

Study on the Draw Resonance of Melt Spinning of Polypropylene/Polyethylene Blends

Sang Yong KIM
Young-Cherl Kee & Jung-Hwi Park
Department of Textile Engineering
Seoul National University

In the melt spinning process, quality and productivity of fibers are restricted by a periodic variation in fiber diameter during spinning, that is, the draw resonance due to the flow instability. Therefore, lots of studies have been carried out for the causes of draw resonance but very few papers were published for the draw resonance of the blend fibers.

In this study, investigation was made for the effect of draw ratio and blend ratio on the draw resonance of the polypropylene (PP) and Polyethylene (PE) blend fibers, where PP has the high tendency of draw resonance and PE has low.

Chips of PP and PE were melt blended by the twin screw blender in various blend ratios and two homopolymers. The blend chips were then melt spun in the lab melt spinning machine at various draw ratios from 10 to 160.

From the experimental results, it can be concluded that the D_{max}/D_{min} ratio increases as the draw ratio increases for each blend fibers and the critical draw ratio increases and D_{max}/D_{min} decreases as the PE content in the blend fibers increases.

1. INTRODUCTION

Development in polymer science has been achieved by various researches in the field of chemistry and due to the concept of better understanding of polymers by physical blending, many researches have been carried out.

Although polypropylene (PP) and polyethylene (PE) blends have been known to be incompatible [Plochocki, 1966; Robertson and Paul, 1973], to enhance the processability, impact strength and environmental stress cracking resistance of the (PE) blends, investigations have been carried out.

After the draw resonance was first observed by Miller [Miller, 1963], its special features have been investigated by many polymer scientist and engineers. Draw resonance is the phenomenon in which the cross-sectional area of the fibers (extrudates) varies periodically. This phenomenon can be disclosed physically by the heat effect [Bergonzoni and Dicresce, 1966], elasticity [Han and Kim, 1976], and kinematic wave theory [H-yun, 1978]. Theoretical [Pearson and Shah, 1974] and experimental [Chang and Denn, 1979] investigations also have been carried out.

For the blends, studies on the instability of the low density (LD) PE/PP, high density polyethylene (HD-PE), Polybutene-1 (PB) blends [Santamaria and White, 1986] and the draw resonance of the blend of PP with 20% LDPE [Yoo, 1987] have been carried out.

PE is known to be elongational thickening and non-draw resonant material, but PP is elongational thinning and easily draw resonant material.

In this paper, study has been done to observe the draw resonance behavior of the PP/PE blends. Therefore, by varying the blend ratios. D_{max}/D_{min} ratio (D_{max} and D_{min} : max. and min. diameters of the blend fibers, respectively), the periods and the slope of the draw resonance were measured and calculated, and discussed with ratios and draw ratios.

2. EXPERIMENTAL

2.1. Material

Polymer materials used for this experiment are LD-PE produced by Hanyang Chemical Co.Ltd. and the isotactic PP produced by Dae Han Petrochemical Co.Ltd.

Their specifications are listed in Table 1.

Table 1. Grade and Properties of PP and LDPE

Tablo 1. PP ve LDPE'nin Grade ve Özellikleri

Polymer	Grade	Melt index (g/min)	Density (g/cm ³)	Melting point (°C)	Molecular Weight	
					Mn	Mw
PP	5016H	15.0	0.900	164	36.900	225.000
LDPE	5321	3.0	0.919	104	20.700	150.600

2.2. Blending and Melt Spinning

PP and LDPE were melt mixed at 200 °C in the twin screw extruder at the blend ratio of 100/0, 90/10, 70/30, 50/50, 30/70, 10/90, 0/100 for the PP/LDPE blends and chips made. These chips were then melt spun by the experimental melt spinning machine. Operating conditions are listed in Table 2.

A water quench bath was located at 10 cm below the spinneret to reduce the effect of cooling on the draw resonance.

PP/PE Karışımlarının Eriyik Halde Çekimlerindeki Çekim Rezonansı Üzerinde Bir Çalışma

Çeviren: Sule ALTUN
Araştırma Görevlisi

Uludağ Üniv. Tekstil Mühendisliği Böl., BURSA

Eriyik halde lif çekiminde, liflerin kalitesi ve verimliliği, çekim sırasında lif çapındaki periyodik değişimlerle sınırlanır, yani çekim rezonansı akış kararsızlığı nedeniyle oluşmaktadır. Bu nedenle çalışmaların çoğu çekim rezonansının nedenleri üzerine yapılmıştır, fakat karışım liflerin çekim rezonansı ile ilgili olarak çok az sayıda makale yayımlanmıştır.

Bu çalışmada, Polipropilen (PP) ve polietilen (PE) karışım liflerinin (bu karışım PP'nin çekim rezonansına eğilimi yüksek, PE'nin düşüktür) çekim rezonansına, çekim ve karışım oranlarının etkisi incelenmiştir.

PP ve PE cipsleri, değişik harman oranlarında ve iki homopolimer şeklinde ikiz salyangozlu karıştırıcı da eritilip, karıştırılmışlardır. Karışım cipsler daha sonra bir laboratuvar tipi eriyik halde çekim makinasında 10'dan 160'a kadar çeşitli çekim oranlarında çekilmişlerdir.

Yapılan deneylerden, her bir karışım için, çekim oranı arttığında D_{max}/D_{min} oranının arttığı; karışım içerisindeki PE miktarı arttığında ise kritik çekim oranının arttığı, D_{max}/D_{min} oranının ise düştüğü sonucuna varılmıştır.

1. GİRİŞ

Polimer bilimindeki gelişmeler, kimya alanındaki çeşitli araştırmalar sayesinde başarılıdır. Fiziksel olarak karışan polimerleri daha iyi anlayabilmek için pek çok araştırma yapılmıştır.

