



**T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**6CB, 8CB, 8OCB SIVI KRİSTALLERİN VE KARIŞIMLARININ
DİELEKTRİK VE İLETKENLİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

KEMAL ATEŞ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
FİZİK ANABİLİM DALI**

KAHRAMANMARAŞ 2010

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

6CB, 8CB, 8OCB SIVI KRİSTALLERİN VE KARIŞIMLARININ
DİELEKTRİK VE İLETKENLİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

KEMAL ATEŞ

Bu tez,
Fizik Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS
derecesi için hazırlanmıştır.

KAHRAMANMARAŞ 2010

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZİK ANABİLİM DALI

**6CB, 8CB, 8OCB SIVI KRİSTALLERİN VE KARIŞIMLARININ
DİELEKTRİK VE İLETKENLİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

KEMAL ATEŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kod No:

Bu Tez 25/08/2010 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oy Birliği ile Kabul Edilmiştir.

Prof.Dr. Şükrü ÖZGAN
DANIŞMAN

Doç.Dr. Ümit ALVER
ÜYE

Doç.Dr. Hüseyin KÖKSAL
ÜYE

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Süleyman TOLUN
Enstitü Müdürü

Bu çalışma K.S.Ü. Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı tarafından desteklenmiştir. Proje No:
2009/2-9 YLS

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların
kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

**6CB, 8CB, 8OCB SIVI KRİSTALLERİN VE KARIŞIMLARININ
DİELEKTRİK VE İLETKENLİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ****(YÜKSEK LİSANS TEZİ)****KEMAL ATEŞ****ÖZET**

Bu çalışmada 6CB (4-Cyano-4'-hexylbiphenyl), 8CB (4-octyl-4'-cyanobiphenyl), 8OCB (4'-n-octyloxy-cyanobiphenyl) nematik sıvı kristallerinin ve karışımlarını kapasitans, dielektrik ve iletkenlik özellikleri incelendi. Çalışma oda sıcaklığında, 200kHz-1MHz aralığında frekansta ve 0V-20V aralığındaki voltajlarda yapıldı. Elde edilen kapasitans değerleriyle maddelerin dielektrik anisotropisindeki değişimler incelendi.

Sıfır voltajda kapasitans değeri daha büyük, yaklaşık 2V eşik potansiyeli değerinde birdenbire kapasitans değeri düştüğü gözlemlendi. Sıvı kristaller için bulunan kapasitans değerleri frekansın arttırılmasıyla azaldığı görüldü. Sıvı kristaller için bulunan iletkenlik değerlerinde ise frekansın arttırılmasıyla arttığı görüldü. Çok küçük voltaj uygulamalarıyla sıvı kristallerin molekül yönelimlerini değiştirdiği tespit edildi. Sıvı kristallerin az enerji kullanarak görüntü elde edilmesiyle görüntü sistemlerinde son zamanlarda yoğunlukla tercih edilmektedir.

Anahtar kelimeler: Sıvı kristal, kapasitans, iletkenlik, dielektrik anisotropy.

**Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Fizik Anabilim Dalı, 08 / 2010**

Danışman: Prof. Dr. Şükrü ÖZĞAN

Sayfa sayısı: 54

**INVESTIGATION OF DIELECTRIC AND CONDUCTIVITY PROPERTIES
OF 6CB, 8CB, 8OCB AND THEIR MIXTURES****(M.Sc. THESIS)****KEMAL ATEŞ****ABSTRACT**

In this study, the molecular orientation, dielectric and conductivity properties of 6CB, 8CB, 8OCB liquid crystals and as their mixtures of nematik liquid crystals have been investigated. Study have been carry out at room temperature, in range of 200kHz-1MHz frekans and range of 0V-20V voltage. Capacitance values obtained from materials was observed dielectric anisotropy changes.

Capasitans value is greater in zero voltage, capacitance in value of approximately 2V threshold potential is decreased suddenly. The capacitance values for the liquid crystals were seen decreased by increasing frequency. The conductivity values for liquid crystals were seen increased by increasing frequency. The very small voltage applications of liquid crystal was found to molecules change their orientation. Liquid crystal display systems use less energy in the images obtained recently been demanded.

Keywords: Liquid crystal, capacitance, conductivity, dielectric anisotropy.

**Kahramanmaraş Sütçü İmam University
Institute for Graduate Studies in Science and Technology
Department of Physics, 08 / 2010**

Supervisor: Prof. Dr. Şükrü ÖZĞAN

Page number: 54

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmalarımda yardımlarını ve desteğini esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. Şükrü ÖZGAN hocama ve Elazığ Fırat üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi öğretim üyelerinden Prof. Dr. Fahrettin YAKUBHANOĞLU hocama ve Ramazan FENCİ arkadaşşıma çalışmalarımda bana yaptıkları destek ve yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Çalışmayı maddeten destekleyen (Proje No:2009/2-9 YLS) KSÜ Araştırma Projeleri Yönetim Birimine de ayrıca teşekkür ederim.

KEMAL ATEŞ
AĞUSTOS 2010

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1.GİRİŞ.....	1
1.1. SIVI KRİSTAL VE SINIFLANDIRILMASI.....	1
1.1.1. Maddenin halleri.....	1
1.1.2. Sıvı kristalin nedir.....	1
1.1.3. Sıvı kristalin ayırt edici özellikleri.....	3
1.1.4. Sıvı kristallerin sınıflandırılması.....	3
1.1.4.1. Termotropik sıvı kristal.....	3
a) Nematik faz.....	4
b) Smektik faz.....	4
c) Kolesterik faz.....	5
d) Kolumnar faz.....	7
1.1.4.2. Lyotropik sıvı kristal.....	8
1.2. SIVI KRİSTALİN ELEKTRO-OPTİK ÖZELLİKLERİ.....	8
1.2.1. Sıvı kristallere dış alan etkisi.....	8
1.2.2. Elektrik ve manyetik alan etkisi.....	8
1.2.3. Dielektrik özellikler.....	9
1.2.3.1. Dielektrik.....	9
1.2.3.2. Elektriksel duyunluk.....	9
1.2.3.3. Dielektrik polarizasyon.....	10
1.2.3.3.1. Basit atomik model.....	10
1.2.3.3.2. Dipolar polarizasyon.....	11
1.2.3.3.3. İyonik polarizasyon.....	11
1.2.3.4. Dielektrik dağılım.....	12
1.2.3.5. Dielektrik gevşeme.....	12
1.2.3.6. Debye gevşemesi.....	13
1.2.3.7. Uygulamalar.....	13
1.2.3.7.1. Kapasitörler.....	13
1.2.3.7.2. Dielektrik resonatörler.....	14
1.2.3.8. Bazı dielektrik maddeler.....	14
1.2.4. Kapasitans.....	15
1.2.4.1. Potansiyelin co etkisi.....	16
1.2.4.2. Öz kapasitans.....	16
1.2.4.3. Kaçak kapasitans.....	16
1.2.5. Elektriksel iletkenlik.....	16
1.2.5.1. İletkenlik ile maddelerin sınıflandırılması.....	17
1.2.5.2. Karmaşık iletkenlik.....	17
1.2.5.3. İletkenliğin sıcaklığa bağılılığı.....	17
1.2.6. Optik özellikler.....	18
1.2.6.1. Işık ve polarizasyon.....	18
1.2.6.2. Polarize ışık.....	19

1.2.6.3. Sıvı kristalde polarize çalışmalar için uygulamalar.....	20
1.2.6.4. Polarize ışık çalışmalarında renklerin oluşumu.....	21
1.2.7. Yüzey hazırlanması.....	21
1.2.8. Fredriksz geçişi.....	21
1.3. SIVI KRİSTAL YAPILAR, KUSURLAR VE UYGULAMALAR.....	23
1.3.1. Sıvı kristal yapılar.....	23
1.3.2. Mikroskop altındaki kusurlar.....	25
1.3.3. Sıvı kristallerin kimyasal özellikleri.....	25
1.3.4. Sıvı kristal ekranlar.....	26
1.3.5. Sıvı kristal termometreler.....	26
1.3.6. Optik görüntüleme.....	26
1.3.7. Diğer sıvı kristal uygulamalar.....	27
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMLAR.....	28
3. METERYAL VE YÖNTEM Deneyde kullanılan cihazlar.....	30
3.1.1. Keithley 4200-SCS(semiconductor characterization system).....	30
3.1.2. Badaling sonorex	30
3.1.3. Heiddolp type reaxtop.....	31
3.1.4. İnsilün şırıngası.....	31
3.1.5 ITO lameller.....	31
3.2. Deneyde kullanılan sıvı kristaller.....	32
3.3. Karışımlar ve numunelerin hazırlanması.....	33
3.4. kullanılan yöntem.....	33
4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR.....	35
4.1. S1 Numunesi(6CB).....	35
4.2. S2 Numunesi(8CB).....	38
4.3. K1 Numunesi(6CB %90-8OCB %10).....	41
4.4. K2 Numunesi(6CB%50-8CB).....	46
5.SONUÇ VE ÖNERİLER.....	51
KAYNAKLAR.....	52
ÖZGEÇMİŞ	54

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

$\epsilon_{\parallel}$: Dielektrik sabitinin paralel bileşeni
 $\epsilon_{\perp}$: Dielektrik sabitinin dik bileşeni
 a : Ortalama polarizebilite
 Δa : Anizotropik polarizebilite
 d : Nematik film kalınlığı
 D : Elektrik yer değiştirme vektörü
 $\Delta \epsilon$: Dielektrik anizotropi
 δ : Faz farkı
 ϵ : Dielektrik sabiti
 ϵ_r : Görelî dielektrik sabiti
 ϵ_0 : Bosluğun dielektrik sabiti
 E : Elektrik alan şiddeti
 q : Elektriksel yük
 N : Molekül sayısı
 n : Direktör
 Δn : Kırılma indisi değişimi
 $n_{\parallel}$: Kırılma indisinin paralel bileşeni
 $n_{\perp}$: Kırılma indisinin dikey bileşeni
 n : Optiksel anizotropi
 I : Işık şiddeti
 I_0 : Gelen ışık şiddeti
 p : Dipol moment
 P : Polarizasyon
 $\rho(r)$: Yoğunluk fonksiyonu
 r_{ij} : i ve j molekülleri arasındaki uzaklık
 S : Düzen parametresi
 T : Sıcaklık
 T_c : Kritik sıcaklık
 τ : Tork
 λ : Dalga boyu
 U : Potansiyel enerji
 V : Voltaj
 V_T : Esik voltajı
 f_c : Esik frekansı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa no

Şekil 1.1 Her bir faz için molekül yönelimleri.....	1
Şekil 1.2 Yönelim düzen parametresi.....	2
Şekil 1.3 Düzen parametresin sıcaklığa bağlı değişimi.....	2
Şekil 1.4 Nematik fazdaki moleküllerin dizilimleri.....	4
Şekil 1.5 Simektik-A fazdan bir resim.....	5
Şekil 1.6 Simektik-C fazdan bir resim.....	5
Şekil 1.7 Bir simektik C * fazının bir şemasının temsili ve aynı fazın bir görünüm, ama eksen boyunca.....	6
Şekil 1.8 Kholestrik yapıdaki normal tabakaların sarmal haldeki görünümü.....	6
Şekil 1.9 Kolumnar sıvı kristal moleküler yapısı.....	7
Şekil 1.10 Liyotropik bir sıvı kristalin şekli ve açık formülü sodium dodecylsulfate (Sabun).....	8
Şekil 1.11 Moleküle uygulanan elektrik alan ve yönleri gösterilmekte.....	9
Şekil 1.12 Klasik dielektrik madde altında bir atomik alan elektrik alanın etkileşimi.....	10
Şekil 1.13 Örnek bir kapasitör şeması	13
Şekil 1.14 Işığın elektrik alanda ve manyetik alanda gösterimi	18
Şekil 1.15 Polerizerlerin 0 ve 90 derece konularak ışığın geçirilmesi	19
Şekil 1.16 Dalgaların minimum ve maksimum gösterimi.....	19
Şekil 1.17 İki dalganın fazın dışında 180 derece olarak zıt bulunması	19
Şekil 1.18 İki tür alan için elektrik alan vektörünün gösterimi.....	20
Şekil 1.19 Nematik bir sıvı kristalin makraskobik görüntüsü.....	21
Şekil 1.20 Sıvı kristale elektrik uygulanmasıyla oluşan durum.....	22
Şekil 1.21 Faz diyagramı ile DSC düzlemi.....	22
Şekil 1.22 DSC düzlemi.....	23
Şekil 1.23 Yüzey yapıların altlığa paralel ve dikey görünümü.....	24
Şekil 1.24 Moleküllerin direktör etrafındaki yönelimleri.....	24
Şekil 1.25 Focal koniğin TEM den görünümü.....	25
Şekil 1.26 5CB sıvı kristalinin kimyasal yapısı.....	26
Şekil 3.1 Keithley 4200-SCS(Semiconductor caractarization system).....	30
Şekil 3.2 Bandeling sonorex resmi.....	30
Şekil 3.3 Heiddop type reaxtop titreşim cihazı.....	31
Şekil 3.4 Deneyde kullanmak için doldurduğumuz ITO lameller.....	31
Şekil 3.5(a, b, c) 6CB, 8CB ve 8OCB'nin kimyasal yapısı.....	32
Şekil 3.6 Doldurulmuş bit ITO lamel kesiti.....	33
Şekil 3.7 Oluşturulan deney düzeneğinin şeması.....	34
Şekil 4.1 6CB sıvı kristalinin farklı frekanslarda kapasitans-voltaj (C-V) grafiği	36
Şekil 4.2 6CB sıvı kristalinin dielektriğinin frekansla değişimi	37
Şekil 4.3 6CB sıvı kristalinin kırılma indisinin frekansla değişimi.....	37
Şekil 4.4 6CB sıvı kristalinin farklı frekanslar için iletkenlik-voltaj grafiği	38
Şekil 4.5 8CB sıvı kristalinin farklı frekanslarda kapasitans-voltaj (C-V) grafiği	39
Şekil 4.6 8CB sıvı kristalinin dielektriğinin frekansla değişimi.....	39
Şekil 4.7 8CB sıvı kristalinin kırılma indisinin frekansla değişimi.....	40

Şekil 4.8 8CB sıvı kristalinin farklı frekanslar için iletkenlik-voltaj grafiği	40
Şekil 4.9 K1 numunesinin farklı frekanslarda kapasitans-voltaj (C-V) grafiği.....	41
Şekil 4.10 K1 numunesinin dielektriğinin frekansla değişimi.....	43
Şekil 4.11 K1 numunesinin kırılma indisinin frekansla değişimi.....	44
Şekil 4.12 K1 numunesinin farklı frekanslar için iletkenlik-voltaj grafiği.....	44
Şekil 4.13 S1 ve K1 numunesinin frekansa bağlı kırıcılık indisi değişim grafiği	45
Şekil 4.14 S1 ve K1 numunesinin frekansa bağlı dielektrik anisotropy değişim grafiği....	45
Şekil 4.15 K2 numunesinin farklı frekanslarda kapasitans-voltaj (C-V) grafiği.....	47
Şekil 4.16 K2 numunesinin dielektriğinin frekansla değişimi.....	48
Şekil 4.17 K2 numunesinin kırılma indisinin frekansla değişimi.....	48
Şekil 4.18 K2 numunesinin farklı frekanslar için iletkenlik-voltaj grafiği.....	49
Şekil 4.19 S1 ve K2 numunesinin frekansa bağlı kırıcılık indisi değişim grafiği.....	49
Şekil 4.20 K2 numunesinin frekansa bağlı dielektrik anisotropy değişim grafiği.....	50

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge: 4.1 6CB sıvı kristali için farklı frekanslarda dielektrik ve kırılma andisleri değerleri.....	38
Çizelge: 4.2 8CB sıvı kristali için farklı frekanslarda dielektrik ve kırılma andisleri değerleri.....	41
Çizelge: 4.3 K1 numunesi için farklı frekanslarda dielektrik ve kırılma andisleri Değerleri.....	46
Çizelge: 4.4 K2 numunesi için farklı frekanslarda dielektrik ve kırılma andisleri değerleri.....	50

1. GİRİŞ

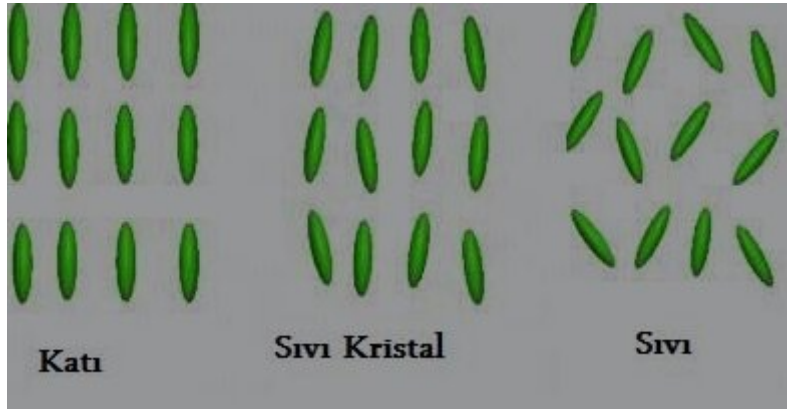
1.1. KRİSTALLER VE SINIFLANDIRILMASI

1.1.1. Maddenin halleri

Maddenin katı, sıvı ve gaz olmak üzere üç hâli vardır. Genel olarak madde ya katı ya sıvı ya da gaz hâlinde bulunur. İstenildiğinde ortam şartları elverişli hâle getirilerek bir hâlden diğerine dönüştürülebilir. Maddenin katı hâli, belirli bir şekle ve hacme sahiptir. Katı maddeyi oluşturan atom ve moleküller birbirine çok yakındır. Aralarındaki boşluklar çok azdır. Atom ve moleküller arasında bir düzenlilik vardır. Maddenin sıvı hâli, belirli bir şekle sahip değildir. Sıvılar akışkan olduklarından bulundukları kabın şeklini alır. Sıvı hâlde atom veya moleküller katılardan daha düzensiz olup tanecikler arası boşluklar katılardan daha fazladır. Maddenin gaz hâli, atom veya molekülleri arasında boşlukların çok olduğu durumdur. Gaz tanecikleri düzensiz olarak hareket ederler. Bu hareketleri sırasında gaz molekülleri birbiri ile homojen olarak karışabilirler. Bunların yayılmaları hissedilebilir veya gözle takip edilebilir. Bir odaya damlatılan bir kolonyanın kokusu kısa sürede hissedilirken, bir sigara dumanının yayılması da gözle takip edilebilir. Gazların belirli bir şekil ve hacimleri yoktur. Konuldukları kabı dolduracak şekilde genişleyerek kabın şeklini ve hacmini alırlar.

1.1.2. Sıvı kristal nedir?

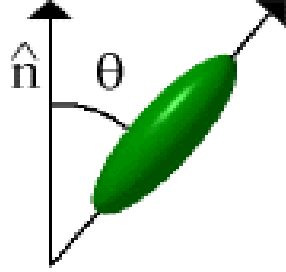
Sıvı kristal maddeler genel birkaç özelliğe sahiptir. Bu özellikler arasında çubuklu moleküler yapılar, uzun eksenli bükülebilirliği ve güçlü dipoller veya kolaylıkla polarize olan atomlardır. Sıvı kristal durumların ayırt edici karakteristikleri genel bir eksen boyunca ortak bir eğilimleri vardır. Bu sıvı kristal asıl faza sahip olmayan moleküllerin farklılığıdır. Katı da moleküller yüksek düzendedir ve küçük geçiş özgürlüğüne sahiptir. Sıvı kristal durumların yönelimsel karakteristikleri teorik olarak katı ve sıvı faz arasındadır. Bu terim mezogenik durum açısından sıvı kristal durum ile aynı anlamda kullanılır. Her bir faz için moleküllerin kayda değer ortalama dizilimleri Şekil 1.1 de görülmektedir.



Şekil 1.1 Her bir faz için molekül yönelimleri.

Bazen belirli bir maddenin bir katı kristal veya sıvı kristal durumda olup olmadığını belirlemek zordur. Katı kristal maddelerin molekülleri üç boyutta uzun periyodik sıra düzeni gösterirler. Tanımlamalarda bir isotropik sıvı moleküllerin konumu ve yönelim düzeni yoktur.

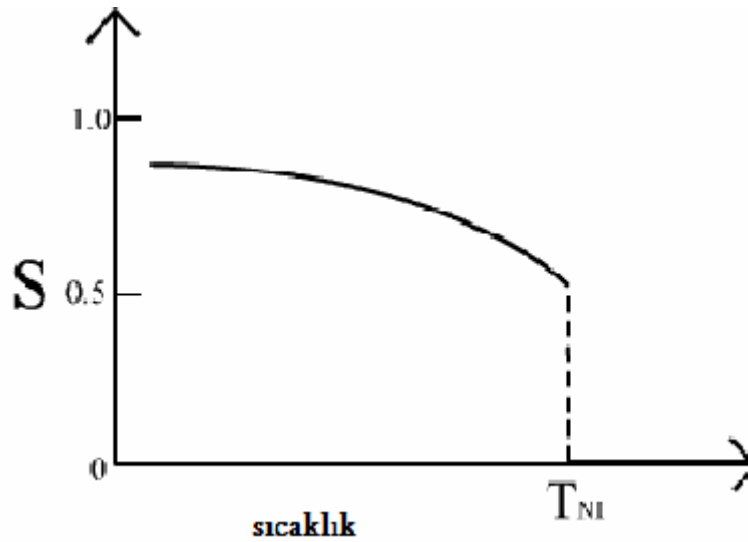
Henüz yönelim dizilimlerin bazı derecelerine sahip sıvı kristal özellikleriyle isimlendirilir. Yönelim düzen parametresi denklemi (1.1) de verilmiştir ve yönelim düzen parametresi Şekil 1.2 de görülmektedir.



Şekil 1.2 Yönelim düzen parametresi

$$S = (1/2) \langle 3 \cos^2 \theta - 1 \rangle \quad (1.1)$$

Buradaki θ her bir molekülün uzun eksen ve yön arasındaki açıdır. Bu numunedeki tüm moleküllerin üzerinde bir ortalama gösterir. İzotropik sıvı kristalde Cosinüs teriminin ortalama değeri sıfırdır ve bundan dolayı düzen parametresinin değeri sıfıra eşit olur. Katı bir kristal için düzen parametresinin değeri birdir. Bir sıvı kristalin düzen parametresi için tipik değerleri kinetik moleküler hareketlerin bir sonucu olarak tam değer bir sıcaklık fonksiyonuyla 0,3 ve 0,9 arasındadır. Bu nematik bir sıvı kristal için Şekil 1.3 de görülmektedir.



Şekil 1.3 Düzen parametresin sıcaklığa bağlı değişimi.

Sıvı kristal moleküllerin eğilimi direktörün (genel eksen) nokta boyunca anisotropinin bir şartı olarak bilinir. Bu anlam açısından bir maddenin özellikleri direktöre bağlı olarak ölçülmesidir. Örneğin damar boyunca ağacın bir parçasını kesmek tersine kesmekten daha kolaydır. Sıvı kristalin doğal anisotropisi eşsiz optik özelliklerin çeşitli uygulamaları mühendisler ve bilimciler tarafından kullanılmakla sorumludur.

1.1.3 Sıvı kristalin ayırt edici özellikleri

Aşağıda sıvı kristal yapıların parametreleri tanımlanmaktadır.

- Konum düzeni
- Yönelimsel düzeni
- Bağ yönelim düzeni

Burada parametrelerin her biri sıvı kristal numuneleri düzen ölçümleriyle tanımlanır. Konum düzeni ortalama bir molekül ölçümü veya bir grup molekülün geçiş simetrisini gösterir. Yönelimsel düzen uzun bir eksenle direktör boyunca moleküllerin sıra dizilimleri yönelimlerin bir ölçüsünü ifade eder. Bağ yönelim düzeni hat boyunca düzenli bir boşluk gerektirmeksizin merkeze yakın olan komşu moleküllerinin bir kusurlu yapı katılması olarak tanımlanır. Böylece yalnızca bu hat boyunca konum düzen menzili diğer merkezlerin hattına nazaran kısa menzile ile ilişkilendirilir.

Çoğu sıvı kristal bileşikler polimorfizm (çok biçimlilik) gösterir veya burada bir şart olarak birden fazla sıvı kristal durum da gözlenebilir. Mezofaz terimi eskiden sıvı kristal maddelerin aşağı fazı olarak tanımlanırdı. Mezofaz numunedeki miktar değişimiyle, yalnızca bir veya iki boyutta etkilenen düzen veya geçiş hareketliliğinde bir dereceye sahip moleküllere izin verilmesiyle oluşmaktadır. Aşağıdaki bölümlerde daha ayrıntılı olarak sıvı kristaller ve mezofazlar anlatılmaktadır.

