



Maleik Anhidrit Vinil Asetat Kopolimerinin Ester ve Karboksilat Tuz Türevlerinin Sentezi ve Karakterizasyonu

Ümit M. KOÇYİĞİT¹, Hacı B. ZENGİN²

¹Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu 58140 SİVAS

²Cumhuriyet Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü 58140 SİVAS

Received: 11.03.2015; Accepted: 14.04.2015

Özet. Yapılan çalışma ile kopolimer türevlerinin ısıl kararlılığını artırmak amaçlanmıştır. Bu amaçla maleik anhidrit-vinil asetat (MAVA) kopolimeri n-propil alkol, n-butil alkol ve amonyak ile tepkimeye sokularak onun monoester ve karboksilat tuzu türevleri elde edildi. Bu türevlerin yapısal karakterizasyonu Fourier dönüşümlü infrared spektroskopisi (FTIR) ile yapılırken ısıl analizlerde Termogravimetrik Analiz (TGA) kullanıldı. Araştırma sonucunda TGA eğrilerine göre ısıya karşı kararlılıkları karşılaştırıldığında karboksilat türevlerinin en kararlı olduğu ve en az kararlı olanın ise ester türevlerinin olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Maleik anhidrit-vinil asetat kopolimeri, Esterleşme

The Synthesis and Characterization of Ester and Carboxly Salt of Maleic Anhydride Vinyl AcetateCopolymer

Abstract. With the study, The aim is increase thermal stability of copolymer derivatives. For this purpose, maleic anhydride-vinyl acetate (MAVA) copolymers; monoesters and carboxylate salt derivatives of its were obtained by reaction of maleic anhydride vinyl acetate copolymer with n-propyl alcohol, n-butyl alcohol and ammonia. Structural characterization of these derivatives was carried out by Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) and Thermogravimetric Analysis (TGA) was used at thermal analysis. In conclusion according to the TGA curve as compared to the heat stability and were found to be the most stable of the carboxylate derivatives of the ester derivatives of the least stable.

Keywords: Maleic anhydride-vinyl acetate, Esterification

GİRİŞ

Polimerler; hafif, ucuz, mekanik özellikleri çoğu kez yeterli, kolay şekillendirilebilen, değişik amaçlarda kullanıma uygun, dekoratif, kimyasal açıdan inert ve korozyona uğramayan maddelerdir [1].

Günümüzde kaynakları her geçen gün azalan doğal malzemelere alternatif olan polimerler yaygın bir uygulama alanına sahiptirler. Polimerlerin işlenme kolaylığı, mekanik davranışları, esnek yapıları ve düşük yoğunluğa sahip olmaları önemli avantajlarıdır [2].

Gelişen teknoloji ile beraber polimerik kompozitler daha çok elektronik elemanlar, otomotiv sanayi, uçak sanayi alanlarında kullanılmaya başlanmıştır. Polimerlerin oldukça yaygın

* Corresponding author. Email address: ukocyigit@cumhuriyet.edu.tr

kullanılabilirlerinin en önemli sebeplerinden biri de çok çeşitli özellikte polimerlerin sentezlenebilmesi ve elde edilen bir polimerin eksik bulunan özelliğinin kimyasal modifikasyonla ya da karışımların hazırlanmasıyla değiştirilebilmesidir. Örneğin, elektronik elemanlarda kullanılan polimerlerin yüksek ısı iletkenliğe sahip olmaları istenmektedir, bu yüzden ısı iletken olan polimerler üzerine çalışmalar yapılmaktadır [3-5].

Çalışmamızın temelini teşkil eden Maleik anhidrit (MA), $C_4H_2O_3$ genel formülüne sahip eşsiz bir elektron-alcı monomerdur. MA içerikli kopolimerler serbest radikal polimerizasyon tepkimeleri ile başlatıcılar kullanılarak sentezlenmektedir. Polianhidritler olarak da bilinen MA kopolimerleri reaktif anhidrit halkası nedeniyle halka açılma tepkimeleri için oldukça elverişlidirler. Böylece su (H_2O), alkol (ROH), amin (RNH_2) ve amin türevleri gibi küçük mol kütleli moleküllerle modifikasyona uğrayabilirler. Bu özelliklerine ek olarak ekonomik olmaları da onları birçok alanda yaygın olarak kullanılabilir hale getirerek ticari olarak da artık ulaşılabilir haldedirler [6-7].

Bu çalışmada, maleik anhidrit-vinil kopolimerlerinde bulunan anhidrit grupları açılarak ester ve karboksilat türevlerinin elde edilmesi ile hazırlanan kopolimer türevlerinde ısıya karşı dayanıklılığı artırılmaya çalışılmıştır.

MATERYAL VE METOD

Maleik anhidrit-vinil asetat kopolimeri (MA-VA) elde etmek için kurutulmuş uzun bir deney tüpüne 19.6 g maleik anhidrit, 26.8 mL vinil asetat (1:1) ve 0.9 g da Azoizobutironitril (AIBN) konularak ve üzerine çözücü olarak bütil asetat eklenmiştir. Deney sıcaklığı olan $70\text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıktaki su banyosunda deney tüpü iki saat bekletilmiş ve oluşan kopolimerden dolayı çözeltinin viskozitesi zamanla artmıştır. 2 saat bekledikten sonra tüp su banyosundan çıkarılarak soğumaya bırakılmıştır. Tüp içeriği yeterince soğuduktan sonra bir beherin içine boşaltılarak propanol ile çöktürülmüş ve maleik anhidrit-vinil asetat kopolimeri heksan ile bir defa yıkanarak kurutulmuştur. [8].

