

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

SUMAK EKSTRAKTI TOZU ELDESİ

Gülşah ÇALIŞKAN

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. S. Nur DİRİM

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu : 614.02.00

Sunuş Tarihi : 28.12.2011

Bornova-İZMİR

2011

Gülşah ÇALIŞKAN tarafından Yüksek Lisans tezi olarak sunulan “Sumak Ekstraktı Tozu Eldesi” 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 2011 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı	: Yrd. Doç. Dr. S. Nur DİRİM	
Raportör Üye	: Prof. Dr. Figen ERTEKİN	
Üye	: Yrd. Doç. Dr. S. Tefik ENGEZ	

ÖZET**SUMAK EKSTRAKTI TOZU ELDESİ**

ÇALIŞKAN, Gülşah

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. S. Nur DİRİM

Aralık, 2011, 117 sayfa

Bu çalışmada, sumak meyvesinden elde edilen sumak ekstraktlarının püskürtmeli kurutucuda kurutulması sırasında işlem parametrelerinin (besleme °Briks derecesi, hava giriş ve çıkış sıcaklığı) toz ürünün özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir.

Sumak ekstraktı, öğütülmüş sumak meyvesinin belirlenen oranda (1:4 kg/kg) ve sürede (2 saat) saf su ile ekstraksiyonu sonucunda elde edilmiştir. Kurutma öncesi hazırlanan ekstraktlara besleme °Briksini istenilen değerlere (5, 10, 15, 20 ve 25 °Bx) ulaştırmak üzere maltodekstrin ilave edilmiş ve püskürtmeli kurutucuda belirlenen hava giriş ve çıkış sıcaklıklarında (160/80°C, 180/90°C ve 200/100°C) kurutma işlemi gerçekleştirilerek sumak ekstraktı tozu elde edilmiştir.

Kurutma koşullarının toz ürünün; nem, kül, %10'luk HCL' de çözünmeyen kül, su aktivitesi, renk, çözünürlük, ıslanabilirlik, yığın yoğunluğu, pH ve % radikal süpürme aktivitesi üzerine etkisi incelenmiştir. Ayrıca toz ürün üretimi için püskürtmeli kurutma işleminde harcanan enerji sarfıyatı değerleri ölçülmüştür.

Anahtar sözcükler: Sumak ekstraktı tozu, sumak ekstraktı, püskürtmeli kurutma, % radikal süpürme aktivitesi

ABSTRACT**SUMAC EXTRACT POWDER PRODUCTION**

ÇALIŞKAN, Gülşah

MSc in Food Eng.

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. S. Nur DİRİM

December, 2011, 117 pages

In this work, the effect of spray drying parameters (feed soluble solid concentration, inlet and outlet air temperature) on the product properties of spray dried sumac extract which was obtained from the extraction of sumac berries were evaluated.

The sumac extract was obtained from ground sumac berries which were extracted with pure water at a specific ratio (1:4 w/w) and time (2 hours). Before the drying operation, maltodextrin was added to the prepared extract to reach desired total soluble solid content of solutions (5, 10, 15, 20 and 25 °Bx) and the sumac extract powders were obtained by a drying operation which was performed in spray dryer at determined inlet and outlet air temperature (160/80°C, 180/90°C and 200/100°C).

The effect of drying conditions and total soluble solid content of solutions on the moisture content, ash, insoluble ash in %10 HCL, water activity, color, solubility, wettability, bulk density, pH and % radical scavenging activity of powder products were investigated. In addition the amount of energy consumption was measured for the process of spray drying applied to obtain powder products.

Keywords: Sumac extract powder, sumac extract, spray drying, % radical scavenging activity

TEŞEKKÜR

Bu çalışma süresince desteğini ve yardımlarını esirgemeyen, sürekli teşvik eden, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Safiye Nur DİRİM'e değerli görüş ve tavsiyeleriyle bana yol gösterdiği için teşekkür ederim.

Çalışmalarım süresince yanımda büyük özveriyle yer alan, yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşlarım Ceyhun KANLI, Ece ÇAĞDAŞ, Onur ÖZDİKİCİLER ve Kadriye ERGÜN'e çok teşekkür ederim.

Hayatları boyunca maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen annem Türkan ÇALIŞKAN ve babam ALİ ÇALIŞKAN ile çalışmamın her aşamasında bana destek olan canım kardeşim Gizem ÇALIŞKAN'a sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
TEŞEKKÜR	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xvii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xix
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	3
2.1 Sumak Meyvesi	3
2.2 Sumak Meyvesinin Biyolojik Aktivitesi Üzerine Yapılan Çalışmalar.....	10
2.2.1 Sumak meyvesinin (<i>R. coriaria</i>) antioksidan aktivitesi	12
2.2.2 Sumak meyvesinin (<i>R. coriaria</i>) antimikrobiyal aktivitesi	15
2.2.3 Sumak meyvesinin (<i>R. coriaria</i>) hipoglisemik aktivitesi.....	19
2.2.4 Sumak meyvesinin (<i>R. coriaria</i>) antidiyabetik aktivitesi.....	19
2.3 Türkiye’de Sumak Meyvesinin (<i>Rhus coriaria</i> L.) Kullanım Şekilleri.....	20
2.3.1 Baharat.....	20
2.3.2 Sumak ekşisi.....	21
2.3.3 Sumak meyvelerinden oleorezin eldesi	22

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
2.4 Sumak Ekstraktının Püskürtmeli Kurutucuda Kurutulması	23
3. MATERYAL VE METOT.....	30
3.1 Materyal	30
3.2 Metot	30
3.2.1 Sumak ekstraktı eldesi	30
3.2.2 Sumak ekstraktının püskürtmeli kurutucuda kurutulması	31
3.2.2 Analiz yöntemleri	35
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	39
4.1 Kurutma Sırasında Kullanılan Enerji Ölçümleri ile İlgili Sonuçlar.....	39
4.2 Nem Tayini Sonuçları	41
4.3 Kül Tayini Sonuçları.....	43
4.4 %10'luk HCl' de Çözünmeyen Kül Tayini Sonuçları	45
4.5 Su Aktivitesi Tayini Sonuçları.....	46
4.6 Renk Analizi Sonuçları	48
4.7 Çözünürlük Analizi Sonuçları.....	54
4.8 Yığın (Kitle) Yoğunluğu Tayini Sonuçları	56
4.9 Islanabilirlik Analizi Sonuçları	58
4.10 pH Tayini Sonuçları	60

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
4.11 % Radikal Süpürme Aktivitesi (DPPH Yöntemi) Sonuçları	61
5. GENEL SONUÇLAR ve TARTIŞMA	64
KAYNAKLAR DİZİNİ	67
ÖZGEÇMİŞ	77
EKLER.....	

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Niro-Atomizör Mobile Minor Model Püskürtmeli Kurutucu.....	31
3.2 Sumak Ekstraktı Tozu Üretimi Akış Şeması.....	34
4.1 Püskürtmeli kurutucuda kurutulan sumak ekstraktlarının toplam enerji tüketimi.....	39
4.2 Püskürtmeli kurutucuda kurutulan sumak ekstraktlarının nem oranları (%)....	41
4.3 Püskürtmeli kurutucuda kurutulan sumak ekstraktlarının kül miktarları (%)...44	
4.4 Püskürtmeli kurutucuda kurutulan sumak ekstraktlarının %10'luk HCl'de çözünmeyen kül miktarı (%)	45
4.5 Püskürtmeli kurutma işleminden sonra elde edilen ürünlerin su aktivitesi değerleri (a_w)	47
4.6 Püskürtmeli kurutma çalışmalarından elde edilen toz ürünlere ait parlaklık renk (L^*) değerleri.....	49
4.7 Püskürtmeli kurutma çalışmalarından elde edilen toz ürünlerin a^* değerleri	50
4.8 Püskürtmeli kurutma çalışmalarından elde edilen toz ürünlerin b^* değerleri	51
4.9 Püskürtmeli kurutma çalışmalarından elde edilen toz ürünlerin Hue Açısı ($^{\circ}$) değerleri	52
4.10 Püskürtmeli kurutma çalışmalarından elde edilen toz ürünlerin Kroma değerleri	53

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.11 Püskürtmeli kurutma çalışmalarından elde edilen toz ürünlerin çözünürlük süreleri.....	55
4.12 Püskürtmeli kurutma çalışmalarından elde edilen toz ürünlerin yığın yoğunlukları	57
4.13 Püskürtmeli kurutma çalışmalarından elde edilen toz ürünlerin ıslanabilirlik süreleri.....	59
4.14 Püskürtmeli kurutma çalışmalarından elde edilen toz ürünlerin pH değerleri.....	60
4.15 Püskürtmeli kurutma çalışmalarından elde edilen toz ürünlerin % Serbest Radikal Süpürme Aktiviteleri.....	62

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Sumak meyvelerinin bazı boyutsal özellikleri	4
2.2 Sumak meyvelerinin bazı fiziksel özellikleri	4
2.3 Sumak meyvelerinin kimyasal kompozisyonu	5
2.4 Sumak meyvelerinin mineral madde içeriği	6
2.5 Sumak meyvelerinin yağ asitleri kompozisyonu	7
2.6 Sumak meyvelerinin vitamin içerikleri	8
2.7 Sumak meyvelerinin amino asit içerikleri	9
2.8 Sumak meyvelerinin organik asit içerikleri	9
2.9 Sumak meyvesinin türlerinin biyolojik aktiviteleri	11
2.10 Sumak Meyvesinin Antimikrobiyal Etkisi Üzerine Yapılmış Çalışmalar	18
2.11 Sumak Ekşisi İçin Belirlenen Kimyasal Özellikler	21
2.12 Püskürtmeli kurutucu kullanılarak kurutulan bazı ürünler ve işlem koşulları.....	24
3.1 Sumak Ekstraktının Püskürtmeli Kurutucuda Kurutulması için yapılan Deneme Planı.....	32
3.2 Sumak Ekstraktlarının Belirlenen Kurutma Koşulları İçin Ölçülen Besleme Akış Hızları (ml /dak).....	33

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
L	Parlaklık (L=100 beyaz, L=0 siyah renk)
a	Renk skalasında (+a) kırmızılık, (-a) yeşillik
b	Renk skalasında (+b) sarılık, (-a) mavilik
a_w	Su Aktivitesi
USDA	Amerika Tarım Bakanlığı (United States Department of Agriculture)
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
FDA	Gıda ve İlaç Dairesi (Food & Drug Administration)
$^{\circ}\text{Bx}$	$^{\circ}\text{Briks}$ Değeri
ANOVA	Varyans Analizi

1. GİRİŞ

Son yıllarda tüketicilerin doğal ürünlere olan ilgisinin artması ile birlikte, doğal antimikrobiyal ve antioksidan maddelerin kullanımı konusundaki çalışmalarda önemli bir artış olduğu görülmektedir.

Gıdalarda aroma verici olarak kullanılan baharatların koruyucu olarak etkileri eski çağlardan beri bilinmektedir. Günümüzde gıda katkısı olarak kullanılan bazı kimyasalların insan sağlığı üzerine çeşitli zararlarının ortaya çıkması ile birlikte gıdalarda baharat gibi doğal koruyucuların kullanımı büyük önem kazanmıştır.

Sumak; Anacardiaceae familyasına ait, 250'nin üzerinde türü olan, *Rhus* cinsine verilen genel addır (USDA, 2007). Ülkemizde sumak (*Rhus coriaria* L.); baharat ve sumak ekşisi olarak, birçok yöresel yemekte aroma ve lezzetin yanı sıra, ekşilik ve renk vermek amacı ile de kullanılmaktadır.

Sumak türleri üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde; antihepatotoksik, antimutajenik, antiviral, antikanserojen, antioksidan, antifungal, hipoglisemik, antibakteriyal, antiseptik, antitrombin, antitümörjenik, antimalaryal, antifibrojenik ve lökopenik özellikleri üzerine çeşitli çalışmalar yapıldığı görülmektedir (Lee et. al., 2003; Kitts and Lim, 2001; Oshima and Kumanotani, 1984; Kuo et al., 1991; Bozkurt, 2006; Ertürk, 2006; Giancarlo et al., 2010; Lin et al., 1999; Ahmed et al., 2001). Sumak meyvesinin sahip olduğu biyolojik aktiviteler dikkate alındığında fonksiyonel gıdalar kavramı içinde yer alabileceği belirtilmiştir (Ünver, 2006).

Baharatların depolanması sırasında, aroma ve renk kaybı ve mikrobiyal üreme gibi nedenlerden dolayı alternatif yollar aranmaya başlanmıştır. Baharatlardan çözücü ekstraksiyonu ile elde edilen oleorezinlerin, baharatlara kıyasla mikrobiyal gelişmenin olmayışı, renk ve lezzetin standardize edilmiş olması, depolamada kolaylık gibi pek çok avantajları bulunmaktadır. Oleorezinlerin toz baharatlara göre pek çok avantajı bulunsa da; ışığa, oksijene ve ısıya karşı duyarlı oluşu önemli bir dezavantajdır. Ayrıca oleorezinlerin raf ömrünün kısa olduğu belirtilmiştir (Shaikh et al., 2006). Oleorezinler üzerine yapılan son çalışmalar incelendiğinde oleorezinlerin püskürtmeli kurutma işlemiyle kurutulması üzerine çalışmaların yoğunlaştığı görülmektedir

(Kanakdande et al., 2007; Shaikh et al., 2006; Rascon et al., 2011; Vaidja et al., 2006; Krishnan et al., 2005; Kshirsagar et al., 2009).

Bu çalışmada, salatalarda, kebaplarda ve yemeklerde kullanılmak üzere çözünürlüğü yüksek, tuz içermeyen, uzun süre depolanabilen, taşınması ve ambalajlanması kolay sumak ekstraktı tozu üretimi hedeflenmiştir. Ayrıca elde edilen sumak ekstraktı tozu sulandırılarak sumak ekşisi üretiminde, standart bir toz ürün olarak kullanılabilecektir. Elde edilen toz ürün lezzet ve renk ajanı olarak katkı maddesi olarak kullanılabilecektir. Bu amaç doğrultusunda sulu sumak ekstraktları püskürtmeli kurutma yöntemi ile belirlenen kurutma koşullarında kurutularak sumak ekstraktı tozu üretimi üzerine çalışılmış ve kurutma koşullarının toz ürünün bazı kalite özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Sulu sumak ekstraktlarının katkı maddesi ilavesi olmaksızın püskürtmeli kurutucuda kurutulması mümkün olmamıştır. Bunun sumak meyvesinin yapısal özelliklerinden ve kullanılan sistemden kaynaklandığı düşünülmektedir. Kaplama materyali olarak çözünürlüğü yüksek, ucuz ve kolay bulunabilen maltodekstrin kullanılmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Sumak Meyvesi

Sumak; *Spermatophyta* bölümü, *Angiospermae* altbölümü, *Dicotyledonae* sınıfı, *Dialypetalae* grubu, *Spindales* takımı ve *Anacardiaceae* familyasına ait, 250'nin üzerinde türü olan, *Rhus* cinsine verilen genel addır. Tropikal bölgelerde kendiliğinden yetişmektedir (Köroğlu, 1989; Rayne and Mazza, 2007). 0.5–3 m boyunda çalı veya ağaçtır. Sürgün dalları koyu kahverengi ve tüylüdür. Birleşik salkım çiçeklerde oluşan 4–6 mm çaplı meyveler, tek tohumlu ve küremsi, tüylü ve kırmızı renklidir. Sumak meyveleri yuvarlak veya hafif basık mercimek şeklinde olup tek tohumludur. Tohum basık ve böbrek şekilli, gri kahverengi ve son derece serttir. Çekirdek etrafını, ekşi ve hafif baharatımsı lezzette olan meyve eti sarmaktadır. Meyveler olgunlaşınca esmer kırmızı renk almaktadır (Başoğlu ve Cemeroğlu, 1984).

Kuru, taşlı ve kayalık yerlerde, çalılıklarda, yol kenarlarındaki yamaçlarda ve ormanlık yerlerde, 600–1900 m yüksekliğe kadar olan yerlerde yetişmektedir. Ilıman ve sıcak iklimlerde; Güney Avrupa, Kuzey Afrika, Ortadoğu ve Batı Asya'da yaygın olarak yetişmektedir. Ülkemizde ise Ege ve Akdeniz bölgeleri (Adana, Antalya, Aydın, Muğla) ile Doğu Anadolu bölgesinde (Diyarbakır, Bingöl, Malatya ve Siirt) yabani olarak yetişmektedir (Browicz, 1982; Başoğlu ve Cemeroğlu, 1984; Baytop, 1999).

Ülkemizde derici sumağı (*Rhus. coriaria L.*) ve boyacı sumağı (*Rhus cotinus L.*) olmak üzere sumak meyvesinin iki türü yetişmekle beraber, baharat ve sumak ekşisi olarak denildiğinde anlaşılan *Rhus. Coriaria* cinsidir. *Rhus cotinus L.* baharat olarak kullanılmamakla birlikte, bilimsel adı *Cotinus coggyria* olarak değiştirilmiştir.

Sevilerek tüketilen bir baharat olan sumak; birçok yöresel yemekte aroma ve lezzetin yanı sıra, ekşilik ve renk vermek amacı ile de kullanılmaktadır. Ayrıca ekonomik anlamda meyvelerinden ve yapraklarından farklı alanlarda da yararlanıldığı ifade edilmektedir. *Rhus coriaria* 'dan elde edilen tanenlerin; gıda, farmasötik (ilaç hammaddesi olarak) ve deri endüstrisinde (ipek, deri ve yün boyamada ve tabaklamada) kullanıldığı bildirilmektedir (Verzele et al., 1985).

Sumak meyvemsi ve ekşi tattadır. Batıda limon suyu ve sirke gibi kullanılmaktadır. Kuzey Amerika’da belirli *Rhus* türlerinin ham meyvelerinden limonataya benzer lezzette hafif bir içecek yapıldığı bilinmektedir (Al-Shabibi et al., 1982). Ülkemizde ise sumağın baharat olarak kebablarda, balık ve salatalarda kullanımının yaygın olmasına karşın, sumak ekşisi çoğunlukla yetiştigi yörenin mutfaklarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Sumağın, hazmı kolaylaştırıcı, peklik verici, kanama durdurucu, idrar sökücü, ateş düşürücü ve antiseptik özelliklere de sahip olduğu belirtilmektedir. Meyvelerinin içerdiği tanen, uçucu yağ ve organik asitlerin antimikrobiyal etki oluşumunda önemli rol oynadığı bildirilmiştir (Yalçın, 2000; Dolaz et al., 2002).

Sumak meyvesinin bazı boyutsal özellikleri Çizelge 2.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1 Sumak meyvelerinin bazı boyutsal özellikleri (Özcan ve Haciseferoğulları, 2004)

Özellik	Değer
Uzunluk, (mm)	4.72 ± 0.03
Genişlik, (mm)	3.90 ± 0.028
Kalınlık, (mm)	2.64 ± 0.025
Ağırlık, (g)	0.018 ± 0.001
Geometrik Ortalama Çap (mm)	3.64 ± 0.023
Hacim, (mm ³)	19.49 ± 0.442
Küresellik (boyutsuz)	0.773 ± 0.003

Özcan ve Haciseferoğulları (2004) yaptıkları çalışmada Mersin yöresine ait sumak meyvelerinin bazı fiziksel özelliklerini ve kimyasal kompozisyonunu belirlemişlerdir. Sonuçlar Çizelge 2.2 ve Çizelge 2.3’te verilmektedir.

Çizelge 2.2 Sumak meyvelerinin bazı fiziksel özellikleri (Özcan ve Hacıseferoğulları, 2004)

Özellik	Değer
İzdüşüm Alanı (cm ²)	0.164 ± 0.005
Yığın Yoğunluğu (kg/m ³)	304.25 ± 1.364
Gözeneklilik (%)	68.52 ± 0.578

Çizelge 2.3 Sumak meyvelerinin kimyasal kompozisyonu (kuru bazda) (Özcan ve Hacıseferoğulları, 2004)

Kimyasal Özellik	Miktar
Nem (%)	10.6 ± 1.1
Ham Yağ (%)	7.4 ± 1.6
Ham Protein (%)	2.6 ± 0.2
Ham Lif (%)	14.6 ± 0.4
Enerji (Kcal/100g)	147.8 ± 7.3
Kül (%)	1.8 ± 0.4
Suda Çözünen Ekstrakt (%)	63.8 ± 4.2
Asitlik (%)	4.6 ± 0.2
pH	3.7 ± 0.3

Mineraller vücudumuzda sayısız sürecin başlamasına veya düzenlenmesine yardımcı olmaktadır. Vücudun sıvı dengesinin düzenlenmesi, kasların çalışması ve sinir sisteminde uyarı iletiminde işlevleri vardır. Hücre korunması ve sağlıklı diğ, kemik ve cilt yapısı için önemlidir. Mineraller aynı zamanda kan basıncı, kalp ritmi, kas fonksiyonları, vücuttaki sıvı dengesinin muhafazası, üreme ve daha pek çok fonksiyonda önemli rol oynamaktadır. Çizelge 2.4'te sumak meyvelerinin mineral madde içerikleri verilmiştir.

Çizelge 2.4 Sumak meyvelerinin mineral madde içeriği (Özcan ve Hacıseferoğulları, 2004)

Mineral	Miktar (ppm)	Mineral	Miktar (ppm)
Al	125.47 ± 11.04	Mg	855.95 ± 17.63
B	25.72 ± 1.86	Mn	10.49 ± 1.32
Ba	0.52 ± 0.12	Na	114.06 ± 3.65
Ca	3661.57 ± 25.71	Ni	1.07 ± 0.03
Cd	0.03 ± 0.01	P	1238.74± 37.82
Cr	1.03 ±0.07	Pb	0.52 ± 0.03
Cu	3.73 ± 0.14	Se	0.47 ±0.02
Fe	144.53 ±3.76	V	6.43 ± 0.67
K	7963.35 ±47.85	Zn	10.93 ± 0.84
Li	1.40 ± 0.13		

Sumak meyvelerinin mineral madde kompozisyonu incelendiğinde sumağın iyi bir Potasyum, Kalsiyum ve Fosfor kaynağı olduğu görülmektedir. Potasyumun sinir sistemlerinin fonksiyonlarının yerine getirilmesinde kasların, özellikle kalp kaslarının çalışmasında etkili olduğu ifade edilmektedir. Fosfor kemiklerin, özellikle dişlerin gelişmesine ve güçlenmesine yardımcı olmaktadır. Araştırmacılar sumak meyvelerinin pek çok meyveye kıyasla yüksek potasyum içeriğine sahip olduğunu belirtmişlerdir (Özcan ve Hacıseferoğulları, 2004; Ünver, 2006).

Sumak meyvelerine ait yağ asiti kompozisyonu Çizelge 2.5' te verilmektedir. Sumak meyveleri palmitik, oleik ve linoleik asit bakımından zengin olduğu yapılan çalışmalar sonucunda belirtilmiştir (Kızıl ve Türk, 2010).

Çizelge 2.5 Sumak meyvelerinin yağ asitleri kompozisyonu (Kızıl ve Türk, 2010)

Yağ Asiti	Miktar (%)	Yağ Asiti	Miktar (%)
Malik Asit	2.4	Stearik Asit	4.7
Azelaik Asit	0.4	Etil Oktadekenoat	0.1
Tetradekanoik Asit	0.2	Linoleadik Asit	-
4,8,12- Trimetil Tridekanoik Asit	-	Araşidonik Asit, Etil Ester	-
9- Hekzadekanoik Asit	-	Eikoza-5,8,11,14,17 Pentaenoik Asit	-
7- Hekzadekanoik Asit	0.2	11,13- Eikozadioneik Asit	0.2
Palmitik Asit	21.1	11-Eikozanoik Asit	0.4
Hekzadekanoik Asit Etil Ester	-	Araşidik Asit	0.7
İzopropil Palmitik Ester	-	Eikoza -10,13-Dienoik Asit	-
14- Metil- Hekzadekanoik Asit	-	Erusik Asit	-
Linoleik Asit	27.4	Behenik Asit	0.3
Oleik Asit	37.7	Tetrakozanoik Asit	0.1
Linolenik Asit	-	Toplam	96.8
Elaidik Asit	0.9		

Vitaminler hücrel metabolik reaksiyonlar için çok az miktarda yeterli olan, eksikliklerinde bazı sorunlara neden olan organik bileşiklerdir. İnsan vücudu tarafından ya hiç üretilmemekte, ya da yeterli miktarda üretilemedikleri için besinlerle dışarıdan sağlanmaları gerekmektedir. Sumak meyvelerine ait vitamin içerikleri Çizelge 2.6’ da gösterilmiştir.

Çizelge 2.6 Sumak meyvelerinin vitamin içerikleri (Kossah et al., 2009)

Vitamin	Miktar (ppm)
B1 Vitamini	30.65 $\pm$ 0.57
B2 Vitamini	24.68 $\pm$ 0.42
B6 Vitamini	69.83 $\pm$ 0.31
B12 Vitamini	10.08 $\pm$ 0.24
Nikotinamid	17.95 $\pm$ 0.28
Biotin	4.32 $\pm$ 0.23
C vitamini	38.91 $\pm$ 0.27

Araştırmacılar sumak meyvelerinin B1, B6 ve C vitamini içeriğinin yüksek olduğu belirtmişlerdir (Kossah et al., 2009). B1 vitamininin, günlük alınabilir dozu cinsiyete ve vücut ağırlığına bağlı olarak değişmektedir. B1 vitamininin enerji, büyüme, iştah ve öğrenme kapasitesi üzerindeki olumlu etkilerinin yanında vücudu yaşlanma, sigara ve alkolün zararlarına karşı koruma gibi etkileri de vardır. B6 Vitamini beyin fonksiyonları ve hormon dengesi gibi pek çok fonksiyonda görev alırken; C vitamininin ise vücudun çoğu dokusuna sağlamlığını veren kolajenin üretiminden alyuvarların işlemesine kadar çok sayıda görevi vardır (Cemeroğlu, 2004).

Sumak bitkisinin aminoasit içeriği incelendiğinde; esansiyel amino asitlerden lösin ve lizin; esansiyel olmayan amino asitlerden ise aspartik ve glutamik asitce zengin olduğu gözlenmektedir (Kossah et al., 2009). Çizelge 2.7'de sumak meyvelerinin amino asit içerikleri; Çizelge 2.8'de organik asit içeriği verilmiştir.

Çizelge 2.7 Sumak meyvelerinin amino asit içerikleri (Kossah et al., 2009)

Amino Asit	Miktar (mkg/kg Protein)	Amino Asit	Miktar (mkg/kg Protein)
Esansiyel		Esansiyel Olmayan	
Lösin	1.25 ± 0.16	Arginin	1.09 ± 0.1
İzolösin	0.63 ± 0.08	Histidin	0.68 ± 0.01
Lisin	0.98 ± 0.02	Tirosin	0.51 ± 0.33
Fenilalanin	0.75 ± 0.13	Alanin	0.96 ± 0.26
Threonin	0.70 ± 0.08	Pirolin	1.43 ± 0.27
Metionin	0.15 ± 0.07	Glutamik Asit	2.45 ± 0.15
Valin	0.71 ± 0.06	Serin	0.93 ± 0.17
Triptofan	0.51 ± 0.18	Glisin	0.6 ± 0.26
		Sistein	0.18 ± 0.04
		Aspartik Asit	1.70 ± 0.3

Çizelge 2.8 Sumak meyvelerinin organik asit içerikleri (Kossah et al., 2009)

Organik Asit	Miktar (mg/kg)
Malik Asit	1568.04 ± 0.05
Sitrik Asit	56.93 ± 0.35
Tartarik Asit	2.15 ± 0.13
Fumarik Asit	3.40 ± 0.46

Sumak meyvesinin tanen ve flavonoid içeriği üzerine yapılan çalışmalarda; yaprakların gallotanen, gallik asit, flavonoid, bi-flavonoid, şeker, vaks ve uçucu yağ içerirken (Kurucu vd., 1993), meyvelerin ise daha çok tanen, uçucu yağ, organik asit, antosiyanin ve sabit yağ içerdiği belirtilmiştir (Brunke et al., 1993).

2.2 Sumak Meyvesinin Biyolojik Aktivitesi Üzerine Yapılan Çalışmalar

Sumak; Anacardiaceae familyasına ait, 250'nin üzerinde türü olan, *Rhus* cinsine verilen genel addır (USDA, 2007). *Rhus* familyasının coğrafi dağılımı incelendiğinde Asya'da, *R. chinensis*, *R. hypoleuca*, *R. javanica*, *R. javanica*, *R. verniciflua*; Avustralya'da , *R. taitensis*; Akdeniz'de, *R. coriaria*, *R. pentaphylla*, *R. tripartite*; Meksika ve Orta Amerika'da ,*R. muelleri*; Pasifik Okyanusu'nda, *R. sandwicensis*; Afrika'da, *R. acocksii*, *R. albomarginata*, *R. batophylla*, *R. carnosula*, *R. dentate*, *R. engleri*, *R. fastigiata*., *R. gerrardii*, *R. horrida*, *R. keetii*, *R. leptodictya*, *R. macowanii*, *R. nebulosa*, *R. pentheri*, *R. pyroides*, *R. quartiniana*, *R. rogersii*, *R. stenophylla*, *R. tumulicola*, *R. undulate*;; Kuzey Amerika'da, *R. aromatica*, *R. choriophylla*, *R. copallina*, *R. glabra*, *R. integrifolia*, *R. lanceolata*, *R. laurina*, *R. michauxii*, *R. microphylla*, *R. ovata*, *R. trilobata*, *R. typhina*, *R. toxicodendron*, *R. vernix*, *R. virens* türlerinin hakim olduğu görülmektedir (Rayne and Mazza, 2007).

Sumak familyası, belirlenen antihepatotoksik, antimutajenik, antiviral, antikanserojen, antioksidan, antifungal, hipoglisemik, antibakteriyal, antiseptik, antitrombin, antitümörijenik, antimalaryal, antifibrojenik ve lökopenik gibi biyoaktif özellikleriyle yenilenebilir bir biyoürün olarak değerlendirilmektedir. Bu bitkiden biyoaktif bileşikler solvent kullanılarak ekstrakte edilebilmektedir. Fakat yapılan çalışmalar bu bitki familyasının bazı türleri üzerine yoğunlaşmış olduğundan bitkinin tüm türlerinin potansiyel biyoaktif bileşenleri ve biyoaktivitesi belirlenememiştir (Rayne and Mazza, 2007). Sumak familyasının bazı türlerinin belirlenen biyolojik aktiviteleri Çizelge 2.9' da özetlenmiştir.

Çizelge 2.9 Sumak meyvesinin türlerinin biyolojik aktiviteleri

Tür	Biyolojik Aktivite	Referans
<i>R. verniciflua</i>	Antifibrojenik	Lee et al.,2003
	Antioksidan	Kitts and Lim, 2001 Lee et al.,2001 Lee et al., 2002
	Antimutajenik	Park et al., 2004 Oshima and Kumanotani,1984
	Antitrombin	Kuo et al.,1991
	Antitümörijenik	Kitts and Lim, 2001
	Sitosidal	Kitts and Lim, 2001
<i>R. glabra</i>	Antimikrobiyal	McCutcheon et al.,1992 Saxena et al.,1994
<i>R. undulate</i>	Antiinflamatuvar	Fourie and Snyckers, 1984
<i>R. coriaria</i>	Antioksidan	Candan ve Sökmen, 2004 Bozan et al.,2002 Bozkurt, 2006 Koşar et al., 2007 Özcan, 2003a; 2003b Ünver, 2006
	Antimikrobiyal	Nasar- Abbas ve Halkman, 2004a; 2004b Ertürk, 2006 Fazeli et al., 2007 Yiğit ,2007
	Hipoglisemik	Giancarlo et al., 2010
	Antidiyabetik	Mohammadi et al., 2010
<i>R. succedanea</i>	Antioksidan	Wu et al., 2002
	Antiviral	Lin et al.,1999
<i>R. hirta</i>	Antioksidan	McCune and Johns, 2002
<i>Rhus typhina</i>	Antioksidan	Kossah et al., 2010
	Antimikrobiyal	Kossah et al., 2010
<i>R. retinorrhoea</i>	Antimalaryal	Ahmed et al., 2001
	Antimikrobiyal	Ahmed et al., 2001
<i>R. vernificera</i>	Lökopenik	Du et al.,1999

2.2.1 Sumak meyvesinin (*R. coriaria*) antioksidan aktivitesi

Antioksidanlar yükseltgeme önleyici olarak bilinen, temel işlevi serbest radikalleri yakalamak olan maddelerdir. Canlılarda, kimyasal reaksiyonlar özellikle oksitlenme, serbest radikallerin oluşmasına neden olmaktadır. Bu serbest radikaller nükleik asit, protein, lipid ve DNA moleküllerini okside etmenin yanı sıra dejeneratif yıkıma neden olabilmektedirler. Yüksek derecede reaktif olan serbest radikaller farklı moleküller ile kolayca reaksiyona girebilmekte ve böylece hücrelere zarar verebilmektedir. Antioksidanlar serbest radikallerle reaksiyona girerek hücrelerin anormalleşmesi sonucu tümör oluşumu riskini azalttıkları gibi, hücre yıkımını da azalttıkları için, daha sağlıklı bir hayat yaşama şansını yükseltmektedirler (Anon, 2011a).

