

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI AMBALAJ VE DEPOLAMA KOŞULLARININ
GAZLI İÇECEKLERİN KALİTE KARAKTERİSTİKLERİ
ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Seçil BÜYÜKAĞAOĞLU**

Anabilim Dalı : Gıda Mühendisliği

Programı : Gıda Mühendisliği

HAZİRAN 2010

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI AMBALAJ VE DEPOLAMA KOŞULLARININ
GAZLI İÇECEKLERİN KALİTE KARAKTERİSTİKLERİ
ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Seçil BÜYÜKAĞAOĞLU
(506071512)**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 05 Mayıs 2010

Tezin Savunulduğu Tarih : 11 Haziran 2010

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. M. Hikmet BOYACIOĞLU (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Güldem ÜSTÜN (İTÜ)
Doç. Dr. Beraat ÖZÇELİK (İTÜ)**

HAZİRAN 2010

ÖNSÖZ

Değerli bilgi ve tecrübeleri ile bana yol gösteren danışman hocam Sayın Prof. Dr. M. Hikmet BOYACIOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım. Çalışmalarım sırasında yardım ve tecrübelerini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Dilek BOYACIOĞLU'na, Sayın Doç. Dr. Gürbüz GÜNEŞ'e, Araş. Gör. Zeynep TACER'e teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2010

Seçil BÜYÜKAĞAOĞLU
(Gıda Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ŞEMBOL LİSTESİ.....	xvii
ÖZET.....	xix
SUMMARY	xxi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	3
2.1 Gazlı İçeceklerin Tanımı ve Özellikleri	4
2.2 Dünya’da ve Türkiye’de Gazlı İçecek Sektörü	5
2.3 Gazlı İçeceklerin Üretiminde Kullanılan Bileşenler	6
2.3.1 Karbondioksit (CO ₂)	6
2.3.2 Şeker.....	10
2.4 Gazlı İçeceklerin Üretim Yöntemleri.....	12
2.5 Gazlı İçeceklerin Önemli Kalite Karakteristikleri.....	15
2.5.1 Briks	15
2.5.2 Karbondioksit miktarı	16
2.5.3 Gazlı içecekler kusurları	16
2.5.3.1 Tat ve koku kusurları	16
2.5.3.2 Görünüş kusurları.....	18
2.6 Gazlı İçeceklerin Ambalajlanması	19
2.6.1 Tüketicilerin ambalaj tercihi	19
2.6.2 Gazlı içeceklerde kullanılan ambalaj materyalleri.....	20
2.6.2.1 Plastik ambalajlar	20
2.6.2.2 Cam ambalajlar	21
2.6.2.3 Metal kutular	21
2.6.3 Gazlı içecek sektöründe kullanılan plastik ambalaj materyalleri.....	22
2.6.3.1 Polikarbonat (PC) şişeler	22
2.6.3.2 Polietilen Tereftalat (PET) şişeler.....	22
2.6.3.3 Plastik şişe üretimi	24
Plastik şişelerin hammaddesi	25
Preform üretimi	25
Preformlardan plastik şişe üretimi	25
2.6.4 PET'lerin gaz geçirgenliği.....	26
2.6.4.1 Geçirgenlik mekanizması.....	28
2.6.4.2 Dual mod modeli.....	28
2.6.4.3 Ambalajların gaz geçirgenliklerini etkileyen faktörler	30

3. MATERYAL METOT.....	31
3.1 Materyal.....	31
3.2 Metot.....	31
3.2.1 Farklı boy gazlı içecek ambalajlarının üretimi.....	31
3.2.2 Deneme planı.....	32
3.3 Analizler	33
3.3.1 Karbondioksit ölçümü	33
3.3.2 Toplam kurumadde tayini	33
3.3.3 Tork	34
3.4 Duyusal Analizler.....	34
3.5 İstatistiksel Analizler.....	34
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	35
4.1 Buzdolabı Koşullarında Depolanan Farklı Boylardaki PET Şişeler İle İlgili DeneySEL Çalışmalar	36
4.1.1 Buzdolabı koşullarında depolanan farklı boylardaki PET şişelerin karbonasyon kayıplarının incelenmesi	36
4.1.2 Buzdolabı koşullarında depolanan farklı boylardaki PET şişelerin şişe iç basınç değerlerindeki değişimin incelenmesi (psi, lb/in ²).....	38
4.1.3 Buzdolabı koşullarında depolanan farklı boylardaki PET şişelerin tork değerlerindeki değişiminin incelenmesi (lbf in)	39
4.1.4 Buzdolabı koşullarında depolanan farklı boylardaki PET şişelerin briks değerlerindeki değişimin incelenmesi (B°)	40
4.2 Oda Koşullarında Depolanan Farklı Boylardaki PET Şişeler İle İlgili DeneySEL Çalışmalar	40
4.2.1 Oda koşullarında depolanan farklı boylardaki PET şişelerin karbonasyon kayıplarının incelenmesi	41
4.2.2 Oda koşullarında depolanan farklı boylardaki PET şişelerin şişe iç basınç değerlerindeki değişimin incelenmesi (psi, lb/in ²).....	43
4.2.3 Oda koşullarında depolanan farklı boylardaki PET şişelerin tork değerlerindeki değişiminin incelenmesi (lbf in).....	44
4.2.4 Oda koşullarında depolanan farklı boylardaki PET şişelerin briks değerlerindeki değişimin incelenmesi (B°)	44
4.3 Depolama Sonunda Şişelerde Mevcut Kalan Karbondioksit Hacimlerinin Belirlenmesi.....	45
4.3.1 Depolama sonunda 8°C’de depolanan farklı boylardaki PET şişelerin içinde kalan karbondioksit hacminin belirlenmesi.....	45
4.3.2 84 gün sonunda 22°C’de depolanan farklı boylardaki PET şişelerin içinde kalan karbondioksit hacminin belirlenmesi	46
4.4 2500 ml’lik Şişe İçin 3 Farklı Depolama Koşulunda Karbonasyon Kaybını Belirlemek Amacıyla Yapılan Analizler	47
4.5 Farklı Materyaldeki Plastik Şişelerin CO ₂ Kayıplarının Belirlenmesi.....	48
4.5.1 Buzdolabı koşullarında (8°C) farklı tip plastik şişelerden meydana gelen (PET ve PC) CO ₂ kayıplarının belirlenmesi.....	49
4.5.2 Oda koşullarında (22°C) farklı tip plastik şişelerden meydana gelen (PET ve PC) CO ₂ kayıplarının belirlenmesi.....	49
4.6 Farklı Boylardaki PET Şişelerin İçerdikleri Karbondioksit Miktarlarının Matematiksel Olarak İfade Edilmesi	50
4.6.1 2500 ml PET şişelerin farklı koşullarda depolama ile karbonasyon kayıplarının incelenmesi	51

4.6.2 1500 ml PET şişelerin farklı koşullarda depolama ile karbonasyon kayıplarının incelenmesi	52
4.6.3 1000 ml PET şişelerin farklı koşullarda depolama ile karbonasyon kayıplarının incelenmesi	53
4.6.4 450 ml PET şişelerin farklı koşullarda depolama ile karbonasyon kayıplarının incelenmesi	55
4.6.5 250 ml PET şişelerin farklı koşullarda depolama ile karbonasyon kayıplarının incelenmesi	56
4.6.6 1500 ml PC şişelerin farklı koşullarda depolama ile karbonasyon kayıplarının incelenmesi	57
4.7 Duyusal Analizler.....	58
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	61
KAYNAKLAR	65
EKLER.....	67

KISALTMALAR

PET	: Polietilen Tereftalat
PC	: Polikarbon
CO₂	: Karbondioksit
HDPE	: Yüksek yoğunluklu polietilen

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : 2003 – 2009 yılları arasında Dünya ambalaj tüketim sayısal veriler (US \$) (Anonim, 2005).....	7
Çizelge 2.2 : 1 litre suda, farklı sıcaklık ve normal basınçta çözünen CO ₂ miktarı (Brandau, 2003)	8
Çizelge 2.3 : Farklı basınç ve sıcaklıkta 1 litre suda çözünen CO ₂ miktarı (Brandau, 2003).	9
Çizelge 2.4 : Şeker ve CO ₂ çözünürlüğü arasındaki ilişki (Brandau, 2003).....	9
Çizelge 2.5 : TS 2603’te tanımlanan CO ₂ özellikleri (TSE, 2603).....	9
Çizelge 2.6 : Doğal ve yapay tatlandırıcıların tatlılık değerleri (Shachman, 2005) ..	10
Çizelge 2.7 : Süreye göre sakkarozun inversiyonu (Shachman, 2005)	11
Çizelge 2.8 : Şeker çözünürlüğü ve sıcaklık arasındaki ilişki (Ashurst, 1998)	11
Çizelge 2.9 : Doğal tatlandırıcıların çözünürlükleri (Shachman, 2005).....	12
Çizelge 2.10 : Sertlik derecesine göre suların sınıflandırılması (Ashurst, 1998).....	17
Çizelge 2.11 : PET geçirgenlik özellikleri (Brandau, 2003)	24
Çizelge 3.1 : Farklı boydaki şişelerin depolama koşulları.....	33
Çizelge 4.1 : Oda ve buzdolabı koşullarında farklı boy PET şişelerde depolanan numunelerin ortalama ve standart sapmaları	35
Çizelge 4.2 : 8°C’de 84 günlük süre sonunda CO ₂ hacmiyle ilgili meydana gelen değişimler.....	46
Çizelge 4.3 : 22°C’de 84 günlük süre sonunda CO ₂ hacmiyle ilgili meydana gelen değişimler Ekler bölümünde çizelge örneği	47
Çizelge 4.4 : Buzdolabı ve oda koşullarında depolanan farklı boy PET ambalajlarda depolanan gazlı içeceklerde kalan CO ₂ ’nin zamana bağlı regresyon değerleri	50
Çizelge 4.5 : Tüketici duyusal test sonuçları	59
Çizelge B.1 : Deneme testlerinde 8°C’de depolanan farklı boy PET paketlerin karbonasyon kayıpları üzerine etkilerin belirlenmesi	70
Çizelge B.2 : Deneme testlerinde 8°C’de depolanan farklı boy PET paketlerin iç basınç değişimleri üzerine etkilerin belirlenmesi	71
Çizelge B.3 : Deneme testlerinde 8°C’de depolanan farklı boy PET paketlerin kapak tork kuvveti üzerine etkilerin belirlenmesi.	72
Çizelge B.4 : Deneme testlerinde 8°C’de depolanan farklı boy PET paketlerin içecek briks değişimleri üzerine etkilerin belirlenmesi.....	73
Çizelge B.5 : Deneme testlerinde 22°C’de depolanan farklı boy PET paketlerin karbonasyon kayıpları üzerine etkilerin belirlenmesi	74
Çizelge B.6 : Deneme testlerinde 22°C’de depolanan farklı boy PET paketlerin iç basınç değişimleri üzerine etkilerin belirlenmesi	75
Çizelge B.7 : Deneme testlerinde 22°C’de depolanan farklı boy PET paketlerin kapak tork kuvveti üzerine etkilerin belirlenmesi.....	76
Çizelge B.8 : Deneme testlerinde 22°C’de depolanan farklı boy PET paketlerin içecek briks değişimleri üzerine etkilerin belirlenmesi	76

Çizelge B.9 : Deneme testlerinde 8°C’de depolanan farklı boy PET paketlerin iç basınç değerlerinin tork kuvveti üzerine korelasyonunun belirlenmesi.....	77
Çizelge B.10 : Deneme testlerinde 22°C’de depolanan farklı boy PET paketlerin iç basınç değerlerinin tork kuvveti üzerine korelasyonunun belirlenmesi	77
Çizelge B.11 : Deneme testlerinde 2500 ml’lik PET paketlerin 3 farklı depolama koşulunun içeceklerin içerdikleri CO2 miktarlarına etkisinin incelenmesi	77
Çizelge B.12 : Deneme testlerinde 8°C’de depolanan farklı materyaldeki 1500 ml PET ve PC paketlerin karbonasyon kayıpları üzerine etkilerinin belirlenmesi	78
Çizelge B.13 : Deneme testlerinde 22°C’de depolanan farklı materyaldeki 1500 ml PET ve PC paketlerin karbonasyon kayıpları üzerine etkilerinin belirlenmesi	78
Çizelge B.14 : Deneme testlerinde 2500 ml’lik PET paketlerin oda ve buzdolabı koşullarının içeceklerin içerdikleri karbondioksit miktarlarına etkisinin incelenmesi	79
Çizelge B.15 : Deneme testlerinde 1500 ml’lik PET paketlerin oda ve buzdolabı koşullarının içeceklerin içerdikleri karbondioksit miktarlarına etkisinin incelenmesi	79
Çizelge B.16 : Deneme testlerinde 1000 ml’lik PET paketlerin oda ve buzdolabı koşullarının içeceklerin içerdikleri karbondioksit miktarlarına etkisinin incelenmesi	80
Çizelge B.17 : Deneme testlerinde 450 ml’lik PET paketlerin oda ve buzdolabı koşullarının içeceklerin içerdikleri karbondioksit miktarlarına etkisinin incelenmesi	80
Çizelge B.18 : Deneme testlerinde 250 ml’lik PET paketlerin oda ve buzdolabı koşullarının içeceklerin içerdikleri karbondioksit miktarlarına etkisinin incelenmesi	80
Çizelge B.19 : Deneme testlerinde 8 °C’de depolanan 250 ml PET paketlerin depolama sürelerinin karbonasyon kayıpları üzerine etkilerinin belirlenmesi	81
Çizelge B.20 : Deneme testlerinde 8 °C’de depolanan 450 ml PET paketlerin depolama sürelerinin karbonasyon kayıpları üzerine etkilerinin belirlenmesi	83
Çizelge B.21 : Deneme testlerinde 8 °C’de depolanan 1000 ml PET paketlerin depolama sürelerinin karbonasyon kayıpları üzerine etkilerinin belirlenmesi	85
Çizelge B.22 : Deneme testlerinde 8 °C’de depolanan 1500 ml PET paketlerin depolama sürelerinin karbonasyon kayıpları üzerine etkilerinin belirlenmesi	87
Çizelge B.23 : Deneme testlerinde 8 °C’de depolanan 2500 ml PET paketlerin depolama sürelerinin karbonasyon kayıpları üzerine etkilerinin belirlenmesi	89
Çizelge B.24 : Deneme testlerinde 22 °C’de depolanan 250 ml PET paketlerin depolama sürelerinin karbonasyon kayıpları üzerine etkilerinin belirlenmesi	91

Çizelge B.25 : Deneme testlerinde 22 °C’de depolanan 450 ml PET paketlerin depolama sürelerinin karbonasyon kayıpları üzerine etkilerinin belirlenmesi	93
Çizelge B.26 : Deneme testlerinde 22 °C’de depolanan 1000 ml PET paketlerin depolama sürelerinin karbonasyon kayıpları üzerine etkilerinin belirlenmesi	95
Çizelge B.27 : Deneme testlerinde 22 °C’de depolanan 1500 ml PET paketlerin depolama sürelerinin karbonasyon kayıpları üzerine etkilerinin belirlenmesi	97
Çizelge B.28 : Deneme testlerinde 22 °C’de depolanan 2500 ml PET paketlerin depolama sürelerinin karbonasyon kayıpları üzerine etkilerinin belirlenmesi	99
Çizelge B.29 : Deneme testlerinde ortalama 14 °C’de (güneşli ortam) depolanan 2500 ml PET paketlerin karbonasyon kayıpları üzerine etkilerinin belirlenmesi	100
Çizelge B.30 : Deneme testlerinde ortalama 8°C’de (güneşli ortam) depolanan 1500 ml PC paketlerin karbonasyon kayıpları üzerine etkileri	101
Çizelge B.31 : Deneme testlerinde ortalama 22 °C’de (güneşli ortam) depolanan 1500 ml PC paketlerin karbonasyon kayıpları üzerine etkilerinin belirlenmesi	101
Çizelge C.1 : PET ve PC plastik şişelerin özellikleri	103

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Gazlı içecek üretim aşamaları (Ashurst, 1998)	12
Şekil 2.2 : PET molekül yapısı.	23
Şekil 2.3 : Preformlardan plastik şişe üretim aşamaları	26
Şekil 2.4 : PET'lerin gaz geçirgenlik mekanizması (Hernandez, 1997)	28
Şekil 4.1 : Buzdolabı koşullarında depolanan farklı boylardaki PET şişelerin zamana göre karbonasyon seviyelerindeki değişim	37
Şekil 4.2 : Buzdolabı koşullarında farklı boylardaki PET şişelerden dış ortama difüzyon ve sorpsiyon hızlarına bağlı olarak meydana gelen CO ₂ kayıpları	37
Şekil 4.3 : Buzdolabı koşullarında depolanan farklı boylardaki PET şişelerin zamana göre iç basınç seviyelerindeki değişim.....	38
Şekil 4.4 : Buzdolabı koşullarında depolanan farklı boylardaki PET şişelerin Tork değerlerindeki değişimi.....	39
Şekil 4.5 : Buzdolabı koşullarında depolanan farklı boylardaki PET şişelerin Briks değerlerinin zamana göre değişimi.....	40
Şekil 4.6 : Oda koşullarında depolanan farklı boylardaki PET şişelerin zamana göre karbonasyon seviyelerindeki değişim.....	42
Şekil 4.7 : Oda koşullarında farklı boylardaki PET şişelerden dış ortama difüzyon ve sorpsiyon hızlarına bağlı olarak meydana gelen CO ₂ kayıpları.....	42
Şekil 4.8 : Oda koşullarında depolanan farklı boylardaki PET şişelerin zamana göre iç basınç seviyelerindeki değişim.....	43
Şekil 4.9 : Oda koşullarında depolanan farklı boylardaki PET şişelerin Tork değerlerindeki değişimi	44
Şekil 4.10 : Oda koşullarında depolanan farklı boylardaki PET şişelerin Briks değerlerindeki değişimi	45
Şekil 4.11 : 84 gün sonunda 8°C'de depolanan farklı boylardaki PET şişelerin içinde kalan karbondioksit hacmi.....	46
Şekil 4.12 : 84 gün sonunda 22 °C'de depolanan farklı boylardaki PET şişelerin içinde kalan karbondioksit hacmi.....	47
Şekil 4.13 : 2500 ml'lik şişe için 3 farklı depolama koşulunda karbonasyon kaybını belirlemek amacıyla zamana göre karbonasyon hacim değişimi	48
Şekil 4.14 : 8°C'de farklı tip plastik şişelerden meydana gelen (PET ve PC) CO ₂ kayıpları.....	49
Şekil 4.15 : 22 °C'de farklı tip plastik şişelerden meydana gelen (PET ve PC) CO ₂ kayıpları.....	50
Şekil 4.16 : 2500 ml PET şişelerin farklı koşullarda depolama ile karbonasyon kayıpları.....	51
Şekil 4.17 : Farklı koşullarda depolanan 2500 ml PET'lerin karbonasyon kayıpları.....	52
Şekil 4.18 : 1500 ml PET şişelerin farklı koşullarda depolama ile karbonasyon kayıpları.....	52

Şekil 4.19 : Farklı koşullarda depolanan 1500 ml PET'lerin karbonasyon kayıpları.....	53
Şekil 4.20 : 1000 ml PET şişelerin farklı koşullarda depolama ile karbonasyon kayıpları.....	54
Şekil 4.21 : Farklı koşullarda depolanan 1000 ml PET'lerin karbonasyon kayıpları.....	54
Şekil 4.22 : 450 ml PET şişelerin farklı koşullarda depolama ile karbonasyon kayıpları.....	55
Şekil 4.23 : Farklı koşullarda depolanan 450 ml PET'lerin karbonasyon kayıpları.....	56
Şekil 4.24 : 250 ml PET şişelerin farklı koşullarda depolama ile karbonasyon kayıpları.....	56
Şekil 4.25 : Farklı koşullarda depolanan 250 ml PET'lerin karbonasyon kayıpları.....	57
Şekil 4.26 : 1500 ml PC şişelerin farklı koşullarda depolama ile karbonasyon kayıpları.....	58
Şekil 4.27 : Farklı koşullarda depolanan 1500 ml PC şişelerin karbonasyon kayıpları.....	58

SEMBOL LİSTESİ

b	: Gaz/polimer sabiti, atm ⁻¹
c	: Karbonik asit konsantrasyonu CO ₂
C	: Sıvı fazdaki karbondioksitin molar konsantrasyonu
C_D	: Polimer içerisine absorblanan gazın molar konsantrasyonu (Henry yasasına göre çözünen)
C_H	: Polimer içerisine adsorblanan gazın molar konsantrasyonu (Langmuir izotermine göre)
C'_H	: Polimerin adsorpsiyon kapasitesi, cm ³ gaz STP/cm ³ polimer STP
C_{TOT}	: Polimer içerisindeki gaz moleküllerinin toplam molar konsantrasyonu
D_D	: Henry kanununa göre çözünen moleküllerin Fickian difüzyon katsayısı, cm ² sn ⁻¹
D_{eff}	: Etkin difüzyon katsayısı, cm ² sn ⁻¹
D_H	: Langmuir izotermine göre adsorplanan moleküllerin Fickian difüzyon katsayısı, cm ² sn ⁻¹
dg	: Gazlı içeceğin spesifik yoğunluğu
H	: Karbondioksitin gaz ve sıvı fazları arasında dağılım katsayısı, mol.cm ⁻³ atm ⁻¹
k_D	: Polimer içerisinde Henry yasasına göre çözünen gaz popülasyonuna bağlı, gaz ve sıvı fazları arasında dağılım katsayısı, cm ³ gaz STP/cm ³ polimer STP.atm
l	: Sisenin duvar kalınlığı
n_{TOT}	: Konteynırın içindeki karbondioksitin toplam mol sayısı (boşluk ve sıvı faz)
N_x	: x doğrultusunda toplam kütle aktarım akısı, mol/cm ² /sn
P	: Polimer ile temas halinde olan gazın basıncı, atm
p_{CO2}	: Karbondioksitin kısmi basıncı
S	: Çözünürlük sabiti
D	: Difüzivite sabiti
t	: Zaman, gün
T	: Sıcaklık, °C

FARKLI AMBALAJ VE DEPOLAMA KOŞULLARININ GAZLI İÇECEKLERİN KALİTE KARAKTERİSTİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

ÖZET

Gazlı içeceklerin ambalajlanmasında, plastik şişelerdeki CO₂ kaybının belirlenmesi ürünün raf ömrünün tayininde oldukça önemlidir. Gazlı içeceklerin tüketiciye geleneksel cam şişeler yerine, daha pratik ve hafif olan PET (Polietilen tereftalat) şişelerde sunumu, her geçen gün daha da yaygınlaşmaktadır. Bununla birlikte, bu dönüşüm sırasında içecek kalitesi ve duyusal kalite özelliklerinde bazı sorunlarla karşılaşmaktadır. Bu çalışmada, farklı özelliklerdeki plastik şişelerde depolanmış gazlı içeceklerin CO₂ miktarındaki değişim ile diğer önemli kalite karakteristikleri, 2 farklı depolama koşullarında incelenmiş ve elde edilen bu verilerin ürünlerin raf ömürleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Araştırmada gazlı içeceklerin üretim aşamaları ve içeceklerde kullanılan ambalajlar detaylı olarak araştırılmış, CO₂ kayıplarının depolama sıcaklığına da bağlı olarak, hangi malzemede daha az gerçekleştiği ortaya konulmaya çalışılmıştır. PET şişelere ek olarak PC şişelerin de farklı depolama koşullarında gazlı içeceklerin kalite karakteristikleri üzerindeki etkilerinin araştırılması amacıyla PC şişelerdeki gazlı içeceklere de aynı analizler uygulanmış ve sonuçları PET şişelerin sonuçlarıyla kıyaslanmıştır. Ayrıca, farklı boyutlardaki PET şişelerde ve geri dönüşümlü polikarbon (PC) şişelerde ambalajlanmış numunelerde, briks değerleri ile duyusal kalite üzerindeki etkileri nedeniyle üründe kalan CO₂ miktarının zamana bağlı olarak değişimi ölçülmüştür. Takiben, farklı boy plastik şişelerde depolanan gazlı içeceklerin kalite karakteristiklerindeki değişimlerin depolama koşulu, farklı hacimlerdeki plastik şişeler ve zamana bağlı ilişkileri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Araştırma sonunda, 84 gün süren analizler boyunca meydana gelen CO₂ kayıplarının 1. dereceden fonksiyon ile ifade edilebileceği belirlenmiştir. Çalışma kapsamında ayrıca, duyusal testler yardımıyla kalite karakteristiklerinde meydana gelen değişimin tüketiciler üzerindeki etkisi de incelenmiş ve bu amaçla, özellikle gazlı içeceklerin sunumu esnasındaki tat algısının öncelikli olarak CO₂ veya sunum sıcaklığından etkilenmeleri incelenmiştir.

Çalışma sonucunda, buzdolabı koşullarında depolanan örneklerden sadece 250 ml'lik PET şişelerin, oda koşullarında ise tüm hacimlerdeki PET şişelerin %15'ten fazla CO₂ kaybına uğradığı tespit edilmiştir. Büyük boy şişelere göre, küçük boy PET şişelerin, raf ömrünün daha az olduğu ve içerdiği gaz hacmi/yüzey alanı daha büyük değerlere sahip olduğu için CO₂ kayıplarının daha fazla olduğu ve PC materyalindeki plastik şişelerin geçirgenliklerinin daha az olmasına bağlı olarak daha yüksek raf ömrü olduğu tespit edilmiştir. 84 günlük analiz süreci sonunda oda koşullarında depolanan örneklerden 250 ml'de %28, 450 ml'de %28, 1000 ml'de %21, 1500 ml'de %15 ve 2500 ml'de %20 CO₂ kaybı meydana geldiği belirlenirken, buzdolabı koşullarında depolanan örneklerde ise 250 ml'de %15, 450 ml'de %12, 1000 ml'de

%14, 1500 ml’de %9 ve 2500 ml’de %8 CO₂ kaybı meydana geldiği tespit edilmiştir. Yapılan duyusal testler ile tüketicilerin buzdolabı koşullarında depolanan PET ambalajlardaki örnekleri daha çok beğenerek tercih ettikleri belirlenmiştir.

AN INVESTIGATION OF QUALITY CHARACTERISTICS CHANGE IN CARBONATED SOFT DRINKS PACKAGED IN DIFFERENT MATERIALS ON DIFFERENT STORAGE CONDITIONS

SUMMARY

Shelf life estimation is a very important issue in the beverage industry. Assessment of the carbondioxide loss through the plastic bottle walls by the packaging application has always been desirable and challenging at the same time. PET (Polietilen tereftalat) bottles for carbonated beverages have many advantages over glass and metal containers. However, plastic bottles are also known to be imperfect barriers for gaseous liquids, because they are semipermeable. There is an increasing demand for storing carbonated beverages in PET bottles which are more lighter and practical according to glass containers. However, this transformation lead to some problems in bevarage quality and sensorial properties.

In this study, change in CO₂ levels and other important quality characteristics of the specified carbonated beverages that stored in various PET bottles are analyzed in different storage conditions and the data gathered is used in the examination of products' shelf lives. In addition to PET plastic bottle analysis, quality characteristics change in carbonated beverages stored in PC plastic bottles are analyzed and the comparison made between PET and PC plastic bottles. In scope of this study, first of all the production process of soft drinks and package types generally used for carbonated beverages are evaluated and type of package in which the minimum carbonation loss has occured due to the storage temperature is tried to be considered. In samples packaged in recyclable PC, one way PET containers, nutritive quality characteristics such as brix, and CO₂ amount in the samples due to their effects on sensorial quality characteristics are observed for a period of time. For the analysis during 84 days, the remaining CO₂ gas in the bottles are changed linearly like first order equation. In another part of the study the change in the quality characteristics are tried to be established by consumer sensorial tests. Particularly, whether the serving temperature or the carbonation amount of carbonated beverages is the most important parameter for consumer acceptance during the serving will be tried to be determined.

In conclusion, PET bottles stored in refrigerator condition (8°C) showed a longer shelf life for the carbonated beverages. In refrigerator conditions, only 15% CO₂ loss occurred in 250 ml PET bottles, but in room storage conditions all of the PET bottles lost more than the 15% CO₂ volume during the 84 days. Larger bottle volumes have larger shelf life according to the smaller bottle volume because of the volume/surface area. At the end of the 84 days analysis period at the room conditions, for 250 ml % 28, for 450ml %28, for 1000 ml % 21, for 1500 ml %15 and for 2500 ml %20 CO₂ loss has occurred. At refrigerator conditions for 250 ml %15, for 450 ml %12, for 1000 ml %14, for 1500 ml %9 and for 2500 ml %8 CO₂

loss has occurred. It is considered that the samples stored in refrigerator conditions are mostly liked by the consumers.

1. GİRİŞ

Günümüzde, gazlı iecek endüstrisinin avantajları bakımından üzerine yoğunlaştığı paketler, plastik bazlı ambalajlardır. Plastik ambalajların, diğerk paketlere göre daha hafif olmaları, şişedizaynında kolaylık ve esneklik sağlamaları, daha büyük hacimli şişeler üretilmesine olanak sağlaması, cam şişelere göre darbelere daha dayanıklı olmaları gibi birçok avantajları vardır. PET şişelerin avantajlarının yanında gaz geçirgenlikleri diğerk ambalaj materyallerine göre daha yüksektir. Gazlı içeceklerin tüketiciler üzerindeki duysal kalitesini en çok etkileyen parametrenin ieeekte bulunan CO₂ miktarı olduğu bilinmektedir. Gazlı içeceklerin depolama süresi boyunca, yani şişeleme yapıldıktan tüketicie ulaşınca dek geçen süre içerisinde meydana gelen en önemli sorun şişed içerisinde meydana gelen basınç düşüşü, başka bir deyişle CO₂ kaybıdır. Buna bağılı olarak, yapılan çalışmada plastik şişelerde depolanmış gazlı içeceklerin CO₂ içeriğinin zamana göre değışimini etkileyen tüm faktörlerin açıkça ortaya konulması ve belirlenen parametrelere göre depolama koşullarının iyileştirilmesi sonucu birlikte plastik şişelerin daha kullanışlı olması amaçlanmıştır.

Gazlı içeceklerin, tüketici algısı açısından en çok ayırt edici faktörün içerdiği CO₂ miktarı olduğu ve ieeekteki CO₂'in %15'inin kaybolmasının, ieeğin tüketildiğinde tatsız hissedilmesi için yeterli olduğu belirtilmiştir (Profaizer, 2005). Bu nedenle içecek endüstrisi, raf ömrünü azaltmayan ambalajlama sistemlerini geliştirmeye çalışmakta (kapak değıştirmek, şişed ağırlığını azaltmak, yeni bir şişed tasarlamak vb.) ve bu amaçla da CO₂ kaybının detaylı bir şekilde anlaşılması gerekmektedir (Glevitzky ve diğ., 2005). Özellikle avantajları bakımından plastik şişelerin daha yaygın olarak kullanımının sağlanması ve tüketiciler açısından duysal özelliklerinin zamana bağılı olarak değışiminin en alt seviyede olması amacıyla, çalışmada bu konuda etkili tüm parametreler belirlenmiş ve içeceklerin standartlarda belirlenen düzeylerde kalabilmesi için tüm istatistiksel ilişkiler ortaya konulmaya çalışılmıştır. Çalışma ile birlikte gazlı içeceklerin CO₂ seviyelerinin en çok azaldığı periyotta

değişkenler analiz edilmiş ve bu sürede gaz kaybına sebep olan parametreler istatistiksel olarak belirlenmeye çalışılmıştır.

Bu çalışmanın amacı, plastik şişelerde ambalajlanan gazlı içeceklerin depolama sırasındaki CO₂ değişimleri için bir istatistiksel matematiksel model geliştirerek, raf ömrünü etkileyen parametrelerin birbiriyle ilişkisini belirlemektir. Bu kapsamda çalışma boyunca CO₂ miktarlarının izlenmesinin yanı sıra şişe ve kapak özellikleriyle ilgili olarak ölçülen parametreler ve CO₂ düzeyinin değişimi istatistiksel olarak ilişkilendirilmeye çalışılmıştır. Çalışmanın giriş bölümünü takiben, gazlı içeceklerin TSE standartları incelenmiş, gazlı içeceklerin hazırlanmasında kullanılan CO₂'in fiziksel ve kimyasal özellikleri belirtilmiş ve CO₂'in plastik şişelerden kayıplarının incelendiği mevcut literatür çalışmalarından yararlanılmıştır. Araştırmada kullanılan materyal ve metotları takiben, bulgular ve tartışma kısmında farklı parametrelerin ürünün kalite karakteristiklerine olan etkileri incelenmiş ve sonuç ve öneriler sunulmuştur. Çalışma, kaynaklar listesi ve istatistiksel çalışmaların sonuçlarını içeren ekler ile tamamlanmaktadır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Gazlı içecek endüstrisinde ambalaj materyali olarak en yaygın anlamda cam, metal ve PET şişeler kullanılmakla birlikte, günümüzde ekonomik açıdan avantaj sağlayan PET şişelere olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır. PET şişelerin, cam ve metal ambalajlara göre depolama süresi boyunca ve kapağın her açılışında CO₂ kaybı daha fazla miktarda gerçekleştiğı için, şişeye ilk dolum esnasında diğerk ambalajlara göre daha yüksek CO₂ hacminde dolum yapılması gerekmektedir. Günümüze kadar, karbonlanmış içeceklerdeki CO₂ kayıpları üzerine yapılan çalışmaların yaklaşık %30'u kapak boyunca CO₂ kaybı ve %60'ı ise PET duvarları boyunca CO₂ kaybı üzerine yoğunlaşmıştır (Glevitzky ve diğ., 2005).

Gazlı içeceklerin PET şişelerde depolanmasıyla birçok avantaj elde edilmesine karşın PET şişelerde iekteki gaz kaybı daha hızlı gerçekleşmektedir. Bu durumda, gazlı içeceklerin, kısa süre içerisinde tüketiciler tarafından kabul edilmeyen bir tada ulaşması, bu ürünlerin raf ömrünü belirleyen en önemli kriterdir. Literatürde genel olarak, ürünün depolama başlangıcındaki karbonasyon düzeyinin %15 düzeyinde azalmasına kadar geçen süre bu ürünlerin tat bakımından raf ömrünü belirlemektedir (Brandau, 2003). PET şişelerin geçirgenliğı dolayısıyla içerdiki ürünlerin raf ömrü, önemli ölçüde, preformlardan şişirilen PET şişelerin şişirilme işlemi sonrası yapılarındaki kristalinite değerleriyle yakından ilişkilidir. Masi'nin (1980) çalışmasında "çiftli hareket" ve sorpsiyon kütle transfer modeli farklı boydaki PET şişelerde uygulanmıştır. Bu model sayesinde CO₂-PET arasındaki transfer ilişkisi literatüre geniş kapsamlı olarak sunulmuş ve bu çalışmada %60 kristalinite polimer film kullanılmıştır (Masi, 1980). Bu çalışmanın çıktılarından yararlanan Tock ve Woo (1985) ise 2L ve 0,5L PET şişelerin raf ömrünü, sıcaklık, duvar kalınlığı ve kristalinitenin fonksiyonu olarak hesaplamışlardır.

