



**T.C.**  
**SELÇUK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİYOKİMYASAL ANALİZLER İÇİN SERUM / KAN**  
**HÜCRESİ AYRIMINDA KULLANILACAK BARIYER JEL**

**ÜRETİMİ**

**Tuğba AÇIKGÖZ**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**Kimya Anabilim Dalı**

**Ağustos-2017**  
**KONYA**  
**Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ KABUL VE ONAYI

Tuğba AÇIKGÖZ tarafından hazırlanan “Biyokimyasal Analizler İçin Serum/Kan Hücreleri Ayrımında Kullanılacak Bariyer Jel Üretimi” adlı tez çalışması 23/08/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

### İmza

#### Başkan

Doç. Dr. Haluk BİNGÖL



#### Danışman

Prof.Dr. Mustafa ERSÖZ



#### Üye

Doç.Dr. Ahmet OKUDAN



Yukarıdaki sonucu onaylıyorum.

Prof. Dr. Mustafa YILMAZ

FBE Müdürü

## TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Öğrencinin Adı SOYADI

Tuğba AÇIKGÖZ

Tarih: 23.08.2017



## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### BİYOKİMYASAL ANALİZLER İÇİN SERUM/KAN HÜCRESİ AYRIMINDA KULLANILACAK BARIYER JEL ÜRETİMİ

TUĞBA AÇIKGÖZ

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Kimya Anabilim Dalı

1.Danışman: Prof. Dr. Mustafa ERSÖZ

2.Danışman: Prof. Dr. Ahmet Levent BAŞ

2017, 71 Sayfa

#### Jüri

Danışmanın Unvanı Adı SOYADI

Diğer Üyenin Unvanı Adı SOYADI

Diğer Üyenin Unvanı Adı SOYADI

Hastalıkların teşhisi, tedavi süresi, ilaç dozu ayarlanmasında kan tahlilleri büyük önem arz etmektedir. Bu sebeple kan tahlillerinin doğru analiz edilmesi tanı ve tedavi süresince çok önemlidir. Tahlillerin aynı kan üzerinden tekrarlanma bilirliliği de, birçok hastalarda kolaylık sağlamak ve zaman kazanılması sağlanmaktadır. Kan analizlerinin doğruluğu ve hassasiyeti, serum/plazma ve kan hücrelerinin birbirinden tam ayrımı ile mümkündür. Tam ayrımın gerçekleşebilmesi için kan tüplerinde jel polimer kullanımı yaygın olarak kullanılır ve en çok kullanılan jeller poliakrilat veya poliüretan jellerdir. Bu yöntem yoğunluk farkından faydalanılarak; yoğunluğu  $d:1.025 \text{ g cm}^{-3}$  olan serum/plazma ile yoğunluğu  $d:1,125 \text{ g cm}^{-3}$  olan kan hücreleri arasında bir yoğunluğa sahip jelin kullanımı ile kan ayrımı yapılabilir. Piyasada ticari olarak satılan jel tüplerin büyük çoğunluğu da bu özelliklere sahip, fiziksel olan polimerik jel ihtiva etmektedir. Bu jel için kullanılacak polimerler, akrilik oligomer veya alifatik poliüretan olabilir. Oligomer ağırlığının yaklaşık 5000 Da ağırlıkta olması, sıvı olması da dikkat edilmesi gereken hususlardır. Bu çalışmada öncelikle fiziksel jel elde edilmiş daha sonra fiziksel jele UV uygulaması ile katı bariyer oluşturulmuştur. Fiziksel jel olan polimerik jel, çapraz bağlı kimyasal polimerik jele çevrilmiştir. Fiziksel polimerik jel ile kimyasal polimerik jel, belirli peryotlarla tekrarlanan kan analizleri ile mukayese edilmiş ve sonuçlar grafiklerle gösterilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Biyokimyasal analiz, Çapraz bağlanma, Jelli tüp, Kan tahlilleri, Polimer, Polimerik jel, Poliüretan, UV fotobaşlatıcı.

**ABSTRACT  
MS THESIS**

**FABRICATION OF BARRIER GEL FOR SEPERATION OF SERUM/BLOOD  
CELLS IN BIOCHEMICAL ANALYSIS**

**TUĞBA AÇIKGÖZ  
THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF  
SELÇUK UNIVERSITY  
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE**

**Advisor1: Prof. Dr. Mustafa ERSÖZ  
Advisor2: Prof. Dr. Ahmet Levent BAŞ**

**2017, 71 Pages**

**Jury  
Advisor Danışmanın Unvanı Adı SOYADI  
Diğer Üyenin Unvanı Adı SOYADI  
Diğer Üyenin Unvanı Adı SOYADI**

Blood analysis are important for disease diagnosis, treatment period and adjusting the dose of medication. Thus, the accuracy of blood analysis is important for diagnosis. Also, repeatability of analysis from the same blood samples makes the treatment convenient and makes us gain more time. Accuracy of blood analysis is possible by serum/plasma and complete seperation of blood cells. The use of gel polymer in blood tubes for complete seperation is a common method. Blood seperation can be done by use of gels that have a density between density of serum/plasma  $d:1.025 \text{ g cm}^{-3}$  and density of blood cells  $d:1.125 \text{ g cm}^{-3}$ . Most of gel tubes which get solded in quotation comprise physical polymeric gels that have those properties. In this study, the work of converting of physical gel to chemical gel will be performed. Fort his purpose, UV will be used as photoinitiator and polimeric gel contains physical gel will be converted to crosslinked chemical polimeric gel. If permanent barrier can be provided by becoming hard of gel by UV, time gaining can be encured with repeatable tests from the same blood. Here in, firstly gel polymer will be obtained with appropriate chemicals, then, permanent barrier will be provided by UV. Physical polimeric gel and chemical polymeric gel will be compaired with periodically repeated blood analysis and results will be showed on graphs.

**Keywords:** Biochemical analysis, Blood analysis, Crosslinking, Gel tube, Polymer, Polymeric gel, Polyurethane, UV phoinitiator.

## ÖNSÖZ

Yüksek Lisans eğitimim boyunca danışmanlık görevimi yürüten Prof. Dr. Mustafa ERSÖZ başta olmak üzere engin fikirleri ile her zaman iyi bir yol gösterici olan sayın Prof. Dr. Ahmet Levent BAŞ hocama teşekkürü bir borç bilirim. Doç. Dr. Mahmut KUŞ, Tuğbahan YILMAZ ALIÇ, Gamze ÖNECEK ve Selçuk Üniversitesi İleri Teknoloji Araştırma Uygulama Merkezi tüm personeline çalışmadaki yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Tüm eğitim hayatım boyunca maddi manevi yanımda bulunan; babam Üzeyir DURMUŞ, annem Sultan DURMUŞ, kardeşlerim Fatih ve Rümeyza Hilal DURMUŞ'a çok teşekkür ederim.

Son olarak tez çalışması esnasındaki desteklerinden dolayı eşim Sait Selman AÇIKGÖZ ve kızım Zeynep Bilge AÇIKGÖZ'e teşekkür ederim.

Tuğba AÇIKGÖZ  
KONYA-2017

# İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>v</b>
<b>ÖNSÖZ .....</b>	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER .....</b>	<b>vii</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR .....</b>	<b>ix</b>
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1. Kan Tahlilleri ve İçerikleri .....	1
1.2. Kan Tüplerinin Özellikleri ve İçerikleri .....	2
1.3. Polimerler.....	4
1.3.1. Polimerlerin Sınıflandırılması.....	5
1.3.2. Polimerlerin Eldesi .....	9
1.3.3. Polimerlerin Analiz Yöntemleri.....	16
1.3.4. Polimerlerin Kullanım Alanları .....	16
1.3.5. Polimer Kimyasının Gelişimi .....	17
1.4. Polimer Jeller .....	18
1.4.1. Başlatıcı .....	19
1.4.2. Oligomer .....	19
1.4.3. Çapraz Bağlı Polimerler.....	19
<b>2.KAYNAK ARAŞTIRMASI .....</b>	<b>21</b>
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>31</b>
3.1. Jelin Eldesinde Kullanılan Yöntemler ve Kimyasallar .....	31
3.2. Jelin Karakterizasyonunda Kullanılan Cihazlar .....	32
3.2.1. TEM (Taramalı Elektron Mikroskopi).....	32
3.2.2. FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) .....	33
3.3. Jel ile Yapılan Biyokimya ve Hormon Testleri .....	34
3.3.1. GLUKOZ(Şeker) .....	35
3.3.2. ALT(Alanin Aminotransaminaz).....	35
3.3.3. AST(Aspartat Aminotransaminaz) .....	35
3.3.4. FREE T4(Serbest Tiroksin) .....	35
3.3.5. TSH(Tiroid Stimüle Edici Hormon) .....	35
3.4. Deneysel Çalışmalar .....	36
3.4.1. Kimyasal Miktar Değişimleri .....	36
3.4.2. Rpm Değişimi-Karıştırılma Süresi .....	36
3.4.3. Yoğunluk .....	36
3.4.4. Biyokimyasal Analizler .....	36
<b>4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....</b>	<b>38</b>
4.1. Polimer Karışım.....	39

4.2. UV Uygulanmış Polimerik Karışım .....	41
4.3. Jelin Özellikleri ve Ticari Jel İle Karşılaştırılması .....	42
4.4. Polimerik Karışımın ve Jelin FTIR –TEM Analizleri .....	42
4.5. Biyokimya Test Sonuçları .....	45
4.6. Hormon Test Sonuçları .....	47
<b>5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....</b>	<b>50</b>
5.1 Sonuçlar .....	50
5.2 Öneriler .....	50
<b>EKLER .....</b>	<b>52</b>
EK1: PEG Molekülün ve Molekülünün FTIR Analizi .....	52
EK2: EBECRYL230 Molekülü ve Molekülün FTIR Analizi .....	53
EK3: Oda Sıcaklığında Polimer Karışım .....	54
EK4: UV Uygulanmış Polimer Karışım .....	55
EK5: Jelli Tüplerin Biyokimya Testleri .....	56
EK6: Jelli Tüplerin Hormon Testleri .....	57
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>58</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>61</b>



## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

g: gram  
kg : kilogram  
cm: santimetre  
T: sıcaklık  
°C: santigrad derece  
rpm: dakikadaki dönme hızı  
nm : Nanometre  
mg : Miligram  
mL : Mililitre

### Kısaltmalar

UV: Ultraviyole  
FTIR: Fourier Transform Infrared Spectroscopy  
TEM: Transmission Electron Microscope  
TÜİK: Türkiye İstatistik Kurumu  
PEG: Polietilen Glikol  
PVC: Polivinil Klorür  
PS: Polistiren  
PET: Polietilen Teraftalat

## 1. GİRİŞ

### 1.1. Kan Tahlilleri ve İçerikleri

Hastalığın tedavisinde en önemli öncelik, erken teşhis olduğu gibi, kullanılacak yöntemin belirlenmesi, tedavi süresi, iyileşme aşamaları, ilaç dozlarının ayarlanması için mutlaka kan analizlerini yapılması gerekmektedir. Kan analizleri gelişen teknoloji ile çok farklı çeşitlenmelere ulaşmış ve tıbbi tanı kitleri içerisinde yer alan kan tüpleri her geçen gün kendi içinde yenilikler göstermektedir.

Tanı ve tedavi için uygulanan kan tahlilleri; hematoloji, biyokimya, hormon, kan pıhtılaşma, tümörlerin belirlenmesi için gerekli kan tahlilleri, hepatit tahlilleri, immünoloji tahlilleri gibi ana başlıklar altında toplanmaktadır (Tekin, 2016).

**Tablo 1.1.** Kan Tahlilleri Genel Başlıklar ve İçerikleri (Tekin, 2016)

<b>Hematoloji Tahlilleri:</b>	Hemogram (Tam Kan Sayımı), Troponin Tahlili, Seroloji Tahlili, Sedimentasyon Tahlili, Miyogloblin Tahlili.
<b>Biyokimya Tahlilleri:</b>	Açlık ve Tokluk Kan Şekeri, Kreatinin, Üre, Trigliserit, Kolesterol, LDL, HDL, ALT (SGPT), AST (SGOT), Fosfor, Ürik asit, Kalsiyum, Albumin, Total protein, Direkt Bilirubin, Total Bilirubin, CK, CK-MB, Amilaz, Sodyum, Demir, Potasyum, Klorür, ASO, RF, CRP.
<b>Kan Pıhtılaşma Tahlilleri:</b>	Pıhtılaşma Zamanı Testi, Ptz: Protrombin Zamanı Testi, Fibrinojen Testi, D-Dimer Testi, Aptz: Aktive Parsiyel Tromboplastin, Kanama Zamanı Testi.
<b>Hormon Tahlilleri:</b>	T3: Total T3 Testi, FT3: Serbest T3 Testi, T4: Total T4 Testi, FT4: Serbest T4 Testi, E2: Estradiol, $\beta$ -HCG: Beta Human Chorionic Gonadotropin, TSH: Tiroid-Stimulating Hormon (Tiroid Uyarıcı Hormon), B12: Vitamin B12 Testi, FER:

	Ferritin Testi, Testosteron, FOL: Folik Asit Testi, 17-alfa-OH-P: (17-alfa-hidroksi-progesteron), DHEA-SO4: Dehidro Epi Androstendion-sülfat.
<b>Tümörlerin Belirlenmesi İçin Yapılan Tahliller:</b>	CA 19-9: Karbonhidrat antijen 19-9, CEA: Karsinoembriyolojik antijen, AFP: Alfa-Fetoprotein, CA 125: Karbonhidrat antijen 125, 15-3 PSA: Prostat-Spesifik Antijen, CA 15-3: Karbonhidrat antijen, Free PSA: Serbest PSA
<b>Hepatit Tahlilleri:</b>	Anti-Hbs Testi, Anti-HAV IgM Testi, HbsAg Testi, HbeAg Testi, Anti-HBe Testi, Anti-HCV Testi, Anti-HIV Testi, Anti-HAV Total Testi.
<b>İmmünoloji Tahlilleri:</b>	İmmünglobulin tahlilleri (IgG, IgA, IgM), Kompleman tahlilleri (C3,C4).

## 1.2. Kan Tüplerinin Özellikleri ve İçerikleri

Tüpler kendi içerisinde yapılacak olan tahlile göre değişkenlik göstermektedir. Tüplerin bir kısmında içlerinde pıhtılaşmayı önleyecek veya plazma ayrılmasını sağlayacak katkı maddeleri bulunabildiği gibi, rutin biyokimya testlerinde kullanılmak üzere katkısız tüpler de bulunmaktadır.

İğne, tahlilin yapılabilmesi için gerekli olan kanı damarın içinden almak için kullanılır. Eski yıllarda damar içine sokulan bu iğneden damla damla akan kan cam bir tüp içinde toplanırken, sonraki yıllarda kanı damarın içinden daha rahat alabilmek için plastik enjektörler kullanılmaya başlanmıştır. Enjektör içine alınan kan, yapılacak testlere göre plastik tüpler içine boşaltılarak pıhtılaşması beklenir veya pıhtılaşmaması için gerekli kimyasal maddeler eklenirdi. Günümüzde, yapılacak tahlile göre tüpler çeşitlenmiş, vakumlanmış, iğne ve iğneyi tutucu bir aparat ile kan alımı başlamıştır. Böylece her tahlil grubu için gereken örneği elde etmek kolaylaşmıştır. Tüpler Jelli, Jelsiz, EDTA'lı veya HEPARİN'li gibi sınıflara ayrılmıştır ve bu sınıflandırmalar kapaklarda renklendirmelerle bir birinden ayrılmaktadır (Gündoğdu, 2015-2016).

Tüpler, serum veya plazma çalışılacak şekilde tasarlanmıştır. Bu ayrımın sebebi serum ve plazmanın içeriklerinin farklılığıdır.

Serum, biyolojik içeriklerinden dolayı labratuar tanısal testlerin yanı sıra bir dizi adli analizlerde de kullanılmaktadır. Saf serumda kan hücreleri, trombositler veya fibrinojen (pıhtılaşma faktörü) yoktur. Serumun yapışkan kıvamı, kan için uygun yoğunluğuk sağlayan bir protein olan albümin kaynaklıdır. Serumun ana işlevi hücre zarlarının yüzeyini nemlendirmek ve kan hücreleri (eritrosit), hormonlar, yağda çözünen besinler (şil), beyaz kan hücreleri ve antikorlar gibi seyreltilmiş suda çözüne bilen besin maddelerini oragnlara ve dokulara ulaştırmaktadır (Yu ve ark., 2011).

Plazma, kanın yaklaşık olarak yarısını oluşturan kısımdır.enfeksiyonlara karşı vücut savunmalarının büyük kısmından sorumlu olan, immünoglobülinler ve gıdalara karşı olumsuz reaksiyonlarda dahil olmak üzere besin maddeleri ve çoğunlukla albümin ve çeşitli globülinlerin bulunduğu çeşitli proteinlerin karışımıdır (Yu ve ark., 2011).

**Tablo 1.2:** Kan Tüpleri, Kapak Renkleri ve Özellikleri (Gündoğdu, 2015-2016)

<b>Kapak Rengi</b>	<b>Tüp İçeriği</b>	<b>Örnek Miktarı</b>	<b>Kullanım Amacı</b>
<b>Kırmızı</b>	Boş Kuru Tüpler, Silikon Kaplı Tüpler	5-6 mL	Serum eldesi
<b>Sarı</b>	Separatör Jel İçeren Tüpler (SST)	5.0 mL	Serum eldesi
<b>Mor</b>	5.40 mg K <sub>2</sub> EDTA	3.0 mL	Tam kan /plazma eldesi.(CBC cihazlarında kullanılır)
	0.75 mg K <sub>2</sub> EDTA	0.6 mL	
<b>Mavi</b>	0.2 mL, 0.109 M (%3,2) Na <sub>3</sub> -Sitat	1.8 mL	Plazma eldesi. (koagülasyon cihazlarında kullanılır)
	0.3 mL, 0.109 M (%3,2) Na <sub>3</sub> -Sitat	2.7 mL	
<b>Siyah</b>	0.4 mL, 0.109 M (%3,2) Na <sub>3</sub> -Sitat	1.6 mL	Tam kan eldesi. (ESR tayininde kullanılır)
<b>Yeşil</b>	Li / NH <sub>4</sub> Heparin	4.5 mL	Tam kan /plazma eldesi (kan gazı cihazlarında kullanılır)
<b>Gri</b>	12.0 mg potasyum oksalat ve 15.0 mg sodyum florür.	6.0 mL	Tam kan eldesi (glukoz ölçümünde kullanılır)

Jelli tüpler, serum/kan hücrelerinin ayrımında kullanılmaktadır. Jelli tüpler ile yapılan analizler; T3: Total T3 Testi, FT3: Serbest T3 Testi, T4: Total T4 Testi, FT4: Serbest T4 Testi, E2: Estradiol,  $\beta$ -HCG: Beta Human Chorionic Gonatdotropin, TSH: Tiroid- Stimulating Hormon (Tiroid Uyarıcı Hormon), B12: Vitamin B12 Testi, FER: Ferritin Testi, Testosteron, FOL: Folik Asit Testi, 17-alfa- OH-P: (17- alfa- hidroksi- progesteron), DHEA-SO4: DehidroEpiAndrostendion-sülfat gibi hormon testlerini içermektedir.

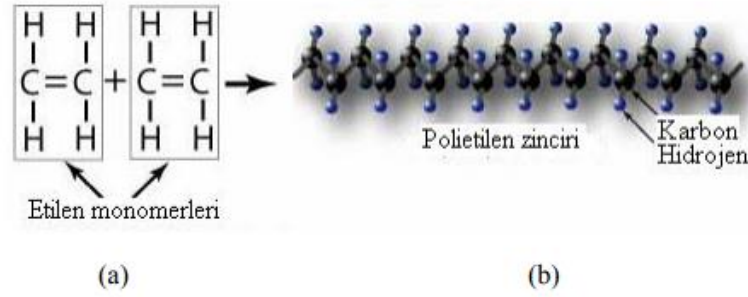
Jelli tüplerin ihtiva ettiği jel; polimerik bir yapıya sahip olmakla birlikte, kendi içerisinde çeşitlilik göstermektedir. Yapılacak teste göre, gerekli olan serum için tüpün ebatı ve buna bağlı olarak tüpteki jel miktarı değişkenlik gösterir (Disera, 2016).

