

**T.C.
YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Yüksek Lisans Tezi

**DİZEL - KANOLA YAĞI, DİZEL - KANOLA YAĞI
BİYODİZELİ, KANOLA YAĞI – KANOLA YAĞI
BİYODİZELİ KARIŞIMLARININ YAKIT
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

İhsan Emre ŞAHİN

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Tanzer ERYILMAZ**

Yozgat 2019

**T.C.
YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Yüksek Lisans Tezi

**DİZEL - KANOLA YAĞI, DİZEL - KANOLA YAĞI
BİYODİZELİ, KANOLA YAĞI – KANOLA YAĞI
BİYODİZELİ KARIŞIMLARININ YAKIT
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

İhsan Emre ŞAHİN

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Tanzer ERYILMAZ**

Yozgat 2019

T.C.
YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Enstitümüzün Makine Mühendisliği Anabilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı 70110913010 numaralı öğrencisi İhsan Emre ŞAHİN'in hazırladığı "Dizel – Kanola Yağı, Dizel – Kanola Yağı Biyodizeli, Kanola Yağı – Kanola Yağı Biyodizeli Karışımlarının Yakıt Özelliklerinin Belirlenmesi" başlıklı tezi ile ilgili tez savunma sınavı, Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri gereğince 12/09/2019 Perşembe günü saat 13.00'da yapılmış, tezin onayına oy birliği ile karar verilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Murat CİNİVİZ

Jüri Üyesi (Danışman) : Doç. Dr. Tanzer ERYILMAZ

Jüri Üyesi : Dr. Öğr. Üyesi Atila Abir İĞCİ

ONAY:

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun ..17.../..10.../..19... tarih ve 49... sayılı Enstitü Yönetim Kurulu Kararı ile onaylanmıştır.

..17/10/2019

Prof. Dr.
Müdür

İÇİNDEKİLER

Sayfa

| | |
|---|-----|
| ÖZET..... | iii |
| ABSTRACT | iv |
| TEŞEKKÜR | v |
| TABLolar LİSTESİ..... | vi |
| ŞEKİLLER LİSTESİ..... | vii |
| KISALTMALAR LİSTESİ..... | x |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 2. LİTERATÜR TARAMASI | 5 |
| 3. DENEYSEL ÇALIŞMA | 15 |
| 3.1. Biyodizel Üretimi..... | 15 |
| 3.2. Yakıt Karışımlarının Hazırlanması | 18 |
| 3.3. Yakıt Özelliklerinin Ölçülmesi | 19 |
| 3.3.1. Kinematik Viskozite | 21 |
| 3.3.2. Yoğunluk | 22 |
| 3.3.3. Isıl Değer | 23 |
| 3.3.4. Parlama Noktası | 24 |
| 3.3.5. Su İçeriği | 24 |
| 3.3.6. Renk | 25 |
| 4. SONUÇ ve BULGULAR | 26 |
| 4.1. Ham Kanola Yağının Özellikleri | 26 |
| 4.2. Kanola Yağı Metil Esterinin Yağ Asidi Bileşenleri..... | 27 |

| | |
|--|-----------|
| 4.3. Kanola Yağı Metil Esterinin Özellikleri | 27 |
| 4.4. Kinemetaik Viskozite..... | 31 |
| 4.5. Yoğunluk..... | 36 |
| 4.6. Isıl Değer | 39 |
| 4.7. Parlama Noktası | 41 |
| 4.8. Su İçeriği | 44 |
| 4.9. Renk | 46 |
| 5. TARTIŞMA ve ÖNERİLER..... | 48 |
| KAYNAKLAR | 51 |
| EKLER..... | 59 |
| EK1 : KY, KYME ve ED' nin Farklı Oranlardaki Karışımlarının Belirli Sıcaklıklardaki Ölçülen Kinematik Viskozite Tabloları | 60 |
| EK 2 : KY, KYME ve ED' nin Farklı Oranlardaki Karışımlarının Belirli Sıcaklıklardaki Ölçülen Yoğunluk Tabloları | 76 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 92 |

DİZEL - KANOLA YAĞI, DİZEL - KANOLA YAĞI BİYODİZELİ, KANOLA YAĞI – KANOLA YAĞI BİYODİZELİ KARIŞIMLARININ YAKIT ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

İhsan Emre ŞAHİN

**Bozok Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Makine Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

2019; Sayfa: 92

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Tanzer ERYILMAZ

ÖZET

Bu çalışmada, yerel bir marketten temin edilen kanola yağından (KY) metanol ve sodyum hidroksit (NaOH) kullanılarak iki aşamalı transesterifikasyon yöntemiyle kanola yağı metil esteri (KYME) üretilmiştir. Kanola yağı metil esteri (KYME), kanola yağı (KY) ve eurodizelin (ED) fizikokimyasal özellikleri deneysel olarak tespit edilmiştir. 15°C sıcaklıkta yoğunluğu 881.07 kg/m³, 40°C sıcaklıkta kinematik viskozitesi 4.703 mm²/s, su içeriği 450.07 mg/kg, parlama noktası 170°C olarak ölçülen KYME'nin, EN14214 ve ASTM6751 standart değerler içerisinde olduğu görülmüştür. Parlama noktasının yüksek olması nakliyesinin güvenli olduğunu göstermektedir. Isıl değeri 39.98 MJ/kg olarak ölçülen KYME'nin EN14213 standart değerleri içerisinde bulunduğu tespit edilmiştir. Renk değeri 0.6 olarak tespit edilmiş ve ASTM D1500 standart değeri içerisinde yerini almıştır. Aynı zamanda KYME-KY, KYME- ED ve KY-ED karışım yakıtlarının viskozite, yoğunluk, ısıl değer, parlama noktası, su içeriği, renk özellikleri tespit edilerek biyodizel standartları ile karşılaştırılmıştır. Sıcaklığın, karışım oranına bağlı olarak yoğunluk ve viskozite üzerindeki etkisi belirlenmiştir. Ölçülen bu değerler sonucunda oleik asitçe zengin olan kanola yağı, alternatif biyodizel yakıt olarak kullanılabilceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Kanola, Transesterifikasyon, Metil ester, Fizikokimyasal özellikler

**DETERMINATION OF FUEL PROPERTIES OF DIESEL - CANOLA OIL,
DIESEL - CANOLA OIL BIODIESEL, CANOLA OIL - CANOLA OIL
BIODIESEL MIXTURES**

İhsan Emre ŞAHİN

**Bozok University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mechanical
Master of Science Thesis**

2019; Page: 92

Thesis Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Tanzer ERYILMAZ

ABSTRACT

In this study, biodiesel (methyl ester) that was acquired by using sodium hydroxide (NaOH) and methanol (CH₃OH) in the two-step transesterification method was produced from canola oil that was obtained from a local market. Physicochemical properties of canola oil methyl ester (COME), canola oil (CO) and euro diesel (ED) were investigated experimentally. The physicochemical properties of COME including density at 15°C, kinematic viscosity at 40°C, water content and flash point, were measured as 881.07 kg/m³, 4.703 mm²/s, 450.07 mg/kg, and 170°C, respectively and it was found that all of the measured values were in the range of values obtained from EN14214 and ASTM 6751 standard test methods. Possessing a high flash point temperature makes COME very robust and reliable fuel for transportation. The calorific value of COME was obtained as 39.98 MJ/kg that is in the range of calorific values documented in EN14213 standard. The color value of COME was found to be 0.6 that is in the range of color values written in ASTM D1500 standard. Moreover, physicochemical properties such as kinematic viscosity, density, calorific value, flash point, water content and color were experimentally examined for COME-CO, COME-ED and CO-ED mixtures and they were compared to values documented in biodiesel testing method standards for each physicochemical property. Depending on a blend ratio, a temperature effect on kinematic viscosity and density was evaluated. Based on the measured values, it was concluded that the canola oil that is rich in terms of oleic acid can be utilized as an alternative biodiesel fuel.

Key Words: Canola, Transesterification, Methyl Ester, Physicochemical Properties

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamda desteklerinden ve emeklerinden dolayı danışman hocam sayın Doç. Dr. Tanzer ERYILMAZ'a, değerli vaktini benim için esirgemeyen sayın Öğr. Gör. Dr. M.Akif DÜNDAR'a ve maddi ve manevi yardımlarından dolayı aileme çok teşekkür ederim.

2019, YOZGAT

İhsan Emre ŞAHİN

TABLolar LİSTESİ

Sayfa

| | |
|--|----|
| Tablo 1.1 : Kanola yağı biyodizeli ve karışımlarının yakıt özellikleri..... | 4 |
| Tablo 3.1.1: Analizlerde kullanılan cihazların ölçüm aralıkları, hassasiyetleri, markaları ve standart metodları..... | 20 |
| Tablo 4.1 : Kanola yağının diğer bitkisel yağların özellikleri ile karşılaştırılması . | 26 |
| Tablo 4.2 : Gıda niteliği olan farklı bitkisel yağların yağ asidi kompozisyonları (% Ağırlıkça)..... | 29 |
| Tablo 4.3 : KYME'nin EN 14214 ve ASTM D6751 standartlarına göre analiz sonuçları ve bazı metil esterler ile karşılaştırılması | 30 |

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

| | |
|--|----|
| Şekil 1.1 : Çin’de sisli ve dumanlı hava | 1 |
| Şekil 1.2 : Amerika Birleşik Devletleri’nde bir biyoyakıt istasyonu (B20 ve E10).. | 2 |
| Şekil 1.3 : Yüksek performans sıvı kromatografisi | 3 |
| Şekil 2.1 : Farklı bitkisel yağların sıcaklığa bağlı kinematik viskozite değişimi | 6 |
| Şekil 2.2 : Farklı bitkisel yağların sıcaklığa bağlı viskozite değişimi | 7 |
| Şekil 2.3 : Kanola yağı biyodizeli karışım oranına göre hayvan donyağı biyodizelinin kinematik viskozite değişimi..... | 7 |
| Şekil 2.4 : Sıcaklığa bağlı KYME, AKME ve karışımlarının dinamik viskozite değişimi | 8 |
| Şekil 2.5 : Sıcaklığa bağlı kanola yağı biyodizeli ve karışımlarının kinematik viskozite değişimi | 9 |
| Şekil 2.6 : Dizel yakıtının kinematik viskozitesinin sıcaklığa bağlı değişimi..... | 9 |
| Şekil 2.7 : Dizel, B30 ve B100 yakıtlarının sıcaklığa bağlı viskozite değişimi | 10 |
| Şekil 2.8 : Farklı bitkisel yağların sıcaklığa bağlı yoğunluk değişimi | 10 |
| Şekil 2.9 : Farklı bitkisel yağların sıcaklığa bağlı yoğunluk değişimi | 11 |
| Şekil 2.10 : Kanola yağı biyodizeli karışım oranına bağlı olarak hayvan donyağı biyodizelinin yoğunluk değişimi..... | 12 |
| Şekil 2.11 : Farklı biyodizellerin ve karışım yakıtların sıcaklığa bağlı yoğunluk değişimi..... | 12 |
| Şekil 2.12 : Kanola yağı biyodizelinin karışım oranına bağlı yoğunluk değişimi .. | 13 |

| | |
|---|----|
| Şekil 2.13 : Dizel, B30 ve B100 yakıtlarının sıcaklığa bağlı yoğunluk değişimi.... | 13 |
| Şekil 3.1.1 : Biyodizel üretim akış diyagramı | 15 |
| Şekil 3.1.2 : Birinci reaksiyon sonrası gliserol oluşumu | 16 |
| Şekil 3.1.3 : Gliserolün ayrıştırılması | 17 |
| Şekil 3.1.4 : Saf su ile biyodizel yıkanması..... | 17 |
| Şekil 3.2.1 : Hazırlanmış karışım yakıtlar | 19 |
| Şekil 3.3.1.1 : Kinematik viskozite ölçüm cihazı | 21 |
| Şekil 3.3.1.2 : Kinematik viskozitede kullanılan ölçüm tüpleri | 21 |
| Şekil 3.3.2.1 : Yoğunluk ölçüm cihazı | 22 |
| Şekil 3.3.3.1 : Kalorimetre ve oksijen tüpü | 23 |
| Şekil 3.3.4.1 : Parlama noktası ölçüm cihazı..... | 24 |
| Şekil 3.3.5.1 : Su içeriği ölçüm cihazı..... | 25 |
| Şekil 3.3.6.1 : Renk ölçüm cihazı..... | 25 |
| Şekil 4.4.1 : Kinematik viskozite değişimi: (a) KY oranına bağlı (40°C de), (b) Sıcaklığa bağlı | 31 |
| Şekil 4.4.2 : 40°C’de KYME-ED karışımının kinematik viskozite değişimi..... | 33 |
| Şekil 4.4.3 : KYME-ED karışımının sıcaklığa bağlı kinematik viskozite değişimi | 33 |
| Şekil 4.4.4 : 40°C’de KY-KYME karışımının kinematik viskozite değişimi | 34 |
| Şekil 4.4.5 : KY-KYME karışımının sıcaklığa bağlı kinematik viskozite değişimi | 35 |
| Şekil 4.5.1 : 15°C’de KY-ED karışımının yoğunluk değişimi | 36 |

| | |
|---|----|
| Şekil 4.5.2 : KY-ED karışımının sıcaklığa bağlı yoğunluk değişimi | 36 |
| Şekil 4.5.3 : 15°C’de KYME-ED karışımının yoğunluk değişimi | 38 |
| Şekil 4.5.4 : KYME-ED karışımının sıcaklığa bağlı yoğunluk değişimi | 38 |
| Şekil 4.5.5 : 15°C’de KY-KYME karışımının yoğunluk değişimi..... | 38 |
| Şekil 4.5.6 : KY-KYME karışımının sıcaklığa bağlı yoğunluk değişimi..... | 39 |
| Şekil 4.6.1 : KY-ED karışımının ısı değer değişimi..... | 40 |
| Şekil 4.6.2 : KYME-ED karışımının ısı değer değişimi..... | 40 |
| Şekil 4.6.3 : KY-KYME karışımının ısı değer değişimi | 41 |
| Şekil 4.7.1 : KY-ED karışımının parlama noktası değişimi | 42 |
| Şekil 4.7.2 : KYME-ED karışımının parlama noktası değişimi | 42 |
| Şekil 4.7.3 : KY-KYME karışımının parlama noktası değişimi..... | 43 |
| Şekil 4.8.1 : KY-ED karışımının su içeriği değişimi..... | 44 |
| Şekil 4.8.2 : KYME-ED karışımının su içeriği değişimi..... | 45 |
| Şekil 4.8.3 : KY-KYME karışımının su içeriği değişimi | 45 |
| Şekil 4.9.1 : KY-ED karışımının renk değişimi | 46 |
| Şekil 4.9.2 : KYME-ED karışımının renk değişimi | 46 |
| Şekil 4.9.3 : KY-KYME karışımının renk değişimi | 47 |

KISALTMALAR LİSTESİ

| | |
|-----------------------|-----------------------------------|
| AN | : Akma Noktası |
| ASTM | : Amerikan Standart Test Yöntemi |
| KY | : Kanola Yağı |
| KYME | : Kanola Yağı Metil Esteri |
| AyYME | : Ayçiçek Yağı Metil Esteri |
| AKME | : Atık Kızartma Yağı Metil Esteri |
| BN | : Bulutlanma Noktası |
| CO | : Karbon monoksit |
| CO₂ | : Karbon dioksit |
| DN | : Donma Noktası |
| ED | : Euro Diesel |
| EN | : European Norm |
| HC | : Hidrokarbon |
| HYME | : Hardal Yağı Metil Esteri |
| JY | : Jatropha Yağı |
| AY | : Aspir Yağı |
| AYME | : Aspir Yağı Metil Esteri |
| NaOH | : Sodyum Hidroksit |
| NO_x | : Azot Oksitler |
| PaY | : Pamuk Yağı |
| PaYME | : Pamuk Yağı Metil Esteri |
| PM | : Partikül Madde |
| PY | : Palm Yağı |
| SFTN | : Soğuk Filtre Tıkanma Noktası |
| SO₂ | : Kükürt Dioksit |
| SuY | : Susam Yağı |

- SY** : Soya Yağı
SYME : Soya Yağı Metil Esteri
YY : Yerfistiğı Yağı



1. GİRİŞ

Fosil yakıt kaynakları global ekonominin ve kullanılan araç sayısının artmasından dolayı geniş ölçüde kullanılmaktadır. Fakat fosil yakıtların aşırı derecede kullanılması çevreyi olumsuz yönde etkilemektedir [1-3]. Bu yüzden, modern toplumlarda yaşayan insanlar her ne kadar rahat ortamlarda yaşamalarına rağmen, hava kirlenmesine bağlı olarak ortaya çıkan küresel ısınma, sera etkisi, çölleşme, asit yağmurları, sis ve uçucu organik bileşikler gibi istenmeyen çevre koşulları ile karşılaşmakta ve bu çevre koşullarında yaşamak durumunda kalmaktadırlar [4-6]. Dünya'nın birçok ülkesinde özellikle de Çin'de hava kirliliğine bağlı olarak ortaya çıkan sis ve pus insanların günlük yaşamlarını ve sağlıklarını ciddi manada etkilemektedir [7-9]. 5 Ocak 2017 tarihinde Çin'de çekilen ve Şekil 1.1'de gösterilen resimlerden Çin'deki hava kirliliğinin ne boyutlara ulaştığı kolayca anlaşılabilir. Bu durumun ana sebebi fosil yakıtların değişik sanayi alanlarında çok geniş ölçüde kullanılmasıdır.



Şekil 1.1 Çin'de sisli ve dumanlı hava [10]

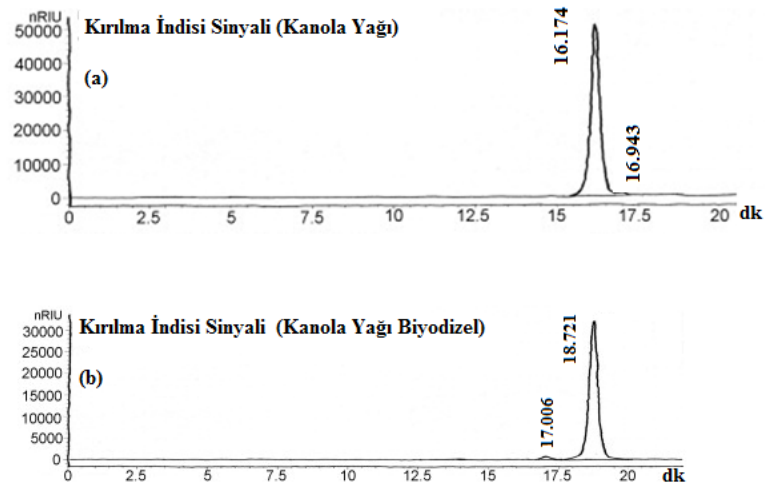
Küresel dünya fosil yakıtların yerine kullanabileceği ve fosil yakıtlar ile kıyaslandığında çevreye ve insan hayatına daha az ya da hiç zarar vermeyecek yeni nesil alternatif yakıtlar bulma ve üretme noktasında çok ciddi bir çalışma içerisinde girmiştir. Bu alternatif yakıtlar içerisinde biyodizel yakıtlar hava kirlilik problemini çözme ya da azaltma noktasında sahip olduğu birçok avantajlar nedeniyle karşımıza çıkmaktadır [11-13]. Biyodizel yakıtların dizel motorlarında kapsamlı bir

modifikasyon yapmadan kullanılabilir olduğu belirtilmiştir [14, 15]. Dizel motorlar yüksek çıkış gücü ve daha düşük egzoz emisyonlarına sahip olduğundan dolayı kamyon ve araçlarda çok yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Benzinli motorlar ile kıyaslandığında, dizel motorlar daha düşük hidrokarbon (HC) ve karbonmonoksit (CO) emisyonları üretmesine rağmen dizel motorlar tarafından üretilen daha yüksek azotoksit ve partikül madde emisyonları ciddi bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır [16, 17]. Buna rağmen, hayvansal yağlar ve yağlı tohumlu bitkilerden üretilen biyodizel sahip oldukları doğal özelliklerinden dolayı partikül madde emisyonlarını düşürebilirler. Yeşil yenilenebilir yakıt olarak karşımıza çıkan ve sadece karbondioksit (CO₂) emisyonuna sahip olan biyodizel CO₂ emisyonları bitkiler tarafından absorbe edilerek karbon emisyonları nötr hale getirilirler. Bu yüzden biyoyakıt kullanımı, küresel ısınma ve sera etkisi gibi çevresel problemlerin minimize edilebilme noktasında çok büyük bir rol oynar [18, 19]. Buna rağmen saf bitkisel yağların yüksek viskozite ve yoğunluğa sahip olduklarından dolayı dizel motorlarında doğrudan kullanılması tavsiye edilen bir durum değildir. Çünkü saf bitkisel yağların dizel motorlarında doğrudan kullanılması durumunda enjektör memesinin tıkanması, segmanlarda yapışma gibi mekaniksel problemlere yol açabilir [20, 21]. Bu yüzden Avrupa ve diğer gelişmiş ülkelerde biyodizel dizel yakıt ile belli oranlarda karışım yakıt şeklinde de kullanılmaktadır.



şekil 1.2 Amerika Birleşik Devletleri'nde bir biyoyakıt istasyonu (B20 ve E10)

Amerika Birleşik Devletleri'nde halkın kullanımına açık 2700 civarında biyoyakıt istasyonu (Şekil 1.2) mevcut iken Türkiye'nin de içinde bulunduğu Asya ülkelerine geldiğinde bu sayı teknik ve diğer sebeplerden dolayı çok küçük rakamlara düşmektedir [22, 23]. Yenilenebilir ve çevre dostu olan biyodizel yakıtlar bitkisel yağlardan, hayvansal yağlardan, kullanılmış yemeklik yağlardan ve mikroalglerden elde edilebilirler [24,25]. Diğer biyodizel yakıtları ile karşılaştırıldığında, kanola yağı biyodizeli sahip olduğu avantajları nedeniyle çok iyi bir alternatif yakıt olarak dikkat çekmektedir. Kanola tohumları içermiş olduğu %40-45'lik yağ oranı ile çoğu yağlı tohumlu bitkilerden daha fazla yağ oranına sahiptir [26]. Kanola yağını oluşturan kimyasal bileşikler ortaya çıkarmak için yüksek performans sıvı kromatografi deneyi yapılmış ve yapılan deneyler sonucunda Şekil 1.3.a'dan da anlaşılacağı gibi kanola yağının ağırlıklı olarak trigliseritlerden (16.174 dk) ve az miktarda da digliseritlerden (16.943 dk) oluştuğu sonucuna ulaşılmıştır [27]. Aynı deney kanola yağı biyodizeli için uygulanmış ve elde edilen sonuçlar kanola yağı ile karşılaştırılmıştır. Kanola yağı deneyinde gözlemlenen en yüksek değer olan 16.174 dk ve kanola yağının ağırlıklı olarak trigliseritlerden oluştuğunu ifade eden bu değer kanola yağı biyodizel sonuçlarında rastlanmamıştır (Şekil 1.3.b). Gözlemlenen bu deney sonucu kanola yağında bulunan trigliseritlerin kanola yağı biyodizel üretim aşamasında tamamen ester'e dönüştüğü gerçeğini ortaya çıkarmıştır [28].



Şekil 1.3. Yüksek performans sıvı kromatografisi (a) kanola yağı, (b)kanola yağı biyodizeli [27]

Kanola yağı biyodizelinin sahip olduğu yoğunluk, kinematik viskozite, ısıl değer, parlama noktası, su içeriği, renk, bulutlanma noktası (BN), soğuk filtre tıkanma noktası, (SFTN), akma noktası (AN) gibi önemli fizikokimyasal özellikleri kanola yağı biyodizeli yakıtının dizel motorlarında kullanma performansını direkt olarak etkilemektedir. Tablo 1.1’de kanola yağı biyodizeli ve onun dizel yakıtı ile harmanlanması sonucu elde edilen yakıtların fizikokimyasal özellikleri gösterilmiştir [28].

Tablo 1.1. Kanola yağı biyodizeli ve karışımlarının yakıt özellikleri [28]

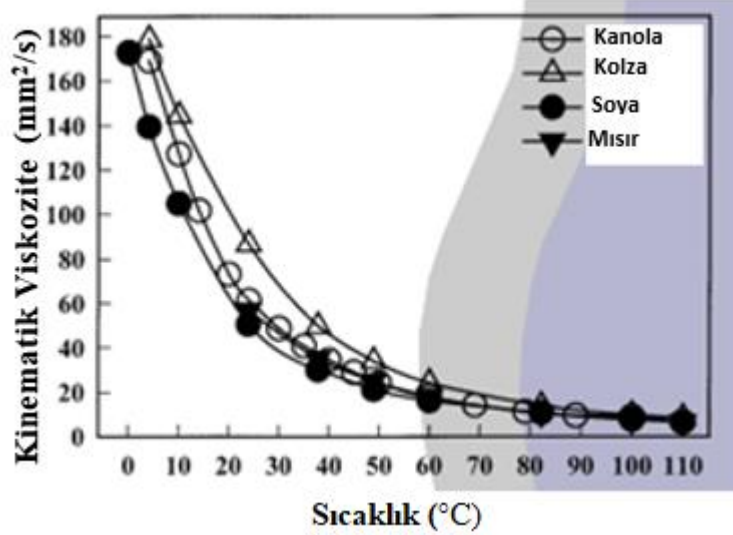
| Özellikler(Birim) | Dizel | B100 | B10 | B20 | B30 | Test Yöntemi |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| Yoğunluk (kg/m ³ , 15°C) | 836.8 | 880 | 842 | 846 | 850 | ASTM D491 |
| Viskozite (mm ² /s, 40°C) | 2.719 | 4.290 | 2.818 | 2.991 | 3.172 | ASTM D445 |
| Isıl Değer (MJ/kg) | 43.96 | 39.49 | 43.29 | 42.71 | 42.12 | ASTM D4809 |
| Setan İndeksi | 55.8 | 61.5 | - | - | - | ASTM D4737 |
| Parlama Noktası (°C) | 55 | 182 | - | - | - | ASTM D93 |
| Akma Noktası (°C) | -21 | -8 | - | - | - | ASTM D97 |
| Oksidasyon Kararlılığı (h/110°C) | 25 | 15 | - | - | - | EN 14112 |
| Ester İçeriği (%) | - | 98.9 | - | - | - | EN 14103 |
| Oksijen (%) | 0 | 10.8 | - | - | - | - |

Bu çalışmada kanola yağı, kanola yağı biyodizelinin ve eurodizelin belli oranlarda birbirleri ile karıştırılması sonucunda elde edilen karışımların karışım oranlarına ve sıcaklığa bağlı olarak yoğunluk, kinematik viskozite, yakıtların karışım oranına bağlı olarak ısıl değer, parlama noktası, su içeriği renk gibi fizikokimyasal özellikleri incelenmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Geçtiğimiz son on yılda, petrol kaynaklı yakıtların kullanımının aşırı derecede artmasına bağlı olarak hava kirliliğinin istenmeyen düzeylere çıkması ve aşırı tüketim yüzünden petrol kaynaklarının azalması yüzünden küresel Dünya yenilenebilir ve çevre dostu olan yakıtlara yönelmiştir [29]. Araştırmacılar, dizel yakıtına alternatif olabilecek yakıtların daha ekonomik, çevre dostu ve ulaşılabilirliğinin kolay olması gibi özelliklerinin yanında da teknik olarak üretilmesinin önünde çok büyük engeller olmaması gerektiğinin altını çizmişlerdir [30]. Bu bağlamda bitkisel yağlar dizel yakıtlara çok iyi bir alternatif olma noktasında karşımıza çıkmaktadır. Fakat bitkisel yağların saf olarak kullanılması karşımıza yüksek viskozite, zayıf buharlaşma gibi sorunları beraberinde getirmektedir. Bu sorunlar motorlarda enjektörlerin tıkanması gibi istenmeyen mekanik arızalara sebep olmaktadır [31]. Bu problemler, bitkisel yağların transesterifikasyon aracılığı ile kimyasal olarak biyodizel yakıtlara dönüştürülmesi ile ortadan kaldırılabilir. Bitkisel veya hayvansal yağlardan elde edilebilen ve yağın mono-alkil esterleri olarak tanımlanan biyodizel, dizel yakıtlar ile kıyaslandığında daha yüksek setan sayısı, parlama noktası sıcaklığı, motorda yağ film tabakası oluşturma kabiliyeti ve daha düşük karbonmonoksit salınımları gibi çok sayıda avantajlara sahiptirler [32]. Bununla birlikte çevre dostu ve yenilenebilir enerji kaynağı olan biyodizeller, ülkelerin petrole olan bağımlılıklarını azaltma noktasında çok iyi bir alternatif yakıt olarak küresel dünyada kullanımı giderek artmaktadır. Fakat, biyodizel yüksek maliyet, yüksek viskozite ve düşük soğuk akış özellikleri gibi dezavantajlara sahiptir. Biyodizelin dizel yakıtlar ile karıştırılması bu sorunları ortadan kaldırmak için uygulanan en çok kullanılan yöntemlerden bir tanesidir [33]. Yakıtın sıcaklığa ve karışım oranına bağlı olarak viskozite ve yoğunluğunun nasıl değiştiğini bilmek ideal yanma için çok önemlidir [34]. Birçok araştırmacı tarafından sıcaklık ve karışım oranının bir fonksiyonu olarak değişik biyodizel-dizel yakıt karışımlarının kinematik viskozitelerinin hesaplanması noktasında birçok model önerilmiş olsada [35, 36], literatürde, kanola yağı ve kanola yağı biyodizelinin kinematik viskozitesi bağlamında çok az sayıda çalışma olduğu görülmüştür. Lang [37], 1992 yılında rafine kanola yağının kinematik viskozitesinin sıcaklık ile

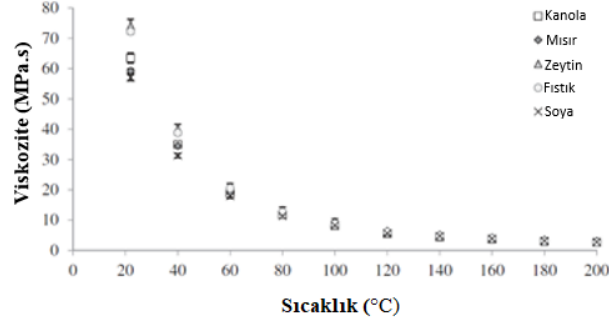
değişimini incelemiştir. Lang çalışmasında sıcaklık aralığını 4°C-100°C olarak belirlemiş ve rafine kanola yağının kinematik viskozitesinin sıcaklığa bağlı olarak üstel bir şekilde sıcaklık ile ters orantılı olarak değiştiğini Şekil 2.1’de göstermiştir.



Şekil 2.1 Farklı bitkisel yağların sıcaklığa bağlı kinematik viskozite değişimi [37]

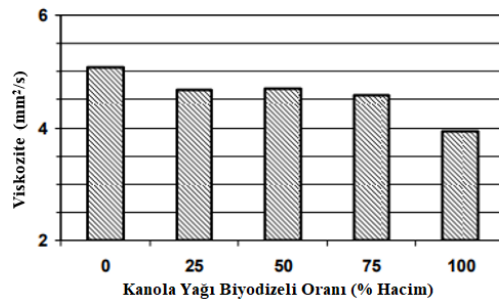
Diamente 2014 [38], üç değişik (30°C-50°C-90°C) sıcaklık noktaları için kanola yağının dinamik viskozitesini deneysel olarak belirtmiş ve kanola yağının dinamik viskozitesinin düşen sıcaklık ile arttığını gözlemlemiştir.

Sheya 2017 [39], kanola yağının dinamik viskozitesini çok geniş bir sıcaklık aralığında (20°C-200°C) deneysel olarak belirlemiş ve daha sonra dinamik viskozite ile kinematik viskozite arasındaki yoğunluğun bir fonksiyonu olan bağıntıyı kullanarak kanola yağı için kinematik viskozite dağılımlarını yukarıda belirtilen sıcaklık aralığı için hesaplamıştır. Sıcaklık değişiminin kanola yağının kinematik viskozitesi üzerinde çok büyük bir etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Sheya'nın bulduğu sonuçlar Şekil 2.2’de gösterilmiştir.



Şekil 2.2 Farklı bitkisel yağların sıcaklığa bağlı viskozite değişimi [39]

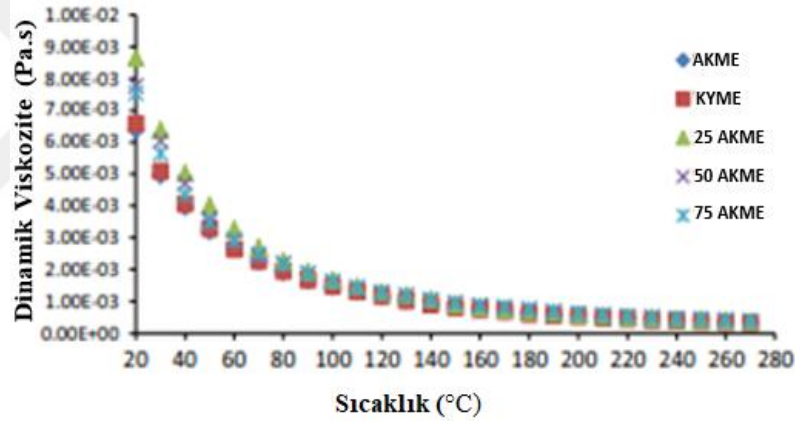
Yasar ve Adın 2011 [40], hayvan donyağından elde etmiş oldukları biyodizeli kanola yağı biyodizeli ile karıştırmışlar ve kanola yağı biyodizeli karışım oranına göre kinematik viskozitedeki değişimleri incelemişlerdir. Elde etmiş oldukları deneysel sonuçlar Şekil 2.3’de gösterilmiştir. Yapmış oldukları çalışmalar sonrasında sadece hayvan donyağından elde edilen biyodizelin kinematik viskozitesinin kanola yağından üretilen biyodizelin ve hayvan donyağı-kanola yağı biyodizel karışımının kinematik viskozitesinden yüksek olduğunu gözlemlemişlerdir. Donmuş hayvan yağının kinematik viskozitesinin kanola yağı biyodizeli ve kanola yağı biyodizeli - hayvan donyağı biyodizeli karışımlarından daha yüksek olmasının arkasında yatan temel nedenin de hayvan donyağının daha uzun karbon zincirlerine sahip ve daha fazla oranda doymuş yağ asitleri içermesi olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan çalışma sonrasında hayvan donyağından elde edilen biyodizelin kinematik viskozitesinin kanola yağı biyodizeli ile karıştırılması sonucunda olumlu bir şekilde etkilendiği sonucu çıkarılmıştır.



