

TÜRKİYE BİLİMSEL VE
TEKNİK ARAŞTIRMA KURUMU

THE SCIENTIFIC AND TECHNICAL
RESEARCH COUNCIL OF TURKEY

1997-1436

**YEMİRLER VE SEBZELERİN KORUNMASI VE SAKLANMASI İÇİN
POLİMER ESASLI YENİ BİR MALZEMENİN OLUŞTURULMASI
VE GAZ GEÇİRGENLİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

PROJE NO : TOGTAG-1547

Tarım Orman ve Gıda Teknolojileri Araştırma Grubu

Agriculture Forestry and Food Technologies Research Grant
Committee

83493

**MEYVA VE SEBZELERİN KORUNMASI VE SAKLANMASI İÇİN
POLİMER ESASLI YENİ BİR MALZEMENİN OLUŞTURULMASI
VE GAZ GEÇİRGENLİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

PROJE NO : TOGTAG-1547

**DOÇ.DR.ALEV BAYINDIRLI
SAFIYE NUR DİRİM (AKTAŞ)**

**AĞUSTOS 1997
ANKARA**

ÖNSÖZ

Meyva ve sebzelerin, hasatlarından sonra saklanmaları çok önemlidir. Bu araştırmanın amacı, doğal zeolitler içeren yeni bir paketleme malzemesi üretmek ve bu malzemenin olgunlaşma ve bozunmaya etkisi olan gazların geçişi veya tutulmasına ilişkin göstereceği özelliklerin ve seçiciliğinin saptanabilmesi için bir düzenek kurulmasıdır. TÜBİTAK tarafından desteklenen TOG TAG 1547 no'lu projemiz Altyapı Destekleme Projesi olup projeden sağlanan destek bu amaç doğrultusunda Gaz kromatografisine yedek parça ve gerekli sarf malzeme alımında kullanılmıştır.

İÇİNDEKİLER

Önsöz.....	2
İçindekiler.....	3
Tablo Listesi.....	4
Şekil Listesi.....	4
Öz.....	5
Abstract.....	6
Giriş.....	7
Teori.....	9
Deneysel.....	12
Araştırma bulguları ve tartışma.....	15
Referanslar.....	21
Bibliyografik Bilgi Formu.....	24

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Yüksek ve alçak basınç haznesindeki CO ₂ derişimi.....	16
Tablo 2. Geçirgenliğin belirlenebilmesi için LDPE film için veriler ve hesaplamalar	17
Tablo 3. Filimlerin Geçirgenlik değerleri.....	18

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1 : Paketleme malzemesinin hazırlanması	12
Şekil 2 . Deneysel düzeneğin şeması	14
Şekil 3 . ln (CAo -CA) değerlerinin zamana göre değişimi	18

ÖZ

Polimer filimler meyva ve sebzelerin paketlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu filimlerin geçirgenlik özellikleri paketin içindeki modifiye gaz kompozisyonu üzerinde etkilidir. Paketteki gaz kompozisyonu ise ürünün raf ömrü açısından önemlidir. Bu araştırmanın amacı, alçak yoğunluklu polietilene doğal zeolit ekleyerek yeni bir paketleme malzemesi üretmek ve bu malzemenin olgunlaşma ve bozulmaya etkisi olan gazların geçişi ve tutulmasına ilişkin göstereceği özelliklerin ve seçiciliğın saptanabilmesi için bir düzenek kurulmasıdır. Çalışmanın ilk aşamasında polimer esaslı malzemenin oluşturulması yer almaktadır. Bu aşamada ksilen içinde çözülmüş alçak alçak yoğunluklu polietilene farklı oranlarda zeolit eklenmiştir. Daha sonra kurutularak elde edilen malzeme preste eritilerek filim üretilmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında bu filimlerin gaz geçirgenliklerinin belirlenebilmesi için geçirgenlik deneylerinin yapılabileceği bir düzenek kurulmuş, CO₂ gazının CO₂-N₂ karışımı içinde hazırlanmış polietilen filimlerden geçişi deneysel ve teorik olarak çalışılmış ve geçirgenlik katsayıları bulunmuştur.

Anahtar kelimeler : Paketleme, Polimer film, geçirgenlik

ABSTRACT

Polymer films are widely used in packaging of fruits and vegetables. Permeation of modified atmosphere gases through these films affect the gas composition of the package. Gas composition of the package is important for the shelf life of the package content. The aim of this research was to manufacture a new low density polyethylene based film containing natural zeolite and to construct a set-up for the determination of the permeation characteristics of the films. In the first part of the study, films were produced by dissolving of low density polyethylene in xylene and mixed with zeolite at a predetermined zeolite/polymer ratio. After drying, a press was used for film production. In the second part of the study, the produced films were used in a diffusion system to determine the permeabilities of gases. Permeation of CO_2 through polyethylene films with N_2 was theoretically and experimentally studied and also permeability constants for CO_2 in $\text{CO}_2\text{-N}_2$ mixture were determined.

