

NANOKİL KOMPOZİTLERİNİN GIDA AMBALAJLAMADA KULLANIMI



Fatih TÖRNÜK
Hasan YETİM

*Erciyes Üniversitesi, Mühendislik
Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü*



Sunum

Özeti

- Nanokiller, yapıları, çeşitleri ve özellikleri
- Polimer nanokompoziti
- Nanokillerin gıda ambalajlarında kullanımı
- Aktif ambalajlama ve nanokiller
- Sonuç

KİL

Nedir?

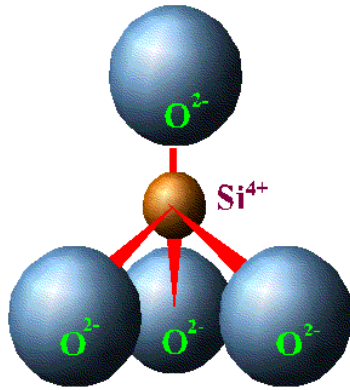
- Kil, kristal yapıları birbirinden farklı olan birkaç mineralin oluşturduğu mineral karışımının genel adıdır.

KİL = Ana Kil Minerali + Diğer Kil Mineralleri +
Eser Organik Maddeler

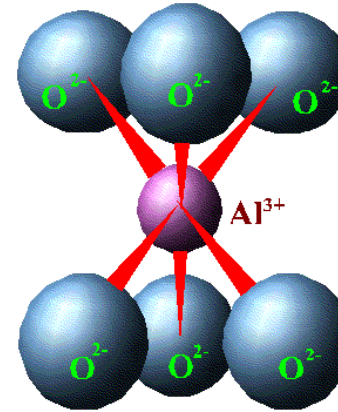
- Yapılarında mineral dışında en çok kalker, silis, mika ve demiroksit bulunur.

Killerin yapısı

- Killer, tabakalı yapıya sahiptirler. Bu tabakaların kristal yapıları tetrahedral ve oktahedral olmak üzere iki temel birimden oluşmaktadır.

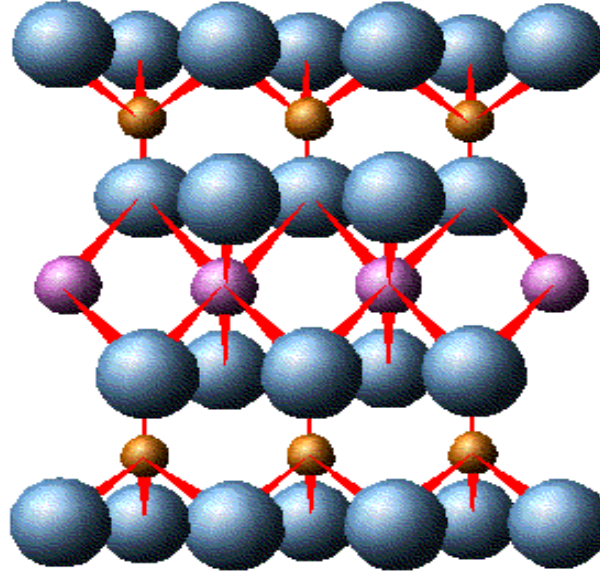


Tetrahedral birim



Oktahedral birim

Kililerin yapısı



Şekilde **Tetrahedral – Oktahedral – Tetrahedral** (TOT) yapılar görülmektedir. Oluşan çok sayıda birim tabaka üst üste gelerek büyür ve kil taneciklerini oluştururlar.

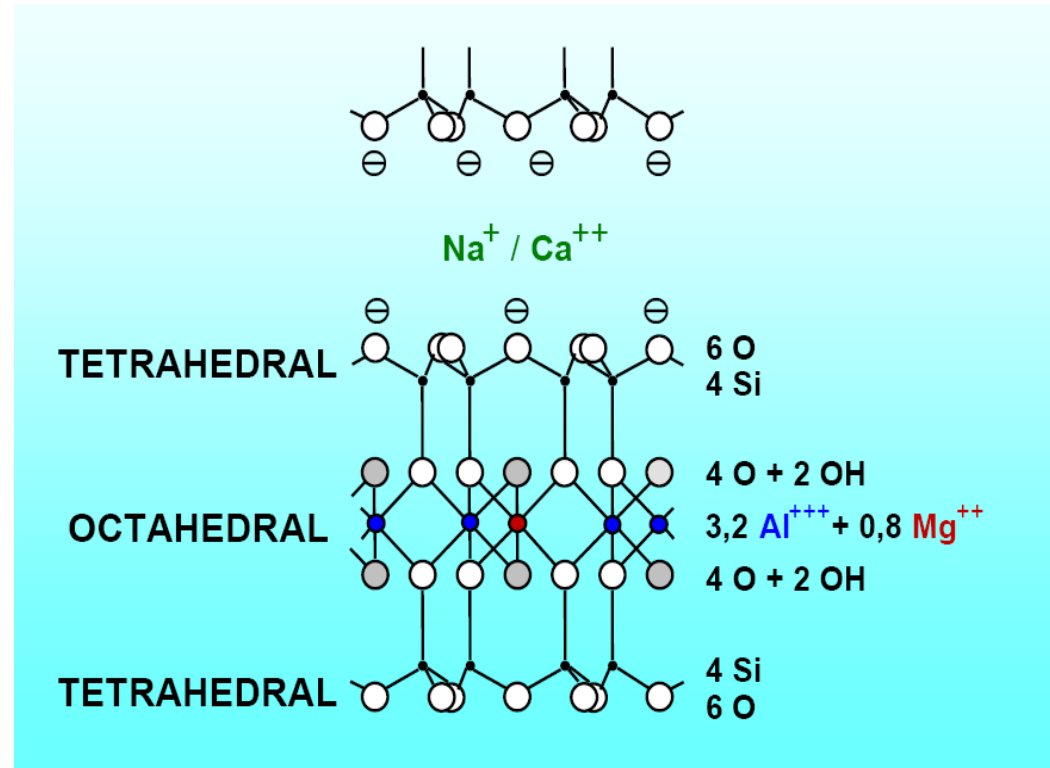
Killerin sınıflandırılması

Killer yapısal özelliklerine göre 3 ana grupta sınıflandırılmaktadırlar.