Şekil 2.3 Kanola yağı biyodizeli karışım oranına göre hayvan donyağı biyodizelinin kinematik viskozite değişimi [40]

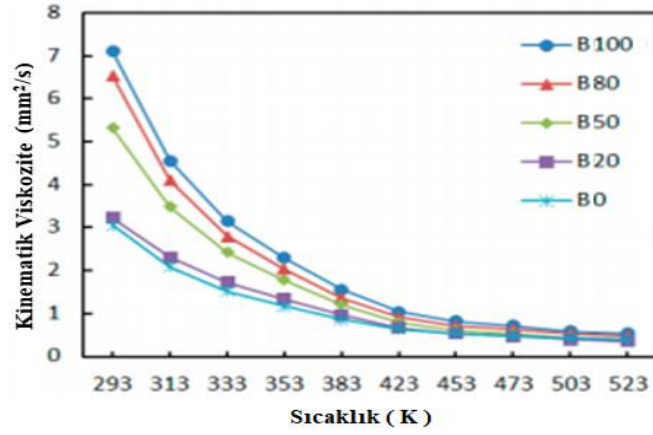
Kassem ve Çamur 2017 [41], atık kızartma yağı metil esteri (AKME) ve kanola yağı biyodizelinin sıcaklığa ve karışım oranlarına göre kinematik viskozitesini belirleme noktasında deneysel çalışmalar yapmışlardır. Yapmış oldukları deneysel çalışmalarda sıcaklık aralığını (-10°C - 270°C) olarak belirlemişlerdir. Atık kızartma yağı metil esteri oranlarını da sırasıyla %25-%50-%75 olarak belirlemişlerdir. Deneysel çalışmalarının sonucunda aşağıdaki sonuçlara ulaşmışlardır; Çok yüksek sıcaklıklarda (250°C'den fazla) karışım oranlarına bağlı olmaksızın kinematik viskozite değerlerinin çok fazla değişmediğini görmüşlerdir.

Karışımındaki kanola yağı biyodizeli oranı arttıkça kinematik viskozitenin de arttığını gözlemlerken, sıcaklığın artmasına bağlı olarak viskozitenin de azaldığını farketmişlerdir. Deneysel sonucunda elde ettikleri verileri grafiksel olarak Şekil 2.4'de gördüğü gibi literatüre kazandırmışlardır.



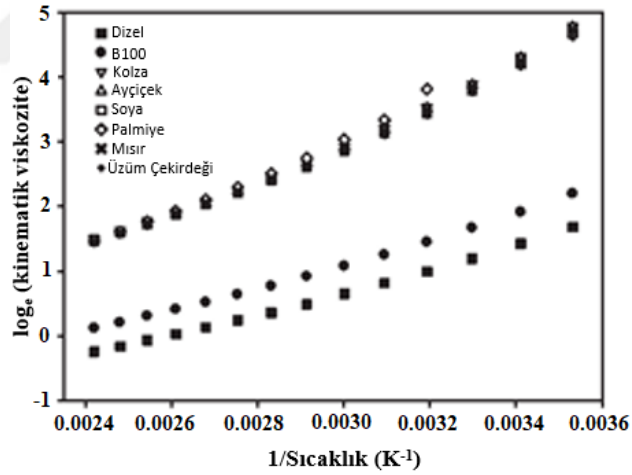
Şekil 2.4 Sıcaklığa bağlı KYME, AKME ve karışımlarının dinamik viskozite değişimi [41]

Cong 2017 [42], kanola yağı biyodizeli yakıtının ve karışımlarının karışım oranına ve sıcaklığa bağlı olarak kinematik viskozitesinin değişimini incelemiştir. Elde etmiş olduğu bulgular Şekil 2.5'de gösterilmiştir. Sıcaklık artışına bağlı olarak kinematik viskozitenin parabolik olarak bir azalma eğiliminde olduğu ve bununla beraber biyodizel oranının artmasının da kinematik viskozitesinin artmasına sebebiyet verdiğini gözlemlenmiştir. Fakat, yüksek sıcaklıklarda (453K-523K) biyodizel oranının değişmesinin kinematik viskozite üzerinde çok büyük bir etkisinin olmadığını da yaptığı inceleme sonrasında ortaya koymuştur.



Şekil 2.5 Sıcaklığa bağlı kanola yağı biyodizeli ve karışımlarının kinematik viskozite değişimi [42]

Esteban 2012 [43], dizel yakıtının sıcaklığa bağlı kinematik viskozitesinin değişimini çok geniş bir sıcaklık aralığında incelemiş ve sıcaklık arttıkça dizel yakıtının kinematik viskozitesinin düştüğünü belirtmiş ve bu düşüşün üstel olduğunu da ortaya koymuştur.

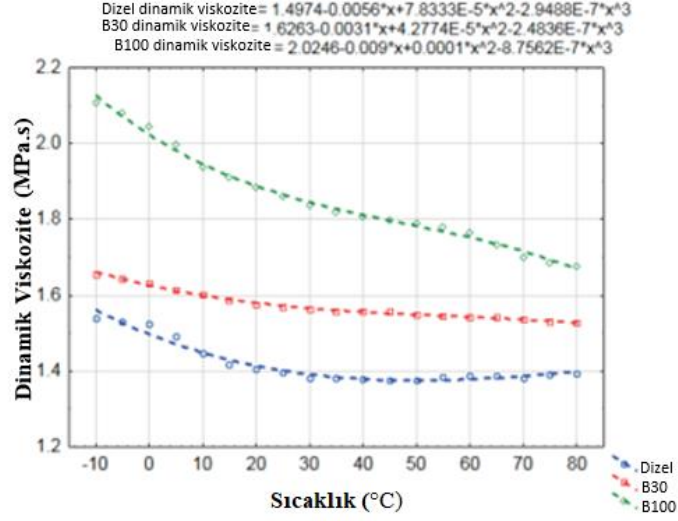


Şekil 2.6 Dizel yakıtının kinematik viskozitesinin sıcaklığa bağlı değişimi [43]

Schaschke 2013 [44], dört farklı sıcaklık için (298K, 323K, 348K, 373K) çeşitli dizel yakıtlarının viskozitesinin değişimini basınca bağlı olarak incelemiştir.

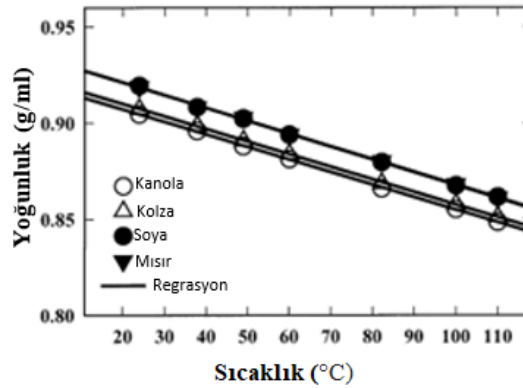
Dizel yakıtının viskozitesinin artan sıcaklık ile ters orantılı olarak değiştiğini yapmış olduğu deneylerin sonucu olarak raporlandırmıştır. Kumbar 2015 [45], dizel

yakıtının dinamik viskozitesindeki ve yoğunluğundaki değişimini -10°C ile 80°C sıcaklık aralığında belirlemiştir. Yapmış olduğu çalışmalar sonucunda dizel, B30 ve B100 yakıtlarının dinamik viskozitelerinin sıcaklık artarken azaldığını ortaya koymuştur. Deneysel sonuçları Şekil 2.7’de gösterilmiştir.



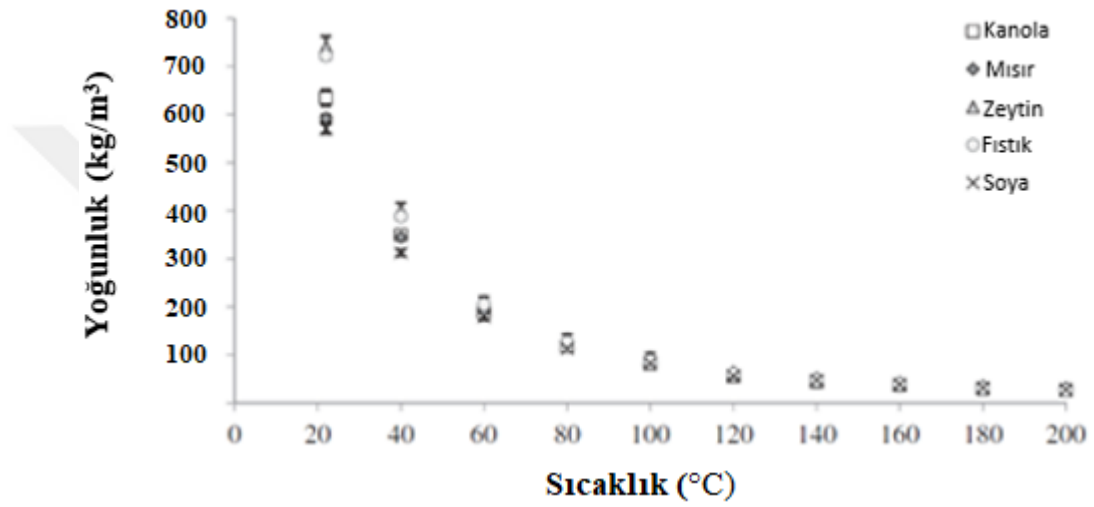
Şekil 2.7 Dizel, B30 ve B100 yakıtlarının sıcaklığa bağlı viskozite değişimi [45]

Lang 1992 [37], rafine edilmiş kanola yağı ve farklı bitkisel yağların sıcaklığa bağlı değişimini 4°C - 100°C sıcaklık aralıklarında ele almış ve sıcaklık artışının bitkisel yağların yoğunluğu üzerinde negatif bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bitkisel yağların yoğunluğunun sıcaklık artışı ile ters orantılı olarak lineer bir şekilde azaldığını Şekil 2.8’de de görülebileceği gibi belirlemiştir.



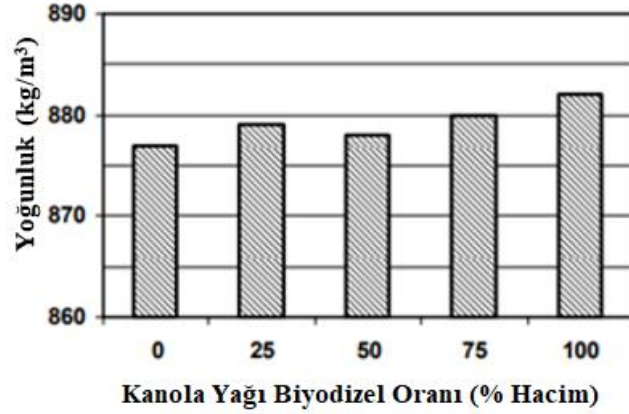
Şekil 2.8 Farklı bitkisel yağların sıcaklığa bağlı yoğunluk değişimi [37]

Sahasrabudhe 2017 [39], farklı bitkisel yağların yoğunluk değişimini 20°C - 200°C sıcaklık aralığında belirlemek için deneysel bir çalışma yapmış ve yapmış olduğu çalışmanın sonucunda farklı bitkisel yağların yoğunluğunun sıcaklık ile lineer bir şekilde ters orantılı olarak değiştiğini gözlemlemiştir. Diğer bir ifade ile sıcaklık artarken kanola yağının yoğunluğu lineer olarak azalmaktadır. Bu doğrusal azalma Şekil 2.9'da gösterilmiştir.



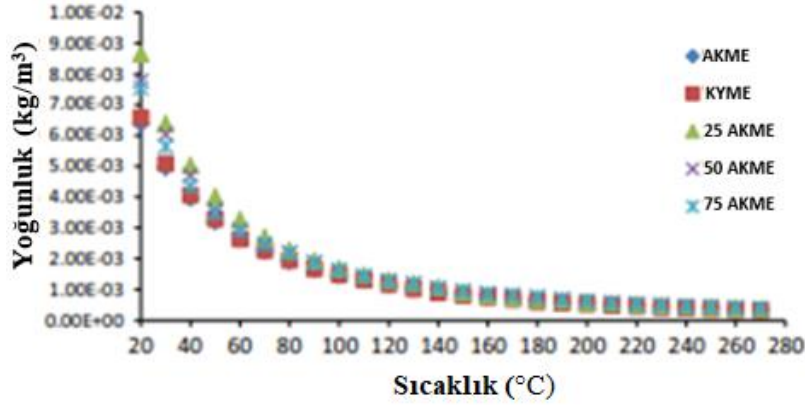
Şekil 2.9 Farklı bitkisel yağların sıcaklığa bağlı yoğunluk değişimi [39]

Yasar ve Adın 2011 [40], hayvan donyağından elde etmiş oldukları biyodizeli kanola yağı biyodizeli ile karıştırmışlar ve kanola yağı biyodizeli karışım oranlarına göre yoğunluktaki değişimi incelemişlerdir. Elde etmiş oldukları deneysel bulgular Şekil 2.10'da gösterilmiştir. Hayvan donyağından elde edilen biyodizelin yoğunluğunun kanola yağı biyodizeli yoğunluğu ile kıyaslandığında biraz daha düşük olduğunu gözlemlemiş olmalarına rağmen yoğunlukların birbirlerine yakın olmasından dolayı hayvan donyağı biyodizeli-kanola yağı biyodizeli karışımının yoğunluk değişimi üzerinde Şekil 2.10'dan da anlaşılacağı gibi kanola yağı biyodizeli oranı değişiminin çok büyük bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir.



Şekil 2.10 Kanola yağı biyodizeli karışım oranına bağlı olarak hayvan donyağı biyodizelinin yoğunluk değişimi [40]

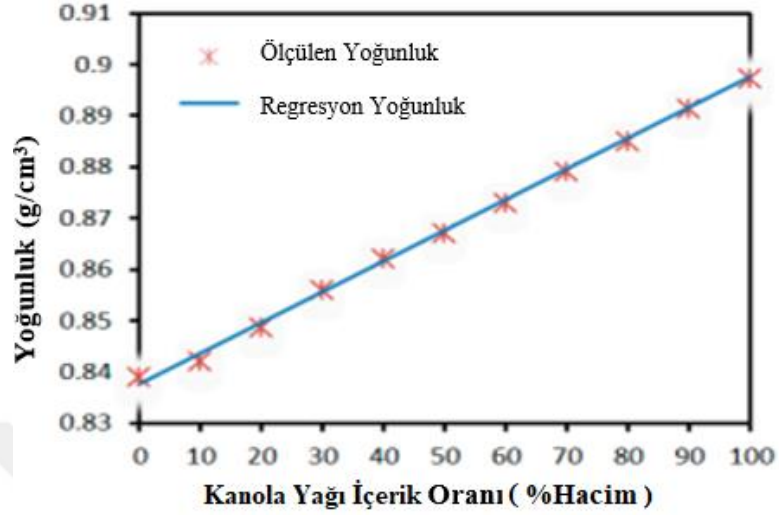
Kassem ve Camur 2017 [41], kanola yağı biyodizeli, AKME ve karışım yakıtların yoğunluğunun değişik karışım oranlarına bağlı olarak çok büyük bir sıcaklık aralığında deneysel olarak tespit etmişlerdir. Buldukları sonuçlar grafiksel olarak Şekil 2.11’de gösterilmiştir. Sıcaklık arttıkça kanola yağı biyodizeli, AKME ve karışım yakıtların yoğunluğunun Şekil 2.11’den de anlaşılacağı gibi polinomial şekilde düştüğü görülmektedir.



Şekil 2.11 Farklı biyodizellerin ve karışım yakıtların sıcaklığa bağlı yoğunluk değişimi [41]

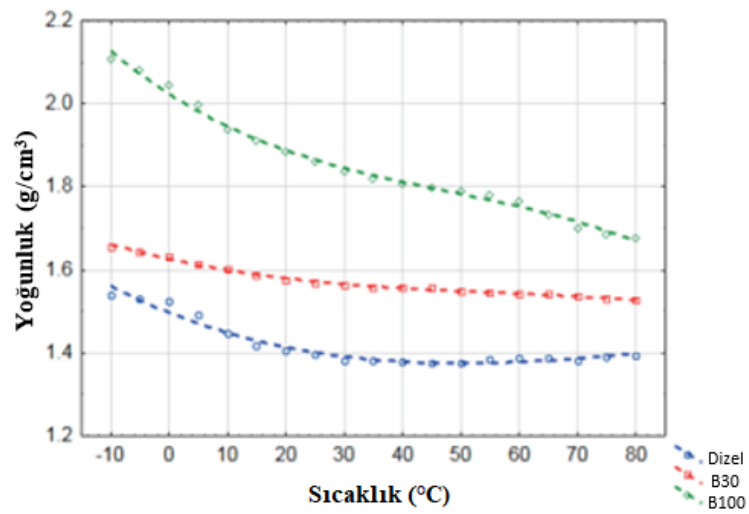
Cong 2017 [42], kanola yağı biyodizelinin yoğunluğunu kanola yağ oranına göre değişimini incelemiştir. Yapmış olduğu incelemeler sonrasında kanola yağ oranındaki artışın biyodizel yakıtının yoğunluğunda artışa sebep olduğunu

belirlemiştir. Şekil 2.12 kanola yağı biyodizel yakıtının karışım oranına bağlı olarak yoğunluk değişimi göstermektedir.



Şekil 2.12 Kanola yağı biyodizelinin karışım oranına bağlı yoğunluk değişimi [42]

Kumbar 2015 [45], dizel, B30 ve B100 yakıtlarının sıcaklığa bağlı değişimini (-10°C - 80°C) sıcaklık aralığında incelemiş ve yakıtların yoğunluğunun artan sıcaklık ile birlikte polinomik bir şekilde azalma gösterdiği sonucuna ulaşmıştır. (Şekil 2.13)



Şekil 2.13 Dizel, B30 ve B100 yakıtlarının sıcaklığa bağlı yoğunluk değişimi

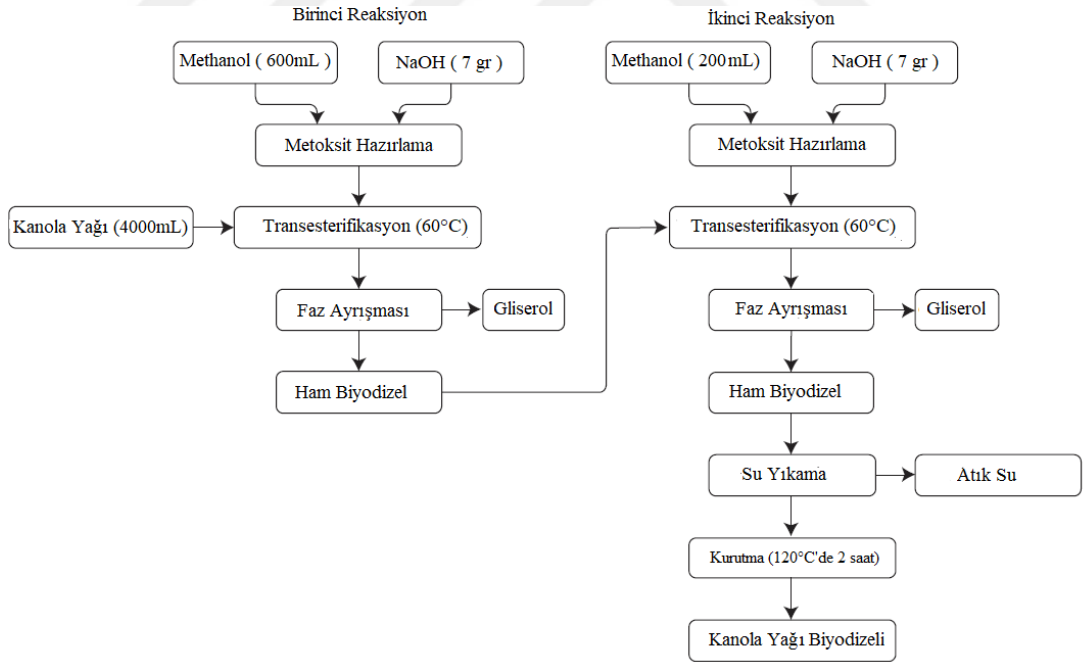
Kanola yağı biyodizelinin parlama noktasının belirlenmesi noktasında ASTM D93 standartlarına göre yapılan test sonrasında kanola yağı biyodizeli yakıtı (B100) için parlama noktası 182°C ve dizel içinse 55°C olarak belirtilmiştir [45]. Kanola yağı biyodizelinin renk değerinin bulunması noktasında yapılan çalışmalar sonrasında kanola yağı için 0.8 verilirken biyodizel (B100) için 1 olarak verilmiştir [46]. Kanola yağı biyodizelinin (B100) için ısıl değer 9585 cal/gr olarak hesaplanmış ve literatürde belirtilmiştir [46]. Deneysel alışmalar sonucunda kanola yağı için su içeriği 212.53 ppm olarak elde edilirken saf kanola biyodizeli (B100) için bu değer 492.51 ppm olarak bulunmuştur [46].



3. DENEYSEL ÇALIŞMA

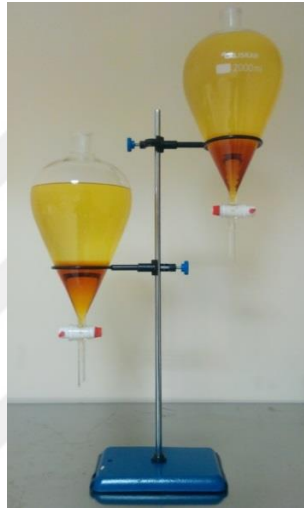
3.1 Biyodizel Üretimi

Bu çalışmada kullanılan kanola yağı Yozgat ilinde bulunan yerel bir marketten temin edilirken, eurodizel de yine aynı şekilde yerel bir akaryakıt istasyonundan tedarik edilmiştir. Bu yakıt Türk Standartları Enstitüsünün TS EN 590 standardına uygun bir yakıt olup Euro 2, 3, 4, 5 ve 6 normundaki tüm motor tipleri için uygundur. Deneysel çalışmalar Yozgat Bozok Üniversitesi Biyosistem Mühendisliği Biyoyakıt laboratuvarın'da gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada incelenen biyodizel kanola yağından iki aşamalı transesterifikasyon yöntemi kullanılarak elde edilmiştir. Bu yöntemde metanol ve sodyum hidroksit (NaOH) sırasıyla alkol ve katalizör olarak kullanılmıştır. Deneysel olarak kullanılan bu kimyasal maddeler Merck kimya endüstrisi firmasından alınmıştır. Biyodizel yakıtının transesterifikasyon yöntemi ile elde edilmesine dair izlenen yollar Şekil 3.1.1'de detaylı bir şekilde gösterilmiştir.



Şekil 3.1.1 Biyodizel üretim akış diyagramı

Birinci aşamada, metoksiti elde etmek için 600 mL metanol ile 7 gr NaOH manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. Daha sonra bu karışım 4000 mL kanola yağına 60°C'de ilave edilmiştir. Karışım için, devir sayısı 1000 d/d olarak alınırken, karıştırma işlemi 90 dk süresi boyunca yapılmıştır. Daha sonra karıştırıcı ve ısıtıcı kapatıldıktan sonra gliserolün çökmesi için ayırma hunisine alınmış ve 2 saat beklenmiştir. Çöken gliserol alınarak karışımın içinden ayrıştırılarak Şekil 3.1.2'de gösterildiği gibi birinci reaksiyon sonrası gliserol çökmesi sağlanmıştır.



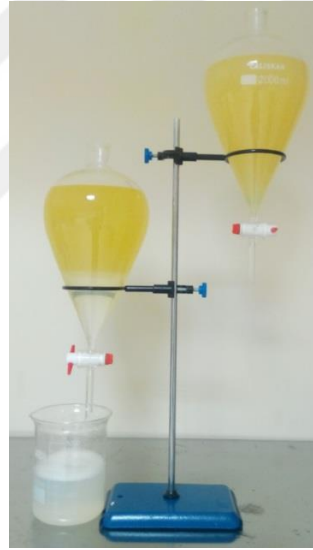
Şekil 3.1.2 Birinci reaksiyon sonrası gliserol oluşumu

İkinci aşamada, bir önceki aşamada elde edilen ham biyodizel 60°C'ye kadar ısıtılmış 200 mL metanol ve 7 gr NaOH karışımı (metoksit) reaksiyon sonunda elde edilen ham biyodizel üzerine ilave edilerek 60 dakika daha reaksiyona tabi tutulmuştur. Yine ilk aşamada olduğu gibi karıştırıcı ve ısıtıcı kapatılmış ve ayırma hunisine alınmış ve sonra çöken gliserol ayrıştırılmıştır. Ham biyodizelin sıcaklığının 75°C'ye çıkması sağlanmış ve metanol uzaklaştırılmıştır. Gliserolün çökmesi için yaklaşık 15 saat beklenilmiş ve çöken gliserol alınmıştır. Alınan gliserol Şekil 3.1.3'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1.3 Gliserolün ayrıştırılması

Bu işlemler yapıldıktan sonra, biyodizel saf su ile Şekil 3.1.4'de gösterildiği gibi biyodizel nötrleşinceye kadar yıkanmıştır.



Şekil 3.1.4 Saf su ile biyodizel yıkanması

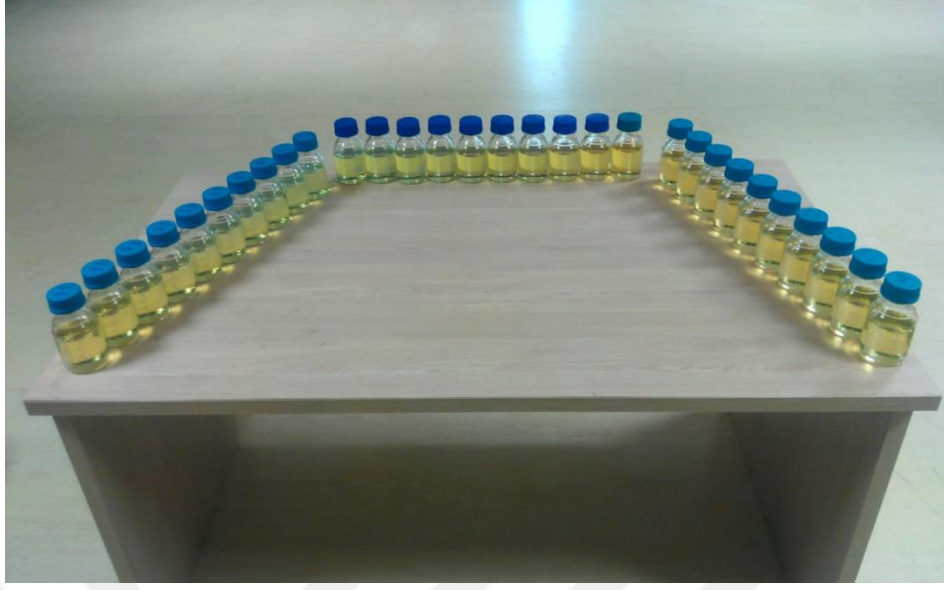
Yıkama yapılmasının arkasındaki temel sebep, reaksiyona girmeyen ve yağ asitleri halinde kalan alkol ve bununla birlikte istenmeyen katalizör iyonları (Na^+ , K^-) ve ayrıştırılamayan gliserolün sistemden tam olarak ayrıştırılıp temizlenmesidir. Yıkama işlemi 60°C 'ye kadar ısıtılan saf suyun, 70°C sıcaklığa getirilen biyodizel üzerine 50 mL'lik mistleme yöntemi ile yapılmıştır. Yıkama işleminden 12 saat sonra ayırma hunisinin alt kısmına yıkama suyu çökmüş, atık su alınmış ve istenmeyen maddelerden temizlenmiştir. Ayrıştırma işleminden sonra, biyodizel tekrar manyetik karıştırıcıya alınarak 120°C ' de 2 saat boyunca içerisinde kalan su

buharlaştırılarak kurutulmuştur. Tüm bu işlemlerin sonunda istenilen ve amaçlanan biyodizel, kanola yağından elde edilmiştir.

3.2 Yakıt Karışımlarının Hazırlanması

Biyodizel kendi başına yakıt olarak kullanılmasının yanında dizel yakıtlar ile belli karışım oranlarında da kullanılabilir. Örnek olarak, B30 karışımının %30 biyodizel içerdiğini gösterirken B100 ise %100 biyodizel yani saf biyodizel olduğunu göstermektedir. Biyodizel karışım oranlarına göre yakıt performansı göz ardı edilemeyecek ölçüde değişmesine rağmen B100 eğer makul maliyette ve yeterli kalitede elde edilebildiği müddetçe hali hazırda kullanılan dizel yakıtların yerini alabilecek alternatif bir yakıt olarak karşımıza çıkmaktadır. Fakat dizel motorlarında B100 kullanımı performans ve çeşitli motor problemlerine sebebiyet verdiği için dolayı gerekli modifikasyonlara ihtiyaç duymaktadır. Bununla beraber, B20'ye kadar genellikle hiçbir modifikasyona ihtiyaç duyulmadan dizel motorlarında kullanılabilir.

Bu çalışmada kanola yağı, kanola yağı biyodizeli ve eurodizel ikili kombinasyon şeklinde belirli oranlarda karıştırılmıştır. İlk karışım kanola yağının kanola yağ biyodizeli ile karıştırılması ile elde edilmiştir. Karışım oranları %10'dan başlayıp %10'luk artışlar ile %90'a kadar alınmıştır. Diğer bir şekilde karışımlar B10, B20,..., B90 şeklinde ifade edilebilir. İkinci karışım ise eurodizelin biyodizel ile karıştırılmasından elde edilmiştir. İlk karışımında elde edilen karışım oranlarının aynısı bu karışım içinde elde edilmiştir. Son karışımımızı ise yine bir öncekilerle aynı karışım oranına sahip olmak üzere eurodizel ile kanola yağının karıştırılması ile elde edilmiştir. Hazırlanan ve deneylerde kullanılan yakıt karışımları Şekil 3.2.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2.1 Hazırlanmış karışım yakıtlar

3.3 Yakıt Özelliklerinin Ölçülmesi

Yakıt performansı için önemli olan ve belirlenmesi gereken fiziksel ve kimyasal özellikler elde edilen karışımlar ve herbir karışım oranları için tek tek deneysel olarak ölçülmüştür. Fizikokimyasal özelliklerden olan yoğunluk, kinematik viskozite, parlama noktası, su içeriği, ısı değeri ve renk bu çalışma sonrasında ortaya konulan değerler olarak raporlanmıştır. Bu özelliklerin ölçümü noktasında kullanılan cihazlar, ölçüm aralığı ve standartlar Tablo 3.3.1’de gösterilmiştir.

Tablo 3.3.1 Analizlerde kullanılan cihazların ölçüm aralıkları, hassasiyetleri, markaları ve standart metodları

| No | Özellik | Cihaz | Ölçüm aralığı | Birim | Hassasiyet | Üretici | Standart |
|----|--------------------------|--|--|---|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| 1 | Yoğunluk / Özgül ağırlık | Kem Kyoto DA-645 | Yoğunluk: 0.00000-3.00000 Sıcaklık: 0-93 | g/cm ³ °C | ±0.00005 ±0.03 | Kem Kyoto Electronics, Japonya | EN ISO 3675 EN ISO 12185 |
| 2 | Kinematik viskozite | Polyscience 7306A12E | Ortam Sıcaklığı-150 Ölçüm tüpü: 1.2-10 Ölçüm tüpü: 5-50 Kronometre : 0-2400 | °C mm ² /s mm ² /s s | ±0.05 ±0.5 ±1 ±0.01 | Polyscience, ABD | EN ISO 3104 |
| 3 | Parlama noktası | Rapid Tester RT-1 | (-30 to +300) | °C | ±1 | Paul N. Gardner Company, ABD | EN ISO 2719 EN ISO 3679 |
| 4 | Su İçeriği | Kem Kyoto MKC-520 (Karl-Fischer titrasyon) | 10-300000 | µg | ±0.1 | Kem Kyoto Electronics, Japonya | EN ISO 12937 |
| 5 | Isıl değer | IKA C200 | 0-40000 | J | ±0.1 | IKA, Birleşik Krallık | DIN 51900 |
| 6 | Renk | Lovibond PFXi 195/2 | 0.5-8 | - | ±0.0004 | Lovibond, Birleşik Krallık | ASTM D 1500 |

3.3.1 Kinematik Viskozite

EN ISO 3104 standartlarına uygun olarak Polyscience marka 7306A12E model ölçüm cihazı kullanılarak karışımların kinematik viskozitesi ölçülmüştür. Bu cihaz $\pm 0.05K$ gibi yüksek bir sıcaklık ölçüm hassasiyetine sahiptir. Yoğunluk ölçümünde olduğu gibi her bir ölçümden önce cam tüpler etanol ve takiben de temiz ve kuru hava ile istenmeyen kalıntılardan kurtulmak için temizlenmiştir. Viskozitesi ölçülecek yakıt cam ölçüm tüpüne konulduktan sonra ölçüm yapılacak sıcaklığa ulaşabilmek için yaklaşık 10 dakika boyunca ısıtılmıştır. Kinematik viskoziteler $25^{\circ}C-100^{\circ}C$ sıcaklık aralığında $5^{\circ}C$ 'lık sıcaklık artışları ile ölçülmüştür. Kinematik viskozite ölçümü için hazırlanan ve kullanılan kinematik viskozite ölçüm cihazı Şekil 3.3.1.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.3.1.1 Kinematik viskozite ölçüm cihazı



CANNON 1C G 283
Katsayısı : 0.03205



KOEHLER UBB 1B 1657
Katsayısı : 0.04749

Şekil 3.3.1.2 Kinematik viskozitede kullanılan ölçüm tüpleri

3.3.2 Yoğunluk

Elde edilen karışımların yoğunlukları EN ISO 12185 standartlarına uygun olarak Kem Kyoto ölçüm cihazı kullanılarak elde edilmiştir. Bu cihaz yoğunluk açısından $\pm 0.00005 \text{ g/cm}^3$ ölçüm hassasiyetine sahip iken bu hassasiyet oranı sıcaklık için $\pm 0.03^\circ\text{C}$ 'dir.

