

T.C.
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
KİMYA ANABİLİM DALI
FİZİKOKİMYA BİLİM DALI

POLİPROPİLEN-POLİETİLEN KARIŞIMLARININ MEKANİK
ÖZELLİKLERİNE ÇEŞİTLİ DOZDAKİ Co-60 KAYNAKLI RADYASYON
ETKİLERİ

MEHTAP ŞİRİN

Danışman
Prof. Dr. Yüksel ABALI



MANİSA-2019

**Mentap
ŞİRİN**

**POLİPROPİLEN-POLİETİLEN KARIŞIMLARININ MEKANİK ÖZELLİKLERİNE
ÇEŞİTLİ DOZDAKİ Co-60 KAYNAKLI RADYASYON ETKİLERİ**

2019

TEZ ONAYI

Mehtap ŞİRİN tarafından hazırlanan “**Polipropilen-Polietilen Karışımlarının Mekanik Özelliklerine Çeşitli Dozdaki Co-60 Kaynaklı Radyasyon Etkileri**” adlı tez çalışması 09/07/2019 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri önünde Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Kimya Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman **Prof. Dr. Yüksel ABALI**

Manisa Celal Bayar Üniversitesi

Jüri Üyesi **Prof. Dr. Mustafa ESKİCİ**

Manisa Celal Bayar Üniversitesi

Jüri Üyesi **Prof. Dr. Armağan KINAL**

Ege Üniversitesi

TAAHHÜTNAME

Bu tezin Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim dalında, akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan literatür bilgilerini referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Mehtap ŞİRİN



İÇİNDEKİLER

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	III
SEMBOL LİSTESİ	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ	V
TABLO DİZİNİ.....	VI
TEŞEKKÜR	VII
ÖZET.....	VIII
ABSTRACT	X
1. GİRİŞ	1
1.1. Tanımlar ve Polimerlerin Sınıflandırılması.....	1
1.2. Polimerlerin Yapısı.....	3
1.2.1. Moleküler Mimari (Yapı).....	3
1.2.2. Polimerlerde moleküler kuvvetler	4
1.3. Polimer Karışımlar	5
2. POLİETİLEN.....	7
3. POLİPROPİLEN	9
4. RADYASYON	10
4.1. Radyasyon Çeşitleri.....	10
4.1.1. İyonlaştırıcı Radyasyon	10
4.2. Kobalt-60 (⁶⁰ Co)Kaynağı İle Gama Işınlaması Uygulamaları	12
4.3. Polimerlerin Radyasyon Kimyası	12
4.3.1. Polimerler Üzerine Radyasyon Etkisi.....	13
5. MATERYAL VE YÖNTEM	15
5.1. Kimyasallar	15
5.1.1. Polipropilen PP MH 418.....	15
5.1.2. AYPE I22-19T	15
5.2. Cihazlar	15
5.2.1. Erime Akış Hızı Cihazı.....	15
5.2.2. Gerilme Dayanımı Cihazı.....	15
5.2.3. Sıcak ve Soğuk Pres	15
5.2.4. Kalıplama Aparatı	16
5.2.5. Sertlik Cihazı.....	16
5.2.6. Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC).....	16
5.2.7. Termogravimetrik Analiz Cihazı (TGA).....	16

5.3. Yöntem	17
5.3.1. Numunelerin Hazırlanması.....	17
5.3.2. Erime Akış Hızı (EAH).....	18
5.3.3. Gerilme Dayanımı.....	18
5.3.4. Termal Analiz.....	18
6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	19
6.1. Karışımların Mekanik Özellikleri Üzerine Radyasyon Etkisi	19
6.2. Termal Analizler.....	24
6.2.1. Diferansiyel taramalı kalorimetri (DSC) Analizleri.....	24
6.2.2. Termogravimetrik Analizler.....	29
7. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	35
KAYNAKLAR	37

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

PE	Polietilen
AYPE	Alçak yoğunluk polietilen
LAYPE	Lineer alçak yoğunluk polietilen
YYPE	Yüksek yoğunluk polietilen
PP	Polipropilen
TGA	Termogravimetri Analizi
DSC	Diferansiyel Taramalı Kalorimetre
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
PETKİM	Petkim Petrokimya Holding A.Ş.

SEMBOL LİSTESİ

M_n (g/mol)	: Sayıca ortalama molekül ağırlığı
M_v (g/mol)	: Viskozite ortalama molekül ağırlığı
M_w (g/mol)	: Kütlece ortalama molekül ağırlığı
M_z (g/mol)	: z-ortalama molekül ağırlığı
T_c (°C)	: Kristallenme noktası
T_m (°C)	: Erime noktası
X_c	: % Kristallik
ΔH_c (J/g)	: Kristallenme entalpisi
ΔH_f (J/g)	: Erime entalpisi
ΔH_{crys} (J/g)	: % 100 kristal polimerin kristallenme ısısı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Polimer Zincirlerinin Basit Gösterimleri	2
Şekil 1.2. Polimer Zincirlerinin Olası konumları.....	4
Şekil 6.1. Karışımların ⁶⁰ Co kaynağında radyasyona maruz kalmaları sonucu erime akış hızındaki değişim (230°C 2.16 kg).....	21
Şekil 6.2. Karışımların ⁶⁰ Co kaynağında radyasyona maruz kalmaları sonucu sertlik miktarındaki değişim.....	22
Şekil 6.3. Karışımların ⁶⁰ Co kaynağında radyasyona maruz kalmaları sonucu Akmada gerilme dayanımındaki değişim.....	22
Şekil 6.4. Karışımların ⁶⁰ Co kaynağında radyasyona maruz kalmaları sonucu kopmada gerilme dayanımındaki değişimi.	23
Şekil 6. 5. Karışımların ⁶⁰ Co kaynağında radyasyona maruz kalmaları sonucu kopmada uzama miktarındaki değişimi.	23
Şekil 6.6. Saf haldeki polimerin DSC diyagramı.....	25
Şekil 6.7. PP –AYPE karışımının DSC diyagramı	25
Şekil 6.8. PP-AYPE Karışımlarının Erime sıcaklıklarının artan radyasyon dozuna bağlı değişimi	26
Şekil 6.9. PP-AYPE Karışımlarının Kristallenme sıcaklıklarının artan radyasyon dozuna bağlı değişimi	26
Şekil 6.10. PP-AYPE Karışımlarının Erime Entalpilerinin artan radyasyon dozuna bağlı değişimi	27
Şekil 6.11. PP-AYPE Karışımlarının Kristallenme Entalpilerinin artan radyasyon dozuna bağlı değişimi	27
Şekil 6.12. PP-AYPE Karışımlarının Kristallenme yüzdesinin artan radyasyon dozuna bağlı değişimi	28
Şekil 6.13. PP-AYPE Karışımlarının 0 kGy doz altındaki TG eğrisi.....	30
Şekil 6.14. PP-AYPE Karışımlarının 10 kGy doz altındaki TG eğrisi.....	30
Şekil 6.15. PP-AYPE Karışımlarının 30 kGy doz altındaki TG eğrisi.....	31
Şekil 6.16. PP-AYPE Karışımlarının 50 kGy doz altındaki TG eğrisi.....	31
Şekil 6.17. PP-AYPE Karışımlarının 70 kGy doz altındaki TG eğrisi.....	32
Şekil 6.18. PP -AYPE Karışımlarının 100 kGy doz altındaki TG eğrisi.....	32

TABLO DİZİNİ

Tablo 5.1. Numune Kodları ve Radyasyon Miktarları	17
Tablo 6.1. Karışımların ⁶⁰ Co kaynağında radyasyona maruz kalması sonucu karışımların Fiziksel değişimleri.....	19
Tablo 6.2. Karışımların DSC sonuçlarına ait veriler	28
Tablo 6.3. Numunelerin Sıcaklığa Karşı Kütle Kayıpları	32



TEŞEKKÜR

Öncelikle, tez çalışmamın planlanması, oluşunu, araştırılması ve yürütülmesinden tezimin bitimine kadar ki süreçte ilgi ve desteğini benden esirgemeyen, danışman hocam sayın Prof. Dr. Yüksel ABALI'ya

Deneysel verilerin hazırlanmasında desteklerini esirgemeyen, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Deneysel Araştırma Merkezi (DEFAM), Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü'ne, Petkim Petrokimya A.Ő. ve Türkiye Atom Enerjisi Kurumu'na

Maddi- manevi desteklerini benden esirgemeyen her zaman ve her koşulda yanımda olan Anne ve Baba'ma, eşim Doç. Dr. Kamil ŞİRİN'e, Çocuklarım Zeynep Nazlı ve Ahmet Akif'e teőekkürlerimi sunarım.

Mehtap ŞİRİN
Manisa, 2019

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Polipropilen-Polietilen Karışımlarının Mekanik Özelliklerine Çeşitli Dozdaki Co-60 Kaynaklı Radyasyon Etkileri

Mehtap ŞİRİN

Manisa Celal Bayar Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Kimya Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Yüksel ABALI

Polimerlerin kolaylıkla işlenmesi ile değişik şekil ve özelliklerde malzemeler elde edilmektedir. Bu malzemeler düşük yoğunlukları, yüksek ısı ve elektrik dirençleri, kimyasal maddelere karşı olan dayanıklılıkları, yüksek mekanik dirençleri nedeniyle endüstrinin hemen her alanında ve dolayısıyla günlük yaşantıda kullanılmaktadır. Polimer ürünler, sanayide tek başlarına üretime katılabildikleri halde çoğu zaman çeşitli katkı ilaveleriyle güçlendirilerek kullanılırlar. Bu katkıların birçoğu polimerin yapısına katılmadan işlev görürken bir kısmı ise polimerin yapısal, dolayısıyla fiziksel özelliklerinde değişikliğe yol açarak fayda sağlar.

Literatürde polipropilenin radyasyonla etkileşimi sonucunda polipropilenin yapısında kontrollü bozunma (degradasyon) ve polietilenin yapısında ise çapraz bağlanmalar (Crosslinking) meydana geldiği bilinmektedir. Bu çalışmada molekül ağırlıkları birbirinden farklı olan Polipropilen PP MH 418 ve AYPE I22-19T numunelerinin ağırlıkça farklı oranlarda karıştırılmasıyla elde edilen polimer karışımlar üzerine ⁶⁰Co kaynağından 10, 30, 50, 70, 100 kGy dozlarında radyasyon uygulandı. Numunelerin erime akış hızları, sertlik, mekanik analizleri (akmada gerilme dayanımı, kopmada gerilme dayanımı, kopmada uzama) ve termal analizleri (DSC, TG) incelendi.

Farklı oranlardaki PP MH418 + AYPE I 22-19T polimer karışımlarına ⁶⁰Co kaynağından uygulanan radyasyonun bu karışımların Erime Akış Hızı, Sertlik, Akmada Gerilme, Kopmada Gerilme ve Kopmada Uzama özelliklerine etkisi incelenmiştir. Genellikle karışım oranının 100/0 ve 75/25 olduğu numunelerde

radasyon dozunun 50 kGy'e kadar artış, daha sonrasında azalma veya aynı kalma eğilimi gösterdiği görülmüştür.

Numunelerin DSC analizleri incelendiğinde artan radyasyon miktarına bağlı olarak erime sıcaklığı T_m , kristallenme sıcaklığı T_c , erime entalpisi ΔH_f , kristallenme entalpisi ΔH_c ve kristallenme oranının X_c değerlerinde bir azalma görülmüştür.

Numunelerin termogravimetrik TG analizlerinde sıcaklığa karşı kütle kayıpları incelenmiştir. Karışımların üzerine artan düzeyde radyasyon verilmesinin bu karışımların % 2, % 50 ve % 98 lik kütle kayıplarının geręekleřtięi sıcaklıklardaki değişimler incelendiğinde ise, genel olarak belirgin bir değişim görülmemiştir.

Anahtar Kelimeler: Polietilen, Polipropilen, Polimer Karışım, ^{60}Co , Mekanik özellikler, Termal analiz

2019, 53 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

Effects of Co-60 Welded Radiation in Various Doses on Mechanical Properties of Polypropylene-Polyethylene Blends

Mehtap ŞİRİN

**Manisa Celal Bayar University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Chemistry**

Supervisor: Professor Yüksel ABALI

Materials with different shapes and properties are obtained by processing polymers easily. These materials are used in almost every area of the industry and therefore in daily life due to their low density, high temperature and electrical resistances, their resistance to chemicals and their high mechanical resistance. Polymer products are used in industry by themselves, although they are often used with various additives. Most of these additives function without incorporating the polymer structure, while some of them benefit by altering the structural and therefore physical properties of the polymer.

In the literature, it is known that polypropylene interacts with radiation to cause degradation in the structure of polymer. In this study, the polymer mixtures obtained by mixing different amounts of Polypropylene PP MH 418 and LDPE I22-19T samples with different molecular weights were applied radiation at 60, 30, 50, 70, 100 kGy. Melt flow rates, hardness, mechanical analysis (Tensile strength at break, at yield and elongation at break) and thermal analysis (DSC, TG) of the samples were examined.

The effect of radiation applied from ⁶⁰Co source to PP MH418 + LDPE I 22-19T polymer blends at different rates was investigated for the effect of these mixtures on Melt Flow Rate, Hardness, Strain Strain, Tensile Stress and Elongation at Break. Generally, in samples with a mixing ratio of 100/0 and 75/25, the radiation dose tended to increase up to 50 kGy, then to decrease or to remain the same.

When the DSC analysis of the samples were examined, depending on the amount of radiation increased, decrease were observed for T_m , crystallization temperature T_c , melting enthalpy ΔH_f , crystallization enthalpy ΔH_c and the X_c values of the crystallization rate .

In the thermogravimetric TG analysis of the samples, the mass-loss losses were investigated. When the changes in the temperatures of the mixes on the mixes increased by 2%, 50% and 98% mass losses, no significant change was observed.

Keywords: Polyethylene, Polypropylene, Polymer Blend, ^{60}Co , Mechanical Properties, Thermal Analysis.

2019, 53 pages



1. GİRİŞ

Polimerler, hayatın başlamasından bu yana doğal olarak var olmuşlar ve bunlardan bazıları olan DNA, RNA, proteinler ve polisakaritler bitki ve hayvan yaşamında önemli rol oynar. İnsan, en eski zamanlardan beri, doğal olarak oluşan polimerleri giyim, dekorasyon, barınak, alet, silah, yazı malzemeleri için materyal olarak kullandı.

1900 yılında dünya plastik üretimi yaklaşık 30.000 ton iken 2010 yılında 200 milyon ton olarak gerçekleşti. Küresel ölçekteki doygunluk seviyesine (on kat artış) 21. yüzyılın ortalarında ulaşılması bekleniyor. Plastik yaygınlaşma hızının arttığı yargısına, 1992 yılında dünya plastik üretiminin, dünya çelik üretiminin iki katından fazla olması ile varılabilir. Polimerler en hızlı büyüyen yapısal malzemelerdir. Plastik endüstrisinin polimer harmanlama bölümünün, bütününden üç kat daha yüksek bir oranda artması dikkat çekicidir. Ekonomik açıdan gelişmiş ülkelerde, plastikler çoğu uygulama için geleneksel malzemeleri yerinden etmiştir.

