

T.C.
BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

FİZİK ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

NANOPARÇACIK KATKILI SIVI KRİSTALLERİN SPEKTROSKOPİK ÖZELLİKLERİNİN
İNCELENMESİ

Yunus Emre KARA

HAZİRAN 2022

FİZİK ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

NANOPARÇACIK KATKILI SIVI KRİSTALLERİN SPEKTROSKOPİK ÖZELLİKLERİNİN
İNCELENMESİ

Hazırlayan
Yunus Emre KARA

Danışman
Prof. Dr. Yedigir GÜLSEVEN SIDİR

Jüri Üyeleri
Prof. Dr. Yedigir GÜLSEVEN SIDİR
Doç. Dr. Fatih Ahmet ÇELİK
Doç. Dr. Orhan BAYTAR

HAZİRAN 2022

ONAY

Yunus Emre KARA tarafından hazırlanan “**Nanoparçacık Katkılı Sıvı Kristallerin Spektroskopik Özelliklerinin İncelenmesi**” adlı tez çalışması 27/06/2022 tarihinde yapılan sınavla aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Fizik Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Yadigar GÜLSEVEN SIDİR

(Danışman)

Doç. Dr. Fatih Ahmet ÇELİK

(Üye)

Doç. Dr. Orhan BAYTAR

(Üye)

İmza

Bu tezin kabulü, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun .../.../...gün ve .../... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Doç. Dr. Mehmet Bakır ŞENGÜL
Enstitü Müdürü

BİTLİS EREN ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI
ETİK BEYANI

Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre hazırlamış olduğum “**Nanoparçacık Katkılı Sıvı Kristallerin Spektroskopik Özelliklerinin İncelenmesi**” adlı tezimin özgün bir çalışma olduğunu, tez hazırlanırken tüm aşamalarda bilimsel etik ilkelerine uygun davrandığımı, tez kapsamında sunulan tüm verileri bilimsel etik ilkelerine uygun elde ettiğimi, tezde faydalandığım tüm eserlere atıf yaptığımı ve kaynaklar kısmında bu eserleri gösterdiğimi beyan ederim. 27/06/2022

Yunus Emre KARA

İmza

ÖZET

NANOPARÇACIK KATKILI SIVI KRİSTALLERİN SPEKTROSKOPİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Yunus Emre KARA

Yüksek Lisans Tezi

Bitlis Eren Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Fizik Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Yedigir GÜLSEVEN SIDIR

Haziran 2022, 70 sayfa

Sıvı kristal bileşikler sıvı gibi akışkan olmasının yanında katı durum hali gibi belli dizilimlere ve yönelimlere sahip olup, görünüm olarak sıvı fazı, yapı olarak katı fazdaki kristal yapı gibi belirli bir örgü yapısına sahiptirler. Herhangi bir maddenin sıvısı izotropik yönetime sahip iken, sıvı kristal bileşikler anizotropik yapıdadır. Sıcaklık-hal grafiklerine bakıldığında katı hal sıcaklığı ile sıvı hal sıcaklığı arasında belirli bir sıcaklıkta sıvı kristal halinde bulunabilirler.

Nano parçacıklar sentezlenebilen, elektronları taşıyabilen nano yapıları kristallerdir. Ek olarak 100 nm'den daha küçük boyutlara sahip olan nanoyapılı yarıiletkenlerin yasak bant aralıklarında değişebilmektedir. Bu nano yapıların fotovoltak, lazer, biyokimyasal sensör, biyomedikal görüntüleme ve farklı optoelektronik uygulamaları vardır.

Sıvı kristaller anizotropiye sahip olmalarından dolayı elektrik alan altında indüklenerek, belirli bir yönetime sahip olurlar. Bu özelliklerinden dolayı görüntüleme teknolojilerinde kullanılmak için nano yapılarla katılanan sıvı kristaller, daha iyi bir görüntü kalitesi ve enerji tüketiminin azaltılması için geliştirilmeye devam etmektedir.

Bu tez çalışmasında benzoik asit ve benzoat yapılarına sahip sıvı kristaller ile farklı yapıları sahip yarıiletken nano parçacıklar arasındaki etkileşimler ve elektronik geçişler, farklı çözücü ortamlarındaki floresans spektrumları deneysel olarak incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Nanoparçacıklar, Sıvı Kristaller, Nanoparçacık Katkılı Sıvı Kristaller.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE SPECTROSCOPIC PROPERTIES OF NANOPARTICLE DOPED LIQUID CRYSTALS

Yunus Emre KARA

Master Thesis

Bitlis Eren University Graduate Education Institute

Department of Physics

Supervisor: Prof. Dr. Yadigar GÜLSEVEN SIDIR

June 2022, 70 pages

In addition to being fluid like liquid, liquid crystal compounds have certain arrangements and orientations such as solid-state and have a specific lattice structure such as liquid phase in appearance and crystalline structure in the solid phase. The liquid of any substance has an isotropic orientation, while liquid crystal compounds are anisotropic. Considering the temperature-state graphs, they can exist in the form of liquid crystals at a certain temperature between the solid-state temperature and the liquid-state temperature.

Nanoparticles are nano-structured crystals that can be synthesized and can carry electrons. In addition, the band gap of nanostructured semiconductors with dimensions smaller than 100 nm can also change. These nanostructures have photovoltaic, laser, biochemical sensor, biomedical imaging, and different optoelectronic applications.

Since liquid crystals have anisotropy, they are induced under an electric field and have a certain orientation. Due to these properties, liquid crystals doped with nanostructures for use in imaging technologies continue to be developed for better image quality and reduction of energy consumption.

In this thesis, the interactions and electronic transitions between liquid crystals with benzoic acid and benzoate structures and semiconductor nanoparticles with different structures fluorescence spectra in different solvent environments were experimentally investigated.

Keywords: Nanoparticles, Liquid Crystals, Nanoparticle Doped Liquid Crystals.

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması esnasında yaŐadıđım zorluklara karşı gögüs germemi kolaylaŐtırıp maddi ve manevi olarak beni destekleyen aileme ve yakın arkadaŐlarıma Őükranlarımı sunarken bir bilim insanı olmaya aday kiŐi kendisini nasıl yetiŐtirmeli ve neler yapmalı gibi sorularına karşılık bulduğum saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Yadigar Gülseven Sıdır ile Prof. Dr. İsa Sıdır hocama bu bilim yolculuğumdaki sürece yoluma ışık olduklarından dolayı kendilerine en kalbi duygularıyla teŐekkürlerimi sunarım.

ÖNSÖZ

Teknoloji ve bilim birbirinin gelişimini besleyen unsurlardır. Bu gelişim bilim insanlarının birçok keşifte bulunmasını sağlamıştır. Sıvı kristaller ile nano parçacıkların keşifleri de farklı zamanlarda olsa da gerçekleşmiş olup çok sayıda çalışmalara ve uygulamalara konu olmuştur.

Bu tez çalışmasında maddenin yeni bir hali olarak keşfedilen sıvı kristaller ile kuantum mekaniğinin yasalarının etkisini gösterdiği nano parçacıklarının bir araya gelince nelerin olduğunu anlamaya çalışmaktayız. Sıvı kristalli nano parçacıkların görüntüleme teknolojisinde seviye atlatan bir malzeme olduğu anlaşıldığından dolayı floresans spektroskopisinde nasıl bir davranış sergilediği merakıyla bu tez çalışmasında anlaşılmasına çalışılmıştır.

Sıvı kristaller ile kuantum parçacıkların belirli çözücülerle bir araya getirilerek elde edilen çözeltilerin floresans ölçümleri ve kuantum parçacıklarının UV spektrumları alınıp, elde edilen sonuçları yorumlayarak malzemelerin görüntüleme teknolojisi gibi kullanılacak uygulamalara katkı sağlayabilmek adına bu çalışma yapılmıştır.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
SİMGELER DİZİNİ	xi
KISALTMALAR DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. MATERYAL ve YÖNTEM	2
2.1. Sıvı Kristaller	2
2.2.1. Liotropik Sıvı Kristaller	4
2.2.2. Temotropik Sıvı Kristaller	4
2.2. Nano Parçacıklar	6
2.3. Sıvı Kristaller ve Nano Parçacıkların Etkileşimleri	11
2.4. Deneysel Metotlar	12
2.5. Kullanılan Çözücüler ve Sıvı Kristaller	12
3. BULGULAR ve TARTIŞMA	16
3.1. Kullanılan Nano Parçacıklar ve Optik Özellikleri	16
3.2. 4EOBA Sıvı Kristalin Floresans Ölçümleri	22
3.3. 4PentBA Sıvı Kristalin Floresans Ölçümleri	26
3.4. 4PP4MetB Sıvı Kristalin Floresans Ölçümleri	30
3.5. 4PP4MetoxB Sıvı Kristalin Floresans Ölçümleri	34
3.6. 4PP4PentB Sıvı Kristalin Floresans Ölçümleri	38

3.7. 4PP4OctoxB Sıvı Kristalin Floresans Ölçümleri	42
4. SONUÇ	46
4.1. Öneriler.....	65
5. KAYNAKLAR	66
ÖZGEÇMİŞ	70



ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>ÇİZELGE</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Çözücülerin bazı fiziksel özellikleri	15
3.1. CdS nanoparçacığının spektrum verileri	17
3.2. CdSe nanoparçacığının spektrum verileri	19
3.3. ZnS nanoparçacığının spektrum verileri.....	21
3.4. 4EOBA'lı çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları	22
3.5. 4EOBA-CdS'li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları	23
3.6. 4EOBA-CdSe'li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları	24
3.7. 4EOBA-ZnS'li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları	25
3.8. 4PentBA'lı çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları.....	26
3.9. 4PentBA-CdS'li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları	27
3.10. 4PentBA-CdSe'li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları.....	28
3.11. 4PentBA-ZnS'li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları	29
3.12. 4PP4MetB'li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları.....	30
3.13. 4PP4MetB-CdS'li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları	31
3.14. 4PP4MetB-CdSe'li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları.....	32
3.15. 4PP4MetB-ZnS'li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları.....	33
3.16. 4PP4MetoxB-'li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları	34
3.17. 4PP4MetoxB-CdS'li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları	35
3.18. 4PP4MetoxB-CdSe'li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları.....	36
3.19. 4PP4MetoxB-ZnS'li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları	37
3.20. 4PP4PentB-'li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları.....	38
3.21. 4PP4PentB-CdS'li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları.....	39
3.22. 4PP4PentB-CdSe'li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları.....	40
3.23. 4PP4PentB-ZnS'li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları.....	41
3.24. 4PP4OctoxB'li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları	42
3.25. 4PP4OctoxB-CdS'li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları	43
3.26. 4PP4OctoxB-CdSe'li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları	44
3.27. 4PP4OctoxB-ZnS'li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları	45

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>SEKİL</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Kristal, sıvı kristal ve sıvıların genel yapısı	2
2.2. Katı kristal ile sıvı arasındaki görülen farklı sıvı kristal yapılar	3
2.3. Sıvı kristallerin genel olarak sınıflandırması	4
2.4. a) Çubuk şekilli sıvı kristaller b) Disk şekilli sıvı kristaller c) muz şekilli sıvı kristaller	5
2.5. Nematik, smektik ve kolesterik sıvı kristaller	6
2.6. Yapıların boyutlarına göre oluşan durum yoğunlukları	8
2.7. Boyutlarına göre kuantum parçacıklarının renk değişimi	9
2.8. a) Boyutların değişmesiyle kuantum hapsi etkisinde olan bir kuantum nokta b) Kuantum noktaların bant aralığı içindeki lokalize olmuş enerji durumlarıyla yüzey durumları c) İki yarı iletkenlerden oluşan çekirdek-kabuk yapıları kuantum noktasının elektronik yapısı.....	10
2.9. 4-Etoksibenzoik asit (4EOBA) sıvı kristali	12
2.10. 4-Pentilbenzoik asit (4PentBA) sıvı kristali	13
2.11. 4-Pentilfenil 4-Metilbenzoat (4PP4MetB) sıvı kristali.....	13
2.12. 4-Pentilfenil 4-Metoksibenzoat (4PP4MetoxB) sıvı kristali	13
2.13. 4-Pentilfenil 4-Pentilbenzoat (4PP4PentB) sıvı kristali	13
2.14. 4-Pentilfenil 4-(Oktiloksi)benzoat (4PP4OctoxB) sıvı kristali	14
2.15. Dimetil sülfoksit çözücüsü	14
2.16. Metanol çözücüsü	14
2.17. Toluen çözücüsü	14
3.1. CdS nanoparçacığının farklı çözücülerde oda sıcaklığında emisyon ve absorbanans spektrumları a) CdS-DMSO emisyon spektrumu b) CdS-DMSO absorbanans spektrumu c) CdS-Metanol emisyon spektrumu d) CdS-Metanol absorbanans spektrumu e) CdS-Toluen emisyon spektrumu f) CdS-Toluen absorbanans spektrumu	16
3.2. CdSe nanoparçacığının farklı çözücülerde oda sıcaklığında emisyon ve absorbanans spektrumları a) CdSe-DMSO emisyon spektrumu b) CdSe-DMSO absorbanans spektrumu c) CdSe-Metanol emisyon spektrumu d) CdSe-Metanol absorbanans spektrumu e) CdSe-Toluen emisyon spektrumu f) CdSe-Toluen absorbanans spektrumu	18
3.3. ZnS nanoparçacığının farklı çözücülerde oda sıcaklığında emisyon ve absorbanans spektrumları a) ZnS-DMSO emisyon spektrumu b) ZnS-DMSO absorbanans spektrumu c) ZnS-Metanol emisyon spektrumu d) ZnS-Metanol absorbanans spektrumu e) ZnS-Toluen emisyon spektrumu f) ZnS-Toluen absorbanans spektrumu	20

3.4. 4EOBA'lı çözeltilerin emisyon spektrumu	22
3.5. 4EOBA-CdS'li çözeltilerin emisyon spektrumu	23
3.6. 4EOBA-CdSe'li çözeltilerin emisyon spektrumu	24
3.7. 4EOBA-ZnS'li çözeltilerin emisyon spektrumu	25
3.8. 4PentBA'lı çözeltilerin emisyon spektrumu.....	26
3.9. 4PentBA-CdS'li çözeltilerin emisyon spektrumu	27
3.10. 4PentBA-CdSe'li çözeltilerin emisyon spektrumu.....	28
3.11. 4PenBA-ZnS'li çözeltilerin emisyon spektrumu.....	29
3.12. 4PP4MetB'li çözeltilerin emisyon spektrumu.....	30
3.13. 4PP4MetB-CdS'li çözeltilerin emisyon spektrumu	31
3.14. 4PP4MetB-CdSe'li çözeltilerin emisyon spektrumu.....	32
3.15. 4PP4MetB-ZnS'li çözeltilerin emisyon spektrumu.....	33
3.16. 4PP4MetoxB'li çözeltilerin emisyon spektrumu.....	34
3.17. 4PP4MetoxB-CdS'li çözeltilerin emisyon spektrumu	35
3.18. 4PP4MetoxB-CdSe'li çözeltilerin emisyon spektrumu.....	36
3.19. 4PP4MetoxB-ZnS'li çözeltilerin emisyon spektrumu.....	37
3.20. 4PP4PentB'li çözeltilerin emisyon spektrumu	38
3.21. 4PP4PentB-CdS'li çözeltilerin emisyon spektrumu.....	39
3.22. 4PP4PentB-CdSe'li çözeltilerin emisyon spektrumu	40
3.23. 4PP4PentB-ZnS'li çözeltilerin emisyon spektrumu	41
3.24. 4PP4OctoxB'li çözeltilerin emisyon spektrumu	42
3.25. 4PP4OctoxB-CdS'li çözeltilerin emisyon spektrumu	43
3.26. 4PP4OctoxB-CdSe'li çözeltilerin emisyon spektrumu	44
3.27. 4PP4OctoxB-ZnS'li çözeltilerin emisyon spektrumu	45
4.1. 4EOBA sıvı kristali ve nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin Metanol'deki floresans spektrumları.....	47
4.2. 4EOBA sıvı kristal ile nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin Toluen'deki floresans spektrumları	48
4.3. 4EOBA sıvı kristali ile nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin DMSO'deki floresans spektrumları.....	49
4.4. 4PentBA sıvı kristali ile nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin Metanol'deki floresans spektrumları	50
4.5. 4PentBA sıvı kristali ile nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin Toluen'deki floresans spektrumları	51

4.6. 4PentBA sıvı kristali ile nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin DMSO'daki floresans spektrumları	52
4.7. 4PP4MetB sıvı kristali ile nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin Metanol'deki floresans spektrumları	53
4.8. 4PP4MetB sıvı kristali ile nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin Toluen'deki floresans spektrumları	54
4.9. 4PP4MetB sıvı kristali ile nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin DMSO'daki floresans spektrumları	55
4.10. 4PP4MetoxB sıvı kristali ile nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin Metanol'deki floresans spektrumları	56
4.11. 4PP4MetoxB sıvı kristali ile nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin Toluen'deki floresans spektrumları	57
4.12. 4PP4MetoxB sıvı kristali ile nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin DMSO'daki floresans spektrumları	58
4.13. 4PP4PentB sıvı kristali ile nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin Metanol'deki floresans spektrumları	59
4.14. 4PP4PentB sıvı kristali ile nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin Toluen'deki floresans spektrumları	60
4.15. 4PP4PentB sıvı kristali ile nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin DMSO'daki floresans spektrumları	61
4.16. 4PP4OctoxB sıvı kristali ile nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin Metanol'deki floresans spektrumları	62
4.17. 4PP4OctoxB sıvı kristali ile nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin Toluen'deki floresans spektrumları	63
4.18. 4PP4OctocxB sıvı kristali ile nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin DMSO'daki floresans spektrumları	64

SİMGELER DİZİNİ

ϵ	Dielektrik sabiti
λ	Dalga Boyu
β	Hidrojen Bağ Akseptör Parametresi
n_D	Kırılma İndisi
D	Dipol Moment
E_{bg}	Bant Aralığı Enerjisi



KISALTMALAR DİZİNİ

UV	Ultraviole
Nm	Nanometre
PL	Floresans
DMSO	Dimetil sülfoksit
Zn	Çinko
Cd	Kadmiyum
CdSe	Kadmiyum Selenyum
Cds	Kadmiyum Sülfür
ZnS	Çinko Sülfür
4EOBA	4-Etoksibenzoik asit
4PentBA	4-Pentilbenzoik asit
4PP4MetB	4-Pentilfenil 4-Metilbenzoat
4PP4MetoxB	4-Pentilfenil 4-Metoksibenzoat
4PP4PentB	4-Pentilfenil 4-Pentilbenzoat
4PP4OctoxB	4- Pentilfenil 4-(Oktiloksi)benzoat
Gr	Gram
ml	Mili Litre
XRD	X-ışını Kırınım Yöntemi
IUPAC	Uluslararası Temel ve Uygulamalı Kimya Birliği
eV	Elektronvolt
UV-vis	Ultraviole Görünür
H-bağı	Hidrojen Bağı
NP	Nano Parçacık

1. GİRİŞ

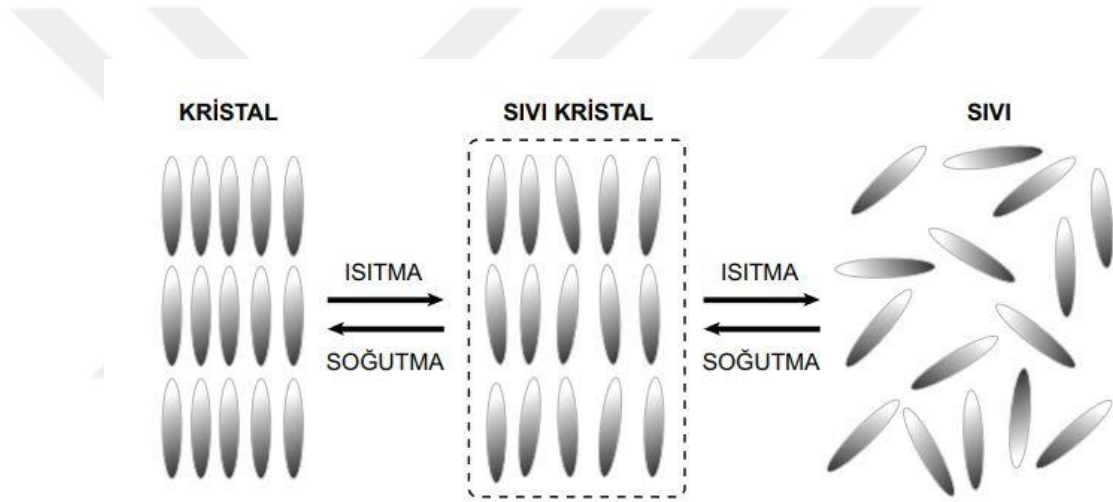
Son çeyrek asırdaki bilim ve teknolojinin gelişimi çok küçük boyuttaki malzemeler üzerinde önemli keşiflere ve gelişmelere neden oldu. Bu küçük boyutlu yapılar nanometre mertebelerinde olduğundan bunlar nano malzemeler olarak da adlandırılmaktadır. Nano malzemeler 1 ila 100 nanometre boyutlarında arasında değişen tek atomlardan veya moleküllerden oluşan, kendilerine has özelliklere sahip bu malzemeler araştırma ve geliştirme çalışmalarıyla tıpta, biyoteknolojide, güneş panellerinde, ekran ve hologram teknolojileri gibi bir çok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Nano malzemelerin kendilerine has bazı özelliklerinin yalnızca nano ölçekte gözlemlenmesinden dolayı malzemelerin nano boyutlarında ölçeklendirilmesi gittikçe daha önem kazanmıştır. Bunun sebebi nano malzemeleri sentezlerken üzerlerinde kontrol sağlamak, kuantum boyutu etkileri ve optik özelliklerin ortaya çıkmasıyla eşdeğerindeki diğer malzemelerden daha ilgi çekici olmalarıdır [1,2].

Sıvı kristallere katkı maddesi olarak eklenen yarı iletken ve inorganik nano yapılar olan kuantum noktalar, sıvı kristallerin fiziksel özelliklerini değiştirebilmektedirler. Sıvı kristallerin dielektrik, elektro-optik özelliklerinin değişkenliği katkılanan maddelerle ilgilidir. Sıvı kristallere katkılanan polimerler, karbon nanotüpler, boyalar ve kuantum noktalar gibi farklı malzemelerin sıvı kristaller içindeki dağılımlarını incelemişlerdir. Kuantum noktalar diğer malzemelerden ayıran özelliklerinden dolayı daha çok araştırma konusu olmuştur. Sıvı kristallerin hizalama yeteneğini gösteren, değişken katkılama oranı ile boyut homojenliğinden dolayı bilimsel ve teknolojik çalışmalarda kullanılan yarı iletken kuantum noktalar olarak tercih edilen optik, elektriksel ve manyetik özelliklere sahip yeni malzemeler oluşturabilirler. Örneğin lazerler, güneş pilleri, biyo-etiketleme ve ışık yayan diyotlar gibi teknolojik gelişmelerle birlikte araştırmacılar tarafından önemli ölçüde kullanılmıştır [3].

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Sıvı Kristaller

Sıvı kristallerin ilk kez ortaya çıkışı 1888 yılında Friedrich Reinitzer isimli bilim insanı tarafından gerçekleştirilmiştir. Friedrich Reinitzer katı hal ile sıvı hal arasında bir mezofaz sergileyen farklı bir malzeme keşfettiğinin farkına vardı. Keşfettiği malzeme olan kolesteril benzoatın iki erime noktası olduğu fark edince Fizik Profesörü olan Otto Lehmann'a bir mektup yazarak bu keşfi anlattı. Malzemeyi inceleyen Otto Lehmann bir kristalin özelliği olan çift kırılma etkisini gösteren bu mezofazdaki sıvıya sıvı kristal ismini verdi. Böylece sıvı kristal ismi hem kristal hem de sıvı özelliklerini gösteren bir malzeme grubu keşfedilmiş oldu [4,5].



Şekil 2.1. Kristal, sıvı kristal ve sıvıların genel yapısı

Kristaller ile sıvı fazlar arasındaki faz diyagramında bulunan sıvı kristaller, hem kristallerin hem sıvıların özelliğini gösterdiği için keşfedildiği dönemde araştırmacıları büyülemiştir. Sıvı kristallerin indüklenebilirliği çözücülerin etkisiyle veya termal etkiler ile görülmektedir. Sıvı kristaller kendi kendilerine organize olabilen, uzun menzilli düzenle akışkanlığa sahip, birlikte hareket eden ve farklı türden fiziksel özellikleri anizotropik olan kendine has özellikleriyle eşsiz malzemelerdir [6,7].



Şekil 2.2. Katı kristal ile sıvı arasındaki farklı sıvı kristallik yapılar

Yıllar geçtikçe bilim insanları tarafından yapılan araştırmalar ve deneyler sonucunda sıvı kristallerin sentezinde nelerin yapılması gerektiği anlaşılıp ortaya çıkan yayınlar ile bu malzemeler daha çok anlaşılır olmuştur. Bu malzemelerin hangi uygulamalarda kullanılabileceğinin fark edilmesi ise bu sıvı kristal malzemelere uygulanan elektrik alan ile malzemelerde oluşan bölgelerin gözlemlenmesiyle fark edilmiştir. Bu gözlemlerin sonucunda sıvı kristallerin ekran teknolojisinin gelişmesini sağlayan araştırmacıların çalışmalarıyla olmuştur [8].

Günümüz ekran teknolojileri üstünde sıvı kristallerin etkisi oldukça yüksektir. Sıvı kristalli malzemelerin önemli uygulamaları spektroskopi, mikroskopi ve görüntüleme sistemleridir. Bu sistemlere entegre edilen sıvı kristaller teşhis için kullanılan biyosensör cihazlarıyla arayüz oluşturma ve modern optik görüntüleme için optik cihazlarda kullanılmışlardır. Sıvı kristallerin ekran gösterimi için başlıca özelliklerinden olan çift kırılma, diyamanyetik anizotropi, dielektrik ve elastik sabitleri sıvı kristallerin eşsiz anizotropik özelliklerindedir [9,10].

Birçok farklı türde ve sayıda sıvı kristaller moleküler faz oluşturabilir. Sıvı kristalleri temel olarak iki ana grupta inceleyebiliriz. Bu iki ana grup yapısal farklılıklarına göre termotropik ve liotropik olarak ayrılır. Bütün sıvı kristal çeşitleri anizotropik olduğu için moleküller arasındaki etkileşimler konumsal veya yönelimsel bir düzendedirler [11,12].



Şekil 2.3. Sıvı kristallerin genel olarak sınıflandırılması

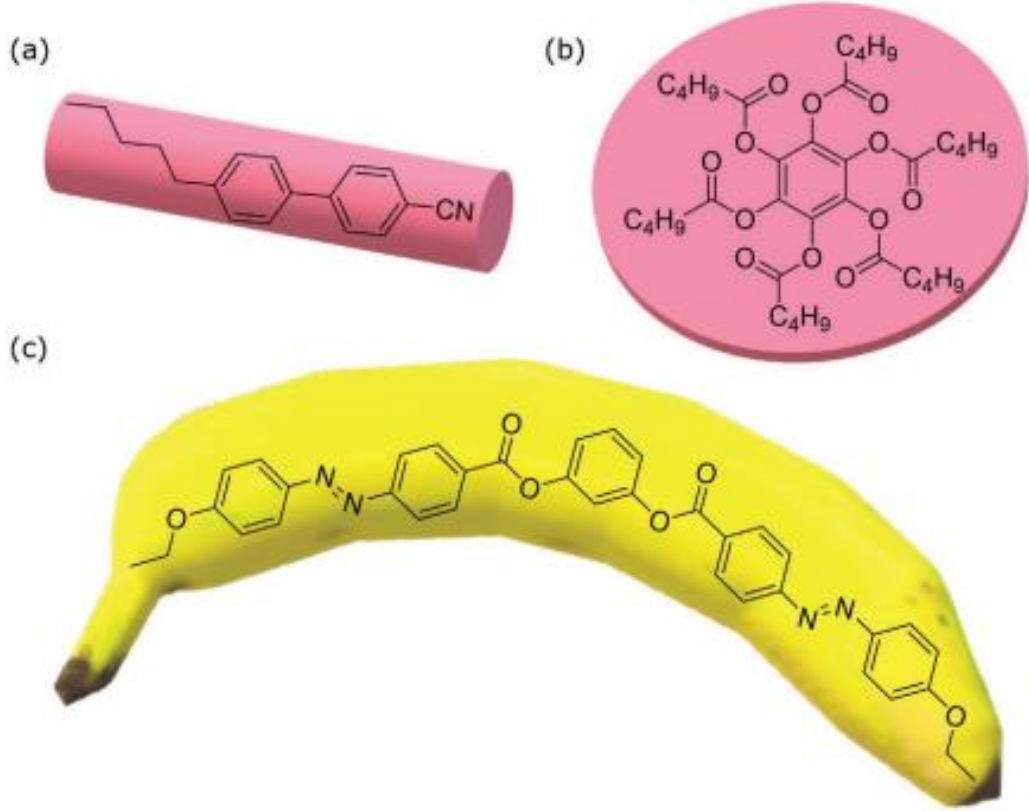
2.1.1. Liyotropik Sıvı Kristaller

Liyotropik sıvı kristaller iki veya daha fazla maddelerin uygun sıcaklıkta biraraya gelmesiyle oluşurlar. Maddelerin uygun çözücülerde belirli bir konsantrasyonlarda çözünmesiyle ortaya çıkan sıvı kristal türüdür. Liyotropik sıvı kristaller için önemli olan husus konsantrasyonlardır. Farklı konsantrasyonlarda karıştırılarak elde edilen liyotropik sıvı kristallerin faz değişimi böylece mümkün olmaktadır. Sabunlu su karışımı, hemoglobin, albümin, sperm, lipit ve polipeptitler liyotropik sıvı kristallere örnek olarak verilebilirler [11-13].

2.1.2. Termotropik Sıvı Kristaller

Termotropik sıvı kristaller sıcaklığın değişmesiyle oluşan bir sıvı kristal türüdür. Sıcaklık değişimiyle birlikte kademeli bir hal geçişi gözlemlenir. Sıcaklık artarken oluşan mezofaz geçişleri, sıcaklık azalırken oluşan mezofaz geçişleriyle aynı şekilde fakat tersi yönde geçişler gerçekleşir. Termotropik sıvı kristallerin yaygın olarak kullanılmalarının sebebi çok sayıda optik özelliklerinin olmasından kaynaklanmaktadır. Bu türdeki sıvı kristallerin molekülleri birbirlerine yakın ve paralel bir şekilde düzen oluşturması molekülleri arasındaki dipol-dipol etkileşimleriyle oluşmaktadır. Bu yönüyle termotropik sıvı kristallerin büyük bir kısmı fotonik uygulamalarında kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalar arttıkça termotropik sıvı kristallerin bir çok mezofazı olduğu anlaşılmıştır. Termotropik sıvı kristalli maddelerin çeşitliliğinin yanı sıra hatırı sayılır ölçüde de günümüzdeki teknolojik birçok uygulamada kullanılmaktalar. Bu teknolojik uygulamaların çoğunluğunu görüntüleme alanları oluşturmaktadır [14-16].

Termotropik sıvı kristaller moleküllerinin geometrik görünüşlerine göre çubuk şeklinde, disk şeklinde ve muz şeklinde kategorize edilebilirlerken yapısal farklılıklarına göre nematik, smektik ve kolesterik olarak üç ana grupta incelenirler [14,15].



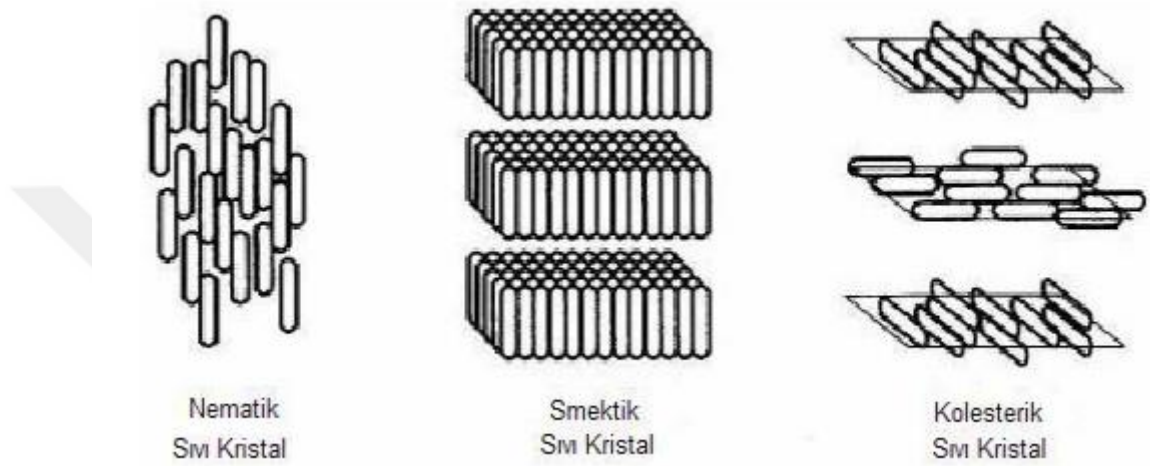
Şekil 2.4. a) Çubuk şekilli sıvı kristaller b) Disk şekilli sıvı kristaller c) Muz şekilli sıvı kristaller

Nematik sıvı kristallerde mezogenler düzenli bir konumsal yapıya sahip değildir ancak birim vektörde bir yönlendiriciyle yönelime sahip sıvı kristal türüdür. Katı kristal ile izotropik sıvı arasındaki en akışkan mezofazdır [12].

Nematik sıvı kristallerin anizotropik özelliğinden kaynaklı olarak ölçülen kırılma indisleri arasındaki fark faz farkını oluşturur. Bu faz farkı optik eksen doğrultusu ile optik eksene dik doğrultudaki kırılma indislerinden dolayı çift kırılma özelliği oluşmaktadır [11].

Smektik sıvı kristallerde tabakalar halinde bir yönelimsel düzen ile birlikte bir doğrultu boyunca konumsal düzenleri vardır. Smektik sıvı kristallerdeki moleküllerin kendi etraflarındaki dönmeleri gerçekleşebilirken tabakalar arası geçişler gerçekleşmez. Smektik sıvı kristaller sahip oldukları düzenlere göre A, B, C gibi çeşitli türler barındırır [13,15].

Kolesterik sıvı kristaller nematik yapılı tabakalardan meydana gelmektedir. Uzun bir eksene dik bir sarmal düzen oluşturan moleküller heliks bir yapı oluşturur. Kolesterik sıvı kristallerdeki moleküller, kiral moleküllerden veya kiral moleküllerin varlığıyla indüklenen bir fazdır. Sıcaklık, basınç, elektrik ve manyetik alan gibi dış etkenlere karşı oldukça hassastırlar. Bu yapıları itibariyle üzerlerine düşen ışığı yansıtıp renk değiştirme özelliği gösterirken dairesel polarize ışığı seçimli yansıtarak optiksel olarak ilgi çeken bir mezofazdır [8,14].