Tablo 3.3.1'den de görülebileceği gibi sıcaklık aralığı $0^\circ\text{C} - 93^\circ\text{C}$ olarak alınmıştır. 90°C 'ye kadar 5°C aralıklar ile ölçüm gerçekleştirilmiş ve elde edilen değerler sıcaklığın ve karışım oranlarının yoğunluk üzerinde etkisini daha iyi ortaya koyabilmek için birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Herbir ölçüm öncesinde cihaz etanol ile temizlenmiştir. Bu temizlik işleminden sonra kullanılan etanol cihaz tarafından kurutulmuştur. Yoğunluk ölçüm cihazı şekil 3.3.2.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.3.2.1 Yoğunluk ölçüm cihazı

3.3.3 Isıl Değer

Karışımların ısı değerleri IKA marka C200 model bomba kalorimetresi cihaz kullanılarak elde edilmiştir. Isıl değer ölçümleri EN 61010 ölçüm standartları baz alınarak yapılmıştır. Isıl değer ölçüm noktasında yaklaşık 30 bar basınçta oksijen ile dolu kalorimetre, 2000mL'lik su, bulunan cihazın içerisine konulmuş ve daha sonra kalorimetre içerisinde herbir karışım oranı için değişik miktarlarda yakıt yanma işlemine tabi tutulmuştur. Daha sonra kalorimetre ekranından ısı değer MJ/kg olarak ölçülmüştür. Isıl değer ölçüm cihazı ve oksijen tüpü Şekil 3.3.3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.3.3.1 Kalorimetre ve oksijen tüpü

3.3.4 Parlama Noktası

Parlama noktası ölçümleri Rapid Tester marka RT-1 model cihazı kullanılarak ISO 3679 standartlarına uygun bir şekilde yapılmıştır. Parlama noktası ölçüm cihazı Şekil 3.3.4.1’de gösterilmiştir. Yoğunluk ve kinematik viskozite ölçümlerinde olduğu gibi, her ölçümden önce cihaz, istenmeyen maddeleri ya da kalıntıları temizlemek için etanol ile temizlendikten sonra, yine etanolden geriye kalabilecek artık maddeleri temiz ve kuru hava ile tekrar bir temizleme işlemine tabi tutulmuştur. Eğer ölçülen karışımların parlama noktası 100°C’den düşük ise, karışımlar 2mL olarak hazırlanıp cihaza konularak ölçümler gerçekleştirilmiştir. Eğer parlama noktası 100°C’den fazla ise karışımlar 4mL olarak ayarlanarak ölçümler gerçekleştirilmiştir. Cihaza yerleştirilen karışımların parlama noktaları belirlendikten sonra sıcaklık 5°C’e civarına düşürüldü. Her 1°C’lik sıcaklık artışı sonucunda gerçek parlama noktaları belirlenmiştir.



Şekil 3.3.4.1 Parlama noktası ölçüm cihazı

3.3.5 Su İçeriği

Su içeriği ölçümlerinde Kem Kyoto Electronics marka Karl-Fischer Moisture Titrator MKC-520 model cihaz kullanılmıştır. 10 µg ile 300 mg ölçüm aralığına sahiptir. Su içeriği ölçümleri 5-35°C sıcaklık aralığında gerçekleştirilmiştir. Ölçümlere başlanmadan önce, cihaz açılmış ve ön titrasyon işlemi başlatılmıştır.

Daha sonra, homojen yakıt karışımlarından 3-5mL temiz bir enjektör ile alınmış karışım numunesinin ağırlık ölçümleri yapılmıştır. Titrasyon işlemi sona erdikten sonra, karışım cihaza gönderilmiş ve boş enjektör'ün ağırlığı ölçülmüştür. Cihaz boş ve dolu enjektörlerin ağırlığının girilmesini istediği zaman tartılan değerler girilmiş ve cihaz su içeriğini ppm olarak ekranda göstermiştir. Su içeriği ölçüm cihazı ve ölçüm esnasında kullanılan yakıt aşağıda Şekil 3.3.5.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.3.5.1 Su içeriği ölçüm cihazı

3.3.6 Renk

Karışımların renk ölçümleri Lovibond PFXi 195/2 cihazında ASTM D1500 standartlarına uygun olarak yapılmıştır. Elde edilen renk değerleri karışımlar için grafiksel olarak verilmiştir. Şekil 3.3.6.1'de renk ölçümünde kullanılan cihaz gösterilmiştir.



Şekil 3.3.6.1 Renk ölçüm cihazı

4. SONUÇ VE BULGULAR

4.1 Ham Kanola Yağının Özellikleri

Hammadde olarak KY'nin kullanılabilmesi için belli başlı özellikleri tespit edilmiş ve pamuk yağının (PaY), jatropha yağının (JY), soya yağının (SY), palm yağının (PY) ve aspir yağının (AY) özellikleri ile karşılaştırması Tablo 4.1.'de gösterilmiştir. 36.085 mm²/s olarak ölçülen KY'nin viskozitesi ED den yaklaşık 12 kat fazla olduğu görülmüştür. Isıl değeri de 39.384 MJ/kg çıkmıştır.Yapılan deneyler sonucunda kanola yağı, kanola yağı biyodizeli ve eurodizel'e ait yoğunluk, kinematik viskozite, ısıl değer, renk, su içeriği ve parlama noktası gibi fizikokimyasal özellikler bu bölümde grafiksel olarak gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Kanola yağının diğer bitkisel yağların özellikleri ile karşılaştırılması

| No | Özellik | Birim | KY | AY ¹ | JY ² | PY ² | SY ² | PaY ³ |
|----|--------------------------------|--------------------|--------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|------------------|
| 1 | Kinematik viskozite (40°C'de) | mm ² /s | 36.085 | 32.102 | 48.091 | 41.932 | 31.739 | 31.347 |
| 2 | Kinematik viskozite (70°C'de) | mm ² /s | 15.065 | 13.907 | - | - | - | 13.989 |
| 3 | Kinematik viskozite (100°C'de) | mm ² /s | 8.2153 | 7.706 | 9.1039 | 8.496 | 7.6295 | 7.78 |
| 4 | Viskozite indeksi (VI) | - | - | 223.478 | 174.1 | 185 | 223.2 | 234.23 |
| 5 | Yoğunluk (15°C'de) | kg/m ³ | 904.23 | 921.03 | 915 | 899.8 ⁴ | 907.3 ⁴ | 921.5 |
| 6 | Isıl değer | MJ/kg | 39.384 | 40.468 | 38.961 | 39.867 | 39.579 | 39.278 |
| 7 | Parlama noktası | °C | 230 | 229 | 258.5 | 254.5 | 280.5 | 242 |
| 8 | Su içeriği | mg/kg | 450.0 | 478.17 | - | - | - | 232.9 |
| 9 | BN | °C | - | 6 | - | - | - | - |
| 10 | AN | °C | - | -6 | - | - | - | - |
| 11 | SFTN | °C | - | 13 | 21 | 23 | 13 | - |
| 12 | DN | °C | - | -21 | - | - | - | - |
| 13 | Renk | - | 0.5 | 2 | - | - | - | - |

¹[47]

²[48]

³[49]

⁴40°C'de

4.2 Kanola Yağı Metil Esterinin Yağ Asidi Bileşenleri

Gerek gıda sektörü açısından gerekse fiziksel özellikleri belirlemede yağ asidi kompozisyonlarının bilinmesi önemlidir. Karbon atomları arasındaki çift bağlar doymamış yağ asitlerinde bir veya birden fazla olabilmektedir. Bitkisel yağlarda en yaygın olarak bulunan yağ asitleri linolenik, palmitik, linoeik, stearik, oleiktir. Doymuş yağ asidi olan palmitikin karbon atomları arasında çift bağ bulunmamaktadır. Oleik asitte bu sayı tektir. İki veya daha fazla çift bağ bulunduran yağ asitleri de mevcuttur [50]. İncelemeler ve uygulamalar sonucu olarak kimyasal olarak dallanmış, uzun, tek çift bağlı yapıya sahip yağ asitlerini bulunduran yağların dizel yakıtlara alternatif olduğu, bununla birlikte yüksek doymamışlık derecesinin setan sayısını istenmeyen tarafa yönlendirdiğini ortaya çıkarmıştır [51].

Yerfıstığı yağı (YY) , Mısır yağı (MY), Susam yağı (SuY), PY, SY, PaY, (AyY), AY ve AY gibi bitkisel yağların kanola yağı ile karşılaştırması Tablo 4.2 de verilmiştir. Bu verilere göre KY'nın oleik asitçe (%64.4) diğer yağlardan yüksek olduğu görülmekte olup biyodizel verimi de dolayısıyla yüksektir. Bu veriler ışığında KY biyodizel hammadde olarak tercih edilebilir.

4.3 Kanola Yağı Metil Esterinin Özellikleri

KYME'nin EN14214 ve ASTM D6751 standartlarına göre bulunan önemli yakıt özelliklerinin kinematik viskozite (40, 70 ve 100°C'de), yoğunluk (15°C'de), su içeriği, parlama noktası ve ısı değer verileri ayçiçek yağı metil esteri (AyYME), soya yağı metil esteri (SYME), pamuk yağı metil esteri (PaYME), hardal yağı metil esteri (HYME), kanola yağı metil esteri KYME ile karşılaştırması Tablo 4.3.'te görülmektedir. Ayrıca diğer yağların BN, SFTN, AN, DN, bakır şerit korozyon, renk, pH, linolenik asit metil esteri ile özellikleri de Tablo 4.3'te verilmiştir. KYME ile elde edilen deneysel sonuçlar standart aralıklarda kaldığı görülmektedir. Ölçülen değerler arasında parlama noktası 170°C ile iki standart (EN14214, ASTM D6751) değerler içerisinde çıkması taşıma açısından güvenli bir alternatif yakıt olarak değerlendirme fırsatını sunmaktadır. Ayrıca KY, KYME, ED' nin kendi aralarında oluşturduğumuz farklı oranlardaki karışımlarının (27 adet) ve KY, ED, ve KYME de

olmak üzere toplam 30 adet örneğin geniş skalada kinematik viskozite ve yoğunluk değerleri EK 1 ve EK 2' deki tablolarda verilmiştir.



Tablo 4.2. Gıda niteliği olan farklı bitkisel yağların yağ asidi kompozisyonları (%Ağırlıkça)

| No | Yağ asidi | Molekül ağırlığı | Yapı | Sistemik isim | Formül | AY ¹ | AyY ² | KY ³ | PaY ³ | SY ² | PY ² | SuY ⁴ | MY ⁵ | YY ⁶ | |
|----|-------------|------------------|-------|-------------------------------|--|-----------------------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|------|
| 1 | Kaprilik | 144 | 08:00 | Octanoic | C ₈ H ₁₆ O ₂ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 2 | Kaprik | 172 | 10:00 | Decanoic | C ₁₀ H ₂₀ O ₂ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 3 | Laurik | 200 | 12:00 | Dodecanoic | C ₁₂ H ₂₄ O ₂ | 0 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 4 | Miristik | 228 | 14:00 | Tetradecanoic | C ₁₄ H ₂₈ O ₂ | 0.05 | 0.2 | 0 | 0 | 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 5 | Palmitik | 256 | 16:00 | Hexadecanoic | C ₁₆ H ₃₂ O ₂ | 5.28 | 4.8 | 3.49 | 28.33 | 11 | 40.3 | 8.5 | 11.8 | 8 | |
| 6 | Palmitoleik | 254 | 16:01 | Hexadec-9-enoic | C ₁₆ H ₃₀ O ₂ | 0.05 | 0.8 | 0 | 0 | 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 7 | Steraik | 284 | 18:00 | Octadecanoic | C ₁₈ H ₃₆ O ₂ | 1.79 | 5.7 | 0.85 | 0.89 | 4 | 3.1 | 5.4 | 2 | 2.9 | |
| 8 | Oleik | 282 | 18:01 | cis-9-Octadecenoic | C ₁₈ H ₃₄ O ₂ | 29.88 | 20.6 | 64.4 | 13.27 | 23.4 | 43.4 | 38.8 | 24.8 | 44.9 | |
| 9 | Linoleik | 280 | 18:02 | cis-9-cis-12 Octadecadienoic | C ₁₈ H ₃₂ O ₂ | 62.29 | 66.2 | 22.3 | 57.51 | 53.2 | 13.2 | 46.3 | 61.3 | 32.8 | |
| 10 | Linolenik | 278 | 18:03 | cis-9-cis-12 Octadecatrienoic | C ₁₈ H ₃₀ O ₂ | 0.08 | 0.8 | 8.23 | 0 | 7.8 | 0 | 0 | 0 | 5.6 | |
| 11 | Araşidik | 312 | 20:00 | Eicosanoic | C ₂₀ H ₄₀ O ₂ | 0.4 | 0.4 | 0 | 0 | 0.3 | 0 | 1 | 0 | 0 | |
| 12 | Gondoik | 310 | 20:01 | 11- Eicosenoic | C ₂₀ H ₃₈ O ₂ | 0.14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 13 | Behenik | 340 | 22:00 | Docosanoic | C ₂₂ H ₄₄ O ₂ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1 | 0 | 0 | 0 | 3.8 | |
| 14 | Erusik | 339 | 22:01 | cis-13 Docosenoic | C ₂₂ H ₄₂ O ₂ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| 15 | Nervonik | 367 | 24 | cis-15-Tetracosenoic | C ₂₄ H ₄₆ O ₂ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| | | | | | | Doymuş yağ asitleri | 7.52 | 11.6 | 4.34 | 29.22 | 15.5 | 43.4 | 14.9 | 13.8 | 15.7 |
| | | | | | | Tekli doymamış yağ asitleri | 30.07 | 21.4 | 64.4 | 13.27 | 23.5 | 43.4 | 38.8 | 24.8 | 45.9 |
| | | | | | | Çoklu doymamış yağ asitleri | 62.37 | 67 | 30.53 | 57.51 | 61 | 13.2 | 46.3 | 61.3 | 38.4 |
| | | | | | | Toplam | 99.96 | 100 | 99.27 | 100 | 100 | 100 | 100 | 99.9 | 100 |

¹[47]²[52]³[53]⁴[54]⁵[55]⁶[56]

Tablo 4.3. KYME'nin EN 14214 ve ASTM D6751 standartlarına göre analiz sonuçları ve bazı metil esterler ile karşılaştırılması

| No | Özellik | Birim | EN 14214 | ASTM D6751 | KYME | HYME ¹ | AYME ² | PaYME ³ | SYME ³ | AyME ³ |
|----|------------------------|--------------------|----------|------------|--------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | Kinematik viskozite* | mm ² /s | 3.5-5.0 | 1.9-6.0 | 4.703 | 5.69 | 5.549 | 4.1 | 4.38 | 4.7 |
| 2 | Kinematik viskozite** | mm ² /s | - | - | 2.727 | 3.714 | 3.175 | - | - | - |
| 3 | Kinematik viskozite*** | mm ² /s | - | - | 1.828 | 2.402 | 2.079 | - | - | - |
| 4 | VI | - | - | - | - | - | 223.933 | - | - | - |
| 5 | Yoğunluk**** | kg/m ³ | 860-900 | - | 881.07 | 885.5 | 890.73 | 895 | 899 | 900 |
| 6 | Isıl değer | MJ/kg | - | - | 39.98 | 39.48 | 41.811 | - | - | - |
| 7 | Parlama noktası | °C | 101 min. | 130 min. | 170.0 | 170 | 171 | 125 | 120 | 115 |
| 8 | Su içeriği | mg/kg | 500 mak. | 500 mak. | 450.0 | 357.81 | 242.99 | - | - | - |
| 9 | BN | °C | - | - | - | 7.5 | -5 | -3 | -2.3 | -2.4 |
| 10 | AN | °C | - | - | - | -2.5 | -14 | -3.6 | -3.8 | -4 |
| 11 | SFTN | °C | - | - | - | -1 | -9 | - | - | - |
| 12 | DN | °C | - | - | - | - | -16 | -4.6 | -5 | -5 |
| 13 | Renk | - | - | - | 0.6 | 1.9 | 1.6 | - | - | - |

*40°C'de

**70°C'de

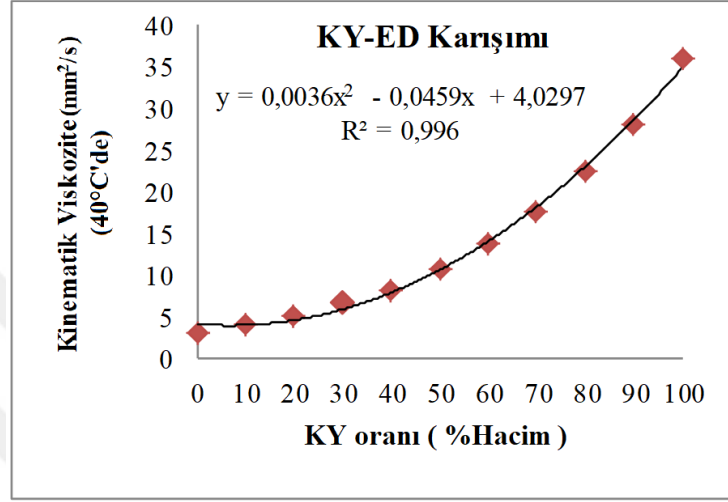
***100°C'de

****15°C'de

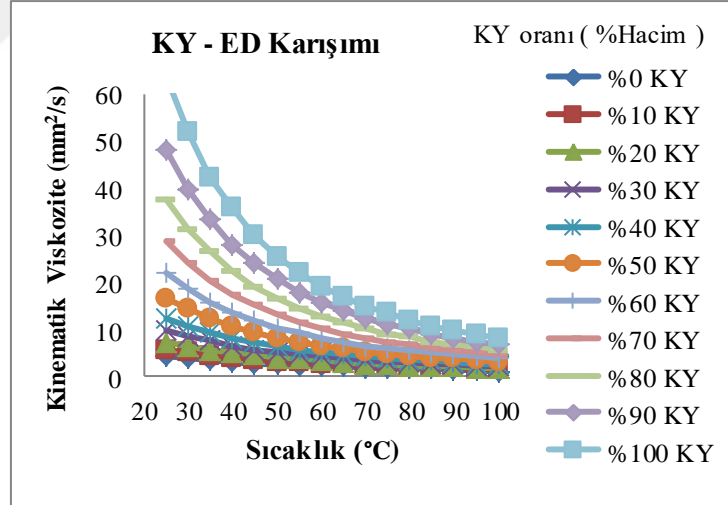
¹[57]²[47]³[58]

4.4 Kinematik Viskozite

Şekil 4.4.1.a'da KY-ED karışımı için 40°C sabit sıcaklıkta ve Şekil 4.4.1.b'de ise 25-100°C sıcaklık aralığında kanola yağ oranına bağlı deneysel olarak elde edilen kinematik viskozite değişimleri gösterilmiştir.



(a)



(b)

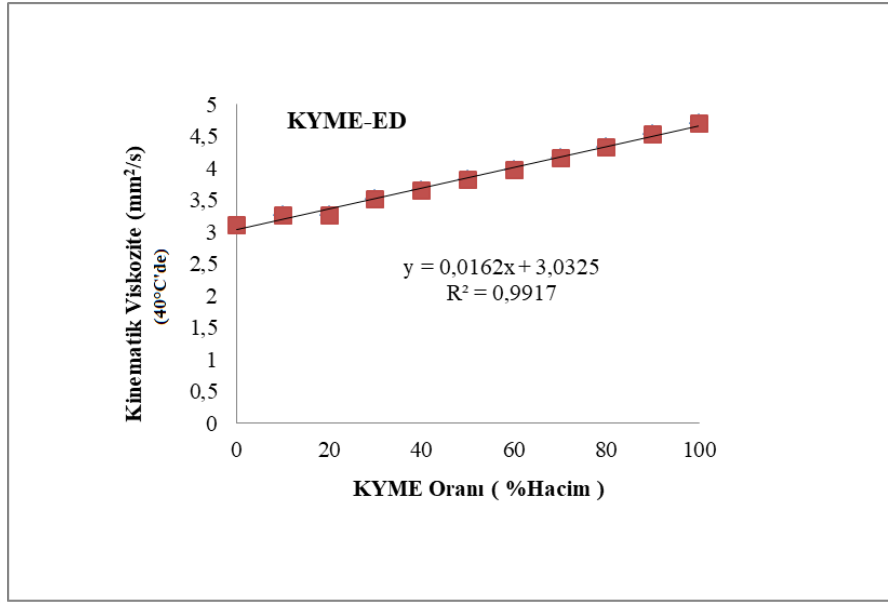
Şekil 4.4.1 Kinematik viskozite değişimi:

(a) KY oranına bağlı (40°C'de), (b) Sıcaklığa bağlı

40°C'de KY-ED karışımının kinematik viskozitesi KY oranı arttıkça artmaktadır. Bu sabit sıcaklıkta KY oranına bağlı kinematik viskozite için elde edilen denklemden de anlaşılacağı gibi bu artış doğrusal değil ikinci dereceden bir polinom eğrisi şeklindedir. Diğer bir ifade ile KY-ED karışımında ED oranı azaldıkça kinematik viskozite artmaktadır. Sıcaklık değeri 40°C'de saf kanola yağı için kinematik

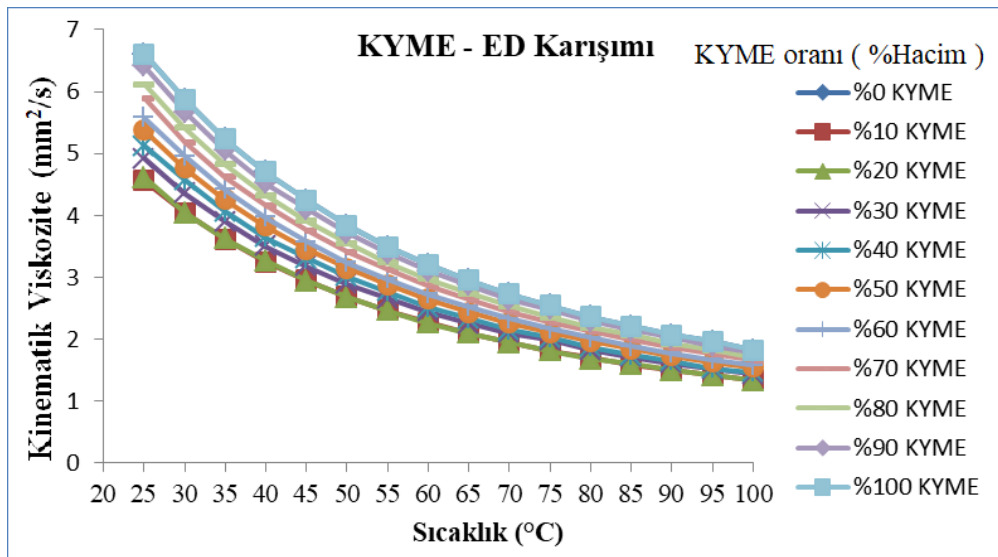
viskozite 36.0633 (mm²/s) bulunurken bu değer eurodizel için 3.109171 (mm²/s) olarak ölçülmüştür. Kanola yağının kinematik viskozitesinin eurodizel ile kıyaslandığında çok yüksek olması, karışım içinde kanola yağının oranının artması kinematik viskozite’de artışa neden olmaktadır. 40°C’deki kanola yağ oranına bağlı grafik iki lineer bölge halinde ele alınabilir. İlk bölge kanola yağ oranının %50’ye kadar olan kısmı ve %50’den sonra olan kısım ilk lineer kısmın eğimi grafikte anlaşılabacağı gibi ikinci lineer bölgenin eğiminden daha düşük olduğu için bu bölgeye kadar olan kısımda KY-ED’nin kinematik viskozitenin artışı azalarak artan eğiliminde iken bu bölgeden sonra artış sert bir şekilde olmaktadır.

KY-ED karışımının kinematik viskozitesi KY oranına bakılmaksızın sıcaklık ile ters orantılı olarak değişmektedir. KY oranı ne olursa olsun artan sıcaklık KY-ED’nin kinematik viskozitesinde düşüşe sebebiyet vermektedir. Sıcaklığa bağlı bu düşüőler ikinci dereceden bir eğri şeklindedir. Diğer bir ifade ile sıcaklık ile kinematik viskozite değişimi arasında bir doğrusallık söz konusu değildir. Fakat yüksek sıcaklıklara (90°C) ıkıldıka kinematik viskozitedeki düşüş tutarlı hale gelmekte ya da düşüşün çok az olduğu bir rejime doğru yaklaşma eğilimi içerisindedir. Bu eğilim KY oranının %50’ye kadar olan kısmında çok daha belirgindir. Kuvvetli ihtimal çok yüksek sıcaklıklarda (>100°C) KY-ED’nin kinematik viskozitesi KY oranından bağımsız olarak sabit kalma eğilimi gösterecektir.



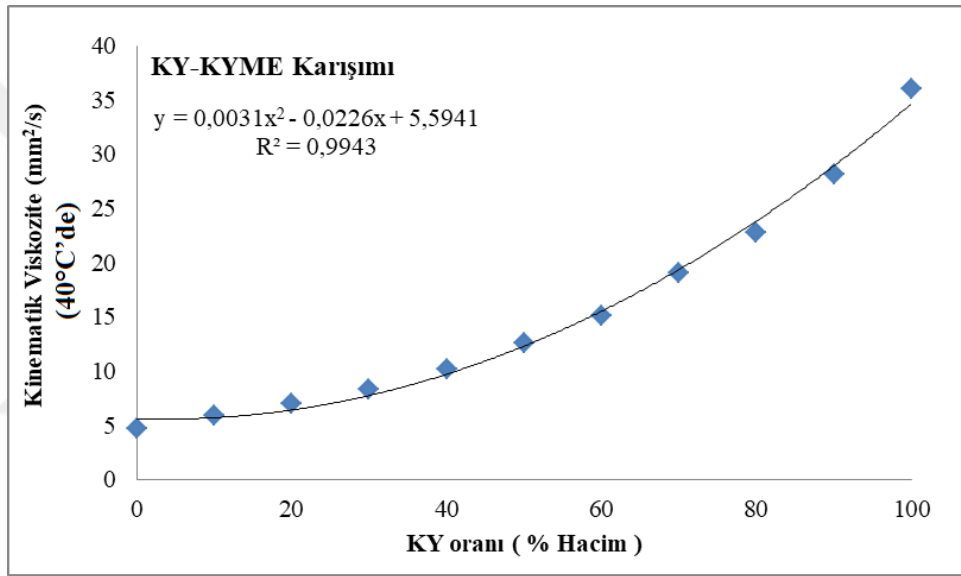
Şekil 4.4.2 40°C'de KYME-ED karışımının kinematik viskozite değişimi

KYME-ED karışımı için 40°C'de KYME oranına bağlı kinematik viskozite değişimi Şekil 4.4.2'de gösterilmiştir. Karışım içerisindeki KYME oranı arttıkça karışımın kinematik viskozitesinde artış gözlemlenmektedir ve bu KY-ED karışımının aksine lineer bir artış olduğu gözlemlenmektedir. KYME için kinematik viskozite 40°C'de 4.7030 (mm²/s) olarak tespit edilmiştir. Bu değer kanola yağı için 36.063 (mm²/s) olarak bulunmuştur. Buradan da anlaşılacağı gibi kanola yağının viskozitesi KYME'nin kinematik viskozitesinden oldukça yüksektir.



Şekil 4.4.3 KYME-ED karışımının sıcaklığa bağlı kinematik viskozite değişimi

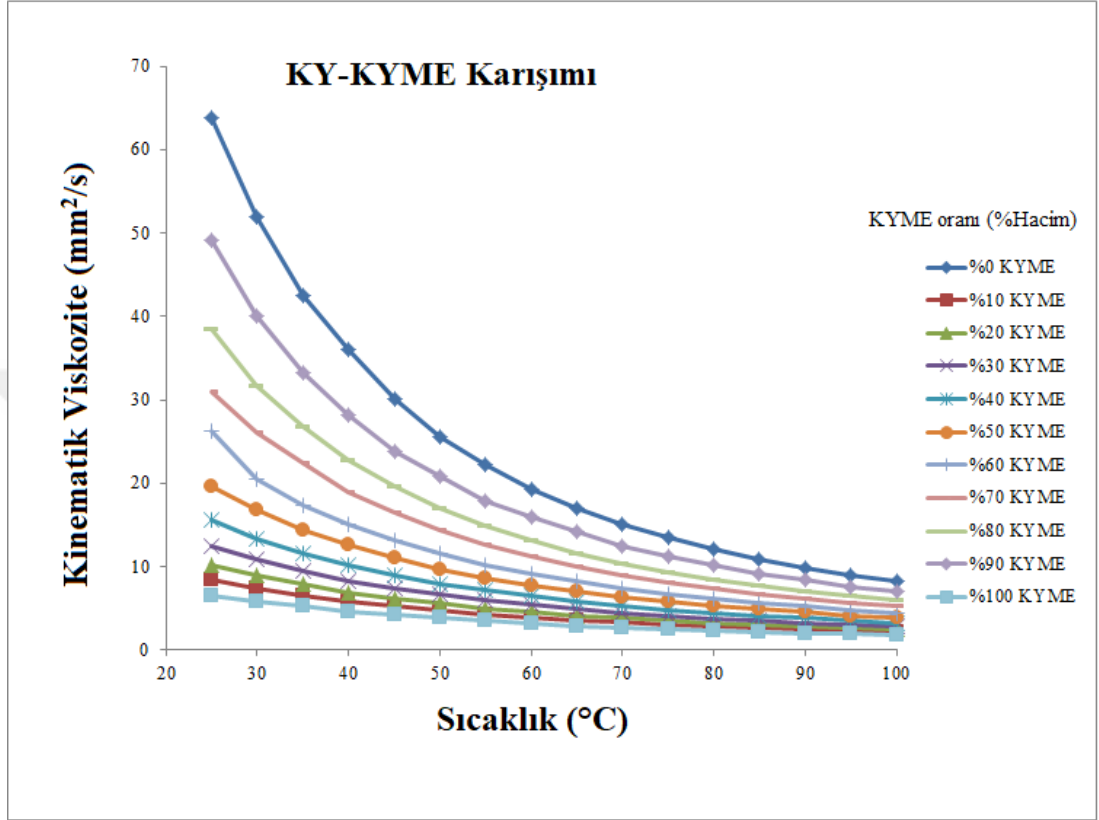
KYME-ED karışımının sıcaklığa ve KYME oranına bağlı kinematik viskozitesindeki değişim yukarıda Şekil 4.4.3’de gösterilmiştir. Tüm KYME oranları için sıcaklık artışı KYME-ED’nin kinematik viskozitesinde eğrisel bir düşüşe sebebiyet vermiştir. KY-ED karışımında olduğu gibi sıcaklık ile kinematik viskozite arasında doğrusal olmayan bir ters orantı söz konusudur. Yüksek sıcaklıklara (>80°C) çıkıldıkça kinematik viskozite değerindeki düşüş çok azalmakta ve tüm karışım oranları için sabit bir değere ulaşma eğilimi içerisindedir. İlave olarak KYME %80 oranına kadar olan kısımdaki kinematik viskozite değerleri birbirine çok yaklaşmaktadır.



Şekil 4.4.4 40°C’de KY-KYME karışımının kinematik viskozite değişimi

KY-KYME karışımı için 40°C’de deneysel olarak elde edilen ve KY oranına bağlı olan kinematik viskozite değişimi Şekil 4.4.4’te gösterilmiştir. Grafikten’de anlaşılacağı gibi KY oranı ile kinematik viskozite arasında doğrusal olmayan bir ilişki mevcuttur. Diğer bir tanımlama ile KY oranındaki artış karışımın kinematik viskozitesinde doğrusal olmayan (polinomik) bir artışa neden olmaktadır. KY oranına bağlı bu polinomik artış KY-ED karışımında da deneysel çalışmalar neticesinde yukarıda ortaya konulmuştu. Ayrıca KYME-ED karışımında KYME oranına bağlı kinematik viskozitenin değişiminin doğrusal olduğu da belirtilmiştir. Buradan çıkarılabilecek sonuç, çok yüksek kinematik viskozite değerine sahip

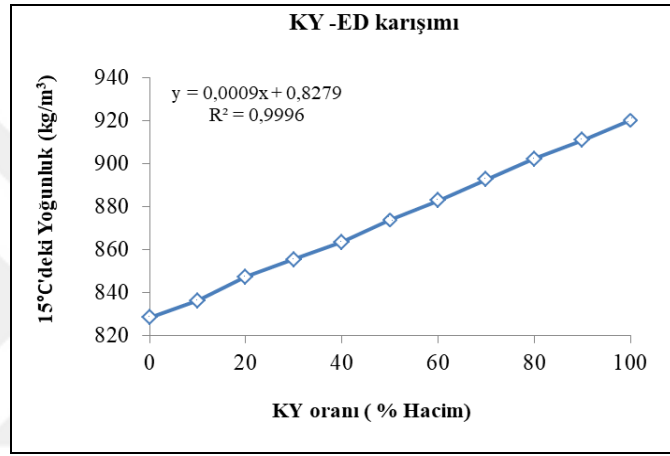
KY'nin karışımın kinematik viskozitesini sert bir şekilde değiştirdiğidir. Bu değişim karışımda KY oranı arttıkça daha çok dramatikleşmektedir.