Gazlı içecek şişeleri için raf ömrü tahminlemede kullanılan iki sistematik yaklaşım bulunmaktadır. Kullanılan doğrudan metoda göre, PET şişeleri üretilip, içeceklerle doldurulduktan sonra, tat testleri yapılarak ürünün tüketiciler tarafından kabul edilebilirliğı basitçe evet ya da hayır cevabı ile sağlanmaya çalışılmakta; ancak bu

metot başarı veya başarısızlığın mekanizması hakkında bir fikir vermediğinden başarıyı sağlamak için yönlendirme yapılamamaktadır. İkinci metot ise matematiksel model oluşturarak içeceğin raf ömrü tahminlemesi yapılmasıdır. Modelin ne kadar kapsamlı oluşturulduğuna ve model için gerekli olan verilerin kalitesine bağlı olarak kabul edilen değişikliklerin çıktıları test edilebildiğinden, bu metot değerli bir analitik araçtır. Bu yaklaşımın yararı gerçek deneysel performans ile korelasyon yapılarak arttırılabilmektedir (Profaiser, 2005).

2.1 Gazlı İçeceklerin Tanımı ve Özellikleri

Gazlı içecekler CO₂ ile gazlandırılmış olan meyveli, aromalı, kola, tonik gibi içeceklerdir. Kolalı içecekler, içilebilir özellikteki su, şeker, kafein, diğer bileşenler, izin verilen katkı maddeleri ve kendine özgü aroma maddeleri ile tekniğine göre hazırlanan ve CO₂ ile gazlandırılmış olan içeceklerdir (Türk Gıda Kodeksi, Alkolsüz İçecekler Tebliği, Tebliğ No:98/24).

Gazlı içeceklerin ürün özellikleri aşağıdaki şekilde olmalıdır (Türk Gıda Kodeksi, Alkolsüz İçecekler Tebliği, Tebliğ No:98/24);

- Alkolsüz içecekler tiplerine özgü tat, koku, renk ve görünüşte olmalı, yabancı tat ve koku içermemelidir.
- Gazlı içeceklerin CO₂ miktarı en az 2 g/L olmalıdır.
- Kola içeceğinde kafein miktarı en çok 150 mg/L olmalıdır.
- Alkolsüz içeceklerin hazırlanmasında şeker olarak sakkaroz, glukoz, fruktoz, glukoz şurubu, fruktoz şurubu veya invert şeker şurubu kullanılabilir.
- Alkolsüz içeceklerin hazırlanmasında şeker yerine veya şeker ile birlikte tatlandırıcı kullanılabilir.
- Alkolsüz içecekler vitamin, mineral ve diğer besin öğeleriyle zenginleştirilebilir.
- Alkolsüz içeceklerde etil alkol miktarı en çok 5 g/L, laktik asit miktarı en çok 0,6 g/L, uçucu asit miktarı en çok 0,4 g/L olmalıdır.
- Alkolsüz içeceklerde, normal depolama koşullarında gelişebilen hiçbir mikroorganizma ve mikroorganizma kaynaklı hiçbir madde sağlığa zararlı

miktarda bulunmamalıdır. Gazlı içeceklerin ambalaj özellikleri aşağıdaki şekilde olmalıdır (Türk Gıda Kodeksi, Alkolsüz İçecekler Tebliği, Tebliğ No:98/24);

- Ambalajlanmış gıda maddesi, ambalajı değiştirilmediği veya açılmadığı sürece gıda maddesine erişilemez durumda olmalıdır.
- Ambalaj materyali gıda maddesinin özelliğine bağlı olarak sıcaklık değişimleri, nem, hava, ışık gibi olumsuz dış etkenlerden korumalıdır.
- Ambalaj materyali gıda maddelerinin bileşiminde istenmeyen değişikliklere ve organoleptik özelliklerinde bozulmalara neden olmamalı ve gıda maddesiyle etkileşim göstermemelidir.
- Ambalaj materyali üzerinde izin tarihi ve numarası ile üretici firmanın adı, bulunduğu il ve plastik materyalin kimyasal adlarının baş harfleri belirtilmelidir.
- Ambalaj materyalleri doldurma, taşıma ve depolama koşullarına dayanıklı ve istiflemeye uygun olmalıdır.
- Ambalajların dolum oranı hacimce en az %90 olmalıdır.
- Alkolsüz içeceklerde içeceğin tipi (kola, tonik, meyveli, aromalı) belirtilmelidir (Türk Gıda Kodeksi, Alkolsüz İçecekler Tebliği, Tebliğ No:98/24).

Gazlı içeceklerin ambalajlanmasında 4 tip farklı ambalajlama materyali mevcuttur. Bunlar; kağıt, metal, cam ve plastik esaslı ambalaj materyalleridir.

2.2 Dünya’da ve Türkiye’de Gazlı İçecek Sektörü

Gazlı içecek sektörü son yıllarda Türkiye’de en hızlı gelişme gösteren sektörlerdendir. Türkiye’nin sahip olduğu genç nüfus ucuz ürünlere yönelim göstermekte olup, Türkiye’de bulunan firmaların gazlı içecek üretimi hakkında çalışmalar yapmaya başlamasına neden olmuştur. Türkiye’de yılda kişi başına 31 litre gazlı içecek tüketildiği kabul edilmekte olup bu oranı diğer dünya devletlerinin gazlı içecek tüketimi ile kıyasladığımızda, Türkiye’nin gazlı içecek tüketiminin diğer ülkelere göre düşük olduğu ortaya çıkmaktadır (Anonim, 2004).

Küresel içecek ambalaj satışları 2004 yılında bir önceki yıla göre %7 artış ile 69 milyar dolara ulaşmış ve bu artış özellikle Doğu Avrupa, Ortadoğu ve Asya’daki yükselişlerden kaynaklanmaktadır. İçecek tüketimi halen küresel ölçekte 1,35 trilyon

litre olarak hesaplanmakta ve kiři bařına ortalama 215 litre dūřmektedir. Yıllık tūketimde kiři bařına 196 litre ile ABD birinci, 31 litre ile Tūrkiye orta sıralarda yer alırken Hindistan, Zaire, Etyopya, Mozambik, Nepal ve Kamboçya 1 litre ile son sırayı paylařmaktadır. Gerek geliřmiř gerekse geliřmekte olan ekonomilerde gōrūlen bu būyūme bir yandan da PET řiře hacmini de būyūtmektedir. Batı piyasalarında durağan hale gelmiř olan alkolsūz iēecek tūketimi diēer piyasalarda hızlı geliřimini sūrdūrmektedir. Tūrkiye'de gazlı iēecek tūketim alışkanlıēı geliřmiř Avrupa ūlkeleri ile karřılařtırıldığında gerilerde yer almakta olsa da, bu ūrūnlere olan talep hızla artmaktadır. Gazlı iēecek sektōrū Tūrkiye'nin geleceēi parlak ve karlı olan iř alanlarından biri olarak deēerlendirilebilmektedir (Anonim, 2005). Çizelge 2.1'de 2003–2009 yılları arasında Dūnya'daki ambalaj tūketim sayısal verileri gōsterilmektedir.

2.3 Gazlı İēeceklerin Ūretiminde Kullanılan Bileřenler

2.3.1. Karbondioksit (CO₂)

Gazlı iēecek endūstrisinde kullanılan CO₂ renksiz bir gaz olup keskin bir tada sahiptir ve suda çōzūndūēünde stabil olmayan karbonik asit oluřabilir. Uygulamada gazlı iēeceklerin kōpūrmesini saēlayacak uygun gaz inert, toksik olmayan, neredeyse tatsız ve uygun fiyatta sıvılařtırılmıř halde bulunabilen CO₂ gazıdır. CO₂ oda sıcaklıēında sıvı iēerisinde çōzūnmūř haldedir ve řiře biraz çalkalandığında baloncuk girdapları oluřmaktadır (Profaizer, 2005).

İēecek iēerisinde bulunan CO₂ gazının şişenin duvar çeperleri boyunca geēirgenliēi geēirgenlik mekanizması olarak aēıklanmaktadır. Bu mekanizmaya gōre şişe iēerisinden duvar çeperine kadar gerēekleřen sorpsiyon Henry yasasıyla aēıklanmakta ve p₁ kısmi basıncıyla gōsterilebilmektedir. L geniřliēindeki şişe çeperi boyunca gerēekleřen iletim ise Fick yasasıyla aēıklanmaktadır. Şişedeki absorplanmış gazın p₂ kısmi basıncındaki dış ortama iletilmesi ise yine Henry yasasıyla aēıklanmaktadır (p₁>p₂) (Hernandez, 1997). Film boyunca gerēekleřen transfer (transmisyon katsayısı) ilk ve son durumdaki şişede bulunan toplam gaz konsantrasyon farkından bulunmektedir.

Çizelge 2.1 : 2003–2009 yılları arasında Dünya ambalaj tüketim sayısal veriler (US \$) (Anonim, 2005).

2003–2009 dönemi Ambalaj Tüketim Tahminleri (Milyon US\$)				
Avrupa, Ortadoğu ve Afrika	2003	2004	2005	2009
Kâğıt ve Karton	51,146	56,302	58,223	67,572
Sert Plastikler (rijit)	31,556	35,847	37,969	48,312
Esnek plastikler (flexible)	23,227	26,221	27,460	33,173
Metal	29,537	32,234	33,165	37,238
Cam	13,229	14,124	14,256	15,481
Diğer	12,425	13,708	14,191	16,154
Toplam	161,121	178,435	185,264	217,929
2003–2009 dönemi Ambalaj Tüketim Tahminleri (Milyon US\$)				
Asya-Pasifik	2003	2004	2005	2009
Kâğıt ve Karton	56,076	61,192	64,401	81,170
Sert Plastikler (rijit)	17,789	20,237	22,267	32,671
Esnek plastikler (flexible)	7,933	8,768	9,278	12,399
Metal	17,563	19,099	19,848	23,499
Cam	10,233	10,672	10,880	12,285
Diğer	8,431	9,290	9,655	11,290
Toplam	118,025	129,258	136,328	173,313
2003–2009 dönemi Ambalaj Tüketim Tahminleri (Milyon US\$)				
Kuzey+Güney Amerika	2003	2004	2005	2009
Kâğıt ve Karton	57,522	59,044	60,647	67,656
Sert Plastikler (rijit)	27,887	28,713	29,822	34,950
Esnek plastikler (flexible)	21,589	22,239	22,877	25,219
Metal	28,419	28,903	29,377	31,430
Cam	6,749	6,651	6,626	6,623
Diğer	5,899	6,021	6,154	6,723
Toplam	148,064	151,57	155,502	172,605
Dünya Geneline tüketim tahmini				
	2003	2004	2005	2009
Kâğıt ve Karton	164,744	176,537	183,271	216,398
Sert Plastikler (rijit)	72,232	84,797	90,058	115,932
Esnek plastikler (flexible)	52,750	57,228	59,615	70,791
Metal	75,519	80,236	82,389	92,169
Cam	30,211	31,446	31,762	34,389
Diğer	26,754	29,018	29,999	34,167
Toplam	427,210	459,263	477,094	563,847

CO₂ renksiz, tatsız, ucuz temin edilebilen toksik olmayan inert bir gaz olup, havadan ağırdır. 1 litresi 0°C'de ve 760 mm Hg basıncında 1,977 g gelmektedir. Yanıcı ve yakıcı değildir. Bu nedenle yangın söndürmede kullanılmaktadır. Gerçekte karbonik asidin susuz formu olup suda çözündüğü zaman asidik reaksiyon gösterir. Sıcakta karbonik asit CO₂ ve suya ayrılmaktadır. CO₂ doğada yaygın olarak bulunmaktadır. En önemli kaynaklarından birisi havadır. Temiz havada hacim olarak %0,03-0,04 düzeyinde CO₂ mevcuttur. CO₂, kalsiyum karbonat ve kalsiyum bikarbonattan elde edilir (Shachman, 2005).

0°C'de 1 m³ hava 1,3 kg ve 1 m³ CO₂ 2 kg'dır. Havadan ağır olduğu için kap ve binalarda dipteki havayı sıkıştırarak tabanda toplanmaktadır ve bu nedenle de kaptan kaba aktarabilmektedir. Ayrıca gaz formunda susuzdur ve bu nedenle asidik tepkime göstermemektedir. Asidik tepkimeyi ancak su ile ilişkide olduğunda gösterir. Çünkü bu sırada karbonik aside dönüşmektedir. Diğer gazlarda olduğu gibi CO₂'in suda çözünürlüğü sıcaklık ve basınçla bağlı olarak değişmektedir (Çizelge 2.2). Diğer ifade ile basınç arttıkça çözünürlük artmakta ve aynı basınç altında ise sıcaklık arttıkça azalmaktadır.

Çizelge 2.2 : 1 litre suda, farklı sıcaklık ve normal basınçta çözünen CO₂ miktarı (Brandau, 2003).

Çözünen CO ₂ miktarı		
Sıcaklık °C	Litre	Gram
0	1.713	3.347
3	1.527	2.979
5	1.424	2.774
7	1.331	2.590
9	1.237	2.404
10	1.194	2.319
15	1.019	1.971
20	0.878	1.689

CO₂ sıvı içerisinde çözünebilir ve çözünürlük içeceğin sıcaklığıyla ters orantılıdır. CO₂ suda çözündüğünde karbonik asit oluşur. Gazlı içeceklerdeki asidik keskin tadını karbonik asit oluşturmaktadır. Belirli bir dozun üzerinde uygulanan karbonasyonun içecek üzerinde koruyucu, küf ve mayalara karşı antimikrobiyal etki göstermektedir. CO₂ havadan daha ağır olup, 298 K'de 1.98 kg/m³ yoğunluğa sahiptir. Yanıcı olmayan CO₂ gazı 44.01 molekül ağırlığındadır. CO₂ gazı farklı sıcaklık değerlerinde 3 farklı fiziksel halde bulunabilir (Ashurst, 1998). Farklı basınç

ve sıcaklıkta CO₂ çözünürlüğü değişkenlik göstermektedir (Çizelge 2.3). Sabit sıcaklık ve basınçta CO₂'in sudaki çözünürlüğü şeker miktarı arttıkça azalmaktadır (Çizelge 2.4).

Çizelge 2.3 : Farklı basınç ve sıcaklıkta 1 litre suda çözünen CO₂ miktarı (Brandau, 2003).

Basınç (Atü)	Sıcaklık °C		
	5-8	10-15	17-20
0	1.3	1.0	0.5
1	2.5	2.0	1.8
2	3.5	3.0	2.6
3	4.3	3.8	3.3
4	4.8	4.5	3.8
5	5.3	4.7	4.2
6	5.7	5.3	4.4

Çizelge 2.4 : Şeker ve CO₂ çözünürlüğü arasındaki ilişki (Brandau, 2003).

Şeker	CO ₂ Çözünürlüğü (litre) (760 mm Hg, 15°C)
0.0	1.019
1.0	0.995
5.0	0.967
7.0	0.951
10.0	0.928
13.0	0.902

Gazlı içecek hazırlamada kullanılacak CO₂'in özellikleri TS 2603'de tanımlanmıştır (Çizelge 2.5).

Çizelge 2.5 : TS 2603'de tanımlanan CO₂ özellikleri (TSE, 2603).

Özellik	Sınırlar
Karbon monoksit	max. 10ppm (µl/L)
Karbondioksit	min. %99 (V/V)
Kükürt, en çok	max. 0,5 (mg/kg)
Su	max. % 0,015 (V/V)
Arsenik	max. 0,5 mg/m ³
Yağ	max. 0,5 (mg/kg)

2.3.2. Şeker

Gazlı içecek sektöründe, içeceğin yaklaşık %7 – 12 kısmını şeker oluşturmaktadır. Gazlı içeceklerin üretiminde, granül şeker veya şeker pancarından üretilmiş olan hacimce % 67 (67°B, 20°C) sakkaroz çözeltisi veya sakaroz haricinde mısır şurubu olarak adlandırılan glikoz veya fruktoz şurubu, diyet içeceklerin üretiminde sorbitol, mannitol, ksilitol, sakkarin ve sodyum siklamat gibi tatlandırıcılar kullanılmaktadır (Shachman, 2005). Anılan doğal ve yapay tatlandırıcıların tatlılık değerleri değişkenlik göstermektedir (Çizelge 2.6).

Çizelge 2.6 : Doğal ve yapay tatlandırıcıların tatlılık değerleri (Shachman, 2005).

Tatlandırıcı		Tatlılık Değeri
Doğal	Sakkaroz	100
	Fruktoz	175
	Glukoz	75
	Laktoz	35
	İnvert şeker şurubu	120
	Glukoz şurubu	33-50
Yapay	Sakkarin	55000
	Nasiklamal	5000
	Ksilitol	100
	Sorbitol	48
	Mannitol	45

Sakkarozun su alarak glikoz ve fruktoza parçalanmasına "inversiyon" olarak tanımlanan “inversiyon” olayı asit katkısı ve çözünmüş şekerin ısıtılmasıyla gerçekleşmektedir. Gazlı içekte inversiyon olayı ortam asidik olduğu için şişelemeden sonra da devam etmektedir ve bu olay nedeni ile gazlı içekte tat değişimi oluşmaktadır. Gazlı içeceklerde süreye bağlı olarak sakarozun inversiyonu Çizelge 2.7’de sunulmuştur. Bu hidroliz reaksiyonu, briks değerinin zamanla artmasına sebep

olmaktadır. İnvert şeker çözeltisi, sakkaroz çözeltisinden daha tatlıdır (Shachman, 2005).

Çizelge 2.7 : Süreye göre sakarozun inversiyonu (Shachman, 2005).

Gün	Sakaroz (%)	Invert Şeker (%)
0	8.37	0.53
1	8.35	0.55
4	8.10	0.80
8	7.70	1.20
17	7.10	1.80
32	6.10	2.80
112	2.80	6.10

Gazlı içecek üretiminde suyun çözünürlüğü de önem taşımakta ve bu kapsamda en iyi tane iriliği 0.5-1.4 mm arasında olup 20°C'de 100 kısım suda 204 kısım şeker çözünmektedir. Şekerin suda çözünürlüğü ile sıcaklık arasında bir ilişki mevcuttur (Çizelge 2.8).

Çizelge 2.8 : Şeker çözünürlüğü ve sıcaklık arasındaki ilişki (Ashurst, 1998).

Sıcaklık (°C)	Doyma Oranı (% ağırlıkça)	100 kg şeker için gerekli su (kg)
0	64.2	55.9
5	54.0	54.0
10	65.6	52.4
15	66.3	50.8
20	67.1	49.0
40	70.4	42.0
60	74.2	34.8
80	78.4	27.6
100	83.0	20.6

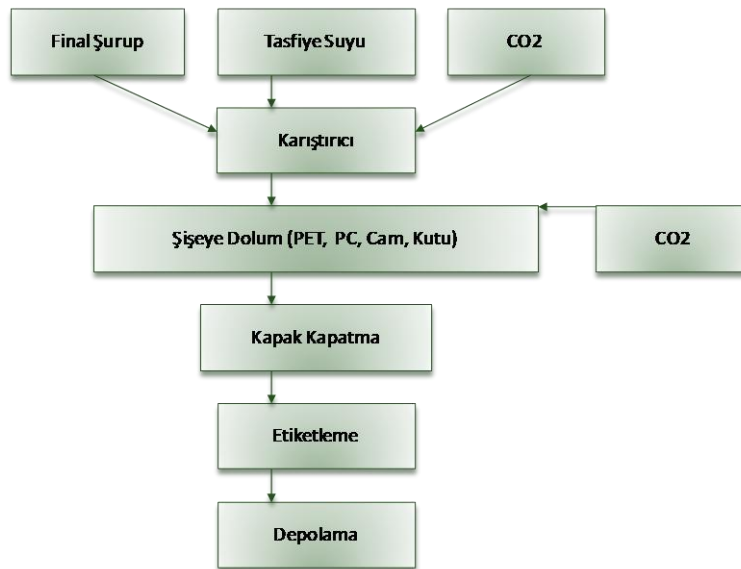
Kristalizasyonu engellemek için genellikle %65'lik şeker şurubu hazırlanmaktadır. Doğal şekerler içinde çözünürlüğü en az olan laktoz, en fazla olanı ise fruktozdur. Doğal tatlandırıcıların 20°C'de çözünürlükleri arasında farklar söz konusudur (Çizelge 2.9).

Çizelge 2.9 : Doğal tatlandırıcıların çözünürlükleri (Shachman, 2005).

Doğal Tatlandırıcı	Çözünürlük (% , 20°C)
Sakkaroz	67.1
Glukoz	47.2
Fruktoz	79.3
Laktoz	18.7
Sorbitol	687
Mannitol	18.0
Ksilitol	62.8

2.4 Gazlı İçeceklerin Üretim Yöntemleri

Gazlı içecek üretimi akış şeması Şekil 2.1’de gösterilmektedir. Karıştırma içecek hazırlamada kullanılan esans, asit, şeker şurubu ve demineralize suyun birbirine karıştırılması değişik tiplerdeki karıştırma tanklarında yapılmaktadır. Tanka giriş borusunda tanka alınan her bir maddenin miktarını ölçen ve dijital olarak gösteren sistemler bulunmaktadır. Reçeteye göre hesaplanan miktarda ham ve yabancı maddeler sırasıyla tanka alınır. Karıştırma işlemi ya basit bir karıştırma düzeni ile yapılır veya bu amaçla CO₂ karıştırıcılı sistem kullanılır. CO₂ karıştırıcı ile ortamdaki hava uzaklaştırılmakta ve ayrıca hava girişi önlendiği için oksidasyonun önüne geçilmektedir (Ashurst, 1998).



Şekil 2. 1 : Gazlı içecek üretim aşamaları (Ashurst, 1998).

Gazlama özel gazlama aygıtları ile sağlanır. CO₂'le gazlanacak içecekler veya sular bazı asgari mikrobiyal özelliklere uyulmasını gerektirir. Gazlama işleminden önce bu değerlere uyulup uyulmadığının kontrolü zorunludur. Örneğin 100 ml'de koliform grubu mikroorganizma bulunmamalıdır ve total bakteri sayısı 1 ml'de 100'ü geçmemelidir. Gazlama aygıtlarıyla suya, şuruba veya meyve suyuna o miktarda CO₂ verilir ki şişelenmiş içeceklerde gerekli CO₂ basıncına güvenle ulaşılmış olsun. Bu da gerektiğinden biraz daha fazla gazlama yapılmasını gerektirmektedir (Ashurst, 1998).

Gazlama aygıtları değişik tiplerde olmaktadır; Basınç altında ve gaz alıcı sistemle çalışan aygıt; Buna kolon tip veya Valora tip denilmektedir. Gazlanacak su önceden demineralize edilir, sonra soğutulur ve daha sonra yüksek basınçlı enjektör yardımıyla ön gazlama yapılır. Daha sonra gaz alıcıdan geçirilir. Burada su geniş bir yüzeye yayılır ve gaz fazlası arasındaki oransal basınç farkı nedeniyle hava sudan ayrılır ve ayrılan hava bir manyetik ventil yardımı ile sistemden atılır. Bu işlem sırasında %0,4 kadar CO₂ kaybolur. Gazı alınan su bir püskürtme başlığına porselen dolu bir kolona alınır. Bu kolonun altından gaz formunda CO₂ girmektedir. Gerektiğinde suyun kolona sevkı için bir pompa da kullanılabilir. Daha çok su gazlamada kullanılan bu sistemde saatte 1000-1500 litre su gazlanmaktadır ve suyun havası %98-99 oranında uzaklaştırılmaktadır. Diğer bir gazlama aygıtı havanın vakumla alınmasına dayanmaktadır. Hazırlama işlemlerinden geçen su bir vakum bölmesine püskürtülmekte veya vakum hücresinden geniş bir yüzeye yayılmaktadır. Gazlamada plakalı gazlama aygıtları da kullanılmaktadır. Bu sistemde sıvı ve CO₂'in iyice karışması sağlanmakta ve otomatik olarak sıvıdaki CO₂ oranının 12 g/L olması sağlanabilmektedir. Bu sistemde su ve CO₂ birbirine paralel olan gaz değiştirici plakalar arasından birlikte geçmektedir. Bu sistemde saatte 12000 litreye kadar sıvı gazlanabilmektedir. Diğer bir açıdan gazlama sistemleri premix ve postmix olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır (Shachman, 2005).

- Postmix yönteminde içecek hazırlamada kullanılan şurup hesaplanan miktarda şişeye doldurulmakta ve daha sonra üzerine CO₂ ile gazlanmış su konularak kapatılmaktadır. Kapatılan şişeler şişe döndürücü aygıttan geçirilerek fazların karıştırılması sağlanmaktadır. Bu daha çok eskiden kullanılan bir yöntemdir.
- Premix yönteminde ise içeceği oluşturan öğelerin tümü CO₂ dahil önceden bir araya getirilmekte ve tümü birden şişeye doldurulmaktadır.

Basınç azalması CO₂'in azalmasına yol açmakta ve içeceğin niteliği değiştirdiğinden gazlı içeceklerin dolumu sürekli basınç altında çalışılmayı gerektirmektedir. Bu amaçla kullanılan dolum aygıtlarına "karşı basınç dolum aygıtları"da denilmekte olup dolum 5 ayrı aşamada tamamlanmaktadır.

1. Karşı Basıncın Sağlanması: Dolum ünitesine gelen şişe dolum boşluğundaki gaz ventilini otomatik olarak açmakta ve şişe içindeki basınç sistem basıncına erişmektedir.
2. Dolum: Şişe içi basıncı sistem basıncına eşit olunca sıvı ventili açılmakta ve sıvı şişeye dolmaktadır. Dolma işlemi geri dönüş borusunun ucuna kadar devam etmektedir.
3. Son Akış: Sıvı şişeye 10 mm boşluk kalana kadar doldurulur. Dolunca kazanılan ağırlık nedeni ile hem gaz hem de sıvı ventili kapanmaktadır.
4. Dengeleme: CO₂ ventili açılmakta ve CO₂ sıvının fazlasını geri akış borusundan akmaya zorlamaktadır. Bu sırada ayrıca şişenin ağzındaki boşlukta CO₂ ile dolmaktadır.
5. Basınç Kaldırma: Basınç kaldırma ventilinin açılması ile şişe ve dış ortam arasında basınç dengesi sağlanmaktadır. Şişe ağzındaki CO₂ ise kapama anına kadar geçen sürede koruyucu etki yapmaktadır. Bu işlemten sonra şişelerin 1-2 saniye içinde kapama makinasına ulaşması ve kapatılması gerekir. Kapama için taç kapak veya vidalı kapak kullanılabilir.

CO₂ ile gazlı içecekler genellikle kimyasal koruyucu madde katılarak dayanıklılığı arttırılmaktadır. Gaz basıncının da antimikrobiyal etkisi olduğu için bu içeceklere 0,4-0,6 g/L sorbik asit, benzoik asit veya bunların tuzu ile her ikisinin karışımı kullanılmaktadır. Ayrıca koruyucu madde ilave edilmiyorsa pastörizasyon uygulanmaktadır. Gazlı içecek pastörizasyonu daha çok tünel tipi pastörizatörlerde yapılmaktadır. Hem ısıtma ve hem de soğutma aynı tünel içerisinde değişik sıcaklıktaki suyun püskürtülmesi ile sağlanmaktadır. Pastörizasyon için çıkış süresi 20 dakika, kalış süresi kabın büyüklüğüne göre 20-30 dakika, iniş süresi ise 15 dakikadır ve uygulanan pastörizasyon sıcaklığı ise 75°C'dir. Gazlı içecek pastörizasyonunda daha önce değinilen CO₂'in çözünürlük ilişkilerinden dolayı şişe içi basıncın artışı sınırlayıcı bir nitelik göstermektedir. Litresinde 4 kg CO₂ bulunan ve %4 boşluk bırakılan bir şişedeki gazlı içeceğin 20°C'den 75°C'ye ısıtılması durumunda şişe içi basıncı 7.5 kg/cm²'ye ulaşmaktadır. Eğer aynı kaptaki %3.3 boşluk

bırakılırsa aynı koşullarda basınç 11.7 kg/cm² olmaktadır. Gazlı içeceklerde bırakılan boşluk genellikle %3-4 arasındadır. Bu nedenle gerek kullanılan ambalaj materyalinin ve gerekse kapsül kapamanın yaklaşık 12 kg/cm²'lik basınca dayanıklı olması zorunludur (Üçüncü, 2000).

Doldurulan ve kapatılan şişeler dolum makinasındaki hızla ve kendi etrafında dönerek etiketleme makinasına gelmektedir. Etiket bulunduğu yaktan tutkal veya hava emişi ile alınmakta ve bir vals yardımıyla çizgi şeklinde veya noktalı olarak tutkallanarak yapıştırılmaktadır. Etiketlin şişeye yapıştırılması bir sünger veya fırçanın basıncıyla olur. Etiket yapımında genellikle m²'si 70 g olan kağıt kullanılır. Yapıştırma sırasında kağıdın lif yönünün şişe eksenine çapraz gelmesi sağlanmalıdır.

Üretimden sonra depolama için kasalama büyük işletmelerde vakum emişli makinalarla otomatik olarak yapılmaktadır. Depolama, şişeler kasalandıktan sonra depoya alınmakta ve depoda 3-5 gün bekletildikten sonra çıkışı yapılmaktadır.

2.5 Gazlı İçeceklerin Önemli Kalite Karakteristikleri

Gazlı içeceklerin kalite karakteristikleri duysal kalite ve mikrobiyolojik kalite olarak ikiye ayrılmaktadır. Gazlı içeceklerin içediğı CO₂ gazı sayesinde ambalajı açılmadığı takdirde mikrobiyolojik olarak kalite kaybına uğramadığı belirtilmiştir (Donald ve diğ, 1924). Buna göre gazlı içeceklerin tüketiciler üzerindeki tercihlerini etkileyen en önemli kalite karakteristikleri duysal özellikleridir.

2.5.1 Briks

Briks, bir çözeltide toplam çözünen kuru madde miktarını belirtmek amacıyla kullanılmakta ve gazlı içecek sanayisinde bir içecek, şurup veya konsantredeki şeker miktarını ifade etmektedir. Bir sulu çözeltide ağırlıkça çözünmüş şeker miktarının yüzdesi Brix (°B) değeriyle gösterilmektedir. İçeceklerin briksi refraktometre ile otomatik olarak ölçülebilmektedir.

Gazlı içeceklerde bileşenler arasında sudan sonra en büyük kısmı şeker oluşturmaktadır. Bir içeğin yaklaşık %13'ünü oluşturan şeker, içeğin karakteristik tat düzeyini belirlemekte ve şeker tüketici algısına en uygun içeğin üretilmesi için sürekli kontrolünün yapılması gerekli olan önemli bir kalite karakteristiğidir. Gazlı içeceklerin üretimi esnasında, içeceklerin dolum sırasında sürekli ölçülmesi ve üretimde sapmalar varsa bile kabul edilebilir düzeylerde olmasını

sağlamak gereklidir. Briks'in tüketici algısı üzerinde önemli etkisi olmasına karşın, ekonomik açısından da hammadde olarak kullanılan şeker miktarının toplam üretim içerisinde önemli düzeyde maliyetlere yol açtığı bilinmektedir (Shachman, 2005).

2.5.2 Karbondioksit Miktarı

Gazlı içeceklerde karbonasyon düzeyi tüketici algısı bakımından en önemli parametredir. Karbonasyon düzeyinin beklenen seviyeye göre düşük veya yüksek olması içeceğin tüm aromasındaki dengeleyici unsuru ortadan kaldırmakta ve içeceği istenmeyen bir ürüne dönüştürmektedir. Karbonasyon hacmini bulma yöntemleri hızlı, basit ve doğru sonuçlar vermelidir (Schacman, 2005). İçekte bulunan karbonasyon miktarı, farklı yollarla ölçülebilmekte ve en yaygın olarak kullanılan ölçüm metodu Manometrik Metod (AOAC Prosedürü) olarak belirtilmektedir. İçeceğin içinde bulunduğu kap dayanıklı bir iğne ile delinerek, içecek içerisinde bulunan gazın bürette toplanması sağlanır. Bürette toplanan gaz basıncı manometre değerinden okunur. Buna ek olarak, bürette bulunan CO₂ gazı, sodyum hidroksit çözeltisiyle çözülerek, kapta bulunan diğer gaz miktarları da tespit edilebilir (Ashurst, 1998). İçekte bulunan gaz hacmini ölçmede kullanılan çok basit klasik ekipmanlardan, bilgisayarlı modern cihazlar gibi birçok çeşit test ekipmanı mevcuttur. Tüm test ekipmanlarında da temel prensip plastik, cam veya teneke kutuda mevcut CO₂ iç basıncını ve içeceğin iç basınç ölçümü sırasındaki sıcaklığının mevcut iç basınç – sıcaklık çizelgelerinden okunarak, gaz hacmini bulmaya dayanmaktadır (Ashurst, 1998).

2.5.3 Gazlı İçecekler Kusurları

Çok seyrek bile olsa kusurlu bir içecek, satışı büyük ölçüde olumsuz yönde etkilemektedir. Gazlı içecek kusurlarının çoğu işleme ve hazırlama sırasındaki hatalardan kaynaklanmakta ve bunlar 2 gruba ayrılarak incelenmektedir;

2.5.3.1 Tat ve Koku Kusurları

- Tuzlu tat
- Asit yetersizliği
- Terpen (Sabun) tadı
- Acı tat

Tuzlu tadın nedeni içecek hazırlamada kullanılan suyun fazla miktarda tuz içermesi ve sertliğinin fazla olmasıdır. Suda tuz oranının belirli sınırı aşması ayrıca tortu oluşumuna da yol açabilir. Gazlı içecek hazırlamada kullanılan suda toplam tuz oranının 0.5-0.8 g/L olması en uygunudur. Tuzun fazlalığında yukarıda belirtilen sakıncalar ortaya çıkarken tuz oranı az ise ve özellikle litrede 0,1 gramın altında ise bu kez ieeğin tadında da bir yetersizlik veya boşluk ortaya çıkmaktadır.

Asit yetersizliğinin nedeni suyun CaCO_3 sertliğidir. Suyun sertliği şurup hazırlamada kullanılan asit miktarını azaltmakta ve tadı olumsuz etkilemektedir. Örneğin 1 Alman sertlik derecesindeki su, 1 litrede 27 mg tartarik asit, 25 mg sitrik asit ve 32 mg laktik asidi nötrale etmektedir. İçecek hazırlamada kullanılan suyun yumuşak olması gereklidir. Çok yumuşak suyun tadı yavan, çok sert su ise ieeğin doğal tadını bozmaktadır. Karbonat ve bikarbonat sertlikleri geçici, diğerleri kalıcı sertliktir. Sertlik derecesine göre suların sınıflandırılması yapılmaktadır. Suların sertlik sınıflandırmaları Çizelge 2.10'da gösterilmiştir.

Çizelge 2. 10 : Sertlik derecesine göre suların sınıflandırılması (Ashurst, 1998).

Sertlik Derecesi (Alman S.D.)	Suyun Niteliği
0-4	Çok yumuşak
4-8	Yumuşak
8-12	Orta sert
12-18	Oldukça sert
18-30	Sert
>30	Çok sert

Sudaki sertlikten dolayı gazlı ieeğin yetersiz asidik tatta algılanmasının önüne geçebilmek için yapılması gereken, sertlik giderme işleminde hatanın düzeltilmesi veya bu yapılmıyaya kadar suyun sertliğine göre katılacak asit miktarının artırılmasıdır (Anonim, 2005).

