

Gıda Sektöründe Koruyucu Olarak
Kullanılan Bazı Çözeltilerin Ultrasonik
ve Termodinamik İncelenmesi

Murat Özdemir

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fizik Anabilim Dalı

Mart 2007

Ultrasonic And Thermodynamic
Investigation Of Some Solutions
Used As Preservatives In Food Industry

Murat Özdemir

MASTER OF SCIENCE THESIS

Department of Physics

March 2007

Gıda Sektöründe Koruyucu Olarak Kullanılan Bazı Çözeltilerin
Ultrasonik ve Termodinamik İncelenmesi

Murat Özdemir

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Fizik Anabilim Dalı
Genel Fizik Bilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Yrd.Doç.Dr. Gökhan Savaroğlu

Mart 2007

Murat Özdemir'in YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı “Gıda Sektöründe Koruyucu Olarak Kullanılan Bazı Çözeltilerin Ultrasonik Ve Termodinamik İncelenmesi” başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Üye : Yrd.Doç.Dr. Gökhan Savaroğlu

Üye : Prof. Ertunç Aral

Üye : Prof.Dr. Önder Orhun

Üye : Yrd.Doç.Dr.Ali Çetin

Üye: Yrd.Doç.Dr. İsmail Özkan

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Abdurrahman KARAMANCIOĞLU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Bu çalışmada, bazı gıdalarda koruyucu olarak kullanılan su+gliserin, su+fruktoz ve su+fruktoz+gliserin çözeltilerinin ultrasonik ve termodinamik özellikleri incelenmiştir.

Bu çalışmada çeşitli konsantrasyonlarda hazırlanmış su+gliserin, su+fruktoz ve su+fruktoz+gliserin çözeltilerinin yoğunlukları, ultrases hızları ve viskoziteleri 298,15, 303,15, 308,15 ve 313,15 K sıcaklıklarında ve atmosfer basıncında ölçülmüştür. Ölçülen yoğunluk ve ultrases hızı değerleri kullanılarak görünen molar hacim, izentropik sıkıştırılabilirlik, görünen molar sıkıştırılabilirlik ve hidrasyon sayıları hesaplanmıştır.

Belirli sıcaklıkta incelenen su+gliserin, su+fruktoz ve su+fruktoz+gliserin çözeltilerinin, gliserinin veya fruktozun konsantrasyonlarının artması ile yoğunluk, ultrases hızı ve viskozite değerlerinde artma, hidrasyon sayılarında ise azalma olduğu gözlemlenmiştir.

Su+gliserin ve su+fruktoz, su+fruktoz+gliserin çözeltilerinde sıcaklığın artışı ile görünen molar hacim ve görünen molar sıkıştırılabilirlik artmaktadır. İncelenen çözeltilerde gliserin ve fruktoz konsantrasyon artışına bağlı olarak düzenli bir değişim gözlenmemiştir. İncelenen çözeltilerin ultrases özelliklerden faydalanarak çözücü-çözünen etkileşimleri hakkında bilgi verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Akustik özellikler, termodinamik özellikler, viskozite, ultrasonik özellikler

SUMMARY

In this study, the ultrasonic and thermodynamic characteristics of water + glycerin, water + fructose and water + fructose + glycerin solutions used as preservatives in some foods were investigated.

In this study, the densities, ultrasound velocities and viscosities of water + glycerin, water + fructose and water + fructose + glycerin solutions prepared in different concentrations were measured in 298,15, 303,15, 308,15 and 313,15 K temperatures and in atmospheric pressure. By using the values obtained from measured density and ultrasound velocity, apparent molar volume, isentropic compressibilities, apparent molar compressibilities and the hydration number were calculated.

When investigated the solutions of water + glycerin, water + fructose and water + fructose + glycerin in a certain temperature, it was observed that there was an increase in the values of density, ultrasonic velocity and viscosity and a decrease in the hydration number in accordance with the increase of glycerin or fructose concentrations.

In the solutions of water + glycerin, water + fructose and water + fructose + glycerin, apparent molar volume and apparent molar compressibility increased in accordance with the increase of the temperature. A regular change based on the increase of glycerin and fructose concentration was not observed. By making use of the ultrasound properties of the solutions investigated, information on solute-solvent interaction was provided.

Keywords: Acoustic properties, thermodynamic properties, viscosity, ultrasonic properties

TEŞEKKÜR

Gerek derslerimde ve gerekse tez çalışmalarında, bana danışmanlık ederek, beni yönlendiren ve her türlü olanağı sağlayan danışmanım Yrd.Doç.Dr. Gökhan Savaroğlu'na teşekkürü bir borç bilirim.

Hayatım boyunca daima maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen anne ve babama sonsuz teşekkürler.

Her zaman yanımda olan sevgili eşim Hacer Özdemir'e sonsuz teşekkürler.

İÇİNDEKİLER

| | <u>Sayfa</u> |
|--|--------------|
| ÖZET | iv |
| SUMMARY | v |
| TEŞEKKÜR | vi |
| İÇİNDEKİLER | vii |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | ix |
| ÇİZELGELER DİZİNİ | xvi |
| SİMGELER DİZİNİ | xvii |
| | |
| 1. GİRİŞ VE AMAÇ | 1 |
| | |
| 2. ULTRASES HIZI | 3 |
| 2.1 Çözeltilerin Ultrases Hızı | 3 |
| | |
| 3. VOLUMETRİK ÖZELLİKLER | 6 |
| 3.1 Van der Waals Hacmi ve Kısmi Molar Hacim..... | 6 |
| 3.2 Görünen Molar Hacim..... | 6 |
| 3.3 Kısmi İzotermal Molar Sıkıştırılabilirlik..... | 9 |
| 3.4 Görünen İzentropik Molar Sıkıştırma..... | 12 |
| 3.5 Hidrasyon Sayısı..... | 13 |
| | |
| 4. AKIŞ ÖZELLİKLERİ | 14 |
| 4.1 Viskozite..... | 14 |
| 4.2 Viskozite Ölçme Yöntemi..... | 16 |
| 4.2.1 Kapiler Akış Yöntemi..... | 16 |

İÇİNDEKİLER (devam)

| | <u>Sayfa</u> |
|-------------------------------------|---------------------|
| 5. DENEYSEL ÇALIŞMA..... | 21 |
| 6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA..... | 23 |
| 7. ÖNERİLER..... | 82 |
| 8. KAYNAKLAR DİZİNİ..... | 83 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| <u>Sekil</u> | <u>Sayfa</u> |
|--|--------------|
| 3.1 Sabit sıcaklık, sabit basınç ve sabit n_1 'de, n_2 'ye bağlı V çözelti hacmi | 7 |
| 4.1 Aynı boyutta iki paralel yüzeyi birbirinden dx kadar uzaklıkta, u_1 ve u_2 farklı hızları ile aynı yönde hareket eden akışkan | 14 |
| 4.2 Uygulanan τ makaslama zorunda γ makaslama oranıyla hareket eden sıvı parçası | 15 |
| 4.3 Sıvının akış hızı dağılımı ve borunun üst kesitinin görünüşü | 17 |
| 4.4 Oswald viskometresinin şematik görünüşü | 20 |
| 5.1 Hassas terazi (Satorius CP225D)..... | 21 |
| 5.2 Yoğunluk ve ultrases hızı ölçüm cihazı (Anton Paar DSA5000)..... | 22 |
| 5.3 Viskozite ölçümü deney düzeneği | 22 |
| 6.1 (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K sıcaklıklarında su+m gliserin çözeltisinin konsantrasyon ile yoğunluk değişimleri | 51 |
| 6.2 (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K sıcaklıklarında su+m gliserin çözeltisinin konsantrasyon ile ultrases hızı değişimleri | 51 |
| 6.3 (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K sıcaklıklarında su+m gliserin çözeltisinin konsantrasyon ile viskozite değişimleri | 52 |
| 6.4 (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K sıcaklıklarında su+m gliserin çözeltisinin konsantrasyon ile hidrasyon sayısı değişimleri | 52 |
| 6.5 Su+m gliserin çözeltisinin konsantrasyon ile molar hacim değişimleri; (○) 0,5 gliserin; (□) 1,0 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (◇) 1,5 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (Δ) 2,1 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (●) 2,4 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (■) 2,9 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (◆) 3,9 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (▲) 4,3 mol.kg ⁻¹ gliserin; (+) 4,7 mol.kg ⁻¹ gliserin; (*) 5,2 mol.kg ⁻¹ gliserin | 53 |
| 6.6 Su+m gliserin çözeltisinin konsantrasyon ile görünür molar izentropik sıkıştırılabilirlik değişimleri; (○) 0,5 gliserin; (□) 1,0 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (◇) 1,5 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (Δ) 2,1 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (●) 2,4 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (■) 2,9 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (◆) 3,9 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (▲) 4,3 mol.kg ⁻¹ gliserin; (+) 4,7 mol.kg ⁻¹ gliserin; (*) 5,2 mol.kg ⁻¹ gliserin | 53 |
| 6.7 (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K sıcaklıklarında su+m fruktoz çözeltisinin konsantrasyon ile yoğunluk değişimleri | 54 |
| 6.8 (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K sıcaklıklarında su+m fruktoz çözeltisinin konsantrasyon ile ultrases hızı değişimleri | 54 |
| 6.9 (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K sıcaklıklarında su+m fruktoz çözeltisinin konsantrasyon ile viskozite değişimleri | 55 |
| 6.10 (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K sıcaklıklarında su+m fruktoz çözeltisinin konsantrasyon ile hidrasyon sayısı değişimleri | 55 |

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

| <u>Sekil</u> | | <u>Sayfa</u> |
|--------------|---|--------------|
| 6.11 | Sıcaklıklarında su+m fruktoz çözeltisinin konsantrasyon ile molar hacim değişimleri; (○) 0,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz; (□) 1 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (◇) 1,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (Δ) 2 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (●) 2,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (■) 3 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (◆) 3,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (▲) 4 mol.kg ⁻¹ fruktoz; (+) 4,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (*) 5 mol.kg ⁻¹ fruktoz | 56 |
| 6.12 | Su+m fruktoz çözeltisinin konsantrasyon ile görünür molar izentropik sıkıştırılabilirlik değişimleri; (○) 0,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz; (□) 1 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (◇) 1,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (Δ) 2 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (●) 2,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (■) 3 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (◆) 3,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (▲) 4 mol.kg ⁻¹ fruktoz; (+) 4,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (*) 5 mol.kg ⁻¹ fruktoz | 56 |
| 6.13 | 298,15 K'de su+fruktoz+m gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı yoğunluğu. (○) 0,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz; (□) 1 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (◇) 1,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (Δ) 2 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (●) 2,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (■) 3 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (◆) 3,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (▲) 4 mol.kg ⁻¹ fruktoz | 57 |
| 6.14 | 303,15 K'de su+fruktoz+m gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı yoğunluğu. (○) 0,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz; (□) 1 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (◇) 1,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (Δ) 2 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (●) 2,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (■) 3 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (◆) 3,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (▲) 4 mol.kg ⁻¹ fruktoz | 57 |
| 6.15 | 308,15 K'de su+fruktoz+m gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı yoğunluğu. (○) 0,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz; (□) 1 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (◇) 1,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (Δ) 2 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (●) 2,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (■) 3 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (◆) 3,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (▲) 4 mol.kg ⁻¹ fruktoz | 58 |
| 6.16 | 313,15 K'de su+fruktoz+m gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı yoğunluğu. (○) 0,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz; (□) 1 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (◇) 1,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (Δ) 2 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (●) 2,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (■) 3 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (◆) 3,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (▲) 4 mol.kg ⁻¹ fruktoz | 58 |
| 6.17 | 298,15 K'de su+fruktoz+gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı ultrases hızları. (○) 0,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz; (□) 1 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (◇) 1,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (Δ) 2 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (●) 2,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (■) 3 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (◆) 3,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (▲) 4 mol.kg ⁻¹ fruktoz | 59 |
| 6.18 | 303,15 K'de su+fruktoz+gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı ultrases hızları. (○) 0,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz; (□) 1 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (◇) 1,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (Δ) 2 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (●) 2,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (■) 3 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (◆) 3,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (▲) 4 mol.kg ⁻¹ fruktoz | 59 |

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

| <u>Sekil</u> | <u>Sayfa</u> |
|--|--------------|
| 6.19 308,15 K'de su+fruktoz+gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı ultrases hızları. (○) 0,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz; (□) 1 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (◇) 1,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (Δ) 2 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (●) 2,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (■) 3 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (◆) 3,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (▲) 4 mol.kg ⁻¹ fruktoz | 60 |
| 6.20 313,15 K'de su+fruktoz+gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı ultrases hızları. (○) 0,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz; (□) 1 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (◇) 1,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (Δ) 2 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (●) 2,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (■) 3 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (◆) 3,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (▲) 4 mol.kg ⁻¹ fruktoz | 60 |
| 6.21 298,15 K'de su+fruktoz+gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı viskoziteleri. (○) 0,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz; (□) 1 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (◇) 1,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (Δ) 2 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (●) 2,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (■) 3 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (◆) 3,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (▲) 4 mol.kg ⁻¹ fruktoz | 61 |
| 6.22 303,15 K'de su+fruktoz+gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı viskoziteleri. (○) 0,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz; (□) 1 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (◇) 1,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (Δ) 2 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (●) 2,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (■) 3 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (◆) 3,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (▲) 4 mol.kg ⁻¹ fruktoz | 61 |
| 6.23 308,15 K'de su+fruktoz+gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı viskoziteleri. (○) 0,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz; (□) 1 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (◇) 1,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (Δ) 2 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (●) 2,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (■) 3 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (◆) 3,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (▲) 4 mol.kg ⁻¹ fruktoz | 62 |
| 6.24 313,15 K'de su+fruktoz+gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı viskoziteleri. (○) 0,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz; (□) 1 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (◇) 1,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (Δ) 2 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (●) 2,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (■) 3 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (◆) 3,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (▲) 4 mol.kg ⁻¹ fruktoz | 62 |
| 6.25 298,15 K'de su+fruktoz+gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı hidrasyon sayıları. (○) 0,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz; (□) 1 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (◇) 1,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (Δ) 2 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (●) 2,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (■) 3 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (◆) 3,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (▲) 4 mol.kg ⁻¹ fruktoz | 63 |
| 6.26 303,15 K'de su+fruktoz+gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı hidrasyon sayıları. (○) 0,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz; (□) 1 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (◇) 1,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (Δ) 2 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (●) 2,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (■) 3 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (◆) 3,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (▲) 4 mol.kg ⁻¹ fruktoz | 63 |

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

| <u>Sekil</u> | <u>Sayfa</u> |
|--------------|--|
| 6.27 | 308,15 K'de su+fruktoz+gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı hidrasyon sayıları. (○) 0,5 mol.kg ⁻¹ furuktoz; (□) 1 mol.kg ⁻¹ furuktoz ; (◇) 1,5 mol.kg ⁻¹ furuktoz ; (Δ) 2 mol.kg ⁻¹ furuktoz ; (●) 2,5 mol.kg ⁻¹ furuktoz ; (■) 3 mol.kg ⁻¹ furuktoz ; (◆) 3,5 mol.kg ⁻¹ furuktoz ; (▲) 4 mol.kg ⁻¹ furuktoz 64 |
| 6.28 | 313,15 K'de su+fruktoz+gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı hidrasyon sayıları. (○) 0,5 mol.kg ⁻¹ furuktoz; (□) 1 mol.kg ⁻¹ furuktoz ; (◇) 1,5 mol.kg ⁻¹ furuktoz ; (Δ) 2 mol.kg ⁻¹ furuktoz ; (●) 2,5 mol.kg ⁻¹ furuktoz ; (■) 3 mol.kg ⁻¹ furuktoz ; (◆) 3,5 mol.kg ⁻¹ furuktoz ; (▲) 4 mol.kg ⁻¹ furuktoz 64 |
| 6.29 | Su+0,5fruktoz+mgliserin çözeltisinin sıcaklığa bağlı görünen molar hacimleri. (○) 0,4 gliserin; (□) 1 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (◇) 1,5 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (Δ) 1,9 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (●) 2,3 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (■) 3 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (◆) 3,9 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (▲) 4,2 mol.kg ⁻¹ gliserin 65 |
| 6.30 | Su+1fruktoz+mgliserin çözeltisinin sıcaklığa bağlı görünen molar hacimleri. (○) 0,4 gliserin; (□) 0,9 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (◇) 1,3 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (Δ) 1,9 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (●) 2,1 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (■) 3 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (◆) 3,2 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (▲) 4,3 mol.kg ⁻¹ gliserin 65 |
| 6.31 | Su+1,5fruktoz+mgliserin çözeltisinin sıcaklığa bağlı görünen molar hacimleri. (○) 0,4 gliserin; (□) 1 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (◇) 1,3 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (Δ) 1,9 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (●) 2,4 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (■) 3 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (◆) 3,8 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (▲) 4 mol.kg ⁻¹ gliserin 66 |
| 6.32 | Su+2fruktoz+mgliserin çözeltisinin sıcaklığa bağlı görünen molar hacimleri. (○) 0,6 gliserin; (□) 1,1 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (◇) 1,4 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (Δ) 1,9 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (●) 2,6 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (■) 2,8 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (◆) 3,9 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (▲) 4,1 mol.kg ⁻¹ gliserin 66 |
| 6.33 | Su+2,5fruktoz+mgliserin çözeltisinin sıcaklığa bağlı görünen molar hacimleri. (○) 0,6 gliserin; (□) 0,9 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (◇) 1,5 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (Δ) 2,2 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (●) 2,5 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (■) 2,7 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (◆) 3,6 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (▲) 4,3 mol.kg ⁻¹ gliserin 67 |
| 6.34 | Su+3fruktoz+mgliserin çözeltisinin sıcaklığa bağlı görünen molar hacimleri. (○) 0,6 gliserin; (□) 1 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (◇) 1,4 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (Δ) 2,1 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (●) 2,4 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (■) 2,8 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (◆) 3,7 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (▲) 4,2 mol.kg ⁻¹ gliserin 67 |

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

| <u>Sekil</u> | <u>Sayfa</u> |
|--|--------------|
| 6.35 Su+3,5fruktoz+mgliserin çözeltisinin sıcaklığa bağlı görünen molar hacimleri. (○) 0,6 gliserin; (□) 0,9 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (◇) 1,4 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (Δ) 2,1 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (●) 2,3 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (■) 2,9 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (◆) 3,7 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (▲) 4,2 mol.kg ⁻¹ gliserin | 68 |
| 6.36 Su+4fruktoz+mgliserin çözeltisinin sıcaklığa bağlı görünen molar hacimleri. (○) 0,5 gliserin; (□) 1 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (◇) 1,6 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (Δ) 1,9 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (●) 2,4 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (■) 2,7 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (◆) 3,7 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (▲) 4,2 mol.kg ⁻¹ gliserin | 68 |
| 6.37 Su+ m fruktoz+ gliserin çözeltisinin sıcaklığa bağlı V _φ değerleri. (○) 0,5 fruktoz; (□) 1 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (◇) 1,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (Δ) 2 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (●) 2,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (■) 3 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (◆) 3,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (▲) 4 mol.kg ⁻¹ fruktoz..... | 69 |
| 6.38 Su+0.5fruktoz+m gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı ΔK _s grafiği. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K | 69 |
| 6.39 Su+1fruktoz+m gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı ΔK _s grafiği. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K | 70 |
| 6.40 Su+1.5fruktoz+m gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı ΔK _s grafiği. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K | 70 |
| 6.41 Su+2fruktoz+m gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı ΔK _s grafiği. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K | 71 |
| 6.42 Su+2.5fruktoz+m gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı ΔK _s grafiği. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K | 71 |
| 6.43 Su+3fruktoz+m gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı ΔK _s grafiği. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K | 72 |
| 6.44 Su+3.5fruktoz+m gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı ΔK _s grafiği. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K | 72 |
| 6.45 Su+4fruktoz+m gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı ΔK _s grafiği. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K | 73 |
| 6.46 Su+0.5fruktoz+m gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı ΔK _s /K _{so} grafiği. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K | 73 |

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

| <u>Sekil</u> | <u>Sayfa</u> |
|---|--------------|
| 6.47 Su+1fruktoz+m gliserin çözeltilisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı $\Delta K_s / K_{so}$ grafiği. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K | 74 |
| 6.48 Su+1.5fruktoz+m gliserin çözeltilisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı $\Delta K_s / K_{so}$ grafiği. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K | 74 |
| 6.49 Su+2fruktoz+m gliserin çözeltilisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı $\Delta K_s / K_{so}$ grafiği. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K | 75 |
| 6.50 Su+2.5fruktoz+m gliserin çözeltilisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı $\Delta K_s / K_{so}$ grafiği. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K | 75 |
| 6.51 Su+3fruktoz+m gliserin çözeltilisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı $\Delta K_s / K_{so}$ grafiği. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K | 76 |
| 6.52 Su+3.5fruktoz+m gliserin çözeltilisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı $\Delta K_s / K_{so}$ grafiği. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K | 76 |
| 6.53 Su+4fruktoz+m gliserin çözeltilisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı $\Delta K_s / K_{so}$ grafiği. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K | 77 |
| 6.54 Su+0,5fruktoz+m gliserin çözeltilisinin sıcaklığa bağlı sıkıştırılabilirlikleri. (○) 0,4 gliserin; (□) 1 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (◇) 1,5 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (Δ) 1,9 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (●) 2,3 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (■) 3 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (◆) 3,9 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (▲) 4,2 mol.kg ⁻¹ gliserin | 77 |
| 6.55 Su+1fruktoz+m gliserin çözeltilisinin sıcaklığa bağlı sıkıştırılabilirlikleri. (○) 0,4 gliserin; (□) 0,9 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (◇) 1,3 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (Δ) 1,9 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (●) 2,1 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (■) 3 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (◆) 3,2 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (▲) 4,3 mol.kg ⁻¹ gliserin | 78 |
| 6.56 Su+1,5fruktoz+m gliserin çözeltilisinin sıcaklığa bağlı sıkıştırılabilirlikleri. (○) 0,4 gliserin; (□) 1 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (◇) 1,3 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (Δ) 1,9 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (●) 2,4 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (■) 3 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (◆) 3,8 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (▲) 4 mol.kg ⁻¹ gliserin | 78 |
| 6.57 Su+2fruktoz+m gliserin çözeltilisinin sıcaklığa bağlı sıkıştırılabilirlikleri. (○) 0,6 gliserin; (□) 1,1 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (◇) 1,4 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (Δ) 1,9 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (●) 2,6 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (■) 2,8 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (◆) 3,9 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (▲) 4,1 mol.kg ⁻¹ gliserin | 79 |

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

| <u>Sekil</u> | | <u>Sayfa</u> |
|--------------|--|--------------|
| 6.58 | Su+2,5fruktoz+m gliserin çözeltisinin sıcaklığa bağlı sıkıştırılabilirlikleri. (○) 0,6 gliserin; (□) 0,9 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (◇) 1,5 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (Δ) 2,2 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (●) 2,5 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (■) 2,7 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (◆) 3,6 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (▲) 4,3 mol.kg ⁻¹ gliserin | 79 |
| 6.59 | Su+3fruktoz+m gliserin çözeltisinin sıcaklığa bağlı sıkıştırılabilirlikleri. (○) 0,6 gliserin; (□) 1 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (◇) 1,4 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (Δ) 2,1 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (●) 2,4 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (■) 2,8 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (◆) 3,7 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (▲) 4,2 mol.kg ⁻¹ gliserin | 80 |
| 6.60 | Su+3,5fruktoz+m gliserin çözeltisinin sıcaklığa bağlı sıkıştırılabilirlikleri. (○) 0,6 gliserin; (□) 0,9 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (◇) 1,4 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (Δ) 2,1 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (●) 2,3 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (■) 2,9 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (◆) 3,7 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (▲) 4,2 mol.kg ⁻¹ gliserin | 80 |
| 6.61 | Su+4fruktoz+m gliserin çözeltisinin sıcaklığa bağlı sıkıştırılabilirlikleri. (○) 0,5 gliserin; (□) 1 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (◇) 1,6 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (Δ) 1,9 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (●) 2,4 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (■) 2,7 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (◆) 3,7 mol.kg ⁻¹ gliserin ; (▲) 4,2 mol.kg ⁻¹ gliserin | 81 |
| 6.62 | Su+ m fruktoz+ gliserin çözeltisinin sıcaklığa bağlı K ^o _{s,φ} değerleri. (○) 0,5 fruktoz; (□) 1 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (◇) 1,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (Δ) 2 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (●) 2,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (■) 3 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (◆) 3,5 mol.kg ⁻¹ fruktoz ; (▲) 4 mol.kg ⁻¹ fruktoz..... | 81 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

| <u>Cizelge</u> | <u>Sayfa</u> |
|--|--------------|
| 6.1 Su+ m gliserin çözeltisinin çeşitli konsantrasyon ve sıcaklıklarda volumetrik, akış ve ultrases özellikleri..... | 30 |
| 6.2 Su+ m fruktoz çözeltisinin çeşitli konsantrasyon ve sıcaklıklarda volumetrik, akış ve ultrases özellikleri | 31 |
| 6.3 Su+fruktoz+gliserol çözeltisinin çeşitli konsantrasyon ve sıcaklıklarda volumetrik, akış ve ultrases özellikleri | 33 |
| 6.4 Su + m gliserin çözeltisi için yoğunluk, viskozite ve ultrases hızının gliserinin konsantrasyonuna bağlı denklem 6.1, denklem 6.2, denklem 6.3 ve denklem 6.12'nin parametreleri | 43 |
| 6.5 Su + m fruktoz çözeltisi için yoğunluk, viskozite ve ultrases hızının fruktozun konsantrasyonuna bağlı denklem 6.1, denklem 6.2, denklem 6.3 ve denklem 6.12'nin parametreleri | 44 |
| 6.6 Su + fruktoz + gliserin çözeltisi için yoğunluk, viskozite ve ultrases hızının gliserinin konsantrasyonuna bağlı denklem 6.1, denklem 6.2, denklem 6.3 ve denklem 6.12'nin parametreleri | 44 |
| 6.7 Su + fruktoz + gliserin çözeltisinin $\Delta\kappa_s$ değeri için denklem 6.4 'ün parametreleri | 46 |
| 6.8 Su +fruktoz+ gliserin çözeltisinin $\Delta\kappa_s / \kappa_{s0}$ değeri için denklem 6.7 'nin parametreleri .. | 46 |
| 6.9 Denklem 6.8 için farklı sıcaklıklarda fruktozun konsantrasyonuna bağlı fit parametreleri . | 47 |
| 6.10 Denklem 6.10 için farklı sıcaklıklarda fruktozun konsantrasyonuna bağlı fit parametreleri | 48 |
| 6.11 Su +fruktoz+ gliserin çözeltisi için görünür molar hacim değerlerinin Taylor açılımının fit katsayıları | 49 |
| 6.12 Su +fruktoz+ gliserin çözeltisi için görünür molar izentropik sıkıştırılabilirlik değerlerinin Taylor açılımının fit katsayıları | 50 |

SİMGELER DİZİNİ

| <u>Simgeler</u> | <u>Açıklama</u> |
|------------------------|--|
| P | Basınç |
| V | Hacim |
| T | Sıcaklık |
| u | Ultrases Hızı |
| ρ | Yoğunluk |
| P^* | Saf Çözücünün Yoğunluğu |
| κ_S | Adiyabatik sıkıştırılabilirlik |
| κ_T | İzotermal sıkıştırılabilirlik |
| u | Ultrases hızı |
| V_T | Molar hacim |
| γ | Özgül ısılar oranı |
| M | Molekül ağırlığı |
| V_1 | Karışımın Birinci Bileşenin Molar Hacmi |
| V_2 | Karışımın İkinci Bileşenin Molar Hacmi |
| V_ϕ^0 | Limit Görünen Molar Hacim |
| r_w | Van der Waals Yarıçapı |
| Δ | Çözücü ve Çözüneni Ayıran Boşluğun Hacmi |
| n | Hidrofilik Gurup Sayısı |
| V_1^* | Saf Çözücünün Molar Hacmi |
| $V_{\phi,2}$ | Çözünenin Görünen Molar Hacmi |
| m | Molalite |
| V_e | Boşluk Hacmi |
| V_w | Gerçek Hacim |
| $\kappa_{T,2}$ | Kısmi Molar Sıkıştırılabilirlik |
| κ_T | İzotermal Sıkıştırılabilirlik |
| $\kappa_{T,\phi,2}$ | Çözünenin Görünen Molar İzotermal Sıkıştırılabilirliği |
| $\kappa_{T,1}^*$ | Saf Çözücünün Kısmi Molar Sıkıştırılabilirliği |

SİMGELER DİZİNİ (devam)

| <u>Simgeler</u> | <u>Açıklama</u> |
|------------------------|--|
| κ_S | İzentropik Sıkıştırılabilirlik |
| α | Termal genleşme katsayısı |
| σ_p | Çözeltinin Birim Hacminin İzobarik Isı Kapasitesi |
| κ_S^* | Çözücünün İzentropik Sıkıştırılabilirliği |
| n_H | Hidrasyon Sayısı |
| n_w | Suyun Mol Kesri |
| n_s | Karbonhidratın Mol Kesri |
| η | Viskosite |
| γ | Makaslama Oranı |
| τ | Makaslama Zoru |
| ϑ | Hagenbach Düzeltme Parametresi |
| K | Viskometre Sabiti |
| A_i | Parametre |
| μ | İzentropik Sıkıştırılabilirlikteki Bağlı Değişme |
| K_ϕ^0 | Limit Görünen Molar İzentropik Sıkıştırılabilirlik |
| Y_{den} | Deneysel Hesaplanan Değerler |
| Y_{teo} | Teorik Hesaplanan Değerler |
| N | Deneysel Veri Sayısı |
| σ | Standart Sapma |

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Ozmotik dehidrasyon 1960'lerden beri çabuk bozulan yiyecekler için bir koruyucu yöntem olarak düşünülmektedir. Bu yöntemin yiyecek maddelerinden su uzaklaştırmada geniş bir uygulama alanı vardır. Bu yöntem şu avantajları sağlar:

- Lezzet kaybını önler.
- Aşırı ısıdan dolayı oluşabilecek hücre bozulmalarını engeller.
- Pişmemiş gıdaların renklerinde ve besinsel karakteristiklerinde yüksek koruma sağlar.
- Vakum kurutma veya dondurarak kurutma gibi diğer kurutma işlemlerine kıyasla daha ekonomiktir.

Bu işlem genellikle gıdalardan su uzaklaştırma ve tuz, glukoz, mısır şurubu, gliserin, üzüm şekeri, sakaroz v.b. ozmotik ajanların gıdalara emdirilmesine dayanır (Khin, et al., 2005).

Gıdalar için uygulanan ozmik uğraşların hedefi ısıtma, dondurma, yada steril paketleme yapılmaksızın depolanabilecek ürünler imal etmektir. Ürünlerin besinsel iyileştirilmesi yada güvenli bir şekilde depolanması, yiyeceklerin içerisinden kontrollü olarak su uzaklaştırmak ve çözeltilerin seçimli bileşimlerinin kimyasal bileşenlerini modifiye ederek gerçekleştirilebilir. Yeni ürünlerin kabul görmesi için ekonomik olması ve tüketiciler tarafından onaylanması gerekmektedir. Bu ürünler ekonomik olarak satılabilmeli ve üretilebilmelidir. Ozmotik uğraşlar bu ekonomik avantajları sağlar. Bu işlem tekniğinin uygulama aralığı geniştir. Balık, et, meyve ve sebze bilinen yaygın ozmotik işlem alanlarıdır. Şeker, inorganik tuzlar, alkoller ve polyollerin ikili ve üçlü sulu çözeltileri ozmotik ajanlar olarak kullanılabilirler. Bu ikili ve üçlü karışımları kullanmak her bir çözeltinin ayrı ayrı avantajlarından faydalanma şansı sağlar. Bu yüzden ozmotik işlemlerin anlaşılması için sulu çözeltilerin volumetrik, akış ve ultrases özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir (Comesana et.al. , 2001).

Saf akışkan ve çözeltilerde volumetrik ve ultrases özellikler önemlidir. Bu özellikler yoğunluk, ultrases hızı, termal genişleme katsayısı, görünen molar hacim,

görünen molar sıkıştırmayı kapsamaktadır. Çözeltinin kısmi ve görünen molar hacimleri ve sıkıştırabilirliklerinden çözücü-çözünen etkileşimlerini incelemede faydalanılmaktadır.

Bu çalışmada, gıdalar için koruyucu olarak kullanılan çeşitli konsantrasyonlarda hazırlanan su+gliserin, su+fruktoz ve su+fruktoz+gliserin çözeltilerinin volumetrik, akış ve ultrasonik özellikleri incelenmiştir.

2. ULTRASES HIZI

Ses dalgaları mekanik dalgalar olup katı, sıvı, gazlar (homojen olan) içerisinde sabit hızlarda ilerlerler. Ses gaz ve sıvılarda boyuna dalgalar şeklinde ilerlerken, katılarda hem boyuna hem de enine dalgalar şeklinde ilerlemektedir.

Ses frekansına göre üç sınıfa ayrılır. İnsan kulağı 20 Hz ile 20000 Hz frekans aralığı içerisinde kalan sesleri duyabilir. Bu aralığa işitilebilir bölge, bu sınırın üzerindeki seslere ses ötesi veya ultrases, altındakilere ise infrases adı verilir.

Ultrases uygulamaları düşük şiddetli ve yüksek şiddetli olmak üzere iki kategoriye ayrılır. Düşük şiddetli ultrases, ortam hakkında bilgi edinebilmek amacıyla kullanılmaktadır. Örneğin tahribatsız muayene, medikal teşhis, ultrases holografi hatta denizaltı görüntüleme yaygın kullanım alanlarıdır. Yüksek şiddetteki uygulamalar yayıldığı ortamı etkiler. Yüksek şiddetteki ultrases dalgaları medikal tedavi ve ameliyatlarda, sıvıların atomizasyonunda, malzemelerin üretilmesinde ve temizlenmesinde, plastiklerin ve metallerin kaynak yapılarak birleştirilmesinde, biyolojik hücrelerin parçalanmasında ve malzemenin homojenleştirilmesinde kullanılmaktadır. Bir ortamın özellikleri hakkında bilgi edinmek amacıyla ortama ultrases dalgaları gönderildiğinde soğurma katsayısı ve ses hızı değerleri ölçülmektedir.

2.1. Çözeltilerin Ultrases Hızı

Gazlarda ve sıvılarda 200 yılı aşkındır ses hızları ölçülmektedir. Başlangıçta ses hızının öneminin anlaşılma süreci yavaştı. I. Dünya Savaşında meydana çıkan sualtı ses sinyalizasyonu ve II. Dünya savaşında bunun yerini alan sonardaki gelişme, elektrolit çözeltiler içerisindeki ses yayılımı araştırmalarına büyük bir ivme kazandırmıştır. Ultrasesin, sıvı ve sıvı karışımların özelliklerini belirlemek amacıyla araştırma cihazı olarak kullanılabilirliği ilk olarak 1930 larda fark edilmiştir. Bu tarihten itibaren ultrases tekniklerin gelişimi ve uygulaması hızla artmıştır.

Çok sayıda araştırma, karışımların ve çözeltilerin kinetik ve termodinamik özelliklerinin teorik ifadeleriyle ilgilidir (Reid, et al., 1987).

Ultrases olayların fiziksel karakteristiği ilk olarak Newton tarafından açıklanmıştır. Newton oda sıcaklığında havadaki ses hızını,

$$PV = \text{sabit} \quad (2.1)$$

olduğunu kabul ederek Boyle Mariotte Hal Denklemini kullanarak 280 m/s olarak bulmuştur. Fakat Laplace (1886) ultrases olaylarda çok hızlı bir değişim olduğunu ve bu olayların izotermik değil izentropik olduğunu olduğunu öne sürerek,

$$PV^\gamma = \text{sabit} \quad (2.2)$$

denklemini kullanmıştır ve oda sıcaklığında sesin havadaki yayılma hızı için deneysel değer ile uyum içinde olan 330 m/s değerini bulmuştur. Buradan da anlaşılacağı üzere ultrases ses hızı için,

$$u^2 = (dp / d\rho)_T \quad (2.3)$$

şeklindeki Newton denklemi yerine ses hızının bir ortamda yayılışının adyabatik olduğunu kabul eden,

$$u^2 = (dp / d\rho)_S \quad (2.4)$$

denklemini kullanılır. Bu denklemde ρ yerine M / V_T yazılırsa,

$$u^2 = -\left(V_T^2 / M\right) (dp / dV_T)_S \quad (2.5)$$

elde edilir. İzentropik sıkıştırılabilirlik ile ultrases hızı arasındaki ilişki Laplace denklemi kullanılarak,

$$\kappa_S = -(1/V_m)(\partial V_m / \partial p)_S = (\rho u^2)^{-1} = V_m / Mu^2 \quad (2.6)$$

denklemleri ile verilir.