**Tablo 1.3:** Serum-Kan Hücresi Ayırmada Kullanılan Jelli Tüp Çeşitleri (Disera, 2016)

Açıklama	Hacim (ml)	Ebat (mm)	İçerik	Raf ömrü	Etiket
2 ml Serum JEL	2	13x75	JEL + Pıhtı Aktivatörü	18 Ay	Kağıt
3,5ml Serum JEL	3,5	13x75	JEL + Pıhtı Aktivatörü	18 Ay	Kağıt
5 ml Serum JEL	5	13x100	JEL + Pıhtı Aktivatörü	18 Ay	Kağıt
8 ml Serum JEL	8	16x100	JEL + Pıhtı Aktivatörü	18 Ay	Kağıt
2 ml Serum JEL	2	13x75	JEL + Pıhtı Aktivatörü	18 Ay	Şeffaf
3,5ml Serum JEL	3,5	13x75	JEL + Pıhtı Aktivatörü	18 Ay	Şeffaf
5 ml Serum JEL	5	13x100	JEL + Pıhtı Aktivatörü	18 Ay	Şeffaf
8 ml Serum JEL	8	16x100	JEL + Pıhtı Aktivatörü	18 Ay	Şeffaf

### 1.3.Polimerler

Çok sayıda monomerin bir araya gelerek oluşturduğu zincir yapıya polimer denilmektedir (Chang, 2014). Diğer bir ifadeyle, çok sayıda monomerin bir araya gelerek kovalent bağ ile birbirine bağlanmasıyla oluşan iri molekülün (yüksek molekül ağırlıklı) adıdır (Raymond, 2014). Bir polimer zincirinde yüzlerce veya binlerce monomer bulunabilir. Monomerler polimerizasyon tepkimeleri ile polimerlere dönüşürler. Etilen monomerinden polietilen eldesi aşağıdaki gibi anlatılabilir.



Şekil 1.1: a) Etilen Monomeri b) Polietilen zinciri

### 1.3.1. Polimerlerin Sınıflandırılması

Polimerler, kimyasal yapıları, fiziksel özellikleri, bileşik kaynağı (elde edilmiş yöntemi), zincir şekli, mekanik özellikleri, monomer şekli baz alınarak sınıflandırılmaktadır (Basan, 2014).

Tablo 1.4: Polimerlerin Sınıflandırılması (Basan, 2014).

POLİMERLER	KİMYASAL YAPILARINA GÖRE	Organik Polimerler
		İnorganik Polimerler
FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNE GÖRE		Plastikler
		Elastomerler
		Elyaflar
BİLEŞİK KAYNAĞINA GÖRE		Doğal Polimerler
		Yarı Sentetik Polimerler
		Sentetik Polimerler
ZİNCİR ŞEKLİNE GÖRE		Düz Zincir Polimerler
		Dallanmış Polimerler
		Çapraz Bağlı Polimerler
MEKANİK ÖZELLİKLERİNE GÖRE		Akışkan Polimerler
		Yüksek Elastik Polimerler
		Katı Polimerler
MONOMER ŞEKLİNE GÖRE		Homopolimerler
		Kopolimerler
		Terpolimerler

### 1.3.1.1. Kimyasal Yapılarına Göre Polimerler

i)Organik Polimerler: Yapılarında karbon yanında genelde hidrojen atomu bulunmaktadır. Günlük hayatta kullanılan polimerlerin çoğunun anazincirinin temel bileşeni karbon atomudur. Sentetik ve doğal polimerlerin çok büyük bir kısmı organik polimerlerden oluşmuştur. Polietilen, poliesterler, poliamidler, polipropilen, doğal kauçuk, proteinler, selüloz vb. polimerleri organik polimerlere örnek olarak verebiliriz (Beşergil, 2008).

ii) İnorganik Polimerler: Polimerlerin bir çoğunun ana zincirinin temel bileşeni karbon atomudur. Ancak bazı polimerlerde ana zincirde karbon atomu yerine silisyum, fosfor, sülfür gibi başka atomlar bulunabilir. Ana zincirinde karbon atomu bulunmayan (Yan grup olabilir.) polimerlere inorganik polimerler denir. İnorganik polimerler yapılarında organik kısımda içerebilir. Barofan ve silikon bu polimer tipine örnektir (Beşergil, 2008).

### 1.3.1.2. Fiziksel Özelliklerine Göre Polimerler

Termoplastikler, plastik olarak bilinen polimer grubunu oluşturur. Isı etkisi ile şekil değiştirir. Poli(vinil klorür), polietilen, poli(etilen teraftalat), polistiren, poli(heksametilen adipamit), polipropilen ticari olarak kullanılan termoplastik polimerlerden bazılarıdır. Doğrusal veya dallanmış şekilde bulunan termoplastik polimerde çapraz bağlanma gözlenmez. London kuvvetleri (0-1,5 kcal/mol), hidrojen bağları (3-7 kcal/mol) ve polar etkileşimler ile birbirlerine tutunurlar. Termoplastikler günlük hayatta, çöp poşetleri, plastik bardak, tükenmez kalem gövdesi, oyuncak, fırça kılı, tenis raket örgüsü, kablo kılıfı, lamba kılıfı olarak karşımıza çıkmaktadır. Termoplastikten üretilmiş malzemeler daha sonradan toplatılarak yeniden ısıtılarak şekillendirilebilir (Ay, 2015).

Termosetler, çapraz bağlı yapılardır. Isı ile eritilerek yeniden değerlendirilemezler. Çapraz bağ içerdiği için serttir, uygun çözücü içinde çözünmez., yüksek sıcaklıkta bozunur. Üre- formaldehit, melanin- formaldehit, fenol- formaldehit polimerleri termosettir. Termoset polimerizasyonu, iki aşamalı tamamlanır. Mol kütlesi 500-5000 aralığında bir mol kütlesine sahip doğrusal polimer hazırlanır. Katılan katkı maddeleri ile viskoz bir madde elde edilir. Buna reçine adı verilir. Reçine uygun başlatıcı kullanılarak, ışık ısı gibi etkilerle çapraz bağlı yapıya dönüştürülmüş olur.

Elektrik prizleri, telefon kılıfları, bilgisayar klavyesi, televizyon kabinleri, melamin tabaklar termoset polimerdir.

### 1.3.1.3. Bileşik Kaynağına Göre Polimerler

Doğal polimerler, doğada kendiliğinden oluşan polimerlerdir ve insanlar her dönem bu polimerleri değişik alanlarda kullanmışlardır. Bitki ve ağaçların temel yapısını oluşturan selüloz doğada en bol bulunan polimerdir, pamuğun temel bileşeni de selülozdur. Selüloz gibi genelde doğal polimerlerin önemli bir kısmı canlıların yapısında yer alır. Yün, saç, tırnak protein yapısındaki doğal polimerlere örneklerdir. Canlılarda ayrıca polimerik yapıda olan karbonhidratlar, deoksiribo nukleik asitler ve ribonukleik asitler bulunur. Canlıların hareketlilik, yaşlanma, duyu gibi özelliklerinden sorumlu olan bu polimerlere “biyopolimerler” denir (Özbay, 2010).

Yapay polimerler ise laboratuvar ortamında sentezlenen polimerlerdir. Poli(etilen tereftalat) (PET), polietilen (PE) ve naylon gibi polimerleri de yapay polimerlere örnek olarak gösterebiliriz (Denktaş, 2006).

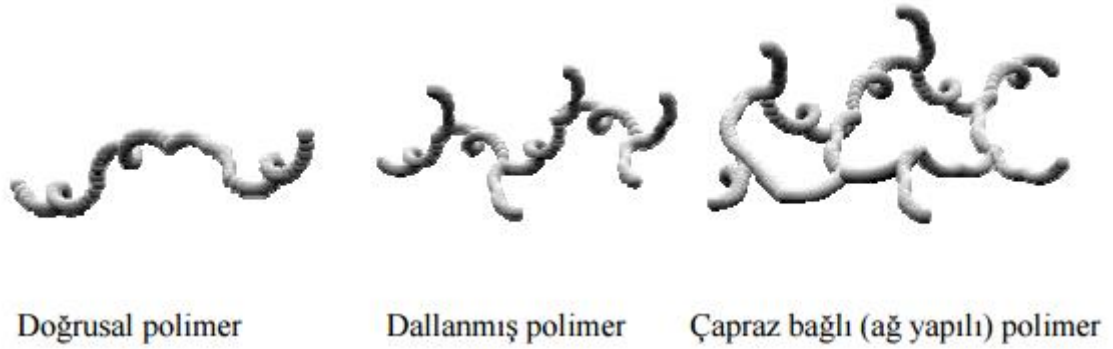
Doğal ve yapay polimerler arasındaki en büyük fark; doğal polimerlerin aynı boyda zincir yapısına sahip olmalarına karşın, yapay polimerlerde safsızlıkların olmasıdır. Bu durum, doğal polimerlere mekanik olarak üstün özellikler sağlamaktadır.

### 1.3.1.4. Zincir Şekline Göre Polimerler

Ana zincire sadece yan gruplar bağlı ise doğrusal polimer olarak adlandırılır. Doğrusal polimerler uygun çözücüde çözünür ve eritilerek başka şekillere girebilir. Kendi kimyasal yapısıyla özdeş kovalent bağlarla bağlanmış dal görüntüsünde olan polimerler dallanmış polimer olarak adlandırılır. Polimerin dallanması için yan tepkimelerin veya ikincil tepkimelerin olması gerekmektedir. Yan zincirlerin boyları birbirinden farklı uzunlukta olabilir. Dallanmış polimerler, doğrusal polimerler gibi uygun çözücülerde çözünürler. Ancak, çözeltilerinin ışık saçma, viskozite özellikleri ve yan dallar sebebiyle kristallenme eğilimlerinin zayıflığı açısından doğrusal polimerlerden farklılık gösterirler. Polietilen polimeri yüksek basınç uygulanarak elde edildiğinde dallanma olur ve bu dallanmalar kısa boyludur. Oluşan dallanmaya bağlı olarak, yoğunluk;  $0,970 \text{ g/cm}^3$  değerinden  $0,920 \text{ g/cm}^3$  değerine düşer (Sacak, 2010).



Doğrusal ve dallanmış polimerlerin zincirleri arasında kovalent bağ düzeyinde bir etkileşim bulunmaz. Bazı polimerlerin ana zincirleri birbirine değişik uzaklıktaki zincir parçalarıyla kovalent bağlar üzerinden bağlıdırlar (Hazer, 2008). Bu polimer çeşidine çapraz bağlı polimerler denilmektedir ve çapraz bağ yoğunluğu ile ağ-yapılı polimerik yapı oluşmaktadır. Bu yapıda tüm zincirler kovalent bağ ile bağlı olduğu için, yapı tek bir molekül gibi düşünülebilir. Çapraz bağlı yapılarda herhangi bir zincirin çekilmesi tüm sistemi harekete zorlamaktadır. Az yoğun çok yoğun şekilde bulunabilen çapraz bağlı sistemler, doğrusal ve dallanmış polimerlerden farklıdır, çözünmezler, uygun çözücülerde belli oranda şişebilirler. Bu şişme oranı, çapraz bağ yoğunluğuyla alakalıdır. Yoğunluk artıka şişme derecesi azalır. Eğer yoğunluk çok fazla ise polimer çözücüden etkilenmez (Hazer, 2008).



Şekil 1.2: Polimerlerin Uzama Şekilleri

### 1.3.1.5. Mekanik Özelliklerine Göre Polimerler

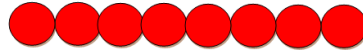
i) Akışkan Polimerler: Çok küçük mekanik kuvvet altında şekil değiştirebilir. Amorf özellik gösterir. Düşük molekül ağırlıklı poliizobütilen, fenol-formaldehit gibi başlangıç polimerlerini örnek olarak verebiliriz.

ii) Yüksek Elastik Polimerler: Çok küçük etkiler altında şekil değiştirebilen, kolay şekil alabilen yapıya sahiptir. Amorf özellik gösterir. Elastomerleri örnek olarak verebiliriz.

iii) Katı Polimerler: Çok küçük bir şekil değişikliği için bile çok büyük kuvvet gerektiren polimerlerdir. Kuvvet ortadan kalkarsa hemen başlangıç şekline geri döner. Polistiren, poliakrilonitril oda sıcaklığında katı polimerlerdir.

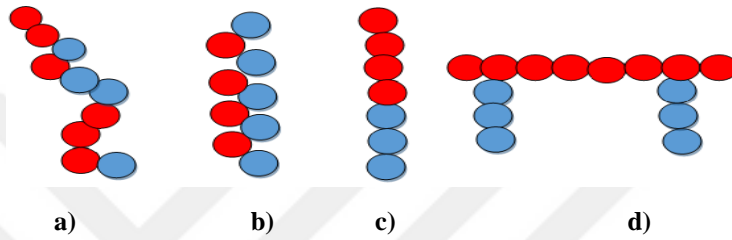
### 1.3.1.6. Monomer Şekline Göre Polimerler

i) Tek bir monomer biriminin birleşmesine göre; Homopolimerler.



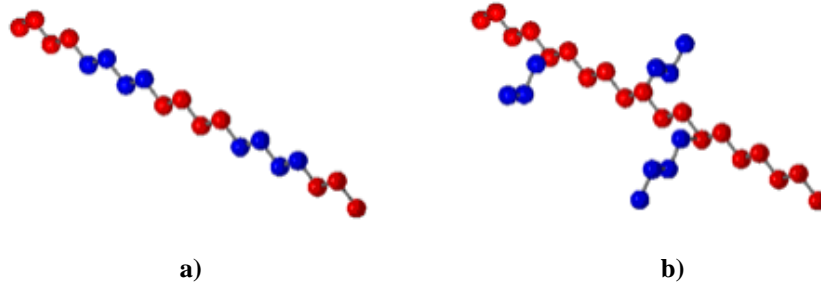
Şekil 1.3: Homopolimerlerin Moleküler Gösterimi. (Clegg, 1995)

ii) İki veya daha fazla monomer biriminin birleşmesine göre kopolimerler; a) Gelişi-güzel kopolimerler, b) ardışık kopolimerler, c) blok kopolimerler ve d) aşılı kopolimerler.



Şekil 1.4: Kopolimerlerin Moleküler Gösterimi. (Clegg, 1995)

iii) Zincir segmentlerinin birleşmesine göre; a) Blok kopolimerler ve b) aşılı kopolimerler.



Şekil 1.5: Zincir segmentlerinin birleşmesine göre oluşan polimerlerin moleküller şeması (Denktaş, 2006).

### 1.3.2. Polimerlerin Eldesi

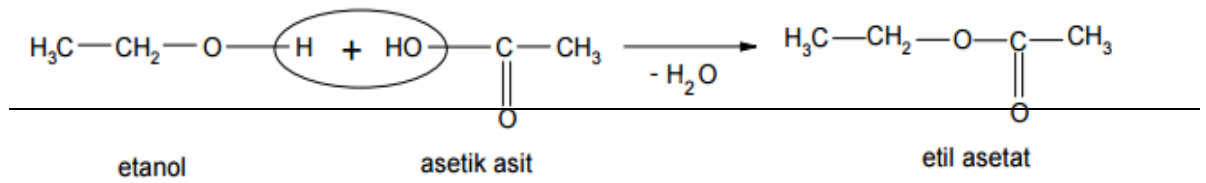
Kullanım alanına göre çeşitlilik kazanan polimerler, şekillenebilirlik, dayanıklılık, kırılabilirlik, taşınabilirlik gibi unsurlar göz önünde bulundurularak uygun yöntemle sentezlenmektedir. 1929 da; W.H. Carothers polimerizasyonu basamaklı polimerizasyon ve katılma polimerizasyonu olmak üzere iki başlık altında toplamıştır (Herbent, 1995). İlerleyen zamanla polimerizasyon yöntemleride oldukça gelişmiştir. Katılma polimerizasyonu; radikalik polimerizasyon, iyonik katılma polimerizasyonu

altında iki başlığa ayrılırken, iyonik polimerizasyonda anyonik ve katyonik olarak iki alt başlığa ayrılmıştır. Bu alt başlıklarda kendi içerisinde çeşitlilik göstermektedir. Poliüretan, poliester, poliamit, selüloz, ipek, yün, protein basamaklı polimerlere; polietilen, polistiren, polivinil klorür, polipropilen katılma polimerlerine verilebilecek örneklerdir.

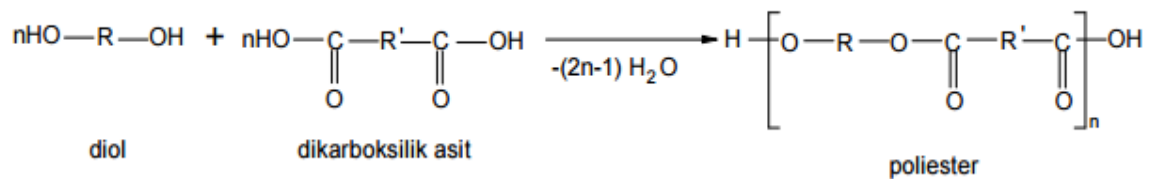
### 1.3.2.1. Basamaklı Polimerizasyon (Kondenzasyon Polimerizasyonu)

Kondenzasyon, Friedel-Crafts, Micheal katılması, Diels-Alber katılması, üretan oluşumu türü organik tepkimelerle elde edilebilir. Bu yöntemler içerisinde endüstri de en çok kullanılan kondenzasyon polimerizasyonudur. Fonksiyonel grupları bulunan iki molekülün aralarından küçük bir molekül ayırarak birleşmesi şeklinde yapılır. Fonksiyonel grup, bir molekülün kimyasal tepkimelerde yer alan kısmını tanımlar. Kondenzasyon tepkimelerine katılan moleküller birleşirken genelde  $-OH$ ,  $-COOH$ ,  $-NH_2$  türü fonksiyonel gruplar bulunur ve kondenzasyon sırasında iki molekülün birleşmesiyle  $H_2O$ ,  $HCl$ ,  $NH_3$  gibi küçük moleküller ayrılır (2012, Saçak).

Monofonksiyonel gruplu maddeler seçilerek kondenzasyon tepkimesi gerçekleştirilirse, tepkime sonunda madde kalmadığı için reaksiyon sonlanır. Bifonksiyonel çıkış maddeleri seçilirse, tepkime sonunda oluşan molekülde iki fonksiyonel grup olacağı için, kondenzasyon devam edebilir, böylece polimer sentezlenmiş olur.

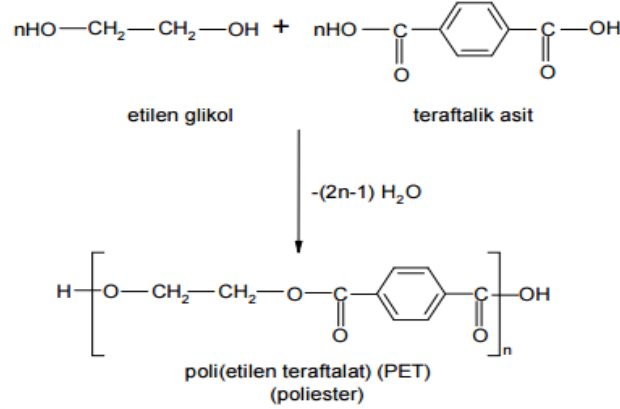


Şekil 1.6: Etil Asetatın Basamaklı Polimerizasyon (Kondenzasyon Polimerizasyonu) ile Elde Edilmesi



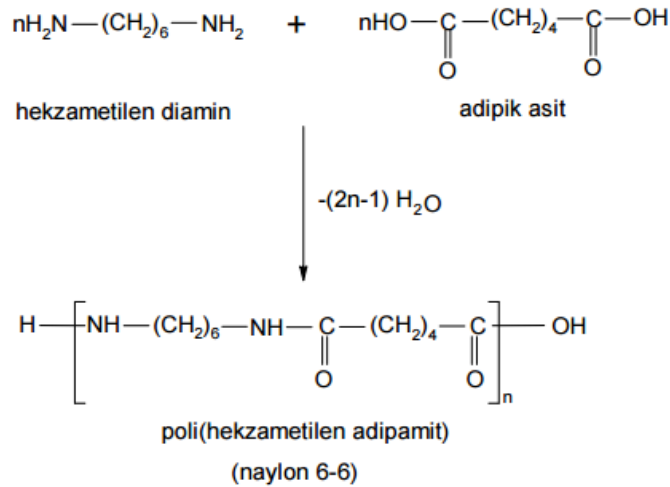
Şekil 1.7: Poliesterin Kondenzasyon Polimerizasyonu ile Elde Edilmesi

Poliesterler ticari açıdan büyük önem taşımaktadır ve kondenzasyon tepkimesi ile elde edilirler.



