

BÖLÜM 12

POLİMER FİMLER

Filmler, bir boyutu (kalınlık) diğer iki boyutundan (genişlik ve uzunluk) çok küçük olan malzemelerdir ve kalınlıkları yaklaşık 0,04-0,4 mm arasında değişir. Daha kalın tabakalar ise levha olarak değerlendirilir.

Film tanımına, polimerik kaplamalar ve yapıştırıcılar da uymaktadır. Polimerik kaplamalar değişik maddelerin yüzeylerine genelde estetik görünüm ve koruma amacıyla farklı kalınlıklarda film halinde uygulanırlar. Yapıştırıcılar ise, yapıştırdıkları iki malzeme arasında polimerik film oluştururlar.

Sözü edilen üç malzeme grubu film geometrisinde olmakla birlikte aralarında bazı farklılıklar vardır. Örneğin, filmlerin iki yüzeyi de dış ortama açıktır ve her iki yüzeyleri kullanılabilir. Kaplamaların bir yüzeyi kapladığı ürün tarafından, yapıştırıcı filmlerinin her iki yüzeyi yapıştırdığı parçalar tarafından kapatılmıştır. Filmler, kaplamalar ve yapıştırıcıların kullanım biçimleri de birbirinden farklıdır. Filmler tek başlarına kullanılabilen ve taşınabilen malzemelerdir. Kaplama ve yapıştırıcı filmleri ise bulundukları malzemeyle hareket ederler ve tek başlarına kullanılamazlar.

12.1 POLİMER FİMLERİN KULLANIM ALANLARI

Polimerler, film inceliğine getirilebilen ve bu incelikte yeterli mekanik özellik gösterebilen aynı zamanda esnek olabilen maddelerdir. Farklı polimerlerden yapılan filmler özellikle ambalajlama ve paketlenme amacıyla tüketilmektedirler ve hızla,

içerisine yiyecek veya değişik ürünlerin bulunduğu cam, ağaç veya metallerden yapılmış kapların yerlerini almaktadırlar. Günümüzde polimerik filmlerin toplam ambalajlama malzemelerinin içerisindeki kullanım oranı %40 ı, yiyecek paketlenmedeki kullanım oranı ise %50 yi aşmıştır.

Polimerik filmler genel olarak,

- *ev ve işyerlerinde:* yiyeceklerin paketlenmesi, alış-veriş poşet ve çantaları, çöp torbaları, giyecek örtüleri, perde, kumaş, dokuma
- *tarım ve bahçecilikte:* meyva ve sebze paketlenme, atık çuvalı, sera örtüsü, gübre ve hayvan yiyecekleri torbaları
- *endüstride:* ürünlerin tek tek veya yığın halinde paketlenmesi, ağır hizmet torbaları, bisküvi, peynir vb yiyeceklerin paketlenmesi, elektronik sanayinde antistatik torba ve ambalajlama
- *sağlık alanında:* önlük ve eldiven, kan torbaları, tahlil örnekleri kabı, kan nakil malzemeleri, ameliyathane, depolama gibi yerlerde koruyucu örtü

gibi alanlarda tüketilirler. Bazı filmler ise özel alanlara yönelik üretilirler. Örneğin fırında pişirmeye, suda haşlamaya veya mikrodalga fırına dayanabilecek özellikte ambalaj veya paketlenme filmleri hazırlanır ve bu tür filmler poşet, rulo ve torba halinde kullanıma sunulurlar.

Bazı paketleme uygulamalarında; O₂, N₂, CO₂, H₂O buharı vb maddelerin seçici olarak ambalajlanan ürün içerisine veya ambalaj içerisinden dış ortama geçmeleri istenir. Sözü edilen maddelerin ambalaj içerisine veya dışarısına kontrollü salınımında, filmlerin bariyer özelliğinden yararlanılır (bariyer filmler).