İnsan yapımı ilk polimer nitroselülozdur (NC). NC'ün Ana kullanım amacı fildişi, kaplumbağa kabuğu ürünleri, kehribar, abanoz, oniks veya kaymaktaşı gibi bazı doğal ve pahalı malzemelerin yerini almaktır. Selüloz asetatın (CA) bir termoplastik olarak kullanılması 1926'da başladı. Selüloz eterleri ve esterleri 1927'de ticari olarak temin edildi [1-3].

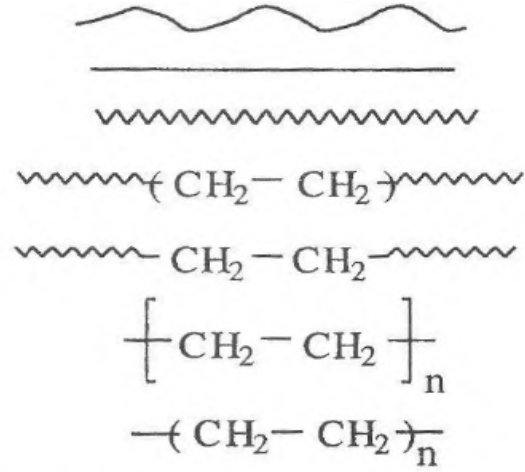
Bugün piyasa baskısı reçine üreticilerini daha geleneksel polimerlerin yerine daha iyi özelliklere sahip, daha iyi ve daha ekonomik malzemeler üretmek için zorluyor

Önümüzdeki yıllarda, polimerler büyümeye devam edecektir. Büyüme sadece yeni polimerlerin üretilmesinde değil, aynı zamanda var olanların kimyasal ve fiziksel modifikasyonlarında da olacaktır. Ayrıca, gelişmiş üretim teknikleri düşük maliyetli ürünler ortaya koyacaktır [4].

1.1. Tanımlar ve Polimerlerin Sınıflandırılması

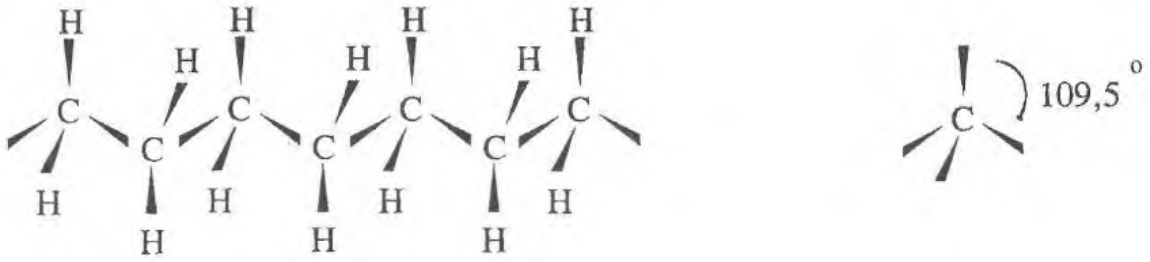
Polimerler monomer adı verilen çok sayıda küçük moleküllerin bir araya gelip bağlanması ile meydana gelen makromeleküllerin oluşturduğu yüksek molekül ağırlıklı dev moleküllerdir. Monomerlerin reaksiyonu Polimer oluşturmak için monomerler arasında meydana gelen reaksiyon polimerizasyon olarak bilinir [5]. Polimerizasyon bir iki veya daha fazla maddenin yüksek bir molekül oluşturmak su,

ısı veya diğer çözücüler gibi herhangi bir şeyin bir arada veya bir arada olmadığı kimyasal reaksiyondur. Ürüne polimer ve başlangıç materyaline de monomer denir.



Şekil 1.1. Polimer Zincirlerinin Basit Gösterimleri

Bu gösterim şekillerinden, polimer zinciri içerisinde yer alan karbon atomlarının -C-C-C-C-C- gibi bir doğru boyunca dizildikleri düşünülmemelidir. Karbon atomları birbirleriyle kovalent bağlarla bağlanmışlardır [5,6].



Polimer, yüksek moleküler ağırlıklı çok sayıda malzemeye verilen genel bir isimdir. Bu malzemeler moleküllerinde bulunan çok büyük sayıda ve türdeki atomlardan dolayı sayısız biçimde ve formda mevcuttur. Polimer farklı kimyasal yapılara, fiziksel özelliklere, mekanik davranışlara, termal özelliklere, vb. Sahip olabilir ve bu özelliklere dayanarak polimer, aşağıda özetlenen farklı şekillerde sınıflandırılabilir. [2] :

Sınıflandırma Kriteri	Polimer Tipi
Kaynak	Doğal, yarı sentetik, sentetik
Termal cevap	Termoplastik, termoset
Oluşum türü	Katılma, kondenzasyon
Zincir yapısı	Düz zincirli, dallanmış, çapraz bağlı
Uygulama ve fiziksel özellikler	Kauçuk, plastik, fiber
Taktisite	İzotaktik, sindiyotaktik, ataktik
Kristallenilebilirlik	Amorf, yarı kristal, kristal
Polarite	Polar, apolar
Zincir	Hetero zincir, homo zincir

1.2. Polimerlerin Yapısı

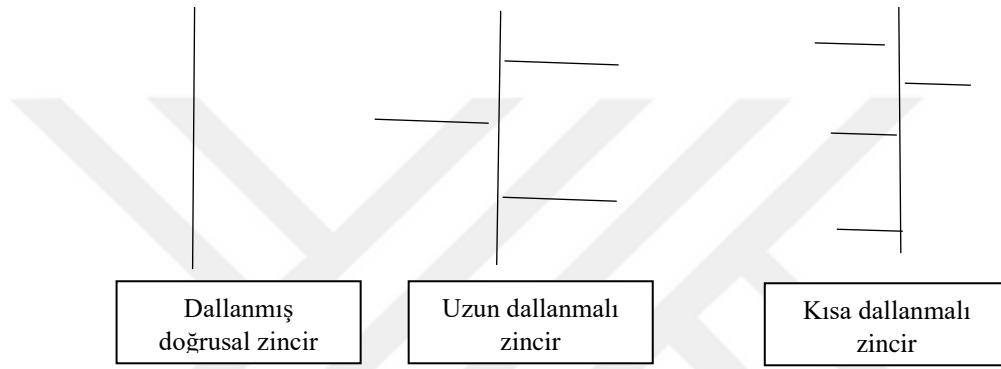
1.2.1. Moleküler Mimari (Yapı)

Polimerlerin büyüklüğü ve şekli, özelliklerine yakından bağlıdır. Polimerlerin şekli, aynı zamanda, kendilerini oluşturan çeşitli birimlerin büyüklüğü ile zincir içerisinde ve zincirler arasında bulunan çeşitli birincil ve ikincil bağlanma kuvvetleri ile de yakından bağlantılıdır.

Hem sentetik hem de doğal polimerlerin yapısını genel olarak dört yapı seviyesi ile tanımlarız. Birincil yapı, polimer zincirini oluşturan bireysel atomların kesin dizisini tarif eder. Proteinler, polisakaritler ve nükleik asitler gibi yalnızca ana kapama yapısının olduğu polimerler için, genellikle temsili bir zincir yapısı verilir. İkincil yapı, polimer zincirinin moleküler şeklini veya konformasyonunu tanımlar. Doğrusal polimerlerin çoğu için bu şekil, polimerin yapısına, işlemine ve fonksiyonuna bağlı olarak sarmal veya "kıvrımlı bir etek" (veya tabaka) düzenlemesine yaklaşıp. Üçüncül

yapı, polimerin şekillenmesini veya katlanmasını açıklar. Son olarak, kuaterner yapı, üçüncül yapıların benzer veya farklı olabileceği üçüncül yapı gruplarının genel şeklini temsil eder [8-10].

Polimerde ayarlanması istenen özellikler genellikle polimer zincirinin boyu, zincirdeki dallanma oranı, yoğunluk, parlaklık gibi özelliklerdir. Polimer zincirinin olası konumları Şekil 2’de açıklanmıştır.



Şekil 1.2. Polimer Zincirlerinin Olası konumları

1.2.2. Polimerlerde moleküler kuvvetler

Doğada bulunan kuvvetler genellikle birincil kuvvetler (tipik olarak 50 kcal / mol [200 kJ / mol] etkileşimlerden daha büyük) ve ikincil kuvvetler (tipik olarak 10kcal / mol [40 kJ / mol] etkileşimlerden oluşur [11]).

1.2.2.1. Birincil Bağlar

Birincil bağlanma kuvvetleri ayrıca iyonik, metalik ve kovalent bağlamaya (polimerler içindeki başlıca bağlanma aracıdır; yöne doğru) ayrılabilir. Birincil bağların bağlanma uzunlukları genellikle yaklaşık 0.90-2.0 Å (0.09-0.2 nm) olan karbon-karbon bağ uzunluğu yaklaşık 1.5-1.6 Å'dir (0.15-0.16 nm). Tek tek polimer moleküllerinde atomlar birbirine nispeten güçlü kovalent bağlarla birleştirilir. Karbon-karbon bağlarının bağ enerjileri 80-90kcal / mol (320-370 kJ / mol) arasındadır. Diğer tüm moleküller gibi daha fazla polimer molekülü de moleküller arası, ikincil

kuvvetlerle birbirlerine (ve aynı zincirin parçaları arasında bile uzun zincirli polimer zincirleri için) tutulur [12-13].

1.2.2.2. İkincil Bağlar

Sık sık van der Waals kuvvetleri olarak adlandırılan ikincil kuvvetler, ideal güç ilişkilerinde van der Waals düzeltmelerine karşı sorumlu olan güçlerdir, genellikle 2,5 ile 5 A° (0,25-0,5 nm) arasında önemli bir etkileşime sahip olan birincil derinliklere kıyasla daha uzun etkileşimlidirler.

Bu nedenle, polimerlerin birçok fiziksel özelliği aslında hem konformasyona hem de konfigürasyona bağlıdır, çünkü her ikisi de bir zincirin diğerine göre sahip olabileceği yakınlığı etkiler. Bu nedenle, amorf polipropilen, kristal polipropilenden daha esnektir.

Özet olarak polimerik bağların; polimerik malzemenin özelliklerini önemli oranda etkilediği söylenebilir. Genel olarak, birincil bağlar olan kovalent bağlar, yapının ısıl ve fotokimyasal kararlılığını belirlerken ikincil bağlar polimerlerin, erime, çözünme, buharlaşma, deformasyon vb gibi birçok kimyasal ve fiziksel özelliğini kontrol eder [14-15].

1.3. Polimer Karışımlar

Polimer karışımlarının morfolojik özelliklerinin incelenmesi, son 20 yılda bu alandaki yoğun teknolojik ilgiden dolayı büyük bilimsel öneme sahip bir konu haline geldi. Her yıl polimer karışımlarıyla ilgili yaklaşık 4900 patent dünya çapında yayınlanmaktadır. Bugünün polimer karışımlarına odaklanmasının çeşitli nedenleri var. Olağanüstü geniş özellikler yelpazesi polimerlerin harmanlamasıyla elde edilebilir. Kimyasal sentez yoluyla özel özelliklere sahip yeni polimerlerin geliştirilmesi, her zaman kurucu polimerlerin harmanlama işleminden daha pahalıdır.

Polimer karışımları ayrıca üreticiye geliştirilmiş işlenebilirlik, tek tip ürün, atık azaltma, hızlı formülasyon değişiklikleri, fabrikasyon esnekliği ve yüksek verimlilik ve geri dönüştürülebilirlik gibi önemli avantajlar sağlamaktadır [16].

Temel olarak, üç farklı polimer karışım türü tanımlanabilir:

Tamamen karışabilen Polimer Karışımlarında, özel etkileşimlerden dolayı, homojenlik en az nanometrik skalada gözlenebilir.

Kısmen karışabilen Polimer Karışımlarda, bir karışımın (küçük) bir kısmı Diğer bileşen içinde çözünür. İyi bir faz morfolojisi ve tatmin edici özellikler sergileyen bu karışım türü uyumlu olarak ifade edilir.

Polimer karışımlarının çoğu tamamen karışmaz. Kaba bir faz morfolojisine sahiptirler, ara yüz keskindir ve her iki harman fazı (her biri saf harman bileşenlerinin gramını sergileyen) arasındaki yapışma zayıftır, böylece bu harmanlar uyumlaştırılmadan yararsızdır [2,16-18].



2. POLİETİLEN

Ticari polietilen reçineler, adlarına rağmen, genellikle bir α -olefin ko-monomerinin değişen fraksiyonları ile etilen kopolimerleridir. Endüstriyel uygulamalar için, serbest radikal başlatıcılar veya koordinasyon katalizörleri ile polietilen üretilir.

Polietilen reçineler üç ana tipte sınıflandırılır: AYPE (Alçak yoğunluklu polietilen), LAYPE (Lineer Alçak Yoğunluklu Polietilen) ve YYPE (Yüksek Yoğunluklu Polietilen) . Bu geleneksel sınıflandırma, her polietilen tipini yoğunluk aralığına göre ayırır eder: AYPE için 0.915-0.940 g cm³, LAYPE için 0.915-0.94 g cm³ ve YYPE için 0.945-0.97 g cm³. Limitler farklı kaynaklar arasında biraz değişebilir. Alçak yoğunluklu polietilen reçineler (<0.915 g cm³) bazen ultra düşük yoğunluklu polietilen (UAYPE olarak adlandırılır. Ayrıca Birkaç milyonla molekül ağırlıklı ortalamalara sahip olan YYPE'ye ultra yüksek molekül ağırlıklı polietilen (UMAPE) adı verilir [19].

YYPE ve LAYPE koordinasyon katalizörleri ile yapılırken, LAYPE serbest radikal başlatıcılar ile yapılır. AYPE hem kızsza zincir dallanmaları (KZD) hem de uzun zincir dallanmaları'na (UZD) sahipken, koordinasyon polimerizasyonu ile yapılan polietilenler genellikle sadece KZD'lere sahiptir. Belirli metalosenlerle veya Phillips katalizörleriyle yapılan bazı polietilen reçineleri ayrıca bazı UZD'lere sahip olabilir, ancak KZD topolojileri, AYPE reçinelerinden farklıdır. Çoğu ticari YYPE ve LAYPE kaliteleri Ziegler – Natta veya Phillips katalizörüyle yapılır. Phillips katalizörleri, YYPE üretimi için çok önemlidir, ancak LAYPE üretimi için kullanılmaz. Metalosenler hem YYPE hem de LAYPE yapımında kullanılabilir, ancak metalosen reçineleri aşağıda açıklandığı gibi Ziegler-Natta veya Phillips katalizörüyle yapılanlardan çok farklıdır [20-21].