Antioksidanlar gıda maddelerinin besin değeri, renk, lezzet ve aromalarında meydana gelecek değişiklikleri minimuma indirmek için kullanılmaktadır. Sentetik antioksidan maddeler, ticari olarak etkin bir şekilde kullanılsa da, insan sağlığı açısından tamamen güvenli olmadığı için pek çok ülkede kullanımına sınırlama getirilmiştir (Berte et al., 2011). Yeni, güvenilir, doğal kaynaklı antioksidan madde üretimi günden güne önem kazanmaktadır. Bitkiler, doğal antioksidan bileşiklerin başlıca kaynağını oluşturmaktadır. Antioksidan etkinin fenolik bileşiklerden, özellikle de flavonoid yapısından kaynaklandığı yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (Koşar et al., 2007).

Antioksidan etkinin varlığını gözlemek ve gıdalardaki antioksidan aktiviteleri karşılaştırmak için geliştirilmiş pek çok metot vardır (DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl), ABTS (2,2'-azino-bis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid)), ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity), FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power), TEAC (Total Equivalent Antioxidant Capacities) vb.). Bu farklı yöntemlerde reaktant olarak kullanılan özel serbest radikale bağlı olarak, gıda maddelerinin antioksidan aktivitesi farklılık göstermektedir.

Antioksidan aktivitenin ölçümünde hızlı, basit ve pahalı olmayan bir metot olan DPPH yöntemi; bileşenlerin serbest radikali yakalama etkisini ya da hidrojen donör etkisini test ederek, gıdaların antioksidan etkisini belirlemede yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntem son yıllarda kompleks biyolojik sistemlerde antioksidan maddelerin miktarını belirlemek için kullanılmaktadır. Katı ve sıvı maddelerde kullanılabildiği gibi belirgin bir antioksidan grubu için spesifik bir yöntem değildir. Örneklerin toplam antioksidan kapasitesinin belirlenmesini

sağlamaktadır. Toplam antioksidan kapasitenin bilinmesi gıda maddesinin fonksiyonel özelliklerinin anlaşılmasına yardımcı olmaktadır. DPPH yönteminin bilinen bu avantajlarının yanı sıra DPPH radikalının sadece organik solventlerde çözünebilir oluşu, hidrofilik antioksidan bileşiklerin belirlenmesinde sınırlayıcı rol oynamaktadır (Wajdylo et al., 2007).

Antioksidan bileşenler suda ya da yağda çözünebilir özellikte olabilmektedir. Bu nedenle, radikal ile serbestçe reaksiyona giremeyebilir. Reaksiyon farklı hızda ve kinetikte olabilir ve belirlenen süre içerisinde reaksiyon tamamlanamayabilir. Reaksiyonun etkin bir şekilde gerçekleşebilmesi için ekstraksiyon tekniği ve örnek miktarı doğru seçilmelidir. Ekstraksiyon verimliliği gıdaların antioksidan kapasitesinin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Ekstraksiyon teknikleri farklı çözügenleri ve ekstraksiyon sürelerini içermektedir. Yapılan çalışmalarda ekstraksiyon genellikle su, metanol veya etanolle yapılmaktadır. Suda çözünmeyen antioksidan maddelerin varlığında genelde birden fazla ekstraksiyon yöntemi kullanılmaktadır.

Analiz edilecek örnek miktarı serbest radikalın yarısı ile reaksiyona girecek miktarda seçilmelidir. Bu değişim kullanılan standart referansın maddenin değişimiyle karşılaştırılarak örneğin antioksidan aktivitesi standart referans eşdeğerinin cinsinden verilmektedir.

Antioksidan etkinin belirlenmesinde trolox, askorbat, E vitamini, gallik asit, BHT veya diğer antioksidan etki gösteren maddeler referans madde olarak kullanılabilir.

Baharatların (biberiye, adaçayı, sumak, mercanköşk, fesleğen, susam, kekik, yabani mercanköşk, zahter, sater, kişniş, karanfil, Girit sateri, nane, kuşburnu, tarçın, küçük hindistancevizi vb.) antioksidan etkisinin araştırıldığı pek çok çalışma bulunmaktadır (Özcan ve Akgül, 1995a; 1995b; Capecka et al., 2005; Dorman et al., 2003; Ivanova et al., 2005; Mantle et al., 2000; Koşar et al., 2007; Özcan, 2003a; 2003b; Wajdylo et al., 2007 ; Dragland et al., 2003; Wang, 2003; Wu et al., 2004). Yapılan araştırmalar sonucunda baharatların yüksek antioksidan aktivite gösterdiği belirlenmiştir.

Sumak meyvesinin antioksidan etkisinin incelendiği pek çok çalışma bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda farklı türde sumak meyveleri kullanılsa da araştırmacılar sumak meyvesinin güçlü antioksidan etki gösterdiği sonucuna

varmışlardır. Ancak yapılan çalışmalar daha çok *R. coriaria* (Akdeniz ve Orta Doğu), *R. typhina* (Çin), *R. hirta* (Kuzey Amerika) *R. verniciflula* ve *R. succedanea* (Asya), üzerinde yoğunlaşmıştır.

Sumak meyvesinin çeşitli türlerinin antioksidan etkisi incelendiğinde; *R. Verniciflula*’nin nöronal hücrelere karşı yüksek antioksidan etki gösterdiği (Lee et al., 2001), *R. succedanea* cinsinin beş kanser hücrelerine karşı antioksidan ve sitotoksik aktivite gösterdiği (Wu et al., 2002), *R. hirta*’nin yeşil çaya benzer süperoksit süpürme etkisi gösterdiği ve peroksil radikal süpürme etkisinin ise yeşil çay ve askorbik asitten daha üstün olduğu (McCune and Johns, 2002) belirtilmiştir. Ayrıca, *Rhus typhina L.*’nin antioksidan etkisinin incelendiği bir çalışmada farklı konsantrasyonlarda sumak ekstraktları kullanılmış (%0.01- 1.0 mg/ml) ve yoğunlaşma arttıkça serbest radikal süpürme etkisinin arttığı gözlenmiştir. Konsantrasyon 0.01 mg/ml kadar düşük olduğunda serbest radikal süpürme etkisi kontrol olarak kullanılan askorbik asitten önemli ölçüde yüksek bulunmuştur. IC₅₀ değerinin (0.016 mg/ml) askorbik asitinkinden (0.019 mg/ml) daha düşük olduğu belirtilmiştir (Kossah et al., 2010).

Ülkemizde derici sumağı (*Rhus coriaria L.*) ve boyacı sumağı (*Rhus cotinus L.*) olmak üzere iki tür sumak çeşiti yetişmekle beraber baharat ve sumak ekşisi olarak denildiğinde anlaşılan *Rhus. Coriaria* cinsidir. *Rhus. Coriaria* cinsinin antioksidan aktivitesinin incelendiği pek çok çalışma literatürde mevcuttur.

Koşar et al., (2007) yaptıkları çalışmada sumak meyvesinden (*R. coriaria*) elde edilen polifenolik bileşiklerin antioksidan aktivitelerini ve bu aktiviteyi sağlayan bileşiklerin yapılarını belirlemek amacıyla, elde edilen fraksiyonların lipid peroksidasyonunu inhibe edici ve serbest süpürücü etkilerini incelemişlerdir. Aktif fraksiyonların içermiş oldukları bileşikleri sıvı kromatografisi- atmosferik basınç iyonizasyon elektron sprey kütle spektroskopisi yöntemi kullanılarak tayin etmişlerdir. Yapılan araştırma sonucu yüksek antioksidan etkinin antosiyanin ve tanen türevi bileşiklerden kaynaklandığı belirlenmiştir. Toplam fenol miktarı yüksek olan fraksiyonlarda antioksidan aktivite yüksek bulunmuştur ve IC₅₀ değerinin fenolik madde miktarıyla doğru orantılı değiştiği gözlenmiştir. Fraksiyonlar linoleik asit peroksidasyonuna karşı oldukça etkili koruma sağlamıştır. Fenolik hidroksil ve metoksil gruplarının sayısının antioksidan aktiviteyle doğru orantılı olduğunu ve ayrıca yapıdaki şeker grupları çözünürlüğü arttırdığı için antioksidan aktiviteyi de arttırdığını belirtmişlerdir.

Biberiye, adaçayı ve sumağın (*R. coriaria*) metanol ekstraktları, hem ayrı ayrı hem de birbirleri ile %4 oranında kombine edilerek; 80°C'de 24 saat depolanmış fıstık yağına ilave edilerek antioksidan etkileri açısından incelendiği bir çalışmada; Bütillenmiş hidroksianisol (BHA) seviyesinde etkili olan adaçayı-sumak kombinasyonunun en etkili olduğu gözlenmiş ve sumağın biberiye ve adaçayı gibi antioksidan etkiye sahip olduğu vurgulanmıştır (Özcan, 2003a).

Sumak (*R. coriaria*) örneklerinin metanol ekstraktları (%1, %3 ve %5'lik) ve BHA (% 0.1, %0.3 ve %0.5'lik) fıstık yağına ilave edilerek; 65°C'de 35 gün depolama boyunca antioksidan etkileri incelenmiş ve sumak ekstraktlarının antioksidan etkisinin konsantrasyona bağlı olarak arttığı ve 7. gün sonunda etkinin azaldığı gözlenmiştir. Etkideki azalmanın fenolik bileşiklerin zamanla azalmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir (Özcan, 2003b).

Sumak meyvesinin (*R. coriaria*) antioksidan etkisinin incelendiği diğer bir çalışmada ise, sulu sumak ekstraktı 25°C'de 24 saat, depolama boyunca sucukta putresin, histamin, tiramin ve tiyobarbutik asit reaktif maddelerinin oluşumunu azaltmak için kullanılmıştır. Sumak ekstraktının BHT' ye göre daha iyi bir koruma sağladığı gözlenmiştir (Bozkurt, 2006).

Yapılan diğer bir çalışmada; sumağın (*R. coriaria*) etil asetat ekstraktının %1 ve % 0.02'lik konsantrasyonlarda BHA ve Bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) kadar etkili antioksidan etki sağladığı, bazı fraksiyonlarının BHA ve BHT ekstraktlarından daha etkin bir serbest süpürücü etkide olduğu bildirilmiştir (Bozan vd., 2002). Candan ve Sökmen (2004), sumağın metanol ekstraktının güçlü bir antioksidan olduğunu ve yüksek serbest radikal süpürücü etkisi olduğunu belirtmişlerdir.

2.2.2 Sumak meyvesinin (*R. coriaria*) antimikrobiyal aktivitesi

Endüstride gıdaların, raf ömrünün uzatılması ve risk oluşturan mikroorganizma gelişiminin engellenmesi amacıyla genellikle koruyucu maddeler kullanılmaktadır. Ancak günümüzde tüketicilerin doğal ürünlere ilgisinin artmasıyla birlikte, katkısız veya düşük oranda kimyasal koruyucu içeren ürünlerin kullanımı giderek önem kazanmaya başlamıştır. Doğal antimikrobiyallerin kullanımı gıdaların muhafazasında önemi gittikçe artan bir yöntemdir. Yapılan araştırmalar, baharat ve esansiyel yağlar ile tıbbi bitkilerin antimikrobiyal bileşikler içerdiğini ve mikroorganizmaların neden olduğu sağlık

riskleri ile ekonomik kayıpları azaltmada kullanılabileceğini göstermektedir (Dorman and Deans, 2000; Burt and Reinders, 2003).

Bitkilerden elde edilen temel antimikrobiyal bileşik guruplarının; Fenoller ve Polifenoller (Basit fenoller ve fenolik asitler, Kinonlar, Flavonlar, Flavonoidler ve Flavonoller, Tanenler, Kumarinler), Terpenoidler ve Uçucu yağlar, Alkoloidler, Lektinler ve Polipeptitler, Diğer Fitokimyasallar olduğu ifade edilmektedir (Cowan, 1999).

Baharatların antimikrobiyal aktiviteleri; mikroorganizma türü, baharat türü ve bileşimi, baharatların uçucu yağ konsantrasyonu ve fonksiyonel yapısına bağlı olarak değişmektedir. Tuz, pH ve çeşitli kimyasal koruyucuların varlığı baharatların antimikrobiyal etkisinde büyük öneme sahip olduğu belirtilmiştir (Yiğit, 2007).

Sumak meyveleri üzerinde yapılan kimyasal çalışmalarda meyvelerin flavon, tanen ve antosiyanin gibi polifenolik bileşikler içerdikleri gözlenmiştir (Mavlyanov et al., 1997; Koşar et al., 2007; Giancarlo et al., 2010). Araştırmacılar, bu bileşiklerin antimikrobiyal aktiviteden sorumlu olabileceğini açıklamışlardır (Oral et al., 2007; Rayne and Mazza, 2007; Yiğit, 2007; Ünver, 2006).

Sumakların sulu ekstraktının salatalarda ve yemeklerde kullanıldığı düşünülerek, özellikle su ekstraktının patojen bakteriler üzerindeki antibakteriyal aktivitesi Nasar- Abbas ve Halkman (2004a) tarafından incelenmiştir. Sumağın % 0.1, 0.5, 1.0, 2.5 ve 5.0'lık ekstraktları nötralize edilmiş ve edilmemiş olarak 12 bakteri (6 Gram negatif, 6 Gram pozitif) üzerinde denenmiş ve ekstraktların tüm test mikroorganizmalarına karşı etkili olduğu gözlenmiştir. Gram- pozitif bakterilerin Gram- Negatiflere oranla daha hassas olduğu belirtilmiştir. Gram- pozitif bakterilerden *Bacillus* türlerinin (*B. cereus*, *B. megaterium*, *B. subtilis* ve *B. thuringiensis*) en duyarlı türler olduğu, bunu *S. aureus*'un takip ettiği, *L. monocytogenes*'in ise en dirençli bakteri olduğu gözlenmiştir. Gram-negatif bakteriler içinden *Salmonella enteritidis*'in en dirençli tür olduğu, bunu *E. coli* tip I, *E. coli* O157:H7, *Proteus vulgaris* ve *Hafnia alvei*'nin takip ettiği, en duyarlı bakterinin ise *Citrobacter freundii* olduğu belirlenmiştir. Aynı araştırmacıların bir başka çalışmasında, sumak meyvelerinin alkol ekstraktları (% 0.1, 0.5, 1.0, 2.5 ve 5.0) aynı Gram-negatif ve Gram-pozitif bakteriler (12 adet) üzerinde denenmiştir. Alkol ekstraktının test edilen tüm bakterilere karşı etkili olduğu, Gram-pozitiflerin, Gram-negatiflere oranla daha duyarlı olduğu belirlenmiştir. Su

ekstraktı sonuçları ile kıyaslandığında; alkol ekstraktının da aynı türler üzerinde benzer duyarlılık gösterdiği (en duyarlı ve en dirençli türlerin aynı olduğu ifade edilmiştir), sadece minimum inhibisyon konsantrasyonlarında farklılık gözlemlendiği belirtilmiştir (Nasar-Abbas ve Halkman 2004b).

Ülkemiz için önem taşıyan 7 bitkiye (*Rhus coriaria*, *Melissa officinalis*, *Mentha piperita*, *Laurus nobilis*, *Dianthus caryophyllus*, *Piper nigrum*, *Capsicum annum*, *Juniperus oxycedrus*, *Erica arborea*, *Colutea arborescens* ve *Cuminum cyminum*) ait etil alkol ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesi, Ertürk (2006) tarafından araştırılmıştır. Antibakteriyal etkinin belirlenmesinde agar difüzyon metodunun uygulanmış ve *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis*, *Escherichia coli* ve *Pseudomonas aeruginosa*'nın üzerindeki etkileri incelenmiştir. Antifungal aktivite ise, disk difüzyon ve agar difüzyon yöntemi ile *A.niger* ve *C. albicans* üzerinde denenmiş ve bakteriler arasından *S. aureus*'un en düşük minimum inhibitör konsantrasyon (MIK) değerine sahip olduğu (12.5 mg/mL), diğer bakterilerin ise 15 mg/mL konsantrasyonda MIK değerine ulaştığı belirlenmiştir. *A.niger* ve *C. albicans* inhibisyon zonlarının sırasıyla 15 ve 16 mm olarak kaydedildiği, diğer taraftan MIK düzeyinin ise eşit olduğu (15 mg/mL) gözlemlenmiştir.

Sumağın (*Rhus coriaria* L.) farklı (aseton, dietil eter, etil alkol, etil asetat, kloroform, metanol ve su) ekstraktlarının antibakteriyal etkisinin incelendiği bir çalışma Yiğit (2007) tarafından yürütülmüştür. Bu amaçla disk difüzyon ve tüp seyreltme yöntemleri kullanılmıştır. Denemede yer alan mikroorganizmalar için, minimum inhibitör konsantrasyon (MIK), minimum bakterisidal konsantrasyon (MBK) ve minimum fungisidal konsantrasyon (MFK) değerleri belirlenmiştir. Test bakterileri olarak *Bacillus cereus*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli* ATCC 25922, *E. coli* ATCC 35218, *E. Coli* O157, *E. coli* TipI, *Listeria monocytogenes*, *Proteus mirabilis*, *Salmonella enteritidis* ATCC 13076, *Salmonella enteritidis*, *Staphylococcus aureus* ATCC 33862, *Yersinia enterocolitica* kullanılmıştır. Bunlar arasından, *Y. enterocolitica* ve *S. aureus* ATCC 33862 sumak ekstraktlarına en duyarlı türler olarak belirlenmişken, en dirençli türlerin *Bacillus cereus* ve *Escherichia coli* ATCC 25922 olduğu saptanmıştır. Bakteriler üzerindeki MIK ve MBK aralığının sırasıyla 5–150 ve 8–600 mg/mL olduğu kaydedilmiştir. Antibakteriyal etki bakımından en güçlü örneğin metanollü ekstrakt olduğu tespit edilmiştir.

Sumak meyvesinin antimikrobiyal etkisinin incelendiği çalışmalar Çizelge 2.10 da verilmiştir. Araştırmalar sonucunda, sumanın antimikrobiyal etkisinin açığa çıkarılmasında; kullanılan çözücü (su, etanol ve metanol), ekstraksiyon metodu ve süresinin son derece önemli olduğu (Yiğit, 2007), sumak ekstraktlarının antibakteriyal etkisinin güçlü olduğu (Yiğit, 2007), antibakteriyal etkinin sumak konsantrasyonuna bağlı olarak arttığı (Nasar-Abbas ve Halkman, 2004b), Gram Pozitif bakterilerin, Gram Negatif bakterilere göre daha hassas olduğu, (Nasar-Abbas ve Halkman, 2004a), sumak ekstraktlarının küf gelişimini engellemedeki etkisinin zayıf olduğu belirtilmiştir (Yiğit, 2007).

Çizelge 2.10 Sumak Meyvesinin Antimikrobiyal Etkisi Üzerine Yapılmış Çalışmalar

Sumak Konsantrasyonu	Süre (Dakika)	Uygulama Alanı	Mikroorganizmalar	Azalma log (kob/ml)	Referans
%1	60	In Vitro	<i>Bacillus</i> spp. <i>Salmonella enteritidis</i> <i>Listeria monocytogenes</i>	4.0 – 5.0	Nasar-Abbas ve Halkman, 2004a
%8	10	In Vitro	<i>E.coli O157:H7</i> <i>Listeria monocytogenes</i> <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Yersinia enterocolitica</i>	5.4 3.1 3.2 3.2	Oral et al., 2007
%10	15	In Vitro	<i>Salmonella typhimurium</i>	>3.0	Gündüz, 2008
%1 %3 %4	10	Domates	<i>Salmonella typhimurium</i>	1.0 2.2 2.4	Gündüz et al., 2010
%8	10	Çiğ tavuk kanadı	<i>Psychrotrophs</i> <i>Mezofilik aerobs</i> <i>Enterobacteriaceae</i> <i>Koliformlar</i>	1.0 1.3 1.7 0.9	Gülmez et al., 2006
%10	10	Çiğ tavukgöğsü	<i>Psychrotrophs</i> <i>Mezofilik aerobs</i> <i>Enterobacteriaceae</i> <i>Koliformlar</i>	0.9 0.8 2.4 >1.8	Vatansever et al., 2008

2.2.3 Sumak meyvesinin (*R. coriaria*) hipoglisemik aktivitesi

Kan şekerinin herhangi bir nedenle aşırı derecede düşmesi olarak tanımlanan hipoglisemi diyabet hastalarının sıklıkla karşılaştığı hastalıktan çok bir biyokimyasal olaydır. İnsanın normal açlık kan şekeri 85–100 mg/ dl arasında seyir ederken, bu rakam toklukta 120–130 mg/ dl arasında seyir eder. Uzun süren açlık durumunda veya tokluk sonrasında, özellikle şeker ve unlu mamullerden zengin bir yemek yedikten 2–3 saat sonra kan şekerinin düşmesi sonucu hipoglisemi yaşanır. Bazen uyku sırasında da atak gerçekleşebilir. Ataklar sırasında sinirlilik, aşırı terleme, uyuşukluk, çarpıntı, baş dönmesi, yüz ve dudaklarda karıncalanma belirtileri görülür. Beynin şekersiz kalmasına bağlı olarak bilinç kaybı gözlenebilir (Anon, 2011b).

Flavonoid, alkoloid, glikosidaz, saponin, glikolip, diyet lifi, polisakkaritler, peptidoglikan, karbonhidrat ve aminoasit içeren fitomoleküller potansiyel hipoglisemik ajan olarak nitelendirilmektedir (Mukherjee et al., 2006).

Sumak (*Rhus coriaria* L.) ve siyah kimyonun (*Bunium persicum* Boiss) hipoglisemik etkisinin incelendiği bir çalışmada; sumak ve siyah kimyonun metanol, etil asetat ve n-hegzan çözümleri kullanılarak farklı konsantrasyonlarda (25, 50, 100, 150 ve 250 µg mL⁻¹) ekstraktları hazırlanmış ve nişastanın basit şekerlere indirgenmesinden sorumlu olan ana enzim α-amilazın inhibisyonu üzerine etkisi incelenmiştir. Çözümler içinde sumak için etil asetat ekstraktı (%87–93.3), siyah kimyon için ise n- hegzan ekstraktı (%35.9–72.3) en yüksek inhibisyon etkiyi sağlamıştır. Yapılan çalışma sonucunda sumağın siyah kimyona göre daha yüksek hipoglisemik aktivite gösterdiği gözlenmiştir (Giancarlo et al., 2010).

2.2.4 Sumak meyvesinin (*R. coriaria*) antidiyabetik aktivitesi

Tip-2 diyabet ya da insüline-bağımlı olmayan diyabet, kronik ve kompleks etiyolojiye sahip olan bir metabolik bozukluktur. Yükselen kan glukoz düzeyleri nedeniyle, periferik dokularda meydana gelen insülin duyarlılığının azalması en karakteristik özelliğidir. Değişik kimyasallar ya da ilaçlar insüline duyarlılığı düzelterek, karaciğerde veya öteki dokularda glukoz yapımını azaltarak, ayrıca karbonhidratların intestinal alımını yavaşlatarak etkinliklerini ortaya koymaktadırlar.

Günümüzde bir ilacın antidiyabetik aktivitesi akut veya kronik olarak ilaçla tedaviden sonra deneysel hayvan modellerinde birçok parametre (beden ağırlığı, günlük içilen su ve yenilen yem miktarı, oral glukoz tolerans testi, açlık kan glukozu, serum lipid düzeyleri, karaciğer glikojeni, serum insülin düzeyi, glikozillenmiş hemoglobin düzeyi vb.) ölçülerek anlaşılmaktadır (Gür, 2010).

Diyabetik erkek fareler üzerinde, etanolik sumak (*R. coriaria*) ekstraktının antidiyabetik etkisinin incelendiği bir çalışmada ekstraktın tokluk kan şekerini 5 saat içinde %24 oranında azalttığı gözlenmiştir. 21 günlük yapılan denemeler sonucunda ise kontrol grubuyla karşılaştırıldığında tokluk kan şekerinin önemli bir oranda azaldığı belirtilmiştir. Sumak ekstraktı HDL değerini yükseltirken (%34 oranında), LDL değerini ise %32 oranında azaltmıştır. Ayrıca süperdioksit dismutaz ve katalaz aktivitesini sırasıyla %46 ve %77 oranında yükselterek önemli bir antioksidan etki gösterdiği ancak glutanın peroksit aktivitesi üzerinde herhangi bir etki göstermediği gözlenmiştir. Ekstraktın maltoz ve sukroroz aktivitesini sırasıyla %44 ve %25 oranında inhibe ettiği belirtilmiştir (Mohammadi et al., 2010).

2.3 Türkiye’de Sumak Meyvesinin (*Rhus coriaria* L.) Kullanım Şekilleri

2.3.1 Baharat

Türk Standartları Enstitüsüne (TSE) göre Sumak (Somak); ‘Antepfıstığıgiller (Anacardiaceae) familyasının *Rhus Coriaria* L. türüne giren bitkilerin meyvelerinin kurutulduktan sonra, belli oranlarda yemeklik tuz katılarak öğütülmüş hali’ olarak tanımlanmaktadır (TSE–3880, 2002).

TSE–3880 (2002) de sumak baharatında yabancı madde en çok %1; nem en çok %13; kuru maddede toplam kül en çok %12, Hidroklorik asitte çözünmeyen külün en çok %1 ve yemeklik tuz miktarının en çok %6 olarak bulunması gerektiği belirtilmiştir.

Ülkemizde sumak baharat olarak kebaplarda, balık ve salatalarda ve yoğurt üzerine serpilerek kullanılmaktadır.

2.3.2 Sumak ekşisi

Sumak ülkemizde yaygın olarak kullanılan bir baharat olmasına karşın sumak ekşisi genellikle yöresel olarak yemeklerde ve salatalarda kullanılmaktadır. Sumak ekşisi Kahramanmaraş, Gaziantep gibi Doğu illerimizde yaygın olarak kullanılmakta ve Kahramanmaraş'ta yöresel deyimle '*ahıt*' olarak bilinmektedir.

Sumak ekşisi üretimi yöresel olarak değişiklik göstermektedir. Geleneksel Kahramanmaraş sumak ekşisi üretimi; sumakların 3 ya da 4 kez su ile ıslatılarak karıştırılması, sulu ekstraktın tülbentten süzülmesi ve meyvelerin sıkılarak kalan sulu ekstraktın alınması ve elde edilen ekstraktın bir gece bekletilerek durultulması, üstte kalan berrak kısmın güneşte kurutularak koyulaştırılması işlemlerini içermektedir (Tiryaki, 2010).

Sumak ekşisinin reolojik özelliklerinin belirlendiği bir çalışmada; %50 çözünür katı içeriğine sahip olduğu konsantrasyonlarda küflenmeye karşı çok duyarlı olduğu bu nedenle toplam katı içeriği 60–70 °Brix değerine yükseltilerek mikrobiyal bozulma engellendiği belirtilmiştir. Sumak ekşisinin toplam çözünür katı içeriği yüksek meyve suyu konsantreleri ve püreler gibi Herschel-Bulkley tipi akış davranışı sergilediği belirtilmiştir. Aktivasyon enerjisi çözünür katı içeriğindeki artışa bağlı olarak arttığı gözlenmiştir. Viskozite sabiti (K) ve akış davranış indeksinin (n) 50 ve 60 °Brix değerinde sabit kalırken; 70 °Brix'te viskozite sabiti (K) belirgin bir şekilde artarken, akış davranış indeksinin (n) az miktarda azaldığı belirtilmiştir (Özkanlı ve Tekin, 2008).

Sumak ekşisi için belirlenen kimyasal özellikler Çizelge 2.11'de verilmektedir.

Çizelge 2.11 Sahip Sumak Ekşisi İçin Belirlenen Kimyasal Özellikler (Özkanlı ve Tekin, 2008)

Özellikler	Değer
Nem (%)	28.53
pH	3.2
Yoğunluk (g/cm ³)	1.315
Renk	L
	a
	b
Toplam Fenolik Madde (Gallik Asit mg/l)	0.398
Monomerik Antosiyanin İçeriği (mg/l)	325

2.3.3 Sumak meyvelerinden oleorezin eldesi

Oleorezinin kelime anlamı yağ ve reçinedir; reçine uçucu yağlar dışında kalan bileşikler ifade etmektedir. Öğütülmüş baharatlardan çözücü ekstraksiyonu ile elde edilmektedir. Kullanılan çözücüye göre ekstrakta aroma bileşenleri, mumsu maddeler, gamlar, reçineler, yağlar ve diğer bileşenler geçmektedir. Ekstrakt elde edildikten sonra çözücü uzaklaştırılmakta ve oleorezin elde edilmektedir. Elde edilen oleorezinler daha çok konserve ve işlenmiş gıdalarda kullanılmaktadır. Oleorezinlerin lezzetleri kullanılan hammadde kalitesine ve çözücüye bağlıdır.

Baharat oleorezinleri taze baharata çok yakın lezzet profiline sahiptir. Baharat oleorezinlerinin baharatlara göre avantajları;

1. Hijyeniktir.
2. Mikroorganizma gelişimi olmaz.
3. Standart bir lezzet seviyesine ulaştırılırlar.
4. Depolamada yer avantajı sağlarlar.
5. Pek çoğu doğal olarak antioksidan içermektedir.
6. Enzim içermezler.
7. Kullanımı ekonomiktir.
8. Baharatların tüm özelliklerini yansıtır.
9. Tespit edici özelliklerinden dolayı reçine ve sabit yağ/ uçucu yağ kaybını önlerler.

Oleorezinlerin toz baharatlara göre pek çok avantajı bulunsa da; ışığa, oksijene ve ısıya karşı duyarlı oluşu önemli bir dezavantajdır. Ayrıca oleorezinlerin raf ömrü kısadır. Uzun süre depolamalarda kimyasal ve organoleptik değişiklikler gözlenebilmektedir (Shaikh et al., 2006). Oleorezinleri bu tür yapısal değişimlerden korumak için mikroenkapsülasyon yöntemi yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır.

Ticari olarak kullanılan bazı oleorezinler arasında karanfil, paprika, zencefil, zerdeçal, karabiber, defne, anason, kimyon, tarçın; kişniş bulunmaktadır (Anon, 2011c).

Sumak meyvelerinden oleorezin üretimi üzenine yapılan bir araştırmada; çözücü olarak etanol ve metanol kullanılarak sumak oleorezinleri elde edilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda çözücü miktarı ve ekstraksiyon süresi arttıkça oleorezin veriminin arttığı; ancak 200 ml'nin üzerinde çözücü kullanımı ve 8 saatten fazla ekstraksiyon süresinin verimi arttırmadığı gözlenmiştir. En uygun ekstraksiyonun 10 gram sumak perikarpının 200 ml çözücü ile 8 saat ekstraksiyonu sonucunda elde edileceği belirlenmiştir. Sumak oleorezinlerindeki temel üç bileşenin organik asitler, antosiyaninler ve tanenler olduğu gözlenmiştir. Araştırmacı sumak oleorezinini üretiminin daha önce yapılmadığını belirterek; elde edilen sumak oleorezininin fonksiyonel gıda üretiminde iyi bir hammadde olabileceği ifade etmiştir (Ünver, 2006).

2.4 Sumak Ekstraktının Püskürtmeli Kurutucuda Kurutulması

Püskürterek kurutma tekniği, gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılan, sıvı ürünlerin kısa bir sürede toz ürüne dönüştürülmesini sağlayan bir kurutma yöntemidir. Yapılan işlem ekonomik ve elde edilen ürün kalitesi yüksektir (Bayram et al., 2005).