Fotoğrafçılık ve sinema sektörü filmlerin kullanıldığı bir başka önemli alandır. Bu amaçla kullanılan ilk filmler jelatinden yapılmıştır. Kırılgan olan jelatin filmlerin yerini zamanla esnek nitroselülozdan yapılan filmler almış, oldukça yanıcı olan nitroselüloz yerine ise daha sonraları yanıcılığı düşük olan selüloz asetat filmler kullanılmıştır. Günümüzde fotoğraf, röntgen ve sinema filmlerinin yapımında daha çok poliestere filmler yaygın kullanılır.

Sterilizasyon alanı, filmlerin özel kullanım alanlarından bir başkasıdır. Sterilizasyon koşullarında kullanılan filmler, buharla sterilizasyon uygulamalarında buhar yanında 120 °C gibi sıcaklıklara, radyasyonla sterilizasyon da ise radyasyona dayanabilmelidirler.

Büzülebilir filmler (uygulamada şirink, shrink adları verilir) son yıllarda ambalajlamada kullanımı hızla artan bir başka film grubudur. Büzülebilir filmler, ambalajlanacak malzemenin üzerine yerleştirildikten sonra sıcak su, radyasyon veya sıcak hava akımıyla camsı geçiş sıcaklığı üzerine ısıtılarak yumuşatılır ve ambalajlanacak malzemenin şeklini aldıktan sonra soğutulur. Bu yöntemle şişeler, plastik kaplar veya teneke kutular bir araya getirilerek topluca veya birden fazla

Gerilebilir filmler (uygulamada streç, stretç, stretch adları verilir), ürünün üzerine gerilerek sarılırlar ve özellikle yiyeceklerin ambalajlanmasında kullanılırlar. Şeffaflıkları, incelikleri ve esneklikleri nedeniyle ambalajladıkları ürünleri tam örterler, ambalaj malzemesi kullanılmamış hissi verirler, ayrıca ürünü korurlar.

Bazı filmlerin üzerlerine, içerisinde korozyon önleyici bir kimyasalın (veya kimyasalların) karıştırıldığı yapıştırıcı sürülmüştür. Bu filmler, özellikle metallerin ambalajında yararlıdır ve depolama süresince film tarafından yavaş yavaş bırakılan korozyonu önleyici kimyasal, içerisindeki metali korozyona karşı korur.

Tarım ve seracılıkta; UV ve IR ışınlarına karşı stabilizatör katkılı veya haşere öldürücü kimyasalların karıştırıldığı filmler kullanılmaktadır.

Bazı uygulamalarda filmlerin ışık geçirgenliğinin yüksek veya düşük olması önemlidir. Örneğin, ışıktan etkilenen malzemelerin ambalajında, ambalajlanan ürünün ışıktan korunması yanında dışarıdan görünmesi de istendiğinde, ışık geçirgenliği düşük şeffaf polimerik filmler kullanılır. Polimerik filmlerin ışık geçirgenliği, film üretimi sırasında değişik boyalar katılarak veya polimer filmin yüzey dokusu değiştirilerek (oyuklu, çukurlu vb) ayarlanır. Filmin yüzey dokusu ise, özel polimer karışımları kullanılarak veya film üretme tekniği ile kontrol edilir.

Polimerik filmlerin yukarıda değinilen çok geniş ve değişik yerlerde kullanım yeri bulabilmeleri,

- ambalaj fiyatını düşürme
- hijyenik bir ortam sağlama
- hafiflikleri nedeniyle kolay taşıma ve az enerji tüketimini azaltma
- çevreyi koruma
- yeniden enerji kaynağı olarak kullanılma
- taşıma yoğunluğunu azaltma (daha az malzeme taşınır)
- estetik görünüm
- ambalaj tasarım zenginliği
- geri kazanılabilmeleri

bi özelliklerinden kaynaklanır.

ambalajlama türleri

Polimerik filmlerin tüketildiği en önemli alanlardan birisi ambalajlamadır. Bazı ambalajlama uygulamalarında filmlerin mekanik dayanımı ön plandadır ve filmlerden, öncelikle ambalajladıkları malzemeyi dış yüklemelere karşı koruması

veya malzemenin taşınması sırasında yırtılmaması beklenir. Bu amaçla yapılan ambalajlamaya *mekaniksel ambalajlama* (veya mekaniksel paketleme) adı verilir. Sert kartonlar ve sert polimer köpükler ile yapılan ambalajlamalar genelde mekaniksel ambalajlamaya yöneliktir.