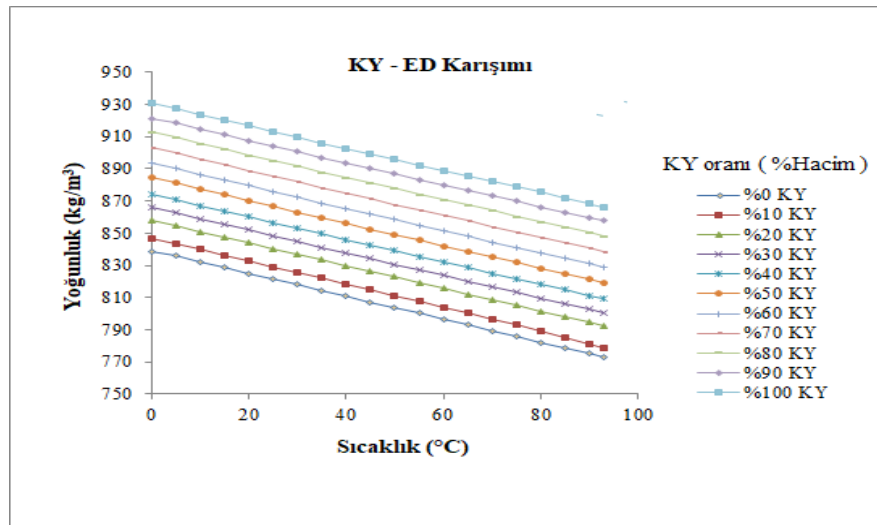
Şekil 4.4.5 KY-KYME karışımının sıcaklığa bağlı kinematik viskozite değişimi

4.5 Yoğunluk

KY-ED karışımının 15°C sabit sıcaklıkta KY oranına göre yoğunluk değişimi Şekil 4.5.1’de görüldüğü gibi KY oranı arttıkça karışımın yoğunluğunda lineer bir artış gözlemlenmektedir. KY için yoğunluk 15°C’de 920.26 (kg/m³) olarak bulunurken, euro-dizel (ED) için yoğunluk değeri 828.62 (kg/m³) olarak tespit edilmiştir. Yukarıdaki lineer denklem kullanılarak KY oranına bağlı yoğunluk değişimi kolaylıkla hesaplanabilir.

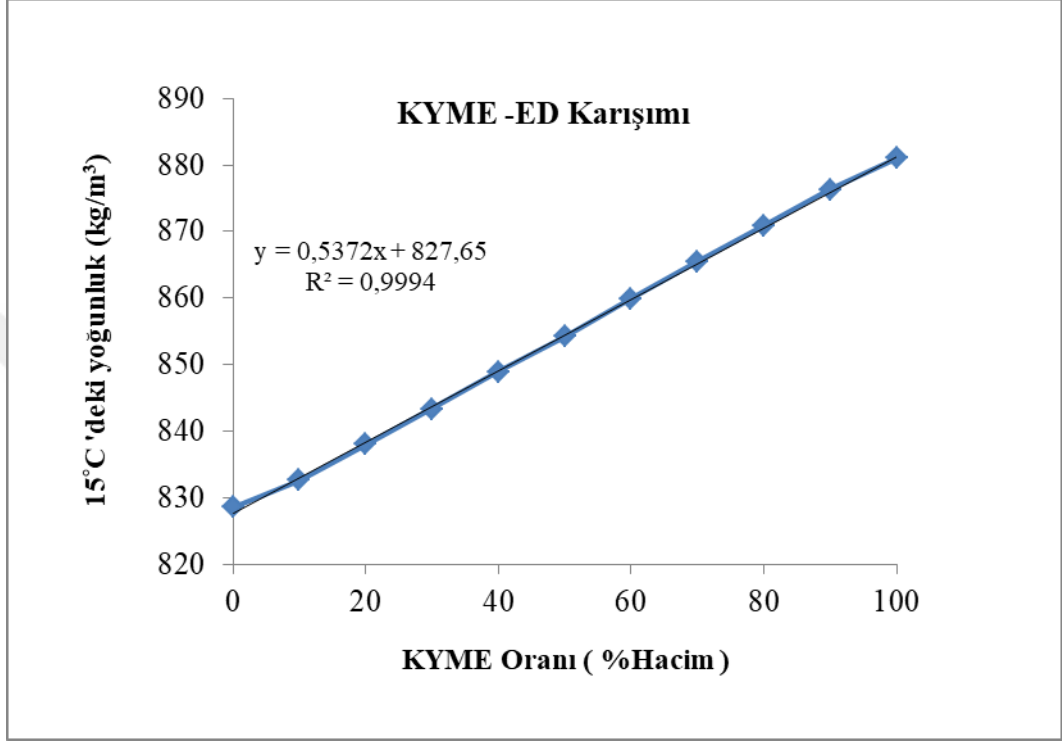


Şekil 4.5.1 15°C’de KY-ED karışımının yoğunluk değişimi



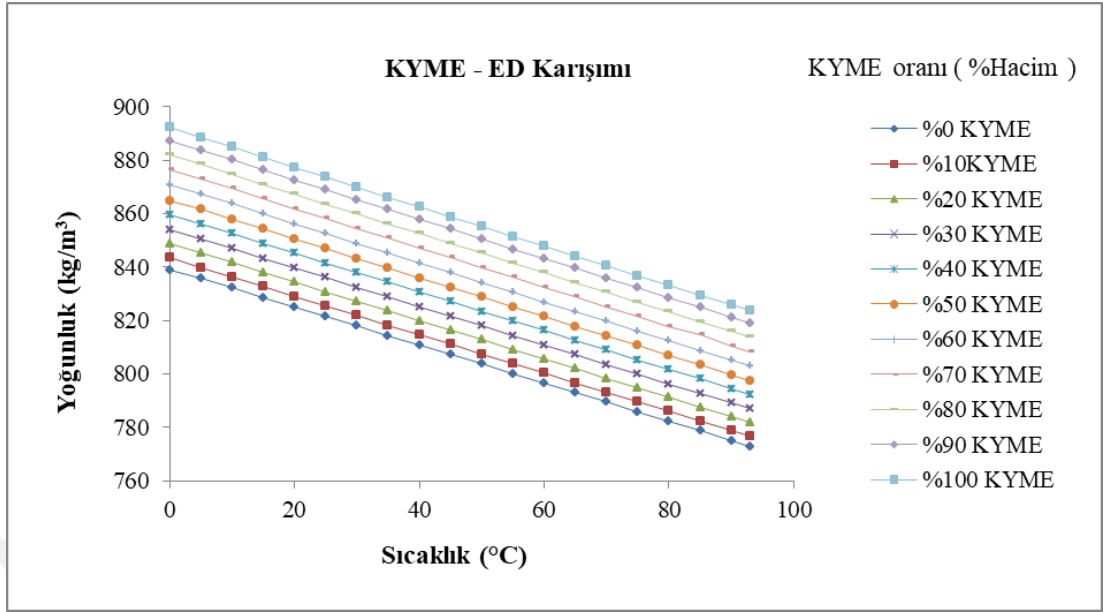
Şekil 4.5.2 KY-ED karışımının sıcaklığa bağlı yoğunluk değişimi

KY-ED karışımı için değişik KY oranlarında sıcaklığa bağlı yoğunluk değişimi Şekil 4.5.2'den anlaşılacağı gibi sıcaklık arttıkça düşmektedir. Bu düşüş tüm KY oranlarında lineer olarak gerçekleşmektedir.



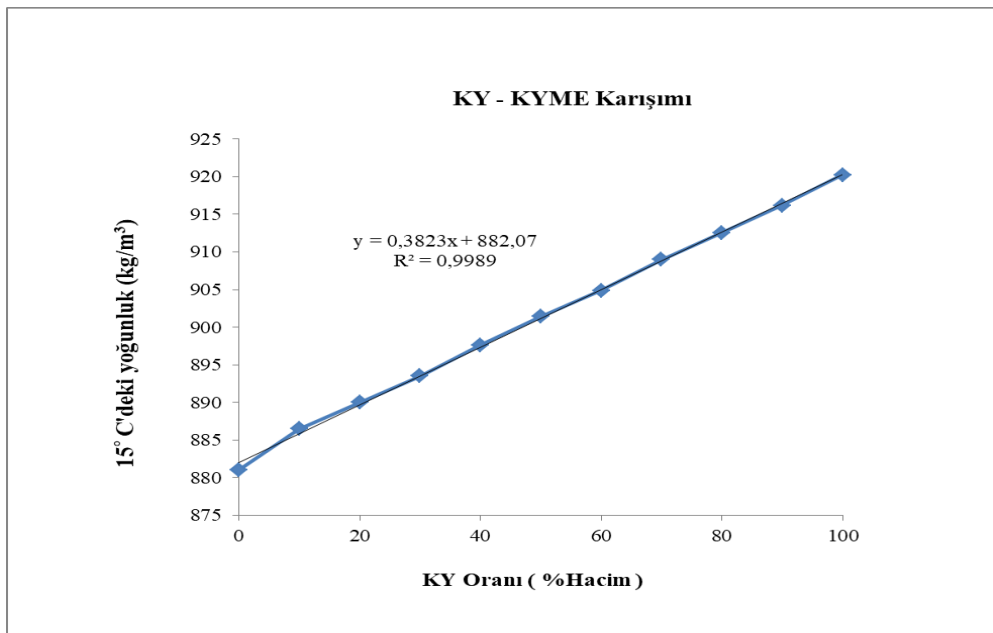
Şekil 4.5.3 15°C'de KYME-ED karışımının yoğunluk değişimi

KYME-ED karışımı için KYME oranındaki değişimin 15°C'de karışımın yoğunluk değişimi üzerindeki etkisi araştırılmış ve elde edilen deneysel veriler Şekil 4.5.3'de gösterilmiştir. KY-ED karışımında olduğu gibi KYME oranındaki artış yoğunlukta lineer bir artışa sebep olmuştur. KYME ve ED için yoğunluklar sırasıyla 881.07 kg/m³ ve 828.62 kg/m³ olarak bulunmuştur.



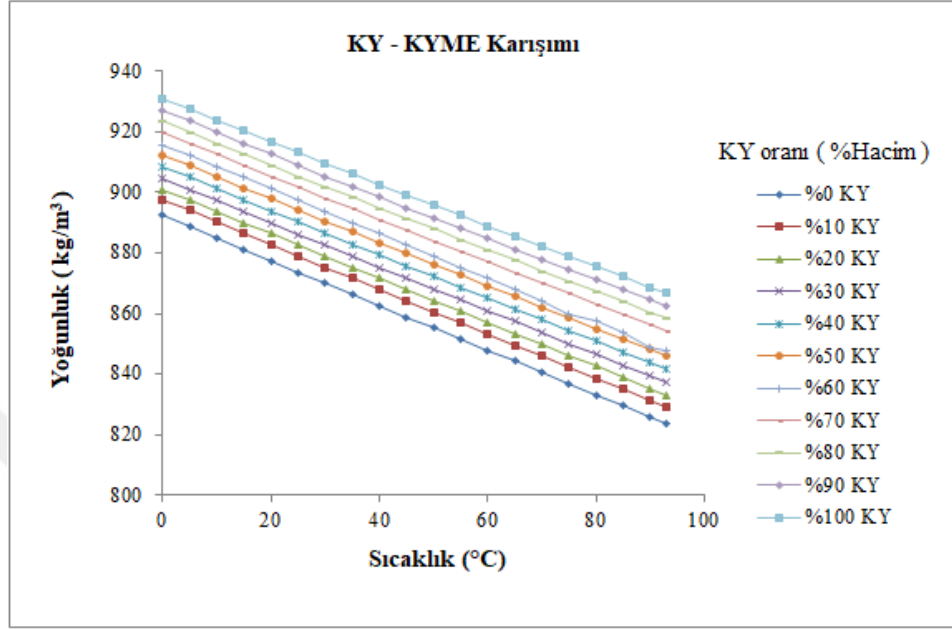
Şekil 4.5.4 KYME-ED karışımının sıcaklığa bağlı yoğunluk değişimi

KY-ED karışımında olduğu gibi KYME-ED karışımında da yoğunluk sıcaklık ile ters orantılı bir şekilde lineer olarak değişmektedir. Tüm karışım oranları için yoğunluk değişimi çok tutarlı bir şekilde değişmektedir. Her bir çizilen grafiğin değişim eğimleri de birbirlerine çok yakın gözükmektedir.



Şekil 4.5.5 15°C'de KY-KYME karışımının yoğunluk değişimi

KY-KYME karışımı için KY oranına bağlı yoğunluk değişimi sabit sıcaklıkta (15°C) deneysel olarak elde edilmiş ve Şekil 4.5.5’de verilmiştir. KY oranı arttıkça karışımın yoğunluğunda KY oranına bağlı olarak lineer bir artış gözlemlenmiştir.

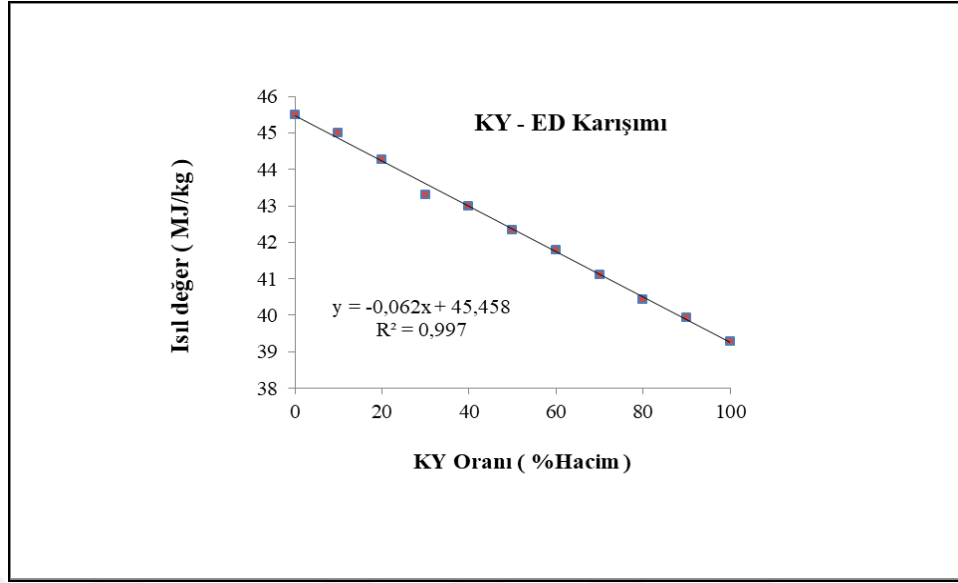


Şekil 4.5.6 KY-KYME karışımının sıcaklığa bağlı yoğunluk değişimi

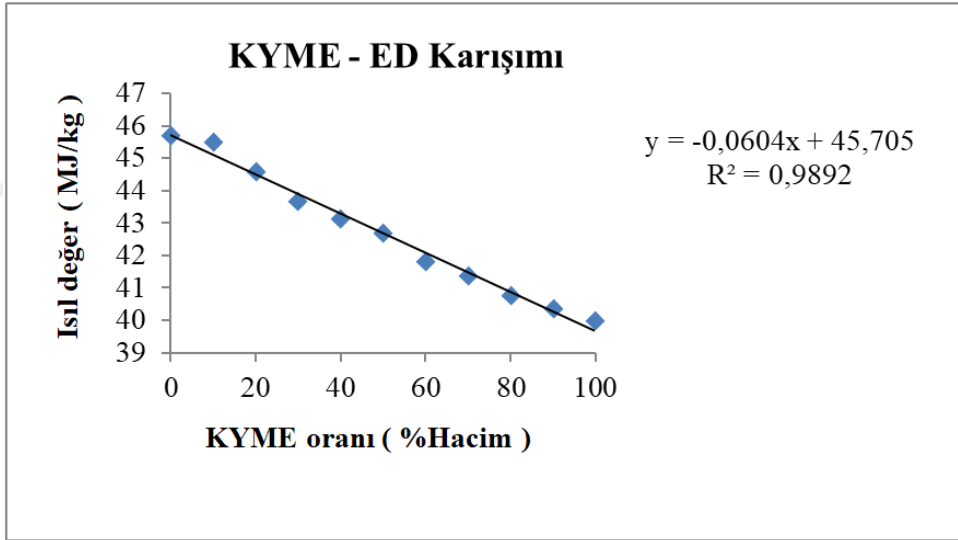
Diğer iki karışımında olduğu gibi KY-KYME karışımında da yoğunluk sıcaklık ile ters orantılı bir şekilde lineer olarak değişmektedir. Şekil 4.5.6

4.6 Isıl Değer

KY oranına bağlı KY-ED karışımı için deneysel olarak bulunan ısıl değer sonuçları Şekil 4.6.1’de gösterilmiştir. KY-ED karışımının ısıl değer değişimini gösteren şekilden anlaşılacağı gibi KY oranı arttıkça karışımın ısıl değeri düşmektedir. KY oranı ile ısıl değer düşüşü arasında lineer bir ilişki tespit edilmiş ve bu ilişki lineer bir denklem halinde yukarıda gösterilmiştir. Kanola yağı (KY) için ısıl değer 39.284 MJ/kg olarak bulunurken eurodizel (ED) için ısıl değer 45.485 MJ/kg olarak bulunmuştur. Karışımdaki KY oran artışı karışımın ısıl değerini maksimum 6.201 MJ/kg düşürmektedir.

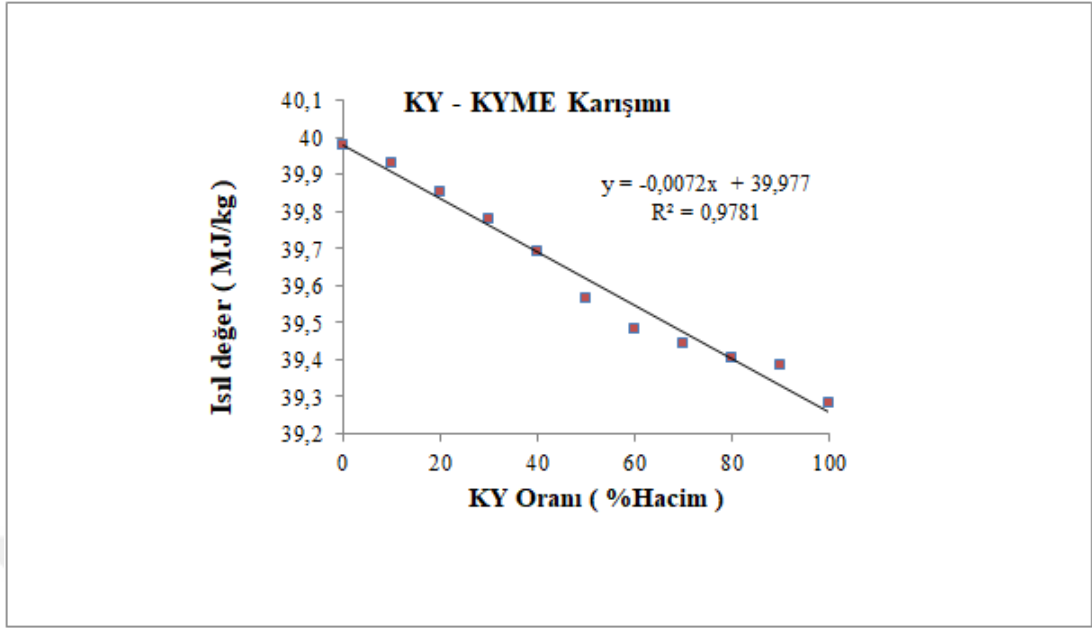


Şekil 4.6.1 KY-ED karışımının ısıl değer değişimi



Şekil 4.6.2 KYME-ED karışımının ısıl değer değişimi

KYME-ED karışımının ısıl değer değişimi KYME oranına bağlı olarak değişimi yukarıda Şekil 4.6.2’de gösterilmiştir. KYME oranına bağlı olarak ısıl değerde bir azalma gözlemlenmiştir. KYME oranı ile karışımın ısıl değeri arasında lineer bir ters orantı söz konusudur. KYME oranına bağlı ısıl değer değişimi yukarıda lineer bir denklem halinde gösterilmiştir.

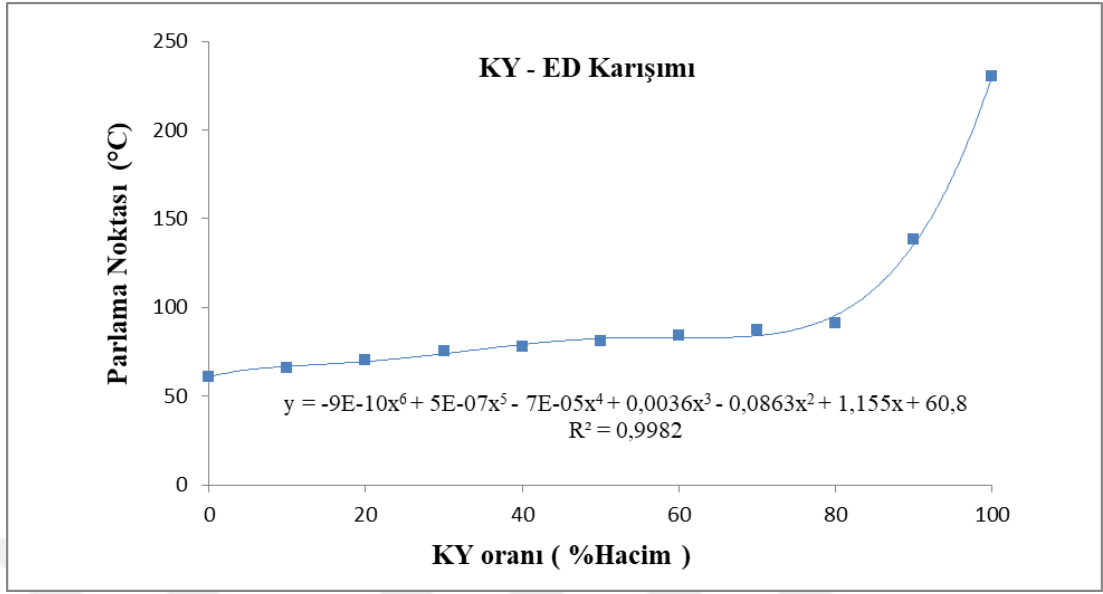


Şekil 4.6.3 KY-KYME karışımının ısı değer değişimi

KY oranı arttıkça KY-KYME karışımının ısı değeri lineer olarak düşmektedir. Bu lineer ilişki yukarıda bir doğrusal denklem ile ifade edilmiştir. Şekil 4.6.3

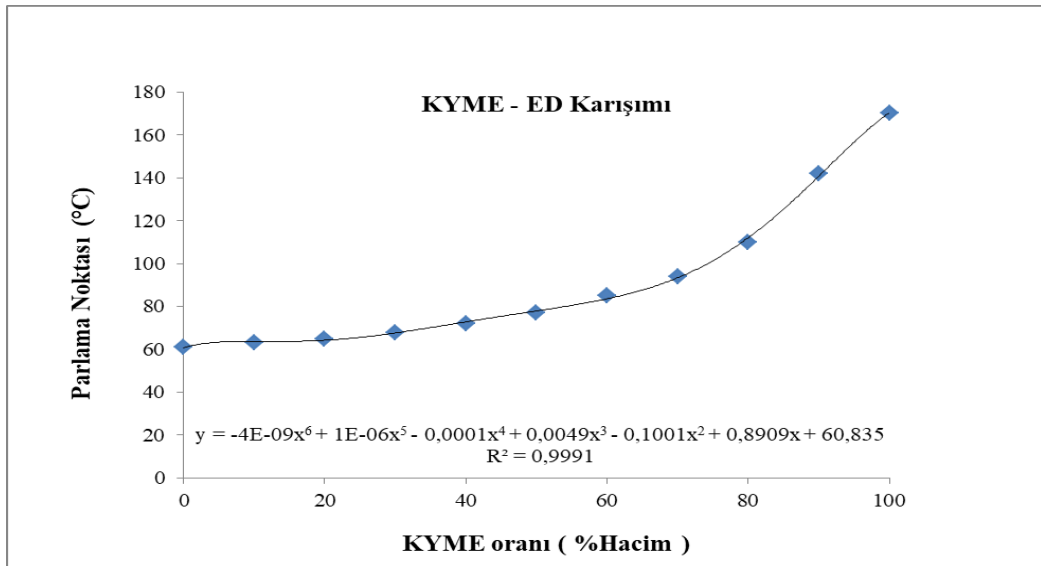
4.7 Parlama Noktası

KY-ED karışımı için KY oranına bağlı parlama noktası değişimi Şekil 4.7.1’de aşağıda gösterilmiştir. Şekilden de anlaşılacağı gibi KY oranı arttıkça KY-ED karışımının parlama noktası sıcaklığında artmaktadır. Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda saf KY için parlama noktası sıcaklığı 230°C olarak tespit edilirken, bu değer ED için 61°C olarak belirlenmiştir.



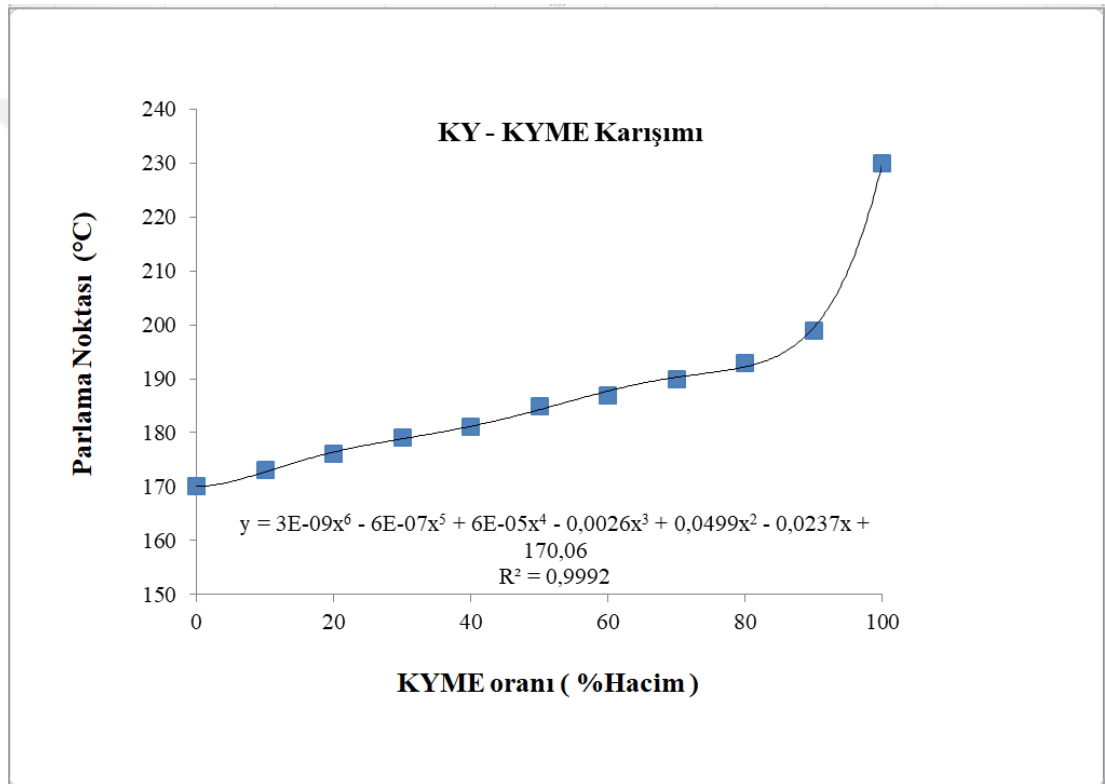
Şekil 4.7.1 KY-ED karışımının parlama noktası değişimi

KY-ED karışımı için parlama noktası değişimi KY oranının bir fonksiyonu olarak 6. dereceden polinomik bir denklem ile yukarıda ifade edilmiştir. Bu ilişki 6. dereceden polinomik bir denklem ile ifade edilse bile KY oranının %80 olan kısmına kadar lineer bir görüntü sergilemektedir. Başka bir ifade ile parlama noktası KY oranının %80 olduğu yerde sert bir yükselme eğilimine girmektedir.



Şekil 4.7.2 KYME-ED karışımının parlama noktası değişimi

KYME oranına bağı KYME-ED karışımı için parlama noktası sıcaklık değişim grafiği yukarıda Şekil 4.7.2’de gösterilmiştir. KYME için parlama noktası sıcaklığının 170°C olduğu deneysel çalışmalar sonucunda ortaya konmuştur. KY-ED karışımında olduğu gibi KYME-ED karışımının parlama noktası sıcaklığı KYME oranına bağı olarak yukarıda gösterildiği gibi 6.dereceden polinomik bir denklem ile ifade edilmiştir. KY-ED karışımının aksine KYME-ED parlama noktası grafiğinde KYME oranına bağı sert bir yükselme gözlemlenmemektedir.

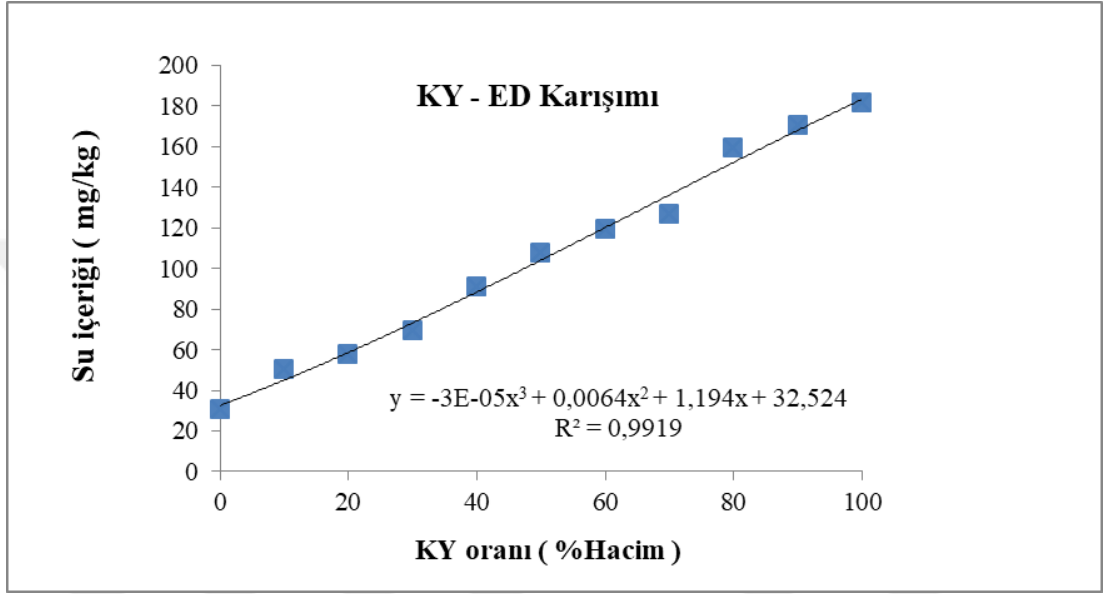


Şekil 4.7.3 KY-KYME karışımının parlama noktası değişimi

Şekil 4.7.3’de KY-KYME karışımı için KYME oranına bağı parlama noktası sıcaklık değişimi gösterilmiştir. KY-ED karışımında olduğu gibi KYME oranının %80 olduğu yerden başlayarak çok keskin bir yükselme gözlemlenmiştir. KY-KYME karışımı için parlama noktası-KYME oranı arasında yukarıda gösterildiği gibi 6. dereceden polinomik bir ilişki kurulmuştur.

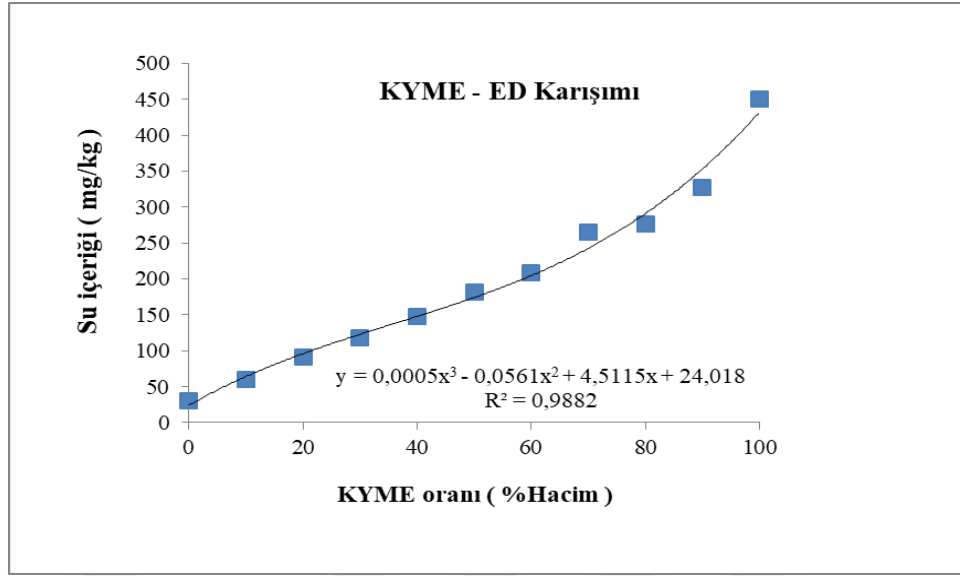
4.8 Su İçeriği

KY oranına bağlı KY-ED karışımı için su içeriği değişimi, Şekil 4.8.1’de gösterildiği gibi yapılan deneyler sonucunda 3.dereceden polinomik bir denklem ile ifade edilmiştir.