1.1.4 Sıvı kristallerin sınıflandırılması

Sıvı kristaller oluşum nedenlerine bağlı olarak iki ana gruba ayrılırlar. Bunlar termotropikler ve liyotropikler. Termotropik sıvı kristaller ince-uzun (çubuksu) yapıda kristal biçimindeki moleküllerden oluşan ve farklı grupları içeren sistemlerdir. Liyotropik sıvı kristaller ise bir kısım amfibilik nitelikteki uzun zincirli moleküller olup, insan vücudu gibi canlı sistemlerdeki rolü oldukça büyüktür. Termotropik sıvı kristaller, ortamdaki sıcaklık değişimine bağlı olarak bazı arafazlar gösterir. Sıvı kristaller bir ortamdaki ince-uzun (çubuksu) yapıdaki moleküller, konumsal veya düzenlemeler gösterir. Bu sıvı kristal grubunda simetrik, nematik ve kolesterik mezofazlar yer almaktadır. Liyotropik sıvı kristallerde mezomorfik özellikler belirli sıcaklık ve konsantrasyon aralığında ortaya çıkar. Bu tür sıvı kristaller, iki veya çok bileşimli olarak malzemelerin polar veya polar olamayan sıvılardaki çözeltisinden meydana gelmektedir.

1.1.4.1. Termotropik sıvı kristaller

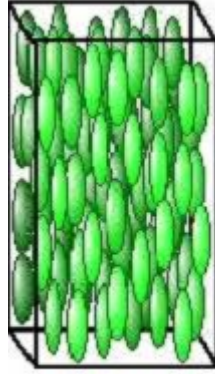
Termotropik sıvı kristaller bazı materyallerin katı kristallerinin kısmen erimesiyle elde edilir. Bu sistemler tek bileşenlerden ibarettirler ve en çok bilinen maddeler organik bileşenlerdir. Bu materyaller daha yüksek sıcaklıklarda izotropik sıvı ve daha düşük sıcaklıklarda kristal halindedir. Sıvı kristal faz, izotropik sıvıdan bulanık görünüşüyle ve kristalden de akıcı özellikleriyle ayırt edilir. Bir kristal yapıda konumsal düzenin yanı sıra moleküllerin yönelimlerinden ileri gelen uzun menzilli bir yönelimsel düzen de söz konusudur.

Bu tür bir kristalin erime noktasında konumsal düzenin ortadan kalkmasına rağmen, moleküllerin yönelimsel düzeni mevcut kalabilmektedir. İşte bu düzenden dolayı ortam akışkan niteliğinde olmakla birlikte anizotropik özellikler taşımaktadır.

Biraz daha ısıtmayla, her türlü simetri ve yönelim düzeninin ortadan kalkmasıyla madde tümüyle normal sıvı karaktere ulaşmış olur. Malzemenin mezomorfik özelliklerine sahip olması için iki koşul gerçekleşmelidir; moleküller çubuk biçimli ve geometrik anisotrop olmalıdır. Bu moleküllerin merkezinde veya merkez yakınında çoğu kez yüksek, kenarlar tarafında daha düşük dipol momentleri vardır. Dipoller arasındaki çekici kuvvetler moleküllerin birbirine yakın ve paralel olarak düzenlenmesine neden olur ve bu kuvvetler hidrojen bağlarıyla ve dağılım kuvvetleriyle birlikte sıvı kristal yapının oluşmasına yol açar, Termotropik sıvı kristaller; simektik, nematikler ve kolesterik olmak üzere üç ana gruba ayrılır.

a) Nematik faz

Nematik sıvı kristal faz konum düzenine sahip olmayan moleküller tarafından karakterize edilebilir. Fakat aynı yön boyunca dizilirler. Şekil 1.4 de fark edilebileceği gibi moleküller dikey olarak dizilmişlerdir belirli olmayan bir düzene sahiptirler.



Şekil 1.4 Nematik fazdaki moleküllerin dizilimleri

Sıvı kristaller anisotropik maddelerdir ve sistemin fiziksel özellikleri yön ve ortalama hizalama ile değişir. Eğer ortalama çok büyükse madde çok anisotropiktir. Benzer olarak eğer hizalama küçükse madde daima isotropiktir.

Nematik faz damarlı doku olarak görünür. Maddenin sıcaklığı yükseltirirse siyah olarak gözüktür ve isotropik sıvıya girişin bir nedeni olur. Nematik sıvı kristallerin özel bir sınıfı chiral nematik olarak adlandırılır. Chiral dairesel bir polarize ışığın bir bileşeni olarak seçici yansıtıcı için benzersiz bir yeteneği ifade eder. Chiral nematik açıdan cholestric ile birbirleriyle yer değiştirmede kullanılır. Kolesterik sıvı kristal bölümünde bu mezofaz hakkında daha fazla bilgi sunulacaktır.

b) Simektik faz

Bu görünürde belirsiz kaygan madde genellikle bir tabak sabunun dibinde bulunma gerçeği ile açıklanır aslında simektik sıvı kristalin bir türüdür. Simektik durum sıvı kristal maddelerin bir diğer mezofazıdır. Bu faz içinde moleküller nematicte bulunmayan öteleme düzeninin bir derecesi görülür.

Simektik durumda moleküller nematiklerin genel yönelim düzeninin devam etmesini sağlar fakat aynı zamanda tabakalarda ve düzlemlerde kendini hizalamaya yönelir. Hareket bu düzlemler içinde kısıtlanır ve ayrı düzlemlerde birbirine geçmiş akışkan bir madde gözlenir. Simektik durumdaki düzenin artmasının anlamı nematikden daha katı gibi olmasıdır. Çoğu bileşikler simektik fazın bir çeşidinden daha fazla şekilde gözlemlenir. Bu varyasyonların çoğu gözlemlenmiştir. Bununla beraber yalnızca çoğu ayrı fazda burada tartışılmıştır.

Simektik-A mezofazında, yön simektik düzleme diktir ve tabakada belirli konumsal (duruma bağlı) düzen yoktur. Benzer bir şekilde simektik-B mezofaz yönelimleri direktör ile smektik düzleme diktir. Fakat moleküller tabaka içinde sarmal bir ağ içinde hizalanmıştır. Şekil 1.5 ve Şekil 1.6 de Simektik-C mezofazıda moleküller simektik-A mezofazındaki gibi hizalanır. Fakat direktör (genel eksen) normal simektik düzlem için sabit bir eğim açısı ölçümündendir.



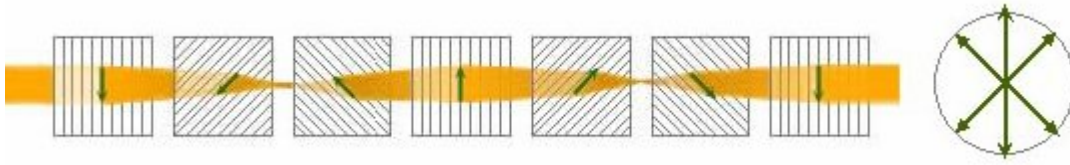
Şekil 1.5 Simektik-A fazdan bir resim



Şekil 1.6 Simektik-C fazdan bir resim

Nematikte olduğu gibi smektik-C mezofazı belirlenmemiş bir chiral C* sahiptir. Simektik -C mezofazına uygun, yönelim simektik tabakayla ilgili bir eğim açısı yapar. Buradaki farklılık eğim açısının sarmal oluşum içinde tabakadan tabakaya dönmesidir.

Başka bir deyişle simektik-C* mezofazının yönelimi tabakalara paralel veya dikey değildir, bir katmanına kadar bir sonrakine döner kayda değer yönelimin bükülümü Şekil 1.7 de yeşil oklar tarafından gösterilmiştir.

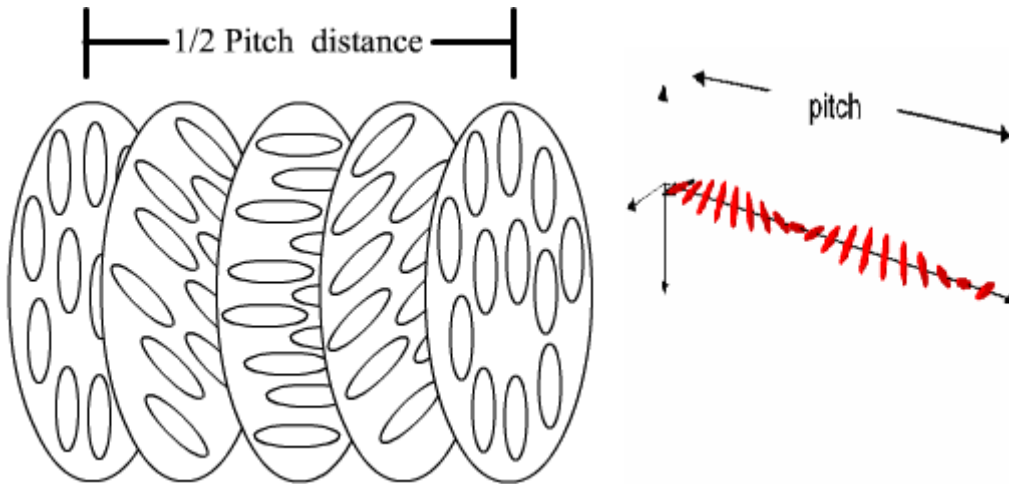


Şekil 1.7 Bir smektik C * fazının bir şemasının temsili ve aynı fazın bir görünüm, ama eksen boyunca.

Bazı smektik mezofazlarda, aşağı ve yukarı çeşitli tabakalarla etkilenir. Bundan dolayı üç boyutlu düzenin küçük bir miktarında gözlemlendi. Smektik-C bu tip hizalanmaya örnek olarak gösterilebilir.

c) Kholesterik faz

Kholestrik sıvı kristal faz genellikle moleküller arası güçler üreten bir chiral merkez içeren nematik mezogenik moleküllerden oluşur, bir diğeri hafif bir açıda moleküller arasındaki hizalamayı destekler. Bir yapının oluşmasıyla sonuçlanan sırasıyla aşağı ve yukarı her bir tabaka bükümlerinde yönelimler çok ince 2-D nematik tipi tabakaların bir yığılması veya kümelenmesi olarak hayal edilebilir. Bu yapıda yönelimler aslında hemen hemen normal tabakalardaki sarmal kalıpların bir sürekliliğinde dizilmiş olarak Şekil 1.8 de siyah oklarla gösterilmiştir.



Şekil 1.8 Kholestrik yapıdaki normal tabakaların sarmal haldeki görünümü.

Şekil 1.8 deki siyah oklar tabak boyunca kümelerin dizilimindeki yönelimin yönlerini temsil etmektedir. Moleküllerin yönelimleri etrafındaki yönlerin bir dağılımıyla son derece ince diliminde çoğu yalancı (gerçek olmayan) chiral nematik mezogenlerin sade temsili gösterilmektedir. Bu smektik fazda düzlemsel düzenlemenin bulunmasıyla karışmış olmaz.

Kholestrik mezofazın en önemli ayırt edici özelliği adım (pitch) dir. Pitch, P, bu yönelim için yukarıdaki Şekil 1.8 de örneklendirilmiş olarak sarmal bir tam dönüş döndürmek için gereken mesafe olarak tanımlanır. Bu chiral nematik faz sarmal yapının bir yan ürünüdür. Pitch uzunluğu için eşit dalga boylarının yansıtıcı ışıkları seçmesi onun yeteneğidir. Bu yüzden ki pitch görünebilir ışığın spectrumla ilgili dalga boyuna eşit olduğunda bir renk yansımış olur. Bu etki tabakalar arsında director yönelimlerinde aşama değişikliklerinde sıcaklığa göre baz alınır.

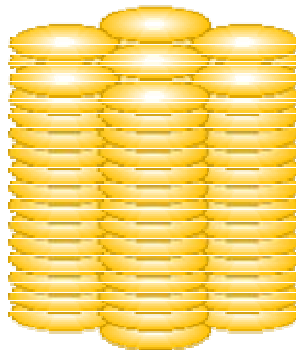
Bu pitch uzunluğunda değişiklik sıcaklığa göre yansıyan ışığın dalga uzunluğu sıcaklığın bir değişiminin sonucudur. Yönelim değişikliklerindeki açı çok büyük yapılabilir ve böylece moleküllerin sıcaklığının artmasıyla pitch daha da sıkı olur. Bunun sonucunda onlara daha da fazla enerji verilir. Benzer olarak moleküllerin sıcaklığının azaltılmasıyla chiral nematik sıvı kristallerin pitch uzunluğu azalır. Bu da yansıyan renkler ile çevrenin sıcaklığını algılamasını sağlayan bir sıvı kristalli termometre yapmamıza olanak sağlar. Burada sıvı kristalin çeşitli tip karışımlar kullanılarak sıcaklık değişiminin etkisiyle bir çeşitlilik ile yeni sensör yapılabilir. Bu tür sensör termometreler ısıya duyarlı filmlerin formu genellikle devre bağlantılarının kusurlarını, sıvı akışı modelleri, pil durumu, radyasyon varlığı veya halkaların durumu tespit etmek için kullanılır.

Filmlerin üretiminde siyah bir arka plan üzerine doğrudan chiral nematik sıvı koyarak bozunmasına ve belki de kirlenmesine yol açar nedeni de kristallerin içinde çok küçük mikro kapsüllerin bulunmasıdır. Bu parçacıklar daha parlak renkler için en iyi hizalanma üretmek ve mikro kapsülleri düzleştirmek için ilişkili olacak şekilde bir madde bağlanmasıyla türetilir.

Chiral nematik sıvı kristalin bir uygulamasında sıcaklığın daha az duyarlı elbiseler, boyalar, mürekkep gibi maddeler üretilmesidir. Işık yansımalarının dalga uzunluğu kimyasal bileşiklerin ayarlanmasıyla kontrol edilebilir çünkü cholestrik chiral parçacıklar boyunca dağılmasıyla nematik moleküllerin veya chiral moleküllerden oluşur. Bu durum da parçacık yoğunluğu böyle bir adım olarak chirality ayarlar için kullanılır.

d) Kolumnar faz

Kolumnar sıvı kristaller önceki tiplerden farklıdır. Çünkü kolumnar sıvı kristal uzun çubuklar yerine disk şeklinde gibidirler ve Şekil 1.9 de gösterilmiştir. Bu mezofaz moleküllerin kolonlanmış kümeler ile tanımlanır. Bu kolonlar kristal hatta bir iki kristal dizilimi oluşması için beraber paketlenir. Kolonların içindeki moleküllerin düzeni ve kendi kolonlarının düzenlenmesi yeni mezofazlara da yol açar.



Şekil 1.9 Kolumnar sıvı kristal moleküler yapısı.

1.1.4.2 Liyotropik sıvı kristal

Liyotropik sıvı kristaller genellikle birden fazla organik bileşiğin çeşitli konsantrasyonlarda karışmasıyla elde edilir. Sıcaklık bu tip için fazla önemli bir parametre değildir. Bunların en güzel örneği suda sabundur. Şekil 1.10 da görüldüğü gibi molekül polar bir baş kısmına bir hidrokarbon grubunun eklenmesiyle oluşmuştur.



Şekil 1.10 Liyotropik bir sıvı kristalin şekli ve açık formülü sodium dodecylsulfate (Sabun).

Liyotropik sıvı kristallerin canlı sistemlerindeki yeri oldukça önemlidir. Canlı hücrelerde özellikle hücre zarındaki lipidlerin lyotropik yapıda olduğu gözlenmiştir.

Bu sebeple biyolojik araştırmalarda yeni gelişmelere açık bulunmaktadır. (Liquids crystals / S.Chandsrasekhar)

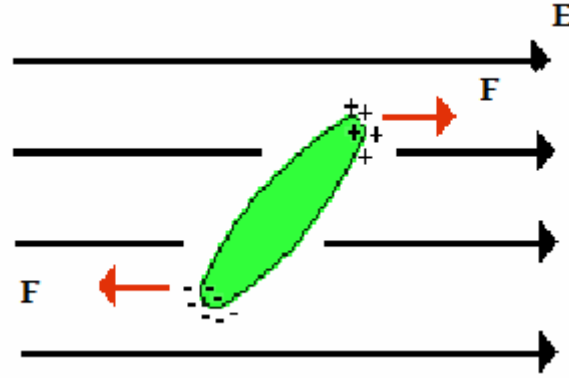
1.2. SIVI KRİSTALLERİN ELEKTRO-OPTİK ÖZELLİKLERİ

1.2.1 Sıvı kristallere dış alan etkisi

Bilim adamları ve mühendisler çeşitli alanlarda sıvı kristal uygulaması yapıyorlar. Çünkü düzensiz dış alan etkisi sıvı kristalin makraskobik özelliklerinde önemli değişikliklere neden olabilir. Hem elektrik hem de manyetik alanda bu değişiklikleri teşvik etmek için kullanılabilir. Alanların büyüklüğü de hız olarak bulunan molekülleri hizalamakla ilgili önemli özelliktir. Özel yüzey uygulamaları ile yönün güçlü ve belirli yönelimleri için sıvı kristal araçlar kullanılabilir.

1.2.2 Elektrik ve manyetik alan etkisi

Sıvı kristal moleküllerin bir elektrik alan içinde bulunması sonucunda endüstriyel uygulamalarda önemli özellik olarak kullanılmaktadır. Bir dış alan etkisi boyunca hizalamanın yönü moleküllerin doğal elektriklenmesine neden olur. Sürekli elektriksel dipol molekülün ucunun bir tarafını negatif yükler birikirken diğer tarafın ucu da pozitif yük olmasıyla sonuçlanır. Sıvı kristale bir dış elektrik alan uygulandığında dipol moleküllerin alanı boyunca kendi yönelimlerine yol açar. Şekil 11 de görüldüğü gibi **E** elektrik alan vektörünü temsil etmekte ve **F** moleküllere etkiyen elektriksel kuvveti göstermektedir.



Şekil 1.11 Moleküle uygulanan elektrik alan ve yönleri gösterilmekte.

Hatta bir molekül devamlı bir dipol oluşturmaz, hala bir elektrik alan etkisinde olabilir. Bazı durumlarda moleküllerde elektron ve protonların hafif yeni düzenlemelerde ortaya çıkan alan indüklenen bir elektrik dipol sonucudur. Sürekli yeteri kadar güçlü dipol olmasa bile dış alan etkisi ile yönelimler tekrar ortaya çıkabilir. Sıvı kristal molekülünde manyetik alan etkisi elektrik alana benzerdir. Çünkü manyetik alan elektrik yüklerinin taşınmasıyla ortaya çıkar sürekli manyetik dipoller atomlarla ilgili atomların taşınmasıyla üretilir. Bir manyetik alan uygulandığında moleüller alana karşı veya aynı hizalamaya yol açacaktır. (Nilay ÖZÇANKAYA)

1.2.3 Dielektrik özellikleri

1.2.3.1 Dielektrik

Dielektrik uygulanan bir elektrik alan tarafından polarize olabilen elektriksel bir yalıtkanlıktır. Bir elektrik alanda bir dielektrik yerleştirildiğinde, elektrik şarjı bir iletken olarak madde üzerinde akım doğrultusu olmayabilir, fakat yalnızca dielektrik polarizasyon nedeniyle ortalama pozitif alan ve dengede çok az değişme olur. Pozitif şarj zıt yönde negatif şarj değişimi boyunca yön değiştirmesidir.

Bu dielektrik içerisindeki dış elektrik alan bölümü dengelemek için bir iç elektrik alan oluşturur. Eğer bir dielektrik zayıf bağlı moleküllerden oluşmuşsa bu moleüller yalnızca polarizasyon olmayabilir, aynı zamanda tekrar yönelebilir, böylece simetri eksen boyunca dizilir. Elektrik iletkenlik derecesi düşük olanlar tipik olarak yalıtkan terimi olarak ifade edilirken dielektrik terimi yüksek bir kutuplanabilirlik ile maddelerin tanımı için kullanılır. İkincisi dielektrik sabiti bir sayı numarası ile ifade edilir. Henüz kayda değer olmayan örnek bir dielektrik bir kapasitörün metalik düzlemler arasında maddelerin elektriksel yalıtkanlığıdır. Elektrik uygulamasıyla dielektrik alan kutuplanması kapasitörün kapasitesini artırır. Dielektrik özellik çalışmalarında elektriğin manyetik enerjisini ve elektriğin depolanması ve dağılımı ile ilgilidir. Bu elektronik, optik ve katı, hal fizikinde çeşitli olguları açıklamak için çok önemlidir.

1.2.3.2 Elektriksel duygululuk

Elektriksel duygululuk bir dielektrik maddenin kolay bir elektrik alana karşılık polarizenin ne kadar olduğunu ölçüsüdür. Buda maddenin geçirgenliğini belirler ve ışığın

hızı için kapasitörün kapasite ortamındaki birçok olgusunu etkiler. Uyarılmış dielektrik polarizasyon yoğunluğu ($\mathbf{P}$) için elektrik alanla ($\mathbf{E}$) ilişkili oransal sabit olarak adlandırılır.

$$\mathbf{P} = \epsilon_0 \chi_e \mathbf{E}, \quad (1.2)$$

Denklemleri ile verilir.

Burada ϵ_0 boşluğun elektriksel geçirgenliğidir ve χ_e elektriksel duymunluktur. Bir ortamın duymunluğu onun geçirgenliği ϵ_r ilişkisiyle ilgilidir (1.3)

$$\chi_e = \epsilon_r - 1. \quad (1.3)$$

İle verilir.

Hava boşluğu durumunda, elektriksel duymunluk sıfır olur.

$$\chi_e = 0. \quad (1.4)$$

Elektrik yer değışimi (Tensor) $\mathbf{D}$ polarizyon yoğunluğu $\mathbf{P}$ ye bağı olarak

$$\mathbf{D} = \epsilon_0 \mathbf{E} + \mathbf{P} = \epsilon_0 (1 + \chi_e) \mathbf{E} = \epsilon_r \epsilon_0 \mathbf{E}. \quad (1.5)$$

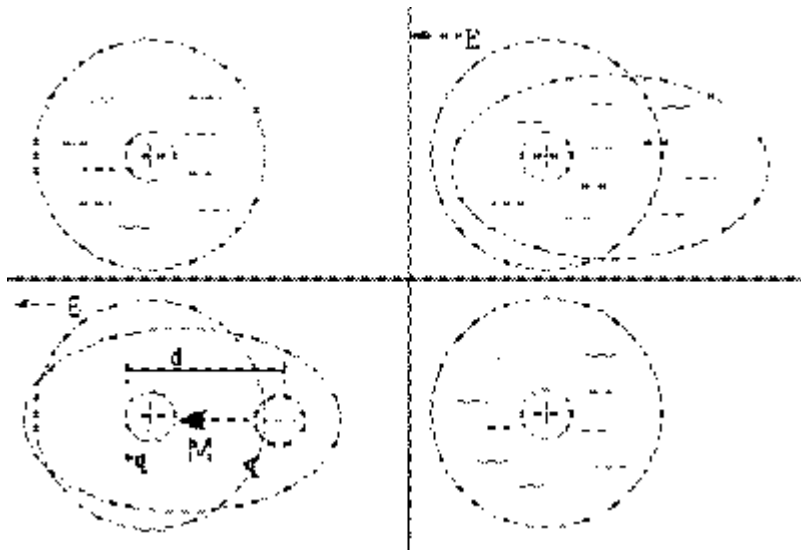
şeklinde verilir.

1.2.3.3 Dielektrik polarizasyon

1.2.3.3.1 Basit atomik model

Dielektrik model için klasik yaklaşım olarak madde atomlardan meydana gelmiştir. Her bir atomun merkezinden bir pozitif şarj noktasını ve bir negatif şarj bulutunu çevreleyen bulut meydana getirir.

Atomlar arasındaki büyük mesafeden dolayı, dielektrik maddedeki atomların her biri bir diğeri ile etkilenir. Şarj bulutu bir elektrik alanı oluşumunda bozulur. Şekil 1.12 de gösterilmektedir.



Şekil 1.12 Klasik dielektrik madde altında bir atomik alan elektrik alanının etkileşimi.

Bir dipol kendi dipol momentiyile karakterize edilir. **M** ile etiketlenmiş ok olarak Şekil 1.12 de bir vektör olarak gösterilmiştir. Dielektrik davranışlar elektrik alan ve dipol momentii arasında ilişkilendirilir. Dipol momentii elektrik alan olarak bazı yönelim noktaları için gösterilir. Bu daima doğru değildir fakat çoğu madde için geçerlidir ve büyük bir kolaylıktır.

Elektrik alan ne zaman orijinal durumuna geçerse atomlar kaldırılır ve bunun içinde zaman gerekir. Bu zamana dinlenme(relaxation) zamanı denir. Hızlı bir bozunma olayı gibidir. Bu fizikte sade bir modeldir, dielektrik davranışların durumuna bağlıdır. Daha zengin model için daha karmaşık durumların davranışını doğru tanımlamak gerekir. Bunun için bazı cevaplanması gereken sorular vardır;

- Elektrik alan sabit mi veya değişken mi?
- Eğer elektrik alan değişkense hangi yöndedir?
- Maddenin karakteristiği nasıldır?
- Önemli olan yerleri var mı?
- Maddenin tümü aynı doğrultuda mı?
- Herhangi bir sınır var mı?/Hesaplamalar içine arabirimlerin alınması gerekli mi?

Elektrik alan (**E**) ve dipol momentii (**M**) arasındaki ilişki dielektrik davranışı verir. Bu belirli bir malzeme için eşitlik (1.6) ile tanımlanan (**F**) fonksiyonuyla karakterize edilebilir.

$$\mathbf{M} = \mathbf{F}(\mathbf{E}) \quad (1.6)$$

Hem elektrik alan tipi hem de maddenin tipi basit bir (**F**) fonksiyonu seçimi ile tanımlanır.