Metalosenler, Ziegler-Natta ve Phillips katalizörleri ile yapılanlardan tamamen farklı mikroyapılı polietilenler yapmak için kullanılan tek bölgesel katalizörlerdir. Metalosen katalizörleri ile yapılan polietilenler üniform mikro yapıya sahiptir. Metalosen reçinelerinin pazar payı hala nispeten küçüktür, ancak 1990'lardan bu yana istikrarlı bir şekilde artmaktadır [22].

➤ Otoklav reaktör üretim prosesi

Polimerizasyon reaksiyonu, içinde bir karıştırıcısı olan 2200 atm basınca dayanıklı silindirik bir reaktörde gerçekleştirilir. Reaktörün üst bölümünde 170 °C olan reaksiyon sıcaklığı alt bölme doğru 300 °C'ye kadar yükselir. Etilen gazının reaktörde kalış süresi 30 saniye, dönüşüm oranı ise % 20'dir. Reaktörden çıkan gaz-polimer karışımının sıcaklığı 260 °C'ye, basıncı ise 300 atm'e düşürülerek polimerin gazdan ayrılması sağlanır. Etilen gazı geri besleme hattı ile tekrar reaktöre verilir. Polimer ise ekstrudere gönderilir ve pelet hâlde elde edilir. Dünyadaki alçak yoğunluk polietilen (AYPE) kapasitesinin % 35 - 40'ında bu proses kullanılmaktadır. Otoklav reaktörlü üretim prosesi dünyada daha çok yüksek oranda vinil asetat içeren EVA kopolimeri ile ekstrüzyon kaplamaya uygun alçak yoğunluk polietilen (AYPE) türlerinin üretiminde kullanılmaktadır [17-20].

➤ Tubüler reaktör üretim prosesi

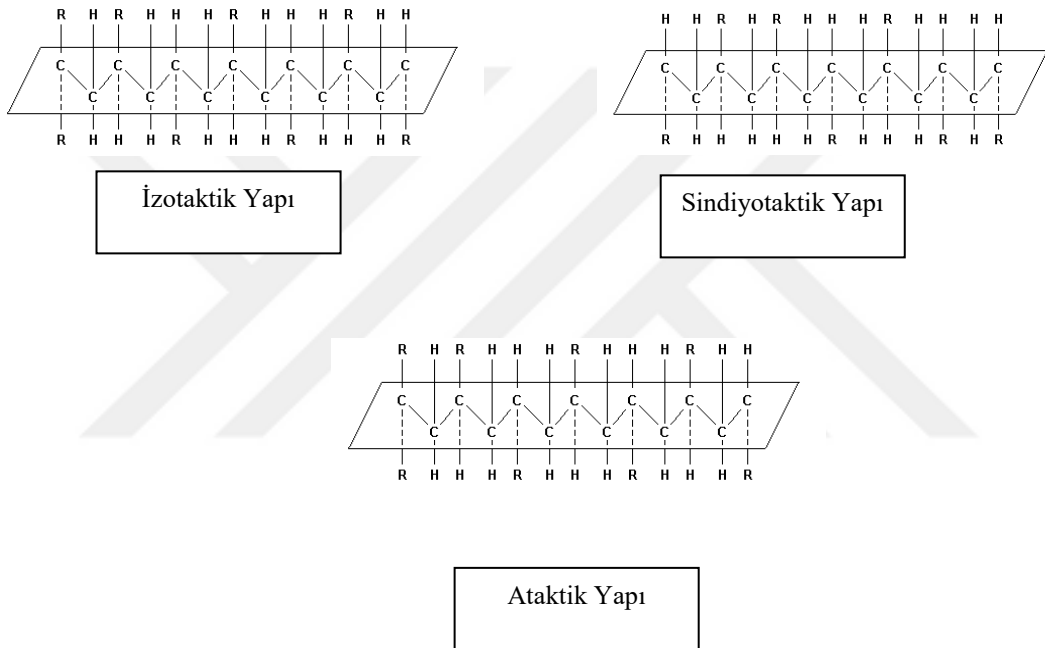
Bu prosesi otoklav reaktörlü alçak yoğunluk polietilen (AYPE) üretim prosesinden ayıran en önemli fark, kullanılan reaktör tipinden kaynaklanmaktadır. Bu proseste kullanılan reaktörler fabrika üretim kapasitesine göre 800–2500 metre uzunluğunda, 1"-3" çapında boru demeti şeklinde reaktörlerdir. Reaktör çalışma basınçları 2500–2650 atm, çalışma sıcaklığı ise 170–300 °C civarındadır. Dönüşüm oranı ürün cinsi ve reaksiyon şartlarına bağlı olarak % 27 – 37 arasındadır. Proseste taze etilen ve geri dönüş hatlarından gelen etilen, primer ve sekonder kompresörlerle reaksiyon basıncına sıkıştırılır ve reaktöre beslenir. Reaktörde oluşan polimer yüksek ve alçak basınç separatörlerinde ayrılır. Her iki separatörden çıkan reaksiyona girmemiş gaz geri dönüş hatlarına verilir. Alçak basınç separatöründen alınan erimiş polimer ekstrudere beslenir ve polimer peletleri silolara transfer edilir. Bu prosesle genellikle dar molekül ağırlığı dağılımına sahip alçak yoğunluk polietilen (AYPE) üretilmektedir.

Dünyadaki alçak yoğunluk polietilen (AYPE) kapasitesinin % 60-65'inde bu proses uygulanmaktadır. Petrokimya tesisi Aliğa, Alçak Yoğunluk Polietilen (AYPE) fabrikasında bu proses kullanılmaktadır [17-20].

3. POLİPROPİLEN

Propilen asimetrik bir monomer olduğundan, polipropilen farklı stereokimyasal konfigürasyonlarla üretilebilir. En yaygın polipropilen tipleri izotaktik, syndiotaktik ve ataktiktir.

İzotaktik polipropilende, metil grupları omurganın aynı tarafına yerleştirilir; syndiotaktik polipropilende, alternatif tarafta; ve ataktik polipropilende metil grupları zincir boyunca rastgele düzenlenir.



Ataktik polipropilen şekilsizdir ve ticari değeri çok düşüktür. Hem izotaktik hem de syndiotaktik polipropilen, yüksek erime sıcaklıklarına sahip yarı kristalli polimerlerdir. İzotaktik polipropilen, muhtemelen heterojen Ziegler-Natta ve metalosen katalizörleri ile kolayca üretildiğinden dolayı, pazar kitlesine hakimdir; syndiotaktik polipropilen sadece bazı metalosen katalizörleri ile üretilebilir ve çok daha az yaygın ticari kullanıma sahiptir. Propilen polimerizasyonu için kullanılan Modern Ziegler-Natta katalizörleri, çok küçük bir ataktik polipropilen fraksiyonuyla izotaktik polipropilen yapar. Spesifik olmayan bölgeler, Ziegler-Natta katalizörlerinde ataktik zincirlerin oluşumundan sorumludur. Bu katalizör bölgelerinin fraksiyonunu minimize etmek için uzun yıllar boyunca katalizör gelişimi gereklidir [22-24].

4. RADYASYON

Radyasyon parçacıkların dalga veya akışı şeklindeki bir enerjidir. Etrafımızda birçok çeşit radyasyon vardır. İnsanlar radyasyon kelimesini duyduklarında, genellikle atom enerjisi, nükleer güç ve radyoaktivite hakkında düşünürler, ancak radyasyonun birçok başka formu vardır. Ses ve görünür ışık, bilinen radyasyon biçimleridir; diğer türler arasında ultraviyole radyasyon (güneş üreten), kızılötesi radyasyon (bir tür ısı enerjisi) ve radyo ve televizyon sinyalleri bulunur. Yani tüm yaşam radyasyonla dolu bir ortamda gelişmektedir [25].

4.1. Radyasyon Çeşitleri

Radyasyon parçacık dalgaları şeklinde enerjidir. İyonlaştırıcı ve iyonlaştırıcı olmayan olmak üzere iki ana radyasyon tipi vardır.

4.1.1. İyonlaştırıcı Radyasyon

İyonlaştırıcı radyasyon, elektronları atomların etrafındaki yörüngelerinden dışarı çıkarma, elektron / proton dengesini bozma ve atoma pozitif bir yük verme yeteneğine sahiptir. Elektrik yüklü moleküller ve atomlara iyon denir. İyonize radyasyon, hem doğal hem de insan yapımı radyoaktif malzemelerden gelen radyasyonu içerir.

Birkaç çeşit iyonlaştırıcı radyasyon vardır:

Alfa Radyasyonu (α): Alfa radyasyonu, her biri iki proton ve iki nötrondan oluşan ve çift pozitif yük taşıyan alfa parçacıklarından oluşur. Nispeten büyük kütleleri ve yükleri nedeniyle, maddeye nüfuz etme konusunda son derece sınırlı bir yetenekleri vardır. Alfa radyasyonu, bir kağıt parçası veya cildin ölü dış tabakası tarafından durdurulabilir. Sonuç olarak, vücut dışındaki nükleer maddelerden alfa radyasyonu radyasyon tehlikesi oluşturmaz. Bununla birlikte, alfa radyasyonu yayan nükleer maddeler vücuda alındığında (örneğin onları içine alarak veya alarak), alfa radyasyonunun enerjisi vücut dokularına tamamen emilir.

Beta Radyasyonu (β): Beta radyasyonu, bir atomun çekirdeğinden çıkan ve fiziksel olarak elektronlarla aynı olan yüklü parçacıklardan oluşur. Beta parçacıkları genellikle negatif yüke sahiptir, çok küçüktür ve alfa parçacıklarından daha derinlere nüfuz edebilir. Bununla birlikte, çoğu beta radyasyonu, plastik, cam veya metal

levhalar gibi az miktarda koruma ile durdurulabilir. Radyasyon kaynağı vücudun dışındayken, yeterli enerjiye sahip beta radyasyonu, vücudun ölü dış deri katmanına nüfuz edebilir ve enerjisini aktif cilt hücrelerine yatırabilir. Bununla birlikte, beta radyasyonu vücuttaki daha derin dokulara ve organlara nüfuz etme kabiliyeti çok sınırlıdır. Beta-radyasyon yayan nükleer maddeler de vücuda alındığında tehlikeli olabilir.

Foton Radyasyonu (β ve X-ray): Foton radyasyonu elektromanyetik radyasyondur. Bu belgenin amacı için iki tür foton radyasyonu vardır: gama (γ) ve X-ışını. Gama ışınımı çekirdeğin içinden kaynaklanan fotonlardan oluşur ve X ışını ışınımı çekirdeğin dışından kaynaklanan ve genellikle gama radyasyonundan daha düşük enerji harcayan fotonlardan oluşur. Foton radyasyonu çok derinden nüfuz edebilir ve bazen yalnızca kurşun veya çelik gibi oldukça yoğun malzemeler tarafından yoğunluğu azaltılabilir. Genel olarak, foton radyasyonu, alfa veya beta radyasyonundan çok daha büyük mesafelere gidebilir ve radyasyon kaynağı vücudun dışında olduğunda vücut dokularına ve organlarına nüfuz edebilir. Foton yayılımı ayrıca, foton yayan nükleer maddeler vücuda alındığında tehlikeli olabilir. Foton emisyonuna uğrayan nükleer bir maddeye örnek kobalt-60'tır.

Nötral radyasyon (n): Kozmik radyasyonun yanı sıra, spontan fisyon nötronların tek doğal kaynağıdır (n). Yaygın bir nötron kaynağı, bir uranyum veya plütonyum çekirdeğinin bölünmesine nötronların salınımının eşlik ettiği nükleer reaktördür. Bir fisyon olayından yayılan nötronlar, bitişik bir atomun çekirdeğini vurabilir ve bir zincir reaksiyonunu indükleyen başka bir fisyon olayına neden olabilir. Nükleer enerjinin üretimi bu prensibe dayanmaktadır. Diğer tüm nötron kaynakları, bir çekirdeğin belirli bir radyasyon türüyle bombalandığı (foton ışınımı veya alfa ışınması gibi) ve çekirdek üzerinde ortaya çıkan etkinin bir nötron salınımı olduğu reaksiyonlara bağlıdır. Nötronlar, radyasyon kaynağı vücut dışındayken insan vücudunun dokularına ve organlarına nüfuz edebilir. Nötronlar, vücutta nötron yayan nükleer maddeler birikmesi durumunda da tehlikeli olabilir. Nötron radyasyonu en iyi şekilde parafin balmumu ve plastikler gibi hidrojen atomu içeren maddeler tarafından korunur veya emilir. Bunun nedeni, nötronların ve hidrojen atomlarının benzer atom ağırlıklarına sahip olmaları ve kolayca birbirleri arasında çarpışmalara maruz kalmalarıdır [25-26].

4.2. Kobalt-60 (⁶⁰Co)Kaynağı İle Gama Işınlaması Uygulamaları

Radyoaktivitenin tıpta oynadığı önemli rol 19. yüzyılın sonlarından bu yana devam etmektedir. İlk olarak, X-ışınları tıbbi radyografi işlemlerinde, hastanın vücudunun içini “görebilmek”, çoğunlukla kemik kırıklarını belirlemek için kullanılmaya başlandı. 1950'lerden başlayarak, tümör dokusunu (kobalt radyoterapi) öldürmek için Co-60 radyonüklidin harici kullanımı (tele-tedavi) kullanılmaya başlandı. Co-60, bu tür uygulamalar için ideal bir radyonükliddir, çünkü stabil, dikromatik kırılgarlar (1173.24 keV (% 99.85)) ve 1332.51 keV (% 99.9826)) sağlar ve yaklaşık 1.25 MeV ortalama ışın enerjisi üretir. Göreceli uzun yarı ömrü 5.2711 (8) yıl, ekonomik olarak verimli olmasını sağlar, çünkü değiştirilmesi gerekmeden önce uzun süre kullanılabilir. Bu radyoterapi yönteminin ana konusu, hassas olmayışıdır, yani maruz kalan tümörü çevreleyen sağlıklı doku, yüksek enerji birikiminden de etkilenir. Günümüzde, Proit tedavisi ile birlikte Pozitron Emisyon Tomografi - Bilgisayarlı Tomografi (PET-CT) gibi yeni rafine teknikler klasik kobalt tedavisinin yerini almaya başladı, ancak Co-60 hala tıpta karmaşık radyocerrahi işlemlerinde (gama bıçağı) hala kullanılıyor [27].