3. VOLUMETRİK ÖZELLİKLER

3.1. Van der Waals Hacmi ve Kısmi Molar Hacim

Kısmi molar hacim V_2 , çözücü-çözünen etkilerini incelemede yararlı bir özelliktir. Genel olarak V_2 , çözücü içerisine eklenen bir mol çözünen sonucunda ideal çözeltilerin hacminde meydana gelen fark olarak tanımlanır. Çözücü-çözünen etkileşimi olmayan çözeltiler, ideal çözeltilerdir. Bu gerçek çözeltilerde nadiren doğrudur ve bu yüzden genellikle limit kısmi molar hacim (V_ϕ^0) kullanılır. V_ϕ^0 ise V_2 'yi sıfır konsantrasyona extrapole edilerek elde edilir. Edwards ve Farrel (1975) yılında kısmi molar hacim ve Van der Waals hacmi arasında bir ilişki olduğunu öne sürmüşlerdir. Çözücü molekülleri r_w Van der Waals yarıçapına sahip bir küre gibi düşünülür.

$$V_2 = \frac{4}{3}\pi(r_w + \Delta)^3 \quad (3.1)$$

Bu denklem daha sonra Sahahidi, Farrell ve Edwards (1976) tarafından,

$$V_2 = \frac{4}{3}\pi(r_w + \Delta)^3 - n\sigma \quad (3.2)$$

şeklinde düzenlenmiştir. Burada V_2 kısmi molar hacim, r_w Van der Waals yarıçapı, Δ çözücü ve çözüneni ayıran boşluğun hacmi, n hidrofilik grup sayısı ve σ ise azalan hacimdir. Hesaplanan kısmi molar hacim mevcut deneysel veriler ile uyumludur (Aarflot, 2001).

3.2. Görünen Molar Hacim

Çözücü içerisindeki çözünenin kısmi molar hacmi,

$$V_2 = \left(\frac{\partial V}{\partial n_2} \right)_{T,P,n_1} \quad (3.3)$$

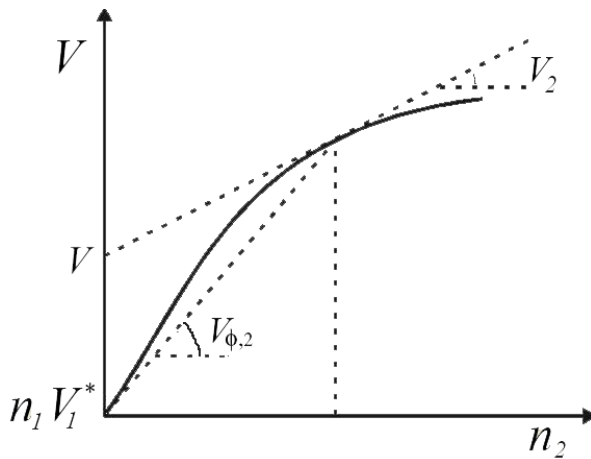
ile verilir. Burada V_2 kısmi molar hacim, n_2 çözünenin mol sayısı, T sıcaklık, P basınç, n_1 çözücünün mol sayısı ve V ise çözeltinin toplam hacmidir. V_1 ve V_2 Lewisyen kısmi molar özellikleridir ve Euler's teoreminde kullanılarak toplam hacim,

$$V = n_1 V_1 + n_2 V_2 \quad (3.4)$$

denklemlerle verilir (Reis, 1982). Bu denklem saf çözeltinin molar hacminde kullanılırken tekrar ifade edilirse,

$$V = n_1 V_1^* + n_2 V_{\phi,2} \quad (3.5)$$

denklemler elde edilir. Burada V_1^* aynı sıcaklık ve basınçlarda saf çözücünün molar hacmidir. $V_{\phi,2}$ ise Harmed ve Owen (1958) tarafından tanımlanan çözünenin görünen molar hacmidir.



Şekil 3.1. Sabit sıcaklık, sabit basınç ve sabit n_1 'de, n_2 'ye bağlı V çözelti hacmi

Şekil 3.1’de görüldüğü gibi $V_{\phi,s}$, sabit çözücüde, çözünenin mol kesrine karşı çözeltilinin hacminden elde edilen doğrunun eğimidir. Çözünenin kısmi molar hacmi, görünen molar hacim cinsinden,

$$V_2 = V_{\phi,2} + m \left[\frac{\partial V_{\phi,2}}{\partial m} \right] \quad (3.6)$$

şekilde ifade edilebilir. Burada m , çözeltilinin molalitesidir. Sonsuz seyreltilmiş durumda limit kısmi molar hacim, limit görünen molar hacime eşittir.

$$\lim(m \rightarrow 0)V_2 = V_2^0 = V_{\phi,2}^0 \quad (3.7)$$

Görünen molar hacmi deneysel olarak saptamak için sadece bilinen konsantrasyonda çözeltilinin yoğunluğu ölçülür. Denklem (3.5) kullanılarak görünen molar hacim çözeltili ve çözücü yoğunluğu, molalite ve molar kütlelerin fonksiyonu olarak 1 kg su ile hazırlanan çözeltili için (sabit sıcaklık ve basınçta),

$$V = (1/M_1) \cdot V_1^* + m \cdot V_{\phi,2} \quad (3.8)$$

elde edilir. Yoğunluk için,

$$\rho = (1 + M \cdot m)/V \quad (3.9)$$

ifadesi yazılabilir. Bundan dolayı,

$$\frac{1}{\rho} \cdot [1 + M \cdot m] = \frac{1}{\rho^*} + m \cdot V_{\phi,2} \quad (3.10)$$

veya

$$\frac{1}{\rho} + \frac{M \cdot m}{\rho} = \frac{1}{\rho^*} + m \cdot V_{\phi,2} \quad (3.11)$$

elde edilir. Aynı zamanda,

$$\frac{\rho}{\rho^*} = \frac{1 + m \cdot M}{1 + m \cdot \rho^* \cdot V_{\phi,2}} \quad (3.12)$$

yazılabilir. Böylece görünen molar hacim ifadesi,

$$V_{\phi,2} = \frac{\rho^* - \rho}{m \cdot \rho \cdot \rho^*} + \frac{M}{\rho} \quad (3.13)$$

şeklinde bulunur. Burada ρ yoğunluk, M molekül ağırlığı ve yıldız (*) işareti saf çözücüye belirtir (Aarflot, 2001; Blandamer, et al., 1999, 2001).

3.3. Kısmi İzotermal Molar Sıkıştırılabilirlik

Kısmi molar hacim, çözelti çevresindeki çözücü moleküllerinin paketlemesiyle ilişkili olan boşluk hacmi V_e ve gerçek bölüm V_w olmak üzere ikiye ayrılabilir.

$$V_2 = V_w + V_e \quad (3.14)$$

V_w kısmi molar hacmin büyük kısmını oluşturur. V_e terimi ise su yapısındaki uzun aralık etkisi, H-bağı, çözücü değerinin düşmesi, elektrostatik, hidrofobik ve hidrofilik hidrasyonları kapsayan çözücü-çözünen etkileşimlerine neden olan tüm etkileşimleri kapsar. Gerçek hacmin, boş hacim kısmına göre çok veya az sıkıştırılmaz olduğunu varsayalım. Bu yüzden kısmi molar hacmin basınca göre türevi çözücü-çözünen etkileşimleri hakkındaki bilgileri içerir. Kısmi molar hacmin basınca göre türevinin negatif değeri sıklıkla kısmi molar sıkıştırılabilirlik olarak adlandırılır. Fakat bu çalışmada Blandamer (1998a, 1998b) notasyonu benimseneceğinden kısmi molar

sıkıştırılabilirlik $\kappa_{T,2}$ ile gösterilecektir. Negatif $\kappa_{T,2}$ kısmi molar hacmin ve V_e 'nin basıncın fonksiyonu olarak arttığını belirtir. Saf su $8.17.10^4 \text{ cm}^3.\text{mol}^{-1}.\text{bar}^{-1}$ molar sıkıştırmaya sahiptir. Apolar hidrofobik çözeltinin hidrasyonu durumunda hidrasyon tabakasındaki su molekülleri hidrofobik hidrasyona göre daha kuvvetli hidrojen bağları oluştururlar ve bu yüzden hidrasyon tabakası saf suya göre düşük sıkıştırılabilirliğe sahip olur. İyonlar su içerisinde ortaya çıktığında elektrostatik kuvvetler tarafından su yapısı genellikle bozulur. Su çevresindeki iyonlar yoğundur ve suya göre daha az sıkıştırılabilirliktedir ve daha büyük negatif molar sıkıştırmaya yol açarlar $((-30,-50).10^4 \text{ cm}^3.\text{mol}^{-1}.\text{bar}^{-1})$. Karbonhidratların kısmi molar sıkıştırılabilirliği orta değerlerdedir. Bu da suyun hidrojen bağ yapısının karbonhidrat moleküllerinin etkisiyle bozulduğunu gösterir (Blandamer, 1998a).

İzotermal sıkıştırılabilirlik,

$$\kappa_T = - \left[\frac{\partial V}{\partial p} \right]_T \quad (3.15)$$

denklemlerle verilir. Sıkıştırma teriminin, sıkıştırılabilirlik yerine kullanılması Blandamer tarafından önerilmiştir. Denklem 3.15'in sabit sıcaklıkta basınca göre diferansiyeli,

$$\kappa_T = n_1 \kappa_{T,1}^* + n_2 \kappa_{T,\phi,2} \quad (3.16)$$

denklemini verir. Buradaki $\kappa_{T,\phi,2}$ çözünenin görünen molar izotermal sıkıştırılması ve $\kappa_{T,1}^*$ saf çözücünün kısmi molar sıkıştırılması olarak tanımlanır ve sırasıyla,

$$\kappa_{T,\phi,2} = - \left[\frac{\partial V_{\phi,s}}{\partial p} \right]_T \quad (3.17)$$

$$\kappa_{T,1}^* = - \left[\frac{\partial V_1^*}{\partial p} \right]_T \quad (3.18)$$

denklemleriyle verilir. Denklem 3.16'da n_2 'nin yerine m . M_m (molalite.molekül ağırlığı) yazıp sabit n_1 , T ve ρ 'da n_2 'ye göre diferansiyeli alınırsa,

$$\kappa_{T,2} = \kappa_{T,\phi,2} + m \left[\frac{\partial \kappa_{T,\phi,2}}{\partial m} \right] \quad (3.19)$$

elde edilir. Sonsuz seyreltilmiş çözeltilde limit kısmi izotermal sıkıştırma, limit görünen molar sıkıştırmaya eşittir.

$$\lim(m \rightarrow 0) \kappa_{T,2} = \kappa_{T,2}^0 = \kappa_{T,\phi,2}^0 \quad (3.20)$$

$\kappa_{T,\phi,2}$ deneysel olarak tanımlanabilir.

$$\kappa_{T,\phi,2} = \frac{\kappa_{T,2} - \kappa_T^*}{m\rho^*} + \kappa_{T,2} V_{\phi,2} \quad (3.21)$$

Burada κ_T izotermal sıkıştırılabilirliktir ve,

$$\kappa_T = - \frac{1}{V} \left[\frac{\partial V}{\partial p} \right]_T = \frac{1}{\rho} \left[\frac{\partial \rho}{\partial p} \right]_T \quad (3.22)$$

ile verilir (Aarflot, 2001, Blandamer, et al., 2000, Blandamer, 1998b).

3.4. Görünen İzentropik Molar Sıkıştırma

Deneysel olarak $\kappa_{T,2}$ 'yi belirlemek güçtür. En uygun yöntem izentropik sıkıştırılabilirliği kullanmaktır. İzentropik sıkıştırılabilirlik Newton-Laplace denklemi kullanılarak deneysel ses hızı ve yoğunluk değerlerinden bulunabilir.

$$\kappa_S = \frac{1}{u^2 \rho} \quad (3.23)$$

Burada u hızı ve ρ ise yoğunluktur. İzotermal ve izentropik sıkıştırılabilirlik arasındaki ilişki,

$$\kappa_T = \kappa_S + \frac{\alpha^2 T}{\sigma_p} \quad (3.24)$$

ile verilir. Burada α ,

$$\alpha = \frac{1}{V} \left[\frac{\partial V}{\partial T} \right]_p \quad (3.25)$$

ile tanımlanan genişlemedir ve σ_p ise,

$$\sigma_p = \frac{C_p}{V} \quad (3.26)$$

şeklinde tanımlanan çözeltilinin birim hacminin izobarik ısı kapasitesidir. Şimdi denklem 3.21'de görünen izentropik molar sıkıştırmanın görünen izotermal molar sıkıştırma ile aynı ifadeye sahip olabileceğini düşünebiliriz. Harnet ve Owen (1958) $\kappa_{T,\phi,2}$ 'yi tanımlarken “ \equiv ” denktir sembolünü kullanmışlardır. Blandamer bunun uygun bir termodinamik değişken olmadığını göstererek uygulanabilir görünen izentropik sıkıştırmayı,

$$K_{S,\phi,2,uyg.} \equiv \frac{\kappa_S - \kappa_S^*}{m\rho^*} + V_{\phi,2}\kappa_S \quad (3.27)$$

şeklinde tanımlamıştır. Burada κ_S çözeltinin izentropik sıkıştırılabilirliği, κ_S^* çözücünün izentropik sıkıştırılabilirliği, $V_{\phi,2}$ kısmi molar hacim, m molalite, ρ^* ise çözücünün yoğunluğudur (Blandamer, 1998b, Harnet, et al.,1958).

3.5. Hidrasyon Sayısı

Hidrasyon sayısı, hidrasyon tabakası için bilgi verici bir ölçüdür. Farklı tanımlamalar ve teknikler mevcuttur. Tait ve arkadaşları (1972) NMR ve dielektrik çalışmaları kullanarak çözücüdeki moleküllerin yaptığı hidrojen bağlarının ortalama sayısını, bağların sudaki bağlara göre daha uzun olmasından hareketle hidrasyon sayısı olarak tanımlamışlardır. Galema ve Hoiland (1991) ses hızı ve yoğunluk ölçümlerinden hidrasyon sayısını bulmuşlardır ve bunu çözünen moleküllerine su moleküllerinin bağlanmasının göstergesi olarak tanımlamışlardır. Hidrasyon sayısının mutlak değeri kullanılan metoda bağlıdır (Moulik, 1989). Ama bağlı eğilim aynıdır.

Hidrasyon sayısı (n_H), deneysel ses hızı ve yoğunluk verilerinden yararlanılarak hesaplanabilir (Sarvazayan et. al, 1991; Moulik et. al, 1989; Bockris et. al, 1977).

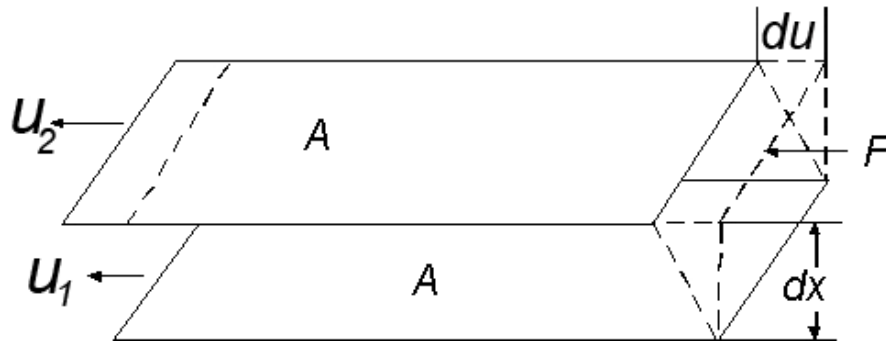
$$n_h = \frac{n_w}{n_s} \left(1 - \frac{\kappa_s}{\kappa_s^*} \right) \quad (3.28)$$

Burada n_w ve n_s sırasıyla su ve karbonhidratın mol kesridir. Denklem 3.28 hidrasyon tabakasının sıkıştırılabilirliğinin sıfır olduğunu kabul eder. Bu hidrasyon sayısını etkiler ama eğilimi değiştirmez (Sidhu, et al., 1999).

4. AKIŞ ÖZELLİKLERİ

4.1. Viskozite

Viskozite akışkanların içsel sürtünmesinin ölçüsüdür. Bu sürtünme akışkanın bir tabakasının diğer tabakalarla ilişkili olarak hareket etmesiyle ortaya çıkar. Sürtünme arttıkça, bu hareketi yapmak için daha büyük bir kuvvete ihtiyaç vardır. Bu hareket şekline makaslama hareketi denir. Akışkan fiziksel olarak hareket ettiğinde, yayıldığında, karıştırıldığında, püskürtüldüğünde veya aktığında v.b. makaslama hareketi meydana gelir. Oldukça viskoz akışkanları hareket ettirebilmek için düşük viskoz sıvılara göre daha büyük kuvvet gerektirir.



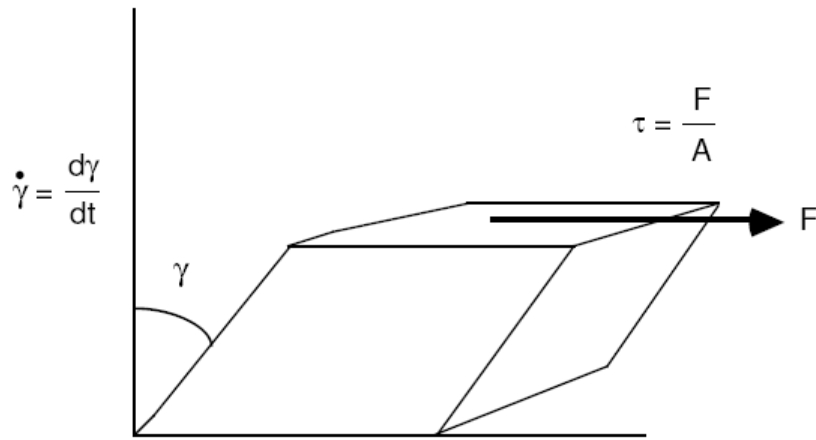
Şekil 4.1. Aynı boyutta iki paralel yüzeyi birbirinden dx kadar uzaklıkta, u_1 ve u_2 farklı hızları ile aynı yönde hareket eden akışkan

Isaac Newton viskoziteyi, Şekil 4.1'de gösterilen modeli göz önünde bulundurarak tanımlamıştır. Akışkanın aynı boyutta iki paralel yüzeyi birbirinden dx kadar uzaklıkta, u_1 ve u_2 farklı hızları ile aynı yönde hareket etmektedirler. Newton, hızlardaki bu farkı korumak için gerekli olan kuvvetin akışkan içerisindeki hızlardaki fark ya da hız gradyenti ile orantılı olduğunu varsaymıştır. Newton bunu ifade etmek için,

$$\frac{F}{A} = \eta \frac{du}{dx} \quad (4.1)$$

denklemini kullanmıştır. Burada η verilen materyal için viskozite olarak adlandırılan sabittir.

$\frac{du}{dx}$ hızdaki değişimin ölçüsüdür. Bu sıvılarda makaslama tanımlar ve makaslama oranı olarak adlandırılır. Makaslama oranı γ sembolüyle gösterilecektir. Makaslama oranının birimi (s^{-1})'dir.



Şekil 4.2. Uygulanan τ makaslama zorunda γ makaslama oranıyla hareket eden sıvı parçası

F/A terimi makaslama hareketini yapmak için birim alan başına uygulanması gereken kuvveti gösterir. F/A makaslama zorudur ve τ sembolüyle gösterilir. Birimi dyn/cm^2 veya N/m^2 'dir. Viskozite matematiksel olarak aşağıdaki bağıntıyla tanımlanabilir.

$$\eta = \text{viskozite} = \frac{\tau}{\dot{\gamma}} = \frac{\text{makaslama zoru}}{\text{makaslama oranı}} \quad (4.2)$$

Kinematik viskozite, dinamik viskozitenin akışkanın yoğunluğuna oranıdır. Dinamik viskozitenin birimi SI sisteminde Ns.m^{-2} yada (Pa.s) iken kinematik viskozitenin birimi $\text{m}^2 .\text{s}^{-1}$ yada $\text{cm}^2.\text{s}^{-1}$ dir. Viskozite kütle aktarımı, ısı transferi,

akışkan akışını da içine alan bir çok mühendislik uygulamalarında gerekli transfer özelliğidir.

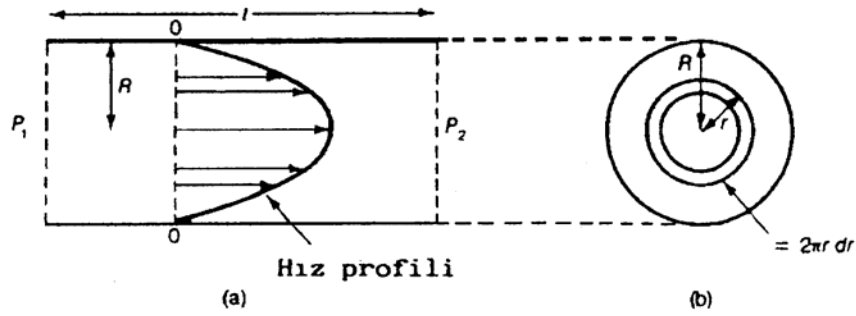
Homojen yapılarda viskozite, moleküler büyüklük arttıkça artmaktadır. Aynı zamanda, moleküllerin tipleriyle de viskozite değişmektedir. Viskozite moleküller arası çekim kuvvetiyle değişmektedir. Sudaki ve alkollerdeki hidrojen bağının mevcudiyeti bu bileşenlerin yüksek viskoziteli olmasına neden olur. Sıvı ve sıvı karışımların viskozitesinden sıvıların moleküler yapısı hakkında bilgi edimek oldukça zordur (Nairin, 2005, Anonim, 2005).

4.2 Viskozite Ölçme Yöntemi

Sıvı ve sıvı karışımların viskoziteleri genel olarak kapiler akış yöntemi, düşen küre yöntemi ve döner silindir yöntemleri ile ölçülmektedir. Bu çalışmada üçlü ve ikili sıvı karışımları ile bunları oluşturan bileşenlerin viskoziteleri kapiler akış yöntemi ile bulunmuştur.

4.2.1. Kapiler Akış Yöntemi

Viskozite ölçümleri genellikle akışkanın, dairesel kesitli bir boru içerisinde akış hızı ölçülmesi ile yapılır. Akışkanın akış hızı bulunduğundan sonra borunun boyutları ve etkiyen basınçtan, Poiseuille tarafından geliştirilen teoriye dayandırılarak viskozite hesaplanır. Sıkıştırılmayan bir akışkanın uçlarındaki basınçların P_1 ve P_2 , uzunluğu l ve yarıçapı R olan bir boru içerisinden aktığını düşünelim (Şekil 4.3.a ve b). Borunun çeperlerindeki sıvı durgun halde iken akış hızı borunun merkezinde maksimuma erişir (bu durum boru içerisindeki sıvının akış hızı dağılımını temsil eden Şekil 4.2'de gösterilmektedir).



Şekil 4.3. Sıvının akış hızı dağılımı ve borunun üst kesitinin görünüşü

l uzunluklu ve r yarıçaplı bir silindirin alanı $2\pi r l$ 'dir ve böyle bir sıvı silindirine etkiyen sürtünme kuvveti,

$$F = -\eta \frac{dv}{dr} 2\pi r l \quad (4.3)$$

şeklinde verilir. Burada hız değişimi olan dv/dr negatiftir. F kuvveti, bu silindirdeki akışkanı iten kuvvet tarafından tamamen dengelenir. Bu kuvvet, silindirin alanı olan πr^2 ile basınç farkının $(P_1 - P_2)$ çarpımıdır. Böylece,

$$-\eta \frac{dv}{dr} 2\pi r l = \pi r^2 (P_1 - P_2) \quad (4.4)$$

veya

$$dv = -\frac{r}{2\eta l} (P_1 - P_2) dr \quad (4.5)$$

ifadesi ile verilir. Bu ifadenin integrali alınır,

$$v = -\frac{(P_1 - P_2)}{4\eta l} r^2 + \text{sabit} \quad (4.6)$$

denklemini elde edilir. $R=r$ olduğu zaman hız sıfır olduğundan integral sabiti,

$$sabit = \frac{(P_1 - P_2)}{4\eta l} R^2 \quad (4.7)$$

ve bu sabit denklem 4.6'da yerine yazılırsa,

$$v = \frac{P_1 - P_2}{4\eta l} (R^2 - r^2) \quad (4.8)$$

denklemini elde edilir. Birim zamanda borudan akan sıvının toplam hacmi (dV/dt), her bir kesit alanı üzerinden integrali alınarak bulunur. Kesit alanı $2\pi r dr$ 'dir (Şekil 4.3.b).

Birim zamanda akan sıvının toplam hacmi,

$$\frac{dV}{dt} = \int_0^R 2\pi r v dr = \frac{(P_1 - P_2)\pi}{2\eta l} \left\{ R^2 \int_0^R r dr - \int_0^R r^3 dr \right\} \quad (4.9)$$

$$\frac{dV}{dt} = \frac{(P_1 - P_2)\pi R^4}{8\eta l} \quad (4.10)$$

şeklindeki "Poiseuille Denklemi" elde edilir. Bu denklem aşağıdaki şekilde de yazılabilir:

$$V = \frac{\Delta P \pi R^4}{8\eta l} t \quad (4.11)$$

veya

$$\eta = \frac{\Delta P \pi R^4 t}{8Vl} \quad (4.12)$$

Burada t , uygulanan ΔP basıncında r yarıçaplı ve l uzunluklu bir kapiler boru içerisinde sıvının V hacminin akması için geçen zamanı göstermektedir.

Bir sıvının viskozitesi denklem 4.12 kullanılarak bulunabileceği gibi, aşağıda anlatılan daha basit şekilde de bulunabilir. Borunun çıkış ve giriş uçları arasındaki basınçların farkı (ΔP), sıvılarda hidrostatik basınca eşit alınabilir.

$$\Delta P = l\rho g \quad (4.13)$$

Burada ρ sıvının yoğunluğu, g ise yerçekimi ivmesidir. Böylece denklem 4.12 ve denklem 4.13'den,

$$\eta = \frac{l\rho g \pi R^4 t}{8Vl} = \frac{\pi R^4 g}{8V} \rho t \quad (4.14)$$

veya

$$\eta = k\rho t \quad (4.15)$$

yazılabilir. Burada k bir sabit olup kullanılan cihaz değişmedikçe değişmez. Eğer denklem 4.15 iki ayrı sıvı için yazılıp taraf tarafa oranlanırsa,

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{\rho_1 t_1}{\rho_2 t_2} \quad (4.16)$$

denklemini elde edilir.



Şekil 4.4. Oswald viskometresinin şematik görünüşü

Oswald viskometresi (Şekil 4.4) kullanılarak viskozitesi bilinen ve bilinmeyen sıvıların belli hacimlerinin (V) akış zamanları bulunur ve bu bilgilerden (ρ_1, ρ_2 biliniyor) denklem 4.16 yardımı ile viskozitesi bilinmeyen sıvının viskozitesi bulunur (Gürses ve Bayrakçeken, 1996).

5. DENEYSEL ÇALIŞMA

Bu çalışmada kullanılan gliserin (>%99) Merck'in, fruktoz (>%99,8) ise Carlo Erba ürünüdür. Ayrıca çözelti hazırlanışında iki defa iyonize edilmiş saf su kullanılmıştır. Bu çalışmadaki ölçümler 298,15K, 303,15K, 308,15K ve 313,15K sıcaklıklarında ve atmosfer basıncında yapılmıştır. Deneyde hata getirebilecek yabancı maddeleri temizlemek için kullanılan tüm kaplar ve ölçüm cihazlarının aparatları saf su ve aseton ile temizlenmiştir.

Çeşitli miktarlarda saf su, gliserin ve fruktoz kullanılarak değişik konsantrasyonlarda çözeltiler hazırlanmıştır. Çözelti hazırlanışında kütleler 10^{-5} g hassasiyette terazi (Sartorius CP225D) kullanılarak tartılmıştır. Su+gliserin çözeltisi için çözücü su, çözünen gliserin, su+fruktoz+gliserin çözeltisi için çözücü su+fruktoz, çözünen ise gliserindir.



Şekil 5.1. Hassas terazi (Sartorius CP225D)

Değişik konsantrasyonlarda hazırlanan su+fruktoz+gliserin, su+fruktoz ve su+gliserin çözeltilerinin ultrases hızları ve yoğunluklar Anton Paar DSA5000 cihazıyla $298,15 \pm 0,001$ K, $303,15 \pm 0,001$ K, $308,15 \pm 0,001$ K, $313,15 \pm 0,001$ K sıcaklıklarında ve atmosfer basıncında ölçülmüştür. Ultrases hızı $\pm 0,01$ m/s, yoğunluk $\pm 0,00001$ g/cm³ doğrulukla ölçülmüştür.



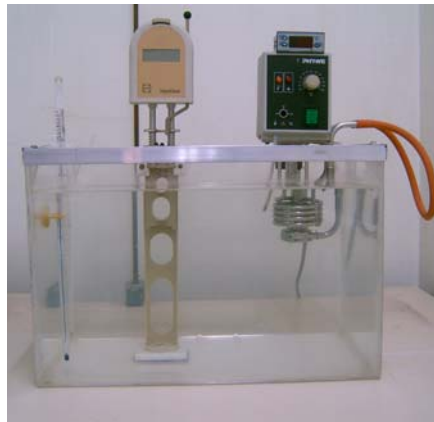
Şekil 5.2. Yoğunluk ve ultrases hızı ölçüm cihazı (Anton Paar DSA5000)

Değişik konsantrasyonlarda hazırlanan su+fruktoz+gliserin, su+fruktoz ve su+gliserin çözeltilerinin kinematik viskoziteleri 298,15±0,1 K, 303,15±0,1 K, 308,15±0,1 K, 313,15±0,1 K sabit sıcaklıklarda ±0,01 s hassasiyetle Mikro-Ostwald viskozimetresi (Schott Viscoclock) kullanılarak akış süresi ölçülüp,

$$\nu = K(t - \vartheta) \quad (5.1)$$

denklem 5.1 ile hesaplanmıştır. Burada K viskometre sabiti, ϑ ise Hagenbach düzeltme parametresidir. Daha sonra hesaplanan kinematik viskozite ve yoğunluk değerleri kullanılarak denklem 5.2'den dinamik viskozite değerleri bulunmuştur.

$$\eta = \rho.\nu \quad (5.2)$$



Şekil 5.3. Viskozite ölçümü deney düzeneği

6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Su+gliserin, su+fruktoz ve su+fruktoz+gliserin çözeltilerinin çeşitli konsantrasyon ve sıcaklıklardaki ölçülen yoğunluk değerleri sırasıyla Çizelge 6.1, Çizelge 6.2 ve Çizelge 6.3’de verilmiştir. Bu çözeltilerin yoğunlukları denklem 6.1 (Choudary, et al., 1994) kullanılarak fruktoz ve gliserinin konsantrasyonlarına bağlılığı incelenmiştir.

$$\rho/(kg.m^{-3}) = \rho_d/(kg.m^{-3}) + \sum_{i=2}^4 A_i (m/(mol.kg^{-1}))^{1/2} \quad (6.1)$$

Burada ρ_d , su+gliserin ve su+fruktoz çözeltilerinde çözücü olarak kullanılan suyun yoğunluğu, su+fruktoz+gliserin çözeltilerinde ise çözücü olarak kullanılan su+fruktoz ikili karışımının yoğunluğudur, m ise, su+gliserin çözeltilerinde gliserinin molalitesidir, su+fruktoz çözeltilerinde fruktozun molalitesi, su+fruktoz+gliserin çözeltilerinde ise gliserin molalitesidir. A_i ise parametrelerdir. Bu parametrelerin değerleri Çizelge (6.4-6.6)’da verilmiştir. Su+gliserin ve su+fruktoz çözeltilerinin gliserin ve fruktoz konsantrasyonlarına göre deneysel ve hesaplanan yoğunluk değerlerinin karşılaştırılması sırasıyla Şekil 6.1 ve Şekil 6.7’de gösterilmiştir. Su+fruktoz+gliserin çözeltilerinin farklı fruktoz konsantrasyonları ve gliserin konsantrasyonuna göre deneysel ve hesaplanan yoğunluk değerleri Şekil (6.13-6.15)’da gösterilmiştir. Belirli sıcaklıkta su+gliserin, su+fruktoz, su+fruktoz+gliserin çözeltilerinin yoğunluk değerleri gliserinin ve fruktozun konsantrasyonlarının artmasıyla artmaktadır.

Su+gliserin, su+fruktoz ve su+fruktoz+gliserin çözeltilerinin ses hızı değerleri sırasıyla Çizelge 6.1, Çizelge 6.2 ve Çizelge 6.3’de verilmiştir. Bu çözeltilerin ses hızlarının fruktoz ve gliserinin konsantrasyonlarına bağlılığı denklem 6.2 (Zhang, et al., 1996) kullanılarak incelenmiştir.

$$u/(m.s^{-1}) = u_d/(m.s^{-1}) + \sum_{i=2}^4 A_i (m/(mol.kg^{-1}))^{i/2} \quad (6.2)$$

Burada u_d , su+gliserin ve su+fruktoz çözeltilerinde çözücü olarak kullanılan suyun ses hızı, su+fruktoz+gliserin çözeltisinde ise çözücü olarak kullanılan su+fruktoz ikili karışımının ses hızıdır, m ise, su+gliserin çözeltisinde gliserinin molalitesi, su+fruktoz çözeltisinde fruktozun molalitesi, su+fruktoz+gliserin çözeltisinde ise gliserin molalitesi. A_i ise parametrelerdir. Bu parametrelerin değerleri Çizelge (6.4-6.6)'da verilmiştir. Su+gliserin ve su+fruktoz çözeltilerinin gliserin ve fruktoz konsantrasyonlarına göre deneysel ve hesaplanan ses hızı değerlerinin karşılaştırılması sırasıyla Şekil 6.2 ve Şekil 6.8'de gösterilmiştir. Su+fruktoz+gliserin çözeltisinin farklı fruktoz konsantrasyonları ve gliserin konsantrasyonuna göre deneysel ve hesaplanan ses hızı değerleri Şekil (6.17-6.20)'de gösterilmiştir. Belirli bir sıcaklıkta su+gliserin, su+fruktoz, su+fruktoz+gliserin çözeltilerinin ses hızı değerleri, gliserinin ve fruktozun konsantrasyonlarının artmasıyla artmaktadır.

Su+gliserin, su+fruktoz ve su+fruktoz+gliserin çözeltilerinin viskozite değerleri sırasıyla Çizelge 6.1, Çizelge 6.2 ve Çizelge 6.3'de verilmiştir. Bu çözeltilerin viskoziteleri Jones-Dole denklemi olarak adlandırılan denklem 6.3 (Zhang, et al., 1996) kullanılarak fruktoz ve gliserinin konsantrasyonlarına bağlılığı incelenmiştir.

$$\eta/(mPa.s) = \eta_d/(mPa.s) + Am^{0,5} + Bm + Dm^2 + Em^{3,5} \quad (6.3)$$

Burada η_d , su+gliserin ve su+fruktoz çözeltilerinde çözücü olarak kullanılan suyun viskozitesi, su+fruktoz+gliserin çözeltisinde ise çözücü olarak kullanılan su+fruktoz ikili karışımının viskozitesidir, m ise, su+gliserin çözeltisinde gliserinin molalitesi, su+fruktoz çözeltisinde fruktozun molalitesi, su+fruktoz+gliserin çözeltisinde ise gliserin molalitesidir. A, B, D ve E ise parametrelerdir. Bu parametrelerin değerleri Çizelge (6.4-6.6)'da verilmiştir. Su+gliserin ve su+fruktoz çözeltilerinin gliserin ve fruktoz konsantrasyonlarına göre deneysel ve hesaplanan viskozite değerlerinin karşılaştırılması sırasıyla Şekil 6.3 ve Şekil 6.9'da gösterilmiştir. Su+fruktoz+gliserin çözeltisinin farklı fruktoz konsantrasyonları ve gliserin

konsantrasyonuna göre deneysel ve hesaplanan viskozite değerleri Şekil (6.21-6.24)'de gsterilmiŐtir. Belirli sıcaklıkta su+gliserin, su+fruktoz, su+fruktoz+gliserin czeltilerinin viskozite değerleri gliserinin ve fruktozun konsantrasyonlarının artmasıyla artmaktadır.

Su+gliserin, su+fruktoz ve su+fruktoz+gliserin czeltilerinin izentropik sıkıştırılabilirlikleri atmosfer basıncında, 298,15, 303,15, 308,15 ve 313,15 K sıcaklıklarında ölçülen yoğunluk, ve ses hızı değerleri kullanılarak denklem 3.23 yardımıyla hesaplanmıştır. Bu hesaplanan değerler su+gliserin, su+fruktoz ve su+fruktoz+gliserin czeltileri için sırasıyla Çizelge 6.1, Çizelge 6.2 ve Çizelge 6.3'de verilmiştir. Su+fruktoz+gliserin czeltisinin izentropik sıkıŐtırılabilirliklerinin değişim ve bağıl değişimleri denklem 6.4 ve denklem 6.7 kullanılarak gliserin konsantrasyonlarının fonksiyonu Şeklinde ifade edilmiştir.

$$\Delta\kappa_s = \kappa_0 - \kappa_s = A + Bm \quad (6.4)$$

$$\kappa_s = \kappa_0 - \mu\kappa_0 \quad (6.5)$$

$$\mu = \frac{\kappa_0 - \kappa_s}{\kappa_0} = \frac{\Delta\kappa_s}{\kappa_0} \quad (6.6)$$

$$\frac{\Delta\kappa_s}{\kappa_0} = A' + B'm \quad (6.7)$$

A ve B, sırasıyla $\Delta\kappa_s$ 'in konsantrasyona bağlı grafiğinde kesişim ve eğim değerleridir. κ_0 ve κ_s ise czc ve cznenin izentropik sıkıŐtırılabilirlikleridir. μ izentropik sıkıştırılabilirlikteki bağıl değişimi temsil eder. Konsantrasyona karşı cizelene $\frac{\Delta\kappa_s}{\kappa_0}$ grafiğinde A' ve B' sırasıyla kesişim ve eğim değerleridir. 298,15-313,15 K sıcaklık aralığında su+fruktoz+gliserin czeltisinin fruktoz ve gliserin konsantrasyonuna bağlı $\Delta\kappa_s$ ve $(\Delta\kappa_s/\kappa_0)$ değerleri sırasıyla Şekil 6.37-6.44 ve 6.45-

6.52'de gösterilmiştir. Herbir sıcaklıkta A ve B 'nin değerleri Çizelge 6.7'de, A' ve B' değerleri ise Çizelge 6.8'de verilmiştir. İncelenen tüm sistemlerde fruktoz ve gliserin konsantrasyonuna karşı $\Delta\kappa_s$ ve $(\Delta\kappa_s/\kappa_0)$ değişimlerinde benzer eğilimler gözlemlendi. Çözelti konsantrasyonunun artmasıyla $(\Delta\kappa_s/\kappa_0)$ değerinde gözlenen artış çözelti içerisinde sıkıştırılmayan kısmı artırır. Sıcaklıkla $\Delta\kappa_s$ ve $(\Delta\kappa_s/\kappa_0)$ değerlerindeki değişim açığa çıkan ısı nedeniyle suyun yapısında bozulmalara yol açar. Gliserin konsantrasyonu ile $\Delta\kappa_s$ ve $(\Delta\kappa_s/\kappa_0)$ değişim grafiği yakından incelenirse çözeltinin kesişim değerlerinin sıfır veya sıfıra yakın olduğu gözlemlenir. Bu davranış güçlü çözücü-çözücü ve çözücü-çözünen moleküler/iyonlar arası etkileşmelerin belirtisidir.