Terpen (sabun) tadı, içecek hazırlamada kullanılan esans, aroma veya ana maddenin içinde bulunan doymamış hidrokarbonların hava varlığında okside olması sonucunda terpen ve benzeri bir tat oluşturmaktan kaynaklanmaktadır. Ayrıca oksidasyon sebebiyle gazlı içeceklerin tadında acılık ortaya çıkabilmektedir. Acı tat genellikle oksidasyonun sonucudur ve işletme araç ve gereçlerinden geçen bakır, demir gibi iyonlar bu olayı hızlandırmakta ve genellikle acı tat rengin açılması ile birlikte ortaya çıkmaktadır (Steen ve Ashurst, 2006).

2.5.3.2 Görünüş kusurları

- Renk açılması
- Bulanıklık
- Tortu oluşumu
- Yağ halkası oluşumu

İçeceklerde renk açılmasına suda bulunan klor, klordioksit ve ozon gibi su hazırlamada kullanılan bileşiklerin kalıntısı yol açmaktadır. Bu durumda yapılacak iş suyun aktif kömür veya deklorit filtreden geçirilerek deklorize veya deozonize edilmesidir. Ayrıca şişe yıkamada durulama iyi yapılmamışsa aynı şekilde klor ve ozon kalıntısı nedeniyle içeceğin rengi açılmaktadır. Bu olaya yol açabilen diğer etkenler su ve şurupta fazla hava kalması yani deaerasyon yetersizliği ve doğrudan güneş ışığında bekletilmesidir. Renk açılması olayı askorbik asit ve karotenoid azalması ile birlikte yürümektedir.

Sitrus bazlı içeceklerde sonradan ortaya çıkan gecikmiş bulanıklığın başlıca nedeni şişelenmiş içekte oksijen kalması ve bunun sonucunda askorbik asidin parçalanmasına yol açan redoks tepkimesidir. Yapılan birçok araştırma, içeceklerde askorbik asidin dehidroaskorbik aside dönüşümü ile yüksek moleküllü ve okside olabilir polifenolik bileşiklerin oluşumunun birbiriyle ilişkili olduğunu göstermektedir (Shachman, 2005).

Gazlı içeceklerde tortu oluşumunun başlıca nedenleri, koruyucu kolloid görevi yapan pektinin parçalanması, içecek hazırlamada kullanılan suda fazla miktarda kalsiyum bulunması ve ayrıca şekerde saponin varlığıdır. Suda fazla miktarda kalsiyum bulunması özellikle fosforik asit içeren kola ve tonik grubu içecekler için önemlidir. Bu durumda kalsiyum fosforik asit ile kalsiyum-fosfat tortusunu oluşturmaktadır. Pektin esteraz enzimi yanında yoğun şeker şurubuda dehidre edici etki yaparak pektinin koruyucu kolloid özelliğini ortadan kaldırmakta ve tortu oluşturmaktadır.

Yağ halkası oluşumu meyveli gazlı içeceklerde sık rastlanılan bir kusur tipidir. Bu durumda içecek içindeki kolloidal ilişkiler bozulmakta ve şişenin ağzında halka şeklinde yağ tabakası (ham yağ) toplanmaktadır. Genellikle bu olay tortu oluşumuyla birlikte yürümektedir. Bu olaya yol açan başlıca etkenler;

1. Yetersiz homojenizasyon
 2. Depolama sıcaklığının dalgalanması
 3. Esansın dispersiyonunda yetersizlik
 4. Esansın pastörizasyon sıcaklığına dayanıksız oluşu
 5. Kapsülün çok hafif sızdırması
- olarak sıralanmaktadır.

2.6. Gazlı İçeceklerin Ambalajlanması

2.6.1 Tüketicilerin Ambalaj Tercihi

Gıda sanayinde ambalaj, içine konulan gıdaların son tüketiciye bozulmadan ulaştırılmasını amaçlamaktadır. Gıdaların ambalajlanmasıyla en az toplam maliyetle ürün dayanıklılığı artırılır, ürünün yükleme, stoklama kullanma kolaylığı ve tanıtılması sağlanır. Günümüzde ambalaj ilk ürün geliştirme aşaması ve pazar gereksinimlerine göre tasarlanıp uyarlanması üretim, koruma, depolama, taşıma, dağıtım, reklam, satış ve son kullanıma kadar her aşamada devreye girdiğinden üretim sürecinin ayrılmaz bir parçasıdır. İşlev ve maliyet açısından uygun bir ambalaj kesinlikle çöpe atılan bir para değil aksine ambalajı yetersiz olduğu için korunamayan, saklanamayan, tüketiciye kullanım açısından sorunlar oluşturan sağlıksız bir malın kendisi çöptür. Bir ambalaj çoğu kez istenilen özelliklerin tümünü bir arada içerebilir. Ayrıca herhangi bir gıda muhafaza yöntemi için ambalajdan beklenen özellikler de farklı olabilir. Fakat genel olarak ambalajdan beklentiler aşağıdaki şekilde özetlenebilir (Üçüncü, 2000). Tüketicinin ambalajdan beklentileri:

- Ürün satış yerinde kolaylıkla tanımlanabilmelidir
- Ambalaj üzerinde ürüne ilişkin bilgiler anlaşılır ve kolay okunabilir olmalıdır
- Şeffaf olmalı
- Kapağı özgün olmalıdır
- Şekli uygun olmalıdır
- Kolay açılıp tekrar kapatılabilmelidir
- Ambalaj malzemesi gerektiği kadar kullanılmalıdır
- Ambalaj çevreye uygun olmalıdır
- Boyutları standartlaştırılmış olmalıdır
- Ürünün kalite kaybı olmaksızın depolanabilir olmalıdır

- Ürünün özelliklerine uygun (fire tehlikesi olmayan, yasal kural ve kısıtlamalara uygun) doğru ambalajlama yapılması olarak belirtilmektedir.

2.6.2 Gazlı İçeceklerde Kullanılan Ambalaj Materyalleri

2.6.2.1 Plastik Ambalajlar

Plastikler normal sıcaklıkta genellikle katı halde bulunan, ısı ya da basınç etkisiyle veya mekanik veya kimyasal yolla yumuşatılıp, kalıba dökme, haddeleme gibi çeşitli yöntemlerle şekillendirilebilen ve kalıplanabilen ve bu biçimlerini soğuyunca da koruyabilen, yapay ya da doğal, çoğunlukla organik polimerik özelliktedirler. Dev molekül olarak tanımlanan yapı, basit yapıya bir organik bileşiğin veya farklı iki bileşiğin uygun koşullarda birbirine bağlanması ile oluşur. Çok uzun zincir veya örgü yapıda, hatta örgüler arasında da bağlanmalar yaparak üç boyuta uzanmış binlerce molekülün biraraya gelmesinden oluşan bu maddelere, reçineler (doğal veya yapay) veya polimerler de (doğal veya yapay) denir. Poli-mer çok parça anlamındadır ve monomer denilen daha küçük moleküllerin uç uca eklenmesi ile oluşan bir molekülü tanımlamak için kullanılır (Üçüncü, 2000).

Plastikler, polimerizasyon tepkimeleri ile elde edilirler. Bilindiği gibi polimerleşme, uygun koşullarda “n” tane molekülün çift bağlarının açılarak art arda bağlanmasını sağlayan tepkimelere denir. Tepkime koşulları ve çift bağın polarlığı, polimerleşmede etkin rol alır. Polimerizasyon sonunda elde edilen ürüne polimerizat, polimerizasyona uğrayan başlangıçtaki tek moleküle de monomer adı verilir. Polimerizasyon tepkimeleri çok çeşitli olup (radikal, iyonik, polikondenzasyon) polimerik malzemenin yapısı ile ilgili bazı temel özellikler konusunda bilgi verirler.

Polimerlerden oluşan plastikler, polimerlerin farklı kimyasal yapılarından dolayı farklı fiziksel özellikler gösterirler ve bu özelliklerinden dolayı da sınıflandırılmaya tabi tutulurlar. Isı ve basınç altında şekillendirilme ve şekillendirildikten sonra plastiğin gösterdiği özellik, plastik maddeyi tanımada kolaylık sağlar. Nitekim plastikler işleme özelliklerine göre üç gruba ayrılırlar (Üçüncü, 2000). Bunlar:

1. Termoplastikler (plastomerler – ısıyla yumuşar)
2. Termoset plastikler (duroplastlar- ısıyla sertleşir)

3. Elastomerlerdir.

Termoplastikler, plastik sektöründe en çok kullanılan malzemeler olup, birden fazla ısı işleme tabi tutulduklarında temel fiziksel ve kimyasal özelliklerini koruyan maddelerdir. Isı ve basınç altında plastik özelliğini daima koruyan termoplastikler, ısı ile erimeden yumuşatılıp kolayca şekillendirilirler ve soğutulduklarında biçimlerini koruyarak sertleşirler. Isı ile yumuşatılıp tekrar kalıplanabilirler (Üçüncü, 2000).

2.6.2.2 Cam Ambalajlar

Gazlı içeceklerin üretimi için tercih edilen ambalaj materyali hitap ettiği pazara, paket boyuna ve içeceğin ürün gereksinimlerine göre sınıflandırıldığında, cam ambalajlar raf ömrü bakımından en az geçirgen ambalajlardır. Cam ambalajlar hem şişe dışından içeriye oksijen geçirmezler, hem de şişe içinden dışarıya CO₂ geçirgenlikleri oldukça düşüktür (Ashurst, 1998)

Ambalaj Sanayiciler Derneği'nin tüketiciler üzerinde yaptıkları çalışmada, cam ambalajın tüketicilerin isteklerini en iyi şekilde karşılayan ambalaj çeşidi olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlar ambalaj malzemesinde ürün tadını etkilemeyen, içindekini en iyi koruma, kullanışlı ve kaliteli olma özelliklerinin ön plana çıktığını ve dolayısı ile bu nitelikleri taşıyan ambalajın tüketici için en geniş "fayda demetini" oluşturduğunu ortaya koymaktadır (Anonim, 2004).

2.6.2.3 Metal Kutular

Gazlı içecek endüstrisinde kullanılan ambalajlardan bir diğeri de metal kutulardır. Geri dönüşümlü şişelerin aksine, metal kutular tek seferlik kullanıma hitap eden ambalaj materyalleridir. Teneke kutular, ısı, hava, su gibi ortam koşullarına karşı dayanıklılığının yüksek olması, kemirgen ve böceklerle karşı sağlam ve dayanıklı olması, bozulabilir gıdaları güvenli şekilde muhafaza edebilmesi, sınırlı üretim dönemleri olan gıda ürünlerini ileride kullanılmak üzere saklayabilmesi bakımından diğer ambalajlara göre daha çok tercih edilebilmektedir. Ancak dünyada hammadde bakımından sınırlı kaynaklara sahip olan alüminyum endüstrisi, alternatif ambalaj materyallerin kullanımına yönlendirmektedir. Görselliğin önem kazanması ile alüminyum içecek kutularında farklı baskı teknikleri kullanılarak çekici tasarımlar ortaya çıkartılmıştır. Bu yenilikler sayesinde alüminyum teneke kutular gazlı içecek sektöründe önemli bir ambalaj malzemesi olarak yerini almıştır (Ashurst, 1998).

2.6.3 Gazlı İçecek Sektöründe Kullanılan Plastik Ambalaj Materyalleri

2.6.3.1 Polikarbonat (PC) Şişeler

Polikarbonat bir linear poliester olup, karbonik asidin bisfenol esterinden elde edilir. Tatsız, kokusuz, esnek, sert, saydam, yumuşatıcı içermeyen bir plastiktir. Su, alkol ve yağlara karşı dayanıklıdır. Darbe mukavemeti, boyutsal ve ısıl stabilitesi üstündür. Kolay aşınmaz. Derin çekilebilme ve ısıl yapışabilme özelliği iyidir. Kullanım sıcaklığı -90 ile +135°C'ye kadar dayanıklıdır. Polikarbonatın oksijen ve su geçirgenliği oldukça yüksektir. Saydam olmaları, kaynatılabilmeleri ve sağlamlıkları nedeniyle şişe ve biberon yapımında kullanılmaktadır. PC şişeler, sterilize edilebilirler. Asit, baz ve organik çözümlere karşı dayanımı orta düzeydir. Pahalı olması nedeniyle, gıda ambalajında kullanımı azdır. PC özellikle çeşitli mutfak araçları, kahve makinası, kahve filtresi ve özellikle biberon üretimine çok uygundur (Üçüncü, 2000). Geri dönüşümlü plastik şişelerin üretiminde darbeye karşı dayanımları yüksek olduğu için sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak hammadde olarak diğer plastik materyallere göre daha pahalı bir malzeme olduğu için, sadece geri dönüşümlü su damacanelerinde yaygın bir şekilde kullanılabilmektedir.

2.6.3.2 Polietilen Tereftalat (PET) Şişeler

PET ambalajlarının ağırlıkça hafif olması, kolay ve daha az maliyete taşınabilir olması bakımından gazlı içecek sektöründe günümüzde oldukça tercih edilen ambalaj cinsidir. PET ambalajların gaz geçirgenliği özelliklerinin kötü olması, bu ambalajlar üzerinde raf ömrünü arttırıcı çalışmalar yapılmasını sağlamaktadır. PET ambalajların gaz geçirgenliklerini azaltmak amacıyla, şişenin iç kısmına iç katmanlar konulmaktadır (Ashurst,1998). PET şişelerin avantajlarını aşağıdaki gibi özetleyebiliriz;

1. Plastik şişeler, cam şişelere göre daha hafiftirler.
2. Teneke kutularda yaşanabilen korozyon problemleri meydana gelmez.
3. Şişe dizayn etmede kolaylık ve esneklik sunar.
4. Daha büyük hacimli şişeler üretilmesini sağlar (Örneğin 3 L'lik PET şişe).
5. Cam şişelere göre darbeye daha dayanıklıdır. Kırılıp, parçalanmazlar.
6. Üretim alanında, üretim boyunca daha sessiz bir ortam sunar.

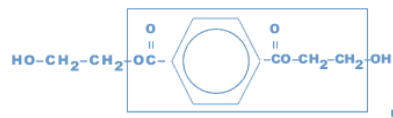
PET şişe ile ilgili kısıtlamaları aşağıdaki gibi özetleyebiliriz;

1. Gaz ve su buharı geçirgenlikleri bakımından bariyer özellikleri oldukça düşüktür.

2. Üretim hatlarında bulunan bantları kayganlaştırmada kullanılan silikon spreyle PET şişelerin tabanlarında çatlamların oluşmasına sebep olabilmektedir (Morrison ve diğ, 2008). Geri dönüşümlü PET şişeler kullanıldığı zaman, şişe duvarlarındaki aşınmalar meydana gelebilmektedir.

Polietilen tereftalat, PET, teraftalik asit ve monoetilen glikolün polimerizasyonu sonucunda elde edilen ve kompozisyonunda çok sayıda kristal ve termoplastik içeren lineer bir polimerdir. Preformlardan PET şişe üretme işleminde, kalıptan geçirme, enjeksiyon, üfleme ve teknik şekillendirme aşamaları vardır (Brandau, 2003). PET iyi bir mekanik direnç, yüksek oranda doğal esneklik, su buharı ile temas ettiğinde yüksek oranda su geçirmezlik ve aşırı şoka dayanıklılık özelliklerine sahip, iyi elektriksel özellikleri ve düşük absorpsiyonu olan ısı yumuşar bir poliesterdir. Polietilen tereftalat preform ve erimiş plastik reçinelerden elde edilirken üç farklı morfolojik yapıda oluşabilir ve şişede üç farklı yapı aynı anda bulunabilir (Brandau, 2003) .

Amorf yapı, şeffaf, kimyasal malzemelere karşı dayanıklılığı zayıf, elastik, gaz geçirgenliği yüksek, erimeden hemen önce yumuşayan bir yapıdır. Genellikle şişelerin boyun kısmı amorf yapıdadır. İçeriğinde düzgün dağılmış yapı ve kristal yapı bulunmamaktadır. Buna karşın düzgün dağılmış yapı, şeffaf, mekanik etkilere dayanıklı ve iyi bariyer özelliğine sahiptir. Genellikle şişe duvarı kısmı bu yapıdadır. Şişe duvarlarında kristalinite değerleri %5 seviyelerinde olabilmektedir. Preformdan şişirilme işlemi ile oluşan şişelerin yapılarında bulunan kristalinite değerleri işlem sıcaklığına bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Şişe duvarlarında kristalinite değeri %40 civarına geldiğinde, bu şişeler tekrar kullanılabilir (Venkateswaran ve diğ, 1998). Son olarak, kristalize yapı reçine taneleri ve şişenin tabanında ortadaki mat kısımları temsil etmektedir. Şişelerin nem absorplama kapasitesinin düşmesi ve mekanik direncin artması için yapısında %30'dan fazla kristalinite değeri olmalıdır. Kristalinite değeri arttıkça, ısıya karşı direnç artar ve şişelerin kırılma riski azalır (Brandau, 2003). PET molekülü Şekil 2.2'de gösterilmiştir.



Şekil 2.2 : PET molekül yapısı.

PET'ler termoplastik reçine gruplarıdır. Isı etkisiyle PET molekül yapısı bozulabilir. PET molekülü Şekil 2.2'de gösterilen zincirlerden 100 – 120 zincirin bir araya gelmesiyle oluşmaktadır. Uzun zincirli PET molekülleri 3 farklı halde bulunabilirler.

1. Amorf yapı: preformlar ve plastik reçineler amorf yapıdadır.
2. Isısal kristalize yapı: reçine taneleri ısısal kristalize yapıdadır.
3. Gerdirilmiş kristalize yapı: şişe duvarları gerdirilmiş kristalize yapıdadır (Liu ve diğ, 2004).

PET'ler reçine tanelerinden, preforma, preformdan, şişeye dönüşene kadar birçok değişim geçirmektedir. Reçine taneleri ısısal olarak % 50 – 70 kristalinite değerlerine ulaşır. Enjeksiyon işleminde, preformlar kalıplara girerler ve tekrar kristalize olmaması için soğutulurlar. Bu sebeple preformlar amorf yapıdadırlar (Auras ve diğ, 2003). Amorf yapıdaki preformlarda kristaliniteye rastlanmaz, ışığı yansıtacak bir yapı olmadığı için saydam bir görüntüleri vardır ve geçirgenlik özellikleri ve dayanıklılık bakımından zayıftırlar. Şişe üfleme makinasında tekrar ısıtılan materyaller, gerdirme işlemi sırasında gerdirilmiş kristalize yapıları oluşturur. Bu kristaller ışığı yansıtmaz ve şişenin saydam görünmesini sağlamaktadır (MacGonigle ve diğ, 2001). Gerdirilmiş kristalize yapıların bariyer özellikleri dayanıklılık bakımından amorf yapıya göre daha kuvvetlidirler (Hu ve diğ, 2005). PET'in geçirgenlik özellikleri Çizelge 2.11'de belirtilmiştir.

Çizelge 2. 11: PET geçirgenlik özellikleri (Brandau, 2003).

Özellik	Gerdirilmemiş PET	Gerdirilmiş PET
Kalınlık (mm)	0.36	0.36
Su Buharı Geçirme Hızı ($\text{g/m}^3 \cdot 24 \text{ saat}$)	3.4	2.3
Oksijen Geçirgenliği ($\text{cm}^3 \cdot \text{mm} / \text{m}^2 \cdot 24 \text{ saat} \cdot \text{atm}$)	2.9	2.2
Karbondioksit Geçirgenliği ($\text{cm}^3 \cdot \text{mm} / \text{m}^2 \cdot 24 \text{ saat} \cdot \text{atm}$)	15.7	14

2.6.3.3 Plastik Şişe Üretimi

1940 yılında, belirli bir amorf yapıdaki poliestester plastik materyallerini Tg'nin üzerindeki bir sıcaklıkta, fiziksel özelliklerini oldukça değiştiren kristalinite veya

moleküler dağılıma sahip olduğu keşfedilmiştir. Bu buluş, ambalaj sektöründe plastiklerin kullanımı açısından yeni bir çağ yaratmıştır. 1970 yıllarında plastik şişe üretimleriyle ilgili ambalaj patentleri alınmaya başlanmış ve gazlı içecek sektöründe de geleneksel ambalajlamaya ek olarak plastik şişe kullanımları başlamıştır. PET şişelerin hafif olması, kırılmaya karşı dayanıklı olmaları gazlı içecekler için çok avantajlı bir ambalaj olarak kabul görmektedir (Mitchell, 1990).

Plastik Şişelerin Hammaddesi

İçecek ambalajlarında en çok kullanılan plastik tipi Polietilen tereftalattır. PET, etilen glikolün tereftalik asit veya dimetil tereftalat ile reaksiyona girerek oluşturduğu doymuş poliestерlerdir. Reaksiyondan çıkan polimer molekülü, temel etilen monomer zincirlerinin bir araya gelmesiyle uzun bir zincirden oluşmaktadır ve polimer zincir uzunluğu arttıkça şişe daha dayanıklı hale gelmektedir. Ancak, uzun zincirlerin oluşması için fazlaca zamana ihtiyaç duyulur, bu da üretim açısından oldukça maliyetli bir durumdur. Tipik bir gazlı içecek şişesi, 130 monomer birim zincir uzunluğunda ve 25,000 molekül ağırlığındadır (Mitchell, 1990).

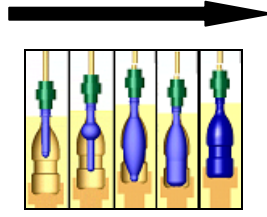
Preform Üretimi

Preformlar, küçük partiküller halinde satılan reçinelerin, ısısal işlemlere tabi tutulması (270–280°C) ve enjeksiyon makinasında istenilen forma getirilmesiyle üretilir. Higroskopik bir materyal olan PET molekülü için reçinelerin kuru olması, polimerleşme sırasında hidrolizin önüne geçebilecek bir tedbirdir. PET moleküllerinin oluşumu sırasında hidroliz gerçekleşirse, polimer zincirlerin uzunluğu olması gerekenden daha kısa olur ve şişenin fiziksel özelliklerini olumsuz etkiler (Mitchell, 1990). Preformların görüntüsü genel olarak deney test tüplerini anımsatır ve üretilecek ürünlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre farklı renklerde olabilirler. Preformların ağırlıkları genel olarak 14 ile 103 g arasında değişmektedir. Enjeksiyon makinasıyla, reçineler ısıtılarak, enjeksiyon ünitelerine gönderilir ve burada kalıplanıp, soğuyan preform kalıptan dışarı alınır (Brandau, 2003).

Preformlardan Plastik Şişe Üretimi

Plastik şişelerin, cam şişe üretim prosesine benzer iki aşamalı bir üretim prosesi vardır. İlk aşamada, hammadde plastik şişe üretiminde ergimiş malzemenin son şeklini almadan önce sahip olduğu ara şekil olan parisona veya reçineye dönüştürülür. İkinci aşamada, preform şişeye dönüştürülür (Anonim, 2008). Bazı üretim

ekipmanlarında, 2 aşama basit bir ekipman sayesinde bir araya getirilerek üretim yapılabilir. Preformlar, ısıtıcı kutular olarak adlandırılan lambalarla ısıtılarak, kalıplar içerisine gönderilirler. Sıcak prefomun içine, gergin rod girerek preformu uzunlamasına gerginleştirir (Huang ve diğ, 2007). Düşük basınçlı hava, preformun şişe formuna dönüştürülmesi için şişe içerisine üflenir. Düşük basınçlı havanın ardından, yüksek basınçlı hava şişe içerisine üflenerek, şişe içerisindeki havanın boşaltılması sağlanır. Bu sayede preform, kalıba iyice oturmuş ve kalıbın şeklini alarak şişe üretimi tamamlanmış olur (Brandau, 2003).



Şekil 2.3: Preformlardan plastik şişe üretim aşamaları.

2.6.4 PET’lerin Gaz Geçirgenliği

PET’lerin gaz geçirgenlikleri aşağıda belirtilen faktörlere bağlı olarak değişmektedir;

- Sıcaklık: Depolama sıcaklığı arttıkça, gaz geçirgenliği artmaktadır.
- Nem: Polimerlerin absorbe ettiği nem miktarı arttıkça, gaz geçirgenliği artmaktadır.
- Kristalinite: Kristalinite arttıkça, gaz geçirgenliği azalmaktadır.

Yönelim (Orientation): Çift eksenli yönelim gaz geçirgenliğini azaltmaktadır (Ashurst, 1998).

PET şişelerin geçirgenlikleri, ambalaj materyalinin bariyer özelliğine bağlı olarak değişir. İyi bariyer özelliğe sahip bir ambalaj materyalinin geçirgenliği oldukça düşüktür. Polimerlerin, cam ve metal kaplara göre geçirgenlik özellikleri fazladır (Hernandez, 1997).

İçeceklerde raf ömrü üzerine etki eden en önemli parametreler sıcaklık ve şişelerin geçirgenliğini yakından etkileyen duvar kalınlığı ve şişe yapısının kristalinite değeridir. Tock ve Woo’nun (1985) yaptığı çalışmanın sonucunda, gazlı içecekler 4°C’de kalın duvarlı bir şişede (şişe duvar kalınlığı=0,0025 mm) depolandığında, yaklaşık 10 hafta raf ömrünün olduğu, ancak 37°C’de 0,0101 mm duvar kalınlıklı 2L’lik şişenin 10 hafta raf ömrü standardına ulaştığı gözlenmiştir. Diğer bir depolama koşulu olan 21°C’de, 2 L’lik şişe ancak çok kalın duvarlı olan şişeler için kabul

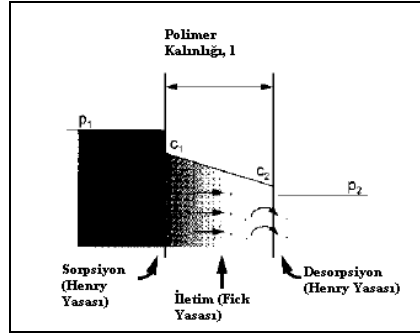
edilebilir bir performans göstermiş ve 2 L'lik şişelerin duvar kalınlıklarının en kalın bölgeleri 0,0040 mm – 0,0050 mm ölçüde olduğu belirtilmiştir. Raf ömrü bakımından 0,5 L'lik şişenin 2 L'lik şişenin gaz geçirgenlik performansı ile kıyaslanabilir bir raf ömrüne ulaşabilmesi için 0,0101 mm kalınlıkta şişeye ihtiyaç duyulmaktadır. Buna rağmen şişe duvarına absorplanan miktarın oldukça önem kazanmasıyla, istenen raf ömürlerine ulaşmak mümkün olamayabilmekte ve aynı zamanda farklı boydaki şişelerde kapaktan meydana gelen kayıplar aynı olduğu için, küçük şişelerden meydana gelen toplam CO₂ gaz kayıp oranının büyük şişelere göre daha fazla olduğu belirtilmiştir. Araştırmacılar daha kalın duvarlı 0,5 L'lik PET şişelerin, cam veya metal kaplara göre maliyet açısından daha dezavantajlı olduğu sonucuna varmışlardır.

Küçük boy şişelerin hacim/yüzey alanı oranı, büyük boy şişelerin raf ömürleri bakımından daha üstün olmasına sebep olmaktadır. Küçük şişelerdeki yeterli olmayan performansı çok çabuk düzeltebilmek için 0,5 L şişelerin dolumu sırasında fazla basınçlı dolum gerçekleştirilebilmekte ve 0,5 L'lik şişenin raf ömrünü arttırmak için daha az geçirgenliği olan materyaller kullanılabilir (Tock ve Woo, 1985). Tock ve Woo'nun (1985) yaptığı modelde, çok katmanlı yüzeylerin gaz geçirgenliği üzerine etkilerini belirleyebilmek amacıyla transmisyon katsayısı PET'in dörtte biri olan bir iç tabaka kullanılmış ve sonuçlar iç yüzeydeki tabaka sayesinde raf ömrünün önemli oranda arttığını göstermiştir. Bunun yanında eğer pratikte mümkünse, daha az geçirgenliği olan materyal, şişenin yüksek basınca direk maruz kalan bölgesinde (iç yüzeyinde) olması, raf ömrü artış derecesini önemli ölçüde geliştirmektedir. Bu durum adsorpsiyonla duvara gerçekleşen kaybı minimize etmektedir.

Glevitzky ve diğ. (2005) tarafından yapılan diğer bir çalışmada karbonlanmış içecekler 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5 litrelik şişelerde ambalajlanmış ve bu ambalajlarda gerçekleşen değişimler gözlenmiştir. Araştırmada içecek örnekleri marketlerde mevcut olan markalardan temin edilmiş ve CO₂ seviyeleri yaklaşık her üç haftada bir ölçülmüştür. Tock ve Woo'nun (1985) da belirttiği gibi, Glevitzky ve diğ. (2005) de 0,5 L'lik PET şişenin garanti edilen raf ömrü süresinin 6 ay ve daha büyük hacimli şişeler için garanti edilen sürenin 1 yılı bulmasının sebebinin hacim/yüzey alanı ilişkisinden kaynaklandığını göstermişlerdir.

2.6.4.1 Geçirgenlik Mekanizması

İki akışkan fazın bulunduğu bir ortamda, geçirgenlik işlemini tanımlamak için bir ambalaj filmi boyunca gerçekleşen sorpsiyon ve difüzyon mekanizmaları aşağıdaki şekilde gösterilmiştir (Şekil 2.4). Geçirgenlik işlemi 3 adımda gerçekleşmektedir;



Şekil 2.4 : PET'lerin gaz geçirgenlik mekanizması (Hernandez, 1997).

1. P1 kısmi basıncında bulunan permeant molekülü sıvı fazdan polimerin yüzeyine doğru penetre olur. 1 atm'den düşük basınçlarda Henry yasası geçerlidir.
2. Permeant polimer film boyunca difüze olur ve yüksek konsantrasyondaki iç tabakadan, dış tabakaya doğru bir iletim işlemi gerçekleşir. İletim Fick yasasına göre gerçekleşir.
3. Permeant, polimerin dış yüzeyinden P2 kısmi basıncındaki dış ortama doğru desorbe olur (Hernandez, 1997).

Önceden yapılmış gazlı içecekler ile ilgili çalışmalarda PET şişeler içerisinde dış ortama doğru gerçekleşen difüzyon ve sorpsiyon için birçok model öne sürülmüştür. Camı polimerlerdeki sorpsiyon ve difüzyonu açıklamak için en sık kullanılan model Barer ve arkadaşlarının önerdiği dual moddur (Hernandez, 1997).

2.6.4.2 Dual Mod Modeli

Dual Mod modeli ilk olarak Barer ve arkadaşları tarafından camı polimerlerin çözünabilirlik katsayılarının, daha sonra ise Koros ve Paul tarafından belirlenen difüzyon katsayısının da şişe içerisindeki konsantrasyon üzerine etkilerinin olduğu belirlenmiştir (Brolly ve diğ, 1996). Bu modele göre çözünen gaz molekülleri iki farklı popülasyonda yer almaktadır. Polimer içerisinde çözünen moleküllerin konsantrasyonu C_D ile ve küçük deliklerin içinde yer alan moleküllerin

konsantrasyonu C_H ile gösterilmektedir. P basıncında, normal çözünen moleküllerin konsantrasyonu Henry Yasası ile belirtilmektedir (Nobile ve diğ., 1997).

$$C_D = k_D \times p \quad (2.1)$$

Küçük deliklerdeki moleküllerin konsantrasyonu Langmuir yasası ile belirtilmektedir.

$$C_H = \frac{C'_H bp}{1 + bp} \quad (2.2)$$

C'_H : Langmuir kapasitesi, boşluk konsantrasyonu ölçüsü; b: Delik sabiti

$$C = C_D + C_H = k_D p + \frac{C'_H bp}{1 + bp} \quad (2.3)$$

Teorinin en basit versiyonunda her popülasyon, kendine özgü difüzyon katsayısı olduğu kabul edilir. Buna göre,

D_D : Çözünen popülasyonun difüzyon katsayısı; D_H : Deliklerdeki popülasyonun difüzyon katsayısı

Toplam akı aşağıdaki denklekte verilmiştir.

$$J = -\frac{d}{dx}(D_D C_D + D_H C_H) \quad (2.4)$$

$$D = D_D \left[1 + \frac{K(D_H / D_D)}{(1 + \alpha C_D)^2} \right] \left[1 + \frac{K}{(1 + \alpha C_D)^2} \right]^{-1} \quad (2.5)$$

$K = C'_H b / k_D$ ve $\alpha = b / k_D$

Geçirgenlik katsayısı

$$p = \frac{1}{p_1 - p_2} \int_{C_2}^{C_1} D dC \quad (2.6)$$

P_1 ve P_2 yüksek ve düşük basıncın olduğu kısımlardaki basıncı göstermektedir.

Denge denkelemi aşağıda belirtilmiştir (Brolly ve diğ., 1996).

$$P = k_D D_D + \frac{C'_H b D_H}{(1 + bp_1)(1 + bp_2)} \quad (2.7)$$

2.6.4.3 Ambalajların Gaz Geçirgenliklerini Etkileyen Faktörler

- Polimer ve çözünen maddenin kimyasal özellikleri, bir etkileşim olup olmamasına bağlı olarak geçirgenliği etkilemektedir. Her polimer ve çözünen madde için bir geçirgenlik katsayısı mevcuttur.
- Polimerin kristalinite değeri (yoğunluğu), yönelimi, veya çapraz bağları arttıkça geçirgenliğini azalır.
- Bağıl nem arttıkça, geçirgenlik azalır.
- Depolama sıcaklığı arttıkça geçirgenlik artar.
- Plastiklere istenilen sağlamlık ve esnekliği verebilmek amacıyla üretimleri sırasında yapılarına eklenen plastizerler genellikle geçirgenliği arttırırlar.
- Ambalaj materyalinin kalınlığı geçirgenliği etkilemez.
- Polimerin molekül ağırlığı geçirgenlik üzerine çok az bir etkisi bulunmaktadır (Hernandez, 1997).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu çalışmada 2 farklı tip reçineden üretilmiş PET ve PC plastik şişeler 2 aşamalı olarak üretilmiştir. Reçinelerden plastik şişe üretmek amacıyla enjeksiyon (Husky Injection Molding Systems Ltd., Bolton, Ontario, Canada) ve şişirme (Sidel, Le Havre, France) makinalarında üretilmiştir (Chumillas ve diğ., 2006). Şişelerin kapatılmasında kullanılan kapaklar HDPE bazlı plastiklerden oluşmaktadır. Gazlı içeceklerin dolumunda kullanılan CO₂ gazı tedarikçi firmadan temin edilmiştir (Habaş). Plastik şişelerin duvar kalınlıkları AGR Top Wave cihazı ile otomatik ölçülmüştür. Gazlı içeceklerin hazırlanmasında kristal şeker, TSE standartlarına uygun olan içme niteliğinde su kullanılmıştır. İçekte kalan CO₂ gazının ölçülmesi için manometrik metot ve içeceğin briksinin ölçülmesi için kurumadde tayininde kullanılan otomatik refraktometre kullanılmıştır.