Şekil 1.8: Poli(etilen teraftalat) (PET)'in Kondenzasyon Polimerizasyonu ile Elde Edilmesi

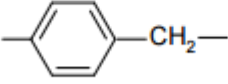

Naylon adıyla bilinen poliamitler kondenzasyon tepkimesi ile elde edilirler.



Şekil 1.9: Naylon'un Basamaklı Polimerizasyon (Kondenzasyon Polimerizasyon) 'u ile Elde Edilmesi

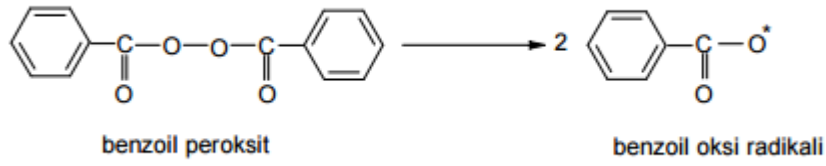
Polikondenzasyon tepkimelerinde zincir büyümesi yavaş ilerlemektedir. Poliglisin reaksiyonu incelenecek olursa, iki glisin birleşmesi ile başlayan reaksiyon, birleşen parçanın başka bir glisin ile birleşmesi ya da kendisi gibi bir molekülle birleşerek büyümesiyle devam eder. Polimerizasyonun her basamağında değişik uzunlukta zincirler mevcuttur. Zincirlerde temel kimyasal bağlar tekrarlanmaktadır. Poliglisinde amit bağları, polietilen teraftalatta ester bağları tekrarlanan kimyasal bağlardır.

**Tablo 1.5:** Bazı Kondenzasyon Polimerleri ve Karakteristik Bağları

Polimer	karakteristik bağ	Polimer	karakteristik bağ
Poliester	$\text{—O—C—}$ $\text{  }$ $\text{O}$	üre-formaldehit	$\text{—NH—CH}_2\text{—}$
Poliamidit	$\text{—NH—C—}$ $\text{  }$ $\text{O}$	melamin-formaldehit	$\text{—NH—CH}_2\text{—}$
Protein, yün, ipek	$\text{—NH—C—}$ $\text{  }$ $\text{O}$	selüloz	$\text{—O—C—}$
Poliüretan	$\text{—NH—C—O—}$ $\text{  }$ $\text{O}$	polikarbonat	$\text{—O—C—O—}$ $\text{  }$ $\text{O}$
Poliasetal	$\text{—CH}_2\text{—O—R—O—}$	polieter	$\text{—O—}$
Fenol-formaldehit		Poliarilen	

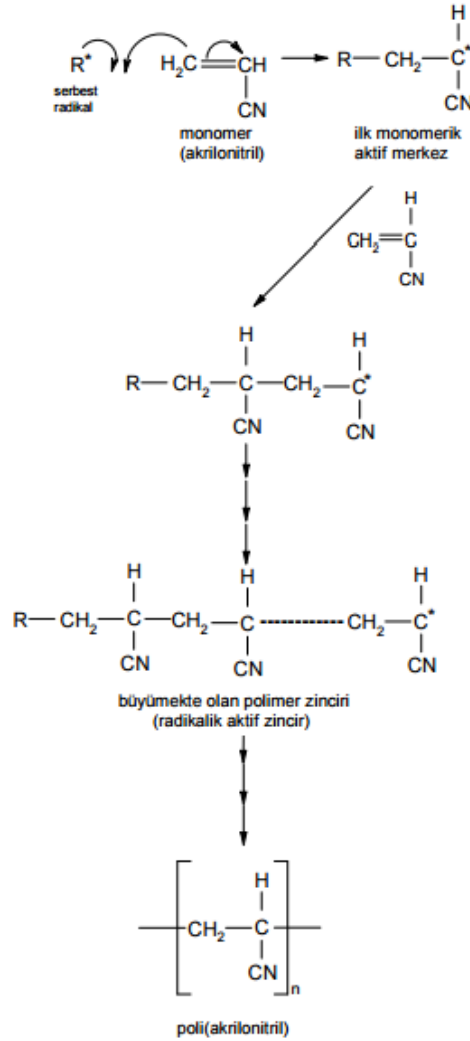
### 1.3.2.2. Katılma (Zincir) Polimerizasyonu

Monomer moleküllerinin zincire hızlı ve birer birer eklenmesi ile zincirin büyümesi reaksiyonuna katılma reaksiyonu denir. Zincirin hızlı büyümesinden ötürü polimerizasyonun her kademesinde yüksek mol kütleli polimer ile beraber tepkimeye girmemiş monomer bulunur. Katılma reaksiyonu için polistirenin radikalik katılma reaksiyonu örnek verilebilir. Polimerizasyonun monomeri stirendir. Tolüenle hazırlanan çözeltiye az miktar benzoil peroksit ilave edildikten sonra, 70-80 °C 'ye kadar ısıtılırsa benzoil peroksit parçalanır. Benzoil oks radikali oluşur (Basan, 2014).



Şekil 1.10: Benzoil oksî Radikalleşmesi

Radikal, monomerin  $\pi$ -elektronlarının üzerinden monomerle birleşerek ilk monomerik radikali oluşturmuş olur. Bu oluşan yeni radikalik aktif merkez, diğer monomeri aynı şekilde bağlar ve bu şekilde polimerizasyon ilerler. Daha anlaşılır olması için akrilonitrin polimerizasyonunu aşağıda verilmiştir.



Şekil 1.11: Poli (akrilonitril)'in Katılma Polimerizasyon'u ile Elde Edilmesi

Katılma polimerizasyonu için monomer ve oluşan polimerlere örnekler aşağıda verilmiştir (Sacak, 2010).

**Tablo 1.6:** Katılma Polimerizasyonu ile Elde Edilen Polimer ve Monomerleri (Sacak, 2010)

monomer	polimer
$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH} \\   \\ \text{H} \end{array}$ etilen	$\left[ \text{CH}_2-\underset{\text{H}}{\text{CH}} \right]_n$ polietilen
$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH} \\   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$ stiren	$\left[ \text{CH}_2-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}} \right]_n$ polistiren
$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH} \\   \\ \text{Cl} \end{array}$ vinil klorür	$\left[ \text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}} \right]_n$ poli(vinil klorür)
$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH} \\   \\ \text{CN} \end{array}$ akrilonitril	$\left[ \text{CH}_2-\underset{\text{CN}}{\text{CH}} \right]_n$ poliakrilonitril
$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ propilen	$\left[ \text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} \right]_n$ polipropilen
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_2=\text{C} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$ izobütülen	$\left[ \text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}} \right]_n$ poliizobütülen

Katılma polimerizasyonu ile basamaklı (kondenzasyon) polimerizasyonun özellikleri açısından karşılaştırılması aşağıda tablo olarak verilmiştir (Herbent, 1995).

**Tablo 1.7:** Katılma Polimerizasyonu ve Kondenzasyon Polimerizasyonu Karşılaştırma (Herbent, 1995).

<b>Kondenzasyon Polimerizasyonu</b>	<b>Katılma Polimerizasyonu</b>
Ortamda bulunan herhangi iki molekül tepkimeye girerek zinciri büyütür.	Yalnız aktif polimer zincirine monomer katılırsa zincir büyür.
Önce iki molekül tepkimeye girerek dimer oluşur; dimer monomerler tepkimeye girerek trimer ya da başka dimerle birleşerek tetramer verir ve zincirler bu şekilde büyürler.	Monomerler hızla aktif merkeze art arda katılırlar.
Polimerizasyon belli bir süre ilerledikten sonra ortamda monomer kalmaz.	Monomer ortamda her zaman bulunur ve derişimi tepkime süresince azalır.
Polimerizasyon süresince polimerin mol kütlesi sürekli artar.	Yüksek mol kütleli polimer tepkimenin ilk anlarında oluşur ve tepkime boyunca da polimerin mol kütlesi fazla değişmez.
Yüksek mol kütleli polimer eldesi için uzun polimerizasyon zamanı gereklidir.	Yüksek dönüşümler için uzun polimerizasyon süresi gereklidir. Ancak bu sürenin polimerin mol kütlesi üzerine etkisi önemsizdir.
Polimerizasyon ortamındaki her molekül türü birbiri ile tepkimeye girebilir.	Yalnız radikalik türler birbirleriyle veya diğer moleküllerle tepkimeye girebilir.
Polimerizasyon süresinde polimerizasyon ortamında her büyüklükte polimer zinciri vardır.	Polimerizasyon süresinde ortamda monomer ve yüksek mol kütleli polimer ve büyüyen aktif zincirler bulunur.



### 1.3.3. Polimerlerin Analiz Yöntemleri

Polimerler; kimyasal analizler, spektroskopik yöntemler, Xışını difraksiyonu, mikroskopi, termal analizler, fiziksel testler ile yapıları, zincir uzunlukları, kütleleri tayin edilebilir (Hazer, 2008).

**Tablo 1.8:** Polimerlerin Analiz Yöntemleri (Hazer, 2008)

<b>Analiz veya Test Tipi</b>	<b>Analiz Yöntemi</b>
1) Kimyasal Analizler	Kütle Spektrometresi (MS) Gaz Kromatografisi (GC)
2) Spektroskopik Yöntemler	İnfrared Spektroskopisi (IR) Nükleer Manyetik Rezonans Spektroskopisi (NMR) Elektron Paramagnetik Rezonans Spektroskopisi (EPR)
3) X Işını Difraksiyonu	X Işını Difraksiyonu Analizleri
4) Mikroskopi	Işık Mikroskopi Elektron Mikroskopi Taramalı Elektron Mikroskopi (TEM)
5) Termal Analizler	Diferansiyel Scanning Kalorimetre (DSC) Diferansiyel Termal Analiz (DTA) Termomekanik Analiz
6) Fiziksel Testler	Mekanik Özellikler Termal(Isıl) Özellikler Optik Özellikler Elektriksel Özellikler Reolojik Özellikler

### 1.3.4. Polimerlerin Kullanım Alanları

Endüstri, kimyasal kaynak ve ticarileşebilirlik konusunda sektörel olarak; 1.0, 2.0, 3.0 gibi evrelerden geçmiş ve bugün 4.0 devriminin içinde yer almaktadır (Chemlife, 2017) 1865 yılı ve daha sonrasını kapsayan zaman içerisinde kimyasallara ihtiyaç her geçen gün artmış ve buda kimya sektöründe AR-GE çalışmalarına, yeni polimerik ürünlerin eldesi ile tüm sektörlerde ihtiyacı karşılamak için geliştirilmiş geniş bir sahaya yayılmıştır. İnsanlar ihtiyaçlarını karşılamak için kimyasalların bu kadar çeşitlenmediği zamanlarda keten pamuk gibi lifleri ve çelik çimento gibi malzemeler

kullanmışlardır. Gelişen sanayi ile özellikle 1930'lardan başlamak üzere II.Dünya Savaşı'ndan sonra ürün çeşitliliğinde gözle görülür bir artış olmuştur (Sacak, 2010). Bunun nedeni, polimer kimyasındaki gelişmelerdir. Plastik, lif, elastomer türlerinin sentetik olarak üretilmesi ile insan yaşamını kolaylaştırıcı etkileri günümüzde de hızla sürmektedir. Polimerlerin tercih edilmesinin sebepleri; hafif, ucuz, kolay şekillenebilen, korozyona uğramayan, kimyasal açıdan inert olması gibi üstün özelliklerinin olmasıdır. Polimerler tekstil, fizik, kimya, makine gibi temel alanlarda yer almasıyla beraber aklımıza gelebilecek her türlü alanda polimerik malzemelere rastlanmaktadır. Dekoratif süs malzemeleri, plastik şişeler, metal kaplama, halat yapımı, ambalaj yapımı, buzdolabı kapağı, buz kalıpları, soğutucu, sentetik iplik, araç lastiği verilebilecek örneklerdir. Bu örneklerin yanında sağlık sektöründe de polimerlerden faydalanılmaktadır. Serum/kan hücresi ayırımında kullanılan kan tüplerinde polimerik jel mevcuttur. İnsan sağlığı için büyük önem arz eden kan analizlerinde serum/kan hücresinin yoğunluk farkından faydalanılarak; ikisi arasında bir yoğunluğa sahip polimerik jel ile ayırım sağlanmaktadır (Sacak, 2010).

### **1.3.5. Polimer Kimyasının Gelişimi**

Pamuk, yün, keten, doğal ipek gibi polimerler çok eski tarihlerden beri insanlar tarafından giyim amacıyla kullanılmaktadır. Polimerik ürünlerden biri olup, bugünde çok kullanılan maddelerden biri olan kauçuğun kullanımı 5000 yıl öncesinde dayanır. Güney Amerika uygarlıklardan olan Aztek'ler kauçuğu su geçirmez kap yapımında kullanmışlardır. Başlangıçta sıvı olan kauçuğun özsu (lateks) uzun zincirli moleküller içerir. Kap yapımının dışında, Kızılderili'ler ayakkabı olarak lateks kullanmışlardır. Ayaklarını kapladıkları lateksi güneş ışığına tuttukları zaman molekül bazı yerlerden birbirine bağlanır. Sıvıdan katıya geçiş sağlanmış olur. Bu katılaşma uzun süreli değildir. Sürekli hareket halinde olan sistem, tam sıvı veya tam katı olarak adlandırılmaz. Ve bu hareketlilik yapının bir gün içinde dağılmasına neden olur. Bunun nedeninin kimyasal olarak açıklaması ise, güneşin ilk önce molekülleri bağlayıcı özellik göstermesi daha sonra ise molekülleri kesme özelliği göstermesinden kaynaklanmaktadır. Charles Goodyear 1849 yılında, kükürt ile bu özsu kaynatmış ve esnek, siyaha yakın sağlam bir madde elde etmiştir. Elde edilen ürün hala üretilmektedir (MEGEB, 2008).

Polimerlerin en çok kullanımı alanına sahip olan plastiklerin ilk ürünü ise 1868 de John Wesley Hyatt tarafından, nitrik asit ve kamforun, pamuk selülozu ile etkileştirerek hazırlanmış olduğu yarı sentetik polimerdir.

Tamamen sentetik olan ilk polimer; Leo Hendrick Baekeland tarafından; 1907 de, fenol-formaldehit reçinelerinin (bakalit) üretimini başlamıştır. Bakalit ticari bir ürün haline getirilerek musluk vanaları, bıçak sapları gibi şekillendirilerek üretilen parçaların imalatında kullanılmaktadır.

Polistirenin ve doğal kauçuğun küçük birimlerin bir araya gelerek oluşturduğu uzun zincir olduğu hipotezi ‘makromolkeüler hipotez’ 1924 de Hermann tarafından ileri sürülmüştür. Bu gelişme ile polimer üretiminde büyük aşama kaydedilmiştir.

1927 de polivinil klorür ve selüloz asetat, 1928 de polimetil metakrilat, 1929 da ise üre-formaldehit reçineleri elde edilmiştir. Stiren-bütadien kopolimeri II. Dünya savaşında polimer sektörünün önemli ürünleri haline gelmişlerdir.

Yıllar içerisinde; ilk sentetik kauçuk olan neopren, stiren-akrilonitril kopolimeri, poliakrilonitril, polivinil asetat, poliüretan, politetrafloroetilen (teflon), melamin-formaldehit reçineleri, bütül kauçuğu, silanlar(silikon hammaddesi), polietilen, polietilen teraftalat, doymamış poliesterler ve poliakrilonitril fiber (orlon) üretimi gerçekleştirilmiştir.

K.Ziegler’in 1952 de bazı alüminyum alkali bileşiklerini reaksiyonda katalizör olarak kullanarak etilenin düşük basınçta polimerizasyonunu gerçekleştirmesi ile diğer olefinlerde bu yöntem uygulanmıştır. (sterospesifik polimerizasyon) ve polikarbonat ve polifenil oksit sentezlenmiştir.

Yüksek mekanik ve ısı dayanıklılığa sahip poliarilsülfonlar, poliimid, polifenilsülfid, poliarilamidler, polifenil, polibütül teraftalatpolietereteton gibi önemli plastikler üretilen polimerler arasındadır (Pişkin, 1987).

#### **1.4. Polimer Jeller**

Genel olarak jelleşme, bir çözeltinin akışkanlığının aniden kaybolup akışkan olmayan görünümüne geçtiği bir olay olarak tanımlanabilir (Terech ve Weiss, 2006). Jelleşme reaksiyonlarının hızına ve şekline bağlı olarak oluşan jellerin ve dolayısıyla da son ürünün mikro yapısı kontrol edilebilmektedir. Kondenzasyon ve Hidroliz

reaksiyonları jel eldesi için kullanılan yöntemlerdendir. Katı faz bağlarının bağlanışının kalıcı ya da geri dönüşümlü olup olmamasına göre jeller “güçlü veya zayıf” olarak isimlendirilirler (Kalpaklı, 2013). Lipowitz, 1841 yılında jelleşme ile ilgili ilk çalışmayı yapmıştır. (Abdallah ve Weiss, 2000)

Polimer jeller doğal ve yapay olmak üzere iki ana başlık altında toplanmaktadır (Leivo, 2011). Yapay jeller, supramoleküler veya makromoleküler yapıda olabilir ve fiziksel ve kimyasal şekilde bulunabilirler (Banerjee ve ark., 2009). Fiziksel jeller; van der Waals etkileşimleri, hidrojen bağlanması,  $\pi$  -  $\pi$  etkileşimleri gibi zayıf kovalent olmayan etkileşimlerle oluşturulur. Kimyasal jeller, çapraz bağlanma ile oluşturulur (Sangeetha ve Maitra, 2005).

Jeller günlük yaşamda sık görülür ve uygulamaları gıda işleme, tıp, kozmetik, malzeme bilimi, hidrometalurji, yağlama, farmakoloji ve elektronik gibi birçok alanda bulunur (Terech ve Weiss, 1997).

#### **1.4.1. Başlatıcı**

Polimerizasyon tepkimelerinde kullanılan katalizördür. Sadece reaksiyonu hızlandırır, tepkime sonunda yapısı değişmez. Poliesterleşmede asitlerin katalizör olarak kullanılması buna örnektir. Birçok katılma polimerizasyonu başlatıcı adı verilen kimyasal bileşiklerle sağlanır. Benzoil peroksit başlatıcı olarak yaygın kullanılan kimyasaldır (Ciba, 2005).

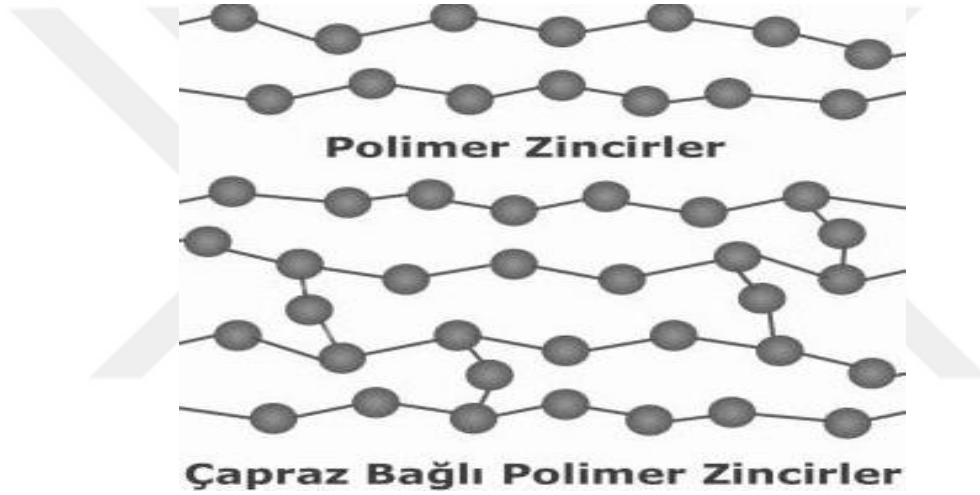
#### **1.4.2. Oligomer**

Katılma polimerizasyonunda oluşan dimerin, diğer bir monomer ile birleşerek trimer, trimerin diğer monomer ile birleşmesi ile tetramer gibi düşük mol kütleli oluşturduğu polimerizasyon ürününe oligomer denilmektedir. Belirli mekaniksel dayanımın istendiği alanlarda kullanıma uygun değildirler. FTIR ile görüntülenebilirler (Roberts ve Brown, 2015).