Maleik anhidrit-vinil asetat n-propil ester ve n-bütil ester eldesi: MA-VA kopolimerinden her biri için 2 gram alınarak üzerine 35 mL dimetilformamid (DMF) ilave edilerek sıcak su banyosunda 1 saat bekletilerek kopolimerlerin çözünmesi sağlanmıştır. Daha sonra karışımlara (1:4) oranında 100 mL n-propil alkol ve 100 mL n-bütil alkol ilave edilerek etkileşmeleri için sıcak su banyosunda bekletilmişler ve 12 saat sıcak su banyosunda bekletildiklerinden sonra süzme işleme ile çökelekler alınmıştır [9]. Çökelekler küçük parçacıklara ayrılarak heksan ile yıkanmış ve açık havada kurutulmuştur.

Maleik anhidrit vinil asetat n-propil karboksilat tuzu eldesi için Maleik anhidrit-vinil asetat n-propil esteri yeteri kadar benzende çözülmüştür. 3 gram kopolimer esteri ve 6 mL % 90 'lık amonyak (oran olarak 4.1, $NH_3:MA$) karışımı kopolimer tam çözüne kadar ilave edilmiş ve 1 saat kadar sıcak su banyosunda bekletildikten sonra çökelek karışımdan alınmıştır [10]. Çökelek

küçük parçacıklara ayrılarak hegzan ile yıkanmıştır. Aynı işlemler Maleik anhidrit-vinil asetat n-bütül karboksilat tuzu eldesi içinde yapılmıştır.

Elde Edilen Örneklerin Karakterizasyonu: Bu çalışmada sentezlenen tüm kopolimer ve türevlerinin çözücüleri araştırılmıştır. Bu amaçla sentezlenen her örnekten 5 mg alınarak 20 mL dimetilformamid (DMF), tetrahidrofuran (THF), aseton (A), toluen (T), sikloheksanon (SH) ve su içine konulmuş ve oda sıcaklığında çözünüp çözünmedikleri kontrol edilmiştir.

Sentezlenen bileşiklerin yapılarının aydınlatılması için; sentezlenen bütün örneklerden 2 mg alınarak 100 mg KBr ile agat havanda iyice karıştırılarak öğütülmüştür. Daha sonra preslenerek Unicam Marka Mattson 1000 Model bir FTIR Spektrofotometresinde FTIR spektrumları alınmıştır.

Termogravimetrik Analiz (TGA) : 10 °C/dk ısıtma hızında ve 25 cm³/dk azot atmosferi akış hızında ısıtılan maddede meydana gelen kütle kaybının sıcaklığın veya zamanın bir fonksiyonu olarak ölçülerek kaydedilmesidir. Isısal analiz sentezlenen türevlerin ısısal kararlılığı ya da bileşimi hakkında bilgi sağlayıcı değişikliklerin takip etmek için kullanılmıştır.

Bu çalışmada her bir örnekten yaklaşık 10 mg tartılmış ve 10 °C/dk ısıtma hızında 25 cm³/dk akış hızında dinamik azot atmosferinde oda sıcaklığından 600 °C ye kadar ısıtılarak Shimadzu marka TA-50 model bir Termogravimetri (TGA) cihazında kaydedilmiştir. Termogramlardan ısısal kriterler saptanmıştır. Elde edilen termogramların Freeman-Carroll yöntemine göre kinetik parametreleri belirlenmiştir.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

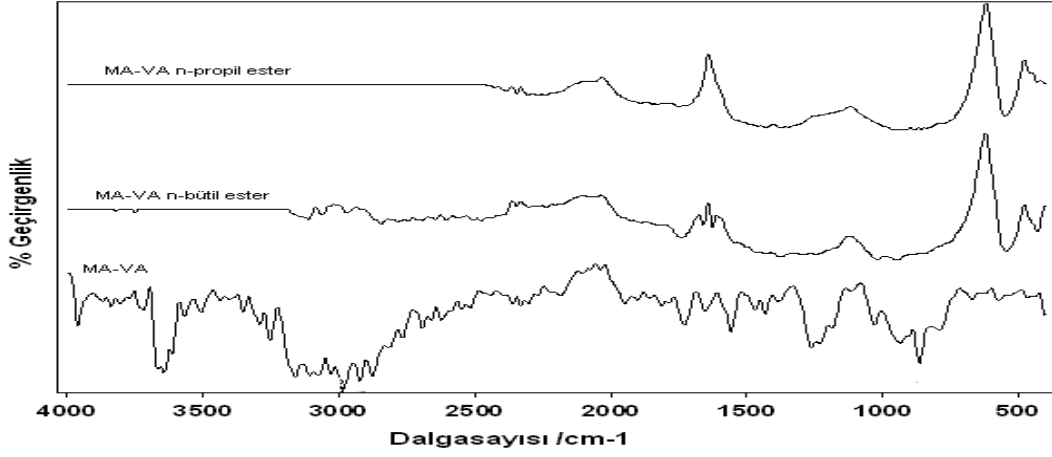
Maleik anhidrit-vinil asetat kopolimerlerinin değişik çözücülerdeki çözünürlükleri ve renkleri Çizelge 1'de görülmektedir.