Su+gliserin, su+fruktoz ve su+fruktoz+gliserin çözeltilerinin hidrasyon sayısı değerleri atmosfer basıncında, 298,15, 303,15, 308,15 ve 313,15 K sıcaklıklarında ölçülen yoğunluk, ve ses hızı değerleri kullanılarak denklem 3.28 yardımıyla hesaplanmıştır. Bu hesaplanan değerler su+gliserin, su+fruktoz ve su+fruktoz+gliserin çözeltileri için sırasıyla Çizelge 6.1, Çizelge 6.2 ve Çizelge 6.3'de verilmiştir. Su+gliserin, ve su+fruktoz çözeltilerinin gliserin ve fruktoz konsantrasyonlarına göre hidrasyon sayısı değişimleri sırasıyla Şekil 6.4 ve Şekil 6.10'da gösterilmiştir. Su+fruktoz+gliserin çözeltisinin farklı fruktoz konsantrasyonları için 298,15, 303,15, 308,15 ve 313,15 K sıcaklıklarında gliserin konsantrasyonuna göre hidrasyon sayısı değişimleri ise Şekil (6.25-6.28)'de verilmiştir. İncelenen çözeltilerin gliserin ve fruktoz konsantrasyonları arttıkça hidrasyon sayıları azalır. Gliserin ve fruktoz konsantrasyonlarının artmasıyla çözünen molekülleri başına düşen su molekülü sayısı azalacağından hidrasyon sayılarında da azalma ve hidrofobikliğinde artış gözlenir. İncelenen çözeltilerde belirli bir konsantrasyon değerinde sıcaklık arttıkça hidrasyon sayısında azalma olduğu gözlenmiştir. Bu sonuç sıcaklıkla artışıyla molekül yapısında termal kopmalar oluşabileceğini gösterir.

Su+gliserin, su+fruktoz ve su+fruktoz+gliserin çözeltilerinin görünen molar hacimleri atmosfer basıncında, 298,15, 303,15, 308,15 ve 313,15 K sıcaklıklarında ölçülen yoğunluk değerleri kullanılarak denklem 3.13 yardımıyla hesaplanmıştır. Bu

hesaplanan değerler su+gliserin, su+fruktoz ve su+fruktoz+gliserin çözeltileri için sırasıyla Çizelge 6.1, Çizelge 6.2 ve Çizelge 6.3'de verilmiştir. Su+gliserin ve su+fruktoz çözeltilerinin sıcaklığa göre görünen molar hacim değişimleri sırasıyla Şekil 6.5 ve Şekil 6.11'de gösterilmiştir. Su+fruktoz+gliserin çözeltilerinin farklı fruktoz konsantrasyonları için sıcaklığa göre görünen molar hacim değişimleri Şekil (6.29-6.36)'de verilmiştir. Su+gliserin, su+fruktoz ve su+fruktoz+gliserin çözeltilerinin sıcaklığın artmasıyla görünen molar hacim değerleri artmıştır. Fakat gliserin veya fruktoz konsantrasyon değerlerinin artmasıyla görünen molar hacim değerlerinde düzenli bir artış gözlenmemiştir. Görünen molar hacimlerin hesaplanan değerleri denklem 6.8 kullanılarak ilişkilendirilmiştir.

$$V_{\phi} = V_{\phi}^0 + Am^{1/2} + Bm + \dots \quad (6.8)$$

Burada A ve B katsayıdır, V_{ϕ}^0 sonsuz seyreltide görünen molar hacimdir. Ayrıca kısmi molar hacim de denir. Herbir sıcaklıkta V_{ϕ}^0 , A ve B'nin değerleri Çizelge 6.9'da verilmiştir. İncelenen çözeltilerinin sıcaklıkla V_{ϕ}^0 değişimleri Şekil 6.37'de gösterilmiştir. Standart kısmi molar hacim Taylor açılımı terimleri cinsinden sıcaklığa bağlı olarak yeniden ifade edilirse,

$$V_m^o(T) = V_m^o(T^l) + \left(\frac{\partial V_m^o}{\partial T} \right)_P (T - T^l) + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial^2 V_m^o}{\partial T^2} \right)_P (T - T^l)^2 + \dots \quad (6.9)$$

denklemini elde edilir. Burada T sıcaklık, T^l referans sıcaklığıdır. Hesaplanan $V_{\phi}^0(T)$, $\left(\frac{\partial V_m^o}{\partial T} \right)_P$ ve $\left(\frac{\partial^2 V_{\phi}^o}{\partial T^2} \right)_P$ değerleri Çizelge 6.11'de verilmiştir. Yaptığımız çalışmada, $\left(\frac{\partial^2 V_{\phi}^o}{\partial T^2} \right)_P$ 'nin değerleri su+2.5fruktoz+gliserin ve su+3.5fruktoz+gliserin çözeltileri hariç tüm sistemlerde negatiftir. $\left(\frac{\partial^2 V_{\phi}^o}{\partial T^2} \right)_P$

sıcaklıkla değişmediği gözlenmiştir. Bu çalışmada $\left(\frac{\partial^2 V_\phi^o}{\partial T^2}\right)_P$ değerini değerlendirerek yapı oluşturu ve yapı bozucu etkileşimler hakkında bilgi edinmek uygun değildir.

Su+gliserin, su+fruktoz ve su+fruktoz+gliserin çözeltilerinin görünen molar izentropik sıkıştırılabilirlikleri atmosfer basıncında, 298,15, 303,15, 308,15 ve 313,15 K sıcaklıklarında ölçülen yoğunluk ve ses hızı değerleri kullanılarak denklem 3.27 yardımıyla hesaplanmıştır. Bu hesaplanan değerler su+gliserin, su+fruktoz ve su+fruktoz+gliserin çözeltileri için sırasıyla Çizelge 6.1, Çizelge 6.2 ve Çizelge 6.3'de verilmiştir. Su+gliserin ve su+fruktoz çözeltilerinin sıcaklığa göre görünen molar izentropik sıkıştırılabilirlik değişimleri sırasıyla Şekil 6.6 ve Şekil 6.12'de gösterilmiştir. Su+fruktoz+gliserin çözeltisinin farklı fruktoz konsantrasyonları için sıcaklığa göre görünen molar izentropik sıkıştırılabilirlik değişimleri Şekil (6.53-6.60)'de verilmiştir.

Görünen molar izentropik sıkıştırılabilirliklerin hesaplanan değerleri denklem 6.10 kullanılarak ilişkilendirilmiştir.

$$K_\phi = K_\phi^0 + Am^{1/2} + Bm + \dots \quad (6.10)$$

Burada A ve B katsayıdır, K_ϕ^0 sonsuz seyreltide görünen molar izentropik sıkıştırılabilirliktir. Ayrıca kısmi görünen molar izentropik sıkıştırılabilirlik de denir. Herbir sıcaklıkta K_ϕ^0 , A ve B 'nin değerleri çizelge 6.10'da verilmiştir. İncelenen çözeltilerinin sıcaklıkla K_ϕ^0 değişimleri Şekil 6.62'de gösterilmiştir. Standart görünen molar izentropik sıkıştırılabilirlik Taylor açılımı terimleri cinsinden sıcaklığa bağlı olarak yeniden ifade edilirse,

$$K_m^o(T) = K_m^o(T') + \left(\frac{\partial K_m^o}{\partial T}\right)_P (T - T') + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial^2 K_m^o}{\partial T^2}\right)_P (T - T')^2 + \dots \quad (6.11)$$

denklemleri elde edilir. Burada T sıcaklık, T^l referans sıcaklığıdır. Hesaplanan $K_\phi^0(T)$,

$\left(\frac{\partial K_m^0}{\partial T}\right)_P$ ve $\left(\frac{\partial^2 K_\phi^0}{\partial T^2}\right)_P$ değerleri çizelge 6.12'de verilmiştir. Yaptığımız çalışmada,

$\left(\frac{\partial^2 K_\phi^0}{\partial T^2}\right)_P$ 'nin değerleri su+2.5fruktoz+gliserin ve su+3.5fruktoz+gliserin çözeltileri

hariç tüm sistemlerde negatiftir. $\left(\frac{\partial^2 K_\phi^0}{\partial T^2}\right)_P$ değerinin sıcaklıkla değişmediği

gözlenmiştir.

V_ϕ^0 ve K_ϕ^0 değerleri sıcaklıkla lineer olarak artar. V_ϕ^0 değerleri tüm sıcaklıklarda pozitiftir. Fakat su+0.5 fruktoz+gliserin çözeltisi için K_ϕ^0 değeri negatiftir. Su+0.5 fruktoz+gliserin çözeltisinin V_ϕ^0 değerleri incelenen diğer sistemlere göre daha düşüktür. Bu sonuç fruktoz tortularının hidroksil gurupları ve su arasında oluşabilecek hidrojen bağlarıyla açıklanır.

Çizelge 6.1. Su+ m gliserin çözeltisinin çeşitli konsantrasyon ve sıcaklıklarda volumetrik, akış ve ultrases özellikleri

| T=298,15 K | | | | | | | |
|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------|--------------------|--|--------------------------------|---|----------|
| m /(mol.Kg ⁻¹) | ρ /(kg.m ⁻³) | u /(m.s ⁻¹) | η /(mPa.s) | V_{ϕ} /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | K_s /(TPa ⁻¹) | $K_{s,\phi} \times 10^{-15}$ /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | η_n |
| 0,5 | 1008,01 | 1518,94 | 0,991 | 70,4 | 429,98 | -4,0832 | 4,12 |
| 1,0 | 1017,00 | 1533,07 | 1,149 | 71,3 | 418,36 | 1,0049 | 3,61 |
| 1,5 | 1025,46 | 1548,99 | 1,186 | 71,6 | 406,43 | 1,8913 | 3,44 |
| 2,1 | 1036,79 | 1569,25 | 1,376 | 70,7 | 391,68 | 1,2338 | 3,21 |
| 2,4 | 1041,52 | 1579,76 | 1,518 | 70,8 | 384,73 | 1,1619 | 3,16 |
| 2,9 | 1047,93 | 1590,54 | 1,614 | 71,2 | 377,21 | 2,7039 | 3,00 |
| 3,9 | 1061,54 | 1617,28 | 1,836 | 71,2 | 360,16 | 3,3066 | 2,77 |
| 4,3 | 1066,28 | 1628,75 | 2,036 | 71,3 | 353,53 | 3,3966 | 2,70 |
| 4,7 | 1071,85 | 1638,05 | 2,207 | 71,1 | 347,71 | 3,5252 | 2,59 |
| 5,2 | 1077,39 | 1648,14 | 2,293 | 71,2 | 341,70 | 3,9987 | 2,50 |
| T=303,15 K | | | | | | | |
| m /(mol.Kg ⁻¹) | ρ /(kg.m ⁻³) | u /(m.s ⁻¹) | η /(mPa.s) | V_{ϕ} /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | K_s /(TPa ⁻¹) | $K_{s,\phi} \times 10^{-15}$ /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | η_n |
| 0,5 | 1006,52 | 1527,60 | 0,894 | 70,6 | 425,76 | 0,5281 | 3,59 |
| 1,0 | 1015,41 | 1543,47 | 1,040 | 71,6 | 413,39 | 2,4000 | 3,45 |
| 1,5 | 1023,79 | 1558,48 | 1,068 | 71,8 | 402,15 | 3,2394 | 3,29 |
| 2,1 | 1035,00 | 1577,52 | 1,223 | 71,0 | 388,25 | 2,6003 | 3,07 |
| 2,4 | 1039,68 | 1587,56 | 1,353 | 71,0 | 381,63 | 2,4949 | 3,02 |
| 2,9 | 1046,02 | 1597,57 | 1,442 | 71,5 | 374,58 | 3,9741 | 2,87 |
| 3,9 | 1059,49 | 1622,75 | 1,631 | 71,5 | 358,43 | 4,5131 | 2,65 |
| 4,3 | 1064,27 | 1633,67 | 1,818 | 71,6 | 352,06 | 4,5566 | 2,59 |
| 4,7 | 1069,70 | 1642,35 | 1,959 | 71,4 | 346,58 | 4,6880 | 2,48 |
| 5,2 | 1075,18 | 1651,82 | 2,016 | 71,5 | 340,87 | 5,1269 | 2,40 |
| T=308,15 K | | | | | | | |
| m /(mol.Kg ⁻¹) | ρ /(kg.m ⁻³) | u /(m.s ⁻¹) | η /(mPa.s) | V_{ϕ} /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | K_s /(TPa ⁻¹) | $K_{s,\phi} \times 10^{-15}$ /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | η_n |
| 0,5 | 1004,80 | 1537,29 | 0,798 | 70,9 | 421,12 | 1,9091 | 3,44 |
| 1,0 | 1013,62 | 1552,29 | 0,939 | 71,8 | 409,43 | 3,6749 | 3,30 |
| 1,5 | 1021,92 | 1566,53 | 0,963 | 72,1 | 398,75 | 4,4341 | 3,16 |
| 2,1 | 1033,03 | 1584,40 | 1,099 | 71,3 | 385,62 | 3,8244 | 2,94 |
| 2,4 | 1037,67 | 1594,02 | 1,198 | 71,3 | 379,28 | 3,6849 | 2,90 |
| 2,9 | 1043,95 | 1603,32 | 1,231 | 71,8 | 372,63 | 5,1110 | 2,75 |
| 3,9 | 1057,30 | 1627,06 | 1,454 | 71,8 | 357,27 | 5,5955 | 2,55 |
| 4,3 | 1062,07 | 1637,46 | 1,618 | 71,8 | 351,16 | 5,6113 | 2,49 |
| 4,7 | 1067,42 | 1645,61 | 1,723 | 71,7 | 345,95 | 5,7306 | 2,38 |
| 5,2 | 1072,85 | 1654,49 | 1,798 | 71,7 | 340,51 | 6,1423 | 2,31 |

Çizelge 6.1. devamı

| T=313,15 K | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|--|---|---|----------------|
| m /(mol.Kg ⁻¹) | ρ /(kg.m ⁻³) | u /(m.s ⁻¹) | η /(mPa.s) | V _φ /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | K _s /(TPa ⁻¹) | K _{s,φ} x 10 ⁻¹⁵ /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | η _h |
| 0,5 | 1002,90 | 1545,44 | 0,727 | 71,2 | 417,48 | 3,1600 | 3,29 |
| 1,0 | 1011,65 | 1559,68 | 0,852 | 72,1 | 406,35 | 4,8034 | 3,17 |
| 1,5 | 1019,88 | 1573,19 | 0,873 | 72,4 | 396,18 | 5,5057 | 3,03 |
| 2,1 | 1030,90 | 1589,98 | 0,991 | 71,5 | 383,71 | 4,9195 | 2,82 |
| 2,4 | 1035,50 | 1599,20 | 1,079 | 71,6 | 377,61 | 4,7529 | 2,79 |
| 2,9 | 1041,74 | 1607,82 | 1,106 | 72,0 | 371,34 | 6,1390 | 2,64 |
| 3,9 | 1054,97 | 1630,24 | 1,298 | 72,0 | 356,66 | 6,5760 | 2,45 |
| 4,3 | 1059,71 | 1640,19 | 1,450 | 72,1 | 350,77 | 6,5667 | 2,39 |
| 4,7 | 1065,01 | 1647,81 | 1,536 | 71,9 | 345,81 | 6,6778 | 2,29 |
| 5,2 | 1070,40 | 1656,14 | 1,596 | 72,0 | 340,61 | 7,0669 | 2,22 |

Çizelge 6.2. Su+ m fruktoz çözeltisinin çeşitli konsantrasyon ve sıcaklıklarda volumetrik, akış ve ultrases özellikleri

| T=298,15 K | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|--|---|---|----------------|
| m /(mol.Kg ⁻¹) | ρ /(kg.m ⁻³) | u /(m.s ⁻¹) | η /(mPa.s) | V _φ /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | K _s /(TPa ⁻¹) | K _{s,φ} x 10 ⁻¹⁵ /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | η _h |
| 0,5 | 1029,80 | 1529,36 | 1,138 | 111,96 | 415,17 | -17,5460 | 7,93 |
| 1 | 1059,46 | 1563,68 | 1,416 | 111,36 | 386,03 | -18,2462 | 7,57 |
| 1,5 | 1085,89 | 1591,54 | 1,762 | 111,47 | 363,56 | -15,3120 | 6,90 |
| 2 | 1109,78 | 1618,28 | 2,161 | 111,60 | 344,08 | -13,2486 | 6,38 |
| 2,5 | 1130,98 | 1645,24 | 2,563 | 111,95 | 326,65 | -11,7370 | 5,98 |
| 3 | 1152,81 | 1672,48 | 3,229 | 111,24 | 310,11 | -11,2838 | 5,54 |
| 3,5 | 1167,91 | 1692,59 | 4,052 | 112,45 | 298,87 | -8,8525 | 5,26 |
| 4 | 1184,42 | 1714,99 | 4,982 | 112,54 | 287,06 | -7,8085 | 4,95 |
| 4,5 | 1197,40 | 1733,62 | 5,840 | 113,26 | 277,88 | -6,2317 | 4,73 |
| 5 | 1208,04 | 1748,52 | 6,709 | 114,18 | 270,76 | -4,4459 | 4,54 |

Çizelge 6.2. devamı

| T=303,15 K | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|--|---|---|----------------|
| m /(mol.Kg ⁻¹) | ρ /(kg.m ⁻³) | u /(m.s ⁻¹) | η /(mPa.s) | V _φ /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | K _s /(TPa ⁻¹) | K _{s,φ} x 10 ⁻¹⁵ /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | η _h |
| 0,5 | 1028,46 | 1540,18 | 1,012 | 111,90 | 409,89 | -15,5283 | 7,71 |
| 1 | 1057,63 | 1573,10 | 1,251 | 111,89 | 382,08 | -15,8704 | 7,35 |
| 1,5 | 1083,87 | 1599,46 | 1,541 | 111,99 | 360,64 | -13,0382 | 6,69 |
| 2 | 1107,48 | 1624,62 | 1,885 | 112,17 | 342,11 | -11,0024 | 6,18 |
| 2,5 | 1128,55 | 1650,40 | 2,259 | 112,49 | 325,31 | -9,6519 | 5,80 |
| 3 | 1150,28 | 1676,40 | 2,755 | 111,75 | 309,34 | -9,3120 | 5,38 |
| 3,5 | 1165,30 | 1695,59 | 3,426 | 112,94 | 298,49 | -7,0156 | 5,11 |
| 4 | 1181,77 | 1717,23 | 4,207 | 113,01 | 286,95 | -6,1035 | 4,82 |
| 4,5 | 1194,57 | 1734,83 | 4,866 | 113,74 | 278,15 | -4,5782 | 4,61 |
| 5 | 1205,25 | 1749,25 | 5,615 | 114,63 | 271,16 | -2,9154 | 4,43 |

| T=308,15 K | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|--|---|---|----------------|
| m /(mol.Kg ⁻¹) | ρ /(kg.m ⁻³) | u /(m.s ⁻¹) | η /(mPa.s) | V _φ /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | K _s /(TPa ⁻¹) | K _{s,φ} x 10 ⁻¹⁵ /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | η _h |
| 0,5 | 1026,72 | 1549,33 | 0,920 | 112,23 | 405,75 | -13,3280 | 7,47 |
| 1 | 1055,56 | 1581,05 | 1,132 | 112,45 | 378,99 | -13,7269 | 7,14 |
| 1,5 | 1081,60 | 1605,73 | 1,398 | 112,54 | 358,58 | -10,8874 | 6,48 |
| 2 | 1105,03 | 1629,72 | 1,673 | 112,71 | 340,72 | -9,0084 | 6,00 |
| 2,5 | 1125,98 | 1654,33 | 1,974 | 113,01 | 324,51 | -7,7782 | 5,64 |
| 3 | 1147,55 | 1679,06 | 2,450 | 112,27 | 309,10 | -7,5058 | 5,23 |
| 3,5 | 1162,45 | 1697,34 | 2,995 | 113,46 | 298,60 | -5,3175 | 4,97 |
| 4 | 1178,85 | 1718,05 | 3,652 | 113,50 | 287,39 | -4,4956 | 4,69 |
| 4,5 | 1191,53 | 1734,82 | 4,211 | 114,24 | 278,86 | -3,0406 | 4,49 |
| 5 | 1202,15 | 1748,59 | 4,843 | 115,11 | 272,06 | -1,4562 | 4,32 |

| T=313,15 K | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|--|---|---|----------------|
| m /(mol.Kg ⁻¹) | ρ /(kg.m ⁻³) | u /(m.s ⁻¹) | η /(mPa.s) | V _φ /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | K _s /(TPa ⁻¹) | K _{s,φ} x 10 ⁻¹⁵ /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | η _h |
| 0,5 | 1024,68 | 1556,98 | 0,829 | 112,76 | 402,57 | -11,1944 | 7,24 |
| 1 | 1053,31 | 1587,56 | 1,024 | 112,99 | 376,69 | -11,8038 | 6,94 |
| 1,5 | 1079,18 | 1610,73 | 1,250 | 113,07 | 357,16 | -8,9802 | 6,30 |
| 2 | 1102,46 | 1633,59 | 1,487 | 113,23 | 339,90 | -7,2291 | 5,84 |
| 2,5 | 1123,26 | 1657,10 | 1,758 | 113,52 | 324,21 | -6,0936 | 5,49 |
| 3 | 1144,70 | 1680,65 | 2,135 | 112,77 | 309,28 | -5,8817 | 5,09 |
| 3,5 | 1159,50 | 1698,10 | 2,604 | 113,95 | 299,09 | -3,7883 | 4,84 |
| 4 | 1175,79 | 1717,83 | 3,165 | 113,99 | 288,21 | -3,0235 | 4,57 |
| 4,5 | 1188,39 | 1733,90 | 3,617 | 114,72 | 279,89 | -1,6439 | 4,38 |
| 5 | 1198,92 | 1747,01 | 4,121 | 115,60 | 273,29 | -0,1164 | 4,21 |

Çizelge 6.3. Su+fruktoz+gliserin çözeltisinin çeşitli konsantrasyon ve sıcaklıklarda volumetrik, akış ve ultrases özellikleri

| T=298,15 K | | | | | | | |
|--|----------------------------------|----------------------------|--------------------|--|--------------------------------|---|----------|
| Su + 0.5 Fruktoz + m Gliserin | | | | | | | |
| m /(mol.Kg ⁻¹) | ρ /(kg.m ⁻³) | u /(m.s ⁻¹) | η /(mPa.s) | V_{ϕ} /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | K_s /(TPa ⁻¹) | $K_{s,\phi} \times 10^{-15}$ /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | η_h |
| 0,4 | 1038,51 | 1546,32 | 1,245 | 68,32 | 402,71 | -2,7441 | 3,43 |
| 1 | 1047,29 | 1563,94 | 1,425 | 71,72 | 390,39 | 3,9289 | 3,12 |
| 1,5 | 1056,22 | 1582,22 | 1,519 | 71,00 | 378,19 | 2,9087 | 2,99 |
| 1,9 | 1062,60 | 1594,90 | 1,672 | 70,89 | 369,97 | 3,1230 | 2,93 |
| 2,3 | 1069,36 | 1609,28 | 1,902 | 70,50 | 361,09 | 2,6221 | 2,83 |
| 3 | 1076,84 | 1626,14 | 2,065 | 71,39 | 351,18 | 4,3558 | 2,66 |
| 3,9 | 1088,64 | 1649,93 | 2,444 | 71,14 | 337,43 | 4,6480 | 2,43 |
| 4,2 | 1092,38 | 1658,63 | 2,594 | 71,06 | 332,76 | 4,5917 | 2,39 |
| Su + 1 m Fruktoz + m Gliserin | | | | | | | |
| m /(mol.Kg ⁻¹) | ρ /(kg.m ⁻³) | u /(m.s ⁻¹) | η /(mPa.s) | V_{ϕ} /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | K_s /(TPa ⁻¹) | $K_{s,\phi} \times 10^{-15}$ /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | η_h |
| 0,4 | 1066,46 | 1575,87 | 1,538 | 70,89 | 377,59 | 6,8457 | 2,37 |
| 0,9 | 1073,61 | 1591,71 | 1,659 | 71,97 | 367,64 | 7,1769 | 2,54 |
| 1,3 | 1081,19 | 1609,40 | 1,943 | 70,59 | 357,08 | 4,1938 | 2,66 |
| 1,9 | 1087,79 | 1625,05 | 2,120 | 71,73 | 348,11 | 6,1358 | 2,50 |
| 2,1 | 1090,73 | 1630,28 | 2,209 | 71,55 | 344,95 | 6,2197 | 2,44 |
| 3 | 1101,84 | 1656,11 | 2,556 | 71,49 | 330,90 | 6,3117 | 2,23 |
| 3,2 | 1104,15 | 1660,57 | 2,741 | 71,47 | 328,44 | 6,4891 | 2,24 |
| 4,3 | 1115,33 | 1686,85 | 3,314 | 71,58 | 315,10 | 6,9853 | 2,04 |
| Su + 1.5 m Fruktoz + m Gliserin | | | | | | | |
| m /(mol.Kg ⁻¹) | ρ /(kg.m ⁻³) | u /(m.s ⁻¹) | η /(mPa.s) | V_{ϕ} /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | K_s /(TPa ⁻¹) | $K_{s,\phi} \times 10^{-15}$ /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | η_h |
| 0,4 | 1091,48 | 1604,53 | 1,866 | 72,58 | 355,87 | 8,1123 | 2,40 |
| 1 | 1100,18 | 1625,13 | 2,152 | 71,76 | 344,16 | 6,8299 | 2,41 |
| 1,3 | 1103,58 | 1635,32 | 2,273 | 72,10 | 338,84 | 6,9145 | 2,37 |
| 1,9 | 1110,99 | 1653,28 | 2,581 | 71,95 | 329,31 | 7,0901 | 2,20 |
| 2,4 | 1116,89 | 1667,57 | 2,975 | 71,81 | 321,98 | 7,1646 | 2,16 |
| 3 | 1124,08 | 1683,89 | 3,412 | 71,50 | 313,74 | 7,1410 | 2,01 |
| 3,8 | 1131,05 | 1701,20 | 3,914 | 71,75 | 305,50 | 7,8482 | 1,88 |
| 4 | 1134,72 | 1709,32 | 4,203 | 71,26 | 301,62 | 7,2335 | 1,87 |

Çizelge 6.3. devamı

| Su + 2 m Fruktoz + m Gliserin | | | | | | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|---------------------|--|--------------------------------|---|----------|
| m /(mol.Kg ⁻¹) | ρ /(kg.m ⁻³) | u /(m.s ⁻¹) | η / (mPa.s) | V_{ϕ} /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | K_s /(TPa ⁻¹) | $K_{s,\phi} \times 10^{-15}$ /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | η_h |
| 0,6 | 1117,84 | 1640,84 | 2,447 | 71,57 | 332,27 | 6,0451 | 2,22 |
| 1,1 | 1123,25 | 1659,70 | 2,862 | 72,17 | 323,19 | 6,2197 | 2,41 |
| 1,4 | 1126,95 | 1665,60 | 2,919 | 71,92 | 319,86 | 7,4156 | 2,06 |
| 1,9 | 1132,70 | 1681,41 | 3,448 | 71,71 | 312,28 | 7,3124 | 1,99 |
| 2,6 | 1138,84 | 1697,46 | 3,740 | 72,03 | 304,75 | 8,3203 | 1,85 |
| 2,8 | 1141,15 | 1703,46 | 4,048 | 71,86 | 301,99 | 8,1585 | 1,86 |
| 3,9 | 1150,43 | 1727,20 | 5,018 | 71,89 | 291,38 | 8,7715 | 1,66 |
| 4,1 | 1151,98 | 1731,11 | 5,214 | 71,90 | 289,67 | 8,8702 | 1,64 |

| Su + 2.5 m Fruktoz + m Gliserin | | | | | | | |
|--|----------------------------------|----------------------------|---------------------|--|--------------------------------|---|----------|
| m /(mol.Kg ⁻¹) | ρ /(kg.m ⁻³) | u /(m.s ⁻¹) | η / (mPa.s) | V_{ϕ} /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | K_s /(TPa ⁻¹) | $K_{s,\phi} \times 10^{-15}$ /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | η_h |
| 0,6 | 1137,09 | 1663,99 | 2,941 | 73,08 | 317,63 | 9,8958 | 1,98 |
| 0,9 | 1141,61 | 1676,27 | 3,408 | 71,52 | 311,74 | 7,6467 | 1,91 |
| 1,5 | 1147,67 | 1693,91 | 3,903 | 71,68 | 303,67 | 8,2193 | 1,81 |
| 2,2 | 1153,63 | 1711,40 | 4,418 | 71,94 | 295,96 | 8,9551 | 1,68 |
| 2,5 | 1156,71 | 1719,50 | 4,592 | 71,75 | 292,40 | 8,8644 | 1,65 |
| 2,7 | 1158,27 | 1724,82 | 5,077 | 71,80 | 290,20 | 8,8999 | 1,62 |
| 3,6 | 1164,57 | 1742,71 | 5,927 | 72,00 | 282,74 | 9,5709 | 1,49 |
| 4,3 | 1168,80 | 1755,32 | 6,681 | 72,14 | 277,68 | 9,9634 | 1,39 |

| Su + 3 m Fruktoz + m Gliserin | | | | | | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|---------------------|--|--------------------------------|---|----------|
| m /(mol.Kg ⁻¹) | ρ /(kg.m ⁻³) | u /(m.s ⁻¹) | η / (mPa.s) | V_{ϕ} /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | K_s /(TPa ⁻¹) | $K_{s,\phi} \times 10^{-15}$ /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | η_h |
| 0,6 | 1155,81 | 1688,76 | 3,604 | 75,93 | 303,37 | 13,2878 | 1,43 |
| 1 | 1159,34 | 1701,31 | 3,983 | 74,55 | 298,00 | 11,7129 | 1,51 |
| 1,4 | 1163,18 | 1711,47 | 4,582 | 73,65 | 293,50 | 11,3259 | 1,48 |
| 2,1 | 1168,19 | 1729,62 | 5,299 | 73,40 | 286,14 | 11,1026 | 1,39 |
| 2,4 | 1171,39 | 1739,08 | 5,755 | 72,89 | 282,27 | 10,5105 | 1,41 |
| 2,8 | 1174,69 | 1748,67 | 6,299 | 72,63 | 278,39 | 10,3933 | 1,37 |
| 3,7 | 1180,21 | 1765,52 | 7,491 | 72,60 | 271,83 | 10,7581 | 1,26 |
| 4,2 | 1182,88 | 1773,50 | 8,161 | 72,61 | 268,78 | 10,9798 | 1,20 |

Çizelge 6.3. devamı

| Su + 3.5 m Fruktoz + m Gliserin | | | | | | | |
|--|------------------------|-----------------------|----------|--|-----------------------|---|----------|
| m | ρ | u | η | V_{ϕ} | K_s | $K_{s,\phi} \times 10^{-15}$ | η_h |
| /(mol.Kg ⁻¹) | /(kg.m ⁻³) | /(m.s ⁻¹) | /(mPa.s) | /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | /(TPa ⁻¹) | /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | |
| 0,6 | 1172,04 | 1709,74 | 4,538 | 73,56 | 291,88 | 11,4855 | 1,52 |
| 0,9 | 1174,64 | 1719,17 | 4,894 | 72,96 | 288,04 | 10,7121 | 1,53 |
| 1,4 | 1179,52 | 1735,01 | 5,781 | 72,06 | 281,64 | 9,7534 | 1,44 |
| 2,1 | 1184,76 | 1752,53 | 6,701 | 71,94 | 274,81 | 9,9604 | 1,36 |
| 2,3 | 1185,17 | 1755,74 | 6,881 | 72,29 | 273,72 | 10,4213 | 1,30 |
| 2,9 | 1189,45 | 1770,73 | 7,905 | 72,08 | 268,13 | 10,2514 | 1,26 |
| 3,7 | 1193,00 | 1782,97 | 8,930 | 72,33 | 263,68 | 10,9271 | 1,16 |
| 4,2 | 1195,91 | 1791,08 | 9,896 | 72,24 | 260,66 | 11,0386 | 1,10 |

| Su + 4 m Fruktoz + m Gliserin | | | | | | | |
|--------------------------------------|------------------------|-----------------------|----------|--|-----------------------|---|----------|
| m | ρ | u | η | V_{ϕ} | K_s | $K_{s,\phi} \times 10^{-15}$ | η_h |
| /(mol.Kg ⁻¹) | /(kg.m ⁻³) | /(m.s ⁻¹) | /(mPa.s) | /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | /(TPa ⁻¹) | /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | |
| 0,5 | 1188,01 | 1731,43 | 5,630 | 72,43 | 280,78 | 9,7423 | 1,38 |
| 1 | 1190,98 | 1745,54 | 6,388 | 72,68 | 275,57 | 10,3313 | 1,35 |
| 1,6 | 1194,22 | 1758,26 | 7,232 | 72,79 | 270,86 | 11,1708 | 1,21 |
| 1,9 | 1196,08 | 1767,04 | 7,692 | 72,67 | 267,76 | 10,8835 | 1,22 |
| 2,4 | 1199,43 | 1776,86 | 8,662 | 72,38 | 264,07 | 11,0267 | 1,13 |
| 2,7 | 1201,03 | 1782,43 | 9,153 | 72,36 | 262,07 | 11,1501 | 1,12 |
| 3,7 | 1206,96 | 1800,99 | 11,373 | 72,05 | 255,44 | 11,1881 | 1,02 |
| 4,2 | 1208,06 | 1807,67 | 12,189 | 72,31 | 253,32 | 11,5348 | 0,96 |

| T=303,15 K | | | | | | | |
|--|------------------------|-----------------------|----------|--|-----------------------|---|----------|
| Su + 0.5 m Fruktoz + m Gliserin | | | | | | | |
| m | ρ | u | η | V_{ϕ} | K_s | $K_{s,\phi} \times 10^{-15}$ | η_h |
| /(mol.Kg ⁻¹) | /(kg.m ⁻³) | /(m.s ⁻¹) | /(mPa.s) | /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | /(TPa ⁻¹) | /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | |
| 0,4 | 1036,77 | 1556,15 | 1,131 | 69,34 | 398,30 | -0,5541 | 3,23 |
| 1 | 1045,47 | 1572,78 | 1,281 | 72,28 | 386,68 | 5,3795 | 2,96 |
| 1,5 | 1054,31 | 1590,00 | 1,360 | 71,46 | 375,18 | 4,3083 | 2,84 |
| 1,9 | 1060,62 | 1601,92 | 1,511 | 71,32 | 367,42 | 4,4678 | 2,79 |
| 2,3 | 1067,31 | 1615,48 | 1,689 | 70,91 | 359,01 | 3,9461 | 2,69 |
| 3 | 1074,72 | 1631,21 | 1,854 | 71,75 | 349,69 | 5,5770 | 2,53 |
| 3,9 | 1086,39 | 1653,77 | 2,186 | 71,48 | 336,56 | 5,7751 | 2,32 |
| 4,2 | 1090,11 | 1661,72 | 2,334 | 71,39 | 332,21 | 5,7343 | 2,28 |