Şekil 2.5. Nematik, smektik ve kolesterik sıvı kristaller

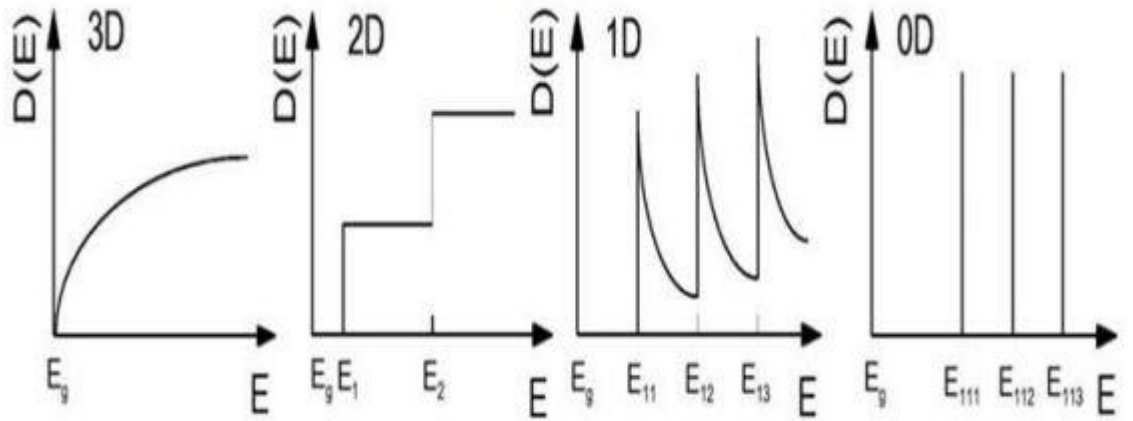
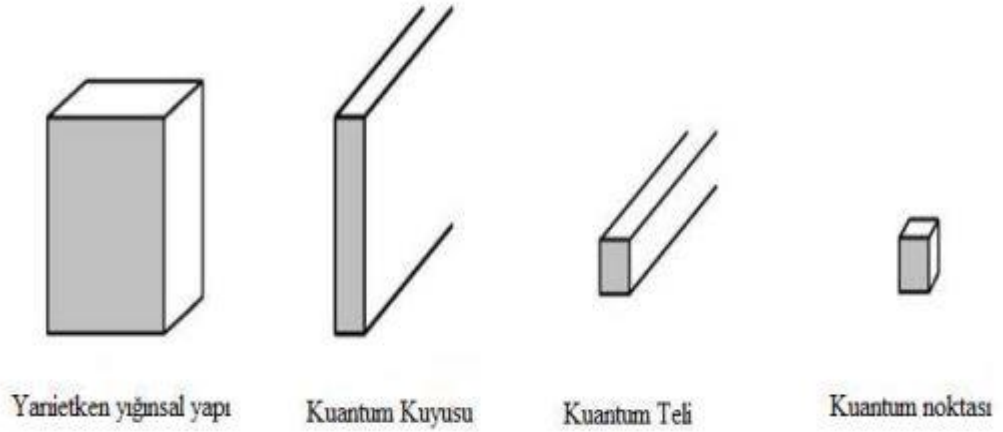
2.2. Nano Parçacıklar

Günümüz teknolojinin gelişiminin önemli bir kısmı mikro elektrik alanda gerçekleşmiştir. Bu gelişimin öncülüğünde katkılanmış yarı iletken nano malzemeler yer almaktadır. Katkılı nano malzemelerin elektronik, fotonik, gibi uygulamalarda kullanılması, katkılanan nano yapıların işlevlerin ve özelliklerin belirlenmesiyle oluşmaktadır [17].

Nanometre boyutlarında yarı iletken olan nano parçacıklar veya kuantum noktaları olarak isimlendirilen malzemelerin optik ve fiziksel özelliklerine araştırmacılar tarafından yoğun bir ilgi vardır. Bu nano parçacıklar yığın malzemeler ile izole edilmiş moleküller arasında ara bir faz gibi optik ve fiziksel özellikler sergilemektedirler. Malzemelerin parçacık boyutuna bağlı olarak değişen, erime noktası gibi kimyasal ve fiziksel özellikleri bulunmaktadır. Nano parçacıklar genellikle fotoluminesans gösterirler ve kendiliğinden bir araya gelip diziler oluşturan nano parçacıklar vardır. Örnek olarak yığın yapıdaki CdSe absorpsiyonu karakteristik olarak 690 nm'ye kadar ulaşır. Yığın yapıdaki CdSe 4 nm'ye kadar küçültülürse nano parçacık haline gelir ve absorpsiyon bandı uzunluğu 530 nm'ye kadar kayar [18].

Xiaohao Yang ve arkadaşları [19] tarafından yapılan çalışmalarda yarı iletken CdSe nano parçacıkları incelenmiş ve 5 nm'den küçük CdSe'ler için yığın CdSe'lerin özelliklerinin ciddi anlamda değiştiğini rapor etmişlerdir. Bu boyutların ayarlanabilir olmasıyla potansiyel birçok uygulamada kullanılması sağlanabilir. CdSe nano parçacıklarını çok daha küçük bir şekilde sentezleyerek geniş bir emisyon spektrumu sergilediği de görülmüştür.

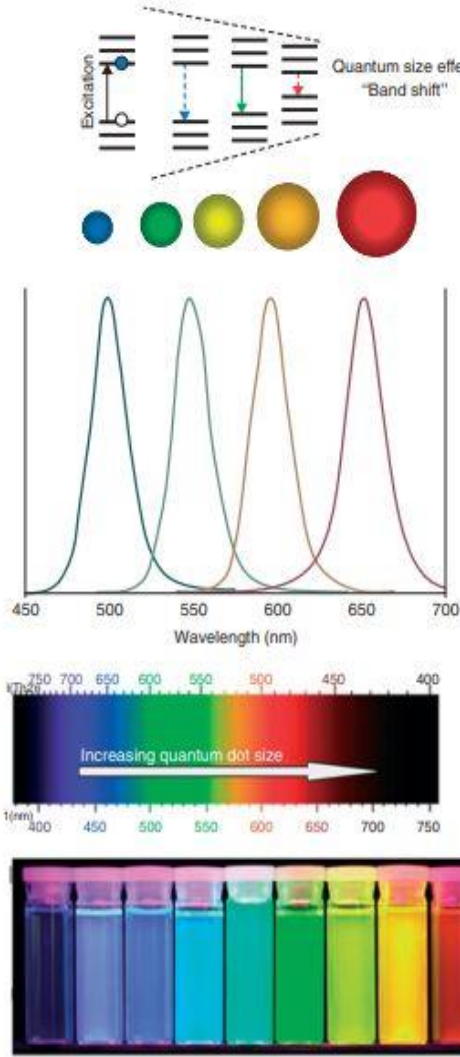
Nano teknolojinin gelişimiyle birlikte düşük boyutlardaki yapılar ile ilgili çalışmalarda gün geçtikçe artmıştır. Bu düşük boyutlu olup yarı iletken olan yapılara da ilgiyi arttırmıştır. Düşük boyutlu yarı iletken yapılar kuantum kuyuları, kuantum telleri ve kuantum noktaları olarak inceleyebiliriz. Bu yapılar taşıyıcı hareketlerinin sınırlanmasıyla oluşan yapılardır. Taşıyıcıların sınırlandırılması de Broglie dalga boylarında yapıldığından kuantum etkisi görülmektedir. Yük taşıyıcılarının yani elektronların serbest olarak hareket edebileceği yön sayısına göre boyut kavramı ele alınır. Herhangi bir boyutta sınırlamanın olmadığı yarı iletken yapılar yığinsal olarak adlandırılır. Yığinsal yapılarda elektronlar serbest bir şekilde hareket edebilirler. Kuantum kuyularında taşıyıcılar bir boyutta sınırlandırılıp iki boyutta serbesttir. Kuantum tellerindeki taşıyıcılar iki boyutta sınırlandırılıp bir boyutta serbesttirler. Kuantum noktalarda ise üç boyutta sınırlama mevcuttur. Bu sınırlandırılmalar dolayısıyla sınırlandırılmaların olduğu boyutlarda kuantum etkileri gözlemlenmektedir [20-23].



Şekil 2.6. Yapıların boyutlarına göre oluşan durum yoğunlukları

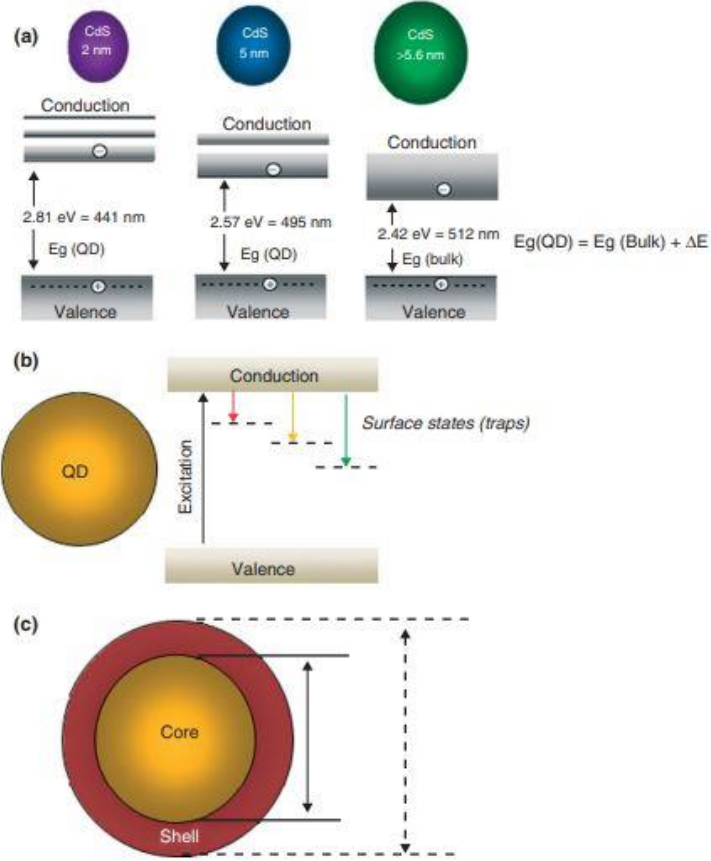
Kuantum noktaları yapay atomlar olarak niteleyebilmemizin sebebi boyutların değiştirilebilmesiyle bant boşluğunun değişebilmesinden gelmektedir. Böylelikle kuantum noktalarda boyut insan eliyle kontrol edilebilir. Kuantum sınırlaması etkisiyle, boyutların kontrol edilebilirliği kuantum noktaların olağandışı optoelektronik özelliklere sahip olmasıyla sonuçlanıyor [24].

Nano parçacıkların düşük boyutlardan kaynaklı olarak elektron-hole çiftinin kuantum boyut sınırlamasıyla parçacıkların yarıçapı, eksitonun Bohr yarıçapına yaklaştığında kuantum boyutu etkisi daha belirgin hale gelir. Parçacıkların tane boyutu azaldıkça, enerji aralığı artar böylelikle optik absorpsiyon kenarının maviye kayması gerçekleşir [25].



Şekil 2.7. Boyutlarına göre kuantum noktaların renk değişimi

Yarı iletkenlerin değerlik bandından iletim bandı aralığı yani enerji band aralığından daha büyük bir enerjiye maruz bırakılmasıyla bir elektron, değerlik banttan iletim bandına geçer. Bu geçiş ile birlikte ardında boşluk yani hole bırakır. Bu boşluk etkili kütlesi ve pozitif yükü varmış gibi bir davranış sergiler. Eksiton olarak adlandırılan yapı bu boşluk ve elektron çiftinin elektriksel olarak birbirleriyle oluşturdukları yapıdır. Kuantum noktaların boyutlarına bağlı olarak görülen renk değişimi eksitonun kuantum noktalar gibi düşük boyutlu yapılardaki dar bir bölgede oluşmasıyla eksitonun daha çok enerjiye ihtiyacı olur. Bu sebeple kuantum noktalı yapıların enerji bant aralığı artar. Enerji kaybına uğrayan elektron-boşluk çifti, dalga boyu kısalmış enerjisi yüksek olan ışık oluşturur. Kuantum noktalı yapıların boyutları azaldıkça maviye kaymaları ve boyutları arttıkça kırmızıya kaymalarını açıklar [26,27].



Şekil 2.8. Boyutların değişmesiyle kuantum hapsi etkisinde olan bir kuantum nokta **a)**, Kuantum noktaların bant aralığı içindeki lokalize olmuş enerji durumlarıyla yüzey durumları **b)**, İki yarı iletken den oluşan çekirdek-kabuk yapılu kuantum noktasının elektronik yapısı **c)**

Kuantum noktalar nanometre mertebelerindeki boyutlara sahip yarı iletken ve kristal yapılu malzemelerdir. Bu kuantum noktaların elde edilmesi periyodik cetvelin II-VI, III-V grubundaki yarı iletken ve metal bileşiklerin çeşitli yöntemlerle sentezlenmesiyle elde edilir. Kuantum noktaların boyutlarının nanometre düzeyinde olduğundan dolayı spesifik olarak fiziksel ve kimyasal özelliklere sahiptirler. Bununla birlikte kuantum noktaların boyutlarının ayarlanabilmesiyle optik özellikleri değişime uğrar. Kuantum noktaların optik özelliklerinin değişime uğramasıyla güneş enerjisi gibi birçok uygulamalarda kuantum noktalar kullanılabilir [24,28].

CdS nano parçacıkları nanosensör [29] olarak, biyoloji ve tıpta [30], optik filtre ve fosfor üretiminde [31], boya üretimi gibi teknolojik ve bilimsel birçok alanda kullanılabilir. Nano parçacıklar yapısındaki yüzey ve yığın atomların miktarı ile kuantum mekaniksel etkileri arasındaki ilişkinin artmasıyla optik, elektrik ve mekanik özelliklerinde farklılıklar oluşur. Böylelikle nano parçacıkların atomik yapısı değişebilir [32].

2.3. Sıvı Kristaller ve Nano Parçacıkların Etkileşimi

Nano parçacıklı malzemeler ile sıvı kristallerin etkileşimleri son yıllarda birçok araştırmacı tarafından çalışılmaya başlanmıştır. Bu nano parçacıkların içinde tanımlayabileceğimiz yarı iletken kuantum noktalar, ferroelektrik nano parçacıklar, metal ve metal oksit nano parçacıklar, karbon nano parçacıklar bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda kullanılan nano boyutlardaki bu malzemeler ile katkılanan sıvı kristallerin özelliklerinde gelişmeler sağlanmıştır. Birçok gelişime rağmen optik gevşeme, dielektrik kayıpların artması ve dönme viskozitesinin artması gibi sıvı kristalleri olumsuz yöndeki etkilerde gözlemlenmiştir [33].

Optik, fotonik ve yoğun madde fiziğindeki uygulamalar ile sıvı kristalli kuantum noktalar araştırmacıların ilgisini çekmeyi başarmıştır. Sıvı kristalli ortam kullanılarak kuantum noktaları istenildiği gibi düzenleyerek teknolojik cihazlar oluşturulabilir. Sıvı kristallerin temel olarak kullanıldığı teknolojik uygulamalarda kullanılan cihazların daha etkin özelliklerinin geliştirilmesine olanak sağlayan kuantum noktalar ile katkılama yapılarak fiziksel özelliklerin değiştirilmesine bağlı olarak elektro-optik, ışığın kırılma etkisi, hemotropik hizalama indüklenmesi ve eşik voltajı gibi durumlarda kuantum noktalar sıvı kristalli malzemelerin özelliklerinin geliştirilmesi sağlanmıştır. Kuantum noktaların boyutu ve konsantrasyonunun belirli seviyelerde sıvı kristallere eklenmesiyle sıvı kristal moleküllerde düzlemden hemotropiğe yönelimini etkiler [34-36].

Kolesterik sıvı kristal ile katkılanmış CdSe / ZnS kuantum noktaları geniş fotonik bant aralığına sahip olan optik ürünler elde edilebilmiştir. Sıvı kristal eklenen kuantum noktalar floresan emisyonları dairesel olarak polarize olurlar. Bu polarizasyon asimetri faktörü optik veya elektriksel olarak kontrol altına alınabileceği anlaşılmıştır. Bu kontrol edebilme durumu sıvı kristallerin matrislerinin sarmal yapılarındaki konformasyonel değişiklikler ile mümkün kılınmıştır [37].

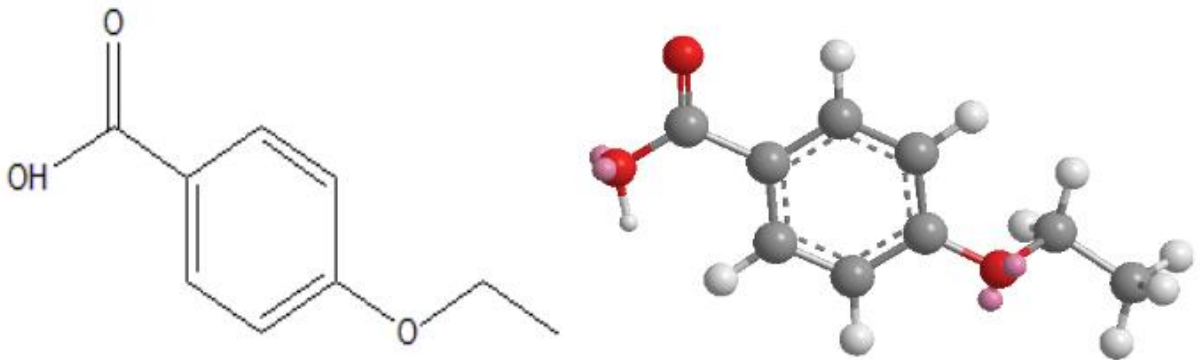
Holografik teknoloji uygulamalarında da kullanılmaya başlanan kuantum nokta katkılı nematik sıvı kristaller geliştirilip, optik çoğullama tekniğiyle renkli 3 boyutlu bir holografik görüntü oluşturulan çalışmalarda mevcuttur. Kuantum nokta katkılı sıvı kristaller ileriki yıllarda holografik 3D ekranlar için çok önemli bir yere sahip olacaktır [38].

2.4. Deneysel Metotlar

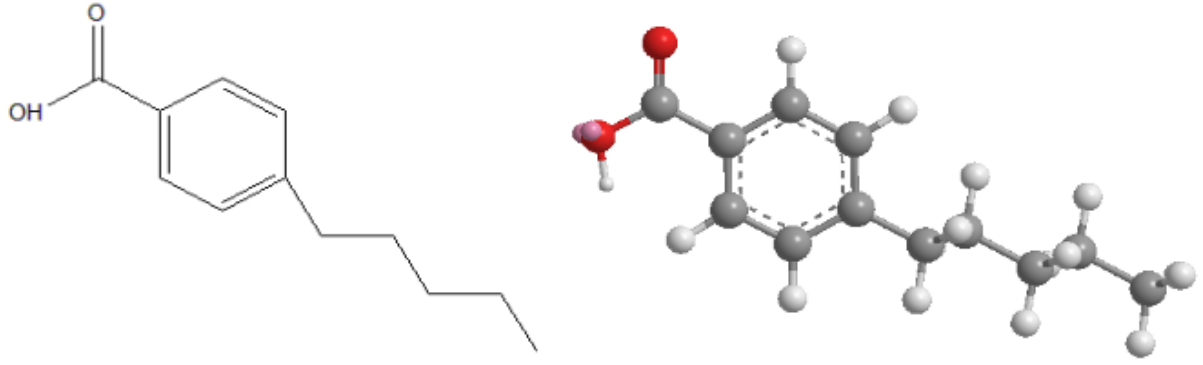
Bu tez çalışmasında 6 sıvı kristal , 3 çözücü ve 3 nanoparçacık ile çalışılmıştır. Bu sıvı kristaller 4-Etoksibenzoik Asit (4EOBA), 4-Pentilbenzoik Asit (4PentBA), 4-Pentilfenil 4-Metoksibenzoat (4PP4MetoxB), 4-Pentilfenil 4-Metilbenzoat (4PP4MetB), 4-Pentilfenil 4-(Oktiloksi)benzoat (4PPOctoxB) ve son sıvı kristal 4-Pentilfenil 4-pentilbenzoat (4PP4PentB). Kullanılan çözücüler ise Dimetil sülfoksit (DMSO), Metanol ve Toluen çözücüsüdür. Kullanılan nanoparçacıklar da çinko sülfür (ZnS), kadminyum selenyum (CdSe) ve kadminyum sülfür (CdS) olarak 3 nano parçacık sentezlenmiş, floresans ve absorbans spektrumlarını hesaplandıktan sonra tezdeki çalışmalar yapılmıştır. Floresans spktrumları Perkin Elmer LS-55 Floresans Spektrofotometre cihazı kullanılarak, absorbans spektrumları ise Perkin Elmer Lambda-35 UV-vis spektrofotometre cihazı kullanılarak alınmıştır.

Bu çalışmada kullanılan nanoparçacıklar için üç farklı çözücü içinde 25 ml hacimli çözeltiler hazırlanmıştır. ZnS kuantum parçacıkları için kullanılan Toluen, Methanol ve DMSO çözücülerinde sırasıyla 0,0003 gr., 0,0004 gr., 0,0005 gr. ZnS nanoparçacıkları kullanılmıştır. CdSe nanoparçacığı içinde Methanol ve Toluen çözücülerini için 0,0005 gr., DMSO için ise 0,0003 gr., CdSe kullanılmıştır. CdS nanoparçacığı içinde Methanol ve DMSO çözücülerini için 0,0006 gr., Toluen çözücüsü için ise 0,0005 gr. CdS kullanılmıştır. Kullanılan sıvı kristaller 25 ml içindeki üç farklı çözücü içinde yaklaşık 10^{-5} molariteye sahiptirler. Aynı çözücülerin kullanıldığı nanoparçacıklı çözeltiler ile sıvı kristalli çözeltileri 1:9 ml oranında karıştırılarak son çözeltiler elde edilmiştir.

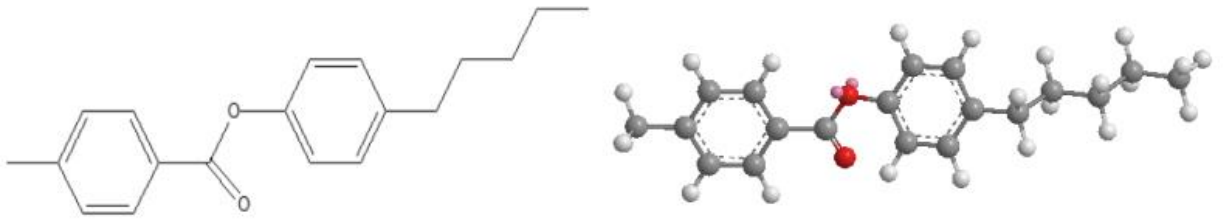
2.5. Kullanılan Çözücüler ve Sıvı Kristaller



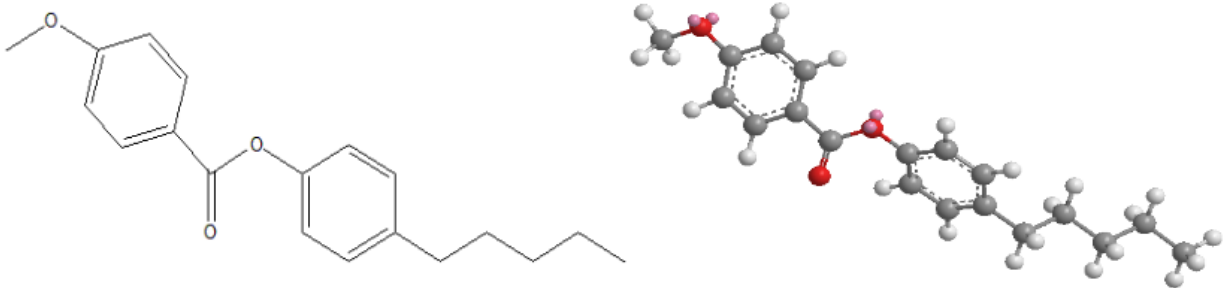
Şekil 2.9. 4-Etoksibenzoik asit (4EOBA) sıvı kristali



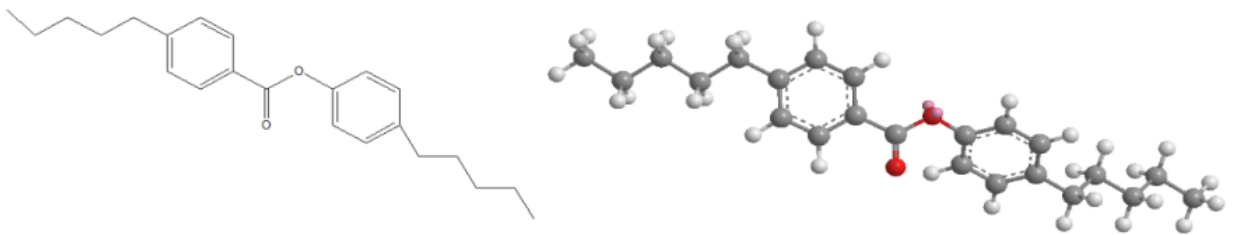
Şekil 2.10. 4-Pentilbenzoik asit (4PentBA) sıvı kristali



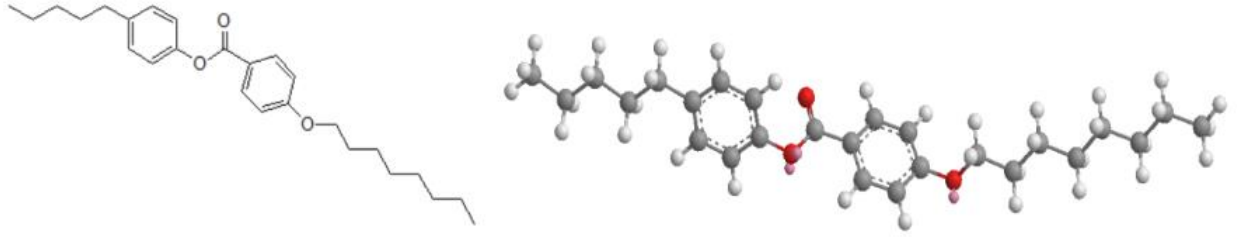
Şekil 2.11. 4-Pentilfenil 4-Metilbenzoat (4PP4MetB) sıvı kristali



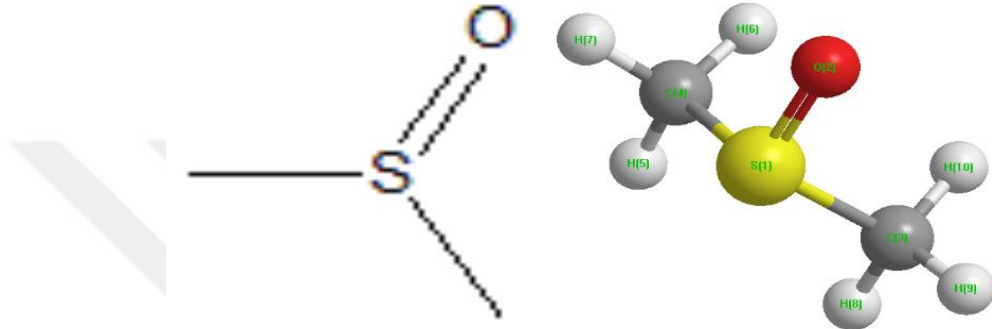
Şekil 2.12. 4-Pentilfenil 4-metoksibenzoat (4PP4MetoxB) sıvı kristali



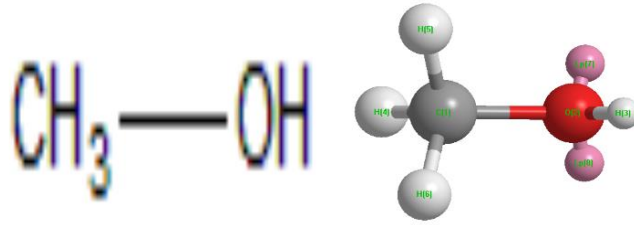
Şekil 2.13. 4-Pentilfenil 4-pentilbenzoat (4PP4PentB) sıvı kristali



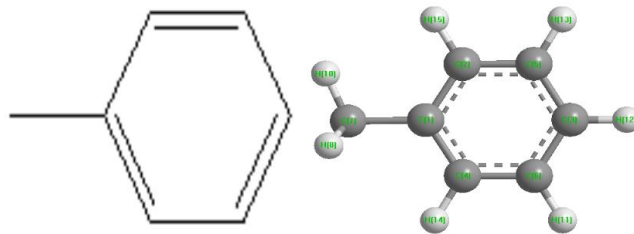
Şekil 2.14. 4-Pentilfenil 4-(oktiloksi)benzoat (4PP4OctoxB) sıvı kristali



Şekil 2.15. Dimetil sülfoksit çözücüsü



Şekil 2.16. Metanol çözücüsü



Şekil 2.17. Toluen çözücüsü

Çizelge 2.1 Çözücülerin bazı fiziksel özellikleri

	Metanol	DMSO	Toluen
Dielektrik katsayısı (ϵ)	32,66	46,45	2,38
Dipol moment (D), (Debye)	1,69	3,96	0,36
Kırılma indisi (n_D)	1,33	1,47	1,49
Molekül ağırlığı (gr/mol)	32,04	78,18	92,14
Yoğunluk (gr/ml)	0,792	1,1004	0,87

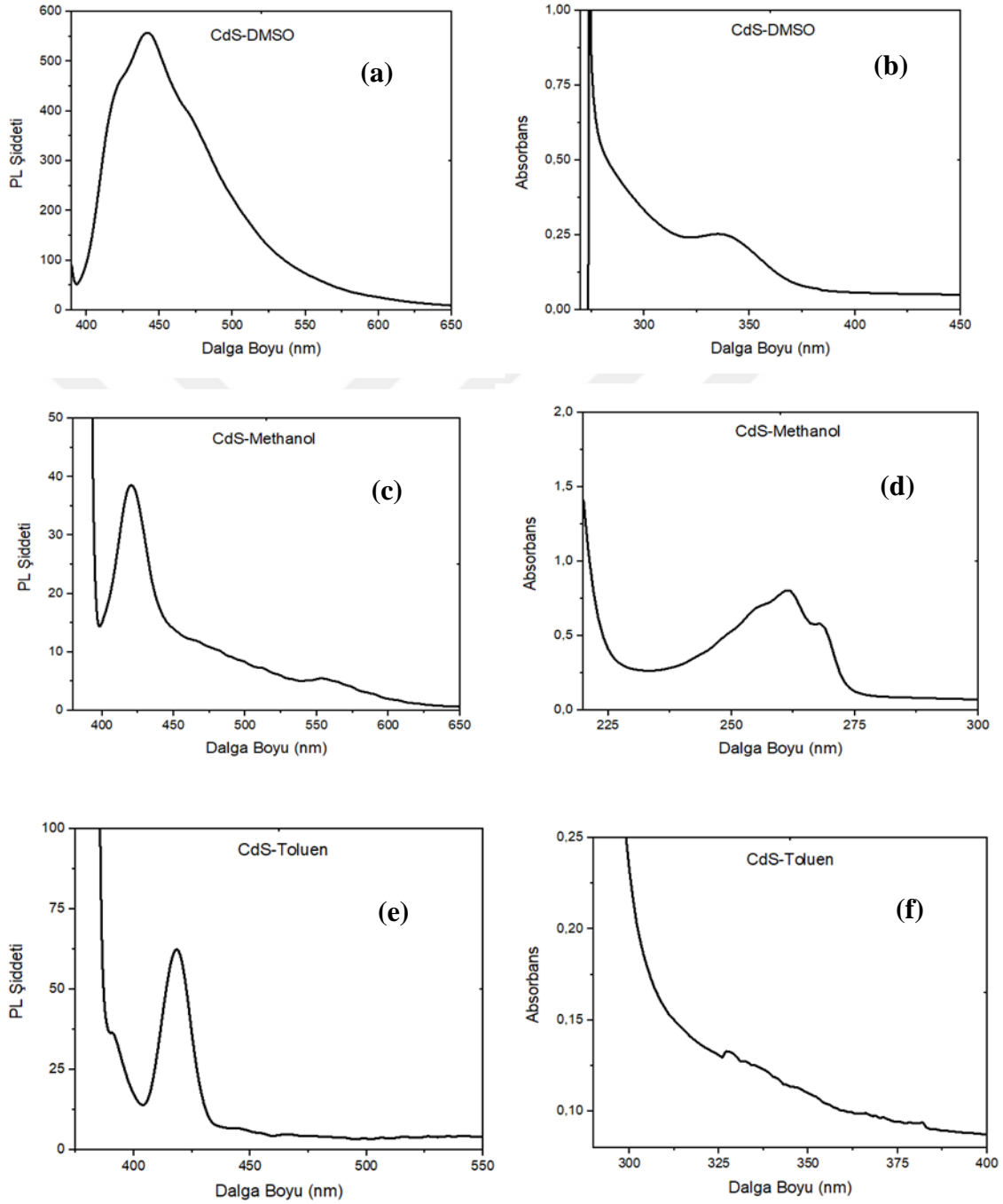
Aromatik hidrokarbon grubuna giren Toluen suda çözünmez ve bir fenil grubuna bağlı metandan oluşmaktadır. Bu nedenden dolayı IUPAC sistematik adı metil benzendir [39].

Metanol polar protik olan bu çözücü en basit yapılı alkol olup suyla tamamen karışan, renksiz uçucu bir sıvıdır. Geçmişte odunun damıtılmasıyla elde edildiği için odun alkolü olarak da bilinmektedir. Karbonmonoksit ve hidrojenin yüksek basınç altında yüksek sıcaklıklara maruz bırakılarak günümüzde Metanol üretilebilmektedir [40].

Dimetil sülfoksit (DMSO) polar aprotik çözücü olup organokükürt bir bileşiktir. Renksiz, sıvı halde olan bu çözücü önemli bir polar çözücüdür. Kraft hamurundan elde edilir ve Dimetil sülfitin yan ürünlerinden biridir, Dimetil sülfitin azot dioksit yada oksijen ile oksidasyonu sonucu DMSO oluşur [41].

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Kullanılan Nano Parçacıklar ve Optik Özellikleri



Şekil 3.1. CdS nanoparçacığının farklı çözücülerde oda sıcaklığında emisyon ve absorbanans spektrumları, CdS-DMSO emisyon spektrumu (a), CdS-DMSO absorbanans spektrumu (b), CdS-methanol emisyon spektrumu (c), CdS-Methanol absorbanans spektrumu (d), CdS-Toluen emisyon spektrumu (e), CdS-Toluen absorbanans spektrumu (f)

Yapılan daha önceki çalışmalarda rapor edilen 60 dakika ısıtılıp sentezlenen CdS nano parçacıkları DMSO çözeltisinde alınan absorpsiyon spektrumları 327 nm’de keskin bir pik ile 346 nm’de omuz piki çıktığı daha önceki çalışmalarda rapor edilmişken [42], bizim çalışmamızda oda sıcaklığında DMSO’da 335 nm pik elde edilmiştir. Aynı çalışmada CdS DMSO çözücü ortamında emisyon spektrumu 345 eksitasyon piki ve 60 dakika ısıtılması ile 388 ve 412 nm’de iki farklı pik gözlenmişken, bizim çalışmamızda oda sıcaklığında 420, 440, 470 nm’de pik gözlenmiş olup maksimum pik 440 nm’de gözlenmiştir.

Methanol içerisinde çözölen CdS nano parçacığının absorpsans ve emisyon Şekil 3.1’de görüldüğü gibi 255, 261 ve 268 nm’de olan absorpsans spektrumları gözlenirken, 420 ve 554 nm’de PL spektrumları gözlenmiştir. CdS nanoparçacığın daha önce yapılan çalışmasında [43] CdS’nin Toluen içindeki absorpsansı yaklaşık 403,7 nm olarak bulunurken PL spektrumunda ise Toluenin 411 nm civarında olduğu rapor edilmiş olup CdS nanoparçacıkları ise 576 nm civarında bulunduğu bildirilmiştir.