3.2 Metot

3.2.1 Farklı Boy Gazlı İçecek Ambalajlarının Üretimi

Deneyssel çalışmada kullanılan 250 ml, 450 ml, 1000 ml, ve 2500 ml boyutundaki şişeler polietilen tereftalattan üretilmiştir. 1500 ml boyutundaki şişelerin bir kısmı PET, bir kısmı ise PC materyalinden üretilmiş ve şişelerin üretimi iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Öncelikle preform hammaddesi olan reçinelerin, enjeksiyon ünitelerinde eritilmesiyle kalıba basılarak preformlar üretilmiştir. Plastik malzeme belirli bir sıcaklığa kadar ısıtıldıktan sonra, soğutulmuş ve enjeksiyon ünitelerinden çıkarılmıştır (Husky Injection Molding Systems Ltd., Bolton, Ontario, Canada). İkinci aşamada ise üretilmiş olan preformların, preform kalıpların içerisine gönderilerek, şişe içerisine üflenmiş hava sayesinde şekillendirilmesine dayanan bir işlem sonucu PET ve PC şişeler üretilmiştir (Sidel, Le Havre, France) (Chumillas ve diğ., 2006). Üretilen farklı boydaki PET şişelerin tüm kimyasal özellikleri aynıdır.

3.2.2 Deneme planı

Çalışmanın deneysel bölümünde farklı boy ve materyallerden oluşan gazlı içeceklerdeki kalite karakteristiklerinin zaman bağlı değişimini belirlemek amacıyla 250 ml, 450 ml, 1000 ml, 1500 ml ve 2500 ml boylarındaki polietilen tereftalat şişelere doldurulmuş gazlı içecekler, belirlenen farklı depolama koşullarında tutularak kalite karakteristikleri üzerindeki değişimler istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Sadece 1500 ml’lik şişe için PET şişelerdeki numunelere ek olarak, polikarbon şişelere de doldurulmuş ve periyodik deneyler polikarbon şişede depolanan numuneler için de tekrarlanmıştır. Depolama boyunca gazlı içeceklerin kalite karakteristiklerinde önemli etkiye sahip briks, CO₂ seviyesi, iç basınç seviyesi ve şişenin kapak sıkılığını kontrol etmek amacıyla kapakların açmaya karşı olan kuvvetini ifade eden tork kuvvetleri ölçülmüştür. Ölçümlere ilk hafta 5 kere, ikinci hafta iki kere, daha sonra her hafta bir kere yapılarak devam edilmiştir. Her farklı boydaki şişe için 12 hafta boyunca tek bir depolama koşulunda izlenmek üzere 51 adet şişe numune alınmıştır. 250 ml, 450 ml, 1000 ml, 1500 ml boyutlarındaki içecekler oda ve buzdolabı koşulu olarak 2 farklı sıcaklıkta depolanmıştır. Sadece 2500 ml şişeler için, buzdolabı ve oda koşuluna ek olarak güneşe maruz ortamda da depolama yapılarak, güneşin karbonasyon kaybı üzerine etkilerinin araştırıldığı 3 farklı depolama koşulu sonuçları analizlenmiştir. Gazlı içeceklerin içinde bulunduğu polietilen tereftalat şişelerin üretiminde fiziksel ve kimyasal özellikleri aynı reçineler kullanılmış ve PET şişeler aynı marka PET şişirme makinalarında üretilmiştir.

Çalışmanın birinci aşamasında farklı boy PET şişelerin üretim hatlarından dolumu sonrası yeterli miktarda örnek alınarak, hatlardan numune alma esnasında, ilk gün sonunda, ikinci gün sonunda, dördüncü gün sonunda, yedinci gün sonunda, onuncu gün sonunda, on dördüncü gün sonunda ve daha sonra haftada bir kere olmak üzere tüm örnekler için 84 gün boyunca CO₂, iç basınç, briks ve tork ölçümleri kaydedilmiştir. Ölçümler, herbir şişe için üç tekrardan oluşmaktadır.

Çalışmanın ikinci aşamasında, 84 gün boyunca farklı koşullarda depolanmış örnekler tüketiciler tarafından tat testlerine tabi tutulmuş olup, deney sonuçlarına göre tüketici tat testi sonuçları değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.1 : Farklı boydaki şişelerin depolama koşulları.

Şişe Boyu	Oda Koşulu (~22 °C)	Buzdolabı Koşulu (~8 °C)	Dış Ortam (Güneşe maruz) (~14 °C)
250 ml (sadece PET)	✓	✓	
450 ml (sadece PET)	✓	✓	
1000 ml (sadece PET)	✓	✓	
1500 ml (PET ve PC)	✓	✓	
2500 ml (sadece PET)	✓	✓	✓

3.3 Analizler

3.3.1 Karbondioksit ölçümü

Gazlı içecekte bulunan karbondioksit gazının ölçümü amacıyla her ölçümde 3 adet dolu ve kapağı kapalı şişeler depolandıkları alandan alınarak 22 °C sabit sıcaklığa getirilmiştir. Gazlı içeceğin bulunduğu plastik şişeler, içerisinde çözünen gazın tepe boşluğuna toplanması amacıyla 22°C’de kapak kapalı haliyle ultrasonik banyoda çalkalanmıştır. Şişe ultrasonik banyoda sarsıldıktan sonra, şişe, kapağı delinecek şekilde manometreye yerleştirilmiş ve Anton Paar marka otomatik ölçüm cihazıyla şişe kapağı iğne ile delinerek, şişe içerisindeki toplam gaz hacmi ve sıvının sıcaklık değerine göre CO₂ gaz miktarı otomatik olarak manometrik metotla (AOAC Prosedürü) ölçülmüştür (Anton Paar Carbo QC, Avusturya). Otomatik olarak CO₂ gaz miktarını veren ekipmanın ölçüm sonucunun doğruluğu Selbach firmasının sıcaklık-basınç- CO₂ gaz konsantrasyon skalasından karşılık gelen CO₂ miktarı ile karşılaştırılarak doğrulanmıştır.

3.3.2 Toplam Kurumadde Tayini

Gazlı içeceklerin diğer önemli bir kalite karakteristiği olan toplam kuru madde miktarının tayini refraktometrik metotla yapılmıştır.(TSE 1466) Bu metoda göre, içecek içerisinde bulunan tüm gaz, karbondioksit tayininden sonra şişe dışına çıkarıldıktan sonra, 5 ml gazı çıkarılmış içecek otomatik refraktometre cihazına verilmiş ve içeceğin içerdiği toplam kurumadde miktarı otomatik olarak dijital ekrandan okunarak kayıt edilmiştir (WYA-2S Model Abbe Dijital Refraktometre).

3.3.3 Tork

Şişelerin kapak sıkılıkları zamanla azalmaktadır. Şişe kapaklarının sıkılıklarını ölçmek amacıyla dijital torkmetre (Hans Schmidt & Co GmbH dijital torkmetre, MTG) ile şişe kapak tork kuvveti periyodik olarak ölçülmüştür.

3.4 Duyusal Analizler

Örneklerde depolamanın sonunda duyusal analiz eşli karşılaştırma testi kullanılarak yapılmıştır (Shachman, 2005). Örnekler üç rakamlı tesadüfi çizelge kullanılarak seçilmiş sayılarla kodlanmıştır. Panelistlere 84 gün boyunca farklı koşullarda depolanan örnekler 200 ml cam bardakta, 8°C buzdolabı koşullarında soğutularak servis edilmiştir. 14 bayan ve 6 erkekten oluşan panelist grubu sık sık tat testleri yapan, bu konuda eğitilmiş ve uzman kişilerden oluşmaktadır ve panelistlere sunulan örnekler arasında duyusal bir fark olup olmadığı sorulmuştur. Örnekler panelistlere iki ayrı grupta sunulmuş ve her grupta kodlu örneklerin sırası değiştirilmiştir. Duyusal analizler iki tekrarlı olacak şekilde yapılmıştır (Kappes ve diğ., 2007).

3.5 İstatistiksel Analizler

Farklı koşullarda 84 gün boyunca depolanan, farklı boylardaki PET şişelerde bulunan içeceklerin CO₂, briks, iç basınç ve tork değerlerindeki değişimlerin önem düzeyleri varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Depolama çalışmasında paket boyu, depolama koşulu ve depolama süresi etkenlerinin ürünün fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkileri tek yönlü varyans analizi ile ve ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testi kullanılarak incelenmiştir (Awaja ve Dumitru, 2005). İstatistiksel analizler için İstatistik Paket Programlama (SPSS Windows Release 16.0, SPSS Inc., Chicago, Illinois, A.B.D.) kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada 84 gün boyunca yapılan analizlerin sonuçları özet olarak Çizelge 4.1’de belirtilmiştir.

Çizelge 4.1 : Oda ve Buzdolabı koşullarında farklı boy PET şişelerde depolanan numunelerin ortalama ve standart sapmaları .

			Oda Koşulu (22 °C)			Buzdolabı Koşulu (8 °C)		
Değişken	Şişe Hacmi	N	Ortalama	Std. Sapma	HARF	Ortalama	Std. Sapma	HARF
CO ₂ (v/v)	250	51	3,7359	0,367	A	4,0398	0,1983	A
	450	51	3,5539	0,3308	B	3,881	0,1654	C
	1000	51	3,4963	0,2445	B	3,6957	0,146	E
	1500	51	3,7053	0,188	A	3,8014	0,1667	D
	2500	51	3,7092	0,2756	A	3,9494	0,1101	B
İÇ BASINÇ (psi, lb / in ²)	250	51	42,5725	6,8344	B	30,7373	1,6671	C
	450	51	42,2261	4,3523	B	35,2849	4,4997	B
	1000	51	39,5412	2,9245	C	30,6824	3,1046	C
	1500	51	42,0655	2,3836	B	31,5625	3,66	C
	2500	51	48,7486	6,6925	A	45,779	5,4802	A
TORK (lbf in)	250	51	13,25	2,614	A	13,49	2,701	B
	450	51	11,84	2,453	B	13,33	1,829	B
	1000	51	13	2,835	A	15,16	2,649	A
	1500	51	13,51	1,943	A	15,18	2,703	A
	2500	51	12,82	1,381	A	12,76	1,57	B
BRIKS (°B)	250	51	10,8322	0,0293	B	10,8333	0,027	B
	450	51	10,8322	0,0293	B	10,8333	0,027	B
	1000	51	10,8222	0,0279	B	10,8269	0,0254	B
	1500	51	10,4686	0,1393	C	10,3453	0,0531	C
	2500	51	10,9004	0,0066	A	10,9002	0,0071	A

4.1 Buzdolabı Koşullarında Depolanan Farklı Boylardaki PET Şişeler ile İlgili Deneysel Çalışmalar

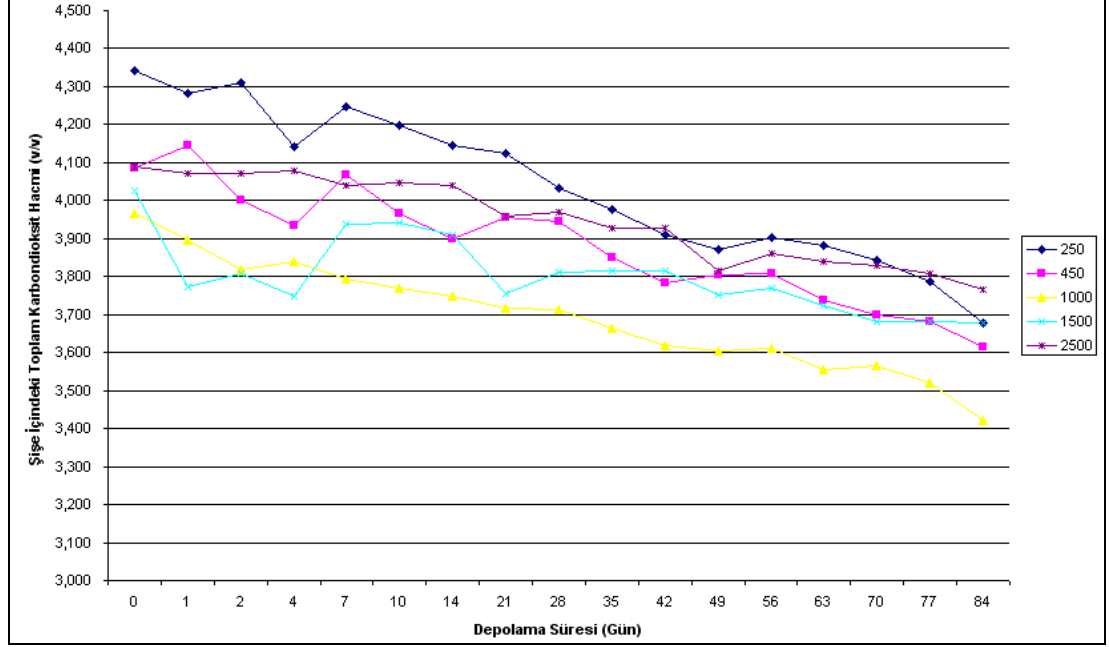
Araştırmada, aynı cins kolalı gazlı içecekler, aynı kimyasal özelliklere sahip reçinelerden aynı marka şişe üfleme makinalarıyla elde edilmiş şişelere doldurularak, buzdolabı koşullarında depolanmıştır. İçeceklerin 84 günlük depolama süresinde yapısal ve duysal değişimleri belirlenmiş ve depolama süresinin bu özelliklere etkileri incelenmiştir. Sadece 1,5 L boyutundaki şişeler hem farklı kimyasal özellikteki PC şişelere hem de diğer boyutlardaki şişeler ile aynı kimyasal özelliklere sahip PET şişelere doldurulmuştur. Deneysel çalışmalar boyunca plastik şişelerde depolanan gazlı içeceklerin briks, içerdiği CO₂ miktarı, kapakların sıkılığını gösteren tork değerleri ve şişe iç basınçları kayıt edilmiştir. Farklı boy ve materyaldeki şişelerde bulunan gazlı içeceklerin Türk Gıda Kodeksi'nde belirtilen en alt seviyeye inmesi için geçecek raf ömrüne etki eden tüm parametreler periyodik olarak ölçülmüş ve tüm değişkenlerin içeceğin CO₂ düzeyine olan etkileri ilişkilendirilmeye çalışılmıştır. Her farklı boy ve materyaldeki şişelerde 84 gün boyunca depolanmış gazlı içecek örnekleri için tüketicilere duysal testler yapılmıştır.

4.1.1 Buzdolabı Koşullarında Depolanan Farklı Boylardaki PET Şişelerin Karbonasyon Kayıplarının İncelenmesi

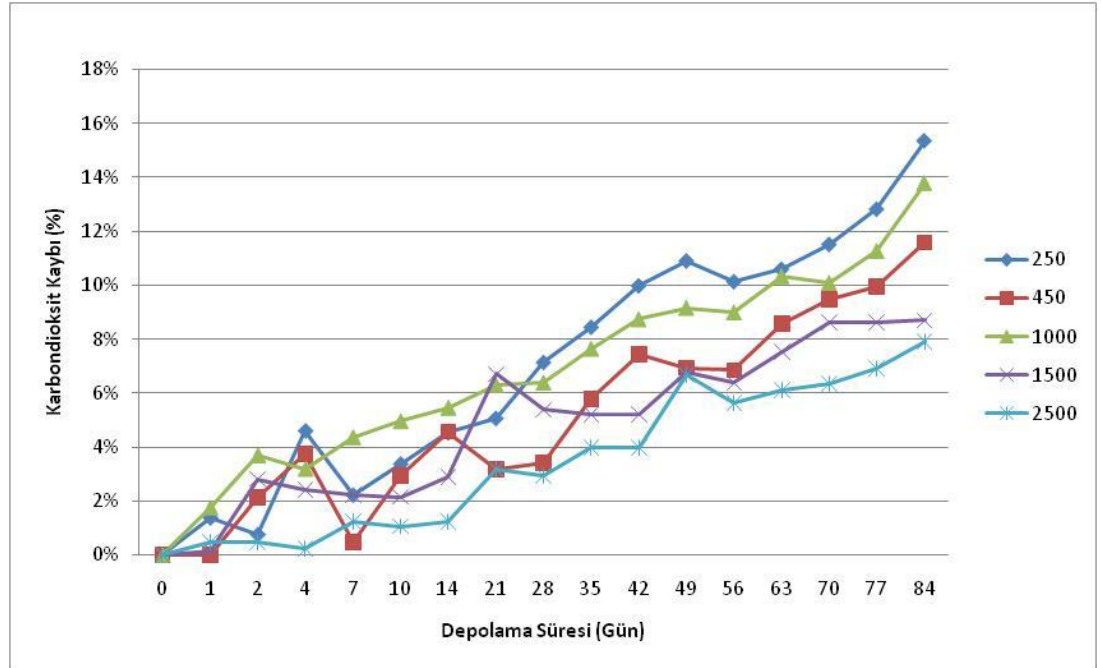
Depolama süreleri boyunca tüm numunelerin karbonasyon kayıplarıyla ilgili ölçümleri Şekil 4.1'de belirtilmiştir. 84 gün sonunda, şişe içerisinde en çok CO₂ gazı bulunan örnek 2,5 l'lik PET şişe, en az CO₂ gazı bulunan örnek ise 1 L'lik PET şişe olarak belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre, 250 ml, 450 ml, 1000 ml, 1500 ml ve 2500 ml PET şişelerin içerdiği karbondioksit miktarı önemli düzeyde farklı bulunmuştur. ($p < 0,05$) (Çizelge B.1).

Başlangıçta şişe içinde bulunan toplam CO₂ hacminin buzdolabı koşulunda 84 gün boyunca depolanmasıyla, farklı boylardaki PET şişelerden dış ortama difüzyon ve sorpsiyon hızlarına bağlı olarak meydana gelen CO₂ kayıpları Şekil 4.2'de grafikte belirtilmiştir. Şekil 4.2'ye göre buzdolabı koşullarında en çok CO₂ kaybının gerçekleştiği PET şişe 250 ml'lik PET şişeler olarak belirlenmiştir. Buzdolabı koşullarında 84 gün boyunca CO₂ kayıpları 250 ml'lik PET şişede %15 olarak en yüksek oranda gerçekleşmiştir. 84 gün boyunca buzdolabı koşullarında depolanan diğer örnekler de sırasıyla; 1 L şişede %14, 450 ml şişede %12, 1.5 L şişede %9 ve 2.5 L boylarındaki PET şişelerde %8 oranında CO₂ kayıpları meydana gelmiştir.

Numuneler dolundan hemen sonra buzdolaplarına yerleştirilmiş olup, ilk günün sonunda en fazla CO₂ kaybının 1.5 L'lik PET şişelerde %6 oranında olduğu tespit edilmiştir.



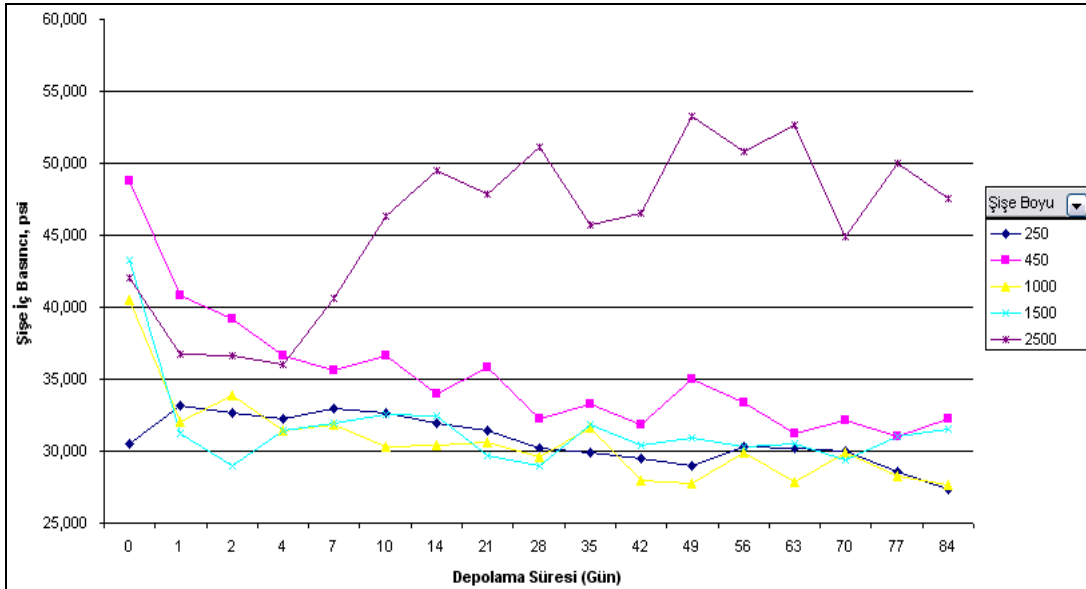
Şekil 4.1 : Buzdolabı koşullarında depolanan farklı boylardaki PET şişelerin zamana göre karbonasyon seviyelerindeki değişim.



Şekil 4.2 : Buzdolabı koşullarında farklı boylardaki PET şişelerden dış ortama difüzyon ve sorpsiyon hızlarına bağlı olarak meydana gelen CO₂ kayıpları.

4.1.2 Buzdolabı Koşullarında Depolanan Farklı Boylardaki PET Şişelerin Şişe İç Basınç Değerlerindeki Değişimin İncelenmesi (psi, lb / in²)

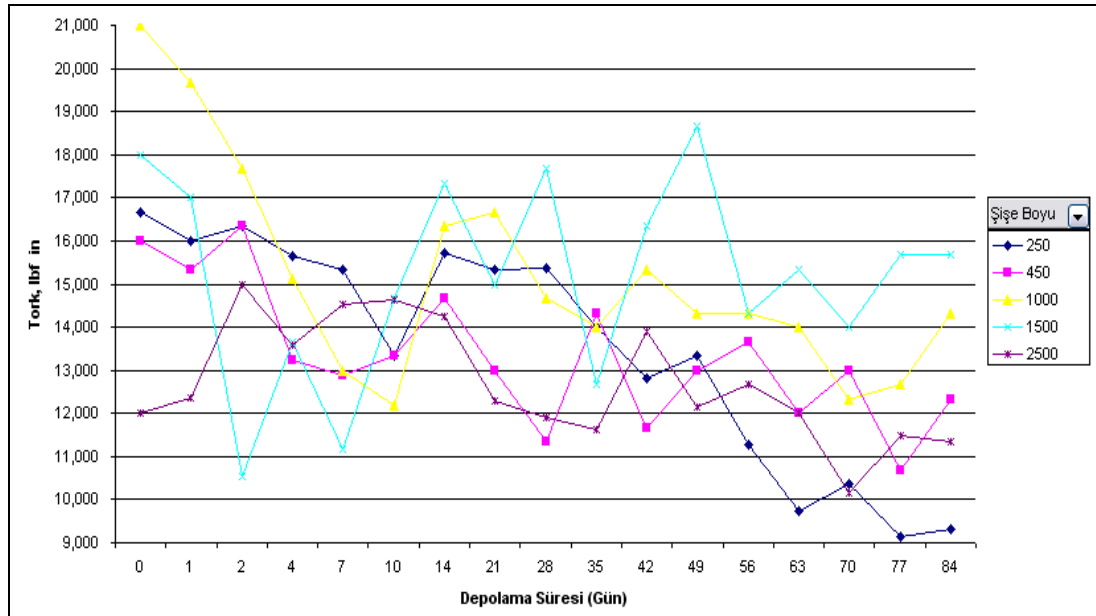
Depolama süreleri boyunca tüm örneklerin şişe iç basıncı ile ilgili ölçümler Şekil 4.3'te sunulmuştur. 84 gün boyunca şişelerin iç basınç değişimleri tüm boylardaki PET şişeler için ilk 4 gün boyunca azalma göstermiştir. Tüm boylardaki şişelerin 84 gün boyunca benzer oranlarda azalma gösterdiği tespit edilirken, 2,5 L'lik şişelerin iç basınçlarının diğer şişelerin aksine artış gösterdiği belirlenmiştir. 2,5 L'lik şişelerin iç basınçlarında meydana gelen artışın, sıvı içerisinde çözünmüş olarak bulunan CO₂ gazının, şişe tepe boşluğunda bulunan gaz fazına doğru bir akış içerisinde olduğu ve şişenin gaz fazındaki gaz miktarının artışından meydana gelmiş olabileceği söylenebilir. Bunun sebebi sıvı hacminin diğer boy şişelere oranla daha fazla olduğu 2,5 L'lik şişelerin sıvı fazında, diğer şişelere göre daha fazla çözünmüş gaz bulunması ve depolama süresi boyunca sıvı içerisinde çözünmüş halde bulunan CO₂ gazının gaz fazına geçmesiyle ilişkili olduğu belirtilebilir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda farklı boylardaki PET şişelerin iç basınçları istatistiksel olarak önemli farklılık gösterirken ($p < 0,05$), 250 ml'lik şişenin 1000 ml ve 1500 ml'lik şişelerdeki iç basınçları arasında önemli düzeyde bir farklılık bulunmadığı tespit edilmiştir (Çizelge B.2).



Şekil 4.3 : Buzdolabı koşullarında depolanan farklı boylardaki PET şişelerin zamana göre iç basınç seviyelerindeki değişim.

4.1.3 Buzdolabı Koşullarında Depolanan Farklı Boylardaki PET Şişelerin Tork Değerlerindeki Değişiminin İncelenmesi (lbf in)

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda, farklı boylardaki PET şişelerin kapak tork kuvvetleri istatistiksel olarak önemli bir farklılık gösterirken ($p<0,05$), 1000 ml'lik şişenin 1500 ml ile ve 250 ml'lik şişenin 450 ml ve 2500 ml'lik şişelerin kapak tork kuvvetleri arasında önemli düzeyde bir farklılık bulunmadığı tespit edilmiştir (Çizelge B.3). Kapak tork değerlerindeki değişim ile 84 gün sonunda tüm örneklerde büyük oranda bir düşüş belirlenmiştir. Kapak sıklıklarının zamanla azalması sonucu, şişe tepe boşluğundaki gaz fazda bulunan CO₂, şişe duvar çeperlerinden olduğu kadar, sıklığı azalmış kapaklardan da sızma sonucu dışarı difüze olabilmektedir. Bir ambalajda bulunan kapağın uygulama esnasında kapağı açmak için kullanılan çevirme kuvveti tork kuvvetiyle gösterilmektedir. 84 gün boyunca farklı boylardaki PET şişelerin kapaklarının tork kuvvetleri kaydedilmiştir. Buna göre şişe içerisinde hem tepe boşluğunda hem de şişe içindeki sıvıda çözünmüş halde bulunan CO₂ gazı dış ortama doğru difüze olma eğiliminde olduğu için, bir kısım gaz şişe çeperlerine baskı yaparken, bir kısım gaz da kapak üzerine baskı yapmaktadır. Bu baskı sonucu kapakların sıklık oranları zamanla değişim göstermektedir.

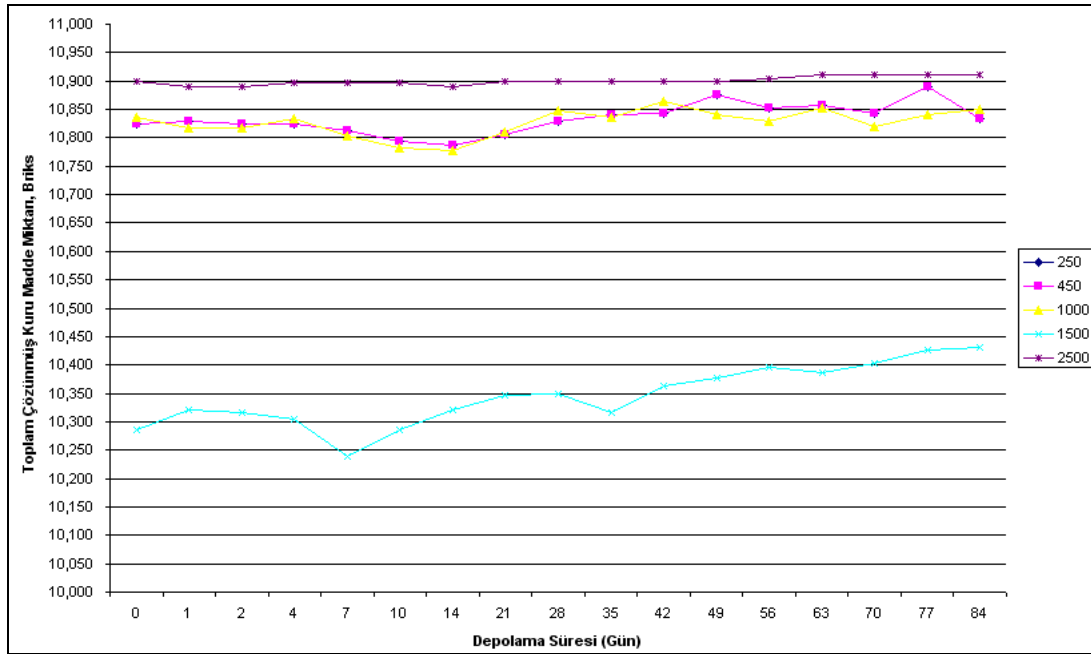


Şekil 4.4 : Buzdolabı koşullarında depolanan farklı boylardaki PET şişelerin Tork değerlerindeki değişimi.

İç basınç ve tork buzdolabı koşullarında iyi korelasyon göstermezken, oda koşullarında önemli düzeyde korelasyon gösterdiği belirlenmiştir. ($p<0,05$) (Çizelge B.9, B10).

4.1.4 Buzdolabı Koşullarında Depolanan Farklı Boylardaki PET Şişelerin Briks Değerlerindeki Değişimin İncelenmesi (°B)

Farklı boylardaki PET şişelerin içinde bulunan kolalı gazlı içeceklerin briks değerleri 84 gün boyunca kaydedilmiştir. Farklı boy şişelerde depolanan içeceklerin ortalama toplam kuru madde miktarları birbirinden önemli düzeyde farklılık göstermektedir ($p < 0,05$) ve bu değerlerin zamanla değişiminin istatistiksel olarak önemli düzeylerde olmadığı belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda, farklı boylardaki PET şişelerin briks değerleri %95 güven aralığına göre önemli düzeyde bir farklılık gösterirken, 250 ml, 450 ml'lik şişeler ile 1000 ml'lik şişelerin briks değerleri arasında önemli düzeyde bir farklılık bulunmadığı tespit edilmiştir (Çizelge B.4).



Şekil 4.5 : Buzdolabı koşullarında depolanan farklı boylardaki PET şişelerin Briks değerlerinin zamana göre değişimi.

4.2 Oda Koşullarında Depolanan Farklı Boylardaki PET Şişeler ile İlgili Deneysel Çalışmalar

Aynı cins kolalı gazlı içecekler, aynı kimyasal özelliklere sahip reçinelerden aynı marka şişe üfleme makinalarıyla elde edilmiş şişelere doldurularak oda koşullarda depolanmaya bırakılmış ve içeceklerin belirtilen depolama süresinde yapısal ve duysal değişimler belirlenmiş ve depolama süresinin bu özelliklere etkileri incelenmiştir. Sadece 1,5 L boyutundaki şişeler hem farklı kimyasal özellikteki PC şişelere hem de diğer boyutlardaki şişeler ile aynı kimyasal özelliklere sahip PET

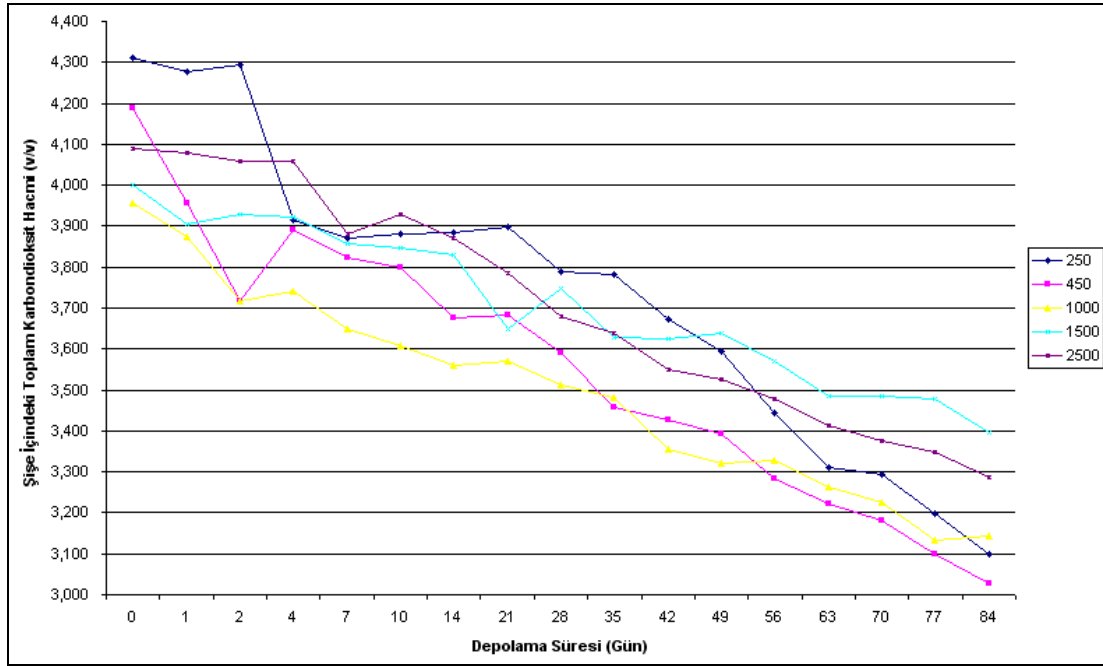
şişelere doldurulmuştur. Deneysel çalışmalar boyunca plastik şişelerde depolanan gazlı içeceklerin briks, içerdiği CO₂ miktarı, kapakların sıkılığını gösteren tork değerleri ve şişe iç basınçları kayıt edilmiştir. Her farklı boy ve materyaldeki şişelerde 84 gün boyunca depolanmış gazlı içecek örnekleri için tüketicilere duyusal testler yapılmış ve matematiksel olarak ifade edilen raf ömrü ve içeceklerdeki kalan mevcut CO₂ miktarlarına göre tüketici cevaplarının karşılaştırması yapılmıştır.

