

ZEOLİT YATAK İLE MODİFİYE EDİLMİŞ VAKUM FIRINDA DOMATES SALÇASI ÜRETİMİ

**Zeynep Atak¹, Ulaş Baysan¹, Esra Devseren¹, Dilara Tomruk¹,
Mehmet Koç², Haluk Karataş³, Figen Kaymak-Ertekin^{1*}**

¹Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bornova, İzmir

²Adnan Menderes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Aydın

³Arçelik A.Ş., Ar-Ge Merkezi, İstanbul

Geliş / *Received*: 30.11.2016; Kabul / *Accepted*: 03.05.2017; Online baskı / *Published online*: 17.05.2017

Atak, Z., Baysan, U., Devseren, E., Tomruk, D., Koç, M., Karataş, H., Kaymak Ertekin, F. (2017). Zeolit yatak ile modifiye edilmiş vakum fırında domates salçası üretimi, *GIDA* (2017) 42 (4): 437-446 doi: 10.15237/gida.GD16103

Öz

Dünya genelinde ve ülkemizde sıklıkla tüketilen domates salçası, gıda endüstrisinde vakum altında ısıtıl işlem uygulamasının en yaygın kullanıldığı ürünlerden biridir. Bu çalışmada domates salçası üretimi için laboratuvar ölçeğinde tasarlanan, adsorbent madde olarak küre zeolit ile modifiye edilen sistem içerisinde vakum altında ve atmosferik basınçta evaporasyon denemeleri gerçekleştirilmiştir. Domates salçasının kalitesi üzerine evaporasyon tekniğinin etkisi, CCRD (Merkezi Tümleşik Tasarım) ile oluşturulan deneme deseni kullanılarak karşılaştırılmıştır. Evaporasyon işlem değişkenleri olarak sıcaklık (66-94°C) ve süre (2.4-6.6 saat) seçilmiştir. Farklı işlem koşullarında üretilen domates salçası örneklerinde Briks, renk, siyah benek, pH, likopen değişimi ve duyu kalite analiz edilmiştir. Briks, renk, siyah benek miktarı, likopen ve duyu kalite için genel olarak sıcaklık ve sürenin artışı, belirtilen kriterlerin sayısal değer artışında önemli rol oynamıştır. pH değerlerinde ise işlem değişkenlerinin etkisi görülmemiştir.

Anahtar kelimeler: Domates salçası, modifiye vakum fırın, alternatif pişirme teknikleri, likopen

TOMATO PASTE PRODUCTION IN THE MODIFIED VACUUM OVEN WITH ZEOLITE BED

Abstract

Tomato paste, which is frequently consumed in our country and throughout the world, is one of the products that are produced through the heat treatment under vacuum in the food industry. In this study, tomato paste production was carried out in laboratory scale modified system with spherical zeolite as adsorbent not only under vacuum but also at atmospheric condition. The effects of evaporation techniques were compared using the experimental design generated by CCRD (Central Composite Rotatable Design) with respect to tomato paste quality. Temperature (66-94°C) and time (2.4-6.6 hours) were selected as evaporation process conditions. Brix, colour, dark speck, pH, change in lycopene content and sensory quality of tomato paste samples produced at different conditions were analysed. Generally, temperature and time increment for Brix, colour, amount of dark specks, lycopene and sensory quality had played an important role in the increase of these properties. In pH values, no effect of process parameters was observed.

Keywords: Tomato paste, modified vacuum oven, alternative cooking techniques, lycopene

* Yazışmalardan sorumlu yazar / *Corresponding author*;

✉ figen.ertekin@ege.edu.tr,

☎ (+90) 232 311 3006,

☎ (+90) 232 342 7592

GİRİŞ

Günümüzde sağlıklı beslenme ve yaşam ihtiyacına bağlı olarak, ürün kalitesi ve besleyici değeri daha yüksek ürünler tercih edilmektedir. Sağlıklı beslenme, genel olarak zararlı bileşen içeriği düşük ve daha ılımlı koşullarda işlem görmüş gıdalar ile mümkündür. Özellikle gıdalara yüksek sıcaklıkta ısıl işlem uygulanması yararlı bileşenlerin kaybına ve zararlı yeni bileşenlerin oluşmasına neden olmakta ve alternatif yeni pişirme tekniklerine ihtiyaç duyulmaktadır (1). Bu tekniklerden biri olan vakum altında pişirme yöntemi ile sağlanan düşük sıcaklık uygulaması sonucunda, atmosferik koşullarda gerçekleştirilen pişirme işlemlerine kıyasla ürünün doğal rengi, duyuşal ve besleyici özellikleri daha iyi korunmaktadır (2, 3). Ayrıca vakum uygulamasıyla birlikte pişirme ortamının oksijen içeriği azalmakta ve oksidasyon tepkimeleri engellenerek yararlı bileşenler korunabilmektedir (4). Bunun yanı sıra oksijen varlığında gelişen canlı sayısı azalmakta; genel olarak daha kaliteli son ürün elde edilebilmektedir (5).

Domates yapısında barındırdığı yüksek su oranı (%93-95) nedeni ile uzun süreli dayanımı, muhafazası ve taşınması oldukça zor bir sebze olup, çeşitli ısıl işlemlerle domates ürünlerine işlenmekte; bu ürünlerin başında Türk mutfağında da yaygın olarak kullanılan salça gelmektedir (6,7). Gıda sanayinde salça, vakum evaporatörler ya da açık kazan tipi evaporatörler kullanılarak üretilmektedir. Vakum altında, düşük basınç ve dolayısıyla düşük sıcaklıkta evapore edilen salçanın renk ve lezzet özellikleri daha iyi şekilde korunmaktadır (8). Bununla birlikte insanlar evlerde kendi yaptıkları geleneksel pişirme yöntemlerini kullanarak ev ortamında kendi kontrollerinde salça hazırlama eğilimi gösterebilmektedir. Kullanıcıların salçayı ev ortamında hazırlaması durumunda, kullanılan ev tipi ekipmanların yeterli olmamasından dolayı pişirme ile domates suyundan yeteri kadar su uzaklaştırılamamaktadır. Pişirme ile belirli konsantrasyon seviyesine ulaştırılan domates suyu, güneş altında açıkta bekletilerek koyulaştırılmaktadır. Bu durumda bile istenilen konsantrasyon sağlanamadığı için salçanın raf ömrünü uzatmak amacıyla oldukça yüksek oranda tuz ilavesi gerçekleştirilmektedir. Ayrıca, güneş altında açık bir şekilde bekletilen ürünler mikrobiyolojik

açından da oldukça riskli bir durum teşkil etmektedir. Evde yapılması zahmetli olan ve uzun pişirme süresine ihtiyaç duyulan salçanın yukarıda da bahsedildiği üzere endüstriyel ekipmanlarla oksijen içeriği düşük ortamda, hijyenik şekilde, tuz ilavesi olmadan ve yüksek ısıya maruz kalmadan vakum altında ısıl işleme tabi tutulup evapore edilmesine imkan sağlanmaktadır. Bu işlemi evsel ortamda gerçekleştirmek ancak ev tipi vakum altında pişirme yapabilen bir ekipmanın geliştirilmesi ile mümkündür.