Çizelge 3.1. CdS nanoparçacığının floresans ve absorpsans spektrum verileri

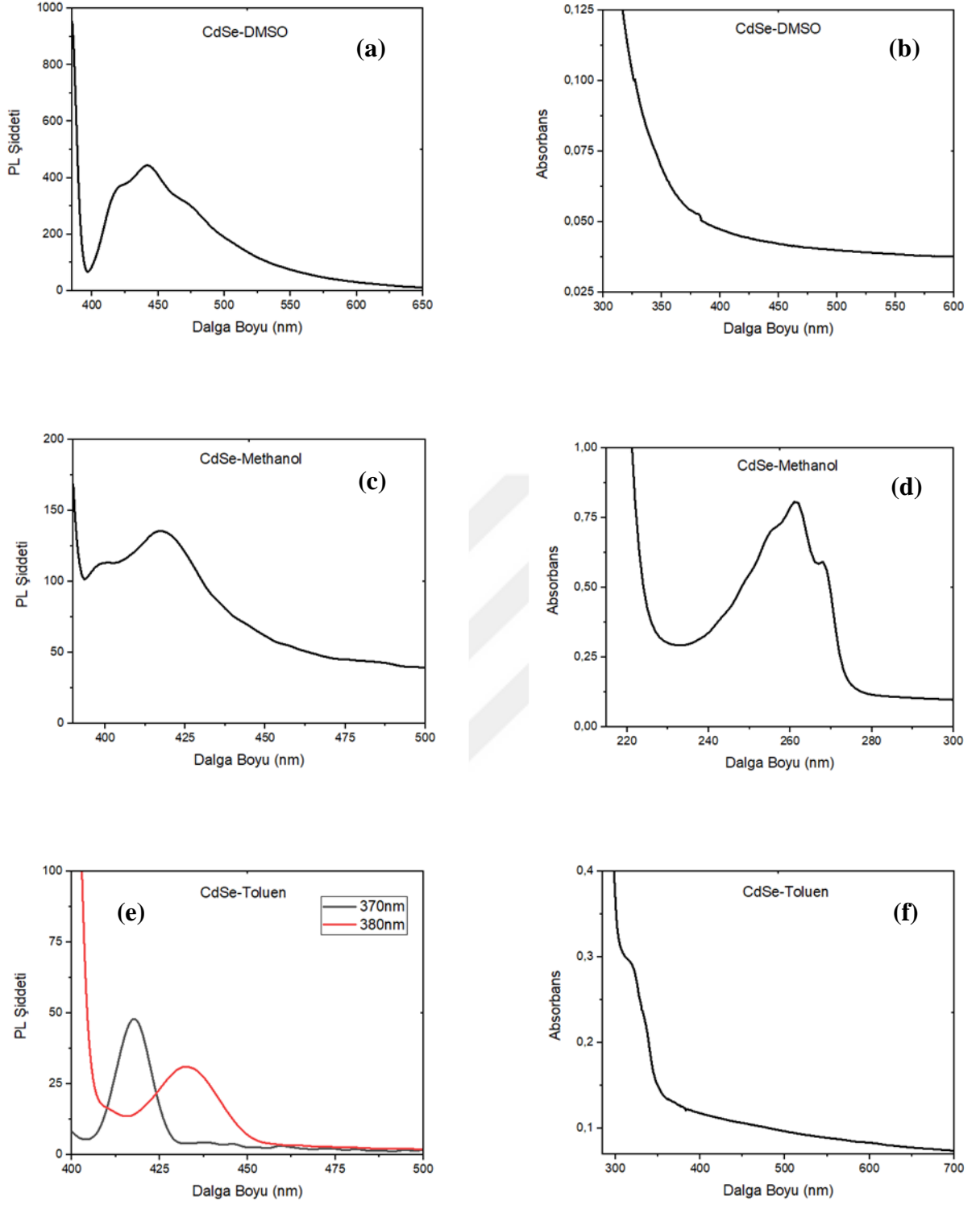
Çözücü (Eksitasyon Dalga Boyu)	Floresans Dalga Boyu (nm)	Absorpsans Dalga Boyu (nm)
DMSO-370 (nm)	420-440-470	335
Methanol-370 (nm)	420-554	255-261-268
Toluen-370 (nm)	391-420	327

UV-vis spektrum genellikle nano kristallerin boyutuna bağlı olarak ve absorpsiyon maksimum dalga boyu parçacık boyutuyla azalır [44]. CdS nanoparçacıklarının boyut ve şekillerinden dolayı eşsiz özellikleri vardır. En popüler olarak kullanıldığı alanlar biyosensör, biyogörüntüleme, nano tıp, moleküler patoloji, antimikrobiyal aktiviteler, fotovoltaiik hücreler, yarıiletkenler ve ilaç taşınımı gibi alanlarda yaygın olarak kullanılır. CdS nanoparçacıklarının UV-vis spektrumlarında 420-440 nm’de güçlü bir absorpsans bandı olduğu literatürde rapor edilmiştir. Yığın hegzagonal yapıdaki CdS için 512 nm (2,42 eV) absorpsiyon sınırındır [45].

Nanoparçacıkların, sıvı kristallerin ve nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin maksimum dalga boylarından (λ) yola çıkarak bant aralıklarının enerjilerini (E_{bg})

$$E_{bg} = \frac{1240}{\lambda} \text{ (eV)} \quad (3.1)$$

ile bulunabilir [46].



Şekil 3.2. CdSe nanoparçacığının farklı çözücülerde oda sıcaklığında emisyon ve absorbanans spektrumları, CdSe-DMSO emisyon spektrumu **(a)**, CdSe-DMSO absorbanans spektrumu **(b)**, CdSe-methanol emisyon spektrumu **(c)**, CdSe-Methanol absorbanans spektrumu **(d)**, CdSe-Toluen emisyon spektrumu **(e)**, CdSe-Toluen absorbanans spektrumu **(f)**

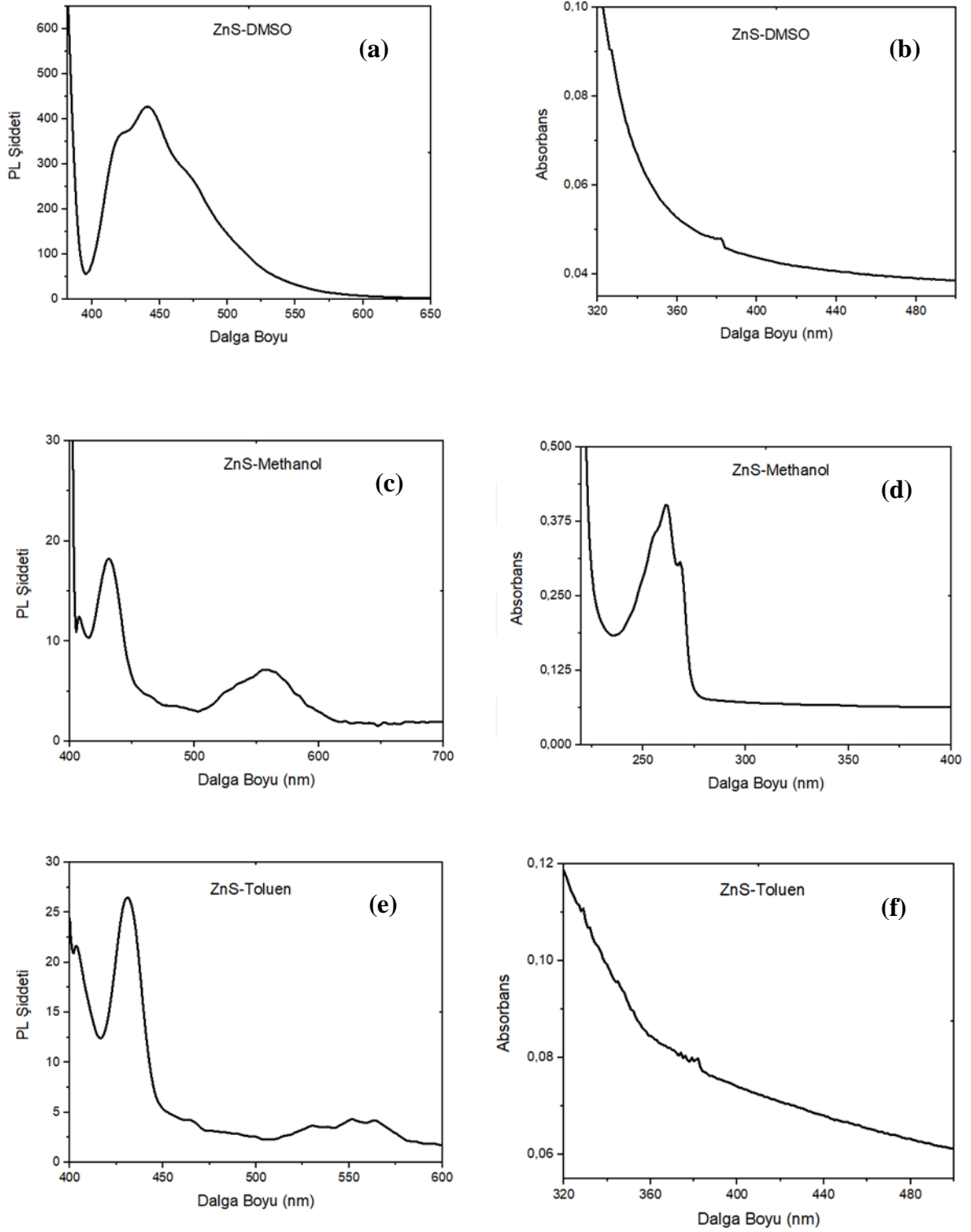
Çizelge 3.2. CdSe nano parçacığının floresans ve absorbans spektrum verileri

Çözücü (Eksitasyon Dalga Boyu)	Floresans Dalga Boyu (nm)	Absorbans Dalga Boyu (nm)
DMSO (370 nm)	420-441-470	381
Methanol (370 nm)	400-417	256-261-268
Toluen (370 nm)	417	318-336
Toluen (380 nm)	432	

CdSe nanoparçacığı DMSO, Metanol, Toluen çözücüsü içerisinde elektronik absorbans spektrumları Şekil 3.2’de görülmektedir. Bu ölçümlerle ilgili veriler Çizelge 3.2 verilmiştir.

Yarı iletken CdSe nanoparçacıkları yaygın olarak çalışıldı. Çok küçük boyutlu CdSe nanoparçacıkların absorbsiyon spektrumunda 402 nm’den 417 nm’ye kadar boyuta bağlı olarak kayma göstermiştir [47]. Bizim çalışmamızda ise 256-382 nm arasında gözlenen absorbans bandına sahiptir.

CdSe için daha önce yapılan çalışmalarda 360 nm ve 385 nm’de eksitonik pikler UV-Vis absorbsiyon spektrumunda gözlemlendi. Bu tezde ise DMSO’da 382 nm’de absorbsiyon bandı gözlemlenmiştir. 385 nm absorbans bandına sahip olan CdSe için 5,4 nm büyüklüğünde sahip olunan eksitonun Bohr yarıçapından daha küçük olduğu bilinmektedir [48]. Böylece bu çalışmada kullanılan CdSe nanoparçacığının 5 nm civarında olduğunu söyleyebiliriz. Ashtoputre [49] ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada eksitasyon piki 362 nm olduğunda 435 nm güçlü bir pik ve 414 nm’de zayıf bir pik gözlemlenmişken, eksitasyon piki 371 nm iken 581 nm’de geniş bir pik ve 437 nm’de farklı bir pik gözlemlenmiştir. Bu tez çalışmasında ise 370 nm’de eksitasyon dalga boyunda DMSO çözücü içerisinde 420, 441 ve 470 nm’de geniş bir band varken Metanol çözücü içerisinde 400 ve 417 nm’de pik gözlemlenmiştir. Toluen çözücü içerisinde ise hem 370 nm hemde 380 nm eksitasyon değerinde 417 ve 418 nm değerinde floresans bandı vardır.



Şekil 3.3. ZnS nanoparçacığının farklı çözücülerde oda sıcaklığında emisyon ve absorbanans spektrumları, ZnS-DMSO emisyon spektrumu (a), ZnS-DMSO absorbanans spektrumu (b), ZnS-methanol emisyon spektrumu (c), ZnS-Methanol absorbanans spektrumu (d), ZnS-Toluen emisyon spektrumu (e), ZnS-Toluen absorbanans spektrumu (f),

Çizelge 3.3. Zns nanoparçacığının floresans ve absorbands spektrum verileri

Çözücü (Eksitasyon Dalga Boyu)	Floresans Dalga Boyu (nm)	Absorbans Dalga Boyu (nm)
DMSO-370 (nm)	422-440-468	382
Methanol-380 (nm)	431-557	256-261-267
Toluen-380 (nm)	403-431-464-530 551-564	382

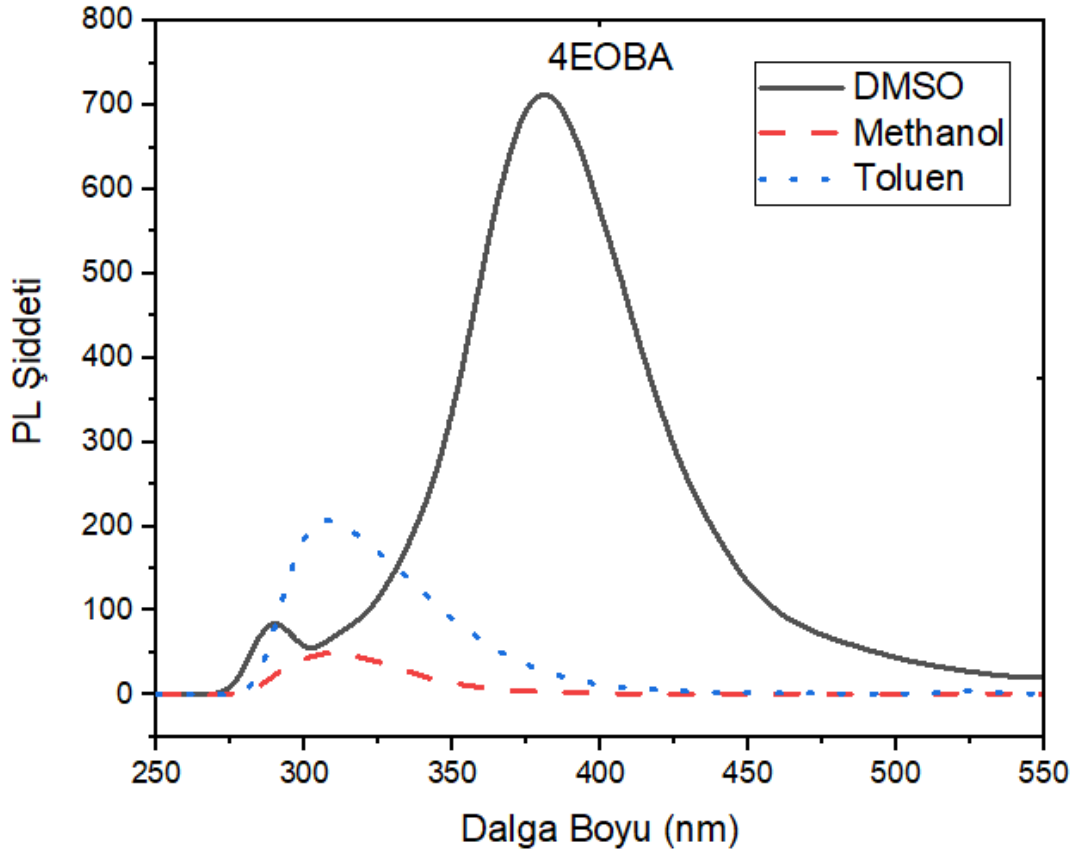
Şekil 3.3’de ZnS nanoparçacıklarının Toluen, DMSO, Metanol’deki absorbands ve floresans spektrumları verilirken Çizelge 3.3’de ise bu spektrumlara ait datalar verilmiştir.

ZnS nano parçacıkların 220-350 nm arasında iyi bir absorpsiyon verir [50]. Genellikle ZnS 300 nm civarında absorbands verirken bulk yani yığın yapıdaki ZnS 345 nm sınırına kadar absorbands verirken maviye kayma meydana gelir. Çizelge 2.4’de görüldüğü gibi bizim çalışmamızda ZnS için absorbands spektrumu DMSO da 382 nm’de, metanolde ise 256, 261, 267 nm’de geniş bir band gözlenmiştir. Toluen’de ise 382 nm’de absorbands spektrumu gözlendi.

Yarı iletken nano parçacıkların çözücüye bağlı olarak gözlenen absorbands ve floresans bandlarındaki değişimin sebebi, çözücü polaritesi ile NP’lerin yarıiletken bandında değişime sebep olabileceğindedir.

Çok küçük nm’deki yarıçap uzunlukları yarıiletken nano parçacıkların elektronik yapısındaki üç boyut kuantum boyut etkisi gösterir. Band aralığı absorbsiyon enerjisi üzerine kuantum boyut etkisi UV-Vis absorbands spektroskopisi ile ölçülebilir.

3.2. 4-Etoksibenzoik Asit Sıvı Kristalin Floresans Ölçümleri

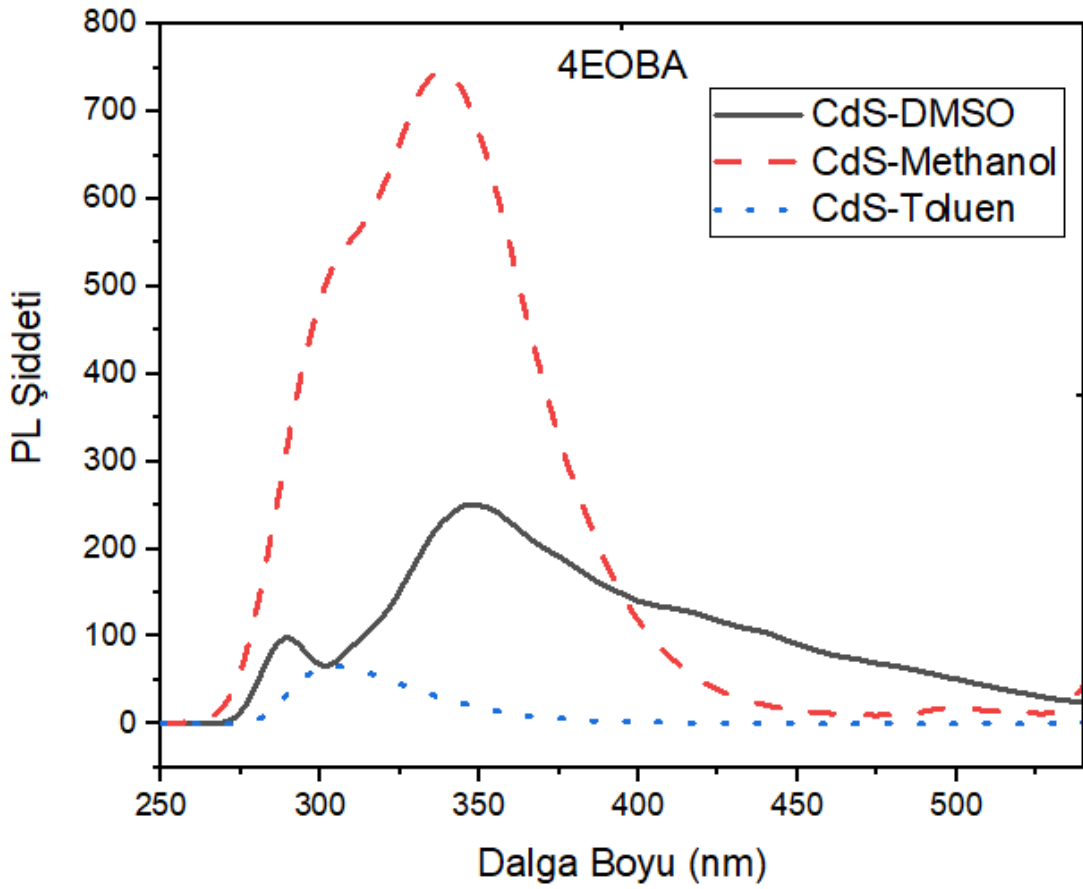


Şekil 3.4. 4EOBA'lı çözeltilerin emisyon spektrumu

Çizelge 3.4. 4EOBA'lı çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları

	DMSO	Metanol	Toluen
4EOBA	380	310	307-524

Şekil 3.4'de 4EOBA sıvı kristalinin polar olmayan bir çözücü olan Toluen, polar protik çözücü olan Methanol ve polar aprotik çözücü olan DMSO içerisindeki floresans spektrumları verilmiştir. Eksitasyon bandı 260 nm ile 280 nm arasında değişen bandlar kullanılmıştır. Benzoik asit yapısı barındırdığı için çözücüler ile etkileşime girerek, dalga boylarında değişim olmuştur. Dielektrik sabitlerine baktığımızda $\epsilon_{\text{DMSO}} > \epsilon_{\text{Metanol}} > \epsilon_{\text{Toluen}}$ olarak sıralanırken $380 < 310 < 307$ nm dalga boyları polarite ile birlikte arttığı gözlenmiş, batokromik bir etki gözlenmiştir. Bu durumda söyleyebiliriz ki valans orbitali ile geçiş orbitali arasındaki geçiş enerjisiyle polarite azalır. Elektronik geçiş enerjisi düşerken, moleküler orbitaller çözücü polaritesiyle etkileşerek polarize olduğunu söyleyebiliriz.



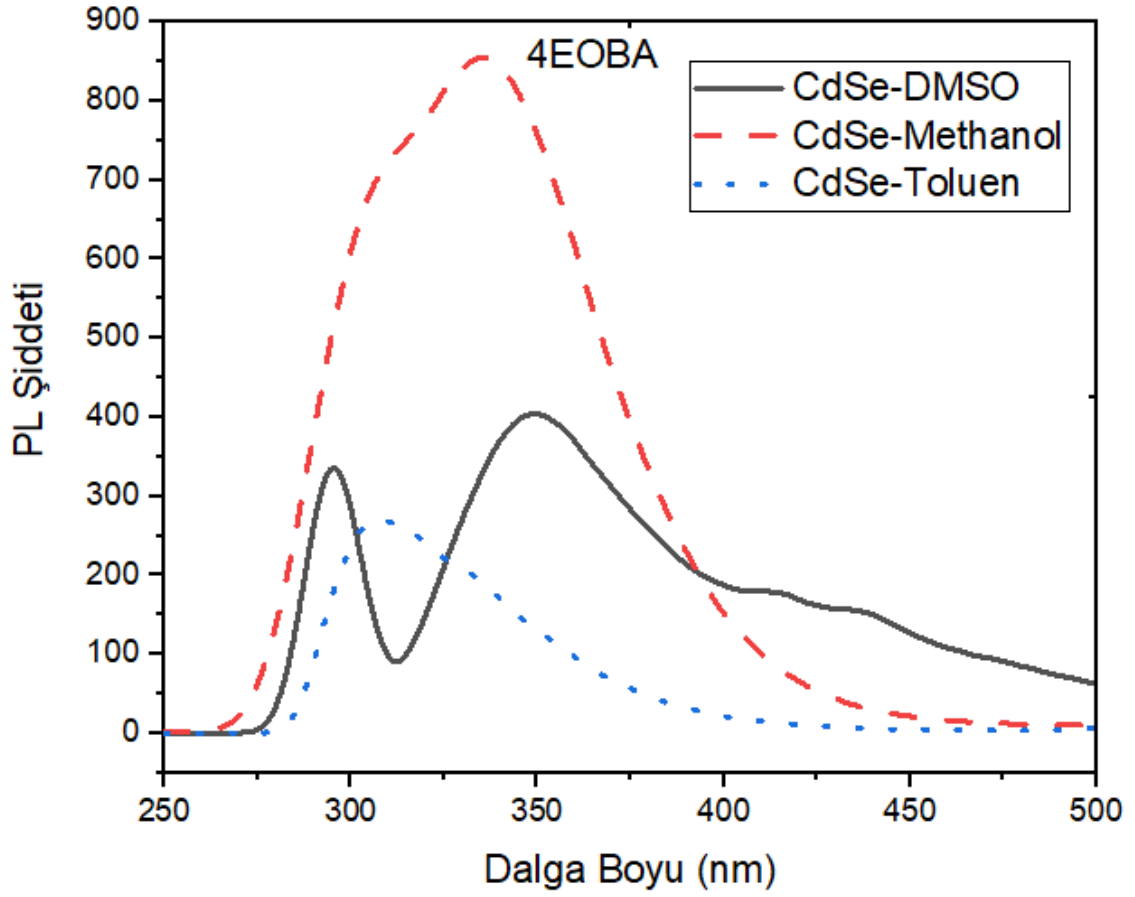
Şekil 3.5. 4EOBA-CdS’li çözeltilerin emisyon spektrumu

Çizelge 3.5. 4EOBA-CdS’li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları

	DMSO	Metanol	Toluen
4EOBA-CdS	347-410	311-338	304

4EOBA-CdS ile DMSO ve Methanol çözücülerinin kullanıldığı çözeltilerde iki farklı dalga boyunda emisyon görülürken Toluen çözücüsünün kullanıldığı çözeltilerde tek dalga boyunda emisyon görülmüştür.

Şekil 3.5 4EOBA sıvı kristalinin DMSO, Metanol ve Toluen içinde CdS ile katkılanmış floresans spektrumu görülmektedir. Çizelge 3.5 de ise maksimum band dalga boyları verilmiştir. Bu ölçümlerde eksitasyon pikleri 270 nm’dir. CdS yarı iletken nanoparçacık katkılı 4EOBA yapılı sıvı kristal bileşenleri ile katkılanmış floresans spektrumlarına göre DMSO çözücü içerisinde 347 ve 410 nm değerinde, Metanol çözücüsü içerisinde ise 311 ve 338 nm değerinde son olarak Toluende ise 304 nm değerinde pikler gözlenmiştir.

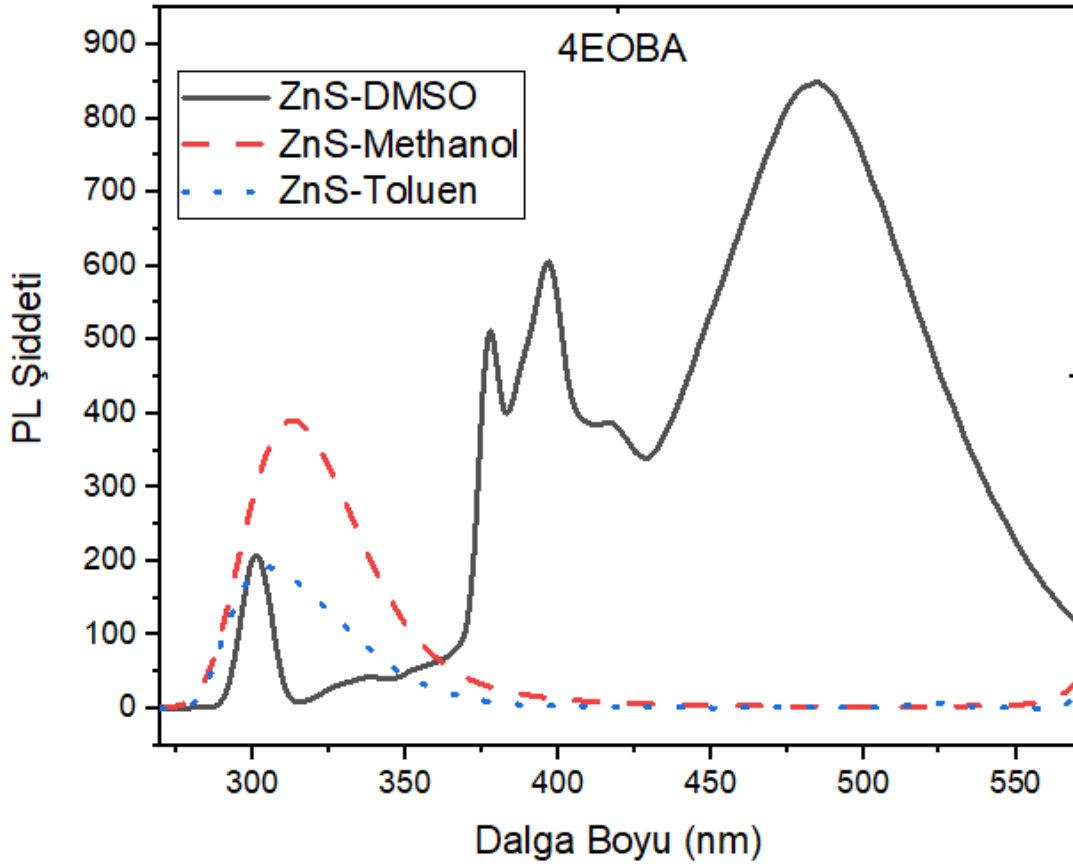


Şekil 3.6. 4EOBA-CdSe’li çözeltilerin emisyon spektrumu

Çizelge 3.6. 4EOBA-CdSe’li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları

	DMSO	Metanol	Toluen
4EOBA-CdSe	349-410-434	310-335	307

4EOBA-CdSe-DMSO çözeltisinde 290 nm’de görülen eksitasyon piki olup, buradan sonra geniş bir dalga boyunda 349, 410 ve 434 nm’de üç farklı pik gözlenmiştir. 4EOBA-CdSe-Metanol çözeltisinde ise şiddetli bir emisyon 335 nm’de görülüp, 310 nm’de ise bir omuz piki gözlenmiştir. 4EOBA-CdSe-Toluen çözeltisinde ise tek bir dalga boyunda 307 nm’de emisyon görülmektedir.



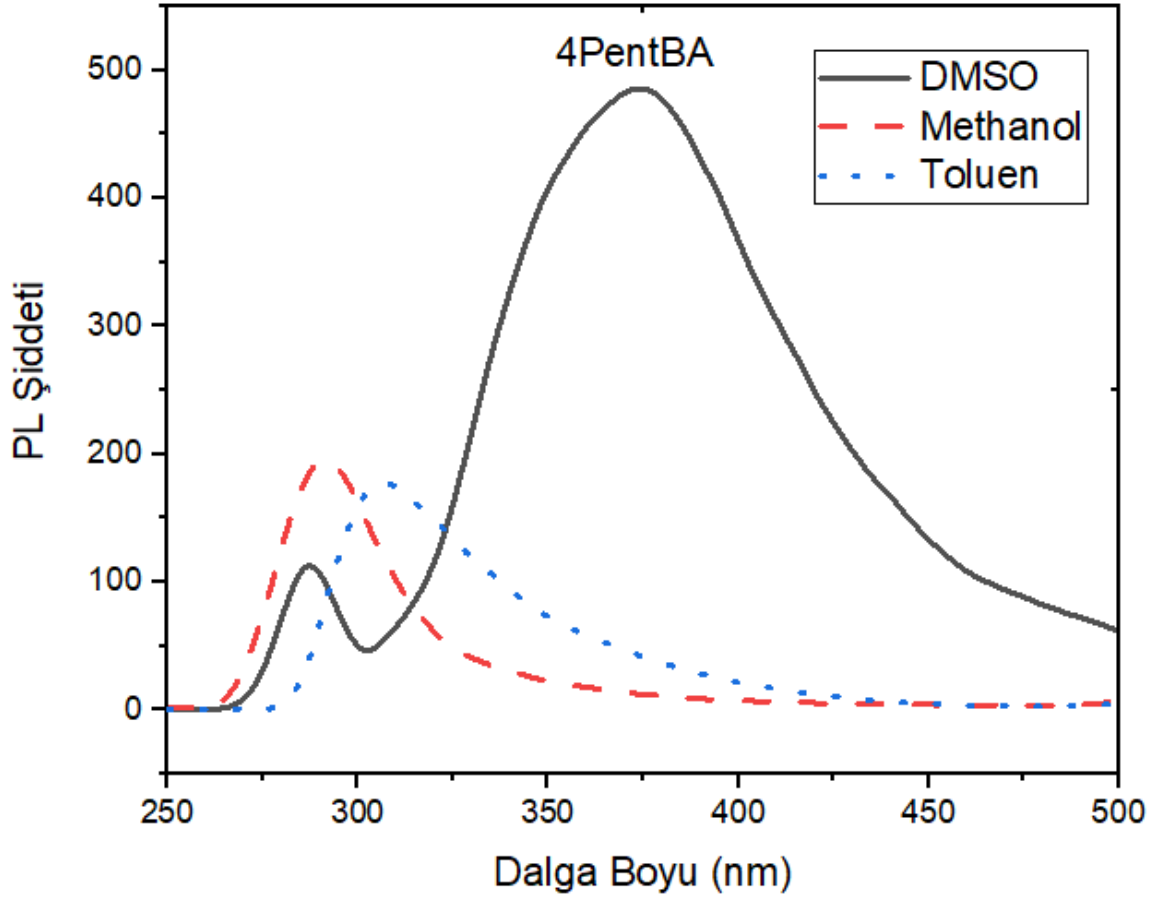
Şekil 3.7. 4EOBA-ZnS’li çözeltilerin emisyon spektrumu

Çizelge 3.7. 4EOBA-ZnS’li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları

	DMSO	Metanol	Toluen
4EOBA-ZnS	337-377-397-414-485	312	305-523

4EOBA-ZnS-Metanol çözeltilinde tek dalga boyunda emisyon, 4EOBA-ZnS-Toluen çözeltilinde iki farklı dalga boyunda emisyon, 4EOBA-ZnS-DMSO çözeltilinde ise beş farklı dalga boyunda emisyon ortaya çıkmıştır. 4EOBA-ZnS-DMSO çözeltilinde 300 nm’de görülen eksitasyon piki olup, 337 nm’den 485 nm’ye kadar çeşitli dalga boylarında emisyon gözlenirken, 4EOBA-ZnS-Metanol çözeltilinde 312 nm’de tek dalga boyunda emisyon gözlenmiştir. 4EOBA-ZnS-Toluen çözeltilinde ise 523 nm’de düşük bir emisyon şiddeti, 305 nm’de ise daha yüksek şiddetli bir emisyon görülmüştür.

3.3. 4-Pentilbenzoik Asit Sıvı Kristalin Floresans Ölçümleri



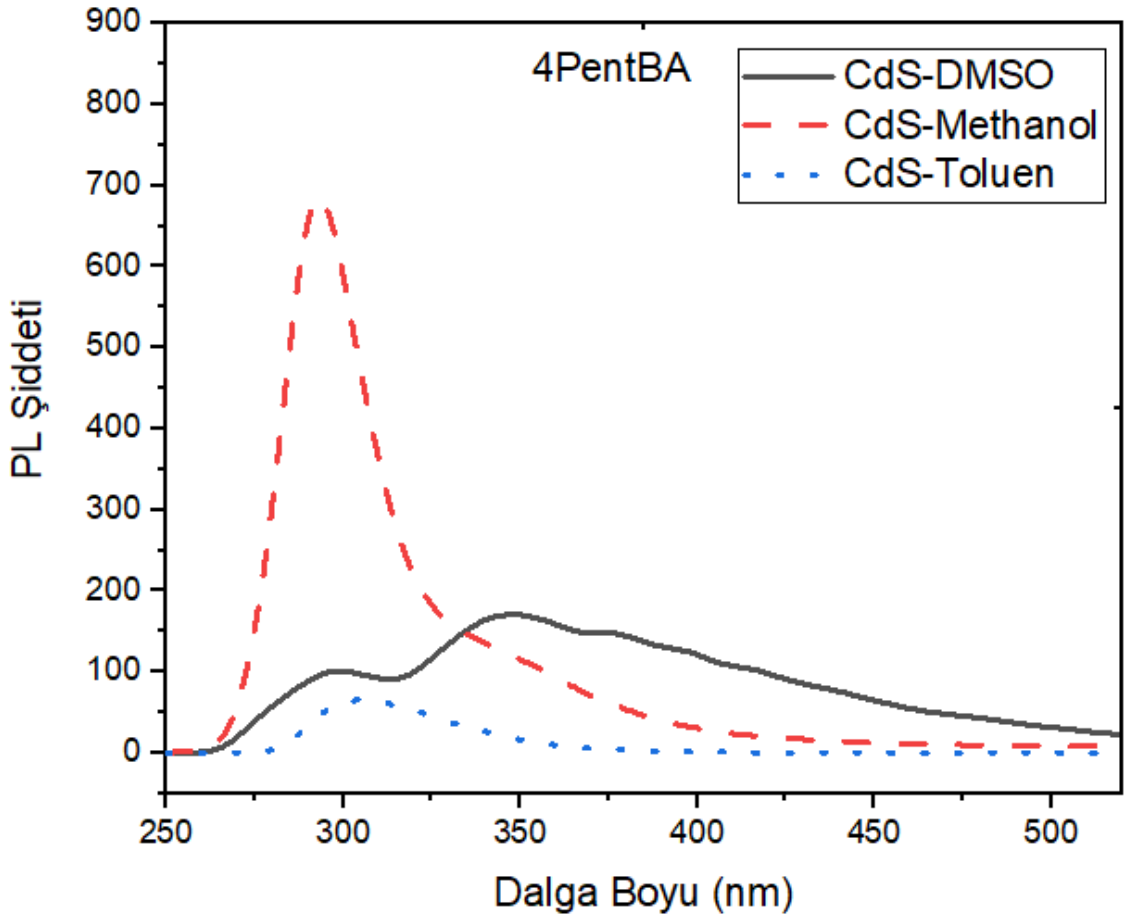
Şekil 3.8. 4PentBA'lı çözeltilerin emisyon spektrumu

Çizelge 3.8. 4PentBA'lı çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları

	DMSO	Metanol	Toluen
4PentBA	374	291-515	307

4PentBA ile çözücülerin kullanıldığı çözeltilerde DMSO ve Methanol çözücülerinde geniş bir aralıkta sırasıyla üç ve dört farklı dalga boyunda emisyon görülmüştür. Toluenli çözeltide ise tek dalga boyunda emisyon gözlemlenmiştir.