KİL	ÖZELLİK
Kaolin $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	Çok az şişme özeliği Silika-alümina tabakası
Montmorillonit $(\text{Na,Ca})_{0.33}(\text{Al,Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	Yüksek şişme özeliği Silika-alümina-silika tabakası
İlit $(\text{K,H}_3\text{O})(\text{Al,Mg,Fe})_2(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}[(\text{OH})_2,(\text{H}_2\text{O})]$	Çok az şişme özeliği Silika-alümina-silika tabakası

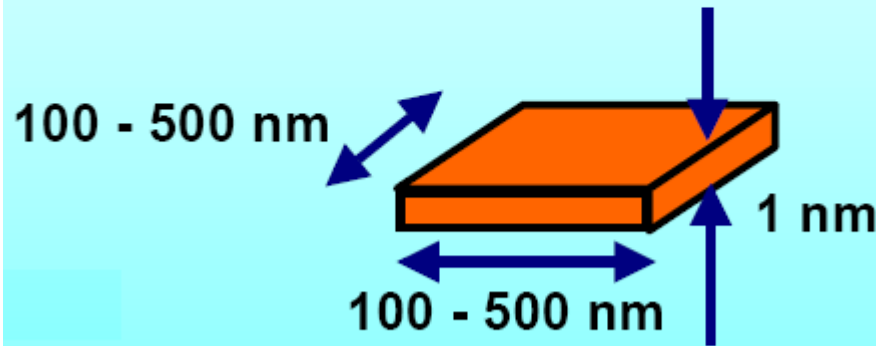
Montmorillonit (MMT)

- 1847 yılında Fransa'nın Montmorillon bölgesinde bulunmuştur ve adını bu bölgeden almaktadır.
- Montmorillonit iki silisyum tetrahedralinin arasında bir alüminyum oktahedraliyle oluşan, TOT yapısında bir kil mineralidir. (yüzlerce – 8-10 mikron)



MMT

Montmorillonite



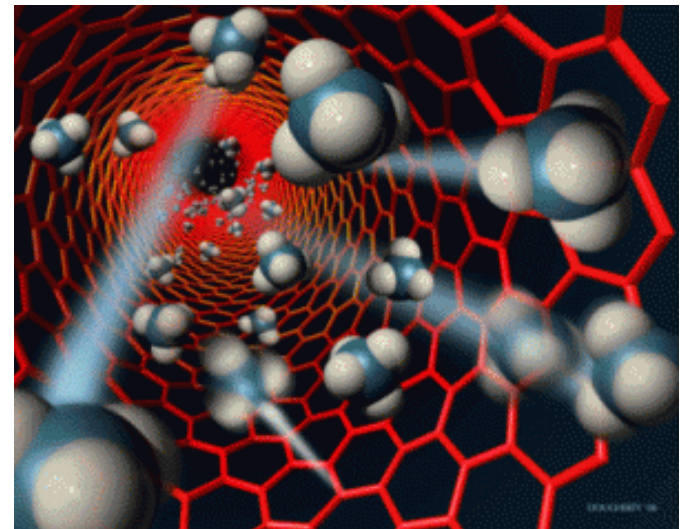
MMT tabakasının uzunluğu ve genişliği 100 ila 500 nm arasında değişmektedir, fakat kalınlığı 1 nm olduğundan, MMT **nanomadde** sınıfına girmektedir.