Polipropilen (PP) ve Polietilen (PE) karışımlarının birbirleri ile uyumlu olmadıkları bilinmesine rağmen [Plochocki, 1966, Robertson ve Paul, 1973], bu karışımların

işlenebilirliğini, darbe mukavemetini ve çevresel gerilim çatlama direncini geliştirmek amacıyla araştırmalar yapılmıştır.

Çekim rezonansının Miller tarafından ilk kez gözlenmesinden [Miller, 1963] sonra, bu rezonansın özellikleri pek çok polimer bilimcisi ve

çalışmalar yapılmıştır.

PE, uzatıldığında kalınlaşan ve çekilemeyen rezonant bir materyal olarak bilinir, oysa PP uzatıldığında incelen ve kolaylıkla çekilebilen rezonant bir materyaldir.

Bu makalede, PP/PE karışımlarının çekim rezonansı davranışını

Tablo 1. PP ve LDPE'nin Grade ve Özellikleri

Polimer	Derece	Akış indeksi g/dak	yoğunluk (g/cm ³)	Erime Noktası (°C)	Moleküler Ağırlık	
					Mn	Mw
PP	5016H	15.0	0.900	164	39.900	225.000
LDPE	5321	3.0	0.919	104	20.700	150.600

mühendisi tarafından araştırılmıştır. Çekim rezonansı, liflerin (tektrize edilen) enine kesitlerinin periyodik olarak değiştiği bir olaydır. Bu olay fiziksel olarak ısı etkisi [Bergonzoni ve Dicresce, 1966], elastikiyet [Han ve Kim, 1976] ve kinematik dalga teorisi [Hyun, 1978] ile açıklanmış ve deneysel araştırmalar da [Chan ve Denn, 1979] yapılmıştır.

Karışımlar için, düşük yoğunluk polietilen (LDPE) /PP, yüksek yoğunluk polietilen (HDPE), polibuten-1 (PB) karışımlarının kararsızlığı [Santamaria ve White, 1986] ve % 20 LDPE ile PP karışımlarının çekim rezonansı [Yoo, 1987] üzerinde

gözlemlemek amacıyla yapılan çalışma verilmiştir. Karışım oranlarını değiştirerek, D_{max}/D_{min} oranı / ($D_{max}/D_{min} =$ Karışım liflerin max ve min çapları) ve çekim rezonansının eğimi ve periyodları ölçülmüş, hesaplanmış ve karışım oranları ile çekim oranları da tartışılmıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMA

2.1. Materyal

Bu deney için, Hanyana Chemical Co.Ltd. tarafından üretilen LDPE ve Dae Han Petrochemical Co.Ltd. tarafından üretilen izotaktik PP kullanılmıştır. Bu polimerlerin özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 2. Eriyikten Lif Çekme Makinasının İşlem Koşulları

İşlem	Koşullar
Ekstruder dev/dak	5 (3,5,8 ve 10 için homo PP)
Çekim sıcaklığı	200
Dişli pompa dev/dak	10 (5,10,15 ve 20 için homo PP)
Ekstrüzyon hızı (9/dak)	2.1 (1.0,2.1., 3.1. ve 4.2. için homo PP)
Düze uzunluğu	4
Düze çapı	1
Sarım (çekim) hızı (m/dak)	10-100
Çekim Mesafesi	10

Table 2. Operating Conditions Of Melt Spinning Machine
Tablo 2. Eriyikten Lif Çekme Makinasının İşlem Koşulları

Operation	Conditions
Extruder rpm	5 (3,5,8 and 10 for homo PP)
Spinning temp. [°C]	200
Gear pump rpm	10 (5,10,15 and 20 for homo PP)
Extrusion rate [g/min]	2.1. (1.0, 2.1, 3.1 and 4.2. for homo PP)
Die length [mm]	4
Die diameter [mm]	1
Take-up speed [m/min]	10-100
Spinning way [cm]	10

2.3. Measurement

2.3.1. Measurement of Draw Resonance

By using the projection microscope, diameters of fibers along the length at the interval of 15 cm were measured. The periods of the draw resonance were measured at the spinning line with a stop watch and calculated from the data obtained by the projection microscope.

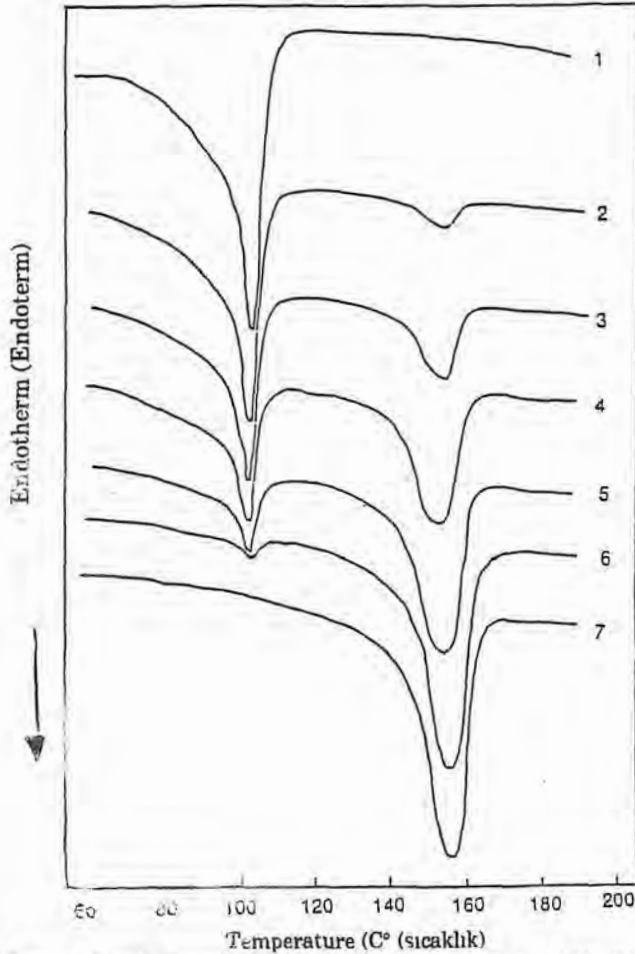


Figure 1. DSC Thermodiagrams at the Heating Rate of 20° C/min for Various Blends.