Şekil 3.8 ve Çizelge 3.8'de DMSO, Metanol ve Toluen çözücüsü içerisinde PL (floresans) spektrumları ve maksimum pik değerleri görülmektedir. DMSO çözücüsü içerisinde 374 nm, Metanol çözücüsü içerisinde ise 291 nm ve 515 nm dalga boyunda elektronik emisyon spektrumu gözlemlenmiştir. 4PentBA sıvı kristali için DMSO çözücüsü içerisinde 280 nm, Metanol ve Toluen için 250 nm eksitasyon bandı kullanılmıştır.



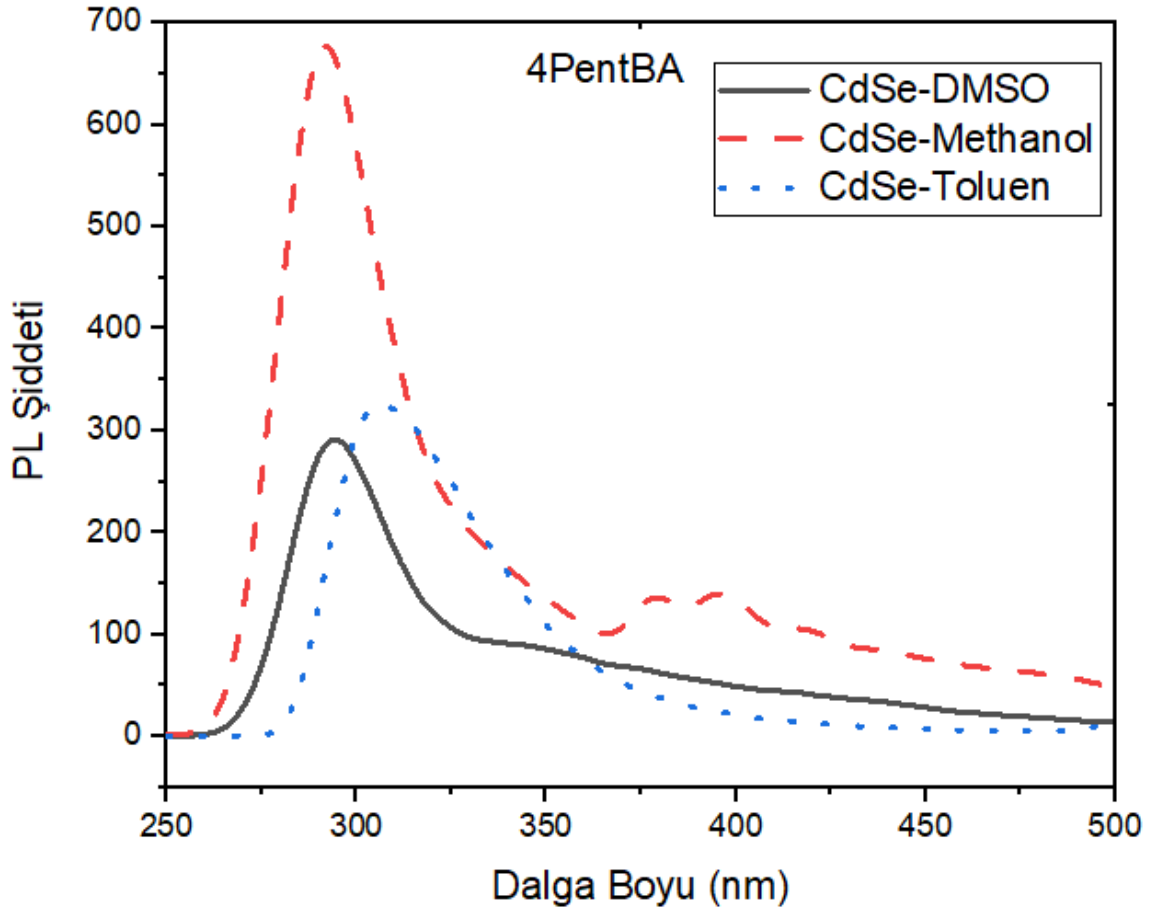
Şekil 3.9. 4PentBA-CdS'li çözeltilerin emisyon spektrumu

Çizelge 3.9. 4PentBA-CdS'li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları

	DMSO	Metanol	Toluen
4PentBA-CdS	298-348-376	292-345	305

4PentBA-CdS ile Toluen çözücüyle oluşturulan çözeltide tek dalga boyunda emisyon, Methanol ile oluşturulan çözeltide iki farklı dalga boyunda emisyon ve DMSO çözücüsünde üç farklı dalga boyunda emisyon ortaya çıkmıştır.

Şekil 3.9'de CdS nanoparçacığı ile katkılanmış 4PentBA sıvı kristalinden oluşan nano yapı malzemenin fotoluminesans spektrumları ve Çizelge 3.9'de ise 3 farklı çözücü ortamında ölçülmüştür. DMSO'da 270 nm'deki eksitasyon piki ile başlayıp 500 nm'lerde biten geniş bir spektrum gözlenmiştir. Şekil 3.9'dan da görüldüğü gibi CdS-Metanol'de maksimum foton şiddetine ulaşmıştır. Şekil 3.9'de elde edilen bandlar için 260 ile 270 nm eksitasyon pikleri kullanılmıştır.



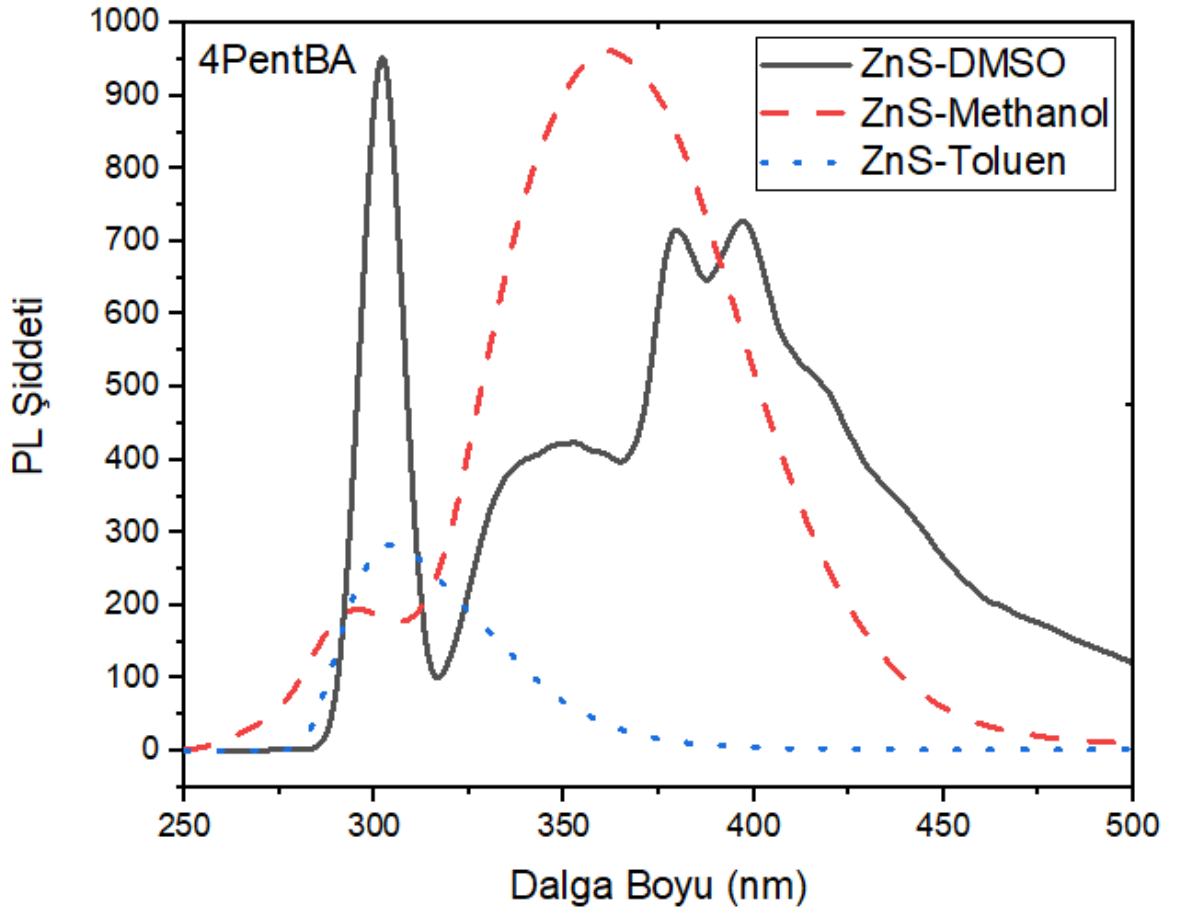
Şekil 3.10. 4PentBA-CdSe’li çözeltilerin emisyon spektrumu

Çizelge 3.10. 4PentBA-CdSe’li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları

	DMSO	Metanol	Toluen
4PentBA-CdSe	295-345	291-376-397-418	305

4PentBA-CdSe ile Toluen kullanılan çözeltide tek dalga boyunda emisyon, DMSO kullanılan çözeltide iki farklı dalga boyunda emisyon, Methanollü çözeltide ise dört farklı dalga boyunda emisyon olduğu anlaşılmıştır.

CdSe nanoparçacığı ile katılanmış, oda sıcaklığında mezomerik yapıda olan 4PentBA sıvı kristalinin DMSO, Metanol ve Toluendeki floresans bandına baktığımızda 291, 295 ve 305 nm (4,26-4,20 ve 4,06 eV) arası değişen ana bir band görülmektedir. Bu bandların yerlerinde kaymalar gözlenmiştir. Örneğin Metanolde 4,26 eV, DMSO’da ise 4,20 eV ve Toluende ise 4,06 eV’lik bir enerji geçişi vardır. H-bağı yapma kapasitesi büyük olan Metanolde en yüksek enerjili geçiş vardır. Bu da çözücü ve sıvı kristalin benzoik asit kısmından CdSe nanoparçacıkları arasında H-bağı etkileşimi olabileceğini gösterir. Kullanılan eksitasyon pikleri 250 ile 265 nm arasındadır.



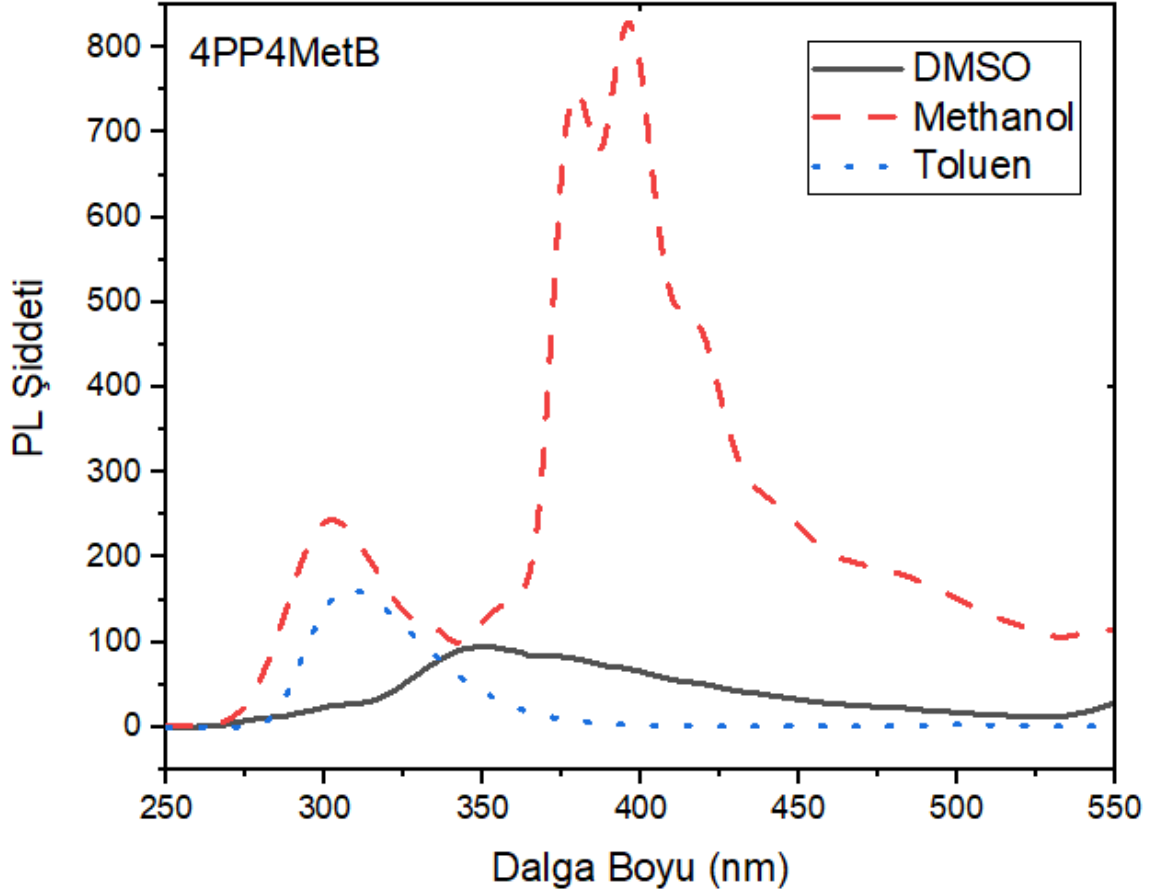
Şekil 3.11. 4PentBA-ZnS'li çözeltilerin emisyon spektrumu

Çizelge 3.11. 4PentBA-ZnS'li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları

	DMSO	Metanol	Toluen
4PentBA-ZnS	350-379-397-416-438	295-361	303

4PentBA-ZnS-DMSO çözeltisinde 300 nm'de görülen şiddetli bir eksitasyon piki olup, buradan sonra geniş bir pikte 350, 379, 397 nm'de keskin pikler, 416 ve 438 nm'lerde ise omuz pikleri görülmektedir. 4PentBA-ZnS-Metanol çözeltisini incelediğimizde ise iki farklı dalga boyunda biri 295 nm'de ve diğeri 361 nm'de ise şiddetli bir pik gözlenmektedir. 4PentBA-ZnS-Toluen çözeltisinde ise 303 nm'de tek bir emisyon görülmektedir.

3.4. 4-Pentilfenil 4-Metilbenzoat Sıvı Kristalin Floresans Ölçümleri



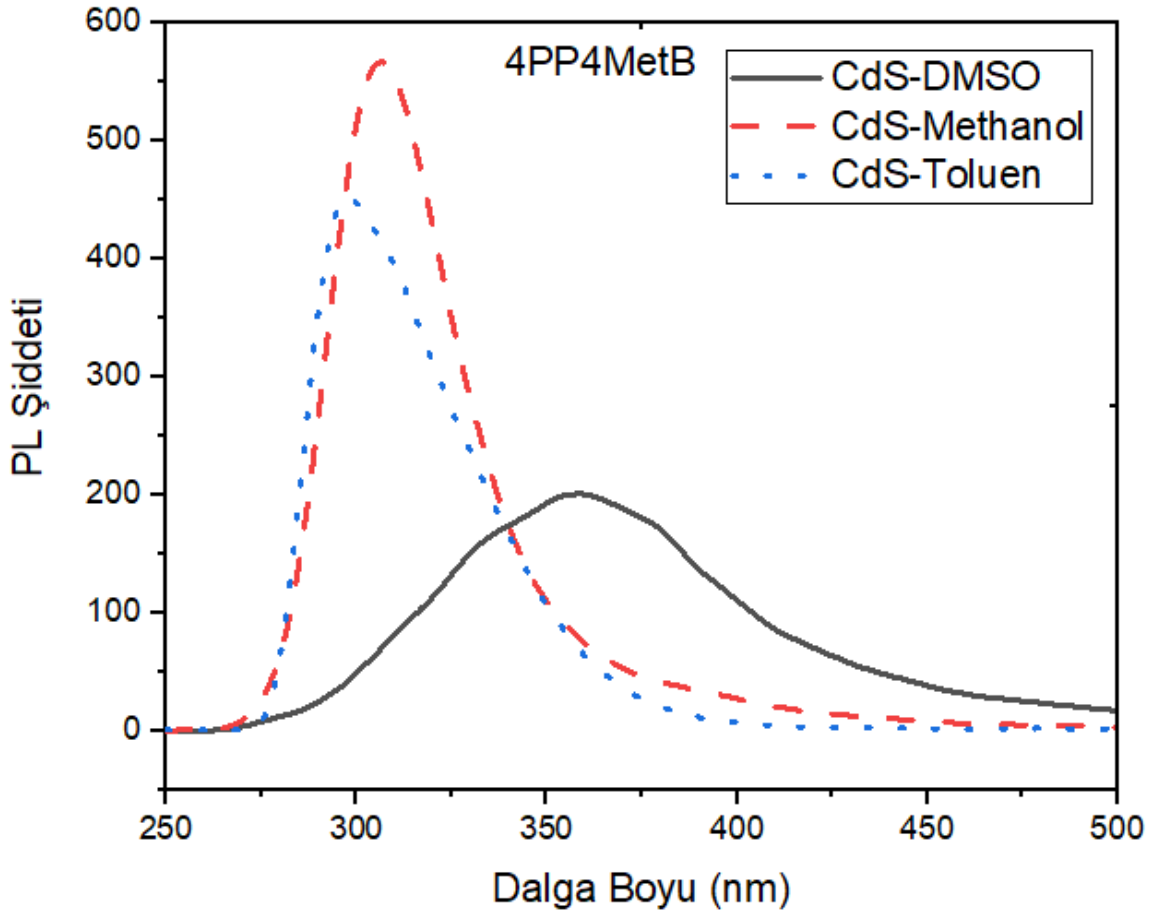
Şekil 3.12. 4PP4MetB’li çözeltilerin emisyon spektrumları

Çizelge 3.12. 4PP4MetB’li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları

	DMSO	Metanol	Toluen
4PP4MetB	350-372	302-358-379-397-415-480	308

4PP4MetB ile Toluen çözücüsünün oluşturduğu çözeltilerde tek dalga boyunda emisyon, DMSO çözücüsüyle oluşan çözeltilerde iki farklı dalga boyunda emisyon, Methanollü çözeltilerde ise altı farklı dalga boyunda emisyon gözlenmiştir.

Şekil 3.12 ve Çizelge 3.12’de DMSO, Metanol ve Toluen içerisinde 4PP4MetB sıvı kristalinin floresans spektrumu verilmiştir. Metanol çözücüsünde 300-480 nm’de arasında geniş bir band olup, 6 tane pik gözlenmiş ve 397 nm’de maksimum pik vardır. Toluende 308 nm’de DMSO da 350 ile 372 nm’de iki farklı pik vardır. Metanolde gözlenen 6 farklı pik çözücü ile nano yapıları materyallerin farklı tür etkileşimlerinden kaynaklanmıştır.

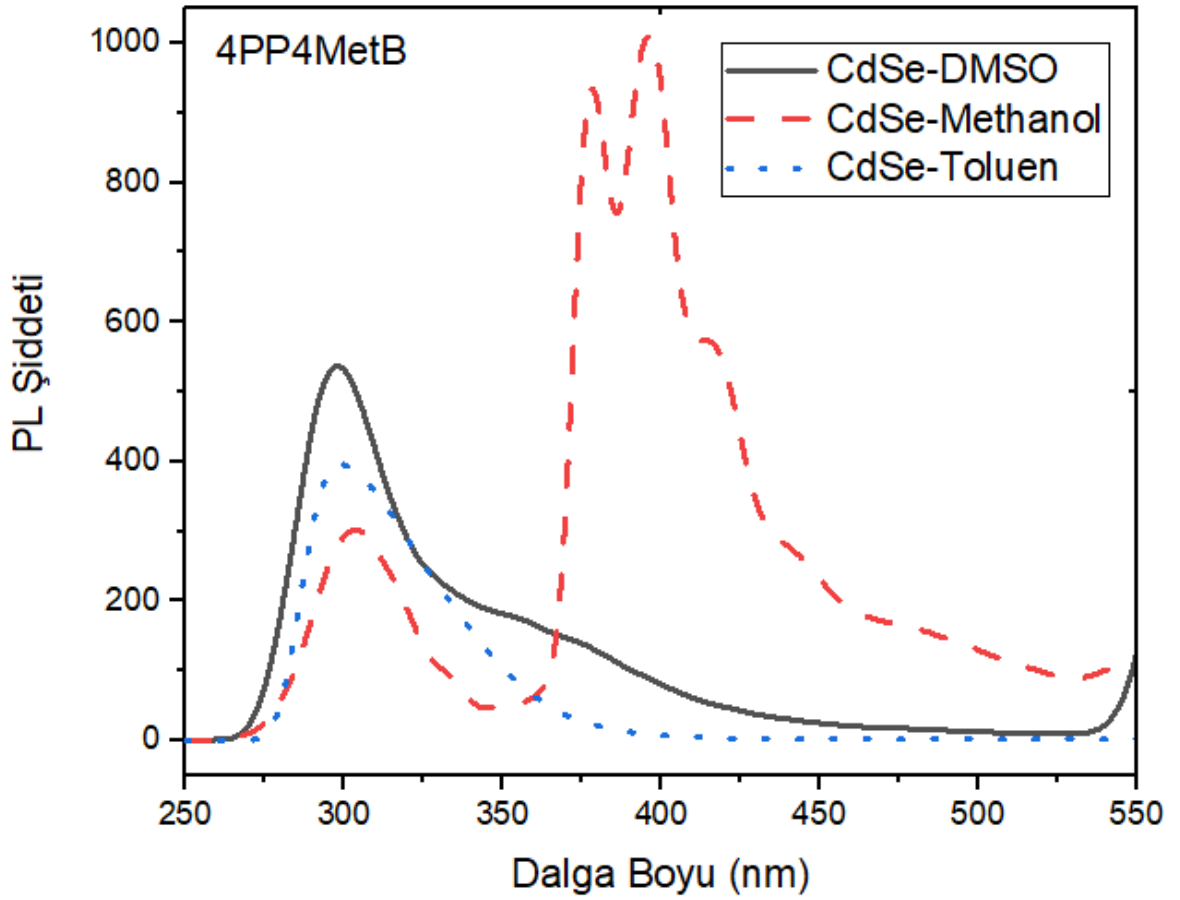


Şekil 3.13. 4PP4MetB-CdS’li çözeltilerin emisyon spektrumu

Çizelge 3.13. 4PP4MetB-CdS’li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları

	DMSO	Metanol	Toluen
4PP4MetB-CdS	357	306	298

4PP4MetB-CdS ile kullanılan üç farklı çözücüde farklı dalga boylarında tek emisyon gözlemlenmiştir. Şekilde 3.13’da ve Çizelge 3.13’da CdS DMSO, Metanol, Toluen içerisinde 4PP4MetB sıvı kristalinin floresans spektrumu verilmiştir. Bu spektrum alınırken 265-280 nm arasında uyarma piki kullanıldı. Bu bileşiği uyarmak için yaklaşık olarak 4,67 eV ile 4,42 eV enerji kullanılmıştır. Gözlenen floresans maksimum piklerine göre $\lambda_{\text{dmsO}} > \lambda_{\text{metanol}} > \lambda_{\text{toluen}}$ şeklinde gözlenmiştir. Dielektrik katsayıları sırasıyla büyükten küçüğe doğru $46,45 \epsilon_{\text{dmsO}} > 32,66 \epsilon_{\text{metanol}} > 2,38 \epsilon_{\text{toluen}}$ olarak sıralanır. hidrojen bağ akseptör parametresi $0,76 \beta_{\text{dmsO}} > 0,66 \beta_{\text{metanol}} > 0,11 \beta_{\text{toluen}}$ ise yine dalga boyu büyüklüğü ile doğru orantılı olarak sıralanmıştır. Böylece gözlenen dalga boyları arttıkça dielektrik sabiti ve hidrojen bağ yapma kapasitesi artmıştır. CdS nanoparçacığı ile bileşik etkileşimi olduğunu söyleyebiliriz.



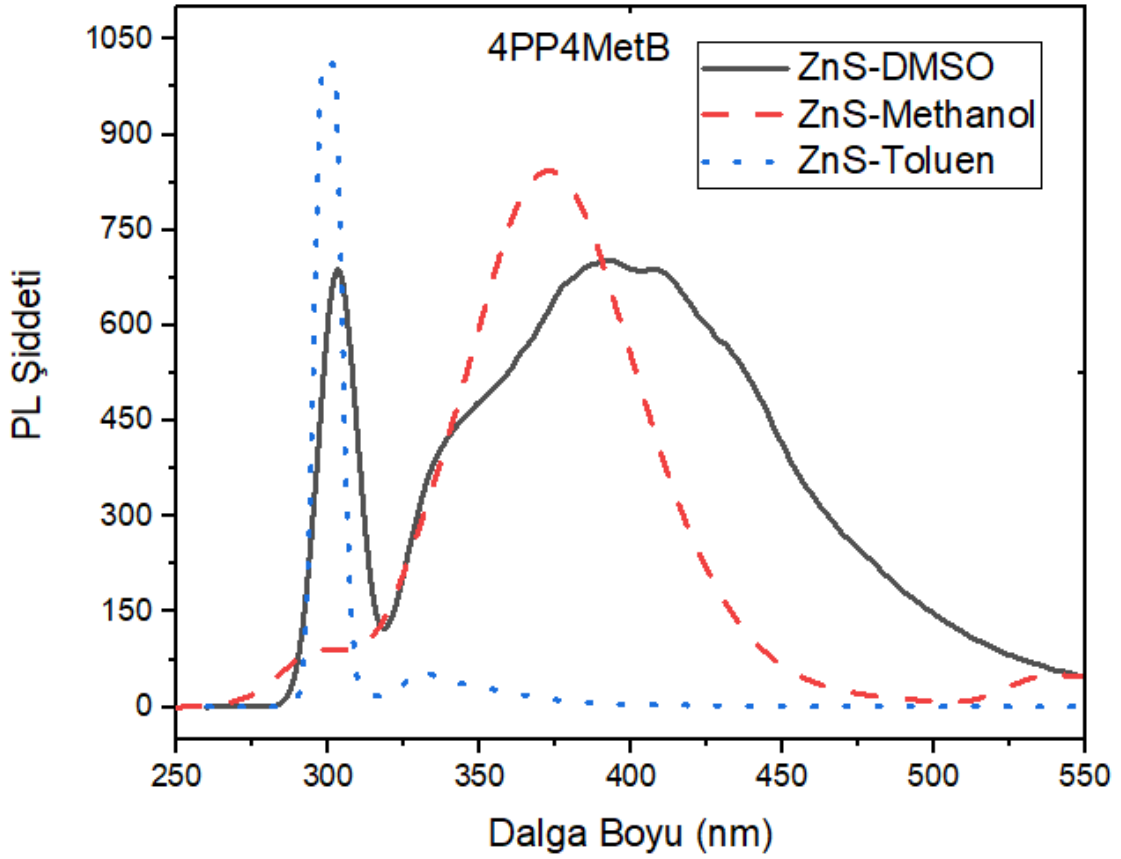
Şekil 3.14. 4PP4MetB-CdSe’li çözeltilerin emisyon spektrumu

Çizelge 3.14. 4PP4MetB-CdSe’li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları

	DMSO	Metanol	Toluen
4PP4MetB-CdSe	297-353	304-378-396-415	298

4PP4MetB-CdSe ile Tolueninin çözücü olarak kullanıldığı çözeltide tek dalga boyunda emisyon, DMSO çözücüsünün kullanıldığı çözeltide iki farklı dalga boyunda emisyon ve Methanol çözücüsünün kullanıldığı çözeltide ise dört farklı dalga boyunda emisyon görülmüştür.

Şekil 3.14. CdSe nano parçacık ve 4PP4MetB den 1:9 oranında oluşan nano materyallerin DMSO, Metanol ve Toluen çözücüsündeki floresans spektrumu ve Çizelge 3.14 ise bu floresans spektrumundaki maksimum dalga boyları gözlenmişken, Metanolde 300-415 aralığında geniş bir band gözlenmiştir. Her üç çözücüde gözlenen ortak bandlar ise 297 nm (4,17 eV), 304 nm (4,07 eV) ve 298 nm (4,16 eV)’ de gözlenmiştir.



Şekil 3.15. 4PP4MetB-ZnS'li çözeltilerin emisyon spektrumu

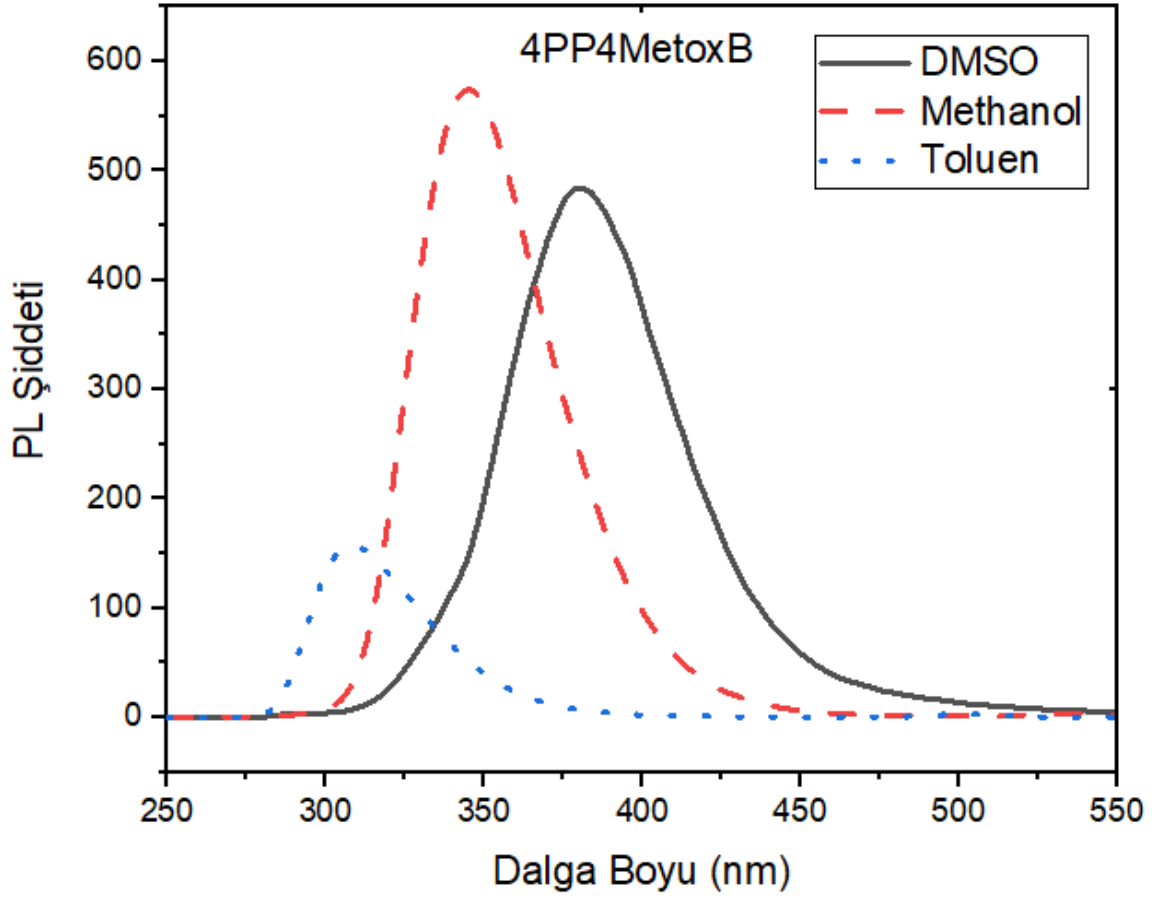
Çizelge 3.15. 4PP4MetB-ZnS'li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları

	DMSO	Metanol	Toluen
4PP4MetB-ZnS	349-393-410	299-373	330

4PP4MetB-ZnS ile Toluen çözücüsünün oluşturduğu çözeltide tek dalga boyunda emisyon verdiği gözlemlenirken 300 nm dalga boyunda ekstasyon piki vardır. 4PP4MetB-ZnS ile Methanol çözücüsünün oluşturduğu çözeltide üç farklı dalga boyunda emisyon gözlemlenirken, DMSO çözücüsünün kullanıldığı çözeltide ise dört farklı dalga boyunda emisyon gözlemlenmiştir.

Çizelge 3.15 ve Şekil 3.15'de 4PP4MetB sıvı kristali ile ZnS nanoparçacık katkılı malzemenin floresans spektrumları ve dalga boyları verilmiştir. ZnS'de Toluen çözücüsünde 330 nm'de düşük şiddetli bir pik gözlenmiştir. CdS, CdSe de ise Toluende 298 nm yüksek pik gözlenmişken, ZnS'de ise 330 nm'de düşük bir pik gözlenmiştir. ZnS de hidrojen bağı ve elektrostatik etkileşim özellikle Zn'nin metal yarıçapının Cd'ye göre daha küçük olması ile daha büyük dalga boylarına kayma olmuştur.

3.5. 4-Pentilfenil 4-Metoksibenzoat Sıvı Kristalin Floresans Ölçümleri



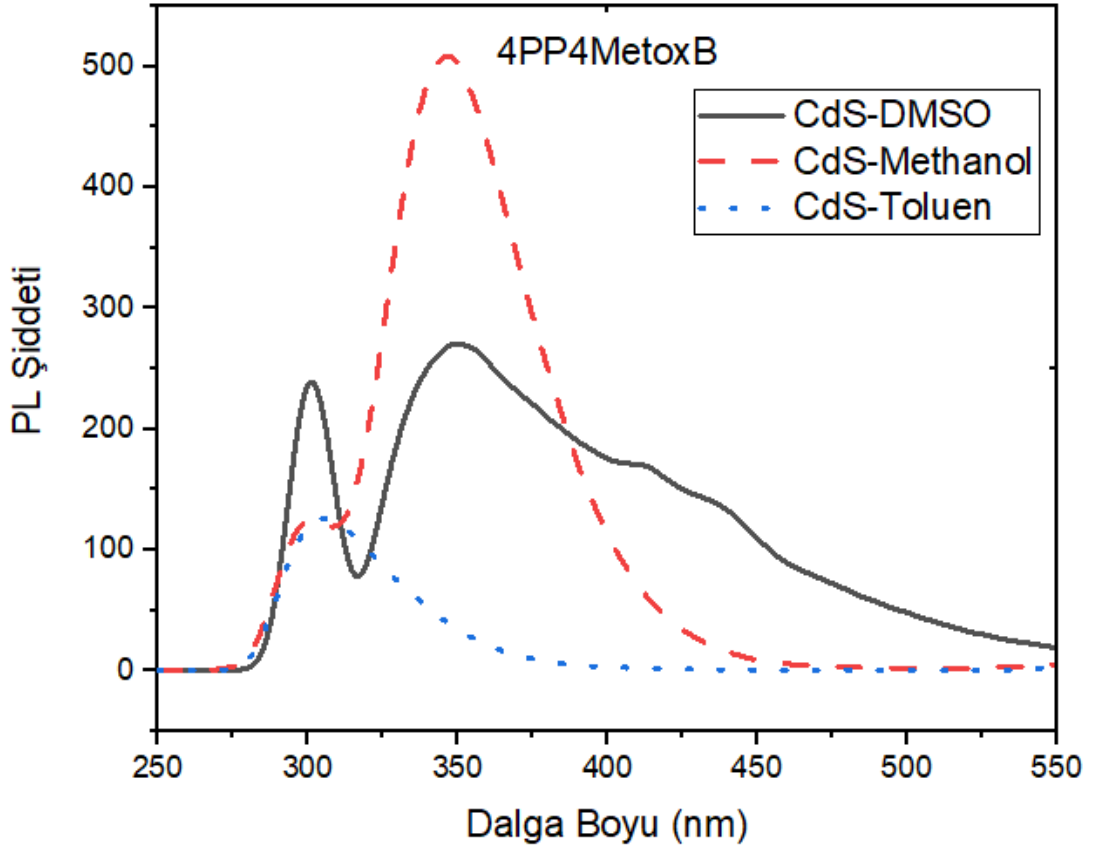
Şekil 3.16. 4PP4MetoxB’li çözeltilerin emisyon spektrumu

Çizelge 3.16. 4PP4MetoxB’li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları

	DMSO	Metanol	Toluen
4PP4MetoxB	381	345	308

4PP4MetoxB ile DMSO, Methanol ve Toluen kullanılarak hazırlanan üç farklı çözeltilerde de tek dalga boyunda emisyon görülmüştür.