MMT'nin Bazı Temel Özellikleri

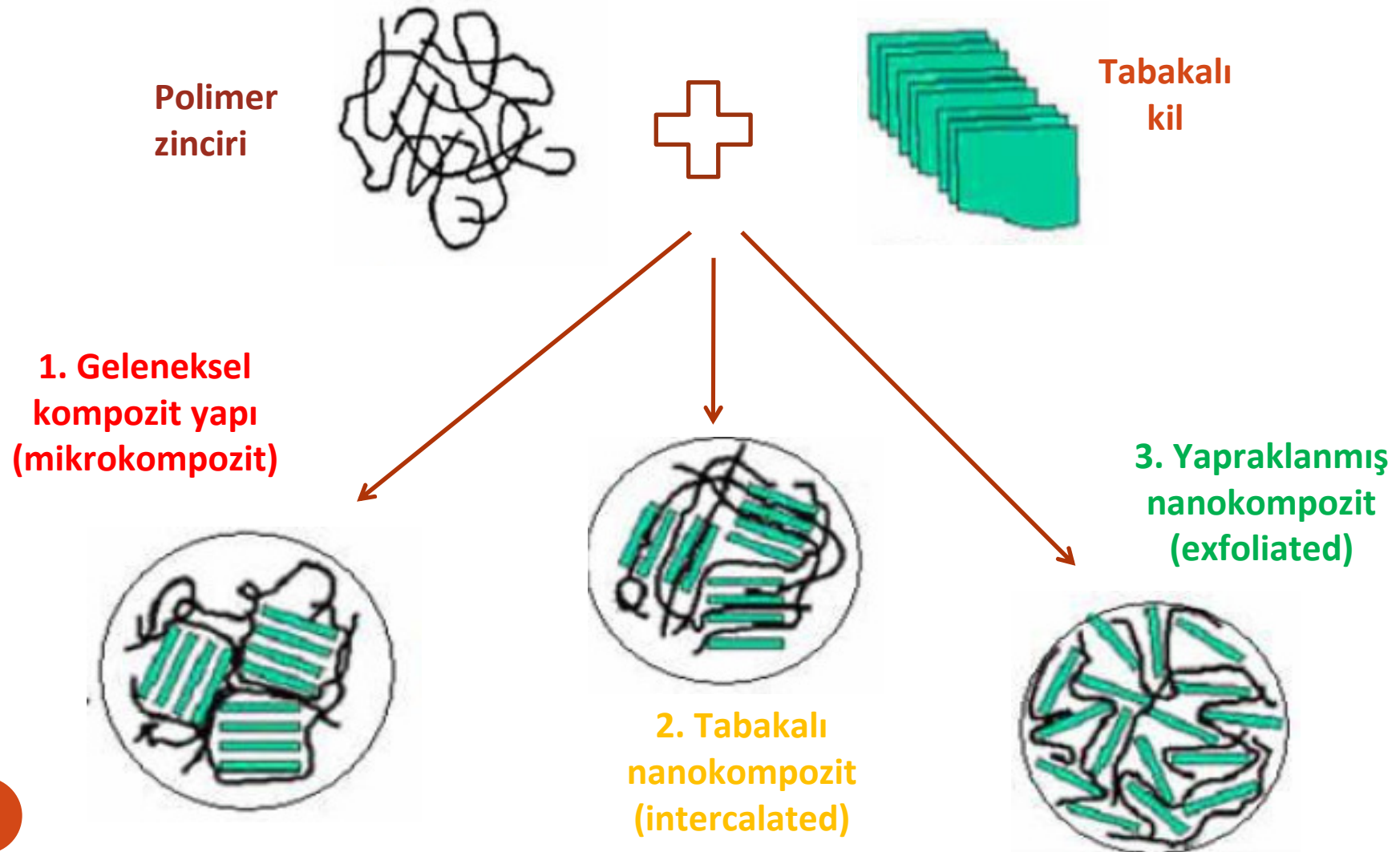
- **Şişme Özeliği:** Su aldığıında hacminin artması
- **Plastiklik Özeliği:** Su aldığıında istenilen şekli alabilmesi
- **Renk:** Killer doğada metaloksitlerle karışık halde iken doğal olarak renklenmişlerdir.
- **Adsorplama Özelliği:** MMT, yaklaşık 800 m²/g değeriyle çok yüksek yüzey alanına sahiptir.
- **Reolojik Özelliği:** Su aldıklarında viskoz bir yapı kazanmaları
- **Katyon Değişim Kapasitesi:** MMT tabakalarının yüzeyi yer değiştirebilir negatif iyonlarla kaplanmıştır.

Polimer Nanokompoziti Nedir?

- MMT ve diğer killer, polimerlerden elde edilen kompozitlere dolgu maddesi olarak ilave edilmeleri ile elde edilen kompozitlere **polimer nanokompoziti** denir.