Çizelge 6.3. devamı

| Su + 1 m Fruktoz + m Gliserin | | | | | | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|--------------------|--|--------------------------------|---|----------|
| m /(mol.Kg ⁻¹) | ρ /(kg.m ⁻³) | u /(m.s ⁻¹) | η /(mPa.s) | V_{ϕ} /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | K_s /(TPa ⁻¹) | $K_{s,\phi} \times 10^{-15}$ /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | η_h |
| 0,4 | 1064,51 | 1584,21 | 1,378 | 71,24 | 374,30 | 8,2839 | 2,21 |
| 0,9 | 1071,59 | 1599,13 | 1,510 | 72,26 | 364,92 | 8,3467 | 2,39 |
| 1,3 | 1079,08 | 1615,81 | 1,711 | 70,89 | 354,95 | 5,4304 | 2,52 |
| 1,9 | 1085,62 | 1630,49 | 1,876 | 72,01 | 346,49 | 7,2373 | 2,37 |
| 2,1 | 1088,53 | 1635,47 | 1,956 | 71,83 | 343,46 | 7,2831 | 2,31 |
| 3 | 1099,52 | 1659,79 | 2,234 | 71,76 | 330,14 | 7,3186 | 2,13 |
| 3,2 | 1101,82 | 1663,89 | 2,425 | 71,74 | 327,82 | 7,4861 | 2,13 |
| 4,3 | 1112,89 | 1688,81 | 2,927 | 71,84 | 315,06 | 7,8962 | 1,95 |

| Su + 1.5 m Fruktoz + m Gliserin | | | | | | | |
|--|----------------------------------|----------------------------|--------------------|--|--------------------------------|---|----------|
| m /(mol.Kg ⁻¹) | ρ /(kg.m ⁻³) | u /(m.s ⁻¹) | η /(mPa.s) | V_{ϕ} /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | K_s /(TPa ⁻¹) | $K_{s,\phi} \times 10^{-15}$ /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | η_h |
| 0,4 | 1089,34 | 1611,50 | 1,688 | 72,96 | 353,49 | 9,2894 | 2,25 |
| 1 | 1097,94 | 1630,90 | 1,944 | 72,06 | 342,43 | 7,8650 | 2,28 |
| 1,3 | 1101,34 | 1640,44 | 2,058 | 72,37 | 337,41 | 7,9293 | 2,24 |
| 1,9 | 1108,61 | 1657,39 | 2,251 | 72,24 | 328,38 | 8,0527 | 2,09 |
| 2,4 | 1114,49 | 1670,87 | 2,589 | 72,08 | 321,40 | 8,0773 | 2,06 |
| 3 | 1121,62 | 1686,25 | 2,944 | 71,76 | 313,55 | 8,0177 | 1,91 |
| 3,8 | 1128,49 | 1702,51 | 3,376 | 72,01 | 305,72 | 8,6797 | 1,79 |
| 4 | 1132,16 | 1710,26 | 3,610 | 71,51 | 301,97 | 8,0616 | 1,79 |

| Su + 2 m Fruktoz + m Gliserin | | | | | | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|--------------------|--|--------------------------------|---|----------|
| m /(mol.Kg ⁻¹) | ρ /(kg.m ⁻³) | u /(m.s ⁻¹) | η /(mPa.s) | V_{ϕ} /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | K_s /(TPa ⁻¹) | $K_{s,\phi} \times 10^{-15}$ /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | η_h |
| 0,6 | 1115,50 | 1645,98 | 2,128 | 71,74 | 330,89 | 6,8567 | 2,12 |
| 1,1 | 1120,85 | 1664,08 | 2,480 | 72,38 | 322,19 | 6,9681 | 2,31 |
| 1,4 | 1124,48 | 1669,23 | 2,537 | 72,15 | 319,16 | 8,2321 | 1,96 |
| 1,9 | 1130,18 | 1684,19 | 2,979 | 71,94 | 311,94 | 8,1057 | 1,90 |
| 2,6 | 1136,26 | 1699,26 | 3,225 | 72,26 | 304,79 | 9,0643 | 1,77 |
| 2,8 | 1138,57 | 1704,98 | 3,475 | 72,08 | 302,13 | 8,8891 | 1,78 |
| 3,9 | 1147,79 | 1727,29 | 4,270 | 72,11 | 292,02 | 9,4606 | 1,59 |
| 4,1 | 1149,31 | 1730,92 | 4,440 | 72,12 | 290,41 | 9,5589 | 1,56 |

Çizelge 6.3. devamı

| Su + 2.5 m Fruktöz + m Gliserin | | | | | | | |
|--|------------------------|-----------------------|----------|--|-----------------------|---|----------|
| m | ρ | u | η | V_{ϕ} | K_s | $K_{s,\phi} \times 10^{-15}$ | η_h |
| /(mol.Kg ⁻¹) | /(kg.m ⁻³) | /(m.s ⁻¹) | /(mPa.s) | /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | /(TPa ⁻¹) | /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | |
| 0,6 | 1134,58 | 1668,06 | 2,536 | 73,33 | 316,77 | 10,6098 | 1,88 |
| 0,9 | 1139,07 | 1679,56 | 2,934 | 71,77 | 311,21 | 8,4541 | 1,81 |
| 1,5 | 1145,07 | 1696,18 | 3,358 | 71,91 | 303,55 | 8,9701 | 1,72 |
| 2,2 | 1150,97 | 1712,60 | 3,784 | 72,17 | 296,23 | 9,6656 | 1,60 |
| 2,5 | 1154,07 | 1720,30 | 3,910 | 71,97 | 292,79 | 9,5459 | 1,57 |
| 2,7 | 1155,61 | 1725,22 | 4,315 | 72,02 | 290,74 | 9,5909 | 1,54 |
| 3,6 | 1161,81 | 1741,99 | 4,982 | 72,23 | 283,65 | 10,2315 | 1,42 |
| 4,3 | 1166,02 | 1753,99 | 5,590 | 72,36 | 278,77 | 10,5811 | 1,33 |
| Su + 3 m Fruktöz + m Gliserin | | | | | | | |
| m | ρ | u | η | V_{ϕ} | K_s | $K_{s,\phi} \times 10^{-15}$ | η_h |
| /(mol.Kg ⁻¹) | /(kg.m ⁻³) | /(m.s ⁻¹) | /(mPa.s) | /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | /(TPa ⁻¹) | /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | |
| 0,6 | 1153,16 | 1691,65 | 3,092 | 76,26 | 303,03 | 13,9658 | 1,34 |
| 1 | 1156,70 | 1703,53 | 3,425 | 74,80 | 297,91 | 12,3426 | 1,43 |
| 1,4 | 1160,49 | 1712,97 | 3,932 | 73,90 | 293,67 | 11,9681 | 1,40 |
| 2,1 | 1165,44 | 1730,07 | 4,495 | 73,64 | 286,67 | 11,7247 | 1,32 |
| 2,4 | 1168,59 | 1738,93 | 4,876 | 73,14 | 282,99 | 11,1515 | 1,34 |
| 2,8 | 1171,92 | 1747,98 | 5,280 | 72,86 | 279,27 | 11,0114 | 1,30 |
| 3,7 | 1177,40 | 1763,94 | 6,246 | 72,81 | 272,97 | 11,3285 | 1,20 |
| 4,2 | 1180,04 | 1771,37 | 6,783 | 72,83 | 270,07 | 11,5405 | 1,14 |
| Su + 3.5 m Fruktöz + m Gliserin | | | | | | | |
| m | ρ | u | η | V_{ϕ} | K_s | $K_{s,\phi} \times 10^{-15}$ | η_h |
| /(mol.Kg ⁻¹) | /(kg.m ⁻³) | /(m.s ⁻¹) | /(mPa.s) | /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | /(TPa ⁻¹) | /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | |
| 0,6 | 1169,31 | 1711,65 | 3,895 | 73,85 | 291,90 | 12,1431 | 1,43 |
| 0,9 | 1171,93 | 1720,62 | 4,137 | 73,19 | 288,22 | 11,3096 | 1,45 |
| 1,4 | 1176,73 | 1735,41 | 4,853 | 72,31 | 282,17 | 10,4059 | 1,36 |
| 2,1 | 1181,95 | 1751,95 | 5,651 | 72,17 | 275,65 | 10,5616 | 1,29 |
| 2,3 | 1182,33 | 1754,91 | 5,792 | 72,52 | 274,63 | 11,0174 | 1,23 |
| 2,9 | 1186,56 | 1769,01 | 6,576 | 72,32 | 269,31 | 10,8424 | 1,19 |
| 3,7 | 1190,08 | 1780,59 | 7,410 | 72,56 | 265,03 | 11,4713 | 1,10 |
| 4,2 | 1192,99 | 1788,00 | 8,187 | 72,46 | 262,20 | 11,5837 | 1,04 |

Çizelge 6.3. devamı

| Su + 4 m Fruktoz + m Gliserin | | | | | | | |
|--------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|--|---|---|----------------|
| m /(mol.Kg ⁻¹) | ρ /(kg.m ⁻³) | u /(m.s ⁻¹) | η /(mPa.s) | V _φ /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | K _s /(TPa ⁻¹) | K _{s,φ} x 10 ⁻¹⁵ /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | η _h |
| 0,5 | 1185,24 | 1732,39 | 4,790 | 72,75 | 281,13 | 10,5939 | 1,28 |
| 1 | 1188,27 | 1745,58 | 5,370 | 72,88 | 276,19 | 11,0202 | 1,27 |
| 1,6 | 1191,32 | 1757,56 | 6,070 | 73,07 | 271,74 | 11,8080 | 1,14 |
| 1,9 | 1193,19 | 1766,00 | 6,447 | 72,92 | 268,73 | 11,4782 | 1,15 |
| 2,4 | 1196,46 | 1774,97 | 7,205 | 72,65 | 265,29 | 11,6343 | 1,07 |
| 2,7 | 1198,06 | 1780,18 | 7,589 | 72,61 | 263,39 | 11,7398 | 1,05 |
| 3,7 | 1203,97 | 1797,68 | 9,353 | 72,28 | 257,02 | 11,7303 | 0,97 |
| 4,2 | 1205,08 | 1803,78 | 9,975 | 72,53 | 255,05 | 12,0699 | 0,91 |

| T=308,15 K | | | | | | | |
|--|-----------------------------|----------------------------|---------------|--|---|---|----------------|
| Su + 0.5 m Fruktoz + m Gliserin | | | | | | | |
| m /(mol.Kg ⁻¹) | ρ /(kg.m ⁻³) | u /(m.s ⁻¹) | η /(mPa.s) | V _φ /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | K _s /(TPa ⁻¹) | K _{s,φ} x 10 ⁻¹⁵ /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | η _h |
| 0,4 | 1034,84 | 1564,43 | 1,021 | 69,89 | 394,83 | 1,0089 | 3,08 |
| 1 | 1043,46 | 1580,13 | 1,142 | 72,64 | 383,83 | 6,5319 | 2,83 |
| 1,5 | 1052,21 | 1596,39 | 1,206 | 71,80 | 372,92 | 5,4591 | 2,71 |
| 1,9 | 1058,47 | 1607,61 | 1,330 | 71,64 | 365,56 | 5,5870 | 2,67 |
| 2,3 | 1065,09 | 1620,42 | 1,512 | 71,22 | 357,57 | 5,0607 | 2,58 |
| 3 | 1072,44 | 1635,17 | 1,630 | 72,04 | 348,74 | 6,6144 | 2,42 |
| 3,9 | 1084,00 | 1656,50 | 1,918 | 71,77 | 336,19 | 6,7557 | 2,22 |
| 4,2 | 1087,68 | 1663,54 | 2,044 | 71,68 | 332,23 | 6,7637 | 2,18 |

| Su + 1 m Fruktoz + m Gliserin | | | | | | | |
|--------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|--|---|---|----------------|
| m /(mol.Kg ⁻¹) | ρ /(kg.m ⁻³) | u /(m.s ⁻¹) | η /(mPa.s) | V _φ /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | K _s /(TPa ⁻¹) | K _{s,φ} x 10 ⁻¹⁵ /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | η _h |
| 0,4 | 1062,36 | 1591,08 | 1,253 | 71,52 | 371,83 | 9,6357 | 2,05 |
| 0,9 | 1069,38 | 1605,18 | 1,343 | 72,52 | 362,93 | 9,4129 | 2,26 |
| 1,3 | 1076,81 | 1620,91 | 1,507 | 71,15 | 353,46 | 6,5462 | 2,39 |
| 1,9 | 1083,28 | 1634,75 | 1,661 | 72,26 | 345,43 | 8,2250 | 2,25 |
| 2,1 | 1086,16 | 1639,45 | 1,740 | 72,08 | 342,54 | 8,2475 | 2,20 |
| 3 | 1097,05 | 1662,37 | 1,975 | 72,01 | 329,85 | 8,2339 | 2,03 |
| 3,2 | 1099,33 | 1666,24 | 2,113 | 71,99 | 327,64 | 8,3836 | 2,03 |
| 4,3 | 1110,30 | 1689,79 | 2,550 | 72,09 | 315,42 | 8,7335 | 1,86 |

Çizelge 6.3. devamı

| Su + 1.5 m Fruktoz + m Gliserin | | | | | | | |
|--|----------------------------------|----------------------------|--------------------|--|--------------------------------|---|----------|
| m /(mol.Kg ⁻¹) | ρ /(kg.m ⁻³) | u /(m.s ⁻¹) | η /(mPa.s) | V_{ϕ} /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | K_s /(TPa ⁻¹) | $K_{s,\phi} \times 10^{-15}$ /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | η_h |
| 0,4 | 1087,02 | 1617,12 | 1,492 | 73,20 | 351,79 | 10,0441 | 2,15 |
| 1 | 1095,54 | 1635,39 | 1,709 | 72,30 | 341,29 | 8,6918 | 2,17 |
| 1,3 | 1098,90 | 1644,28 | 1,824 | 72,61 | 336,58 | 8,7928 | 2,14 |
| 1,9 | 1106,10 | 1660,38 | 1,982 | 72,49 | 327,94 | 8,8593 | 1,99 |
| 2,4 | 1111,93 | 1673,13 | 2,239 | 72,32 | 321,26 | 8,8567 | 1,97 |
| 3 | 1119,00 | 1687,54 | 2,544 | 72,00 | 313,81 | 8,7951 | 1,83 |
| 3,8 | 1125,82 | 1702,88 | 2,898 | 72,25 | 306,31 | 9,4130 | 1,72 |
| 4 | 1129,44 | 1710,22 | 3,070 | 71,75 | 302,71 | 8,8068 | 1,71 |

| Su + 2 m Fruktoz + m Gliserin | | | | | | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|--------------------|--|--------------------------------|---|----------|
| m /(mol.Kg ⁻¹) | ρ /(kg.m ⁻³) | u /(m.s ⁻¹) | η /(mPa.s) | V_{ϕ} /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | K_s /(TPa ⁻¹) | $K_{s,\phi} \times 10^{-15}$ /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | η_h |
| 0,6 | 1112,97 | 1649,85 | 1,871 | 71,99 | 330,09 | 7,7188 | 2,02 |
| 1,1 | 1118,28 | 1667,13 | 2,175 | 72,61 | 321,74 | 7,7489 | 2,21 |
| 1,4 | 1121,87 | 1671,74 | 2,223 | 72,39 | 318,95 | 9,0154 | 1,87 |
| 1,9 | 1127,53 | 1685,93 | 2,601 | 72,18 | 312,03 | 8,8548 | 1,81 |
| 2,6 | 1133,55 | 1700,04 | 2,793 | 72,49 | 305,24 | 9,7781 | 1,69 |
| 2,8 | 1135,84 | 1705,49 | 2,973 | 72,32 | 302,68 | 9,5944 | 1,70 |
| 3,9 | 1144,98 | 1726,43 | 3,665 | 72,34 | 293,03 | 10,1310 | 1,52 |
| 4,1 | 1146,48 | 1729,82 | 3,801 | 72,35 | 291,50 | 10,2250 | 1,49 |

| Su + 2.5 m Fruktoz + m Gliserin | | | | | | | |
|--|----------------------------------|----------------------------|--------------------|--|--------------------------------|---|----------|
| m /(mol.Kg ⁻¹) | ρ /(kg.m ⁻³) | u /(m.s ⁻¹) | η /(mPa.s) | V_{ϕ} /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | K_s /(TPa ⁻¹) | $K_{s,\phi} \times 10^{-15}$ /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | η_h |
| 0,6 | 1131,94 | 1670,98 | 2,228 | 73,56 | 316,40 | 11,2699 | 1,79 |
| 0,9 | 1136,39 | 1681,74 | 2,546 | 72,01 | 311,14 | 9,2117 | 1,72 |
| 1,5 | 1142,33 | 1697,42 | 2,908 | 72,15 | 303,83 | 9,6765 | 1,64 |
| 2,2 | 1148,15 | 1712,82 | 3,269 | 72,42 | 296,88 | 10,3442 | 1,52 |
| 2,5 | 1151,23 | 1720,08 | 3,373 | 72,21 | 293,59 | 10,2148 | 1,50 |
| 2,7 | 1152,77 | 1724,76 | 3,687 | 72,25 | 291,61 | 10,2460 | 1,47 |
| 3,6 | 1158,93 | 1740,54 | 4,240 | 72,45 | 284,82 | 10,8462 | 1,35 |
| 4,3 | 1163,09 | 1751,80 | 4,750 | 72,60 | 280,17 | 11,1810 | 1,27 |

Çizelge 6.3. devamı

| Su + 3 m Fruktoz + m Gliserin | | | | | | | |
|--------------------------------------|------------------------|-----------------------|----------|--|-----------------------|---|----------|
| m | ρ | u | η | V_{ϕ} | K_s | $K_{s,\phi} \times 10^{-15}$ | η_h |
| /(mol.Kg ⁻¹) | /(kg.m ⁻³) | /(m.s ⁻¹) | /(mPa.s) | /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | /(TPa ⁻¹) | /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | |
| 0,6 | 1150,40 | 1693,47 | 2,699 | 76,46 | 303,11 | 14,4768 | 1,27 |
| 1 | 1153,89 | 1704,73 | 2,964 | 75,03 | 298,21 | 12,8855 | 1,37 |
| 1,4 | 1157,64 | 1713,41 | 3,382 | 74,13 | 294,24 | 12,5666 | 1,33 |
| 2,1 | 1162,56 | 1729,56 | 3,868 | 73,87 | 287,55 | 12,2986 | 1,25 |
| 2,4 | 1165,67 | 1737,97 | 4,149 | 73,37 | 284,02 | 11,7296 | 1,27 |
| 2,8 | 1168,98 | 1746,47 | 4,527 | 73,08 | 280,46 | 11,5834 | 1,24 |
| 3,7 | 1174,40 | 1761,42 | 5,240 | 73,04 | 274,45 | 11,8844 | 1,14 |
| 4,2 | 1177,03 | 1768,41 | 5,718 | 73,05 | 271,67 | 12,0813 | 1,09 |

| Su + 3.5 m Fruktoz + m Gliserin | | | | | | | |
|--|------------------------|-----------------------|----------|--|-----------------------|---|----------|
| m | ρ | u | η | V_{ϕ} | K_s | $K_{s,\phi} \times 10^{-15}$ | η_h |
| /(mol.Kg ⁻¹) | /(kg.m ⁻³) | /(m.s ⁻¹) | /(mPa.s) | /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | /(TPa ⁻¹) | /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | |
| 0,6 | 1166,42 | 1712,49 | 3,354 | 74,08 | 292,34 | 12,6822 | 1,36 |
| 0,9 | 1169,03 | 1721,04 | 3,584 | 73,40 | 288,80 | 11,8286 | 1,38 |
| 1,4 | 1173,77 | 1734,80 | 4,150 | 72,54 | 283,09 | 11,0023 | 1,30 |
| 2,1 | 1178,95 | 1750,40 | 4,761 | 72,39 | 276,84 | 11,1265 | 1,23 |
| 2,3 | 1179,30 | 1753,13 | 4,909 | 72,75 | 275,90 | 11,5807 | 1,17 |
| 2,9 | 1183,51 | 1766,47 | 5,579 | 72,54 | 270,78 | 11,3894 | 1,14 |
| 3,7 | 1187,00 | 1777,38 | 6,234 | 72,78 | 266,68 | 11,9881 | 1,05 |
| 4,2 | 1189,89 | 1784,29 | 6,832 | 72,68 | 263,97 | 12,0930 | 1,00 |

| Su + 4 m Fruktoz + m Gliserin | | | | | | | |
|--------------------------------------|------------------------|-----------------------|----------|--|-----------------------|---|----------|
| m | ρ | u | η | V_{ϕ} | K_s | $K_{s,\phi} \times 10^{-15}$ | η_h |
| /(mol.Kg ⁻¹) | /(kg.m ⁻³) | /(m.s ⁻¹) | /(mPa.s) | /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | /(TPa ⁻¹) | /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | |
| 0,5 | 1182,22 | 1732,25 | 4,055 | 73,06 | 281,89 | 11,2641 | 1,21 |
| 1 | 1185,28 | 1744,74 | 4,570 | 73,10 | 277,15 | 11,5750 | 1,20 |
| 1,6 | 1188,25 | 1755,90 | 5,107 | 73,31 | 272,96 | 12,3595 | 1,08 |
| 1,9 | 1190,11 | 1763,97 | 5,437 | 73,16 | 270,04 | 12,0118 | 1,09 |
| 2,4 | 1193,37 | 1772,30 | 6,026 | 72,88 | 266,78 | 12,1567 | 1,01 |
| 2,7 | 1194,94 | 1777,18 | 6,365 | 72,84 | 264,97 | 12,2560 | 1,00 |
| 3,7 | 1200,82 | 1793,63 | 7,758 | 72,50 | 258,86 | 12,2262 | 0,92 |
| 4,2 | 1201,91 | 1799,32 | 8,244 | 72,75 | 256,99 | 12,5565 | 0,86 |

Çizelge 6.3. devamı

| T=313,15 K | | | | | | | |
|--|------------------------|-----------------------|----------|--|-----------------------|---|----------|
| Su + 0.5 m Fruktoz + m Gliserin | | | | | | | |
| m | ρ | u | η | V_{ϕ} | K_s | $K_{s,\phi} \times 10^{-15}$ | η_h |
| /(mol.Kg ⁻¹) | /(kg.m ⁻³) | /(m.s ⁻¹) | /(mPa.s) | /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | /(TPa ⁻¹) | /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | |
| 0,4 | 1032,75 | 1571,32 | 0,929 | 70,13 | 392,17 | 2,1256 | 2,96 |
| 1 | 1041,28 | 1586,13 | 1,035 | 72,90 | 381,73 | 7,4861 | 2,71 |
| 1,5 | 1049,96 | 1601,48 | 1,088 | 72,06 | 371,35 | 6,4473 | 2,60 |
| 1,9 | 1056,17 | 1612,05 | 1,220 | 71,89 | 364,34 | 6,5578 | 2,56 |
| 2,3 | 1062,73 | 1624,18 | 1,355 | 71,47 | 356,70 | 6,0314 | 2,47 |
| 3 | 1070,02 | 1638,02 | 1,479 | 72,29 | 348,31 | 7,5289 | 2,33 |
| 3,9 | 1081,49 | 1658,21 | 1,724 | 72,02 | 336,28 | 7,6281 | 2,14 |
| 4,2 | 1085,14 | 1664,82 | 1,836 | 71,93 | 332,49 | 7,6318 | 2,10 |
| Su + 1 m Fruktoz + m Gliserin | | | | | | | |
| m | ρ | u | η | V_{ϕ} | K_s | $K_{s,\phi} \times 10^{-15}$ | η_h |
| /(mol.Kg ⁻¹) | /(kg.m ⁻³) | /(m.s ⁻¹) | /(mPa.s) | /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | /(TPa ⁻¹) | /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | |
| 0,4 | 1060,06 | 1596,62 | 1,118 | 71,76 | 370,06 | 10,8068 | 1,91 |
| 0,9 | 1067,02 | 1609,97 | 1,208 | 72,76 | 361,57 | 10,3548 | 2,14 |
| 1,3 | 1074,40 | 1624,73 | 1,352 | 71,39 | 352,59 | 7,5705 | 2,27 |
| 1,9 | 1080,81 | 1637,89 | 1,483 | 72,50 | 344,89 | 9,1121 | 2,15 |
| 2,1 | 1083,67 | 1642,30 | 1,551 | 72,32 | 342,14 | 9,1222 | 2,10 |
| 3 | 1094,47 | 1663,92 | 1,747 | 72,25 | 330,01 | 9,0700 | 1,94 |
| 3,2 | 1096,73 | 1667,60 | 1,872 | 72,23 | 327,88 | 9,2022 | 1,95 |
| 4,3 | 1107,61 | 1689,87 | 2,244 | 72,33 | 316,16 | 9,5025 | 1,78 |
| Su + 1.5 m Fruktoz + m Gliserin | | | | | | | |
| m | ρ | u | η | V_{ϕ} | K_s | $K_{s,\phi} \times 10^{-15}$ | η_h |
| /(mol.Kg ⁻¹) | /(kg.m ⁻³) | /(m.s ⁻¹) | /(mPa.s) | /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | /(TPa ⁻¹) | /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | |
| 0,4 | 1084,56 | 1621,47 | 1,335 | 73,43 | 350,70 | 10,7810 | 2,05 |
| 1 | 1093,01 | 1638,71 | 1,516 | 72,54 | 340,70 | 9,4633 | 2,08 |
| 1,3 | 1096,34 | 1647,09 | 1,630 | 72,85 | 336,22 | 9,5646 | 2,04 |
| 1,9 | 1103,47 | 1662,33 | 1,755 | 72,73 | 327,95 | 9,6037 | 1,91 |
| 2,4 | 1109,27 | 1674,36 | 1,988 | 72,55 | 321,56 | 9,5871 | 1,88 |
| 3 | 1116,28 | 1687,89 | 2,244 | 72,24 | 314,44 | 9,5213 | 1,75 |
| 3,8 | 1123,04 | 1702,39 | 2,545 | 72,49 | 307,25 | 10,0999 | 1,65 |
| 4 | 1126,63 | 1709,36 | 2,697 | 71,99 | 303,77 | 9,5021 | 1,64 |

Çizelge 6.3. devamı

| Su + 2 m Fruktoz + m Gliserin | | | | | | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|--------------------|--|--------------------------------|---|----------|
| m /(mol.Kg ⁻¹) | ρ /(kg.m ⁻³) | u /(m.s ⁻¹) | η /(mPa.s) | V_{ϕ} /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | K_s /(TPa ⁻¹) | $K_{s,\phi} \times 10^{-15}$ /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | η_h |
| 0,6 | 1110,33 | 1652,60 | 1,670 | 72,23 | 329,77 | 8,5030 | 1,92 |
| 1,1 | 1115,60 | 1669,12 | 1,929 | 72,84 | 321,75 | 8,4692 | 2,12 |
| 1,4 | 1119,13 | 1673,22 | 1,966 | 72,64 | 319,16 | 9,7474 | 1,79 |
| 1,9 | 1124,77 | 1686,68 | 2,287 | 72,41 | 312,51 | 9,5545 | 1,73 |
| 2,6 | 1130,74 | 1699,95 | 2,450 | 72,73 | 306,03 | 10,4406 | 1,61 |
| 2,8 | 1133,01 | 1705,11 | 2,609 | 72,55 | 303,57 | 10,2555 | 1,63 |
| 3,9 | 1142,07 | 1724,80 | 3,191 | 72,58 | 294,33 | 10,7617 | 1,45 |
| 4,1 | 1143,56 | 1727,95 | 3,326 | 72,58 | 292,87 | 10,8534 | 1,43 |

| Su + 2.5 m Fruktoz + m Gliserin | | | | | | | |
|--|----------------------------------|----------------------------|--------------------|--|--------------------------------|---|----------|
| m /(mol.Kg ⁻¹) | ρ /(kg.m ⁻³) | u /(m.s ⁻¹) | η /(mPa.s) | V_{ϕ} /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | K_s /(TPa ⁻¹) | $K_{s,\phi} \times 10^{-15}$ /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | η_h |
| 0,6 | 1129,18 | 1672,82 | 1,968 | 73,79 | 316,47 | 11,8791 | 1,71 |
| 0,9 | 1133,59 | 1682,90 | 2,257 | 72,23 | 311,48 | 9,9086 | 1,64 |
| 1,5 | 1139,49 | 1697,71 | 2,538 | 72,37 | 304,48 | 10,3301 | 1,57 |
| 2,2 | 1145,25 | 1712,19 | 2,836 | 72,65 | 297,85 | 10,9734 | 1,45 |
| 2,5 | 1148,31 | 1719,02 | 2,938 | 72,44 | 294,70 | 10,8400 | 1,43 |
| 2,7 | 1149,83 | 1723,49 | 3,204 | 72,48 | 292,79 | 10,8614 | 1,40 |
| 3,6 | 1155,95 | 1738,31 | 3,661 | 72,68 | 286,29 | 11,4319 | 1,29 |
| 4,3 | 1160,07 | 1748,91 | 4,082 | 72,82 | 281,83 | 11,7489 | 1,21 |

| Su + 3 m Fruktoz + m Gliserin | | | | | | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|--------------------|--|--------------------------------|---|----------|
| m /(mol.Kg ⁻¹) | ρ /(kg.m ⁻³) | u /(m.s ⁻¹) | η /(mPa.s) | V_{ϕ} /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | K_s /(TPa ⁻¹) | $K_{s,\phi} \times 10^{-15}$ /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | η_h |
| 0,6 | 1147,52 | 1694,28 | 2,361 | 76,68 | 303,58 | 14,9740 | 1,21 |
| 1 | 1150,98 | 1704,99 | 2,598 | 75,25 | 298,87 | 13,3990 | 1,30 |
| 1,4 | 1154,69 | 1712,97 | 2,955 | 74,36 | 295,15 | 13,1268 | 1,26 |
| 2,1 | 1159,57 | 1728,20 | 3,351 | 74,09 | 288,74 | 12,8492 | 1,19 |
| 2,4 | 1162,65 | 1736,24 | 3,598 | 73,59 | 285,32 | 12,2751 | 1,22 |
| 2,8 | 1165,95 | 1744,26 | 3,905 | 73,31 | 281,90 | 12,1227 | 1,19 |
| 3,7 | 1171,31 | 1758,22 | 4,485 | 73,26 | 276,17 | 12,4164 | 1,09 |
| 4,2 | 1173,92 | 1764,78 | 4,881 | 73,28 | 273,51 | 12,6025 | 1,04 |

Çizelge 6.3. devamı

| Su + 3.5 m Fruktoz + m Gliserin | | | | | | | |
|---------------------------------|------------------------|-----------------------|----------|--|-----------------------|---|----------|
| m | ρ | u | η | V_{ϕ} | K_s | $K_{s,\phi} \times 10^{-15}$ | η_h |
| /(mol.Kg ⁻¹) | /(kg.m ⁻³) | /(m.s ⁻¹) | /(mPa.s) | /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | /(TPa ⁻¹) | /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | |
| 0,6 | 1163,43 | 1712,39 | 2,930 | 74,31 | 293,13 | 13,2080 | 1,29 |
| 0,9 | 1165,40 | 1719,84 | 3,119 | 74,17 | 290,10 | 12,9023 | 1,27 |
| 1,4 | 1170,71 | 1733,36 | 3,597 | 72,77 | 284,30 | 11,5736 | 1,23 |
| 2,1 | 1175,87 | 1748,11 | 4,130 | 72,61 | 278,29 | 11,6648 | 1,17 |
| 2,3 | 1176,19 | 1750,64 | 4,255 | 72,98 | 277,41 | 12,1166 | 1,12 |
| 2,9 | 1180,40 | 1763,25 | 4,797 | 72,76 | 272,49 | 11,9125 | 1,09 |
| 3,7 | 1183,84 | 1773,56 | 5,302 | 73,00 | 268,54 | 12,4839 | 1,00 |
| 4,2 | 1186,71 | 1780,04 | 5,791 | 72,90 | 265,95 | 12,5813 | 0,95 |

| Su + 4 m Fruktoz + m Gliserin | | | | | | | |
|-------------------------------|------------------------|-----------------------|----------|--|-----------------------|---|----------|
| m | ρ | u | η | V_{ϕ} | K_s | $K_{s,\phi} \times 10^{-15}$ | η_h |
| /(mol.Kg ⁻¹) | /(kg.m ⁻³) | /(m.s ⁻¹) | /(mPa.s) | /(10 ⁻⁶ m ³ .mol ⁻¹) | /(TPa ⁻¹) | /(m ³ .mol ⁻¹ .Pa ⁻¹) | |
| 0,5 | 1179,12 | 1731,26 | 3,536 | 73,30 | 282,95 | 11,7967 | 1,15 |
| 1 | 1182,18 | 1743,07 | 3,902 | 73,31 | 278,41 | 12,0761 | 1,15 |
| 1,6 | 1185,09 | 1753,52 | 4,339 | 73,54 | 274,43 | 12,8549 | 1,03 |
| 1,9 | 1186,94 | 1761,27 | 4,611 | 73,39 | 271,59 | 12,4937 | 1,04 |
| 2,4 | 1190,20 | 1768,92 | 5,130 | 73,09 | 268,51 | 12,6437 | 0,97 |
| 2,7 | 1191,76 | 1773,53 | 5,410 | 73,06 | 266,77 | 12,7353 | 0,95 |
| 3,7 | 1197,58 | 1788,99 | 6,530 | 72,72 | 260,90 | 12,6956 | 0,88 |
| 4,2 | 1198,66 | 1794,36 | 6,941 | 72,97 | 259,11 | 13,0149 | 0,82 |

Çizelge 6.4. Su + m gliserin çözeltisi için yoğunluk, viskozite ve ultrases hızının gliserinin konsantrasyonuna bağlı denklem 6.1, denklem 6.2, denklem 6.3 ve denklem 6.12'nin parametreleri

| T/(K) | ρ /(kg.m ⁻³) | | | | η /(mPa.s) | | | | | u/(m.s ⁻¹) | | | |
|--------|-------------------------------|----------------|----------------|----------|-------------------|-------|-------|---|----------|------------------------|----------------|----------------|----------|
| | A ₂ | A ₃ | A ₄ | σ | A | B | D | E | σ | A ₂ | A ₃ | A ₄ | σ |
| 298,15 | 22,8 | -2,66 | -0,27 | 0,57 | -0,082 | 0,257 | 0,009 | — | 0,045 | 42,87 | -6,16 | 0,05 | 1,54 |
| 303,15 | 22,56 | -2,60 | -0,28 | 0,55 | -0,079 | 0,232 | 0,007 | — | 0,043 | 37,08 | -2,08 | -0,95 | 1,16 |
| 308,15 | 22,36 | -2,56 | -0,28 | 0,55 | -0,038 | 0,164 | 0,011 | — | 0,036 | 35,16 | -2,08 | -0,88 | 1,14 |
| 313,15 | 22,18 | -2,54 | -0,28 | 0,54 | -0,034 | 0,147 | 0,009 | — | 0,034 | 33,37 | -2,05 | -0,82 | 1,12 |

Çizelge 6.5. Su + m fruktoz çözeltisi için yoğunluk, viskozite ve ultrases hızının fruktozun konsantrasyonuna bağlı denklem 6.1, denklem 6.2, denklem 6.3 ve denklem 6.12'nin parametreleri

| T /(K) | $\rho/(\text{kg.m}^{-3})$ | | | | $\eta/(\text{mPa.s})$ | | | | | $u/(\text{m.s}^{-1})$ | | | |
|-----------|---------------------------|----------------|----------------|----------|-----------------------|--------|-------|--------|----------|-----------------------|----------------|----------------|----------|
| | A ₂ | A ₃ | A ₄ | σ | A | B | D | E | σ | A ₂ | A ₃ | A ₄ | σ |
| 298,15 | 70,23 | -5,26 | -3,26 | 0,74 | 0,595 | -0,466 | 0,333 | -0,005 | 0,08 | 64,27 | 4,81 | -4,93 | 1,42 |
| 303,15 | 70,24 | -5,84 | -3,06 | 0,75 | 0,364 | -0,211 | 0,238 | -0,003 | 0,06 | 61,93 | 3,67 | -4,41 | 1,45 |
| 308,15 | 69,87 | -5,96 | -2,99 | 0,75 | 0,335 | -0,186 | 0,205 | -0,003 | 0,05 | 59,35 | 3,03 | -4,06 | 1,47 |
| 313,15 | 69,34 | -5,86 | -2,99 | 0,75 | 0,283 | -0,146 | 0,175 | -0,003 | 0,05 | 56,87 | 2,51 | -3,76 | 1,48 |

Çizelge 6.6. Su + fruktoz + gliserin çözeltisi için yoğunluk, viskozite ve ultrases hızının gliserinin konsantrasyonuna bağlı denklem 6.1, denklem 6.2, denklem 6.3 ve denklem 6.12'nin parametreleri

| | T/(K) | $\rho/(\text{kg.m}^{-3})$ | | | | $\eta/(\text{mPa.s})$ | | | | | $u/(\text{m.s}^{-1})$ | | | |
|-------------------------|--------|---------------------------|----------------|----------------|----------|-----------------------|-------|--------|--------|----------|-----------------------|----------------|----------------|----------|
| | | A ₂ | A ₃ | A ₄ | σ | A | B | D | E | σ | A ₂ | A ₃ | A ₄ | σ |
| Su+0.5fruktoz+mglslerin | 298,15 | 22,03 | -3,54 | 0,02 | 0,87 | -0,003 | 0,252 | 0,022 | — | 0,041 | 40,55 | -3,30 | -0,75 | 1,61 |
| | 303,15 | 20,67 | -2,43 | -0,25 | 0,84 | 0,064 | 0,168 | 0,027 | — | 0,03 | 38,24 | -3,12 | -0,72 | 1,52 |
| | 308,15 | 20,04 | -1,99 | -0,36 | 0,83 | 0,082 | 0,092 | 0,040 | -0,001 | 0,04 | 35,86 | -2,53 | -0,85 | 1,42 |
| | 313,15 | 19,89 | -2,00 | -0,34 | 0,82 | 0,104 | 0,054 | 0,043 | -0,001 | 0,03 | 34,21 | -2,75 | -0,71 | 1,36 |
| Su+1fruktoz+mglslerin | 298,15 | 18,90 | -2,40 | -0,21 | 0,62 | -0,185 | 0,567 | -0,040 | 0,004 | 0,049 | 30,50 | 5,70 | -3,20 | 1,66 |
| | 303,15 | 18,57 | -2,27 | -0,23 | 0,61 | -0,071 | 0,420 | -0,028 | 0,003 | 0,04 | 27,60 | 6,33 | -3,23 | 1,61 |
| | 308,15 | 18,35 | -2,19 | -0,25 | 0,60 | -0,023 | 0,303 | -0,009 | 0,002 | 0,03 | 24,55 | 7,32 | -3,38 | 1,56 |
| | 313,15 | 18,22 | -2,20 | -0,24 | 0,60 | -0,070 | 0,328 | -0,024 | 0,002 | 0,03 | 21,77 | 8,21 | -3,50 | 1,48 |
| Su+1.5fruktoz+mglslerin | 298,15 | 15,46 | -1,31 | -0,20 | 0,60 | -0,064 | 0,342 | 0,089 | -0,002 | 0,051 | 33,70 | 2,24 | -2,28 | 1,22 |
| | 303,15 | 15,07 | -1,09 | -0,25 | 0,61 | 0,096 | 0,224 | 0,059 | — | 0,050 | 30,97 | 2,82 | -2,33 | 1,18 |
| | 308,15 | 14,93 | -1,08 | -0,25 | 0,60 | -0,035 | 0,310 | 0,022 | 0,001 | 0,03 | 29,16 | 2,71 | -2,21 | 1,11 |
| | 313,15 | 14,82 | -1,09 | -0,24 | 0,60 | -0,029 | 0,271 | 0,019 | 0,001 | 0,03 | 27,51 | 2,58 | -2,09 | 1,06 |