Çizelge 1. Maleik anhidrit-vinil asetat kopolimerlerinin değişik çözücülerdeki çözünürlükleri, renkleri (Dimetilformamid (DMF), tetrahidrofuran (THF), aseton (A), toluen (T), sikloheksanon (SH) ve (+) : polimer çözünüyor (-) : polimer çözünmüyor.

	THF	A	SH	DMF	T	Su	Renk
MA-VA	+	+	+	+	-	-	Beyaz
MA-VA n-Propil alkol Ester	+	+	+	+	-	-	Açık sarı
MA-VA n-Bütül alkol Ester	+	+	+	+	-	-	Açık sarı
MA-VA n-Propil alkol Karboksilat Tuz	+	+	+	+	-	-	Açık sarı
MA-VA n-Bütül alkol Karboksilat Tuz	+	+	+	+	-	-	Açık sarı

Verilere göre MA-VA kopolimerlerinin, bu kopolimerlerin ester ve karboksilat tuzu türevlerinin aynı tür çözücülerde gözlenen çözünürlüklerinde bir fark olmadığı anlaşılmıştır

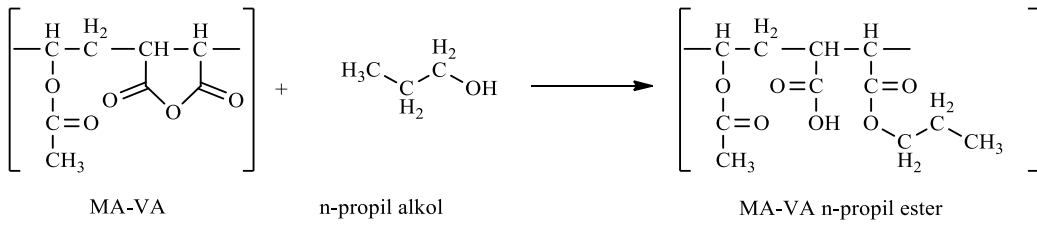
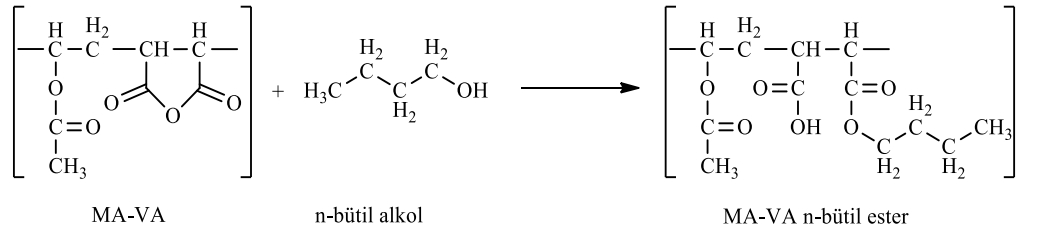
Elde edilen Maleik anhidrit-vinil asetat (MA-VA) kopolimerlerinin ve türevlerinin kimyasal yapısını aydınlatılmak amacıyla FTIR spektrumları alınmıştır. Kıyaslamaların kolay yapılabilmesi için MA-VA'nin ester türevleri Şekil 1. de, MA-VA'nin karboksilat tuz türevleri bir arada Şekil 2. de gösterilmiştir.



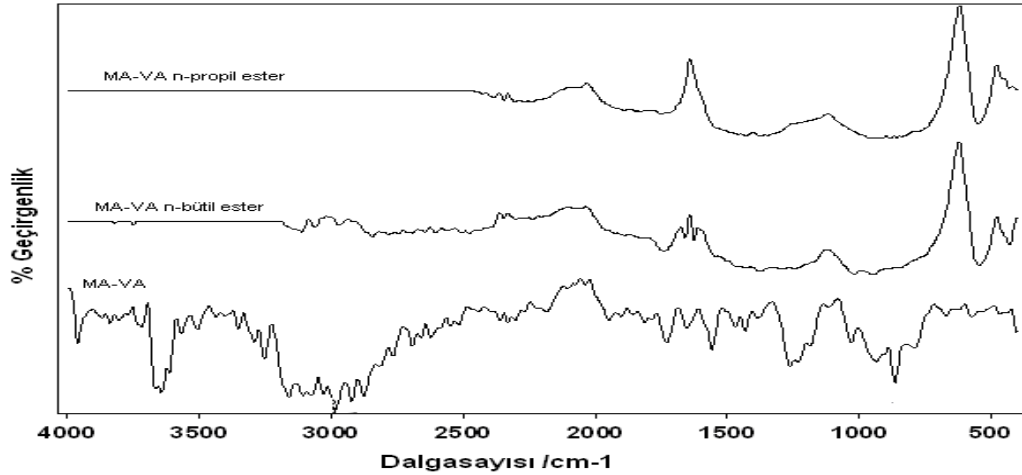
Şekil 1. MA-VA kopolimerinin, n-propil alkol esteri ve bütül alkol esterlerinin FTIR spektrumları.

Maleik anhidrit-vinil asetat kopolimeri için spektrum incelenmiş; 3400-3500 cm^{-1} 'de gözlenen piklerin molekül içi hidrojen bağının, 2950-3000 cm^{-1} 'de gözlenen piklerin alifatik CH_3 ve CH_2 yapılarının, 1855 ve 1804 cm^{-1} 'de anhidrit halkasının gösteren piklerin olduğu gözlenmiştir [11, 12, 13].