1:homo PP, 2:PP/PE 90/10 3: PP/PE 70/30, 4:PP/PE 50/50
5: PP/PE 30/70, 6:PP/PE 10/90 7:homo PE

Şekil 1. Çeşitli Karışımlar İçin 20°C/dak Isıtma Hızındaki DSC Termodyagramları

2.3.2. Scanning Electron Microscopy [SEM]

To investigate the morphology of the fibers, cross sections of the fibers with different blend ratios were prepared in the liquid nitrogen bath and the SEM [JEOL.JMS-200] was used for the observation.

2.3.3. Differential Scanning Calorimetry [DSC]

Du Pont 1090 DSC was used for the thermal properties of the blend materials. Temperature was raised at the rate of 20°C/min.

2.3.4. Capillary Rheometer

To observe rheological behavior of the spinning process, capillary rheometer [Toyoseiki, Capirograph 583] was used at the range of shear rate corresponding to the actual melt spinning at 200°C.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Properties of PP/PE Blends

DSC measurements of the blend chips of PP and PE are shown in Figure 1. No eutectic points could be found in the curves and thus it can be said that PP and PE are incompatible. Peak area ratios also showed that they are thoroughly blended.

Capillary rheometer results are shown in Figure 2. From this figure, it can be seen that all the blends including homopolymers are shear thinning and as the PE content increased, the shear viscosities of the blends decreased (Figure 3).

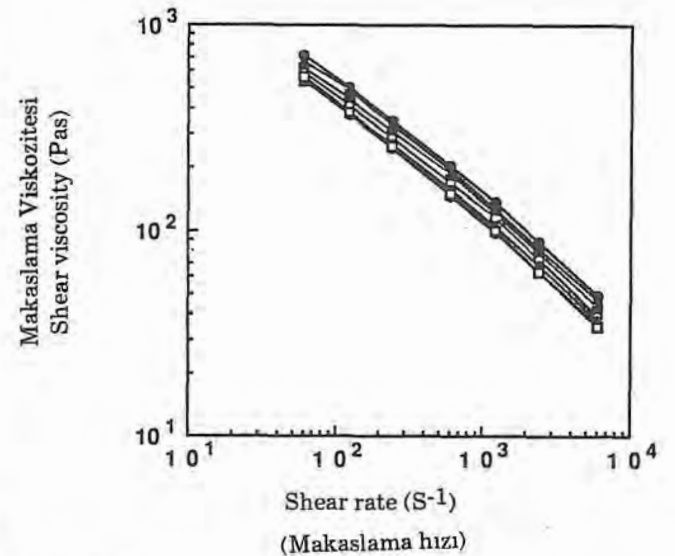


Figure 2. Effect of Shear Rate on Shear Viscosity.

● homo PP ▲ PP/PE 90/10 ■ PP/PE 70/30
○ PP/PE 50/50 ▲ PP/PE 30/70 □ PP/PE 10/90
◆ homo PE

Şekil 2. Makaslama Hızının Makaslama Viskozitesine Etkisi

2.2. Karıştırma ve Eriyik Halde Yapılacak Çekme

PP ve LDPE bir ikiz salyangozlu ekstruderde, 200 °C de eritilip, 100/0, 90/10, 70/30, 50/50, 30/70, 10/90 ve 0/100 (PP/LDPE olmak üzere) oranlarında karıştırılmış ve bu eriyikten cipsler yapılmıştır. Bu cipsler daha sonra deneysel (amaçlı) eriyikten çekim makinasında çekilmişlerdir. İşlem koşulları Tablo 2'dedir. Soğutmanın çekim rezonansı üzerindeki etkisini azaltmak amacıyla, düzelerin 10 cm altına bir su banyosu yerleştirilmiştir.

2.3. Ölçümler

2.3.1. Çekim Rezonansının Ölçümü

Projeksiyon mikroskobu kullanılarak, uzunluk boyunca 15 cm aralıklarla lif çapları ölçülmüştür. Çekim rezonansının periyodu, çekim hattında bir kronometre ile ölçülmüş ve projeksiyon mikroskobu ile elde edilen verilerden hesaplanmıştır.

2.3.2. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)

Liflerin morfolojisini incelemek için, sıvı azot banyosu içinde liflerin enine kesitleri hazırlanmış ve SEM (JEOL. JMS-200) ile gözlem yapılmıştır.

2.3.3. Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC)

Karışım materyalin ısı özellikleri için Du Pont 1090 DSC kullanılmıştır. Sıcaklık, 20°C/dak. oranında artırılmıştır.

2.3.4. Kılcal Reometre

Çekim prosesinin reolojik davranışını gözleyebilmek için, kılcal reometre, 200 °C'deki gerçek eriyik halde çekime benzer kayma (makaslama) oranı aralığında kullanılmıştır. Toyoseiki, Capirograph 583).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. PP/PE Karışımlarının Özellikleri

PP ve PE harmanlarından elde edilen karışım cipslerin DSC ölçüm-

leri Şekil 1'de gösterilmiştir. Eğrilerde ötektik noktalar bulunamadığından, PP ve PE'nin birbirleriyle uyumlu olmadıkları söylenebilir. Uç bölge oranları da birbirleriyle tamamen karıştıklarını göstermiştir.