Çizelge 6.6. devamı

| | T/(K) | $\rho/(\text{kg.m}^{-3})$ | | | | $\eta/(\text{mPa.s})$ | | | | | $u/(\text{m.s}^{-1})$ | | | |
|------------------------|--------|---------------------------|----------------|----------------|----------|-----------------------|--------|--------|--------|----------|-----------------------|----------------|----------------|----------|
| | | A ₂ | A ₃ | A ₄ | σ | A | B | D | E | σ | A ₂ | A ₃ | A ₄ | σ |
| Su+2fruktoz +mglserin | 298,15 | 14,53 | -1,64 | -0,22 | 0,30 | -0,464 | 1,163 | -0,132 | 0,010 | 0,084 | 48,60 | -13,56 | 1,56 | 1,17 |
| | 303,15 | 14,53 | -1,78 | -0,17 | 0,30 | -0,437 | 1,051 | -0,129 | 0,009 | 0,07 | 46,65 | -13,67 | 1,70 | 1,22 |
| | 308,15 | 14,39 | -1,77 | -0,17 | 0,30 | -0,486 | 1,053 | -0,159 | 0,011 | 0,06 | 44,24 | -13,13 | 1,66 | 1,24 |
| | 313,15 | 14,23 | -1,71 | -0,18 | 0,30 | -0,383 | 0,880 | -0,136 | 0,009 | 0,05 | 42,04 | -12,67 | 1,62 | 1,24 |
| Su+2,5fruktoz+mglserin | 298,15 | 10,89 | 1,54 | -1,24 | 0,45 | -0,183 | 1,050 | -0,040 | 0,005 | 0,12 | 34,54 | 1,15 | -2,64 | 1,02 |
| | 303,15 | 10,70 | 1,63 | -1,26 | 0,46 | -0,358 | 1,107 | -0,088 | 0,006 | 0,1 | 32,61 | 0,92 | -2,44 | 0,96 |
| | 308,15 | 10,54 | 1,67 | -1,25 | 0,45 | -0,302 | 0,962 | -0,089 | 0,006 | 0,08 | 30,69 | 0,85 | -2,29 | 0,90 |
| | 313,15 | 10,52 | 1,58 | -1,22 | 0,45 | -0,210 | 0,753 | -0,061 | 0,004 | 0,07 | 28,93 | 0,79 | -2,15 | 0,84 |
| Su+3fruktoz+mglserin | 298,15 | -0,73 | 10,39 | -3,20 | 0,39 | -0,586 | 1,352 | 0,037 | -0,001 | 0,05 | 19,99 | 13,73 | -5,73 | 0,88 |
| | 303,15 | -0,98 | 10,52 | -3,22 | 0,40 | -0,561 | 1,302 | -0,033 | 0,002 | 0,05 | 18,73 | 12,91 | -5,37 | 0,83 |
| | 308,15 | -1,01 | 10,45 | -3,19 | 0,39 | -0,619 | 1,230 | -0,060 | 0,003 | 0,04 | 17,82 | 11,96 | -5,01 | 0,84 |
| | 313,15 | -1,03 | 10,39 | -3,17 | 0,38 | -0,541 | 1,104 | -0,073 | 0,003 | 0,04 | 16,93 | 11,17 | -4,71 | 0,87 |
| Su+3,5fruktoz+mglserin | 298,15 | 5,30 | 4,32 | -1,80 | 0,55 | -1,44 | 2,798 | -0,306 | 0,016 | 0,08 | 25,74 | 9,03 | -4,98 | 1,03 |
| | 303,15 | 5,11 | 4,38 | -1,81 | 0,55 | -1,040 | 2,173 | -0,231 | 0,012 | 0,07 | 23,95 | 8,81 | -4,79 | 0,94 |
| | 308,15 | 5,07 | 4,32 | -1,78 | 0,56 | -0,733 | 1,587 | -0,132 | 0,006 | 0,05 | 22,82 | 7,97 | -4,42 | 0,88 |
| | 313,15 | 3,73 | 5,77 | -2,18 | 0,64 | -0,642 | 1,404 | -0,128 | 0,006 | 0,05 | 20,31 | 8,87 | -4,54 | 0,86 |
| Su+4fruktoz+mglserin | 298,15 | 5,76 | 1,25 | -0,61 | 0,50 | 0,659 | 0,283 | 0,399 | -0,015 | 0,08 | 38,58 | -9,12 | 0,54 | 0,84 |
| | 303,15 | 5,73 | 1,06 | -0,53 | 0,50 | 0,678 | 0,114 | 0,340 | -0,014 | 0,06 | 35,10 | -7,43 | 0,20 | 0,83 |
| | 308,15 | 5,53 | 1,18 | -0,56 | 0,50 | 0,349 | 0,276 | 0,243 | -0,010 | 0,05 | 32,93 | -6,89 | 0,15 | 0,82 |
| | 313,15 | 5,42 | 1,24 | -0,57 | 0,50 | 0,514 | -0,080 | 0,281 | -0,012 | 0,03 | 31,41 | -6,87 | 0,24 | 0,81 |

Çizelge 6.7. Su + fruktoz + gliserin çözeltisinin $\Delta\kappa_s$ değeri için denklem 6.4 'ün parametreleri

| | 298,15 K | | | 303,15 K | | | 308,15 K | | | 313,15 K | | |
|------------------------|----------|-------|----------|----------|-------|----------|----------|-------|----------|----------|-------|----------|
| | A | B | σ | A | B | σ | A | B | σ | A | B | σ |
| Su+0.5fruktoz+mglserin | 8,31 | 18,20 | 2,52 | 7,62 | 17,21 | 2,35 | 7,14 | 16,32 | 2,23 | 6,74 | 15,56 | 2,10 |
| Su+1fruktoz+mglserin | 5,57 | 16,02 | 2,50 | 4,99 | 15,18 | 2,33 | 4,46 | 14,45 | 2,19 | 4,02 | 13,81 | 2,06 |
| Su+1.5fruktoz+mglserin | 4,80 | 14,56 | 1,83 | 4,34 | 13,83 | 1,71 | 4,05 | 13,18 | 1,60 | 3,80 | 12,60 | 1,51 |
| Su+2fruktoz+mglserin | 7,42 | 11,84 | 1,60 | 7,04 | 11,25 | 1,51 | 6,66 | 10,72 | 1,43 | 6,32 | 10,25 | 1,37 |
| Su+2.5fruktoz+mglserin | 5,69 | 10,69 | 1,99 | 5,33 | 10,17 | 1,87 | 5,01 | 9,71 | 1,77 | 4,73 | 9,28 | 1,67 |
| Su+3fruktoz+mglserin | 2,84 | 9,67 | 1,49 | 2,56 | 9,21 | 1,40 | 2,39 | 8,79 | 1,32 | 2,25 | 8,41 | 1,26 |
| Su+3.5fruktoz+mglserin | 4,08 | 8,61 | 1,69 | 3,81 | 8,19 | 1,60 | 3,60 | 7,82 | 1,52 | 3,26 | 7,54 | 1,47 |
| Su+4fruktoz+mglserin | 4,16 | 7,41 | 1,06 | 3,80 | 7,04 | 1,00 | 3,56 | 6,72 | 0,95 | 3,40 | 6,44 | 0,90 |

Çizelge 6.8. Su +fruktoz+ gliserin çözeltisinin $\Delta\kappa_s / \kappa_{so}$ değeri için denklem 6.7 'nin parametreleri

| | 298,15 K | | | 303,15 K | | |
|-----------------------|----------|--------|----------|----------|--------|----------|
| | A' | B' | σ | A' | B' | σ |
| Su+0.5fruktoz+glserin | 0,0200 | 0,0438 | 0,0061 | 0,0186 | 0,420 | 0,0057 |
| Su+1 fruktoz+glserin | 0,0144 | 0,0415 | 0,0065 | 0,0131 | 0,0397 | 0,0061 |
| Su+1.5fruktoz+glserin | 0,0132 | 0,0400 | 0,0050 | 0,0120 | 0,0383 | 0,0047 |
| Su+2fruktoz+glserin | 0,0216 | 0,0344 | 0,0047 | 0,0206 | 0,0329 | 0,0044 |
| Su+2.5fruktoz+glserin | 0,0174 | 0,0327 | 0,0061 | 0,0164 | 0,0313 | 0,0058 |
| Su+3fruktoz+glserin | 0,0091 | 0,0312 | 0,0048 | 0,0083 | 0,0298 | 0,0045 |
| Su+3.5fruktoz+glserin | 0,0136 | 0,0288 | 0,0057 | 0,0128 | 0,0274 | 0,0054 |
| Su+4fruktoz+glserin | 0,0145 | 0,0258 | 0,0037 | 0,0132 | 0,0245 | 0,0035 |

| | 308,15 K | | | 313,15 K | | |
|-----------------------|----------|--------|----------|----------|--------|----------|
| | A' | B' | σ | B' | A' | σ |
| Su+0.5fruktoz+glserin | 0,0176 | 0,0402 | 0,0055 | 0,0167 | 0,0387 | 0,0052 |
| Su+1 fruktoz+glserin | 0,0118 | 0,0381 | 0,0058 | 0,0107 | 0,0367 | 0,0055 |
| Su+1.5fruktoz+glserin | 0,0113 | 0,0367 | 0,0045 | 0,0106 | 0,0353 | 0,0042 |
| Su+2fruktoz+glserin | 0,0195 | 0,0315 | 0,0042 | 0,0186 | 0,0302 | 0,0040 |
| Su+2.5fruktoz+glserin | 0,0154 | 0,0299 | 0,0054 | 0,0146 | 0,0286 | 0,0052 |
| Su+3fruktoz+glserin | 0,0077 | 0,0284 | 0,0043 | 0,0073 | 0,0272 | 0,0041 |
| Su+3.5fruktoz+glserin | 0,0121 | 0,0262 | 0,0051 | 0,0109 | 0,0252 | 0,0043 |
| Su+4fruktoz+glserin | 0,0124 | 0,0234 | 0,0033 | 0,0118 | 0,0223 | 0,0032 |

Çizelge 6.9. Denklem 6.8 için farklı sıcaklıklarda fruktozun konsantrasyonuna bağlı fit parametreleri

| | T /(K) | V°_{ϕ} /($10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$) | A /($10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$) | B /($10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$) | σ |
|------------------------|-----------|--|---|---|----------|
| su+0,5fruktoz+gliserin | 298,15K | 64,63 | 8,3490 | -2,5859 | 0,8 |
| | 303,15K | 66,52 | 6,6074 | -2,1008 | 0,7 |
| | 308,15K | 67,41 | 5,9111 | -1,9031 | 0,7 |
| | 313,15K | 67,63 | 5,9624 | -1,9214 | 0,7 |
| su+1 fruktoz+gliserin | 298,15K | 70,41 | 1,2141 | -0,3261 | 0,5 |
| | 303,15K | 70,85 | 1,0455 | -0,2834 | 0,5 |
| | 308,15K | 71,17 | 0,9590 | -0,2584 | 0,5 |
| | 313,15K | 71,41 | 0,9590 | -0,2584 | 0,5 |
| su+1,5fruktoz+gliserin | 298,15K | 73,22 | -1,3442 | 0,2390 | 0,2 |
| | 303,15K | 73,75 | -1,6478 | 0,3234 | 0,2 |
| | 308,15K | 73,98 | -1,6277 | 0,3159 | 0,3 |
| | 313,15K | 74,20 | -1,6089 | 0,3105 | 0,3 |
| su+2fruktoz+gliserin | 298,15K | 70,98 | 1,2626 | -0,4080 | 0,2 |
| | 303,15K | 70,99 | 1,5437 | -0,4971 | 0,2 |
| | 308,15K | 71,25 | 1,5146 | -0,4908 | 0,2 |
| | 313,15K | 71,50 | 1,5078 | -0,4898 | 0,2 |
| su+2,5fruktoz+gliserin | 298,15K | 75,68 | -5,3769 | 1,8033 | 0,4 |
| | 303,15K | 75,99 | -5,4722 | 1,8287 | 0,4 |
| | 308,15K | 76,20 | -5,4224 | 1,8101 | 0,4 |
| | 313,15K | 76,41 | -5,4008 | 1,8028 | 0,4 |
| su+3fruktoz+gliserin | 298,15K | 81,88 | -9,8362 | 2,6014 | 0,2 |
| | 303,15K | 82,35 | -10,0987 | 2,6695 | 0,2 |
| | 308,15K | 82,48 | -9,9671 | 2,6262 | 0,2 |
| | 313,15K | 82,70 | -9,9630 | 2,6262 | 0,2 |
| su+3,5fruktoz+gliserin | 298,15K | 77,50 | -6,8413 | 2,1267 | 0,2 |
| | 303,15K | 77,86 | -6,9896 | 2,1671 | 0,2 |
| | 308,15K | 78,08 | -6,9772 | 2,1618 | 0,2 |
| | 313,15K | 78,83 | -7,4481 | 2,2590 | 0,3 |
| su+4fruktoz+gliserin | 298,15K | 71,82 | 1,4345 | -0,6321 | 0,2 |
| | 303,15K | 72,16 | 1,3485 | -0,6164 | 0,2 |
| | 308,15K | 72,58 | 1,1212 | -0,5519 | 0,2 |
| | 313,15K | 72,84 | 1,0660 | -0,5355 | 0,2 |

Çizelge 6. 10. Denklem 6.10 için farklı sıcaklıklarda fruktozun konsantrasyonuna bağlı fit parametreleri

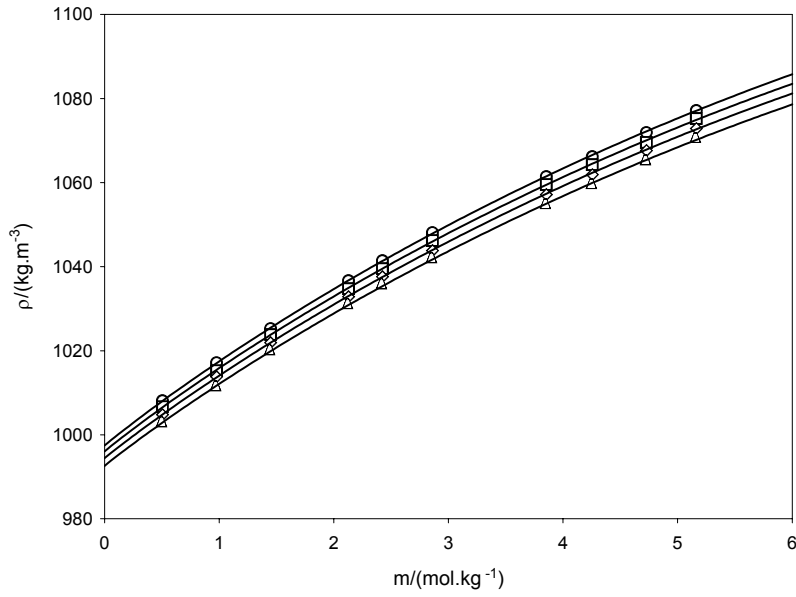
| | T /(K) | K°_{ϕ} /($\text{m}^3\text{mol}^{-1}\cdot\text{Pa}^{-1}$) | A /($\text{m}^3\text{mol}^{-1}\cdot\text{Pa}^{-1}$) | B /($\text{m}^3\text{mol}^{-1}\cdot\text{Pa}^{-1}$) | σ |
|------------------------|-----------|---|--|--|----------|
| su+0,5fruktoz+gliserin | 298,15K | -10,11 | 16,0198 | -4,3981 | 1,4 |
| | 303,15K | -6,78 | 13,6933 | -3,7770 | 1,3 |
| | 308,15K | -4,61 | 12,4595 | -3,4460 | 1,2 |
| | 313,15K | -3,38 | 12,2065 | -3,4084 | 1,2 |
| su+1 fruktoz+gliserin | 298,15K | 9,93 | -6,2512 | 2,3741 | 0,9 |
| | 303,15K | 11,70 | -6,9060 | 2,4930 | 0,9 |
| | 308,15K | 13,46 | -7,7094 | 2,6709 | 0,8 |
| | 313,15K | 14,91 | -8,2759 | 2,7865 | 0,8 |
| su+1,5fruktoz+gliserin | 298,15K | 10,40 | -5,0446 | 1,8308 | 0,3 |
| | 303,15K | 11,81 | -5,4788 | 1,9005 | 0,3 |
| | 308,15K | 12,39 | -5,0787 | 1,7366 | 0,3 |
| | 313,15K | 13,05 | -4,8852 | 1,6469 | 0,3 |
| su+2fruktoz+gliserin | 298,15K | 3,37 | 3,6161 | -0,4358 | 0,3 |
| | 303,15K | 4,12 | 3,7378 | -0,5126 | 0,3 |
| | 308,15K | 5,17 | 3,4462 | -0,4620 | 0,3 |
| | 313,15K | 6,09 | 3,2395 | -0,4318 | 0,3 |
| su+2,5fruktoz+gliserin | 298,15K | 12,95 | -7,1011 | 2,7852 | 0,6 |
| | 303,15K | 13,62 | -6,9155 | 2,6822 | 0,6 |
| | 308,15K | 14,19 | -6,6625 | 2,5631 | 0,6 |
| | 313,15K | 14,72 | -6,4339 | 2,4602 | 0,6 |
| su+3fruktoz+gliserin | 298,15K | 19,49 | -10,6504 | 3,1716 | 0,2 |
| | 303,15K | 20,14 | -10,5929 | 3,1239 | 0,2 |
| | 308,15K | 20,41 | -10,1759 | 2,9825 | 0,2 |
| | 313,15K | 20,73 | -9,8654 | 2,8784 | 0,3 |
| su+3,5fruktoz+gliserin | 298,15K | 16,39 | -8,9558 | 3,1414 | 0,3 |
| | 303,15K | 17,02 | -8,9026 | 3,0945 | 0,3 |
| | 308,15K | 17,35 | -8,5494 | 2,9621 | 0,3 |
| | 313,15K | 18,26 | -8,7637 | 2,9588 | 0,3 |
| su+4fruktoz+gliserin | 298,15K | 7,68 | 3,5837 | -0,8722 | 0,2 |
| | 303,15K | 8,91 | 2,9011 | -0,7024 | 0,2 |
| | 308,15K | 9,79 | 2,5210 | -0,6073 | 0,2 |
| | 313,15K | 10,38 | 2,4258 | -0,5904 | 0,2 |

Çizelge 6.11. Su +fruktoz+ gliserin çözeltisi için görünen molar hacim değerlerinin Taylor açılımının fit katsayıları

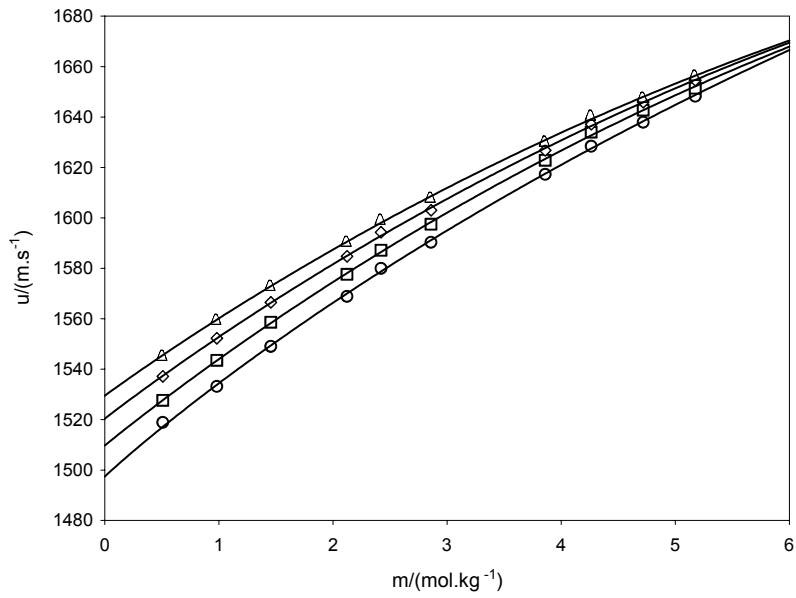
| | T /(K) | V_o /($10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$) | $\left(\frac{\partial V_o^o}{\partial T}\right)_p$ /($10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$) | $\left(\frac{\partial^2 V_o^o}{\partial T^2}\right)_p$ /($10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{K}^{-2} \cdot \text{mol}^{-1}$) | σ |
|------------------------|-----------|---|--|--|----------|
| su+0,5fruktoz+gliserin | 298,15K | 64,65 | 0,4483 | -0,0334 | 0,07 |
| | 303,15K | 66,47 | 0,2813 | -0,0334 | 0,07 |
| | 308,15K | 67,46 | 0,1143 | -0,0334 | 0,07 |
| | 313,15K | 67,61 | -0,0527 | -0,0334 | 0,07 |
| su+1 fruktoz+gliserin | 298,15K | 70,41 | 0,0964 | -0,0040 | 0,09 |
| | 303,15K | 70,84 | 0,0764 | -0,0040 | 0,009 |
| | 308,15K | 71,18 | 0,0564 | -0,0040 | 0,009 |
| | 313,15K | 71,41 | 0,0364 | -0,0040 | 0,009 |
| su+1,5fruktoz+gliserin | 298,15K | 73,23 | 0,1099 | -0,0062 | 0,06 |
| | 303,15K | 73,71 | 0,0789 | -0,0062 | 0,06 |
| | 308,15K | 74,02 | 0,0479 | -0,0062 | 0,06 |
| | 313,15K | 74,19 | 0,0169 | -0,0062 | 0,06 |
| su+2fruktoz+gliserin | 298,15K | 70,97 | 0,0004 | 0,0048 | 0,06 |
| | 303,15K | 71,03 | 0,0244 | 0,0048 | 0,06 |
| | 308,15K | 71,21 | 0,0484 | 0,0048 | 0,06 |
| | 313,15K | 71,51 | 0,0724 | 0,0048 | 0,06 |
| su+2,5fruktoz+gliserin | 298,15K | 75,69 | 0,0630 | -0,0020 | 0,02 |
| | 303,15K | 75,98 | 0,0530 | -0,0020 | 0,02 |
| | 308,15K | 76,22 | 0,0430 | -0,0020 | 0,02 |
| | 313,15K | 76,40 | 0,0330 | -0,0020 | 0,02 |
| su+3fruktoz+gliserin | 298,15K | 81,90 | 0,0893 | -0,0050 | 0,1 |
| | 303,15K | 82,29 | 0,0643 | -0,0050 | 0,1 |
| | 308,15K | 82,54 | 0,0393 | -0,0050 | 0,1 |
| | 313,15K | 82,68 | 0,0143 | -0,0050 | 0,1 |
| su+3,5fruktoz+gliserin | 298,15K | 77,53 | 0,0257 | 0,0078 | 0,15 |
| | 303,15K | 77,76 | 0,0647 | 0,0078 | 0,15 |
| | 308,15K | 78,18 | 0,1037 | 0,0078 | 0,15 |
| | 313,15K | 78,80 | 0,1427 | 0,0078 | 0,15 |
| su+4fruktoz+gliserin | 298,15K | 71,81 | 0,0816 | -0,0016 | 0,05 |
| | 303,15K | 72,20 | 0,0736 | -0,0016 | 0,05 |
| | 308,15K | 72,54 | 0,0656 | -0,0016 | 0,05 |
| | 313,15K | 72,85 | 0,0576 | -0,0016 | 0,05 |

Çizelge 6.12. Su +fruktoz+ gliserin çözeltisi için görünen molar izentropik sıkıştırılabilirlik değerlerinin Taylor açılımının fit katsayıları

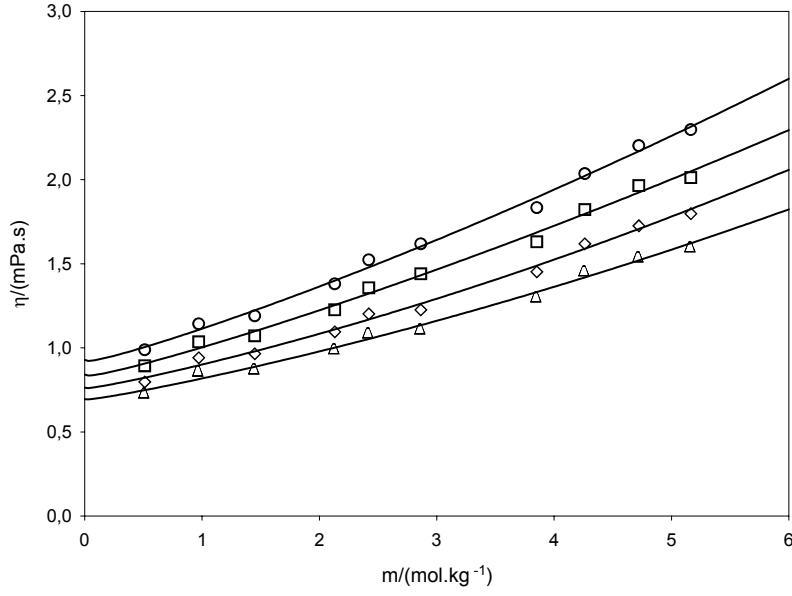
| | T /(K) | K_o /($m^3 \cdot mol^{-1} \cdot Pa^{-1}$) | $\left(\frac{\partial K_o}{\partial T}\right)_P$ /($m^3 \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1} \cdot Pa^{-1}$) | $\left(\frac{\partial^2 K_o}{\partial T^2}\right)_P$ /($m^3 \cdot K^{-2} \cdot mol^{-1} \cdot Pa^{-1}$) | σ |
|------------------------|-----------|--|--|--|----------|
| su+0,5fruktoz+gliserin | 298,15K | -10,10 | 0,7622 | -0,0420 | 0,05 |
| | 303,15K | -6,81 | 0,5522 | -0,0420 | 0,05 |
| | 308,15K | -4,58 | 0,3422 | -0,0420 | 0,05 |
| | 313,15K | -3,39 | 0,1322 | -0,0420 | 0,05 |
| su+1 fruktoz+gliserin | 298,15K | 9,91 | 0,3820 | -0,0064 | 0,07 |
| | 303,15K | 11,75 | 0,3500 | -0,0064 | 0,07 |
| | 308,15K | 13,42 | 0,3180 | -0,0064 | 0,07 |
| | 313,15K | 14,93 | 0,2860 | -0,0064 | 0,07 |
| su+1,5fruktoz+gliserin | 298,15K | 10,45 | 0,2831 | -0,0150 | 0,2 |
| | 303,15K | 11,67 | 0,2081 | -0,0150 | 0,2 |
| | 308,15K | 12,53 | 0,1331 | -0,0150 | 0,2 |
| | 313,15K | 13,00 | 0,0581 | -0,0150 | 0,2 |
| su+2fruktoz+gliserin | 298,15K | 3,35 | 0,1587 | 0,0034 | 0,09 |
| | 303,15K | 4,18 | 0,1757 | 0,0034 | 0,09 |
| | 308,15K | 5,11 | 0,1927 | 0,0034 | 0,09 |
| | 313,15K | 6,11 | 0,2097 | 0,0034 | 0,09 |
| su+2,5fruktoz+gliserin | 298,15K | 12,95 | 0,1386 | -0,0028 | 0,01 |
| | 303,15K | 13,61 | 0,1246 | -0,0028 | 0,01 |
| | 308,15K | 14,20 | 0,1106 | -0,0028 | 0,01 |
| | 313,15K | 14,72 | 0,0966 | -0,0028 | 0,01 |
| su+3fruktoz+gliserin | 298,15K | 19,51 | 0,1293 | -0,0066 | 0,1 |
| | 303,15K | 20,08 | 0,0963 | -0,0066 | 0,1 |
| | 308,15K | 20,47 | 0,0633 | -0,0066 | 0,1 |
| | 313,15K | 20,71 | 0,0303 | -0,0066 | 0,1 |
| su+3,5fruktoz+gliserin | 298,15K | 16,43 | 0,0768 | 0,0056 | 0,2 |
| | 303,15K | 16,89 | 0,1048 | 0,0056 | 0,2 |
| | 308,15K | 17,48 | 0,1328 | 0,0056 | 0,2 |
| | 313,15K | 18,22 | 0,1608 | 0,0056 | 0,2 |
| su+4fruktoz+gliserin | 298,15K | 7,68 | 0,2756 | -0,0128 | 0,01 |
| | 303,15K | 8,90 | 0,2116 | -0,0128 | 0,01 |
| | 308,15K | 9,80 | 0,1476 | -0,0128 | 0,01 |
| | 313,15K | 10,38 | 0,0836 | -0,0128 | 0,01 |



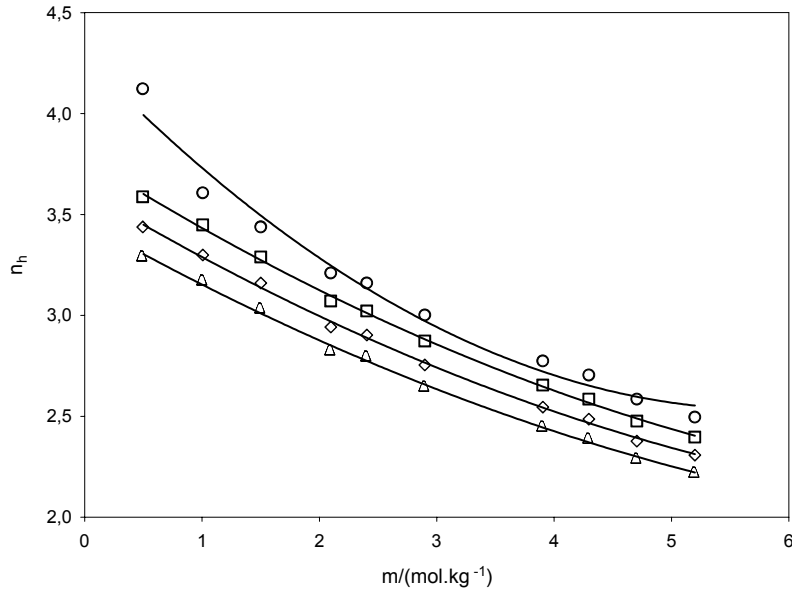
Şekil 6.1. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K sıcaklıklarında su+m gliserin çözeltisinin konsantrasyon ile yoğunluk değişimleri; (—) fit



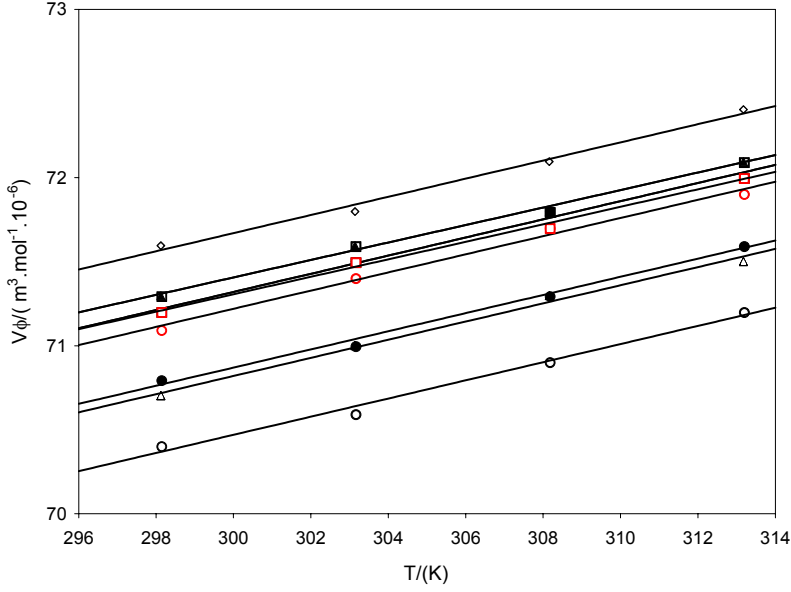
Şekil 6.2. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K sıcaklıklarında su+m gliserin çözeltisinin konsantrasyon ile ultrases hızı değişimleri; (—) fit



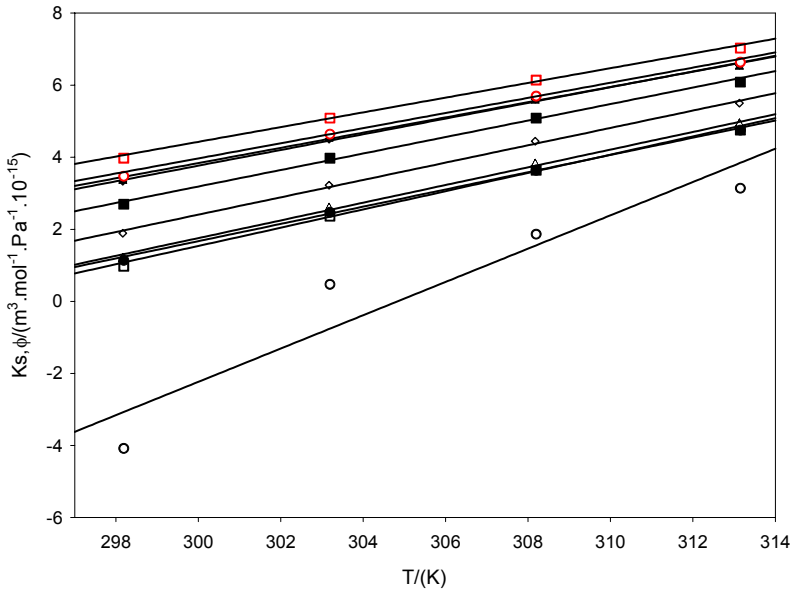
Şekil 6.3. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K sıcaklıklarında su+m gliserin çözeltisinin konsantrasyon ile viskozite değişimleri; (—) fit



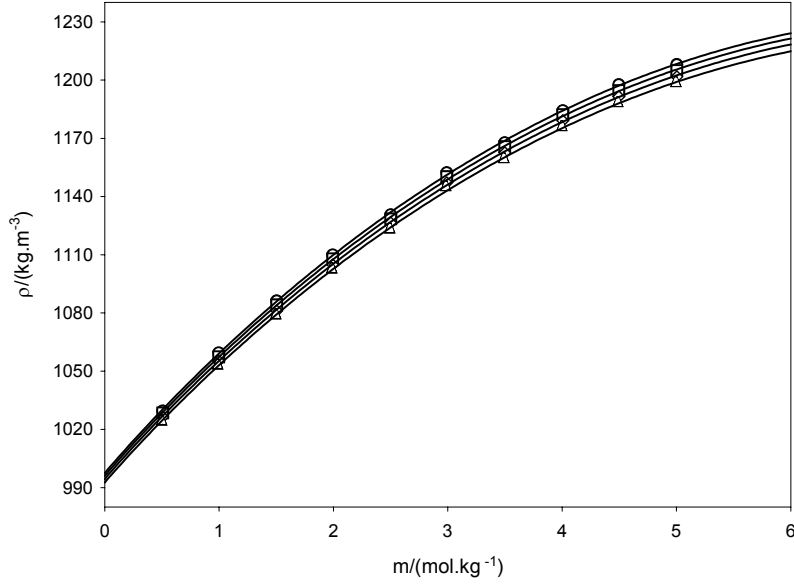
Şekil 6.4. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K sıcaklıklarında su+m gliserin çözeltisinin konsantrasyon ile hidrasyon sayısı değişimleri; (—) fit