4.2.1 Oda Koşullarında Depolanan Farklı Boylardaki PET Şişelerin Karbonasyon Kayıplarının İncelenmesi

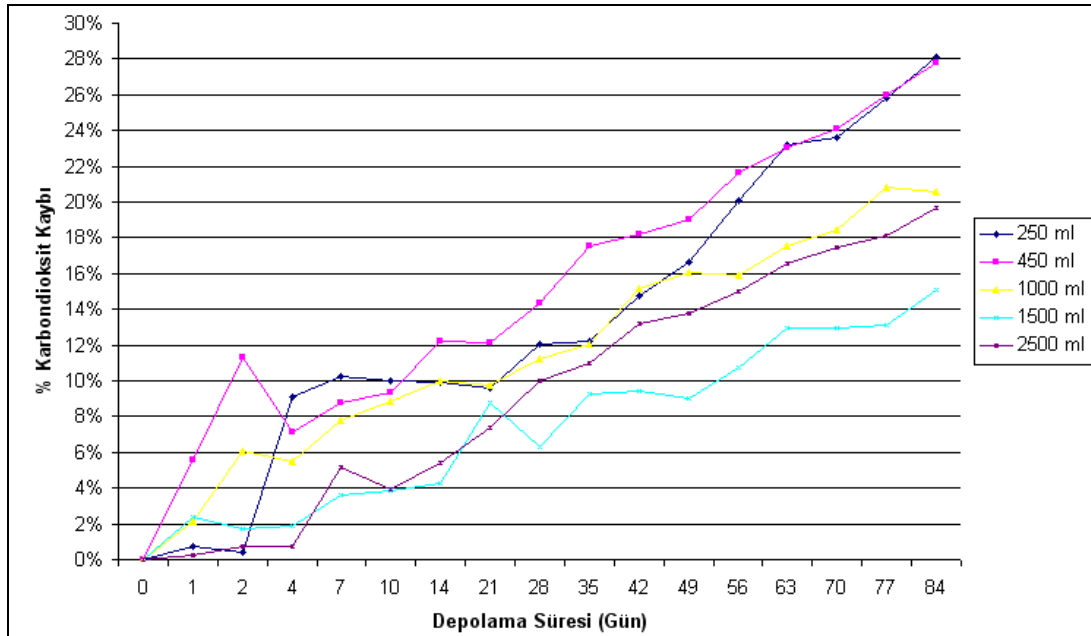
Aynı marka ve cinsteki gazlı içecekler aynı fiziksel ve kimyasal özellikteki, farklı boylardaki PET şişelere doldurulduktan sonra 84 gün boyunca oda koşullarında depolanmıştır. Depolama süreleri boyunca tüm örneklerin karbonasyon kayıplarıyla ilgili ölçümler Şekil 4.6'da sunulmuştur. 84 gün sonunda, şişe içerisinde en çok CO₂ gazı bulunan örnek 1,5 l'lik PET şişe, en az CO₂ gazı bulunan örnek ise 450 ml'lik PET şişe olarak belirlenmiştir. Oda koşullarında depolanan tüm örneklerin 84 gün boyunca kayıt edilen tork, içerdiği CO₂ miktarı ve iç basıncı, buzdolabında depolanan örneklerle göre belirgin bir şekilde farklılık göstermiş ve oda koşullarında depolanan şişelerin içerdiği CO₂ miktarının 84 günün sonunda buzdolabında saklanan içeceklere göre daha az olduğu tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda, farklı boylardaki PET şişelerin içerdikleri CO₂ miktarları %95 güven aralığına göre önemli düzeyde farklılıklar göstermektedir ($p < 0,05$). 450 ml'lik şişe ile 1000 ml'lik şişedeki ve 250 ml, 1500 ml ve 2500 ml'lik şişe içerisindeki CO₂ seviyeleri arasında önemli düzeyde farklılık bulunmadığı tespit edilmiştir (Çizelge B.5).

Başlangıçta şişe içinde bulunan toplam CO₂ hacminin oda koşulunda 84 gün boyunca depolanmasıyla, farklı boylardaki PET şişelerden dış ortama difüzyon ve sorpsiyon hızlarına bağlı olarak meydana gelen CO₂ kayıpları Şekil 4.7'de belirtilmiştir. Aşağıdaki grafiğe göre oda koşullarında en çok CO₂ kaybının gerçekleştiği PET şişeler 250 ve 450 ml'lik PET şişeler olarak belirlenmiştir. Buzdolabı koşullarında 84 gün boyunca CO₂ kayıpları 250 ve 450 ml'lik PET şişede %28 olarak en büyük oranda gerçekleşmiştir. 84 gün boyunca buzdolabı koşullarında depolanan diğer örnekler de sırasıyla; 1 ve 2,5 L şişelerde % 20 ve 1,5 L boylarındaki PET şişelerde % 14 oranında CO₂ kayıpları meydana gelmiştir. Numuneler dolumdan hemen sonra

22 °C'lık sabit sıcaklıktaki odalara alınmış olup, ikinci günün sonunda en fazla CO₂ kaybının 450 ml'lik PET şişelerde %12 oranında olduğu tespit edilmiştir.



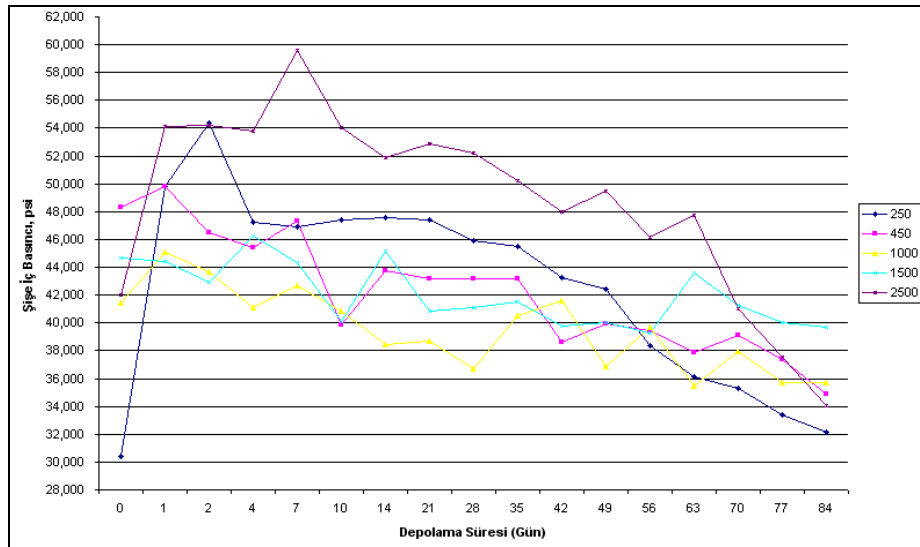
Şekil 4.6 : Oda koşullarında depolanan farklı boylardaki PET şişelerin zamana göre karbonasyon seviyelerindeki değişim.



Şekil 4.7 : Oda koşullarında farklı boylardaki PET şişelerden dış ortama difüzyon ve sorpsiyon hızlarına bağlı olarak meydana gelen CO₂ kayıpları.

4.2.2 Oda Koşullarında Depolanan Farklı Boylardaki PET Şişelerin Şişe İç Basınç Değerlerindeki Değişimin İncelenmesi (psi, lb / in²)

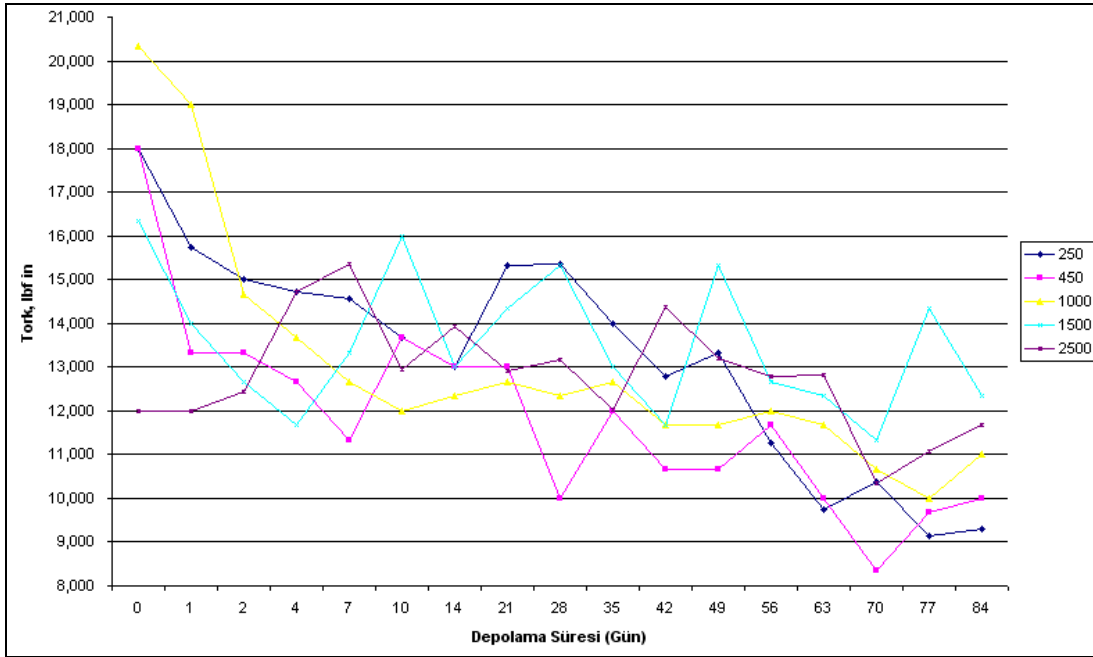
Oda sıcaklığında depolanan içeceklerin depolama süreleri boyunca şişe iç basıncı ile ilgili ölçümleri Şekil 4.8’de belirtilmiştir. 84 gün boyunca şişelerin iç basınç değişimleri tüm boylardaki PET şişeler için ilk gün boyunca artış göstermiştir. Tüm şişelerin 84 gün boyunca ilk günler de artış daha sonra benzer oranlarda azalış gösterdiği tespit edilmiştir. İlk hafta tüm PET şişelerin şişe iç basınçlarındaki artışın sebebi sıvı içerisinde çözünmüş halde bulunan CO₂ gazının gaz fazına geçerek, şişe iç basıncını arttırmasıdır. Ancak 84 günlük uzun bir dönemde şişe iç basıncının değişimini değerlendirdiğimizde, şişe içerisindeki gaz fazda bulunan CO₂’in şişe dışına difüzyon ile çıkması sebebiyle, şişenin toplam iç basıncı toplam depolama süresinin sonunda azalış göstermiştir. Ölçümlerin yapılmaya başlandığı süreden 84 gün boyunca meydana gelen değişimlere göre en büyük değişim %28 oranıyla 450 ml’lik şişede meydana gelmektedir. 250 ml şişenin 84 gün sonunda iç basıncı, ilk anda ölçülen iç basınç değerinden büyüktür. Bu durumu sıvı içinde çözünen karbondi CO₂ gazının gaz fazına geçmesiyle ve şişe iç basıncını arttırmasıyla açıklayabiliriz. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda, farklı boylardaki PET şişelerin içerdikleri iç basınç miktarları %95 güven aralığına göre önemli düzeyde farklılıklar göstermektedir (p<0,05). 2500 ml’lik şişe diğer tüm şişelerdeki iç basınç miktarları bakımından önemli düzeyde farklılık göstermiştir. 250 ml, 450 ml ve 1500 ml’lik şişelerdeki iç basınç seviyeleri arasında önemli düzeyde farklılık bulunmadığı tespit edilmiştir (Çizelge B.6).



Şekil 4.8 : Oda koşullarında depolanan farklı boylardaki PET şişelerin zamana göre iç basınç seviyelerindeki değişim.

4.2.3 Oda Koşullarında Depolanan Farklı Boylardaki PET Şişelerin Tork Değerlerindeki Değişimin İncelenmesi (lbf in)

Çalışmada 84 gün boyunca oda koşulunda depolanan farklı boylardaki PET şişelerin kapaklarının tork kuvvetleri kaydedilmiştir. Kapak tork değerlerindeki değişim ile 84 gün sonunda tüm örneklerde büyük oranda bir düşüş gerçekleştiği belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda, farklı boylardaki PET şişelerin kapak sıkılıklarını ifade eden tork kuvvetleri %95 güven aralığına göre önemli düzeyde farklılıklar göstermektedir ($p<0,05$). 450 ml'lik şişe ile diğer tüm şişelerin kapak sıkılıkları arasında önemli düzeyde farklılık bulunduğu tespit edilmiştir (Çizelge B.7). Oda koşullarındaki örneklerin iç basınç değişimleri ile tork kuvvetleri arasında korelasyon analizi yapıldığında, %95 önem düzeyinde korelasyon bulunduğu tespit edilmiştir (Çizelge B.10).

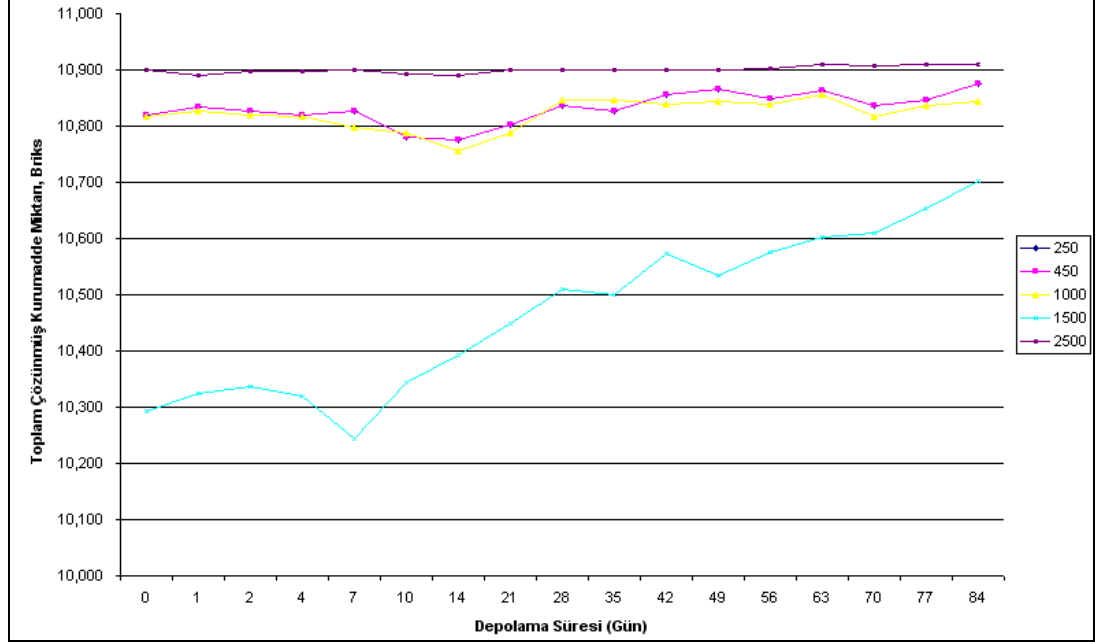


Şekil 4.9 : Oda koşullarında depolanan farklı boylardaki PET şişelerin Tork değerlerindeki değişimi.

4.2.4 Oda Koşullarında Depolanan Farklı Boylardaki Pet Şişelerin Briks Değerlerindeki Değişimin İncelenmesi (°B)

Oda koşullarında depolama ile 84 gün boyunca 1,5 l şişe hariç, diğer şişelerde hemen hemen hiçbir değişim belirlenmezken, 1,5 l boyundaki briks değerinin zaman ile değişimi de %95 güven aralığında önemli düzeyde olmadığı tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda, farklı boylardaki PET şişelerin briks değerleri %95 güven aralığına göre önemli düzeyde farklılıklar göstermektedir ($p<0,05$). 250 ml'lik

şişe 450 ml'lik şişe ve 1000 ml'lik şişe içerisindeki içeceklerin briks seviyeleri arasında önemli düzeyde farklılık bulunmadığı tespit edilirken, diğer şişeler ile önemli düzeyde farklılık bulunduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$) (Çizelge B.8).



Şekil 4.10 : Oda koşullarında depolanan farklı boylardaki PET şişelerin Briks değerlerindeki değişimi.

4.3 Depolama Sonunda Şişelerde Mevcut Kalan Karbondioksit Hacimlerinin Belirlenmesi

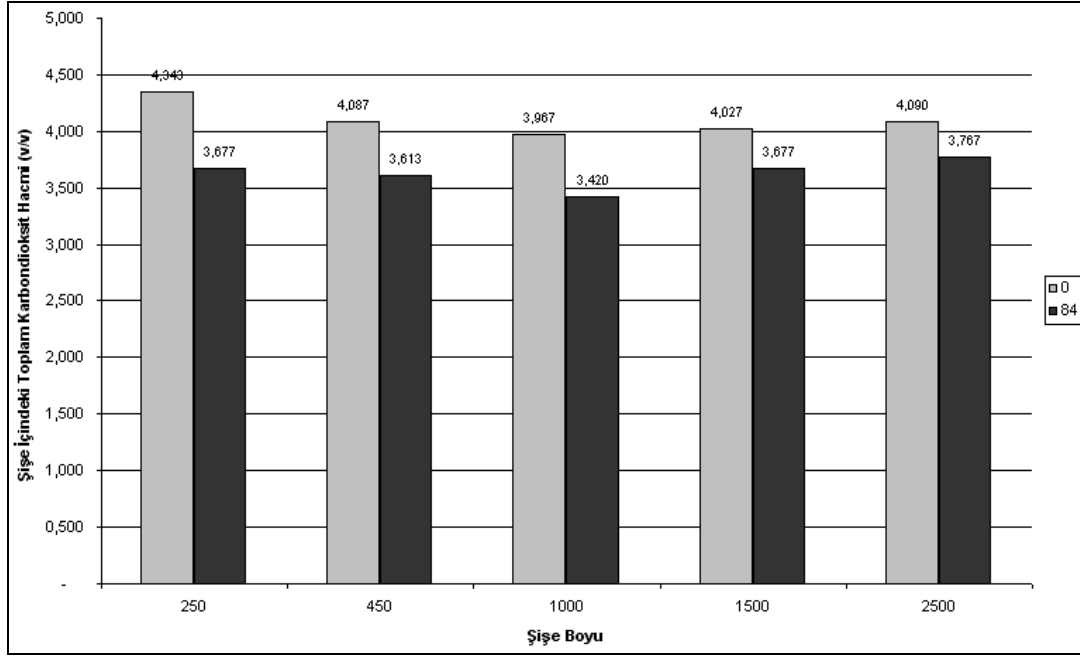
Farklı iki koşulda 84 gün boyunca depolanan farklı boylardaki PET şişelerdeki gazlı içeceklerin, içerdikleri karbondioksit miktarlarındaki değişiklikler belirlenmiştir. Meydana gelen değişimlerin arasında önemli düzeyde fark olup olmadığını saptayabilmek amacıyla istatistiksel analizler yapılmıştır (Achour, 2006).

4.3.1 Depolama sonunda 8°C’de Depolanan Farklı Boylardaki PET Şişelerin İçinde Kalan Karbondioksit Hacminin Belirlenmesi

Buzdolabı koşullarında (8°C) depolama ile ilk karbondioksit hacimlerinden bağımsız olarak, 84 gün sonunda en yüksek miktarda karbondioksit gazı bulunduran şişe 2500 ml; en az karbondioksit bulunduran şişe 1000 ml boyutundaki şişedir.

Buzdolabı koşullarında (8°C) 84 günlük süre sonunda karbondioksit hacmiyle ilgili meydana gelen değişimler Çizelge 4.1’de verilmiştir. Buzdolabı koşulunda

depolanan paketler arasında, ilk karbondioksit hacminin %15'ini sadece 250 ml'lik paket kaybetmiştir. Literatürde %15'lik bir kaybın tüketicilerin tat algısındaki değişikliği fark edebildiklerini belirtildiği için, buzdolabı koşullarında depolansa dahi 84 günlük süre sonunda tat algısı bakımından sorun teşkil edebilecek tek paket 250 ml olduğu belirlenmiştir. Diğer boylardaki paketlerin 84 günlük sürede tüketici bakımından tad algısında önemli düzeyde bir değişiklik meydana gelmemektedir.



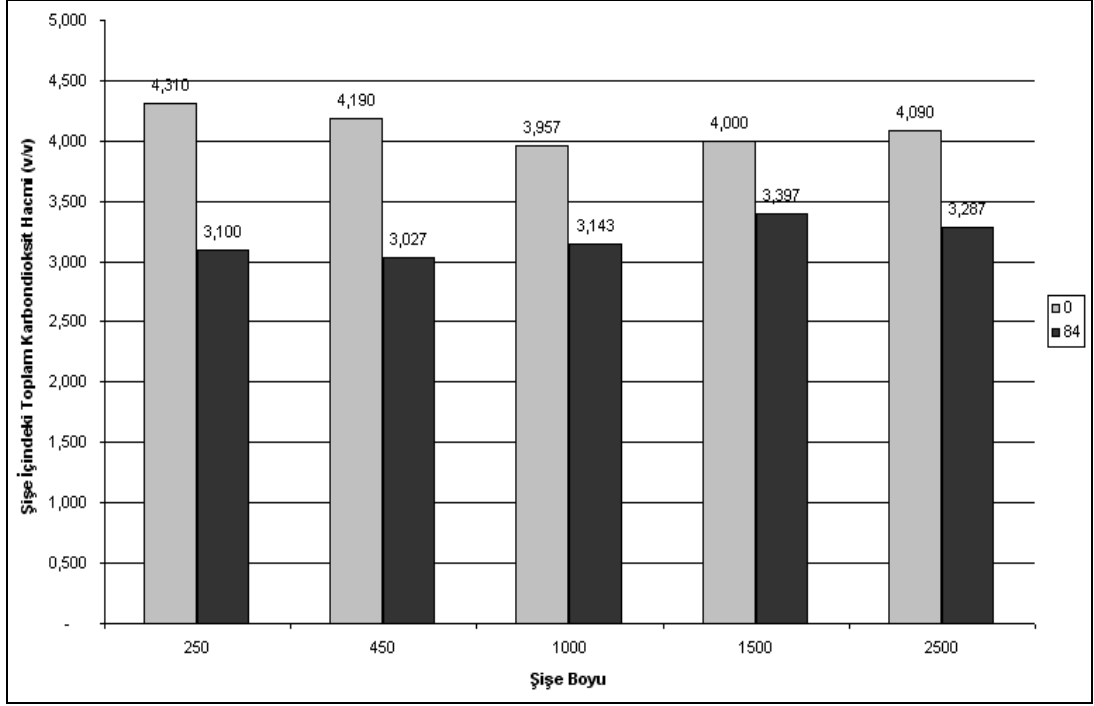
Şekil 4.11 : 84 gün sonunda 8°C’de depolanan farklı boylardaki PET şişelerin içinde kalan karbondioksit hacmi.

Çizelge 4.2 : 8°C’de 84 günlük süre sonunda karbondioksit hacmiyle ilgili meydana gelen değişimler.

Şişe Boyu (ml)	250 ml	450 ml	1000 ml	1500 ml	2500 ml
CO ₂ Kaybı (%)	15	12	14	9	8

4.3.2 84 gün sonunda 22°C’de Depolanan Farklı Boylardaki PET şişelerin İçinde Kalan Karbondioksit Hacminin Belirlenmesi

Oda koşullarında (22°C) 84 gün boyunca depolanan farklı boylardaki PET şişelerin 84 gün sonunda içinde en çok karbondioksit kalan PET şişe 1500 ml; en az karbondioksit kalan PET şişe 450 ml’lik şişedir.



Şekil 4.12 : 84 gün sonunda 22 °C’de depolanan farklı boylardaki PET şişelerin içinde kalan karbondioksit hacmi.

Oda koşulunda (22°C) 84 günlük süre sonunda karbondioksit hacmiyle ilgili meydana gelen değişimler aşağıdaki çizelgede verilmiştir. Buna göre oda koşulunda depolanan tüm şişelerde, tüketici algısı bakımından hissedilebilen farklılıklar oluşmaktadır.

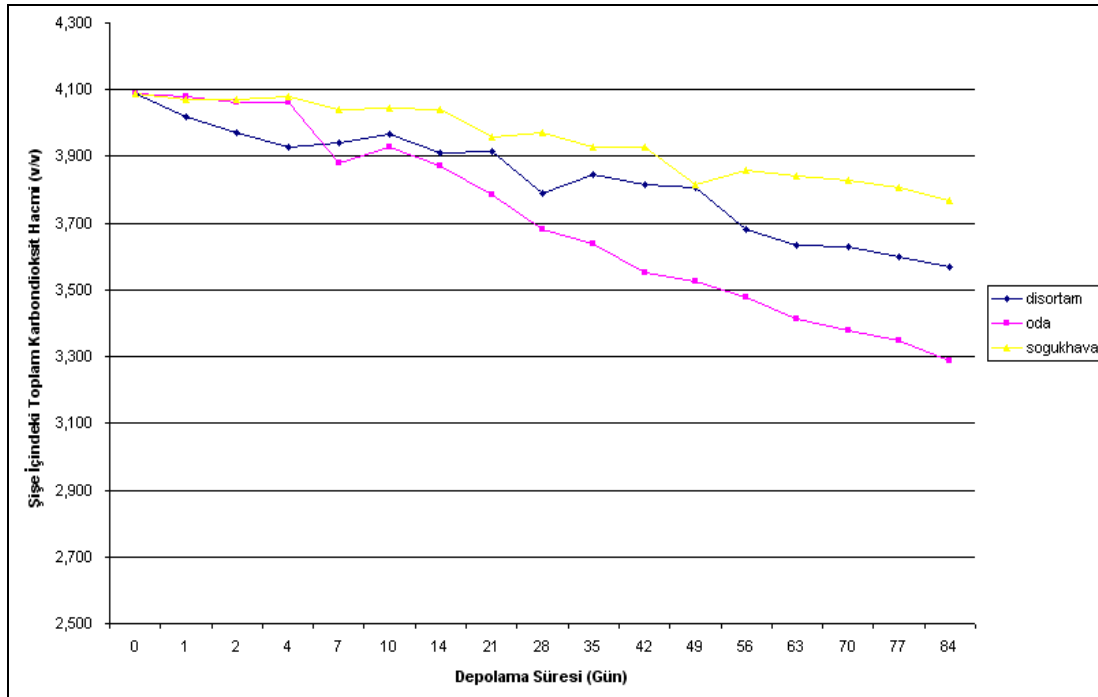
Çizelge 4.3 : 22 °C’de 84 günlük süre sonunda karbondioksit hacmiyle ilgili meydana gelen değişimler.

Şişe Boyu (ml)	250 ml	450 ml	1000 ml	1500 ml	2500 ml
CO ₂ Kaybı (%)	28	28	21	15	20

4.4 2500 ml’lik Şişe İçin 3 Farklı Depolama Koşulunda Karbonasyon Kaybını Belirlemek Amacıyla Yapılan Analizler

Araştırmada numunelerde karbonasyon kaybını belirlemek amacıyla yapılan analizler Şubat, Mart, Nisan ve Mayıs aylarında yapılmıştır. Buzdolabı koşulu olarak belirtilen koşul 8°C sabit sıcaklıkta depolama ile oda koşulu 22°C’de sabit sıcaklıkta bir depolama ile elde edilmiştir. Dış ortam olarak belirtilen koşul ise, binanın dışında, gündüz direk güneş ışığına maruz bir ortamda depolama ile gerçekleştirilmiştir. Analizlerin yapıldığı aylar hava sıcaklıklarının çok yüksek olmadığı aylar olduğu için, gün içinde ortalama sıcaklıklar 14–17°C aralığında değişmiştir. Analizler sonucunda, CO₂ kayıplarının en fazla oda sıcaklığında, daha sonra güneşe maruz dış

ortamda ve en az kayıp buzdolabı koşulunda meydana geldiği tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde, %95 güven aralığında 3 farklı koşulda depolanan 2500 ml’lik PET paketlerde bulunan CO₂ miktarlarının önemli düzeyde farklı olduğu tespit edilmiştir (p<0,05) (Çizelge B.11). 8°C’de depolama ile gerçekleşen CO₂ kayıpları gözlemlendiğinde, ilk 21 gün boyunca CO₂ içeriğinde önemli ölçüde bir farklılık belirlenmezken, 22°C’de depolama ile birinci gün ile yedinci gün arasında önemli ölçüde farklılık olduğu tespit edilmiştir. Ortalama 14°C ‘deki güneşe maruz bırakılan ortamda depolama ile ilk iki gün ölçülen CO₂ miktarları arasında bile önemli ölçüde fark olduğu belirlenmiştir (Çizelge B.23, Çizelge B.28 ve Çizelge B.29).



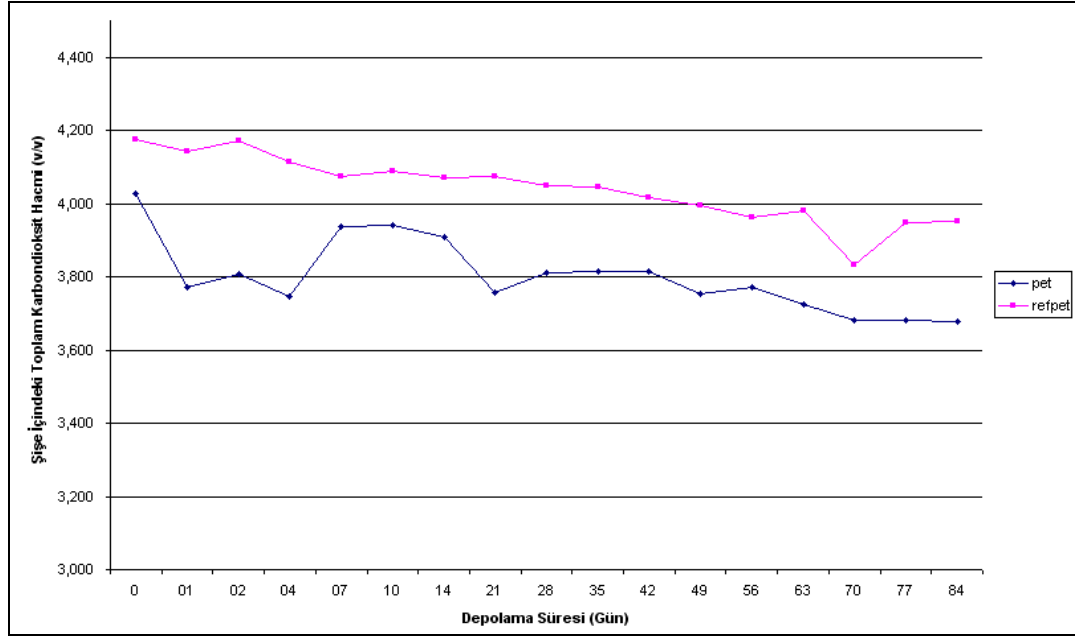
Şekil 4.13 : 2500 ml’lik şişe için 3 farklı depolama koşulunda karbonasyon kaybını belirlemek amacıyla zamana göre karbonasyon hacim değişimi.

4.5 Farklı Materyaldeki Plastik Şişelerin CO₂ Kayıplarının Belirlenmesi

1500 ml boyutundaki PET ve PC şişelerde depolanmış gazlı içeceklerin 84 gün boyunca analizlenmesi sonucunda farklı materyalden üretilmiş şişelerin gazlı içeceklerin farklı koşullarda depolanmalarıyla içerdikleri CO₂ miktarları üzerine etkileri belirlenmiştir (Çizelge B.12 ve B.13).

4.5.1 Buzdolabı Koşullarında (8°C) Farklı Tip Plastik Şişelerden Meydana Gelen (PET ve PC) CO₂ Kayıplarının Belirlenmesi

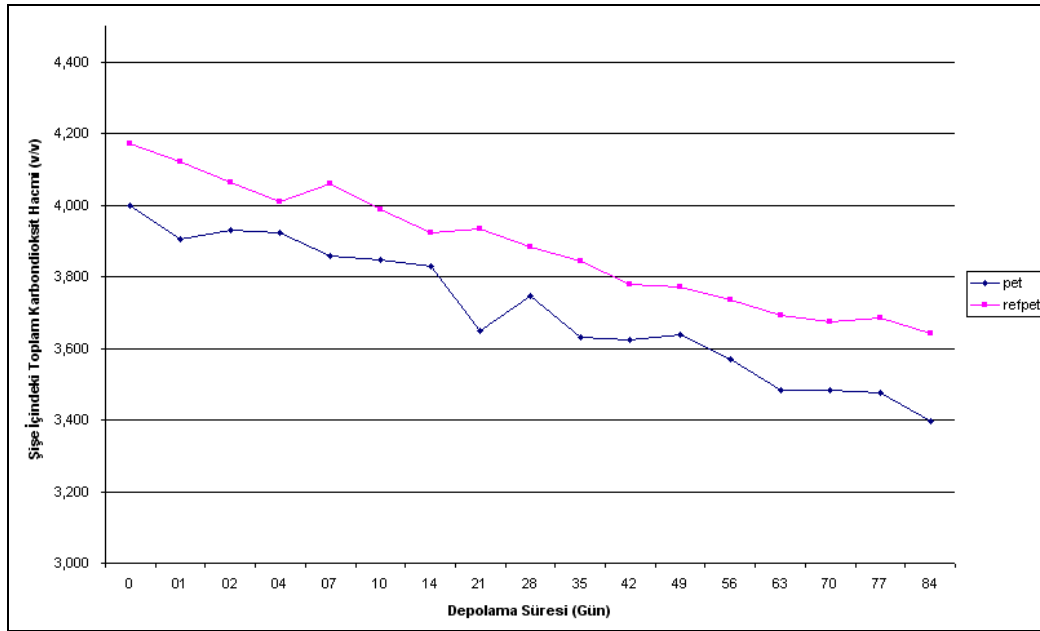
Buzdolabı koşullarında, yapılan PC şişelerde depolanan gazlı içeceklerin içerdikleri CO₂ seviyelerindeki değişim, PET şişelerde bulunan gazlı içeceklere göre %95 güven aralığında önemli düzeyde farklılık göstermektedir ($p<0,05$) ve PC şişelerin yapısından 84 günlük süre boyunca daha az miktarda CO₂ kaybının gerçekleştiği tespit edilmiştir (Çizelge B.12).



Şekil 4.14 : 8°C’de farklı tip plastik şişelerden meydana gelen (PET ve PC) CO₂ kayıpları.

4.5.2 Oda Koşullarında (22°C) Farklı Tip Plastik Şişelerden Meydana Gelen (PET ve PC) CO₂ Kayıplarının Belirlenmesi

Oda koşullarında, yapılan istatistiksel analizlere göre, %95 güven aralığında PC şişelerde depolanan gazlı içeceklerin içerdikleri CO₂ seviyelerindeki değişim, PET şişelerde bulunan gazlı içeceklere göre önemli düzeyde farklılık göstermektedir ($p<0,05$) ve PC şişelerin yapısından 84 günlük süre boyunca daha az miktarda CO₂ kaybının gerçekleştiği tespit edilmiştir (Çizelge B.13).



Şekil 4.15 : 22 °C’de farklı tip plastik şişelerden meydana gelen (PET ve PC) CO₂ kayıpları.