Şekil 3.16’de 4-Pentilfenil 4-Metoksibenzoat sıvı kristalinin floresans spektrumlarını ve Çizelge 3.16’de ise gözlenen piklerin dalga boyları verilmiştir. Çözücülerin polaritesi arttıkça dalga boyları daha yüksek dalga boyuna kaymıştır. Yani DMSO’da 381 nm yaklaşık 3,25 eV, Metanol’de 345 nm yaklaşık 3,59 eV’luk ve Toluende 308 nm’de 4,02 eV’luk bir elektronik emisyon bandı gözlenmiştir. Bu ölçümler alınırken 270 ile 295 nm dalga boyuna sahip eksitasyon piki kullanılmıştır.

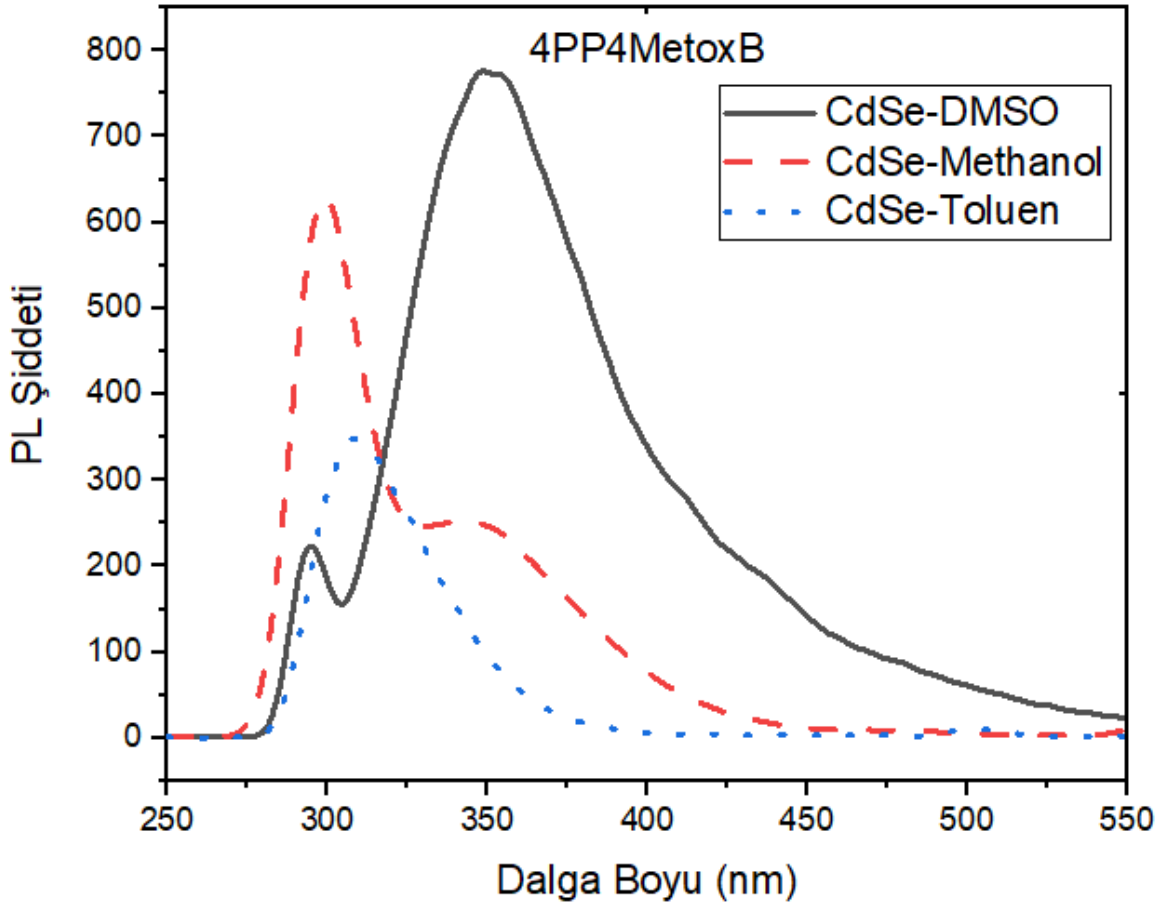


Şekil 3.17. 4PP4MetoxB-CdS'li çözeltilerin emisyon spektrumu

Çizelge 3.17. 4PP4MetoxB-CdS'li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları

	DMSO	Metanol	Toluen
4PP4MetoxB-CdS	350-407	300-346	305

Şekil 3.17'de CdS nano parçacık katkılı 4PP4MetoxB sıvı kristal bileşiğinin DMSO, Metanol ve Toluendeki floresans pikleri görülmektedir. Metanol ortamında sadece 345 nm'de bir band gözlenirken, CdS katkılı ortamda ise 300 nm'de düşük şiddetli bir omuz piki 346 nm'de ise maksimum foton sayısı yayan başka bir pik gözlenmiştir. CdS NP katkılı 4PP4MetoxB sıvı kristal nano malzemenin ise DMSO ortamında 350 nm'de ana pik, 407 nm'de omuz piki mevcuttur. 4PP4MetoxB sıvı kristalinin DMSO ile olan çözeltisinde 381 nm'de bir band gözlenmiştir. DMSO ortamındaki CdS NP'ın 4PP4MetoxB ile H-bağı yapma eğiliminde olmasından, güçlü elektrostatik etkileşimden dolayı 381 nm (3,22 eV)'deki band 350 nm (3,54 eV)'ye kaymıştır ve 0,32 eV'lik bir vardır. Ayrıca 407 nm'de yeni bir band çıkmıştır. Bu band H-bağı etkileşimi olarak tanımlanabilir. Çizelge 3.14'deki spektrumda 270-285 nm arasında eksitasyon piki kullanılmıştır.

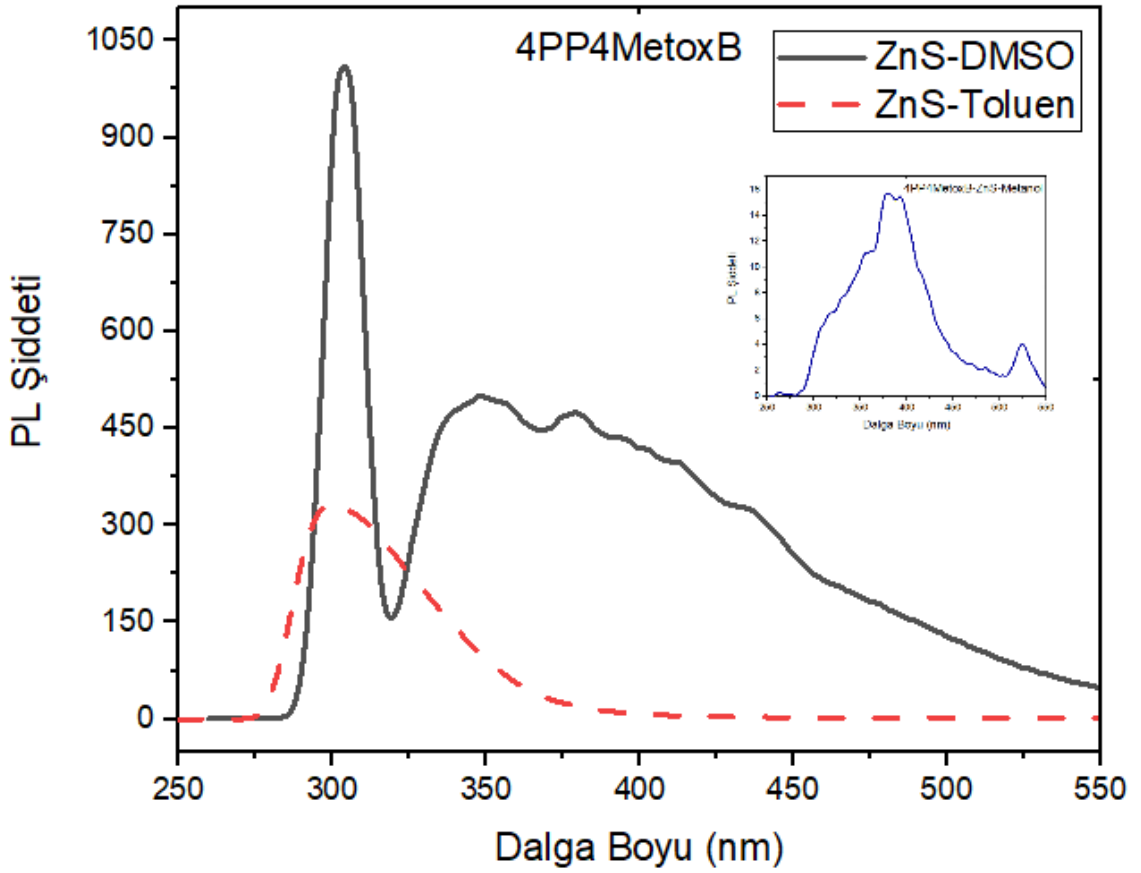


Şekil 3.18. 4PP4MetoxB-CdSe’li çözeltilerin emisyon spektrumu

Çizelge 3.18. 4PP4MetoxB-CdSe’li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları

	DMSO	Metanol	Toluen
4PP4MetoxB-CdSe	350	298-343	308

Şekil 3.18 ve Çizelge 3.18’de 4PP4MetoxB sıvı kristalinin CdSe NP ile katkılanmış nano malzemelerin floresans spektrum ve dataları görülmektedir. Sıvı kristal bileşiğinin DMSO’daki floresans spektrumu 381 nm gözlenirken, CdSe katkılı nano malzemelerin 350 nm’de tek bir dalga boyuna sahipken 31 nm’lik bir fark bulunmaktadır. Bu fark CdSe NP ile sıvı kristal bileşik arasında güçlü H-bağı ve elektrostatik etkileşim vardır. Metanolde ise sadece 4PP4MetoxB sıvı kristalinin dalga boyu 345 nm iken CdSe katkılanmış yapı için 298 nm’de omuz piki ve 343 nm’de maksimum dalga boyu olmak üzere geniş bir band gözlenmiştir.



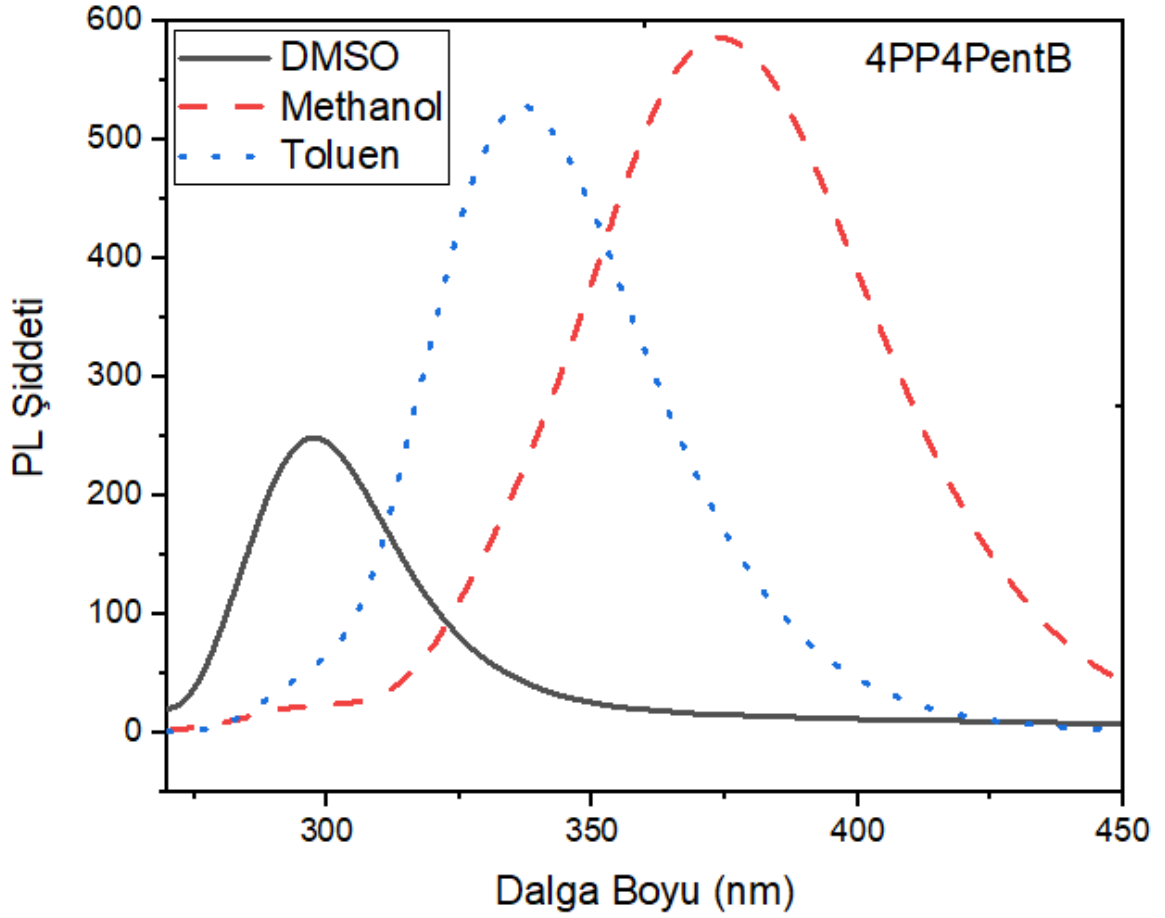
Şekil 3.19. 4PP4MetoxB-ZnS’li çözeltilerin emisyon spektrumu

Çizelge 3.19. 4PP4MetoxB-ZnS’li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları

	DMSO	Metanol	Toluen
4PP4MetoxB-ZnS	348-378-435	318-358-377-393	300

Şekil 3.19 ve Çizelge 3.19’da 4PP4MetoxB sıvı kristalinin ZnS nanoparçacığı ile katkılanmış nano malzemenin PL spektrumu ve PL spektrum datası verilmiştir. Bu spektrumlar alınırken, 260-300 nm arasında eksitasyon piki kullanılmıştır. DMSO çözücüsünde 4PP4MetoxB için 381 nm’de floresans bandı varken, ZnS nanoparçacığının DMSO içerisindeki floresansı 422, 440 ve 468 nm olarak üç farklı band gözlenmişken DMSO içerisindeki 4PP4MetoxB sıvı kristalinin ZnS nanoparçacık katkılı nano malzemenin PL spektrumunda 348, 378 ve 435 nm civarında dalga boyu bandları bulunmaktadır. Metanolde ise ZnS nano parçacığı 431 ile 557 nm civarında floresans bandı varken, 4PP4MetoxB’nin Metanoldeki dalga boyu 345 nm olarak bulunmuştur. Bu iki malzeme ile yapılan nano malzemenin Metanol 318, 358, 377 ve 393 nm’de floresans bandları gözlenmiştir. Toluendeki 4PP4MetoxB bileşiğinin CdS, CdSe ve ZnS nanoparçacığı katkılı malzemede sıvı kristal ile NP etkileşime girmemiştir.

3.6. 4-Pentilfenil 4-Pentilbenzot Sıvı Kristalin Floresans Ölçümleri

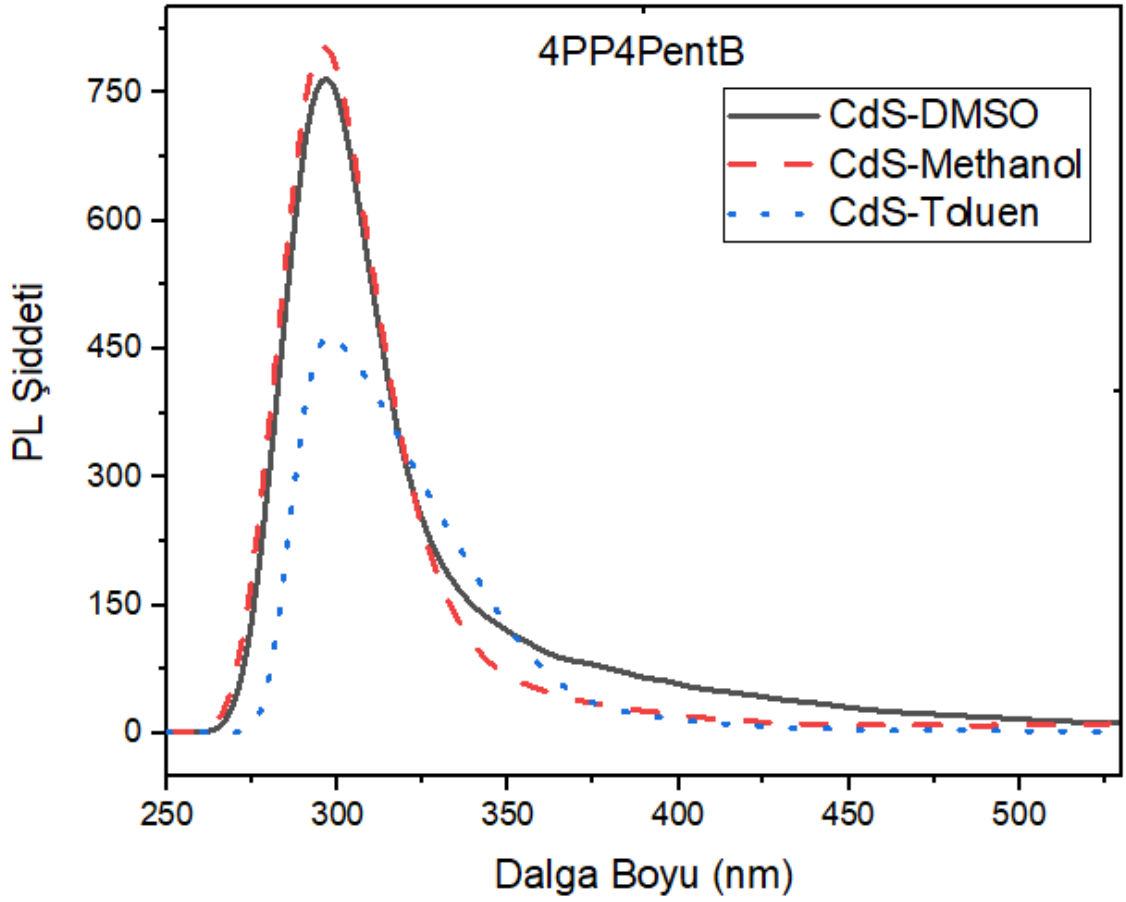


Şekil 3.20. 4PP4PentB’li çözeltilerin emisyon spektrumu

Çizelge 3.20. 4PP4PentB’li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları

	DMSO	Metanol	Toluen
4PP4PentB	297	294-373	336

Şekil 3.20 ve Çizelge 3.20’de 4PP4PentB Toluen, Metanol ve DMSO çözücüleri içerisindeki floresans spektrumu ve dataları verilmiştir. Bu floresans spektrumunda DMSO için 297 nm, metanol için 294 nm çok zayıf bir omuz piki ve 397 nm’de çok güçlü bir floresans bandı vardır ve Toluende ise 336 nm olarak gözlenmiştir. 4PP4PentB sıvı kristalinde metoksi substitentindeki ortaklanmamış iki çift elektron H-bağı yapma etkileşiminden dolayı Toluene göre 37 nm’lik bir batokromik etki gözlenmiştir. Bu spektrumlar alınırken uyarılma dalga boyu 250-270 nm arasında kullanılmıştır.



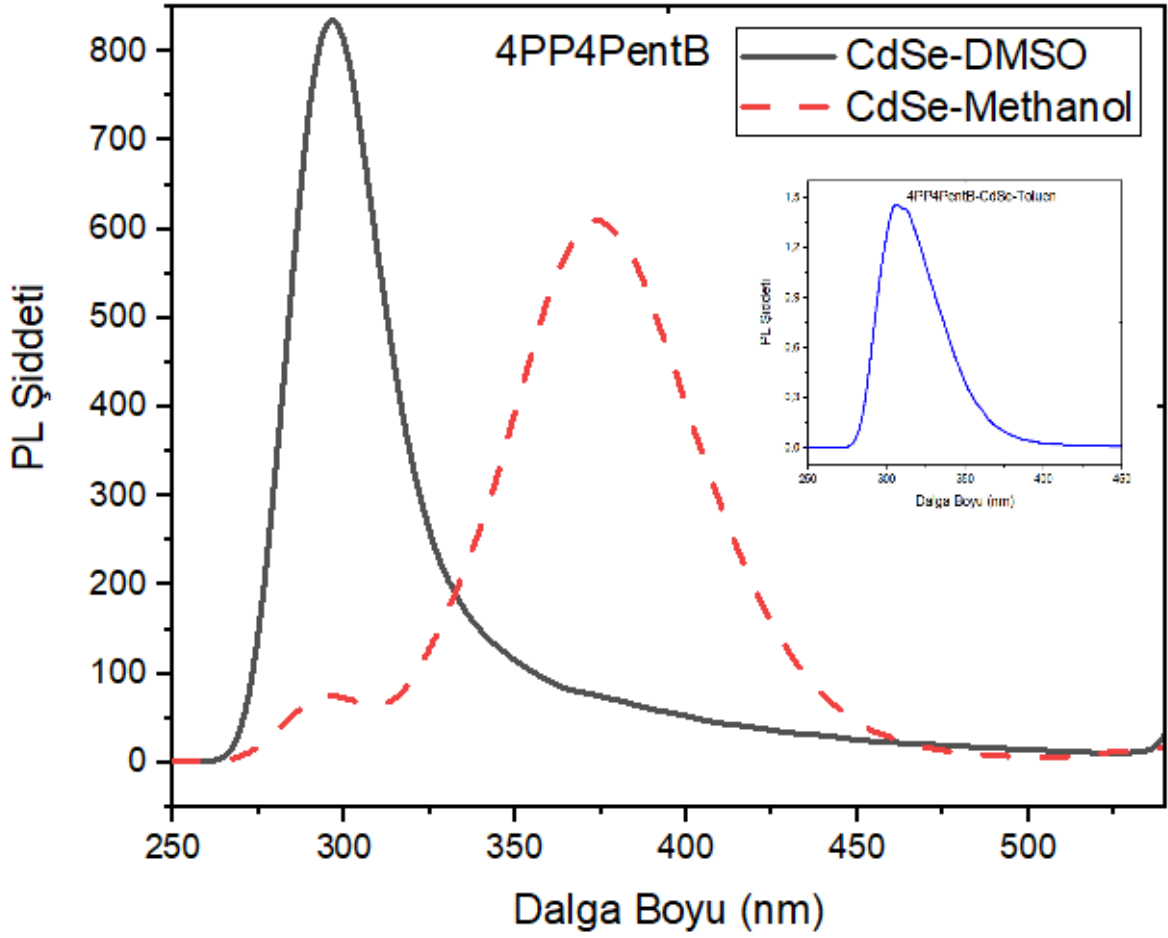
Şekil 3.21. 4PP4PentB-CdS’li çözeltilerin emisyon spektrumu

Çizelge 3.21. 4PP4PentB-CdS’li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları

	DMSO	Metanol	Toluen
4PP4PentB-CdS	295	296	297

4PP4PentB-CdS ile üç farklı çözüyle oluşturulan çözeltilerin her birinde birbirine yakın değerlerdeki dalga boyunda emisyon saptanmıştır.

Şekil 3.21 4PP4PentB sıvı kristalinin 1:9 oranında CdS nano parçacıkları ile katılanmış nano malzemelerin floresans spektrumları görülmektedir. DMSO’da 295 nm’de, Metanolde 296 nm’de ve Toluende ise 297 nm’de maksimum floresans bandı vardır. Çizelge 3.21’de CdS’li NP ile 4PP4PentB sıvı kristalinin üç farklı çözücüsündeki elektronik emisyon maksimum dalga boyları listelenmiştir. CdS ile 4PP4PentB güçlü elektrostatik etkileşim olabileceği anlamına gelebilir.

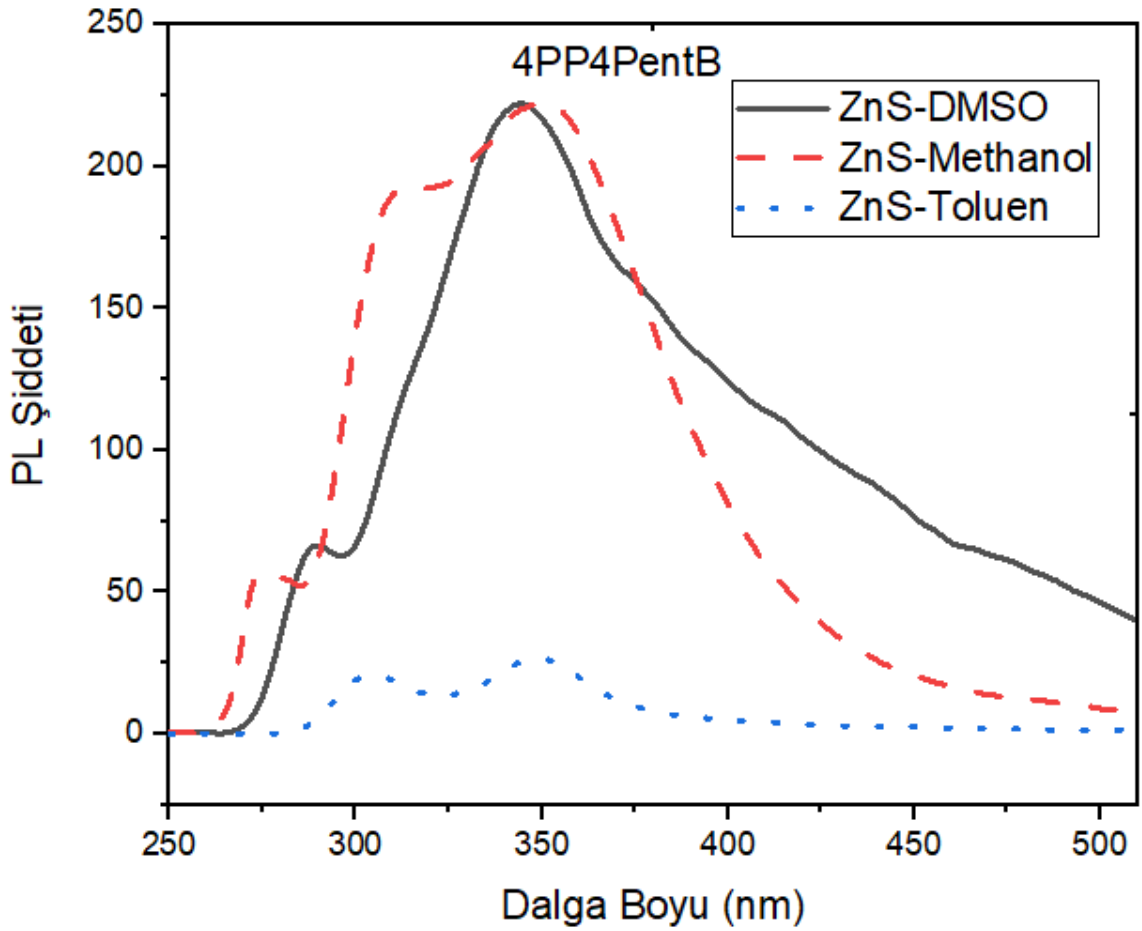


Şekil 3.22. 4PP4PentB-CdSe’li çözeltilerin emisyon spektrumu

Çizelge 3.22. 4PP4PentB-CdSe’li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları

	DMSO	Metanol	Toluen
4PP4PentB-CdSe	297	293-375	307

4PP4PentB sıvı kristali ile CdSe nanoparçacığının oluşturduğu çözeltilerden elde edilen grafik Şekil 3.22 ve çözeltilere ait veriler Çizelge 3.22’de verilmiştir. 4PP4PentB-CdSe-DMSO çözeltisinin emisyon spektrumunda 297 nm’de şiddetli bir pik görülmektedir. 4PP4PentB-CdSe-Metanol çözeltisinde ise 293 nm’de zayıf bir pik bitişiyile 375 nm’de şiddetli ve geniş bir pik gözlenmiştir. 4PP4PentB-CdSe-Toluen çözeltisinde ise çok zayıf bir pik 307 nm’de ortaya çıkmıştır.



Şekil 3.23. 4PP4PentB-ZnS'li çözeltilerin emisyon spektrumu

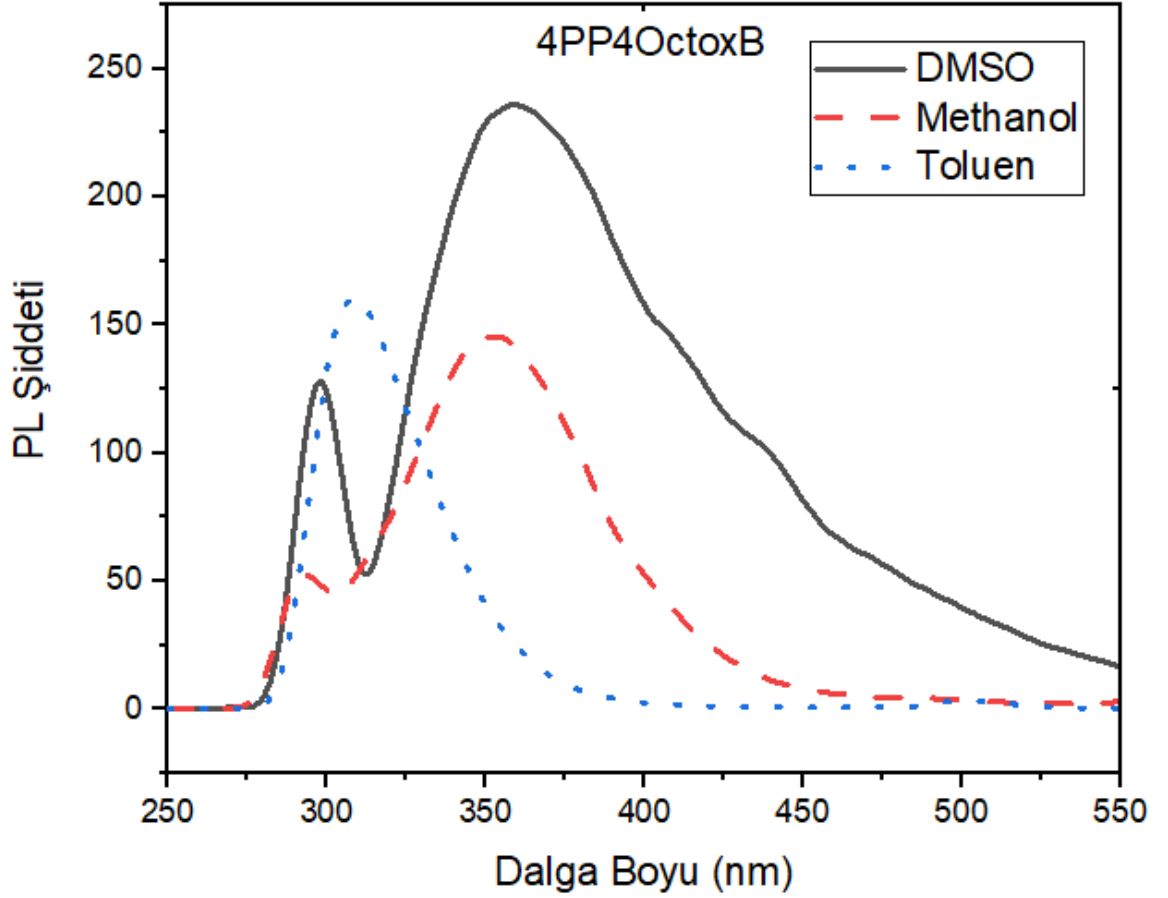
Çizelge 3.23. 4PP4PentB-ZnS'li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları

	DMSO	Metanol	Toluen
4PP4PentB-ZnS	345	312-350	304-347

4PP4PentB-ZnS ile Toluen ve DMSO çözücüleriyle oluşturulan çözeltilerde iki farklı dalga boylarında emisyon gözlemlenirken, Methanollü çözeltilerde ise dört farklı dalga boyunda emisyon gözlemlenmiştir.

Şekil 3.23 ve Çizelge 3.23'de 4PP4PentB sıvı kristali ile ZnS nanoparçacığı katkılı nano malzemelerin DMSO, Metanol ve Toluendeki floresans spektrumu ve verileri gösterilmiştir. DMSO'da 290 ve 345 nm dalga boyunda iki farklı floresans bandı vardır. 345 nm'deki dalga boyu maksimum PL şiddetine sahiptir. Metanolde ise ZnS ile 4PP4PentB'nin floresans bandları 278, 312 ve 350 nm civarındadır. 350 nm'de maksimum PL şiddetine sahiptir. Toluende ise 304 nm'de zayıf bir pik ve 347 nm'de geniş bir band gözlemlenmiştir.

3.7. 4-Pentilfenil 4-(Oktiloksi)Benzoat Sıvı Kristalin Floresans Ölçümleri

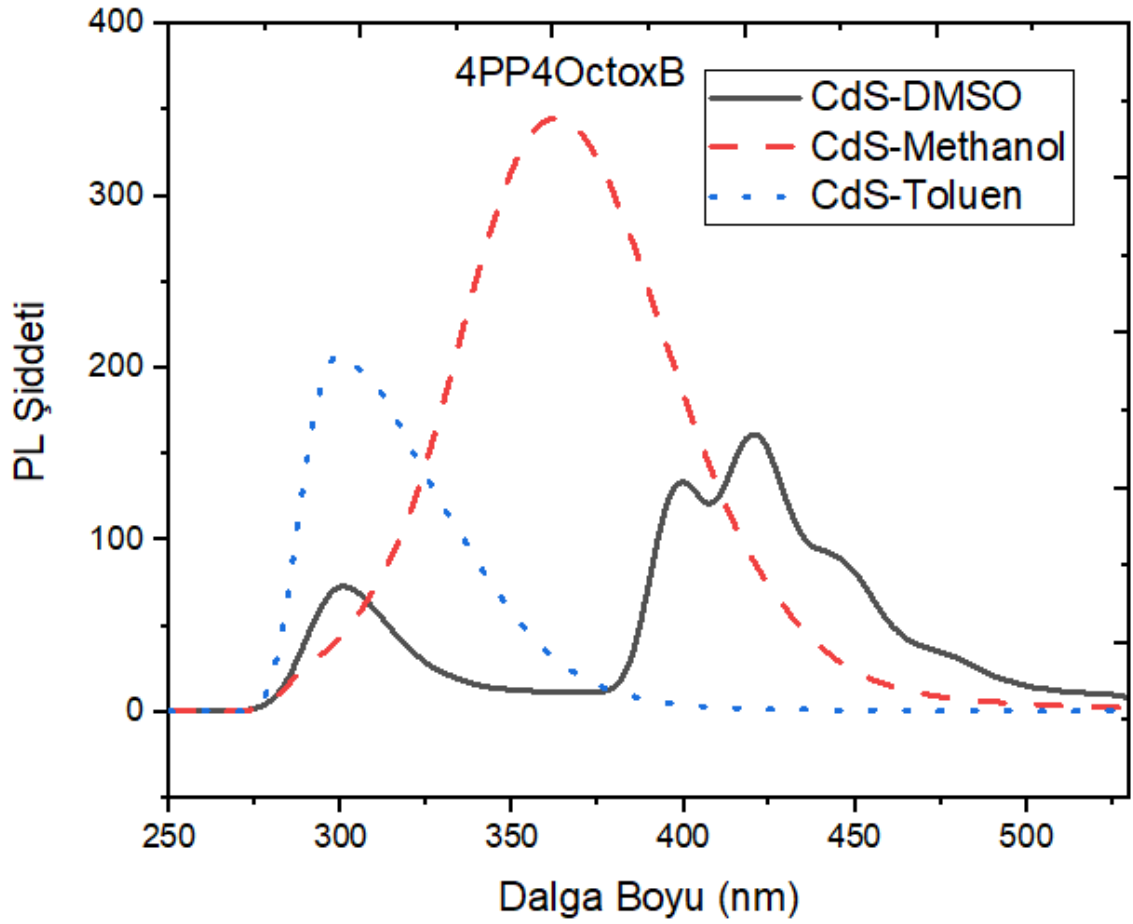


Şekil 3.24. 4PP4OctoxB'li çözeltilerin emisyon spektrumu

Çizelge 3.24. 4PP4OctoxB'li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları

	DMSO	Metanol	Toluen
4PP4OctoxB	359-407-439	351	308

4PP4OctoxB sıvı kristalinin kullanılan üç çözücüyle yaptığı emisyon spektrum grafiği ve verileri sırasıyla Şekil 3.24 ve Çizelge 3.24'de görülmektedir. 4PP4OctoxB sıvı kristalinin DMSO çözücüsüyle yaptığı çözeltide 290 nm eksitasyon piki alınmış ve verilen şekilde görülmektedir. Bunun yanı sıra 359 nm'de emisyon şiddeti pik yapmış ve 407 ve 439 nm'deki omuz pikleriyle band oluşmuştur. 4PP4OctoxB ile Metanolün oluşturduğu çözeltide 280 nm'de eksitasyon piki oluşmuş buradan sonra 351 nm'de bir emisyon spektrumu gözlenmiştir. 4PP4OctoxB-Toluen'in oluşturduğu çözeltide ise tek dalga boyunda 308 nm'de emisyon spektrumu gözlenmiştir.