#### **1.4.3. Çapraz Bağlı Polimerler**

Çapraz bağlı polimerler kondenzasyon tepkimesi ile elde edilebilirler (Sacak, 2010). Doğrusal kondenzasyon tepkimelerinde bifonksiyonel çıkış maddesi bulunurken;

çapraz bağlı polimerlerde çıkış ürünü, 3 veya daha fazla fonksiyonel grup barındırmaktadır. Buda çapraz bağın oluşmasına neden olmaktadır. Bir başka ifadeyle birden fazla ana zincirin varolduğu ve bu zincirlerin birbirine bağlanması ile oluşmuş ağ yapıları çapraz bağlı polimerler denilmektedir.  $-COOH$  ve  $-OH$  gruplarının tepkimesiyle polimer zincirleri arasında çapraz bağ oluşmaktadır. Oluşan bağ, ne kadar fazla ise polimer o kadar jelsi bir görüntü alır ve karışım akıcılığını kaybederek katılaşır. Çapraz bağlanmayı başlatmak için uygun başlatıcı kullanılması gerekmektedir. UV çapraz bağlı polimerizasyonlarda başlatıcı olarak kullanılabilir. Çapraz bağlı polimerler suda çözünmez, uygun çözücüde bir miktar şişerler. Çapraz bağ miktarı arttıkça, şişme özelliğinde azalma gözlenir (Scientific, 2016).

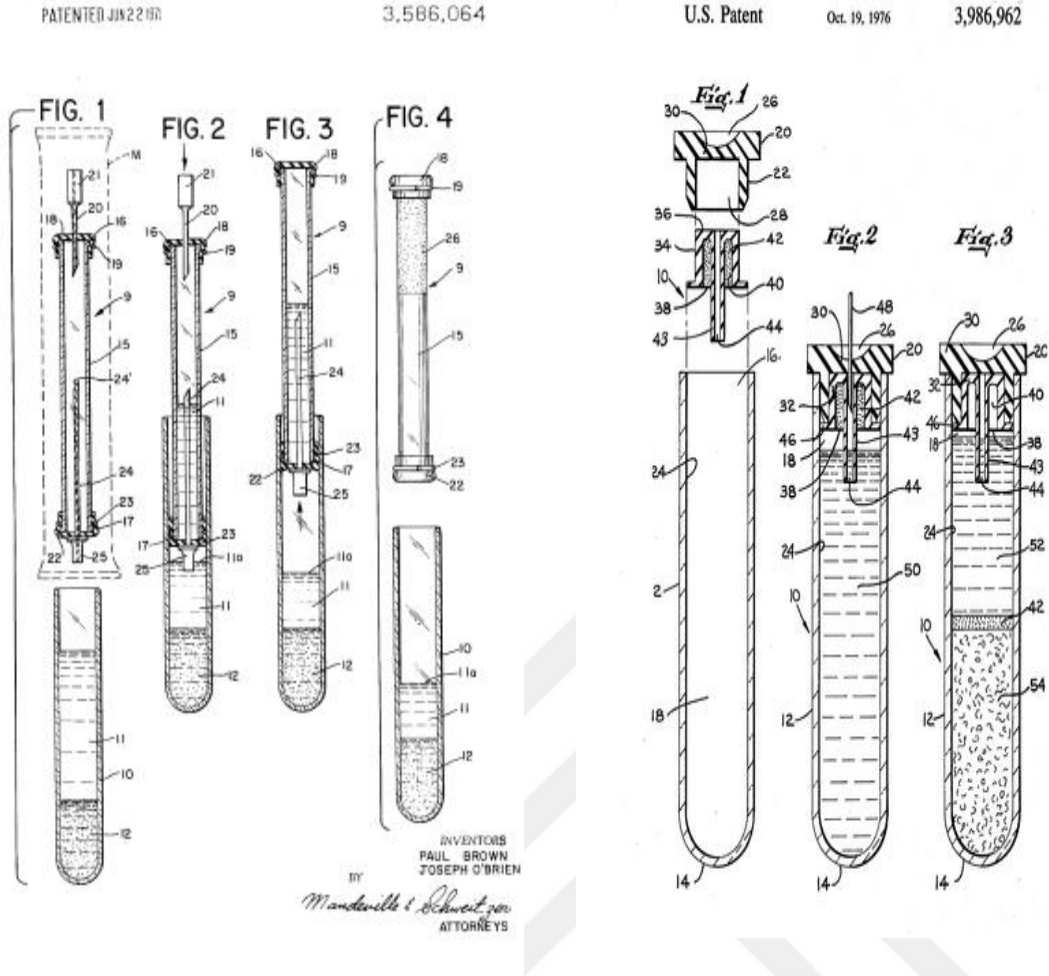


**Şekil 1.12:** Çapraz Bağlı Polimerlerin Bağlanma Şekli

## 2.KAYNAK ARAŞTIRMASI

Polimerik jeller Flory'e göre yapısal özellikleri bakımından fiziksel ve kimyasal olmak üzere iki grupta toplanmaktadırlar (Flory, 1974). Hidrojen bağları, van der Waals gibi fiziksel etkileşimlerle oluşan jeller fiziksel jeller diye tanımlanırken birbirlerine kovalent bağlarla bağlı polimer zincirlerinin oluşturduğu çözünmez ağ yapılar ise kimyasal jeller olarak adlandırılır Bununla birlikte tek polimer zincirlerinin mikroskobik davranışları, jeller yardımıyla makroskobik ölçekte incelenebildiği bilinmektedir (Çakmak, 2013).

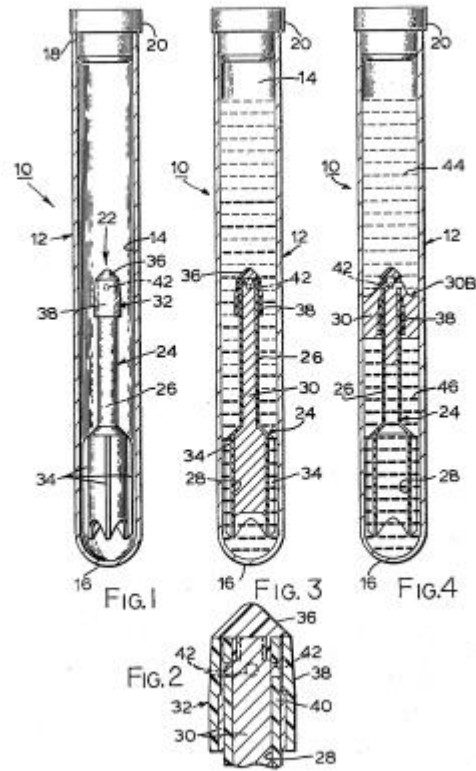
Hastalıkların tanısı, tedavisi ve tedavinin sonlandırılması için gerekli kan analizlerinin en eski hali; kanın alınması ve dinlendirilerek çökme sağlanması şeklindeydi. Şırınga kullanımının mevcut olmadığı süreçte, kan kesik halinde vücuttan alınıyordu. Şırınga kullanımı ile kanın şırınga içerisinde işlemlere tabi tutulması, dinlendirilme ve çökme işleminin şırınga içerisinde gerçekleştirilmesi kullanılan eski yöntemlerden biridir. Yapılan akademik çalışmalarda bu yönde ilerlemiştir. 1969 yılında Joseph O'Brien ve arkadaşlarının serum eldesi için bulduğu geliştirdiği iki aparatın oluşan sistem, enjektör konusunda farklı çalışmalara öncülük etmiştir. Alınan kanın cam malzemedan yapılmış bir tüpe alınarak; diğer cam malzemedan yapılmış ikinci aparat bu kan dolu cama oturtulmaktadır ve ikinci aparatta varolan, vana olarak tabir edilen sistemler açılarak serumun yukarı hazneye geçişi sağlanmaktadır. Ve vanaların iki taraflı kapatılması ile serum eldesi sağlanmıştır (Brown, 1971).



Şekil 2.1: Geçmiş Yıllarda Serum Ayırmak İçin Kullanılan Sistemler (Brown, 1971).

1976 yılında ABD 3986962 A patent numaralı, Stephen B.Kessler 'in çalışmasında, bir önceki çalışma referans alınarak, kapak kısmına tiksotropik dolgu maddesi yerleştirilmiş, dolu maddesinin yoğunluğu serum/plazma ve kan hücreleri arasında ( $1,03 \text{ gr cm}^3$ ) seçilmiş. Polistiren kaynaklı tiksotropik dolgu malzemeleri kullanılmıştır. Kan alındıktan sonra kapak kapatılıp santrifüj edildikten sonra (merkezkaç kuvvetinden faydalanılarak), jel serum/plazma, kan hücreleri arasında bariyer oluşturmuştur (Waldemar ve Rutherford, 1975). Faz ayrılmasına yönelik sıvı ayırım sistemlerinde ayracın alt kısma yerleştirilmesi de uygulanmış yöntemlerden biridir (Glen ve Gary, 1982).

U.S. Patent Feb. 16, 1982 4,315,892



Şekil 2.2: Ayırma Sistemlerinin Alt Kısma Yerleştirilmesi (Glen ve Gary, 1982).

1996 yılında Ryusuke Okamoto ve arkadaşları ‘Serum-Kan Hücreleri Ayırımı İçin Kullanılabilecek Bileşim’ fikrinden yola çıkmış, kimyasallarla elde edilecek bileşimin serum eldesinde kullanılabileceği bir çalışma da polyoxyethylene- polyoxypropylene, dibenzylidene'nesorbitol, silica içeren bileşimlerle ayırımı gerçekleştirmişlerdir (Ryusuke O, 1998).

Benzen polikarboksilikler ve 16-40 aralığında karbon atomuna sahip alifatik polikarboksilikler; poliesterler kan ayırma bileşimlerinde kullanılmaktadır (William ve Dean, 2000) Siliko yağı, poliamidler, olefinik polimerler, poliakrilatlar, poliesterler ve kopolimerler serum/ kan hücreleri ayırımında kullanılabilecek karışımlar arasında yer almaktadır (Emerson, 2010).

2014 yılında Tomonori Inoue ve arkadaşlarının çalışmasında, değişik grupta polimerler, Polyoxypropylene glyceryl ether, Polyoxypropylene polyoxypropylene



glycol gibi güçlendiriciler ve phenothiazine, hydroquinone gibi başlatıcılar oda sıcaklığında denenmiş ve jelli tüplerde kullanılabilecek bileşimler oluşturulmuştur (Tomonori, 2012).

**Tablo 2.1:** Kullanılan Polimer, Güçlendirici ve İnorganik Tuz Kütlece Yüzdeleri (Tomonori, 2012)

	Mw	Specific Gravity	Styrene Contained	Viscosity at 25° C. (Pa · s)	15° C./25° C. Viscosity Ratio	Viscosity at 25° C. After Exposure to $\gamma$ Radiation
Polymer 1 (Meth) acrylic acid	5100	1.030	Yes	25	3.1	34
Polymer 2 ester polymer	5800	1.031	Yes	65	3.3	88
Polymer 3 (manufactured by	7600	1.031	Yes	90	3.8	123
Polymer 4 Toagosei Co., Ltd.)	25000	1.033	No	70	2.7	142
Polymer 5	2900	1.032	Yes	6	2.7	8
Polymer 6 Fused mixture of hydrogenated cyclopentadiene-based solid resin and trimellitic acid ester		1.033	No	65	4.6	68

	Material Name	Trade Name	Mn	HLB (Davies Method)	
Enhancer 1	Polyoxypropylene glyceryl ether	PREMINOL S3011	10,000	-13	5
Enhancer 2	Polyoxyethylene-polyoxypropylene glycol	NEWPOL PE-74	3,417	12	
Enhancer 3	Polybutylene glycol	UNIOL PB-700	700	5	5
Enhancer 4	Polyoxypropylene glyceryl ether	ADEKA Polyether G300	350	12	

	Polymer for Blood Separating Agent		Inorganic Fine Powder	Polyalkylene Glycol	
	Type	% by weight	% by weight	Type	% by weight
Ex. 1	Polymer 1	96	3	Enhancer 1	1
Ex. 2	Polymer 2	96.9	3	Enhancer 1	0.1
Ex. 3	Polymer 2	96	3	Enhancer 1	1
Ex. 4	Polymer 2	92	3	Enhancer 1	5
Ex. 5	Polymer 2	96	3	Enhancer 2	1
Ex. 6	Polymer 2	96	3	Enhancer 3	1
Ex. 7	Polymer 3	96	3	Enhancer 1	1
Ex. 8	Polymer 4	96	3	Enhancer 1	1
Comp. Ex. 1	Polymer 2	99	—	Enhancer 1	1
Comp. Ex. 2	Polymer 2	97	3	—	—
Comp. Ex. 3	Polymer 5	96	3	Enhancer 1	1
Comp. Ex. 4	Polymer 5	94	5	Enhancer 1	1
Comp. Ex. 5	Polymer 6	96	3	Enhancer 1	1
Comp. Ex. 6	Polymer 2	87	3	Enhancer 1	10
Comp. Ex. 7	Polymer 2	96	3	Enhancer 4	1

Polimerik karışımların kullanım sahası gelişmekte olan bir alandır (Taşdemir, 2016). İstenilen özellikte (setlik, akışkanlık gibi) hazırlanabilmesine olanak sağlayan karışımlara, katkı malzemeleri eklenerek çeşitliliği artırılmaktadır (İçli, 2006).

Poliüretanlar, organogelator malzemeler, stabilizerler ve foto başlatıcılar çeşitlendirilerek, kan tüplerinde kullanılabilir çok sayıda polimerik karışım(tiksotropik jel) elde etmek mümkündür. Tiksotropik olarak ifade edilen jeller; yarıkatı-yarısıvı özelliktedir. Serum yoğunluğu;  $1.025 \text{ g cm}^{-3}$ , kan hücresi yoğunluğu  $1.125 \text{ g cm}^{-3}$  ve jel yoğunluğu bu iki değer arasındadır. En uygun yoğunluk  $1,040 \text{ g cm}^{-3}$  civarındadır. Polimerik jel, yarı akışkan bir jeldir ve serum/ kan hücrelerinin arasında bir yoğunluğa sahiptir (Sun ve ark., 2012).

Poliüretanlar, 1937 yılında Otto Bayer ve çalışma arkadaşları tarafından bulunan, karbamat bağlantıları içeren organik üniteler zincirinden oluşan polimerlerdir. İzosiyonat ve hidroksil grupları arasındaki reaksiyon ürününü (üretan) tekrarlar şeklinde ihtiva eden polimer "Poliüretan" olarak adlandırılmaktadır. Polimerin morfolojisi; kullanılan diol ve izosiyanat'ın molekül, strüktür ve karakterine göre şekil alır. İlk sert poliüretan köpük 1947 yılında, esnek poliüretan köpükler 1954 yılında üretildi.1960 lı yılların başında ise otomobil sanayinde yarı sert poliüretan köpükler üretilerek oldukça yaygınlaşan ve sanayileşen hammaddenin günümüzde bilinen yaklaşık 11 bin türevi üretilmektedir. Bu türevler içerisinde kan tüpleri için kullanılacak binlerce türde poliüretan vardır.

A.Smits ve arkadaşları kan tüplerinde kullanılacak poliüretanı poliizosiyanatın ve poliesterin reaksiyonu ile elde etmişlerdir. Poliester bir dimer yağlı asit,  $C_2 - C_4$  diol ve  $C_8-C_{16}$  karboksilik asit veya  $C_6.C_{12}$  laktitten oluşmaktadır (Smits. ve Van., 2014). Çalışmada diol 1,6 heksandiol, dikarboksilik asit 1,6-adipik asit kullanılmıştır. Ayrıca adipik asit yerine, dodekandoik asit veya sebasik asit kullanılabilirliğide gösterilmiştir. Dimer yağlı asit terimi (bazen dimer yağlı diasit olarak da ifade edilmektedir) sanayide iyi bilinmektedir ve mono veya çoklu doymamış yağlı asitlerin veya bunların esterlerinin dimerizasyon ürünlerine atıfta bulunmaktadır. İlgili terim trimer yağlı asit benzer şekilde, mono- veya poliadül doymamış yağlı asitlerin veya bunların esterlerinin trimerizasyon ürünlerini belirtir. Dimer yağlı asit, saflaştırma teknikleri kullanılarak ürün karışımından büyük ölçüde saf halde izole edilebilir veya alternatif olarak dimer yağ asidi ve trimer yağ asidi karışımı kullanılabilir (Smits. ve Van., 2014).

EBECRYL 230, esnek malzemeler üretiminde kullanılabilir uygun poliüretanlar arasında son yıllarda yaygın olarak tercih edilmektedir. Sararma, kararma gibi dezavantajlarının olmaması, UV uygulamalarındaki üstün özelliğe sahip olması tercih edilmesindeki sebeplerdendir. Nair D. ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada geliştirilmiş iki kademeli reaktif polimer ağ oluşturma sistemleri için EBECRYL 230, EBECRYL 8402 kullanılmıştır. Farklı monomerlerin kullanıldığı çalışmada malzemelerin farklı safhalardaki özellikleri gösterilmek istenilmiştir. İki aşamalı denemelerin ilk aşamasında Michael reaksiyon yöntemine kullanılarak monomerlerin polimerik ağ karakterizasyonu gözlemlenmiş, ikinci aşamada serbest radikalik polimerizasyonu ile UV kullanılarak bu safhadaki değişimler karakterize edilmiştir. Bu aşamada kullanılan EBECRYL 230 ve EBECRYL 8402 arasındaki farklılıklar; EBECRYL 230 yüksek derecede esnek malzemeler oluşturmak için kullanılabilir diakrilat monomer, EBECRYL 8402 esnek olmasının yanı sıra sert polimerleri oluşturabilecek diaksilat monomer olduğu bulunmuştur. Ayrıca EBECRYL 230 UV uygulamasında daha fazla çapraz bağ oluşumu göstermiştir (Nair ve ark., 2012).

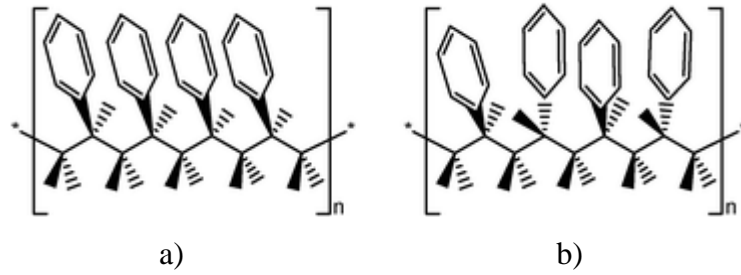
EBECRYL 230 ile yapılan bir diğer çalışma, 3D manyetik baskı için biyolojik destekli kompozit takviye ürünleri tasarlamak için Martin J. ve arkadaşlarının yaptığı çalışmadır. Fotopolimer- seramik kompozit reçine hazırlamak için, EBECRYL 230 ve izobornil akrilat (IBOA) belirlenen oranda karıştırılmıştır. Foto başlatıcılar (fenilbis (2,4,6-trimetil-benzoil) fosfin oksit %97, 1-Hidroksisikloheksil fenil keton %99), %2 ve %3 ağırlıkta ilave edilmiş ve gece boyunca karıştırılmıştır. Polimerin viskozitesi viskozimetre kullanılarak ölçülmüş ve 140 mPa.s olduğu bulunmuştur. Son olarak baskı sürecince kabarcıkların sorun olmaması için, santrifüj edilerek kabarcıklar temizlenmiştir. Böylece 3D manyetik baskı için kullanılabilir malzeme elde edilmiştir (Martin ve ark., 2015).

Çizilmeye ve aşınmaya dayanıklı kaplama malzemelerinin geliştirilmesi üzerine Salleh N. ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada UV ve elektron ışını kürü nanakompozit kaplamaları iyileştirmek için kullanılmıştır. Oligomer, reaktif seyreltici, birleştirici madde, dolgu malzemesi, katalizör ve fotobaşlatıcı kullanılmıştır. Çalışmada malzemeye esneklik kazandırmak için EBECRYL 230, aşınma direnci kazandırmak için EBECRYL 600 kullanılmıştır. Esneklik ve çapraz bağlanma yoğunluğunu artırmak için tripropilenglikol diakrilat (TPGDA) ve pentaeritritol tri / tetraakrilat (PETIA) monomerleri kullanılmıştır. EBECRYL 230'un moleküler ağırlığı EBECRYL 600'un (5000'e karşı 5000) 10 kat fazla olmasına rağmen, EBECRYL 600

daha serttir. Aromatik epoksi akrilatların yüksek viskozitesi, hidroksil grupları arasındaki yüksek hidrojen bağlanmasından kaynaklanmaktadır. Hidrojen bağları ve aromatik gruplar, bir prepolimerin viskozitesini kontrol etmede önemli bir rol oynamaktadır. EBECRYL 600'de, aromatik grupların kombinasyonu ve moleküller arasındaki hidrojen bağlanması, önpolimerin yüksek derecede yapışkan olmasını sağladı. EBECRYL 230'da ise uzun polioliol bölümleri ve omurganın ürethan bağlantıları esnek olduğu için daha az viskoziteye sahiptir. Çapraz bağlanacak çift bağ sayısındaki azlık, EBECRYL 230'un kullanıldığı malzemede düşük yoğunluğa etken olmuştur (Ghazali ve ark., 2009).