4.6 Farklı Boylardaki PET Şişelerin İçerdikleri Karbondioksit Miktarlarının Matematiksel Olarak İfade Edilmesi

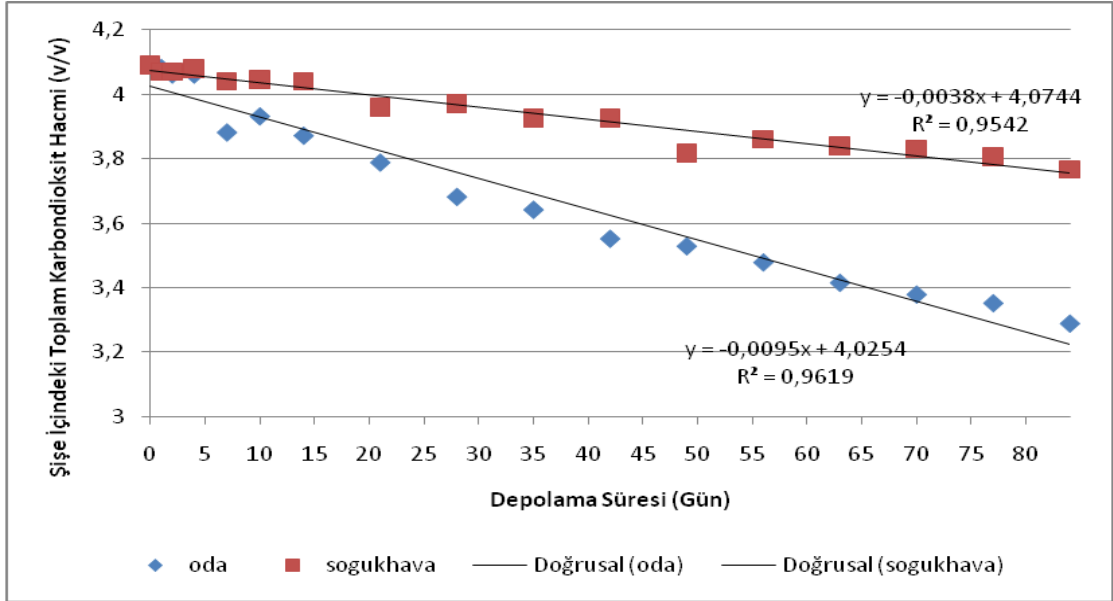
Yapılan istatistiksel çalışmalarda, farklı boylardaki 250 ml, 450 ml, 1000 ml, 1500 ml ve 2500 ml PET paketlerin farklı koşullarda depolanmalarının % 95 güven aralığında içerdikleri CO₂ miktarlarında önemli düzeyde fark meydana getirdiği tespit edilmiştir (Çizelge B.14, B15, B16, B17, B18). Gazlı içeceklerdeki CO₂ seviyesinin Alkolsüz İçecekler Tebliğinde (Tebliğ No: 98/24) belirtilen alt seviyeye düşmesi için tahmini depolama süresi grafikte belirtilen birinci derece denklem ile elde edilmektedir. Ambalajlarda bulunan gazlı içeceklerin içerdiği CO₂ miktarlarının zamana göre değişimini ifade eden regresyon değerleri Çizelge 4.3’te belirtilmiştir.

Çizelge 4.4: Buzdolabı ve oda koşullarında depolanan farklı boy PET ambalajlarda depolanan gazlı içeceklerde kalan CO₂’in zamana bağlı regresyon değerleri.

Şişe Hacmi (ml)	R (Buzdolabı)	R (Oda)
250	0,962	0,956
450	0,851	0,938
1000	0,929	0,944
1500	0,884	0,950
2500	0,969	0,980

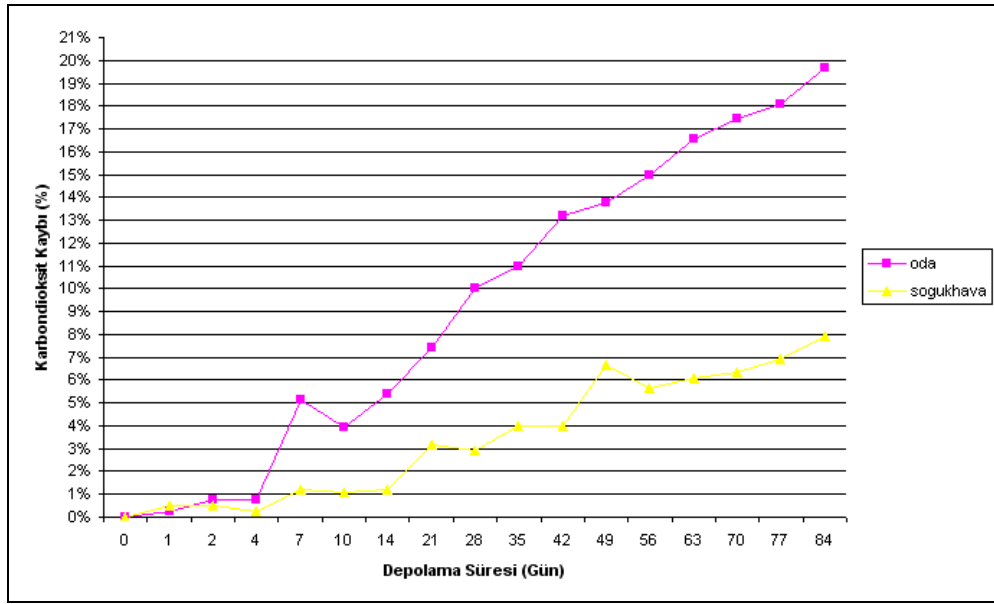
4.6.1 2500 ml PET Şişelerin Farklı Koşullarda Depolama ile Karbonasyon Kayıplarının İncelenmesi

2500 ml’lik PET şişe hem buzdolabı hem de oda koşullarında depolandığı takdirde 84 günlük depolama sonucu Alkolsüz İçecekler Tebliğinde (Tebliğ No: 98/24) belirtilen alt seviyenin altına düşmemektedir. Regresyon analizi sonuçlarına göre, içecekte kalan CO₂ miktarını 1. dereceden denklem ile ifade edilebilmektedir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16: 2500 ml PET şişelerin farklı koşullarda depolama ile karbonasyon kayıpları.

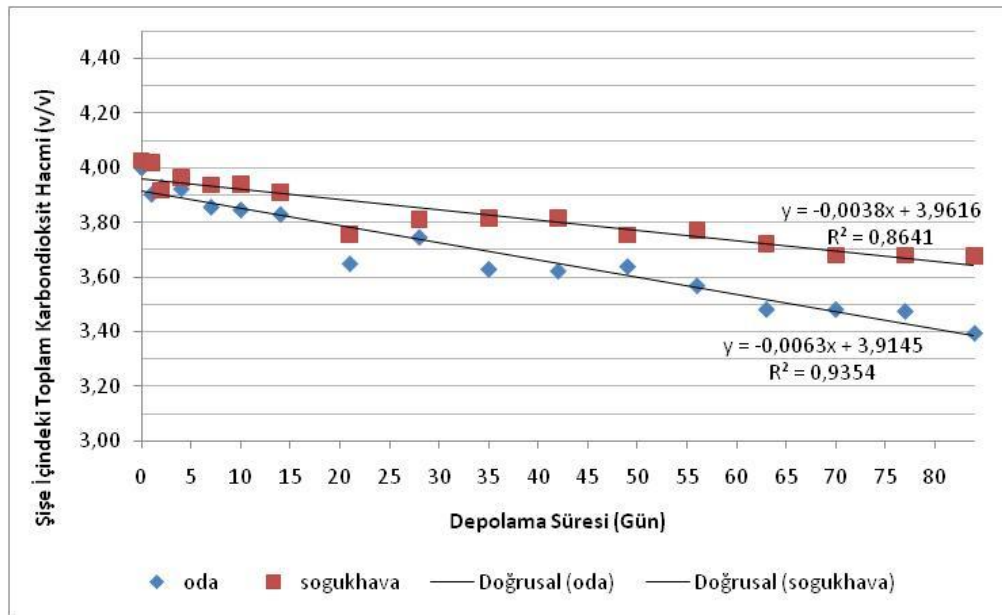
Analizlerin yapıldığı 84 gün boyunca oda koşulunda depolama ile %20 kayıp oluşurken, buzdolabında depolama ile sadece % 8 kayıp meydana gelmektedir (Şekil 4.17). 84 gün depolama sonunda yapılan tüketici duyuşal testlerinde 20 panelistten 18’i buzdolabı koşulunda depolanan ürünleri tercih ederken, sadece 2 panelist oda koşulunda depolanan örneklerin tat algısının daha iyi olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 4.17: Farklı koşullarda depolanan 2500 ml PET'lerin karbonasyon kayıpları.

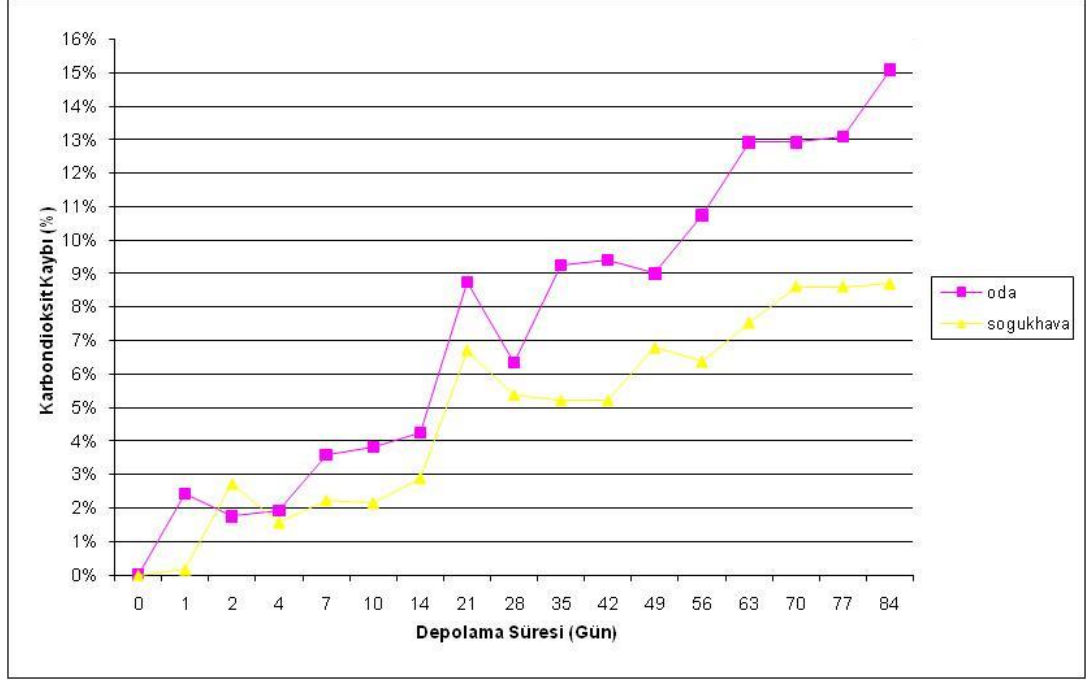
4.6.2 1500 ml PET Şişelerin Farklı Koşullarda Depolama ile Karbonasyon Kayıplarının İncelenmesi

1500 ml'lik PET şişe hem buzdolabı hem de oda koşullarında depolandığı takdirde 84 günlük depolama sonucu Alkolsüz İçecekler Tebliğinde (Tebliğ No: 98/24) belirtilen alt seviyenin altına düşmemektedir. Regresyon analizi sonuçlarına göre, içecekte kalan CO₂ miktarını 1. dereceden denklem ile ifade edilebilmektedir (Şekil 4.18).



Şekil 4.18: 1500 ml PET şişelerin farklı koşullarda depolama ile karbonasyon kayıpları

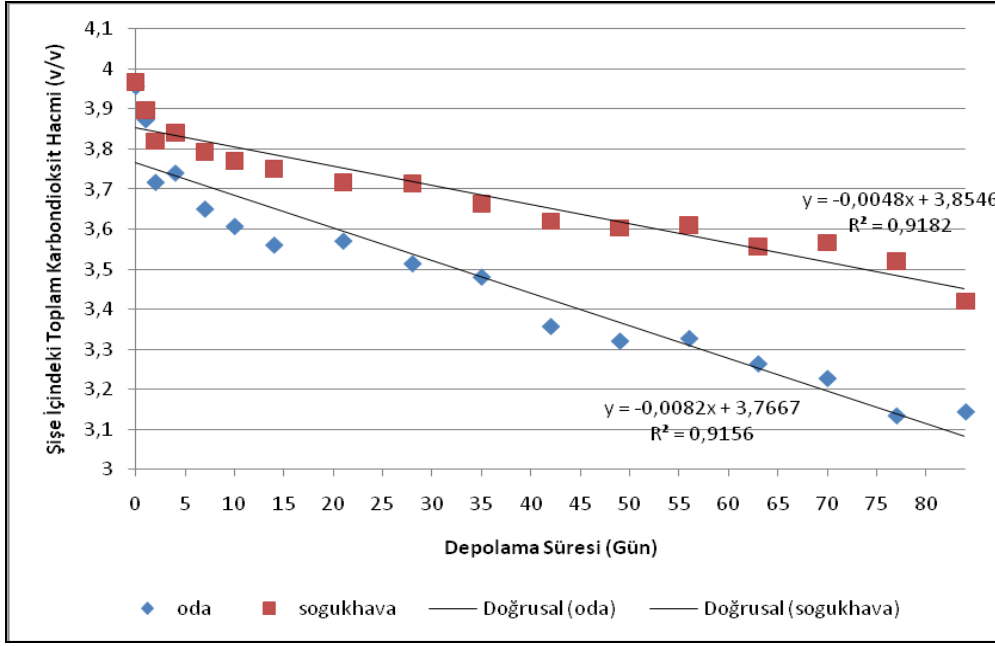
Analizlerin yapıldığı 84 gün boyunca oda koşulunda depolama ile %15 kayıp oluşurken, buzdolabında depolama ile sadece %9 kayıp meydana gelmektedir (Şekil 4.19). 84 gün depolama sonunda yapılan tüketici duyuşal testlerinde 20 panelistten 19'i buzdolabı koşulunda depolanan ürünleri tercih ederken, sadece 1 panelist oda koşulunda depolanan örneklerin tat algısının daha iyi olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 4.19: Farklı koşullarda depolanan 1500 ml PET'lerin karbonasyon kayıpları.

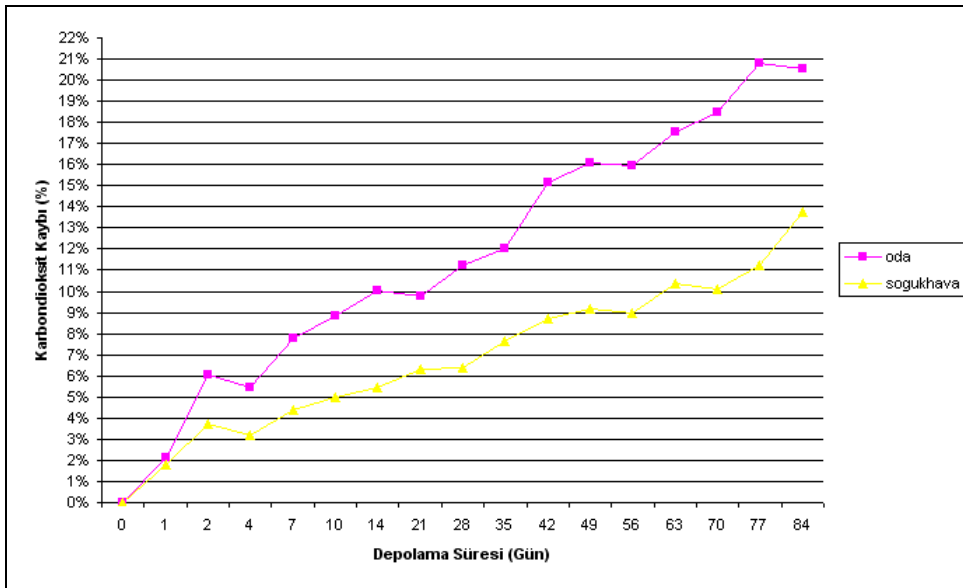
4.6.3 1000 ml PET Şişelerin Farklı Koşullarda Depolama ile Karbonasyon Kayıplarının İncelenmesi

1000 ml'lik PET şişe hem buzdolabı hem de oda koşullarında depolandığı takdirde 84 günlük depolama sonucu Alkolsüz İçecekler Tebliğinde (Tebliğ No: 98/24) belirtilen alt seviyenin altına düşmemektedir. Regresyon analizi sonuçlarına göre, içecekte kalan CO₂ miktarını 1. dereceden denklem ile ifade edilebilmektedir (Şekil 4.20).



Şekil 4.20: 1000 ml PET şişelerin farklı koşullarda depolama ile karbonasyon kayıpları.

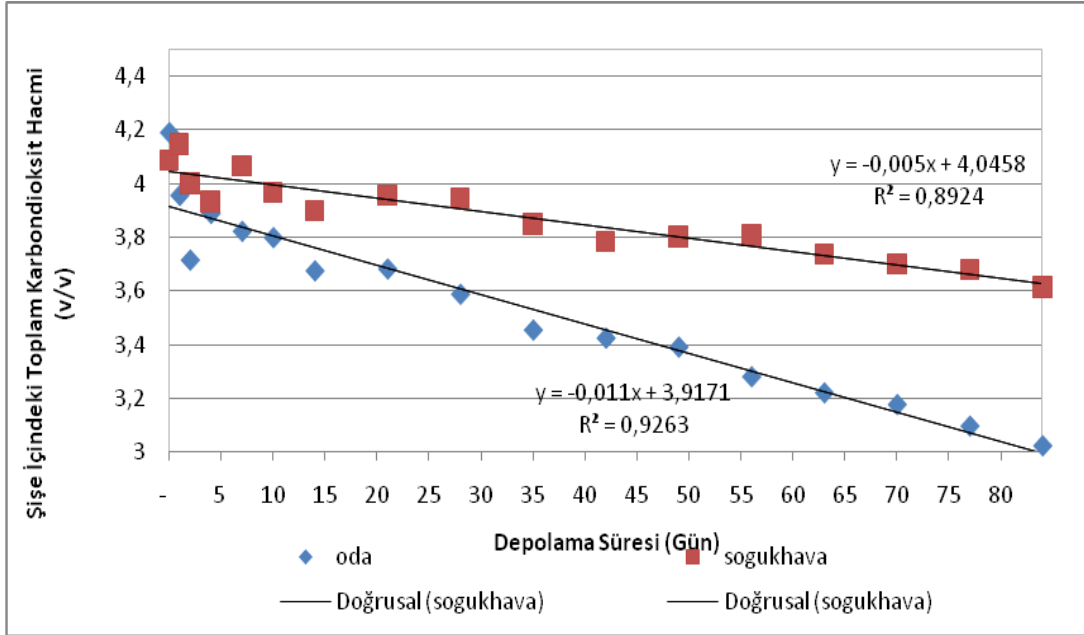
Analizlerin yapıldığı 84 gün boyunca oda koşulunda depolama ile %21 kayıp oluşurken, buzdolabında depolama ile sadece %14 kayıp meydana gelmektedir (Şekil 4.21). 84 gün depolama sonunda yapılan tüketici duyusal testlerinde 20 panelistten 16'sı buzdolabı koşulunda depolanan ürünleri tercih ederken, 4 panelist oda koşulunda depolanan örneklerin tat algısının daha iyi olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 4.21: Farklı koşullarda depolanan 1000 ml PET'lerin karbonasyon kayıpları.

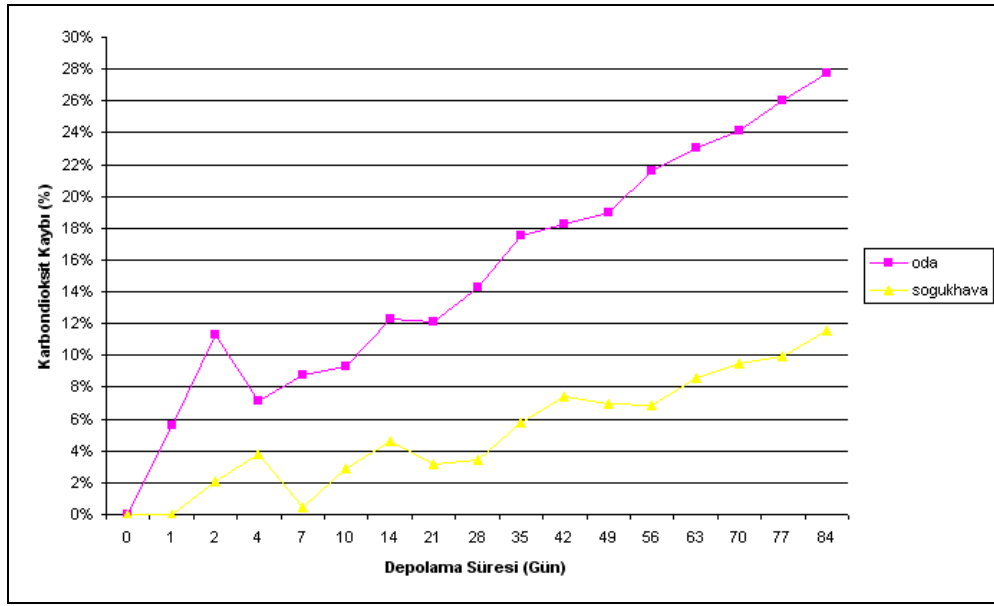
4.6.4 450 ml PET Şişelerin Farklı Koşullarda Depolama ile Karbonasyon Kayıplarının İncelenmesi

450 ml’lik PET şişe hem buzdolabı hem de oda koşullarında depolandığı takdirde 84 günlük depolama sonucu Alkolsüz İçecekler Tebliğinde (Tebliğ No: 98/24) belirtilen alt seviyenin altına düşmemektedir. Regresyon analizi sonuçlarına göre, içecekte kalan CO₂ miktarını 1. dereceden denklem ile ifade edilebilmektedir (Şekil 4.22).



Şekil 4.22: 450 ml PET şişelerin farklı koşullarda depolama ile karbonasyon kayıpları.

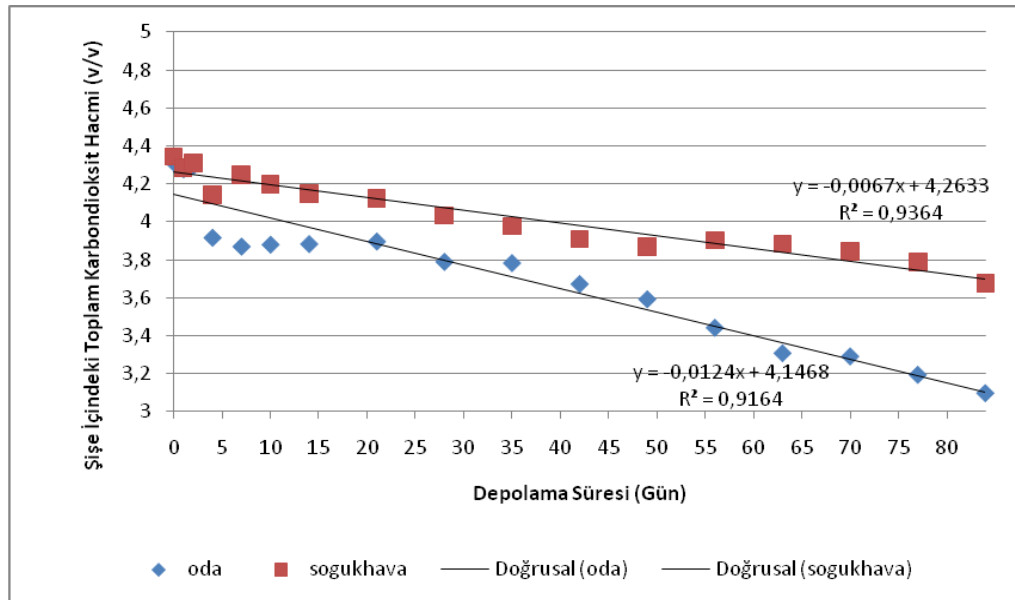
Analizlerin yapıldığı 84 gün boyunca oda koşulunda depolama ile %28 kayıp oluşurken, buzdolabında depolama ile sadece %12 kayıp meydana gelmektedir (Şekil 4.23). 84 gün depolama sonunda yapılan tüketici duyuşal testlerinde 20 panelistten 18’i buzdolabı koşulunda depolanan ürünleri tercih ederken, sadece 2 panelist oda koşulunda depolanan örneklerin tat algısının daha iyi olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 4.23: Farklı koşullarda depolanan 450 ml PET’lerin karbonasyon kayıpları.

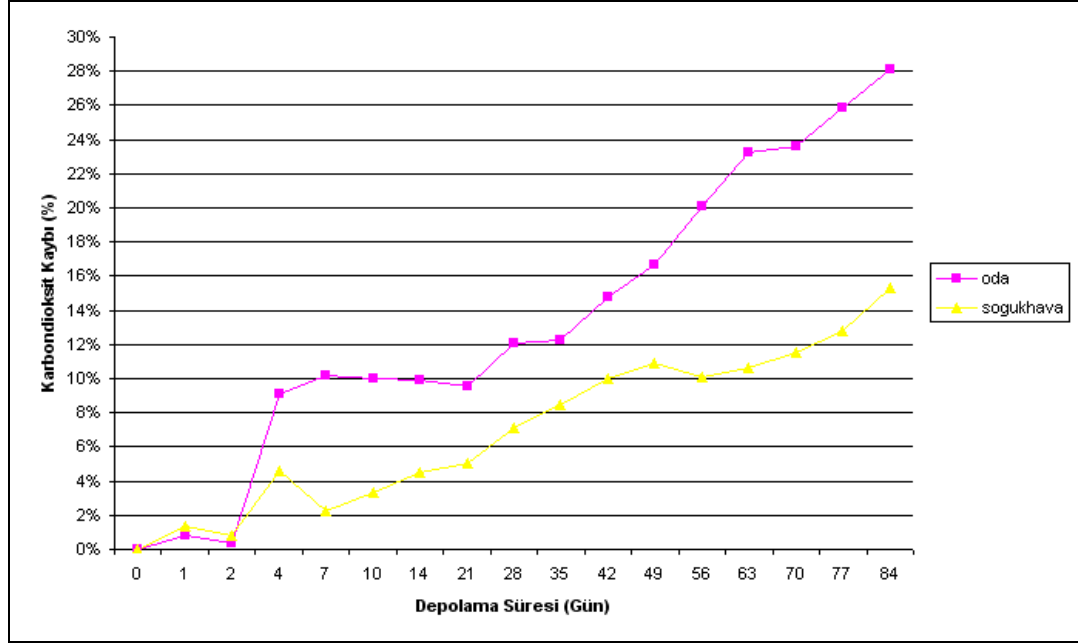
4.6.5 250 ml PET Şişelerin Farklı Koşullarda Depolama ile Karbonasyon Kayıplarının İncelenmesi

250 ml’lik PET şişe hem buzdolabı hem de oda koşullarında depolandığı takdirde 84 günlük depolama sonucu Alkolsüz İçecekler Tebliğinde (Tebliğ No: 98/24) belirtilen alt seviyenin altına düşmemektedir. Regresyon analizi sonuçlarına göre, içecekte kalan CO₂ miktarını 1. dereceden denklem ile ifade edilebilmektedir (Şekil 4.24).



Şekil 4.24: 250 ml PET şişelerin farklı koşullarda depolama ile karbonasyon kayıpları.

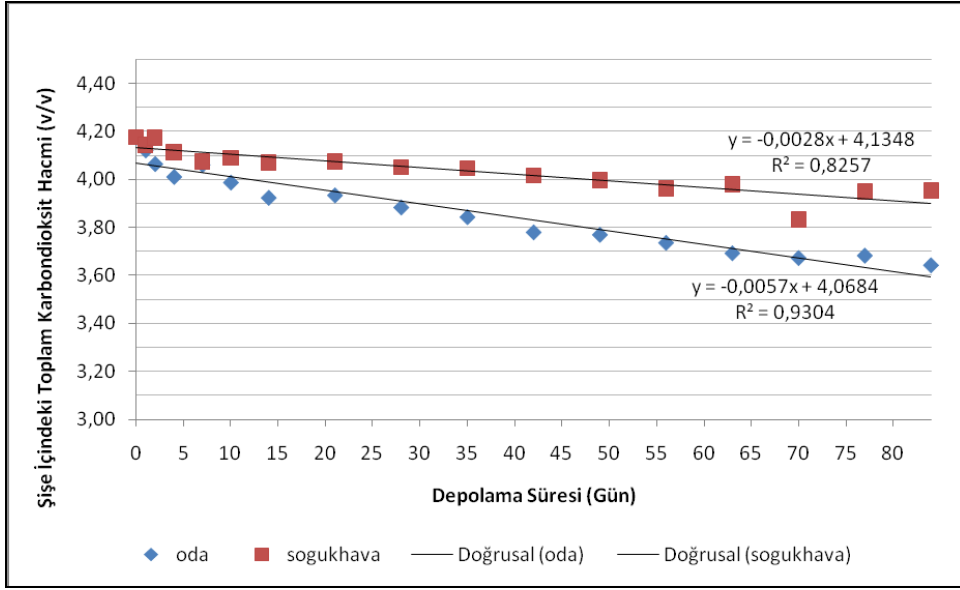
Analizlerin yapıldığı 84 gün boyunca oda koşulunda depolama ile %28 kayıp oluşurken, buzdolabında depolama ile sadece %15 kayıp meydana gelmektedir (Şekilde 4.25). 84 gün depolama sonunda yapılan tüketici duyuşal testlerinde 20 panelistten 17'si buzdolabı koşulunda depolanan ürünleri tercih ederken, sadece 3 panelist oda koşulunda depolanan örneklerin tat algısının daha iyi olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 4.25: Farklı koşullarda depolanan 250 ml PET'lerin karbonasyon kayıpları.

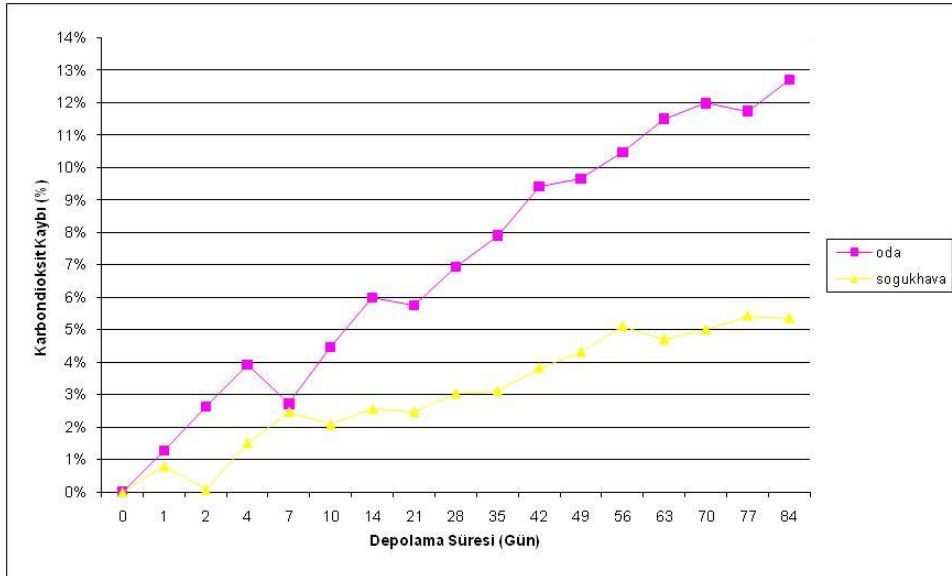
4.6.6 1500 ml PC Şişelerin Farklı Koşullarda Depolama ile Karbonasyon Kayıplarının İncelenmesi

250 ml'lik PET şişe hem buzdolabı hem de oda koşullarında depolandığı takdirde 84 günlük depolama sonucu Alkolsüz İçecekler Tebliğinde (Tebliğ No: 98/24) belirtilen alt seviyenin altına düşmemektedir. Regresyon analizi sonuçlarına göre, içecekte kalan CO₂ miktarını 1. dereceden denklem ile ifade edilebilmektedir. 84 günlük depolama süresinin sonunda PC şişelerde depolanan içeceklerin içerdiği CO₂ miktarı, 84 günün sonunda PET şişelerde bulunan CO₂ miktarından daha yüksektir (Şekil 4.26).



Şekil 4.26: 1500 ml PC şişelerin farklı koşullarda depolama ile karbonasyon kayıpları.

Analizlerin yapıldığı 84 gün boyunca oda koşulunda depolama ile %13 kayıp oluşurken, buzdolabında depolama ile sadece % 5 kayıp meydana gelmektedir (Şekil 4.27).



Şekil 4.27: Farklı koşullarda depolanan 1500 ml PC şişelerin karbonasyon kayıpları.

4.7 Duyusal Analizler

Araştırma örneklerine uygulanan duyusal analizlerde 2 farklı koşulda depolanmış örnekler arasında önemli düzeyde fark olup olmadığını test edebilmek amacıyla farklı koşullarda depolanmış iki örnekten hangi numunenin tad algısının daha iyi

olduğu bilgisi panelistlere sorulmuştur. Panelistlere sunulan numunelerin sıcaklık derecelerinin aynı ve 8°C’de olmasına dikkat edilmiştir. Panelistlere sunulan örnekler arasında fark olup olmadığı eşli karşılaştırma testi ile tespit edilmiştir (Stone ve Sidel, 2004). Eşli karşılaştırma testinde panelistlere 84 gün boyunca farklı koşullarda depolanan aynı boydaki PET şişelerde depolanmış gazlı içeceklerin arasında tad algısı bakımından farklılık olup olmadığı sorulmuştur ve yanıtlar kaydedilmiştir (Çizelge 4.5). Depolama süresi sonunda tüm paketler için buzdolabı koşulunda depolanan örneklerin tad algısı, oda koşulunda depolanmış örneklere göre daha kabul edilir bulunmuştur. Sunum sıcaklığının içeceklerde bulunan CO₂ seviyesine bağlı olarak tüketici algısını değiştirmedığı, yani içecek CO₂ seviyesi ne kadar düşükse, tüketici algısı bakımından içeceğin kalitesinin okadar kötü olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.5: Tüketici duyuusal test sonuçları.

	Tercih Eden Panelist Sayısı	
	Buzdolabı Koşulu	Oda Koşulu
250 ml	17	3
450 ml	18	2
1000 ml	16	4
1500 ml	19	1
2500 ml	18	2

Tüketici tercihleri açısından içeceklerin içerdiği CO₂ miktarları değerlendirildiğinde, tüm boylardaki PET paketlerde bulunan gazlı içeceklerin, 84 gün sonunda farklı koşullarda depolanmış örneklerinin %99 önem seviyesine göre önemli ölçüde buzdolabı koşulunun tercih edildiği belirlenmiştir. Buna göre, gazlı içecek üretici firmalarının, içecekleri ürettikten sonra piyasada bulunan ürünlerin depolanma koşullarının da tüketiciler üzerinde son derece önemli etkiye sahip olduklarının belirlenmiş olmasıyla, piyasada yeterli miktarda soğutucu dolap bulunabilirliğini arttırmaları gerektiği ve rastlantısal kontrollerle piyasada bulunan ürünlerin depolama koşullarının rutin olarak kontrol etmeleri gerektiği sonucuna varılmıştır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, belirli bir süre farklı boy PET ve PC plastik şişelerde depolanan aynı cins gazlı içeceklerin, farklı koşullarda depolanmasıyla içeceklerde meydana gelen yapısal ve duyuşsal değişimler incelenmiştir.