Püskürtmeli kurutucular, ürünün ince damlacıkları haline getirilip sisteme püskürtüldüğü atomizör, sıcak hava üretim düzeni, sıcak hava ile atomize edilmiş olan ürünün karşılaştırıldığı kurutma hücresi ve kurumuş toz ürünün toplanıp kurutucudan alındığı kolektör olmak üzere başlıca dört kısımdan oluşmaktadırlar.

Püskürterek kurutmada ilke; kurutulacak ürünün atomize edilerek son derece geniş bir yüzey kazandırılması ve böylece sıcak hava içinde hızlı bir kuruma sağlanmasıdır. Damlacıklardan suyun buharlaşması o kadar hızlıdır ki, 110-200°C'ye kadar yüksek sıcaklıkta hava kullanılmasına karşın, kuruyan ürünün sıcaklığı 50-70°C dolaylarında bulunur yani, ıslak termometre derecesinin oldukça altında kalır. Kuruma çoğunlukla 3-10 saniye gibi kısa bir sürede gerçekleşir (Cemeroğlu, 2004; Koç, 2008).

İlk defa süt tozu eldesi için uygulanmış olan bu yöntem, atomize edilebilir yapıdaki ürünlere, yani sıvı veya viskozitesi düşük ezme ve püre halindeki ürünlere uygulanabilmektedir. Çizelge 2.12' de püskürtmeli kurutucu kullanılarak elde edilen toz ürünler ve uygulanan işlem koşulları verilmektedir.

Çizelge 2.12 Püskürtmeli kurutucu kullanılarak kurutulan bazı ürünler ve işlem koşulları.

Örnek	Hava Giriş/Çıkış Sıcaklığı (°C)	Besleme Hızı	Atömozör Hızı/Basıncı	Kaplama Materyali	Besleme Briksi (%)	Referans
Mandalina Yağı	160–200 / 80–100	75–170 ml/dak	-	Arabik Gam Maltodekstrin (20 DE)	-	Lantigua et al., 2011
Domates Püresi	130–150 ± 1	1,75 ± 0.05 g/dak	5 ± 0.1 Bar	Maltodekstrin (6,12,21 DE)	14 ± 0.05	Goula and Adamopoulos, 2008a
Portakal Suyu	110–190	150–450 ml/dak	10000–25000 rpm	Maltodekstrin Sıvı Glikoz Metilselüloz	-	Chegini and Ghobadian, 2005
Yayla Çayı	145–165/ 75± 1	240–640 ml/saat	-	B-Siklodekstrin Arabik Gam Maltodekstrin (12-19 DE)	-	Nadeem et al., 2011
Siyah Havucun Antosiyanin Pigmentleri	160–200/ 107–131±2	5 ml/dak	-	Maltodekstrin (10, 20–23, 28–31 DE)	20	Ersus ve Yurdagel, 2007
Tavuk eti proteinleri	120–180/ 86–136 ± 1	0.4–1 l/saat	-	Maltodekstrin (9–12 DE)	5–25	Kurozawa el al., 2009
Paprika Oleorezini	160–200 ± 5 110 ± 5	-	-	Arabik Gam İzole edilmiş soya proteini	-	Rascon et al., 2011
Pastörize Sıvı Yumurta	165–195/ 60–80	0.67-1.3x10 ⁻⁶ m ³ /sn	196–392 kPa	Laktoz Pullulan Jelatin	23-25	Koç et al., 2011

Meyve ve sebze suları, bal ve amorf laktoz gibi şeker içeriği yüksek gıda maddelerinde, yapışmadan kaynaklanan ve ürünlerin doğal özellikleriyle ilgili toz ürün oluşumunu engelleyen yapılarından dolayı kurutma işlemi sırasında problemlerle karşılaşılabilir. Yüksek şeker içeriklerinde, genellikle çıkış sıcaklığına yaklaşan yüksek sıcaklıktaki ürün damlacıkları şurup halinde kalmakta ya da kurutucu duvarlarına ve taşıyıcı sistemlere yapışmaktadırlar. Toz ürünlerin yapışkanlık problemleri örnekte bulunan sakkaroz, glukoz ve fruktoz gibi düşük moleküler ağırlıklı şekerlerin ve sitrik, malik ve tartarik asit gibi bazı organik asitlerin düşük camsı geçiş sıcaklığından kaynaklanmaktadır. Püskürtmeli kurutma işlemi düzensiz yapıda toz ürün oluşturan hızlı bir prosestir. Düzensiz yapıdaki katıların viskozitesi çok yüksektir ($>10^{12}$ Pa.s) ve kurutma işlemi boyunca sıcaklık yükseldikçe viskozite yapışkanlığın başladığı 10^7 Pa.s civarına kadar düşmektedir. Yapışkanlıktaki artış ya da toz ürünlerdeki yapısal değişimin; ürünün sıcaklığı ile camsı geçiş sıcaklığı (Tg) arasındaki farka bağlı olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle kurutma işlemi boyunca partikül yüzeyinin sıcaklığı Tg' nin $10-20^{\circ}\text{C}$ üzerine ulaşmaması gerektiği belirtilmiştir (Bhandari et al., 1993; Goula and Adamopoulos, 2008a).

Yapışkanlığın engellenerek toz ürün üretimi için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Yapışkanlık probleminin önlenmesi için; kurutma ajanı (karbonhidratlar, gamlar ve proteinler) ve toz ürün üretme yeteneği olan spesifik ekipman (duvarları ceketle kaplanmış hava soğutmalı karşıt akımlı, yüzey sıyırılmalı veya ürünlerin tabana yakın yerde atmosferik hava ile soğutulduğu böylece ürünlerin düşük nemle kolektöre iletildiği kurutma odası ve ürün damlacıklarının gecikmeli düşüşüne ve yükselen hava akışının düşük sıcaklığına dayanan Birs kulesi) kullanımı uygulanan yöntemlerdir. (Goula and Adamopoulos, 2008a)

Yüksek molekül ağırlıklı kurutma ajanları, yüksek camsı geçiş sıcaklığına sahip olduklarından, beslemenin de camsı geçiş sıcaklığını arttıracakları belirtilmiştir (Bhandari et al., 1997). Kullanılan kurutma ajanları; kurutulan örneğin higroskopik ve termoplastik özelliklerini azaltılmalı ancak üretilen toz ürünün kalitesini ve çözünürlüğünü değiştirmemelidir (Chegini and Ghobadian, 2007). En çok kullanılan kaplama materyalleri; karbonhidratlar (nişasta, pullulan, sakaroz, maltodekstrin, modifiye nişasta vb.) gamlar (gam arabik, guar gam vb.) ve proteinlerdir (jelatin, peynir altı suyu tozu vb.).

Kaju fıstığı (Oliveira et al., 2009), limon suyu (Martinelli et al., 2007), domates püresi (Goula and Adamopoulos, 2008b), kimyon oleoresini (Kanakdande et al., 2007), balık yağı (Anwar and Kunz, 2011), çöven ekstraktı (Özdikicierler, 2010) gibi pek çok farklı gıda maddesinin kurutulmasında kurutma ajanı olarak kullanılan maltodekstrin nişastanın kısmi hidrolizi ile elde edilmektedir. FDA tarafından 20' den daha düşük dekstroz eşdeğeri değerlerine sahip ürünler olarak tanımlanmaktadır. Belirsiz tadı sayesinde diğer gıda aromalarını etkilememektedir. Soğuk suda disperse olması ve esnekliğinden dolayı instant ürünler için ideal bir katkı maddesi olan maltodekstrin, kristal önleyici, plastikleştirici ve film oluşturuucu görevi de görmektedir. Asgari düzeyde monosakkarit içeren maltodekstrin, yüksek viskozite sergileyerek ağız hissi ve ürün yapısını geliştirmektedir.

Püskürtmeli kurutma işleminde; işlem koşulları (hava giriş sıcaklığı, hava çıkış sıcaklığı, atövizör basıncı, atövizör dönüş hızı, giren hava hızı, giren havanın bağıl nemi), kullanılan taşıyıcı ve konsantrasyonu, besleme hızı ve °Briksi elde edilen toz ürünün fiziksel ve kimyasal özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir.

Hava giriş sıcaklığının artmasıyla ısı transfer hızı artmaktadır. Isı transfer hızı nemin uzaklaşması için iyi bir yürütücü kuvvet sağlamak ve sonuç olarak nem içeriği azalmış toz ürün elde edilmektedir. Ayrıca yüksek hava giriş sıcaklığı damlacık yüzeyinde hızlı bir şekilde kuru tabaka oluşmasına neden olmaktadır. Bu durum damlacık yüzeyinde buhar geçirmez film oluşturmaktadır. Bu duruma bağılı olarak buhar kabarcıkları oluşmaya başlamakta ve damlacıklarda büyüme gözlenmektedir. Giriş hava sıcaklığındaki artış partikül boyutunda ve yığın yoğunluğunda artış meydana getirmektedir. Yüksek hava sıcaklıklarında toz ürün etrafında oluşan katı tabaka partiküle su girişini engelleyerek toz ürünün ıslanabilme süresinde artışa neden olmaktadır (Chegini and Ghobadian, 2005). Püskürterek kurutma işleminde yüksek hava sıcaklığı istenen bir parametre olmasına rağmen kurutma sırasında kayıplara veya yapışkan bir yapı oluşumuna neden olan; yüzey bozulması, aşırı kabarcık oluşumu ya da kuru üründe zarara neden olabilecek derecede çok yüksek sıcaklıklarda kurutma işlemi yapılmamalıdır (Lantigua et al., 2011).

Genellikle püskürtmeli kurutma sistemlerinde toz ürünlerin nem içeriği çıkan hava ile kontrol edilmektedir. Ayrıca havanın nem içeriğinin ürünün nem içeriğini etkileyebileceği belirtilmiştir. Yüksek hava nemi toz ürünün istenen nem

içeriğinin sağlanabilmesi için, çıkan hava sıcaklığında bir artış gerektirebilmektedir (Goula and Adamopoulos, 2008b). Hava çıkış sıcaklığı; hava giriş sıcaklığı ve besleme debisiyle doğrudan etkileşim halindedir (Ersus ve Yurdagel, 2007). Yapılan çalışmalar sonucunda çıkış sıcaklığının elde edilen toz ürünün nem içeriği, verimi, su aktivitesi ve yığın yoğunluğu üzerinde son derece önemli olduğu belirtilmiştir (Özdikicierler, 2010; Koç et al., 2011).

Atomizör hızının toz ürünün özellikleri üzerine etkisi incelendiğinde; atömizör hızındaki artış, beslenen örneğin daha küçük damlacıklar halinde sisteme girmesini sağlamaktadır. Bu durum damlacıkların hava ile temas yüzeyini arttırarak, ürünlerin dehidrasyonunu arttırmaktadır. Böylece nem içeriği düşük toz ürün elde edilmektedir. Bununla beraber yüksek atomizör hızı, geniş yüzey alanı sayesinde hızlı kurumayı sağlarken, damlacık yüzeyinde kabuk oluşumunu engellemekte ve sonuç olarak partikül boyutunun küçülmesine neden olmaktadır. Yüksek atömizör hızında, yığın yoğunluğunun yüksek olduğu belirtilmiştir (Chegini and Ghobadian, 2005). Abadio et al. (2004) yaptıkları çalışmada, ananas suyunun püskürtmeli kurutucuda kurutulması sırasında atomizör hızının ürünün fiziksel özellikleri üzerine etkisini incelemişler ve nem içeriğinin artan atömizör hızına bağlı olarak azaldığını ve renk değişiminin atömizör hızından çok az etkilendiğini belirtmişlerdir. Kalil and Sial (1974) mango suyunun püskürtmeli kurutucuda kurutulması sırasında atömizör hızının renk değişimi üzerinde çok az etkisi olduğunu belirtmişlerdir.

Püskürtmeli kurutma işleminde yüksek besleme akış hızı beslemenin giren hava ile temas etme süresini kısalttığı için; temas süresine bağlı olarak ısı transfer verimliliğinin ve buharlaşan su miktarının azalmakta olduğu belirtilmiştir. Bu durum elde edilen toz ürünün nem içeriğinde artışa neden olmaktadır (Tonon et al., 2008). Sabit atömizör hızında, besleme akış hızındaki artışın toz ürünlerin kalan nem içeriğine bağlı olarak ortalama ıslanabilirlik zamanını azalttığı belirtilmiştir. Ayrıca besleme akış hızındaki artışın, partikül boyutunu arttırdığı ve kuru katı içeriğine kıyasla su yoğunluğunun yüksek oluşu nedeniyle toz ürünlerin yığın yoğunluğunda artış olduğu belirtilmiştir (Chegini and Ghobadian, 2005).

Püskürterek kurutma işleminde beslenen ürünün nem içeriğinin, üretilen toz ürünün nem içeriği üzerinde etkili olduğu belirtilmiştir (Abadio et al., 2004). Beslemeye taşıyıcı madde ilavesi beslenen ürünün toplam katı madde içeriğini arttırdığı için püskürterek kurutma işlemi boyunca uzaklaşacak su miktarı azalacaktır. Böylece nem içeriği düşük toz ürün elde edilecektir. Ancak beslemeye

ilave edilen taşıyıcı madde miktarı arttıkça elde edilen toz ürünün kalite özelliklerinde düşme meydana gelebilmektedir (Quek et al., 2007).

Püskürtmeli kurutma işleminde; yüksek sıcaklık ve atömozör basıncı uygulamalarının, renk pigmentlerinin oksidasyonuna ve atömozasyondan sonra küçük partikül oluşumuna neden olduğu belirtilmiştir (Stadelman and Cotterill, 1995). Bütün yumurtanın püskürtmeli kurutucuda kurutulduğu bir çalışmada hava çıkış sıcaklığı ve atömozör basıncının rengi olumsuz yönde etkilediği gözlenmiştir. Taze yumurtaya en yakın rengin en düşük çıkış sıcaklığı ve atömozör basıncında elde edildiği belirtilmiştir. Nem içeriği atömozör basıncından etkilenirken, atömozör basıncının su aktivitesi ve peroksit değeri üzerinde bir etkisi olmadığı gözlenmiştir (Koç et al., 2011).

Bayram et al. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada, sumak meyvelerinin sulu ekstraktı; sodyum klorür, sakkaroz, glikoz ve nişasta taşıyıcıları kullanılarak püskürtmeli kurutucuyla kurutulmuştur. Tüm örneklerde taşıyıcı sumak oranı 1:2 kg/kg olarak ayarlanmıştır. Kurutma işlemi için %5, %10, %15, %20 ve %25 çözünür katı içeriğine sahip solüsyonlar hazırlanmıştır. Solüsyonlarda ve sumak ekstraktı tozunda asitlik ve pH ölçülerek, askıda kalan madde miktarı (%) belirlenmiştir. Taşıyıcı testler boyunca püskürtmeli kurutma koşulları altında sadece sodyum klorürün uygun olduğu tespit edilmiştir. Sakkaroz ve glikoz karamelizasyon nedeniyle püskürtmeli kurutucunun yüzeyine yapışırken, nişasta heterojen yapısı nedeniyle nozzleda tıkanmaya neden olmuştur. Kullanılan taşıyıcılara bağlı olarak lezzetin asılı kalan yüzdesi spektrofotometrik yöntemle %7–13 arasında, asitlik ölçümü metoduyla %18–65 arasında olduğu hesaplanmıştır. Solüsyonlarda ve tozlarda çözünür katı içeriğinin artışıyla asitlik ve absorban değerlerinde artış gözlenmiştir.

Bayram et al. (2008) tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise, peynir altı suyu tozu, süt tozu ve guar gamın sumak lezzetinin püskürtmeli kurutucuyla kurutulmasında kullanımları test edilmiştir. Tüm örneklerde taşıyıcının ana maddeye oranı 1:4 kg/kg olarak ayarlanmıştır. Kurutma işlemi için %5 , %10, %15, %20 ve %25’lik çözünür katı içeriğine sahip solüsyonlar hazırlanmıştır. Solüsyonların ve sumak ekstraktı tozunun asitliği ve pH ’sı ölçülerek; lezzet bileşenlerinin askıda kalan yüzdesi belirlenmiştir. Yapılan testlerde sumak asitliğinin yüksek oluşu nedeniyle süt tozunun koagüle olduğu ve taşıyıcı olarak kullanımının uygun olmadığı tespit edilmiştir. Guar gam yüksek su tutma kapasitesiyle solüsyonun viskoz bir yapı kazanmasına neden olmuş ve

püskürtmeli kurutmaya uygun olmayan bir solüsyon elde edilmiştir. Peynir altı suyu tozunun sumak lezzetinin korunmasında iyi bir taşıyıcı olduğu ve elde edilen ürün lezzetinin kabul edilebilir olduğu (%5.2–5.7 pH) gözlenmiştir. Hazırlanan solüsyonların içeriğinin %5'den %25'e yükselmesiyle, lezzet tutulma yüzdesinin %6'dan %11'e yükseldiği saptanmıştır. Ayrıca lezzet bileşenlerinin tutulma yüzdesi asitliğe bağlı olarak %14'ten (%5'lik solüsyon) %70'e (%25'lik solüsyon) kadar yükseldiği gözlenmiştir.

3. MATERİYAL VE METOT

3.1 Materyal

Kurutma çalışmalarında kullanılan sumak meyveleri (*Rhus Coriaria*), Defne Dış Ticaret ve Tarım Ürünleri A.Ş. İzmir, firmasından temin edilmiştir. Örnekler, kurutma çalışmalarından önce derin dondurucuda (-24°C) muhafaza edilmiştir. Kurutma çalışmalarında kullanılan sumak meyveleri derin dondurucudan çıkarıldıktan sonra çözündürülerek ev tipi blender ile kırma işlemi uygulanmıştır.

3.2 Metot

Çalışmada uygulanan analizler aşağıda ayrı başlıklar halinde sunulmuştur. Analizler en az iki paralel olacak şekilde yapılmış ve elde edilen sonuçların ortalamaları verilmiştir. Analizlerden elde edilen veriler ekler bölümünde ek 4.1-4.4 arasında verilmiştir.

3.2.1 Sumak ekstraktı eldesi

Sumak meyvelerinden sumak ekstraktı eldesi için; tane halindeki sumak meyveleri ev tipi öğütücü kullanılarak kırılmış, çekirdek ve perikarpın birbirinden ayrılması sağlanmıştır. Sumak taneleri, 1:1 1:2 ve 1:4 kg/kg oranında saf suyla oda sıcaklığında iki saat ekstrakte edilmiş ve ekstraktların °Briks değerleri (°Bx) sırasıyla 12.4 ± 0.06 , 7.8 ± 0.06 ve 3.5 ± 0 olarak ölçülmüştür. Ön denemeler sonucunda verimin yüksek olduğu 1:4 kg/kg oranı tercih edilmiştir.

Elde edilen ekstraktlar filtre kağıdından süzülerek berrak ekstrakt elde edilmiştir. Ekstraktlar 1.5 litrelik temiz pet şişelere eşit miktarda doldurularak, -24°C 'de püskürtmeli kurutma denemelerinde kullanılacakları güne kadar depolanmışlardır.

Sumak taneleri sadece bir kez ekstrakte edilmiştir. Her yeni deneme için yeni taneler kullanılmıştır.

3.2.2 Sumak ekstraktının püskürtmeli kurutucuda kurutulması

Püskürtmeli kurutma çalışmalarında Gıda Mühendisliği Bölümü, Pilot Tesiste bulunan Niro- Atomizör Mobile Minor (Kopenhag, Danimarka) püskürtmeli kurutucu kullanılmıştır.



Şekil 3.1 Niro-Atomizör Mobile Minor Model Püskürtmeli Kurutucu

-24°C’de depolanan sumak ekstraktları bir gece önce + 4°C sıcaklığındaki soğutucuya konularak çözdürülmüştür. Çözünen ekstraktların °Briks değerleri ATAGO 1T marka dijital refraktomekte ile ölçülmüş ve 3.5 ±0°Bx olarak belirlenmiştir. Püskürtmeli kurutma işleminden önce ekstraktların °Briks değeri, maltodekstrin (DE=10–12) ilavesi ile deneme planında (Çizelge 3.1) belirlenen °Briks değerlerine yükseltilmiştir.

Çözünür kuru madde içeriği yükseltilmiş ekstraktlar püskürtmeli kurutucuda belirlenen hava giriş (160-200°C) ve çıkış (80-100°C) sıcaklıklarında, 2 tekrar olacak şekilde kurutulmuştur. Kurutma işlemi boyunca ekstraktlar manyetik karıştırıcı kullanılarak sabit hızda karıştırılmış ve karışımın homojenliğini kaybetmemesi sağlanmıştır.

Yapılan ön çalışmalarda taşıyıcısız saf sumak ekstraktı kurutulmuş ve yanma gözlenmiştir. Bu nedenle sumak ekstraktına taşıyıcı olarak maltodekstrin (DE= 10–12) ilave edilmiştir.

Çizelge 3.1 Sumak Ekstraktının Püskürtmeli Kurutucuda Kurutulması için Yapılan Deneme Planı

	Kurutma Koşulları		
°Bx	160/80	180/90	200/100
5	✓	✓	X
10	✓	✓	✓
15	✓	✓	✓
20	✓	✓	✓
25	✓	✓	✓

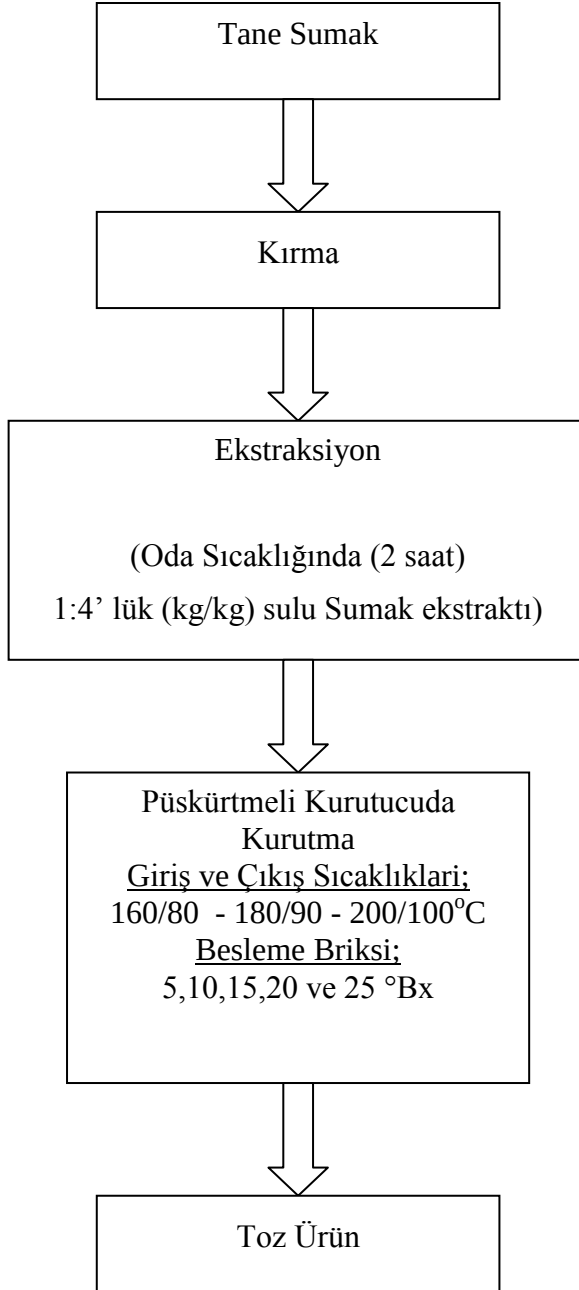
Sumak ekstraktının toplam çözünebilir kuru madde içeriği 3.5 ± 0 °Bx olarak ölçülmüş ve maltodekstrin ilavesinin örneğin fiziksel, kimyasal ve antioksidan etkisini nasıl etkilediğini gözlemek amacıyla 5, 10, 15, 20, 25 °Bx olmak üzere beş farklı suda çözünür kuru madde oranı seçilmiştir. Bu koşulların seçilmesinde sumak ekstraktının verimli olarak kuruması dikkate alınmıştır. Ayrıca püskürtmeli kurutma ortamı koşullarının etkilerini gözlemek amacıyla 3 farklı giriş (160–200°C) ve çıkış sıcaklığı (80–100°C) kullanılmıştır. 5 °Bx sahip sumak ekstraktı 200°C giriş ve 100°C çıkış sıcaklığında yandığından toz ürün elde edilememiştir. Besleme akış hızı çıkış sıcaklığını istenilen değere ulaşmasını sağlayacak şekilde ayarlanmıştır. Denemelerde ölçülen besleme akış hızları Çizelge 3.2’de verilmiştir. Yapılan tüm denemelerde atömozör basıncı (392 kPa) ve hava akış hızı (1.54 ml/dak) sabit tutulmuştur.

Çizelge 3.2 Sumak Ekstraktlarının Belirlenen Kurutma Koşulları İçin Ölçülen Besleme Akış Hızları (ml /dak)

	Kurutma Koşulları (°C)		
°Bx	160/80	180/90	200/100
5	33	33	X
10	33.5	33.5	39.25
15	35.5	35.5	39.75
20	36	36	41
25	41.5	41.5	43.5

Çizelge 3.2 incelendiğinde; seçilen besleme °Briks değerleri için, 160°C giriş ve 80°C çıkış sıcaklığında ve 180°C giriş ve 90°C çıkış sıcaklığında yapılan kurutmalarda besleme akış hızları aynı olarak ölçülmüştür. Ancak 200°C giriş ve 100°C çıkış sıcaklığında yapılan kurutmalarda besleme akış hızlarında artış gözlenmiştir. Ayrıca beslenen ürünün suda çözünür kuru madde içeriği arttıkça istenen çıkış sıcaklığına ulaşmak için uygulanan besleme akış hızının da arttığı görülmektedir.

Şekil 3.2’de Sumak ekstraktının püskürtmeli kurutucuda kurutulması sırasında izlenen yöntem gösterilmiştir.



Şekil 3.2.Sumak Ekstraktı Tozu Üretimi Akış Şeması

3.2.2 Analiz yöntemleri

Püskürtmeli kurutma işlemi sonunda elde edilen toz ürünlerde en az iki paralel olacak şekilde analizler gerçekleştirilmiştir. Sumak ekstraktı tozuna nem, kül ve %10'luk HCl de çözünmeyen kül, su aktivitesi, renk, çözünürlük, yığın yoğunluğu, ıslanabilirlik, pH ve radikal süpürme aktivitesi (%) tayinleri yapılmış ve sonuçlar Ekler bölümünde verilmiştir. Ayrıca bir kilogram sumak ekstraktının kurutulması için püskürtmeli kurutucuda tüketilen enerji miktarları da belirlenmiştir.

3.2.4.1 Enerji tüketimi

Kurutma denemelerinde enerji tüketim etkinliğini belirlemek amacıyla cihaza bağlanmış elektrik sayacı (Köhler, AEL. TF.04, Turkey) kullanılarak kurutma çalışmaları süresince kurutucunun elektrik tüketimleri takip edilmiştir. Sonuçlar 1 kg sumak ekstraktının kurutulması için gereken enerji miktarı olarak verilmiştir.

3.2.4.2 Nem tayini

Sumak ekstraktı tozu örneklerinde nem tayini, $105 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de etüvde yapılmıştır. 3 gram sumak ekstraktı tozu petri kabında sabit tartıma gelene dek $105 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de etüvde tutulmuştur (Anon, 1990). Örnekteki nem miktarı yüzde olarak verilmiştir.

3.2.4.3 Kül tayini

Sumak ekstraktı tozu örneklerinde kül tayini $750 \pm 25^{\circ}\text{C}$ sıcaklığa ayarlanabilen kül fırınında sabit tartıma ulaşılan kadar tutularak tespit edilmiştir (Ünver, 2006).

3.2.4.4 %10'luk HCl' de çözünmeyen kül tayini

Sumak ekstraktı tozu örneklerinde kül tayini tamamlandıktan sonra elde edilen küller %10'luk HCl ile muamele edilmiş ve külsüz filtre kağıdından (Watmann no:1) süzölmüştür. Filtre kağıdı ve kalıntısı tekrar yakılarak kalan miktar %10'luk HCl' de çözünmeyen kül olarak belirlenmiştir (Ünver, 2006).

3.2.4.5 Su aktivitesi tayini

Püskürtmeli kurutucuda kurutulmuş sumak ekstraktı tozlarının su aktivitesi, ± 0.001 hassasiyete sahip su aktivitesi ölçüm cihazı (Testo AG 400, Germany) kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla, yaklaşık 3 – 4 g toz örnek hızlı bir şekilde aletin paslanmaz çelikten yapılmış sızdırmaz haznesine yerleştirilmiştir. Su aktivitesi değerinde 20 dakika boyunca 0.001'den az bir değişim olduğunda, sistemin dengeye ulaştığı kabul edilmiş ve cihazın göstergesinden su aktivitesi değeri okunmuştur.

3.2.4.6 Renk analizi

Renk analizleri Konica Minolta Chroma Meter CR- 400 kullanılarak yapılmıştır. Sumak ekstraktı tozu Minolta kolorimetresinin Quartz kabına boşluk kalmayacak şekilde yerleştirilmiş ve haznenin beş farklı noktasından renk değerleri okunmuştur. Denemeler iki paralel olacak şekilde yapılmış ve değerlerin ortalamaları esas olarak alınmıştır. Kurutulmuş sumak ekstraktı tozlarında, L* (parlaklık), a* (+ kırmızı, - yeşil) ve b* (+ sarı, - mavi) renk değerleri ölçülmüştür. Kroma ve Hue Açısı ($^{\circ}$) değerleri eşitlik 1 ve 2 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Kroma} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (1)$$

$$H(^{\circ}) = \tan^{-1} \frac{b^*}{a^*} \quad (2)$$

3.2.4.7 Çözünürlük analizi

Çözünürlük analizi 2 gram toz materyalin; 50 ml 30°C'deki deiyonize suda sabit hızda (500 rpm) manyetik karıştırıcı ile çözünmesi ve tamamen çözündüğü sürenin kaydedilmesi ile gerçekleştirilmiştir (Goula and Adamopoulos, 2008b).

3.2.4.8 Yığın (Kitle) yoğunluğu tayini

Yığın (kitle) yoğunluğu tayini; Chegini and Ghobadian (2005) yöntemi modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir.

Belirtilen yöntemlerde yığın yoğunluğu tayini; 20g toz ürünün dereceli silindire tartılarak konulması ve bunun 15 cm yükseklikten 10 defa yumuşak bir yüzeye düşürülerek son yüksekliğinin okunması şeklindedir. Yapılan ön denemelerle çalışmamızda elde edilen sumak ekstraktı tozlarının 10 düşürme

sonucunda tam olarak mezür içerisinde sıkışmadığı gözlenmiştir. Bu amaçla farklı sayılarda düşürme denemeleri yapılarak sumak ekstraktı tozu için bu düşürme sayısının 70 olduğu gözlenmiştir. Elde edilen tüm ekstraktlar için denemeler belirlenen bu sayıda yapılmıştır.

3.2.4.9 Islanabilirlik analizi

Islanabilirlik analizi 10 gram toz materyalin; 100 ml 25°C’de deiyonize su üzerine yayılarak toz materyalin tamamının suyun içine çöktüğü süre olarak belirlenmiştir (Gong et al., 2008).

3.2.4.10 pH tayini

Sumak ekstraktı tozlarının pH değeri Bayram et al. (2005) yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. 0.2 gram toz örnek saf su ile 48.8 gram saf suda çözündürülerek pH metre (WTW InfoLab pH720, Germany) ile oda sıcaklığında ölçüm yapılmıştır.

3.2.4.11 % Radikal süpürme aktivitesi tayini (DPPH Yöntemi)

Püskürterek kurutma yöntemiyle elde edilen sumak ekstraktı tozu örneklerinde antioksidan aktivite tayini modifiye edilmiş Sanchez-Moreno metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İlk olarak örnekler farklı konsantrasyonlara seyreltilmiştir. Bu çözeltilerden 0.1 ml örnek amber şişelere konulup üzerine 3.9 ml metanolde hazırlanmış konsantrasyonu 0.02 g/L olan DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) çözeltisi ilave edilmiştir. Oda sıcaklığında 40 dakikalık bekleme süresinin ardından örneklerin absorbansları spektrofotometre (Carry 50 Scan, Varian) kullanılarak 517 nm’de ölçülmüştür (Rodriguez - Delgado et al., 2001; Sanchez-Moreno et al., 1998).