1.2.3.3.2 Dipolar polarizasyon

Dipolar polarizasyon belirli polar moleküllerin bir polarizasyonudur. Bu polarizasyon, bir dış elektrik alan yokluğunda tekrar kutuplaşmak için devamlı olan dipollerden oluşur. Bu dipollerin toplanması makroskopik bir polarizasyon oluşturur. Bir dış elektrik alan uygulandığı zaman, şarjlar arasındaki mesafe kutuplaşmada devamlı sabit kalan bağlarla ilgilidir. Fakat kendi polarizasyonuna dönmeye çalışırlar çünkü bu dönme hemen tamamlanamaz, ancak tork ve moleküllerin etrafındaki yerel viskoziteye bağlı gecikme süresi (τ), dipolar polarizasyonda polarizasyon zamanında düşük frekans da elektrik alandaki kayıplara karşılık gelir. Elektrik alandaki değişimler ısı ve sürtünmeden dolayı meydana gelen gecikmelerdir.

1.2.3.3.3 İyonik polarizasyon

İyonik polarizasyon iyonik kristallerde negatif ve pozitif iyonlar arasındaki yer değiştirmenin neden olduğu polarizasyondur (Örneğin NaCl). Kristaller ve moleküller sadece aynı cins atomlardan meydana gelmez, kristal veya moleküllerde bir atom etrafındaki şarj dağılımları negatif veya pozitif yönelimler gösterir. Sonuç olarak, örgü titreşimleri veya moleküler titreşimler olduğunda atomların yer değiştirmelerine neden olurken, pozitif ve negatif şarj merkezlerinden farklı yerlerde olabilirler. Bu pozisyon merkezleri yer değiştirmelerin simetrisini etkiler. Merkezler karşılıklı gelmediği zaman kutuplaşmalar moleküller veya kristaller de ortaya çıkar. Bu polarizasyon iyonik polarizasyon olarak isimlendirilir.

İyonik polarizasyon dipolar polarizasyonda ferro elektik geçişlere de neden olur. Geçişler belirli bir yön boyunca devamlı dipollerin genel eksen yönelimlerine neden olur, bunlar düzenli veya düzensiz geçişler olarak bilinir. Geçişler kristaller de iyonik polarizasyona neden olan yer değiştiren faz geçişleri olarak isimlendirilir.

2.3.4 Dielektrik dağılım

Fizikte, Dielektrik dağılım uygulanan bir elektrik alanın frekanslarında Dielektrik maddelerin geçirgenliğine bağlıdır. Çünkü elektrik alandaki değişiklikler ve polarizasyondaki değişiklikler arasında daima bir aralık olmasını nedeni dielektrik geçirgenliğinin karmaşık olmasındandır. Dielektrik geçirgenliğin kompleks değeri elektrik alanın frekansının bir fonksiyonudur. Bu dielektrik madde ve polarize sistemlerin uygulamaları için oldukça önemlidir. Bu dielektrik dağılım olarak bilinen genel bir olgu örneğidir: Dalga yayılımı için bir ortamın frekansa bağlı tepkileri aşağıda belirtilmiştir.

Yüksek frekans olduğunda;

- Bu 10^{10} Hz yakınında mikrodalga bölgesinde dielektrik alanı izleyen dipolar polarizasyon için mümkündür.
- 10^{13} Hz yakınında kızıl ötesi veya kızılötesi-uzakı bölgelerde iyonik polarizasyon elektrik alana karşılık gelen kayıplardır.
- Elektronik polarizasyon kayıpları kendisinin 10^{15} Hz yakın mor ötesi bölgesine karşılık gelir.

Morötesi aşağı bölge dalga boylarında, geçirgenlik her altlık için yaklaşık sabit ϵ_0 dır. Burada ϵ_0 boş alanın geçirgenliğidir. Çünkü geçirgenlik bir elektrik alan ve polarizasyon arasındaki ilişkiyi gösterir. Eğer bir polarizasyon aşamasında kendi tapki kayıpları olursa, geçirgenlik azalır.

1.2.3.5 Dielektrik gevşeme

Dielektrik gevşeme bir maddenin dielektrik sabitindeki anlık gecikmedir. Buna genellikle Dielektrik ortamdaki değişimle ilgili moleküler polarizasyon gecikmesi neden olur. Elektrik alandaki Dielektrik gevşeme manyetik alandaki değişim içindeki reaksiyon gecikmesi olarak düşünülebilir. Genel olarak gevşeme bir doğrusal sisteme karşılık gelen gecikme veya aralıktır ve bundan dolayı Dielektrik gevşeme Dielektrik değerlerin beklenen doğrusal karalı durumlarına göre ölçülür. Elektriksel alan ve polarizasyon arasındaki zaman gecikmesi, serbest enerji ve geri dönülemez bir yıkım anlamına gelmektedir.

Fizikte Dielektrik gevşeme mikro dalga frekansının bir dış elektrik alan için Dielektrik ortama karşılık gelen gevşeme olarak ifade edilir. Bu gevşeme genellikle geçirgenlik açısından frekansın bir fonksiyonu olarak tanımlanır. Diğer bir taraftan iyonik ve elektrik polarizasyonla ilgili biçimini bozma rezonans veya osilatör tipinin davranışını gösterir. Bozulma sürecinin karakter yapısı numunenin yapısına çözeltiye ve etrafına bağlıdır. Dielektrik gevşeme nedeniyle yayılan radyasyonun olasılık dalga boyu sayısı Hemming 1. kuralına eşdeğer olabilir.

$$n = \frac{l^2 - l}{2} \quad (1.7)$$

Burada;

n :Yayılan radyasyonun farklı olasılık dalga boyu sayısıdır.

l : Enerji seviyesi sayısı.

2.3.6 Debye gevşemesi

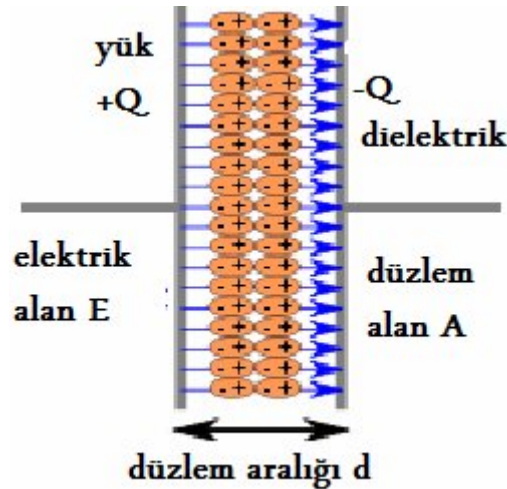
Debye gevşemesi ideal bir Dielektrik gevşeme tepkimesi ve bir alternatif dış elektrik alanın dipollarının etkileşmeyen yoğunluğudur. Bu genellikle alanın frekansının bir fonksiyonu olarak ortamın kompleks geçirgenliğinde ifade edilir.

$$\hat{\epsilon}(\omega) = \epsilon_{\infty} + \frac{\Delta\epsilon}{1 + i\omega\tau}, \quad (1.8)$$

Burada ϵ_{∞} yüksek frekanslarda geçirgenlik, $\Delta\epsilon = \epsilon_s - \epsilon_{\infty}$ burada ϵ_s sabit ve τ ortamın Dielektrik gevşeme zamanıdır. Bu gevşeme modeli ismini kimyacı Peter DEBYE den almaktadır.

1.2.3.7 Uygulamalar

1.2.3.7.1 Kapasitörler



Şekil 1.13 Örnek bir kapasitör şeması

Paralel düzlem kapasitörlerin de şarj ayrımları bir iç elektrik alanının oluşmasına neden olur. Şekil 1.13 de görünen turuncu iyonlar dielektrik alanı düşürürken kapasitansı arttırırlar. Ticari olarak imal edilen tipik kapasitörler depolanan pozitif ve negatif şarjlar arasında karışan ortam olarak yüksek geçirgenlik için katı bir madde kullanılır. Bu madde genellikle dielektriksel kapasitörler olarak tekniksel şartlat için ifade edilir. En belirgin avantajı böyle bir dielektrik maddenin doğru temas elde ederek elektrik depolanmaktadır. Daha önemlisi, yüksek bir geçirgenlik için daha fazla şarjlara izin verir ve belirli bir gerilim olarak saklanması sağlar.

Bu geçirgenlik (ϵ) doğrusal bir Dielektrik durum davranışymış gibi olabilir ve kalınlık (d) düzenli yük yoğunluğu (σ_e) ile iki iletken düzlem arasındır. Bu durumda yük yoğunluğu (1.9) ile verilir.

$$\sigma_{\epsilon} = \epsilon \frac{V}{d} \quad (1.9)$$

ve her hücre alanının kapasitansı (1.10) ile hesaplanır.

$$C = \frac{\sigma_{\epsilon}}{V} = \frac{\epsilon}{d} \quad (1.10)$$

Buradan görüldüğü gibi daha büyük bir ϵ daha büyük yük depolamaya yol açar ve böylece kolayca daha yüksek kapasitans görülebilir. Kapasitörler için dielektrik madde kullanımı aynı zamanda iyonizasyona dayanıklı olanlardan seçilir. Bu yalıtkan dielektrik iyonizasyon ve istenmeyen akım başlamadan önce yüksek voltajlarda çalışması için kapasitöre izin verir.

1.2.3.7.2 Dielektrik resanatör

Bir dielektrik resanatör genellikle mikrodalga bandında dar bir frekans aralığı için bir elektronik tamamlayıcı rezonanstır. Bu düşük bir dağılım faktörü ve daha büyük bir dielektrik sabitine sahip seramiklerin disklerinden meydana gelir. Böyle rezonanslar genellikle osilatör devrede bir referans sağlamak için kullanılır. Bir ekransız dielektrik resanatör bir dielektrik resanatör anten olarak kullanılabilir.

1.2.3.8 Bazı dielektrik maddeler

Dielektrik maddeler katı, sıvı veya gaz olabilir. Buna ek olarak aynı zamanda yüksek bir hava boşluğu dielektrik kayıp olmasına rağmen kullanışlı olabilir, çünkü dielektrik sabiti yalnızca hücreyle ilgilidir.

Katı dielektrikler belki de elektrik mühendisliğinde kullanılan en genel dielektrik maddelerdir ve çoğu katılar çok iyi yalıtkanlardır. Birçok örnek verebiliriz seramik, cam ve plastikler gibi. Hava, oksijen ve sülfürhekzaflorür gazlar dielektrikte kullanılan en genel üç maddedir.

- Endüstriyel kaplamalarda parylene maddesi altlık ve kendi çevresi arasında bir dielektrik bariyer sağlar.
- Mineral yağlar elektrik transfermotolarda soğutmaya yardımcı olması için bir dielektrik sıvı olarak kullanılmaktadır. Yüksek dielektrik sabitine sahip dielektrik sıvılar ticari castrol yağı gibi genellikle yüksek gerilimi kapasitörlerde kapasitans artışını ve corona şarjını önlemek için kullanılır.
- Dielektrikler elektrik akımına karşı, bir dielektrik yüzeyindeki elektrik şarjların fazlaca sıkışmamasıyla eski haline geri dönebilir. Bu bir van de graff jeneratörüne, elektrik saatine yararlı olabilir veya elektrostatik yük durumu olarak potansiyel yıkıma sebep olabilir.
- Belirli dielektrik aşamalar kalıcı polarizasyonda veya tekrar ki iç yük aşamaları olarak elektret (aynı zamanda ferroelektrik olarak bilinir) olarak isimlendirilir. Elektretler dış elektrik alanda yarı kalıcılığa sahip ve mıknatıslar için elektrostatiklere eşdeğerdir.
- Bazı dielektrikler madde geneline bir dış elektrik alan uygulanırsa fiziksel şeklin değiştiğinde veya mekanik gerilime maruz kaldığında farklı bir potansiyel üretebilir.

Bu özellik piezoelektrik olarak isimlendirilir. Piezoelektrik maddeler bir diğer çok kullanışlı dielektrik sınıfındandır.

- Bazı iyonik ve polimer dielektrikler dış bir elektrik alan uygulandığında doğal bir dipol momenti sergiler. Bu davranış ferroelektrik etki olarak isimlendirilir. Bu maddeler bir dış manyetik alan uygulandığı ferromanyetik maddeler içindeki hareket yolu benzerdir. Ferroelektrik maddeler genellikle kapasitörler için yararlı çok yüksek dielektrik sabitine sahiptirler.

1.2.4 Kapasitans

Kapasitans elektrik yükünü bir hücrede tutma yeteneğidir. Kapasitans aynı zamanda verilen bir elektrik potansiyeli için depolanan elektrik enerjisinin ölçüsünün miktarıdır. Enerji depolayan araçlarda genel oluşum paralel plakalı kondansatörlerdir. Paralel bir kapasitörde, Kapasitans doğrudan iletken plakaların yüzey alanı ile ters orantılı ve aralarındaki mesafe ile doğru orantılıdır. Eğer plakalardaki yükler $+q$ veya $-q$ ve düzlemler arasına V voltajı verilirse kapasitans değeri denklem (1.11) ile hesaplanır. Kapasitansın birimi faraddır.

$$C = \frac{Q}{V}. \quad (1.11)$$

Bir kapasitörde enerji depolama yaptığımız iş yüküne eşittir. Bir kapasitansta kondansatörde bir plaka örneğin $+q$ yükü tutmuşsa diğer plakada $-q$ yükü tutar. Uygulanan bir potansiyel farkta bir plakadan diğer plakaya küçük elementler taşır ve bu dW kadar iş gerektirir.

$$dW = \frac{q}{C} dq \quad (1.12)$$

Burada W ölçülen iş, q ölçülen yük ve C kapasitanstır. Kapasitanstaki depolanan enerji miktarı (1.13) deki eşitlik ile bulunur. kapasitans yüksüzken ($q=0$) ve bir plakadan diğer plakaya taşınan $+q$ ve $-q$ yükü w işinin gerektirir.

$$W_{\text{charging}} = \int_0^Q \frac{q}{C} dq = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2} CV^2 = W_{\text{stored}}. \quad (1.13)$$

1.2.4.1 Potansiyelin co etkisi

Yukarıdaki yazılarda keyfi ölçü ve boyuta rağmen iki plakaların yük durumu sınırlı olduğu öğrenilmiştir. Bu tanımla tek plaka üzerindeki yük $q=CV$ dır. Bu durumda alan çizgileri sınırlandırılan yük tarafından üretilir çünkü plaka sonsuz yük küresinin merkezindedir. $q=CV$ için ikiden fazla yük plakası varsa yada iki plakadaki net yük sıfırsa uygulanamaz. Bu durumda maxwell potansiyel co etkisi getirir. Eğer üç plakaya Q_1, Q_2, Q_3 yükleri verilirse uygulanan potansiyel (1.14) ile hesaplanır.

$$V_1 = p_{11}Q_1 + p_{12}Q_2 + p_{13}Q_3 \quad (1.14)$$

Maxwell potansiyel co etkisi simetriktir; $p_{12} = p_{21}$ gibi.

1.2.4.2 Öz kapasitans

Elektriksel devrelerde, kapasitans açısından genellikle kapasitörlerin iki düzlemi gibi bitişik bir iletken arasında ortak kapasitanslar arasında kısa bir el gibidir. Ayrıca öz kapasitans olarak adlandırılan bir özelliği vardır. Elektriksel yüklerin miktarı bir volt ile elektriksel potansiyelin yükseltilmesi için izole iletkenler eklenmelidir.

Bu potansiyel için referans noktası iletkenin merkezinde sonsuz yarıçaplı iletken küre teorik olarak bir delik gibidir. R yarıçaplı iletken kürenin kapasitansı için (1.15) denklemi kullanılır.

$$C = 4\pi\epsilon_0 R \quad (1.15)$$

1.2.4.3 Kaçak kapasitans

Herhangi iki bitişik iletken uzun iletkenler için bir arada yakın olmazsa iletkenler küçük olmasına rağmen bir kapasitör olarak düşünülebilir. Bu etki kaçak kapasitans etkisidir. Kaçak kapasitans izole devrelerin aksine aralarından sinyallere izin verebilir ve bu yüksek frekanslarda devrenin özel fonksiyonu için bir sınır faktörü olabilir. Kaçak kapasitans genellikle giriş ve çıkış kavşaklarının birbirine geçiş besleyici kapasitans oluşumunda amlifier devrede karşılaşılabılır. Bu genellikle çıkış alan kapasitansı ve giriş ala kapasitansı bir kombinasyon ile değişen kapasitansın analitik amaçlar için uygulanmasıdır. Miller teoremi bu değişim için kullanılır. Miller teoremi durumu eğer iki kavşak artış oranı $1/K$, ise iki kavşak noktası bağlantısı Z nin empedansı ikinci kavşak ve alan arasındaki empedansı $KZ/(K-1)$, birinci kavşak ve alan arasındaki empedans $Z/(1-k)$ ile değişebilir. Giriş çıkış artışı çok yüksek olduğunda giriş alan empedansı çok küçük iken çıkış alan empedansı orjinal empedansa tam anlamıyla eşittir.

1.2.5 Elektriksel iletkenlik

Elektriksel iletkenlik maddenin iletim ve elektrik akımının ölçümüdür. Farklı bir elektriksel potansiyel bir iletken üzerine uygulandığında bir elektrik akımın neden olur. İletkenlik(σ), akım yoğunluğuna ($\mathbf{J}$) elektrik alan kuvveti ($\mathbf{E}$) oranı olarak bilinir.

$$\mathbf{J} = \sigma \mathbf{E}. \quad (1.16)$$

Aynı zamanda bazı maddeler 3×3 matris genel simetrisinde iletkenlik anisotropisine sahip olabilir. İletkenlik elektriksel öz dirence (ρ) tersine eşittir ve birimi siemenstir.

$$\sigma = \frac{1}{\rho}. \quad (1.17)$$

Elektriksel iletkenlik yunan alfabesinden (σ) ile gösterilir fakat (κ) veya (γ) olarak da kullanılır. Bir EC metre normal olarak bir çözeltinin iletkenliğini ölçer.

1.2.5.1 İletkenlik ile maddelerin sınıflandırılması

- Metal gibi iletken maddeler yüksek iletkenliğe ve düşük dirence sahiptir.
- Cam gibi yalıtkan maddeler düşük iletkenliğe ve yüksek bir dirence sahiptir.
- Bir yarı iletkenin iletkenliği orta derecelidir fakat elektrik alan ve belirli bir ışık frekansına maruz kalmasıyla farklı şartlar altında çok çeşitli olabilir. Yarı iletken karışımları ve sıcaklığa bağlılığı çok önemlidir.

Yarı iletken maddelere katkılandırma yapılmasıyla iletkenlik derecesinde büyük farklar oluşturulur. Katkılandırma çok yüksek iletkenliğe yol açabilir. Sulu bir çözeltinin iletkenliği çözeltide bazı kimyasal iyonlar ve çözeltinin yoğunluğuna bağlıdır. Örneğin su numunesinin elektriksel iletkenliği tuz-saflık, iyon-saflık veya karışım saflık oranları elektriksel iletkenliğin birer göstergeleridir. Suyun saflığı iletkenliği düşürücü etkiye ve yüksek bir dirence sahiptir. Havanın iletkenlik ölçümüm genellikle 25°C suyun iletkenliği olarak kabul edilir.

1.2.5.2 Karmaşık iletkenlik

Maddenin iletkenlik analizi alternatif elektrik alana maruz kalınmasıyla mümkün olur. Bu kompleks sayı olarak iletkenliğin türetilmesi için gereklidir ve admittivity olarak isimlendirilir. Bu metot elektriksel empadans tomografi gibi uygulamalarda kullanılır. Admitting gerçek kısmı iletkenliği ve imejiner kısmı ise duygunluğu ifade eder. Alternatif akıma karşılık gelen tarif gerçek geçirgenlik(frekansa bağlı) boyunca bir iletkenlik olarak kullanılır. Büyük iletkenliğe sahip maddelerin alternatif akım emiliciliği daha fazladır.

1.2.5.3 İletkenliğin sıcaklığa bağlılığı

Elektriksel iletkenlik sıcaklığa son derece bağlıdır. Metallerde elektriksel iletkenlik sıcaklık artışı ile düşer, hâlbuki yarı iletkenlerde elektriksel iletkenlik sıcaklık artışı ile artmaktadır. Sınırlı bir sıcaklık aralığında elektriksel iletkenlik doğrudan sıcaklık ile yaklaşık değer verebilir. Elektriksel iletkenlik farklı sıcaklıklarda karşılaştırılabilir. Maddeler genel bir standart sıcaklığa tabi tutulmalıdır.

Bu bağlılık genelde iletkenlik-sıcaklık grafiğinde bir eğri olarak ifade eder. Denklem (1.18) deki gibi yazılabilir;

$$\sigma_{T'} = \frac{\sigma_T}{1 + \alpha(T - T')} \quad (1.18)$$

Burada

σ_T genel sıcaklıkta elektriksel iletkenlik.

$\sigma_{T'}$ ölçülen bir sıcaklıkta elektriksel iletkenlik.

α maddenin sıcaklığa karşı eğilimi.

T ölçülen sıcaklık.

T' genel sıcaklık.

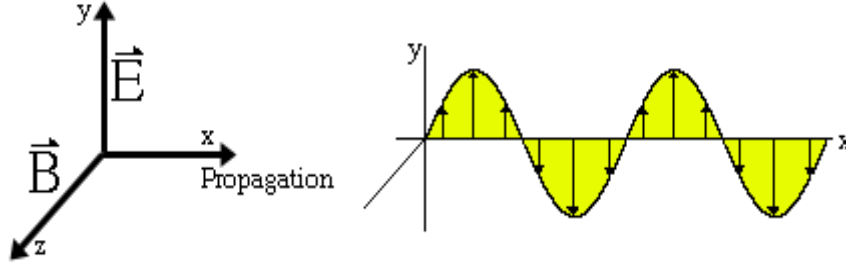
Örneğin en genel su oluşumu için sıcaklığa karşılı eğim yaklaşık 2 %/°C dir. Bu eğim jeokimyacılar tarafından bir laboratuarda kolaylıkla belirlenebilir. Son derece düşük sıcaklıklarda çok yüksek elektriksel iletkenlik sergilenebilir. Böyle maddelere süper iletken maddeler olarak isimlendirilmektedir.

1.2.6 Optik özellikleri

Bu bölümde bazı basit kavramları tanıyacağız. Bu sıvı kristallerin optik davranışlarını anlamamızda önemli olacak. Bu konu tamamen bir tartışma anlamıyla değil, bu yalnızca sıvı kristallerin optik davranışlarının içeriğinde kullanmak amacı ile araştırılmıştır.

1.2.6.1 Işık ve polarizasyon

Işık elektrik ve manyetik alan dalgalarına karşılıklı dik enine bir elektro manyetik dalga oluşumu olarak açıklanabilir. Şekil 1.14 de sol tarafında xy düzleminde elektrik alan xz düzleminde manyetik alan ve x yönünde dalga yayılımı gösterilmektedir. Sağ tarafta ise yayılmış olarak elektrik alan vektörünün çizgileri gösteriliyor. Aslında yalnızca elektrik alanla ilgilidir, çünkü manyetik alan bileşenleri aynıdır.



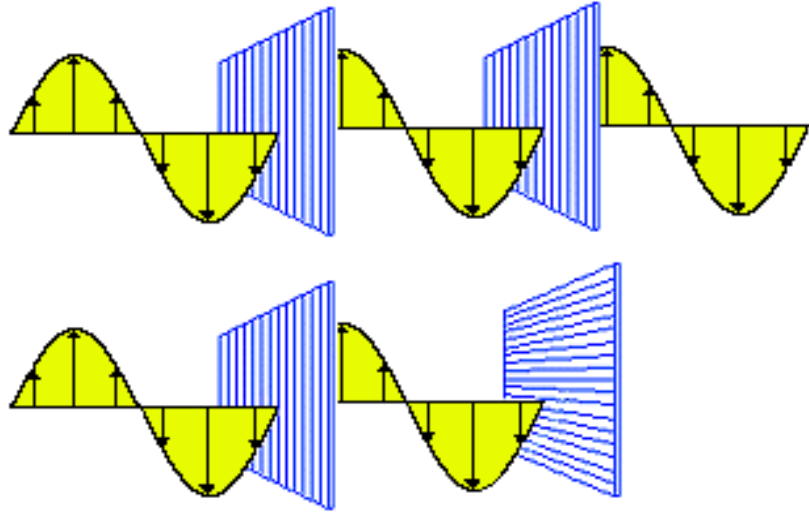
Şekil 1.14 Işığın elektrik alanda ve manyetik alanda gösterimi.

Bu elektrik alan sinüzoidal değişimi zıt uçta iki çocuğun birbirine karşı bir ip uzunluğu olarak düşünelim. Bu çocukların birinden biri aşağı ve yukarı, sağa ve sola veya herhangi bir açı arasında bir düzlemde ip hareketlerinin böyle bir yolla uçlar arasındaki yer değişimin başlamasıdır.

Sıradan beyaz ışık tüm olası açılarda inip çıkan dalgalarından oluşur. Işık belirli bir düzlemle yalnızca böyle inip çıkan dalgaların katılımıyla doğrusal polarize olarak kabul edilir. Bu sanki iplerden bir çit kazık yoluyla dizilidir, dalga aşağı ve yukarı hareket edebilir.