Maleik anhidrit-vinil asetat kopolimerinin n-propil alkol ve n-bütül alkol ile etkileşmesi sonucu oluşan MA-VA n-propil ester ve MA-VA n-bütül esterde anhidrit halkasına ait FTIR spektrumlarında 1804–1855 cm^{-1} 'de iki ayrı pikin kaybolması burada anhidrit halkasının açılmış olduğunu göstermiştir [12,13]. Söz konusu tepkime mekanizmaları aşağıda gösterildiği gibidir.

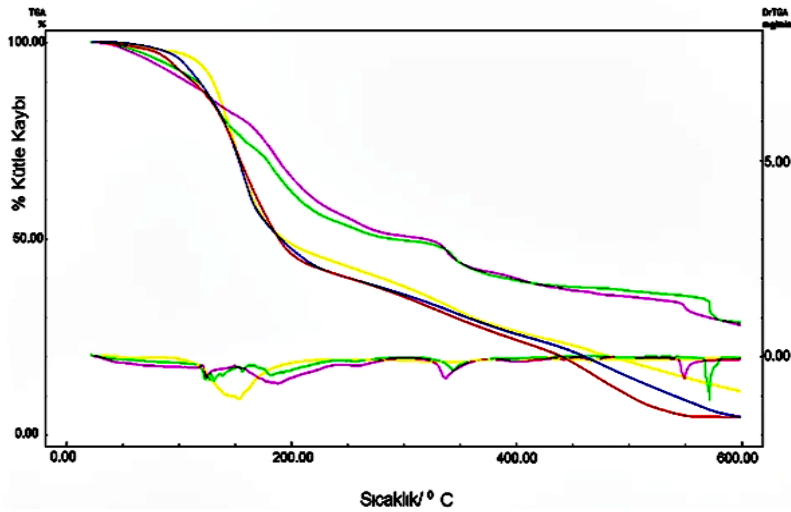
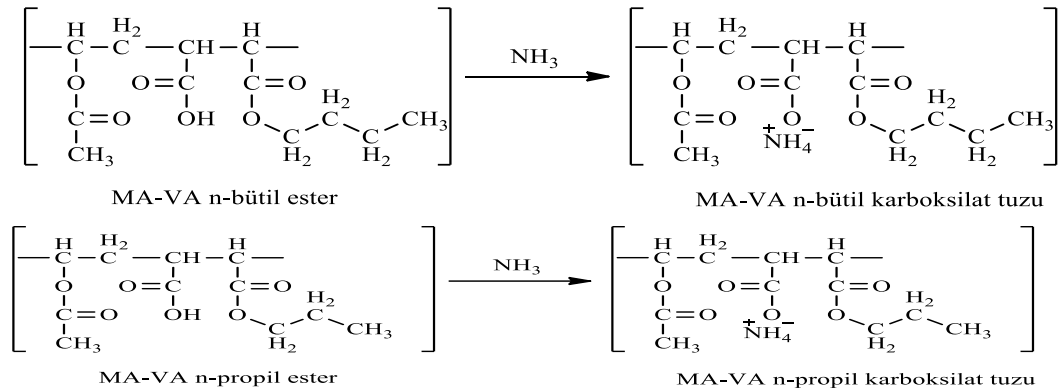


Maleik Anhidrit Vinil Asetat Kopolimerinin Ester ve Karboksilat Tuz Türevleri



Şekil 2. MA-VA kopolimerinin, n-propil karboksilat tuzu ve n-bütül karboksilat tuzu IR spektrumları.

Maleik anhidrit-vinil asetat kopolimerinin ester türevleri MA-VA n-propil ester ve MA-VA n-bütül esterinin amonyak ile etkileşmesi sonucu sentezlenen karboksilat tuzu türevleri n-propil karboksilat tuzu ve n-bütül karboksilat tuzunda anhidrit halkasına ait FTIR spektrumlarında $1804\text{--}1855\text{ cm}^{-1}$ 'de iki ayrı pikin kaybolması burada anhidrit halkasının açılmış olduğunu göstermiştir [12,13]. Tepkime mekanizmaları aşağıda gösterildiği gibidir. MA-VA ve tüm türevlerinin TGA eğrileri Şekil 3'de daha kolay kıyas yapılabilmesi için bir arada sunulmuştur.



Şekil 3. — MA-VA, — MA-VA n-propil ester, — MA-VA n- bütül ester, — MA-VA n- propil tuz, — MA-VA n- bütül tuzu TGA eğrileri.

Çalışmada TGA'ler için Maleik anhidrit-vinil asetat kopolimerinin ve ester türevlerinden her birinden 10 mg tartılmış ve 10 °C/dk ısıtma hızında 25 cm³/dk akış hızında dinamik azot atmosferinde oda sıcaklığından 600 °C' ye kadar ısıtılarak TGA eğrisi elde edilmiş ve bu eğriler incelenmiştir. Burada 200 °C'den önceki bozunma adımı polimerde bulunan çözücü ve uçucu gruplardan (H₂O, CO₂, C₆H₆...) kaynaklanmaktadır [14,15].