Bütün örnek çözeltileri için absorbans değerindeki düşüş (başlangıç absorbans değerinin yüzdesi olarak ifade edilmiştir) yüzde inhibisyon oranlarını vermektedir. Spektrofotometrenin sıfırlanmasında sadece metanol çözeltisi kullanılmıştır. Çözeltiler için okunan absorbans değerlerindeki düşüş örnek içerisindeki antioksidan konsantrasyonunun bir göstergesidir. Düşük inhibisyon yüzdeleri düşük antioksidan aktiviteyi göstermektedir (Rodriguez- Delgado et al., 2001).

3.2.4.12 İstatistiksel Analiz

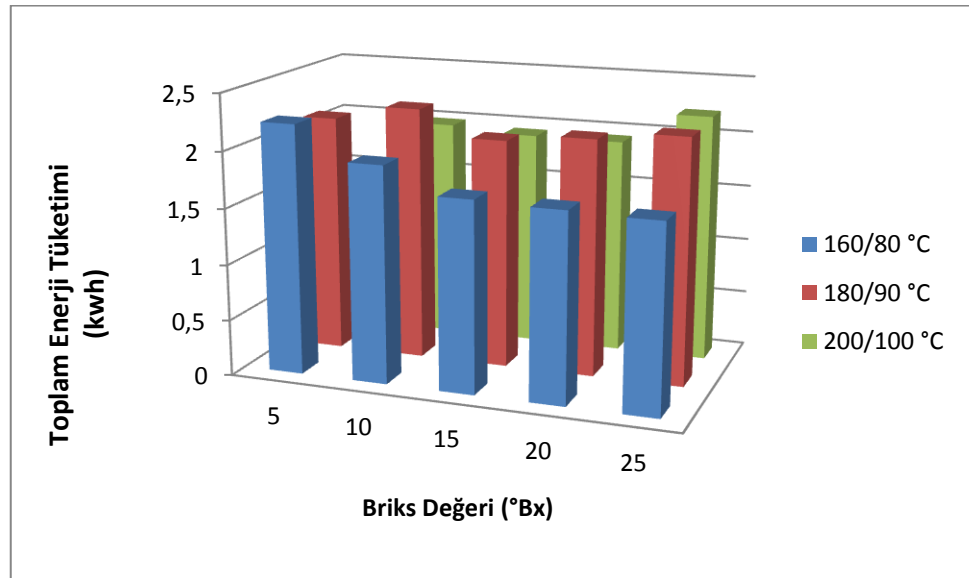
Deneysel sonuçlar ortalama $\pm$ standart sapma olacak şekilde kaydedilerek SPSS 16.0 paket programı (SPSS Inc., USA) ile %95 güven aralığında varyans analizi (ANOVA) ile test edilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1 Kurutma Sırasında Kullanılan Enerji Ölçümleri İle İlgili Sonuçlar

Enerji tüketiminin belirlenmesi; püskürtmeli kurutma işleminin geliştirilmesi ve enerji ve kütle denklıklarının hesaplanarak kurutma koşullarının anlaşılması için önemlidir. Püskürtmeli kurutma işleminde enerji tüketimini, işlem (Hava giriş ve çıkış sıcaklığı, atömizör hızı ve basıncı) ve besleme koşulları (Besleme nem içeriği, besleme akış hızı ve son ürünün nem içeriği) etkilemektedir. Bu parametrelerin enerji tüketimi üzerine etkisinin belirlenmesi kurutma işleminin geliştirilmesi açısından önemlidir. Ayrıca günümüzde geliştirilmiş bilgisayar tabanlı yeni yöntemler, kurutma işleminin anlaşılmasına oldukça katkı sağlamaktadır (Kajiyama and Park, 2008).

Sumak ekstraktlarının kurutulması için püskürtmeli kurutucu üç farklı hava giriş ve çıkış sıcaklığında kullanılarak, tüketilen enerji seyyar bir elektrik sayacıyla elektrik tüketimi olarak kWh cinsinden ölçülmüştür. Şekil 4.1’de püskürtmeli kurutucunun farklı çalışma koşulları için 1 kilogram sumak ekstraktının kurutulması için gereken toplam enerji miktarları gösterilmiştir.



Şekil 4.1 Püskürtmeli kurutucuda kurutulan sumak ekstraktlarının toplam enerji tüketimi.

Gerçekleştirilen kurutma çalışmaları sonunda toz ürün eldesi için toplam enerji tüketiminin, 1.664 ile 2.259 kWh arasında değişim gösterdiği gözlenmektedir. Elde edilen veriler Ek 1.1, 2.1 ve 3.1’de verilmiştir.

Genel olarak kuruma süreleri hakkındaki beklenti; sıcaklığın ve ekstraktların kuru madde içeriğinin artmasıyla kuruma süresinin düşüş göstermesi yönündedir. Ayrıca, sıcaklığın artmasıyla birlikte enerji tüketiminin de artması, kuru madde içeriğinin artmasıyla birlikte ise enerji tüketiminin azalması beklenmektedir. Şekil 4.1 incelendiğinde 160°C giriş ve 80°C çıkış sıcaklığında yapılan kurutma denemelerinde toplam enerji tüketiminin eklenen maltodekstrin miktarının artmasıyla azaldığı gözlenmektedir. Buna rağmen 180°C giriş ve 90°C çıkış sıcaklığında 10, 20 ve 25 °Bx'teki ekstraktlar için toplam enerji tüketiminde azalma gözlenmemiştir. 200°C giriş ve 100°C çıkış sıcaklığında 25 °Bx’lik ekstraktlar dışında maltodekstrin miktarındaki artışa bağlı olarak enerji tüketiminde azalma gözlenmiştir. Bu sıcaklıklarda, en yüksek enerji tüketimi 25 °Bx’lik ekstraktlarda ölçülmüştür.

Sabit °Briks değerinde, hava giriş ve çıkış sıcaklığının artmasıyla toplam enerji tüketimi arasındaki ilişki incelendiğinde; 10, 15 ve 20 °Bx'e sahip ekstraktların kurutulması sırasında toplam enerji tüketiminde önce artış sonra azalış gözlenmiştir. En yüksek enerji tüketim miktarları 180°C giriş ve 90°C çıkış sıcaklığında yapılan kurutma denemelerinde elde edilmiştir. 25 °Bx'e sahip ekstraktlar incelendiğinde toplam enerji tüketiminde sıcaklık artışına bağlı artış olduğu gözlenmektedir.

Besleme parametrelerinin (besleme nem içeriği, besleme akış hızı ve son ürünün nem içeriği) püskürtmeli kurutucunun enerji tüketimi üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada; enerji tüketiminin besleme nem içeriği ve besleme akış hızıyla arttığı, son nem içeriğiyle ise azaldığı belirtilmiştir. Besleme nem içeriği arttıkça, buharlaşan su miktarı ve kurutucu hava tarafından sağlanan buharlaşma enerjisi artmaktadır. Gereken enerjinin, buharlaşan su miktarıyla orantısal artış gösterdiği ve ısıl etkinliğin belirlenen parametrelerin değişiminden etkilenmediği belirtilmiştir (Kajiyama and Park, 2008).

Yapılan çalışmada, ürünün nem içeriğiyle birlikte hava giriş ve çıkış sıcaklıklarındaki değişimin enerji tüketimini etkilediği ve 160°C giriş ve 80°C çıkış sıcaklığında yapılan kurutma denemelerinde, Kajiyama and Park (2008)

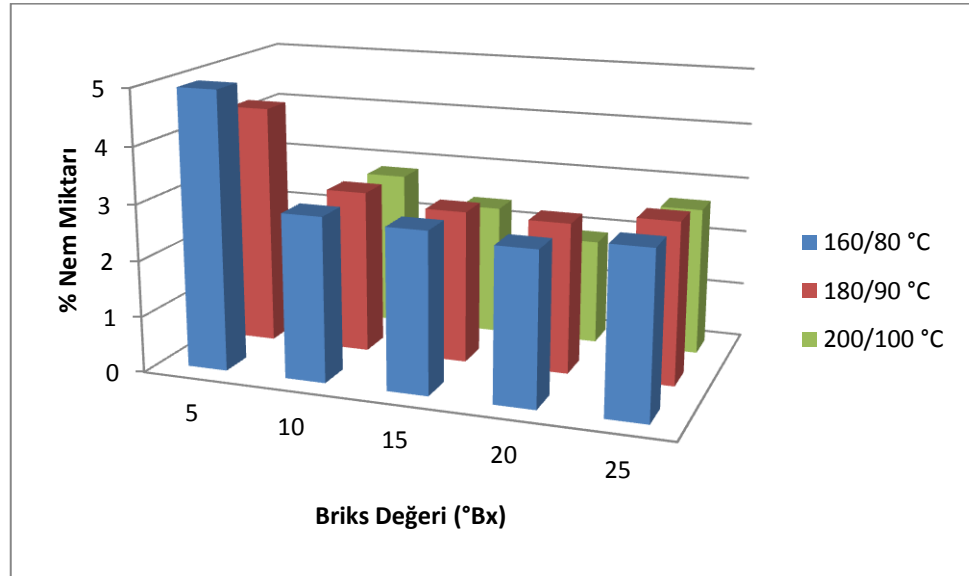
tarafından yapılan çalışmaya benzer şekilde enerji tüketiminin beslenen ürünün nem içeriğinin azalmasıyla azaldığı görülmüştür.

4.2 Nem Tayini Sonuçları

Kurutulmuş gıdaların raf ömrünü etkileyen en önemli faktör içerdikleri nem miktarıdır. Nem miktarı arttıkça mikrobiyal gelişme de ona paralel olarak artmaktadır.

Genellikle püskürtmeli kurutma sistemlerinde toz ürünlerin nem içeriği çıkan hava ile kontrol edilmektedir. Ayrıca havanın nem içeriği ürünün nem içeriğini de etkileyebilmektedir. Toz ürünlerin nem içerikleri, yığın yoğunluğu, çözünürlük, su alıp verme ve akış davranışı gibi pek çok özelliğini etkilemektedir (Goula and Adamopoulos, 2008b).

Püskürtmeli kurutucu ile yapılan kurutma çalışmaları sonucunda elde edilen toz ürünlerin nem içerikleri Şekil 4.2’de gösterilmiştir. Gerçekleştirilen kurutma çalışmaları sonunda elde edilen toz ürünlerin nem oranlarının % 1.89 ile % 4.96 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Kurutma çalışmalarında elde edilen düşük ve en yüksek nem miktarları sırasıyla 200°C giriş ve 100°C çıkış sıcaklığında ve 160°C giriş ve 80°C çıkış sıcaklığında yapılan kurutmalarda elde edilmiştir. Sumak ekstraktı tozları için elde edilen veriler Ek 1.2, 2.2 ve 3.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2 Püskürtmeli kurutucuda kurutulan sumak ekstraktlarının nem oranları (%).

Şekil 4.2 incelendiğinde hava giriş/çıkış sıcaklığının ve besleme °Briksinin artması elde edilen toz ürünlerin genel olarak daha az nem içeriğine sahip olduğu gözlenmiştir. Ancak 25 °Bx'e sahip olan örneklerin nem miktarında artış görülmektedir. Taşıyıcı madde ilavesi beslenen ürünün suda çözünür katı madde içeriğini arttırmaktadır. Böylece istenen çıkış sıcaklığına ulaşmak için besleme akış hızı artmaktadır. Besleme akış hızının artması ekstraktların sıcak havayla daha az temas etmesine neden olmakta ve ısı transfer verimi düşmektedir. Bu durumun besleme akış hızının artışından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, belirlenen her üç hava giriş ve çıkış sıcaklığında yapılan denemelerde maltodekstrin artışının toz ürünlerin nem miktarlarını istatistiksel olarak önemli ölçüde etkilediği görülmektedir ($p < 0.05$). Hava giriş ve çıkış sıcaklığındaki değişimler 10 ve 25°Bx'lik örneklerin nem miktarları üzerinde istatistiksel olarak önemsiz bulunurken ($p > 0.05$), diğer örnek gruplarındaki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Verilere uygulanan varyans analizi ve Duncan çoklu test sonuçları sırasıyla Ek 4.1 ve Ek 5.1'de verilmiştir.

Mandalina yağının, gam arabik ve maltodekstrin kullanılarak enkapsüle edildiği bir çalışmada 3 farklı giriş (160–200°C) ve çıkış (80–100°C) sıcaklığında gerçekleştirilen püskürtmeli kurutma denemelerinde giriş veya çıkış sıcaklığı sabit tutulduğunda; hava giriş ve çıkış sıcaklıkları arasındaki farkın azalmasıyla nemin azaldığı gözlenmiştir (Lantigua et al., 2011).

Püskürtmeli kurutma koşullarının, portakal suyu tozunun fiziksel özellikleri üzerindeki etkisinin incelendiği bir çalışmada; 4 farklı besleme (150–450 ml/dak) ve atomizör hızı (10.000–25.000 rpm) ve 5 farklı giriş sıcaklığı (110–190°C) denenmiş ve hava giriş sıcaklığındaki artışın yığın yoğunluğu ve nem içeriğini azaltırken, partikül boyutu, ortalama ıslanabilirlik zamanı ve tozun çözünmeyen katı miktarını arttırdığı gözlenmiştir (Chegini and Ghobadian, 2005).

Maltodekstrin konsantrasyonu (%10–15) ve atomizör hızının (25.000–35.000 rpm) ananas suyu tozunun fiziksel özellikleri üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, maltodekstrin miktarının artmasıyla örneklerin nem içeriğinin azaldığı gözlenmiştir (Abadio et al., 2004).

Karpuz suyunun püskürtmeli kurutucuda kurutulduğu bir çalışmada, iki farklı maltodekstrin konsantrasyonu (%3 ve %5) ve 4 farklı hava giriş sıcaklığı

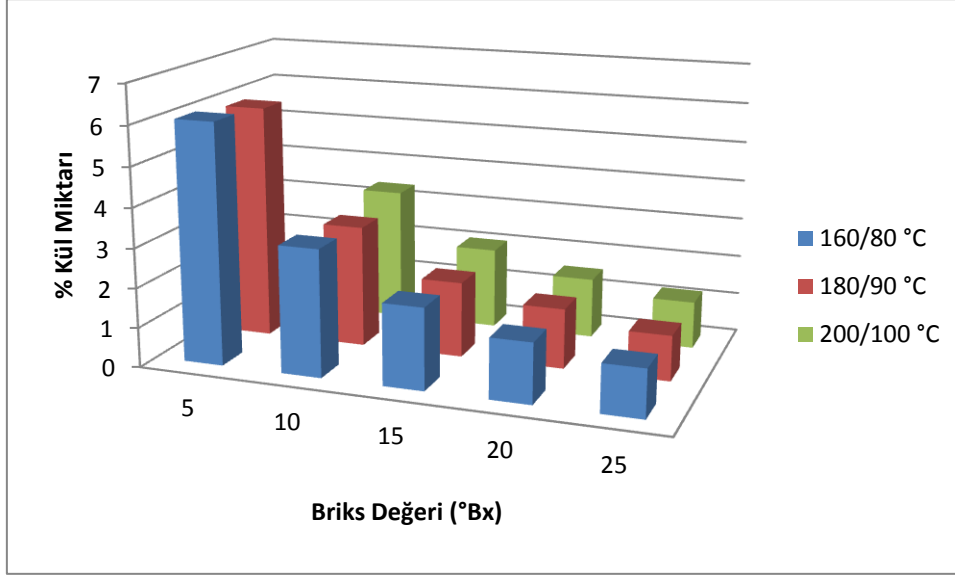
(145, 155, 165 ve 175°C) denenmiş ve nem içeriğinin hava giriş sıcaklığının ve maltodekstrin miktarının artmasıyla azaldığı gözlemlenmiştir (Quek et al., 2007).

Abadio et al. (2004) ve Quek et al. (2007) tarafından elde edilen sonuçlara paralel olarak yapılan bir çalışmada, maltodekstrin miktarındaki artış örneklerin nem içeriğini azaltmaktadır. Goula and Adamopoulos (2008b - 2010) ise maltodekstrin miktarındaki artışın örneklerin nem içeriğini arttırdığını ve bu durumun suyun büyük moleküllü maltodekstrinden uzaklaşmasının zorluğundan kaynaklandığını belirtmişlerdir.

4.3 Kül Tayini Sonuçları

Bir gıda için kül miktarı, organik maddelerin yanmasından sonra kalan inorganik kalıntıdır. Kül, gıdalarda mineral ve tuz içeriğinin bir göstergesidir. Mineraller pek çok gıdada organik maddelere (protein, yağ, karbonhidrat vb.) bağlı olarak bulunur. Gıdalarda bulunan minerallerin çeşit ve miktarları; gıdanın besin ögesi türüne, işleme durumuna, bitkisel gıdalarda; toprakta bulunan minerallere, yetiştirilme, üretim koşullarına ve bitkinin kısımlarına, hayvansal gıdalarda ise; hayvanın bakım ve beslenmesine ve vücut kısımlarına göre değişmektedir. Külde; sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum fazla miktarda bulunurken demir, bakır, çinko, mangan, alüminyum, iyot, arsenik, flor ve diğer iz elementler az miktarda bulunmaktadır. Kül tayini, belli bir miktar numunenin yakılıp küllendirilerek kül miktarının saptanması ilkesine dayanmaktadır.

Püskürtmeli kurutucu ile yapılan kurutma çalışmaları sonucunda elde edilen toz ürünlerin % kül içerikleri Şekil 4.3'te gösterilmiştir. Toz örneklerin kül miktarlarının %1.15 ile %6.06 arasında değişim gösterdiği gözlenmiştir. Analiz sonuçlarından elde edilen veriler Ek 1.2, 2.2 ve 3.2'de verilmiştir.



Şekil 4.3 Püskürtmeli kurutucuda kurutulan sumak ekstraktlarının kül miktarları (%).

Elde edilen veriler sonucunda, sumak ekstraktlarının °Briks değeri arttıkça, elde edilen toz ürünün kül miktarında azalma olduğu gözlenmektedir. Bu durum maltodekstrin ilavesiyle ekstraktaki sumak yüzdesinin azalması ve kül içermeyen maltodekstrinin yüzdesinin artmasından kaynaklanmaktadır. Bunun yanı sıra örneklerin kül miktarlarının başlangıç sumak içeriğine oranları hesaplandığında, bu değer değişmediği ve tüm örnekler için 0.098 ile 0.1 g kül/ g sumak (kuru bazda) arasında olduğu belirlenmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, belirlenen her üç hava giriş ve çıkış sıcaklığında yapılan denemelerde maltodekstrin artışının toz ürünlerin kül miktarlarını istatistiksel olarak önemli ölçüde etkilediği görülmektedir ($p < 0.05$).

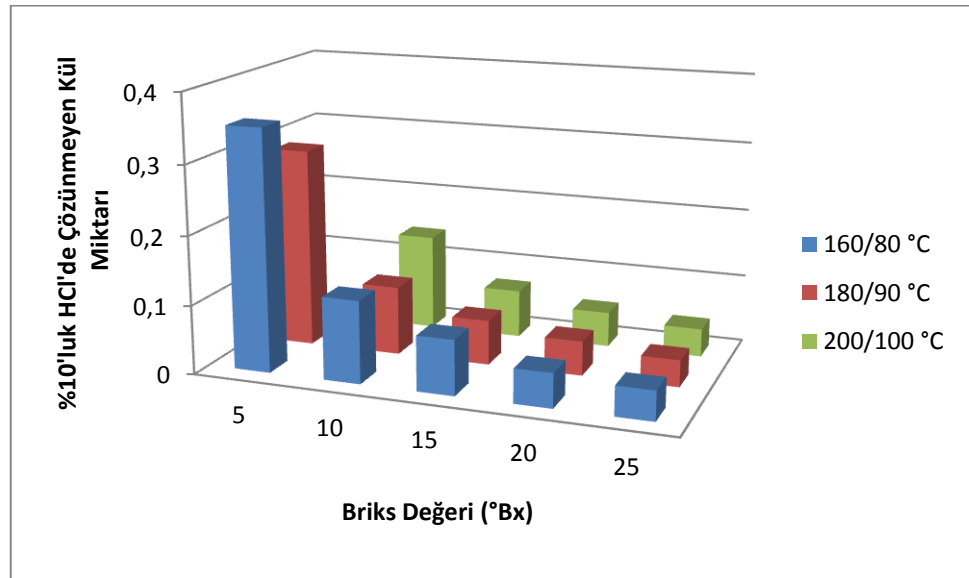
Hava giriş ve çıkış sıcaklığındaki değişimler 10°Bx'lik örneklerin kül miktarları üzerinde istatistiksel olarak önemli bulunurken ($p < 0.05$), diğer örnek gruplarında değişim istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$). Verilere uygulanan varyans analizi sonuçları Ek 4.2'de verilmiştir.

160°C giriş ve 80°C çıkış sıcaklığında yapılan kurutmalarda tüm örneklerin en yüksek kül miktarını ihtiva ettiği, en düşük kül içeriklerinin ise 180°C giriş ve 90°C çıkış sıcaklığında yapılan kurutmalardan elde edildiği gözlenmiştir. Duncan çoklu test sonuçları Ek 5.2'de verilmiştir.

4.4 %10'luk HCl' de Çözünmeyen Kül Tayini Sonuçları

Kül tayini ile gıda maddelerinde bulunan mineral madde ve tuz içeriği tespit edilse de yakma sonucunda geriye kalan külün tamamını inorganik besin maddeleri olarak ifade etmek doğru değildir. Çünkü inorganik besin maddelerinin yanında toz, toprak, kum gibi unsurlar varsa bunlar da kül olarak kalmaktadır. Bu gibi unsurların tespit edilmesi amacıyla HCl'de çözünmeyen kül analizi yapılmaktadır. %10'luk HCl' de çözünmeyen kül tayini belirli bir miktar numunenin yakılması ile elde edilen külün hidroklorik asit çözeltisi ile reaksiyona sokularak çözülen kısım uzaklaştırıldıktan sonra asitte çözünmeyen kısmın miktarının belirlenmesi esasına dayanmaktadır.

Püskürtmeli kurutucu ile yapılan kurutma çalışmaları sonucunda elde edilen toz ürünlerin % 10'luk HCl'de çözünmeyen kül miktarı Şekil 4.4'te gösterilmiştir. Bu değerlerin, % 0.01 ile % 0.35 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Kurutma çalışmalarında elde edilen en düşük % 10'luk HCl'de çözünmeyen kül miktarı, 10 °Bx'lik sumak ekstraktının 180°C giriş ve 90°C çıkış sıcaklığında kurutulması sonucunda, en yükseği ise 5 °Bx'lik sumak ekstraktının 160°C giriş ve 80°C çıkış sıcaklığında kurutulması sonucunda elde edilmiştir. Toz ürünlerin analiz sonuçlarından elde edilen veriler Ek 1.2, 2.2 ve 3.2'de verilmiştir.



Şekil 4.4 Püskürtmeli kurutucuda kurutulan sumak ekstraktlarının %10'luk HCl'de çözünmeyen kül miktarı (%).

Elde edilen veriler sonucunda, kül analizi sonuçlarına benzer şekilde, sumak ekstraktlarının °Briks değeri arttıkça, toz ürünlerin % 10'luk HCl'de

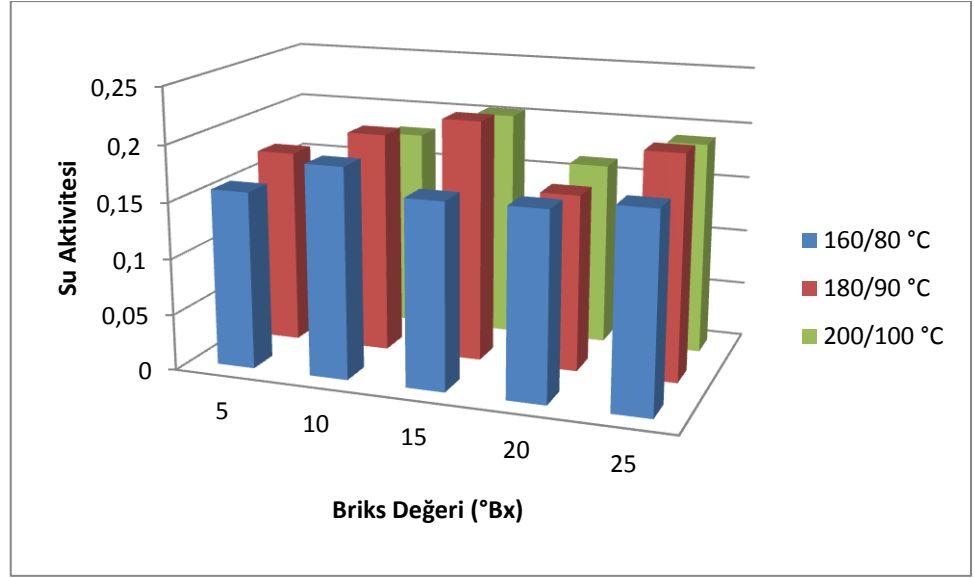
çözünmeyen kül miktarında azalma olduğu gözlenmektedir. Bu durum maltodekstrin ilavesiyle ekstraktaki sumak yüzdesinin azalması ve kül içermeyen maltodekstrinin yüzdesinin artmasından kaynaklanmaktadır.

Hava giriş ve çıkış sıcaklığının toz ürünlerin % 10 'luk HCl'de çözünmeyen kül içeriği üzerine etkisi incelendiğinde; genel olarak, 160°C giriş ve 80°C çıkış sıcaklığında yapılan kurutmalarda tüm örneklerin en yüksek % 10'luk HCl'de çözünmeyen kül miktarı içerdiği, en düşük içeriklerin ise 180°C giriş ve 90°C çıkış sıcaklığında yapılan kurutmalardan elde edildiği gözlenmiştir. Ancak, 20°Bx'lik sumak ekstraktının kurutulması sonucunda 200°C giriş ve 100°C çıkış sıcaklığında en yüksek değer elde edilmiştir. 20 °Bx'lik sumak ekstraktının 160°C giriş ve 80°C çıkış ve 180°C giriş ve 90°C kurutulması sonucunda elde edilen % 10'luk HCl'de çözünmeyen kül miktarı aynı olarak bulunmuştur.

4.5 Su Aktivitesi Tayini Sonuçları

Su aktivitesi bir gıda maddesindeki serbest suyun varlığının bir ölçüsüdür ve biyokimyasal reaksiyonlardan sorumludur. Yüksek serbest su içeriği biyokimyasal reaksiyonların gerçekleşmesi için gereken suyun varlığını göstermektedir ki bu durum da ürünlerin raf ömrünü kısaltmaktadır. Su aktivitesi; ürünün raf ömrünü, kokusunu, rengini, lezzetini ve yapısını etkilemektedir. Bu nedenle su aktivitesinin ölçülmesi, mikrobiyolojik riskleri en aza indirmenin ve gıda kalitesini arttırmanın en önemli çözümüdür. Genellikle su aktivitesi 0.6'nın altında ise gıda mikrobiyolojik olarak kararlı kabul edilmektedirler. Gerek gıdanın işlenmesi, gerekse depolanması sırasında su aktivitesinin kontrolü önemlidir. Su aktivitesi püskürterek kurutma yöntemi ile elde edilen toz ürünlerin raf ömrünü önemli ölçüde etkileyen bir indekstir.

Yapılan çalışmada elde edilen sumak ekstraktı tozlarının su aktivitesi 0.157 – 0.215 arasında değişmektedir. Bu püskürterek kurutma işlemiyle elde edilen sumak tozu örneklerinin mikrobiyal bozulmaya karşı son derece kararlı olduğunu göstermektedir. Fakat depolama koşulları bu konuda son derece önemli bir rol oynamaktadır. Şekil 4.5'te ekstraktların kuru madde içeriği ve püskürtmeli kurutucunun hava giriş ve çıkış sıcaklığının toz ürünlerin su aktivitesi değerleri üzerindeki etkisi verilmiştir. Veriler Ek 1.2, 2.2 ve 3.2'de verilmiştir.



Şekil 4.5 Püskürtmeli kurutma işleminden sonra elde edilen ürünlerin su aktivitesi değerleri (a_w).

Şekil 4.5'te görüldüğü üzere 180°C giriş ve 90°C çıkış sıcaklığında 20 °Bx'lik sumak ekstraktlarından elde edilen tozlar 0.157 ile en düşük su aktivitesi değerine sahip olduğu belirlenmiştir. En yüksek su aktivitesi değerine sahip olan örneklerin ise 0.215 su aktivitesi değeri ile 180°C giriş ve 90°C çıkış sıcaklığında 15°Bx'e sahip sumak ekstraktlarından elde edilenler olduğu gözlenmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, belirlenen her üç hava giriş ve çıkış sıcaklığında yapılan denemelerde maltodekstrin artışının toz ürünlerin su aktivitelerini istatistiksel olarak önemli ölçüde etkilediği görülmektedir ($p < 0.05$). Hava giriş ve çıkış sıcaklığındaki değişimler örneklerin su aktiviteleri üzerinde istatistiksel olarak önemli bir fark yarattığı gözlenmiştir ($p < 0.05$). Toz ürünlerin su aktivite değerleri için uygulanan varyans analizi ve Duncan çoklu test sonuçları sırasıyla Ek 4.3 ve Ek 5.3'te verilmiştir.

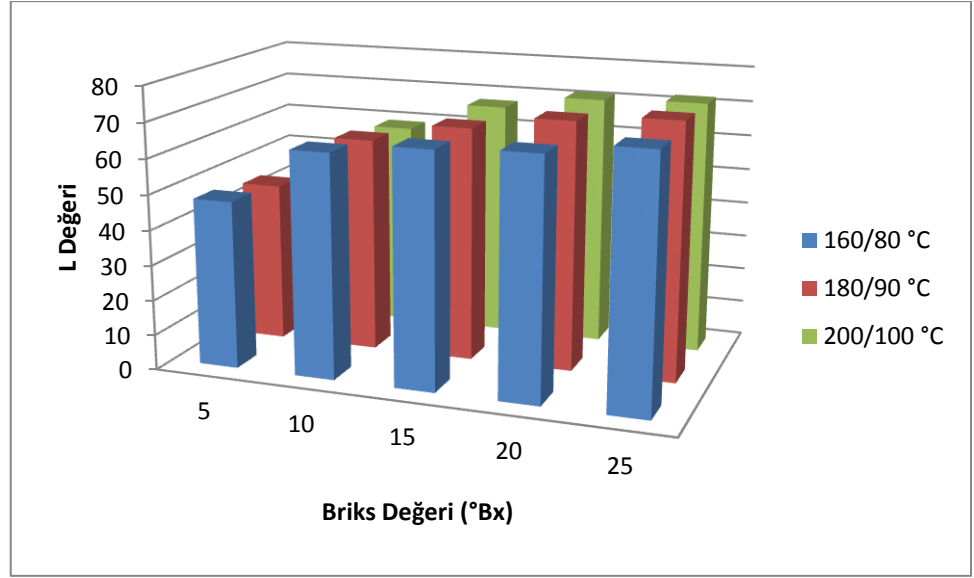
Yapılan çalışmalarda eklenen maltodekstrin konsantrasyonu arttıkça su aktivitesinin azaldığını belirtilmiştir (Quek et al., 2007; Nadeem et al, 2011). Papadakis et al., (2006) maltodekstrin dekstroz eşdeğeri azaldıkça püskürtmeli kurutucuda kurutulmuş kuru üzüm konsantresi tozunun su aktivitesinin azaldığını gözlemlemiştir.

4.6 Renk Analizi Sonuçları

Gıdaların rengi ürününün kabul edilebilirliği açısından en önemli duyuşal özelliklerden birisidir. Renk ölçümü püskürtmeli kurutma işleminde üretilen ürünlerin kalitesini ve duyuşal albenisini gösteren önemli bir kalite faktörüdür (Quek et al., 2007). Püskürtmeli kurutma işlemi boyunca renk; hava giriş sıcaklığı ve akış hızı, besleme koşulları (besleme hızı, taşıyıcı konsantrasyonu ve enzim inaktivasyonu), atömozör hızı ve diğer faktörlerden etkilenmektedir.

Minolta renk ölçüm cihazıyla yapılan ölçümlerde L^* (açıklık - koyuluk), a^* (kırmızı – yeşil renk) ve b^* (sarılık – mavilik) değerleri 2 paralel olarak ölçülmüştür, her bir paralel 5 ölçümden oluşmaktadır. Elde edilen verilere göre, toz ürünlerin kroma ve Hue Açısı ($^{\circ}$) değerleri hesaplanmıştır. Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, hava giriş ve çıkış sıcaklıklarındaki ve $^{\circ}$ Briks değerlerindeki değişimlerin toz ürünlerin renk değerleri (L^* , a^* ve b^*) üzerinde önemli bir etkisi olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). Toz ürünlerin renk ölçümünden elde edilen L^* , a^* ve b^* değerleri ve hesaplanan kroma ve Hue Açısı ($^{\circ}$) değerleri Ek 1.3, 2.3 ve 3.3'te verilmiştir. Toz ürünlerin renk değerleri (L^* , a^* ve b^*) için yapılan varyans analizi ve Duncan çoklu test sonuçları sırasıyla Ek 4.4 ve Ek 5.4'te verilmiştir.