Bu çalışmada, domates salçası zeolit yatak kullanılarak modifiye edilen vakum fırında üretilmiştir. Salça üretim prosesi işlem değişkenleri olan sıcaklık ve sürenin etkisi Briks, renk, siyah benek miktarı, pH, likopen içeriği ve duyuşal kalite analizleri yapılarak belirlenmiştir. Ayrıca, aynı sıcaklık ve işlem sürelerinde atmosferik koşullarda da salça üretimi yapılmış ve ürün kalite özellikleri karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar ile vakum pişirme/evaporasyon fonksiyonuna sahip ev tipi fırın prototipinin geliştirilmesi için girdi oluşturulması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

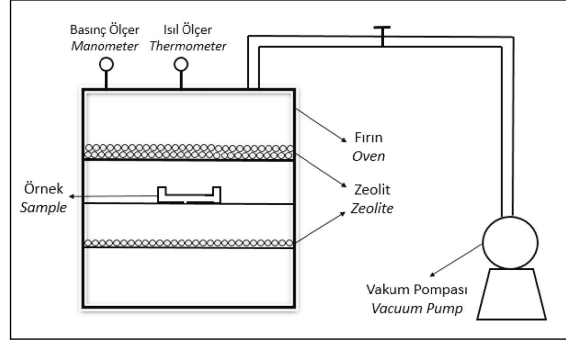
Materyal

Salçalık domates (*Lycopersicon esculentum Mill. cv. Rio Grande*) İzmir'de yerel bir marketten satın alınmıştır. Vakum fırın içerisinde kullanılan zeolit (Molecular Sieve, 3A 4X8 Mesh) Shanghai Hengye Chemical Industry Co. Ltd. firmasından temin edilmiştir.

Metot

Salçalık domatesler (~250 g), yıkanıp sap kısımları ayıklandıktan sonra 5-6 s süresince rondodan (Tefal, Masterchop XL, 500 W) geçirilerek domates mayşesi elde edilmiştir. Elde edilen domates mayşesi 1 mm çapında deliklere sahip elekten geçirilerek, çekirdeklerin ve liflerin ayrılması sağlanmıştır. Mayşeden 50 g alınıp, 100 mm çap ve 20 mm yüksekliğindeki bir adet cam Petriye yerleştirilerek evaporasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Analizlerin gerçekleştirilmesi için, işlem sonucu oluşan ürün miktarına göre her bir evaporasyon denemesi 4-8 kez tekrarlanmıştır. Domates mayşesinin ortalama pH değeri 4.42±0.01 olarak bulunmuştur.

Vakum altında evaporasyon denemeleri, zeolit yatak ile modifiye edilmiş vakum fırın (Dış ölçüler 550x450x700 mm) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Denemelerde kullanılan vakum fırın düzeneği Şekil 1’de verilmiştir. Evaporasyon işlemi esnasında açığa çıkan nemin, havadan uzaklaştırılarak kütle transferinin sürekliliğinin sağlanması için küre şeklindeki zeolitten oluşturulan, biri örneğin üst katında, diğeri örneğin altında olmak üzere iki adet yatak kullanılmıştır (Şekil 1). Vakum altında gerçekleştirilen evaporasyon denemelerinde doymun buhar tablolarından yararlanılarak, sistem içinde olması istenilen sıcaklık değerlerine karşı gelen basınç değerleri uygulanmıştır. Atmosferik koşullarda gerçekleştirilen denemelerde de aynı vakum fırın kullanılmıştır. Vakum altında salça üretimi denemelerinden farklı olarak ise zeolit yatak kullanılmamış; herhangi bir vakum basıncı uygulanmamış ve atmosferik koşullar sağlanmıştır.



Şekil 1. Modifiye vakum fırının şematik gösterimi
Figure 1. Schematic diagram of the modified vacuum oven

CCRD (Merkezi Tümleşik Tasarım) deneme desenine göre vakum altında ve atmosferik koşullarda salça üretimi için bağımsız işlem değişkenleri olarak seçilen sıcaklık ve süre değerleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Vakum altında ve atmosferik koşullarda gerçekleştirilen evaporasyon sonucu elde edilen domates salçası fiziksel ve kimyasal özellikleri
Table 1. Physical and chemical properties of tomato paste produced through evaporation under vacuum and atmospheric conditions