Polimer Nanokompoziti

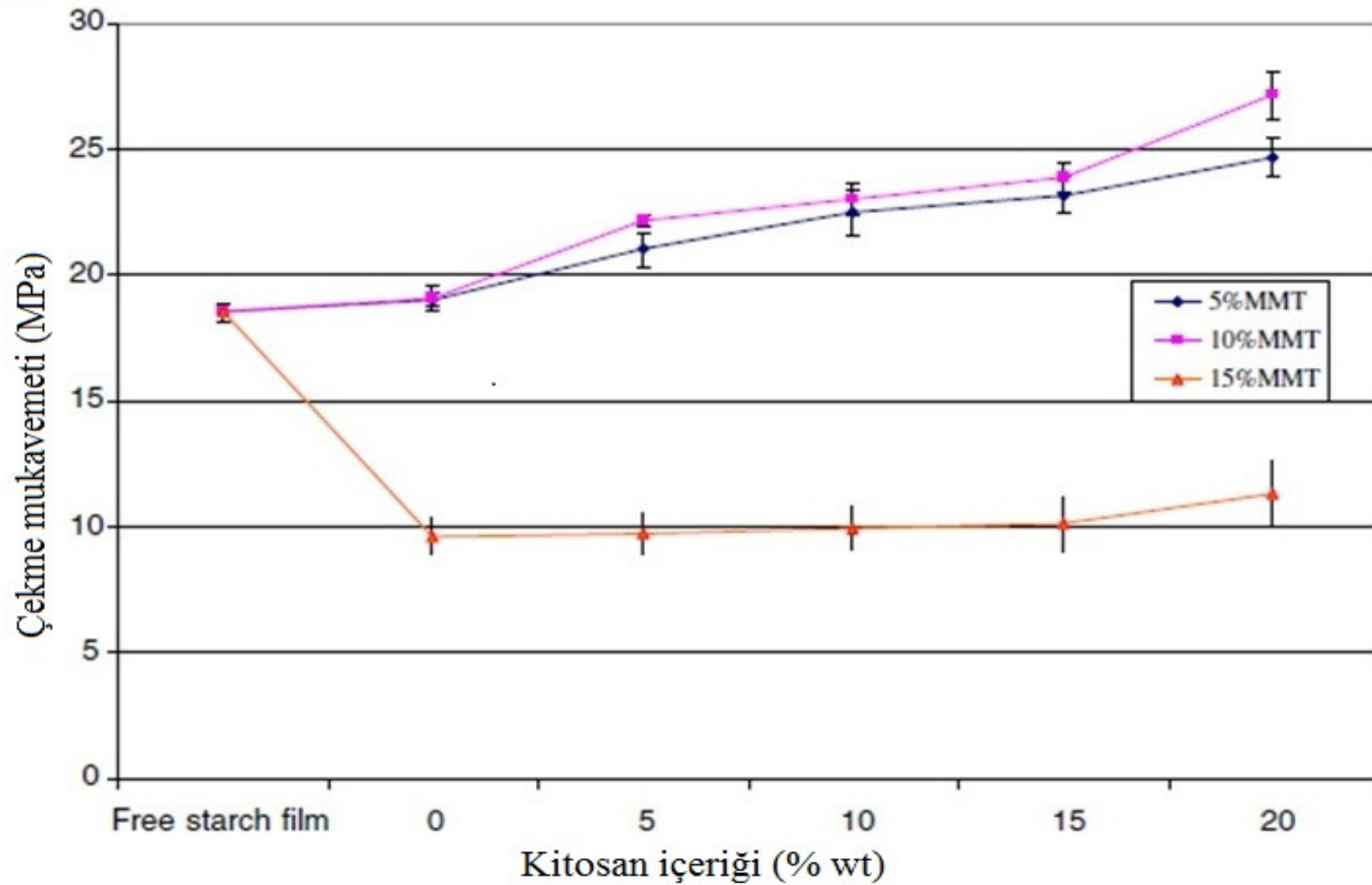


Nanokillerin Gıda Ambalajlarında Kullanımı

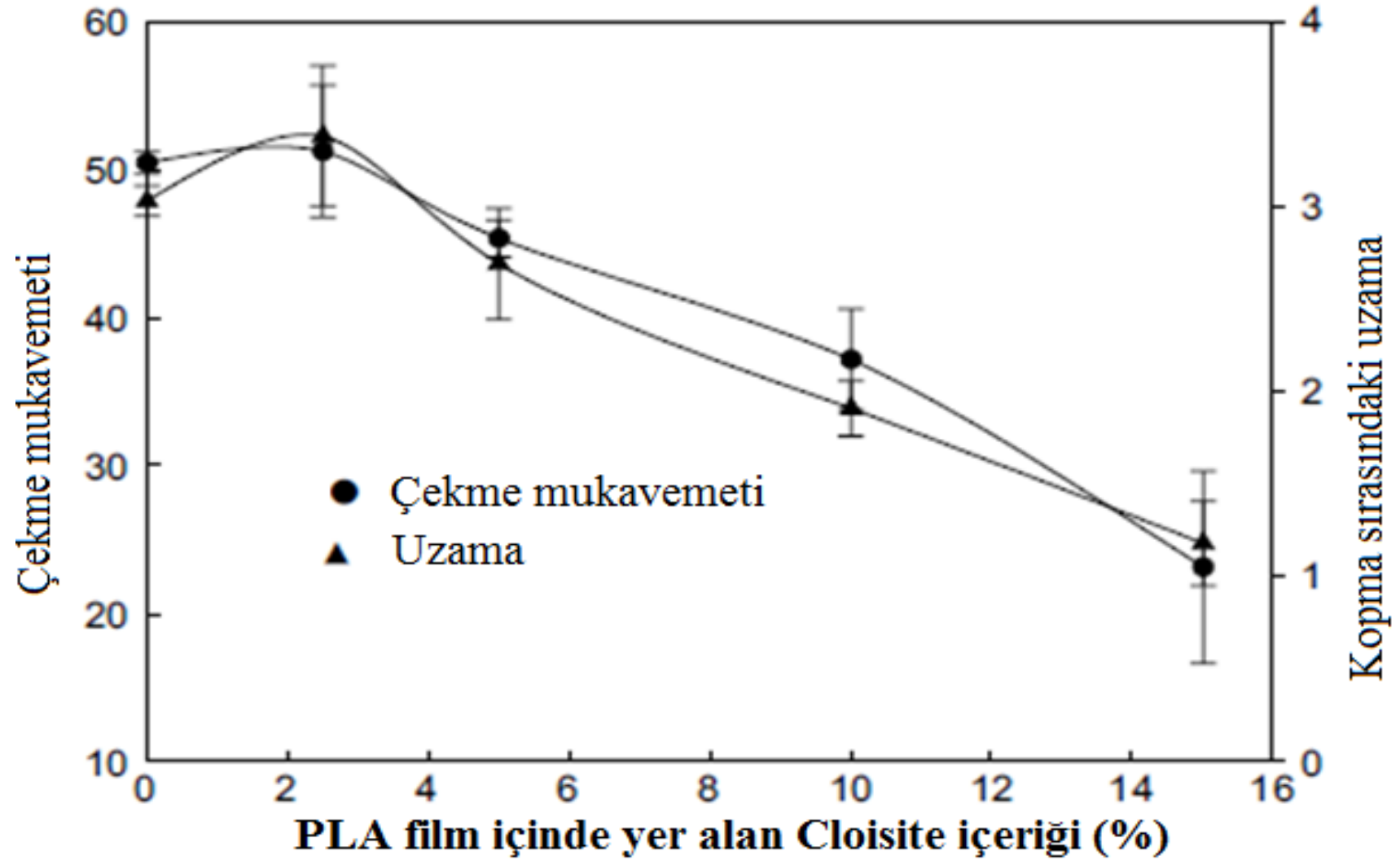
1. Ambalajın mekanik ve termoplastik özellikleri iyileşir.