Fiziksel jellerin oluşumunda yaygın olarak düşük molekül ağırlıklı polimerler kullanılmaktadır. DBS-Sorbitol, poletilen glikol, polipropilen, polikarpolakton, polioliifen, poli(metil metakrilat) organogelator olarak kullanılabilir. Oluşan supramoleküler polimer, hidrojen bağları, van der waals kuvvetleri,  $\pi$  istiflenme gibi kovalent olmayan bağlarla bağlanmış monomer dizinlerden oluşmaktadır. Çapraz bağlayıcı ajan ilavesi ile çapraz bağlı polimer halini alabilmektedirler (Suzuki, 2009).

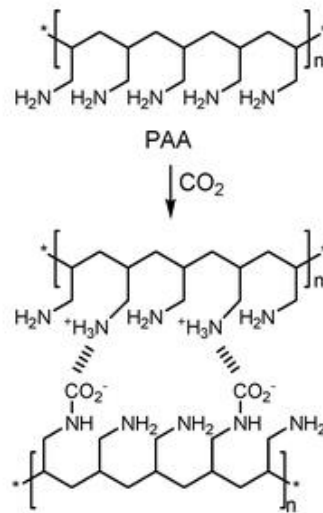
Supramoleküler fiziksel jel elde etmek için Suzuki M. ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, kullanılan malzemeye göre çapraz bağlanmanın veya kendi kendine montaj olabilen sistemlerin yapıları ve kullanılan malzemelerin stokometrelerinin bağlanma şekilleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Güçlü supramoleküler yapıdaki polimerler, fiziksel çapraz bağlanma notaları oluşturmaktadır. Oluşan bu noktalarda, çapraz bağlayıcıların ilavesi ile çapraz bağlanmış jeller elde edilmektedir. Çapraz bağlayıcı olarak aljinik asit, jelatin veya etkili başka bir ajan ilave edilmesi ile hidrojeller elde edilmektedir. Polimerler çözücü içerisinde çeşitli konformasyonlarda bulunabilirler. Özellikle helezonik konformasyonlar, kuvvetli etkileşimlerinden dolayı, üç boyutlu bağlanma sağlayacak çapraz bağlanma noktaları oluştururlar. Polistiren çok yönlü bir polimer olmakla beraber, birkaç izomeri bulunmaktadır ve hepsi organogelator eldesinde kullanılmaz. İzotaktik polistiren organogel için uygun değilken, sindiyotaktik polistiren kloroform, karbon tetraklorür ve benzende organogelator eldesi vermektedir. (Suzuki, 2009)



Şekil 2.3: Polistiren yapıları: a) İzotaktik polistiren b) Sindiyotaktik polistiren

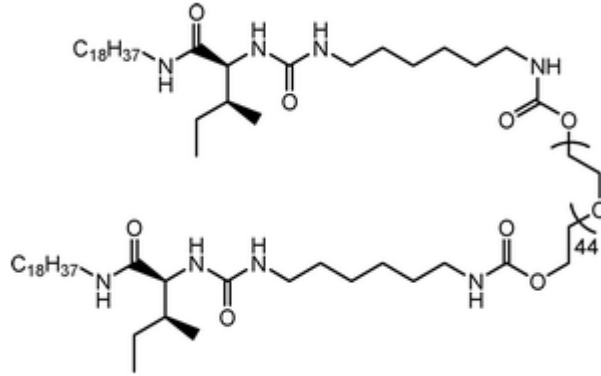
Polistirene kıyasla poli(metil metakrilat) (PMMA) organogelatorler için daha uygundur. PMMA bromobenzen, klorobenzen ve tolüende organogel oluşturmaktadır ve daha katı bir fazda bulunmaktadır. Poli (3-hidroksibutirat-ko-3-hidroksivalerat) (PHBV), biyolojik uyumlu bir poliester çeşitidir ve tolüen içerisinde 90 C' de organogelator oluşturur. Poli ( $\gamma$ -benzil- L - glutamat) (PBLG), tolüen içerisinde organogelator oluşturan bir polipeptittir.

Carretti ve arkadaşları, karbon dioksit ( $\text{CO}_2$ )'i çapraz bağlayıcı olarak kullanarak poli(alilamin) (PAA) kullanarak çapraz bağlı polimer sentezlemiştir (Carretti ve ark., 2003).



Şekil 2.4: Poli(alilamin) (PAA)- Karbondioksit ( $\text{CO}_2$ ) çapraz bağlanması

Suzuki M. ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, PEG2000 ile düşük konsantrasyonlardaki L- amino asitler (L-izozilin) arasında organogelator oluşumu sağlamışlardır (Suzuki, 2009).



Şekil 2.5: L-izozilin ihtiva eden PEG2000

Kan hücreleri ile serum arasında bir yoğunluğa sahip polimerik karışımların (fiziksel jel) hazırlanması için farklı farklı bileşenler oluşturmak mümkündür. Burada kullanılacak malzemelerin çeşitliliği oldukça fazla olmakla beraber, silikon yağı, poliamidler, olefinik polimerler, poliakrilatlar, poliesterler ve kopolimerleri, polisilanlar ve poliizoprenler kullanılmaktadır. Ayrıca dolgu malzemesi olarak silika lateks gibi malzemelerde kullanılmaktadır (Emerson, 2010).

Emerson ve arkadaşları, kan tüplerinde kullanılacak karışımlarda geçirimsizlik sağlamasından dolayı silikon yağı kullanmışlardır. Silikon yağı, poliizopren, poliester, akrilat ile karıştırılmış ve uygun yoğunlukta kullanılabilir karışım elde edilmiştir. Tiksotropik yapıdaki jel UV uygulaması ile çapraz bağlı hale geçmiştir (Emerson, 2007).

Gates ve arkadaşları, jelli tüplerde kullanılacak karışım için, alifatik diolün kullanıldığı bir sentezle uygun yoğunlukta poliester sentezlemiştir. Sentezlenen poliester oda sıcaklığında, uygun dolgu malzemeleri ve sürfaktanlar ile karıştırılarak kan tüpleri için kullanılabilir karışım elde etmişlerdir (Gates ve Sharp, 2001).

Kan uygun bir şekilde hastadan alındıktan sonra santrifüj edilerek ayırım gerçekleştirilmektedir. Tam ayırımın gerçekleşmesi için, kanın doğru alınması, lipemik olmaması, pıhtı içermemesi, santrifüj süresinin doğru ayarlanmış olması gerekmektedir. Tüm bu ana şartlar doğru yapıldıktan sonra oluşabilecek hata payı düşüktür. Ancak, testi değerlendiren uzman analizin tekrarlanmasını isterse, burada bir husus daha önem arz eder. Bu da jelin gerekli ayırımı tam ve uzun süreli yapabilmış olmasıdır. Tıp ve Veterinerlik gibi sağlık kurumlarında kullanılan bu tüplerin içeriğindeki polimerik jellerin fiziksel jel olması sebebiyle, zamanla serum/plazma- kan hücreleri bir birine karışabilmektedir. Buda hastanın tekrar çağrılmasına, kanın yeniden alınmasına sebep olmaktadır. Kanser gibi ağır vakalarda kan alımı zaten güç bir durum iken, kanın yeniden alınması hem hasta hem de sağlık personeli için zor bir durum oluşturmaktadır. Fiziksel jelin uygun bir yöntem ile kimyasal jele çevrilmesi, ayırımın tam ve uzun süreli olmasını sağlayacaktır (Sun ve ark., 2012). Bu konuda yapılan çalışmalar az sayıda olmakla birlikte, UV başlatıcı ile fiziksel jelin kimyasal jele dönüşmesi üzerine yoğunlaşmıştır. Kimyasal polimerik jel, çapraz bağ içerdiği için, hareket özelliği yoktur. Bu fiziksel jele karşı üstün özelliştir. Çünkü fiziksel jele uygulanan UV; çapraz bağlı polimer oluşabilmesi için, başlatıcı görevi görmektedir. Çapraz bağlı yapı haline gelen polimer katıdır, eski haline geri dönmez, şekli değiştirilemez (Scientific, 2016). Alifatik poliüretanlarla, fotobaşlatıcı, jelleştiricilerin karıştırılması ile oluşturulan karışımlar, 20-30 saniye aralığında uygulanan UV (<400 nm ) fiziksel jeli, çapraz bağlı yapıya dönüştürmek için kullanılır (Liu ve Sawant, 2002; Sun ve ark., 2012).

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Jelin Eldesinde Kullanılan Yöntemler ve Kimyasallar

Fiziksel polimerik jelin eldesi için gerekli olan ana malzemeler, ‘oligomer, organogelator, photoinitiator, stabilizer’ olarak belirlenmiştir (Emerson, 2010). Oluşturulan her dörtlü grup için, farklı miktarlar, farklı karıştırılma süreleri, farklı karıştırma hızı denenmiştir. Serum yoğunluğu  $1.025 \text{ g/cm}^3$ , kan hücresinin yoğunluğu  $1.125 \text{ g/cm}^3$  dir. Elde edilen jelin yoğunluğu bu iki değer arasındadır. Uygun dörtlü seçilirken, oligomer olarak alifatik poliüretan diakrilat olan EBECRYL 230 seçilmiştir, kimyasal ALLNEX firmasından temin edilmiştir (Allnex, 2015). Organogelator, başlatıcı ve stabilizör Sigma-Aldrich firmasından temin edilmiştir.

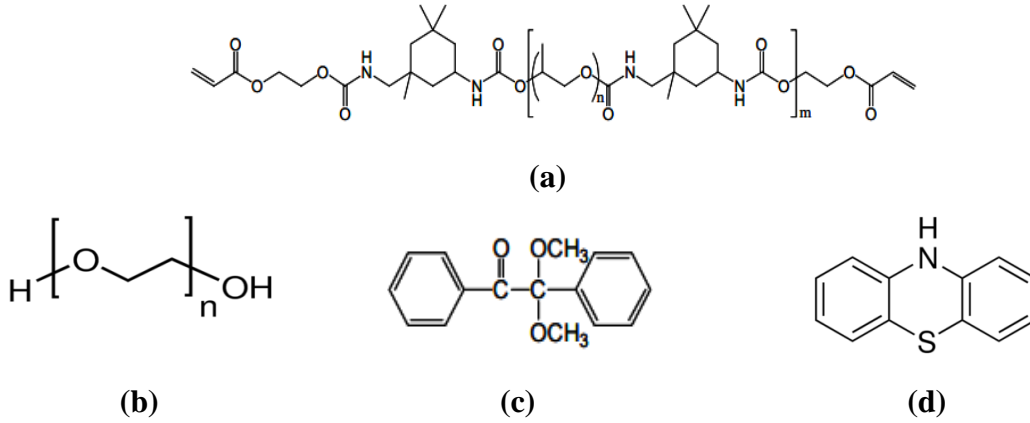
Numune hazırlanmasında kütlece yüzde kullanılmıştır. Numuneler hassas terazide belirlenen miktarlarda tartılmış, cam bir kap içerisine alınarak karıştırılmışlardır (polimerik karışım). Karışım hava kabarcıklarının yok edilmesi için santrifüj edilmiş ve oluşan her fiziksel jelin yoğunluğu volumetrik flask ile hesaplanmıştır. Ticari olarak kullanılabilir fiziksel jelin elde edilmesinden sonra, aynı fiziksel jele UV uygulanarak, jel kimyasal jele çevrilmiş ve daha katı bariyer oluşumu sağlanmıştır.

**Tablo 3.1: Çalışmada Kullanılan Kimyasallar**

<b>Malzeme Türü</b>	<b>Malzeme Adı</b>	<b>Firma – CAS Number</b>
<b>Oligomer</b>	EBECRYL 230 (aliphatic polyurethane diacrylate)	ALLNEX
<b>Organogelator</b>	Polyethylene glycol	Sigma-Aldrich 25322-68-3
<b>Photoinitiator</b>	2,2 dimethoxy-1,2- diphenyl-ethan- 1-one) ADDİTOL BDK	Sigma-Aldrich 24650-42-8
<b>Stabilizer</b>	Phenothiazine	Sigma-Aldrich 92-84-2



Kullanılan kimyasalların geometrik yapıları da aşağıda gösterildiği gibidir.



**Şekil 3.1:** Kimyasalların Yapısı a) Oligomer; EBECRYL230 b) Organogelator; Polyethylene glycol c) Photoinitiator, 2,2 dimethoxy-1,2- diphenyl-ethan- 1-one) ADDİTOL BDK d) Stabilizer; Phenothiazine.

### 3.2. Jelin Karakterizasyonunda Kullanılan Cihazlar

Volumetrik flaks ile yoğunluğu hesaplanmış ve  $1.040 \text{ g/cm}^3$  ile  $1.060 \text{ g/cm}^3$  aralığında olan jellerin TEM ve FTIR analizi yapılmıştır.

#### 3.2.1. TEM (Taramalı Elektron Mikroskobu)

(Jeol Jem-2100) Sistem Özellikleri (UHR – Ultra High Resolution) Geçirimli Elektron Mikroskobu veya TEM (Transmission Electron Microscope) çok ince bir örnek içinden geçirilen yüksek enerjili elektronların görüntülenmesi prensibine dayanır. Elektronların örnek ile etkileşimleri sonucu oluşan görüntü büyütülür ve floresans ekran, fotografik film katmanı ya da CCD kamera gibi bir sensör üzerine odaklanır.

Max Knoll ve Ernst Ruska tarafından 1930'larda yapılan çalışmaların sonucu ortaya çıkan geçirimli elektron mikroskobu, optik mikroskoba kıyasla çok daha küçük ayrıntıları görmeye olanak tanır (İLTEK, 2017).



Şekil 3.2: Jeol Jem- 2100 TEM Cihazı (İLTEK, 2017)

### 3.2.2. FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy)

FTIR Spektrum Cihazı organik bileşiklerin tanımlanmasında kullanılır. Optik izomerler dışında bütün bileşiklerin IR spektrumu birbirinden farklıdır. IR bölgesi elektromanyetik spektrumun görünür bölgesi ile mikro dalga bölgesi arasında yer alır. Bu bölge  $4000-450 \text{ cm}^{-1}$  dalga boyu arasındadır. IR spektrumu organik maddenin strüktürü ile ilgili direkt bilgiler sağlar. Ancak bir maddenin saf olup olmadığı hakkında bizi bilgilendirmez. IR spektrumlarının kullanım alanları çok yönlüdür;

- Bir reaksiyonun yürümesi veya bir kromatografi ayırılım gidişi belirli zaman aralıklarında yapılan deneylerle ve IR spektrumu alınmasıyla takip edilebilir.
- Preparatif çalışma yapan kimyacılar için IR spektrumu kullanımı bağların ispatı için önem taşır. Çünkü bir reaksiyonda istenen maddenin oluşup

oluşmadığına, yan ürünlerin çıkıp çıkmadığına ve oluşan ürünlerin neler olduğuna yanıt verir.

- Çözücü etkileri ve asosiyasyon dengeleri hakkında yararlı bilgiler verir.
- IRSpektrometresi başlıca üç kısımdan oluşmuştur:
- Işın Kaynağı
  - Monokromatör

Kaynaktan çıkan ışının yarısı örnekten, diğer yarısı referanstan geçer. Monokromatörden geçen ışın, dalga boylarına ayrılıp dedektör üzerine düşer. Böylece elektrik sinyaline çevrilir. Çözelti hazırlamanın zor olduğu bileşikler için ATR (attenuated total reflectance) tekniği uygulanır. Bu spektrum, örneğin kalınlığından bağımsızdır. Dolayısıyla uygulanması kolay ve soğurganlığı çok fazla maddeler durumunda çok yararlıdır. ATR tekniği, polimer, köpük, dokuma maddesi, boya veyasır gibi kaplama maddesi ve baskı mürekkebi, v.b. gibi maddelerin analizinde çok yararlıdır (İLTEK, 2017).



Şekil 3.3: FTIR Cihazı (İLTEK, 2017)

### 3.3.Jel ile Yapılan Biyokimya ve Hormon Testleri

Yoğunluğu belirlenmiş ve karakterizasyon analizleri yapılmış jel; boş kan tüplerine vakum ortamında yerleştirildikten sonra üzerine minimum 0,5 mL. maksimum 2 mL. kan ilave edilerek santrifüj cihazında santrifüj edildikten sonra GLUKOZ, ALT, AST, FREE T4, TSH analizleri yapılmıştır.

### **3.3.1.GLUKOZ(Şeker)**

- Serum üzerinden çalışılır.
- Minimum çalışılabilen miktar 0,5 mL. 'dir.
- Referans aralıkları; 70-105 mg/dL.

### **3.3.2.ALT(Alanin Aminotransaminaz)**

- Serum üzerinden çalışılır.
- Minimum çalışılabilen miktar 0,5 mL. 'dir.
- Referans aralıkları; 0-55 U/L

### **3.3.3.AST(Aspartat Aminotransaminaz)**

- Serum üzerinden çalışılır.
- Minimum çalışılabilen miktar 0,5 mL. 'dir.
- Referans aralıkları; 0-50 U/L

### **3.3.4.FREE T4(Serbest Tiroksin)**

- Serum üzerinden çalışılır.
- Minimum çalışılabilen miktar 0,5 mL. 'dir.
- Referans aralıkları; 0,93-1,7 ng/dL.

### **3.3.5.TSH(Tiroid Stimüle Edici Hormon)**

- Serum üzerinden çalışılır.
- Minimum çalışılan miktar 0,5 mL. 'dir.
- Referans aralıkları; 0,27 -0,42 mU/L

### **3.4. Deneysel Çalışmalar**

#### **3.4.1. Kimyasal Miktar Değişimleri**

Jel için farklı yüzde oranda bileşimler hazırlanmıştır (Sun ve ark., 2012). Hassas terazide tartımlar gerçekleştirildikten sonra çeker ocak içerisinde oda sıcaklığında, değişen karıştırılma hızlarında ve süresinde karıştırılmıştır.

#### **3.4.2. Rpm Değişimi-Karıştırılma Süresi**

500 rpm ile 1200 rpm de karıştırılma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Karıştırılma hızı, balığın hareket kabiliyetine göre değiştirilmiştir. Hareket kabiliyeti arttıkça karıştırılma hızı artırılmıştır. Karıştırılma 1 saat ile 3 gün arasında devam etmiştir. Belirli aralıklarla karışımın yoğunluğu takip edilerek, doğru yoğunlukta fiziksel jel elde edilmiştir. Jel için beklenen fiziki görüntü şeffaf renktedir, çok fazla hava kabarcığı içermektedir.

#### **3.4.3. Yoğunluk**

Her denemeden sonra yoğunluk hesabı volumetrik flask ile yapılmıştır (Tomonori, 2012). Flask kullanılmadan önce, jel santrifüj edilmiş ve hava kabarcıkları yok edilmiştir (Sun ve ark., 2012). Yoğunluk  $1,040 \text{ gr cm}^3 - 1,060 \text{ g cm}^3$  aralığında olması hedeflenmiştir. Karıştırma süresinin, madde % oranlarının yoğunluk üzerindeki etkileri not edilmiştir.

#### **3.4.4. Biyokimyasal Analizler**

Jel öncelikle; Selçuk Üniversitesi İleri Teknoloji Araştırma Uygulama Merkezi laboratuvarlarında vakum altında boş kan tüplerine yerleştirilmiştir. Değişik jel miktarları tüpe uygulanmıştır. Daha sonra Selçuk Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Farmakoloji Bölümü'nde gerçekleştirilen biyokimyasal analizlerde, jel üzerine değişik oranlarda kan ilave edilmiştir. Jelin en iyi miktarı belirlenmeye çalışılmıştır. Kan ilave edilmiş tüpler

santrifüj edilerek öncelikle fiziksel olarak ayırımın olup olmadığı gözlemlenmiştir. Daha sonrasında ayırımı gerçekleştiren jellerde biyokimya ve hormon testleri çalışılmıştır.