Fakat hareket herhangi bir diğer yönde engellenir. Bir polarizer yalnızca titreşimin belirli bir açıyla ışığın geçmesini sağlayan bir araçtır. Polarizer ile geçen dalgaların yönü kolay eksenle isimlendirilir. Eğer iki polarizer optik eksene paralel aynı sırada konulursa ışık her iki taraftan da geçer.

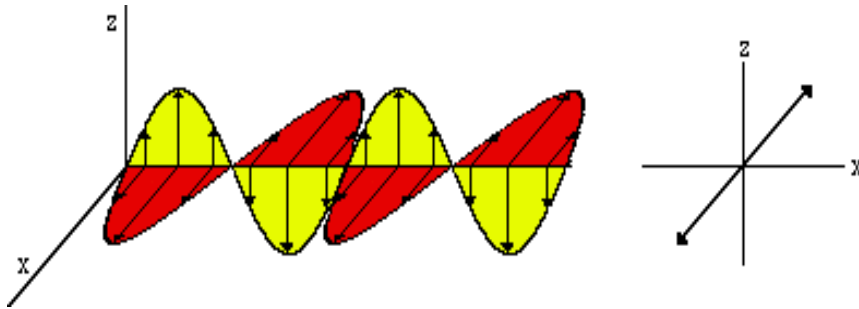
Fakat eğer eksenler ayrı 90 derecede konulursa ışık ilkinden geçer ikincisinde kaybolur. Çünkü 0 dan 90 dereceye dönen açı ışığın miktarını geçişte azaltır. Bu etkiler Şekil 1.15 de gösteriliyor. Polarizerlerden üsteki birbirine paralel ve alttaki birbirine diktir.



Şekil 1.15 Polerizerlerin 0 ve 90 derece konularak ışığın geçirilmesi.

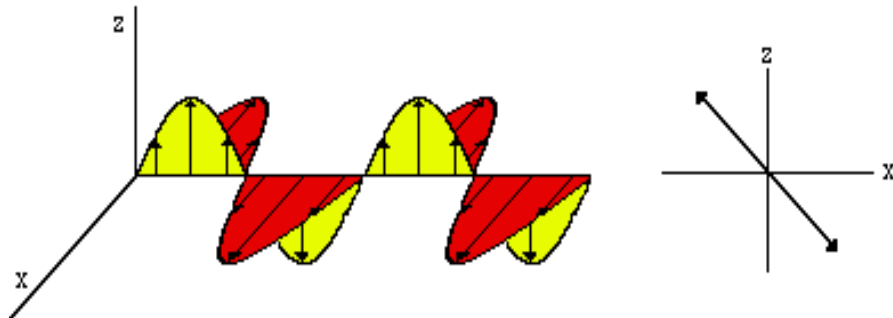
1.2.6.2 Polarize ışık

Doğrusal polarizasyon dairesel polarize ışığın sadece özel bir durumudur. İki ışık dalgası düşünelim birinci polarizer yz düzleminde ve diğeri xy düzleminde. Eğer dalgalar aynı zaman da maksimum ve minimum noktalara ulaşırsa bunların vektörlerinin toplamı bir dalga için 45 derecelik polarizere yol açar. Bu Şekil 1.16 de gösteriliyor.

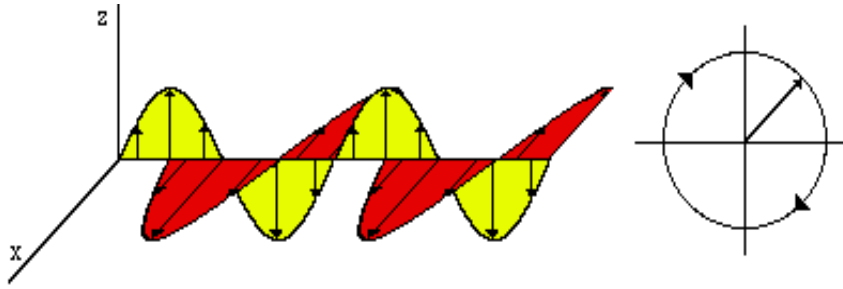


Şekil 1.16 Dalgaların minimum ve maksimum gösterimi.

Benzer olarak eğer iki dalga fazın dışında 180 derecedeyse sonuç olarak zıt yönde 45 derece doğrusal polarizerdir. Bu da Şekil 1.17 de gösterilmiştir.



Şekil 1.17 İki dalğanın fazın dışında 180 derece olarak zıt bulunması.



Şekil 1.18 İki tür alan için elektrik alan vektörünün gösterimi.

Eğer iki dalga fazın dışında 90 derecedeyse gelen dalga polarizere diktir. Bu etki bileşenlerin toplamından elektrik alan vektör sonucuyla dalga yayılımları olarak merkezin etrafında döner. Bu Şekil 1.18 da iki tür dalga için elektrik alan vektörünün toplamı gösteriliyor

En genel durumda farklı fazlar olduğunda rast gele (90 derece veya 180 derecelik açı gerekli değildir) bir açıdır. Bu elipsel polarizasyon olarak isimlendirilir. Çünkü elektrik alan vektörlerinin izleri bir elipsin dışındadır. (Optical applications of liquids crystals / Ed. L.Vicare)

1.2.6.3 Sıvı kristallerin polarize çalışmaları için uygulamalar

Burada bir sıvı kristal numunesi karşılıklı polarizerler arasına yerleştirilen ve iletim eksenleri maddenin hızlı ve yavaş yönleri arasında bazı açılarda hizalandığını düşünelim. Numune doğal kırılma gücünden dolayı polarize doğrultusunda gelen ışık eliptiksel polarize olur. Çünkü zaten benzerini buluruz. Bu ışınlar ikinci polarizere ulaştığında o doğrultuda geçebilen yeni bir bileşimdir ve o bölge parlak görünür. Tek frekanslı ışık için faz farklılıklarının büyüklüğü maddenin uzunluğu ve kırılma gücü ile belirlenir. Eğer numune çok inceyse normal ve olağan dışı bileşikler faz farkı çok farklı olmazlar. Bunun gibi eğer numune kalınsa faz farkı büyük olabilir.

Eğer faz farkı 360 dereceye eşitse dalga orijinal polarize durumuna geri döner ve ikinci polarizer tarafından bloke olur. Değişen fazların ölçümü ışık geçişlerinin yoğunluğuyla belirlenir.

Eğer ilk polarizerdeki geçiş eksenleri sıradan veya olağan dışı yönlerde diğerine paralel ise ışık bileşiklerine ayrılmaz ve polarize durum oluşumu değişmez. Bu durumda bir geçiş bileşiği olma ve bölge karanlık görünür. Tipik bir sıvı kristalde kırılma gücü ve uzunluk bütün numunede sabit değildir. Bunun anlamı bazı yerlerde görünür ışık ve diğer yerlerde karanlık görünür, karşılıklı polarizer arasına konan bir nematik sıvı kristalin makroskopik resmi Şekil 1.19 da gösterilmiştir.



Şekil 1.19 Nematik bir sıvı kristalin makraskobik görüntüsü.

Aydınlık ve karanlık alanların yön yönelimleri, kırılma ve uzunluk farklılığından meydana gelen bölgelerdir. Belirli düzlemler olarak bilinen Schlieren dokusu nematik fazın ayırt edici özelliğidir. Karanlık bölgedeki yön için paralel ve dik hizalamalar fırçalamalar olarak isimlendirilir.

1.2.6.4 Polarize ışık çalışmalarından renklerin oluşumu

Şimdiye kadar biz yalnızca maddelerin optik özelliklerinin tek renkli ışık olarak düşündük. Renklerin kaynağını anlamamızda karşılıklı doğrusal polarizer arasına konan sıvı kristal çalışmaları gözlemlendi. Bu kırılma simülasyonunda plakalardaki numuneleri döndürmek için yararlı olacaktır. Belirli bir dalga boyları için tasarlandı ve böylece belirli değerdeki dalga boylarının dar bantlarla bir ilişkisi için arzulanan sonuçları ortaya çıkarılır. Eğer örneğin dalga boyu için tasarlanan düzlemler λ' bazı rast gele yönelimlerde karşılıklı polarizerler arasına yerleştirildiğinde ve beyaz ışık tarafından birleştirilirse dalga boyu λ' gelişimini engelleyici etkisi olmayacaktır.

Fakat bütün diğer dalga boyları farklı bir polarizasyon düzleminde tam dalga boylarından ortaya çıkar. Analizlerden geçen ışıkların bileşenleri λ' tamamlayıcı renklerden oluşacaktır. Renk örgüleri polarize mikroskobunda gözlemlendi. Kırılma simülasyonu sıvı kristal fazların, dokuların saptanmasında ve faz değişikliklerin gözlemlenmesini kapsayan çoğu durumda sıvı kristal çalışmalarında çok kullanışlıdır.

1.2.7 Yüzey hazırlanması

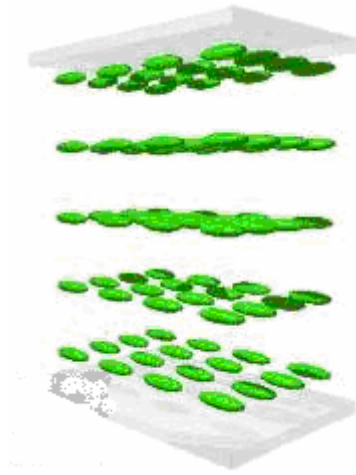
Bir dış alanın bulunmadığında, sıvı kristalin yönü herhangi bir yön noktasına göre değildir. Bu mümkündür fakat sistem için bir dış alan etken tanıtılmasıyla belirli bir yönde yön noktası için zordur.

Örneğin ince bir polimer ile kaplandığında cam bir altlığa yayılır ve bir bez ile tek bir yönde ovalanır. Bu yön ovalamayla yüzey hizalamanın bağlantısı sıvı kristal moleküllerde gözlemlendi. Bunun için son günlerde kabul edilen mekanizmalar polyimidin yüzey tabakaların yanında belirli hizada polimer zincirlerinde sıvı kristal tabakaların epitaxial büyüklüğüne inanıldı.

2.8 Freedericksz geçişi

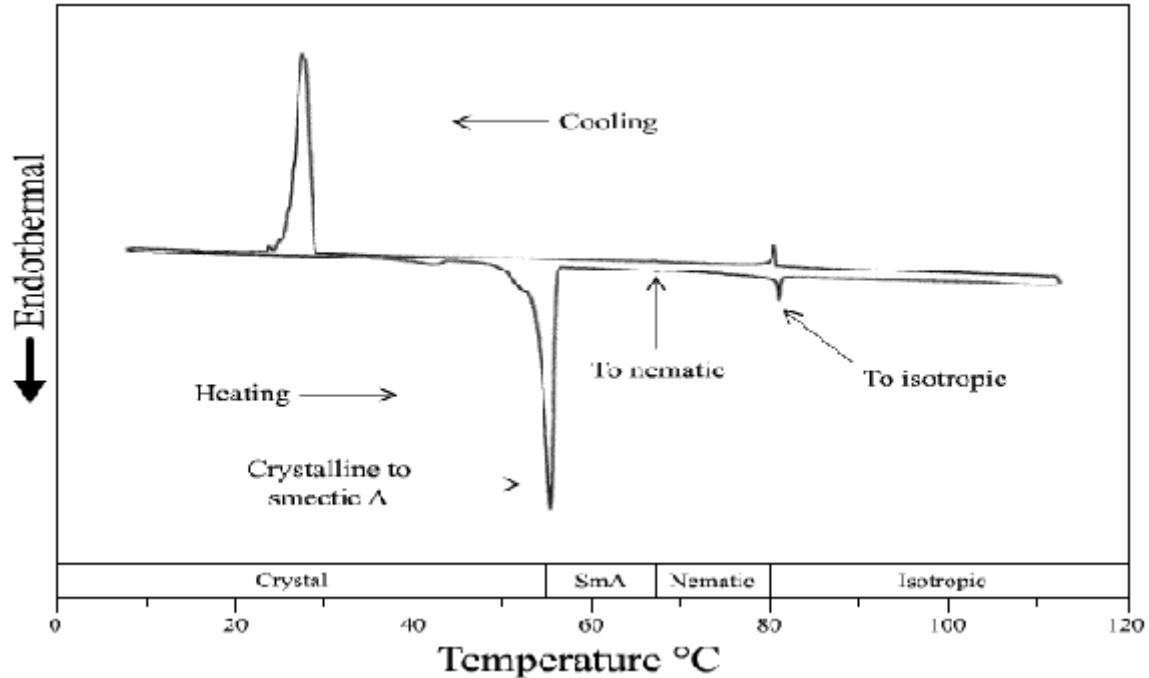
Yönelim arasındaki rekabet yüzey gerginliği ile üretildi ve elektrik alan etkisiyle sık sık sıvı kristal araçlarda kullanıldı. Bu durumda düşünülürse sıvı kristal moleküller yüzeye paralel hizalanır ve bir elektrik alan Şekil 1.20 deki gibi dikey uygulandığında.

İlk olarak elektrik büyüklüğü arttırıldığında molekül hizalamalarında hiçbir değişiklik meydana gelmez. Fakat elektrik alanın büyüklüğü bir eşik değerinde ise bozulma meydana gelir. Bozulma gelecek için bir molekülden diğerine olan yönelimlerin buradaki yön değişikliğini oluşturur. Bir bozulma durumu için hizalama durumundan böyle bir değişikliğe geçmesine freedericksz geçişi denir ve aynı zamanda yeteri kadar güçlü bir manyetik alan uygulamasıyla üretilebilir.



Şekil 1.20 Sıvı kristale elektrik uygulanmasıyla oluşan durum.

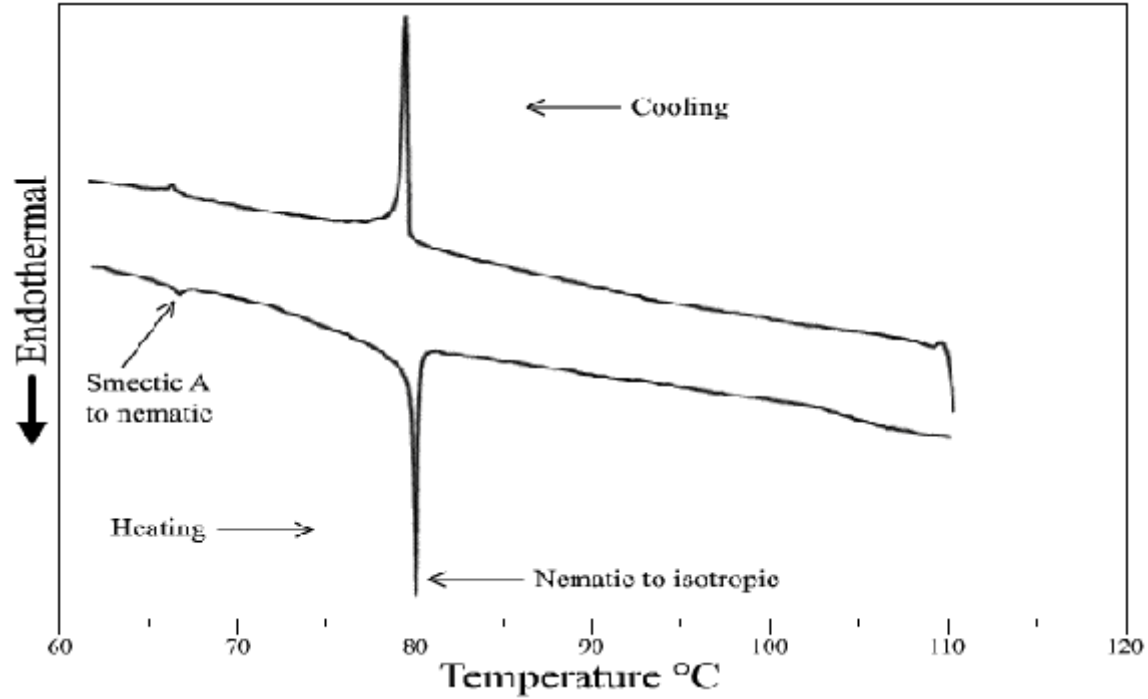
Freedericksz geçişi çoğu sıvı kristal ekranların yapılmasında temel alınır. Çünkü bu yönlerin yönelimleri bir alan uygulanmasıyla kolayca kontrol edilebilir.



Şekil 1.21 Faz diyagramı ile DSC düzlemi.

Şekil 1.21 de bu çalışmaların tekrarı, smectic-A geçişi için kristal üzerindeki bir sıcaklıkta ısı için başlar. Böylece daha duyarlı çalışabilir.

Bu nematik geçiş için smectic-A yı daha görülebilir ve örneklendirilir yapar. DSC metodunun yetenekleriyle ince etkileri belirlenebilir.



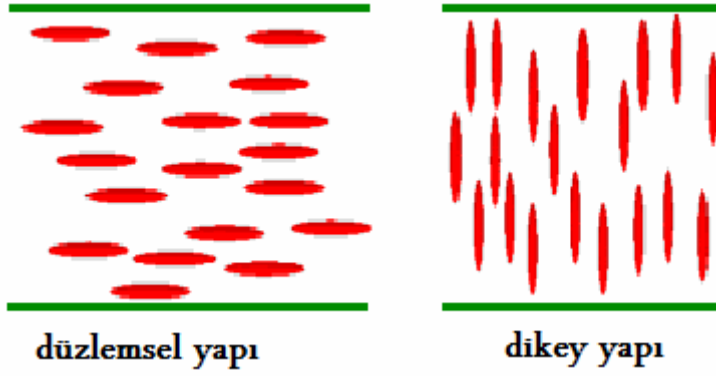
Şekil 1.22 DSC düzlemi.

1.3. SIVI KRİSTAL YAPILAR, KUSURLARI VE UYGULAMALAR

Sıvı kristallerin eşsiz optik özellikleri çeşitli uygulamalarda kullanılabilir. Bu bölümde bu özelliklerden nasıl yararlanıldığını açıklayacağız.

1.3.1 Sıvı kristal yapılar

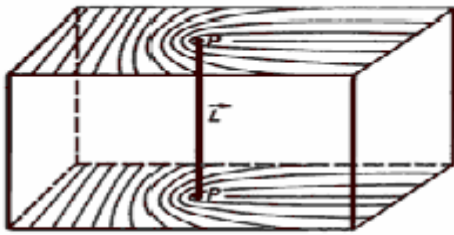
Yapı terimi bir yüzeyle etrafındaki sıvı kristal moleküllerin yönelimini ifade eder. Kendi karakteristik yapısını oluşturabilen her bir sıvı kristal mezofazları kimlik saptamasında kullanışlıdır. Biz burada kholesterik sıvı kristal ile dengeli polimer bölüme kadar kholesterik yapıların araştırmasını erteleyeceğiz ve sadece nematik yapıları düşüneceğiz. Eğer mezogenik maddeler, paralel yönde ovalanmasıyla yönelen ve ovalanan yüzeyler ile yakın plakalar arasındaki yüzeylere sınırlandırılırsa, bütün sıvı kristal numunesi yüzeyssel bir yapıda yönelebilir ve Şekil 1.23 de gösterilebilir. Mezogenler uygun polimer filmlerin veya hemotropik yapıya neden olan yüzeyin normal bir elektrik alanda uygulanmasıyla yüzeye normal yönelim olabilir ve Şekil 1.23 de örneklendirilmiştir. (Texture of liquids crystals / Ingo Dierking)



Şekil 1.23 Yüzey yapıların altlığa paralel ve dikey görünümü.

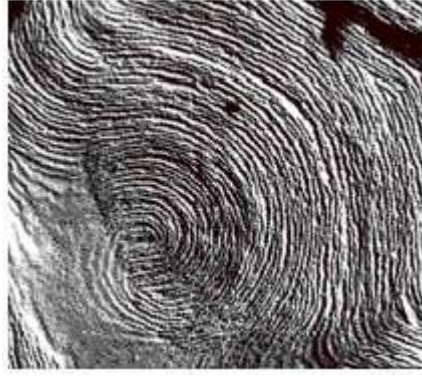
1.3.2 Mikroskop altındaki kusurlar

Parlaklıktaki ani değişiklik gözlerin dışına dönmesi olarak bilinen eşsiz bir nokta veya hattın etrafındaki direktör yönelimlerinde kırıcılık sinyalinde hızlı bir değişme önceki bölümdeki resimdeki gibidir. Gözlerin dışarı dönmesi durumu bir bölgedir ve burada direktörün tanımlanamadığı yerdir. Gözlerin dışına dönmesi etrafındaki direktörün yönelimleri Şekil 1.24 de gösteriliyor.



Şekil 1.24 Moleküllerin direktör etrafındaki yönelimleri.

Merkez koniyle ilgili kusurlar çoğu semectic sıvı kristal yapılar için sorumludur. Focal koniğin mikro grafiği Şekil 1.25 TEM de gözlemlenmiştir.



Şekil 1.25 Focal koniğin TEM den görünümü.

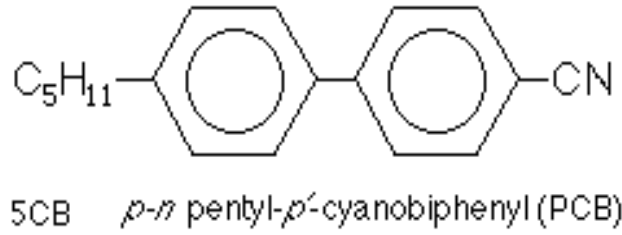
1.3.3 Sıvı kristalin kimyasal özellikleri

Sıvı kristaller iki temel kategoride sınıflandırılabilir. Thermotropik sıvı kristaller ve liyotropik sıvı kristaller. Sıvı kristalin bu iki özelliği kendi kendini düzene sokma mekanizmasıyla ayırt edilir. Fakat sıvı kristaller aynı zamanda çoğu davranışları benzerdir. Thermotropik hareketler en çok sıvı kristallerde oluşur ve Thermotropik hareketler sıvı kristal durumlar için ısı indüklenmesine göre tanımlanmıştır. Buda Thermotropik hareketlerin bir katının sıcaklığının artmasıyla veya bir sıvının sıcaklığının düşürülmesiyle sıvı kristal duruma varabilir. Thermotropik sıvı kristaller iki tip içinde sınıflandırılabilir. Enantiotropik sıvı kristaller ki bunlar hem bir katının sıcaklığının artırılmasıyla hem de bir sıvının sıcaklığının düşürülmesiyle sıvı kristal durum içinde değişiklik olabilir.

Bir diğeri Monotropik sıvı kristaller ki bunlar yalnızca hem bir sıvının sıcaklığının düşürülmesiyle hem de bir katının sıcaklığının artırılmasından dolayı sıvı kristal durum içerisindeki değişiklik olmasıdır. Ancak her ikisi olmaya da bilir. Genel olarak thermotropik geçişler paketler arasındaki olaylar nedeniyle ve moleküller arasındaki anizotropik kuvvet dağılımlarıyla oluşur.

Thermotropik mezofazların aksine liyotropik sıvı kristal geçişler sıcaklıkta bir sıcaklık değişimi olması ve çözeltilerin etkisiyle oluşur. Liyotropik mezofazlar misellar yapıları içindeki mezogen bileşenlerin toplanmasıyla indüklenen çözeltinin bir sonucu olarak oluşur. Liyotropik mezofazlar tipik amphiptiktir. Bunun anlamı hem liyotropik hem de liyophobik bölümden oluşur. Bu onların oluşumunda micellar yapı içerisinde kurumaya neden olan bir çözücüdür. Çünkü liyophobik kenarlar çözeltinin dışı doğru uzamasıyla liyophobik kenarlar olarak birlikte kalacaklardır. Çözelti yoğunluk olarak artırılır ve çözelti soğutulduğunda miceller ölçümü artar ve sonucunda birleşir. Bu çözücü yeni oluşan sıvı kristalden ayrılır.

Kimyasal bileşiklerin büyük bir çoğunluğu bir veya birkaç sıvı kristal özellik göstermesiyle bilinir. Kimyasal bileşiklerdeki önemli farklılıklara rağmen, bu moleküller kimyasal ve fiziksel özellikleri genelde aynıdır. Bunlar iki tip thermotropik sıvı kristaldir, (disk şeklinde) bunlar discotic ve (uzun çubuğu şeklinde) rod-shaped molekülleridir. Discotic moleküller aromatik halkaları bitişik olan moleküllerin temelini oluşturan disk gibidirler. Bu da boyutlu düzen düzenini verir. Rod-shaped molekülleri bir uzaysal yöne bağlı tercihlili hizalama için verilen anizotropik geometri şeklindedir. Rod düşük molar kütleli sıvı kristaller gibidir. Örneğin Şekil 1.26 da gösterilen 5CB gibi



Şekil 1.26 5CB sıvı kristalinin kimyasal yapısı.