Kurutma çalışmalarında belirlenen en düşük parlaklık değeri 45.63 ile 180 $^{\circ}$ C giriş ve 90 $^{\circ}$ C çıkış sıcaklığında ve 5 $^{\circ}$ Bx'lik sumak ekstraktlarından elde edilen ürüne aittir. Analiz sonuçlarına göre en yüksek L^* değeri ise 72.60 açıklık değeri ile 180 $^{\circ}$ C giriş ve 90 $^{\circ}$ C çıkış sıcaklığında 25 $^{\circ}$ Bx'e sahip sumak ekstraktlarından elde edilen toz ürünlerde gözlenmiştir. Şekil 4.6'da püskürtmeli kurutma çalışmalarında elde edilen toz ürünlerin L^* değerleri gösterilmiştir.



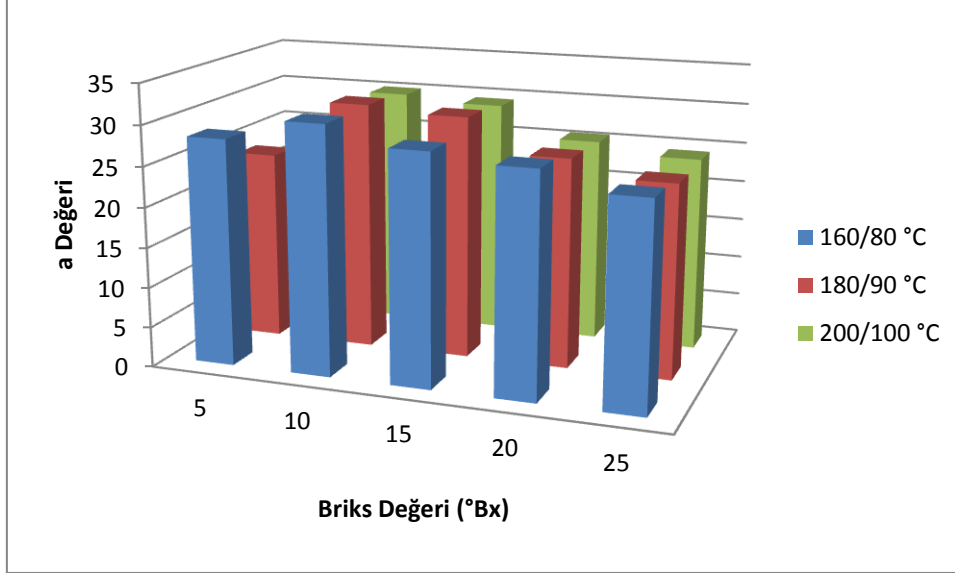
Şekil 4.6 Püskürtmeli kurutma çalışmalarından elde edilen toz ürünlere ait parlaklık renk (L^*) değerleri.

Şekil 4.6 incelendiğinde sabit hava giriş ve çıkış sıcaklığında eklenen maltodekstrin miktarı arttıkça L^* değerinin arttığı görülmektedir. Yapılan arştıştırmalar sonucunda sabit °Briks değerinde; hava giriş ve çıkış sıcaklıklarının değişimi ile L^* değerinin değişimi arasında bir korelasyon gözlenememiştir. Hava giriş ve çıkış sıcaklıklarındaki artış 5 ve 10 °Bx'lik örneklerden elde edilen toz ürünlerin L^* değerinde azalışa neden olurken, 15, 20 ve 25 °Bx'e sahip olan ekstraktlardan elde edilen ürünlerde tam tersi bir etki gözlenmiştir.

Kurutma denemelerinde 5 °Bx'lik örneklerde, hava giriş ve çıkış sıcaklıkları arttıkça örneklerin tank yüzeyine yapışma miktarı artmıştır. 180°C giriş ve 90°C çıkış sıcaklığında ise örnekler toplama kabına ulaşamamış ve tank yüzeyine sıvanmıştır. Elde edilen örnekler yanmamış ancak daha koyu renk elde edilmiştir. 160°C giriş ve 80°C çıkış sıcaklığında yapılan kurutma denemelerinde ise yapışma problemi ile karşılaşılmamıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda katkı maddelerin ilavesinin miktarı arttıkça ürünlerde kalite kaybı olduğu belirtilmiştir. Yüksek °Briks değerlerinde yapılan kurutma denemelerinde sumak ekstraktı miktarının maltodekstrini bağlama yetisinin azaldığı ve örneklerin farklı özellik sergilediği düşünölmektedir.

Elde edilen ürünlerin analizleri sonucu, ölçölen a^* değerleri incelendiğinde en düşük a^* değeri 180°C giriş ve 90°C çıkış sıcaklığında kurutulan 5 °Bx'e sahip sumak ekstraktlarında 23.66 olarak ölçölmöştür. En yüksek a^* değerine sahip

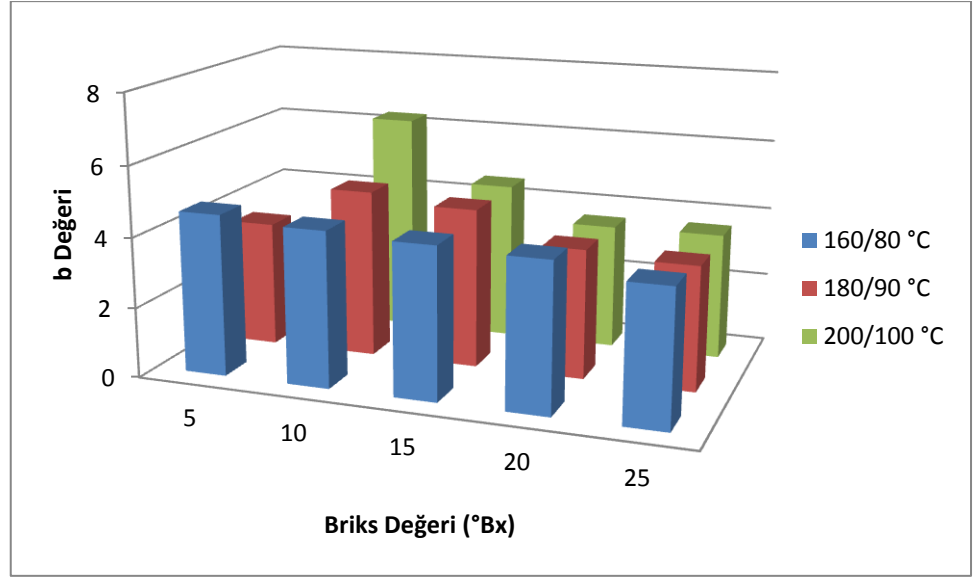
örneğin 30.93 a^* değeri ile 180°C giriş ve 90°C çıkış sıcaklığında kurutulan 10 °Bx' e sahip sumak ekstraktlarından elde edilen toz ürün olduğu görülmüştür. Şekil 4.7'de a^* değerlerinin giriş/çıkış sıcaklığına ve maltodekstrin miktarına göre değişimi gösterilmiştir.



Şekil 4.7 Püskürtmeli kurutma çalışmalarından elde edilen toz ürünlerin a^* değerleri.

Şekil 4.7 incelendiğinde sabit hava giriş ve çıkış sıcaklığında 10 ve üzeri °Briks değerleri için a^* değeri eklenen maltodekstrin miktarının artmasıyla azalmaktadır. Sabit °Briks değerinde hava giriş ve çıkış sıcaklığının artmasıyla örneklerin a^* değerleri genel olarak azalsa da, 10, 15 ve 25 °Briks değerine sahip ekstraktlardan elde edilen toz ürünlerde aynı etki gözlenememiştir.

Denemelerde elde edilen kurutulmuş ürünlerin sarılık – mavilik (b^*) değerleri incelendiğinde püskürtmeli kurutma denemelerinden elde edilen en düşük b^* değeri 180°C giriş ve 90°C çıkış sıcaklığında 25 °Bx' lik ekstraktlardan elde edilen toz ürünlerde 3.56 olarak ölçülmüştür. En yüksek b^* değeri ise 6.3 olarak 200°C giriş ve 100°C çıkış sıcaklığında 10 °Bx'e sahip ekstraktlardan elde edilen toz ürünlerden elde edilmiştir. Şekil 4.8'de püskürtmeli kurutma çalışmalarından elde edilen ürünlerin b^* değerleri gösterilmiştir.



Şekil 4.8 Püskürtmeli kurutma çalışmalarından elde edilen toz ürünlerin b* değerleri.

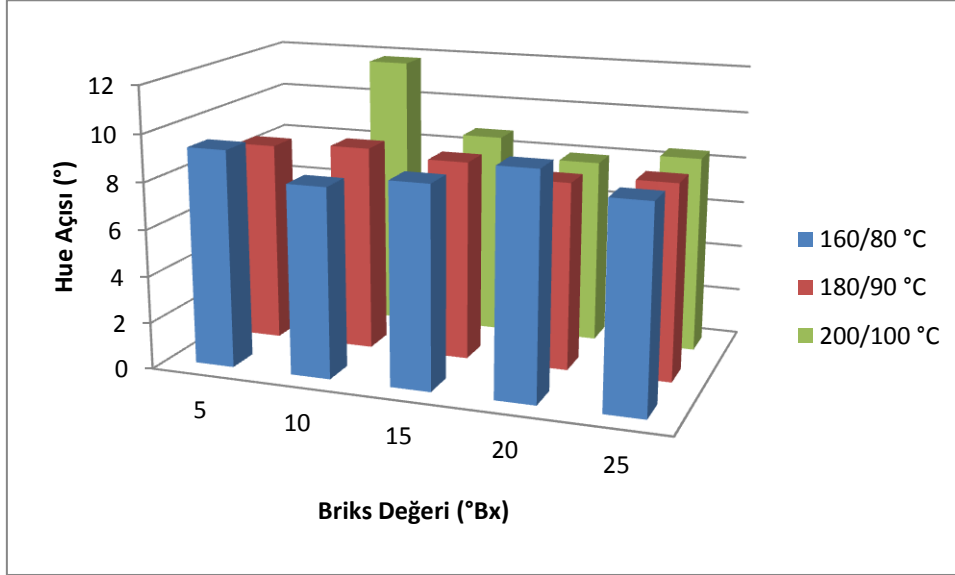
Şekil 4.8’de görüldüğü üzere hava giriş çıkış sıcaklığı sabit tutulduğunda ekstraktlara ilave edilen maltodekstrin miktarı arttıkça genel olarak b* değerinin de azaldığı gözlenmektedir. 5°Bx’e sahip ekstraktların 180°C giriş ve 90°C çıkış sıcaklığında kurutulmasıyla elde edilen örneklerin b* değeri bu genellemeye uymamaktadır. Bu durumun 5°Bx’e sahip örneklerin, hava giriş ve çıkış sıcaklığı arttıkça, kurutma problemleriyle karşılaşılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yapılan karşılaştırmalar sonucunda sabit °Briks değerinde; hava giriş ve çıkış sıcaklıklarının değişimi ile b* değerinin değişimi arasında bir korelasyon gözlenememiştir. Hava giriş ve çıkış sıcaklıkları arttıkça 5 ve 20°Bx’e sahip ekstraktlardan elde edilen toz ürünlerin b* değerinin azaldığı; 10 °Bx’lik ekstraktlardan elde edilen toz ürünlerin b* değerinin arttığı; 15 °Bx’e sahip ekstraktlardan elde edilen toz ürünlerin b* değerinin önce arttığı, sonra azaldığı; 25 °Bx’lik ekstraktlardan elde edilen toz ürünlerin b* değerinin ise önce azaldığı, sonra arttığı gözlenmiştir.

Hue rengin temel yapısıdır. Rengin adı olarak da geçmektedir. Hue bir rengin diğerinden ayrılmasını sağlayan özelliktir. Denemelerde elde edilen kurutulmuş ürünlerin Hue Açıları (°) incelendiğinde; en düşük Hue Açısı (°) değeri 200°C giriş ve 100°C çıkış sıcaklığında 20 °Bx’e sahip ekstraktlardan elde edilen toz ürünlerde 7.95 olarak ölçülmüştür. En yüksek Hue Açısı (°) değeri ise

11.81 olarak 200°C giriş ve 100°C çıkış sıcaklığında 10°Bx'e sahip ekstraktlardan elde edilen toz ürünlerde ölçülmüştür.

Şekil 4.9'da püskürtmeli kurutma çalışmalarından elde edilen ürünlerin Hue Açısı (°) değerlerinin ekstraktların kuru madde miktarı ve kurutma koşullarına göre değişimi gösterilmiştir.



Şekil 4.9 Püskürtmeli kurutma çalışmalarından elde edilen toz ürünlerin Hue Açısı (°) değerleri.

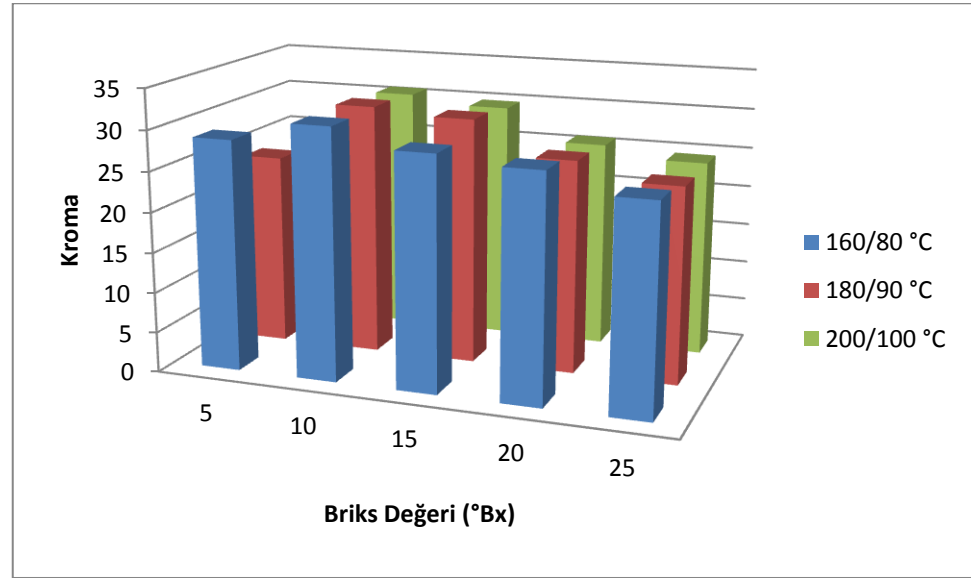
Şekil 4.9'da görüldüğü üzere giriş çıkış sıcaklığı sabit tutulduğunda ekstraktlara ilave edilen maltodekstrin miktarı ile Hue Açısı (°) değerinin değişimi arasında bir korelasyon gözlenmemiştir.

Yapılan karşılaştırmalar sonucunda sabit °Briks değerinde; hava giriş ve çıkış sıcaklıklarının değişimi ile Hue Açısı (°) değerinin değişimi incelendiğinde 5 ve 20 °Bx değerine sahip ekstraktların hava giriş ve çıkış sıcaklıklarının artışıyla Hue Açısının (°) azaldığı gözlenmiştir. 10°Bx'lik ekstraktlardan elde edilen toz ürünlerde Hue Açısı (°) sıcaklığa bağlı olarak artış göstermiştir. 15 ve 25°Bx'lik ekstraktlardan elde edilen toz ürünlerde ise sıcaklık artışına bağlı önce bir azalış sonra ise artış olduğu gözlenmiştir.

Doygunluk (Kroma) rengin şiddetidir. Güçlü, doygun, saf renkleri; zayıf, romantik renklerden ayırmasını sağlayan özelliktir. Denemelerde elde edilen kurutulmuş ürünlerin Kroma değerleri incelendiğinde püskürtmeli kurutma denemelerinden elde edilen en düşük Kroma değeri 180°C giriş ve 90°C çıkış

sıcaklığında 5 °Bx'e sahip ekstraktlardan elde edilen toz ürünlerde 23.93 olarak ölçülmüştür. En yüksek Kroma değeri ise 31.30 olarak 180°C giriş ve 90 °C çıkış sıcaklığında 10 °Bx'e sahip ekstraktlardan elde edilen toz ürünlerde ölçülmüştür.

Şekil 4.10'da püskürtmeli kurutma çalışmalarından elde edilen ürünlerin Kroma değerleri gösterilmiştir.



Şekil 4.10 Püskürtmeli kurutma çalışmalarından elde edilen toz ürünlerin Kroma değerleri.

Şekil 4.10'da görüldüğü üzere hava giriş ve çıkış sıcaklığı sabit tutulduğunda 10 ve üzeri °Briks Değerleri için ilave edilen maltodekstrin miktarı ile Kroma değerinin azaldığı gözlenmiştir.

Yapılan karşılaştırmalar sonucunda sabit °Briks değerinde; hava giriş ve çıkış sıcaklıklarının değişimi ile Kroma değerinin değişimi incelendiğinde genel olarak 5 ve 20 °Bx' lik ekstraktlarda hava giriş ve çıkış sıcaklıklarının artışıyla Kroma değerinin azaldığı gözlenmiştir. 10 ve 15 °Bx' lik ekstraktlardan elde edilen toz ürünlerde ise sıcaklık artışına bağlı önce bir artış sonra ise azalış olduğu, 25 °Bx' lik ekstraktlarda ise önce azalış sonra artış olduğu gözlenmiştir.

Gong et al. (2008) püskürtmeli kurutucuda kurutulmuş defne meyvesi elde etmek için farklı giriş (140-160°C) ve çıkış (65-85°C) sıcaklıkları, maltodekstrin eşdeğeri (12 ve 19 DE) ve besleme konsantrasyonlarında (7–17 °Bx) çalışarak, hava giriş ve çıkış sıcaklığının ürünün rengi üzerinde önemli bir etkisi olduğunu belirtmişlerdir.

Quek et al. (2007) yaptıkları çalışmada, iki farklı konsantrasyonda (%3 ve %5) maltodekstrin içeren karpuz suyunu dört farklı giriş sıcaklığı (145, 155, 165 ve 175°C,) uygulayarak püskürtmeli kurutucuda kurutmuşlar ve hava giriş sıcaklığı arttıkça L* değerlerinin azaldığı; b* ,Hue açısı (°) ve Kroma değerlerinin arttığı, a* değerlerinin ise önce arttığı sonra azaldığını gözlemlemişlerdir. Ürünlerin parlaklığı arttıkça, kroma değerinin azaldığını belirtmişlerdir. Ayrıca ürünlerin renginin yüksek sıcaklıkta daha koyu olduğunu, bunun nedeninin ise bir nişasta olan maltodekstrinin yüksek sıcaklıkta karamelize olmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Yayla çayının sulu ekstraktının püskürtmeli kurutucuda kurutulduğu bir çalışmada, farklı püskürtmeli kurutma koşulları (Hava giriş ve çıkış sıcaklıkları; 145°C, 155°C ve 165°C; 75°C) ve taşıyıcılar (Maltodekstrin (12 ve 19 DE), arabik gum ve β siklodekstrin) kullanılmıştır. Hava giriş sıcaklığı, toz ürünün L* ve b* değerini önemli ölçüde etkilerken, a* değeri üzerinde önemli bir etkisi olmadığı gözlenmiştir. Hava giriş sıcaklığı arttıkça L* değeri azalırken, b* değeri arttığı belirtilmiştir. Yüksek işlem sıcaklıklarında ürünün renginin daha koyu olduğunu gözlemlemişlerdir. Farklı taşıyıcı kullanımı toz ürünlerin b* değerini etkilemezken, L* ve a * değerlerini önemli ölçüde etkilediğini belirtmişlerdir. Arabik gum eklenen örnekler en koyu ve kırmızı olduğu ve bu durum arabik gumun orijinal renginden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Konsantrasyon artışı a* ve b* değerlerinde azalmaya neden olurken, L* değerinde artışa neden olduğu belirtilmiştir (Nadeem et al., 2011).

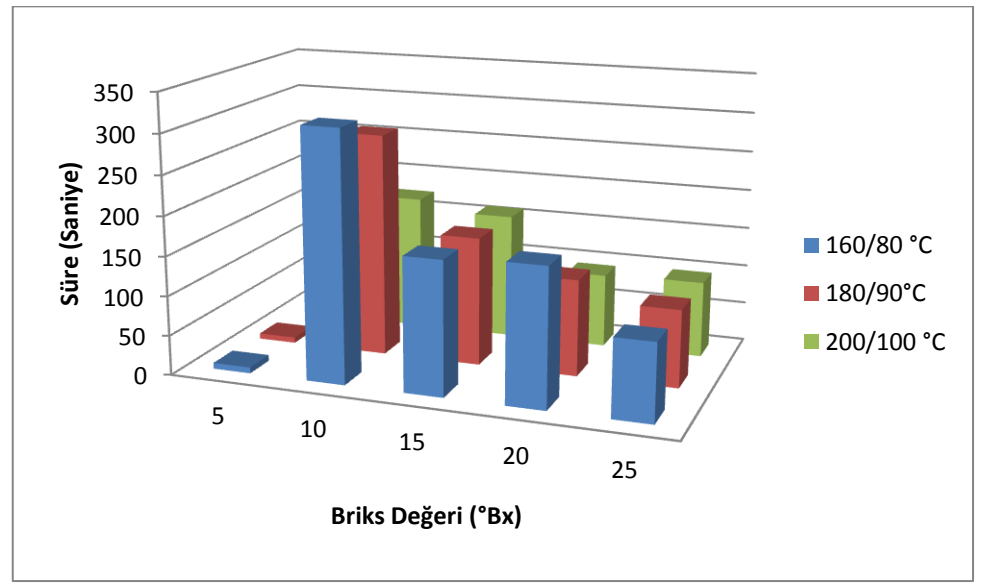
Kuru üzüm suyu konsantresinin püskürtmeli kurutucuda kurutulduğu bir çalışmada her bir toz ürünün renginin, kuru üzüm suyu/ maltodekstrin oranı, kurutucuda meydana gelen karamelizasyon derecesi ve nem içeriğine bağlı olarak değişmekte olduğu belirtilmiştir. En koyu örneğin, en yüksek kuru üzüm suyu/ maltodekstrin oranına sahip örnek olduğu gözlenmiştir (Papadakis et al., 2006).

4.7 Çözünürlük Analizi Sonuçları

Kullanım kolaylığı açısından toz ürünlerin hızlı ve kolay bir şekilde çözünmesi gerekmektedir. Çözünürlük problemleri gıdalar yüksek sıcaklıklara maruz kaldığında ve özellikle içerdikleri katı miktarı yüksek olduğu zaman gözlenmektedir (Chauca et al., 2005). Maltodekstrinin suda çözünürlüğünün yüksek olması taşıyıcı olarak kullanımını önemli hale getirmiştir.

Püskürtmeli kurutma işlemi ile elde edilen sumak ekstraktı tozları için elde edilen çözünürlük süreleri 7- 314.5 saniye arasında değişim göstermektedir. En hızlı çözünen toz örnek 7 saniye ile 180°C giriş ve 90°C çıkış sıcaklığında kurutulan 5 °Bx'e sahip ekstraktlardan elde edilen ürünler iken, en zor çözünen toz örnekler ise 314.5 saniye ile 160°C giriş ve 80°C çıkış sıcaklığında kurutulan 10 °Bx' lik ekstraktlardan elde edilen örneklerdir.

Püskürtmeli kurutma işlemi ile elde edilen sumak ekstraktı tozları için gözlenen çözünürlük süreleri Şekil 4.11'de verilmiştir. Veriler Ek 1.4, 2.4 ve 3.4'te verilmiştir.



Şekil 4.11 Püskürtmeli kurutma çalışmalarından elde edilen toz ürünlerin çözünürlük süreleri.

Yapılan denemeler sonucunda hava giriş ve çıkış sıcaklığı sabit tutulduğunda, maltodekstrin miktarındaki artışa bağlı olarak, örneklerdeki çözünme süresinin 5 ve 20 °Bx'e sahip ekstraktlar dışında kısaldığı görülmektedir. Varyans analizi sonuçlarına göre, maltodekstrin miktarındaki değişimin toz ürünlerin çözünme sürelerini istatistiksel olarak önemli ölçüde etkilediği görülmektedir ($p < 0.05$).

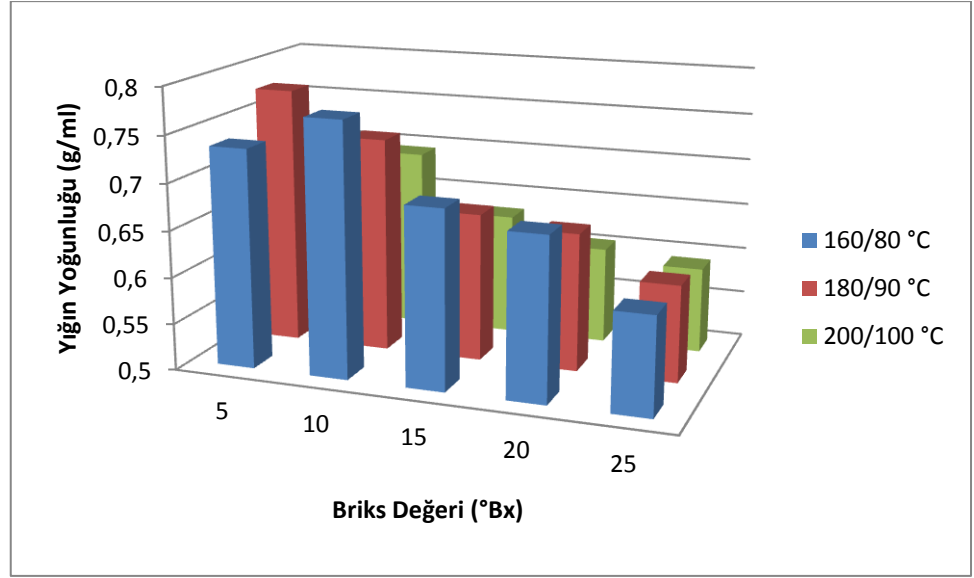
Hava giriş ve çıkış sıcaklığındaki değişimler 10 ve 20°Bx'lik örneklerin çözünme süreleri üzerinde istatistiksel olarak önemli bulunurken ($p < 0.05$), diğer örnek gruplarında değişim istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$). Sumak ekstraktı tozları için yapılan varyans analizi sonuçları Ek 4.5'te, Duncan çoklu test sonuçları ise Ek 5.5'te verilmiştir.

Abadio et al. (2004) yaptıkları çalışma sonucunda taşıyıcı konsantrasyonundaki azalmanın çözünürlüğü arttırdığını; Goula and Adamopoulos (2008b) ve Nadeem et al. (2011) ise giriş hava sıcaklığı arttıkça partikül boyutundaki artışa bağlı olarak toz ürünün çözünmesi için geçen sürenin kısaldığını belirtmişlerdir. Bu durumun, düşük giriş sıcaklıklarında örneğin rekonstitüsyonunun artmasına yardımcı olan yüksek kümelenme eğiliminden kaynaklandığını açıklamışlardır.

Yapılan çalışmada, Abadio et al. (2004) tarafından elde edilen sonuçların aksine, Cano-Chauca et al. (2005) ve Nadeem et al. (2011)'ın bulgularına paralel olarak maltodekstrin miktarındaki artışa bağlı olarak çözünürlük süresinde azalma gözlenmektedir. Ayrıca maltodekstrin suda çözünürlüğü yüksek olması nedeniyle tercih edilen bir taşıyıcı olarak bilinmektedir.

4.8 Yığın (Kitle) Yoğunluğu Tayini Sonuçları

Püskürtmeli kurutma işlemi ile elde edilen sumak ekstraktı tozlarının yığın yoğunluğu incelendiğinde en düşük yığın yoğunluğuna sahip örnekler 0.592 g/ml ile 200°C giriş ve 100°C çıkış sıcaklığında kurutulan 25 °Bx' lik ekstraktlardan elde edilen örnekler olduğu belirlenmiştir. En yüksek yığın yoğunluğuna sahip örnekler ise 0.777 g/ml ile 180°C giriş ve 90°C çıkış sıcaklığında kurutulan 5 °Bx'e sahip ekstraktlardan elde edildiği gözlenmiştir. Püskürterek kurutma işlemi ile elde edilen toz ürünlerin yığın yoğunlukları (g/ml) Şekil 4.12'de gösterilmiştir. Analiz sonuçlarından elde edilen veriler Ek 1.4, 2.4 ve 3.4'te verilmiştir.



Şekil 4.12 Püskürtmeli kurutma çalışmalarından elde edilen toz ürünlerin yığın yoğunlukları.

Şekil 4.12 incelendiğinde sabit hava giriş ve çıkış sıcaklığında maltodekstrin miktarındaki artışa bağlı olarak, 160°C giriş ve 80°C çıkış sıcaklığında kurutulan 5 °Bx'lik ekstraktlardan elde edilen örnekler dışında yığın yoğunluğunun azaldığı görülmektedir. Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre toz ürünlerin yığın yoğunluklarının maltodekstrin ilavesinden istatistiksel olarak önemli ölçüde etkilendiği görülmektedir ($p < 0.05$).

Hava giriş ve çıkış sıcaklığındaki değişimler 25°Bx'lik örneklerin yığın yoğunlukları üzerinde istatistiksel olarak önemli bir fark yaratmazken ($p > 0.05$), diğer örnek gruplarında değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Toz örnekler için yapılan varyans analizi sonuçları Ek 4.6'da, Duncan çoklu test sonuçları ise Ek 5.6'da verilmiştir.

Yapılan kurutma işlemi sonuçlarına göre sabit °Briks değerlerinde örneklerin yığın yoğunluğu hava giriş ve çıkış sıcaklığındaki artışa bağlı olarak azaldığı gözlenmektedir. Ancak bu durum 5 °Bx'e sahip ekstraktlardan elde edilen örnekler için geçerli değildir. Daha önce de belirtildiği gibi 5 °Bx'lik örneklerin kurutulması sırasında sıcaklık artışına bağlı olarak kuruma işleminin zorlaşması ve ürünlerin tank yüzeyine yapışarak yapısal değişikliğe uğraması sonucunda; giriş sıcaklığındaki artışın etkisi diğer örneklerde olduğu gibi 5 °Bx'e sahip örneklerde görülememiştir.

Püskürtmeli kurutma koşullarının, portakal suyu tozunun fiziksel özellikleri üzerindeki etkisinin incelendiği bir çalışmada; 4 farklı besleme akış (150–450 ml/dak) ve atövizör hızı (10.000–25.000 rpm) ve 5 farklı giriş sıcaklığı (110–190°C) denenmiştir. Giriş hava sıcaklığındaki artışın yığın yoğunluğu ve nem içeriğini azaltırken, partikül boyutu, ortalama ıslanabilirlik zamanı ve tozun çözünmeyen katı miktarını arttırdığı belirtilmiştir (Chegini and Ghobadian, 2005).

Çöven ekstraktının püskürtmeli kurutucuda kurutulduğu bir çalışmada; besleme °Briks derecesi, hava giriş ve çıkış sıcaklığının toz ürünün özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada; maltodekstrin ilavesi ile yığın yoğunluğunun arttığı, hava giriş ve çıkış sıcaklığının artması ile yığın yoğunluğunun azaldığı gözlenmiştir (Özdikicierler, 2010).