Key words : packaging, polymer film, permeation

GİRİŞ

Meyva ve sebzeler üzerine hasat sonrası yapılan araştırmaların temel amacı dayanma sürelerinin uzatılmasıdır. Ürünlerin tüketilinceye kadar bozulmadan saklanmaları ekonomik boyutları olan önemli bir konudur. Bozulmayı önlemek ve belirli bir süre kalitelerini korumak amacıyla yaygın olarak kullanılan tekniklerin başında soğutma ve düşük sıcaklık uygulamaları, kontrollü atmosferde depolama ve modifiye atmosferde ambalajlama gelmektedir. Buradaki temel amaç solunum hızını minimize etmek, enzimatik ve oksidatif bozulma reaksiyonlarını azaltmak ve de mikrobiyolojik bozulmayı geciktirmektir. Genel olarak 3-15 % O₂ ,5- 20 % CO₂ ve geri kalan N₂ den oluşan gas karışımı modifiye atmosfer olarak bilinir. Solunum sonunda ortaya çıkan su buharı genelde modifiye atmosfer içinde bulunur. Modifiye atmosferde ambalajlama koşulları pasif veya aktif modifikasyon olmak üzere iki farklı yöntem ile yaratılır. Pasif modifikasyon yönteminde ambalaj materyali gibi kapalı bir ortama yerleştirilen ürün, solunum sonucu ortamdaki oksijeni kullanırken ortama karbondioksit verir. Paketin içindeki atmosferin bileşimi ve bu bileşimin değişim hızı ürünün solunum hızına ve kullanılan ambalaj materyalinin gaz geçirgenlik değerlerine bağlıdır (Cameron ve ark,1989; Kader ve ark ,1989 ; Floras ,1990; Lee ve ark, 1991 ; Barth ve ark,1993; Barth ve ark,1993; Exama ve ark,1993; Damarlı ve Pala, 1995; Kader ,1986).

Poliyeten filmler gıdaların paketlenmesinde kullanılan ambalaj materyallerinin en yaygınlarından biridir. Bu malzeme solunum hızı düşük olan elma, havuç, yeşil biber gibi ürünler için uygun olmakla birlikte çilek gibi solunum hızı yüksek olanlar için uygun değildir. Literatürde poliyetenin gıdaların paketlenmesinde kullanımı , özelliklerinin belirlenmesine ve gaz geçişinin mekanizmasına ilişkin bir çok yayın bulunmaktadır (Crank ve Park ,1968 ; Billmeyer 1971;

Karel ve ark 1975 ;Ben-Yehoshua,1985; Howsman ve Peppas 1986 ; Zagory ve Kader, 1988; Kader ve ark, 1989; İter ve ark,1991;Exama ve ark,1993; Tokatlı ve Özilgen,1993 ; Damarlı ve Pala,1995; Svetlana ve ark, 1995). Bu malzemesinin geçirgenlik özelliklerinin daha uygun hale getirmek amacıyla zeolitin polietilene katılarak yeni bir paketleme malzemesi oluşturulması ile ilgili olarak elimizde olan bilgi ,bir Japon firması tarafından polietilene zeolit katılımı suretiyle bir paketleme malzemesinin üretilmiş olmasıdır. (Everfresh FH film, Nipro comp.) . Japonya'nın Oyamacho mahallindeki ocaklardan öteden beri Oya taşı olarak bilinen bir malzeme çıkarılmaktadır. Oya taşının temel bileşeni zeolittir. Oya Taşı madenciliğinin başlamasından bir süre sonra, mağara şeklindeki bu ocakların taze meyva ve sebzelerin depolanmasına çok uygun bir ortama sahip olduğu keşfedilmiştir ve çıkan taşlardan boşalan mağara şeklindeki mekanlardan meyva ve sebze deposu olarak yararlanılmaya başlanmıştır. Oya taşı mağaralarında meyva ve sebzelerin uzun süre taze tutan özellik araştırıldığında, bu mağaraların üç önemli özelliği olduğu anlaşılmıştır: düşük ısı, uygun rutubet, oya taşının etilen gazını emmesi.

Japon Tarım bakanlığının üniversiteler ile birlikte yaptığı araştırma ve çalışmalar sonunda zeolit katkılı yeni bir ambalaj malzemesi geliştirilmiştir. Şu an bizde bu firmanın ürettiği olduğu poşetler kendimizin ürettiği paketleme malzemesi ile kıyaslamak için bulunmaktadır. Tanımı yapılan polietilen torbaların ve meyva ve sebzeleri koruma özellikleri aşağıdaki gibi belirtilmiştir.

a) içlerine konan meyva ve sebzelerin çıkardığı etilen gazını (bitkilerin kendisinin oluşturduğu önce olgunlaşmaya sonrada yaşlanmalarına neden olan gaz) selektif olarak dışarı vererek bu ürünlerin daha uzun süre saklanmalarına katkıda bulunmaktadır.