Kılcal reometre sonuçları Şekil 2'de gösterilmiştir. Bu şekilden, homopolimer içeren tüm karışımların, kayma sonucu inceldikleri görülebilir. Şekil 3'te de PE miktarı arttığında, karışımların kayma viskozitelerinin düştüğü görülmektedir.

3.2. Çekim Rezonansı

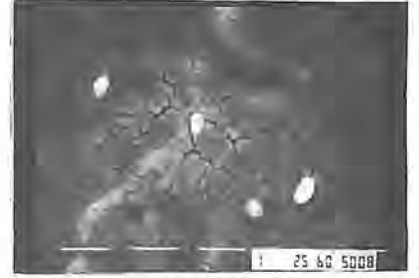
3.2.1. Kritik Çekim Oranı

Çekim rezonansı, lif çaplarının periyodik olarak değişimidir ve liflerin D_{max}/D_{min} oranı olarak ifade edilebilir.

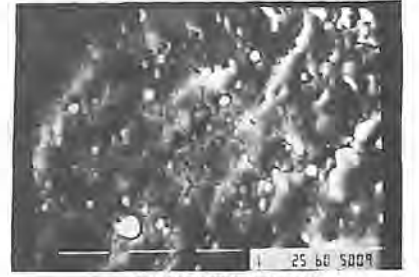
Şekil 4, karışım liflerin (PP/PE karışım oranı: 90/10) çap değişimlerini göstermektedir. Çekim oranı arttığında, çap değişimi değerleri Şekil 5'te işaretlenmiştir.

Şekil 6, Karışımlar için, 1,05 g/dak. ekstrüzyon hızındaki çekim rezonansı davranışını göstermektedir. Şekil 5 ve 6'da D_{max}/D_{min} oranının çekim oranı, çekim rezonansının oluşmağa başladığı kritik çekim oranını (DRC aştığında, arttığı görülebilir. [Petrie ve Denn, 1976]. Kritik çekim oranları, Şekil 5 ve 6'daki yatay çizgiler ile D_{max}/D_{min} 'in oranlarının lineer regresyon çizgilerinin kesişme noktalarından saptanır. Homo PP için, ekstrüzyon hızlarına göre DRC değişimi Şekil 7'de gösterilmiştir, ekstrüzyon hızı arttığında kritik çekim oranı hafifçe düşer. Bu, ekstrüzyon hızı arttığında artan düze genişmesi nedeniyle olabilir.

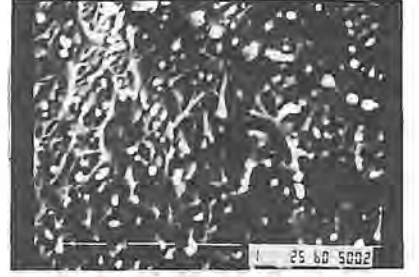
Şekil 8, PE miktarının DRC üzerindeki etkisini göstermektedir. Şekilden, PE miktarı arttığında DRC'nin de arttığı görülebilir. Bu durumun nedeni, PE miktarı arttığında karışım liflerin çekim rezonansı için daha stabil hale gelmesidir.



(a) PP/PE 90/10



(b) PP/PE 70/30



(c) PP/PE 50/50



(d) PP/PE 30/70

Şekil 9 (a), (b) ve (c)'de görüldüğü gibi, 30/70 (PP/PE) karışım oranında PP'nin sürekli fazı ayrılır. Karışım liflerin sürekli fazı DRC'ye ulaştığında çekim rezonansı meydana gelir. Bu nedenle, PE miktarı belli bir değerden, örneğin bu deneyde % 70'den, düşük olduğunda PP sürekli fazdır ve fazları DRC'ye ulaştığında, karışım lifler de DRC'ye ulaşır ve çekim rezonansı oluşur. Öteyandan, PE miktarı belli bir değeri, örneğin % 70'i aştığında, PP ayrılır ve PP'nin çekim ora-

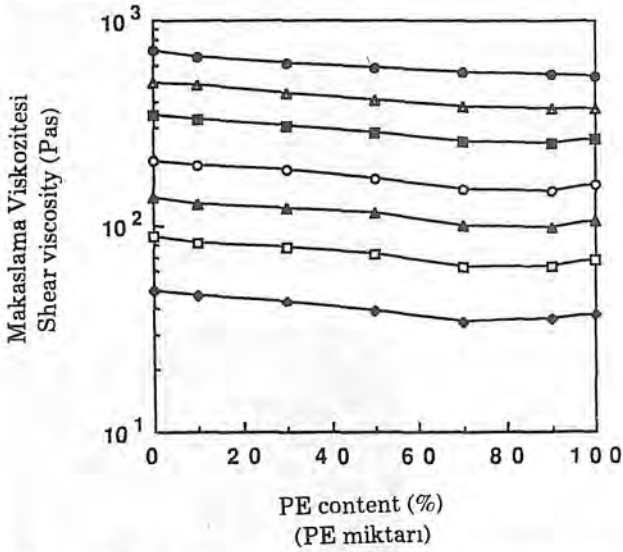
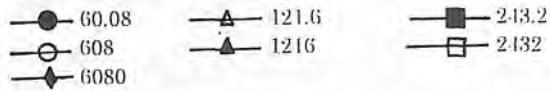


Figure 3. Effect of Polyethylene Content On Shear Viscosity at Various Shear Rates (S^{-1}).