4.3. Polimerlerin Radyasyon Kimyası

Polimerik malzemelerin iyonlaştırıcı radyasyon (gama ışınları, X-ışınları, hızlandırılmış elektronlar, iyon ışınları) kullanılarak ışınlanması sonucunda reaktif ortamlar, serbest radikaller, uyarılmış iyonlar oluşmaktadır. Bu oluşumlar sonucunda polimerlerde, radyasyona bağlı polimerizasyon, çapraz bağlanma veya zincir kesilme reaksiyonları oluşmaktadır. Polimerlerin iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalması sonucunda, kimyasal, fiziksel ve yüzey morfolojisinde bir takım değişiklikler meydana gelir. Kimyasal değişiklikler, çapraz bağlanma, zincir kesilmesi, gaz oluşumu, çift bağ oluşumu, oksijen etkisi, hapsedilmiş radikaller ve ışınlama sonrası etkileri ve katkı maddesi etkisi sıralanabilir. Polimerlerin mekanik özelliklerindeki değişimler, renk değişimi, kristalinite özelliğindeki değişim ve termal geçişler, fiziksel değişimlerdir. Yüzey morfolojisindeki değişimler ise, yüzey sertliğinin ve yüzeyin hidrofilik veya hidrofobik özelliğindeki değişikliklerdir [28].

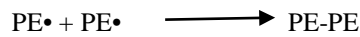
4.3.1. Polimerler Üzerine Radyasyon Etkisi

Polimerler inert atmosferde (örn. Vakum altında) ışınlandığında meydana gelen kimyasal değişiklikler çapraz bağlamayı: inter veya moleküller arası bağ oluşumu, bağ kesimi: zincir kopmaları, doymamışlık seviyesindeki değişiklikler: karbon-karbon çift bağlarının oluşumu ve hidrojen ve metan oluşumunu içerir.

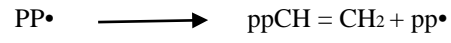
Polimerlerde meydana gelen kimyasal reaksiyonlar en az basit analoglarında gözlemlendiği gibi karmaşıktır. Bununla birlikte, polimerler, daha basit sistemlere kıyasla, ayrıntılı analizlere izin vermezler. Bu, kısmen polimerlerin büyük moleküler ağırlıklarından ve kısmen de saflıklarının genellikle basit bileşiklere göre düşük olmasından kaynaklanır. Birçok araştırmacı, ışınlama konusunda polimerlerde meydana gelen bazı kimyasal değişikliklerin ayrıntılarını çalışmış olsa da, polimerlerin fiziksel ve mekanik özelliklerinde gözlenen değişikliklere daha fazla vurgu yapılmıştır.

Çapraz bağlanma, doğrusal molekülleri molekül ağırlıklarını artırarak, mekanik özelliklerin iyileştirerek, ısı toleransını artırarak ve çözünürlüklerini düşürerek üç boyutlu sıkı ve ağsı yapılara dönüştürür. Öte yandan, degradasyon, moleküler ağırlığı azaltır, çözünürlüğü artırır ve mekanik performansı düşürür. Genellikle, bozunma ve çapraz bağlama reaksiyonları aynı anda meydana gelir, ancak bazı polimerlerde(örn. PE) çapraz bağlama baskın olabilir.

Polietilenlerin ışınlanması, polimer ışınlama alanındaki ticari faaliyetlere hâkimdir. PE'deki ana radyolitik kimyasal reaksiyonlar (i) zincirler arası ve zincirler arası çapraz bağlanmadır.



PP'nin zincir kesimi, daha yüksek ışınlama sıcaklıkları tarafından tercih edilmektedir. PP'nin iç viskozitesi inert atmosferde veya havada ışınlamada azalır. İçsel viskozitedeki azalma, zincir parçalanmasından kaynaklanan moleküler ağırlıktaki azalmalar nedeniyledir. İnert atmosfer altındaki ışınlamada, oluşan serbest radikaller büyük olasılıkla intramoleküler kopmaya maruz kalır.



Burada pp, polipropilenin kesik zincirlerini belirtir. PP'nin çapraz bağlanması aynı zamanda benzer reaksiyonlarla da ortaya çıkabilir [29-30].



5. MATERYAL VE YÖNTEM

5.1. Kimyasallar

5.1.1. Polipropilen PP MH 418

Bu çalışmada, Petkim Petrokimya A. Ş. Aliğa fabrikalarında üretilen çuvallık tür PP MH 418 kullanıldı. PP MH 418 in yoğunluğu 0.905 g cm^{-3} erime akış indeksi $4-6 \text{ g } 10 \text{ min}^{-1}$ ($230^\circ\text{C } 2160\text{g}$),

5.1.2. AYPE I22-19T

AYPE I22-19T, tübüler proses ile üretilmiş, ortalama molekül ağırlığı düşük bir alçak yoğunluk polietilen türüdür. Enjeksiyonla kalıplama uygulamalarına uygun olarak üretilen I22-19T mutfak eşyası, oyuncak, plastik kapak, vb malzemelerin imalatında kullanılmaktadır.

5.2. Cihazlar

5.2.1. Erime Akış Hızı Cihazı

Polimer malzemenin belirlenen bir sıcaklıkta, belirli bir yükün ağırlığı altında 2.095mm çapında bir aralığa sahip orifis içinden geçtiği andaki akışkanlığını ölçen bir cihazdır. Bu çalışmada Tester-Sangyo marka erime akış hızı cihazı kullanılmıştır.

5.2.2. Gerilme Dayanımı Cihazı

Polimer malzemenin elastik özelliklerini incelemek için kullanılan bir cihazdır. Uygun şekilde kalıplanmış numuneyi belli bir kuvvet altında uzatarak numunenin uzama miktarını, uzamaya ve kopmaya karşı dayanımını ölçer. Bu çalışmada Instron marka gerilme dayanımı cihazı kullanılmıştır.

5.2.3. Sıcak ve Soğuk Pres

Granül halindeki polimer malzemenin belli kalınlıkta plaka haline getirilmesi için sıcak pres kullanılmaktadır. Presin sıcaklığıyla plaka haline gelen malzeme kalınlığının şişerek değişmemesi için kalıplandıktan hemen sonra soğuk preste oda

sıcaklığına kadar soğutulmaktadır. Bu çalışmada Petkim'deki Shinto Metal Industrie SFA-37 pres cihazları kullanılmıştır.

5.2.4. Kalıplama Aparatı

Preste hazırlanan numunelerden yapılacak deneye uygun şekilde numune kesmek için kalıplama aparatı kullanılmaktadır.

5.2.5. Sertlik Cihazı

Sabit stant üzerinde belli kuvvet ile plastik numuneye batırılan iğnenin derinliği ölçülerek plastiğin göreceli sertlik derecesinin tayini yapılır. Sert Plastikler için sertlik Shore D, yumuşak plastikler için Shore A 'ya göre ölçülür.

5.2.6. Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC)

Termal analizde yoğun olarak kullanılan cihazlardan biri olan diferansiyel taramalı kalorimetre, referans bir malzemeye karşı bir numunenin sıcaklığını artırmak için gerekli olan ısıyı sıcaklığın bir fonksiyonu olarak hesaplar. Bu cihaz yardımıyla polimer malzemelerin faz değişim sıcaklıkları (Erime noktası, kristallenme noktası, camsı geçiş sıcaklığı, vb) ve faz değişim entalpileri hesaplanabilmektedir. Bu çalışmada Perkin-Elmer marka diferansiyel taramalı kalorimetre kullanılmıştır.

5.2.7. Termogravimetrik Analiz Cihazı (TGA)

TGA cihazı kontrollü bir atmosfer ortamında sıcaklıkla numunedeki ağırlık değişimlerini inceleyen bir cihazdır. Bu cihaz yardımıyla polimer malzemelerin degradasyon sıcaklıkları, malzeme içerisindeki nem oranı ya da malzemelerdeki inorganik ve organik bileşen miktarları tayin edilebilmektedir. Bu çalışmada Perkin Elmer Diamond marka TGA cihazı kullanılmıştır.

5.3. Yöntem

5.3.1. Numunelerin Hazırlanması

Petkim’de üretilen Polipropilen MH418 ve Alçak Yoğunluklu Polietilen I 22-19T polimerlerinden ağırlıkça (% wt.) (0-25-50-75-100) oranlarında karışımlar hazırlandı. Hazırlanan karışımlar 200×200×1mm boyutlarında plakalar olacak şekilde hazırlandı. Hazırlanan bu numunelere ⁶⁰Co kaynağından 10, 30, 50, 70 ve 100 kGy dozlarında radyasyon uygulanmıştır. Numunelere saatte 0.632 kGy dozunda radyasyon uygulanmıştır. Bu işlem Türkiye Atom Enerjisi kurumunda yapılmıştır. Işınlanacak ürünler tesiste 45x45x90 cm boyutlarındaki ışınlama kutularına (maksimum 50kg) yüklenirler. Bu nedenle ürün ışınlama kutuları içine girecek şekilde olması zorunludur. Ürünlerle doldurulmuş ışınlama kutuları ray üzerinde hareket eden taşıyıcı araba ile radyasyon kaynağının bulunduğu ışınlama odasına alınırlar. Işınlama kutuları radyasyon kaynağı etrafında dolaştırılarak içindeki ürünlerin ışınlanması sağlanır. Çalışmamızda kullandığımız numunelerin kodları soldan sağa doğru karışım oranlarını, yukarıdan aşağı doğru artan radyasyon miktarını göstermektedir.

Tablo 5.1. Numune Kodları ve Radyasyon Miktarları

		Karışım Oranları (%) ve Örnek Kodları				
Polimer	PP	100	75	50	25	0
	AYPE	0	25	50	75	100
Radyasyon Dozu (kGy)	0	A1	A2	A3	A4	A5
	10	B1	B2	B3	B4	B5
	30	C1	C2	C3	C4	C5
	50	D1	D2	D3	D4	D5
	70	E1	E2	E3	E4	E5
	100	F1	F2	F3	F4	F5

5.3.2. Erime Akış Hızı (EAH)

ASTM D1238 test metoduna uygun şekilde erime akış hızı deneyi yapılarak numunelerin 230°C sıcaklıkta 2.16 kg yük altındaki akışkanlıkları ölçüldü. 6 dakika boyunca ön ısıtma yapılan numunenin, ön ısıtma sonrasında destek çekilerek yük altında serbest halde akması sağlandı. Akan malzemedan belli zaman aralıklarında kesim alınarak 10 dakikada akan numune ağırlığı hesaplandı.

5.3.3. Gerilme Dayanımı

Pres cihazında hazırlanan plakalardan kalıplama aparatı yardımıyla ASTM D638'e uygun olarak gerilme dayanımı testi için numuneler kesildi. Kesilen bu numuneler gerilme dayanımı cihazına yerleştirildi ve 50 mm/dk uzama hızıyla çekme kuvvetine maruz bırakıldı. Test sonucunda numunelerin akmada gerilme dayanımı (MPa), kopmada gerilme dayanımı (MPa) ve kopmada uzama (%) değerleri ölçülmüş oldu.

5.3.4. Termal Analiz

Hazırlanan karışımların ASTM D3418'e uygun olarak DSC testleri yapıldı. Numunelerden küçük parçalar (5-10mg) kesilerek diferansiyel taramalı kalorimetre cihazına konuldu. Numunenin termal hafızasının silinmesi için numune 10°C/dk hızla 180°C'ye kadar ısıtıldı, 180°C'de 1 dakika bekletildikten sonra numune yine 10°C/dk hızla soğutuldu. Sonrasında aynı işlem tekrarlandı ve ikinci seferde alınan termogramlardaki piklerden erime ve kristallenme noktaları (°C), piklerin altındaki alanlardan ise erime ve kristallenme enerjileri (J/g) hesap edildi.

6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

6.1. Karışımların Mekanik Özellikleri Üzerine Radyasyon Etkisi

Tüm karışım numunelerinde 230 °C, 2.16 kg yük altında erime akış hızı testi yapıldı. Orifis'ten akan numunelerden belli sürelerde üçer defa kesim alındı, kesimlerin ortalama ağırlıkları kullanılarak numunelerin erime akış hızları hesaplandı. Her üç polimer türüne ait test sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 6.1. Karışımların ⁶⁰Co kaynağında radyasyona maruz kalması sonucu karışımların Fiziksel değişimleri

Numune Kodu	Erime Akış Hızı (g/10 dk.)	Sertlik (SHORE D)	Akmada Gerilme Dayanımı (kg/cm ²)	Kopmada Gerilme Dayanımı (kg/cm ²)	Kopmada Uzama (%)
A1	5,8	67,1	390,0	425,0	675,0
A2	8,4	55,0	170,0	190,0	5,3
A3	10,6	52,2	125,0	135,0	4,7
A4	15,9	60,9	85,0	87,0	2,3
A5	56,5	43,1	9,2	6,6	197,2
B1	22,0	68,4	389,0	372,0	80
B2	18,4	58,0	265,9	261,4	14,8
B3	23,2	55,3	172,0	170,0	11,3
B4	25,0	53,1	99,2	96,9	13,7
B5	48,6	44,4	83,1	80,0	520
C1	62,0	67,5	364,0	341,0	19,6
C2	29,5	62,9	264,8	262,5	15
C3	30,0	55,3	205,3	154,8	13,4
C4	31,0	53,0	107,7	107,7	16,2
C5	35,2	44,6	87,7	125,4	596
D1	124	68,1	315,0	319,0	9,1
D2	61,4	62,4	213,2	213,2	10,9
D3	19,4	56,5	168,1	168,4	12
D4	16,0	47,5	108,2	105,8	20
D5	30,4	46,2	89,2	77,9	449,2
E1	218,0	68,3	295,5	292,0	5,7
E2	43,9	63,4	182,3	184,3	13,4
E3	32,0	54,8	171,1	171,3	12,4
E4	29,0	47,4	106,8	104,2	24,7
E5	**	47,1	86,9	91,1	456,4
F1	397	69,5	***	***	***
F2	**	62,6	***	***	***

F3	**	57,6	***	***	***
F4	3,4	49,4	116,3	117,0	8,3
F5	1,4	48,3	91,8	91,0	396,8

Erime akış hızı ölçümleri 230°C, 2,16kg'da yapılmıştır.

*** Tekrarlı ölçüm alınmadı*

**** Numune kalıptan çıkarılmadı*

Farklı oranlardaki PPMH418/AYPE I 22-19T polimer karışımlarına ⁶⁰Co kaynağından uygulanan radyasyonun bu karışımların Erime Akış Hızı, Sertlik, Akmada Gerilme, Kopmada Gerilme ve Kopmada Uzama özellikleri üzerine etkisi incelendi.