- b) torba içindeki rutubeti muhafaza derek meyva ve sebzelerin tazeliklerini kurumaları için uygun bir ortam oluşturması
- c) torba malzemesine özgü bir özellik olarak, torbanın iç yüzünde su damlacıkları birikmesinin olmaması
- d) meyvaların çıkardığı phytoncide denen doğal bakteri öldürücü maddeyi fikse ederek bakteriyel bitki hastalıklarının önlenmesi
- e) hoş olmayan kokulu gazları torba içinden emerek dışarı atmasıdır.
- f) yüksek gaz geçirgenlik özelliklerinin olması.

Bu çalışmanın amacı alçak yoğunluklu polietilene (LDPE) doğal bir zeolit olan klinoptilolit katarak bir paketleme malzemesi oluşturmak ve elde edilen malzemenin O₂, N₂ ve CO₂ gazları için göstereceği geçirgenlik ve seçicilik özelliklerinin belirlenebileceği bir düzenek kurulması ve de bu düzeneğin işler duruma getirilmesidir.

TEORİ

İkili gaz karışımlarından film geçirgenlik özelliklerini belirlemek üzere CO₂/N₂ gaz ikilisi seçilmiştir. Sabit derişimde CO₂ - N₂ karışımı olan yüksek basınç haznesi ile başlangıçta sadece N₂ olan alçak basınç haznesi arasındaki polimer filmden CO₂ geçişini matematiksel olarak veren model İter ve arkadaşlarının (1991) çalışması baz alınarak aşağıda açıklanmıştır.

Polimer filmden CO₂ (A) akısı hızı, düşük basınçtaki difüzyon haznesindeki birikime eşittir.

$$N_A S = V \frac{dC_A}{dt} \quad (1)$$

N_A: molar akı

S : akı alanı

C_A : düşük basınç haznesindeki A'nın molar derişimi

V : düşük basınçtaki hazne hacmi

t : süre

CO₂ akısı ise aşağıdaki gibidir

$$N_A = -D_A \frac{d\bar{C}_A}{dz} \quad (2)$$

D_A : Difüzyon katsayısı

\bar{C}_A : A'nın filmdeki molar derişimi

z : Difüzyon mesafesi

A için süreklilik denkliği :

$$\frac{\partial \bar{C}_A}{\partial t} + \nabla N_A = 0 \quad (3)$$

$$\frac{\partial \bar{C}_A}{\partial t} + \frac{\partial (N_A)}{\partial z} = 0 \quad (4)$$

Denklik (2) ve (4) ten aşağıdaki denklik elde edilir.

$$\frac{\partial \bar{C}_A}{\partial t} - D_A \frac{\partial^2 \bar{C}_A}{\partial z^2} = 0 \quad (5)$$

Denklik (5) kararlı durum gibiyken aşağıdaki formu alır

$$\left[\frac{\partial \bar{C}_A}{\partial t} \right] \ll \left[\frac{\partial^2 \bar{C}_A}{\partial z^2} \right] \quad (6)$$

$$-D_A \frac{d^2 \bar{C}_A}{dz^2} = 0 \quad (7)$$

Sınır koşulları :

$$z=0 \quad \text{iken} \quad \bar{C}_A = H_A C_{A0}$$

$$z=L \quad \text{iken} \quad \bar{C}_A = H_A C_A$$

H_A : sabit

C_{A0} : yüksek basınç haznesindeki gazın A derişimi

L : filim kalınlığı

Eşitlik (7)' den elde edilecek sonuç aşağıdaki gibidir

$$\bar{C}_A = \frac{H_A}{L} (C_A - C_{A0}) z + H_A C_{A0} \quad (8)$$

Bu durumda (2) ve (1) nolu eşitlikler aşağıdaki formları alırlar

$$N_A = - \frac{D_A H_A}{L} (C_A - C_{A0}) \quad (9)$$

$$- \frac{D_A H_A S}{L} (C_A - C_{A0}) = V \frac{dC_A}{dt} \quad (10)$$

Denklik (10)'nun $t=0$ ile $t=t$ arasındaki integrasyonu sonucunda denklik (11) elde edilir.

$$\ln \left[\frac{C_{A0} - C_A}{C_{A0}} \right] = - \frac{D_A H_A S}{L V} t \quad (12)$$

Son denklik CO_2 derişiminin zamana göre alçak basınç difizyon haznesindeki değişiminin zamana göre göstermektedir.