**Tablo 3.2:** Jel Miktarı İle Kan Miktarı Arasındaki Değişimler

Jel miktarı	Kan miktarı	Kan miktarı	Kan miktarı	Kan miktarı	Kan miktarı	Kan miktarı
0,5 ml	1 cc	2 cc	-	-	-	-
1 ml	1 cc	2cc	3cc	4 cc	5cc	6 cc
2 ml	1cc	2cc	3cc	4 cc	5cc	6cc

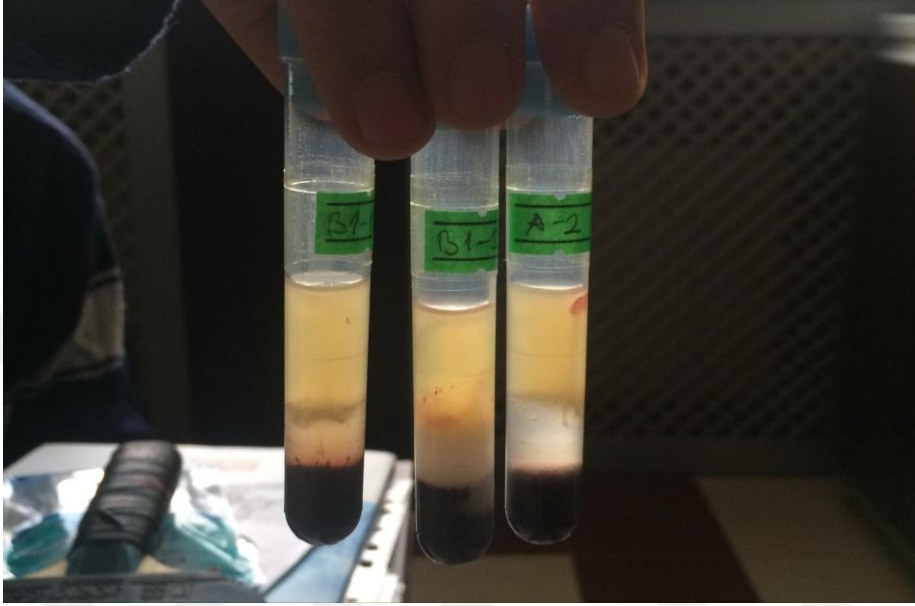
### 3.4.5. Jele UV Uygulaması

Kütlece yüzdesi, deney sıcaklığı, karıştırma hızı ve karıştırma süresi belirlenmiş olan jel, vakum ortamında kan tüpüne yerleştirildikten sonra; üzerine minimum 1cc, maksimum 5 cc kan eklenip, santifüj edildikten sonra; UV lamba (<400nm) ile 20-30 saniye aralığında UV uygulanmıştır (Sun ve ark., 2012). UV uygulanmış kan tüpleri ile tüm biyokimya ve hormon testleri tekrar çalışılmıştır. Değişen raf ömrü tarihi belirlenmiştir.

UV uygulanmış jelin fiziksel özelliklerinin daha anlaşılır olması için UV uygulanmış jel; -20 °C dondurucuda ve oda sıcaklığında su banyosunda donma çözülme testine tabii tutulmuştur(Emerson, 2010).

#### 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

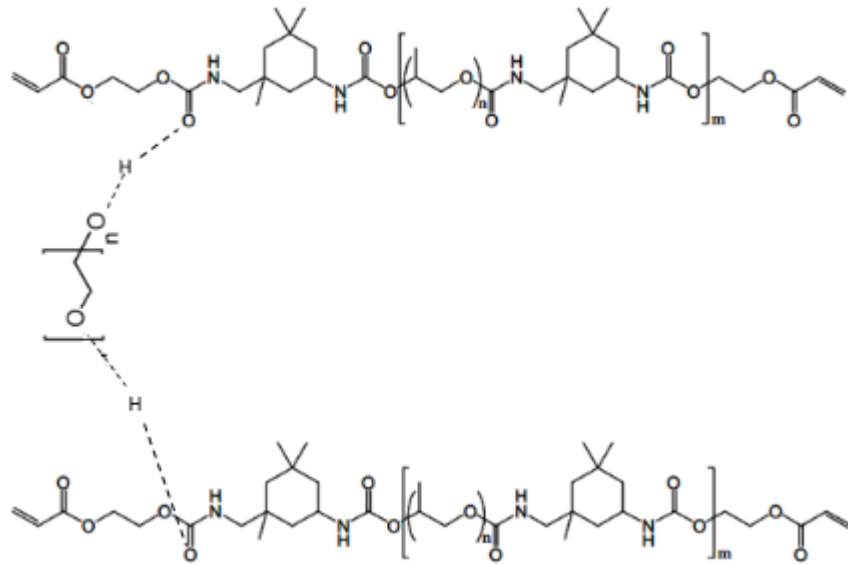
Yürütülen çalışma sonunda; bileşim yüzde miktarı, sıcaklığı, karıştırılma süresi belirlenmiş ve yoğunluğu yaklaşık  $1,040 \text{ g/cm}^3$  olarak hesaplanmış jellerin, FTIR, TEM, BİYOKİMYA, HORMON analizleri yapılmıştır.



Şekil 4.1: Jelli Tüplerin Serum Kan Hücresi Ayrımı

#### 4.1. Polimer Karışım

Jel için kullanılan oligomer, organogelator, stabilizer, başlatıcı oda sıcaklığında karıştırıldığında herhangi bir reaksiyon gözlenmemektedir. Burada elde edilen fiziksel polimerik bir jeldir. Fiziksel polimerik jeller, hidrojen bağları ile bir arada durmaktadır. Poli(etilen glikol) ve EBECRYL 230 arasında hidrojen bağları oluşmaktadır (Suzuki, 2009).



Şekil 4.2: PEG ve EBECRYL 230 Arasındaki Hidrojen Bağları

Kullanılan EBECRYL 230, PEG, ADDİTOL BDK, fenotiyazin miktarındaki değişim aralığı, yoğunluk hesabına göre belirlenmiştir. EBECRYL 230 miktarındaki azalma, yoğunluğun  $1,040 \text{ g/cm}^3$  ün altına düşmesine sebep olmaktadır. % 96'nın altında EBECRYL 230 kullanımı, karışımlarda yoğunluğun serum yoğunluğuna yaklaşmasına sebep olmuştur. Bu sebeple %96'nın altında oluşturulan karışımlar kan tüpleri için kullanılmaya uygun bir fiziksel karışım değildir (Ghazali ve ark., 2009). Yüzde bileşimdeki PEG artışı hidrojen bağlarını artırmıştır. (Suzuki, 2009). UV uygulamasında çapraz bağ miktarı da PEG miktarıyla orantılı olarak değişmiştir (Suzuki, 2009). Başlatıcı yüzde miktarı düştükçe UV uygulamasında katılaşma miktarı (çapraz bağlanma miktarı) azalmıştır.



**Tablo 4.1:** Kullanılan Kimyasallar İçin Uygun Yüzde Aralıkları

Kimyasal	% Miktar
Oligomer (EBECRYL 230)	%96 - %98,5
Organogelator (PEG)	%0,6- %1
Başlatıcı (ADDİTOL BDK)	%0,8- %2
Stabilizer (Fenotiyazin)	%0,1-%1

Başlangıçta karışım 500 rpm hızla karıştırılmış, karıştırılma hızı zamanla 1200 rpm'e çıkarılmıştır. EBECRYL 230 'un yoğunluğunun 1,080 g/cm<sup>3</sup> olması sebebiyle direkt 1200 rpm'de karıştırılmaya başlanması, balık hareket kabiliyetini kaybettirmektedir. Toz olarak ilave edilen ADDİTOL BDK karışım içerisine ilave edildiğinde gözle görünür toz parçacık halindedir. Karıştırılma başladıktan sonra gözle görünmeyecek hale gelmesi 2 gün ile ifade edilebilir. Tüm malzemelerin fiziksel bir jel oluşturduğu, yoğunluğun 1,040 g/cm<sup>3</sup> ' a yaklaşması ile tespit edilmiştir. Yoğunluğun sürekli bir şekilde 1,040 g/cm<sup>3</sup> civarında olmasıyla karıştırılma işlemi sonlandırılmıştır. 60 saatin sonunda istenilen yoğunluk aralığına girilmiştir ve sürekliliğinin görülebilmesi için karışım 12 saat daha karıştırılmaya devam edilmiştir.

**Tablo 4.2:** Karıştırılma Hızı ve Karıştırılma Süresi

Karıştırılma hızı	1. Gün	2. Gün	3. Gün
500 rpm	√	√	X
750 rpm	X	√	√
1000 rpm	X	X	√
1200 rpm	X	X	√

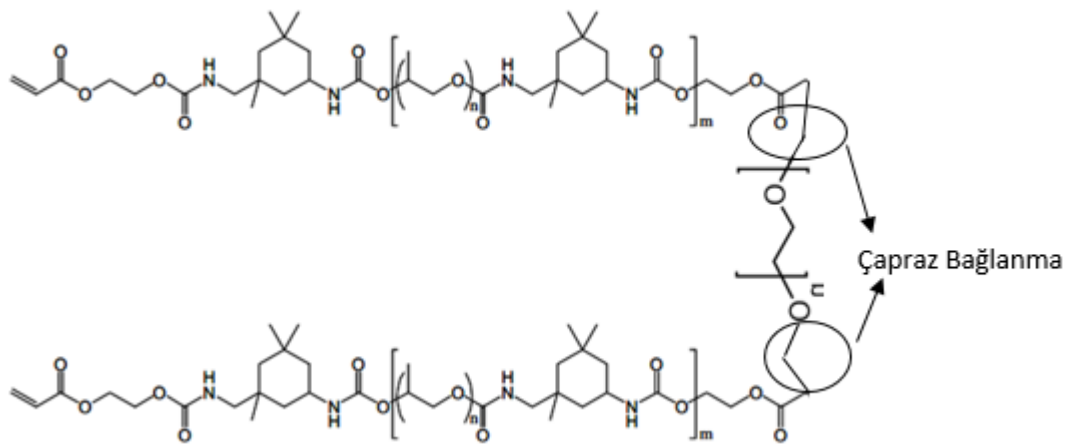
**Tablo 4.3:** Karıştırılma Süresine Göre Yoğunluk Değişimi

Zaman (saat)	Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Zaman (saat)	Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )
6	1,080	42	1,072
12	1,080	48	1,060
18	1,080	54	1,056
24	1,080	60	1,048
30	1,076	66	1,040
36	1,072	72	1,040

Burada oluşan polimerik bir karışımdır (Taşdemir, 2016). Karışım ticari olarak biyokimya ve hormon testlerinde kullanılabilir şekildedir (Emerson, 2007). Yoğunluğu volumetrik flaskle yaklaşık  $1,040 \text{ g/cm}^3$  hesaplanmıştır, şeffaf renkte, tiksotropik (yarı akışkan) yapıdadır. Cam vialin çevrilmesi durumunda varolan konumunu korumaktadır (Sun ve ark., 2012). Karışım değişen miktarlarda tüplere yerleştirilerek, üzerine değişik miktarlarda kan ilave edildikten sonra santrifüj edilmiş ve belirlenen biyokimya ve hormon tahlilleri yapılmıştır. Mukayese sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

#### 4.2. UV Uygulanmış Polimerik Karışım

Yoğunluğu yaklaşık  $1,040 \text{ g/cm}^3$  olan polimer karışım santrifüj edilerek hava kabarcıklarından temizlendikten sonra kan tüplerine yerleştirilmiş ve üzerine kan ilave edildikten sonra serum kan hücreleri ayırımı yapmak için santrifüj edilmiştir. Santrifüj edildikten sonra 20-30 sn UV ( $<400 \text{ nm}$ ) uygulanmıştır (Sun ve ark. 2012). Burada çapraz bağlı kimyasal jel elde edilmiştir. PEG ve EBECRYL 230 arasında kimyasal çapraz bağ oluşmuştur. Çapraz bağlanma radikalleşen ADDİTOL BDK'ın PEG'in uçlarındaki hidrojen ile bağlanması ve PEG'in EBECRYL 230'daki çift bağa açarak bağlanması şeklindedir (Suzuki, 2009). Çapraz bağ yoğunluğu sebebiyle yapı oldukça katı fazdadır ve serum kan hücresi arasından çıkarılması zordur (Sun ve ark., 2012). UV uygulanmış jelle, belirlenen biyokimya ve hormon testleri yapılmıştır. Mukayese sonuçları ile karşılaştırılmıştır.



Şekil 4.3: PEG ve EBECRYL 230 Arasındaki Çapraz Bağlanma (Suzuki, 2009)

### 4.3. Jelin Özellikleri ve Ticari Jel İle Karşılaştırılması

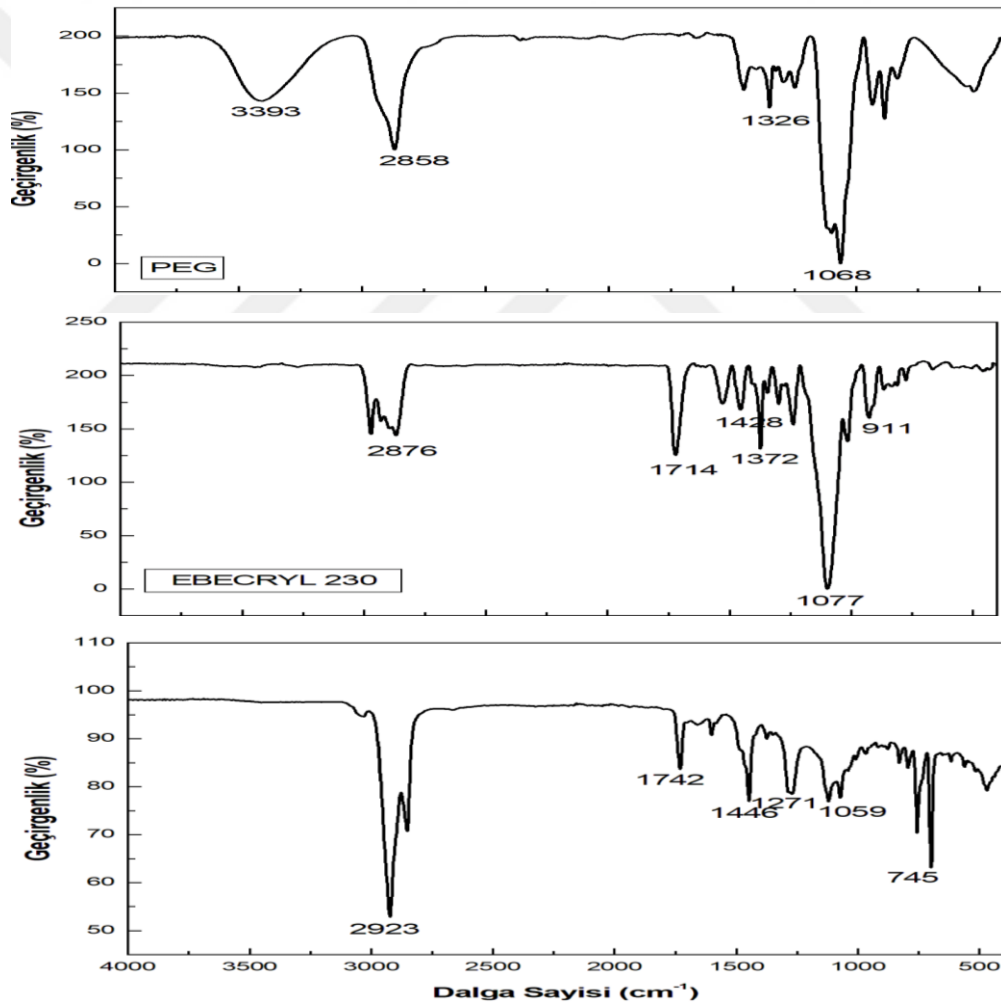
- Jel içeriği hidrofobik bileşenler seçilerek oluşturulmuştur. Hidrofobik olmaları, kan bileşenleri ile karışmalarını engellemiştir (Ryusuke O, 1998).
- Jel içeriğinde stabilizer (fenotiyazin) kullanılması ile jelin yapısının standartlığı korunmuştur. Jel uzun süreli kullanılabilir yapıdadır (Emerson, 2010).
- Jele UV uygulandığında az miktarda ısı çıkışı ve büzülme beklenen sonuçlardır. Bu sebeple düşük molekül ağırlıklı monomerler yerine; diakrilat oligomer kullanılmıştır (Güngör, 1987). Büzülmenin olmaması jelin tüp duvarına iyice yapışmasına sebep olur buda serum/kan hücreleri arasında geçişi tamamen engeller ve böylece daha güvenilir sonuçlar elde edilir. Normal jel bir pipet ucu yardımıyla kan tüpü içerisinden çıkarılabilirken, UV uygulanmış jel pipet ucu ile çıkarılamaz; daha kuvvetli bir güç gerekmektedir. -20 °C dondurucuda ve oda sıcaklığında su banyosunda gerçekleştirilen donma çözülme testleri sonucunda UV uygulanmış jelde hiçbir değişiklik olmamıştır (Emerson, 2010). Buda jelin kalitesinin göstergesidir.
- Polimerik karışım, fiziksel bağlarla bir arada bulunmaktadır. Fiziksel bağlara sahip olması, jelin çekme kuvvetine sahip olduğu, kesilebileceği anlamına gelmektedir. Kesilen jel daha sonra eski doğasına döner. Jel bu haliyle kan tüplerinde kullanılabilir. Ancak biyokimya ve hormon testlerinde tekrar testleri için negatiftir. Jelin hareket kabiliyetini kaybetmesi daha net sonuçları elde etmeyi sağlar. UV uygulaması jelin tiksotropik, yarı akışkan yapısını değiştirerek, kuvvetli çapraz bağların oluşmasını sağlamıştır (Brown, 1971).

### 4.4. Polimerik Karışımın ve Jelin FTIR –TEM Analizleri

Farklı % oranlarda karıştırılmış jel örneklerinden 0,5 mg numune, BRUKER marka FTIR cihazında çalışılmıştır. UV uygulanan karışımlarda bağ kırınımlarına göre kırılmalar gözlemlenmiştir. C-O bağ kırınımı 350 kJ/mol, C=O bağ kırınımı 754 kJ/mol, O-H bağ kırınımı 463 kJ/mol, C=C bağ kırınımı 615 kJ/mol değerindedir. Poli(etilen glikol) numunesinin FTIR analizinde, 3393  $\text{cm}^{-1}$ 'de, (-OH gerilmesi), 1326  $\text{cm}^{-1}$ 'de (-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub> gerilmesi), 2858  $\text{cm}^{-1}$ 'de (-CH<sub>2</sub> grubu -CH gerilmesi) ve 1068  $\text{cm}^{-1}$ 'de (-C-O gerilmesi) pik vermiştir (Motokawa ve ark., 2015). EBECRYL 230 numunesinin FTIR

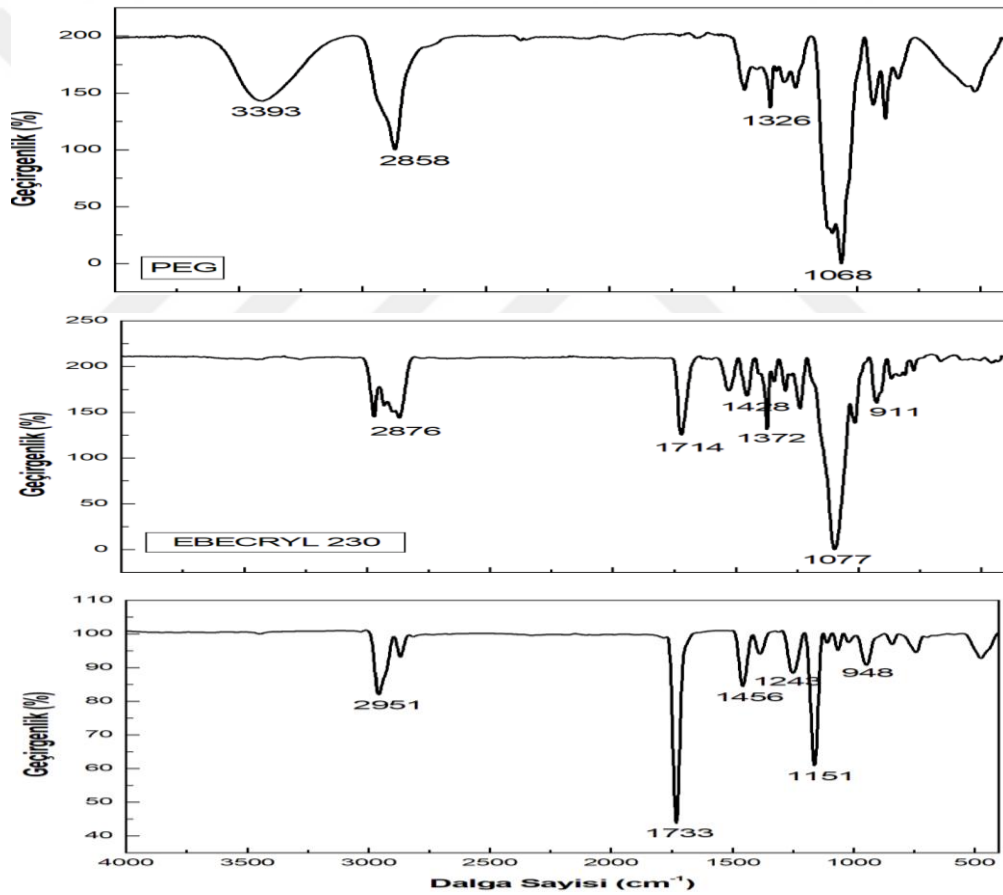
analizinde; 2876  $\text{cm}^{-1}$ 'de ( $-\text{CH}_3$ ,  $-\text{CH}_2$  grubu  $-\text{CH}$  gerilmesi) pik vermiştir. 1714  $\text{cm}^{-1}$ 'de ( ester karbonil grubuna ait ( $\text{C}=\text{O}$ ) gerilmesi), 1557  $\text{cm}^{-1}$ 'de ( $\text{C}=\text{C}$  gerilmesi), 1428  $\text{cm}^{-1}$ 'de (amid grubuna ait karbonil ( $\text{C}=\text{O}$ ) gerilmesi), 1260  $\text{cm}^{-1}$ 'de ( $-\text{C}-\text{N}$ ), 1372  $\text{cm}^{-1}$ 'de ( $\text{CH}_3$  gerilmesi), 1077  $\text{cm}^{-1}$ 'de ( $-\text{CO}$  gerilmesi) pik vermiştir (Motokawa ve ark., 2015).