Farklı kil ve kitosan konsantrasyonlarının nişasta filmin çekme direnci üzerine etkisi



Kil içeriğinin Cloisite/PLA filmin uzama özelliklerine etkisi

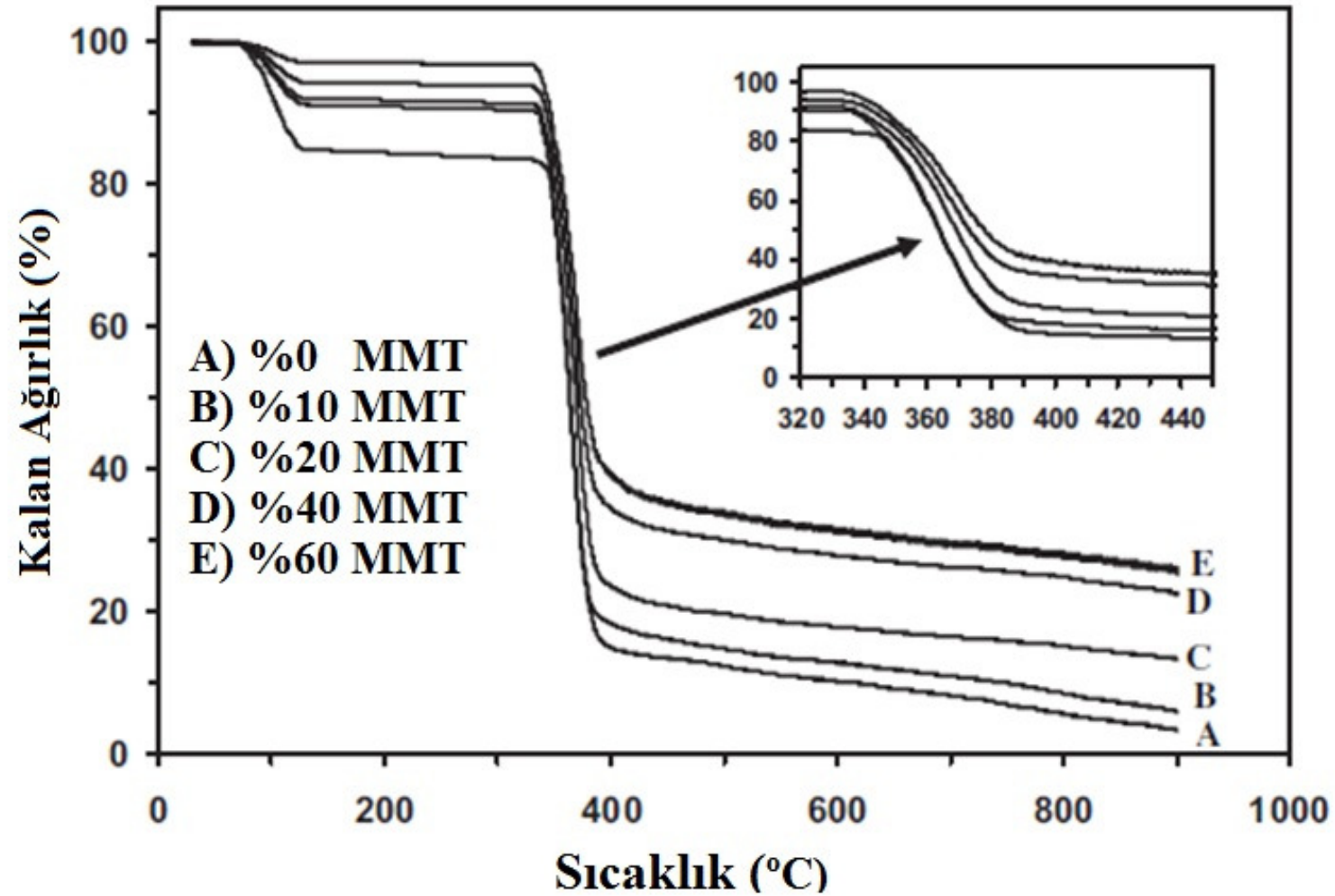


Cloisite içeriğinin *Gelidium corneum* filmin fiziksel özellikleri üzerindeki etkisi

Cloisite içeriği (%)	Film kalınlığı (μm)	Çekme mukavemeti (MPa)	Kopma anında uzama (%)
0	28.17 ± 0.24 ^a	19.59 ± 0.62 ^c	15.00 ± 6.45 ^c
1	30.07 ± 0.64 ^a	23.25 ± 1.22 ^b	28.05 ± 6.51 ^{ab}
3	30.00 ± 1.23 ^a	26.40 ± 1.01 ^a	33.21 ± 4.34 ^a
5	31.67 ± 0.78 ^{ab}	24.18 ± 2.91 ^{ab}	27.84 ± 5.06 ^{ab}
7	33.00 ± 0.86 ^b	18.52 ± 2.18 ^c	22.50 ± 4.66 ^{bc}