	Den. No Exp. no	Sıcaklık Temperature (°C)	Süre (saat) Time (hour)	Briks Brix (°Bx)	Renk Yoğunluğu Chroma (C°)	Siyah Benek Miktarı Amount of Dark Specks	pH pH	% Likopen Artış Miktarı Increasing Amount of Lycopene %
Vakum Evaporasyon Vacuum Evaporation	1	70	3	7.0±0.0	12.80±0.17	0	4.24±0.01	9.85±0.02
	2	90	3	8.5±0.7	14.02±0.15	0	4.22±0.01	34.00±0.08
	3	70	6	19.0±1.0	19.00±0.10	0	4.34±0.00	235.53±0.55
	4	90	6	38.0±2.0	18.44±0.15	22	4.09±0.01	190.91±0.50
	5	66	4.5	11.0±1.0	20.03±0.54	0	4.31±0.00	18.34±0.05
	6	94	4.5	15.0±1.0	18.17±0.04	0	4.28±0.00	16.59±0.10
	7	80	2.4	6.5±0.0	11.55±0.10	0	4.41±0.00	12.18±0.05
	8	80	6.6	29.0±1.0	18.50±0.23	8	4.39±0.00	274.75±0.04
	9	80	4.5	12.0±0.0	15.26±0.07	0	4.39±0.00	28.51±0.07
	10	80	4.5	11.8±0.5	15.16±0.14	0	4.38±0.00	48.98±0.02
	11	80	4.5	12.0±0.0	16.38±0.09	0	4.42±0.00	27.44±0.02
	12	80	4.5	11.5±0.5	16.72±0.17	0	4.49±0.00	23.87±0.12
	13	80	4.5	11.5±0.5	17.70±0.07	0	4.49±0.00	29.17±0.26
Atmosferik Evaporasyon Atmospheric Evaporation	1	70	3	6±0.0	11.30±0.06	0	4.28±0.00	8.55±0.11
	2	90	3	9.5±0.5	14.88±0.09	4	4.35±0.00	85.2±0.11
	3	70	6	10.5±0.0	16.05±0.07	0	4.29±0.00	9.15±0.23
	4	90	6	61±0.0	19.57±2.28	*	*	96.55±0.04
	5	66	4.5	6.5±0.0	12.48±0.11	0	4.33±0.01	23.45±0.05
	6	94	4.5	26±0.0	16.65±0.16	17	4.33±0.00	168.31±0.56
	7	80	2.4	6.5±0.0	9.97±0.12	0	4.40±0.00	9.62±0.02
	8	80	6.6	26±0.0	19.19±0.28	14	4.37±0.00	137.5±0.02
	9	80	4.5	10±0.0	14.41±0.11	0	4.39±0.00	20.45±0.53
	10	80	4.5	10.5±0.0	12.50±0.17	0	4.45±0.00	15.93±0.34
	11	80	4.5	10±0.0	17.21±0.12	0	4.35±0.00	11.47±0.02
	12	80	4.5	10.5±0.0	14.35±0.17	0	4.44±0.00	10.49±0.02
	13	80	4.5	10.5±0.0	16.05±0.20	0	4.46±0.00	9.18±0.03

*üründe yanma nedeni ile analiz yapılmamıştır.

*no analysis was done because of burning of sample.

Analizler

Briks

Örneklerin Briks değerleri (% suda çözünür kuru madde içeriği), Abbe refraktometresi kullanılarak 20 °C'ta belirlenmiştir (9).

Renk

Örneklerde L*, a* ve b* değerleri renk tayin cihazı (CM-2600d/2500d, Konica Minolta) kullanılarak belirlenmiştir. Evaporasyon sonrasındaki renk yoğunluğu (Chroma, C*) değerleri Eşitlik 1 ile hesaplanmıştır (10).

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

Siyah Benek Miktarı

5 g örnek üzerine 10 ml su eklendikten sonra homojen hale getirilen karışım, 20x20 cm boyutlarındaki cam plakalar arasına yerleştirilmiş; siyah benek sayısı kaydedilmiştir (9).

pH

Domates ve domates salçasının pH değerleri, dijital pH metre (inoLab pH/Cond 720, WTW, Germany) ile belirlenmiştir (9).

Likopen İçeriği

Domatesin ve domates salçasının likopen içeriği, likopenin polar organik ve polar olmayan solventlerle ekstrakte edilmesi ve absorbansının 503 nm'de spektrofotometrik (VARIAN Cary 50 Bio, UV/VIS Spectrophotometer) olarak ölçülmesi ile belirlenmiştir. Sonuç, likopen miktarı 'mg/kg örnek' olarak Eşitlik 2 ile hesaplanmıştır (11). Bulunan likopen miktarı, domates mayşesi ve salçası arasındaki likopen değişiminin gösterilebilmesi için Eşitlik 3 ile % likopen artış miktarına dönüştürülerek hesaplanmıştır.

$$\text{Likopen miktarı, mg/kg örnek} = \frac{(A_{503})(0.0312)}{\text{örnek, kg}} \quad (2)$$

$$\% \text{ Likopen Artış Miktarı} = \frac{\text{Salçanın likopen miktarı} - \text{Mayşenin likopen miktarı}}{\text{Mayşenin likopen miktarı}} \times 100 \quad (3)$$

Duyusal Değerlendirme

Salça örnekleri; görünüş, renk, koku, kıvam ve tat özellikleri açısından duyu analize tabi tutulmuştur. Duyusal analiz 10 kişilik yarı eğitilmiş panel grubu tarafından, her bir ürün grubu için, panel grubu ve ilgili literatür (12) yardımıyla hazırlanmış olan duyu değerlendirme formları kullanılarak puanlama testi ((1) en düşük, (5) en yüksek puan olmak üzere) ile gerçekleştirilmiştir.

İstatistiksel Analiz

Bağımsız işlem değişkenleri olarak seçilen sıcaklık ve sürenin salçanın kalite özellikleri üzerine etkisi Design Expert Version 7.0 (Statease Inc.) paket programı kullanılarak incelenmiştir. Oluşturulan modellerin deneysel veriler üzerindeki etkisi, varyans analizi (ANOVA) ile belirlenmiştir. Böylece her bir bağımsız değişkenin lineer, quadratik ve interaksiyon etkilerinin salçanın kalite özellikleri üzerine gösterdiği istatistiksel önemlilikler % 95 güven seviyesinde Fischer testi (F-testi) uygulanarak bulunmuştur (13, 14).

SONUÇ VE TARTIŞMA

Zeolit ile modifiye edilen vakum fırında domates mayşesinin vakum altında ve atmosferik koşullarda evaporasyon sonuçları, izlenen CCRD deneme desenine göre Çizelge 1'de sırası ile verilmiştir. Vakum altında evaporasyon sonucu ulaşılan Briks değerlerinin 6.5-38 °Bx arasında değiştiği; atmosferik koşullarda ise salçanın Briks değerlerinin 6-61 °Bx arasında değiştiği bulgulanmıştır. Atmosferik koşullarda 90°C ve 6 saat süresince gerçekleştirilen evaporasyon denemesinde ürünün yandığı gözlemlenmiştir. Aynı koşullarda vakum altında işlem gören ürünün ise Briks değerinin 38 olduğu, herhangi bir yanmanın oluşmadığı; tanımlama olarak üç kez konsantre salça (15) sınıfına girdiği tespit edilmiştir. Vakum altında ve atmosferik koşullarda evaporasyon işlemlerinde, sıcaklık ve süre değişkenlerinin Briks değeri üzerine istatistiksel olarak etkili olduğu belirlenmiştir ($P < 0.05$) (Çizelge 2).