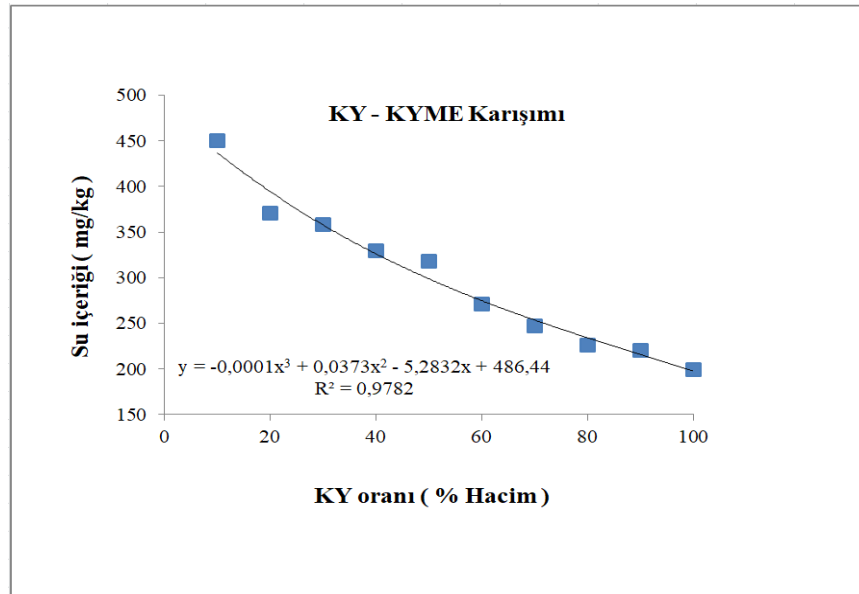
Şekil 4.8.1 KY-ED karışımının su içeriği değişimi

KY oranındaki artış KY-ED karışımının su içeriğinde artışa sebep olmaktadır. ED için su içeriği 30.332 mg/kg olarak deneysel olarak ölçülürken KY için su içeriği 181.11 mg/kg olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.8.2 KYME-ED karışımının su içeriği değişimi

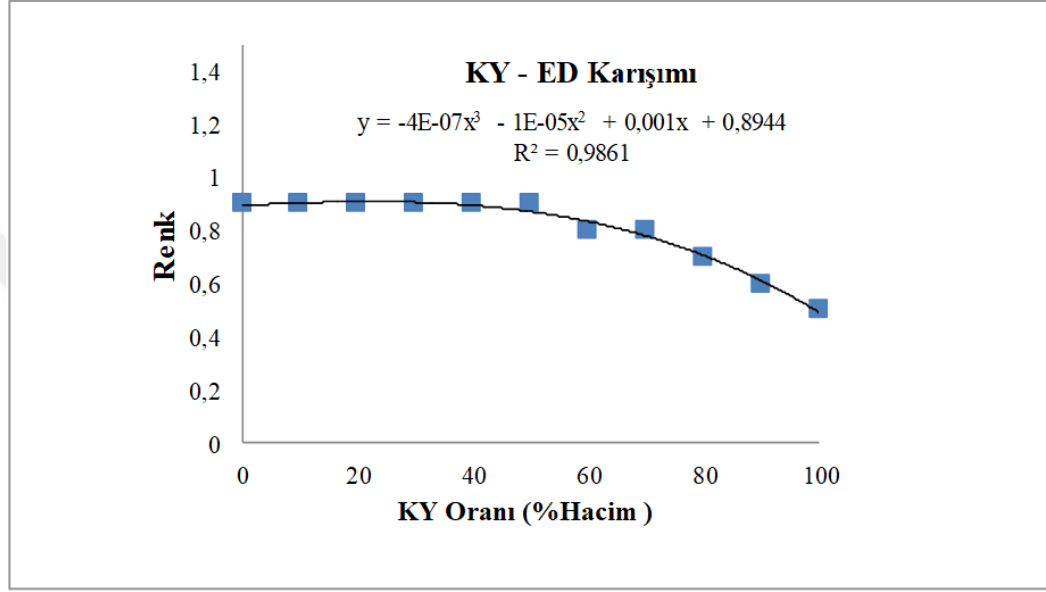
KYME-ED karışımı için Şekil 4.8.2'den, KYME oranındaki artışın KYME-ED karışımının su içeriğini arttırdığı ve bu artışın 3. dereceden polinomik bir denklem ile ifade edilebileceği sonucu kolaylıkla çıkarılabilmektedir. KYME için su içeriği değeri deneysel olarak 450.07 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Şekil 4.8.3'den de anlaşılacağı gibi KY-KYME karışımının su içeriği KY oranının artmasıyla birlikte 3. dereceden polinomik bir fonksiyonun değerleri olarak azalmaktadır.



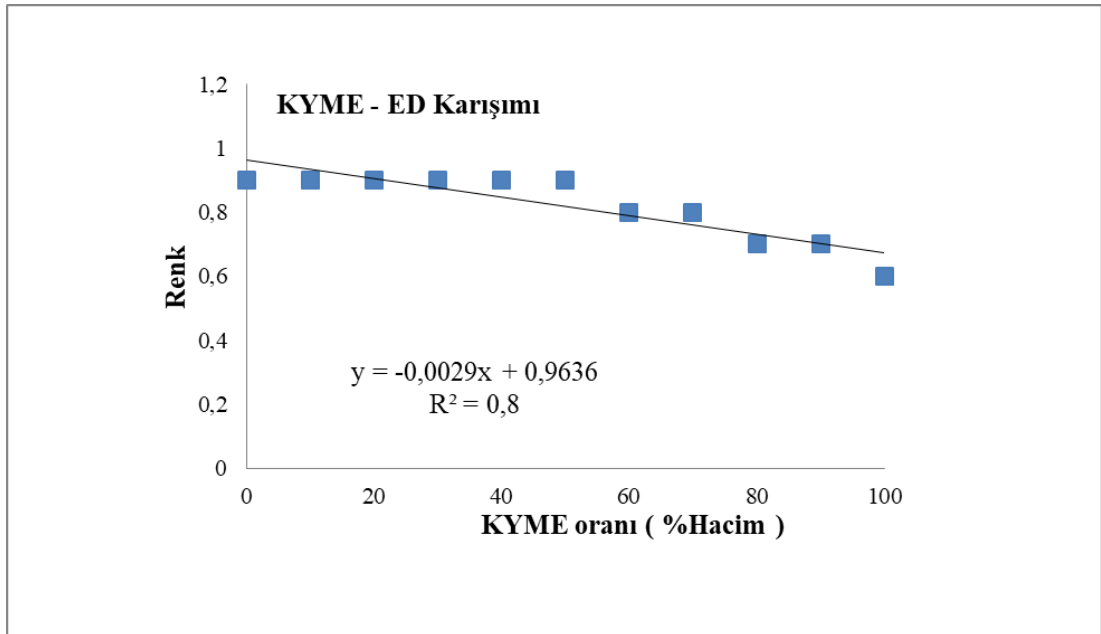
Şekil 4.8.3 KY-KYME karışımının su içeriği değişimi

4.9 Renk

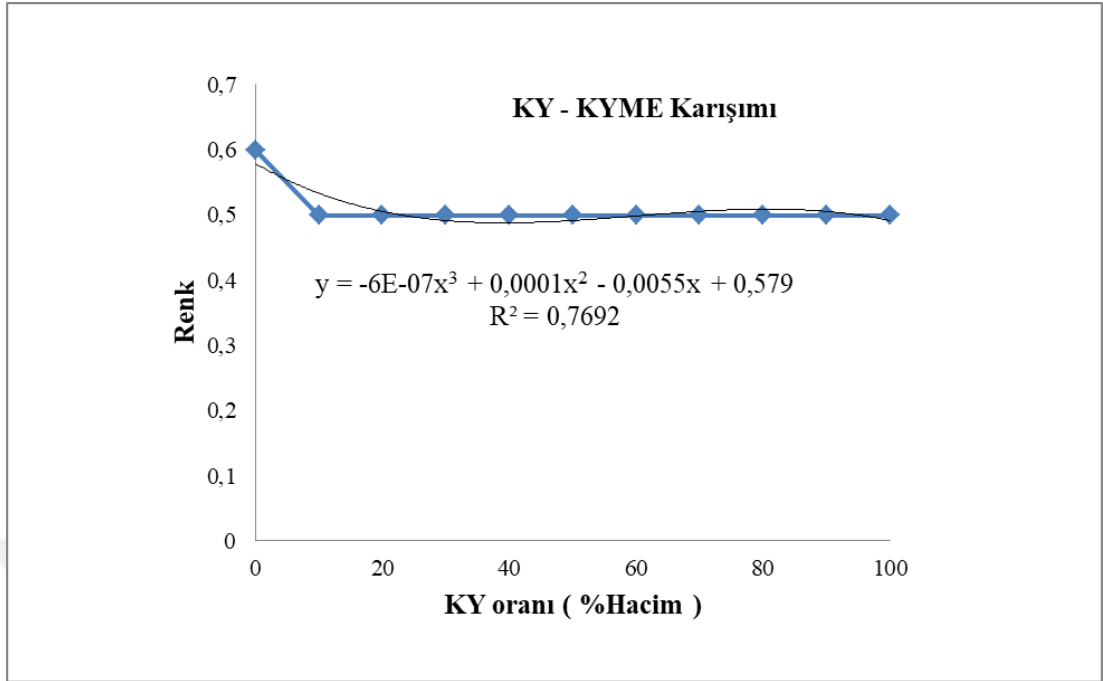
KYME-ED, KY-ED ve KY-KYME karışımlarının ASTM D1500 standardına göre tespit edilen renk değerleri grafiksel olarak Şekil 4.9.1, Şekil 4.9.2 ve Şekil 4.9.3'de gösterilmiştir.



Şekil 4.9.1 KY-ED karışımının renk değişimi



Şekil 4.9.2 KYME-ED karışımının renk değişimi



Şekil 4.9.3 KY-KYME karışımının renk değişimi

Ölçülen değerlerin ASTM D1500 standardı içerisinde olduğu görülmüştür. Biyodizel yakıtlarda iyod sayısı ile renk koyuluğu doğru orantılıdır. Yakıtlardaki iyod sayısının yüksek olması motor açısından enjektör deliklerinde tıkanmalara veya yanma odasında hasar meydana gelmesine sebep olmasından dolayı istenmemektedir. Dolayısıyla rengi açık olan alternatif yakıtlar tercih sebebi olabilmektedir. Gerçekleştirilen deneysel ölçümlerde en açık renk KY’de sonra KYME ve daha sonrada ED’de ölçülmüştür. Şekil 4.9.1, Şekil 4.9.2 ve Şekil 4.9.3 de görüldüğü üzere ikili karışımlarda rengi açık olan yakıtların karışım oranı arttıkça renk miktarı belli bir seviyelere düşmektedir.

5. TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Bu çalışmada KY-ED, KY-KYME ve KYME-ED karışımları için KY ve KYME oranlarına bağlı olarak kinematik viskozite, yoğunluk, ısıl değer, parlama noktası, su içeriği ve renk gibi fizikokimyasal özellikler deneysel olarak incelenmiştir. Ayrıca, kinematik viskozite ve yoğunluk, yukarıda belirtilen tüm karışımlar için sıcaklığa bağlı olarak incelenmiştir. Yapılan ölçümler sonucunda ve elde edilen veriler ışığında aşağıdaki değerlendirmeler yapılabilir.

KY-ED karışımının kinematik viskozitesi KY oranının artması sonucu ikinci dereceden polinomik bir fonksiyon şeklinde artmaktadır. KY-ED karışımının tüm KY oranlarında sıcaklık ile ters orantılı olarak değiştiği gözlemlenmiştir. Kinematik viskozite artan sıcaklık ile birlikte azalmaktadır. Bu azalma polinomik bir fonksiyon eğilimi göstermektedir. Çok yüksek sıcaklıklarda ($>80^{\circ}\text{C}$) KY-ED karışımı için kinematik viskozite tüm KY oranları için sabitleme eğilimi göstermektedir.

KY-KYME'nin KY oranına bağlı kinematik viskozite değişimi KY-ED karışımında olduğu gibidir. KY oranındaki artış kinematik viskozitenin artışına sebep olmaktadır. KY-KYME'nin kinematik viskozitesi sıcaklık ile ters orantılı olarak bir polinomik bir denklemin fonksiyonu şeklinde değişmektedir. Yine yüksek sıcaklıklarda ($>80^{\circ}\text{C}$) KY-ED karışımında olduğu gibi kinematik viskozite her bir KY oranı için sabit değerine ulaşma eğilimi içerisindedir.

KYME-ED karışımının kinematik viskozitesi bir önceki karışımların aksine KYME oranına bağlı olarak lineer bir şekilde artmaktadır. Buna rağmen, bir önceki karışımlarda gözlenen yüksek sıcaklıklarda kinematik viskozitenin sabitleme eğilimi KYME-ED'de gözlemlenmemiştir.

KY, ED ve KYME için kinematik viskozite değerleri sırasıyla $36.063 \text{ (mm}^2/\text{s)}$, $3.1092 \text{ (mm}^2/\text{s)}$ ve $4.7030 \text{ (mm}^2/\text{s)}$ olarak ölçülmüştür. KY'nin kinematik viskozitesinin diğerleri ile kıyaslandığında çok yüksek olması KY-ED ve KY-KYME karışımlarının kinematik viskozitesini KY oranına bağlı olarak ikinci dereceden bir eğrinin fonksiyonu olarak arttırmaktadır.

Fakat ED ve KYME'nin kinematik viskozitelerinin birbirlerine yakın olması nedeniyle KYME oranına bağı KYME-ED karışımının kinematik viskozitesi lineer olarak artmaktadır.

KY-ED, KY-KYME ve KYME-ED karışımları için 15°C'de KY ve KYME oranlarına bağı olarak yoğunluk değişimleri yapılan ölçümler sonucunda KY ve KYME oranlarındaki artış ile karışımların yoğunluğunun lineer bir artış gösterdiği gözlemlenmiştir. Kanola yağı (KY) için yoğunluk 920.26 (kg/m³) olarak bulunurken, Euro dizel (ED) için yoğunluk değeri 828.62 (kg/m³) olarak tespit edilmiştir. Tüm KY ve KYME oranlarında yukarıda belirtilen karışımların yoğunluklarının lineer bir şekilde azaldığı görülmüştür. Artan sıcaklık yoğunluklarda doğrusal bir düşüşe neden olmaktadır.

Tüm karışımlar ısı değer açısından değerlendirilmiş ve kanola yağı (KY) için ısı değer 39.284 MJ/kg olarak bulunurken Euro dizel (ED) için ısı değer 45.485 MJ/kg olarak bulunmuştur. KY-ED ve KY-KYME karışımlarının ısı değerleri KY oranının artmasına bağı olarak düşmektedir. Bu karışımlar için KY ile ısı değer arasında lineer bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. KY oranı arttıkça ısı değer lineer olarak azalmıştır. KYME-ED karışımında da bir öncekilerde olduğu gibi KYME oranının artması bu karışımın ısı değerinde lineer bir azalışa sebebiyet vermektedir.

Yapılan deneysel çalışmaları sonucunda KY için parlama noktası sıcaklığı 230°C olarak tespit edilirken, bu değer ED için 61°C olarak belirlenmiştir. Ayrıca bu değer'in KYME için 170°C olduğu tespit edilmiştir. KY'nin parlama noktası sıcaklığının diğer ikisi ile kıyaslandığında çok yüksek olması KY-ED ve KY-KYME karışımlarında KY oranına bağı parlama noktası sıcaklığı KY oranının artması ile artmaktadır. Bu artış 6. dereceden bir denklem ile ifade edilmiştir. Her iki karışım için KY oranının yaklaşık %80 olduğu yerde sert bir yükselme gözlemlenmiştir. KYME-ED karışımın KYME oranına bağı parlama noktası sıcaklık değişimi yine 6.dereceden bir denklem ile ifade edilmiştir. Fakat, önceki iki karışımında gözlenen şiddetli yükselme burada gözlemlenmemiştir.

Karışımların su içerikleri yapılan deneysel çalışmalar sonucunda ölçülmüştür. ED için su içeriği 30.332 mg/kg olarak deneysel olarak ölçülürken KY için su içeriği 181.11 mg/kg olarak tespit edilmiştir. İlave olarak KYME için su içeriği değeri 450.07 mg/kg olarak tespit edilmiştir. KY ve KYME oranlarındaki tüm karışımların su içeriklerinde artışa neden olmaktadır ve bu artış 3. dereceden bir denklem ile ifade edilmiştir.

Sıcaklık, KY ve KYME oranlarına bağlı olarak thermo-fiziksel özellikleri değişen KY-ED, KY-KYME ve KYME-ED karışımlarının motorlarda en verimli bir şekilde kullanılabilmesi için optimum değerlerinin hesaplanması ve sonrasında yanma işlemine tabi tutularak çıkan sonuçların değerlendirilmesi bu karışımların gerçek dünyada uygulanabilirliğini görme açısından büyük önem arz etmektedir.

İyod sayısı ile renk koyuluğu doğru orantılıdır. Yüksek iyot sayılı yakıtlar enjektör deliklerinde tıkanmalara veya yanma odasında hasar meydana gelmesine sebep olmaktadır. Dolayısıyla renk değeri düşük olan yakıtlar tercih edilmektedir. Bu bilgiler doğrultusunda renk değeri ASTM D1500 standardında 0.6 olarak ölçülen KYME , renk değeri 0.9 olarak ölçülen ED'den daha açık renkli olduğu görülmüştür. KYME-ED karışımında KYME oranının artmasına bağlı olarak renk miktarında azalma eğilimine girmesi KYME'nin renk açısından kullanılabilirliğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

1. Faiz, A.W., Christopher S.; Walsh, Michael P, Air pollution from motor vehicles : standards and technologies for controlling emissions (English). The World Bank. Washington, D.C, 1996(1).
2. Seetharam, A., K. AUTOMOBILE EXHAUST POLLUTION. Available online:<http://jchps.com/specialissues/Special%20issue3/14%20jchps%20si3%20K.%20Aparna%20Seetharam%2073-74>. 2017.
3. Bhandarkar, D.S., Vehicular Pollution, their effect on Human Health and Mitigation Measures. 2013.
4. Sharaf, J., Exhaust Emissions and Its Control Technology for an Internal Combustion Engine. Int. J. Eng. Res.Appl, 2013. **3**: p. 947-960.
5. Brugge, D., J.L. Durant, and C. Rioux, Near-highway pollutants in motor vehicle exhaust: a review of epidemiologic evidence of cardiac and pulmonary health risks. Environ Health, 2007. **6**: p. 23.
6. Ge, J.C. and N.J. Choi, Fabrication of Functional Polyurethane/Rare Earth Nanocomposite Membranes by Electrospinning and Its VOCs Absorption Capacity from Air. Nanomaterials (Basel), 2017. **7**(3).
7. Ding, Y., et al., Environmental and Dynamic Conditions for the Occurrence of Persistent Haze Events in North China. Engineering, 2017. **3**(2): p. 266-271.
8. Fu, H. and J. Chen, Formation, features and controlling strategies of severe haze-fog pollutions in China. Science of The Total Environment, 2017. **578**: p. 121-138.

9. Gao, M., et al., Health impacts and economic losses assessment of the 2013 severe haze event in Beijing area. *Science of The Total Environment*, 2015. **511**: p. 553-561.
10. Ge, J.C., S. Ki Yoon, and N. Choi, Using Canola Oil Biodiesel as an Alternative Fuel in Diesel Engines: A Review. *Applied Sciences*, 2017. **7**: p. 881.
11. Mahmudul, H.M., et al., Production, characterization and performance of biodiesel as an alternative fuel in diesel engines – A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2017. **72**: p. 497-509.
12. Othman, M.F., et al., Green fuel as alternative fuel for diesel engine: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2017. **80**: p. 694-709.
13. Hu, N., et al., Volatile organic compound emissions from an engine fueled with an ethanol-biodiesel-diesel blend. *Journal of the Energy Institute*, 2017. **90**(1): p. 101-109.
14. Xue, J., T.E. Grift, and A.C. Hansen, Effect of biodiesel on engine performances and emissions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2011. **15**(2): p. 1098-1116.
15. Dwivedi, G., S. Jain, and M. Sharma, Diesel engine performance and emission analysis using biodiesel from various oil sources -Review. Vol. 4. 2013. 434-447.
16. Heywood, J., *Internal Combustion Engine Fundamentals*. McGraw-Hill Book Company, New York. 1988.
17. Pehan, B.K.M.K.S., *Green Diesel Engines-Biodiesel Usage in Diesel Engines*; Springer. London, UK, 2013.

18. Hil Baky, M.A., M.M. Rahman, and A.K.M.S. Islam, Development of renewable energy sector in Bangladesh: Current status and future potentials. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2017. **73**: p. 1184-1197.
19. Singh, S.P. and P. Singh, Effect of CO₂ concentration on algal growth: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2014. **38**: p. 172-179.
20. Sharma, Y.C., B. Singh, and S.N. Upadhyay, Advancements in development and characterization of biodiesel: A review. *Fuel*, 2008. **87**(12): p. 2355-2373.
21. Chaikool, P., et al., A Study of Effect of Biodiesel on Common-Rail Injection Nozzle. 2016, SAE International.
22. Kang, S., S. Selosse, and N. Maïzi, Strategy of bioenergy development in the largest energy consumers of Asia (China, India, Japan and South Korea). *Energy Strategy Reviews*, 2015. **8**: p. 56-65.
23. Yan, J. and T. Lin, Biofuels in Asia. *Applied Energy*, 2009. **86**: p. S1-S10.
24. Talebian-Kiakalaieh, A., N.A.S. Amin, and H. Mazaheri, A review on novel processes of biodiesel production from waste cooking oil. *Applied Energy*, 2013. **104**: p. 683-710.
25. Qiu, F., et al., Biodiesel production from mixed soybean oil and rapeseed oil. *Applied Energy*, 2011. **88**(6): p. 2050-2055.
26. Yadava, D.K.V., S.; Singh, N.; Mohapatra, T.; Prabhu, K.V, Breeding Major Oil Crops: Present Status and Future Research Needs. In *Technological Innovations in Major World Oil Crops, Volume 1: Breeding*; Springer:New York, NY, USA, 2012; Chapter 2; Volume XIII, 405p, ISBN 978-1-4614-0355-5. 2012.

27. Issariyakul, T., et al., Biodiesel production from mixtures of canola oil and used cooking oil. *Chemical Engineering Journal*, 2008. **140**(1): p. 77-85.
28. Yoon, S.K., et al., Effects of Canola Oil Biodiesel Fuel Blends on Combustion, Performance, and Emissions Reduction in a Common Rail Diesel Engine. *Energies*, 2014. **7**(12): p. 8132-8149.
29. Sajjadi, B., A.A.A. Raman, and H. Arandiyani, A comprehensive review on properties of edible and non-edible vegetable oil-based biodiesel: Composition, specifications and prediction models. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2016. **63**(C): p. 62-92.
30. Verma, P. and M.P. Sharma, Review of process parameters for biodiesel production from different feedstocks. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2016. **62**(C): p. 1063-1071.
31. Demirbas, A., Biodiesel production via non-catalytic SCF method and biodiesel fuel characteristics. *Energy Conversion and Management*, 2006. **47**(15): p. 2271-2282.
32. Gülüm, M. and A. Bilgin, Two-term power models for estimating kinematic viscosities of different biodiesel-diesel fuel blends. Vol. 149. 2016. 121-130.
33. Verduzco, L., Density and viscosity of biodiesel as a function of temperature: Empirical models. Vol. 19. 2013. 652-665.
34. Gaonkar, N. and R.G. Vaidya, A simple model to predict the biodiesel blend density as simultaneous function of blend percent and temperature. *Environmental Science and Pollution Research*, 2016. **23**(10): p. 9260-9264.

35. Guo, S., Z. Yang, and Y. Gao, Effect of Adding Biodiesel to Diesel on the Physical and Chemical Properties and Engine Performance of Fuel Blends. Vol. 10. 2016. 34-43.
36. Rawajfeh, K. and Z. Al-Hamamre, Study on the viscosity of jojoba oil blends with biodiesel or petroleum diesel. Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, 2016. **38**(22): p. 3290-3299.
37. Lang, W., S. Sokhansanj, and F.W. Sosulski, Modelling the temperature dependence of kinematic viscosity for refined canola oil. Journal of the American Oil Chemists' Society, 1992. **69**(10): p. 1054-1055.
38. Diamante, L.M. and T. Lan, Absolute Viscosities of Vegetable Oils at Different Temperatures and Shear Rate Range of 64.5 to 4835. Journal of Food Processing, 2014. **2014**: p. 6.
39. Sahasrabudhe, S.N., et al., Density, viscosity, and surface tension of five vegetable oils at elevated temperatures: Measurement and modeling. International Journal of Food Properties, 2017. **20**(sup2): p. 1965-1981.
40. Fevzi Yasar, S.A., Hamit Adin, Fuel properties of biodiesels produced from blends of canola oil and animal tallow Energy Education Science and Technology Part A: Energy Science and Research, 2011. **2011**(27(1)): p. 199-208.
41. Kassem, Y. and H. Çamur, A Laboratory Study of the Effects of Wide Range Temperature on the Properties of Biodiesel Produced from Various Waste Vegetable Oils. Waste and Biomass Valorization, 2017. **8**(6): p. 1995-2007.
42. Ge, J.C., S.K. Yoon, and N.J. Choi, Using Canola Oil Biodiesel as an Alternative Fuel in Diesel Engines: A Review. Applied Sciences, 2017. **7**(9): p. 881.

43. Esteban, B., et al., Temperature dependence of density and viscosity of vegetable oils. *Biomass and Bioenergy*, 2012. **42**: p. 164-171.
44. Schaschke, C., I. Fletcher, and N. Glen, Density and Viscosity Measurement of Diesel Fuels at Combined High Pressure and Elevated Temperature. *Processes*, 2013. **1**(2): p. 30-48.
45. Kumbár, V. and A. Skřivánek, Temperature Dependence Viscosity and Density of Different Biodiesel Blends. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 2015. **63**(4): p. 1147-1151.
46. Tuğba Şahin , F.A., Investigation of Fuel Properties of Canola Oil Biodiesel, Bioethanol and Diesel Fuel Mixture. *International Journal of Automotive Engineering and Technologies*, 2018.
47. Eryilmaz, Tanzer & Yesilyurt, Murat. (2016). Influence of blending ratio on the physicochemical properties of safflower oil methyl ester-safflower oil, safflower oil methyl ester-diesel and safflower oil-diesel. *Renewable Energy*. 95. 233-247. 10.1016/j.renene.2016.04.009.
48. Atabani, A.E., Mahlia, T.M.I., Anjum Badruddin, I., Masjuki, H.H., Chong, W.T., Lee, K.T. Investigation of physical and chemical properties of potential edible and non-edible feedstocks for biodiesel production, a comparative analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2013; 21:749–755.
49. Eryilmaz, T., Yesilyurt, M.K., Yumak, H., Arslan, M., Sahin, S. Determination of the fuel properties of cottonseed oil methyl ester and its blends with diesel fuel. *International Journal of Automotive Engineering and Technology* 2014; 3(2):79-90.

50. Elicin, A.K., Erdogan, D. Determination of using hazelnut oil ethyl and methyl esters and hazelnut oil-diesel blends as a fuel in small internal combustion engine. *Journal of Agricultural Sciences* 2007; 13(2):137-146.
51. Oguz, H., Ogut, H. Manufacture and design of pilot plant to produce biodiesel which is suitable conditions of farmers. *Journal of Agricultural Machinery Science* 2005; 1(1):21-27.
52. Koh, M.Y., Ghazi, T.I.M., A review of biodiesel production from *Jatropha curcas* L. Oil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2015; 15:2240-2251.
53. Anand, K., Sharma, R.P., Mehta, P.S. A comprehensive approach for estimating thermo-physical properties of biodiesel fuels. *Applied Thermal Engineering* 2011; 31:235-242.
54. Yaakob, Z., Narayanan, B.N., Padikkaparambil, S., Surya Unni, K., Mohammed Akbar, P. A review on the oxidation stability of biodiesel. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2014; 35:136-153.
55. Puhan, S., Jegan, R., Balasubbramanian, K., Nagarajan, G. Effect of injection pressure on performance, emission and combustion characteristics of high linolenic linseed oil methyl ester in a DI diesel engine. *Renewable Energy* 2009; 34:1227-1233.
56. Bello, E.I., Agge, M. Biodiesel production from ground nut oil. *Journal of Emerging Trends in Engineering and Applied Sciences (JETEAS)* 2012; 3(2):276-280.
57. Eryilmaz, T., Ogut, H. The effect of the different mustard oil biodiesel blending ratios on diesel engines performance. *Energy Education Science and Technology Part A: Energy Science and Research* 2011; 28(1):169-180.

- 58.** Oguz, H., Duzcukluoglu, H., Ekinci, S. The investigation of lubrication properties performance of euro-diesel and biodiesel. Tribology Transactions 2011; 54:449-456.





EK-1: KY, KYME ve ED' nin Farklı Oranlardaki Karışımlarının Belirli Sıcaklıklardaki Ölçülen Kinematik Viskozite Tabloları

%100 KY' nin belirli sıcaklıklarda kinematik viskozite değerleri

| °C | Dk | Sn | Katsayı | Sonuç |
|-----|---------|---------|---------|-----------------------------|
| 25 | 33:14,4 | 1994,37 | 0,03205 | 63,91956 mm ² /s |
| 30 | 27:01,5 | 1621,54 | 0,03205 | 51,97036 mm ² /s |
| 35 | 22:05,2 | 1325,22 | 0,03205 | 42,4733 mm ² /s |
| 40 | 18:45,2 | 1125,22 | 0,03205 | 36,0633 mm ² /s |
| 45 | 15:37,4 | 937,36 | 0,03205 | 30,04239 mm ² /s |
| 50 | 13:20,2 | 800,16 | 0,03205 | 25,64513 mm ² /s |
| 55 | 11:33,0 | 693,01 | 0,03205 | 22,21097 mm ² /s |
| 60 | 10:01,8 | 601,82 | 0,03205 | 19,28833 mm ² /s |
| 65 | 08:49,7 | 529,73 | 0,03205 | 16,97785 mm ² /s |
| 70 | 07:50,1 | 470,06 | 0,03205 | 15,06542 mm ² /s |
| 75 | 07:00,4 | 420,39 | 0,03205 | 13,4735 mm ² /s |
| 80 | 06:16,7 | 376,72 | 0,03205 | 12,07388 mm ² /s |
| 85 | 05:38,8 | 338,84 | 0,03205 | 10,85982 mm ² /s |
| 90 | 05:07,4 | 307,44 | 0,03205 | 9,853452 mm ² /s |
| 95 | 04:40,2 | 280,24 | 0,03205 | 8,981692 mm ² /s |
| 100 | 04:16,3 | 256,33 | 0,03205 | 8,215377 mm ² /s |

%90 KY ve % 10 KYME karışımının belirli sıcaklıklarda kinematik viskozite değerleri

| °C | Dk | Sn | Katsayı | Sonuç |
|-----|---------|---------|---------|-----------------------------|
| 25 | 17:14,2 | 1034,17 | 0,04749 | 49,11273 mm ² /s |
| 30 | 14:03,1 | 843,11 | 0,04749 | 40,03929 mm ² /s |
| 35 | 11:41,5 | 701,49 | 0,04749 | 33,31376 mm ² /s |
| 40 | 09:52,5 | 592,47 | 0,04749 | 28,1364 mm ² /s |
| 45 | 08:23,1 | 503,09 | 0,04749 | 23,89174 mm ² /s |
| 50 | 07:18,7 | 438,74 | 0,04749 | 20,83576 mm ² /s |
| 55 | 06:17,1 | 377,13 | 0,04749 | 17,9099 mm ² /s |
| 60 | 05:35,6 | 335,61 | 0,04749 | 15,93812 mm ² /s |
| 65 | 04:57,8 | 297,81 | 0,04749 | 14,143 mm ² /s |
| 70 | 04:23,7 | 263,69 | 0,04749 | 12,52264 mm ² /s |
| 75 | 03:58,0 | 237,99 | 0,04749 | 11,30215 mm ² /s |
| 80 | 03:35,7 | 215,74 | 0,04749 | 10,24549 mm ² /s |
| 85 | 03:13,6 | 193,63 | 0,04749 | 9,195489 mm ² /s |
| 90 | 02:56,3 | 176,31 | 0,04749 | 8,372962 mm ² /s |
| 95 | 02:40,6 | 160,61 | 0,04749 | 7,627369 mm ² /s |
| 100 | 02:28,0 | 148,02 | 0,04749 | 7,02947 mm ² /s |

%80 KY ve % 20 KYME karışımının belirli sıcaklıklarda kinematik viskozite değerleri

| °C | Dk | Sn | Katsayı | Sonuç |
|-----|---------|---------|---------|-----------------------------|
| 25 | 20:00,7 | 1200,69 | 0,03205 | 38,48211 mm ² /s |
| 30 | 16:31,1 | 991,12 | 0,03205 | 31,7654 mm ² /s |
| 35 | 13:54,5 | 834,45 | 0,03205 | 26,74412 mm ² /s |
| 40 | 11:50,9 | 710,88 | 0,03205 | 22,7837 mm ² /s |
| 45 | 10:14,7 | 614,75 | 0,03205 | 19,70274 mm ² /s |
| 50 | 08:51,5 | 531,55 | 0,03205 | 17,03618 mm ² /s |
| 55 | 07:45,3 | 465,33 | 0,03205 | 14,91383 mm ² /s |
| 60 | 06:53,5 | 413,48 | 0,03205 | 13,25203 mm ² /s |
| 65 | 06:03,8 | 363,75 | 0,03205 | 11,65819 mm ² /s |
| 70 | 05:23,9 | 323,88 | 0,03205 | 10,38035 mm ² /s |
| 75 | 04:52,3 | 292,27 | 0,03205 | 9,367254 mm ² /s |
| 80 | 04:24,9 | 264,89 | 0,03205 | 8,489725 mm ² /s |
| 85 | 04:01,0 | 240,99 | 0,03205 | 7,72373 mm ² /s |
| 90 | 03:39,3 | 219,35 | 0,03205 | 7,030168 mm ² /s |
| 95 | 03:22,5 | 202,48 | 0,03205 | 6,489484 mm ² /s |
| 100 | 03:06,2 | 186,21 | 0,03205 | 5,968031 mm ² /s |

%70 KY ve % 30 KYME karışımının belirli sıcaklıklarda kinematik viskozite değerleri

| °C | Dk | Sn | Katsayı | Sonuç |
|-----|---------|--------|---------|-----------------------------|
| 25 | 10:54,4 | 654,4 | 0,04749 | 31,07746 mm ² /s |
| 30 | 09:09,5 | 549,51 | 0,04749 | 26,09623 mm ² /s |
| 35 | 07:53,7 | 473,73 | 0,04749 | 22,49744 mm ² /s |
| 40 | 06:40,2 | 400,19 | 0,04749 | 19,00502 mm ² /s |
| 45 | 05:46,8 | 346,79 | 0,04749 | 16,46906 mm ² /s |
| 50 | 05:02,5 | 302,52 | 0,04749 | 14,36667 mm ² /s |
| 55 | 04:26,2 | 266,18 | 0,04749 | 12,64089 mm ² /s |
| 60 | 03:57,1 | 237,08 | 0,04749 | 11,25893 mm ² /s |
| 65 | 03:30,7 | 210,72 | 0,04749 | 10,00709 mm ² /s |
| 70 | 03:10,1 | 190,06 | 0,04749 | 9,025949 mm ² /s |
| 75 | 02:51,1 | 171,07 | 0,04749 | 8,124114 mm ² /s |
| 80 | 02:35,5 | 155,5 | 0,04749 | 7,384695 mm ² /s |
| 85 | 02:21,7 | 141,67 | 0,04749 | 6,727908 mm ² /s |
| 90 | 02:11,7 | 131,69 | 0,04749 | 6,253958 mm ² /s |
| 95 | 01:59,4 | 119,43 | 0,04749 | 5,671731 mm ² /s |
| 100 | 01:50,6 | 110,57 | 0,04749 | 5,250969 mm ² /s |