Bazı paketleme uygulamalarında, su buharının, bazı gazların veya sıvıların ambalaj içerisine girmesine veya dışarı çıkmasına izin verecek filmler kullanılır. Bu tür ambalajlamaya bariyer ambalajlama (veya bariyer paketleme) denir.

Bariyer ambalajlama yiyeceklerin paketlenmesinde önemlidir. Bazı yiyeceklerin ambalajlanmasında nemin ve CO_2 , O_2 gibi gazların ambalaj içine veya dışına taşınması yanında, ambalajlanan yiyecekten kaynaklanan koku ve yağın ambalaj dışına çıkması kontrol edilir. Örneğin, taze balık ambalajında kokunun kontrolü önemli iken, kırmızı et ambalajında dışarı H_2O kaçıışı engellenir ve kurumanın önüne geçilir.

Sebze, meyve gibi taze ürünlerin paketlenmesinde ise terlemeyi engellemek amacıyla ambalajda kullanılan filmlere değişik çaplarda delikler açılır. Pasta, kek gibi un ürünleri, ambalaj dışına H_2O geçişini engelleyen filmlerle paketlenerek kurumanın önüne geçilir.

membranlar

Membranlar, mikro gözenekli polimerik filmlerdir ve gözenek boyutları kontrol edilerek farklı amaçlarla kullanılırlar.

Membranlar dışarıdan gelecek her türlü etki karşısında gözenekli yapısını ve gözenek boyutlarını koruyabilmelidirler. Bu nedenle membranlar yük altında düşük uzama gösteren ve uzun süreli sıvılarla temastan etkilenmeyen polimerlerden yapılır.

Süzme, membranların önemli bir uygulama alanıdır. Sıvılardan veya gazlardan toz, bakteri veya iri virüsler süzme ile uzaklaştırılır. Bu amaçla kullanılan membranların (filtrelerin) gözenek çapları 1-10 μm dolayındadır. Daha küçük parçaların ayrılmasında mikrofiltre adı verilen ve gözenek boyutları 0,01-10 μm arasında değişen membranlar kullanılır. Ultrafiltrelerin gözenek boyutları 10-1000 Å[°] arasında değişir ve bu membranlar bazı bakterileri ve şeker moleküllerini ayırabilecek özelliktedirler. Nanofiltreler 10 Å[°] dan küçük gözenekli membranlardır.

Gaz karışımlarının ayrılması membranların kullanıldığı bir diğer önemli alandır. Oksijen-azot karışımının ayrılmasında polisülfon, polyanilin, etil selüloz, havadan hidrokarbonların buharının ayrılmasında silikon kauçuğu, hidrokarbonlardan karbon dioksit ve kükürt dioksit gazlarının ayrılmasında poli(vinil klorür), poli(eter imit)ler polimerlerinden yapılmış membranlar kullanılmaktadır.

Sıvı karışımları da membranlarla ayrılabilir. Örneğin silikon kauçuğu; alkol, aldehit ve ketonları sudan daha iyi geçirir ve sözü edilen kimyasallar su içerisinden silikon kauçuğundan yapılan membranlarla uzaklaştırılırlar. Su-alkol ayrılmasında selülozik membranlar etkindir.

Polimerlerden yapılan membranlardan ayrıca diyaliz, elektrodializ, yakıt pilleri, elektroosmoz vb alanlarda yararlanılmaktadır.

12.2 FİLM ÜRETİMİNDE KULLANILAN POLİMERLER

İlk polimerik filmler rejenere selülozdan yapılmıştır (cellophane) ve bu filmle günümüzde de kullanılmaktadır. Daha sonraları yarı-sentetik polimerler olan selüloz nitrat ve selüloz asetat film yapımında kullanılmıştır. Günümüzde değişik sentetik polimerlerden, özellikleri farklı filmler üretilmektedir.