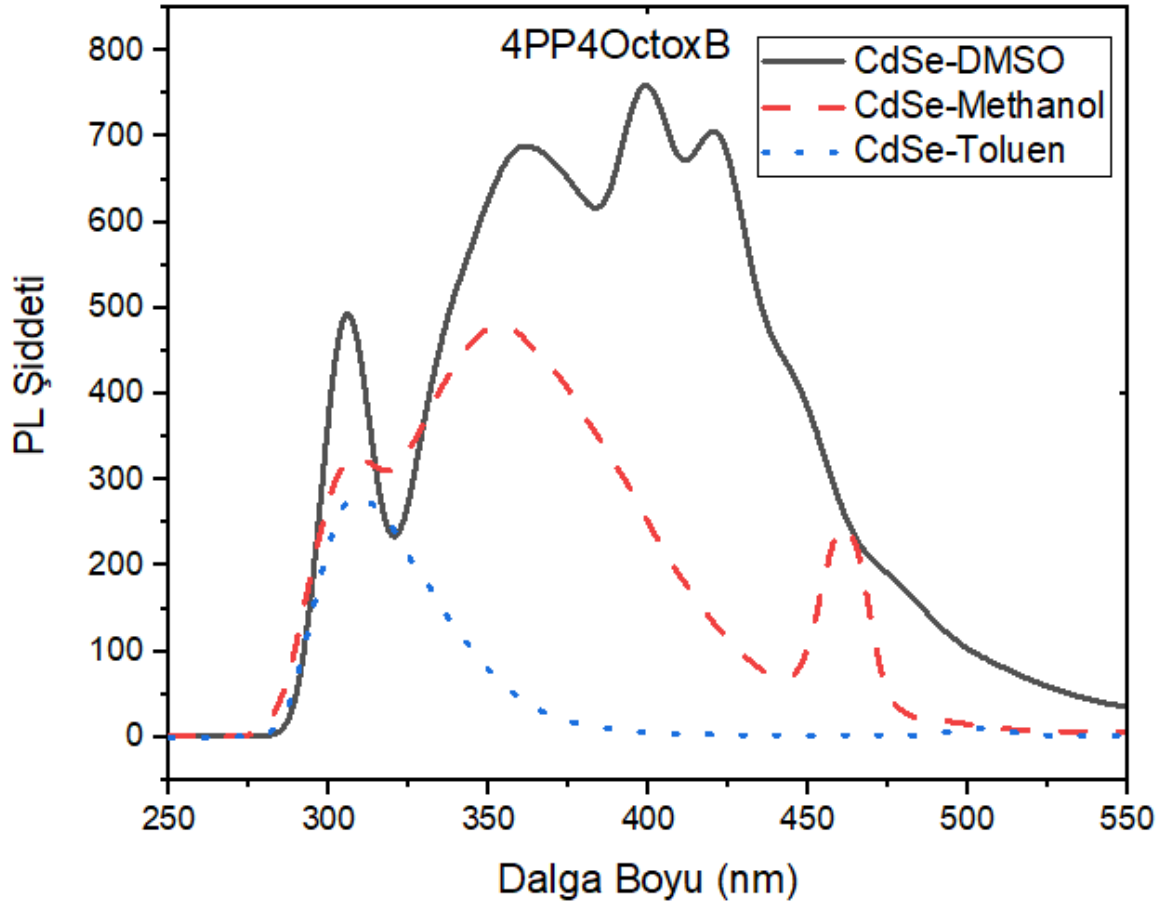


Şekil 3.25. 4PP4OctoxB-CdS’li çözeltilerin emisyon spektrumu

Çizelge 3.25. 4PP4OctoxB-CdS’li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları

	DMSO	Metanol	Toluen
4PPOctoxB-CdS	300-399-420-445-479	363	300

4PP4OctoxB sıvı kristali ile CdS nanoparçacığının oluşturduğu çözeltilere ait grafik Şekil 3.25’de, çözeltilere ait veriler ise Çizelge 3.25’de verilmiştir. 4PP4OctoxB-CdS-Metanol çözeltilerinde 363 nm’de geniş bir pik gözlemlenmiştir. 4PP4OctoxB-CdS-Metanol çözeltilerinin moleküller arası etkileşime girmediği çıkarımı yapabiliriz. 4PP4OctoxB-CdS-Toluen çözeltilerinin emisyon spektrumunu incelediğimizde 300 nm’de görülen emisyon piki bize nano parçacıklar ile sıvı kristallerin Toluen çözücüsü içerisinde kayda değer bir değişim yaşanmadığını görmekteyiz.

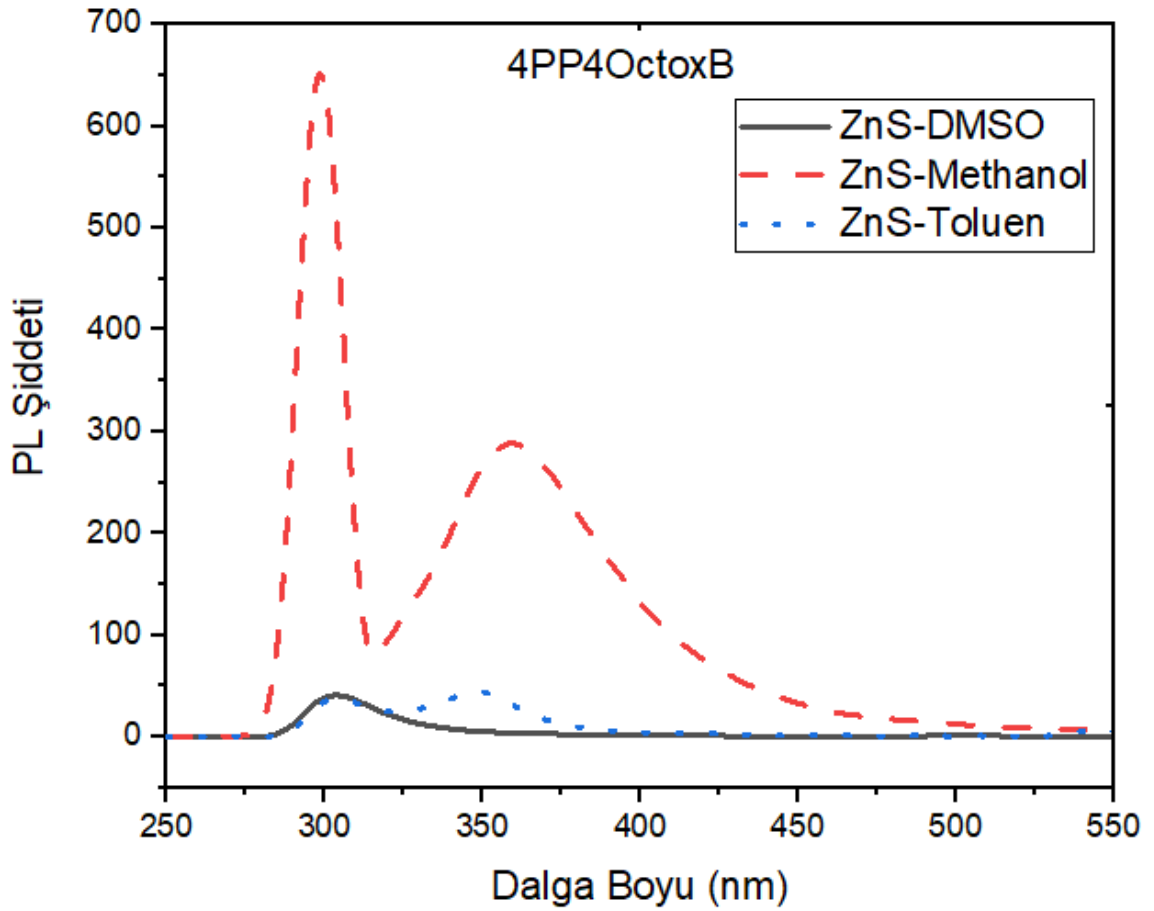


Şekil 3.26. 4PP4OctoxB-CdSe’li çözeltilerin emisyon spektrumu

Çizelge 3.26. 4PP4OctoxB-CdSe’li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları

	DMSO	Metanol	Toluen
4PPOctoxB-CdSe	360-399-419	308-353	308

4PP4OctoxB-CdSe çözeltilerinin oluşturduğu grafik Şekil 3.26’de ve grafiğe ait veriler Çizelge 3.26’de görülmektedir. 4PP4OctoxB-CdSe-DMSO çözeltisinin 300 nm’de görülen eksitasyon pikinden sonra, birbirlerine yakın geniş bir bantta sırasıyla 360, 399, 419 nm’de üç farklı dalga boyunda emisyon görülmektedir. 4PP4OctoxB-CdSe-Metanol çözeltisinin eksitasyon piki 308 nm’de alınıp 450 nm’de civarında görülen ikincil bir eksitasyon piki vardır. Bununla birlikte 308 nm’de bir omuz piki ve 353 nm’de ise söz konusu çözelti için en şiddetli emisyon görülmektedir. 4PP4OctoxB-CdSe-Toluen çözeltisinde ise 308 nm’de bir pik görülmektedir. Burada bahsettiğimiz sıvı kristal ile nano parçacıklar arasında kayda değer bir etkileşim gerçekleşmediğini söyleyebiliriz.



Şekil 3.27. 4PP4OctoxB-ZnS'li çözeltilerin emisyon spektrumu

Çizelge 3.27. 4PP4OctoxB-ZnS'li çözeltilerin emisyon spektrum dalga boyları

	DMSO	Metanol	Toluen
4PP4OctoxB-ZnS	303	358	304-347

4PP4OctoxB-ZnS çözeltileriyle oluşturulan grafik Şekil 3.27'de ve bu çözeltilere ait emisyon spektrum değerleri Çizelge 3.27'de verilmiştir. 4PP4OctoxB-ZnS-DMSO çözeltisi 303 nm'de düşük sayılabilecek bir şiddete emisyon piki görülüp, benzer bir düşük emisyon şiddeti de 4PP4OctoxB-ZnS-Toluen çözeltisinde 304, 347 nm dalga boylarında gözlenmiştir. 4PP4OctoxB-ZnS-Metanol çözeltisinin floresansında eksitasyon piki 290 nm'de alındığı için, 290 nm'lerde görülen şiddetli pik eksitasyon piki olup sonraki geniş bir bantta 358 nm'de emisyon piki görülmektedir.

4. SONUÇ

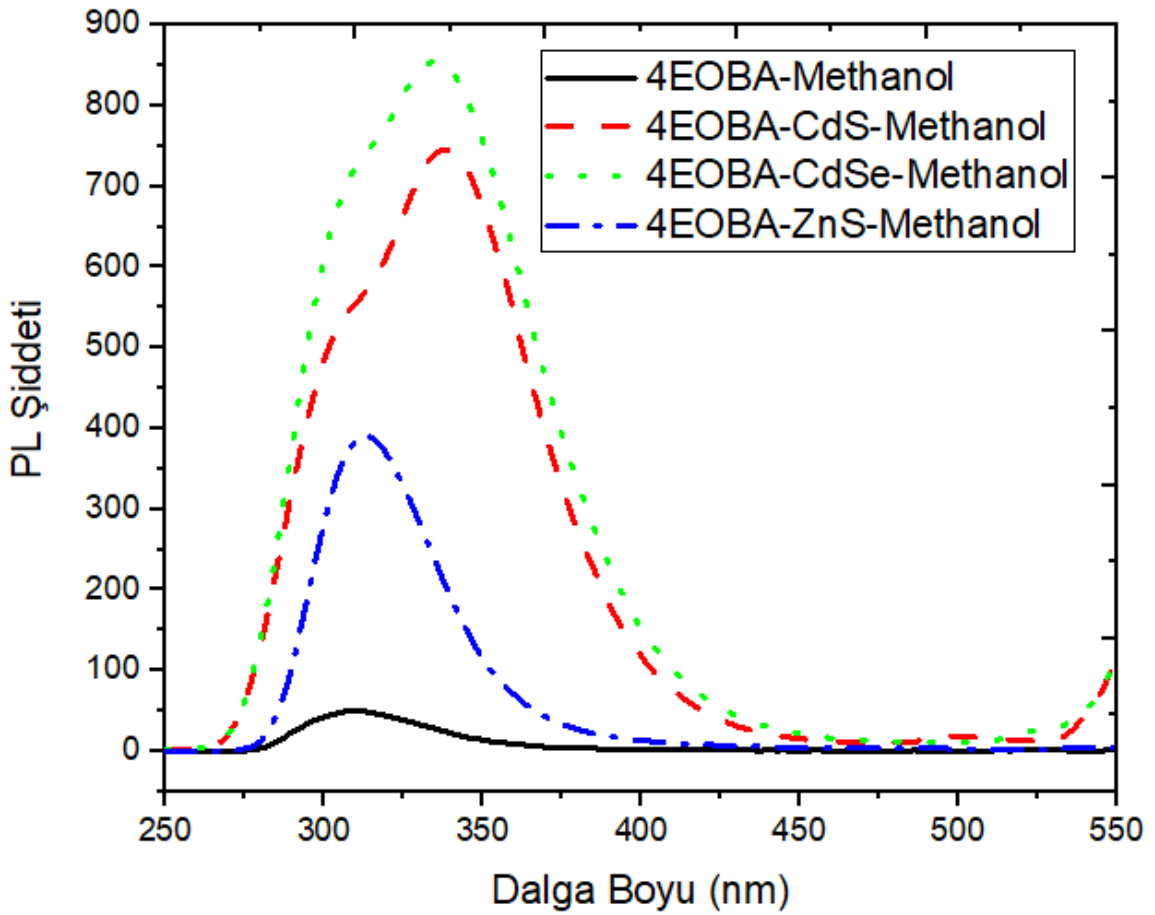
CdS-DMSO çözeltisinin Şekil 3.1’de görüldüğü gibi, absorbandsın gerçekleştiği maksimum dalga boyu ile emisyonun gerçekleştiği maksimum dalga boyu arasında 105 nm bir Stokes kayması meydana gelmektedir. CdS-Methanol çözeltisindeki maksimum emisyon değerine karşılık gelen dalga boyu ile maksimum absorbands değerine karşılık gelen dalga boyu arasındaki fark 159 nm değerindeki bir Stokes kayması meydana getirmektedir. CdS-Toluen çözeltisindeki Stokes kayması ise yaklaşık 93 nm olmuştur. Floresansı alınan CdS nano parçacığının Metanol ve Toluen çözücüsü içerisindeki çözeltisinin maksimum dalga boyundaki enerjisi 2,95 eV ile CdS-DMSO çözeltisindeki maksimum dalga boyundaki enerjisi 2,81 eV olarak bulunmuştur. CdS ile çözeltilerin absorbands dalga boylarını incelediğimizde ise CdS-Metanol çözeltisinin maksimum dalga boyundaki 4,75 eV enerjisi ile en yüksek, CdS-Toluen çözeltisinin 3,79 eV ile ikinci en yüksek, CdS-DMSO çözeltisinin 3,70 eV ile en düşük enerjiye sahip olduğu hesaplanmıştır.

Şekil 3.2’da CdSe-Methanol çözeltisinde maksimum emisyon değerine karşılık gelen dalga boyu ile maksimum absorbsiyon değerine karşılık gelen dalga boyu arasındaki fark 156 nm değerinde bir Stokes kayması olduğu hesaplanmaktadır. CdSe-Toluen çözeltisinde iki farklı eksitasyon pikinde ölçüm alınıp 370 nm eksitasyon piki olan çözeltinin Stokes kayması 99 nm, 380 nm eksitasyon piki olan çözeltinin Stokes kayması 114 nm olarak bulunmuştur. CdSe-DMSO çözeltisinin Stokes kayması ise 60 nm’dir. CdSe-Metanol ile CdSe-Toluen 370 nm eksitasyon piki olan çözeltilerinin floresans spektrumundaki maksimum dalga boylarının enerjileri eşit ve 2,97 eV iken CdSe-Toluen 380 nm eksitasyon piki olan çözeltide ise 2,87 eV, CdSe-DMSO çözeltisinde ise 2,81 eV bir enerji hesaplanmıştır. Absorbsiyon spektrumu verilen CdSe-Metanol 4,75 eV ile en yüksek, CdSe-Toluen 3,90 eV ile ikinci, CdSe-DMSO 3,25 eV ile en düşük enerji enerjiye sahip olarak bulunmuştur.

ZnS nano parçacığının floresans spektrumu farklı çözücülerde Şekil 3.3’de verilmiştir. ZnS-DMSO çözeltisi için 60 nm Stokes kayması, ZnS-Metanol çözeltisi için 170 nm Stokes kayması, ZnS-Toluen için ise 103 nm değerinde bir Stokes kayması meydana gelmiştir. ZnS-Metanol ve ZnS-Toluen çözeltilerinin dalga boyu enerjileri 2,87 eV, ZnS-DMSO çözeltisi için ise 2,81 eV enerji hesaplanmıştır. ZnS nano parçacıklı çözeltilerin absorbands spektrumları Şekil 2.20’de verilmiştir. Buna göre ZnS-Methanol çözeltisinin maksimum dalga boyundaki 4,75 eV enerjisi en yüksek, ZnS-Toluen çözeltisinde ise 3,78 eV, ZnS-DMSO 3,24 eV ile en düşük enerjiye sahip olarak ölçülmüştür.

Sıvı kristaller ile nano parçacıkların oluşturduğu çözeltilerin floresans spektrumları 3. bölümde verilmişti. Nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin floresans spektrumu alınırken belirlenen

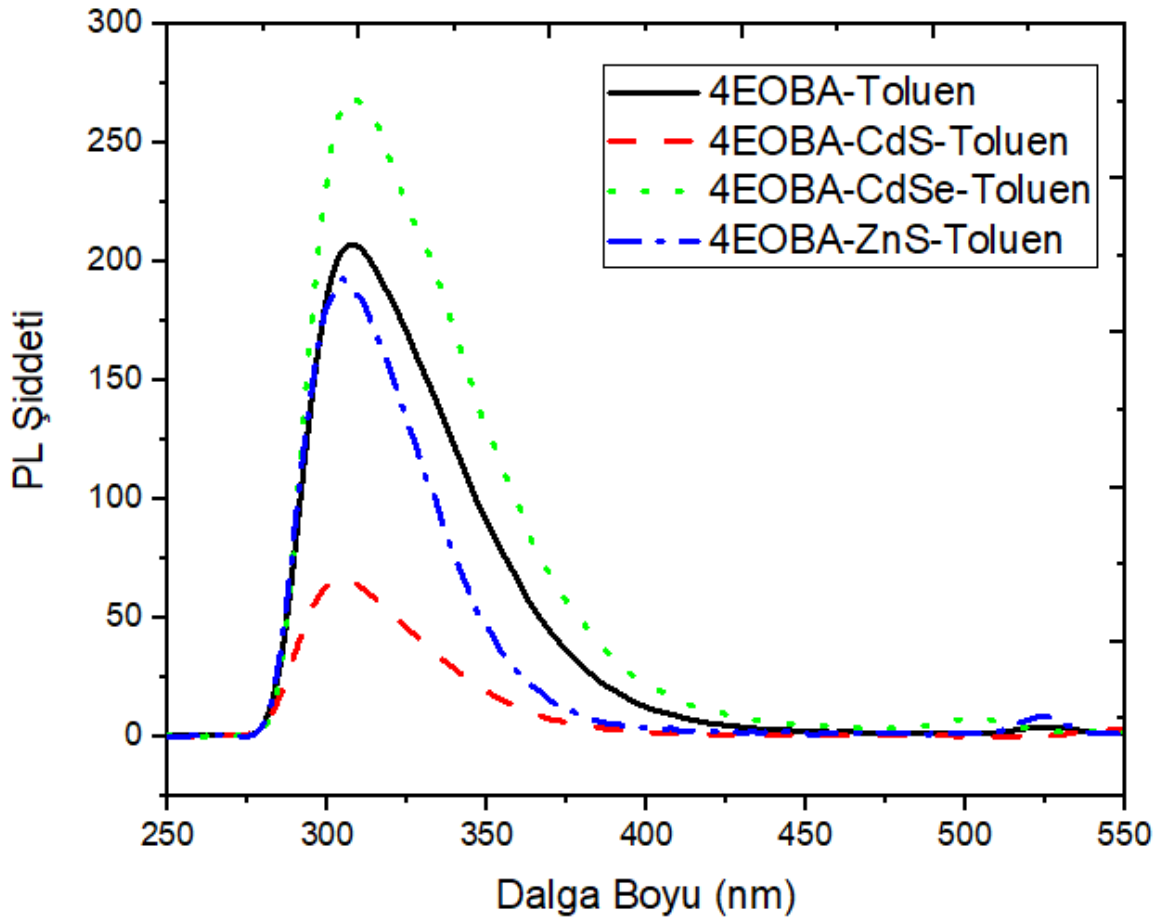
eksitasyon pikleri bahsedilen çözeltilerden sonra parantez içinde vermeyi daha uygun bulduk. Buradan yola çıkarak aynı çözücü içindeki sıvı kristaller ile nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin grafiklerinin yardımıyla sıvı kristaller ile nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin floresans spektrumundaki değişiklikleri irdeleyeceğiz.



Şekil 4.1. 4EOBA sıvı kristali ve nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin Metanol'deki floresans spektrumları

4EOBA-Methanol (eksitasyon piki 260 nm) çözeltilisine CdS-Methanol nano parçacıklı çözeltisi eklenerek oluşan yeni 4EOBA-CdS-Methanol (eksitasyon piki 250 nm) çözeltisinde floresans şiddetinde ciddi bir artış meydana gelmiştir. 4EOBA-Methanol sıvı kristalli çözeltisinin maksimum floresans piki 310 nm'deyken maksimum dalga boyu 420 nm olan CdS-Methanol nano parçacığının eklenmesiyle oluşan yeni 4EOBA-CdS-Methanol çözeltisinin maksimum dalga boyu 338 nm'ye kaymıştır. Burada kullandığımız nano parçacığımız kullandığımız sıvı kristalin maksimum dalga boyunda 28 nm'lik bir kırmızıya kayma meydana getirmektedir. 4EOBA-

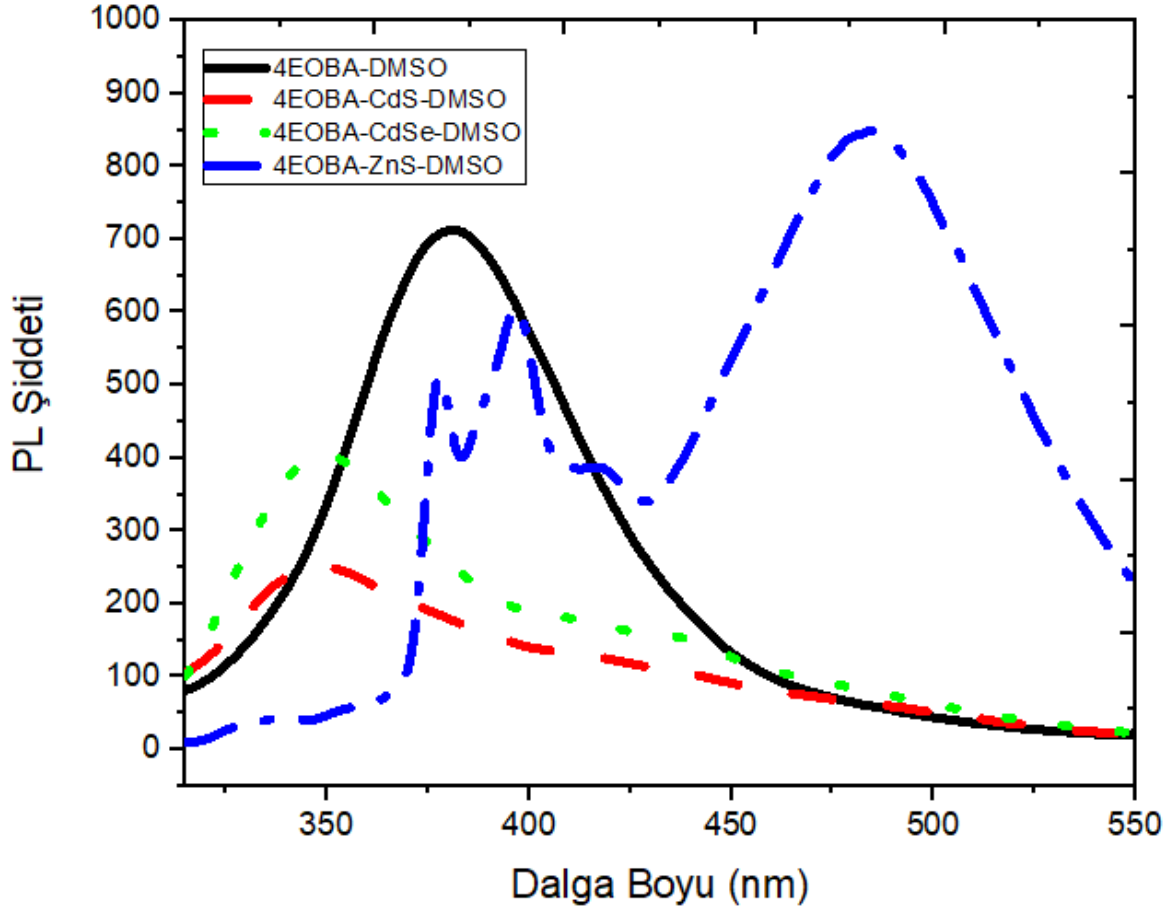
Metanol sıvı kristaline eklenen bir diğer nano parçacık olan 417 nm'lik maksimum floresans pikine sahip CdSe-Metanol çözeltisi ile oluşan yeni 4EOBA-CdSe-Metanol (eksitasyon piki 257 nm) çözeltisinin floresans şiddetinde büyük bir artışla birlikte sıvı kristalin dalga boyunda 25 nm'lik bir kırmızıya kayma meydana gelmektedir. 4EOBA-Metanol sıvı kristaline eklenen maksimum floresans dalga boyu 431 nm olan ZnS-Metanol nano parçacığıyla oluşan yeni 4EOBA-ZnS-Metanol (eksitasyon piki 270 nm) çözeltisinin floresans şiddetinde bir artış görülürken dalga boyunda kayda değer bir değişim olmadığı anlaşılmıştır.



Şekil 4.2. 4EOBA sıvı kristal ile nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin Toluen'deki floresans spektrumları

4EOBA-Toluen (eksitasyon piki 260 nm) sıvı kristal çözeltisinin maksimum floresans dalga boyu 307 nm'dir. Bu sıvı kristalli çözeltiliye ayrı ayrı eklenen nano parçacıkların hiçbiri oluşan yeni 4EOBA-CdS-Toluen (eksitasyon piki 270 nm), 4EOBA-CdSe-Toluen (eksitasyon piki 250 nm), 4EOBA-ZnS-Toluen (eksitasyon piki 260 nm) çözeltilerin maksimum dalga boyunda

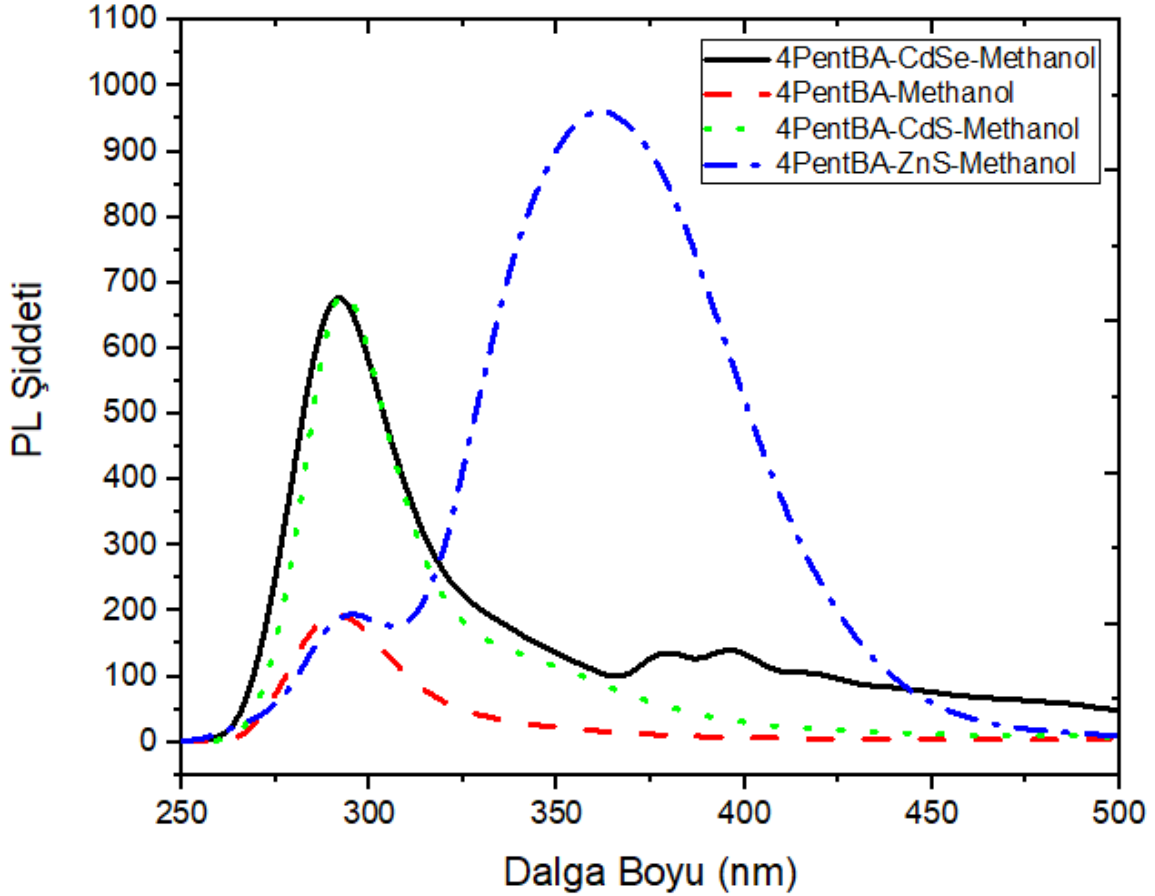
herhangi bir değişikliğe yol açmamıştır. Yani 4EOBA-Toluen’li çözeltilerin Toluenli nano parçacıklar ile oluşturduğu yeni çözeltilerin herhangi birinde önemli bir etkileşim ve farklılık görülmemiştir.



Şekil 4.3. 4EOBA sıvı kristali ile nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin DMSO'daki floresans spektrumları

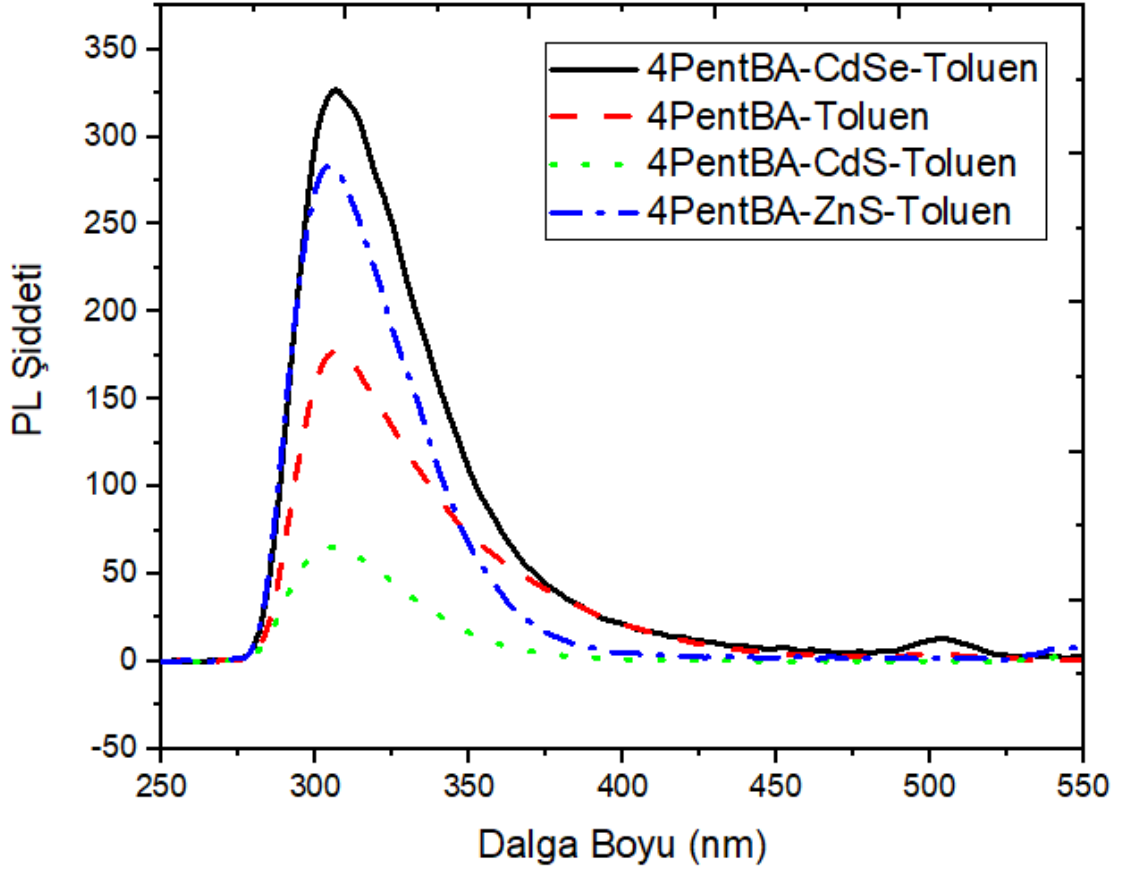
4EOBA-DMSO (eksitasyon piki 280 nm) sıvı kristalli çözeltisinin maksimum floresans dalga boyu 380 nm'dir. Bu sıvı kristalli çözeltilere ayrı ayrı eklenen 440 nm maksimum floresans dalga boyuna sahip CdS-DMSO nano parçacığı ile 441 nm maksimum floresans dalga boyuna sahip CdSe-DMSO nano parçacığı eklenerek oluşan iki yeni çözeltiler olan 4EOBA-CdS-DMSO (eksitasyon piki 280 nm) ve 4EOBA-CdSe-DMSO (eksitasyon piki 290 nm) maksimum floresans dalga boyları yaklaşık 348 nm civarında görülmüştür. Sonuç olarak CdSe ve CdS nanoparçacıkları 4EOBA sıvı kristaline DMSO çözücüsü ortamında benzer etkilere yol açarak maksimum dalga boyunda yaklaşık 32 nm'lik bir maviye kayma meydana getirmişlerdir. 4EOBA-DMSO sıvı

kristaline eklenen floresans maksimum dalga boyu 440 nm olan ZnS-DMSO çözeltisiyle oluşan 4EOBA-ZnS-DMSO (eksitasyon piki 300 nm) çözeltisinin maksimum floresans dalga boyu 485 nm'ye kayarken, birbirine yakın çatallaşmış iki pik 377 nm ve 397 nm'de görülmüştür.



