

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**PORTAKALLI İÇECEK EMÜLSİYONLARINDA
ARABİK GAM VE TRAGAKANT GAM
KULLANIMININ EMÜLSİYON ÖZELLİKLERİ VE
LEZZET MADDELERİNİN SALINIMI ÜZERİNE
ETKİSİ**

Gülşah SÜMEN

Tez Danışmanı : Doç.Dr.Yeşim Elmacı

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu : 614.01.00.

Sunuş Tarihi : 11.01.2011

Bornova-İZMİR

2011

Gülşah Sümen tarafından yüksek lisans tezi olarak sunulan. “**Portakallı içecek emülsiyonlarında arabik gam ve tragakant gam kullanımının emülsiyon özellikleri ve lezzet maddelerinin salınımı üzerine etkisi**” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi'nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 05.01.2010 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:**İmza**

Jüri Başkanı :

Raportör Üye :

Üye :

ÖZET**PORTAKALLI İÇECEK EMÜLSİYONLARINDA ARABİK GAM
VE TRAGAKANT GAM KULLANIMININ EMÜLSİYON
ÖZELLİKLERİ VE LEZZET MADDELERİNİN SALINIMI
ÜZERİNE ETKİSİ**

SÜMEN, Gülşah

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Tez Yöneticisi: Doç. Dr. Yeşim ELMACI

Ocak 2011, 87 Sayfa

Bu çalışmada doğal gamlar Arabik gam ve tragakant gam kullanılarak istenilen fizikokimyasal özelliklere ve düşük lezzet salınımına sahip stabil içecek emülsiyonlarının üretilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla içecek emülsiyonlarının temel bileşenleri olan Arabik gam (%8.2-15.7), ve portakal yağı (%9.8-14.3), formülasyonlarda farklı oranlarda kullanılarak bu bileşenlerin içecek emülsiyonlarının fizikokimyasal özellikleri ve lezzet salınım miktarları üzerindeki etkileri incelenmiştir. Fizikokimyasal özelliklerin belirlenmesi amacıyla yoğunluk, pH, bulanıklık, boyut indeksi, emülsiyon stabilite indeksi ve reolojik (kıvam sabiti, akış davranış indeksi) analizler ile lezzet salınımının belirlenmesi amacıyla gaz kromatografik analizler gerçekleştirilmiştir. İçecek emülsiyonu formülasyonlarında lezzet salınımı miktarlarının 1 aylık depolama süresince zamana bağlı değişimleri ve lezzet salınım miktarlarının reolojik özelliklerden kıvam sabitiyle olan ilişkileri incelenmiştir. Çalışma sonucunda, formülasyonlarda yer alan Arabik gam miktarının artırılmasıyla içecek emülsiyonlarında yoğunluk, pH ve kıvam sabitinin arttığı, boyut indeksinin azaldığı; portakal yağının artırılmasıyla ise içecek emülsiyonlarında bulanıklık ve boyut indeksinin arttığı, yoğunluk ile emülsiyon stabilite indeksinin azaldığı saptanmıştır. Arabik gam ve portakal yağının interaksiyon etkilerinin ise emülsiyon stabilite indeksini ve kıvam sabitini arttırdığı tespit edilmiştir. Temel emülsiyon bileşenlerinin akış davranış indeksi dışındaki diğer fizikokimyasal özellikler (yoğunluk, pH, bulanıklık, boyut indeksi, emülsiyon stabilite indeksi ve kıvam sabiti) üzerindeki etkilerinin istatistiksel olarak önemli olduğu ($p < 0.05$) belirlenmiştir. Formülasyonlardaki Arabik gam miktarının portakal lezzeti için karakteristik olarak ele alınan lezzet maddelerinden α -pinen, sabinen, β -mirsen ve d-limonenin salınımını negatif olarak etkilediği belirlenmiştir. Aynı kimyasal grupta yer alan monoterpen hidrokarbonlarının (α -pinen, sabinen, β -mirsen ve limonen) zamana bağlı salınım davranışlarının benzer özellikler gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca üretim günü, üretimden 2 hafta sonra ve 4 hafta

sonra monoterpen hidrokarbonları açısından en düşük ve en yüksek salınımına sahip formülasyonların da benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. İçecek emülsiyonlarının kıvam sabitleri ile hidrofobik ve apolar yapıdaki monoterpen hidrokarbonları grubunda yer alan lezzet maddelerinin salınımları arasında istatistiksel olarak önemli negatif korelasyon belirlenmiştir.

Anahtar sözcükler: içecek emülsiyonu, portakallı içecek emülsiyonu, portakal lezzeti, içecek emülsiyonlarında lezzet salınımı

ABSTRACT**THE EFFECT OF ARABIC GUM AND GUM TRAGACANTH ON EMULSION PROPERTIES AND FLAVOUR RELEASE OF ORANGE BEVERAGE EMULSIONS**

SÜMEN, Gülşah

MSc in Food Eng.

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Yeşim ELMACI

January 2011, 87 pages

In this study production of stable beverage emulsions having desired physicochemical properties and low flavour release by using natural gums such as Arabic gum and gum tragacanth was aimed. For this purpose the main components of beverage emulsions, Arabic gum (8.2-15.68%) and orange oil (9.8-14.3%) were used at different levels in formulations and the effects of these components on physicochemical properties and flavour release of beverage emulsions were investigated. Density, pH, turbidity, size index, emulsion stability index and rheological analysis (consistency coefficient and flow behaviour index) for determination of physicochemical properties and gas chromatography analysis for determination of flavour release were performed. The changes in the amount of flavour release with time in 1 month storage and the relation of the amount of flavour release with consistency coefficient as a rheological property were investigated. As a result of this study it was evaluated that increasing the amount of Arabic gum in formulations increased density, pH and consistency coefficient and decreased size index of beverage emulsions while increasing amount of orange oil increased turbidity and size index and decreased density and emulsion stability index. The interaction effects of Arabic gum and orange oil were determined to increase the effect of emulsion stability index and consistency coefficient. The effects of main emulsion components on all physicochemical properties (density, pH, turbidity, size index, emulsion stability index and consistency coefficient) except flow behaviour index were found to be statistically significant ($p < 0.05$). Arabic gum amount in formulations were determined to have significantly negative effect on release of α -pinene, sabinene, β -myrcene and d-limonene among all considered characteristic flavour compounds of orange flavour. It was determined that the release behaviour of monoterpene hydrocarbons which belong to same chemical group showed similar release behaviour with change in time.

Furthermore, formulations which had minimum and maximum amount of flavour release on day of production, 2 and 4 weeks after production showed similarity in terms of monoterpene hydrocarbons. Significant negative correlations were evaluated between consistency coefficient of beverage emulsions and the release of hydrophobic and apolar monoterpene hydrocarbons.

Key words: beverage emulsions, orange beverage emulsions, orange flavour, flavour release in beverage emulsions

TEŐEKKÖR

Çalıőmam boyunca beni her konuda destekleyen, değerli gÖrüşleri ve katkılarıyla her zaman yanımda olan değerli hocam Doç. Dr Yeşim Elmacı'ya, çalıőmamın her adımında kıymetli gÖrüşlerini benden esirgemeyerek bu çalıőmanın zenginleşmesini sağlayan değerli hocam Dr. Gerhard Schleining'e, çalıőmamın gaz kromatografisi aşamasında yönlendirici katkılarıyla bana destek olan değerli hocam Priv.-Doz.Dr. Matthias Schreiner'a, çalıőmanın başından itibaren her zaman yanımda olan ve bana her konuda yardımcı olan Sn. Elham Rezvani'ye, çalışma materyallerimi sağlayan ve bana bütün laboratuvar imkanlarını sunan University of Natural Resources and Life Sciences Viyana Gıda Bilim ve Teknolojisi Bölümü Kalite Kontrol Departmanına içtenlikle teşekkürlerimi sunarım.

Gülşah Sümen

İÇİNDEKİLERSayfa

ÖZETv
ABSTRACTvii
TEŞEKKÜR	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xvi
TANIMLAR.....	xxi
1.GİRİŞ	1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
2.1. İçecek Emülsiyonlarının Fizikokimyasal Özellikleri	5
2.1.1. İçecek emülsiyonlarının stabilitesi.....	5
2.1.2. İçecek emülsiyonlarının reolojisi, görünümü ve lezzeti gibi diğer fizikokimyasal özellikleri.....	9
2.2. İçecek Emülsiyonlarında Lezzet Maddelerinin Salınımı	11
2.3. İçecek Emülsiyonlarının Fizikokimyasal Özellikleri İle İlgili Yapılan Çalışmalar	13
2.4. İçecek Emülsiyonlarında Lezzet Maddelerinin Salımıyla İlgili Yapılan Çalışmalar	17

İÇİNDEKİLER (Devamı)

3.MATERYAL VE YÖNTEM	22
3.1. Materyal	22
3.2. Yöntem.....	22
3.2.1. İçecek emülsiyonlarının hazırlanması.....	23
3.2.2. İçecek emülsiyonlarının fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi	24
3.2.3. Reolojik ölçümler.....	25
3.2.4. İçecek emülsiyonlarında lezzet salınımının belirlenmesi.....	25
3.2.5. Deneysel dizayn ve istatistiksel değerlendirme	28
4.BULGULAR VE TARTIŞMA	30
4.1. İçecek Emülsiyonlarının Fizikokimyasal Özelliklerine Ait Bulgular	30
4.1.1. Yoğunluk	30
4.1.2. pH.....	31
4.1.3. Bulanıklık ve boyut indeksi.....	32
4.1.4. Emülsiyon stabilite indeksi.....	35
4.1.5 Reolojik ölçümler.....	36
4.1.6. İçecek emülsiyonlarının fizikokimyasal özelliklerine bağlı regresyon modelleri	38

İÇİNDEKİLER (Devamı)

4.2. İçecek Emülsiyonlarında Lezzet Salınımının Belirlenmesi İle İlgili Bulgular.....	40
4.2.1. İçecek emülsiyonlarında kullanılan portakal yağının lezzet bileşenleri ile ilgili bulgular	40
4.2.2. İçecek Emülsiyonlarında Karakteristik Lezzet Maddelerine Ait GC/FID Bulguları.....	41
4.2.3. İçecek Emülsiyonlarında Lezzet Salınımı ve Kıvam Sabiti İlişkisi İle İlgili Bulgular	48
5.SONUÇ	50
KAYNAKLAR DİZİNİ	52
ÖZGEÇMİŞ	57
EKLER
Ek 1- Fizikokimyasal özelliklere ait varyans analizi ve regresyon analizi sonuçları
Ek 2- Lezzet salınım miktarlarına ait varyans analizi ve regresyon analizi sonuçları.....
Ek 3- İçecek emülsiyonu formülasyonlarında lezzet maddelerinin salınımının zamanla değişimini gösteren Duncan testi sonuçları
Ek 4- Üretim günü, üretimden 2 hafta sonra ve 4 hafta sonra lezzet salınım miktarlarını birbirleriyle kıyaslayan Duncan testi sonuçları
Ek 5- İçecek emülsiyonlarında kullanılan portakal yağına ait statik tepe boşluğu GC/MS Analizi Total İyon Kromatogramı

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Kıvam arttırıcı içeren yağ fazı, emülsifiye edici bir ajanla çevrilmiş tipik bir su içerisinde yağ emülsiyonu	9
2.2 Lezzet salınımı sırasında yağ fazında çözünen lezzet maddelerinin transfer mekanizması	12
4.1 İçecek emülsiyonlarına ait yoğunluk değerleri.....	31
4.2 İçecek emülsiyonlarına ait pH değerleri.....	32
4.3 İçecek emülsiyonlarına ait bulanıklık değerleri.....	33
4.4 İçecek emülsiyonlarına ait boyut indeksleri	34
4.5 İçecek emülsiyonlarına ait emülsiyon stabilite indeksi.....	35
4.6 İçecek emülsiyonlarına ait akış davranış indeksi.....	36
4.7 İçecek emülsiyonlarına ait kıvam sabitleri	37
4.8 İçecek emülsiyonlarında üretim günü, üretimden 2 hafta sonra ve 4 hafta sonra meydana gelen lezzet salını miktarları a) α -pinen b) sabinen c) β -mirsen d) oktanal e) d-limonen e) linalol.....	43

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 İçecek endüstrisinde kullanılan kıvam arttırıcı ajanlar	9
3.1 Formülasyonların faktör oranları ve bileşen yüzdeleri	28
4.1 İçecek emülsiyonlarına ait yoğunluk değerleri.....	30
4.2 İçecek emülsiyonlarına ait pH değerleri.....	31
4.3 İçecek emülsiyonlarına ait bulanıklık değerleri.....	33
4.4 İçecek emülsiyonlarına ait boyut indeksleri	34
4.5 İçecek emülsiyonlarına ait emülsiyon stabilite indeksi.....	35
4.6 İçecek emülsiyonlarına ait akış davranış indeksi.....	36
4.7 İçecek emülsiyonlarına ait kıvam sabitleri	37
4.8 Fizikokimyasal özelliklere ilişkin regresyon katsayıları, 1.Derece polinomial modellerin R^2 ve p-değerleri.....	39
4.9 İçecek emülsiyonlarında kullanılan portakal yağının statik tepe boşluğu/GC/MS analizi ile belirlenen uçucu bileşenleri.....	40
4.10 İçecek emülsiyonlarında üretim günü meydana gelen lezzet salınımlarının relatif miktarları.....	41
4.11 Üretim günü meydana gelen lezzet maddelerinin salınımına ilişkin regresyon katsayıları, 1.Dereceli polinomial modellerin R^2 ve p-değerleri	42

ÇİZELGELER DİZİNİ (Devamı)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.12 İçecek emülsiyonlarında üretim günü, üretimden 2 hafta ve 4 hafta sonra meydana gelen lezzet salınımlarının relatif miktarları.....	44
4.13 Lezzet maddelerinin relatif salınım miktarları ile kıvam sabiti ilişkisini gösteren Pearson korelasyon katsayıları ve önem seviyeleri.....	48

SİMGELER VE KISALTMALAR

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
%	Yüzde
v	Ayrılma (kremalaşma hızı)
g	Yerçekimi ivmesi
r	Yağ damlacıklarının yarıçapı
ρ_1	Dispers fazın yoğunluğu
ρ_2	Sürekli fazın yoğunluğu
η_2	Sürekli fazın viskozitesi
°	Derece
°C	Santigrad derece
α	Alfa
β	Beta
γ	Gama
dk	Dakika
eV	Elektronvolt
g	Gram
<	Küçük
>	Büyük
\geq	Büyük eşit
ppm	Milyonda bir kısım
ml	Mililitre
CaCl ₂	Kalsiyum klorür
NaCl	Sodyum klorür
Na ₂ CO ₃	Sodyum karbonat
Na ₂ SO ₄	Sodyum sülfat
K ₂ CO ₃	Potasyum karbonat
nm	Nanometre

SİMGELER VE KISALTMALAR (Devamı)

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
ESİ	Emülsiyon stabilite indeksi
H _E	Emülsiyonun toplam yüksekliği
H _S	Serum tabakasının yüksekliği
H _c	Krema tabakasının yüksekliği
η	Vizkozite
m	Kıvam sabiti
ȳ	Kayma hızı
n	Akış davranış indeksi
mPa	Milipaskal
m	Metre
mm	Milimetre
μl	Mikrolitre
μm	Mikrometre
UV	Ultraviyole
<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
S/Y	Su içerisinde yağ
AGP	Arabino galaktan proteini
R ²	Regresyon katsayısı değeri
HS-SPME	Tepe boşluğu katı faz mikroekstraksiyon
GC/MS	Gaz kromatografisi/Kütle spektroskopisi
GC/TOFMS	Gaz kromatografisi/Uçuş zamanlı kütle spektroskopisi
GC/FID	Gaz kromatografisi/Alev iyonizasyon dedektörü
PDMS	Polidimetilsiloksan
CAR/PDMS	Karboksen/polidimetilsiloksan
DVB/CAR/PDMS	Divinilbenzen/Karboksen/Polidimetilsiloksan
LOD	Saptama limiti
LOQ	Tayin limiti

TANIMLAR

<u>Terimler</u>	<u>Açıklamalar</u>
Akış davranış indeksi	Newton dışı akışkanlarda kullanılan Power Law Model'e göre akışkanın tipini gösteren birimsiz değerdir. Akış eğrisinin doğrudan (Newton tipi akıştan) sapma düzeyini göstermektedir (Figura and Teixeira, 2007).
Boyut indeksi	Seyreltilmiş formdaki içecek emülsiyonunun 800 ve 400nm'deki absorbanslarının oranına eşittir. Emülsiyonu oluşturan yağ damlacıklarının partikül boyutu hakkında bilgi vermektedir (Tan, 1997).
Bulanıklık	Seyreltilmiş formdaki içecek emülsiyonunun 660nm'deki absorbans değerine eşittir. İçecek emülsiyonlarında istenilen bir kalite özelliğidir (Mirhosseini et al., 2008e).
Emülsiyon stabilite indeksi	Emülsiyon stabilitesi konusunda indirekt olarak fikir veren bir yöntemdir. Test tüpüne alınan emülsiyonun oda sıcaklığında 2 hafta süreyle bekletilmesi sonucu kremalaşmadan stabil kalan kısmın yüksekliğinin emülsiyon yüksekliğine oranının yüzde değeridir (Huang et al., 2001; Mirhosseini et al., 2008e)
Görünür viskozite	Sabit sıcaklıkta belli bir kayma hızında akışkanın ölçülen viskozite değeridir (Anon.,2010d).
Polidispersite indeksi	Polimer örneğinde moleküler kütlelerin dağılımını gösteren bir ifadedir (Anon, 2010f).
Tükenme flokülasyonu	Emülsiyon ortamında adsorplanmayan polimerlerin varlığı sebebiyle partiküllerin bir araya gelmesidir. Stabilitenin bozulmasına neden olmaktadır (Hubbard, 2002).
Viskozite	Akışkanın akışa karşı gösterdiği dirençtir (Anon, 2010b).
Yoğunluk	Bir maddenin birim hacminin kütesidir (Anon., 2010e).

1. GİRİŞ

Emülsiyon, birbiriyle karışmayan iki ayrı fazdan (yağ ve su) birisinin diğeri içerisinde küçük damlacıklar halinde dağılması ile oluşan bir karışım olarak tanımlanmaktadır. Su içerisinde yağ ve yağ içerisinde su emülsiyonu olmak üzere iki tip emülsiyon bulunmaktadır. Yağ damlacıklarının su fazında dağılmasıyla oluşturulan sistemlere su içerisinde yağ (Y/S) emülsiyonları olarak adlandırılırken (örnek: süt, krema, mayonez, alkolsüz içecekler, çorbalar ve soslar), su damlacıklarının yağ fazı içerisinde dağılmasıyla oluşturulan sistemler ise yağ içerisinde su emülsiyonları (S/Y) olarak adlandırılmaktadır (örnek: margarin, tereyağı vb) (Tan, 1997; McClements, 2005; Zorba, 2009).

İçecek emülsiyonları konsantre formda hazırlanarak yüksek oranlarda seyreltilip tüketilmeleriyle diğer gıda emülsiyonlarından farklılık gösteren, su içerisinde yağ (S/Y) emülsiyonu özelliği taşıyan gıda emülsiyonlarıdır. S/Y tipindeki emülsiyonlar genel olarak bir yağ fazının su fazı içerisinde emülsifiye edici bir ajan varlığında homojenizasyon işlemine tabi tutulması sonucu küçük damlacıklar halinde dağılmasıyla oluşturulmaktadır. Piyasada yer alan süt ürünü içermeyen meyveli içecekler, alkolsüz içecekler (meşrubatlar) ve kolalı içecekler gibi ürün grupları içecek emülsiyonlarına örnek olarak verilebilmektedir (McClements, 2005; Mun et al., 2010).

İçecek emülsiyonları, lezzet içeceği emülsiyonları ve bulanık içecek emülsiyonları olmak üzere 2 gruba ayrılmaktadır. Lezzet içeceği emülsiyonları ürüne lezzet, renk ve bulanıklık kazandırırken; bulanık içecek emülsiyonları yalnızca bulanıklık kazandırmaktadır. Alkolsüz içeceklerde bulanık bir görünüm, ürüne doğal meyve suyu albenisi kazandırdığından tüketiciler tarafından arzulanan önemli bir kalite karakteristiğidir. Lezzet içeceği emülsiyonlarında genellikle lezzet maddesi özelliği taşıyan uçucu yağlar kullanılırken, bulanık içecek emülsiyonlarında uçucu yağların yerine bitkisel yağlar, terpen hidrokarbonları ve yenilebilir vakslar kullanılmaktadır (Tan 1997; Buffo and Reineccius, 2001a).

İçecek emülsiyonları sürekli faz (su fazı) ve dispers faz (yağ fazı) olmak üzere iki temel fazdan meydana gelmektedir. Sürekli fazda genellikle Arabik gam ve modifiye nişasta gibi hidrokolloidler, sitrik asit, koruyucu ve renklendiriciler yer alırken, yağ fazında içecek emülsiyonunun tipine bağlı olarak uçucu yağ veya bitkisel yağ ve kıvam arttırıcılar (bromine edilmiş bitkisel yağ, sükroz asetat

izobütirat, damar gam veya ester gam) adı verilen katkı maddeleri yer almaktadır (Kaufman and Garti, 1984; Taherian et al., 2008a).

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği (TGKY)'nde Arabik gam (E 414), tragakant gam (E 413) ve sitrik asit (E 330) tüm gıda maddelerinde Quatum Satis (QS) prensibine göre kullanılmasına izin verilmektedir. Alkolsüz içeceklerde koruyucu olarak kullanılan sodyum benzoat (E 211) ve potasyum sorbatın (E 212) birlikte kullanılması halinde son üründe izin verilen miktarı sırasıyla 250 ve 150ppm; asitliği düzenleyici olarak kullanılan disodyum mono hidrojen fosfatın (E 339 ii) alkolsüz içeceklerde izin verilen miktarı ise 700ppm olarak belirlenmiştir (TGKY, 2008).

İçecek emülsiyonları, taşıma ve depolamada kolaylık sağlaması nedeniyle konsantre formda hazırlanmaktadır. Konsantreler genellikle bir fabrikada üretilip, içecek üreticisi olan diğer fabrikalara satılmaktadır. İçecek üreticileri tarafından şeker çözeltisiyle yüksek oranlarda seyreltilen içecek emülsiyonu konsantreleri, son ürün olan alkolsüz içecek üretildikten sonra gazlı veya gazsız olarak piyasaya sunulmaktadır. İçecek emülsiyonlarının hem konsantre formda, hem de seyreltilmiş formda en az 6 ay süreyle stabil kalması istenmektedir (Tan, 1997; McClements, 2005). İçecek emülsiyonlarında konsantre ve seyreltilmiş formda stabilitenin bozulması ve lezzet maddelerinin salınımları ile ilgili kalite kusurları görülmektedir.

İçecek emülsiyonlarında stabilitenin bozulması sonucu meydana gelen ve şişenin boyun kısmında halka oluşumuyla sonuçlanan halkalanma problemi üründe sıklıkla rastlanan bir kalite kusuru olarak bilinmektedir. Lipofilik yapıya sahip ve özgül ağırlığı sudan yüksek olan kıvam arttırıcıların formülasyonlarda kullanılması emülsiyon fazları arasındaki yoğunluk farkını azalttığından stabiliteyi arttırmaktadır. Çeşitli sağlık risklerine, üründe istenmeyen lezzete ve oksidatif stabilitenin bozulmasına neden olduğu bilinen kıvam arttırıcıların kullanım miktarlarına son yıllarda çeşitli sınırlandırmalar getirilmiştir. Kıvam arttırıcılar, içecek emülsiyonlarında kullanımlarına izin verilen miktarlarda stabiliteyi sağlamada yeterli olmadıklarından, ürün stabilitesinin bozulması içecek endüstrisinde yaşanan en önemli sorunlardan biridir (Reineccius, 2006; Taherian et al., 2006a).

Dünya genelinde alkolsüz içeceklerde portakal, limon, misket limonu ve greyfurt gibi turunçgil lezzet maddeleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu amaçla içecek emülsiyonları formülasyonlarında meyve kabuklarından elde edilen portakal yağı, limon yağı gibi lezzet maddeleri kullanılmakla birlikte alkolsüz içeceklerde

tüketiciler tarafından en çok tercih edilen lezzet maddesinin portakal lezzeti olduğu bilinmektedir (Tan, 1997; Selli et al., 2004).