Çizelge 2. Vakum altında ve atmosferik koşullarda evaporasyon sonucu üretilen domates salçalarının fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait ANOVA sonuçları
 Table 2. ANOVA results for physical and chemical properties of tomato paste produced thorough evaporation under vacuum and atmospheric conditions

Varyasyon Kaynağı Variation Source	Briks Brix (°Bx)		Renk Yoğunluğu Chroma		% Likopen Artış Miktarı Increasing Amount of Lycopene %		Duyusal Kalite (Genel Tercih) Sensory Quality (Overall Acceptability)	
	Kareler Değeri Sum of Square	P-Değeri P-Value	Kareler Değeri Sum of Square	P-Değeri P-Value	Kareler Değeri Sum of Square	P-Değeri P-Value	Kareler Değeri Sum of Square	P-Değeri P-Value
Vakum Evaporasyon Vacuum Evaporation								
Model	933.2	0.000	69.84	0.002	102158	0.000	18.38	0.003
x ₁ *	85.52	0.013	0.61	0.489	65.82	0.716	0.21	0.441
x ₂ *	671.9	0.000	52.25	0.000	71047	0.000	5.23	0.005
x ₁ ·x ₂	76.56	0.017	0.79	0.432	1182	0.152	0.72	0.174
x ₁ ²	11.89	0.257	9.16	0.025	34.04	0.793	11.31	0.000
x ₂ ²	94.34	0.010	4.99	0.074	29582	0.000	1.92	0.043
Kalıntı Residual	54.63		7.96		3204		2.20	
Model Uygunsuzluğu Lack of Fit	54.38	0.000	3.45	0.472	2810.37	0.027	2.20	
Saf Hata Pure Error	0.25		4.51		394.5		0.00	
Toplam Total	987.9		77.80		105363		20.59	
Atmosferik Evaporasyon Atmospheric Evaporation								
Model	2490	0.002	83.70	0.011	31087	0.012	12.76	0.036
x ₁ *	831.9	0.002	21.12	0.020	17012	0.003	0.28	0.506
x ₂ *	873.2	0.002	62.55	0.001	4646	0.057	1.37	0.162
x ₁ ·x ₂	552.3	0.006	91750	0.985	28.89	0.863	0.72	0.294
x ₁ ²	131.6	0.096	0.02	0.925	7335	0.024	6.03	0.014
x ₂ ²	131.6	0.096	0.01	0.944	3160	0.103	5.71	0.015
Kalıntı Residual	249.1		16.26		6290		3.94	
Model Uygunsuzluğu Lack of Fit	248.8	0.000	3.33	0.797	6204	0.000	3.94	
Saf Hata Pure Error	0.30		12.93		86.05		0.00	
Toplam Total	2739		99.96		37377		16.70	

*x₁:sıcaklık, x₂:süre değişkenini göstermektedir.

*x₁:Temperature, x₂:Time variables were shown.

Vakum altında evaporasyon denemeleri sonucunda ürün renk yoğunluğu (C*) değerlerinin 11.55-20.03 aralığında değiştiği gözlenmiştir. Atmosferik koşuldaki evaporasyon denemeleri sonucunda ise ürün renk yoğunluğu (C*) değerleri 9.97-19.57 aralığında değişmektedir (Çizelge 1). Domates püresinde ısı işlem ve yüksek basınç uygulamalarının ayrı olarak incelendiği bir çalışmada, işlem uygulanmayan materyalin C* değeri 23.66 iken; ısı işlem uygulamasında C* değeri 25.49, yüksek basınç uygulamasında basınç değerlerine bağlı olarak 23.71-25.49 arasında değişen C* değerleri belirlenmiştir (16). Bu çalışmada kullanılan

domates (8.70) ile evaporasyon işlemleri sonucu oluşan salçaların (11.55-20.03 ve 9.97-19.57) C* değerleri arasında da buna benzer olarak belirgin derecede bir fark görülmemiştir. Domates ürünlerine işlenen domatesin olgunlaşma derecesinin ya da kullanılan domates kültürünün, değişik aralıklarda bulunabilen C* değerleri üzerinde, dolayısı ile renkte etkisi olduğu belirtilmektedir (10). Vakum altında gerçekleştirilen evaporasyon sonucunda üretilen salça için renk üzerine yalnızca süre parametresinin; atmosferik koşullarda ise sıcaklık ve süre parametrelerinin her ikisinin de istatistiksel olarak etkili olduğu

görülmüştür ($P < 0.05$) (Çizelge 2). Son üründe arzu edilmeyen koyu rengin, yanık tadın ve siyah benekçiğin oluşmaması için ısı işlemin kontrol altında yapılması oldukça önemlidir (17). TGK Salça ve Püre Tebliği'ne göre, domates salçasında siyah benek miktarı en çok 7 adet/10 g, domates püresinde ise en çok 5 adet/10 g dır (15). Vakum altında pişirme/evaporasyon uygulanan $90^{\circ}\text{C}/6$ saat işlem sonucu elde edilen salçada (38 Briks), 10 g üründe 22 adet siyah benek ile sonuç belirlenen sınırların üzerinde çıkmıştır. Bu deneme haricindeki vakum uygulanan ürünler, tebliğe uygun bulunmuştur. Vakum altında ve atmosferik koşullarda gerçekleşen her iki üretim tekniği için de salçada önemli bir kalite kriteri olan siyah benek sayısı, ısı işlemler sonucunda belirgin bir değişim göstermiştir. Uygulanan sıcaklık ve sürelerde, her iki parametre için koşulların ağırlaştırılması, siyah benek oluşumunda artışa neden olmaktadır. Her iki teknikte, işlem parametrelerinin siyah benek miktarı üzerine etkili olduğu istatistiksel olarak belirlenmiştir ($P < 0.05$). Vakum altında ve atmosferik basınçta farklı işlem koşullarında zeolit ile modifiye edilmiş fırın içerisinde üretilen salça örneklerinin pH değerleri 4.09-4.49 arasında değişmekte olup, tebliğ uyarınca da domates salçası ve domates püresinde pH değerinin 3.9-4.6 aralığında olması gerektiği belirtilmiştir (15). Farklı işlem koşullarında üretilen salça örneklerinin pH değerleri evaporasyon işlem koşullarından istatistiksel olarak etkilenmemektedir ($P > 0.05$). Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, çeşitli özellikleri bulunan domates (cins, olgunluk vd.) ve domates salçasındaki likopen miktarı değerlerine bakılarak % likopen artış miktarının %28.57-3471.43 ve %4.66-930.69 gibi geniş aralıklarda olduğu hesaplanabilmektedir (18,19). Domates ürünlerinde konsantrasyon derecesinin artması ile birlikte toplam kuru madde miktarı yükseleceğinden, % likopen artışı gözlenmektedir. Bununla birlikte, muhafaza ve işlem koşullarının (ısı, ışık, süre vd.), domates ve ürünleri içeriğindeki likopenin degradasyonuna neden olduğu bilinmektedir (20). Vakum altında gerçekleştirilen denemeler sonucunda likopen miktarının, belirli bir düzeye kadar uygulanan sıcaklık ($\sim 75\text{-}80^{\circ}\text{C}$) ve süre artışıyla doğru orantılı olarak arttığı belirlenmiştir. Aynı sıcaklık ve farklı sürede yapılan tüm denemeler için % likopen artışı bu sonucu doğrulamaktadır. Aynı süre ve farklı sıcaklıkta vakum altında yapılan denemeler için ise $90^{\circ}\text{C}/6$