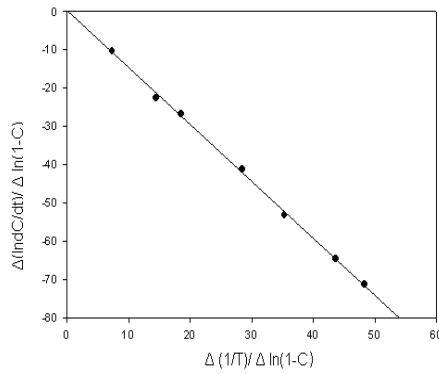
Sonuç olarak 200 °C'den sonraki ikinci adımdaki bozunma polimerin degradasyon bozunma adımıdır. Bu adımda polimer ısısal olarak parçalanmıştır. Kopolimer ve türevlerinin tepkime başlama sıcaklıkları (T_i) incelendiğinde; MA-VA 237 °C, MA-VA propil esterinin 218 °C, MA-VA bütil esterinin 204 °C, MA-VA n-propil karboksilat tuzu 265 °C, MA-VA n-bütil karboksilat tuzu 282 °C olduğu görülmüştür. Bu sonuçlardan MA-VA kopolimerinin ısısal kararlılığının ester türevlerine göre daha yüksek olduğu buna karşın karboksilat tuzu türevlerinden daha düşük olduğu ve esterleşmenin ısısal kararlılığı azalttığı buna karşın karboksilat tuzu oluşumunun ısısal kararlılığını artırdığı anlaşılmıştır.

Karboksilat tuzlarına bakıldığında yaklaşık 340 °C ye kadar düzenli bir kütle kaybı görülmektedir buda bahsedildiği gibi yapıdaki ısısal dönüşümden dolayı imidleşme olabilir. Bundan sonraki sıcaklıklarda polimer yapısında yapısal bir bozunma söz konusudur. Yaklaşık 350 °C' den sonra yapısal bozunma başlıyor. Bunun nedeni olarak ısısal etki yapıda kimyasal bir dönüşüm olması olasılığıdır. Bu dönüşümde NH₄ gruplarından dolayı kondenzasyonla imid yapısal dönüşmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir [16,17].

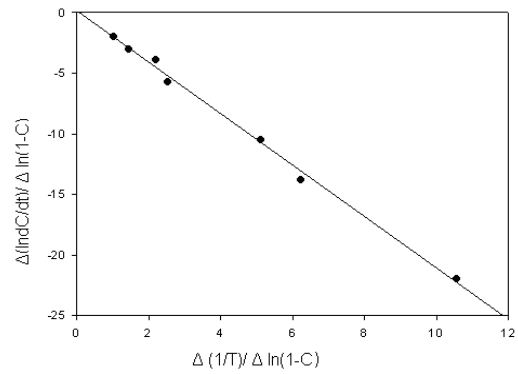
Ayrıca maleik anhidrid kopolimerlerinin ısısal kararlılıklarının nicel olarak karşılaştırılabilmesi için de şekillerde verilen her termogramın Freeman Carroll yönetimine

$$\text{göre: } \frac{\Delta \ln \frac{dC}{dt}}{\Delta \ln(1-C)} = n - \frac{E_a}{R} \frac{\Delta \frac{1}{T}}{\Delta \ln(1-C)} \quad (\text{Freeman-Carroll eşitliği})$$

kinetik analizi yapılmış ve her bir örneğin ısısal bozunma tepkimelerine ait kinetik parametrelerin bulunabilmesi için $[\Delta \ln(dC/dt) / \Delta \ln(1-C)]$ değerlerinin $[\Delta(1-T) / \Delta \ln(1-C)]$ değerlerine karşı grafikleri çizilmiş ve Şekil 6, Şekil 7, Şekil 8, Şekil 9, Şekil 10'da verilmiştir [18]. Bu grafiklerden elde edilen doğrunun dik eksenini kesim noktası ısısal bozunma tepkimelerinin tepkime dereceleri, n; eğim den ise E_a/R oranları bulunmuştur. Buradan da ısısal bozunma tepkimesinin aktifleşme enerjisi E_a hesaplanmıştır [14,15]. Elde edilen tüm kinetik parametreler Çizelge 3'de sunulmuştur.

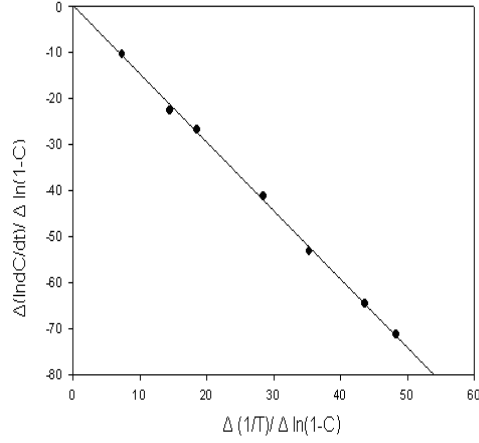


Şekil 6. MA-VA n-bütil ester kopolimerinin Freeman-Carroll eşitliğine göre Aktivasyon enerjisinin belirlenmesi.