Bu bileşenlerin katılık ve doğrusallık üzerine belirtilmelidir ve molekülün uzun adaptasyonunu gerektirir. Yani bir molekülün sıradan sıvı kristal özelliklerini görüntülemek için bu katı ve çubuk şeklinde olmalıdır. Bu iki katı dairesel hücrenin birbirine bağlanmasıyla başarıldı. Birbirine bağlanmış gruplar doğrusal bir düzlemde adaptasyon olması sonucunda bileşik olması gerekir. Bağlantılı hücreler katlı bağlantılar gibi $-(CH=N)-$, $-N=N-$, $-(CH=CH)n-$, $-CH=N-N=CH-$, kullanılır. Çünkü onlar serbest dönüşü kısıtlar. Bu gruplar anizotropik polarizasyon artırılarak benzen halkalarıyla birleşir. Bu moleküller uzunluğu artırır ve sert şekilde tutar. (İntroduction to liquid crystals chemist and physics / Peter J. Collings)

1.3.4 Sıvı kristal ekranlar

Sıvı kristal teknolojinin en genel uygulamaları sıvı kristal uygulamalardır. Bu alanda multi-milyar dolarlık bir endüstri içinde büyümeye sahip, birçok önemli bilimsel ve endüstriyel keşifler yapılmıştır.

1.3.5 Sıvı kristal termometreler

Chiral nematik sıvı kristaller eşit standart adımlarda dalga ile ışık yansıtır. Çünkü bu standart adımlar sıcaklığa bağlıdır, renk yansıması da aynı zamanda sıcaklığa bağlıdır. Sıvı kristal ile sadece termometrenin rengine bakarak doğru bir şekilde sıcaklık ölçmek mümkündür. Farklı bileşikteki karışımlar ile herhangi bir sıcaklık aralığında uygulamalar için araç yapılabilir. Birkaç yıl önceki popüler bir yenilik olan "moodring" chiral nematik sıvı kristallerin eşsiz kabiliyetinin avantajı oldu. En önemli pratik uygulamalarda tıp ve elektronik gibi çeşitli alanlarda geliştirilmiştir. Örneğin özel sıvı kristal araç cilt deki bir sıcaklığın haritasını göstermek için ilişkilendirilebilir. Bu kullanışlıdır, çünkü sık sık fizik problemlerinde ve tümörler gibi çevreden farklı bir sıcaklığa sahiptir. Sıvı kristal sıcaklık sensörleri aynı zamanda karakteristiği yüksek sıcaklık tespiti ile devre üzerindeki bozuk bağlantıları saptamak için kullanılabilir.

1.3.6 Optik görüntüleme

Sıvı kristalin bir uygulamasıdır. Bu yalnızca kayıt ve optik görüntüleme keşfediliyor. Bu teknolojiye bir sıvı kristal hücresi foto iletken tabaka arasına yerleştirilir. Bu ışığın yoğunluğuna ilişkin sıvı kristalde bir elektrik alanı neden olur. Elektriksel doku bir elektron geçişiyle görüntü kaydedilmesine olanak sağlar. Bu teknoloji hala geliştiriliyor ve sıvı kristal araştırmaların en gelecek vaat eden alanıdır.

1.3.7 Diğer sıvı kristal uygulamalar

Sıvı kristalin diğer uygulamalarında bir çeşitliliğe sahiptir. Sıvı kristaller basınç altındaki maddelerin zarar vermeyen mekaniksel testler için kullanılabilir. Bu teknik aynı zamanda frekans yönlendiricisinde radyo dalgalarını görüntülemek için kullanılır. Sıvı kristaller tıp uygulamalarında da kullanılır. Örneğin zemin üzerinde yürüyen bir ayak tarafından gönderilen basınç geçişi ölçülebilir. Düşük molar kütleli sıvı kristaller silinebilir optik diskler içeren uygulamalara sahiptir, tüm renkler bilgisayar destekli çizim için elektronik slayt ve ışık moduratörleri renkli cisimler için sıvı kristallerin yeni özellikleri ve tipleri olarak araştırılabilir. Bu maddelerin endüstriyel ve bilimsel uygulamalarda önemi artmaktadır. (B. BAHADIR. 1990)

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Son yıllarda, nematik maddelerin fiziksel özelliklerinin incelenmesine yönelik çalışmalara gittikçe artan bir ilginin olduğu gözlenmektedir. Bu amaca yönelik olarak yapılan araştırmalar sonucunda elde edilen deneysel veriler, çeşitli elektro-optik cihazların yapımında teknolojik açıdan büyük önem taşımaktadır. Nematik maddeler küçük bilgi içeriğine sahip aygıtlara ek olarak, bilgisayar gibi yüksek bilgi yoğunluğuna sahip görsel amaçlı elektronik devrelerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Sıvı kristal alanındaki ilk çalışmayı, araştırmacı Williams başlatmıştır. Geliştirilen sıvı kristal teknolojinin başarısı sıvı kristalli görüntüleme sistemlerinin doğmasına yol açmıştır. Farklı sıcaklık bölgesinde moleküler düzenlerin farklı karakter taşıması sıvı kristallerin sınıflandırma çalışılmasına ve farklı teknolojilerde kullanılmasına yol açmıştır.

Nematik saf sıvı kristaller ve karışım halindeki nematik sıvı kristallerin elektrooptik etkileri, belli sıcaklık aralığında ve sabit elektrik alanlarda incelendi. Belli oranlarda hazırlanan karışımların moleküler anizotropisini ilgilendiren optik geçirgenliği karışımın faz geçiş bölgesinde ölçüldü. Ölçümler, sıcaklık kontrol ünitesi ve elektrik alan ünitesi yardımıyla optik geçirgenlik ölçüm ünitesinde elde edildi. Sıcaklık kontrol ünitesiyle karışımın tüm fazlarını içeren düzenli bir sıcaklık artışı, elektrik alan ünitesiyle moleküler yapıyı ve yönlendirmeyi etkileyen sabit alanlar sağlandı. Moleküler yönelim ve anizotropiyi belirlemek için polarizör açısı saat yönünde ve tersinde değiştirildi. Ölçümler sonucunda; optik geçirgenliğin nematik faz aralığında düşük seviyede iken, nematik-izotropik faz geçişiyle en üst seviyelere yükseldiği gözlemlendi. Karışımla elde edilen yapıların, saf kristal yapıya göre daha geniş faz geçiş sahasına sahip olduğu ve faz geçiş sıcaklığının değiştiği gözlemlenmektedir. (Özaydın 2007)

Sıvı kristaller ile polimer dağıtıcılar uygun şartlarda karıştırılmasından elde edilen polimer dağıtıcılı sıvı kristallere (PDLC) İndiyum Tin Oksit (ITO) lamellerin arasına yerleştirilip elektrik alan uygulandığında sıvı kristal damlacıklar ile polimerin moleküler yönelimleri değişir. Elektrik alan yokken ayrı ayrı kırılma indislerine sahip olan malzemeler belirli bir alan uygulandığında kırıcılık indisleri birbirine yaklaşıp çift kırılma özelliği göstererek ışık geçişleri engellenir. Burada kullanılan ITO yüzeyin kalınlığı da önemlidir. Kalınlık arttıkça ışık geçişi azalmaktadır. PDLC filmler sayesinde aktif matris esasına dayanan sistemlere gerek kalmadan görüntüleme elde edilebilmektedir. (Karapınar 1992)

Sıvı kristal yapılarla kolloid kalıplı yapılar için birleşme uygundur. Çünkü elektrik alan ve sıcaklık değişiminde birbirine yakın özellikler gösterir. Bu çalışmada polimer dağıtıcılı sıvı kristallerle kolloid kalıplı yapıların elektrooptikliği karşılaştırıldı. Kalıplı numunelerde elektrik alanın uygulanmasından sonra kısa gevşeme zamanı gözlenir. Bir ITO lamel arasına bir kristal tortusuyla oluşturulan kolloid ile sıvı kristal malzeme konularak elektrik alan uygulandı. Uygulanan alan sonucu voltaj değişimlerine bağlı olarak karanlık, dağıtıcı ve saydam olmak üzere üç durum gözlemlendi, alan etkisi kaldırıldığında moleküllerin geri yönelim zamanının kısa olduğu gözlemlendi. Burada elastik enerji tipik olarak düşüş zamanı yükseliş zamanım aşar ve elastik enerji aşıldığından hızlı gevşeme olur. (Mach ve ark. 2002)

Polimer dağıtıcı sıvı kristallerin (PDLC), elektrik alan uygulandığında moleküler hizalama gerçekleştiğinden dağıtıcı özelliği azalır ve dağıtıcılıktan saydamlığa geçiş olur.

Aynı odaklı mikroskopla nematik sıvı kristalle çeşitli polimerlerin belirli oranlarda karışımından elde edilen yapılar incelendiğinde uygulanan elektrik alanının belli bir eşik değerinden sonra artan voltaja di elektrikliğin değişmesi nedeniyle çift kırılma etkisinin ortadan kalkıp polimer yapı dağıtıcılık özelliğine geri döndüğünden dolayı sıvı kristalilik özelliğin kaybolduğu gözlenmiştir. Bu nedenle belli bir kritik değere kadar olan çalışma aralığında bu yapıların sıvı kristalilik özelliğinin olduğu görülmüştür. (Amundson ve ark. 1996)

Sıvı kristaller sıvılardan farklı olarak anizotrop özellik sergilerler. Yapı, tabakalı değildir ve moleküllerin ağırlık merkezleri rastgele dizilmiştir. Nematik sıvı kristaller optikçe aktif olmayan organik maddelerin ısıtılması ile oluşurlar. Nematik fazlar, yüksek sıcaklıkta mezofaz oluşturan termotropik sıvı kristallerdir. Sıvı kristal alanlar elektrik alanlarından etkilenmektedirler. Değişik sıcaklık bölgesinde sıvı kristalin sergilediği fiziksel özellikler de değişim göstermektedir. Özellikle, polarizasyonu, moleküler düzeni, dielektrik gibi vs. fiziksel özellikleri değişim göstermektedir. (Nesrullazade ve ark. 2000)

Yansıtma modunu kullanan bükümlü nematik bir göstergenin yanıt süresi incelenmiştir. Geliştirilen deneysel yöntem ile yansıtma modlu nematik bir filmin devre parametreleri araştırılmış, dinamik yanıtı optik olarak belirlemek için yeni bir yöntem önerilmiştir. (Bougrioua ve ark. 2002)

Nematik sıvı kristalleri saf ve kütlece karıştırılarak oluşturulan sıvı kristallerin İTO can lamel içerisine konularak dielektrik spektroskopi yardımıyla frekans ve voltaja bağlı olarak moleküler yönelimleri, kapasitans değerleri ve iletkenlikleri hesaplanmıştır. Uygulanan voltajların küçük değerlerinde sıvı kristal moleküller yönelimleri değişkenlik göstermektedir. Bundan dolayı da sıvı kristal cihazlarında daha az enerji harcanmaktadır. Sıvı kristallerin kapasitans değerleri frekans arttırılmasıyla azaldığı, buna karşılık iletkenlik değerlerin de ise frekansın arttırılmasıyla arttığı gözlemlenmiştir. Bundan da anlaşıldığı gibi iletkenlik v kapasitans değerleri frekansa bağlı olarak ters orantılı şekilde değişmiştir. (Yakuphanoglu ve ark. 2007)

50 Hz- 15 kHz arasında alternatif gerilim (10V-100V) uygulandığında hızlı yükseliş zamanını verdiği gözlemlendi. Lokalize olmayan elektronlar elektriksel iletimde önemli rol oynar. Bunun nedeni Van Der Wals bağlarıdır. Voltaj arttırılınca elektronlar polimerin karşısında bir puls oluşturur. Oluşan puls moleküler yönelimin değişmesini hızlandırır. (Satyendra Kumar)

Bu tez çalışmasında, söz konusu edilen araştırmalardan yararlanarak nematik bir filmin yapımı ve bu filmin elektrik özellikleri araştırma konusu edilmektedir. Yapılan araştırmalar Keithley 4200-SCS markalı cihazla oda sıcaklığında ölçümler yapılmıştır. Araştırılan sıvı kristalin moleküler yönelimleri, kapasitansı ve iletkenliği frekansa ve voltaja bağlı olarak nasıl değiştiği gözlemlenmiştir. Kapasitans değerlerinde frekansın arttırılmasıyla azaldığı ve iletkenliğin tam tersi olarak frekansın arttırılmasıyla azaldığı görülmüştür. Moleküler yönelimler(dielektrik anisotropy) ise pozitif tip den negatif tipe değişkenlik göstermiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Deneyde kullanılan cihazlar

Deneye aşağıdaki cihazlardan yararlanılmıştır.

3.1.1 KEITHLEY 4200-SCS (Semiconductor Characterization System).

Sıvı kristalin karakterizasyonunu yani elektriksel özelliklerini ölçmek için yarı iletken maddelerin karakterizasyon özelliklerini inceleyen Keithley 4200-SCS markalı cihazla ölçüm yapıldı, Şekil 3. 1 de gösterilmektedir.



Şekil 3. 1 Keithley 4200-SCS (Semiconductor characterization system).

3.1.2 Bandeling sonorex

Bandeling sonorex makinesi normalde küçük parçaları sıcak suda ve titreşimle banyo yaptırmada kullanılır. Fakat biz bandeling sonorex'in titreşiminden yararlanarak karışımımızın daha iyi karışmasını sağlandı, Şekil 3. 2 de gösterilmektedir.



Şekil 3.2 Bandeling sonorex resmi.

3.1.3 Heiddolp type reaxtop

Heiddolp type reaxtop bir titreşim aracıdır ve karışımımızın daha iyi karıştırılmasını sağlamakta kullandı, Şekil 3.3 de gösterilmektedir.



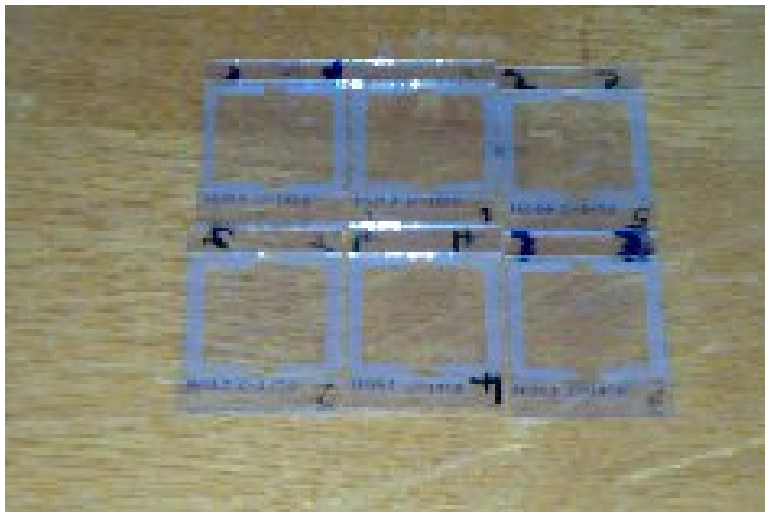
Şekil 3.3 Heiddolp type reaxtop titreşim cihazı.

3.1.4 İnsilün şıngası

İnsilün şıngası bilindiği gibi çapraz kesik uçlu ve çok ince olan bir şırınga türüdür. İnsilün şıngasını sıvı kristalleri ITO lamelleri doldurmada kullandık.

3.1.5 ITO lameller

Sıvı kristal numuneleri hazırlarken Indium-Tin-Oxide (InTiO_3) kaplamalıcam lameller kullanılmıştır. Bunun nedeni, lamellere bir ucu pozitif diğer ucu negatif elektrik potansiyel fark uygulanmasıdır. Sıvı kristal ile doldurulmuş ITO lameller Şekil 3.4 de gösterilmektedir. İki ITO lamel arasını ayıran d kalınlığında yalıtkan mayler sheets bulunmaktadır. Numunenin doldurulması için ITO lameller arasındaki iki küçük mayler sheetssiz delik konmuş. Böylece hazırlanan numune lameller arasına enjekte edilirken içerisindeki havanın boşalmasını sağlamıştır.

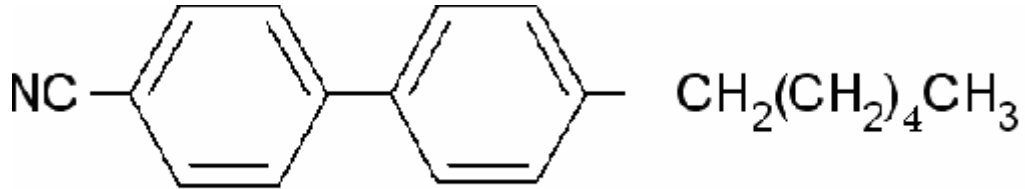


Şekil 3.4 Deneyde kullanmak için doldurduğumuz ITO lameller.

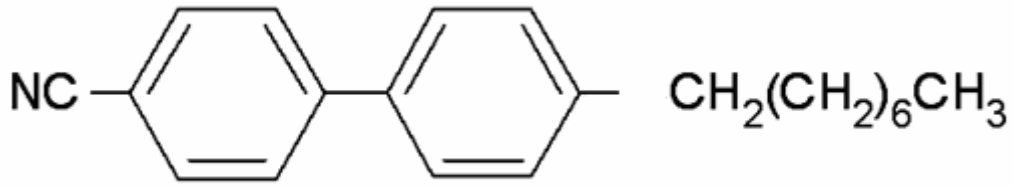
3.2 Deneyde kullanılan sıvı kristaller

Deneyde oda sıcaklığında sıvı halde bulunan 6CB, 8CB ve oda sıcaklığında katı halde bulunan 8OCB sıvı kristali kullanılmıştır. Bu sıvı kristallerin kimyasal yapısı şekil 3.5 (a.b.c) de gösterilmektedir. Kullanılan sıvı kristaller Sigma Aldrich'den alınmıştır.

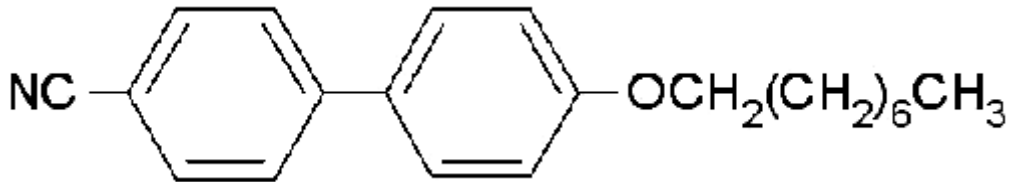
(a)



(b)



(c)



Şekil 3.5 (a) 6CB, (b) 8CB ve (c) 8OCB'nin kimyasal yapısı

3.3 Karışımların ve numunelerin hazırlanması

Araştırılan saf sıvı kristal ve belli oranda karışım yapılan sıvı kristal numuneler aşağıdaki şekilde kodlanmıştır.

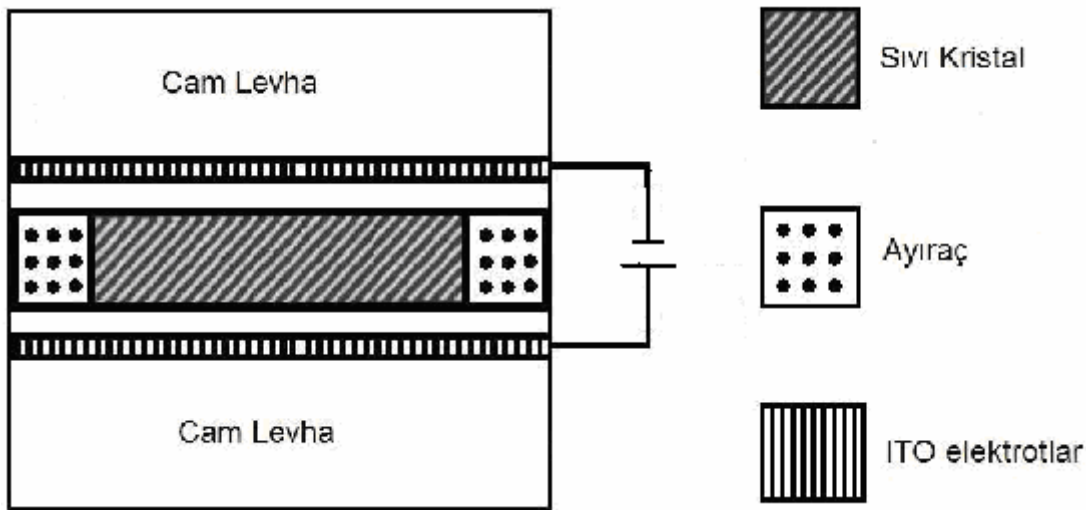
S1: %100 6CB

S2: %100 8CB

K1: %90 6CB\%10 8OCB

K2: %50 6CB\%50 8CB

Karışımlar kütlece belirli oranlarda alınıp küçük şişelere doldurulup ilk önce heiddolp type reaxtop titreşim cihazında 15 dakika süreyle karışması sağlandı. Daha sonra hemen hemen 50°C yakın bir sıcaklıkta bandeling sonorex titreşimli banyo cihazının titreşiminden yararlanıldı ve 5 dakikalık bir süreyle cihazda bekletildi. Karıştırılan numuneler yarım saat süreyle bekletildikten sonra ITO lameller içine 45°C sıcaklıktaki ısıtıcı masası üzerinde insülin şırıngası yardımıyla dolduruldu. Saf sıvı kristaller için bu işlemler sadece ısıtıcı masası üzerinde 45°C sıcaklıkta insülin şırıngası yardımıyla dolduruldu. Şekil 3.6 de doldurulmuş olan bir ITO kesiti gösterilmektedir.



Şekil 3.6 Doldurulmuş bir ITO lamel kesiti

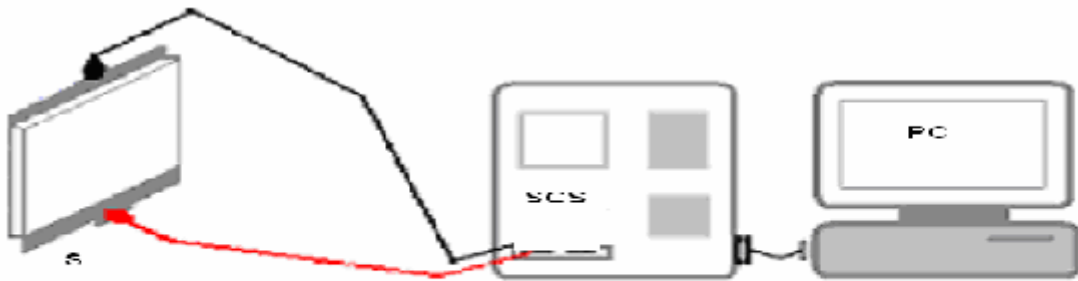
3.4 Kullanılan yöntem

Bu deneyimizde dielektrik spectroscopy tekniğini (DST) kullandık. DST tekniği moleküllerin detaylarını anlamada güçlü ve başarılı bir tekniktir. Bu tekniği dielektrik geçirgenlik geçişi bir frekans aralığında bir spectruma sahiptir. Geçirgenlik gerçek (real) ve sanal (imajiner) kısmı çeşitli aşamalarla anlatılarak gösterilir: iyonik ve dipolar gevşeme, yüksek enerjide atomik ve elektronik rezonansla anlatılır.

Dielektrik spectroscopy aynı zamanda elektrokimyasal empedans spectroscopy frekansının bir fonksiyonu olarak ortamın dielektrik spectroscopisini ölçer.

Bu yöntemde numunenin geçirgenliğini elektrik dipol momentini ile bir dış alanın karşılaştırılması baz alınarak ifade edilir. Bu aynı zamanda elektrokimyasal sistemin karakterizasyonunun bir deneysel metodudur. Bu teknik bir frekans aralığında bir sistemin empedansını ölçer ve bundan dolayı sistemin frekansına karşılık enerji depolama ve yayılma özelliğinin incelenmesini sağlar. Empedans bir karışık sistemde alternatif akımın akısına karşılık gelmesidir. Bir pasif karışık elektriksel sistem hem enerji dağıtan hem de enerji depolayan elementlerden oluşur. Sistemin öz direnci AC ve DC akımına karşılık gelen sade dirençtir. Hemen hemen her fiziko-kimyasal sistemde elektro-kimyasal hücreler, kütle ısı osilatörü ve biyolojik ağ gibi sistemlerde enerji depolamaya ve yayılma özelliklerine sahiptir.

Bu teknik muazzam bir şekilde son birkaç yıl içinde büyüdü ve yaygın bilimsel bir alanda yayıldı. Örneğin biyomoleküler arası etkileşim ve mikro yapıların karakterizasyon testi gibi, genellikle elektro-kimyasal spectroscopy (EIS) elektro-kimyasal aşamalarda reaksiyon mekanizmalar hakkında bilgi almamızı sağlar farklı reaksiyon adımlarını belirli frekans domine edecektir ve EIS ile frekansa karşılık gelen sınır adım oranlarını saptamaya yardımcı olacaktır. Dielektrik anisotropy $\Delta\epsilon = \epsilon_{||} - \epsilon_{\perp}$ olarak ifade edilir. Burada $\epsilon_{||}$ ve $\epsilon_{\perp}$ sırasıyla elektrik geçirgenliğinin yatay ve paralel bileşenidir. Bu sebepten kritik frekans değişimi pozitif tip den negatif tipe değişir. Dielektrik sabiti açısından iki tip yapı vardır. Birincisi pozitif tip dielektrik yapı ve onun dielektrik sabiti yön eksenini boyunca dikey eksenler yönü boyunca dan daha büyüktür. $\Delta\epsilon > 0$ bu durumda sıfırdan büyük olur. Diğer tip negatif tip olarak adlandırılır ve $\Delta\epsilon < 0$ sıfırdan küçüktür. $\Delta\epsilon$ çeşitliliği sırasıyla frekans noktalarını gösterir. Bu sıvı kristal yönelimlerinin düşük frekanslarda pozitif tip özelliğe sahip olur ve frekansın artmasıyla dielektrik anisotropy negatif tipe değişir. Yaptığım deneyde yukarıda verdiğim bilgilere ulaşılmış ve bire bir örtüşmektedir. Deney şeması Şekil 2.7 de gösterilmektedir.



