala'nın Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi
($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)

ÇİZELGE 6.7.1. HClO₄ ve HClO₄ ile Lös Çözeltisinin
Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$
 $T = 5,0^\circ\text{C}$)

V/mL	pH	V/mL	pH
0,000	1,873	0,000	1,854
0,125	1,882	0,125	1,863
0,251	1,896	0,251	1,875
0,500	1,922	0,500	1,901
1,001	1,979	1,001	1,962
2,000	2,113	2,000	2,102
3,203	2,349	3,175	2,354
3,965	2,584	3,864	2,582
4,465	2,860	4,341	2,842
4,747	3,144	4,640	3,150
4,910	3,475	4,796	3,455
4,994	3,866	4,886	3,860
5,036	4,448	4,930	4,492
5,058	5,276	4,952	5,368
5,075	6,417	4,961	6,078
5,081	6,929	4,967	6,531
5,090	7,718	4,982	7,402
5,105	8,642	5,000	7,937
5,122	9,190	5,021	8,242
5,144	9,536	5,056	8,446
5,175	9,769	5,118	8,718
5,227	10,154	5,199	9,011
5,279	10,455	5,291	9,249
5,343	10,745	5,417	9,529
5,421	10,974	5,560	9,745
5,533	11,171	5,760	10,047
5,709	11,369	5,962	10,292
5,969	11,553	6,206	10,604
6,363	11,728	6,420	10,791
6,948	11,896	6,747	10,999
		7,180	11,165
		7,838	11,331
		8,756	11,461
		10,001	11,598

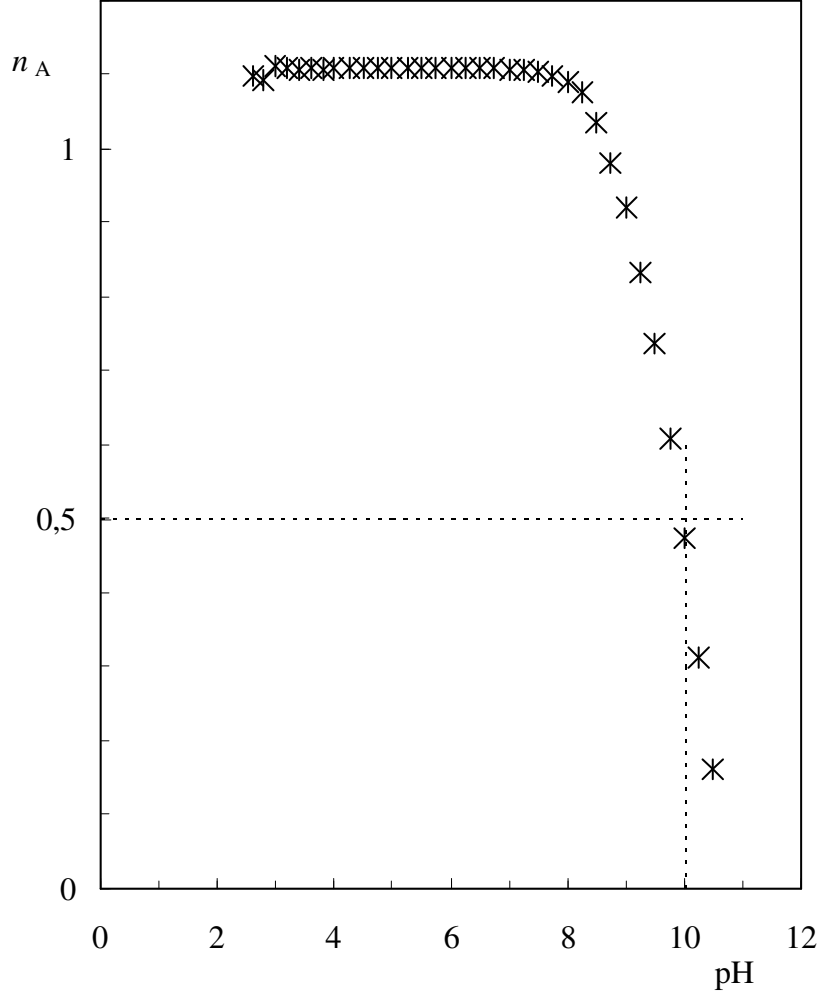


Şekil 6.7.1. HClO_4 ve HClO_4 ile Lös çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$

ÇİZELGE 6.7.2. HClO₄ ve HClO₄ ile Lös Çözeltilerinin Hesaplanmış
Potansiyometrik Titrasyon ve Lös'ün Protonlanma Derecesi Değerleri

$$(c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}, T = 5,0^\circ\text{C})$$

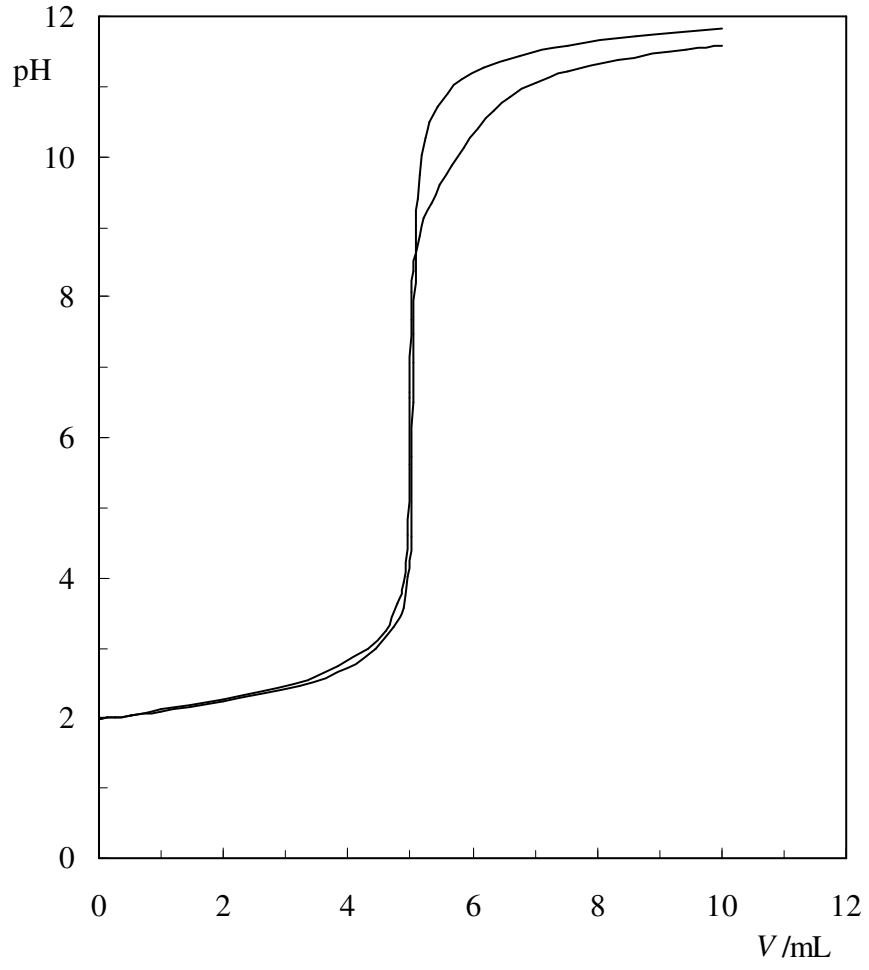
pH	v_1	v_2	n_A
1,900	0,293	0,489	0,784
2,000	1,156	1,273	0,873
2,200	2,443	2,457	0,985
2,400	3,368	3,313	1,057
2,600	3,993	3,896	1,100
2,800	4,356	4,264	1,094
3,000	4,604	4,494	1,112
3,200	4,775	4,665	1,111
3,400	4,873	4,768	1,106
3,600	4,937	4,829	1,109
3,800	4,980	4,873	1,108
4,000	5,004	4,896	1,109
4,250	5,022	4,913	1,110
4,500	5,038	4,930	1,109
4,750	5,044	4,936	1,109
5,000	5,051	4,943	1,109
5,250	5,058	4,949	1,110
5,500	5,061	4,954	1,109
5,750	5,065	4,957	1,109
6,000	5,069	4,960	1,109
6,250	5,072	4,963	1,110
6,500	5,075	4,966	1,110
6,750	5,078	4,971	1,109
7,000	5,081	4,975	1,107
7,250	5,084	4,979	1,106
7,500	5,087	4,985	1,103
7,750	5,090	4,993	1,097
8,000	5,094	5,004	1,091
8,250	5,098	5,023	1,076
8,500	5,102	5,068	1,034
8,750	5,108	5,127	0,981
9,000	5,116	5,196	0,920
9,250	5,126	5,292	0,833
9,500	5,142	5,404	0,736
9,750	5,173	5,563	0,607
10,000	5,207	5,729	0,474
10,250	5,244	5,928	0,313
10,500	5,289	6,125	0,161



Şekil 6.7.2. Lös'ün Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi
 ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)

ÇİZELGE 6.7.3. HClO₄ ve HClO₄ ile Lös Çözeltisinin
Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$
 $T = 20,0^\circ\text{C}$)

V/mL	pH	V/mL	pH
0,000	1,991	0,000	1,988
0,125	2,000	0,125	2,017
0,251	2,011	0,251	2,015
0,500	2,037	0,500	2,044
1,001	2,093	1,001	2,107
2,000	2,226	2,000	2,254
3,208	2,459	3,129	2,496
3,981	2,706	3,842	2,734
4,454	2,973	4,314	2,998
4,731	3,280	4,602	3,249
4,876	3,568	4,805	3,618
4,967	4,010	4,896	3,925
5,006	4,580	4,955	4,596
5,028	5,714	4,978	5,618
5,043	6,496	4,991	6,563
5,053	7,055	4,993	6,655
5,061	7,480	5,008	7,664
5,079	8,414	5,026	8,060
5,096	9,015	5,051	8,363
5,118	9,413	5,090	8,624
5,147	9,736	5,145	8,868
5,186	10,020	5,226	9,125
5,240	10,257	5,330	9,350
5,319	10,502	5,475	9,603
5,425	10,712	5,653	9,869
5,585	10,906	5,854	10,129
5,829	11,098	6,086	10,419
6,187	11,264	6,325	10,671
6,750	11,437	6,602	10,865
7,540	11,593	6,998	11,061
8,632	11,730	7,533	11,223
10,001	11,846	8,330	11,382
		9,417	11,518
		10,001	11,569

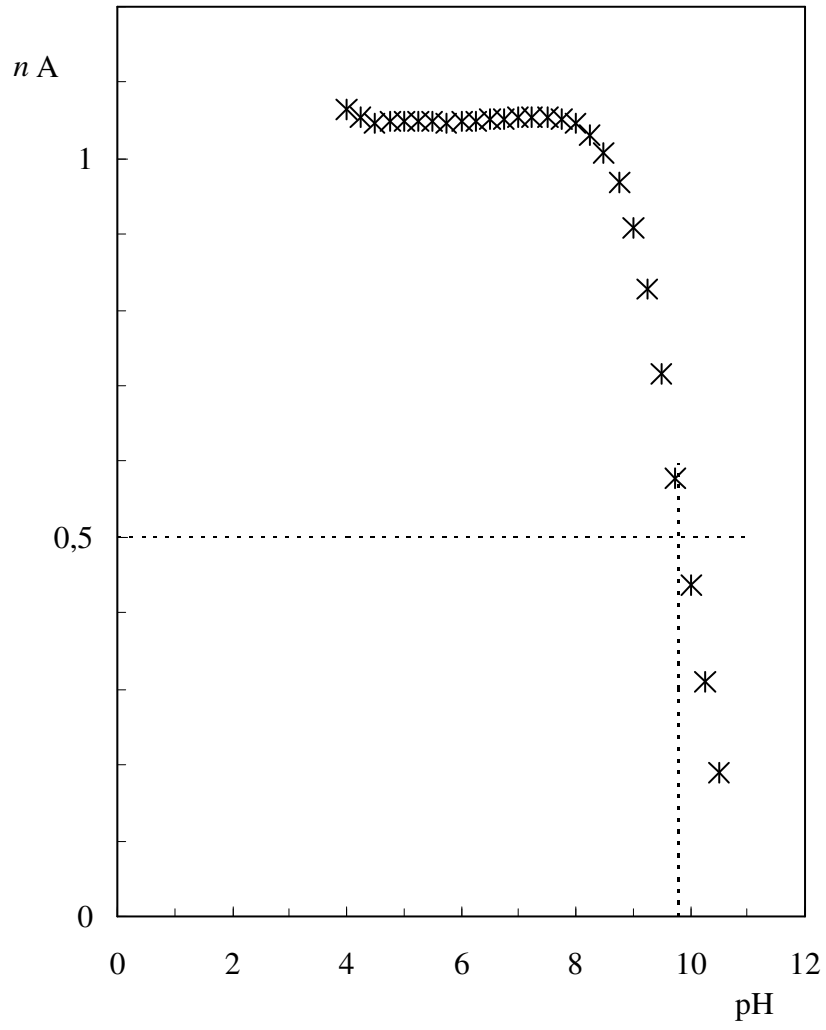


Şekil 6.7.3. HClO₄ ve HClO₄ ile Løs Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)

ÇİZELGE 6.7.4. HClO₄ ve HClO₄ ile Lös Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Lös'ün Protonlanma Derecesi Değerleri

($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)