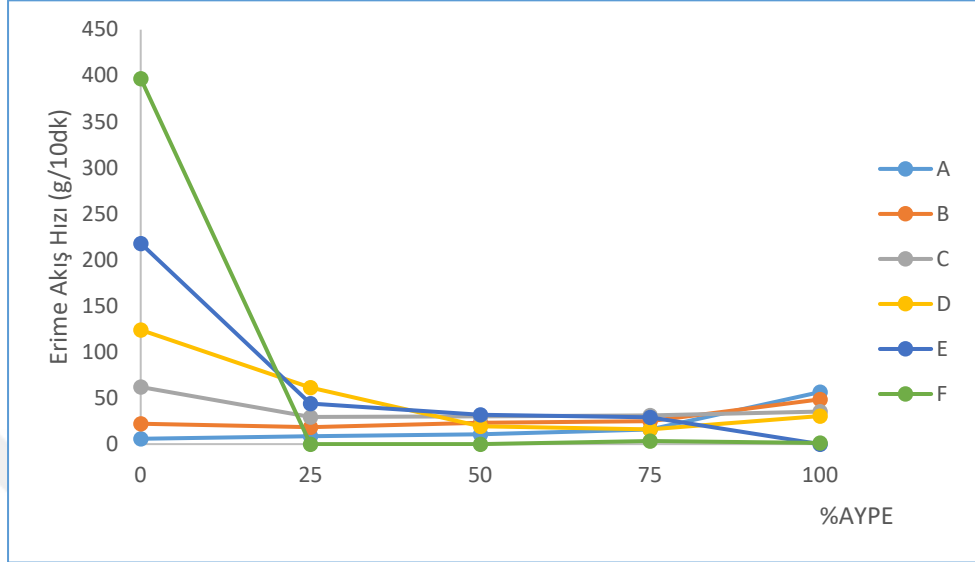
Artan radyasyon dozu ile erime akış hızının karışım oranlarının PPMH418/AYPE I 22-19T ye göre 100/0 ve 75/25 olan numunelerde kayda değer şekilde arttığı görüldü. Fakat karışım oranı 50/50 ve 25/75 olan numunede artan radyasyon dozuyla erime akış hızı artarken radyasyon dozu 50 in üzerine çıktığında azalmaya başladığı belirlendi. Karışım oranı 0/100 olan numunede işe artan radyasyon dozuyla erime akış hızının azaldığı görüldü.

Artan radyasyon dozu ile birlikte sertliğin karışım oranı 100/0, 50/50 ve 0/100 olan numunelerde anlamlı bir değişim göstermediği belirlenirken karışım oranı 75/25 olan numunede radyasyon dozu 30 olana kadar artarken 30 un üzerinde ise azalıp sabit kalmaya başlamıştır. Karışım oranı 25/75 olan numunede ise radyasyon dozu 30 olana kadar azalırken 30 un üzerinde ise artıp sabit kalmaya başlamıştır.

Akmada gerilme üzerine artan radyasyon dozu incelendiğinde karışım oranı 100/0, 25/75 ve 0/100 olan numunede artış belirlenirken karışım oranı 75/25 olan numunede radyasyon oranı 70 e kadar arttığında artma fakat 70 in üzerinde ise tekrar azalış görüldü. Karışım oranı 50/50 olan numunede ise radyasyon oranı 50ye kadar arttığında akmada gerilme artarken 50 in üzerinde sabit kalmaya başladığı bulundu.

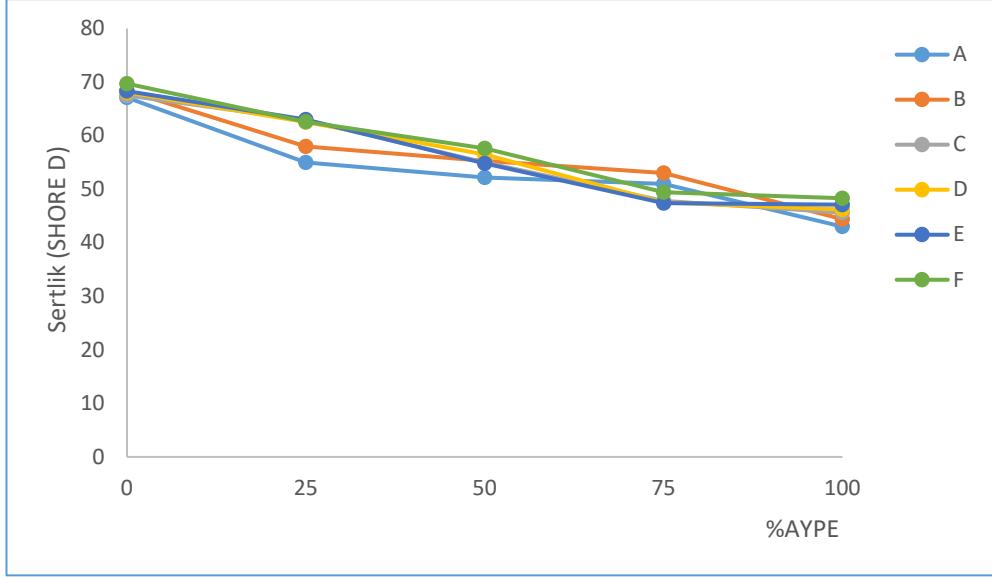
Artan radyasyon dozunun akmada kopma üzerine etkisi incelendiğinde karışım oranı 100/0 ve 25/75 olan numunede artış belirlenirken karışım oranı 75/25 olan numunede radyasyon oranı 70 e kadar arttığında artış fakat 70 in üzerinde ise tekrar azalış görüldü. Karışım oranı 50/50 olduğundan radyasyon oranı 100 e kadar artış olurken 100 olduğunda belirgin oranda azalmıştır. Karışım oranı 0/100 olan numunede ise radyasyon oranı 50 ye kadar artış olurken 50 den sonra keskin bir düşüş görüldü.

Kopmada gerilmenin artan radyasyon dozu ile değişimine bakıldığında karışım oranı 100/0 olan numunede büyük bir oranda azalma görülürken oran 75/100 ve 25/75 olduğunda artış görüldü. Karışım oranı 50/50 ve 0/100 olan numunede radyasyon dozu 30 olana kadar artış görülürken 30 dan sonra sabit kalmaya başladığı görüldü.



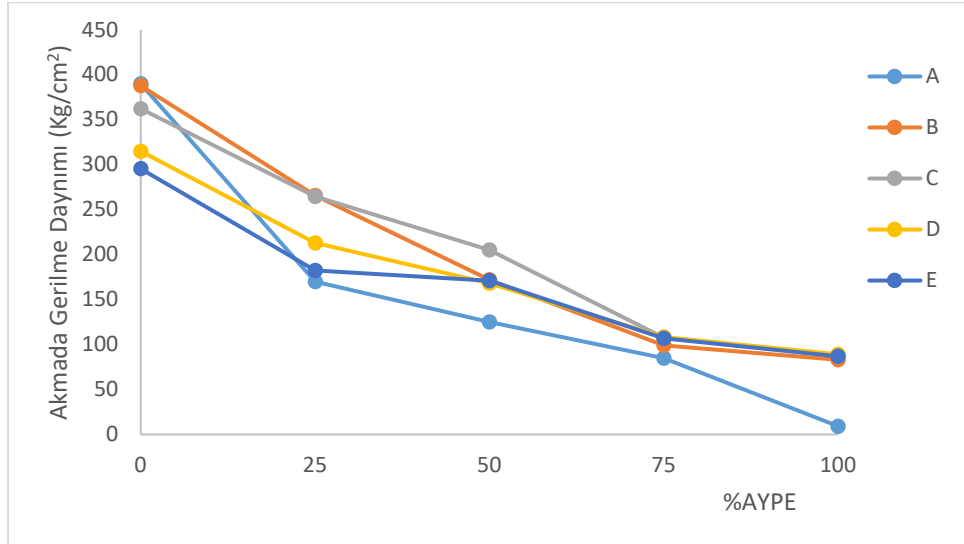
Şekil 6.1. Karışımların ^{60}Co kaynağında radyasyona maruz kalmaları sonucu erime akış hızındaki değişim (230°C 2.16 kg)

Karışımların erime akış hızı incelendiğinde karışımdaki AYPE oranı arttıkça erime akış hızının azaldığı görülmektedir. Fakat PE oranı % 25 olana kadar bu azalış oldukça keskin iken PE oranı % 25 ten sonra erime akış hızındaki bu azalma oranı oldukça düşmekte ve AYPE oranı % 100 e yaklaştıkça sabitleşmeye başlamaktadır. Bununla birlikte AYPE oranı 0 iken erime akış hızının uygulanmış olan radyasyon dozuyla artmış olduğu görülmektedir.



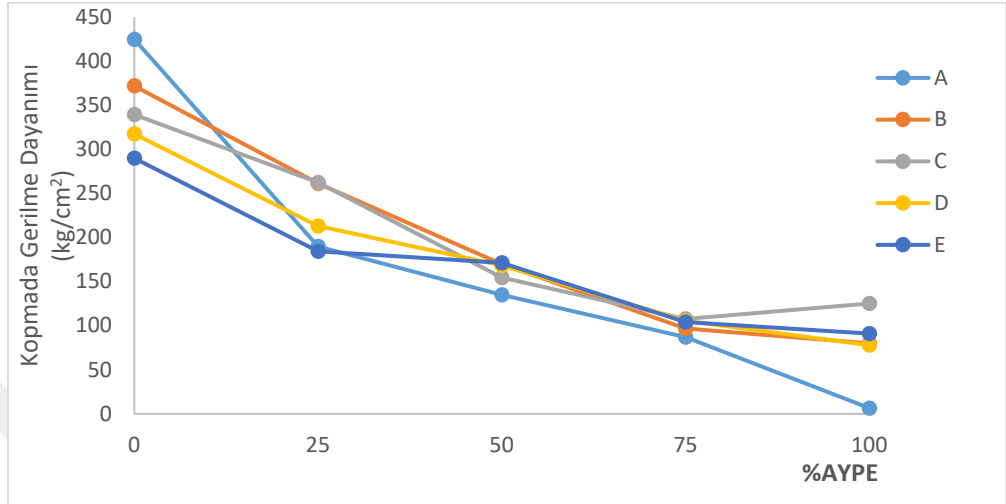
Şekil 6.2. Karışımların ^{60}Co kaynağında radyasyona maruz kalmaları sonucu sertlik miktarındaki değişim.

Karışımların sertliği incelendiğinde karışımdaki AYPE oranı arttıkça sertliğin de azaldığı görülmektedir. Ayrıca bu azalma oranının tüm radyasyon dozlarında birbirine yakın olduğu görülmektedir. Ayrıca AYPE oranı 0 iken numunelerin sertliğinde tüm radyasyon dozlarında birbirine yakın olduğu söylenebilir.



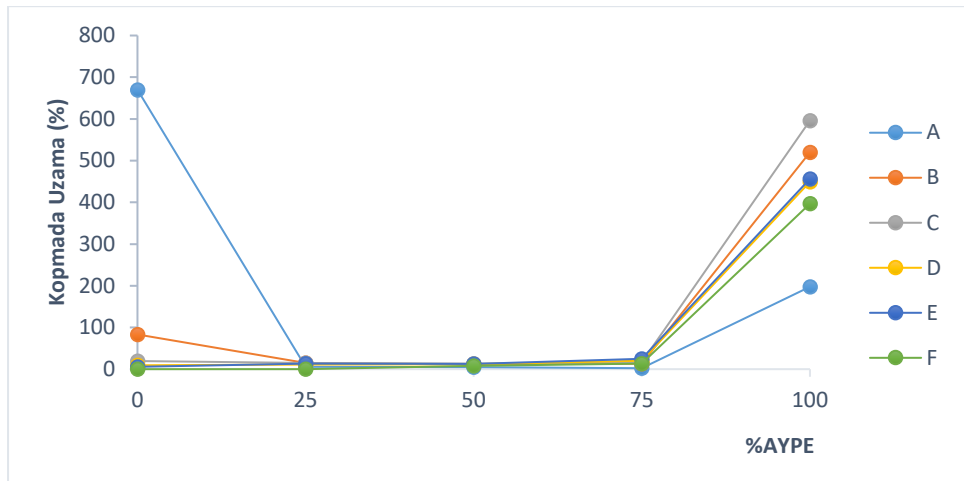
Şekil 6.3. Karışımların ^{60}Co kaynağında radyasyona maruz kalmaları sonucu Akmada gerilme dayanımındaki değişim.

Farklı oranlardaki PP/AYPE karışımlarına ilişkin Akmada gerilme dayanımı sonuçları irdelendiğinde AYPE yüzdesi arttıkça Akmada gerilmenin genel olarak azaldığı görülmektedir. Fakat maksimum radyasyon dozunda başlangıç akmada gerilme dayanımının okunamadığı daha sonrasında ise bir artış ve sonrasında belirli bir düzeyde kaldığı söylenebilir.



Şekil 6.4. Karışımların ^{60}Co kaynağında radyasyona maruz kalmaları sonucu kopmada gerilme dayanımındaki değişimi.

Değişen AYPE yüzdesiyle karışımdaki kopmada gerilme kuvvetindeki değişimin akmada gerilme ile benzerlik gösterdiği görülmektedir.



Şekil 6. 5. Karışımların ^{60}Co kaynağında radyasyona maruz kalmaları sonucu kopmada uzama miktarındaki değişimi.

Karışımların kopmada uzama miktarları incelendiğinde AYPE oranı 0 iken değerlerin artan radyasyon dozuyla azaldığı görülmektedir. Karışımdaki AYPE

yüzdesi arttıkça kopmada uzamanın azaldığı fakat PE oranı % 25 ile % 75 arasında sabit kaldığı ve sonrasında tekrar arttığı söylenebilir.

6.2. Termal Analizler

6.2.1. Diferansiyel taramalı kalorimetri (DSC) Analizleri

Diferansiyel taramalı kalorimetri (DSC) analizleri azot atmosferinde Perkin Elmer DSC cihazında yapıldı. Numuneler 30°C'den 200°C'ye kadar 10°C dak⁻¹ hızda ısıtıldı ve yine 30°C'ye aynı hızda soğutuldu, tekrar ikinci bir kez daha aynı koşullarda yeniden ısıtıldı ve soğutuldu. Erime (T_e) ve kristallenme (T_c) sıcaklıkları ve Erime (ΔH_f) ve kristallenme (ΔH_c) entalpileri ikinci taramadan elde edildi. T_e olarak ısıtma esnasındaki endotermik pikin maksimum noktası ve T_c olarak da soğutma esnasındaki ekzotermik pikin en üst noktası alındı. Erime noktası ve kristallenme noktası ilgili piklerin altındaki alanlardan hesaplandı.

Karışımların kristallik oranları toplam entalpi metoduyla ölçüldü. Bütün hesaplamalarda AYPE ve PP kristallerinin denge durumundaki erime noktalarındaki erime ısıları sırasıyla 293 ve 209 Jg⁻¹ olarak alındı [15].