DENEYSEL

Filimlerin Hazırlanması :

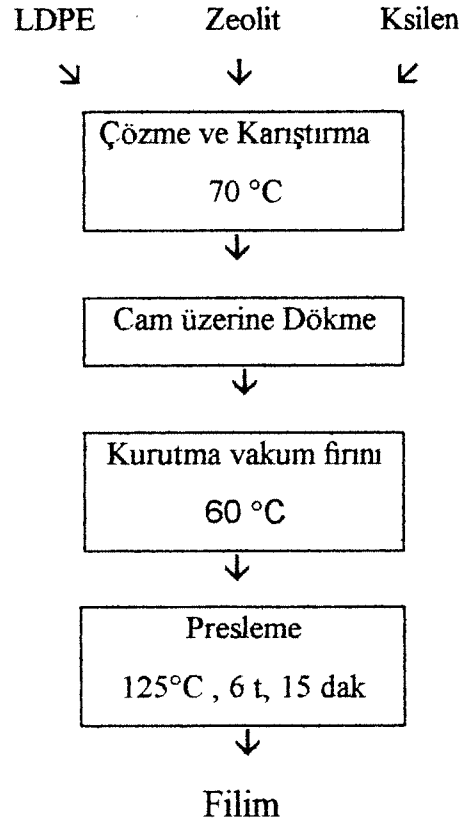
Kullanılan maddeler :

- 1) Alçak yoğunluklu polietilen , LDPE yoğunluk (Plasan, Ankara)
- 2) Zeolit : doğal bir zeolit olan ve Bigadiç yöresi rezervinden alınmış saflaştırılmış klinoptilolit kullanılmıştır. Zeolite particle diameter = 100 mesh , 147 -175 μm (Etibank , Ankara)
- 3) Çözücü: ksilen , C_8H_{10} (Merck) (1 g LDPE / 10ml ksilen)

Değişkenler :

zeolit/LDPE oranı : 0, 0.1, 0.15, 0.25 g /1 g

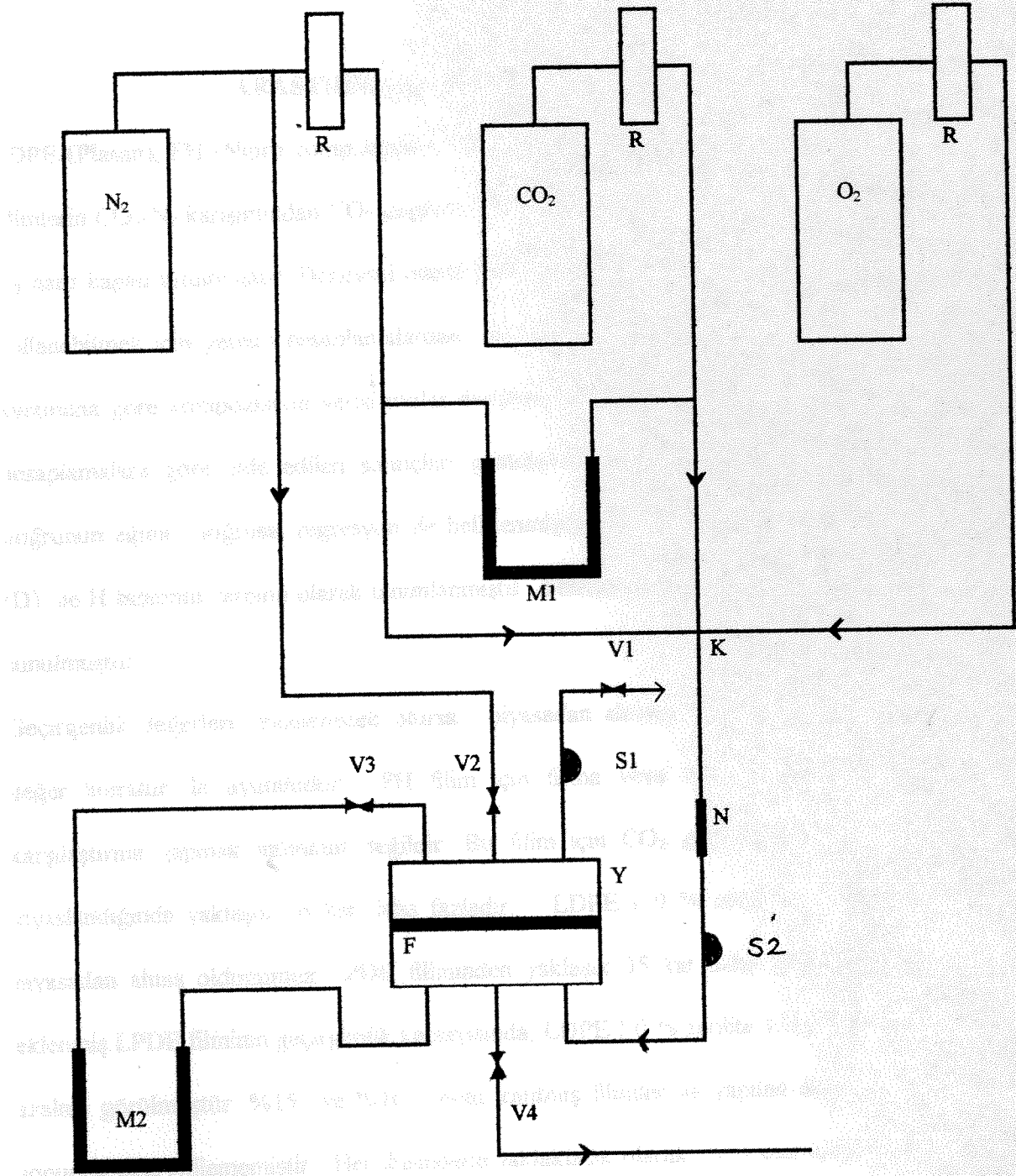
paketleme malzemesinin hazırlanması Şekil 1 de verilmiştir.