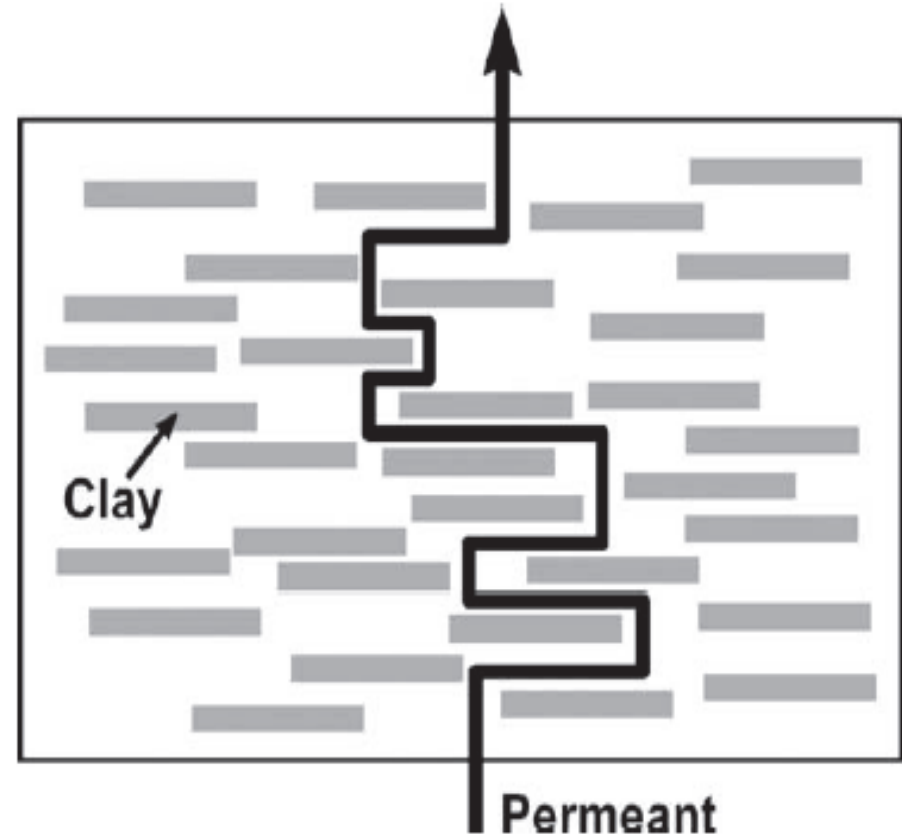
Lim et al, 2010

MMT/metil selüloz filmin termogravimetrik (TGA) analizi



Tunç and Duman, 2011

**2. Ambalajın
geçirgenliği
azalır, bariyer
özellikleri
artar.**



Nielsen teoremi (1967)

Nişasta bazlı filmde kil/kitosan oranının filmin su buharı geçirgenliği üzerindeki etkisi

MMT-Kitosan oranı	Su buharı geçirgenliği (g/m ²)
0:0	2000
10:0	1880
10:5	1790
10:10	1669
10:15	1507
10:20	1082
5:10	1583
15:10	1173
20:10	1284

Cloisite içeriğinin *Gelidium corneum* filmin su buharı geçirgenliği üzerindeki etkisi

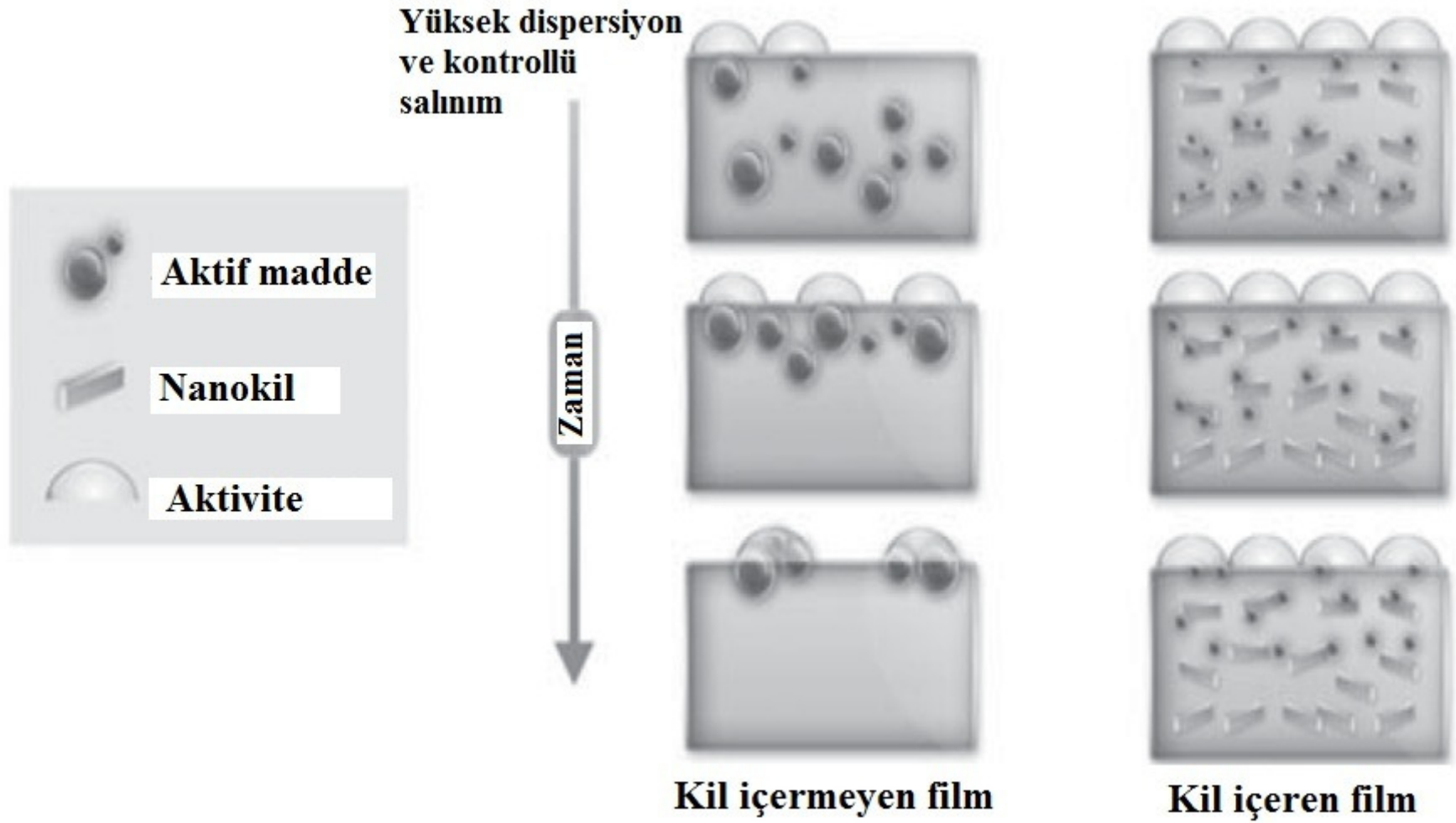
Cloisite içeriği (%)	Su buharı geçirgenliği
0	1.59 ± 0.23^a
1	1.30 ± 0.07^a
3	1.24 ± 0.06^b
5	1.19 ± 0.04^b
7	1.07 ± 0.04^b