Sentetik film üretiminde kullanılan en önemli polimer, alçak yoğunluklu polietilendir ve toplam film üretimindeki payı %70 dolayındadır. Etilenin az miktarda polar yapıdaki akrilatlar, vinil esterler ve vinil eterler ile kopolimerleri hazırlanarak özellikleri değiştirilir. Örneğin %5 dolayında vinil asetat içeren polietilen filmler saf polietilen filmlerden daha parlak ve dayanıklıdır. Etilen-etil akrilat kopolimerinden yapılan filmler ise gerilim çatlamasına ve dış ortama dayanıklı, parlak ve düşük sıcaklıklarda esnektirler.

Poli(vinil klorür) film yapımında kullanılan bir başka polimerdir. Üretildiği haliyle sert bir polimer olan poli(vinil klorür), içine plastikleştirici katılarak yumuşatıldıktan sonra film haline getirilir. Düşük oksijen geçirgenliği ve düşük sıcaklıklara dayanımı nedeniyle donmuş gıdaların paketlenmesinde yaygın kullanılır. Vinil klorür-vinil asetat veya vinil klorür-viniliden klorür kopolimerlerinin filmleri poli(vinil klorür) filmlerden daha esnektir.

Poli(viniliden klorür)ün kopolimerleri film yapımına uygundur ve akrilonitril gibi monomerlerle kopolimerleri hazırlanarak filmler üretilir (örneğin %10-15 oranında akrilonitril içeren kopolimeri). Etilen-vinil asetat ve etilen-etilen vinil alkol, film yapımında kullanılan diğer kopolimerlerdir.

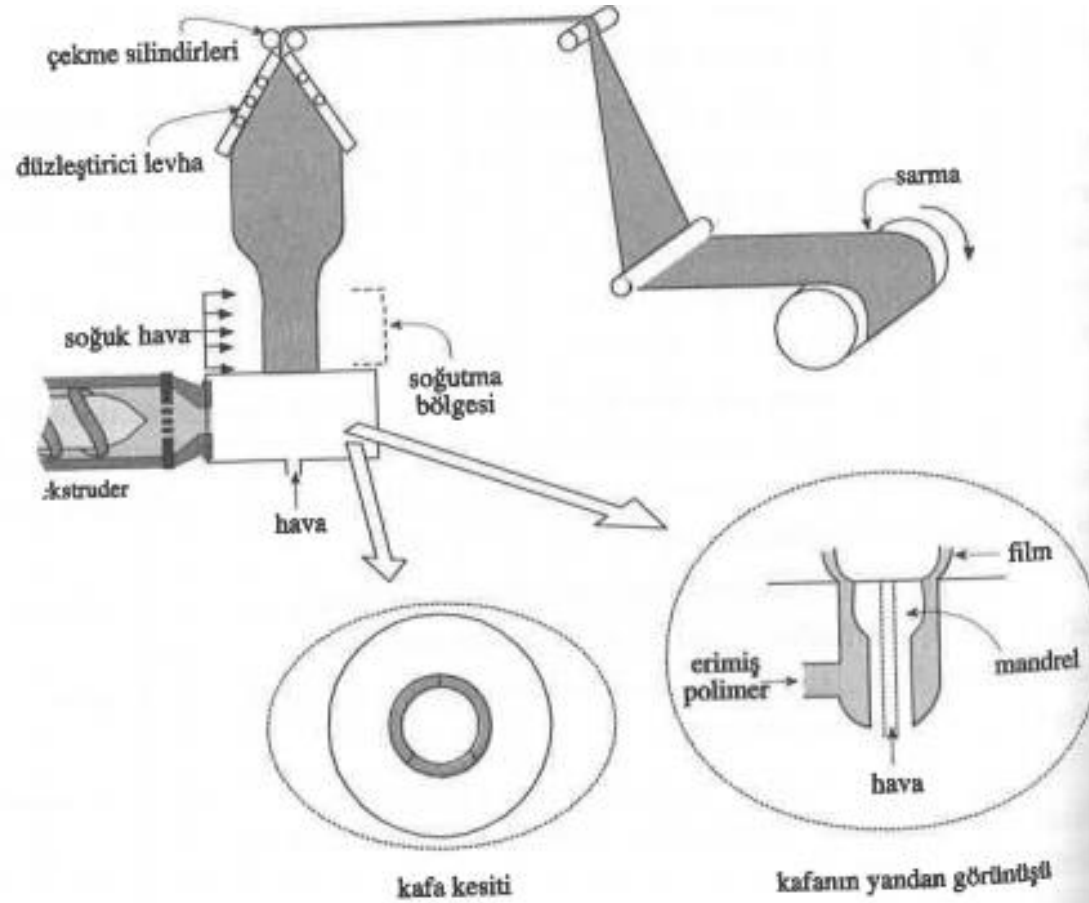
Polistiren filmler yönlendirme işleminden geçirildikten sonra film halinde kullanılabilir. Polipropilen daha çok ince şeritler halinde kesilir ve seyrek dokumalar hazırlanır. Bu dokumalar çuval, torba haline getirilerek sebze, meyve vb ürünlerin taşındığı torbalar üretilir.