Şekil 2.7 Oluşturulan deney düzeneğinin şeması.

4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

Nematik sıvı kristal moleküller çok küçük voltajlarda yönelim değişikliği göstermektedir. Bu durumdan da sıvı kristallerin fiziksel özellik bakımından en önemli özelliklerindendir. Çalışmaları materyal ve metot bölümünde belirlediğimiz deney ve yöntem setlerini kullanarak aşağıdaki ölçümler yapılmıştır.

1. Kapasitans-voltaj değişimini farklı frekanslarda ölçme.
2. Dielektrik anisotropi değerinin hesaplaması.
3. İletkenli-voltaj değişimini farklı frekanslarda ölçme.
4. Kırıcılık indislerinin hesaplanması.

Tüm çalışmalar oda sıcaklığında, 200kHz-1000kHz frekans ve 0V-20V aralığında incelemiştir. Bu çalışmaların hepsi 4 numunenin her biri için ayrı ayrı yapılmıştır. Dielektrik değişimi

$$\Delta\epsilon = \epsilon_{||} - \epsilon_{\perp} \quad (4.1)$$

denklemleri kullanılarak hesaplanmıştır. ϵ değeri,

$$\epsilon = C/C_0 \quad (4.2)$$

ile hesaplanır C_0 paralel plakalı kondansatör oluşturulan İTO lameller arasındaki numune yokken ki değeri 1.53 nF'dır. V_t eşik voltajdan küçük C değerleriyle $\epsilon_{||}$ hesaplanır, V_t eşik voltajdan büyük C değerleriyle $\epsilon_{\perp}$ hesaplanır. Kırıcılık indisi ile dielektrik iletkenliği arasında bağlantılar

$$n_{||}^2 = \epsilon_{||}, \quad n_{\perp}^2 = \epsilon_{\perp} \quad \text{ve} \quad \Delta n = n_{||} - n_{\perp} \quad (4.3)$$

denklemleriyle hesaplanır.

4.1 S1 Numunesi (6CB)

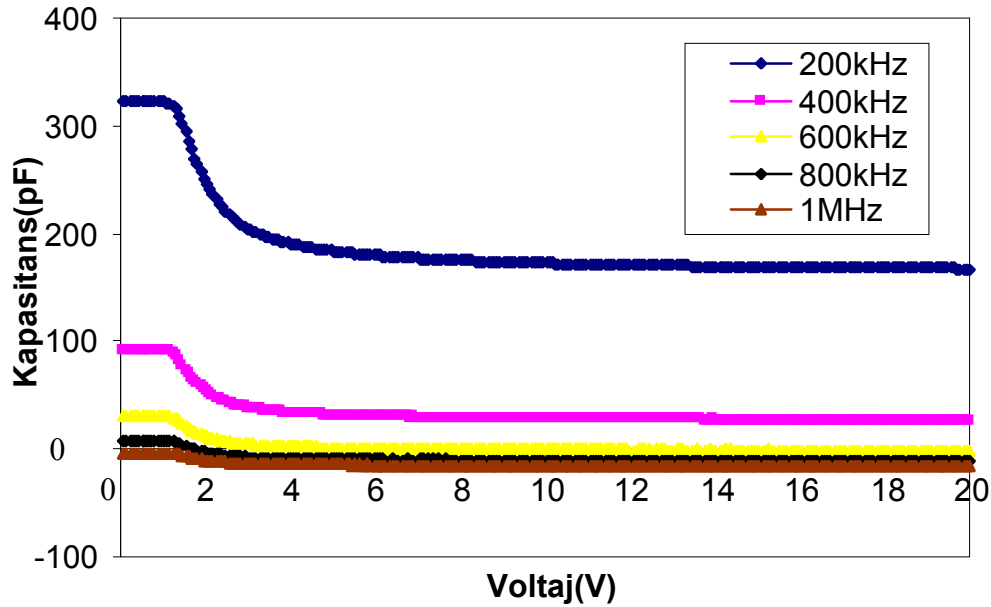
S1 numunesi için 200kHz-1000kHz frekans aralığında kapasitans-voltaj grafiği Şekil 4.1 de görülmektedir. S1 numunesinin eşik voltaj değeri 2 volt civarında olduğu gözükmemekte ve frekans artırılmasıyla buna bağlı olarak kapasitans değerlerinde azalma gözlemlenmektedir. Grafikten de anlaşılacağı gibi dielektrik anisotropi pozitif type aralığında değişkenlik göstermektedir ve frekansın artırılmasıyla dielektrik anisotropinin düştüğü ve negatif type doğru eğilim gösterdiği gözlemlenmektedir. 600 kHz den daha büyük frekanslarda kapasitans değerleri negatif değerlere geçme eylemi göstermektedir.

S1 numunesinin molekülleri paralelken dielektriği $\epsilon_{||}$, dikeyken dielektriği $\epsilon_{\perp}$ ve dielektrik anisotropi $\Delta\epsilon$ değişiminin frekansa bağlı değişimi Şekil 4.2 de gösterilmektedir. Frekansın artırılmasıyla her üç parametrenin de azaldığı görülmektedir. S1 numunesinin molekülleri paralelken kırıcılık indisi $n_{||}$, dikeyken kırıcılık indisi $n_{\perp}$ ve kırıcılık indisinin ortalama değişimi Δn Şekil 4.3 de gösterilmektedir.

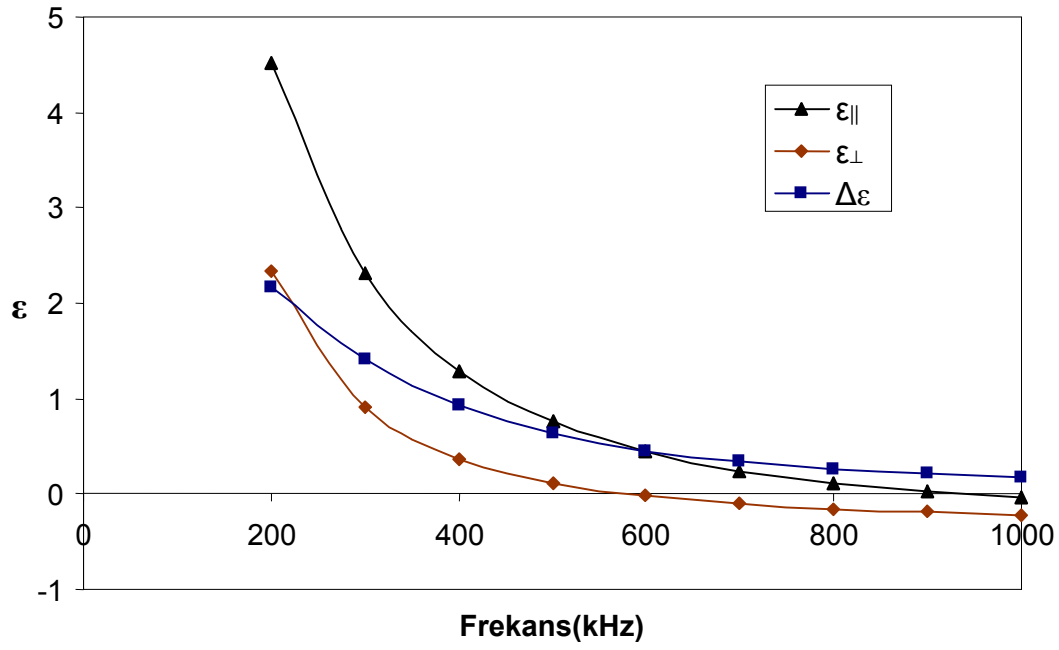
Paralel kırıcılık indisinin 900 kHz e kadar azaldığı ve 900 kHz den sonra arttığı görülmektedir. Dikey kırıcılık indisinin ise 600 kHz e kadar azaldığı ve 600 kHz den sonra arttığı gözlenmektedir. Kırıcılık indisi değişiminin Δn ise 200 kHz ve 600 kHz aralığında sabit kaldığı 600 kHz den sonra azalmaya başladığı ve yaklaşık 780 kHz den sonra negatif bölüme geçtiği gözlenmektedir. Bu frekansıda kritik frekansı olarak adlandırırsak S1 numunesinin eşik frekansı 780 kHz civarındadır.

S1 numunesi için 200kHz-1MHz aralığında iletkenlik-voltaj grafiği Şekil 4.4 de gösterilmektedir. S1 numunesinin eşik voltaj değeri 2 volttan biraz yüksek değerdedir. Eşik voltaj değerinde sıvı kristal iletkenliği birden bire artmakta daha yüksek voltaj değerlerinde ise hemen hemen sabit kaldığı gözlemlenmektedir. Eşik voltajından önceki ve sonraki iletkenlik değeri yüksek frekanslarda büyük, düşük frekanslarda ise küçülmektedir. Büyük frekanslarda iletkenlik değerleri daha büyük ve birbirine yakın değerler göstermektedir. İletkenlik davranışı kapasitansa göre farklılık göstermektedir, kapasitans da eşik voltaj değerinde küçük voltaj değerinde kapasitans büyük eşik voltajından büyük, değerlerde ise kapasitans küçük olmasına rağmen, iletkenlik de bunun tam tersi olmaktadır. Eşik voltajından küçük voltaj değerinden küçük voltajlarda küçük, eşik voltajı değerleri üstündeki değerler ise iletkenlik büyük olmaktadır. Bunun da anlamı bize çok küçük voltajlar ile sıvı kristal molekül yönelimlerini değiştirmesidir. Bu ise sıvı kristal aygıtlarda çok az enerji kullanması demektir.

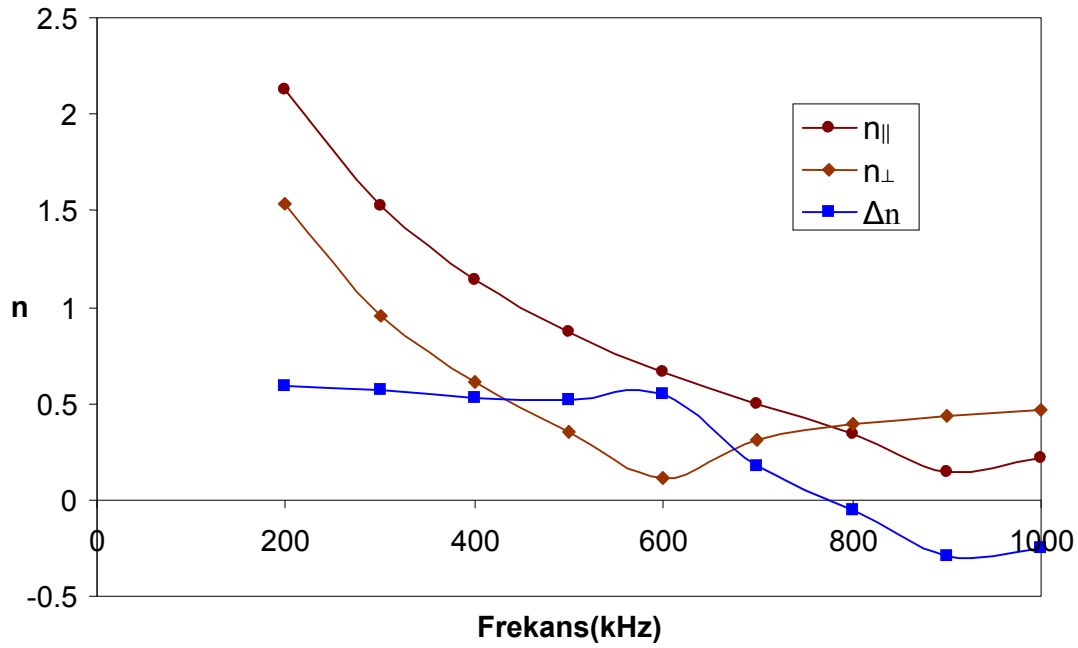
S1 numunesi için bulunun dielektrik, kırıcılık indisi değerleri Çizelge 4.1 de gösterilmektedir. Frekans değeri arttıkça dielektrik ve kırılma indisi değerleri azalmaktadır.



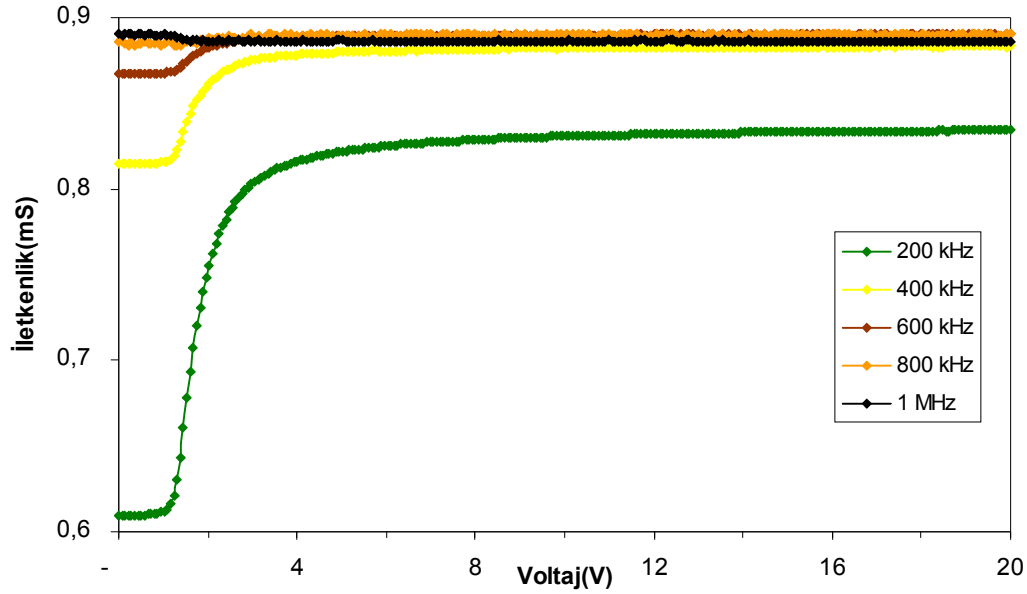
Şekil 4.1 6CB sıvı kristalinin farklı frekanslarda kapasitans-voltaj (C-V) grafiği.



Şekil 4.2 6CB sıvı kristalinin dieletriğinin frekansla değişimi.



Şekil 4.3 6CB sıvı kristalinin kırılma indisinin frekansla değişimi.



Şekil 4.4 6CB sıvı kristalinin farklı frekanslar için iletkenlik-voltaj grafiği.

Çizelge: 4.1 6CB sıvı kristali için farklı frekanslarda dielektrik ve kırılma indisleri değerleri.

F(kHz)	$\epsilon_{ }$	$\epsilon_{\perp}$	$\Delta\epsilon$	$n_{ }$	$n_{\perp}$	Δn
200	4.518042	2.342378	2.175664	2.125569	1.530483	0.595086
300	2.322937	0.906294	1.416643	1.524118	0.951995	0.572124
400	1.293147	0.372448	0.920699	1.137166	0.610285	0.526881
500	0.751888	0.122098	0.62979	0.867115	0.349425	0.51769
600	0.437762	-0.01287	0.450629	0.661636	0.113433	0.548203
700	0.241678	-0.0979	0.33958	0.491608	0.312893	0.178715
800	0.113427	-0.15329	0.266713	0.336789	0.391518	-0.05473
900	0.02014	-0.18923	0.209371	0.141915	0.435007	-0.29309
1000	-0.0449	-0.21692	0.172028	0.211885	0.46575	-0.25387

4.2 S2. Numunesi (8CB)

S2 numunesi için 200kHz-1000kHz aralığında kapasitans-voltaj grafiği Şekil 4.5 de görülmektedir. S2 numunesinin eşik voltajının 2 volt civarında olduğu gözükmemekte ve frekans arttırılmasıyla buna bağlı olarak kapasitans değerlerinde azalma gözlemlenmektedir. Kapasitans değerlerinin bu aralıkta pozitif değerler aldığı görülmekte ve frekansın arttırılmasıyla negatif tipe doğru eğilim gösterdiği gözlemlenmektedir. S2 numunesinin molekülleri paralelken dielektriği $\epsilon_{||}$, dikeyken dielektriği $\epsilon_{\perp}$ ve dielektrik anisotropy $\Delta\epsilon$ değişiminin frekansa bağlı değişimi Şekil 4.6 da gösterilmektedir.

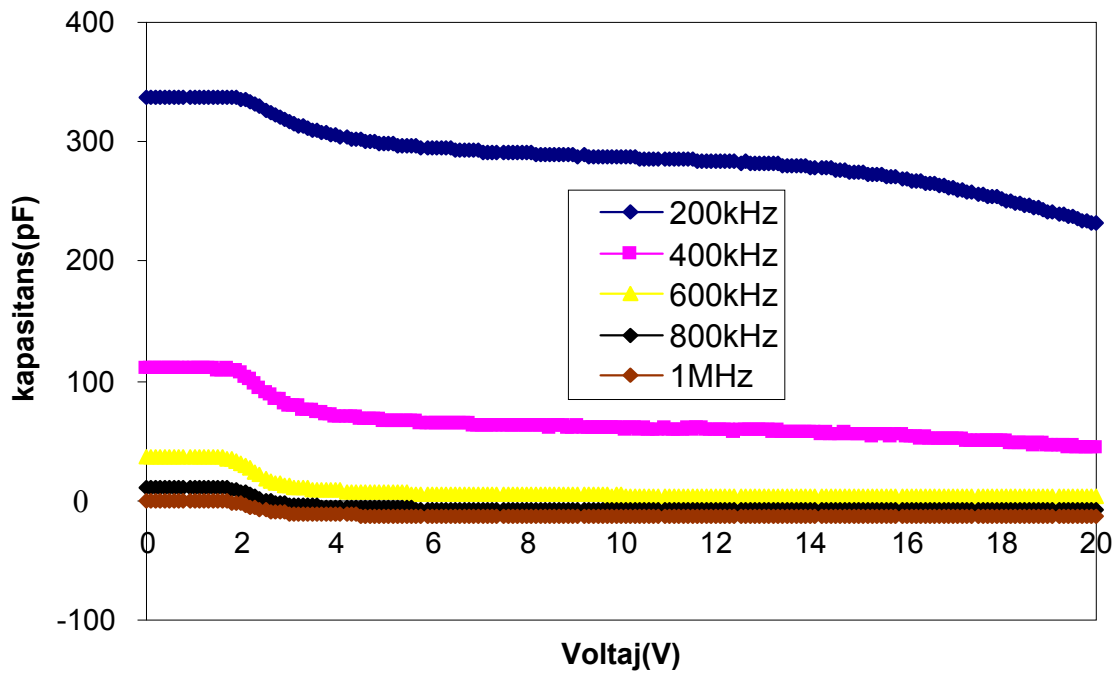
Frekansın arttırılmasıyla her üç parametrenin de azaldığı görülmektedir. S1 numunesinin molekülleri paralelken kırıcılık indisi $n_{||}$, dikeyken kırıcılık indisi $n_{\perp}$ ve kırıcılık indisinin ortalama değişimi Δn Şekil 4.7 de gösterilmektedir.

Paralel kırıcılık indisinin sabit bir oranda azaldığı görülmektedir, dikey kırıcılık indisinin ise 620 kHz e kadar azaldığı ve 620 kHz den sonra arttığı gözlenmektedir. Kırıcılık indisi değişiminin Δn ise 200 kHz ve 600 kHz aralığında çok küçük değişkenler gösterdiği 600 kHz den sonra azalmaya başladığı ve yaklaşık 820 kHz den sonra negatif değer aldığı gözlenmektedir. Bu frekansında kritik frekansı olarak adlandırırsak S1 numunesinin eşik frekansı 820 kHz civarındadır.

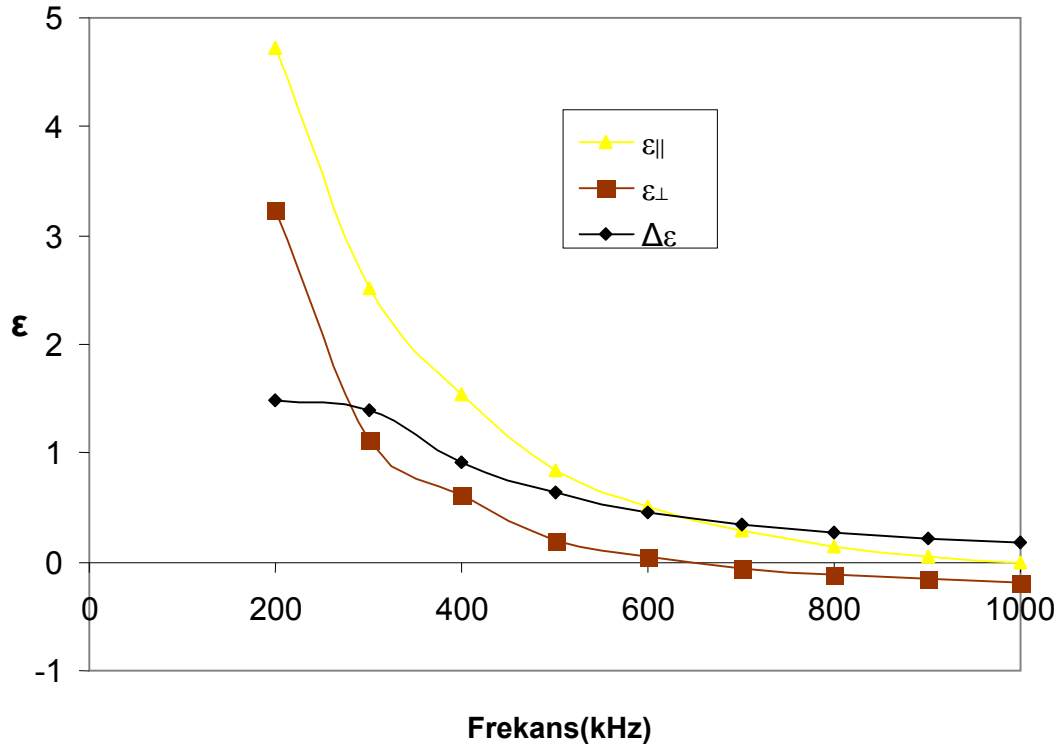
S2 numunesi için 200kHz-1MHz aralında iletkenlik-voltaj grafiği Şekil 4.8 da gösterilmektedir. S2 numunesinin iletkenliği eşik voltajı 2 volt olduğu gözlemlenmiş ve maddenin eşik voltajında iken birdenbire iletkenliğinin arttığı gözlemlenmiştir. Bu da bize çok küçük voltaj da bile sıvı kristal moleküllerinin yönelim gösterdiğini açıklamaktadır. Sıvı kristal kullanılan cihazlarda çok küçük voltajlarda çalışacağı ve enerji tasarrufu sağlayacağı gözükmemektedir. S2 numunesinin paralel ve dikey kırıcılık indisleri frekansın artırılmasıyla küçüldüğü gözlemlenmiştir.

S2 numunesini S1 numunesi ile karşılaştırsak S2 numunesinin eşik voltajının büyük olduğu gözükmemektedir. Kritik frekans değerlerinde ise S2 numunesinin kritik frekans değerinin S1 numunesinin kritik frekans değerinden büyük olduğu gözlemlenmiştir. Uygulanan frekanslarda alınan kapasitans değerlerinde S2 numunesinin kapasitans değerlerinin S1 numunesinden elde edilen kapasitans değerlerinden büyük olduğu görülmüştür. S2 numunesi için bazı parametre değerleri Çizelge 4.2 de verilmektedir. S2 numunesinin paralel ve dikey kırıcılık indisleri frekansın artırılmasıyla küçüldüğü gözlemlenmiştir.