Lim et al, 2010

Aktif Ambalajlamada Nanokiller

Aktif ambalajlama: Ambalaj malzemesine veya ambalaj içine çeşitli özelliklerdeki yardımcı bileşenlerin yerleştirildiği ambalajlama sistemleri olarak tanımlanabilir.

Kil / aktif madde ilişkisi

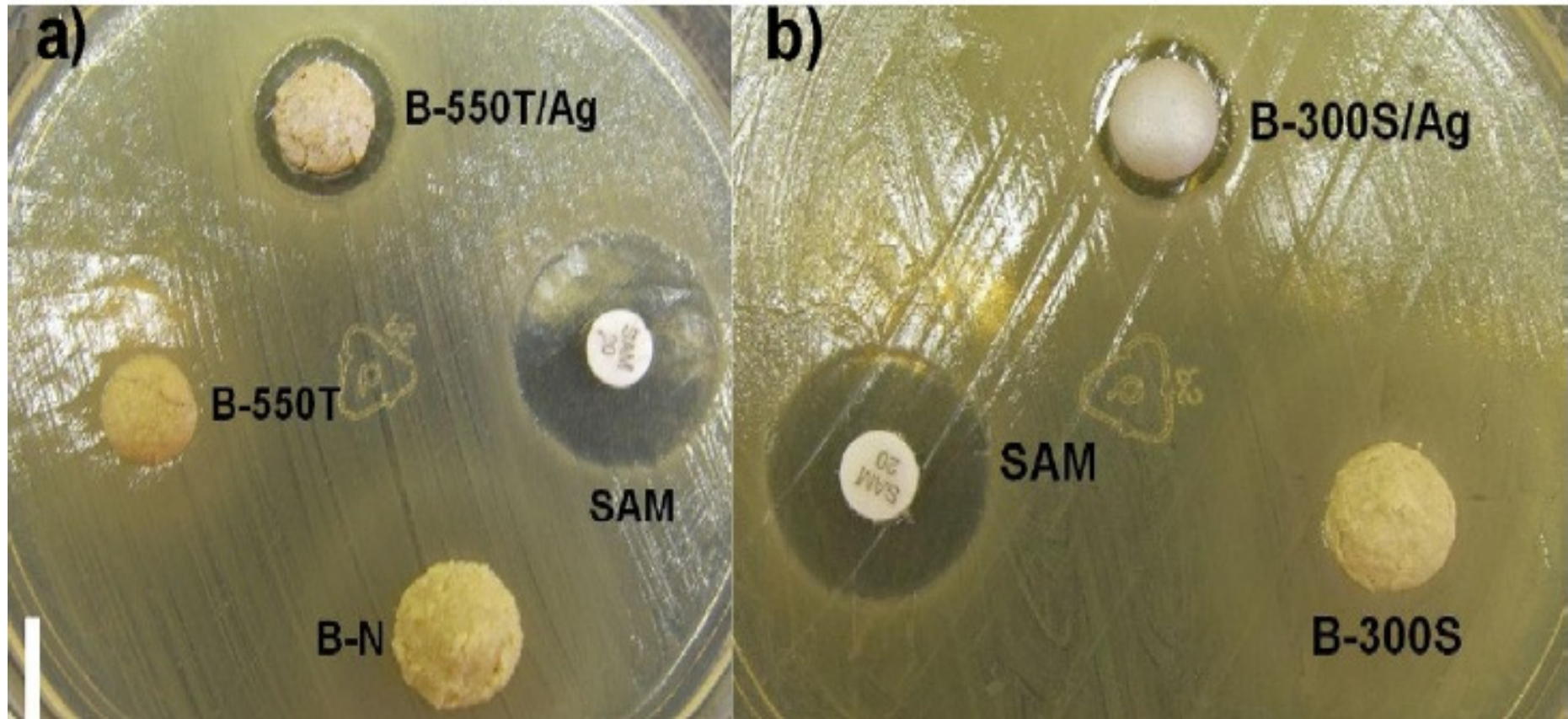


Nanokiller;