%60 KY ve % 40 KYME karışımının belirli sıcaklıklarda kinematik viskozite değerleri

| °C | Dk | Sn | Katsayı | Sonuç |
|-----|---------|--------|---------|-----------------------------|
| 25 | 13:38,0 | 817,97 | 0,03205 | 26,21594 mm ² /s |
| 30 | 10:39,0 | 639,04 | 0,03205 | 20,48123 mm ² /s |
| 35 | 09:03,7 | 543,67 | 0,03205 | 17,42462 mm ² /s |
| 40 | 07:50,2 | 470,18 | 0,03205 | 15,06927 mm ² /s |
| 45 | 06:50,4 | 410,35 | 0,03205 | 13,15172 mm ² /s |
| 50 | 06:00,4 | 360,44 | 0,03205 | 11,5521 mm ² /s |
| 55 | 05:19,4 | 319,45 | 0,03205 | 10,23837 mm ² /s |
| 60 | 04:45,1 | 285,1 | 0,03205 | 9,137455 mm ² /s |
| 65 | 04:16,7 | 256,69 | 0,03205 | 8,226915 mm ² /s |
| 70 | 03:51,4 | 231,37 | 0,03205 | 7,415409 mm ² /s |
| 75 | 03:30,9 | 210,94 | 0,03205 | 6,760627 mm ² /s |
| 80 | 03:11,5 | 191,48 | 0,03205 | 6,136934 mm ² /s |
| 85 | 02:56,2 | 176,2 | 0,03205 | 5,64721 mm ² /s |
| 90 | 02:43,7 | 163,68 | 0,03205 | 5,245944 mm ² /s |
| 95 | 02:30,7 | 150,67 | 0,03205 | 4,828974 mm ² /s |
| 100 | 02:20,6 | 140,59 | 0,03205 | 4,50591 mm ² /s |

%50 KY ve % 50 KYME karışımının belirli sıcaklıklarda kinematik viskozite değerleri

| °C | Dk | Sn | Katsayı | Sonuç |
|-----|---------|--------|---------|-----------------------------|
| 25 | 06:52,9 | 412,88 | 0,04749 | 19,60767 mm ² /s |
| 30 | 05:53,6 | 353,63 | 0,04749 | 16,79389 mm ² /s |
| 35 | 05:04,3 | 304,28 | 0,04749 | 14,45026 mm ² /s |
| 40 | 04:24,7 | 264,73 | 0,04749 | 12,57203 mm ² /s |
| 45 | 03:52,1 | 232,08 | 0,04749 | 11,02148 mm ² /s |
| 50 | 03:25,2 | 205,23 | 0,04749 | 9,746373 mm ² /s |
| 55 | 03:02,9 | 182,87 | 0,04749 | 8,684496 mm ² /s |
| 60 | 02:43,6 | 163,6 | 0,04749 | 7,769364 mm ² /s |
| 65 | 02:27,8 | 147,77 | 0,04749 | 7,017597 mm ² /s |
| 70 | 02:13,9 | 133,87 | 0,04749 | 6,357486 mm ² /s |
| 75 | 02:02,2 | 122,17 | 0,04749 | 5,801853 mm ² /s |
| 80 | 01:51,8 | 111,77 | 0,04749 | 5,307957 mm ² /s |
| 85 | 01:42,8 | 102,82 | 0,04749 | 4,882922 mm ² /s |
| 90 | 01:36,3 | 96,27 | 0,04749 | 4,571862 mm ² /s |
| 95 | 01:27,7 | 87,69 | 0,04749 | 4,164398 mm ² /s |
| 100 | 01:21,5 | 81,47 | 0,04749 | 3,86901 mm ² /s |

%40 KY ve % 60 KYME karışımının belirli sıcaklıklarda kinematik viskozite değerleri

| °C | Dk | Sn | Katsayı | Sonuç |
|-----|---------|--------|---------|-----------------------------|
| 25 | 08:05,9 | 485,94 | 0,03205 | 15,57438 mm ² /s |
| 30 | 06:57,9 | 417,88 | 0,03205 | 13,39305 mm ² /s |
| 35 | 06:03,0 | 363 | 0,03205 | 11,63415 mm ² /s |
| 40 | 05:17,7 | 317,71 | 0,03205 | 10,18261 mm ² /s |
| 45 | 04:41,5 | 281,47 | 0,03205 | 9,021114 mm ² /s |
| 50 | 04:09,8 | 249,85 | 0,03205 | 8,007693 mm ² /s |
| 55 | 03:43,6 | 223,58 | 0,03205 | 7,165739 mm ² /s |
| 60 | 03:21,6 | 201,58 | 0,03205 | 6,460639 mm ² /s |
| 65 | 03:02,2 | 182,22 | 0,03205 | 5,840151 mm ² /s |
| 70 | 02:47,2 | 167,15 | 0,03205 | 5,357158 mm ² /s |
| 75 | 02:32,2 | 152,18 | 0,03205 | 4,877369 mm ² /s |
| 80 | 02:19,8 | 139,83 | 0,03205 | 4,481552 mm ² /s |
| 85 | 02:08,7 | 128,69 | 0,03205 | 4,124515 mm ² /s |
| 90 | 01:59,8 | 119,76 | 0,03205 | 3,838308 mm ² /s |
| 95 | 01:50,5 | 110,53 | 0,03205 | 3,542487 mm ² /s |
| 100 | 01:43,1 | 103,07 | 0,03205 | 3,303394 mm ² /s |

%30 KY ve % 70 KYME karışımının belirli sıcaklıklarda kinematik viskozite değerleri

| °C | Dk | Sn | Katsayı | Sonuç |
|-----|---------|--------|---------|-----------------------------|
| 25 | 04:22,1 | 262,06 | 0,04749 | 12,44523 mm ² /s |
| 30 | 03:48,5 | 228,46 | 0,04749 | 10,84957 mm ² /s |
| 35 | 03:20,4 | 200,42 | 0,04749 | 9,517946 mm ² /s |
| 40 | 02:55,7 | 175,7 | 0,04749 | 8,343993 mm ² /s |
| 45 | 02:36,3 | 156,29 | 0,04749 | 7,422212 mm ² /s |
| 50 | 02:20,1 | 140,14 | 0,04749 | 6,655249 mm ² /s |
| 55 | 02:06,0 | 126,01 | 0,04749 | 5,984215 mm ² /s |
| 60 | 01:53,9 | 113,9 | 0,04749 | 5,409111 mm ² /s |
| 65 | 01:43,6 | 103,59 | 0,04749 | 4,919489 mm ² /s |
| 70 | 03:14,8 | 194,8 | 0,04749 | 9,251052 mm ² /s |
| 75 | 01:27,6 | 87,63 | 0,04749 | 4,161549 mm ² /s |
| 80 | 01:20,2 | 80,16 | 0,04749 | 3,806798 mm ² /s |
| 85 | 01:14,5 | 74,53 | 0,04749 | 3,53943 mm ² /s |
| 90 | 01:09,1 | 69,11 | 0,04749 | 3,282034 mm ² /s |
| 95 | 01:04,4 | 64,43 | 0,04749 | 3,059781 mm ² /s |
| 100 | 01:00,6 | 60,61 | 0,04749 | 2,878369 mm ² /s |

%20 KY ve % 80 KYME karışımının belirli sıcaklıklarda kinematik viskozite değerleri

| °C | Dk | Sn | Katsayı | Sonuç |
|-----|---------|--------|---------|-----------------------------|
| 25 | 05:19,8 | 319,76 | 0,03205 | 10,24831 mm ² /s |
| 30 | 04:38,6 | 278,61 | 0,03205 | 8,929451 mm ² /s |
| 35 | 04:05,3 | 245,35 | 0,03205 | 7,863468 mm ² /s |
| 40 | 03:36,5 | 216,48 | 0,03205 | 6,938184 mm ² /s |
| 45 | 03:14,0 | 193,98 | 0,03205 | 6,217059 mm ² /s |
| 50 | 02:56,5 | 176,47 | 0,03205 | 5,655864 mm ² /s |
| 55 | 02:37,5 | 157,48 | 0,03205 | 5,047234 mm ² /s |
| 60 | 02:23,5 | 143,51 | 0,03205 | 4,599496 mm ² /s |
| 65 | 02:10,2 | 130,15 | 0,03205 | 4,171308 mm ² /s |
| 70 | 02:00,5 | 120,48 | 0,03205 | 3,861384 mm ² /s |
| 75 | 01:50,1 | 110,09 | 0,03205 | 3,528385 mm ² /s |
| 80 | 01:42,1 | 102,11 | 0,03205 | 3,272626 mm ² /s |
| 85 | 01:35,2 | 95,2 | 0,03205 | 3,05116 mm ² /s |
| 90 | 01:28,7 | 88,66 | 0,03205 | 2,841553 mm ² /s |
| 95 | 01:23,5 | 83,48 | 0,03205 | 2,675534 mm ² /s |
| 100 | 01:17,8 | 77,8 | 0,03205 | 2,49349 mm ² /s |

%10 KY ve % 90 KYME Karışımının belirli sıcaklıklarda kinematik viskozite değerleri

| °C | Dk | Sn | Katsayı | Sonuç |
|-----|---------|--------|---------|-----------------------------|
| 25 | 02:58,0 | 177,97 | 0,04749 | 8,451795 mm ² /s |
| 30 | 02:36,5 | 156,53 | 0,04749 | 7,43361 mm ² /s |
| 35 | 02:18,5 | 138,53 | 0,04749 | 6,57879 mm ² /s |
| 40 | 02:03,6 | 123,58 | 0,04749 | 5,868814 mm ² /s |
| 45 | 01:50,6 | 110,57 | 0,04749 | 5,250969 mm ² /s |
| 50 | 01:39,7 | 99,69 | 0,04749 | 4,734278 mm ² /s |
| 55 | 01:30,6 | 90,55 | 0,04749 | 4,30022 mm ² /s |
| 60 | 01:22,5 | 82,45 | 0,04749 | 3,915551 mm ² /s |
| 65 | 01:15,8 | 75,75 | 0,04749 | 3,597368 mm ² /s |
| 70 | 01:09,7 | 69,68 | 0,04749 | 3,309103 mm ² /s |
| 75 | 01:04,4 | 64,4 | 0,04749 | 3,058356 mm ² /s |
| 80 | 00:59,8 | 59,77 | 0,04749 | 2,838477 mm ² /s |
| 85 | 00:55,7 | 55,67 | 0,04749 | 2,643768 mm ² /s |
| 90 | 00:52,2 | 52,17 | 0,04749 | 2,477553 mm ² /s |
| 95 | 00:48,8 | 48,82 | 0,04749 | 2,318462 mm ² /s |
| 100 | 00:45,8 | 45,82 | 0,04749 | 2,175992 mm ² /s |

%100 KYME' nin belirli sıcaklıklarda kinematik viskozite değerleri

| °C | Dk | Sn | Katsayı | Sonuç |
|-----|---------|--------|---------|-----------------------------|
| 25 | 03:26,2 | 206,23 | 0,03205 | 6,609672 mm ² /s |
| 30 | 03:03,2 | 183,18 | 0,03205 | 5,870919 mm ² /s |
| 35 | 02:43,3 | 163,35 | 0,03205 | 5,235368 mm ² /s |
| 40 | 02:26,7 | 146,74 | 0,03205 | 4,703017 mm ² /s |
| 45 | 02:12,6 | 132,55 | 0,03205 | 4,248228 mm ² /s |
| 50 | 01:59,9 | 119,88 | 0,03205 | 3,842154 mm ² /s |
| 55 | 01:48,9 | 108,91 | 0,03205 | 3,490566 mm ² /s |
| 60 | 01:40,1 | 100,05 | 0,03205 | 3,206603 mm ² /s |
| 65 | 01:32,1 | 92,08 | 0,03205 | 2,951164 mm ² /s |
| 70 | 01:25,1 | 85,09 | 0,03205 | 2,727135 mm ² /s |
| 75 | 01:19,5 | 79,52 | 0,03205 | 2,548616 mm ² /s |
| 80 | 01:13,9 | 73,9 | 0,03205 | 2,368495 mm ² /s |
| 85 | 01:09,0 | 68,95 | 0,03205 | 2,209848 mm ² /s |
| 90 | 01:04,4 | 64,45 | 0,03205 | 2,065623 mm ² /s |
| 95 | 01:01,5 | 61,47 | 0,03205 | 1,970114 mm ² /s |
| 100 | 00:57,1 | 57,05 | 0,03205 | 1,828453 mm ² /s |

%90 KYME ve %10 ED karışımının belirli sıcaklıklarda kinematik viskozite değerleri

| °C | Dk | Sn | Katsayı | Sonuç |
|-----|---------|--------|---------|-----------------------------|
| 25 | 02:15,0 | 134,99 | 0,04749 | 6,410675 mm ² /s |
| 30 | 01:59,4 | 119,42 | 0,04749 | 5,671256 mm ² /s |
| 35 | 01:46,4 | 106,41 | 0,04749 | 5,053411 mm ² /s |
| 40 | 01:35,2 | 95,23 | 0,04749 | 4,522473 mm ² /s |
| 45 | 01:26,4 | 86,4 | 0,04749 | 4,103136 mm ² /s |
| 50 | 01:18,3 | 78,27 | 0,04749 | 3,717042 mm ² /s |
| 55 | 01:11,4 | 71,43 | 0,04749 | 3,392211 mm ² /s |
| 60 | 01:05,5 | 65,45 | 0,04749 | 3,108221 mm ² /s |
| 65 | 01:00,6 | 60,59 | 0,04749 | 2,877419 mm ² /s |
| 70 | 00:55,7 | 55,69 | 0,04749 | 2,644718 mm ² /s |
| 75 | 00:52,4 | 52,39 | 0,04749 | 2,488001 mm ² /s |
| 80 | 00:48,3 | 48,25 | 0,04749 | 2,291393 mm ² /s |
| 85 | 00:45,3 | 45,27 | 0,04749 | 2,149872 mm ² /s |
| 90 | 00:42,6 | 42,64 | 0,04749 | 2,024974 mm ² /s |
| 95 | 00:40,0 | 39,97 | 0,04749 | 1,898175 mm ² /s |
| 100 | 00:37,6 | 37,64 | 0,04749 | 1,787524 mm ² /s |

%80 KYME ve %20 ED karışımının belirli sıcaklıklarda kinematik viskozite değerleri

| °C | Dk | Sn | Katsayı | Sonuç |
|-----|---------|--------|---------|-----------------------------|
| 25 | 03:10,9 | 190,89 | 0,03205 | 6,118025 mm ² /s |
| 30 | 02:49,2 | 169,17 | 0,03205 | 5,421899 mm ² /s |
| 35 | 02:30,6 | 150,64 | 0,03205 | 4,828012 mm ² /s |
| 40 | 02:15,2 | 135,18 | 0,03205 | 4,332519 mm ² /s |
| 45 | 02:02,1 | 122,06 | 0,03205 | 3,912023 mm ² /s |
| 50 | 01:51,0 | 111 | 0,03205 | 3,55755 mm ² /s |
| 55 | 01:41,2 | 101,19 | 0,03205 | 3,24314 mm ² /s |
| 60 | 01:32,9 | 92,94 | 0,03205 | 2,978727 mm ² /s |
| 65 | 01:25,5 | 85,48 | 0,03205 | 2,739634 mm ² /s |
| 70 | 01:19,2 | 79,22 | 0,03205 | 2,539001 mm ² /s |
| 75 | 01:13,5 | 73,54 | 0,03205 | 2,356957 mm ² /s |
| 80 | 01:08,5 | 68,5 | 0,03205 | 2,195425 mm ² /s |
| 85 | 01:04,5 | 64,46 | 0,03205 | 2,065943 mm ² /s |
| 90 | 01:00,1 | 60,06 | 0,03205 | 1,924923 mm ² /s |
| 95 | 00:56,9 | 56,9 | 0,03205 | 1,823645 mm ² /s |
| 100 | 00:53,5 | 53,54 | 0,03205 | 1,715957 mm ² /s |

%70 KYME ve %30 ED karışımının belirli sıcaklıklarda kinematik viskozite değerleri

| °C | Dk | Sn | Katsayı | Sonuç |
|-----|---------|--------|---------|-----------------------------|
| 25 | 02:04,1 | 124,05 | 0,04749 | 5,891135 mm ² /s |
| 30 | 01:49,1 | 109,13 | 0,04749 | 5,182584 mm ² /s |
| 35 | 01:37,4 | 97,42 | 0,04749 | 4,626476 mm ² /s |
| 40 | 01:27,6 | 87,63 | 0,04749 | 4,161549 mm ² /s |
| 45 | 01:19,1 | 79,13 | 0,04749 | 3,757884 mm ² /s |
| 50 | 01:11,9 | 71,87 | 0,04749 | 3,413106 mm ² /s |
| 55 | 01:05,9 | 65,88 | 0,04749 | 3,128641 mm ² /s |
| 60 | 01:00,5 | 60,47 | 0,04749 | 2,87172 mm ² /s |
| 65 | 00:55,7 | 55,68 | 0,04749 | 2,644243 mm ² /s |
| 70 | 00:51,6 | 51,6 | 0,04749 | 2,450484 mm ² /s |
| 75 | 00:48,0 | 47,97 | 0,04749 | 2,278095 mm ² /s |
| 80 | 00:44,9 | 44,94 | 0,04749 | 2,134201 mm ² /s |
| 85 | 00:42,1 | 42,14 | 0,04749 | 2,001229 mm ² /s |
| 90 | 00:39,4 | 39,38 | 0,04749 | 1,870156 mm ² /s |
| 95 | 00:37,1 | 37,14 | 0,04749 | 1,763779 mm ² /s |
| 100 | 00:35,1 | 35,1 | 0,04749 | 1,666899 mm ² /s |

%60 KYME ve %40 ED karışımının belirli sıcaklıklarda kinematik viskozite değerleri

| °C | Dk | Sn | Katsayı | Sonuç |
|-----|---------|--------|---------|-----------------------------|
| 25 | 02:54,1 | 174,12 | 0,03205 | 5,580546 mm ² /s |
| 30 | 02:34,7 | 154,69 | 0,03205 | 4,957815 mm ² /s |
| 35 | 02:18,0 | 137,96 | 0,03205 | 4,421618 mm ² /s |
| 40 | 02:03,8 | 123,83 | 0,03205 | 3,968752 mm ² /s |
| 45 | 01:51,7 | 111,73 | 0,03205 | 3,580947 mm ² /s |
| 50 | 01:41,3 | 101,25 | 0,03205 | 3,245063 mm ² /s |
| 55 | 01:33,0 | 92,96 | 0,03205 | 2,979368 mm ² /s |
| 60 | 01:25,4 | 85,38 | 0,03205 | 2,736429 mm ² /s |
| 65 | 01:18,8 | 78,82 | 0,03205 | 2,526181 mm ² /s |
| 70 | 01:12,8 | 72,77 | 0,03205 | 2,332279 mm ² /s |
| 75 | 01:07,7 | 67,7 | 0,03205 | 2,169785 mm ² /s |
| 80 | 01:03,3 | 63,31 | 0,03205 | 2,029086 mm ² /s |
| 85 | 00:59,0 | 59,03 | 0,03205 | 1,891912 mm ² /s |
| 90 | 00:55,5 | 55,53 | 0,03205 | 1,779737 mm ² /s |
| 95 | 00:52,3 | 52,33 | 0,03205 | 1,677177 mm ² /s |
| 100 | 00:49,4 | 49,37 | 0,03205 | 1,582309 mm ² /s |

%50 KYME ve %50 ED karışımının belirli sıcaklıklarda kinematik viskozite değerleri

| °C | Dk | Sn | Katsayı | Sonuç |
|-----|---------|--------|---------|-----------------------------|
| 25 | 01:53,2 | 113,24 | 0,04749 | 5,377768 mm ² /s |
| 30 | 01:40,4 | 100,35 | 0,04749 | 4,765622 mm ² /s |
| 35 | 01:29,6 | 89,56 | 0,04749 | 4,253204 mm ² /s |
| 40 | 01:20,6 | 80,57 | 0,04749 | 3,826269 mm ² /s |
| 45 | 01:12,7 | 72,67 | 0,04749 | 3,451098 mm ² /s |
| 50 | 01:06,2 | 66,24 | 0,04749 | 3,145738 mm ² /s |
| 55 | 01:00,7 | 60,68 | 0,04749 | 2,881693 mm ² /s |
| 60 | 00:55,7 | 55,73 | 0,04749 | 2,646618 mm ² /s |
| 65 | 00:51,3 | 51,29 | 0,04749 | 2,435762 mm ² /s |
| 70 | 00:47,7 | 47,67 | 0,04749 | 2,263848 mm ² /s |
| 75 | 00:44,5 | 44,46 | 0,04749 | 2,111405 mm ² /s |
| 80 | 00:41,5 | 41,45 | 0,04749 | 1,968461 mm ² /s |
| 85 | 00:38,9 | 38,93 | 0,04749 | 1,848786 mm ² /s |
| 90 | 00:36,4 | 36,43 | 0,04749 | 1,730061 mm ² /s |
| 95 | 00:34,5 | 34,45 | 0,04749 | 1,636031 mm ² /s |
| 100 | 00:32,6 | 32,6 | 0,04749 | 1,548174 mm ² /s |

%40 KYME ve %60 ED karışımının belirli sıcaklıklarda kinematik viskozite değerleri

| °C | Dk | Sn | Katsayı | Sonuç |
|-----|---------|--------|---------|-----------------------------|
| 25 | 02:39,9 | 159,85 | 0,03205 | 5,123193 mm ² /s |
| 30 | 02:22,6 | 142,55 | 0,03205 | 4,568728 mm ² /s |
| 35 | 02:06,8 | 126,82 | 0,03205 | 4,064581 mm ² /s |
| 40 | 01:53,7 | 113,66 | 0,03205 | 3,642803 mm ² /s |
| 45 | 01:43,2 | 103,21 | 0,03205 | 3,307881 mm ² /s |
| 50 | 01:34,1 | 94,1 | 0,03205 | 3,015905 mm ² /s |
| 55 | 01:26,4 | 86,39 | 0,03205 | 2,7688 mm ² /s |
| 60 | 01:18,6 | 78,63 | 0,03205 | 2,520092 mm ² /s |
| 65 | 01:12,9 | 72,9 | 0,03205 | 2,336445 mm ² /s |
| 70 | 01:07,2 | 67,17 | 0,03205 | 2,152799 mm ² /s |
| 75 | 01:03,3 | 63,29 | 0,03205 | 2,028445 mm ² /s |
| 80 | 00:58,5 | 58,5 | 0,03205 | 1,874925 mm ² /s |
| 85 | 00:54,3 | 54,35 | 0,03205 | 1,741918 mm ² /s |
| 90 | 00:51,5 | 51,51 | 0,03205 | 1,650896 mm ² /s |
| 95 | 00:47,7 | 47,68 | 0,03205 | 1,528144 mm ² /s |
| 100 | 00:45,8 | 45,78 | 0,03205 | 1,467249 mm ² /s |

%30 KYME ve %70 ED karışımının belirli sıcaklıklarda kinematik viskozite değerleri

| °C | Dk | Sn | Katsayı | Sonuç |
|-----|---------|--------|---------|-----------------------------|
| 25 | 01:43,6 | 103,59 | 0,04749 | 4,919489 mm ² /s |
| 30 | 01:31,8 | 91,83 | 0,04749 | 4,361007 mm ² /s |
| 35 | 01:22,2 | 82,23 | 0,04749 | 3,905103 mm ² /s |
| 40 | 01:13,8 | 73,82 | 0,04749 | 3,505712 mm ² /s |
| 45 | 01:06,9 | 66,93 | 0,04749 | 3,178506 mm ² /s |
| 50 | 01:00,9 | 60,94 | 0,04749 | 2,894041 mm ² /s |
| 55 | 00:55,9 | 55,93 | 0,04749 | 2,656116 mm ² /s |
| 60 | 00:51,5 | 51,47 | 0,04749 | 2,44431 mm ² /s |
| 65 | 00:47,5 | 47,48 | 0,04749 | 2,254825 mm ² /s |
| 70 | 00:44,1 | 44,14 | 0,04749 | 2,096209 mm ² /s |
| 75 | 00:41,8 | 41,79 | 0,04749 | 1,984607 mm ² /s |
| 80 | 00:38,4 | 38,43 | 0,04749 | 1,825041 mm ² /s |
| 85 | 00:36,0 | 36 | 0,04749 | 1,70964 mm ² /s |
| 90 | 00:34,0 | 34,05 | 0,04749 | 1,617035 mm ² /s |
| 95 | 00:32,0 | 31,95 | 0,04749 | 1,517306 mm ² /s |
| 100 | 00:30,3 | 30,31 | 0,04749 | 1,439422 mm ² /s |

%20 KYME ve %80 ED karışımının belirli sıcaklıklarda kinematik viskozite değerleri

| °C | Dk | Sn | Katsayı | Sonuç |
|-----|---------|--------|---------|-----------------------------|
| 25 | 02:24,0 | 143,99 | 0,03205 | 4,61488 mm ² /s |
| 30 | 02:06,0 | 126,04 | 0,03205 | 4,039582 mm ² /s |
| 35 | 01:53,3 | 113,3 | 0,03205 | 3,631265 mm ² /s |
| 40 | 01:41,9 | 101,91 | 0,03205 | 3,266216 mm ² /s |
| 45 | 01:32,0 | 91,98 | 0,03205 | 2,947959 mm ² /s |
| 50 | 01:23,6 | 83,64 | 0,03205 | 2,680662 mm ² /s |
| 55 | 01:16,8 | 76,84 | 0,03205 | 2,462722 mm ² /s |
| 60 | 01:10,7 | 70,72 | 0,03205 | 2,266576 mm ² /s |
| 65 | 01:05,5 | 65,47 | 0,03205 | 2,098314 mm ² /s |
| 70 | 01:00,7 | 60,74 | 0,03205 | 1,946717 mm ² /s |
| 75 | 00:56,7 | 56,68 | 0,03205 | 1,816594 mm ² /s |
| 80 | 00:52,6 | 52,62 | 0,03205 | 1,686471 mm ² /s |
| 85 | 00:49,9 | 49,91 | 0,03205 | 1,599616 mm ² /s |
| 90 | 00:46,9 | 46,93 | 0,03205 | 1,504107 mm ² /s |
| 95 | 00:44,2 | 44,17 | 0,03205 | 1,415649 mm ² /s |
| 100 | 00:41,9 | 41,89 | 0,03205 | 1,342575 mm ² /s |

%10 KYME ve %90 ED karışımının belirli sıcaklıklarda kinematik viskozite değerleri

| °C | Dk | Sn | Katsayı | Sonuç |
|-----|---------|-------|---------|-----------------------------|
| 25 | 01:36,0 | 96 | 0,04749 | 4,55904 mm ² /s |
| 30 | 01:25,1 | 85,13 | 0,04749 | 4,042824 mm ² /s |
| 35 | 01:16,2 | 76,16 | 0,04749 | 3,616838 mm ² /s |
| 40 | 01:08,5 | 68,55 | 0,04749 | 3,25544 mm ² /s |
| 45 | 01:02,2 | 62,23 | 0,04749 | 2,955303 mm ² /s |
| 50 | 00:56,6 | 56,62 | 0,04749 | 2,688884 mm ² /s |
| 55 | 00:52,0 | 52,02 | 0,04749 | 2,47043 mm ² /s |
| 60 | 00:47,8 | 47,82 | 0,04749 | 2,270972 mm ² /s |
| 65 | 00:44,2 | 44,18 | 0,04749 | 2,098108 mm ² /s |
| 70 | 00:41,0 | 41,02 | 0,04749 | 1,94804 mm ² /s |
| 75 | 00:38,3 | 38,31 | 0,04749 | 1,819342 mm ² /s |
| 80 | 00:35,9 | 35,85 | 0,04749 | 1,702517 mm ² /s |
| 85 | 00:33,6 | 33,63 | 0,04749 | 1,597089 mm ² /s |
| 90 | 00:31,8 | 31,77 | 0,04749 | 1,508757 mm ² /s |
| 95 | 00:30,0 | 29,98 | 0,04749 | 1,42375 mm ² /s |
| 100 | 00:28,4 | 28,43 | 0,04749 | 1,350141 mm ² /s |

%100 ED' nin belirli sıcaklıklarda kinematik viskozite değerleri

| °C | Dk | Sn | Katsayı | Sonuç |
|-----|---------|--------|---------|-----------------------------|
| 25 | 02:16,6 | 136,62 | 0,03205 | 4,378671 mm ² /s |
| 30 | 02:00,6 | 120,57 | 0,03205 | 3,864269 mm ² /s |
| 35 | 01:47,8 | 107,77 | 0,03205 | 3,454029 mm ² /s |
| 40 | 01:37,0 | 97,01 | 0,03205 | 3,109171 mm ² /s |
| 45 | 01:27,9 | 87,94 | 0,03205 | 2,818477 mm ² /s |
| 50 | 01:20,0 | 79,99 | 0,03205 | 2,56368 mm ² /s |
| 55 | 01:13,3 | 73,25 | 0,03205 | 2,347663 mm ² /s |
| 60 | 01:07,7 | 67,67 | 0,03205 | 2,168824 mm ² /s |
| 65 | 01:02,6 | 62,56 | 0,03205 | 2,005048 mm ² /s |
| 70 | 00:58,0 | 57,97 | 0,03205 | 1,857939 mm ² /s |
| 75 | 00:54,0 | 54,03 | 0,03205 | 1,731662 mm ² /s |
| 80 | 00:50,8 | 50,79 | 0,03205 | 1,62782 mm ² /s |
| 85 | 00:49,2 | 49,18 | 0,03205 | 1,57622 mm ² /s |
| 90 | 00:47,6 | 47,58 | 0,03205 | 1,52494 mm ² /s |
| 95 | 00:42,9 | 42,9 | 0,03205 | 1,37495 mm ² /s |
| 100 | 00:37,4 | 37,35 | 0,03205 | 1,19707 mm ² /s |

%90 ED ve %10 KY karışımının belirli sıcaklıklarda kinematik viskozite değerleri

| °C | Dk | Sn | Katsayı | Sonuç |
|-----|---------|--------|---------|-----------------------------|
| 25 | 02:01,8 | 121,83 | 0,04749 | 5,785707 mm ² /s |
| 30 | 01:47,4 | 107,39 | 0,04749 | 5,099951 mm ² /s |
| 35 | 01:35,0 | 94,99 | 0,04749 | 4,511075 mm ² /s |
| 40 | 01:26,3 | 86,34 | 0,04749 | 4,100287 mm ² /s |
| 45 | 01:16,5 | 76,48 | 0,04749 | 3,632035 mm ² /s |
| 50 | 01:09,7 | 69,74 | 0,04749 | 3,311953 mm ² /s |
| 55 | 01:03,6 | 63,57 | 0,04749 | 3,018939 mm ² /s |
| 60 | 00:58,1 | 58,07 | 0,04749 | 2,757744 mm ² /s |
| 65 | 00:53,2 | 53,16 | 0,04749 | 2,524568 mm ² /s |
| 70 | 00:49,6 | 49,59 | 0,04749 | 2,355029 mm ² /s |
| 75 | 00:45,7 | 45,67 | 0,04749 | 2,168868 mm ² /s |
| 80 | 00:42,3 | 42,33 | 0,04749 | 2,010252 mm ² /s |
| 85 | 00:39,7 | 39,72 | 0,04749 | 1,886303 mm ² /s |
| 90 | 00:37,2 | 37,23 | 0,04749 | 1,768053 mm ² /s |
| 95 | 00:35,7 | 35,68 | 0,04749 | 1,694443 mm ² /s |
| 100 | 00:33,3 | 33,27 | 0,04749 | 1,579992 mm ² /s |

%80 ED ve %20 KY karışımının belirli sıcaklıklarda kinematik viskozite değerleri

| °C | Dk | Sn | Katsayı | Sonuç |
|-----|---------|--------|---------|-----------------------------|
| 25 | 03:54,5 | 234,49 | 0,03205 | 7,515405 mm ² /s |
| 30 | 03:26,6 | 206,63 | 0,03205 | 6,622492 mm ² /s |
| 35 | 03:01,3 | 181,26 | 0,03205 | 5,809383 mm ² /s |
| 40 | 02:40,6 | 160,59 | 0,03205 | 5,14691 mm ² /s |
| 45 | 02:23,5 | 143,49 | 0,03205 | 4,598855 mm ² /s |
| 50 | 02:09,3 | 129,32 | 0,03205 | 4,144706 mm ² /s |
| 55 | 01:56,9 | 116,91 | 0,03205 | 3,746966 mm ² /s |
| 60 | 01:46,6 | 106,56 | 0,03205 | 3,415248 mm ² /s |
| 65 | 01:37,5 | 97,53 | 0,03205 | 3,125837 mm ² /s |
| 70 | 01:29,7 | 89,7 | 0,03205 | 2,874885 mm ² /s |
| 75 | 01:23,5 | 83,46 | 0,03205 | 2,674893 mm ² /s |
| 80 | 01:16,6 | 76,56 | 0,03205 | 2,453748 mm ² /s |
| 85 | 01:11,2 | 71,15 | 0,03205 | 2,280358 mm ² /s |
| 90 | 01:06,6 | 66,57 | 0,03205 | 2,133569 mm ² /s |
| 95 | 01:02,7 | 62,66 | 0,03205 | 2,008253 mm ² /s |
| 100 | 00:58,4 | 58,43 | 0,03205 | 1,872682 mm ² /s |

%70 ED ve %30 KY karışımının belirli sıcaklıklarda kinematik viskozite değerleri

| °C | Dk | Sn | Katsayı | Sonuç |
|-----|---------|--------|---------|-----------------------------|
| 25 | 03:30,1 | 210,06 | 0,04749 | 9,975749 mm ² /s |
| 30 | 03:02,0 | 181,99 | 0,04749 | 8,642705 mm ² /s |
| 35 | 02:39,8 | 159,77 | 0,04749 | 7,587477 mm ² /s |
| 40 | 02:20,0 | 140,04 | 0,04749 | 6,6505 mm ² /s |
| 45 | 02:03,2 | 123,19 | 0,04749 | 5,850293 mm ² /s |
| 50 | 01:50,3 | 110,29 | 0,04749 | 5,237672 mm ² /s |
| 55 | 01:39,4 | 99,39 | 0,04749 | 4,720031 mm ² /s |
| 60 | 01:30,1 | 90,13 | 0,04749 | 4,280274 mm ² /s |
| 65 | 01:22,2 | 82,22 | 0,04749 | 3,904628 mm ² /s |
| 70 | 01:15,1 | 75,1 | 0,04749 | 3,566499 mm ² /s |
| 75 | 01:09,2 | 69,21 | 0,04749 | 3,286783 mm ² /s |
| 80 | 01:04,1 | 64,07 | 0,04749 | 3,042684 mm ² /s |
| 85 | 00:59,2 | 59,22 | 0,04749 | 2,812358 mm ² /s |
| 90 | 00:55,1 | 55,07 | 0,04749 | 2,615274 mm ² /s |
| 95 | 00:51,5 | 51,53 | 0,04749 | 2,44716 mm ² /s |
| 100 | 00:48,2 | 48,19 | 0,04749 | 2,288543 mm ² /s |