İçecek emülsiyonları, alkolsüz içeceklerin uçucu madde partiyonunu etkileyerek lezzet profilini ve duyuşal özelliklerini belirlemektedir. Emülsiyonun duyuşal özellikleri ve emülsiyon lezzetinin tazeliği ise emülsiyonda yer alan lezzet maddelerinde meydana gelen değişimlerden etkilenmektedir. Bu nedenle içecek emülsiyonu formülasyonlarının son üründe istenilen lezzet özelliklerini sağlayacak biçimde oluşturulması önem taşımaktadır. İçecek emülsiyonlarının üretimi ve depolanması sırasında oluşan “lezzet maddelerinin salınımı”, içeceğin duyuşal özelliklerini olumsuz yönde etkileyen bir kalite kusurudur. Lezzet maddelerinin salınımı temel olarak gıda matriksinde yer alan lezzet maddelerinin gaz fazına transferi olarak bilinmektedir. İçecek emülsiyonlarında üretim ve depolama sırasında meydana gelen değişimleri daha iyi anlayabilmek için, lezzet maddelerinin kantitatif olarak değerlendirilmesi gerekmektedir (Taylor, 2002; McClements, 2005; Mirhosseini et al., 2007).

Bugüne kadar içecek emülsiyonlarıyla ilgili yapılmış olan çalışmalardan edinilmiş bilgiler istenilen fizikokimyasal özelliklere sahip formülasyonların geliştirilmesi açısından yeterli olamamıştır. Ayrıca sağlığa zararlı olduğu ve izin verilen kullanım miktarlarında stabiliteyi sağlamada yetersiz olduğu bilinen bromine edilmiş bitkisel yağ, sükroz asetat izobütirat, damar gam ve ester gam gibi kıvam verici maddelerin kullanıldığı birçok çalışmaya rastlanmıştır. Günümüzde sağlıklı gıdalar ve içeceklere karşı artan tüketici ilgisi nedeniyle ürün formülasyonlarında doğal ingrediyenler tercih edilmektedir. Avrupa’da günlük diyetle alınan kalori miktarının %3’ünü oluşturan alkolsüz içecekler, sahip oldukları %90 su oranıyla vücudun sıvı ihtiyacını karşılamakta ve bu yönüyle sağlık açısından önem taşımaktadır. Ayrıca bu tip ürünlerde farklı aroma maddelerinin kullanılmasıyla ürün çeşitliliği sağlamak mümkün olmaktadır (Anon,2010c). Bu çalışmada içecek emülsiyonu formülasyonlarında sağlığa zararlı olduğu bilinen kıvam arttırıcı ajanlar kullanmaksızın doğal gamlar olan Arabik gam ve tragakant gam kullanılarak stabil, istenilen fizikokimyasal özelliklere sahip ve minimum lezzet salınımının meydana geldiği içecek emülsiyonlarının üretilmesi amaçlanmıştır. Formülasyonlarda tragakant gamın yer alması, Türkiye’nin dağlık bölgelerinde doğal olarak yetişmesi ve içecek endüstrisi için yeni bir ingrediyen olması açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmada portakallı içecek emülsiyonlarının temel bileşenleri olan Arabik gam ve portakal yağı, formülasyonlarda farklı oranlarda kullanılarak bu bileşenlerin

emülsiyon özellikleri ve lezzet salınım miktarları üzerindeki etkileri incelenmiştir. Emülsiyon özellikleri olarak yoğunluk, pH, bulanıklık ve boyut indeksi, emülsiyon stabilite indeksi ile reolojik özelliklerden akış davranış indeksi ve kıvam sabiti belirlenmiştir. Lezzet salınım miktarlarının belirlenmesinde Gaz kromatografisi/Kütle Spektrometresi (GC/MS) yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca içecek emülsiyonlarının 0, 2 ve 4 haftalık depolama süresince lezzet maddelerinin salınımında meydana gelen değişimler saptanmış ve kıvam sabiti ile ilişkisi belirlenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu bölümde içecek emülsiyonlarının fizikokimyasal özellikleri ve içecek emülsiyonlarında lezzet maddelerinin salınımı ile ilgili yapılan çalışmalara yer verilmektedir.

2.1. İçecek Emülsiyonlarının Fizikokimyasal Özellikleri

Bu bölümde içecek emülsiyonlarının stabilitesi, reolojisi, görünümü, lezzeti gibi fizikokimyasal özellikleriyle ilgili genel bilgilere yer verilmektedir.

2.1.1. İçecek emülsiyonlarının stabilitesi

Emülsiyonlar termodinamik olarak stabil olmayan sistemlerdir. Sahip oldukları aşırı serbest yüzey enerjisinden dolayı stabiliteleri zamanla bozulmaktadır. Emülsiyonun fizikokimyasal özelliklerinde zaman içerisinde meydana gelebilecek değişimlere karşı direnç gösterme yeteneği, emülsiyon stabilitesi olarak bilinmektedir. Emülsiyon stabilitesi yağ damlacıkları arasındaki interaksiyonlar sonucunda oluşan çekim kuvvetleri (Van der Waals ve ozmotik) ve itme kuvvetleri (elektrostatik, sterik ve hidrasyon kuvvetleri) arasındaki dengeye bağlı olarak oluşmaktadır. Bu kuvvetler hariç tutulan hacim etkilerinden ve yükler gibi iyonik kuvvetlerden meydana gelen zayıf kuvvetlerdir. Ozmotik etkileşimin yokluğunda emülsiyon tanecikleri arasındaki net itme kuvveti flokulasyonu önlemede yeterli olmaktadır. Buna karşılık polisakkarit konsantrasyonu arttırıldığında Van der Waals kuvvetlerine ozmotik etkileşim kuvveti de eklenerek çekim kuvvetleri itme kuvvetlerini alt edecek düzeye gelmektedir. Bunun sonucunda flokulasyon oluşmaktadır (McClements, 2003; Mirhosseini et al., 2008b; Mirhosseini et al., 2009).

İçecek emülsiyonlarında kremalaşma, birleşme (koalesans), flokülasyon ve Ostwald olgunlaşması gibi fizikokimyasal mekanizmalar emülsiyon stabilitesinin bozulmasına neden olmaktadır. İçecek emülsiyonlarında en sık görülen ve halkalanma olarak bilinen kremalaşma, yağ damlacıklarının içecek fazından ayrılarak şişenin boyun kısmında kremamsı yapıda bir halka oluşturmasıdır. Koalesans, yağ damlacıklarının daha büyük damlacıklar oluşturmak üzere birleşmesidir. Bu durum damlacık sayısının azalmasına yol açarak kremalaşmayla sonuçlanmaktadır. Flokülasyon, dispers fazı oluşturan yağ damlacıklarının birleşmeden kümeleşmesi olup kümeleşen bu yapılar büyük damlacıklarımış gibi hareket ederek, kremalaşma hızını arttırarak emülsiyon konsantrelerinde viskozite artışına neden olmaktadır.

Ostwald olgunlaşması ise çözünebilir karakterdeki dispers fazın yayılma ortamında kütle transferiyle daha büyük damlacıklar oluşturmasıdır. Suda çok düşük miktarda çözünme özelliğine sahip uçucu yağları içeren içecek emülsiyonları, Ostwald olgunlaşmasına yüksek eğilim göstermektedir (Buffo and Reineccius, 2001a).

İçecek endüstrisinde, konsantre ve seyreltilmiş formdaki içecek emülsiyonlarının en az 6 ay süreyle stabil kalması istenmektedir. Raf ömrü boyunca stabil kalan bir ürünün oluşturulması, içecek emülsiyonları açısından en önemli kalite kriteridir. Bu tip ürünlerde stabilitenin bozulması sonucunda “halkalanma” ve “yağ sızması” gibi kalite kusurları gözlenmektedir. Halkalanma (kremalaşma), sonucunda şişenin boyun kısmında beyaz kremamsı veya yağlı bir halkanın oluşumudur. Yağ sızması ise şişenin sıvı yüzeyinde parlak bir yağ tabakasının oluşumudur (Taherian et al., 2008a).

Halka oluşum hızı veya yağ damlacıklarının kremalaşma hızı, yerçekimi kuvvetinin ters yönlü hidrodinamik kuvvetlere eşitlenmesiyle ortaya çıkan Stokes’ yasasına (1) göre hesaplanmaktadır. Stokes yasasına göre içecek emülsiyonlarının stabilitesi komponent fazlarının özgül ağırlıklarına ve reolojik karakteristiklerine, yağ damlacıklarının boyutu ve dağılımına bağlıdır.

$$v = \frac{2gr^2(\rho_2 - \rho_1)}{9\eta_1} \quad (1) \quad (\text{Taherian et.al,2008a})$$

Stokes yasası denkleminde (1) de görüldüğü gibi, yağ damlacık boyutunun küçültülüp, yağ damlacığı yoğunluğunun ve su fazının viskozitesinin arttırılmasıyla kremalaşma hızı azaltılarak emülsiyon stabilitesi güçlendirilebilmektedir (Chanamai and McClements, 2000; Taherian et al., 2006; Taherian et al., 2007a).

İçecek emülsiyonlarında stabilitenin sağlanması amacıyla hidrokolloid adı verilen, suda çözünme özelliğine sahip kolloidal yapıdaki maddeler kullanılmaktadır. Hidrokolloidler, emülsiyonları viskoziteye olan etkileri, sterik engelleme ve elektrostatik interaksiyonlarla stabilize etmektedir. Stabilizör özelliğine sahip çok sayıda hidrokolloid bulunmasına rağmen emülsifiye edici ajan özelliği gösteren hidrokolloidler sınırlı sayıdadır. Emülsifiye edici ajan etkisine sahip hidrokolloidler, yağ/su ara yüzeyinde yüzey aktivitesine sahiptir. Bu özellikleriyle emülsifikasyon sırasında ve sonrasında yüzey gerilimini azaltarak küçük yağ damlacıklarının oluşmasını sağlamakta; böylece emülsiyon stabilitesi artmaktadır. Emülsifiye edici

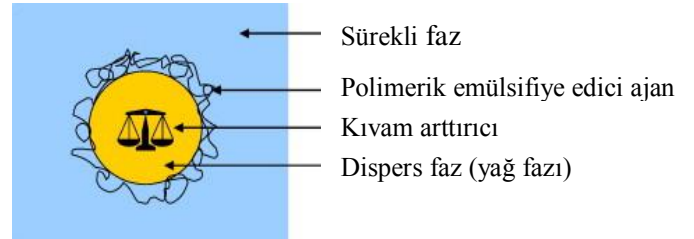
ajanların yüzey aktiflik özellikler, amfifilik karakterlerinden kaynaklanmaktadır. Amfifilik karakterdeki polisakkaritler sahip oldukları hidrofobik gruplar sayesinde moleküllerin ara yüzeye adsorbsiyonla tutunmalarını sağlayarak, yağ damlacıklarının koalesansına engel olmaktadır. Stabilizör yapıdaki hidrokolloidler su fazının viskozitesini arttırmak suretiyle yağ damlacıklarının kremalaşma hızını azaltmaktadırlar. Emülsifiye edici ajanlar kısa dönemli stabilizasyonu sağlarken, stabilizörler viskoziteye olan etkileriyle damlacıkların bir araya toplanmasını ve floküle olmasını geciktirerek uzun dönemli stabilizasyonu sağlamaktadır (Chanamai and McClements, 2002; McClements, 2005; Dickinson, 2009; Mirhosseini et al., 2009).

İçecek emülsiyonlarında kullanıma en uygun olan hidrokolloidler soğuk suda yüksek çözünürlüğe ve yağ-su ara yüzeyindeki gerilimi azaltma kapasitesine sahip, üründe zaman geçtikçe kıvam arttırıcı/jelleştirici etki oluşturmayan hidrokolloidlerdir. Ayrıca suda düşük viskozite etkisi oluşturması sayesinde yağ damlacıklarının yüzeyinin yeterli düzeyde hidrokolloid konsantrasyonu ile kaplanması da stabilitenin sağlanması açısından önem taşımaktadır. Bu koşulları sağlayan ve içecek emülsiyonlarında en sık kullanılan hidrokolloidler amfifilik polisakkarit yapısındaki Arabik gam ve modifiye nişastadır. (Dickinson, 2003; Dluzevska et al., 2006; Taherian et al., 2007a).

İçecek emülsiyonlarında uzun dönemli stabilizasyonun sağlanması için emülsifiye edici ajan ve stabilizör görevindeki hidrokolloidler genellikle bir arada kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda, bitkiler tarafından salgılanan ve doğal sızıntı gamları olarak sınıflandırılan polisakkarit yapıdaki Arabik gam ve tragakant gamın birlikte kullanıldığı takdirde emülsiyon stabilitesi açısından olumlu sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Arabik gam asidik koşullarda stabilitesini koruyan ve konsantre turunçgil ve kola lezzeti sağlayan içeceklerde en fazla kullanılan emülsifiye edici ajandır. *Acacia senegal* ve *Acacia seyal* olmak üzere ticari olarak satılan iki tip Arabik gam vardır. Bunlardan *Acacia senegal* içecek endüstrisi açısından altın standart olarak kabul edilmektedir. Arabik gam, suda çözünen emülsifiye edici bir gamdır. Emülsifiye edici özelliği yapısında yer alan arabinogalaktanın polipeptid zincirine bağlı formunun oluşturduğu arabinogalaktan-protein (AGP) kompleksinden kaynaklanmaktadır. Hidrofilik yapıdaki arabinogalaktan çözeltinin içine uzanırken; hidrofobik yapıdaki polipeptid yapı ise moleküllerin damlacık yüzeyine bağlanmasını sağlamaktadır. Arabik gamdaki hidrofilik karbonhidrat grupları su/yağ arayüzeyine güçlü bir biçimde adsorplanmış protein zincirine bağlanarak, emülsiyon stabilitesini

sağlamaktadır. Diğer polisakkarit gamlar gibi yalnızca su fazının viskozitesini arttırmakla kalmayıp, yağ partiküllerinin etrafında koruyucu bir film tabakası oluşturarak iyi bir sterik stabilizasyon da sağlamaktadır. Tragakant gam ise İran, Suriye ve Türkiye'nin dağlık bölgelerinde yetişen keven adlı bir çalı bitkisinden elde edilmektedir. Çok düşük konsantrasyonlarda dahi çok iyi bir kolloidal süspansiyon stabilizasyon mekanizmasına sahip olma özelliğiyle bilinmektedir. Arabik gamdan farklı olarak şişme ve süspansiyon oluşturma özelliği taşımaktadır. Kıvam arttırıcı etkisine bağlı olarak su içerisinde dağılmış halde bulunan yağ partiküllerinin kaynaşmasına ve yüzeye çıkmasına engel olmaktadır. Genellikle arabik gamla birlikte kullanılarak yüksek viskozite özelliği ile etkili bir stabilizör görevi görmektedir. Tragakant gamın, viskoziteye olan etkisinin katı formda kristal yığınlar içeren amorf yapıdaki kısmının hidrasyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir (Coia and Stauffer 1987; Randall et al., 1988; Phillips, 2000; Ibanoglu, 2002; Panda, 2005; Mirhosseini et al., 2007b).

Emülsiyonlarda stabilizasyonun sağlanmasında partikül boyutlarının küçültülmesi tek başına yeterli değildir. Emülsiyonu oluşturan fazlar arasındaki yoğunluk farkının azaltılması da gerekmektedir. Bu amaçla yağ fazının yoğunluğunu arttırmak amacıyla "kıvam arttırıcılar" kullanılmaktadır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Kıvam arttırıcı içeren yağ fazı, emülsifiye edici bir ajanla çevrilmiş tipik bir su içerisinde yağ emülsiyonu (Given Jr, 2009)

İçecek endüstrisinde kullanılan kıvam arttırıcıların özgül ağırlıkları ve çizelge 2.1'de yer almaktadır. Geleneksel olarak en çok kullanılan bromine edilmiş bitkisel yağ diğer kıvam arttırıcılara kıyasla daha yüksek özgül ağırlığa ve organik çözücülerde daha yüksek çözünürlüğe sahiptir. Bromine edilmiş bitkisel yağın son üründe maksimum izin verilen miktarının 15 ppm'le (Anon, 2010a) sınırlandırılması içecek endüstrisini diğer alternatiflere yönlendirmiş ve bu amaçla ester gam, sükroz asetat izobütirat, benzil esterleri kullanılmaya başlanmıştır. Bu alternatif maddelerin özgül ağırlıkları bromine edilmiş bitkisel yağdan daha düşük olduğundan daha yüksek oranlarda kullanılmak zorundadır. Söz konusu maddelerin çözünme

yeteneklerinin düşük ve kullanım miktarlarının sınırlandırılmış olmasından dolayı yoğunluk farkını kapatmaları mümkün olmadığından içecek emülsiyonlarında kıvam arttırıcılar kullanmadan ürünün raf ömrünü uzatacak çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Reineccius, 2006).

Çizelge 2.1. İçecek endüstrisinde kullanılan kıvam arttırıcı ajanlar (Reineccius 2006)

İNGREDİENT	Özgöl ağırlık (g/ml)
Bromine edilmiş bitkisel yağ	1.33
Ester gam	1.10
Sükroz asetat izobütirat	1.15
Gliserol tribenzoat	1.14-1.2
Damar gam	1.05

2.1.2. İçecek emülsiyonlarının reolojisi, görünümü ve lezzeti gibi diğerk fizikokimyasal özellikleri

Emülsiyon sistemlerinin reolojik özelliklerinin bilinmesi uygun ürün formülasyonu ve işlem basamaklarının belirlenmesi, ürünün eldesi, depolanması ve taşınması gibi aşamaların yanı sıra proseste kullanılacak ekipmanların dizaynı açısından da önem taşımaktadır. Bu ekipmanlara örnek olarak ürün akış özelliklerinin etkili olduğu borular, karıştırma üniteleri, ısı değıştiriciler ve paketleme ekipmanları verilebilir. Stabil içecek emülsiyonlarının üretilmesinde önemli aşamalardan biri olan homojenizasyon işleminin etkinliğı içecek emülsiyonunun reolojisine bağılı olarak gelişmektedir. Ayrıca reolojik ölçümler, emülsiyonlardaki yapısal organizasyonlar ve emülsiyon bileşenleri arasındaki interaksiyonlarla ilgili temel bilgiler sağlayan analitik araçlardandır (Buffo et al., 2001b; McClements, 2005).

Konsantre ve seyreltilmiş formdaki içecek emülsiyonları reolojik özellikler açısından birbirlerinden farklı özellikler göstermektedir. Konsantre içecek emülsiyonlarının reolojisini, emülsiyonu oluşturan yağ damlacıklarının konsantrasyonu ve sürekli fazın reolojik özellikleri belirlemektedir. İçecek emülsiyonları depolama ve taşıma masraflarını azaltmak için konsantre formda üretilerek, bu formda depolanıp taşınmaktadır. Ancak emülsiyon konsantresinin aşırı viskoz yapıda olması, kullanım zorluğu açısından pek tercih edilmemektedir. En iyi sonucu veren içecek emülsiyonu konsantrelerinin üretimi, uygun yağ damlacığı konsantrasyonu ve stabilizör konsantrasyonunun seçimiyle mümkündür. Düşük

viskoziteli akışkan özelliği gösteren seyreltilmiş içecek emülsiyonlarının reolojisini ise sürekli fazın reolojik özellikleri belirlemektedir (McClements, 2005; Taherian et al., 2008a).

İçecek emülsiyonlarının viskozitesi temel olarak formülasyonda yer alan emülsifiye edici ajanın yapısı ve üretim sırasında uygulanan emülsifikasyon koşullarından etkilenmektedir. Ayrıca yağ fazının hacim fraksiyonu, yağ damlacıklarının boyutu, koloidal interaksiyonlar ve partiküllerin yükleri gibi faktörler de emülsiyon viskozitesi üzerinde etkili olmaktadır (Suzuki, Maeda et al. 1991; Taherian et al., 2008a).

Emülsiyon stabilitesi ve emülsiyon reolojisi birbiriyle ilişkili kavramlar olup, içecek emülsiyonlarında yağ damlacıklarının kremalaşması, emülsiyonu oluşturan fazların reolojik özellikleriyle yakından ilişkilidir. Bu nedenle emülsiyon bileşenlerinin reolojik özelliklerinin belirlenmesi, emülsiyon stabilitesi açısından da önem taşımaktadır. Kıvam arttırıcı ajanlar kullanmaksızın stabil içecek emülsiyonlarının üretilmesi, içecek emülsiyonlarının su fazının reolojisini modifiye etmek koşuluyla mümkün olabilmektedir. (Tan, 1997; McClements, 2005; Taherian, et al., 2008a).

İçecek emülsiyonlarında emülsiyon stabilitesinin sağlanmasına katkı sağlayan reolojik özellikler hidrokolloidler aracılığıyla düzenlenmektedir. Stabilizasyon amacıyla kullanılan bir çok hidrokolloid, kayma ile incelen (psedoplastik) akışkan özelliği göstermektedir. Bu özellik ürünün düşük kayma hızlarında gösterdiği yüksek viskozitenin, kayma hızı arttıkça azalması anlamına gelmektedir. Bu özellik sayesinde yağ damlacıklarının kremalaşması önlenmekte ve taşıma sırasında akış kolayca gerçekleştirilmektedir (Taherian et al., 2007a).

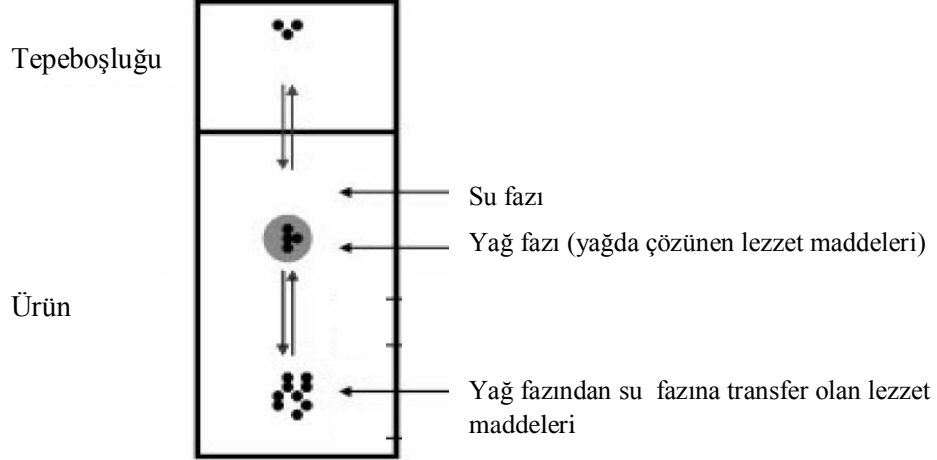
Su içerisinde yağ emülsiyonu özelliği taşıyan içecek emülsiyonlarının görünümünü etkileyen en önemli faktör emülsiyon oluşturan yağ damlacıklarıdır. Yağ damlacıklarının büyüklüğü, konsantrasyonu ve kırılma indeksi emülsiyon görünümünü etkileyen en önemli faktörlerdir. Yapılan çalışmalarda maksimum bulanıklığa, yağ damlacıklarının çapının yaklaşık 1µm olduğu zaman ulaşıldığı tespit edilmiştir. Yağ damlacıkları ve yağ damlacıklarını çevreleyen su fazı arasındaki kırılma indeksi arasındaki farkın yüksek olması durumunda, ışığın saçılma oranı artarak bulanıklık özelliğini arttırmaktadır (Chantrapornchai, et al., 1998).