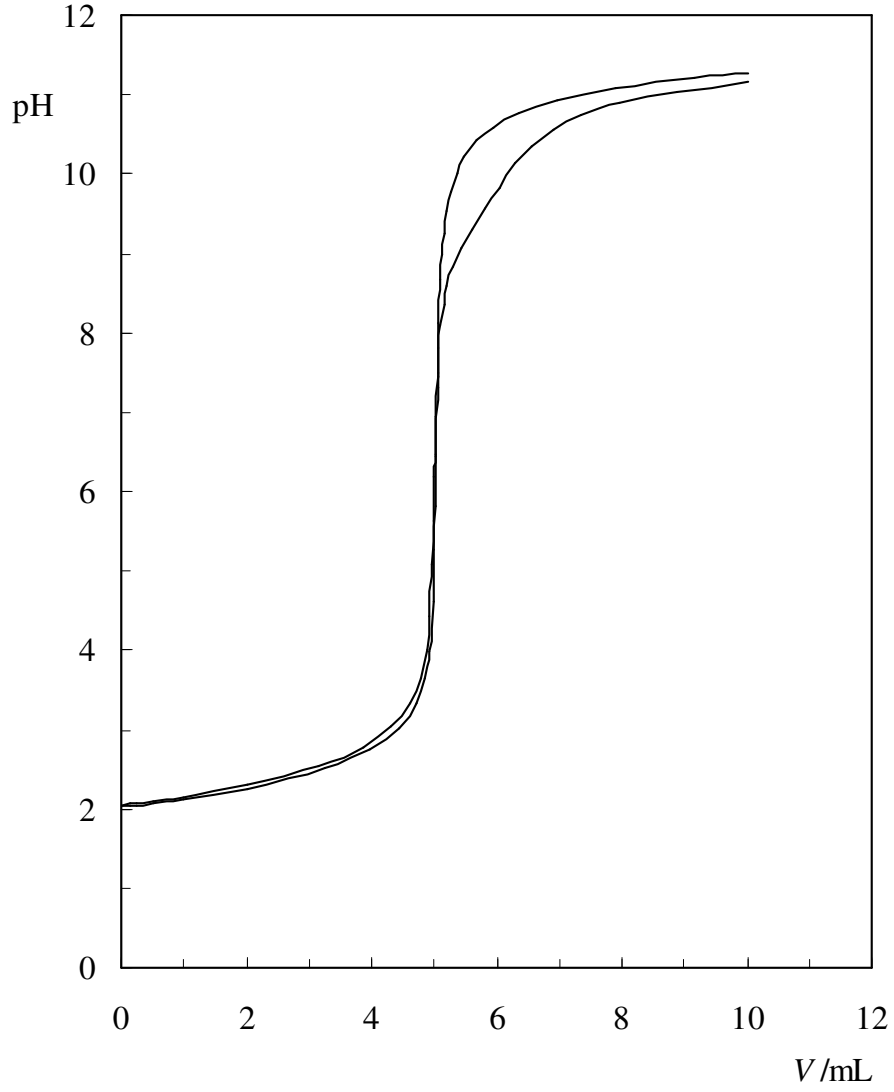
pH	v_1	v_2	n_A
2,000	0,126	0,052	1,081
2,200	1,804	1,631	1,184
2,400	2,901	2,679	1,231
2,600	3,649	3,439	1,215
2,800	4,147	3,959	1,191
3,000	4,478	4,316	1,164
3,200	4,659	4,545	1,114
3,400	4,791	4,685	1,107
3,600	4,882	4,795	1,088
3,800	4,923	4,859	1,065
4,000	4,965	4,902	1,062
4,250	4,983	4,924	1,059
4,500	5,001	4,946	1,055
4,750	5,010	4,958	1,052
5,000	5,014	4,964	1,051
5,250	5,019	4,969	1,050
5,500	5,024	4,975	1,049
5,750	5,029	4,980	1,049
6,000	5,034	4,983	1,050
6,250	5,038	4,987	1,052
6,500	5,043	4,990	1,053
6,750	5,048	4,994	1,054
7,000	5,052	4,998	1,054
7,250	5,057	5,002	1,055
7,500	5,061	5,005	1,056
7,750	5,066	5,012	1,054
8,000	5,071	5,023	1,048
8,250	5,075	5,042	1,034
8,500	5,081	5,071	1,010
8,750	5,089	5,118	0,970
9,000	5,096	5,187	0,909
9,250	5,109	5,283	0,826
9,500	5,126	5,416	0,710
10,000	5,184	5,754	0,431
10,250	5,238	5,951	0,289
10,750	5,456	6,438	0,026



Şekil 6.7.4. Lös'ün Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi
($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)

ÇİZELGE 6.7.5. HClO₄ ve HClO₄ ile Løs çözeltisinin
Potansiyometrik Titrasyon değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$
 $T = 35^\circ\text{C}$)

V/mL	pH	V/mL	pH
0,000	2,036	0,000	2,050
0,125	2,043	0,125	2,059
0,251	2,055	0,251	2,073
0,500	2,078	0,500	2,099
1,001	2,134	1,001	2,160
2,000	2,263	2,000	2,304
3,234	2,504	3,132	2,543
3,980	2,751	3,852	2,783
4,432	3,010	4,319	3,037
4,711	3,327	4,621	3,326
4,850	3,648	4,792	3,640
4,926	3,972	4,888	3,999
4,975	4,620	4,940	4,425
4,997	5,258	4,970	5,086
5,015	5,825	4,987	5,626
5,035	6,468	5,006	6,180
5,057	7,322	5,014	6,441
5,061	7,484	5,030	6,930
5,076	8,132	5,049	7,428
5,094	8,676	5,073	7,810
5,117	8,984	5,105	8,107
5,151	9,252	5,148	8,358
5,201	9,534	5,212	8,589
5,267	9,785	5,306	8,840
5,355	10,013	5,428	9,075
5,482	10,225	5,590	9,309
5,665	10,424	5,800	9,573
5,935	10,597	6,036	9,837
6,362	10,775	6,299	10,130
6,981	10,933	6,562	10,360
7,885	11,077	6,889	10,558
9,153	11,203	7,339	10,741
10,001	11,259	7,969	10,897



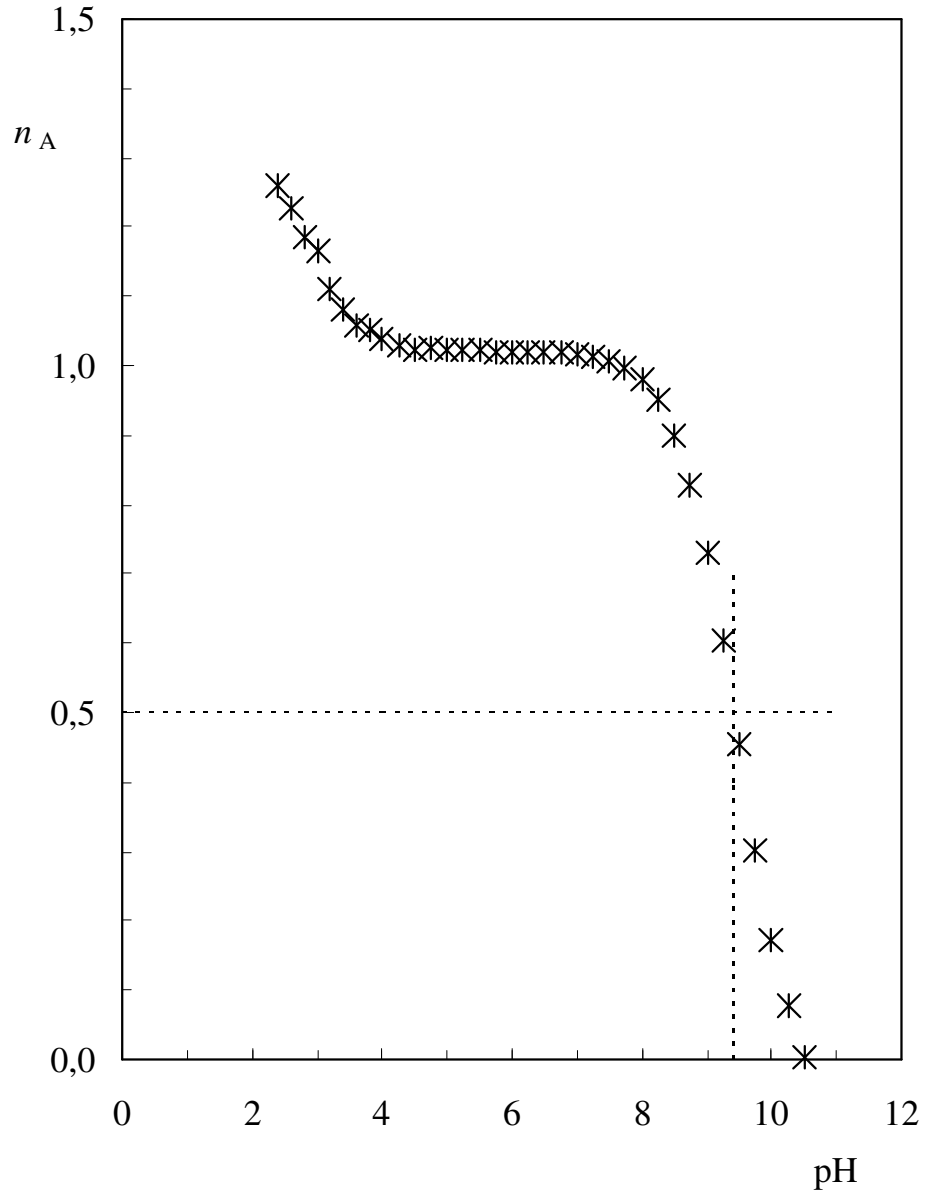
Şekil 6.7.5. HClO_4 ve HClO_4 ile Lös Çözeltisi
Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35^\circ\text{C}$

ÇİZELGE 6.7.6. HClO₄ ve HClO₄ ile Lös çözeltilerinin hesaplanmış

Potansiyometrik Titrasyon ve Lös'in Protonlanma derecesi değerleri

($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35^\circ\text{C}$)

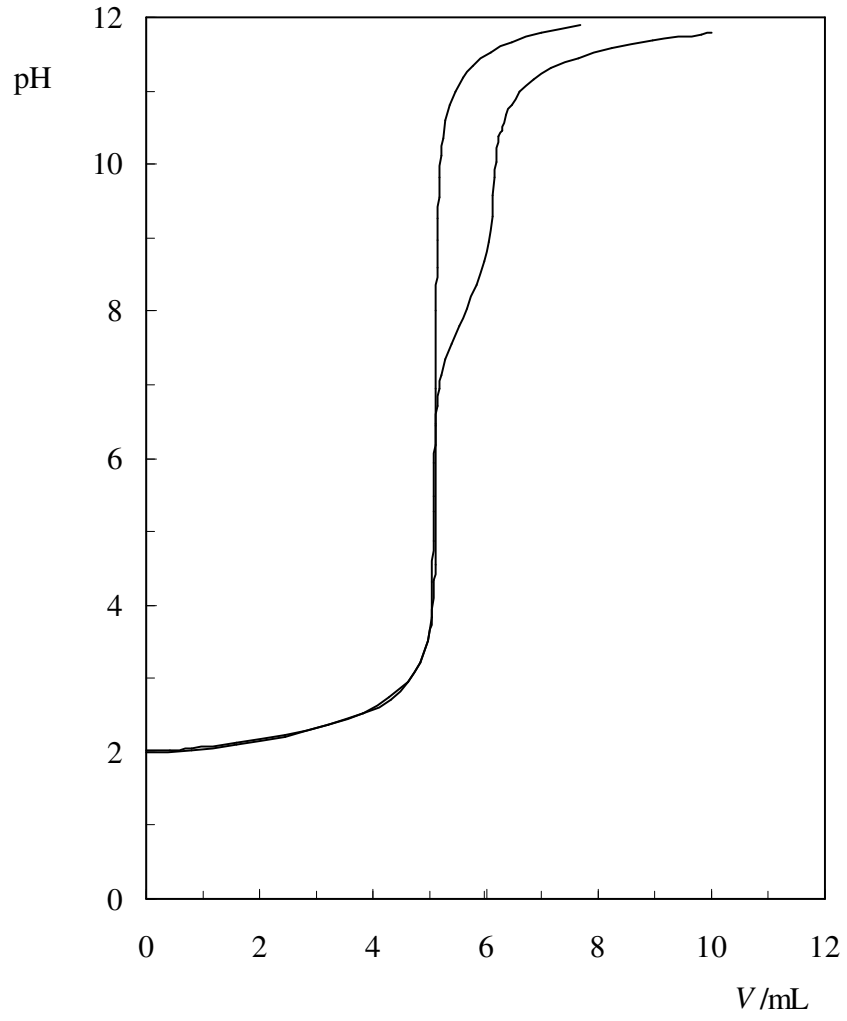
pH	v_1	v_2	n_A
2,060	0,308	0,132	1,174
2,100	0,696	0,505	1,189
2,200	1,514	1,275	1,232
2,400	2,701	2,453	1,235
2,600	3,523	3,303	1,206
2,800	4,065	3,883	1,169
3,000	4,416	4,252	1,151
3,200	4,599	4,490	1,100
3,400	4,742	4,661	1,074
3,600	4,829	4,771	1,053
3,800	4,885	4,835	1,046
4,000	4,928	4,888	1,036
4,250	4,947	4,918	1,026
4,500	4,966	4,943	1,021
4,750	4,979	4,954	1,023
5,000	4,988	4,966	1,020
5,250	4,997	4,975	1,020
5,500	5,004	4,983	1,019
5,750	5,012	4,992	1,019
6,000	5,020	5,000	1,018
6,250	5,028	5,009	1,018
6,500	5,036	5,016	1,018
6,750	5,042	5,024	1,017
7,000	5,049	5,032	1,015
7,250	5,055	5,042	1,012
7,500	5,061	5,053	1,007
7,750	5,067	5,069	0,998
8,000	5,073	5,093	0,981
8,250	5,080	5,129	0,955
8,500	5,088	5,188	0,909
8,750	5,099	5,272	0,843
9,000	5,119	5,389	0,755
9,250	5,151	5,549	0,639
9,500	5,195	5,742	0,505
9,750	5,258	5,958	0,366
10,000	5,350	6,182	0,249
10,250	5,505	6,436	0,162
10,500	5,784	6,793	0,095