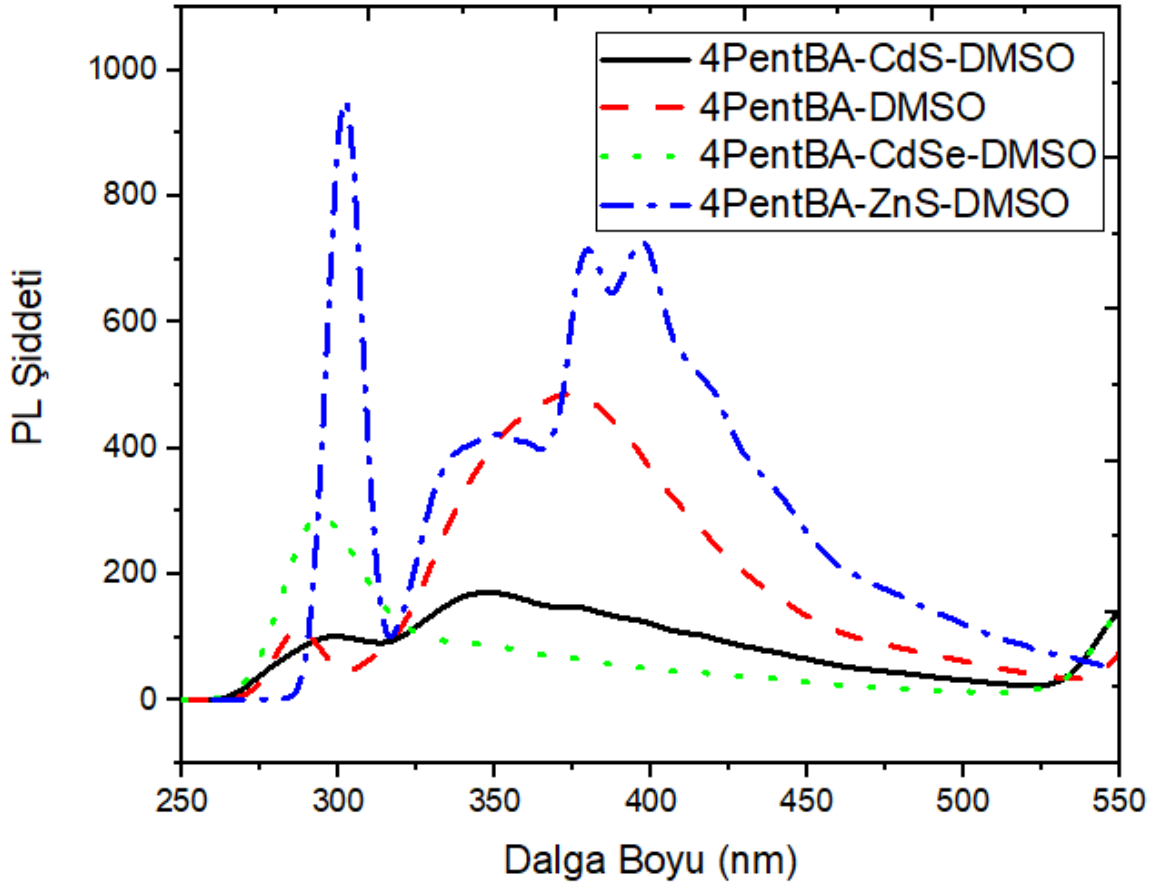
Şekil 4.4. 4PentBA sıvı kristali ile nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin Metanol'deki floresans spektrumları

4PentBA-Metanol (eksitasyon piki 250 nm) sıvı kristalli çözeltisinin 291 nm'deki maksimum dalga boyu ayrı ayrı eklenen CdS, CdSe, metanollü nano parçacıklarıyla oluşan iki yeni çözelti olan 4PentBA-CdS-Metanol (eksitasyon piki 260 nm) ve 4PentBA-CdSe-Metanol (eksitasyon piki 265 nm)'lü çözeltilerin maksimum emisyon dalga boyu 291 nm civarında olup 4PentBA-Metanol ile benzer bir emisyon bandına sahiptirler. Bandlarda selenyum ile sülfür atomları arasındaki farktan kaynaklı olarak bantlarda ufak değişikliklerde mevcuttur. 4PentBA-Metanol'e eklenen ZnS-Metanol nano parçacığı ile oluşan yeni 4PentBA-ZnS-Metanol (eksitasyon piki 260 nm) çözeltisinin maksimum emisyon dalga boyu 361 nm olup 295 nm'de belirgin bir pik vermiştir.



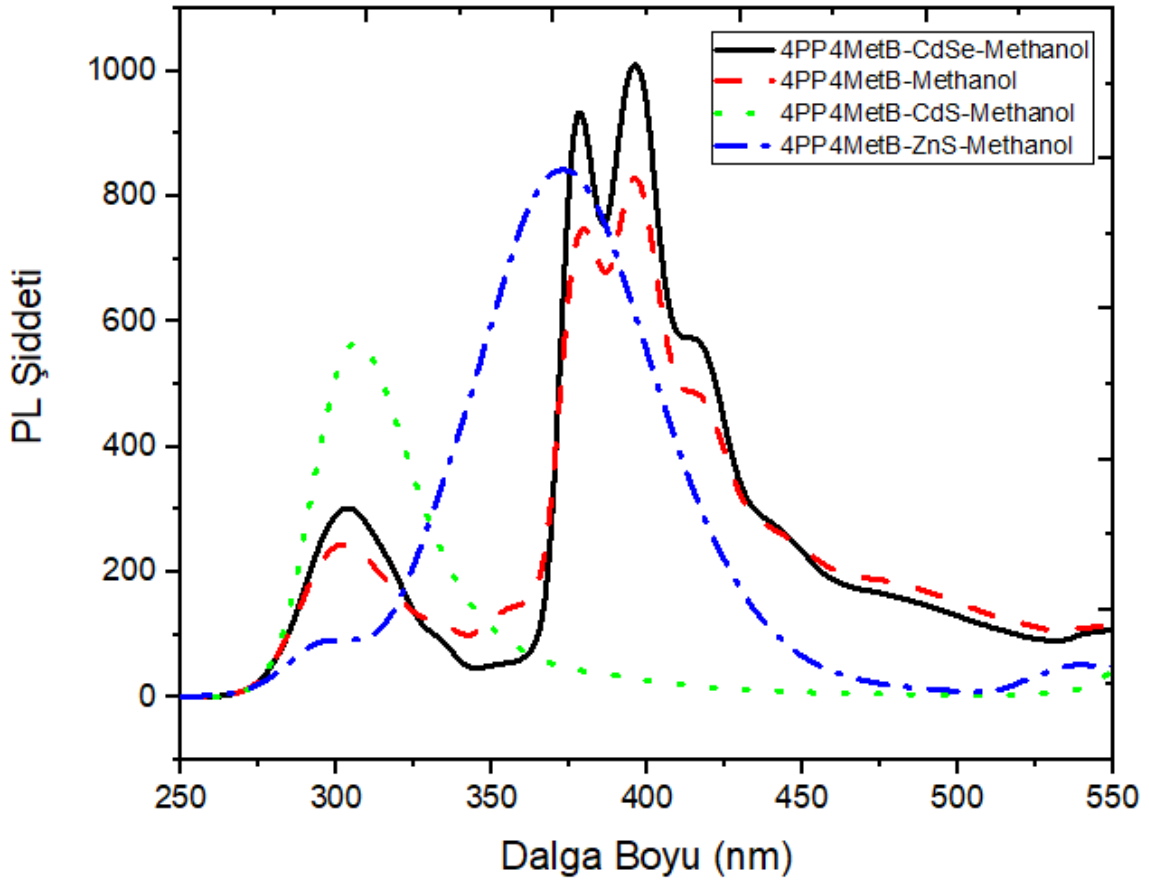
Şekil 4.5. 4PentBA sıvı kristali ile nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin Toluen'deki floresans spektrumları

4PentBA-Toluen (eksitasyon piki 250 nm) çözeltisine 9 ml, nanoparçacıklardan 1 ml olmak üzere ayrı ayrı eklenen CdS-Toluen, CdSe-Toluen, ZnS-Toluen nano parçacıklarıyla oluşan yeni çözeltiler 4PentBA-CdS-Toluen (eksitasyon piki 270 nm), 4PentBA-CdSe-Toluen (eksitasyon piki 250 nm), 4PentBA-ZnS-Toluen (eksitasyon piki 270 nm) ile 4PentBA-Toluen çözeltisinin emisyonu tek dalga boyunda ve yaklaşık 305 nm'de benzer bir floresans göstermişlerdir. Sonuç olarak burada kullanılan sıvı kristal ve nano parçacıklar arasında bir etkileşimden bahsedemeyiz.



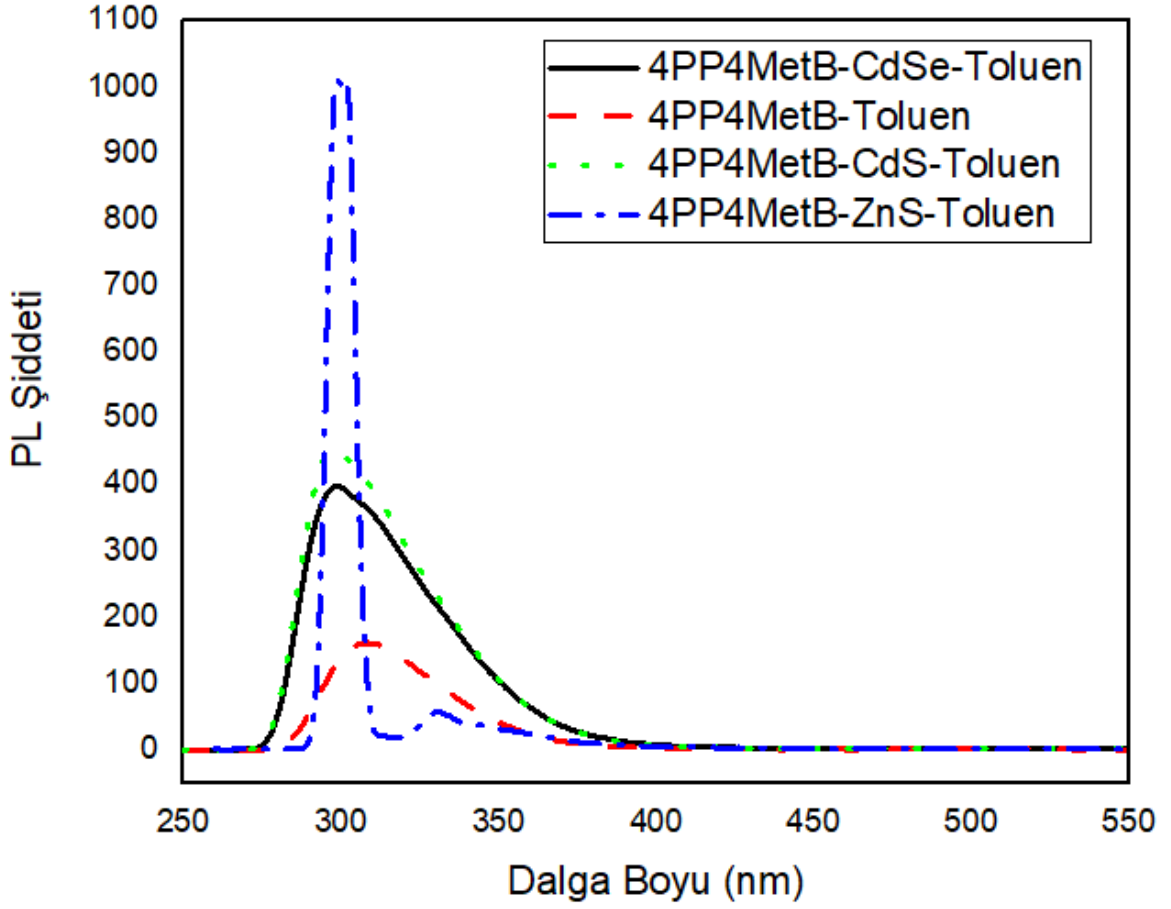
Şekil 4.6. 4PentBA sıvı kristali ile nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin DMSO'daki floresans spektrumları

4PentBA-DMSO (eksitasyon piki 280 nm) çözeltisinin eksitasyon piki 280 nm olup, yapılan ölçümlerde geniş bir bantta görülen 374 nm'deki maksimum emisyon piki, eklenen CdS-DMSO çözeltisiyle oluşan 4PentBA-CdS-DMSO (eksitasyon piki 270 nm) çözeltisinde 348 nm olup 4PentBA-DMSO'ya benzer şekilde geniş bir band görülmüştür. 4PentBA-DMSO'ya eklenen CdSe-DMSO nano parçacığı ile oluşan 4PentBA-CdSe-DMSO (eksitasyon piki 260 nm) ise 295 nm'de maksimum bir gözlenmiş, böylelikle 79 nm'lik bir maviye kayma gerçekleşmiştir. 4PentBA-DMSO'ya eklenen bir diğer nano parçacık ZnS-DMSO ile oluşan 4PentBA-ZnS-DMSO (eksitasyon piki 300 nm) çözeltisinde eksitasyon piki dışında 350 nm'de bir pik bitmeden 379 ve 397 nm'de çatallaşmış iki pik görülmektedir.



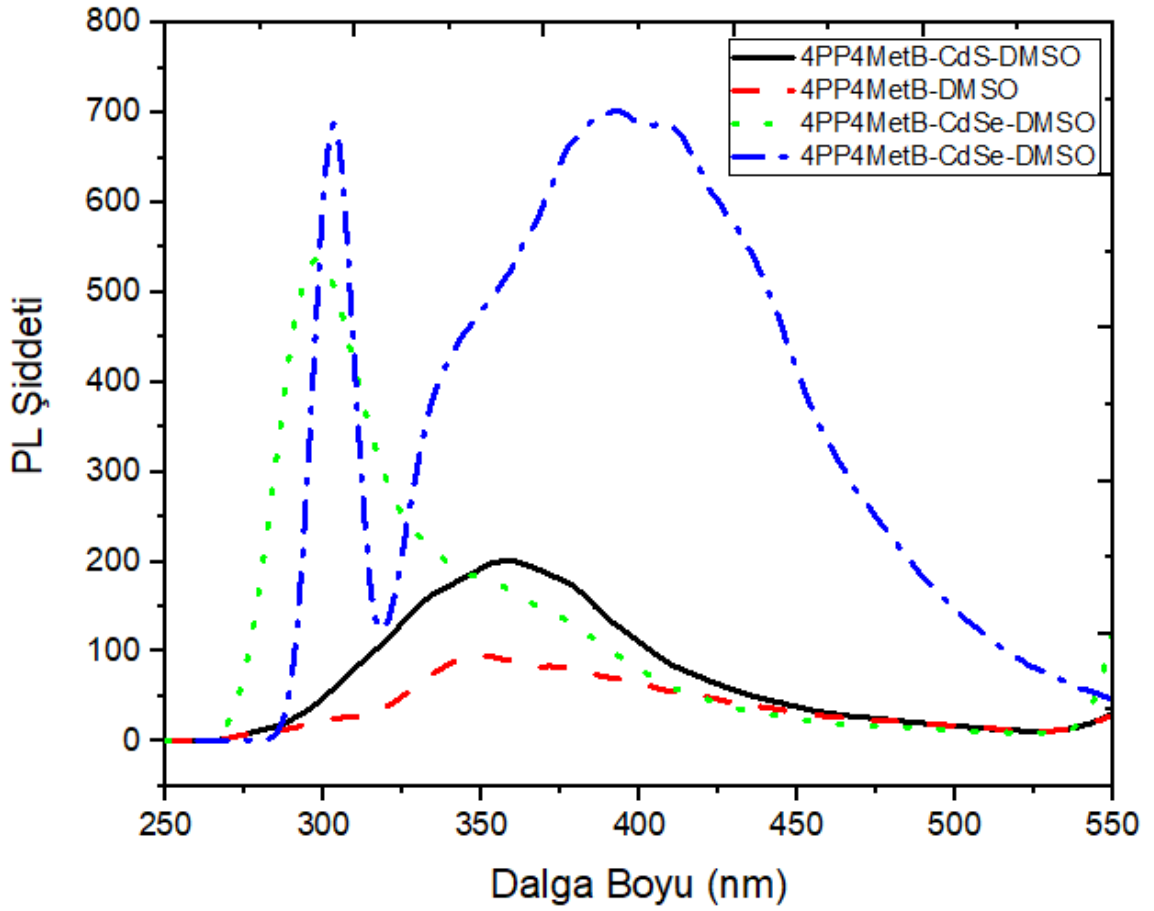
Şekil 4.7. 4PP4MetB sıvı kristali ile nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin Metanol'daki floresans spektrumları

4PP4MetB-Metanol (eksitasyon piki 260 nm) sıvı kristaline eklenen CdS-Metanol çözeltisiyle oluşan 4PP4MetB-CdS-Metanol (eksitasyon piki 265 nm) çözeltisinin floresans bandı 306 nm'de tek bir dalga boyunda görülürken, 4PP4MetB-Metanol'de görülen çatallaşmış iki bandın 4PP4MetB-CdS-Metanol'de sönümlendiği görülmüştür. 4PP4MetB-Metanol'e eklenen CdSe-Metanol çözeltisiyle oluşan yeni 4PP4MetB-CdSe-Metanol (eksitasyon piki 265 nm) çözeltisi, 4PP4MetB-Metanol çözeltisiyle benzer bir floresans bandı gösterdiği ve böylelikle nano parçacıkların sıvı kristallerle bir etkileşime girmediği söyleyebiliriz. 4PP4MetB-Metanole eklenen ZnS-Metanol nano parçacığıyla oluşan 4PP4MetB-ZnS-Metanol (eksitasyon piki 260 nm) çözeltisinin 373 nm'de maksimum bir emisyon piki görülmüştür.



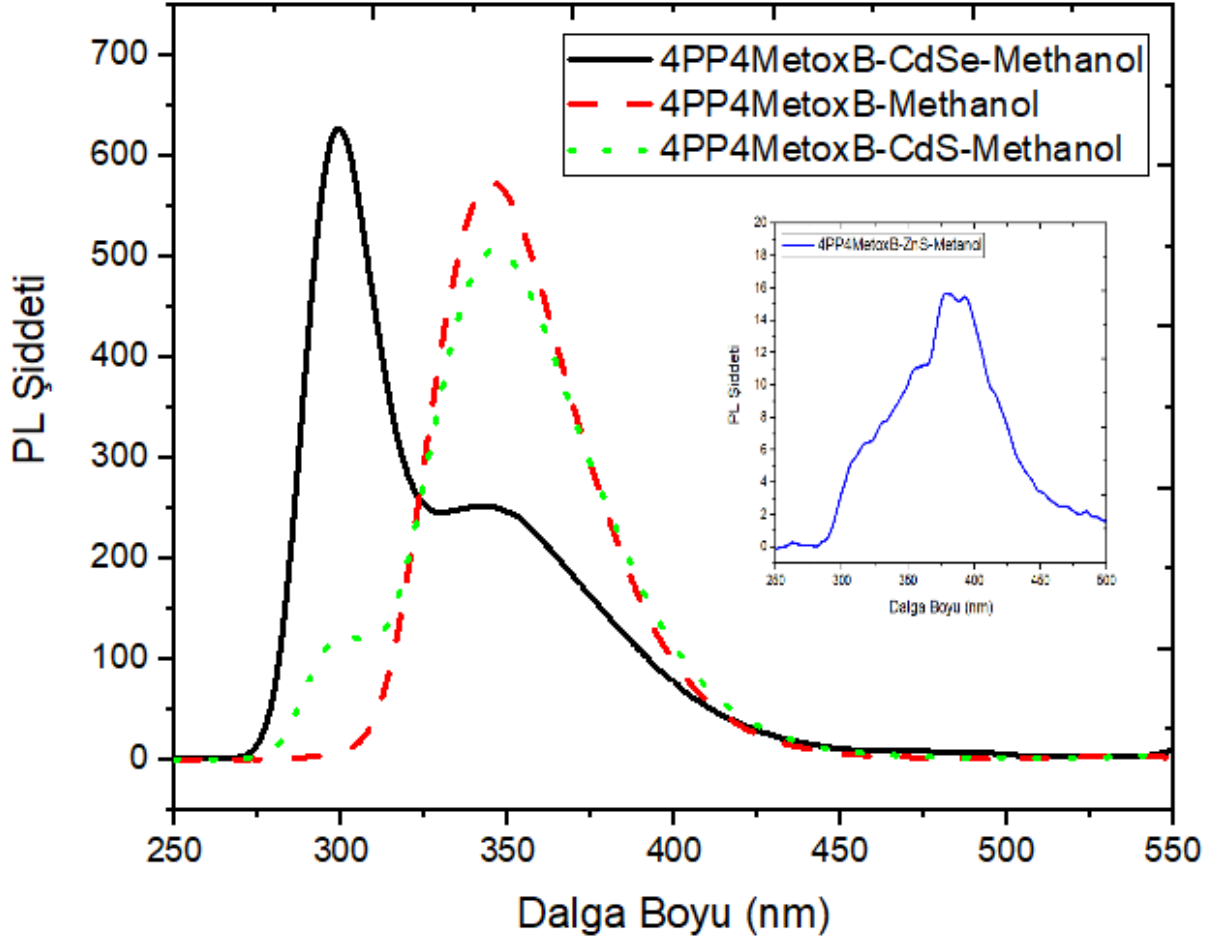
Şekil 4.8. 4PP4MetB sıvı kristali ile nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin Toluen'deki floresans spektrumları

4PP4MetB-Toluen çözeltisine eklenen üç ayrı nano parçacıklardan oluşan üç yeni çözeltiden 4PP4MetB-CdS-Toluen (eksitasyon piki 280 nm) ve 4PP4MetB-CdSe-Toluen (eksitasyon piki 280 nm) çözeltilerinin maksimum emisyon dalga boyları 298 nm olarak bulunmuş ve 4PP4MetB-Toluen çözeltisiyle benzer bir floresans bandı gözlenmiştir. 4PP4MetB-ZnS-Toluen (eksitasyon piki 300 nm) çözeltisi ise 300 nm'de eksitasyon piki dışında 330 nm'de düşük bir pik gözlenmiştir.



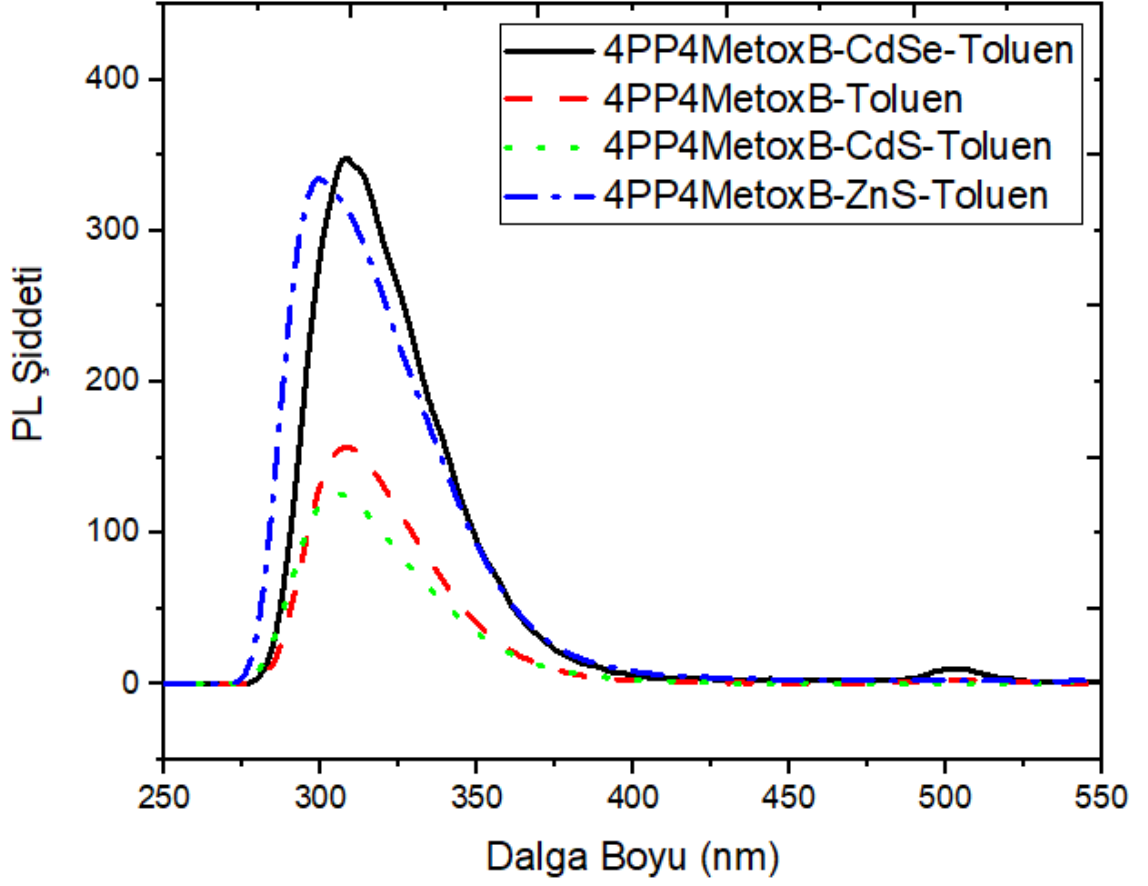
Şekil 4.9. 4PP4MetB sıvı kristali ile nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin DMSO'daki floresans spektrumları

4PP4MetB-DMSO (eksitasyon piki 270 nm) sıvı kristaline eklenen CdS-DMSO nano parçacığıyla oluşan yeni 4PP4MetB-CdS-DMSO (eksitasyon piki 270 nm) çözeltisi, 4PP4MetB-DMSO çözeltisiyle benzer bir floresans bandı göstermiştir. 4PP4MetB-DMSO'ya eklenen CdSe-DMSO ile oluşan 4PP4MetB-CdSe-DMSO (eksitasyon piki 270 nm) çözeltisinin ise 297 nm'de maksimum pikden sonra 353 nm'de görülen piklerden dolayı diyebiliriz ki buradaki sıvı kristaller ile nano parçacıklar etkileşim göstermiştir. 4PP4MetB-DMSO'ya eklenen ZnS-DMSO ile oluşan 4PP4MetB-ZnS-DMSO (eksitasyon piki 300 nm) çözeltisindeki eksitasyon pikinden sonra geniş bir bantta floresans vermiştir.



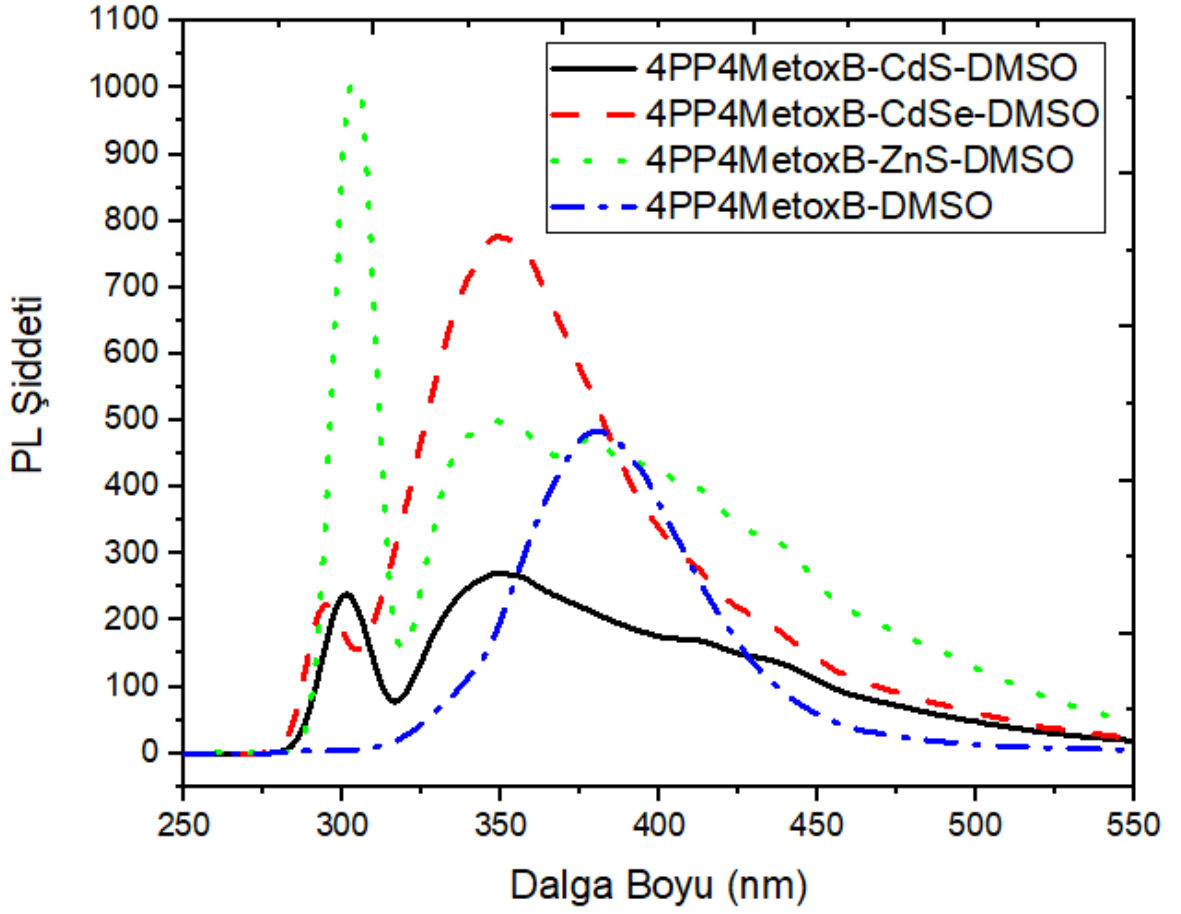
Şekil 4.10. 4PP4MetoxB sıvı kristali ile nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin Metanol'deki floresans spektrumları

4PP4MetoxB-Metanol (eksitasyon piki 265 nm) sıvı kristalli çözeltisine eklenen CdS-Metanol çözeltisiyle oluşan yeni 4PP4MetoxB-CdS-Metanol (eksitasyon piki 270 nm) çözeltisinin floresans bandı 4PP4MetoxB-Metanol ile benzer bir band oluşturmuştur. 4PP4MetoxB-Metanol çözeltisine eklenen CdSe-Metanol nanoparçacıklı çözeltiyle oluşan yeni 4PP4MetoxB-CdSe-Metanol (eksitasyon piki 240 nm) çözeltisinin 298 nm'de maksimum emisyon olduğu dalga boyu ile 343 nm'de omuz pikiyle birlikte bir bant sergilerken 4PP4MetoxB-Metanol çözeltisine göre 47 nm'lik bir maviye kayma gözlenmiştir. 4PP4MetoxB-Metanol'e eklenen ZnS-Metanol ile oluşan 4PP4MetoxB-ZnS-Metanol (eksitasyon piki 260 nm) çözeltisinin floresans şiddeti çok düşük olduğu görülüp birçok omuz piki bulunan geniş bir emisyon bandı görülmüştür.



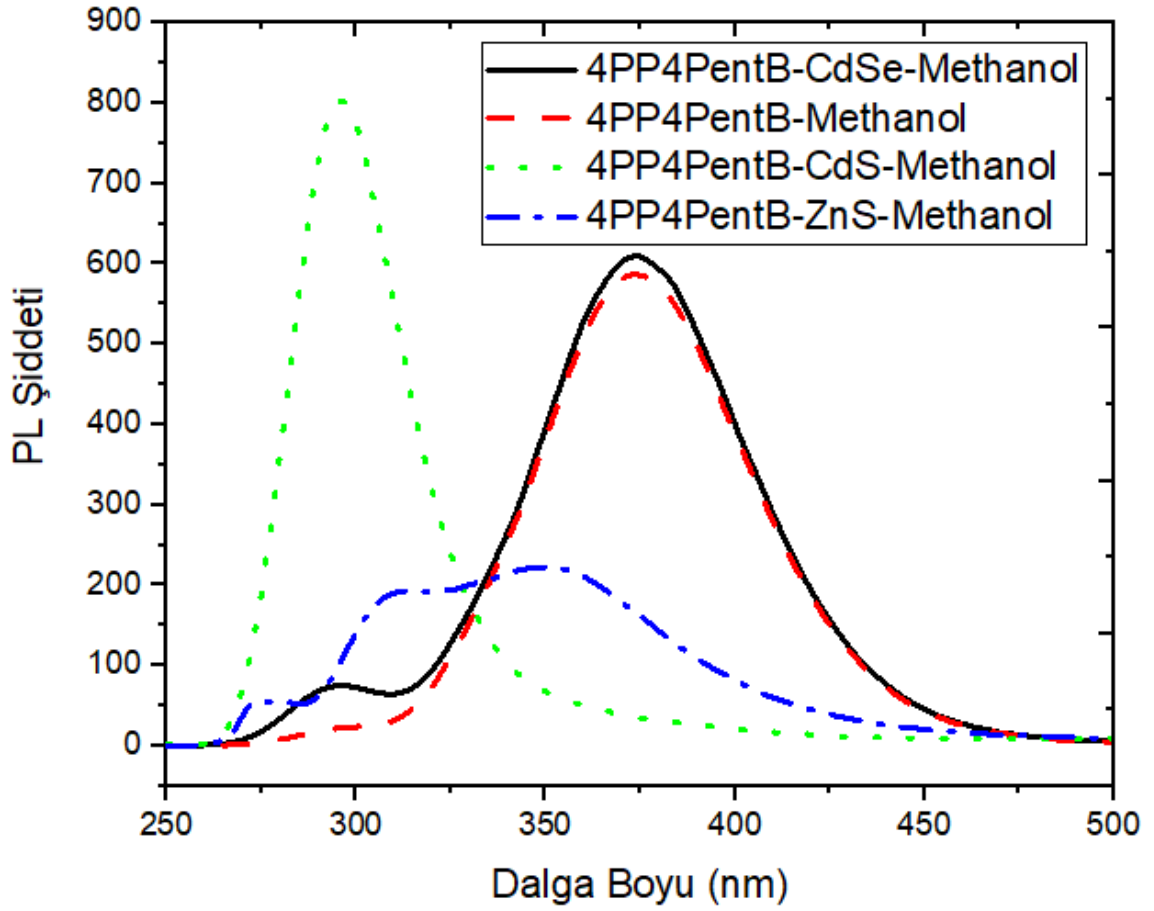
Şekil 4.11. 4PP4MetoxB sıvı kristali ile nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin Toluen'deki floresans spektrumları

4PP4MetoxB-Toluen (eksitasyon piki 250 nm) sıvı kristalli çözeltisine ayrı ayrı eklenen üç farklı nano parçacıklı çözeltilerle oluşan yeni 4PP4MetoxB-CdS-Toluen (eksitasyon piki 275 nm), 4PP4MetoxB-CdSe-Toluen (eksitasyon piki 250 nm) ile 4PP4MetoxB-ZnS-Toluen (eksitasyon piki 280 nm) çözeltilerin birbirleriyle ve 4PP4MetoxB-Toluen ile benzer bir floresans bandı olduğu gözlenmiştir.