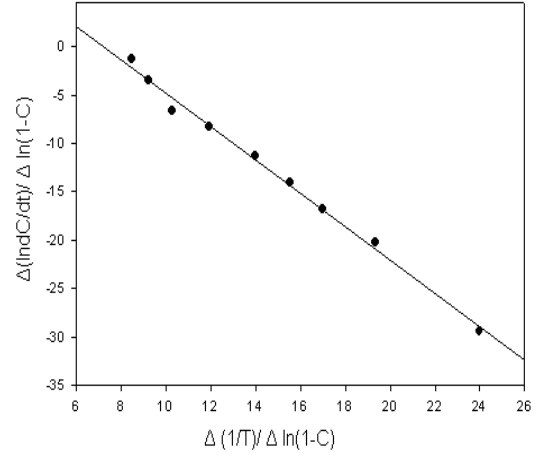


Şekil 7. MA-VA kopolimerinin Freeman-Carroll eşitliğine göre Aktivasyon enerjisinin belirlenmesi.

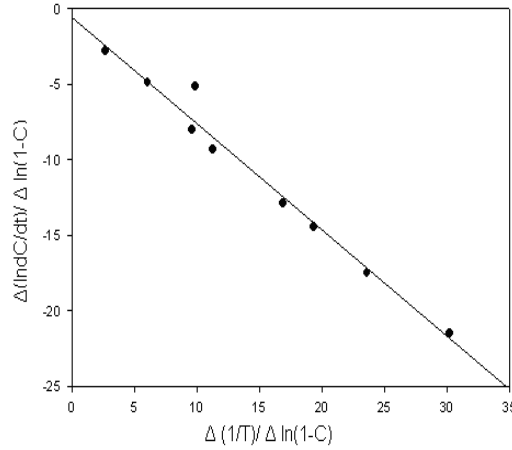
Maleik Anhidrit Vinil Asetat Kopolimerinin Ester ve Karboksilat Tuz Türevleri



Şekil 8. MA-VA n-propil ester kopolimerinin Freeman – Carroll eşitliğine göre aktivasyon enerjisinin belirlenmesi.



Şekil 9. MA-VA n-bütül karboksilat tuzunun Freeman – Carroll eşitliğine göre Aktivasyon enerjisinin belirlenmesi.



Şekil 10. MA – VA n-propil karboksilat tuzunun Freeman – Caroll eşitliğine göre Aktivasyon enerjisinin belirlenmesi.

Çizelge 2. Kopolimerler ve türevlerinin TGA verileri

	$T_i / ^\circ\text{C}$	$T_f / ^\circ\text{C}$	$T_h / ^\circ\text{C}$	$T_m / ^\circ\text{C}$	C_m	R_m
MA-VA	237,3	175,28	190,36	156,52	67,01	1,00
MA-VA n-propil Ester	218,5	194,12	186,84	153,7	70,4	0,66
MA-VA n-bütül Ester	204,8	172,26	192,48	153,10	69,63	1,11
MA-VA n-propil Tuz	265,6	229,41	282,02	130,43	84,57	0,62
MA-VA n-Bütül Tuz	282,3	242,47	308,11	187,54	70,46	0,70

Maleik anhidrit kopolimerlerinin ısıl kararlılıklarını birbiri ile nitel olarak kıyaslayabilmek için, termogramlardan tepkime başlama sıcaklığı (T_i), yarı ömür sıcaklığı (T_h), tepkime sonlanma sıcaklığı (T_f), maksimum hız (R_m) ve maksimum hızda geriye kalan madde miktarı (C_m) gibi ısıl analiz kriterleri elde edilmiş ve edilen bulgular Çizelge 2 de verilmiştir.

Maleik anhidrit-vinil asetat kopolimerlerinin ve türevlerinin TGA verileri incelenmiş ve yukarıdaki çizelgede sunulmuştur. Buna göre tepkimeye başlama sıcaklığına göre kopolimerler sıralandığında MA-VA n-bütül ester < MA-VA n-propil ester < MA-VA n-propil tuz < MA-VA n-bütül Tuz şeklinde olduğu bulunmuştur.

Maksimum hızda geriye kalan madde miktarına kopolimer sıralandığında MA-VA < MA-VA n-bütül ester < MA-VA propil ester < MA-VA n-bütül tuz < MA-VA n-propil tuz şeklinde olduğu bulunmuştur.

Çizelge 3. Kopolimer ve türevlerinin Freeman – Carroll yöntemiyle hesaplanan kinetik parametreleri

	N	r	E / kJ mol ⁻¹
MA-VA	0,8	0,9910	183,02
MA-VA n-propil Ester	1,5	0,9688	132,8
MA-VA n-bütül Ester	0,1	0,9987	124,76
MA-VA n-bütül Tuz	1,96	0,9972	149,11
MA-VA n-propil Tuz	0,18	0,9945	61,73

Maleik anhidrit-vinil asetat kopolimerleri ve türevlerinin kinetik parametreleri incelenmiş ve hesaplanan kinetik parametrelerde yukarıdaki çizelgede sunulmuştur. Çizelgede sunulduğu gibi kopolimerlerin tepkime derecesi olan ‘N’ değerlerinin 0-2 aralığında çıkması teorik bilgilerle paralel olduğu sonucunu göstermiştir. Tüm kopolimerler için aktifleşme enerjileri hesaplanmıştır. Aktifleşme enerjisine göre kopolimer sıralandığında MA-VA n-propil tuz < MA-VA n-bütül ester < MA-VA propil ester < MA-VA n-bütül tuz < MA-VA olduğu bulunmuştur. Yapılan tüm işlemler için korelasyon katsayısı hesaplanmış ve bulunan tüm değerlerin bire çok yakın çıkması yapılan işlemlerin doğru olduğunu göstermiştir.