Şekil 6.7.6. Lös'in protonlanma derecesinin pH ile değişimi
 $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}, T = 35^\circ\text{C}$

ÇİZELGE 6.8.1. HClO₄ ve HClO₄ ile Lös Metil Ester ÇözeltisininPotansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)

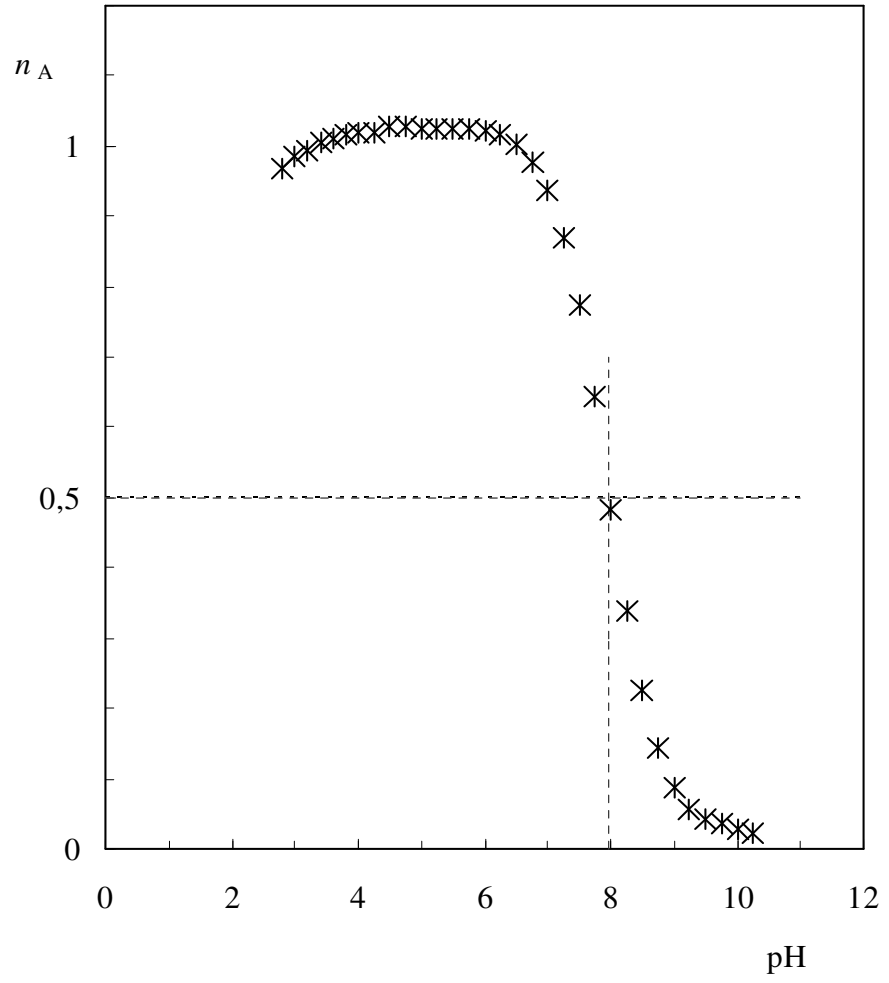
V/mL	pH	V/mL	pH
0,000	2,025	0,000	2,002
0,401	2,017	0,800	2,022
0,800	2,044	1,600	2,099
1,600	2,120	2,468	2,213
2,454	2,230	3,223	2,355
3,221	2,372	3,829	2,519
3,824	2,537	4,306	2,717
4,292	2,731	4,640	2,949
4,633	2,962	4,853	3,222
4,851	3,225	4,971	3,521
4,978	3,511	5,033	3,843
5,049	3,832	5,066	4,318
5,087	4,344	5,080	4,863
5,101	4,540	5,085	5,256
5,127	6,440	5,088	5,487
5,129	6,940	5,095	5,920
5,133	8,006	5,105	6,186
5,139	8,594	5,121	6,467
5,147	8,962	5,144	6,708
5,158	9,266	5,176	6,934
5,175	9,553	5,222	7,136
5,197	9,814	5,293	7,354
5,226	10,113	5,390	7,568
5,260	10,358	5,519	7,804
5,306	10,586	5,671	8,031
5,369	10,812	5,855	8,353
5,453	10,993	5,979	8,676
5,586	11,163	6,052	8,938
5,792	11,346	6,108	9,294
6,075	11,510	6,138	9,582
6,465	11,653	6,161	9,816
6,998	11,783	6,194	10,040
7,678	11,902	6,241	10,376



Şekil 6.8.1. HClO₄ ve HClO₄ ile Løs Metil Ester Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1} T = 5,0^\circ\text{C}$

ÇİZELGE 6.8.2. HClO₄ ve HClO₄ Lös Metil Ester Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Lös'ün Protonlanma Derecesi Değerleri (c(NaClO₄) = 0,1 mol L⁻¹, T = 5,0°C)

pH	v_1	v_2	n_A
2,200	2,222	2,366	0,848
2,400	3,321	3,390	0,929
2,600	3,975	4,025	0,950
2,800	4,394	4,425	0,968
3,000	4,664	4,680	0,985
3,200	4,831	4,836	0,995
3,400	4,929	4,923	1,006
3,600	4,998	4,986	1,012
3,800	5,042	5,025	1,018
4,000	5,062	5,044	1,018
4,250	5,080	5,061	1,019
4,500	5,098	5,070	1,028
4,750	5,104	5,077	1,027
5,000	5,107	5,082	1,026
5,250	5,111	5,085	1,026
5,500	5,114	5,088	1,026
5,750	5,117	5,092	1,025
6,000	5,121	5,098	1,023
6,250	5,124	5,109	1,016
6,500	5,127	5,124	1,003
6,750	5,128	5,150	0,978
7,000	5,129	5,191	0,938
7,250	5,130	5,259	0,871
7,500	5,131	5,359	0,772
7,750	5,132	5,489	0,643
8,000	5,133	5,650	0,483
8,250	5,136	5,796	0,340
8,500	5,138	5,911	0,227
8,750	5,142	5,999	0,143
9,000	5,148	6,061	0,087
9,250	5,158	6,101	0,057
9,500	5,172	6,129	0,043
9,750	5,191	6,154	0,038
10,000	5,215	6,188	0,028
10,250	5,245	6,223	0,024



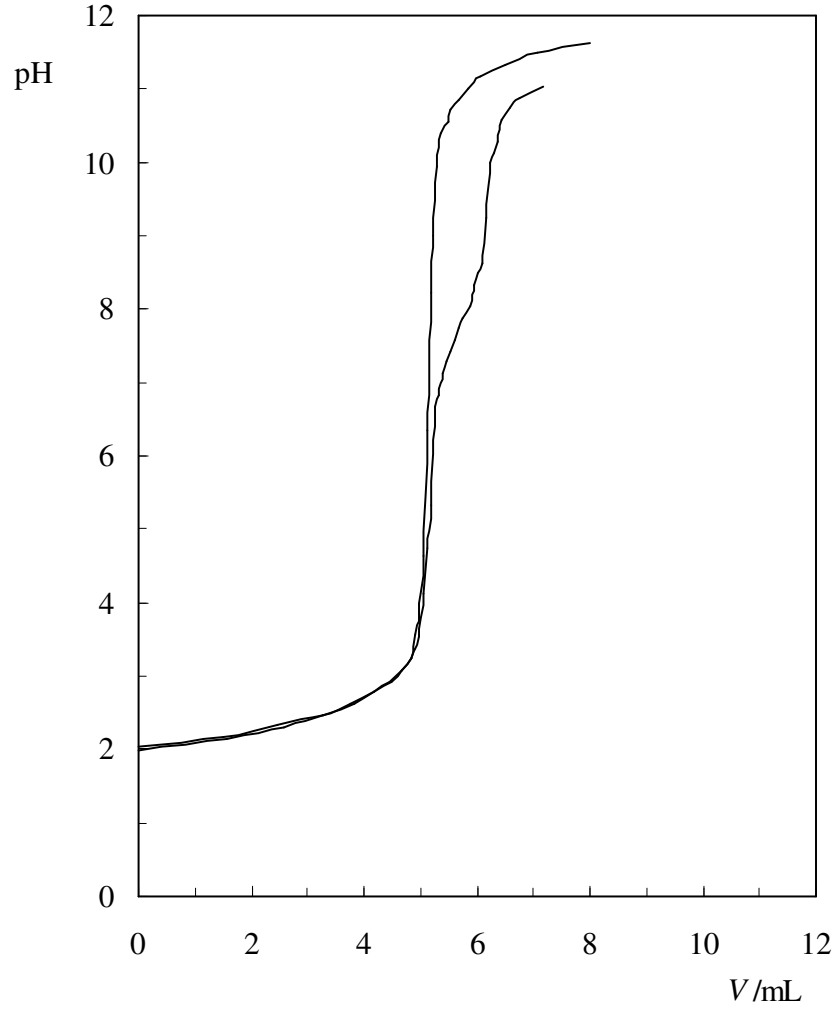
Şekil 6.8.2. Lös Metil Esterin Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi
($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)

ÇİZELGE 6.8.3. HClO₄ ve HClO₄ ile Lös Metil Ester Çözeltisinin

Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$

$T = 20,0^\circ\text{C}$)

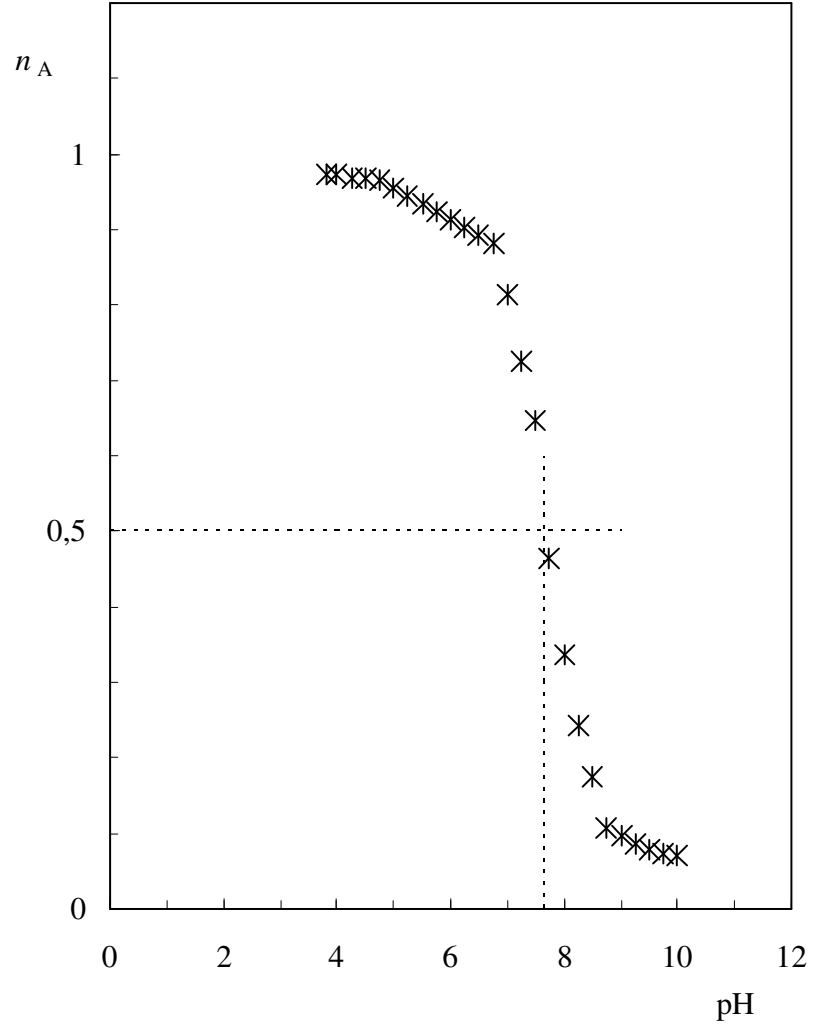
V/mL	pH	V/mL	pH
0,000	1,995	0,000	2,026
1,575	2,151	1,488	2,176
2,583	2,306	2,480	2,327
3,276	2,462	3,260	2,477
3,843	2,617	3,756	2,627
4,158	2,773	4,181	2,777
4,473	2,928	4,465	2,927
4,662	3,084	4,677	3,078
4,851	3,239	4,819	3,228
4,914	3,550	4,890	3,378
4,977	3,861	4,961	3,528
5,040	4,638	5,032	4,129
5,103	6,349	5,103	4,729
5,166	8,214	5,173	5,330
5,229	8,992	5,244	6,682
5,292	9,925	5,315	6,832
5,355	10,391	5,386	7,132
5,481	10,547	5,457	7,282
5,543	10,702	5,528	7,433
5,669	10,858	5,599	7,583
5,858	11,013	5,669	7,733
6,047	11,169	5,740	7,883
6,488	11,324	5,882	8,033
7,055	11,480	5,953	8,334
8,000	11,635	6,024	8,484



Şekil 6.8.3. HClO₄ ve HClO₄ ile Lös Metil Ester Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1} T = 20,0^\circ\text{C}$