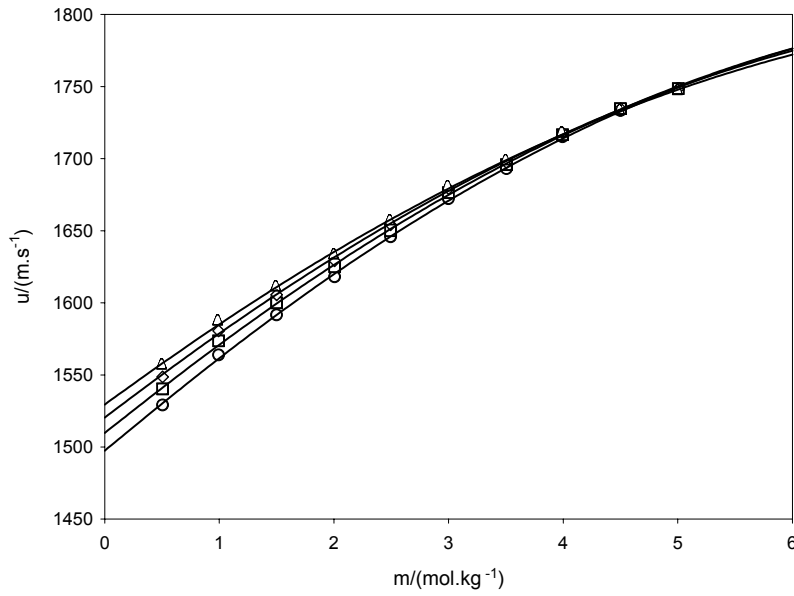
Şekil 6.5. Su+m gliserin çözeltisinin konsantrasyon ile molar hacim değişimleri; (○) 0,5 gliserin; (□) 1,0 mol.kg⁻¹ gliserin ; (◇) 1,5 mol.kg⁻¹ gliserin ; (Δ) 2,1 mol.kg⁻¹ gliserin ; (●) 2,4 mol.kg⁻¹ gliserin ; (■) 2,9 mol.kg⁻¹ gliserin ; (◆) 3,9 mol.kg⁻¹ gliserin ; (▲) 4,3 mol.kg⁻¹ gliserin; (○) 4,7 mol.kg⁻¹ gliserin; (□) 5,2 mol.kg⁻¹ gliserin; (—) fit



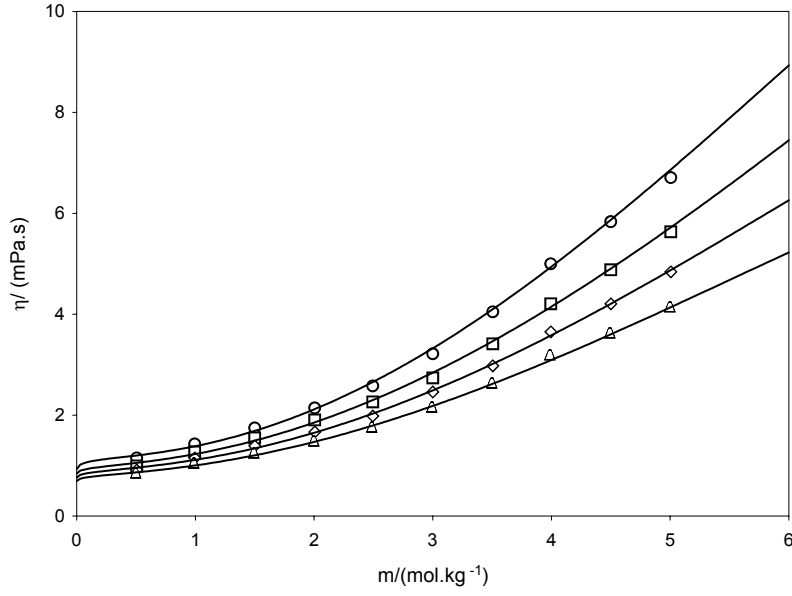
Şekil 6.6. Su+m gliserin çözeltisinin konsantrasyon ile görünen molar izentropik sıkıştırılabilirlik değişimleri; (○) 0,5 gliserin; (□) 1,0 mol.kg⁻¹ gliserin ; (◇) 1,5 mol.kg⁻¹ gliserin ; (Δ) 2,1 mol.kg⁻¹ gliserin ; (●) 2,4 mol.kg⁻¹ gliserin ; (■) 2,9 mol.kg⁻¹ gliserin ; (◆) 3,9 mol.kg⁻¹ gliserin ; (▲) 4,3 mol.kg⁻¹ gliserin; (○) 4,7 mol.kg⁻¹ gliserin; (□) 5,2 mol.kg⁻¹ gliserin; (—) fit



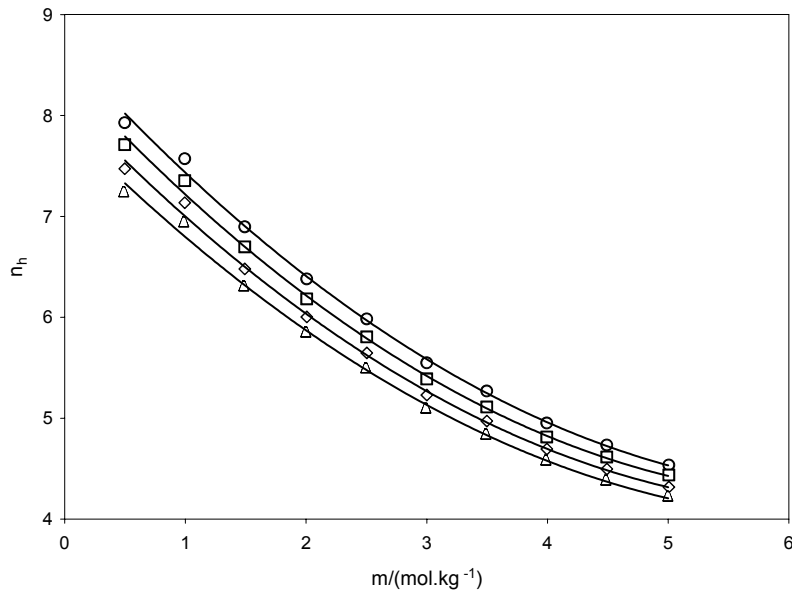
Şekil 6.7. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K sıcaklıklarında su+m fruktoz çözeltisinin konsantrasyon ile yoğunluk değişimleri; (—) fit



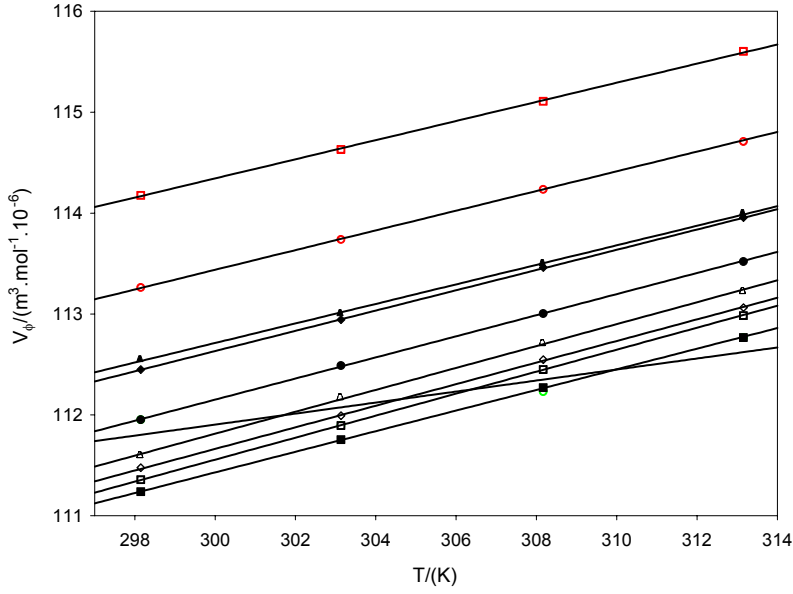
Şekil 6.8. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K sıcaklıklarında su+m fruktoz çözeltisinin konsantrasyon ile ultrases hızı değişimleri; (—) fit



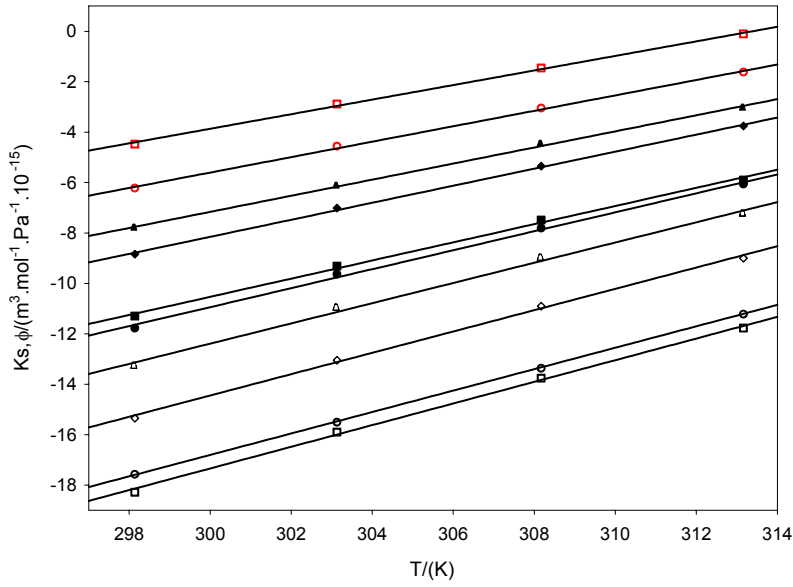
Şekil 6.9. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K sıcaklıklarında su+m fruktoz çözeltisinin konsantrasyon ile viskozite değişimleri; (—) fit



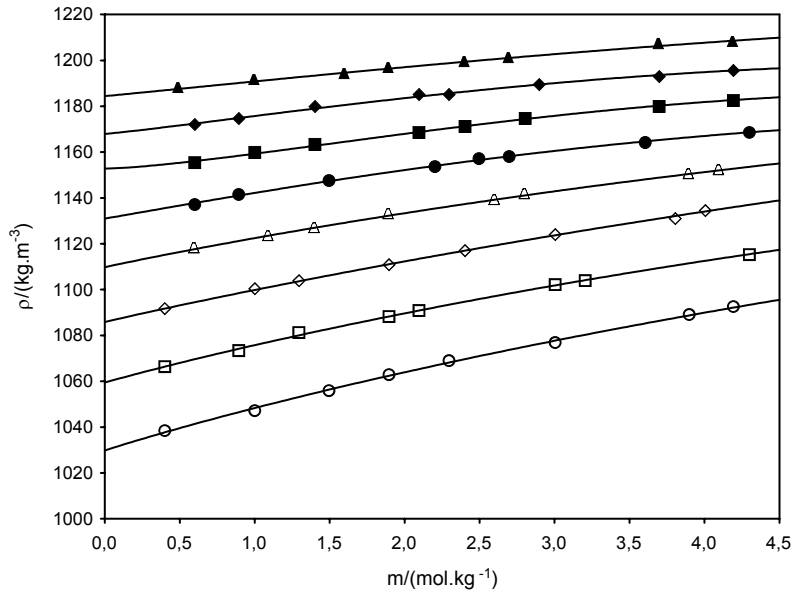
Şekil 6.10. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K sıcaklıklarında su+m fruktoz çözeltisinin konsantrasyon ile hidrasyon sayısı değişimleri; (—) fit



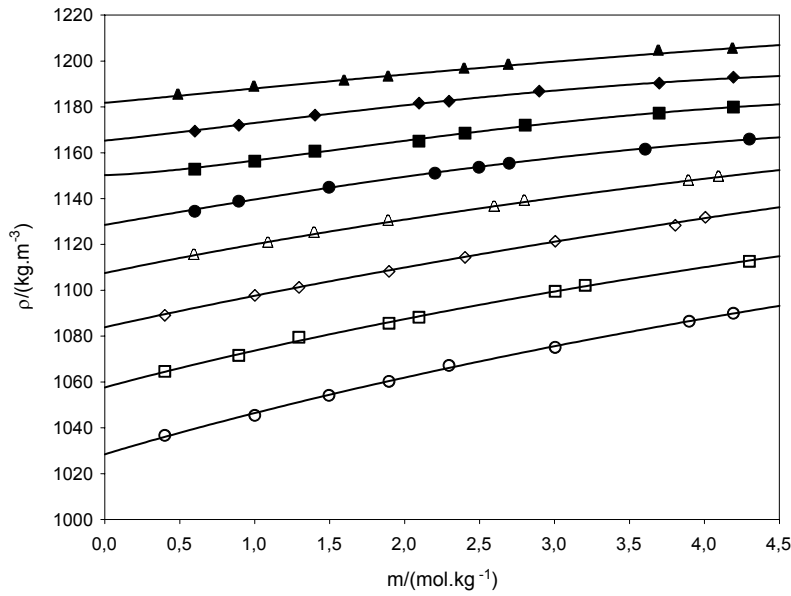
Şekil 6.11. Sıcaklıklarında su+m fruktoz çözeltisinin konsantrasyon ile molar hacim değişimleri; (○) 0,5 mol.kg⁻¹ furuktoz; (□) 1 mol.kg⁻¹ furuktoz ; (◇) 1,5 mol.kg⁻¹ furuktoz ; (Δ) 2 mol.kg⁻¹ furuktoz ; (●) 2,5 mol.kg⁻¹ furuktoz ; (■) 3 mol.kg⁻¹ furuktoz ; (◆) 3,5 mol.kg⁻¹ furuktoz ; (▲) 4 mol.kg⁻¹ furuktoz; (○) 4,5 mol.kg⁻¹ furuktoz ; (□) 5 mol.kg⁻¹ furuktoz; (—) fit



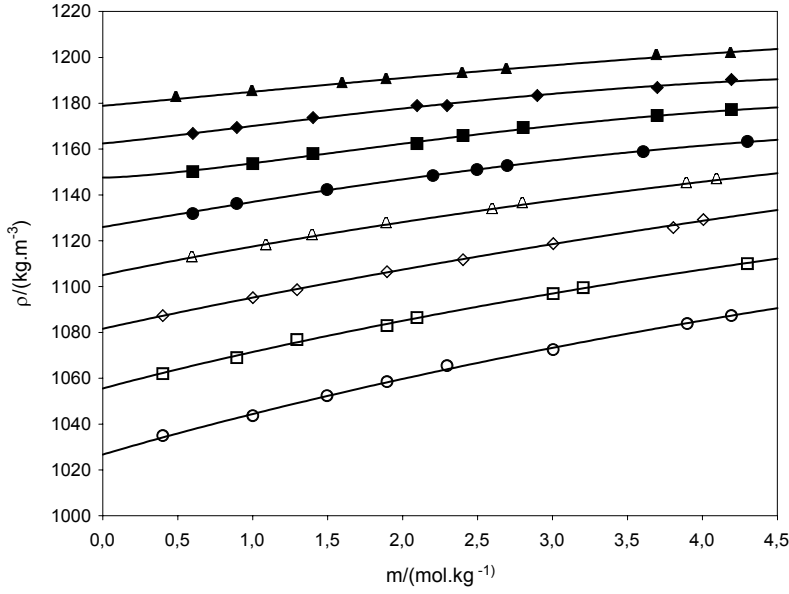
Şekil 6.12. Su+m fruktoz çözeltisinin konsantrasyon ile görünen molar izentropik sıkıştırılabilirlik değişimleri; (○) 0,5 mol.kg⁻¹ furuktoz; (□) 1 mol.kg⁻¹ furuktoz ; (◇) 1,5 mol.kg⁻¹ furuktoz ; (Δ) 2 mol.kg⁻¹ furuktoz ; (●) 2,5 mol.kg⁻¹ furuktoz ; (■) 3 mol.kg⁻¹ furuktoz ; (◆) 3,5 mol.kg⁻¹ furuktoz ; (▲) 4 mol.kg⁻¹ furuktoz; (○) 4,5 mol.kg⁻¹ furuktoz ; (□) 5 mol.kg⁻¹ furuktoz; (—) fit



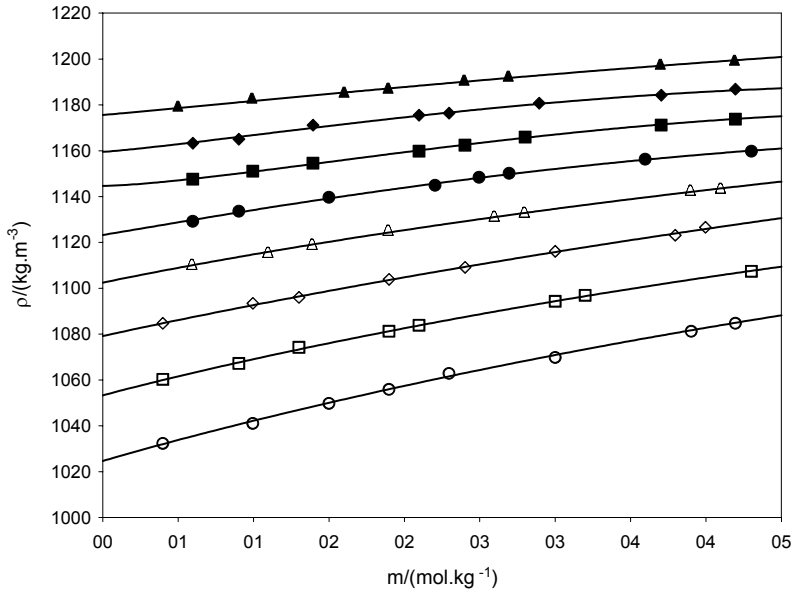
Şekil 6.13. 298,15 K'de su+fruktoz+m gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı yoğunluğu. (○) 0,5 mol.kg⁻¹ fruktoz; (□) 1 mol.kg⁻¹ fruktoz; (◇) 1,5 mol.kg⁻¹ fruktoz; (Δ) 2 mol.kg⁻¹ fruktoz; (●) 2,5 mol.kg⁻¹ fruktoz; (■) 3 mol.kg⁻¹ fruktoz; (◆) 3,5 mol.kg⁻¹ fruktoz; (▲) 4 mol.kg⁻¹ fruktoz; (—) fit



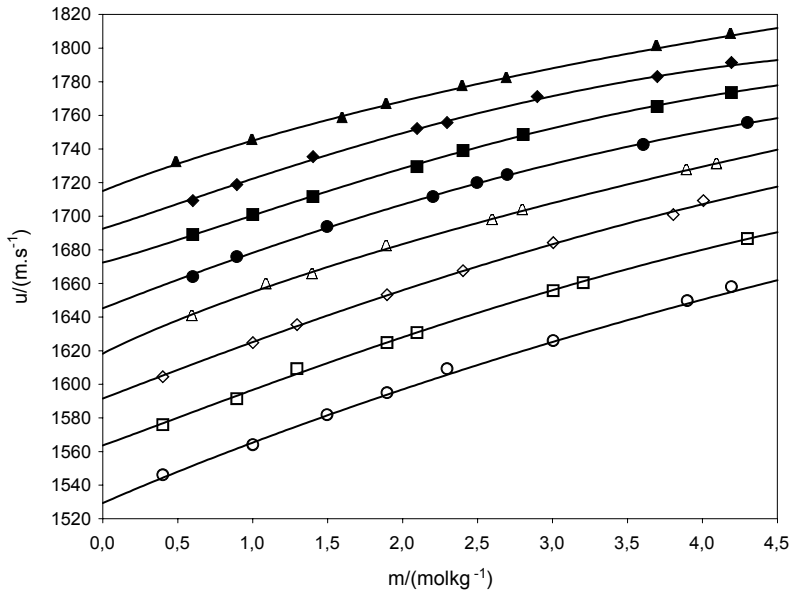
Şekil 6.14. 303,15 K'de su+fruktoz+m gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı yoğunluğu. (○) 0,5 mol.kg⁻¹ fruktoz; (□) 1 mol.kg⁻¹ fruktoz; (◇) 1,5 mol.kg⁻¹ fruktoz; (Δ) 2 mol.kg⁻¹ fruktoz; (●) 2,5 mol.kg⁻¹ fruktoz; (■) 3 mol.kg⁻¹ fruktoz; (◆) 3,5 mol.kg⁻¹ fruktoz; (▲) 4 mol.kg⁻¹ fruktoz; (—) fit



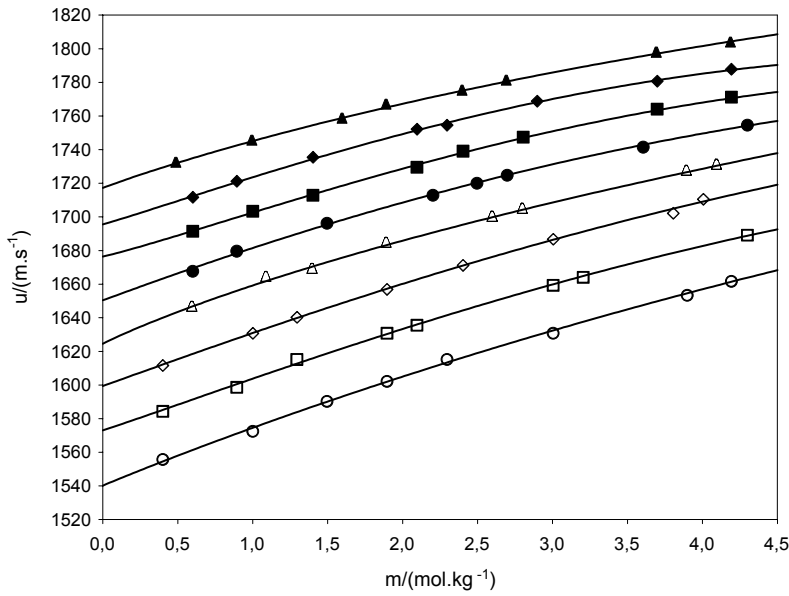
Şekil 6.15. 308,15 K'de su+fruktoz+m gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı yoğunluğu. (○) 0,5 mol.kg⁻¹ fruktoz; (□) 1 mol.kg⁻¹ fruktoz; (◇) 1,5 mol.kg⁻¹ fruktoz; (Δ) 2 mol.kg⁻¹ fruktoz; (●) 2,5 mol.kg⁻¹ fruktoz; (■) 3 mol.kg⁻¹ fruktoz; (◆) 3,5 mol.kg⁻¹ fruktoz; (▲) 4 mol.kg⁻¹ fruktoz; (—) fit



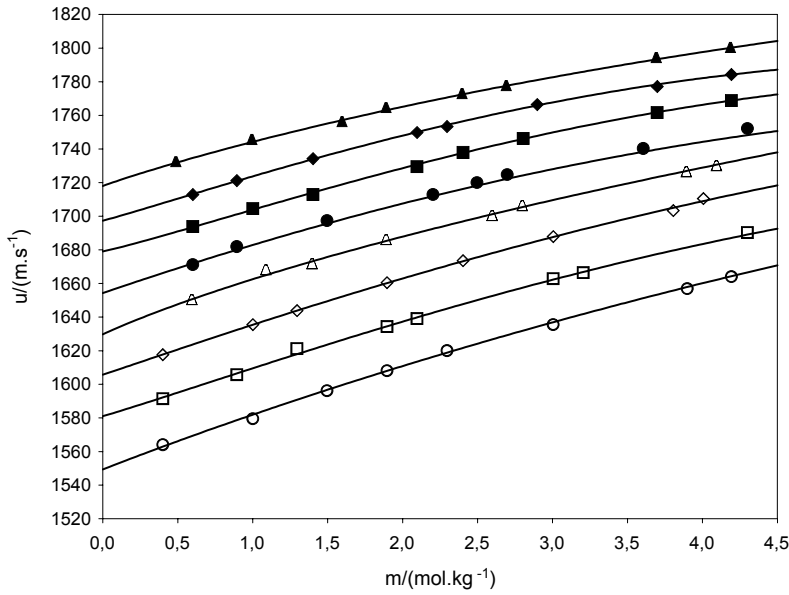
Şekil 6.16. 313,15 K'de su+fruktoz+m gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı yoğunluğu. (○) 0,5 mol.kg⁻¹ fruktoz; (□) 1 mol.kg⁻¹ fruktoz; (◇) 1,5 mol.kg⁻¹ fruktoz; (Δ) 2 mol.kg⁻¹ fruktoz; (●) 2,5 mol.kg⁻¹ fruktoz; (■) 3 mol.kg⁻¹ fruktoz; (◆) 3,5 mol.kg⁻¹ fruktoz; (▲) 4 mol.kg⁻¹ fruktoz; (—) fit



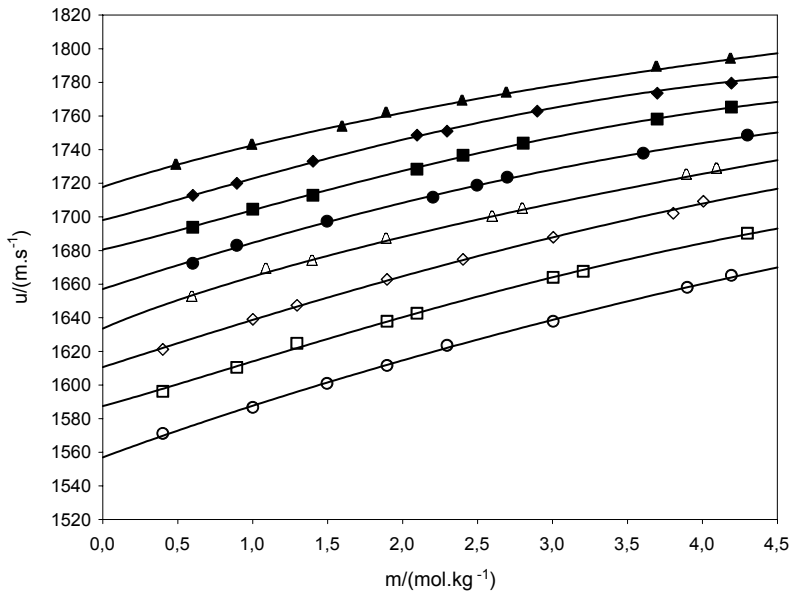
Şekil 6.17. 298,15 K’de su+fruktoz+gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı ultrases hızları. (○) 0,5 mol.kg⁻¹ fruktoz; (□) 1 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (◇) 1,5 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (Δ) 2 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (●) 2,5 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (■) 3 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (◆) 3,5 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (▲) 4 mol.kg⁻¹ fruktoz; (—) fit



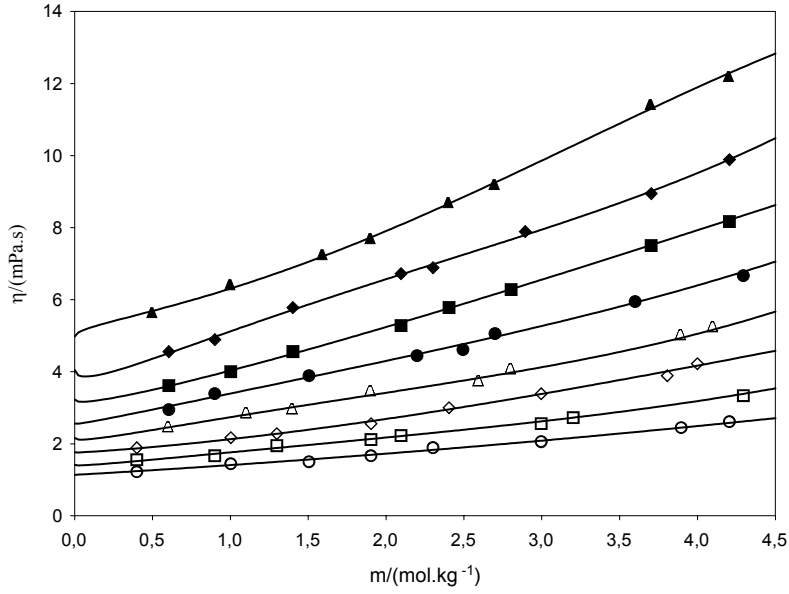
Şekil 6.18. 303,15 K’de su+fruktoz+gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı ultrases hızları. (○) 0,5 mol.kg⁻¹ fruktoz; (□) 1 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (◇) 1,5 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (Δ) 2 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (●) 2,5 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (■) 3 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (◆) 3,5 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (▲) 4 mol.kg⁻¹ fruktoz; (—) fit



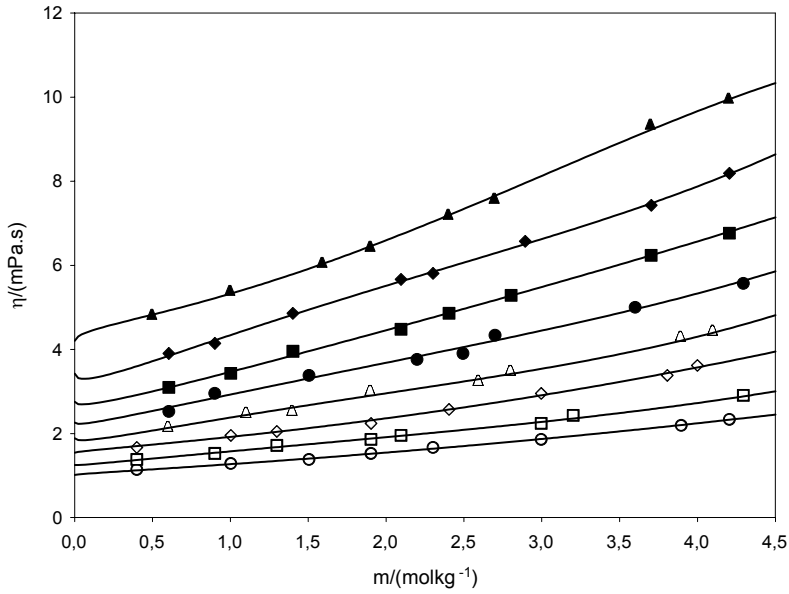
Şekil 6.19. 308,15 K’de su+fruktoz+gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı ultrases hızları.
 (○) 0,5 mol.kg⁻¹ fruktoz; (□) 1 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (◇) 1,5 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (Δ) 2 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (●) 2,5 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (■) 3 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (◆) 3,5 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (▲) 4 mol.kg⁻¹ fruktoz; (—) fit



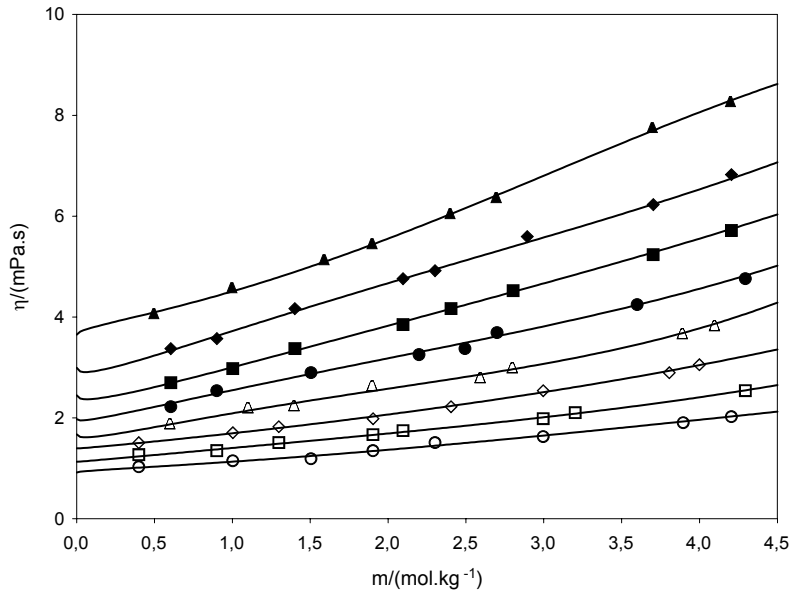
Şekil 6.20. 313,15 K’de su+fruktoz+gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı ultrases hızları.
 (○) 0,5 mol.kg⁻¹ fruktoz; (□) 1 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (◇) 1,5 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (Δ) 2 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (●) 2,5 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (■) 3 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (◆) 3,5 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (▲) 4 mol.kg⁻¹ fruktoz; (—) fit



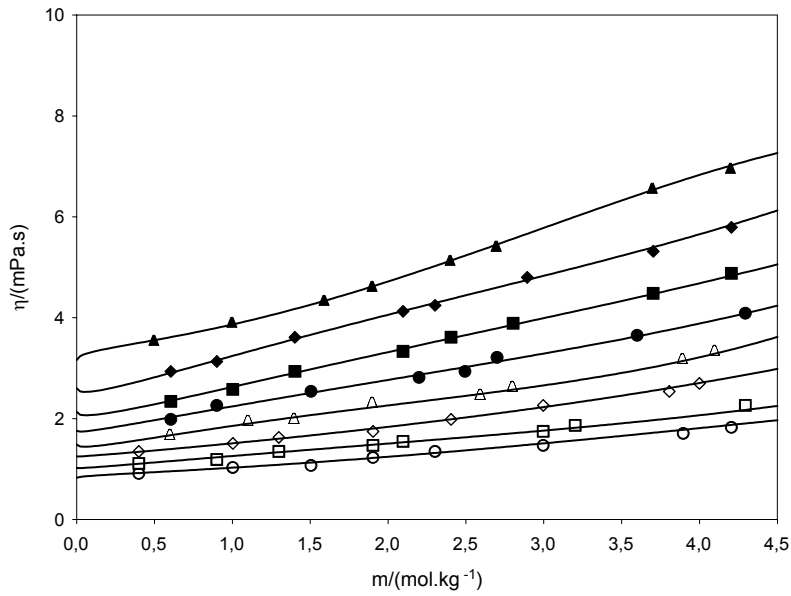
Şekil 6.21. 298,15 K'de su+fruktoz+gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı viskoziteleri. (○) 0,5 mol.kg⁻¹ fruktoz; (□) 1 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (◇) 1,5 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (Δ) 2 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (●) 2,5 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (■) 3 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (◆) 3,5 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (▲) 4 mol.kg⁻¹ fruktoz; (—) fit



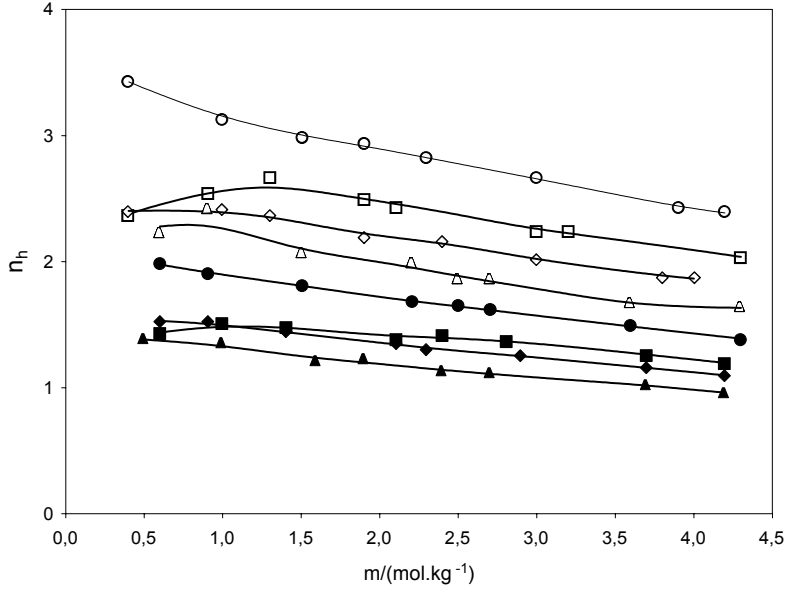
Şekil 6.22. 303,15 K'de su+fruktoz+gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı viskoziteleri. (○) 0,5 mol.kg⁻¹ fruktoz; (□) 1 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (◇) 1,5 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (Δ) 2 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (●) 2,5 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (■) 3 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (◆) 3,5 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (▲) 4 mol.kg⁻¹ fruktoz; (—) fit



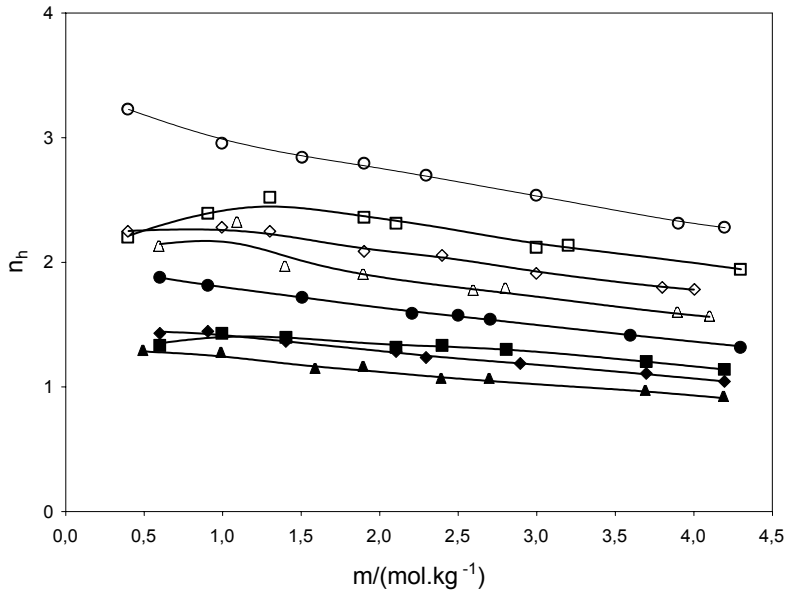
Şekil 6.23. 308,15 K'de su+fruktoz+gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı viskoziteleri. (○) 0,5 mol.kg⁻¹ fruktoz; (□) 1 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (◇) 1,5 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (Δ) 2 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (●) 2,5 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (■) 3 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (◆) 3,5 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (▲) 4 mol.kg⁻¹ fruktoz; (—) fit