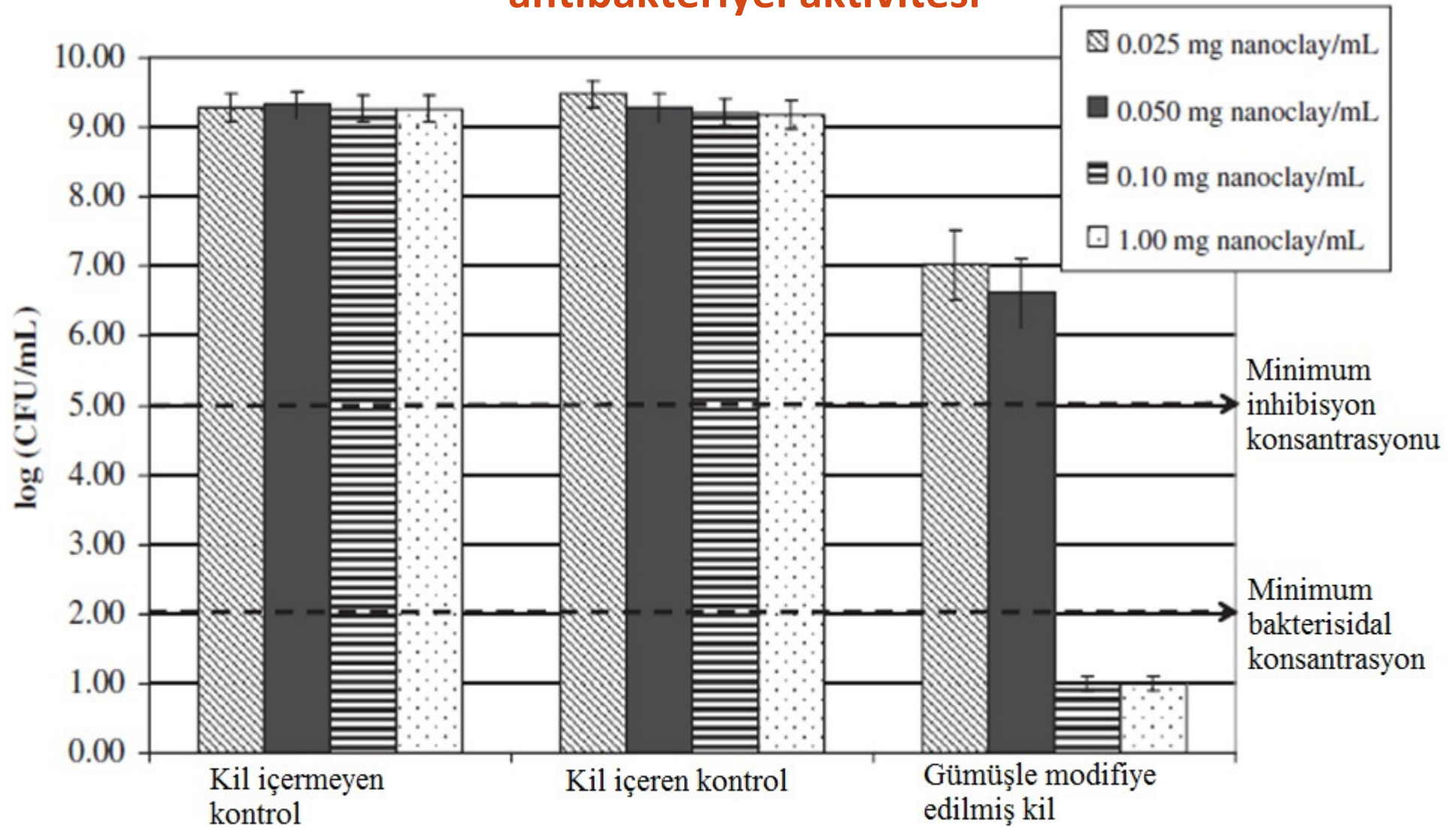
aktif maddenin

1. Homojen dağılımı
2. Kontrollü salınımı
3. Daha az konsantrasyonda bile gıdaların daha uzun süre muhafazasını sağlar.

Gümüş iyonları ile modifiye edilmiş MMT'nin *Escherichia coli*'ye karşı antibakteriyel aktivitesi (inhibisyon zonu) – PK: ampiciline
a) 550 °C'de yakılmış b) öğütölmüş kil



Kil içeren ve içermeyen ambalaj filmlerin *Salmonella* spp.'ye karşı antibakteriyel aktivitesi



Cloisite kiline tutturulan aktif maddeleri içeren *Gelidium corneum* bazlı filmlerin antibakteriyel aktiviteleri (inhibisyon zonları)

Antimicrobials		E. coli O157:H7		L. monocytogenes	
(%)		Na ⁺	30B	Na ⁺	30B
GSE	0	0 ± 0.00 ^c	0 ± 0.00 ^c	0 ± 0.00 ^d	0 ± 0.00 ^c
	0.8	11.49 ± 0.40 ^b	11.55 ± 0.11 ^b	26.76 ± 0.67 ^c	28.01 ± 0.72 ^b
	1	12.20 ± 0.72 ^{ba}	12.33 ± 0.15 ^{ba}	29.40 ± 0.94 ^b	28.46 ± 0.68 ^b
	1.2	12.43 ± 0.13 ^a	12.50 ± 0.10 ^a	31.43 ± 0.45 ^a	30.91 ± 0.68 ^a
Thymol	0	0 ± 0.00 ^d	0 ± 0.00 ^c	0 ± 0.00 ^c	0 ± 0.00 ^c
	0.8	12.57 ± 0.08 ^c	12.48 ± 0.18 ^b	12.47 ± 0.34 ^b	13.47 ± 0.68 ^b
	1	13.16 ± 0.38 ^b	12.67 ± 0.56 ^b	14.94 ± 0.26 ^a	14.97 ± 0.24 ^a
	1.2	14.09 ± 0.12 ^a	14.08 ± 0.25 ^a	15.28 ± 0.29 ^a	14.44 ± 0.67 ^a

Olumlu:

- Killerin nanokompozit üretiminde kullanılabilmeleri için modifiye edilmeleri gerekmektedir.
- Killer, polimer kompozitlerine ilave edildiklerinde onların birçok özelliğini geliştirmektedirler.

Eksik:

- Nanokil içeren polimer kompozitleri ile sarılmış filmler ile henüz kapsamlı gıda denemeleri yapılmamıştır.
- Nanokillerin sağlık üzerindeki olası olumsuz etkileri henüz tam olarak aydınlatılmamıştır.

DİNLEDİĞİNİZ İÇİN
TESEKKÜRLER