Hesaplama için;

$$\% \text{ Kristallik } (X_c) = (\Delta H_f / \Delta H_c) \times 100$$

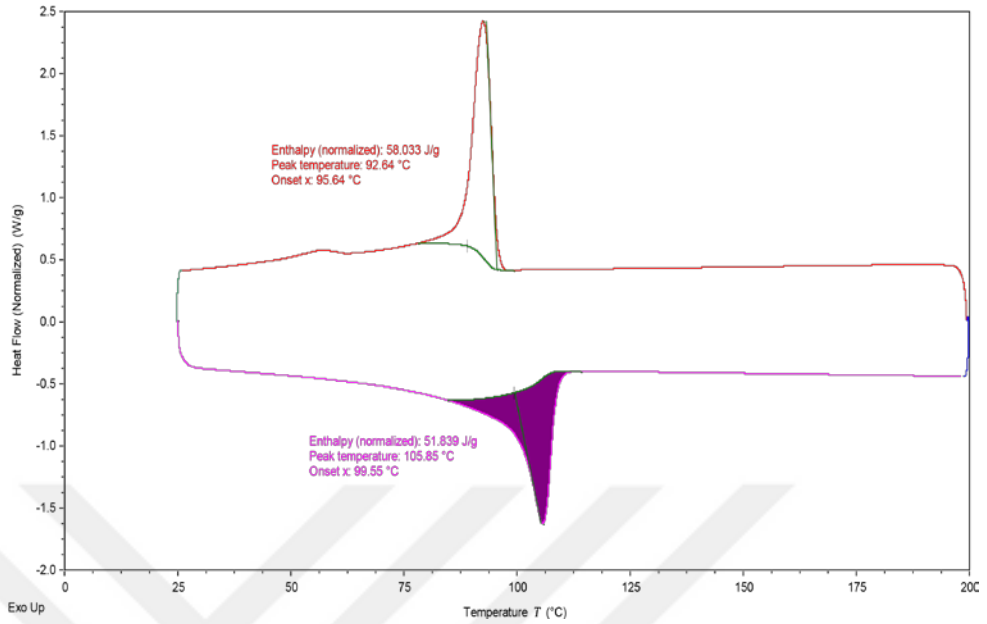
$$\Delta H_f = \text{Erime ısısı (J/g)}$$

$$\Delta H_c = 100\% \text{ Kristal polimerin kristallenme ısısı (J/g)}$$

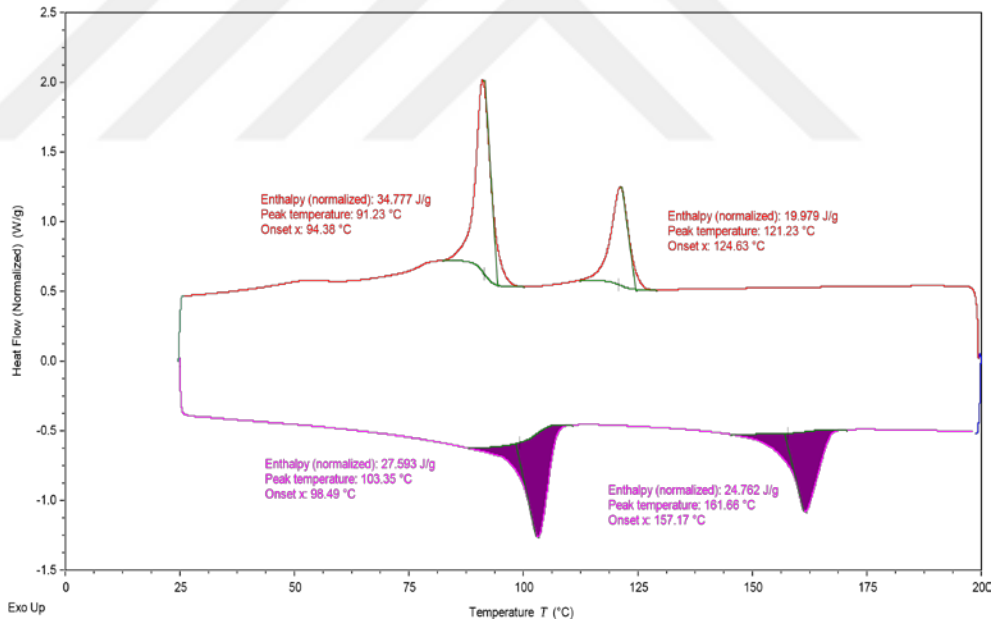
$$(X_c) = \% \text{ Kristallik}$$

Çalışmamızdaki DSC analizlerinde, hem ısıtma hem de soğutma işlemlerinde çift pik gözlemlenmiştir. Yapılan benzer çalışmalarda PP ve AYPE nin yarı kristalin

özelliğinde polimer olmalarından dolayı her birinin kendi karakteristik özelliklerini gösteren birçok çalışma yapılmıştır [16-18].

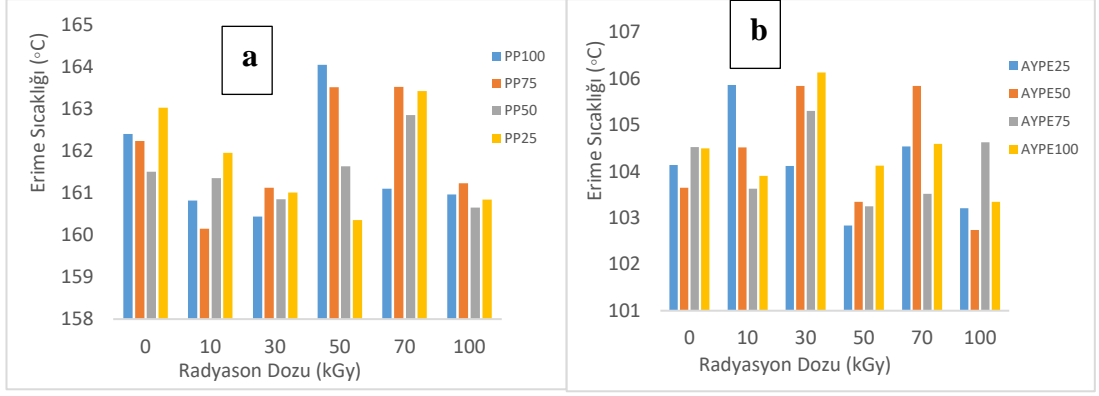


Şekil 6.6. Saf haldeki polimerin DSC diyagramı



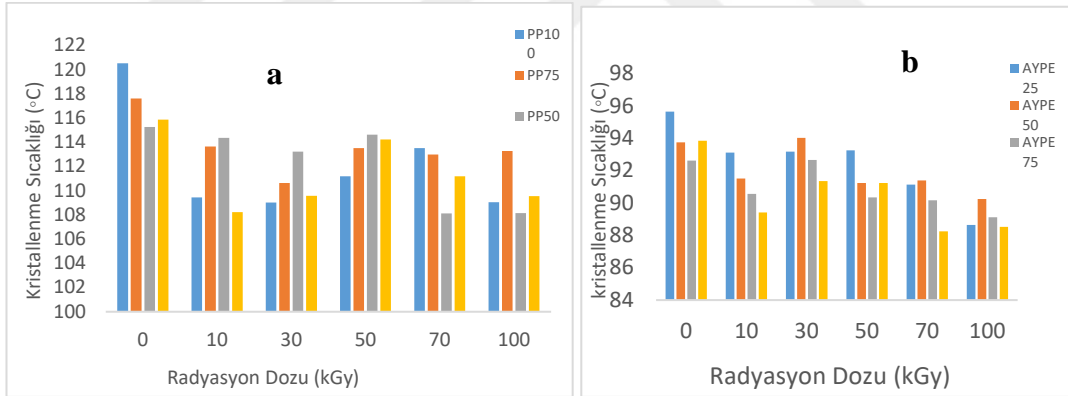
Şekil 6.7. PP –AYPE karışımının DSC diyagramı

Şekil 6.6 ve 6.7 da saf bir polimerin ve karışımın ısıtma ve soğutma işlemlerine ait DSC diyagramları mevcuttur. Saf polimerde sadece tek Erime, kristallenme sıcaklığı ve tek bir Erime ve kristallenme entalpileri mevcut iken, karışımlarda ise her bir karışıma ait Erime, kristallenme sıcaklığı ve Erime ve kristallenme entalpileri olmak üzere ikişer pik mevcuttur.



Şekil 6.8. PP-AYPE Karışımlarının Erime sıcaklıklarının artan radyasyon dozuna bağlı değişimi

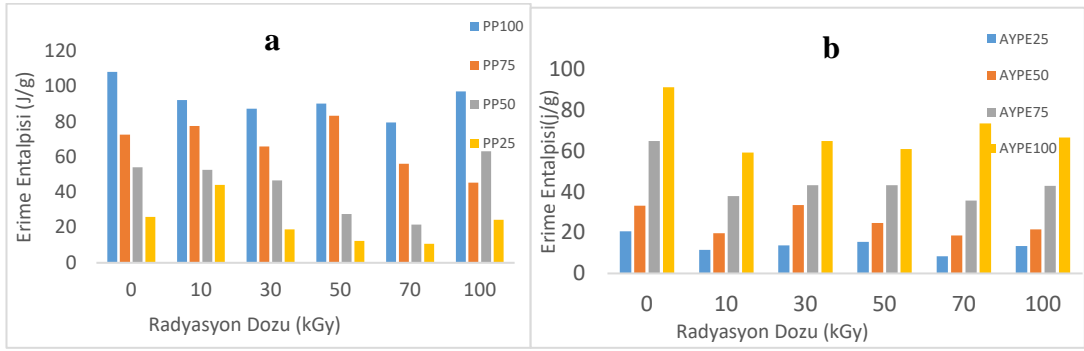
Şekil 6.8 de karışımların erime sıcaklıkları değişimine bakıldığında genel olarak saf haldeki PP ve AYPE nin değerlerine yakın bir şekilde gözlemlenmiştir. Özellikle PP nin değerleri T_c : 158-164 °C, AYPE karışımlarında T_c :108-120 °C civarında değişmiştir. Genel olarak artan radyasyon miktarına bağlı olarak numunelerin erime sıcaklıklarında çok az bir değişim gözlemlendiği söylenebilir.



Şekil 6.9. PP-AYPE Karışımlarının Kristallenme sıcaklıklarının artan radyasyon dozuna bağlı değişimi

Şekil 6.9 a da karışımların kristallenme sıcaklıkları saf PP nin radyasyona mağruz bırakılmadan önceki değerinin en yüksek T_c :120,5 °C de, en düşük değerinde 70 kGy deki PP oranının ağırlıkça %50 olduğu numunede gözlemlenmiştir T_c :108,11 °C.

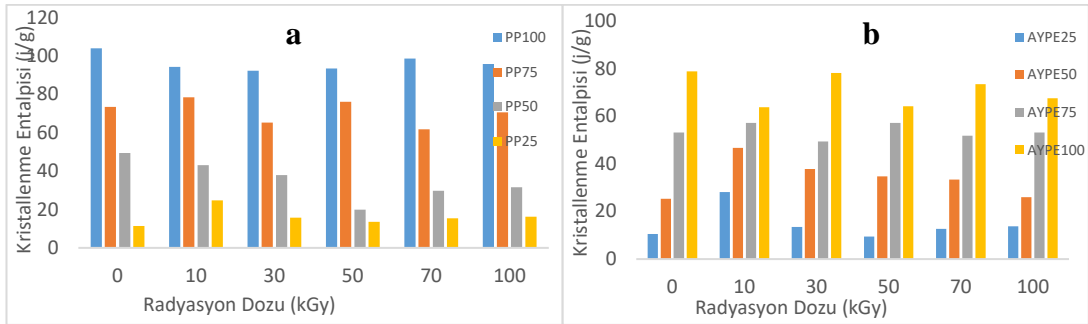
Şekil 3.4 b de AYPE kristallenme sıcaklıkları incelendiğinde en yüksek değer T_c :95,64 °C ağırlıkça % 25 AYPE içeren 0 kGy deki numunede, en düşük kristallenme sıcaklığı T_c :120,5 °C da 70kGy deki saf AYPE nin numunesinde gözlemlenmiştir.



Şekil 6.10. PP-AYPE Karışımlarının Erime Entalpilerinin artan radyasyon dozuna bağlı değişimi

Şekil 6.10 a da karışımların erime entalpileri açısından incelenmiştir. Şekil 3.a da PP açısından entalpi değerlerine bakıldığında en yüksek değer ΔH_f : 108,2 J/g; 0 kGy deki saf PP de en düşük değer 70 kGy de ağırlıkça %25 PP içeren numunede ΔH_f : 10,78j/g olduğu gözlemlenmiştir.

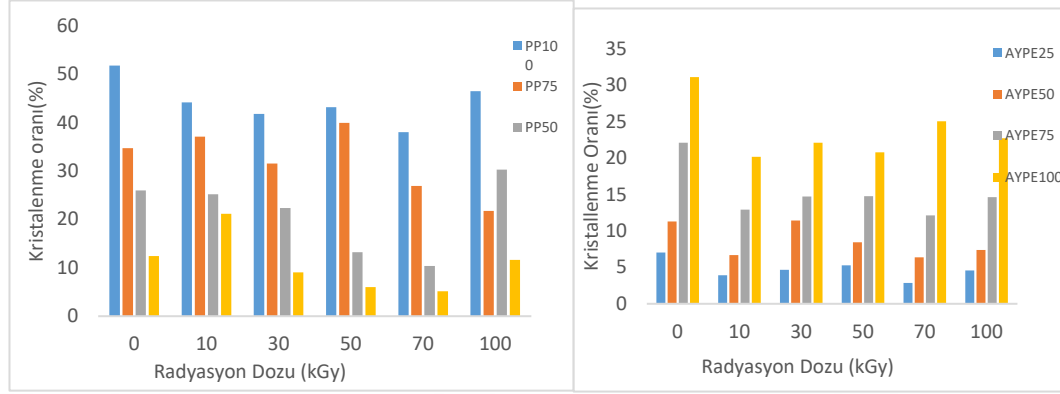
Şekil 6.10 b de AYPE açısından bakıldığında burada da en yüksek erime entalpisinin ΔH_f : 91,23 J/g daki saf AYPE nin 0 kGy radyasyon dozunda olduğu, en düşük değerinde ΔH_f : 8,41 j/g ; 70 kGy dozunda %25 AYPE içeren numunede olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 6.11. PP-AYPE Karışımlarının Kristallenme Entalpilerinin artan radyasyon dozuna bağlı değişimi

Şekil 6.11 te karışımların kristallenme entalpileri açısından incelenmiştir. Kristallenme entalpi değerlerine bakıldığında saf PP de saf AYPE de 0 kGy deki örneklerin en yüksek değere sahip olduğunu PP için ΔH_c : 104,12J/g ve AYPE için ΔH_c : 78,86 J/g ; en düşük entalpi değerleri ise ağırlıkça % 50 PP –AYPE karışımı

içeren 70 kGy dozundaki numunelerde , PP için ΔH_c : 13,52 J/g, AYPE için ΔH_c : 9,45 J/g olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 6.12. PP-AYPE Karışımlarının Kristallenme yüzdesinin artan radyasyon dozuna bağlı değişimi

Şekil 6.12 te çalışmamızda kullanılan polimerlerin kristallenme ve amorf durumları incelenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre PP için en yüksek kristallenme oranı; 0 Kgy deki saf PP de % Xc: 51,77; En düşük değer ise 70 kGy de %25 PP de kristallenme oranı %Xc: 5,51 de görülmüştür.

AYPE nin kristallenme oranı en yüksek değeri % Xc: 31,13 te 0 kGy de saf AYPE de en düşük değer % Xc: 2,87 de %25 AYPE içeren 70 kGy doza maruz bırakılan numunede görülmüştür.