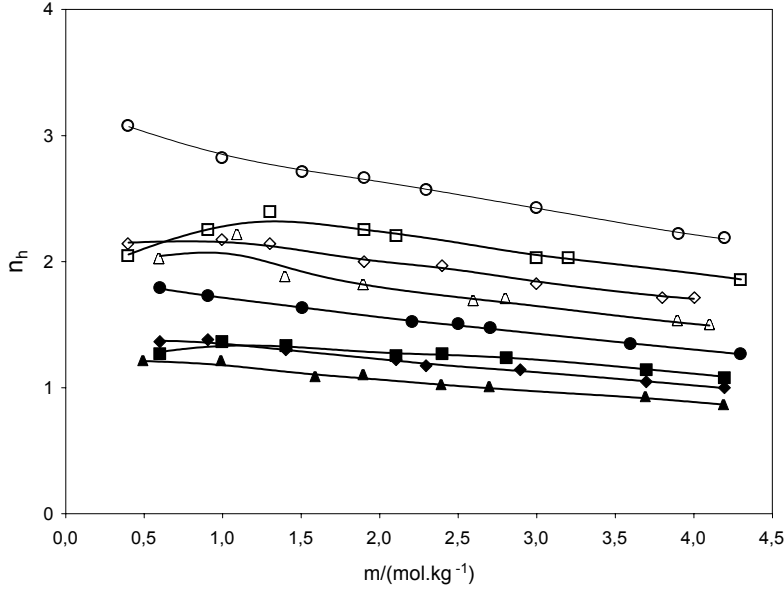
Şekil 6.24. 313,15 K'de su+fruktoz+gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı viskoziteleri. (○) 0,5 mol.kg⁻¹ fruktoz; (□) 1 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (◇) 1,5 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (Δ) 2 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (●) 2,5 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (■) 3 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (◆) 3,5 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (▲) 4 mol.kg⁻¹ fruktoz; (—) fit



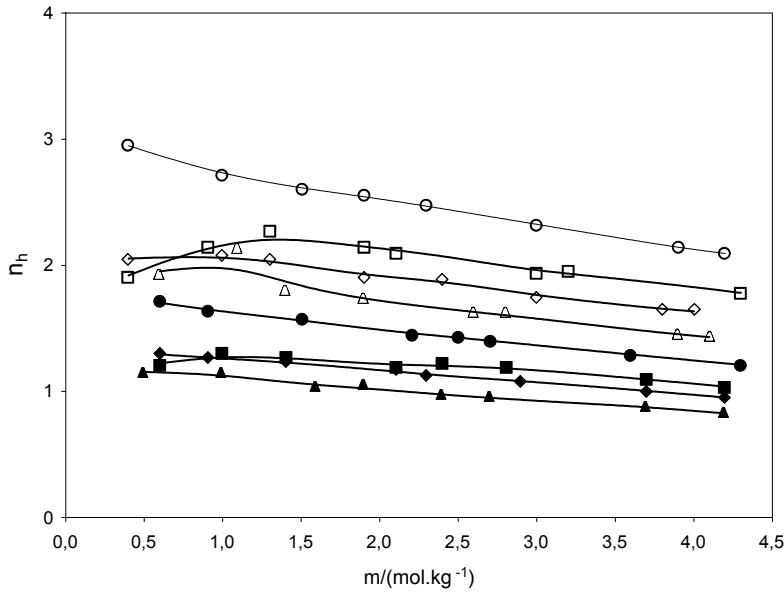
Şekil 6.25. 298,15 K'de su+fruktoz+gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı hidrasyon sayıları. (○) 0,5 mol.kg⁻¹ fruktoz; (□) 1 mol.kg⁻¹ fruktoz; (◇) 1,5 mol.kg⁻¹ fruktoz; (Δ) 2 mol.kg⁻¹ fruktoz; (●) 2,5 mol.kg⁻¹ fruktoz; (■) 3 mol.kg⁻¹ fruktoz; (◆) 3,5 mol.kg⁻¹ fruktoz; (▲) 4 mol.kg⁻¹ fruktoz; (—) fit



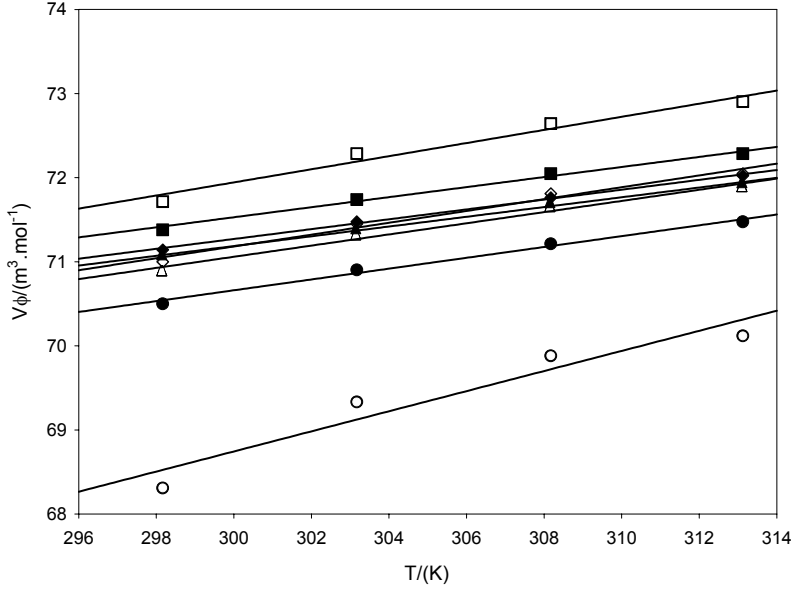
Şekil 6.26. 303,15 K'de su+fruktoz+gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı hidrasyon sayıları. (○) 0,5 mol.kg⁻¹ fruktoz; (□) 1 mol.kg⁻¹ fruktoz; (◇) 1,5 mol.kg⁻¹ fruktoz; (Δ) 2 mol.kg⁻¹ fruktoz; (●) 2,5 mol.kg⁻¹ fruktoz; (■) 3 mol.kg⁻¹ fruktoz; (◆) 3,5 mol.kg⁻¹ fruktoz; (▲) 4 mol.kg⁻¹ fruktoz; (—) fit



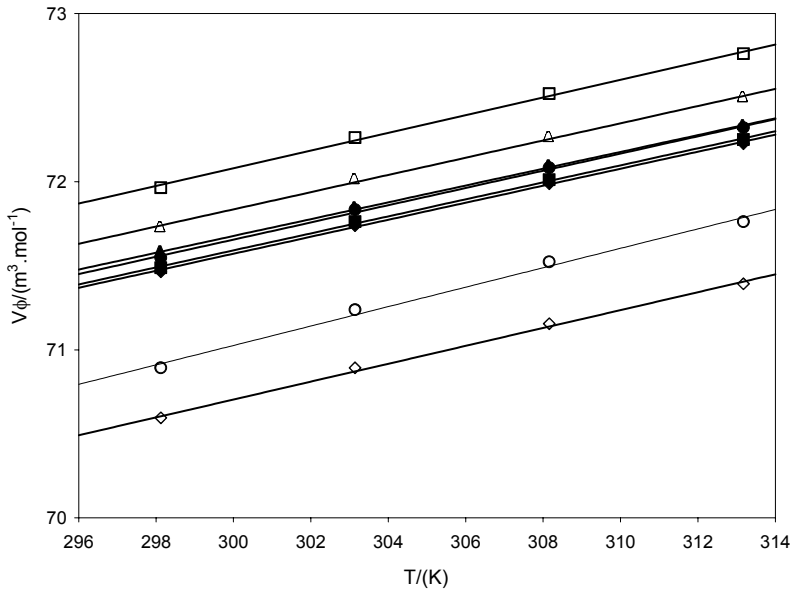
Şekil 6.27. 308,15 K'de su+fruktoz+gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı hidrasyon sayıları. (○) 0,5 mol.kg⁻¹ fruktoz; (□) 1 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (◇) 1,5 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (Δ) 2 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (●) 2,5 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (■) 3 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (◆) 3,5 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (▲) 4 mol.kg⁻¹ fruktoz; (—) fit



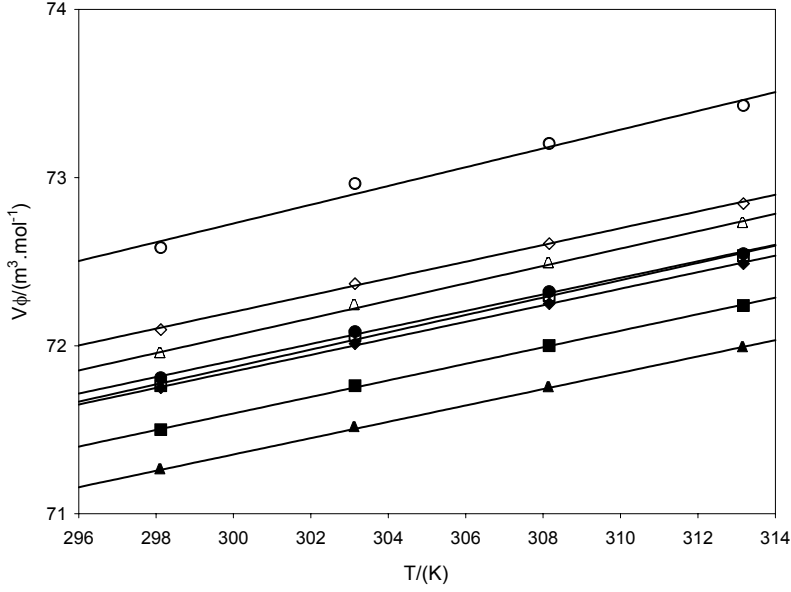
Şekil 6.28. 313,15 K'de su+fruktoz+gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı hidrasyon sayıları. (○) 0,5 mol.kg⁻¹ fruktoz; (□) 1 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (◇) 1,5 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (Δ) 2 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (●) 2,5 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (■) 3 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (◆) 3,5 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (▲) 4 mol.kg⁻¹ fruktoz; (—) fit



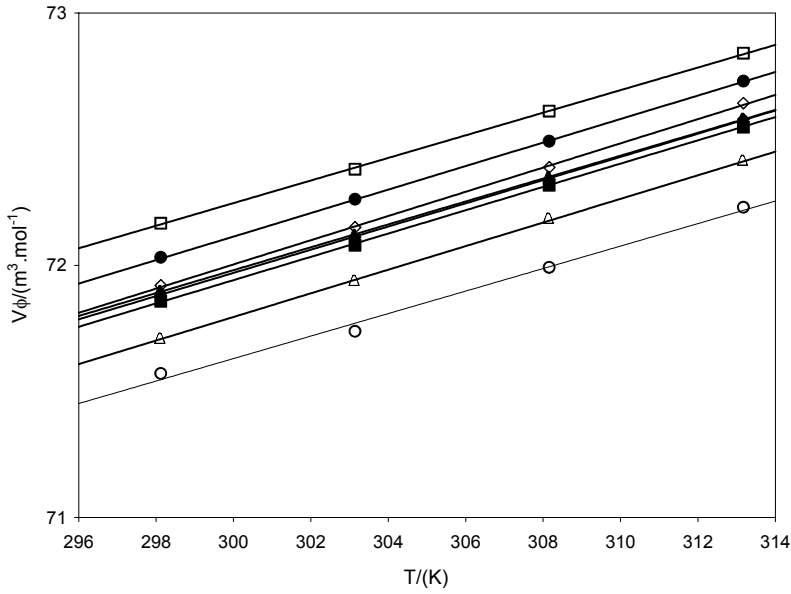
Şekil 6.29. Su+0,5fruktoz+mgliserin çözeltisinin sıcaklığa bağlı görünen molar hacimleri. (○) 0,4 gliserin; (□) 1 mol.kg⁻¹ gliserin ; (◇) 1,5 mol.kg⁻¹ gliserin ; (Δ) 1,9 mol.kg⁻¹ gliserin ; (●) 2,3 mol.kg⁻¹ gliserin ; (■) 3 mol.kg⁻¹ gliserin ; (◆) 3,9 mol.kg⁻¹ gliserin ; (▲) 4,2 mol.kg⁻¹ gliserin; (—) fit



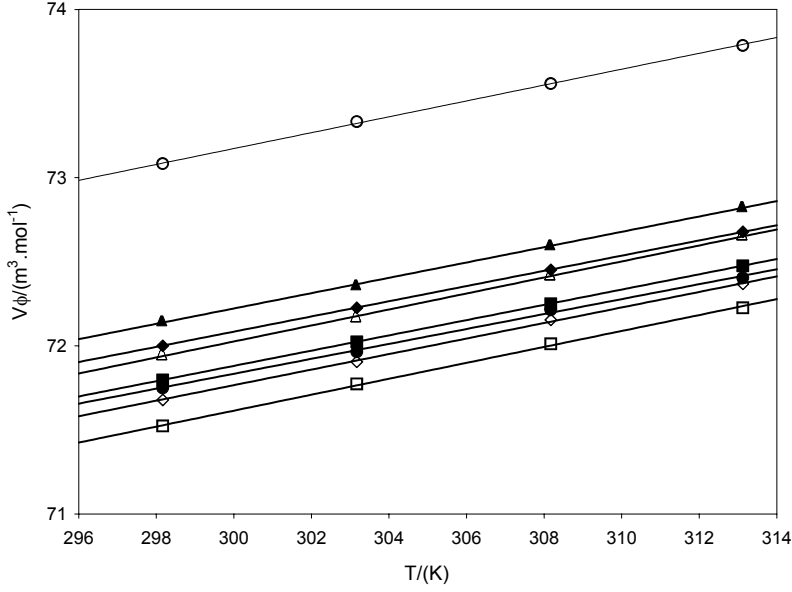
Şekil 6.30. Su+1fruktoz+mgliserin çözeltisinin sıcaklığa bağlı görünen molar hacimleri. (○) 0,4 gliserin; (□) 0,9 mol.kg⁻¹ gliserin ; (◇) 1,3 mol.kg⁻¹ gliserin ; (Δ) 1,9 mol.kg⁻¹ gliserin ; (●) 2,1 mol.kg⁻¹ gliserin ; (■) 3 mol.kg⁻¹ gliserin ; (◆) 3,2 mol.kg⁻¹ gliserin ; (▲) 4,3 mol.kg⁻¹ gliserin; (—) fit



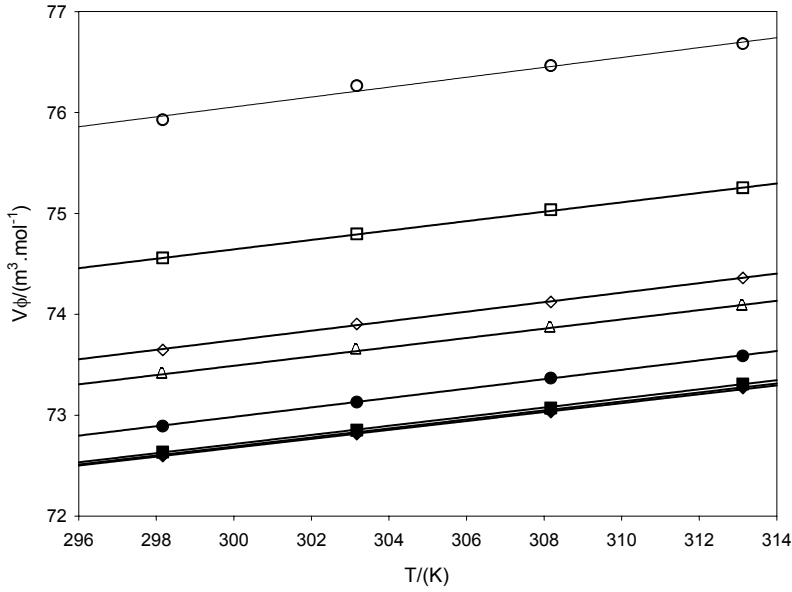
Şekil 6.31. Su+1,5fruktoz+mgliserin çözeltisinin sıcaklığa bağlı görünen molar hacimleri. (○) 0,4 gliserin; (□) 1 mol.kg⁻¹ gliserin; (◇) 1,3 mol.kg⁻¹ gliserin; (Δ) 1,9 mol.kg⁻¹ gliserin; (●) 2,4 mol.kg⁻¹ gliserin; (■) 3 mol.kg⁻¹ gliserin; (◆) 3,8 mol.kg⁻¹ gliserin; (▲) 4 mol.kg⁻¹ gliserin; (—) fit



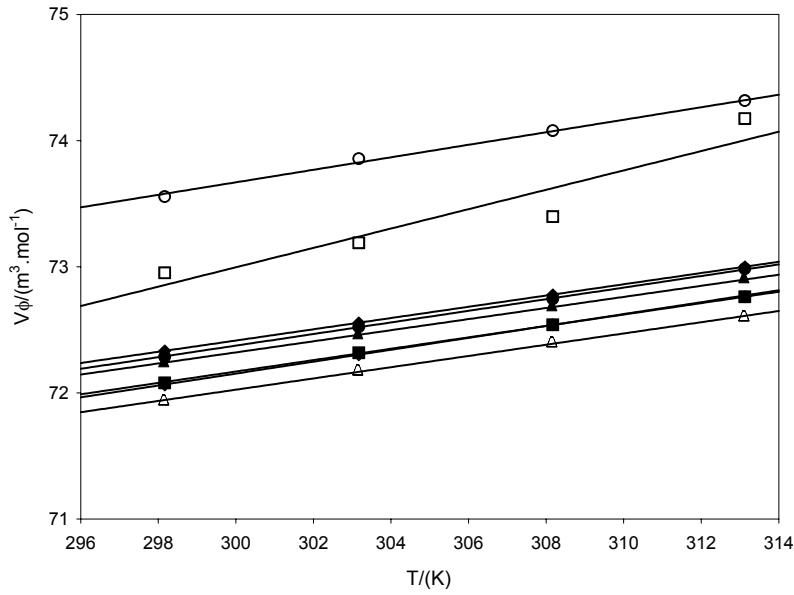
Şekil 6.32. Su+2fruktoz+mgliserin çözeltisinin sıcaklığa bağlı görünen molar hacimleri. (○) 0,6 gliserin; (□) 1,1 mol.kg⁻¹ gliserin; (◇) 1,4 mol.kg⁻¹ gliserin; (Δ) 1,9 mol.kg⁻¹ gliserin; (●) 2,6 mol.kg⁻¹ gliserin; (■) 2,8 mol.kg⁻¹ gliserin; (◆) 3,9 mol.kg⁻¹ gliserin; (▲) 4,1 mol.kg⁻¹ gliserin; (—) fit



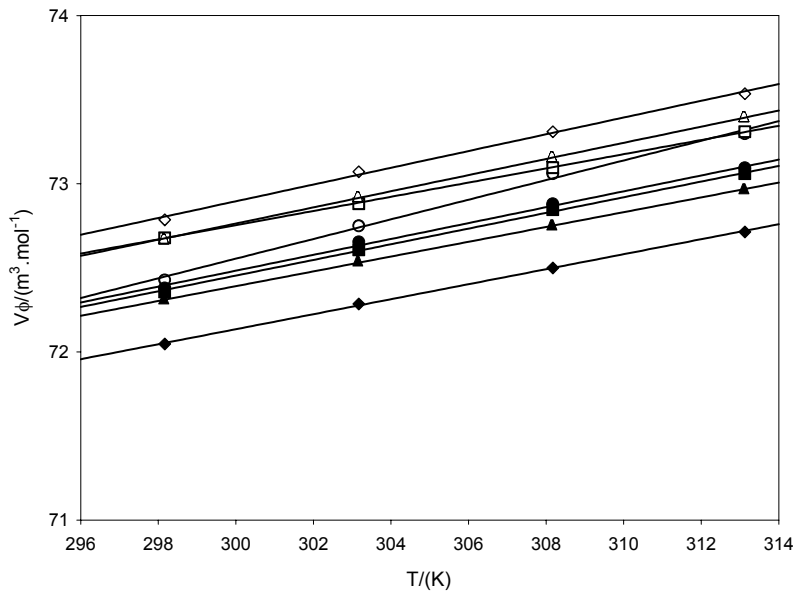
Şekil 6.33. Su+2,5fruktoz+mgliserin çözeltisinin sıcaklığa bağlı görünen molar hacimleri. (○) 0,6 gliserin; (□) 0,9 mol.kg⁻¹ gliserin ; (◇) 1,5 mol.kg⁻¹ gliserin ; (Δ) 2,2 mol.kg⁻¹ gliserin ; (●) 2,5 mol.kg⁻¹ gliserin ; (■) 2,7 mol.kg⁻¹ gliserin ; (◆) 3,6 mol.kg⁻¹ gliserin ; (▲) 4,3 mol.kg⁻¹ gliserin; (—) fit



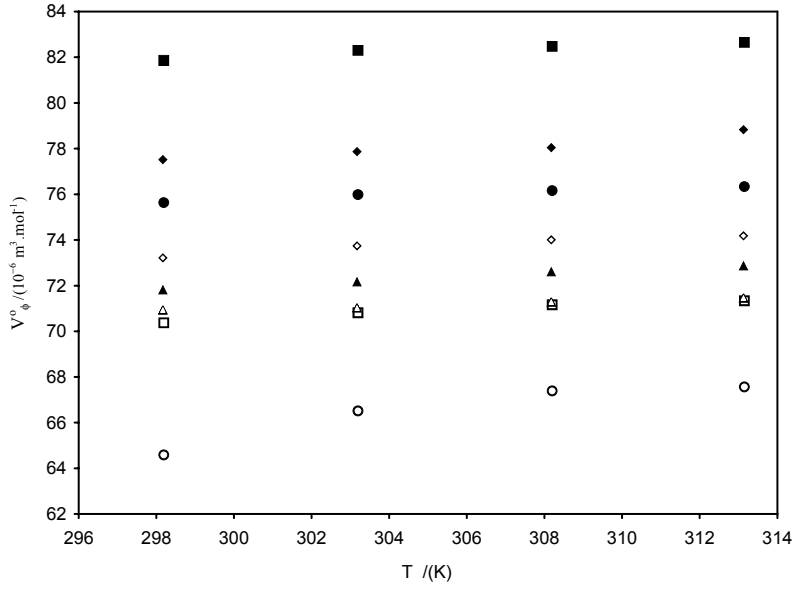
Şekil 6.34. Su+3fruktoz+mgliserin çözeltisinin sıcaklığa bağlı görünen molar hacimleri. (○) 0,6 gliserin; (□) 1 mol.kg⁻¹ gliserin ; (◇) 1,4 mol.kg⁻¹ gliserin ; (Δ) 2,1 mol.kg⁻¹ gliserin ; (●) 2,4 mol.kg⁻¹ gliserin ; (■) 2,8 mol.kg⁻¹ gliserin ; (◆) 3,7 mol.kg⁻¹ gliserin ; (▲) 4,2 mol.kg⁻¹ gliserin; (—) fit



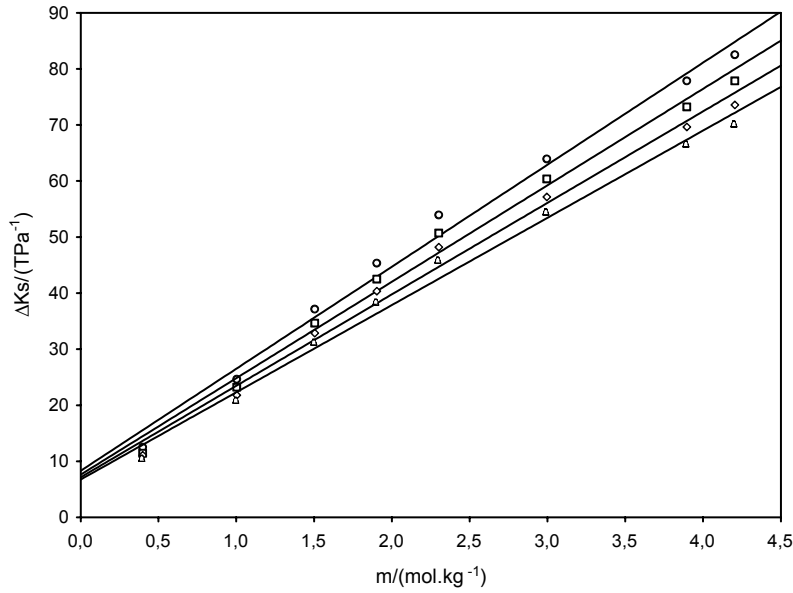
Şekil 6.35. Su+3,5fruktoz+mgliserin çözeltisinin sıcaklığa bağlı görünen molar hacimleri. (○) 0,6 gliserin; (□) 0,9 mol.kg⁻¹ gliserin ; (◇) 1,4 mol.kg⁻¹ gliserin ; (Δ) 2,1 mol.kg⁻¹ gliserin ; (●) 2,3 mol.kg⁻¹ gliserin ; (■) 2,9 mol.kg⁻¹ gliserin ; (◆) 3,7 mol.kg⁻¹ gliserin ; (▲) 4,2 mol.kg⁻¹ gliserin; (—) fit



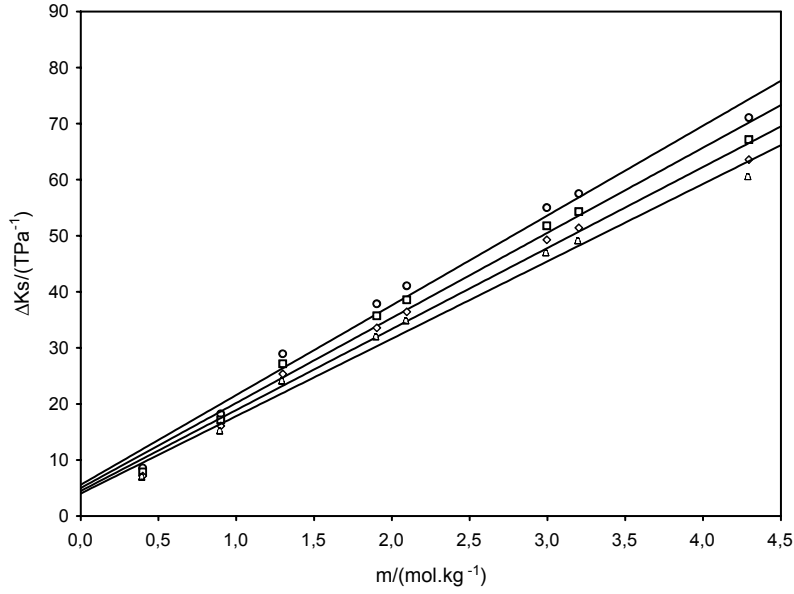
Şekil 6.36. Su+4fruktoz+mgliserin çözeltisinin sıcaklığa bağlı görünen molar hacimleri. (○) 0,5 gliserin; (□) 1 mol.kg⁻¹ gliserin ; (◇) 1,6 mol.kg⁻¹ gliserin ; (Δ) 1,9 mol.kg⁻¹ gliserin ; (●) 2,4 mol.kg⁻¹ gliserin ; (■) 2,7 mol.kg⁻¹ gliserin ; (◆) 3,7 mol.kg⁻¹ gliserin ; (▲) 4,2 mol.kg⁻¹ gliserin; (—) fit



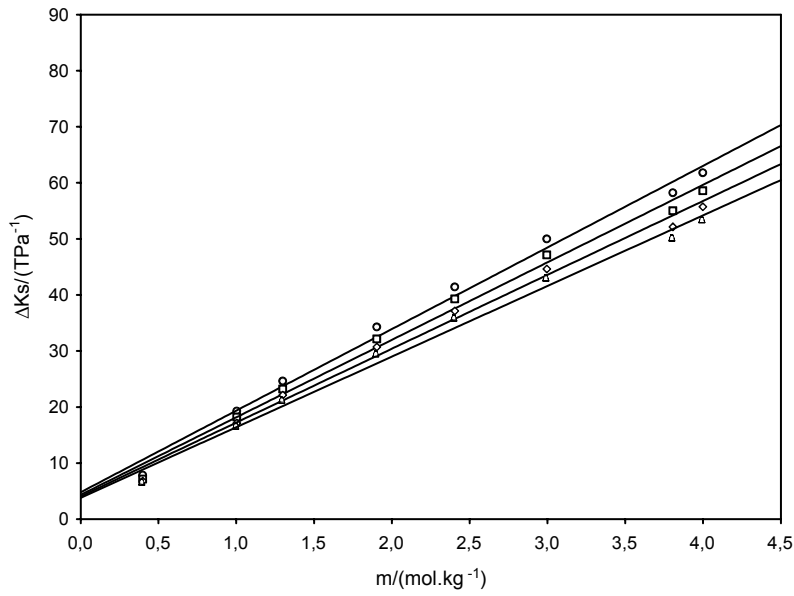
Şekil 6.37. Su+ m fruktoz+ gliserin çözeltisinin sıcaklığa bağlı V_ϕ değerleri. (○) 0,5 fruktoz; (□) 1 mol.kg⁻¹ fruktoz; (◇) 1,5 mol.kg⁻¹ fruktoz; (△) 2 mol.kg⁻¹ fruktoz; (●) 2,5 mol.kg⁻¹ fruktoz; (■) 3 mol.kg⁻¹ fruktoz; (◆) 3,5 mol.kg⁻¹ fruktoz; (▲) 4 mol.kg⁻¹ fruktoz



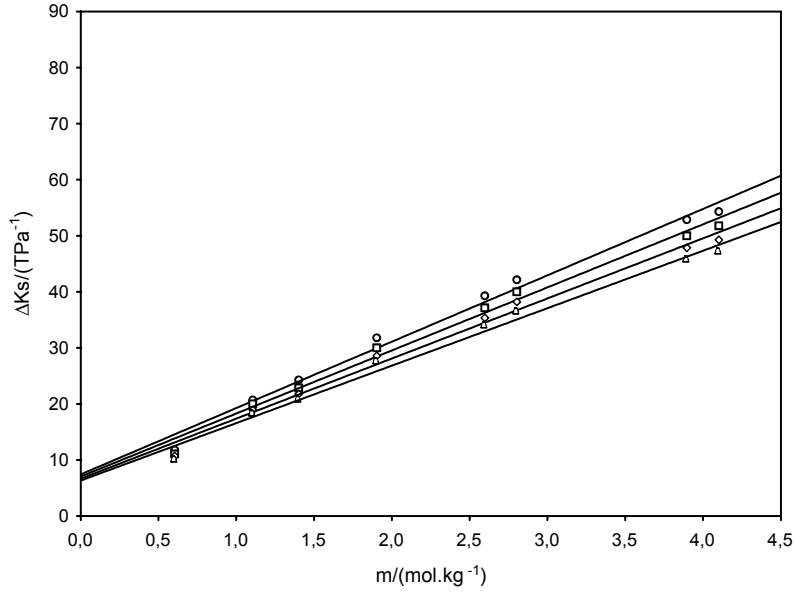
Şekil 6.38. Su+0.5fruktoz+m gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı ΔK_s grafiği. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (△) 313,15 K; (—) fit



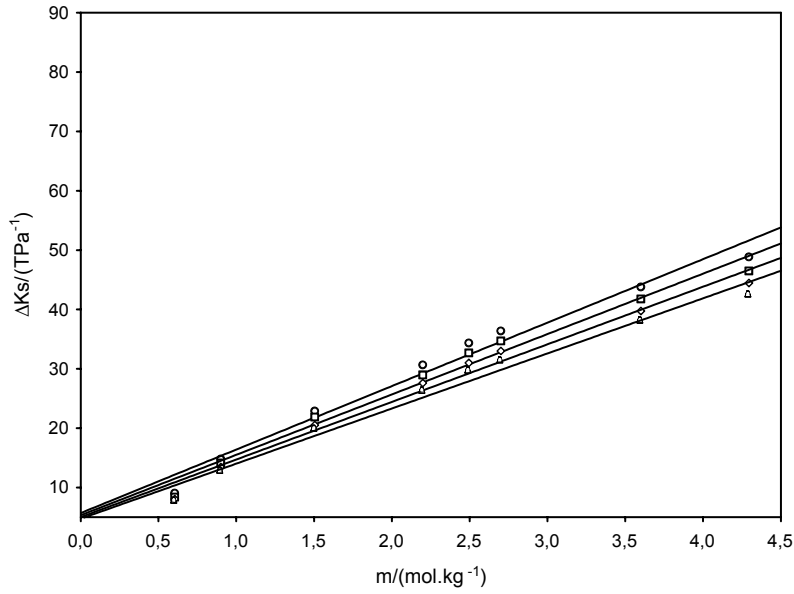
Şekil 6.39. Su+1fruktoz+m gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı ΔK_s grafiği. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K; (—) fit



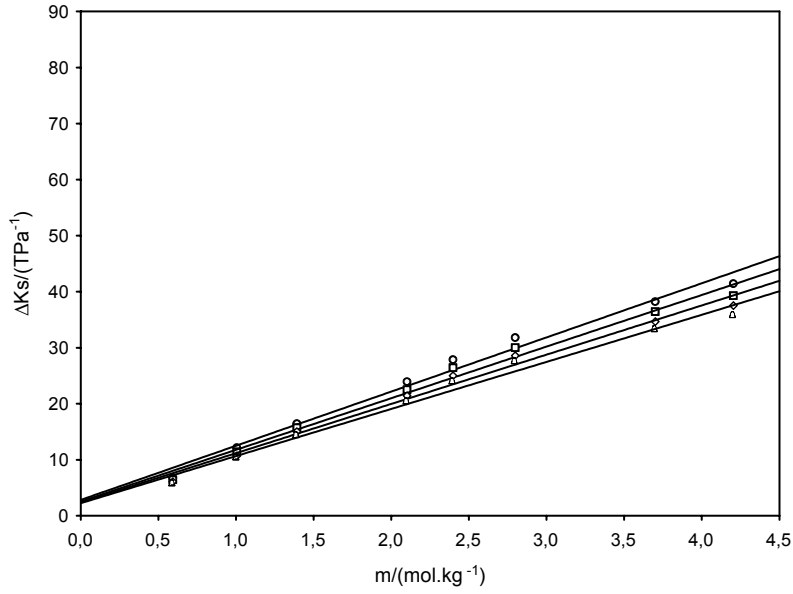
Şekil 6.40. Su+1.5fruktoz+m gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı ΔK_s grafiği. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K; (—) fit



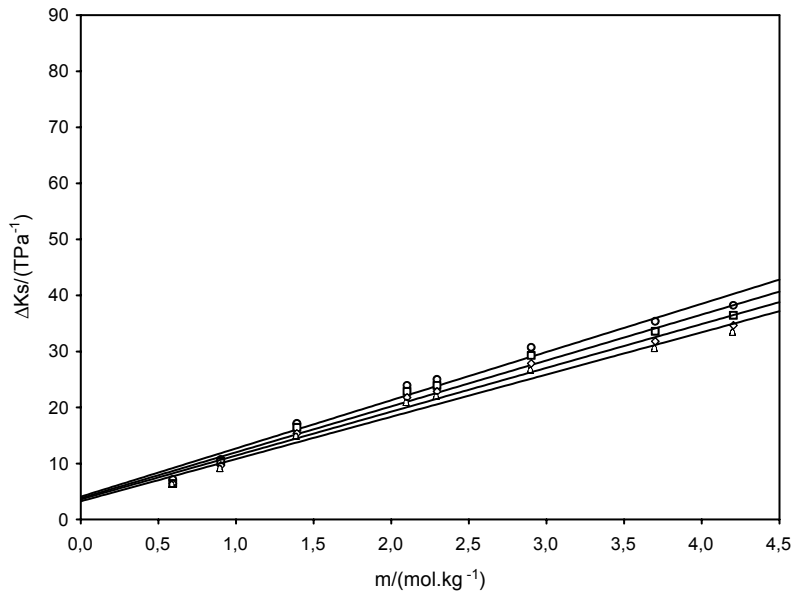
Şekil 6.41. Su+2fruktoz+m gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı ΔK_s grafiği. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K; (—) fit



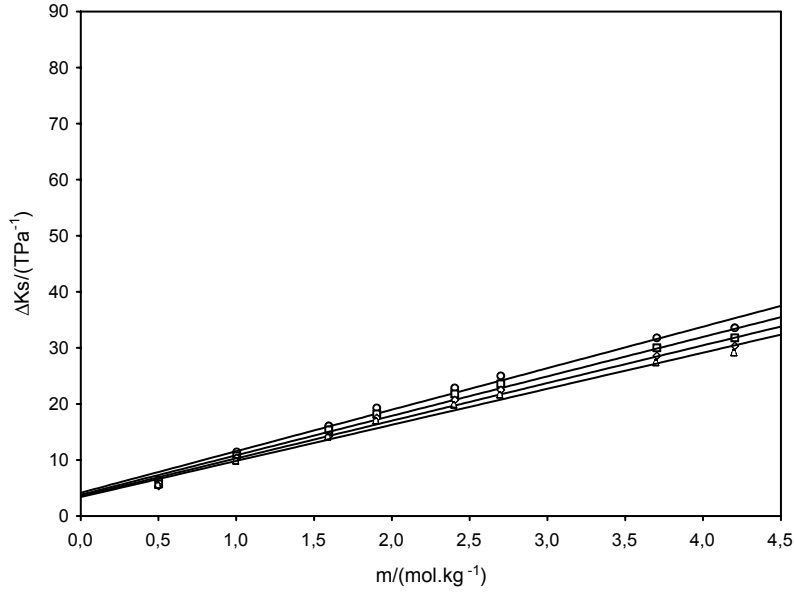
Şekil 6.42. Su+2.5fruktoz+m gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı ΔK_s grafiği. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K; (—) fit