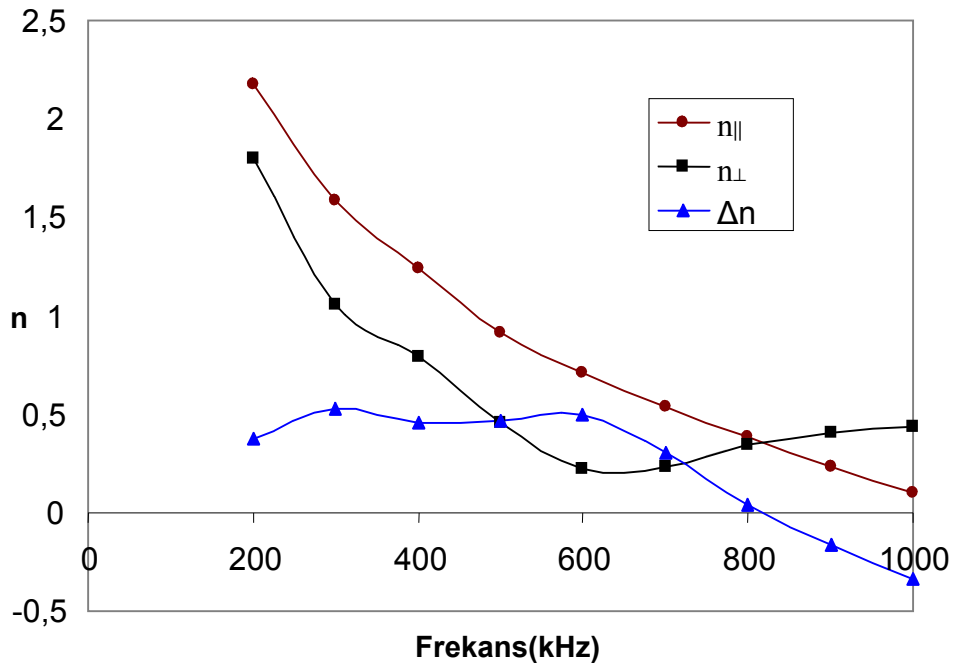
Buna karşılık uygulanan frekanslarda elde edilen iletkenlik değerlerinde S1 numunesinin iletkenlik değerleri S2 numunesinin iletkenlik değerlerinden büyük olduğu görülmekte ve kapasitans değerlerinin aksine bir görüntü çizmektedir. Buda bize kapasitans değerinin büyümesiyle sıvı kristale iletkenliğin azalacağını göstermektedir.



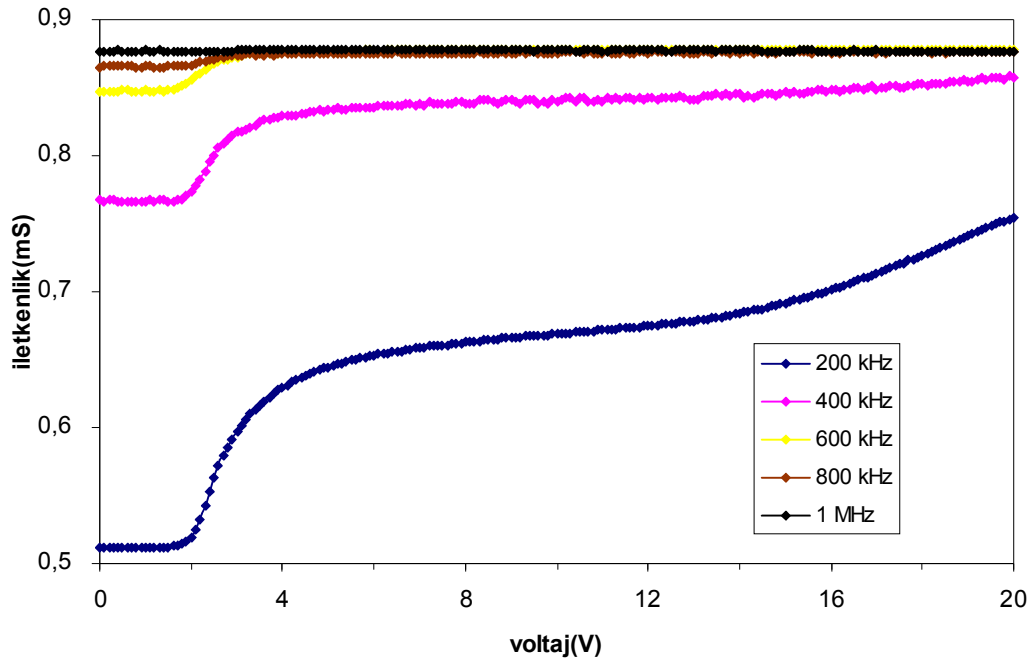
Şekil 4.5 8CB sıvı kristalinin farklı frekanslarda kapasitans-voltaj (C-V) grafiği.



Şekil 4.6 8CB sıvı kristalinin dielektriğinin frekansla değişimi.



Şekil 4.7 8CB sıvı kristalinin kırılma indisinin frekansla değişimi.



Şekil 4.8 8CB sıvı kristalinin farklı frekanslar için iletkenlik-voltaj grafiği.

Çizelge 4.2 8CB sıvı kristali için farklı frekanslarda dielektrik ve kırılma indisi değerleri.

f(kHz)	$\epsilon_{ }$	$\epsilon_{\perp}$	$\Delta\epsilon$	$n_{ }$	$n_{\perp}$	Δn
200	4.71958	3.24042	1.479161	2.17246	1.800117	0.372343
300	2.508392	1.118462	1.38993	1.58379	1.057573	0.526217
400	1.532448	0.619301	0.913147	1.237921	0.786957	0.450964
500	0.835524	0.205175	0.63035	0.91407	0.452962	0.461108
600	0.504755	0.047552	0.457203	0.710461	0.218065	0.492396
700	0.283497	-0.05259	0.336084	0.532444	0.229319	0.303124
800	0.148951	-0.11804	0.266993	0.385942	0.343572	0.042369
900	0.055524	-0.16196	0.217483	0.235636	0.40244	-0.1668
1000	-0.00993	-0.19385	0.183916	0.09965	0.44028	-0.34063

4.3 K1 Numunesi (%90 6CB\%10 8OCB)

Kütlece %90 6CB ve %10 8OCB oranlarında karıştırılan sıvı kristal numune için 200kHz-1000kHz frekans aralığında kapasitans-voltaj grafiği Şekil 4.9 de gösterilmektedir. Frekansın artırılmasıyla kapasitans değerlerinin azaldığı, eşik voltajı ise 2 volt civarında olduğu gözlemlenmiştir. Kapasitans değerlerinin bu aralıkta pozitif değerler aldığı görülmekte ve frekansın artırılmasıyla negatif tipe doğru eğilim gösterdiği gözlemlenmektedir. K1 numunesinin molekülleri paralelken dielektriği $\epsilon_{||}$, dikeyken dielektriği $\epsilon_{\perp}$ ve dielektrik anisotropy $\Delta\epsilon$ değişiminin frekansa bağlı değişimi Şekil 4.10 da gösterilmektedir. Frekansın artırılmasıyla her üç parametrenin de azaldığı görülmektedir. K1 numunesinin molekülleri paralelken kırıcılık indisi $n_{||}$, dikeyken kırıcılık indisi $n_{\perp}$ ve kırıcılık indisinin ortalama değişimi Δn Şekil 4.11 de gösterilmektedir.

Paralel kırıcılık indisinin 900 kHz e kadar azaldığı ve 900 kHz den sonra arttığı görülmektedir, dikey kırıcılık indisinin ise 600 kHz e kadar azaldığı ve 600 kHz den sonra arttığı gözlenmektedir. Kırıcılık indisi değişiminin (Δn) ise 200 kHz ve 600 kHz aralığında çok küçük bir artma olduğu 600 kHz den sonra azalmaya başladığı ve yaklaşık 760 kHz den sonra negatif değer aldığı gözlenmektedir. Bu frekansında kritik frekansı olarak adlandırsak K1 numunesinin eşik frekansı 760 kHz civarındadır.

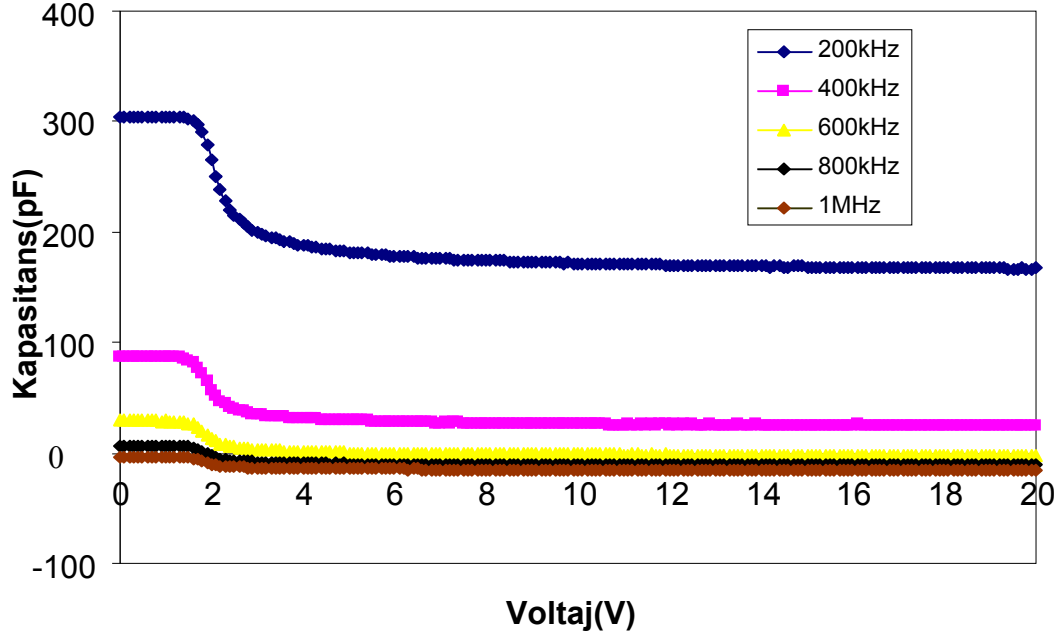
K1 numunesi için 200kHz-1MHz frekans aralığında iletkenlik-voltaj grafiği Şekil 4.12 da gösterilmektedir. K1 numunesinin iletkenliği farklı frekanslarda voltaj arttırılmasıyla arttığı gözlemlenmiştir. Kapasitans değerlerinde eşik voltajından sonra azalmalar meydana gelmişti fakat iletkenlik değerlerinde kapasitans değerlerinin aksine eşik voltajından sonra iletkenlik değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir.

Saf S1 ve K1 karışımlı sıvı kristalin 200kHz-1MHz frekans aralığında kırıcılık indisi değişimi Şekil 4.13 de gösterilmektedir. Saf S1 ve K1 karışımlı sıvı kristalin 200kHz-1MHz frekans aralığında dielektrik anisotropy değişimi Şekil 4.14 de birlikte gösterilmektedir, dielektrik anisotropy değişiminin çok az fark ettiği gözlemlenmektedir.

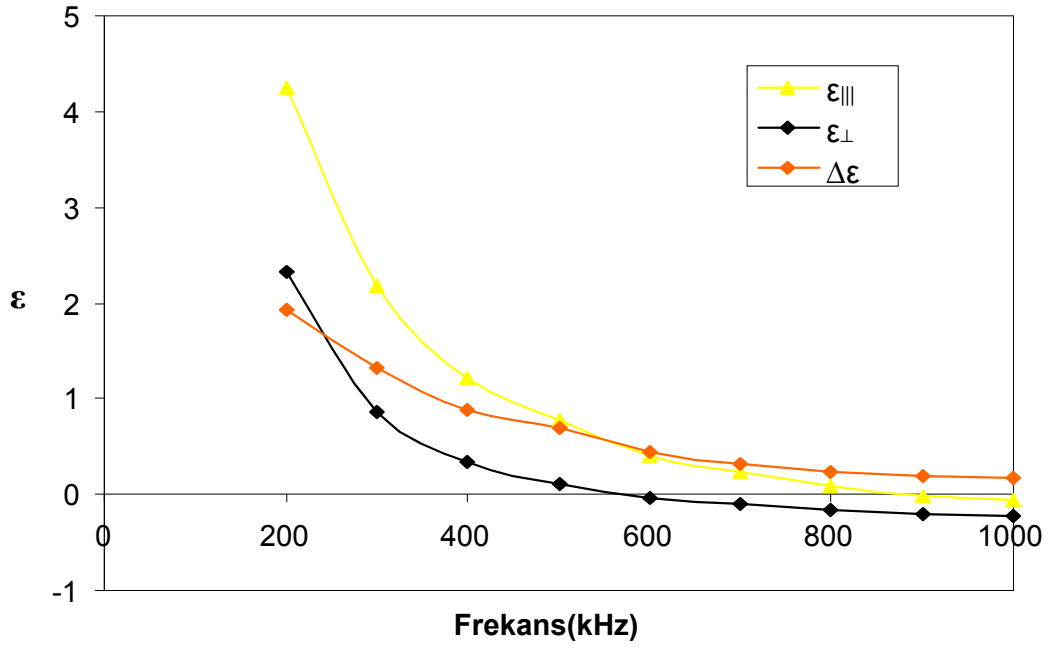
Şekil 4.13 den yararlanılarak kritik frekans değerleri 6CB için yaklaşık 780 kHz ve K1 karışımı için yaklaşık 760 kHz civarında olduğu gözlemlenmiştir. Bu da 6CB sıvı kristalinin için 8OCB sıvı kristali katkılandığıımızda kritik frekans değerini azaldığı göstermektedir.

6CB sıvı kristal içerisine kütlece karıştırılan 8OCB sıvı kristalinin kapasitans değerlerini arttırdığını ve eşik voltajında da çok küçük de olsa artmış olduğunu gözlemlenmiştir. Buna karşılık iletkenlik değerlerinde azalmalar görülmektedir. K1 numunesi için kırıcılık indisi ve dielektrik değerleri Çizelge 4.3 de verilmektedir.

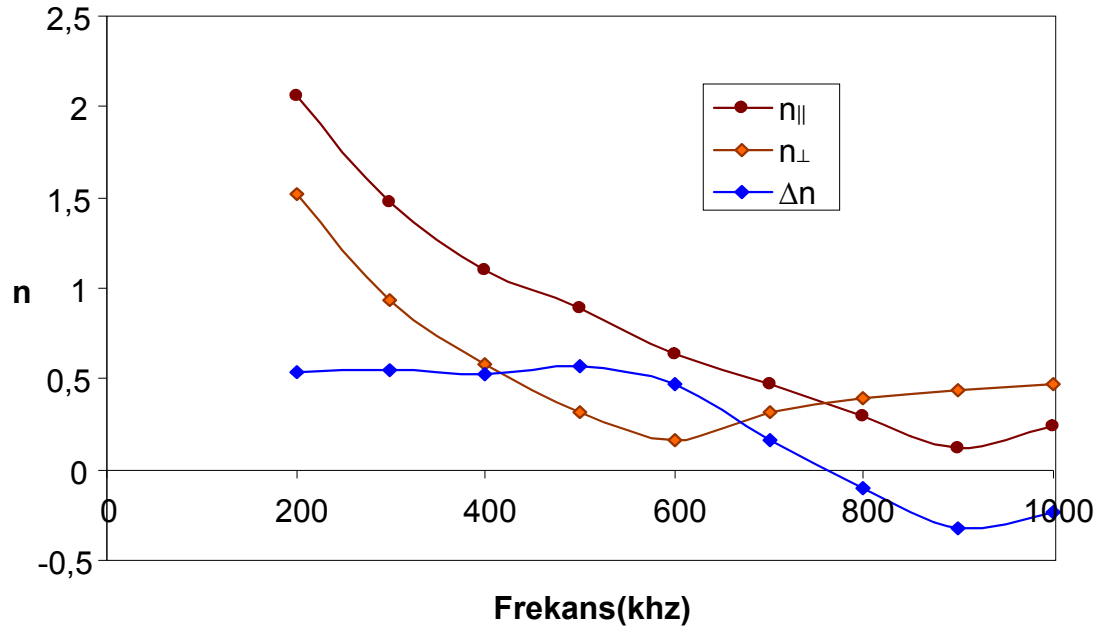
K1 numunesinin paralel ve dikey kırıcılık indisleri S1 numunesinden küçük olduğu gözlemlenmiştir. Bu durumdan 6CB sıvı kristaline 8OCB sıvı kristali katıldığı zaman kırıcılık indisini düşürdüğü gözlemlenmiştir. Yani 6CB sıvı kristalinin kırıcılık indisi 8OCB sıvı kristalinden büyük olduğu gözlemlenmiştir. Bu da bize 8OCB'nin iletkenliğinin çok da iyi olmadığını 6CB'nin iletkenliğinin 8OCB'nin iletkenliğinden daha iyi olduğunu göstermektedir.



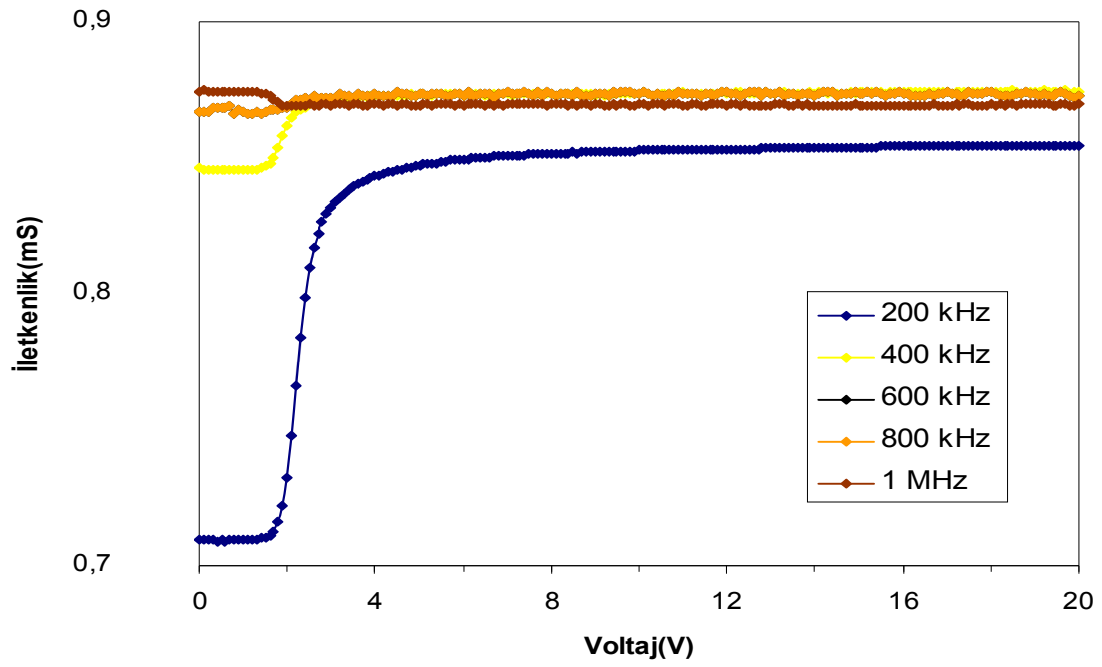
Şekil 4.9 K1 numunesinin farklı frekanslarda kapasitans-voltaj (C-V) grafiği.



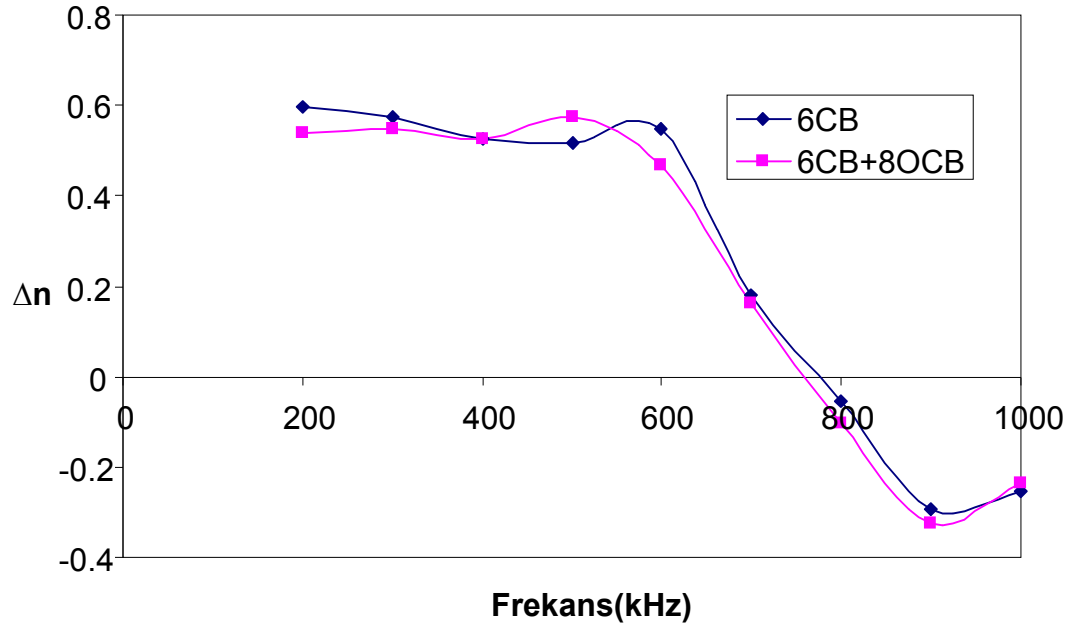
Şekil 4.10 K1 numunesinin dielektriğinin frekansla değişimi.



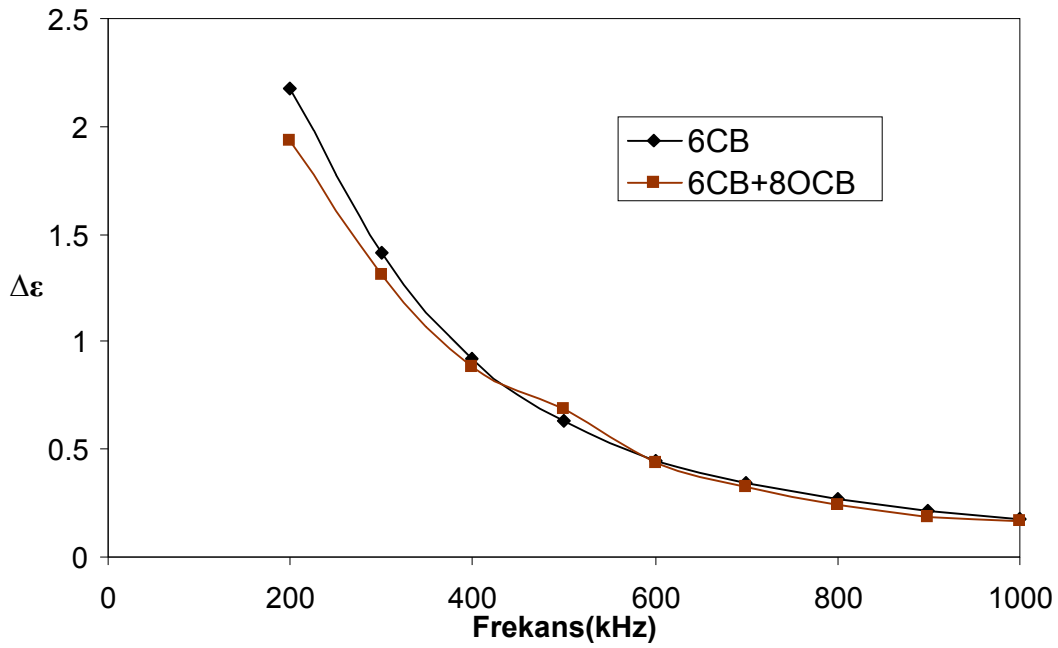
Şekil 4.11 K1 numunesinin kırılma indisinin frekansla değişimi.



Şekil 4.12 K1 numunesinin farklı frekanslar için iletkenlik-voltaj grafiği.



Şekil 4.13 S1 ve K1 numunesinin kırıcılık indisi değişiminin frekansa bağlı grafiği.



Şekil 4.14 S1 ve K1 numunesinin frekansa bağlı dielektrik anisotropy değişim grafiği.

Çizelge: 3.3 K1 numunesi için farklı frekanslarda dielektrik ve kırılma indisi değerleri.

F(kHz)	$\epsilon_{ }$	$\epsilon_{\perp}$	$\Delta\epsilon$	$n_{ }$	$n_{\perp}$	Δn
200	4.518042	2.342378	0.538271	2.125569	1.530483	0.538271
300	2.322937	0.906294	0.545898	1.524118	0.951995	0.545898
400	1.293147	0.372448	0.523714	1.137166	0.610285	0.523714
500	0.751888	0.122098	0.572102	0.867115	0.349425	0.572102
600	0.437762	-0.01287	0.469615	0.661636	0.113433	0.469615
700	0.241678	-0.0979	0.160157	0.491608	0.312893	0.160157
800	0.113427	-0.15329	-0.10255	0.336789	0.391518	-0.10255
900	0.02014	-0.18923	-0.32424	0.141915	0.435007	-0.32424
1000	-0.0449	-0.21692	-0.23652	0.211885	0.46575	-0.23652

4.4 K2 Numunesi (%50 6CB\%50 8CB)

Kütlece %50 6CB ve %50 8CB oranlarında karıştırılan sıvı kristallerin 200kHz-1000kHz aralığında frekansa bağlı kapasitans-voltaj grafiği Şekil 4.15 de gösterilmektedir. Bu frekansa aralığında pozitif kapasitans değerleri göstermekte ve frekansın arttırılmasıyla kapasitans değerlerinde azalma meydana gelmekte negatif kapasitans bölgesine doğru geçme eğilim göstermektedir. Eşik voltajını 2 volt civarında olduğu saptanmıştır. Diğer numunelerde olduğu gibi frekans arttırılmasıyla kapasitans değerlerinde azalmalar meydana gelmiştir.