saat ve $94^{\circ}\text{C}/4.5$ saat gibi yüksek sıcaklıklarda $70^{\circ}\text{C}/6$ saat ve $66^{\circ}\text{C}/4.5$ saat denemelerine göre likopen miktarının azaldığı bulgulanmıştır. Bu sonuç, vakum uygulamaları ile istenilen düşük sıcaklığın üründeki likopen artışı üzerine olumlu etkisini göstermektedir. Atmosferik koşullarda yapılan denemeler sonucunda ise likopen miktarının, uygulanan sıcaklık ve süre artışıyla sürekli olarak doğru orantılı olduğu görülmüştür. Aynı sıcaklık ve farklı sürede yapılan denemeler için % likopen artışı bu durumu doğrulamakta ve % likopen değişimi, yüksek sıcaklıkla ilişkilendirilebilmektedir (Çizelge 1). Vakum altında ve atmosferik koşullarda evaporasyon işlemleri karşılaştırıldığında ise genel olarak vakum uygulamalarında belirlenen % likopen artış miktarının daha yüksek olması durumunun, ortamdaki oksijen miktarının az olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Domates pulpunun ısıtılması sırasında değişen likopen miktarının araştırıldığı bir çalışmada da, farklı koşullarda tutulan örnekler için, en yüksek likopen kaybının (% 77.6) 25°C 'da hava ve ışık varlığında olduğu saptanmıştır (20). Vakum altında yapılan denemelerde üretilen salça için % likopen artış miktarı üzerine yalnızca süre parametresinin; atmosferik koşullarda ise sıcaklık parametresinin istatistiksel olarak etkili olduğu görülmüştür ($P < 0.05$) (Çizelge 2).

Domates ve domates salçası için yapılan analizler ile alınan sonuçlar doğrultusunda ürünün konsantrasyon derecesini ve sınıflandırılmasını belirleyen Briks, tüketici tercihlerini doğrudan etkileyen renk ve duyu kalitenin yanı sıra; üründe bulunan yararlı bileşenlerin başında gelen likopenin % artış miktarı üzerine sıcaklığın ve sürenin etkisi incelenmiştir. Sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildiğinde (ANOVA analizi), işlem değişkenlerinin salçanın kalite özellikleri üzerine etkisi % 95 güven seviyesinde Çizelge 2'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, Briks, renk yoğunluğu (C^*), % likopen artış miktarı ve duyu kalite için de quadratik terimlerin eklenmesinin modelleri önemli ölçüde geliştirdiği bulgulanmıştır. Ayrıca, vakum altında ve atmosferik koşullarda evaporasyon için pH değeri dışındaki tüm analizlerde model uyumluluğu görüldüğü belirlenmiştir.

Çizelge 3'de görüldüğü gibi püre salça ve salça sınıfında tanımlanan $80^{\circ}\text{C}/4.5$ saat (12 Briks),

80°C/6.62 saat (29 Briks) ve 90°C/6 saat (38 Briks) vakum pişirme/evaporasyon denemelerinde elde edilen ürünler panelistler tarafından puanlama sonucu genel tercih açısından 4 ve üzeri değerler olarak kabul görmüştür. 66°C/4.5 saat sonucu oluşan üründe, ekşi tat ve kötü koku nedeniyle en düşük puan ortaya çıkmıştır. Atmosferik koşullarda evaporasyon/pişirme sonucu elde edilen örneklerden sadece 80°C/6.62 saat (26 Briks) koşulunda elde edilen örnek panelistler tarafından puanlama sonucu genel tercih açısından 4 ve üzeri değer olarak kabul görmüştür. 70°C/6 saat (10.5 Briks), 80°C/4.5 saat (10.5 Briks) ve 94°C/4.5 saat (26 Briks) denemelerinde elde edilen örnekler ise 3 puanın üzerinde değerlendirilmiştir. 90°C/6 saat denemesinde oluşan üründe, yanma nedeniyle en düşük puan ortaya çıkmıştır. Genel olarak (66°C/4.5 saat denemesi hariç) duyuşsal değerlendirme sonuçlarına bakıldığında, vakum altında pişirme/evaporasyon sonucu elde edilen

örnekler daha yüksek beğeni kazanmıştır (Çizelge 3). Vakum altında evaporasyon ile üretilen salçanın duyuşsal değerlendirmesi (genel tercih) üzerine işlem parametresi olarak yalnızca süre önemli iken ($P < 0.05$); atmosferik koşullarda ise her iki işlem parametresinin de istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P > 0.05$) (Çizelge 2).