ÇİZELGE 6.8.4. HClO₄ ve HClO₄ ile Lös Metil Ester Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Lös'ün Protonlanma Derecesi Değerleri (c(NaClO₄) = 0,1 mol L⁻¹, T = 20,0°C)

pH	v_1	v_2	n_A
2,200	2,070	1,646	1,449
2,400	3,001	2,860	1,147
2,600	3,781	3,667	1,117
2,800	4,213	4,225	0,988
3,000	4,560	4,567	0,993
3,200	4,803	4,792	1,011
3,400	4,884	4,900	0,983
3,600	4,924	4,970	0,954
3,800	4,965	4,993	0,971
4,000	4,988	5,017	0,971
4,250	5,009	5,046	0,962
4,500	5,029	5,076	0,953
4,750	5,044	5,105	0,939
5,000	5,053	5,135	0,919
5,250	5,063	5,164	0,899
5,500	5,072	5,182	0,890
5,750	5,081	5,195	0,886
6,000	5,090	5,208	0,882
6,250	5,099	5,221	0,878
6,500	5,108	5,234	0,874
6,750	5,117	5,276	0,840
7,000	5,125	5,355	0,770
7,250	5,133	5,442	0,692
7,500	5,142	5,560	0,582
7,750	5,128	5,677	0,451
8,000	5,159	5,851	0,308
8,250	5,169	5,933	0,236
8,500	5,189	6,032	0,159
8,750	5,209	6,109	0,102
9,000	5,230	6,138	0,093
9,250	5,246	6,167	0,081
9,500	5,263	6,191	0,075
9,750	5,280	6,214	0,069
10,000	5,302	6,243	0,063



Ş

Şekil 6.8.4. Lös Metil Esterin Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi

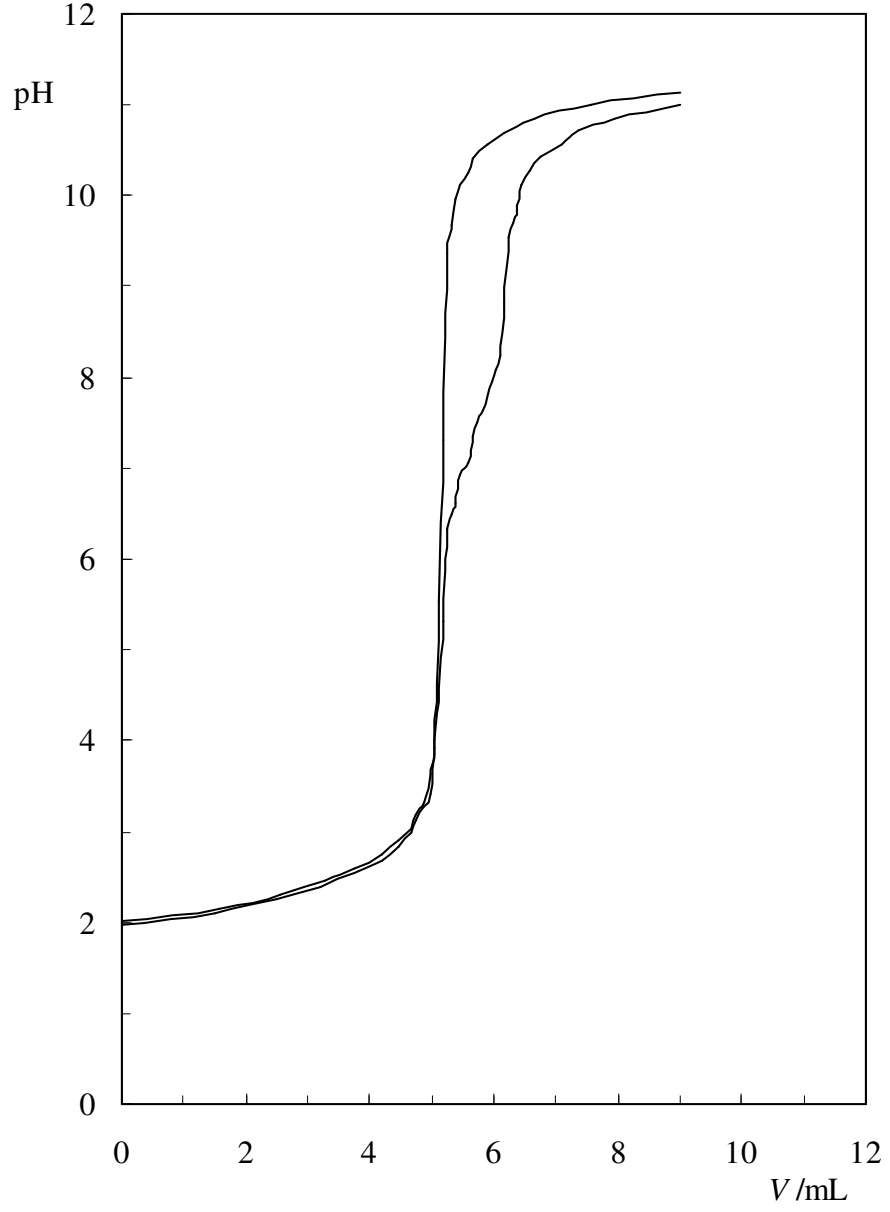
$c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$

ÇİZELGE 6.8.5. HClO₄ ve HClO₄ ile Lös Metil Ester çözeltisinin

Potansiyometrik Titrasyon değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$

$T = 35^\circ\text{C}$)

V/mL	pH	V/mL	pH
1,559	2,152	1,488	2,106
2,551	2,299	2,480	2,252
3,260	2,447	3,189	2,398
3,756	2,594	3,756	2,544
4,181	2,742	4,181	2,690
4,465	2,890	4,465	2,836
4,677	3,037	4,677	2,981
4,748	3,184	4,748	3,127
4,890	3,331	4,890	3,273
4,961	3,626	4,961	3,419
5,032	3,921	5,032	4,003
5,103	5,543	5,103	4,586
5,173	7,312	5,173	5,315
5,244	9,376	5,244	6,336
5,315	9,671	5,315	6,482
5,386	9,966	5,386	6,628
5,457	10,113	5,457	6,920
5,599	10,261	5,599	7,066
5,669	10,408	5,669	7,358
5,882	10,555	5,740	7,503
6,166	10,703	5,820	7,649
6,662	10,850	5,953	7,941
7,583	10,998	6,024	8,087
9,000	11,145	6,095	8,233



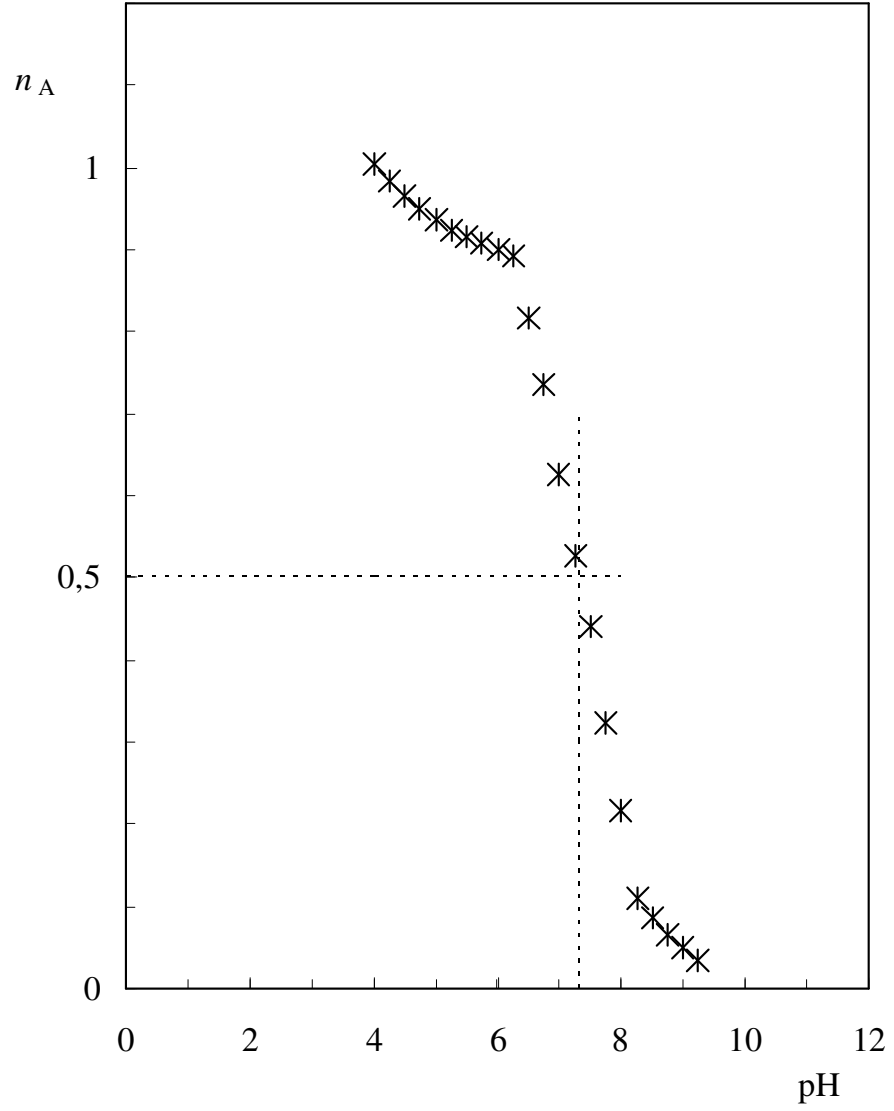
Şekil 6.8.5. HClO₄ ve HClO₄ ile Lös Metil Ester çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1} T = 35^\circ\text{C}$

ÇİZELGE 6.8.6. HClO₄ ve HClO₄ ile Lösin Metil Ester çözeltisinin

Potansiyometrik Titrasyon değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$

$T = 35^\circ\text{C}$)

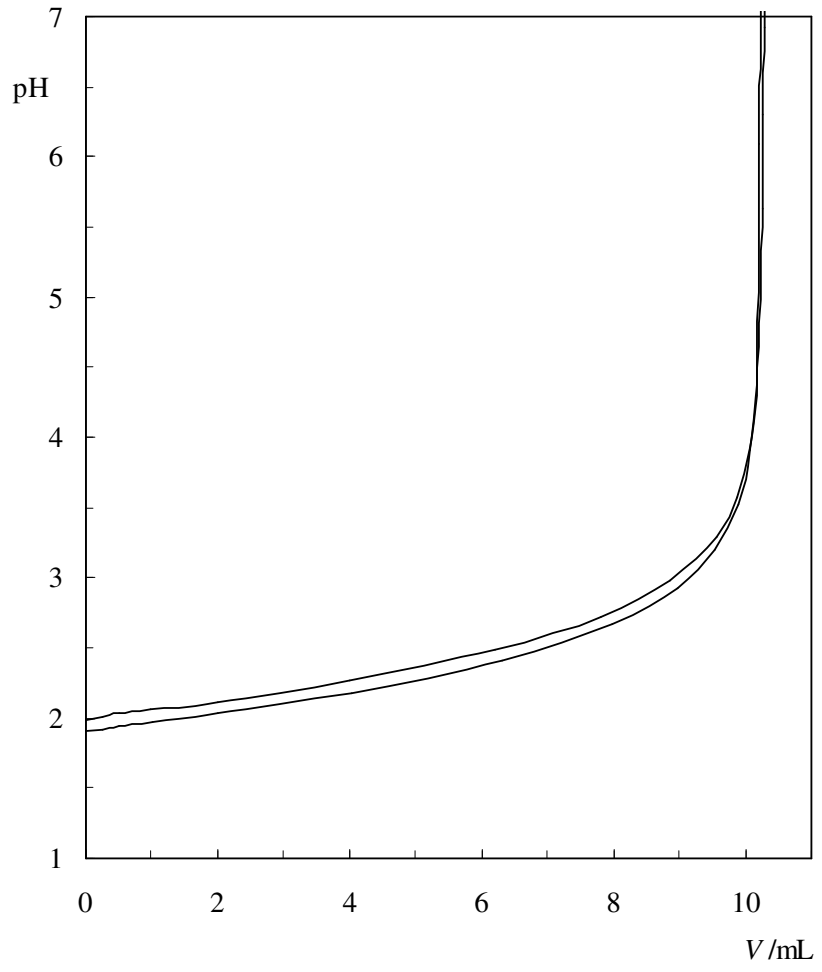
pH	v_1	v_2	n_A
2,200	1,883	2,127	0,741
2,400	3,035	3,197	0,832
2,600	3,773	3,919	0,850
2,800	4,292	4,395	0,896
3,000	4,624	4,686	0,937
3,200	4,763	4,819	0,944
3,400	4,907	4,952	0,955
3,600	4,955	4,983	0,972
3,800	5,003	5,007	0,996
4,000	5,035	5,032	1,004
4,250	5,046	5,062	0,984
4,500	5,057	5,093	0,965
4,750	5,068	5,119	0,949
5,000	5,079	5,143	0,936
5,250	5,090	5,167	0,923
5,500	5,101	5,186	0,915
5,750	5,111	5,203	0,908
6,000	5,121	5,221	0,900
6,250	5,131	5,238	0,893
6,500	5,141	5,324	0,817
6,750	5,151	5,416	0,735
7,000	5,161	5,535	0,626
7,250	5,171	5,643	0,528
7,500	5,179	5,739	0,441
7,750	5,188	5,866	0,322
8,000	5,197	5,982	0,215
8,250	5,205	6,097	0,109
8,500	5,214	6,128	0,087
8,750	5,222	6,158	0,066
9,000	5,231	6,184	0,049
9,250	5,240	6,208	0,033
9,500	5,274	6,232	0,044
9,750	5,334	6,335	0,002