Poli(etilen teraftalat), polikarbonat, polisülfonlar, poli(eter sülfonlar), poliimitler, poli(eter imit)ler film üretimine uygun mühendislik ve yüksek performanslı plastiklerdir.

12.3 FİLM ÜRETİM YÖNTEMLERİ

Filmler ve lifler, polimerlerin özel geometrik biçimlerinden ikisidir. Lif üretimi sırasında polimerler çok ince teller haline dönüştürülürken, film üretiminde çok ince düz tabakalar haline getirilirler. Polimerlere film geometrisi aşağıda sıralanan yöntemlerle verilmektedir.

- ekstruzyonla film şişirme
- ekstruzyonla film dökme
- merdaneleme
- dilimleme



Şekil 12.1 Ekstruzyonla film şişirme.



Fotoğraf 12.1 Ekstruzyonla film şişirme makinesi. Üstte önden, altta arkadan görünüş.

Tüp geometrisindeki film, çekme silindirleri önünde bulunan düzleştirme levhaları ile iki kat olacak şekilde düzleştirilir ve çekme silindirlerinden geçtikten sonra sarılarak toplanır. Filmler bu iki katlı hallerinde, uygun boylarda kesildikten sonra bir tarafları kapatılarak giyim eşyalarının konduğu poşetlerin veya alış veriş poşetlerinin yapımında kullanılabilir, ayrıca yarılarak düz filmler haline getirilirler. Fotoğraf 12.3 de yarı-şeffaf polietilen film ruloları görülmektedir.



Fotoğraf 12.3 Polietilen film ruloları.

Polietilen filmlerin üretimi Şekil 12.1 de gösterildiği gibi erimiş polimer yukarı doğru ekstrude edilerek yapılır, soğutma, şişirme işlemleri de yukarı yönlüdür. Polipropilen filmler aşağı yönde, ısıya duyarlı polimerler ise yatay ekstruzyonla üretilir. Filmlerde şişirme oranı, filmin son çapının erimiş polimerin çıktığı kafa çapına oranıdır ve 1,5-5 arasında değişir.

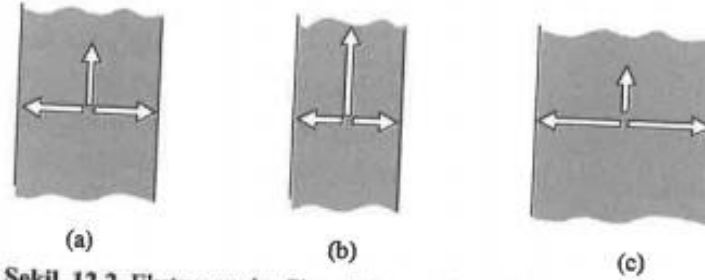
Filmlerin üretim hızını çekme silindirleri, filmin şişme derecesini ise sisteme verilen havanın basıncı belirler. Çekme hızı ve havanın basıncı ayarlanarak filmlerde istenilen yönlenme sağlanır. Örneğin yüksek basınçta hava ile şişirme yapıp film çekme hızı düşük tutulursa, film kesiti doğrultusunda yönlenir. Düşük hava basıncı ve yüksek çekme hızında ise eksenî doğrultusunda yönlenir. Şekil 12.2 de çekme hızı ve hava basıncının film yönlenmesine etkileri; hava basıncı yatay, çekme hızı yukarı yönlü oklarla gösterilerek verilmiştir.