Şekil 3. Çeşitli makaslama hızlarında, polietilen miktarının makaslama viskozitesine etkisi

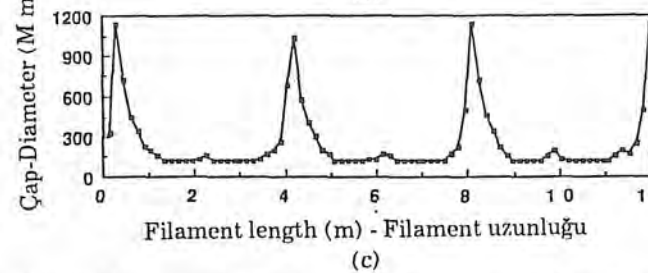
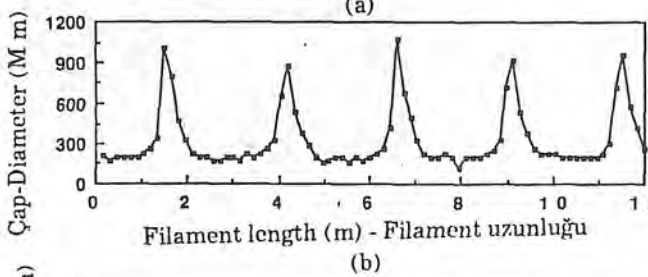
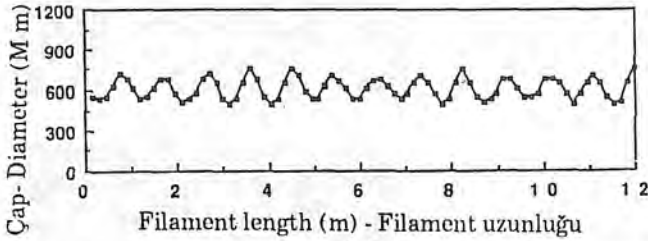


Figure 4. Diameter Variation along the Filament Length of PP/PE 90/10 Blend at Draw Ratios (a) 17, (b) 34 and (c) 51.

Şekil 4. (a) 17, b (34) ve c(51) çekim oranlarında, PP/PE (90/10) harmanının filament uzunluğu boyunca çap değişimi.

3.2. Draw Resonance

3.2.1. Critical Draw Ratio

Draw resonance is the periodic variation of the fiber diameters and it can be expressed as the ratio of D_{max} to the D_{min} of the fibers.

Figure 4 shows the diameter variation of the blend fibers (PP/PE blend ratio: 90/10). As the draw ratio increases, the diameter variation and the period of the draw resonance also increase. For the homo PP, D_{max}/D_{min} values are plotted in Figure 5

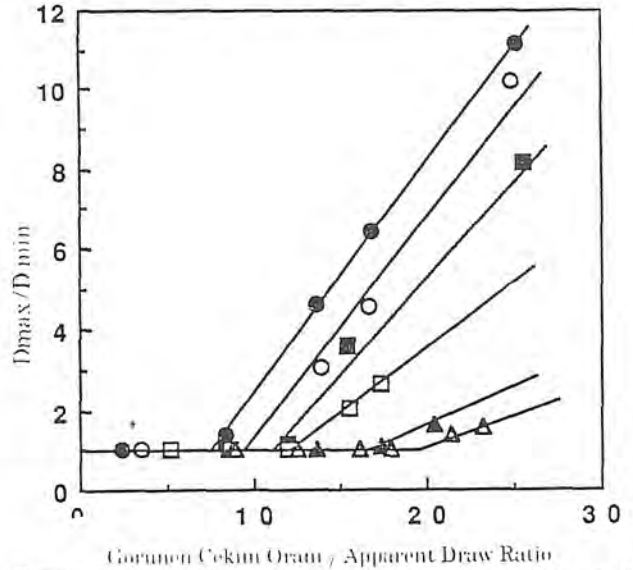


Figure 5. Effect of Draw Ratio On The D_{max}/D_{min} Value at Various Extrusion Rates of Polypropylene.

Şekil 5. Polipropilenin, Çeşitli Ekstrüzyon Hızlarındaki D_{max}/D_{min} Değeri Üzerine Çekim Oranının Etkisi.

Extrusion Rate (Hız): ▲ 4.20 ○ 3.15 ■ 2.10 △ 1.05

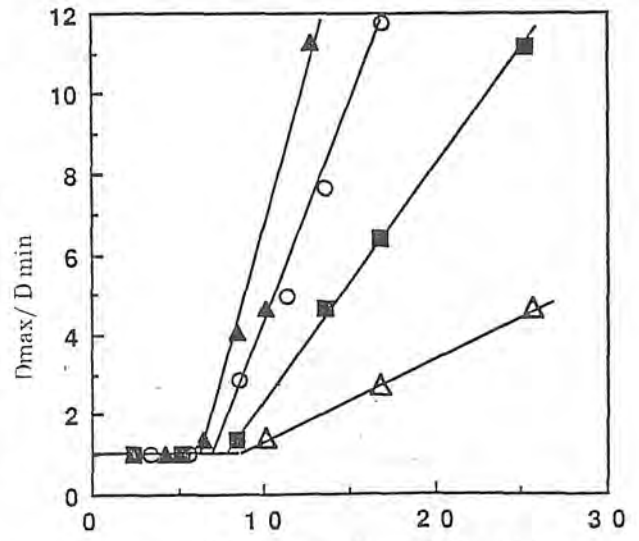


Figure 6. Effect of Blend Ratio On The Critical Draw Ratio

Şekil 6. Kritik Çekim Oranına Karışım Oranının Etkisi.