Oda Sıcaklığında Polimer Karışım: 25 °C'de elde edilen fiziksel jel, zayıf etkileşimlerde bir arada bulunmaktadır. Herhangi bir reaksiyonun olmaması sebebiyle, pik yerlerinde büyük bir değişiklik olmamıştır (Suzuki, 2009). PEG'e ait 3393  $\text{cm}^{-1}$ 'deki yayvan pikin kaybolması ve 2923  $\text{cm}^{-1}$ 'de pik varlığı PEG ile EBECRYL 230 arasında istenilen fiziksel bağların oluştuğunu göstermektedir (Suzuki, 2009).



Şekil 4.5: Oda Sıcaklığında Polimer Karışımın FTIR Görüntüsü

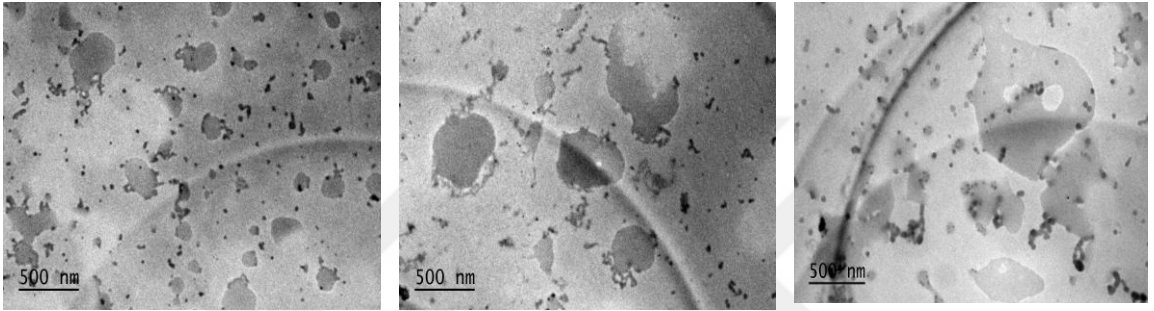
**UV Uygulanmış Polimerik Karışım:** 20-30 saniye UV (<400 nm) uygulanmış fiziksel jelde, Şekil 4.6'da görüldüğü gibi, PEG ve EBECRYL 230 arasında kovalent bağlar (çapraz bağlar) oluşmuştur, fiziksel jel kimyasal jele dönüştürülmüştür. Fotobaşlatıcı ADDİTOL BDK 320-400 nm aralığında absorbands göstermektedir ve 340 nm civarında en yüksek absorbanda sahiptir (Sun ve ark., 2012). Çapraz bağların meydana gelmesi ADDİTOL BDK'nın radikalleşerek, benzoil radikali ve alkil radikali meydana gelmesi ile başlamaktadır (Green, 2010). 340 nm'de etkileştirilen ADDİTOL BDK foto başlatıcısından elde edilen radikaller vasıtasıyla çapraz bağlanma gerçekleşmiştir. 1557  $\text{cm}^{-1}$  deki C=C çift bağının kaybolması istenilen çapraz bağlanmanın oluştuğunu göstermektedir (Sun ve ark., 2012).



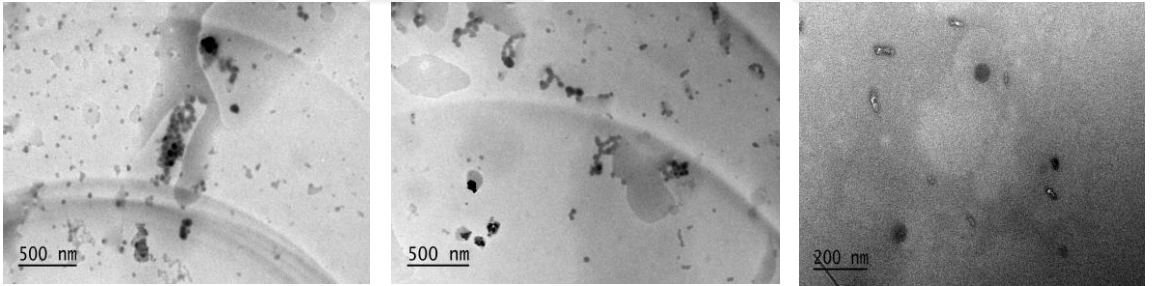
Şekil 4.6: UV Uygulanmış Polimerik Karışımın FTIR Görüntüsü

JEOL JEM-2100 (UHR) marka TEM cihazında analizler gerçekleştirilmiştir. Küçük miktarda polimerik jel, tetrahidrofuran (THF) içerisinde çözündürülmüş, bu karışımdan 10 mikrolitre mikropipetle çekilerek, TEM gridleri üzerine damlatılmıştır.

Evaporatörde 120 °C 10 dakika bekletilmiştir. Dietileter'le muamele edildikten sonra görüntüler 500nm'de alınmıştır (Sun ve ark., 2012). Piyasada varolan jel 200 nm'de de çalışılmıştır. Seyreltme oranları aynı olmakla beraber (1/10), piyasadaki jelin TEM görüntüsü daha seyrek dağılımlı çıkmıştır. Bunun sebebi ticari jelin zayıf bağlarla bağlı, kan ayırımı yapıldıktan sonra, jelin yerinden çıkarılabilecek kadar akışkanlığı sahip olan, tiksotropik yapısıdır. UV uygulanmış jelin TEM görüntülerindeki sıkılaşma çapraz bağ yoğunluğuyla alakalıdır. Daha yoğun fazla görünen jel, hareket kabiliyeti kısıtlı ve daha katıdır (Sun ve ark., 2012).



Şekil 4.7: Jelin TEM Analiz Sonuçları



Şekil 4.8: Piyasada Varolan Jelin TEM Analiz Sonuçları

#### 4.5. Biyokimya Test Sonuçları

Kan tüplerine vakum altında yerleştirilmiş jel üzerine 5 cc kan ilave edilerek santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası serum kan hücreleri ayırımı fiziksel olarak net bir şekilde gözükmemektedir.



(a) (b) (c)

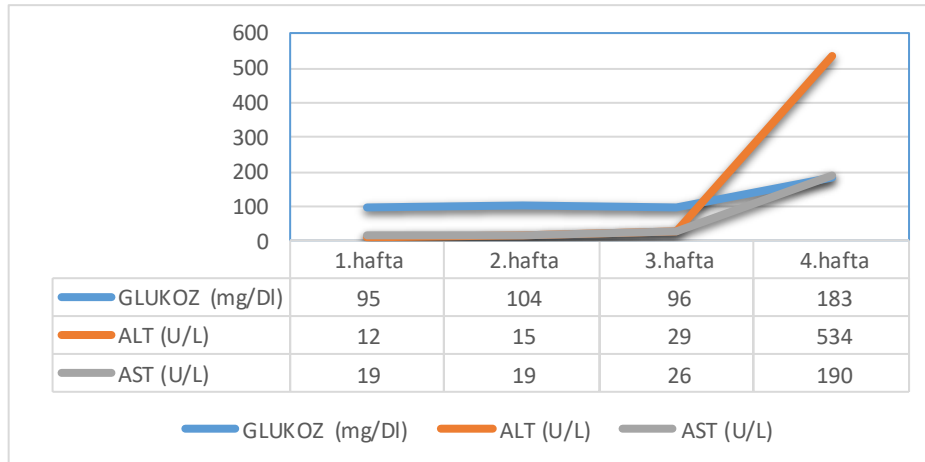
**Şekil 4.9:** Santrifüj Edilmiş Kan Numunesi

a) Ticari Jel b)-c) Elde Edilen Jel

Biyokimya testleri birer hafta aralıklarla aynı kan üzerinden çalışılmıştır. Denemeler sonucunda; 4. Haftada sonuçlar anlamsızlaşmıştır

**Tablo 4.4:** Jelli Tüplerin Biyokimya Testleri

Tarih	Parametre Adı	Sonuç	Birim	Referans Aralığı
03.03. 2017	Glukoz	95	mg/dL	70-105
	ALT	12	U/L	0-55
	AST	19	U/L	0-50
10.03. 2017	Glukoz	104	mg/dL	70-105
	ALT	15	U/L	0-55
	AST	19	U/L	0-50
17.03. 2017	Glukoz	96	mg/dL	70-105
	ALT	29	U/L	0-55
	AST	26	U/L	0-50
24.03. 2017	Glukoz	<b>143</b>	mg/dL	70-105
	ALT	<b>534</b>	U/L	0-35
	AST	<b>190</b>	U/L	0-30

**Grafik 4.1:** Biyokimya Testlerinde Jelin Raf Ömrü

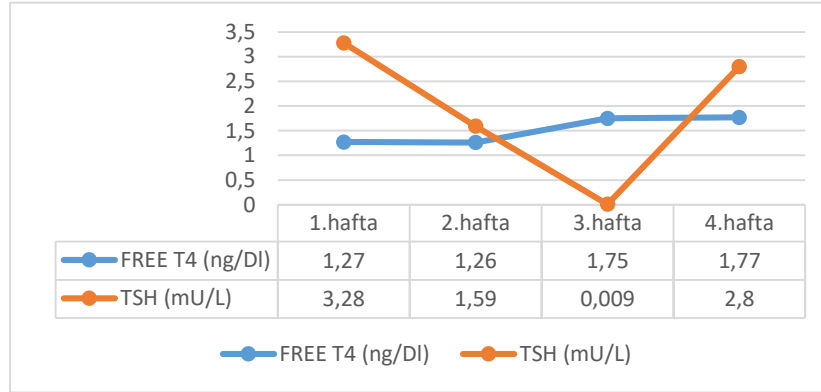
#### 4.6. Hormon Test Sonuçları

Çalışılan hormon testlerinde 3.hafta itibariyle değerlendirmelerde anlamsız sonuçlar görülmüştür.

**Tablo 4.5:** Jelli Tüplerin Hormon Testleri

Tarih	Parametre Adı	Sonuç	Birim	Referans Aralığı
03.03. 2017	FREE T4	1,27	ng/dL	0,93-1,7
	TSH	3,28	mU/L	0,27-4,2
10.03. 2017	FREE T4	1,26	ng/dL	0,93-1,7
	TSH	1,59	mU/L	0,27-4,2
17.03. 2017	FREE T4	<b>1,75</b>	ng/dL	0,93-1,7
	TSH	<b>0,009</b>	mU/L	0,27-4,2
24.03. 2017	FREE T4	<b>1,77</b>	ng/dL	0,93-1,7
	TSH	<b>0,097</b>	mU/L	0,27-4,2



**Grafik 4.2:** Hormon Testlerinde Jelin Rafömrü

Elde edilen polimer karışım ve UV uygulanmış jel arasındaki farkın anlaşılabilir olması için; Ticari olarak satılan jelli tüp ve çalışmada elde edilen karışım, tüp analiz için hazırlanmıştır. Tez çalışmasında elde edilen polimer karışıma UV uygulanmıştır. Her iki tüp içinde biyokimya testi yapılmış, sonuçlar not edilmiştir. Sonra her iki tüp yere düşürülmüş ve sonrasında aynı testler tekrar çalışılmıştır. Ticari tüpte değerlendirme sonuçları değişirken, UV li tüpde değişim gözlemlenmemiştir.

**Tablo 4.6:** UV Uygulamasının Serum/Kan Hücreleri Ayrımında Etkisi

<b>1.DENEME</b>	Ticari Jelli Tüp	UV Uygulanmış Jelli Tüp
GLUKOZ (mg/dL70-105)	95	93
ALT (U/L 0-55)	15	17
AST (U/L 0-30)	16	18
<b>2.DENEME</b>		
GLUKOZ (mg/dL70-105)	97 ↑	93
ALT (U/L 0-55)	14 ↓	17
AST (U/L 0-30)	14 ↓	18

Sağlıklı bireyden alınan kanla yapılan bu çalışmada, değerlerdeki bu oynama kayda değer olmayabilir. Ancak patolojik sonuçlarda ilaç dozu, taburcu gibi önem arz eden noktalarda küçük değerlendirmeler önemlidir. Bu sebeple katı bariyer kullanımı yaygınlaştırılmalı, süreğen hale getirilmelidir. UV'li sistemlerin uygulanabilirliği santrifüj içerisine yerleştirilecek bir UV sistem ile santrifüj sonrası tüm numunelere 20-

30 sn aralığında UV uygulanabilir. Bu uygulama ile daha net analiz sonuçları alınır. Tekrar testine gerek kalmayabilir.



## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

### 5.1 Sonuçlar

Yapılan tüm denemeler sonucunda uygun miktardaki karışım, yoğunluk ve karıştırılma süresi belirlenmiş jel, TEM ve FTIR ile karakterizasyonu yapılmıştır ve biyokimyasal analizleri tamamlanmıştır. Bileşen olarak kullanılan Oligomer; EBECRYL230, Organogelator; Polyethylene glycol, Photoinitator; 2,2 dimethoxy-1,2-diphenyl-ethan- 1-one) ADDİTOL BDK ve Stabilizer; Phenothiazine ‘Biyokimyasal analizlerde serum/kan hücresi ayırımında kullanılabilir polimerik jel üretimi’ için uygundur.

Belirlenen biyokimya ve hormon değerlerinin test sonucundaki değişimine göre, biyokimya analizleri için raf ömrü 3 hafta olabilecekken hormon testlerinde 3. haftada tekrarlana bilirlik kaybolmuştur. Jelin raf ömrü 3 hafta olarak belirlenmiştir.

UV uygulamasının biyokimyasal analizlerde, daha güvenilir sonuçlar için kullanılabilir bir yöntem olarak tespit edilmesi de yenilikçi bir çalışma olmuştur. Tikotropik jelin tüplere yerleştirilmesi oldukça kolaydır. UV uygulamak kısa süreli bir işlem olmakla beraber, serum/kan hücresi arasında daha katı bir bariyer oluşumu sağlamaktadır.

### 5.2 Öneriler

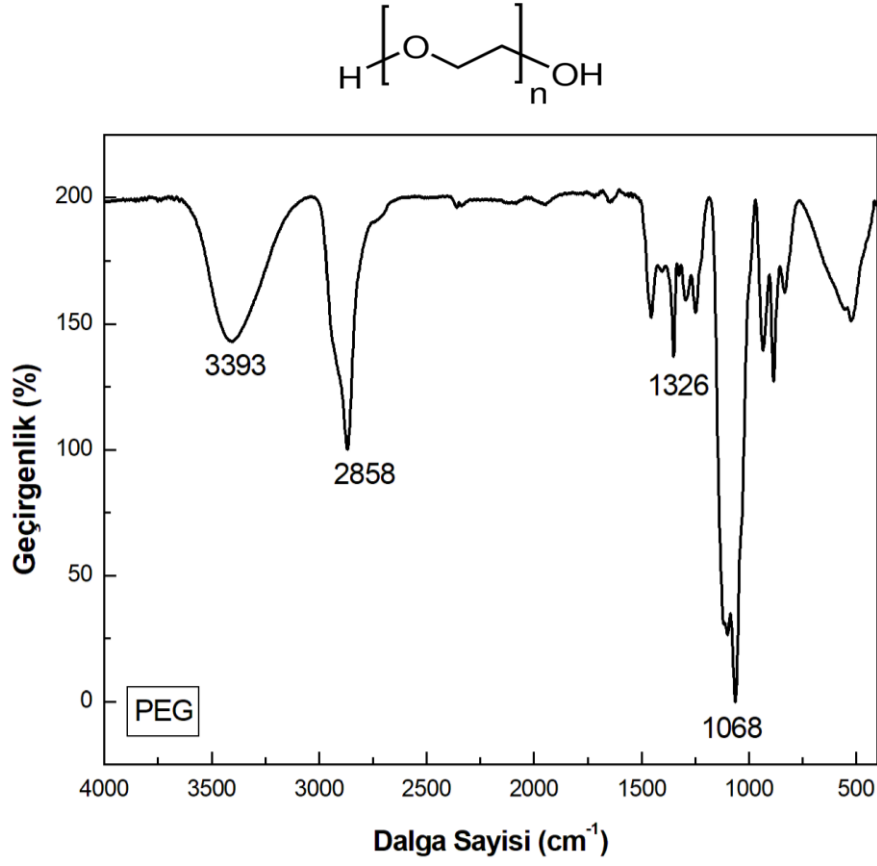
Kullanım sahası çok geniş, ticari değer taşıyan jelli tüpler, bilimsel olarak da gelişmekte olan bir alandır. Tez çalışmasında kullanılan kimyasallar çeşitlendirilerek, daha ucuz maliyetli jeller üretilebilir ve patentlenebilir.

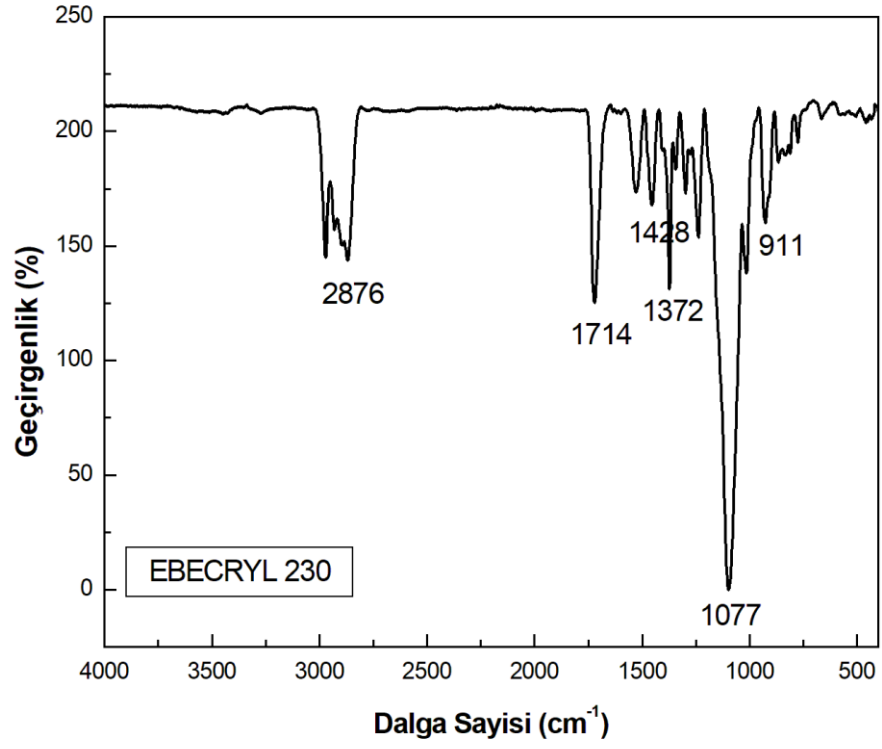
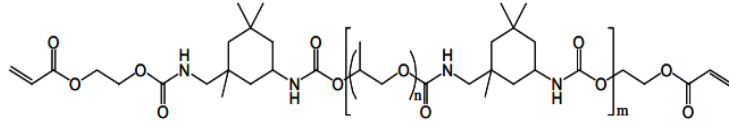
Yapılan çalışmanın ülke ekonomisine katkısının anlaşılır olması için mikro alan olarak Konya Selçuk Üniversitesi Selçuk Tıp Fakültesi seçilmiştir. 934 yatak sayılı hastane 2016-2017 Mayıs ayları arasında; 279 672 Biyokimya, 142 904 Hormon testi gerçekleştirmiştir. Toplamda 422 576 jelli tüp harcanmış ve her tüp için 0,429 TL birim fiyat ödenmiştir. 2015 TÜİK verilerine göre Türkiye’de Sağlık Bakanlığına bağlı kurum sayısı 884, toplam yatak sayısı 125,030 hesaplanmıştır. Buradan yapılan hesapla yıllık bazda ülke ekonomisinden kan tüpleri için harcanan meblağ yaklaşık; 181 milyon 285 bin Türk lirasıdır. Buda yaklaşık 53 milyon dolar’ dır.