Şekil 2'de görüldüğü gibi vakum altında üretilen salça örneklerinin Briks, renk yoğunluğu ve % likopen artış miktarı için sıcaklığa göre, süre artışının daha etkin bir değişken olduğu saptanmıştır. Duyuşsal kalite (genel tercih) için ise, sıcaklık artışı ile birlikte belirli noktaya kadar (~80°C) genel tercihte artma ve sonrasında azalma eğilimi görülmüş; 80°C civarı sıcaklıklarda en yüksek tercih edilme puanı bulunmuştur (Şekil 2). Ayrıca, süre artışı ile genel tercih puanında artan eğilim saptanmıştır. Atmosferik koşullarda gerçekleştirilen üretimlerde ise sıcaklık ve sürenin artışı ile birlikte Briks değerlerinde artma eğilimi

Çizelge 3. Vakum altında ve atmosferik koşullarda gerçekleştirilen evaporasyon sonucu elde edilen domates salçası için duyuşsal değerlendirme sonuçları

Table 3. Sensory evaluation results of tomato paste produced through evaporation under vacuum and atmospheric conditions

	Den. No Exp. no	Sıcaklık Temperature (°C)	Süre (saat) Time (hour)	Görünüş Appearance	Renk Colour	Koku Odour	Kıvam Consistency	Tat Taste	Genel Tercih Overall Acceptability
Vakum Evaporasyon Vacuum Evaporation	1	70	3	2.70±0.54	3.25±0.35	2.90±0.88	2.35±0.58	2.80±0.42	2.90±0.39
	2	90	3	2.05±0.67	2.15±0.42	2.10±0.47	1.45±0.54	2.35±0.74	1.85±0.66
	3	70	6	4.15±0.24	4.10±0.32	3.25±1.11	4.05±0.37	3.40±0.84	3.80±0.48
	4	90	6	4.35±0.24	4.50±0.41	4.10±0.21	4.90±0.32	4.20±0.42	4.45±0.16
	5	66	4.5	2.40±0.46	2.75±0.35	**	1.65±0.47	**	1
	6	94	4.5	2.40±0.46	2.25±0.42	2.45±0.69	2.10±0.21	2.35±0.47	2.20±0.26
	7	80	2.4	2.30±0.42	2.25±0.63	2.30±0.63	1.75±0.42	2.05±0.28	2.05±0.28
	8	80	6.6	4.65±0.12	4.80±0.24	4.65±0.41	4.25±0.21	4.40±0.21	4.60±0.34
	9	80	4.5	4.20±0.48	4.50±0.47	4.10±0.88	4.10±0.74	4.00±0.53	4.15±0.41
	10	80	4.5	4.00±0.35	4.40±0.33	4.00±0.49	3.90±0.32	4.00±0.11	4.30±0.42
	11	80	4.5	4.10±0.12	4.50±0.13	4.30±0.45	4.20±0.62	4.05±0.24	4.20±0.36
	12	80	4.5	4.30±0.24	4.40±0.25	4.00±0.12	4.00±0.31	4.20±0.61	4.00±0.40
	13	80	4.5	4.40±0.32	4.60±0.21	4.00±0.15	4.20±0.14	4.10±0.28	4.10±0.34
Atmosferik Evaporasyon Atmospheric Evaporation	1	70	3	2.65±0.37	2.65±0.78	2.45±0.58	2.05±0.42	2.35±0.54	2.35±0.32
	2	90	3	1.95±0.66	2.00±0.16	1.95±0.44	1.35±0.35	1.90±0.39	1.75±0.44
	3	70	6	3.25±0.85	3.60±0.78	3.30±0.98	3.05±0.64	3.35±0.85	3.30±0.58
	4	90	6	*	*	*	*	*	1
	5	66	4.5	2.40±0.26	2.75±0.35	2.10±0.34	1.65±0.64	1.95±0.41	2.10±0.26
	6	94	4.5	2.95±0.59	3.00±0.44	3.50±0.95	3.70±0.46	2.70±0.63	3.10±0.35
	7	80	2.4	1.90±0.55	2.05±0.71	1.45±0.90	1.20±0.41	1.60±0.74	1.55±0.63
	8	80	6.6	4.25±0.46	4.30±0.35	4.15±0.57	4.55±0.47	4.15±0.76	4.20±0.46
	9	80	4.5	3.70±0.42	4.45±0.39	3.70±0.54	3.40±0.69	3.70±0.53	3.75±0.79
	10	80	4.5	3.80±0.42	4.40±0.50	3.70±0.44	3.30±0.34	3.75±0.37	3.90±0.62
	11	80	4.5	3.70±0.35	4.60±0.44	3.60±0.32	3.35±0.46	3.65±0.12	3.70±0.64
	12	80	4.5	3.60±0.40	4.40±0.36	3.70±0.24	3.50±0.45	3.70±0.61	3.80±0.25
	13	80	4.5	3.70±0.44	4.50±0.53	3.80±0.54	3.40±0.34	3.70±0.36	3.75±0.16

*üründe yanma nedeni ile puanlandırma yapılmamıştır.

**üründe ekşi tat ve kötü koku nedeni ile puanlandırma yapılmamıştır.

*No scoring was done with the reason for burning of the product.