Şekil 1 : Paketleme malzemesinin hazırlanması

Geçirgenlik özelliklerinin belirlenmesi :

Şekil 2 filimlerin gaz geçirgenlik özelliklerinin belirlenebilmesi için proje kapsamında kurulan sisteminin bir şemasını göstermektedir. Filim her iki tarafında adi filtre kağıdı ile desteklenmiştir. M1 manometresi her iki hattaki basıncın eşit olmasının sağlamak amacıyla kullanılmıştır. Yayınma haznesine verilecek karışım içindeki gazların derişimi rotametre ile hacımsal akış hızının ayarlanması ile sabitlenmiştir. M2 manometresi basınç ölçmek amacıyla kullanılmıştır. Filim içinde sabit derişim elde etmek için gaz karışımı yaklaşık 24 saat boyunca yüksek basınç haznesine verilmiştir. Daha sonra düşük basınç haznesinden yaklaşık 10 dakika kadar nitrojen gazı geçirilmiştir. Nitrojen akışı sırasında alçak basınç haznesinin giriş ve çıkış vanaları kapatılmıştır ve iki hazne arasındaki basınç farkı sabit tutulmuştur. Basınç farkı sabitlendikten sonra yayınma haznesi manometresinin vanası kapanmıştır. Alçak basınç haznesinden gaz şıngası sayesinde belli zamanlarda numune alınmıştır. Gaz analizleri ısıl iletkenlik detektörü (TCD, 60 °C) ve Propak Q kolonu kullanmak suretiyle Gaz kromatografisi (Shimadzu GC-14A, Japan) ile yapılmıştır. He taşıyıcı gaz olarak kullanılmıştır. Deneyler sırasında filim alanı $2.375 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ dir. Alçak basınç haznesi $1.1 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ dür. İki hazne arasında basınç farkı 0.09 m Hg olarak ayarlanmıştır. Bu sistemde sıcaklık kontrolünü difüzyon haznesini etüv içine yerleştirmek suretiyle yapmak mümkündür.



Şekil 2 . Deneysel düzeneğin şeması

- | | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| F : film | N: nem tutucu | Y : difüzyon haznesi |
| K : karışma noktası | R : rotametre | |
| M1: gas besleme manometresi | S1 ve S2 : numune alma septumları | |
| M2 : yayınma haznesi manometresi | V1, V2, V3 ve V4 : iğne vana | |

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

LDPE (Plasan), FH (Nipro comp.Japon) ve zeolit katmak suretiyle hazırlanmış olan LDPE filimlerin CO₂-N₂ karışımından CO₂ geçirgenlik katsayısının belirlenebilmesi için düzenekteki O₂ hattı kapalı tutulmuştur. Deneysel olarak elde edilmiş veriler Tablo 1'de ve Denklik 12 yi kullanabilmek için gerekli hesaplamalardan bir örnek de Tablo 2' de verilmiştir. İdeal gaz kanununa göre kompozisyon verisi molar derişime çevrilmiştir. Şekil 3 farklı filimler için bu hesaplamalara göre elde edilen sonuçları göstermektedir. Elde edilen verilere en iyi uyan doğrunun eğimi doğrusal regresyon ile belirlenmiştir. Geçirgenlik değeri (P) difüzyon sabiti (D) ile H sabitinin çarpımı olarak tanımlanmıştır. Filimler için geçirgenlik değerleri Tablo 3 de sunulmuştur.

Geçirgenlik değerleri incelenecek olursa , piyasadan alınmış olan LDPE filim için bulunan değer literatür ile uyumludur. FH filim için firma veya literatür bilgisi olmadığından karşılaştırma yapmak mümkün değildir. Bu filim için CO₂ geçirgenlik katsayısı LDPE ile kıyaslandığında yaklaşık 16 kat daha fazladır. LDPE (0 % zeolite) filmi için du değer piyasadan almış olduğumuz LPDE filiminden yaklaşık 35 kat daha fazladır. %25 zeolit eklenmiş LPDE filiminin geçirgenlik katsayısında, LDPE (0 % zeolite) filmi ile kıyaslandığında azalma görülmüştür. %15 ve %10 zeolit katılmış filimler ile yapılan denemelerden olumlu sonuçlar elde edilememiştir. Her ikisinde de yaklaşık olarak 2- 3 saat içinde dengeye yakın bir değere ulaşılmıştır. Kurulan sistemde bir aksaklık olabileceği düşüncesiyle deneyler tekrarlanmış , piyasadan alınmış LDPE tekrar denenmiş, gene aynı sonuçlar elde edilmiştir. Buda aksaklığın gaz geçirgenliğinin ölçümü için kurulmuş deney düzeneğinden değil, hazırlanmış filimlerin yapısından kaynaklandığının göstermektedir.