Tablo 6.2. Karışımların DSC sonuçlarına ait veriler

Numune Kodu	Radyasyon Dozu	PP miktarı % Wt	AYPE miktarı % Wt	PP Erime Sıcaklığı °C Te	AYPE Erime Sıcaklığı °C Te	PP Erime Entalpisi (J/g) ΔH_f	AYPE Erime Entalpisi (J/g) ΔH_f	PP Kristallenme Sıcaklığı °C Tc	AYPE Kristallenme Sıcaklığı °C Tc	PP Erime Entalpisi (J/g) ΔH_f	AYPE Erime Entalpisi (J/g) ΔH_f	Kristallenme Oranı PP (Xc)	Kristallenme Oranı AYPE (Xc)
A1	0	100	0	162,4	-	108,2	-	120,5	-	104,12	-	51,77033	-
B1	10	100	0	160,82	-	92,34	-	109,44	-	94,44	-	44,18182	-
C1	30	100	0	160,44	-	87,32	-	109,02	-	92,35	-	41,7799	-
D1	50	100	0	164,04	-	90,24	-	111,18	-	93,59	-	43,17703	-
E1	70	100	0	161,1	-	79,52	-	113,52	-	98,71	-	38,04785	-
F1	100	100	0	160,96	-	97,1	-	109,05	-	95,85	-	46,45933	-
A2	0	75	25	162,23	104,14	72,6	20,62	117,6	95,64	73,5	10,56	34,73684	7,037543
B2	10	75	25	160,15	105,87	77,57	11,52	113,65	93,12	78,52	28,12	37,11483	3,931741
C2	30	75	25	161,12	104,12	65,98	13,66	110,63	93,18	65,29	13,57	31,56938	4,662116

D2	50	75	25	163,51	102,84	83,45	15,52	113,52	93,25	76,25	9,45	39,92823	5,296928
E2	70	75	25	163,52	104,54	56,25	8,41	112,97	91,13	61,79	12,75	26,91388	2,870307
F2	100	75	25	161,23	103,21	45,52	13,47	113,28	88,65	70,65	13,74	21,7799	4,59727
A3	0	50	50	161,5	103,65	54,25	33,12	115,24	93,74	49,47	25,34	25,95694	11,30375
B3	10	50	50	161,35	104,52	52,65	19,65	114,35	91,52	43,15	46,75	25,19139	6,706485
C3	30	50	50	160,85	105,85	46,76	33,45	108,11	94,02	37,94	37,87	22,37321	11,41638
D3	50	50	50	161,63	103,35	27,59	24,76	114,63	91,23	19,97	34,77	13,20096	8,450512
E3	70	50	50	162,85	105,85	21,75	18,66	112,36	91,39	29,86	33,43	10,4067	6,368601
F3	100	50	50	160,65	102,74	63,32	21,65	108,15	90,25	31,58	25,98	30,29665	7,389078
A4	0	25	75	163,02	104,53	26,02	64,84	115,85	92,63	11,4	53,13	12,44976	22,12969
B4	10	25	75	161,95	103,63	44,25	37,86	108,23	90,56	24,74	57,17	21,17225	12,9215
C4	30	25	75	161,01	105,31	18,94	43,18	109,57	92,67	15,78	49,47	9,062201	14,7372
D4	50	25	75	160,35	103,25	12,5	43,28	114,23	90,35	13,52	57,25	5,980861	14,77133
E4	70	25	75	163,42	103,52	10,78	35,62	111,19	90,17	15,46	51,81	5,157895	12,157
F4	100	25	75	160,84	104,63	24,36	42,87	109,54	89,12	16,23	53,21	11,6555	14,6314
A5	0	0	100	-	104,5	-	91,23	-	93,85	-	78,86	-	31,13652
B5	10	0	100	-	103,91	-	59,17	-	89,41	-	63,83	-	20,19454
C5	30	0	100	-	106,14	-	64,88	-	91,35	-	78,25	-	22,14334
D5	50	0	100	-	105,85	-	51,84	-	92,64	-	58,03	-	17,69283
E5	70	0	100	-	104,6	-	73,51	-	91,77	-	73,47	-	25,08874
F5	100	0	100	-	103,35	-	66,58	-	87,51	-	67,58	-	22,72355

6.2.2. Termogravimetrik Analizler

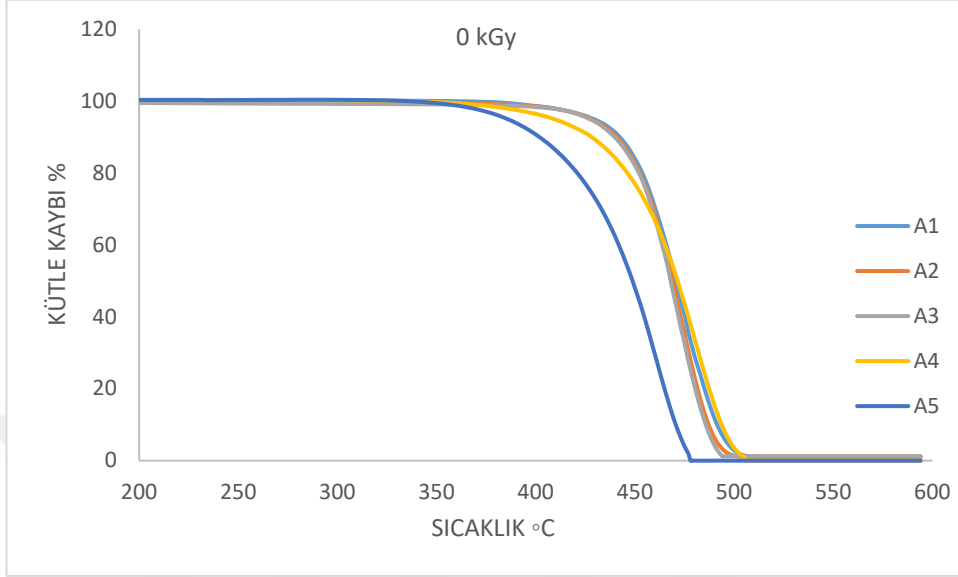
Bu yöntem, incelenecek örneğin belirli bir ortamda ısıtıldığı veya soğutulduğu zaman ağırlığının, zamanın veya sıcaklığın fonksiyonu olarak [$m = f(t \text{ veya } T)$] kaydedildiği yöntemleri kapsamaktadır. TG eğrilerine dayanarak örneğin ağırlığının termal enerjinin etkisi ile nasıl değiştiğini saptamak olasıdır

Yapılan çalışmaya bağlı olarak termogravimetrik analiz;

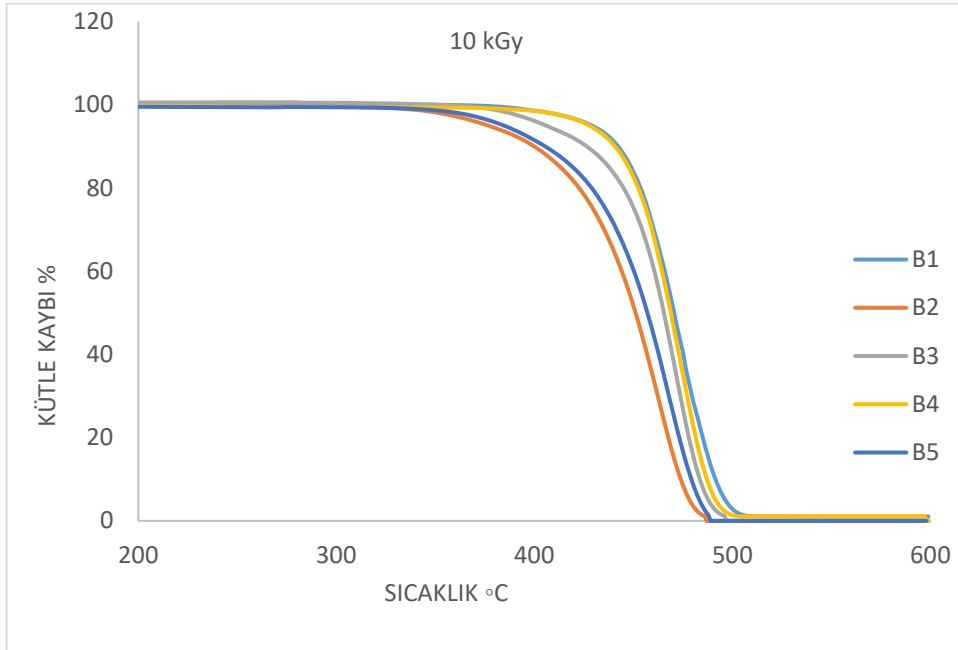
Örneğin kütlede sabit sıcaklıkta zamanın bir fonksiyonu olarak kaydedildiği “izotermal termogravimetri”,

Örneğin, artan sıcaklıktan her birinde kütlede sabit kalana kadar ısıtıldığı “quasi-izotermal termogravimetri”,

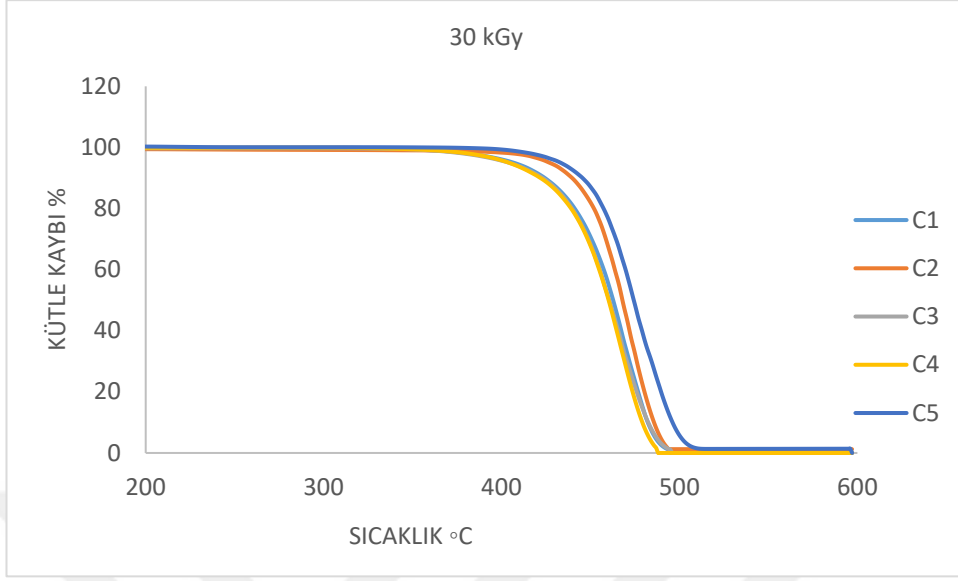
Sıcaklığı önceden belirlenmiş bir şekilde (doğrusal hızla) değiştirilen bir ortamda ısıtıldığı “dinamik termogravimetri” şeklinde uygulanır.



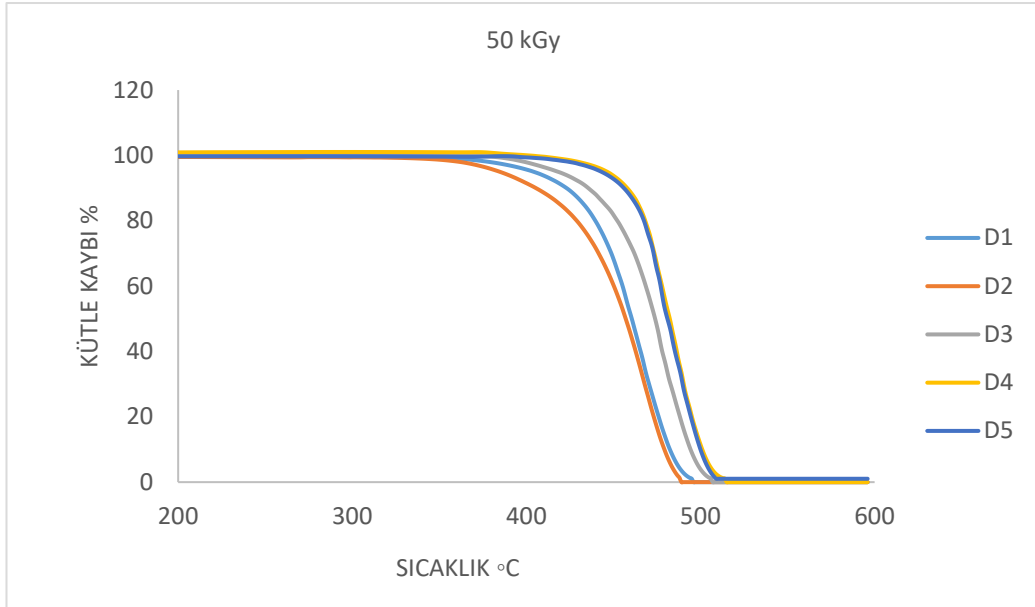
Şekil 6.13. PP-AYPE Karışımlarının 0 kGy doz altındaki TG eğrisi



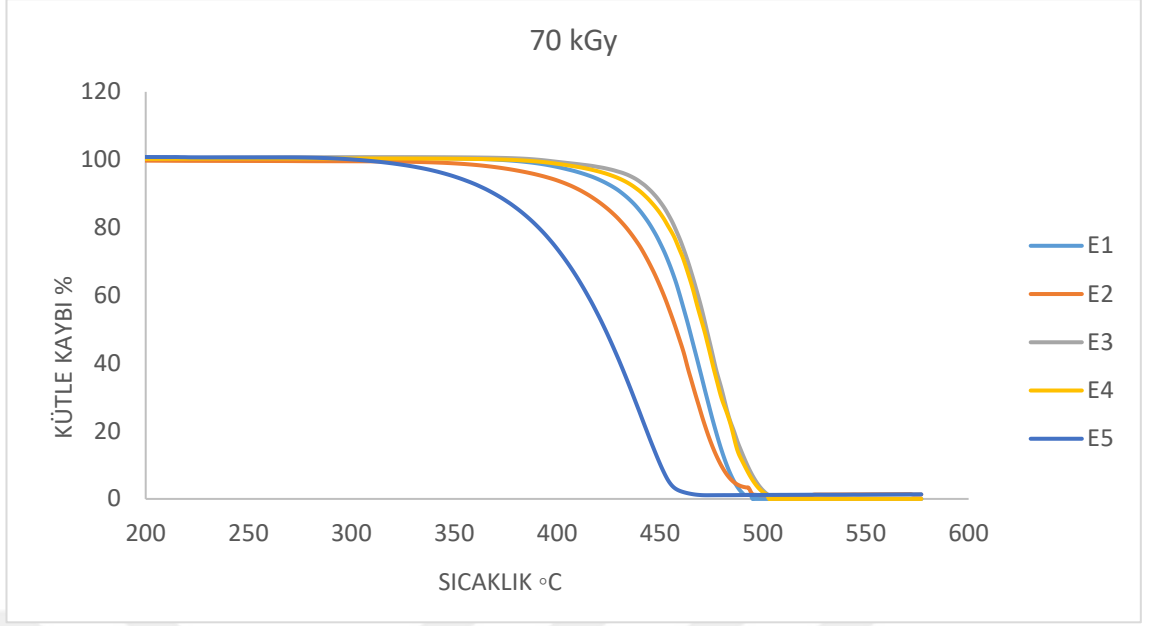
Şekil 6.14. PP-AYPE Karışımlarının 10 kGy doz altındaki TG eğrisi