İçecek emülsiyonlarının lezzeti, içerdiği lezzet maddelerinin çeşidi, konsantrasyonu, moleküler yapısı, kaynama noktası, uçuculuğu ve hidrofobikliği gibi faktörlere bağlıdır. Diğer taraftan matriksin fiziksel yapısı, lezzet maddelerini kimyasal özellikleri, üretim ve depolama sırasında lezzet maddeleriyle diğer moleküllerin interaksiyonları gibi durumlar da emülsiyonun lezzet özellikleri açısından önem taşımaktadır (McClements, 2005; Mirhosseini, et al. 2007). İçecek emülsiyonlarında en çok kullanılan lezzet maddeleri limon yağı, portakal yağı gibi turunçgil yağlarıdır. Turunçgil yağları temel olarak hidrokarbon terpenlerinden (monoterpenler ve seskiterpenler) meydana gelmektedir. Hidrokarbon terpenlerinin koku ve tada etkileri olmakla birlikte bu etki düşük miktardadır. Ayrıca turunçgil yağlarında bulunan aldehytlar, ketonlar, esterler ve alkoller gibi oksijen içeren terpenoidler de turunçgil lezzeti üzerinde etkilidir (Nisperos-Carriedo and Shaw, 1990; McClements, 2005)

2.2. İçecek Emülsiyonlarında Lezzet Maddelerinin Salınımı

Su içerisinde yağ emülsiyonlarına lezzet vermek amacıyla kullanılan lezzet maddeleri yapılarına bağlı olarak emülsiyonu oluşturan su fazı, yağ fazı ve ara faz olmak üzere üç ayrı fazda dağılmış durumdadır. Gıda matriksinde yer alan bu lezzet maddelerinin gaz fazına transferi “lezzet maddelerinin salınımı” olarak bilinmektedir. İçecek emülsiyonlarının lezzet maddelerinde zamanla meydana gelen değişimler, alkolsüz içeceklerin aroma profilini etkilediğinden duyuşal özellikler açısından önem taşımaktadır. İçecek emülsiyonlarında üretim ve depolama sırasında meydana gelen lezzet salınımı, alkolsüz içeceklerde duyuşal problemlere yol açan başlıca kalite kusurlarındandır. Söz konusu emülsiyonlarda meydana gelen lezzet salınımı üzerine kinetik ve termodinamik mekanizmalar etkili olmaktadır. Lezzet maddelerinin salınımı esnasında oluşan mekanizmalardan biri lezzet maddelerinin yağ fazı ve su fazı arasındaki partisyondur. Bu durum lezzet maddelerinin fazlardaki afinitesine bağlıdır. Salınım sırasında oluşan diğer mekanizma ise lezzet maddelerinin çözünürlüğüne bağlı olarak yağ fazı veya su fazı içerisindeki difüzyonu ve fazlar arasında ara yüzey aracılığıyla meydana gelen kinetik kütle transferidir. Lipofilik özellikte olan ve yüksek uçucu karakter gösteren lezzet maddeleri genellikle emülsiyonun yağ fazında yer almaktadır. Salınım esnasında bu lezzet maddeleri öncelikle yağ fazından su fazına, daha sonra da su fazından gaz fazına transfer olmaktadır. Şekil 2.2’de içeceklerde meydana gelen lezzet maddelerinin salınımı şematik olarak gösterilmektedir. Gıda matriksinin üzerinde yer alan gaz fazındaki lezzet maddelerinin konsantrasyonu, matriksle gaz fazı arasındaki partiyon

seviyesinin bir ölçüsü olup lezzet maddeleriyle matriks arasındaki interaksiyon seviyelerini göstermektedir (Druaux and Voilley, 1997; Landy et al., 1998; Taylor 2002; Philippe et al., 2003).



Şekil 2.2. Lezzet salınımı sırasında yağ fazında çözünen lezzet maddelerinin transfer mekanizması (Voilley and Etievant, 2006).

İçecek emülsiyonlarında üretim ve depolama sırasında meydana gelen lezzet salınımı çeşitli faktörlere bağlı olarak gerçekleşmektedir. Emülsiyonda kullanılan lezzet maddelerinin çeşidi, konsantrasyonu, moleküler yapısı, kaynama noktası, uçuculuğu, hidrofobikliği gibi özelliklerinin yanı sıra emülsiyon matriksinin yapısı ve fiziksel durumu, lezzet maddeleriyle diğer moleküllerin interaksiyonları gibi fizikokimyasal faktörler de emülsiyonun lezzet özelliklerini etkilemektedir. Ürün formülasyonlarının değiştirilmesi sonucunda ürün matriksinde meydana gelen değişimlerin lezzet maddelerinin bağlanma, hapsedilme, difüzyon ve salınım mekanizmaları üzerindeki etkisinin belirlenmesi gerekmektedir (Roberts et al., 1996; Mirhosseini et al., 2007)

İçecek emülsiyonu formülasyonlarındaki farklılıklar, uçucu maddelerin yapıya bağlanma ve salınım gibi özelliklerini belirlemektedir. İçecek emülsiyonlarında emülsifiye edici ajan ve stabilizör olarak kullanılan hidrokolloidler lezzet maddelerini fiziksel olarak matrikse hapsederek veya lezzet maddelerini bağlayarak, lezzet salınımının hızı ve yoğunluğunu üzerinde etkili olmaktadır. İçecek emülsiyonlarında kullanılan hidrokolloidin kalitesi, ürün özellikleri için belirleyici bir niteliktedir. Yüksek kaliteli bir gamın kullanılması stabil bir emülsiyonun üretimini sağlamakla birlikte ürünün lezzet özelliklerini raf ömrü boyunca korumasını da kolaylaştırmaktadır. Yüksek kaliteli gam, üründe kabul edilmeyen lezzet özelliklerine

neden olan lezzet salınımını ve aroma maddelerinin kaybını en aza indirmektedir (Carr et al., 1996; Bylaite et al., 2004; Boland et al., 2006; Seuvre et al., 2007; Savary et al., 2010).

Lezzet özelliklerindeki değişimleri daha iyi anlayabilmek için, portakallı içecek emülsiyonlarının karakteristik lezzet maddelerinin kantitatif olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu bilgiler kullanılarak proses koşullarını modifiye etmek mümkündür. Diğer taraftan karakteristik lezzet maddelerinin tespiti, emülsiyon lezzetinin tazeliğinin belirlenmesine de imkan sağlamaktadır (Mirhosseini et al., 2007).

2.3. İçecek Emülsiyonlarının Fizikokimyasal Özellikler İle İlgili Çalışmalar

Mirhosseini ve ark. (2008b) tarafından yapılan bir çalışmada emülsiyonu oluşturan Arabik gam (%13-20), ksantan gam (%0.3-0.5) ve portakal yağının (%10-14), içecek emülsiyonu karakteristikleri (emülsiyon stabilitesi, zeta-potansiyeli, iletkenlik, boyut indeksi, pH) üzerindeki temel ve interaksiyon etkileri yanıt yüzey yöntemiyle incelenmiştir. Çalışmada, maksimum emülsiyon stabilitesi ve zeta-potansiyeli, minimum iletkenlik ve boyut indeksi ve uygun bir pH düzeyine sahip optimum formülasyonun belirlenmesi amaçlanmıştır. 20 formülasyonun hazırlandığı çalışma sonucunda temel emülsiyon bileşenlerinin fizikokimyasal özellikler üzerinde istatistiksel olarak önemli seviyede ($p < 0.05$) etkili olduğu belirlenmiştir. Formülasyonlarda kullanılan yüksek konsantrasyonlardaki ksantan gamın anyonik karakteri nedeniyle negatif yüklü zeta-potansiyelini ve emülsiyon stabilitesini arttırdığı belirlenmiştir. Arabik gam ve emülsiyon stabilitesi arasında negatif ilişki saptanmıştır. Arabik gam ve ksantan gam gibi yüzey aktif maddelerin yüksek konsantrasyonlarda birlikte kullanımının emülsiyon stabilitesini olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir. Ayrıca özellikle yüksek oranlarda Arabik gam içeren emülsiyonların, emülsiyon stabilitesinin bozulmasına neden olan tükenme flokülasyonuna daha duyarlı olduğu saptanmıştır. Bu nedenle içecek emülsiyonunda kullanılacak sürfektan miktarlarının doğru olarak seçilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Yapılan çoklu yüzey optimizasyonunda %10.78 (w/w) Arabik gam, %0.24 (w/w) ksantan gam ve %12.43 portakal yağı içeren formülasyon optimum formülasyon olarak belirlenmiştir.

Mirhosseini ve ark. (2008c) tarafından yapılan bir çalışmada içecek formülasyonlarında kullanılan gliserol (%0.5, %1 ve %1.5 w/w) ve bitkisel yağın

(%2, %3 ve %4), emülsiyonun fizikokimyasal özellikleri (zeta-potansiyeli, iletkenlik, pH, görünür viskozite, akışkan davranışı, bulanıklık ve bulanıklık stabilitesi) üzerindeki etkileri incelenmiştir. Fizikokimyasal özelliklerden bulanıklık ve bulanıklık stabilitesinin bitkisel yağ içeren emülsiyonlarda daha yüksek olduğu görülmüştür. Ancak istenilen zeta-potansiyeli ve iletkenlik değerlerine gliserol içeren içecek emülsiyonlarında ulaşılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre içecek emülsiyonlarında yağ/su ara yüzeyindeki yüzey gerilimini azaltma etkisi gösteren gliserolün Arabik gama yardımcı emülsifiye edici ajan olarak kullanılması önerilmiştir. Ayrıca gliserol ve bitkisel yağın Arabik gam içeren içecek emülsiyonlarında doğal bulanıklık verici maddeler olarak kullanıma uygun olduğu vurgulanmıştır.

Mirhosseini ve ark. (2009) tarafından yapılan bir çalışmada içecek emülsiyonunu oluşturan temel bileşenler olan Arabik gam, ksantan gam ve portakal yağı miktarının fiziksel stabilize, viskozite, bulanıklık iletkenlik gibi fizikokimyasal özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada, en yüksek emülsiyon stabilitesi ve viskozite, en düşük iletkenliğe sahip optimum içecek emülsiyonunun yanıt yüzey yöntemiyle belirlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, emülsiyon bileşenlerinin oranlarının düzenlenerek stabil içecek emülsiyonlarının üretilebileceği tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda artan ksantan gam miktarının emülsiyon stabilitesini olumsuz yönde etkilemesi, içecek emülsiyonlarının temel bileşenlerinin arasındaki interaksiyon etkilerinin kritik parametreler olarak ele alınması gerektiğini ortaya koymuştur.

Dluzewska ve ark. (2006) yürüttüğü bir çalışmada Arabik gam, ghatti gam ve modifiye nişasta kullanılarak hazırlanan içecek emülsiyonlarında yağ fazı konsantrasyonunun emülsiyon stabilitesi ve reolojik özellikleri ne şekilde etkilediği incelenmiştir. Emülsiyon stabilitesini belirlemek amacıyla turbidimetre ve lazer saçılma yöntemi kullanılan çalışmada konsantre emülsiyonlara ve seyreltilmiş son ürünlere 12 hafta süresince depolama testleri uygulanmıştır. Sonuçlar incelendiğinde yağ fazı konsantrasyonundaki artışın emülsifiye edici ajan çeşidinden bağlı olmaksızın, görünür viskozitede ve bulanıklıkta artışa yol açtığı tespit edilmiştir. Yağ fazı konsantrasyonunun arttırılmasının emülsiyon stabilitesini emülsifiye edici ajan türüne bağlı olarak etkilediği belirlenmiştir. Yağ fazı konsantrasyonunun arttırılmasının gam ghatti içeren içecek emülsiyonlarının stabilitesinde herhangi bir değişime yol açmadığı; modifiye nişasta içeren içecek emülsiyonlarının stabilitesinde çok düşük miktarda bir azalmaya yol açtığı belirlenmiştir. Ancak yağ fazının

eklenmesiyle emülsiyon stabilitesinde en büyük değişim, Arabik gam içeren içecek emülsiyonlarında gerçekleşmiştir. Üretilen içecek emülsiyonlarının görünür viskozite değerleri incelendiğinde, Arabik gam içeren ve gam ghatti içeren içecek emülsiyonları dispers faz konsantrasyonundan bağımsız olarak Newton dışı; modifiye nişasta ve %20 oranında yağ fazı içeren içecek emülsiyonlarında ise Newton tipi akışkan özelliği gözlenmiştir.

Mirhosseini ve ark. (2009b) yılında yaptığı çalışmada üç bağımsız değişkenin (Arabik gam, ksantan gam ve portakal yağı) içecek emülsiyonlarının bulanıklık, ortalama yağ damlacığı boyutu, polidispersite indeksi ve yoğunluğu üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışma ile maksimum bulanıklık, minimum ortalama damlacık boyutu ve polidispersite indeksi, hedeflenen yoğunluk değerini veren optimum içecek emülsiyonu formülasyonunun belirlenmesi amaçlanmıştır. İstatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenen faktörler hariç tutularak oluşturulan modellerin istatistiksel olarak önemli olması ($p < 0.05$) ve yüksek belirleme katsayısı değerlerine ($R^2 \geq 0.80$) sahip olmaları, deneysel verilerle regresyon modellerinin uyumunun yüksek olduğunu ve incelenen özelliklerin kullanılan üç bağımsız değişkenin bir fonksiyonu olarak ifade edilebileceğini göstermiştir. Elde edilen sonuçlar fizikokimyasal özellikler açısından ele alınması gereken en önemli faktörün ksantan gam miktarı olduğunu göstermiş ve formülasyonlarda yüksek oranlarda (≥ 0.24 w/w) ksantan gam kullanılması önerilmiştir. Çalışmada üretilen içecek emülsiyonlarının akış davranış indekslerinin Newton tipi ve psedoplastik akışkan tipi arasında değiştiği gözlenmiştir. Bütün bağımsız değişkenlerin istatistiksel olarak en önemli etkiyi, bulanıklık kaybı ve vizkozite oranı üzerinde gösterdiği saptanmıştır.

Chanamai ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada farklı emülsifiye edici ajanlar (peynir altı suyu proteini, Arabik gam ve modifiye mısır nişastası) ve farklı sürekli faz değişkenleri (pH, $CaCl_2$, konsantrasyon ve depolama sıcaklığı) kullanılarak üretilen emülsiyonların özelliklerini karşılaştırmışlardır. Sürekli faz değişkenlerinden en fazla peynir altı suyu proteinin etkilenmesi, bu emülgatörün emülsiyonları yüklerin itici etkileriyle stabilize etmesine bağlanmıştır. Elde edilen sonuçlar Arabik gam tarafından sağlanan stabilitenin pH'dan bağımsız olduğunu göstermiştir.

Taherian ve ark. (2006) tarafından yapılan bir çalışmada bulanık içecek emülsiyonlarının optik ve reolojik özellikleri su fazı ve yağ fazı konsantrasyonunun bir fonksiyonu olarak incelenmiştir. Yağ fazında sabit miktarlarda kıvam arttırıcı ajan (sükroz asetat izobütirat ve bromine edilmiş bitkisel yağ) ve değişen miktarlarda

hindistan cevizi yağı kullanılmıştır. Emülsiyonu oluşturan fazların özgül ağırlıkları, seyreltilmiş formdaki emülsiyonların partikül büyüklüğü dağılımları ve kremalaşma stabilitesi değerleri saptanmıştır. Yağ fazı konsantrasyonunun bulanıklık değeri üzerinde istatistiksel olarak önemli seviyede etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca su fazında artan modifiye nişasta miktarının akış davranış indeksini düşürdüğü; artan yağ konsantrasyonunun ise akış davranış indeksini yükselterek Newton tipi akışa neden olduğu belirlenmiştir.

Taherian ve ark. (2007a) yapılan bir çalışmada kıvam arttırıcı ajan olarak bromine edilmiş bitkisel yağ ve sükroz asetat izobütirat son üründe maksimum izin verilen miktarda (15 ve 300 ppm) kullanılmıştır. Çalışma sonucunda kullanılan kıvam arttırıcı ajan miktarlarının yağ fazının yoğunluğunu, istenilen seviyeye kadar arttıramadığı belirlenmiştir.

Taherian ve ark. (2007b) tarafından yapılan başka bir çalışmada modifiye nişasta içeren su fazına ksantan gamın eklenmesi sonucu kıvam sabitinin arttığı, akış davranış indeksinin ise azaldığı tespit edilmiştir. %0.3 düzeyinde ksantan gamın su fazının reolojisini değiştirme etkisine bağlı olarak emülsiyonun kırılmasını önlediği saptanmıştır.

Taherian (2006) tarafından yapılan bir çalışmada 2 farklı tip modifiye nişasta (Purity Be gam ve Purity 2000) ve Arabik gam 1.5:1 gam/yağ (%14 gam/%9 yağ) oranı kullanılarak üretilen emülsiyonlarda stabilize ve reoloji incelenmiştir. Bütün formülasyonlarda stabilizör olarak ksantan gam kullanılmıştır. Psedoplastiklik düzeyinin her iki modifiye nişasta tipi için de gam konsantrasyonu arttıkça azaldığı belirlenmiştir. Arabik gam kullanılan içecek emülsiyonlarında ise Newton tipi akış gözlenmiştir. Arabik gam içeren su fazlarının akış davranış indeksi 0.94 iken (Newton tipine yakın), ksantan gamın eklenmesiyle emülsiyon akış davranış indeksinin 0.31'e (psedoplastik) düşmesinin yüksek psedoplastik etkisi olan ksantan gamdan kaynaklandığı belirlenmiştir. Ayrıca eş konsantrasyonlarda Arabik gam içeren içecek emülsiyonlarında bulanıklık oranının daha yüksek, zeta-potansiyelinin ise daha düşük olduğu saptanmıştır.

Chanamai ve McClements (2002) tarafından yapılan bir çalışmada Arabik gam, modifiye nişasta ve peynir altı suyu protein izolatu ile stabilize edilen içecek emülsiyonlarında pH, kalsiyum iyonu konsantrasyonu ve sıcaklığın emülsiyon stabilitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Ayrıca peynir altı suyu protein izolatının

içecek emülsiyonlarında bir alternatif olarak kullanılması hedeflenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde Arabik gam, modifiye nişasta ve peyniraltı suyu protein izolatı ile üretilen emülsiyonlar arasında belirgin istatistiksel farklılıklar tespit edilmiştir. pH'm, kalsiyum konsantrasyonun ve sıcaklığın Arabik gam ve modifiye nişasta içeren emülsiyonların stabilitesi üzerinde etkili olmadığı görülmüştür. Ancak peynir altı suyu proteini için tam tersi gözlenmiştir. İzoelektrik pH'ya yakın pH'larda stabilitenin çok düşük olmasının yağ damlacıkları arası elektrostatik itme kuvvetlerinin çok düşük olmasından kaynaklandığı belirlenmiştir. Peynir suyu proteini ile stabilize edilen emülsiyonlara 70 °C'lik ısı uygulaması pH 7'de stabiliteyi bozarak flokulasyonu arttırdığı, pH 3'de ise çok düşük bir etki gösterdiği belirlenmiştir. Bu nedenle peynir altı suyu proteini kullanılırken emülsiyonun pH değerinin dikkate alınması gereken en önemli parametre olduğu ve izoelektrik pH'dan uzak bir nokta seçilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

2.4. İçecek Emülsiyonlarında Lezzet Maddelerinin Salınımıyla İlgili Yapılan alışmalar

Mirhosseini ve ark. (2007) tarafından portakallı içecek emülsiyonlarından uçucu bileşenlerin salınımını Gaz Kromatografisi ile kalitatif ve kantitatif olarak belirlemek amacıyla HS-SPME (tepe boşluğu katı faz miktoekstraksiyon) yöntem koşulları üzerinde çalışılmıştır. Portakal yağındaki lezzet maddelerini belirlemek için Gaz kromatografisi/ Uçuş zamanlı kütle spektroskopisi (GC/TOFMS); içecek emülsiyonlarındaki lezzet maddelerinin salınımını belirlemek için ise Gaz kromatografisi/Alev iyonizasyon (GC/FID) analizleri uygulanmıştır. En yüksek ekstraksiyon verimliliğini ve aroma kazanımını sağlamak için farklı fiberler [Polidimetilsiloksan (PDMS) 100µm, Karboksen/ Polidimetilsiloksan (CAR/PDMS) 75µm, Polidimetilsiloksan/Divinilbenzen (PDMS/DVB) 65µm ve Divinilbenzen/ Karboksen/Polidimetilsiloksan (DVB/CAR/PDMS) (50/30µm), adsorpsiyon sıcaklıkları (25-45°C), adsorpsiyon süreleri (5-25dk), örnek konsantrasyonu (%1-100), örnek miktarı (5-12.5g), pH (2.5-9.5), tuz tipi (K₂CO₃, Na₂CO₃, NaCl ve Na₂SO₄) ve karıştırma tipleri denenmiştir. Çalışmada, method validasyonu ve kantitatif analizler için portakal yağı dışındaki diğer maddeleri ve yağ fazı olarak bilinen miktarlarda standart zelteleri içeren bir model içecek emülsiyonu hazırlanmıştır. Kantitatif analizler uygulanıp kalibrasyon eğrileri çizilerek doğrusallık, tekrarlanabilirlik, geri kazanım, saptama limiti (LOD) ve tayin limiti (LOQ) değerleri hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda, HS-SPME yöntemi için optimum koşullar olarak CAR/PDMS 75µm fiberiyle, pH 4'te, 5g örnek miktarı,

1:100 seyreltme oranında %15 NaCl ve 45°C olarak belirlenmiştir. Bu amaçla 5g seyreltilmiş içecek emülsiyonu (1:100) 20ml'lik serum vialine aktarılmıştır. Hemen ardından vialine 1.5g NaCl ve internal standart olarak 1µl bütül asetat eklenmiştir. Septalı vial sıkıştırılarak 45°C'deki su banyosuna daldırılmıştır. CAR/PDMS SPME fiberi denge koşullarının sağlanması amacıyla manuel olarak 15dk süreyle örnek tepe boşluğuna muamele edilmiştir. Daha sonra fiber 8dk süreyle desorpsiyon amacıyla tutularak enjeksiyon gerçekleştirilmiştir. Söz konusu yöntemle 15dk sürede toplam lezzet maddelerinin %85'inin izole edilebildiği belirlenmiştir. Portakal lezzetli içecek emülsiyonlarının uçucu bileşenlerinin tespitinde içecek emülsiyonu formülasyonlarında kullanılan portakal yağına uygulanan Gaz Kromatografisi/Kütle Spektroskopisi (GC/MS) analizlerine göre saptanan temel lezzet maddeleri: limonen (%94.9), mirsen (%1.2), etil bütirat (%1.1), γ -terpinen (%0.41), linalool (%0.36), 3-karen (%0.16), dekanal (%0.12), etil asetat (%0.1), 1-oktanol (%0.06), geranial (%0.05), β -pinen (%0.04), oktanal (%0.03), α -pinene (%0.03) ve neral (%0.03) olarak belirlenmiştir. Bütün uçucu maddeler için 1.5-20mg/l konsantrasyon aralığında yöntemin doğrusallığın yüksek olduğu saptanmıştır. Ayrıca elde edilen ortalama geri kazanım değerlerinin %88.3-121.7 arasında olması HS-SPME yönteminin portakal içeceği emülsiyonlarında lezzet maddelerinin belirlenmesi için uygun bir yöntem olduğunu göstermektedir. Belirlenen LOD ve LOQ değerlerinin, seyreltilmiş portakallı içecek emülsiyonlarının tepe boşluğundaki uçucu maddelerin kalitatif ve kantitatif analizleri için ihtiyaç duyulan miktardan 10 kat daha düşük olduğundan yöntemin uygunluğu desteklenmiştir.

Mirhosseini ve ark. (2008a) tarafından yapılan bir çalışmada 3 faktörlü merkezli bileşik deney tasarımı kullanılarak üç bağımsız değişkenin (Arabik gam, ksantan gam ve portakal yağı), hedeflenen temel lezzet maddelerinin portakallı içecek emülsiyonlarından salınım miktarları üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu amaçla içecek emülsiyonlarına yarı-kantitatif tepe boşluğu analizleri uygulanarak, 13 lezzet maddesinin (etil asetat, α -pinen, etil bütirat, β -pinen, 3-karen, mirsen, limonen, γ -terpinen, oktanal, dekanal, linalool, neral and geranial) pik alanları uygulanan yanıt-yüzey optimizasyonunda yanıt değişkenleri olarak ele alınmıştır. Uygulanan tepe boşluğu yöntemine göre 5g seyreltilmiş içecek emülsiyonu (1:100) 20ml'lik serum vialine aktarılmıştır. Hemen ardından vialine 1.5g NaCl ve internal standart olarak 1µl bütül asetat eklenmiştir. Septalı vial sıkıştırılarak 45°C'deki su banyosuna daldırılmıştır. CAR/PDMS kaplanmış SPME fiberi denge koşullarının sağlanması amacıyla manuel olarak 15dk süreyle örnek tepe boşluğuna muamele edilmiştir. Son

olarak fiber 8dk süreyle lezzet maddelerinin desorpsiyonu için enjeksiyon portunda tutulduktan sonra Gaz Kromatografisi Alevi iyonizasyon dedektörü (GC/FID) cihazına enjeksiyon yapılmıştır. GC/FID cihazında iç çapı 0.25µm ve uzunluğu 30m olan DB-Wax kolon kullanılmıştır. Taşıyıcı gaz olarak Helyum; dedektör sıcaklığı olarak 270°C kullanılmıştır. Kolon başlangıç sıcaklığı 45°C'ye ayarlanmış, bu sıcaklıkta 5dk tutulduktan sonra 1 °C/dk hızla 51°C'ye çıkarılarak bu sıcaklıkta 5dk tutulmuştur. Daha sonra sıcaklık 5°C/dk hızla 160°C'ye çıkarıldıktan sonra 12°C/dk hızla 250°C'ye çıkarılmıştır. Bu sıcaklıkta 15dk tutulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre lezzet maddelerinin kimyasal gruplarına bağlı olarak farklı salınım davranışları ve emülsiyon bileşenlerine farklı afiniteler gösterdiği belirlenmiştir. Yüksek konsantrasyonda ksantan gam ve düşük konsantrasyonda portakal yağı içeren içecek emülsiyonu formülasyonunda meydana gelen toplam salınım miktarının düşük olduğu tespit edilmiştir. %15.87 Arabik gam, %0.5 Ksantan gam ve %10 portakal yağı içeren formülasyon minimum lezzet salınımının gerçekleştiği optimum formülasyon olarak belirlenmiştir. Ayrıca minimum salınımın gerçekleştiği optimum bir formülasyon hazırlarken interaksiyon etkilerinin dikkate alınması gerektiği vurgulanmıştır. Bu çalışmayla içecek emülsiyonlarında meydana gelen lezzet salınımının azaltılabilmesinde temel içecek emülsiyonu bileşenlerinin oranlarının değiştirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Mirhosseini, Tan ve ark. (2008e) tarafından yapılan bir çalışmada portakallı içecek emülsiyonu formülasyonlarında Arabik gam ve ksantan gam yerine kullanılabilme özelliğine sahip farklı çeşit ve konsantrasyonlardaki hidrokolloidler (pektin ve karboksimetilselüloz) ile üretilen içecek emülsiyonlarının fiziksel stabilite, bulanıklık kaybı, bulanıklık ve lezzet maddelerinin salınımı gibi özellikleri üzerindeki etkileri 6 aylık depolama süresince incelenmiştir. İçecek emülsiyon konsantrelerinde meydana gelen lezzet salınımını belirlemek amacıyla içecek emülsiyonu konsantrelerine HS-SPME ekstraksiyon yöntemi uygulanmıştır. Daha sonra portakal yağı için karakteristik olduğu bilinen 14 lezzet maddesinin salınım miktarı Gaz kromatografisi/Alev iyonizasyon cihazıyla belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre lezzet maddelerinin salınımının hidrokolloid tipi ve konsantrasyonu ve lezzet maddelerinin kimyasal sınıfına bağlı olarak depolama süresinden önemli düzeyde etkilendiği gözlenmiştir. Genellikle aldehitlerin (oktanal, dekanal, neral ve geranial) depolama süresince istatistiksel olarak önemli seviyede azaldığı belirlenmiştir. Aldehitlerin salınım miktarındaki azalmanın, emülsiyon stabilitesi ve bulanıklıktaki azalmayla paralel bir biçimde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Analizlenen 14 lezzet

maddesinden miktarları çok düşük olan β -pinen ve 1-oktanolun salınımı tam olarak belirlenemezken, α -pinenin salınımının emülsiyon kompozisyonu ve depolama süresinde bağlı olmadığı belirlenmiştir. Geranialin depolama süresince nerale hemen hemen aynı salınımı göstermesiyle, lezzet maddelerinin aynı kimyasal sınıflarda yakın bir korelasyon gösterdiği sonucuna varılmasını sağlanmıştır.