Tablo 1 . Yüksek ve alçak basınç haznesindeki CO₂ derişimi

Filim çeşiti	Süre (s)	CO ₂ derişimi (%)	
		Yüksek basınç haznesi	Alçak basınç haznesi
LDPE (70 µm)	0	37,01	0
	2		1,06
	4		1,97
	6		2,61
	8		3,39
LDPE (% 0 zeolite, 160 µm)	0	37,09	0
	1,5		7,55
	2		9,02
	3		11,28
	3,5		12,44
	4,5		15,68
LDPE (% 25 zeolite, 200 µm)	0	32,65	0
	2		3,74
	4		5,91
	6		11,01
	8		11,01
FH filim (50µm)	0	32,39	0
	0,25		3,70
	1		7,19
	2		12,61
	4		23,00

Tablo 2. Geçirgenliğin belirlenebilmesi için LDPE film için veriler ve hesaplamalar

Yüksek basınç haznesindeki CO₂ : 37,01 %

: 0,0163 kgmol /m³

Yüksek basınç haznesindeki basınç : 109,9 kPa

Alçak basınç haznesindeki basınç : 97,91 kPa

Sıcaklık : 300,5 K

Filim kalınlığı : 70 μ m

Filim alanı : 2,375 x 10⁻³ m²

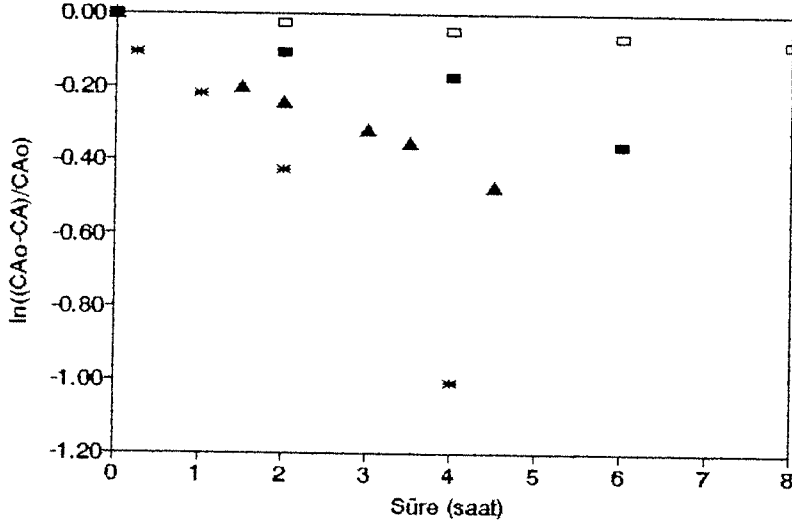
Alçak basınç haznesi hacmi : 1,1 x 10⁻⁴ m³

Alçak basınç haznesi ile ilgili veriler :

Süre (s)	CO ₂ (%)	CO ₂ (kgmol/m ³)
0	0	0
2	1,06	4,14 x 10 ⁻⁷
4	1,97	7,72 x 10 ⁻⁷
6	2,61	1,02 x 10 ⁻⁶
8	3,39	1,29x 10 ⁻⁶

eğim = - 0,01079 (r²=0,99) (Şekil 3)

geçirgenlik (P) = 9,8x10⁻¹²m²/sn



Şekil 3 . $\ln((CA_o - CA) / CA_o)$ değerlerinin zamana göre değişimi

□ LDPE, (70 µm) , ▲ LDPE (% 0 zeolite, 160 µm) , ■ LDPE (% 25 zeolite, 200 µm),
* FH film (50µm)

Tablo 3. Filimlerin geçirgenlik değerleri

Malzemenin Cinsi	Geçirgenlik değeri (P = DH) m ² /sn
LDPE, (70 µm)	9,80x 10 ⁻¹² (r ² = 0.99)
LDPE (% 0 zeolite, 160 µm)	3.40x 10 ⁻¹⁰ (r ² = 0.99)
LDPE (% 25 zeolite, 200 µm)	1,51x 10 ⁻¹⁰ (r ² = 0.96)
FH film (50µm)	1.57 x 10 ⁻¹⁰ (r ² = 0.99)