● Homo PP ○ PP/PE 90/10 ■ PP/PE 70/30
□ PP/PE 50/50 ▲ PP/PE 30/70 △ PP/PE 10/90

nı karışım liflerden daha düşük olabilir. Bu nedenle, PP'nin DRC'ye ulaşması için karışım liflerin çekim oranı artırılmalıdır, diğer bir deyişle, kritik çekim oranı (DRC) sürekli PP fazı için tahmin edilen değerden daha büyük olur.

3.2.2. Çekim Rezonansının Eğimi

Şekil 10, çekim oranına göre D_{max}/D_{min} 'in türevi olarak tanımlanan çekim rezonansı eğimini göstermektedir. Aynı çekim oranında, ekstrüzyon hızı arttığında eğim artar. Bununla beraber, genellikle aynı çekim oranında ekstrüzyon hızı arttığında lifin enine kesiti ve bu suretle de lif üzerindeki sarım (çekim) gerilimi de artar. Buradan, gerilimin çekim rezonansının eğimini kontrol ettiği söylenebilir [Nam ve Boque, 1984]. Şekil 11 çekim rezonansı eğimine, PE miktarının etkisini göstermektedir. Sabit bir ekstrüzyon hızında karışım oranları değiştirildiğinde, rezonans eğimindeki değişme, yalnızca gerilim varyasyonu ile değil çekilemeyen rasant PE materyalinin etkisi ile de açıklanabilir.

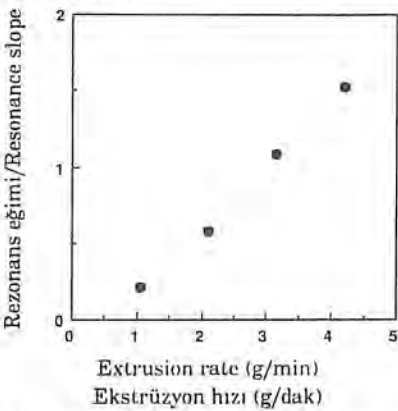


Figure 10. Effect of Extrusion Rate on the Resonance Slope of Polypropylene.

Şekil 10. Polipropilenin Rezonans Eğimine Ekstrüzyon Hızının Etkisi.

PE miktarın çekim rezonansı eğimi üzerindeki etkisi, ekstrüzyon hızından daha azdır, çünkü, PE miktarı arttığında D_{min} artar ve lifler kararlı hale gelir.

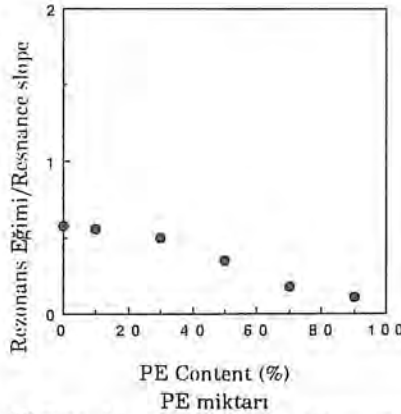


Figure 11. Effect of Polyethylene Content on the Resonance Slope.

Şekil 11. Rezonans Eğimine Polietilen Miktarının Etkisi.

3.2.3. Çekim Rezonansının Periyodu

Şekil 12'de, 2,1 g/dak ekstrüzyon hızında, çekim rezonansı üzerinde çekim oranının etkisi görülmektedir. Periyod, çekim oranı arttığında düşme eğilimindedir. PE, lif çekimini stabil hale getirdiği için, PE miktarı arttığında periyod kısalmır.

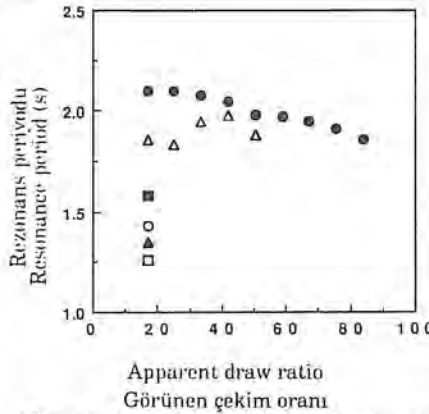


Figure 12. Effect of Draw Ratio on the Resonance Period at Various Blend Ratios.

Şekil 12. Çeşitli Lif Karışımlarında Rezonans Periyodu Üzerinde Çekim Oranının Etkisi.

- homo PP
- PP/PE 70/30
- ▲ PP/PE 30/70
- △ APP/PE 90/10
- PP/PE 50/50
- PP/PE 10/90

3.3. Çekim Kopması (Kopuşu)

PE miktarı belli bir değeri aştığında, çekim kopuşları nedeniyle, daha yüksek çekim oranları elde edilemez. Çekim kopuşlarının oluşumu çekim rezonansı veya dış türbülans nedeniyle

ortaya çıktığı bilinmektedir.

Daha yüksek D_{max}/D_{min} değerlerine sahip PP durumunda, bir kopuşa rastlanmamıştır, PE için, çekim rezonansı ve dış türbülans gözlenmemiştir, fakat çekim oranı artırıldığında kolaylıkla çekim kopuşları oluşmuştur. Buradan, karışımlar için, çekim kopuş mekanizmasının PE'nin kopma mekanizması nedeniyle olabileceği sonucuna varılmıştır.

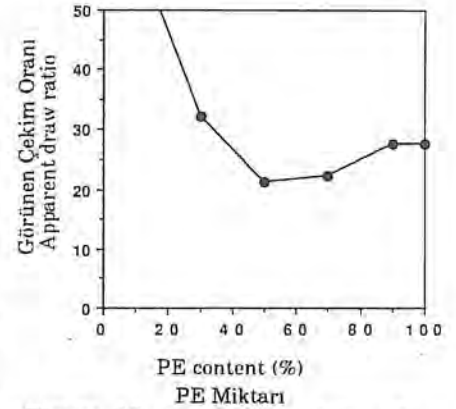


Figure 13. Effect of Polyethylene Content on the Spin Break Draw Ratio.