%60 ED ve %40 KY karışımının belirli sıcaklıklarda kinematik viskozite değerleri

| °C | Dk | Sn | Katsayı | Sonuç |
|-----|---------|--------|---------|-----------------------------|
| 25 | 06:31,9 | 391,93 | 0,03205 | 12,56136 mm ² /s |
| 30 | 05:36,8 | 336,77 | 0,03205 | 10,79348 mm ² /s |
| 35 | 04:52,3 | 292,34 | 0,03205 | 9,369497 mm ² /s |
| 40 | 04:16,3 | 256,26 | 0,03205 | 8,213133 mm ² /s |
| 45 | 03:46,5 | 226,55 | 0,03205 | 7,260928 mm ² /s |
| 50 | 03:21,3 | 201,25 | 0,03205 | 6,450063 mm ² /s |
| 55 | 03:00,7 | 180,69 | 0,03205 | 5,791115 mm ² /s |
| 60 | 02:42,5 | 162,51 | 0,03205 | 5,208446 mm ² /s |
| 65 | 02:27,3 | 147,31 | 0,03205 | 4,721286 mm ² /s |
| 70 | 02:15,3 | 135,3 | 0,03205 | 4,336365 mm ² /s |
| 75 | 02:04,6 | 124,57 | 0,03205 | 3,992469 mm ² /s |
| 80 | 01:53,8 | 113,77 | 0,03205 | 3,646329 mm ² /s |
| 85 | 01:44,3 | 104,27 | 0,03205 | 3,341854 mm ² /s |
| 90 | 01:36,8 | 96,82 | 0,03205 | 3,103081 mm ² /s |
| 95 | 01:30,3 | 90,3 | 0,03205 | 2,894115 mm ² /s |
| 100 | 01:24,6 | 84,59 | 0,03205 | 2,71111 mm ² /s |

%50 ED ve %50 KY karışımının belirli sıcaklıklarda kinematik viskozite değerleri

| °C | Dk | Sn | Katsayı | Sonuç |
|-----|---------|--------|---------|-----------------------------|
| 25 | 05:53,0 | 352,98 | 0,04749 | 16,76302 mm ² /s |
| 30 | 05:01,3 | 301,27 | 0,04749 | 14,30731 mm ² /s |
| 35 | 04:19,4 | 259,37 | 0,04749 | 12,31748 mm ² /s |
| 40 | 03:45,4 | 225,45 | 0,04749 | 10,70662 mm ² /s |
| 45 | 03:17,7 | 197,71 | 0,04749 | 9,389248 mm ² /s |
| 50 | 02:54,5 | 174,53 | 0,04749 | 8,28843 mm ² /s |
| 55 | 02:35,2 | 155,23 | 0,04749 | 7,371873 mm ² /s |
| 60 | 02:19,2 | 139,16 | 0,04749 | 6,608708 mm ² /s |
| 65 | 02:05,6 | 125,65 | 0,04749 | 5,967119 mm ² /s |
| 70 | 01:53,9 | 113,91 | 0,04749 | 5,409586 mm ² /s |
| 75 | 01:43,4 | 103,44 | 0,04749 | 4,912366 mm ² /s |
| 80 | 01:35,0 | 95,03 | 0,04749 | 4,512975 mm ² /s |
| 85 | 01:27,3 | 87,3 | 0,04749 | 4,145877 mm ² /s |
| 90 | 01:20,5 | 80,49 | 0,04749 | 3,82247 mm ² /s |
| 95 | 01:14,7 | 74,67 | 0,04749 | 3,546078 mm ² /s |
| 100 | 01:09,6 | 69,61 | 0,04749 | 3,305779 mm ² /s |

%40 ED ve %60 KY karışımının belirli sıcaklıklarda kinematik viskozite değerleri

| °C | Dk | Sn | Katsayı | Sonuç |
|-----|---------|--------|---------|-----------------------------|
| 25 | 11:23,1 | 683,08 | 0,03205 | 21,89271 mm ² /s |
| 30 | 09:38,6 | 578,59 | 0,03205 | 18,54381 mm ² /s |
| 35 | 08:14,0 | 494,01 | 0,03205 | 15,83302 mm ² /s |
| 40 | 07:05,8 | 425,81 | 0,03205 | 13,64721 mm ² /s |
| 45 | 06:12,0 | 372,01 | 0,03205 | 11,92292 mm ² /s |
| 50 | 05:25,6 | 325,62 | 0,03205 | 10,43612 mm ² /s |
| 55 | 04:48,1 | 288,09 | 0,03205 | 9,233285 mm ² /s |
| 60 | 04:17,3 | 257,28 | 0,03205 | 8,245824 mm ² /s |
| 65 | 03:50,5 | 230,47 | 0,03205 | 7,386564 mm ² /s |
| 70 | 03:28,1 | 208,11 | 0,03205 | 6,669926 mm ² /s |
| 75 | 03:08,9 | 188,87 | 0,03205 | 6,053284 mm ² /s |
| 80 | 02:52,9 | 172,86 | 0,03205 | 5,540163 mm ² /s |
| 85 | 02:37,5 | 157,54 | 0,03205 | 5,049157 mm ² /s |
| 90 | 02:24,8 | 144,79 | 0,03205 | 4,64052 mm ² /s |
| 95 | 02:13,3 | 133,28 | 0,03205 | 4,271624 mm ² /s |
| 100 | 02:04,2 | 124,16 | 0,03205 | 3,979328 mm ² /s |

%30 ED ve %70 KY karışımının belirli sıcaklıklarda kinematik viskozite değerleri

| °C | Dk | Sn | Katsayı | Sonuç |
|-----|---------|--------|---------|-----------------------------|
| 25 | 10:07,0 | 606,96 | 0,04749 | 28,82453 mm ² /s |
| 30 | 08:33,0 | 512,99 | 0,04749 | 24,3619 mm ² /s |
| 35 | 07:13,0 | 433,02 | 0,04749 | 20,56412 mm ² /s |
| 40 | 06:09,8 | 369,79 | 0,04749 | 17,56133 mm ² /s |
| 45 | 05:20,7 | 320,7 | 0,04749 | 15,23004 mm ² /s |
| 50 | 04:40,7 | 280,66 | 0,04749 | 13,32854 mm ² /s |
| 55 | 04:04,9 | 244,9 | 0,04749 | 11,6303 mm ² /s |
| 60 | 03:37,3 | 217,34 | 0,04749 | 10,32148 mm ² /s |
| 65 | 03:14,2 | 194,24 | 0,04749 | 9,224458 mm ² /s |
| 70 | 02:53,9 | 173,87 | 0,04749 | 8,257086 mm ² /s |
| 75 | 02:37,2 | 157,2 | 0,04749 | 7,465428 mm ² /s |
| 80 | 02:23,6 | 143,55 | 0,04749 | 6,81719 mm ² /s |
| 85 | 02:10,1 | 130,09 | 0,04749 | 6,177974 mm ² /s |
| 90 | 01:59,3 | 119,3 | 0,04749 | 5,665557 mm ² /s |
| 95 | 01:49,8 | 109,77 | 0,04749 | 5,212977 mm ² /s |
| 100 | 01:41,3 | 101,29 | 0,04749 | 4,810262 mm ² /s |

%20 ED ve %80 KY Karışımının belirli sıcaklıklarda kinematik viskozite değerleri

| °C | Dk | Sn | Katsayı | Sonuç |
|-----|---------|---------|---------|-----------------------------|
| 25 | 19:34,0 | 1173,96 | 0,03205 | 37,62542 mm ² /s |
| 30 | 16:17,4 | 977,37 | 0,03205 | 31,32471 mm ² /s |
| 35 | 13:49,8 | 829,81 | 0,03205 | 26,59541 mm ² /s |
| 40 | 11:38,1 | 698,13 | 0,03205 | 22,37507 mm ² /s |
| 45 | 10:00,4 | 600,38 | 0,03205 | 19,24218 mm ² /s |
| 50 | 08:39,0 | 519,01 | 0,03205 | 16,63427 mm ² /s |
| 55 | 07:30,6 | 450,6 | 0,03205 | 14,44173 mm ² /s |
| 60 | 06:39,2 | 399,16 | 0,03205 | 12,79308 mm ² /s |
| 65 | 05:54,0 | 354,01 | 0,03205 | 11,34602 mm ² /s |
| 70 | 05:17,4 | 317,42 | 0,03205 | 10,17331 mm ² /s |
| 75 | 04:44,6 | 284,59 | 0,03205 | 9,12111 mm ² /s |
| 80 | 04:28,7 | 268,72 | 0,03205 | 8,612476 mm ² /s |
| 85 | 03:54,4 | 234,43 | 0,03205 | 7,513482 mm ² /s |
| 90 | 03:33,6 | 213,59 | 0,03205 | 6,84556 mm ² /s |
| 95 | 03:15,9 | 195,95 | 0,03205 | 6,280198 mm ² /s |
| 100 | 03:00,8 | 180,79 | 0,03205 | 5,79432 mm ² /s |

%10 ED ve %90 KY karışımının belirli sıcaklıklarda kinematik viskozite değerleri

| °C | Dk | Sn | Katsayı | Sonuç |
|-----|---------|---------|---------|-----------------------------|
| 25 | 16:55,2 | 1015,17 | 0,04749 | 48,21042 mm ² /s |
| 30 | 14:01,9 | 841,91 | 0,04749 | 39,98231 mm ² /s |
| 35 | 11:43,3 | 703,26 | 0,04749 | 33,39782 mm ² /s |
| 40 | 09:53,2 | 593,21 | 0,04749 | 28,17154 mm ² /s |
| 45 | 08:25,7 | 505,71 | 0,04749 | 24,01617 mm ² /s |
| 50 | 07:15,7 | 435,7 | 0,04749 | 20,69139 mm ² /s |
| 55 | 06:18,6 | 378,59 | 0,04749 | 17,97924 mm ² /s |
| 60 | 05:31,9 | 331,95 | 0,04749 | 15,76431 mm ² /s |
| 65 | 04:52,8 | 292,78 | 0,04749 | 13,90412 mm ² /s |
| 70 | 04:20,4 | 260,36 | 0,04749 | 12,3645 mm ² /s |
| 75 | 03:53,4 | 233,43 | 0,04749 | 11,08559 mm ² /s |
| 80 | 03:40,0 | 219,99 | 0,04749 | 10,44733 mm ² /s |
| 85 | 03:09,9 | 189,89 | 0,04749 | 9,017876 mm ² /s |
| 90 | 02:53,3 | 173,33 | 0,04749 | 8,231442 mm ² /s |
| 95 | 02:37,8 | 157,81 | 0,04749 | 7,494397 mm ² /s |
| 100 | 02:25,0 | 144,99 | 0,04749 | 6,885575 mm ² /s |

EK-2 : KY, KYME ve ED' nin Farklı Oranlardaki Karışımlarının Belirli Sıcaklıklardaki Ölçülen Yoğunluk Tabloları

%100 KY'nin belirli sıcaklıklarda ölçülen yoğunluk değerleri

| °C | Yoğunluk (g/cm ³) | S.G.(t/4) | S.G.(t/t) | (kg/m ³) |
|----|-------------------------------|------------|-----------|----------------------|
| 0 | 0,93071 | 0,93074 | 0,93086 | 930,71 |
| 5 | 0,92747 | 0,9275 | 0,9275 | 927,47 |
| 10 | 0,92386 | 0,92389 | 0,92414 | 923,86 |
| 15 | 0,92026 | 0,92029 | 0,92109 | 920,26 |
| 20 | 0,91668 | 0,91671 | 0,91832 | 916,68 |
| 25 | 0,91314 | 0,91317 | 0,91584 | 913,14 |
| 30 | 0,90961 | 0,90964 | 0,91358 | 909,61 |
| 35 | 0,90611 | 0,90614 | 0,91155 | 906,11 |
| 40 | 0,90264 | 0,90267 | 0,90972 | 902,64 |
| 45 | 0,89917 | 0,8992 | 0,90806 | 899,17 |
| 50 | 0,89573 | 0,89576 | 0,90657 | 895,73 |
| 55 | 0,8923 | 0,89233 | 0,90525 | 892,3 |
| 60 | 0,88889 | 0,88892 | 0,90408 | 888,89 |
| 65 | 0,8855 | 0,88553 | 0,90306 | 885,5 |
| 70 | 0,88213 | 0,88216 | 0,90219 | 882,13 |
| 75 | 0,87876 | 0,87879 | 0,90144 | 878,76 |
| 80 | 0,87541 | 0,87544 | 0,90082 | 875,41 |
| 85 | 0,87208 | 0,87211 | 0,90034 | 872,08 |
| 90 | 0,86873 | 0,86876 | 0,89995 | 868,73 |
| 93 | 0,86672 | 0,86675 | 0,89977 | 866,72 |

%90 KY ve %10 KYME karışımının belirli sıcaklıklarda ölçülen yoğunluk değerleri

| °C | Yoğunluk (g/cm ³) | S.G.(t/4) | S.G.(t/t) | (kg/m ³) |
|----|-------------------------------|------------|-----------|----------------------|
| 0 | 0,92679 | 0,92682 | 0,92694 | 926,79 |
| 5 | 0,92348 | 0,92351 | 0,92351 | 923,48 |
| 10 | 0,91981 | 0,91984 | 0,92009 | 919,81 |
| 15 | 0,91617 | 0,9162 | 0,917 | 916,17 |
| 20 | 0,91255 | 0,91258 | 0,91419 | 912,55 |
| 25 | 0,90895 | 0,90898 | 0,91164 | 908,95 |
| 30 | 0,90536 | 0,90539 | 0,90932 | 905,36 |
| 35 | 0,90184 | 0,90187 | 0,90726 | 901,84 |
| 40 | 0,89836 | 0,89839 | 0,9054 | 898,36 |
| 45 | 0,89491 | 0,89494 | 0,90376 | 894,91 |
| 50 | 0,89148 | 0,89151 | 0,90227 | 891,48 |
| 55 | 0,88807 | 0,8881 | 0,90096 | 888,07 |
| 60 | 0,88469 | 0,88472 | 0,89981 | 884,69 |
| 65 | 0,88131 | 0,88134 | 0,89879 | 881,31 |
| 70 | 0,87796 | 0,87799 | 0,89793 | 877,96 |
| 75 | 0,87459 | 0,87462 | 0,89716 | 874,59 |
| 80 | 0,87123 | 0,87126 | 0,89652 | 871,23 |
| 85 | 0,86786 | 0,86789 | 0,89598 | 867,86 |
| 90 | 0,86449 | 0,86452 | 0,89556 | 864,49 |
| 93 | 0,86246 | 0,86249 | 0,89535 | 862,46 |

%80 KY ve %20 KYME karışımının belirli sıcaklıklarda ölçülen yoğunluk değerleri

| °C | Yoğunluk (g/cm ³) | S.G.(t/4) | S.G.(t/t) | (kg/m ³) |
|----|-------------------------------|------------|-----------|----------------------|
| 0 | 0,9235 | 0,92353 | 0,92365 | 923,5 |
| 5 | 0,91992 | 0,91995 | 0,91995 | 919,92 |
| 10 | 0,91622 | 0,91625 | 0,91649 | 916,22 |
| 15 | 0,91256 | 0,91259 | 0,91338 | 912,56 |
| 20 | 0,90893 | 0,90896 | 0,91056 | 908,93 |
| 25 | 0,90536 | 0,90539 | 0,90804 | 905,36 |
| 30 | 0,90183 | 0,90186 | 0,90577 | 901,83 |
| 35 | 0,89834 | 0,89837 | 0,90374 | 898,34 |
| 40 | 0,89489 | 0,89492 | 0,90191 | 894,89 |
| 45 | 0,89145 | 0,89148 | 0,90026 | 891,45 |
| 50 | 0,88798 | 0,88801 | 0,89873 | 887,98 |
| 55 | 0,88451 | 0,88454 | 0,89735 | 884,51 |
| 60 | 0,88106 | 0,88109 | 0,89611 | 881,06 |
| 65 | 0,87762 | 0,87765 | 0,89503 | 877,62 |
| 70 | 0,87419 | 0,87422 | 0,89407 | 874,19 |
| 75 | 0,87077 | 0,8708 | 0,89324 | 870,77 |
| 80 | 0,86736 | 0,86739 | 0,89254 | 867,36 |
| 85 | 0,86396 | 0,86399 | 0,89196 | 863,96 |
| 90 | 0,86056 | 0,86059 | 0,89149 | 860,56 |
| 93 | 0,8585 | 0,85853 | 0,89124 | 858,5 |

%70 KY ve %30 KYME karışımının belirli sıcaklıklarda ölçülen yoğunluk değerleri

| °C | Yoğunluk (g/cm ³) | S.G.(t/4) | S.G.(t/t) | (kg/m ³) |
|----|-------------------------------|------------|-----------|----------------------|
| 0 | 0,91984 | 0,91987 | 0,91999 | 919,84 |
| 5 | 0,91631 | 0,91634 | 0,91634 | 916,31 |
| 10 | 0,91264 | 0,91267 | 0,91291 | 912,64 |
| 15 | 0,909 | 0,90903 | 0,90982 | 909 |
| 20 | 0,90538 | 0,90541 | 0,907 | 905,38 |
| 25 | 0,90178 | 0,90181 | 0,90445 | 901,78 |
| 30 | 0,8982 | 0,89823 | 0,90212 | 898,2 |
| 35 | 0,89464 | 0,89467 | 0,90001 | 894,64 |
| 40 | 0,8911 | 0,89113 | 0,89809 | 891,1 |
| 45 | 0,88756 | 0,88759 | 0,89634 | 887,56 |
| 50 | 0,88405 | 0,88408 | 0,89475 | 884,05 |
| 55 | 0,88055 | 0,88058 | 0,89333 | 880,55 |
| 60 | 0,87707 | 0,8771 | 0,89206 | 877,07 |
| 65 | 0,87359 | 0,87362 | 0,89092 | 873,59 |
| 70 | 0,87014 | 0,87017 | 0,88993 | 870,14 |
| 75 | 0,86667 | 0,8667 | 0,88904 | 866,67 |
| 80 | 0,86325 | 0,86328 | 0,88831 | 863,25 |
| 85 | 0,85982 | 0,85985 | 0,88768 | 859,82 |
| 90 | 0,85638 | 0,85641 | 0,88716 | 856,38 |
| 93 | 0,85431 | 0,85434 | 0,88689 | 854,31 |

%60 KY ve %40 KYME karışımının belirli sıcaklıklarda ölçülen yoğunluk değerleri

| °C | Yoğunluk (g/cm ³) | S.G.(t/4) | S.G.(t/t) | (kg/m ³) |
|----|-------------------------------|------------|-----------|----------------------|
| 0 | 0,91569 | 0,91572 | 0,91584 | 915,69 |
| 5 | 0,91235 | 0,91238 | 0,91238 | 912,35 |
| 10 | 0,90862 | 0,90865 | 0,90889 | 908,62 |
| 15 | 0,9049 | 0,90493 | 0,90572 | 904,9 |
| 20 | 0,90118 | 0,90121 | 0,9028 | 901,18 |
| 25 | 0,89749 | 0,89752 | 0,90015 | 897,49 |
| 30 | 0,89379 | 0,89382 | 0,89769 | 893,79 |
| 35 | 0,89009 | 0,89012 | 0,89544 | 890,09 |
| 40 | 0,8864 | 0,88643 | 0,89335 | 886,4 |
| 45 | 0,88262 | 0,88265 | 0,89135 | 882,62 |
| 50 | 0,87882 | 0,87885 | 0,88946 | 878,82 |
| 55 | 0,87517 | 0,8752 | 0,88788 | 875,17 |
| 60 | 0,87153 | 0,87156 | 0,88642 | 871,53 |
| 65 | 0,86784 | 0,86787 | 0,88505 | 867,84 |
| 70 | 0,86411 | 0,86414 | 0,88376 | 864,11 |
| 75 | 0,85966 | 0,85969 | 0,88185 | 859,66 |
| 80 | 0,85748 | 0,85751 | 0,88237 | 857,48 |
| 85 | 0,85365 | 0,85368 | 0,88131 | 853,65 |
| 90 | 0,84902 | 0,84905 | 0,87953 | 849,02 |
| 93 | 0,84765 | 0,84365 | 0,87765 | 847,65 |

%50 KY ve %50 KYME karışımının belirli sıcaklıklarda ölçülen yoğunluk değerleri

| °C | Yoğunluk (g/cm ³) | S.G.(t/4) | S.G.(t/t) | (kg/m ³) |
|----|-------------------------------|------------|-----------|----------------------|
| 0 | 0,91216 | 0,91219 | 0,91231 | 912,16 |
| 5 | 0,9088 | 0,90883 | 0,90883 | 908,8 |
| 10 | 0,9051 | 0,90513 | 0,90537 | 905,1 |
| 15 | 0,90143 | 0,90146 | 0,90224 | 901,43 |
| 20 | 0,89777 | 0,8978 | 0,89938 | 897,77 |
| 25 | 0,89413 | 0,89416 | 0,89678 | 894,13 |
| 30 | 0,8905 | 0,89053 | 0,89439 | 890,5 |
| 35 | 0,8869 | 0,88693 | 0,89223 | 886,9 |
| 40 | 0,88332 | 0,88335 | 0,89025 | 883,32 |
| 45 | 0,87974 | 0,87977 | 0,88844 | 879,74 |
| 50 | 0,87619 | 0,87622 | 0,8868 | 876,19 |
| 55 | 0,87263 | 0,87266 | 0,8853 | 872,63 |
| 60 | 0,8691 | 0,86913 | 0,88395 | 869,1 |
| 65 | 0,86557 | 0,8656 | 0,88274 | 865,57 |
| 70 | 0,86204 | 0,86207 | 0,88165 | 862,04 |
| 75 | 0,85853 | 0,85856 | 0,88069 | 858,53 |
| 80 | 0,85504 | 0,85507 | 0,87986 | 855,04 |
| 85 | 0,85154 | 0,85157 | 0,87914 | 851,54 |
| 90 | 0,84804 | 0,84807 | 0,87852 | 848,04 |
| 93 | 0,84592 | 0,84595 | 0,87818 | 845,92 |

%40 KY ve %60 KYME karışımının belirli sıcaklıklarda ölçülen yoğunluk değerleri

| °C | Yoğunluk (g/cm ³) | S.G.(t/4) | S.G.(t/t) | (kg/m ³) |
|----|-------------------------------|------------|-----------|----------------------|
| 0 | 0,90858 | 0,90861 | 0,90873 | 908,58 |
| 5 | 0,90501 | 90504 | 0,90504 | 905,01 |
| 10 | 0,9013 | 90133 | 0,90157 | 901,3 |
| 15 | 0,89761 | 0,89764 | 0,89842 | 897,61 |
| 20 | 0,89393 | 0,89396 | 0,89553 | 893,93 |
| 25 | 0,89027 | 0,8903 | 0,8929 | 890,27 |
| 30 | 0,88663 | 0,88666 | 0,8905 | 886,63 |
| 35 | 0,88299 | 0,88302 | 0,88829 | 882,99 |
| 40 | 0,87937 | 0,8794 | 0,88627 | 879,37 |
| 45 | 0,87576 | 0,87579 | 0,88442 | 875,76 |
| 50 | 0,87217 | 0,8722 | 0,88273 | 872,17 |
| 55 | 0,86857 | 0,8686 | 0,88118 | 868,57 |
| 60 | 0,86501 | 86504 | 0,87974 | 865,01 |
| 65 | 0,86144 | 0,86147 | 0,87853 | 861,44 |
| 70 | 0,85789 | 0,85792 | 0,8774 | 857,89 |
| 75 | 0,85436 | 0,85439 | 0,87641 | 854,36 |
| 80 | 0,85083 | 0,85086 | 0,87553 | 850,83 |
| 85 | 0,8473 | 0,84733 | 0,87476 | 847,3 |
| 90 | 0,84376 | 0,84379 | 0,87408 | 843,76 |
| 93 | 0,84162 | 84165 | 0,87371 | 841,62 |

%30 KY ve %70 KYME karışımının belirli sıcaklıklarda ölçülen yoğunluk değerleri

| °C | Yoğunluk (g/cm ³) | S.G.(t/4) | S.G.(t/t) | (kg/m ³) |
|----|-------------------------------|------------|-----------|----------------------|
| 0 | 0,90456 | 0,90459 | 0,9047 | 904,56 |
| 5 | 0,90095 | 0,90098 | 0,90098 | 900,95 |
| 10 | 0,89723 | 0,89726 | 0,8975 | 897,23 |
| 15 | 0,89353 | 0,89356 | 0,89433 | 893,53 |
| 20 | 0,88983 | 0,88986 | 0,89143 | 889,83 |
| 25 | 0,88617 | 0,8862 | 0,88879 | 886,17 |
| 30 | 0,88252 | 0,88255 | 0,88638 | 882,52 |
| 35 | 0,87889 | 0,87892 | 0,88417 | 878,89 |
| 40 | 0,87527 | 0,8753 | 0,88213 | 875,27 |
| 45 | 0,87166 | 0,87169 | 0,88028 | 871,66 |
| 50 | 0,86806 | 0,86809 | 0,87857 | 868,06 |
| 55 | 0,86446 | 0,86449 | 0,87701 | 864,46 |
| 60 | 0,86087 | 0,8609 | 0,87558 | 860,87 |
| 65 | 0,8573 | 0,85733 | 0,87431 | 857,3 |
| 70 | 0,85372 | 0,85375 | 0,87314 | 853,72 |
| 75 | 0,85014 | 0,85017 | 0,87208 | 850,14 |
| 80 | 0,84658 | 0,84661 | 0,87116 | 846,58 |
| 85 | 0,84302 | 0,84305 | 0,87034 | 843,02 |
| 90 | 0,83945 | 0,83948 | 0,86962 | 839,45 |
| 93 | 0,8373 | 0,83733 | 0,86923 | 837,3 |

%20 KY ve %80 KYME karışımının belirli sıcaklıklarda ölçülen yoğunluk değerleri

| °C | Yoğunluk (g/cm ³) | S.G.(t/4) | S.G.(t/t) | (kg/m ³) |
|----|-------------------------------|------------|-----------|----------------------|
| 0 | 0,90087 | 0,9009 | 0,90101 | 900,87 |
| 5 | 0,89749 | 0,89752 | 0,89752 | 897,49 |
| 10 | 0,89374 | 0,89377 | 0,89401 | 893,74 |
| 15 | 0,89001 | 0,89004 | 0,89801 | 890,01 |
| 20 | 0,88629 | 0,88632 | 0,88788 | 886,29 |
| 25 | 0,88259 | 0,88262 | 0,8852 | 882,59 |
| 30 | 0,8789 | 0,87893 | 0,88274 | 878,9 |
| 35 | 0,87522 | 0,87525 | 0,88048 | 875,22 |
| 40 | 0,87155 | 0,87158 | 0,87838 | 871,55 |
| 45 | 0,86789 | 0,86792 | 0,87647 | 867,89 |
| 50 | 0,86423 | 0,86426 | 0,87469 | 864,23 |
| 55 | 0,86059 | 0,86062 | 0,87308 | 860,59 |
| 60 | 0,85697 | 0,857 | 0,87161 | 856,97 |
| 65 | 0,85334 | 0,85337 | 0,87027 | 853,34 |
| 70 | 0,84973 | 0,84976 | 0,86906 | 849,73 |
| 75 | 0,84612 | 0,84615 | 0,86796 | 846,12 |
| 80 | 0,84253 | 0,84256 | 0,86699 | 842,53 |
| 85 | 0,83894 | 0,83897 | 0,86613 | 838,94 |
| 90 | 0,83533 | 0,83536 | 0,86535 | 835,33 |
| 93 | 0,83315 | 0,83317 | 0,86492 | 833,15 |

%10 KY ve %90 KYME karışımının belirli sıcaklıklarda ölçülen yoğunluk değerleri

| °C | Yoğunluk (g/cm ³) | S.G.(t/4) | S.G.(t/t) | (kg/m ³) |
|----|-------------------------------|------------|-----------|----------------------|
| 0 | 0,89762 | 0,89765 | 0,89776 | 897,62 |
| 5 | 0,89401 | 0,89404 | 0,89404 | 894,01 |
| 10 | 0,89025 | 0,89028 | 0,89052 | 890,25 |
| 15 | 0,8865 | 0,88653 | 0,8873 | 886,5 |
| 20 | 0,88275 | 0,88278 | 0,88433 | 882,75 |
| 25 | 0,87903 | 0,87906 | 0,88163 | 879,03 |
| 30 | 0,87531 | 0,87534 | 0,87913 | 875,31 |
| 35 | 0,87161 | 0,87164 | 0,87684 | 871,61 |
| 40 | 0,86792 | 0,86795 | 0,87473 | 867,92 |
| 45 | 0,86424 | 0,86427 | 0,87278 | 864,24 |
| 50 | 0,86056 | 0,86059 | 0,87098 | 860,56 |
| 55 | 0,85689 | 0,85692 | 0,86933 | 856,89 |
| 60 | 0,85324 | 0,85327 | 0,86782 | 853,24 |
| 65 | 0,84959 | 0,84962 | 0,86644 | 849,59 |
| 70 | 0,84595 | 0,84598 | 0,86519 | 845,95 |
| 75 | 0,84231 | 0,84234 | 0,86405 | 842,31 |
| 80 | 0,83868 | 0,83871 | 0,86303 | 838,68 |
| 85 | 0,83506 | 0,83509 | 0,86212 | 835,06 |
| 90 | 0,83142 | 0,83144 | 0,8613 | 831,42 |
| 93 | 0,82922 | 0,82924 | 0,86084 | 829,22 |

%100 KYME' nin belirli sıcaklıklarda ölçülen yoğunluk değerleri

| °C | Yoğunluk (g/cm ³) | S.G.(t/4) | S.G.(t/t) | (kg/m ³) |
|----|-------------------------------|------------|-----------|----------------------|
| 0 | 0,89232 | 0,89235 | 0,89246 | 892,32 |
| 5 | 0,88859 | 0,88862 | 0,88862 | 888,59 |
| 10 | 0,88485 | 0,88488 | 0,88512 | 884,85 |
| 15 | 0,88107 | 0,8811 | 0,88186 | 881,07 |
| 20 | 0,87734 | 0,87737 | 0,87891 | 877,34 |
| 25 | 0,87361 | 0,87364 | 0,87619 | 873,61 |
| 30 | 0,86989 | 0,86992 | 0,87369 | 869,89 |
| 35 | 0,86618 | 0,86621 | 0,87138 | 866,18 |
| 40 | 0,8625 | 0,86253 | 0,86926 | 862,5 |
| 45 | 0,85881 | 0,85884 | 0,8673 | 858,81 |
| 50 | 0,85513 | 0,85516 | 0,86548 | 855,13 |
| 55 | 0,85145 | 0,85148 | 0,86381 | 851,45 |
| 60 | 0,84782 | 0,84785 | 0,86231 | 847,82 |
| 65 | 0,84416 | 0,84419 | 0,8609 | 844,16 |
| 70 | 0,8405 | 0,84053 | 0,85962 | 840,5 |
| 75 | 0,83683 | 0,83686 | 0,85843 | 836,83 |
| 80 | 0,83319 | 0,83321 | 0,85738 | 833,19 |
| 85 | 0,82954 | 0,82956 | 0,85642 | 829,54 |
| 90 | 0,82587 | 0,82589 | 0,85555 | 825,87 |
| 93 | 0,82366 | 0,82368 | 0,85507 | 823,66 |

%90 KYME ve %10 ED karışımının belirli sıcaklıklarda ölçülen yoğunluk değerleri

| °C | Yoğunluk (g/cm ³) | S.G.(t/4) | S.G.(t/t) | (kg/m ³) |
|----|-------------------------------|------------|-----------|----------------------|
| 0 | 0,88716 | 0,88719 | 0,8873 | 887,16 |
| 5 | 0,88384 | 0,88387 | 0,88387 | 883,84 |
| 10 | 0,88008 | 0,88011 | 0,88034 | 880,08 |
| 15 | 0,87634 | 0,87637 | 0,87713 | 876,34 |
| 20 | 0,87261 | 0,87264 | 0,87417 | 872,61 |
| 25 | 0,86889 | 0,86892 | 0,87146 | 868,89 |
| 30 | 0,86519 | 0,86522 | 0,86897 | 865,19 |
| 35 | 0,8615 | 0,86153 | 0,86667 | 861,5 |
| 40 | 0,85782 | 0,85785 | 0,86455 | 857,82 |
| 45 | 0,85415 | 0,85418 | 0,86259 | 854,15 |
| 50 | 0,85048 | 0,85051 | 0,86077 | 850,48 |
| 55 | 0,84681 | 0,84684 | 0,8591 | 846,81 |
| 60 | 0,84315 | 0,84318 | 0,85756 | 843,15 |
| 65 | 0,8395 | 0,83953 | 0,85615 | 839,5 |
| 70 | 0,83586 | 0,83589 | 0,85487 | 835,86 |
| 75 | 0,8322 | 0,83222 | 0,85368 | 832,2 |
| 80 | 0,82854 | 0,82856 | 0,85259 | 828,54 |
| 85 | 0,82489 | 0,82491 | 0,85162 | 824,89 |
| 90 | 0,82123 | 0,82125 | 0,85074 | 821,23 |
| 93 | 0,81902 | 0,81904 | 0,85025 | 819,02 |