**No scoring was done with the reason for sour taste and bad odour of the product.

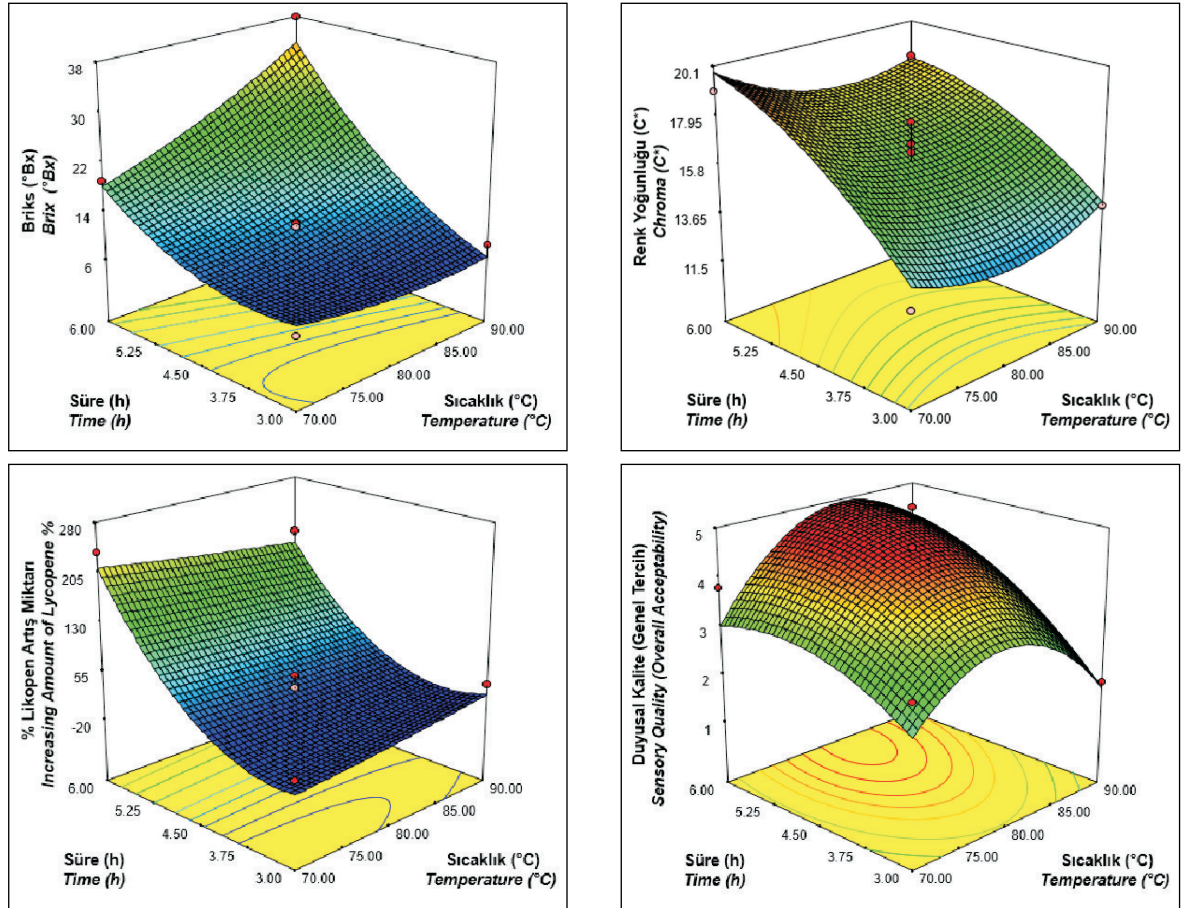
belirlenmiştir (Şekil 3). Ürünlerde % likopen artış miktarı içinse sıcaklık artışının daha etkin bir değişken olduğu saptanmıştır. Renk yoğunluğu ve duyu kalite (genel tercih) için ise süre artışının, sıcaklığa göre daha etkin bir değişken olduğu belirlenmiştir.

Zeolit ile modifiye edilen vakum fırın içerisinde gerçekleştirilen vakum altında ve atmosferik koşullarda evaporasyon denemeleri ile domates salçası üretimi için karşılaştırmalı sonuçlar elde edilmiştir. Evaporasyon işlem değişkenleri olarak seçilen sıcaklık ve sürenin yükselmesiyle birlikte genel olarak, ürünlerin Briks, renk yoğunluğu, siyah benek miktarı, likopen ve genel kabul edilebilirlik değerleri artmıştır. Vakum altında ve atmosferik koşullarda evaporasyon ile üretilen salça örnekleri için, işlem değişkenleri olan sıcaklık ve sürenin pH değerleri üzerine çok önemli bir etki göstermediği; görülen farklılıkların hammaddenin kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

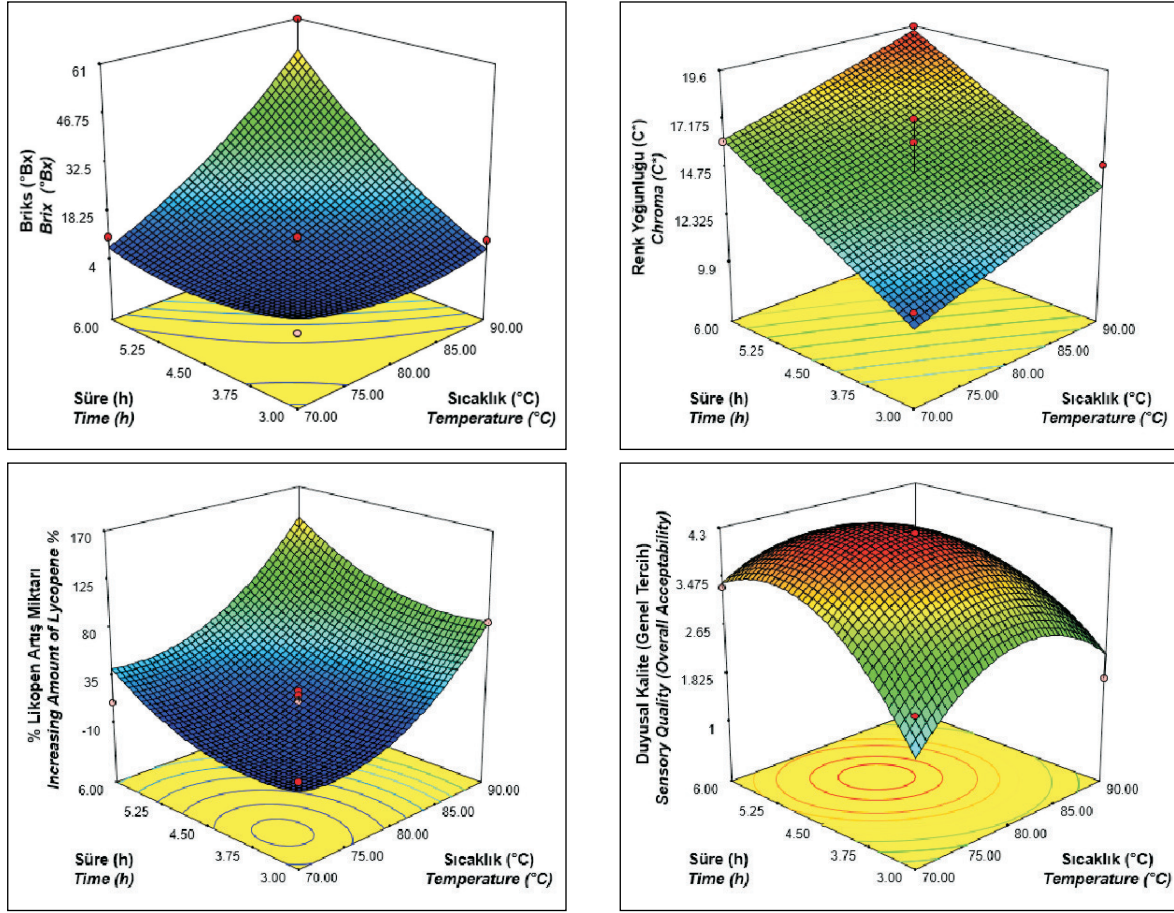
Çalışma kapsamında zeolit ile modifiye edilen ve laboratuvar ölçeğinde olan sistem, ileriye dönük olarak ev tipi vakum altında pişirme ekipmanları geliştirilmesine ışık tutacak niteliktedir. Elde edilen örnekler göz önüne alındığında, üretilen salça miktarının artırılması ile daha belirgin sonuçların alınabilmesi için zeolit yatağın genişletilerek ölçek büyütme yapılması ve sistem etkinliğinin geliştirilmesi öngörülmektedir. Bu sistem tasarımı ile işlem verimliliğinin artırılması ve işlem süresinin kısaltması sağlanabilecektir.