Şekil 6.8.6. Lösin Metil Esterin protonlanma derecesinin pH ile Değişimi
($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35^\circ\text{C}$)

ÇİZELGE 6.9.1. HClO₄ ve HClO₄ ile Lös (0,04 mol L⁻¹) Çözeltisinin
Potansiyometrik Titrasyon Değerleri (c(NaClO₄) = 0,1 mol L⁻¹
T = 5,0°C)

V/mL	pH	V/mL	pH
0,000	1,496	0,000	1,540
0,125	1,498	0,125	1,541
0,251	1,505	0,251	1,549
0,500	1,519	0,500	1,563
1,001	1,548	1,001	1,595
2,000	1,610	2,000	1,660
3,995	1,763	3,978	1,817
5,631	1,923	5,602	1,982
7,002	2,107	6,937	2,169
8,062	2,320	7,962	2,378
8,799	2,569	8,701	2,614
9,247	2,839	9,192	2,884
9,506	3,136	9,478	3,171
9,647	3,493	9,642	3,495
9,716	3,920	9,729	3,955
9,751	4,580	9,767	4,367
9,770	5,312	9,793	5,047
9,786	6,001	9,811	6,052
9,804	6,840	9,811	6,066
9,805	6,891	9,826	6,906
9,822	7,695	9,844	7,661
9,841	8,319	9,863	8,092
9,863	8,736	9,889	8,330
9,890	9,034	9,934	8,563
9,931	9,283	10,001	8,802



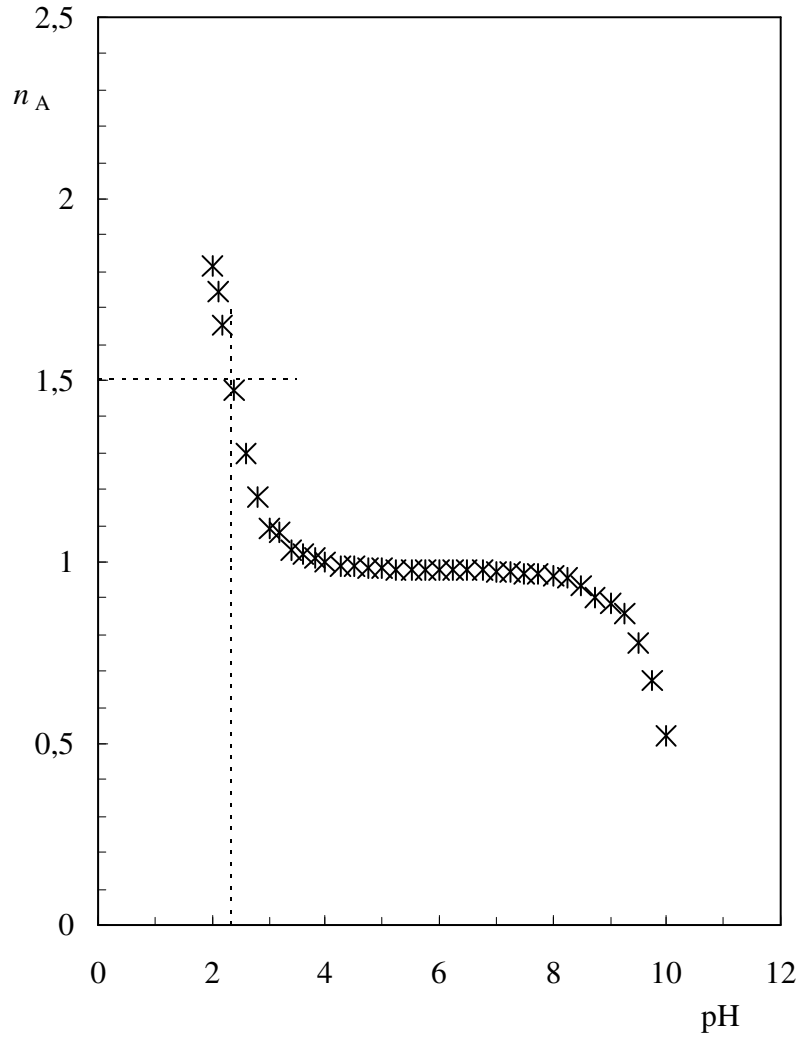
Şekil 6.9.1. HClO₄ ve HClO₄ ile Lös Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$

ÇİZELGE 6.9.2. HClO₄ ve HClO₄ ile Lös (0,04 mol L⁻¹)

Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Lös'ün

Protonlanma Derecesi Değerleri($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)

pH	v_1	v_2	n_A
1,600	1,832	1,056	1,896
1,700	3,170	2,437	1,824
1,800	4,371	3,666	1,775
1,900	5,392	4,669	1,780
2,000	6,202	5,580	1,662
2,200	7,465	6,905	1,582
2,400	8,299	7,826	1,485
2,600	8,851	8,481	1,376
2,800	9,182	8,985	1,199
3,000	9,387	9,308	1,080
3,200	9,531	9,493	1,038
3,400	9,610	9,594	1,017
3,600	9,664	9,662	1,003
3,800	9,696	9,700	0,997
4,000	9,720	9,733	0,986
4,250	9,733	9,757	0,977
4,500	9,747	9,772	0,974
4,750	9,755	9,782	0,973
5,000	9,762	9,791	0,970
5,250	9,768	9,797	0,972
5,500	9,775	9,801	0,973
5,750	9,780	9,806	0,975
6,000	9,786	9,810	0,976
6,250	9,792	9,814	0,977
6,500	9,797	9,819	0,978
6,750	9,802	9,823	0,979
7,000	9,807	9,828	0,979
7,250	9,813	9,834	0,979
7,500	9,818	9,840	0,978
7,750	9,824	9,848	0,976
8,000	9,831	9,859	0,973
8,250	9,839	9,880	0,959
8,500	9,850	9,922	0,929
8,750	9,864	9,986	0,878



e

Şekil 6.9.2. Lös Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi

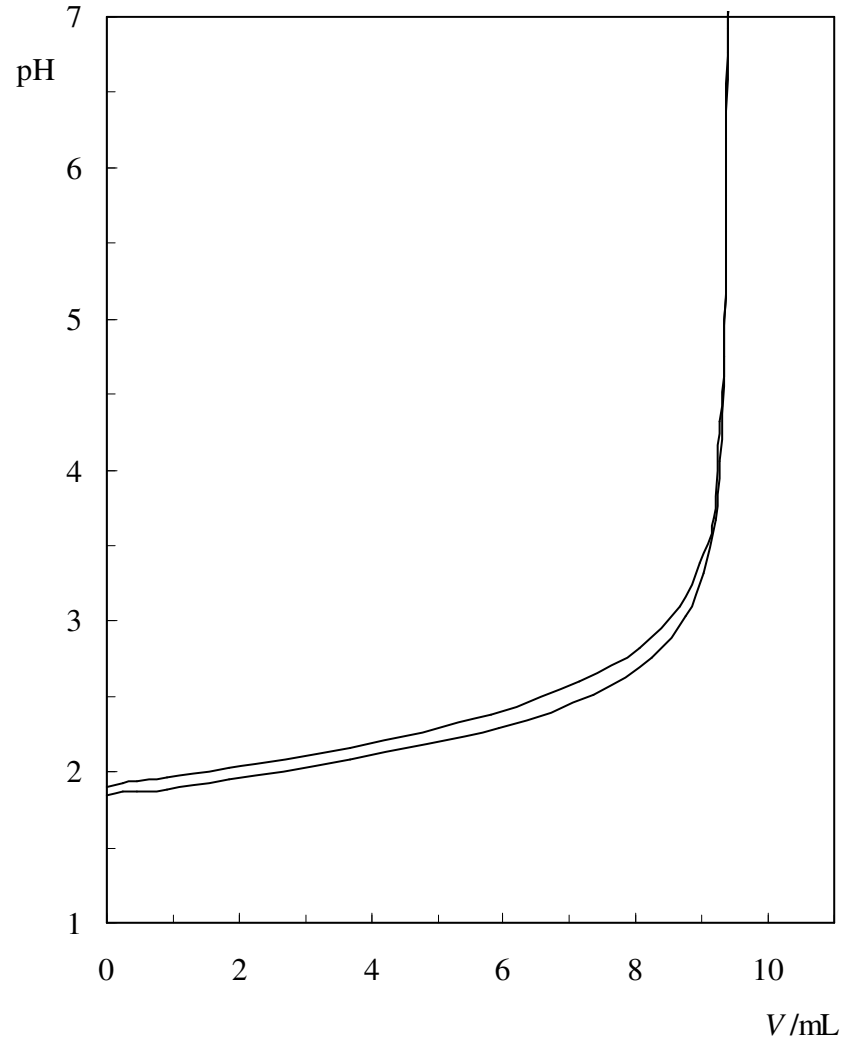
($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 5,0^\circ\text{C}$)

ÇİZELGE 6.9.3. HClO₄ ve HClO₄ ile Løs (0,04 mol L⁻¹) Çözeltisinin

Potansiyometrik Titrasyon Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$

$T = 20,0^\circ\text{C}$)

V/mL	pH	V/mL	pH
0,000	1,688	0,000	1,722
0,125	1,693	0,125	1,727
0,251	1,700	0,251	1,736
0,500	1,715	0,500	1,752
1,001	1,744	1,001	1,785
2,000	1,806	2,000	1,856
4,000	1,953	3,943	2,017
5,698	2,117	5,549	2,184
7,065	2,302	6,880	2,372
8,101	2,509	7,913	2,580
8,847	2,764	8,669	2,814
9,283	3,040	9,177	3,070
9,527	3,278	9,499	3,366
9,713	3,713	9,675	3,668
9,784	4,079	9,776	4,025
9,825	4,634	9,830	4,608
9,846	5,254	9,855	5,348
9,860	5,790	9,871	5,872
9,864	5,960	9,891	6,720
9,882	6,609	9,893	6,797
9,902	7,394	9,909	7,504
9,921	8,001	9,928	7,880
9,943	8,401	9,956	8,184
9,972	8,679	9,995	8,444
10,001	8,930	10,001	8,542



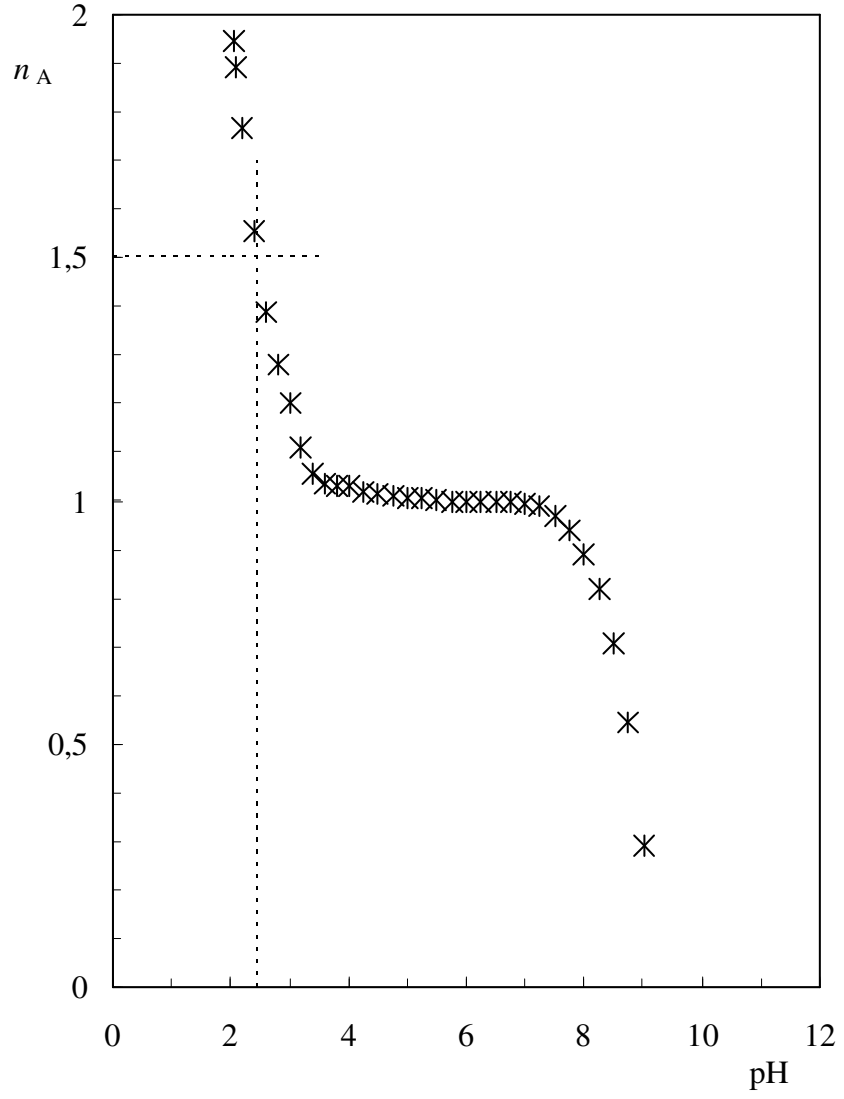
Şekil 6.9.3. HClO₄ ve HClO₄ ile Løs Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$

ÇİZELGE 6.9.4. HClO₄ ve HClO₄ ile Lös (0,04 mol L⁻¹)

Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Lös'ün

Protonlanma Derecesi Değerleri ($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)