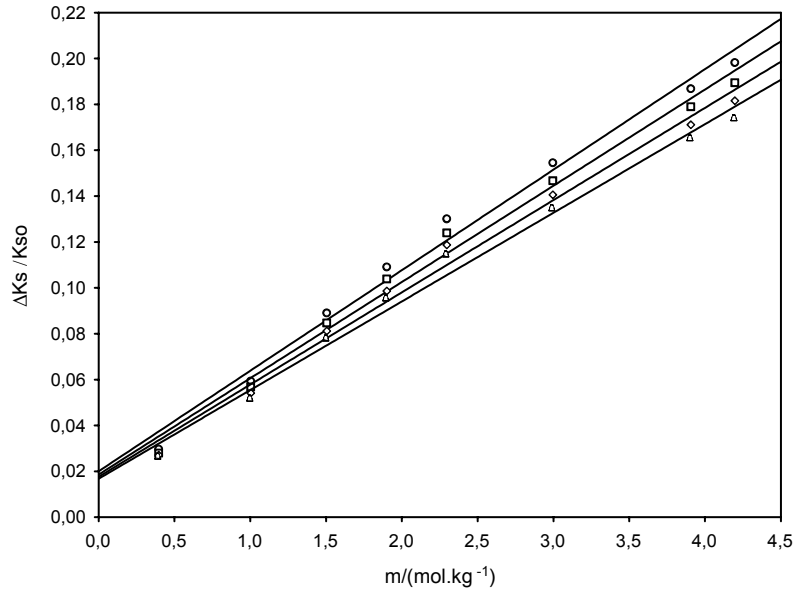
Şekil 6.43. Su+3fruktoz+m gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı ΔK_s grafiği. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K; (—) fit



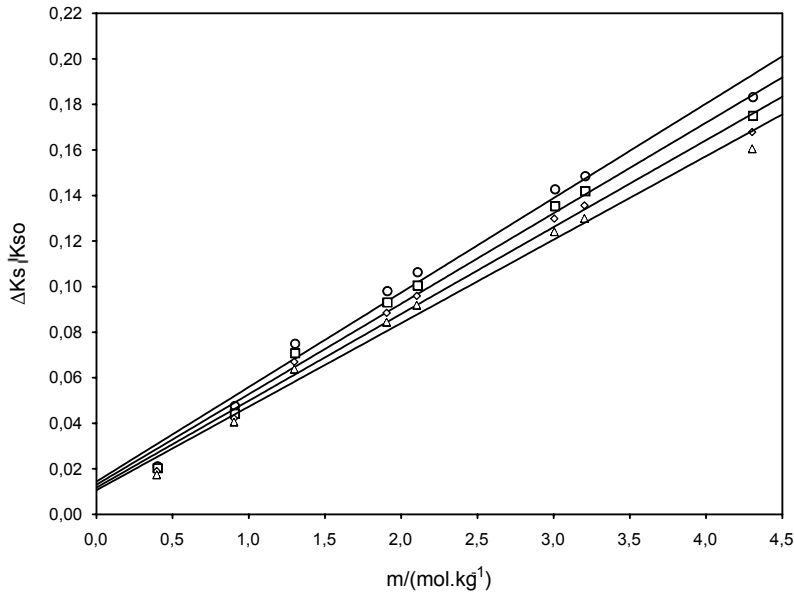
Şekil 6.44. Su+3.5fruktoz+m gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı ΔK_s grafiği. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K; (—) fit



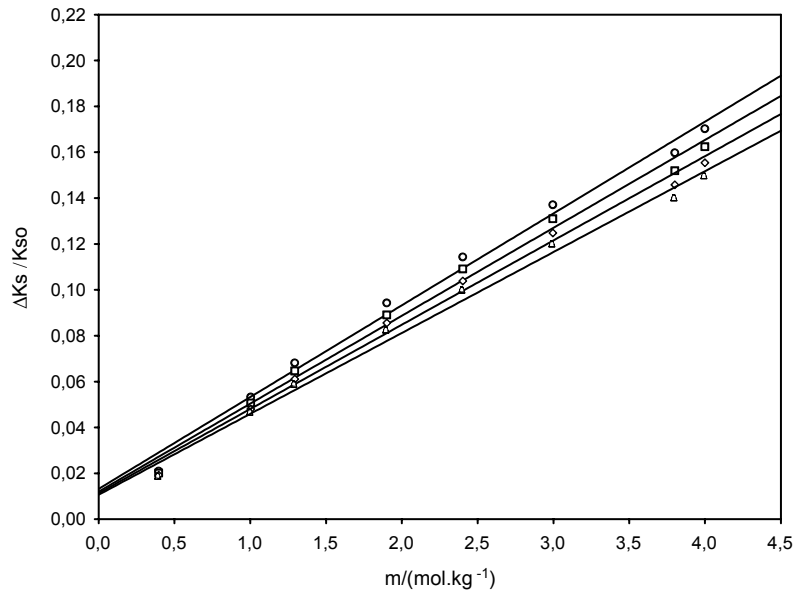
Şekil 6.45. Su+4fruktoz+m gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı ΔK_s grafiği. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K; (—) fit



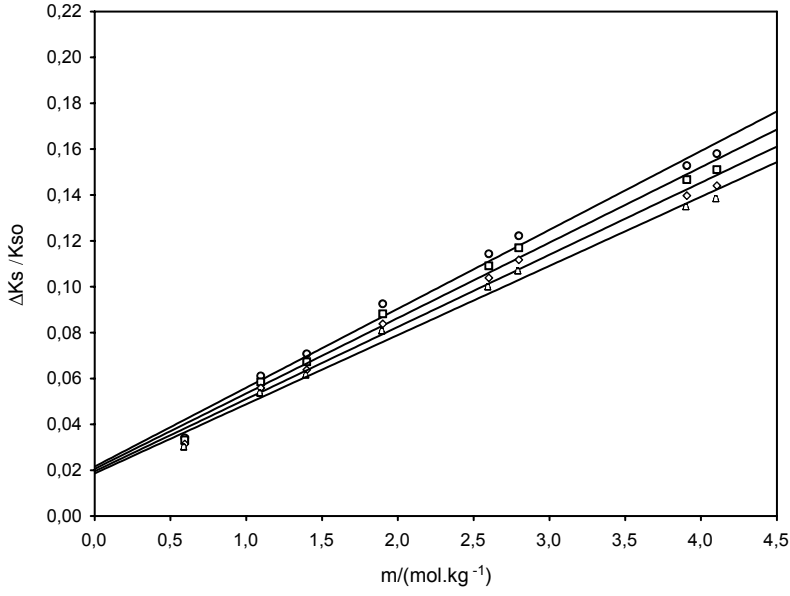
Şekil 6.46. Su+0.5fruktoz+m gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı $\Delta K_s / K_{so}$ grafiği. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K; (—) fit



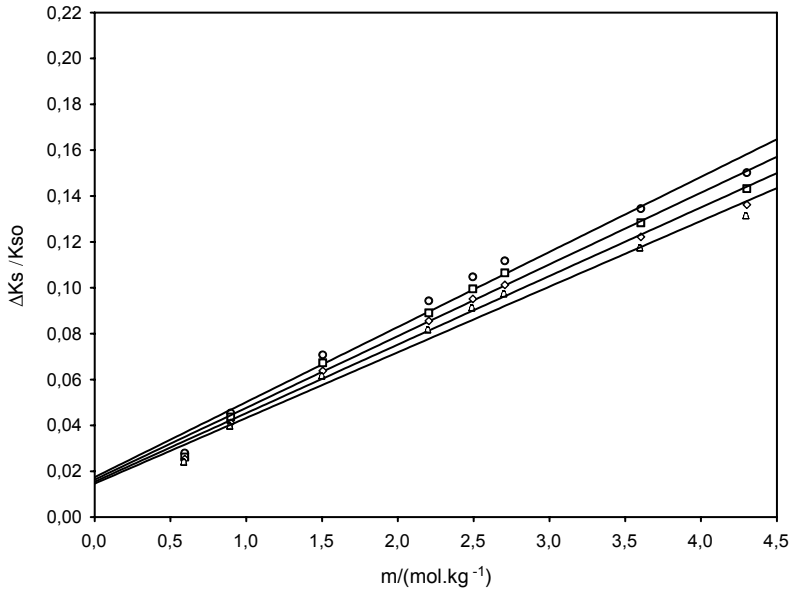
Şekil 6.47. Su+1fruktoz+m gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı $\Delta K_s / K_{s0}$ grafiği. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K; (—) fit



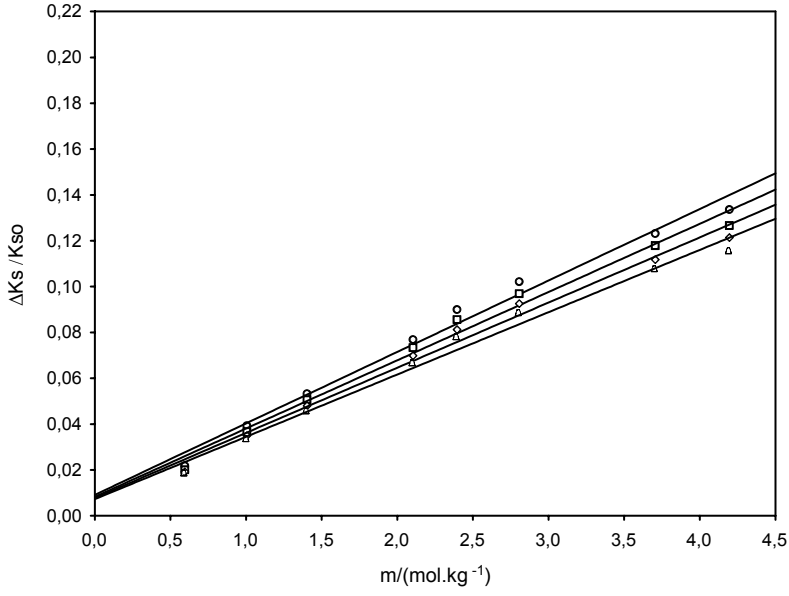
Şekil 6.48. Su+1.5fruktoz+m gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı $\Delta K_s / K_{s0}$ grafiği. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K; (—) fit



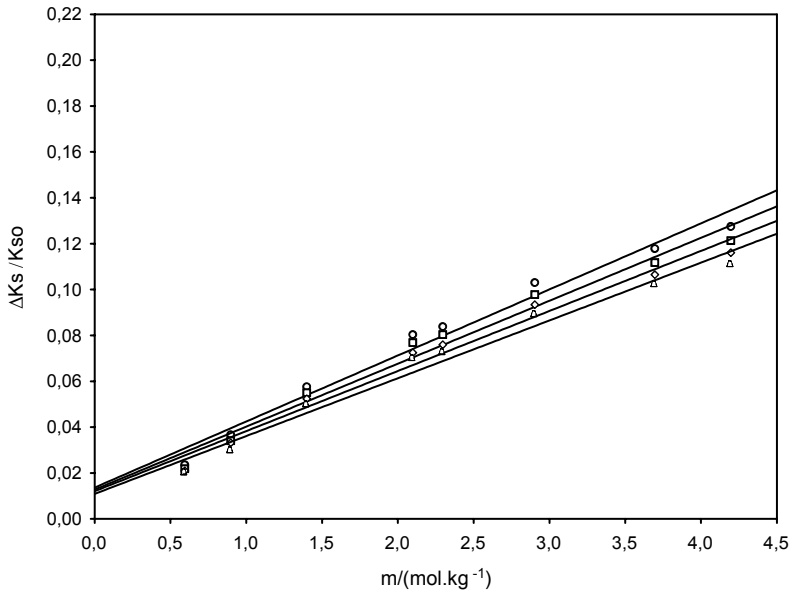
Şekil 6.49. Su+2fruktoz+m gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı $\Delta K_s / K_{s0}$ grafiği. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K; (—) fit



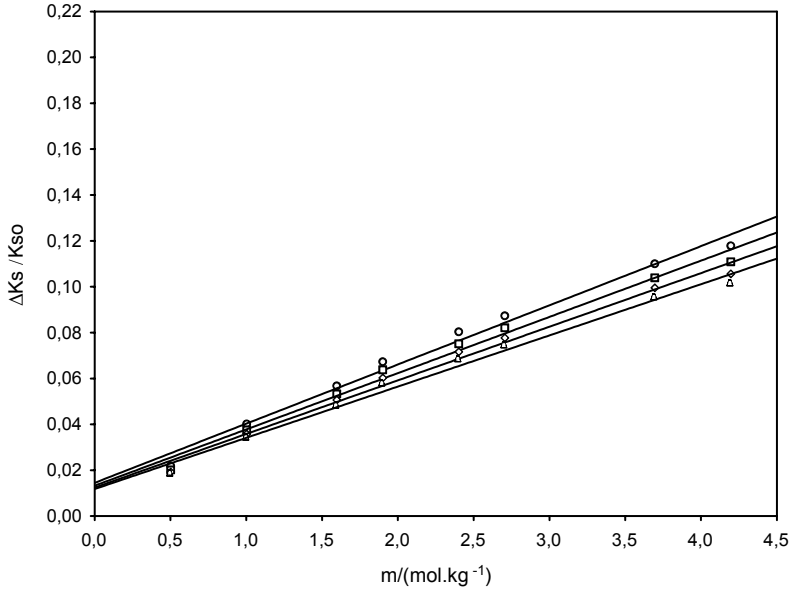
Şekil 6.50. Su+2.5fruktoz+m gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı $\Delta K_s / K_{s0}$ grafiği. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K; (—) fit



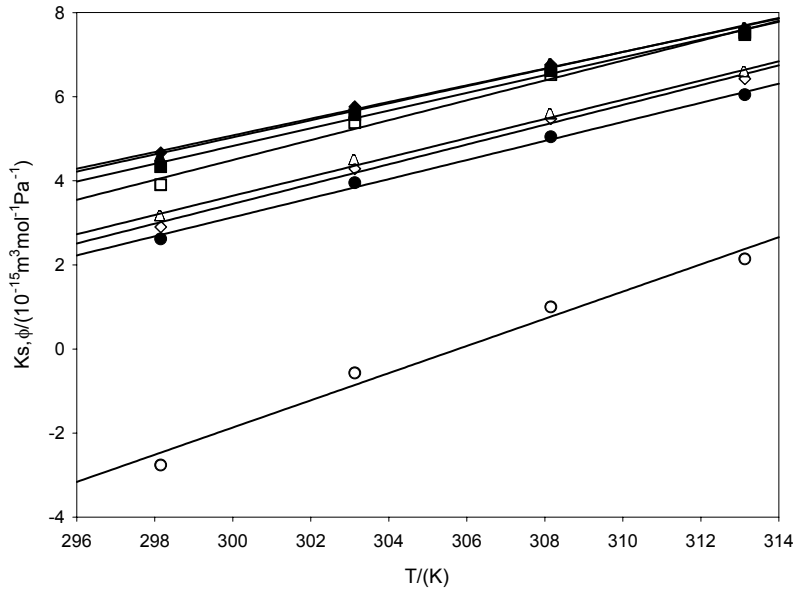
Şekil 6.51. Su+3fruktoz+m gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı $\Delta K_s / K_{s0}$ grafiği. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K; (—) fit



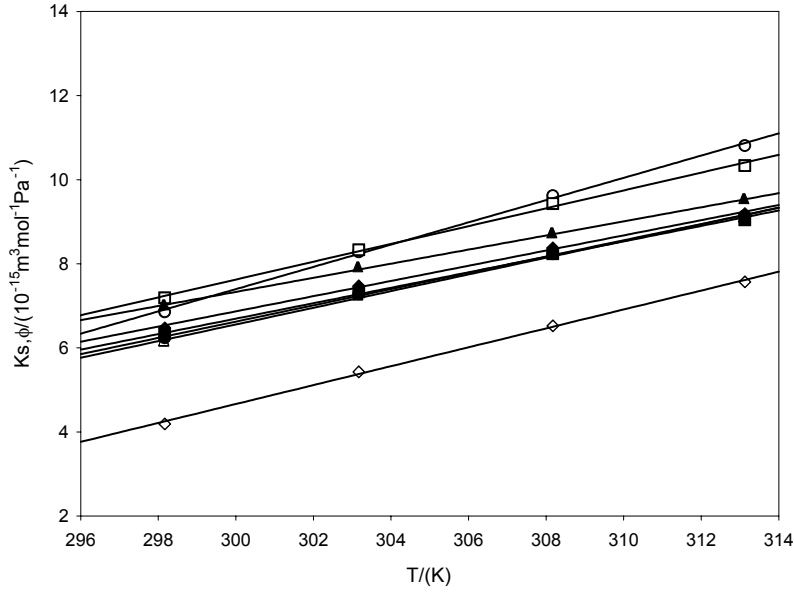
Şekil 6.52. Su+3.5fruktoz+m gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı $\Delta K_s / K_{s0}$ grafiği. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K; (—) fit



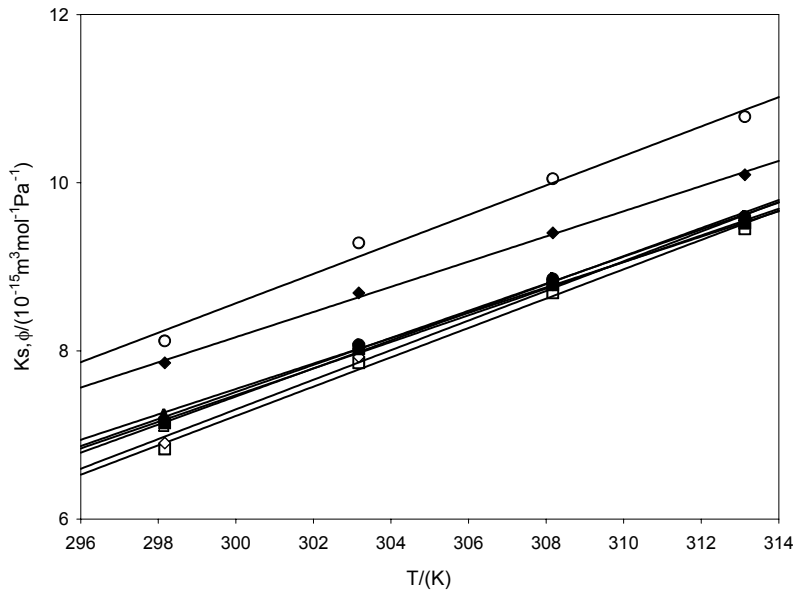
Şekil 6.53. Su+4fruktoz+m gliserin çözeltisinin gliserin konsantrasyonuna bağlı $\Delta K_s / K_{s0}$ grafiği. (○) 298,15 K; (□) 303,15 K; (◇) 308,15 K; (Δ) 313,15 K; (—) fit



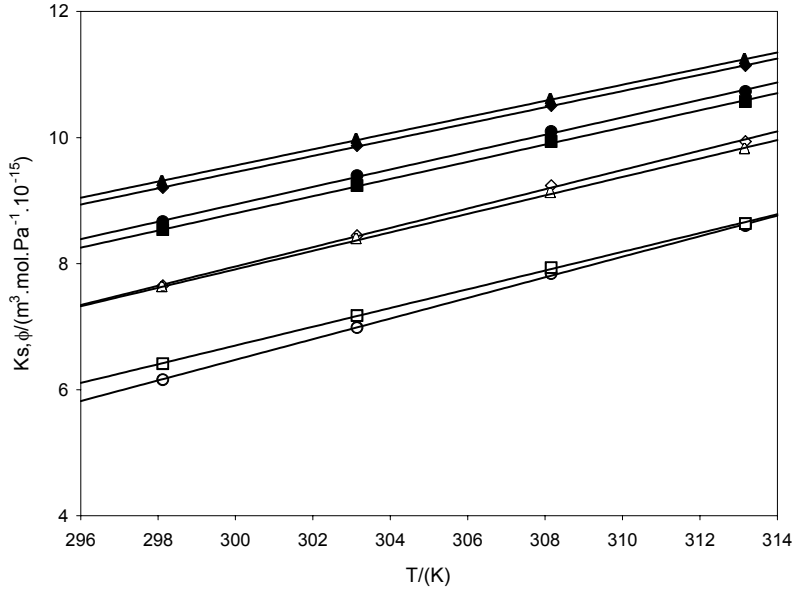
Şekil 6.54. Su+0,5fruktoz+m gliserin çözeltisinin sıcaklığa bağlı sıkıştırılabilirlikleri. (○) 0,4 gliserin; (□) 1 mol.kg⁻¹ gliserin ; (◇) 1,5 mol.kg⁻¹ gliserin ; (Δ) 1,9 mol.kg⁻¹ gliserin ; (●) 2,3 mol.kg⁻¹ gliserin ; (■) 3 mol.kg⁻¹ gliserin ; (◆) 3,9 mol.kg⁻¹ gliserin ; (▲) 4,2 mol.kg⁻¹ gliserin; (—) fit



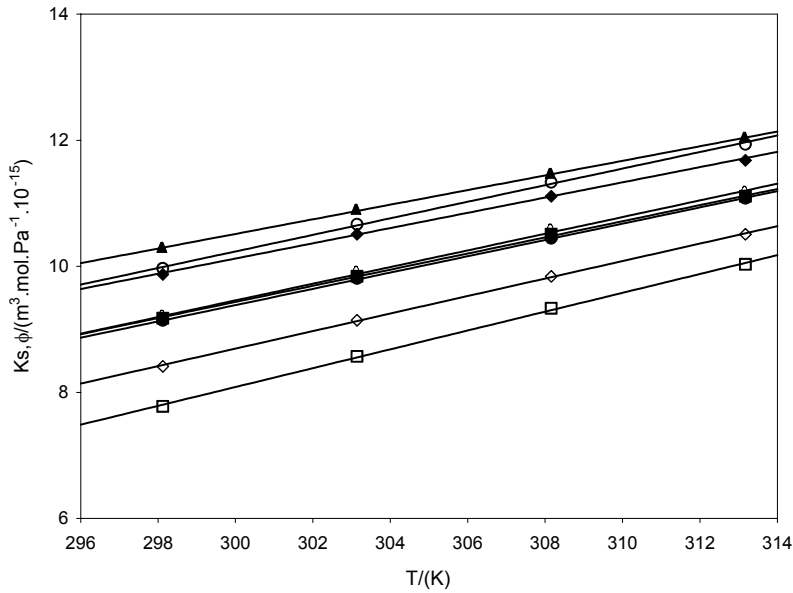
Şekil 6.55. Su+1fruktoz+m gliserin çözeltisinin sıcaklığa bağlı sıkıştırılabilirlikleri. (○) 0,4 gliserin; (□) 0,9 mol.kg⁻¹ gliserin ; (◇) 1,3 mol.kg⁻¹ gliserin ; (Δ) 1,9 mol.kg⁻¹ gliserin ; (●) 2,1 mol.kg⁻¹ gliserin ; (■) 3 mol.kg⁻¹ gliserin ; (◆) 3,2 mol.kg⁻¹ gliserin ; (▲) 4,3 mol.kg⁻¹ gliserin; (—) fit



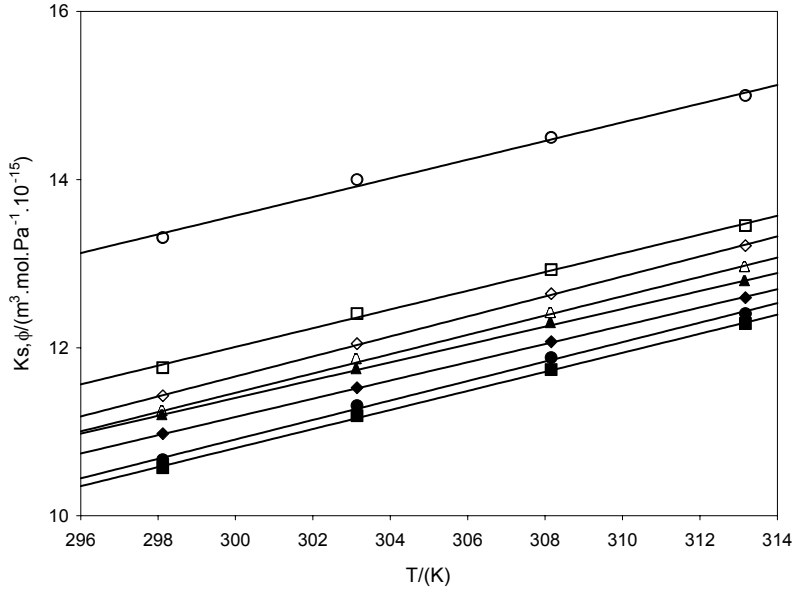
Şekil 6.56. Su+1,5fruktoz+m gliserin çözeltisinin sıcaklığa bağlı sıkıştırılabilirlikleri. (○) 0,4 gliserin; (□) 1 mol.kg⁻¹ gliserin ; (◇) 1,3 mol.kg⁻¹ gliserin ; (Δ) 1,9 mol.kg⁻¹ gliserin ; (●) 2,4 mol.kg⁻¹ gliserin ; (■) 3 mol.kg⁻¹ gliserin ; (◆) 3,8 mol.kg⁻¹ gliserin ; (▲) 4 mol.kg⁻¹ gliserin; (—) fit



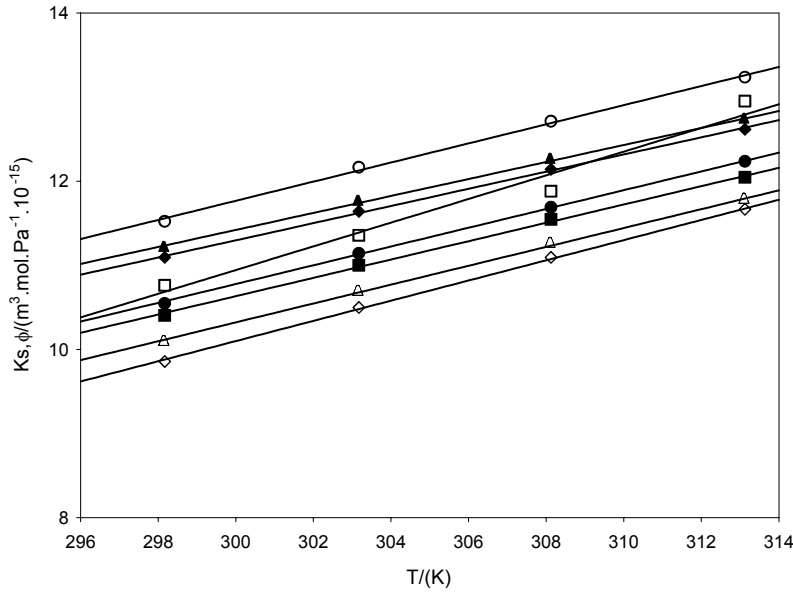
Şekil 6.57. Su+2fruktoz+m gliserin çözeltisinin sıcaklığa bağlı sıkıştırılabilirlikleri. (○) 0,6 gliserin; (□) 1,1 mol.kg⁻¹ gliserin ; (◇) 1,4 mol.kg⁻¹ gliserin ; (Δ) 1,9 mol.kg⁻¹ gliserin ; (●) 2,6 mol.kg⁻¹ gliserin ; (■) 2,8 mol.kg⁻¹ gliserin ; (◆) 3,9 mol.kg⁻¹ gliserin ; (▲) 4,1 mol.kg⁻¹ gliserin; (—) fit



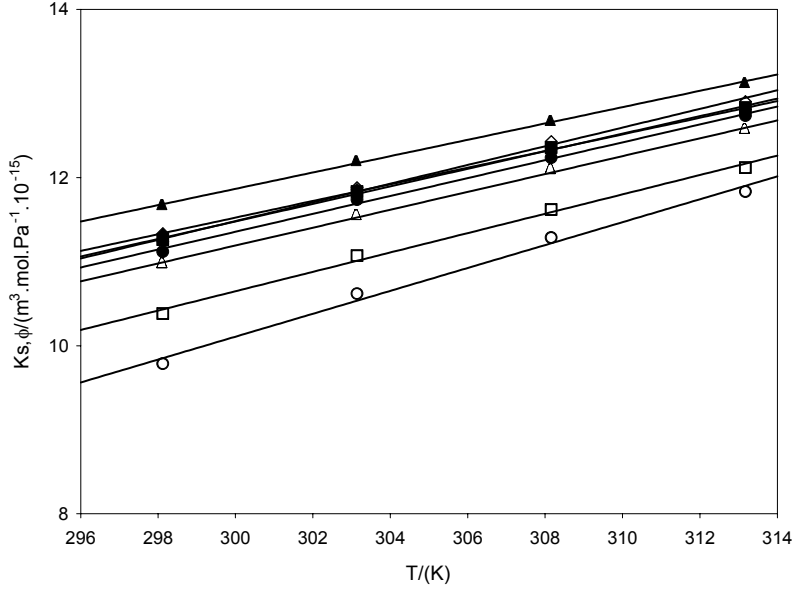
Şekil 6.58. Su+2,5fruktoz+m gliserin çözeltisinin sıcaklığa bağlı sıkıştırılabilirlikleri. (○) 0,6 gliserin; (□) 0,9 mol.kg⁻¹ gliserin ; (◇) 1,5 mol.kg⁻¹ gliserin ; (Δ) 2,2 mol.kg⁻¹ gliserin ; (●) 2,5 mol.kg⁻¹ gliserin ; (■) 2,7 mol.kg⁻¹ gliserin ; (◆) 3,6 mol.kg⁻¹ gliserin ; (▲) 4,3 mol.kg⁻¹ gliserin; (—) fit



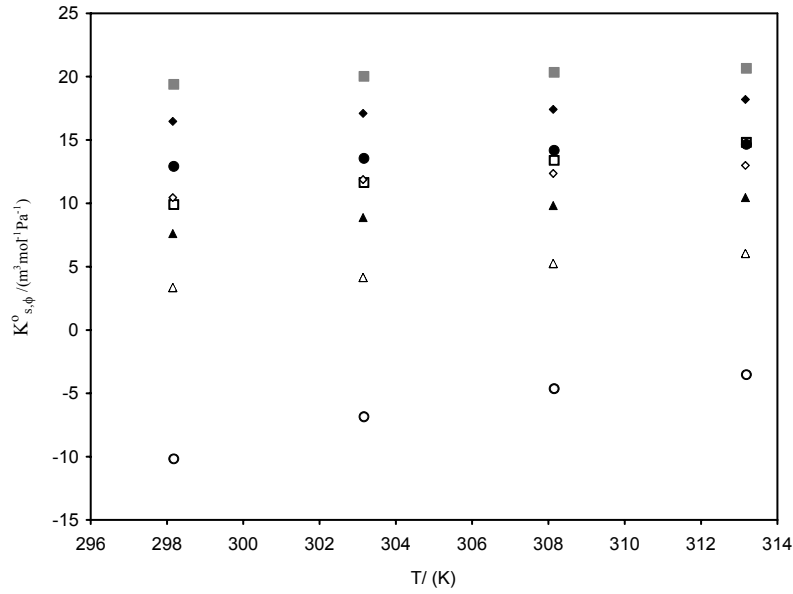
Şekil 6.59. Su+3fruktoz+m gliserin çözeltisinin sıcaklığa bağlı sıkıştırılabilirlikleri. (○) 0,6 gliserin; (□) 1 mol.kg⁻¹ gliserin ; (◇) 1,4 mol.kg⁻¹ gliserin ; (Δ) 2,1 mol.kg⁻¹ gliserin ; (●) 2,4 mol.kg⁻¹ gliserin ; (■) 2,8 mol.kg⁻¹ gliserin ; (◆) 3,7 mol.kg⁻¹ gliserin ; (▲) 4,2 mol.kg⁻¹ gliserin; (—) fit



Şekil 6.60. Su+3,5fruktoz+m gliserin çözeltisinin sıcaklığa bağlı sıkıştırılabilirlikleri. (○) 0,6 gliserin; (□) 0,9 mol.kg⁻¹ gliserin ; (◇) 1,4 mol.kg⁻¹ gliserin ; (Δ) 2,1 mol.kg⁻¹ gliserin ; (●) 2,3 mol.kg⁻¹ gliserin ; (■) 2,9 mol.kg⁻¹ gliserin ; (◆) 3,7 mol.kg⁻¹ gliserin ; (▲) 4,2 mol.kg⁻¹ gliserin; (—) fit



Şekil 6.61. Su+4fruktoz+m gliserin çözeltisinin sıcaklığa bağlı sıkıştırılabilirlikleri. (○) 0,5 gliserin; (□) 1 mol.kg⁻¹ gliserin ; (◇) 1,6 mol.kg⁻¹ gliserin ; (Δ) 1,9 mol.kg⁻¹ gliserin ; (●) 2,4 mol.kg⁻¹ gliserin ; (■) 2,7 mol.kg⁻¹ gliserin ; (◆) 3,7 mol.kg⁻¹ gliserin ; (▲) 4,2 mol.kg⁻¹ gliserin; (—) fit



Şekil 6.62. Su+ m fruktoz+ gliserin çözeltisinin sıcaklığa bağlı $K_{s,\phi}^0$ değerleri. (○) 0,5 fruktoz; (□) 1 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (◇) 1,5 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (Δ) 2 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (●) 2,5 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (■) 3 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (◆) 3,5 mol.kg⁻¹ fruktoz ; (▲) 4 mol.kg⁻¹ fruktoz

7. ÖNERİLER

- İncelenen çözeltilerin ultrases absorpsiyonunun frekansa bağılılığı incelenerek, proton transfer dengesi (elektrostatik denge), hidrasyon dengesi (bağlanmış ve bağlanmamış su molekülleri arasındaki denge) ve yapısal denge (makromoleküllerin agregasyonu) gibi relaksasyon olayları hakkında bilgi edinilebilir.
- Özellikle ışık geçirmeyen ve/veya yüksek konsantrasyonlu çözeltilerin yapısı (çözücü-çözünen etkileşimleri ve çözücü-çözücü etkileşimleri) akustik, termodinamik ve akış özelliklerinden faydalanarak açıklanabilir.
- Akustik, termodinamik ve akış özellikleri, özellikle ışık geçirmeyen ve/veya yüksek konsantrasyonlu çözeltilerin yapısı hakkında önemli bilgiler sağlayacaktır.
- İncelenen çözeltilerin başka çözeltilerle kombinasyonları da incelenerek gıdalar için koruyucu özelliği olan yeni çözeltiler elde edilebilir.
- İncelediğimiz çözeltilerin su aktivitesi ve nisbi nem üzerindeki etkileri gıda mühendisleri tarafından incelenerek bu çözeltilerin gıda güvenliği alanında pratik uygulama alanları belirlenebilir.

8. KAYNAKLAR DİZİNİ

- Khin, M.M., Zhou, W., Perera, C., 2005, Development in the Combined Treatment of Food Coating and Osmotic Dehydration of food, *International Journal of Food Engineering* , 1, Article 4
- Comesana, J.F., 2001, Densities and Viscosity of Ternary Systems of Water + Fructose + Sodium Chloride from 20 to 40 °C, *Journal Chemical and Engineering Data*, 46, 1153-1155.
- Choudary, N.V., Jasra, R.V., 1994, Densities of Aqueous Solutions of Sodium Bisulfite and Sodium 2-Methylallyl Sulfate, *Journal Chemical and Engineering Data*, 39, 181-183.
- Zhang, H.L., Han, S.J., 1996, Viscosity and Density of Water + Sodium Chloride + Potassium Chloride Solutions at 298,15 K, , *Journal Chemical and Engineering Data*, 41, 516-520.
- Aarflot, A., 2001, Partial Molar Properties of Aqueous Monosaccharide Solutions of Elevated Pressure, PhD Thesis, University of Bergen, 60 p.
- Edward, J.T., Farrel, P.G., 1975, Relation between van der Waals and Partial Molal Volumes of Organic Molecules in Water, *Canadian Journal of Chemistry*, 53(19), 2965-2970.
- Moulik, S.P., Gupta, S. , 1989, Hydration studies on some polyhydroxy non-electrolytes and non-ionic surfactants, *Canadian Journal of Chemistry*, 67, 356-364.
- Bockris, J.O.M., Reddy, A.K.N., *Modern Elektrochemistry*; Plenum: Newyork, 1997 Vol I, 127.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Tait, M.J., Sugget, A., Franks, F., Ablett, S., Quickenden, P.A., 1972, Hydration of monosaccharides: A study by dielectric and nuclear magnetic relaxation, *Journal of Solution Chemistry*, 1(2), 131-151.

Sarvazayan, A.P., 1991, Ultrasonic Velocimetry of Biological Compounds, *Annual Review of Biophysics and Biophysical Chemistry*, 20, 321-342 .

Reis, J.C.R., 1982, Theory of partial molar properties. Defining isochoric thermal capacity and isentropic compression at constant temperature and pressure, and introducing partial molar properties at constant temperature and molar volume, at constant molar entropy and pressure, and at constant molar entropy and molar volume, *Journal of the Chemical Society, Faraday Transactions 2: Molecular and Chemical Physics*, 78, 1595- 1608.

Sidhu, K.S., Goodfellow, J.M., Turner, J. Z., 1999, Effect of molecular shape and electrostatic interactions on the water layer around polar and apolar groups in solution, *The Journal of Chemical Physics*, 110(16), 7943-7950.

Blandamer, M.J., Davis, M.I., Douheret, G., Reis, J.C.R, 2001, Apparent molar isentropic compression and expansion of solutions, *Chemical Society Reviews*, 30, 8-15.

Reid, R.C., Prausnitz, J.M., Poling, B.E., 1987, *The Properties of Gases and Liquids*, McGraw Hill, Boston Massachusetts

Gürses, A., Bayrakçeken, S., 1996, *Deneysel Fizikokimya*, Kültür Eğitim Vakfı Yayınları, Erzurum

Harned, H.S., Owen, B.B., 1958, *The Physical Chemistry of Electrolytic Solutions*, Reinhold, New York, section 8.7

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Blandamer, M.J., 1998a, Equilibrium, frozen, excess and volumetric properties of dilute solutions, Chemical Society Reviews, 27(1), 73

Blandamer, M.J., 1998b, Apparent molar isentropic compressions A critical commentary, J. Chem. Soc., Faraday Trans., 94(8), 1057-1062

Anonim, 2005, More Solutions to Sticky Problems (technical info), Brookfield Engineering Laboratories Inc., 14-15