%80 KYME ve %20 ED karışımının belirli sıcaklıklarda ölçülen yoğunluk değerleri

| °C | Yoğunluk (g/cm ³) | S.G.(t/4) | S.G.(t/t) | (kg/m ³) |
|----|-------------------------------|------------|-----------|----------------------|
| 0 | 0,88206 | 0,88209 | 0,8822 | 882,06 |
| 5 | 0,87838 | 0,87841 | 0,87841 | 878,38 |
| 10 | 0,87465 | 0,87468 | 0,87491 | 874,65 |
| 15 | 0,87088 | 0,87091 | 0,87166 | 870,88 |
| 20 | 0,86718 | 0,86721 | 0,86874 | 867,18 |
| 25 | 0,86348 | 0,86351 | 0,86603 | 863,48 |
| 30 | 0,85979 | 0,85982 | 0,86355 | 859,79 |
| 35 | 0,85612 | 0,85615 | 0,86126 | 856,12 |
| 40 | 0,85245 | 0,85248 | 0,85913 | 852,45 |
| 45 | 0,84878 | 0,84881 | 0,85717 | 848,78 |
| 50 | 0,84512 | 0,84515 | 0,85535 | 845,12 |
| 55 | 0,84146 | 0,84149 | 0,85368 | 841,46 |
| 60 | 0,83781 | 0,83784 | 0,85213 | 837,81 |
| 65 | 0,83416 | 0,83419 | 0,85071 | 834,16 |
| 70 | 0,83051 | 0,83053 | 0,8494 | 830,51 |
| 75 | 0,82685 | 0,82687 | 0,84819 | 826,85 |
| 80 | 0,82321 | 0,82323 | 0,84711 | 823,21 |
| 85 | 0,81956 | 0,81958 | 0,84612 | 819,56 |
| 90 | 0,8159 | 0,81592 | 0,84522 | 815,9 |
| 93 | 0,8137 | 0,81372 | 0,84473 | 813,7 |

%70 KYME ve %30 ED karışımının belirli sıcaklıklarda ölçülen yoğunluk değerleri

| °C | Yoğunluk (g/cm ³) | S.G.(t/4) | S.G.(t/t) | (kg/m ³) |
|----|-------------------------------|------------|-----------|----------------------|
| 0 | 0,87636 | 0,87639 | 0,8765 | 876,36 |
| 5 | 0,87298 | 0,87301 | 0,87301 | 872,98 |
| 10 | 0,86925 | 0,86928 | 0,86951 | 869,25 |
| 15 | 0,86552 | 0,86555 | 0,8663 | 865,52 |
| 20 | 0,86181 | 0,86184 | 0,86336 | 861,81 |
| 25 | 0,85811 | 0,85814 | 0,86065 | 858,11 |
| 30 | 0,85441 | 0,85444 | 0,85814 | 854,41 |
| 35 | 0,85072 | 0,85075 | 0,85583 | 850,72 |
| 40 | 0,84705 | 0,84708 | 0,85369 | 847,05 |
| 45 | 0,84337 | 0,8434 | 0,85171 | 843,37 |
| 50 | 0,8397 | 0,83973 | 0,84986 | 839,7 |
| 55 | 0,83604 | 0,83607 | 0,84818 | 836,04 |
| 60 | 0,83238 | 0,8324 | 0,8466 | 832,38 |
| 65 | 0,82873 | 0,82875 | 0,84517 | 828,73 |
| 70 | 0,82509 | 0,82511 | 0,84386 | 825,09 |
| 75 | 0,82144 | 0,82146 | 0,84264 | 821,44 |
| 80 | 0,8178 | 0,81782 | 0,84154 | 817,8 |
| 85 | 0,8146 | 0,81418 | 0,84054 | 814,6 |
| 90 | 0,81051 | 0,81053 | 0,83964 | 810,51 |
| 93 | 0,80831 | 0,80833 | 0,83913 | 808,31 |

%60 KYME ve %40 ED karışımının belirli sıcaklıklarda ölçülen yoğunluk değerleri

| °C | Yoğunluk (g/cm ³) | S.G.(t/4) | S.G.(t/t) | (kg/m ³) |
|----|-------------------------------|------------|-----------|----------------------|
| 0 | 0,87094 | 0,87097 | 0,87108 | 870,94 |
| 5 | 0,86736 | 0,86739 | 0,86739 | 867,36 |
| 10 | 0,86365 | 0,86368 | 0,86391 | 863,65 |
| 15 | 0,85994 | 0,85997 | 0,86071 | 859,94 |
| 20 | 0,85625 | 0,85628 | 0,85779 | 856,25 |
| 25 | 0,85255 | 0,85258 | 0,85507 | 852,55 |
| 30 | 0,84888 | 0,84891 | 0,85259 | 848,88 |
| 35 | 0,84521 | 0,84524 | 0,85029 | 845,21 |
| 40 | 0,84155 | 0,84158 | 0,84815 | 841,55 |
| 45 | 0,83788 | 0,83791 | 0,84616 | 837,88 |
| 50 | 0,83423 | 0,83426 | 0,84433 | 834,23 |
| 55 | 0,83057 | 0,83059 | 0,84263 | 830,57 |
| 60 | 0,82693 | 0,82695 | 0,84106 | 826,93 |
| 65 | 0,8233 | 0,82332 | 0,83963 | 823,3 |
| 70 | 0,81966 | 0,81968 | 0,8383 | 819,66 |
| 75 | 0,81603 | 0,81605 | 0,83709 | 816,03 |
| 80 | 0,81239 | 0,81241 | 0,83597 | 812,39 |
| 85 | 0,80877 | 0,80879 | 0,83498 | 808,77 |
| 90 | 0,80513 | 0,80515 | 0,83406 | 805,13 |
| 93 | 0,80293 | 0,80295 | 0,83355 | 802,93 |

%50 KYME ve %50 ED karışımının belirli sıcaklıklarda ölçülen yoğunluk değerleri

| °C | Yoğunluk (g/cm ³) | S.G.(t/4) | S.G.(t/t) | (kg/m ³) |
|----|-------------------------------|------------|-----------|----------------------|
| 0 | 0,86487 | 0,8649 | 0,86501 | 864,87 |
| 5 | 0,8616 | 0,86163 | 0,86163 | 861,6 |
| 10 | 0,8579 | 0,85793 | 0,85816 | 857,9 |
| 15 | 0,85422 | 0,85425 | 0,85499 | 854,22 |
| 20 | 0,85055 | 0,85058 | 0,85208 | 850,55 |
| 25 | 0,84689 | 0,84692 | 0,8494 | 846,89 |
| 30 | 0,84324 | 0,84327 | 0,84692 | 843,24 |
| 35 | 0,83961 | 0,83964 | 0,84465 | 839,61 |
| 40 | 0,83599 | 0,83602 | 0,84255 | 835,99 |
| 45 | 0,83236 | 0,83238 | 0,84059 | 832,36 |
| 50 | 0,82874 | 0,82876 | 0,83877 | 828,74 |
| 55 | 0,82511 | 0,82513 | 0,83709 | 825,11 |
| 60 | 0,8215 | 0,82152 | 0,83554 | 821,5 |
| 65 | 0,81788 | 0,8179 | 0,8341 | 817,88 |
| 70 | 0,81428 | 0,8143 | 0,8328 | 814,28 |
| 75 | 0,81064 | 0,81066 | 0,83156 | 810,64 |
| 80 | 0,80703 | 0,80705 | 0,83046 | 807,03 |
| 85 | 0,80341 | 0,80343 | 0,82945 | 803,41 |
| 90 | 0,79978 | 0,7998 | 0,82852 | 799,78 |
| 93 | 0,79759 | 0,79761 | 0,828 | 797,59 |

%40 KYME ve %60 ED karışımının belirli sıcaklıklarda ölçülen yoğunluk değerleri

| °C | Yoğunluk (g/cm ³) | S.G.(t/4) | S.G.(t/t) | (kg/m ³) |
|----|-------------------------------|------------|-----------|----------------------|
| 0 | 0,85959 | 0,85962 | 0,85973 | 859,59 |
| 5 | 0,85626 | 0,85629 | 0,85629 | 856,26 |
| 10 | 0,85258 | 0,85261 | 0,85284 | 852,58 |
| 15 | 0,84892 | 0,84895 | 0,84698 | 848,92 |
| 20 | 0,84525 | 0,84528 | 0,84677 | 845,25 |
| 25 | 0,84159 | 0,84162 | 0,84408 | 841,59 |
| 30 | 0,83795 | 0,83798 | 0,84161 | 837,95 |
| 35 | 0,8343 | 0,83433 | 0,83931 | 834,3 |
| 40 | 0,83067 | 0,83069 | 0,83718 | 830,67 |
| 45 | 0,82705 | 0,82707 | 0,83523 | 827,05 |
| 50 | 0,82342 | 0,82344 | 0,83339 | 823,42 |
| 55 | 0,8198 | 0,81982 | 0,8317 | 819,8 |
| 60 | 0,81618 | 0,8162 | 0,83013 | 816,18 |
| 65 | 0,81257 | 0,81259 | 0,82869 | 812,57 |
| 70 | 0,80897 | 0,80899 | 0,82737 | 808,97 |
| 75 | 0,80535 | 0,80537 | 0,82614 | 805,35 |
| 80 | 0,80174 | 0,80176 | 0,82501 | 801,74 |
| 85 | 0,79813 | 0,79815 | 0,824 | 798,13 |
| 90 | 0,79451 | 0,79453 | 0,82306 | 794,51 |
| 93 | 0,79233 | 0,79235 | 0,82254 | 792,33 |

%30 KYME ve %70 ED karışımının belirli sıcaklıklarda ölçülen yoğunluk değerleri

| °C | Yoğunluk (g/cm ³) | S.G.(t/4) | S.G.(t/t) | (kg/m ³) |
|----|-------------------------------|------------|-----------|----------------------|
| 0 | 0,85391 | 0,85394 | 0,85405 | 853,91 |
| 5 | 0,85063 | 0,85066 | 0,85066 | 850,63 |
| 10 | 0,84698 | 0,84701 | 0,84723 | 846,98 |
| 15 | 0,84333 | 0,84336 | 0,84409 | 843,33 |
| 20 | 0,83968 | 0,83971 | 0,84119 | 839,68 |
| 25 | 0,83606 | 0,83609 | 0,83853 | 836,06 |
| 30 | 0,83244 | 0,83246 | 0,83608 | 832,44 |
| 35 | 0,82882 | 0,82884 | 0,8338 | 828,82 |
| 40 | 0,82522 | 0,82524 | 0,83169 | 825,22 |
| 45 | 0,82161 | 0,82163 | 0,82973 | 821,61 |
| 50 | 0,818 | 0,81802 | 0,8279 | 818 |
| 55 | 0,81438 | 0,8144 | 0,8262 | 814,38 |
| 60 | 0,81077 | 0,81079 | 0,82462 | 810,77 |
| 65 | 0,80715 | 0,80717 | 0,82316 | 807,15 |
| 70 | 0,80353 | 0,80355 | 0,82181 | 803,53 |
| 75 | 0,79991 | 0,79993 | 0,82056 | 799,91 |
| 80 | 0,79629 | 0,79631 | 0,81941 | 796,29 |
| 85 | 0,79267 | 0,79269 | 0,81836 | 792,67 |
| 90 | 0,78904 | 0,78906 | 0,8174 | 789,04 |
| 93 | 0,78685 | 0,78687 | 0,81685 | 786,85 |

%20 KYME ve %80 ED karışımının belirli sıcaklıklarda ölçülen yoğunluk değerleri

| °C | Yoğunluk (g/cm ³) | S.G.(t/4) | S.G.(t/t) | (kg/m ³) |
|----|-------------------------------|------------|-----------|----------------------|
| 0 | 0,84883 | 0,84886 | 0,84897 | 848,83 |
| 5 | 0,84534 | 0,84537 | 0,84537 | 845,34 |
| 10 | 0,8417 | 0,84173 | 0,84195 | 841,7 |
| 15 | 0,83807 | 0,8381 | 0,83882 | 838,07 |
| 20 | 0,83443 | 0,83446 | 0,83593 | 834,43 |
| 25 | 0,83081 | 0,83083 | 0,83327 | 830,81 |
| 30 | 0,8272 | 0,82722 | 0,83081 | 827,2 |
| 35 | 0,82359 | 0,82361 | 0,82854 | 823,59 |
| 40 | 0,81999 | 0,82001 | 0,82642 | 819,99 |
| 45 | 0,81639 | 0,81641 | 0,82446 | 816,39 |
| 50 | 0,8128 | 0,81282 | 0,82264 | 812,8 |
| 55 | 0,8092 | 0,80922 | 0,82095 | 809,2 |
| 60 | 0,80561 | 0,80563 | 0,81938 | 805,61 |
| 65 | 0,80202 | 0,80204 | 0,81793 | 802,02 |
| 70 | 0,79843 | 0,79845 | 0,81659 | 798,43 |
| 75 | 0,79485 | 0,79487 | 0,81536 | 794,85 |
| 80 | 0,79126 | 0,79128 | 0,81423 | 791,26 |
| 85 | 0,78769 | 0,78771 | 0,81322 | 787,69 |
| 90 | 0,78408 | 0,7841 | 0,81226 | 784,08 |
| 93 | 0,78191 | 0,78193 | 0,81172 | 781,91 |

%10 KYME ve %90 ED karışımının belirli sıcaklıklarda ölçülen yoğunluk değerleri

| °C | Yoğunluk (g/cm ³) | S.G.(t/4) | S.G.(t/t) | (kg/m ³) |
|----|-------------------------------|------------|-----------|----------------------|
| 0 | 0,84342 | 0,84345 | 0,84355 | 843,42 |
| 5 | 0,83987 | 0,8399 | 0,8399 | 839,87 |
| 10 | 0,83625 | 0,83628 | 0,8365 | 836,25 |
| 15 | 0,83264 | 0,83266 | 0,83339 | 832,64 |
| 20 | 0,82902 | 0,82904 | 0,83051 | 829,02 |
| 25 | 0,82541 | 0,82543 | 0,82785 | 825,41 |
| 30 | 0,82182 | 0,82184 | 0,82541 | 821,82 |
| 35 | 0,81823 | 0,81825 | 0,82314 | 818,23 |
| 40 | 0,81465 | 0,81467 | 0,82104 | 814,65 |
| 45 | 0,81106 | 0,81108 | 0,81908 | 811,06 |
| 50 | 0,80745 | 0,80747 | 0,81722 | 807,45 |
| 55 | 0,80388 | 0,8039 | 0,81555 | 803,88 |
| 60 | 0,80032 | 0,80034 | 0,814 | 800,32 |
| 65 | 0,79668 | 0,7967 | 0,81248 | 796,68 |
| 70 | 0,79316 | 0,79318 | 0,8112 | 793,16 |
| 75 | 0,78959 | 0,78961 | 0,80997 | 789,59 |
| 80 | 0,78603 | 0,78605 | 0,80885 | 786,03 |
| 85 | 0,78246 | 0,78248 | 0,80782 | 782,46 |
| 90 | 0,77887 | 0,77889 | 0,80686 | 778,87 |
| 93 | 0,77669 | 0,77671 | 0,80631 | 776,69 |

%100 ED' nin belirli sıcaklıklarda ölçülen yoğunluk değerleri

| °C | Yoğunluk (g/cm ³) | S.G.(t/4) | S.G.(t/t) | (kg/m ³) |
|----|-------------------------------|------------|-----------|----------------------|
| 0 | 0,83887 | 0,8389 | 0,839 | 838,87 |
| 5 | 0,83574 | 0,83577 | 0,83577 | 835,74 |
| 10 | 0,83218 | 0,8322 | 0,83243 | 832,18 |
| 15 | 0,82862 | 0,82864 | 0,82937 | 828,62 |
| 20 | 0,82507 | 0,82509 | 0,82655 | 825,07 |
| 25 | 0,82152 | 0,82154 | 0,82395 | 821,52 |
| 30 | 0,81798 | 0,818 | 0,82155 | 817,98 |
| 35 | 0,81443 | 0,81445 | 0,81932 | 814,43 |
| 40 | 0,81089 | 0,81091 | 0,81725 | 810,89 |
| 45 | 0,80733 | 0,80735 | 0,81531 | 807,33 |
| 50 | 0,80377 | 0,80379 | 0,8135 | 803,77 |
| 55 | 0,80021 | 0,80023 | 0,81183 | 800,21 |
| 60 | 0,79663 | 0,79665 | 0,81024 | 796,63 |
| 65 | 0,79306 | 0,79308 | 0,80879 | 793,06 |
| 70 | 0,78949 | 0,78951 | 0,80745 | 789,49 |
| 75 | 0,7859 | 0,78592 | 0,80618 | 785,9 |
| 80 | 0,7823 | 0,78232 | 0,80501 | 782,3 |
| 85 | 0,77869 | 0,77871 | 0,80393 | 778,69 |
| 90 | 0,77505 | 0,77507 | 0,8029 | 775,05 |
| 93 | 0,77284 | 0,77286 | 0,80231 | 772,84 |

%90 ED ve %10 KY karışımının belirli sıcaklıklarda ölçülen yoğunluk değerleri

| °C | Yoğunluk (g/cm ³) | S.G.(t/4) | S.G.(t/t) | (kg/m ³) |
|----|-------------------------------|------------|-----------|----------------------|
| 0 | 0,84671 | 0,84674 | 0,84685 | 846,71 |
| 5 | 0,8435 | 0,84353 | 0,84353 | 843,5 |
| 10 | 0,83991 | 0,83994 | 0,84016 | 839,91 |
| 15 | 0,83633 | 0,83636 | 0,83708 | 836,33 |
| 20 | 0,83275 | 0,83277 | 0,83424 | 832,75 |
| 25 | 0,82919 | 0,82921 | 0,83164 | 829,19 |
| 30 | 0,82564 | 0,82566 | 0,82925 | 825,64 |
| 35 | 0,82209 | 0,82211 | 0,82703 | 822,09 |
| 40 | 0,81852 | 0,81854 | 0,82494 | 818,52 |
| 45 | 0,81491 | 0,81493 | 0,82297 | 814,91 |
| 50 | 0,81133 | 0,81135 | 0,82115 | 811,33 |
| 55 | 0,80774 | 0,80776 | 0,81974 | 807,74 |
| 60 | 0,80413 | 0,80415 | 0,81787 | 804,13 |
| 65 | 0,80051 | 0,80053 | 0,81639 | 800,51 |
| 70 | 0,79684 | 0,79686 | 0,81496 | 796,84 |
| 75 | 0,79309 | 0,79311 | 0,81356 | 793,09 |
| 80 | 0,78927 | 0,78929 | 0,81218 | 789,27 |
| 85 | 0,78539 | 0,78541 | 0,81084 | 785,39 |
| 90 | 0,7814 | 0,78142 | 0,80948 | 781,4 |
| 93 | 0,779 | 0,77902 | 0,8087 | 779 |

%80 ED ve %20 KY karışımının belirli sıcaklıklarda ölçülen yoğunluk değerleri

| °C | Yoğunluk (g/cm ³) | S.G.(t/4) | S.G.(t/t) | (kg/m ³) |
|----|-------------------------------|------------|-----------|----------------------|
| 0 | 0,8577 | 0,85773 | 0,85784 | 857,7 |
| 5 | 0,85451 | 0,85454 | 0,85454 | 854,51 |
| 10 | 0,85096 | 0,85099 | 0,85122 | 850,96 |
| 15 | 0,84742 | 0,84745 | 0,84818 | 847,42 |
| 20 | 0,84388 | 0,84391 | 0,84539 | 843,88 |
| 25 | 0,84035 | 0,84038 | 0,84284 | 840,35 |
| 30 | 0,83683 | 0,83686 | 0,84049 | 836,83 |
| 35 | 0,83332 | 0,83335 | 0,83832 | 833,32 |
| 40 | 0,82981 | 0,82983 | 0,83632 | 829,81 |
| 45 | 0,8263 | 0,82632 | 0,83447 | 826,3 |
| 50 | 0,82279 | 0,82281 | 0,83275 | 822,79 |
| 55 | 0,81926 | 0,81928 | 0,83115 | 819,26 |
| 60 | 0,81576 | 0,81578 | 0,8297 | 815,76 |
| 65 | 0,81225 | 0,81227 | 0,82836 | 812,25 |
| 70 | 0,80873 | 0,80875 | 0,82713 | 808,73 |
| 75 | 0,80518 | 0,8052 | 0,82596 | 805,18 |
| 80 | 0,80165 | 0,80167 | 0,82492 | 801,65 |
| 85 | 0,79808 | 0,7981 | 0,82394 | 798,08 |
| 90 | 0,7945 | 0,79452 | 0,82305 | 794,5 |
| 93 | 0,79234 | 0,79236 | 0,82255 | 792,34 |

%70 ED ve %30 KY karışımının belirli sıcaklıklarda ölçülen yoğunluk değerleri

| °C | Yoğunluk (g/cm ³) | S.G.(t/4) | S.G.(t/t) | (kg/m ³) |
|----|-------------------------------|------------|-----------|----------------------|
| 0 | 0,86615 | 0,86618 | 0,86629 | 866,15 |
| 5 | 0,86269 | 0,86272 | 0,86272 | 862,69 |
| 10 | 0,8591 | 0,85913 | 0,85936 | 859,1 |
| 15 | 0,85552 | 0,85555 | 0,85629 | 855,52 |
| 20 | 0,85193 | 0,85196 | 0,85346 | 851,93 |
| 25 | 0,84838 | 0,84841 | 0,85089 | 848,38 |
| 30 | 0,84482 | 0,84485 | 0,84851 | 844,82 |
| 35 | 0,84128 | 0,84131 | 0,84633 | 841,28 |
| 40 | 0,83775 | 0,83778 | 0,84432 | 837,75 |
| 45 | 0,83422 | 0,83425 | 0,84247 | 834,22 |
| 50 | 0,8307 | 0,83072 | 0,84076 | 830,7 |
| 55 | 0,82719 | 0,82721 | 0,8392 | 827,19 |
| 60 | 0,82369 | 0,82371 | 0,83776 | 823,69 |
| 65 | 0,8202 | 0,82022 | 0,83647 | 820,2 |
| 70 | 0,8167 | 0,81672 | 0,83528 | 816,7 |
| 75 | 0,8132 | 0,81322 | 0,83419 | 813,2 |
| 80 | 0,80972 | 0,80974 | 0,83323 | 809,72 |
| 85 | 0,80624 | 0,80626 | 0,83237 | 806,24 |
| 90 | 0,80275 | 0,80277 | 0,8316 | 802,75 |
| 93 | 0,80065 | 0,80067 | 0,83118 | 800,65 |

%60 ED ve %40 KY karışımının belirli sıcaklıklarda ölçülen yoğunluk değerleri

| °C | Yoğunluk (g/cm ³) | S.G.(t/4) | S.G.(t/t) | (kg/m ³) |
|----|-------------------------------|------------|-----------|----------------------|
| 0 | 0,87426 | 0,87429 | 0,8744 | 874,26 |
| 5 | 0,87086 | 0,87089 | 0,87089 | 870,86 |
| 10 | 0,86726 | 0,86729 | 0,86752 | 867,26 |
| 15 | 0,86368 | 0,86371 | 0,86446 | 863,68 |
| 20 | 0,8601 | 0,86013 | 0,86164 | 860,1 |
| 25 | 0,85655 | 0,85658 | 0,85908 | 856,55 |
| 30 | 0,85301 | 0,85304 | 0,85674 | 853,01 |
| 35 | 0,84948 | 0,84951 | 0,85458 | 849,48 |
| 40 | 0,84597 | 0,846 | 0,8526 | 845,97 |
| 45 | 0,84247 | 0,8425 | 0,8508 | 842,47 |
| 50 | 0,83896 | 0,83899 | 0,84912 | 838,96 |
| 55 | 0,83549 | 0,83552 | 0,84762 | 835,49 |
| 60 | 0,83201 | 0,83203 | 0,84623 | 832,01 |
| 65 | 0,82854 | 0,82856 | 0,84497 | 828,54 |
| 70 | 0,82508 | 0,8251 | 0,84385 | 825,08 |
| 75 | 0,8216 | 0,82162 | 0,8428 | 821,6 |
| 80 | 0,81815 | 0,81817 | 0,8419 | 818,15 |
| 85 | 0,81469 | 0,81471 | 0,84109 | 814,69 |
| 90 | 0,81122 | 0,81124 | 0,84037 | 811,22 |
| 93 | 0,80913 | 0,80915 | 0,83998 | 809,13 |

%50 ED ve %50 KY karışımının belirli sıcaklıklarda ölçülen yoğunluk değerleri

| °C | Yoğunluk (g/cm ³) | S.G.(t/4) | S.G.(t/t) | (kg/m ³) |
|----|-------------------------------|------------|-----------|----------------------|
| 0 | 0,88428 | 0,88431 | 0,88442 | 884,28 |
| 5 | 0,88104 | 0,88107 | 0,88107 | 881,04 |
| 10 | 0,87744 | 0,87747 | 0,8777 | 877,44 |
| 15 | 0,87386 | 0,87389 | 0,87465 | 873,86 |
| 20 | 0,87028 | 0,87031 | 0,87184 | 870,28 |
| 25 | 0,86673 | 0,86676 | 0,86929 | 866,73 |
| 30 | 0,86319 | 0,86322 | 0,86696 | 863,19 |
| 35 | 0,85966 | 0,85969 | 0,86482 | 859,66 |
| 40 | 0,85615 | 0,85618 | 0,86286 | 856,15 |
| 45 | 0,85264 | 0,85267 | 0,86107 | 852,64 |
| 50 | 0,84915 | 0,84918 | 0,85943 | 849,15 |
| 55 | 0,84566 | 0,84569 | 0,85794 | 845,66 |
| 60 | 0,84219 | 0,84222 | 0,85658 | 842,19 |
| 65 | 0,83871 | 0,83874 | 0,85535 | 838,71 |
| 70 | 0,83526 | 0,83529 | 0,85426 | 835,26 |
| 75 | 0,83181 | 0,83183 | 0,85328 | 831,81 |
| 80 | 0,82836 | 0,8283 | 0,85241 | 828,36 |
| 85 | 0,82492 | 0,82494 | 0,85165 | 824,92 |
| 90 | 0,82148 | 0,8215 | 0,851 | 821,48 |
| 93 | 0,81941 | 0,81943 | 0,85065 | 819,41 |

%40 ED ve %60 KY karışımının belirli sıcaklıklarda ölçülen yoğunluk değerleri

| °C | Yoğunluk (g/cm ³) | S.G.(t/4) | S.G.(t/t) | (kg/m ³) |
|----|-------------------------------|------------|-----------|----------------------|
| 0 | 0,89366 | 0,89369 | 0,8938 | 893,66 |
| 5 | 0,89021 | 0,89024 | 0,89024 | 890,21 |
| 10 | 0,88661 | 0,88664 | 0,88688 | 886,61 |
| 15 | 0,88304 | 0,88307 | 0,88384 | 883,04 |
| 20 | 0,87947 | 0,8795 | 0,88105 | 879,47 |
| 25 | 0,87591 | 0,87594 | 0,8785 | 875,91 |
| 30 | 0,87238 | 0,87241 | 0,87619 | 872,38 |
| 35 | 0,86887 | 0,8689 | 0,87409 | 868,87 |
| 40 | 0,86536 | 0,86539 | 0,87215 | 865,36 |
| 45 | 0,86185 | 0,86188 | 0,87037 | 861,85 |
| 50 | 0,85839 | 0,85842 | 0,86878 | 858,39 |
| 55 | 0,85494 | 0,85497 | 0,86735 | 854,94 |
| 60 | 0,85149 | 0,85152 | 0,86604 | 851,49 |
| 65 | 0,84806 | 0,84809 | 0,86488 | 848,06 |
| 70 | 0,84462 | 0,84465 | 0,86383 | 844,62 |
| 75 | 0,8412 | 0,84123 | 0,86291 | 841,2 |
| 80 | 0,83778 | 0,83781 | 0,8621 | 837,78 |
| 85 | 0,83437 | 0,8344 | 0,86141 | 834,37 |
| 90 | 0,83096 | 0,83098 | 0,86082 | 830,96 |
| 93 | 0,8289 | 0,82892 | 0,86051 | 828,9 |

%30 ED ve %70 KY karışımının belirli sıcaklıklarda ölçülen yoğunluk değerleri

| °C | Yoğunluk (g/cm ³) | S.G.(t/4) | S.G.(t/t) | (kg/m ³) |
|----|-------------------------------|------------|-----------|----------------------|
| 0 | 0,90312 | 0,90315 | 0,90326 | 903,12 |
| 5 | 0,89986 | 0,89989 | 0,89989 | 899,86 |
| 10 | 0,89626 | 0,89629 | 0,89653 | 896,26 |
| 15 | 0,89267 | 0,8927 | 0,89347 | 892,67 |
| 20 | 0,8891 | 0,88913 | 0,89069 | 889,1 |
| 25 | 0,88556 | 0,88559 | 0,88818 | 885,56 |
| 30 | 0,88203 | 0,88206 | 0,88588 | 882,03 |
| 35 | 0,87852 | 0,87855 | 0,8838 | 878,52 |
| 40 | 0,87502 | 0,87505 | 0,88188 | 875,02 |
| 45 | 0,87154 | 0,87157 | 0,88016 | 871,54 |
| 50 | 0,86806 | 0,86809 | 0,87857 | 868,06 |
| 55 | 0,86461 | 0,86464 | 0,87716 | 864,61 |
| 60 | 0,86116 | 0,86119 | 0,87587 | 861,16 |
| 65 | 0,85773 | 0,85776 | 0,87474 | 857,73 |
| 70 | 0,85431 | 0,85434 | 0,87374 | 854,31 |
| 75 | 0,85089 | 0,85092 | 0,87285 | 850,89 |
| 80 | 0,84751 | 0,84754 | 0,87211 | 847,51 |
| 85 | 0,8441 | 0,84413 | 0,87145 | 844,1 |
| 90 | 0,84072 | 0,84075 | 0,87093 | 840,72 |
| 93 | 0,83867 | 0,8687 | 0,87065 | 838,67 |

%20 ED ve %80 KY karışımının belirli sıcaklıklarda ölçülen yoğunluk değerleri

| °C | Yoğunluk (g/cm ³) | S.G.(t/4) | S.G.(t/t) | (kg/m ³) |
|----|-------------------------------|------------|-----------|----------------------|
| 0 | 0,91308 | 0,91311 | 0,91323 | 913,08 |
| 5 | 0,90952 | 0,90955 | 0,90955 | 909,52 |
| 10 | 0,90591 | 0,90594 | 0,90618 | 905,91 |
| 15 | 0,90233 | 0,90236 | 0,90314 | 902,33 |
| 20 | 0,89876 | 0,89879 | 0,90037 | 898,76 |
| 25 | 0,89522 | 0,89525 | 0,89787 | 895,22 |
| 30 | 0,8917 | 0,89173 | 0,8956 | 891,7 |
| 35 | 0,88821 | 0,88824 | 0,89354 | 888,21 |
| 40 | 0,88473 | 0,88476 | 0,89167 | 884,73 |
| 45 | 0,88126 | 0,88129 | 0,89997 | 881,26 |
| 50 | 0,87781 | 0,87784 | 0,88844 | 877,81 |
| 55 | 0,87435 | 0,87438 | 0,88704 | 874,35 |
| 60 | 0,87093 | 0,87096 | 0,88581 | 870,93 |
| 65 | 0,86751 | 0,86754 | 0,88472 | 867,51 |
| 70 | 0,86411 | 0,86414 | 0,88376 | 864,11 |
| 75 | 0,86071 | 0,86074 | 0,88292 | 860,71 |
| 80 | 0,85733 | 0,85736 | 0,88222 | 857,33 |
| 85 | 0,85396 | 0,85399 | 0,88163 | 853,96 |
| 90 | 0,85059 | 0,85062 | 0,88116 | 850,59 |
| 93 | 0,84856 | 0,844859 | 0,88092 | 848,56 |

%10 ED ve %90 KY karışımının belirli sıcaklıklarda ölçülen yoğunluk değerleri

| °C | Yoğunluk (g/cm ³) | S.G.(t/4) | S.G.(t/t) | (kg/m ³) |
|----|-------------------------------|------------|-----------|----------------------|
| 0 | 0,92147 | 0,9215 | 0,92162 | 921,47 |
| 5 | 0,91831 | 0,91834 | 0,91834 | 918,31 |
| 10 | 0,9147 | 0,91473 | 0,91497 | 914,7 |
| 15 | 0,91111 | 0,91114 | 0,91193 | 911,11 |
| 20 | 0,90755 | 0,90758 | 0,90918 | 907,55 |
| 25 | 0,90402 | 0,90405 | 0,90669 | 904,02 |
| 30 | 0,9005 | 0,90053 | 0,90443 | 900,5 |
| 35 | 0,89704 | 0,89707 | 0,90243 | 897,04 |
| 40 | 0,89358 | 0,89361 | 0,90059 | 893,58 |
| 45 | 0,89013 | 0,89016 | 0,89893 | 890,13 |
| 50 | 0,8867 | 0,88673 | 0,89743 | 886,7 |
| 55 | 0,88329 | 0,88332 | 0,89611 | 883,29 |
| 60 | 0,87988 | 0,87991 | 0,89491 | 879,88 |
| 65 | 0,87648 | 0,87651 | 0,89387 | 876,48 |
| 70 | 0,87309 | 0,87312 | 0,89295 | 873,09 |
| 75 | 0,86972 | 0,86975 | 0,89217 | 869,72 |
| 80 | 0,86636 | 0,86639 | 0,89151 | 866,36 |
| 85 | 0,863 | 0,86303 | 0,89097 | 863 |
| 90 | 0,85965 | 0,85968 | 0,89054 | 859,65 |
| 93 | 0,85763 | 0,85766 | 0,89033 | 857,63 |

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında YOZGAT'ta doğan İhsan Emre ŞAHİN, ilk ve orta öğrenimini sırasıyla Yerköy Cengiz TOPEL İlkokulu, Yerköy Nurdoğdu Ortaokulu ve Yerköy Şehit Sedat Nezih ÖZOK lisesinde tamamlamıştır. 2000 yılında kazandığı Balıkesir Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünü 2005 yılında bitirmiştir.

Askerlik görevinin akabinde 2006 yılından beri özel sektör'de çalışan İhsan Emre ŞAHİN , evli ve 3 çocuk babasıdır.

İletişim Bilgileri

Adres : Bilal Şahin Mah. Fatih Sultan Mehmet Cad. Altınbaşak Sitesi B Blok No:8

66100 YOZGAT

Telefon: (0 530) 468 83 10

E-posta: ihsanemresahin@gmail.com