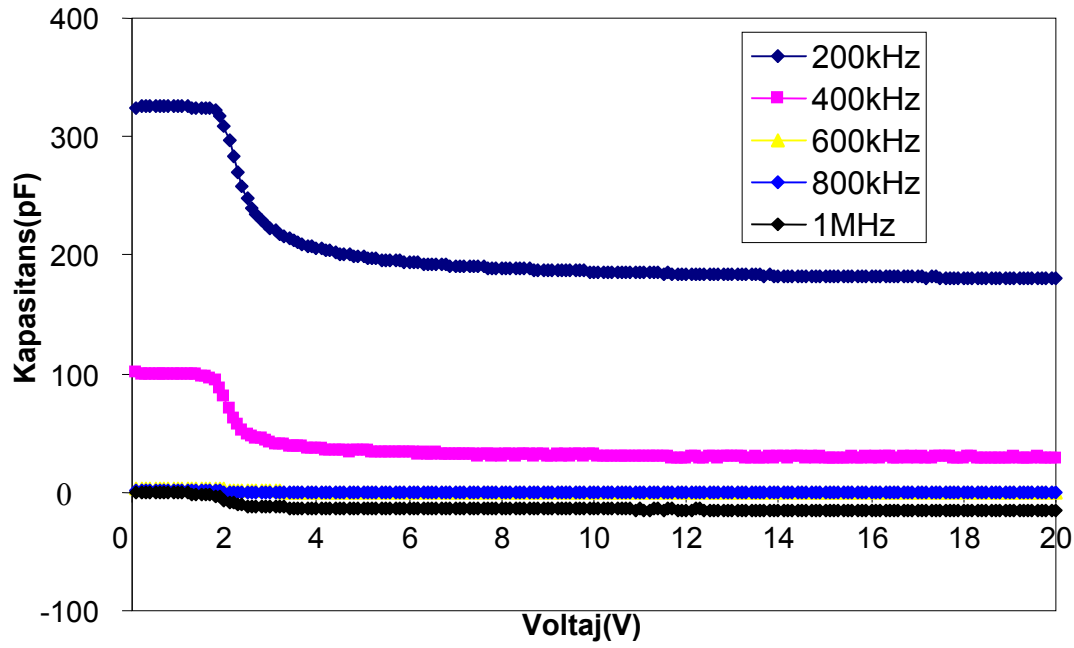
K2 numunesinin molekülleri paralelken dielektriği $\epsilon_{||}$, dikeyken dielektriği $\epsilon_{\perp}$ ve dielektrik anisotropy $\Delta\epsilon$ değişiminin frekansa bağlı değişimi Şekil 4.16 da gösterilmektedir. Frekansın arttırılmasıyla her üç parametrenin de azaldığı görülmektedir. K2 numunesinin molekülleri paralelken kırıcılık indisi $n_{||}$, dikeyken kırıcılık indisi $n_{\perp}$ ve kırıcılık indisinin ortalama değişimi Δn Şekil 4.17 de gösterilmektedir. Paralel kırıcılık indisinin sabit oranda azaldığı görülmektedir, dikey kırıcılık indisinin ise 600 kHz e kadar azaldığı ve 600 kHz den sonra arttığı gözlenmektedir. Kırıcılık indisi değişiminin Δn ise 200 kHz ve 600 kHz aralığında çok küçük bir artma olduğu 600 kHz den sonra azalmaya başladığı ve yaklaşık 800 kHz den sonra negatif bölüme geçtiği gözlenmektedir. Bu frekansında kritik frekansı olarak adlandırsak K2 numunesinin eşik frekansı 800 kHz civarındadır.

K2 numunesinin için 200kHz-1MHz aralığında frekansa bağlı iletkenlik grafiği Şekil 4.18 da gösterilmektedir. K2 numunesinin iletkenliği frekansın arttırılmasıyla arttığı gözlemlenmiştir. Kapasitansın tam tersi bir özellik göstermektedir kapasitans değerleri frekansın arttırılmasıyla azalırken iletkenlik ise artmaktadır.

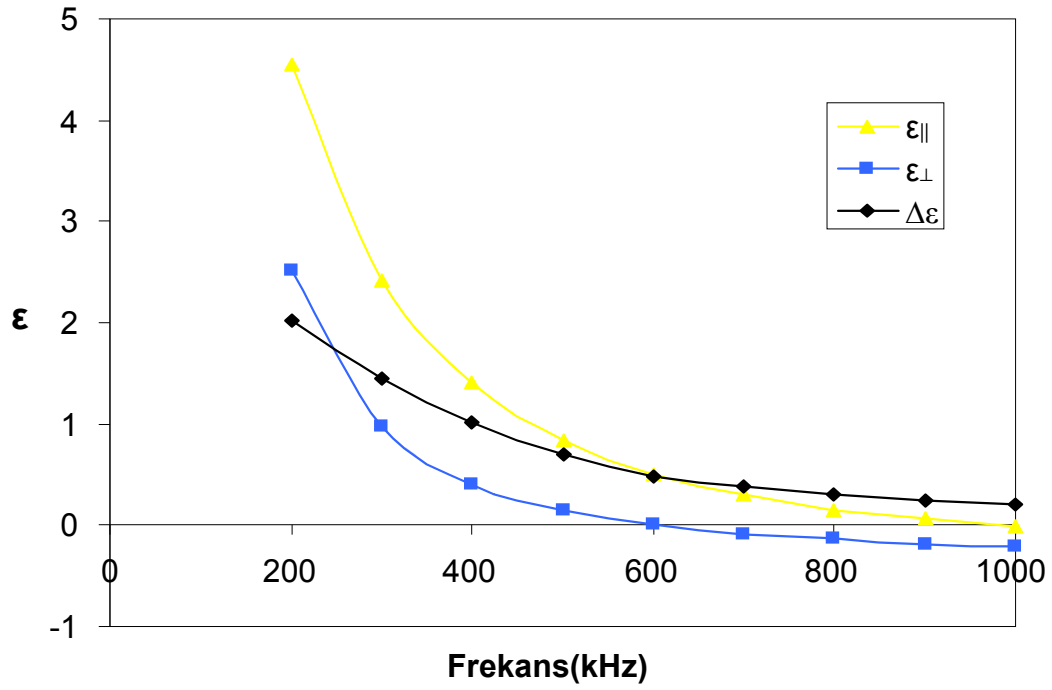
6CB ile K2 karışımı sıvı kristalin frekansa bağlı kırıcılık indisi anisotropy değişimi Şekil 4.19 da gösterilmektedir. Şekil 4.19 dan yararlanarak kritik frekans değerleri hesaplırsak 6CB için yaklaşık 780 kHz ve K2 karışımı için yaklaşık 800 kHz civarında olduğu gözlemlenmiştir. Bu da 6CB sıvı kristalinin için 8CB sıvı kristali katkılıdığımızda kritik frekans değerini arttırdığını göstermektedir. K2 numunesinin iletkenliği 6CB sıvı kristalinin iletkenliğinden daha küçük olduğu gözlemlenmiştir. Bu da 6CB sıvı kristalinin içine 8CB katılmasıyla iletkenliğini düşürdüğü gözlemlenmiştir. 6CB ile K2 karışımı sıvı kristalin frekansa bağlı dielektrik anisotropy değişimi Şekil 4.20 da gösterilmektedir, dielektrik anisotropy frekansın arttırılmasıyla azaldığı gözlenmiştir.

K2 numunesi için kırıcılık indisi ve dielektrik değerleri Çizelge 4.4 de verilmiştir. K2 numunesinin kırıcılık indisi sonuçları beklenildiği gibi S1 numunesi ile S2 numunesi arasında bulunmuştur. Yani S2 numunesinin kırıcılık indisi S1 numunesinin kırıcılık indisinden büyük olduğu ve S2 numunesine S1 numunesi katıldığı zaman kırıcılık indisini düşürdüğü gözlemlenmiştir. 6CB sıvı kristal içerisine kütlece karıştırılan 8CB sıvı kristalinin kapasitans değerlerini arttırdığını ve eşik voltajında da çok küçük de olsa artmış olduğunu gözlemlenmiştir. Buna karşılık iletkenlik değerlerinde azalmalar görülmektedir.

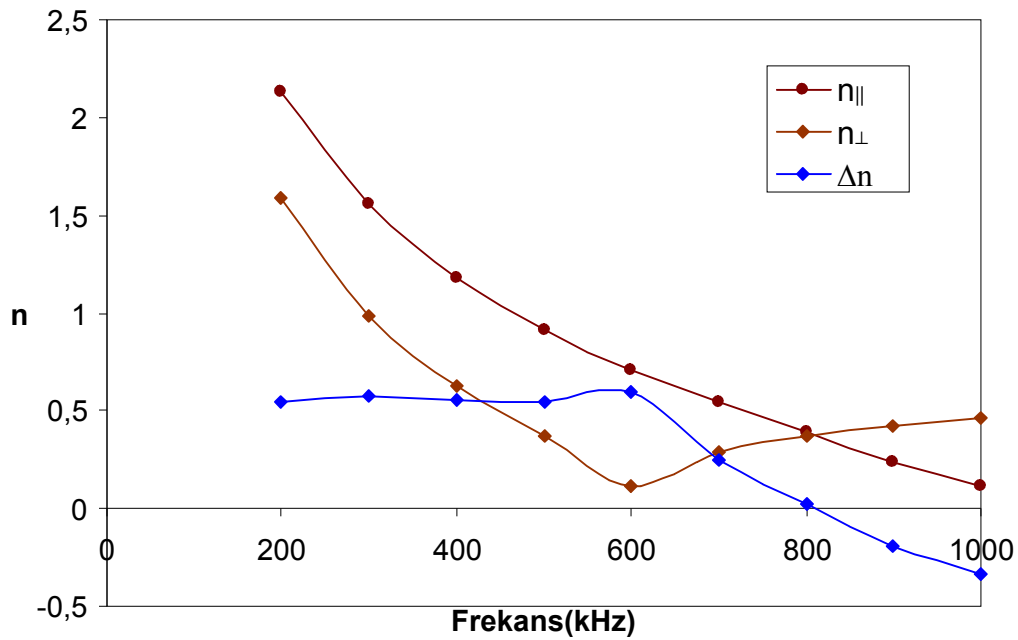
Bu da bize 8CB'nin iletkenliğinin çok da iyi olmadığını 6CB'nin iletkenliğinin 8CB'nin iletkenliğinden daha iyi olduğunu göstermektedir.



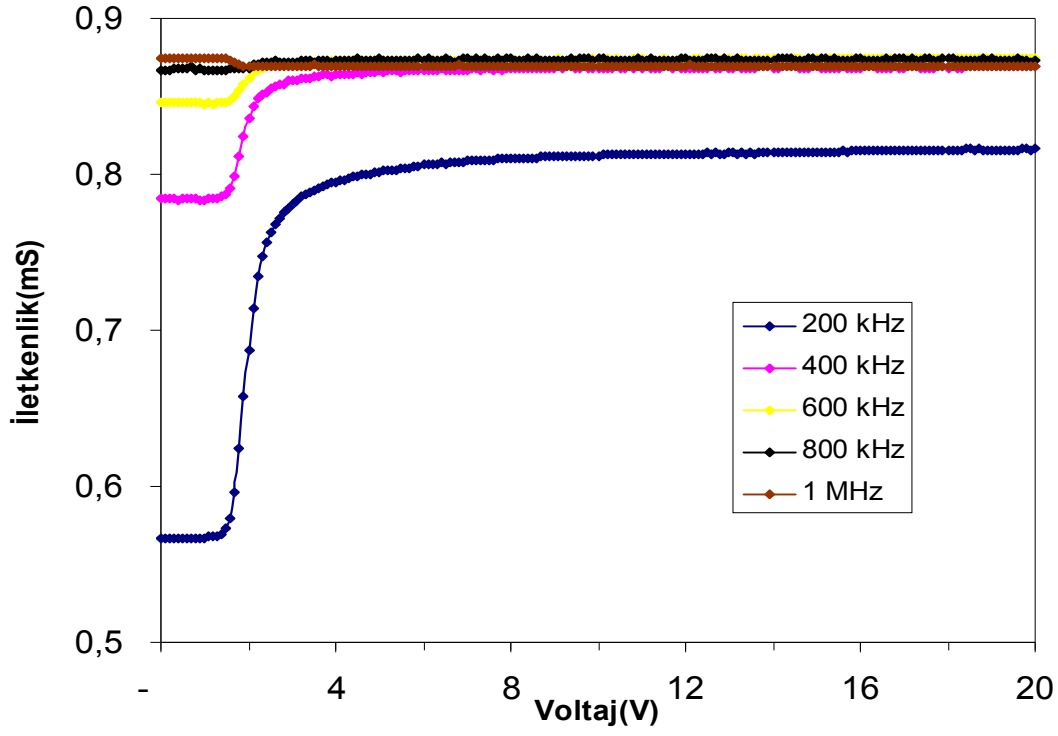
Şekil 4.15 K2 numunesinin farklı frekanslarda kapasitans-voltaj (C-V) grafiği.



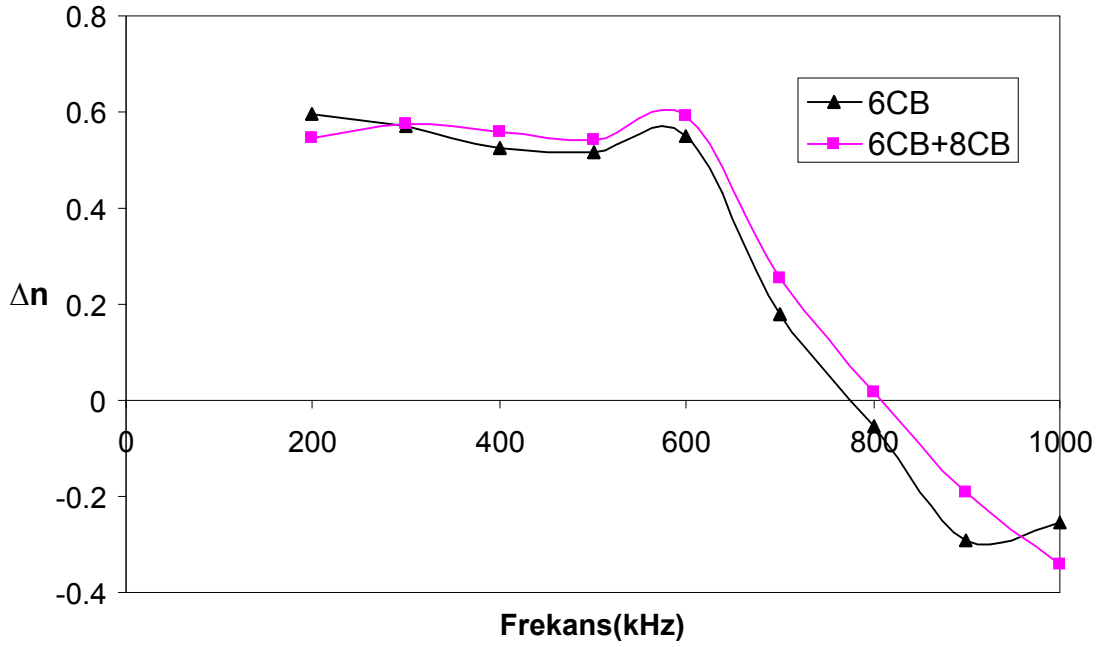
Şekil 4.16 K2 numunesinin dielektriğinin frekansla değişimi.



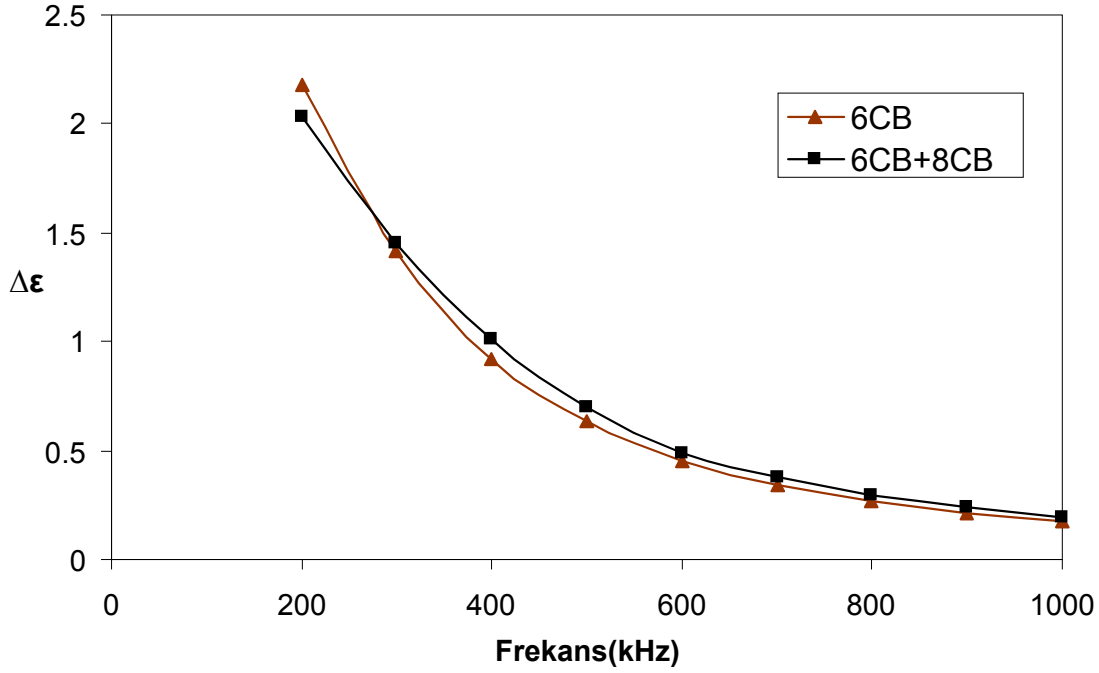
Şekil 4.17 K2 numunesinin kırıcılık indisinin frekansla değişimi.



Şekil 4.18 K2 numunesinin farklı frekanslar için iletkenlik-voltaj grafiği.



Şekil 4.19 S1 ve K2 numunesinin frekansa bağlı kırıcılık indisi değişim grafiği.



Şekil 4.20 K2 numunesinin frekansa bağlı dielektrik anisotropy değişim grafiği.

Çizelge: 3.4 K2 numunesi için farklı frekanslarda dielektrik ve kırılma indisi değerleri.

F(kHz)	$\epsilon_{ }$	$\epsilon_{\perp}$	$\Delta\epsilon$	$n_{ }$	$n_{\perp}$	Δn
200	4.545455	2.517483	2.027972	2.132007	1.586658	0.54535
300	2.41958	0.965035	1.454545	1.5555	0.982362	0.573138
400	1.398601	0.391608	1.006993	1.182625	0.625786	0.556839
500	0.839161	0.13986	0.699301	0.916057	0.373979	0.542078
600	0.503497	0.013986	0.48951	0.709575	0.118262	0.591312
700	0.293706	-0.08392	0.377622	0.541947	0.289683	0.252264
800	0.153846	-0.13986	0.293706	0.392232	0.373979	0.018253
900	0.055944	-0.18182	0.237762	0.236525	0.426401	-0.18988
1000	-0.01399	-0.20979	0.195804	0.118262	0.458029	-0.33977

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada aşağıda belirtilen nematik sıvı kristallerin dielektrik özellikleri ve iletkenlik özellikleri oda sıcaklığında 0V-20V aralığında ve 200kHz-1000kHz aralığında Keithley 4200-SCS (Semiconductor characterization system) cihazıyla incelenmiştir.

S1: %100 6CB

S2: %100 8CB

K1: %90 6CB\%10 8OCB

K2: %50 6CB\%50 8CB

Bu çalışmaların hepsi 4 numunenin her biri için ayrı yapılmıştır. Yapılan ölçümlerde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Kapasitans ölçümleri yapılan S1. S2. K1 ve K2 numunelerinin 200kHz ve 600kHz frekans aralığında pozitif alanda değişimler gösterdiği gözlemlendi. Fakat 700kHz ve 1000kHz aralığında ise negatif alanda değişimler gözlemlenmiştir. 6CB sıvı kristaline katkılanırılan 8CB ve 8OCB sıvı kristallerinin kapasitans değerlerini arttırdığı ve eşik voltajını yükselttiği gözlemlenmiştir.
2. Kapasitans ölçümleri yapılan S1. S2. K1 ve K2 numunelerinin dielektrik anisotropisi incelendiğinde frekansın arttırılmasıyla sabit oranda azaldığı gözlemlenmiştir.
3. İletkenlik ölçümleri yapılan S1. S2. K1 ve K2 numunelerinin 6CB sıvı kristalinin iletkenliğinin 8CB ve 8OCB sıvı kristalleri katkılanırılmasıyla azaldığı gözlemlenmiştir. Bu da 6CB sıvı kristalinin iletkenliği 8CB ve 8OCB sıvı kristalinin iletkenliğinden daha iyi olduğunu gösteriyor.
4. Kırıcılık indisleri hesaplamaları yapılan S1. S2. K1 ve K2 numuneleri 6CB sıvı kristalinin kırıcılık indisleri 8CB sıvı kristali katkılanırıldığında kırıcılık indisinin arttığı. 8OCB sıvı kristali katkılanırıldığında azaldığı gözlemlenmiştir. Bu da bize 8CB sıvı kristalinin kırıcılık indisinin 6CB ve 8OCB sıvı kristallerinin kırıcılık indislerinden büyük olduğu göstermiştir. 6CB sıvı kristaline katkılanırılan 8OCB sıvı kristallerinin kritik frekans değerlerini azalttığı, 8CB sıvı kristalinin ise kritik frekans değerini arttırdığını gözlemlenmiştir.

Yukarıda da anlatıldığı gibi sadece elektrik özelliklerinin frekansa ve voltaja bağlı olarak ne gibi özellikler ve değişimler gösterdiğini gözlemledik. Aynı zamana elektrik özellikleri sıcaklığa, manyetik alana, ışık şiddetine, vs. gibi özelliklere göre de araştırmalar yapabilir.

KAYNAKLAR

- AMUNDSON. K. 1996. Electro-optic properties of a polymer-dispersed liquid-crystal film: Temperature dependence and phase behavior. Phys. Rev. E.53(3): 2412-2422
- BOUGRIÛUA. F., OEPTS. W., DE VLEESCHOUWER. H., ALEXENDER. E., NEYTS. K., PAUWELS. H.. 2002. Determination of the switching response in reflective twisted nematic liquid crystal displays. Jpn. J. Appl. Phys.. 41:5676-5681.
- Experimental study of physical properties and phase transitions / Satyendra Kumar
- F. YAKUPHANOĞLU. B. BİLGİNERAN. H.Ocak. G.A. OWEİMREEN. physica B (2007)
- F. YAKUPHANOĞLU. M. OKUTAN. O. KOYSAL. S.-M. AHN . S.R. KEUM.(2007)
- Introduction to liquid crystals chemist and physics / Peter J. Collings
- KARAPINAR. R., GÜNDÜZ; E.. 1992. Sıvı kristal displayler. YYU. Fen-Ed. Fak. Fen. B. Derg.. 3:93-105.
- KARAPINAR. R. GÜNDÜZ; E.. 1994. An acousto-optic modulator with a liquid crystal. Optics Communications. 105:29-32.
- KARAPINAR. R.. 2005. Bükümlü nematik sıvı kristaller. Geleneksel Erzurum Fizik Günleri-II. 25-28 Mayıs 2005. Erzurum.
- Liquids crystals / S.Chandrasekhar
- MACH. P. 2002. Electro-Optic Response and Switchable Bragg Diffraction for Liquid Crystals in Colloid-Templated Materials. Phys. Rev. E. 65(3)
- MAUREL. A.H. PRICE. J. Chem. Soc. Faraday II 69 (1973) 1486.
- M. OKUTAN. F. YAKUPHANOĞLU. S.E. SAN. O. KOYSAL. Physica B 368 (2005) 308.
- M.OKUTAN. F.YAKUPHANOĞLU. S.ERAN SAN. OĞUZ KOYSAL Physica B (2005)
- NESRULLAHZADE. A.. 2000. Sıvı Kristaller: Yapıları. Özellikleri. Uygulamaları.Ege Üniversitesi Basım Evi. İzmir. 436s.
- Nilay ÖZÇANKAYA. Nematik bir Filmin Elektro Optik Özellikleri Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü Yüksek Lisans Tezi.
- OĞUZ KÖYSAL. Azo Boya ve Fulleren(C60) Katkılı Nematik Sıvı Kristallerin Elektro-Optik Özelliklerinin İncelenmesi Gebze Yüksek Teknoloji enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.

Optical applications of liquids crystals / Ed. L.Vicare

ÖZAYDIN S. 2007.Bazı Karışım Nematik Sıvı Elektrooptik Özelliklerinin Faz Sıcaklığında İncelenmesi. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Bölümü Yüksek Lisans Tezi. Şanlıurfa. 34s

Texture of liquids crystals / Ingo Dierking

T. SCHEFFER. J. NEHRİNG. in: B. BAHADIR (Ed.). Sıvı Kristaller. Uygulamalar ve Kullanımlar. cilt. 1. World Scientific. Singapore. 1990. p. 232.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı : Kemal ATEŞ
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 05.01.1985 Kahramanmaraş
Medeni hali : Evli
Telefon : 0543 840 38 16
Faks :
e-posta : kemalates_46@hotmail.com.

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	KSÜ /Fizik Bölümü	2010
Lisans	KSÜ/ Fizik Bölümü	2007
Lise	Hoca Ahmet Yesevi Lisesi	2002

İş Deneyimi**Yabancı Dil**

İngilizce

Yayınlar

- 1.
- 2.

Hobiler

Futbol, Basketbol, Yüzme.