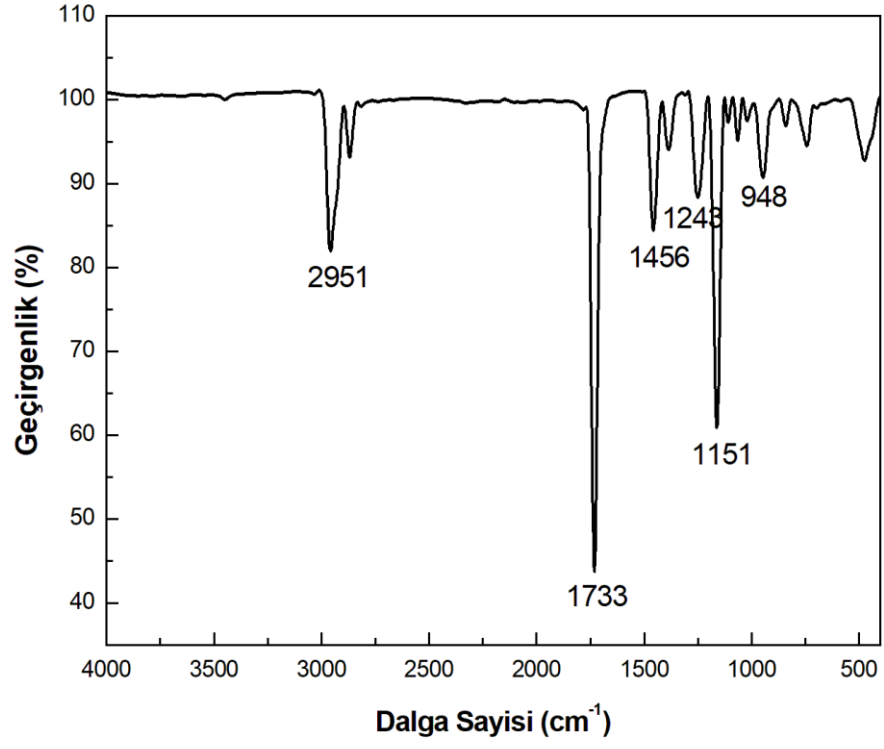
TÜİK 2016 ilk altı ay raporuna göre, Sağlık Bakanlığı'na bağlı kurum sayısı 885 ile tüm kurumlar arasında %59 luk payı kapsamaktadır. Bunu 549 kuruluş ile özel hastaneler (%37), 67 kuruluş ile üniversite hastaneleri (%4) oluşturmaktadır. Çalışmanın ülke ekonomisine katkısı milyon dolarlar ile ifade edilebilir.

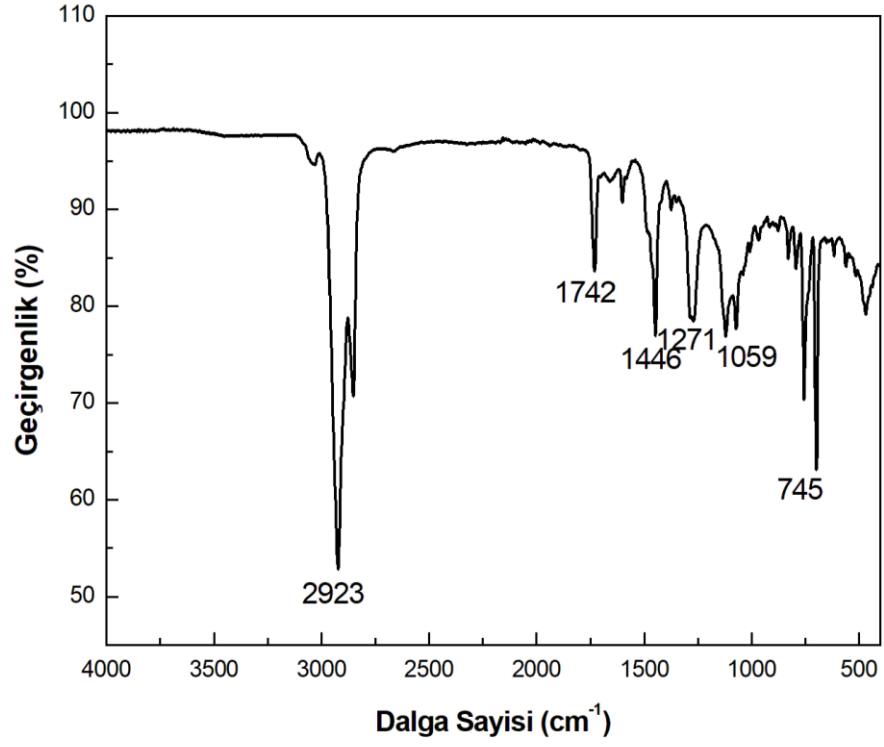
Kan ilave edilen jelli tüpler, santifürüj edildikten sonra, kısa süreli, UV uygulanması analizlerin güvenilirliğini artıracaktır. Bu amaçla santrifüj içerisine yerleştirilen UV, kan tüplerine kısa süreli uygulanabilir. Çapraz bağlı katı bariyer oluşumu santrifüj içerisinde sağlanabilir. UV'li santrifüj sistemleri yaygınlaştırılabilir.

Ayrıca kullanılan kimyasalların değiştirilebilir olması, kan tüplerinde kullanılacak değişik türevlerde fiziksel jel eldesine imkan sağlamaktadır. Başlatıcı olarak D-sorbitol veya organogelator olarak PEG 400, PEG600, PEG800, PEG1000 kullanılarak UV ile çapraz bağlanma oluşturulabilir.

**EKLER****EK1: PEG Molekülün ve Molekülünün FTIR Analizi**

**EK2: EBECRYL230 Molekülü ve Molekülün FTIR Analizi**

**EK3: Oda Sıcaklığında Polimer Karışım**

**EK4: UV Uygulanmış Polimer Karışım**



**EK5: Jelli Tüplerin Biyokimya Testleri**

BIYOKİMYA TETKİKLERİ					Numune : SERUM		
NumA.Tarihi : 03.03.2017		NumK.Tarihi :			Onay Tarihi :		
Parametre Adı	Sonuç	Durum	Birim	Referans Aralığı	Açıklama		
e-GFR	84,87		mL/min/1.7	0 - 1000	88	95,11	erkek crea <=0.9 ckd_epi
GLUKOZ	95		mg/dL	70 - 105	129	93	109
ALT	12		U/L	0 - 55	16	16	22
AST	19		U/L	0 - 50	21	16	23

BIYOKİMYA TETKİKLERİ					Numune : SERUM		
NumA.Tarihi : 10.03.2017		NumK.Tarihi :			Onay Tarihi :		
Parametre Adı	Sonuç	Durum	Birim	Referans Aralığı	Açıklama		
e-GFR	98,69		mL/min/1.7	0 - 1000			erkek crea >0.9 ckd_epi
GLUKOZ	104		mg/dL	70 - 105			
ALT	15		U/L	0 - 55			
AST	19		U/L	0 - 50			

BIYOKİMYA TETKİKLERİ					Numune : SERUM		
NumA.Tarihi : 17.03.2017		NumK.Tarihi :			Onay Tarihi :		
Parametre Adı	Sonuç	Durum	Birim	Referans Aralığı	Açıklama		
e-GFR	117,16		mL/min/1.7	0 - 1000			erkek crea <=0.9 ckd_epi
GLUKOZ	96		mg/dL	70 - 105	86	93	157
ALT	29		U/L	0 - 55	80	35	33
AST	26		U/L	0 - 50	27	25	

BIYOKİMYA TETKİKLERİ					Numune : SERUM		
NumA.Tarihi : 24.03.2017		NumK.Tarihi :			Onay Tarihi :		
Parametre Adı	Sonuç	Durum	Birim	Referans Aralığı	Açıklama		
e-GFR	132,91		mL/min/1.7	0 - 1000	122,72		erkek crea <=0.9 ckd_epi
* GLUKOZ	183		mg/dL	70 - 105	114	120	108
* ALT	534		U/L	0 - 35	563	589	623
* AST	190		U/L	0 - 30	265	240	242

**EK6: Jelli Tüplerin Hormon Testleri**

HORMON TETKİKLERİ					Numune : SERUM
NumA.Tarihi : 03.03.2017		NumK.Tarihi :			Onay Tarihi :
Parametre Adı	Sonuç	Durum	Birim	Referans Aralığı	Açıklama
FREE T3	3		ng/L	2 - 4,4	
FREE T4	1,27		ng/dL	0,93 - 1,7	1,8
ANTI-TG	28,48		IU/mL	0 - 115	
ANTI-TPO	21,75		IU/mL	0 - 34	
TSH	3,28		mU/L	0,27 - 4,2	5,04

HORMON TETKİKLERİ					Numune : SERUM
NumA.Tarihi : 10.03.2017		NumK.Tarihi :			Onay Tarihi :
Parametre Adı	Sonuç	Durum	Birim	Referans Aralığı	Açıklama
FREE T3	2,66		ng/L	2 - 4,4	
FREE T4	1,26		ng/dL	0,93 - 1,7	
TSH	1,59		mU/L	0,27 - 4,2	

HORMON TETKİKLERİ					Numune : SERUM
NumA.Tarihi : 17.03.2017		NumK.Tarihi :			Onay Tarihi :
Parametre Adı	Sonuç	Durum	Birim	Referans Aralığı	Açıklama
* FREE T4	1,75		ng/dL	0,93 - 1,7	
ANTI-TG	16,71		IU/mL	0 - 115	
TİROGLOBULİN	<0,04	<	ng/mL	1,4 - 78	
* TSH	0,009		mU/L	0,27 - 4,2	

HORMON TETKİKLERİ					Numune : SERUM
NumA.Tarihi : 24.03.2017		NumK.Tarihi :			Onay Tarihi :
Parametre Adı	Sonuç	Durum	Birim	Referans Aralığı	Açıklama
* FREE T4	1,77		ng/dL	0,93 - 1,7	
ANTI-TG	>4000	>	IU/mL	0 - 115	
* ANTI-TPO	64,17		IU/mL	0 - 34	
* TSH	0,097		mU/L	0,27 - 4,2	

## KAYNAKLAR

- Abdallah, D. ve Weiss, R., 2000, Organogels and Low Molecular Mass Organic Gelators, *Advanced Materials*, 12 (17), 1237-1247.
- Allnex, 2015, Radcure Coating Resins. Special. Amerika: 40.
- Ay, İ., 2015, <plastikte.mek2.pdf>, 56.
- Banerjee, S., Das, R. ve Maitra, U., 2009, Supramolecular gels 'in action', *J. Mater. Chem.*, 39.
- Basan, S., 2014, Polimer Kimyası, Gazi Kitabevi p. 753.
- Beşergil, B., 2008, Polimer Kimyası, 2, Gazi Kitabevi, p.
- Brown, P., 1971, Blood Serum Collection Tube And Method Of Collection, Metropolitan Pathology Laboratory, Inc. Teaneck, NJ. : 4.
- Caretti, E., Dei, L., Baglioni, P. ve Weiss, R., 2003, Synthesis and characterization of gels from polyallylamine and carbon dioxide as gellant, *PudbMed*, 125 (17), 5121-5129.
- Chang, R., 2014, Genel Kimya, PALME, p.
- Chemlife, 2017, kimya 4.0, istanbul, <http://www.chemlife.com.tr/>:
- Ciba, 2005, <photo\_uv\_2.pdf>, *Value beyond chemistry*, 16.
- Clegg, W. D. C. D. W., 1995, Polymer Internatiol, p. 214.
- Çakmak, H., 2013, Fiziksel ve Kimyasal Çapraz Bağlı DNA Hidrojellerinin Sentezi ve Karakterizasyonu, Doktora, *İstanbul Teknik Üniversitesi*, 65-67.
- Denktaş, C., 2006, Gıda ile temasta bulunan plastik filmlerinin yıpranma özelliklerinin incelenmesi., doktora, *Yıldız Teknik Üniversitesi*.
- Disera, 2016, Serum Jelli Tüpler, <http://www.disera.com.tr/urunler/serum-tupleri-jelli/>:
- Emerson, J., 2007, Photopolymer serum separator 2-3.
- Emerson, J., 2010, Photopolymer Serum Separator, The Regents of University of California, Okland, . US B2: 12.
- Flory, P. J., 1974, Discuss Faraday Soc. , *Contents list for Faraday Discussions of the Chemical Society*, 57 (7-8), 282.
- Gates, J. ve Sharp, M., 2001, Method of partitioning blood using polyesters, Henkel Corporation: 3-5.
- Ghazali, N., Yhaya, M. ve Azman, H., 2009, Development of Scratch- and Abrasion-Resistant Coating Materials Based on Nanoparticles, Cured by Radiation, *International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials*, 58 (8), 422-451.
- Glen, S. ve Gary, j., 1982, Fluid Collection Device Having Phase Partitionig Means. D., U. S. P., Sherwood Medical Industries, Inc.,. 4,315,892: 10.
- Green, A. W., 2010, Industrial Photoinitiators\_A Technical Guide, p. 142-144.
- Gündoğdu, M., 2015-2016, <test\_rehberi.pdf>, 1, 7-8.
- Güngör, A., 1987, UV -Işınları ile Sertleştirilen Polimerik Filmlerin Hazırlanması, Karakterizasyonu ve Uygulama Alanları, *İstanbul Teknik Üniversitesi*.
- Hazer, O., 2008, Yeni Şelat Yapıcı Reçine Sentezleri ve Analitik Uygulamaları, doktora, *Erciyes Üniversitesi*, 112.
- Herbert, M., 1995, Polymers: The Origins and Growth of a Science, p. 306.
- İçli, S., 2006, Polimerik Kompozitler, Geleceğin Teknolojileri, 1-7.
- İLTEK, S. Ü., 2017, Malzeme Labratuarı, [https://www.selcuk.edu.tr/ileri\\_arge/birim/web/sayfa/ayrinti/42237/tr](https://www.selcuk.edu.tr/ileri_arge/birim/web/sayfa/ayrinti/42237/tr):
- Kalpakkı, Y., 2013, Sol- Jel Yöntemi Genel Prensİpleri *sigma*, 31, 476.

- Leivo, K., 2011, Gelation and Gel Properties of Two- And Three-Component Pyrene Based Low Molecular Weight Organogelators, (polymer), 138.
- Liu, X. Y. ve Sawant, P. D., 2002, Micro/Nanoengineering of the Self-Organized Three-Dimensional Fibrous Structure of Functional Materials, *Angew. Chem.*, 41, 3641-3645.
- Martin, J., Fiore, B. ve Randall, M., 2015, Designing bioinspired composite reinforcement architectures via 3D magnetic printing, *Nature Communications*, 6.
- MEGEB, 2008, <PolimerSentezi1.pdf>, 38.
- Motokawa, T., Makino, M. ve Ohura, T., 2015, Novel method of the surface modification of the microcrystalline cellulose powder with poly (isobutyl vinyl ether) using mechanochemical polymerization, *Advanced Powder Technology*, 26 (5), 1383-1390.
- Nair, J., Cramer, N., McBride, M. ve Gaipa, J., 2012, Enhanced Two-Stage Reactive Polymer Network Forming Systems, *HHS Public Access*, 007, 2-4.
- Özbay, S., 2010, Perfloro Akrilat, Metil Metakrilat Ve Butil Akrilatın Çözelti İçinde Katılma Polimerizasyonu, Yüksek Lisans, *Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü*, 127.
- Pişkin, E., 1987, Kimya Teknolojilerine Giriş, p. 199.
- Raymond, C., 2014, genel kimya temel kavramlar, palme, p.
- Roberts, H. L. ve Brown, D. R., 2015, Seeking a mechanism for the toxicity of oligomeric alpha-synuclein, *Biomolecules*, 5 (2), 282-305.
- Ryusuke O, H. A., 1998, Serum or Plasma Separating Compositions. Japan, Sekisui Kagaku Kogyo Kabushiki Kaisha: 18.
- Sacak, M., 2010, Polimer Kimyasına Giriş, *Ankara*, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi, p.
- Sangeetha, M. ve Maitra, U., 2005, Supramolecular gels: Functions and uses, *Chem. Soc. Rev.*, 34.
- Scientific, t., 2016, <1602163-Crosslinking-Reagents-Handbook.pdf>, *Crosslinking Technical Handbook*, 1 (kimyasal), 56.
- Smits., A. ve Van., K., 2014, Polyurethanes Plc, C. U.
- Sun, K., Oh, H., Emerson, J. F. ve Raghavan, S. R., 2012, A new method for centrifugal separation of blood components: Creating a rigid barrier between density-stratified layers using a UV-curable thixotropic gel, *J. Mater. Chem.*, 22 (6), 2378-2382.
- Suzuki, M., 2009, Polymer organogelators that make supramolecular organogels through physical cross-linking and self-assembly, *Royal society of chemistry* (39), 455-463.
- Taşdemir, M., 2016, Polimer Karışımları ve Uygulamaları, 2, *Seçkin Yayıncılık*, p. 150-167.
- Tekin, b., 2016, kan tahlili ve kan tüpleri, <http://kadinvehastaliklari.com/kan-tahlili-ve-kan-tupleri/> [30.09].
- Terech, P. ve Weiss, R., 1997, Low Molecular Mass Gelators of Organic Liquids and the Properties of Their Gels, *American Chemical Society*, 3133-3160.
- Terech, P. ve Weiss, R., 2006, Molecular Gels; Materials with Self-Assembled Fibrillar Networks, p. 241,352.
- Tomonori, I., 2012, Blood Separating Agent And Blood Collection Container. Tokyo Sekisui Medical Co., Ltd. PCT/JP2011/053139 11.

- Waldemar, A. ve Rutherford, N. J., 1975, serum/ plazma separator - beads- plus- adhesive type. PATENTS, U. S., Becton, Dickinson and Company, East Rutherford, N.J. : 4.
- William, L. O. B. ve Dean, A. O., 2000, Physiological Fluid Separation Vehicles Having Improved Resistance to Inward Migration Of Therapeutic Agents. Patent, U. S., Henkel Corporation, Gulph Mills, Pa.: 9.
- Yu, Z., Kastenmuller, G. ve Belcredi, P., 2011, Differences between Human Plasma and Serum Metabolite Profiles, *plos one*, 6 (7), 2-4.



## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Tuğba AÇIKGÖZ  
**Uyruğu** : TÜRK  
**Doğum Yeri ve Tarihi** : Sivas 27.10.1985  
**Telefon** : 05309710258  
**Faks** : -  
**e-mail** : [tgbdrms@gmail.com](mailto:tgbdrms@gmail.com)

### EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Neşet Yalçın Süper Lisesi	2003
Üniversite	: Atatürk Üniversitesi	2010
Yüksek Lisans	: -	
Doktora	: -	

### İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2011-2012	Selçuk Üniversitesi Selçuk Tıp Fakültesi Hastanesi Biyokimya Labratuarı Selçuklu/Konya	Kimyager
2012-halen	Selçuk Üniversitesi İleri Teknoloji Araştırma Uygulama Merkezi Selçuklu/Konya	Kimyager

### UZMANLIK ALANI

Fizikokimya

**YABANCI DİLLER**

İngilizce

**YAYINLAR**

Çalışma 2017-ilaç kongresinde poster olarak sunulmuştur.

<http://ilackongresi.org/upload/dosya/5.kongre.pdf>