Sonuç olarak MA-VA kopolimerlerinin, bu kopolimerlerin ester türevlerinin ve karboksilat tuzu türevlerinin aynı tür çözücülerde gözlenen çözünürlüklerinde bir fark olmadığı anlaşılmıştır.

FTIR’ların yorumu; spektrumların değerlendirilmesi sonucu maleik anhidritin vinil aseatatın kopolimerleştiği, polimerleşme tepkimelerinin maleik anhidritin ve içerdiği çift bağlar üzerinden yürüdüğü anlaşılmıştır.

Maleik anhidrit vinil asetat kopolimeri için spektrum incelenmiş; 3400–3500 cm⁻¹’de gözlenen piklerin molekül içi hidrojen bağının, 2950-3000 cm⁻¹’de gözlenen piklerin alifatik CH₃ ve CH₂ yapılarının, 1804-1855 cm⁻¹’de anhidrit halkasının olduğu gözlemlenmiştir.

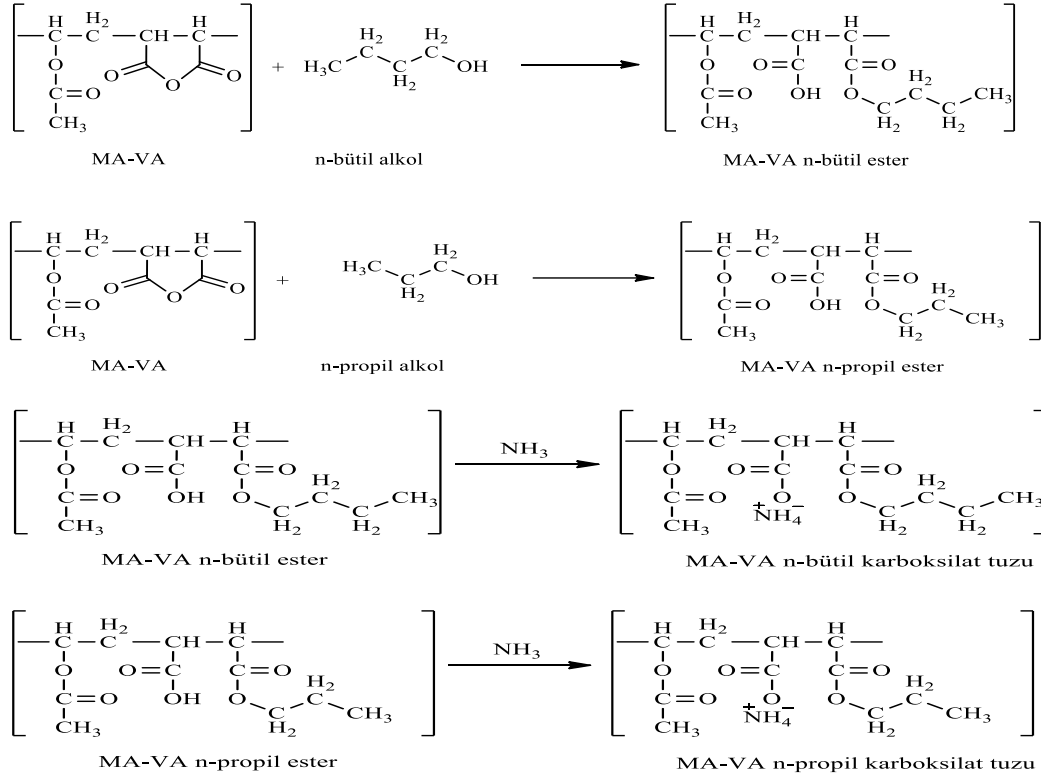
Maleik anhidrit vinil asetat kopolimerinin n-propil alkol ve n-bütül alkol ile etkileşmesi sonucu oluşan MA-VA n-propil ester ve MA-VA n-bütül esterde anhidrit halkasına ait FTIR spektrumlarında 1804–1855 cm⁻¹’de iki ayrı pikin kaybolması burada anhidrit halkasının açılmış olduğunu göstermiştir.

Maleik anhidrit vinil asetat kopolimerinin ester türevleri MA-VA n-propil ester ve MA-VA n-bütül esterinin amonyak ile etkileşmesi sonucu sentezlenen karboksilat tuzu türevleri n-propil karboksilat tuzu ve n-bütül karboksilat tuzunda anhidrit halkasına ait FTIR spektrumlarında 1804–1855 cm⁻¹’de iki ayrı pikin kaybolması burada anhidrit halkasının açılmış olduğunu göstermiştir.

Aşağıda anhidrit vinil asetat kopolimerlerinden türetilen ester ve karboksilat tuzu türevlerinin tepkime mekanizmaları topluca sırasıyla Şema 1 de sunulmuştur.

Maleik Anhidrit Vinil Asetat Kopolimerinin Ester ve Karboksilat Tuz Türevleri

Şema 1. Maleik anhidrit-stiren kopolimerlerinden türetilen ester ve karboksilat tuzu kopolimerlerinin tepkime mekanizmaları.