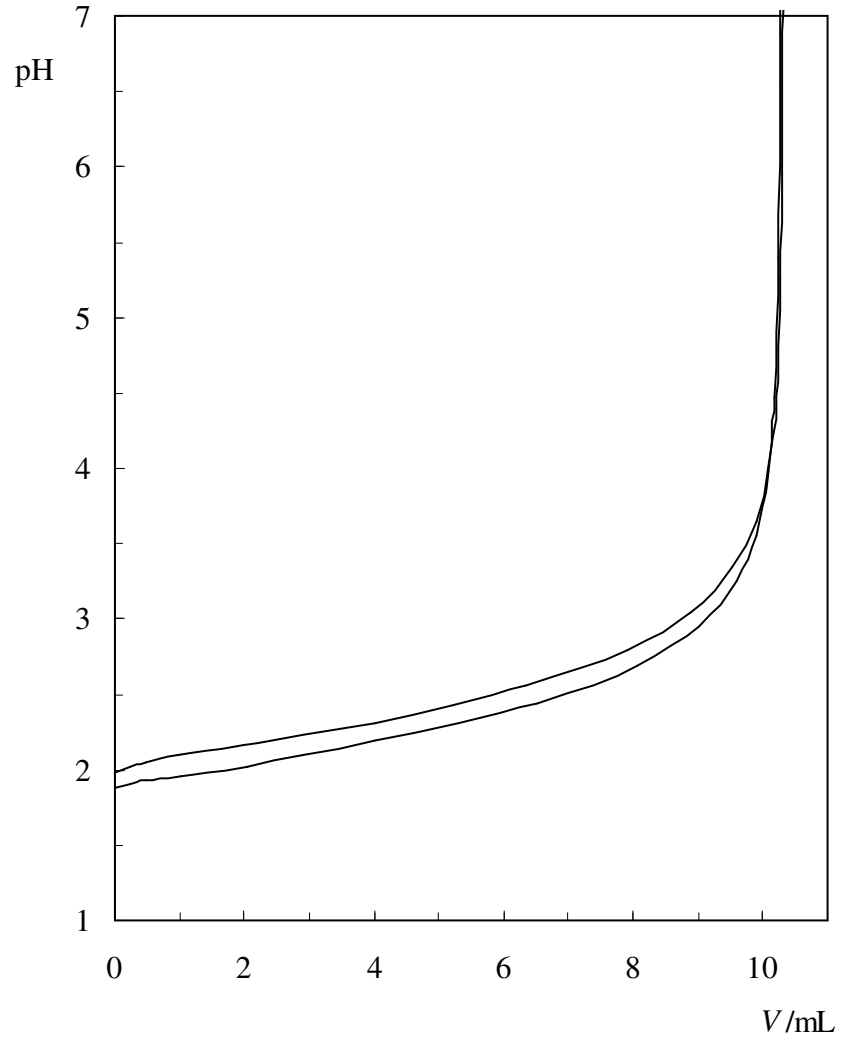
pH	v_1	v_2	n_A
1,800	1,909	1,208	1,835
1,900	3,279	2,536	1,817
2,000	4,486	3,742	1,694
2,200	6,313	5,660	1,559
2,400	7,557	7,019	1,401
2,600	8,368	7,976	1,286
2,800	8,904	8,623	1,184
3,000	9,220	9,038	1,130
3,200	9,448	9,318	1,061
3,400	9,580	9,519	1,030
3,600	9,665	9,635	1,018
3,800	9,730	9,712	1,000
4,000	9,768	9,768	1,000
4,250	9,796	9,797	0,995
4,500	9,815	9,820	0,994
4,750	9,829	9,835	0,994
5,000	9,837	9,843	0,995
5,250	9,846	9,851	0,993
5,500	9,853	9,859	0,992
5,750	9,859	9,867	0,991
6,000	9,865	9,874	0,992
6,250	9,872	9,880	0,993
6,500	9,879	9,886	0,993
6,750	9,886	9,892	0,994
7,000	9,892	9,898	0,995
7,250	9,899	9,903	0,997
7,500	9,906	9,909	0,992
7,750	9,914	9,922	0,982
8,000	9,921	9,939	0,970
8,250	9,935	9,966	0,955
8,500	9,953	9,998	0,961



Şekil 6.9.4. Løs'ün Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi
($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 20,0^\circ\text{C}$)

ÇİZELGE 6.9.5. HClO₄ ve HClO₄ ile Lös (0,04 mol L⁻¹) Çözeltisinin
Potansiyometrik Titrasyon Değerleri (c(NaClO₄) = 0,1 mol L⁻¹
T = 35,0°C)

V/mL	pH	V/mL	pH
0,000	1,880	0,000	1,988
0,251	1,907	0,251	2,018
0,502	1,926	0,502	2,054
1,001	1,962	1,001	2,101
2,044	2,019	2,002	2,170
4,000	2,199	4,000	2,315
6,512	2,435	6,353	2,556
8,064	2,691	7,902	2,800
9,012	2,950	8,873	3,045
9,592	3,254	9,530	3,345
9,900	3,555	9,887	3,645
10,080	3,942	10,095	3,998
10,174	4,475	10,206	4,398
10,220	5,405	10,272	5,253
10,252	6,552	10,290	5,958
10,262	6,883	10,305	6,497
10,282	7,671	10,335	7,272
10,312	8,635	10,370	7,705
10,348	9,106	10,419	8,041
10,402	9,301	10,489	8,282
10,530	9,606	10,598	8,535
10,594	9,822	10,749	8,779
10,784	10,049	10,956	8,994
11,052	10,240	11,242	9,269
11,474	10,424	11,601	9,518



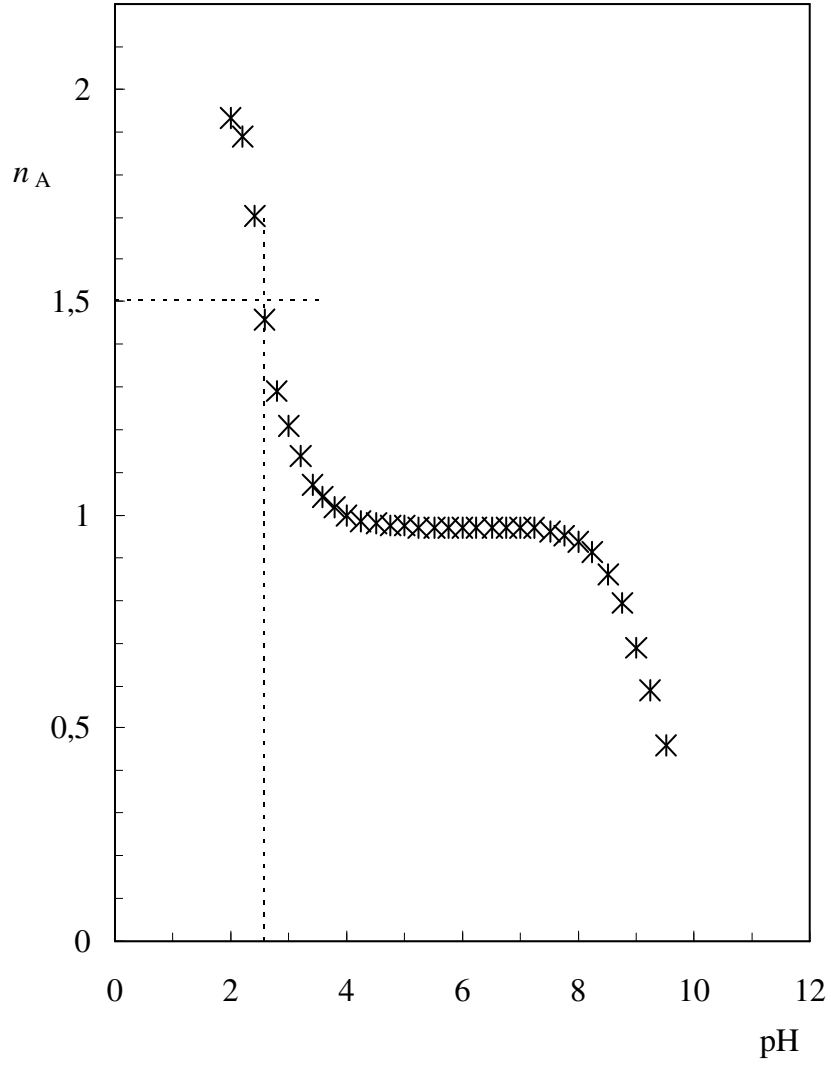
Şekil 6.9.5. HClO₄ ve HClO₄ ile Løs Çözeltisinin Potansiyometrik Titrasyon Eğrileri $c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$

ÇİZELGE 6.9.6. HClO₄ ve HClO₄ ile Lös (0,04 mol L⁻¹)

Çözeltilerinin Hesaplanmış Potansiyometrik Titrasyon ve Lös'ün

Protonlanma Derecesi Değerleri($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)

pH	v_1	v_2	n_A
2,000	1,696	0,100	1,931
2,200	4,015	2,419	1,891
2,400	6,140	4,832	1,702
2,600	7,512	6,634	1,460
2,800	8,463	7,900	1,290
3,000	9,107	8,696	1,210
3,200	9,489	9,213	1,140
3,400	9,741	9,596	1,073
3,600	9,921	9,834	1,044
3,800	10,014	9,978	1,018
4,000	10,090	10,095	0,998
4,250	10,134	10,165	0,985
4,500	10,175	10,214	0,980
4,750	10,188	10,233	0,977
5,000	10,200	10,252	0,974
5,250	10,212	10,272	0,970
5,500	10,223	10,278	0,972
5,750	10,230	10,285	0,972
6,000	10,236	10,292	0,972
6,250	10,243	10,298	0,973
6,500	10,250	10,305	0,973
6,750	10,258	10,314	0,972
7,000	10,265	10,324	0,970
7,250	10,271	10,334	0,969
7,500	10,278	10,353	0,962
7,750	10,284	10,377	0,954
8,000	10,292	10,413	0,940
8,250	10,300	10,475	0,912
8,500	10,308	10,583	0,862
8,750	10,321	10,731	0,795
9,000	10,340	10,963	0,689
9,250	10,388	11,214	0,588
9,500	10,486	11,575	0,457



Şekil 6.9.6. Lös'ün Protonlanma Derecesinin pH ile Değişimi
($c(\text{NaClO}_4) = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$, $T = 35,0^\circ\text{C}$)

7. TARTIŞMA VE SONUÇ

Gli, Ala, Løs'un ve Metil Esterlerinin makroskopik protonlanma sabitlerinin çeşitli sıcaklıklardaki değerleri Çizelge 7.1.'de, aminoasitlerin mikroskopik protonlanma sabitlerinin çeşitli sıcaklıklardaki değerleri ise Çizelge 7.2.' de gösterilmiştir.

Çizelge 7.1. Gli, Gli Metil Ester, Ala, Ala Metil Ester, Løs ve Løs Metil Ester'in çeşitli sıcaklıklardaki pK_a değerleri

Ligand	$T / ^\circ C$	pK_{COOH}	pK_{NH_2}
Gli	5,0	2,24	10,04
	20,0	2,40	9,77
	35,0	2,50	9,50
Gli Metil Ester	5,0	—	8,08
	20,0	—	7,85
	35,0	—	7,50
Ala	5,0	2,20	10,08
	20,0	2,31	9,80
	35,0	2,40	9,54
Ala Metil Ester	5,0	—	8,12
	20,0	—	7,78
	35,0	—	7,50
Løs	5,0	2,37	10,03
	20,0	2,47	9,80
	35,0	2,57	9,42
Løs Metil Ester	5,0	—	7,97
	20,0	—	7,68
	35,0	—	7,32

pK_a değerlerinin doğruluğu $\pm 0,03$ pK_a birimidir. ($2\alpha = 0,10$)

Bulunan bu değerler yazılı kaynaklardakilerle karşılaştırıldığında birbirlerine yakın olduğu sonucuna varılmıştır (Doğan 2001, Köseoğlu F, Kılınç E ve Doğan A. 2000, Sillén LG and Martell AE 1964).

Çizelge 7.2. Gli, Ala ve Lös'ün çeşitli sıcaklıklardaki mikroskopik protonlanma sabiti değerleri

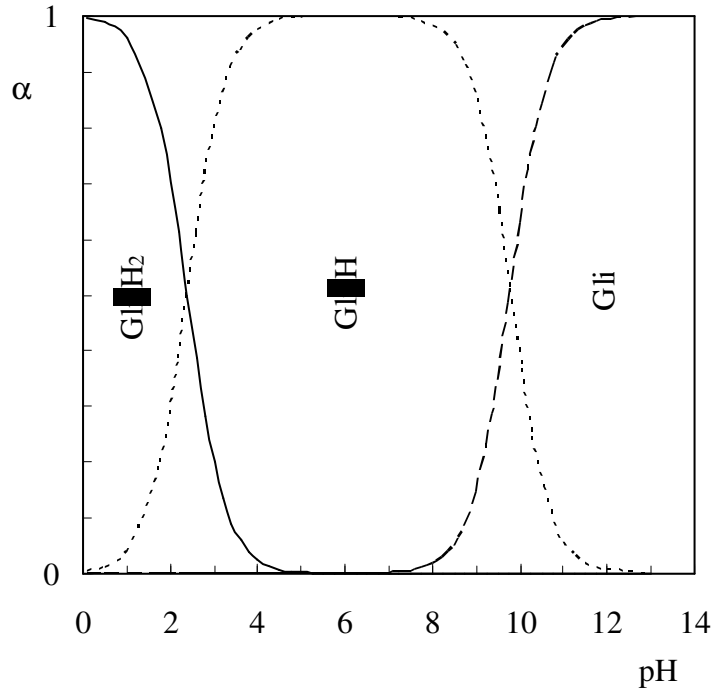
Ligand	$T / ^\circ\text{C}$	pK_1 (L pK_{COOH})*	pK_2 (ester pK_{NH_2})*	pK_3 (L pK_{NH_2})*	pK_4
Gli	5,0	2,24	8,08	10,07	4,20
	20,0	2,40	7,85	9,77	4,32
	35,0	2,50	7,50	9,50	4,50
Ala	5,0	2,20	8,12	10,08	4,16
	20,0	2,31	7,78	9,80	4,33
	35,0	2,40	7,50	9,54	4,44
Lös	5,0	2,37	7,97	10,03	4,43
	20,0	2,47	7,68	9,80	4,59
	35,0	2,57	7,32	9,42	4,67

* Parantez içinde L ile gösterilen aminoasittir, ester olarak gösterilen ise aminoasit esteridir.