Savary ve ark. (2009) tarafından yapılan bir çalışmada 5 farklı Akasya gam çeşidinin emülsifiye edici özelliklerinin, lezzet salınımının saptanması yoluyla belirlenebileceği bir yöntemin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla öncelikle Akasya gamlarının jel permeasyon yöntemiyle arabinogalaktan protein miktarları belirlenerek karakterize edilmiştir. Daha sonra Akasya gamlarıyla portakal yağı kullanılarak içecek emülsiyonları hazırlanmış ve bulanıklık ölçümleriyle stabiliteleri karşılaştırılmıştır. Farklı hidrofobisite değerlerine sahip ve lipofilik özellikteki iki lezzet maddesi olan α -terpineol ve etil dekanoatın, farklı Akasya gamları içeren çözeltilerden salınım ve tutulma miktarları, denge koşullarında faz oranı varyasyonu yöntemi ile aroma tutulması ve aroma difüzyonu belirlenmesi yoluyla tespit edilmiştir. Böylelikle Akasya gamlarının emülsifiye edici özellikleriyle, aroma maddelerinin salınımı arasında ilişkilerin ortaya konması hedeflenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre Akasya gamı moleküllerinin tepe boşluğundaki uçucu madde konsantrasyonunu azaltma etkisi olduğu belirlenmiştir. Emülsifiye edici özelliği yüksek olan Akasya gamlarının hidrofobik interaksiyonları artırıcı etkisi sayesinde aroma maddelerinin çözeltideki mobilitesini azaltarak salınımı azalttığı belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda aroma tutulması ve aroma difüzyonu sonuçlarının, Akasya gamlarının stabilizasyon kapasitesine ilişkin fikir verdiği sonucuna varılmıştır.

Relkin ve ark. (2004) tarafından yapılan bir çalışmada kompleks gıda emülsiyonlarında kullanılan hayvansal (süt yağı) ve bitkisel kaynaklı (palm yağı) farklı yağ tiplerinin, farklı hidrofobisite değerlerine sahip lezzet maddelerinin (etil bütanoat, etil hekzonoat, mezifuran, linalool, diasetil, cis-3-hekzen-1-ol, γ -oktalakton) salınımı üzerindeki etkileri ve üretilen model sistemlerin fiziksel stabilite parametreleri incelenmiştir. Lezzet maddelerinin salınımını belirlemek amacıyla uygulanan SPME/GC/MS sonuçları, emülsiyonlardan meydana gelen salınım miktarının hem yağ tipine hem de lezzet maddesinin hidrofobisitesine bağlı olduğunu göstermiştir. Suda çözünürlüğü yüksek olan diasetilin süt yağı içeren emülsiyondan daha yüksek miktarlarda salınım gösterdiği belirlenmiştir. Orta düzeyde hidrofobik olan cis-3-hekzen-1-ol ve mezifuranın salınımının emülsiyonda kullanılan yağ tipine bağlı olmaksızın gerçekleştiği belirlenmiştir.

Terta ve ark. (2006) tarafından yapılan bir çalışmada çeşitli konsantrasyonlarda ksantan gam/propilen glikol aljinat ve ksantan gam/gam arabik polisakkaritlerini içeren çözeltilerde limonen ve trans-2-hekzenalin partisyonu ve çözeltilerden salınımları statik tepe boşluğu/Gaz kromatografisi yöntemleriyle belirlenmiştir. Böylelikle polisakkarit içeren kompleks model matrikslerden suda çözünürlükleri ve polariteleri farklı olan limonen (apolar) ve trans-2-hekzenalin (polar) salınım mekanizmalarının anlaşılması hedeflenmiştir. Bu iki farklı özellikteki lezzet maddesinin matriksteki tutulma miktarlarının farklı olması fizikokimyasal özelliklerindeki farklılıklara dayandırılmıştır. Artan miktarlarda propilen glikol aljinat ve Arabik gam içeren matrikslerde limonen ve trans-2-hekzenalin tutulma düzeyinin sahip oldukları fizikokimyasal özelliklere ve hidrokolloidlerin tipi ve konsantrasyonuna bağlı olarak gerçekleştiği belirlenmiştir. Polisakkarit çözeltilerinde kullanılan Arabik gamın, lezzet maddelerinin matrikse tutulmasında propilen glikol aljinattan daha etkin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca polisakkarit konsantrasyonunun arttırılarak viskozitenin güçlendirilmesinin her iki maddenin de matriksten difüzyonunu azaltarak, salınım oranını azalttığı saptanmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma Bodenkültür Üniversitesi (University of Natural Sources and Life Sciences-Viyana, Avusturya), Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü, Kalite Kontrol Departmanında gerçekleştirilmiştir.

3.1. Materyal

Bu çalışmada materyal olarak 4 farklı formülasyonda hazırlanan portakallı içecek emülsiyonları kullanılmıştır. Portakallı içecek emülsiyonlarının üretiminde emülsifiye edici ajan olarak kullanılan Arabik gam, TIC Gums firmasından (Maryland, Amerika); lezzet maddesi olarak kullanılan portakal yağı Esarom firmasından (Avusturya); stabilizör olarak kullanılan tragakant gam ise Timus Avid firmasından (Tahran, İran) temin edilmiştir. Asitliği düzenleyici olarak kullanılan sitrik asit ve disodyum hidrojen fosfat ve koruyucu olarak kullanılan sodyum benzoat ve potasyum sorbat Merck firmasından (Darmstadt, Almanya) sağlanmıştır. Gaz kromatografisi analizlerinde kullanılan bütil asetat ise Sigma-Aldrich firmasından (Missouri, Amerika) temin edilmiştir. Bütün içecek emülsiyonları distile su kullanılarak hazırlanmıştır. İçecek emülsiyonları üretildikten sonra 500 ml'lik cam şişelere doldurularak oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir.

3.2. Yöntem

Portakallı içecek emülsiyonları Bölüm 3.2.5'de açıklanan faktöriyel dizayna göre belirlenen formülasyonlara uygun olarak hazırlanmıştır. Formülasyonlarda Mirhosseini ve ark. (2008a) tarafından kullanılan Arabik gam ve portakal yağı miktarları modifiye edilerek sırasıyla %8.2-15.68 ve %9.8-14.3 düzeyinde; Taherian ve ark. (2007b) tarafından kullanılan tragakant gam miktarı modifiye edilerek %0.3 düzeyinde kullanılmıştır. Su fazını oluşturmak üzere kullanılan pH 3.4'lük tampon çözelti, Colowick ve Kaplan (1955) tarafından önerilen yöntemle göre sitrik asit (%1.37) ve disodyum monohidrojen fosfat (%1) kullanılarak hazırlanmıştır. Koruyucu olarak kullanılan potasyum sorbat (%0.1) ve sodyum benzoat (%0.1), Mirhosseini ve ark. (2008) tarafından önerilen düzeylerde kullanılmıştır. Söz konusu miktarlar ağırlıkça yüzdeleri (% w/w) ifade etmektedir. Formülasyonların geri kalan kısmı saf sudan oluşmaktadır.

Üretilen içecek emülsiyonlarında fizikokimyasal analizler (yoğunluk bulanıklık, pH, boyut indeksi, emülsiyon stabilite indeksi, ortalama partikül boyutu) ve reolojik ölçümler yapılmıştır. Örneklerde lezzet salınımının yarı-kantitatif olarak

belirlenmesi amacıyla gaz kromatografisi kullanılmıştır. Ölçüm ve analizler sonucunda elde edilen bulgular istatistiksel yöntemler kullanılarak değerlendirilmiştir.

3.2.1. İçecek emülsiyonlarının hazırlanması

İçecek emülsiyonlarının hazırlanması: su fazının hazırlanması, pre-emülsiyonun hazırlanması ve ince emülsifikasyon olmak üzere 3 aşamadan oluşmaktadır.

Su fazının hazırlanması: Konsantre formda üretilen içecek emülsiyonlarının öncelikle su fazı hazırlanmıştır. Bu amaçla sitrik asit ve disodyum hidrojen fosfat distile suda çözülerek pH'sı 3.4 olan ve su fazının temelini oluşturan bir tampon çözelti hazırlanmıştır. Sodyum benzoat ve potasyum sorbat, 60°C'a ısıtılmış tampon çözeltide yüksek devirli blender (Waring Laboratuar tipi Blender, Torrington, CT, Amerika) yardımıyla çözülmüştür. Daha sonra hazırlanan tampon çözelti, Arabik gam çözeltisi ve tragakant gam çözeltilerini ayrı ayrı hazırlamak üzere iki kısma ayrılmıştır. Arabik gam tampon çözeltiye yavaş yavaş ilave edilirken hidrasyonu kolaylaştırmak için blenderla 3 dakikalık bir karıştırma işlemi uygulanmıştır. Tragakant gam çözeltisi de aynı şekilde hazırlanmıştır. Elde edilen gam çözeltileri hidrate olmak üzere 1 gece boyunca oda sıcaklığında bekletilmiştir.

Pre-emülsiyonun hazırlanması: Portakal yağı, Arabik gam çözeltisine yaklaşık 3 dakikalık sürede yavaş yavaş eklenmiş ve blender yardımıyla karıştırılmıştır. Portakal yağı eklendikten sonra karıştırma işlemi devam ettirilirken, tragakant gam çözeltisi (stabilizör çözelti) de karışıma eklenmiştir. Karıştırma işlemi 2 dakika sürdürüldükten sonra pre-emülsiyon hazır hale gelmiştir. Üretilen pre-emülsiyon hemen ardından ince emülsifikasyona tabi tutulmuştur.

İnce emülsifikasyon: Hazırlanan pre-emülsiyon, Emülsiflex C3 (Avestin, Kanada) markalı yüksek basınçlı homojenizatör kullanılarak, 700-800 bar basınç uygulanarak ince emülsifikasyona tabi tutulmuştur. İnce emülsifikasyon, örneğin homojenizatörden 3 defa geçirilmesiyle sağlanmıştır.

3.2.2. İçecek emülsiyonlarının fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi

Portakallı içecek emülsiyonlarının fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla üretimin hemen sonrasında yoğunluk, pH, bulanıklık ve boyut indeksi, kremalaşma indeksi ve partikül büyüklüğü analizleri gerçekleştirilmiştir.

3.2.2.1. Yoğunluk

Hazırlanan portakallı içecek emülsiyonlarının yoğunlukları Krüss marka EasyDyne Tensiometresi kullanılarak ölçülmüştür. Yoğunluk ölçümü üretimin hemen sonrasında 2 tekrar şeklinde uygulanmış ve sonuçlar ölçümlerin ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

3.2.2.2. pH

Portakallı içecek emülsiyonlarının pH değeri cam elektrotlu Metrohm marka (İsviçre) pH metre ile belirlenmiştir. Ölçümler 3 tekrar olarak gerçekleştirilmiş ve sonuçlar ölçümlerin ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

3.2.2.3. Bulanıklık ve boyut indeksi (R)

İçecek emülsiyonlarının bulanıklık ve boyut indeksi değerlerinin belirlenmesinde Kaufman ve Garti (1984) tarafından önerilen yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemle göre içecek emülsiyonları ölçümler yapılmadan önce 1:1000 oranında seyreltilmiştir. Hitachi marka U-2001 model UV-Visible Spektrofotometre (Tokyo, Japonya) kullanılarak 400, 660 ve 800nm’de absorbans değerleri okunmuştur. İçecek emülsiyonunun bulanıklığı 660nm’deki absorbans değerine eşittir. Boyut indeksi ise 800 ve 400nm’deki absorbansların oranına eşittir. Ölçümler sırasında distile su referans olarak kullanılmıştır. Bulanıklık ölçümleri üretimden hemen sonra ölçülmüştür. Ölçümler 3 tekrar olarak gerçekleştirilmiş ve sonuçlar ölçümlerin ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

3.2.2.4. Emülsiyon stabilite indeksi

Emülsiyon stabilitesini belirlemek amacıyla emülsiyon stabilite indeksi Huang ve ark. (2001) tarafından önerilen yöntemle göre belirlenmiştir. Emülsiyon stabilite indeksi, emülsiyon stabilitesi konusunda indirekt olarak fikir veren bir yöntemdir. Emülsiyon stabilite indeksi değerinin yüksek olması, emülsiyon stabilitesinin yüksek olduğunu gösterirken, düşük olması ise yağ damlacıklarındaki kümeleşme olayının artması sonucu daha büyük partiküllerin oluşmasıyla kremalaşma hızının fazla

olduğunu göstermektedir. Söz konusu yöntemle göre 10ml içecek emülsiyonu üretim sonrasında test tüpüne alınarak oda sıcaklığında depolanmıştır. Depolama sonrasında emülsiyonlar üst kısımda ince krema tabakası ve alt kısımda şeffaf serum tabakası olmak üzere ayrılma göstermiştir. Emülsiyonun toplam yüksekliği (H_E), krema tabakasının (H_C) yüksekliği ve serum tabakasının (H_S) yüksekliği ölçülmüştür. Emülsiyon stabilite indeksi (1) numaralı denkleme göre hesaplanmıştır. Ölçümler 2 tekrar olarak gerçekleştirilmiş ve sonuçlar ölçümlerin ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

$$ESI = 100 \times [(H_E - (H_C + H_S)) / H_E] \quad (1)$$

3.2.3. Reolojik ölçümler

Portakallı içecek emülsiyonlarının reolojik özelliklerinin belirlenmesinde Taherian ve ark. (2006) önerdiği parametreler kullanılmıştır. Reolojik özelliklerden akış davranış indeksi (n), kıvam sabiti (m) Bohlin CVO Reometresi (Malvern Inst., Worcestershire, İngiltere) kullanılarak belirlenmiştir. Ölçüm sistemi olarak konsantrik silindir C25 kullanılmış ve artan kayma hızları (keserek kaydırma hızı-shear) uygulanmıştır ($0.1-100s^{-1}$, 3 dakika). Kayma gerilimi ve kayma hızı arasında akış eğrileri çizilerek akış özellikleri belirlenmiştir. Ölçümler 2 tekrar olarak gerçekleştirilmiş ve sonuçlar ölçümlerin ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

Deneysel akış eğrileri, psedoplastik özellikteki akışkanların karakterizasyonunda kullanılan (2) numaralı denklemde yer alan Power law modeline uygun olarak oluşturulmuştur. (2) numaralı denklemde yer alan $n < 1$ ise akışkan psedoplastik, $n = 1$ ise akışkan Newton tipi akışkan özelliği göstermektedir.

$$\eta = m \dot{\gamma}^{(n-1)} \quad (2) \quad (\text{Taherian et al., 2006})$$

Reolojik ölçümler üretim sonrasında, üretimden 2 hafta sonra ve üretimden 4 hafta sonra olmak üzere 2 tekrar şeklinde uygulanmıştır.

3.2.4. İçecek emülsiyonlarında lezzet salınıminin belirlenmesi

İçecek emülsiyonlarının üretiminde kullanılan portakal yağının lezzet maddeleri Gaz Kromatografisi/Kütle Spektroskopisi (GC/MS) cihazı ile tanımlanmıştır. GC/MS cihazıyla tanımlanan lezzet maddelerinden portakal lezzeti için karakteristik olan terpenler, alkoller, ketonlar ve aldehitleri temsil eden 6 lezzet maddesi seçilmiştir. Söz konusu lezzet maddelerinin seçiminde Högnadottir ve Rouseff (2003) tarafından

portakal yağının uçucu bileşenlerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada saptanan önemli lezzet maddeleri dikkate alınmış ve α -pinen, sabinen, β -mirsen, d-limonen (terpenler), oktanal (aldehit), linalool (alkol) seçilmiştir. Söz konusu lezzet maddelerinin salınım miktarı, içecek emülsiyonlarına uygulanan Gaz kromatografisi/Alev iyonizasyon dedektörü (GC/FID) analizi ile yarı-kantitatif olarak belirlenmiştir.

3.2.4.1. Statik Tepeboşluğu yöntemi ile ekstraksiyon

Portakal yağına uygulanan Gaz Kromatografisi/Kütle Spektroskopisi (GC/MS) analizi ve içecek emülsiyonlarına uygulanan Gaz kromatografisi/Alev iyonizasyon dedektörü (GC/FID) analizlerinin her ikisinde de ekstraksiyon yöntemi olarak statik tepeboşluğu yöntemi kullanılmıştır. Statik tepeboşluğu yönteminde Gaz kromatografi cihazlarına bağlı Carlo Erba marka (Milan, İtalya) HS250 model otomatik örnekleme sistemi (autosampler) kullanılmıştır.

Statik tepeboşluğu yöntemi için öngörülen denge koşullarını belirlemek amacıyla ön denemeler yapılmıştır. Bu ön denemelerde 2ml içecek emülsiyonu örneği 6ml'lik septalı vial konularak 80°C'teki su banyosunda 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 saat boyunca bekletilerek GC/FID analizi uygulanmıştır. Elde edilen kromatogramlarda seçilen 6 lezzet maddesi için her saatteki pik alanları birbirleriyle karşılaştırılmıştır. 1, 2, 3, 4 saat süreyle su banyosunda tutulan örneğin seçilen lezzet maddelerine (Bkz.3.2.4.) ait pik alanlarında belirgin bir artış tespit edilirken; 4. saatten sonra seçilen lezzet maddelerinin pik alanlarındaki değişim miktarının istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p>0.05$) görülmüştür. Bu nedenle söz konusu analizler için su banyosunda bekletme süresi tepe boşluğunda denge koşullarının sağlandığı 4 saat olarak belirlenmiştir.

3.2.4.2. Portakal yağındaki lezzet maddelerinin GC/MS ile analizi

Portakal yağındaki karakteristik lezzet maddelerinin tanımlanması amacıyla GC/MS cihazı kullanılmıştır. Analizlerde kullanılan GC/MS koşulları aşağıda verilmektedir.

Aygıt: Fisons 8000, MD800 Kuadrapol MS

Kolon: DB-5 HT (30.0m uzunluk, 0.25mm iç çap, 0.25 μ m film kalınlığı)

Enjeksiyon sıcaklığı : 250°C

Enjeksiyon modu : Bölünmeli (split), bölünme oranı (1:50)

Taşıyıcı gaz : Helyum, 1ml/dk

İnterfaz sıcaklığı: 250°C

MS kaynağı sıcaklığı: 200°C

Fırın sıcaklık programı: 40°C(2dk)//2.5°C/dk//130°C(1dk)//10°C/dk//240°C(12dk)

Elektron enerjisi : 70 eV

Kütle aralığı : 50-250

MS Kütüphanesi : NIST

3.2.4.3. İçecek emülsiyonlarındaki lezzet maddelerinin salınımının GC/FID ile analizi

Portakallı içecek emülsiyonlarında lezzet maddelerinin salınım miktarının belirlenmesinde GC/FID cihazı kullanılmıştır. Portakal yağında GC/MS cihazıyla tanımlanan ve portakal lezzeti için karakteristik olduğu bilinen lezzet maddeleri seçilerek, salınım miktarları belirlenmiştir. Bu amaçla terpen grubundan α -pinen, sabinen, β -mirsen ve d-limonen, alkol grubundan linalool ve aldehit grubundan oktanal seçilmiştir.

Lezzet maddelerinin salınım miktarlarını yarı-kantitatif olarak belirlemek amacıyla bütül asetat iç standart olarak kullanılmıştır. Bu amaçla 2ml örneğin bulunduğu 6ml'lik septalı vial 2.5 μ l bütül asetat eklenerek, daha önce belirlenen denge koşullarına göre 80°C'ta 4 saat su banyosunda bırakılarak GC/FID cihazına enjekte edilmiştir. Elde edilen kromatogramlarda seçilen lezzet maddelerinin her birinin pik alanı, bütül asetatın pik alanına bölünerek relatif oranlar hesaplanmıştır. GC/FID cihazıyla lezzet salınımları üretimden hemen sonra, üretimden 2 hafta sonra ve üretimden 4 hafta sonra olmak üzere uygulanmıştır. Analizler 3 tekrar olarak uygulanmış, sonuçlar bu 3 tekrarın ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

Analizlerde kullanılan GC/FID koşulları aşağıda verilmektedir.

Aygıt : Carlo ERBA 5000

Kolon: Agilent HP-5MS (30.0 m uzunluk, 0.25 mm iç çap, 0.25 μ m film kalınlığı)

Enjeksiyon sıcaklığı : 250 °C

Enjeksiyon modu : Bölünmeli (split), bölünme oranı (1:50)

Fırın sıcaklık programı: 40°C(2dk)//2.5°C/dak//130°C(1dak)//10°C/dak//240°C(12dk)

3.2.5. Deneysel dizayn ve istatistiksel değerlendirme

Bu çalışmada içecek emülsiyonu formülasyonları faktöriyel dizayna uygun bir biçimde oluşturulmuştur. Faktöriyel dizayn, faktör etkilerini kombine biçimde inceleme imkanı sunan bir yöntemdir (Anon., 2008). Formülasyonlarda kullanılan Arabik gam miktarı %8.17-15.68, portakal yağı miktarı ise %9.80-14.29 düzeyindedir. Bu nedenle faktöriyel dizaynda Arabik gam (A) ve portakal yağı (B) olmak üzere 2 faktör yer almaktadır. Her formülasyon 2 tekrar olacak şekilde üretilmiş ve değerler tekrarların ortalaması olarak verilmiştir. Deneysel veriler yardımıyla 1.dereceli polinomiyal modeller oluşturulmuştur. Formülasyonlarda oluşturulan formülasyonlarının faktör oranları ve bileşenlerin yüzde oranları (%w/w) Çizelge 3.1'de yer almaktadır. Bu çalışmada emülsifiye edici ajan olarak Arabik gam, stabilizör olarak tragakant gam yer aldığından formülasyonlar sözkonusu maddelerin (Arabik gam-A, tragakant gam-T) baş harfleri kullanılarak adlandırılmıştır (AT11, AT21, AT31, AT41) .