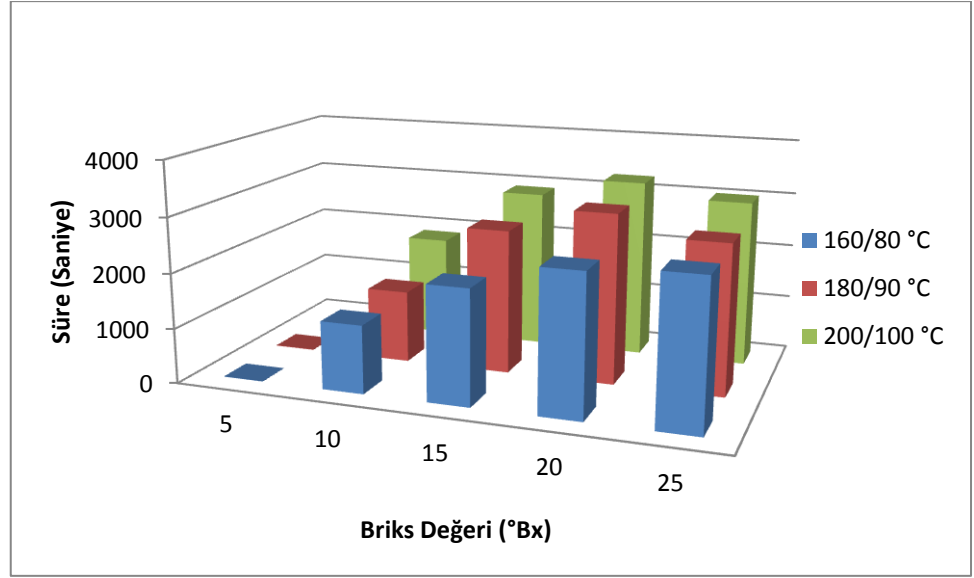
Nadeem et al. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, giriş hava sıcaklığının, çayların yığın yoğunluğu üzerinde önemli bir etkisi olmadığı ve taşıyıcı konsantrasyonundaki artışın yığın yoğunluğunu arttırdığı gözlemlenmiştir. Ayrıca farklı taşıyıcı kullanımının yığın yoğunluğu değişimi üzerinde önemli bir etkisi olduğu belirtilmiştir. Yığın yoğunluğunun, partikül boyutu ve yoğunluktan etkilendiği Chegini and Ghobadian (2005) tarafından belirtilmiştir.

Yapılan çalışma sonucunda yığın yoğunluğunda maltodekstrin miktarındaki artışa bağlı olarak gözlenen azalma Goula and Adamopoulos (2010) tarafından da benzer şekilde açıklanırken, Nadeem et al. (2011) ve Özdikicierler (2010) tarafından tam tersi bir etki gözlenmiştir.

4.9 Islanabilirlik Analizi Sonuçları

Püskürtmeli kurutma işlemi ile elde edilen sumak ekstraktı tozlarının ıslanabilme süreleri 4–3263 saniye arasında değişim göstermektedir. En hızlı çözünen toz örnek 4 saniye ile 160°C giriş ve 80°C çıkış sıcaklığında kurutulan 5 °Bx'lik ekstraktlardan elde edilen ürünler iken en zor çözünen toz örnek ise 3263 saniye ile 200°C giriş ve 100°C çıkış sıcaklığında kurutulan 20 °Bx'e sahip ekstraktlardan elde edilen örneklerdir.

Püskürterek kurutma işlemi ile elde edilen toz ürünlerin ıslanabilme süreleri Şekil 4.13'te gösterilmiştir. Analiz sonuçlarından elde edilen veriler Ek 1.4, 2.4 ve 3.4'te verilmiştir.



Şekil 4.13 Püskürtmeli kurutma çalışmalarından elde edilen toz ürünlerin ıslanabilirlik süreleri.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, maltodekstrin artışının toz ürünlerin, ıslanabilme sürelerini istatistiksel olarak önemli ölçüde etkilediği görülmektedir ($p < 0.05$). Şekil 4.13 incelendiğinde, maltodekstrin miktarındaki artışa bağlı olarak örneklerdeki ıslanabilme süresinin, 25 °Bx'e sahip ekstraktlardan elde edilen örnekler dışında arttığı gözlenmektedir.

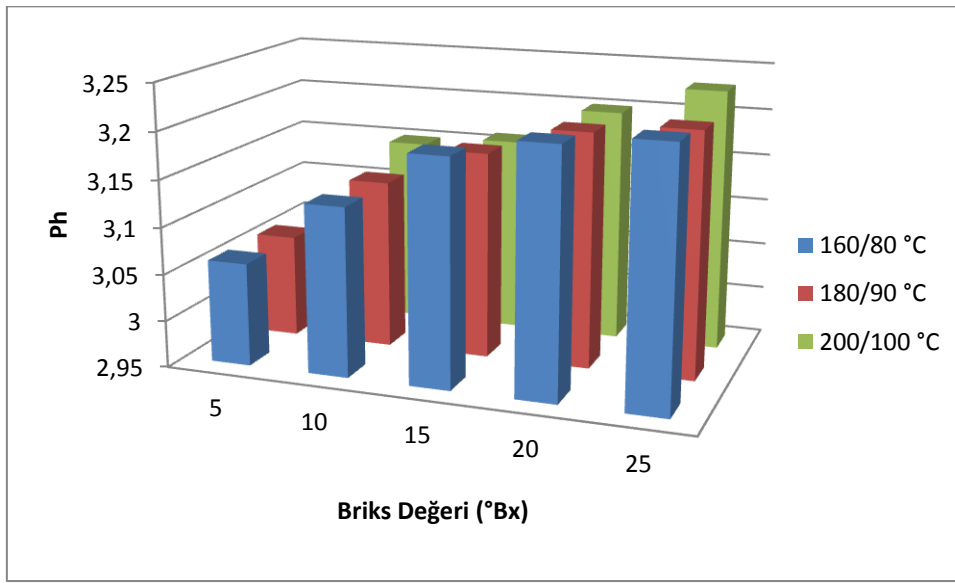
Hava giriş ve çıkış sıcaklığındaki değişimler tüm örnek gruplarında değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Şekil 4.13 incelendiğinde sabit °Briks değerlerinde ıslanabilirlik sürelerinin hava giriş ve çıkış sıcaklığındaki artışa bağlı genel olarak arttığı gözlenmektedir. Örnekler için yapılan varyans analizi sonuçları Ek 4.7'de, Duncan çoklu test sonuçları ise Ek 5.7'de verilmiştir.

Püskürtmeli kurutma koşullarının, portakal suyu tozunun fiziksel özellikleri üzerindeki etkisinin incelendiği bir çalışmada; 4 farklı besleme akış (150–450 ml/dak) ve atomizör hızı (10.000–25.000 rpm) ve 5 farklı giriş sıcaklığı (110–190°C) denenmiştir. Hava giriş sıcaklığındaki artışın yığın yoğunluğu ve nem içeriğini azaltırken, partikül boyutu, ortalama ıslanabilirlik zamanı ve tozun çözünmeyen katı miktarını arttırdığı gözlenmiştir (Chegini and Ghobadian, 2005). Araştırmacıların elde ettiği sonuçlar, bu çalışmada sumak tozlarında hava giriş ve çıkış sıcaklığındaki artışa bağlı olarak ıslanabilme süresindeki artışla benzerlik göstermektedir.

4.10 pH Tayini Sonuçları

Püskürtmeli kurutma işlemi ile elde edilen sumak ekstraktı tozlarının pH değerleri 3.06 – 3.23 pH arasında değişmekte olup; en düşük pH değerlerine sahip örneklerin 3.06 ile 5 °Bx' lik ekstraktlardan elde edildiği gözlenmiştir. En yüksek pH sahip örnekler ise 3.23 ile 200°C giriş ve 100°C çıkış sıcaklığında kurutulan 25 °Bx' e sahip ekstraktlardan elde edilen örneklerdir.

Püskürterek kurutma işlemi ile elde edilen toz ürünlerin pH değerleri Şekil 4.14'te gösterilmiştir. Veriler Ek 1.5, 2.5 ve 3.5' te verilmiştir.



Şekil 4.14 Püskürtmeli kurutma çalışmalarından elde edilen toz ürünlerin pH değerleri.

Şekil 4.14 incelendiğinde sabit hava giriş ve çıkış sıcaklığında maltodekstrin miktarındaki artışa bağlı olarak örneklerin pH değerinin arttığı görülmektedir. Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, belirlenen her üç hava giriş ve çıkış sıcaklığında yapılan denemelerde maltodekstrin miktarındaki artışın toz ürünlerin pH değerlerini istatistiksel olarak önemli ölçüde etkilediği gözlenmiştir ($p < 0.05$). Saf sumak ekstraktının pH değeri 3.01 olarak ölçülmüş olup maltodekstrin ilavesinin pH değerini etkilediği gözlenmiştir. Toz örnekler için yapılan varyans analizi sonuçları Ek 4.8'de verilmiştir.

Sabit °Briks değerinde, hava giriş ve çıkış sıcaklıklarının toz ürünlerin pH değeri üzerine etkisi incelendiğinde, pH değeri üzerindeki sıcaklık farkının net etkisi gözlenememiştir. Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, hava giriş ve

çıkış sıcaklığındaki örneklerin pH değerleri üzerinde istatistiksel olarak önemli bir fark yaratmadığı ($p > 0.05$) gözlenmiştir. Duncan çoklu test sonuçları Ek 5.8’de verilmiştir.

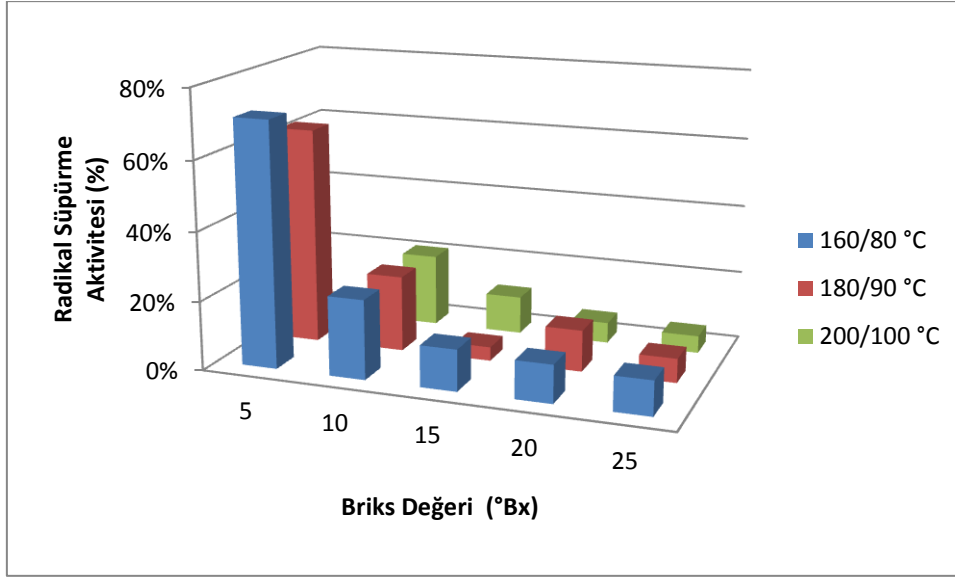
Bayram et al. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada, sumak meyvelerinin sulu ekstraktı; farklı taşıyıcılar (sodyum klorür, sakkaroz, glikoz ve nişasta) kullanılarak püskürtmeli kurutucuyla kurutulmuştur. Kurutma işlemi için %5 , %10, %15, %20 ve %25’lik çözünür katı içeriğine sahip solüsyonlar hazırlanmıştır. Solüsyonlar ve toz ürünlerin pH değerinin 3–4.5 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, sumak ekstraktındaki katı kısmın suda çözünür asitler (sitrik, malik, tannik ve gallik), bir kısım esansiyel yağ ve mor rengi sağlayan maddeden oluştuğunu ve sumağın asitliğinin çözünür katı içeriğine bağlı olarak arttığını belirtmişlerdir. Ancak, püskürtmeli kurutma işleminin tüm konsantrasyonlarda asitliği azalttığını gözlemlemişlerdir.

Bayram et al. (2008) tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise, peynir altı suyu tozu, süt tozu ve guar gamin sumak lezzetinin püskürtmeli kurutucuyla kurutulmasında kullanımları test edilmiştir. Kurutma işlemi için %5 , %10, %15, %20 ve %25’lik çözünür katı içeriğine sahip solüsyonlar hazırlanmıştır. Solüsyonlar ve toz ürünlerin pH değerinin 5.2–5.7 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Ayrıca sumak ekstraktlarının pH değerlerinin toz ürünlere göre daha yüksek olduğunu ve konsantrasyon arttıkça, pH seviyeleri arasındaki farkın arttığını saptanmıştır.

Bayram et al. (2005- 2008)’ın sonuçlarına paralel olarak bu çalışmada saf sumak ekstraktının pH değerinin toz ürünlerden daha düşük olduğu gözlenmiştir.

4.11 % Radikal Süpürme Aktivitesi (DPPH Yöntemi) Sonuçları

Püskürtmeli kurutma işlemi ile elde edilen sumak ekstraktı tozlarının serbest radikal süpürme aktiviteleri % 4- 71 arasında değişmektedir. En düşük süpürme aktivite değerlerine sahip örnekler 25 °Bx’lik ekstraktlardan elde edilen örnekler iken; en yüksek süpürme aktivite değerleri 5 °Bx’e sahip ekstraktlardan elde edildiği gözlenmiştir. Şekil 4.15’te sumak ekstraktı tozlarının % serbest radikal süpürme aktiviteleri verilmiştir. Elde edilen analiz sonuçları Ek 1.5, 2.5 ve 3.5’te verilmiştir.



Şekil 4.15 Püskürtmeli kurutma çalışmalarından elde edilen toz ürünlerin % Serbest Radikal Süpürme Aktiviteleri.

Şekil 4.15 incelendiğinde sabit hava giriş ve çıkış sıcaklığında maltodekstrin miktarındaki artışa bağlı genel olarak örneklerin serbest radikal süpürme aktivitelerinin azaldığı görülmektedir. Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre maltodekstrin miktarındaki değişimin, örneklerin serbest radikal süpürme aktivitelerini istatistiksel olarak önemli ölçüde etkilediği belirlenmiştir ($p < 0.05$). Saf sumak ekstraktının serbest radikal süpürme aktivitesi %75 olarak ölçülmüş olup, maltodekstrin ilavesinin sumak ekstraktlarının serbest radikal süpürme aktivitelerinin olumsuz bir şekilde etkilediği görülmektedir.

Yapılan kurutma işlemi sonuçlarına göre sabit °Briks değerlerinde, örneklerin serbest radikal süpürme aktivitelerinin, hava giriş ve çıkış sıcaklığındaki artışa bağlı olarak, 15 ve 20 °Bx'e sahip ekstraktlardan elde edilen örnekler dışında azaldığı gözlenmektedir. Bu durumun sıcaklığın fenolik bileşikler üzerine olan olumsuz etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Antioksidan etkinin fenolik bileşiklerden, özellikle de flavonoid yapısından kaynaklandığı ve sumak meyvelerinin antioksidan etkiye sahip flavon, tanen ve antosiyanin gibi polifenolik bileşikler içerdiği yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (Koşar et al., 2007). Sıcaklığın etkisiyle fenolik içerikte meydana gelen azalma örneklerin radikal süpürme aktivitelerinin azalmasına neden olmuştur.

Hava giriş ve çıkış sıcaklığındaki değişimler 5 ve 10 °Bx'lik örneklerin radikal süpürme aktiviteleri üzerinde istatistiksel olarak önemli bir fark yaratmazken ($p > 0.05$), diğer örnek gruplarında değişim istatistiksel olarak

önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Verilere uygulanan varyans analizi sonuçları Ek 4.9'da, duncan çoklu test sonuçları ise Ek 5.9'da verilmiştir.

Kara havuçtan ekstrakte edilen antosiyanin pigmentinin püskürtmeli kurutma tekniğiyle mikroenkapsüle edildiği bir çalışmada; antosiyanin ekstraktı, 3 farklı giriş sıcaklığında (160,180 ve 200°C) ve farklı dekstroz eşdeğerine sahip maltodekstrin (MDX 29, (28-31DE), Glucodry 210, (20-23DE), Stardri 10, (10DE)) kullanılarak kurutulmuştur. Yüksek giriş/ çıkış sıcaklarının daha fazla antosiyanin kaybına neden olduğu belirtilmiştir (Ersus and Yurdagel, 2007).

Yayla çayının sulu ekstraktının püskürtmeli kurutucuda kurutulduğu bir çalışmada, püskürtmeli kurutma koşulları, farklı taşıyıcı kullanımı (β -siklodekstrin, arabik gam ve maltodekstrin (12-19 DE)) ve konsantrasyonun toz ürünün bazı kalite özellikleri üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada; örneklerin antioksidan aktivitesi ABTS yöntemi ile belirlenmiştir. Taşıyıcı konsantrasyonu arttıkça antioksidan aktivitenin azaldığı belirtilmiştir. Giriş sıcaklığı 145 °C'den 155 °C'ye çıktığında toplam fenolik içerikte %4'lük bir artış olurken, sıcaklığın daha da yükselmesinin toplam fenolik içerik ve antioksidan aktiviteyi olumsuz etkilediğini gözlemlemişlerdir (Nadeem et al., 2011).

Yapılan çalışma sonucunda Nadeem et al. (2011)'in elde ettiği sonuçlarla benzer şekilde, maltodekstrin konsantrasyonundaki artış antioksidan aktivitede azalışa neden olduğu gözlenmiştir.

5. GENEL SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada, salatalarda, kebablarda ve yemeklerde kullanılmak üzere çözünürlüğü yüksek, tuz içermeyen, uzun süre depolanabilen, taşınması ve ambalajlanması kolay sumak ekstraktı tozu üretimi hedeflenmiştir. Ayrıca elde edilen toz ürünün sulandırılarak sumak ekşisi üretiminde standart bir ürün için kullanılacağı düşünülmüştür. Bu amaç doğrultusunda püskürtmeli kurutma tekniği kullanılmış ve kurutma koşullarının toz ürünün kalite karakteristikleri üzerine etkisi incelenmiştir.

Sumak, kurutulmuş meyve ve tuz karışımının öğütülmesi ile elde edilmekte olup, kebablar, ızgara etler ve salatalarda baharat olarak kullanılmaktadır. Öğütülmüş sumak yüksek oranda tuz içermektedir. Tuzun sağlık üzerine negatif etkilerinin olduğu ve çok tuz tüketmenin tansiyonu yükselttiği, kilo almayı kolaylaştırdığı ve genel olarak sağlığa zararlı olduğu bilinmektedir. Sumağın mikroorganizmalar üzerindeki antimikrobiyal etkisinin olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Ancak, öğütülmüş sumağın çözünürlüğünün düşük olması ve gıdanın her yerine eşit olarak dağılmaması gibi nedenlerle, sumağın antimikrobiyal etkisinden tam olarak yararlanılamamaktadır. Bu çalışmada ülkemizde genellikle baharat olarak tüketilen sumağın kurutularak farklı alanlarda da kullanılması, baharatların depolanması sırasında meydana gelen olumsuzlukların giderilmesi ve ürün çeşitliliğinin artırılması hedeflenmektedir.

Hammadde olarak kullanılan sumak meyveleri ev tipi öğütücü ile kırılmıştır. Ekstrakt hazırlanmak için yapılan ön denemeler doğrultusunda 1:4 (kg/kg) sumak:saf su oranının uygun olduğu belirlenmiştir. Ekstraktlar herhangi bir ısıtma işlemine maruz kalmadan iki saat oda sıcaklığında bekletilerek hazırlanmıştır. Süzülen berrak filtrat püskürtmeli kurutucuda belirlenen hava giriş ve çıkış sıcaklıklarında kurutularak toz ürün elde edilmiştir.

Bu araştırma kapsamında, sumak ekstraktı tozu elde etmek için püskürtmeli kurutma yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem kolay, pratik ve ekonomik bir uygulama olmasının yanı sıra elde edilen toz ürünün nem içeriği düşük olduğundan uzun süre güvenli bir şekilde depolanabilecektir. Püskürterek kurutma işleminde saf sumak ekstraktından toz ürün elde edilememiştir. Saf sumak ekstraktının tank yüzeyine yapışarak yandığı gözlenmiştir. Kurutma işlemini iyileştirmek amacıyla; suda çözünürlüğü yüksek, ekonomik ve kolay bulunabilen maltodextrin (10–12 DE) kurutma ajanı olarak kullanılmıştır. Maltodextrin ilavesi

ile başlangıç suda çözünür kuru madde içeriği (3,5°Bx) 5, 10, 15, 20 ve 25 °Bx' e kadar yükseltilmiş ve sumak ekstraktı tozu için uygun besleme °Briksinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Püskürterek kurutma işleminde belirlenen hava giriş ve çıkış sıcaklıklarında; besleme akış hızı çıkış sıcaklığını istenen değere getirecek şekilde ayarlanmıştır. 3 farklı hava giriş ve çıkış sıcaklığı (160/80°C, 180/90°C ve 200/100°C) belirlenmiş ve bu işlem koşullarında uygun ekstrakt taşıyıcı oranı belirlenmeye çalışılmıştır. Kurutma denemelerinin gerçekleştirildiği hava giriş ve çıkış sıcaklıkları, çalışılan kurutucu için ideal olan kurutma sıcaklıkları (160/80°C ve 180/90°C) ve sumak ekstraktının daha önce Bayram et al. (2005; 2008) tarafından kurutulduğu 200/100°C olarak seçilmiştir. Bayram et al. (2005; 2008) çalışmalarını yürüttüğü 200°C giriş ve 100°C çıkış sıcaklığında yapılan denemelerde 5 °Bx'e sahip ekstraktlar yanarak tank yüzeyine yapışmış ve toz ürün elde edilememiştir. 180°C giriş ve 90°C çıkış sıcaklığında yapılan denemelerde ise 5 °Bx' lik ekstraktlar tank yüzeyinde birikmiştir. Toz ürünler tank yüzeyinden kazınarak toplanmıştır. Besleme °Briksi arttıkça kurutma işlemi kolaylaşmıştır. 160°C giriş ve 80°C çıkış sıcaklığında yapılan denemelerde tüm ekstraktlar sorunsuz bir şekilde kurutulmuştur. Yapılan tüm denemelerde atömozör basıncı (392kPa) ve hava akış hızı (1.54 ml/dak) sabit tutulmuştur.

Sumak ekstraktı tozu eldesinde orijinal ürüne en yakın özelliklere 160°C giriş ve 80 °C çıkış sıcaklığında yapılan kurutma denemelerinde ulaşılmıştır. Maltodekstrin ilavesi ile kurutma işlemi kolaylaşmış ancak toz ürünlerin özellikleri incelendiğinde hammaddeden uzaklaştığı gözlenmiştir. 5 °Bx' lik ekstraktlardan elde edilen toz ürünler hammaddeye en yakın özelliklere sahiptir. Bu örnekler sumak baharatına en yakın renge sahiptir. Ayrıca kül içeriği yüksek, suda çözünürlüğü ve ıslanabilirliği yüksektir. Ancak nem içeriğinin yüksek olması ve diğer ürünlere göre daha higroskopik olması bu ürünlerin önemli bir dezavantajdır.

Yapılan analiz sonuçlarına göre bütün denemelerde elde edilen nem ve su aktivitesi değerlerinin kabul edilebilir seviyelerde olduğu gözlenmiştir.

Yapılan denemeler sonucunda maltodekstrin ilavesi genel olarak örneklerin tüketilen enerji miktarı, nem, kül ve %10 HCL'de çözünür kül içeriğini, yığın yoğunluğunu, a* ve b* renk değerleri, çözünebilme süresi ve % radikal süpürme

aktivitelerini genel olarak azaltırken; L* Değeri, kroma, ıslanabilme süresini ve pH değerini arttırmıştır.

Hava giriş ve çıkış sıcaklığındaki artış toz ürünlerin genel olarak nem, yığın yoğunluğu, (°) Hue açısı değeri, çözünürlük ve % radikal süpürme aktiviteleri azalırken; ıslanabilme süresini genel olarak arttırmaktadır. Sıcaklık farkının pH değeri üzerindeki net etkisi gözlenememiştir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abadio, F.D.B., Domingues, A.M., Borges, S.V. and Oliveira, V. M.,** 2004, Physical Properties of Powdered Pineapple (*Ananas comosus*) juice-effect of malt dextrin Concentration and Atomization Speed, *Journal of Food Engineering*, 64: 285-287.
- Ahmed, M.S., Galal, A.M., Ross, S.A., Ferreira, D., Elsohly, M.A., Ibrahim , A.S., Mossa, J.S. and El-Feralý, F.S.,** 2001, A weakly antimalarial biflavanone from *Rhus retinorrhoea*, *Phytochemistry* 58:599–602.
- Al-Shabibi, M.M.A., Siddiqi, A.M., Kassim, S. and Haddad, B.A.,** 1982, Studies on the sumach of Iraq. I. proximate analysis and characterization of seed coat lipids, *Can. Inst. Food Sci. Technl. J.* 15:65-67.
- Anonymous.** 1990, Official Methods for Analysis, 15th ed., Vol. II; Association of Official Analytical Chemists: Arlington, VA.
- Anonymous.** 2011a, <http://tr.wikipedia.org/wiki/Antioksidan> (Erişim Tarihi; 21.07.2011).
- Anonymous.** 2011b, <http://tr.wikipedia.org/wiki/Hipoglisemi> (Erişim tarihi;19.07.2011).
- Anonymous.** 2011c, <http://www.aromeks.com/OleoresinNedir.asp> (Eişim tarihi; 01.11.2011)
- Anwar, S. H. and Kunz, B.,** 2011, The Influence of Drying on the Stabilization of Fish Oil Microcapsules: Comparision of Spray Granulation, Spray Drying and Freeze Drying, *Journal of Food Engineering*, 105: 367-378.
- Basoglu, F. ve Cemeroglu, B.,** 1984, Sumağın Kimyasal Bilesimi Üzerine Arastırma. *Gıda*, 84(3):167–172.
- Bayram, Ö.A., Bayram, M. and Tekin, A.R.,** 2005, Spray drying of sumac flavor using sodium chloride, sucrose, glucose and starch as carriers, *Journal of Food Engineering*, 69, 253–260.
- Bayram, Ö.A., Bayram, M. and Tekin, A.R.,** 2008, Whey powder as a carrier in spray drying of sumac concentrate, *Journal of Food Process Engineering*, 31, 105-119.
- Baytop, T.** 1999., Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi: Geçmişte ve Bugün, ilaveli 2. Baskı. Nobel Kitapevi İstanbul.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Berte, K.A.S., Beux, M. R., Spada, P. K.W.D.S., Salvador, M. and Hoffmann-Ribani, R.,** 2011, Chemical Composition and Antioxidant Activity of Yerba-Mate (*Ilex paraguariensis* A.St.-Hil., Aquifoliaceae) Extract as Obtained by Spray Drying, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 59, 5523-5527.
- Bhandari, B.R., Senoussi, A., Dumoulin, E.D. and Lebert, A.,** 1993, Spray Drying of concentrated Fruit Juices, Drying Techonology, 11, 1081-1092, 1993.
- Bhandari, B.R., Datta, N. and Howes, T.,** 1997, Problems Associated with Spray Drying of Sugar-Rich Foods, Drying Techonology, 15, 671-685, 1997.
- Bozan, B., Koşan, M., Tunalı, Z., Öztürk, N. and Başer, K.H.C.,** 2002, Antioksidant and free radical scevenging activities of *R. coriaria* and *Cinnamomum cassia* extracts, Int. Conf. Exhib. Nutraceut. Functional Foods, 13 – 17 Sept. Houston, Texas.
- Bozkurt, H.,** 2006, Investigation of the effect of sumac extract and BHT addition on the quality of sucuk (Turkish dry-fermented sausage), J Science Food Agriculture 86: 849-856.
- Browicz, K.,** 1982, Distribution of Spices from the genus *Rhus* L. In the Eastern Mediterranean Region and in Southwestern in Asia, *Arboretum Kornickie Rocznik* 26:3-11.
- Brunke, E.-J., Hammerschmidt, F.-J., Schmaus, G. and Akgül, A.,** 1993, The essential oil of *Rhus coriaria* L. fruits, *Flavour Fragr. J.* 8:209-214.
- Burt, S. A. and Reinders, R. D.,** 2003, Antimicrobial Activity Selected Plant Essential Oils Against *Escherichia coli* O157:H7, Letters in Applied Microbiology, 36: 162-167.
- Candan, F. and Sökmen, A.,** 2004, Effect of *Rhus coriaria* L. (Anacardiaceae) on lipid peroxidation and free radical scavenging activity, *Phytotherapy Res.* 18:84-86.
- Cano-Chauca, M., Stringheta, P.C., Ramos, A.M. and Cal-Vidal J.,** 2005, Effect of the Carriers on the Microstructure of Mango Powder Obtained by Spray Drying and Its Functional Characterization, Innovative Food Science& Engineering Techonologies 6:420-428.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Capecka, E., Mareczek, A. and Leja, M.,** 2005, Antioxidant activity of fresh and dry herbs of some *Lamiaceae* species, *Food Chem.* 93:223-226.
- Cemeroğlu, B.,** 2004, Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, 627s.
- Chegini, G.R. and Ghobadian, B.,** 2005, Effect of Spray-Drying Conditions on Physical Properties of Orange Juice Drying, *World Journal of Agricultural Sciences* 23: 657-668.
- Chegini, G.R. and Ghobadian, B.,** 2007, Spray Dryer for Fruit Juice Drying, *World Journal of Agricultural Sciences* 3 (2): 230-236, 2007.
- Cowan, M.M.,** 1999, Plant Product as Antimicrobial Agents. *Clinical Microbiology Reviews*, 12(4):564-582.
- Dolaz, M., A., Gölcü, E. K. and Dağcı, S. Serin.,** 2002, Antimicrobial Activities of Silician Sumach (*Rhus coriaria*). *Proceedings of ICNP, Trabzon, Türkiye*, 79-82.
- Dorman, H. J. D. and Deans, S. G.,** 2000, Antimicrobial Agents From Plants: Antibacterial Activity of Plant Volatile Oils, *Journal of Applied Microbiology*, 88: 308–316.
- Dorman, H.J.D., Peltoketo, A., Hiltunen, R. and Tikkanen, M.J.,** 2003, Characterisation of the antioxidant properties of de-odourised aqueous extracts from selected *Lamiaceae* herbs, *Food Chem.* 83:255-262.
- Dragland, S., Senoo, H., Wake, K., Holte, K. and Blomhoff, R.,** 2003, Several culinary and medicinal herbs are important sources of dietary antioxidants, *Journal of Nutrition*, 133, 1286–1290.
- Du, Y., Yang, J., Kong, Z. and Xiao, L.,** 1999, Structure and bioactivities of lacquer polysaccharides from Chinese lac trees of wild species and cultispecies, *Chem J Chin Univ* 20:399–402.
- Ersus, S. and Yurdagel, U.,** 2007, Microencapsulation of Anthocyanin Pigments of Black Carrot (*Daucuscarota* L.) by Spray Drier, *Journal of Food Engineering* 80: 805-812.
- Ertürk, Ö.,** 2006, Antibacterial and Antifungal Activity of Ethanolic Extracts from Eleven Spice Plants, *Biologia, Bratislava*, 61 (3) :275-278