Çizelgeler karşılaştırıldığında pK_2 (aminoasit esterinin pK_{NH_2} değerine eşit olduğu varsayılmıştır) ile pK_4 dışındaki mikroskopik protonlanma sabitlerinin amino asitlerin makroskopik protonlanma sabitlerine eşit oldukları görülmektedir (Doğan 2001).

Nötr aminoasitler sınıfından olan Gli, Ala ve Lös'ün protonlanabilen ya da proton verebilen iki grubu bulunmaktadır. Bunlardan biri $-\text{COOH}$ grubu olup bu grubun bağlı olduğu C atomuna bir de $-\text{NH}_2$ grubu bağlıdır. Bu $-\text{COOH}$ grubunun protonlanma sabiti, seçilen yöntem nedeniyle her defasında belirlenememektedir.

Asit (HClO_4) ile Asit – Ligand (aminoasit + HClO_4) titrasyon eğrileri karşılaştırıldığında her üç aminoasidinde $\text{pH} = 2 - 3$ arasında ortama $-\text{COOH}$ grubunun protonunu, $\text{pH} = 9 - 11$ arasında ise başlangıçtan beri protonlanmış durumda olan $-\text{N}^+\text{H}_3$ grubunun protonunu verdiği ve her iki eğrinin de özellikle aniden yükselmenin başladığı bölgede $\text{pH} 9$ a dek çakışık olduğu anlaşılmaktadır. $\text{pH} = 2 - 3$ arasında iki eğri yan yana olup titrasyon eğrileri arasında ayrılmanın iyi görünmesi asidin daha derişik çalışılmasıyla olanaklı olmaktadır. Çözelti hazırlanma aşamasında öncelikle aminoasidin $-\text{NH}_2$ grubu protonlanmakta ve titrasyonun başlangıç aşamasında bir başka anlatımla $\text{pH} = 2 - 3$ arasında $-\text{COOH}$ grubu protonunu vermeye başlamaktadır. Bu iki olay arasındaki küçük fark ancak daha düşük pH ile titrasyona başlanınca görünür kılınmakta ve hesaplar daha iyi sonuç vermektedir. $\text{pH} 3$ den sonra aminoasit artık çifte iyon (zwitter iyon) halindedir. $\text{pH} = 9 - 11$ arasında harcanan fazla NaOH miktarı 1 mL yi bulmakta yani (aminoasit + HClO_4) titrasyon eğrisi bu ölçüde sağa kaymaktadır. Bir başka anlatımla ligandan bir proton ayrılmaktadır.

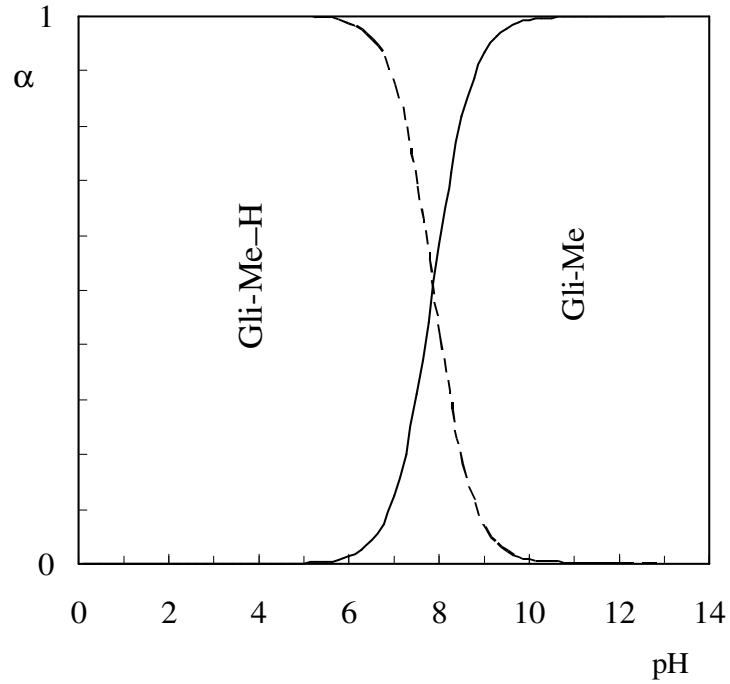


Şekil 7.1. pH değişimiyle Gli 'den oluşan türlerin bağıl bollukları (Ala ve Lös için çizilen grafik buna çok yakındır).

Titrasyon çözeltisinde ve titrasyon süresince pH' e bağlı olarak aminoasitler ve türevlerinden türeyen türlerin bağıl bollukları her üç aminoasit için benzer olduğundan örnek olarak Gli için Şekil 7.1. ve Şekil 7.2. de gösterilmiştir.

Şekil 7.1. de görüldüğü gibi Gli'den (Ala'dan yada Lös'den) türeyen zwitter iyonu (Gli-H türü) pH = 3 ile pH = 10 aralığında bulunmaktadır.

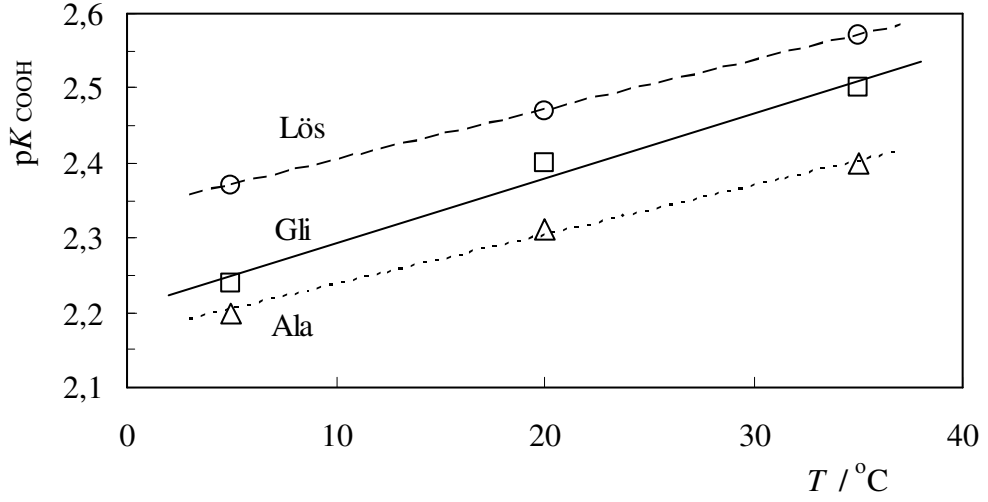
Aminoasitlerin Metil Esterlerinden türeyen türler örnek olarak Glisin Metil Esterleri için Şekil 7.2. de gösterilmiştir. pH 0-8 aralığında Glisin Metil Esterinin proton bağlamış olan amin grubu nedeniyle oluşan iyon mevcutken pH 8 den sonra amin gurubunun bağladığı proton bırakılarak nötr ester molekülleri oluşmaktadır.



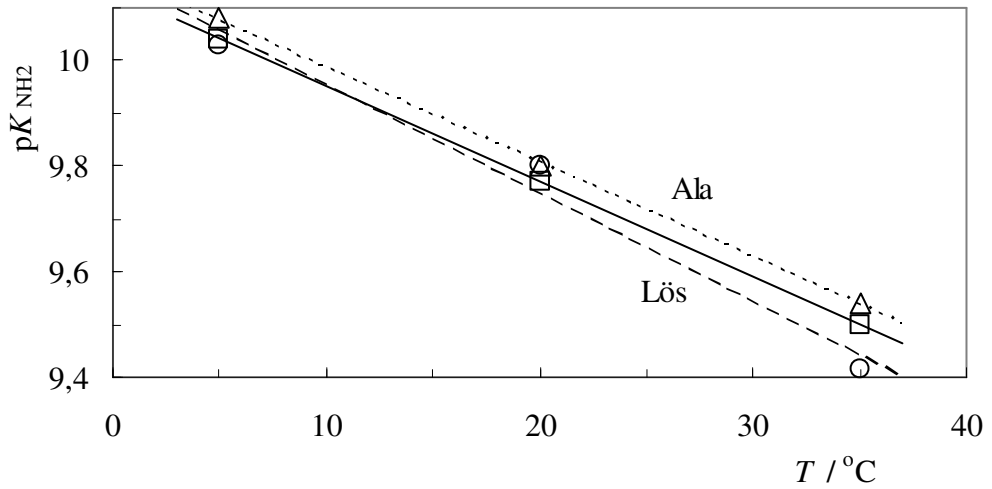
Şekil 7.2. pH değişimiyle Gli Metil Esterden oluşan türlerin bağıl bollukları (Ala ve Lösmetilesterle çizilen grafikler buna çok benzerdir).

Gli, Ala ve Lös'ün amino grubunun protonlanmasının kararlılık sabitleri sıcaklık arttıkça küçülme, buna karşılık karboksil grubunun protonlanma sabiti ise sıcaklık arttıkça büyümektedir. Bu durum Şekil 7.3. de grafik olarak gösterilmiştir.

Gli, Ala ve Ls Metil Esterlerinin amino grubunun protonlanmasının kararlılık sabiti sıcaklık arttıkça küçülmektedir. Bu değişim grafik olarak Şekil 7.4. de gösterilmiştir.

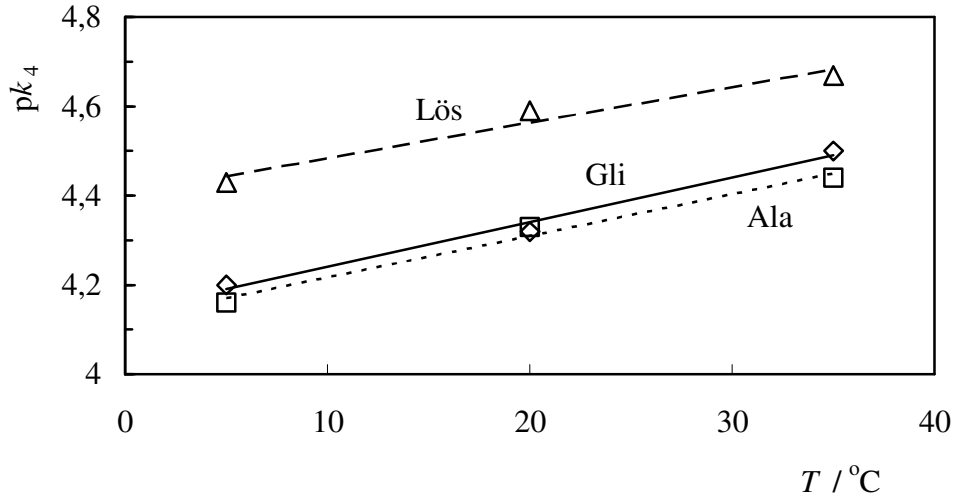
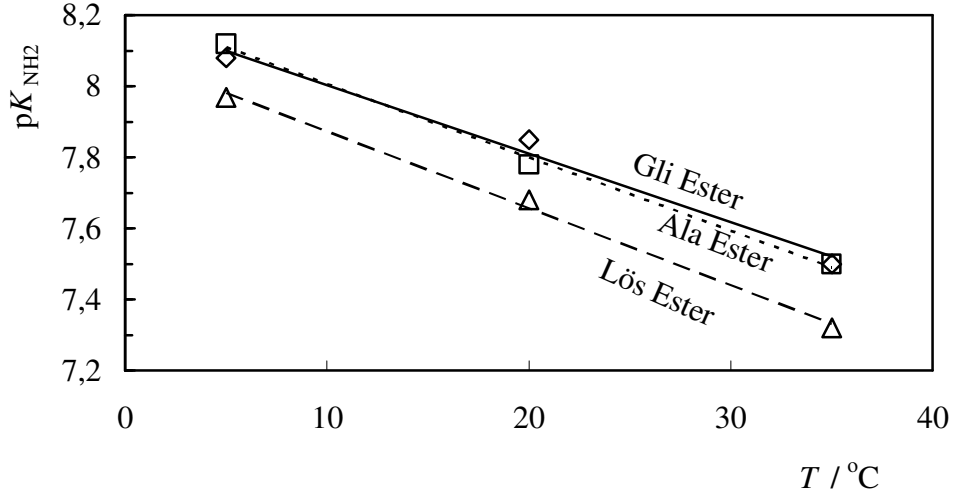


Şekil 7.3. Gli, Ala ve Ls'n -COOH grubuna ait protonlanma sabitlerinin sıcaklıkla değişimi



Şekil 7.4. Gli, Ala ve Ls'n -NH2 grubuna ait protonlanma sabitlerinin sıcaklıkla değişimi

Gli, Ala ve Lös'ün ve Metil Esterlerinin makroskopik ve mikroskopik protonlanma sabitlerinden hesaplanan termodinamik nicelikler Çizelge 7.3.'de gösterilmiştir.