Çizelge 3.1. Formülasyonların faktör oranları ve bileşen yüzdeleri

Form.no	Formülasyon	Standart faktör seviyeleri		Oranlar		Bileşen yüzdeleri (%)		
		x ₁	x ₂	r ₁ ^a	r ₂ ^b	A	B	C
1	AT11	-	-	0.11	0.14	8.53	10.66	78.05
2	AT21	+	-	0.22	0.14	15.68	9.80	71.75
3	AT31	-	+	0.11	0.19	8.17	14.29	74.77
4	AT41	+	+	0.22	0.19	15.07	13.19	68.97

A: Arabik gam B: Portakal yağı C: Su

^ar₁: A / C ^br₂: B / C

Oluşturulan formülasyonlardaki bağımsız değişkenler olan Arabik gam ve portakal yağı miktarının içecek emülsiyonlarının fizikokimyasal özellikleri ve içecek formülasyonlarında meydana gelen lezzet salınımına olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla üretim günü yapılan analizlerle elde edilen verilere Statgraphics Plus 5.0 istatistiksel paket programı kullanılarak varyans analizleri ve regresyon analizleri uygulanmıştır. Regresyon katsayıları hesaplanarak deneysel veriler 1.dereceden polinomiyal (lineer) model denklemlerine (3) uyumlandırılmaya çalışılmıştır. Modellerin uygunluğunu belirlemek amacıyla belirleme katsayısı değerleri (R²) hesaplanmıştır.

$$Y=b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_{12}X_1X_2 \quad (3)$$

b_0 : Sabit

b_1 ve b_2 : Lineer etki

b_{12} : İnteraksiyon etkisi

Üretim günü, üretimden 2 hafta sonra ve 4 hafta sonra uygulanan reolojik ölçümler ve lezzet salınım miktarını belirlemek amacıyla yapılan GC/FID analizlerinde zamanla meydana gelen değişimleri incelemek ve ele alınan zaman dilimlerinde örnekleri birbirleriyle karşılaştırmak amacıyla SPSS paket programı kullanılarak Duncan Testi uygulanmıştır. Duncan testi sayesinde söz konusu formülasyonlardaki değişimler ve formülasyonlar arası farklılık düzeyleri ortaya konmuştur.

Üretim günü, üretimden 2 hafta sonra ve 4 hafta sonra uygulanan reolojik ölçüm verilerinden kıvam sabitiyle, seçilen lezzet maddelerinin salınım miktarları arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla korelasyon analizleri uygulanarak pearson korelasyon katsayıları ve korelasyonların önem dereceleri hesaplanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde portakallı içecek emülsiyonu formülasyonlarında bağımsız değişkenler olarak ele alınan Arabik gam ve portakal yağı miktarlarının, içecek emülsiyonlarının yoğunluk, pH, bulanıklık, boyut indeksi, akış davranış indeksi ve kıvam sabiti gibi fizikokimyasal özellikler üzerindeki etkileri; lezzet salınım miktarlarının zamana bağlı değişimleri ve reolojik özelliklerden kıvam sabiti ve lezzet salınım miktarları arasındaki ilişkilerle ilgili bulgu ve tartışmalara yer verilmiştir.

4.1. İçecek Emülsiyonlarının Fizikokimyasal Özelliklerine Ait Bulgular

İçecek emülsiyonu formülasyonlarındaki Arabik gam ve portakal yağı miktarlarının içecek emülsiyonlarının fizikokimyasal özellikleri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla uygulanan varyans analizi (ANOVA) ve regresyon analizi tabloları Ek 1’de yer almaktadır. Söz konusu faktörlerin lineer ve interaksiyon etkileri incelenip faktörlere ait regresyon katsayıları hesaplanarak regresyon modelleri oluşturulmuştur. Oluşturulan regresyon modellerinin belirleme katsayısı değerleri (R^2) ve istatistiksel önem seviyeleri (p-değeri) belirlenmiştir.

4.1.1. Yoğunluk

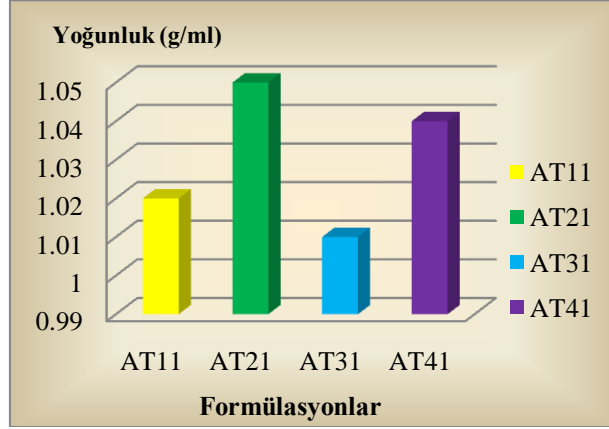
İçecek emülsiyonu formülasyonlarına ait yoğunluklar çizelge 4.1 ve şekil 4.1’de yer almaktadır.

Çizelge 4.1. İçecek emülsiyonlarına ait yoğunluk değerleri

Formülasyonlar	AG/S ^a	PY/S ^b	Yoğunluk (g/ml)
AT11	0.11	0.14	1.02±0.0004
AT21	0.22	0.14	1.05±0.0004
AT31	0.11	0.19	1.01±0.002
AT41	0.22	0.19	1.04±0.001

^aAG/S : Arabik gam / Su oranı

^bPY/S : Portakal yağı /Su oranı



Şekil 4.1. İçecek emülsiyonlarına ait yoğunluk değerleri

Çizelge 4.1'den görüldüğü gibi formülasyonların yoğunlukları 1.01 ± 0.002 ile 1.05 ± 0.0004 g/ml arasında değişmektedir. Formülasyonlarda Arabik gam konsantrasyonundaki artışın içecek emülsiyonlarının yoğunluklarında istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p < 0.05$) artışa, portakal yağı konsantrasyonundaki artışın ise içecek emülsiyonlarının yoğunluklarında istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p < 0.05$) azalmaya neden olduğu belirlenmiştir (Ek 1.A). Şekil 4.1'den görüldüğü gibi en düşük yoğunluk değerine sahip olan formülasyon, en yüksek portakal yağı ve en düşük Arabik gam konsantrasyonuna sahip AT31'dir. Portakal yağının yoğunluğu azaltıcı etkisi, yağ fazının yoğunluğunun su fazından çok düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Hidrate gamlar ise yağ damlacıklarına ekstra yük sağlayarak, yoğunluğu arttırıcı etki göstermektedirler (Mirhosseini and Tan 2010).

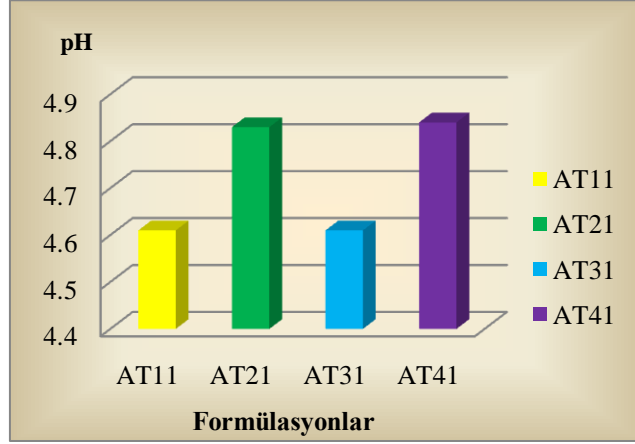
4.1.2. pH

İçecek emülsiyonu formülasyonlarına ait pH değerleri çizelge 4.2 ve şekil 4.2'de yer almaktadır

Çizelge 4.2. İçecek emülsiyonlarına ait pH değerleri

Formülasyonlar	AG/S ^a	PY/S ^b	pH
AT11	0.11	0.14	4.61 ± 0.000
AT21	0.22	0.14	4.83 ± 0.042
AT31	0.11	0.19	4.61 ± 0.018
AT41	0.22	0.19	4.84 ± 0.039

^aAG/S : Arabik gam / Su oranı ^bPY/S : Portakal yağı / Su oranı



Şekil 4.2. İçecek emülsiyonlarına ait pH değerleri

Çizelge 4.2'den görüldüğü gibi formülasyonların pH değerleri 4.61 ± 0.000 ile 4.84 ± 0.0039 arasında değişmektedir. Üretilen içecek emülsiyonlarından en düşük pH'ya sahip olan formülasyon AT11 ve AT31 olarak belirlenmiştir (şekil 4.2). Formülasyonlarda Arabik gam konsantrasyonundaki artışın içecek emülsiyonlarının pH değerini istatistiksel olarak önemli düzeyde arttırdığı ($p < 0.05$) gözlenmiştir. Yanlızca Arabik gamın temel etkisi içecek emülsiyonlarının pH değeri üzerinde önemli seviyede pozitif etki göstermiştir (Ek 1.B). Nitekim, Mirhosseini ve ark. (2008b) tarafından yapılan bir çalışmada pH değerindeki artışın Arabik gam miktarına bağlı olduğu ve deneysel pH verilerinin lineer regresyon denkleminde uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Aynı çalışmada, pH değerinin içecek emülsiyonlarının üretimi ve depolanması sırasında dikkate alınması gereken kritik özelliklerden biri olduğu, ürünün pH değeri arttıkça, içecek emülsiyonunda kullanılan koruyucuların etkinliğinin azaldığı bildirilmiş ve bu nedenle son üründe daha düşük pH sağlayan formülasyonların tercih edilmesi gerektiği ifade edilmiştir. Arabik gam miktarı pH miktarı üzerinde etkili olduğundan, formülasyonda kullanılacak Arabik gam miktarı önem taşımaktadır.

4.1.3. Bulanıklık ve boyut indeksi

İçecek emülsiyonlarına ait bulanıklık değerleri çizelge 4.3 ve şekil 4.3'te yer almaktadır.

Çizelge 4.3 ve şekil 4.3'ten görüldüğü gibi formülasyonların bulanıklık değerleri 0.611 ± 0.02 ile 0.833 ± 0.06 arasında değişmektedir. En yüksek bulanıklığı sağlayan formülasyonun AT31 olduğu görülmektedir. Formülasyonlarda kullanılan portakal yağı miktarı arttıkça içecek emülsiyonlarının bulanıklığının da istatistiksel

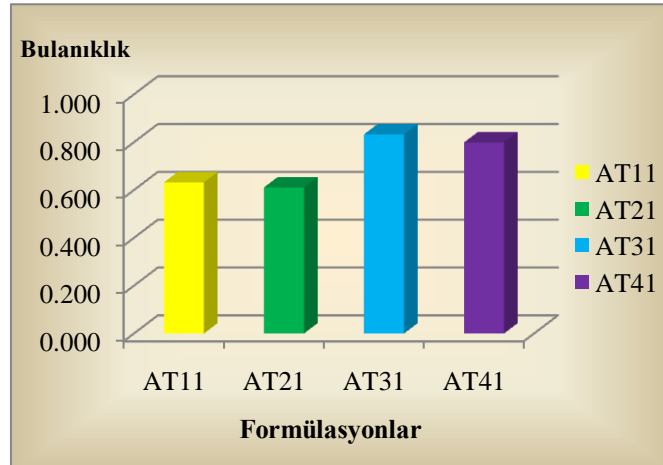
olarak önemli seviyede ($p<0.05$) arttığı tespit edilmiştir (Ek 1.C). İçecek emülsiyonlarında bulanık görünümü sağlayan emülsiyon bileşeninin yağ fraksiyonlarından oluşan emülsiyon damlacıkları olduğu bilinmektedir. Bu durum, yağ fazı konsantrasyonunun arttırılmasıyla refraktif indeksin değişmesi sonucunda yağ globüllerinin ışığın yansıma verimliliğini arttırmasından kaynaklanmaktadır. Genel kural olarak tüketiciler alkolsüz içeceklerde doğal meyve suyuna benzeyen bulanık bir görünüm arzuladıklarından, içecek üreticileri en fazla bulanıklık sağlayan konsantre içecek emülsiyonu formülasyonlarını tercih etmektedirler. İçecek emülsiyonlarının bulanıklık özeliğinin arttırılması için formülasyonlarda kullanılan portakal yağı miktarı dikkate alınmalıdır (Taherian et al., 2006; Mirhosseini, Tan et al. 2008c; Mirhosseini et al., 2008d; Mirhosseini et al., 2009).

Çizelge 4.3. İçecek emülsiyonlarına ait bulanıklık değerleri

Formülasyonlar	AG/S ^a	PY/S ^b	Bulanıklık
AT11	0.11	0.14	0.632±0.01
AT21	0.22	0.14	0.611±0.02
AT31	0.11	0.19	0.833±0.06
AT41	0.22	0.19	0.799±0.05

^aAG/S : Arabik gam / Su oranı

^bPY/S : Portakal yağı /Su oranı



Şekil 4.3. İçecek emülsiyonlarına ait bulanıklık değerleri

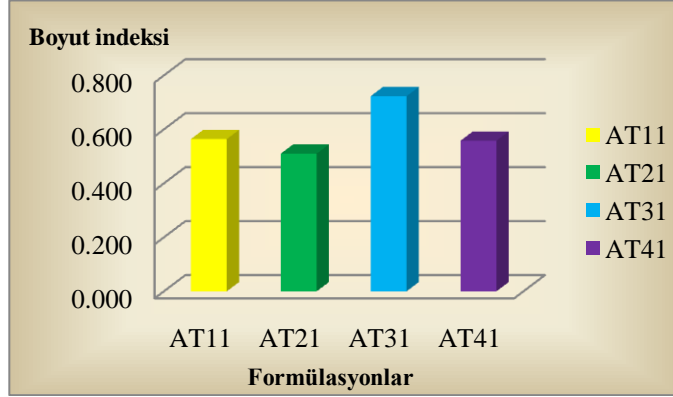
İçecek emülsiyonlarına ait boyut indeksi değerleri çizelge 4.4 ve şekil 4.4'te yer almaktadır.

Çizelge 4.4. İçecek emülsiyonlarına ait boyut indeksleri

Formülasyonlar	AG/S ^a	PY/S ^b	Boyut indeksi
AT11	0.11	0.14	0.564±0.07
AT21	0.22	0.14	0.510±0.05
AT31	0.11	0.19	0.723±0.01
AT41	0.22	0.19	0.558±0.02

^aAG/S : Arabik gam / Su oranı

^bPY/S : Portakal yağı /Su oranı



Şekil 4.4. İçecek emülsiyonlarına ait boyut indeksleri

Çizelge 4.4 ve şekil 4.4'ten de görüldüğü gibi boyut indeksleri 0.510±0.05 ile 0.723±0.01 arasında değişmektedir. En yüksek boyut indeksine sahip formülasyon AT31 olarak belirlenmiştir. Formülasyonlardaki Arabik gam miktarındaki artış boyut indeksinde istatistiksel olarak önemli seviyede ($p<0.05$) azalmaya neden olurken; portakal yağındaki artışın boyut indeksini istatistiksel olarak önemli seviyede ($p<0.05$) arttırdığı belirlenmiştir. Boyut indeksi, emülsiyonların ortalama damlacık büyüklüğü ile ilişkili olup boyut indeksi değeri arttıkça emülsiyon stabilitesi azaldığı, dolayısıyla Arabik gam miktarı stabiliteyi olumlu yönde etkilerken, portakal yağı miktarının olumsuz yönde etkilediği bilinmektedir. Arabik gamın emülsiyon stabilitesi üzerindeki olumlu etkisi, sahip olduğu yüzey aktiflik özelliğinden ve emülsiyonun yağ damlacıkları çevresinde oluşturduğu koruyucu film tabakasından kaynaklanmakta ve boyut indeksinin yüksek olması daha büyük yağ damlacığı kümeleri oluşumunu göstermektedir (Mirhosseini et al., 2007b). Druzewska ve ark.

(2006) tarafından yapılan çalışmada kullanılan emülsiyonların tipine bağlı olmaksızın, portakal yağının oluşturduğu yağ fazının konsantrasyonunun artmasıyla boyut indeksinin arttığı sonucuna varılmıştır. Nitekim bu çalışmada da portakal yağının arttırılmasıyla, boyut indeksinin arttığı belirlenmiştir.

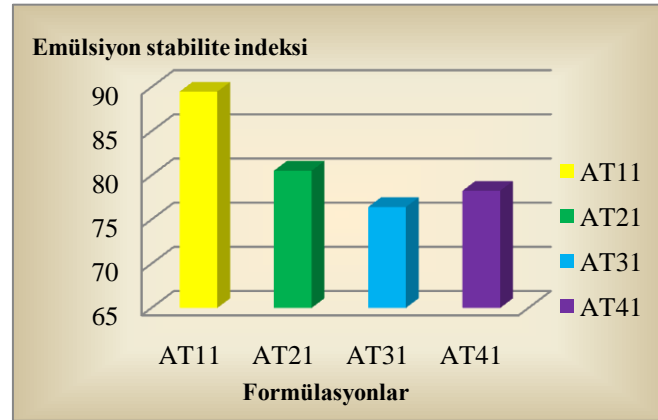
4.1.4. Emülsiyon stabilite indeksi

İçecek emülsiyonu formülasyonlarına ait emülsiyon stabilite indeksi çizelge 4.5 ve şekil 4.5'te yer almaktadır.

Çizelge 4.5. İçecek emülsiyonlarına ait emülsiyon stabilite indeksi

Formülasyonlar	AG/S ^a	PY/S ^b	Emülsiyon stabilite indeksi
AT11	0.11	0.14	89.50±3.31
AT21	0.22	0.14	80.54±0.95
AT31	0.11	0.19	76.43±1.06
AT41	0.22	0.19	78.27±2.26

^aAG/S : Arabik gam / Su oranı ^bPY/S : Portakal yağı /Su oranı



Şekil 4.5. İçecek emülsiyonlarına ait emülsiyon stabilite indeksi

Çizelge 4.5'den görüldüğü gibi formülasyonların emülsiyon stabilite indeksleri 76.43±1.06 ile 89.50±3.31 arasında değişmektedir. Emülsiyon stabilite indeksi sonuçları incelendiğinde formülasyonlardaki portakal yağı miktarı ve portakal yağının Arabik gamla olan interaksiyonunun emülsiyon stabilite indeksi üzerinde

istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) olduğu belirlenmiştir (Ek 1.E). Portakal yağı miktarındaki artış emülsiyon stabilite indeksini olumsuz olarak etkilerken, faktörler arası interaksiyon olumlu yönde etkilemiştir. Dluzewska ve ark. (2006) tarafından yapılan bir çalışmada, yağ fazındaki artışın yağ damlacıklarının boyutlarında artışa neden olduğu sonucuna varılmıştır. Bu durum portakal yağındaki artışın emülsiyon stabilitesini indeksini azaltarak stabiliteyi azalttığı sonucunu desteklemektedir.

4.1.5. Reolojik ölçümler

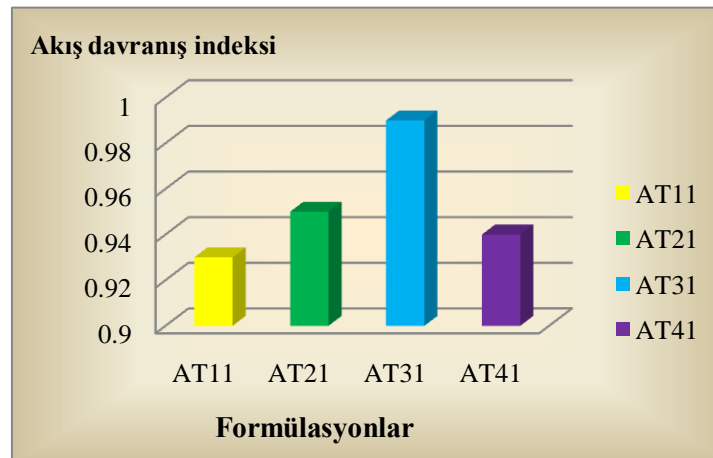
İçecek emülsiyonu formülasyonlarına ait akış davranış indeksleri çizelge 4.6 ve şekil 4.6'da yer almaktadır.

Çizelge 4.6. İçecek emülsiyonlarına akış davranış indeksi

Formülasyonlar	AG/S ^a	PY/S ^b	Akış davranış indeksi	R ² *
AT11	0.11	0.14	0.93±0.05	0.99
AT21	0.22	0.14	0.95±0.01	0.99
AT31	0.11	0.19	0.99±0.02	0.99
AT41	0.22	0.19	0.94±0.03	0.99

^aAG/S : Arabik gam / Su oranı ^bPY/S : Portakal yağı /Su oranı

*R²: Power law model ile çizilen logaritmik grafiklerin regresyon katsayıları



Şekil 4.6. İçecek emülsiyonlarına ait akış davranış indeksi

Çizelge 4.6'dan görüldüğü gibi formülasyonların akış davranış indeksleri 0.93±0.05 ile 0.99±0.02 arasında değişirken regresyon katsayıları 0.99 olarak belirlenmiştir. Formülasyonlardaki Arabik gam ve portakal yağı miktarının akış

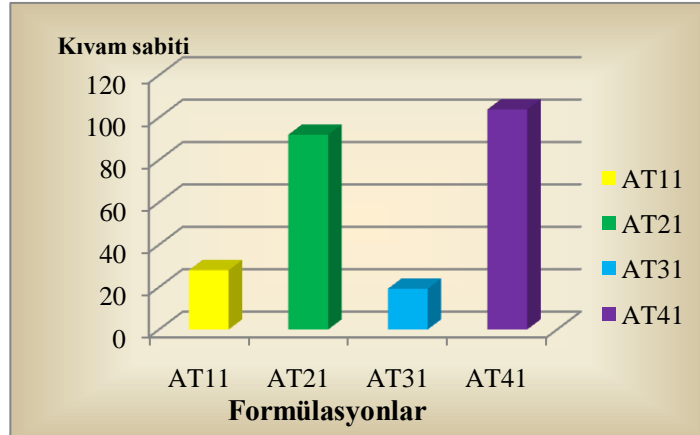
davranış indeksi üzerine istatistiksel olarak önemli düzeyde bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir (Ek 1.F). Akış davranış indeksleri incelendiği zaman, bütün değerlerin 1'e çok yakın olması sebebiyle pratik olarak Newton tipi akışkan davranışı gösterdiği söylenebilmektedir. Buffo ve Reineccius (2002) tarafından yapılan bir çalışmada kıvam arttırıcılar kullanılmadan, Arabik gamın kullanılarak hazırlanan emülsiyon konsantrelerinin her birinin Newton tipi akışkan özelliği gösterdiği saptanmıştır.

İçecek emülsiyonu formülasyonlarına ait kıvam sabiti değerleri çizelge 4.7 ve şekil 4.7'da yer almaktadır.

Çizelge 4.7. İçecek emülsiyonlarına ait kıvam sabitleri

Formülasyonlar	AG/S ^a	PY/S ^b	Kıvam sabiti (mPa)
AT11	0.11	0.14	28.01±6.92
AT21	0.22	0.14	91.96±0.78
AT31	0.11	0.19	19.25±1.87
AT41	0.22	0.19	103.85±0.59

^aAG/S : Arabik gam / Su oranı ^bPY/S : Portakal yağı /Su oranı



Şekil 4.7. İçecek emülsiyonlarına ait kıvam sabitleri

Çizelge 4.7 ve şekil 4.7'den görüldüğü formülasyonların kıvam sabitleri 28.01±6.92 ile 103.85±0.59mPa arasında değişmektedir. Emülsiyon bileşenlerini en yüksek düzeyde içeren AT41 formülasyonu en yüksek kıvam sabiti değerine sahiptir. Kıvam sabiti değerleri incelendiğinde, formülasyonda yer alan Arabik gamın temel etkisinin ve Arabik gam ve portakal yağının interaksiyon etkisinin kıvam sabiti

üzerinde istatistiksel açıdan önemli seviyede ($p < 0.05$) olduğu belirlenmiştir (Ek 1.G). Arabik gam miktarındaki artış ve faktörler arası interaksiyon kıvam sabiti değerini pozitif yönde etkilemiştir. Bu durumun yüksek konsantrasyonlarda emülsiyon bileşelerine sahip emülsiyonlarda çok sayıda partikül bulunmasına bağlı olarak akışa karşı direncin artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Mirhosseini, Tan et al. 2009). Arabik gam düşük viskozite etkisiyle bilinmesine rağmen, kıvam sabitini arttırıcı etkisi göstermesinin tragakant gamla birlikte kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Morris (1990) tarafından yapılan bir çalışmada birden fazla polimer içeren çözeltilerde, her bir polimerin diğerini kendi alanından uzak tutma eğiliminde olduğundan polimer konsantrasyonundaki artışın viskoziteyi arttırıcı etki gösterdiği vurgulanmıştır.

4.1.6. İçecek emülsiyonlarının fizikokimyasal özelliklerine bağlı regresyon modelleri

Faktörlerin önem duruma bağlı olarak oluşturulan 1. Dereceli polinomial modellere ait regresyon katsayıları ve belirleme katsayısı (R^2) değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan regresyon katsayıları ve belirleme katsayısı değerleri (R^2) çizelge 4.8'de yer almaktadır.