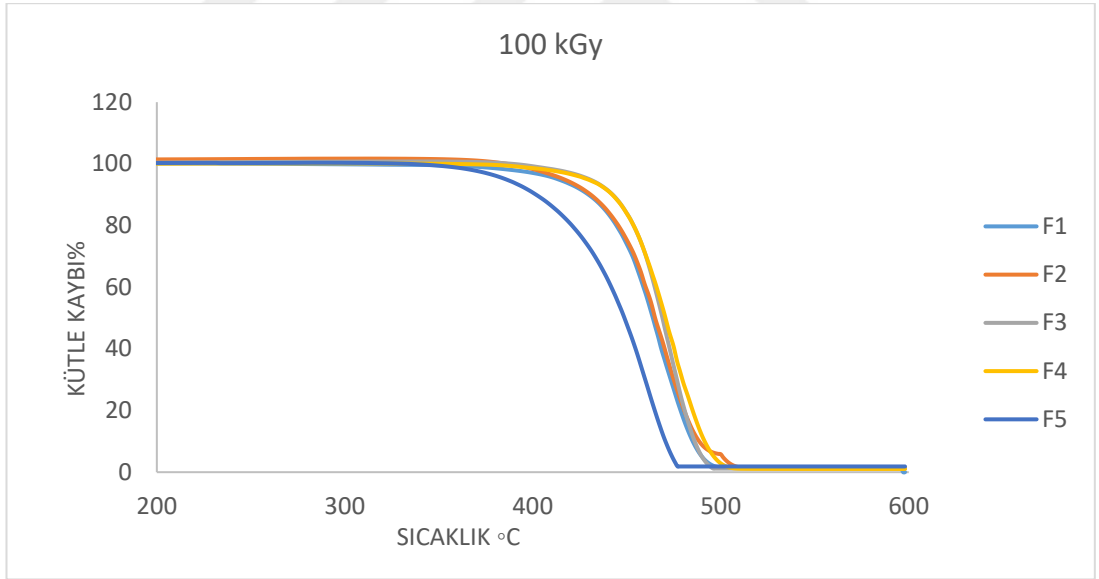
Şekil 6.15. PP-AYPE Karışımlarının 30 kGy doz altındaki TG eğrisi



Şekil 6.16. PP-AYPE Karışımlarının 50 kGy doz altındaki TG eğrisi



Şekil 6.17. PP-AYPE Karışımlarının 70 kGy doz altındaki TG eğrisi



Şekil 6.18. PP -AYPE Karışımlarının 100 kGy doz altındaki TG eğrisi

Tablo 6.3. Numunelerin Sıcaklığa Karşı Kütle Kayıpları

Numune Kodu	Sıcaklık/ Kütle Kaybı %		
	T(°C)/ 2	T(°C)/50	T(°C)/98
A1	408	470	502
A2	408	469	497
A3	406	468	493
A4	384	471	502
A5	367	449	477
B1	406	471	502
B2	352	451	483
B3	387	465	493
B4	408	469	497
B5	361	457	487
C1	381	463	491
C2	406	468	493
C3	378	461	492
C4	381	460	486
C5	416	474	507
D1	378	460	492
D2	361	457	487
D3	399	474	503
D4	430	482	510
D5	424	481	507
E1	399	464	489
E2	367	458	540
E3	418	472	501
E4	408	471	500
E5	329	423	461
F1	388	464	496
F2	402	465	523
F3	412	469	494
F4	408	471	502
F5	367	449	476

Termogravimetrik TG analizlerinde sıcaklığa karşı kütle kayıplarına bakıldığında radyasyon dozu 0 iken azalan PP/AYPE oranına bağlı olarak % 2 lik kütle kaybının azaldığı görülmektedir. Fakat % 50 lik kütle kaybının ise azalan PP/AYPE oranıyla anlamlı olarak değişmediği belirlenmiştir. Ayrıca % 98 lik kütle kaybının yalnızca PP/AYPE oranının 0/100 olduğu karışımda minimum olduğu görülmüştür.

PP/AYPE oranı 100/0 iken artan dozda radyasyonun % 2lik kütle kaybı sıcaklığını azalttığı, % 50 ve % 98 lik kütle kaybı sıcaklıklarında ise belirgin bir değişikliğe neden olmadığı belirlenmiştir.

PP/AYPE oranı 75/25 iken artan radyasyon dozu ile % 2, % 50 ve % 98 lik kütle kaybı sıcaklıkların da küçük düzeyde azalış-artış dalgalanmalarına neden olduğu saptanmıştır.

PP/AYPE oranı 50/50 iken % 2 lik kütle kaybı sıcaklığının artan radyasyon dozu ile önce azalırken daha sonra tekrar artış gösterdiği görülmüştür. % 50 lik kütle kaybı sıcaklığının ise artan radyasyon dozu ile önce azalıp daha sonra değişmediği saptanmıştır.% 98 lik kütle kaybı sıcaklığı incelendiğinde artan radyasyon dozu ile önce değişmeyen sıcaklık daha sonra küçük oranda artış göstermiştir.

PP/AYPE oranı 25/75 olan karışımda tüm kütle kaybı sıcaklıklarında artan radyasyon dozuyla anlamlı ve belirli bir düzende değişim görülmediği saptanmıştır.

PP/AYPE oranı 0/100 olan karışımda da % 2 ve % 50 lik kütle kaybı sıcaklıkları rastlantısal olarak değişmiş olup % 98 lik kütle kaybı sıcaklığında ise radyasyon dozu arttıkça önce artış ardından tekrar azalma belirlenmiştir.

7. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu çalışmada, Petkim Petrokimya A. Ş. Aliğa fabrikalarında üretilen çuvallık tür PP MH 418 ve tübüler proses ile üretilmiş, ortalama molekül ağırlığı düşük bir alçak yoğunluk polietilen türü olan AYPE I22-19T nin çeşitli oranlarda karıştırılmasıyla elde edilen polimer karışımlar ^{60}Co kaynağı ile çeşitli dozlarda radyasyona maruz bırakılarak bu polimer karışımlarının mekanik ve termal özellikleri incelendi.

Farklı oranlardaki PP MH418/AYPE I 22-19T polimer karışımlarına ^{60}Co kaynağından uygulanan radyasyonun bu karışımların Erime Akış Hızı, Sertlik, Akmada Gerilme, Kopmada Gerilme ve Kopmada Uzama özelliklerinin genellikle karışım oranı 100/0 ve 75/25 olan numunelerde radyasyon dozu 50 kGy kadar artış daha sonrasında azalma veya aynı kalma eğilimi gösterdiği görülmüştür. Diğer karışım oranlarında ise raslantısal veya dalgalanmalı değişimler görülmüştür.

Karışımların erime sıcaklıklarını karışımı oluşturan polimerlerin saf hallerinin erime sıcaklığına yakın değerler olduğu ve artan radyasyon dozunun polimer karışımlarının erime sıcaklıklarını çok az değiştirdiği bulunmuştur.

Karışımların kristallenme sıcaklıkları saf PP nin radyasyona mağruz bırakılmadan önceki değerinin en yüksek 120,5 °C de, en düşük değerinde 70 kGy deki PP oranının ağırlıkça %50 olduğu numunede 108,11 °C olarak gözlemlenmiştir. AYPE kristallenme sıcaklıkları incelendiğinde en yüksek değer 95,64 °C ağırlıkça % 25 AYPE içeren 0 kGy deki numunede, en düşük kristallenme sıcaklığı 120,5 °C da 70kGy deki saf AYPE nin numunesinde gözlemlenmiştir.

Karışımların erime entalpileri incelendiğinde PP açısından entalpi değerlerine bakıldığında en yüksek değer 108,2 J/g; 0 kGy deki saf PP de en düşük değer 70 kGy de ağırlıkça %25 PP içeren numunede 10,78 j/g olduğu gözlemlenmiştir. AYPE açısından bakıldığında burada da en yüksek erime entalpisinin 91,23 J/g daki saf AYPE nin 0 kGy radyasyon dozunda olduğu, en düşük değerinde 8,41 j/g ;70 kGy dozunda %25 AYPE içeren numunede olduğu gözlemlenmiştir.

Karışımların kristallenme entalpileri açısından incelendiğinde saf PP de saf AYPE de 0 kGy deki örneklerin en yüksek değere sahip olduğunu PP için 104,12J/g ve AYPE için 78,86 J/g; en düşük entalpi değerleri ise ağırlıkça % 50 PP –AYPE karışımı içeren 70 kGy dozundaki numunelerde PP için 13,52 J/g, AYPE için 9,45 J/g olduğu gözlemlenmiştir.

Karışımların üzerine artan düzeyde radyasyon verilmesinin bu karışımların % 2, % 50 ve % 98 lik kütle kayıplarının gerçekleştiği sıcaklıklardaki değişimler incelendiğinde genel olarak belirli istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmemekle birlikte bazı raslantısal ve inişli-çıkışlı değişimler görülmüştür.

Sonuç olarak hazırlanan bu polimer karışımlarının karışımı oluşturan polimerlerin bazı fiziksel ve termal özelliklerinin iyileştirilmesi açısından öneme sahip olduğu söylenebilir. Bununla birlikte bu polimer karışımlarının radyasyon içeren uygulamalarda kullanılabilme karakteristiği barındırabileceği de elde edilen bulgular arasında sayılabilir.

KAYNAKLAR

- [1]. Paul, D.R., Newman, S., 1978a, Polymer Blends, Volume1, Academic press New York, 1-33; 244-287.
- [2]. Utracki, L. A., 2002, Polymer Blends Handbook Volume 1, Kluwer Academic Publishers, London, 1-10; 220-1025.
- [3]. Saçak, M., Polimer Kimyasına Giriş. A.Ü.F.F Döner Sermaye İşletmesi Yayınları, Ankara, 1998.
- [4]. Ebewele, R.O., 2000, "Polymer Science and Technology", CRC Press, Boca Raton New York 3-23.
- [5]. Gowariker, V. R., Viswanathan, N. V. and Shreedhar, J. Polymer Science, New Age International, New Delhi, 2005.
- [6]. Chanda M., Introduction to Polymer Science and Chemistry, CRC Press, Taylor and Francis Group, FL, USA, 2006.
- [7]. Utracki, L.A. Polymer Blends Handbook, Kluwer Academic Publishers, London, 2002.
- [8]. Ehrenstein G. W., Theriault R.P., Polymeric materials: structure, properties, applications, Hanser Gardner Publications, 2001.
- [9]. Nicholson J.W., The Chemistry of Polymer, RSC Publishing, Cambridge, UK, 2012.
- [10]. Odian George, Principles of Polymerization, Fourth Edition, Wiley International, Jersey, USA, 2004.
- [11]. Flory P.J., Principles of Polymer Chemistry, Sixteenth Printing, Cornell University Press, New York, 1995.
- [12]. C Ricbard Brundle, Charles A. Evans, Jr. Sbaun Wihon, Encyclopaedia of Materials Characterization, Chapter 1,8, Manning Publications, Greenwich 1992.
- [13]. Brandrup, J., Imergut, E.H., 1975, "Polymer Handbook Second Edition, John Wiley and Sons. V-(13-27).
- [14]. Catia Bastioli, Handbook of Biodegradable Polymers, Chapter 1,3,6,8, Rapra Technology Limited, UK, 2005.
- [15]. Nunes, R. W., Martin, J. R. and Johnson, J. F., "Influence of Molecular Weight Distributions on Mechanical Properties of Polymers" Polymer Eng. Sci., 22(4), 193, 1982.
- [16]. Şirin, K. Preparation Of Polymer Blends And Their Composites, And Determination Of Their Properties, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabil Dalı, İzmir, 2008, 147 s. (Doktora Tezi).

- [17]. Çengel, Ö. Peroksitlerin Alçak Yoğunluklu Polietilen (Aype) Üzerine Etkisi, Mekanik Ve Fiziksel Özelliklerinin İncelenmesi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Manisa, 2013, 69 s. (Yüksek Lisans Tezi).
- [18]. Ceylan, Z. Polipropilenin Mekanik Ve Termal Özelliklerine Çeşitli Dozdaki Co-60 Kaynaklı Radyasyonun Etkileri, , Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Manisa, 2013, 696 s. (Yüksek Lisans Tezi).
- [19]. Peacock, A.J. Handbook of Polyethylene, 2000, Marcel Dekker, New York.
- [20]. Soares, J.B.P. and Simon, L.C. Coordination polymerization, in Handbook of Polymer Reaction Engineering (eds T. Meyer and J. Keurentjes), 2005,Wiley-VCH, Weinheim, pp. 365–430
- [21]. Benham, E. and McDaniel, M. Ethylene polymers, HDPE, in Encyclopedia of Polymer Science and Technology (ed. H.F. Mark), 2002, John Wiley & Sons, New York.
- [22]. Soares, J.B.P., McKenna, T.F., and Cheng, C.P. Coordination polymerization, in Polymer Reaction Engineering (ed. J.M. Asua), 2007,Blackwell Publishing, pp. 29–117.
- [23]. Karian, H.G. (ed.) Handbook of Polypropylene and Polypropylene Composites, 2003,Marcel Dekker, New York.
- [24]. Karger-Kocsis, J. (ed.) (1999) Polypropylene. An A-Z Reference, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- [25]. United Nations. Sources and Effects of Ionizing Radiation. Volume I: Sources; Volume II: Effects. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, 2000 Report to the General Assembly, with scientific annexes. United Nations sales publication E.00.IX.3 and E.00.IX.4. United Nations, New York, 2000.
- [26]. Brenner, D.J. and Hall, E.J.,Computed Tomography – An Increasing Source of Radiation Exposure. 2007, New England Journal of Medicine 357:2277-84.
- [27]. Ninkovic, M.M, Raicevic, J.J. and Adrovic F. Air kerma rate constants for gamma emitters used most often in practice, Radiation Protection Dosimetry, 2005,115, 1-4, 247-250.
- [28]. Charlesby, A., in Radiation Chemistry: Principles and Applications, Farhataziz and Rodgers, M.A.J. (Eds.), 1987,VCH Publishers, New York.
- [29]. Geymer, D. O., in *The Radiation Chemistry of Macromolecules*, Vol. II, Dole, M., Ed., 1973, Academic Press, NewYork.
- [30]. Gillen, K. T., and Clough, R. L., in Handbook of Polymer Science and Technology, Vol. 2 Performance Properties of Plastics and Elastomers; Cheremisinoff, N. P., Ed., 1989b, Marcel Dekker, New York.