Çalışmanın birinci aşamasında, farklı iki materyal olan PET ve PC plastik şişeler, aynı marka plastik şişe üfleme makinalarında üretilmiştir. Farklı boylardaki plastik şişelerin içine, aynı özelliklere sahip gazlı içecekler doldurulmuş ve şişe kapakları kapatılmıştır. Şişelere dolundan hemen sonra, farklı 2 koşulda 84 günlük depolama süreleri boyunca, gazlı içeceklerin kalite karakteristikleri periyodik olarak ölçülmüş ve değerleri kaydedilmiştir. Hem buzdolabı koşulunda hem de oda koşullarında, şişe boyunda değişim ile kalite karakteristiklerindeki değişimi incelendiğinde, küçük boy plastik şişelerin içerdikleri CO₂'in, büyük boy plastik şişelere göre daha kısa sürede şişe dışına difüzyon ile çıktığı belirlenmiştir. 84 gün boyunca depolanan örneklerde en çok CO₂ kayıplarının büyük oranda ilk haftalarda gerçekleştiği; ancak genel olarak CO₂ kayıplarının farklı boy PET ve PC şişelerde birinci dereceden doğrusal azalan bir fonksiyon ile ifade edilebildiği belirlenmiştir. Oda koşullarında depolanan PET şişelerde bulunan gazlı içeceklerin CO₂ kayıplarının birinci gün ile dördüncü gün yapılan analiz sonuçlarında büyük ölçüde farklılık olduğu; buna karşılık buzdolabı koşullarında depolanan örneklerin ise birinci gün ile otuzbeşinci gün arasında büyük ölçüde farklılık olduğu belirlenmiştir. Buna göre içecekler üretilir üretilmez buzdolabı koşullarında depolanmaya başlarlar ise depolama süresinin ilk ayı boyunca içerdikleri CO₂ miktarında istatistiksel açıdan önemli düzeyde bir fark oluşmayacağı tespit edilmiştir.

Küçük boy hacimli şişelerin içerdikleri gaz miktarı/yüzey alanı oranı daha fazla olduğundan, içerdikleri CO₂'i büyük şişelere göre daha hızlı sürede şişe dışına geçirdikleri belirlenmiştir. Bu sebeple, içeceklerin şişelere dolumu esnasında küçük boy şişelere büyük boy şişelere göre daha fazla CO₂ gazı doldurulması, raf ömrünü daha uzatacak bir etken olarak önerilebilmektedir.

Depolama sırasında zaman ile değişime bakıldığında, ilk an ile 84 gün boyunca depolama sonucunda buzdolabı koşulunda depolanan örneklerde çok büyük farklılıklar bulunmazken; oda koşullarında depolanan örneklerin özellikle içerdikleri CO₂ seviyelerinde büyük farklılıklar meydana geldiği belirlenmiştir.

İçeceklerin CO₂ gaz kaybı denklemleri birinci dereceden lineer doğrulardan oluşmaktadır. Birinci dereceden elde edilen CO₂ gaz kaybı eğrileri deneysel verilerle yüksek derecede bir korelasyon göstermiştir. Gazlı içecek endüstrisindeki üretici firmalar, deneysel veriler sonucu elde edilen gaz kaybı denklemlerini kullanarak, üretim esnasında şişeye doldurulacak CO₂ miktarına karar verebileceklerdir.

Yapılan istatistiksel çalışmalar sonucunda, her farklı boydaki plastik şişelerde bulunan gazlı içeceklerin içerdikleri CO₂ miktarlarının oda ve buzdolabı koşullarında depolanmaları ile istatistiksel açıdan %95 güven aralığında önemli ölçüde farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir ($p < 0,05$).

84 günlük ölçümler boyunca hiçbir şişenin CO₂ basıncı Türk Gıda Kodeksi'nde belirtilen en düşük seviyenin altına inmemiştir. Yapılan bu araştırmada, analiz sonuçlarına göre en kısa raf ömrüne sahip şişe 250 ml olarak belirlenmiştir. Glevitzky ve arkadaşlarının (2005), Tock ve Woo'nun (1985) ve Masi'nin (1980) bulmuş olduğu sonuçlarda olduğu gibi, küçük boy PET ambalajlarda hem oda hem de buzdolabı koşullarında depolanan örneklerin büyük boy ambalajlara göre aynı sürede daha çok CO₂ gazı kaybettiği tespit edilmiştir. Gazlı içeceklerin 84 günlük buzdolabı koşulunda depolamaları sonucunda, CO₂ gazının 250 ml'de %15, 450 ml'de %12, 1000 ml'de % 14 ve 1500 ml'de %9, ve 2500 ml'de %8 oranında kayba uğradığı belirlenmiştir. Depolama süresi boyunca, oda koşulunda depolanan gazlı içeceklerde 250 ml'de %28, 450 ml'de %28, 1000 ml'de %21, 1500 ml'de %15, 2500 ml'de %20 oranında CO₂ gaz miktarında azalma meydana geldiği tespit edilmiştir.

3 farklı koşulda depolanan 2500 ml'lik gazlı içeceklerin depolanma süreleri boyunca CO₂ miktarlarındaki değişim istatistiksel açıdan önemli oranda farklılık göstermektedir. 2500 ml'lik PET şişelerin CO₂ kayıpları en çok oda koşulunda daha sonra dış ortamda, ve en az buzdolabı koşulunda gerçekleşmiştir.

Plastik şişelerde, şişe duvar yüzeylerinde ağ yapısına benzeyen PET ve PC yapılar, zamanla şişe içerisinde bulunan gazın dışarı doğru kaçmasına yol açmaktadır. PC şişelerin PET şişe duvarlarına göre daha kalın olduğu ve bu sebeple duvar kalınlıkları

arttıkça, kaybın daha az olduğu ve buna bağlı olarak raf ömrünün arttığı söylenebilmektedir. Bu sebeple geri dönüşümlü PC şişelerin üretim maliyeti çalışması yapılmalıdır. Eğer PC şişelerin maliyet açısından daha avantajlı olabileceği saptanırsa, içecek kalitesi bakımından geri dönüşümlü PC şişelerin üretiminin artırılmasının, gazlı içecek pazarında daha kaliteli içeceklerin bulunmasını sağlayacağı söylenebilmektedir. 8 ve 22°C’de depolanan PET ve PC şişelerin içerdikleri CO₂ gazının miktarları istatistiksel açıdan önemli düzeyde farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Buna göre oda koşullarında şişe duvar geçirgenlik özellikleri ve mekanik direnci PET şişelere göre daha iyi olan PC plastik şişelerin aynı boydaki PET şişelere göre daha uzun raf ömrüne sahip olduğu belirlenmiştir.

Plastik şişelerin üretimleri esnasında şişe üfleme makinalarında ısı ve kalıp yardımıyla şekillendirilen ve şişirilen plastik şişelerin duvar kalınlıklarının dağılımının eşite yakın olması gerekmektedir. Şişe duvar kalınlığının, şişenin her bölgesinde sabit olmasıyla, CO₂’in tüm yüzeylerden eşit olacak şekilde şişe dışına difüzyona uğrayacağı belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizlerde, preformlardan elde edilen plastik şişelerin duvar yüzey dağılımları ile, CO₂ gazının difüzyonu arasında bir korelasyona rastlanmamıştır. Bu sebeple çalışmada analiz edilen tüm örneklerin şişe duvar yüzeylerinin düzgün dağılıma sahip olduğu söylenebilmektedir.

Çalışmanın ikinci aşamasında, 20 panelist tarafından yapılan duyusal testler de, elde edilen deneysel verileri doğrulamaktadır. Yapılan eşli duyusal testlerde her boy paketin 2 farklı sıcaklıkta depolanan örnekler arasında önemli ölçüde farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Panelistler tarafından buzdolabı koşullarında depolanan örnekler, oda koşullarında depolanan örneklerden daha fazla beğenilmiştir.

Yapılan bu çalışmada PET şişelerin oda koşullarında depolanması sonucunda, içecekteki CO₂’in büyük bölümünü kaybettiği tespit edilmiştir. Gün geçtikçe, avantajları dolayısıyla daha çok tercih edilmeye başlanan PET şişelerde bulunan gazlı içeceklerin tüketicilere ulaşmadan evvel duyusal kalitelerinin istenilen seviyelerde kalması amacıyla raf ömrünü iyileştirmeye yönelik çalışmaların yapılması önerilmektedir. Bu amaçla, PET şişelerin gaz geçirgenliklerini azaltan ve gazlı içeceklerin raf ömürlerini uzatan alternatif metotlar detaylı bir şekilde araştırılmalıdır. Ayrıca gazlı içecek üreten firmaların müşterilerine daha kaliteli ürünler sunabilmesi için ürünleri ürettikten sonra, piyasa soğutucu dolap

bulunurluğunu arttırması ve gazlı içeceklerin soğutucu depolarda depolanması sağlanabilmelidir. Piyasadaki gazlı içeceklerin rutin kontroller ile kalite standartları tüketiciler bakımından belirli bir standartın üzerinde tutulmaya çalışılmalıdır. Buna ek olarak, bu çalışmanın kapsamına alınmayan, ve raf ömrünü arttırmak için yapılabilecek çok katmanlı preformların kullanımı, raf ömrü tahminlemesine yönelik modelleme ilgili çalışmaların yapılması, PET şişelerin iç yüzeyine geçirgenliği azaltıcı materyallerin püskürtülmesi, ve optimum depolama sıcaklığının bulunması ile ilgili çalışmalar daha sonra yapılacak çalışmalarda araştırılması için önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Achour, M.** 2005. A New Method to assess the quality degradation of food products during storage, *Journal of Food Engineering* **75**, 560 – 564.
- Anonim,** 2004, Ambalaj Sanayicileri Derneği Bildirisi, Ambalaj Bülteni 2004, İstanbul.
- Anonim,** 2005, Ambalaj Sanayicileri Derneği Bildirisi, Ambalaj Bülteni 2005, İstanbul.
- Anonim,** 2008, Sipa Enjeksiyon ve PET Şişirme Eğitimi, Production of PET Containers through Injection and Stretch / Blow Molding.
- Ashurst, P., R..** 1998. Sheffield, Chemistry and Technology of Soft Drinks and Fruit Juices, *CRC Press*.
- Auras, R., Harte, B., Selke, S., Hernandez, R.** 2003. Mechanical, Physical, and Barrier Properties of Polylactide Films, *Journal of Plastic Film and Sheeting*, **19**.
- Awaja, F., Dumitru, P.** 2005. Statistical Models for Optimisation of Properties of Bottles Produced using Blends of Reactive Extruded Recycled PET and Virgin PET, *European Polymer Journal* **41**, 2097 – 2106.
- Brandau, O.** 2003. Stretch Blow Molding, A Hands on Guide, **3**, Pet Planet Publisher.
- Brolly, J., B., Blower, D., I., Ward, I., M.** 1996. Diffusion and Sorption of Carbondioxide in Polyethylene terephtalate and Polyethylene naphthalate, *Journal of Polymer Science*.
- Chumillas, M., Belissario, Y., Iguaz, A., Lopez, A.** 2006. Quality and Shelf Life of Orange Juice Aseptically Packaged in PET Bottles, *Journal of Food Engineering*, 234 – 242.
- Donald J. R., Jones C. L., Mac Lean A. R. M.,** 1924. The Effect of Carbonation on Bacteria in Beverages, Mellon Institute of Industrial Research, University of Pittsburg, Pittsburg, Pa. 122 – 128, *The American Journal of Public Health*.
- Glevitzky, M., Brusturean, G., A., Perju, D., Laslau, G., Matyas, L.** 2005. Studies Regarding the Variation on Carbon Dioxide in Certain Carbonated Beverages Stored in Polyethylene Terephtalate Bottles, **50** (64), s. 1-2, Chem Bull. Politechnica Uni.
- Hernandez, R.,J.,** 1997 Food Packaging Materials, Barrier Properties and Selection, CRC Press, LLC.
- Hu, Y., S., Prattipati, V., Mehta, S., Schiraldi, D., A., Hiltner, A., Baer, E.** 2005. Improving Gas Barrier of PET by Blending with Aromatic Polyamides, *Polymer*, 2685-2698.

- Huang, H., Yin, Z., Liu, J.** 2007. Visualization Study and Analysis on Preform Growth in PET Stretch Blow Molding, *Journal of Applied Polymer Science*, **103**, 564 – 563.
- Kappes, S., M., Schmidt, S., J., Lee, S., Y.** 2007. Relationship between Physical Properties and Sensory Attributes of Carbonated Beverages, *Journal of Food Science*, **72** (1), 1 – 11.
- Liu, R., Y., F., Hu, Y., S., Schiraldi, D., A., Hiltner, A., Baer, E.,** 2004. Crystallinity and Oxygen Transport Properties of PET Bottle Walls, *Journal of Applied Polymer Science*, **94**, 671 – 677.
- MacGonigle, E., A., Liggat, J., J., Pethrick, R., A., Jenkins, S., D., Daly, J., H., Hayward, D.** 2001. Permeability of N₂, Ar, He, O₂, and CO₂ through Biaxially Oriented Polyester Films, Dependence on Free Volume, *Polymer* **42**, 2413 – 2426.
- Masi, P.** 1980. Sorption and Transport Properties of Compatible Polymer Blends, MS Thesis July, University of Texas, Austin.
- Mitchell, A., J.** 1990. Formulation and Production of Carbonated Soft Drinks.
- Morrison, E., D., Malvey, M., W., Johnson, R., D., Anacker, J., L., Brown, K., A.** 2008. Effect of Chemical Environments on Stress Cracking of PET Beverage Bottles, *Polymer Testing* **27**, 660 – 666.
- Nobile, M., A., Mensitieri, G., Nicolais, L., Masi, P.** 1997. The Influence of Thermal History on the Shelf Life of Carbonated Beverages Bottled in Plastic Containers, *Journal of Food Engineering*.
- Profaizer, M.** 2005. Passive Barrier Assessment of PET Bottles through an FEM Simulation of Gas Permeability, Proceeding of the COMSOL Multiphysics User's Conference, Stockholm.
- Shachman, M.** 2005. The Soft Drinks Companion, A Technical Handbook for the Beverage Industry, *CRC Press*.
- Steen, D., P., Ashurst, P., R.** 2006. Carbonated Soft Drinks, Formulation and Manufacture, *Blackwell Publishing*.
- Stone, H., Sidel, J.** 2004. Sensory Evaluation Practices, *Food Science & Technology*, Third Ed., *Elsevier*.
- Tock, R., W., Woo, C.** 1985. PET Beverage Bottles: Carbonation Losses in Perspective, *Advances in Polymer Technology*.
- Üçüncü, M.** 2000. Gıdaların Ambalajlanması, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir.
- Venkateswaran, G., Cameraon, M., R., Jabarin, S., A.** 1998. Effects of Temperature Profiles through Preform Thickness on the Properties of Reheat Blown PET Containers, *Advances in Polymer Technology*, **17** (3), 237 – 249.

EKLER

EK A.1: Duyusal Analiz Formu

EK B.1: Deneme Testleri Sonuçları

EK C.1: PET ve PC Plastik Şişelerin Özellikleri

EK A.1: DUYUSAL ANALİZ FORMU

Ad Soyad;

EŞLİ KARŞILAŞTIRMA TESTİ

Açıklamalar;

Size her ikisi de 8 °C'de olan 2 adet kodlu örnek verilmiştir. Her iki örneği de tadarak, aralarında fark olup olmadığını aşağıdaki alana belirtiniz.

Yorumlar;

EK B.1: DENEME TESTLERİ SONUÇLARI

Çizelge B.1 : Deneme testlerinde 8 C’de depolanan farklı boy PET paketlerin karbonasyon kayıpları üzerine etkilerinin belirlenmesi

ANOVA

Karbon dioksit					
	Kareler Toplamı	df	Ortalama Karesi	F	Olasılık
Grup içi	3,585	4	0,896	35,029	0
Gruplar arası	6,397	250	0,026		
Toplam	9,982	254			

Tanımlayıcı

Karbon dioksit								
					% 95 Güven Aralığı			
	N	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	Alt limit	Üst limit	Min	Max
250	51	4,04	0,20	0,03	3,98	4,10	3,64	4,39
450	51	3,88	0,17	0,02	3,83	3,93	3,50	4,19
1000	51	3,70	0,15	0,02	3,65	3,74	3,36	4,03
1500	51	3,80	0,17	0,02	3,75	3,85	3,25	4,07
2500	51	3,95	0,11	0,02	3,92	3,98	3,76	4,10
Toplam	255	3,87	0,20	0,01	3,85	3,90	3,25	4,39

Karbon dioksit

Duncan

Size	N	Alfa alt gruplar= 0.05				
		1	2	3	4	5
1000	51	3,70				
1500	51		3,80			
450	51			3,88		
2500	51				3,95	
250	51					4,04
Olasılık		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Çizelge B.2 : Deneme testlerinde 8 C’de depolanan farklı boy PET paketlerin iç basınç değişimleri üzerine etkilerinin belirlenmesi

ANOVA					
Karbondioksit					
	Kareler Toplamı	df	Ortalama Karesi	F	Olasılık
Grup içi	8,714	191	0,046	2,267	0
Gruplar arası	1,268	63	0,02		
Toplam	9,982	254			

Tanımlayıcı

İç Basınç

	N	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	% 95 Güven Aralığı		Min	Max
					Alt limit	Üst limit		
250	51	30,74	1,67	0,23	30,27	31,21	27,20	33,50
450	51	35,28	4,50	0,63	34,02	36,55	29,90	49,10
1000	51	30,68	3,10	0,43	29,81	31,56	25,54	41,22
1500	51	31,56	3,66	0,51	30,53	32,59	23,37	44,16
2500	51	45,78	5,48	0,77	44,24	47,32	35,05	53,50
Toplam	255	34,81	6,93	0,43	33,95	35,66	23,37	53,50

İç Basınç

Duncan

Şişe Boyu	N	Alfa alt gruplar= 0.05		
		1	2	3
1000	51	30,68		
250	51	30,74		
1500	51	31,56		
450	51		35,28	
2500	51			45,78
Olasılık		0,29	1,00	1,00

Çizelge B.3 : Deneme testlerinde 8 C’de depolanan farklı boy PET paketlerin kapak tork kuvvetleri üzerine etkilerinin belirlenmesi

tork	Tanımlayıcı							
					% 95 Güven Aralığı			
	N	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	Alt limit	Üst limit	Min	Max
250	51	13,49	2,70	0,38	12,73	14,25	8	17
450	51	13,33	1,83	0,26	12,82	13,85	10	17
1000	51	15,16	2,65	0,37	14,41	15,9	11	22
1500	51	15,18	2,70	0,38	14,42	15,94	9	20
2500	51	12,76	1,57	0,22	12,32	13,21	10	17
Toplam	255	13,98	2,53	0,16	13,67	14,3	8	22

tork	ANOVA				
	Kareler Toplamı	df	Ortalama Karesi	F	Olasılık
Grup içi	252,53	4,00	63,13	11,51	0
Gruplar arası	1.371,41	250,00	5,49		
Toplam	1.623,94	254,00			

Tork			
Duncan			
Size	N	Alfa alt gruplar= 0.05	
		1	2
2500	51	12,76	
450	51	13,33	
250	51	13,49	
1000	51		15,16
1500	51		15,18
Olasılık		0,14	0,97

Çizelge B.4 : Deneme testlerinde 8 C’de depolanan farklı boy PET paketlerin içecek briks değişimleri üzerine etkilerinin belirlenmesi

Brix	Tanımlayıcı							
					% 95 Güven Aralığı			
	N	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	Alt limit	Üst limit	Min	Max
250	51	10,83	0,03	0,00	10,83	10,84	10,78	10,89
450	51	10,83	0,03	0,00	10,83	10,84	10,78	10,89
1000	51	10,83	0,03	0,00	10,82	10,83	10,77	10,88
1500	51	10,35	0,05	0,01	10,33	10,36	10,24	10,44
2500	51	10,90	0,01	0,00	10,90	10,90	10,89	10,91
Toplam	255	10,75	0,21	0,01	10,72	10,77	10,24	10,91

Brix	ANOVA				
	Kareler Toplamı	df	Ortalama Karesi	F	Olasılık
Grup içi	10,51	4	2,63	2.641	0
Gruplar arası	0,25	250	0,00		
Toplam	10,76	254			

Brix				
Duncan				
Size	N	Alfa alt gruplar= 0.05		
		1	2	3
1500	51	10,35		
1000	51		10,83	
250	51		10,83	
450	51		10,83	
2500	51			10,90
Olasılık		1,00	0,33	1,00

Çizelge B.5 : Deneme testlerinde 22 C’de depolanan farklı boy PET paketlerin karbonasyon kayıpları üzerine etkilerinin belirlenmesi

Tanımlayıcı								
Karbondioksit								
	N	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	% 95 Güven Aralığı		Min	Max
					Alt limit	Üst limit		
250	51	3,74	0,37	0,05	3,63	3,84	3,09	4,34
450	51	3,55	0,33	0,05	3,46	3,65	3,01	4,19
1000	51	3,50	0,24	0,03	3,43	3,57	3,07	3,97
1500	51	3,71	0,19	0,03	3,65	3,76	3,33	4,01
2500	51	3,71	0,28	0,04	3,63	3,79	3,26	4,10
Toplam	255	3,64	0,30	0,02	3,60	3,68	3,01	4,34

ANOVA					
Karbondioksit					
	Kareler Toplamı	df	Ortalama Karesi	F	Olasılık
Grup içi	2,36	4	0,59	7,112	0
Gruplar arası	20,76	250	0,08		
Toplam	23,12	254			

Karbondioksit			
Duncan			
Size	N	Alfa alt gruplar= 0.05	
		1	2
1000	51	3,50	
450	51	3,55	
1500	51		3,71
2500	51		3,71
250	51		3,74
Olasılık		0,31	0,62

Çizelge B.6 : Deneme testlerinde 22 C’de depolanan farklı boy PET paketlerin iç basınç değişimleri üzerine etkilerinin belirlenmesi

Tanımlayıcı

İç Basınç

	N	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	% 95 Güven Aralığı		Min	Max
					Alt limit	Üst limit		
250	51	42,57	6,83	0,96	40,65	44,49	30,30	54,90
450	51	42,23	4,35	0,61	41,00	43,45	34,72	49,90
1000	51	39,54	2,92	0,41	38,72	40,36	34,97	45,47
1500	51	42,07	2,38	0,33	41,40	42,74	38,28	46,50
2500	51	48,75	6,69	0,94	46,87	50,63	33,93	65,60
Toplam	255	43,03	5,82	0,36	42,31	43,75	30,30	65,60

ANOVA

İç Basınç					
	Kareler Toplamı	df	Ortalama Karesi	F	Olasılık
Grup içi	2379,681	4	594,92	23,859	0
Gruplar arası	6233,823	250	24,935		
Toplam	8613,504	254			

İç Basınç

Duncan

Size	N	Alfa alt gruplar= 0.05		
		1	2	3
1000	51	39,54		
1500	51		42,07	
450	51		42,23	
250	51		42,57	
2500	51			48,75
Olasılık		1,00	0,63	1,00

Çizelge B.7 : Deneme testlerinde 22 C’de depolanan farklı boy PET paketlerin kapak tork kuvvetleri üzerine etkilerinin belirlenmesi

Tork	Tanımlayıcı							
					% 95 Güven Aralığı			
	N	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	Alt limit	Üst limit	Min	Max
250	51	13,25	2,61	0,37	12,52	13,99	8,00	20,00
450	51	11,84	2,45	0,34	11,15	12,53	5,00	20,00
1000	51	13,00	2,84	0,40	12,20	13,80	9,00	21,00
1500	51	13,51	1,94	0,27	12,96	14,06	9,00	17,00
2500	51	12,82	1,38	0,19	12,44	13,21	10,00	16,00
Toplam	255	12,89	2,36	0,15	12,60	13,18	5,00	21,00

ANOVA					
Tork					
	Kareler Toplamı	Df	Ortalama Karesi	F	Olasılık
Grup içi	83,114	4	20,778	3,91	0,004
Gruplar arası	1328,588	250	5,314		
Toplam	1411,702	254			

Tork			
Duncan			
Size	N	Alfa alt gruplar= 0.05	
		1	2
450	51	11,84	
2500	51		12,82
1000	51		13,00
250	51		13,25
1500	51		13,51
Olasılık		1,00	0,17

Çizelge B.8 : Deneme testlerinde 22 C’de depolanan farklı boy PET paketlerin içecek briks değişimleri üzerine etkilerinin belirlenmesi

ANOVA					
Brix					
	Kareler Toplamı	df	Ortalama Karesi	F	Olasılık
Grup içi	6,032	4	1,51	343,841	0
Gruplar arası	1,096	250	0,00		
Toplam	7,128	254			

Brix				
Duncan				
Size	N	Alfa alt gruplar= 0.05		
		1	2	3
1500	51	10,47		
1000	51		10,82	
250	51		10,83	
450	51		10,83	
2500	51			10,90
Olasılık		1,00	0,48	1,00

Çizelge B.9 : Deneme testlerinde 8 C’de depolanan farklı boy PET paketlerin içecek iç basınç değerlerinin tork kuvveti üzerine korelasyonunun belirlenmesi

ANOVA ^b						
Model		Kareler Toplamı	df	Ortalama Karesi	F	Olasılık
Buzdolabı	Regresyon	98,971	1	98,971	2,068	,152 ^a
	Hata	12106,19	253	47,851		
	Toplam	12205,17	254			

a. (Sabit), tork

b. Bağlı Değişken: İç Basınç

Çizelge B.10 : Deneme testlerinde 22 C’de depolanan farklı boy PET paketlerin içecek iç basınç değerlerinin tork kuvveti üzerine korelasyonunun belirlenmesi

ANOVA ^b						
Model		Kareler Toplamı	df	Ortalama Karesi	F	Olasılık
Oda	Regresyon	1050,898	1	1050,898	35,157	,000 ^a
	Hata	7562,606	253	29,892		
	Toplam	8613,504	254			

a. (Sabit), tork

b. Bağlı Değişken: İç Basınç

Çizelge B.11 : Deneme testlerinde 2500 ml’lik PET paketlerin 3 farklı depolama koşulunun içeceklerin içerdikleri karbondioksit miktarlarına etkisinin incelenmesi

Tanımlayıcı								
Karbondioksit								
	N	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	% 95 Güven Aralığı		Min	Max
					Alt limit	Üst limit		
Buzdolabı	51	3,95	0,11	0,02	3,92	3,98	3,76	4,10
Güneşli ortam	51	3,83	0,16	0,02	3,79	3,87	3,57	4,10
Oda	51	3,71	0,28	0,04	3,63	3,79	3,26	4,10
Toplam	153	3,83	0,22	0,02	3,80	3,86	3,26	4,10

ANOVA					
Karbondioksit					
	Kareler Toplamı	df	Ortalama Karesi	F	Olasılık
Grup içi	1,471	2	0,736	19,617	0
Gruplar arası	5,625	150	0,037		
Toplam	7,096	152			

Karbondioksit				
Duncan				
kosul	N	Alfa alt gruplar= 0.05		
		1	2	3
22	51	3,71		
14	51		3,83	
4	51			3,95
Olasılık		1,00	1,00	1,00

Çizelge B.12 : Deneme testlerinde 8 C’de depolanan farklı materyaldeki 1500 ml PET ve PC paketlerin karbonasyon kayıpları üzerine etkilerinin belirlenmesi

Karbon dioksit	Tanımlayıcı							
					% 95 Güven Aralığı			
	N	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	Alt limit	Üst limit	Min	Max
1(pet)	51	3,80	0,17	0,02	3,75	3,85	3,25	4,07
2(pc)	51	4,04	0,09	0,01	4,02	4,07	3,82	4,19
Toplam	102	3,92	0,18	0,02	3,89	3,96	3,25	4,19

ANOVA					
Karbon dioksit					
	Kareler Toplamı	Df	Ortalama Karesi	F	Olasılık
Grup içi	1,469	1	1,469	81,79	0
Gruplar arası	1,796	100	0,018		
Toplam	3,265	101			

Çizelge B.13 : Deneme testlerinde 22 C’de depolanan farklı materyaldeki 1500 ml PET ve PC paketlerin karbonasyon kayıpları üzerine etkilerinin belirlenmesi

Karbon dioksit	Tanımlayıcı							
					% 95 Güven Aralığı			
	N	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	Alt limit	Üst limit	Min	Max
1 (pet)	51	3,71	0,19	0,03	3,65	3,76	3,33	4,01
2 (pc)	51	3,88	0,17	0,02	3,83	3,93	3,64	4,19
Toplam	102	3,79	0,20	0,02	3,75	3,83	3,33	4,19

ANOVA					
Karbon dioksit					
	Kareler Toplamı	df	Ortalama Karesi	F	Olasılık
Grup içi	0,787	1	0,787	24,847	0
Gruplar arası	3,168	100	0,032		
Toplam	3,955	101			

Çizelge B.14 : Deneme testlerinde 2500 ml'lik PET paketlerin oda ve buzdolabı koşullarının içeceklerin içerdikleri karbondioksit miktarlarına etkisinin incelenmesi

Karbondioksit	Tanımlayıcı						
					% 95 Güven Aralığı		
	N	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	Alt limit	Üst limit	Min Max
8	51	3,95	0,11	0,02	3,92	3,98	3,76 4,10
22	51	3,71	0,28	0,04	3,63	3,79	3,26 4,10
Toplam	102	3,83	0,24	0,02	3,78	3,88	3,26 4,10

ANOVA					
Karbondioksit					
	Kareler Toplamı	Df	Ortalama Karesi	F	Olasılık
Grup içi	1,47	1	1,47	33,42	0
Gruplar arası	4,40	100	0,04		
Toplam	5,87	101			

Çizelge B.15 : Deneme testlerinde 1500 ml'lik PET paketlerin oda ve buzdolabı koşullarının içeceklerin içerdikleri karbondioksit miktarlarına etkisinin incelenmesi

Karbondioksit	Tanımlayıcı						
					% 95 Güven Aralığı		
	N	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	Alt limit	Üst limit	Min Max
8	51	3,80	0,17	0,02	3,75	3,85	3,25 4,07
22	51	3,71	0,19	0,03	3,65	3,76	3,33 4,01
Toplam	102	3,75	0,18	0,02	3,72	3,79	3,25 4,07

ANOVA					
Karbondioksit					
	Kareler Toplamı	Df	Ortalama Karesi	F	Olasılık
Grup içi	0,235	1	0,235	7,456	0,007
Gruplar arası	3,157	100	0,032		
Toplam	3,393	101			

Çizelge B.16 : Deneme testlerinde 1000 ml'lik PET paketlerin oda ve buzdolabı koşullarının içeceklerin içerdikleri karbondioksit miktarlarına etkisinin incelenmesi

Tanımlayıcı								
Karbondioksit								
	N	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	% 95 Güven Aralığı		Min	Max
					Alt limit	Üst limit		
8	51	3,70	0,15	0,02	3,65	3,74	3,36	4,03
22	51	3,50	0,24	0,03	3,43	3,57	3,07	3,97
Toplam	102	3,60	0,22	0,02	3,55	3,64	3,07	4,03

ANOVA					
Karbondioksit					
	Kareler Toplamı	Df	Ortalama Karesi	F	Olasılık
Grup içi	1,014	1	1,014	25,002	0
Gruplar arası	4,056	100	0,041		
Toplam	5,07	101			

Çizelge B.17 : Deneme testlerinde 450 ml'lik PET paketlerin oda ve buzdolabı koşullarının içeceklerin içerdikleri karbondioksit miktarlarına etkisinin incelenmesi

Tanımlayıcı								
Karbondioksit								
	N	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	% 95 Güven Aralığı		Min	Max
					Alt limit	Üst limit		
8	51	3,88	0,17	0,02	3,83	3,93	3,50	4,19
22	51	3,55	0,33	0,05	3,46	3,65	3,01	4,19
Toplam	102	3,72	0,31	0,03	3,66	3,78	3,01	4,19

ANOVA					
Karbondioksit					
	Kareler Toplamı	df	Ortalama Karesi	F	Olasılık
Grup içi	2,728	1	2,728	39,886	0
Gruplar arası	6,839	100	0,068		
Toplam	9,566	101			

Çizelge B.18 : Deneme testlerinde 250 ml'lik PET paketlerin oda ve buzdolabı koşullarının içeceklerin içerdikleri karbondioksit miktarlarına etkisinin incelenmesi

Tanımlayıcı								
Karbondioksit								
	N	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	% 95 Güven Aralığı		Min	Max
					Alt limit	Üst limit		
8	51	4,04	0,20	0,03	3,98	4,10	3,64	4,39
22	51	3,74	0,37	0,05	3,63	3,84	3,09	4,34
Toplam	102	3,89	0,33	0,03	3,82	3,95	3,09	4,39

ANOVA					
Karbondioksit					
	Kareler Toplamı	Df	Ortalama Karesi	F	Olasılık
Grup içi	2,355	1	2,355	27,074	0
Gruplar arası	8,7	100	0,087		
Toplam	11,055	101			

Çizelge B.19 : Deneme testlerinde 8 C’de depolanan 250 ml PET paketlerin depolama sürelerinin karbonasyon kayıpları üzerine etkilerinin belirlenmesi

Özet

Model	R	R Karesi	Düzeltilmiş R Karesi	Standart hata
Buzdolabı	,962 ^a	0,926	0,925	0,05443

a. (Sabit), Süre (Gün)

ANOVA^b

Model	Kareler Toplamı	df	Ortalama Kareleri	F	Olasılık
Buzdolabı Regression	1,821	1	1,821	614,903	,000 ^a
Residual	0,145	49	0,003		
Toplam	1,966	50			

a. (Sabit), Süre (Gün)

b. Bağıl Değişken: Karbondioksit

Regresyon Katsayıları

Model	Standart olmayan katsayılar	Standart katsayılar	t	Olasılık
	B	Standart hata	Beta	
Buzdolabı (Sabit)	4,263	0,012	361,167	0
Süre (Gün)	-0,007	0	-24,797	0

a. Bağıl Değişken: Karbondioksit

Karbondioksit

Duncan

Süre (Gün)	N	Alfa alt gruplar= 0.05										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
84	3	3,68	3,79									
77	3											
70	3				3,84							
49	3				3,87	3,87						
63	3				3,88	3,88						
56	3					3,90						
42	3					3,91						
35	3						3,98					
28	3							4,03				
21	3								4,12			
4	3						4,14					
14	3						4,15					
10	3							4,20				
7	3								4,25			
1	3								4,28	4,28		
2	3									4,31		
0	3											
Olasılık		1	1	0,073	0,083	1	1	0,292	1	0,083	0,203	0,114

Çizelge B.19 : (Devam)

Karbondioksit	Tanımlayıcı							
					% 95 Güven Aralığı			
	N	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	Alt limit	Üst limit	Min	Max
0	3	4,34	0,05	0,03	4,23	4,46	4,30	4,39
1	3	4,28	0,03	0,02	4,21	4,36	4,25	4,31
2	3	4,31	0,01	0,01	4,29	4,33	4,30	4,32
4	3	4,14	0,02	0,01	4,11	4,18	4,13	4,16
7	3	4,25	0,01	0,01	4,22	4,28	4,24	4,26
10	3	4,20	0,04	0,02	4,10	4,29	4,17	4,24
14	3	4,15	0,02	0,01	4,11	4,18	4,13	4,16
21	3	4,12	0,02	0,01	4,09	4,16	4,11	4,14
28	3	4,03	0,02	0,01	4,00	4,07	4,02	4,05
35	3	3,98	0,02	0,01	3,94	4,01	3,96	3,99
42	3	3,91	0,02	0,01	3,87	3,95	3,89	3,92
49	3	3,87	0,03	0,02	3,80	3,94	3,85	3,90
56	3	3,90	0,03	0,01	3,84	3,97	3,88	3,93
63	3	3,88	0,02	0,01	3,83	3,94	3,87	3,91
70	3	3,84	0,01	0,00	3,83	3,86	3,84	3,85
77	3	3,79	0,02	0,01	3,73	3,84	3,76	3,80
84	3	3,68	0,05	0,03	3,56	3,79	3,64	3,73
Toplam	51	4,04	0,20	0,03	3,98	4,10	3,64	4,39