Varyans analizleri uygulandıktan sonra istatistiksel olarak önemli olmayan terimler regresyon modellerinden çıkarılarak, deneysel veriler yalnızca istatistiksel olarak önemli olan faktörlere uyumlandırılmıştır. Çizelge 4.8'den görüldüğü gibi yoğunluğun regresyon modelinde Arabik gam ve portakal yağının lineer etkileri, pH değerinin regresyon modelinde Arabik gamın temel etkisi ve bulanıklık değerinin regresyon modelinde portakal yağının lineer etkisi yer almaktadır. Bu nedenle yoğunluk, pH ve bulanıklık değerlerindeki varyasyon, deneysel verilere lineer regresyon denklemleri kullanılarak uyumlandırılabilir. Emülsiyon stabilite indeksi regresyon modelinde Arabik gam; kıvam sabiti regresyon modelinde de portakal yağının lineer etkisi istatistiksel olarak önemli ($p > 0.05$) olmamakla birlikte son modelde yer almaktadır. Bunun nedeni bu değişkenleri içeren interaksiyon teriminin istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) seviyede olmasıdır.

Çizelge 4.8. Fizikokimyasal özelliklere ilişkin regresyon katsayıları, 1.Derece polinomial modellerin R^2 ve p-değerleri

Regresyon katsayısı	Yoğunluk	pH	Bulanıklık	Boyut indeksi	Emülsiyon stabilite indeksi	Akış davranış indeksi	Kıvam sabiti
b_0	1.015	4.38	0.08	0.527	165.296	0.45	46.40
b_1	0.25	2.05	-	-1.197	-356.36	2.56	55.73
b_2	-0.15	-	3.89	1.635	-477.40	3.20	-588.2
b_{12}	-	-	-	-	1963.64	-16.36	3754.55
R^2	0.96	0.96	0.906	0.908	0.918	0.58	0.99
Regresyon (p-değeri)	0.000**	0.000**	0.000**	0.003**	0.012*	0.283	0,000**

b_0 : Sabit b_1 : Arabik gam b_2 : Portakal yağı (Lineer etkiler)

b_{12} : Arabik gam * Portakal yağı (İnteraksiyon etkisi)

*İstatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$)

**İstatistiksel olarak önemli ($p < 0.01$)

Joglekar ve May (1987)'e göre bir modelle iyi bir uyumun sağlanabilmesi için R^2 değerinin en az 0.80 olması gerekmektedir. Çizelge 4.8'den görüldüğü gibi regresyon modellerinin belirleme katsayısı değerleri (R^2), akış davranış indeksi dışındaki diğer fizikokimyasal özellikler için 0.802 ile 0.99 arasındadır. Belirleme katsayısının yüksek seviyede olması ($R^2 > 0.80$) belirlenen regresyon modellerinin deneysel verilerle yeterli seviyede uyumlu olduğunu göstermektedir. Regresyon modellerinin varyans analizi sonuçlarına göre akış davranış indeksi dışındaki yoğunluk, pH, bulanıklık, boyut indeksi, emülsiyon stabilite indeksi ve kıvam sabiti regresyon modelleri istatistiksel olarak önemli seviyededir ($p < 0.01$). Bu özelliklerin regresyon modellerindeki değişkenler için p-değerinin istatistiksel olarak önemli olması, söz konusu özellikler üzerinde istatistiksel olarak önemli etkiye sahip Arabik gam ve portakal yağı gibi temel emülsiyon bileşenlerine bağlı olarak ifade edilebileceği anlamını taşımaktadır. Formülasyonlardaki temel emülsiyon bileşenlerinin konsantrasyonları değiştirilerek istenilen fizikokimyasal özelliklere ulaşmak mümkün olabilmektedir. Ayrıca, akış davranış indeksi modelindeki değişkenler için p-değerinin istatistiksel olarak önemsiz olması, Arabik gam ve portakal yağı faktörlerine bağlı olarak ifade edilemeyeceği anlamını taşımaktadır.

4.2. İçecek Emülsiyonlarında Lezzet Salınımının Belirlenmesi İle İlgili Bulgular

Bu bölümde üretilen portakallı içecek emülsiyonlarında kullanılan portakal yağının lezzet bilşenleri ile ilgili bulgular ile söz konusu lezzet maddesinin içecek emülsiyonlarındaki salınımı ile ilgili bulgulara yer verilmiştir.

4.2.1. İçecek emülsiyonlarında kullanılan portakal yağının lezzet bileşenleri ile ilgili bulgular

İçecek emülsiyonu formülasyonlarında kullanılan portakal yağının lezzet bileşenlerini belirlemek amacıyla uygulanan Statik tepeboşluğu yöntemi ile ekstrakte edilen uçucu bileşenler çizelge 4.9'da ve söz konusu bileşenlere ait GC/MS kromatogramı Ek 5'te verilmektedir.

Çizelge 4.9. İçecek emülsiyonlarında kullanılan portakal yağının statik tepeboşluğu/GC/MS analizi ile belirlenen uçucu bileşenleri

Pik No	t _R (dk)	Uçucu bileşen
1	7.57	α -pinen
2	8.79	sabinen
3	9.43	β -mirsen
4	9.79	oktanal
5	11.18	d-limonen
6	11.58	osimen
7	11.96	tanımlanmamış
8	12.40	9-oktadesen-12-inoik asit, metil ester
9	12.83	linalool
10	12.91	nonanal
11	13.39	trans-p-menta-2,8-dienol
12	13.81	4-isopropenil-1-metil-2-sikloheksen-1-ol
13	14.35	limonen oksit
14	15.09	p-ment-1-en-4-ol
15	15.51	9-oktadesen-12-ynoik asit,metil ester
16	15.93	dekanal
17	16.97	α -sitril
18	17.05	p-menta-6,8-dien-2-on
19	17.82	β -sitril

Çizelge 4.9'dan görüldüğü gibi portakal yağının statik tepeboşluğu/GC/MS analizi ile toplam 19 madde ayırt edilmiş ve 18 madde tanımlanmıştır. İçecek emülsiyonlarında lezzet salınımının belirlenmesinde Högnadottir ve Rouseff (2003) tarafından önerildiği gibi portakal yağının karakteristik uçucu bileşenleri olarak α -pinen, sabinen, β -mirslen, d-limonen (terpenler), oktanal (aldehit), linalool (alkol) dikkate alınmıştır.

4.2.2. İçecek Emülsiyonlarında Karakteristik Lezzet Maddelerine Ait GC/FID Bulguları

İçecek emülsiyonlarına üretim günü uygulanan GC/FID analizleri sonucunda karakteristik lezzet maddeleri olarak dikkate alınan α -pinen, sabinen, β -mirslen, oktanal, d-limonen ve linaloolle ilişkin relatif salınım miktarları çizelge 4.10'da yer almaktadır.

Çizelge 4.10. İçecek emülsiyonlarında üretim günü meydana gelen lezzet salınımlarının relatif miktarları

Form.	AG/S ^a	PY/S ^b	α -pinen	sabinen	β -mirslen	oktanal	d-limonen	linalool
AT11	0.11	0.14	1.35±0.31	0.93±0.12	3.51±0.39	1.13±0.09	333.82±62.41	1.95±0.26
AT21	0.22	0.14	0.75±0.04	0.58±0.03	2.29±0.12	0.91±0.01	217.6±21.40	1.61±0.18
AT31	0.11	0.19	1.39±0.24	0.96±0.18	3.51±0.69	0.89±0.19	285.08±48.76	1.37±0.13
AT41	0.22	0.19	0.810±0.81	0.605±0.08	2.30±0.18	0.97±0.01	217.22±17.20	1.625±0.43

^aAG/S : Arabik gam / Su oranı ^bPY/S : Portakal yağı /Su oranı

Çizelge 4.10'dan görüldüğü gibi AT21 formülasyonunda α -pinen, sabinen, β -mirslen; AT31 formülasyonunda oktanal ve linalool; AT41 formülasyonunda ise d-limonenin diğer formülasyonlara kıyasla daha düşük salınım gösterdiği belirlenmiştir. İçecek emülsiyonu formülasyonlarındaki Arabik gam ve portakal yağı miktarlarının içecek emülsiyonlarında üretim günü meydana gelen lezzet salınım miktarları üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla uygulanan varyans analizi (ANOVA) ve regresyon analizi tabloları Ek 2'de yer almaktadır. Formülasyonlardaki Arabik gam miktarındaki artışın α -pinen, sabinen, β -mirslen ve d-limonenin salınımında istatistiksel olarak önemli seviyede bir azalmaya yol açtığı belirlenmiştir. Bu lezzet maddeleri hidrofobik yapı ve apolar karakterdeki monoterpen hidrokarbonları olarak bilinen grupta yer almaktadır. Lezzet maddeleri hidrofobik yapılarından dolayı yağ

fazında çözülmüş halde bulunmaktadır. Yağ/su ara yüzeyine adsorbe olan Arabik gamın protein segmenti ara yüzeyde adeta bir bariyer görevi görerek ara yüzeyden lezzet maddelerinin transfer oranını azaltmaktadır. Ayrıca Arabik gamın hidrofobik polipeptid zinciri çeşitli interaksiyon mekanizmalarıyla özellikle hidrofobik yapıdaki monoterpen hidrokarbonları gibi lezzet maddelerini kendisine bağlayarak, bu maddelerin matriksten salınımına engel olmaktadır. Böylelikle ele alınan lezzet maddelerinin tepeboşluğu denge konsantrasyonu ve dolayısıyla lezzet salınım miktarı azalmaktadır (Rogacheva, Espinosa-Diaz et al. 1998). Oktanal ve linalool ise sırasıyla aldehit ve monoterpen alkolü yapısında olup, daha polar yapıdaki lezzet maddeleridir.

Lezzet maddelerinin salınım miktarları üzerinde faktörlerin önem duruma bağlı olarak oluşturulan 1. Dereceli polinomiyal modellere ait regresyon katsayıları ve belirleme katsayısı (R^2) değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan regresyon katsayıları ve belirleme katsayısı değerleri (R^2) çizelge 4.11’de yer almaktadır.

Çizelge 4.11. Üretim günü meydana gelen lezzet maddelerinin salınımına ilişkin ilişkin regresyon katsayıları, 1. Dereceli polinomiyal modellerin R^2 ve p-değerleri

Regresyon katsayısı	α -pinen	sabinen	β -mirsen	d-limonen
b_0	1.963	1.303	4.722	401.49
b_1	-5.36	-3.227	-11.05	-836.727
b_2	-	-	-	-
b_{12}	-	-	-	-
R^2	80.96	81.7813	81.28	64.31
Regresyon (p-değeri)	0.002**	0.002**	0.002**	0.02*

b_0 : Sabit

b_1 : Arabik gam b_2 : Portakal yağı (Lineer etkiler)

b_{12} : Arabik gam * Portakal yağı (İnteraksiyon etkisi)

*İstatistiksel olarak önemli (p<0.05)

**İstatistiksel olarak önemli (p<0.01)

Varyans analizleri uygulandıktan sonra istatistiksel olarak önemli olmayan terimler regresyon modellerinden çıkarılarak, deneysel veriler yalnızca istatistiksel olarak önemli olan faktörlere uyumlandırılmıştır. Oktanal ve linaloolün salınım miktarları üzerinde bağımsız değişken olarak ele alınan faktörlerin etkilerinin istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlendiğinden, bu özellikler regresyon modellerini gösteren tabloda yer almamaktadır. Çizelge 4.11’den de görüldüğü gibi α -pinen, sabinen, β -mirsen ve d-limonenin lezzet salınım miktarları üzerinde yalnızca

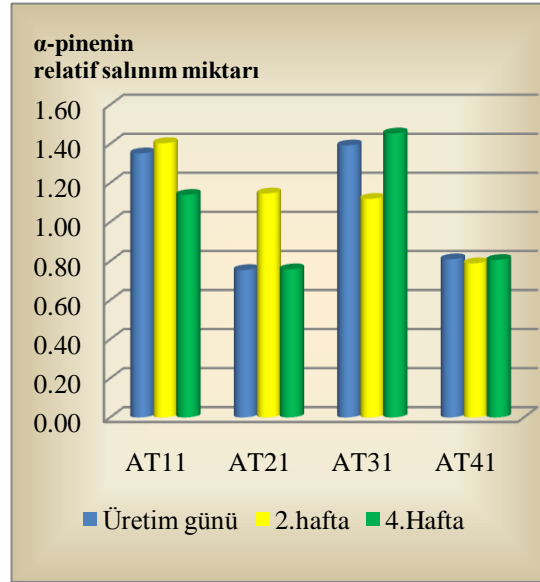
Arabik gam etkili olduğundan, söz konusu lezzet maddelerinin regresyon modelleri lineer özellik taşımaktadır.

Deneysel verilerin modele uyumluluğunu gösteren, lezzet salınımlarına ait belirleme katsayısı (R^2) değerleri incelendiğinde (çizelge 4.11), α -pinen ve β -mirsenin regresyon modellerinde yüksek belirleme katsayısı değerlerine ($R^2 > 0.80$) ulaşıldığı görülmektedir. Belirleme katsayısının yüksek seviyede olması ($R^2 > 0.80$); α -pinen, sabinen ve β -mirsene için belirlenen regresyon modellerinin deneysel verilerle yeterli seviyede uyumlu olduğunu göstermektedir. Regresyon modellerinin varyans analizi sonuçları incelendiğinde α -pinen, sabinen, β -mirsene ve d-limonenin regresyon modellerindeki değişkenler için p-değerinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir. Bu durum söz konusu özelliklerin temel emülsiyon bileşenlerinden Arabik gama bağlı olarak ifade edilebileceği anlamını taşımaktadır. Başka bir deyişle içecek emülsiyonu formülasyonlarındaki Arabik gam konsantrasyonunu değiştirerek α -pinen, sabinen, β -mirsene ve d-limonenin lezzet salınım miktarlarını azaltmanın mümkün olduğu görülmektedir. Genel olarak polar olmayan maddelerin karbonhidrat içeren sulu çözeltilerde tutulmasının, su molekülleriyle polisakkaritlerin hidroksil grupları arasında hidrojen bağlanması sonucu oluşan hidrofobik komplekslerden kaynaklandığı bilinmektedir.

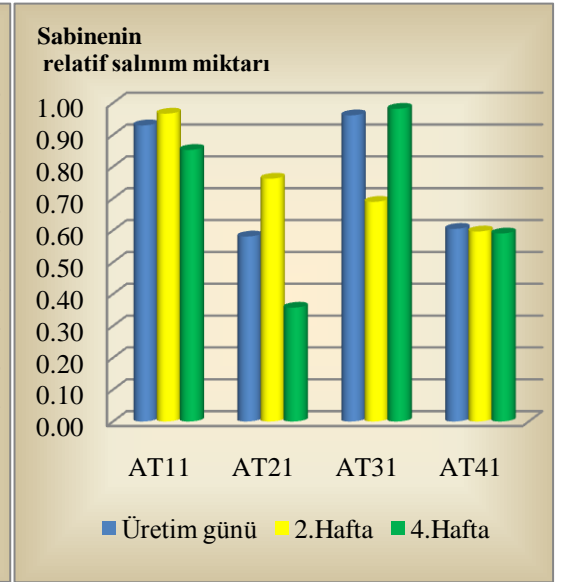
İçecek emülsiyonlarına üretim günü, üretimden 2 hafta ve 4 hafta sonra uygulanan GC/FID analizleriyle belirlenen lezzet maddeleri salınım miktarlarına ait veriler çizelge 4.12 ve şekil 4.8'de yer almaktadır.

Çizelge 4.12. İçecek emülsiyonlarında üretim günü, üretimden 2 hafta ve 4 hafta sonra meydana gelen lezzet salınımlarının relatif miktarları

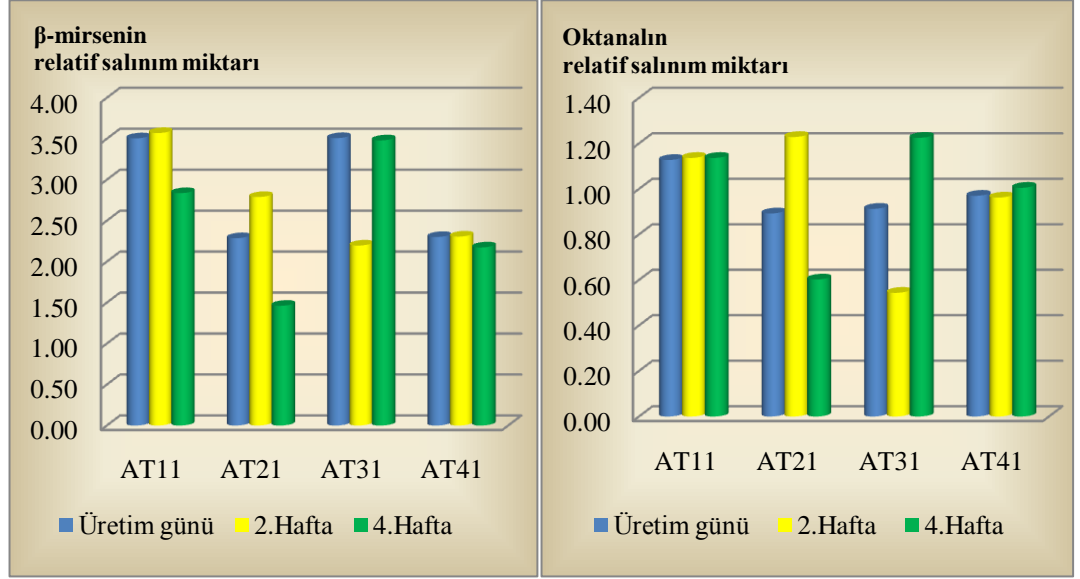
Formülasyon	t (zaman)	α -pinen	sabinen	β -mirsen	oktanal	d-limonen	linalool
AT11	Üretim günü	1.35±0.31	0.93±0.12	3.51±0.39	1.13±0.09	333.82±62.41	1.95±0.26
	2.Hafta	1.40±0.000	0.97±0.02	3.57±0.27	1.14±0.00	329.91±10.33	1.83±0.17
	4.Hafta	1.14±0.39	0.85±0.40	2.84±1.35	1.14±0.741	337.56±189.4	2.59±1.97
AT21	Üretim günü	0.75±0.04	0.58±0.03	2.29±0.21	0.91±0.01	217.6±21.4	1.61±0.18
	2.Hafta	1.15±0.33	0.76±0.12	2.79±0.40	1.23±0.19	261.28±32.76	2.07±0.46
	4.Hafta	0.76±0.25	0.36±0.10	1.46±0.30	0.60±0.22	152.35±45.23	1.12±0.37
AT31	Üretim günü	1.39±0.24	0.96±0.18	3.51±0.69	0.89±0.18	285.08±48.76	1.37±0.13
	2.Hafta	1.12±0.06	0.69±0.05	2.20±0.10	0.54±0.00	182.99±2.11	0.73±0.06
	4.Hafta	1.45±0.05	0.98±0.06	3.48±0.24	1.22±0.36	371.06±33.06	2.27±0.22
AT41	Üretim günü	0.81±0.81	0.605±0.08	2.30±0.18	0.97±0.01	217.22±17.20	1.625±0.43
	2.Hafta	0.79±0.06	0.60±0.07	2.31±0.23	0.96±0.20	22.45±43.66	1.69±0.50
	4.Hafta	0.81±0.07	0.59±0.07	2.17±0.01	1.01±0.04	235.25±27.87	1.81±0.02



(a)

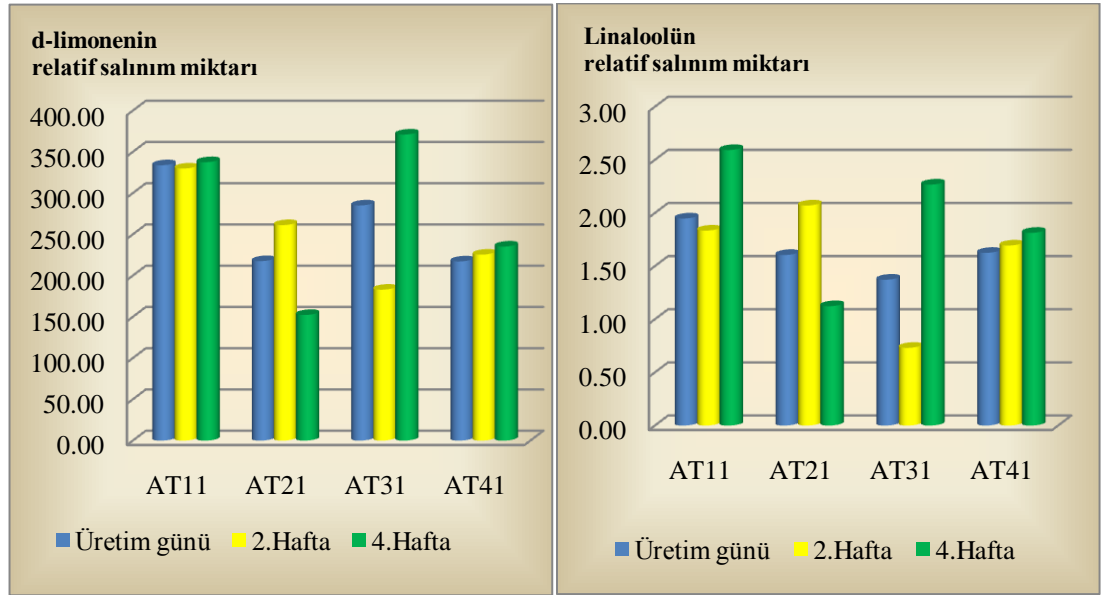


(b)



(c)

(d)



(e)

(f)

Şekil 4.8. İçecek emülsiyonlarında üretim günü, üretimden 2 hafta ve 4 hafta sonra meydana gelen lezzet salınım miktarları

a) α-pinen b) sabinen c) β-mirsen d) oktanal e) d-limonen f) linalool

Lezzet salınım miktarlarının zamana bağlı değişimlerini gösteren Duncan testi sonuçları Ek 3'te, ölçümlerin uygulandığı zamanlarda formülasyonlar arasında lezzet

salınım miktarları yönünden farklılıkları gösteren Duncan testi sonuçları ise Ek 4'te yer almaktadır.

Lezzet maddelerinin salınım miktarlarında 4 haftalık depolama süresince zamanla meydana gelen değişimler incelendiğinde, α -pinenin salınım miktarının (şekil 4.8.a) depolama süresiyle ilişkili olmadığı belirlenmiştir. Tüm formülasyonlarda üretim günü, üretimden 2 hafta ve 4 hafta salınım miktarlarında meydana gelen değişimlerin istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p>0.05$) saptanmıştır (Ek 3.A.1, Ek 3.B.1, Ek 3.C.1, Ek 3.D.1).

Sabinenin salınım miktarları (şekil 4.8.b) incelendiğinde AT21 örneğinin dışındaki diğer örneklerde zamanla meydana gelen değişimlerin istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) olduğu saptanmıştır. AT21 örneğinde sabinenin salınım miktarında ilk 2 haftada artan bir eğilim; son 2 haftada ise istatistiksel olarak önemli seviyede ($p<0.05$) azalma gözlenmiştir (Ek 3.A.2, Ek 3.B.2, Ek 3.C.2, Ek 3.D.2)

β -mirsenin salınım miktarları (şekil 4.8.c) incelendiğinde AT21 örneğinin dışındaki diğer örneklerde zamanla meydana gelen değişimlerin istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) olduğu saptanmıştır. AT21 örneğinde β -mirsenin salınım miktarında ilk 2 haftada artan bir eğilim; son 2 haftada ise istatistiksel olarak önemli seviyede ($p<0.05$) azalma gözlenmiştir. AT21 örneğinde birbirleriyle aynı kimyasal grupta yer alan sabinen ve β -mirsenin salınım davranışlarının birbirleriyle aynı olduğu belirlenmiştir (Ek 3.A.3, Ek 3.B.3, Ek 3.C.3, Ek 3.D.3).

Oktanalın salınım miktarları (şekil 4.8.d) incelendiğinde, AT21 örneğinin dışındaki diğer örneklerde zamanla meydana gelen değişimlerin istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) olduğu saptanmıştır. AT21 örneğinde oktanalin salınım miktarında ilk 2 haftada artan bir eğilim; son 2 haftada ise istatistiksel olarak önemli seviyede ($p<0.05$) azalma gözlenmiştir (Ek 3.A.4, Ek 3.B.4, Ek 3.C.4, Ek 3.D.4).

d-limonenin salınım miktarları (şekil 4.8.e) incelendiğinde, AT31 örneğinin dışındaki diğer örneklerde zamanla meydana gelen değişimlerin istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) olduğu saptanmıştır. AT31 örneğinde d-limonenin salınım miktarında ilk 2 haftada azalan bir eğilim; son 2 haftada ise istatistiksel olarak önemli seviyede ($p<0.05$) artış gözlenmiştir (Ek 3.A.5, Ek 3.B.5, Ek 3.C.5, Ek 3.D.5).

Linaloolün salınım miktarları (şekil 4.8.f) incelendiğinde, AT31 örneğinin dışındaki diğer örneklerde zamanla meydana gelen değişimlerin istatistiksel olarak

önemsiz ($p>0.05$) olduğu saptanmıştır. AT31 örneğinde linaloolün salınım miktarında ilk 2 haftada istatistiksel olarak önemli seviyede azalma ($p<0.05$); son 2 haftada ise istatistiksel olarak önemli seviyede artış ($p<0.05$) gözlenmiştir (Ek 3.A.6, Ek 3.B.6, Ek 3.C.6, Ek 3.D.6).