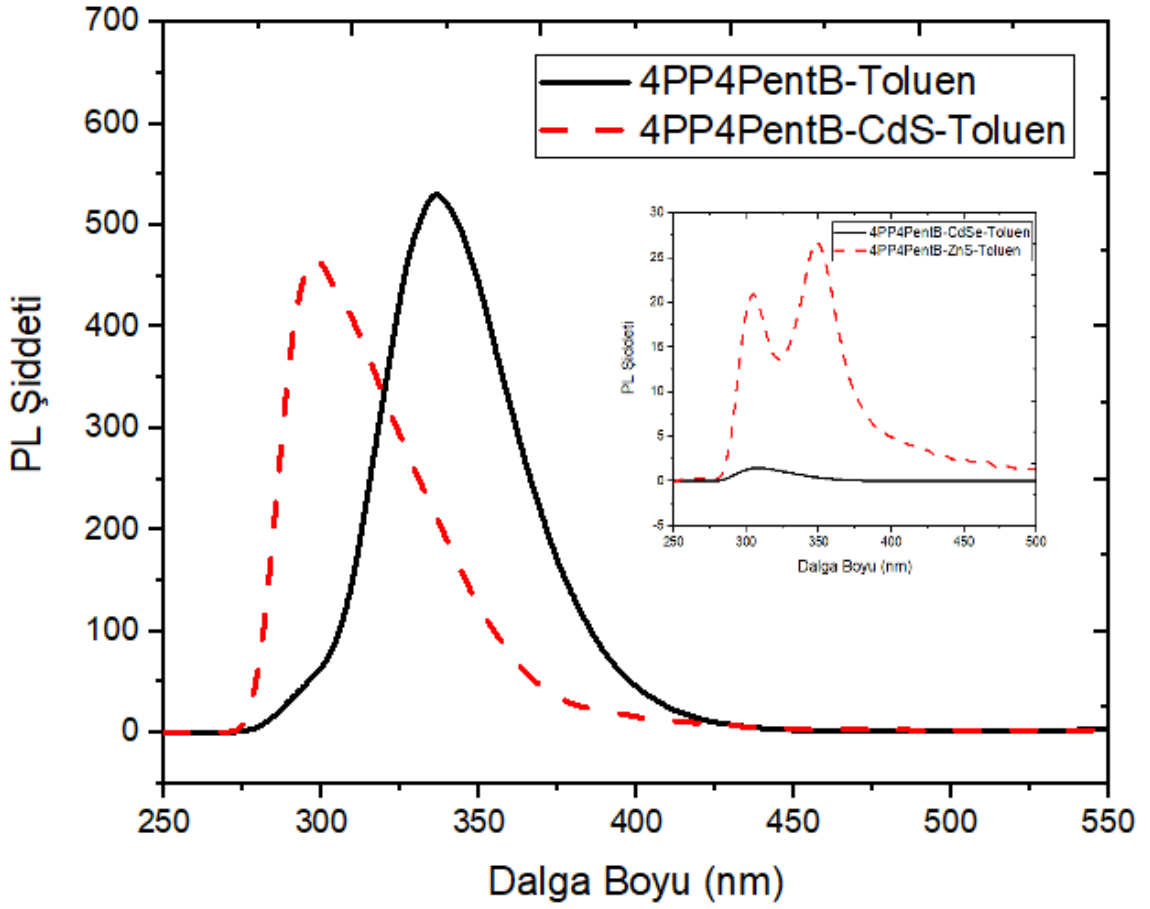
Şekil 4.12. 4PP4MetoxB sıvı kristali ile nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin DMSO'daki floresans spektrumları

4PP4MetoxB-DMSO (eksitasyon piki 280 nm) sıvı kristalli çözeltisine ayrı ayrı eklenen üç farklı nanoparçacıklı çözeltilerden 4PP4MetoxB-CdS-DMSO (eksitasyon piki 295 nm), 4PP4MetoxB-CdSe-DMSO (eksitasyon piki 290 nm), 4PP4MetoxB-ZnS-DMSO (eksitasyon piki 300 nm) çözeltilerin maksimum emisyon dalga boylarında birbirlerine çok yakın olduğu, geniş bir floresans bantlarınının benzer olduğu ve 4PP4MetoxB-DMSO sıvı kristalli çözeltisine göre yaklaşık 30 nm'lik bir maviye kayma görülmüştür.



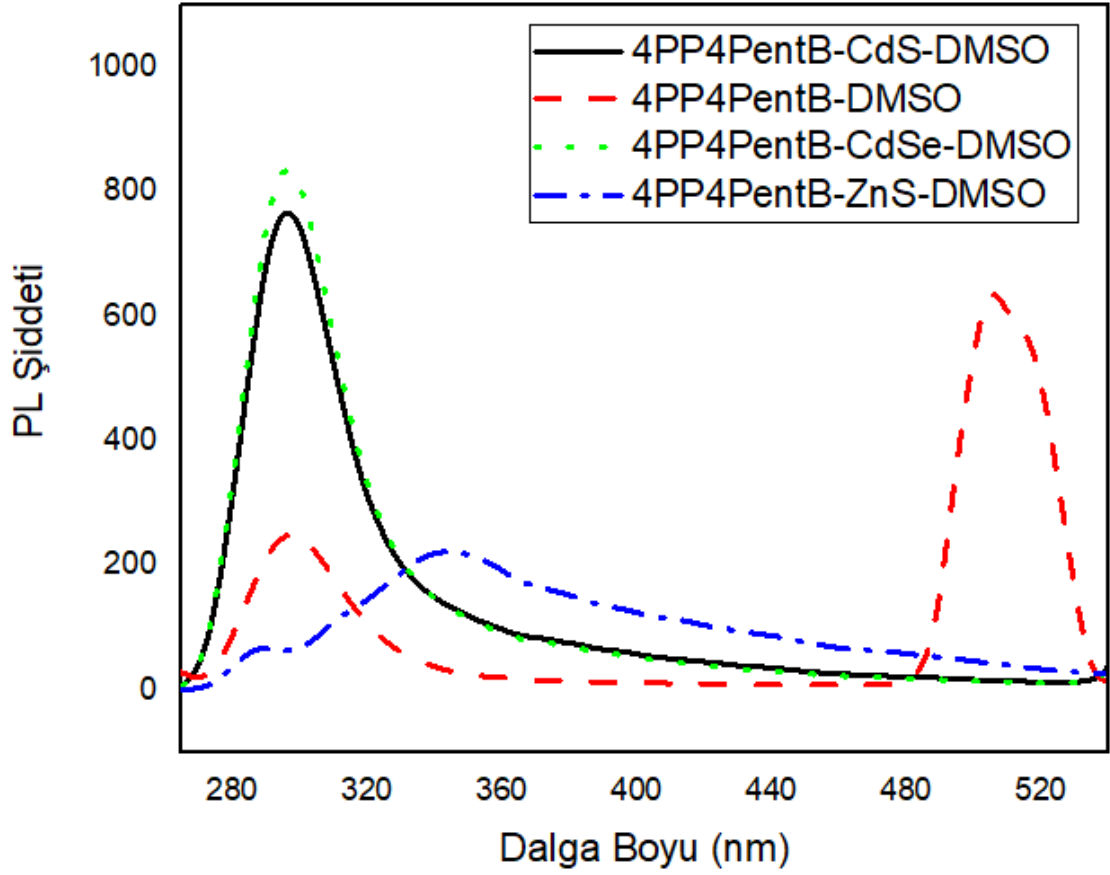
Şekil 4.13. 4PP4PentB sıvı kristali ile nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin Metanol'deki floresans spektrumları

4PP4PentB-Metanol (eksitasyon piki 255 nm) çözeltisine eklenen CdSe-Metanol nano parçacıklı çözeltinin eklenmesiyle oluşan 4PP4PentB-CdSe-Metanol (eksitasyon piki 255 nm) çözeltisinin floresansı 4PP4PentB-Metanol ile benzer olduğu görülmüştür. 4PP4PentB-Metanol çözeltisine eklenen CdS-Metanol ile oluşan yeni 4PP4PentB-CdS-Metanol (eksitasyon piki 280 nm) çözeltisinin 296 nm'de maksimum dalga boyu görülmüş ve dalga boyunda 77 nm'lik bir maviye kayma görülmüştür. 4PP4PentB-Metanol'e eklenen ZnS-Metanol çözeltisiyle 4PP4PentB-ZnS-Metanol (eksitasyon piki 270 nm) çözeltisinin 312 nm'deki omuz pikiyle, maksimum emisyonun 350 nm'deki dalga boyunda olduğu görülmüştür.



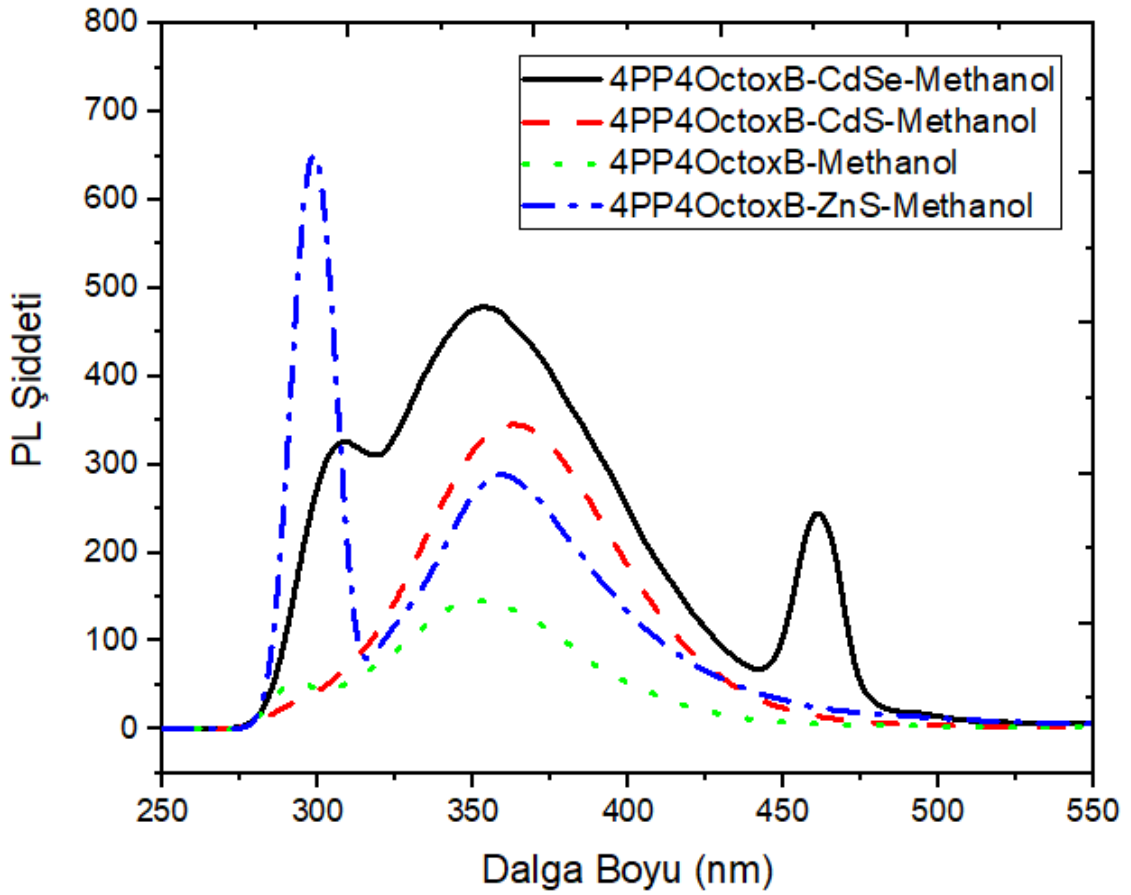
Şekil 4.14. 4PP4PentB sıvı kristali ile nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin Toluen'deki floresans spektrumları

4PP4PentB-Toluen (eksitasyon piki 272 nm) çözeltisine eklenen CdS-Toluen nano parçacıklı çözeltiyle oluşan yeni 4PP4PentB-CdS-Toluen (eksitasyon piki 253 nm) çözeltisinin maksimum dalga boyu 297 nm'de olup 4PP4PentB-Toluen'e göre 39 nm'lik bir maviye kayma görülmüştür. 4PP4PentB-Toluen çözeltisine eklenen CdSe-Toluen çözeltisiyle oluşan 4PP4PentB-CdSe-Toluen (eksitasyon piki 250 nm) çözeltisinin floresans şiddeti çok düşük olurken 307 nm dalga boyunda emisyon görülüp burada da dalga boyunda maviye kayma gözlenmiştir. 4PP4PentB-Toluen çözeltisine eklenen ZnS-Toluen çözücüsüyle oluşan 4PP4PentB-ZnS-Toluen (eksitasyon piki 260 nm) çözeltisinin 304 ve 347 nm'de benzer iki pikler görülmüştür.



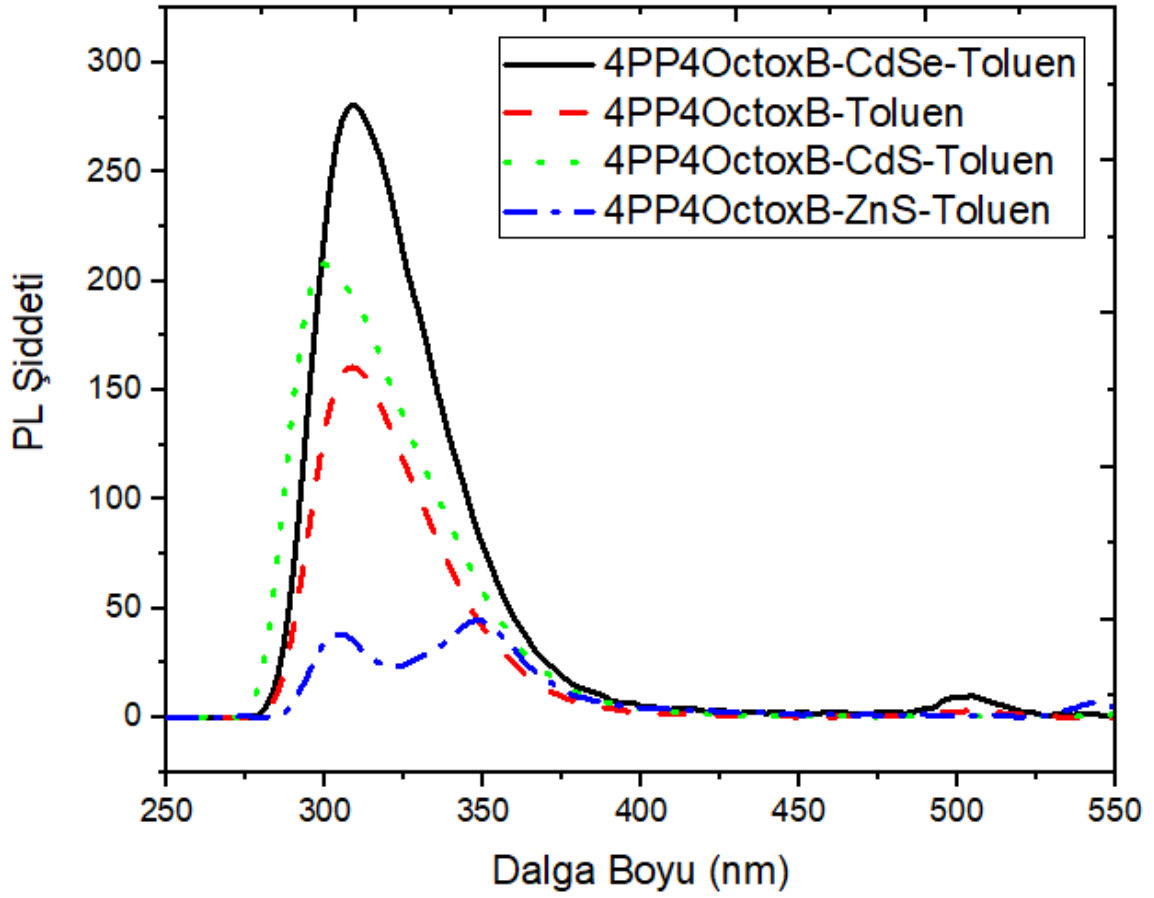
Şekil 4.15. 4PP4PentB sıvı kristali ile nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin DMSO'daki floresans spektrumları

4PP4PentB-DMSO (eksitasyon piki 250 nm) çözeltisine eklenen CdS-DMSO ve CdSe-DMSO nano parçacıklı çözeltilerle oluşan yeni 4PP4PentB-CdS-DMSO (eksitasyon piki 270 nm), 4PP4PentB-CdSe-DMSO (eksitasyon piki 270 nm) çözeltilerinin floresansları 4PP4PentB-DMSO ile benzer bir band sergilerken maksimum emisyon dalga boylarındaki değerlerin birbirlerine çok yakın olduğu görülmüştür. 4PP4PentB-DMSO'ya eklenen ZnS-DMSO ile oluşan yeni 4PP4PentB-ZnS-DMSO (eksitasyon piki 280 nm) çözeltisinin maksimum dalga boyu 345 nm olduğu ve 4PP4PentB-DMSO'ya göre maksimum dalga boyunda kırmızıya kayma görülmüştür.



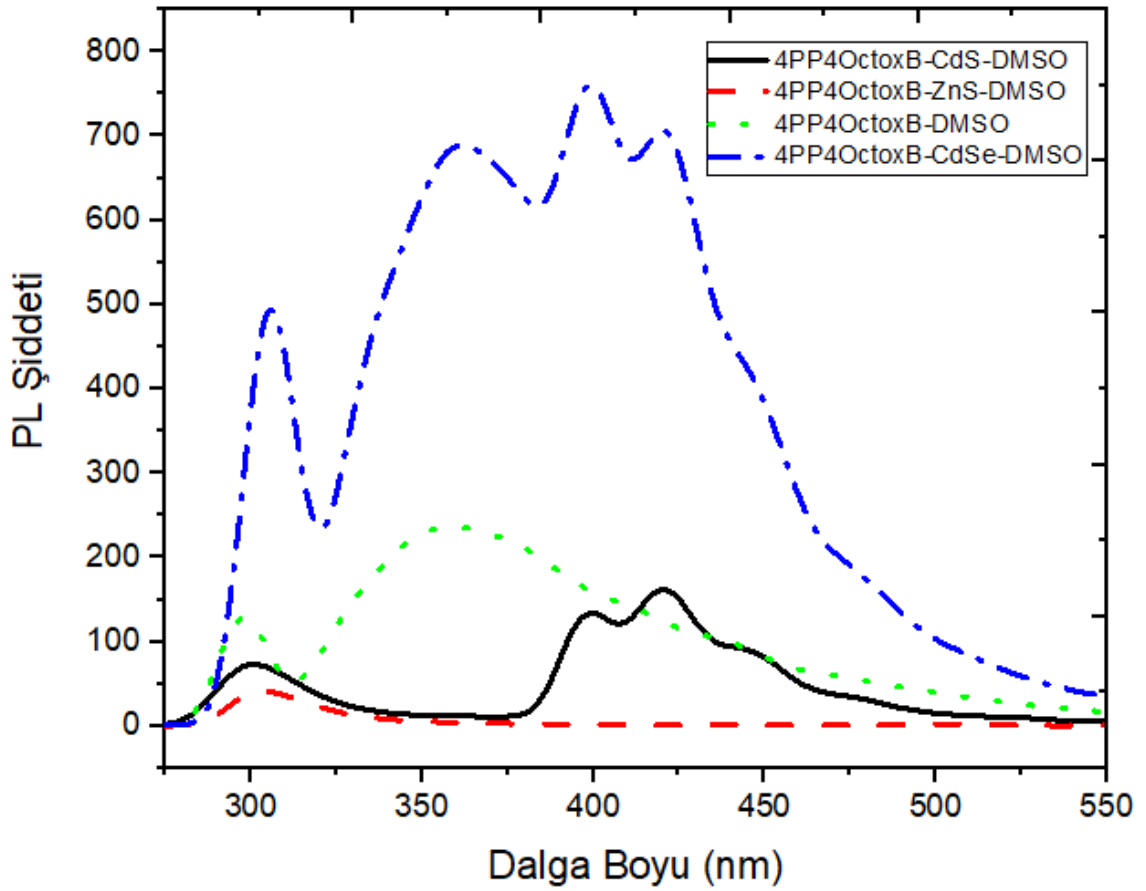
Şekil 4.16. 4PP4OctoxB sıvı kristali ile nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin Metanol'deki floresans spektrumları

4PP4OctoxB-Metanol'e (eksitasyon piki 280 nm) ZnS-Metanol nano parçacıklı çözeltinin eklenmesiyle oluşan 4PP4OctoxB-ZnS-Metanol (eksitasyon piki 290 nm) çözeltisinin 4PP4OctoxB-Metanol ile benzer bir emisyon bandı gözlenmiştir. 4PP4OctoxB-Metanol'e CdSe-Metanol nano parçacıklı çözeltinin eklenmesiyle oluşan 4PP4OctoxB-CdSe-Metanol (eksitasyon piki 225 nm) çözeltisinin 4PP4OctoxB-Metanol çözeltisinden farklı olarak 308 nm'de omuz piki görülmüştür. 4PP4OctoxB-CdS-Metanol (eksitasyon piki 280 nm) çözeltisinde ise geniş bir floresans bandı görülmüştür.



Şekil 4.17. 4PP4OctoxB sıvı kristali ile nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin Toluen'deki floresans spektrumları

4PP4OctoxB-Toluen'e (eksitasyon piki 250 nm) eklenen CdS-Toluen ve CdSe-Toluen nano parçacıklı çözeltiler ile oluşan yeni 4PP4OctoxB-CdS-Toluen (eksitasyon piki 280 nm), 4PP4OctoxB-CdSe-Toluen (eksitasyon piki 250 nm) çözeltilerin 4PP4OctoxB-Toluen çözeltisi ile benzer floresansları olup maksimum emisyon dalga boyları birbirlerine çok yakın olarak görülmüştür. 4PP4OctoxB-Toluen'e eklenen ZnS-Toluen çözeltisi ile oluşan 4PP4OctoxB-ZnS-Toluen (eksitasyon piki 270 nm) çözeltisinin 304, 347 nm'de emisyon verdiği görülüp 4PP4OctoxB-Toluen'den farklı bir floresans band gözlenmiştir.



Şekil 4.18. 4PP4OctoxB sıvı kristali ile nanoparçacık katkılı sıvı kristallerin DMSO'daki floresans spektrumları

4PP4OctoxB-DMSO (eksitasyon piki 290 nm) çözeltisine eklenen ZnS-DMSO ile oluşan 4PP4OctoxB-ZnS-DMSO (eksitasyon piki 250 nm) çözeltisinin 303 nm'de maksimum emisyon dalga boyu olmasıyla 4PP4OctoxB-DMSO çözeltisine göre 56 nm'lik bir maviye kayma görülmüştür. 4PP4OctoxB-DMSO çözeltisine eklenen CdS-DMSO ile oluşan 4PP4OctoxB-CdS-DMSO (eksitasyon piki 270 nm) çözeltisinin maksimum emisyon dalga boyu 420 nm olup 4PP4OctoxB-DMSO'ya göre dalga boyunda kırmızıya kayma görülmüştür. 4PP4OctoxB-DMSO'ya eklenen CdSe-DMSO ile oluşan 4PP4OctoxB-CdSe-DMSO (eksitasyon piki 300 nm) çözeltisinin maksimum emisyon dalga boyu 399 nm'de olup 40 nm'lik bir kırmızıya kayma meydana gelmiştir.

Sıvı kristal ve nano parçacıklar etkileşirken sistemin termodinamik dengeye gelmesi için sterik kuvvetler ve Van der Waals kuvvetleri oldukça etkilidir. Nano parçacıklar sıvı kristal bileşikleri etrafında elektrostatik etkileşim ile ve direk nano parçacık ile sıvı kristal birleşikler ile spesifik H-bağı etkileşimlerini yapacak şekilde kendilerini konumlandırır.

4.1. Öneriler

Bu tezi yapmamızda ana amaç farklı sıvı kristal bileşikleri ile yaklaşık 5 nm büyüklüğünde olan nano parçacıklardan CdS, CdSe ve ZnS ile nano yapı malzemelerin oluşturduğu ortamda elektronik absorpsiyon ve emisyon spektrumundaki değişimler ile bu değişimlerin nedeni ve etkileşimleri deneysel olarak anlamaya çalışılmaktadır.

Ek olarak nano yapılar ile katkılanmış farklı türdeki 6 sıvı kristalin floresans spektrumunda 400-700 nm arasında görünür bölgenin tamamını kapsayan bir spektrum elde etmektir. İncelenen nano parçacık katkılanmış sıvı kristaller için 250-550 nm görünür bölgede floresans spektrumları nano parçacık ve sıvı kristal bileşiklerinden farklı bir spektrum elde ediliyor, sorusunun cevabını kuantum mekaniksel dinamik yöntemleri ile modelleme çalışmaları yaparak anlaşılabilir.

Diğer bir öneri ise 300-700 nm bölgesinde floresans spektrumu elde edilmesi ile görünür bölge uygulamalarında bu nano materyallerin farklı alanlarda uygulamalarını arttıracaktır.

5. KAYNAKLAR

- [1] Mirzaei J, Reznikov M, Hegmann T, 2012. Quantum Dots as Liquid Crystal Dopants. *Journal of Materials Chemistry*, 22 (42): 22350-22365.
- [2] Chen, LJ, Dai JH, Lin JD, Mo TS, Lin HP, Yeh HC, Chuang YC, Jiang SA, Lee CR, 2018. Wavelength-tunable and Highly Stable Perovskite-quantum-dot-doped Lasers With Liquid Crystal Lasing Cavities. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 10 (39): 33307-33315.
- [3] Köysal O, Kocakulah G, Yıldırım M, Önsal G, Özmen ÖT, 2018. Dielectric and Performance Analysis of CdTe Quantum Dots Doped Nematic Liquid Crystal. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6 (1): 254-262.
- [4] Kawamoto H, 2002. The history of Liquid-crystal Displays. *Proceedings of the IEEE*, 90 (4): 460-500.
- [5] Lagerwall JPF, Scalia, G, 2012. A New Era for Liquid Crystal Research: Applications of Liquid Crystals in Soft Matter Nano-, Bio-and Microtechnology. *Current Applied Physics*, 12 (6): 1387-1412.
- [6] Ikeda T, 2003. Photomodulation of Liquid Crystal Orientations for Photonic Applications. *Journal of Materials Chemistry*, 13 (9): 2037-2057.
- [7] Noël C, Navard P, 1991. Liquid crystal polymers. *Progress in Polymer Science*, 16 (1): 55-110.
- [8] Yıldız A, 2019. Sıvı Kristallerde Faz Geçişlerinin Dielektrik Spektroskopi Yöntemi ile İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [9] Woltman SJ, Jay GD, Crawford GP, 2007. Liquid-Crystal Materials Find a New Order in Biomedical Applications. *Nature Materials*, 6 (12): 929-938.
- [10] Schadt M, 1997. Liquid Crystal Materials and Liquid Crystal Displays. *Annual Review of Materials Science*, 27 (1): 305-379.
- [11] Okutan M, 2010. Fulleren Ve Azo Boya Katkılı Nematik Sıvı Kristal Sistemlerde Dielektrik Ve Optik Spektroskopi Yöntemleri İle Moleküler Durulma Zamanlarının Ve Kırılma İndisi Değişimlerinin İncelenmesi. Doktora Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze
- [12] Ekici Z, 2014. Sıvı Kristaller Genel Özellikleri Sıvı Kristallerin Sentezi ve Uygulama Alanları. Yüksek Lisans Tezi, Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adıyaman.
- [13] Coşkun B, 2007. Sıvı Kristallerin Elektro-optik ve Faz Geçiş Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

- [14] Özden Ç, 2013. Termotropik Kolesterik Sıvı Kristaller: Mezomorfik, Termo-Morfolojik ve Termo-Optiksel Özelliklerin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- [15] Çetinkaya MC, 2013. Sıvı Kristallerin Optik ve Kalorimetrik Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [16] Beeckman J, Neyts K, Vanbrabant PJ, 2011. Liquid-Crystal Photonic Applications. *Optical Engineering*, 50 (8): 081202.
- [17] Chen W, Zhang JZ, Joly AG, 2004. Optical Properties and Potential Applications of Doped Semiconductor Nanoparticles. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 4 (8): 919-947.
- [18] Lakowicz JR, Gryczynski I, Gryczynski Z, Murphy CJ, 1999. Luminescence Spectral Properties of CdS Nanoparticles. *The Journal of Physical Chemistry B*, 103 (36): 7613-7620.
- [19] Yang X, Masadeh AS, McBride JR, Božin ES, Rosenthal SJ, Billinge SJ, 2013. Confirmation of Disordered Structure of Ultrasmall CdSe Nanoparticles From X-ray Atomic Pair Distribution Function Analysis. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 15 (22): 8480-8486.
- [20] Pehlivanoglu C, 2009. Kuantum Nokta Yapıların Elektronik Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- [21] Kılıçoğlu Ö, 2008. Kuantum Noktalarının Elektrik Ve Manyetik Alan Altında Elektronik Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- [22] Üstün T, 2011. Kuantum Nokta Temelli Bellek Yapılarda Kuantum Noktalarının Elektronik Yapısının Derin Seviye Geçiş Spektroskopisi ile Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [23] Şahin M, 2005. Yarı İletken Kuantum Nokta Yapıların Elektronik Özelliklerinin İncelenmesi. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- [24] Durmuşoğlu EG, 2012. Kuantum Nokta. Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği Metalurji Mühendisleri Odası. 160: 31-34.
- [25] Moussaoui M, Saoudi R, Tishchenko AV, Chassagneux F, 2010. Tunable Optical Properties of ZnS Nanoparticles. *Electromagnetic and Light Scattering XII*, June 28-July 2010, Helsinki, s: 178-181.
- [26] Yenel E, 2012. Kuantum Noktacık Temelli Hibrit Güneş Pillerine Yönelik Kuantum Nokta Yapılarının Eldesi ve Karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

- [27] Brus LE, 1984. Electron–electron and Electron-hole Interactions in Small Semiconductor Crystallites: The Size Dependence of the Lowest Excited Electronic State. *The Journal of chemical physics*, 80 (9): 4403-4409.
- [28] Horoz S, 2018. Cr Katkılı ZnS Kuantum Noktalarının Karakterizasyonu ve Fotovoltaik Özelliklerinin İncelenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8 (2): 89-97.
- [29] Shtykov SN, Rusanova TY, 2008. Nanomaterials and Nanotechnologies in Chemical and Biochemical Sensors: Capabilities and Applications. *Russian Journal of General Chemistry*, 78 (12): 2521-2531.
- [30] Oleinikov VA, Sukhanova AV, Nabiev IR, 2007. Fluorescent semiconductor nanocrystals for biology and medicine. *Russ. Nanotekhnol.*, 2 (1–2): 160-173.
- [31] Ushakov NM, Yurkov GY, Baranov DA, Zapsis KV, Zhuravleva MN, Kochubei VI, Kosobudskii ID, Gubin SP, 2006. Optical and Photoluminescent Properties of Nanomaterials Based on Cadmium Sulfide Nanoparticles and Polyethylene. *Optics and spectroscopy*, 101 (2): 248-252.
- [32] Kochubei VI, Kochubei DI, Konyukhova YG, Zabenkov IV, 2010. The Structure of CdS Nanoparticles. *Journal of Surface Investigation. X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques*, 4 (4): 654-657.
- [33] Konshina E, Shcherbinin D, Kurochkina M, 2018. Comparison of the Properties of Nematic Liquid Crystals Doped with TiO₂ and CdSe/ZnS Nanoparticles. *Journal of Molecular Liquids*, 267: 308-314.
- [34] Singh G, Fisch MR, Kumar S, 2017. Tunable Polarised Fluorescence of Quantum Dot Doped Nematic Liquid Crystals. *Liquid Crystals*, 44 (3): 444-452.
- [35] Hirst LS, Kirchoff J, Inman R. Ghosh S, 2010. Quantum Dot self-assembly in Liquid Crystal Media. In *Emerging Liquid Crystal Technologies International Society for Optics and Photonics*, 18 February 2010, San Francisco, s: 76180F1-76180F7.
- [36] Kumar J, Gupta RK, Kumar S, Manjuladevi V, 2015. Electro-Optic and Dielectric Studies on Quantum Dot Doped Nematic Liquid Crystal. In *Macromolecular Symposia*, 357 (1): 47-51.
- [37] Bobrovsky A, Mochalov K, Oleinikov V, Sukhanova A, Prudnikau A, Artemyev M, Shibaev V, Nabiev I, 2012. Optically and Electrically Controlled Circularly Polarized Emission From Cholesteric Liquid Crystal Materials Doped with Semiconductor Quantum dots. *Advanced Materials*, 24 (46): 6216-6222.

- [38] Zhou P, Li Y, Liu S, Su Y, 2019. Colour 3D holographic Display Based on a Quantum-Dot-Doped Liquid Crystal. *Liquid Crystals*, 46 (10): 1478-1484.
- [39] <https://tr.wikipedia.org/wiki/Toluen> (Erişim Tarihi: 31.05.2022)
- [40] <https://tr.wikipedia.org/wiki/Metanol> (Erişim Tarihi: 31.05.2022)
- [41] <https://tr.wikipedia.org/wiki/DMSO> (Erişim Tarihi: 31.05.2022)
- [42] Li Y, Ma L, Zhang X, Joly AG, Liu Z, Chen W, 2008. Synthesis and Optical Properties of Sulfide Nanoparticles Prepared in Dimethylsulfoxide. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 8 (11): 5646-5651.
- [43] Rodríguez-Mas F, Ferrer JC, Alonso JL, Fernández de Ávila S, Valiente D, 2021. Reduced Graphene Oxide Inserted into PEDOT: PSS Layer to Enhance the Electrical Behaviour of Light-Emitting Diodes. *Nanomaterials*, 11 (3): 645.
- [44] Peng WQ, Qu SC, Cong GW, Wang ZG, 2005. Concentration Effect of Mn^{2+} on the Photoluminescence of ZnS: Mn Nanocrystals. *Journal of Crystal Growth*, 279 (3-4): 454-460.
- [45] Maleki M, Sasani Ghamsari M, Mirdamadi S, Ghasemzadeh R, 2007. A Facile Route for Preparation of CdS Nanoparticles. *Semiconductor Physics Quantum Electronics & Optoelectronics*, 10 (1): 30-32.
- [46] Hasan MR, Abd Hamid SB, Basirun WJ, Chowdhury ZZ, Kandjani AE, Kandjani AE, Bhargava, SK 2015. Ga Doped RGO–TiO₂ Composite on an ITO Surface Electrode for Investigation of Photoelectrocatalytic Activity Under Visible Light Irradiation. *New Journal of Chemistry*, 39 (1): 369-376.
- [47] Yang X, Masadeh AS, McBride JR, Božin ES, Rosenthal SJ, Billinge SJ, 2013. Confirmation of Disordered Structure of Ultrasmall CdSe Nanoparticles From X-ray Atomic Pair Distribution Function Analysis. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 15 (22): 8480-8486.
- [48] Lihitkar NB, Singh SB, Singh J, Srivastava ON, Naik RH, Kulkarni SK, 2009. Optical Investigations of Interaction Between Zinc Tetra Phenyl Porphyrin and CdSe Nanoparticles. *Chemical Physics Letters*, 483 (4-6): 227-232.
- [49] Ashtaputre SS, Deshpande A, Marathe S, Wankhede ME, Chimanpure J, Pasricha R, Urban J, Haram SK, Gosavi SW, Kulkarni SK, 2005. Synthesis and Analysis of ZnO and CdSe Nanoparticles. *Pramana*, 65 (4): 615-620.
- [50] Norris DJ, Bawendi MG, 1996. Measurement and Assignment of the Size-Dependent Optical Spectrum in CdSe Quantum Dots. *Physical Review B*, 53 (24): 16338-16346.

ÖZGEÇMİŞ

İlköğretimi [Redacted] Okulu'nda, ortaokulu [Redacted] Ortaöğretim Okulu'nda ve liseyi [Redacted] sesi'nde tamamladım. [Redacted] kazandığım [Redacted] Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü'nden [Redacted] mezun oldum. [Redacted] Bitlis Eren Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliğinde lisans eğitimine devam etmekteyim. [Redacted] Lisanüstü Eğitim Enstitüsü Fizik Anabilim Dalı'nda yüksek lisansa başladım. Yabancı dilim İngilizce'dir.

Yunus Emre Kara