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Fazeli, M.R., Amin, G., Attari, M.M.A., Ashtiani, H., Jamalifar, H. and Samadi, N.,** 2007, Antimicrobial activities of Iranian sumac and a vishan-e shirazi (*Zataria multiflora*) against some food-borne bacteria, *Food Control*, 18, 646-649.
- Fourie, T.G. and Snyckers, F.O.,** 1984, A flavone with antiinflammatory activity from the roots of *Rhus undulate*. *J Nat Prod* 47:1057–1058
- Giancarlo, S., Rosa, L.M., Nadjafi, F. and Francesco, M.,** 2010, Hypoglycaemic Activity of Two Spices Extracts: *Rhus Coriaria* L. and *Bunium Persicum Boiss*, *Natural Product Research*, 20: 9, 882-886.
- Gong, Z., Zhang, M., Mujumdar, A.S. and Sun, J.,** 2008, Spray Drying and Agglomeration of Instant Bayberry Powder, *Drying Technology*, 26:116-121.
- Goula, A. M. and Adamopoulos K.G.,** 2010, A New Technique for Spray Drying Orange Juice Concentrate. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 11: 342- 351.
- Goula, A. M. and Adamopoulos K.G.,** 2008a, Effect of Maltodextrin Addition during Spray Drying of Tomato Pulp in Dehumidified Air: I. Drying Kinetics and Product Recovery, *Drying Technology* 26: 714-725.
- Goula, A. M. and Adamopoulos K.G.,** 2008b, Effect of Maltodextrin Addition during Spray Drying of Tomato Pulp in Dehumidified Air: II. Powder Properties. *Drying Technology*, 26:6 726-737.
- Gulmez, M., Oral, N. and Vatansever, L.,** 2006, The Effect of Water Extract of Sumac (*Rhus coriaria* L.) and Lactic Acid on Decontamination and Shelf Life of Raw Broiler Wings, *Poultry Science*, 85, 1466-1471.
- Gündüz, G.T.,** 2008, A research on the effects of hurdle technologies in pathogen inactivation and shelf-life of fresh produce, Ph.D., Thesis, Ege University, Izmir, Turkey.
- Gündüz, G.T., Gönül, Ş. A. and Karapınar, M.,** 2010, Efficacy of Sumac and Oregano in the Inactivation of *Salmonella Typhimurium* on Tomatoes, *International Journal of Food Microbiology*, 141:39-44.
- Gür, S.,** 2010, Antidiyabetik Aktivite Araştırma Yöntemleri, *Mised*, 23-24, Mayıs.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Ivanova, D., Geroval, D., Chervenkov, T. and Yankova, T.,** 2005, Polyphenols and antioxidant capacity of Bulgarian medicinal plants, *J. Ethnopharm.* 96:145-150.
- Kajiyama, T. and Park, K.** 2008, Influence of Parameters on Spray Drying Energy Consumption, *Journal of Food Process Engineering*, 34: 414-426.
- Kalil, M. A. and Sail, M. B.,** 1974, Spray Drying of Mango Juice powder, *Mesopotamia Journal of Agriculture*, 9 (1/2),47-56.
- Kanakdande, D., Bhosale, R. and Singhal, R.S.,** 2007, Stability of Cumin Oleoresin Microencapsulated in Different Combination of Gum Arabic, Maltodextrin and Modified Starch, *Carbohydrate Polymers*, 67: 536-541.
- Kızıl, S. and Turk, M.,** 2010, Microelement Contents and Fatty Acid Composition of *Rhus coriaria* L. and *Pistacia terebinthus* L. Fruits Spread Commonly in the South Eastern Anatolia Region of Turkey, *Natural Product Research*, 24: 92-98.
- Kitts, D.D. and Lim, K.T.,** 2001, Antitumorigenic and cytotoxic properties of an ethanol extract derived from *Rhus verniciflua* Stokes (RVS), *J Toxicol Environ Health, Part A* 64:357–371.
- Koç, B.,** 2008, Püskürtmeli Kurutma Yöntemi İle Yoğurt Tozu Üretim Koşullarının Optimizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 204s.
- Koç, M., Koç, B., Susyal, G., Yilmazer, M.S., Ertekin, F.K. and Bağdatlıoğlu, N.,** 2011, Functional and Physicochemical Properties of Whole Egg Powder: Effect of Spray Drying Conditions, *J. Food Sci. Technol* 48(2):141-149.
- Kosar, M., Bozan, B., Temelli, F. and Baser, K.H.C.,** 2007, Antioxidant activity and phenolic composition of sumac (*Rhus coriaria* L.) extracts, *Food Chemistry*, 103, 952-959.
- Kossah, R., Nsabimana, C., Zhao J., Chen, H., Tian, F., Zhang, H. and Chen, W.,** 2009, Comparative Study on the Chemical Composition of Syrian Sumac (*Rhus coriaria* L.) and Chinese Sumac (*Rhus typhina* L.) Fruits, *Pakistan Journal of Nutrition* 8 (10): 1570 – 1574.
- Kossah, R., Zhang, H. and Chen, W.,** 2010, Antimicrobial and Antioxidant Activities of Chinese Sumac (*Rhus typhina* L.) Fruit Extract, *Food Control*, 1-5.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Köroğlu, A.**, 1989, *Rhus coriaria* L. (Sumak) bitkisi yaprak ve meyveleri üzerinde farmakognozik çalışmalar. Yüksek Lisans Tezi, Ankara, Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 70s.
- Krishnan, S., Bhosale, R. and Singhal, R. S.**, 2005, Microencapsulation of Cardamom Oleoresin: Evaluation of blends of Gum Arabic, Maltodextrin and a Modified Starch as wall Materials. *Carbohydrate Polymers*, 61:95-102.
- Kshirsagar, A. C., Yenge, V. B., Sarkar, A. and Singhal, R. S.**, 2009, Efficacy of Pullulan in Emulsification of Tumeric Oleoresin and its Subsequent Microencapsulation, *Food Chemistry*, 113:1139-1145.
- Kuo, S.C., Teng, C.M., Lee, L.G., Chiu, T.H., Wu, T.S., Huang, S.C., Wu, J.B., Shieh, T.Y., Chang, R.J. and Chou, T.C.**, 1991, 6-Pentadecylsalicylic acid: An antithrombin component isolated from the stem of *Rhus semialata* var. *Roxburghii*, *Planta Med* 57:247–249.
- Kurozawa, L.E., Morassi, A.G., Vanzo, A.A., Park, K.J. and Hubinger, M.D.**, 2009, Influence of Spray Drying Conditions on Physicochemical Properties of Chicken Meat Powder, *Drying Technology* 27: 1248-1257.
- Kurucu, S., Koyuncu, M., Güvenç (Köroğlu), A., Başer, K.H.C. and Özek, T.**, 1993, The essential oils of *Rhus coriaria* L. (sumac). *J. Essent. Oil. Res.* 5:481-486.
- Lantigua, M. B., Molina, I. E., Reineccius, G. A., Hernandez, O.L. and Pino, J. A.**, 2011, Influence of Spray-Dryer Air Temperatures on Encapsulated Mandarin Oil, *Drying Technology*, 29:520-526.
- Lee, J.C., Kim, J., Lim, K.T., Yang, M.S. and Jang, Y.S.**, 2001, Ethanol eluted extract of *Rhus verniciflua* Stokes showed both antioxidant and cytotoxic effects on Mouse thymocytes depending on the dose and time of the treatment. *J. Biochem Mol. Biol.* 34:250-258.
- Lee, J.C., Lim, K.T., Jang and Y.S.**, 2002, Identification of *Rhus verniciflua* Stokes compounds that exhibit free radical scavenging and antiapoptotic properties, *Biochem Biophys Acta* 1570:181–191.
- Lee, S.H., Nan, J.X., Zhao, Y.Z., Woo, S.W., Park, E.J., Kang, T.H., Seo, G.S., Kim, Y.C. and Sohn, D.H.**, 2003, The chalcone butein from *Rhus verniciflua* shows antifibrogenic activity, *Planta Med* 69:990–994.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Lin, Y.M., Flavin, M.T., Schure, R., Chen, F.C., Sidwell, R., Barnard, D.L., Huffman, J.H. and Kern, E.R.,** 1999, Antiviral activities of bioflavonoids, *Planta Med* 65:120–125.
- Mantle, D., Eddeb, F. and Pickering, A.T.,** 2000, Comparison of relative antioxidant activities of British medicinal plant species *in Vitro*, *J. Ethnopharm.* 72:47-51.
- Martinelli, L., Gabas, A. L. and Romero, J. T.,** 2007, Thermodynamic and Quality Properties of Lemon Juice Powder as Affected by Maltodextrin and Arabic Gum. *Drying Technology*, 25:2035-2045, 2007.
- Mavlyanov, S.M., Islambekov, Sh. Yu., Karimdzhanov, A.K. and İsmailov, A.I.,** 1997, Anthocyanins and organic acids of the fruits of some species of sumac, *Chem. Nat. Comp.* 31:209.
- McCune, L.M. and Johns, T.,** 2002, Antioxidant Activity in medicinal plants associated with the symptoms of diabetes mellitus used by the Indigenous Peoples of the North American boreal forest, *J Ethnopharmacol* 82:197-205.
- McCutcheon, A.R., Ellis, S.M., Hancock, R.E. and Towers, G.H.,** 1992. Antibiotic screening of medicinal plants of British Columbian native peoples, *J Ethnopharmacol* 37:213-223.
- Mohammadi, S., Montasser, K.S. and Monavar, F.A.,** 2010, Antidiabetic Properties of the Ethanolic Extract of *Rhus coriaria* Fruits in rats, *DARU* 18:4.
- Mukherjee, P. K., Maiti, K., Mukherjee, K. and Houghton, P. J.,** 2006, Leads from Indian medicinal plants with hypoglycemic potentials, *Journal of Ethnopharmacology* 106: 1–28.
- Nadeem, H. S., Torun, M. and Ozdemir, F.,** 2011, Spray Drying of the Mountain Tea (*Sideritis strica*) Water Extract by Using Different Hydrocolloid Carriers, *LWT- Food Science and Technology* 44: 1626-1635.
- Nasar-Abbas, S.M. and Halkman, A.K.,** 2004a, Antimicrobial effect of water extract of sumac (*Rhus coriaria* L.) on the growth of some food borne bacteria including pathogens, *International Journal of Food Microbiology*, 97, 63-69.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Nasar-Abbas, S.M., Halkman, A.K. and Al-Haq, M.I.,** 2004b, Inhibition of some foodborne bacteria by alcohol extract of sumac (*Rhus coriaria L.*), Journal of Food Safety, 24, 257-267.
- Oliveira, M. A., Maia, G. A., Figueiredo, R. W., Souza, A. C. R., Brito, E. S and Azeredo, H. M. C.,** 2009, Addition of cashew tree gum to Maltodextrin-based carriers for spray drying of cashew apple juice, International Journal of Food Science and Techonology, 44, 641-645.
- Oral, N, Gülmez, M., Vatansever, L. and Güven, A.,** 2007, Antibacterial activity of sumac extract, thyme water and lactic acid against *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* 4b, *Staphylococcus aureus* and *Yersinia enterocolitica* O3, Medycyna Weterynaryjna, 63, 938-940.
- Oshima, R. and Kumanotani, J.,** 1984, Structural studies of plant gum from sap of the lac tree, *Rhus vernicifera*. Carb Res 127:43–57.
- Özcan, M. and Akgül, A.,** 1995a, Antioxidant activity of extracts and essential oils from Turkish spices on sunflower oil, *Acta Alim.* 24:81-90.
- Özcan, M. ve Akgül, A.,** 1995b, Baharat ekstraktları ve uçucu yağlarıyla Tenox 4 (BHA+BHT) ve sitrik asit kombinasyonlarının ayçiçeği yağında antioksidan etkileri, S.Ü. Ziraat Fak. Derg. 8(10):7-17.
- Özcan, M. and Haciseferoğulları, H.,** 2004, Acondiment Sumac (*Rhus coriaria L.*) fruits: some physico-chemical properties, *Bul. J. Plant Physiol.* 30(3-4):74-84.
- Özcan, M.,** 2003a, Antioxidant Activities of Rosemary, Sage, and Sumac Extracts and Their Combinations on Stability of Natural Peanut Oil, J. of Medicinal Food, 6, 267-270.
- Özcan, M.,** 2003b, Effect of Sumac (*Rhus coriaria L.*) Extracts on the Oxidative Stability Peanut Oil, J. of Medicinal Food, 6:63-66.
- Özdikicierler, O.,** 2010, Çöven Ekstraktı Tozu Eldesi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 77s.
- Özkanlı, O., and Tekin, A.R.** 2008, Rheological Behaviors of Sumac Concentrate, International Journal of Food Properties, 11:213-222.
- Papadakis, S.E., Gardeli, C. and Tzia, C.,** 2006, Spray Drying of Raisin Juice Concentrate, Drying Technology 24: 173-180.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Park, K.Y., Jung, G.O., Lee, K.T., Choi, J., Choi, M.Y., Kim, G.T., Jung, H.J. and Park, H.J.**, 2004, Antimutagenic activity of flavonoids from the heartwood of *Rhus verniciflua*, *J Ethnopharmacol* 90:73–79
- Quek, S.Y., Chok, N.K. and Swedlund, P.**, 2007, The physicochemical Properties of Spray- Dried Watermelon Powders, *Chemical Engineering and Processing*, 46 (2007) 386-392.
- Rascon, M.P., Beristain, C.I., Garcia, H.S. and Salgado, M.A.**, 2011, Carotenoid Retention and Storage Stability of Spray-Dried Encapsulated Paprika Oleoresin Using Gum Arabic and Soy Protein Isolate as Wall Material. *LWT-Food Science and Techonology* 44 (2011) 549-557.
- Rayne, S. and Mazza, G.**, 2007, Biological Activities of Extracts from Sumac (*Rhus* spp.): A Review, *Plant Foods for Human Nutrition*, 62, 165-175.
- Rodriguez-Delgado, M. A., Malovana, S., Perez, J. P., Borges, T. and Garcia Montelonga, F. J.**, 2001, Separation of phenolic compounds by high-performance liquid chromatography with Absorbance and fluorimetric detection, *Journal of Chromatography A*, 912, 249–257.
- Sanchez-Moreno, C., Larrauri, J. A. and Saura-Calixto, F. A.**, 1998, Procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 76, 270–276.
- Saxena, G., McCutcheon, A.R. and Farmer, S.**, 1994, Antimicrobial constituents of *Rhus glabra*, *J Ethnopharmacol* 42:95–99.
- Shaikh, J., Bhosale, R. and Singhal, R.S.**, 2006, Microencapsulation of Black Pepper Oleoresin, *Food Chemistry*, 94: 105-110.
- Stadelman, W. J. and Cotterill, O. J.**, 1995, *Egg Science and Techonology*, Food Products Press, Binghamton.
- Tiryaki, G. Y.**, 2010, Kahramanmaraş İlinde Üretilen Simgesel Geleneksel Bir Ürün: Sumak Ekşisi, *Gıda Mühendisliği Dergisi* 31, 54-60.
- Tonon, R. V., Brabet, C. and Hubinger, M. D.**, 2008, Influence of Process Conditions on the Phsicochemical Properties of Açai (*Euterpe oleraceae* Mart.) Powder Produced by Spray Drying, *Journal of Food Engineering* 88: 411-418.
- TSE 3880/35 Mart 2002**, Sumak (Somak) (*Rhus coriaria* L.) - Öğütülmüş, Türk Standartları Enstitüsü, 164/40 Ankara.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- USDA**, 2007, Germplasm Resources Information Network, Beltsville, MD, USA: United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service. <http://www.ars-grin.gov/npgs/aboutgrin.html>.
- Ünver, A.**, 2006, Sumak (*Rhus coriaria* L.) Meyvelerinden Oleorezin Üretimi Üzerine Araştırma, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye.
- Vaidja, S., Bhosale, R. and Singhal, R. S.**, 2006, Microencapsulation of Cinnamon Oleoresin by Spray Drying Using Different Wall Materials. Drying Technology, 24: 983-992.
- Vatansever, L., Gülmez, M., Oral, N., Güven, A. and Oflu, S.**, 2008, Effects of sumac (*Rhus coriaria* L.), oregano (*Oreganum vulgare* L.) and lactic acid on microbiological decontamination and shelf life of raw broiler drumsticks, Kafkas Ün. Vet. Fak. Derg., 14, 211-216.
- Verzele, M., Delahaye, P. and Van Damme, F.**, 1985, Determination of the tanning capacity of tannic acids by high-performance liquid chromatography, *J. Chromatogr.* 362:363-372.
- Wajdylo, A., Oszmian'ski, J. and Czemerys, C.**, 2007, Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs, Food Chemistry, 105: 940-949.
- Wang, S. Y.**, 2003, Antioxidant capacity of berry crops, culinary herbs and medicinal herbs, Acta Horticulture, 620, 461-473.
- Wu, P.L., Bin, S.B., Huang, C.P. and Chiou R.Y.Y.**, 2002, Antioxidative and cytotoxic compounds extracted from the sap of *Rhus succedanea*, J. Nat. Prod. 65:1719-1721
- Wu, X., Beecher, G. R., Holden, J. M., Haytowitz, D. B., Gebhardt, S. E. and Prior, R. L.**, 2004, Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States, Journal of the Agricultural and Food Chemistry, 52, 4026-4037.
- Yalçın, A.**, 2000, Sumak. Baharat Dünyası. Geçit Kitabevi 1. Baskı, İstanbul. 221-222 s.
- Yiğit, A.**, 2007, Sumak'ın Antimikrobiyel Özelliği Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye.

ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında İzmir’de doğmuş ilk ve orta öğrenimini İzmir’de tamamlamıştır. 2004 – 2008 yılları arasında Celal Bayar Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünde lisans eğitimini tamamlamış ve 2009 yılında Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başlamıştır.

EKLER DİZİNİ

Sayfa

EK 1 160 °C Giriş Sıcaklığı. 80°C Çıkış Sıcaklığında Yapılan Kurutma Denemelerine Ait Bulgular.....	81
Ek 1.1 1 kilogram sumak ekstraktının kurutulması için tüketilen enerji miktarı (kWh).....	81
Ek 1.2 Elde edilen sumak ekstraktı tozu örneklerinde Nem, Kül, % 10'luk HCl'de Çözünmeyen Kül ve Su Aktivitesi tayini analiz sonuçları.....	82
Ek 1.3 Sumak ekstraktı tozu örneklerine ait renk değerleri.....	82
Ek 1.4 Elde edilen sumak ekstraktı tozu örneklerinde Çözünürlük,İslanabilirlik ve Yığın Yoğunluğu tayini analiz sonuçları.....	84
Ek 1.5 Elde edilen sumak ekstraktı tozu örneklerinde pH ve % Radikal Süpürme Aktivitesi tayini analiz sonuçları.....	85
EK 2 180 °C Giriş Sıcaklığı. 90°C Çıkış Sıcaklığında Yapılan Kurutma Denemelerine Ait Bulgular.....	86
Ek 2.1 1 kilogram sumak ekstraktının kurutulması için tüketilen enerji miktarı (kWh).....	86
Ek 2.2 Elde edilen sumak ekstraktı tozu örneklerinde Nem, Kül, % 10'luk HCl'de Çözünmeyen Kül, Su Aktivitesi tayini analiz sonuçları.....	86
Ek 2.3 Sumak ekstraktı tozu örneklerine ait renk değerleri.....	87
Ek 2.4 Elde edilen sumak ekstraktı tozu örneklerinde Çözünürlük,İslanabilirlik ve Yığın Yoğunluğu tayini analiz sonuçları.....	89
Ek 2.5 Elde edilen sumak ekstraktı tozu örneklerinde pH ve % Radikal Süpürme Aktivitesi tayini analiz sonuçları.....	89

EKLER DİZİNİ (devam)

Sayfa

EK 3 200 °C Giriş Sıcaklığı. 100°C Çıkış Sıcaklığında Yapılan Kurutma Denemelerine Ait Bulgular.....	90
Ek 3.1 1 kilogram sumak ekstraktının kurutulması için tüketilen enerji miktarı (kWh).....	90
Ek 3.2 Elde edilen sumak ekstraktı tozu örneklerinde Nem, Kül, % 10'luk HCl'de Çözünmeyen Kül, Su Aktivitesi tayini analiz sonuçları.....	90
Ek 3.3 Sumak ekstraktı tozu örneklerine ait renk değerleri.....	91
Ek 3.4 Elde edilen sumak ekstraktı tozu örneklerinde Çözünürlük, Islanabilirlik ve Yığın Yoğunluğu tayini analiz sonuçları.....	92
Ek 3.5 Elde edilen sumak ekstraktı tozu örneklerinde pH ve % Radikal Süpürme Aktivitesi tayini analiz sonuçları.....	92
EK 4 Varyans Analizi Sonuçları (ANOVA).....	93
Ek 4.1 Nem Tayini.....	93
Ek 4.2 Kül Tayini.....	95
Ek 4.3 Su Aktivitesi.....	97
Ek 4.4 Renk Değerleri.....	99
Ek 4.5 Çözünürlük.....	104
Ek 4.6 Yığın Yoğunluğu.....	107
Ek 4.7 Islanabilirlik.....	109
Ek 4.8 pH Değerleri.....	111

EKLER DİZİNİ (devam)Sayfa

Ek 4.9 % Radikal Süpürme Aktivitesi.....	113
EK 5 Duncan Çoklu Test Sonuçları.....	115
Ek 5.1 Nem Tayini.....	115
Ek 5.2 Kül Tayini.....	115
Ek 5.3 Su Aktivitesi.....	115
Ek 5.4 Renk Değerleri.....	115
Ek 5.5 Çözünürlük.....	116
Ek 5.6 Yığın Yoğunluğu.....	116
Ek 5.7 Islanabilirlik.....	116
Ek 5.8 pH Değerleri.....	116
Ek 5.9 % Radikal Süpürme Aktivitesi.....	116

EKLER

EK 1 160 °C Giriş Sıcaklığı. 80°C Çıkış Sıcaklığında Yapılan Kurutma Denemelerine Ait Bulgular

Ek 1.1 1 kilogram sumak ekstraktının kurutulması için tüketilen enerji miktarı (kWh)

	°Briks				
Koşul	5	10	15	20	25
Süre (dk)	Enerji (kWh)	Enerji (kWh)	Enerji (kWh)	Enerji (kWh)	Enerji (kWh)
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.144	0.140	0.130	0.141	0.145
4	0.143	0.131	0.131	0.142	0.120
6	0.155	0.131	0.130	0.108	0.130
8	0.148	0.122	0.138	0.135	0.116
10	0.147	0.127	0.142	0.143	0.128
12	0.153	0.127	0.132	0.131	0.130
14	0.142	0.132	0.133	0.124	0.130
16	0.147	0.125	0.123	0.122	0.129
18	0.147	0.132	0.127	0.130	0.126
20	0.150	0.124	0.127	0.123	0.131
22	0.150	0.129	0.125	0.122	0.127
24	0.150	0.126	0.133	0.129	0.126
26	0.147	0.127	0.133	0.132	0.126
28	0.152	0.124			
30	0.153	0.136			
Toplam Enerji (kWh)	2.228	1.933	1.704	1.682	1.664

Ek 1.2 Elde edilen sumak ekstraktı tozu örneklerinde Nem, Kül, % 10'luk HCl'de Çözünmeyen Kül ve Su Aktivitesi tayini analiz sonuçları

	% Nem Miktarı	% Kül Miktarı	% 10'luk HCl'de Çözünmeyen Kül Miktarı	Su Aktivitesi
5 °Briks	4.77	6.15	0.349	0.160
	5.15	5.96	0.351	0.156
Ortalama	4.96 ±0.27	6.06 ±0.13	0.350±0.001	0.158 ± 0.003
10 °Briks	3.00	3.31	0.132	0.187
	2.87	3.09	0.108	0.187
Ortalama	2.94±0.09	3.20 ±0.16	0.12±0.017	0.187±0
15 °Briks	2.86	2.00	0.071	0.164
	2.86	2.10	0.088	0.165
Ortalama	2.86±0	2.05±0.07	0.08±0.012	0.165±0.001
20 °Briks	2.64	1.57	0.049	0.165
	2.79	1.45	0.051	0.166
Ortalama	2.72 ±0.11	1.51±0.08	0.05±0.001	0.166±0.001
25 °Briks	2.99	1.21	0.047	0.174
	2.84	1.20	0.039	0.174
Ortalama	2.92±0.11	1.21±0.01	0.043±0.006	0.174 ±0

Ek 1.3 Sumak ekstraktı tozu örneklerine ait renk değerleri

Ek 1.3.1 5 °Bx'lik ekstraktlardan elde edilen toz ürünlerin renk değerleri

	L	a*	b*	Kroma	Hue Açısı (°)
1.Paralel	47.87	27.54	4.43	27.89	9.14
	47.58	27.97	4.48	28.33	9.10
	47.62	27.92	4.60	28.30	9.36
	47.89	28.65	4.68	29.03	9.28
	47.64	28.56	4.66	28.94	9.27
2.Paralel	47.70	28.68	4.81	29.08	9.52
	47.47	28.39	4.68	28.77	9.36
	47.6	28.72	4.77	29.11	9.43
	47.56	28.66	4.74	29.05	9.39
	47.50	28.38	4.63	28.76	9.27
Ortalama	47.64±0.14	28.35±0.40	4.65±0.12	28.73±0.42	9.31±0.13

Ek 1.3.2 10 °Bx’lik ekstraktlardan elde edilen toz ürünlerin renk değerleri

	L	a*	b*	Kroma	Hue Açısı (°)
1.Paralel	63.75	30.87	4.27	31.16	7.88
	63.84	30.76	4.20	31.05	7.78
	63.63	30.76	4.23	31.05	7.83
	63.07	30.55	4.25	30.84	7.92
	63.55	31.06	4.55	31.39	8.33
2.Paralel	63.51	30.81	4.44	31.13	8.20
	63.42	31.08	4.54	31.41	8.31
	63.68	30.87	4.49	31.19	8.28
	63.52	31.18	4.59	31.52	8.37
	63.59	31.12	4.55	31.45	8.32
Ortalama	63.56±0.21	30.91 ±0.20	4.41±0.16	31.22±0.22	8.12±0.24

Ek 1.3.3 15 °Bx’lik ekstraktlardan elde edilen toz ürünlerin renk değerleri

	L	a*	b*	Kroma	Hue Açısı (°)
1.Paralel	66.14	28.55	4.35	28.88	8.66
	66.74	29.12	4.40	29.45	8.59
	66.04	28.24	4.14	28.54	8.34
	66.50	28.57	4.23	28.88	8.42
	66.56	28.96	4.35	29.28	8.54
2.Paralel	66.43	26.89	4.33	27.24	9.15
	66.31	28.72	4.39	29.05	8.69
	66.76	29.11	4.41	29.44	8.61
	66.38	28.85	4.34	29.17	8.56
	67.02	29.27	4.40	29.60	8.55
Ortalama	66.49±0.30	28.63±0.69	4.33±0.09	28.95±0.68	8.61±0.22

Ek 1.3.4 20 °Bx’lik ekstraktlardan elde edilen toz ürünlerin renk değerleri

	L	a*	b*	Kroma	Hue Açısı (°)
1.Paralel	67.36	27.66	4.70	28.06	9.64
	67.76	27.27	4.57	27.65	9.51
	67.75	27.62	4.70	28.02	9.66
	67.7	27.79	4.70	28.18	9.60
	67.64	27.52	4.64	27.91	9.57
2.Paralel	67.79	27.78	4.71	28.18	9.62
	67.20	27.06	4.57	27.44	9.59
	67.34	27.36	4.68	27.76	9.71
	67.37	27.04	4.59	27.43	9.63
	67.45	28.97	4.54	29.32	8.91
Ortalama	67.54±0.21	27.61±0.55	4.64±0.07	27.99±0.54	9.54±0.23

Ek 1.3.5 25 °Bx’lik ekstraktlardan elde edilen toz ürünlerin renk değerleri

	L	a*	b*	Kroma	Hue Açısı (°)
1.Paralel	70.80	25.21	3.90	25.51	8.79
	70.77	25.43	3.92	25.73	8.76
	70.41	24.74	3.79	25.03	8.71
	70.91	25.47	3.85	25.76	8.60
2.Paralel	70.91	25.52	3.85	25.81	8.58
	70.62	25.32	3.82	25.61	8.58
	70.82	25.58	3.90	25.88	8.67
	70.91	25.49	3.87	25.78	8.63
	70.82	25.49	3.86	25.78	8.61
	70.90	25.36	3.84	25.65	8.61
Ortalama	70.79±0.16	25.36±0.24	3.83±0.04	25.65±0.24	8.65±0.08

Ek 1.4 Elde edilen sumak ekstraktı tozu örneklerinde Çözünürlük, Islanabilirlik ve Yığın Yoğunluğu tayini analiz sonuçları

	Çözünürlük (Saniye)	Islanabilirlik (Saniye)	Yığın Yoğunluğu (g/ml)
5 °Briks	7	4	0.742
	8	4	0.729
Ortalama	7.5±0.71	4 ±0	0.735±0.009
10 °Briks	280	1264	0.771
	349	1214	0.772
Ortalama	314.5 ±48.79	1239 ±35.36	0.772±0.001
15 °Briks	160	2075	0.687
	177	2085	0.695
Ortalama	168.5±12.02	2080±7.07	0.691±0.006
20 °Briks	160	2421	0.668
	187	2676	0.679
Ortalama	173.5±19.09	2548±180.30	0.674±0.008
25 °Briks	103	2510	0.599
	93	2802	0.611
Ortalama	98±7.07	2656±206.47	0.605±0.008

Ek 1.5 Elde edilen sumak ekstraktı tozu örneklerinde pH ve % Radikal Süpürme Aktivitesi tayini analiz sonuçları

°Briks					
	5	10	15	20	25
pH	3.06	3.13	3.16	3.20	3.25
	3.06	3.12	3.22	3.22	3.19
Ortalama	3.06±0	3.13±0.01	3.19±0.04	3.21±0.01	3.22±0.04
Radikal Süpürme Aktivitesi (%)					
	68	20	10	13	9
	74	26	14	9	10
Ortalama	71±4.24	23±4.24	12±2.83	11±2.83	10±0.71

EK 2 180 °C Giriş Sıcaklığı, 90°C Çıkış Sıcaklığında Yapılan Kurutma Denemelerine Ait Bulgular

Ek 2.1 1 kilogram sumak ekstraktının kurutulması için tüketilen enerji miktarı (kWh)

Koşul	°Briks				
	5	10	15	20	25
Süre (dk)	Enerji (kWh)	Enerji (kWh)	Enerji (kWh)	Enerji (kWh)	Enerji (kWh)
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.150	0.165	0.147	0.164	0.146
4	0.141	0.148	0.148	0.147	0.164
6	0.145	0.135	0.142	0.147	0.160
8	0.152	0.164	0.164	0.146	0.159
10	0.164	0.165	0.123	0.148	0.156
12	0.136	0.166	0.144	0.144	0.156
14	0.169	0.177	0.154	0.148	0.140
16	0.151	0.171	0.139	0.147	0.150
18	0.140	0.160	0.156	0.148	0.152
20	0.152	0.168	0.154	0.148	0.152
22	0.157	0.171	0.134	0.166	0.158
24	0.170	0.164	0.153	0.163	0.156
26	0.135	0.172	0.138	0.148	0.159
28	0.172	0.133	0.147	0.147	0.159
Toplam Enerji (kWh)	2.134	2.259	2.043	2.111	2.167

Ek 2.2 Elde edilen sumak ekstraktı tozu örneklerinde Nem, Kül, % 10'luk HCl'de Çözünmeyen Kül, Su Aktivitesi tayini analiz sonuçları

	% Nem Miktarı	% Kül Miktarı	% 10'luk HCl'de Çözünmeyen Kül Miktarı	Su Aktivitesi
5 °Briks	4.08	5.87	0.37	0.174
	4.54	5.97	0.21	0.173
Ortalama	4.31±0.33	5.92 ±0.07	0.29±0.110	0.174 ± 0.001
10°Briks	3.01	3.04	0.010	0.197
	2.84	3.10	0.009	0.197
Ortalama	2.93±0.12	3.07 ±0.04	0.01±0.001	0.197±0
15 °Briks	2.73	1.83	0.069	0.214
	2.72	1.98	0.061	0.216
Ortalama	2.73±0.01	1.90±0.11	0.065±0.006	0.215±0.001
20 °Briks	2.86	1.47	0.051	0.157
	2.52	1.55	0.049	0.157
Ortalama	2.69 ±0.24	1.51±0.06	0.05±0.001	0.157±0
25 °Briks	2.98	1.21	0.037	0.199
	2.79	1.08	0.041	0.201
Ortalama	2.89±0.13	1.15±0.09	0.039±0.003	0.200 ±0.001

Ek 2.3 Sumak ekstraktı tozu örneklerine ait renk değerleri

Ek 2.3.1 5 °Bx’lik ekstraktlardan elde edilen toz ürünlerin renk değerleri

	L	a*	b*	Kroma	Hue Açısı (°)
1.Paralel	45.76	23.6	3.57	23.87	8.60
	45.69	23.61	3.60	23.88	8.67
	45.74	23.70	3.62	23.97	8.68
	45.49	23.56	3.56	23.83	8.59
	45.51	23.60	3.54	23.86	8.53
2.Paralel	45.58	23.70	3.66	23.98	8.78
	45.73	23.87	3.66	24.15	8.72
	45.53	23.70	3.54	23.96	8.50
	45.77	23.83	3.61	24.10	8.61
	45.49	23.43	3.51	23.69	8.52
Ortalama	45.63 ±0.12	23.66 ±0.13	3.59±0.05	23.93±0.13	8.62±0.09

Ek 2.3.2 10 °Bx’lik ekstraktlardan elde edilen toz ürünlerin renk değerleri

	L	a*	b*	Kroma	Hue Açısı (°)
1.Paralel	60.89	31.05	4.70	31.40	8.61
	61.45	31.10	4.69	31.45	8.58
	61.37	30.68	4.53	31.01	8.40
	60.56	29.88	4.48	30.21	8.53
	61.07	31.07	4.70	31.42	8.60
2.Paralel	61.23	30.99	4.91	31.38	9.00
	61.20	30.84	4.92	31.23	9.06
	61.12	31.34	5.04	31.74	9.14
	61.65	31.07	4.97	31.46	9.09
	61.14	31.29	5.05	31.69	9.17
Ortalama	61.17±0.30	30.93 ±0.42	4.80±0.21	31.30±0.43	8.82±0.30