Teşekkür

Bu çalışma, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü ile Arçelik A.Ş. ortak projesi (Proje No: 1139B411401988) olarak yürütülmüştür. 2209-B (2241/A) Sanayi Odaklı Lisans Bitirme Tezi Destekleme Programı kapsamında TÜBİTAK/BİDEB'e sağladığı maddi destekten dolayı teşekkür ederiz.



Şekil 2. Vakum altında gerçekleştirilen evaporasyon ile oluşan ürünlerin Briks, renk yoğunluğu (C*), % likopen artış miktarı ve duyu kalite (genel tercih) puanlarının 3 boyutlu gösterimi
Figure 2. 3-D graphs of Brix, chroma (C*), increasing amount of lycopene %, and sensory quality (overall acceptability) scores of tomato paste produced thorough evaporation under vacuum



Şekil 3. Atmosferik koşullarda gerçekleştirilen evaporasyon ile oluşan ürünlerin Briks, renk yoğunluğu (C^*), % likopen artış miktarı ve duyu kalite (genel tercih) puanlarının 3 boyutlu gösterimi

Figure 3. 3-D graphs of Brix, chroma (C^*), increasing amount of lycopene %, and sensory quality (overall acceptability) scores of tomato paste produced thorough evaporation under atmospheric conditions

KAYNAKLAR

1. Iborra-Bernad C, Philippon D, Garc a-Segovia P, Mart nez-Monzó J. 2013. Optimizing the texture and color of sous-vide and cook-vide gren bean pods. *LWT - Food Sci Technol* 51: 507-513.
2. Garc a-Segovia P, Andrés-Bello A, Mart nez-Monzó J. 2007. Effect of cooking method on mechanical properties, color and structure of beef muscle (M. pectoralis). *J Food Eng* 80: 813-821.
3. Andrés-Bello A, Garc a-Segovia P, Mart nez-Monzó J. 2009. Effects of Vacuum Cooking (Cook-Vide) on the Physical-Chemical Properties of Sea Bream Fillets (*Sparus aurata*). *J Aquat Food Prod T* 18: 79-89.
4. Iborra-Bernad C, Tárrega A, Garc a-Segovia P. 2014. Comparison of Vacuum Treatments and Traditional Cooking Using Instrumental and Sensory Analysis. *Food Anal Methods* 7: 400-408.
5. Bozkurt H, Erkmén O. 2004. Effects of production techniques on the quality of hot pepper paste. *J Food Eng* 64: 173-178.
6. Demiray E. 2009. Kurutma İşleminde Domatesin Likopen, B-Karoten, Askorbik Asit ve Renk Değişim Kinetiğinin Belirlenmesi. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Denizli, Türkiye, 101 s.
7. Kirkin F. 2013. Ticari Olarak Üretilen Bazı Domates Salçalarının Özelliklerinin Belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Tokat, Türkiye, 45 s.
8. Hayes WA, Smith PG, Morris AEJ. 1998. The Production and Quality of Tomato Concentrates. *Crit Rev Food Sci Nutr* 38 (7): 537-564.

9. Cemeroglu B. 2010. *Gıda Analizleri*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No:34, 2. Baskı, Ankara, Türkiye, s. 185-190, 351-362.
10. Lopez Camelo AF, Gomez PA. 2004. Comparison of color indexes for tomato ripening. *Hortic Bras*, v.22, n.3, 534-537.
11. Fish WW, Perkins-Veazie P, Collins JK. 2002. A Quantitative Assay for Lycopene That Utilizes Reduced Volumes of Organic Solvents. *J Food Compos Anal* 15: 309-317.
12. Altuğ T, Elmacı Y. 2005. *Gıdalarda duyuşal değerlendirme*. Meta Basım, İzmir, Türkiye, s. 55-65.
13. Koç B, Sakin-Yılmaz M, Kaymak-Ertekin F, Balkır P. 2014. Physical properties of yoghurt powder produced by spray drying. *J Food Sci Technol* 51 (7): 1377-1383.
14. Erbay Z, Koca N, Kaymak-Ertekin F, Ucuncu M. 2015. Optimization of spray drying process in cheese powder production. *Food Bioprod Process* 93: 156-165.
15. Anon 2014. Türk Gıda Kodeksi. Salça ve Püre Tebliği (2014/6). T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. 14 Haziran 2014 tarih ve 29030 sayılı Resmi Gazete, Ankara.
16. Patras A, Brunton N, Da Pieve S, Butler F, Downey G. 2009. Effect of thermal and high pressure processing on antioxidant activity and instrumental colour of tomato and carrot purées. *Innov Food Sci Emerg* 10 (1): 16-22.
17. Velioglu HM, Boyacı İH, Kurultay Ş. 2011. Determination of visual quality of tomato paste using computerized inspection system and artificial neural Networks. *Comput Electron Agric* 77: 147-154.
18. Bramley PM. 2000. Is lycopene beneficial to human health? *Phytochemistry* 54: 233-236.
19. Shi J, Le Maguer M. 2000. Lycopene in Tomatoes: Chemical and Physical Properties Affected by Food Processing. *Crit Rev Food Sci Nutr* 40 (1): 1-42.
20. Sharma SK, Le Maguer M, 1996. Kinetics of lycopene degradation in tomato pulp solids under different processing and storage conditions. *Food Res Int* 29 (3-4): 309-315.