Şekil 13. Çekim Kopması Çekim Oranı Üzerinde PE miktarının etkisi.

Şekil 13'ten görülebileceği gibi, daha zayıf olan PE miktarı arttığında karışım lifler daha zayıf hale geleceklerinden, PE miktarı % 50'yi aştığında kolaylıkla çekim kopuşları oluşmaktadır.

4. SONUÇLAR

D_{max}/D_{min} değerleri çekim oranında ve kritik çekim oranından daha yüksek değerlerde lineer olarak artar.

PE miktarı arttığında, DRC artar ve çekim rezonansı periyodu kısalmır, böylece, PE miktarı arttığında karışım çekim sistemi stabil hale gelmiş olur. Fakat, PE miktarı arttığında, lif çekim kopuşlarının meydana geldiği çekim oranları küçülür.

Teşekkür

Yazarları, bu araştırmaya maddi destek sağlayan Kore Bilim ve Mühendislik Vakfı'na içten teşekkürlerini sunmaktadırlar.

Figure 6 shows the draw resonance behavior for the blends at the extrusion rate of 1.05g/min. In Figures 5 and 6, it can be seen that D_{max}/D_{min} ratio increases as the draw ratio exceeds the critical draw ratio DRC at which draw resonance begins to occur [Petrie and Denn, 1976]. DRC'S were determined by the intersection points of the linear regression lines of D_{max}/D_{min} and the horizontal lines in Figures 5 and 6. For the homo PP, the variation of DRC with respect to the extrusion rates are shown in Figure 7 and they slightly decrease as the extrusion rate increases. This might be due to the die swell which increases as the extrusion rate increases.

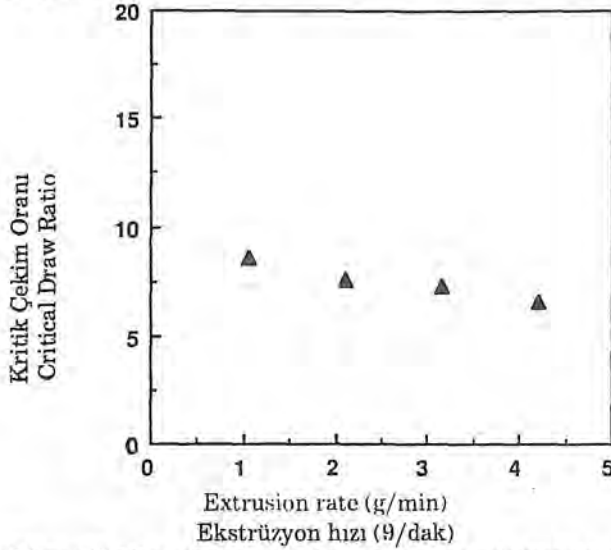


Figure 7. Effect of Extrusion Rate on the Critical Draw Ratio of Polypropylene.

Şekil 7. Polipropilenin Kritik Çekim Oranı Üzerinde Ekstrüzyon Hızının Etkisi.

Figure 8 shows the effect of PE content on the DRC and it can be seen that as the PE content increases, DRC increases due to the fact that as the PE content increases the blend fibers become more stable for the draw resonance and thus DRC increases.

In Figure 9 (a), (b) and (c), continuous phase of PP becomes discrete at the blend ratio (PP/PE) of 30/70. When the continuous phase of the blend fibers reaches the DRC the draw resonance occurs. Therefore, when PE content is less than a certain value, e.g. 70 %, in this experiment, PP is the continuous phase and when their phase reaches the DRC, the blend fibers also reaches the DRC and the draw resonance occurs. On the otherhand, when PE content is over a certain value, e.g. 70 %, PP becomes discrete and the draw ratio of PP may be less than that of the blend fibers. Therefore for the PP to reach the DRC the draw ratio of the blend fibers should be increased, i.e., the DRC becomes larger than that estimated for the continuous PP phase.

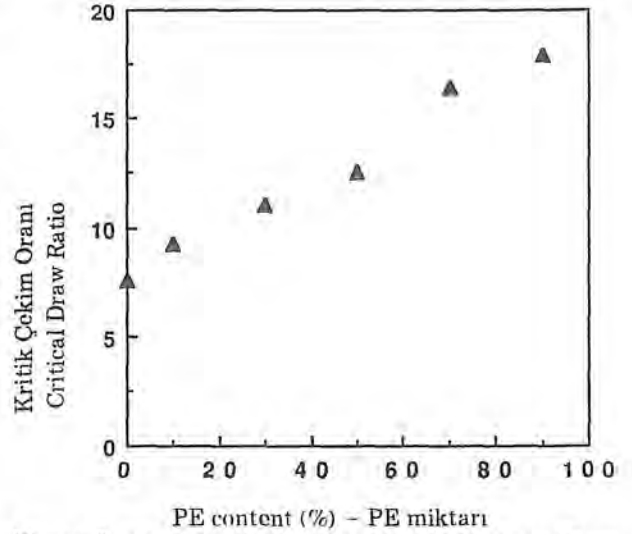


Figure 8. Effect of Polyethylene Content on the Critical Draw Ratio.

Şekil 8. Kritik Çekim Oranına Polietilen Miktarının Etkisi.

3.2.2. Slope Of Draw Resonance

Figure 10 shows the slope of the draw resonance which is defined by the derivative of D_{max}/D_{min} with respect to the draw ratio. The slope increases as the extrusion rate increases for the same draw ratio. However, generally when the extrusion rate increases for the same draw ratio, the cross-sectional area of the fiber increases and thus the take-up tension on the fiber increases. Therefore, it may be said that the tension on the fiber increases. Therefore, it may be said that the tension controls the slope of the draw resonance [Nam and Bogue, 1984].