12.3.2 EKSTRUZYONLA FİLM DÖKME

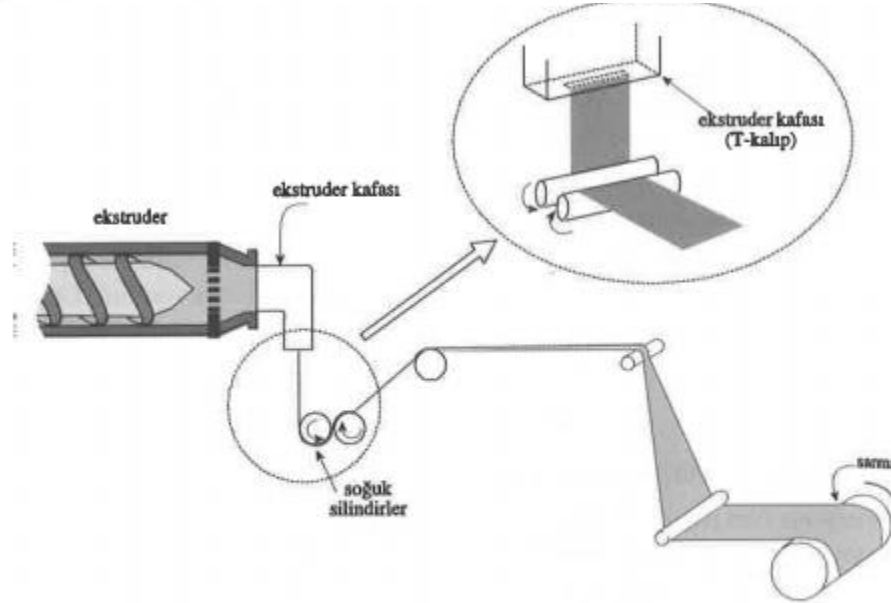
Ekstruzyonla film dökme yönteminde ekstruzyon makinesi ve merdaneleme sistemi birlikte kullanılır. Şekil 12.3 de görüldüğü gibi polimer merdanenin silindirleri arasına doğrudan ekstruder kafasından beslenir. Silindirler soğuktur ve polimer soğuk silindirlerin yüzeyinde katılaşır. Silindirler ayrıca polimeri sıkıştırarak düzleştirirken, belli oranda çekerek filmleri yönlendirirler. Son silindirin üzerine yapılacak desenler doğrudan film yüzeyine geçer ve bu yaklaşımla yüzey dokuları farklı filmler üretilir. Film kalınlığını yine son silindir çiftinin aralığı belirler. Ekstruder kafası genelde T-türü kalıplardır, erimiş polimerin T- kalıptan çıkış genişliği ise 2,5 m kadar olabilmektedir.

12.3.3 MERDANELEME

Merdaneleme yöntemi özellikle plastikleştirilmiş poli(vinil klorür)ün film haline getirilmesinde kullanılan bir yöntemdir. İşlem, elastomerlerin merdanelenerek şekillendirilmesine benzerdir (Şekil 9.8).



Şekil 12.2 Ekstruzyonla film şişirme yönteminde çekme hızı ve hava basıncının film yönlenmesine etkisi. Yukarı yönlü ok çekme hızını, yatay oklar hava basıncını göstermektedir. (a) Yönlendirme yok, (b) uzunluğuna yönlendirme, (c) kesit doğrultusunda yönlendirme.



Şekil 12.3 Ekstruzyonla film dökme.

Polimer uygun katkı maddeleriyle birlikte yumuşatılarak, sıcak silindirler arasına beslenir ve film veya levha haline getirilir.