Şekil 7.5. Gli, Ala ve Lös'ün Metil Esterlerinin $-NH_2$ grubuna ait makroskopik ve mikroskopik protonlanma sabitleri ile Gli, Ala ve Lös'ün $-COOH$ grubuna ait mikroskopik protonlanma sabitlerinin sıcaklıkla değişimleri

Çizelge 7.3. Gli, Gli Metil Ester, Ala, Ala Metil Ester ve Lös ve Lös Metil Ester'in Protonlanmasının Termodinamik Nicelikleri ile serbest enerji azalmasına entropik ve entalpik terimlerin katkı yüzdeleri (Avşar 1993).

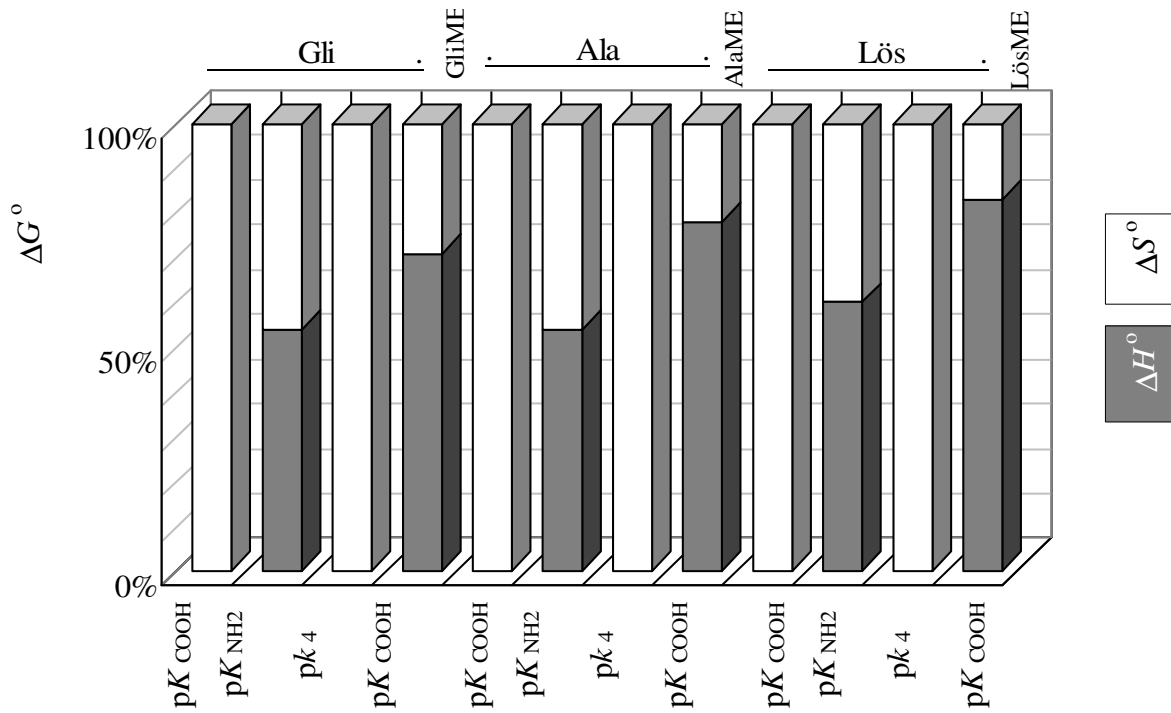
		$\Delta H_{ol}^{\circ} / \text{kJ mol}^{-1}$	$\Delta G^{\circ} / \text{kJ mol}^{-1}$	$\Delta S^{\circ} / \text{J K}^{-1} \text{mol}^{-1}$	Katkı % si	
					ΔH	$-T \Delta S$
Gli	pK_{COOH}	14	-14	95	Karşı	100
	pK_{NH_2}	-29	-55	87	54	46
	pk_4	16	-24	138	Karşı	100
Gli Metil Ester	pK_{NH_2}	-31	-44	43	71	29
Ala	pK_{COOH}	11	-13	82	Karşı	100
	pK_{NH_2}	-30	-55	87	54	46
	pk_4	15	-24	135	Karşı	100
Ala Metil Ester	pK_{NH_2}	-34	-44	33	78	22
Lös	pK_{COOH}	10	-14	83	Karşı	100
	pK_{NH_2}	-33	-55	74	60	40
	pk_4	17	-26	145	Karşı	100
Lös Metil Ester	pK_{NH_2}	-36	-43	26	83	17

Çizelge 7.3.'te ayrıca protonlanma tepkimesinin serbest enerji azalmasına entalpik (ΔH_{ol}°) ve entropik ($-T \Delta S_{ol}$) terimlerin katkıları yüzde olarak gösterilmiştir.

Yumuşak ve Sert Asitler ve Bazlar Kuralına göre N atomu, O atomundan görece daha yumuşak olup (Çizelge 4.1), aslında yumuşak alıcılar tarafından yeğlenir ve bu etkileşimin yürütücü kuvveti başat olarak entalpidir. Proton aslında sert alıcı olarak sınıflandırılır. Ancak görece yumuşak bir verici olan N atomu ile etkileşmesinde *sert-yumuşak* etkileşmesinden beklenen entropinin tümüyle yürütücü kuvvet olması yerine adeta *yumuşak-yumuşak* ya da *yumuşak-orta sert* etkileşimi gösterir ve entropinin yanı sıra entalpi de serbest enerji azalmasına katkıda bulunur.

Bu durum protonun, yumuşak alıcılar gibi kovalent (ortaklaşım) bağ oluşturma eğilimi yüzünden kısmen yumuşak davranış göstermesi biçiminde açıklanabilir (örneğin HCl molekülü tümüyle iyonik yapıda olmayıp *ortaklaşım* özelliği de taşır). Buna uygun olarak Gli, Ala ve Lös'ün $-NH_2$ grubunun protonlanması tepkimesinin 5,0 – 35,0°C sıcaklık aralığındaki entalpi azalmasının endotermik (*ısısalan tepkime*) serbest enerji azalmasına (20,0°C de) olan katkısı %54 ve 60 (ortalama %56) arasındadır. Kalan %40 – 46 (ortalama %44) ise entropi değişimince (20,0°C) sağlanmaktadır. Başka bir anlatımla bu tepkimenin yürütücü kuvveti entropidir (Avşar 1993).

Öte yandan Gli, Ala ve Lös'ün $-COOH$ grubunun protonlanmasında verici atom O'dir. Protonun O ile etkileşimi *sert – sert* etkileşimine bir örnek olup tepkime *ısısalan* bir tepkimedir. Dolayısıyla yürütücü kuvvet tümüyle entropidir (Avşar 1993).



Şekil 7.6. Gli, Ala, ve Lös'ün protonlanma tepkimelerinde serbest enerji azalmasına entalpi ve entropi terimlerinin katkısı

Gli, Ala ve L s' n protonlanma tepkimelerinde serbest enerji azalmasına entalpi ve entropi terimlerinin katkısı ayrıca karşılaştırmalı olarak izelge 7.3.de verilmiştir. Bu grafiklere göre Gli, Ala ve L s gibi nötr aminoasitlerin ve esterlerinin $-NH_2$ grubunun hidrojen iyonuyla verdiği komplekslerin tümünde yürütücü kuvvet hem entalpi ve hem de entropidir.

$-COOH$ grubunun protonlanmasında ise yürütücü kuvvet yalnız başına entropi olup entalpi serbest enerji azalmasına katkıda bulunmamaktadır (Avşar 1993).

Gli, Ala ve L s' n protonlanma tepkimelerinde serbest enerji azalmasına entalpi ve entropi terimlerinin katkısı ayrıca karşılaştırmalı olarak Şekil 7.6. da verilmiştir. Bu grafiklere göre Gli, Ala ve L s gibi nötr aminoasitlerin ve esterlerinin $-NH_2$ grubunun hidrojen iyonuyla verdiği komplekslerin tümünde yürütücü kuvvet hem entalpi ve hem de entropidir. $-COOH$ grubunun protonlanmasında ise yürütücü kuvvet yalnız başına entropi olup entalpi serbest enerji azalmasına katkıda bulunmamaktadır (Afşar 1993, Baştuğ, Göktürk, Talman, Tuncay ve Yars 2007, Şişmanoğlu, Pura and Bastug 2003 ve 2006, Bastug, Gokturk and Şişmanoglu 2007).

8. KAYNAKLAR

1. Apak R. (1994). Kooordinasyon kimyasına giriş. *Fakülteler Matbaası* 155-160, 180-190
2. Apak R. (1997). Temel analitik kimya. *İstanbul Üniversitesi Basımevi ve film merkezi*: 215-216
3. Aşar E. (1993). Thermodynamic behaviour of complex formation in aqueous solution. *Doğa-Tr. J. of Chemistry* 17: 54-61.
4. Baştuğ AS, Asil E. (2007). Temperature dependence of macroscopic and zwitterionic microscopic acidity constants of some neutral aminoacids. 5th International Symposium on Pharmaceutical Chemistry (ISPC-5 İstanbul 5- 7/9/2007); *Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences*, Special Issue 138.
5. Baştuğ AS, Şişmanoğlu T, Pura S. (1998). Çeşitli organik maddelerin değişik ağır metallerle oluşturduğu komplekslerin denge sabitlerinin ve öteki termodinamik niceliklerin belirlenmesi. *İ.Ü. Araştırma Fonu Proje No: 784/ 131295*
6. Baştuğ AS, Göktürk S, Talman Y, Tuncay M, Yars N. (2007). Çeşitli biyoligandların metal iyonları ile kompleks oluşum dengelerinin ve termodinamik davranışlarının incelenmesi. *Marmara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığı Proje No: SAĞ-BGS-080805-0171*
7. Bastug AS. Talman Y. Gökturk S. (2007). Interactions between some aminoacids and Cu(II) ions in aqueous solutions: temperature dependence of protonation of glutamic acid and alanine and stability of their 1 : 1 binary Cu(II) Complexes, *Drugs of the Future*. **32:131-132**
8. Bastug AS. Gokturk S. Şişmanoglu T. (2007). 1:1 Binary Complexes of Citric Acid with Some Metal Ions: Stability and Thermodynamic Parameters, *Reviews in Inorganic Chemistry*. 27(1): 53-65
9. Doğan A. (2001). Amino asitlerin mikroskopik denge sabitleriyle ilgili çalışmalar. *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi* 21(2): 89-101.
10. Erdik E, Sarıkaya Y. (1997). Temel üniversite kimyası. *Gazi kitap evi*: 493-499

11. Irving HM, Rossotti HS. (1953). Methods for computing successive stability constants from experimental formation curves. *J. Chem Soc.* 3397-3405
12. Irving HM, Rossotti HS. (1954). The calculation of formation curves of metal complexes from pH titration curves in mixed solvents. *J. Chem Soc.* 2904-2910.
13. Köseoğlu F, Kılınç E, Doğan A. (2000). Studies on the protonation constant and solvation of α -amino acids in dioksan - water mixtures, *Analytical Biochemistry*: 277. 243-246
14. Loux NT. (2002). An exact method for relating zwitterionic microscopic to macroscopic acidity constants. *Chem. Spec. Bioavail.* 10: 127-136
15. Martinez V, Maguregui MI, Jimenez RM, Alonso RM. (2000). Determination of the pK_a values of β -blockers by automated potentiometric titrations. *J. Pharm. Biomed. Anal.* 23: 459-468.
16. Mitewa M. (1995). Coordination properties of the bioligands creatinine and creatine in various reaction media. *Coordination Chem. Rev.* 140: 1-25
17. Sarı N. (1990). Bazı amino asitlerin geçiş metalleri ile verdikleri komplekslerin, su ve % 75 dioksan-su ortamındaki kararlılık sabitlerinin potansiyometrik metot ile incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara, (Danışman: Doç. Dr. F Köseoğlu).*
18. Sarıkaya Y. (1997). Fizikokimya (2.Basım). *Gazi Büro Kitapevi, Ankara* 468, 458-460
19. Sillén LG, Martell AE. (1964). Stability constants of metal-ion complexes. *2nd Edition, Special Publication No. 17, The Chemical Society London*
20. Şişmanoğlu T. Pura S. and Bastug AS. (2003). Thermodynamics of Binary and Ternary Complexes of Ascorbic Acid and Creatinine. *Reviews in Inorganic Chemistry*: 23(1), 25-36
21. Şişmanoğlu T. Pura S. and Bastug AS. (2006). Binary and Ternary Metal Complexes of Congo Red with Amino Acids, *Dyes and Pigments*: 70(2),142-46

9. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	Elvan	Soyadı	ASİL AYDINLI
Doğum Yeri	Konya	Doğum Tarihi	11.09.1982
Uyruğu	T.C.	TC Kimlik No	19307416742
E-mail	elvan_asil@hotmail.com	Tel	05059330918

Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mezuniyet Yılı
Doktora/Uzmanlık		
Yüksek Lisans		
Lisans	İstanbul Üniversitesi	2004
Lise	İhsan Mermerci Lisesi	1999

İş Deneyimi (Sondan geçmişe doğru sıralayın)

	Görevi	Kurum	Süre (Yıl - Yıl)
1.	Kimya öğretmeni	Özel Şifre dershanesi	2004-2008

Yabancı Dilleri	Okuduğunu Anlama*	Konuşma*	Yazma*					
İngilizce	orta	orta	orta					
Yabancı Dil Sınav Notu #								
KPDS	ÜDS	IELTS	TOEFL IBT	TOEFL PBT	TOEFL CBT	FCE	CAE	CPE
29								

	Sayısal	Eşit Ağırlık	Sözel
LES Puanı	83,5	77,8	75,9
(Diğer) Puanı			

Bilgisayar Bilgisi

Program	Kullanma becerisi
Microsoft office yazılım programları	iyi