Figure 11 shows the effect of PE content on the slope of draw resonance. In this case, by varying the blend ratios at a constant extrusion rate, the change in the slope of the resonance can be explained not only by the tension variation, but also by the effect of non-draw resonant PE material.

The effect of PE content on the slope of the draw resonance is less than the extrusion rate due to the fact that as the PE content increases, D_{min} increases and the fibers become stabilized.

3.2.3. Period of Draw Resonance

Figure 12 shows the effect of draw ratio on the period of draw resonance at the extrusion rate of 2.1 g/min. The period has a tendency to decrease as the draw ratio increases and as the PE content increases, the period becomes shorter due to the fact that PE makes the spinning stable and thus diminishes the period of the draw resonance.

3.3. Spin Break

When the PE content exceeds a certain value, hig-

her draw ratios cannot be obtained due to the spin break. Phenomenon of the spin break is known to be either due to the draw resonance or external turbulence.

In this case the PP which has the higher D_{max}/D_{min} values did not have a spin break and for PE, draw resonance or external turbulence could not be observed, but as the draw ratio increased, spin break occurred easily. Therefore, for the blend, the spin break mechanism might be due to the break mechanism of the PE content.

As it can be seen in Figure 13, when the PE content was over 50 %, spin break occurred easily, since the increase of the weaker PE content made the blend fibers weaker.

4. CONCLUSIONS

D_{max}/D_{min} values increase linearly with the draw ratio at and higher than D_{RC}

As the PE content increases, D_{RC} increases and the period of the draw resonance becomes shorter, thus the blend spinning system becomes stable as the PE content increases.

But as the PE content increases, the draw ratios at which the fiber spin break occurs become small.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors wish to express their sincere appreciation to the Korean Science and Engineering Foundation for the financial support of this research.

REFERENCES

- BERGONZONI, A. and DICRESCE, A.J., 1966, The Phenomenon of Draw Resonance in Polymeric Melts., *Polym. Eng. Sci.*, 6 45-49
- Chang, J.C. and Denn, M.M., 1979, An Experimental Study of Isothermal Spinning of a Newtonian and Viscoelastic Liquid., *J. Non-Newt. Fluid Mech.*, 5369-385.
- HAN, C.D. and KIM, Y.W., 1969, Studies on Melt Spinning VI. The Effect of Deformation History on Elongational Viscosity, Spinnability, and Thread Instability., *J. Appl. Polym. Sci.*, 20 1555-1571
- HYUN, J.C., 1978, Theory of Draw Resonance., *AIChE J.*, 24 118-126
- MILLER, J.C., 1963, Swelling Behavior in Extrusion., *S.P.E. Trans.*, 3 134-137
- NAM, S. and BOGUE, D.C., 1984, Dynamics of Steady and Unsteady Melt Spinning., *Ind. Eng. Chem. Fundam.*, 23 1-8
- PEARSON, J.R.A. and SHAH, Y.T., 1974, On the stability of Isothermal and Non-isothermal Fiber Spinning of Power-Law Fluids., *Ind. Eng. Chem. Fundam.* 13 134-138
- PETRIE, C.J.S. and DENN, M.M., 1976, Instability in Polymer Processing, *AIChE J.*, 22 209-236.
- PLOCHOCKI, A., 1966, Melt Blends of Crystalline Polyolefins VI: Qualitative Assessment of the State of Aggregation [Homogeneity] of Isotactic Polypropylene-Linear [Ziegler] Polyethylene Blends, *Kolloid-Z.*, 208 168-169.
- ROBERTSON, R.E., and PAUL, D.R., 1973, Stress-Strain Behavior of Polyolefin Blends, *J. Appl. Polym. Sci.*, 17 2579-2595.
- SANTAMARIA, A. and WHITE, J.L., 1986, Rheological Properties, Shrinkage and Melt Spinning Instability of Blends of Linear Polyolefins with Low Density Polyethylene, *J. Appl. Polym. Sci.* 31 209-224.
- YOO, H.J., 1987, Draw resonance in Polypropylene Melt Spinning, *Polym. Eng. Sci.*, 27 192-201

TMMOB TEKSTİL MÜHENDİSLERİ ODASI

BAĞIŞ KAMPANYASI

Hesap No: Yapı ve Kredi Bankası Bursa Şubesi 1070042-7

TMMOB TMO PTT Çek No: 578984

Coşku ve kararlılık içinde sürdürülen yoğun çalışmalar sonunda kurulan
TMMOB Tekstil Mühendisleri Odası'nın

kuruluş işlemlerini tamamlayabilmesi ve etkin bir meslek odası olarak Türkiye Tekstil
Endüstrisine hizmet üretmeye başlayabilmesi için başta tekstil mühendisleri olmak
üzere tüm tekstil ve hazır giyim sektörünün destek ve katkılarını bekliyoruz.

Tüm meslektaşlarımızın ve ülkemiz endüstrisinin lokomotifleri olan tekstil ve
hazır giyim sektöründe faaliyet gösteren kurumların kampanyamıza gönülden destek
vereceklerine inancımız sonsuzdur. Bağış yapan tüm gerçek ve tüzel

kişiler Oda Dergisi "Tekstil ve Mühendis"de yayınlanarak duyurulacaktır.

TMMOB TEKSTİL MÜHENDİSLERİ ODASI'nın kısa sürede kurumsallaşmasını
tamamlayarak hizmet üretmesini sağlayacak büyük ve küçük tüm değerli katkılarınız
için şimdiden teşekkür ediyoruz.