Kopolimer ve türevlerinin tepkime başlama sıcaklıkları (T_i) incelendiğinde;

MA-VA 237 °C, MA-VA propil esterinin 218 °C, MA-VA bütül esterinin 204 °C olduğu görülmüştür. Bu sonuçlardan MA-VA kopolimerinin ısıl kararlılığının ester türevlerine göre daha yüksek olduğu bunun ester gruplarının daha düşük sıcaklıkta kopolimerden kopmasından kaynaklandığı, buda ısıl kararlılığı azalttığı anlaşılmıştır.

MA-VA 237 °C, MA-VA n-propil karboksilat tuzu 265 °C, MA-VA n-bütül karboksilat tuzu 282 °C olduğu görülmüştür. Bu sonuçlardan MA-VA kopolimerinin ısıl kararlılığının karboksilat tuzu türevlerine göre daha düşük olduğu karboksilat tuzu oluşumunun ısıl kararlılığı artırdığı anlaşılmıştır.

Karboksilat türevleri ısıya karşı daha dayanıklı olduğu buna karşın ester türevlerin ısıya karşı dayanıksız olduğu sonucuna varılmıştır. Kopolimerin ve ester türevlerinin kullanım yerlerine göre ısıya karşı dayanıksız olarak görülüyorsa bunları dayanıklı hale getirmek için karboksilat türevlerinin oluşturmasını faydalı olacağı düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada maddi destek sağlayan Cumhuriyet Üniversitesi Araştırma Fonuna (F-268) ve Laboratuvar imkanı sağlayan Cumhuriyet Üniversitesine Fen Fakültesi Kimya bölümüne çok teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- [1] Saçak M., Polimer Kimyası, Ankara Üniversitesi, Gazi Kitabevi, 2002.
- [2] Şahmetlioğlu, E., Toppare, L., Demir, D. 2007. Metal İçerikli İletken Polimerlerin Sentez ve Karakterizasyonu adlı Tübitak projesi sonuç raporu, Proje No: 104M406, Niğde.
- [3] Tavman, Đ.H., Turgut, A. Mikro ve nano boyutlu tanecik katkılı polimer kompozitlerin mekanik özellikleri, Proceedings of 11th International Materials Symposium, April 19-21, 2006, Denizli, Türkiye 570-575.
- [4] Zengin H. B., Basan S., Ekberov . “Maleik anhidrit kopolimerinin amid ve imid türevlerinin sentezi ve ısıl davranışları” C.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,2006, 26-2.
- [5] Boztuğ A.. Bazı maleik anhidrit terpolimerlerinin ester türevlerinde bileşimin ısıl ve termomekanik özelliklere etkisi. Doktora tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen-Bilimleri Enstitüsü Kimya Ana Bilim Dalı, Sivas,1999.
- [6] Popescu I, Suflet DM, Pelin IM, Chitanu GC. Biomedical applications of maleic anhydride copolymers. Rev Roum Chim 2011;56: 173-88.
- [7] Gülderen K., ‘Bazı Maleik Anhidrit İçeren Kopolimerlerin Amin Yapılı İlaç Etken Maddeleri İle Türevlendirilmesi, Yapısal Karakterizasyonu ve Biyolojik Aktiviteleri’Marmara Pharmaceutical Journal 19: 121-125, 2015
- [8] Atıcı, G. Oya, Akar, A. ve Rahıman, R. “ Modification of Poly(Maleic anhyride-co-styrene) with Hydroxyl Containing Compounds”, Turk J Chem 25, TÜBİTAK,2001, 259-266.
- [9] Gamal, R. Saad, Rania E. Morsi, Sayed Z. Mohammady ve Maher Z. Elsabee, J Polym Res,2008, 15:115–123.
- [10] V. P. Lesnyak, D. I. Shiman, L. V. Gaponik, F. N. Kaputskii,A. I. Lamotkin, and Zh. V. Bondarenko. ‘Copolymers of the C9 Hydrocarbon Fraction of Liquid Pyrolysis Products with Maleic Anhydride and Their Esterification Products as Additives to Paper Pulp’, Belarus, 2006.
- [11] Zengin H. Bayram. ‘Bazı maleik anhidrit kopolimerlerinin değişik amid ve imid türevlerinin sentezi ve ısıl bozunması’ Doktora tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen-Bilimleri Enstitüsü Kimya Ana Bilim Dalı, Sivas,1999.
- [12] FTIR atlası “An infrared spectroscopy atlas for the coatings industry (Federation of Societies for coatings Technology)”
- [13] McNeill, I.C., Polischuk, A.Y. ve Zaikov, G.E.. Thermal Degradation Studies of Alternating Copolymers: Maleic anhydride- Vinyl acetate, *Polymer Degradation and Stability*, 1992,37, 223-232.
- [14] Sroog C. E. “Polyimides” Polym. Sci. 1991.16, 561-694.
- [15] Kim woo-Sik, Seo Kwan-Ho *Macromol. Rapid Commun.* 17, 1996, 835-841.
- [16] Padwa Allen R; C.W. Macosko; K.A. Woiske and Y.Sasaki, ‘Kinetic of amine anhydride reactions for reactive processing’.Polym.Prepr.1993,34-3,842-843.
- [17] Rzaev Z.M. . “Maleik Anhidrid Kopolimeri” Baku,1984.
- [18] Freeman, E.S. ve Carroll, B.. The Application of Thermoanalytical to Reaction Kinetics. The Thermogravimetric Evaluation of The Kinetic Of The Decomposition of Calcium Oxalate Monohydrate., J. Phys. Chem..1958, 62,394-396