Üretim günü, üretimden 2 ve 4 hafta sonra yapılan ölçümlerle her formülasyon lezzet maddelerinin salınım miktarları yönünden birbirleriyle karşılaştırılarak, aralarında bir fark olup olmadığı incelenmiştir. İçecek emülsiyonu formülasyonları üretim günü meydana gelen α -pinen salınım miktarlarına göre birbirleriyle karşılaştırıldığında en düşük salınımın AT21; en yüksek salınımın ise AT31 örneğinde gerçekleştiği belirlenmiştir (Ek 4.A.1). Sabinen için de salınım α -pinenle aynı sıralamaya göre gerçekleşmiştir (Ek 4.A.2). Üretim günü meydana gelen β -mirsene, oktanal ve d-limonen salınımı açısından örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır (Ek 4.A.3-4-5). Linalool açısından en yüksek salınımın AT11; en düşük salınım ise AT31 örneğinde gerçekleştiği belirlenmiştir (Ek 4.A.6).

İçecek emülsiyonu formülasyonları üretiminden 2 hafta sonra meydana gelen α -pinen salınım miktarları birbirleriyle karşılaştırıldığında en düşük salınımın AT41; en yüksek salınımın ise AT11 örneğinde gerçekleştiği belirlenmiştir (Ek 4.B.1). Sabinen için de salınım α -pinenle aynı sıralamaya göre gerçekleşmiştir (Ek 4.B.2). β -mirsene açısından en yüksek salınım ise AT11 örneğinde gerçekleşmiş; diğer örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenmemiştir (Ek 4.B.3). En düşük oktanal salınımı AT31 örneğinde belirlenmiş, diğer örnekler arasında oktanal salınımı yönünden istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenmemiştir (Ek 4.B.4). En düşük d-limonen salınımı AT31 örneğinde; en yüksek d-limonen salınımı ise AT11 örneğinde belirlenmiştir (Ek 4.B.5). Linalool açısından en yüksek salınım AT21 ve AT11 örneklerinde; en düşük salınım ise AT31 örneğinde belirlenmiştir (Ek 4.B.6). Monoterpen hidrokarbonları grubunda yer alan α -pinen, sabinen, β -mirsene ve d-limonenin üretimden 2 hafta sonra AT11 formülasyonunda en yüksek salınımı göstermeleri nedeniyle söz konusu maddelerin salınım davranışları ile kimyasal grupları arasında yakın ilişkili olduğu düşünülmektedir.

İçecek emülsiyonu formülasyonları üretiminden 4 hafta sonra meydana gelen α -pinen salınım miktarları birbirleriyle karşılaştırıldığında en düşük salınımın AT21; en yüksek salınımın ise AT31 örneğinde gerçekleştiği belirlenmiştir (Ek 4.C.1). Sabinen ve β -mirsene için de salınım α -pinenle aynı sıralamaya göre gerçekleşmiştir (Ek 4.C.2-

3). Üretimden 4 hafta sonra meydana gelen oktanal, d-limonen ve linalool salınımları açısından örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı saptanmıştır (Ek 4.C.4-5-6). Elde edilen sonuçlara göre, 4. haftada bütün lezzet maddeleri açısından en düşük salınım AT21; en yüksek salınım ise AT31 örneğinde belirlenmiştir.

4.2.3. İçecek Emülsiyonlarında Lezzet Salınımı ve Kıvam Sabiti İlişkisi İle İlgili Bulgular

Üretilen içecek emülsiyonlarına üretimden hemen sonra, üretimden 2 hafta ve 4 hafta sonra uygulanan reolojik ölçümler ve GC/FID analizleri sonucunda elde edilen sonuçların birbirleriyle ilişkilerini belirlemek amacıyla kıvam sabiti ve lezzet maddelerinin salınım miktarlarına korelasyon analizleri uygulanmıştır. Formülasyonlara ait kıvam sabiti ve lezzet maddelerinin salınım miktarları arasındaki ilişkileri gösteren Pearson Korelasyon katsayıları çizelge 4.13’de yer almaktadır.

Çizelge 4.13. Lezzet maddelerinin relatif salınım miktarları ile kıvam sabiti ilişkisini gösteren Pearson korelasyon katsayıları ve önem seviyeleri

Lezzet maddesi	Kıvam sabiti Pearson Korelasyonu	Sig
α-pinen	-0.765**	0.00
sabinen	-0.725**	0.00
β-mirsene	-0.667**	0.00
oktanal	-0.225	0.291
d-limonen	-0.602**	0.002
linalool	-0.192	0.369

**Korelasyon 0.01 seviyesinde önemli (2-tailed)

Sonuçlar incelendiğinde (çizelge 4.13) kıvam sabiti ve lezzet maddeleri arasındaki negatif korelasyonlar göze çarpmaktadır. Bu durum kıvam sabitinin artması durumunda, lezzet maddelerinin salınım miktarının azaldığını ya da kıvam sabitinin azalması durumunda lezzet maddelerinin salınımının arttığını göstermektedir. Stokes yasasına göre difüzyon, viskozitenin kare köküyle orantılı olduğundan viskozite artışının uçucu maddelerin sıvı matriksindeki difüzyonunu azalttığı bilinmektedir. Kıvam sabiti ve monoterpen grubuna ait α -pinen, sabinen, β -mirsene ve d-limonenle elde edilen korelasyon katsayılarının istatistiksel olarak önemli ($p < 0.01$) olduğu saptanmıştır. Kıvam sabitiyle α -pinen arasında istatistiksel

olarak önemli güçlü negatif korelasyon (-1,-0.75); sabinen, β -mirsen ve d-limonen arasında ise istatistiksel olarak önemli orta düzeyde negatif korelasyon (-0.75, -0.5) belirlenmiştir. Robert ve ark. (1996) tarafından yapılan bir çalışmada viskozitedeki değişimin en çok apolar maddeler üzerinde etkili olduğu saptanmıştır. Apolar maddelerin viskozite değişimlerinden daha fazla etkilenmelerinin, sahip oldukları yüksek uçuculuk özelliği sayesinde yüzeye polar maddelerden daha kolay ulaşmaları sonucunda meydana geldiği düşünülmektedir. Ayrıca kütle transfer teorisine göre, lezzet maddelerinin salınım miktarları matriksin viskozitesiyle ters orantılıdır (Roberts, Elmore et al. 1996). Bains ve Moris (1987)'e göre polisakkaritlerin viskoziteyi arttırmadaki temel etkisi, lezzet maddelerinin matriksten yüzeye transfer mekanizmasına önemli ölçüde engel olmaktadır.

5. SONUÇ

Bu çalışma ile istenilen fizikokimyasal özelliklere sahip ve minimum düzeyde lezzet salınımının gerçekleştiği içecek emülsiyonlarının üretilmesinin, formülasyonlardaki temel emülsiyon bileşenleri (Arabik gam ve portakal yağı) miktarlarının ayarlanmasıyla mümkün olacağı belirlenmiştir. İçecek emülsiyonu formülasyonlarının oluşturulması sırasında bağımsız değişkenler olarak ele alınan Arabik gam ve portakal yağı miktarının akış davranış indeksi dışındaki diğer fizikokimyasal özellikler olan yoğunluk, pH, bulanıklık, boyut indeksi, emülsiyon stabilite indeksi ve kıvam sabiti üzerindeki etkilerinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir.

Arabik gamın içecek emülsiyonu formülasyonlarının yoğunluğunu, pH değerini, kıvam sabitini arttırdığı, boyut indeksini azaltarak stabiliteyi pozitif yönde etkilediği; portakal yağının ise formülasyonların yoğunluğunu, emülsiyon stabilite indeksini azalttığı, boyut indeksi ve bulanıklık değerini arttırdığı belirlenmiştir ($p<0.05$). Emülsiyon stabilitesi ve kıvam sabiti açısından iki faktörün interaksiyon etkilerinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu görülmüştür.

Fizikokimyasal özellikler için istatistiksel olarak önemli olmayan terimlerin çıkarılmasıyla oluşturulan modellerde akış davranış indeksi dışındaki diğer fizikokimyasal özellikler olan yoğunluk, pH, bulanıklık, boyut indeksi, emülsiyon stabilite indeksi ve kıvam sabiti için belirleme katsayısı değerlerinin oldukça yüksek olması ($R^2>0.80$), oluşturulan modellerin uyumlu olduğu göstermektedir. Ayrıca regresyon modellerinin istatistiksel olarak önemli seviyede ($p<0.01$) olması, formülasyonlardaki temel emülsiyon komponentlerinin uygun bir biçimde düzenlenmesiyle üretilen içecek emülsiyonlarında istenilen fizikokimyasal özelliklere ulaşılabilceği anlamını taşımaktadır.

Çalışmada elde edilen lezzet salınım miktarı sonuçlarına göre ele alınan temel emülsiyon bileşenlerinden Arabik gamın temel etkisinin, içecek emülsiyonlarında meydana gelen lezzet salınım miktarlarını negatif olarak etkilediği; α -pinen, sabinen, β -mirsen ve d-limonenin salınım miktarları üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu ($p<0.05$) tespit edilmiştir. Arabik gamın lezzet salınımını önleyici etkisini, hidrofobik ve apolar karakterdeki lezzet maddeleri üzerinde daha etkin biçimde gösterdiği söylenebilmektedir. Lezzet salınım miktarları açısından istatistiksel olarak önemli olmayan terimlerin çıkarılmasıyla oluşturulan modellerde

ise α -pinen, sabinen, β -mirsen için hesaplama katsayısının yüksek olması ($R^2 > 0.80$), oluşturulan modellerin deneysel verilerle uyumlu olduğu göstermektedir. Ayrıca α -pinen, sabinen, β -mirsen ve d-limonen için oluşturulan regresyon modellerinin istatistiksel olarak önemli düzeyde olması ($p < 0.05$), formülasyonlardaki Arabik gam miktarının içecek emülsiyonlarında söz konusu maddelerin salınım miktarlarının azaltılması için dikkate alınması gereken faktör olduğunu göstermektedir.

Lezzet maddelerinin 4 hafta süresince zamana bağlı salınım davranışlarının kimyasal sınıflarına ve formülasyonlara bağlı olarak birbirlerinden farklı özellikler gösterdiği belirlenmiştir. Monoterpen hidrokarbonlarının (α -pinen, sabinen, β -mirsen ve d-limonen) salınım miktarlarının zamanla değişimleri birbirleriyle benzerlik gösterirken özellikle sabinen ve β -mirsenin salınım davranışlarının birbirleriyle hemen hemen aynı olduğu tespit edilmiştir.

İçecek emülsiyonlarının kıvam sabiti ile lezzet maddelerinin salınım miktarları arasında negatif korelasyonlar belirlenmekle birlikte söz konusu korelasyonların yalnızca apolar ve hidrofobik karakterdeki monoterpen grupları (α -pinen, sabinen, β -mirsen ve d-limonen) için istatistiksel olarak önemli ($p < 0.01$) olduğu tespit edilmiştir. İçecek emülsiyonlarında Arabik gam artışının, kıvam sabitini istatistiksel olarak önemli seviyede arttığı belirlenmiştir. Kıvam sabitinin lezzet maddelerinin salınım miktarını negatif yönde etkilediği göz önüne alındığında, depolama sırasında meydana gelen lezzet salınımının azaltılmasında formülasyonlarda kullanılacak Arabik gam miktarı önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, emülsiyon özelliklerinden pH ve bulanıklık açısından en uygun formülasyonun AT31; boyut indeksi açısından en uygun formülasyonun AT21; emülsiyon stabilitesi açısından en uygun formülasyonun AT11; kıvam sabiti açısından en uygun formülasyonların AT11 ve AT31 olduğu; akış davranış indeksi açısından formülasyonlar arasında farklılık olmadığı belirlenmiştir. Lezzet salınımı açısından en düşük α -pinen, sabinen ve β -mirsen salınımını gösteren formülasyonun AT21; en düşük oktanal salınımını gösteren formülasyonun AT31 ve en düşük limonen salınımını gösteren formülasyonun ise AT41 olduğu belirlenmiştir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Anon.**, 2008, http://www.weibull.com/DOEWeb/two_level_fractional_factorial_designs.htm.
- Anon.**, 2010a, <http://www.fda.gov/Food/FoodIngredientsPackaging/FoodAdditives/FoodAdditiveListings/ucm091048.htm>
- Anon.**, 2010b, http://www.e-kutuphane.teb.org.tr/pdf/tebakademi/modern_farmasotk/23.pdf
- Anon.**, 2010c, <http://www.unesda.org/facts-figures>
- Anon.**, 2010d, <http://www.glossary.oilfield.slb.com/Display.cfm?Term=apparent%20viscosity>
- Anon.**, 2010e, <http://physics.about.com/od/fluidmechanics/f/density.htm>
- Anon.**, 2010f, http://www.fact-index.com/p/po/polydispersity_index.html
- Boland, A. B., Delahunty, C. M. and van Ruth, S.M.**, 2006, Influence of the texture of gelatin gels and pectin gels on strawberry flavour release and perception, *Food Chemistry* 96(3): 452-460.
- Buffo, R. A. and Reineccius G. A.**, 2001a, Shelf-life and mechanisms of destabilization in dilute beverage emulsions, *Flavour and Fragrance Journal* 16(1): 7-12.
- Buffo, R. A. and Reineccius G. A.**, 2001b, Factors affecting the emulsifying and rheological properties of gum acacia in beverage emulsions, *Food Hydrocolloids* 15(1): 53-66.
- Bylaite, E., Ilgūnaite, Z., Meyer, A.S and Adler-Nielsen, J.**, 2004, Influence of λ -Carrageenan on the Release of Systematic Series of Volatile Flavor Compounds from Viscous Food Model Systems, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52(11): 3542-3549.
- Carr, J., Baloga, D., Guinard, J, Lawter, L. , Marty, C. And Squire, C.**, 1996, The Effect of Gelling Agent Type and Concentration on Flavor Release in Model Systems, *Flavor-Food Interactions, American Chemical Society*, 633: 98-108.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devamı)

- Chanamai, R. and McClements, D. J. ,** 2000, Impact of Weighting Agents and Sucrose on Gravitational Separation of Beverage Emulsions, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48(11): 5561-5565.
- Chanamai, R. and McClements, D. J.,** 2002, Comparison of Gum Arabic, Modified Starch, and Whey Protein Isolate as Emulsifiers: Influence of pH, CaCl₂ and Temperature, *Journal of Food Science* 67(1): 120-125.
- Chantrapornchai, W., Clydesdale, F. And McClements, D.J,** 1998, Influence of Droplet Size and Concentration on the Color of Oil-in-Water Emulsions, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 46(8): 2914-2920.
- Coia, K. A. and Stauffer, K. R. ,** 1987, Shelf Life Study of Oil/Water Emulsions using Various Commercial Hydrocolloids, *Journal of Food Science* 52(1): 166-172.
- Colowick, S.P. and Kaplan, N.O.,** 1955, *Methods in Enzymology* Vol.1, Academic Press, New York.
- Dickinson, E.,** 2003, Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems, *Food Hydrocolloids* 17(1): 25-39.
- Dluzewska, E., Stobiecka, A. and Maszewska, M.,** 2006, Effect of oil phase concentration on rheological properties and stability of beverage emulsions, *Acta Sci.Pol., Technol. Aliment* 5(2): 147-156.
- Dickinson, E.,** 2009, Hydrocolloids as emulsifiers and emulsion stabilizers, *Food Hydrocolloids* 23(6): 1473-1482.
- Druaux, C. and Voilley, A.,** 1997, Effect of food composition and microstructure on volatile flavour release, *Trends in Food Science & Technology* 8(11): 364-368.
- Figura, L.O. and Teixeira, A.A.,** 2007, *Food Physics: Physical Properties-Measurement and Applications*, Springer, Berlin, Germany.
- Given Jr, P. S.,** 2009, Encapsulation of Flavors in Emulsions for Beverages, *Current Opinion in Colloid & Interface Science* 14(1): 43-47.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devamı)

- Högnadóttir, Á. and Rouseff, R. L.**, 2003, Identification of aroma active compounds in orange essence oil using gas chromatography-olfactometry and gas chromatography-mass spectrometry, *Journal of Chromatography A* 998(1-2): 201-211.
- Hubbard, A.**, 2002, Encyclopedia of Surface and Colloids Science, Vol 2., Marcel Dekker, New York.
- Huang, X., Kakuda, Y. and Cui, W.**, 2001, Hydrocolloids in emulsions: particle size distribution and interfacial activity, *Food Hydrocolloids* 15(4-6): 533-542
- Ibanoglu, E.**, 2002, Rheological behaviour of whey protein stabilized emulsions in the presence of gum arabic, *Journal of Food Engineering* 52(3): 273-277.
- Joglekar, A. M. and May, A. T.**, 1987, Product excellence through design of experiments, *Cereal Foods World* 32 (1987), p. 857–868.
- Kaufman, V. R. and Garti, N.**, 1984, Effect of cloudy agents on the stability and opacity of cloudy emulsions for soft drinks, *International Journal of Food Science & Technology* 19(2): 255-261.
- Landy, P., Rogacheva, S., Loriens, D. And Voilley, A.**, 1998, Thermodynamic and kinetic aspects of the transport of small molecules in dispersed systems, *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 12(1): 57-65.
- McClements, D. J.**, 2005, Food Emulsions, principles, practice and techniques. Florida, CRC Press, Boca Raton.
- McKenna, B.M.**, 2003, Texture in Food Vol 1: Semi-solid foods, Woodhead Publishing, Cambridge, England.
- Mirhosseini, H., Salmah, Y., Nazimah, S.A.H. and Tan, C.P.**, 2007a, Solid-phase microextraction for headspace analysis of key volatile compounds in orange beverage emulsion, *Food Chemistry* 105(4): 1659-1670.
- Mirhosseini, H., Tan, C. P., Hamid, N.S and Yusof, S.**, 2007b, Modeling the Relationship between the Main Emulsion Components and Stability, Viscosity, Fluid Behavior, ζ -Potential, and Electrophoretic Mobility of Orange Beverage Emulsion Using Response Surface Methodology, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55(19): 7659-7666.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devamı)

- Mirhosseini, H., Tan, C.P, Hamid, N.S.A and Yusof, S.,** 2008a, Effect of Arabic gum, xanthan gum and orange oil on flavor release from diluted orange beverage emulsion, *Food Chemistry* 107(3): 1161-1172.
- Mirhosseini, H., Tan, C.P, Hamid, N.S.A and Yusof, S.,** 2008b, Effect of Arabic gum, xanthan gum and orange oil contents on ζ -potential, conductivity, stability, size index and pH of orange beverage emulsion, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 315(1-3): 47-56.
- Mirhosseini, H., Tan, C. P., Hamid, S.A. and Yusof, S.,** 2008c, Optimization of the contents of Arabic gum, xanthan gum and orange oil affecting turbidity, average particle size, polydispersity index and density in orange beverage emulsion, *Food Hydrocolloids* 22(7): 1212-1223.
- Mirhosseini, H., Tan, C. And Taherian, A.R.,** 2008d, Effect of glycerol and vegetable oil on physicochemical properties of Arabic gum-based beverage emulsion, *European Food Research and Technology* 228(1): 19-28.
- Mirhosseini, H., Tan, C. P., Aghlara, A., Hamid, N.S.A, Yusof, S. and Chern, B.H,** 2008e, Influence of pectin and CMC on physical stability, turbidity loss rate, cloudiness and flavor release of orange beverage emulsion during storage, *Carbohydrate Polymers* 73(1): 83-91.
- Mirhosseini, H., Tan, C.P, Hamid, N.S.A, Yusof, S. and Chern, B.H.,** 2009a, Characterization of the influence of main emulsion components on the physicochemical properties of orange beverage emulsion using response surface methodology, *Food Hydrocolloids* 23(2): 271-280.
- Mirhosseini, H., Tan, C. P. , Taherian, A.R. and Boo, C.H.,** 2009b, Modeling the physicochemical properties of orange beverage emulsion as function of main emulsion components using response surface methodology, *Carbohydrate Polymers* 75(3): 512-520.
- Mirhosseini, H. and Tan, C. P.,** 2010, Discrimination of orange beverage emulsions with different formulations using multivariate analysis, *Journal of the Science of Food and Agriculture* 90(8): 1308-1316.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devamı)

- Morris, E. R.**, 1990, Shear-thinning of 'random coil' polysaccharides: Characterisation by two parameters from a simple linear plot, *Carbohydrate Polymers* 13(1): 85-96
- Mun, S., D., McClements, D.J. and Surh, J.**, 2010, Influence of maltodextrin type and multi-layer formation on the freeze-thaw stability of model beverage emulsions stabilized with β -lactoglobulin, *Food Science and Biotechnology* 19(1): 7-17.
- Nisperos-Carriedo, M. O. and Shaw, P. E.**, 1990, Comparison of volatile flavor components in fresh and processed orange juices, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 38(4): 1048-1052.
- Panda, H.**, 2005, *The Complete Technology Book on Natural Products: Forest based.*, Asia Pacific Bus.Press. Delhi, India.
- Philippe, E., A.-M. Seuvre, A.M., Colas, B., Langendorff, V., Schippa, C. and Voilley, A.**, 2003, Behavior of Flavor Compounds in Model Food Systems: a Thermodynamic Study, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51(5): 1393-1398.
- Phillips, G. O., Williams, P.A.**, 2000, *Handbook of hydrocolloids*, Woodhead Publishing Limited, Cambridge England.
- Randall, R. C., Phillips, G. O and Williams, P.A.**, 1988, The role of the proteinaceous component on the emulsifying properties of gum arabic, *Food Hydrocolloids* 2(2): 131-140.
- Reineccius, G.**, 2006, *Flavour Chemistry and Technology*, CRC Press, Boca Raton, p463.
- Relkin, P., Fabre, M. and Guichard, E.**, 2004, Effect of Fat Nature and Aroma Compound Hydrophobicity on Flavor Release from Complex Food Emulsions, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52(20): 6257-6263.
- Roberts, D. D., Elmore, J. S. , Langley, K.R. and Bakker, J.**, 1996, Effects of Sucrose, Guar Gum, and Carboxymethylcellulose on the Release of Volatile Flavor Compounds under Dynamic Conditions, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 44(5): 1321-1326.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devamı)

- Rogacheva, S., Espinosa-Diaz, M. and Voilley, A.,** 1998, Transfer of Aroma Compounds in Water-Lipid Systems: Binding Tendency of β -Lactoglobulin, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47(1): 259-263.
- Ru, Q., Yu, H. And Huang, Q.,** 2010, Encapsulation of Epigallocatechin-3-gallate (EGCG) Using Oil-in-Water (O/W) Submicrometer Emulsions Stabilized by ι -Carrageenan and β -Lactoglobulin." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58(19): 10373-10381.
- Savary, G., Hucher, N., Bernadi, E., Grisel, M. and Malhiac, C.,** 2010, Relationship between the emulsifying properties of Acacia gums and the retention and diffusion of aroma compounds, *Food Hydrocolloids* 24(2-3): 178-183.
- Selli, S., Cabaroglu, T. and Canbas, A.,** 2004, Volatile flavour components of orange juice obtained from the cv. Kozan of Turkey, *Journal of Food Composition and Analysis* 17(6): 789-796.
- Seuvre, A.-M., Philippe, E., Rochard, S. and Voilley, A.,** 2007, Kinetic study of the release of aroma compounds in different model food systems, *Food Research International* 40(4): 480-492.
- Suzuki, K., Maeda, T., Matsuoka, K. and Kubota, K.,** 1991, Effects of Constituent Concentration on Rheological Properties of Corn Oil-In-Water Emulsions, *Journal of Food Science* 56(3): 796-798.
- Taherian, A.,** 2006, Rheology and stability of beverage emulsions in concentrated and diluted forms, Ph.D Thesis, McGill University, Montreal, Canada, Chapter 6: 142-158.
- Taherian, A. R., Fustier, P. and Ramaswamy, H.S.,** 2006, Effect of added oil and modified starch on rheological properties, droplet size distribution, opacity and stability of beverage cloud emulsions, *Journal of Food Engineering* 77(3): 687-696.
- Taherian, A. R., Fustier, P. and Ramaswamy, H.S.,** 2007, Effects of added weighting agent and xanthan gum on stability and rheological properties of beverage cloud emulsions formulated using modified starch, *Journal of Food Process Engineering* 30(2): 204-224.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devamı)

- Taherian, A., Fustier, P., Britten, M and Ramawamy, H.S.**, 2008a, Rheology and Stability of Beverage Emulsions in the Presence and Absence of Weighting Agents: A Review, *Food Biophysics* 3(3): 279-286.
- Tan, C-T.**, 1997, Food Emulsions (Friberg, S.E., Larsson, K. and Sjoblom, J.,Eds) Marcel Dekker, New York, Marcel Dekker: 491-524.
- Taylor, A. J.**, 2002, Release and Transport of Flavors In Vivo: Physicochemical, Physiological, and Perceptual Considerations, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 1(2): 45-57.
- Terta, M., Blekas, G. and Paraskevopoulou, A.**, 2006, Retention of selected aroma compounds by polysaccharide solutions: A thermodynamic and kinetic approach, *Food Hydrocolloids* 20(6): 863-871.
- TGKY**, 2008, Renklendiriciler ve Tatlandırıcılar Dışındaki Gıda Katkı Maddeleri Tebliği. T.C. Resmi Gazete.
- Zorba,M.**, 2009, Gıda Katkı Maddeleri (Altuğ, T., Ed.), Sidas Medya Ltd. İzmir, 53-103.

ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında İzmir’de doğdu. Çeşme Anadolu Lisesi’nden 2004 yılında mezun oldu. Aynı yıl Ege Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü’ne girdi. 2008 yılında mezun olduktan sonra aynı yıl Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Gıda Bilimleri Bilim Dalı’nda yüksekisansa başladı. 2009-2010 öğretim yılında Erasmus öğrenim hareketliliği programı vasıtasıyla, University of Natural Sources and Life Sciences (BOKU)-Viyana, Avusturya, Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü’nde başladığı yükselisans tez çalışmasını 10 ayda tamamlamıştır.

EKLER

- Ek 1. Fizikokimyasal özelliklere ait varyans analizi ve regresyon analizi sonuçları
- Ek 2. Lezzet salınım miktarlarına ait varyans analizi ve regresyon analizi sonuçları
- Ek 3. İçecek emülsiyonu formülasyonlarında lezzet maddelerinin salınımının zamanla değişimini gösteren Duncan testi sonuçları
- Ek 4. Üretim günü, üretimden 2 hafta sonra ve 4 hafta sonra lezzet salınım miktarlarına göre içecek emülsiyonlarını birbirleriyle kıyaslayan Duncan testi sonuçları
- Ek 5. İçecek emülsiyonlarında kullanılan portakal yağına ait statik tepe boşluğu GC/MS Analizi Total İyon Kromatogramı

Ek 1. Fizikokimyasal özelliklere ait varyans analizi ve regresyon analizi sonuçları**A) Yoğunluk****1) ANOVA testi**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Arabic gum	0,0015125	1	0,0015125	121,00	0,0004
B:Orange oil	0,0001125	1	0,0001125	9,00	0,0399
AB	0,0000125	1	0,0000125	1,00	0,3739
Total error	0,00005	4	0,0000125		
Total (corr.)	0,0016875	7			

R-squared = 97,037 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 94,8148 percent

Standard Error of Est. = 0,00353553

Mean absolute error = 0,00125

2) Çoklu regresyon analizi

Dependent variable: Yoğunluk

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
CONSTANT	1,01475	0,00914809	110,925	0,0000
Arabic gum	0,25	0,0227273	11,0	0,0001
Orange oil	-0,15	0,05	-3,0	0,0301

ANOVA

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0,001625	2	0,0008125	65,00	0,0003
Residual	0,0000625	5	0,0000125		
Total (Corr.)	0,0016875	7			

R-squared = 96,2963 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 94,8148 percent

Standard Error of Est. = 0,00353553

Mean absolute error = 0,0021875

B) pH**1) ANOVA**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Arabic gum	0,10125	1	0,10125	111,72	0,0005
B:Orange oil	0,0001125	1	0,0001125	0,12	0,7424
AB	0,0	1	0,0	0,00	1,0000
Total error	0,003625	4	0,00090625		
Total (corr.)	0,104987	7			

R-squared = 96,5472 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 93,9576 percent

Standard Error of Est. = 0,030104

Mean absolute error = 0,0175

2) Regresyon analizi- Lineer Model: $Y = a + b \cdot X$

Dependent variable: pH

Independent variable: Arabic gum

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	4,38375	0,0279042	157,1	0,0000
Slope	2,04545	0,160438	12,7492	0,0000

ANOVA

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0,10125	1	0,10125	162,54	0,0000
Residual	0,0037375	6	0,000622917		
Total (Corr.)	0,104987	7			

R-squared = 96,4401 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 95,8467 percent

Standard Error of Est. = 0,0249583

Mean absolute error = 0,0184375

C) Bulanıklık değeri

1) ANOVA

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Arabic gum	0,001458	1	0,001458	0,93	0,3893
B:Orange oil	0,0756605	1	0,0756605	48,31	0,0023
AB	0,000098	1	0,000098	0,06	0,8148
Total error	0,006265	4	0,00156625		
Total (corr.)	0,0834815	7			

R-squared = 92,4953 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 86,8669 percent

Standard Error of Est. = 0,0395759

Mean absolute error = 0,025

2) Regresyon Analizi- Linear Model : $Y = a + b \cdot X$

Dependent variable: Bulanıklık

Independent variable: Orange oil

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	0,0769	0,0852085	0,902492	0,4016
Slope	3,89	0,510588	7,61867	0,0003

ANOVA

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0,0756605	1	0,0756605	58,04	0,0003
Residual	0,007821	6	0,0013035		
Total (Corr.)	0,0834815	7			

R-squared = 90,6315 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 89,07 percent

Standard Error of Est. = 0,036104

Mean absolute error = 0,025125

D) Boyut indeksi

1) ANOVA testi

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Arabic gum	0,0347161	1	0,0347161	55,60	0,0017
B:Orange oil	0,0133661	1	0,0133661	21,41	0,0098
AB	0,00234613	1	0,00234613	3,76	0,1246
Total error	0,0024975	4	0,000624375		
Total (corr.)	0,0529259	7			

R-squared = 95,2811 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 91,742 percent

Standard Error of Est. = 0,0249875

Mean absolute error = 0,013625

2) Çoklu regresyon analizi

Dependent variable: Boyut indeksi

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
CONSTANT	0,527475	0,0805333	6,54977	0,0012
Arabic gum	-1,19773	0,200075	-5,98639	0,0019
Orange oil	1,635	0,440165	3,71452	0,0138

ANOVA

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0,0480822	2	0,0240411	24,82	0,0025
Residual	0,00484363	5	0,000968725		
Total (Corr.)	0,0529259	7			

R-squared = 90,8483 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 87,1876 percent

Standard Error of Est. = 0,0311243

Mean absolute error = 0,0208438

E) Emülsiyon stabilite indeksi (ESI)

1) ANOVA testi

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Arabic gum	25,3472	1	25,3472	5,60	0,0771
B:Orange oil	117,658	1	117,658	26,01	0,0070
AB	58,32	1	58,32	12,89	0,0229
Total error	18,094	4	4,5235		
Total (corr.)	219,419	7			

R-squared = 91,7537 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 85,5689 percent

Standard Error of Est. = 2,12685

Mean absolute error = 1,34

2) Çoklu Regresyon Analizi

Dependent variable: Emülsiyon stabilite indeksi

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
CONSTANT	165.296	15.8732	10.4135	0.0005
Arabic gum	-356.364	91.2646	-3.90473	0.0175
Orange oil	-477.4	95.1157	-5.01915	0.0074
Arabic gum*Orang	1963.64	546.877	3.59064	0.0229

ANOVA

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	201.325	3	67.1083	14.84	0.0124
Residual	18.094	4	4.5235		
Total (Corr.)	219.419	7			

R-squared = 91.7537 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 85.5689 percent

Standard Error of Est. = 2.12685

Mean absolute error = 1.34

F) Akış davranışı indeksi (n)

1) ANOVA testi

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Arabic gum	0,00045	1	0,00045	0,43	0,5484
B:Orange oil	0,00125	1	0,00125	1,19	0,3366
AB	0,00405	1	0,00405	3,86	0,1210
Total error	0,0042	4	0,00105		
Total (corr.)	0,00995	7			

R-squared = 57,7889 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 26,1307 percent

Standard Error of Est. = 0,0324037

Mean absolute error = 0,02

G) Kıvam sabiti

1) ANOVA testi

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Arabic gum	11033,6	1	11033,6	842,36	0,0000
B:Orange oil	4,89845	1	4,89845	0,37	0,5739
AB	213,211	1	213,211	16,28	0,0157
Total error	52,3938	4	13,0985		
Total (corr.)	11304,1	7			

R-squared = 99,5365 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 99,1889 percent

Standard Error of Est. = 3,61918

Mean absolute error = 1,797

2) Çoklu regresyon analizi

 Dependent variable: Kıvam sabiti

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
CONSTANT	46.403	27.0108	1.71794	0.1609
Arabic gum	55.7273	155.301	0.358833	0.7379
Orange oil	-588.2	161.855	-3.63413	0.0221
Arabic gum*Orange	3754.55	930.598	4.03455	0.0157

ANOVA

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	11251.7	3	3750.55	286.34	0.0000
Residual	52.3938	4	13.0984		
Total (Corr.)	11304.1	7			

R-squared = 99.5365 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 99.1889 percent

Standard Error of Est. = 3.61918

Mean absolute error = 1.7975

Ek 2. Lezzet salınım miktarlarına ait varyans analizi ve regresyon analizi sonuçları**A)** α - pinen**1)** ANOVA testi

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Arabic gum	0,6962	1	0,6962	17,55	0,0138
B:Orange oil	0,005	1	0,005	0,13	0,7405
AB	0,00005	1	0,00005	0,00	0,9734
Total error	0,1587	4	0,039675		
Total (corr.)	0,85995	7			

R-squared = 81,5454 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 67,7045 percent

Standard Error of Est. = 0,199186

Mean absolute error = 0,1175

2) Regresyon Analizi - Lineer model: $Y = a + b \cdot X$ Dependent variable: α - pinen

Independent variable: Arabic gum

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	1,9625	0,184701	10,6253	0,0000
Slope	-5,36364	1,06196	-5,0507	0,0023

ANOVA

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0,6962	1	0,6962	25,51	0,0023
Residual	0,16375	6	0,0272917		
Total (Corr.)	0,85995	7			

Correlation Coefficient = -0,899768

R-squared = 80,9582 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 77,7846 percent

Standard Error of Est. = 0,165202

Mean absolute error = 0,1175

B) Sabinene**1) ANOVA testi**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Arabic gum	0.25205	1	0.25205	18.57	0.0126
B:Orange oil	0.0018	1	0.0018	0.13	0.7342
AB	0.00005	1	0.00005	0.00	0.9545
Total error	0.0543	4	0.013575		
Total (corr.)	0.3082	7			

R-squared = 82.3816 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 69.1677 percent

Standard Error of Est. = 0.116512

Mean absolute error = 0.0725

2) Regresyon Analizi - Lineer model: $Y = a + b \cdot X$

Dependent variable: sabinen

Independent variable: Arabic gum

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	1.3025	0.108157	12.0427	0.0000
Slope	-3.22727	0.621858	-5.18972	0.0020

ANOVA

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0.25205	1	0.25205	26.93	0.0020
Residual	0.05615	6	0.00935833		
Total (Corr.)	0.3082	7			

Correlation Coefficient = -0.90433

R-squared = 81.7813 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 78.7449 percent

Standard Error of Est. = 0.0967385

Mean absolute error = 0.0725

C) β -mirsen

1) ANOVA testi

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Arabic gum	2,95245	1	2,95245	17,38	0,0140
B:Orange oil	0,0002	1	0,0002	0,00	0,9743
AB	0,00005	1	0,00005	0,00	0,9871
Total error	0,6797	4	0,169925		
Total (corr.)	3,6324	7			

R-squared = 81,2879 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 67,2537 percent

Standard Error of Est. = 0,41222

Mean absolute error = 0,245

2) Regresyon analizi - Linear model: $Y = a + b \cdot X$

Dependent variable: β -mirsen

Independent variable: Arabic gum

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	4,7225	0,376372	12,5474	0,0000
Slope	-11,0455	2,16399	-5,10421	0,0022

ANOVA

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	2,95245	1	2,95245	26,05	0,0022
Residual	0,67995	6	0,113325		
Total (Corr.)	3,6324	7			

R-squared = 81,281 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 78,1611 percent

Standard Error of Est. = 0,336638

Mean absolute error = 0,245

D) Oktanal**1) ANOVA testi**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Arabic gum	0.0136125	1	0.0136125	1.29	0.3202
B:Orange oil	0.0091125	1	0.0091125	0.86	0.4061
AB	0.0435125	1	0.0435125	4.11	0.1126
Total error	0.04235	4	0.0105875		
Total (corr.)	0.108587	7			

R-squared = 60.9992 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 31.7486 percent

Standard Error of Est. = 0.102896

Mean absolute error = 0.05125

E) d-limonen**1) ANOVA testi**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Arabic gum	16942,7	1	16942,7	9,65	0,0360
B:Orange oil	1206,39	1	1206,39	0,69	0,4538
AB	1169,34	1	1169,34	0,67	0,4604
Total error	7026,22	4	1756,55		
Total (corr.)	26344,7	7			

R-squared = 73,3296 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 53,3269 percent

Standard Error of Est. = 41,9113

Mean absolute error = 26,475

2) Regresyon analizi - Linear model: $Y = a + b \cdot X$

Dependent variable: d-limonen

Independent variable: Arabic gum

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	401,49	44,2577	9,07165	0,0001
Slope	-836,727	254,464	-3,2882	0,0167

ANOVA

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	16942,7	1	16942,7	10,81	0,0167
Residual	9401,95	6	1566,99		

Total (Corr.) 26344,7 7

Correlation Coefficient = -0,801946

R-squared = 64,3118 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 58,3637 percent

Standard Error of Est. = 39,5852

Mean absolute error = 26,475

F) Linalool

1) ANOVA

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Arabic gum	0,00405	1	0,00405	0,13	0,7358
B:Orange oil	0,15125	1	0,15125	4,89	0,0916
AB	0,17405	1	0,17405	5,62	0,0767
Total error	0,1238	4	0,03095		

Total (corr.) 0,45315 7

R-squared = 72,6801 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 52,1902 percent

Standard Error of Est. = 0,175926

Mean absolute error = 0,115

Ek 3. İçecek emülsiyonu formülasyonlarında lezzet maddelerinin salınımının zamanla değişimini gösteren Duncan testi sonuçları

A) AT11

1) α -pinen

Duncan

	N	Subset for alpha = .05
Süre	1	1
"4.HAFTA"	2	1,1400
"O.HAFTA"	2	1,3500
"2.HAFTA"	2	1,4050
Sig.		,426

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

2) Sabinen

Duncan

	N	Subset for alpha = .05
Süre	1	1
"4.HAFTA"	2	,8550
"O.HAFTA"	2	,9300
"2.HAFTA"	2	,9650
Sig.		,680

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

3) β -mirsen

Duncan

	N	Subset for alpha = .05
Süre	1	1
"4.HAFTA"	2	2,8350
"2.HAFTA"	2	3,5700
"O.HAFTA"	2	3,7400
Sig.		,385

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

4) Oktanal

Duncan

	N	Subset for alpha = .05
Süre	1	1
"O.HAFTA"	2	1,1250
"2.HAFTA"	2	1,1350
"4.HAFTA"	2	1,1350
Sig.		,983

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

5) d-limonene

Duncan

	N	Subset for alpha = .05
Süre	1	1
"2.HAFTA"	2	329,9050
"O.HAFTA"	2	333,8200
"4.HAFTA"	2	337,5600
Sig.		,951

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

6) Linalool

Duncan

	N	Subset for alpha = .05
Süre	1	1
"2.HAFTA"	2	1,8350
"O.HAFTA"	2	1,9450
"4.HAFTA"	2	2,5950
Sig.		,554

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

B) AT21**1) α - pinen**

Duncan

	N	Subset for alpha = .05
Süre	1	1
"O.HAFTA"	2	,7550
"4.HAFTA"	2	,7550
"2.HAFTA"	2	1,1450
Sig.		,203

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

2) Sabinen

Duncan

	N	Subset for alpha = .05	
Süre	1	2	1
"4.HAFTA"	2	,3550	
"O.HAFTA"	2	,5800	,5800
"2.HAFTA"	2		,7650
Sig.		,085	,129

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

3) β -Mirsen

Duncan

	N	Subset for alpha = .05	
Süre	1	2	1
"4.HAFTA"	2	1,4600	
"O.HAFTA"	2	2,2850	2,2850
"2.HAFTA"	2		2,7850
Sig.		,069	,191

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

4) Oktanal

Duncan

Süre	N	Subset for alpha = .05	
	1	2	1
"4.HAFTA"	2	,6050	
"O.HAFTA"	2	,8950	,8950
"2.HAFTA"	2		1,2300
Sig.		,177	,136

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

5) d-Limonene

Duncan

Süre	N	Subset for alpha = .05
	1	1
"4.HAFTA"	2	152,3450
"O.HAFTA"	2	217,6000
"2.HAFTA"	2	261,2800
Sig.		,051

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

6) Linalool

Duncan

Süre	N	Subset for alpha = .05
	1	1
"4.HAFTA"	2	1,1250
"O.HAFTA"	2	1,6050
"2.HAFTA"	2	2,0750
Sig.		,077

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

C) AT31

1) α - pinen

Duncan

	N	Subset for alpha = .05
Süre	1	1
"2.HAFTA"	2	1,1200
"O.HAFTA"	2	1,3950
"4.HAFTA"	2	1,4550
Sig.		,099

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

2) Sabinen

Duncan

	N	Subset for alpha = .05
Süre	1	1
"2.HAFTA"	2	,6900
"O.HAFTA"	2	,9650
"4.HAFTA"	2	,9800
Sig.		,078

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

3) β -mirsen

Duncan

	N	Subset for alpha = .05
Süre	1	1
"2.HAFTA"	2	2,2000
"4.HAFTA"	2	3,4800
"O.HAFTA"	2	3,5100
Sig.		,055

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

4) Oktanal

Duncan

	N	Subset for alpha = .05
Süre	1	1
"2.HAFTA"	2	,5450
"O.HAFTA"	2	,9100
"4.HAFTA"	2	1,2250
Sig.		,062

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

5) d-Limonen

Duncan

Süre	N	Subset for alpha = .05	
	1	2	1
"2.HAFTA"	2	182,9900	
"O.HAFTA"	2	285,0800	285,0800
"4.HAFTA"	2		371,0600
Sig.		,058	,086

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

6) Linalool

Duncan

Süre	N	Subset for alpha = .05		
	1	2	3	1
"2.HAFTA"	2	,7350		
"O.HAFTA"	2		1,3750	
"4.HAFTA"	2			2,2650
Sig.		1,000	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

D) AT41**1) α -pinen**

Duncan

	N	Subset for alpha = .05
Süre	1	1
"2.HAFTA"	2	,7900
"4.HAFTA"	2	,8050
"O.HAFTA"	2	,8100
Sig.		,773

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

2) Sabinen

Duncan

	N	Subset for alpha = .05
Süre	1	1
"4.HAFTA"	2	,5900
"2.HAFTA"	2	,6000
"O.HAFTA"	2	,6050
Sig.		,849

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

3) β -mirsen

Duncan

	N	Subset for alpha = .05
Süre	1	1
"4.HAFTA"	2	2,1700
"O.HAFTA"	2	2,3000
"2.HAFTA"	2	2,3100
Sig.		,464

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

4) Oktanal

Duncan

	N	Subset for alpha = .05
Süre	1	1
"2.HAFTA"	2	,9600
"O.HAFTA"	2	,9750
"4.HAFTA"	2	1,0050
Sig.		,722

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

5) d-Limonene

Duncan

	N	Subset for alpha = .05
Süre	1	1
"O.HAFTA"	2	217,2200
"2.HAFTA"	2	225,4500
"4.HAFTA"	2	235,2500
Sig.		,604

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

6) Linalool

Duncan

	N	Subset for alpha = .05
Süre	1	1
"O.HAFTA"	2	1,6250
"2.HAFTA"	2	1,6950
"4.HAFTA"	2	1,8150
Sig.		,561

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000

Ek 4. Üretim günü, üretimden 2 hafta sonra ve 4 hafta sonra lezzet salınım miktarlarına göre içecek emülsiyonlarını birbirleriyle kıyaslayan Duncan testi sonuçları

A) Üretim günü

1) α -pinen

Duncan

Form	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
"AT21"	2		,7550	
"AT41"	2		,8100	,8100
"AT11"	2			1,3500
"AT31"	2			1,3950
Sig.			,796	,053

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

2) Sabinen

Duncan

Form	N	Subset for alpha = .05	
		2	1
"AT21"	2	,5800	
"AT41"	2	,6050	
"AT11"	2		,9300
"AT31"	2		,9650
Sig.		,841	,779

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

3) β -mirsen

Duncan

Form	N	Subset for alpha = .05
		1
"AT21"	2	2,2850
"AT41"	2	2,3000
"AT31"	2	3,5100
"AT11"	2	3,7400
Sig.		,050

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

4) Oktanal

Duncan

	N	Subset for alpha = .05
Form	1	1
"AT21"	2	,89500
"AT31"	2	,91000
"AT41"	2	,97500
"AT11"	2	1,12500
Sig.		,094

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

5) d-Limonen

Duncan

	N	Subset for alpha = .05
Form	1	1
"AT41"	2	217,2200
"AT21"	2	217,6000
"AT31"	2	285,0800
"AT11"	2	333,8200
Sig.		,054

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

6) Linalool

Duncan

Form	N	Subset for alpha = .05	
	1	2	1
"AT31"	2	1,3750	
"AT21"	2	1,6050	1,6050
"AT41"	2	1,6250	1,6250
"AT11"	2		1,9450
Sig.		,234	,131

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

B) Üretimden 2 hafta sonra**1) α -pinen**

Duncan

Form	Subset for alpha = .05		
	N	1	2
"AT41"	2		,7900
"AT31"	2	1,200	1,200
"AT21"	2	1,1450	1,1450
"AT11"	2		1,4050
Sig.		,111	,177

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

2) Sabinen

Duncan

Form	Subset for alpha = .05		
	N	1	2
"AT41"	2		,6000
"AT31"	2		,6900
"AT21"	2		,7650
"AT11"	2		,9650
Sig.		,093	,053

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

3) β -Mirsen

Duncan

Form	Subset for alpha = .05		
	N	1	2
"AT31"	2	2,2000	
"AT41"	2	2,3100	
"AT21"	2	2,7850	
"AT11"	2		3,5700
Sig.		,102	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

4) Oktanal

Duncan

Form	N		Subset for alpha = .05	
	1	2	2	1
"AT31"	2		,54500	
"AT41"	2			,96000
"AT11"	2			1,13500
"AT21"	2			1,23000
Sig.			1,000	,121

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

5) d-Limonen

Duncan

Form	N		Subset for alpha = .05	
	1	2	2	1
"AT31"	2		182,9900	
"AT41"	2		225,4500	
"AT21"	2		261,2800	261,2800
"AT11"	2			329,9050
Sig.			,051	,069

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

6) Linalool

Duncan

Form	N		Subset for alpha = .05	
	1	2	2	1
"AT31"	2		,7350	
"AT41"	2		1,6950	1,6950
"AT11"	2			1,8350
"AT21"	2			2,0750
Sig.			,052	,346

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

C) Üretimden 4 hafta sonra

1) α -pinen

Duncan

Form	N		Subset for alpha = .05	
	1	2	2	1
"AT21"	2		,7550	
"AT41"	2		,8050	,8050
"AT11"	2		1,1400	1,1400
"AT31"	2			1,4550
Sig.			,185	,055

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

2) Sabinen

Duncan

Form	N		Subset for alpha = .05	
	1	2	2	1
"AT21"	2		,3550	
"AT41"	2		,5900	,5900
"AT11"	2		,8550	,8550
"AT31"	2			,9800
Sig.			,081	,144

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

3) β -Mirsen

Duncan

Form	N		Subset for alpha = .05	
	1	2	2	1
"AT21"	2		1,4600	
"AT41"	2		2,1700	2,1700
"AT11"	2		2,8350	2,8350
"AT31"	2			3,4800
Sig.			,127	,141

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

4) Oktanal

Duncan

	N	Subset for alpha = .05
Form	1	1
"AT21"	2	,60500
"AT41"	2	1,00500
"AT11"	2	1,13500
"AT31"	2	1,22500
Sig.		,226

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000

5) d-Limonen

Duncan

	N	Subset for alpha = .05
Form	1	1
"AT21"	2	152,3450
"AT41"	2	235,2500
"AT11"	2	337,5600
"AT31"	2	371,0600
Sig.		,098

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.

6) Linalool

Duncan

	N	Subset for alpha = .05
Form	1	1
"AT21"	2	1,1250
"AT41"	2	1,8150
"AT31"	2	2,2650
"AT11"	2	2,5950
Sig.		,224

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000

Ek 5. İçecek emülsiyonlarında kullanılan portakal yağına ait statik tepe boşluğu GC/MS Analizi Total İyon Kromatogramı