Çizelge B.20 : Deneme testlerinde 8 C’de depolanan 450 ml PET paketlerin depolama sürelerinin karbonasyon kayıpları üzerine etkilerinin belirlenmesi

Özet

Model	R	R Karesi	Düzeltilmiş R Karesi	Standart hata
Buzdolabı	,851 ^a	0,724	0,718	0,087819

a. (Sabit), Süre (Gün)

ANOVA^b

		Kareler Toplamı	df	Ortalama Karesi	F	Olasılık
Buzdolabı	Regression	0,99	1	0,99	128,335	,000 ^a
	Residual	0,378	49	0,008		
	Toplam	1,368	50			

a. (Sabit), Süre (Gün)

b. Bağlı Değişken: Karbondioksit

Regresyon Katsayıları

Model		Standart olmayan katsayılar		Standart katsayılar	t	Olasılık
		B	Standart hata	Beta		
1	(Sabit)	4,046	0,019		212,404	0
	Süre (Gün)	-0,005	0	-0,851	-11,328	0

a. Bağlı Değişken: Karbondioksit

Tanımlayıcı

Karbondioksit								
					% 95 Güven Aralığı			
	N	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	Alt limit	Üst limit	Min	Max
0	3	4,09	0,01	0,00	4,07	4,10	4,08	4,09
1	3	4,15	0,07	0,04	3,98	4,31	4,07	4,19
2	3	4,00	0,07	0,04	3,83	4,17	3,93	4,07
4	3	3,93	0,26	0,15	3,30	4,57	3,64	4,11
7	3	4,07	0,04	0,02	3,97	4,17	4,03	4,11
10	3	3,97	0,04	0,02	3,87	4,06	3,94	4,01
14	3	3,90	0,06	0,03	3,76	4,04	3,84	3,95
21	3	3,96	0,02	0,01	3,90	4,01	3,93	3,97
28	3	3,95	0,05	0,03	3,82	4,07	3,89	3,99
35	3	3,85	0,12	0,07	3,55	4,15	3,71	3,93
42	3	3,78	0,06	0,03	3,63	3,93	3,72	3,84
49	3	3,80	0,03	0,02	3,72	3,88	3,78	3,84
56	3	3,81	0,08	0,04	3,62	3,99	3,72	3,86
63	3	3,74	0,09	0,05	3,51	3,96	3,64	3,82
70	3	3,70	0,02	0,01	3,65	3,75	3,68	3,72
77	3	3,68	0,04	0,02	3,59	3,77	3,64	3,71
84	3	3,61	0,10	0,06	3,36	3,86	3,50	3,69
Toplam	51	3,88	0,17	0,02	3,83	3,93	3,50	4,19

Çizelge B.20 : (Devam)

Karbondioksit

Duncan

Süre (Gün)	N	Alfa alt gruplar= 0.05							
		1	2	3	4	5	6	7	8
84	3	3,61							
77	3	3,68	3,68						
70	3	3,70	3,70	3,70					
63	3	3,74	3,74	3,74					
42	3		3,78	3,78	3,78				
49	3		3,80	3,80	3,80	3,80			
56	3		3,81	3,81	3,81	3,81			
35	3			3,85	3,85	3,85	3,85		
14	3				3,90	3,90	3,90		
4	3				3,93	3,93	3,93	3,93	
28	3				3,95	3,95	3,95	3,95	
21	3					3,96	3,96	3,96	
10	3					3,97	3,97	3,97	
2	3						4,00	4,00	4,00
7	3							4,07	4,07
0	3							4,09	4,09
1	3								4,15
Olasılık		0,12	0,13	0,07	0,05	0,06	0,08	0,07	0,07

Çizelge B.21 : Deneme testlerinde 8 C’de depolanan 1000 ml PET paketlerin depolama sürelerinin karbonasyon kayıpları üzerine etkilerinin belirlenmesi

Özet

Model	R	R Karesi	Düzeltilmiş R Karesi	Standart hata
1	0,929 ^a	0,864	0,861	0,054443

a. (Sabit), Süre (Gün)

ANOVA^b

Model	Kareler Toplamı	df	Ortalama Kareleri	F	Olasılık
Buzdolabı Regresyon	0,921	1	0,921	310,723	,000 ^a
Hata	0,145	49	0,003		
Toplam	1,066	50			

a. (Sabit), Süre (Gün)

b. BağılDeğişken: Karbondioksit

Regresyon Katsayıları

Model		Standart olmayan katsayılar		Standart katsayılar	t	Olasılık
		B	Standart hata	Beta		
Buzdolabı	(Sabit)	3,855	0,012		326,431	0
	Süre (Gün)	-0,005	0	-0,929	-17,627	0

a. Bağıl Değişken: Karbondioksit

Tanımlayıcı

Karbondioksit								
					% 95 Güven Aralığı			
	N	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	Alt limit	Üst limit	Min	Max
0	3	3,97	0,07	0,04	3,79	4,14	3,89	4,03
1	3	3,90	0,02	0,01	3,86	3,93	3,88	3,91
2	3	3,82	0,08	0,04	3,63	4,01	3,75	3,90
4	3	3,84	0,06	0,04	3,69	3,99	3,80	3,91
7	3	3,79	0,01	0,00	3,78	3,81	3,79	3,80
10	3	3,77	0,05	0,03	3,66	3,88	3,72	3,81
14	3	3,75	0,04	0,02	3,66	3,84	3,72	3,79
21	3	3,72	0,02	0,01	3,68	3,75	3,70	3,73
28	3	3,71	0,05	0,03	3,59	3,84	3,66	3,76
35	3	3,66	0,04	0,02	3,57	3,76	3,62	3,69
42	3	3,62	0,02	0,01	3,57	3,67	3,60	3,64
49	3	3,60	0,04	0,02	3,50	3,70	3,56	3,64
56	3	3,61	0,02	0,01	3,56	3,66	3,59	3,63
63	3	3,56	0,02	0,01	3,50	3,61	3,54	3,58
70	3	3,57	0,04	0,02	3,48	3,65	3,53	3,60
77	3	3,52	0,03	0,02	3,45	3,59	3,49	3,55
84	3	3,42	0,07	0,04	3,26	3,58	3,36	3,49
Toplam	51	3,70	0,15	0,02	3,65	3,74	3,36	4,03

Çizelge B.21 : (Devam)

Karbondioksit

Duncan

		Alfa alt gruplar= 0.05										
Süre (Gün)	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
84	3	3,42										
77	3		3,52									
63	3		3,56	3,56								
70	3		3,57	3,57								
49	3			3,60	3,60							
56	3			3,61	3,61							
42	3			3,62	3,62							
35	3				3,66	3,66						
28	3					3,71	3,71					
21	3					3,72	3,72	3,72				
14	3						3,75	3,75	3,75			
10	3						3,77	3,77	3,77	3,77		
7	3							3,79	3,79	3,79		
2	3								3,82	3,82		
4	3									3,84	3,84	
1	3										3,90	3,90
0	3											3,97
Olasılık		1,00	0,22	0,12	0,13	0,16	0,15	0,05	0,08	0,08	0,12	0,06

Çizelge B.22 : Deneme testlerinde 8 C’de depolanan 1500 ml PET paketlerin depolama sürelerinin karbonasyon kayıpları üzerine etkilerinin belirlenmesi

Özet

Model	R	R Karesi	Düzeltilmiş R Karesi	Standart hata
1	0,884 ^a	0,781	0,776	0,057819

a. (Sabit), Süre (Gün)

ANOVA^b

Model		Kareler Toplamı	df	Ortalama Kareleri	F	Olasılık
1	Regression	0,583	1	0,583	174,475	,000 ^a
	Residual	0,164	49	0,003		
	Toplam	0,747	50			

a. (Sabit), Süre (Gün)

b. Bağıl Değişken: Karbondioksit

Regresyon Katsayıları

Model		Standart olmayan katsayılar		Standart katsayılar	t	Olasılık
		B	Standart hata	Beta		
1	(Sabit)	3,962	0,013		315,904	0
	Süre (Gün)	-0,004	0	-0,884	-13,209	0

a. Bağıl Değişken: Karbondioksit

Tanımlayıcı

Karbondioksit								
	N	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	% 95 Güven Aralığı		Min	Max
					Alt limit	Üst limit		
0	3	4,03	0,03	0,02	3,95	4,11	3,99	4,05
1	3	3,77	0,45	0,26	2,67	4,88	3,26	4,05
2	3	3,81	0,20	0,12	3,31	4,30	3,58	3,96
4	3	3,75	0,44	0,25	2,66	4,83	3,25	4,07
7	3	3,94	0,02	0,01	3,88	3,99	3,91	3,95
10	3	3,94	0,03	0,02	3,85	4,03	3,90	3,96
14	3	3,91	0,01	0,01	3,89	3,93	3,90	3,92
21	3	3,76	0,03	0,02	3,68	3,83	3,73	3,79
28	3	3,81	0,04	0,02	3,71	3,91	3,77	3,85
35	3	3,82	0,02	0,01	3,78	3,85	3,80	3,83
42	3	3,82	0,06	0,04	3,66	3,97	3,78	3,89
49	3	3,75	0,08	0,04	3,56	3,94	3,67	3,82
56	3	3,77	0,04	0,02	3,68	3,86	3,73	3,80
63	3	3,72	0,07	0,04	3,56	3,88	3,66	3,79
70	3	3,68	0,04	0,02	3,59	3,77	3,64	3,71
77	3	3,68	0,05	0,03	3,57	3,79	3,63	3,72
84	3	3,68	0,03	0,01	3,61	3,74	3,65	3,70
Toplam	51	3,80	0,17	0,02	3,75	3,85	3,25	4,07

Çizelge B.22 : (Devam)**Karbondiyoksit**

Duncan

Süre (Gün)	N	Alfa alt gruplar= 0.05	
		1	2
84	3	3,68	
70	3	3,68	
77	3	3,68	
63	3	3,72	3,72
4	3	3,75	3,75
49	3	3,75	3,75
21	3	3,76	3,76
56	3	3,77	3,77
1	3	3,77	3,77
2	3	3,81	3,81
28	3	3,81	3,81
35	3	3,82	3,82
42	3	3,82	3,82
14	3	3,91	3,91
7	3	3,94	3,94
10	3	3,94	3,94
0	3		4,03
Olasılık		0,11	0,07

Çizelge B.23 : Deneme testlerinde 8 C’de depolanan 2500 ml PET paketlerin depolama sürelerinin karbonasyon kayıpları üzerine etkilerinin belirlenmesi

Özet

Model	R	R Karesi	Düzeltilmiş R Karesi	Tahmin standart hatası
Buzdolabı	0,969 ^a	0,94	0,939	0,027299

a. (Sabit), Süre (Gün)

ANOVA^b

Model		Kareler Toplamı	Df	Ortalama Karesi	F	Olasılık
Buzdolabı	Regression	0,57	1	0,57	764,301	,000 ^a
	Residual	0,037	49	0,001		
	Toplam	0,606	50			

a. (Sabit), Süre (Gün)

b. Bağıl Değişken: Karbondioksit

Regresyon Katsayıları

Model		Standart olmayan katsayılar		Standart katsayılar	t	Olasılık
		B	Standart hata	Beta		
1	(Sabit)	4,074	0,006		688,142	0
	Süre (Gün)	-0,004	0	-0,969	-27,646	0

a. Bağıl Değişken: Karbondioksit

Tanımlayıcı

Karbondioksit								
					Aralığı			
	N	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	Alt limit	Üst limit	Min	Max
0	3	4,09	0,01	0,01	4,07	4,11	4,08	4,10
1	3	4,07	-	-	4,07	4,07	4,07	4,07
2	3	4,07	0,01	0,01	4,05	4,09	4,06	4,08
4	3	4,08	0,01	0,01	4,06	4,10	4,07	4,09
7	3	4,04	-	-	4,04	4,04	4,04	4,04
10	3	4,05	0,01	0,00	4,03	4,06	4,04	4,05
14	3	4,04	0,01	0,01	4,02	4,06	4,03	4,05
21	3	3,96	0,01	0,01	3,94	3,98	3,95	3,97
28	3	3,97	0,01	0,01	3,95	3,99	3,96	3,98
35	3	3,93	0,01	0,00	3,91	3,94	3,92	3,93
42	3	3,93	0,02	0,01	3,89	3,96	3,91	3,94
49	3	3,82	0,06	0,03	3,68	3,95	3,76	3,87
56	3	3,86	0,01	0,01	3,84	3,88	3,85	3,87
63	3	3,84	0,02	0,01	3,79	3,89	3,82	3,86
70	3	3,83	-	-	3,83	3,83	3,83	3,83
77	3	3,81	0,01	0,00	3,79	3,82	3,80	3,81
84	3	3,77	0,01	0,01	3,74	3,80	3,76	3,78
Toplam	51	3,95	0,11	0,02	3,92	3,98	3,76	4,10

Çizelge B.23 : (Devam)

Karbondioksit

Duncan

Süre (Gün)	N	Alfa alt gruplar= 0.05							
		1	2	3	4	5	6	7	8
84	3	3,77							
77	3		3,81						
49	3		3,82	3,82					
70	3		3,83	3,83					
63	3			3,84	3,84				
56	3				3,86				
35	3					3,93			
42	3					3,93			
21	3						3,96		
28	3						3,97		
7	3							4,04	
14	3							4,04	
10	3							4,05	
1	3							4,07	4,07
2	3							4,07	4,07
4	3								4,08
0	3								4,09
Olasılık		1,00	0,11	0,11	0,15	1,00	0,46	0,05	0,18

Çizelge B.24 : Deneme testlerinde 22 C’de depolanan 250 ml PET paketlerin depolama sürelerinin karbonasyon kayıpları üzerine etkilerinin belirlenmesi

Özet

Model	R	R Karesi	Düzeltilmiş R Karesi	Standart hata
Oda	0,956 ^a	0,914	0,912	0,108555

a. (Sabit), Süre (Gün)

ANOVA^b

Model		Kareler Toplamı	Df	Ortalama Kare	F	Olasılık
Oda	Regression	6,156	1	6,156	522,396	,000 ^a
	Residual	0,577	49	0,012		
	Toplam	6,733	50			

a. (Sabit), Süre (Gün)

b.Bağıl Değişken: Karbondioksit

Regresyon Katsayıları

Model		Standart olmayan katsayılar		Standart katsayılar	t	Olasılık
		B	Standart hata	Beta		
Oda	(Sabit)	4,147	0,024		176,125	0
	Süre (Gün)	-0,012	0,001	-0,956	-22,856	0

a. Bağıl Değişken: Karbondioksit

Tanımlayıcı

Karbondioksit								
	N	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	% 95 Güven Aralığı		Min	Max
					Alt limit	Üst limit		
0	3	4,31	0,03	0,02	4,24	4,38	4,29	4,34
1	3	4,28	0,02	0,01	4,24	4,31	4,26	4,29
2	3	4,29	0,02	0,01	4,26	4,33	4,28	4,31
4	3	3,92	0,01	0,01	3,89	3,95	3,91	3,93
7	3	3,87	0,03	0,02	3,80	3,94	3,85	3,90
10	3	3,88	0,03	0,02	3,81	3,95	3,85	3,91
14	3	3,88	0,02	0,01	3,85	3,92	3,87	3,90
21	3	3,90	0,02	0,01	3,86	3,93	3,88	3,91
28	3	3,79	0,02	0,01	3,75	3,83	3,78	3,81
35	3	3,78	0,05	0,03	3,67	3,90	3,73	3,81
42	3	3,67	0,01	0,01	3,64	3,70	3,66	3,68
49	3	3,59	0,03	0,01	3,53	3,66	3,57	3,62
56	3	3,44	0,02	0,01	3,39	3,50	3,42	3,46
63	3	3,31	0,03	0,02	3,24	3,38	3,28	3,33
70	3	3,29	0,01	0,00	3,28	3,31	3,29	3,30
77	3	3,20	0,01	0,01	3,17	3,23	3,19	3,21
84	3	3,10	0,01	0,01	3,08	3,12	3,09	3,11
Toplam	51	3,74	0,37	0,05	3,63	3,84	3,09	4,34

Çizelge B.24 : (Devam)

Karbondioksit

Duncan

Süre (Gün)	N	Alfa alt gruplar= 0.05									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
84	3	3,10									
77	3		3,20								
70	3			3,29							
63	3			3,31							
56	3				3,44						
49	3					3,59					
42	3						3,67				
35	3							3,78			
28	3							3,79			
7	3								3,87		
10	3								3,88	3,88	
14	3								3,88	3,88	
21	3								3,90	3,90	
4	3									3,92	
1	3										4,28
2	3										4,29
0	3										4,31
Olasılık		1,00	1,00	0,35	1,00	1,00	1,00	0,71	0,18	0,07	0,08

Çizelge B.25 : Deneme testlerinde 22 C’de depolanan 450 ml PET paketlerin depolama sürelerinin karbonasyon kayıpları üzerine etkilerinin belirlenmesi

Özet

Model	R	R Karesi	Düzeltilmiş R Karesi	Standart hata
Oda	0,938 ^a	0,879	0,876	0,116274

a. (Sabit), Süre (Gün)

ANOVA^b

Model	Kareler Toplamı	df	Ortalama Kare	F	Olasılık
Oda Regression	4,809	1	4,809	355,668	,000 ^a
Residual	0,662	49	0,014		
Toplam	5,471	50			

a. (Sabit), Süre (Gün)

b.Bağıl Değişken: Karbondioksit

Regresyon Katsayıları

Model		Standart olmayan katsayılar		Standart katsayılar	t	Olasılık
		B	Standart hata	Beta		
1	(Sabit)	3,917	0,025		155,323	0
	Süre (Gün)	-0,011	0,001	-0,938	-18,859	0

a. Bağıl Değişken: Karbondioksit

Tanımlayıcı

Karbondioksit								
					% 95 Güven Aralığı			
	N	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	Alt limit	Üst limit	Min	Max
0	3	4,19	-	-	4,19	4,19	4,19	4,19
1	3	3,96	0,02	0,01	3,92	3,99	3,94	3,97
2	3	3,72	0,29	0,17	2,99	4,44	3,38	3,90
4	3	3,89	0,07	0,04	3,72	4,06	3,81	3,94
7	3	3,82	0,09	0,05	3,59	4,06	3,75	3,93
10	3	3,80	0,04	0,02	3,71	3,89	3,76	3,83
14	3	3,68	0,09	0,05	3,44	3,91	3,57	3,75
21	3	3,68	0,08	0,05	3,48	3,88	3,59	3,73
28	3	3,59	-	-	3,59	3,59	3,59	3,59
35	3	3,46	0,05	0,03	3,33	3,58	3,41	3,51
42	3	3,43	0,08	0,04	3,23	3,62	3,34	3,49
49	3	3,39	0,05	0,03	3,27	3,52	3,35	3,45
56	3	3,28	0,09	0,05	3,06	3,51	3,18	3,34
63	3	3,22	0,03	0,02	3,15	3,30	3,19	3,25
70	3	3,18	-	-	3,18	3,18	3,18	3,18
77	3	3,10	0,06	0,03	2,95	3,25	3,04	3,16
84	3	3,03	0,02	0,01	2,99	3,06	3,01	3,04
Toplam	51	3,55	0,33	0,05	3,46	3,65	3,01	4,19

Çizelge B.25 : (Devam)

Karbondioksit

Duncan

Süre (Gün)	N	Alfa alt gruplar= 0.05									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
84	3	3,03									
77	3	3,10	3,10								
70	3	3,18	3,18	3,18							
63	3		3,22	3,22							
56	3			3,28	3,28						
49	3				3,39	3,39					
42	3				3,43	3,43					
35	3					3,46	3,46				
28	3						3,59	3,59			
14	3							3,68	3,68		
21	3							3,68	3,68		
2	3							3,72	3,72		
10	3								3,80	3,80	
7	3								3,82	3,82	
4	3									3,89	
1	3									3,96	
0	3										4,19
Olasılık		0,06	0,13	0,20	0,08	0,43	0,08	0,13	0,09	0,06	1,00

Çizelge B.26 : Deneme testlerinde 22 C’de depolanan 1000 ml PET paketlerin depolama sürelerinin karbonasyon kayıpları üzerine etkilerinin belirlenmesi

Özet

Model	R	R Karesi	Düzeltilmiş R Karesi	Standart hata
Oda	0,944 ^a	0,892	0,89	0,081255

a. (Sabit), Süre (Gün)

ANOVA^b

Model	Kareler Toplamı	df	Ortalama Kare	F	Olasılık
Oda Regression	2,666	1	2,666	403,779	,000 ^a
Residual	0,324	49	0,007		
Toplam	2,989	50			

a. (Sabit), Süre (Gün)

b. Bağıl Değişken: Karbondioksit

Regresyon Katsayıları

Model		Standart olmayan katsayılar		Standart katsayılar	t	Olasılık
		B	Standart hata	Beta		
Oda	(Sabit)	3,767	0,018		213,731	0
	Süre (Gün)	-0,008	0	-0,944	-20,094	0

a. Bağıl Değişken: Karbondioksit

Tanımlayıcı

Karbondioksit								
	N	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	% 95 Güven Aralığı		Min	Max
					Alt limit	Üst limit		
0	3	3,96	0,02	0,01	3,92	3,99	3,94	3,97
1	3	3,87	0,03	0,01	3,81	3,94	3,85	3,90
2	3	3,72	0,02	0,01	3,66	3,77	3,70	3,74
4	3	3,74	0,04	0,02	3,65	3,83	3,70	3,77
7	3	3,65	0,04	0,03	3,54	3,76	3,62	3,70
10	3	3,61	0,07	0,04	3,44	3,78	3,53	3,66
14	3	3,56	0,08	0,04	3,37	3,75	3,49	3,64
21	3	3,57	-	-	3,57	3,57	3,57	3,57
28	3	3,51	0,04	0,02	3,41	3,62	3,48	3,56
35	3	3,48	0,07	0,04	3,30	3,66	3,40	3,54
42	3	3,36	0,03	0,02	3,28	3,44	3,32	3,38
49	3	3,32	0,08	0,05	3,13	3,51	3,23	3,37
56	3	3,33	0,03	0,02	3,25	3,40	3,31	3,36
63	3	3,26	0,02	0,01	3,23	3,30	3,25	3,28
70	3	3,23	0,07	0,04	3,07	3,39	3,16	3,29
77	3	3,13	0,03	0,01	3,07	3,20	3,11	3,16
84	3	3,14	0,06	0,04	2,99	3,30	3,07	3,18
Toplam	51	3,50	0,24	0,03	3,43	3,57	3,07	3,97

Çizelge B.26 : (Devam)

Karbondioksit

Duncan

Süre (Gün)	N	Alfa alt gruplar= 0.05											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
77	3	3,13											
84	3	3,14											
70	3		3,23										
63	3		3,26	3,26									
49	3			3,32	3,32								
56	3			3,33	3,33								
42	3				3,36								
35	3					3,48							
28	3					3,51	3,51						
14	3					3,56	3,56	3,56					
21	3						3,57	3,57	3,57				
10	3							3,61	3,61				
7	3								3,65	3,65			
2	3									3,72	3,72		
4	3										3,74		
1	3											3,87	
0	3												3,96
Olasılık		0,80	0,35	0,13	0,38	0,06	0,18	0,27	0,06	0,10	0,55	1,00	1,00

Çizelge B.27 : Deneme testlerinde 22 C’de depolanan 1500 ml PET paketlerin depolama sürelerinin karbonasyon kayıpları üzerine etkilerinin belirlenmesi

Özet

Model	R	R Karesi	Düzeltilmiş R Karesi	Standart hata
Oda	0,950 ^a	0,903	0,901	0,059288

a. (Sabit), Süre (Gün)

ANOVA^b

		Kareler Toplamı	Df	Ortalama Karesi	F	Olasılık
Oda	Regression	1,595	1	1,595	453,718	,000 ^a
	Residual	0,172	49	0,004		
	Toplam	1,767	50			

a. (Sabit), Süre (Gün)

b.Bağıl Değişken: Karbondioksit

Regresyon Katsayıları

Model		Standart olmayan katsayılar		Standart katsayılar	t	Olasılık
		B	Standart hata	Beta		
Oda	(Sabit)	3,914	0,013		304,412	0
	Süre (Gün)	-0,006	0	-0,95	-21,301	0

a. Bağıl Değişken: Karbondioksit

Tanımlayıcı

Karbon dioksit								
					% 95 Güven Aralığı			
	N	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	Alt limit	Üst limit	Min	Max
0	3	4,00	0,01	0,01	3,98	4,02	3,99	4,01
1	3	3,90	0,04	0,02	3,81	4,00	3,86	3,93
2	3	3,93	0,03	0,02	3,86	4,00	3,90	3,96
4	3	3,92	0,03	0,02	3,84	4,00	3,90	3,96
7	3	3,86	0,08	0,04	3,67	4,04	3,77	3,91
10	3	3,85	0,07	0,04	3,68	4,02	3,77	3,90
14	3	3,83	0,05	0,03	3,71	3,95	3,78	3,88
21	3	3,65	0,04	0,03	3,54	3,76	3,60	3,68
28	3	3,75	0,05	0,03	3,63	3,86	3,70	3,79
35	3	3,63	0,03	0,02	3,56	3,70	3,60	3,66
42	3	3,62	0,03	0,01	3,56	3,69	3,60	3,65
49	3	3,64	0,02	0,01	3,60	3,68	3,62	3,65
56	3	3,57	0,02	0,01	3,52	3,62	3,55	3,59
63	3	3,48	0,06	0,03	3,34	3,63	3,44	3,55
70	3	3,48	0,01	0,00	3,47	3,50	3,48	3,49
77	3	3,48	0,04	0,02	3,38	3,58	3,44	3,52
84	3	3,40	0,06	0,03	3,25	3,54	3,33	3,44
Toplam	51	3,71	0,19	0,03	3,65	3,76	3,33	4,01

Çizelge B.27 : (Devam)

Karbondioksit

Duncan

Süre (Gün)	N	Alfa alt gruplar= 0.05								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
84	3	3,40								
77	3		3,48							
63	3		3,48							
70	3		3,48							
56	3			3,57						
42	3			3,62	3,62					
35	3			3,63	3,63					
49	3			3,64	3,64					
21	3				3,65					
28	3					3,75				
14	3						3,83			
10	3						3,85	3,85		
7	3						3,86	3,86	3,86	
1	3						3,90	3,90	3,90	
4	3							3,92	3,92	
2	3								3,93	3,93
0	3									4,00
Olasılık		1,00	0,86	0,07	0,49	1,00	0,06	0,05	0,06	0,05

Çizelge B.28 : Deneme testlerinde 22 C’de depolanan 2500 ml PET paketlerin depolama sürelerinin karbonasyon kayıpları üzerine etkilerinin belirlenmesi

Özet

Model	R	R Karesi	Düzeltilmiş R Karesi	Standart hata
Oda	0,980 ^a	0,96	0,959	0,055982

a.(Sabit), Süre (Gün)

ANOVA^b

Model	Kareler Toplamı	Df	Ortalama Kare	F	Olasılık
Oda Regresyon	3,643	1	3,643	1.162	,000 ^a
Hata	0,154	49	0,003		
Toplam	3,797	50			

a. (Sabit), Süre (Gün)

b.Bağıl Değişken: Karbondioksit

Regresyon Katsayıları

Model		Standart olmayan katsayılar		Standart katsayılar	t	Olasılık
		B	Standart hata	Beta		
Oda	(Sabit)	4,025	0,012		331,523	0
	Süre (Gün)	-0,01	0	-0,98	-34,095	0

a.Bağıl Değişken: Karbondioksit

Tanımlayıcı

Karbondioksit								
					% 95 Güven Aralığı			
	N	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	Alt limit	Üst limit	Min	Max
0	3	4,09	0,01	0,01	4,07	4,11	4,08	4,10
1	3	4,08	0,01	0,01	4,06	4,10	4,07	4,09
2	3	4,06	0,02	0,01	4,01	4,11	4,04	4,08
4	3	4,06	0,01	0,01	4,04	4,08	4,05	4,07
7	3	3,88	0,02	0,01	3,83	3,93	3,86	3,90
10	3	3,93	0,01	0,01	3,91	3,95	3,92	3,94
14	3	3,87	0,01	0,01	3,85	3,89	3,86	3,88
21	3	3,79	0,02	0,01	3,75	3,82	3,77	3,80
28	3	3,68	0,01	0,01	3,66	3,70	3,67	3,69
35	3	3,64	-	-	3,64	3,64	3,64	3,64
42	3	3,55	0,04	0,02	3,45	3,65	3,51	3,59
49	3	3,53	0,02	0,01	3,49	3,56	3,51	3,54
56	3	3,48	0,01	0,00	3,46	3,49	3,47	3,48
63	3	3,41	0,02	0,01	3,36	3,47	3,39	3,43
70	3	3,38	0,02	0,01	3,34	3,41	3,36	3,39
77	3	3,35	-	-	3,35	3,35	3,35	3,35
84	3	3,29	0,02	0,01	3,23	3,34	3,26	3,30
Toplam	51	3,71	0,28	0,04	3,63	3,79	3,26	4,10

Çizelge B.28 : (Devam)

Karbondioksit

Duncan

		Alfa alt gruplar= 0.05											
Süre (Gün)	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
84	3	3,29											
77	3		3,35										
70	3		3,38										
63	3			3,41									
56	3				3,48								
49	3					3,53							
42	3					3,55							
35	3						3,64						
28	3							3,68					
21	3								3,79				
14	3									3,87			
7	3									3,88			
10	3										3,93		
2	3											4,06	
4	3											4,06	
1	3											4,08	4,08
0	3												4,09
Olasılık		1,00	0,06	1,00	1,00	0,10	1,00	1,00	1,00	0,47	1,00	0,17	0,47

Çizelge B.29 : Deneme testlerinde ortalama 14 °C’de (güneşli ortam) depolanan 2500ml PET paketlerin karbonasyon kayıpları üzerine etkilerinin belirlenmesi

Özet

Model	R	R Karesi	Düzeltilmiş R Karesi	Standart hata
Güneşli Ortam	0,962 ^a	0,925	0,923	0,043279

a. (Sabit), Süre (Gün)

ANOVA^b

Model	Kareler Toplamı	df	Ortalama Kareleri	F	Olasılık
Güneşli Ortam Regression	1,13	1	1,13	603,391	,000 ^a
Residual	0,092	49	0,002		
Toplam	1,222	50			

a. (Sabit), Süre (Gün)

b. Bağıl Değişken: Karbondioksit

Regresyon Katsayıları

Model	Standart olmayan katsayılar		Standart katsayılar	t	Olasılık
	B	Standart hata	Beta		
Güneşli Ortam (Sabit)	4,006	0,009		426,811	0
Süre (Gün)	-0,005	0	-0,962	-24,564	0

a. Bağıl Değişken: Karbondioksit

Çizelge B.30 : Deneme testlerinde ortalama 8 °C’de (güneşli ortam) depolanan 1500ml PC paketlerin karbonasyon kayıpları üzerine etkilerinin belirlenmesi

Özet

Model	R	R Karesi	Düzeltilmiş R Karesi	Standart hata
Buzdolabı	0,886 ^a	0,785	0,78	0,042232

a. (Sabit), Süre (Gün)

ANOVA^b

Model	Kareler Toplamı	df	Ortalama Kare	F	Olasılık
Buzdolabı					
Regresyon	0,318	1	0,318	178,415	,000 ^a
Hata	0,087	49	0,002		
Toplam	0,406	50			

a. (Sabit), Süre (Gün)

b. Bağıl Değişken: Karbondioksit

Regresyon Katsayıları

Model		Standart olmayan katsayılar		Standart katsayılar	t	Olasılık
		B	Standart hata	Beta		
Buzdolabı	(Sabit)	4,135	0,009		451,405	0
	Süre (Gün)	-0,003	0	-0,886	-13,357	0

a. Bağıl Değişken: Karbondioksit

Çizelge B.31 : Deneme testlerinde ortalama 22 °C’de (güneşli ortam) depolanan 1500ml PC paketlerin karbonasyon kayıpları üzerine etkilerinin belirlenmesi

Özet

Model	R	R Karesi	Düzeltilmiş R Karesi	Standart hata
Oda	0,956 ^a	0,914	0,913	0,049444

a. (Sabit), Süre (Gün)

ANOVA^b

Model	Kareler Toplamı	df	Ortalama Kare	F	Olasılık
Oda					
Regression	1,281	1	1,281	523,928	,000 ^a
Residual	0,12	49	0,002		
Toplam	1,401	50			

a. (Sabit), Süre (Gün)

b. Bağıl Değişken: Karbondioksit

Regresyon Katsayıları

Model		Standart olmayan katsayılar		Standart katsayılar	t	Olasılık
		B	Standart hata	Beta		
Oda	(Sabit)	4,068	0,011		379,373	0
	Süre (Gün)	-0,006	0	-0,956	-22,889	0

a. Bağıl Değişken: Karbondioksit

EK C.1

Çizelge C.1 : PET ve PC plastik şişelerin özellikleri (Üçüncü, 2000)

	PET	PC
Mekanik Özellikler		
Kalınlık, µm	1-350	2-500
Özgül ağırlık, g/cm ³	1,4	1,21
Gerilme direnci		
uzunlamasına, N/mm ²		250
yana doğru, N/mm ²	200	8
Kopmada uzama		
Uzunlamasına, %		30
Yana doğru, %	100	100
Elektiriksel Özellikleri		
Dielektrik şiddeti kV/mm	320	300
Dielektrik katsayısı 1 kHz	3.3	2.8
Güç faktörü	0,005	0,0012
Hacimsel direnç π(ohm)-cm	10 ¹⁸	2X10 ¹⁷
Isıl Özellikleri		
Mp, °C	260	260
Kullanma sıcaklık	-269	-240
Aralığı	180	140
Optik Özellikleri	1,60	1,60
Boyut stabilitesi		
Isıl genişleme katsayısı K ⁻¹	2X10 ⁻⁵	7X10 ⁻⁵
Fizikokimyasal özellikler		
Su absorpsiyonu, 24 saatte	0,5	0,35
Dayanıklılık,		
Güm ışığına	sınırlı	sınırlı
Organik çözümlere	orta	Orta
Asitlere	orta	Orta
Alkalilere	Düşük kons. dayanıklı	Düşük kons. dayanıklı
Tuz çözeltilerine	iyi	İyi
Geçirgenlik özellikleri		
Su buharı, gm ⁻² d ⁻¹	8	35
Oksijen, cm ³ m ⁻² d ⁻¹ bar ⁻¹	50	8000
Karbondiyoksit, cm ³ m ⁻² d ⁻¹ bar ⁻¹	250	25000
Azot, cm ³ m ⁻² d ⁻¹ bar ⁻¹	12	25

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Sevil BÜYÜKAĞAOĞLU

Doğum Yeri ve Tarihi: İzmir / Karşıyaka- 02/02/1985

Adres: Ağaoğlu Eltes Güneşi C3 D:114 Yukarı Dudullu – Ümraniye İstanbul

Lisans Üniversitesi: Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği
Bölümü