Kimya endüstrisi için ,membran gaz ayırma sistemlerinde ayırma performansını arttırmak için zeolitin polimerik malzemeler içerisinde katılması ile ilgili çalışmalar mevcuttur. Çözünme-difüzyon prensibine göre ayırım yapan membranlarda gaz önce membran malzemesi tarafından adsorplanır, daha sonrada gaz difüze olur ve membranın diğer tarafından desorplanır. (Crank ve Park, 1968 ; Geankoplis, 1983) Adsorbanlar arasında moleküler boyuttaki kanallarıyla şekil seçici zeolitler önemli bir yer tutarlar. Bunlardan biride klinoptilolitin kullanıldığı Bülbül ve arkadaşlarının (1994) çalışmasıdır. Slikon kauçuk içerisinde ağırlıkça % 30 'a kadar klinoptilolit katkısı saf O₂, CO₂ ve N₂ için geçirgenlikleri düşürmektedir. Zeolit katkılı polimerik membranlarda taşınım mekanizması çok açık değildir. Bu tip membranlarla ayırım özellikleri zeolitin moleküler elek görevi yapması, zeolitin şekil seçiciliğine, gazların polaritesine ve membranın yapısına bağlıdır. %15 ve %10 zeolit katılmış LDPE filimler ile yapılan denemeler sonucunda , geçirgenliklerinde çok fazla artışlar elde edilmesi hazırlanan filimlerin seçici olmayan boşluklar şeklinde kusurları içerdiğini , yani hazırlamada kusurlar olduğunu göstermektedir. Fakat buna karşın % 25 zeolit içeren LDPE filimlerden olumlu sonuçlar elde edilmiştir.Kesin bir yargıya varabilmek için filimlerin yapısının taramalı elektron mikroskopla incelenmesi gerekmektedir.

Araştırmanın bundan sonraki kısmında yapılacaklar ve öneriler aşağıda sıralanmıştır .

- 1) Bu proje kapsamında kurulmuş olan düzenek işler durumda olmasına karşın deneysel hassasiyet açısından manometre yerine hassas basınç ölçer kullanılması daha uygun olacaktır.
- 2) Filmlerin hazırlama yöntemi tekrar gözden geçirilecektir. Ayrıca presleme ile hazırlama yerine otomatik filim dökme cihazı kullanılarak filimleri hazırlama yöntemi üzerine de

çalışmalar başlatılmıştır, ama henüz daha başarılı olunamamıştır. Kurutma işleminden sonra filimlerde çatlama olmaktadır. Başarılı olma durumunda , hazırlanan filimlerin yapısı incelenecektir.

- 3) Deneylede şimdiye kadar yapılmış çalışmalar farklı CO_2 - N_2 derişimi içinde tekrarlanacaktır. Beklentimiz bunun geçirgenlik sayısını çok fazla değiştirmeyeceği yönündedir. Saf CO_2 , O_2 ve N_2 gazlarının geçirgenlik katsayısı 2 atm kadar konsantrasyona dolayısıyla basınca bağımlı değildir (Geankoplis , 1983) İekli sistemde ise az miktarda bir değişim olmaktadır. Bunun nedeni CO_2 ve N_2 gazları arasındaki polarite farkından dolayıdır. (İlter ve ark., 1991 ;Tokatlı ve Özilgen , 1993).
- 4) Deneyleler O_2 - N_2 karışımı içinde tekrarlanacaktır.
- 5) İekli çalışmalardan sonra O_2 - CO_2 - N_2 karışımı teorik ve deneysel olarak çalışılacaktır.

REFERANSLAR

Barth M.M., Kerbel E.L., Broussard S. and Schmidt S. J., Modified atmosphere packaging protects market quality in Broccoli spears under ambient temperature storage , *J.Food Sci.*, 58,1070,(1993)

Barth M.M., Kerbel E.L., Perry A.K. and Schmidt S.J., Modified atmosphere packaging affects ascorbic acid , enzyme activity and market quality of Broccoli, *J.Food Sci.* 58,140, (1993)

Ben-Yehoshua S., Individual seal packaging of fruits and vegetables in plastic film. A post harvest technique, *Hort Sci.*,20,32, (1985)

Billmeyer, F.M., Textbook of polymer science, 2nd edn. J Wiley and Sons Inc., USA (1971)

Cameron A.C., Boylan-Pett W. and Lee J., Design of modified atmosphere packaging systems: modeling oxygen concentrations within sealed packages of tomato fruits, *J.Food Sci.* 54, 1413, (1989)

Bülbül İ., Atalay Ç., Tantekin-Ersolmaz Ş.B. ve Erdem-Şenatalar A., Zeolit katkılı gaz ayırma membranları, *1. Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresi Tebliğ Kitabı* 1. Cilt (1994) p.469

Crank, J. ve Park G.S., Diffusion in polymers. Academic Press, London (1968)

Damarlı E. ve Pala M., Modifiye atmosferde ambalajlamanın taze fasulyenin kalite ve dayanma süresine etkisi, *II. Gıda Mühendisliği Ulusal Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, Ankara, (1995) p:24,