Ek 2.3.3 15 °Bx’lik ekstraktlardan elde edilen toz ürünlerin renk değerleri

	L	a*	b*	Kroma	Hue Açısı (°)
1.Paralel	66.63	30.41	4.63	30.76	8.66
	66.66	30.36	4.60	30.71	8.62
	66.91	30.43	4.60	30.78	8.60
	66.19	29.71	4.47	30.04	8.56
	66.52	29.97	4.48	30.30	8.50
2.Paralel	66.69	30.39	4.56	30.73	8.53
	66.97	30.29	4.56	30.63	8.56
	66.27	29.85	4.45	30.18	8.48
	66.73	30.45	4.59	30.80	8.57
	66.76	30.48	4.54	30.82	8.47
Ortalama	66.63 ±0.25	30.23 ±0.28	4.55±0.06	30.57±0.29	8.55±0.06

Ek 2.3.4 20 °Bx’lik ekstraktlardan elde edilen toz ürünlerin renk değerleri

	L	a*	b*	Kroma	Hue Açısı (°)
1.Paralel	70.9	26.29	3.71	26.55	8.03
	70.12	26.49	3.63	26.74	7.80
	70.78	26.38	3.72	26.64	8.03
	70.77	26.19	3.71	26.45	8.06
	70.74	26.28	3.70	26.54	8.01
2.Paralel	70.44	26.11	3.71	26.37	8.09
	70.55	26.13	3.71	26.39	8.08
	70.82	26.17	3.70	26.43	8.05
	70.01	25.84	3.62	26.09	7.97
	70.73	26.17	3.76	26.44	8.18
Ortalama	70.59 ±0.31	26.11 ±0.26	3.70±0.04	26.46±0.17	8.03±0.10

Ek 2.3.5 25 °Bx’lik ekstraktlardan elde edilen toz ürünlerin renk değerleri

	L	a*	b*	Kroma	Hue Açısı (°)
1.Paralel	72.80	24.19	3.56	24.45	8.37
	72.74	24.15	3.55	24.41	8.36
	72.81	24.19	3.54	24.45	8.33
	72.79	24.14	3.57	24.40	8.41
	72.50	23.92	3.47	24.17	8.25
2.Paralel	72.33	24.07	3.58	24.33	8.46
	72.78	24.30	3.55	24.56	8.31
	72.27	24.10	3.57	24.36	8.43
	72.56	24.05	3.51	24.30	8.30
	72.37	24.14	3.59	24.41	8.46
Ortalama	72.60 ±0.22	24.13±0.10	3.56±0.04	24.38±0.10	8.37±0.07

Ek 2.4 Elde edilen sumak ekstraktı tozu örneklerinde Çözünürlük, Islanabilirlik ve Yığın Yoğunluğu tayini analiz sonuçları

	Çözünürlük (Saniye)	Islanabilirlik (Saniye)	Yığın Yoğunluğu (g/ml)
5 °Briks	8	7	0.785
	6	8	0.770
Ortalama	7 ±1.41	7.5 ±0.71	0.777±0.01
10 °Briks	315	1207	0.743
	249	1433	0.719
Ortalama	282±46.67	1320 ±159.8	0.731 ±0.02
15 °Briks	155	2566	0.659
	170	2681	0.659
Ortalama	162.5±10.61	2624±81.30	0.659±0
20 °Briks	101	3000	0.641
	143	3160	0.656
Ortalama	122 ±29.70	3080±113.14	0.648±0.01
25 °Briks	106	2600	0.590
	90	2844	0.618
Ortalama	98±11.30	2722±172.50	0.604±0.02

Ek 2.5 Elde edilen sumak ekstraktı tozu örneklerinde pH ve % Radikal Süpürme Aktivitesi tayini analiz sonuçları

	°Briks				
	5	10	15	20	25
pH	3.07	3.17	3.11	3.23	3.21
	3.05	3.09	3.23	3.17	3.20
Ortalama	3.06±0.01	3.13±0.06	3.17±0.08	3.20±0.04	3.21±0.01
Radikal Süpürme Aktivitesi (%)					
	56	19	5	12	9
	69	25	3	11	5
Ortalama	63±9.19	22±4.24	4±1.14	12±0.71	7±2.83

EK 3 200 °C Giriş Sıcaklığı. 100°C Çıkış Sıcaklığında Yapılan Kurutma Denemelerine Ait Bulgular

Ek 3.1 1 kilogram sumak ekstraktının kurutulması için tüketilen enerji miktarı (kWh)

Koşul	°Briks			
	10	15	20	25
Süre (dk)	Enerji (kWh)	Enerji (kWh)	Enerji (kWh)	Enerji (kWh)
0	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.157	0.160	0.158	0.164
4	0.16	0.167	0.170	0.156
6	0.168	0.156	0.159	0.164
8	0.164	0.171	0.169	0.163
10	0.179	0.148	0.159	0.157
12	0.162	0.166	0.164	0.154
14	0.154	0.154	0.159	0.154
16	0.170	0.161	0.169	0.155
18	0.164	0.160	0.174	0.158
20	0.159	0.176	0.169	0.153
22	0.170	0.151	0.178	0.161
24	0.177	0.167	0.170	0.159
26				0.156
28				0.160
Toplam Enerji (kWh)	1.984	1.937	1.934	2.214

Ek 3.2 Elde edilen sumak ekstraktı tozu örneklerinde Nem, Kül, % 10'luk HCl'de Çözünmeyen Kül, Su Aktivitesi tayini analiz sonuçları

	% Nem Miktarı	% Kül Miktarı	% 10'luk HCl'de Çözünmeyen Kül	Su Aktivitesi
10 °Briks	2.85	3.32	0.019	0.178
	2.78	3.41	0.09	0.182
Ortalama	2.82±0.05	3.37 ±0.06	0.055±0.07	0.180±0.003
15 °Briks	2.42	2.16	0.10	0.202
	2.30	1.94	0.04	0.206
Ortalama	2.36±0.08	2.05±0.16	0.07±0.04	0.204±0.003
20 °Briks	1.96	1.54	0.054	0.163
	1.81	1.51	0.048	0.164
Ortalama	1.89 ±0.11	1.53±0.02	0.051±0.004	0.164±0.001
25 °Briks	2.72	1.32	0.040	0.192
	2.58	1.05	0.042	0.187
Ortalama	2.65±0.10	1.19±0.19	0.041±0.001	0.190 ±0.004

Ek 3.3 Sumak ekstraktı tozu örneklerine ait renk değerleri

Ek 3.3.1 10 °Bx’lik ekstraktlardan elde edilen toz ürünlerin renk değerleri

	L	a*	b*	Kroma	Hue Açısı (°)
1.Paralel	59.45	30.28	6.06	30.88	11.32
	58.99	29.99	6.22	30.63	11.72
	59.94	30.50	6.48	31.18	11.99
	58.01	29.32	5.86	29.90	11.30
	58.01	29.64	6.03	30.25	11.50
2.Paralel	58.54	29.90	6.12	30.52	11.57
	59.77	30.12	6.46	30.80	12.11
	59.89	30.47	6.53	31.16	12.10
	59.48	30.47	6.65	31.19	12.31
	59.42	30.36	6.58	31.06	12.23
Ortalama	59.15 ±0.73	30.11±0.40	6.30±0.27	30.76±0.44	11.81±0.38

Ek 3.3.2 15 °Bx’lik ekstraktlardan elde edilen toz ürünlerin renk değerleri

	L	a*	b*	Kroma	Hue Açısı (°)
1.Paralel	67.45	29.38	4.57	29.73	8.84
	67.48	29.46	4.49	29.80	8.67
	67.53	29.34	4.57	29.69	8.85
	67.33	29.28	4.51	29.63	8.76
	67.19	29.45	4.56	29.80	8.80
2.Paralel	67.17	29.60	4.56	29.95	8.76
	67.42	29.49	4.49	29.83	8.66
	67.20	29.40	4.54	29.75	8.78
	67.41	29.46	4.49	29.80	8.67
	67.63	29.28	4.52	29.63	8.78
Ortalama	67.38 ±0.16	29.41±0.10	4.53±0.03	29.76±0.10	8.76±0.07

Ek 3.3.3 20 °Bx’lik ekstraktlardan elde edilen toz ürünlerin renk değerleri

	L	a*	b*	Kroma	Hue Açısı (°)
1.Paralel	71.28	25.77	3.61	26.02	7.97
	71.50	25.66	3.59	25.91	7.96
	71.26	25.64	3.56	25.89	7.90
	70.91	25.58	3.58	25.83	7.97
	71.50	25.36	3.52	25.60	7.90
2.Paralel	71.26	25.63	3.61	25.88	8.02
	71.47	25.73	3.56	25.98	7.88
	71.37	25.62	3.57	25.87	7.93
	71.31	25.59	3.61	25.84	8.03
	71.20	25.57	3.57	25.82	7.95
Ortalama	71.34 ±0.18	25.62±0.11	3.58±0.03	25.86±0.11	7.95±0.05

Ek 3.3.4 25 °Bx’lik ekstraktlardan elde edilen toz ürünlerin renk değerleri

	L	a*	b*	Kroma	Hue Açısı (°)
1.Paralel	72.40	24.52	3.64	24.79	8.44
	72.20	24.45	3.65	24.72	8.49
	72.10	24.37	3.62	24.64	8.45
	72.34	24.30	3.61	24.57	8.45
	72.20	23.50	3.63	23.78	8.78
2.Paralel	72.02	24.04	3.54	24.30	8.38
	72.14	23.96	3.53	24.22	8.38
	72.98	24.51	3.59	24.77	8.33
	72.96	24.20	3.61	24.47	8.48
	72.93	24.23	3.60	24.50	8.45
Ortalama	72.13 ±0.16	24.31±0.20	3.61±0.05	24.48±0.31	8.46±0.12

Ek 3.4 Elde edilen sumak ekstraktı tozu örneklerinde Çözünürlük, Islanabilirlik ve Yığın Yoğunluğu tayini analiz sonuçları

	Çözünürlük (Saniye)	Islanabilirlik (Saniye)	Yığın Yoğunluğu (g/ml)
10 °Briks	190	1701	0.695
	156	2035	0.694
Ortalama	173±24.04	1868 ±236.17	0.694±0.001
15 °Briks	145	2810	0.632
	175	3018	0.630
Ortalama	160±21.21	2914±147.07	0.631±0.001
20 °Briks	96	3058	0.626
	91	3468	0.582
Ortalama	93.5 ±3.54	3263±289.91	0.604±0.031
25 °Briks	103	3001	0.587
	90	3047	0.597
Ortalama	96.5±9.19	3024±32.52	0.592±0.007

Ek 3.5 Elde edilen sumak ekstraktı tozu örneklerinde pH ve % Radikal Süpürme Aktivitesi tayini analiz sonuçları

	°Briks				
	5	10	15	20	25
pH	-	3.12	3.18	3.21	3.22
	-	3.18	3.14	3.19	3.23
Ortalama	-	3.15±0.04	3.16±0.03	3.20±0.01	3.23±0.01
Radikal Süpürme Aktivitesi (%)					
	-	19	9	6	5
	-	23	13	6	4
Ortalama	-	21±2.83	11±2.83	6±0	5±0.707

Ek 4 Varyans Analizi Sonuçları (ANOVA)

Ek 4.1 Nem Tayini

Ek 4.1.1 °Briks Değerlerine Göre Varyans Analizi

ANOVA					
5 °Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,845	1	,845	22,879	,003
Within Groups	,222	6	,037		
Total	1,067	7			

ANOVA					
10°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,032	2	,016	1,438	,287
Within Groups	,102	9	,011		
Total	,134	11			

ANOVA					
15°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,537	2	,268	18,263	,001
Within Groups	,132	9	,015		
Total	,669	11			

ANOVA					
20°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,767	2	,883	52,325	,000
Within Groups	,152	9	,017		
Total	1,919	11			

ANOVA

25°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,172	2	,086	1,977	,194
Within Groups	,391	9	,043		
Total	,563	11			

Ek 4.1.2 Giriş Çıkış Sıcaklıklarına Göre Varyans Analizi

ANOVA

160/80 °C					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	14,292	4	3,573	158,928	,000
Within Groups	,337	15	,022		
Total	14,629	19			

ANOVA

180/90 °C					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7,389	4	1,847	78,449	,000
Within Groups	,353	15	,024		
Total	7,743	19			

ANOVA

200/100 °C					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,991	3	,664	25,845	,000
Within Groups	,308	12	,026		
Total	2,299	15			

Ek 4.2 Kül Tayini

Ek 4.2.1 °Briks Değerlerine Göre Varyans Analizi

ANOVA					
5 °Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,038	1	,038	3,867	,097
Within Groups	,059	6	,010		
Total	,096	7			

ANOVA					
10°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,178	2	,089	15,437	,001
Within Groups	,052	9	,006		
Total	,230	11			

ANOVA					
15°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,058	2	,029	3,302	,084
Within Groups	,079	9	,009		
Total	,137	11			

ANOVA					
20°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,000	2	,000	,105	,902
Within Groups	,018	9	,002		
Total	,018	11			

ANOVA

25°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,007	2	,004	,622	,558
Within Groups	,054	9	,006		
Total	,061	11			

Ek 4.2.2 Giriş Çıkış Sıcaklıklarına Göre Varyans Analizi

ANOVA

160/80 °C					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	62,135	4	15,534	2,389E3	,000
Within Groups	,098	15	,007		
Total	62,233	19			

ANOVA

180/90 °C					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	59,869	4	14,967	3,374E3	,000
Within Groups	,067	15	,004		
Total	59,935	19			

ANOVA

200/100 °C					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	11,027	3	3,676	452,722	,000
Within Groups	,097	12	,008		
Total	11,124	15			

Ek 4.3 Su Aktivitesi**Ek 4.3.1** °Briks Değerlerine Göre Varyans Analizi

ANOVA					
5°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,000	1	,000	69,632	,000
Within Groups	,000	6	,000		
Total	,001	7			

ANOVA					
10°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,001	2	,000	37,931	,000
Within Groups	,000	9	,000		
Total	,001	11			

ANOVA					
15°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,006	2	,003	413,494	,000
Within Groups	,000	9	,000		
Total	,006	11			

ANOVA					
20°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,000	2	,000	216,214	,000
Within Groups	,000	9	,000		
Total	,000	11			

ANOVA

25°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,001	2	,001	29,396	,000
Within Groups	,000	9	,000		
Total	,001	11			

Ek 4.3.2 Giriş Çıkış Sıcaklıklarına Göre Varyans Analizi

ANOVA

160/80 °C					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,002	4	,001	465,044	,000
Within Groups	,000	15	,000		
Total	,002	19			

ANOVA

180/90 °C					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,008	4	,002	152,087	,000
Within Groups	,000	15	,000		
Total	,009	19			

ANOVA

200/100°C					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,003	3	,001	93,132	,000
Within Groups	,000	12	,000		
Total	,004	15			

Ek 4.4 Renk Değerleri**Ek 4.4.1 °Briks Değerlerine Göre Varyans Analizi****Ek 4.4.1.1 L Değeri**

ANOVA					
5°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	20,281	1	20,281	1,186E3	,000
Within Groups	,308	18	,017		
Total	20,589	19			

ANOVA					
10°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	97,292	2	48,646	217,444	,000
Within Groups	6,040	27	,224		
Total	103,333	29			

ANOVA					
15°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4,593	2	2,297	39,434	,000
Within Groups	1,572	27	,058		
Total	6,166	29			

ANOVA					
20°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	80,113	2	40,056	704,335	,000
Within Groups	1,536	27	,057		
Total	81,648	29			

ANOVA

25°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	19,956	2	9,978	137,571	,000
Within Groups	1,958	27	,073		
Total	21,914	29			

Ek 4.4.1.2 a Değeri

ANOVA

5°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	109,840	1	109,840	1,225E3	,000
Within Groups	1,614	18	,090		
Total	111,454	19			

ANOVA

10°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4,415	2	2,208	17,958	,000
Within Groups	3,319	27	,123		
Total	7,734	29			

ANOVA

15°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	12,898	2	6,449	34,580	,000
Within Groups	5,035	27	,186		
Total	17,934	29			

ANOVA

20°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	20,939	2	10,470	90,855	,000
Within Groups	3,111	27	,115		
Total	24,051	29			

ANOVA

25°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	9,547	2	4,773	86,029	,000
Within Groups	1,498	27	,055		
Total	11,045	29			

Ek 4.4.1.3 b Değeri

ANOVA

5°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5,629	1	5,629	658,017	,000
Within Groups	,154	18	,009		
Total	5,783	19			

ANOVA

10°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	19,884	2	9,942	210,521	,000
Within Groups	1,275	27	,047		
Total	21,159	29			

ANOVA

15°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,282	2	,141	34,087	,000
Within Groups	,112	27	,004		
Total	,393	29			

ANOVA

20°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6,771	2	3,385	1,461E3	,000
Within Groups	,063	27	,002		
Total	6,833	29			

ANOVA

25°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,554	2	,277	188,505	,000
Within Groups	,040	27	,001		
Total	,593	29			

Ek 4.4.2 Giriş Çıkış Sıcaklıklarına Göre Varyans Analizi**Ek 4.4.2.1 L Değeri****ANOVA**

160/80 °C					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3293,214	4	823,303	1,835E4	,000
Within Groups	2,018	45	,045		
Total	3295,232	49			

ANOVA

180/90 °C					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4673,989	4	1168,497	1,902E4	,000
Within Groups	2,765	45	,061		
Total	4676,754	49			

ANOVA

200/100 °C					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1084,802	3	361,601	1,963E3	,000
Within Groups	6,631	36	,184		
Total	1091,433	39			

Ek 4.4.2.2 a Değeri

ANOVA

160/80 °C					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	159,342	4	39,836	192,436	,000
Within Groups	9,315	45	,207		
Total	168,658	49			

ANOVA

180/90 °C					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	459,600	4	114,900	1,856E3	,000
Within Groups	2,786	45	,062		
Total	462,385	49			

ANOVA

200/100 °C					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	247,317	3	82,439	1,198E3	,000
Within Groups	2,477	36	,069		
Total	249,794	39			

Ek 4.4.2.3 b Değeri

ANOVA

160/80 °C					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4,129	4	1,032	99,276	,000
Within Groups	,468	45	,010		
Total	4,597	49			

ANOVA

180/90 °C					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	13,980	4	3,495	335,800	,000
Within Groups	,468	45	,010		
Total	14,448	49			

ANOVA

200/100 °C					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	48,938	3	16,313	831,084	,000
Within Groups	,707	36	,020		
Total	49,644	39			

Ek 4.5 Çözünürlük**Ek 4.5.1 °Briks Değerlerine Göre Varyans Analizi**

ANOVA					
5°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,500	1	,500	,429	,537
Within Groups	7,000	6	1,167		
Total	7,500	7			

ANOVA					
10°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	43946,000	2	21973,000	22,168	,000
Within Groups	8921,000	9	991,222		
Total	52867,000	11			

ANOVA					
15°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	152,667	2	76,333	,191	,830
Within Groups	3606,000	9	400,667		
Total	3758,667	11			

ANOVA					
20°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	13152,667	2	6576,333	27,452	,000
Within Groups	2156,000	9	239,556		
Total	15308,667	11			

ANOVA

25°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6,000	2	3,000	,016	,984
Within Groups	1653,000	9	183,667		
Total	1659,000	11			

Ek 4.5.2 Giriş Çıkış Sıcaklıklarına Göre Varyans Analizi

ANOVA

160/80 °C					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	203744,800	4	50936,200	174,359	,000
Within Groups	4382,000	15	292,133		
Total	208126,800	19			

ANOVA

180/90 °C					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	161139,200	4	40284,800	74,208	,000
Within Groups	8143,000	15	542,867		
Total	169282,200	19			

ANOVA

200/100 °C					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	20805,000	3	6935,000	21,797	,000
Within Groups	3818,000	12	318,167		
Total	24623,000	15			

Ek 4.6 Yığın Yoğunluğu**Ek 4.6.1** °Briks Değerlerine Göre Varyans Analizi

ANOVA					
5°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,004	1	,004	73,628	,000
Within Groups	,000	6	,000		
Total	,004	7			

ANOVA					
10°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,012	2	,006	167,247	,000
Within Groups	,000	9	,000		
Total	,012	11			

ANOVA					
15°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,007	2	,004	188,651	,000
Within Groups	,000	9	,000		
Total	,007	11			

ANOVA					
20°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,010	2	,005	36,411	,000
Within Groups	,001	9	,000		
Total	,011	11			

ANOVA

25°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,000	2	,000	3,294	,084
Within Groups	,001	9	,000		
Total	,001	11			

Ek 4.6.2 Giriş Çıkış Sıcaklıklarına Göre Varyans Analizi

ANOVA

160/80 °C					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,064	4	,016	651,353	,000
Within Groups	,000	15	,000		
Total	,065	19			

ANOVA

180/90 °C					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,077	4	,019	249,773	,000
Within Groups	,001	15	,000		
Total	,078	19			

ANOVA

200/100°C					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,025	3	,008	94,076	,000
Within Groups	,001	12	,000		
Total	,026	15			

Ek 4.7 Islanabilirlik**Ek 4.7.1** °Briks Değerlerine Göre Varyans Analizi

ANOVA					
5°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	24,500	1	24,500	11,308	,015
Within Groups	13,000	6	2,167		
Total	37,500	7			

ANOVA					
10°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	936674,667	2	468337,333	36,432	,000
Within Groups	115696,000	9	12855,111		
Total	1052370,667	11			

ANOVA					
15°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1433953,500	2	716976,750	76,906	,000
Within Groups	83904,750	9	9322,750		
Total	1517858,250	11			

ANOVA					
20°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1102819,500	2	551409,750	30,841	,000
Within Groups	160910,750	9	17878,972		
Total	1263730,250	11			

ANOVA

25°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	307978,667	2	153989,333	12,556	,002
Within Groups	110380,000	9	12264,444		
Total	418358,667	11			

Ek 4.7.2 Giriş Çıkış Sıcaklıklarına Göre Varyans Analizi

ANOVA

160/80 °C					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,947E7	4	4866652,550	618,775	,000
Within Groups	117974,750	15	7864,983		
Total	1,958E7	19			

ANOVA

180/90 °C					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2,599E7	4	6497027,200	586,283	,000
Within Groups	166225,750	15	11081,717		
Total	2,615E7	19			

ANOVA

200/100 °C					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4567499,000	3	1522499,667	97,855	,000
Within Groups	186704,000	12	15558,667		
Total	4754203,000	15			

Ek 4.8 pH Değerleri**Ek 4.8.1 °Briks Değerlerine Göre Varyans Analizi**

ANOVA					
5°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,000	1	,000	,000	1,000
Within Groups	,000	6	,000		
Total	,000	7			

ANOVA					
10°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,001	2	,001	,901	,440
Within Groups	,006	9	,001		
Total	,007	11			

ANOVA					
15°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,002	2	,001	,737	,505
Within Groups	,011	9	,001		
Total	,013	11			

ANOVA					
20°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,000	2	,000	,512	,616
Within Groups	,003	9	,000		
Total	,003	11			

ANOVA

25°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,001	2	,000	1,336	,310
Within Groups	,003	9	,000		
Total	,004	11			

Ek 4.8.2 Giriş Çıkış Sıcaklıklarına Göre Varyans Analizi

ANOVA

160/80 °C					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,072	4	,018	49,438	,000
Within Groups	,005	15	,000		
Total	,078	19			

ANOVA

180/90 °C					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,058	4	,014	15,284	,000
Within Groups	,014	15	,001		
Total	,072	19			

ANOVA

200/100 °C					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,016	3	,005	16,019	,000
Within Groups	,004	12	,000		
Total	,019	15			

Ek 4.9 % Radikal Süpürme Aktivitesi**Ek 4.9.1 °Briks Değerlerine Göre Varyans Analizi**

ANOVA					
5°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	136,125	1	136,125	3,913	,095
Within Groups	208,750	6	34,792		
Total	344,875	7			

ANOVA					
10°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	8,000	2	4,000	,261	,776
Within Groups	138,000	9	15,333		
Total	146,000	11			

ANOVA					
15°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	142,167	2	71,083	32,808	,000
Within Groups	19,500	9	2,167		
Total	161,667	11			

ANOVA					
20°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	78,167	2	39,083	7,524	,012
Within Groups	46,750	9	5,194		
Total	124,917	11			

ANOVA

25°Bx					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	50,167	2	25,083	19,630	,001
Within Groups	11,500	9	1,278		
Total	61,667	11			

Ek 4.9.2 Giriş Çıkış Sıcaklıklarına Göre Varyans Analizi

ANOVA

160/80 °C					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	10894,700	4	2723,675	186,128	,000
Within Groups	219,500	15	14,633		
Total	11114,200	19			

ANOVA

180/90 °C					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	9253,500	4	2313,375	241,816	,000
Within Groups	143,500	15	9,567		
Total	9397,000	19			

ANOVA

200/100 °C					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	654,250	3	218,083	42,553	,000
Within Groups	61,500	12	5,125		
Total	715,750	15			

Ek 5 Duncan Çoklu Test Sonuçları

Ek 5.1 Nem Tayini

°Briks					
Giriş/ Çıkış Sıcaklığı (°C)	5	10	15	20	25
160/80	4.96 ±0.27 ^{BR}	2.94±0.09 ^{AP}	2.86±0 ^{AR}	2.72 ±0.11 ^{AR}	2.92±0.11 ^{AP}
180/90	4.31±0.33 ^{BP}	2.93±0.12 ^{AP}	2.73±0.01 ^{AR}	2.69 ±0.24 ^{AR}	2.89±0.13 ^{AP}
200/100	-	2.82±0.05 ^{CP}	2.36±0.08 ^{BP}	1.89 ±0.11 ^{AP}	2.65±0.10 ^{CP}

Ek 5.2 Kül Tayini

°Briks					
Giriş/ Çıkış Sıcaklığı (°C)	5	10	15	20	25
160/80	6.06 ±0.13 ^{EP}	3.20 ±0.16 ^{DR}	2.05±0.07 ^{CP}	1.51±0.08 ^{BP}	1.21±0.01 ^{AP}
180/90	5.92 ±0.07 ^{EP}	3.07 ±0.04 ^{DP}	1.90±0.11 ^{CP}	1.51±0.06 ^{BP}	1.15±0.09 ^{AP}
200/100	-	3.37 ±0.06 ^{DS}	2.05±0.16 ^{CP}	1.53±0.02 ^{BP}	1.19±0.19 ^{AP}

Ek 5.3 Su Aktivitesi

°Briks					
Giriş/ Çıkış Sıcaklığı (°C)	5	10	15	20	25
160/80	0.158±0.003 ^{AP}	0.187±0 ^{DR}	0.165±0.001 ^{BP}	0.166±0.001 ^{BS}	0.174±0 ^{CP}
180/90	0.174±0.001 ^{BR}	0.197±0 ^{CS}	0.215±0.001 ^{DS}	0.157±0 ^{AP}	0.200±0.001 ^{CS}
200/100	-	0.180±0.003 ^{BP}	0.204±0.003 ^{DR}	0.164±0.001 ^{AR}	0.190±0.004 ^{CR}

Ek 5.4 Renk Değerleri

°Briks						
Giriş/Çıkış Sıcaklığı (°C)		5	10	15	20	25
160/80	L	47.64±0.14 ^{AR}	63.56±0.21 ^{BS}	66.49±0.30 ^{CP}	67.54±0.21 ^{DP}	70.79±0.16 ^{EP}
	a*	28.35±0.40 ^{CR}	30.91±0.20 ^{DR}	28.63±0.69 ^{CP}	27.61±0.55 ^{BS}	25.36±0.24 ^{AR}
	b*	4.65±0.12 ^{CR}	4.41±0.16 ^{BP}	4.33±0.09 ^{BP}	4.64±0.07 ^{CS}	3.83±0.04 ^{AS}
180/90	L	45.63±0.12 ^{AP}	61.17±0.30 ^{BR}	66.63±0.25 ^{CP}	70.59±0.31 ^{DR}	72.60±0.22 ^{ER}
	a*	23.66±0.13 ^{AP}	30.93±0.42 ^{ER}	30.23±0.28 ^{DS}	26.11±0.26 ^{CR}	24.13±0.10 ^{BP}
	b*	3.59±0.05 ^{AP}	4.80±0.21 ^{DR}	4.55±0.06 ^{CR}	3.70±0.04 ^{BR}	3.56±0.04 ^{AP}
200/100	L	-	59.15±0.73 ^{AP}	67.38±0.16 ^{BR}	71.34±0.18 ^{CS}	72.13±0.16 ^{DR}
	a*	-	30.11±0.40 ^{DP}	29.41±0.10 ^{CR}	25.62±0.11 ^{BP}	24.31±0.20 ^{AP}
	b*	-	6.30±0.27 ^{CS}	4.53±0.03 ^{BR}	3.58±0.03 ^{AP}	3.61±0.05 ^{AR}

Ek 5.5 Çözünürlük

°Briks					
Giriş/ Çıkış Sıcaklığı (°C)	5	10	15	20	25
160/80	7.5±0.71 ^{AP}	314.5±48.79 ^{DR}	168.5±12.02 ^{CP}	173.5±19.09 ^{CS}	98±7.07 ^{BP}
180/90	7 ±1.41 ^{AP}	282±46.67 ^{DR}	162.5±10.61 ^{CP}	122 ±29.70 ^{BR}	98±11.3 ^{BP}
200/100	-	173±24.04 ^{BP}	160±21.21 ^{BP}	93.5 ±3.54 ^{AP}	96.5±9.19 ^{AP}

Ek 5.6 Yığın Yoğunluğu

°Briks					
Giriş/ Çıkış Sıcaklığı (°C)	5	10	15	20	25
160/80	0.735±0.01 ^{DP}	0.772±0.001 ^{ES}	0.691±0.01 ^{CS}	0.674±0.01 ^{BS}	0.605±0.01 ^{AP}
180/90	0.777±0.01 ^{DR}	0.731 ±0.02 ^{CR}	0.659±0 ^{BR}	0.648±0.01 ^{BR}	0.604±0.02 ^{AP}
200/100	-	0.694±0.001 ^{DP}	0.631±0.001 ^{CP}	0.604±0.031 ^{AP}	0.592±0.007 ^{AP}

Ek 5.7 Islanabilirlik

°Briks					
Giriş/ Çıkış Sıcaklığı (°C)	5	10	15	20	25
160/80	4 ±0 ^{AP}	1239 ±35.36 ^{BP}	2080±7.07 ^{CP}	2548±180.3 ^{DP}	2656±206.47 ^{DP}
180/90	7.5±0.71 ^{AR}	1320 ±159.8 ^{BP}	2624±81.3 ^{CR}	3080±113.14 ^{DR}	2722±172.5 ^{CP}
200/100	-	1868±236.17 ^{AR}	2914±147.07 ^{BS}	3263±289.91 ^{CR}	3024±32.52 ^{BR}

Ek 5.8 pH Değerleri

°Briks					
Giriş/ Çıkış Sıcaklığı (°C)	5	10	15	20	25
160/80	3.06±0 ^{AP}	3.13±0.007 ^{BP}	3.19±0.04 ^{CP}	3.21±0.01 ^{CP}	3.22±0.04 ^{CP}
180/90	3.06±0.01 ^{AP}	3.13±0.06 ^{BP}	3.17±0.08 ^{BP}	3.20±0.04 ^{CP}	3.21±0.01 ^{CP}
200/100	-	3.15±0.04 ^{AP}	3.16±0.03 ^{AP}	3.20±0.01 ^{BP}	3.23±0.01 ^{BP}

Ek 5.9 % Radikal Süpürme Aktivitesi

°Briks					
Giriş/ Çıkış Sıcaklığı (°C)	5	10	15	20	25
160/80	71±4.24 ^{CP}	23±4.24 ^{BP}	12±2.83 ^{AR}	11±2.83 ^{AR}	10±0.71 ^{AS}
180/90	63±9.19 ^{DP}	22±4.24 ^{CP}	4±1.14 ^{AP}	12±0.71 ^{BR}	7±2.83 ^{AR}
200/100	-	21±2.83 ^{CP}	11±2.83 ^{BR}	6±0 ^{AP}	5±0.707 ^{AP}

Ek 5'teki sonuçlar toz örneklerin analiz sonuçlarının ortalamalarını ve standart sapmalarını göstermektedir. Aynı sütunda farklı harfi (P, R, S) olan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p < 0.05$). Aynı satırda farklı harfi (A, B, C, D, E) olan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p < 0.05$)