Exama A., Arul J., Lencki R.W., Lee L.Z., and Toupin C. ,Suitability of plastic films for modified atmosphere packaging of fruits and vegetables", *J.Food Sci.* 58,1365,(1993)

Floros D.J., Controlled and modified atmospheres in food packaging and storage, *Chem.Eng.Proc.*, June,23,(1990)

Geankoplis C.J. Transport processes and unit operations ., Allyn and bacon, Inc. Boston , (1983). p 400

Howsman G.J. and Peppas N.A., .Mathematical Analysis of Transport properties of polymer films for food packaging, *J. of Polymer Science* 31, 2071, (1986)

Ilter M.,Özilgen M. and Orbey N.,Modeling permeation of Modified atmosphere gas mixtures through a low density polyethylene package film, *Polymer International* ,25,211, (1991)

Kader A.A. ,Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables, *Food Technol.* ,40,99,(1986)

Kader A.A., Zagory D. and Kerbel E.L. ,Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables, *CRC Rev. Food Sci. Nutr.* 28 ,1, (1989)

Karel M., Fennema O.R. ve Lund D.B. Principles of Food Preservation Part II Physical properties of food preservation , edited by Fennema O. R. Marcel Dekker. Inc. New York , (1975). p 399

Lee D., Haggar, Lee J. and Yam K.L. ,Model for fresh produce respiration in modified atmospheres based on principles of enzyme kinetics, *J.Food Sci.* 56,1580 ,(1991)

Nipro Company, LTD 4-3-4 chome, Hongo, bunkyo-ku, Tokyo 113, Japan

Svetlana F., Rodov V., Peretz J. ve Ben-Yehoshua S., model for gas exchange dynamics in modified atmosphere packages of fruits and vegetables, *J.Food Sci.* 60,1078 ,(1995)

Tokatlı K and Özilgen M. ,Temperature effects on permeation of Modified atmosphere gas mixtures through a low density polyethylene package film, *Polymer International* 25,211, (1993)

Zagory D. and Kader A.A. , Modified atmosphere packaging of fresh produce, *Food Technol.*, Sept,70,(1988)

BİYOLOGRAFİK BİLGİ FORMU

Proje No: TOGTAG 1547

2- Rapor Tarihi: Ağustos 1997

Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri: 01.04.1996 01.04.1997

Projenin Adı: Meyva ve Sebzelerin Korunması ve Saklanması için Polimer Esaslı Yeni Bir Malzeme Oluşturulması ve Gaz Geçirgenlik Özelliklerinin Belirlenmesi.

Proje Yürütücüsü ve Yardımcı Araştırmacılar:

Doç.Dr. Alev BAYINDIRLI
Safiye Nur (DİRİM) AKTAŞ

Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi:

O.D.T.Ü. Gıda Mühendisliği Bölümü
ANKARA

Destekleyen Kuruluş(ların) Adı ve Adresi:

TÜBİTAK

Öz (Abstract):

Polimer filimler meyva ve sebzelerin paketlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu filimlerin geçirgenlik özellikleri paketin içindeki modifiye gaz kompozisyonu üzerinde etkilidir. Paketteki gaz kompozisyonu ise ürünün raf ömrü açısından önemlidir. Bu araştırmanın amacı, alçak yoğunluklu polietilene doğal zeolit ekleyerek yeni bir paketlenme malzemesi üretmek ve bu malzemenin olgunlaşma ve bozulmaya etkisi olan gazların geçişi ve tutulmasına ilişkin göstereceği özelliklerin ve seçiciliğinin saptanabilmesi için bir düzenek kurulmasıdır. Çalışmanın ilk aşamasında polimer esaslı malzemenin oluşturulması yer almaktadır. Bu aşamada ksilen içinde çözülmüş alçak alçak yoğunluklu polietilene farklı oranlarda zeolit eklenmiştir. Daha sonra kurutularak elde edilen malzeme preste eritilerek film üretilmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında bu filimlerin gaz geçirgenliklerinin belirlenebilmesi için geçirgenlik deneylerinin yapılabileceği bir düzenek kurulmuş, CO₂ gazının CO₂-N₂ karışımı içinde hazırlanmış polietilen filimlerden geçişi deneysel ve teorik olarak çalışılmış ve geçirgenlik katsayıları bulunmuştur.

Anahtar kelimeler : Paketleme, Polimer film, geçirgenlik

9- Proje ile ilgili Yayın/Tebliğlerle ilgili Bilgiler

-

10- Bilim Dalı:

Doçentlik B. Dalı Kodu: 614
Uzmanlık Alanı Kodu: 614.02.01

ISIC Kodu:

11- Dağıtım (*) : Sınırlı Sınırsız

12- Raporun Gizlilik Durumu :

 Gizli Gizli Değil

(*) Projenizin Sonuç Raporunun ulaştırılmasını istediğiniz kurum ve kuruluşları ayrıca belirtiniz